

# Journées techniques Ouvrages d'Art 2013

Dijon, Mercredi 05 et Jeudi 06 juin

## Influence des polymères sur l'adhérence des mortiers de réparation

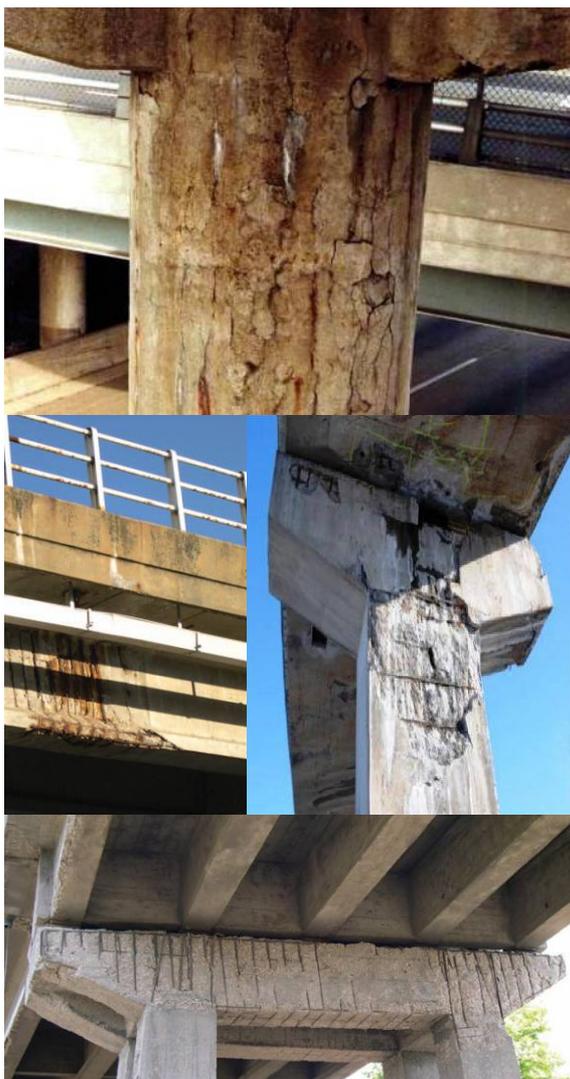
I.L. Tchegnina-Ngassam, **S. Marceau**,  
Th. Chaussadent

Jeudi 6 juin 2013



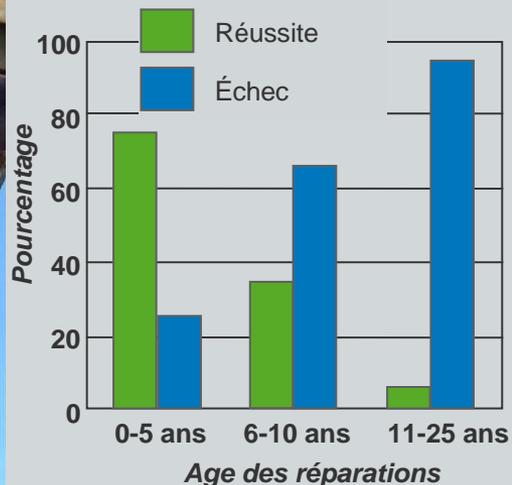
IFSTTAR

# 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<sup>er</sup> 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

