

A9 SECTION 3 RENFORCEMENT VIADUC DU TECH

Le 9 Décembre 2022





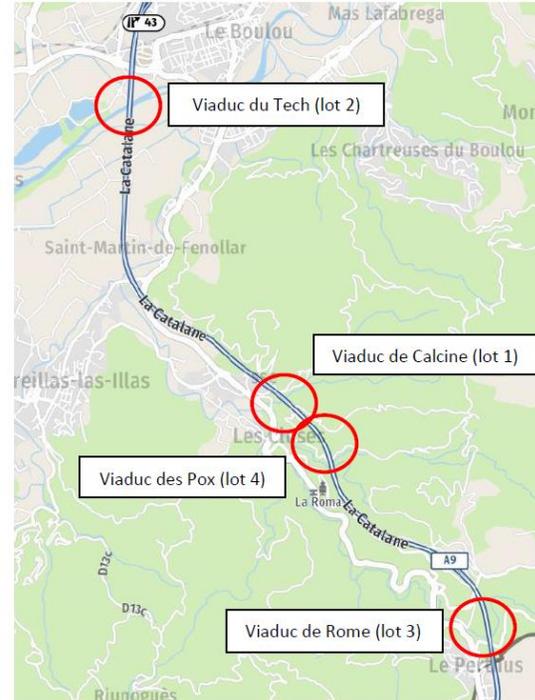
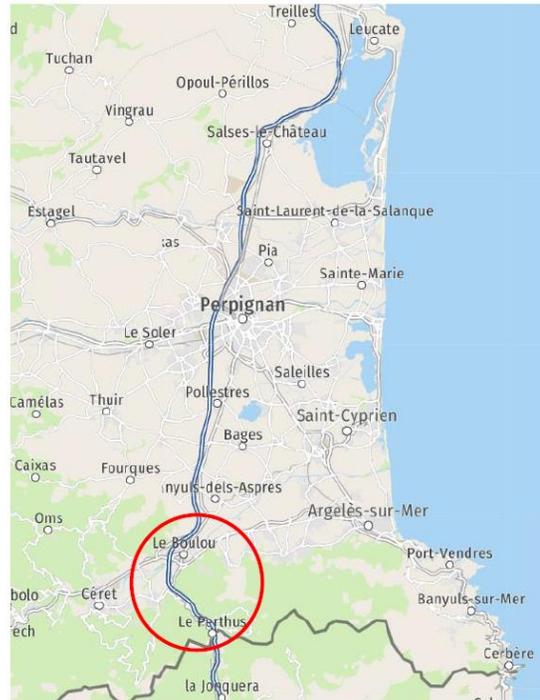
DEMATHIEU
BARD
CONSTRUCTION

INFRA - GÉNIE CIVIL

Présentation du projet

Le contexte

Viaduc du Tech



ASF a lancé un appel d'offre public de travaux de renforcement par précontrainte additionnelle et matériaux composites carbone collés des tabliers de 4 viaducs de type VIPP situés sur l'autoroute A9 sur la section Le Boulou / Frontière Espagnole. Le marché est décomposé en 4 lots distincts de travaux :

- Lot n°1 : Viaduc de Calcine
- Lot n°2 : Viaduc du Tech
- Lot n°3 : Viaduc de Rome
- Lot n°4 : Viaduc des Pox

Le viaduc du Tech est notifié septembre 2021 avec un démarrage des travaux en Janvier 2022,

Le contexte

Viaduc du Tech

Dans le cadre de la mise à 2x3 voies de l'autoroute A9 sur la section Le Boulou / Frontière espagnole, les 4 viaducs ont fait l'objet :

- de travaux d'élargissement qui se sont achevés en 2019,
- de travaux de ragréage des appuis en béton, qui se sont achevés en 2019,

	Viaduc de Tech (PI 2727)	Viaduc de Rome (PI 2800)	Viaduc de Calcine (PI 2766)	Viaduc de Pox (PI 2775)
Franchissement	Fleuve côtier Le Tech	Ruisseau de La Rome	vallée du Correc d'En Mallol et du Correc del Boutigne 2 ruisseaux	vallée du Correc d'En Taulera et du Correc dels Pocs 2 ruisseaux
Longueur totale	201.0 m	327.0 m (sens 1) et 322.5 m (sens 2)	405.0 m	351.0 m (sens 1) et 317.5 m (sens 2)
Nombre travées	5 travées	8 travées	10 travées	9 travées (sens 1) et 8 travées (sens 2)
Longueur des travées	36.0 m – 3 x 43.0 m – 36.0 m	34.5 m – 6 x 43.0 m – 30 m (sens 1) 34.5 m – 6 x 43.0 m – 34.5 m (sens 2)	27.0 m – 8 x 43.0 m – 34.5 m	25.0 m – 7 x 43.0 m – 25.0 m (sens 1) 34.5 m – 6 x 43.0 m – 25.0 m (sens 2)
Tracé en plan	Alignement droit	Clothoïde (A = 406) + alignement droit	Clothoïde (A = 1096) + rayon (R = 3500 m)	Rayon (R = 750 m) + courbe en S avec deux arcs de clothoïde (A = 316)
Profil en long	Parabole concave (R = 50 000 m)	Pente 0.28%	Pente 3.93% + parabole rentrant (R = 30000 m)	Pente 4.9%
Biais	60 grades	100 grades	100 grades	100 grades
Largeur tabliers	11.0 m (sens 1 et 2)		13.5 m (sens 1) et 11.0 m (sens 2)	
Nombre de poutres	4			
Hauteur poutres	2.6 m			
Entraxe poutres	2.74 m	2.74 m	3.37 m (sens 1) et 2.74 m (sens 2)	3.385 m (sens 1) et 2.74 m (sens 2)
Encorbellement	1.39 m	Variable pour adaptation au tracé en plan (min = 1.29 m – max = 1.49 m)	Variable pour adaptation au tracé en plan (min = 1.32 m – max = 1.76 m)	Variable pour adaptation au tracé en plan (min = 1.09 m – max = 2.00 m)
Joints de chaussée	C0, C5	C0, C8, P4	C0, C10, P5	C5, CN, P5



DEMATHIEU
BARD
CONSTRUCTION

INFRA - GÉNIE CIVIL

Les acteurs du projet

Les acteurs

Viaduc du Tech

MOA : ASF

MOE : ARCADIS

AMO : Egis, Suez, Lombardi

CSPS : Europacte

Réalisateur :

Groupement : DEMATHIEU BARD (Mandataire) / PCB / CCL

Sous traitant :

