

Département de LOIRE-ATLANTIQUE Remise à niveau des ponts de Thouaré sur Loire

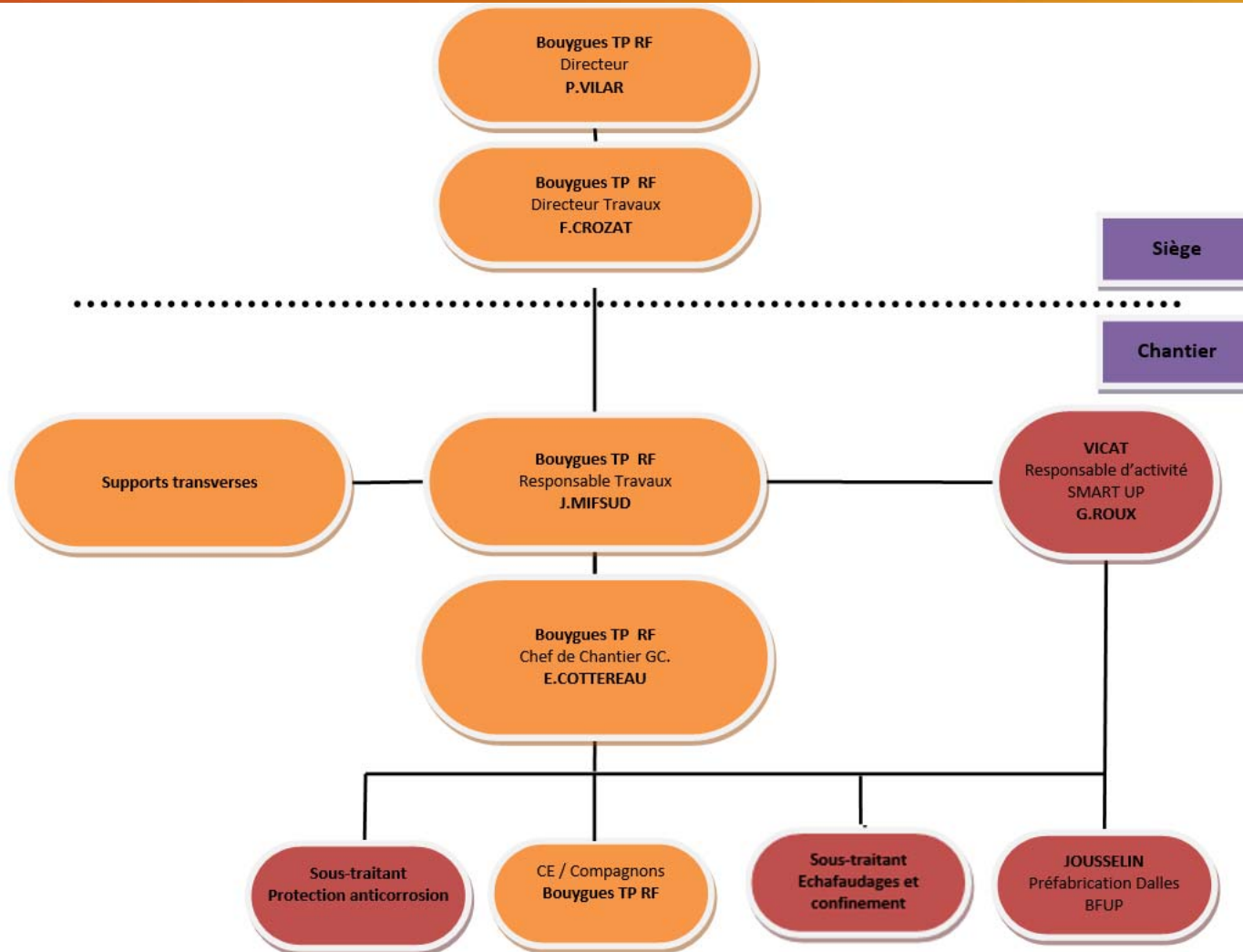


➤ Sommaire



- Présentation des intervenants
- Le projet
- Les dalles BFUP
- Etat d'avancement des travaux au stade

