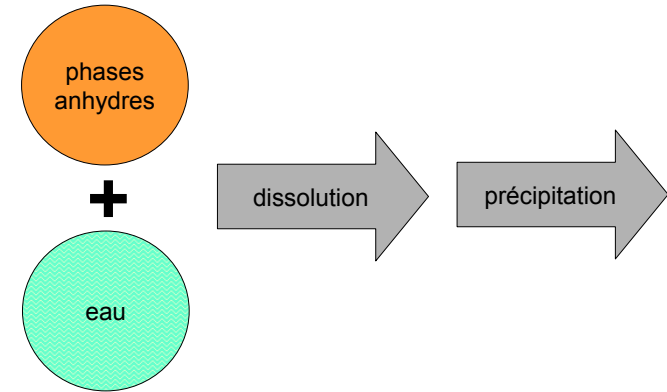
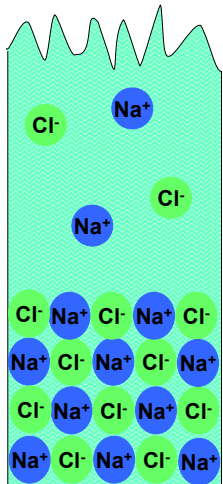


Chimie d'hydratation

Hydratation

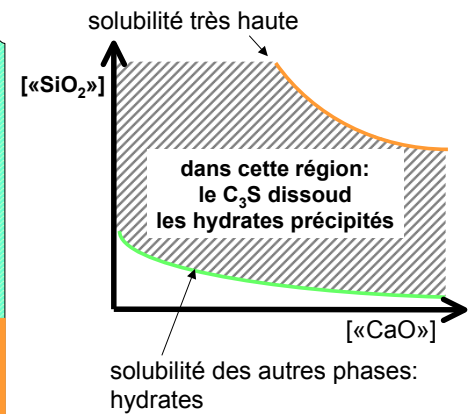
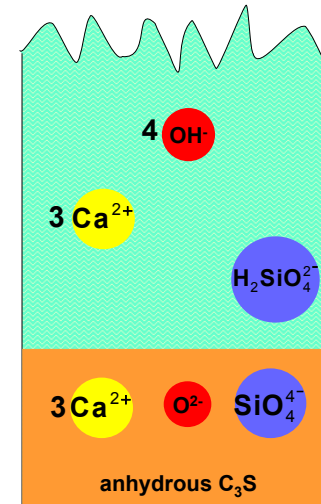
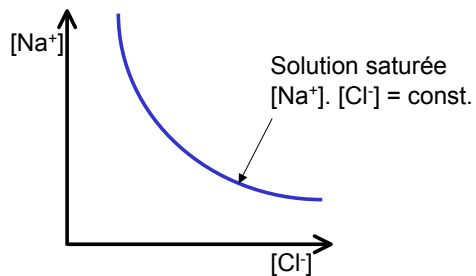


Dissolution -



Ex. sel de table:
les ions dans un solide entré en solution.

Il y a une « **limite de solubilité** »
au delà de laquelle la solution est
« **saturée** »

