

5^{ème} Ecole d'automne du GDR MBS

Eco-conception des matériaux biosourcés et géosourcés : de la ressource à la fin de vie

12 au 16 octobre 2025, Douai



Interactions polysaccharide – ciment

Alexandre GOVIN



Laboratoire
de Génie Civil
et géo-Environnement



IMT Nord Europe
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

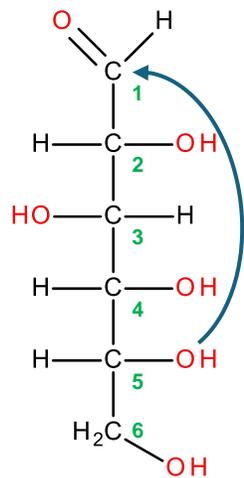


GdR MBS
MATÉRIAUX de CONSTRUCTION BIOSOURCÉS

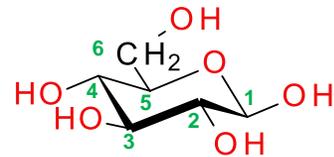


Définitions / description

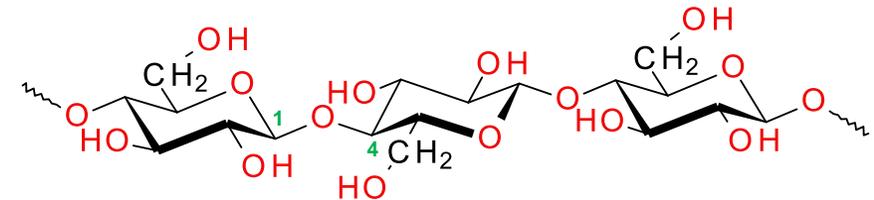
- Polymères de la famille des glucides
- Constitués d'oses ((CH₂O)_n) reliés entre eux par liaison osidique/glycosidique (-C-O-C-)



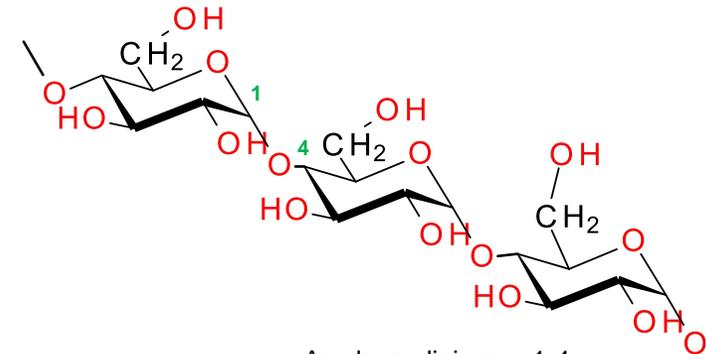
Glucose



Hémiacétalisation



Cellulose : liaison β 1-4

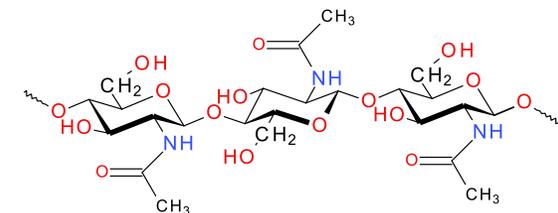
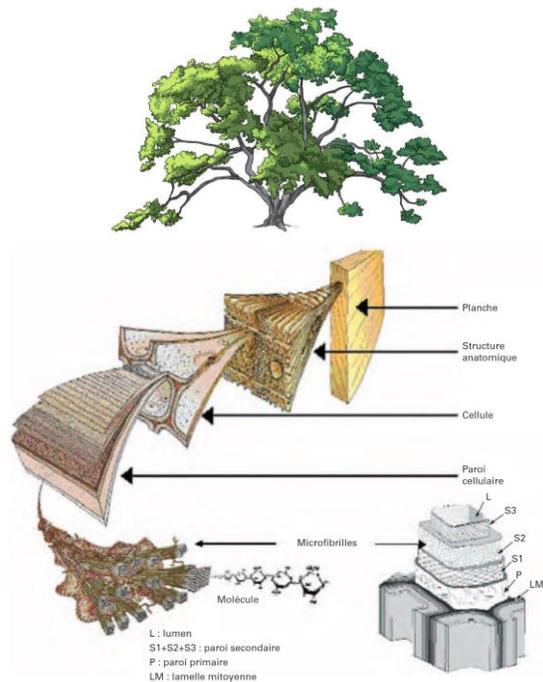


Amylose : liaison α 1-4



Définitions / description

- Polymères de la famille des glucides
- Constitués d'oses ((CH₂O)_n) reliés entre eux par liaison osidique (-C-O-C-)
- [C_x(H₂O)_y]_n- y=x-1
- Biopolymères les plus abondants sur terre (végétaux, microorganismes, animaux)

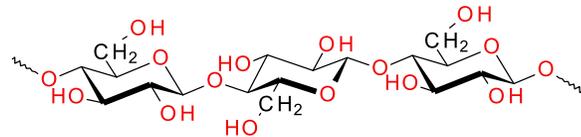


Chitine

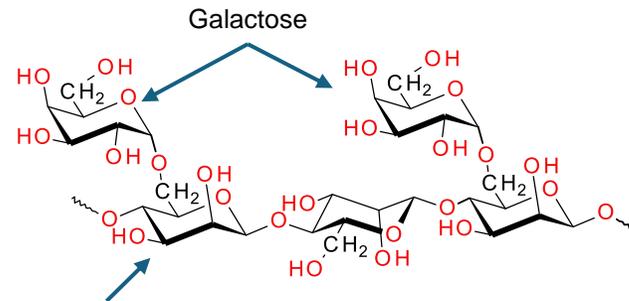
Techniques de Ingénieur AM 3 580

Définitions / description

- Polymères de la famille des glucides
- Constitués d'oses ((CH₂O)_n) reliés entre eux par liaison osidique (-C-O-C-)
- [C_x(H₂O)_y]_n- y=x-1
- Biopolymères les plus abondants sur terre (végétaux, microorganismes, animaux)
- Homopolysaccharides (cellulose, amidon, glycogène) / hétéropolysaccharides (gommes, hémicelluloses, mucilages)

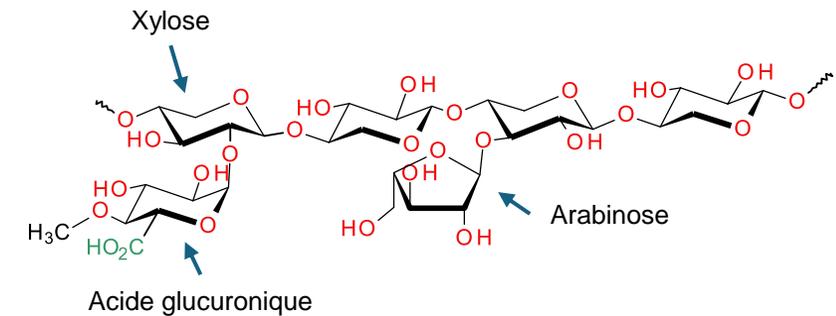


Cellulose



Mannose

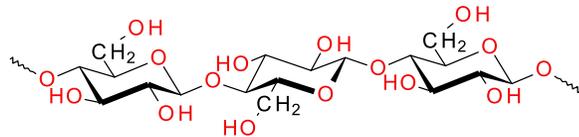
Guar



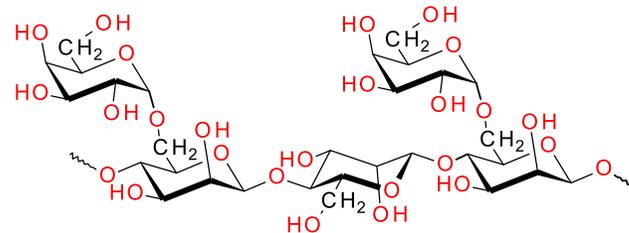
Arabinoglucuronoxylane

Définitions / description

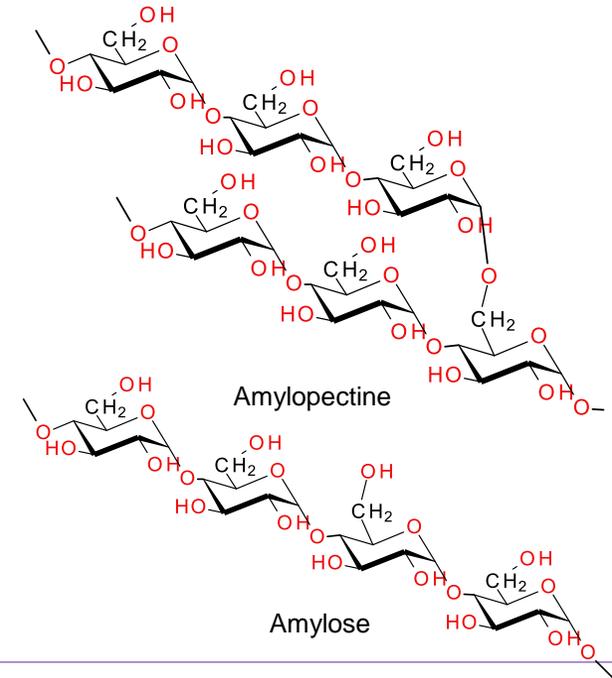
- Polymères de la famille des glucides
- Constitués d'oses ((CH₂O)_n) reliés entre eux par liaison osidique (-C-O-C-)
- [C_x(H₂O)_y]_n- y=x-1
- Biopolymères les plus abondants sur terre (végétaux, microorganismes, animaux)
- Homopolysaccharides (cellulose, amidon, glycogène) / hétéropolysaccharides (gommes, hémicelluloses, mucilages)
- Linéaires / Ramifiés / Mixtes



Cellulose



Guar

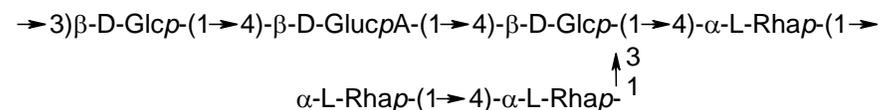
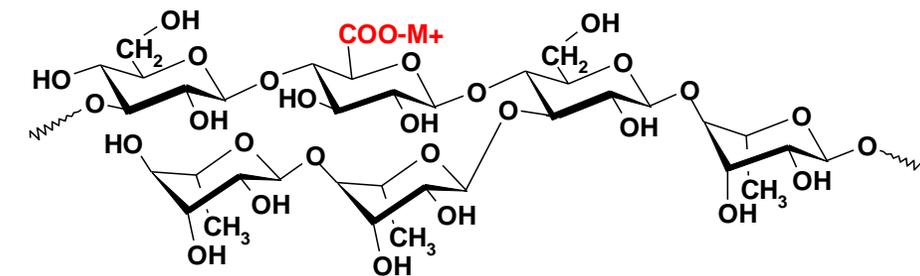


Amylopectine

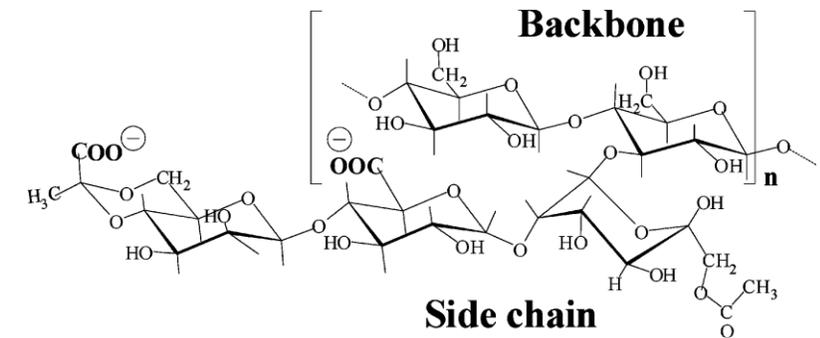
Amylose

Définitions / description

- Polymères de la famille des glucides
- Constitués d'oses ((CH₂O)_n) reliés entre eux par liaison osidique (-C-O-C-)
- [C_x(H₂O)_y]_n y=x-1
- Biopolymères les plus abondants sur terre (végétaux, microorganismes, animaux)
- Homopolysaccharides (cellulose, amidon, glycogène) / hétéropolysaccharides (gommes, hémicelluloses, mucilages)
- Linéaires / Ramifiés / Mixtes
- Non-ioniques / Ioniques



Gomme Diutane



Gomme xanthane

Dans les matériaux de constructions

Adjuvants

Polysaccharide	Catégorie	Source	Fonction principale	Application(s) majeure(s)
Amidon (éther)	Produit naturel et dérivé	Maïs, Pomme de terre	Epaississant	Coulis, enduit de façade, puits de pétrole
Cellulose (éther)	Produit dérivé	Coton, bois	Rétention d'eau	Coulis, enduit de façade, puits de pétrole
Gomme de guar (éther)	Produit naturel et dérivé	Plante	Epaississant	Enduit de façade, puits de pétrole
Acide humique	Produit naturel	Sol (humus)	Rétention d'eau	Puits de pétrole
Gomme xanthane	Produit biotechnologique	Bactérie	Epaississant	Puits de pétrole, chape, peinture
Gomme welane	Produit biotechnologique	Bactérie	Epaississant	Puits de pétrole, enduit de sol, peinture
Scléroglycane	Produit biotechnologique	Champignon	Epaississant	Puits de pétrole
Succinoglycane	Produit biotechnologique	Bactérie	Epaississant	Enduit de sol
Curdlane	Produit biotechnologique	Bactérie	Epaississant	Bétons
Rhamsane	Produit biotechnologique	Bactérie	Epaississant	Coulis
Chitosane	Produit biodégradable	Chitine	Epaississant	Puits de pétrole

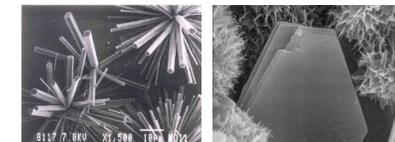
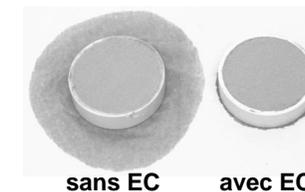
[Plank 2004]

Matériaux biosourcés/végétaux



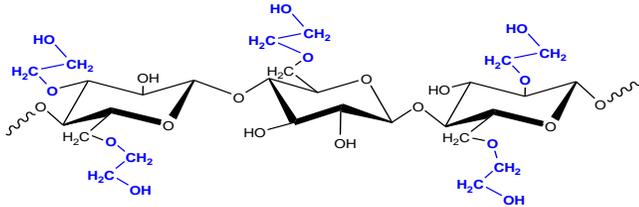
Impact:

- ▶ Propriétés rhéologiques
- ▶ Rétention d'eau
- ▶ Hydratation
- ▶ Mécanique/entraînement d'air



Focus

Ethers de cellulose / éthers de guar

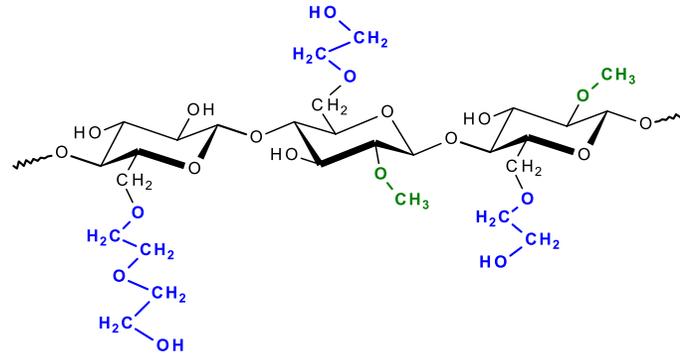


HEC : HydroxyEthyl Cellulose

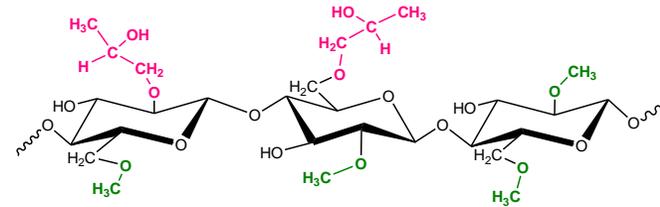
Groupe hydroxypropyle

Groupe hydroxyéthoxyle

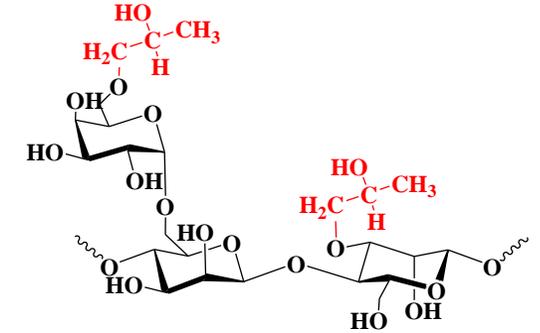
Groupe méthoxyle



MHEC : Méthyle HydroxyEthyl Cellulose



MHPC : Méthyle HydroxyPropyl Cellulose



HPG : HydroxyPropyl Guar

► Masse moléculaire moyenne en poids (Mp / Mw)

