

# Confortement du Viaduc d'Autreville (A31)

## Acte II



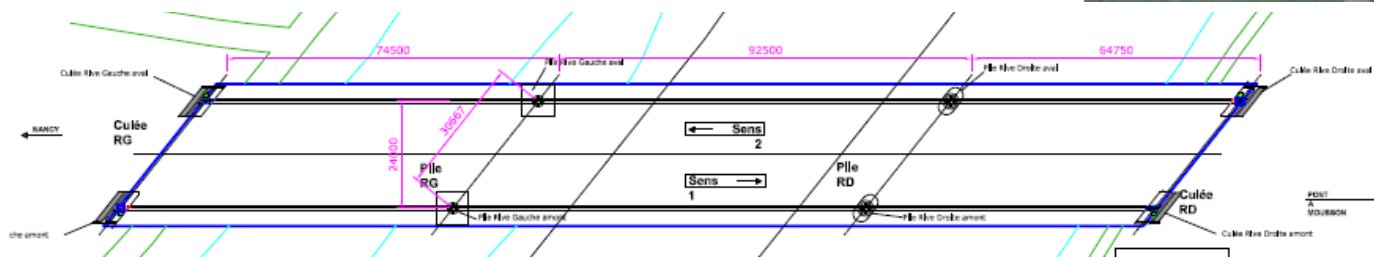
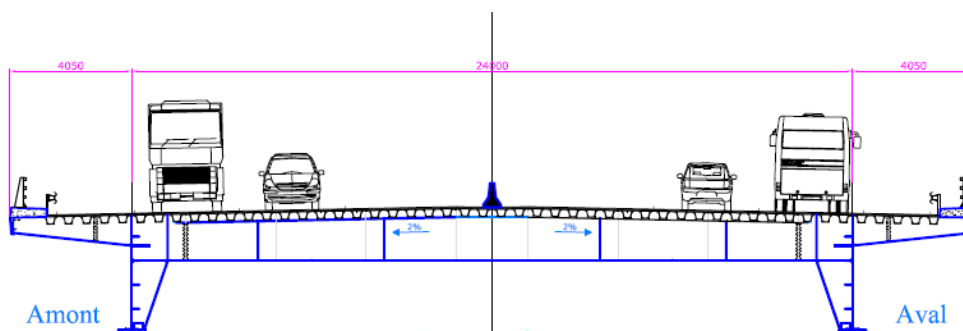
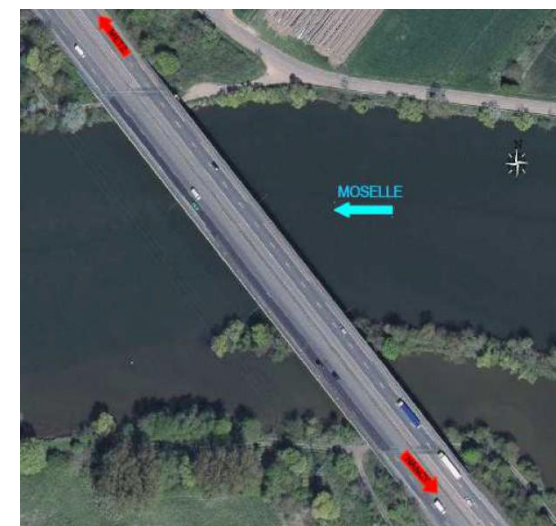
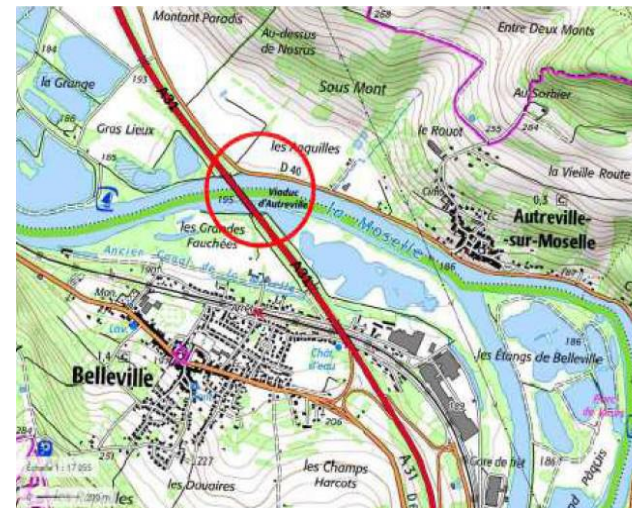
*BRUN Vincent*

