

Rencontres Ouvrages d'Art 2018



Réparation du viaduc de La Ricamarie

Julien Cabut (DIRCE)

Jean-Paul Deveaud (Cerema CE)

Sommaire

- Description de l'ouvrage
- Éléments de diagnostic
- Le programme de réparation
- Le projet de réparation

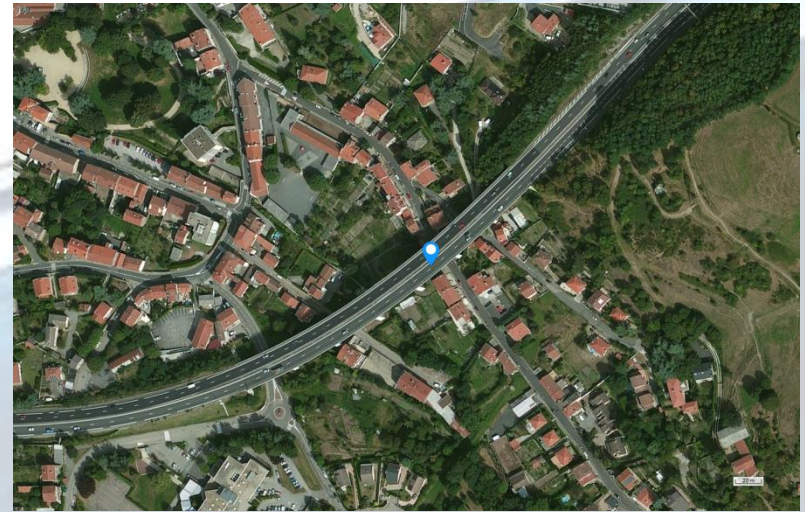
Le viaduc de la Ricamarie (1/2)

- Supporte la RN88 : env. 60 000 véhicules / jour dont 12 % de PL
⇒ Pas d'itinéraire de déviation de capacité équivalente



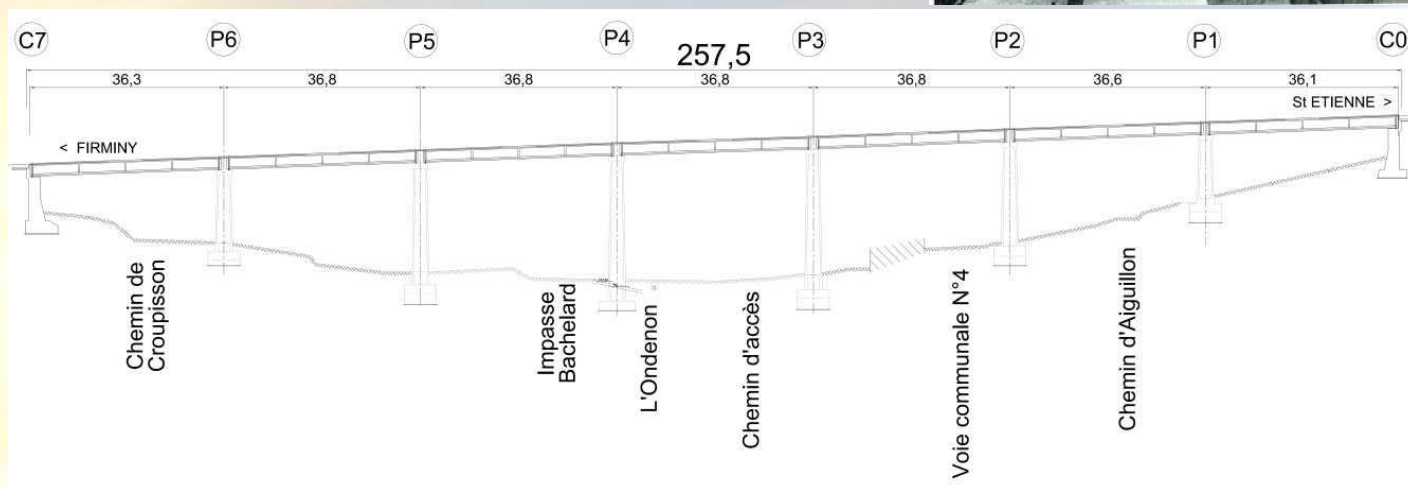
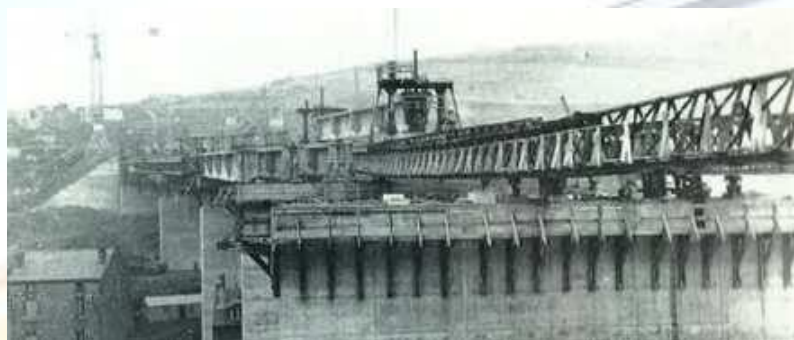
Le viaduc de la Ricamarie (2/2)

- Implanté en milieu urbain



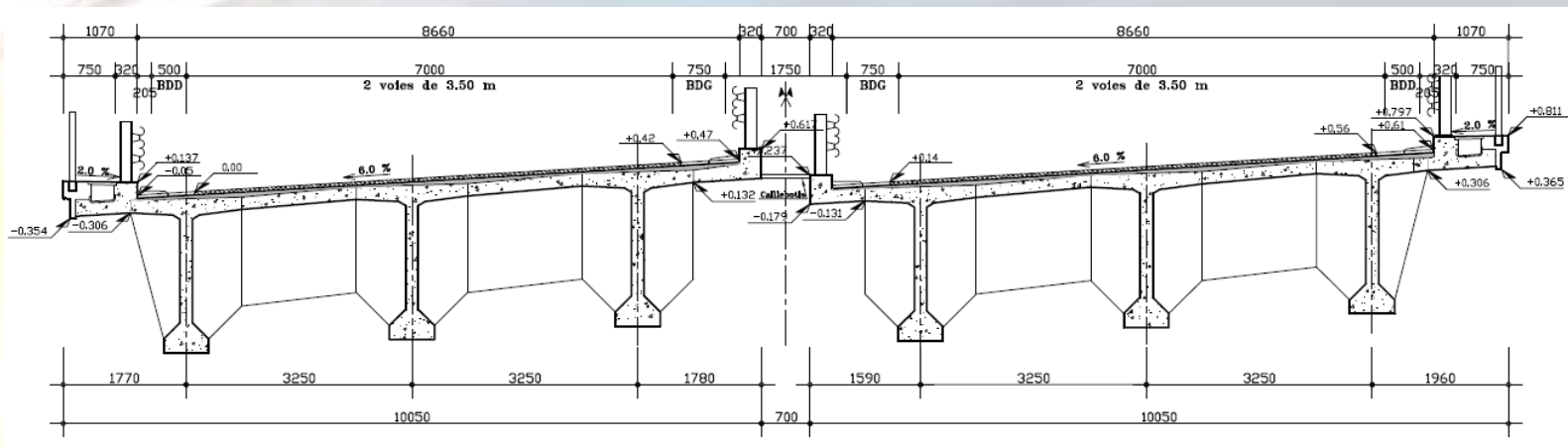
Description de l'ouvrage (1/3)

- Construit en 1964/1965 par la Société des Entreprises LIMOUSIN
- Ouvrage de type VIPP (Viaduc à travées Indépendantes à Poutres Précontraintes)
- 7 travées d'environ 37 m de portée \Rightarrow 256 m de longueur