► Degrés de substitution

► DS : nombre moyen de fonctions OH substituées par motif ($DS \leq 3$); ex MHEC : $DS = 5/3$

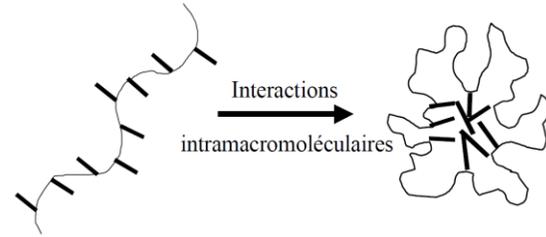
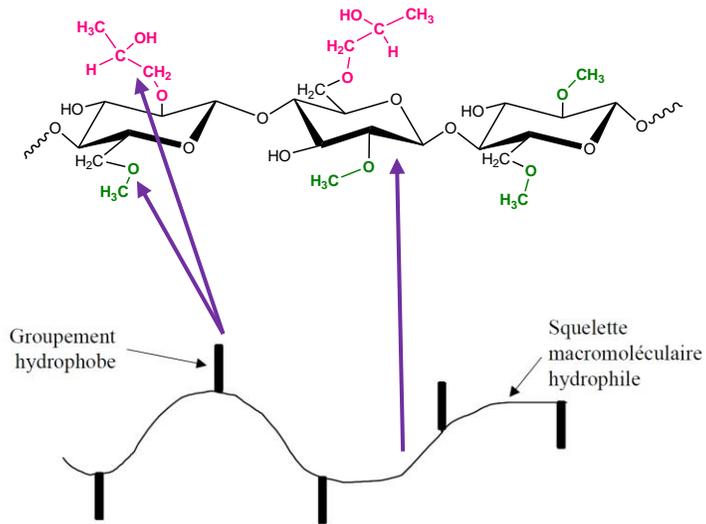
DS < 0.1 insoluble; 0.2-0.5 soluble en solution alcaline; 1.2-2.4 soluble dans l'eau; DS > 2.4 soluble uniquement en solvant organique

► MS : nombre moyen de moles de OC_2H_4OH ou OC_3H_6OH par motif; ex MHEC $MS_{HE} = 4/3$

Propriétés

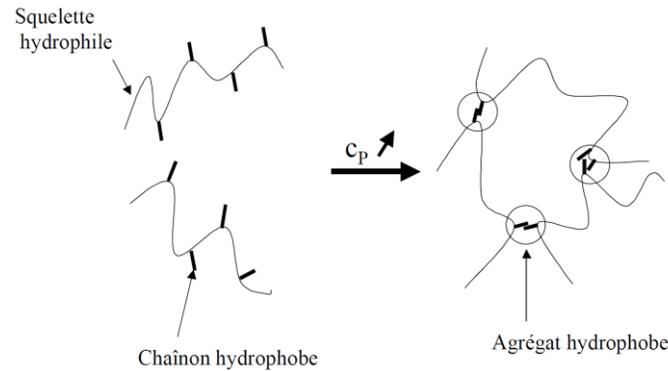
Comportement rhéologique en solution:

EC / HPG... Polymères amphiphiles \leftrightarrow polymères associatifs



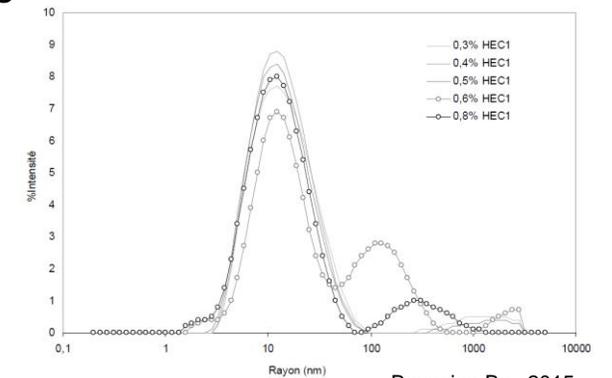
► Liaisons intramoléculeaires
 ◀ Micelles

↓ [P]



► Liaisons intermoléculeaires
 ◀ Agglomégats

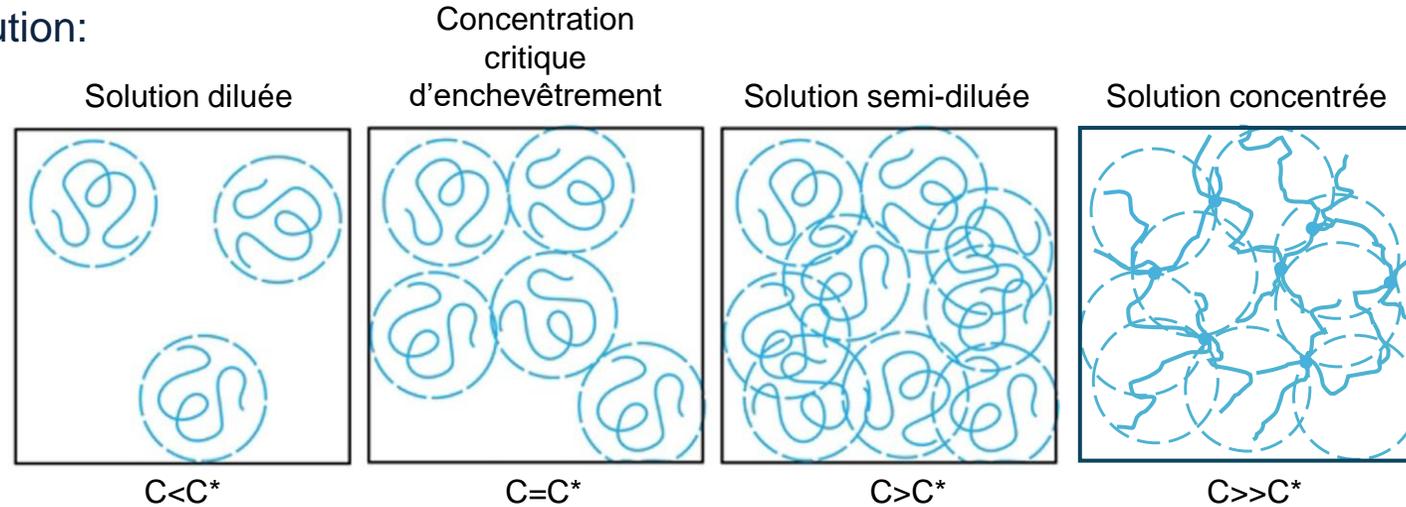
Esquenet 2003



Propriétés

Comportement rhéologique en solution:

► Régimes d'écoulement:



Modifié à partir de Cubuk and Soranno 2022

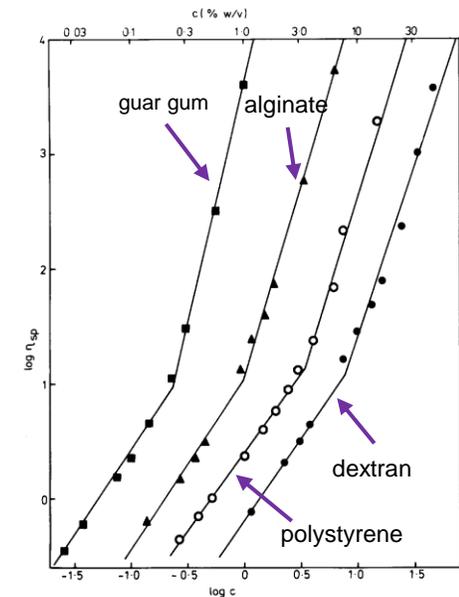
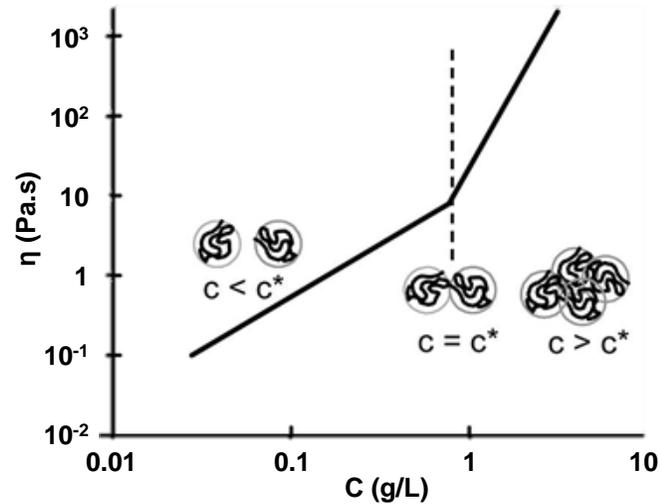
► Concentration critique C^*

$$\eta_0 = aC^b$$

► b

entre 1 et 1,5 pour $C < C^*$
entre 3,5 et 5 quand $C > C^*$

(Morris et al. 1981)



Morris et al. 1981

Propriétés

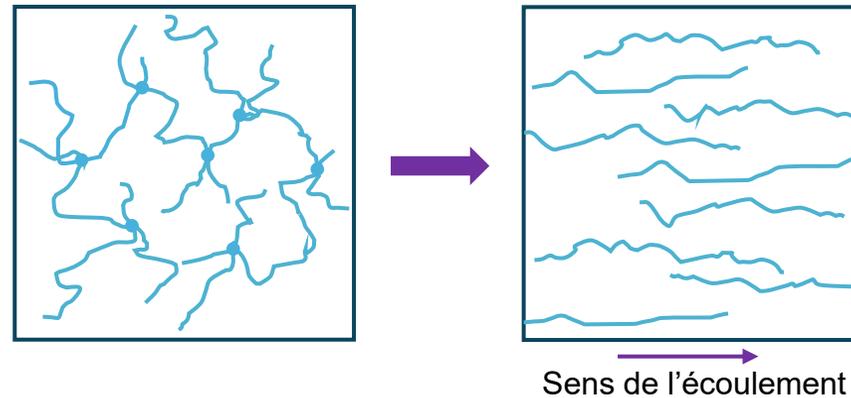
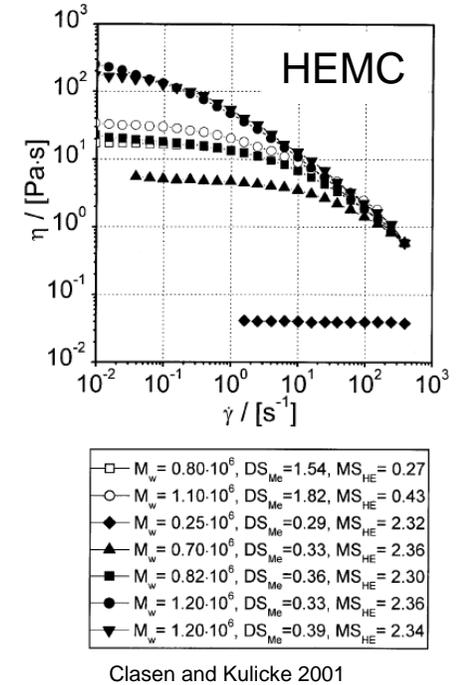
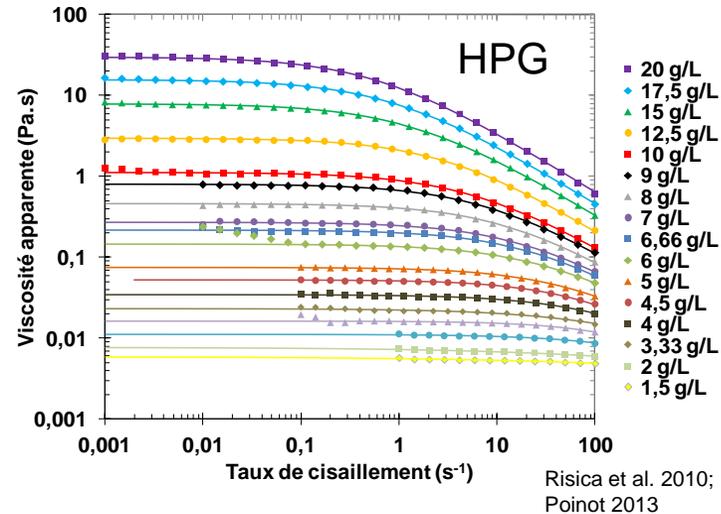
Comportement rhéologique en solution:

Propriétés rhéo-fluidifiantes

modèle de Cross (Cross 1965)

$$\eta(\dot{\gamma}) = \eta_{\infty} + \frac{\eta_0 - \eta_{\infty}}{1 + (\tau\dot{\gamma})^n}$$

- η_0 = viscosité à gradient de cisaillement nul
- η_{∞} = viscosité à gradient de cisaillement infini
- τ = temps de relaxation
- n = exposant sans dimension



Adsorption des polysaccharides sur les particules de ciments

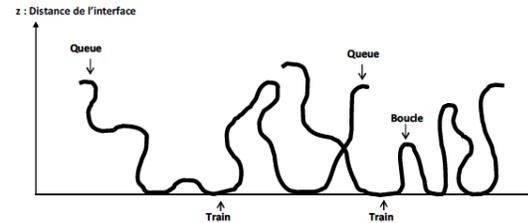
Polymères s'adsorbent sur les surfaces par adsorption physique ou chimique

forces électrostatiques attractives

liaisons chimiques

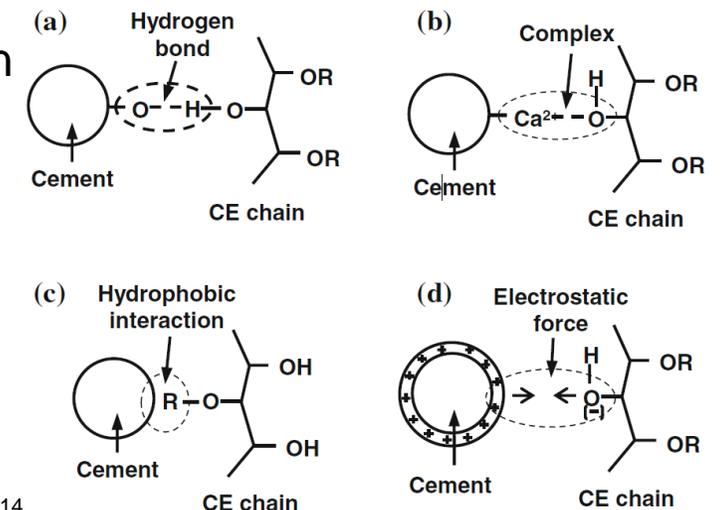


changement de conformation



Polysaccharides / particules de ciment : différents mécanismes d'adsorption

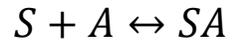
- ▶ Liaisons hydrogènes (Wang 2005)
- ▶ Complexation entre les groupes hydroxyles des polysaccharides et les ions métalliques sur la surface minérale (Liu et Laskowski 1989)
- ▶ Interactions hydrophobes (Wie et Fuerstenau 1974)
- ▶ Forces d'attraction électrostatiques des surfaces chargées (ciment, hydrates) et groupes hydroxyles polaires ou ionisés des polysaccharides (Ou et al. 2012)



