



Cerema



IFSTTAR



# Expérimentation de la poutre VIPP de Clerval

## *Opérations de renforcement par matériaux composites collés*

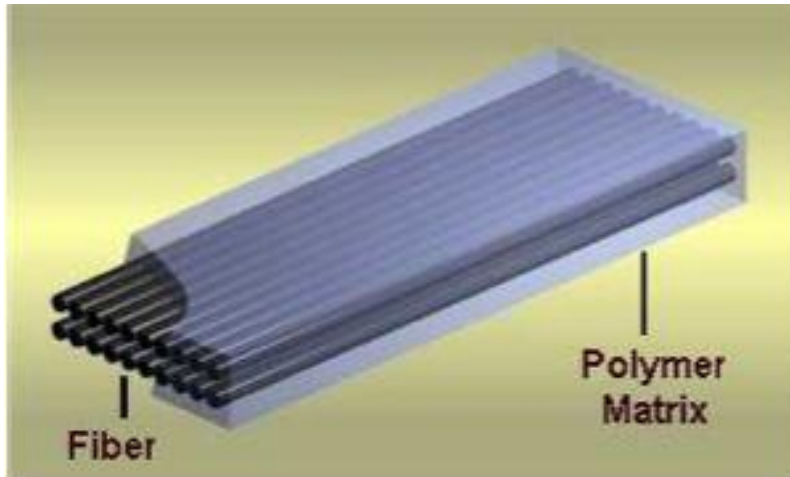
A. Gagnon, C. Le Roy, J. Roth  
DTER CE, DL Autun, MSCC

# Sommaire

- Les matériaux composites
- Phasage et objet des travaux
- Réparation du talon de la poutre
- Mise en place du renforcement
- Instrumentation du renforcement
- Conclusion

# Les matériaux composites

## Un assemblage fibres + matrice



*Un composite*

### Fibres :

- assurent la rigidité et la résistance du matériau (propriétés mécaniques élevées),
- plusieurs types de fibres : carbone, verre, kevlar, etc...

### Matrice :

- rôle de protection des fibres, de répartition et de transmission des contraintes au sein du matériau,
- incidence sur la mise en œuvre et sur certaines propriétés (tenue au feu, etc...)

**Deux principaux systèmes utilisés en génie civil**



**Plat pultrudé**

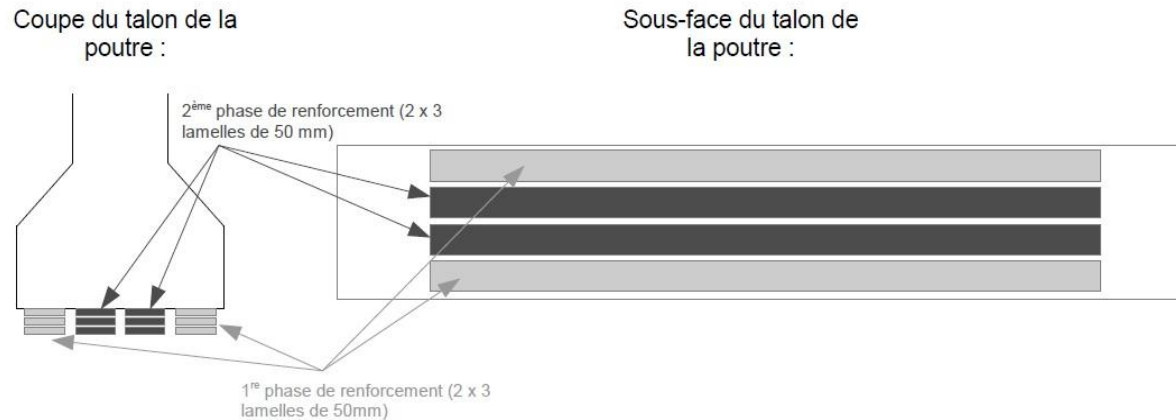


**Tissu sec**

# Phasage et objet des travaux

## 2 phases de renforcement à la flexion par lamelles de fibres de carbone (plats pultrudés) :

- 1ère phase, avant la réalisation des essais de chargement jusqu'à fissuration maîtrisée,
- 2nde phase, avant la réalisation des essais de chargement à rupture.



## Travaux réalisés :

- épreuve de convenance, mise en œuvre sur une zone test pour vérification des moyens et des méthodes de l'entreprise,
- réparation et préparation du support béton :
  - réparation des zones dégradées du béton d'enrobage
  - injection des fissures longitudinales en talon
  - préparation de surface par ponçage,
- 1ère phase de renforcement en bords de talon, collage de 2x3 lamelles continues sur 24 m,
- essais de chargement jusqu'à fissuration maîtrisée,
- 2nde phase de renforcement en zone centrale du talon, collage de 2x3 lamelles de 24 m.

