

# Présentation du projet Axelia

Rencontre du 30/06/2021 avec l'AFGC

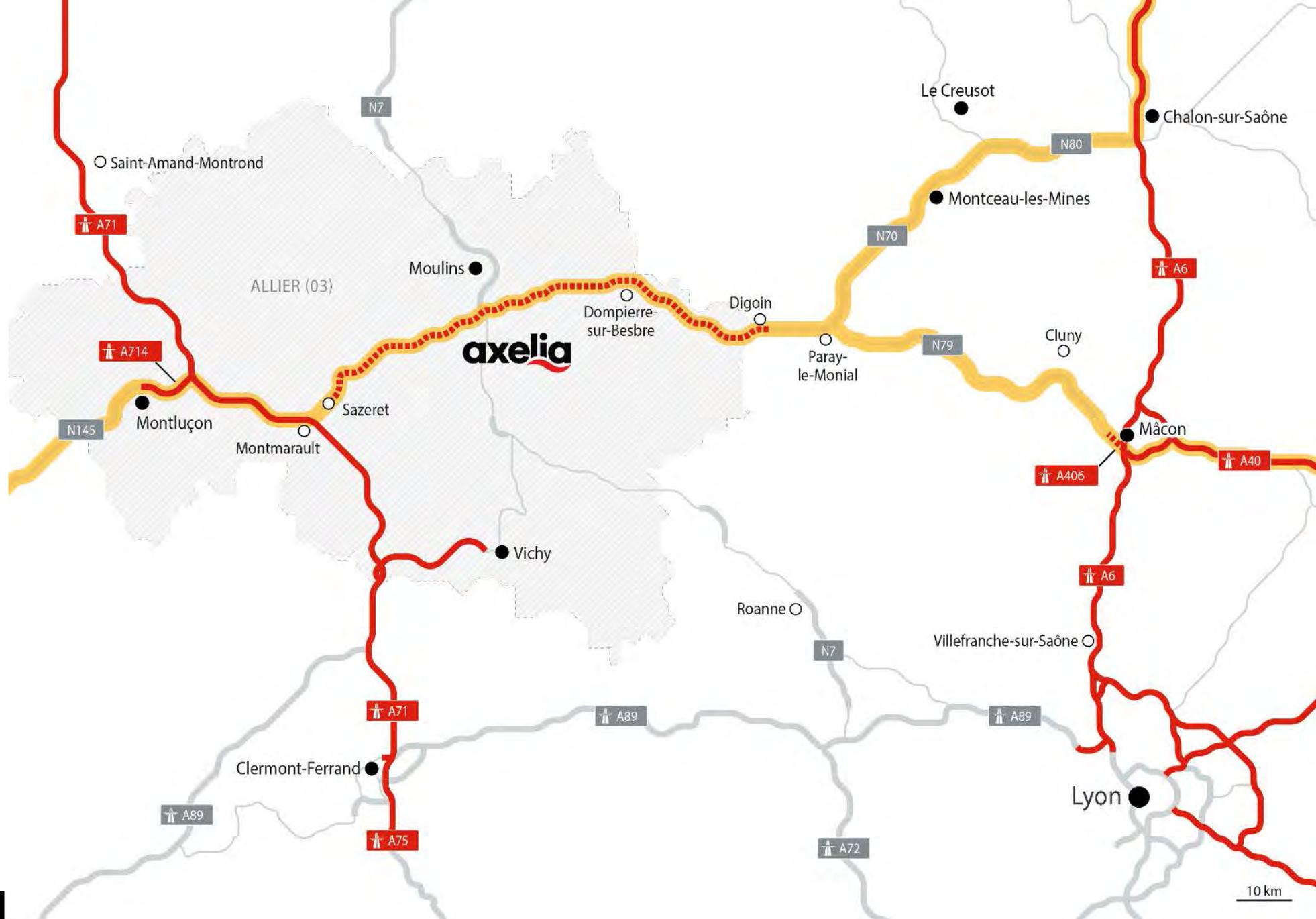
Les enjeux de la construction dans le cadre de la transformation RN79 → A79

# Sommaire

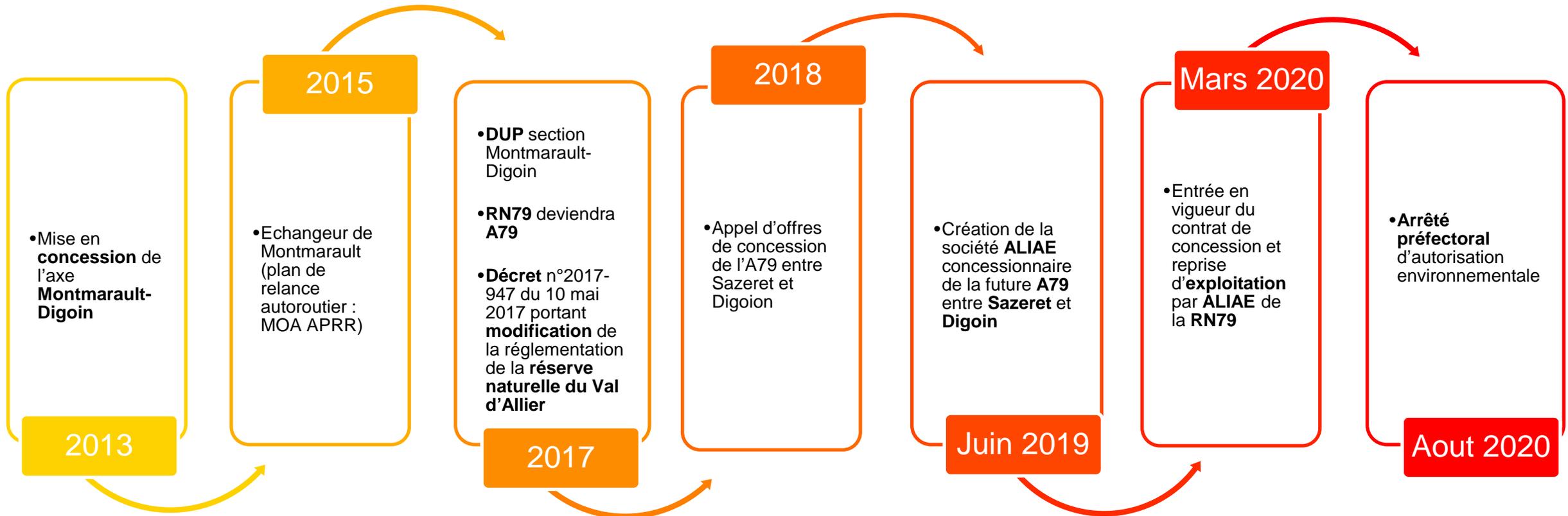
- Axelia : un projet d'envergure
- Le passage de la RN79 à l'A79
- Innovation : le péage à flux libre
- Innovation : la bande transporteuse
- Le planning général des travaux
- La conception des ouvrages neufs
- La conception des ouvrages existants
- Le chantier du viaduc de l'Allier
- Les méthodes particulières de travaux : ouvrages d'art existants
- Le viaduc de Digoin et la RSI

# Axelia : un projet d'envergure

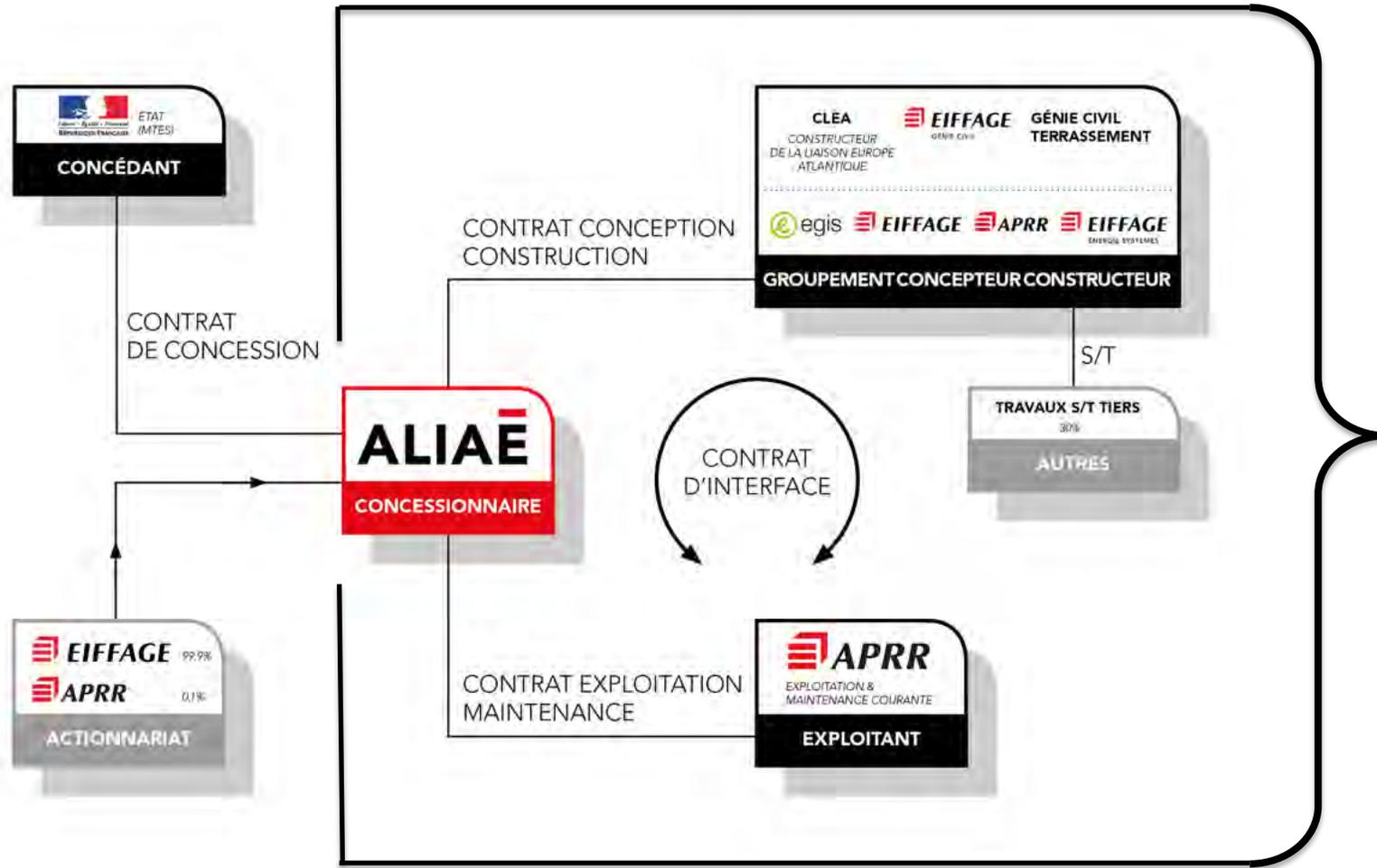
Isabelle Lacharme, Directeur opérationnel - ALIAE



# Historique



# Les acteurs du projet



Afin de rassembler l'ensemble des parties-prenantes de l'A79, ALIAE lance le projet Axelia !

Axe de Liaison Atlantique, une autoroute fluide, sécuritaire et innovante au service de tous les usagers !

# Axelia en chiffres

- 110 km /h sur la section Sazeret – Le Montet et 130 km/h pour le reste

<b>88 km</b> Longueur de l'A79	<b>48 ans</b> Durée de la concession à compter du 15 mars 2020	<b>558 millions</b> d'euros d'investissement	<b>21</b> communes traversées
<b>12</b> échangeurs	<b>4</b> aires de repos	<b>2</b> haltes simples	<b>1</b> aire de services

# Les principaux travaux

## Terrassement

des mouvements de terre représentant  
**3 000 000 m<sup>3</sup>** de matériaux à déplacer

## Assainissement

**200 km** de systèmes d'assainissement pour le traitement des eaux

## Ouvrages d'art

**92** ouvrages dont certains à créer et d'autres à mettre au standard autoroutier

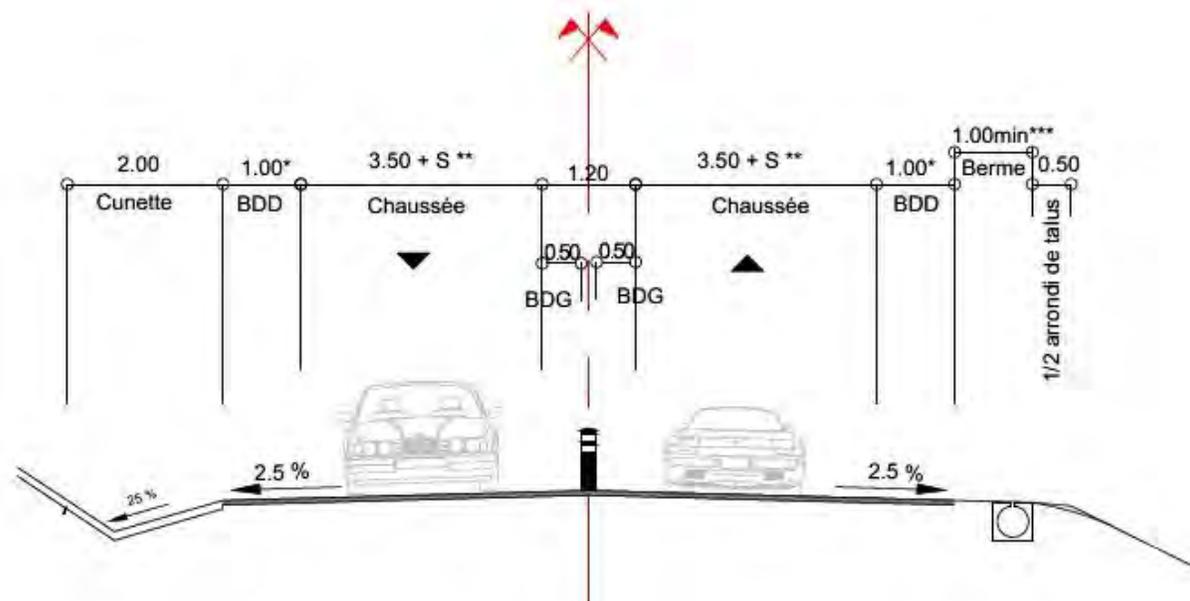
## Chaussées

**1 000 000** de tonnes d'enrobés à appliquer

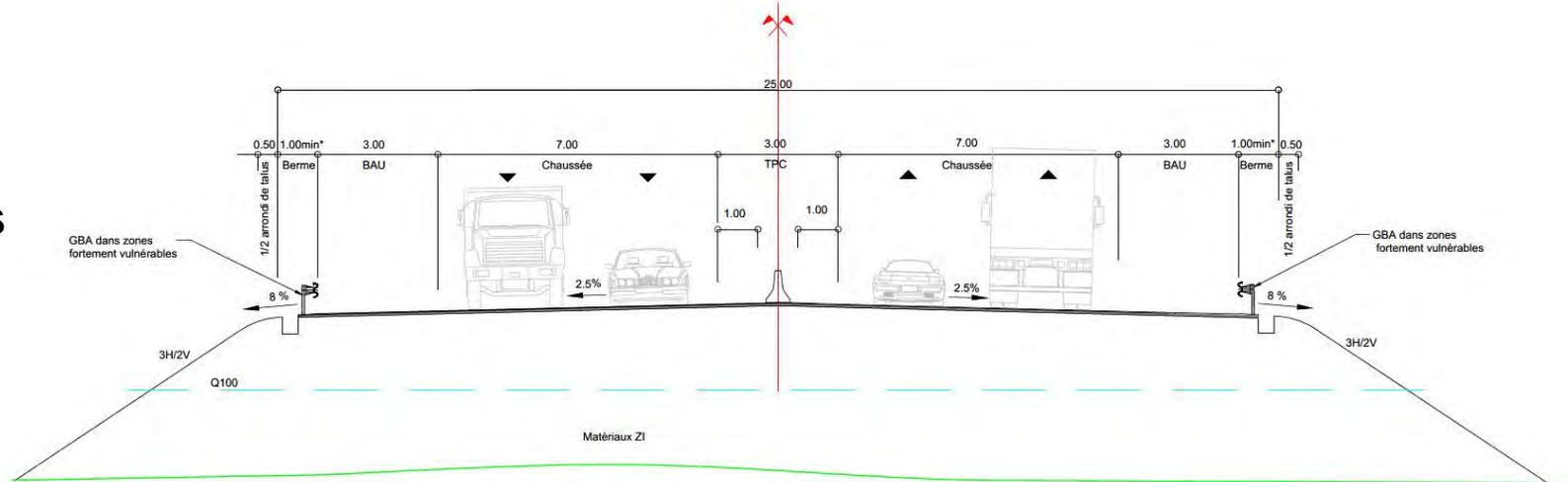
# Le passage de la RN79 à l'A79

Isabelle Lacharme, Directeur opérationnel - ALIAE

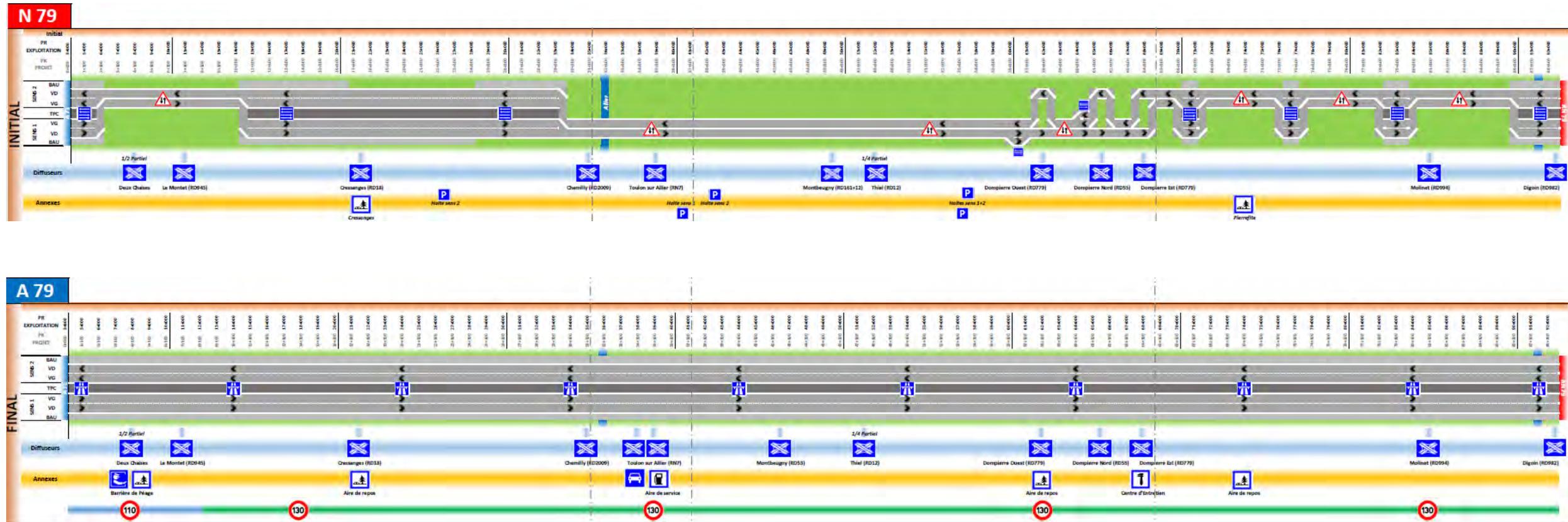
**RN79 2x1 voie**



**A79 : 2x2 voies**

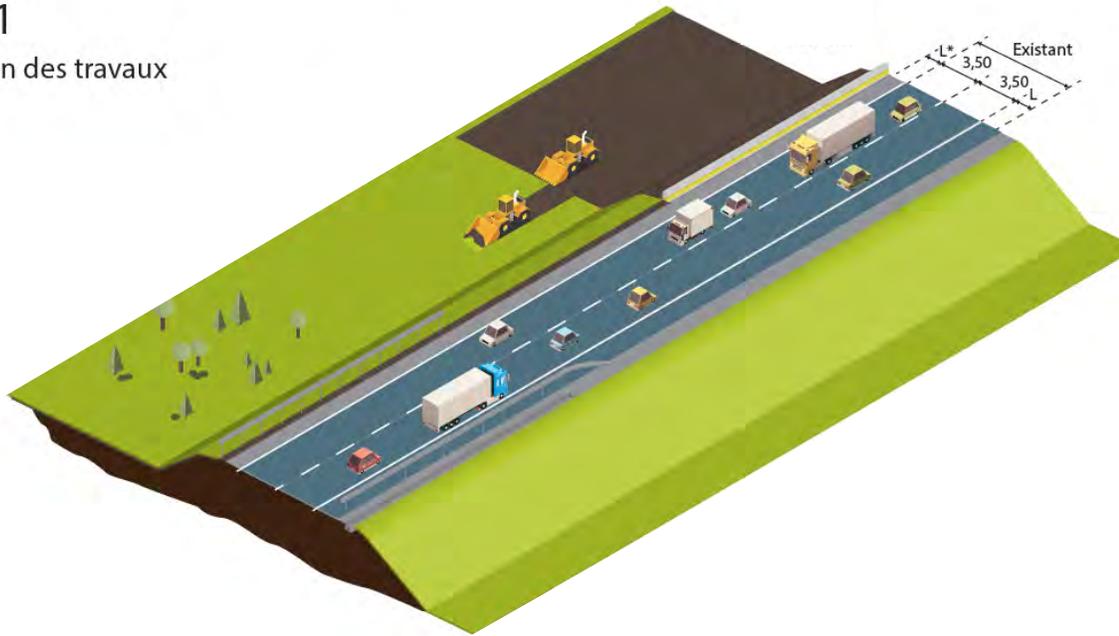


# La mise en 2 x 2 voies de Sazeret à Digoin

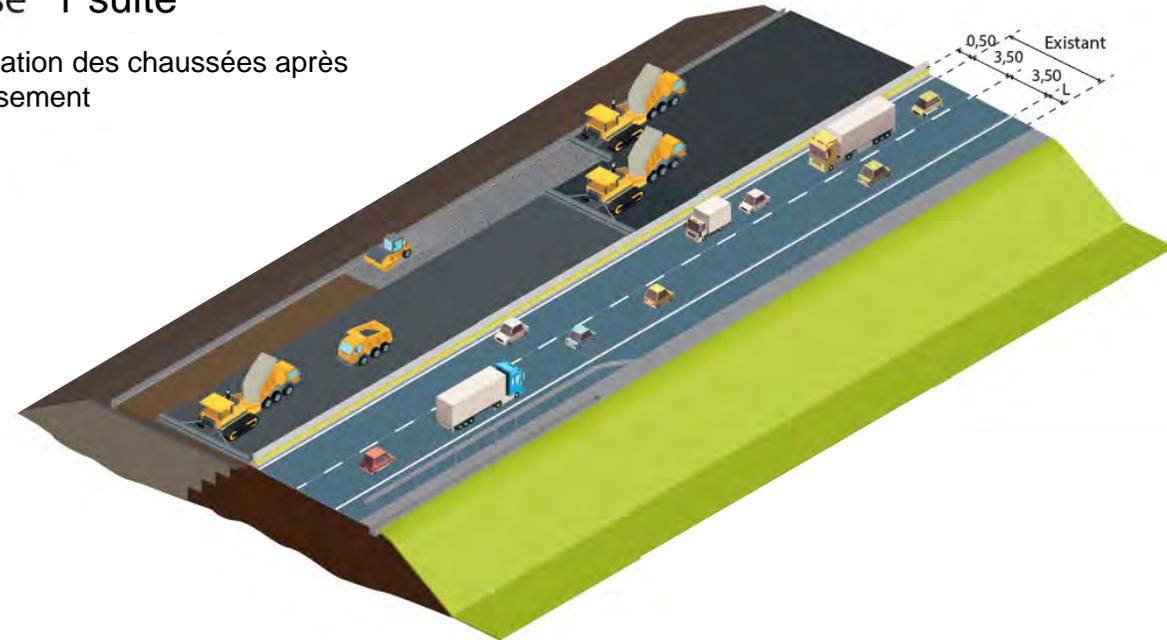


# La mise en 2 x 2 voies de Sazeret à Digoin

**Phase 1**  
Préparation des travaux



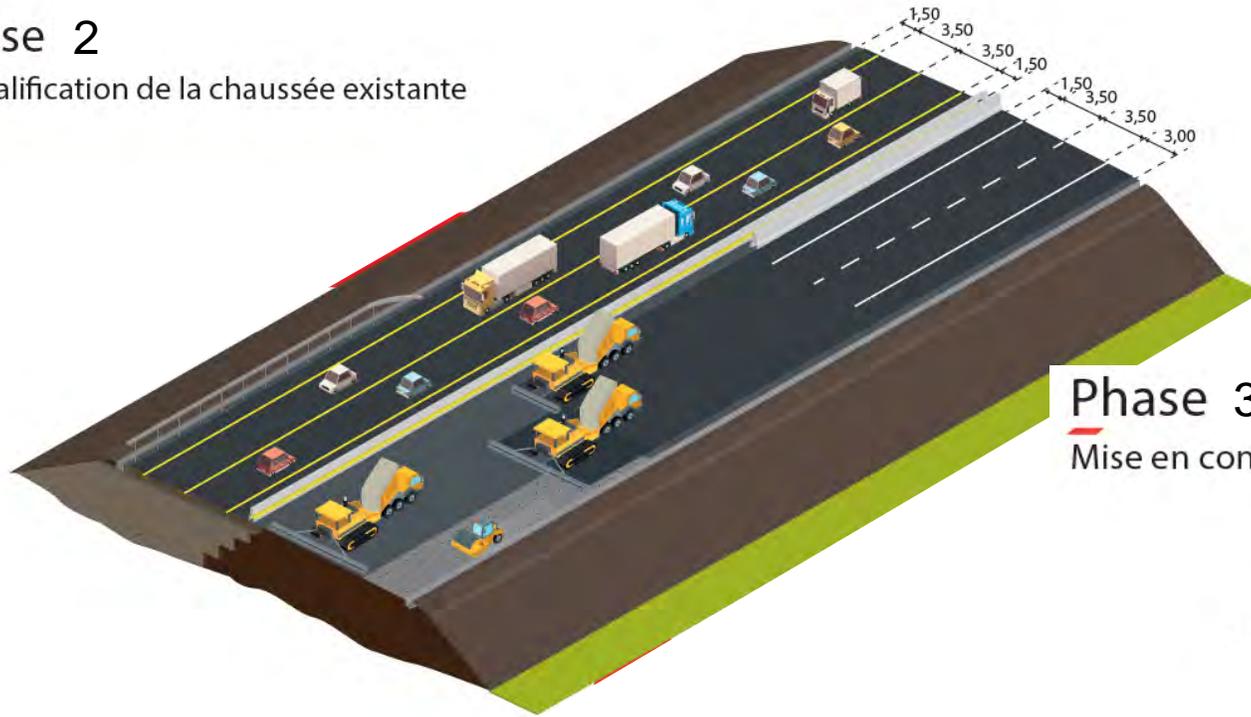
**Phase 1 suite**  
Réalisation des chaussées après terrassement



# La mise en 2 x 2 voies de Sazeret à Digoin

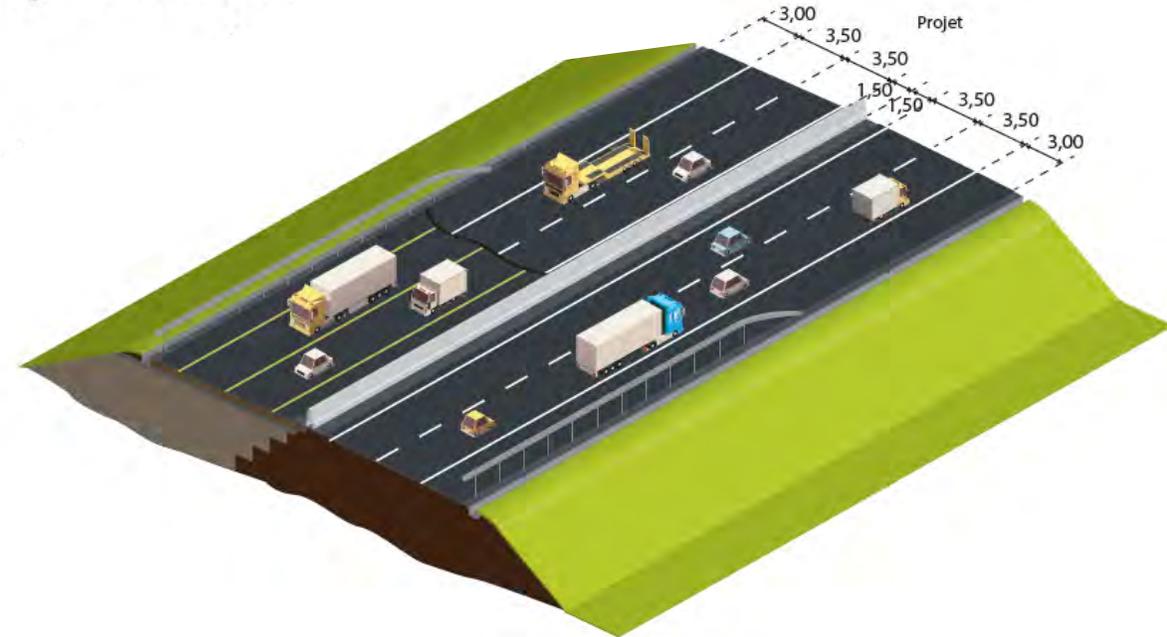
## Phase 2

Requalification de la chaussée existante



## Phase 3

Mise en configuration définitive



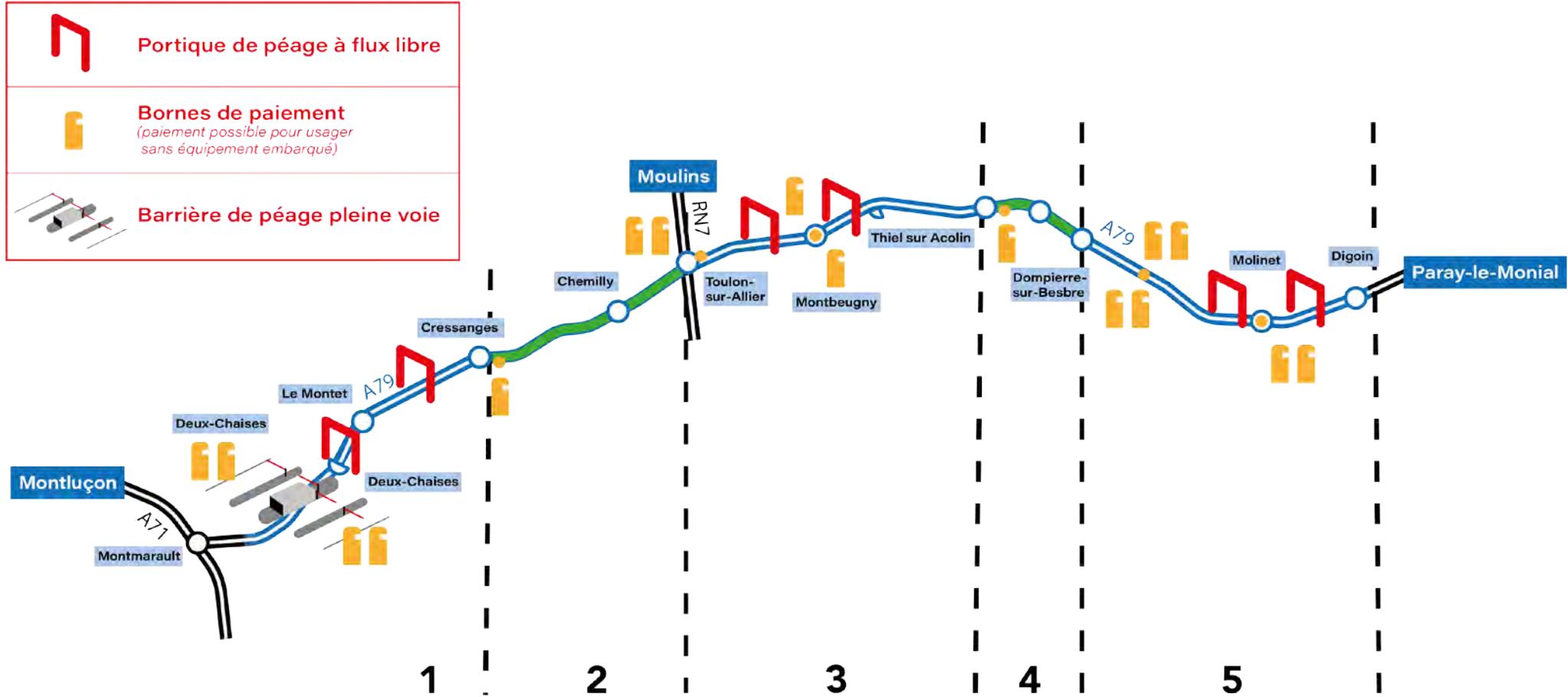
# Innovation : le péage à flux libre

Isabelle Lacharme, Directeur opérationnel - ALIAE

# Le péage à flux libre



# Une nouvelle expérience client



# Innovation: la bande transporteuse

Isabelle Lacharme, Directeur opérationnel - ALIAE

# La bande transporteuse

- **1,7** km au dessus de la D989, de la RN7 et la voie ferrée SNCF
- **3** franchissement : D989, RN7 et voie ferrée SNCF
- Fonctionnement éclectique
- Traitement à la chaux **1%** à la carrière avant la mise sur tapis
- Trémie de chargement avec doseur de **50 m<sup>3</sup>**
- **1** poste de pilotage avec ordinateurs et caméras à chaque transfert
- **2** postes de transfert pour limiter la vitesse moteur et avoir un profil montagne russe
- **2 000 000** tonnes de matériaux à acheminer
- **10 500** tonnes par heure
- **160 000** camions évités sur la route
- **2** sites de dépotage

