

Journées techniques Ouvrages d'Art 2013

Dijon, Mercredi 05 et Jeudi 06 juin

Influence des polymères sur l'adhérence des mortiers de réparation

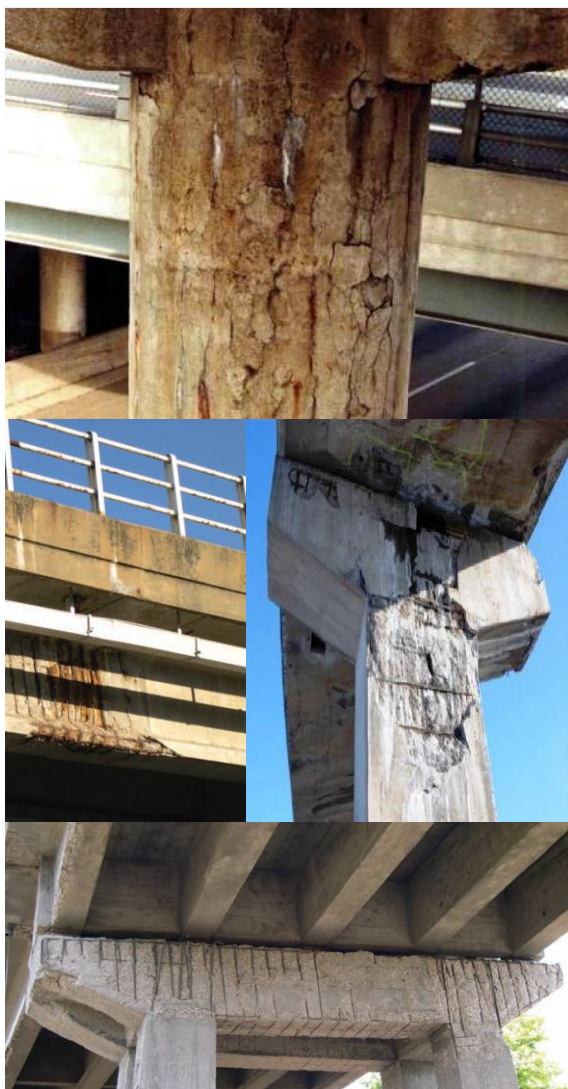
I.L. Tchegnina-Ngassam, S. Marceau,
Th. Chaussadent

Jeudi 6 juin 2013



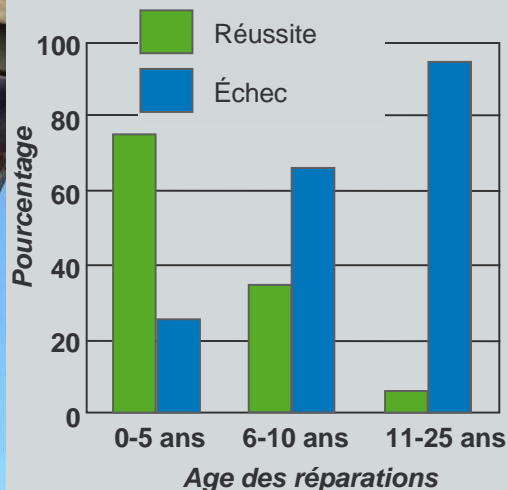
IFSTTAR

Réparation des infrastructures



■ Etat des lieux (CONREPNET)

50% du budget de l'Europe pour la construction est affecté à la réhabilitation ou à la remise à neuf d'infrastructures détériorées



| Principales causes de détérioration | Fréquence | Succès |
|-------------------------------------|-----------|--------|
| Corrosion | 54% | 50% |
| Défaut de construction | 18% | 90% |
| Gel | 12% | 25% |
| Fissures | 9% | 65% |



Produits de réparation commerciaux

- Norme NF EN 1504 applicable depuis le 1^{er} janvier 2009

"Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton"

