

# **CHAPITRE 4 : les travaux de réparation des ouvrages d'art en béton armé.**

## **INTRODUCTION : Les réparations**

La réparation consiste à remettre, partiellement ou totalement, un ouvrage altéré dans un état de service attendu. Elle doit être précédée :

- D'investigations,
- D'un diagnostic,
- D'une réflexion sur le choix du type de réparation,
- D'une étude approfondie des différentes phases de la réparation, tenant compte notamment des conditions d'exploitation et servant à définir les conditions de réception et de contrôle de l'efficacité de la réparation dans le temps, réalisés par un bureau d'étude spécialisé dans la réparation des ouvrages d'art. Un maître d'œuvre spécialisé est requis pour cadrer le marché des travaux et surveiller leur réalisation.

### **1-. Interventions sur les équipements et les appareils d'appui nécessitant des adaptations structurelles :**

- Interventions sur la structure pour mise en place d'un nouveau dispositif de retenue.
- Le changement des appareils d'appui lorsque le vérinage n'a pas été prévu.

### **2-. Interventions sur la structure :**

- L'injection de fissures structurelles.
- La reconstitution de béton dégradé sur une profondeur importante ou une surface étendue.
- L'adjonction d'armatures passives.
- La mise en œuvre de matériaux composites collés.
- L'application d'une précontrainte additionnelle.

### **3-. Les matériaux de réparation**

#### **a-. Bétons Conventionnels**

Les réparations profondes en béton conventionnel sont généralement utilisées lorsque la surface à réparer est plus grande que 1000 cm<sup>2</sup> et la profondeur dépasse 150 mm ou lorsque la profondeur de la réparation dépasse de 25 mm le niveau inférieur des aciers d'armature. Il s'agit d'un matériau de réparation très économique.

- Il est préférable d'amener la surface du vieux béton à l'état avant d'appliquer le nouveau béton (pré-saturation de plusieurs heures).
- Un bon mûrissement est essentiel pour assurer une bonne durabilité et pour minimiser la fissuration due au retrait de séchage.
- Le périmètre de la zone à réparer doit être scié sur une profondeur inférieure ou égale à 25 mm.
- Les bétons conventionnels peuvent être utilisés avec plusieurs types de techniques de mise en place: utilisation de coffrages conventionnels, projection par voie humide, projection par voie sèche, et pompage.
- Il est important d'utiliser un béton de réparation durable dont les propriétés physicochimiques (module élastique, coefficient de dilatation thermique) sont similaires à celles du béton existant.

#### **b-. Résines époxy :**

Ce sont des composées organiques qui à l'aide de durcissements appropriés, constituent des produits mécaniquement et chimiquement résistants, et dotés d'excellentes propriétés d'adhérence. On peut les utiliser pour faire adhérer du béton à des surfaces, ou pour ressouder des portions d'une section de béton en service fissurées ou détachées. Une fois durci, le composé ne se ramollit pas, ne coule pas et ne suint pas – du moins dans les conditions d'emploi ordinaires.

#### **c-. Les latex :**

Le terme latex, qui désignait à l'origine le liquide sécrété par certains végétaux, se rapporte maintenant à une vaste famille d'émulsions de polymères synthétiques mise en solution dans l'eau. Les latex (composés de monomères et non de polymères) se distinguent en cela des autres résines, que l'on incorpore au béton à l'état frais et dont on provoque la polymérisation à l'intérieur de la matrice. Cette différence fondamentale explique la grande simplicité de mise en œuvre du mortier ou du béton de latex : il suffit d'ajouter le latex au mélange frais.

#### **d-. Matériaux composites :**

Un matériau composite peut être défini d'une manière générale comme l'assemblage de deux ou plusieurs matériaux, l'assemblage final ayant des propriétés supérieures aux propriétés de chacun des matériaux constitutifs. On appelle maintenant de façon courante "matériaux composites" des arrangements de fibres, les renforts qui sont noyés dans une matrice dont la résistance mécanique est beaucoup plus faible, assure la cohésion et l'orientation des fibres, elle permet également de transmettre les sollicitations auxquelles sont soumises les pièces.

D'une manière générale un matériau composite est constitué par :

### **- Les Charges :**

On désigne sous le nom général de charge toute substance inerte, minérale ou végétale qui, ajoutée à un polymère de base, permet de modifier de manière sensible les propriétés mécaniques, électriques ou thermiques, d'améliorer l'aspect de surface ou bien, simplement, de réduire le prix de revient du matériau transformé.

D'une manière générale, les substances utilisables comme charges : les matières plastiques devront d'abord satisfaire à un certain nombre d'exigences :

- Compatibilité avec la résine de base.
- Mouillabilité.
- Uniformité de qualité et de granulométrie.
- Faible action abrasive.
- Bas prix de revient.