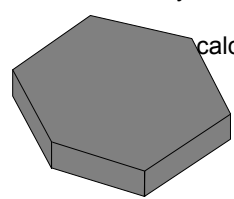


Hydrates de C₃S

hydroxyde de calcium
chaux hydraté
calcium hydroxyde
portlandite
Ca(OH)₂
CH

cristallin
morphologie hexagonale

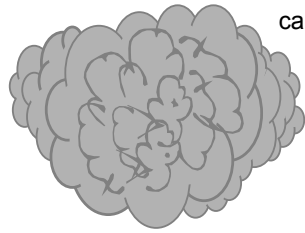
~ 25-28% pâte hydraté



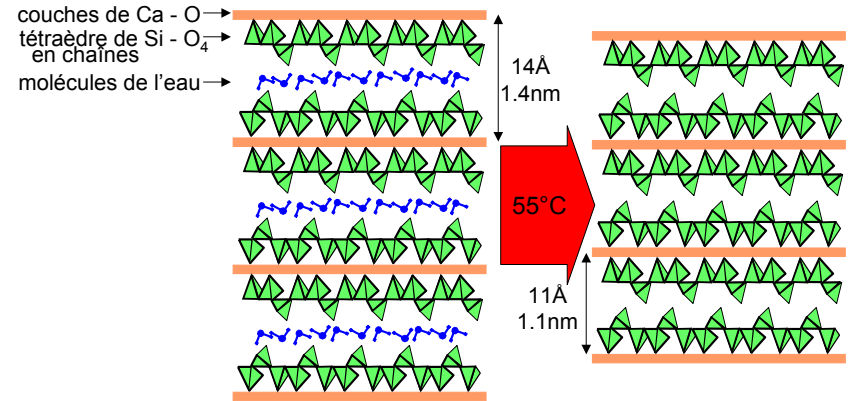
calcium silicate hydrate
C-S-H

amorphe
multiples morphologies

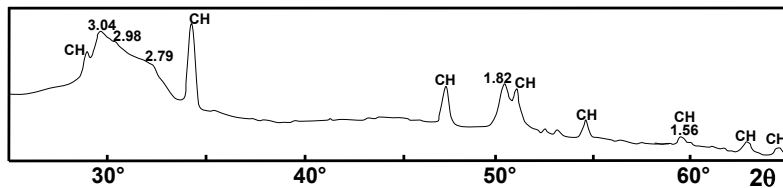
~ 60-65% pâte hydraté



C-S-H, similarité à minéral Tobermorite



C-S-H preuve expérimentale



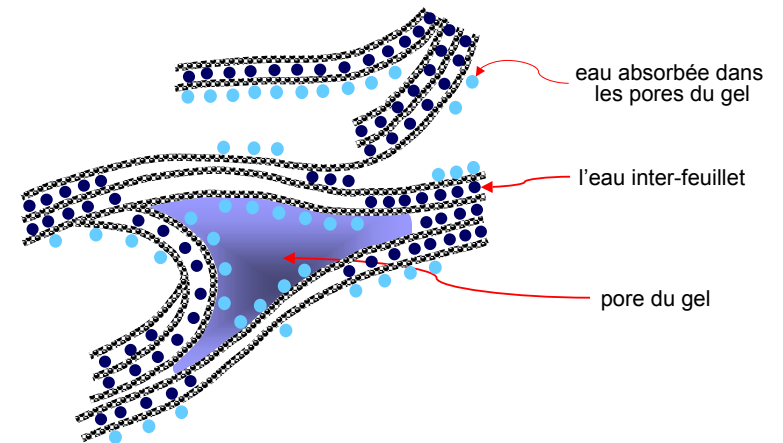
Diffraction des rayons X (DX ou XRD):
bosse + plus piques épaisse, indique l'ordre dans les couches Ca-O

Triméthyl silation + NMR:
Chaînes de silice, 2, 5, 8 – formation de dimers, puis tétraèdre pontant

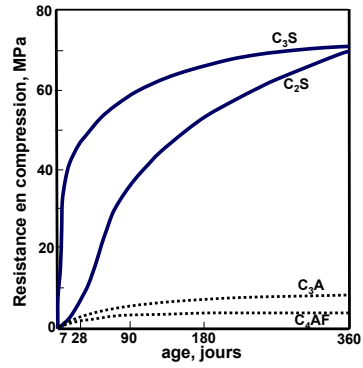


Études d'absorption, etc:
À l'état de saturation il y a 4 H par S, à 11% 2, qui correspond à l'eau inter-feuillet

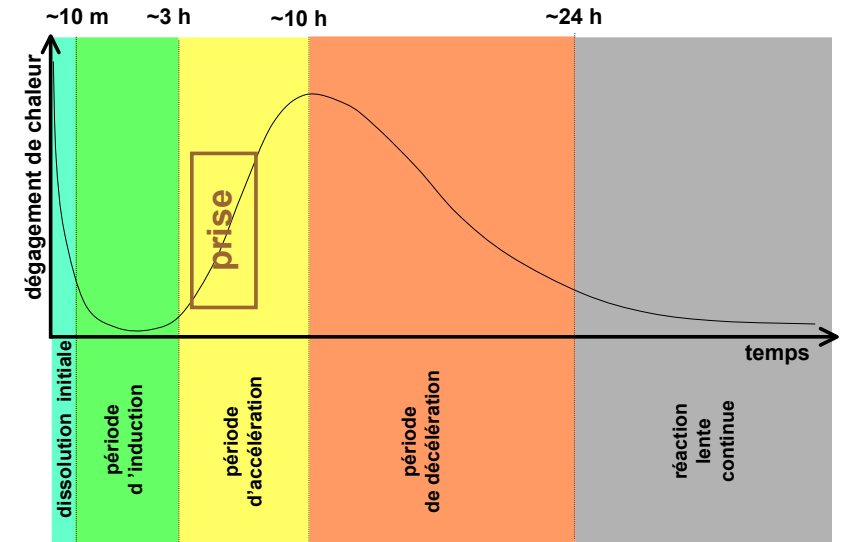
Modèle – « gel C-S-H »