- BET : STRAINS
- Échafaudage : CIREME





DEMATHIEU
BARD
CONSTRUCTION

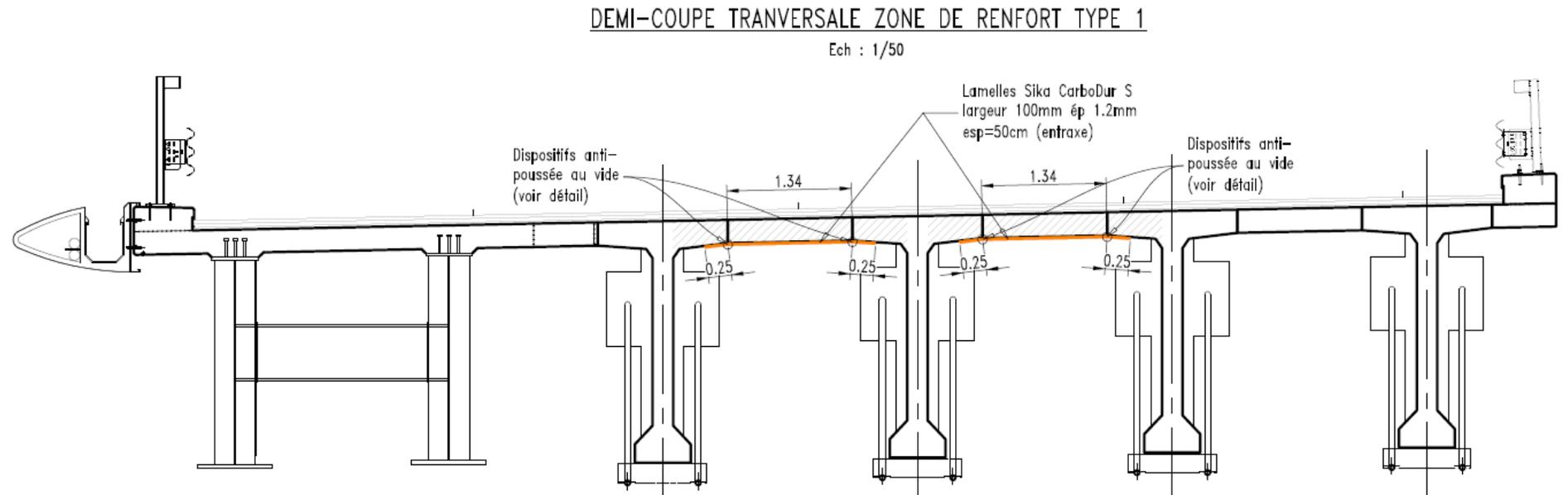
INFRA - GÉNIE CIVIL

Les études d'exécution

Les études d'exécutions

Viaduc du Tech

Renforcement par CCC



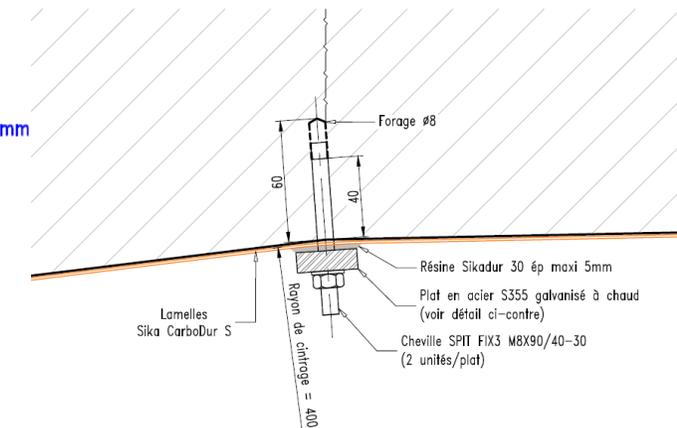
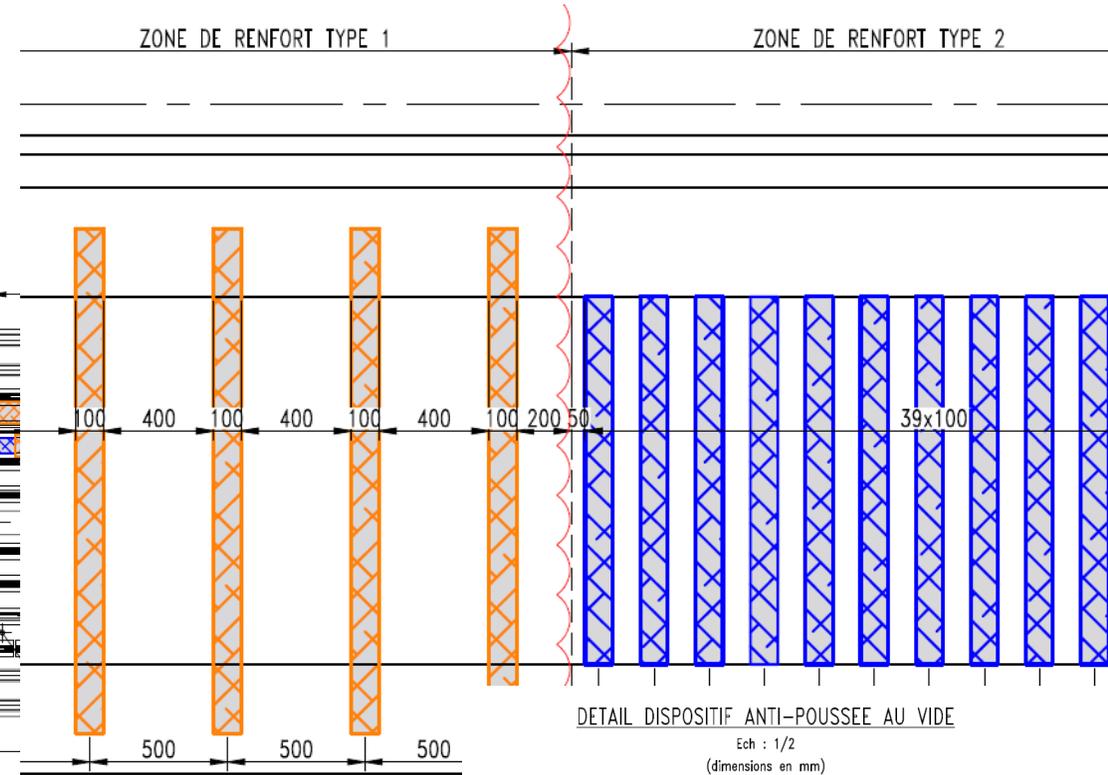
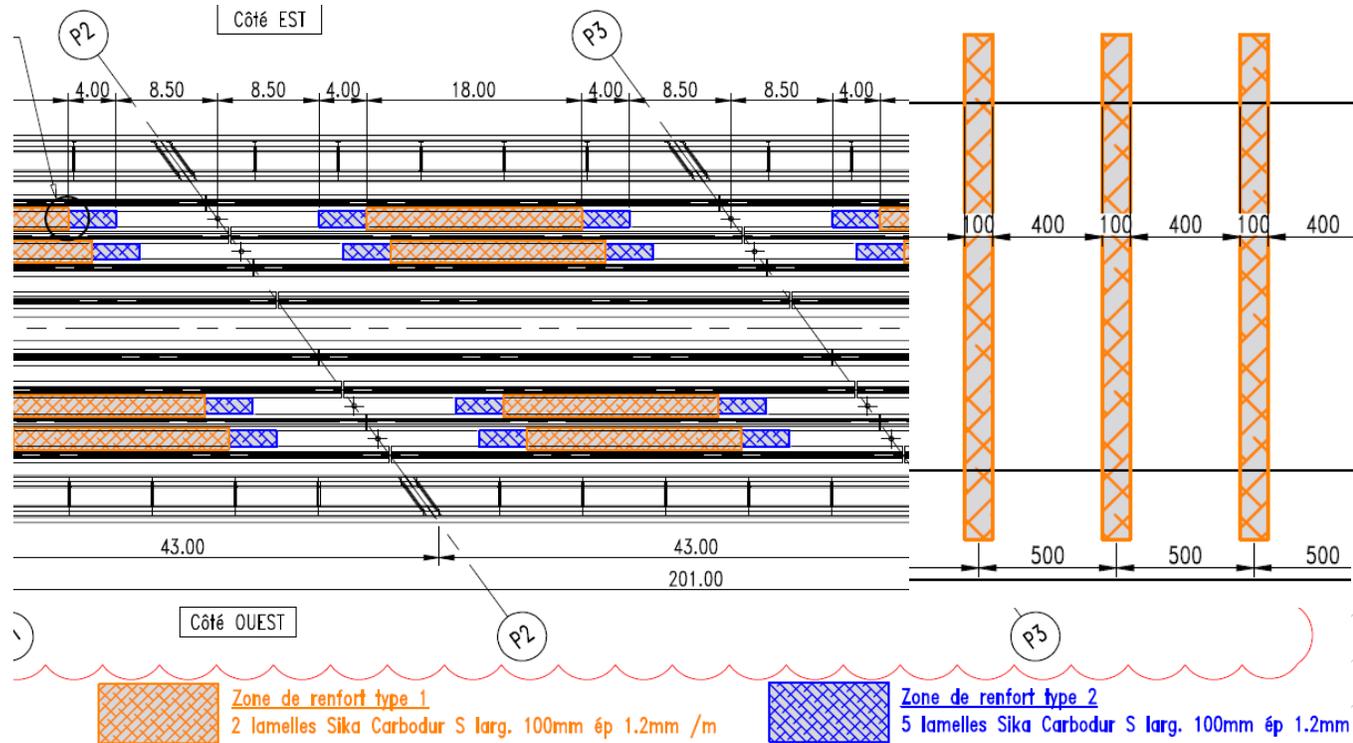
Les études ont mis en avant la nécessité de renforcement du hourdis sur les inters poutres :

- P200/300
- P300/400

Les études d'exécutions

Viaduc du Tech

Renforcement par CCC



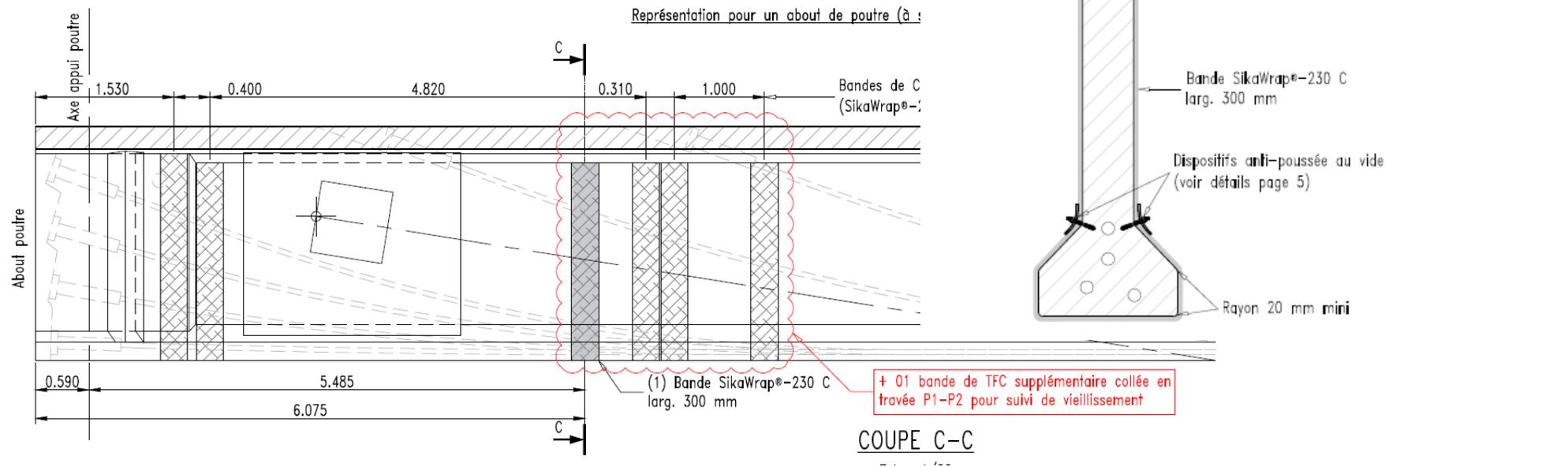
Deux types de zones distinctes :

- Un renforcement du hourdis sans ancrage
- Un renforcement avec ancrages dans les poutres