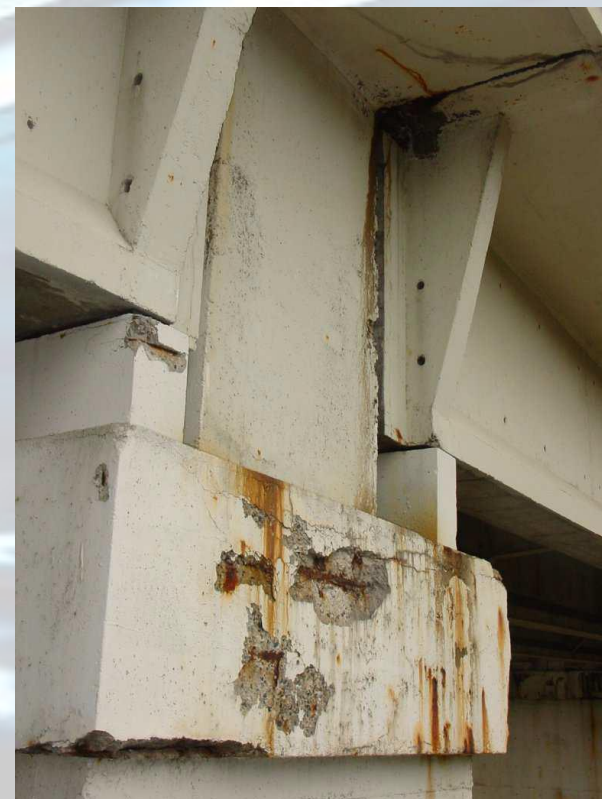
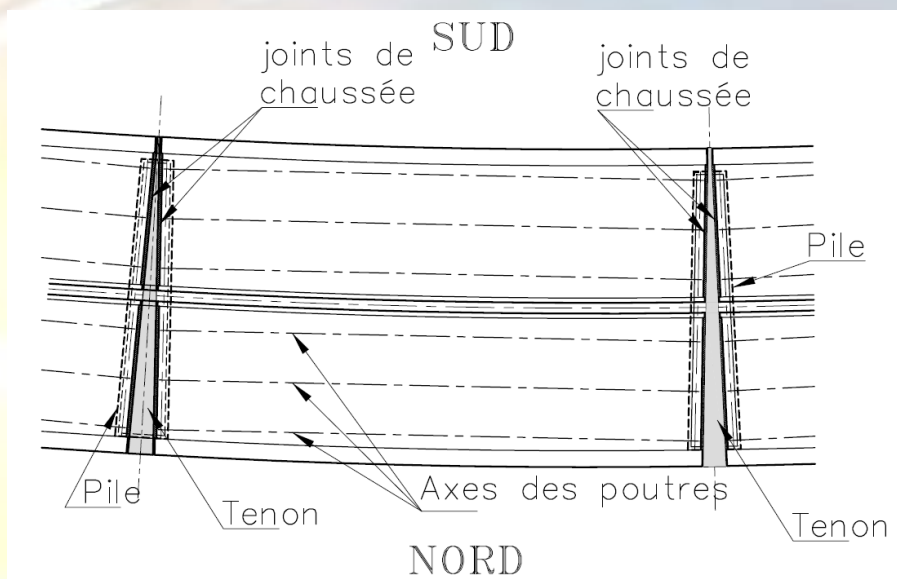
Description de l'ouvrage (2/3)

- 1 ouvrage par sens de circulation
- Largeur d'un tablier : 10,05 m
- 3 poutres par ouvrage, reliées entre elles par 5 entretoises
- Hourdis précontraint transversalement (18 cm d'épaisseur)
- Ouvrage courbe avec fort dévers (6%)



Description de l'ouvrage (3/3)

- Piles communes aux 2 tabliers, de 13 à 17 m de hauteur, fondées sur semelle
- Piles creuses de section trapézoïdale, permettant de donner la courbure à l'ouvrage
- Présence d'un tenon en tête de pile



Éléments de diagnostic (1/4)

Nombreuses campagnes de réparation

- Réparation des piles
- Réfection des dispositifs de retenue
- Réfection de l'assainissement, y compris étanchéité
- Réparation des joints de chaussée
- Purge de béton



⇒ **Une campagne de réparation tous les 2 ans depuis 2000 !**

Éléments de diagnostic (2/4)

Inspection détaillée de 2008

● Pathologies détectées

- Déficience de l'assainissement
- Dégradation des joints de chaussée
- État dégradé de la totalité des parements des chevêtres et des piles
- Perte de section des certains aciers apparemment corrodés subissant des ruissellements d'eau chargée en sel
- Ruissellement sur les abouts de poutre (ancrage de la précontrainte) avec début de dégradation
- État dégradé des têtes de piles (dés d'appuis, appareils d'appui, tenons) et des abouts d'encorbellement

⇒ Programmation d'investigations



Éléments de diagnostic (3/4)

Démarche nationale / risques VIPP

- **Démarche nationale d'analyse des risques sur les VIPP (2010)**
 - Ouvrage à risque fort : ouvrage très dégradé avec enjeux socio-économiques importants
 - ⇒ nécessite une mesure de la tension résiduelle de la précontrainte



- État dégradé de la précontrainte longitudinale avec un taux de perte calculé à 45 % (contre environ 30 % à la conception)

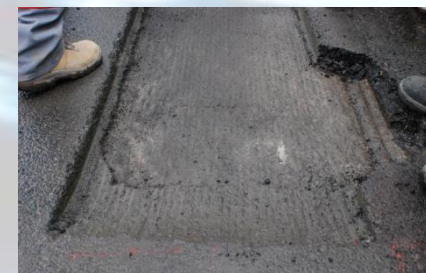
- **Campagne de gammagraphie de 1994** : défaut de remplissage sur 75 % des câbles inspectés

Éléments de diagnostic (4/4)

Investigations

- 2009 : Diagnostic du béton de la pile P5
 - ⇒ Présence forte de chlorures dans le béton à une profondeur plus importante que les armatures
 - ⇒ La carbonatation n'a pas atteint les armatures
 - ⇒ Béton de surface à reprendre
- 2013 : Investigations sur toutes les piles confirmant les mêmes résultats
- 2013 : Diagnostic du béton des tabliers ⇒ bons résultats
- Passage radar sur le tablier nord et réalisation de fenêtres
 - ⇒ Liaison correcte entre le renformis et le tablier
 - ⇒ Déficience de l'étanchéité

Profondeur de carbonatation

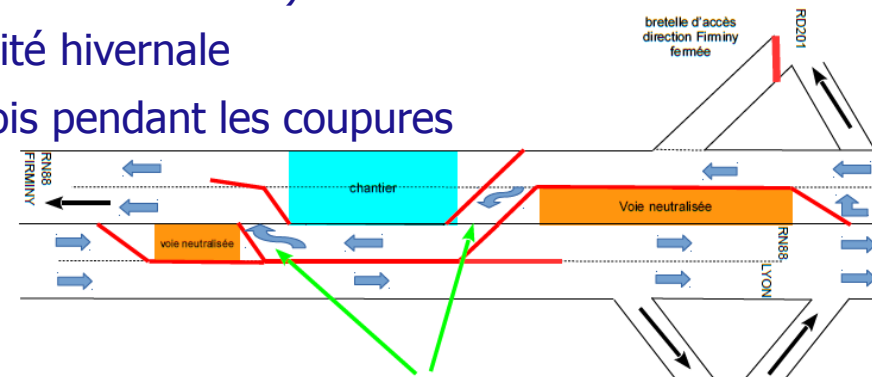


Élaboration du (1/2) programme de réparation

- **Réponses aux pathologies de l'ouvrage**
 - Renforcement de la capacité portante
 - Étanchement du tablier / réfection de la chaussée
 - Réparation ou remplacement des bétons dégradés
 - Changement des appareils d'appui
 - Protection des zones d'ancrage d'abouts de poutres
 - Réfection des cachetages défectueux aux abouts d'entretoises et sur rives de hourdis
 - Réfection des parements de piles

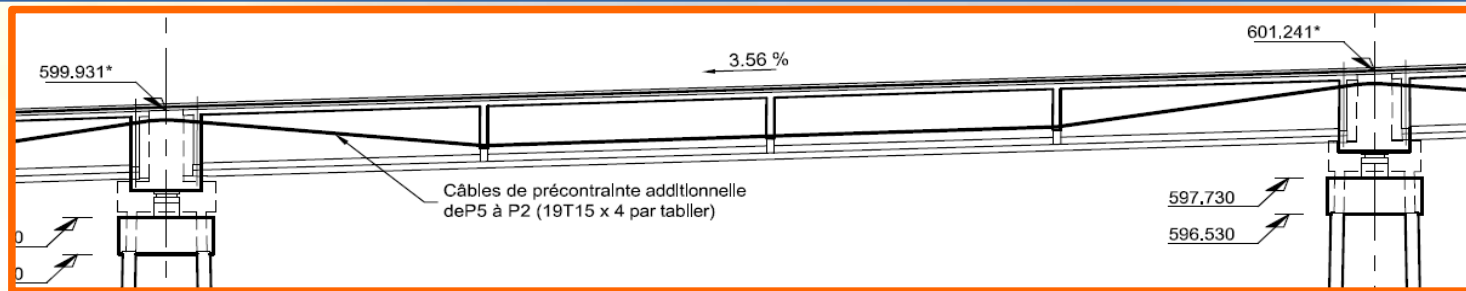
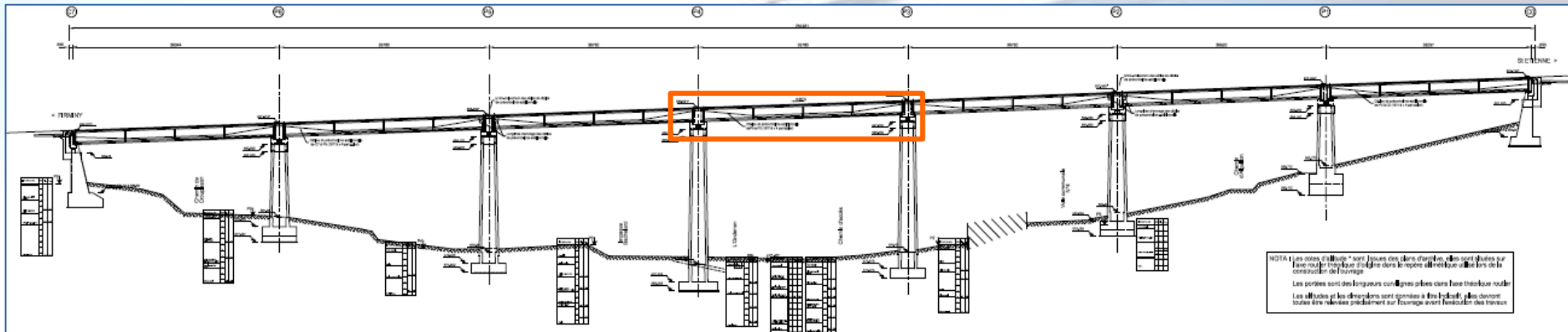
Élaboration du (2/2) programme de réparation