Définit toutes les étapes d'un projet de réparation

- Produits de réparation majoritairement utilisés : 50 ayant la marque NF

- Mortier ou béton hydraulique (CC) : 22 produits

- Mortier ou béton de ciment hydraulique polymère (PCC) : 28 produits

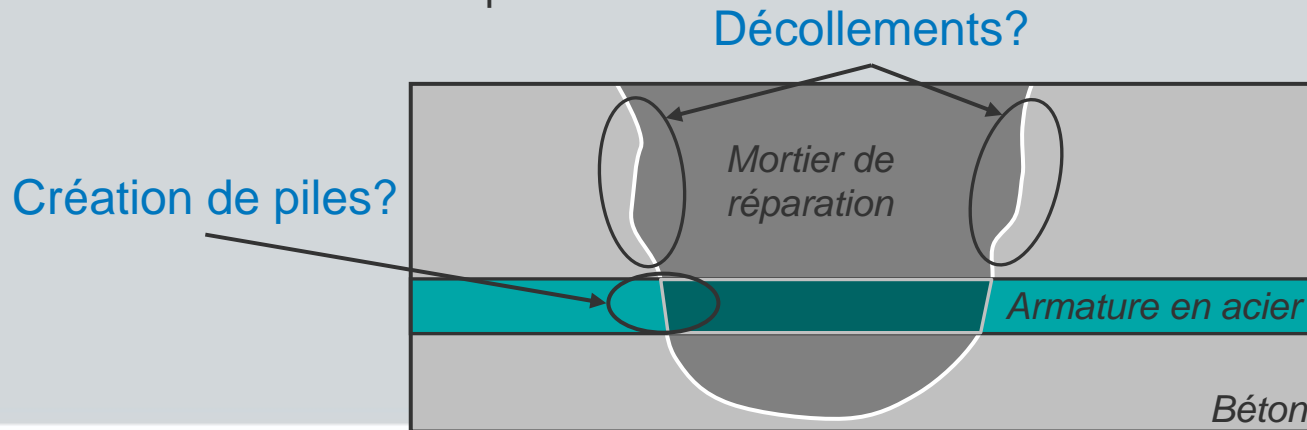
- Mortier ou béton hydraulique modifié par l'ajout de polymères additifs en quantité suffisante pour lui conférer des propriétés spécifiques

- Mono ou bi-composants



Objectifs de la thèse

- **Objectif** : Caractériser la durabilité des réparations réalisées sur les ouvrages d'art en béton avec des mortiers modifiés par des polymères
- **Démarche** :
 - Déterminer les propriétés physico-chimiques, microstructurales et mécaniques des matériaux de réparation
 - ➔ Influence de la cure
 - ➔ Influence de la présence de polymère
 - ➔ Influence de la rugosité
 - ➔ Influence des conditions de conservation
 - Caractériser l'adhérence du mortier de réparation sur un support en béton
 - Étudier la formation éventuelle de piles



Objectifs de la thèse

- **Objectif** : Caractériser la durabilité des réparations réalisées sur les ouvrages d'art en béton avec des mortiers modifiés par des polymères

- **Démarche** :

- Déterminer les propriétés physico-chimiques, microstructurales et mécaniques des matériaux de réparation

- ➔ Influence de la cure

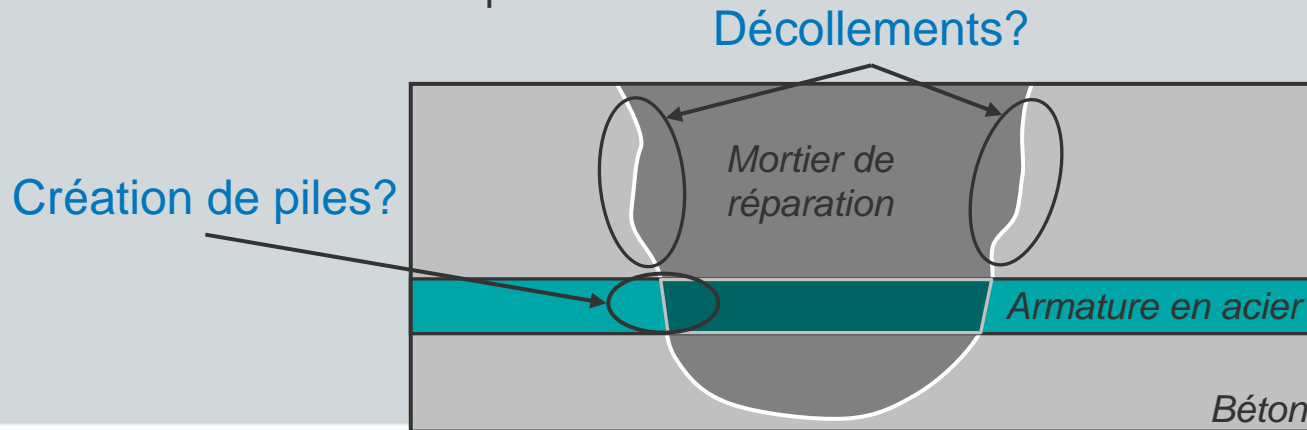
- Caractériser l'adhérence du mortier de réparation sur un support en béton

- ➔ Influence de la présence de polymère

- ➔ Influence de la rugosité

- ➔ Influence des conditions de conservation

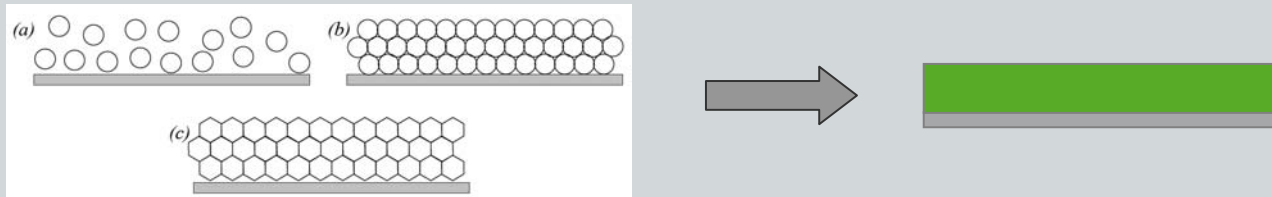
- Étudier la formation éventuelle de piles



