



# IMGC

## ADAPTATION DES OUVRAGES EN MAÇONNERIE AUX NOUVELLES CONDITIONS DE SERVICE

Journée Technique  
Vendredi 21 septembre 2017  
à l'Amphithéâtre AUGUSTE BRULÉ



# Intégration des contraintes patrimoniales, urbaines et paysagères aux études de réparation d'ouvrages en maçonnerie

**Nabil Brahimi**  
**Bertrand Collin**





# SOMMAIRE

Etat des lieux panoramique du patrimoine

Problématiques spécifiques

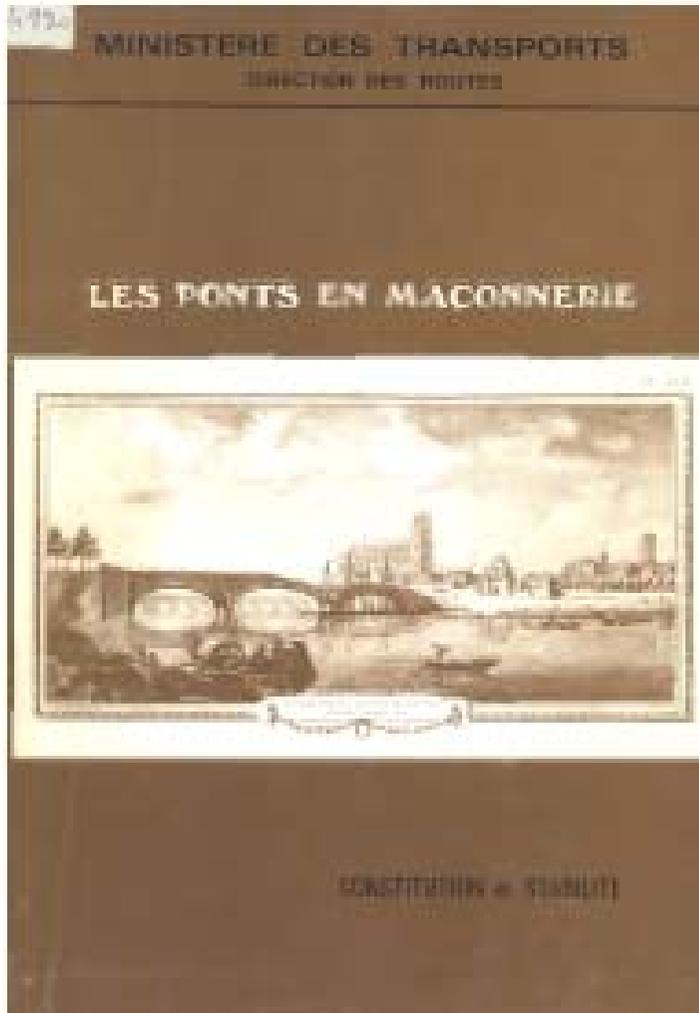
Etude de cas

Bilan et conclusion

# Etat des lieux du patrimoine

4

- **Plus de 200 000 ponts en maçonnerie en France**



*80 % du nombre total d'ouvrages d'art recensés*

*Les Ponts en Maçonnerie  
Direction des Routes – SETRA  
Jean-Michel Delbecq, 1982*