# La bande transporteuse



© Hervé Piraud

# Poste de pilotage



© ALIAE



# La zone de dépotage



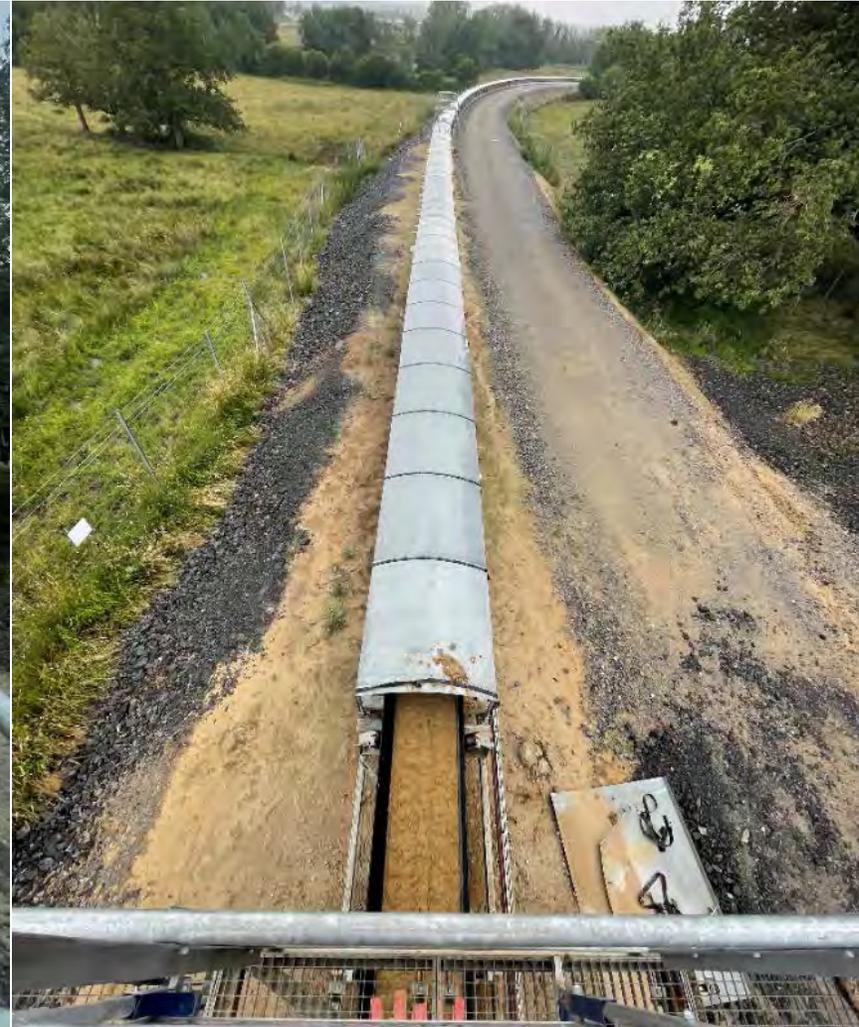
© Hervé Piraud

# Antenne aire de services



© ALIAE

# Premier point de transfert



# Deuxième point de transfert

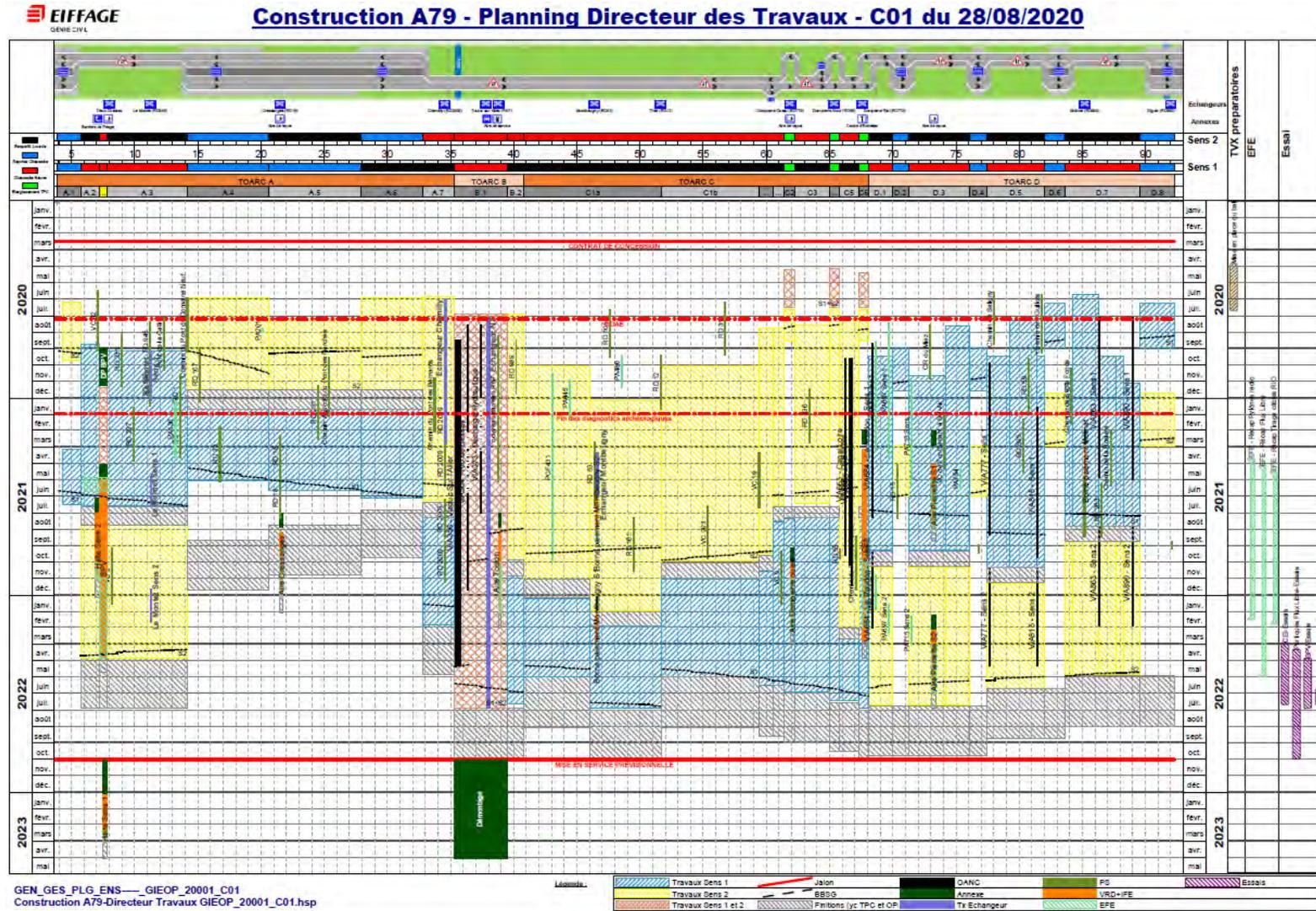


© Hervé Piraud

# Le planning général des travaux

Isabelle Lacharme, Directeur opérationnel - ALIAE

# Planning général



# Le projet architectural de l'A79

Fabrice NÉEL, Architecture NÉEL

Une équipe qualifiée, expérimentée et pluridisciplinaire :

- Fabrice NÉEL - Architecte D.P.L.G.
- Géraldine PROBST – Architecte D.P.L.G.
- Basile RAIMBAULT – Architecte H.M.O.N.P.
- Éric MICHELON – Infographiste.

# Les ouvrages d'art non courants



Doublément de 8 Ouvrages d'Art remarquables



Nouveaux OANC de la vallée de l'Allier : Allier, Rio de Bessay et un ouvrage de décharge

# Les ouvrages d'art courants



Les PS et les PI courants - Créations et doublements



# Les équipements



Le Centre d'Entretien et d'Intervention



Les portiques flux libre et la barrière de péage de Deux-Chaises

# La conception des ouvrages neufs

Virgile EYHERABIDE, responsable d'affaires – Eiffage BIEP

- *Bureau d'études interne*
- *Filiale à part entière du groupe*
- *Intervention sur projets Eiffage ou en SEP*
- *Présent en Conception / Exécution*
- *Environ 100 personnes (60% ingénieurs / 40% projeteurs)*

# Sommaire

- Contexte
- Les ouvrages neufs sur le projet
- Conception des viaducs (hors ouvrages particuliers)
  - Conception particulière des piles colonnes
  - Conception particulière des dalles préfabriquées
- Conception des PIPALS
- Ouvrages particuliers:
  - Pont routier à poutres latérales (ROPL) au dessus des voies SNCF
  - Portiques très biais à poutres précontraintes (PI525 / PI861)
  - VIA668 sur voies SNCF
  - PGF430 – Passage Grande Faune



# Le contexte

- Enjeu majeur : le planning et le gain de temps en exécution
  
- Réflexions conjointes entre études/chantier en amont pour simplifier et standardiser la réalisation :
  - Pieux colonnes pour les viaducs
  - Dalles préfabriquées pour les hourdis de viaducs
  - Préfabrication des traverses (poutres ou dalles) des PIPALS
  - Mise en œuvre d'articulation aux appuis des PIPALS
  - Coques préfabriquées viaduc de l'Allier
  - Optimisation du nombre de pieux par culées sur certains viaducs
  
- Conception commune BIEP / EGIS avec contrôle externe croisé



# Les ouvrages neufs

- Les ouvrages neufs sur le projet c'est :

**TABLEAU DE SYNTHESE DES OUVRAGES NEUFS\***

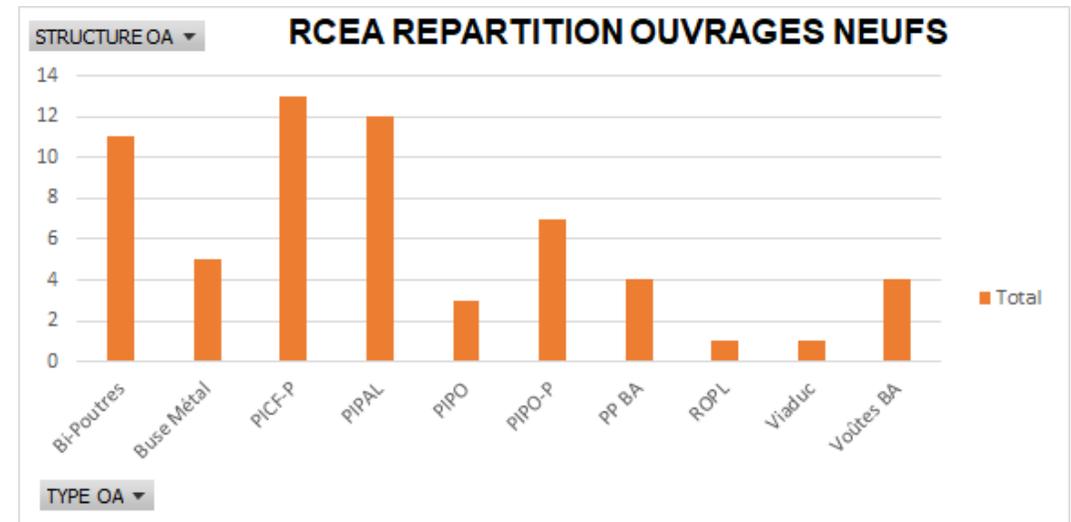
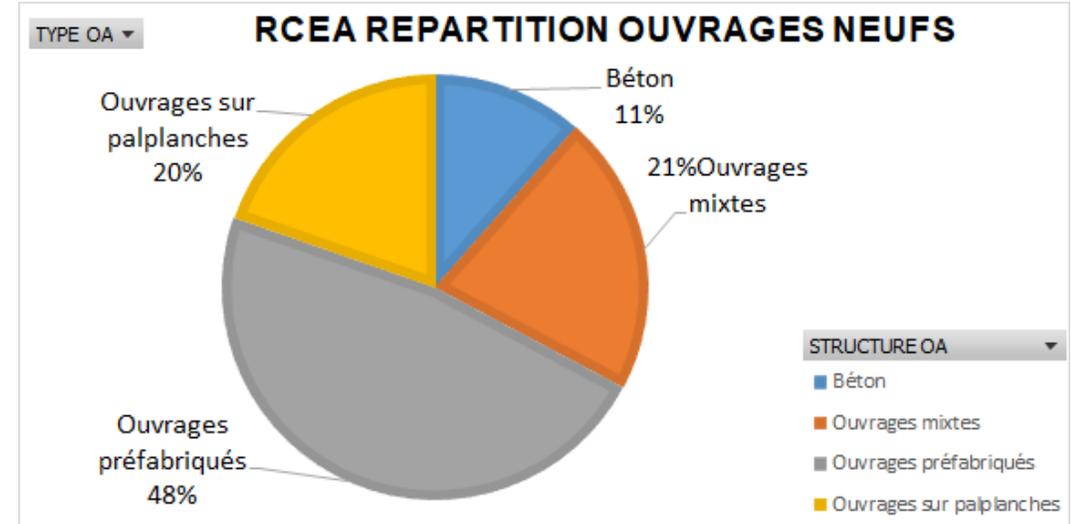
STRUCTURE OA	TYPE OA	NOMBRE	1 SENS	SENS 1 & 2
Béton	PIPO	3	3	
	PP BA	4	4	
Ouvrages mixtes	Bi-Poutres	11	9	2
	Viaduc	1		1
	ROPL	1		1
Ouvrages sur palplanches	PIPAL	12		12
Ouvrages préfabriqués	PICF-P	13		4
	PIPO-P	7		4
	Voûtes BA	4		1
	Buse Métal	5		0
	<b>TOTAL</b>	<b>61</b>	<b>16</b>	<b>25</b>

(\*) Base OA PRO - Evolutif



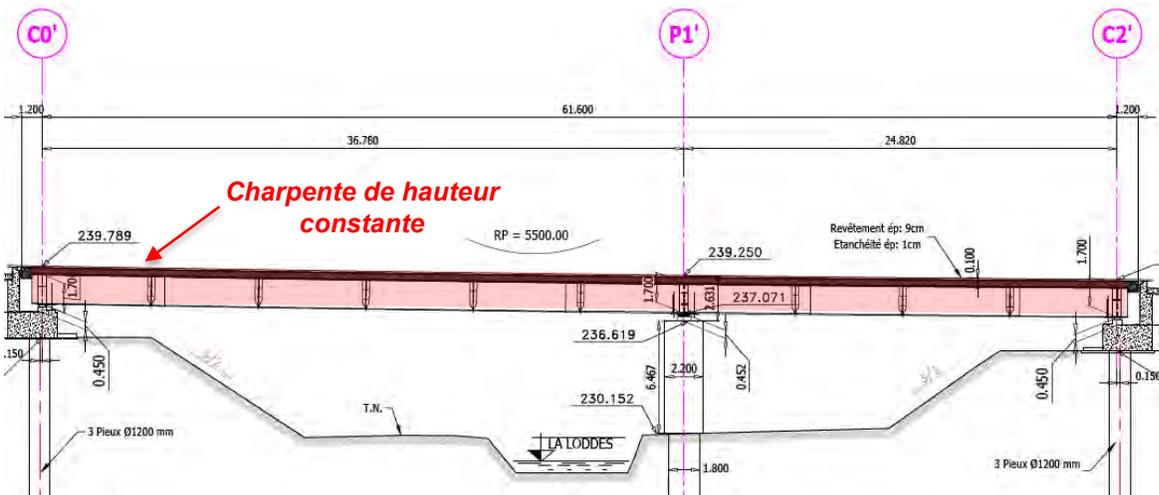
→ **SENS 1**

**SENS 2** ←

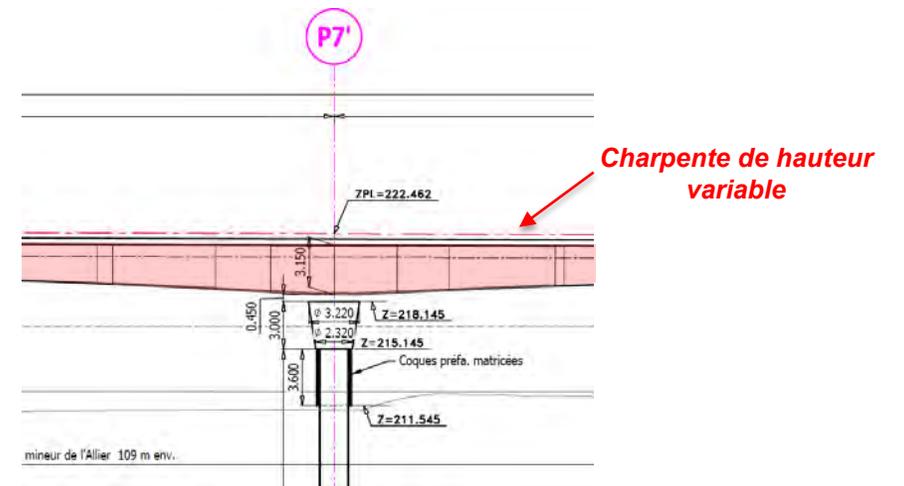


# Conception viaducs – profil en long

- Bi-poutres avec élancements de charpente courants conformes au guide CEREMA
  - Hauteur variable pour le VIA356
  - Hauteur constante pour les autres
- Exception: VIA668 ( $1/30^\circ$ ), respect gabarit ferroviaire lié au raccord avec l'existant



VIA777  
Hauteur constante

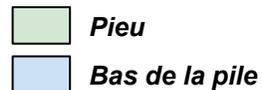


VIA356  
Hauteur variable

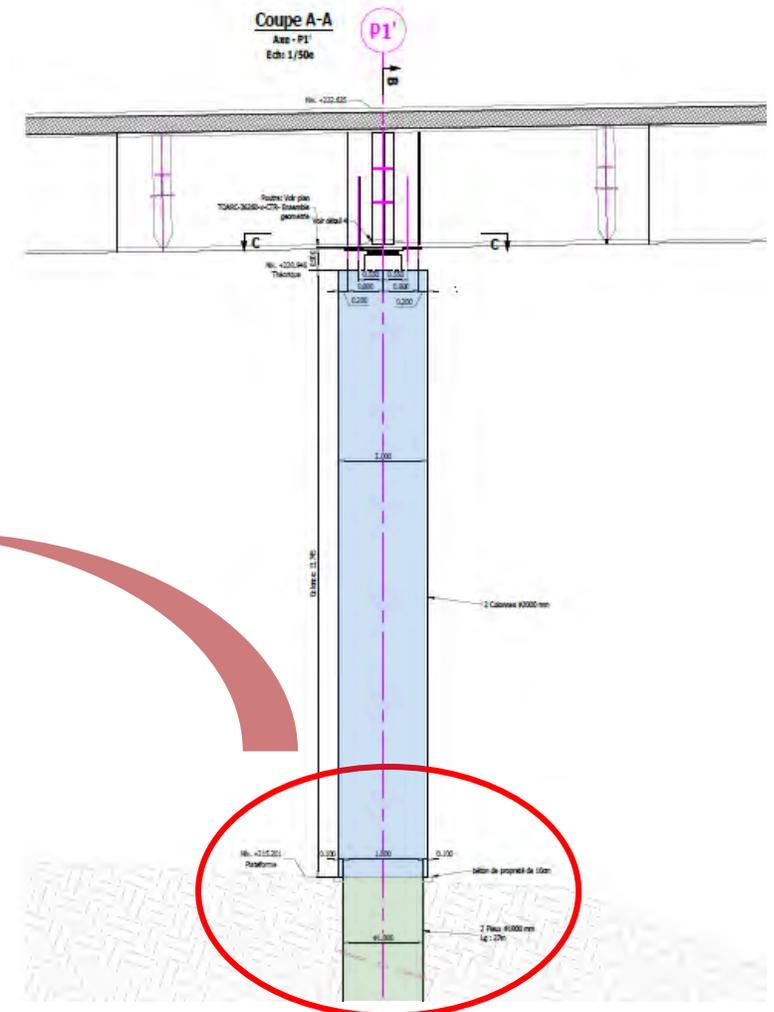
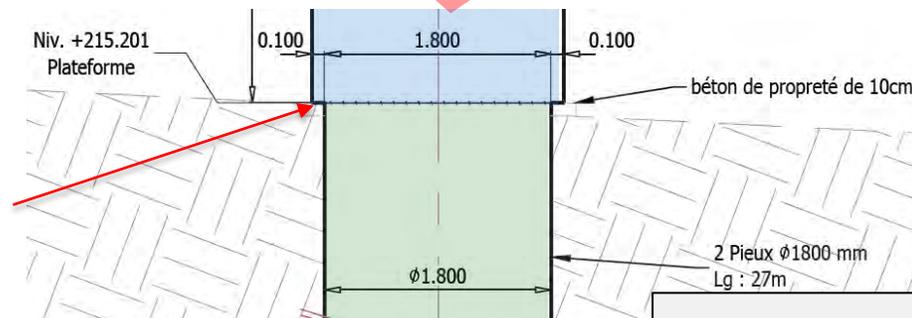


# Conception viaducs – piles

- Réalisation des piles :
  - Pieux-colonnes indépendants
    - Pas de chevêtres
    - Pas de batardeaux
  - Diamètres pieux: 1.80m
  - Diamètres fûts: 2.00m
  - Fûts plus larges que les piles (tolérance)
  - Gain de temps important en exécution



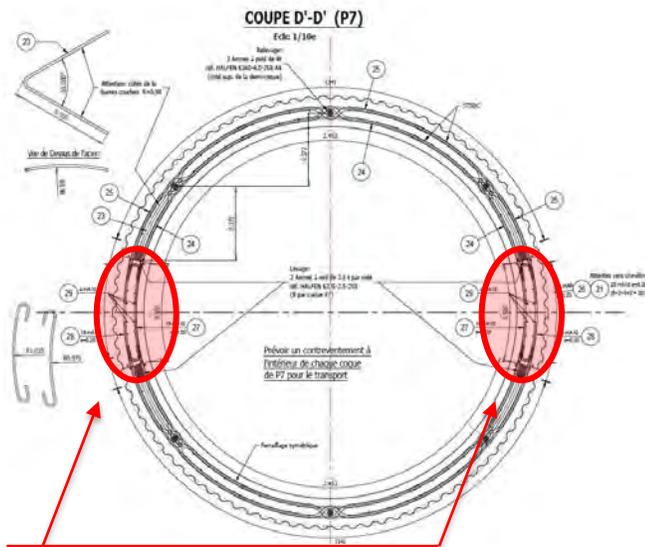
*Changement épaisseur à l'interface pieux/piles (reprise tolérance)*



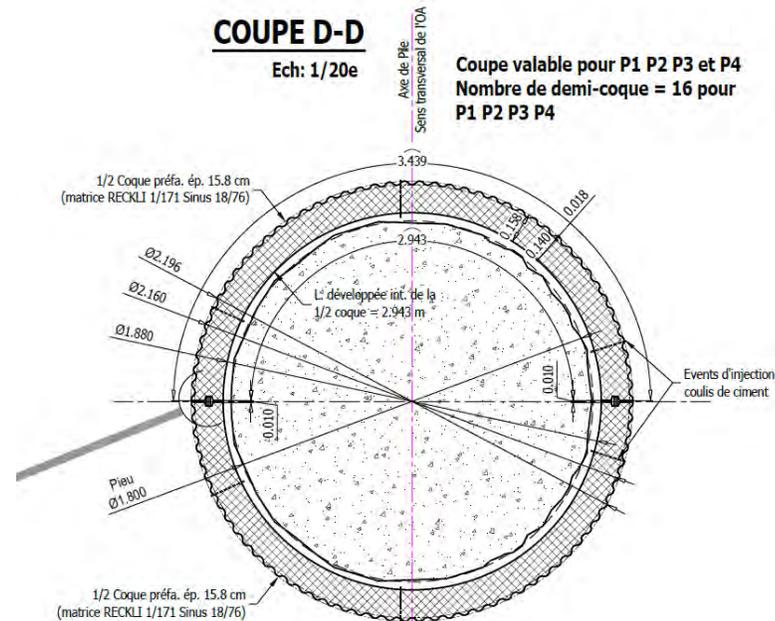
VIA666  
Coupe sur Pile P1

# Conception viaducs – coques VIA356

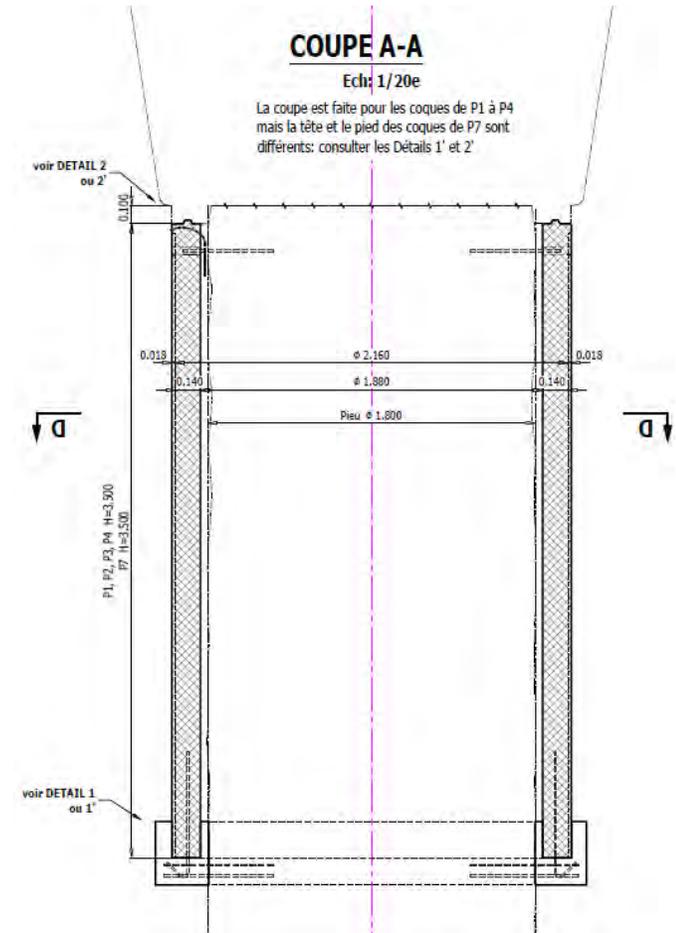
- Certaines piles VIA356 : coques préfabriquées
  - Pieux réalisés jusqu'à sous face chapiteau
  - Coques avec matrice de finition
  - Clavées en usine ou sur site
  - Epaisseur structurale: 0.14m



Zones clavage  
demi-coques



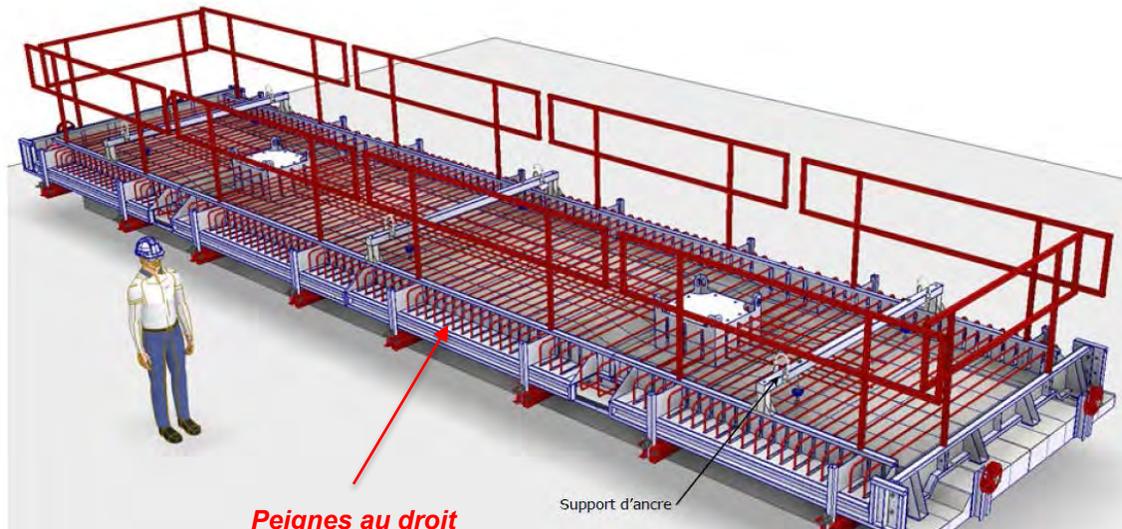
**VIA356**  
Coques préfabriquées





# Conception viaducs – hourdis

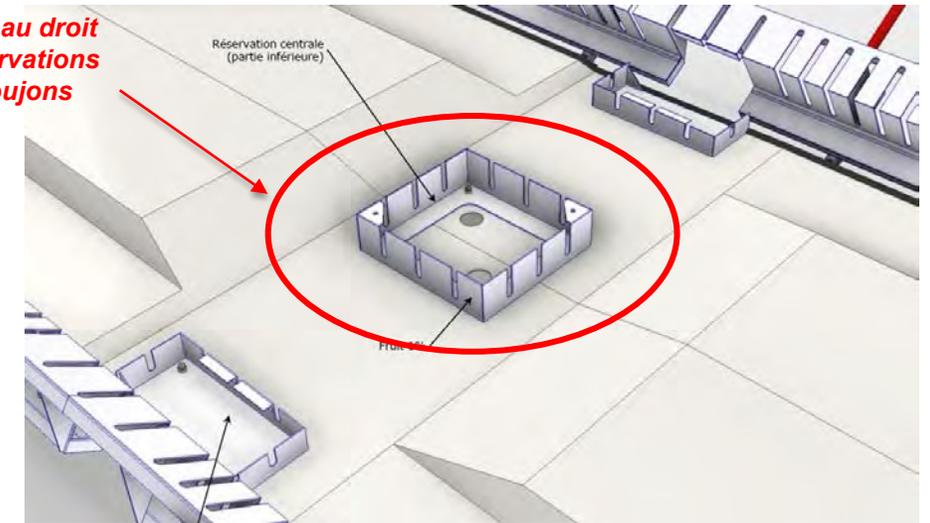
- L'outil coffrant d'EXE
  - Un outil « puissant » sur mesure pour le projet
  - Des contraintes exigeantes en EXE (détails plans)
  - Des échanges en étroite collaboration avec chantier
  - Une précision garantie pour une pose « parfaite »



Peignes au droit  
des zones de  
clavage

Support d'ancrage

Peignes au droit  
des réservations  
des goujons



Extraits plans: ©



# Conception PIPALS – généralités

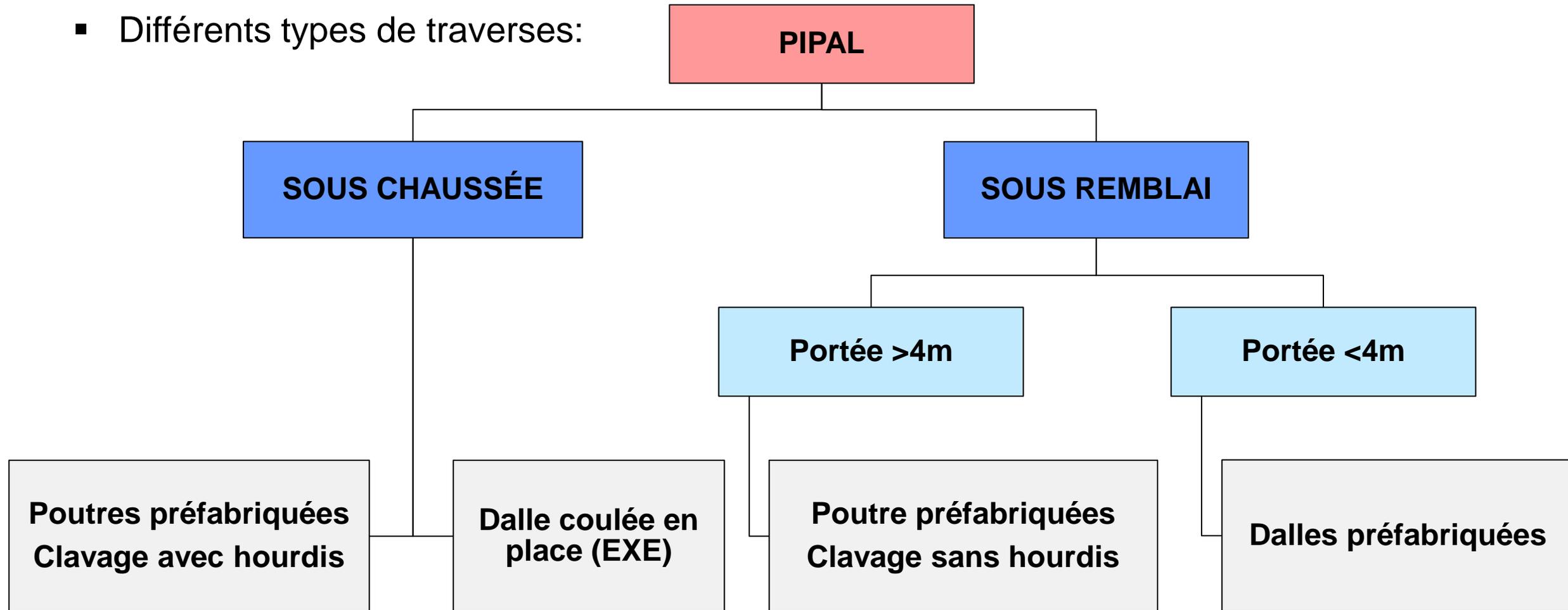
- PIPAL: **P**assage **I**nférieur sur **PAL**anches
- Dalles isostatiques (détail ultérieur)
- 11 ouvrages de ce type sur le projet (majorité TOARC C et D)
- Caractéristiques:

TABLEAU DE SYNTHESE DES PIPALS

TOARC	Nom	PR	Type	BIAIS [Grades]	Longueur [m]	Ouverture droite [m]	Ouverture biaisée [m]	Hauteur Vue [m]
A	Ruisseau du Brenay	OH 336	Sous remblai	46.5	45.5	7.4	11.0	7.6
B	La Sonnante	OH 398	Sous chaussée	80.7	39.0	10.3	10.7	2.7
C	L'huzarde	OH 484	Sous remblai	89.4	28.9	7.9	8.0	6.0
C	Le Chevrier	OH 545	Sous remblai	91.0	28.9	6.3	6.3	4.4
C	L'acolin	OH 560	Sous chaussée	100.0	25.0	14.3	14.3	3.0
C	Ru de Louage Saunier	OH 575	Sous remblai	100.3	28.7	3.3	3.3	3.3
C	Ruisseau de la Goutte	OH716-2	Sous remblai	80.1	30.0	5.5	5.8	4.6
D	Ruisseau du Mieze	OH735	Sous remblai	64.5	48.1	5.8	6.8	3.7
D	Ruisseau du Theil	OH737	Sous remblai	113.3	28.7	6.8	6.9	5.1
D	Affluent de la rosière	OH878	Sous chaussée	104.6	25.0	4.3	4.3	3.4
D	La Rosière	OH882	Sous chaussée	100.0	25.0	7.0	7.0	2.8