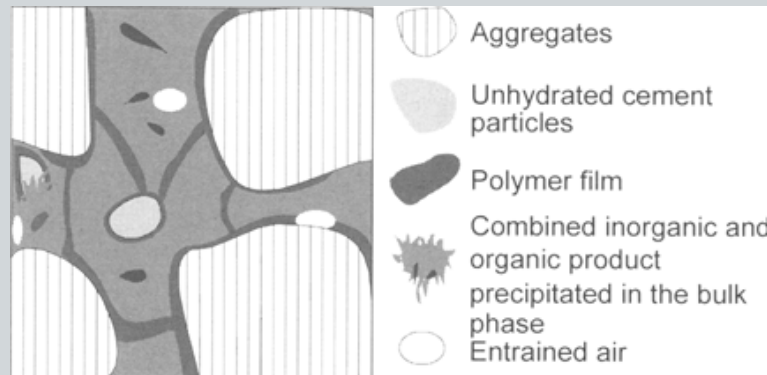
Mortiers modifiés par des polymères

■ Mélange ciment – sable – polymère sous forme de poudre ou de latex

■ Filmification du polymère pendant le séchage

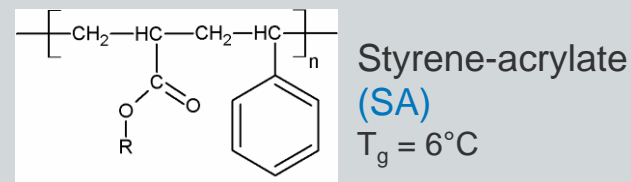
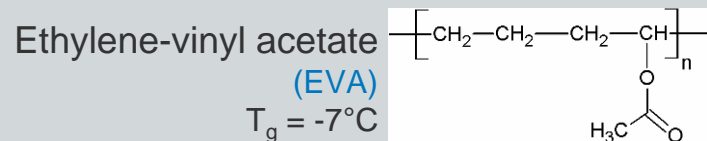


■ Microstructure : interpénétration du réseau d'hydrates de ciment et de polymère



Matériaux étudiés

- 7 mortiers commerciaux modifiés par des polymères et monocomposants (M1 à M7)
- 1 mortier non modifié (M)
- 6 mortiers modifiés par des polymères formulés en laboratoire
 - 2 poudres de polymères commerciaux



- 3 rapports polymère/ciment P/C : 5, 10 et 20%

| P/C (%) | 0 | 5 | 10 | 20 |
|---------|---|------|-------|-------|
| EVA | M | EVA5 | EVA10 | EVA20 |
| SA | | SA5 | SA10 | SA20 |

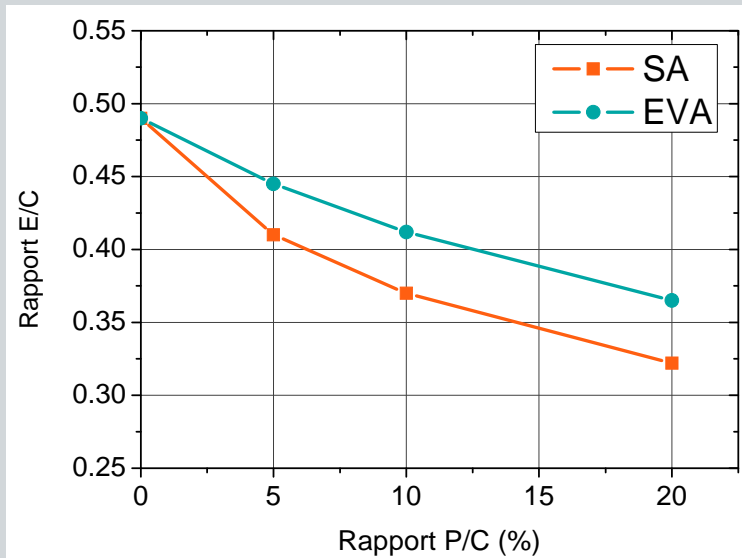
- Rapport sable / ciment = 3
- Rapport E/C ajusté pour un affaissement constant



Matériaux étudiés

■ Rapport E/C ajusté pour un affaissement constant

■ Evolution du rapport E/C



■ Diminution du rapport E/C quand P/C augmente

■ 3 types de cure

- Cure "ambiante" à $21 \pm 2^\circ\text{C}$ et $60 \pm 10\%$ HR
- Cure dans l'eau à $21 \pm 2^\circ\text{C}$
- Cure "chaude" dans une étuve à 40°C