Les études d'exécutions

Viaduc du Tech

Renforcement par CCC



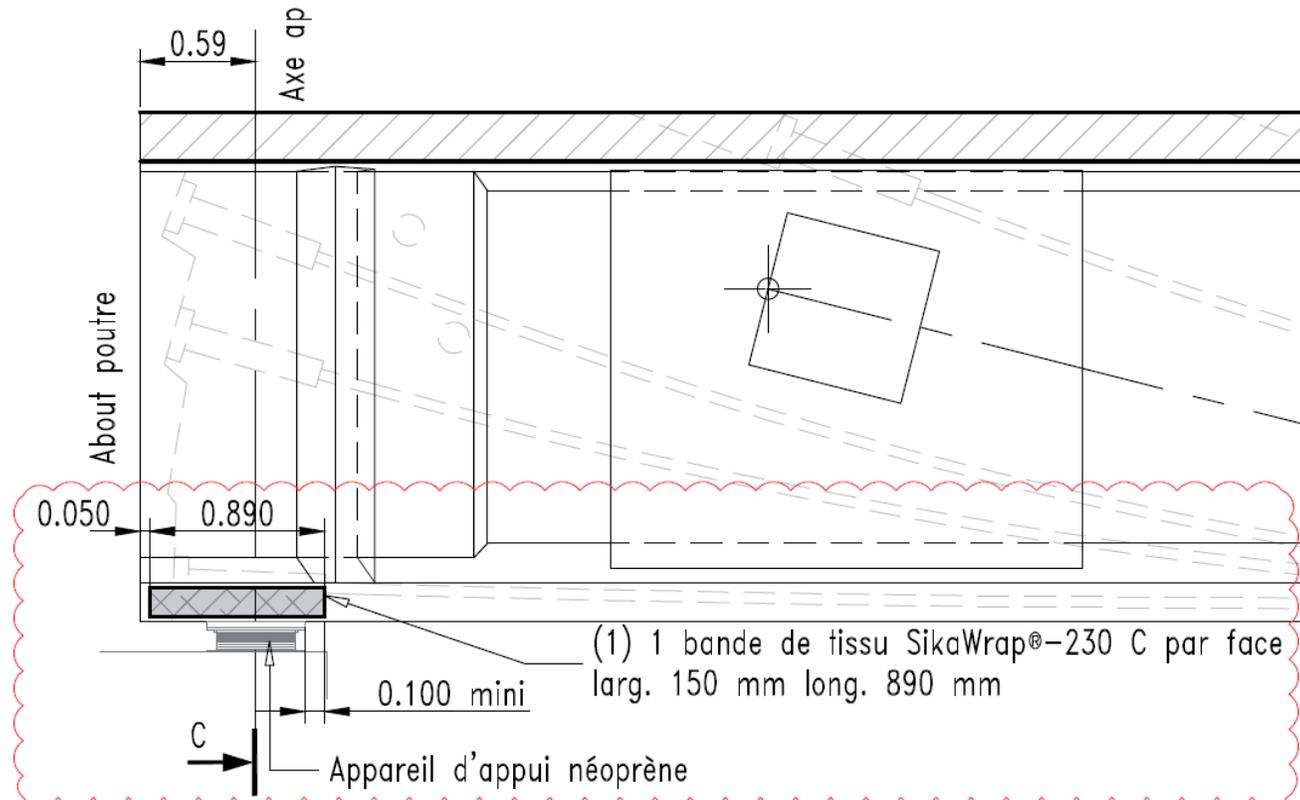
Pour les familles E :

- Un renfort du tranchant est nécessaire (avant réalisation de la précontrainte extérieure)
- Poutre P100 uniquement

Les études d'exécutions

Viaduc du Tech

Renforcement par CCC



Pour les familles C :

- Renfort d'un équilibre de coin de poutre.
- Modification des études suites à la présence des appuis parasismiques

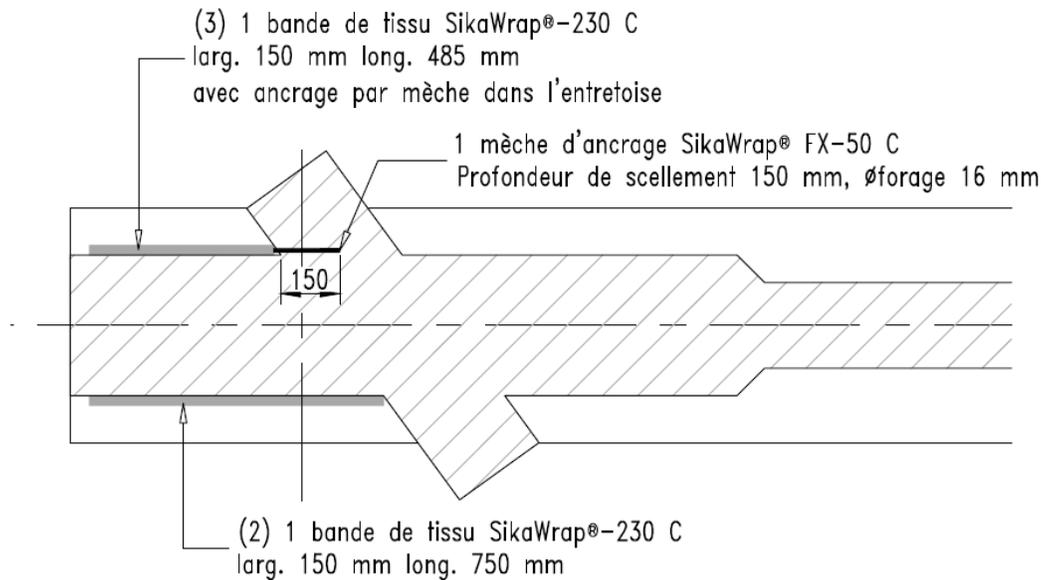
Les études d'exécutions

Viaduc du Tech

Renforcement par CCC

COUPE D-D

Ech : 1/20



Pour les familles C :

- Insertion de mèches dans l'entretoise

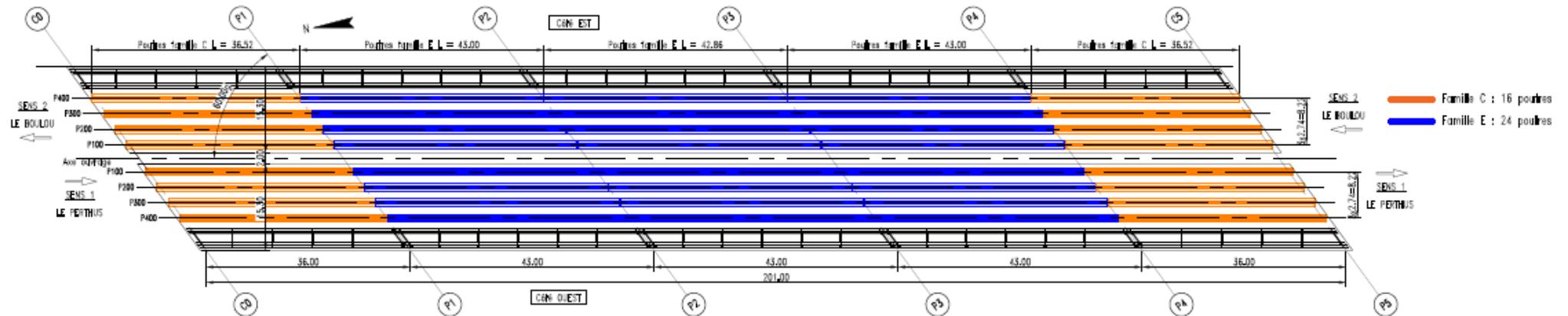
Les études d'exécutions

La précontrainte additionnelle

Viaduc du Tech

REPERAGE DES POUTRES – VUE EN PLAN

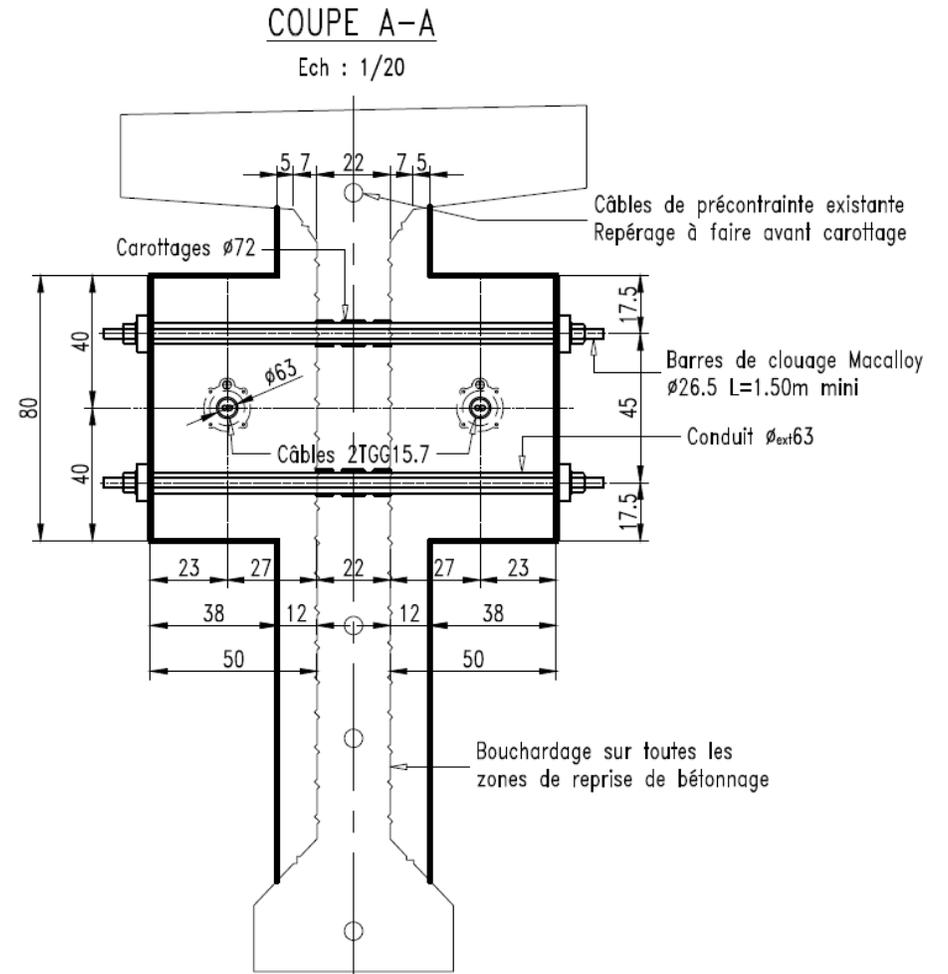
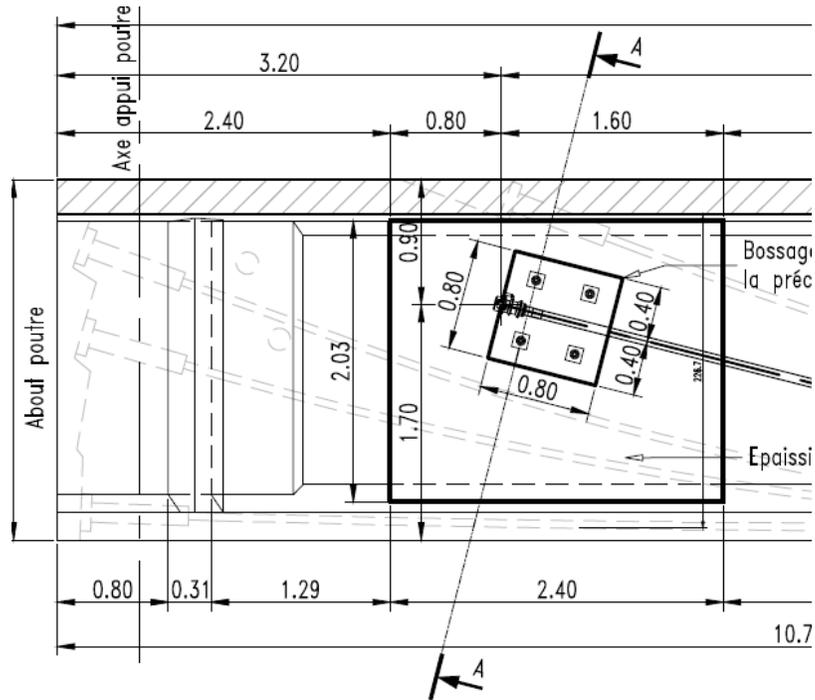
Ech : 1/750



