



Réhabiliter durablement les infrastructures d'assainissement touchées par la corrosion H₂S

François Saucier, Imerys
Laurent Ferreira, Imerys

⇒ Pour réparer durablement, il faut:

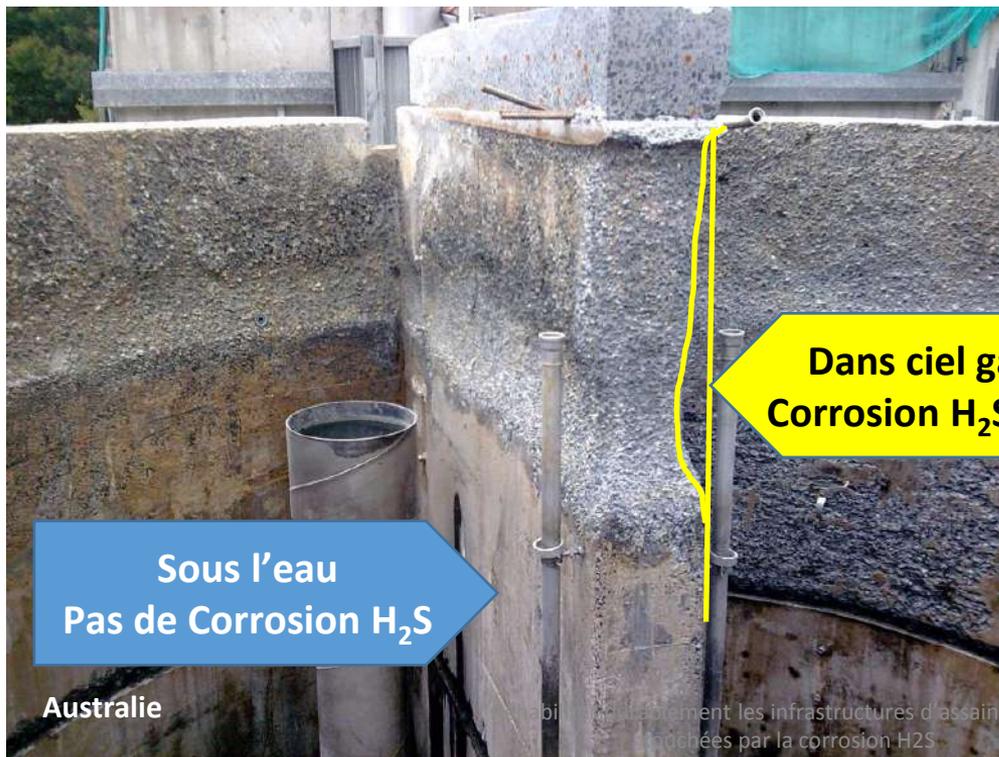
- Comprendre la Corrosion biogénique H₂S
- Connaître la résistance des aluminates de calcium à la corrosion biogénique H₂S
- Choisir la méthode de réparation adaptée au chantier
- Conclusions & Perspectives

Exemple de Corrosion H₂S sur ouvrage béton



Réhabiliter durablement les infrastructures d'assainissement touchées par la corrosion H₂S

Exemple de Corrosion H₂S sur ouvrage béton



**Exemple de
Corrosion H₂S dans
une chambre**

70 mm perdu en 7ans

**Dans ciel gazeux
Corrosion H₂S sévère**

**Sous l'eau
Pas de Corrosion H₂S**

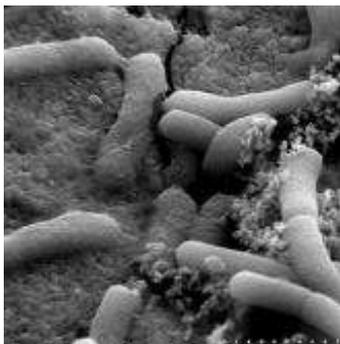
Australie

...biom...ement les infrastructures d'assainissement
touchées par la corrosion H₂S