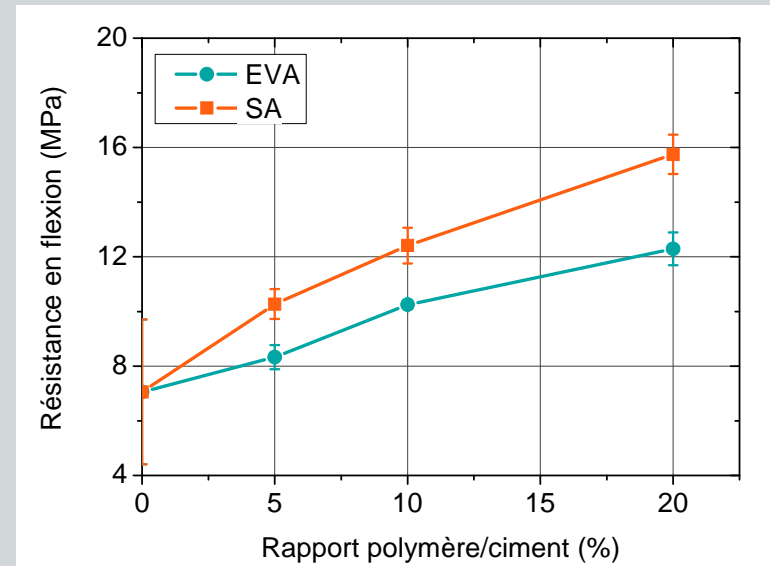
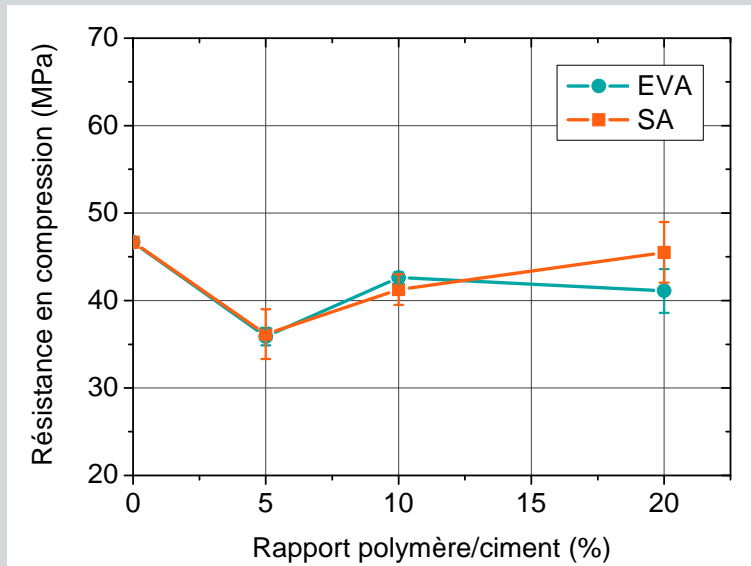
Conditions de conservation
de la norme NF EN 1504



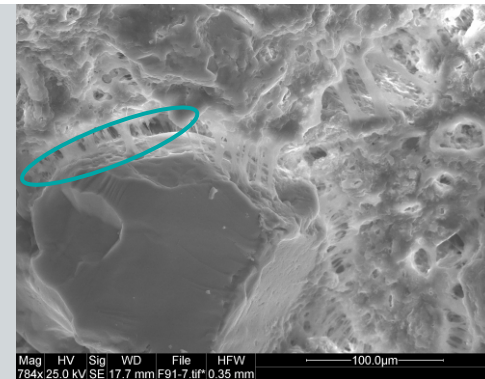
Propriétés mécaniques des mortiers modifiés