# Réparation du talon de la poutre

## Défauts présents :

- défauts de planéité
- zone de forte dégradation du béton d'enrobage (câbles de précontrainte corrodés voire rompus apparents)
- présence de plaques métalliques longitudinales centrales et transversales générant un relief en creux du béton
- défauts locaux de type éclat de béton, armatures apparentes
- fissures longitudinales.





# Réparation du talon de la poutre



**Avant**

Réparation de surface au moyen d'un mortier structural de type CC de classe R4

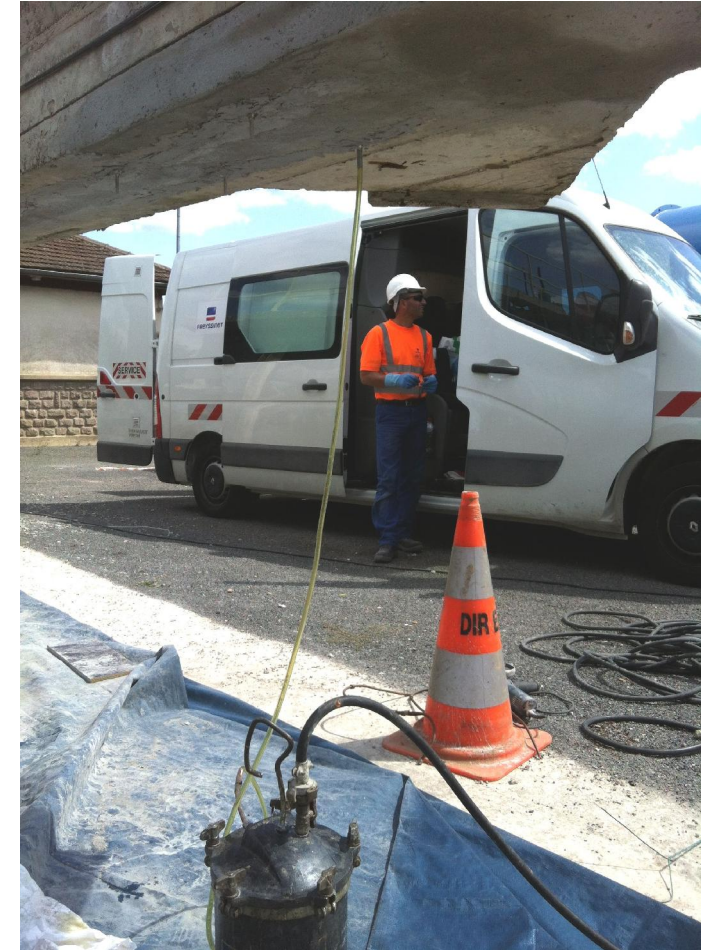


**Après**

# Réparation du talon de la poutre



Injection des fissures au moyen d'une résine époxy à prise lente





# Préparation du talon de la poutre

Préparation de surface par ponçage  
avant chaque phase d'application du renforcement





# Mise en place du renforcement

Traçage de l'emplacement  
du renfort composite



Préparation de la lamelle :  
- Ponçage  
- Dégraissage





# Mise en place du renforcement

Vérification des conditions de température et d'hygrométrie



$$T_{\text{support}} \geq T_{\text{rosée}} + 3^{\circ}\text{C}$$

$$10^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{extérieure}} \leq 35^{\circ}\text{C}$$