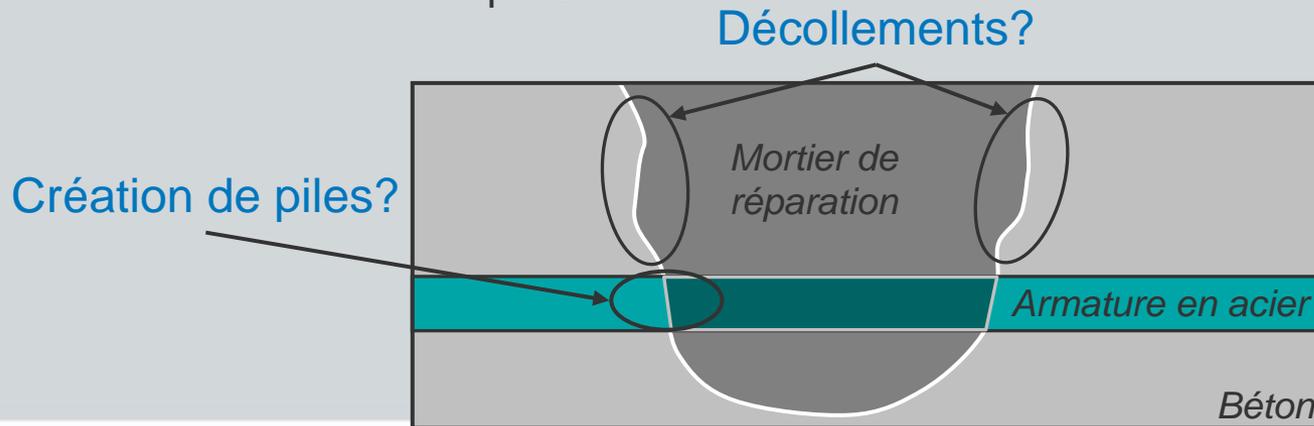
- Mono ou bi-composants



# 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

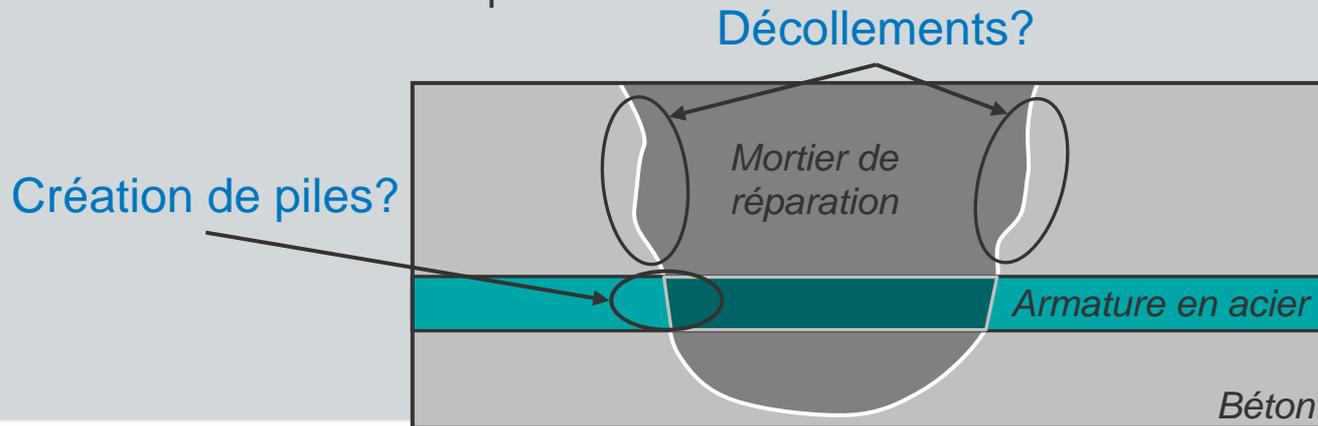
- Caractériser l'adhérence du mortier de réparation sur un support en béton

- ➔ Influence de la présence de polymère

- ➔ Influence de la rugosité

- ➔ Influence des conditions de conservation

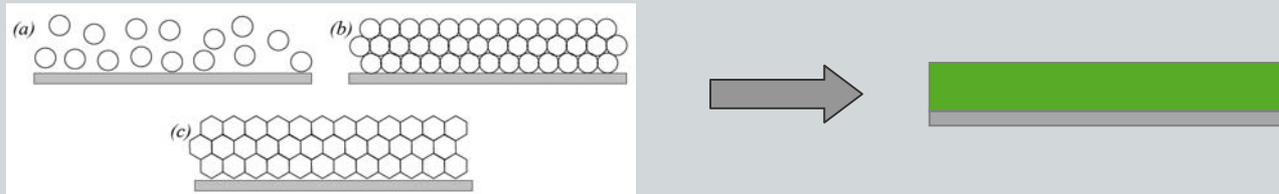
- Étudier la formation éventuelle de piles