- Situation urbaine de l'ouvrage
 - Suppression des joints de chaussée
 - Mise en conformité des dispositifs de retenue
 - Mise en œuvre d'équipements spécifiques (écrans anti-projection)
 - Contraintes d'exploitation sous chantier
 - Pas de déviation possible
 - Possibilité de basculer la circulation à 2 x 1 voie sur le second tablier au lieu de 2 x 2 voies (⇒ vérifié par étude de trafic)
- ⇒ Pas de chantier pendant la viabilité hivernale
- ⇒ Chantier réalisable en 2 x 7,5 mois pendant les coupures de circulation admissible



Le projet de réparation

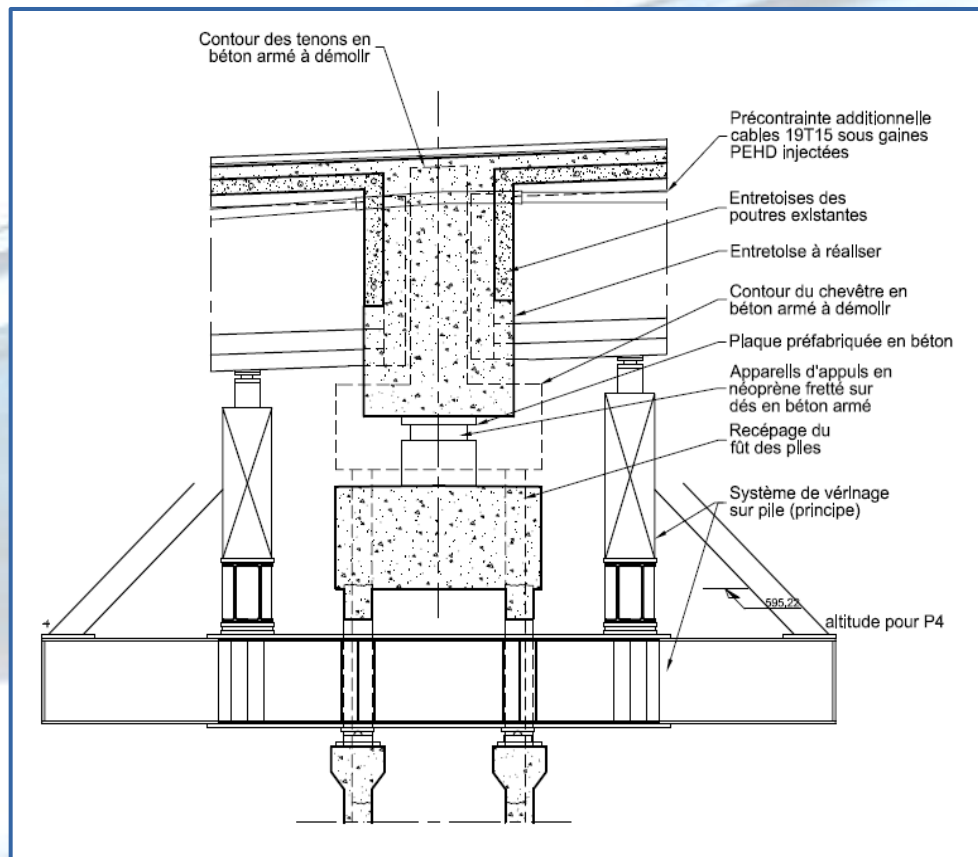
Mise en continuité par précontrainte additionnelle avec renforcement transversal par hourdis additionnel et reprise des têtes d'appuis après mise sur appuis provisoire du tablier.



Le projet de réparation

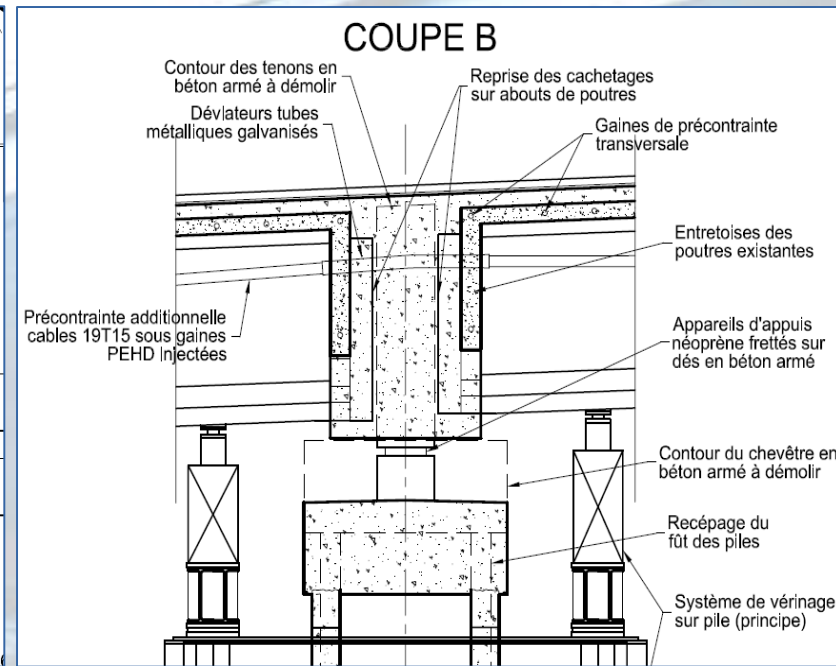
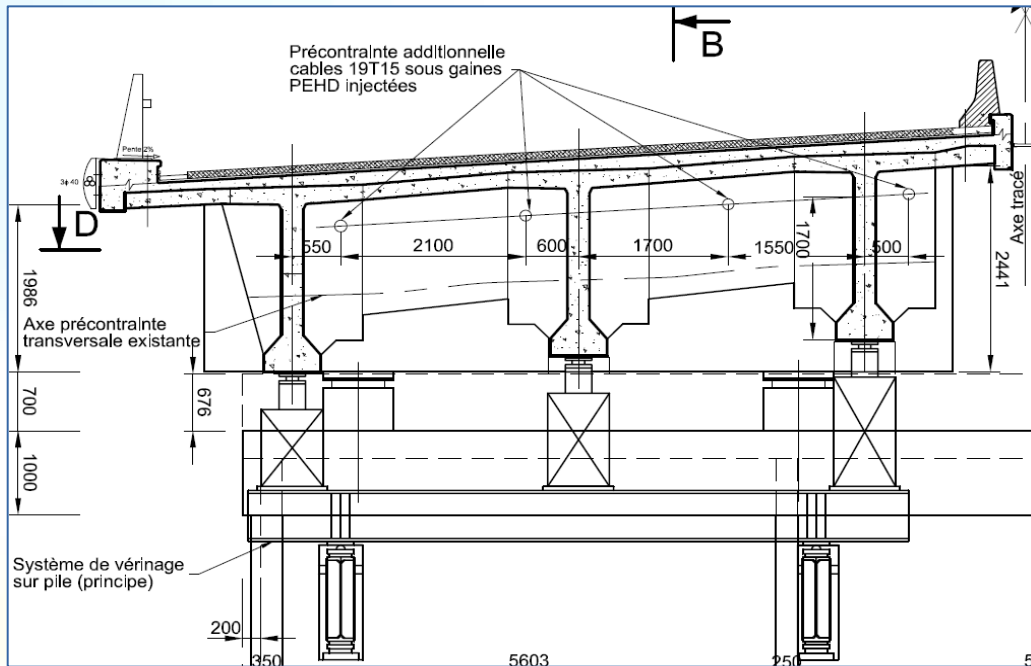
Principe de reprise des têtes d'appui :

- Mise sur appuis provisoires des travées
- Démolition des tenons, chevêtres et têtes de piles
- Réalisation de nouveaux chevêtres et d'entretoises de continuité
- Mise en œuvre de la précontrainte longitudinale (4 câbles 19T15s)
- Remise sur appuis définitifs