Nguyen et al. 2014

Adsorption des polysaccharides sur les particules de ciments

Isotherme d'adsorption / modèle Langmuir



$$K = \frac{[SA]}{[S] \cdot [A]} \quad [SA] + [S] = 1$$

$$[SA] = \frac{K \cdot [A]}{1 + K \cdot [A]}$$

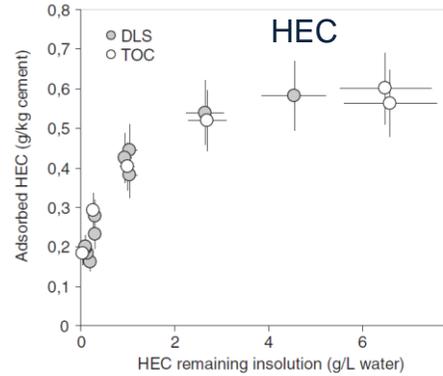
$$\tau = \tau_{max} \cdot \frac{K \cdot c}{1 + K \cdot c}$$

τ = adsorption du polymère sur les surfaces (mg/g)

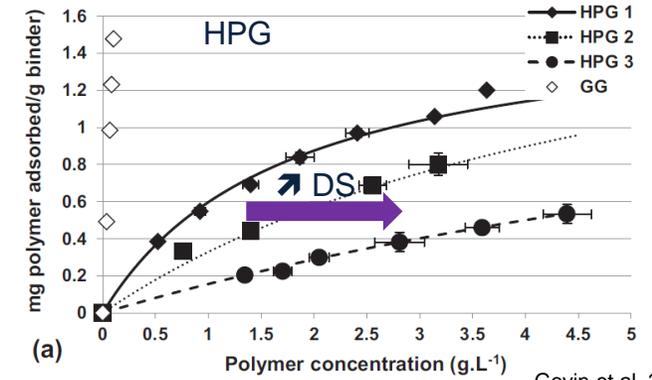
τ_{max} = adsorption maximale (mg/g)

K = constante d'équilibre de Langmuir (L/g)

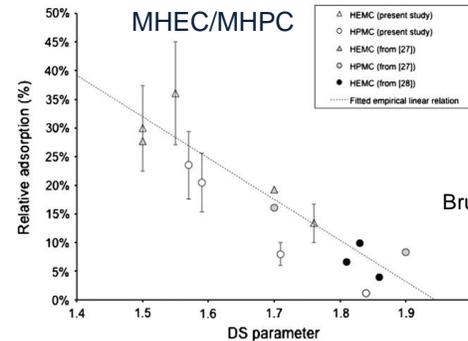
c = concentration polymère en solution (g/L)



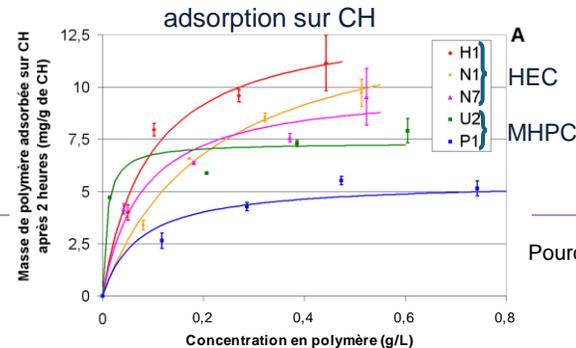
Bessaies-Bey et al. 2016



Govin et al. 2016



Brumaud et al. 2013



Pourchez 2006

► Adsorption EC / HPG suit le modèle de Langmuir

► Influence des paramètres moléculaires

- ↗ DS → ↘ Adsorption
- ↗ MS → ↘ Adsorption (H1/N1; U2/P1, HPG1→HPG3)

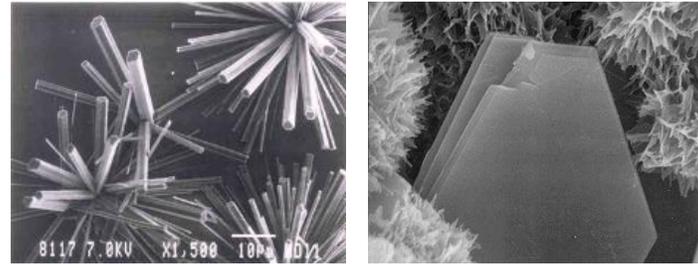
↳ corrélation Ads / OH libres

► Impact négligeable Mp (N1/N7)

Interaction Polysaccharides / Ciments

Quelles conséquences?

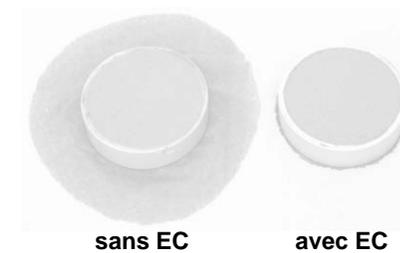
► Hydratation



► Rhéologie



► Rétention d'eau

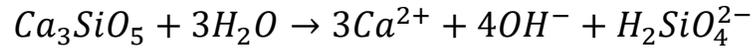


Interaction Polysaccharides / Ciments

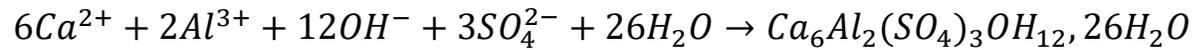
Hydratation

Phase I: Pic initial

► Dissolution C_3S → Sursaturation → Germination CSH



► Dissolution sulfate + C_3A → Sursaturation → Précipitation d'Ettringite



► ↗ pH

Phase II: Période d'induction

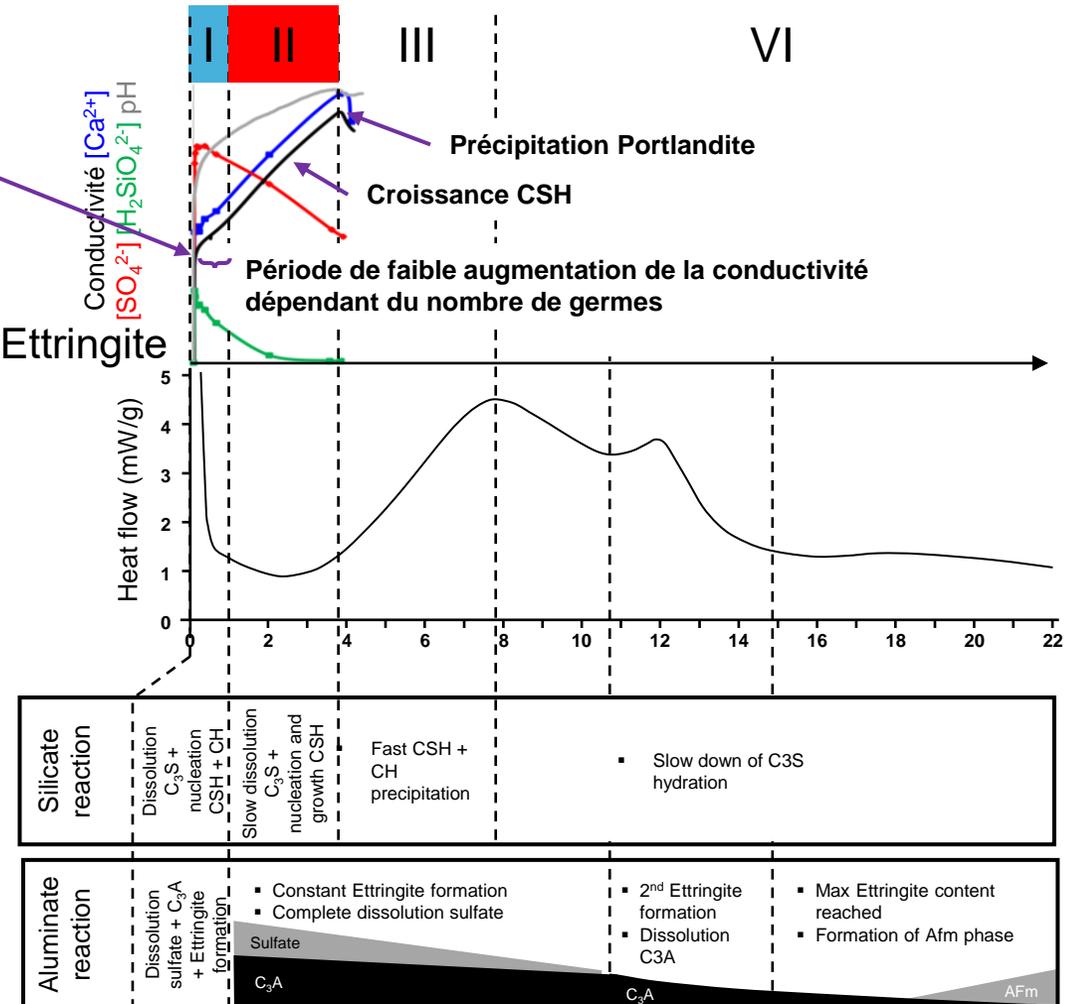
► Ralentissement dissolution C_3S

► Croissance des CSH + Ralentissement précipitation CSH

► Précipitation d'Ettringite

► pH > 12-13

► Fin période d'induction → précipitation CH



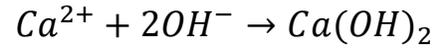
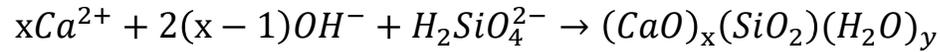
Modifié à partir de Hesse et al. 2011
Comparet et al. 1997

Interaction Polysaccharides / Ciments

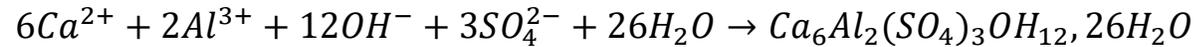
Hydratation

Phase III: Période d'accélération

- ▶ Forte précipitation CSH et CH

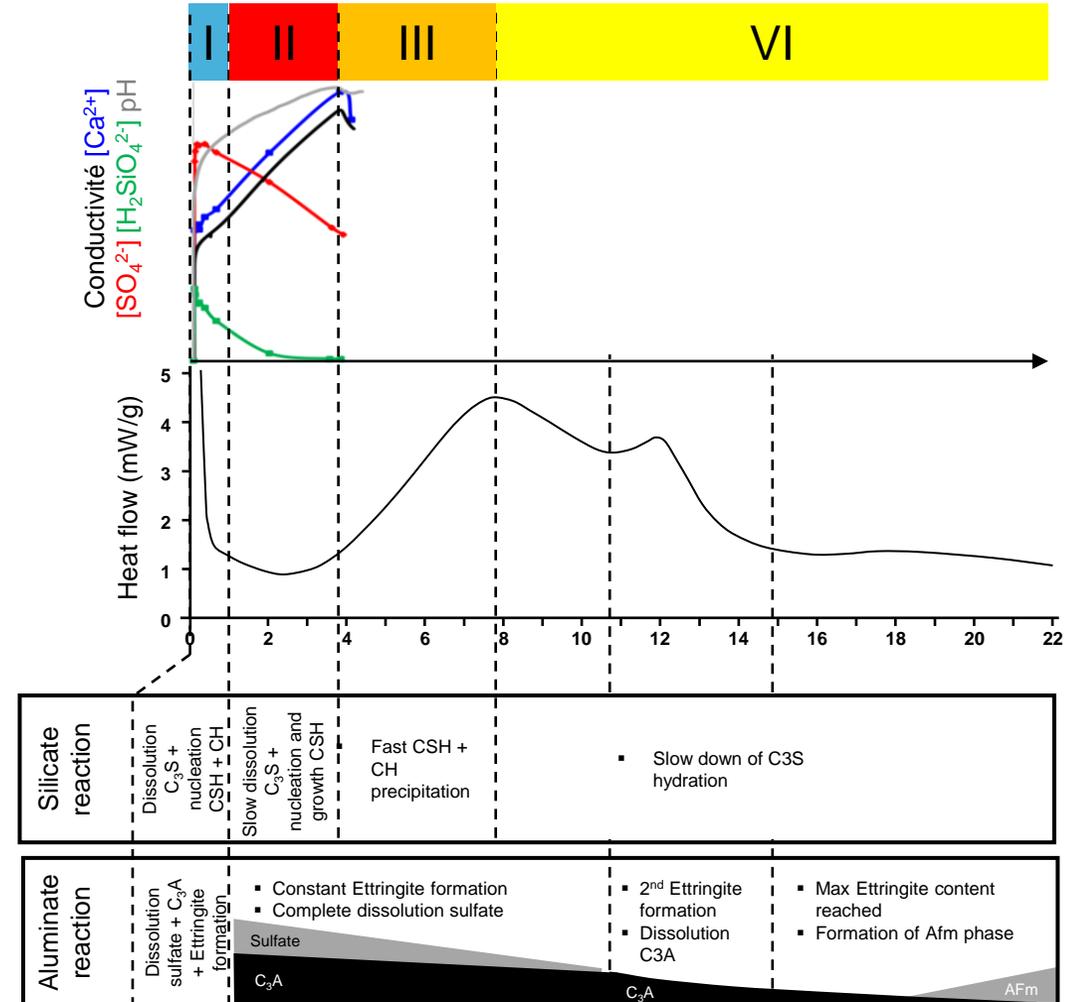


- ▶ Précipitation d'Ettringite



Phase VI: Période de ralentissement

- ▶ Ralentissement dissolution C₃S
- ▶ Ralentissement précipitation CSH
- ▶ Epuisement sulfates
- ▶ Dissolution C₃A
- ▶ Précipitation d'Ettringite secondaire
- ▶ Précipitation AFm



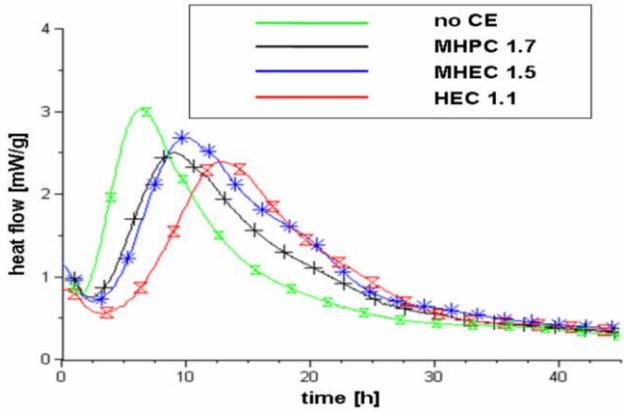
Modifié à partir de Hesse et al. 2011
Comparet et al. 1997

