

REPARATION

VIADUC D'AUTREVILLE – A31 (54)



OUVRAGES
D'ART

I) PRESENTATION DU PROJET

**II) CHEVETRE PILE
ET
POUTRES CAISSON**

III) TRANSFERT DE CHARGE

IV) RENFORCEMENT EXTRADOS



I) PRESENTATION GENERALE



Viaduc d'Autreville

Autoroute A31 (Nancy – Metz – Luxembourg)

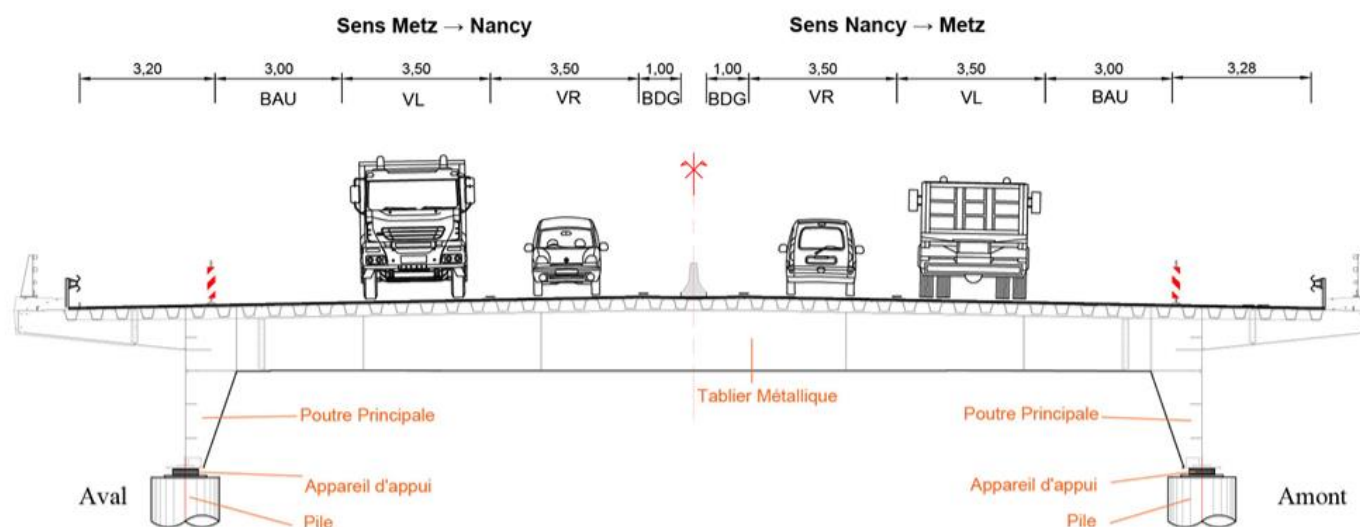
Caractéristiques

- Construit en 1971, ouvrage de 232 ml à 3 travées
- Entièrement métallique (dalle orthotrope de 12 mm avec 2 PRS espacées de 24m, raidie par 52 « pièces de pont » reliant les poutres et des augets parallèles aux PRS)
- État de fatigue avancée (fissuration, surveillance accrue, plusieurs campagnes de réparations depuis '90)

Contraintes fortes

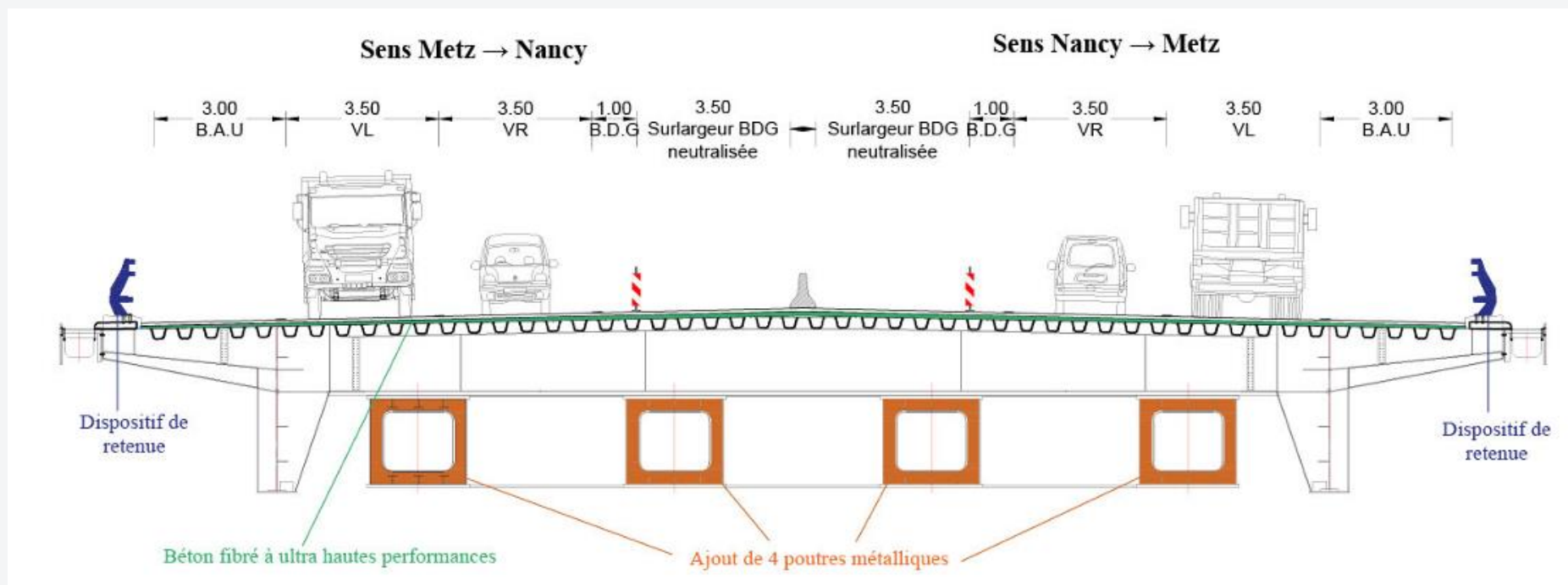
- Moselle naviguée (VNF)
- 60 000 véhicules/jour dont 15% de PL
- Maintien total de la circulation hormis 6 WE OCP de 34h