### **- Les Matériaux De Renfort :**

C'est le renfort qui constitue l'armature ou le squelette et qui assure la tenue mécanique (résistance à la traction et rigidité). Il est par définition, de nature filamenteuse (fibre minérale ou organique) allant de la particule allongée à la fibre continue. La fibre de renfort apporte donc toujours la tenue mécanique de la structure composite (tandis que la matrice apporte la forme et la tenue chimique) et peut représenter un taux massique de 20 à 80%.

### **- La Matrice :**

La matrice a pour rôle de lier les fibres renforts, répartir les contraintes subies, On utilise actuellement surtout des résines thermodurcissables (TD) que l'on associe à des fibres longues, mais l'emploi de polymères thermoplastiques (TP) renforcés de fibres courtes se développe fortement.

# CHAPITRE 4 ( suite ) : REPARATIONS DES PONTS METALLIQUES

## Les Pathologies :

- Les appareils d'appuis
- Les fissures (fatigue)
- Les déconsolidations d'assemblages
- La corrosion

Ces pathologies interagissent un risque : la rupture fragile

- Le fer ancien est sensible à ce risque.
- Deux causes : les chocs et la dégénérescence de fissures de fatigue.
- Les paramètres:
  - la mauvaise résilience du métal,
  - les basses températures.
- Les conséquences peuvent être catastrophiques ! Un risque : la rupture fragile

## Les réparations, le renforcement :

- Les réparations restituent, si possible, le potentiel existant des éléments avariés.
- Le renforcement remet l'élément aux normes actuelles ; il y a augmentation des performances.

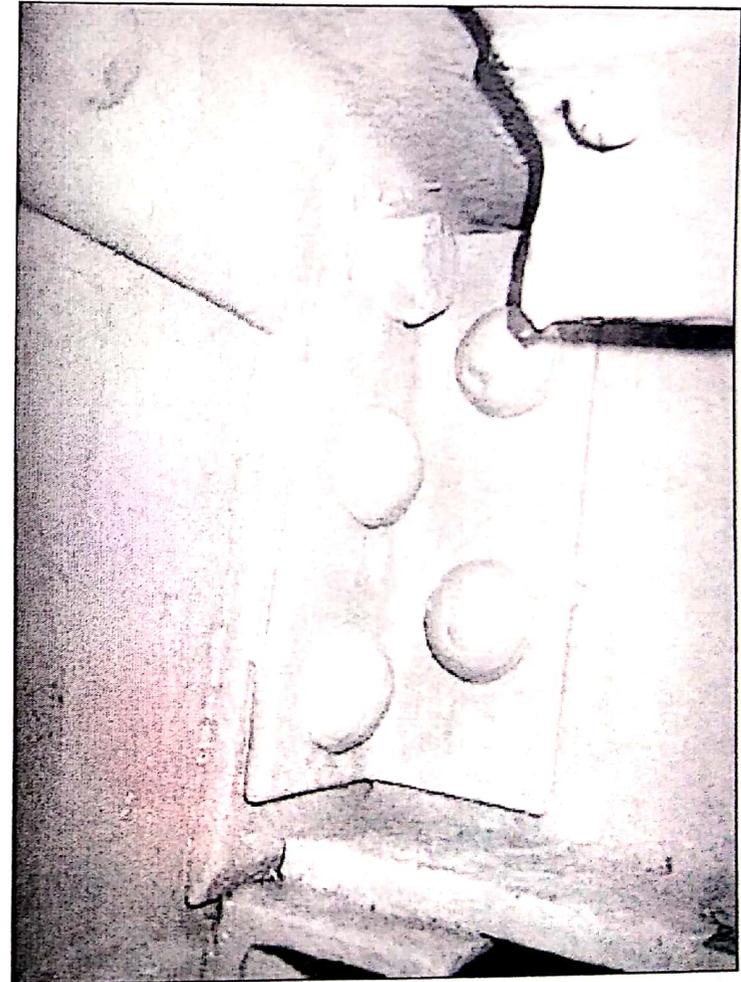
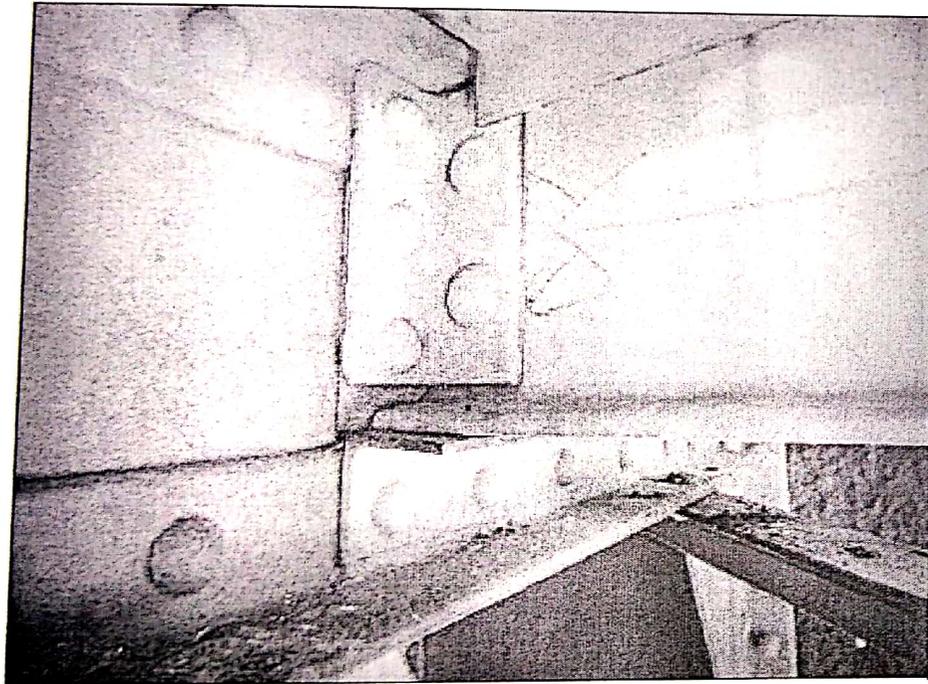
## Les réparations traditionnelles des ponts rivés :