*NEIERS Sébastien*

Cerema Est

## PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE

- Construit en 1971-1972
- Bi-poutre à dalle orthotrope
- Longueur 232 m en 3 travées : 74,4 - 92,5 - 64,75 m
- Largeur 32 m, avec 2 poutres h = 3,8 m espacées de 24 m
- Biais de 57 grades
- Dalle orthotrope platelage 12mm (A42S41) raidie par 50 augets espacés de 600 mm (épaisseur 6mm ; A52 Sg)
- Pièces de pont en I reconstitué espacées d'environ 4m
- 2 sens de circulation sur le même tablier (2 x 2 voies mais prévu pour être passé à 2x3 voies) – 60 000 veh/J (15% PL)



# LES DESORDRES

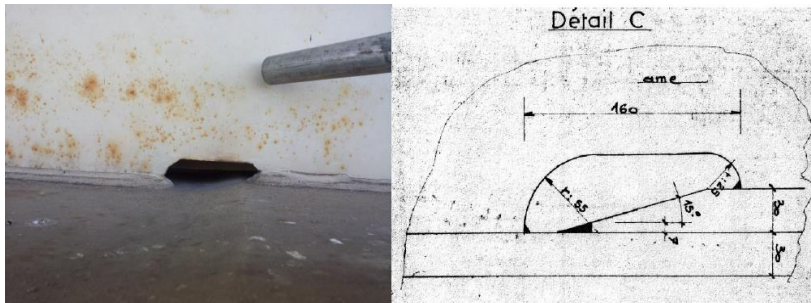
### Les principaux désordres observés depuis :

- Dégradation du revêtement et des joints de chaussée, amorce de rupture dans certains cordons de soudures en 1975
- Dégradation récurrente du revêtement de chaussée selon un rythme de 8 à 10 ans
- Apparition de 4 fissures dans les augets en 2000
- Dysfonctionnement des appareils d'appui en 2015
- Recensement de 60 m de fissures dans les augets en 2016 et 2017