→ NÉCESSITÉ D'UNE SOLUTION DE RÉPARATION PÉRENNE



Viaduc d'Autreville – solution de renforcement retenue

- ➔ Traitement de la fissuration de la charpente et reprise totale du complexe anti-corrosion
- ➔ Réalisation de **4 poutres caissons** « glissées sous l'OA » (renforcement des piles et création de 2 nouvelles culées) afin de prendre en charge le tablier, au niveau de 204 points d'appui, et le **délester de 2000To de poids propre et d'une grande partie des charges d'exploitation**
- ➔ **Renforcement par Béton Fibré Ultra Performant (BFUP)** de la dalle orthotrope pour stabiliser les fissurations du platelage et augets



Acteurs du projet

- Maitrise d'ouvrage : Ministère de la transition écologie – **DIR Est**
- Maître d'œuvre : **DIR Est** – Service Ingénierie Routière Lorraine
- Contrôle extérieur : Direction territoriale EST du **CEREMA**

GROUPEMENT		
MANDATAIRE	CO TRAITANT CHARPENTE NEUVE	CO TRAITANT CHARPENTE EXISTANTE
 DEMATHIEU BARD CONSTRUCTION DIRECTION RÉGIONALE EST Agence Lorraine	 BAUDIN CHATEAUNEUF	 berthold

→ Bureau d'étude Méthodes : Direction technique DB

→ BET : SECOA (charpente + GC)

Chiffres clés

- Montant HT des travaux : 36 Mio €
- Durée des travaux : 30 mois
- Date de livraison : fin 2025



- ✓ 25 000 m² de traitement anti-corrosion
- ✓ 3 300 T de charpente neuve
- ✓ 2 000 m² de coffrage, 500T d'armatures
- ✓ 32 bossages principaux et 204 bossages secondaires
- ✓ 90 000 goujons de connexion
- ✓ 400 m³ de BFUP
- ✓ 7 100m² d'étanchéité



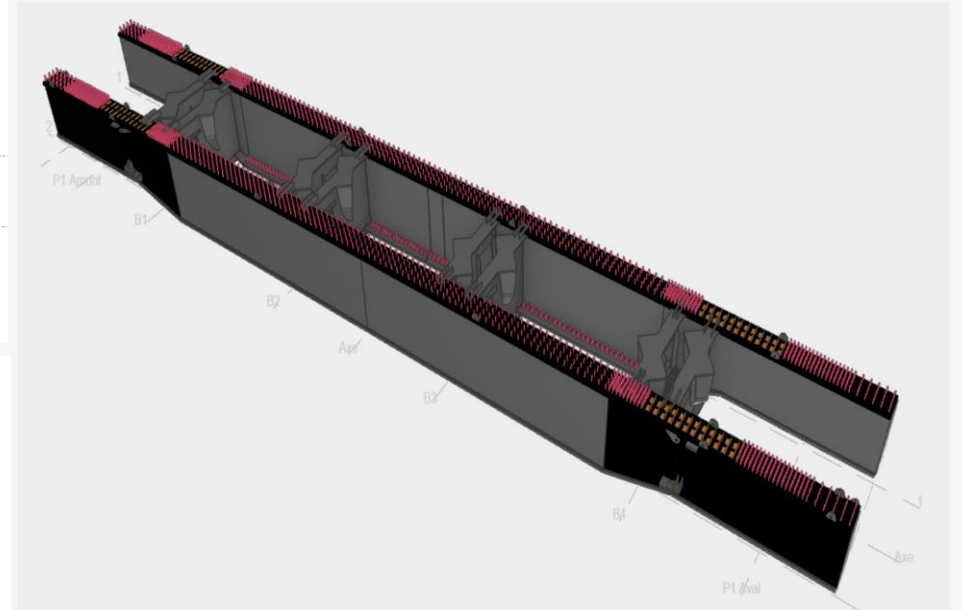
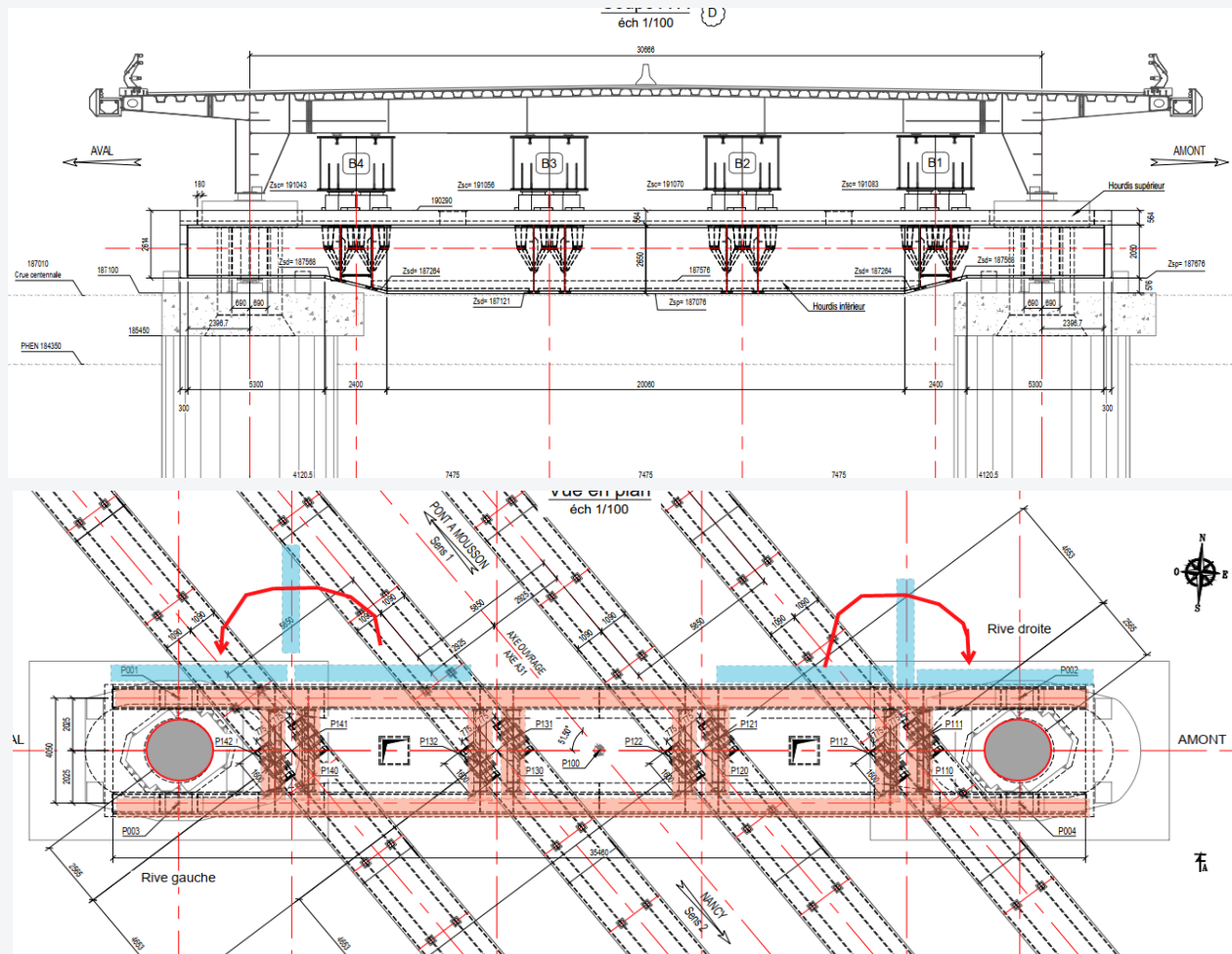