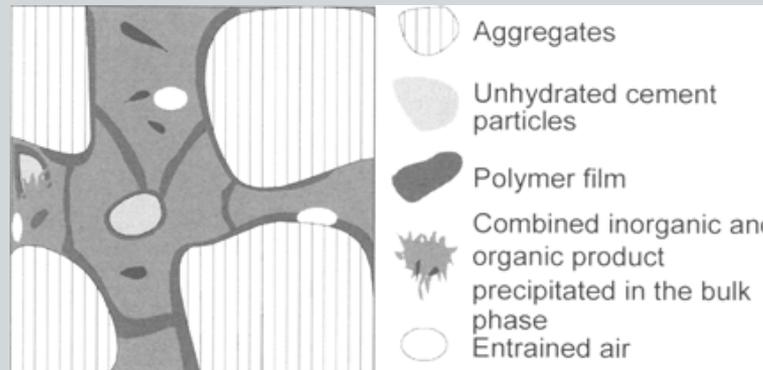
# Mortiers modifiés par des polymères

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

### ■ Filmification du polymère pendant le séchage

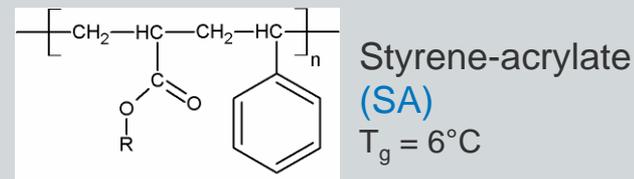
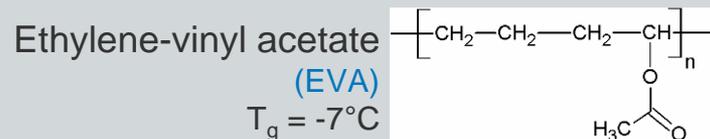


### ■ Microstructure : interpénétration du réseau d'hydrates de ciment et de polymère



# 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

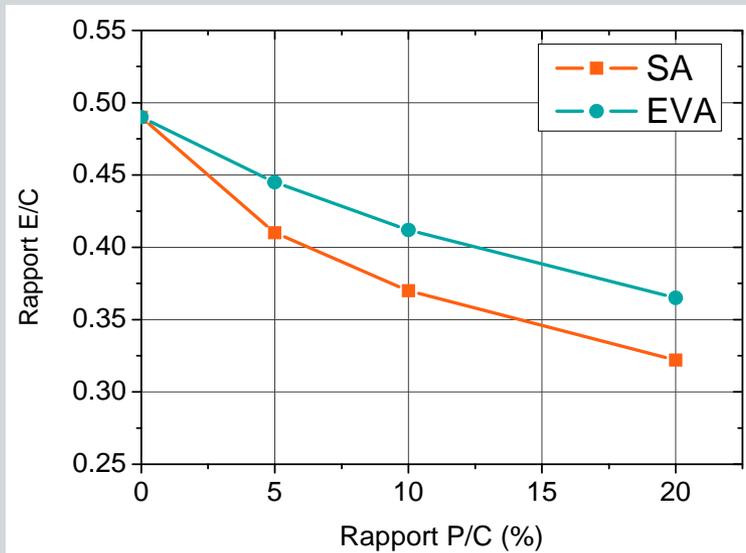
- Rapport sable / ciment = 3
- Rapport E/C ajusté pour un affaissement constant