Les études d'exécutions

Viaduc du Tech

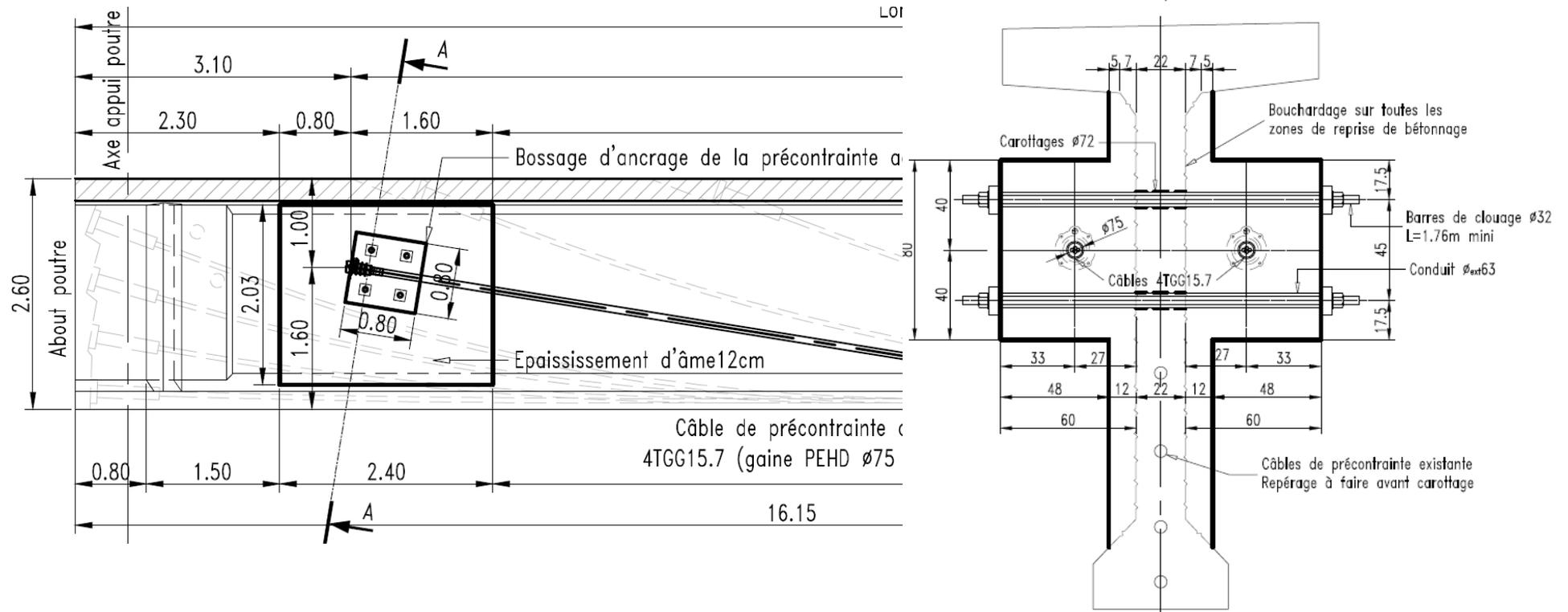
La précontrainte additionnelle – Famille C



Les études d'exécutions

Viaduc du Tech

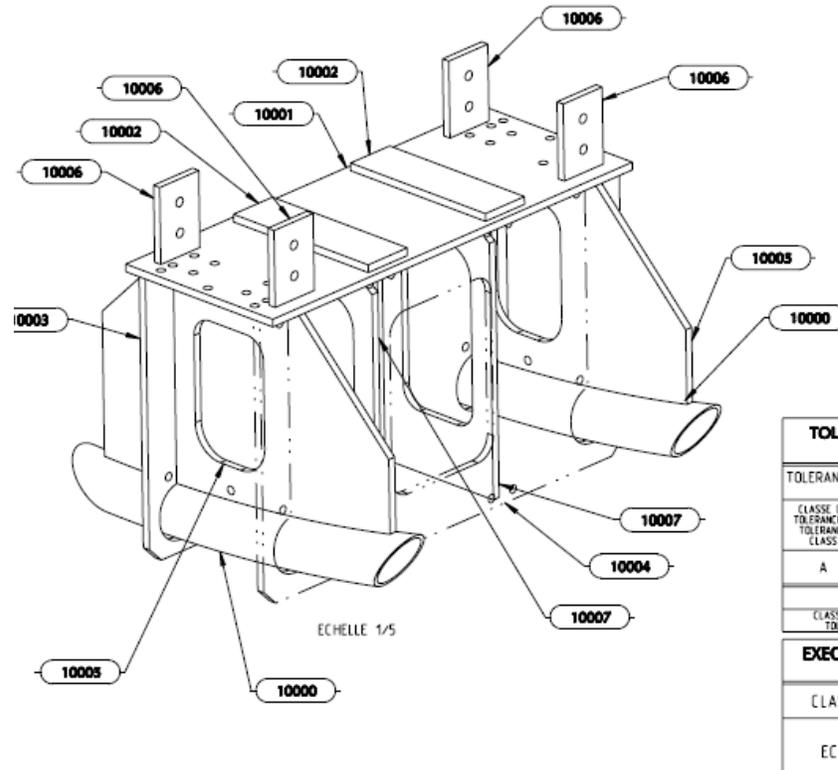
La précontrainte additionnelle – Famille E



Les études d'exécutions

Viaduc du Tech

La précontrainte additionnelle



Pour la famille C, les déviateurs ont une hauteur de 0,2 m
 Pour la famille E, les déviateurs ont une hauteur de 0,3 m



DEMATHIEU
BARD
CONSTRUCTION

INFRA - GÉNIE CIVIL

La réalisation des travaux

Les travaux

Viaduc du Tech

- **La réalisation d'un échafaudage** suspendu par notre partenaire CIREME. Celui-ci est réalisé sur deux niveaux espacés de 2,2 m l'un de l'autre pour chaque travée. Une passerelle centrale en dessous du terre-plein central de l'autoroute permet de cheminer entre chaque travée.
- **Un renforcement** par composite carbone collé. Il est réalisé en deux phases différentes. La première consiste au renfort du hourdis sur quatre inters poutres par travée. Les travaux sont réalisés de nuits afin de ne pas avoir de circulation au droit de la pose des renforts. La deuxième pour l'effort tranchant consiste à la mise en place de tissu collé sur le pourtour de la poutre,
- **De la précontrainte additionnelle.** C'est la partie qui nécessite le plus d'intervenants. Elle consiste en la réalisation de blochets (ce sont des massifs en béton armé) qui sont ensuite cloués. Ces massifs permettent l'ancrage de la précontrainte extérieure qui est réalisée à l'aide de Torons Gainés Graissée. Ces câbles sont déviés en sous face de poutre grâce à des déviateurs. Il s'agit d'une pièce métallique galvanisée de 200 à 400 kg.

