



Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement



Réparation du viaduc de la Ricamarie

Les études de réparation



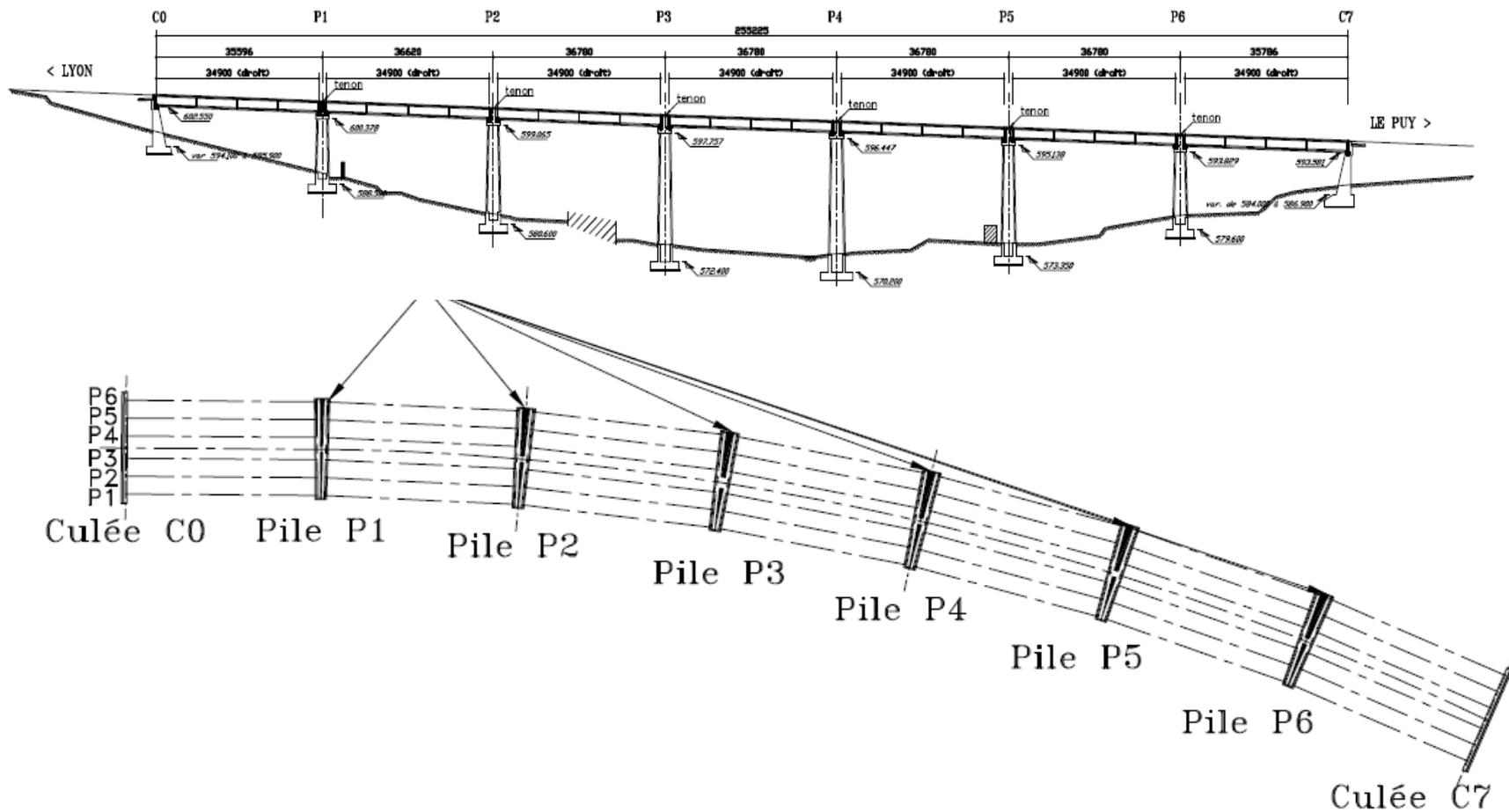
Jean-Paul Deveaud, Bernard Jacquier (Cerema CE)

Club AURA – Réparation du viaduc de La Ricamarie
14 juin 2018

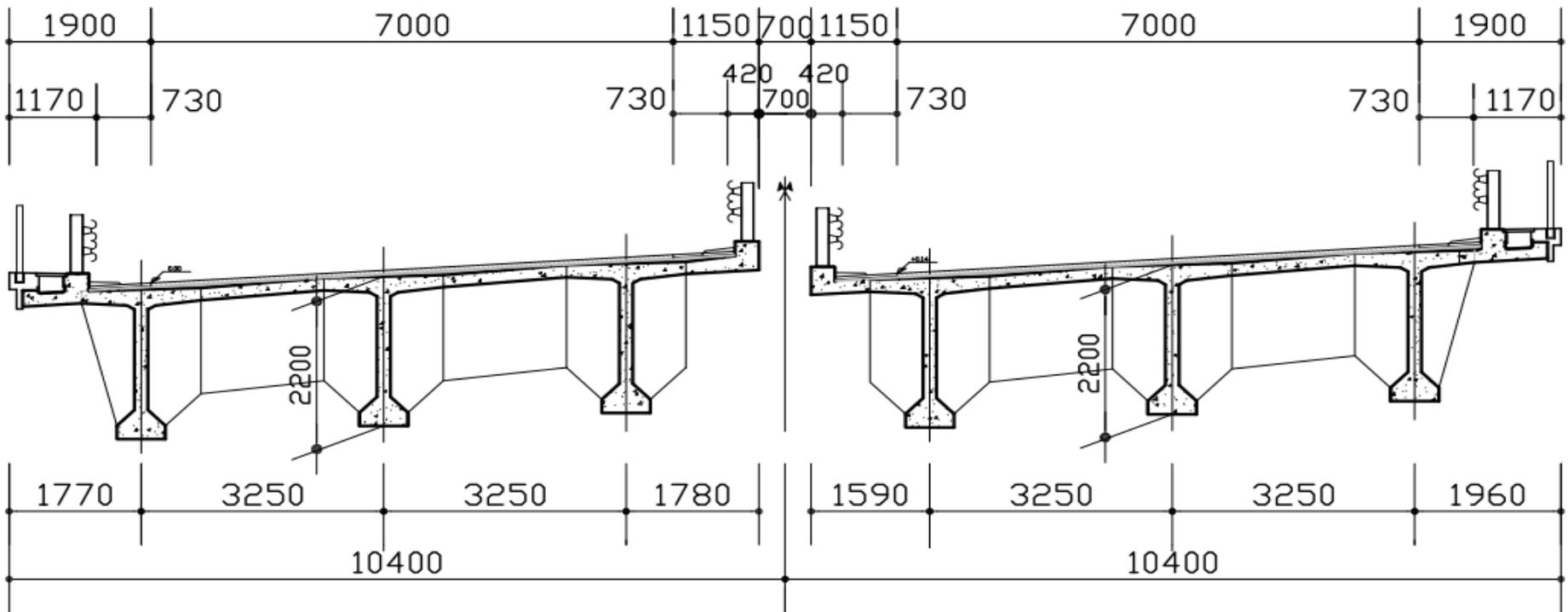
Sommaire

- L'ouvrage existant
- Objectifs des réparations
- Les études préliminaires
- Le projet de réparation

L'ouvrage existant



L'ouvrage existant



Objectif des réparations

- Renforcement de la capacité portante
- Démolition et reconstruction des chevêtres
- Changement des appareils d'appui
- Suppression des joints de chaussée
- Mise en conformité des dispositifs de retenue et élargissement des tabliers
- Protection des zones d'ancrage d'abouts de poutres
- Réfection des cachetages défectueux aux abouts d'entretoises et sur rives de hourdis
- Étanchement du tablier / réfection de la chaussée