■ Influence de la présence de polymère

■ Après 28 jours de conservation dans des conditions de cure ambiante



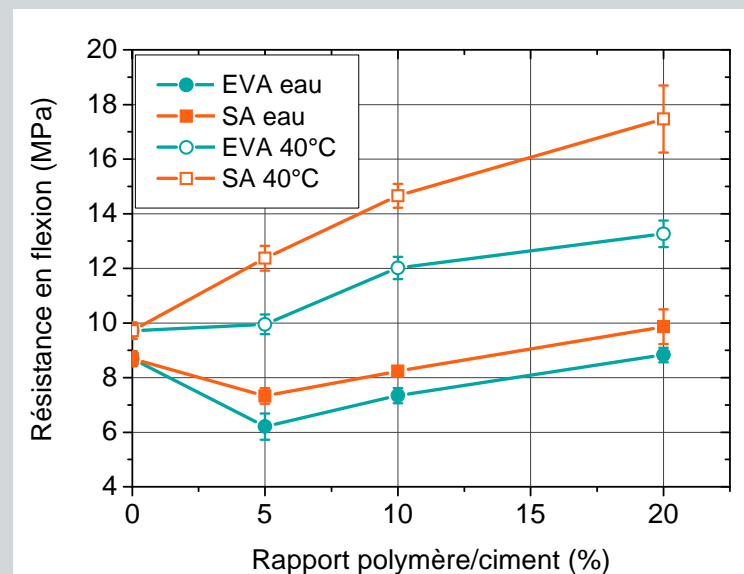
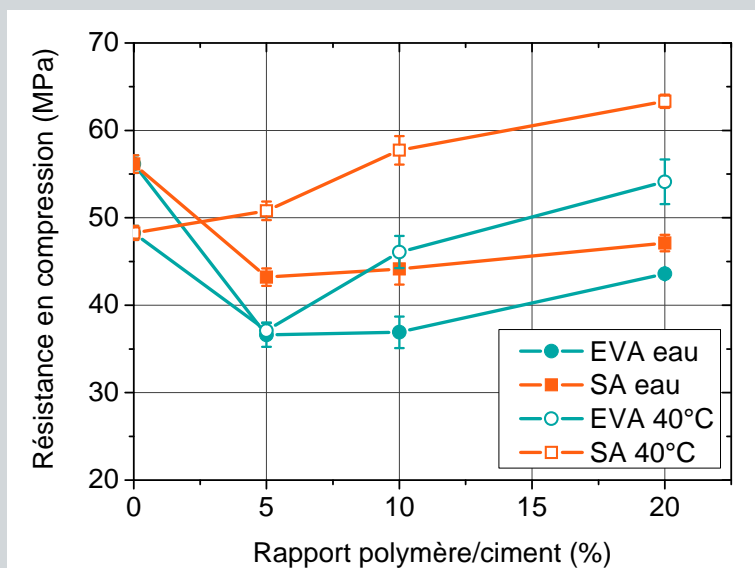
- ➔ Peu d'influence sur la résistance en compression
- ➔ Augmentation de la résistance en flexion :
Amélioration de l'interface ciment-granulat et pontage des fissures par les filaments de polymère



Propriétés mécaniques des mortiers modifiés

■ Influence du type de cure

- Après 28 jours dans des conditions de cure ambiante, dans l'eau et à 40°C
- Résultats similaires pour les cures ambiante et dans l'eau



➔ Augmentation des résistances mécaniques des mortiers modifiés après 28 jours à 40°C :

Formation de films de polymères favorisée par la température élevée

➔ Résultats similaires pour les produits commerciaux



Mise au point d'un test de mesure d'adhérence

■ Fabrication d'éprouvettes "bi-composées"



Support : mortier non modifié
*Surface sciée ou rugueuse,
sèche ou saturée en eau*

