

Rationale

- Performances améliorées
- Compensation des déficiences
- NOTE: en générale très couteux

Adjuvants:
ajouts liquide ~ quelque %

Adjuvants

- Entraîneurs d'air
- Plastifiants (plasticisers) - reducteurs d'eau
- Superplastifiants -(superplastifiants high range water reducers)
- Retardateurs
- Accélérateurs
- Inhibition de corrosion (des armatures)
- Réduction de retrait

Superplastifiants



Fluidification

OU

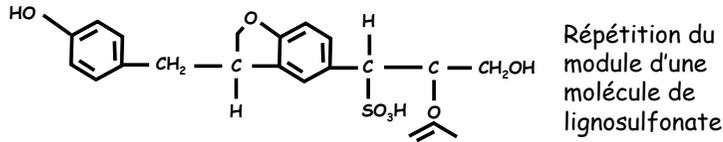
Reduction de e/c
(augmentation de
résistance)

OU

réduction du contenu
du ciment

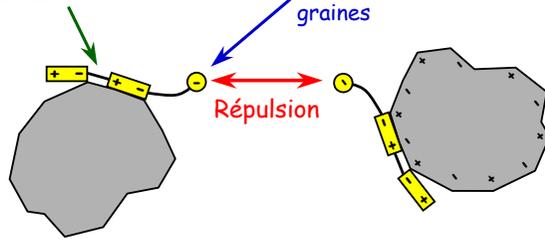


Ex: lignosulfonates

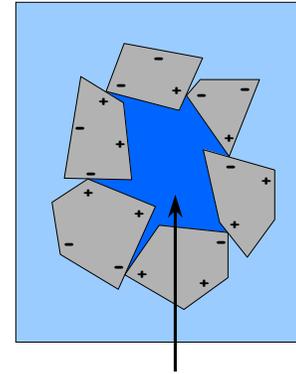


Chaîne polaire absorbée, à l'interface de l'eau solidifiée

Le groupe polaire anionique rend le ciment hydrophilic et conduit à la répulsion des forces entre les graines

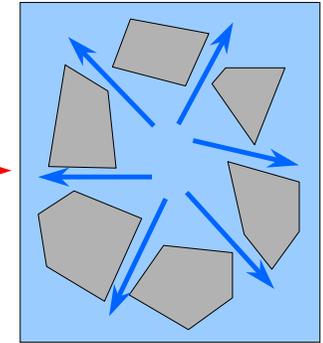


Ciment flocculé



L'eau immobilisé en masse n'est pas disponible pour lubrifier la pâte

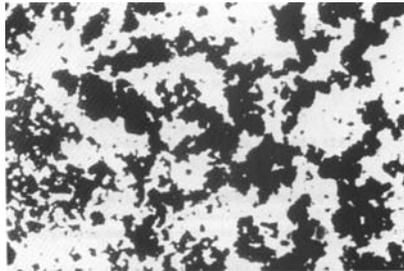
Dispersant
(plasticizer)



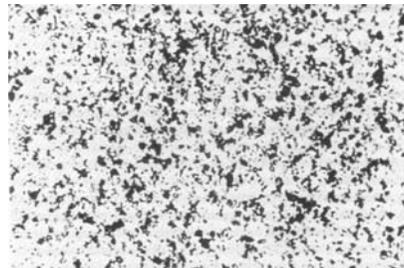
L'eau libéré par la lubrification amène à réduire la viscosité