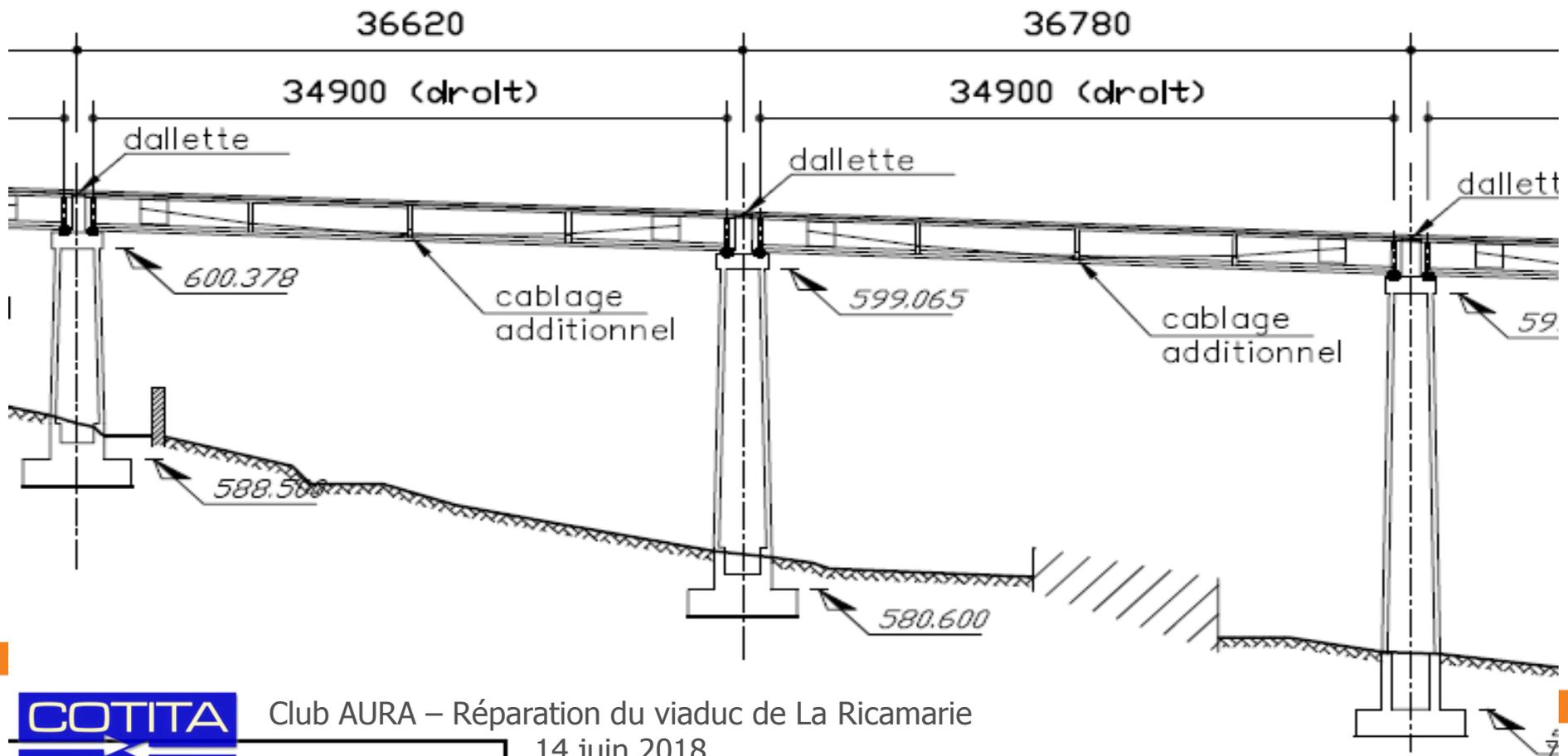
Les études préliminaires

Trois solutions envisagées pour les tabliers :

- Solution 1 : Renforcement de chaque poutre par précontrainte additionnelle, attelage des travées et renforcement transversal par composite
- Solution 2 : Mise en continuité de l'ouvrage par précontrainte additionnelle et renforcement transversal par hourdis additionnel
- Solution 3 : Remplacement par des tabliers mixtes