Les travaux

Viaduc du Tech

Plateforme de travail par travée : contrôle journalier de l'échafaudage par travée

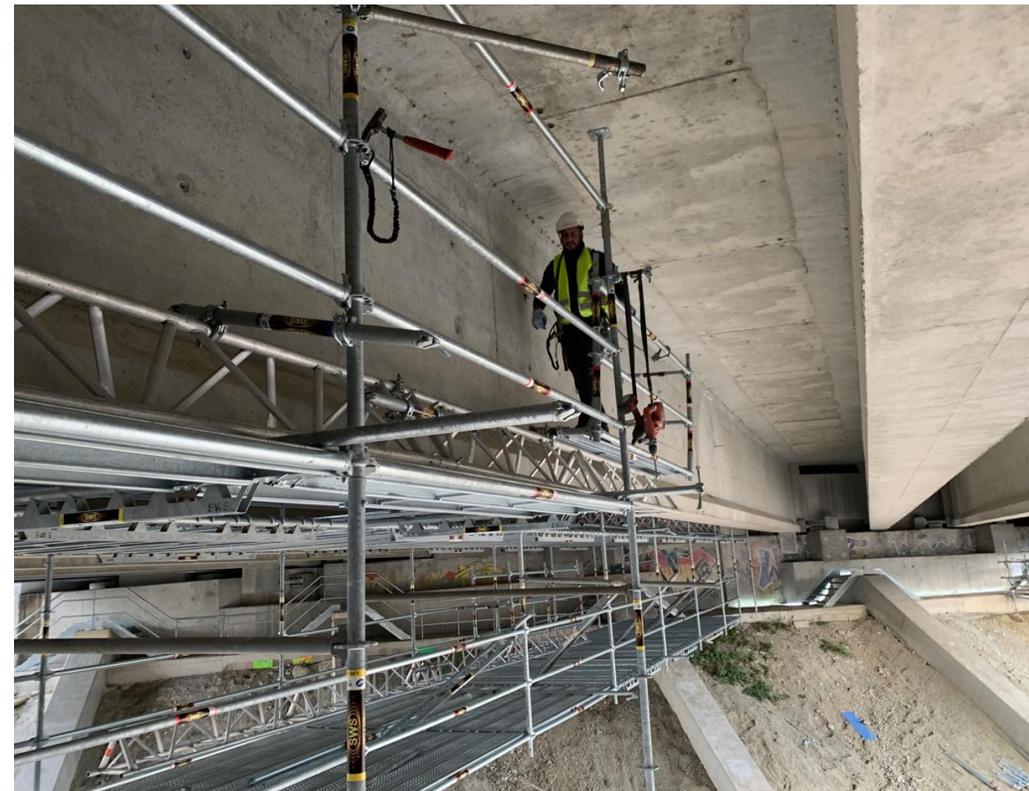
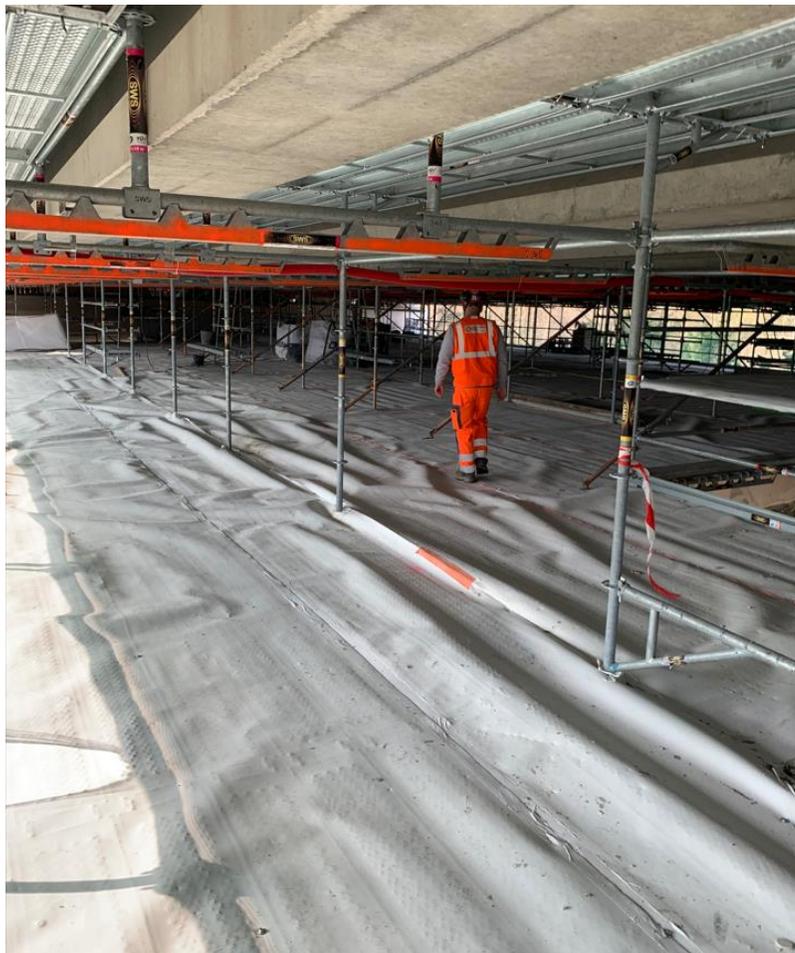
Fixation de l'échafaudage par cheville HUS Hilti

Confinement de l'échafaudage :

- Bâche sur la partie inférieure pour limiter la perte de matières
- Filet sur les côtés pour empêcher l'avifaune nicheuse de venir

Les travaux

Viaduc du Tech



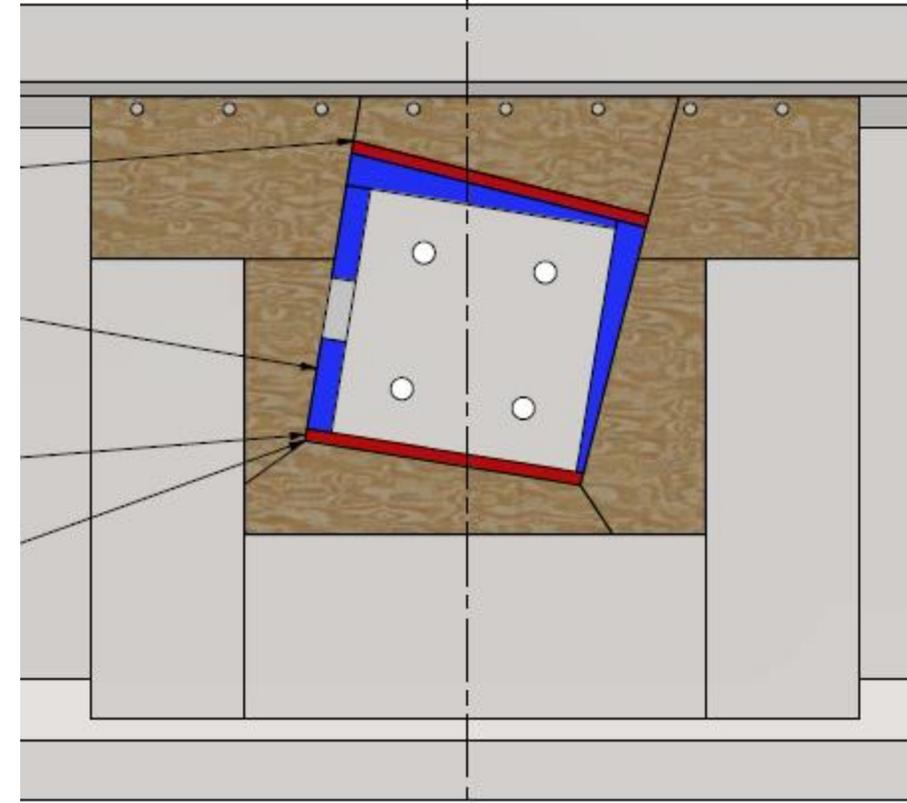
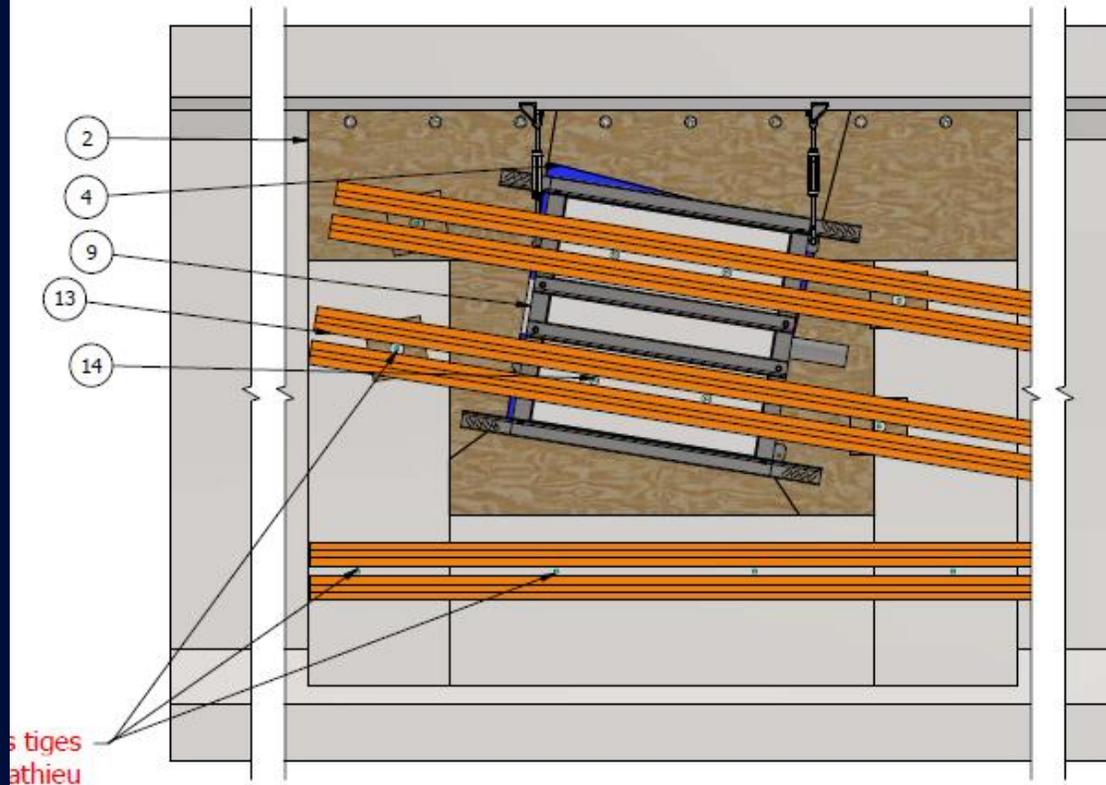
Bâche de travail
Lanceur par tripode pour avancer sur l'échafaudage.