➤ Présentation des intervenants



➤ Le projet



Description des ouvrages



- Le Grand Pont et le Pont du Haut Village : ouvrages métalliques de type « ponts cages » en treillis supportant des voûtains de briques ou des dalles en béton armé.
- De forts enjeux:
 - Planning
 - Environnement
 - Maintien de la desserte de l'île

➤ Le projet



Description des travaux

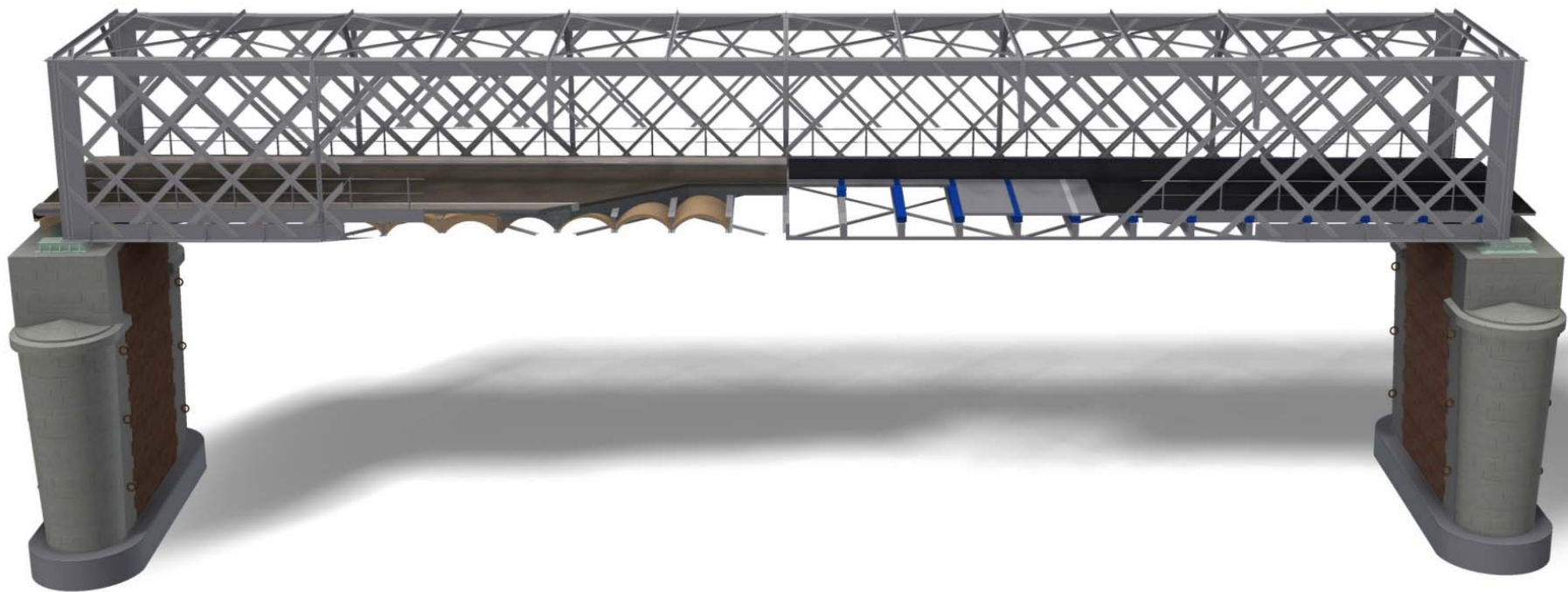
Les travaux de réparation à effectuer sur les ponts de Thouaré sont les suivants concernant principalement :

- Démolition des trottoirs.
- Rabotage des chaussées.
- Dépose des GC.
- Démolition des voutains et voûtelettes de trottoirs (T1 à T4 et T7 à T9).
- Démolition de la dalle en béton armé (T5 et T6).
- Mise en place de profilés métalliques fixés à la charpente métallique existante.
- Mise en place des dalles BFUP et clavage.
- Réalisation de la protection anticorrosion de la charpente métallique.
- Réalisation d'un revêtement routier de type enduit résine.
- Réalisation de trottoirs.
- Mise en œuvre de nouveaux GC.