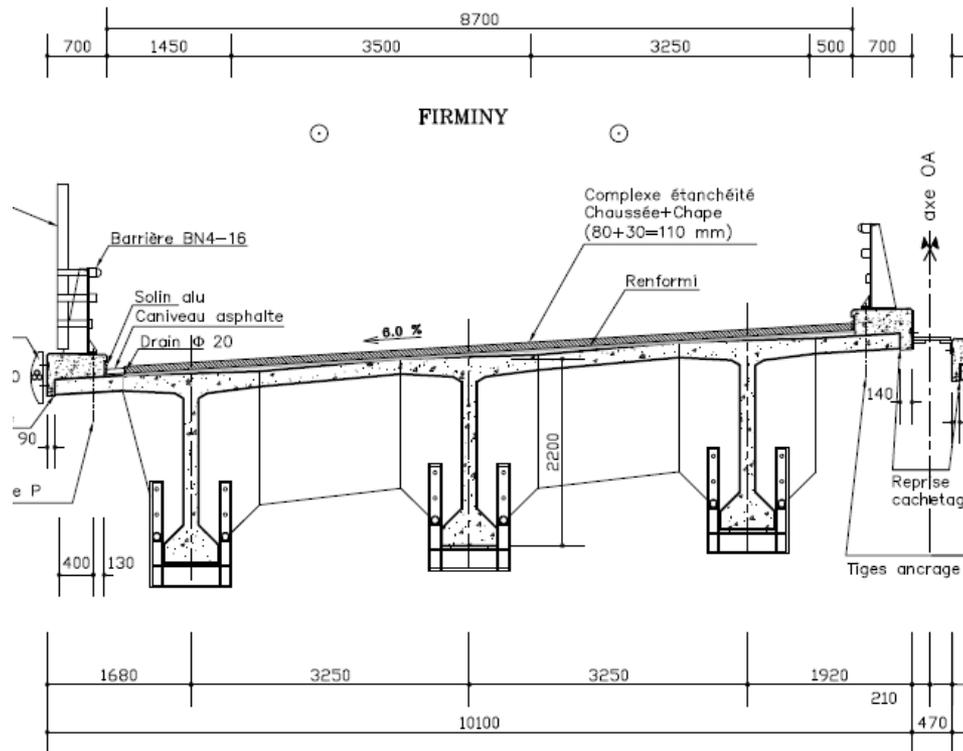
Les études préliminaires

Solution 1 : Attelage + précontrainte supplémentaire

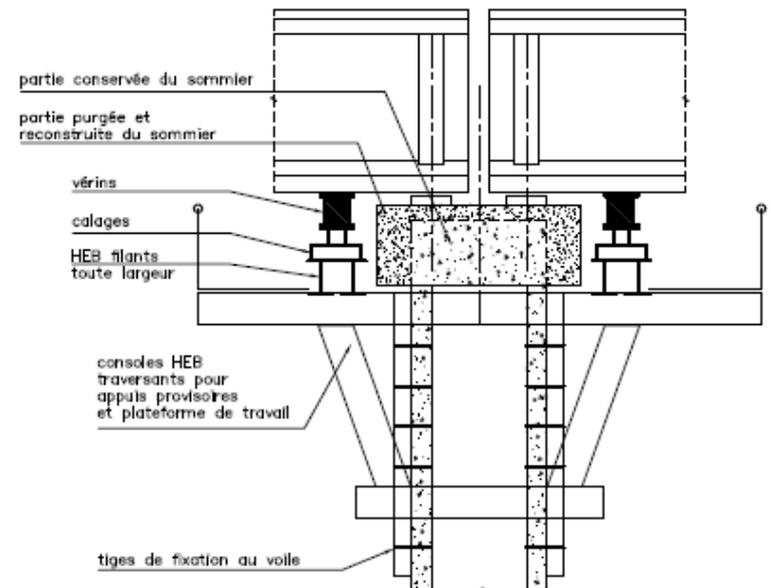


Les études préliminaires

Solution 1 : Attelage + précontrainte additionnelle

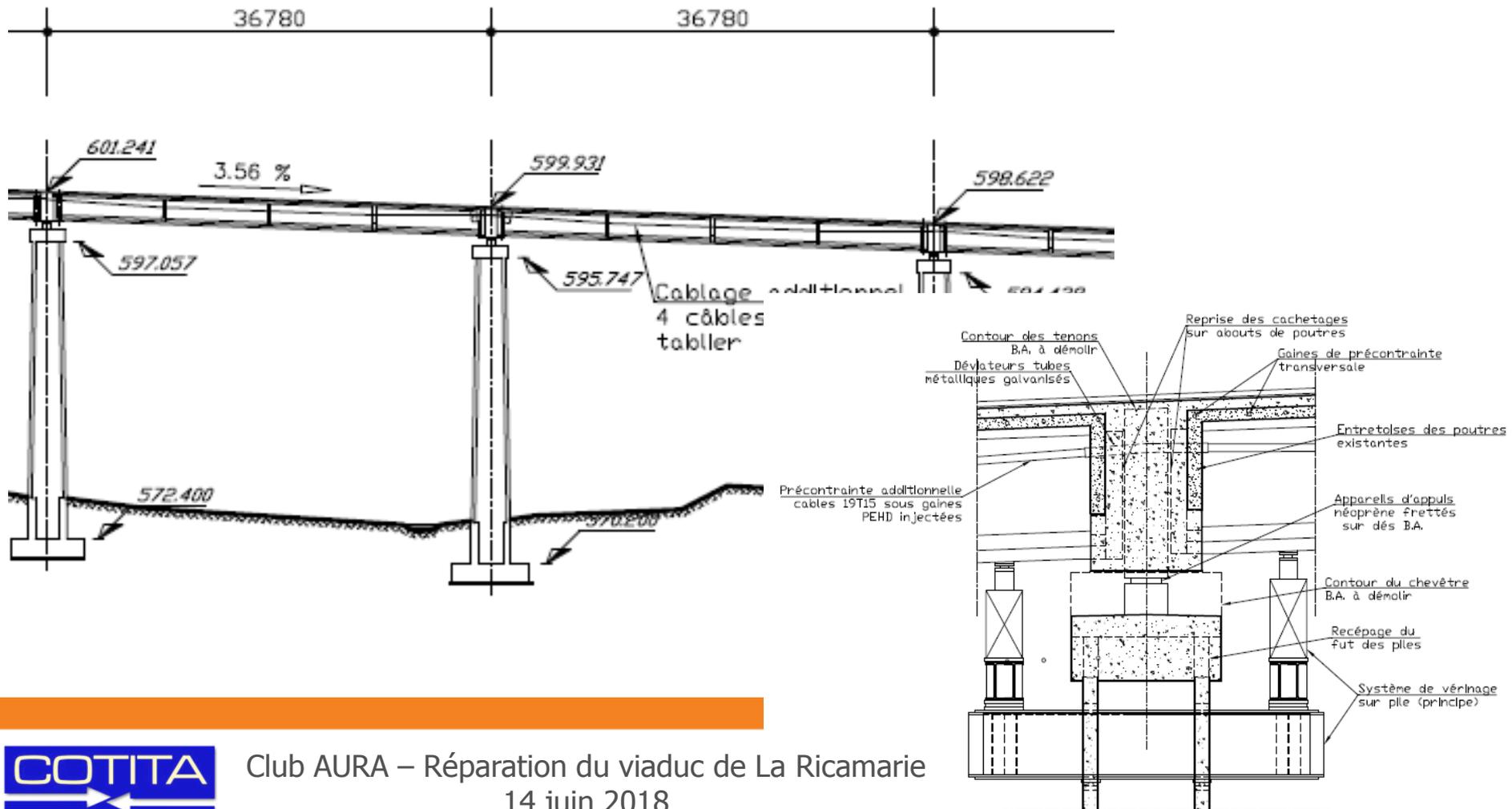


principe de vérinage
phase travaux



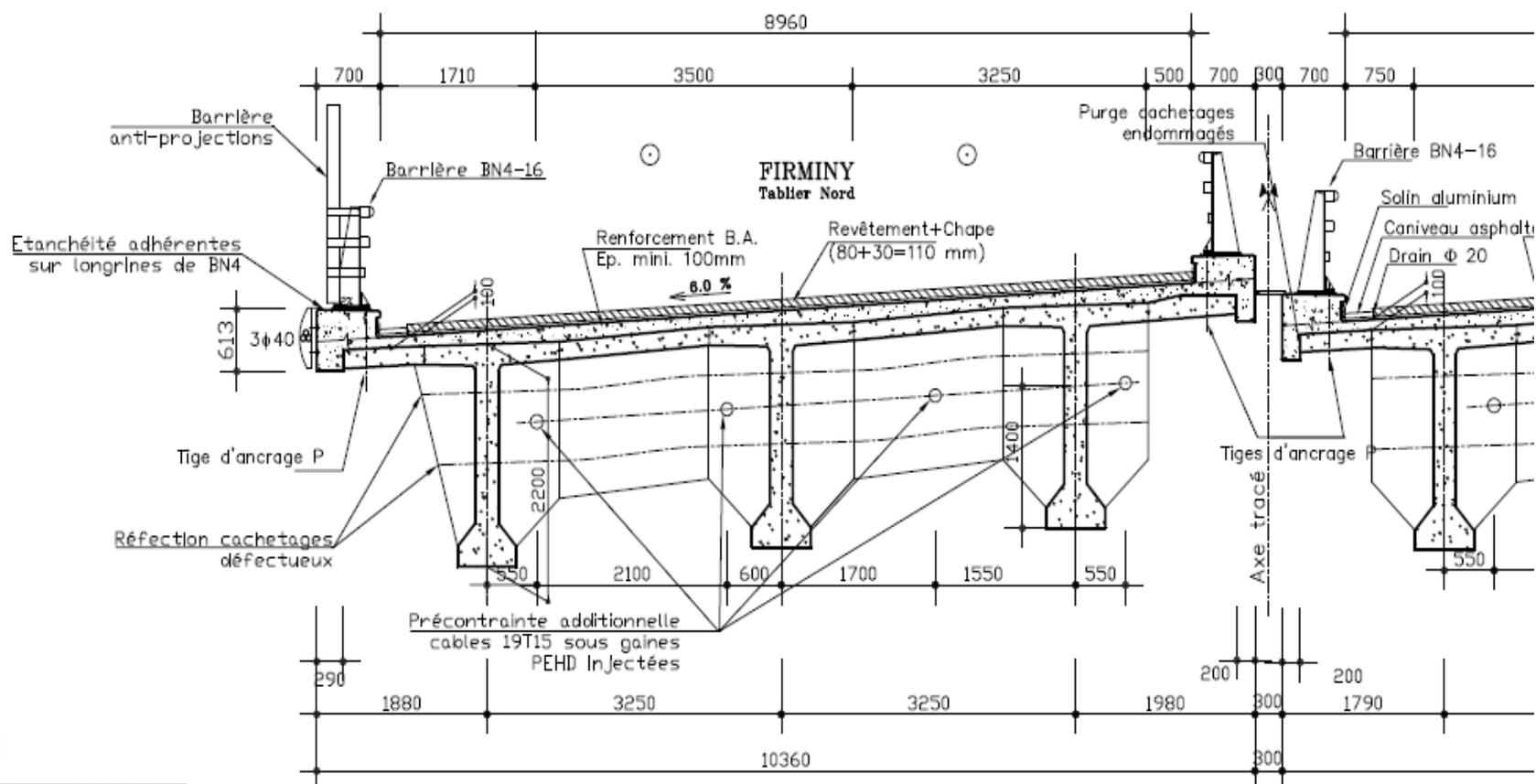
Les études préliminaires

Solution 2 : Mise en continuité de l'ouvrage par précontrainte additionnelle



Les études préliminaires

Solution 2 : Mise en continuité de l'ouvrage par précontrainte additionnelle



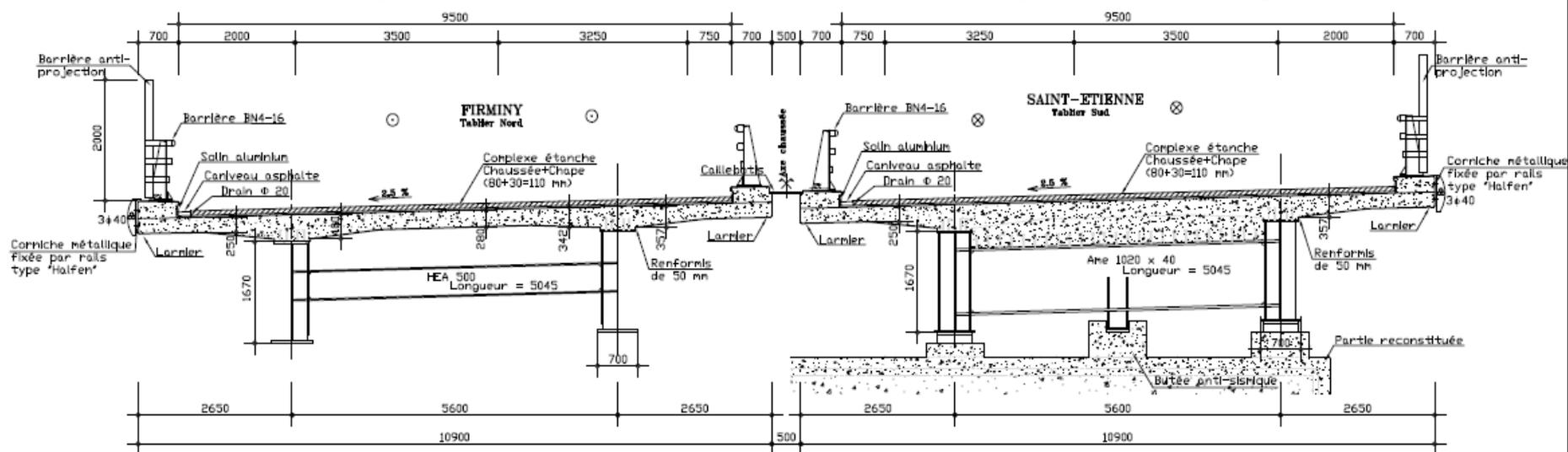
Club AURA – Réparation du viaduc de La Ricamarie
14 juin 2018