Interaction Polysaccharides / Ciments

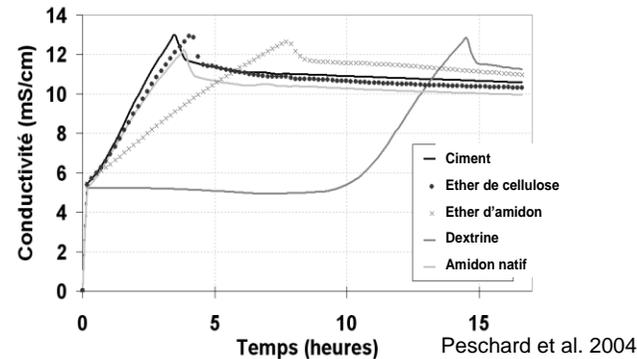
Hydratation

Retard dépend

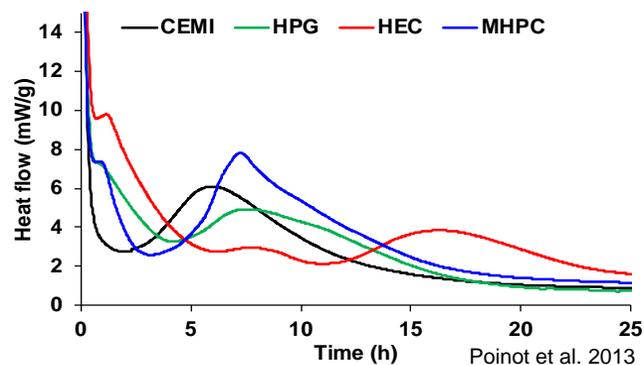
Nature du polysaccharide



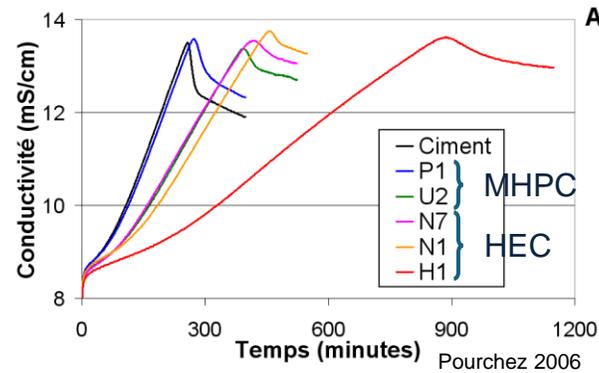
CEMI avec L/C=0.5, P/C=0.5% Müller 2006



CEMI avec L/C = 20, P/C = 0.5% dans l'eau



CEMI avec L/C=0.4, P/C=0.3%



CEMI avec L/C = 20, P/C = 2% dans [Ca(OH)₂] = 20 mM

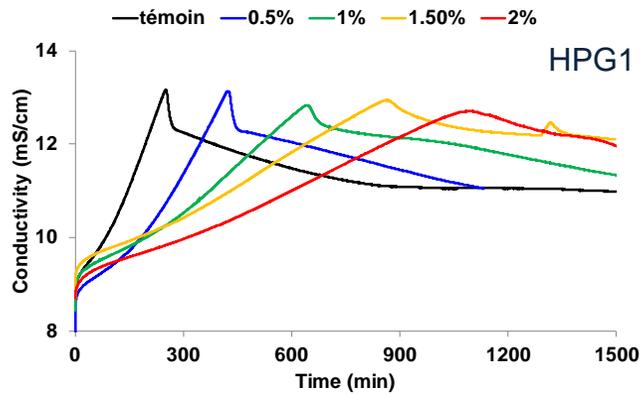
- ▶ Allongement de la période d'induction
- ▶ Décalage pics d'hydratation
- ▶ ↗ Période de faible augmentation de la conductivité
- ▶ Retard précipitation CH
- ▶ Retard:
Amidon natif $\approx 0 < \text{MHPC} \approx \text{MHEC} \approx \text{HPG} < < \text{HEC}$

Interaction Polysaccharides / Ciments

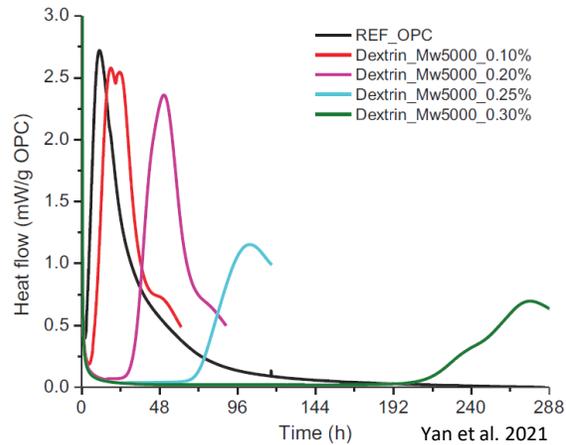
Hydratation

Retard dépend

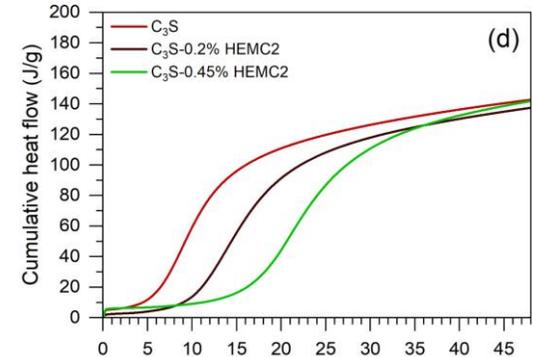
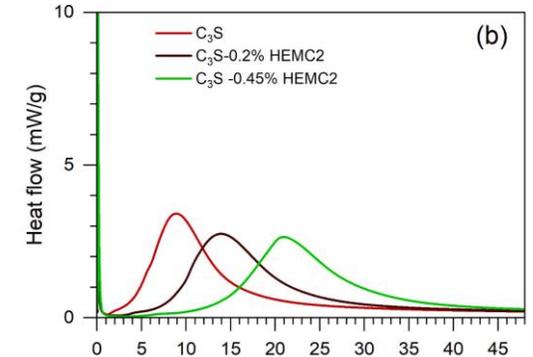
- ▶ Nature du polysaccharide
- ▶ Concentration



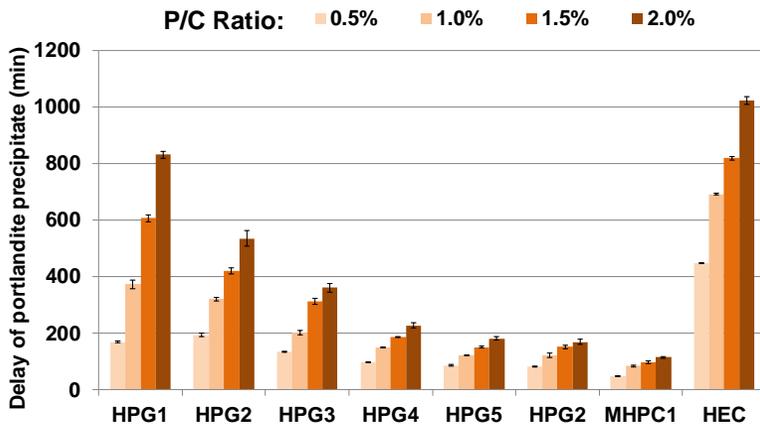
CEMI avec L/C = 20, P/C=0.5-2% dans $[Ca(OH)_2] = 20$ mM



CEMI avec L/C=0.4, P/C=0.1-0.3%



Time (hours) Qoku et al. 2025



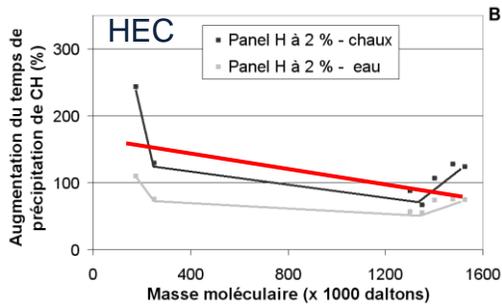
- ▶ Retard:
 - ↗ [P] → ↗ retard
 - ↗ période d'induction

Interaction Polysaccharides / Ciments

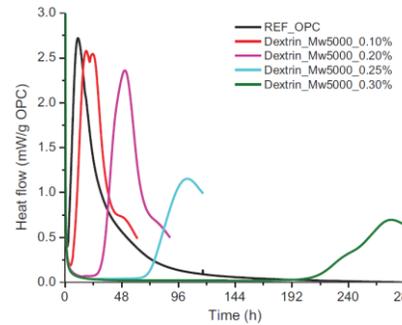
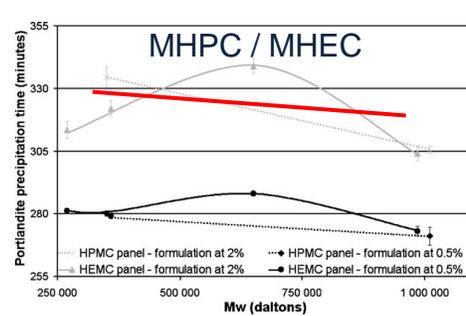
Hydratation

Retard dépend

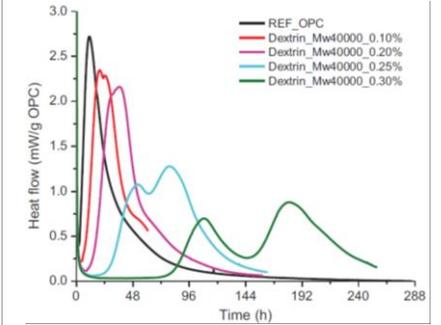
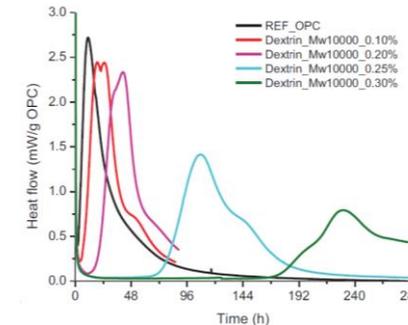
- ▶ Nature du polysaccharide
- ▶ Concentration
- ▶ Structure du polysaccharide
 - Masse moléculaire (Mp / Mw)



Pourchez et al. 2006



CEMI avec L/C=0.4, P/C=0.1-0.3%



Yan et al. 2021



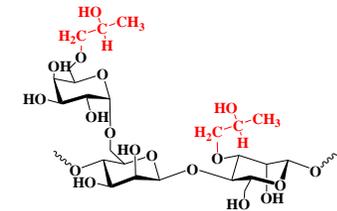
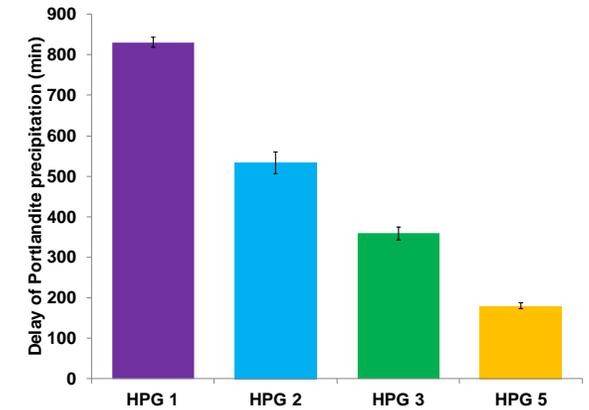
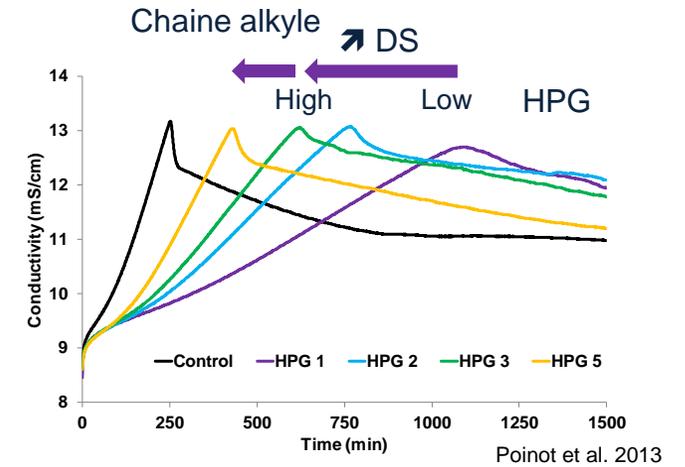
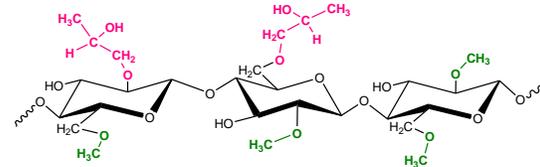
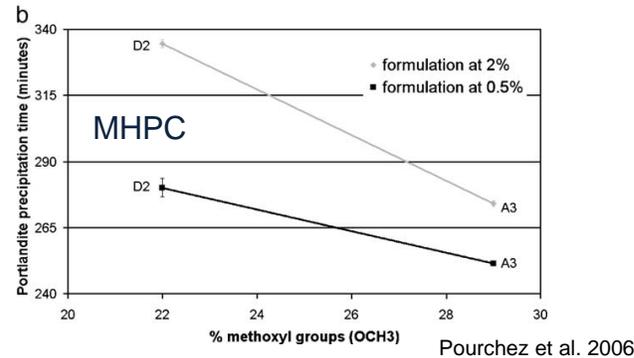
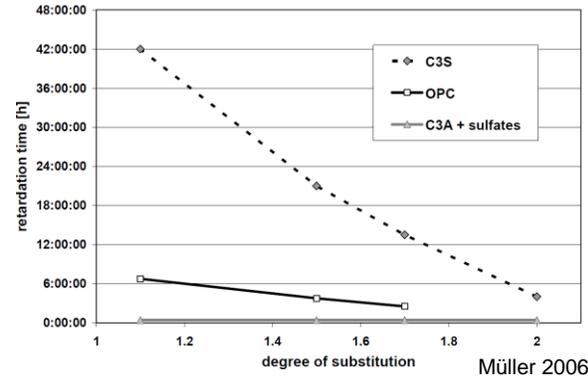
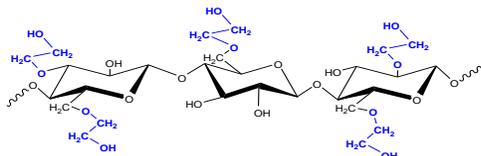
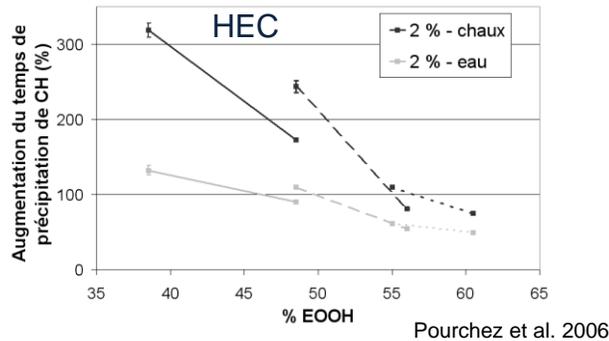
- ▶ Impact faible de la masse moléculaire, tendance: ↗ Mp → ↘ retard
- ▶ Impact de Mp ↗ quand Mp faible

Interaction Polysaccharides / Ciments

Hydratation

Retard dépend

- ▶ Nature du polysaccharide
- ▶ Concentration
- ▶ Structure du polysaccharide
 - Masse moléculaire (Mp / Mw)
 - Influence MS / DS