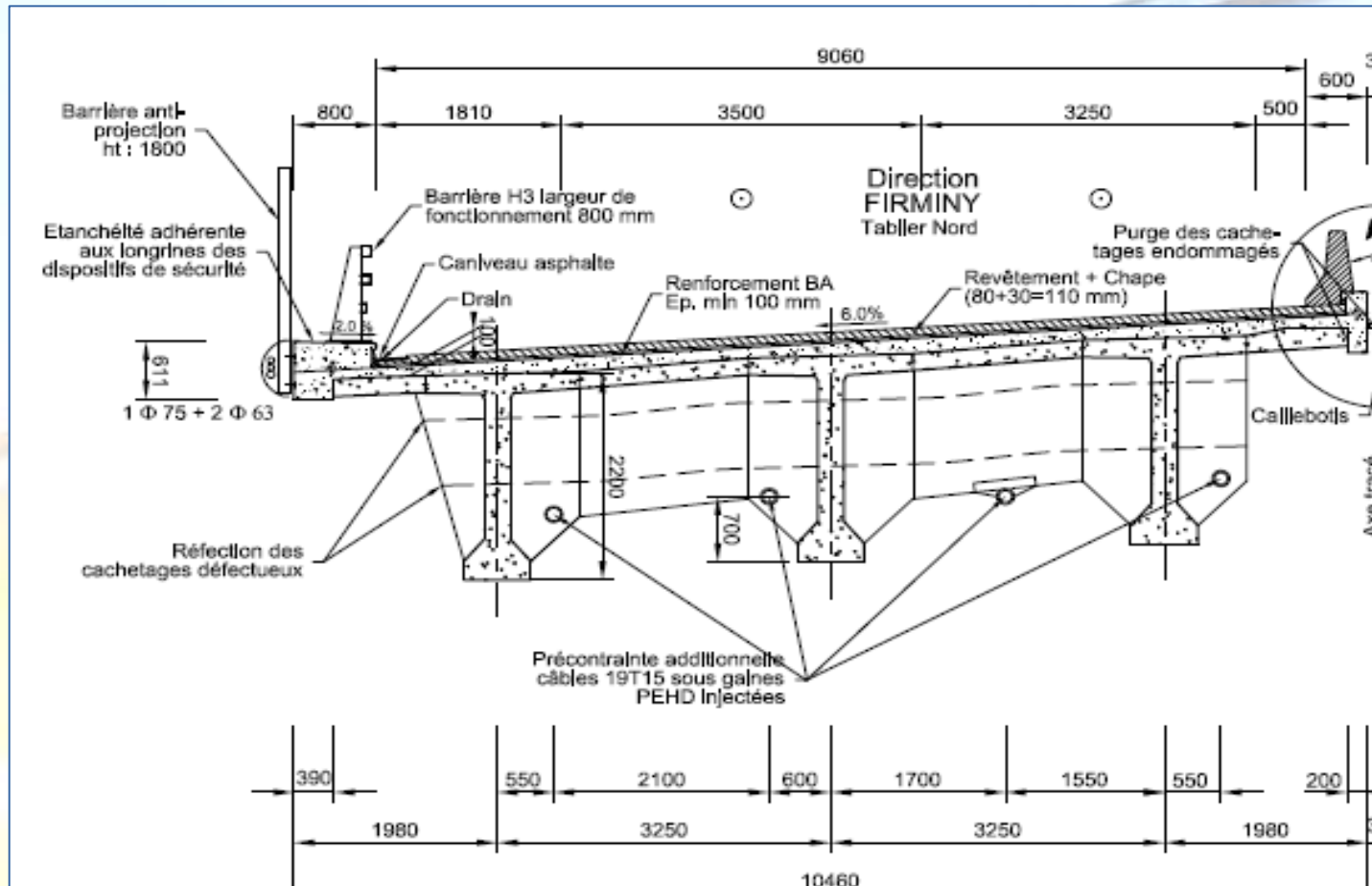
Tabliers - Le projet de réparation

Renforcement longitudinal – vues sur pile



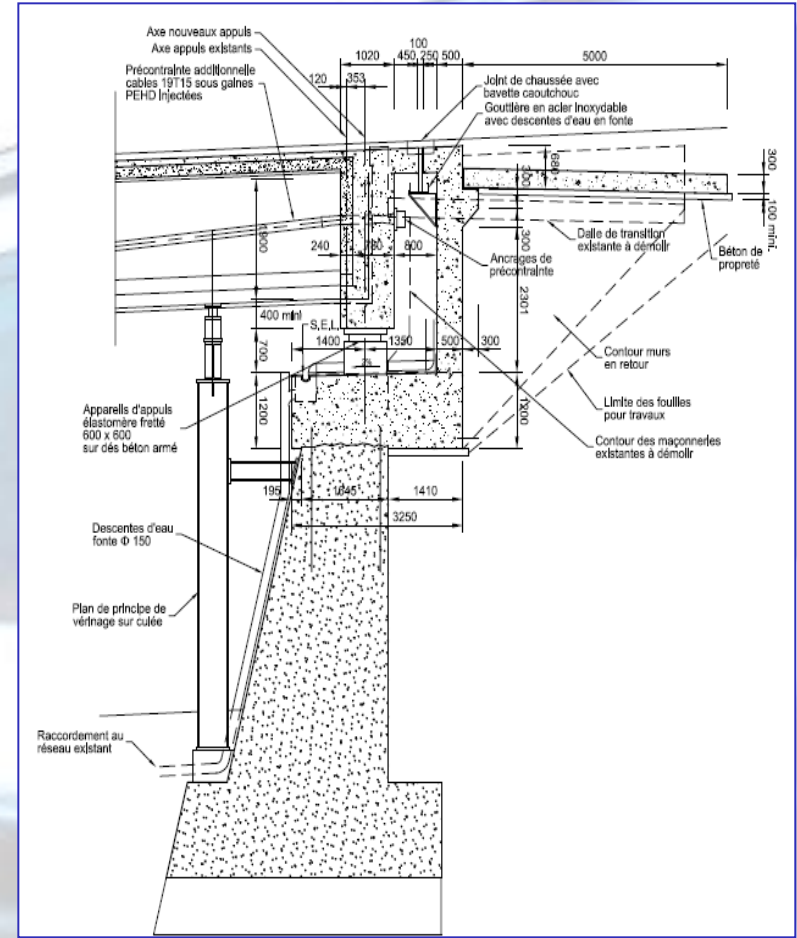
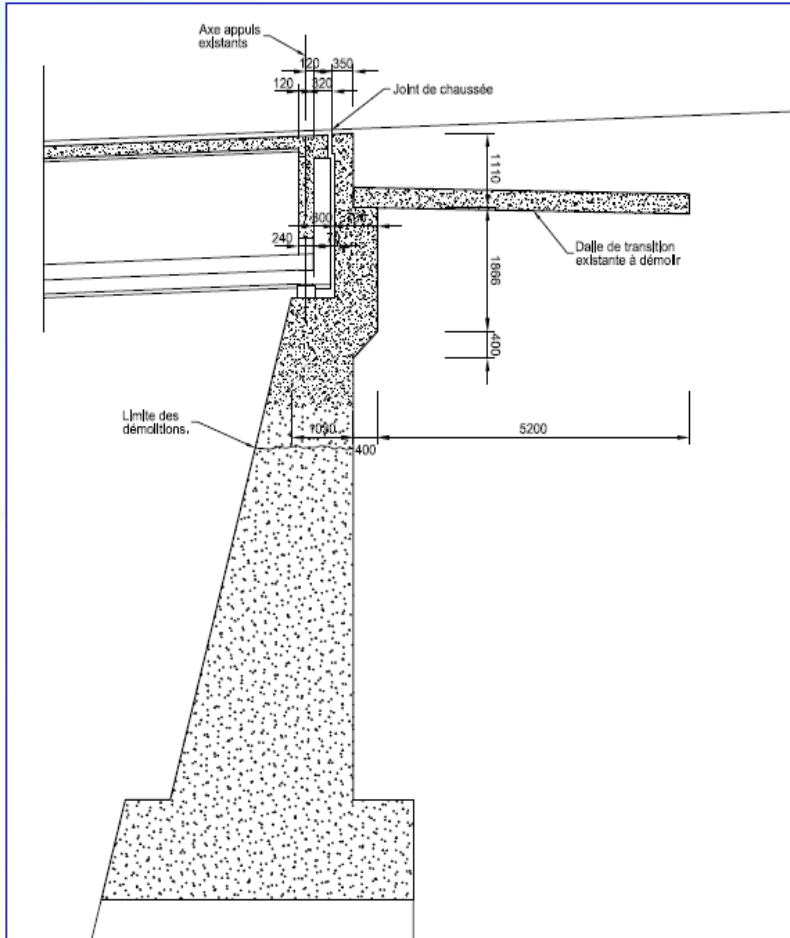
Le projet de réparation

