

WEBINAIRE DE L'AFGC

4 septembre 2025

**Aménagement de l'échangeur de
Menton sur l'autoroute A8**

**Elargissement du viaduc Nord de
Cabrolles**

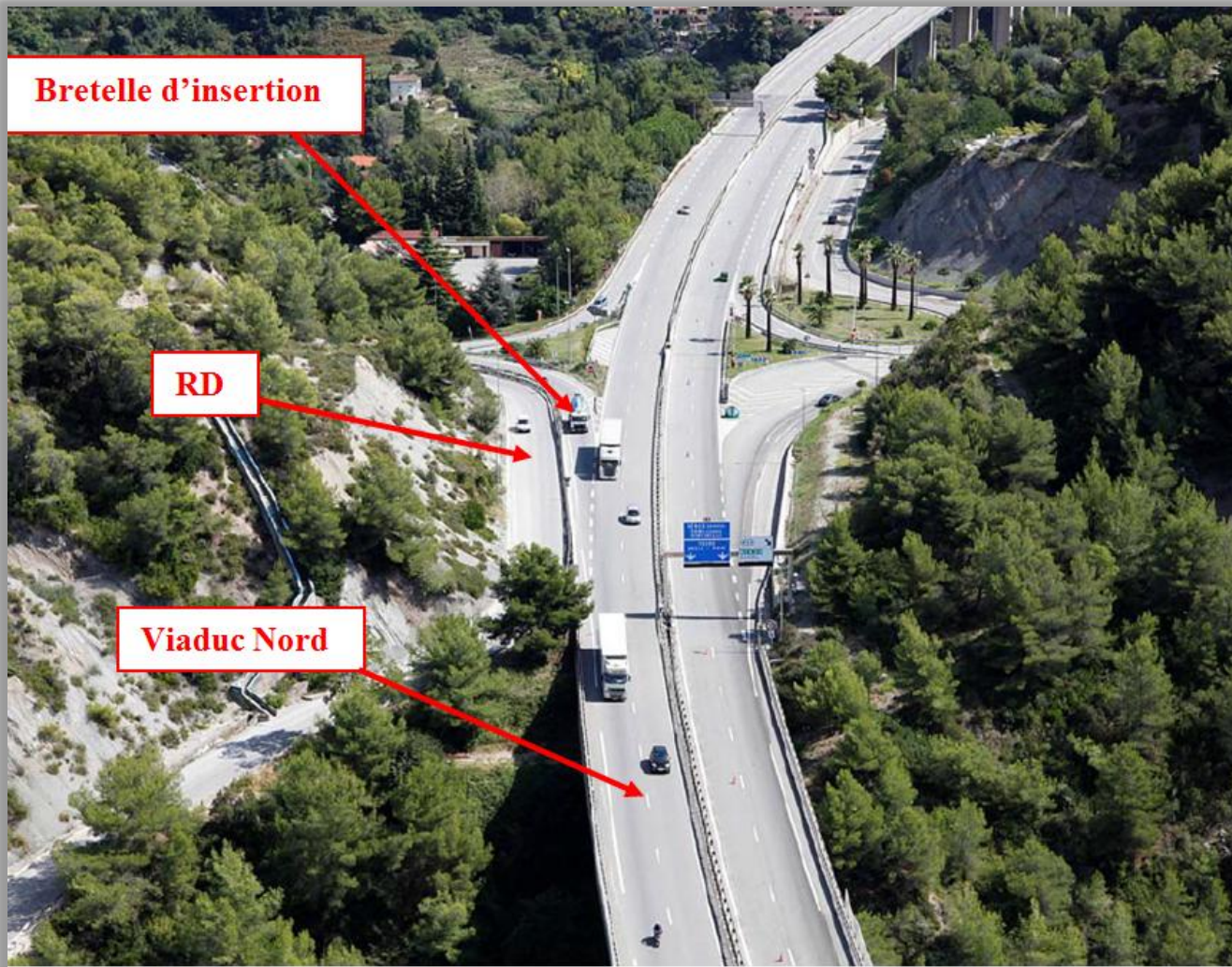
A8 Turbie / Frontière italienne construite en 1967 / 1969 En prolongation de l'autoroute des Fleurs Italienne