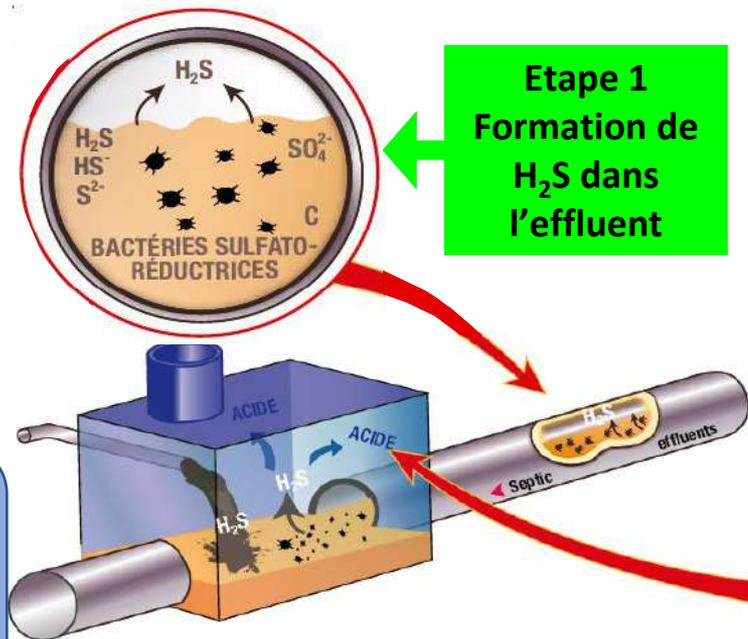
⇒ Corrosion H₂S : Un problème grandissant dans le monde

- **Les égouts sanitaires sont de plus en plus concentrés!**
 - ✓ Les citoyens acceptent d'économiser l'eau!
 - ✓ L'égout séparatif devient la norme; élimination des infiltrations.
- **Les problèmes d'odeurs font réduire la ventilation naturelle**
 - ✓ L'étalement urbain réduit les possibilités de ventilation naturelle
- **Des plus grosses stations d'épuration, plus loin des centres**
 - ✓ Temps de transport plus long, plus de temps pour former du H₂S

Principe Corrosion H₂S



On parle de corrosion **“biogénique”** parce que ce sont des bactéries qui produisent l'acide sulfurique qui attaque le béton et l'acier

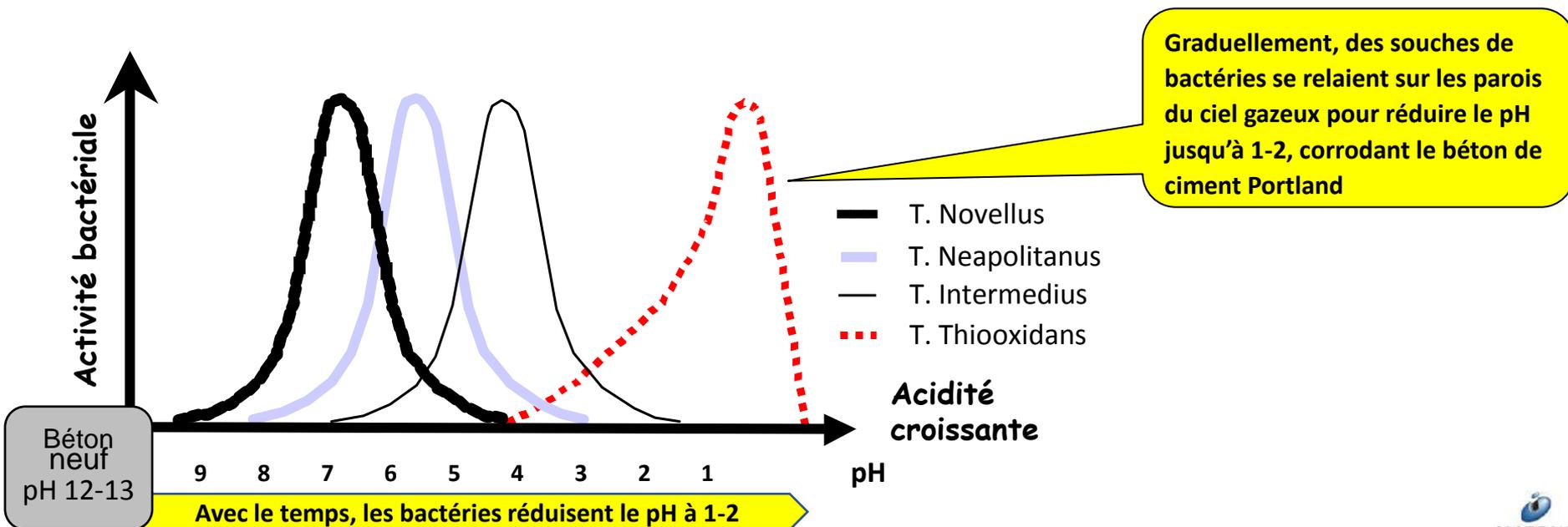


Etape 1
Formation de
H₂S dans
l'effluent

Etape 2
Formation de H₂SO₄ sur
les parois aériennes

Réhabiliter durablement les infrastructures d'assainissement touchées par la corrosion H₂S

➤ Des bactéries qui réduisent le pH de surface



⇒ Pour réparer durablement, il faut:

- Comprendre la Corrosion biogénique H₂S
- Connaître la résistance des aluminates de calcium à la corrosion biogénique H₂S**
- Choisir la méthode de réparation adaptée au chantier
- Conclusions & Perspectives

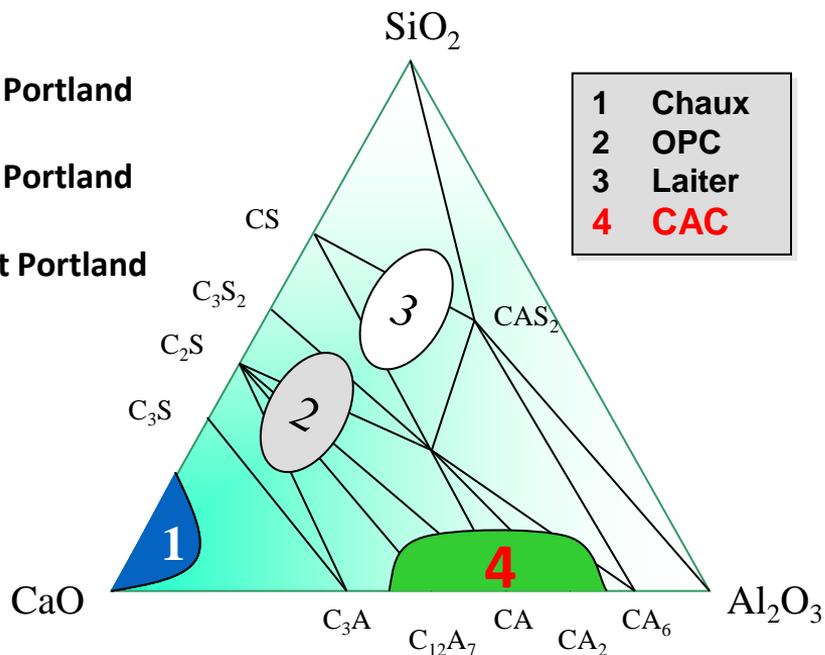
Aluminates de Calcium : rappel

Une chimie différente du ciment Portland

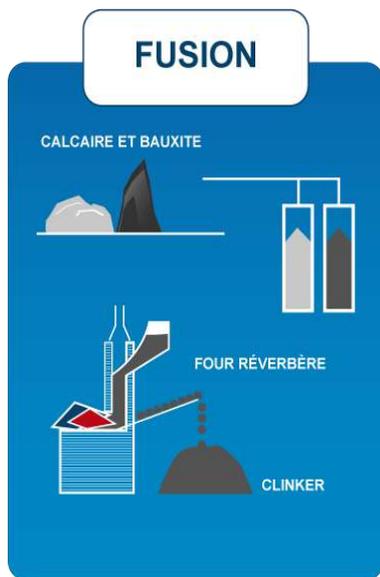
Une minéralogie différente du ciment Portland

Des propriétés différentes du ciment Portland

Dont une très bonne résistance à la corrosion biogénique en présence de H_2S



➤ Mortier 100% Aluminates de Calcium



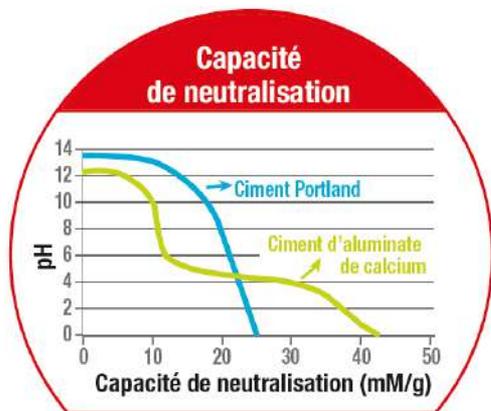
Clinker d'aluminate de calcium

Ciment d'aluminate de calcium (CAC)

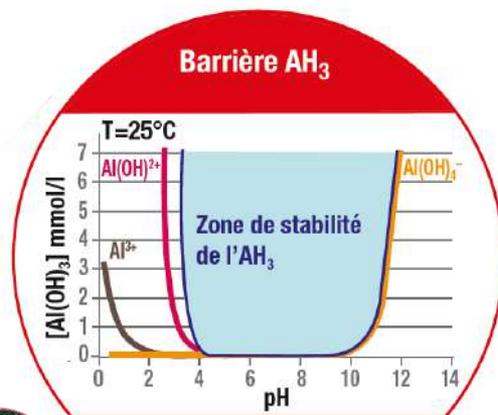
Granulat d'aluminate de calcium

Mortier/Béton 100% aluminate de calcium (CA)

