

8. Principales pathologies



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

FISSURATIONS

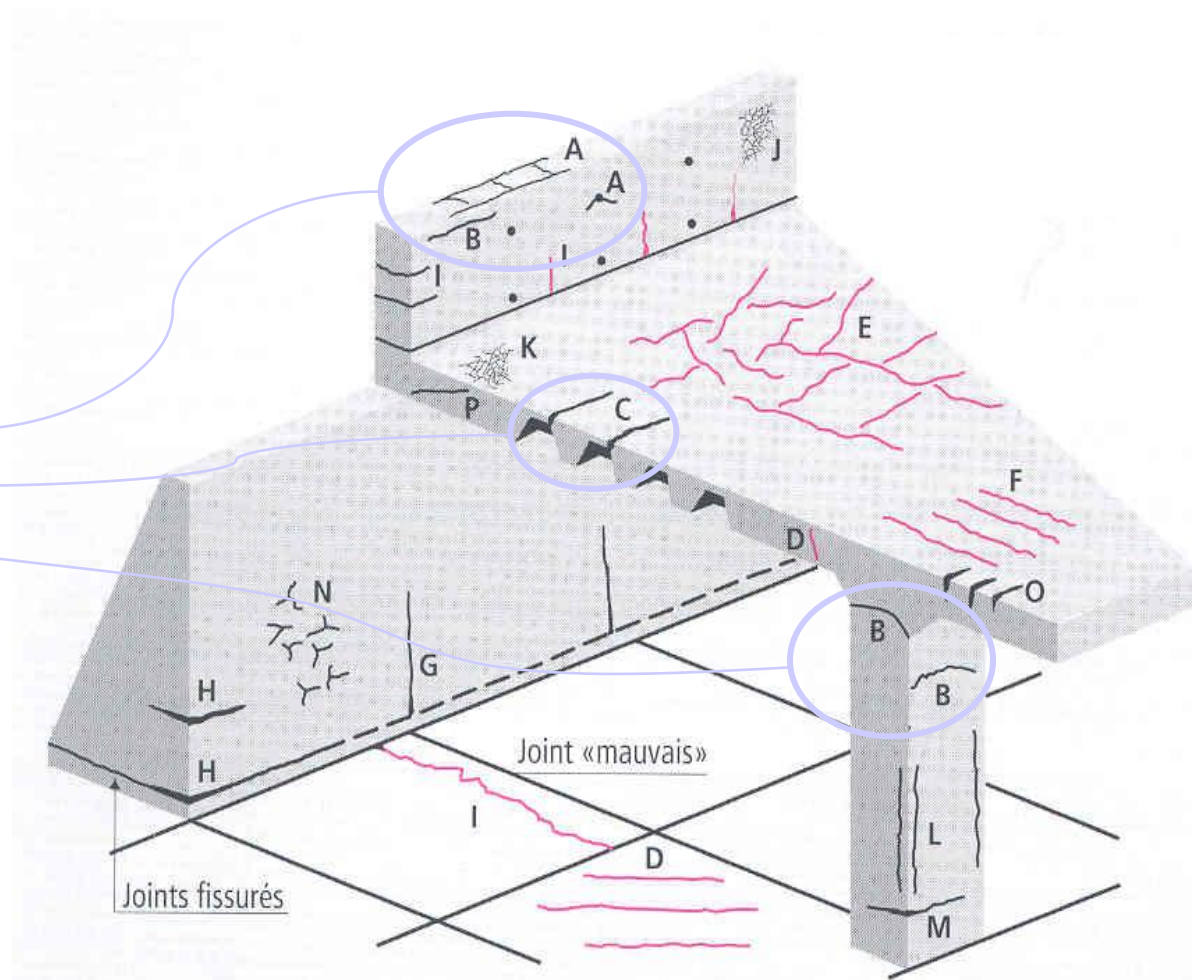


Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

FISSURES
DUES AU
TASSEMENT
DU BETON
FRAIS



Cim

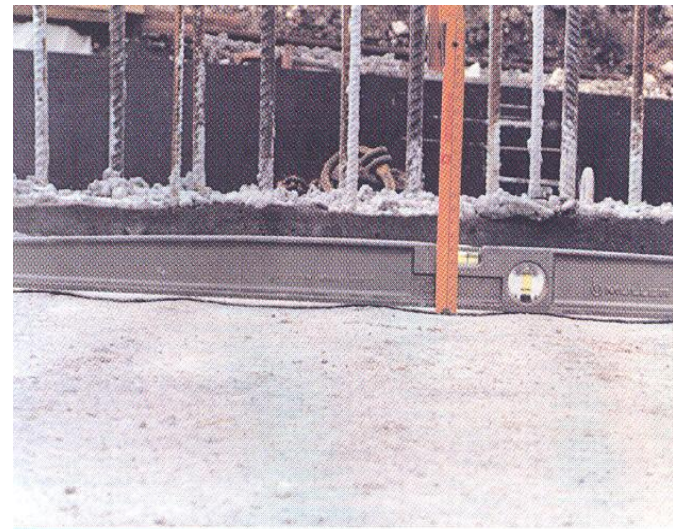
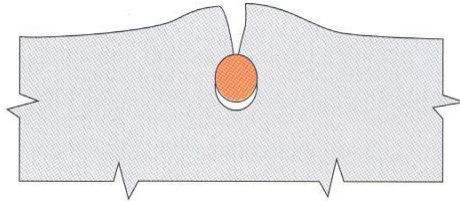
Italcementi Group

**DENIS
BETON**

BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

RESSUAGE ET SEGREGATION



Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

RESSUAGE ET SEGREGATION

- SE MANIFESTE AVANT LA PRISE
- APPARITION D'UNE PELLICULE D'EAU A LA SURFACE LIBRE HORIZONTALE DU BETON FRAIS
- TASSEMENT PROGRESSIF DU SQUELETTE SOUS L'EFFET DE LA PESANTEUR
- DANS LES CAS EXTREMES, CREATION DE FISSURES OUVERTES AU DROIT DES OBSTACLES QUI S'OPPOSENT AUX MOUVEMENTS DE TASSEMENT DU BETON (armatures, variations locales d'épaisseur...)



Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

RESSUAGE ET SEGREGATION

- BETON COMPACT (pas d'excès d'eau, éléments fins, temps de malaxage suffisant)

PLASTIFIANT REDUCTEUR D'EAU, ENTRAINEUR D'AIR

⇒ LIMITATION DE LA SEGREGATION

- ACCELERATEUR DE PRISE (temps froids)

COULAGE ET VIBRATION DU BETON CONFORMES
AUX RECOMMANDATIONS D'USAGE

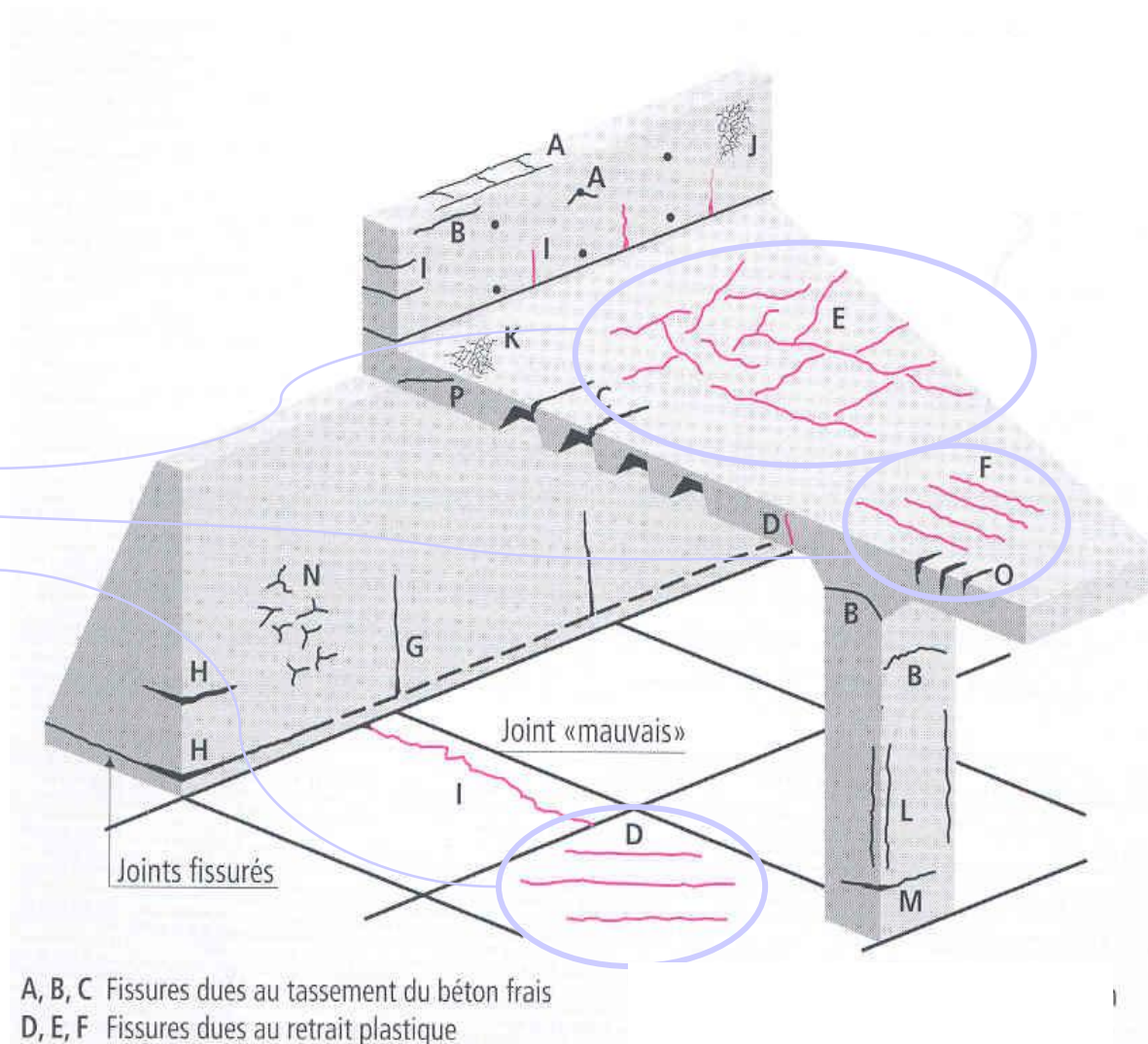


Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

FISSURES
DUES AU
RETRAIT
PLASTIQUE



Ciments Calcia
Italcementi Group

**D3 DENIS
BETON**
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

RETRAIT PLASTIQUE - DESSICCATION



Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

RETRAIT PLASTIQUE - DESSICCATION

PRINCIPALEMENT LOCALISE SUR LES PIECES MINCES OU SUR LES GRANDES SURFACES HORIZONTALES EN CONTACT AVEC L'AIR

- RETRAIT DU BETON FRAIS OU EN COURS DE PRISE LORSQU'IL EST ENCORE DANS UN ETAT AISEMENT DEFORMABLE (avant et pendant la prise pendant un temps limité)