II) CHEVETRE PILE ET POUTRES CAISSON



CHEVETRE PILE P1

- Bi-caisson métallique mixte à diaphragmes– 30 m – 210T d'acier
- Mis en place par SPMT et pontons modulaires
- Extrémité d'un caisson en charnières échapper le fut de pile

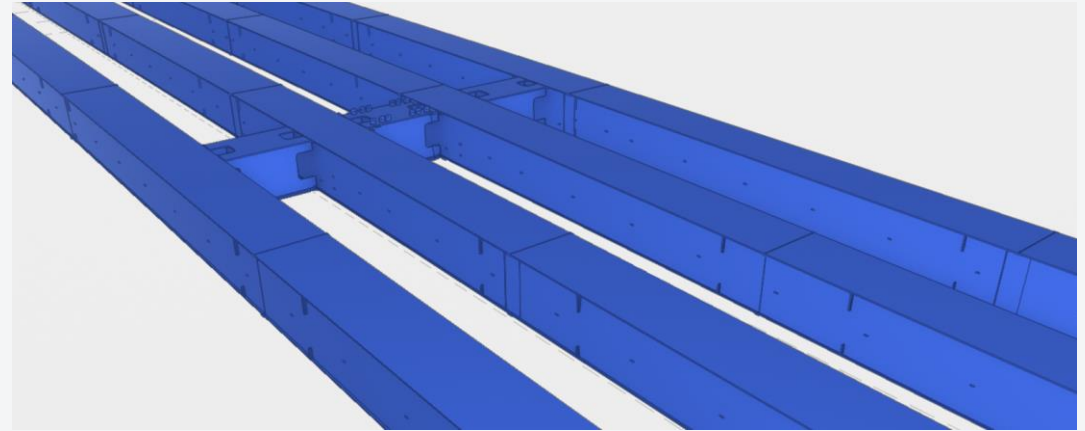


CHEVETRE PILE P1



POUTRES CAISSONS

- Structure de renforcement – 4 caissons de 220m – 3000T d'acier
- Reliés par 9 entretoises en caisson



POUTRES CAISSONS

- **MISE EN PLACE**

- **Travée C3-P2:**

- Assemblage de 4 colis au sol
 - Elévation par tours de vérinage
 - Mise en place par SPMT – pose sur palées
 - Lancement

- **Travée C3-P2:**

- Assemblage de 4 colis au sol
 - Elévation par tours de vérinage
 - Prise en charge par SPMT
 - Chargement et mise en place par barge
 - Colis posés en encorbellement sur les précédents