# Etat des lieux du patrimoine

5

## ■ Un patrimoine millénaire

*De l'époque antique...*



***Pont Julien  
(Vaucluse)***

# Etat des lieux du patrimoine

## ■ Un patrimoine millénaire

*... à fin XIX<sup>ème</sup> – début XX<sup>ème</sup> siècle*

6



***Viaduc de Barentin  
(Seine Maritime)***

# Etat des lieux du patrimoine

## ■ **Un patrimoine multifonctions**

### ■ ***Infrastructures de transport***

- *Ponts routiers*
- *Ponts ferroviaires*
- *Ponts canaux*

### ■ ***Infrastructures fluviales et maritimes: quais, estacades***

### ■ ***Stockage et de transport d'eau potable : réservoirs, aqueducs***

### ■ ***Ouvrages d'assainissement: collecteurs***

# Etat des lieux du patrimoine

## ■ Infrastructures de transport – Ponts routiers



Adaptation des ouvrages en maçonnerie aux nouvelles conditions de service

***Pont Romain  
(Haute Vienne)***

Vendredi 21 septembre 2017

# Etat des lieux du patrimoine

9

## ■ Infrastructures de transport – Ponts ferroviaires



Adaptation des ouvrages en maçonnerie aux nouvelles conditions de service

**CFP**  
**(Nice - Digne)**

Vendredi 21 septembre 2017

# Etat des lieux du patrimoine

10

## ■ Infrastructures de transport – Ponts canaux



***Pont canal de Digoin  
(Saône et Loire)***

# Etat des lieux du patrimoine

## ■ Infrastructures fluviales et maritimes



Adaptation des ouvrages en maçonnerie aux nouvelles conditions de service