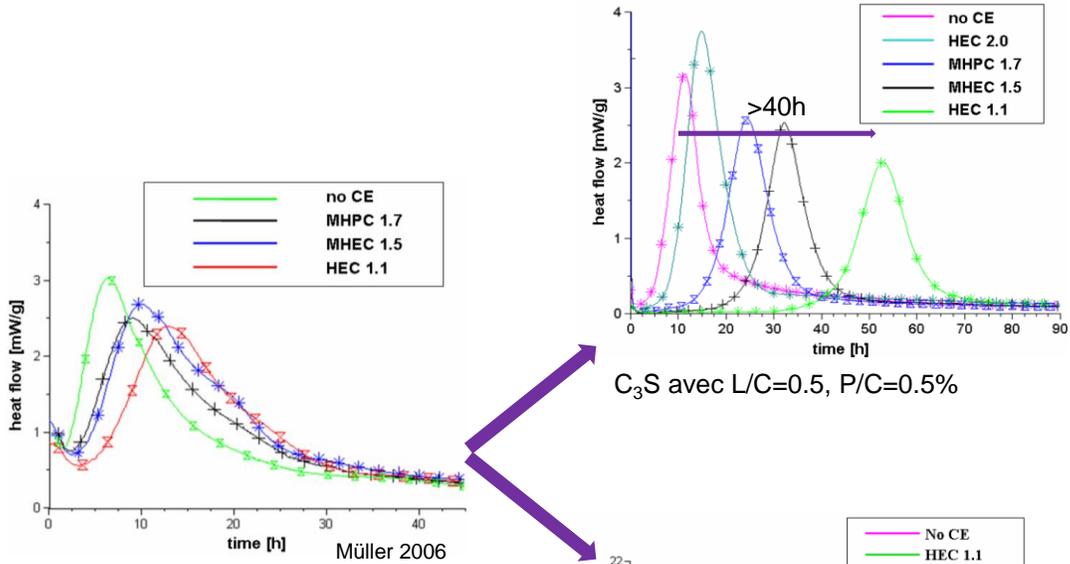
▶ ↗ MS / DS → ↘ retard

▶ Impact important du nombre de fonctions hydroxyles substituées

Interaction Polysaccharides / Ciments

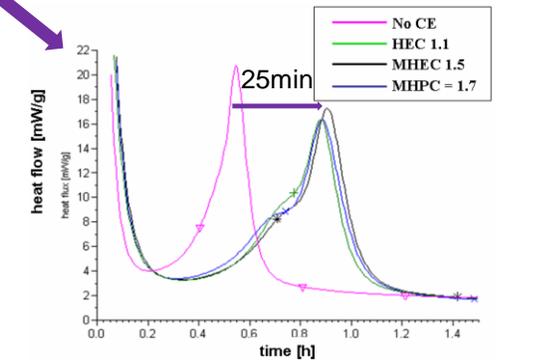
Hydratation

Impact des polysaccharides sur l'hydratation des phases cimentaires

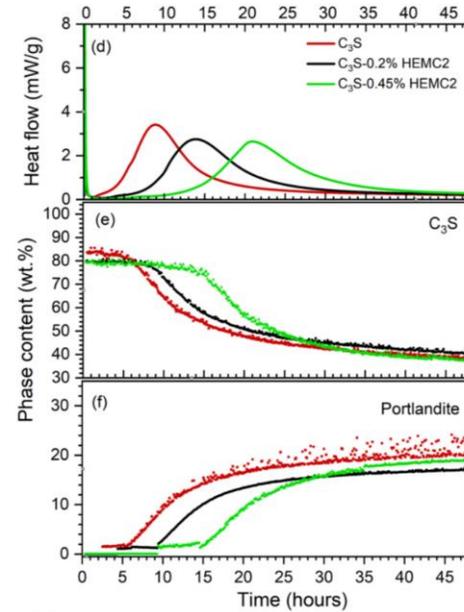


CEMI avec L/C=0.5, P/C=0.5%

Müller 2006

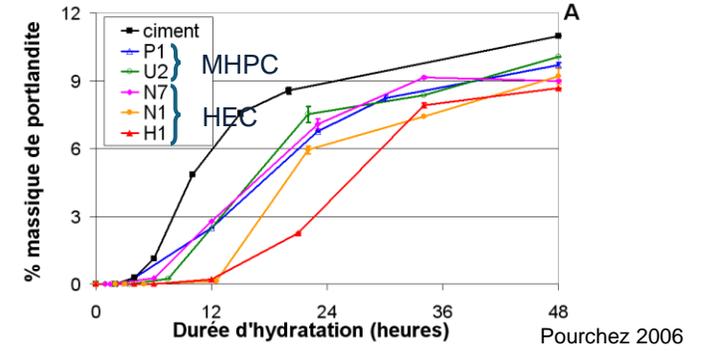


70%C₃A+30%sulfate avec L/C=0.8, P/C=0.5%



Qoku et al. 2025

C₃S avec L/C=0.55, P/C=0.2-0.45%



CEMI avec L/C=0.4, P/C=0.5%

Pourchez 2006

- Impact majeur sur C₃S
- Forte inhibition précipitation CH
- Forte inhibition précipitation CSH
- inhibition hydratation C₃S
- Impact négligeable sur C₃A + sulfate

Interaction Polysaccharides / Ciments

Hydratation

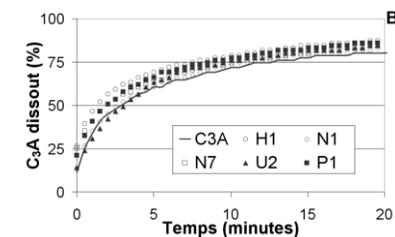
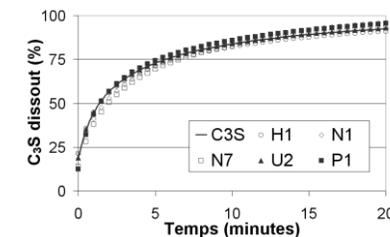
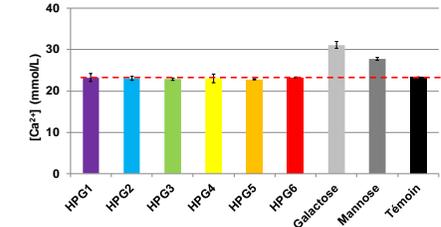
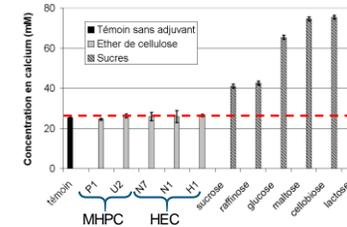
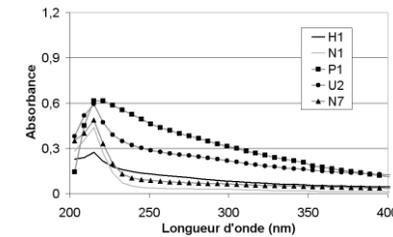
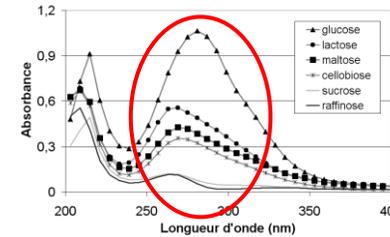
► Hypothèses sur l'origine du retard d'hydratation :

~~► Dégradation du polymère en milieu alcalin~~

~~► Complexation des ions Ca^{2+}~~

~~► Influence sur la dissolution d'une ou plusieurs phases anhydres~~

► Adsorption sur les phases anhydres et/ou hydratées

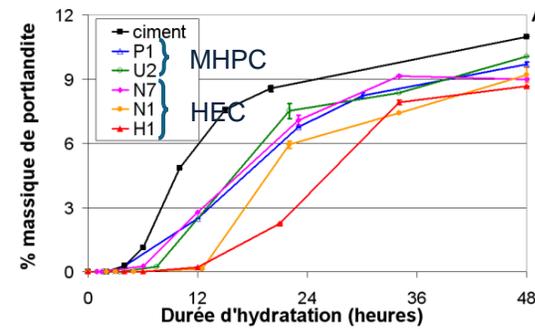
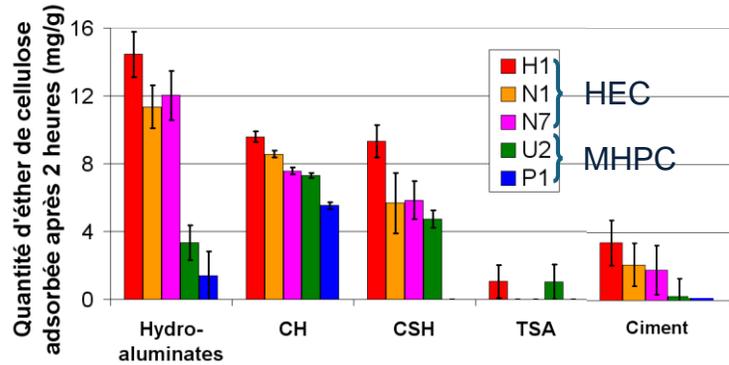


Pourchez 2006 Pointot et al. 2013

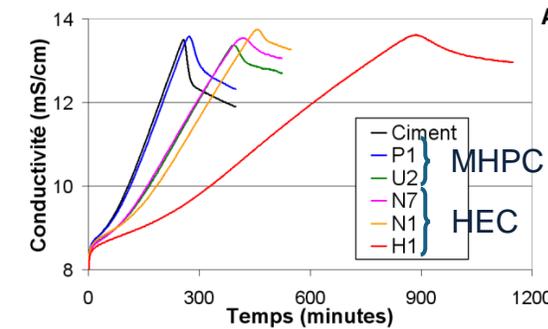
Interaction Polysaccharides / Ciments

Hydratation

Adsorption / Retard d'hydratation

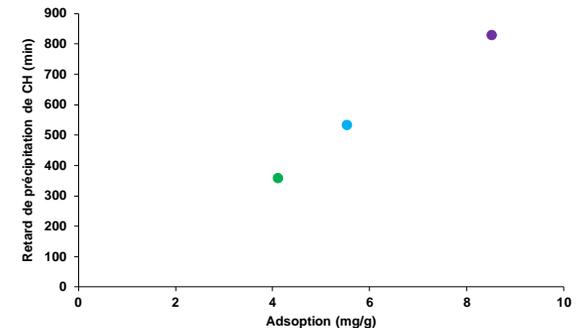
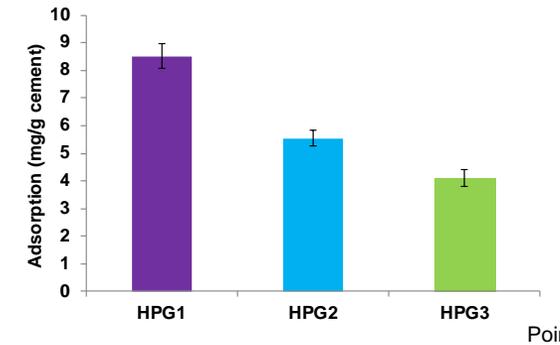
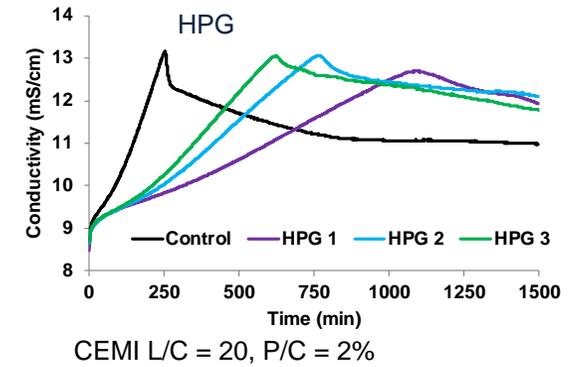


CEMI avec L/C=0.4, P/C=0.5%



CEMI avec L/C = 20, P/C = 2% dans $[Ca(OH)_2] = 20$ mM

Pourchez 2006

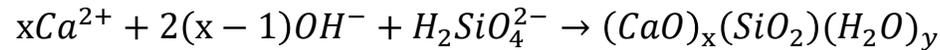
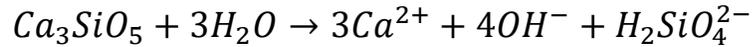


- Adsorption maximale sur CH et CSH
 - ↪ inhibition hydratation C_3S
- Adsorption minimale sur Ettringite
 - ↪ Impact négligeable sur C_3A + sulfate
- Forte corrélation adsorption / retard

Interaction Polysaccharides / Ciments

Hydratation

Conséquence de l'adsorption des polysaccharides sur la germination-croissance des hydrates



$$n_{Ca^{2+} t} = n_{Ca^{2+} 0} + 3n_{C_3S diss} - x n_{CSH prec}$$

$$n_{H_2SiO_4^{2-} t} = n_{H_2SiO_4^{2-} 0} + n_{C_3S diss} - n_{CSH prec}$$

Or durant période d'induction $[Ca^{2+}]$ est constante et $[H_2SiO_4^{2-}]$ chute

$$\Delta n_{Ca^{2+}} = 0 \text{ donc } 3n_{C_3S diss} = x n_{CSH prec}$$

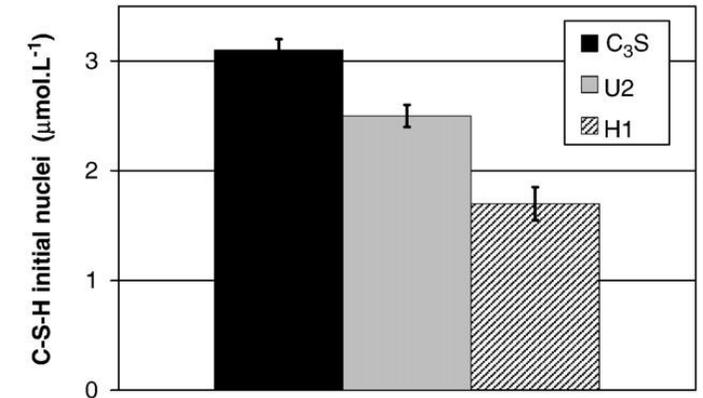
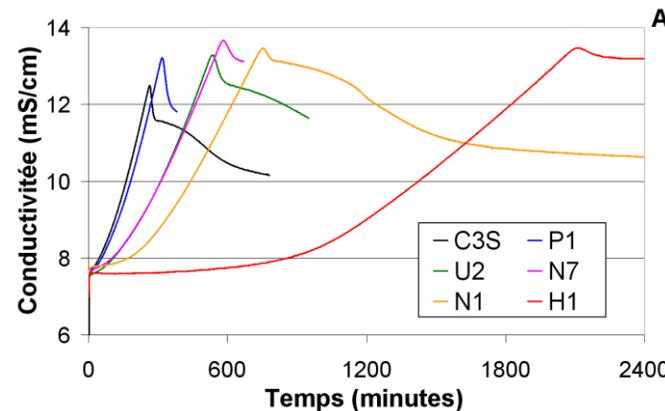
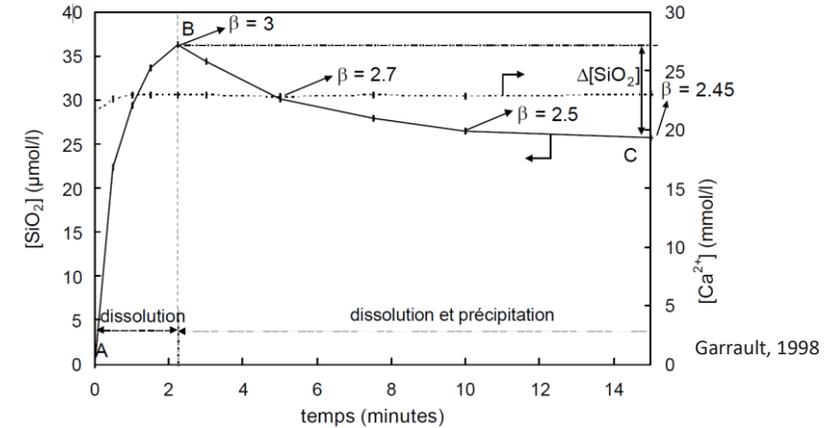
$$\Delta n_{H_2SiO_4^{2-}} = n_{C_3S diss} - n_{CSH prec}$$

$$n_{CSH prec} = \frac{\Delta n_{H_2SiO_4^{2-}}}{x/3 - 1} \quad x = C/S$$

► Diminution du nombre de germes



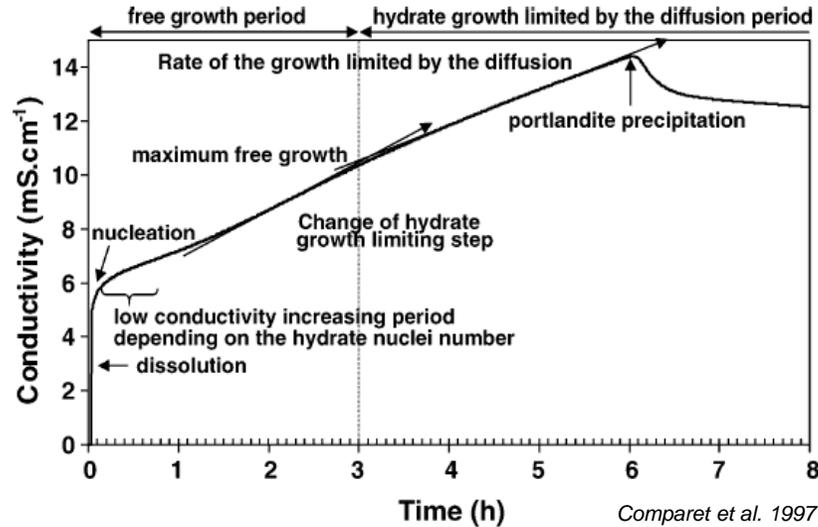
Inhibition germination CSH / polysaccharide