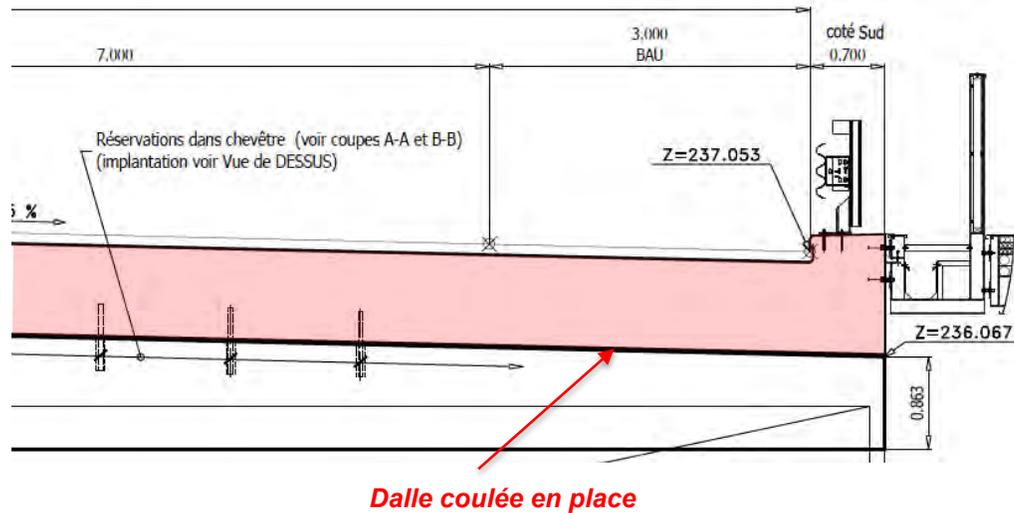
# Conception PIPALS – traverses

- Différents types de traverses:

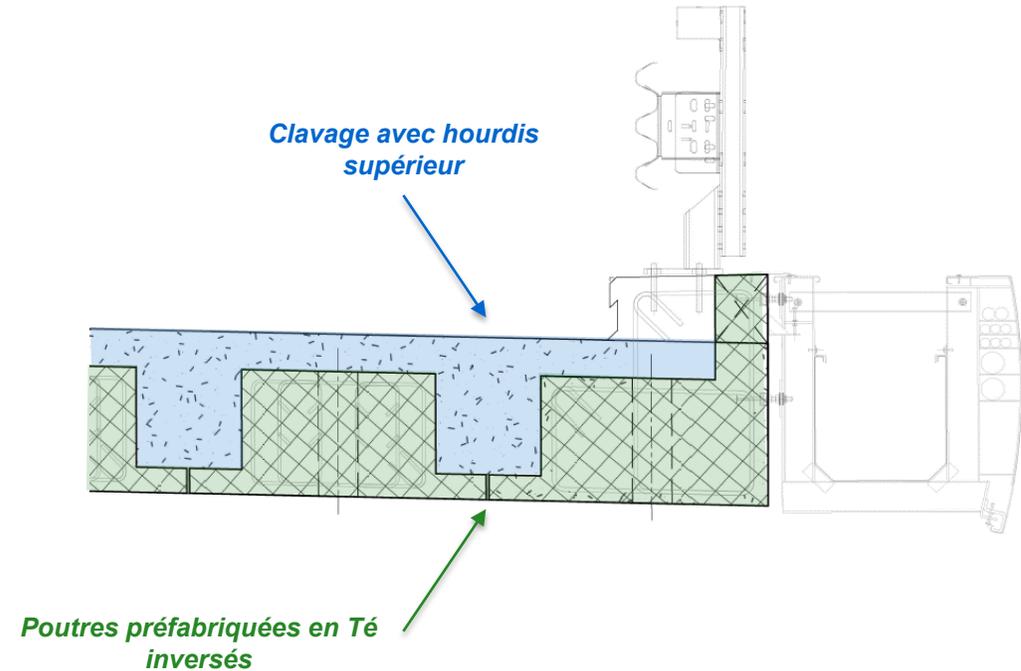


# Conception PIPALS – traverses

- Différents types de traverses sous chaussée :



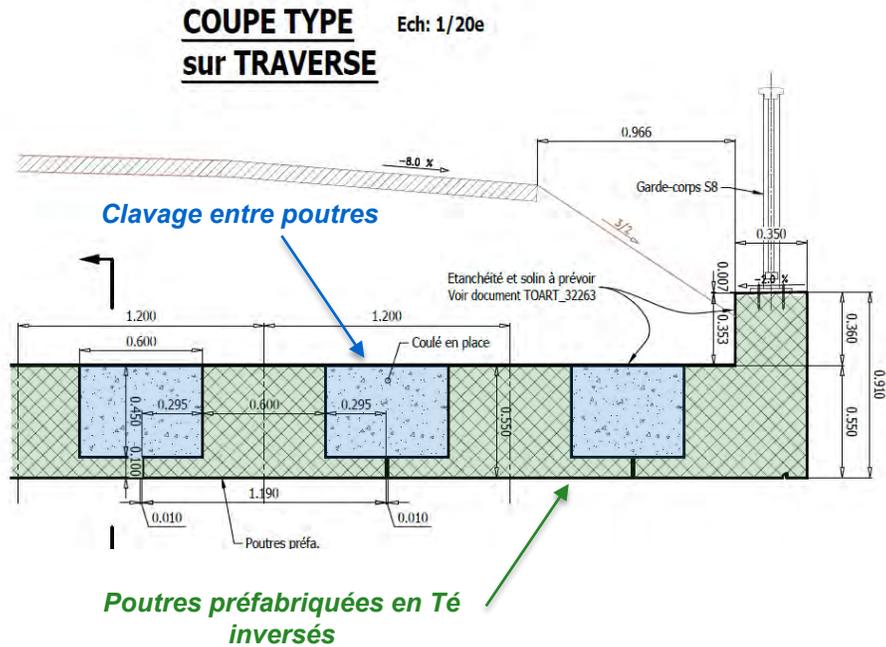
**OH560**  
Portée: environ : 14.30m  
Epaisseur dalle : 0.85m



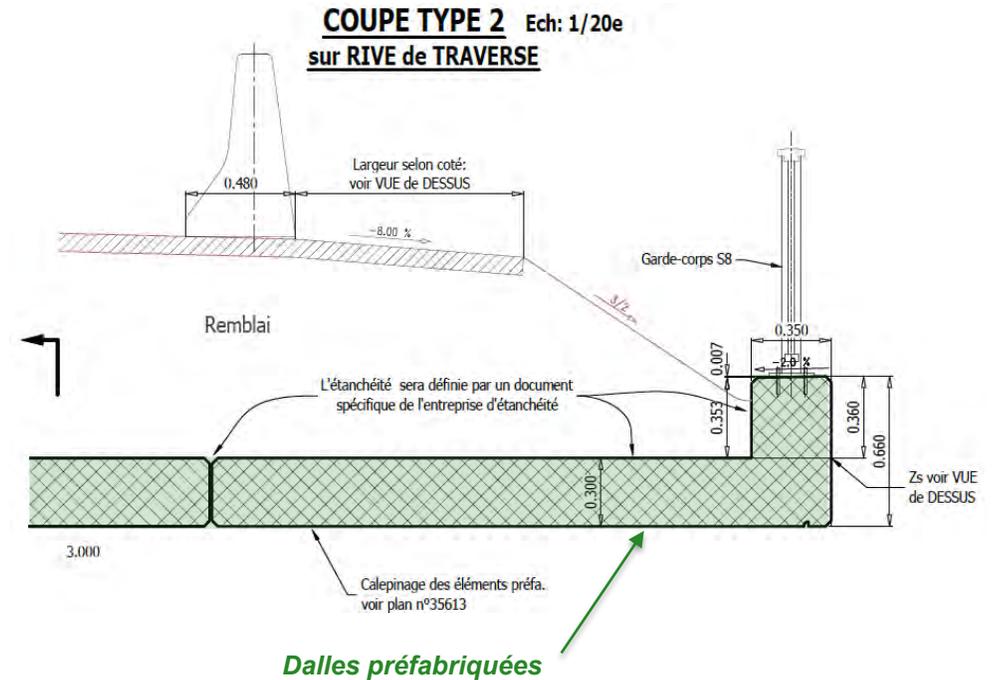
**OH398**  
Portée : environ 12.10m  
Hauteur poutres : 0.50m / hourdis: 0.15m

# Conception PIPALS – traverses

- Différents types de traverses sous remblais :



**OH484**  
Portée : environ 8m (> 4.0m)  
Hauteur poutres : 0.55m



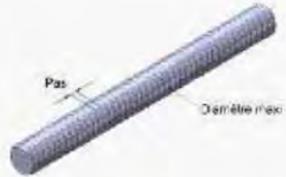
**OH575**  
Portée : environ 3.30m (< 4.0m)  
Hauteur dalles : 0.30m

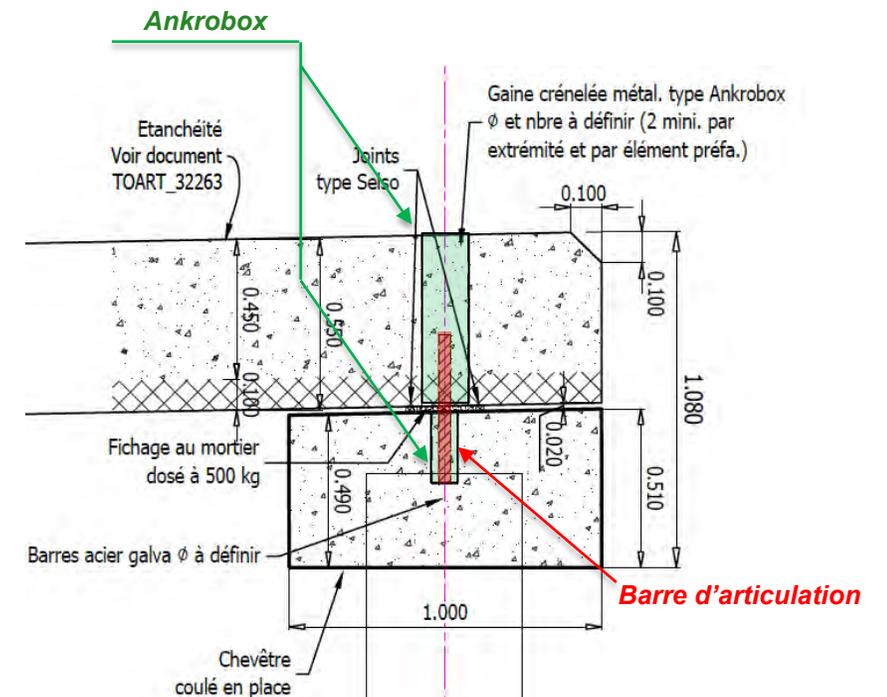
# Conception PIPALS – articulation

- Mise en place d'une articulation: Gain de temps en réalisation
- Mise en œuvre de barres galvanisées et réservations avec Ankroboxs
- Enrobage des barres avec « galette mortier »
- Vérifications de déformations et rotations au calcul
- Validé par l'ensemble des acteurs du projet

## RECAPITULATIF BARRES DE LIAISON - CARACTERISTIQUES

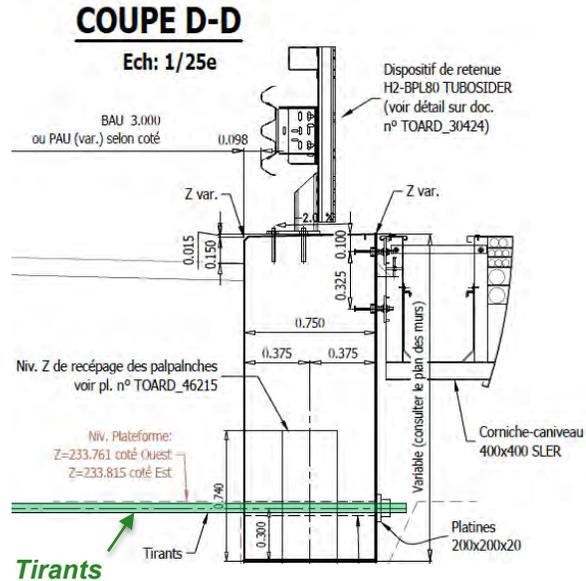
### Barre ROD500 (OU EQUIVALENT) - GALVANISEE

Ø	Contrainte à rupture (N/mm <sup>2</sup> )	Contrainte élastique (N/mm <sup>2</sup> )	Module élastique (KN/mm <sup>2</sup> )	
20	550	500	205	
25				
28				
32				
40				
50				
63				

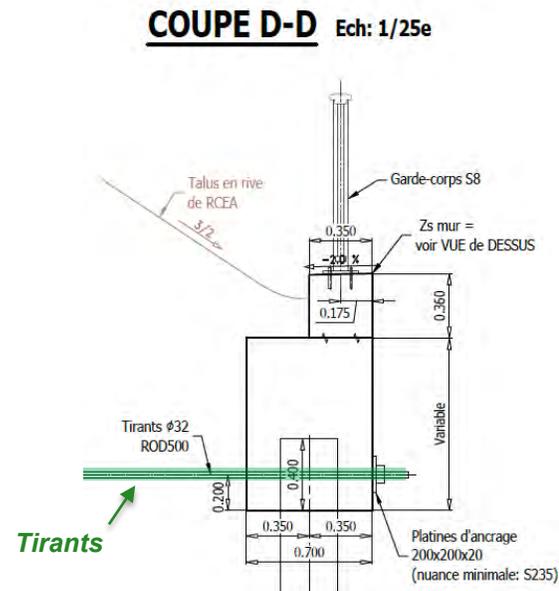


# Conception PIPALS – murs et retour

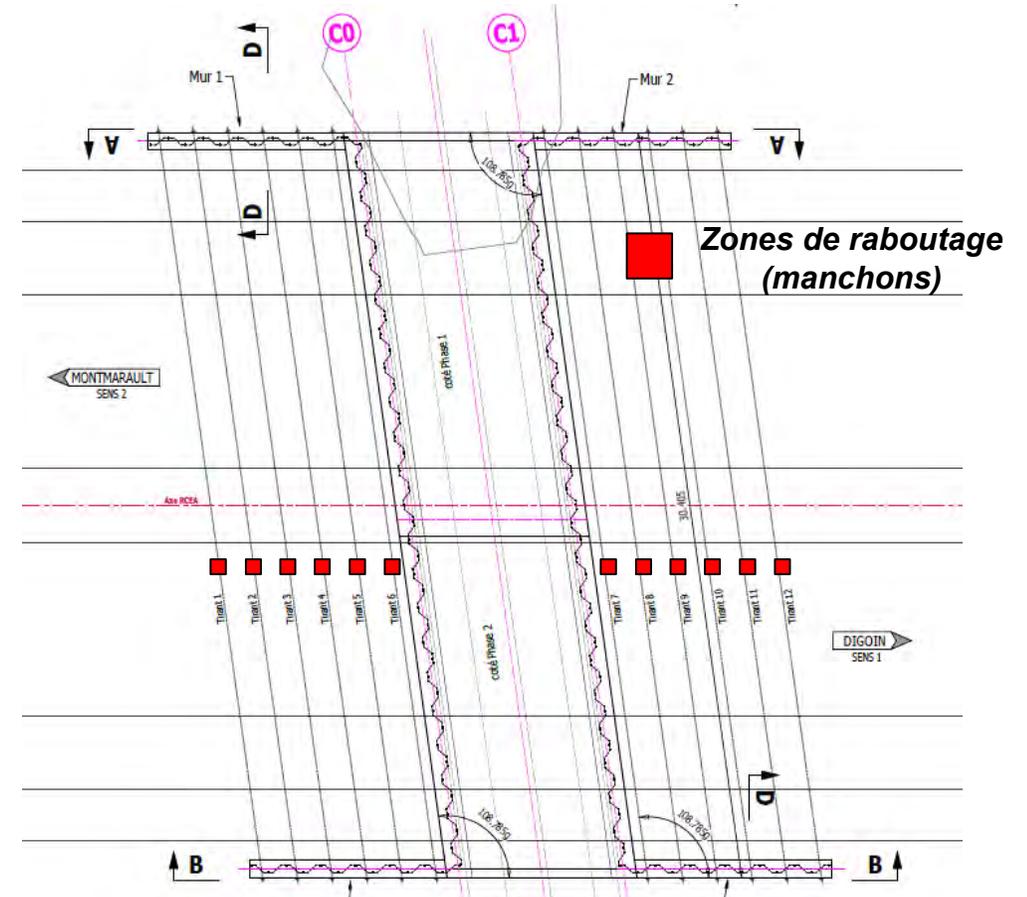
- Plusieurs solutions envisagées en phase PRO
  - Tirants inclinés indépendants
  - Tirants horizontaux raboutés (retenue en EXE)



**MUR EN RETOUR**  
OH882 - sous chaussée



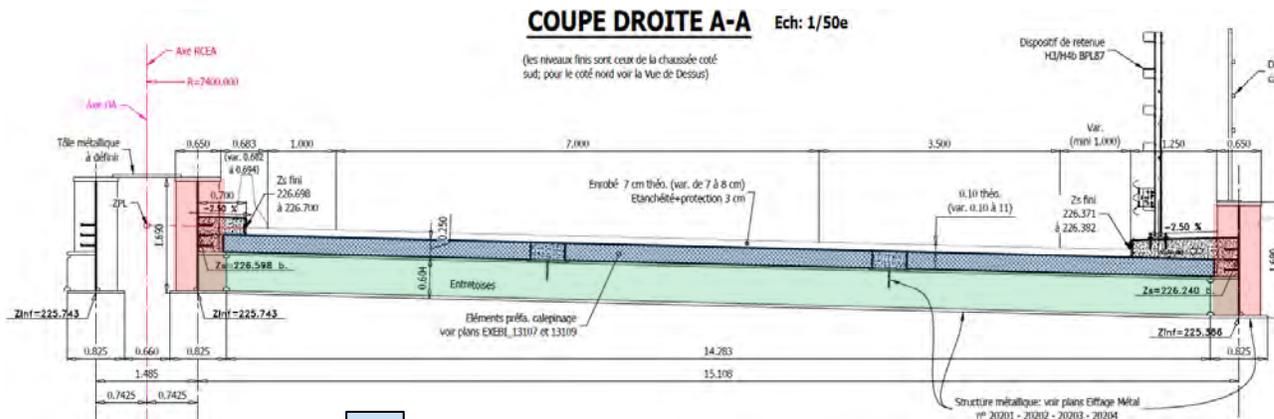
**MUR EN RETOUR**  
OH545 - sous remblai



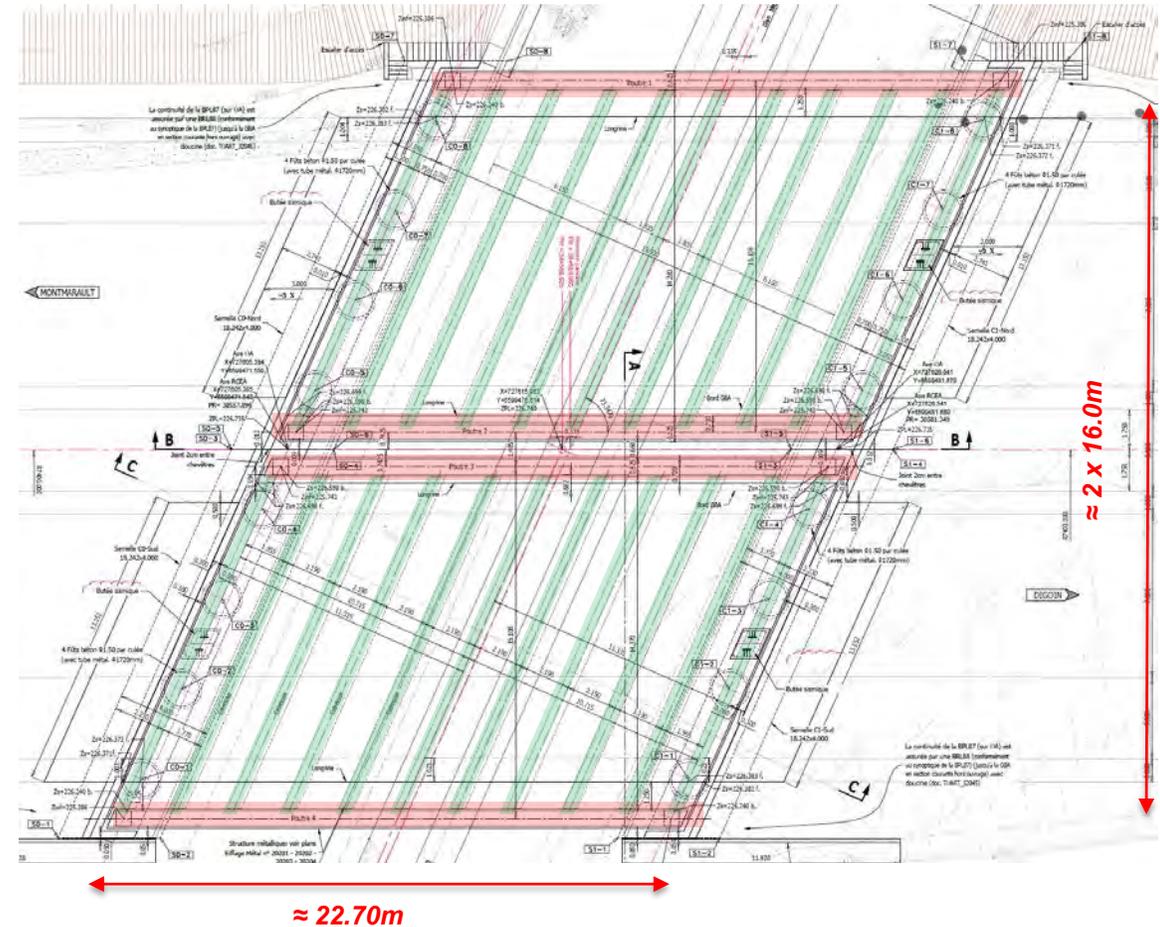
**MUR EN RETOUR**  
OH545 - sous remblai

# Ouvrages particuliers – PI386

- ROPL : Pont ROute à Poutres Latérales
- Portée 22.7m / Largeur :  $\approx 2 \times 16\text{m}$
- Biais :  $\approx 73$  grades
- Passage au dessus des voies ferrées
- Hourdis préfabriqué sur pièces de pont
- Faible hauteur de poutres

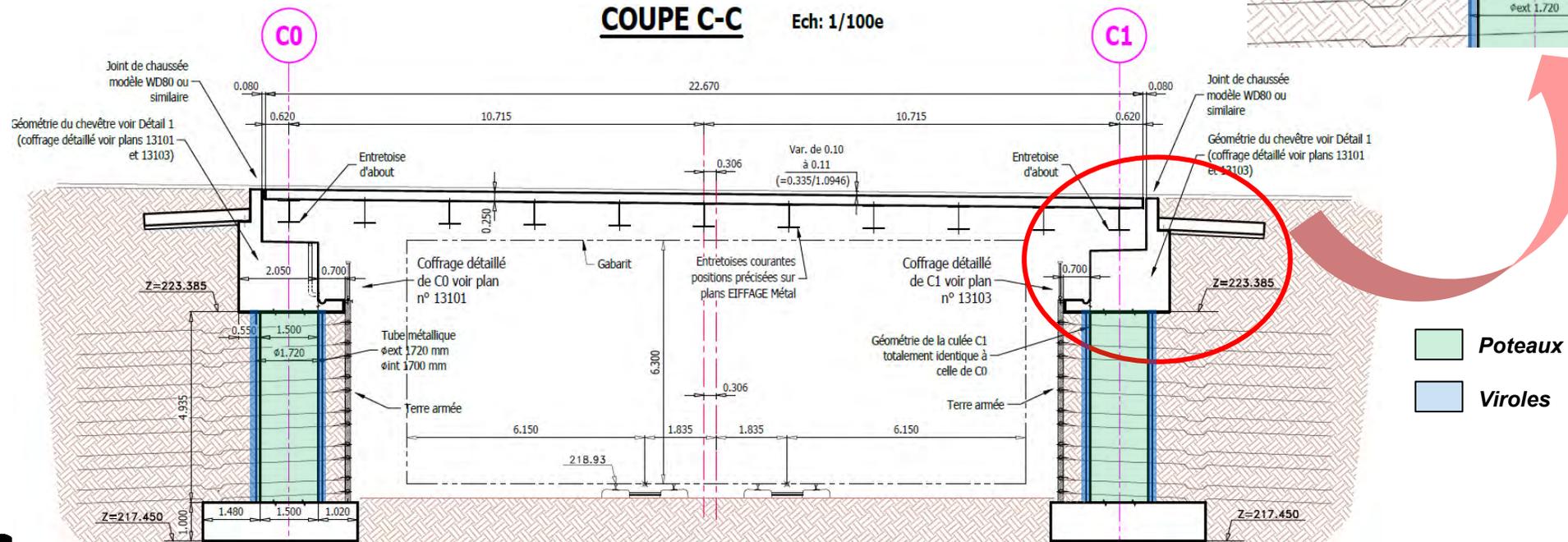
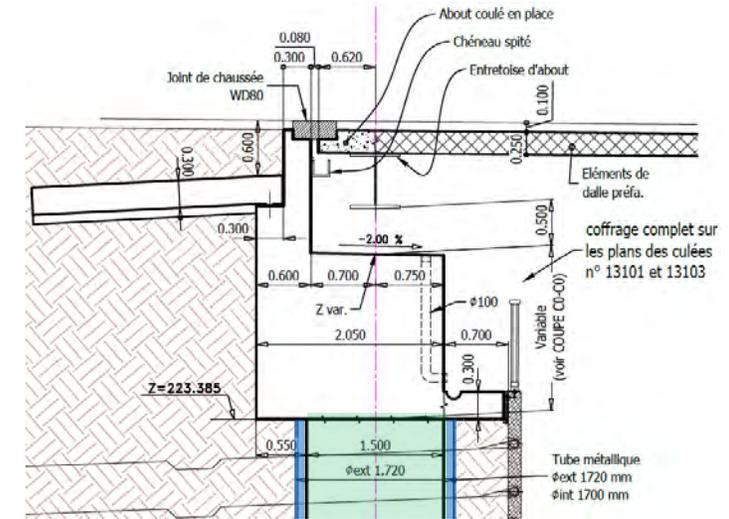


-  Hourdis – Epaisseur 0.25m
-  Pièces de pont
-  Poutres latérales – Hauteur 1.69m



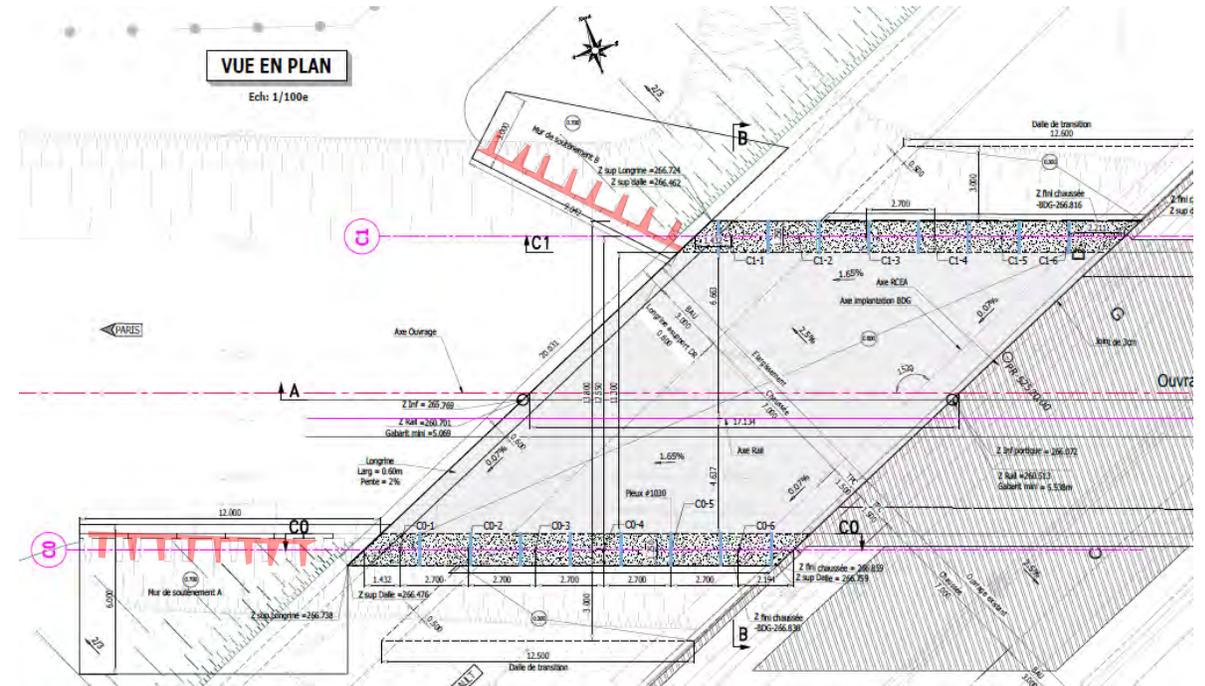
# Ouvrages particuliers – PI386

- Conception appuis
  - Semelles superficielles (EXE)
  - Colonnes avec viroles métalliques (pas de poussée des terres)
  - Remblai en sol renforcé
  - Comportement pile indépendant du massif de sol renforcé



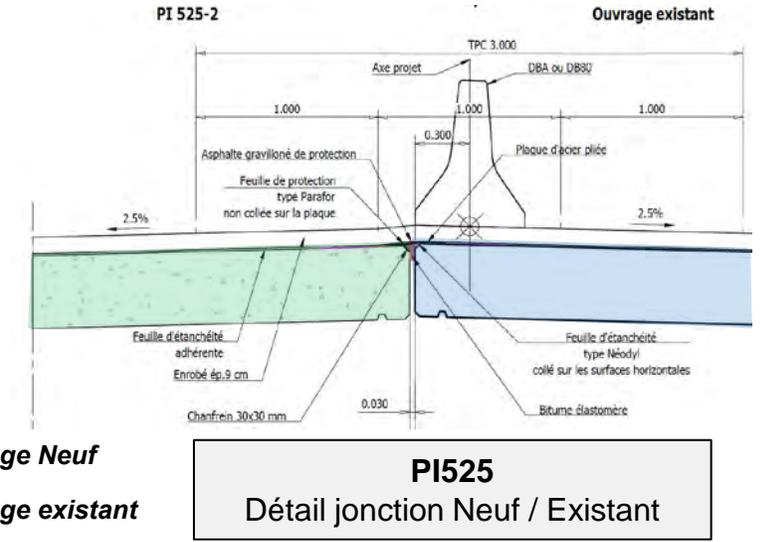
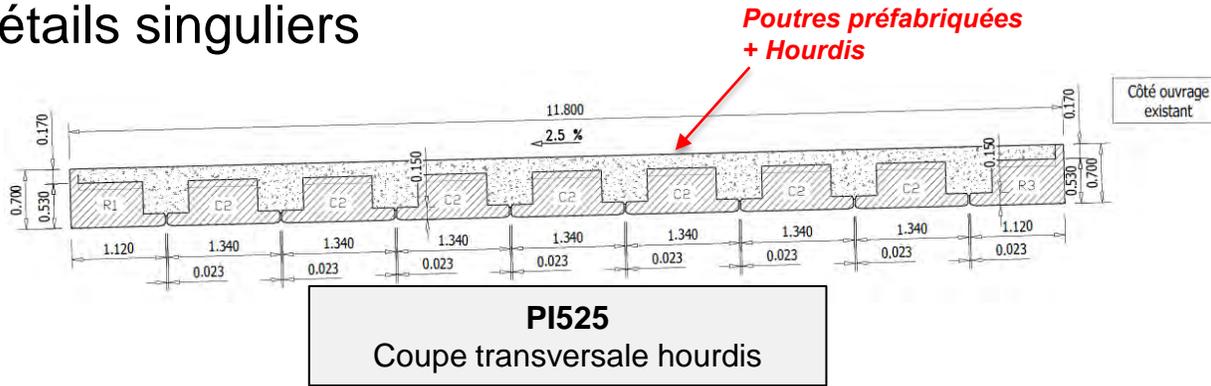
# Ouvrages particuliers – PI525

- Doublement ouvrage existant sur semelles
  - Impossibilité de dévier voie franchie (SNCF) donc poutres préfabriquées
  - Incertitude sur assise fondations existant donc pieux
  - Epaisseur tablier limitée (gabarit) donc portique
  
- Caractéristiques géométriques :
  - Biais prononcé 48 grades
  - Portée: 11.30 droit / 16.50 biais
  - 2 files de 6 pieux  $\Phi 1000$
  - Traverse: Poutres précontraintes / hourdis
  - Murs retours préfabriqués nervurés

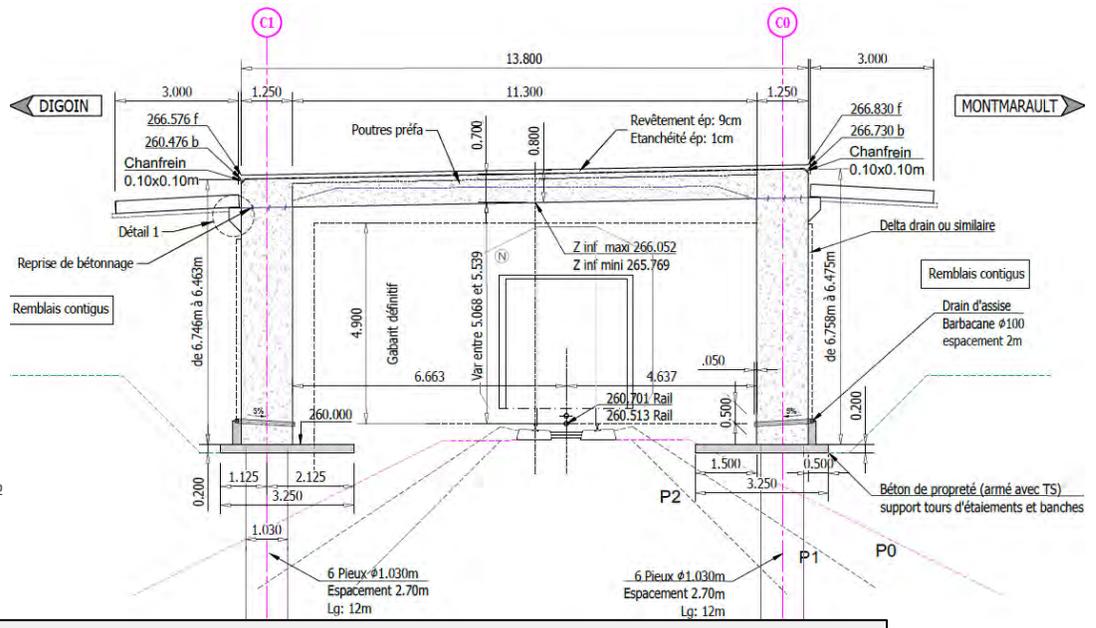
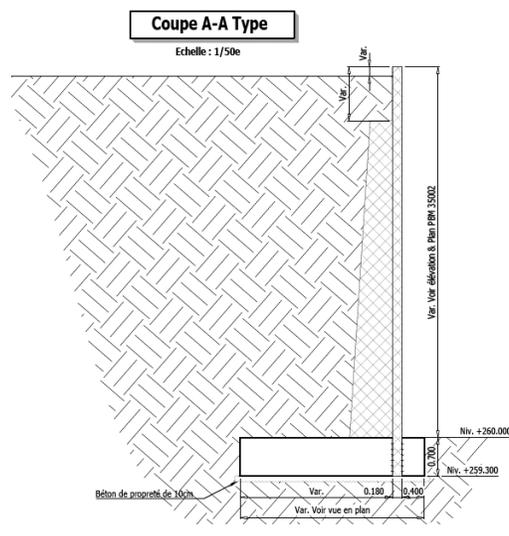