RETRAIT DÛ AU DEPART d'EAU PAR DESSICCATION (évaporation) OU ABSORPTION PAR SUPPORT SEC



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

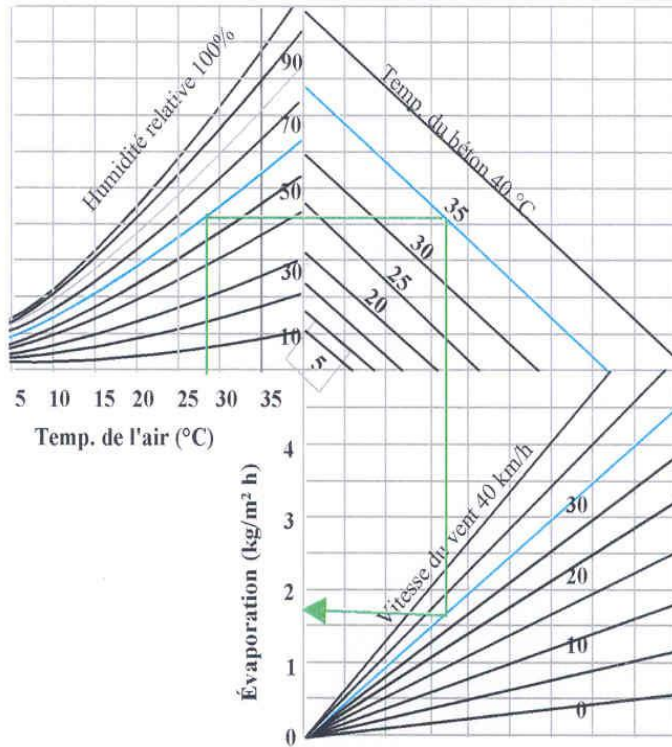
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE

RETRAIT PLASTIQUE - DESSICCATION

FACTEURS AGGRAVANTS:

Température
Sècheresse
Vent

• évaporation de l'eau



Risque élevé si
évaporation $> 1 \text{ kg/m}^2 \text{ h}$



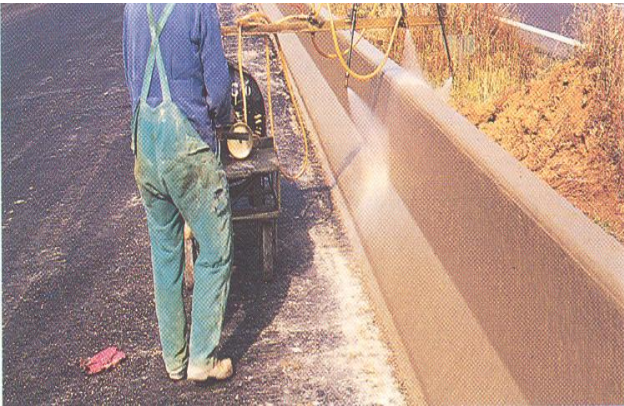
Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

PRECONISATION ET REMEDES

RETRAIT PLASTIQUE – DESSICCATION: **LA CURE** (fasc. 65)



84.6.3 DÉBUT ET DURÉE DE LA CURE

La cure commence à partir de la fin de la mise en œuvre du béton. Sa durée minimale est donnée dans le tableau suivant :

Température à la surface du béton (t) en °C (1)	Délai minimal de cure			
	Développement de la résistance, r, du béton (2) j : jours, h : heures			
	Rapide $r \geq 0,50$	Moyen $0,50 > r \geq 0,30$	Lent $0,30 > r \geq 0,15$	Très lent $r < 0,15$
$t \geq 25$	14 h	1,5 j	2 j	2 j
$25 > t \geq 15$	1 j	2,5 j	4 j	5 j
$15 > t \geq 10$	1,5 j	4 j	7 j	9 j
$10 > t \geq 5$ (3)	2 j	5 j	10 j	15 j

(1) Il s'agit de la température mesurée à la surface du béton et non pas à l'extérieur du coffrage. En pratique, en l'absence de mesure directe de température à la surface du béton, on retiendra la température ambiante moyenne sur la durée de la cure. Cette température moyenne peut être estimée à partir de la moyenne des températures journalières mesurées à midi sous abri.

(2) Le développement de la résistance, r, du béton est le rapport de la résistance moyenne à 2 jours à la résistance moyenne à 28 jours, déterminée par des essais préalables ou basé sur l'expérience d'un béton de composition comparable.



Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

ORIGINE DE LA PATHOLOGIE

DEFAUT DE RESISTANCES MECANIQUES

DEFAUT HYDRATATION (ABSENCE OU DEFAUT DE CURE)

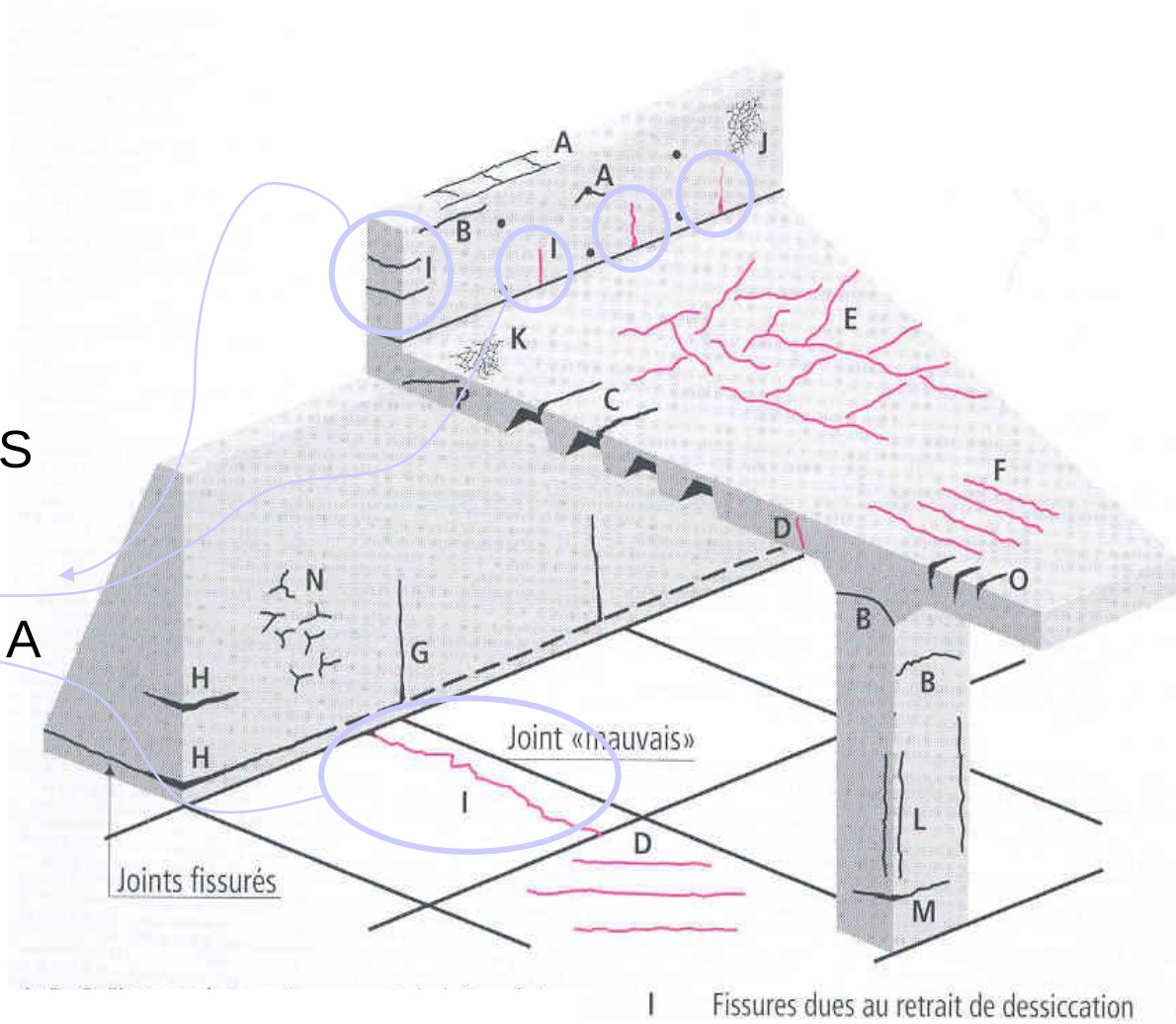


Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

FISSURES DUES
AU RETRAIT
DE
DESSICCATION A
LONG TERME



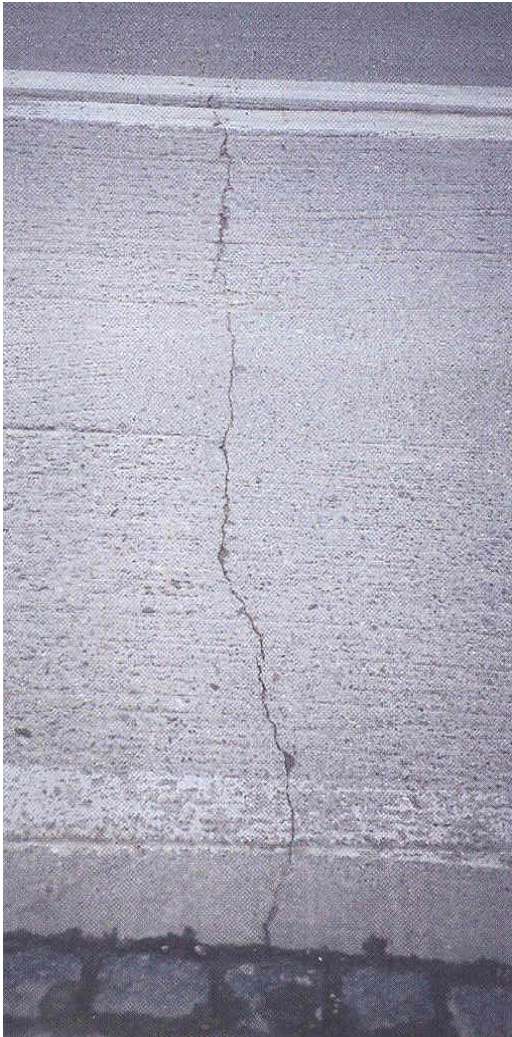
Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