➤ Le projet



Vue éclatée des travaux

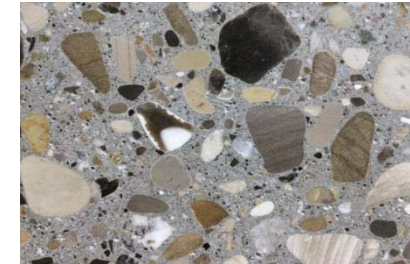


Fabrication des dalles BFUP

Généralités sur les BFUP SMART^{UP}



- ▼ **Vicat**, un des pionniers du développement des BFUP dans les années 90 avec le **BCV**
 - ▼ En 2015, BCV devient **SMART^{UP}**
 - ▼ Nouvelle organisation technique / commerciale
- ▼ **Principes de formulation**
 - ▼ Optimisation du choix des matériaux et de l'empilement granulaire : Grande compacité
 - ▼ Granulats de taille réduite et de résistance mécanique élevée
 - ▼ Fort dosage en éléments fins actifs (liant)
 - ▼ Teneur en fumée de silice (ultrafine) élevée
 - ▼ Très faible quantité d'eau : Eau efficace / Liant ~ 0,15
 - ▼ Ajout de fibres en quantité élevée pour créer de la ductilité
 - ▼ Jusqu'à 3% du Volume



Béton classique



SMART^{UP} Structure Gris



Fibres métalliques

Fabrication des dalles BFUP

Généralités sur les BFUP SMART^{UP}



- ▼ Ces bétons sont caractérisés par 3 atouts principaux
 - ▼ Des performances mécaniques élevées
 - ▼ Résistance à la compression
 - ▼ Résistance en flexion / traction
 - ▼ Comportement post-fissuration
 - ▼ Des pièces offrant une grande durabilité
 - ▼ Faible porosité / perméabilité
 - ▼ Des formes complexes aux parements soignés
 - ▼ Comportement autoplaçant
 - ▼ Finesse de la matrice / Résolution de démoulage



Fabrication des dalles BFUP

Performances du SMART^{UP} [STRUCTURE]



- ▼ Performances mécaniques du SMART^{UP} [STRUCTURE] Gris 2,5% FM
 - ▼ Carte d'identité matériau selon NF P 18-470

Propriétés Mécaniques	Valeurs
Résistance caractéristique en compression (f_{ck}) (selon NF EN 12390-3)	150 MPa
Valeur caractéristique de la limite d'élasticité en traction ($f_{ctk,el}$) (selon NF P 18-470)	8,8 Mpa
Valeur caractéristique de la résistance post-fissuration en traction (f_{ctfk}) (selon NF P 18-470)	7,8 Mpa
Valeur moyenne du module d'Young (E_{cm}) (selon NF EN 12390-13)	44,0 GPa
Coefficient de Poisson	0,2

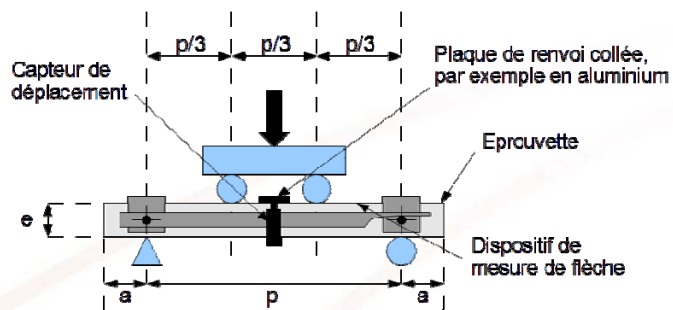
Fabrication des dalles BFUP

Performances du SMART^{UP} [STRUCTURE]



▼ Ex : Détermination de la limite élastique en traction ($f_{ct,el}$)

▼ Essai de Flexion 4 points sur prisme 7x7x28 cm



▼ Lecture directe de la force en N

$$F_{nl} = 25,4 \text{ kN}$$

$$f_{ct,fl} = 3 F_{nl} / b.a$$

$$f_{ct,el} = f_{ct,fl} \frac{\kappa a^{0.7}}{1 + \kappa a^{0.7}} = 9,5 \text{ MPa}$$