# Ouvrages particuliers – PI525

## ■ Détails singuliers

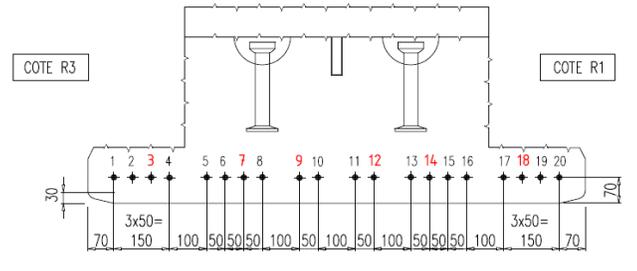


**Ouvrage Neuf**  
 **Ouvrage existant**



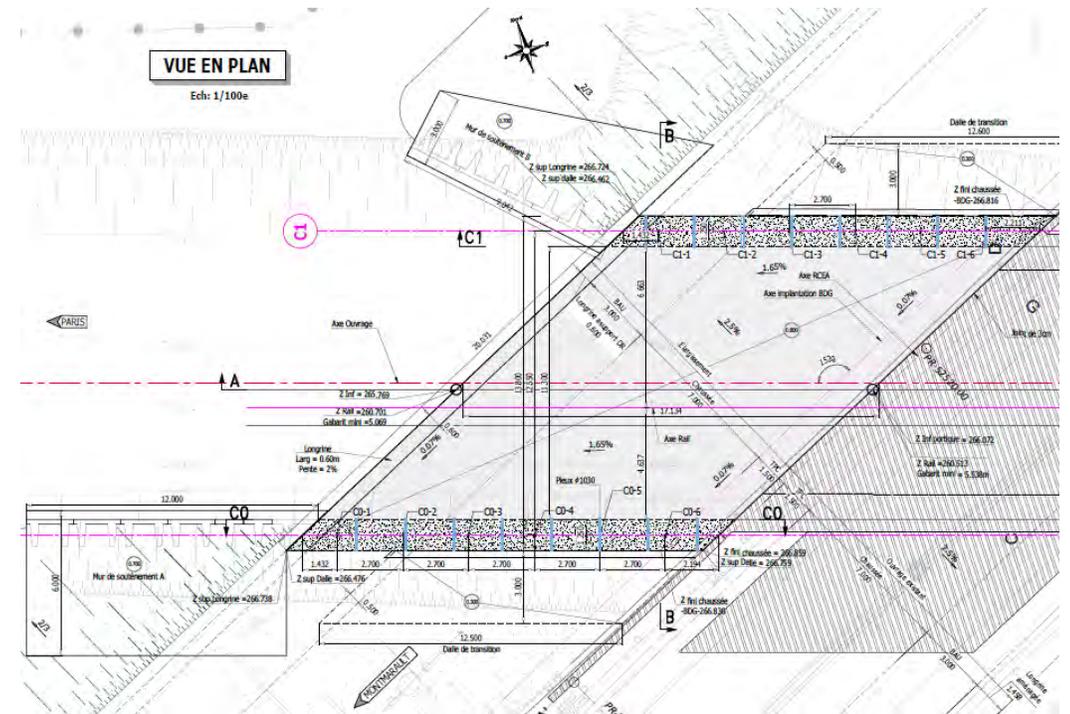
### REPARTITION DE TORONS POUTRE INTERMEDIAIRE TYPE C2 – COUPE TYPE 1/10

PREVOIR UN MARQUAGE A LA PEINTURE POUR LE SENS DE POSE DES POUTRES



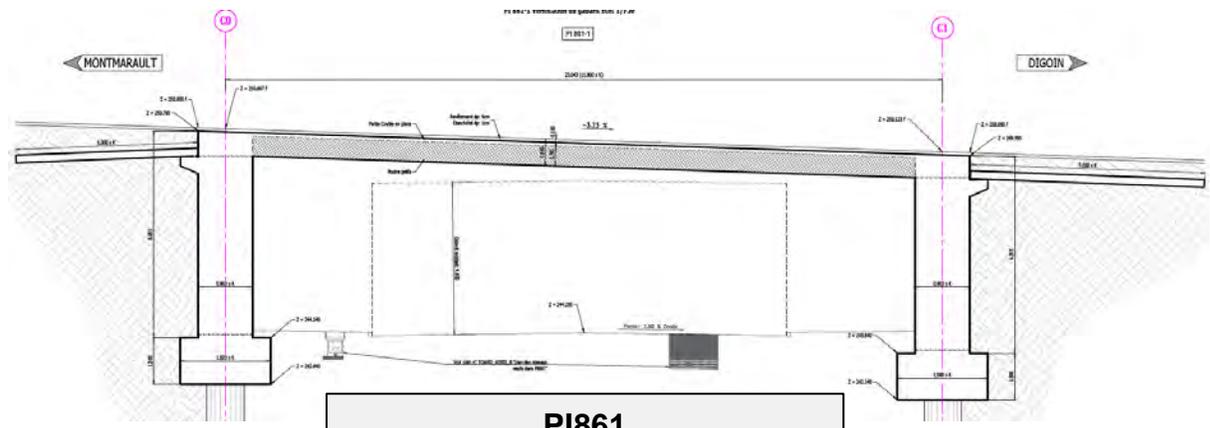
# Ouvrages particuliers – PI861

- Doublement ouvrage existant sur semelles (contexte similaire PI525)
  - Impossibilité de dévier voie franchie donc poutres préfabriquées
  - Incertitude sur assise fondations existant donc pieux
  - Epaisseur tablier limitée (gabarit) donc portique
  
- Caractéristiques géométriques :
  - Biais très prononcé 34 grades (losange)
  - Portée : 11.90 droit / 23.4 biais (K = 1.96!)
  - Piédroits : 0.90m droit / 1.75m biais
  - 2 files de 10 pieux  $\Phi 1200$
  - Traverses : Poutres précontraintes / hourdis
  - Murs retours préfabriqués nervurés sur pieux
  
- *Exécution très complexe liée au biais - calculs et mise en œuvre*

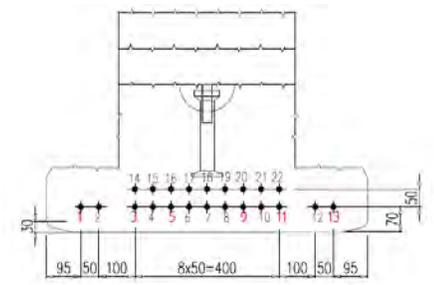


# OUVRAGES PARTICULIERS – PI861

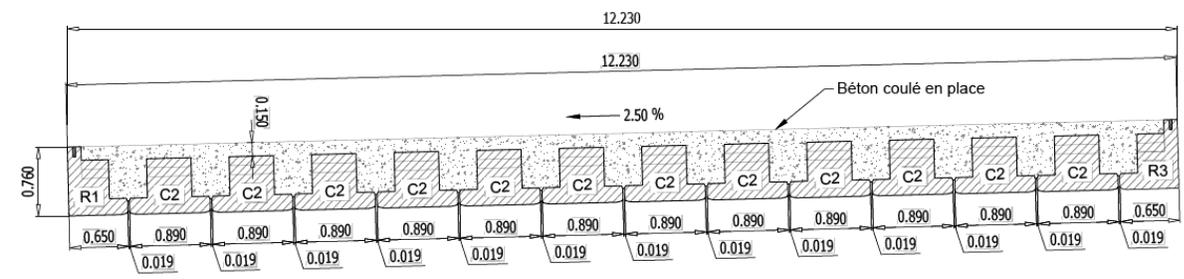
- Détails singuliers PI861



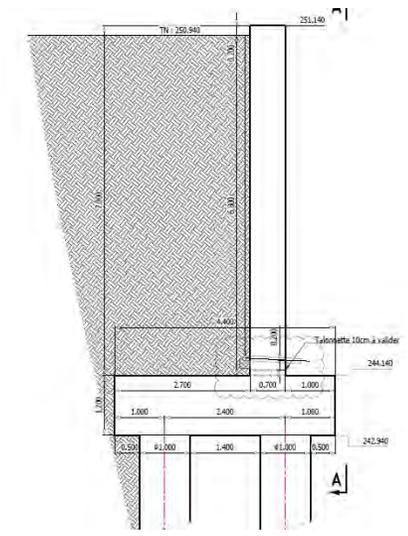
**PI861**  
Coupe longitudinale biaisée



**P861**  
Coupe sur poutre précontrainte



**PI861**  
Coupe transversale hourdis



**PI861**  
Coupe sur mur retour

# La conception des ouvrages existants

Amandine Chambosse, MOE intégrée - EGIS

# Etat des lieux - Problématiques

# Etat des lieux - Problématiques

45 Passages supérieurs

79 Passages inférieurs

(hors OA démolis)

PI	
Cadres et portiques BA	47
Buses	18
Ossatures mixtes	7
Dalles BP	5
Caissons BP	2

PS	
ponts-dalle BA	31
ponts-dalle BP	14



# Etat des lieux - Problématiques

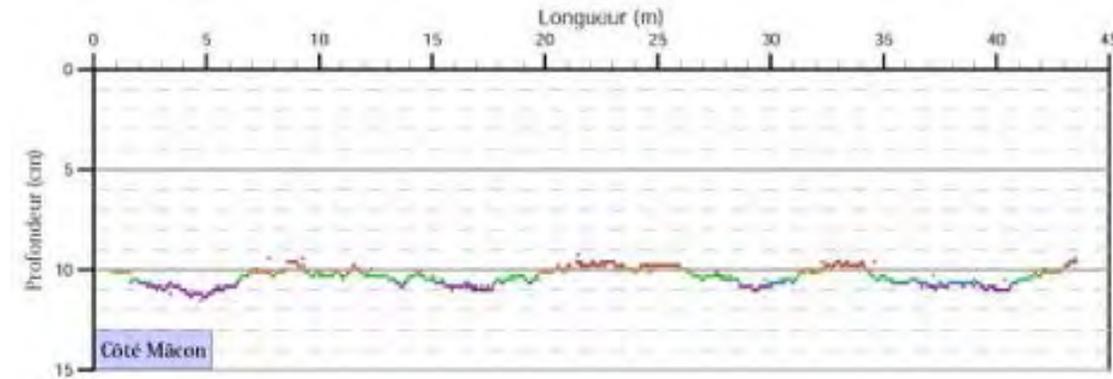
## Les objectifs :

- Passage à 2 x 2 voies
  - Modification des conditions d'utilisation d'ouvrage (suite à doublement, charges en rive,...)
  - Modification de dévers → renformis
  
- Mise à niveau aux standards autoroutiers
  - Dispositifs de retenue en rive
  - Piles au choc de véhicules routiers
  - Equipements
  
- Remise en état des ouvrages
  - Note IQOA objectif de niveau 1 ou 2

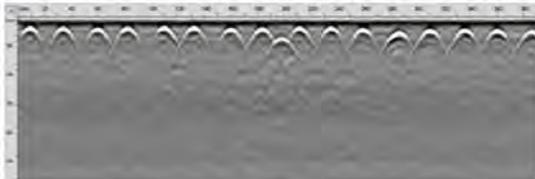
# Etat des lieux - Problématiques

## Les problématiques amont :

- Collecte des données
  - Archives
  - Investigations in-situ
  
- Choix du corpus réglementaire
  - Contexte normatif
  - Contexte contractuel



*Epaisseur revêtements en extrados - Extrait rapport Radar Aquitaine*

Radargrammes	Armatures mesurées	Espacement moyen (mm)	Enrobage moyen (mm)	Commentaires
	Verticales en pied de pile	250	25	On note un espacement régulier des armatures

*Figure 4 : Extrait radar 160*

*Relevés ferrailage - Extrait rapport GCI*



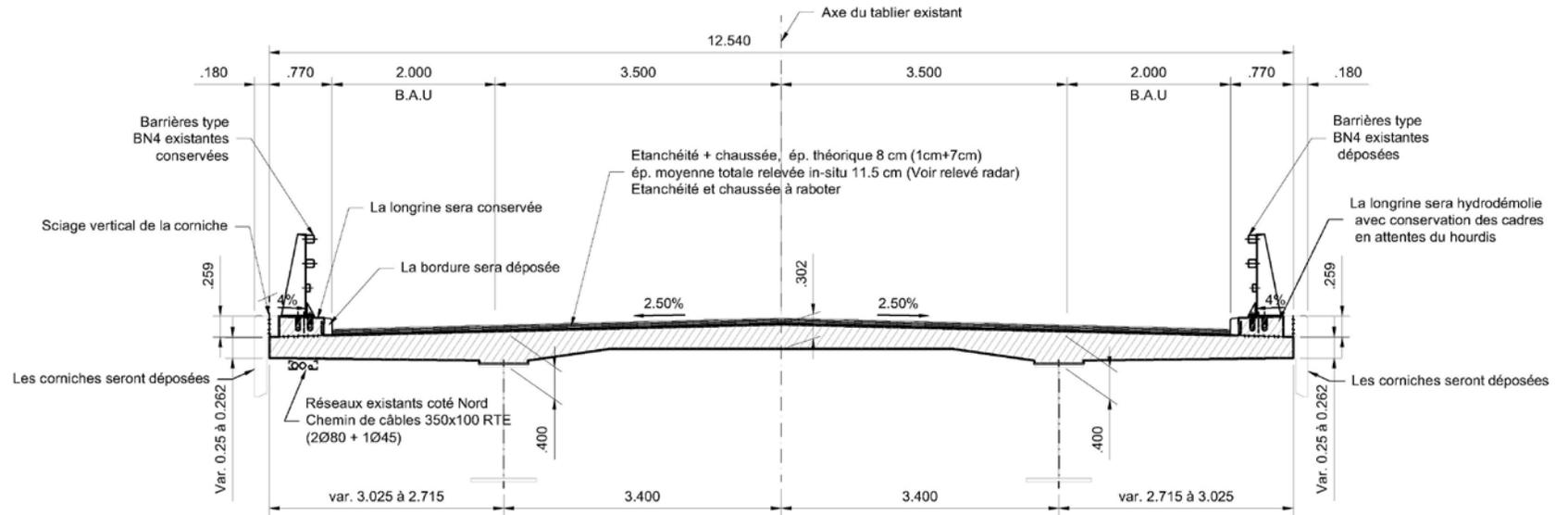
*Etat buses métal - Extrait rapport SITES*



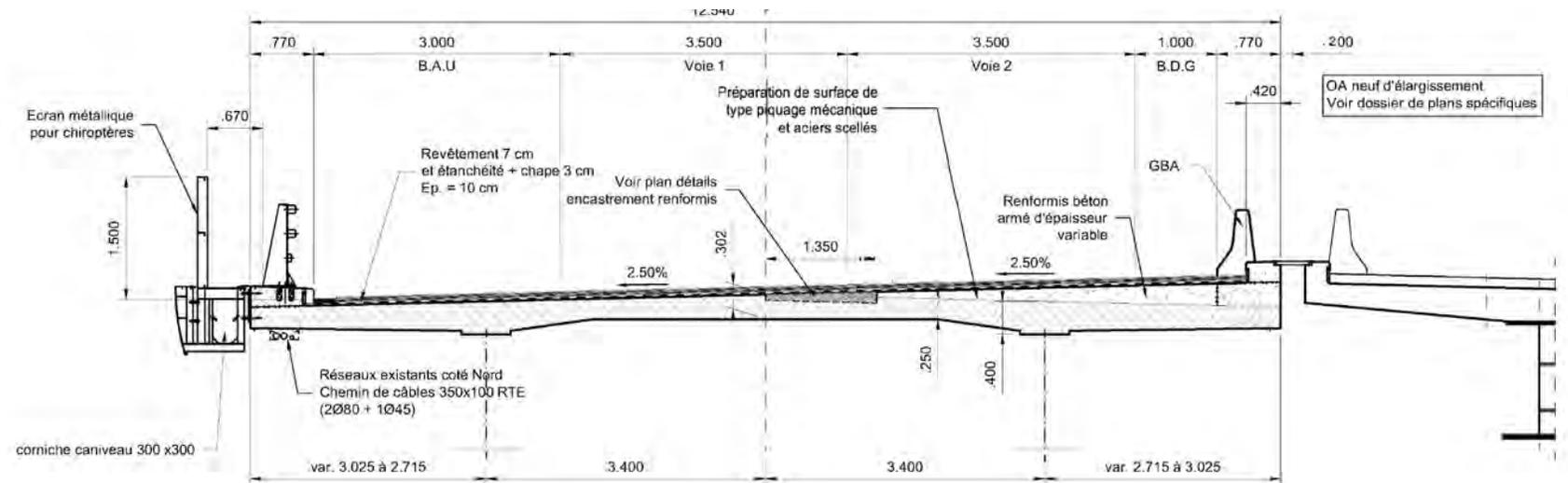
# Modifications conditions d'utilisation et dévers

# Modifications conditions : viaducs

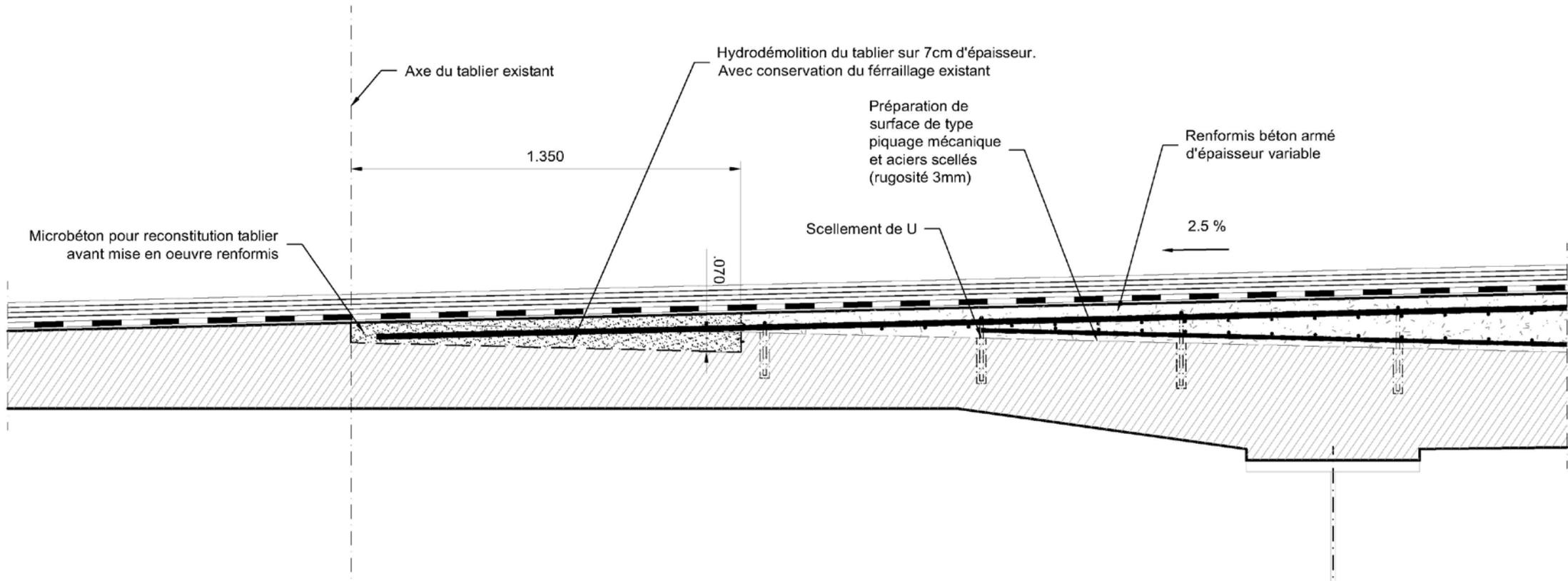
- Etat initial



- Etat final



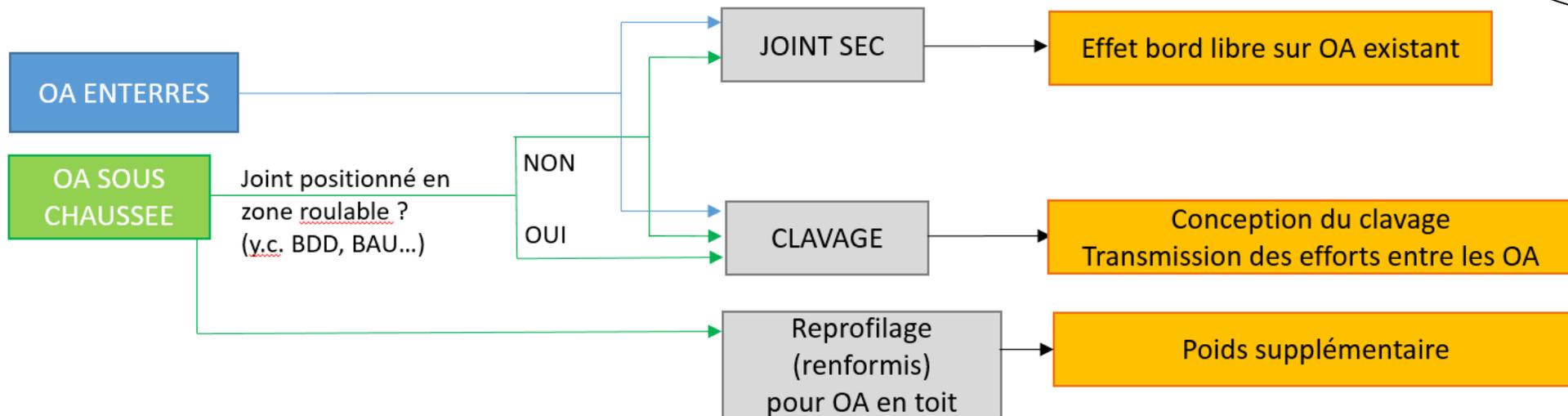
# Modifications conditions : viaducs



# Modifications conditions : cadres et portiques

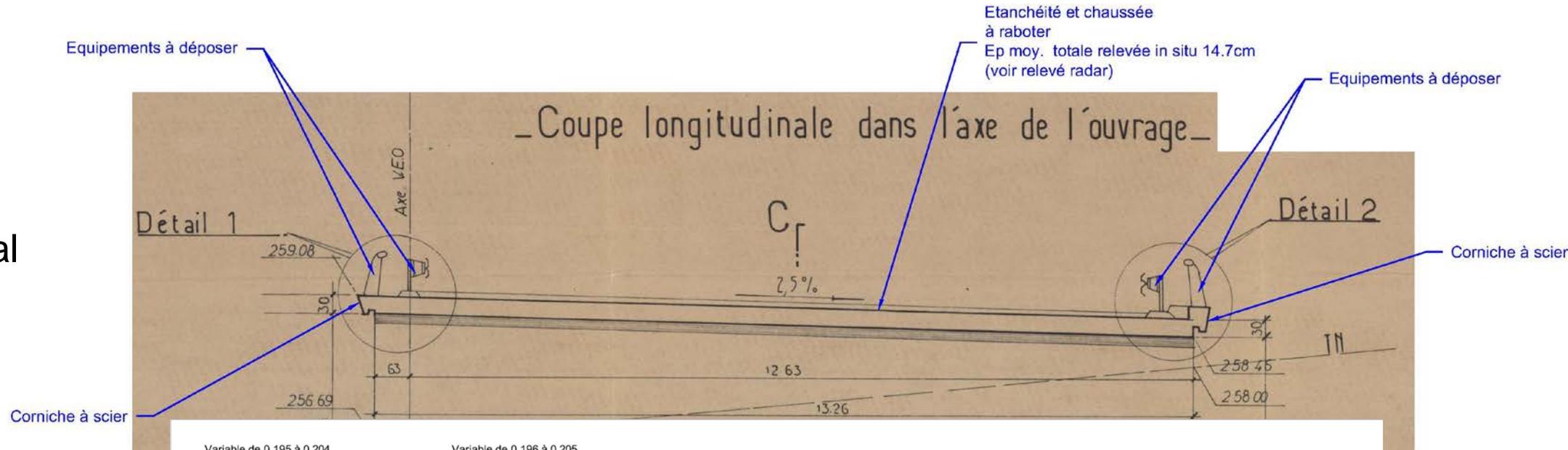
- Différentes configurations envisagées pour le doublement
  - Clavage
  - Structures indépendantes : joint sec ou vide central

géotechnique  
mise en œuvre OA neuf  
contraintes travaux  
impact sur l'existant  
position joint sec

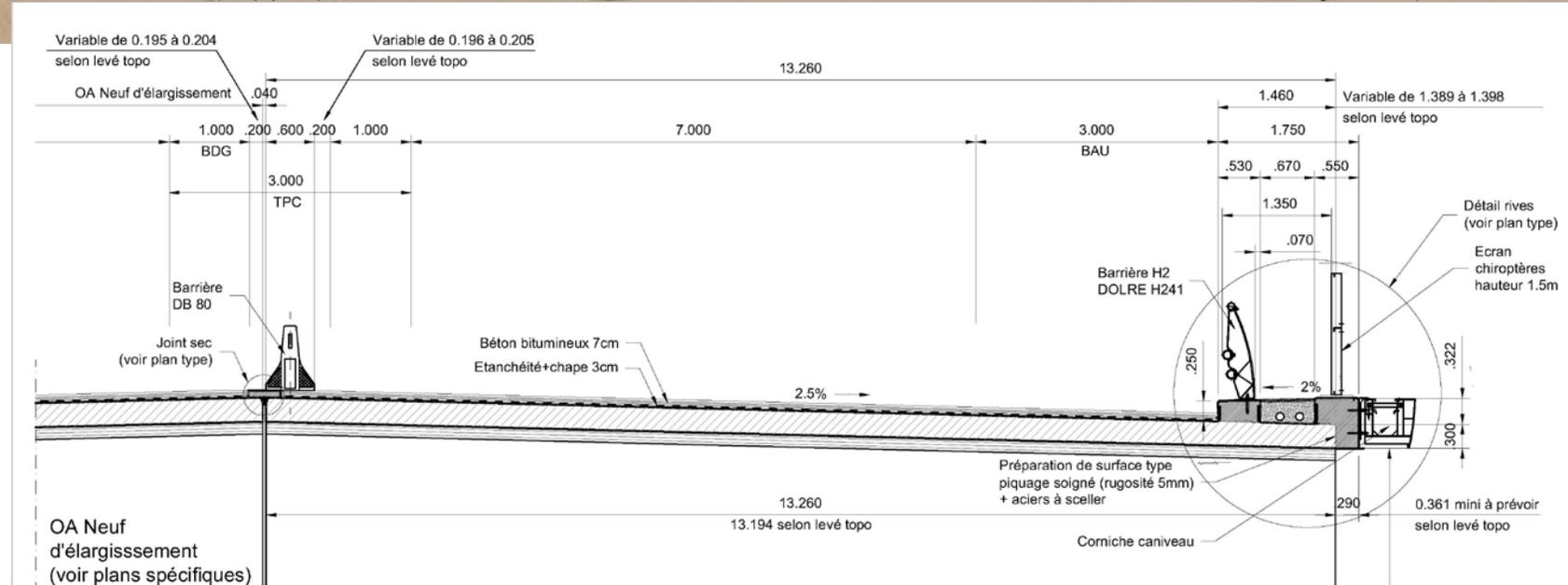


# Modifications conditions : cadres et portiques

- Etat initial

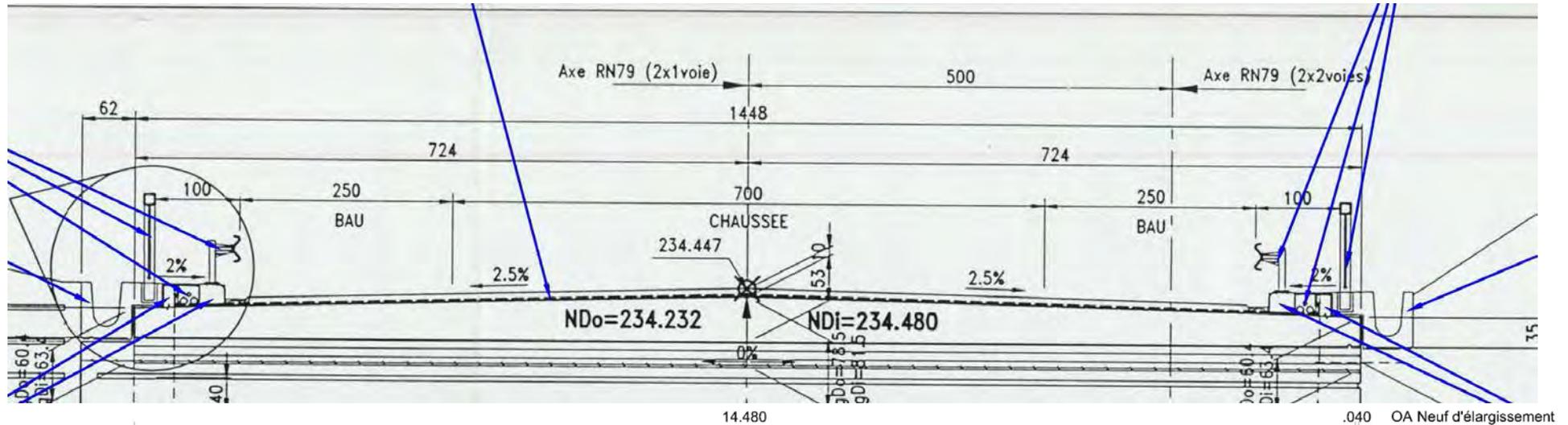


- Etat final

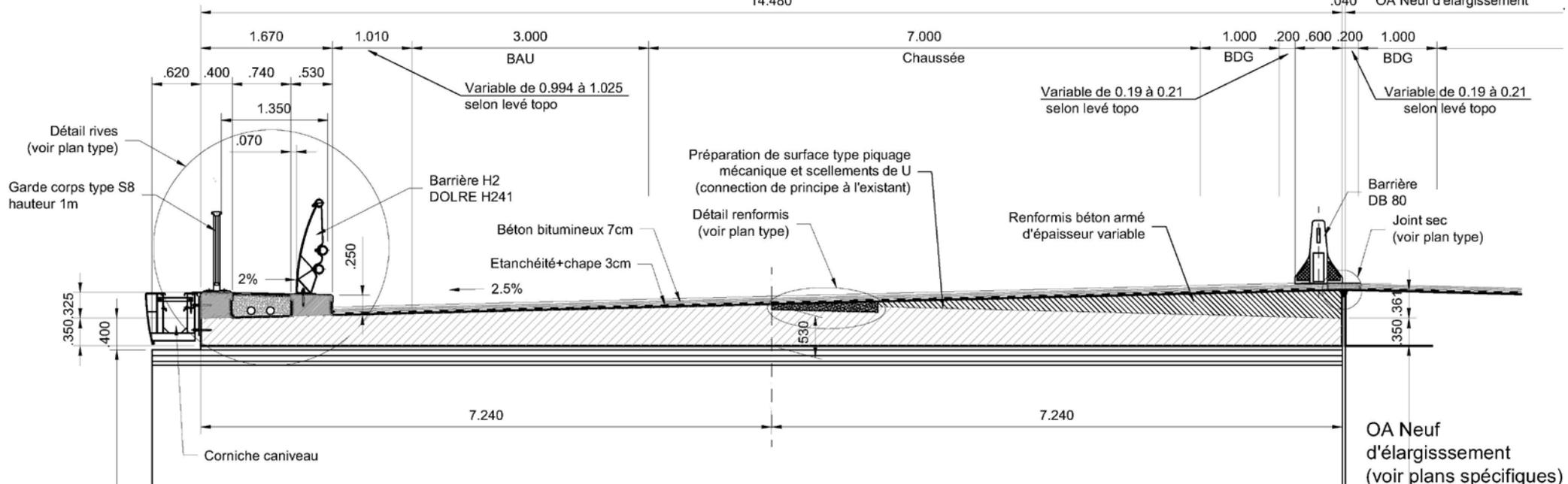


# Modifications conditions : cadres et portiques

- Etat initial



- Etat final



# Mise à niveau dispositifs de retenue

# Dispositifs de retenue

- Garde-corps (PS) , garde-corps + glissières (PS, PI)      ⇒      Dispositifs CE niveau H2
- BN4 (PS d'échangeurs, PI), TETRA S16 (PI)      ⇒      Essais de poussée statique