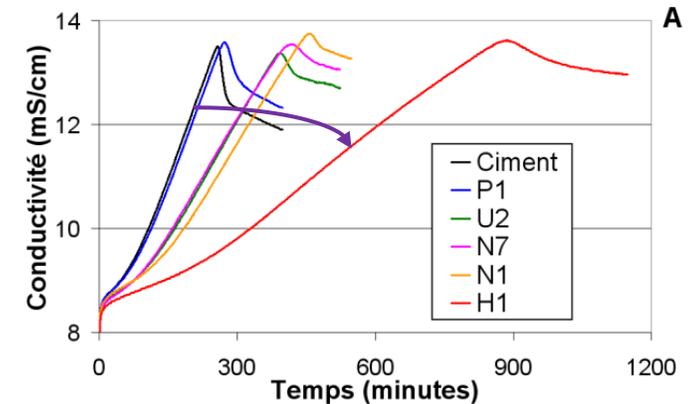
Interaction Polysaccharides / Ciments

Hydratation

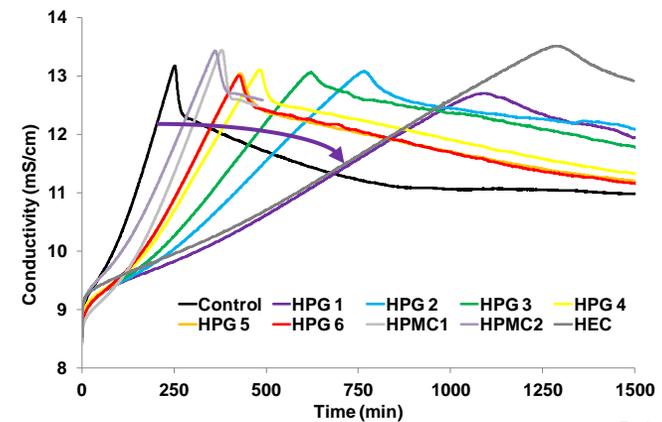
Conséquence de l'adsorption des polysaccharides sur la germination-croissance des hydrates



- ▶ Pente \propto vitesse de croissance des CSH
- ▶ Polysaccharides \rightarrow \searrow pente conductimétrique
- \searrow vitesse de croissance des CSH / polysaccharide



CEMI avec L/C = 20, P/C = 2% dans $[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 20 \text{ mM}$ Pourchez et al. 2010



CEMI L/C = 20, P/C = 2% dans $[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 20 \text{ mM}$ Pointot 2013

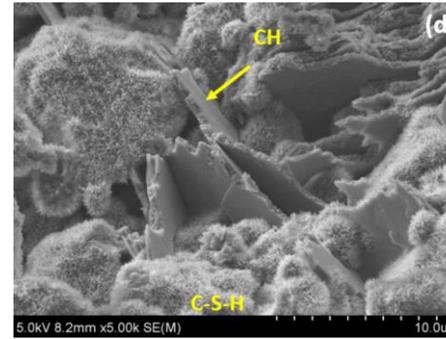
Interaction Polysaccharides / Ciments

Hydratation

Conséquence de l'adsorption des polysaccharides sur la germination-croissance des hydrates



C₃S, 48 h avec L/S=0.55

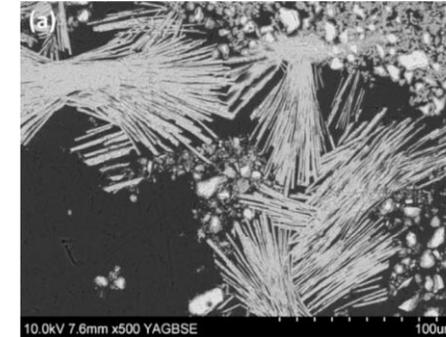


C₃S, 48 h avec L/S=0.55, P/C=0.45% (HEMC)

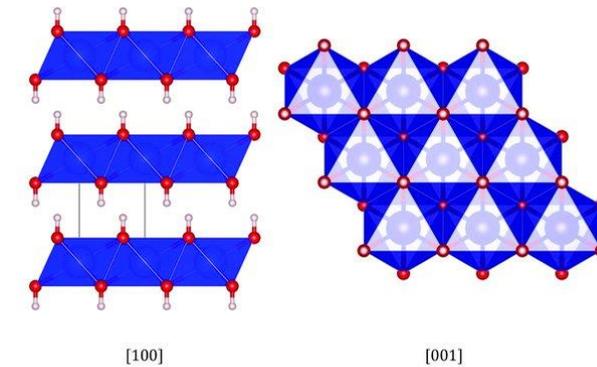
Qoku et al. 2025

MHEC : modification croissance de CH

- ▶ Formation cristaux hexagonaux + fins
- ▶ Organisés en "gerbe de blé"



- ▶ Inhibition de croissance des cristaux CH perpendiculairement au plan (0,0,1)
- ▶ Adsorption préférentielle des MHEC sur cette surface



Interaction Polysaccharides / Ciments

Hydratation

▼ Bilan

- ▶ Polysaccharides retardent l'hydratation
- ▶ Concentration et structure dépendant
- ▶ Origine du retard : adsorption sur les phases hydratées (majoritairement CSH, CH)
- ▶ Inhibition de la germination et croissance de ces hydrates

Interaction Polysaccharides / Ciments

Quelles conséquences?

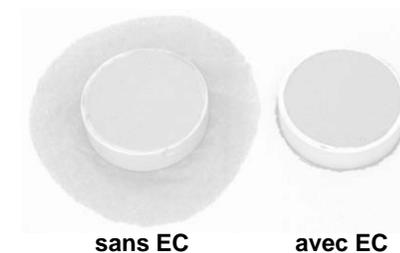
► Hydratation



► Rhéologie



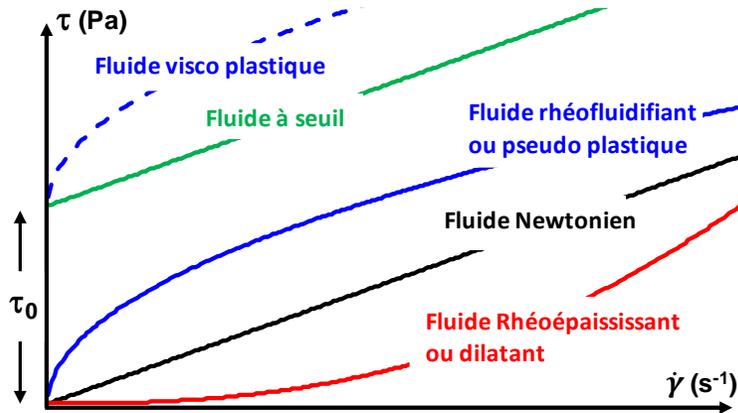
► Rétention d'eau



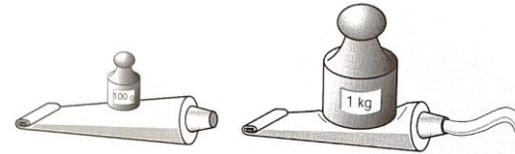
Interaction Polysaccharides / Ciments

Rhéologie

Différents comportements rhéologiques



Comportement rhéologique fluides complexes



- ▶ $\tau > \tau_0$ matériaux s'écoule
- ▶ $\tau < \tau_0$ matériaux ne s'écoule pas

Les matériaux à base de ciment présentent un seuil d'écoulement (τ_0 (Pa))

▶ Modèles : **Bingham** ($\tau = \tau_0 + \mu_{plast} \cdot \dot{\gamma}$)

Hersechel-Bulkley ($\tau = \tau_0 + K \cdot \dot{\gamma}^n$)

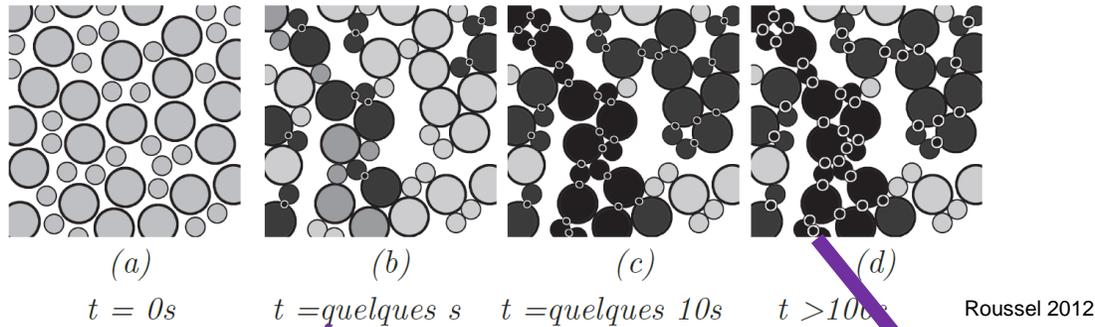
τ_0 = Seuil d'écoulement
 μ_{plast} = viscosité plastique
 K = coefficient de consistance
 n = indice d'écoulement

Interaction Polysaccharides / Ciments

Rhéologie

Les matériaux à base de ciment présentent un seuil d'écoulement (τ_0 (Pa))

Origine de τ_0



Forces colloïdales attractives (V.d.W.)

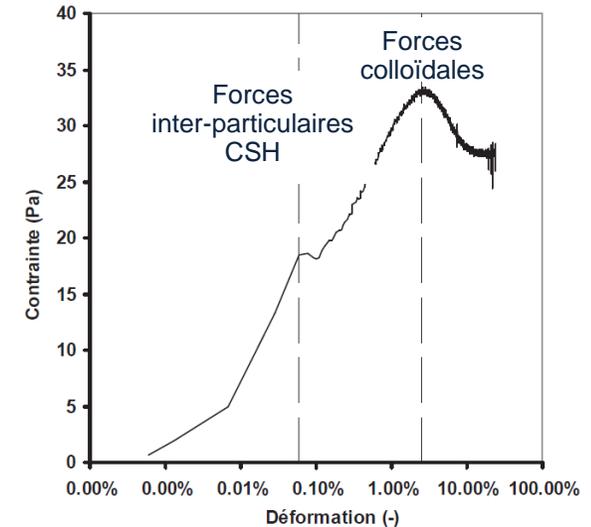
Particules de ciment flocculent

Formation réseau de particules
(déformation : 10^{-2} , déplacement à rupture $\approx 10\text{nm}$)

Points de contact

Ponts de C-S-H (hydratation)

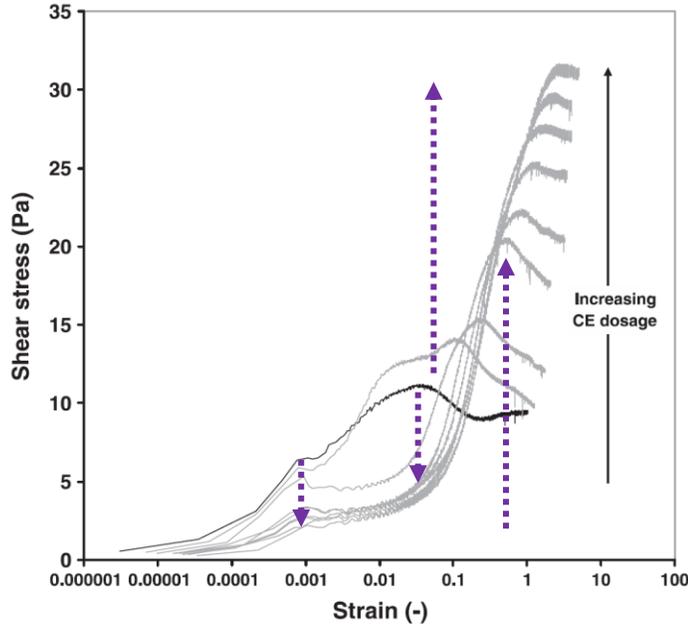
Formation réseau d'interactions
rigides
(déformation : 10^{-3} , déplacement à rupture $\approx \text{nm}$)



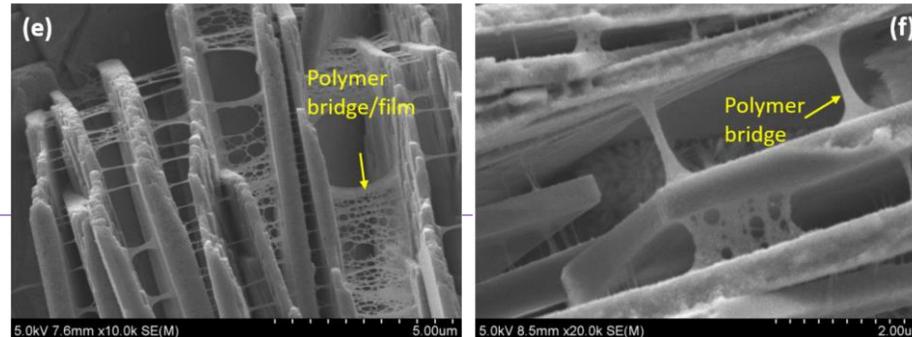
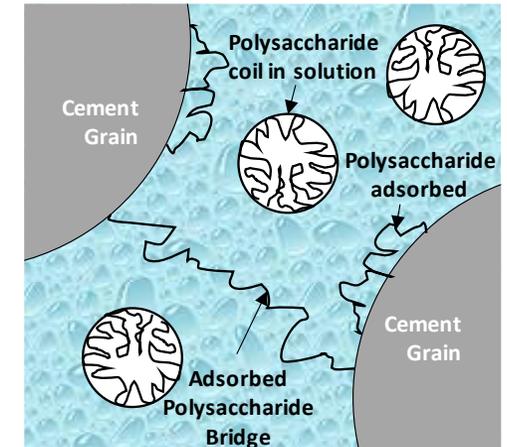
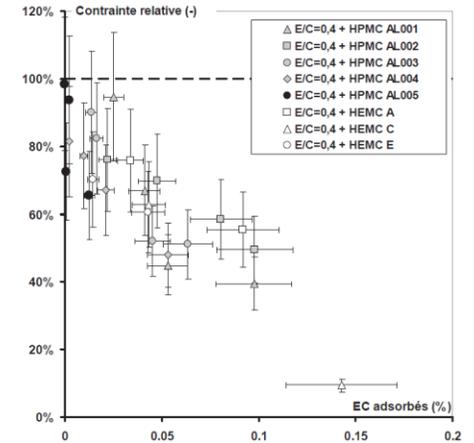
Interaction Polysaccharides / Ciments

Rhéologie

Polysaccharides: conséquences sur le seuil d'écoulement d'une pâte cimentaire



- ▶ Polysaccharide → ↗ τ_0
- ▶ Effondrement interactions rigides CSH
 - ↳ Retard d'hydratation (corrélation adsorption)
- ▶ Effondrement interactions attractives de V.d.W.
- ▶ Formation d'un nouveau reseau interactions (déformation : 1, déplacement à rupture $\approx \mu\text{m}$)
 - ↳ Forces de pontage (bridging)