Les études préliminaires

Solution 3 : Tabliers neufs

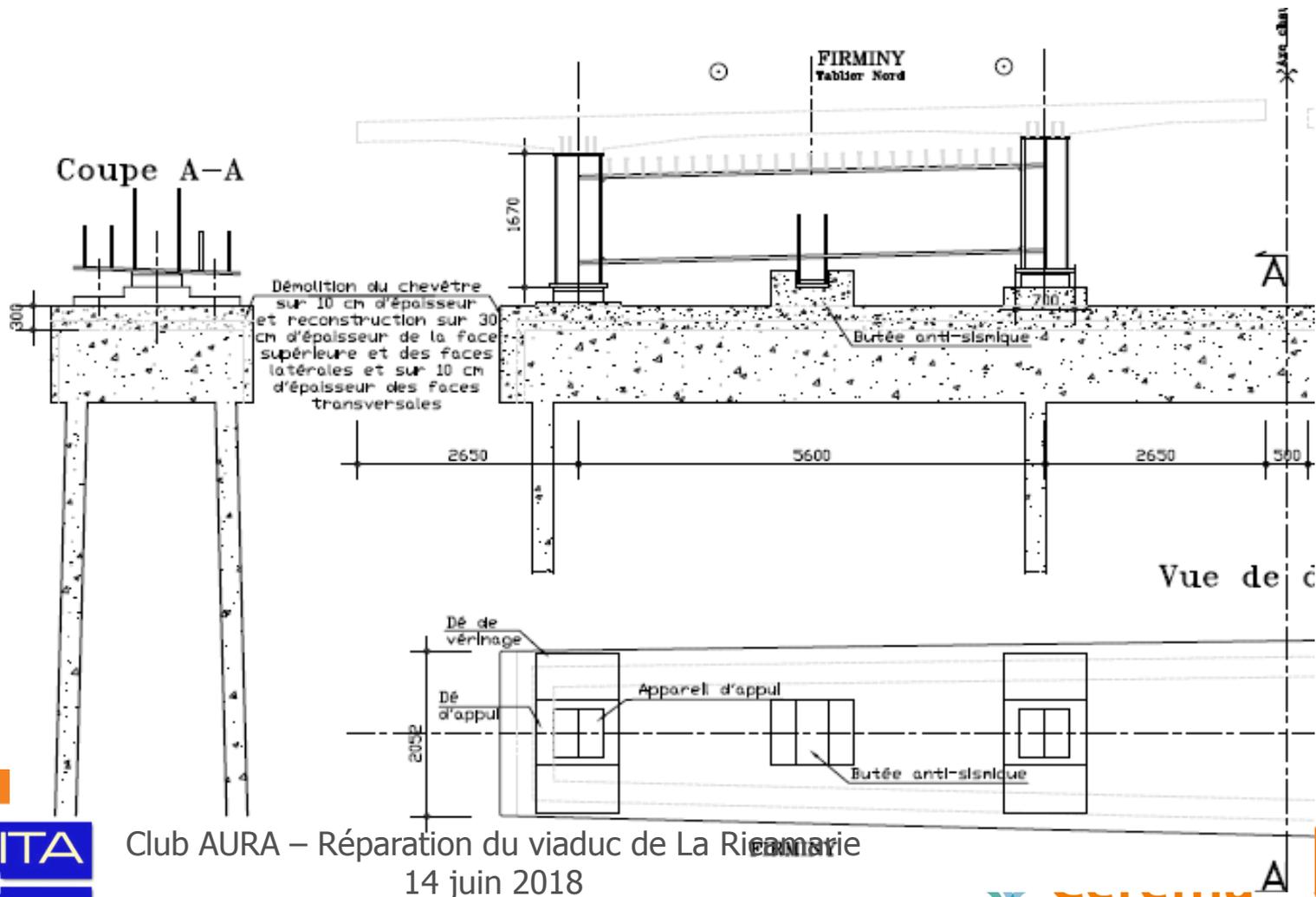
1/2 Coupe transversale courante

1/2 Coupe transversale sur pile



Les études préliminaires

Solution 3 : Tabliers neufs



Club AURA – Réparation du viaduc de La Ricamarie
14 juin 2018

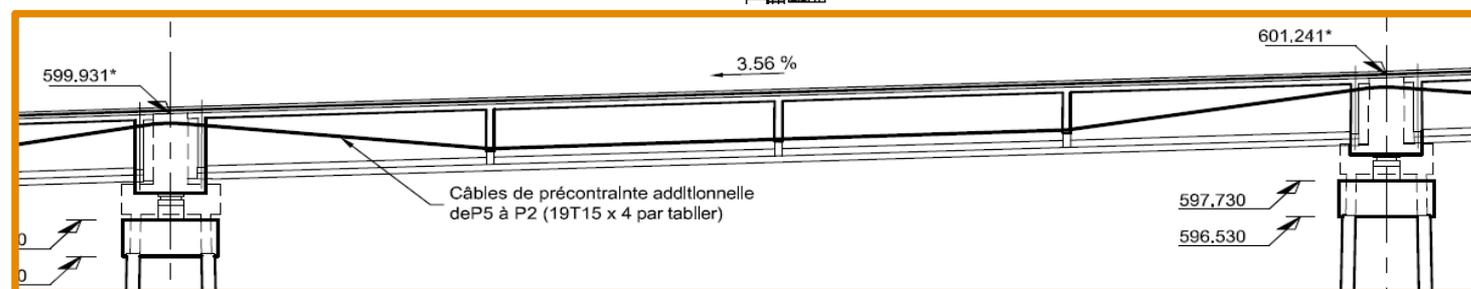
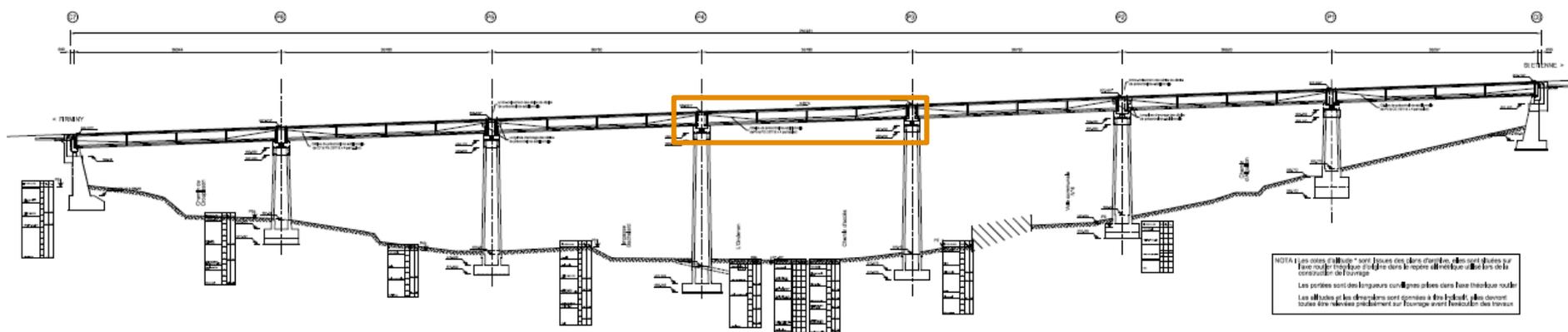
Les études préliminaires