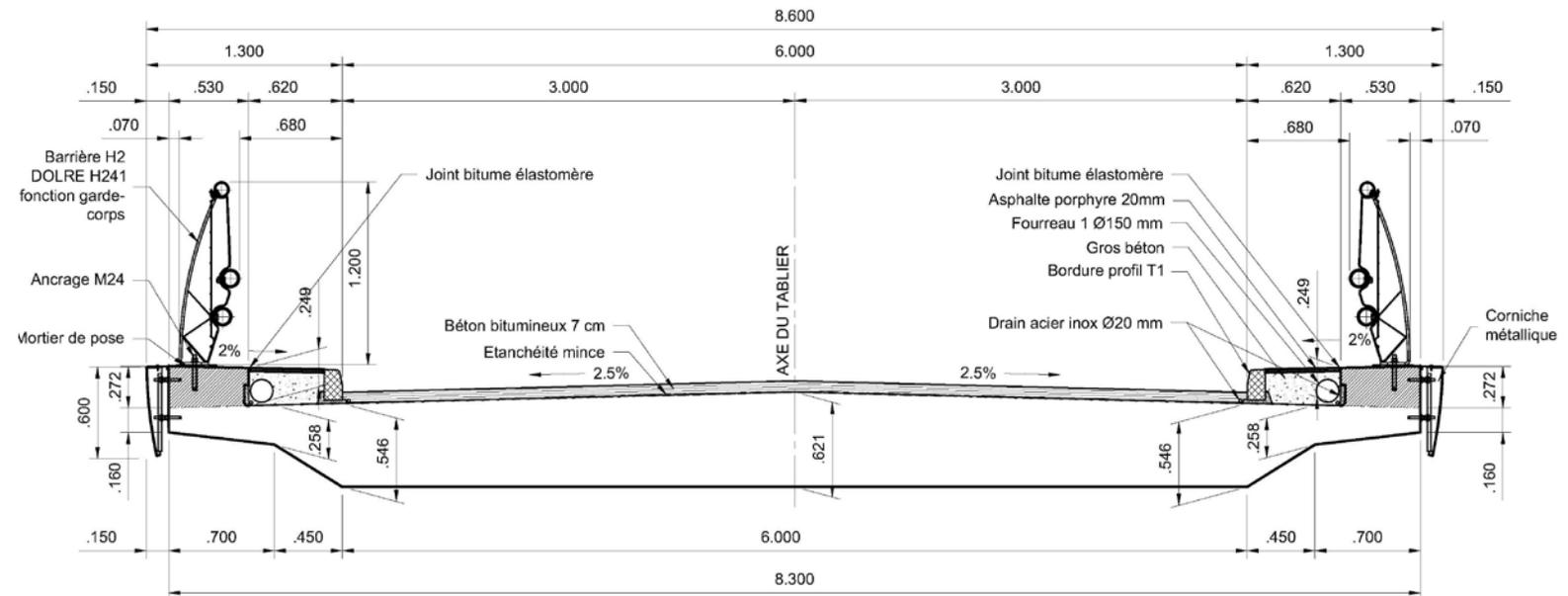
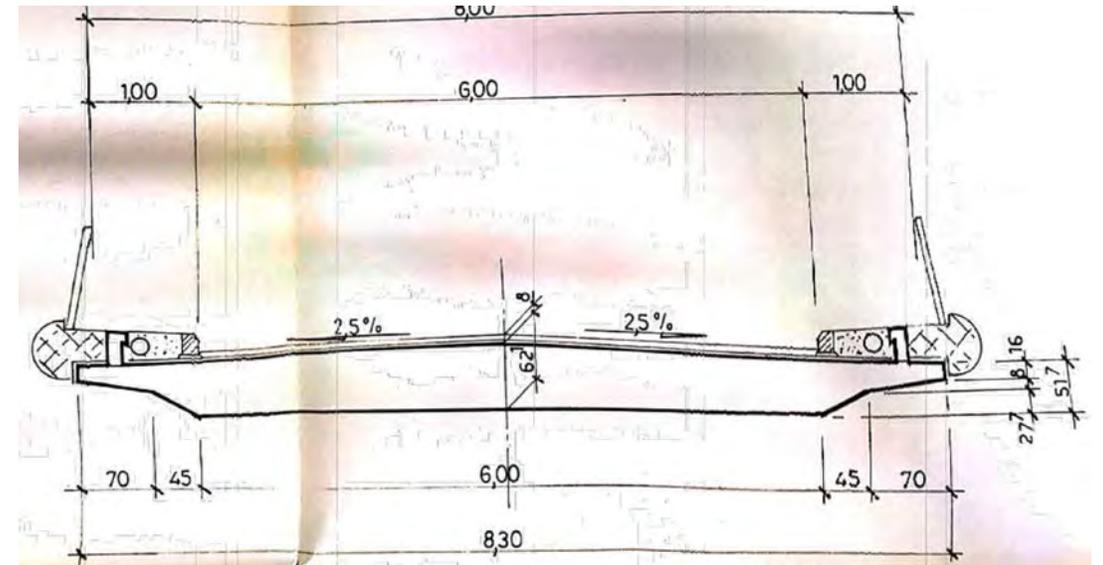
Extrait rapport DR Equipement

# Dispositifs de retenue

- DOLRE H241 (DESAMI / TUBOSIDER)

Effort choc / poteau :

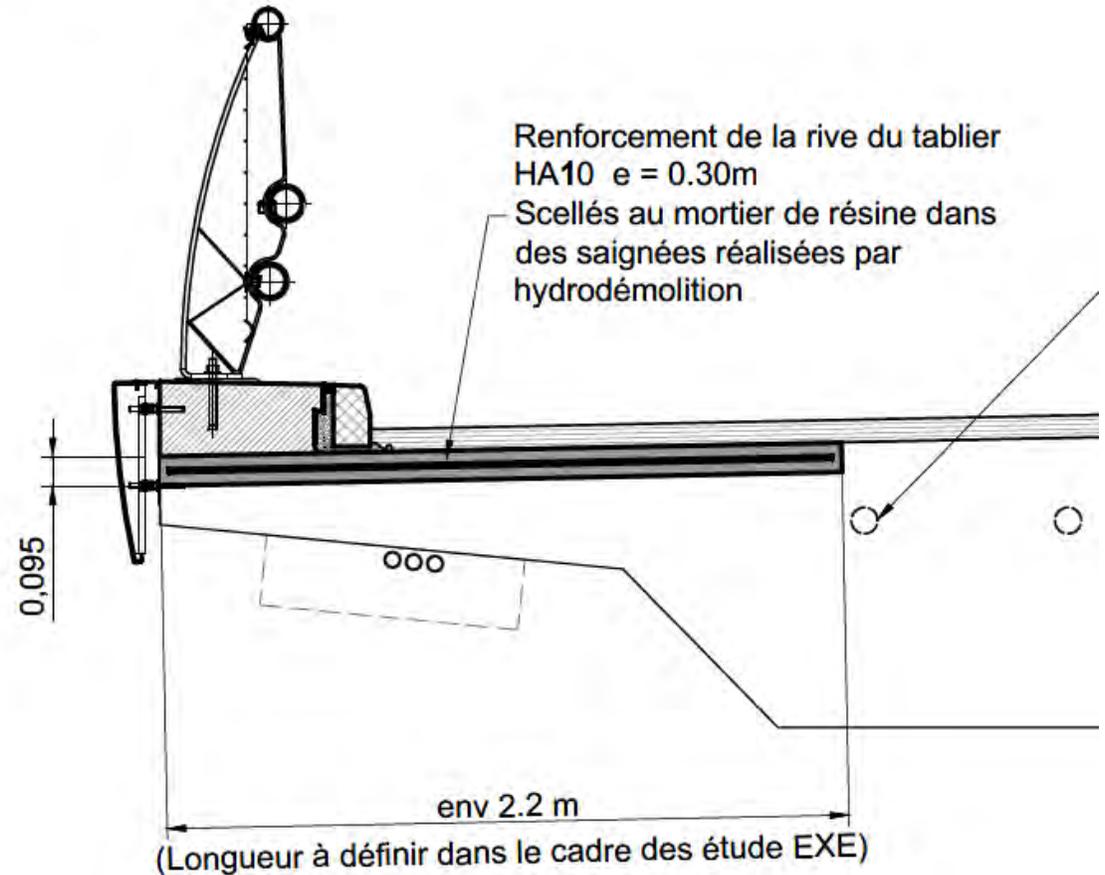
- H = 43 kN
- M = 14 kN.m



# Dispositifs de retenue

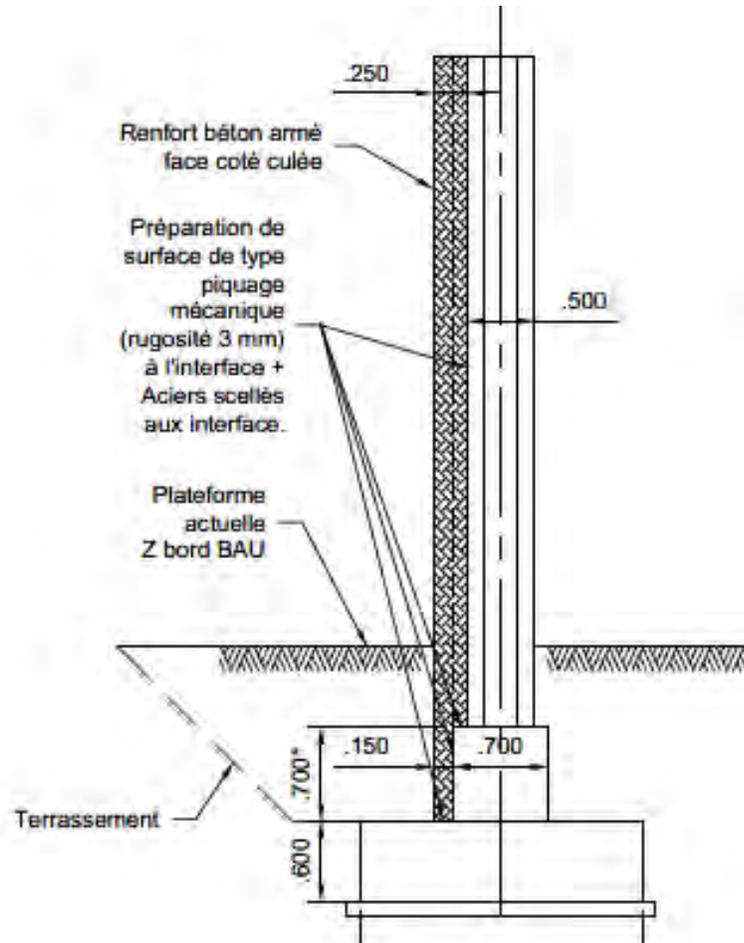
- Double enjeu :
  - Vérification ferrailage extrados
  - Ancrage longrine

OUEST



# Piles au choc de véhicules routiers

# Piles au choc



## BAEL annexe D PP73

Choc à 1,5 m

- 1 000 kN dans le sens de la circulation ;
- 500 kN dans le sens perpendiculaire à la circulation.

+

## Bulletin OA n° 16 (nov 1993)

Choc à 4 m

- 200 kN dans le sens de la circulation ;
- 100 kN dans le sens perpendiculaire à la circulation.



# Remise en état des ouvrages

# Remise en état des ouvrages

- Arrivées d'eau



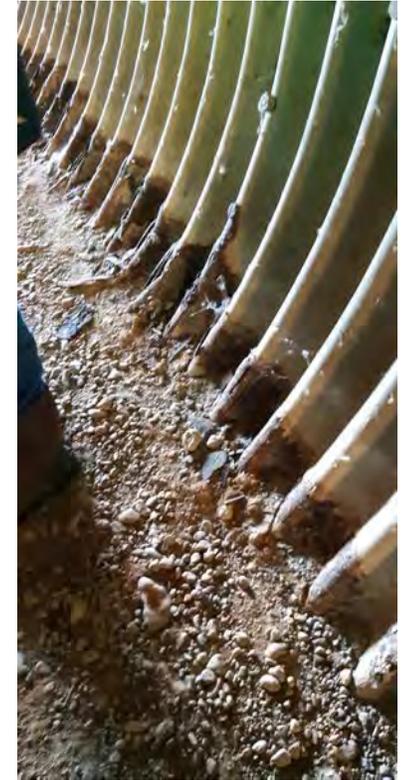
- Réactions de gonflement interne (RSI et RAG)



- Remplacement d'appareils d'appui



- Buses métalliques



# Le chantier du viaduc de l'Allier

Sylvain Courdier, directeur travaux TOARC B - CLEA

# Le viaduc de l'Allier : un enjeu double

**Un enjeu environnemental** avec les travaux dans la réserve naturelle nationale du val d'Allier

**Un enjeu planning** : l'ouvrage se situe sur le chemin critique du TOARC B et donc du projet A79 dans sa globalité

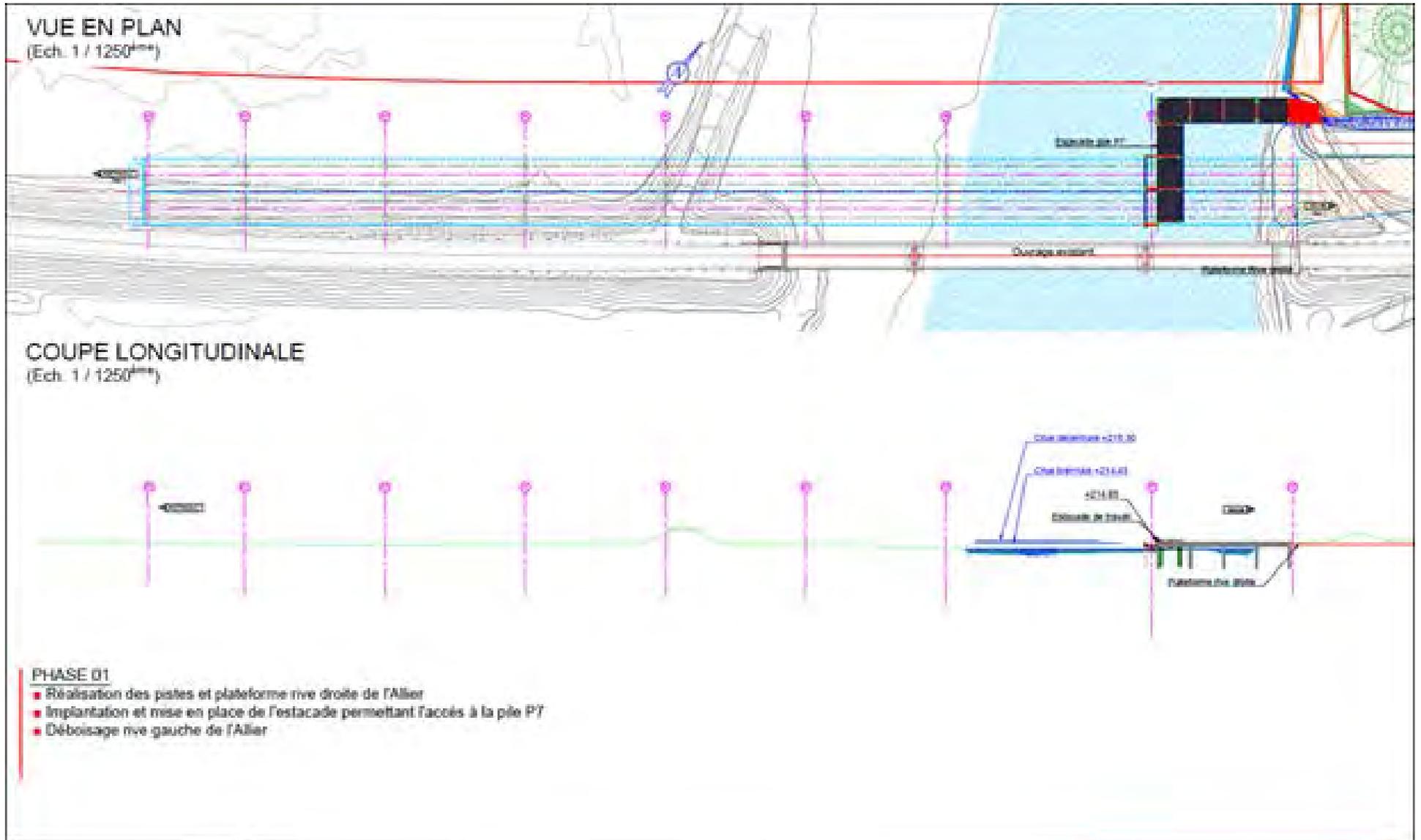
# Travaux dans la réserve naturelle nationale du val d'Allier

- Prescriptions environnementales réglementaires : Arrêté préfectoral du 07/08/20 - Titre V : dispositions spécifiques à la RNNVA
  - Piquetage de la zone d'emprise travaux (article V.2.1)
  - Travaux de déboisement et défrichage (article V.2.2)
  - Prescriptions relatives aux sols et aux matériaux (article V.2.3)
  - Prescriptions relatives aux engins de chantier (article V.2.4)
  - Suivi de la qualité des eaux (article V.4.1)
  - Documents à remettre par le pétitionnaire (article V.6)



# Phasage de réalisation des travaux

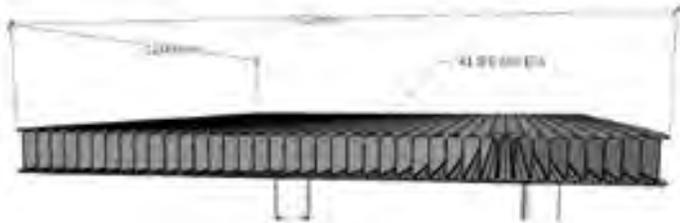
Planning:  
Sept 20  
& oct 20



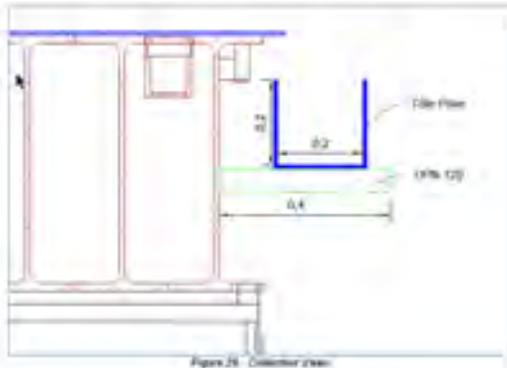
# Estacade d'accès à la pile en rivière (P7)

Spécifications techniques :

- plancher métallique étanche



- caniveau latéral de récupération des eaux de plateforme

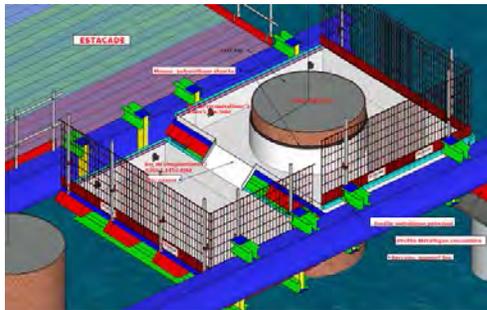


Configuration Générale – Réalisation Pile P7

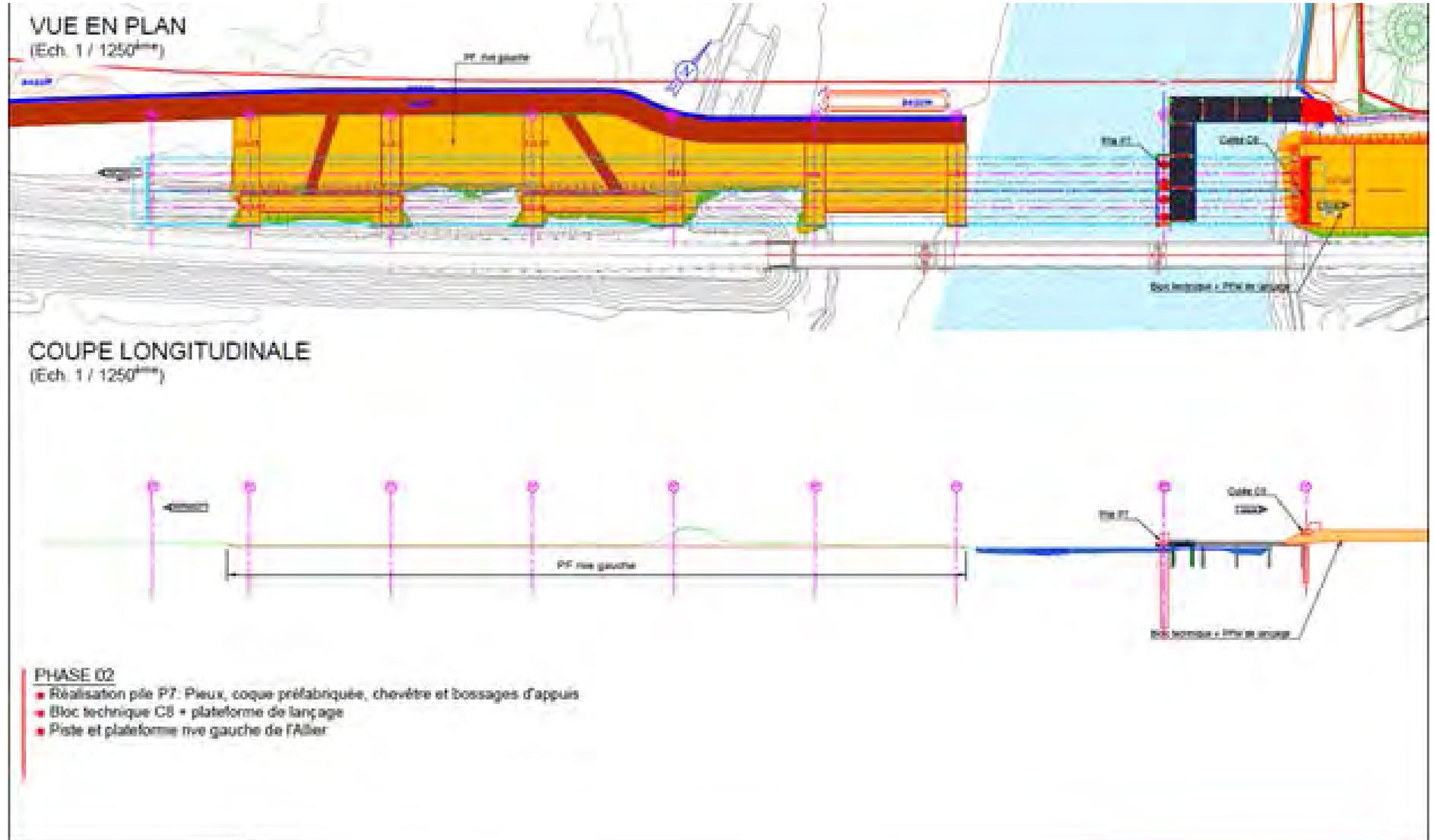


# Phasage de réalisation des travaux

Planning:  
Nov 20  
& Déc 20



**Enjeux:**  
Maîtrise du risque de pollution du cours d'eau  
4 pieux de 35m de profondeur en foré tubé dans le lit mineur  
Récupération des boues de forage des eaux de laitance, etc...

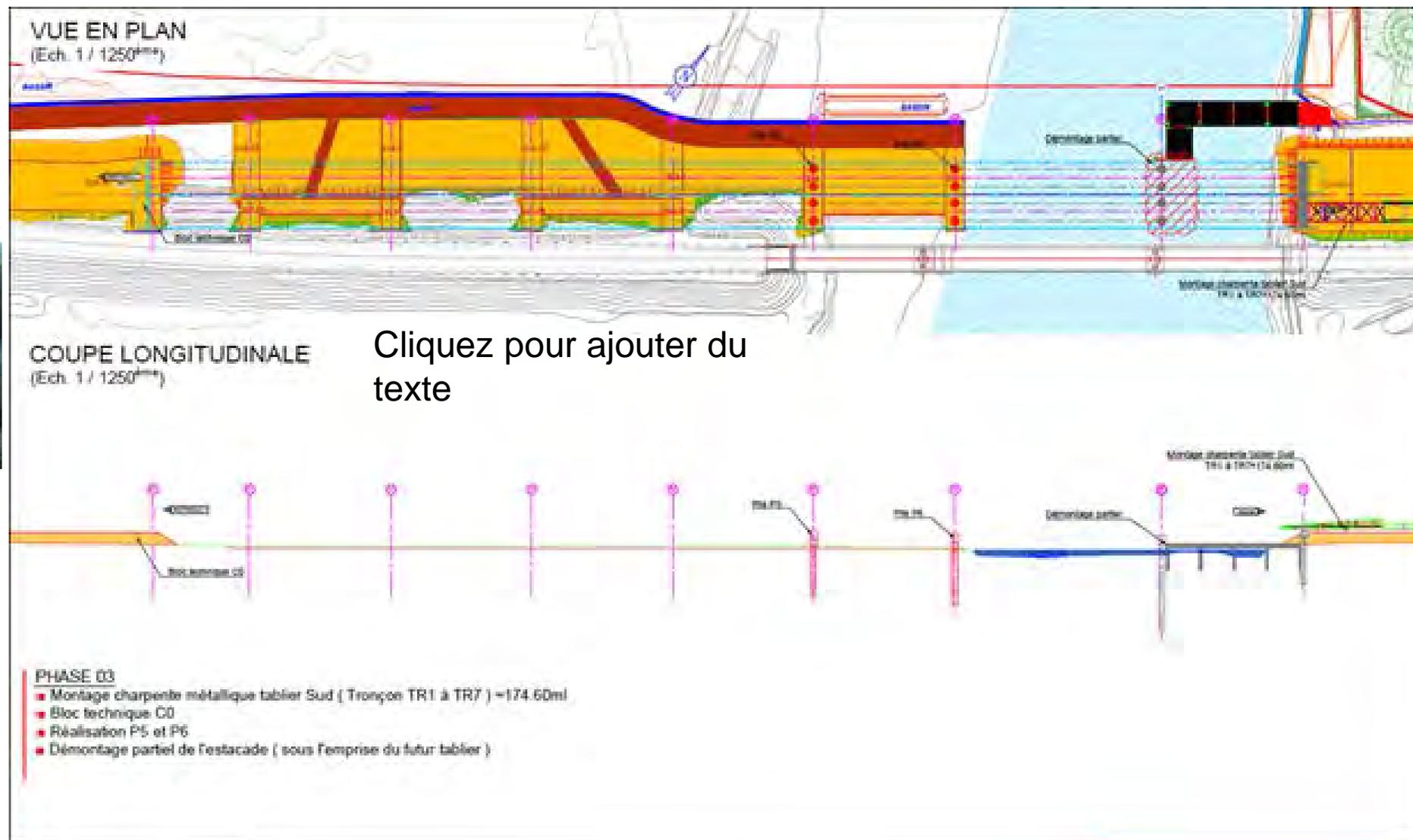


# Phasage de réalisation des travaux

Planning:  
Janv 21  
& Fév 21

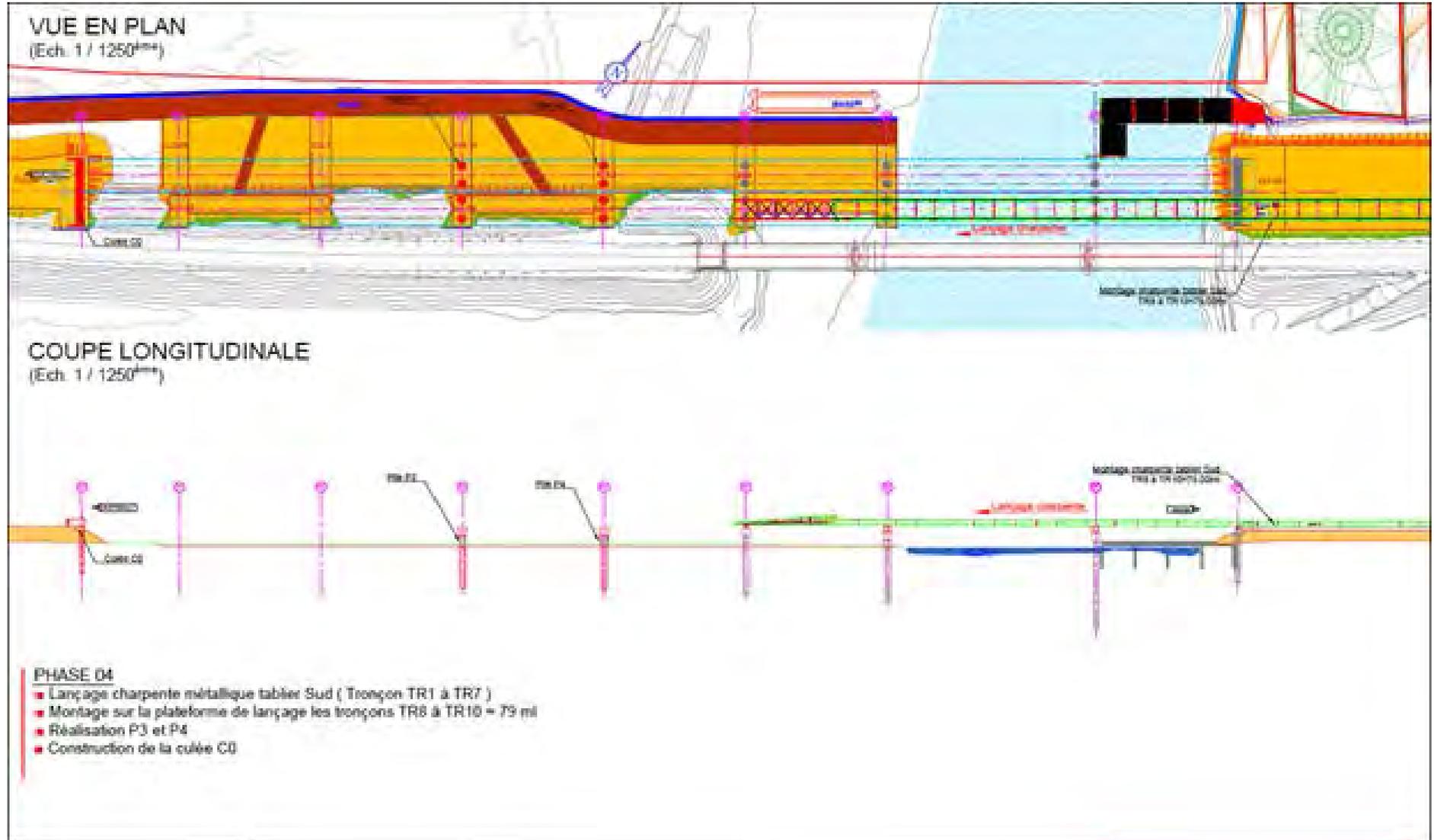


Enjeux:  
Fin du démontage partiel  
pour Février 2021 –  
planning de l'AP pour  
intervention en rivière