Brumaud 2011

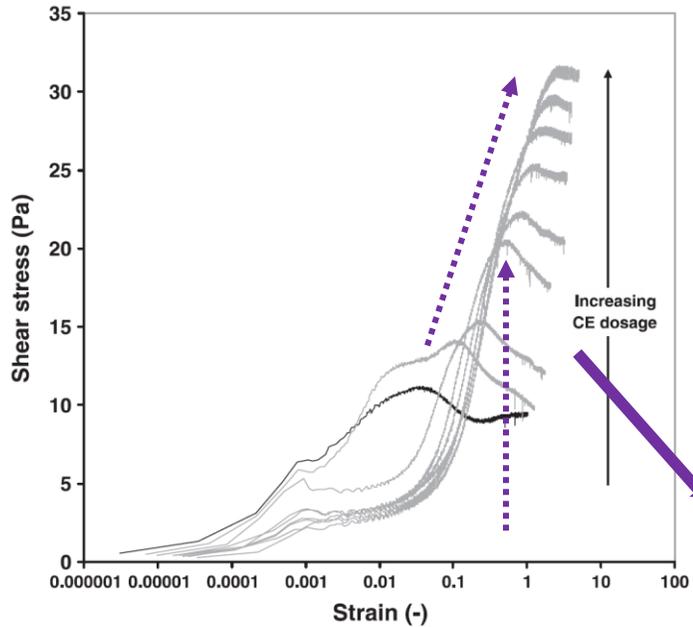
Qoku et al. 2025

Ecole d'Automne du GDR Matériaux Biosourcés – Douai – 12-16 Octobre

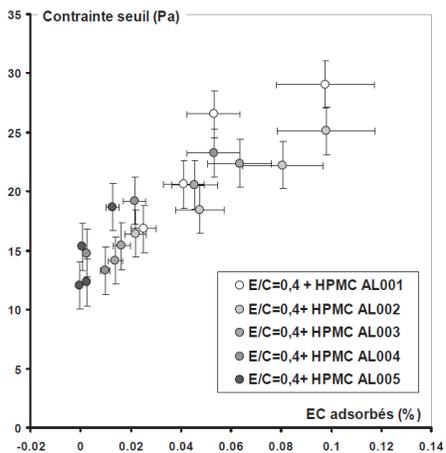
Interaction Polysaccharides / Ciments

Rhéologie

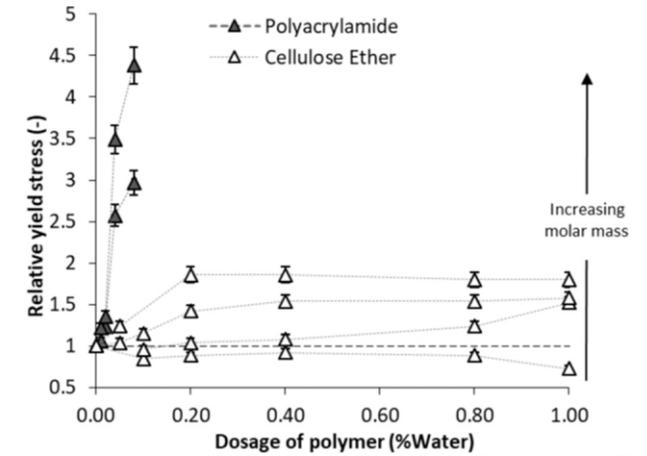
Polysaccharides: conséquences sur le seuil d'écoulement d'une pâte cimentaire



- ▶ Polysaccharide → ↗ τ_0
- ▶ Forces de pontage (bridging)
 - ↻ Corrélation adsorption
- ▶ ↗ [P] → ↗ bridging → ↗ τ_0
- ▶ ↗ Mp → ↗ bridging → ↗ τ_0



Brumaud 2011

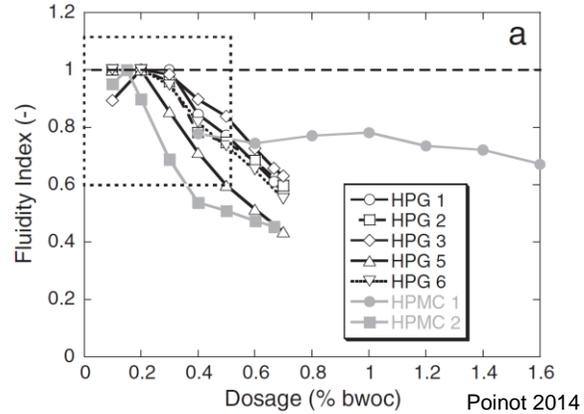


Bessaies-Bey 2015

Interaction Polysaccharides / Ciments

Rhéologie

Polysaccharides: conséquences sur le comportement à l'écoulement et la viscosité d'une pâte cimentaire

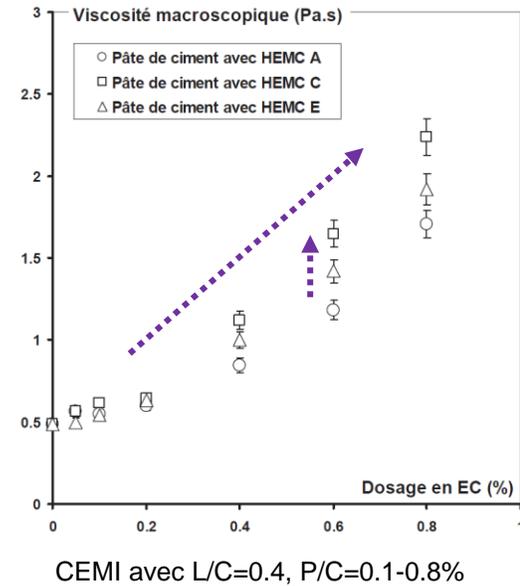
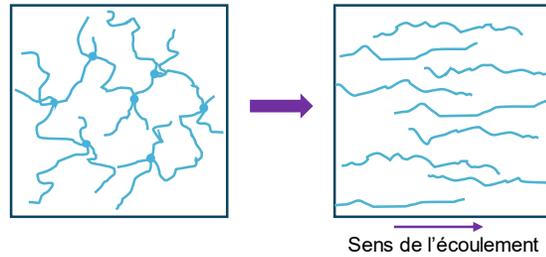
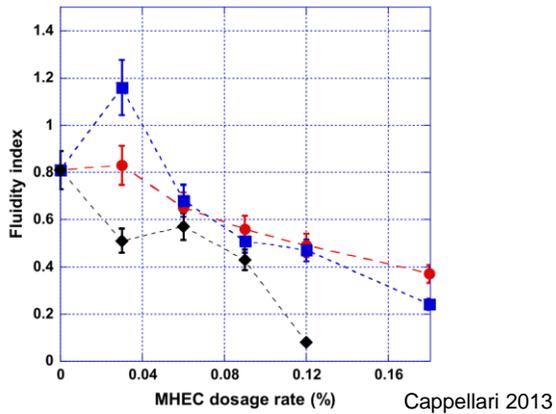


Hersechel-Bulkley ($\tau = \tau_0 + K \cdot \dot{\gamma}^n$)

$$\mu_{app} = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \quad (\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1})$$

- ▶ Polysaccharide → \searrow n
- ▶ ↗ du caractère rhéofluidifiant
- ↻ Alignement des molécules en solution

- ▶ Polysaccharide → ↗ μ
- ▶ ↗ [P] → ↗ μ
- ▶ ↗ M_p → ↗ μ



Interaction Polysaccharides / Ciments

Rhéologie

Polysaccharides: conséquences sur le comportement à l'écoulement et la viscosité d'une pâte cimentaire

Origine?

Krieger–Dougherty

$$\mu = \mu_0 \left(1 - \frac{\Phi}{\Phi_m}\right)^{-2.5\Phi_m}$$

Si μ_0 unique paramètre

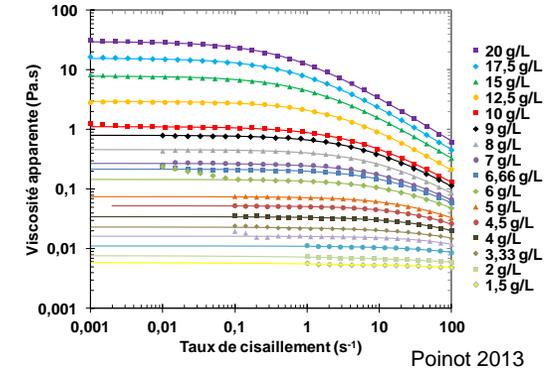
$$\mu_{relative} = \frac{\mu}{\mu_0} = cte$$

Polysaccharide

μ_0 [P]

μ_0 Mp

$\mu_0 \rightarrow \mu$



Pointot 2013

Polysaccharide : $\mu_0 \gg \mu$

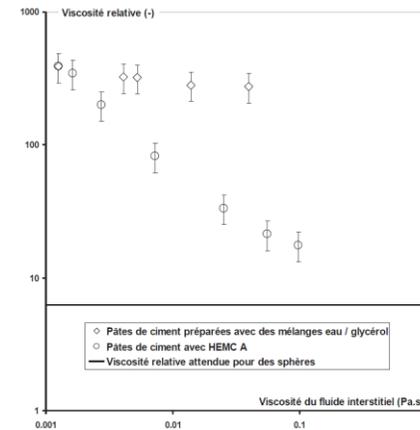
Forces répulsives de déplétion entre les particules



nombre de contacts frictionnels entre les grains de ciment

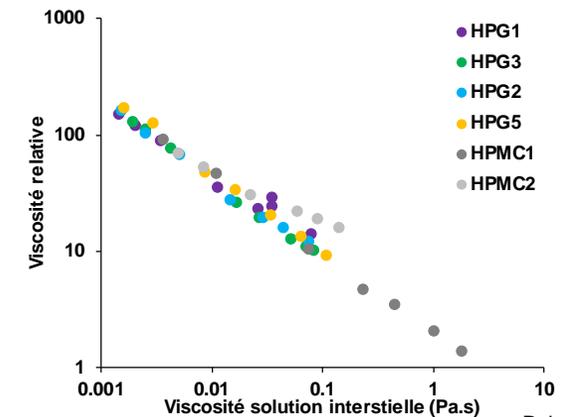


viscosité macroscopique de la pâte de ciment



Brumaud 2011

CEMI avec L/C=0.4, P/C=0.1-0.8%



Pointot et al. 2014

Mortier avec L/C=0.3, P/C=0.1-0.8%

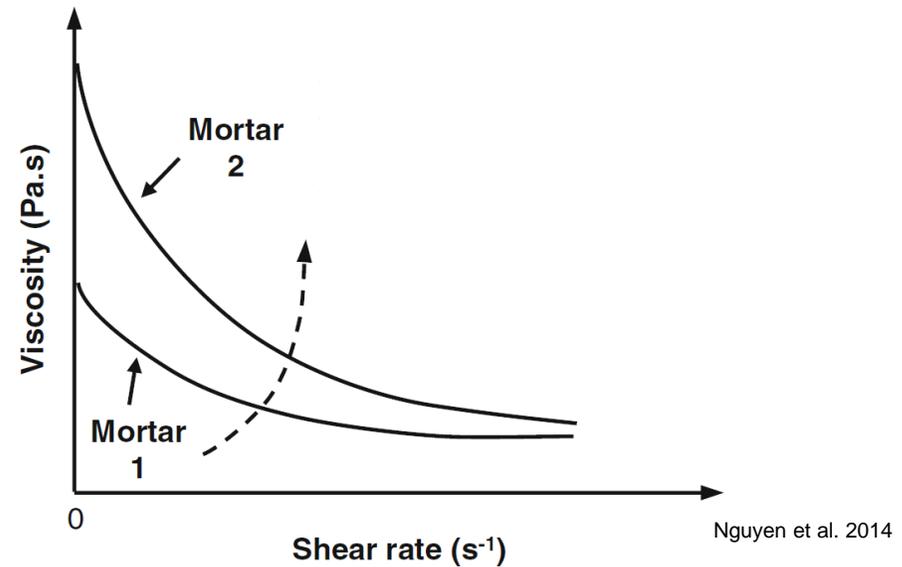
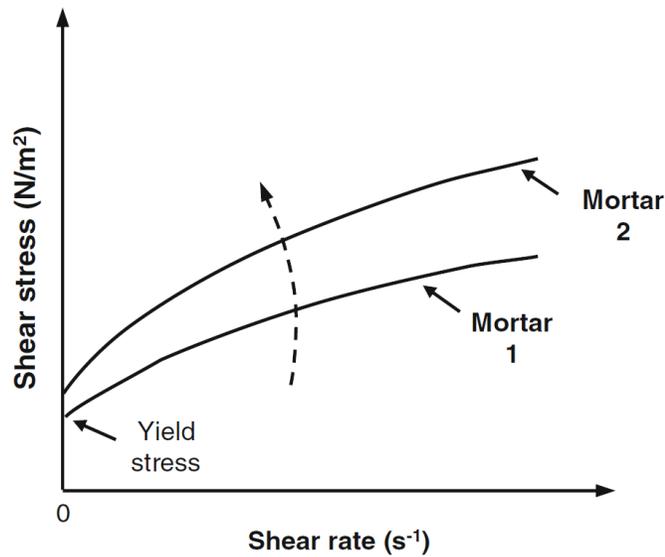
Interaction Polysaccharides / Ciments

Rhéologie

► Bilan

- Augmentation du seuil d'écoulement
- Augmentation de la viscosité
- Amplification du caractère rhéofluidifiant

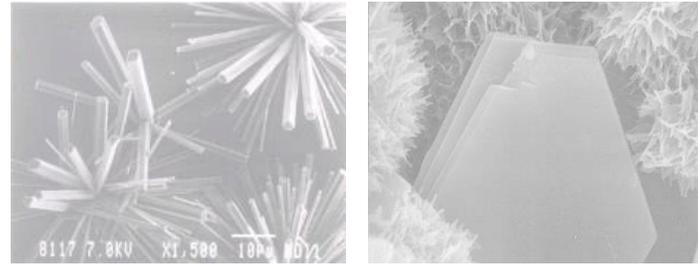
Favorisé par ↗ [P], Mp



Interaction Polysaccharides / Ciments

Quelles conséquences?

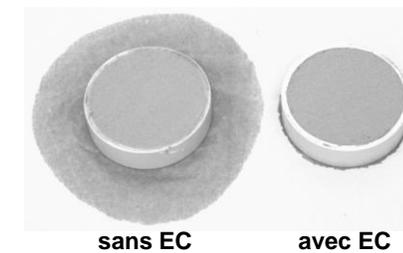
► Hydratation



► Rhéologie



► Rétention d'eau

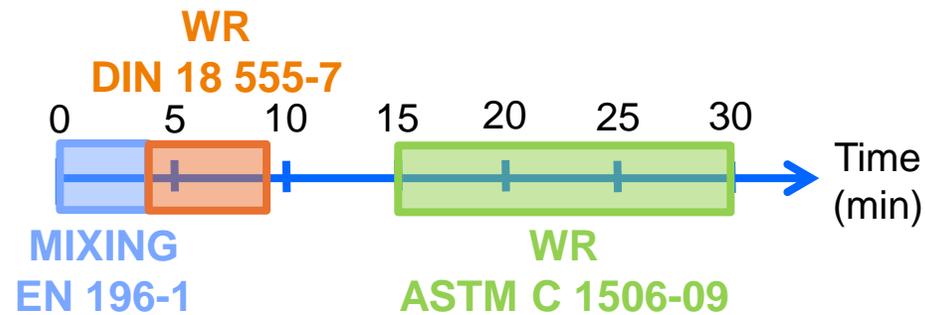
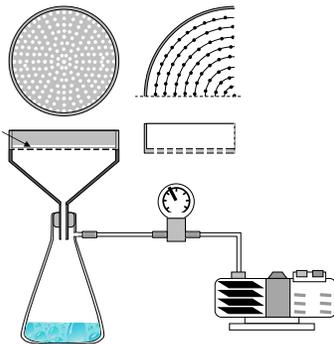
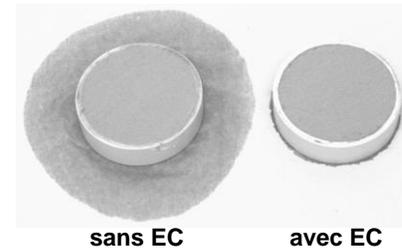
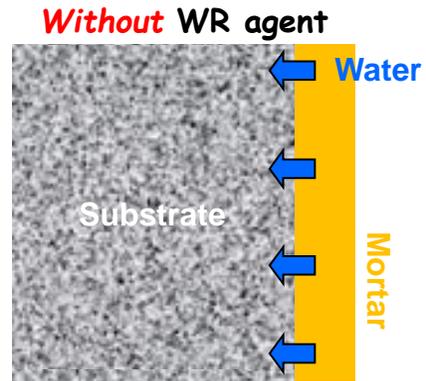
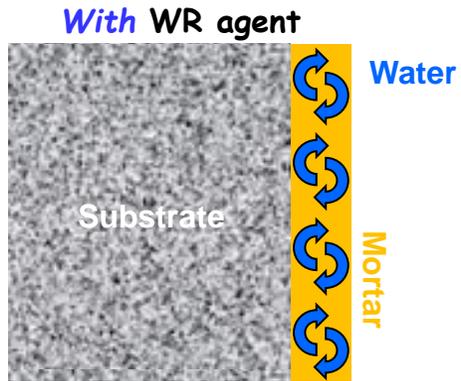