12



POUTRES CAISSONS

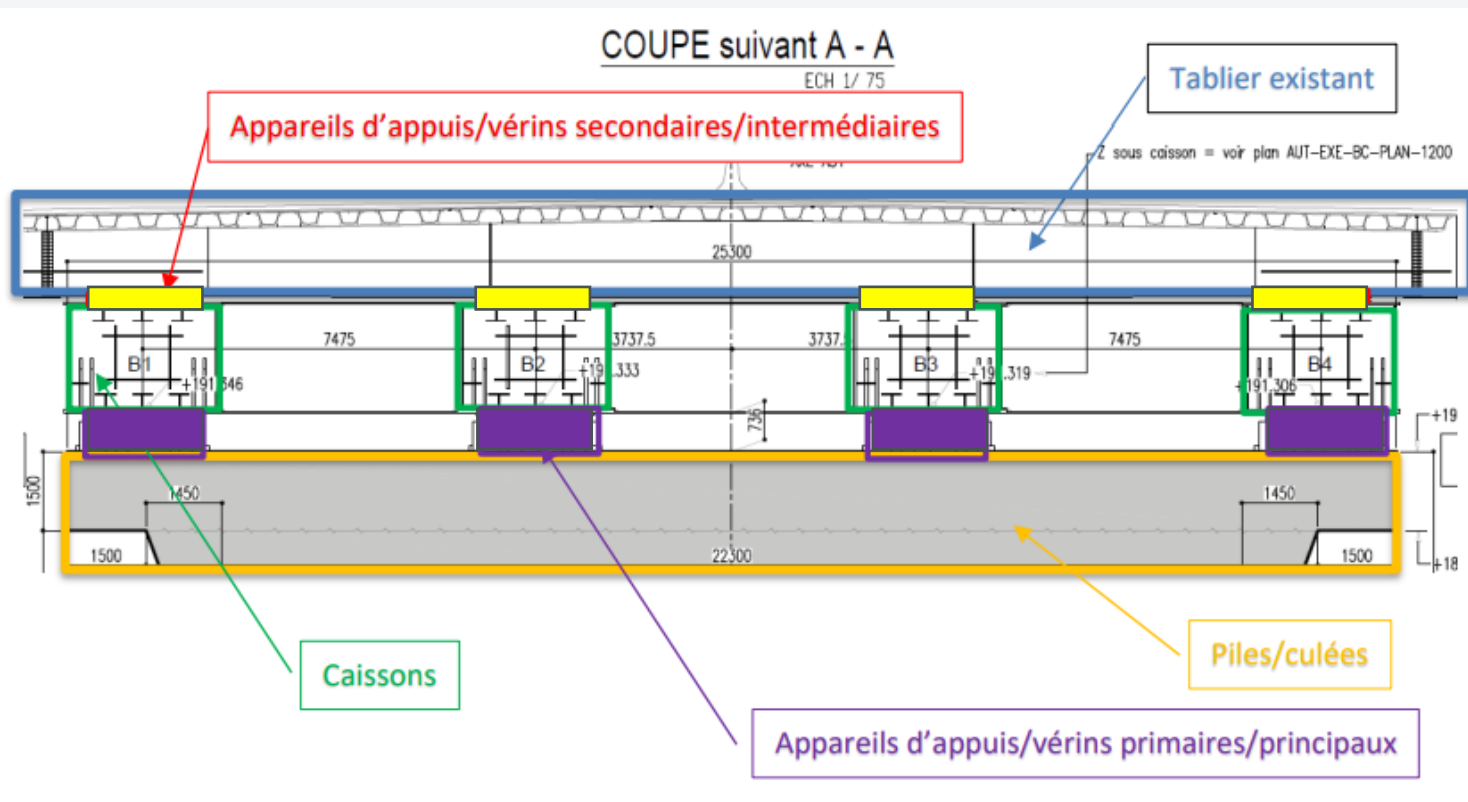


III) TRANSFERT DE CHARGE

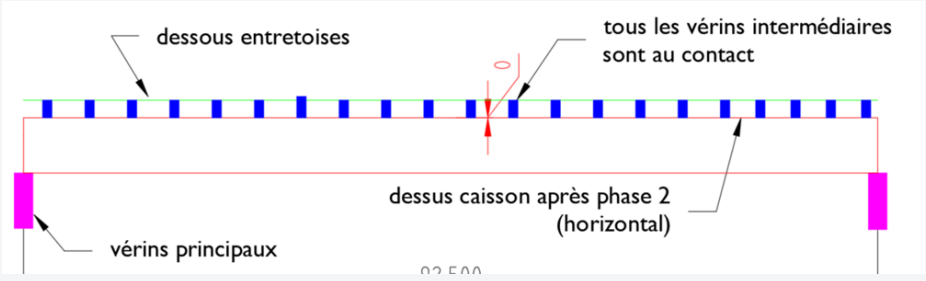
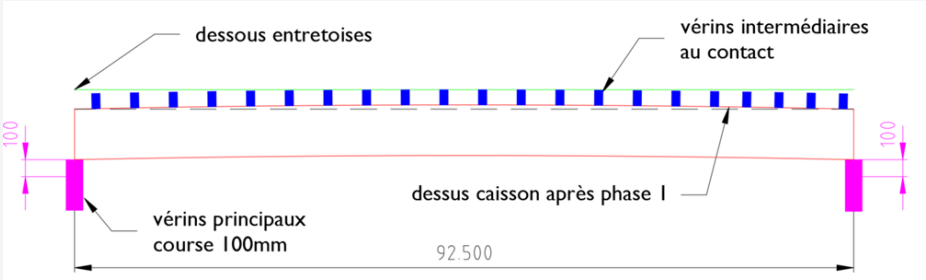
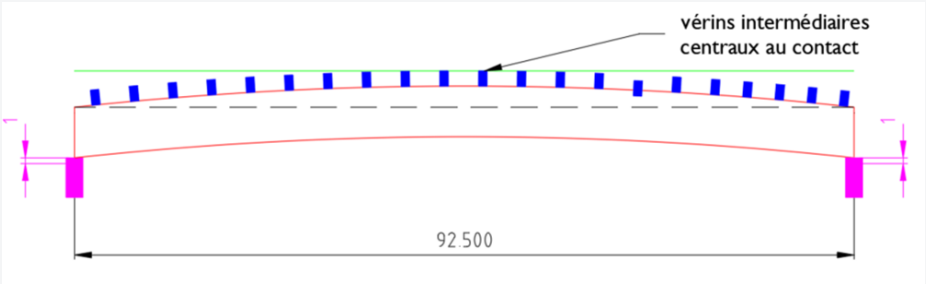
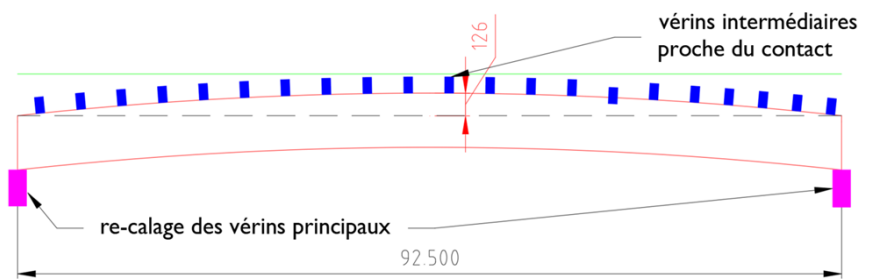
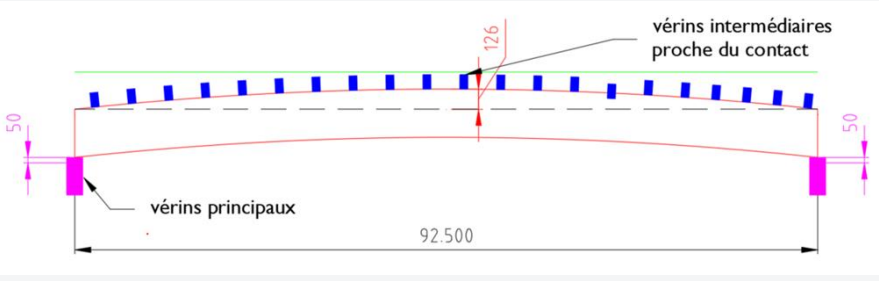
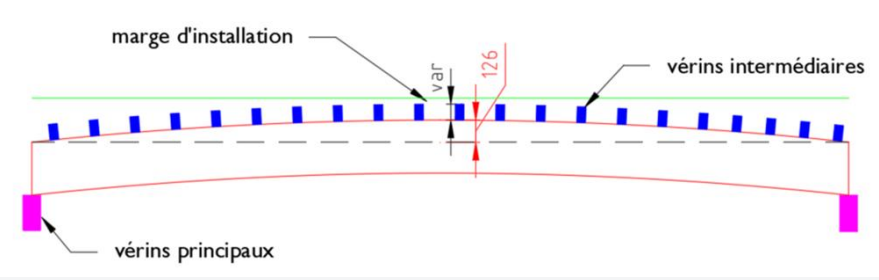
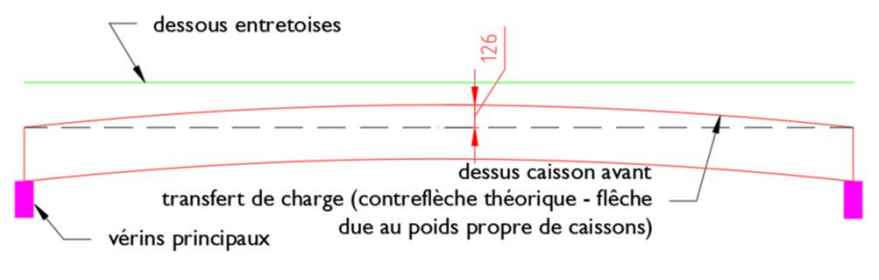


L'objectif

- Vérinage des 4 caissons via centrale synchronisée. Opération 100% DB avec appuis direction technique et service matériel.
- Mise en charge des caissons pour améliorer la non-décompression des 204 appareils d'appuis secondaire.
- Transfert de charge de 2000t entre les nouveaux caissons et la structure existante.



La théorie (focus sur une travée / 1 caisson)



La pratique

17

Vérinage et Réalisation des appareils d'appuis principaux

- Travaux réalisés sous coupure totale de l'A31 lors d'une OCP de 34h
- 24 bossages à réaliser (ferrailage/coffrage/bétonnage)
- 16 vérins sur les culées de 100 To
- 32 vérins sur les piles de 200 To