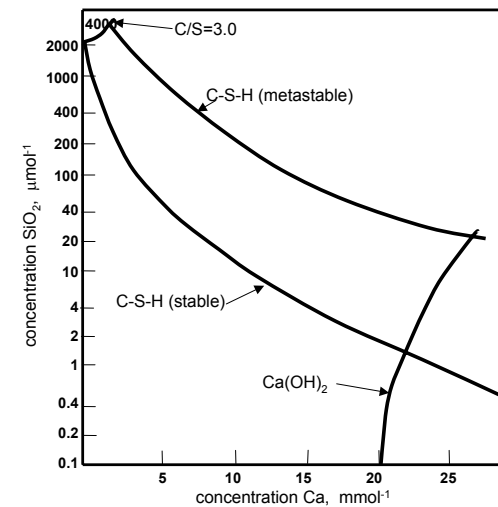
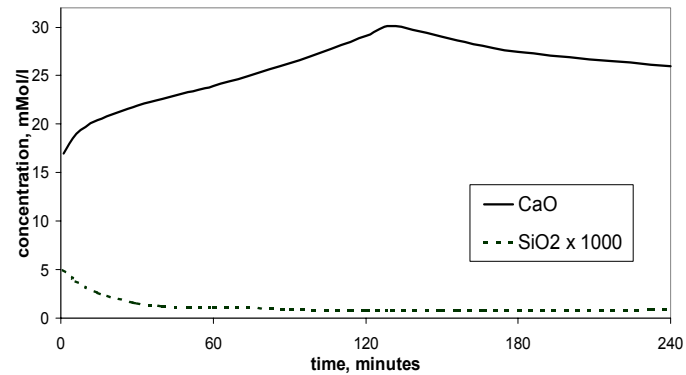
Réactions globales