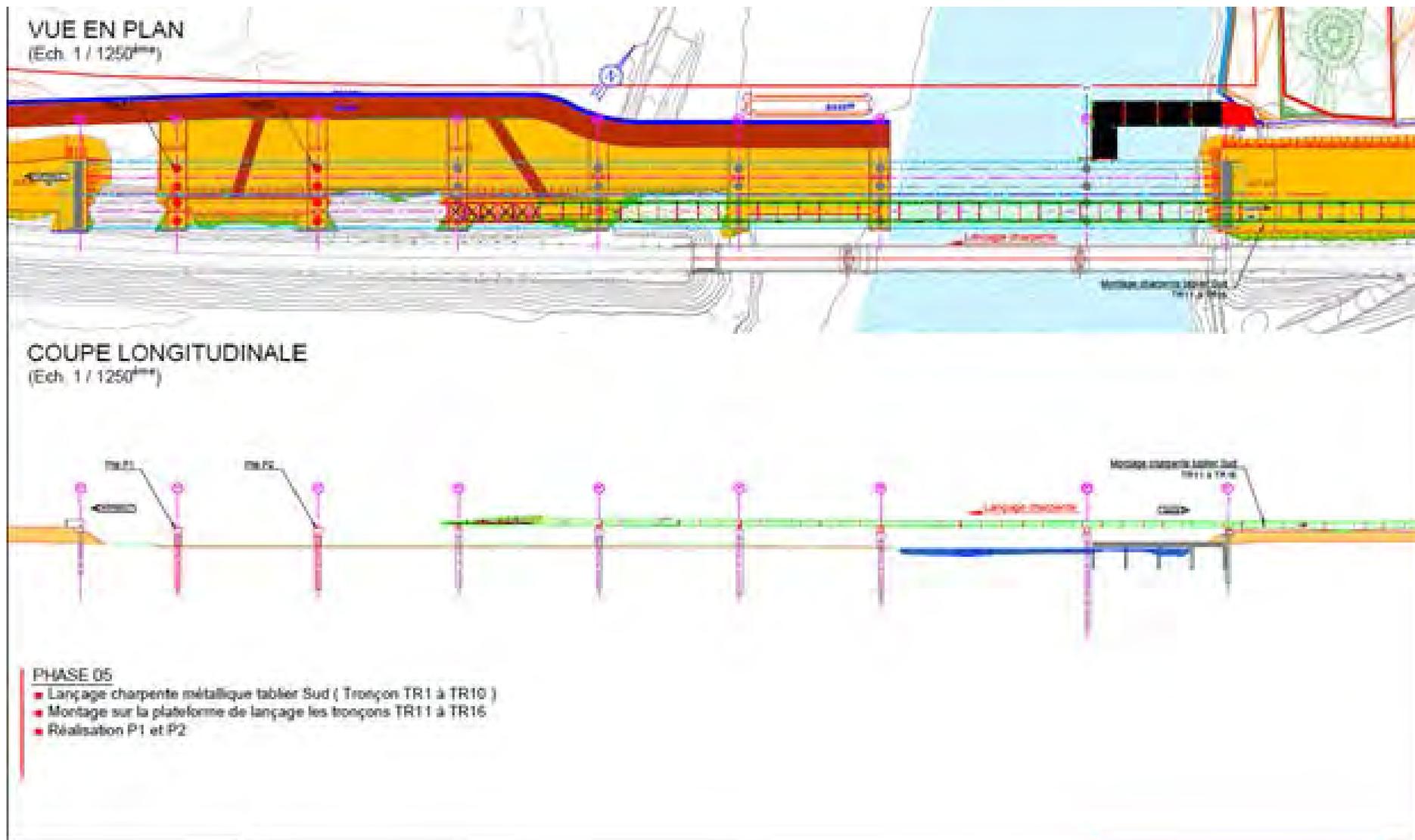
# Phasage de réalisation des travaux

Planning:  
Mars 21  
& Avr 21



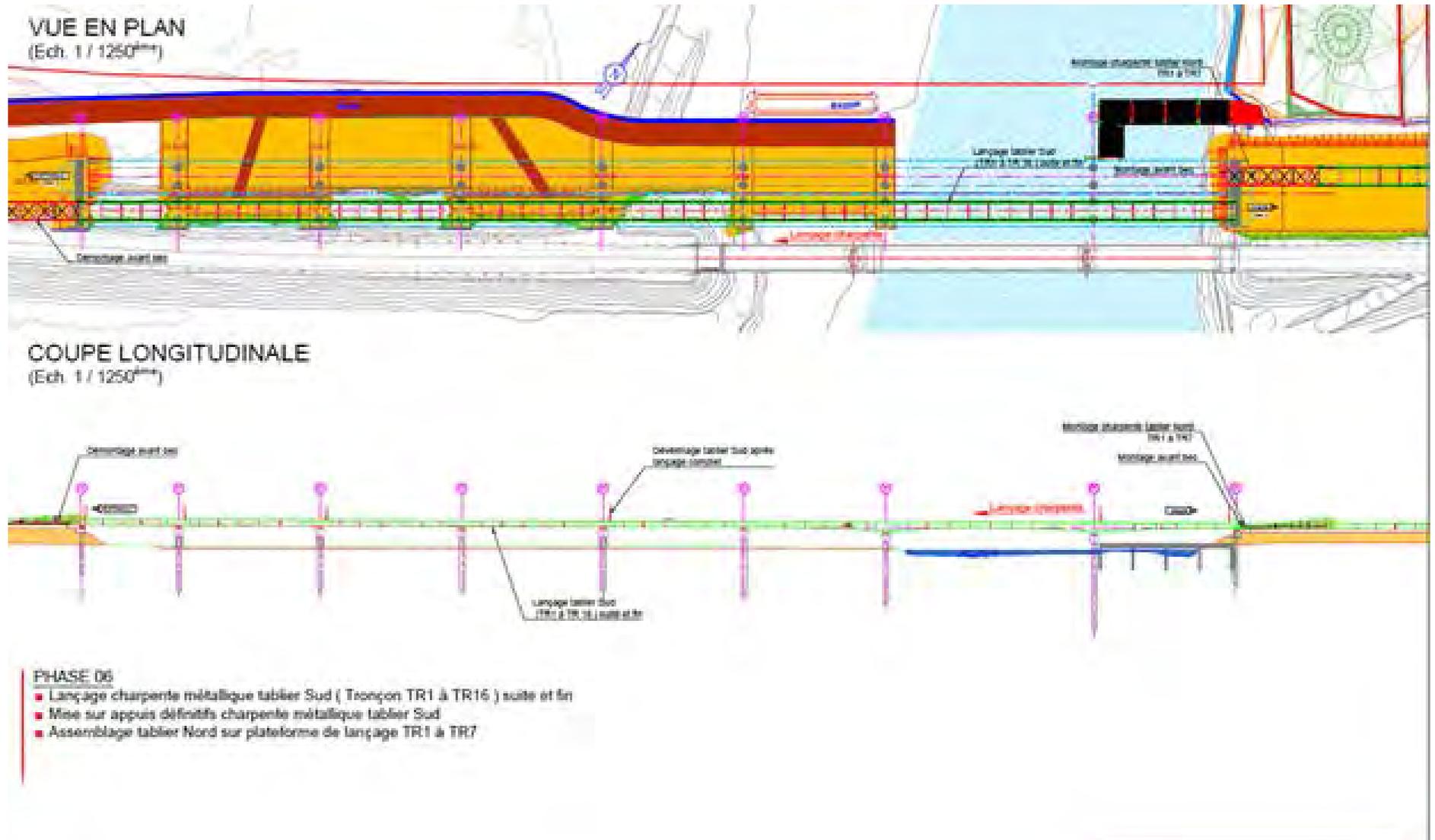
# Phasage de réalisation des travaux

Planning:  
Mai 21  
& Juin 21



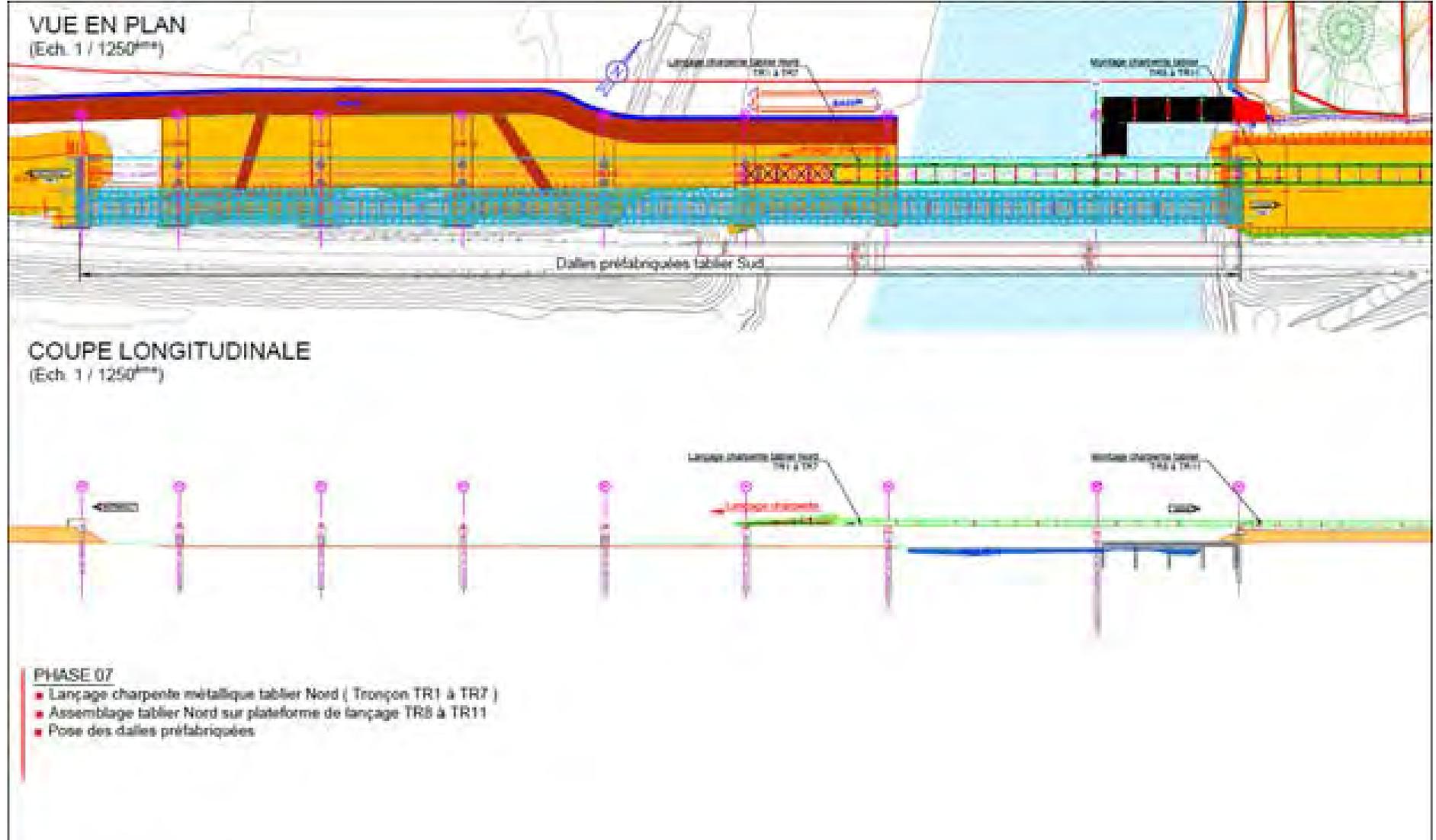
# Phasage de réalisation des travaux

Planning:  
Juillet 21  
& Août 21



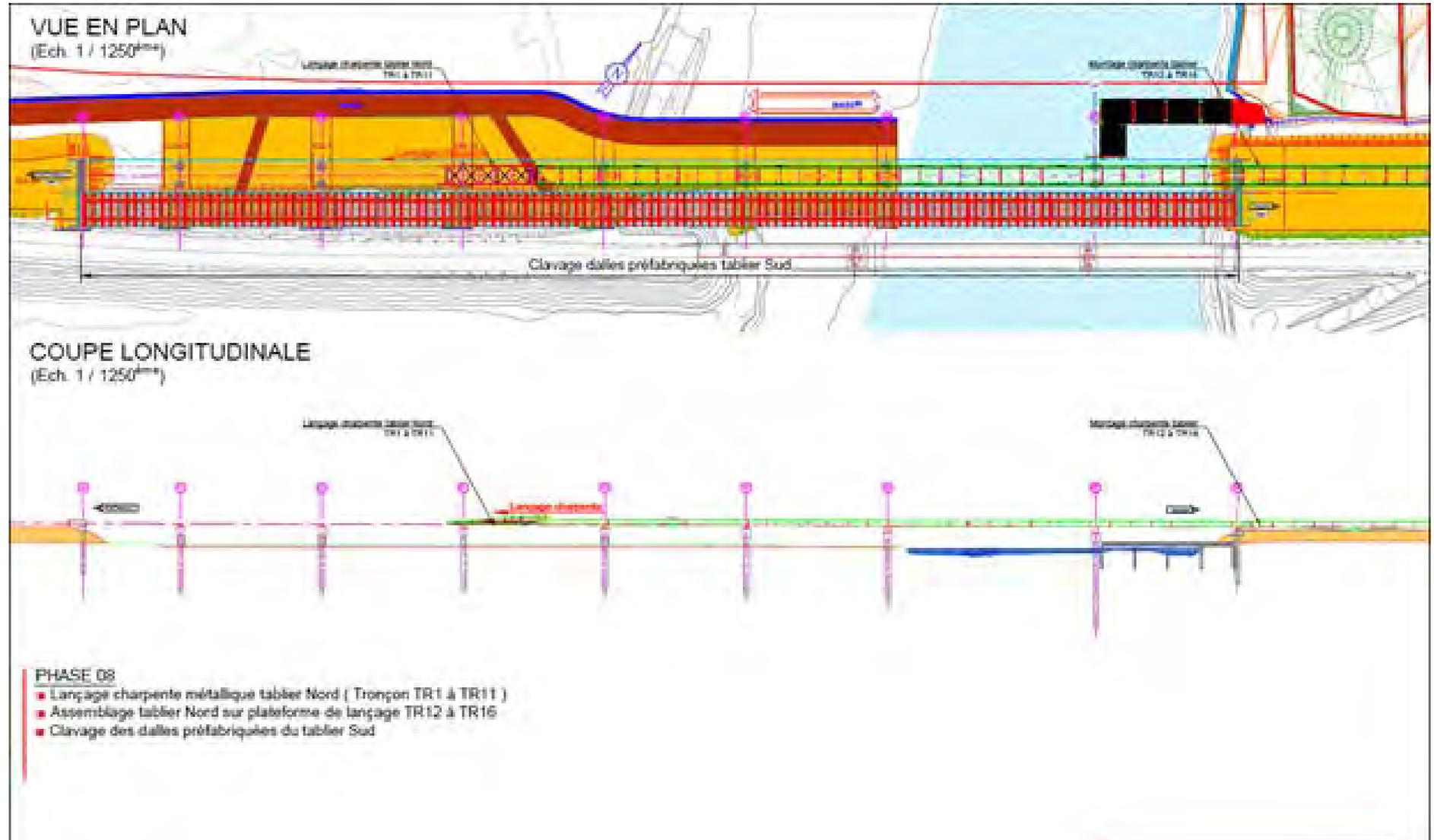
# Phasage de réalisation des travaux

Planning:  
Sept 21



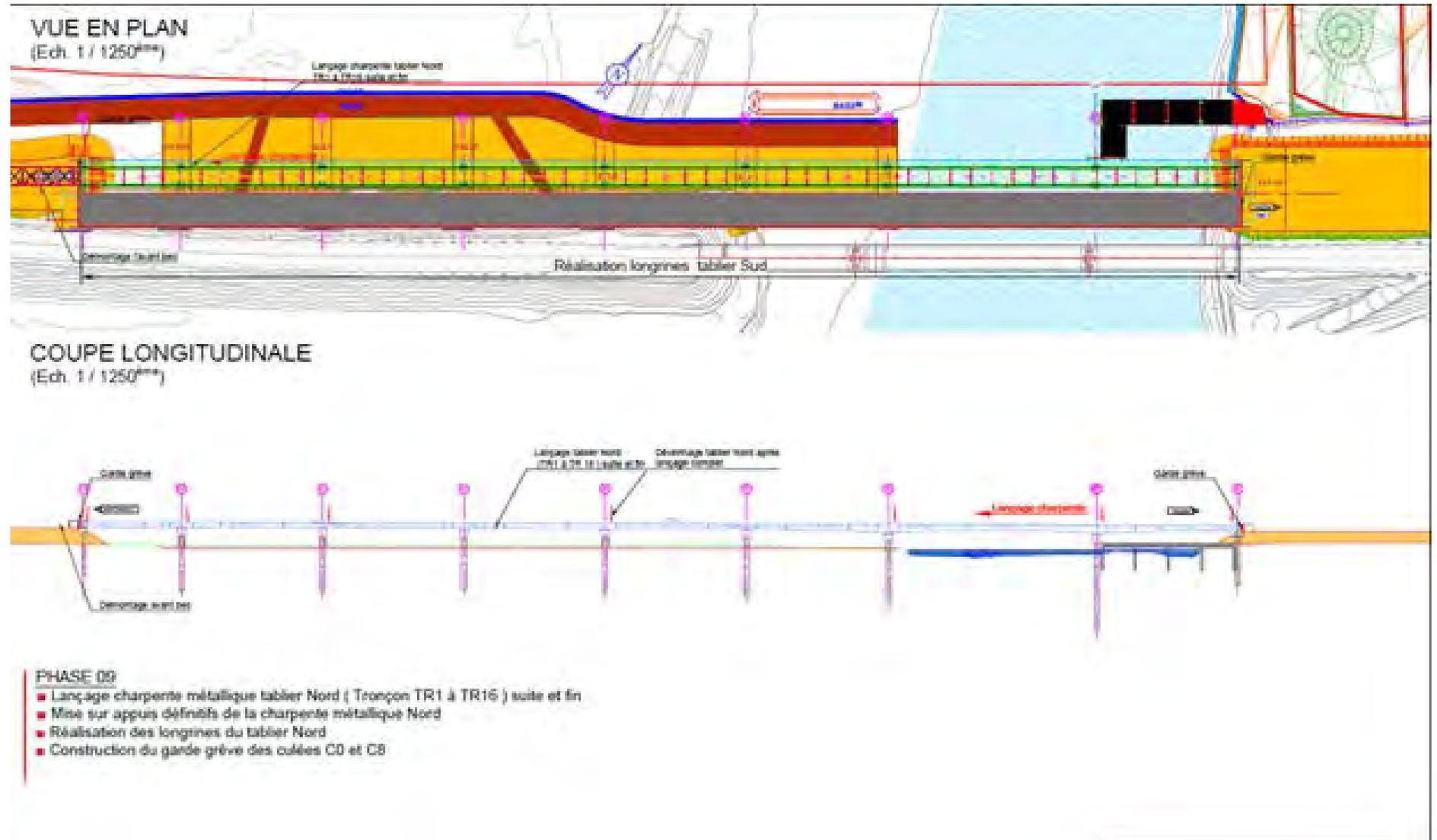
# Phasage de réalisation des travaux

Planning:  
Oct 21



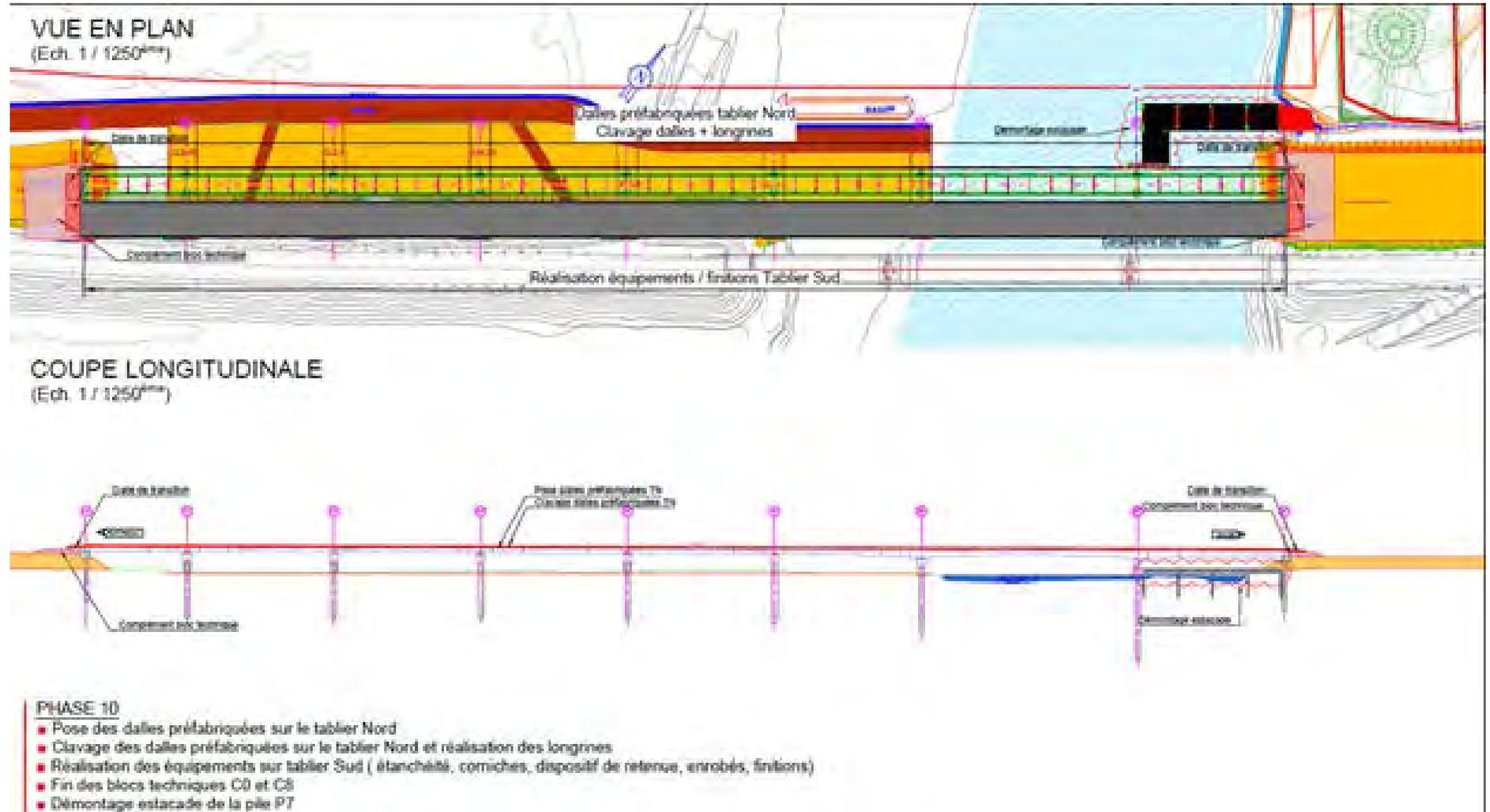
# Phasage de réalisation des travaux

Planning:  
Nov 21



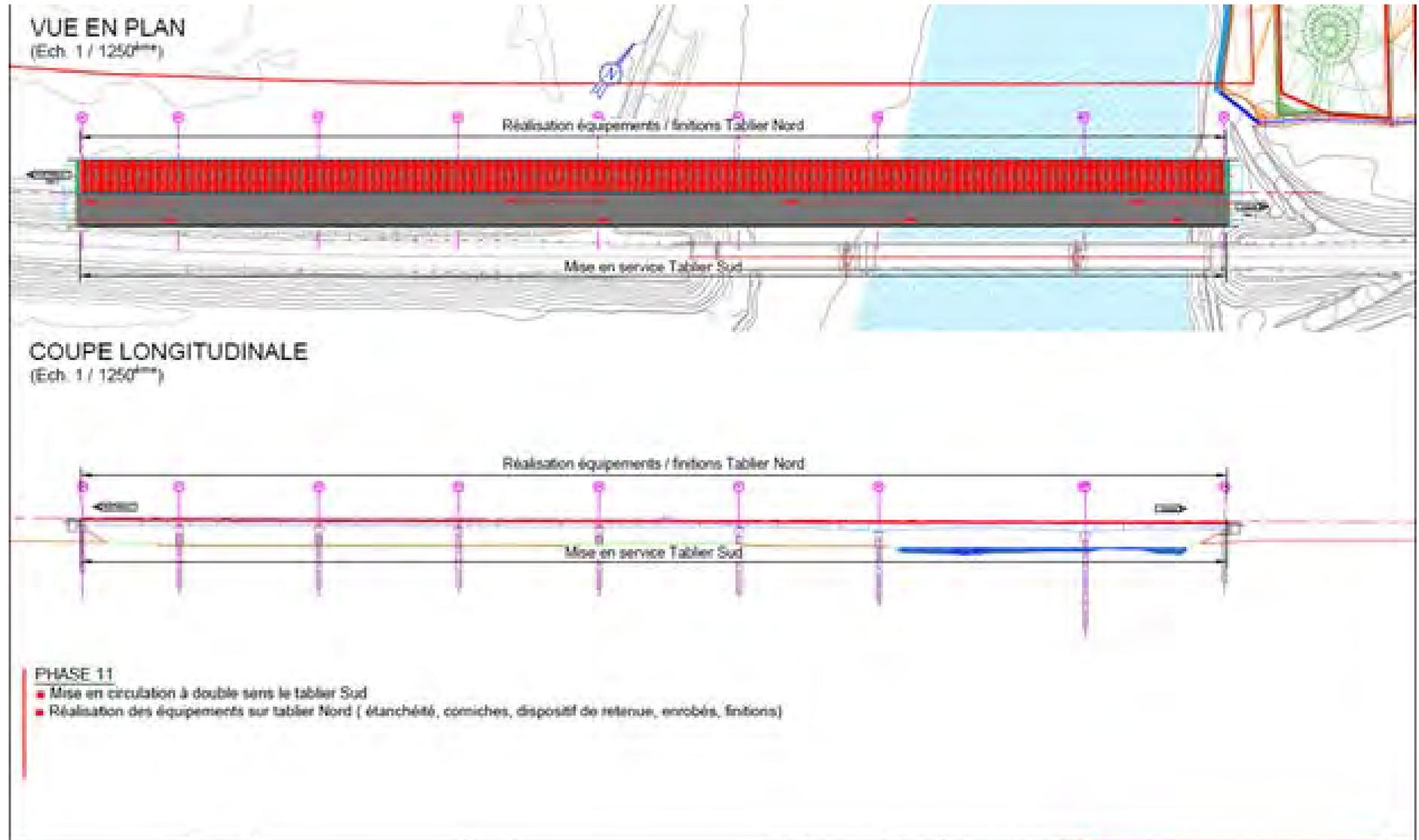
# Phasage de réalisation des travaux

Planning:  
Déc 21



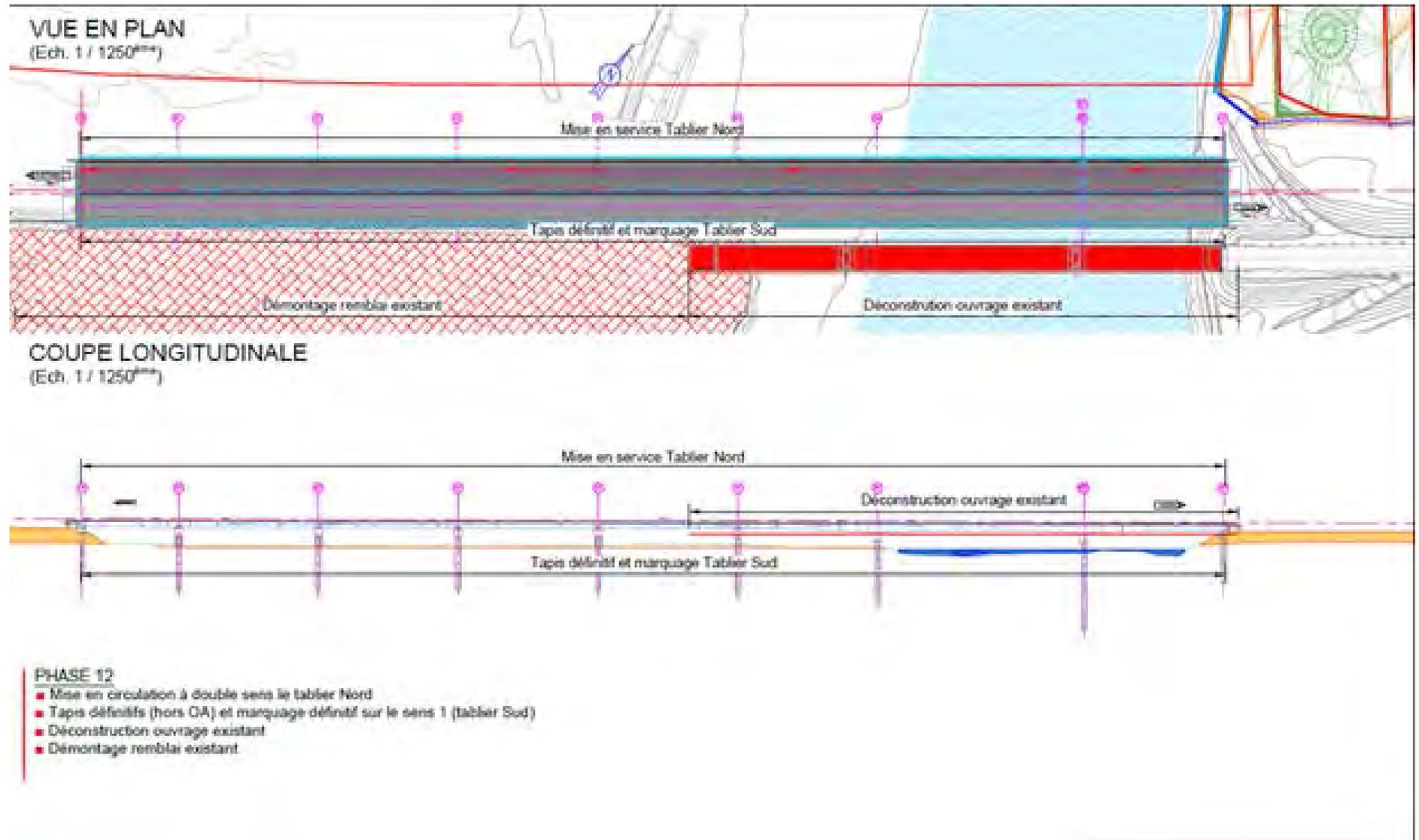
# Phasage de réalisation des travaux

Planning:  
Janv 22



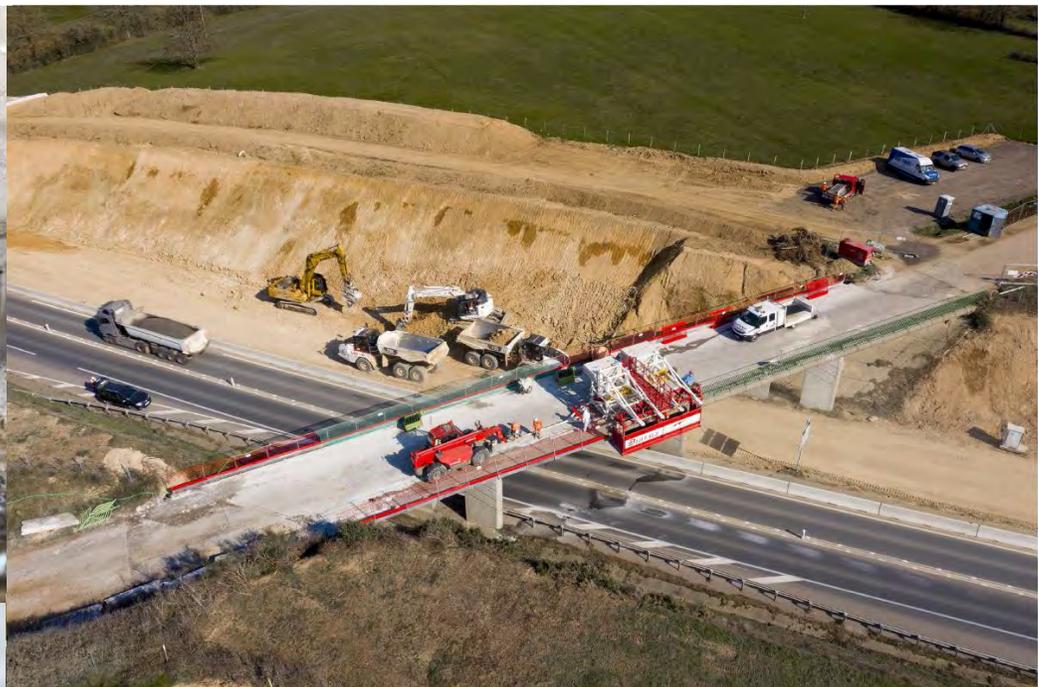
# Phasage de réalisation des travaux

Planning:  
Après mise  
en service



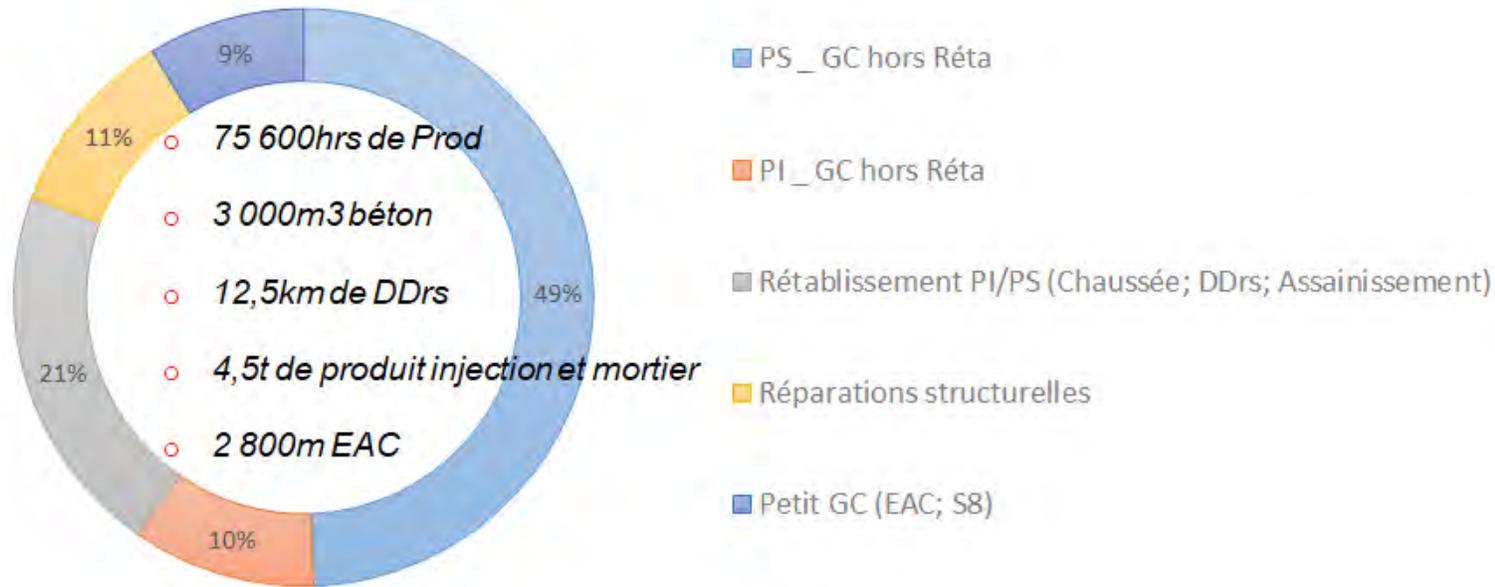
# Les méthodes particulières de travaux : Ouvrages d'Art existants

Benoît Donat-Bouillud, Direction OA/OANC





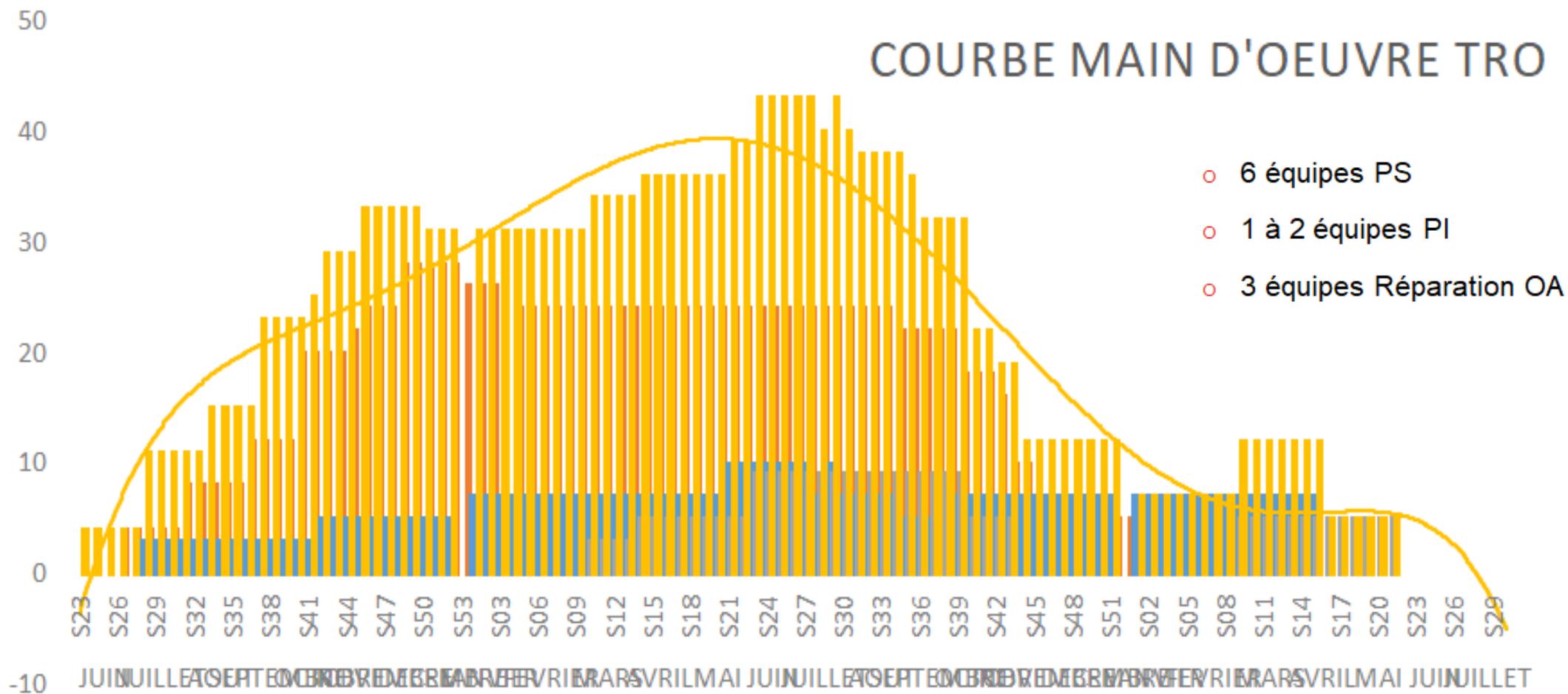
# Périmètre d'action



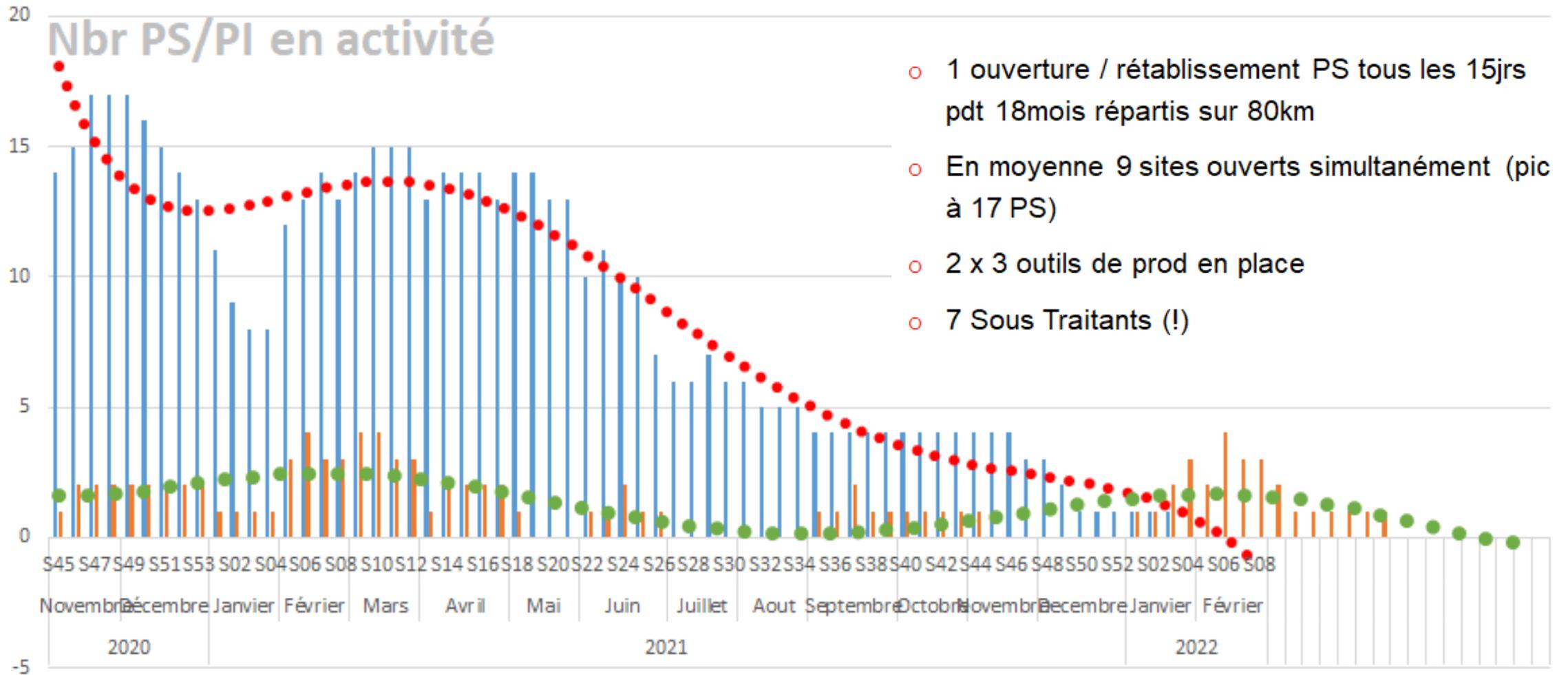
PS : DDrs	39
PS renf traverse	4
Ps renf Piles	4
PS changement AA	16
PS reprofilage perrés	8
PI DDrs	39
PI _ renf traverse	9
PI _ renfort de buse	4
Pi _ renformis traverse	7
PA/OH petit GC	31
OA réparation béton	87
Total OA existants	168
Total OA avec Trvx	120
	71%