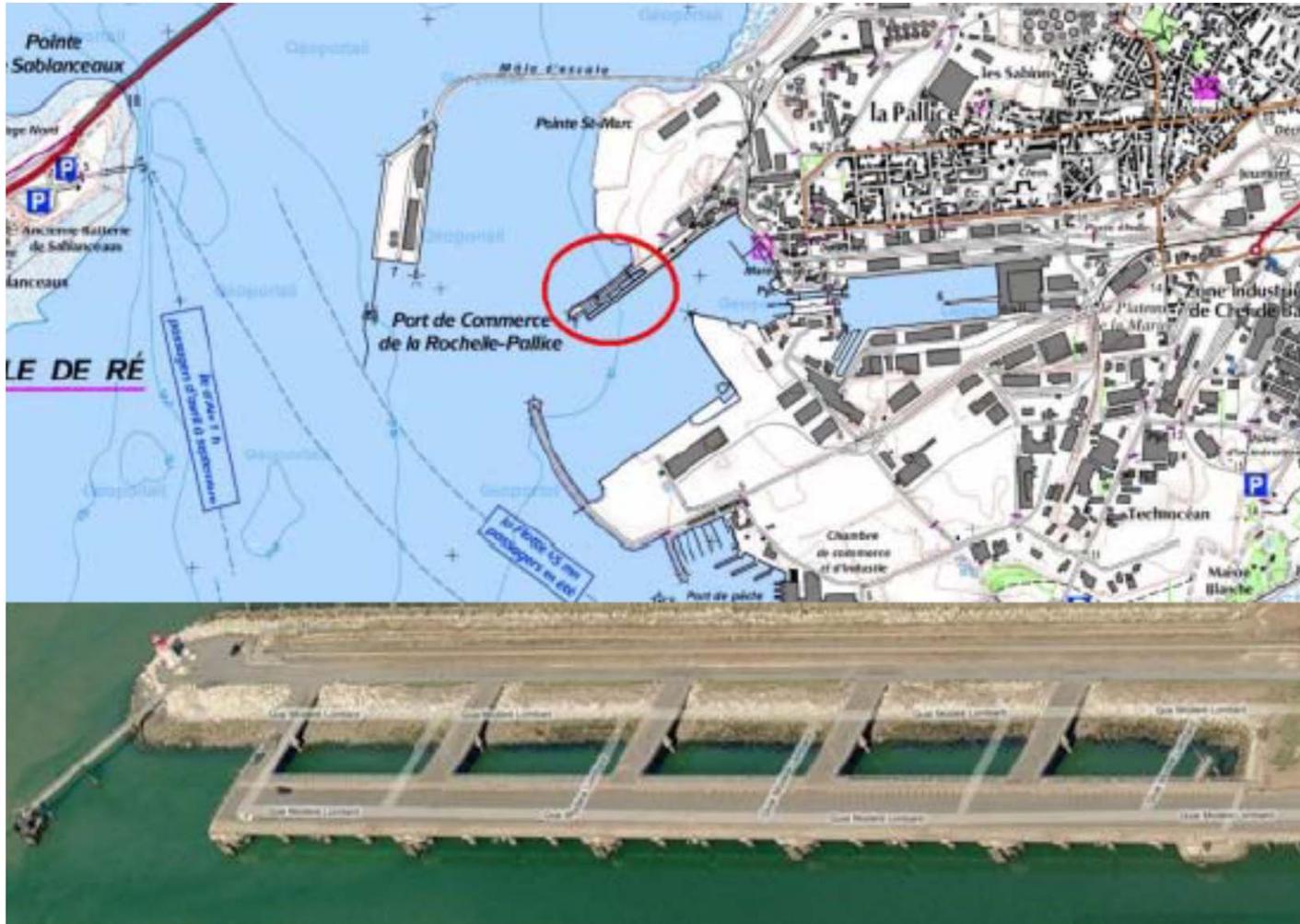


**Canal Saint Martin  
(Paris)**

Vendredi 21 septembre 2017

# Etat des lieux du patrimoine

## ■ Infrastructures fluviales et maritimes



**Quai  
Modéré Lombard  
(La Rochelle)**

# Etat des lieux du patrimoine

## ■ Stockage et transport d'eau potable

13



Adaptation des ouvrages en maçonnerie aux nouvelles conditions de service

***Aqueduc  
de la Vanne  
(Fontainebleau)***

Vendredi 21 septembre 2017

# Problématiques spécifiques

## *Un patrimoine soumis à diverses évolutions*

- ***Evolutions environnementales***

*Changement climatique, croissance économique...*

- ***Evolutions sociétales***

*Conservation et valorisation du patrimoine, protection de l'environnement*

- ***Evolutions des organisations et des techniques***

*Archives, historique, compétences spécifiques, réglementations*

- ***Evolution des fonctionnalités et de l'usage***

*Adaptation à de nouvelles conditions d'exploitation*

*Adaptabilité à de nouveaux besoins d'aménagements*

# Comment intégrer ces problématiques ?

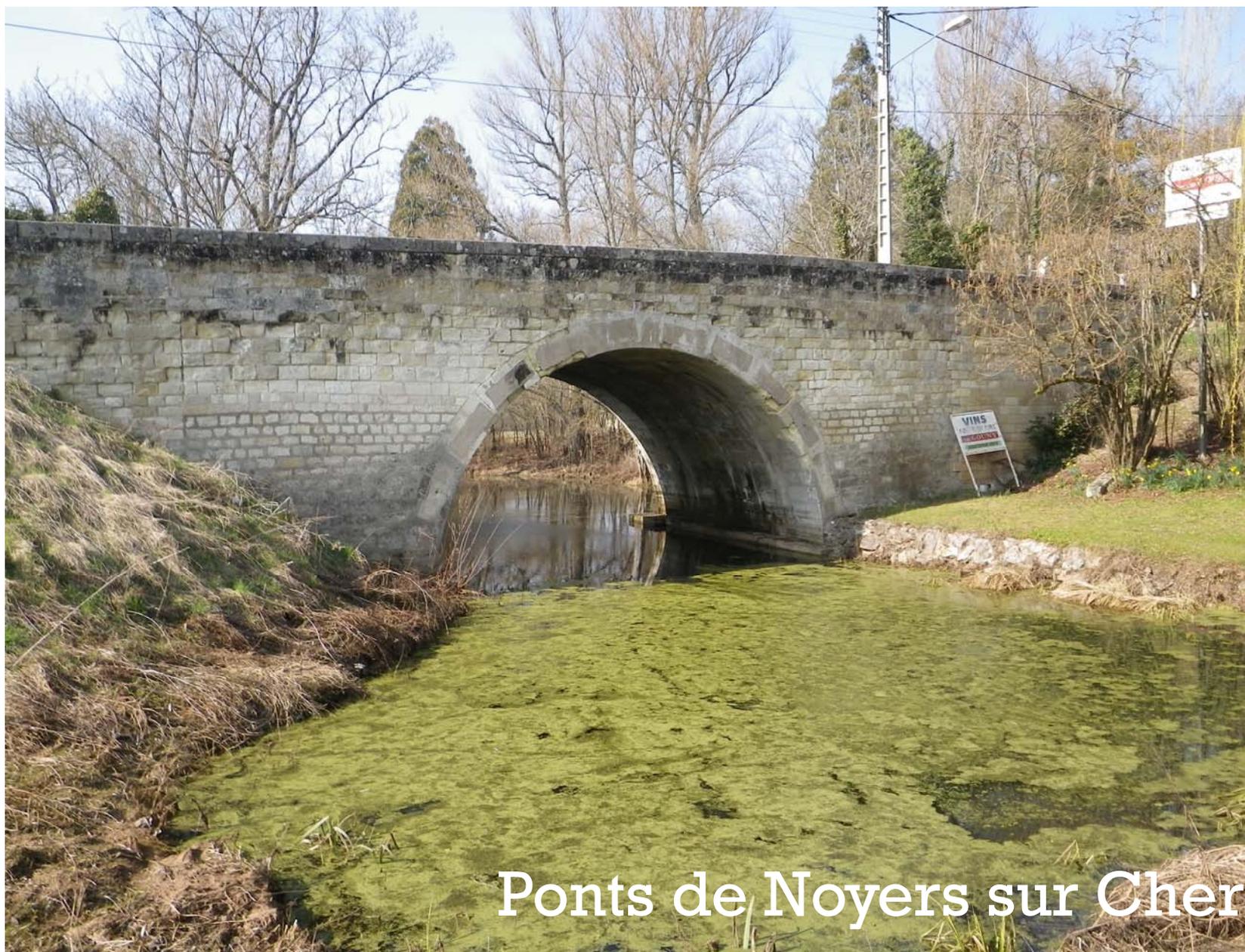
## Illustration par une étude de cas

# **Ponts de Noyers sur Cher**

## **Remise en état après diagnostic**



## Ponts de Noyers sur Cher



## Ponts de Noyers sur Cher



## Ponts de Noyers sur Cher

# Ponts de Noyers sur Cher

## Caractéristiques principales

- **Ouvrages de décharge du Cher**