Comparaison des solutions pour les tabliers

CRITERE	Difficultés Techniques	Exploitation en phase chantier	Exploitation en service	Entretien	Environnement	Coût
Solution 1 : Attelage de travées par dallettes et précontrainte longitudinale additionnelle sur chaque poutre	Solution classique de précontrainte additionnelle mais réalisation fastidieuse de 4 bossages d'ancrage pour la précontrainte sur les 42 poutres, soit 168 bossages	Coupure de circulation pendant une durée minimum de 7 mois par tablier	Profil en travers quasiment inchangé	Changements de quelques équipements (2 joints de chaussée, 84 appareils d'appui)	- Conservation du tablier existant - Réutilisation des appuis et fondations	Solution estimée à 7,9 ou 8,7 M€ TTC (selon travaux réalisés sur parements de piles), somme à valoir de 10% comprise.
	Nota : incertitudes quant à l'état de surface des encorbellements et de la table de compression des poutre vis-à-vis de la mise en place des matériaux composites collés					
Solution 2 : Mise en continuité totale du tablier par précontrainte additionnelle de continuité	Solution innovante de mise en continuité par précontrainte longitudinale d'un ouvrage courbe	Coupure de circulation pendant une durée minimum de 7 mois par tablier	Permet d'avoir une bande dérasée de droite plus importante, facilitant ainsi les interventions de l'exploitant	Changements de quelques équipements (2 joints de chaussée, 32 appareils d'appui)	- Conservation du tablier existant - Réutilisation des appuis et fondations	Solution estimée à 6,3 ou 7,1 M€ TTC (selon travaux réalisés sur parements de piles), somme à valoir de 10% comprise.
					Apport d'un hourdis additionnel	
Solution 3 : Remplacement du tablier par un tablier bi-poutres mixte neuf	Solution classique de mise en place de la charpente métallique	Coupure de circulation pendant une durée minimum de 8 mois par tablier (travaux à débiter impérativement en mars pour une réalisation des travaux hors viabilité hivernale)	Permet de disposer d'une bande d'arrêt d'urgence sur chaque tablier	Remise en peinture de la charpente tous les 20 ans	- Destruction d'un tablier existant, occasionnant un volume de déchets important, au profit d'une nouvelle charpente métallique, coûteuse sur le plan environnemental - Réutilisation des appuis et fondations	Solution coûteuse estimée à 11,9 ou 12,5 M€ TTC (selon travaux réalisés sur parements de piles), somme à valoir de 10% comprise.
	Problématique de déconstruction et d'enlèvement des poutres du tablier actuel en site urbain			Changements de quelques équipements (2 joints de chaussée, 32 appareils d'appui)		

Le projet de réparation

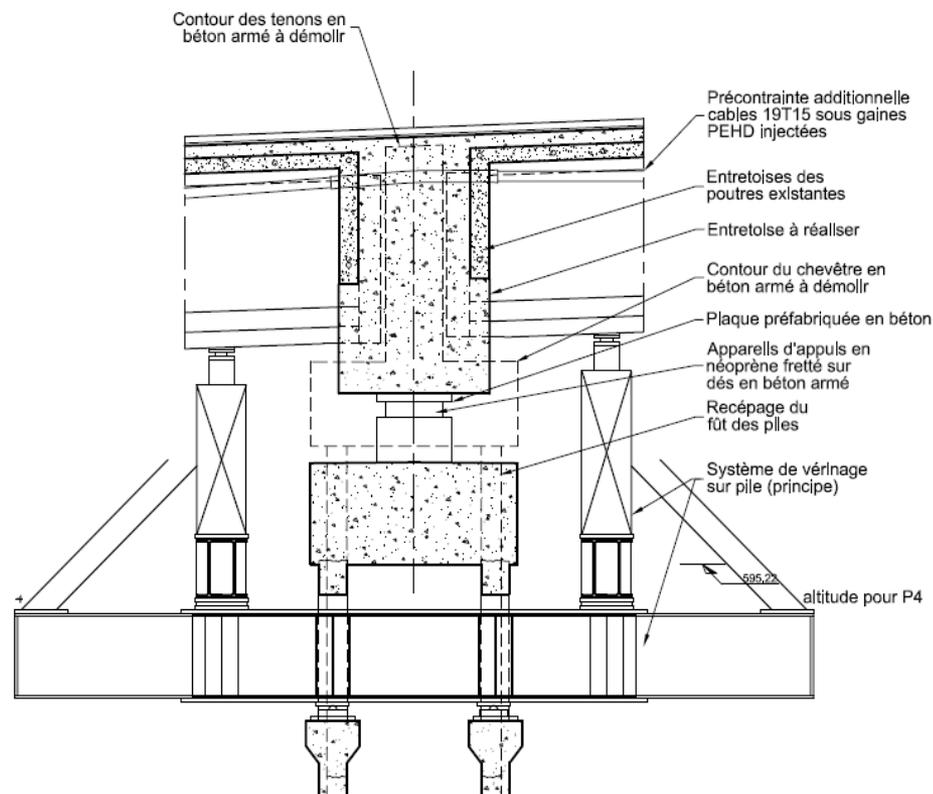
Mise en continuité par précontrainte additionnelle avec renforcement transversal par hourdis additionnel et reprise des têtes d'appuis après mise sur appuis provisoire du tablier.



Le projet de réparation

Principe de reprise des têtes d'appui :

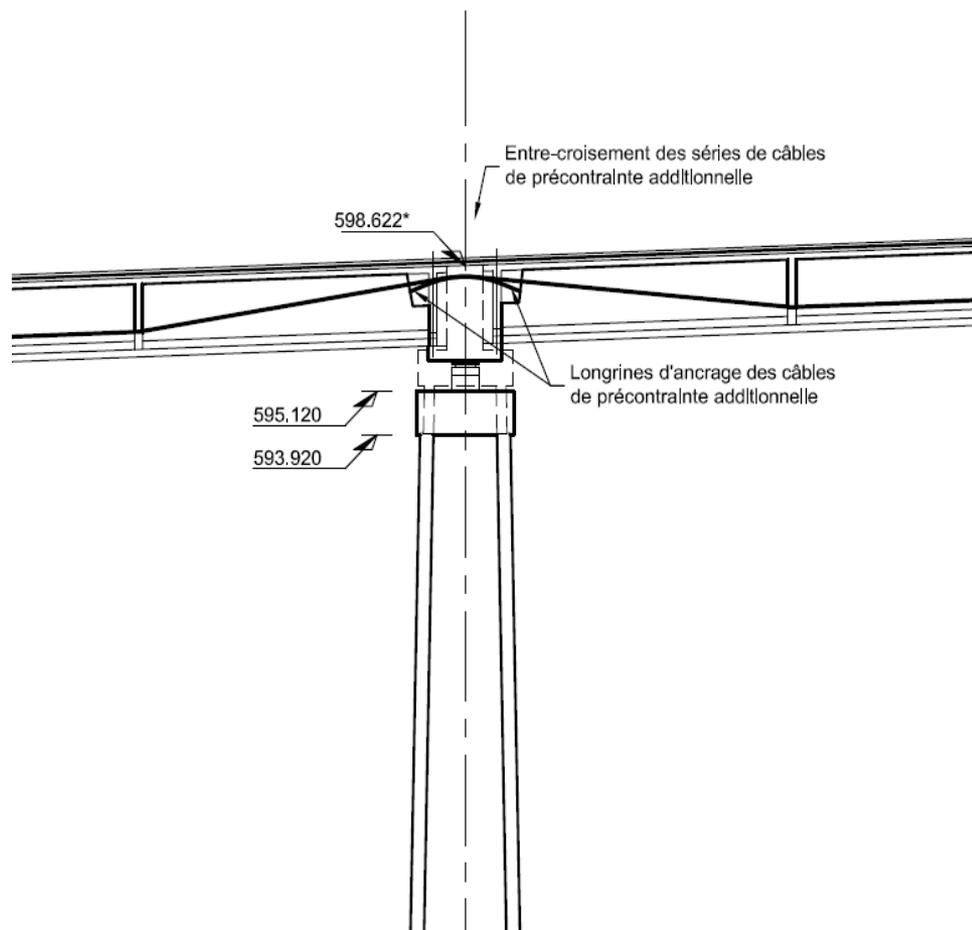
- Mise sur appuis provisoires des travées
- Démolition tenons chevêtres et têtes de piles
- Réalisation de nouveaux chevêtres et d'entretoises de continuité
- Mise en œuvre de la précontrainte longitudinale
- Remise sur appuis définitifs