Micro graphe des graines de ciment en suspension dans l'eau

Pas d'adjuvant →

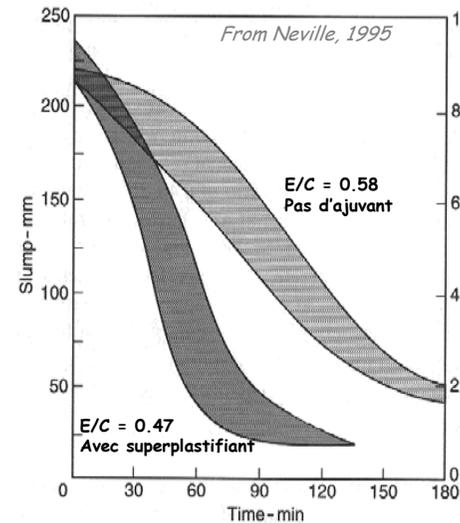


Avec HRWA →



From Lea, 1998

Perte de slump



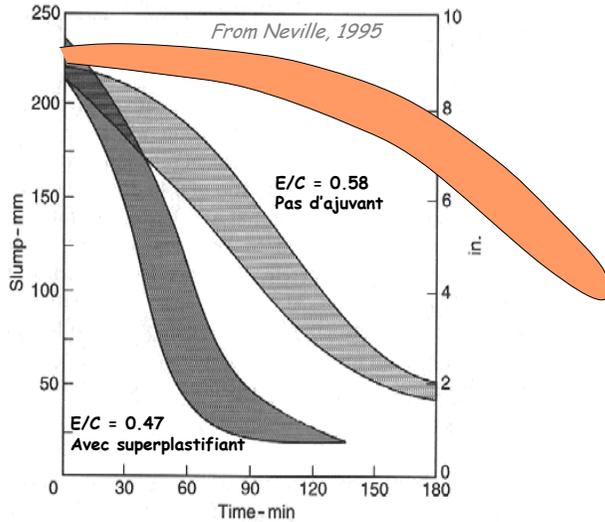
L'effet des SPs est limité dans le temp. Ils sont absorbé dans les produits d'hydratation des aluminates.

La vitesse de perte d'efficacité depend de:

- C_3A , SO_3 , alkali
- la température
- la finesse

On peut minimiser cette perte par addition d'adjuvant sur chantier, au lieu de le faire pendant le malaxage

Utilisation de SP + retardateur



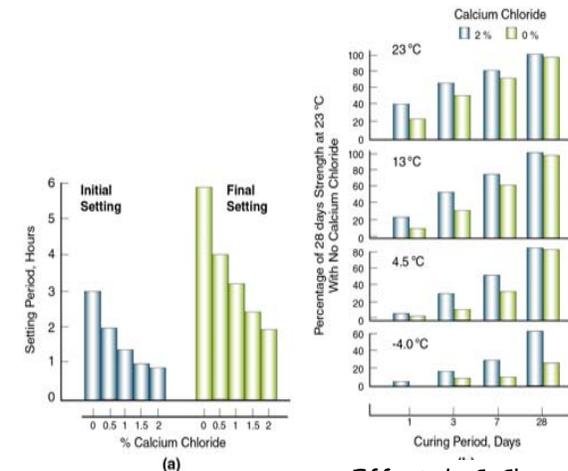
Utilisation des accélérateurs

Modification des propriétés du béton, particulièrement en temps froid

- Pour avancer les opérations de finition et si nécessaire l'application d'insulation
- Réduire le temps pendant lequel il faut « cure » et protéger
- Augmenter la vitesse de durcissement, pour le décoffrage et la mise en service

Accélérateurs pour le ciment

- Le plus connu est le chlorure de calcium, $CaCl_2$ mais celui-ci promouvoit la corrosion des armatures
- Accélérateurs sans chlore: formate de calcium, nitrate de calcium, etc



Effect de $CaCl_2$ sur le temp de prise du ciment

Effect de $CaCl_2$ sur le developement de resistance pour different temperatures

Retardateurs

- Compense les effets de haute température
- Quand il y a besoin de prolonger la période avant la prise, ex grande structures; pompage

ATTENTION:

Un retardateur très efficace pour le béton est le sucre

Les sels de métaux lourds (ex. Pb, Zn, Sn) ont aussi une action de retardatrice prolongée et difficile à contrôler

Retardateurs pratique

- poly acides organique ou ses sels:
 - Acide gluconate
 - gluconate de soude
 - Acide tartrique
 - Tartrate de soude
- Formation de produits bloquants sur la surfaces des grains.

- En fort dosage possibilité de désactiver le béton pendant 2-3 mois
- Réactivation sur chantier.
- Lancement des produits, béton prêt à l'emploi

Les développements récents dans la technologie des bétons dépendent de l'utilisation des adjuvants et SCMs

Nouvelles tendances des bétons

Bétons à haute
résistance /
Performance
BHP ou HPC
High performance
Concretes

Bétons autoplacants /
Autocompactant
BAP ou SCC
Self compacting
concretes

Definition

Bétons à haute résistances

Resistances:

> 42 MPa (6000psi) définition ACI

> 70 MPa (10,000psi)

jusqu'à 140+ MPa possible

W/C < 0.35

Pourquoi?

- **Gratte-ciel:**
 - Colonnes plus mince pour les étages bas - jusqu'à 30% d'espace en plus
 - Construction plus rapide (haute résistance à jeune age)
 - Réduction des coût - moins d'acier, construction plus rapide
- **Ponts, etc**
 - résistance (à court et long terme)
 - durabilité
 - étanchéité