# 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  $40^\circ\text{C}$

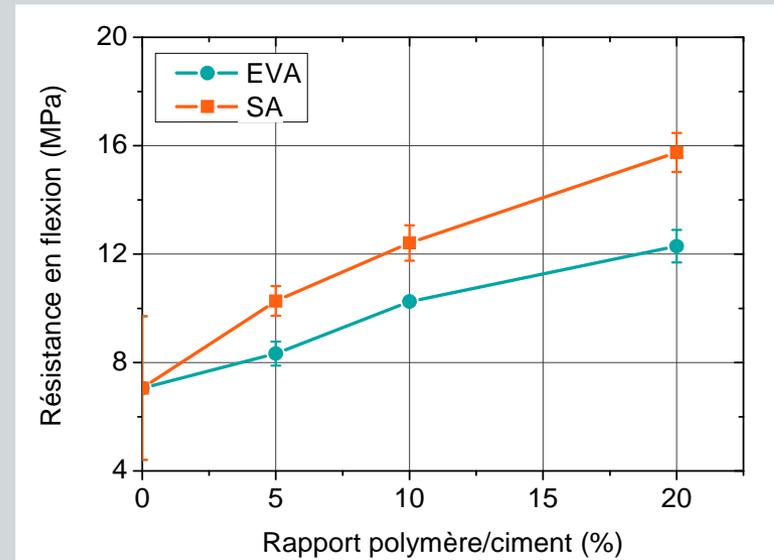
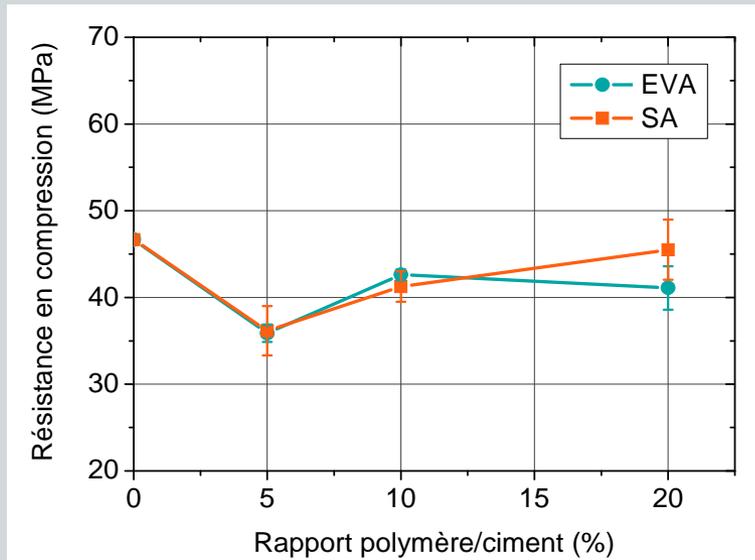
*Conditions de conservation  
de la norme NF EN 1504*



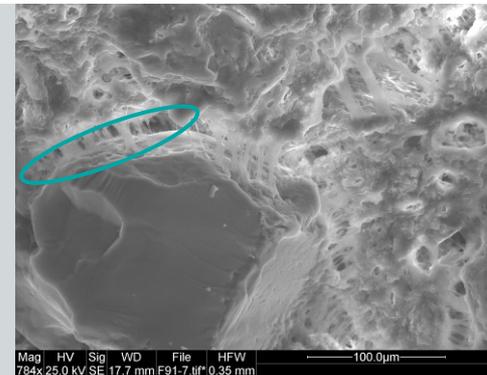
# Propriétés mécaniques des mortiers modifiés

## ■ Influence de la présence de polymère

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



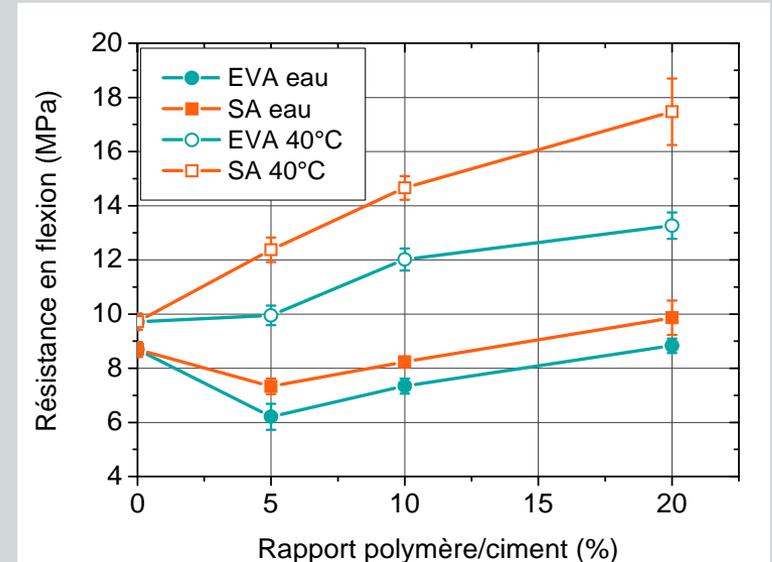
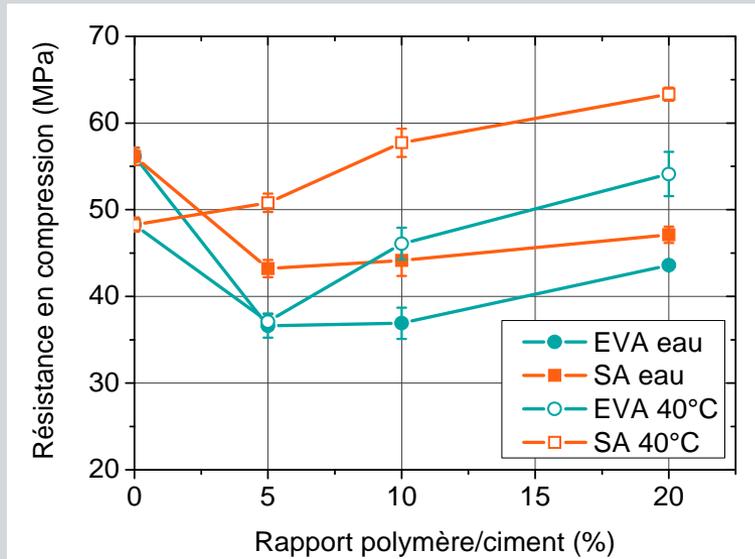
- ➔ Peu d'influence sur la résistance en compression
- ➔ Augmentation de la résistance en flexion :  
Amélioration de l'interface ciment-granulat et pontage des fissures par les filaments de polymère