Le projet de réparation

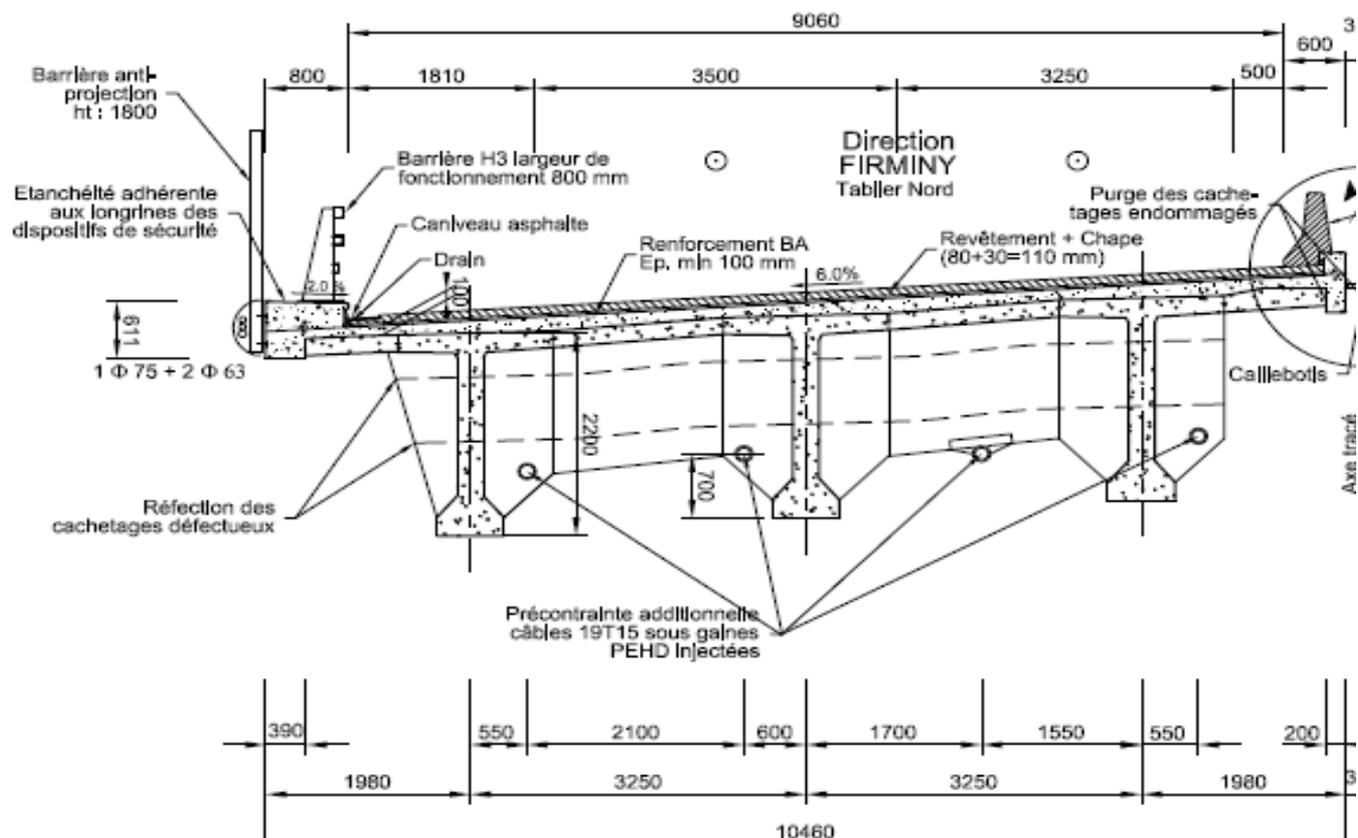
La précontrainte additionnelle:

- 4 câbles 19T15S en trois familles, de C0 à P2, de P2 à P5 et de P5 à C7 avec ancrage et croisement sur piles P2 et P5 (possibilité de variantes dans les propositions d'entreprises).
- Sous gaines polyéthylène injectées à la cire
- Déviés par des tubes métalliques galvanisés noyés dans le béton, en plan et en élévation sur les entretoises de continuité et en élévation sur les entretoises 2 et 5
- L'inclinaison des câbles compense l'augmentation d'effort tranchant liée à l'ajout du hourdis additionnel (env. 100 T par travée)



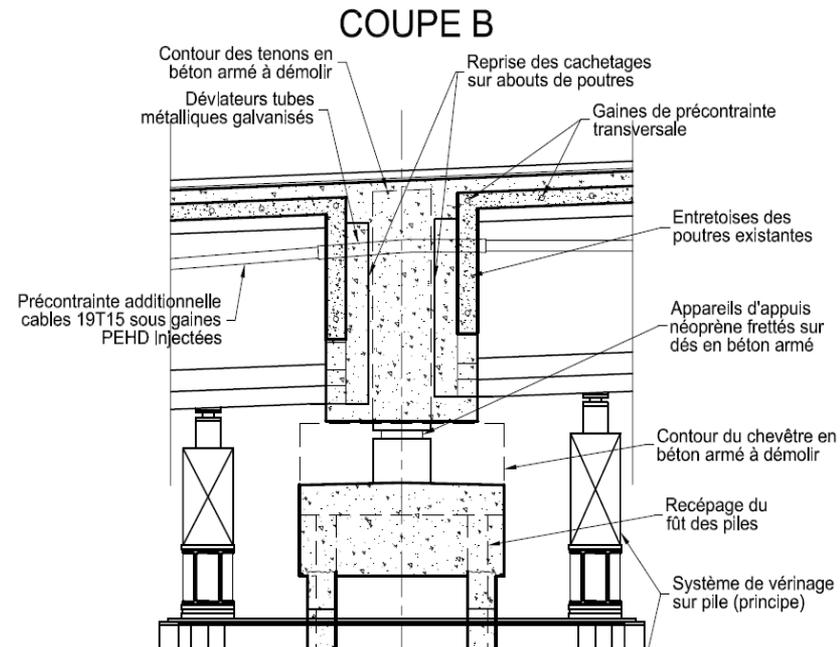
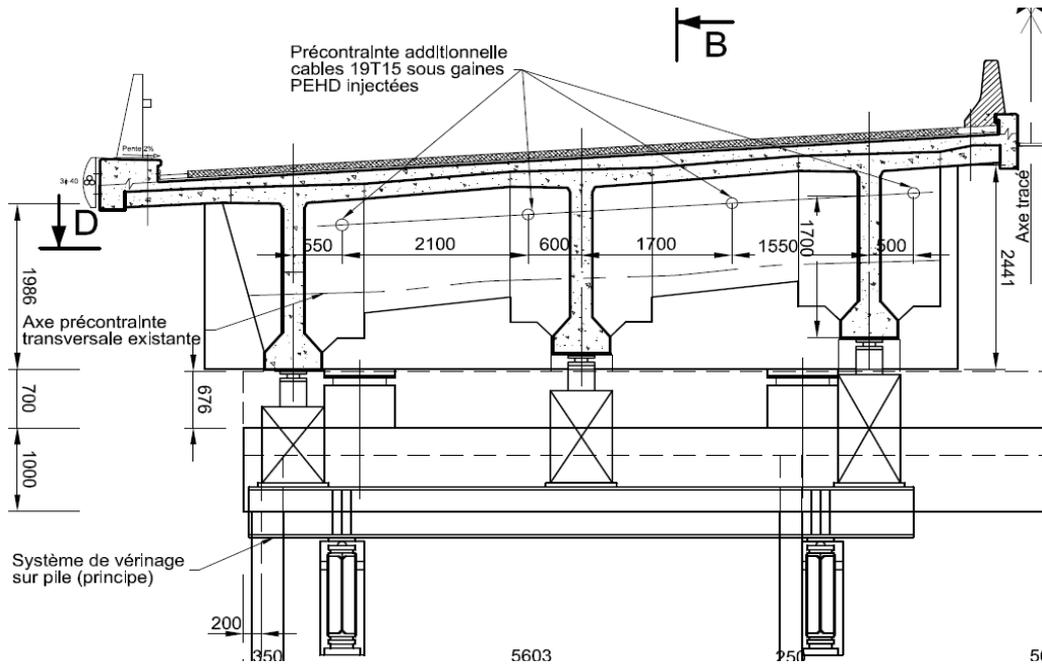
Le projet de réparation