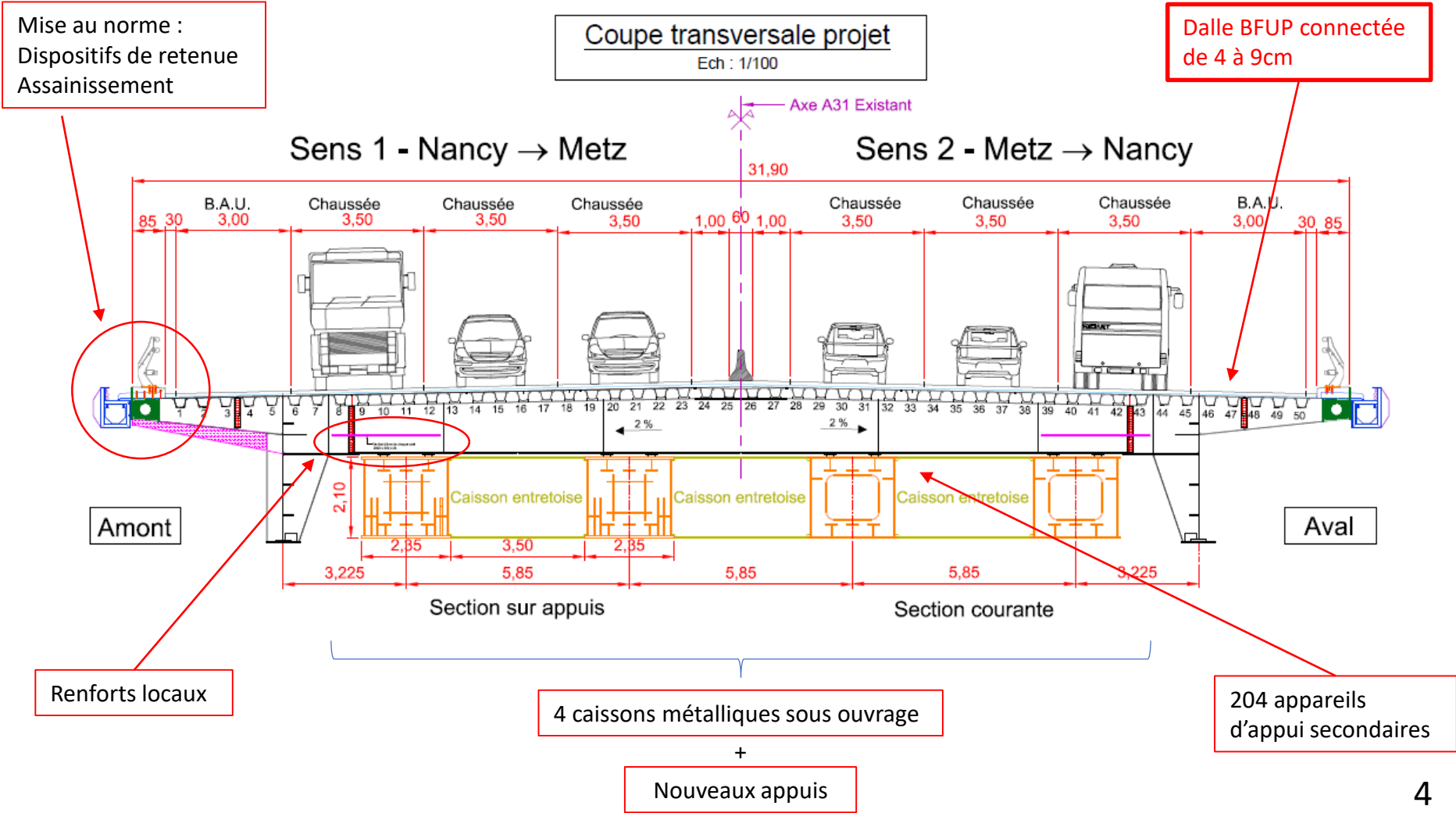


Le recalcul de l'ouvrage montre :

- Un déficit de 17% en flexion longitudinal
- Un important déficit à la fatigue (trou de souris)
  - Durée de vie résiduelle = 16 ans



LE PROJET DE REPARATION



## LES ACTEURS

MOA / MOE : DIR EST



*Groupement :*

DEMATHIEU ET BARD  
BAUDIN CHATEAUNEUF  
BERTHOLD



+ Durmeyer, Pro-fond, Normandie, Exopeint, SARENS ...

*Bureau d'études :*

SECOA + bureaux d'études internes



*Projet et contrôle :*

Cerema (Metz, Nancy/Strasbourg, Blois)



*Un comité d'expert*

Budget total : 53 millions d'euro

## LE RENFORCEMENT DE LA DALLE ORTHOTROPE PAR HOURDIS BFUP CONNECTE

La solution d'une dalle BFUP connectée pour le viaduc s'appuie sur des retours d'expérience positifs :

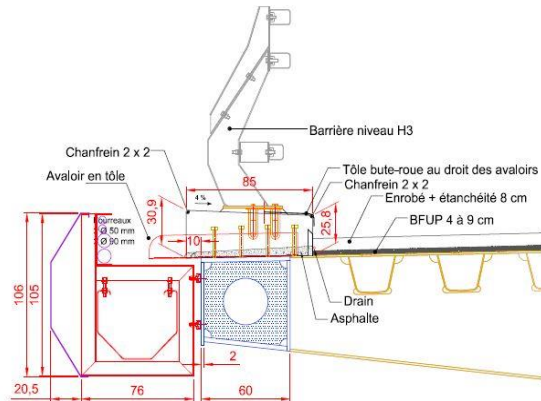
- Renforcement de la dalle orthotrope du viaduc d'Illzach (le suivi de ce renforcement a montré une diminution de l'ordre de 50% des contraintes dans les augets) ;
- Renforcement de hourdis de tabliers en béton en Suisse par mise en œuvre mécanisée d'une couche de BFUP (de l'ordre de 10 cm) armé par des aciers passifs. L'expérience montre une excellente adhérence du BFUP sur le béton hydrodémoli superficiellement, sans recours à des scellements, et l'absence de fissures de retrait.



# LE RENFORCEMENT DE LA DALLE ORTHOTROPE PAR HOURDIS BFUP CONNEXTE

### Prescriptions :

Ep 4cm (rive) à 9cm (TPC)

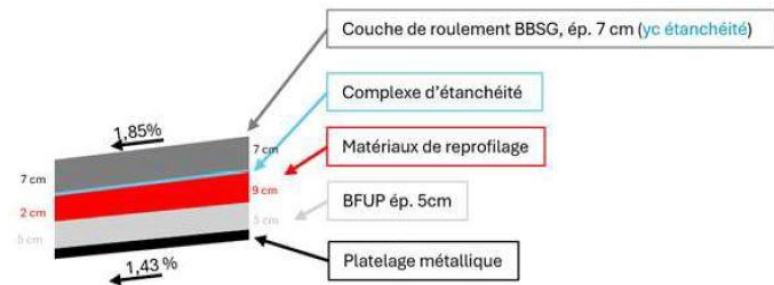


### Consistance BFUP :

« Ct à seuil » => surface libre au repos susceptible de tenir la pente

Phase travaux :

Ep 5cm constant



Consistance BFUP :

« Cv visqueux » => susceptible d'être mis en place sans vibration ni aide mécanique à l'écoulement