Les Gratte-ciel

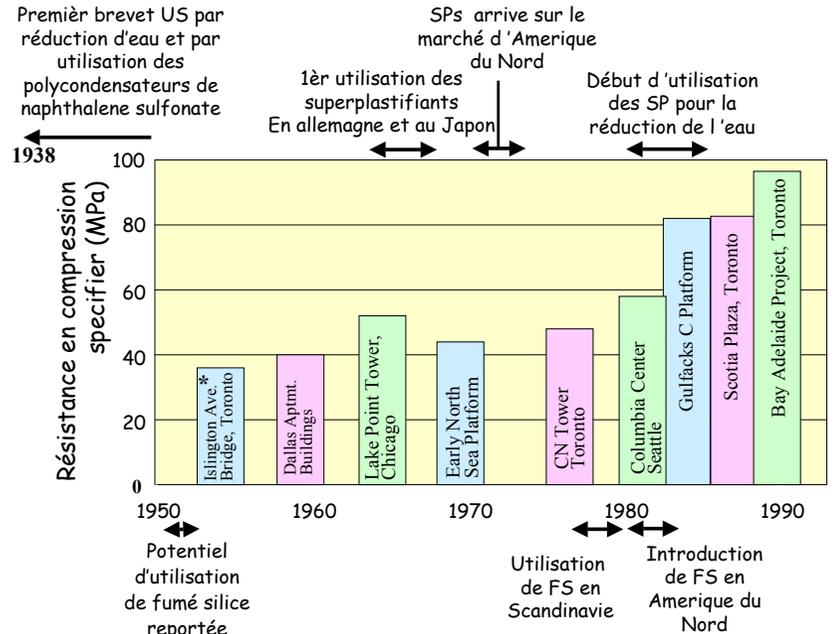
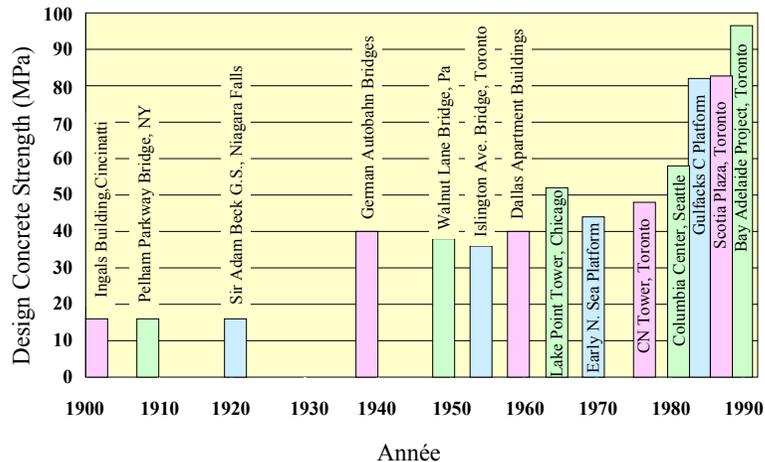
1966-67, Lake Point Tower, Chicago
52 MPa (7500 psi), 70 étages, un tous les 3 jours

1976, Water Tower, Chicago
62 MPa (9000 psi), 76 étages,
à l'époque le plus haut bâtiment en béton renforcé

Two Union Square, Seattle
131 MPa (19000 psi) la plus haute résistance
pour des applications commerciales



Evolution de BHR



Comment

- E/C plus basse SPs
- Granulat haute résistance
- Amélioration de ITZ (zone de transition interfaciale) FS
- Compacité:
 - Fillers FS
 - Granulométrie des granulats

Limitations

- Besoin pour les codes plus sophistiqués
- Fragile - rupture catastrophique
- Dans le feu, dégradation explosive
- Formulation souvent pointue
 - Sensible aux fluctuations de la température
 - Interactions du ciment - SP
- Sensible au retrait et fissuration endogène (autodessiccation)

Béton autoplacant

- Une mise en œuvre à la pompe, avec un tuyau manportable
- Construction plus rapide
- Moins de personnel
- Pas de vibration, moins de bruits



- Très bon remplissage des voiles
- Parements soignés



Sols chauffants

Sols industriels



Self-Compacting Concrete

- auto nivelant
- pas de ségrégation
- coule dans le coffrage et autour des renforcements
- pas besoin de vibrations

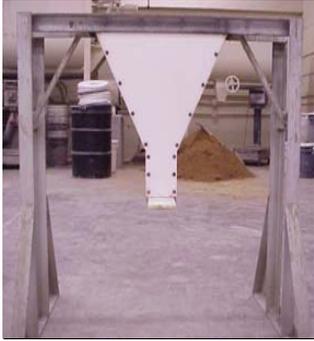


Comment

- **Augmentation du contenu en ciment**
+ **SCMs (cendres volant)**
 - Espacement des granulats
- Utilisation des superplastifiants
- Utilisation des épaisseurs pour éviter la ségrégation

Essais pour le béton de compactage

V-Flow
(V-coulé)



U-Flow Filling
(U-coulé en remplissant)



Coulé (et tassement) dans les éléments en masse renforcés



Béton de ciment alumineux autoplacant