Renforcement longitudinal – vue en travée



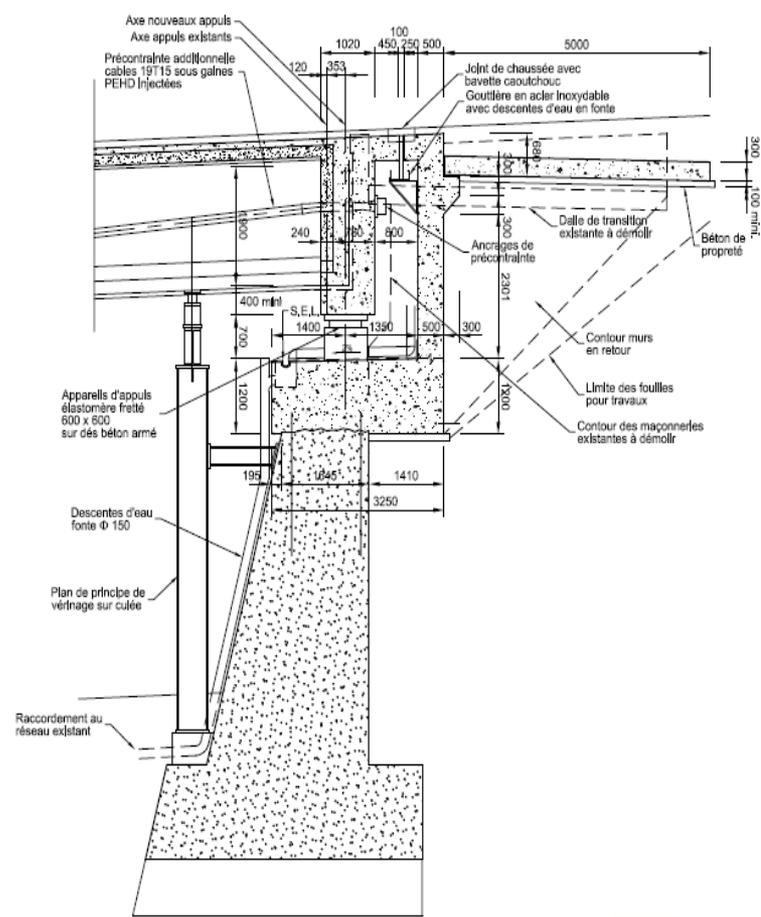
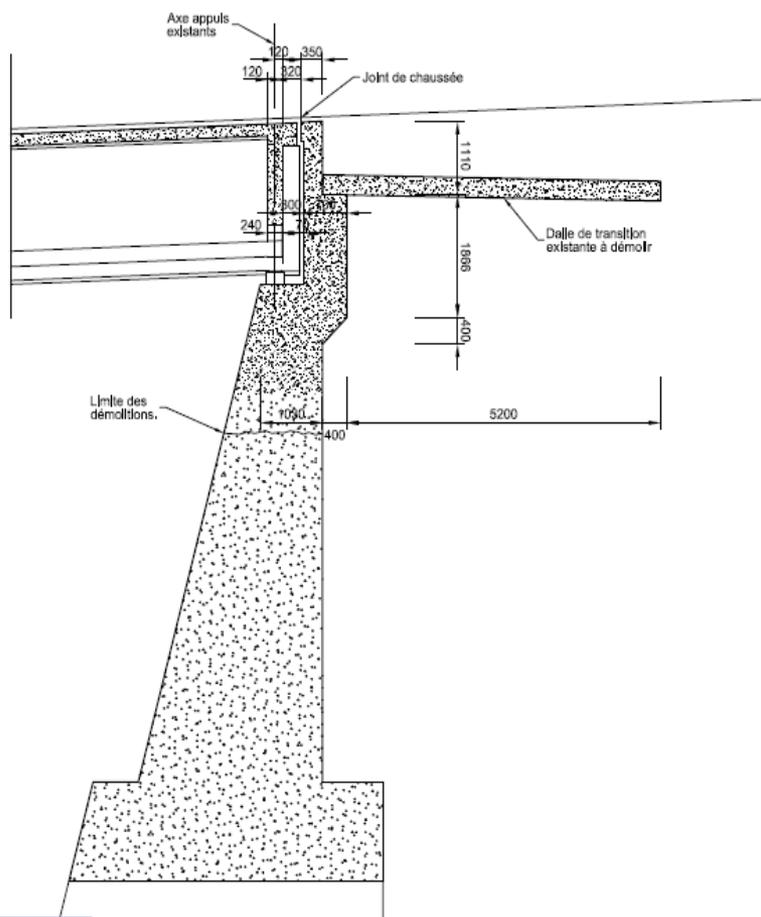
Tabliers - Le projet de réparation

Renforcement longitudinal – vues sur pile



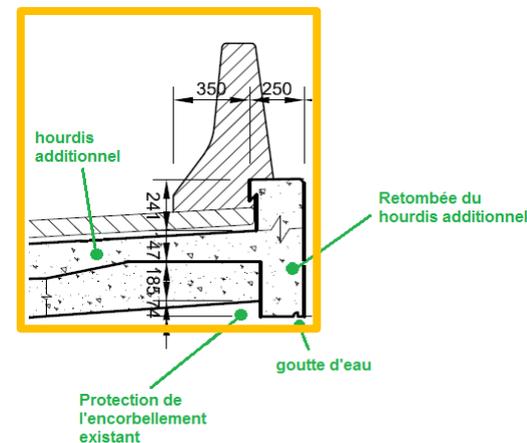
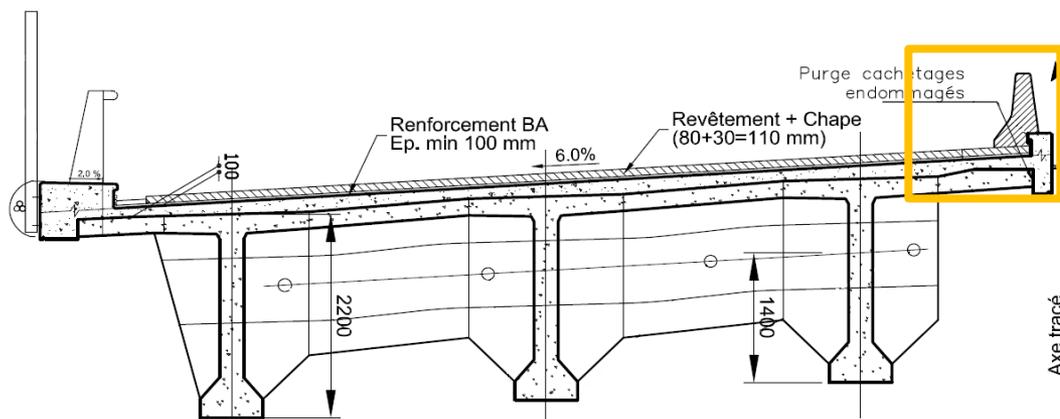
Le projet de réparation

Renforcement longitudinal – vues sur culée



Le projet de réparation

Le renforcement transversal

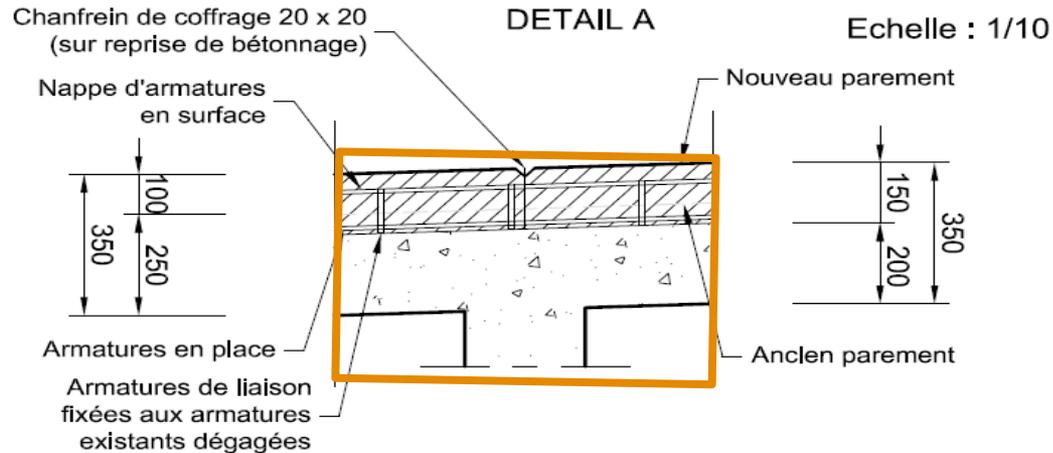
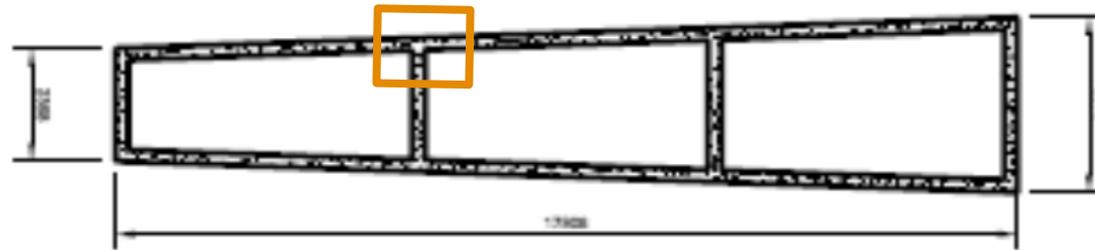


- Démolition de la chaussée, des superstructures, de l'étanchéité et du renformis existant
- Démolition des longrines en conservant les armatures sortant de la dalle => connexion hourdis existant / hourdis additionnel
- Coulage du hourdis additionnel de 10 cm d'épaisseur minimum sur tout l'ouvrage, avec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