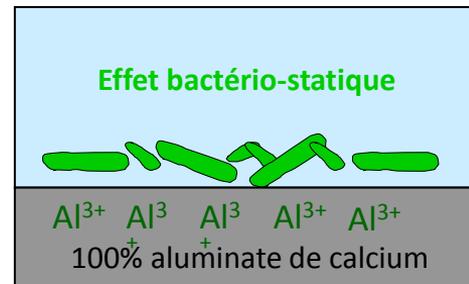
➤ Résistance à la Corrosion biogénique H₂S: 3 barrières pour une durabilité maximale



Première barrière :
Grande capacité de neutralisation

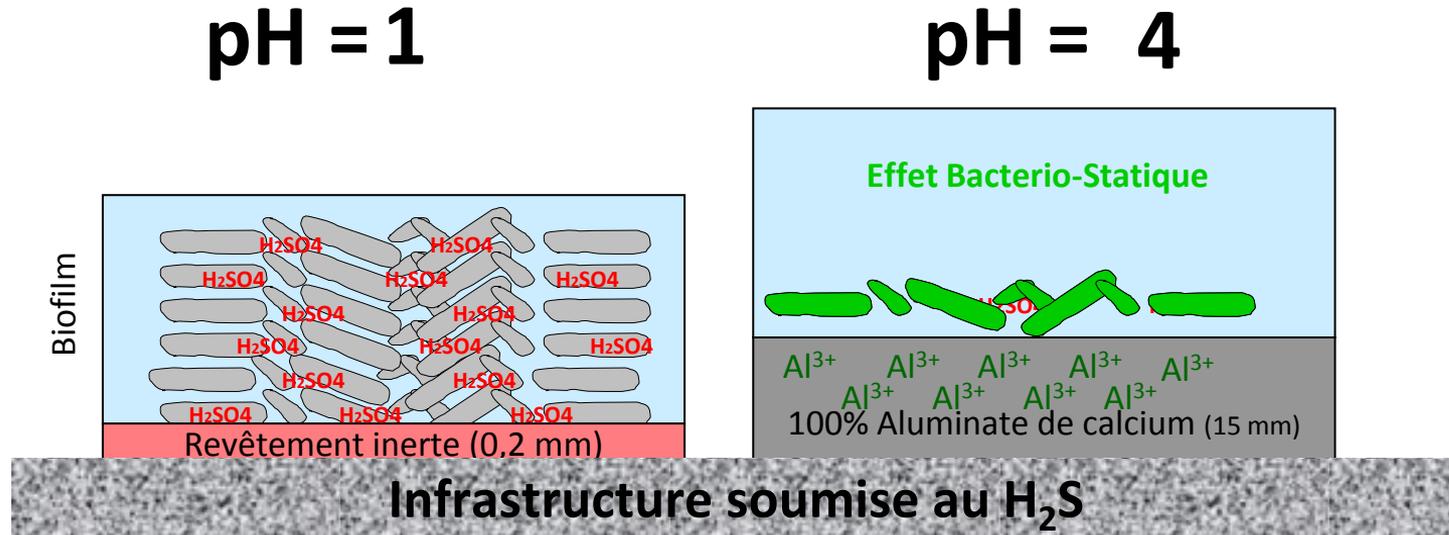


Deuxième barrière :
L'hydroxyde d'alumine AH₃ reste
uniquement stable jusqu'à pH 3 - 4

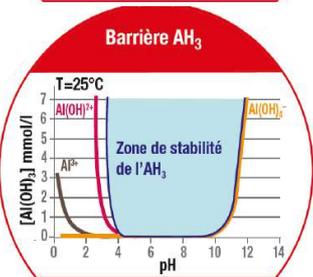
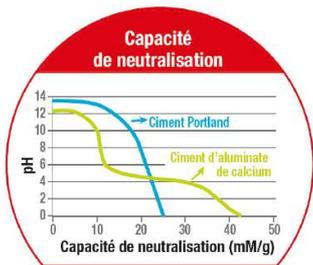