# Périmètre d'action

## COURBE MAIN D'OEUVRE TRO



# Mobilisation des énergies



# Processus

1. Investigations (> 50% des ouvrages) :
  - Géométrie
  - Structure : résistance des bétons & ferrailage
  - Matières dangereuses

**Forte contrainte, ouvrages en circulation // non accessibles**

2. Etudes d'EXE : PRO + Investigations + EXE Plateforme

3. Travaux

**Processus itératif - modification des entrants en fct des travaux**

# Changement des DDr des PS



# Changement des DDr des PS

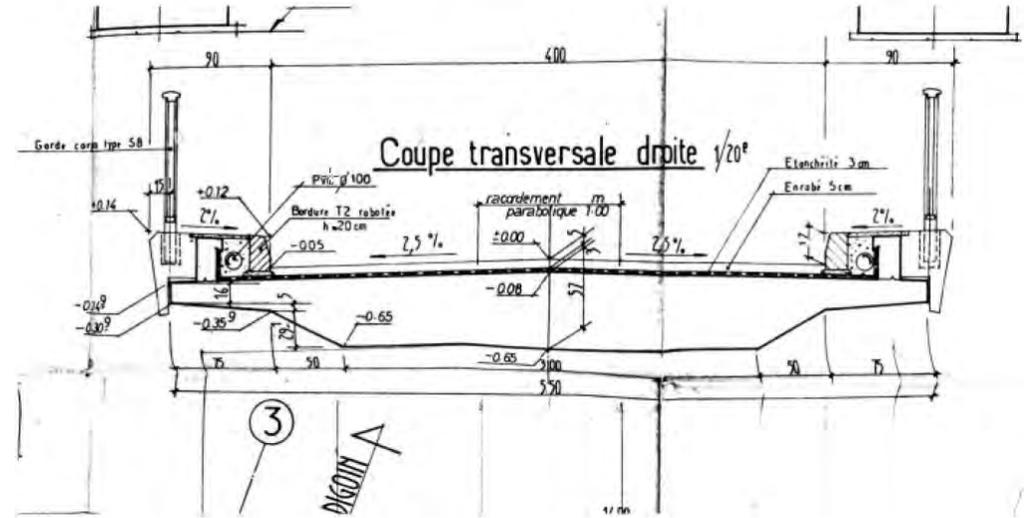
- Démarrage / Rétablissement d'un ouvrage tous les 15j
  - Impact fort sur les riverains : **4-5** mois de fermeture par ouvrage
  - Phasage impact les travaux de la section courante (accès - échangeurs, etc.)
- Travaux sur les PS + Rétablissements = Multi métiers :
  - DDR sur + hors ouvrage
  - Assainissement
  - Chaussée
  - Réseaux : PS = **passage préférentiel des réseaux AEP-Gaz-télécom-courants**
- Travaux au dessus de la RCEA en circulation (20 000 véhicules/jour)
  - Protection des usagers - étanchéité des ateliers PS vs section courante

# Changement des DDr des PS

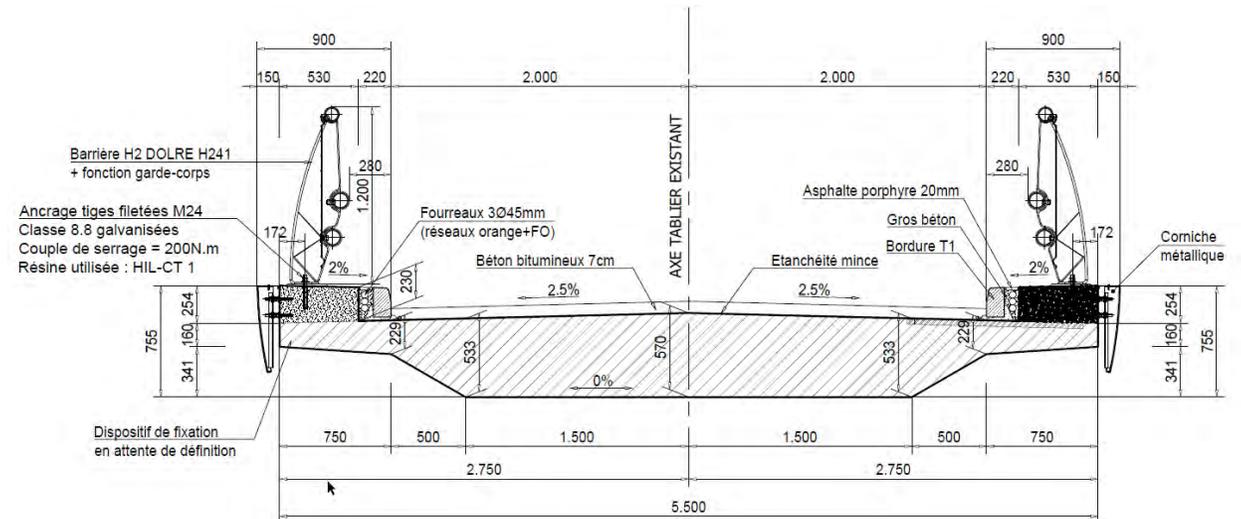
## 1. Phase Amont :

- Déviation de réseaux
- Arrêts & itinéraires de Déviation & Alternats
- Concertation avec CD03 – Mairie, etc.

Ouvrage actuel

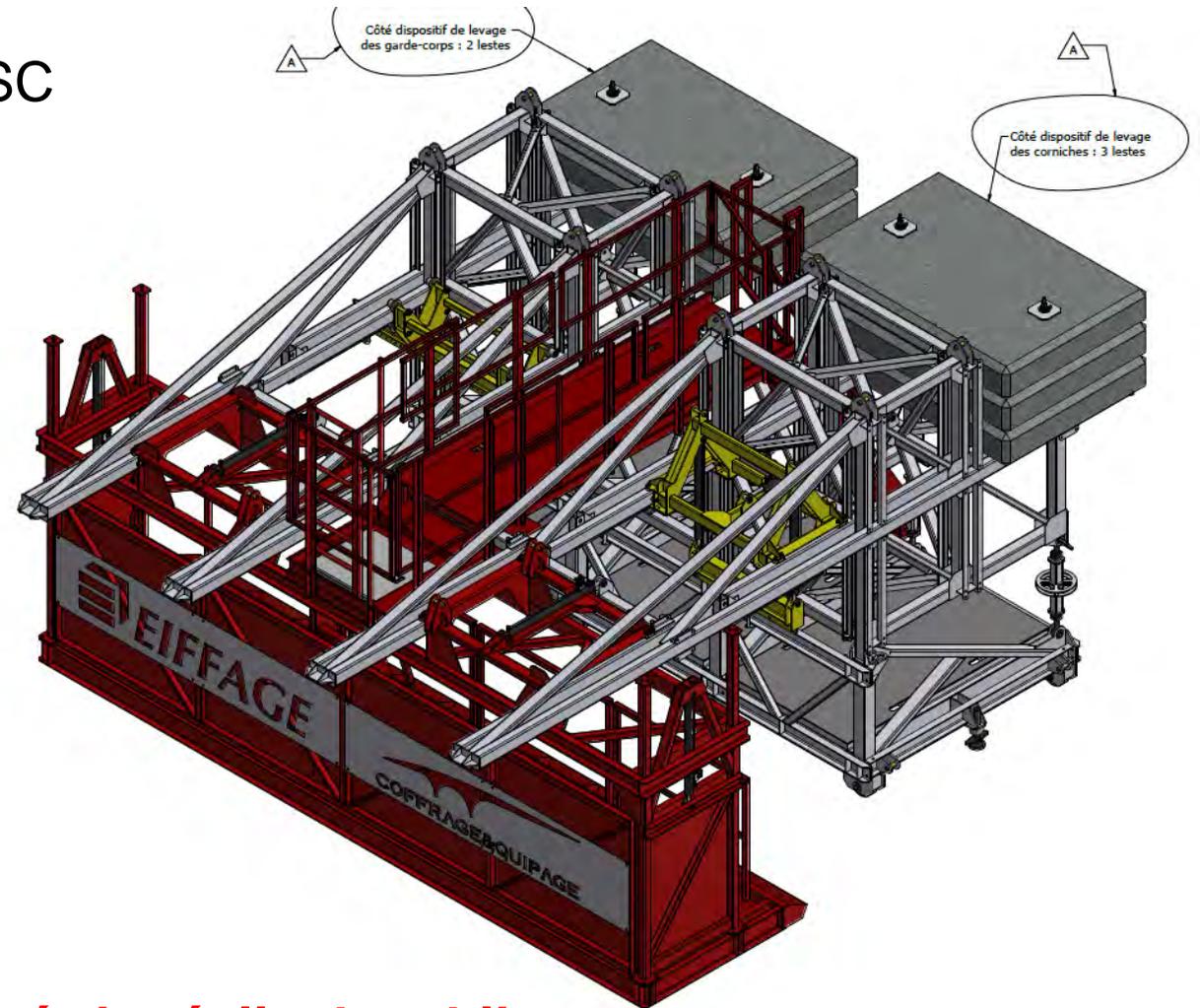
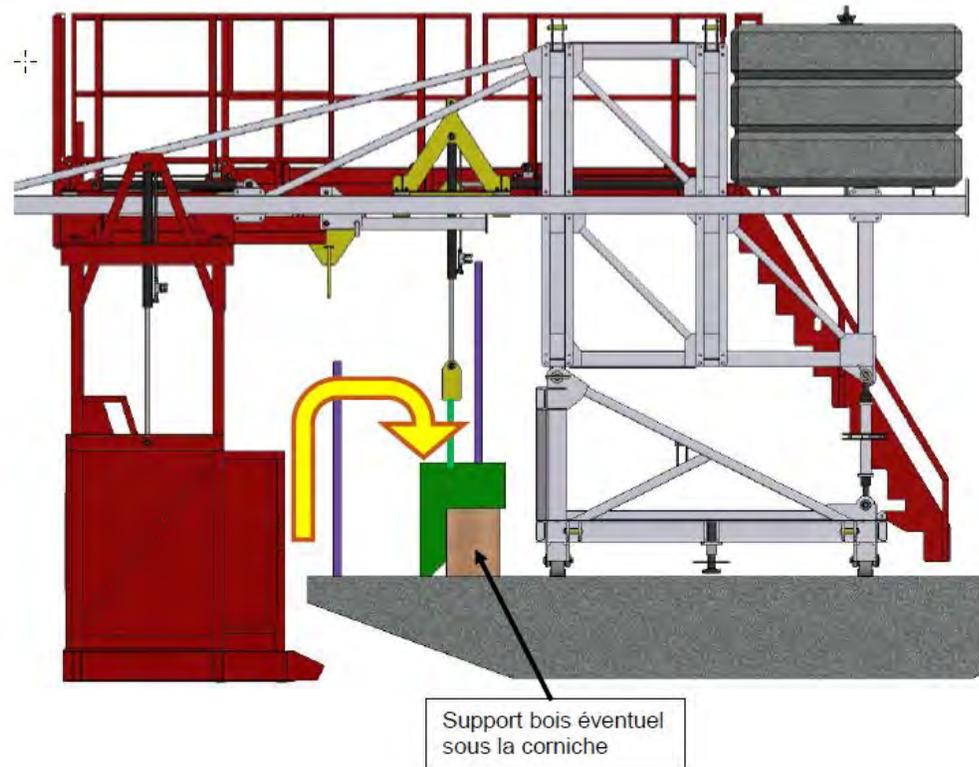


## 2. Dépose des existants (trottoirs, enrobés, étanchéité, etc.)



# Changement des DDr des PS

## 3. Sciage des corniches : Etanchéité avec SC

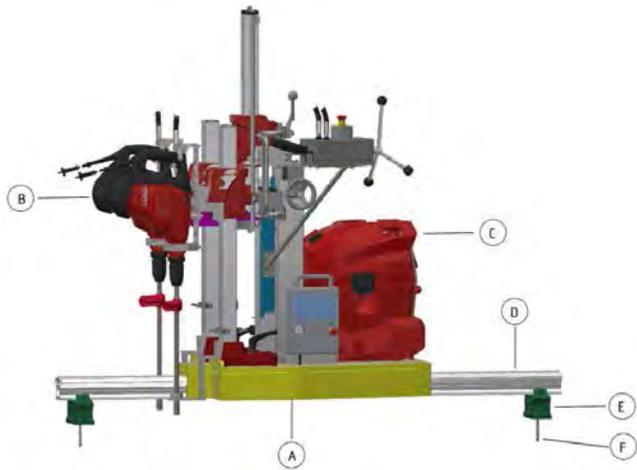


**Itération avec la géométrie réelle du tablier**



# Changement des DDr des PS

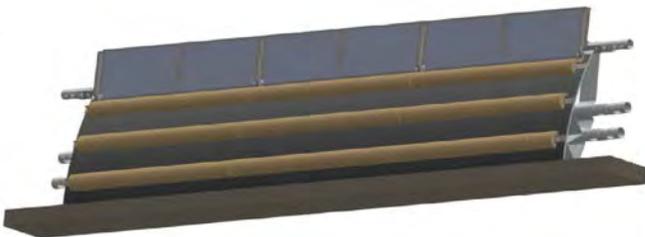
4. Repérage des aciers
5. Perçage
6. Coffrage ferrailage



# Changement des DDr des PS

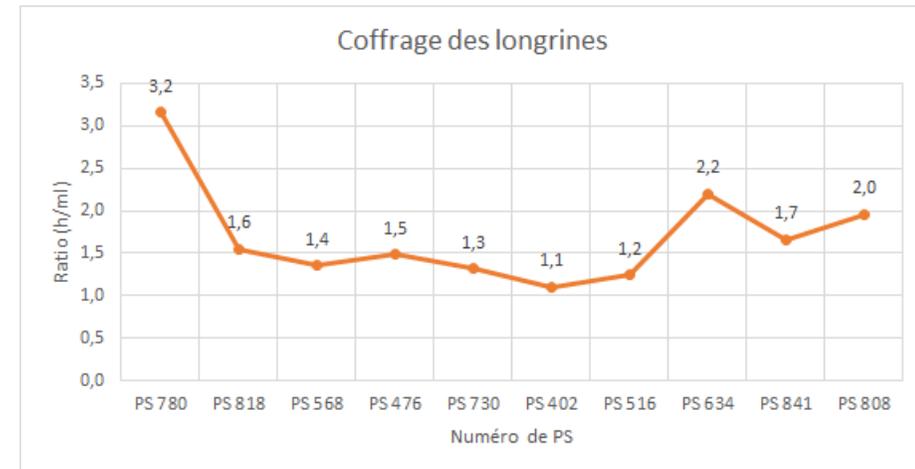
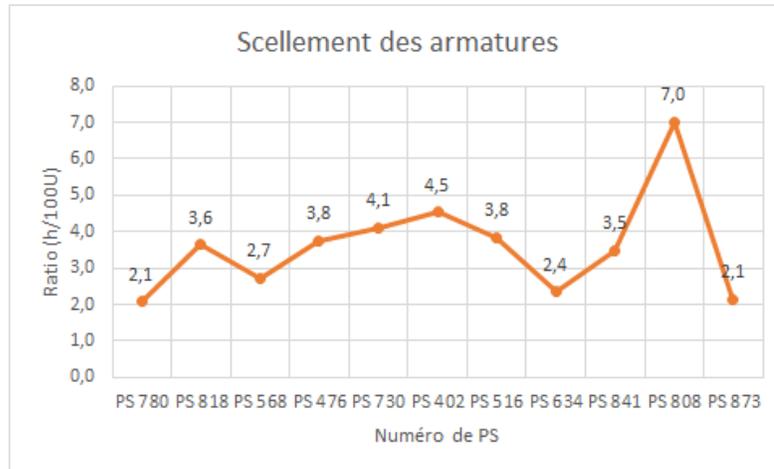
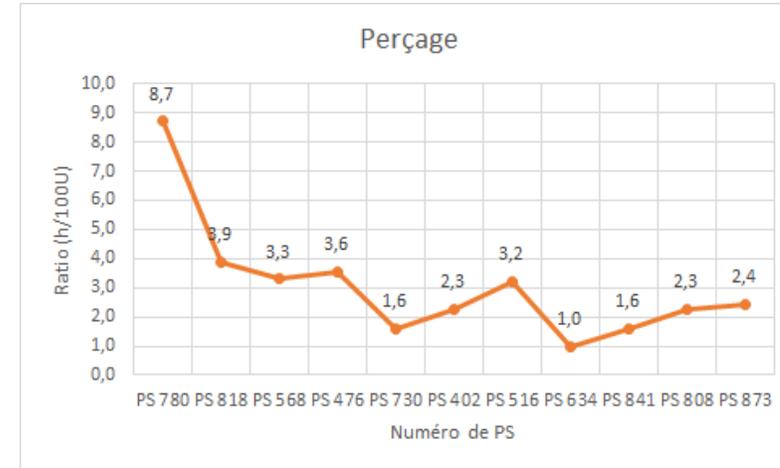
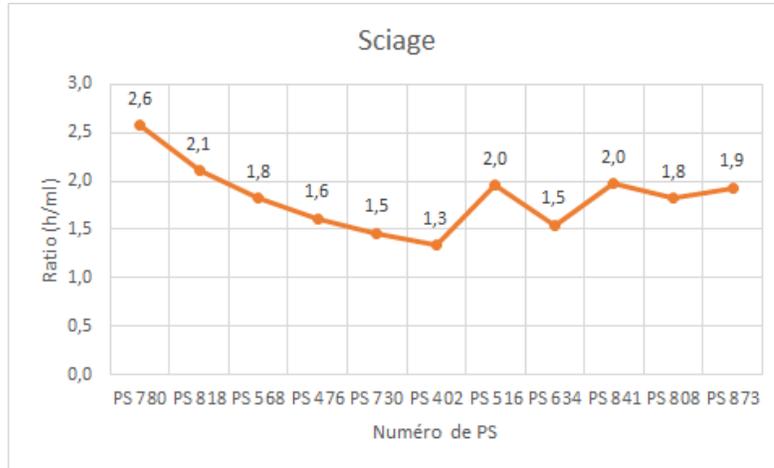
## 7. Equipements :

- Etanchéité & Trottoirs
- Enrobés & JdC
- Corniches
- Dispositifs Chiroptères





# Changement des DDr des PS



# Changement des DDr des PI



# PI Existants

- Nécessité de raboter les ouvrages pour connaître z extradados & Ferrailage des traverses
  - Impact sur les EXE -> données d'entrée tardives
  - Impact sur les travaux de la Section Courante
- Renforcement de certains ouvrages : ancrage d'acier HA dans les tabliers



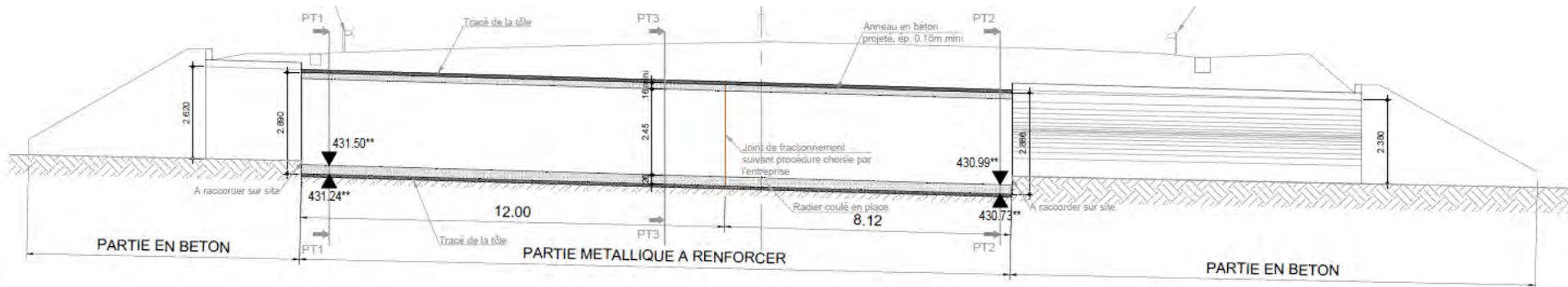
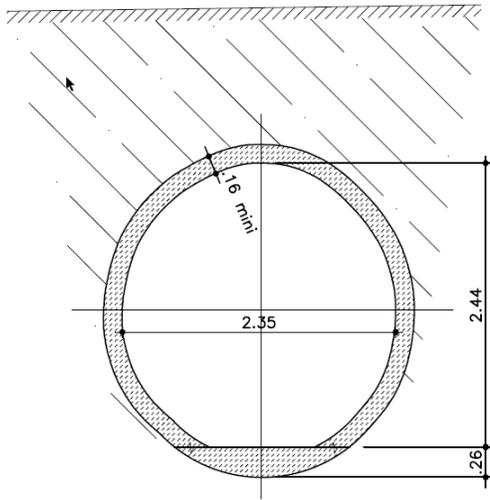
# PI Existants

- ⑩ Changement des DDR :
  - Création longrine & reprise étanchéité
- ⑩ Reprise blocs techniques / largeur de plateforme
  - Assainissement, Réseaux, Murs en retour



# Renfort de buses

- Renfort par béton projeté
- Radier coulé en place



# Réparations béton





# Réparations béton

- ⑩ Pontage : Mortier + Armature fibre de verre
- ⑩ Calfeutrement : Mortier hydraulique R4
- ⑩ Ragréage : Mortier hydraulique
- ⑩ Passivation



# Réparations béton

## ⑩ Injection : Résine Epoxy

- Sous face de dalle
- Culées
- Piles



# Réparations béton

- ⑩ Descentes d'eau
- ⑩ Changement pente des perrés
- ⑩ Changement des AA

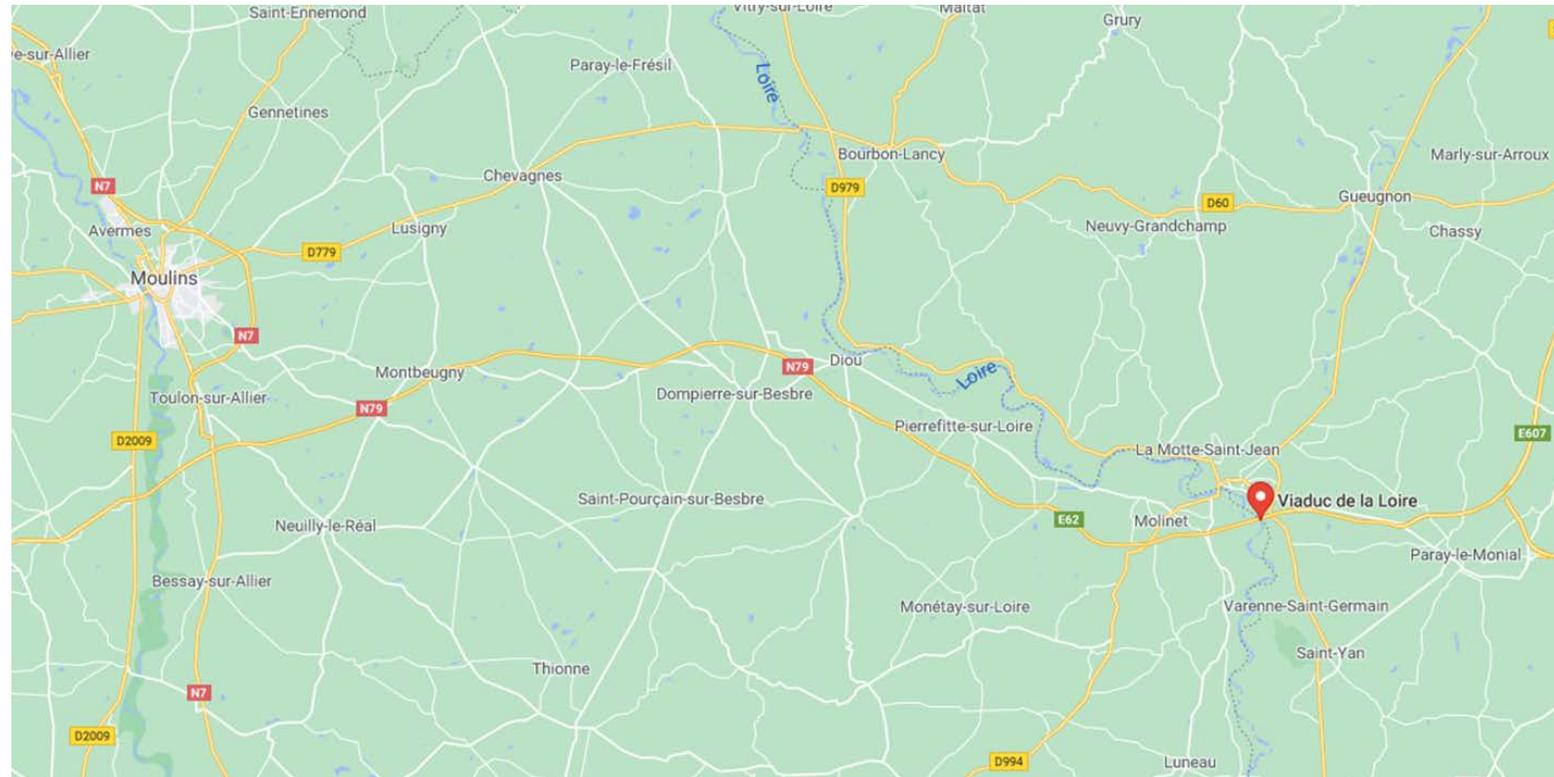
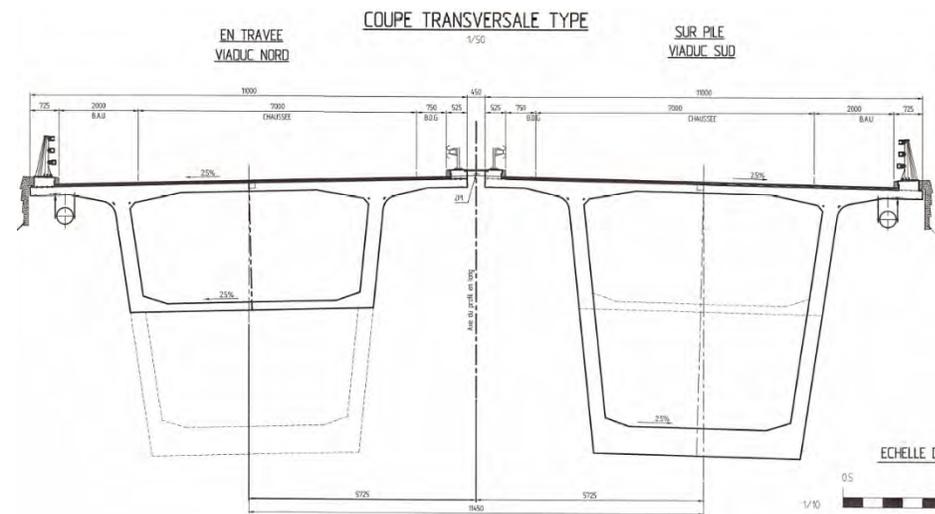


# Le viaduc de Digoin et la RSI

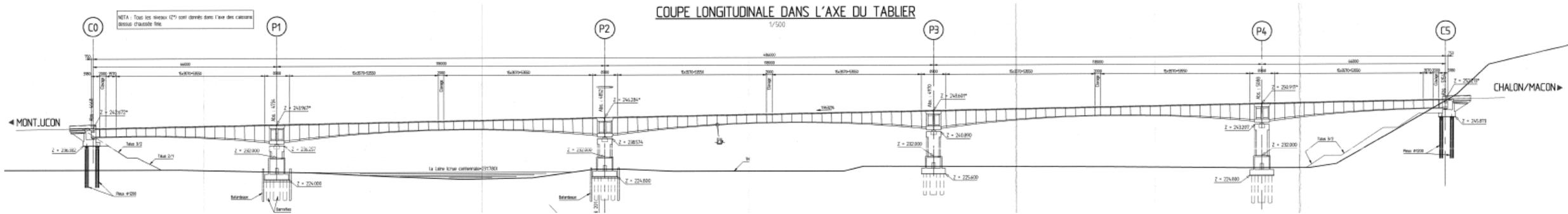
Eleonore de Vasselot, Direction technique OA – CLEA

# Présentation générale de l'ouvrage

- Ouvrage bi-tabliers, chacun de 11m de large supportant les 2x2 voies de la RN79
- Pont caisson en béton précontraint de hauteur variable construit par encorbellement
- Longueur totale 486m – 5 travées
- Voussoirs coulés en place
- Franchissement de la Loire
- Mise en service: 2000