LE RENFORCEMENT DE LA DALLE ORTHOTROPE

PAR HOURDIS BFUP CONNECTE

Carte d'identité - BSI® Gris revêtement Ct130T3

Constituants	Dosage [kg] au m <sup>3</sup>	Densité	Dosage volumique [L]
Prémix G20F	1361,0	2,91	467,7
Sable de Quartz 0,1/1,2	790,0	2,66	297,0
Fibres métalliques (type M)	253,5	7,80	32,5
Adjuvant Chryso Optima 145	11,0*	1,07	10,3
Eau ajoutée	169,0*	1,00	169,0
<b>Total</b>	<b>2584,5</b>	-	<b>976,5**</b>

Propriétés		Critères CCTP Autreville	Carte d'identité BSI®
Masse volumique [kg/m <sup>3</sup> ]	ρ	-	2600
Résistance moyenne à la compression sur cylindre [MPa]	f <sub>cm,cyl</sub>	-	140
Résistance caractéristique à la compression sur cylindre [MPa]	f <sub>ck,cyl</sub>	130	130

Propriétés		Critères CCTP Autreville	Carte d'identité BSI®
Valeur moyenne de la résistance post-fissuration [MPa]	f <sub>ctfm</sub>	-	12,5
Valeur caractéristique de la résistance post-fissuration [MPa]	f <sub>ctfk</sub>	10 à 12	11,0
Valeur moyenne de la limite d'élasticité en traction [MPa]	f <sub>ctm,el</sub>	-	9,0
Valeur caractéristique de la limite d'élasticité en traction [MPa]	f <sub>ctk,el</sub>	7	8,0
Classe de comportement en traction	-	T3	T3

Propriétés		Critères CCTP Autreville	Carte d'identité BSI®
Module d'Young moyen [GPa]	E <sub>cm</sub>	-	50
Coefficient de Poisson	ν	-	0,2
Retrait total [µm/m]	ε <sub>cs</sub>	-	450 à l'infini
Retrait endogène [µm/m]	ε <sub>ca</sub>	-	350 à l'infini
Retrait dessiccation [µm/m]	ε <sub>cd</sub>	-	100 à l'infini
Coefficient dilatation thermique [µm/m/°C]	α	-	13,0

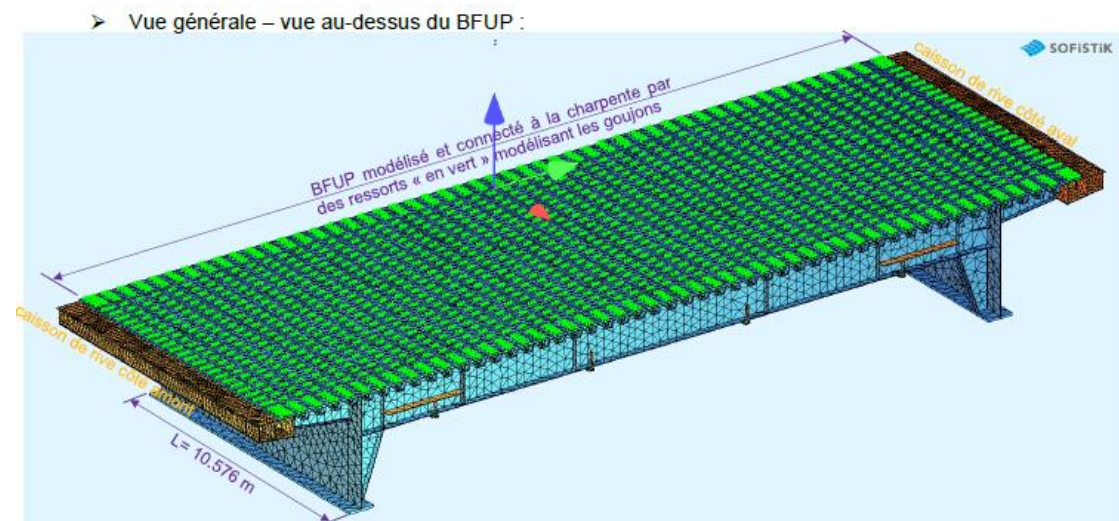
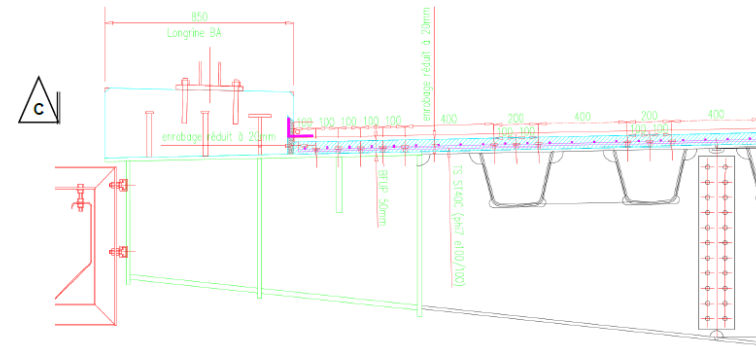
## JUSTIFICATION DE LA DALLE BFUP