Mortier de réparation modifié

■ Essai de flexion trois points

➔ mesure de l'adhérence



■ Observation du type de rupture



adhésive

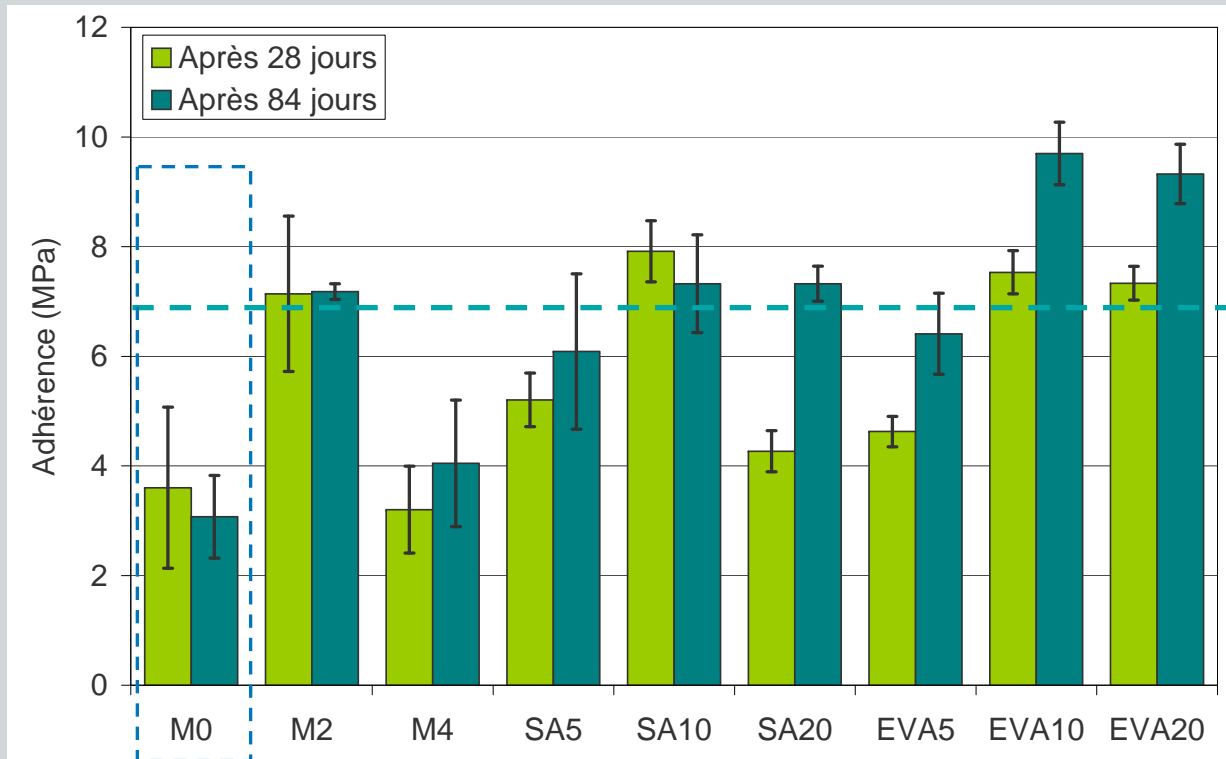


cohésive dans
le support



Adhérence en fonction du temps de durcissement

- Après durcissement du mortier de réparation pendant 28 et 84 jours dans des conditions de cure ambiante



Résistance en flexion du mortier non modifié

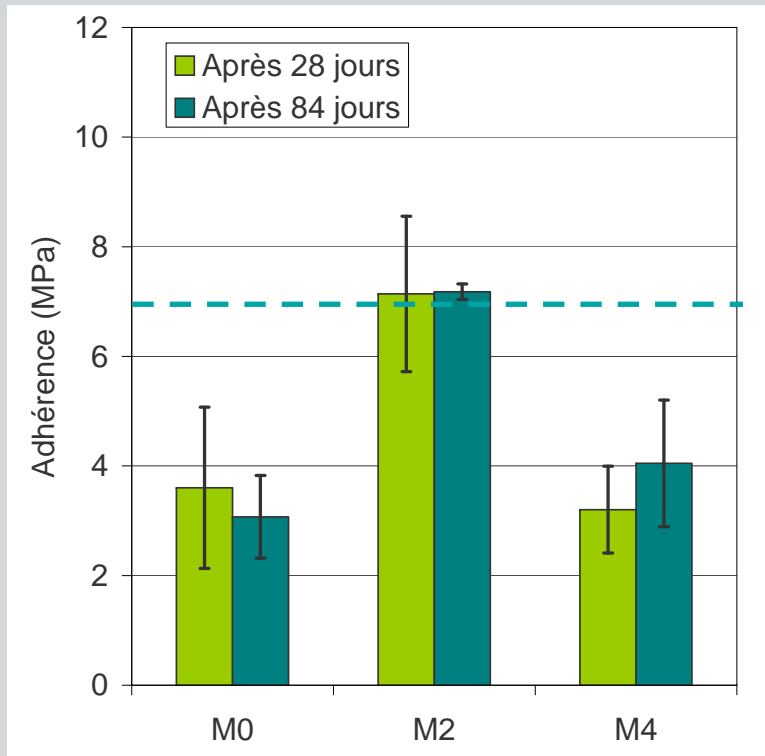
Eprouvette M0/M0

- Adhérence la plus faible
- Rupture adhésive



Adhérence en fonction du temps de durcissement

- Après durcissement du mortier de réparation pendant 28 et 84 jours dans des conditions de cure ambiante



M2, M4 : mortiers commerciaux avec la résistance mécanique la plus élevée et la plus faible

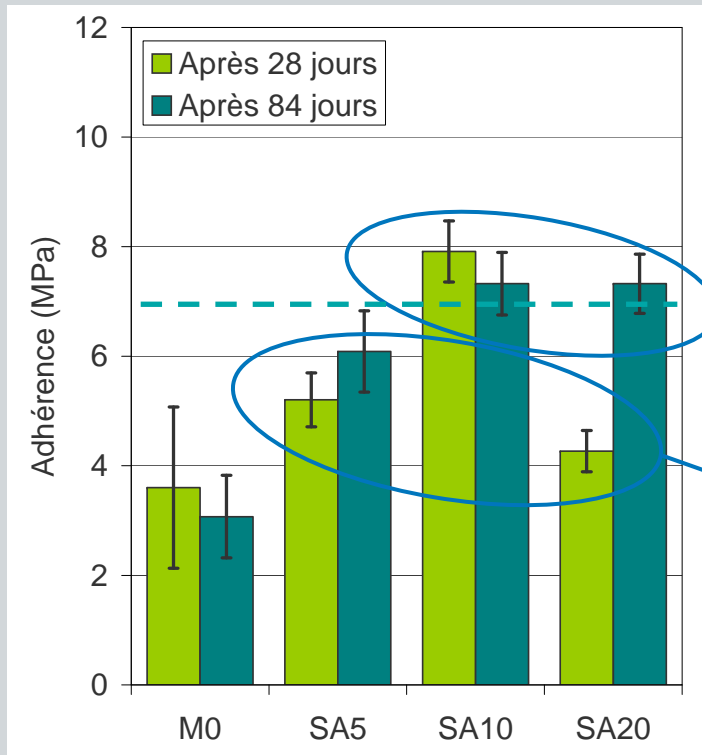
- Éprouvette M0/M2 : Adhérence élevée, rupture cohésive dans le support