# 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 :

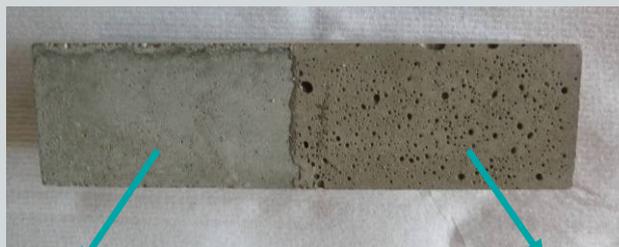
Formation de films de polymères favorisée par la température élevée

➔ Résultats similaires pour les produits commerciaux



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

## ■ Fabrication d'éprouvettes "bi-composées"

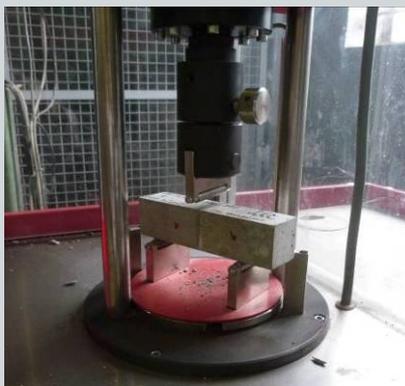


**Support : mortier non modifié**  
*Surface sciée ou rugueuse,  
sèche ou saturée en eau*