A8 Turbie / Frontière italienne - Echangeur de Menton



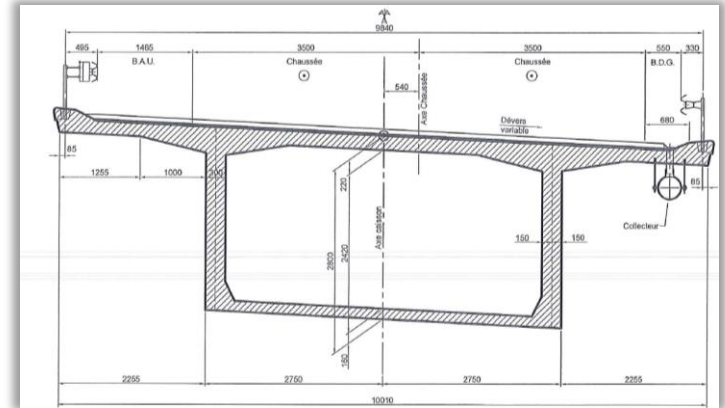
A8 Turbie / Frontière italienne - Echangeur de Menton



A8 Turbie / Frontière italienne – Les viaducs

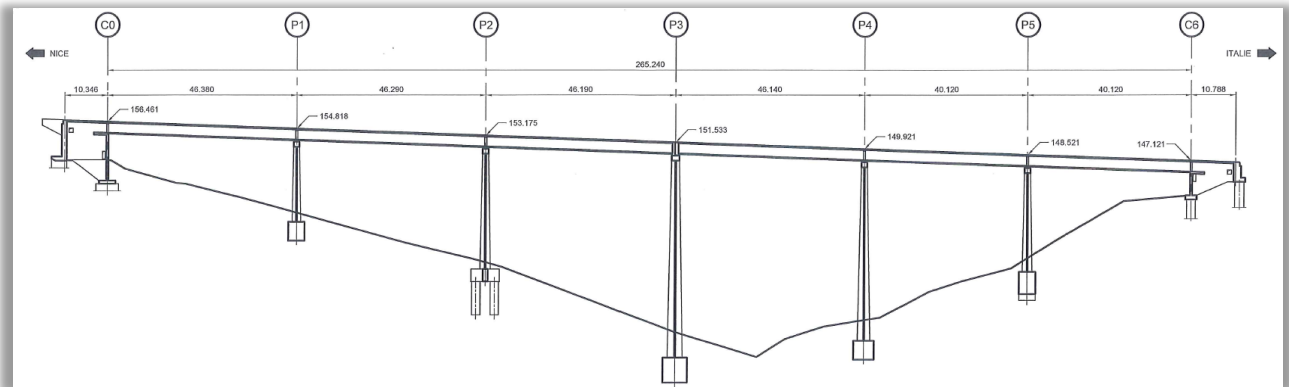
Cette section Turbie / Frontière d'A8 comporte une série de 9 viaducs (N+S)

- GORBIO : 152 m – 2 x 4 travées
- RANK : 360 m – 2 x 9 travées
- STE-AGNES (PESCAÏRE) : 474 m – 11 + 10 travées
- PALA : 190 m – 2 x 4 travées
- **CABROLLES (BORRIGO) : 265 m – 2 x 6 travées**
- CAREÏ : 520 m – 11 + 10 travées
- FOSSAN : 130 m – 2 x 3 travées
- BAOUSSET : 104 m – 2 x 3 travées
- GARAVAN : 184 m – 2 x 5 travées.



Le viaduc de Cabrolles Nord a été construit en 1967 / 1969 par le Groupement GTM / Boussiron.