VISUALISATION DE LA PATHOLOGIE

RETRAIT DE DESSICCATION A
LONG TERME



Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

RETRAIT DE DESSICCATION A LONG TERME

- PHENOMENE IDENTIQUE AU RETRAIT PLASTIQUE MAIS A L'INTERIEUR DES CAPILLAIRES DU BETON: RETRAIT LENT DU BETON PAR PERTE D'EAU: EVAPORATION SECHES (favorisé par lorsque l'humidité relative est faible)

CE RETRAIT COMMENCE AU DECOFFRAGE, PROGRESSE ENTRE 1 ET 28 JOURS ET DOUBLE EN PASSANT DE 1 MOIS A 3 ANS

- CONCERNE SURTOUT LES ELEMENTS DE GRANDE LONGUEUR; BETON D'AUTANT PLUS SENSIBLE QU'IL CONTIENT PLUS DE FINES ET D'EAU (BAP)

FISSURES INESTHETIQUES QUI S'OUVRENT AVEC LE TEMPS, NE COMPROMETTANT QUE PEU LA RESISTANCE DE L'OUVRAGE CAR GENERALEMENT PEU PROFONDES



Ciments Calcia

Italcementi Group

**D3 DENIS
BETON**
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

RETRAIT DE DESSICCATION A LONG TERME

GRANULATS PROPRES ET SQUELETTE GRANULAIRE
CONSEQUENT

CIMENT: NE PAS SURDOSER

- ADDITIONS ET FINES: NE PAS SURDOSER
- DIMINUER LE RAPPORT EAU SUR CIMENT: LIMITER LA PÂTE
- BETON COMPACT SANS EXCES DE FINES, ET VIBRATION CORRECTE
- CURE DES SURFACES EXPOSEES (PARFOIS APRES DECOFFRAGE)
- ARMATURES EN QUANTITE SUFFISANTE ET BIEN REPARTIES pour obtenir de multiples microfissures invisibles au lieu d'une ou quelques fissures bien visibles!
- JOINTS DE RETRAIT pour localiser la fissuration

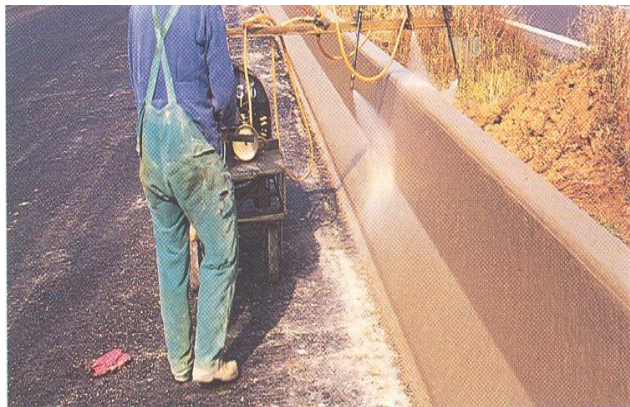


Ciments Calcia
Italcementi Group

**DB DENIS
BETON**
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

RETRAIT DESSICCATION: LA CURE (fasc. 65)



84.6.3 DÉBUT ET DURÉE DE LA CURE

La cure commence à partir de la fin de la mise en œuvre du béton. Sa durée minimale est donnée dans le tableau suivant :

Température à la surface du béton (t) en °C (1)	Délai minimal de cure			
	Développement de la résistance, r, du béton (2) j : jours, h : heures			
	Rapide $r \geq 0,50$	Moyen $0,50 > r \geq 0,30$	Lent $0,30 > r \geq 0,15$	Très lent $r < 0,15$
$t \geq 25$	14 h	1,5 j	2 j	2 j
$25 > t \geq 15$	1 j	2,5 j	4 j	5 j
$15 > t \geq 10$	1,5 j	4 j	7 j	9 j
$10 > t \geq 5$ (3)	2 j	5 j	10 j	15 j

(1) Il s'agit de la température mesurée à la surface du béton et non pas à l'extérieur du coffrage. En pratique, en l'absence de mesure directe de température à la surface du béton, on retiendra la température ambiante moyenne sur la durée de la cure. Cette température moyenne peut être estimée à partir de la moyenne des températures journalières mesurées à midi sous abri.

(2) Le développement de la résistance, r, du béton est le rapport de la résistance moyenne à 2 jours à la résistance moyenne à 28 jours, déterminée par des essais préalables ou basé sur l'expérience d'un béton de composition comparable.