Les travaux

Méthodes pour coffrage des blochets :

- Manuportable
- Mannequin bois
- Coffrage métallique du blochet
- Homogénéisation pour famille C et E

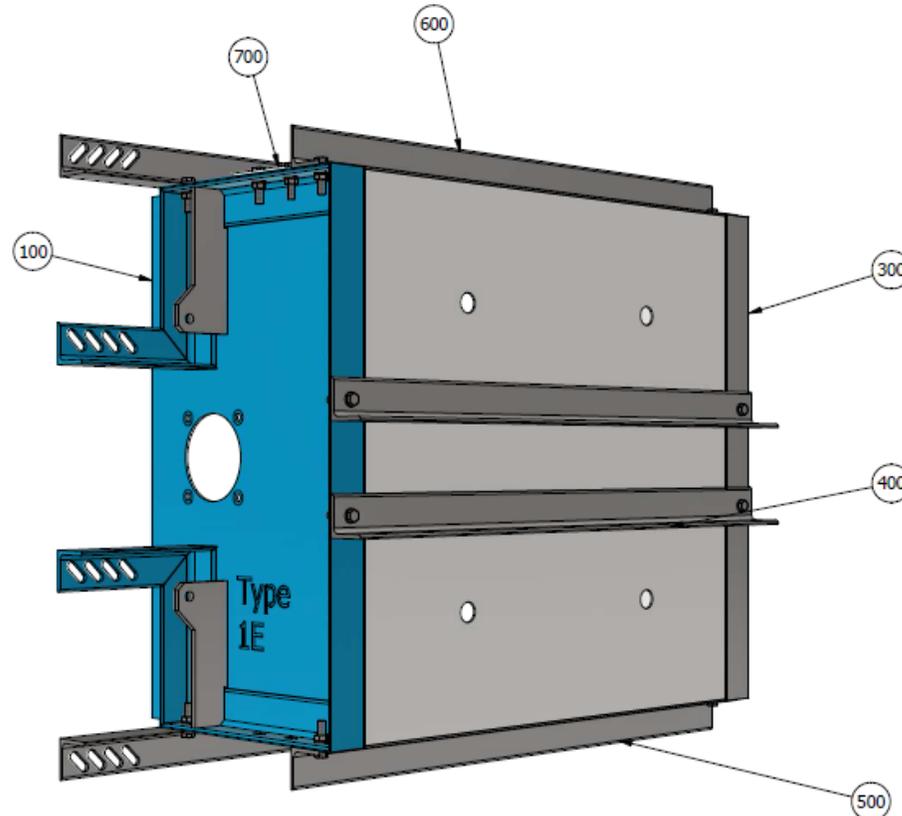
Viaduc du Tech



Les travaux

Viaduc du Tech

Assemblage non-symétrique type E :



Hypothèses :

- Assemblage = boulons M10 - Classe 8-8
- Assemblage tôle = Soudure a = 3 sur tout le linéaire en contact
- Tôle ep 3 et 4 mm
- Cornière 60x60x6
- Voir plan de fabrication MT02

Coffrage métallique :

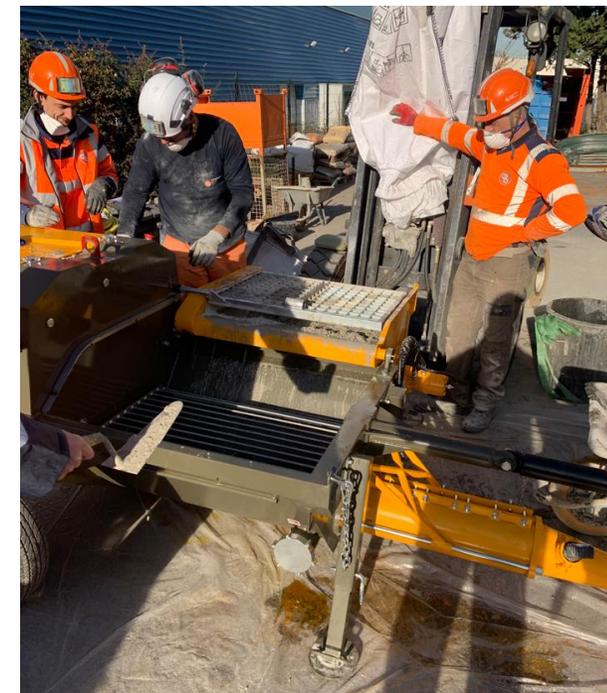
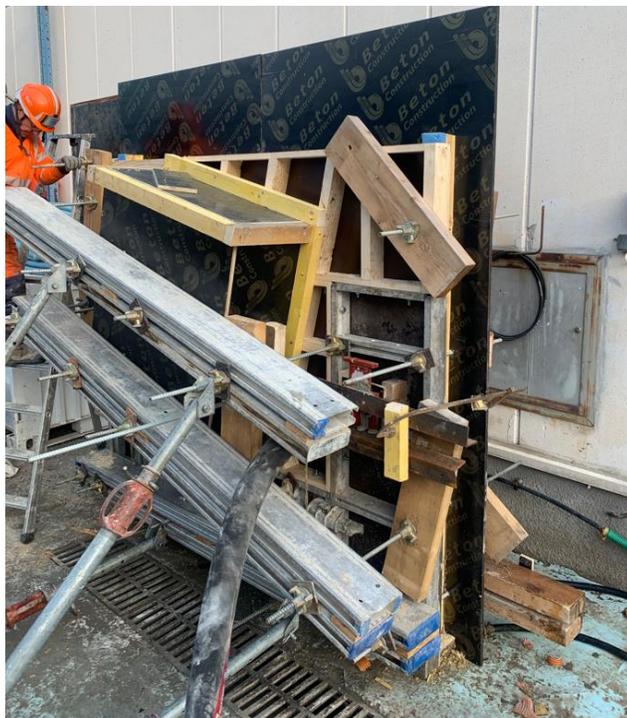
- Non symétrique
- 2 faces à changer par famille
- Utilisation d'un mannequin négatif pour la famille C

Les travaux

Viaduc du Tech

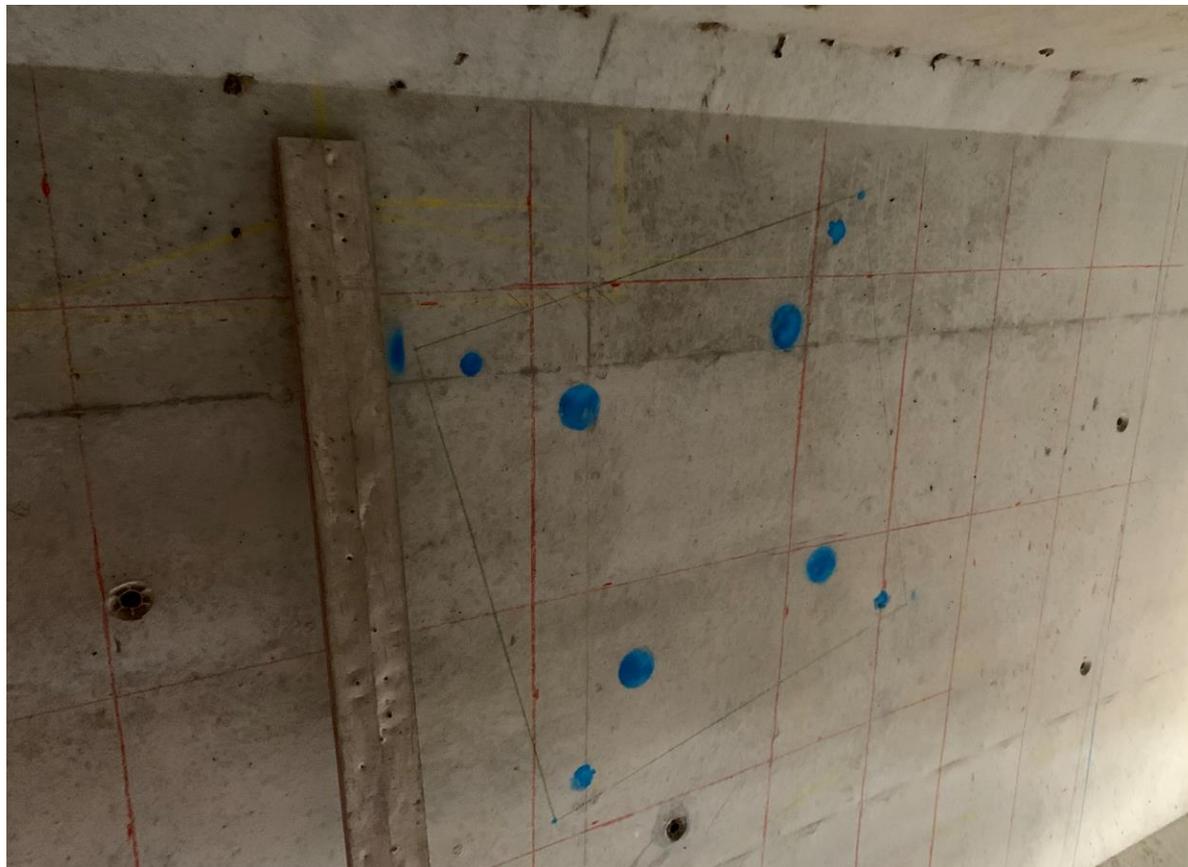
Réalisation d'un plot d'essais à notre dépôt pour valider :

- Le matériel de bétonnage forain
- Le béton et sa pompabilité (Fournisseur Cantillana)
- Les coffrages



Le Viaduc

Viaduc du Tech



Reconnaissance de la structure avec le matériel MDS (scanner) :

- Traçage précontrainte
- Ferrailage existant
- Réalisation de l'implantation

Le Viaduc

Viaduc du Tech



Après percements de l'ensemble des trous et des carottages, réalisation du bouchardage du l'ensemble de la surface

Utilisation de matériels novateurs :

- Bras zéro gravité : essai non concluant car zone de travail limitée
- Utilisation d'un exosquelette : utilisation limitée

Bouchardage réalisé avec des TE 500

Le Viaduc

Viaduc du Tech



Mise en place d'un monorail avec treuil par SkyAccès

- Manutention des échafaudages
- Manutention des déviateurs
- Manutention de la pompe à béton
- Manutention des ateliers d'injections

Pompe béton Turbosol Pro H avec malaxeur intégré.