**Mortier de réparation modifié**

## ■ Essai de flexion trois points

➔ mesure de l'adhérence



## ■ Observation du type de rupture



adhésive

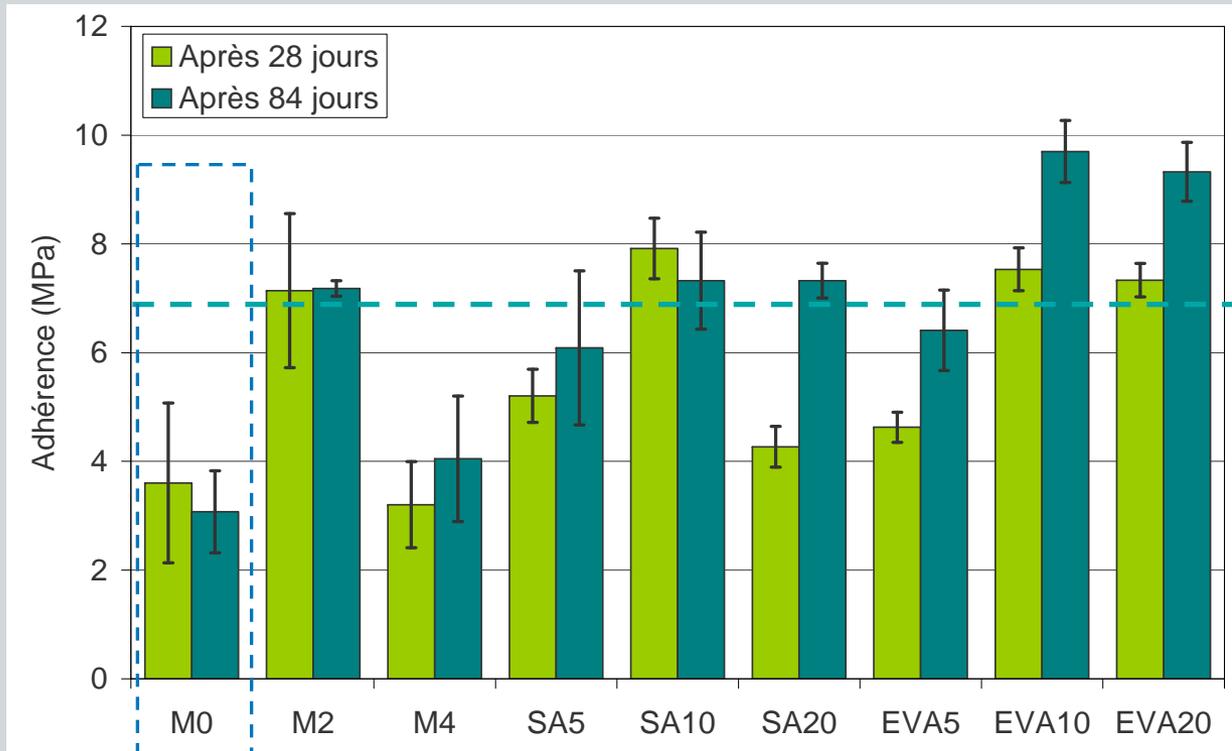


cohésive dans  
le support



# 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

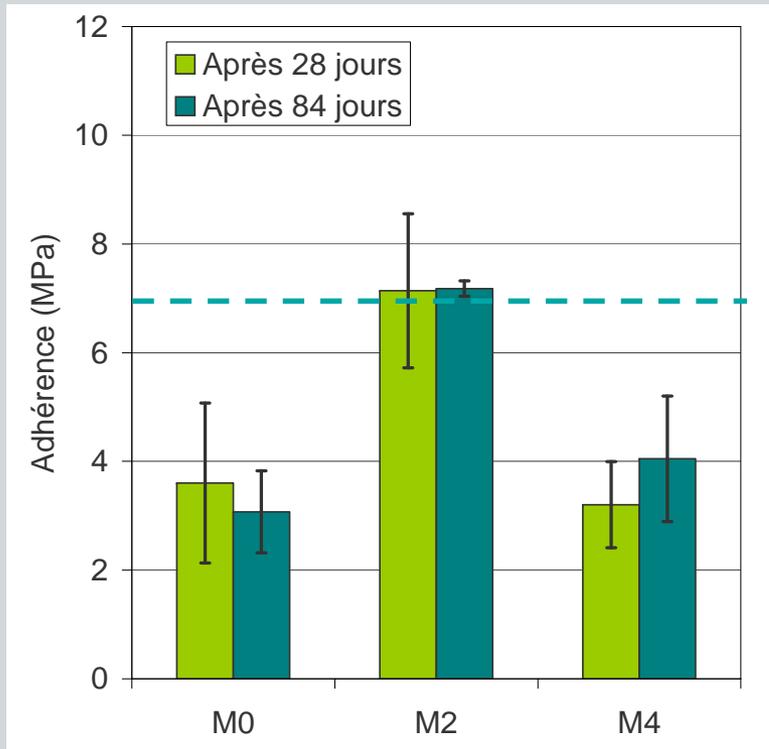
Eprouvette M0/M0

- 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*

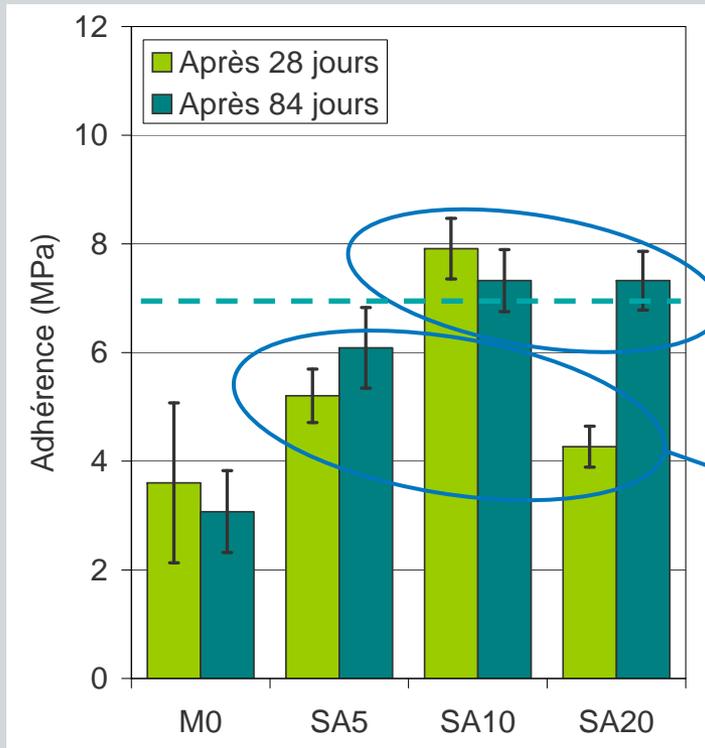
- Éprouvette M0/M2 : Adhérence élevée, rupture cohésive dans le support