Renforcement longitudinal – vue en travée



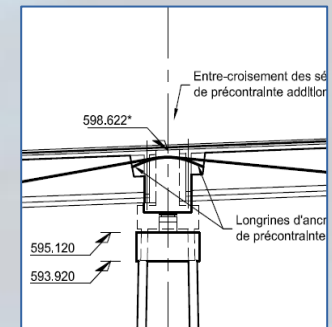
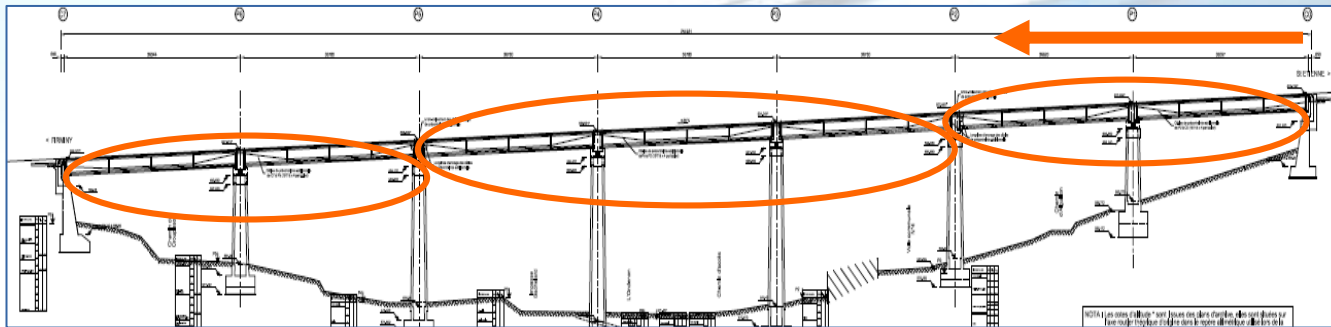
Le projet de réparation

Renforcement longitudinal – vues sur culée



Le phasage sur chaque tablier

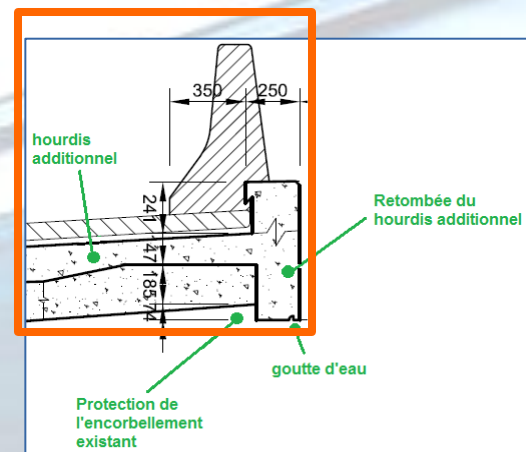
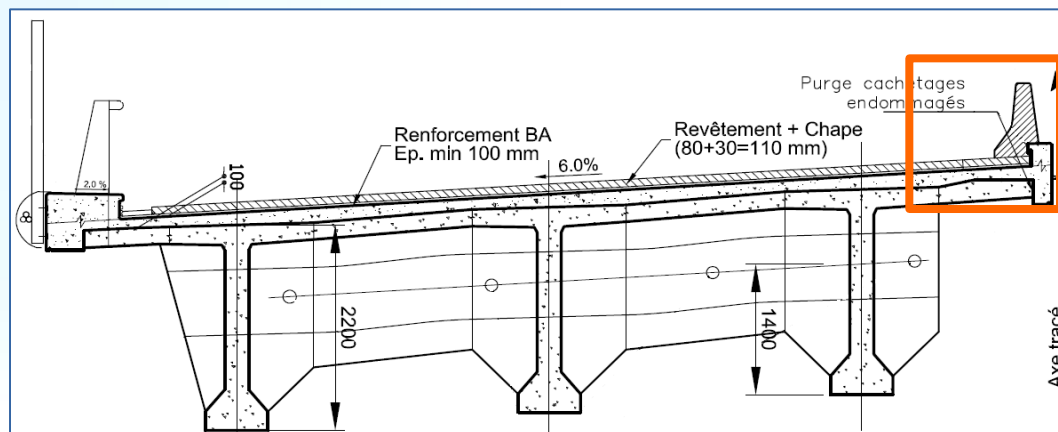
- Mise en continuité des travées 6 et 7 (démolition des tenons, mise sur appuis provisoires, réalisation des nouveaux chevêtres et entretoises massives, mise en tension de la précontrainte de continuité et repose du tablier sur ses appuis définitifs)
- Mêmes opérations sur travées 3, 4 et 5
- Mêmes opérations sur travées 1 et 2



- Réalisation du hourdis additionnel (d'abord en partie courante des travées, puis dans les zones sur appuis) à l'avancement, dès qu'un ensemble de travées a été reposé sur ses appuis définitifs, et réfection des culées (mur garde-grève, drainage, dalle de transition, etc.)
- Mise en place des dispositifs de sécurité extérieurs à l'avancement
- Réalisation de l'étanchéité, de la chaussée et de la GBA en TPC
- Mise en place des joints de chaussée aux abouts

Le projet de réparation

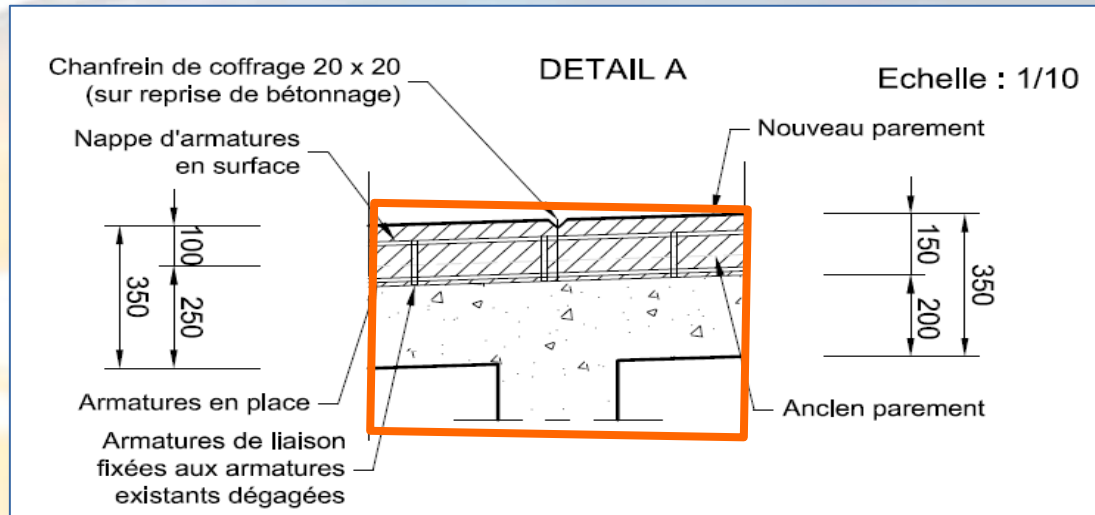
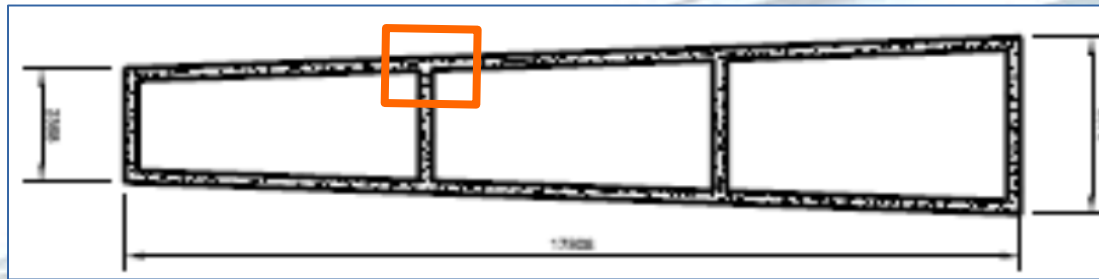
Le renforcement transversal



- Démolition de la chaussée, des superstructures, de l'étanchéité et du renformis existant
- Démolition des longrines en conservant les armatures sortant de la dalle => connexion hourdis existant / hourdis additionnel
- Coulage du hourdis additionnel de 10 cm d'épaisseur minimum sur tout l'ouvrage, avec longrines et retombées sur les rives (augmentation de la largeur du tablier, protection des joues d'encorbellements et des ancrages de précontrainte transversale)