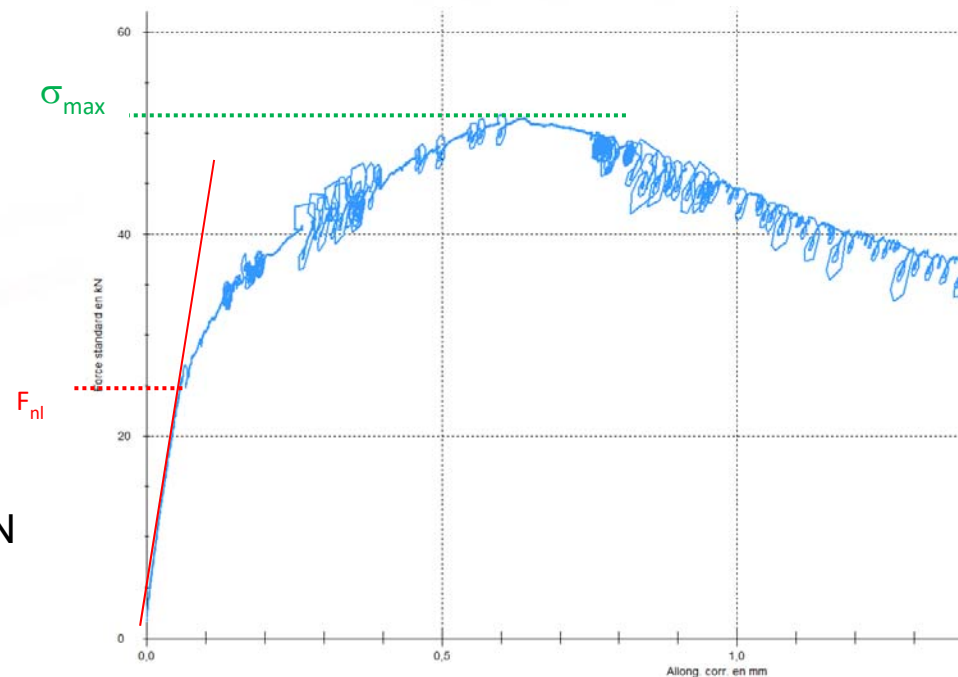


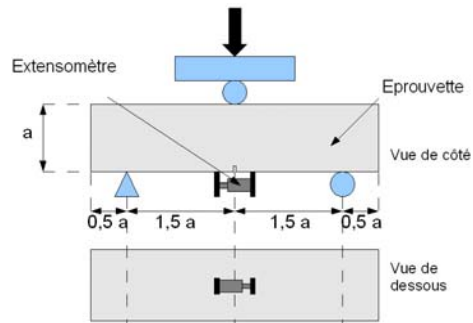
Figure : Courbe d'essai de flexion 4 points pilotage en flèche sur éprouvette prismatique 7x7x28cm (convenance Thouaré-sur-Loire)

Fabrication des dalles BFUP

Performances du SMART^{UP} [STRUCTURE]