Fonctionnement de la dalle :

- Connectée au platelage par des goujons  $\Phi 16$  h25
- Participe à la flexion locale pour soulager les augets
- Epaisseur constante 50mm
- Treillis ST40C ( $\Phi 7$  e100 dans les 2 directions :  $A_s = 3,85$  cm<sup>2</sup>/m)

Calcul des efforts selon un modèle EF incluant :

- Retrait
- Poids étanchéité + enrobé
- Charges UDL et TS



## JUSTIFICATION DE LA DALLE BFUP

### Résultats du dimensionnement :

Calcul BA, mais avec loi de comportement spécifique du BFUP (traction autorisée)

À l'ELS caractéristique :

- Contrainte de traction maxi dans aciers passifs :  $294,7 \text{ MPa} < 300 \text{ MPa}$
- Contrainte de traction maxi dans BFUP :  $9,37 \text{ MPa} < 11 \cdot (1,00 \cdot 1,019) = 10,79 \text{ MPa}$
- Contrainte de compression maxi dans BFUP :  $19,78 \text{ MPa} < 0,6 \cdot 130 = 78 \text{ MPa}$

À l'ELU fondamental :

- Contrainte de traction maxi dans aciers passifs :  $264,2 \text{ MPa} < 500/1,15 = 434,8 \text{ MPa}$
- Contrainte de traction maxi dans BFUP :  $7,75 \text{ MPa} < 11 \cdot (1,30 \cdot 1,019) = 8,30 \text{ MPa}$
- Contrainte de compression maxi dans BFUP :  $34,18 \text{ MPa} < 0,85 \cdot 130/1,50 = 73,66 \text{ MPa}$

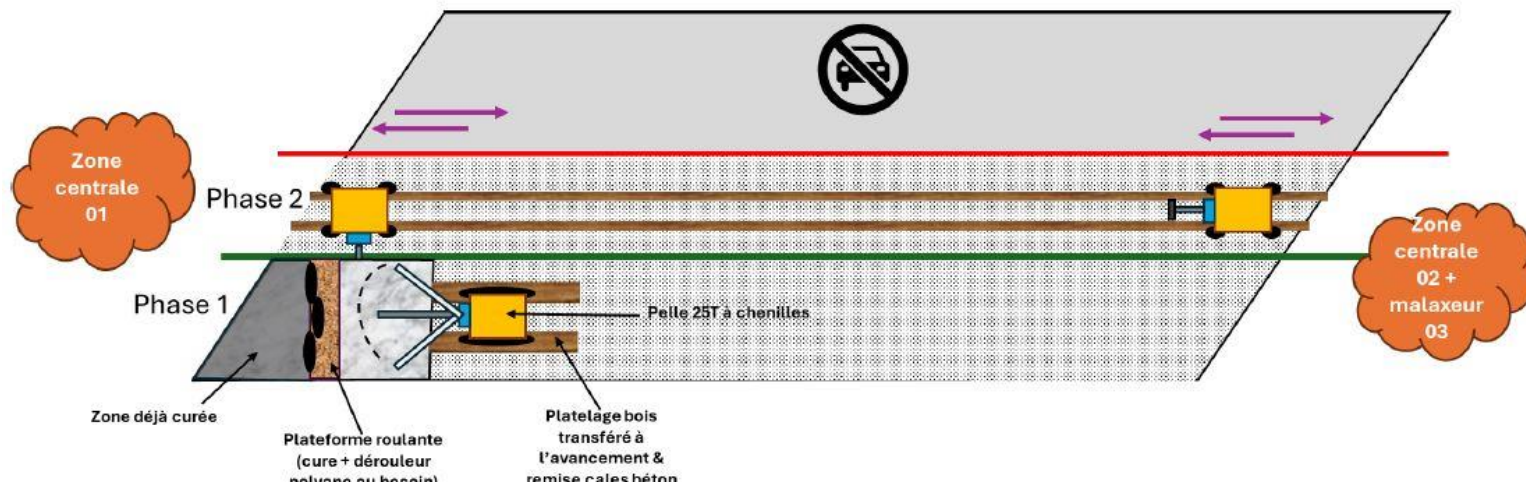
La prise en compte de la traction permet d'obtenir une dalle fine.

Un calcul BA, avec un béton classique, aurait nécessité une dalle 4 à 5 fois plus épaisse.