Troisième barrière :
Effet bactériostatique

➤ Réhabiliter durablement grâce à l'effet bactério-statique



➤ Réhabiliter durablement grâce à l'effet bactério-statique

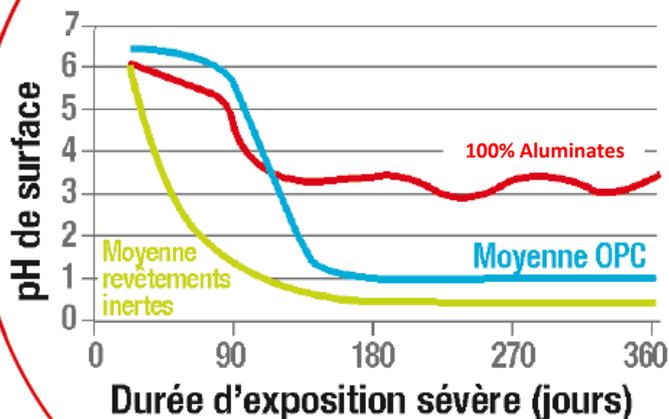


Effet bactério-statique



Al Al Al Al Al⁺
100% aluminaté de calcium

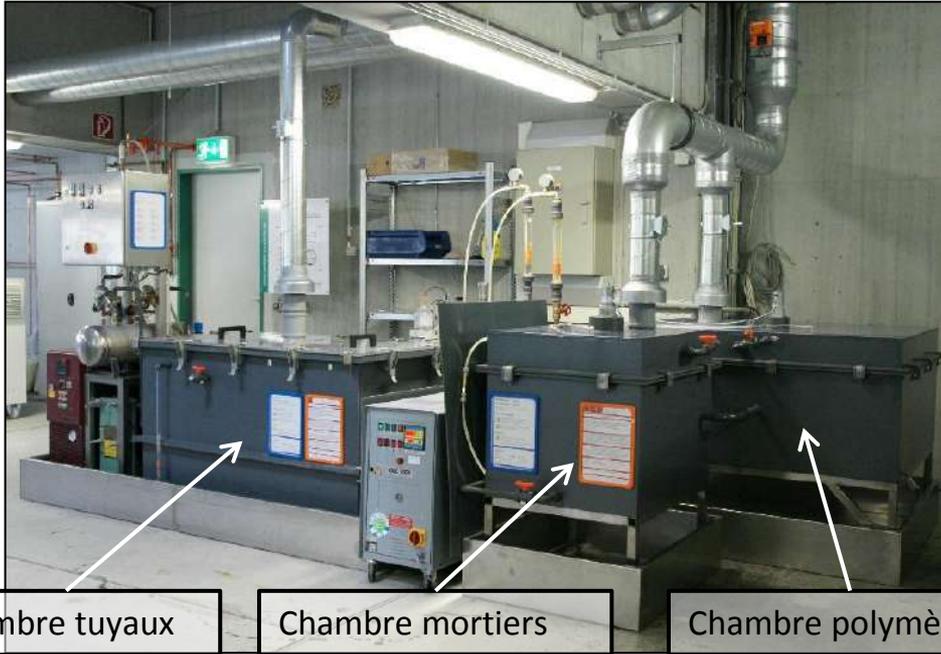
**Stabilisation
du pH autour du seuil
de solubilité de l'alumine**



Stabilisation de pH
entre 3 - 4,
autour du seuil de
solubilité de AH_3

Réhabiliter durablement les infrastructures d'assainissement
touchées par la corrosion H2S

➤ Une durabilité constatée en essais accélérés



Procédure Fraunhofer UMSICHT

- Température 30°C
- 100% Humidité Relative
- Flux permanent H₂S = 50 ou 100 ppm

- Phase de 8 semaines d'inoculation de micro-organismes

- Pulvérisation hebdomadaire de solutions nutritives

Selon le Fraunhofer-Institute UMSICHT, cette procédure a un facteur d'accélération d'environ 12

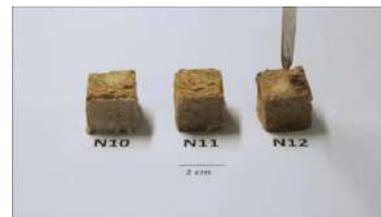
Chambre Fraunhofer – Essai Imerys 2017



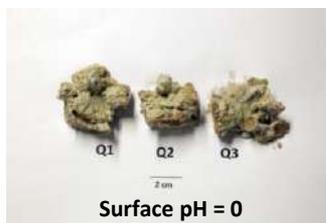
- 20 formules de 15 produits
- Suivi :
 - Evolution visuelle
 - Mesure du pH
 - Evolution de la masse
- Durée :
 - 9 mois
 - +/- 1,5 mois de préparation
- Relevé d'information : 9 mois