Long de 264 m, il comporte 6 travées et il partage avec les autres viaducs une section transversale commune de caisson BP rétablissant 2 voies d'un sens de de circulation de L'A8. Le tablier présente une coupe transversale de **caisson BP de 10 m de large et de 2,50 m de hauteur**

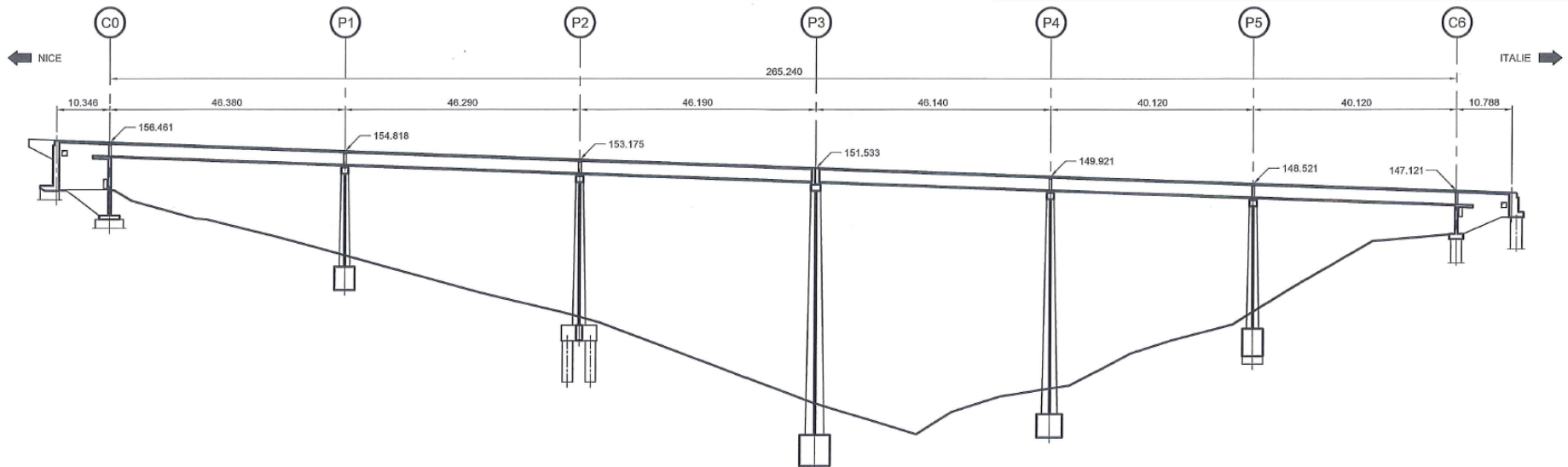


A8 Turbie / Frontière – Viaduc de Cabrolles

Longueur totale hors culées massives : 265 m

Deux tabliers avec joint intermédiaire sur pile centrale P3

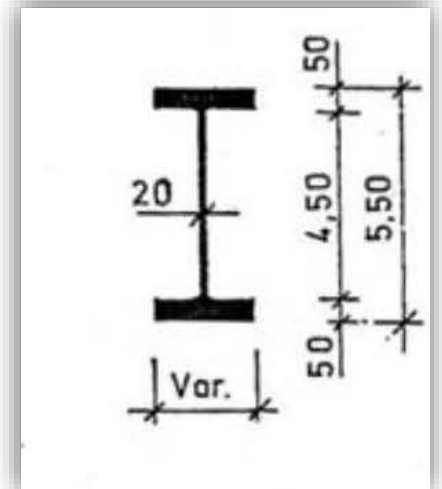
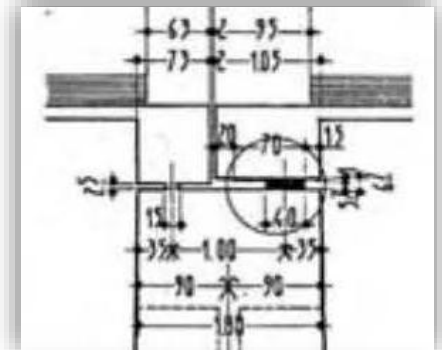
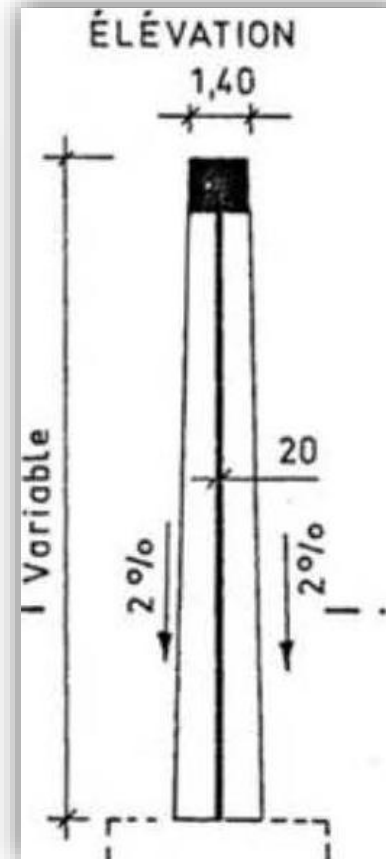