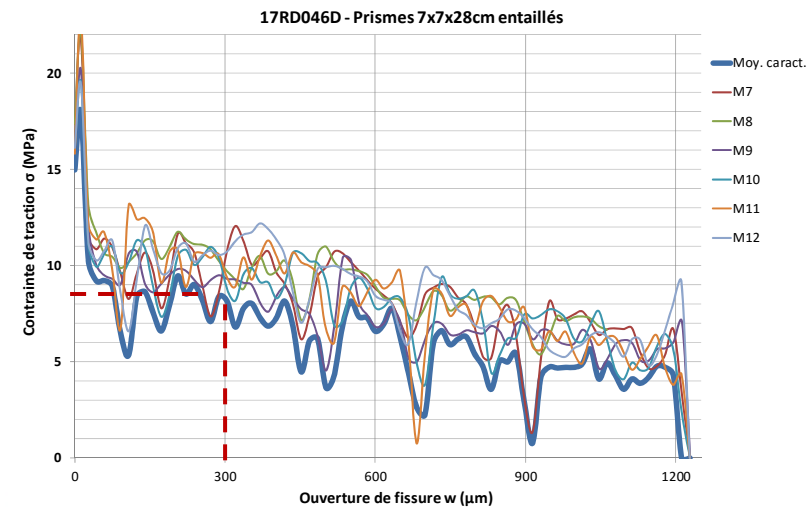
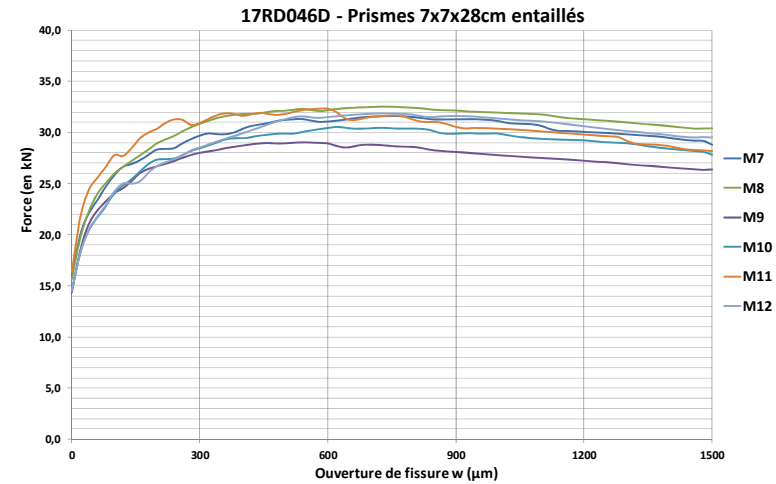
- ▼ Ex : Détermination de la résistance à la traction post-fissuration (f_{ctfm} et f_{ctfk})
- ▼ Essai de Flexion 3 points sur prisme entaillé 7x7x28 cm



- ▼ Traitement des résultats par analyse inverse
- ▼ Détermination de l'ouverture de fissure à 0.3 mm ($\sigma_{0.3mm}$)

$$f_{ctfm} = 9,8 \text{ MPa}$$

$$f_{ctfk} = 8,2 \text{ MPa}$$



Fabrication des dalles BFUP

Performances du SMART^{UP} [STRUCTURE]



- ▼ Performances de durabilité du SMART^{UP} [STRUCTURE] Gris 2,5% FM
 - ▼ Carte d'identité matériau selon NF P 18-470

Porosité à l'eau à 90 jours <i>(selon NF P 18-459)</i>	≤ 6,0 % <i>(Classe Dp+ : Porosité améliorée)</i>
Coefficient de diffusion des ions chlorures à 90 jours <i>(selon NF P 18-462)</i>	≤ 0,1.10 ⁻¹² m ² .s ⁻¹ <i>(Classe Dc+ : Résistance améliorée à la diffusion des ions chlorure)</i>
Perméabilité apparente aux gaz à 90 jours <i>(selon NF P 18-463)</i>	≤ 1.10 ⁻¹⁹ m ² <i>(Classe Dg+ : Résistance améliorée aux transferts gazeux)</i>
Indice d'abrasion <i>(Mode opératoire CNR)</i> Indice de référence (verre) = 1	1,1 <i>(Classe RM1 – Matériau résistant à l'abrasion hydraulique)</i>

Fabrication des dalles BFUP

Fabrication du SMART^{UP} [STRUCTURE]



▼ Protocole de fabrication du SMART^{UP} [STRUCTURE] Gris 2,5% FM

1. Humidification très légère du malaxeur avant la 1^{ère} gâchée
2. Introduction de **toute la quantité** requise de prémix
3. Malaxage du prémix à sec pendant 30 secondes / 1 minute
4. **Dilution des adjuvants dans l'eau** et introduction progressive du mélange (30 sec)
5. **Malaxage 6-8 minutes**. Le mélange est censé être fluide après cette phase
6. Introduction progressive des fibres métalliques
7. Malaxage pendant environ **8 minutes supplémentaires**