La pratique

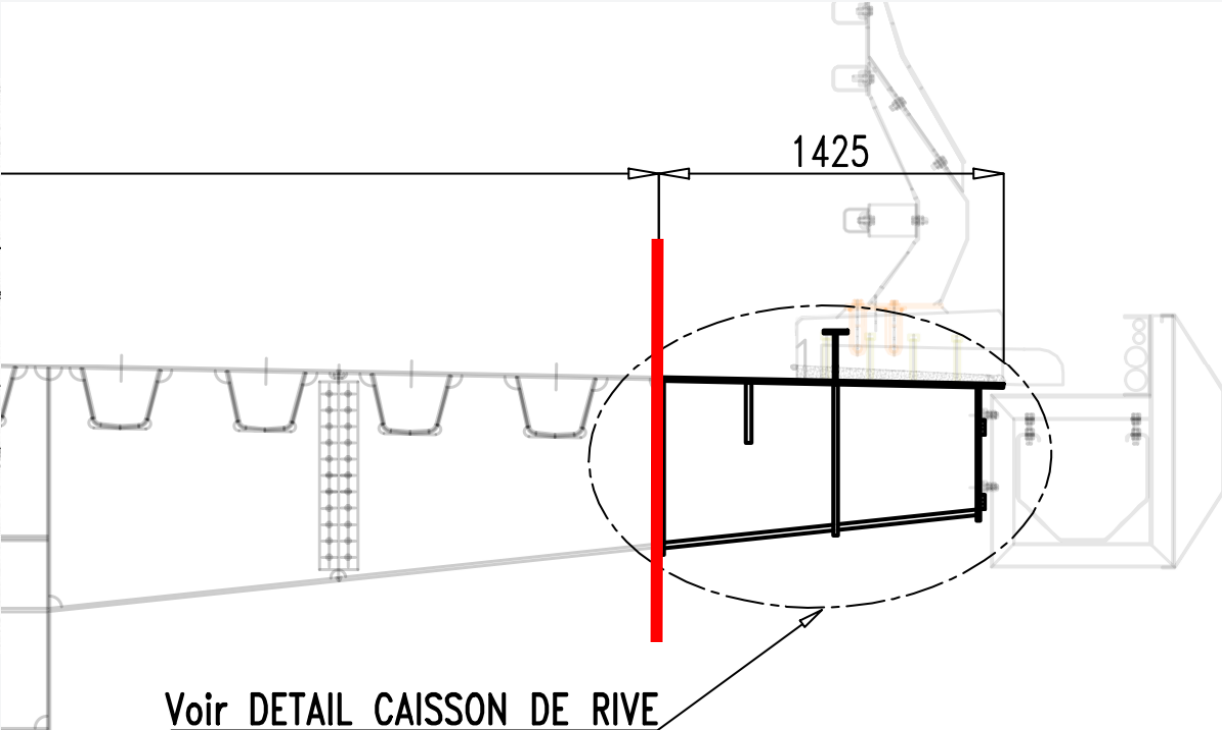
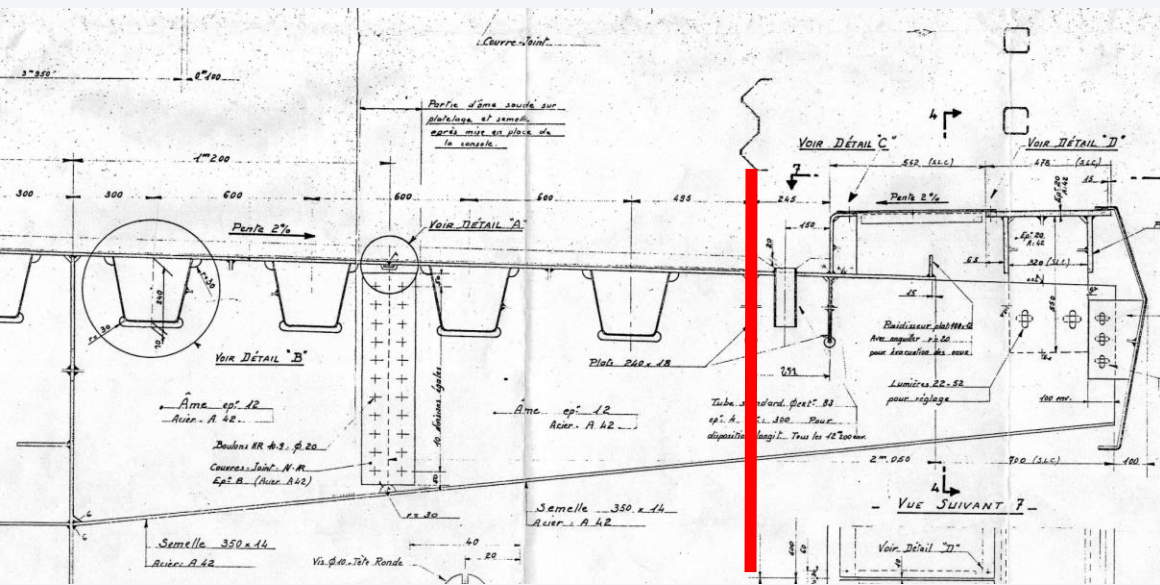
Les 204 appareils d'appuis secondaire : mise en contact de 100% des appuis