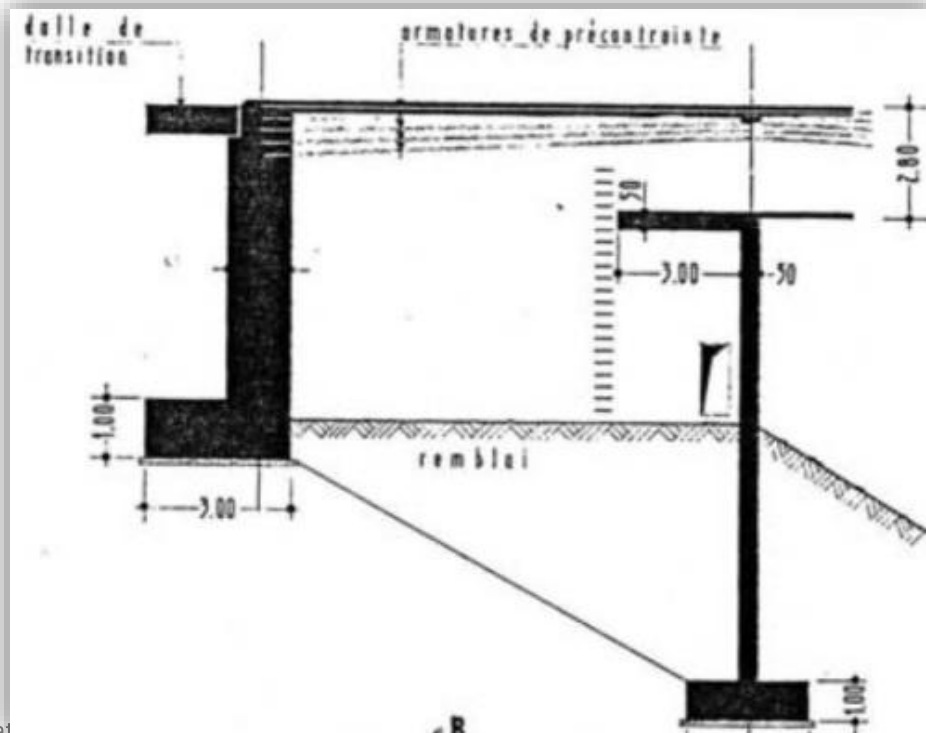
- Tablier Ouest : 3 travées de C0 à P3 (46,4 m – 46,3 m – 46,2 m)
- Tablier Est : 3 travées de P3 à C6 (46,2 m – 40,1 m – 40,1 m)



A8 Turbie / Frontière – Conception initiale du viaduc de Cabrolles

Ces 9 ouvrages de la sction Turbie / Frontière avaient été conçus et réalisés selon un principe commun, avec tabliers caisson BP encastrés sur des culées massives et posés / reliés aux piles intermédiaires avec des articulations Freyssinet.

Un joint central assure les dilatations grâce une prise d'appui glissante de l'un des deux tabliers.