- **Deux ouvrages distincts construits en 1835**
- **Trois voûtes plein cintre d'ouverture 5.70 m**
- **Longueurs : 15.25 m et 7.80 m**
- **Largeur de chaussée : 6.14 m**
- **Largeur des trottoirs: 0.83 m et 1.10 m**

# Ponts de Noyers sur Cher

## Préconisations après diagnostic

- **Dévégétalisation**
- **Réfection de l'étanchéité et de la chaussée**
- **Réfection des bordures, des caniveaux et des trottoirs**
- **Dépose du cintre et création de dalles béton**
- **Rejointoiement, reconstitution de moellons, injection**
- **Création de barbacanes**
- **Rehausse des parapets**

# Ponts de Noyers sur Cher

## Contraintes spécifiques

- Absence de données d'entrée
- Ouvrages à 800 m du château de Saint Aignan
- Ouvrages sur plan d'eau à proximité d'habitations
- Réseaux divers dans les trottoirs (eau, télécom)
- Réseaux aériens (télécom)
- Réseaux enterrés (gaz)
- Accessibilité PMR à étudier (trottoir de 1.20 m mini ?)

# Ponts de Noyers sur Cher

## Première étape: *reconnaisances et reconstitution des données d'entrée*

- **Reconnaisances préalables : constitution de la structure, géométrie des voûtes et épaisseurs d'enrobé (auscultation RADAR)**
- **Réalisation de fouilles : épaisseur en clef et épaisseurs d'enrobé**
- **Prélèvement de maçonnerie sur voussoirs en rein pour essais de résistance mécanique**
- **Reconstitution de la géométrie : relevés topométriques**