➤ Observations après 9 mois d'exposition

Mortier de CAC
 Granulats naturels



Geopolymere
 Produit commercial

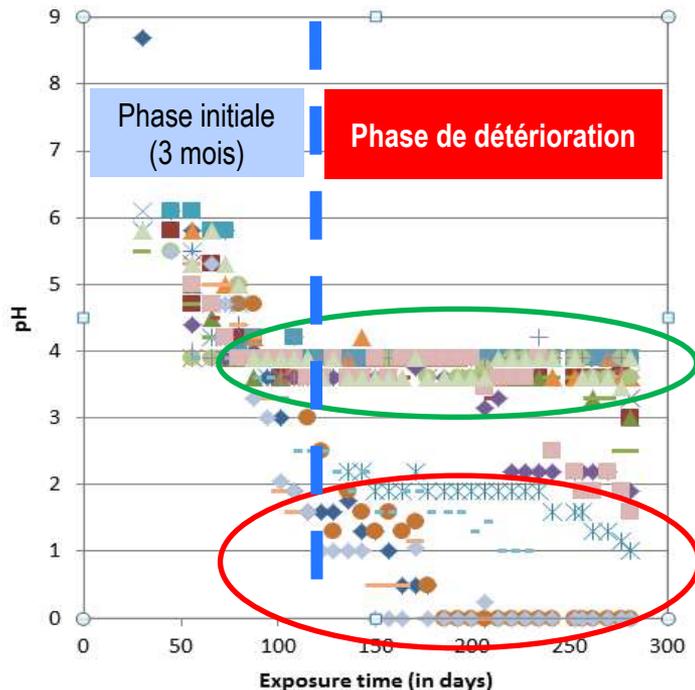


Mortier de
 Portland
 Granulats naturels



Réhabiliter durablement les infrastructures d'assainissement
 touchées par la corrosion H₂S

➤ Réhabiliter Durablement: Aluminates vs autres solutions



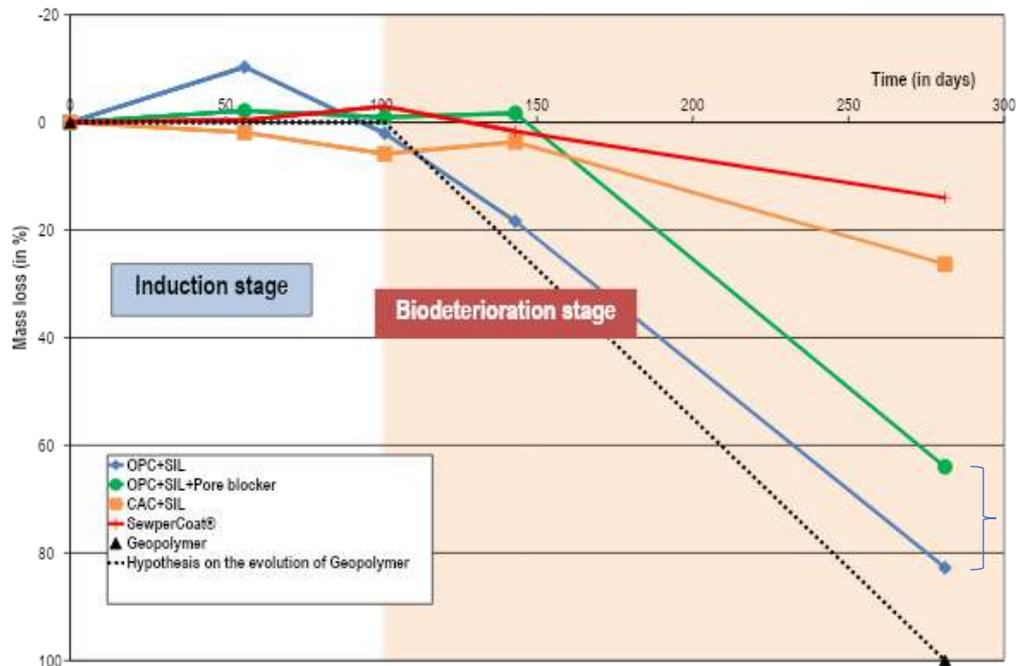
☐ Phase de préparation de 3 mois
 Tous les échantillons semblent identiques
 Même diminution de pH en surface

☐ Phase de biodétérioration active
 Rapidement, stabilisation vs chute importante de pH
 Différenciation CAC vs autres solutions (polymères, portland,..)