IV) RENFORCEMENT EXTRADOS



Renforcement des rives d'ouvrage - découpe et ajout de caissons



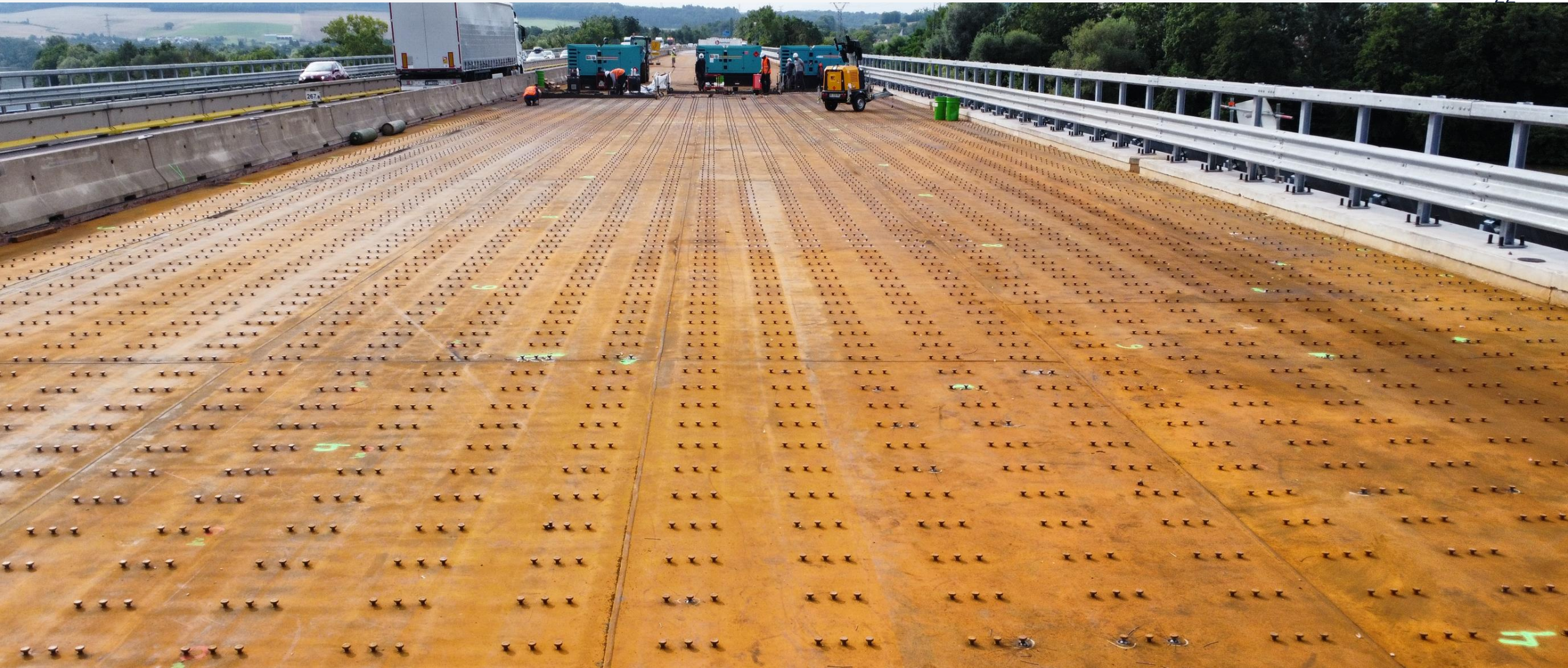
Voir DETAIL CAISSON DE RIVE

Renforcement des rives d'ouvrage - découpe et ajout de caissons



Connexion dalle BFUP – Soudure de 90 000 connecteurs sur le platelage

22



6

Connexion dalle BFUP – Soudure de 90 000 connecteurs sur le platelage



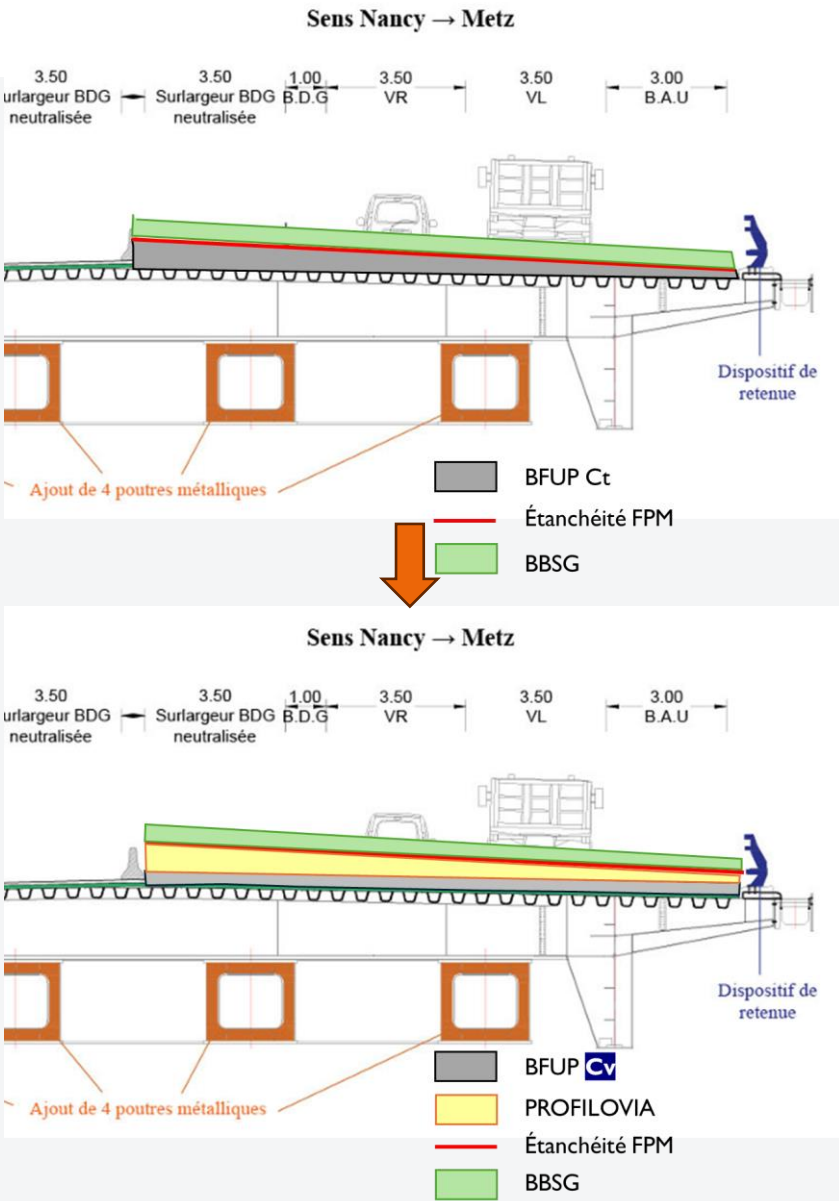
- 2 phases de travaux de 2 semaines environ
- 45 000 goujons dans chaque phase
- Soudure au droit des augets de la dalle orthotrope
- Connecteur type SB D16x25 mm
- Soudage procédé 783
- Courant 1550 A
- Temps de soudure unitaire 550 ms
- Cadence pour 1 personne/8h de travail : environ 500 goujons
- Utilisation de gabarits d'implantation pour faciliter le repérage.

Spécifications relatives au BFUP

Résistance compression (MPa)	BFUP 130/145
Classe de comportement en traction	T3 – très écrouissant
Fibres	Type M (fibre acier)
Porosité à l'eau à 90j	Dp+ (porosité améliorée)
Diffusion des ions chlorures	Dc+ (résistance améliorée)
Classe de résistance à l'état frais	Ct (Thixotrope)* → Cv
Limite d'élasticité à la traction	7 MPa
Limite à la rupture en traction	10 à 12 MPa
Classe d'exposition	XC4, XD3, XF2
Déformation écrouissante	Entre 2 et 3 ‰
Traitement thermique	STT



* BFUP initialement prévu avec pente transversale > requalifié en épaisseur constante sur tablier penté à 1,2% + application d'un reprofilage bitumineux (PROFILOVIA[®]) pour contraintes d'exploitation et de charges sur l'OA



ADJUVANTATION : la seule variable de la carte d'identité

CARTE IDENTITÉ BFUP AUTREVILLE		
Constituants	Dosage en kg	Dosage en kg
PREMIX G20F	1361	1200
Sable	790	696,5
Fibres	253,5	223,5
Adjuvant Optima 145	11	13
Eau	169	149
Volume produit	1 m ³	881,7L