# Présentation générale de l'ouvrage



# Pathologies identifiées



*Pathologies des culées*

# Pathologies identifiées

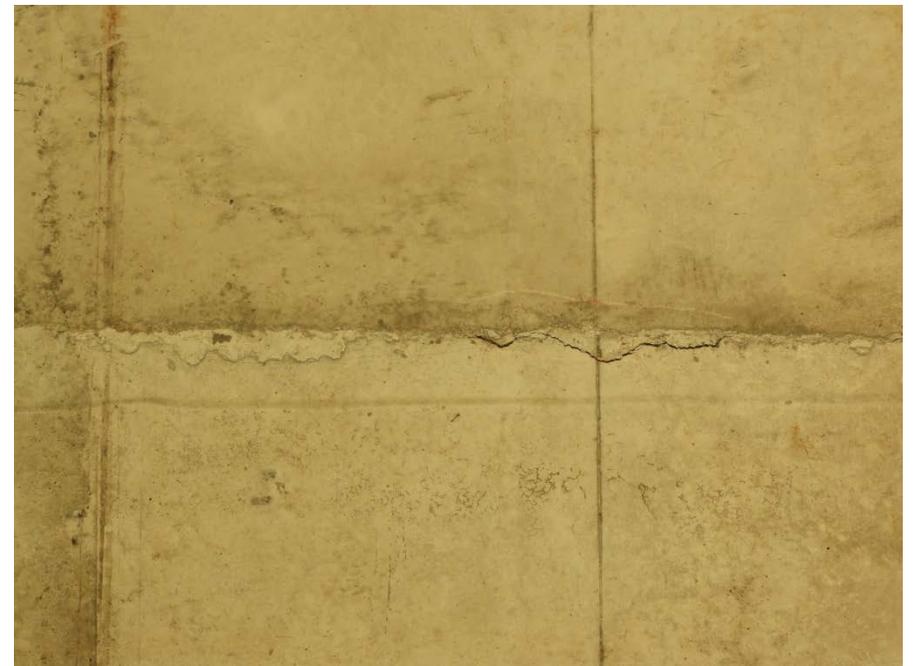


*Pathologies des piles*

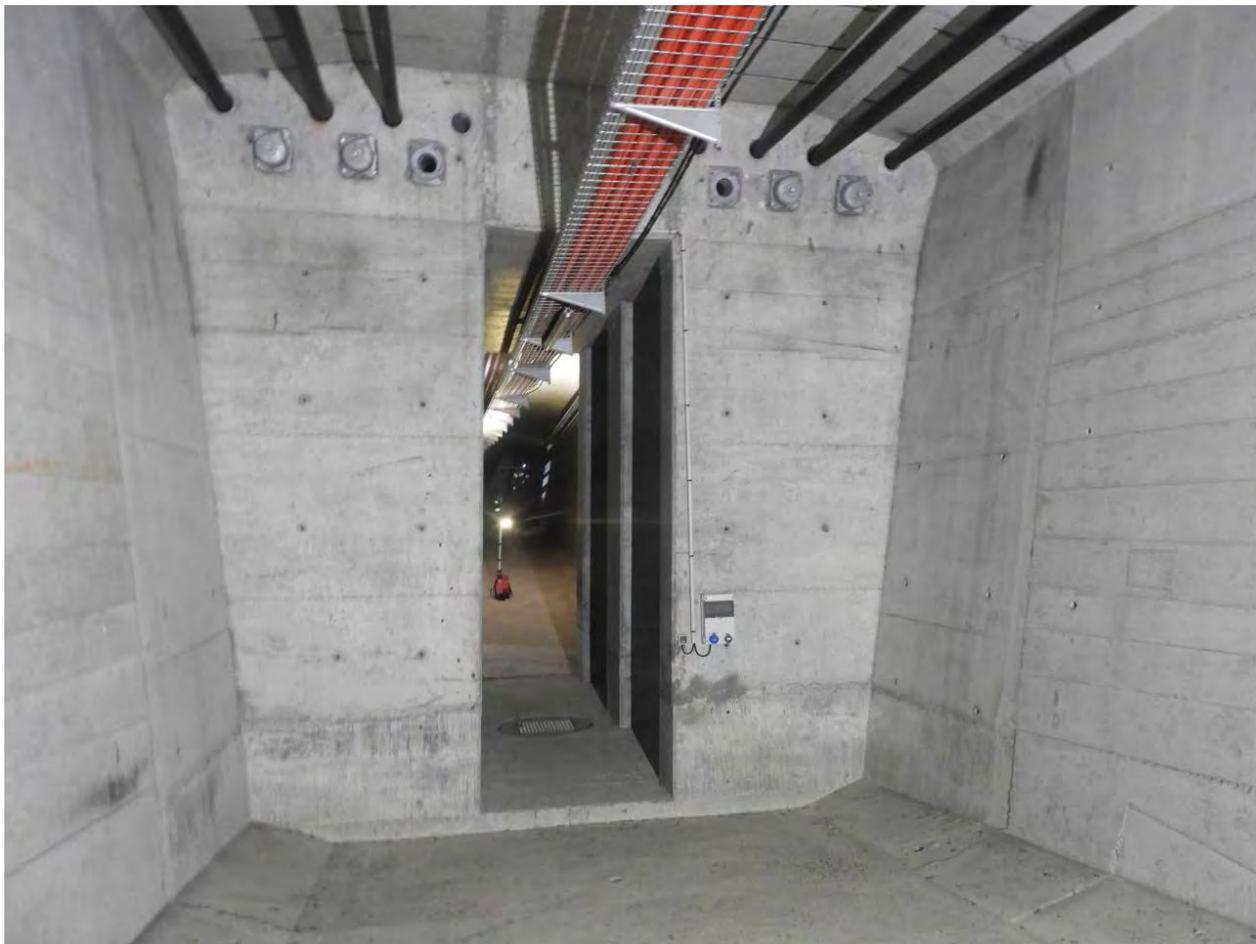
# Pathologies identifiées

*Déconjugaisons au niveau des joints de voussoirs*

➤ **Suspicion d'ouverture des joints**



# Pathologies identifiées



*Interrogation sur la durabilité des gaines PEHD*

# Programme d'investigations

- Visite d'inspection détaillée de l'ouvrage concluant :

	RAPPEL CLASSE IQOA (2016)	RÉÉVALUATION DE LA NOTATION IQOA SUITE À LA VISITE DE 2020
Tablier	2	2
Appareils d'appuis	/	2E
Equipements et abords	2	2-S
Piles	/	2E
Culées	2E	3
<b>CLASSE DE L'OUVRAGE</b>	(Données Archives)	<b>3-S</b>

- Investigations complémentaires à mener sur les piles, culées et sur les joints de voussoirs
- Analyses physico-chimiques à réaliser sur les gaines PEHD

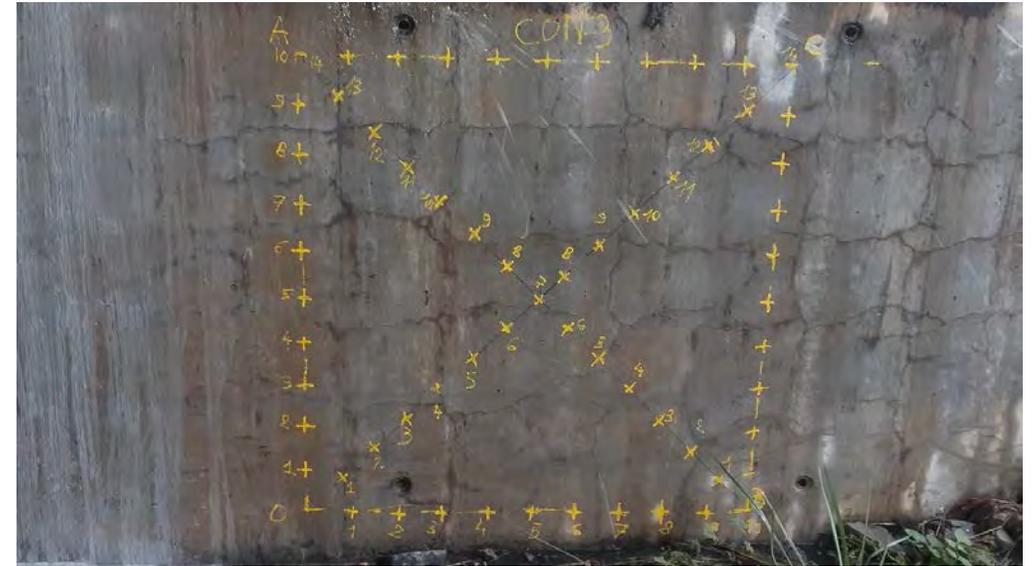
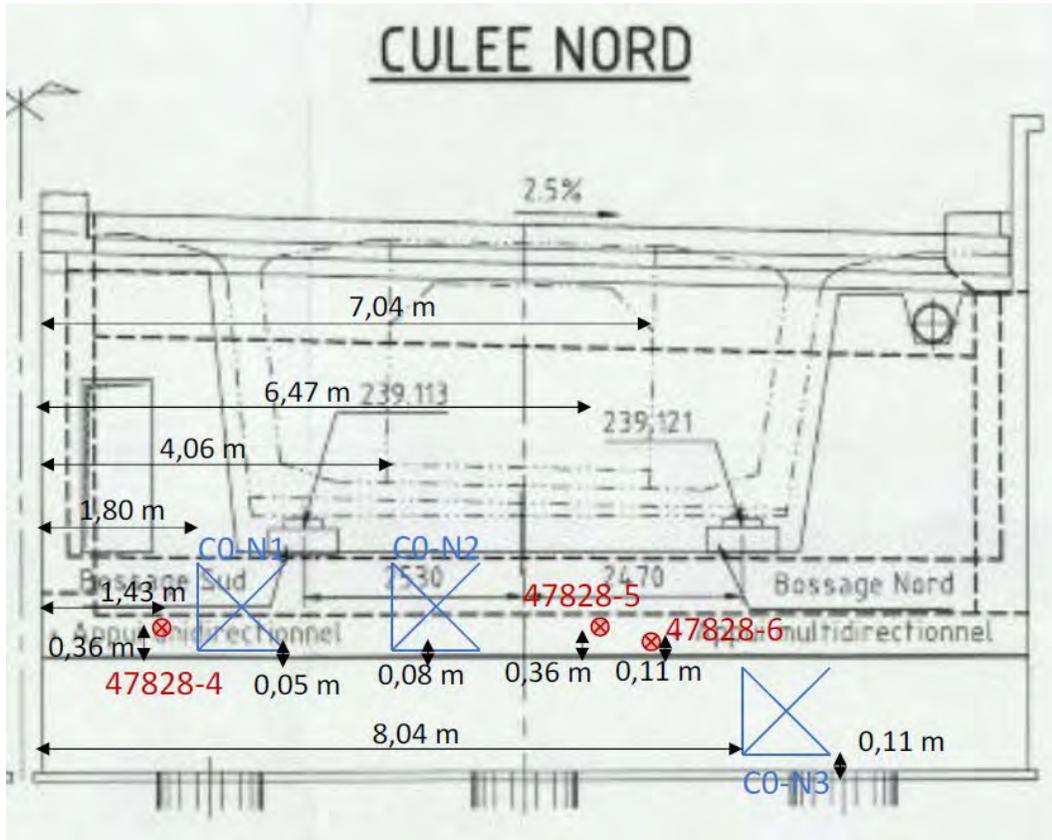


setec



# Programme d'investigations – Culées

- Analyse du dossier d'ouvrage
- Indices de fissuration



Valeur IF (mm/m)	Importance de la fissuration
0 à 0,5	Négligeable
0,5 à 1	Faible
1 à 2	Modérée
2 à 5	Forte
5 à 10	Très forte
> 10	Considérable

Rappel de la quantification de l'IF selon la méthode d'essai LPC n°47

À 6 mois, on observe des IF de Négligeables à Forts, avec une évolution non uniforme.

# Programme d'investigations – Culées

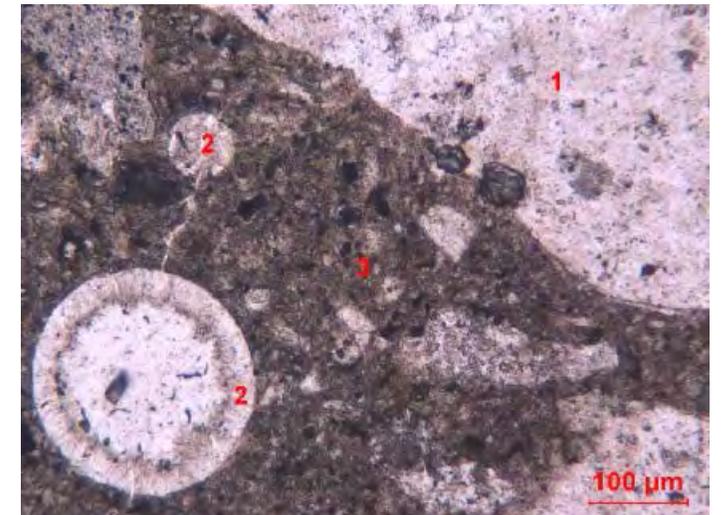
- Profondeur de fissuration
- Carottages pour caractériser la réaction sur les 4 culées



*Prélèvement de carottes de béton*



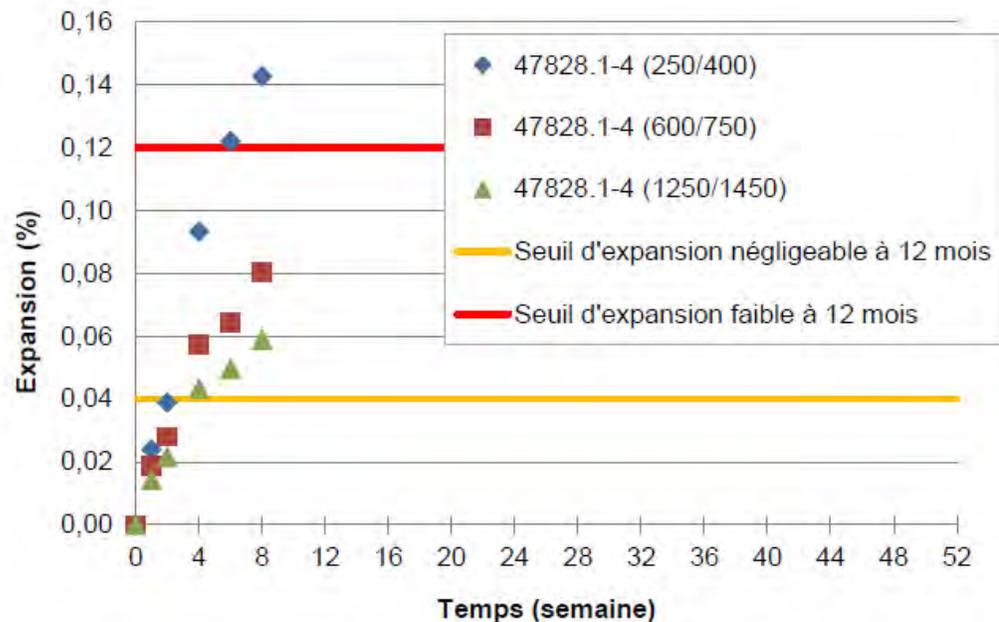
*Passage du radar pour repérer les armatures*



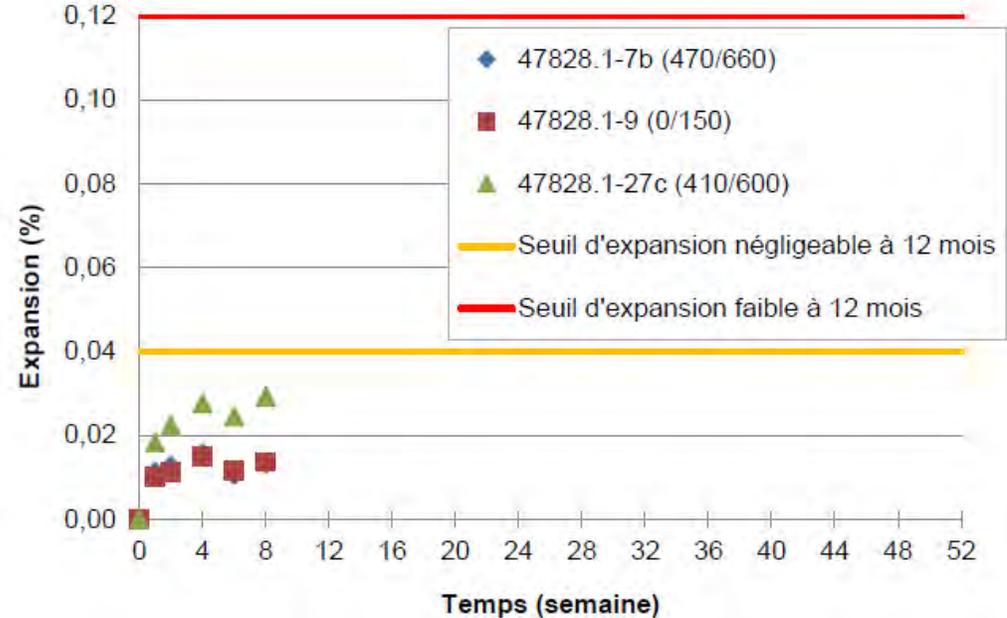
*Analyse au MEB confirmant la présence d'ettringite*

# Programme d'investigations – Culées

- Essais de résistance et de module d'élasticité
- Essais d'expansion
  - **Objectif : mesurer l'expansion potentielle résiduelle des carottes de béton**



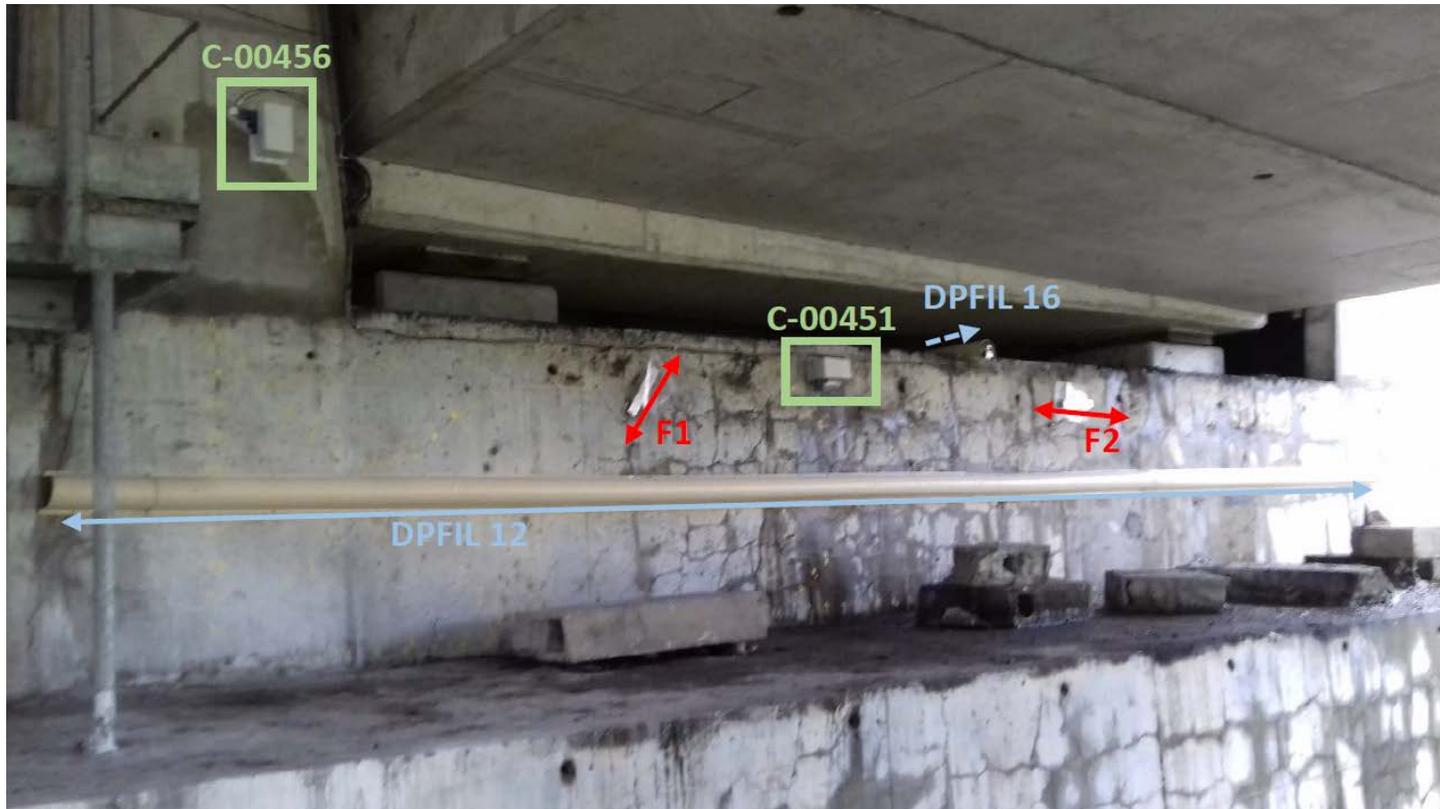
*Sommier de culée – zone très atteinte*



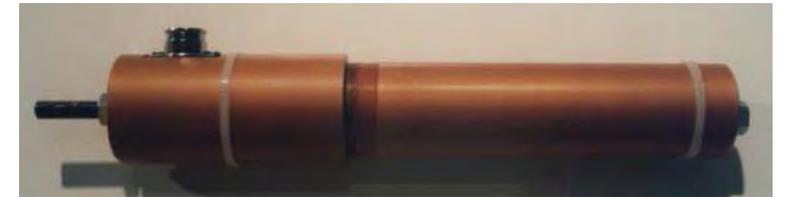
*Mur en retour de culée – zone peu atteinte*

# Programme d'investigations – Culées

- Sondes de température et d'hygrométrie
- Suivi par distancemétrie
  - **Objectif : suivre le gonflement des éléments dans leur environnement**



Ensemble des équipements installés sur chaque culée



Extensomètre



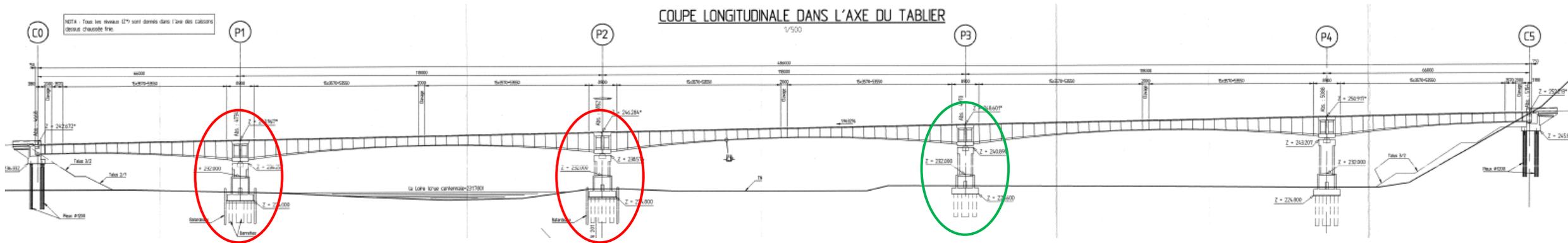
Fissuromètre



Sonde de température et d'hygrométrie

# Programme d'investigations – Piles

- Indices de fissuration
- Carottages pour caractériser la réaction
- Profondeur de fissuration
- Essais de résistance et de module d'élasticité
- Essais d'expansion



*Emplacement des prélèvements pour les essais d'expansion : P1, P2, VSP2 et P3 (saine)*

# Programme d'investigations – Piles

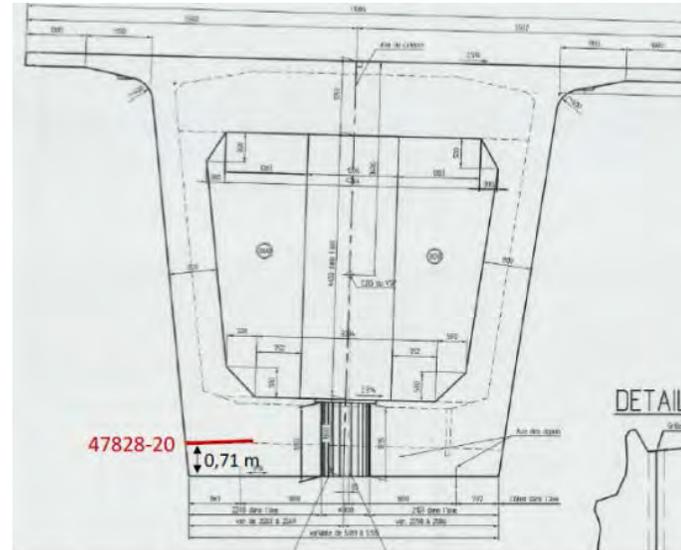
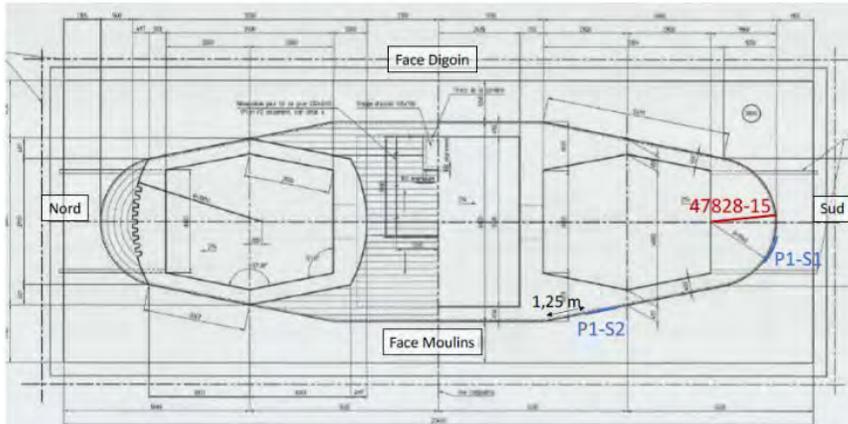
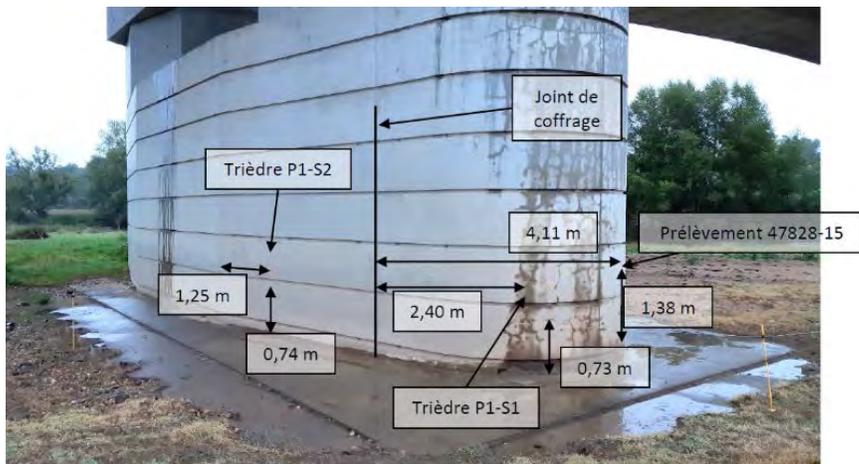


Fig. 52 : Implantation du prélèvement sur le voûsoir de la pile P2-S, côté TPC



Emplacements des IF et prélèvements sur P1

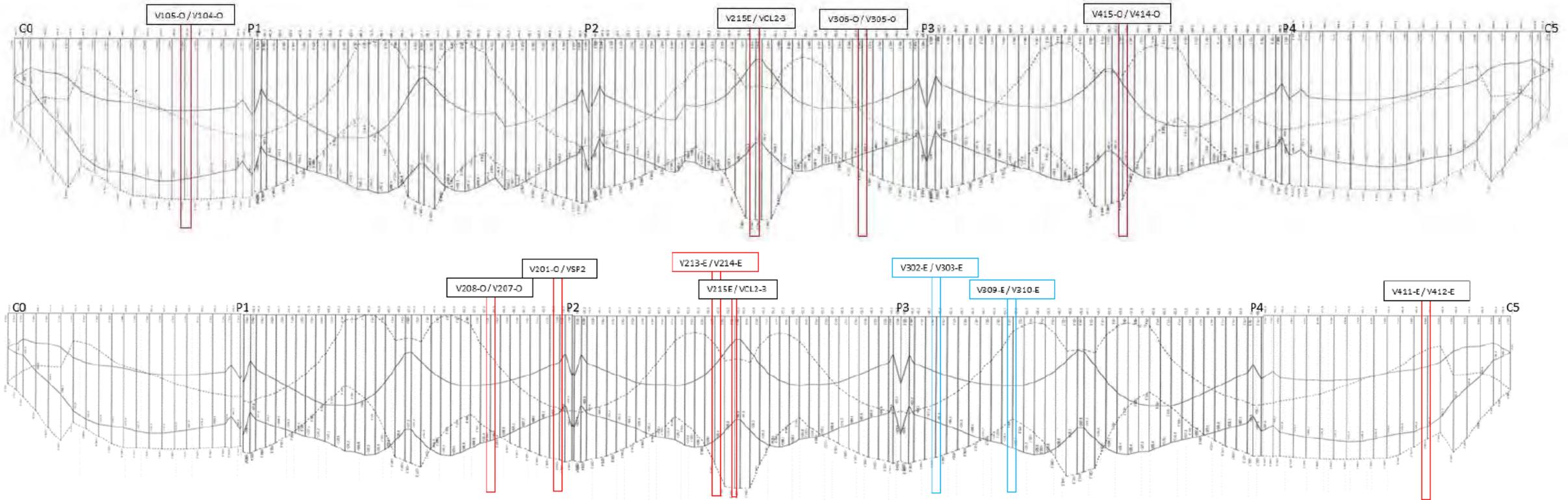


Prélèvement sur le VSP2



# Programme d'investigations – Tablier

- Caractériser les déconjugaisons au niveau des joints de voussoirs
- Détermination des sections à instrumenter



Sections instrumentées sur chaque tablier

En rouge : jauge de déformation + capteur de déplacement

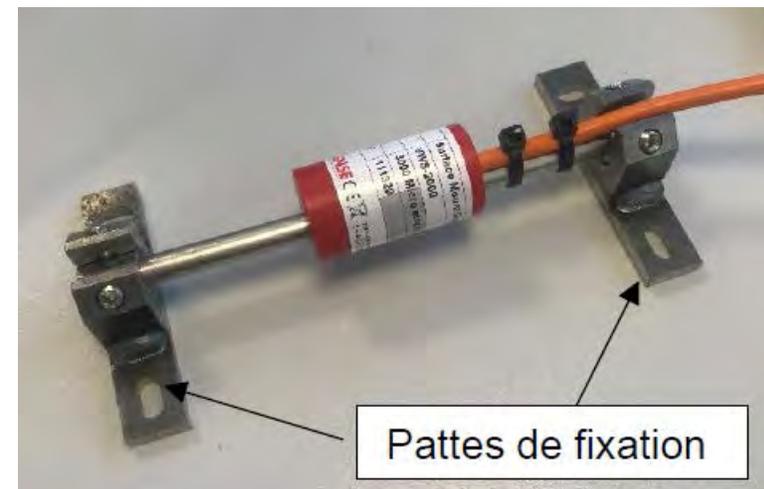
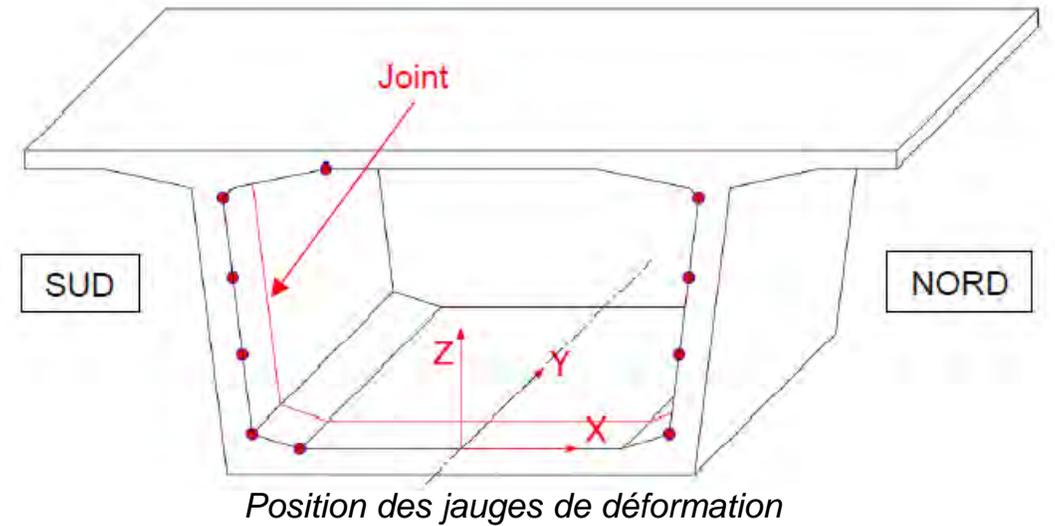
En bleu : capteur de déplacement seul

# Programme d'investigations – Tablier

- Capteurs de déplacement
- Mesures sur 4 semaines sous circulation



Capteur de déplacement



Jauge de contrainte

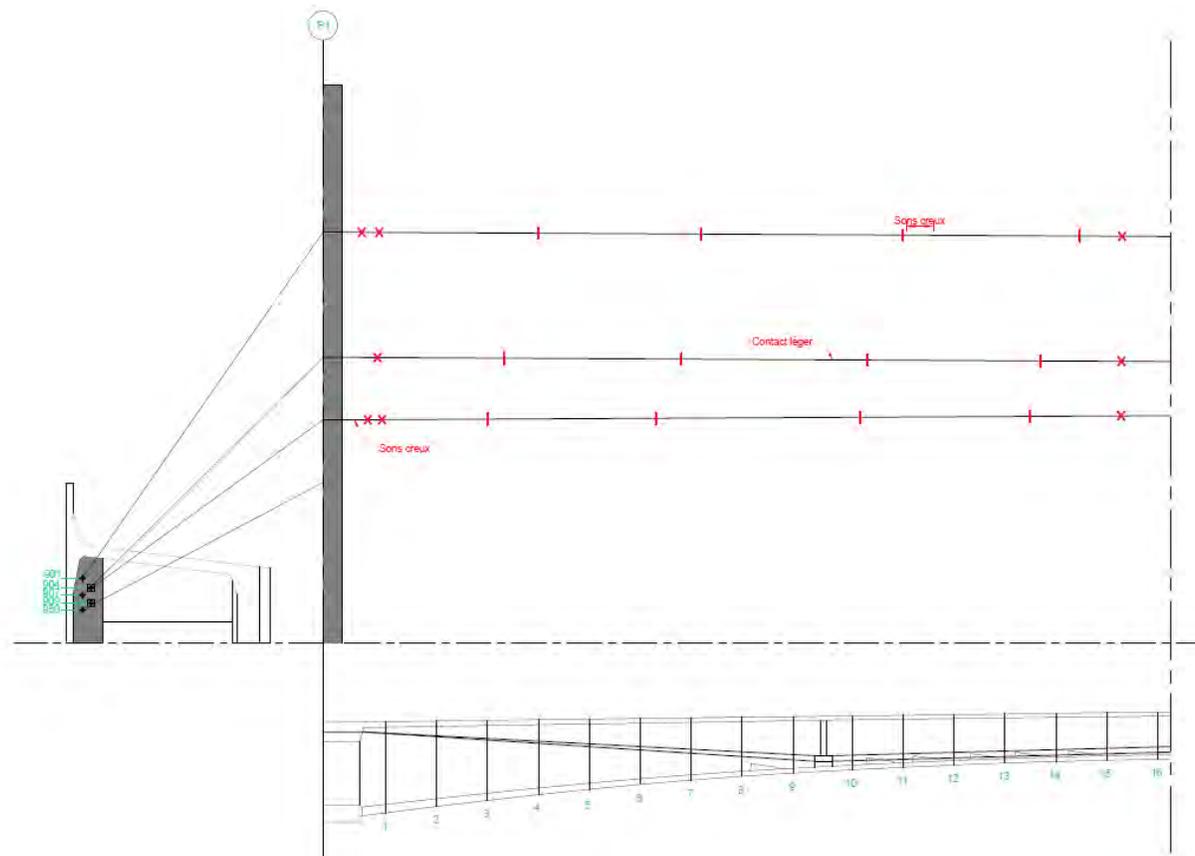
# Programme d'investigations – Tablier

- Epreuves de chargement
  - **Reconduction partielle des épreuves d'origine**
  - **Sollicitation des joints appareillés**



# Programme d'investigations – Tablier

- Précontrainte extérieure
  - Relevé des désordres



- Analyses physico-chimiques des gaines PEHD
  - Prélèvements des gaines
  - Teneur en noir de carbone
  - Temps d'induction à l'oxydation
  - Taux de cristallinité
  - Température de fusion