Solution base Aluminates

- Base ciment portland
- Geopolymere

➤ Réhabiliter Durablement: Aluminates vs autres solutions



Fraunhofer - Perte de masse Aluminates vs autres solutions

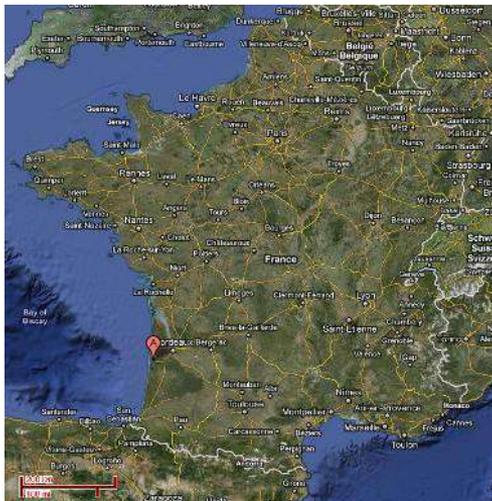
100% Aluminate de Calcium CA
(SEWPERCOAT®, FONDAG®)

Ciment Aluminate de Calcium CAC + granulats naturels
(FONDUSTEP®, FAST&FONDU®, FONDUCRETE®)

Ciment Portland

Géopolymère (produit commercial)

➤ Une durabilité constatée sur le terrain



Etude Université Gustave Eiffel
(IFFSTAR)

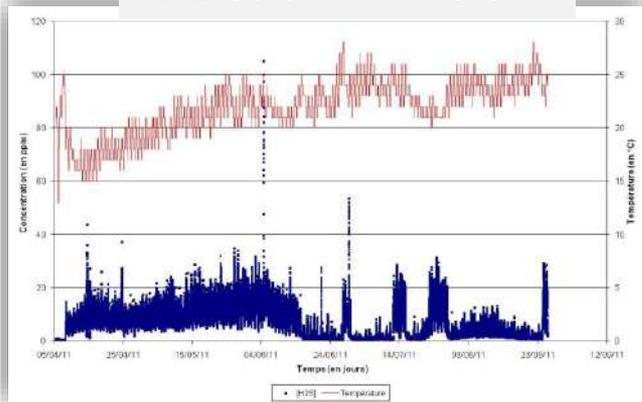
Arcachon : 2 sites
d'exposition

➤ Une durabilité constatée sur le terrain Conditions d'exposition sévères

Bâches de postes de pompage

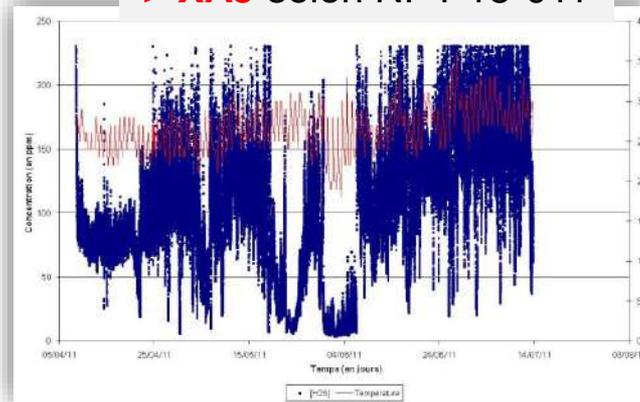
Site Malakoff

3-20 ppm / 18-25°C
XA2 selon NF P18-011



Site STEP ZI

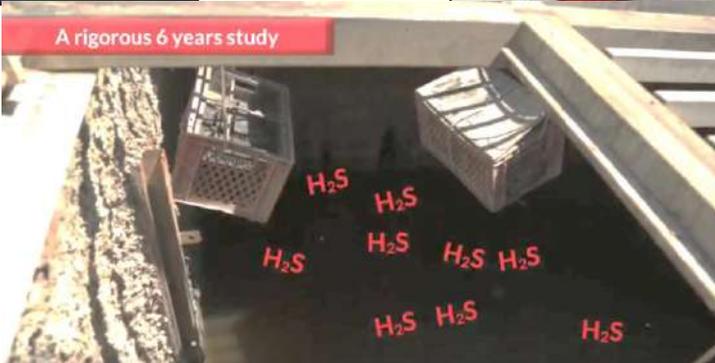
100-200 ppm / 25-30°C
> XA3 selon NF P18-011



2 niveaux d'exposition

- Malakoff: XA2
- STEP ZI: > XA3

➤ Une durabilité constatée sur le terrain Conditions d'exposition sévères



Epreuves dans une caisse
d'exposition dans le ciel gazeux

➤ Une durabilité constatée sur le terrain Après 6½ ans Conditions d'exposition sévères

Mortier CEM I	Mortier CEM III	SewperCoat®
Classe maximale recommandée par NF P18_011		
Non recommandé	XA3	XA3
		

Conditions > XA3

100% Aluminat de Calcium (CA)



Mortier de référence



➤ Pour réparer durablement, il faut:

- Comprendre la Corrosion biogénique H₂S
- Connaître la résistance des aluminates de calcium à la corrosion biogénique H₂S
- Choisir la méthode de réparation adaptée au chantier**
- Conclusions & Perspectives