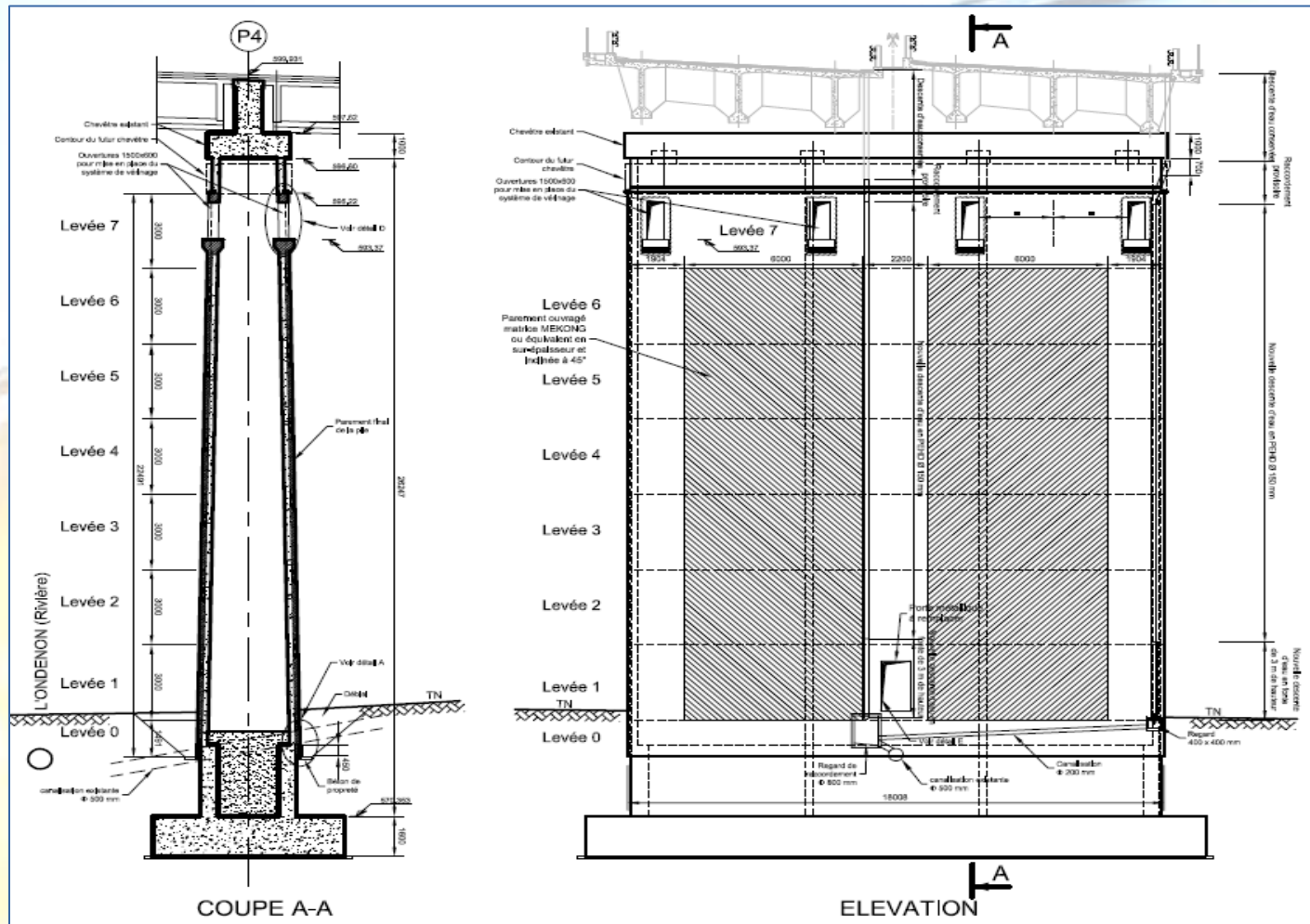
Travaux sur les piles

- Hydrodémolition des parements des 4 faces sur 5 cm de profondeur
=> nouvelle nappe d'aciers et coulage de 15 cm de béton



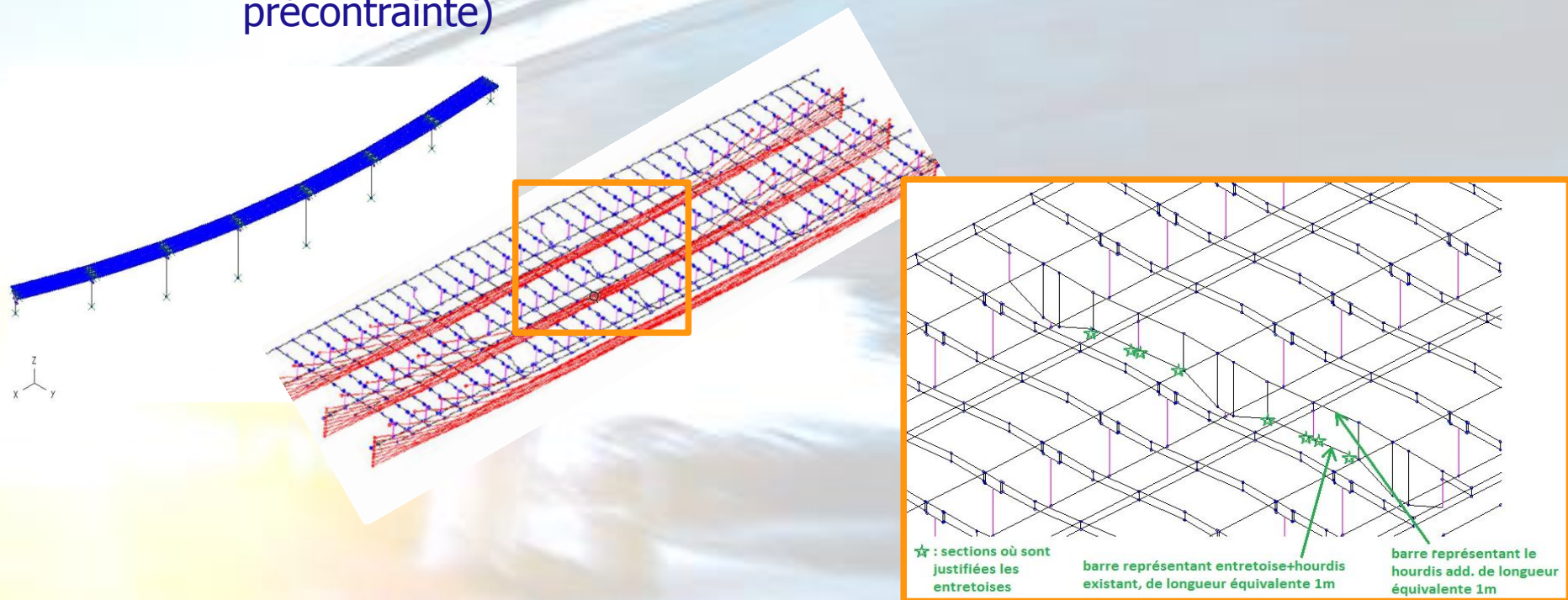
Travaux sur les piles

- Réalisation d'ouvertures pour les dispositifs de vérinage des tabliers



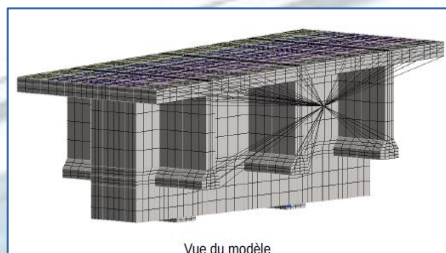
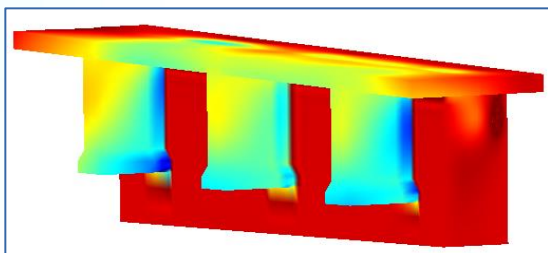
Les calculs justificatifs

- Modélisation de l'ouvrage
 - Modèle 3D à barres intégrant la courbure de l'ouvrage (logiciel ST1)
 - Phasage : de 1964 à 2117 (prise en compte des effets différés et chronologie de la construction et de la réparation)
 - Ajustement des lois matériaux (Eurocode 2) pour retrouver l'état correspondant au diagnostic (résistance du béton, modules, pertes de précontrainte)



Les calculs justificatifs

- Dimensionnement général de la précontrainte à L'ELS suivant le phasage indiqué précédemment et vérification l'ELU (Eurocode 2)
- Vérification des entretoises massives et des massifs d'ancrage sur culées



- Vérification des entretoises existantes
- Vérifications sur tablier (connexion entre hourdis existant et hourdis additionnel, effort tranchant, bielles d'about, équilibre du coin)
- Vérifications des encorbellements (choc sur DR)
- Vérification des fondations des piles
- Vérification de la stabilité des culées
- Dimensionnement des appareils d'appuis et des joints de chaussée
- Prédimensionnement du système de vérinage