- 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

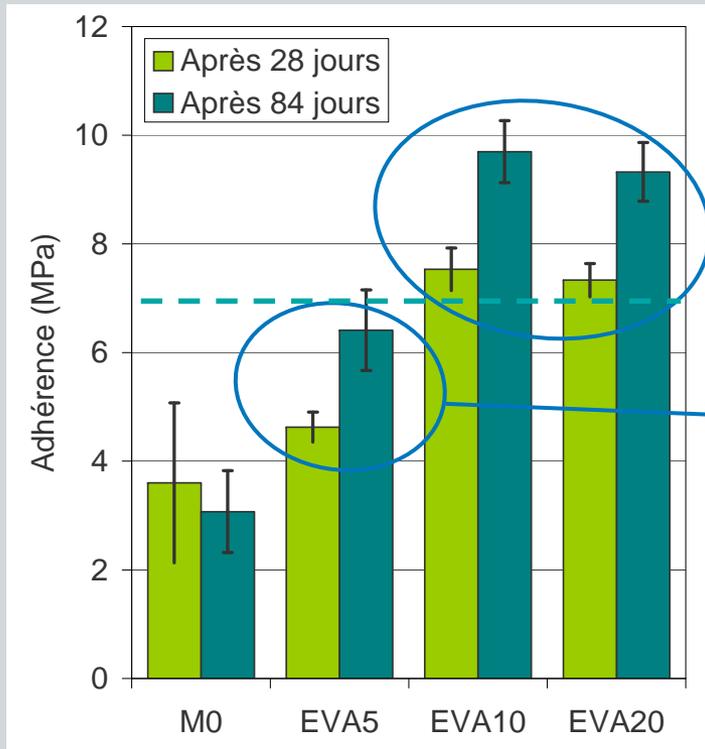
Rupture adhésive

- ➔ 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

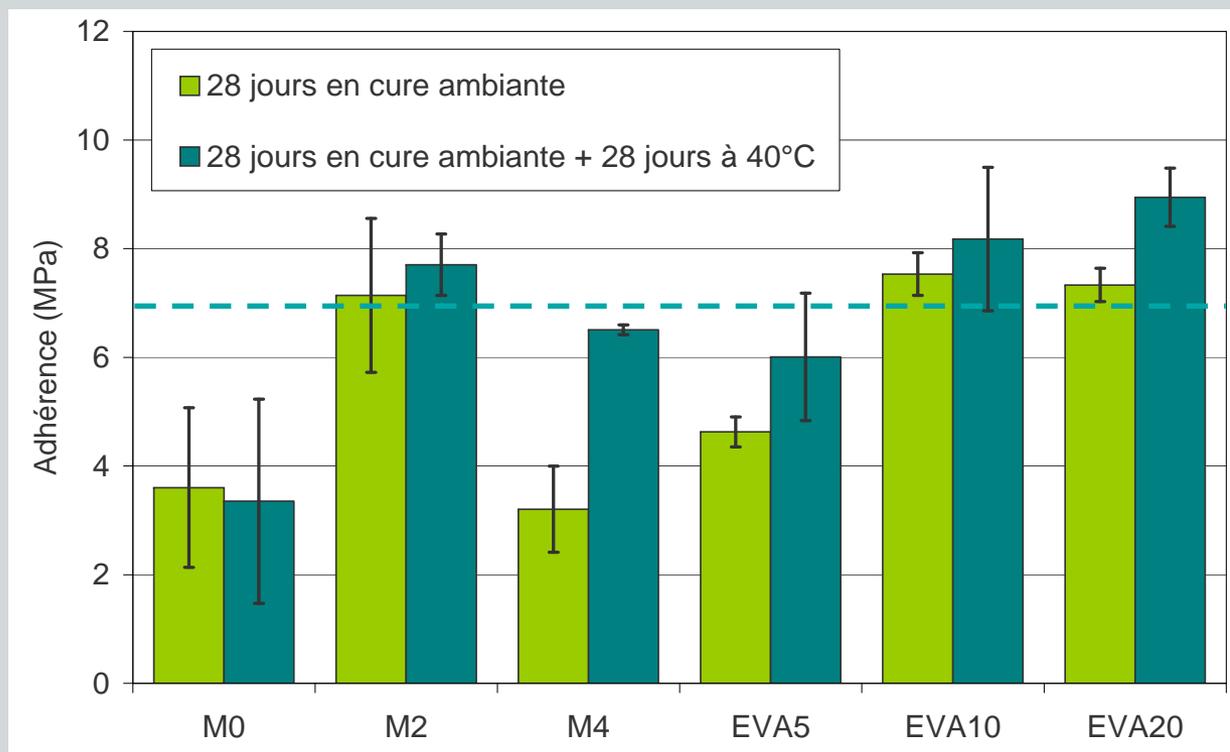
➔ Rupture adhésive