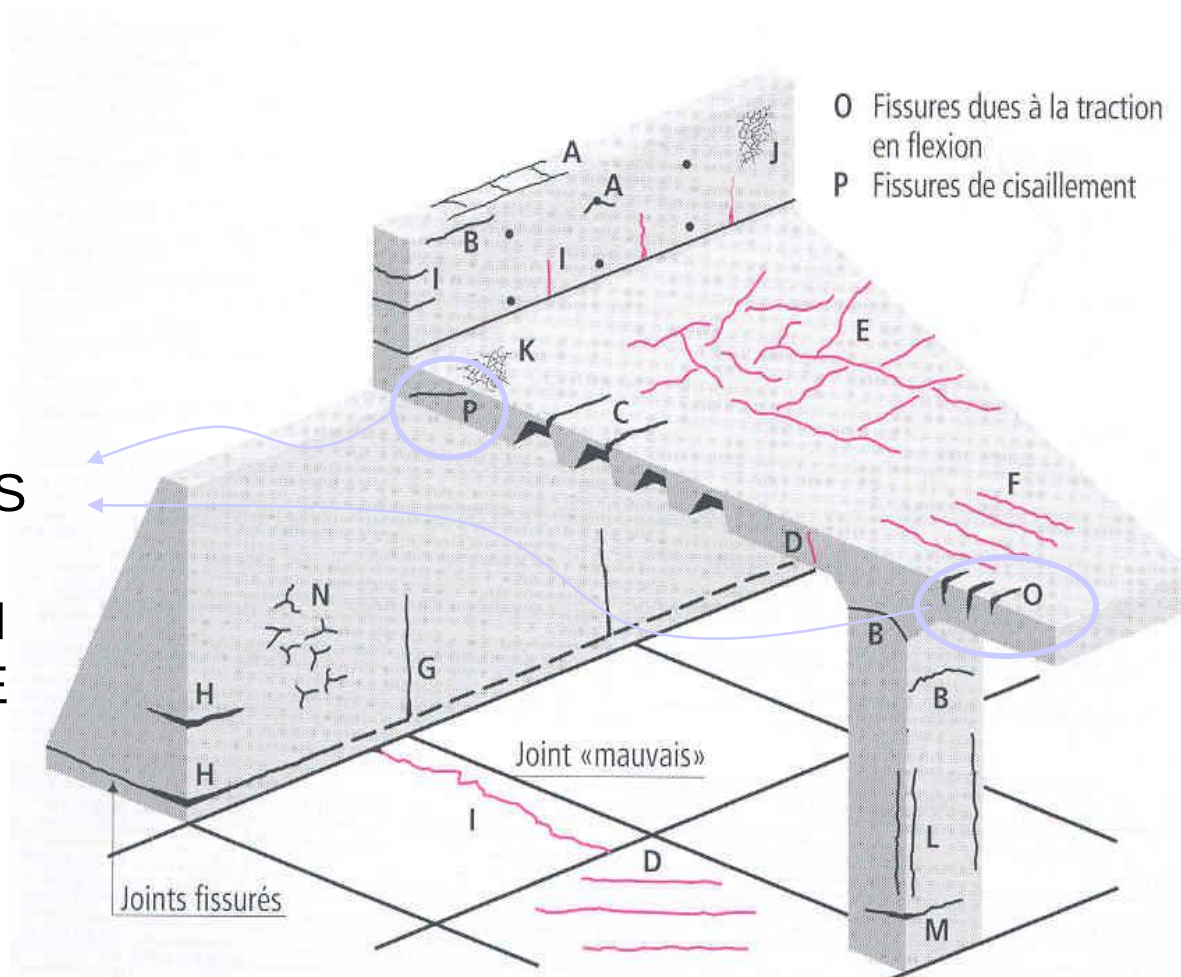


Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

FISSURES DUES
A LA
DEFORMATION
SOUS CHARGE

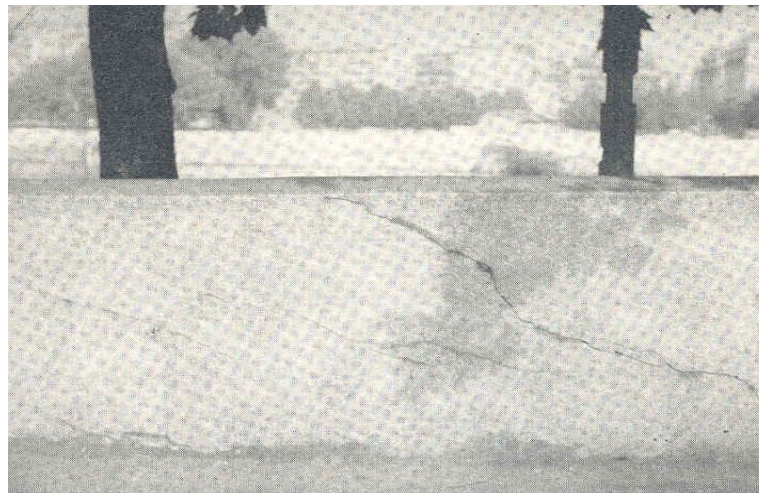
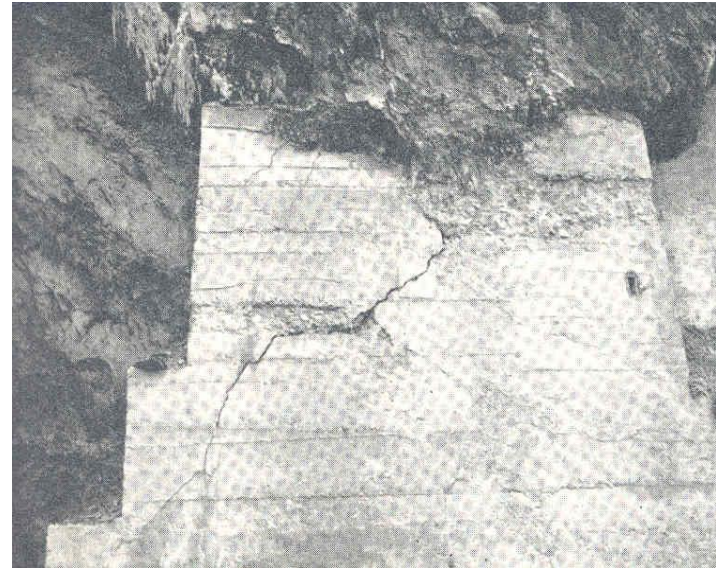
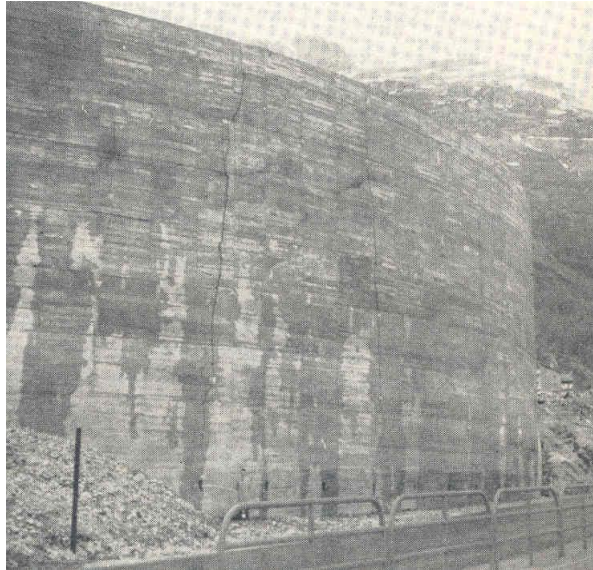


Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

FLUAGE



Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

DEFORMATION SOUS CHARGE - FLUAGE

LORSQU'UNE CHARGE EST APPLIQUEE SUR LE BETON, IL SE DEFORME LENTEMENT

- LORSQUE LES CONTRAINTES ENGENDREES PAR LE FLUAGE DEVIENNENT EXCESSIVES, LE BETON SE FISSURE. IL EXISTE UN FLUAGE POUR TOUTES SOLLICITATIONS : COMPRESSION, TRACTION, FLEXION, TORSION...

LA FISSURATION APPARAÎT APRES PLUSIEURS MOIS AVEC DES CONSEQUENCES IMPORTANTES

- LE FLUAGE EST D'AUTANT PLUS FAIBLE QUE LE BETON A DE PLUS FORTES RESISTANCES MECANIQUES

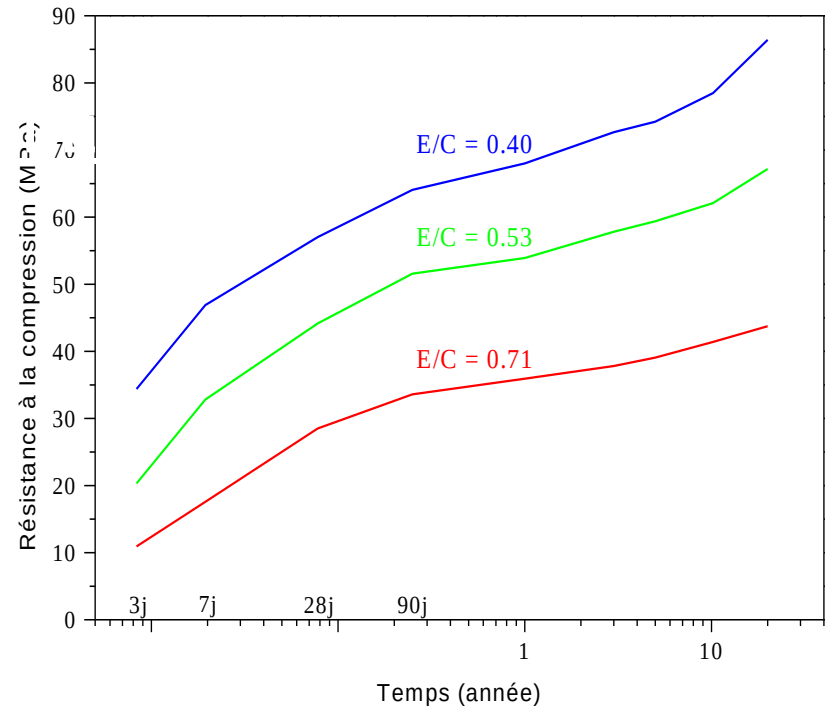
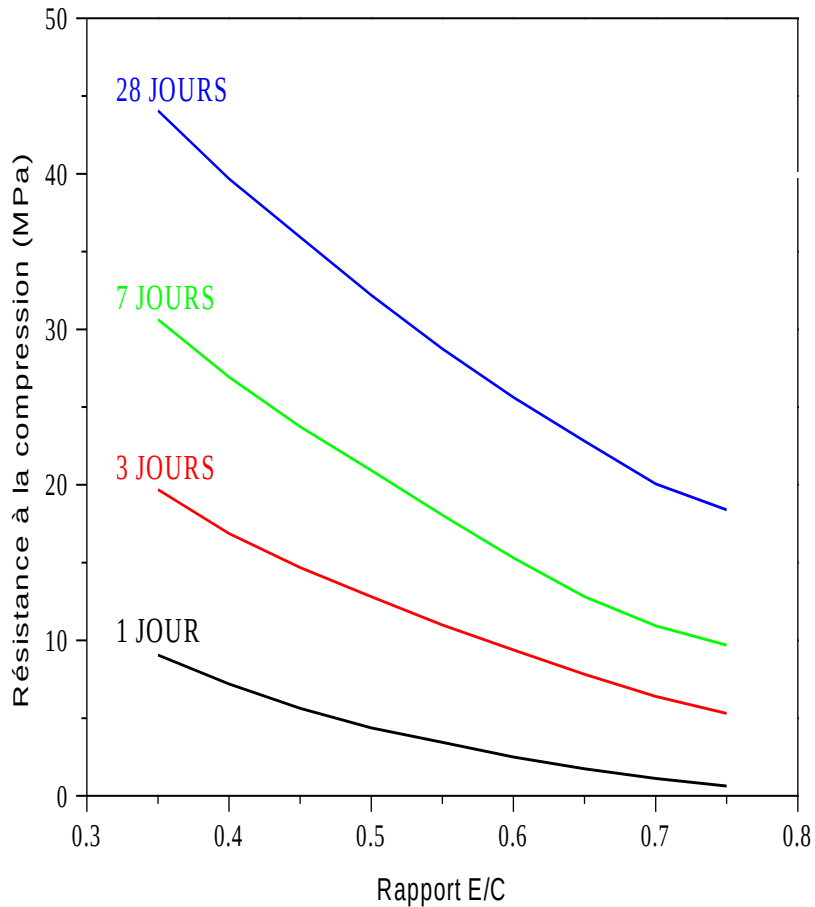


Ciments Calcia
Italcementi Group

**DB DENIS
BETON**
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

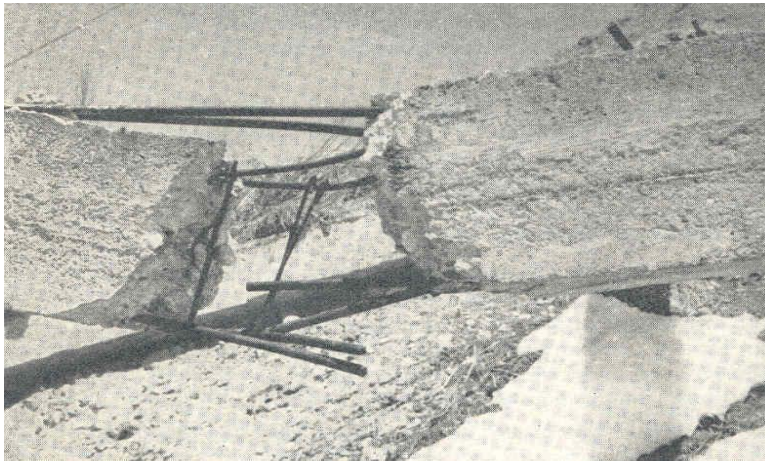
DEFAUT DE RESISTANCES MECANQUES



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147



Rupture en traction (flexion) d'une poutre survenue à un endroit faible (mauvais recouvrement de armatures)



Rupture en compression d'un poteau survenue à un endroit faible (nid de cailloux)



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

DEFAUT DE RESISTANCES MECANIQUES

- CIMENT DE CLASSE SUFFISANTE (et sous classe R en hiver),
ET DOSAGE CORRECT
- TENEUR EN VIDE LIMITEE (contrôle de la teneur en air)
- GRANULATS PROPRES (absence d'argile ou de micas),
- BON SQUELETTE GRANULAIRE
- PAS D'EXCES D'EAU
- COMPACTAGE (Vibration) DU BETON ADAPTE,
- CURE CORRECTE
- PRECAUTION D'USAGE POUR LE BETONNAGE PAR TEMPS
CHAUD OU FROID