# Ponts de Noyers sur Cher

## E1 Reconnaissances préalables



**Reconnaissances structurelles : reins et clef de voûte, auscultation RADAR**

# Ponts de Noyers sur Cher

## **E1** *Reconnaitances préalables* *Relevés géométriques*



**Reconnaitances : chaussée, auscultation  
RADAR**



**Relevé de la géométrie des voûtes par  
techniques topométriques**

# Ponts de Noyers sur Cher

26

## **E1** *Ouverture de fouilles* *Identification des matériaux*



**Réalisation de fouilles sur la chaussée**



**Prélèvements sur voussoirs en rein**

# Ponts de Noyers sur Cher

27

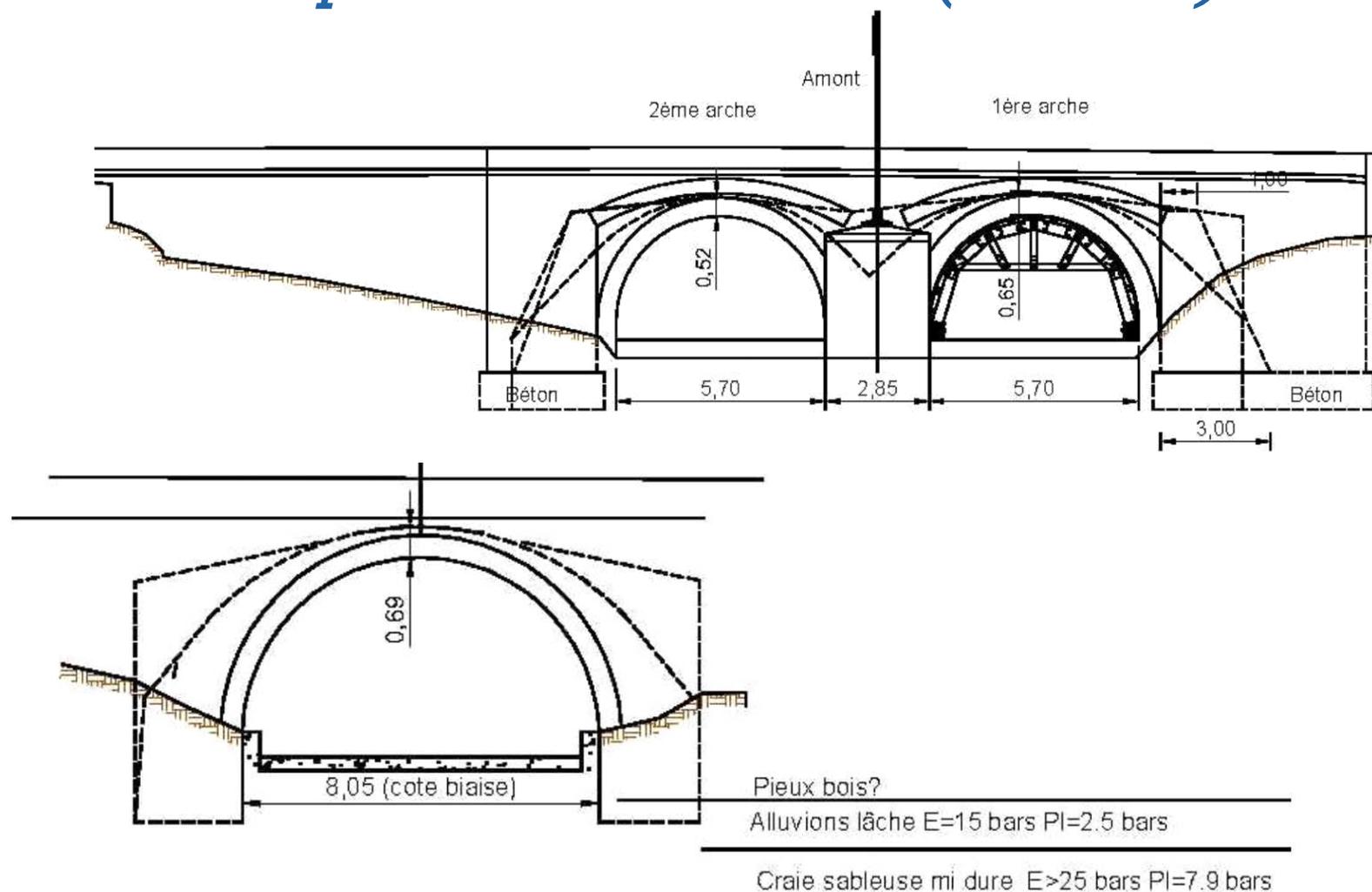
## 2<sup>ème</sup> étape

### *Modélisation et diagnostic complémentaire*

- **Recalcul VOUTE (fascicule 61 titre II + CE)**
- **Recherche de l'origine des matériaux pour guider le choix des produits de réparation**