## L'ORGANISATION DU CHANTIER

### Planning :

- Demi-tablier sens Metz vers Nancy : septembre 2024
- Demi-tablier sens Nancy vers Metz : juin 2025
- 2 OCP (35h) par demi-tablier
- Sous coupure de circulation : absence de vibration



## LES TRAVAUX PREPARATOIRES

**Préparation du support « platelage métallique », avec :**

- Mise à nu du platelage et grenaillage

- Goujonnage et pose du treillis

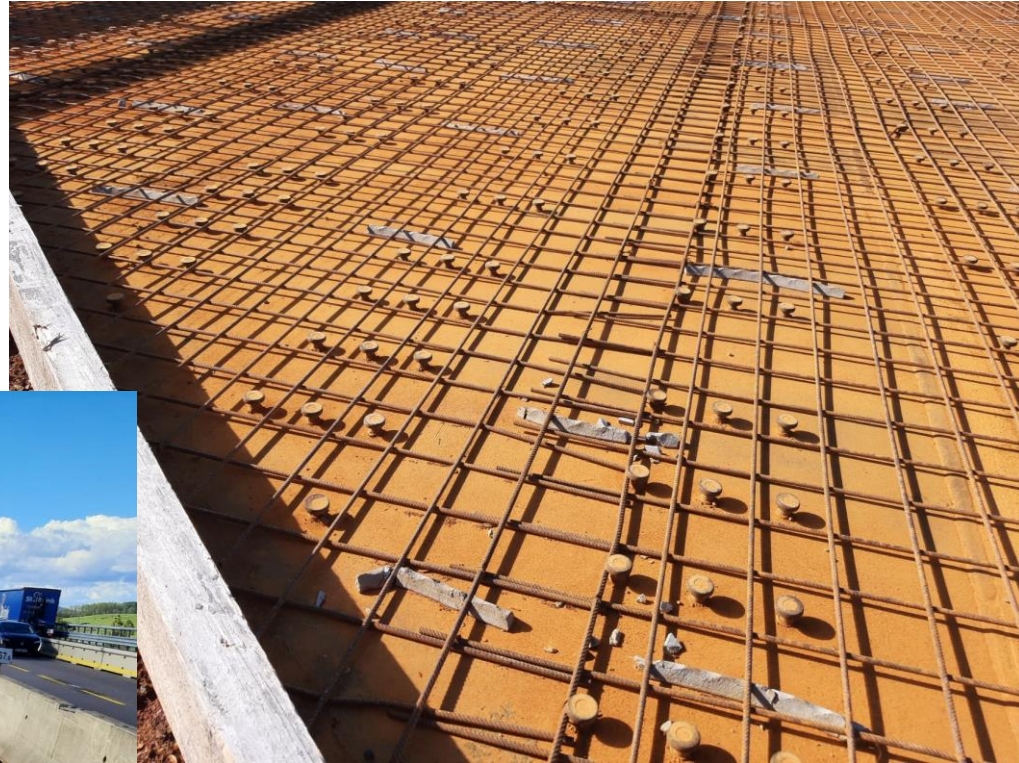
(environ 47 000 goujons sur 3700 m<sup>2</sup>)

- Points singuliers  
(Joints de chaussée...)



## LES TRAVAUX PREPARATOIRES

- Goujons placés au-dessus des augets
- Soudure à l'aide d'un gabarit
- 3 équipes pendant 15 jours



# L'ORGANISATION DU CHANTIER

Coté Nancy - C3 : Centrale 01 (M01) et Malaxeur 03 (M03)