Interaction Polysaccharides / Ciments

Rétention d'eau

Polysaccharides = rétenteur d'eau

Capacité d'un mortier à retenir l'eau de gâchage lors du contact avec le support.



$$WR(\%) = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100$$

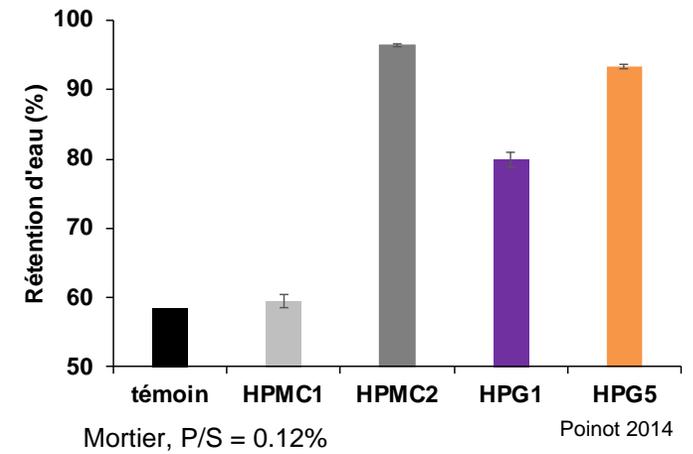
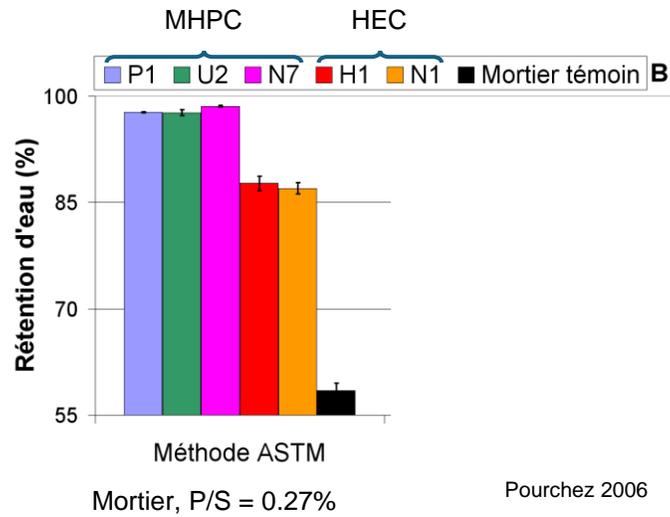
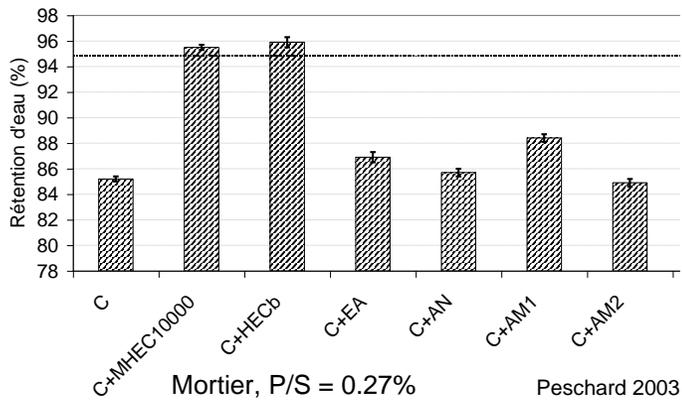
W_1 : masse d'eau perdue

W_0 : masse d'eau initiale dans le mortier

Interaction Polysaccharides / Ciments

Rétention d'eau

- Polysaccharides = rétenteur d'eau
- Rétention d'eau dépend :
 - Nature du polysaccharide

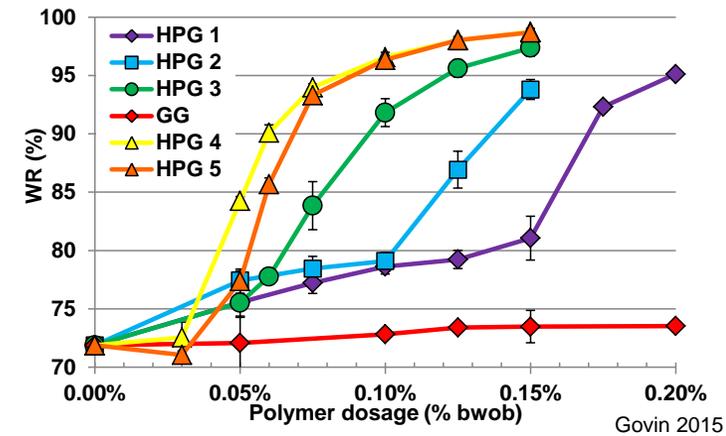
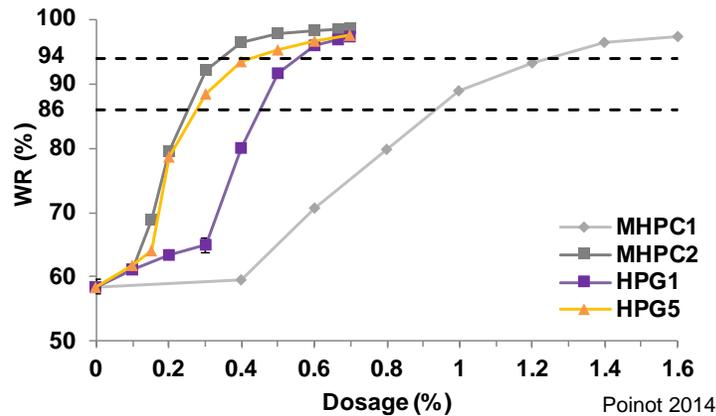


Interaction Polysaccharides / Ciments

Rétention d'eau

- Polysaccharides = rétenteur d'eau
- Rétention d'eau dépend :
 - Nature du polysaccharide
 - Concentration

↗ [P] → ↗ rétention d'eau



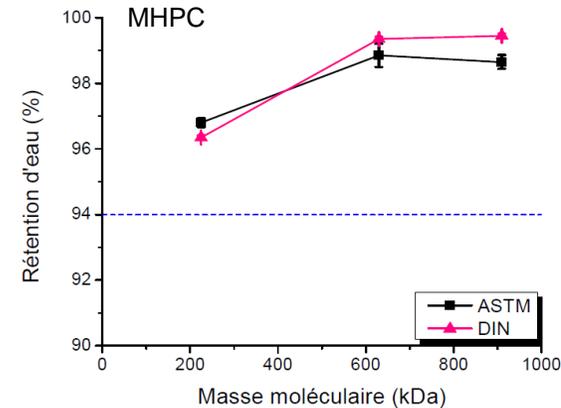
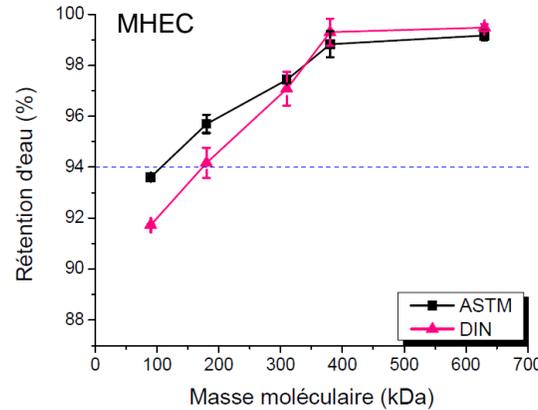
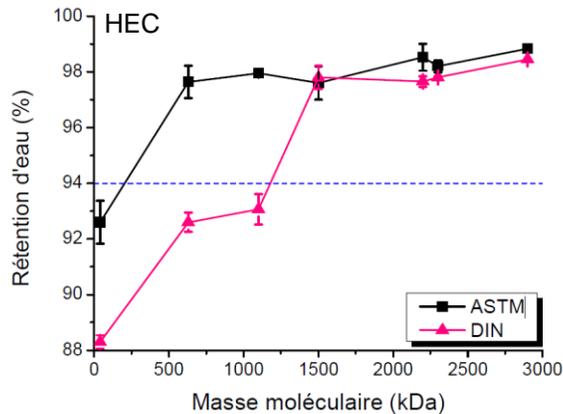
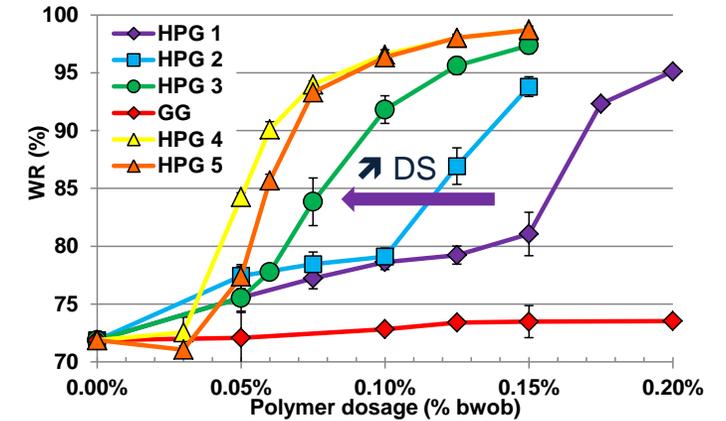
Interaction Polysaccharides / Ciments

Rétention d'eau

Polysaccharides = rétenteur d'eau

Rétention d'eau dépend :

- Nature du polysaccharide
- Concentration
- Structure du polysaccharide
 - Masse moléculaire (M_p / M_w)
 - Influence MS / DS

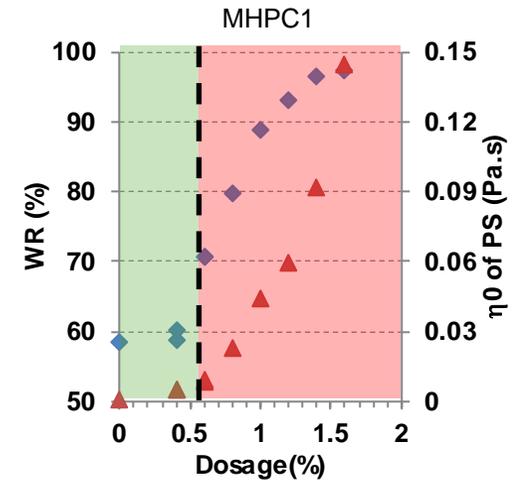
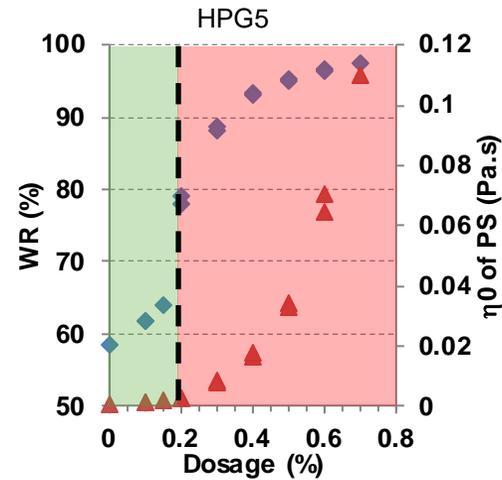
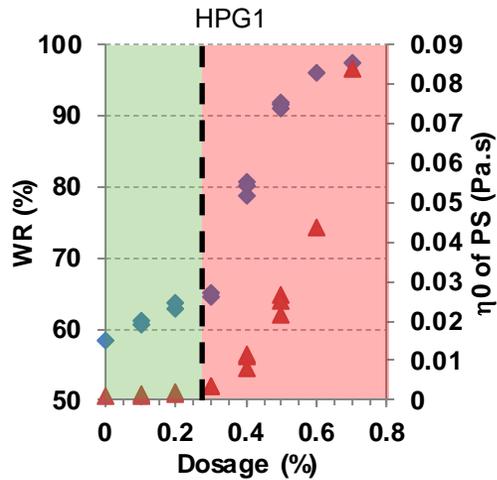


Patural 2011

Interaction Polysaccharides / Ciments

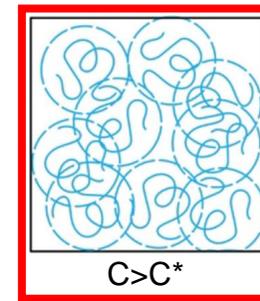
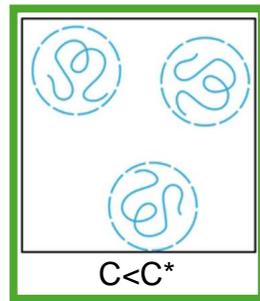
Rétention d'eau

- Polysaccharides = rétenteur d'eau
- Mécanisme



► $[P] < C^*$

Faible ↗ Rétention d'eau
avec le dosage



► $[P] > C^*$

Forte ↗ Rétention d'eau
avec le dosage

Interaction Polysaccharides / Ciments

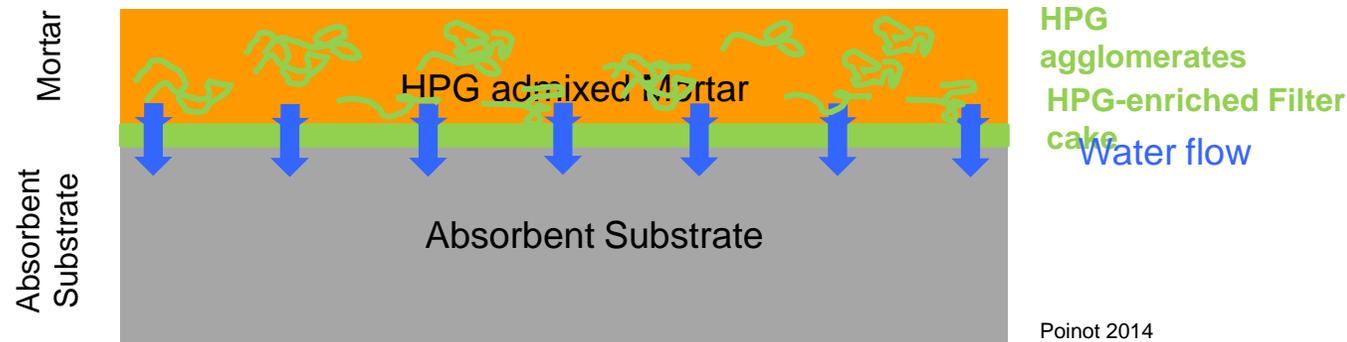
Rétention d'eau

Polysaccharides = rétenteur d'eau

Mécanisme

- ▶ Application d'un mortier sur un substrat (avec $[P] > C^*$)
 - Petite quantité d'eau perdue dans les 1^{ers} instants
 - Formation d'une fine couche enrichie en P. à l'interface mortier/substrat
 - Agglomérats P. bouchent le réseau poreux

Plus de circulation d'eau vers le substrat = rétention d'eau



- ▶ Paramètres clés : Régimes de solution = capacité d'enchevêtrement = formation d'agglomérats = faible C^* (M_p , DS)
Concentration en solution / C^* (dosage + cinétique de dissolution – adsorption)



Merci pour votre attention

Alexandre GOVIN

govin@emse.fr

+33 4 77 42 02 53