Le Viaduc

Viaduc du Tech



Ferrailage Famille E

Le Viaduc

Viaduc du Tech



Coffrage Mannequin bois et manuable

Le Viaduc

Viaduc du Tech



Le Viaduc

Viaduc du Tech



Mise en place d'un gabarit pour éviter la manutention lors du coffrage

Le Viaduc

Viaduc du Tech



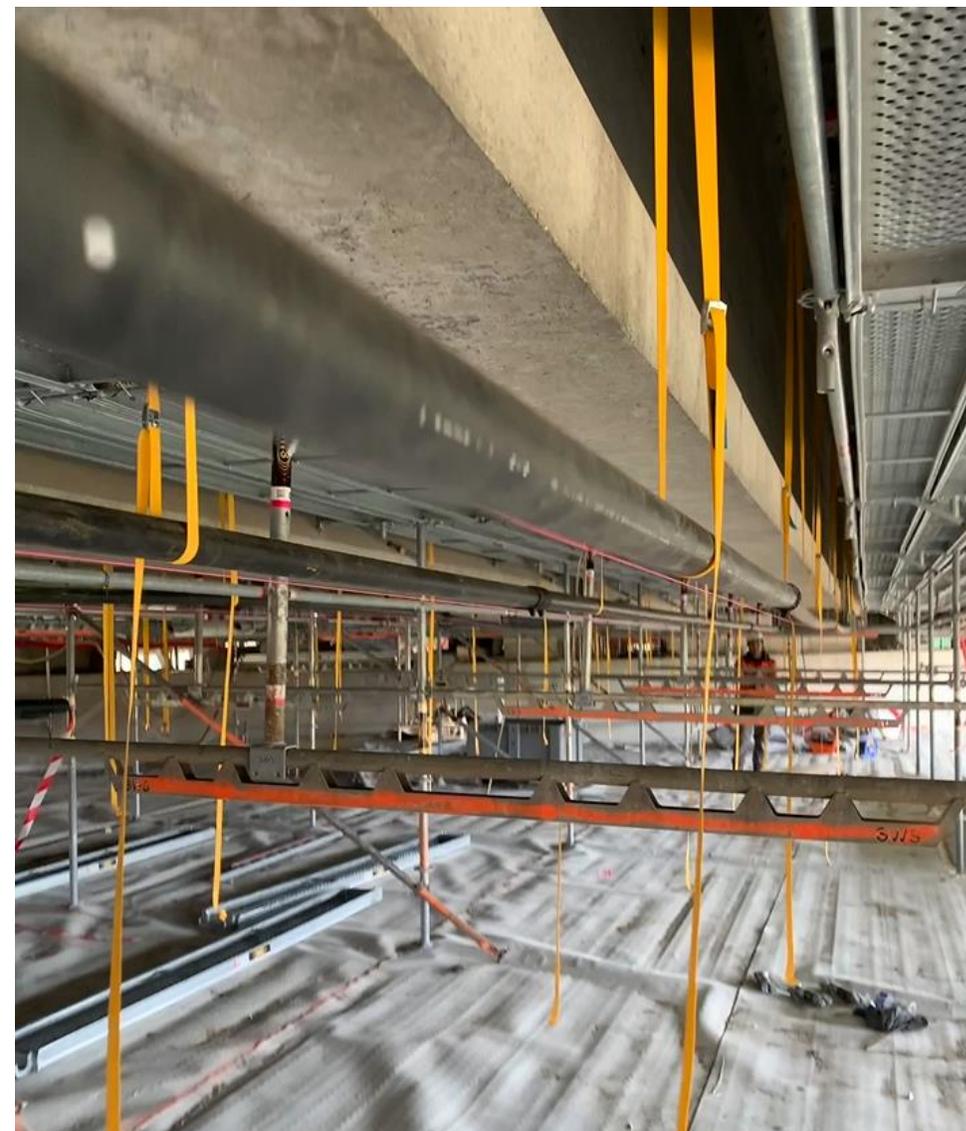
Tourets TGG

Le Viaduc

Viaduc du Tech

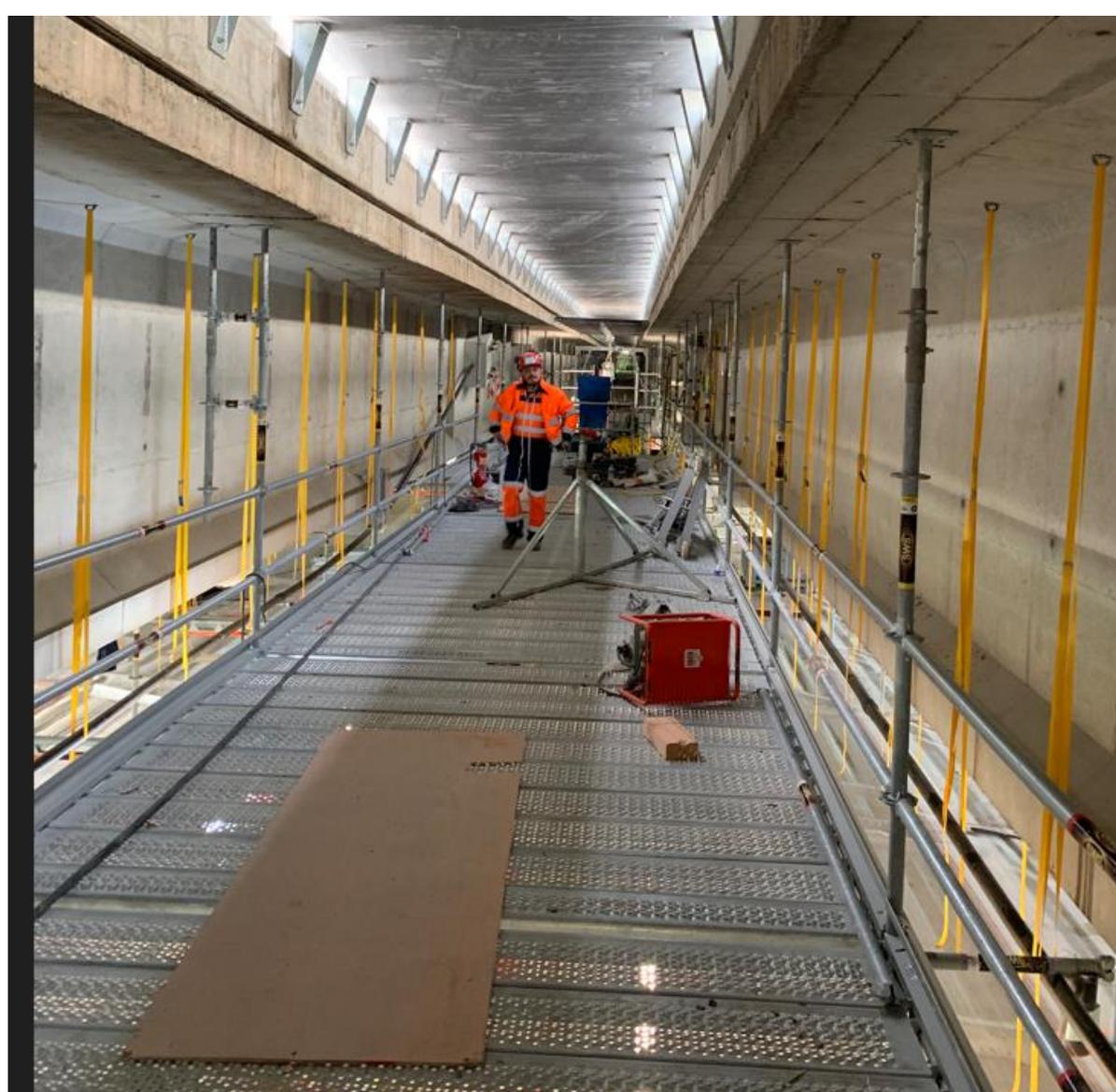


Mise en tension de barres
Suspentes de gaines



Le Viaduc

Viaduc du Tech



Le Viaduc

Viaduc du Tech



Atelier de pré tension pour injection du coulis.
Mise en tension d'un 2T15s

Le Viaduc

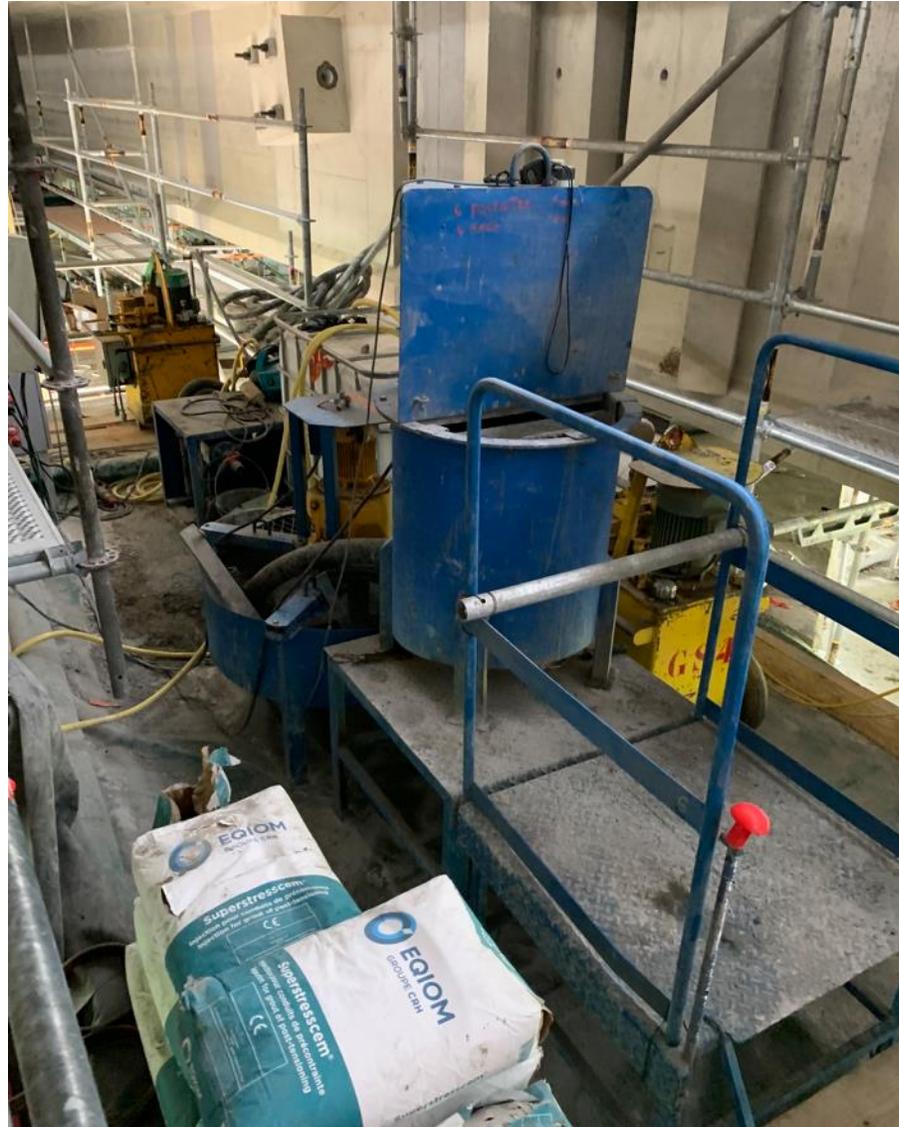
Viaduc du Tech



Évent d'injection de coulis

Le Viaduc

Viaduc du Tech



Poste d'injection de coulis

Le Viaduc

Viaduc du Tech



Le Viaduc

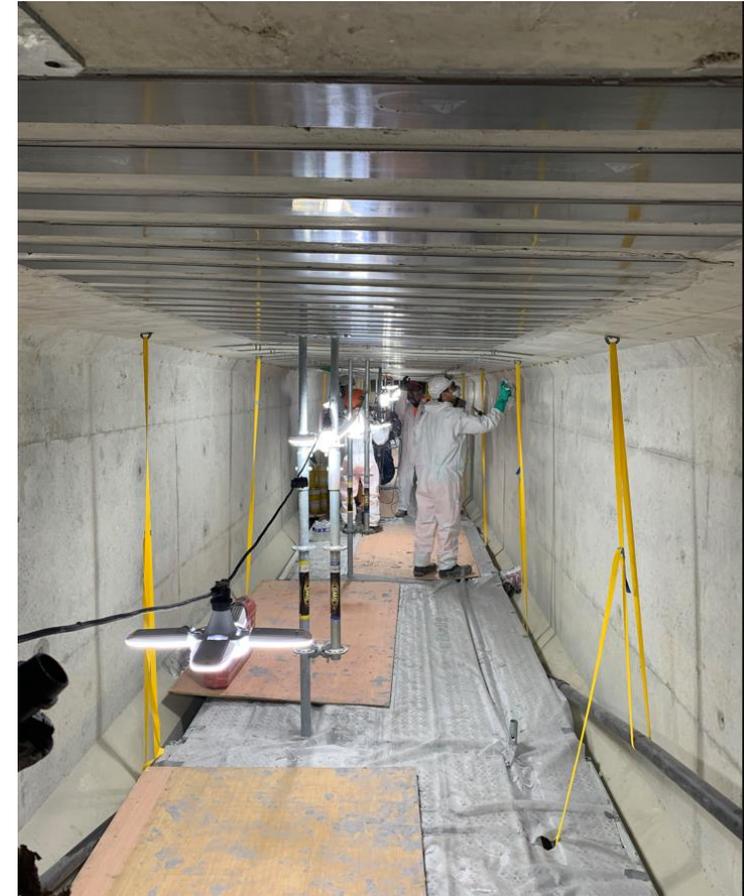
Viaduc du Tech



Mise en place des capots de protections pour injection à la cire pétrolière

Le Viaduc

Viaduc du Tech



Réalisation de la pose de Carbone de nuit, avec confinement et chauffage de la zone