Fabrication des dalles BFUP

Production



- ▼ Fabrication des dalles par la société Jousselin



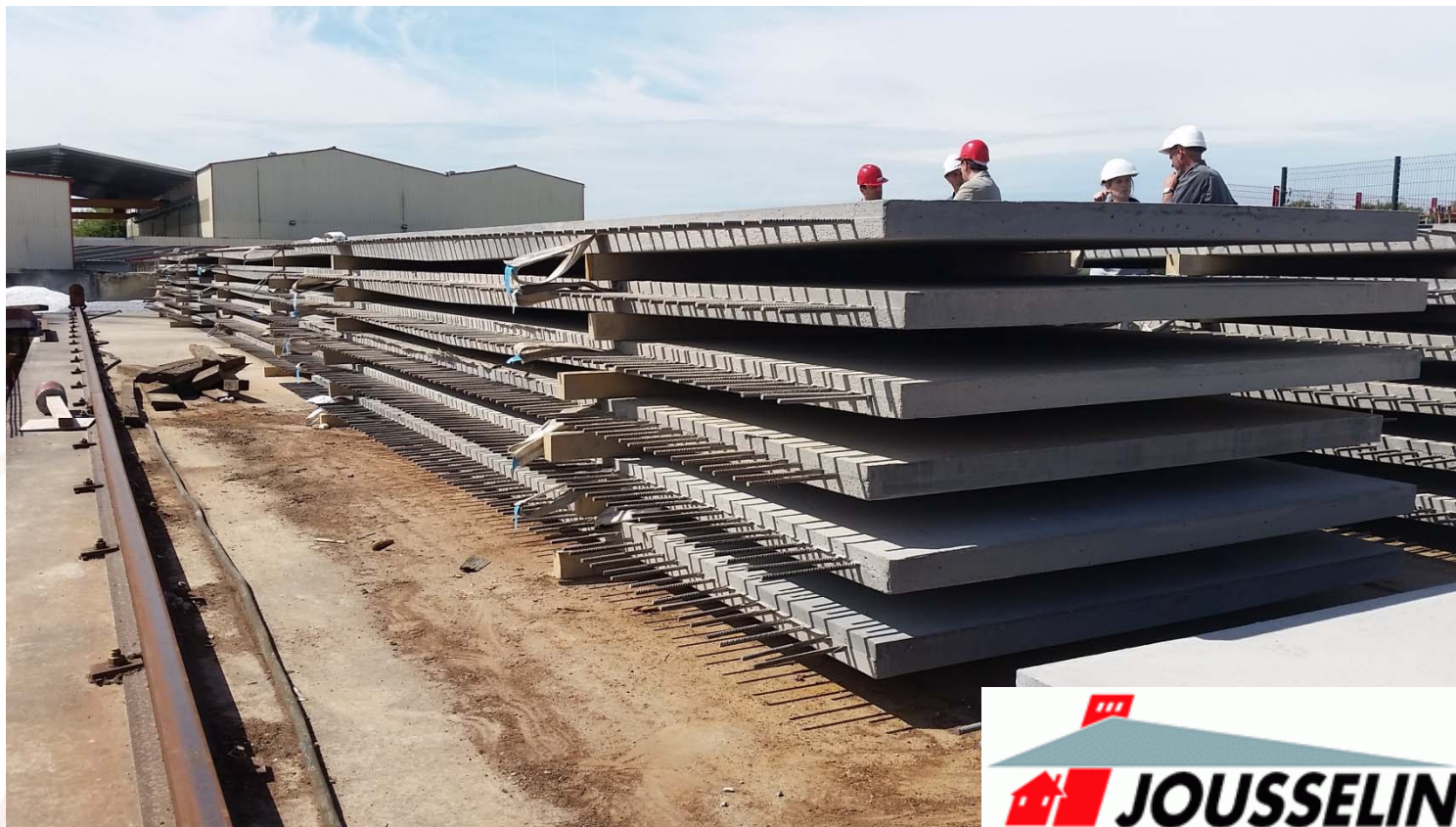
Présentation du 28 juin 2017

Fabrication des dalles BFUP

Production



- ▼ Fabrication des dalles par la société Jousselin

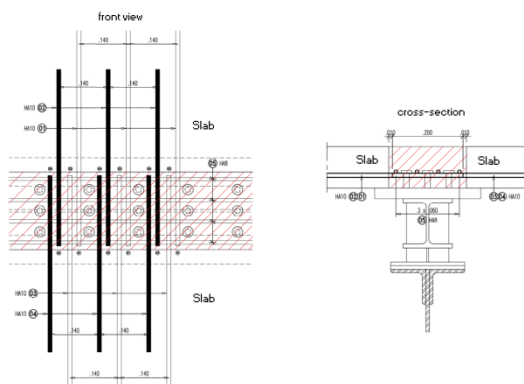


Présentation du 28 juin 2017

Jointes de clavetage BFUP

Convenance

- ▼ Mise au point et validation de la procédure de coulage
 - ▼ Ecoulement du SMART^{UP} au travers des armatures
- ▼ Vérification des exigences mécaniques en compression
- ▼ Appréciation visuelle du bon enrobage des armatures