➤ Réhabiliter durablement avec les aluminates de calcium: Protection monolithique en une seule opération

Mélange



Projection par voie humide (ou voie sèche)



Finition / talochage

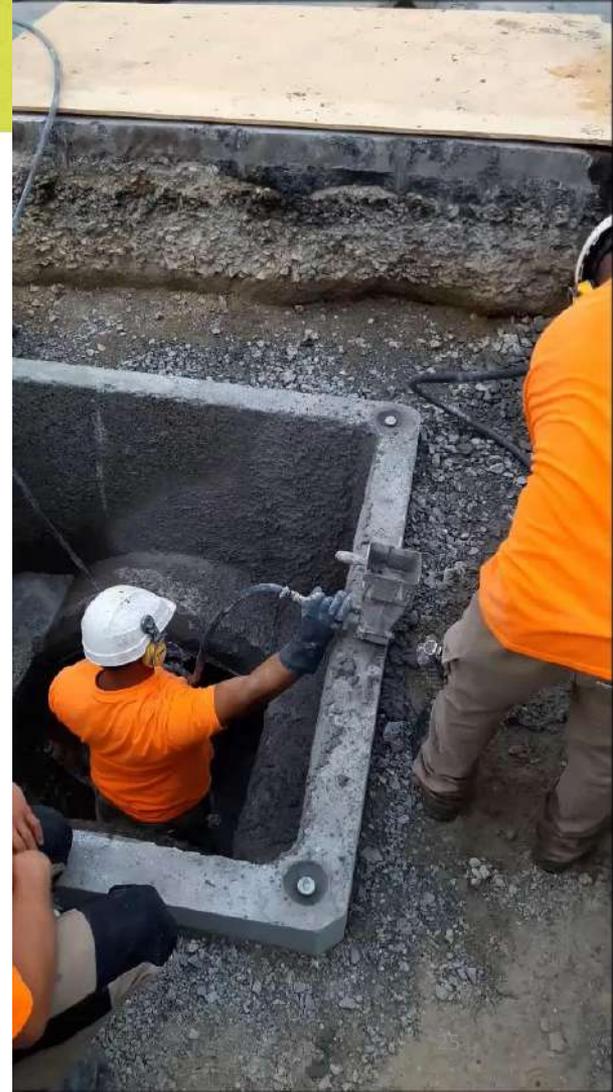


➤ Réhabiliter durablement Les petits ouvrages



**Application pneumatique
manuelle au sablon**

Simple mais faible productivité



➤ Réhabiliter durablement Les grands collecteurs



YouTube

A voir sur YouTube



SewperCoat® : Renovation in SIAAP Emissaire General Main Interceptor in 2016

395 views

LIKE DISLIKE SHARE SAVE

➤ Réhabiliter durablement Les regards

**Application mécanique par tête
rotative
Productivité élevée**



➤ Réhabiliter durablement Les grands ouvrages : STEP



⇒ Pour réparer durablement

- ☑ Comprendre la Corrosion biogénique H_2S
- ☑ Connaître la résistance des aluminates de calcium à la corrosion biogénique H_2S
- ☑ Choisir la méthode de réparation adaptée au chantier
- ☑ Conclusions & Perspectives

⇒ Conclusions & Perspectives

1) Contre la corrosion H₂S, les Aluminates de Calcium se distinguent

- Une gamme complète de mortiers et bétons prêt-à-gâcher, du regard à la STEP

2) 30 ans de retour d'expérience, et une R&D qui prépare la suite...

3) Une performance soulignée dans la prochaine version de P18-011

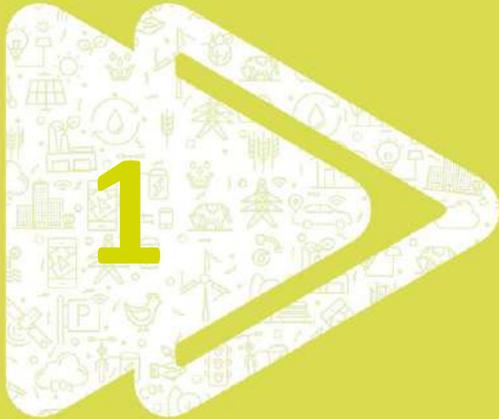
- « Recommandation des aluminates de calcium à l'exposition H₂S >XA3 »

Pour plus de renseignements, retrouvez-nous [sur le stand Imerys Hall 6 - G14](#)

Merci de votre attention



Pour en savoir plus,
retrouvez-nous
sur le stand Imerys
Hall 6 - G14



.....

TITRE DU CHAPITRE

.....