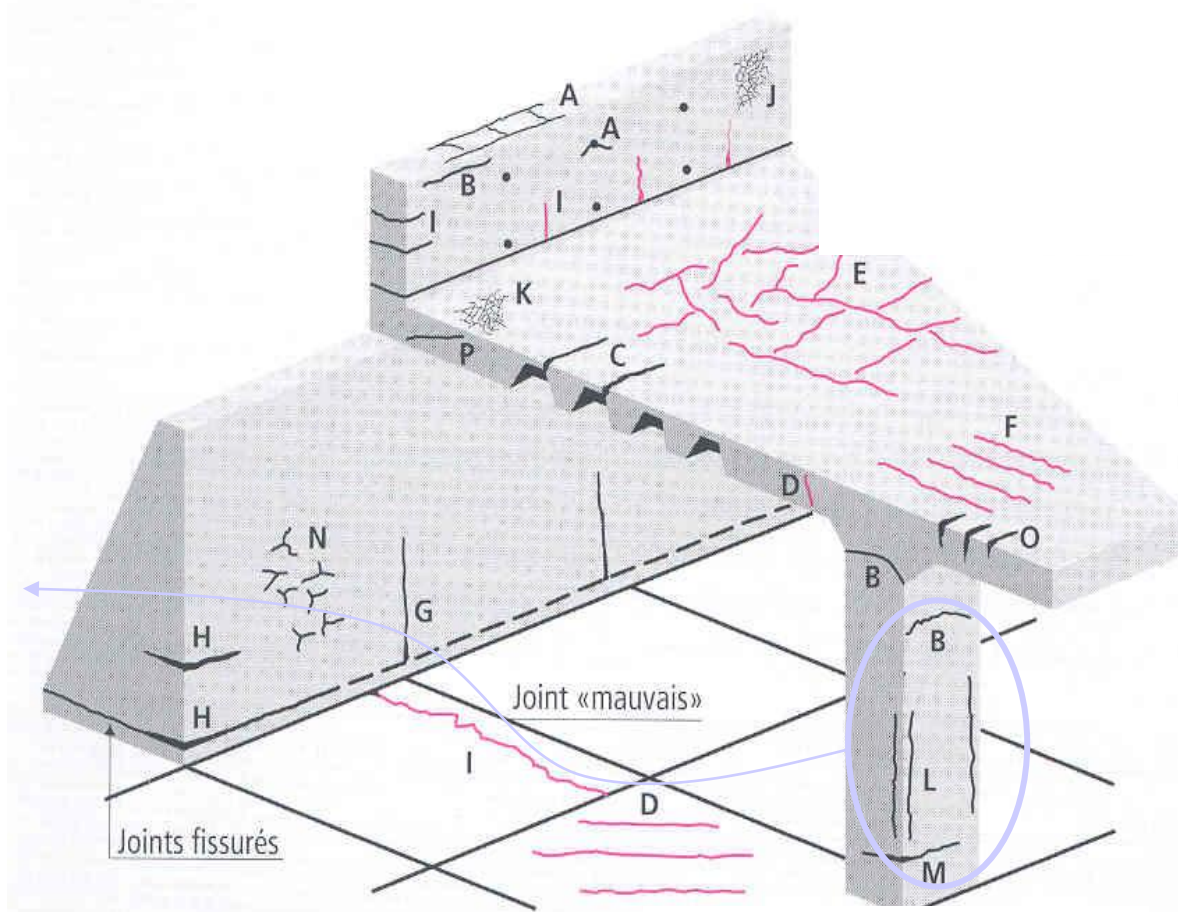


Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

FISSURES DUES A LA CORROSION DES ARMATURES



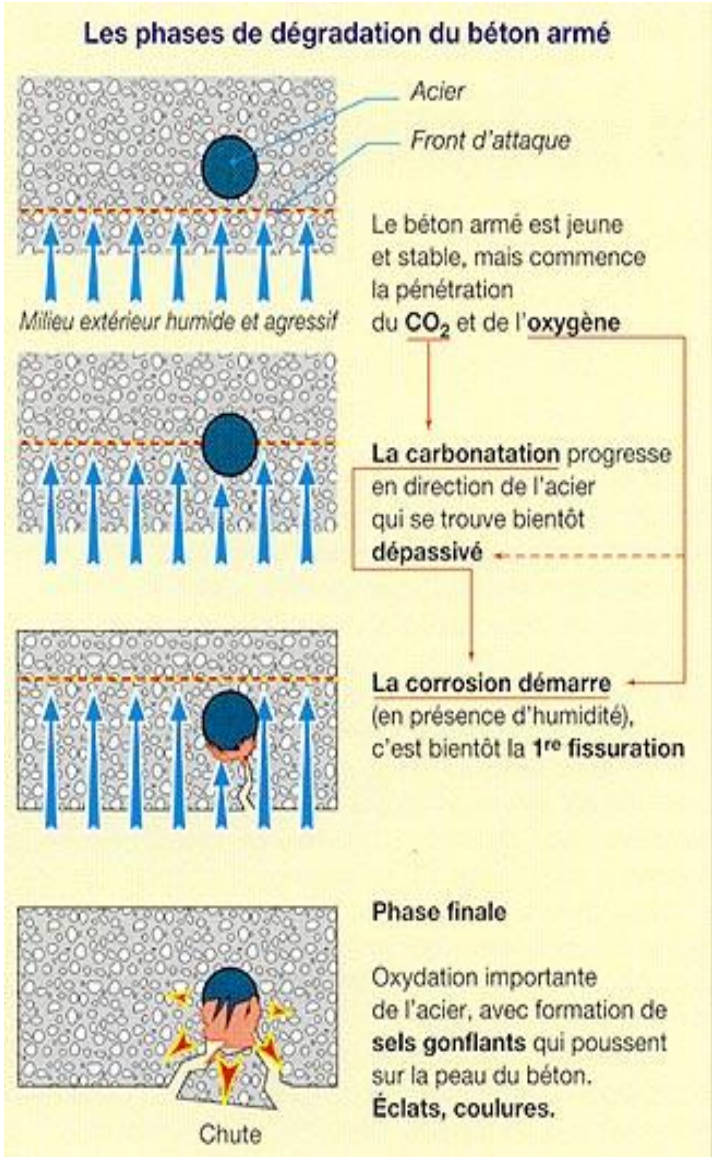
Ciments Calcia
Italcementi Group

DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

CARBONATATION – CORROSION DES ARMATURES

LA CORROSION DES
ARMATURES EST SOUVENT
LIEE A LA CARBONATATION



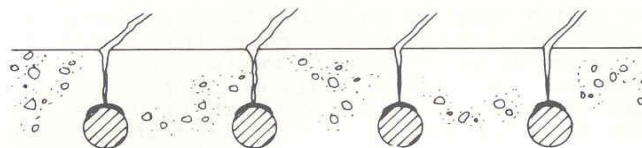
Ciments Calcia
Italcementi Group

**D3 DENIS
BETON**
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

CARBONATATION - CORROSION DES ARMATURES

(a) CRACKING



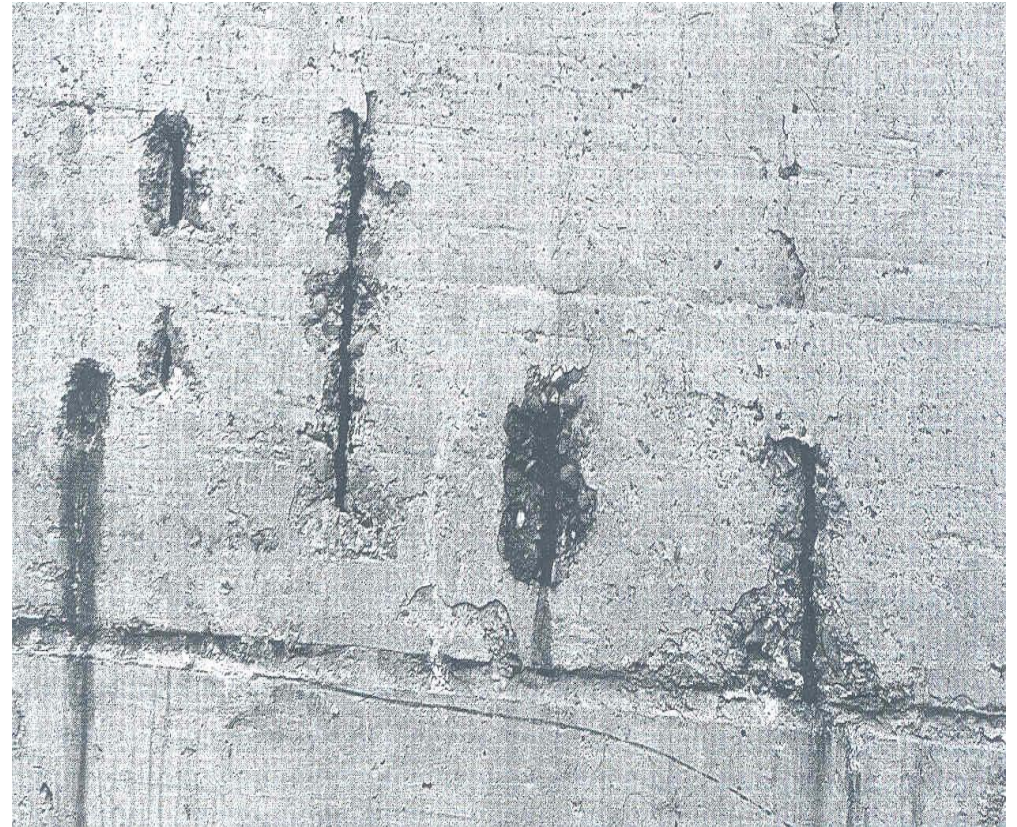
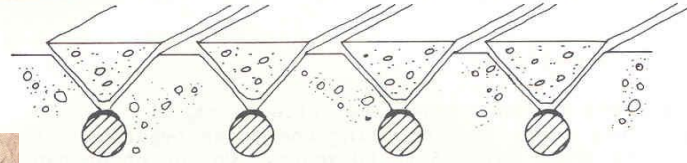
Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