- Éprouvette M0/M4 : Adhérence faible, rupture adhésive



Adhérence en fonction du temps de durcissement

- Après durcissement du mortier de réparation pendant 28 et 84 jours dans des conditions de cure ambiante



Mortiers modifiés par du SA

- A 28 jours : adhérence maximale pour P/C = 10%
- A 84 jours : adhérence maximale à partir de 10%

Rupture cohésive dans le support

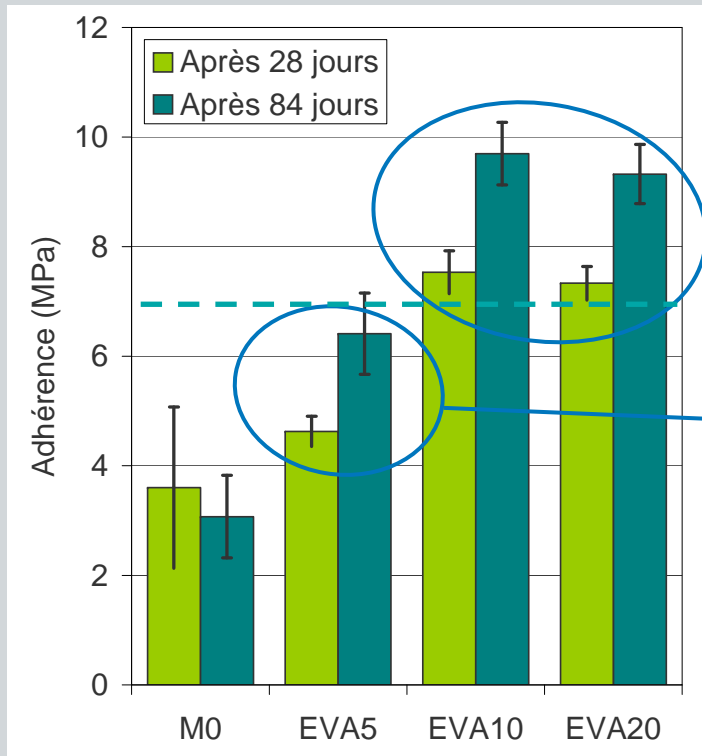
Rupture adhésive

➔ Augmentation de l'adhérence avec la présence de polymère



Adhérence en fonction du temps de durcissement

- Après durcissement du mortier de réparation pendant 28 et 84 jours dans des conditions de cure ambiante