 - ▼ aciers transversaux (issus des dalles)
 - ▼ aciers longitudinaux (filants)
 - ▼ goujons en face inférieurs



➤ L'exécution des travaux



Démolition des trottoirs et rabotage

➤ L'exécution des travaux



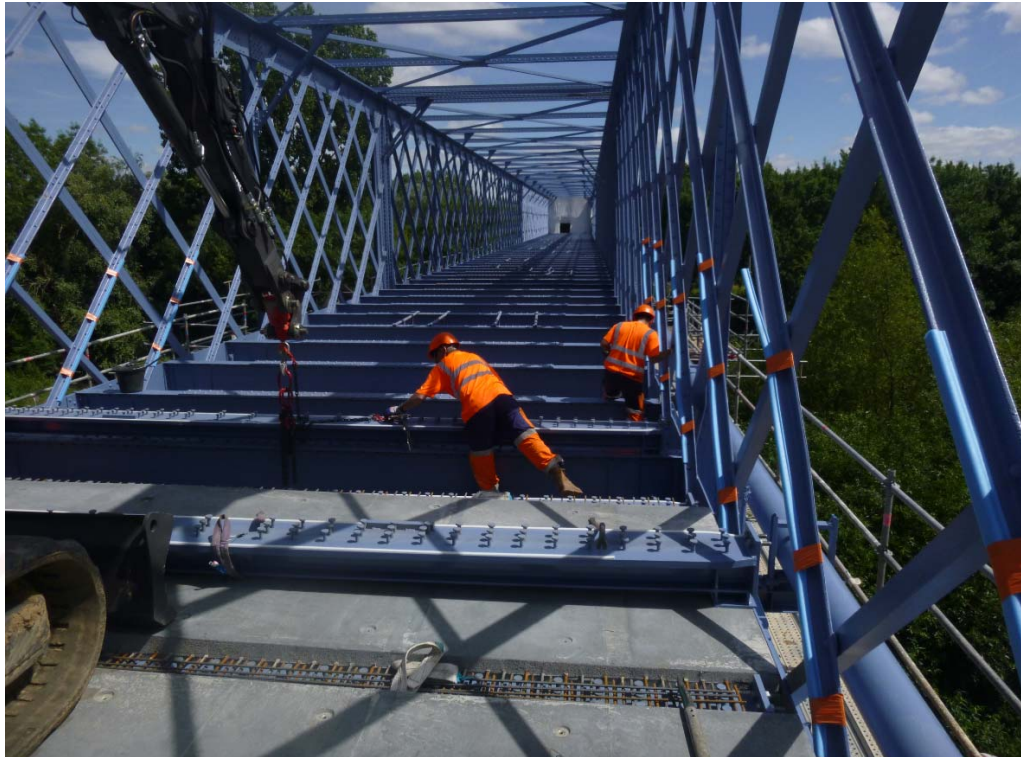
Démolition des voutains et dalles béton

➤ L'exécution des travaux



Echafaudage et traitement anticorrosion

➤ L'exécution des travaux



Mise en place des PRS, dalles BFUP & clavetage

➤ L'exécution des travaux



Etat d'avancement au stade:

- TRANCHE FERME
 - Peinture : 85%
 - Dalles : 35%
 - Trottoirs : 0%
- TRANCHE CONDITIONNELLE
 - Peinture : 70%

La passion de construire nous réunit

