



# Cerema

Direction territoriale Centre-Est

## Construire durable Une innovation : le pont mixte en béton et bois

### **L'assistance Cerema pour la réalisation et le suivi de l'innovation Perspectives**

C. Aubagnac Cerema Centre Est, DL Autun  
V. Brun Cerema Est, DOA

---

# Sommaire

- Participation au contrôle extérieur des travaux du Cerema, organisation
- Zoom sur le contrôle des travaux de charpente bois (**cf exposé de V. Brun du Cerema Est**)
- Assistance pour l'instrumentation et le suivi de l'ouvrage
- Perspectives

# Participation au contrôle extérieur des travaux du Cerema, organisation



Vocation du Cerema d'être présent auprès des MOA et MOE pour **accompagner les innovations**

Guide de conception  
Ponts-routes à tablier mixte bois/béton  
à nervures sous chaussée  
Conception d'un ouvrage type en application de  
l'Eurocode 5

Dans le cas d'espèce, **innovation** dans la conception d'un tablier de pont « à faible bilan carbone et durable »



- **portée par le Cerema** (Est et ITM) en partenariat avec l'ENPC-Navier, l'Ifsttar, l'ENSTIB,
- ayant fait l'objet d'une **convention entre la DREAL Franche-Comté -MOA-, la DIR Est -MOE- et le Cerema**, avec engagement d'assistance du Cerema lors de la réalisation des travaux.

# Participation au contrôle extérieur des travaux du Cerema, organisation

Une organisation mise en place par les Cerema Centre Est et Est permettant de répondre aux attentes des MOA et MOE.

## **Thématiques couvertes :**

- \* avis sur les documents qualité des mandataire et sous-traitants (chantier, usines ou ateliers) ;
- \* participation aux réunions de chantier à la demande du maître d'oeuvre ;
- \* contrôle des études d'exécution : Cerema Est DOA ;
- \* contrôle des terrassements dont massifs en sol renforcé : Cerema CE DLAutun ;
- \* contrôle des fondations superficielles : Cerema CE DLA ;
- \* contrôle des écailles en béton des massifs en sol renforcé : Cerema CE DLA ;

# Participation au contrôle extérieur des travaux du Cerema, organisation

## Thématiques couvertes (suite) :

- \* contrôle des bétons : Cerema CE DLA ;
- \* contrôles de la **structure bois** en lamellé collé : Cerema Est LNancy et DOA ;
- \* contrôle des éléments structurels métalliques : Cerema CE DLA et Cerema NC LRBlois pour l'anticorrosion ;
- \* contrôle des appareils d'appui : Cerema CE DLA ;
- \* contrôle de l'**instrumentation du tablier** : Cerema Est LN et DOA, Cerema CE DLLyon et DLA ;
- \* contrôle de l'étanchéité : Cerema CE DLA, Cerema Est LStrasbourg ;
- \* contrôle des équipements métalliques galvanisés ou galvanisés et peints en atelier : Cerema CE DLA ;
- \* épreuves réglementaires : Cerema CE DLA, Cerema Est LN et DOA ;
- \* réalisation de l'inspection détaillée initiale de l'ouvrage : Cerema CE DLA, Cerema Est LN.

# Participation au contrôle extérieur des travaux du Cerema, organisation

A ce jour :

- \* plus de 60 avis établis par le Cerema Est DOA dans le cadre de la vérification des études d'exécution,
- \* plus de 30 avis établis sur les documents qualité des entreprises (PQ, procédures d'exécution, demandes d'agrément fourniture, fiches d'anomalie),
- \* compte-rendus systématiques d'interventions en usine (LNancy, LRBlois).

Difficultés rencontrées :

- \* **étude des sollicitations de flexion longitudinale** (justification du tablier mixte bois/béton) ayant du faire l'objet d'un **prix nouveau** (marché à lots séparés...) ;
- \* **préfabrication des ferrures de connexion** (non conformités relatives à l'assemblage soudé des connecteurs goujons, à la protection anticorrosion) ;
- \* décalage des **viroles à l'interface remblai renforcé / poteaux culée C0** (jeu réduit) ;
- \* anecdotiquement insuffisance de **résistance béton**.