- ➔ 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

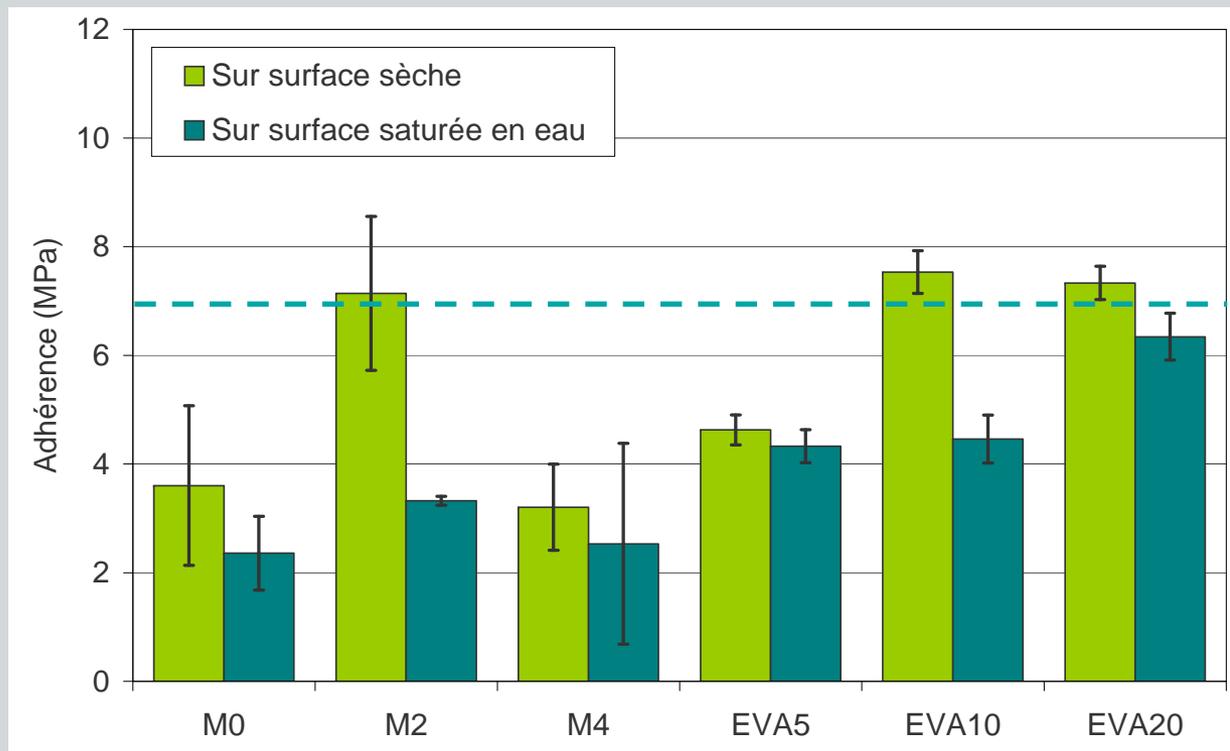


➔ **Augmentation de l'adhérence après conservation à 40°C**



# 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](mailto:sandrine.marceau@ifsttar.fr)