CARBONATATION - CORROSION DES ARMATURES

(b) SPALLING



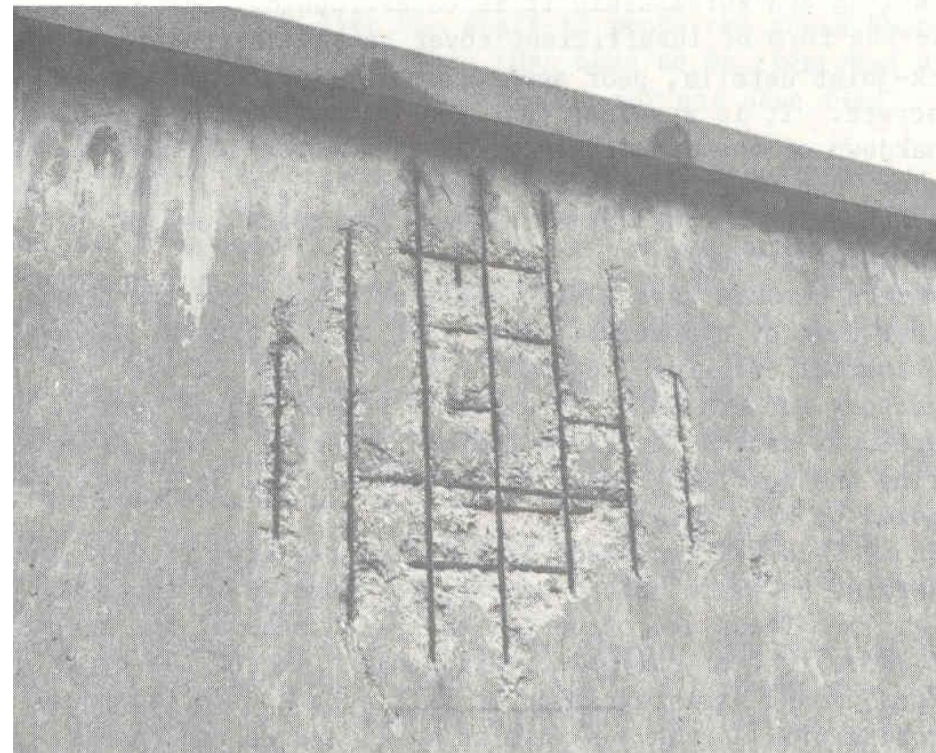
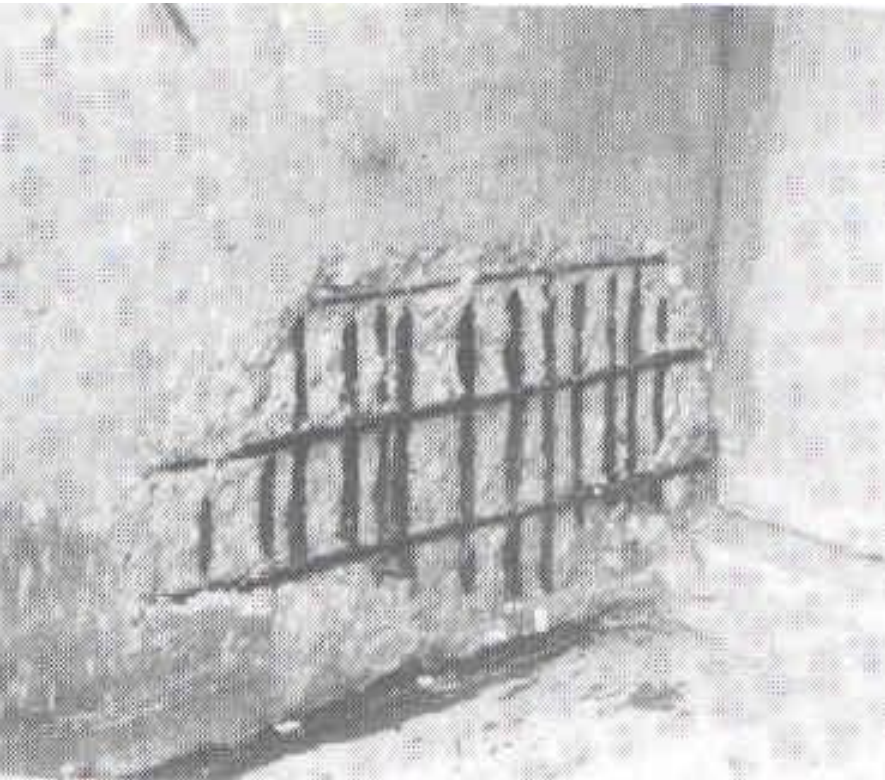
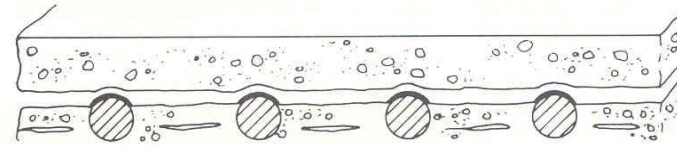
Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

CARBONATATION - CORROSION DES ARMATURES

(c) LAMINATION



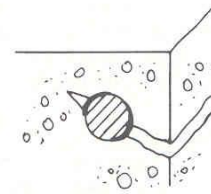
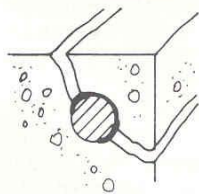
Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

CARBONATATION - CORROSION DES ARMATURES

(d) CORNER EFFECTS



Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

CARBONATATION - CORROSION DES ARMATURES



Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

CARBONATATION - CORROSION DES ARMATURES

- CAUSES PRINCIPALES : BETON POREUX, RECOUVREMENT INSUFFISANT DES ARMATURES, CURE NEGLIGEE, ENVIRONNEMENT HUMIDE RICHE EN CO_2
- NEUTRALISATION PROGRESSIVE DE L'ALCALINITE DU BETON ET POUR UN $\text{pH} < 9-10$, DEPASSIVATION DES ARMATURES : FORMATION DE ROUILLE (l'acier en rouillant augmente son volume de 4 fois environ)
- LA CORROSION DEBUTE LORSQUE L'HUMIDITE ET L'OXYGENE PARVIENNENT AUX ARMATURES
- DEFAUTS ESTHETIQUES AU DEBUT (TACHE DE ROUILLE) QUI PEUT CONDUIRE A LA RUINE DE L'OUVRAGE QUAND LE PHENOMENE SE GENERALISE

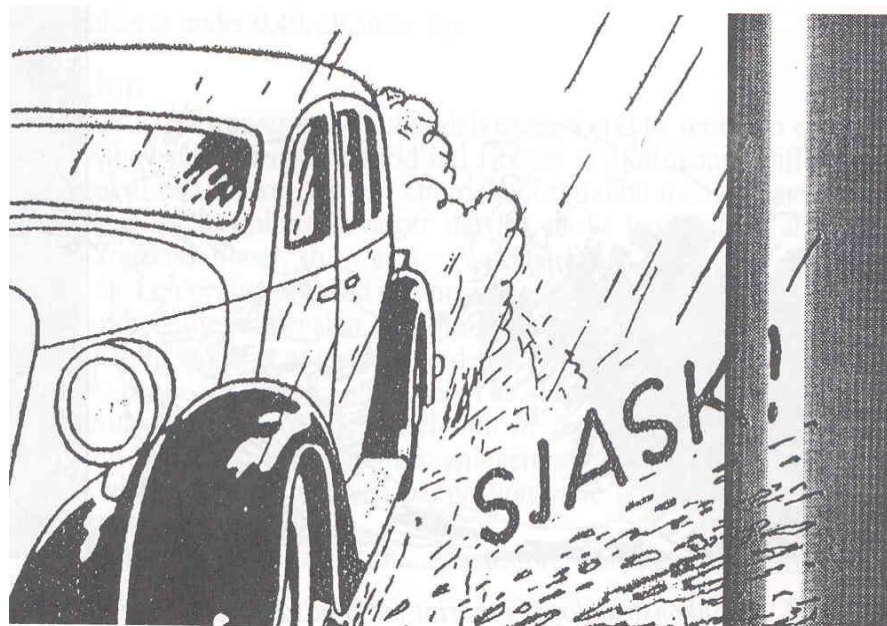


Ciments Calcia
Italcementi Group

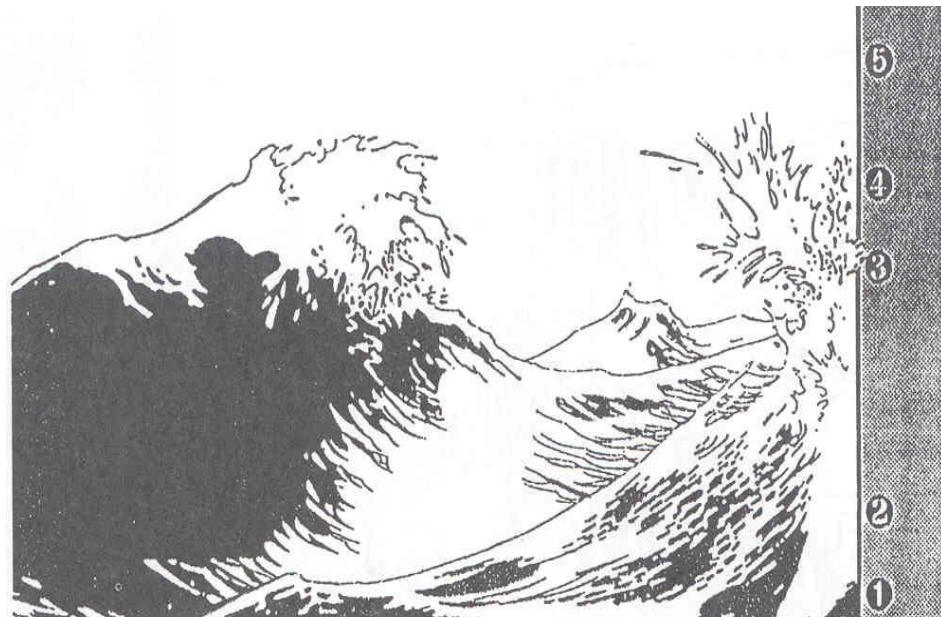
D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

CARBONATATION - CORROSION DES ARMATURES - FACTEUR AGGRAVANT : les chlorures



SELS DE
DEVERGLACAGE



ENVIRONNEMENT
MARIN



Ciments Calcia
Italcementi Group

**D3 DENIS
BETON**
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

REACTIONS DE GONFLEMENTS



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

REACTIONS CHIMIQUES AVEC GONFLEMENT

LE GONFLEMENT DU BETON PEUT ETRE PRODUIT PAR :

DES MINERAUX EXPANSIFS (chaux libre, magnésie, granulats contenant de la silice réactive) PAR REACTION AVEC L'EAU

UNE REACTION CHIMIQUE ENTRE DES SULFATES EXTERNES ET LES ALUMINATES DE LA PÂTE DE CIMENT + L'EAU (Réaction Sulfatique Externe)

UNE REACTION CHIMIQUE ENTRE DES SULFATES INTERNES LIBRES SUITE ECHAUFFEMENT EXCESSIF DU BETON ET LES ALUMINATES DE LA PÂTE DE CIMENT + L'EAU (R.S.Interne.)