# Zoom sur le contrôle des travaux de charpente bois

Voir présentation « assistance pour la réalisation : les contrôles » par Jean-Yves Joineau (diaporama n° 4)

# Assistance pour l'instrumentation et le suivi de l'ouvrage

Programme d'instrumentation établi par le Cerema (Est et CE) :

Objectifs :

- a - **suivi de l'humidité et de la température** de l'ouvrage (bois et béton) en lien avec la température et l'hygrométrie extérieures ;
- b - **suivi dimensionnel** : suivi des variations de longueur et des variations transversales des nervures ; suivi des déformations du béton (retrait, T°C);
- c - **suivi de la connexion bois / béton** : évaluation du fonctionnement de la connexion ;
- d - **suivi géométrique d'ensemble du tablier** : évaluation du fluage et du fonctionnement de la connexion.

Instrumentation à la charge de l'entreprise (marché travaux) : a, b et c, dont suivi en phase chantier + pose repères de nivellement et prismes



# Assistance pour l'instrumentation et le suivi de l'ouvrage

Extraits de la notice d'instrumentation ARBONIS :

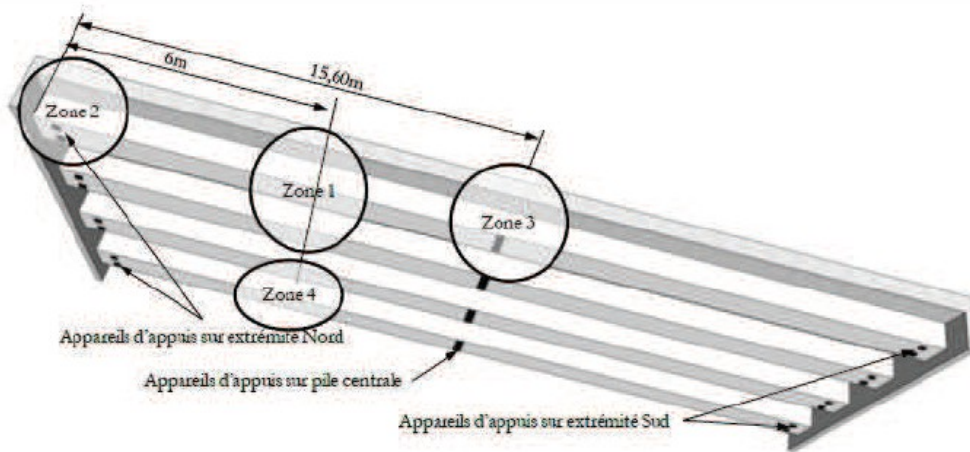
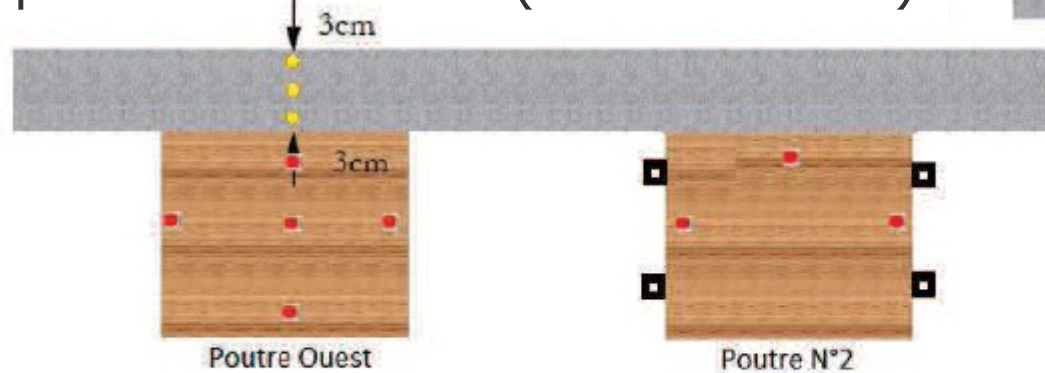