Mortiers modifiés par de l'EVA

- Valeurs maximale à partir de P/C = 10%

➔ Rupture cohésive dans le support

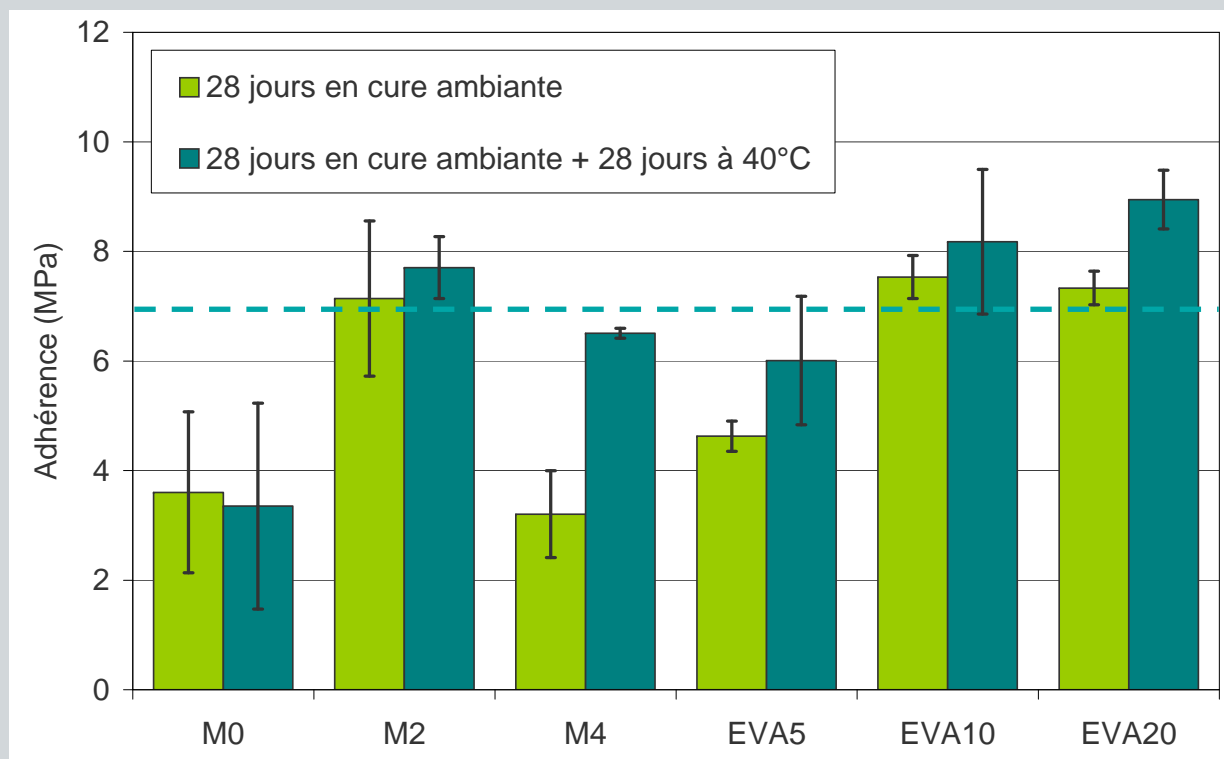
➔ Rupture adhésive

- ➔ Adhérence plus élevée qu'avec le SA



Adhérence en fonction du type de cure

■ Adhérence après 28 jours de cure ambiante + 28 jours à 40°C

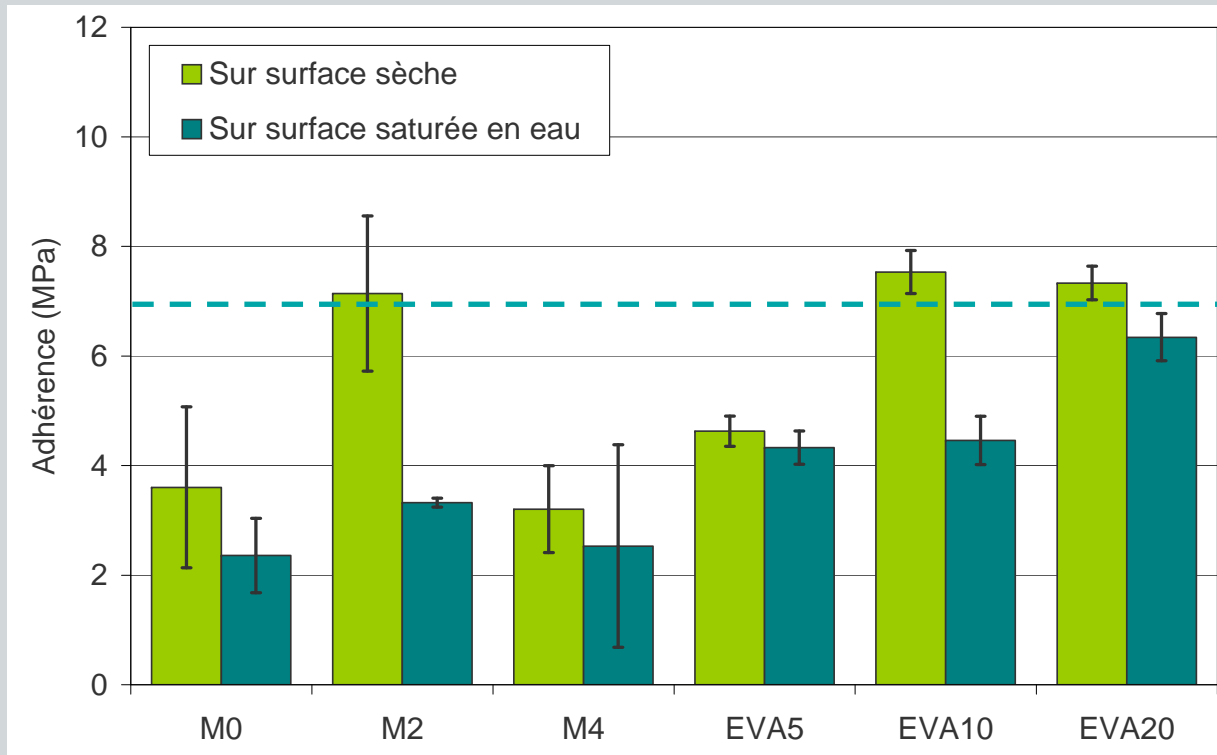


➔ **Augmentation de l'adhérence après conservation à 40°C**



Adhérence en fonction de l'état du support

■ Adhérence après 28 jours de cure ambiante sur surface sèche ou saturée en eau



➔ Adhérence plus faible sur support saturé en eau



Conclusion

- Augmentation des propriétés mécaniques des mortiers avec l'addition de polymères et une cure à 40°C
- Augmentation de l'adhérence avec l'addition de polymères
- Adhérence plus élevée après conservation à 40°C
- Adhérence plus faible sur support saturé en eau

Perspectives

- Définir les paramètres permettant d'améliorer l'adhérence des mortiers sur un support béton
- Etude des propriétés électrochimiques des mortiers : effet de la présence de polymère sur la corrosion et la passivation des armatures



Merci pour votre attention

Sandrine Marceau

Ifsttar – Département Matériaux et Structures

sandrine.marceau@ifsttar.fr