17 kg/m³ - Apparition de 2 phases



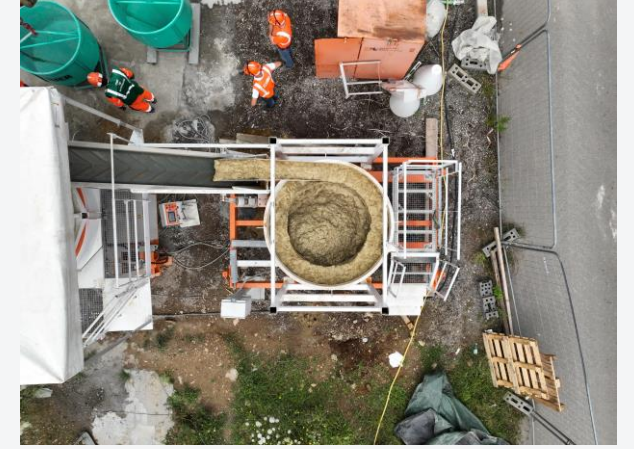
13 kg/m³ – trop « raide »



L'adjuvantation utilisée en phase de production chantier est **validée lors de convenances dites « dérivées »** pour programmation dans l'automate de 5 « recettes »

Centrales « foraines » BFUP

- Un choix de réalisation en part propre et une synergie 100% DB
- Conception et investissement de 2 centrales totalement automatisées



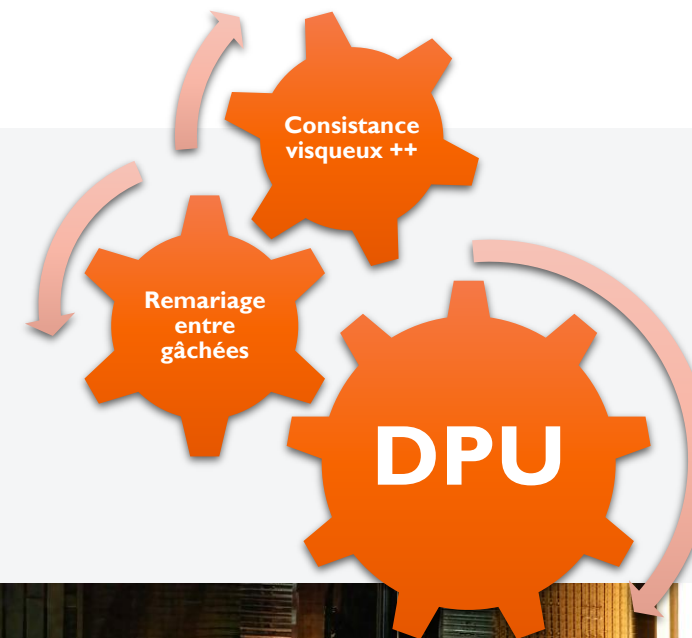
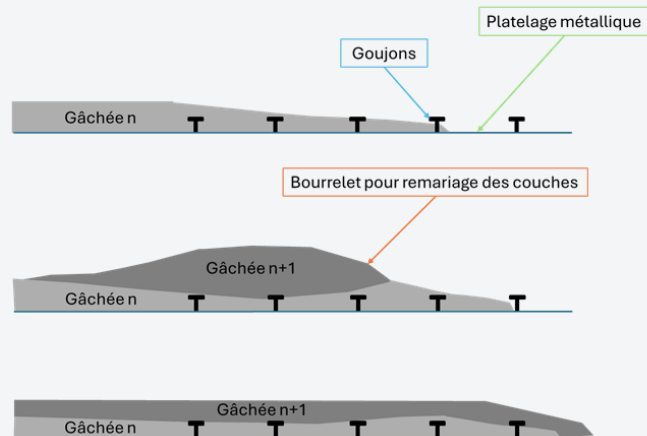
- Cadence de production = 1,6 à **1,8 m³/h**
- **Suivi en temps réel et enregistrement** (avec export possible des pesées et cycle de malaxage sur clé USB)
- 134 gâchées produites en OCP : **100% de conformité** de pesage et atteinte des performances (BFUP frais et durci)
- **Régularité et répétabilité** des cycles de malaxage

CONVENANCE ÉLÉMENT TÉMOIN



- ✓ Cycle de malaxage – durée 20/25 min
 - ✓ Adjuvantation cible
 - ✓ Moyen de transport BFUP frais (pelles à pneus)
 - ✓ Méthodologie approvisionnement centrales (grue)
 - ✓ Méthodologie de mise en œuvre du BFUP yc joints de reprise
 - ✓ DPU du BFUP
 - ✓ Organisation des ressources en fabrication et application
 - ✓ Pertinence de la cure proposée
-
- ✓ Validation de la conformité BFUP frais (absence d'oursins, étalement, température, teneur en fibres)
 - ✓ Atteinte des performances mécaniques selon les spécifications du projet

MÉTHODOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE



- **Spécifique** au chantier
- **Validée** en convenance élément témoin
- Décrite dans la **procédure de bétonnage BFUP**

LOGISTIQUE POUR UNE PRODUCTION CHANTIER $\approx 100 \text{ m}^3$

29



Pour 1 WE de bétonnage BFUP (OCP de 34 hrs)

- 3 postes de 10h
- **20 encadrants** (centrale, chef de manœuvre, resp application, coordination fab/application, qualité BFUP frais)
- **60 compagnons**

REX AUTREVILLE pour 85m³ de BFUP produit :

- 100 BB de premix
- 70T de sable
- 23T de fibres
- 15 m³ d'eau
- 8 fûts de 220L d'adjuvant

Mais aussi ...

- 10m³ d'eau pour le nettoyage du malaxeur (toutes les 5 gâchées environ)
- 10 To de déchets (DIB, palettes)