Le Viaduc

Viaduc du Tech

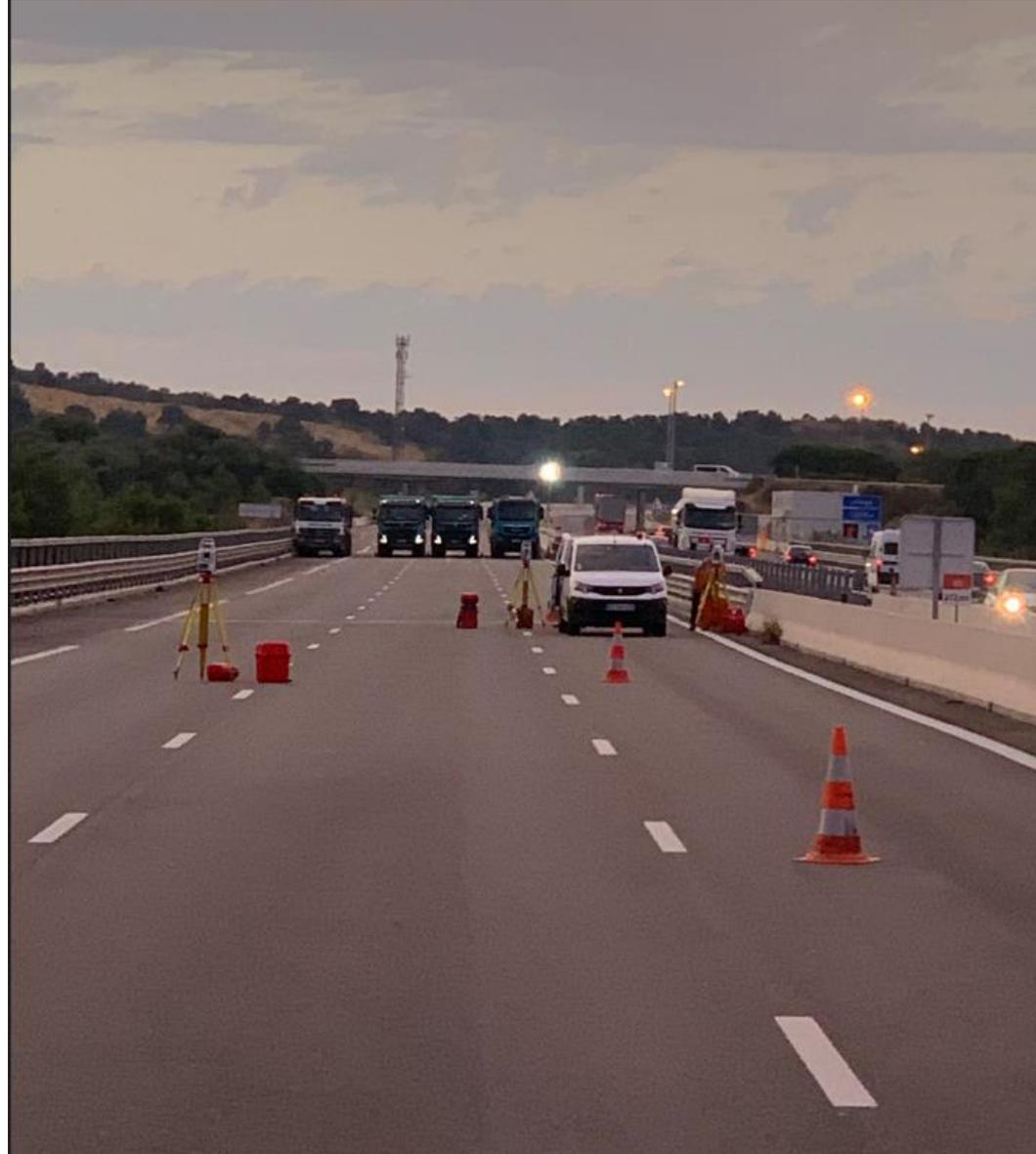
Réalisation d'essai Satec pour :

- Valider la prise et le durcissement de la colle avant ouverture de l'autoroute.
- Valider les produits utilisés et la réalisation
- Réceptionner le support



Le Viaduc

Viaduc du Tech



- Fermeture de l'autoroute pour réalisation des épreuves :
- 8 camions pour réaliser les épreuves
 - 4 points de mesures (un par poutre)

Le Viaduc

Viaduc du Tech



Le Viaduc

Viaduc du Tech

Les chiffres clefs du projet :

Le renforcement du Viaduc consiste en la réalisation de :

- Un échafaudage
 - 6250 m² de plancher en service
 - 210 tonnes d'échafaudages
- Un renforcement par composite carbone collé
 - 2400 ml de lamelles carbone
 - 20 nuits de collage hors circulation
 - 12 m² de renfort tissu
- De la précontrainte additionnelle
 - 160 blochets de précontraintes
 - 320 clouages de blochets
 - 3840 m de torons gainés graissés
 - 80 déviateurs métalliques

Merci de votre attention

Des questions ?