Photographies prises lors des travaux

Travaux sur les piles

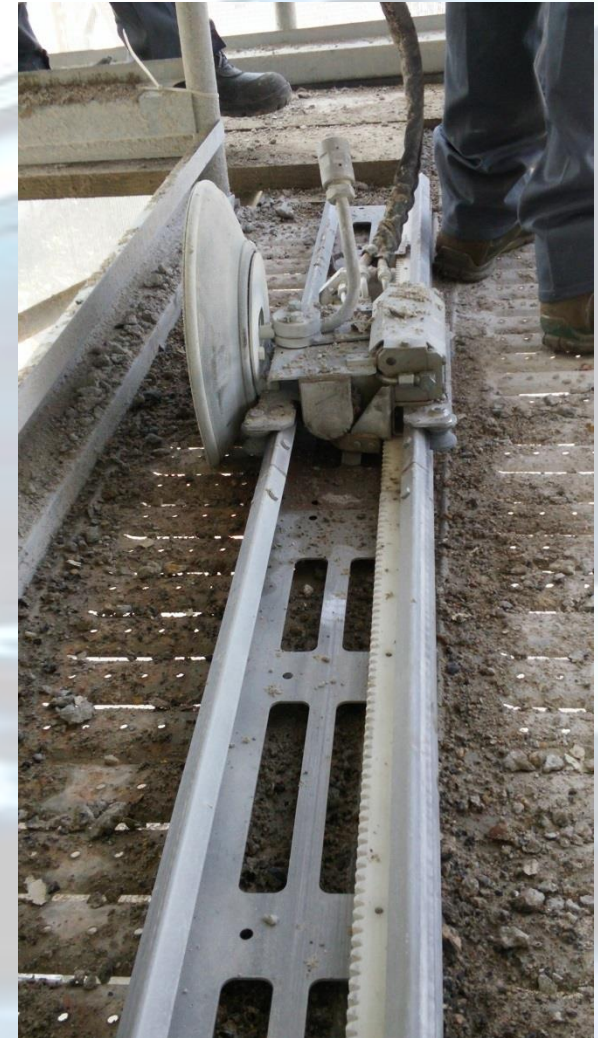


Travaux sur Piles

- Essai d'hydrodémolition robotisée
- Essai de rendement



Travaux sur Piles



Travaux sur piles



Travaux sur piles



Travaux sur Piles



Travaux sur piles



Travaux sur piles



Travaux sur piles



Travaux sur piles



Travaux sur tablier

Désamiantage



Travaux sur tablier

Montage des appuis provisoires
et passerelles



Travaux sur tablier

Montage appuis provisoires et passerelles



Travaux sur tablier



Rabotage, démolition des longrines



Travaux sur tablier

Rabotage, démolition des longrines



Travaux sur tablier

Parois berlinoises



Travaux sur tablier

Pont provisoire



Travaux sur tablier

Mise sur appuis provisoires



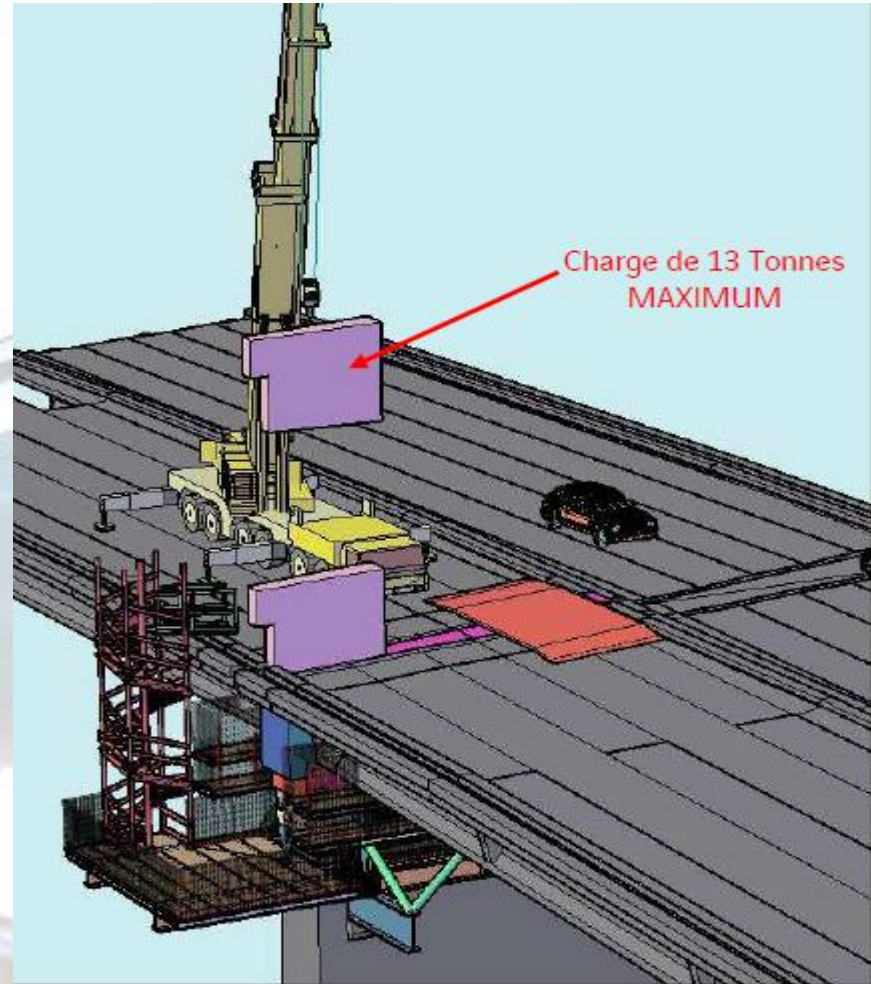
Travaux sur tablier

Sciage et enlèvement tenons



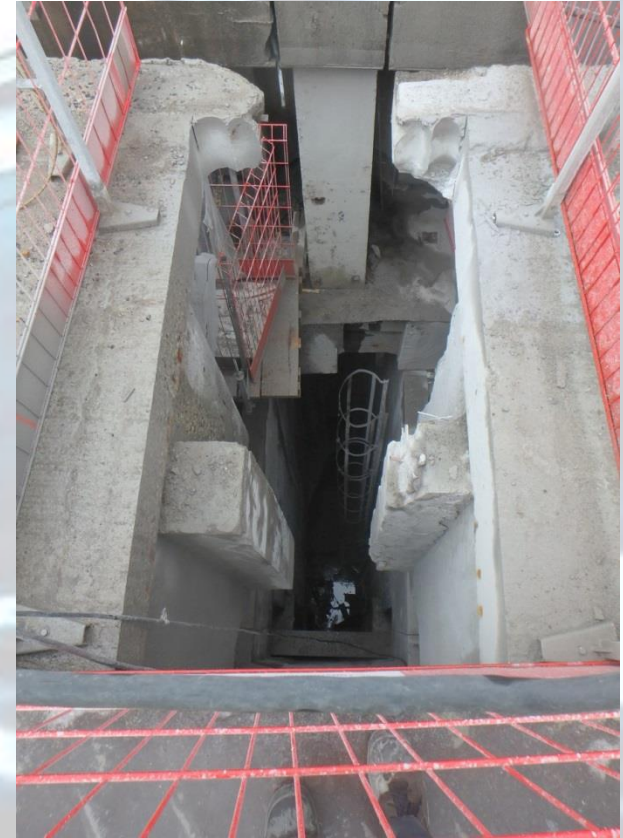
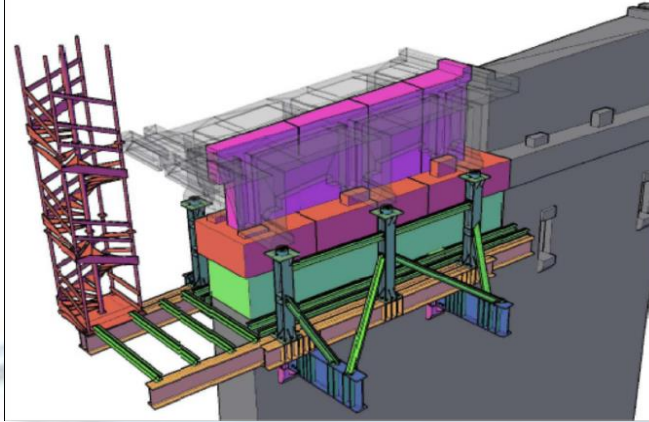
Travaux sur tablier