- LES FISSURES DE GONFLEMENT SONT D'ABORD INESTHETIQUES MAIS COMPROMETTENT A TERME LA DURABILITE DE L'OUVRAGE



Ciments Calcia

Italcementi Group

**D3 DENIS
BETON**
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

REACTIONS CHIMIQUES AVEC GONFLEMENT

- CIMENT STABLE (test aux aiguilles de Le Chatelier)
- CHOISIR UN CIMENT PM (en présence d'eau de mer ou en présence d'une teneur limitée en sulfate dans le milieu) OU MIEUX ES (en présence de teneurs plus élevées en sulfate dans le milieu)
 - GRANULATS NR ou PR mais avec formulation avec bilan alcalins assez faible
 - NE CONTENANT PAS DE MINERAUX EXPANSIFS (RECYCLAGE)
- RESPECTER LES RECOMMANDATIONS DU L.C.P.C. POUR LA PREVENTION DES DESORDRES LIES A LA RAG ET A LA R.S.I.
- EMPÊCHER LES APPORTS D'EAU EXTERNE
- BONNE COMPACITE DU BETON
- ETANCHEIFICATION DE L'OUVRAGE OU DE LA PARTIE TOUCHEE
- GONFLEMENTS TROP IMPORTANTS : DESTRUCTION TOTALE OU PARTIELLE DE L'OUVRAGE



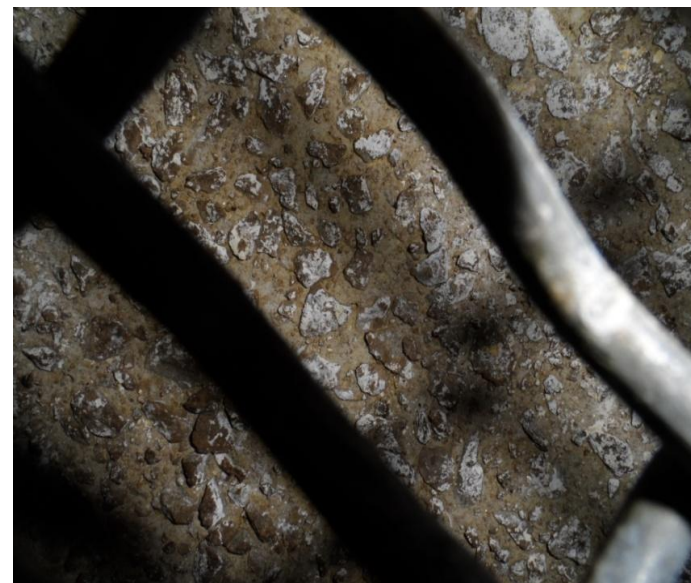
Ciments Calcia

Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

AUTRES ATTAQUES CHIMIQUES: DISSOLUTION, LIXIVIATION, DESTRUCTURATION: ACTION DES EAUX PURES ET DES ACIDES



Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

AUTRES ATTAQUES CHIMIQUES: DISSOLUTION, LIXIVIATION, DESTRUCTURATION: ACTION DES EAUX PURES ET DES ACIDES

- CHOISIR UN CIMENT DE TYPE CEM V PM ES (ou CEM III PM ES ou SR PM) QUI LIBERE MOINS DE CHAUX, ET DONNE BETON PLUS IMPERMEABLE A TERME

- ASSURER UNE BONNE CURE DU BETON POUR QUE LA SURFACE SOIT BIEN HYDRATEE ET DONC RESISTANTE COMME LE COEUR DU BETON

BON ENROBAGE DE BETON (protection des armatures),
BONNE MISE EN ŒUVRE (Vibration) POUR COMPACITE DU BETON.

SI $\text{pH} < 4$ PREVOIR PROTECTION DE SURFACE SUR BETON XA3

- SI ATTAQUE LIMITEE A UNE FAIBLE EPAISSEUR, RAGREAGE ADAPTE AU MILIEU AVEC EVENTUELLEMENT PROTECTION SURFACE RENFORCEE, SINON DESTRUCTION



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

PAREMENTS : VARIATION DE TEINTE



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

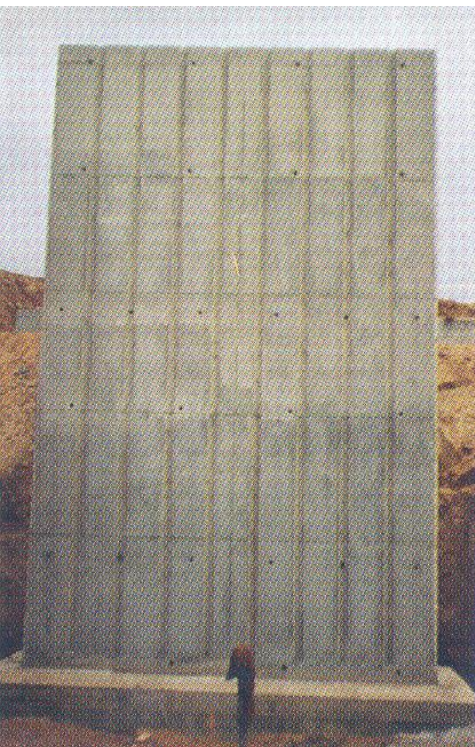
APPEL GRATUIT 0 805 800 147

PAREMENTS : VARIATION DE LA TEINTE

Tâches noires :
Zone à faible E/C - survibration ou
revibration du béton



Dégradé :
pile coulée en trop forte
hauteur



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

PAREMENTS : VARIATION DE LA TEINTE

Coffrage :
réemploi anarchique des panneaux
de coffrage et propreté



Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

PAREMENTS : VARIATION DE LA TEINTE

Temps de démoulage
différent



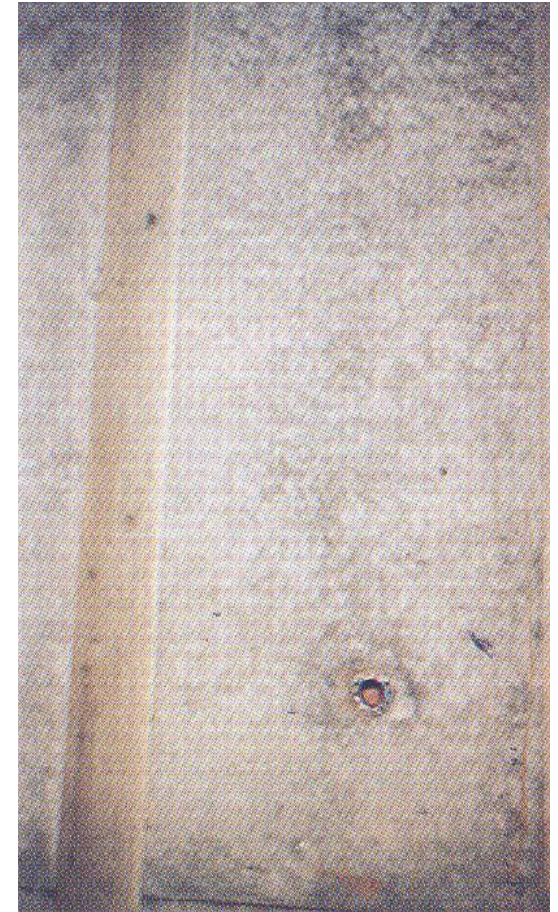
Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

PAREMENTS : VARIATION DE LA TEINTE

Pommelage :
Formulation
granulats et mise
en place



Ressuage :
excès d'eau ou mauvaise
formulation



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

PAREMENTS : VARIATION DE LA TEINTE

Efflorescences



Ciments Calcia
Italcementi Group

DB DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

Efflorescences phénomène naturel

- granulats
- * hydrates du ciment
- chaux
- dépôt de carbonate de calcium ou calcite

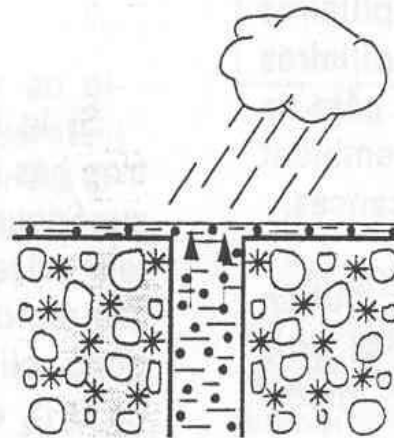


Schéma a

Transport de la solution de chaux
en surface lorsque le pore
est complètement rempli d'eau

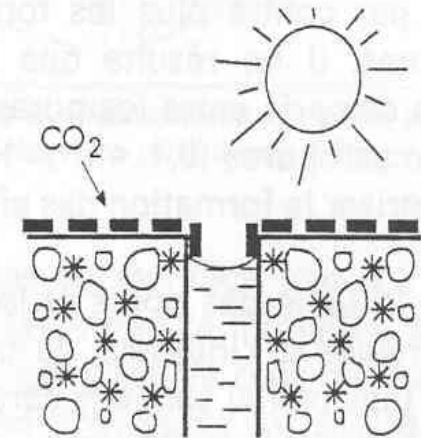


Schéma b

Après évaporation de l'eau,
la chaux déposée réagit avec le
gaz carbonique : formation de
carbonate de calcium insoluble