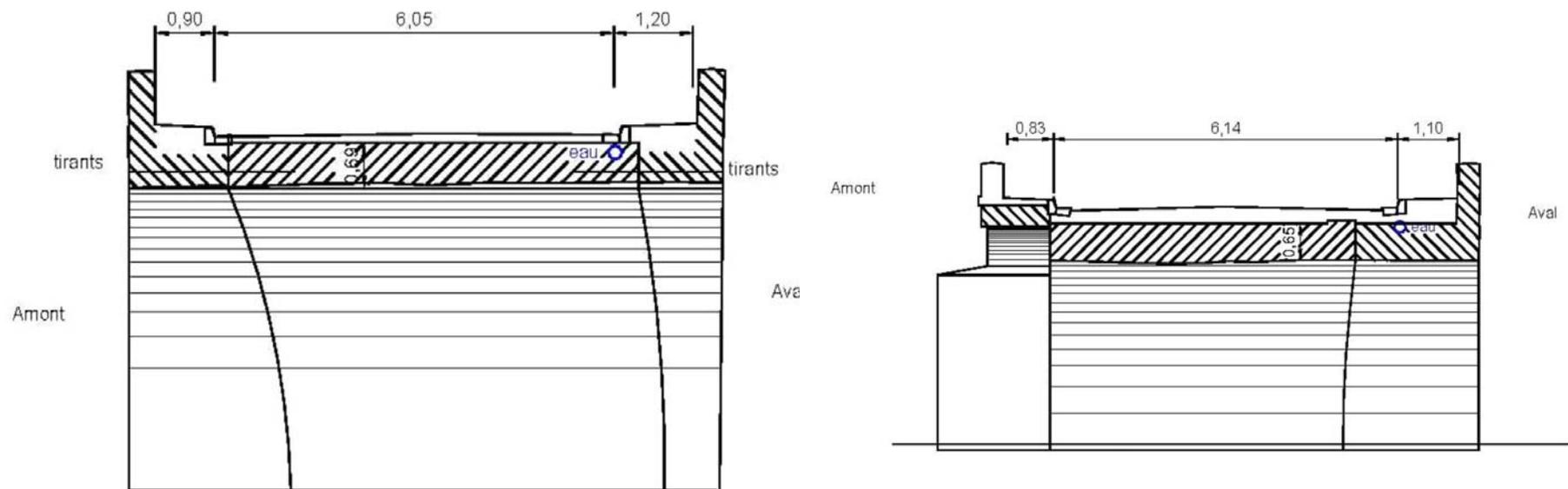
# Ponts de Noyers sur Cher

## Résultats: plans reconstitués (extraits)



# Ponts de Noyers sur Cher

## *Résultats: plans reconstitués (extraits)*



# Etudes de rétro ingénierie et de réparation vs. problématiques et contraintes

## Bilan 1/4

Manque fréquent de données d'entrée pour les ouvrages non exceptionnels qui représentent la majorité du patrimoine

**Conséquences : investigations complémentaires requises pour reconstituer les données d'entrée indispensables aux études : constitution et état de la structure, géométrie, matériaux, fondations, équipements...**

# Etudes de rétro ingénierie et de réparation vs. problématiques et contraintes

## **Bilan 2/4**

Contraintes spécifiques liées à l'âge des ouvrages,  
aux matériaux de construction et aux aspects  
patrimoniaux

**Conséquences : adaptation « au cas par cas » des  
techniques et des matériaux de réparation dont le  
choix est soumis à la validation d'une autorité  
« patrimoine »**

# Etudes de rétro ingénierie et de réparation vs. problématiques et contraintes

## Bilan 3/4

Contraintes spécifiques liées à l'évolution des réglementations relatives à la sécurité et à l'exploitation

**Conséquences: choix souvent difficiles entre les niveaux de service et de sécurité espérés, et les limites techniques et réglementaires (passage de convois exceptionnels, sécurité des véhicules et des piétons, accessibilité, protection de l'environnement...)**

# Etudes de rétro ingénierie et de réparation vs. problématiques et contraintes

33

## **Bilan 4/4**

Des gestionnaires et des usagers subissant l'ensemble de ces contraintes et les conséquences de restrictions d'exploitation consécutives à la dégradation des ouvrages.

# Etudes de rétro ingénierie et de réparation

## Conclusions et pistes d'amélioration

- ➔ **Mises à jour régulières des inventaires avec identification et reconstitution des données d'entrée manquantes**
- ➔ **Programmes de maintenance préventive adaptés aux moyens et au patrimoine « maçonnerie » des gestionnaires**
- ➔ **Prise en compte en amont des risques et aléas liés à l'évolution de l'environnement et des conditions d'exploitation**



**MERCI POUR VOTRE ATTENTION**

**Nabil Brahimi  
Bertrand Collin**