Enlèvement des tenons



Travaux sur tablier

Sciage et enlèvement chevêtres



Travaux sur tablier

Sciage et enlèvement têtes de piles

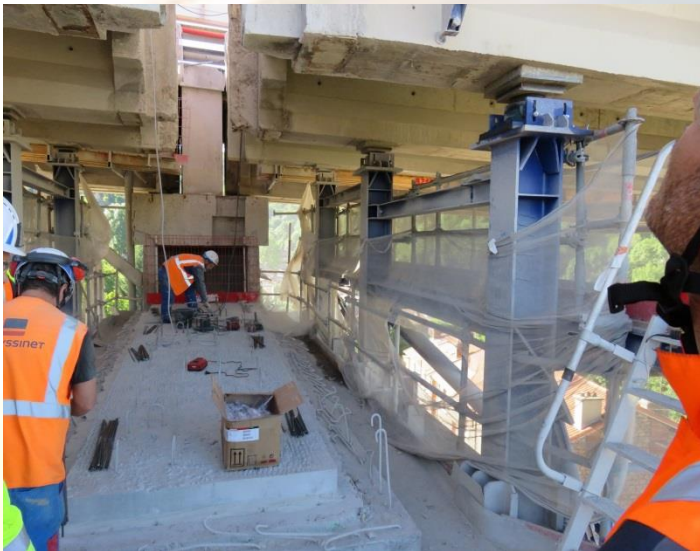


Travaux sur tablier

Chevêtres sur culées



Travaux sur tablier



Chevêtres sur piles

Travaux sur tablier

Entretoises d'about



Travaux sur tablier

Entretoises d'about



Travaux sur tablier

Entretoises de continuité sur piles



Travaux sur tablier

Entretoises de continuité sur piles



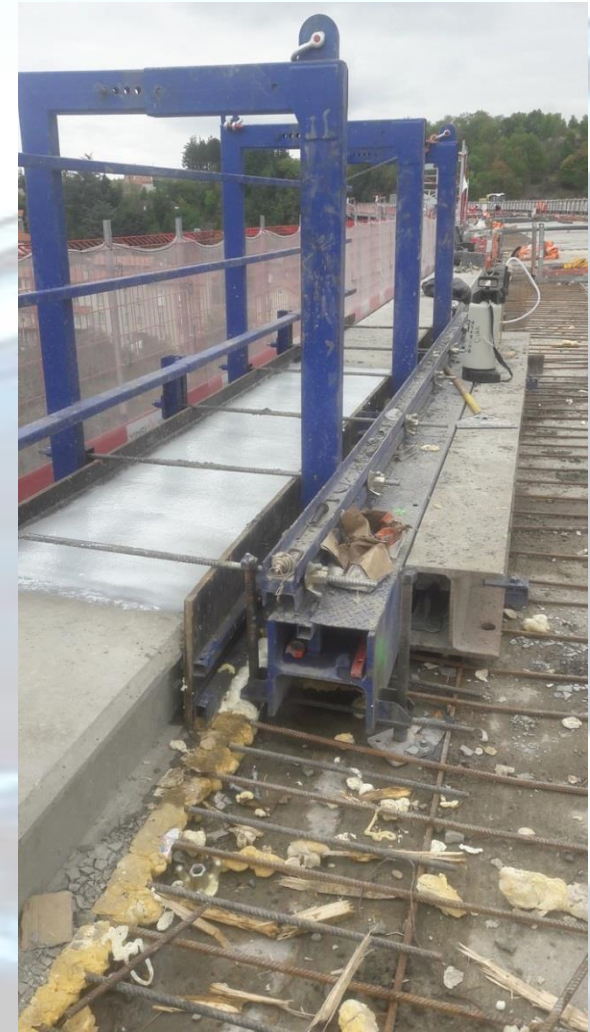
Travaux sur tablier

Entretoises de continuité sur piles



Travaux sur tablier

Longrines



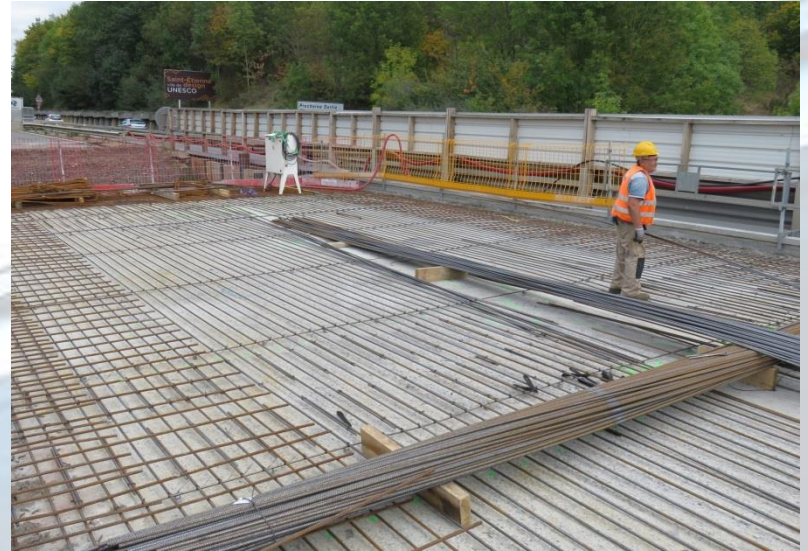
Travaux sur tablier

Longrines



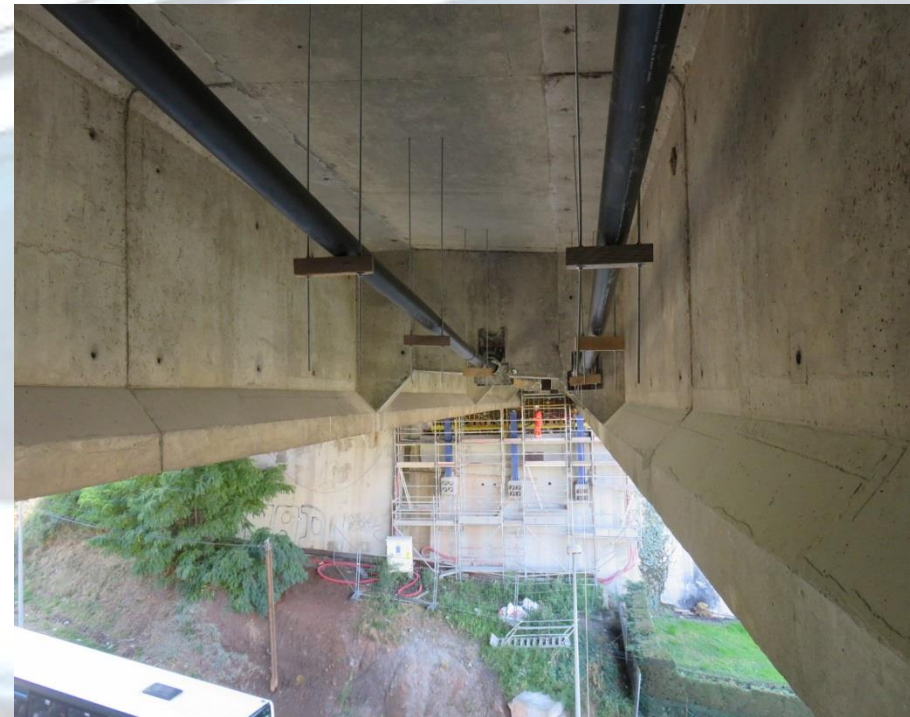
Travaux sur tablier

Ferrailage du hourdis additionnel



Travaux sur tablier

Mise en place des gaines de précontrainte



Travaux sur tablier

Mise en tension des câbles



Travaux sur tablier

Bétonnage du hourdis additionnel



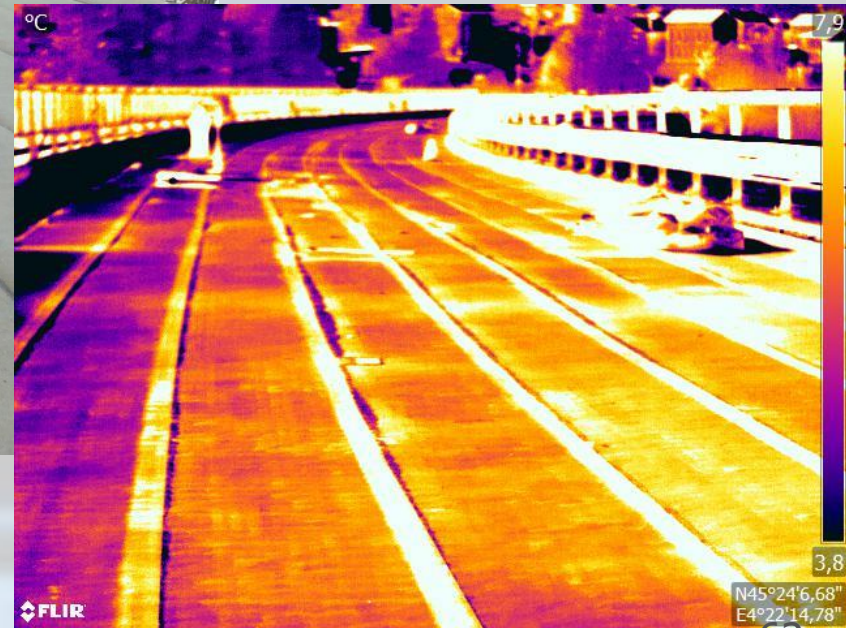
Travaux sur tablier

Dispositifs de retenue



Travaux sur tablier

Réalisation de l'étanchéité



Travaux sur tablier

Epreuves de chargements



Merci de votre participation