Mélange des constituants de l'adhésif



$$T_{\text{résine}} \approx 20^{\circ}\text{C}$$

# Mise en place du renforcement

Double encollage  
sur la lamelle      sur le support



Application





# Mise en place du renforcement

Marouflage



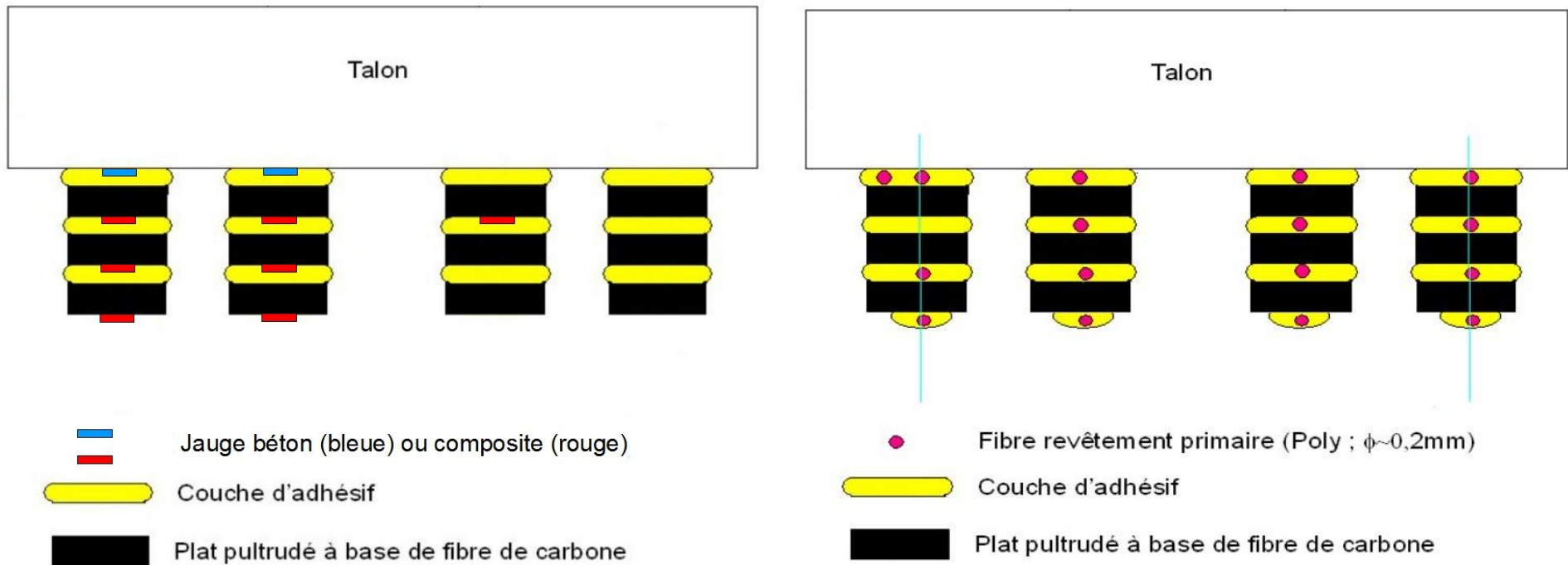
Raclage



# Instrumentation du renforcement

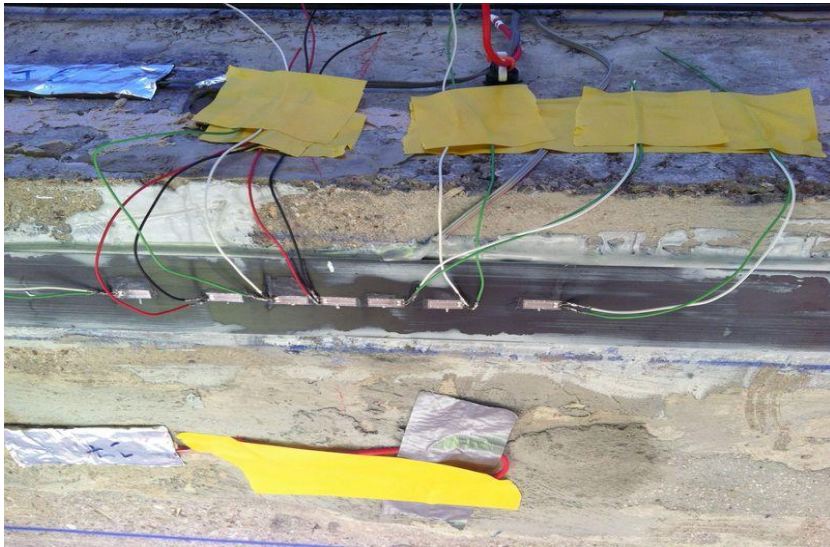
## 2 types d'instrumentation du renforcement par composites collés :

- Jauges de déformation au droit de sections définies : 107 jauges
- Fibres optiques ( $\varnothing$  200  $\mu$ m) dans le joint de colle entre les différentes couches de lamelles : 16 fibres optiques





# Instrumentation du renforcement





# Conclusion

- Réparation et préparation de surface primordiales pour une bonne efficacité du renforcement
- Renforcement à la flexion en 2 phases (bords talon et centre), au total 4 bandes de près de 24 m de 3 lamelles superposées chacune
- Renforcement délicat en raison de la présence d'instrumentation sur la poutre, sur les lamelles et dans les joints de colle

# Merci de votre participation

Jérémy Roth – Cerema DTer CE DL Autun  
jeremy.roth@cerema.fr  
03 85 86 67 25

Corentin Le Roy – Cerema DTer CE DL Autun  
corentin.le-roy@cerema.fr  
03 85 86 67 41

Arnaud Gagnon – Cerema DTer CE DL Autun  
arnaud.gagnon@cerema.fr  
03 85 86 67 43