Figure 3 : Zones d'études

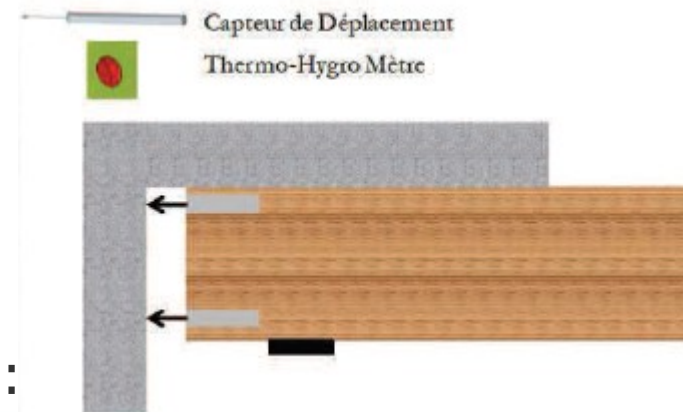
Equipement de la zone 1 (6 m de la culée) :



Poutre Ouest

Poutre N°2

Equipement de la zone 2 (sur culée) :



Capteur de Déplacement

Thermo-Hygro Mètre

● Capteur de température PT100

■ Capteur de déplacement

● Capteur Thermo-hygro Mètre

# Assistance pour l'instrumentation et le suivi de l'ouvrage

Un programme de suivi à établir avec la DIR Est :

Premières idées :

- relevé de l'instrumentation et nivellement de l'ouvrage tous les 6 mois avec exploitation annuelle pendant au moins 5 ans;
- relevé de l'instrumentation et nivellement de l'ouvrage lors d'essais de chargement périodiques ?
- inspection détaillée tous les 2 ans jusqu'à 6 ans, puis à 9 ans (avant l'échéance de la garantie décennale), à adapter selon les observations...

# Perspectives : connexion par collage structural

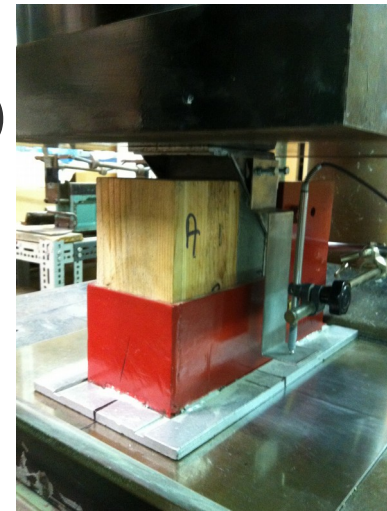
Le DLA du Cerema CE participe depuis plusieurs années à des travaux de recherche sur le collage bois/béton menés par l'ENPC-Navier et l'Ifsttar.

**Projet européen NR2C avec essai de chargement à rupture d'un démonstrateur à l'Ifsttar (2010).**



**3 thèses ENPC (2008-2010-2013) et 1 TFE ENTPE (2016) sur le sujet.** Le collage correspond à une connexion parfaite.

**Caractérisation mécanique du joint collé :** mise au point d'un essai push-out, puis d'un nouveau type de corps d'épreuve dit « à simple recouvrement ».



**Etudes de vieillissement** (T°C et HR%) sur corps d'épreuve :

- « BFUP préfabriqué / bois » assemblés avec 3 colles différentes menée sur 12 mois ;
- « béton frais / bois » assemblés avec 2 colles différentes à lancer au DLA début 2017 avec cycles en température et hygrométrie.



# Perspectives : connexion par collage structural

Lancement le 10/01/2017 d'une **étude Cerema (CE, Est et ITM)-ENPC-Navier-Ifsttar sur « l'optimisation technique et environnementale d'un pont mixte bois-béton assemblé par collage » (2017-2020)** devant en particulier répondre aux questions :

- possibilité de mise en œuvre du collage sur chantier, à grande échelle ?
- traitement de la connexion des zones d'about ?
- durabilité ?

Réalisation d'un **ouvrage démonstrateur** dans le cadre de la seconde phase des mesures d'accélération de la mise à 2x2 voies de la RCEA en Saône et Loire (à partir de 2020) :

- accord des DREAL Bourgogne-Franche Comté et DIR Centre Est ;
- franchissement identifié ;
- valorisation du Douglas local...

Merci de votre attention

christophe.aubagnac@cerema.fr  
03 85 86 67 02