- remplacement de pièces (rivets, cornières, plats...),
- ajout de plats, cornières et couvre-joints (« triplures »)
- les assemblages restent rivés,
- Utilisation de rivets, de boulons calibrés ou ajustés (rarement), et dernièrement, de boulons injectés : à chacun son utilisation
- En cas de dépose de pièces, risque d'enfermer des contraintes (sur poutres principales).

## Des solutions « innovantes » expérimentées :

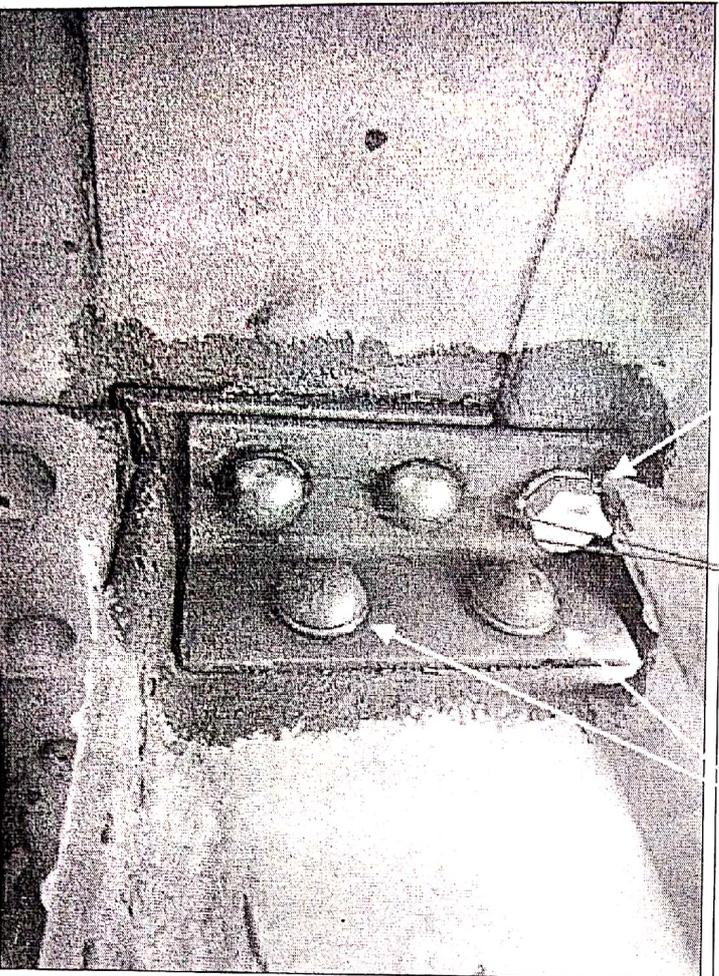
- les boulons injectés et les injections d'interstices avec des résines
- les renforcements d'assemblages à la résine
- les tissus à base de fibre de carbone-
- La découverte de fissures provoque une intervention immédiate :
  - mise sous surveillance
  - mesures de sécurité en fonction du risque (à l'appréciation de l'inspecteur)
  - réparation dans les meilleurs délais.
- Les avaries autres (corrosion, « déconsolidations ») à évolution plus lente sont surveillées et l'opération de maintenance est programmée.

# Les réparations, le renforcement



# Les réparations, le renforcement

**Photo 5 :** vue de la nouvelle cornière sur l'attache longeron/Pdp n°3 (rivets  $\varnothing 22\text{mm}$  et  $\varnothing 24\text{mm}$  – boulons injecté  $\varnothing 20\text{mm}$ ) pendant intervention RPM



**Photo 6 :** idem 5