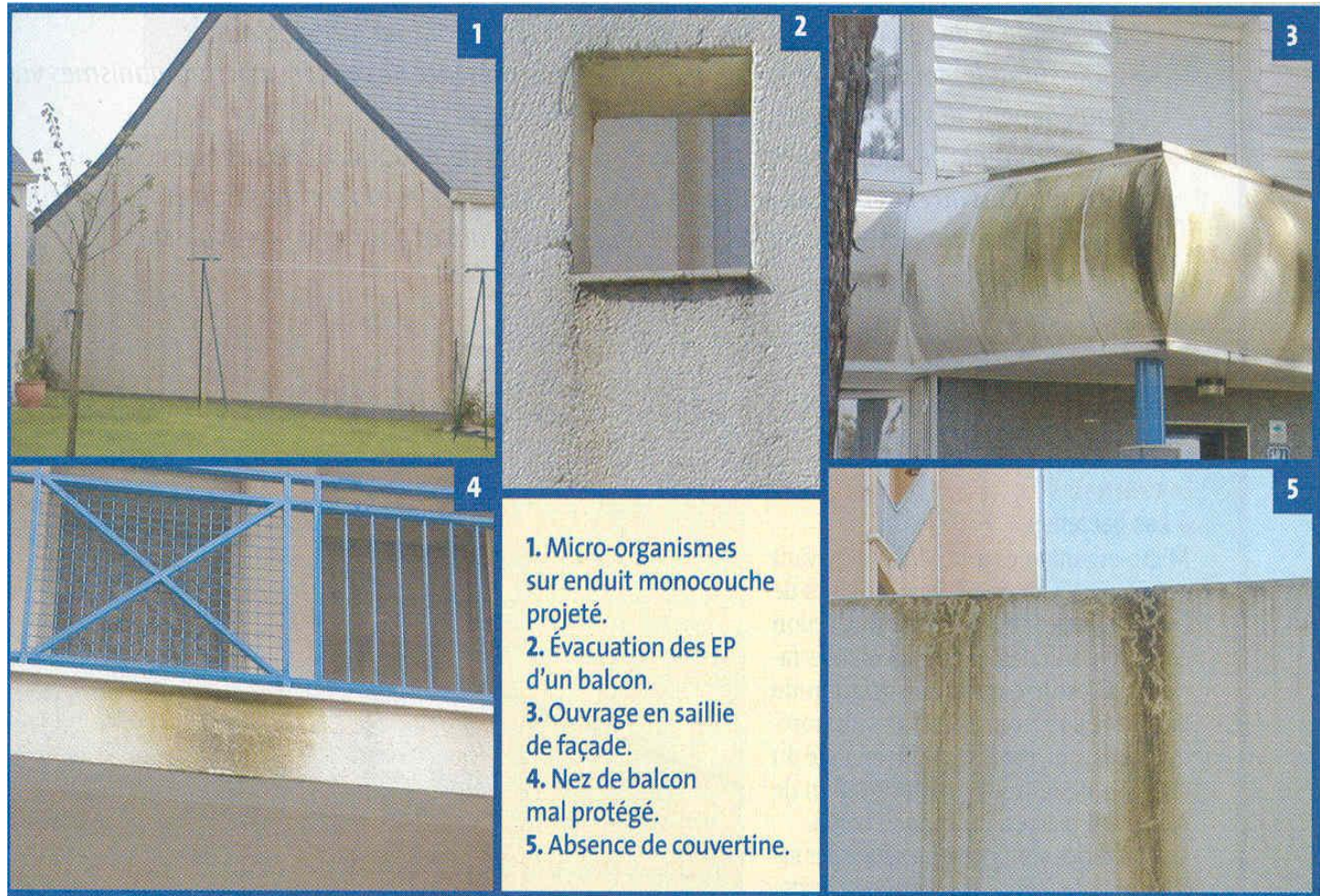
Ciments Calcia
Italcementi Group

**D3 DENIS
BETON**
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

PAREMENTS : VARIATION DE LA TEINTE

Bactéries
Algues
Champignons
Lichens
Mousses



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

Changement de désactivant ou de température



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

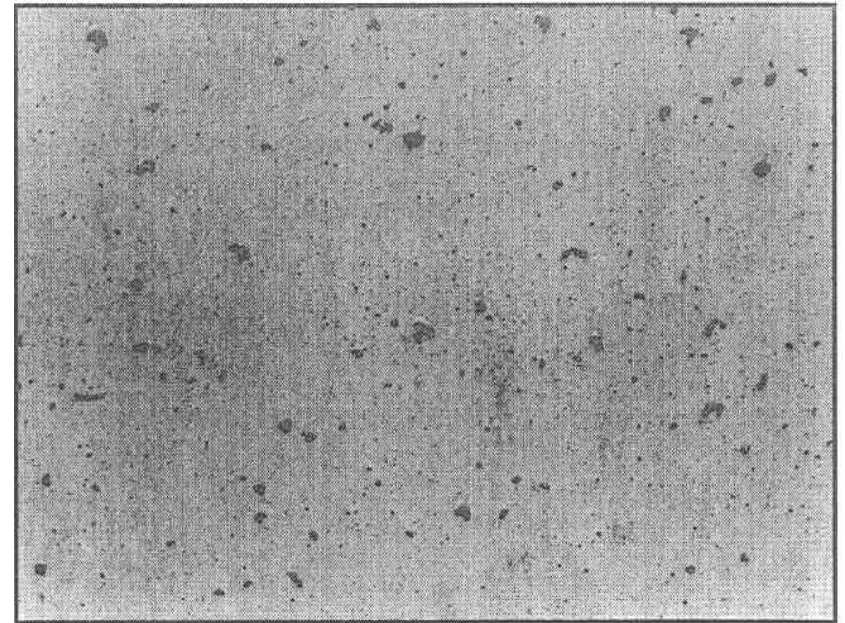
APPEL GRATUIT 0 805 800 147

PAREMENTS : BULLAGE

Grosses bulles d'air résultant de la concentration par cheminement de petites bulles

Formes irrégulières de diamètre compris entre 5 et 10 mm

Accumulation des petites bulles entre la surface et les amas de gravillons
Vibration insuffisante

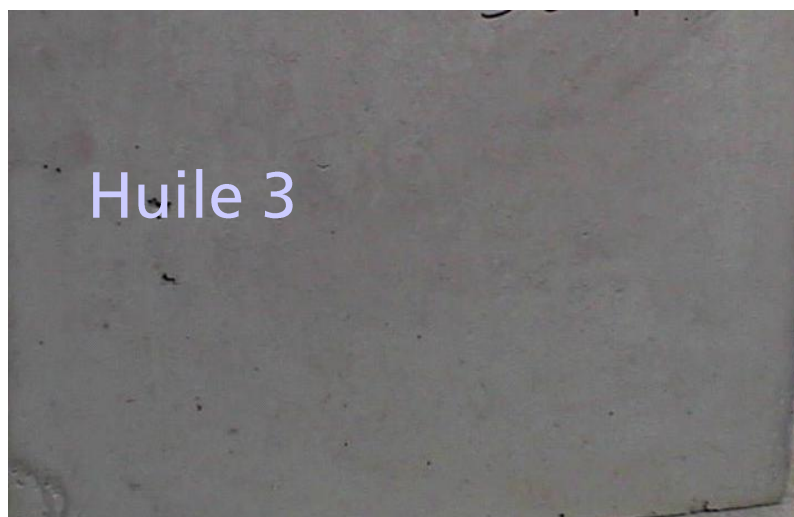
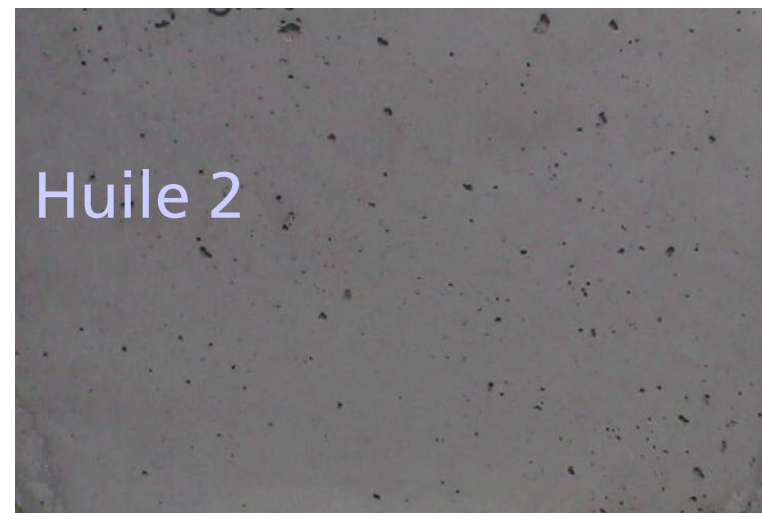
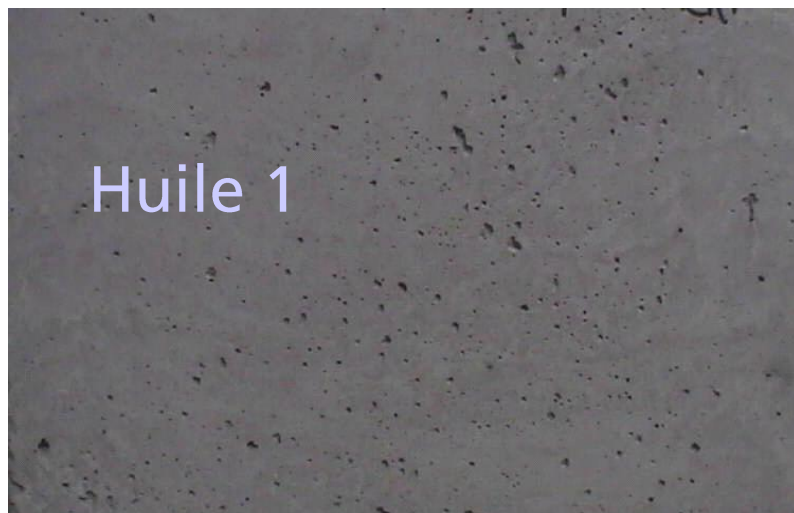


Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

PAREMENTS : BULLAGE



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

APPEL GRATUIT 0 805 800 147