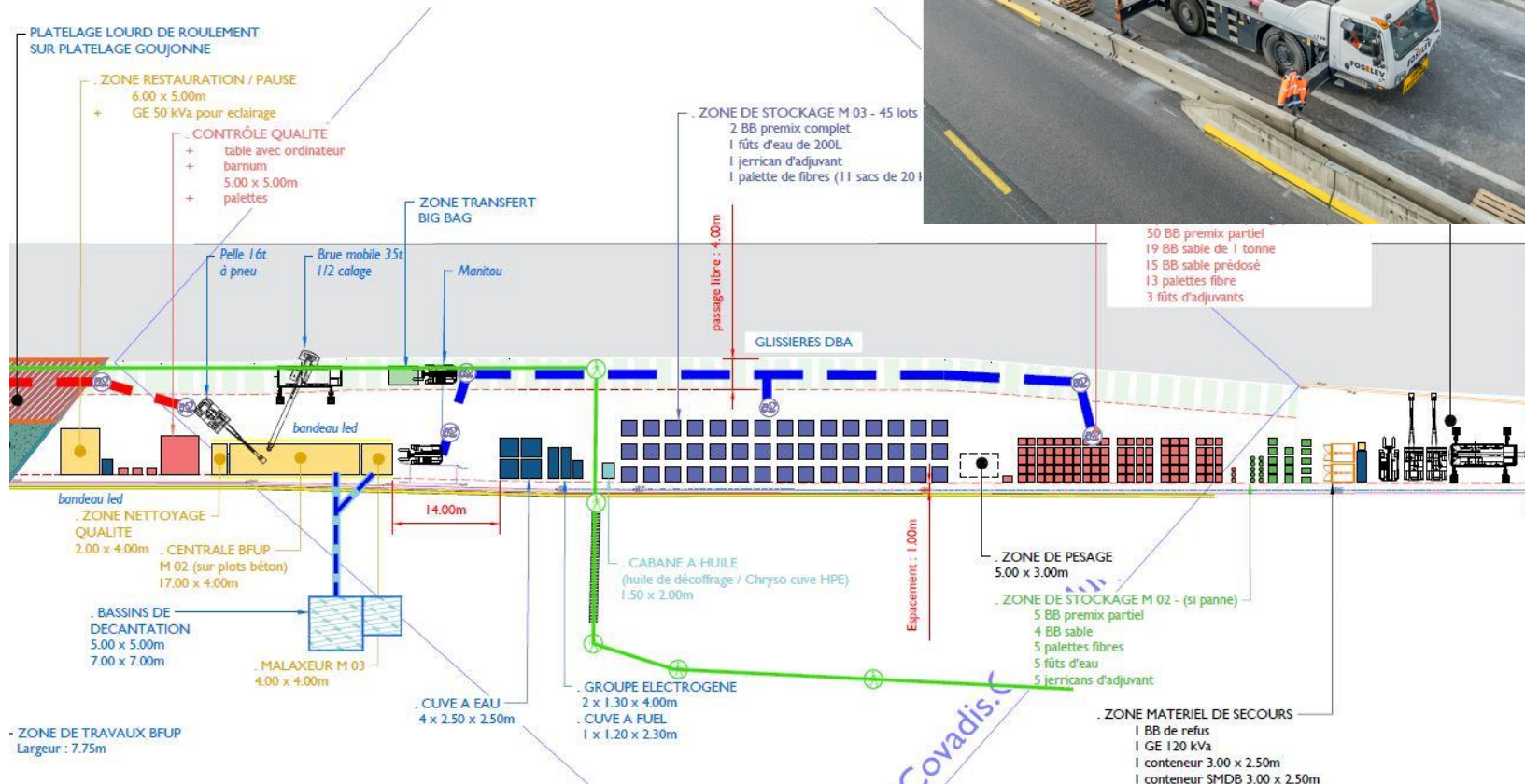
Côte Metz – C0 : Centrale 02 (M02) et Malaxeur de secours 04 (M04)

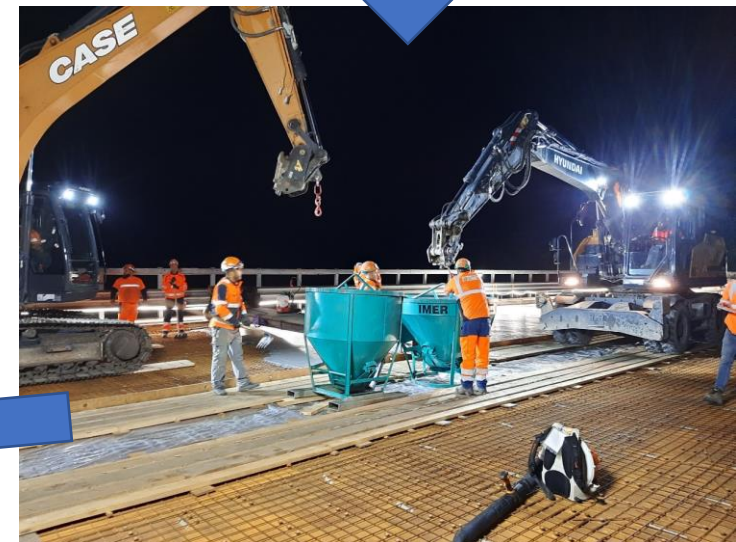
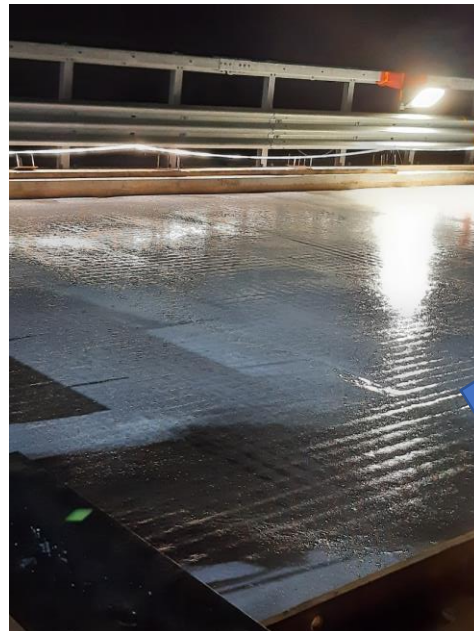
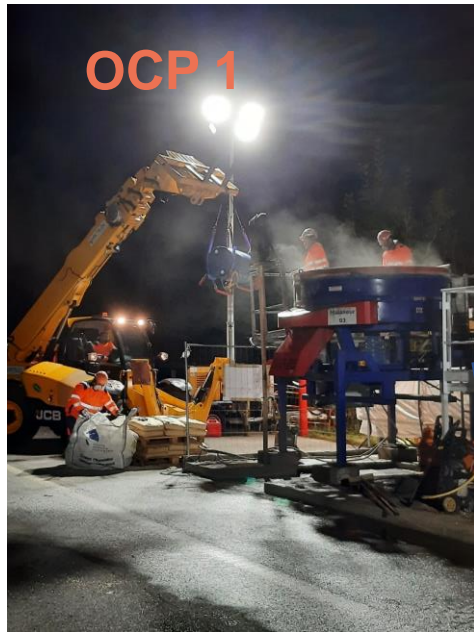