Autres travaux

Les travaux sur piles

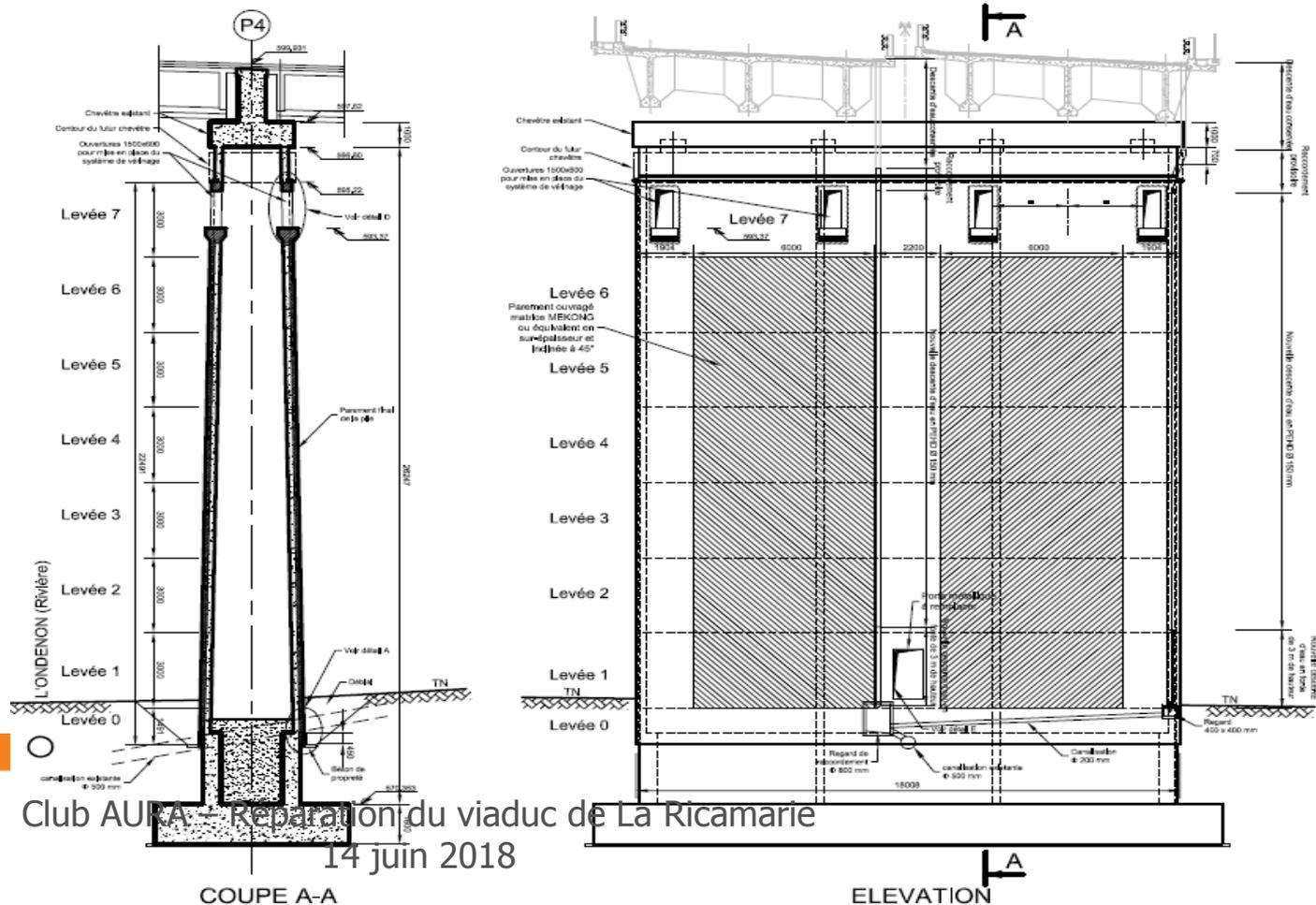
- Hydrodémolition des parements des 4 faces sur 5 cm de profondeur => nouvelle nappe d'aciers et coulage de 15 cm de béton



Autres travaux

Les travaux sur piles

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



Club AULA - Réparation du viaduc de La Ricamarie

14 juin 2018

Autres travaux

- Ragréages sous tablier
- Reprises parements des culées et remise en peinture
- Dalles de transition
- Joints de chaussée aux abouts
- Réfection dispositif d'évacuation des eaux sur tabliers (gargouilles, boîtes à eau sur têtes de piles, raccordement aux descentes sur piles, dispositifs de drainage sur culées)
- Nouveaux dispositifs de retenue et raccordement aux dispositifs existants
- Plus divers autres ouvrages provisoires (blindages, ponts provisoires, échafaudages)

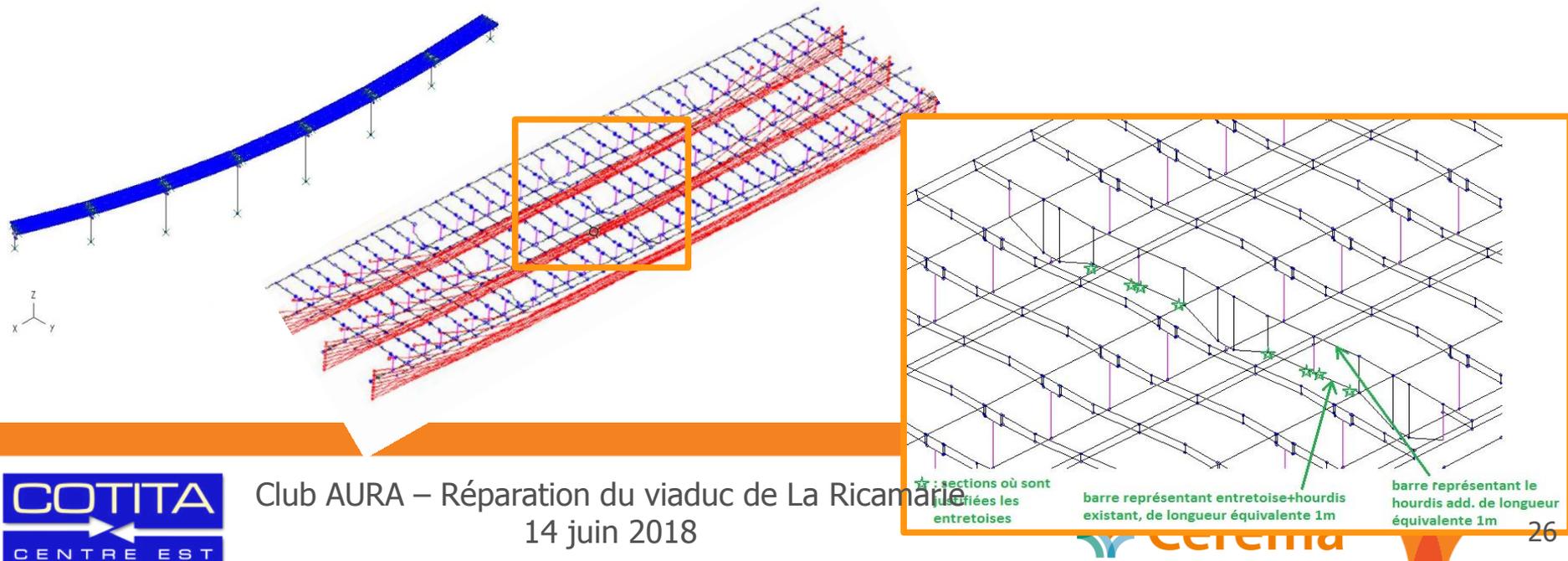
Le phasage sur chaque tablier

- 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



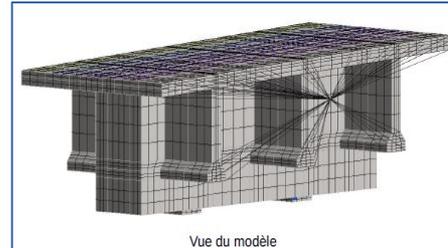
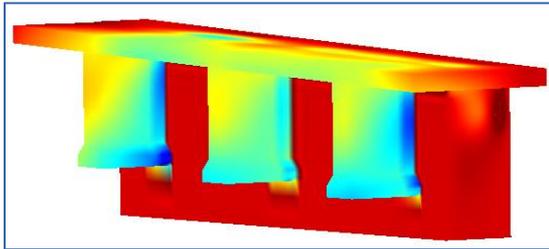
Les calculs justificatifs

- 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



Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Merci de votre participation