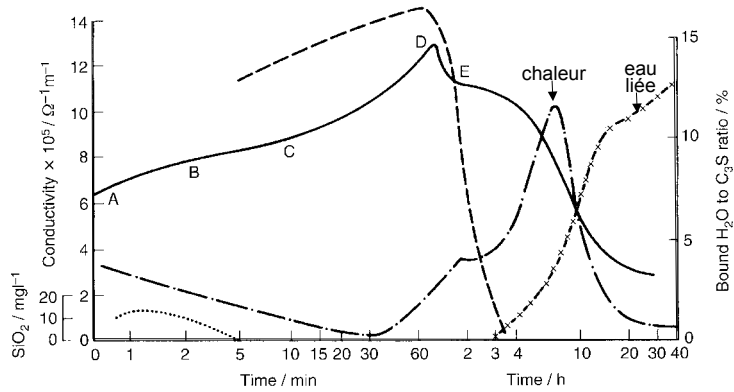


Cinétique

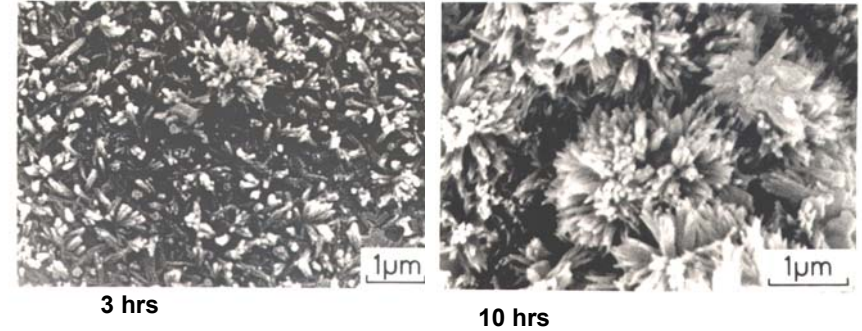


Variation des concentrations en solution

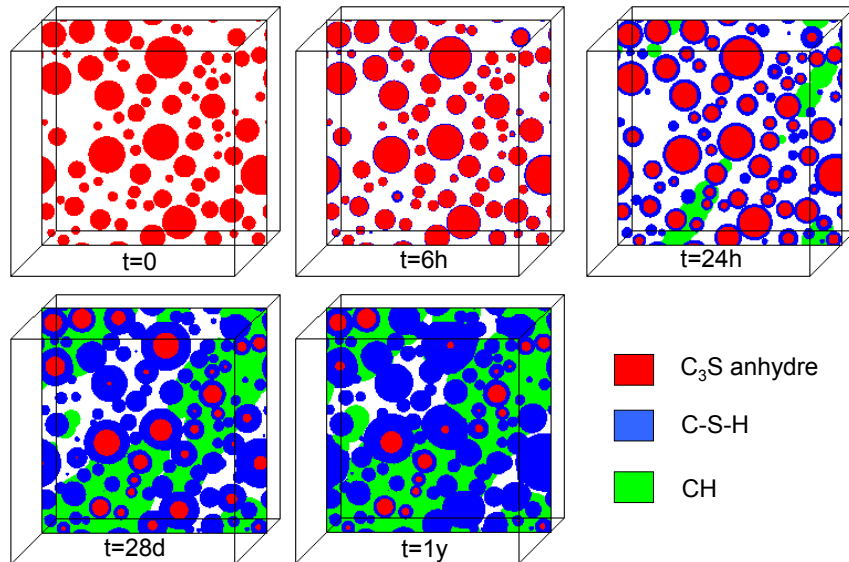




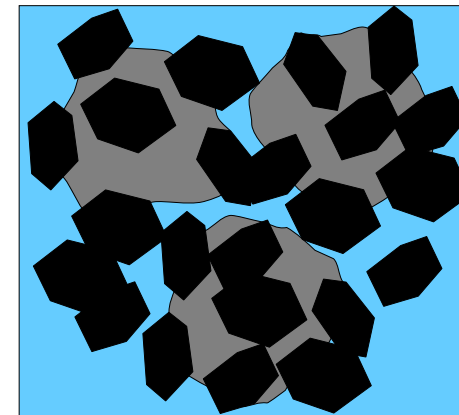
Source: Bye « Portland Cement », Thomas Telford 1999



Simulation de microstructure de C_3S



C_3A



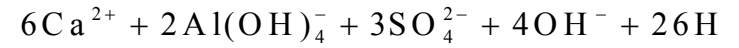
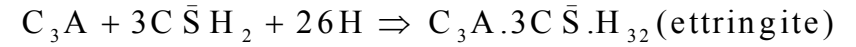
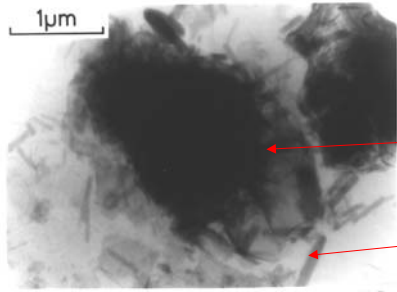
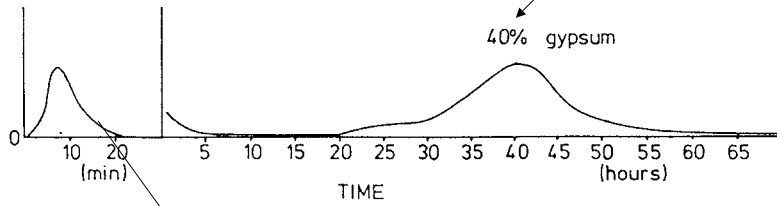
C_3A
+
eau

réaction rapide
grandes plaques
d'hydrates

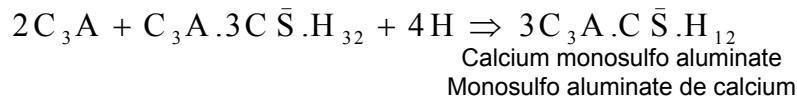
rigidification
« prise flash »
« flash set »



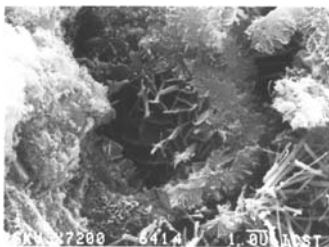
formation de « monosulfo »