L'approvisionnement : 18 PL par OCP



## LES INSTALLATIONS DE CHANTIER



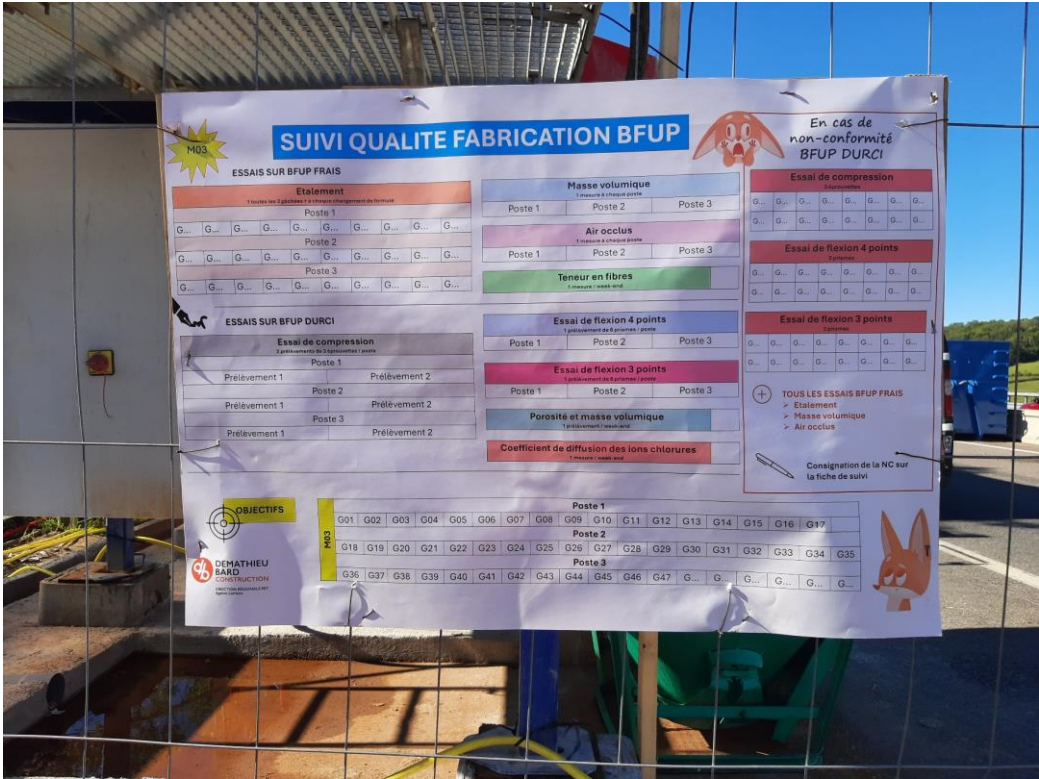


# Rencontres Ouvrages d'Art 12 juin 2025

## OCP 2



LES CONTRÔLES



## LE BETONNAGE EN QUELQUES CHIFFRES

### **Par week-end :**

100 gachées à fabriquer avec 3 unités de production entre le samedi 20h et le dimanche 16h (5m<sup>3</sup> / h)

90 m<sup>3</sup> de BFUP à appliquer (140t de sable / 240t de premix / 50t de fibres M)

Plus de 100 personnes en relais sur 1 week-end (Demathieu Bard – DIR Est – Cerema - Sigmabéton)

# Merci de votre attention



BRUN Vincent

[vincent.brun@cerema.fr](mailto:vincent.brun@cerema.fr)

07 64 44 03 87

NEIERS Sébastien

[sebastien.neiers@cerema.fr](mailto:sebastien.neiers@cerema.fr)

07 64 47 56 28