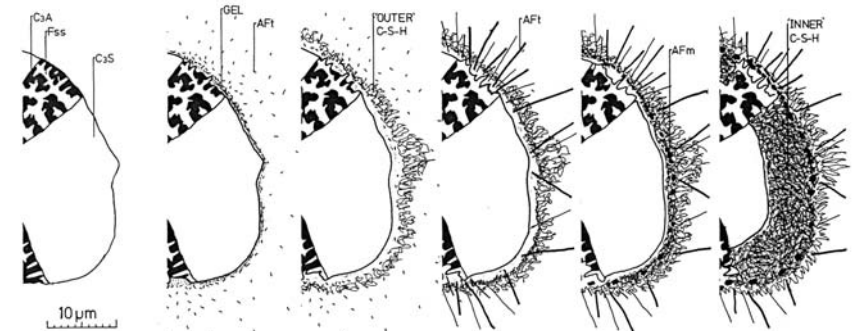
Épuisement du sulfate



À température ambiante « monosulfo » est seulement métastable
Il peut se former seulement en présence de C_3A anhydre



Pâte à 7 jours
Formation local de monosulfo à l'intérieur des couches de C-S-H ou il y a du C_3A disponible.
L'ettringite reste à l'extérieur du grain.



a) Grain du ciment anhydre – multiphase

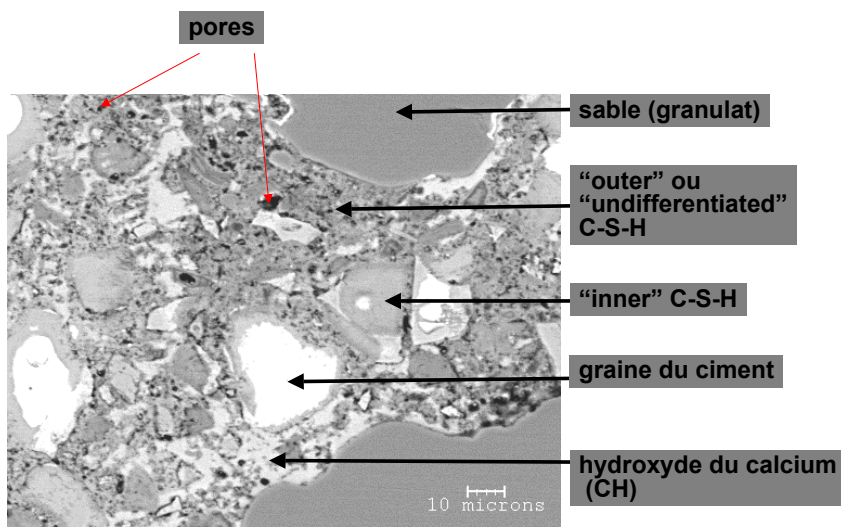
b) ~10 min
Réaction rapide du C_3A avec le sulfate et le calcium de la solution, formation de « couche bloquante » et ettringite en solution

c) ~10 h
Réaction du C_3S donne « outer product » C-S-H qui forme une « coquille » séparée du grain

d) ~18 h
Réaction secondaire du C_3A donnant des longues aiguilles d'ettringite

e) ~1-3 j
formation du « monosulfo » à l'intérieur d'une coquille de C-S-H à partir du C_3A et de l'ettringite

f) ~14j
formation du « inner product » C-S-H

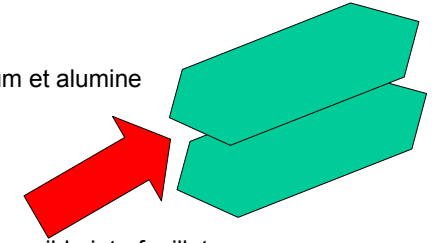


Complexe, Hétérogène

Phases AFm

AFm=aluminoferrite mono⁺⁺⁺

Cristaux avec feuilles de calcium et alumine



Beaucoup de ions différents possible interfeuille:

- Sulfate ☒ monosulfo
- Carbonate ☒ hemicarbonate, monocarbonate
- Hydroxide ☒ C_4AH_{13}
- Silicate + Aluminate ☒ stätlingite, C_2ASH_8
- Etc

- Beaucoup de possibilités de solution solides possible

Ciment Portland