A8 Turbie / Frontière – Conception initiale du viaduc de Cabrolles

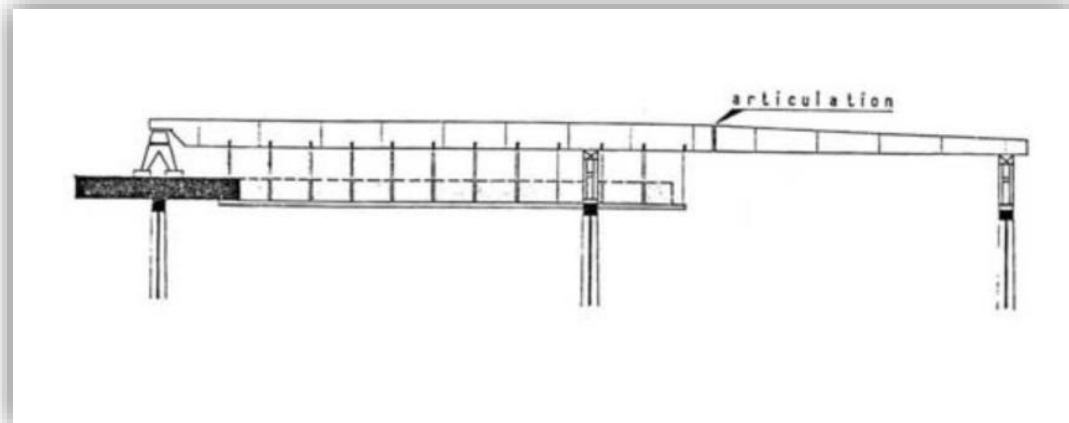
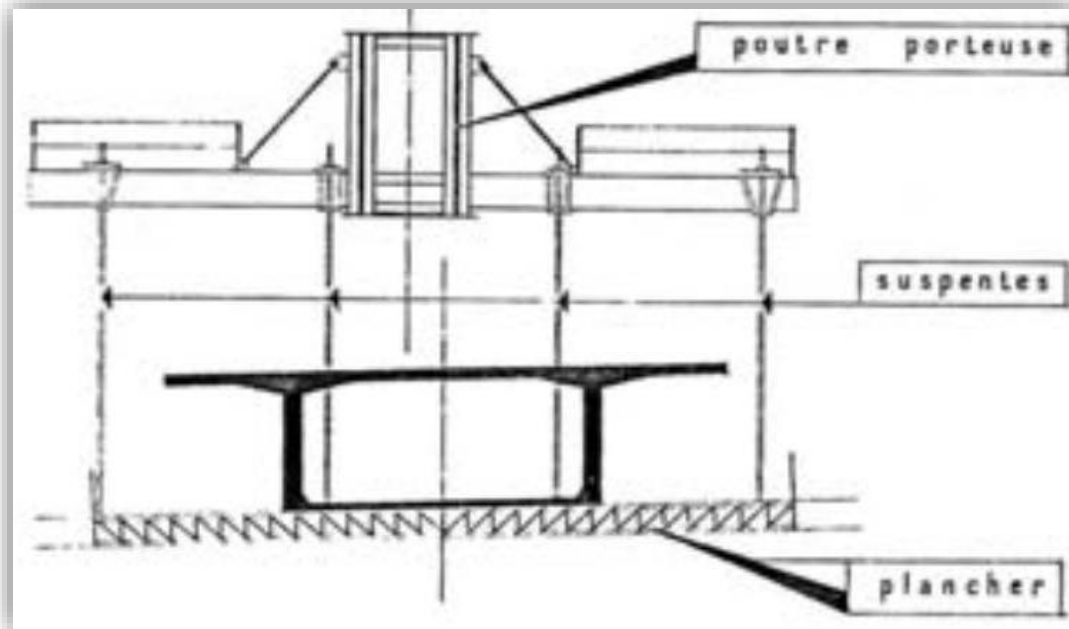
Un principe de construction du tablier par travée entière à l'aide d'un cintre auto-lanceur constitué d'une poutre-caisson métallique permettant de couvrir plus de 2 travées et de prendre appui en 3 points.

L'appui arrière de la poutre était constitué par un portique à quatre boggies roulant sur des rails simplement posés sur le tablier déjà coulé.

Les deux autres appuis de la poutre étaient constitués par deux palées boulonnées au sommet des deux piles suivantes.

Ce cintre auto-lanceur supportait un plancher suspendu constitué de panneaux en charpente triangulée légère avec platelage en caillebotis tôle dans la partie formant fond de coffrage.

Pour assurer une cadence soutenue de construction, le béton des tabliers avait été étuvé.

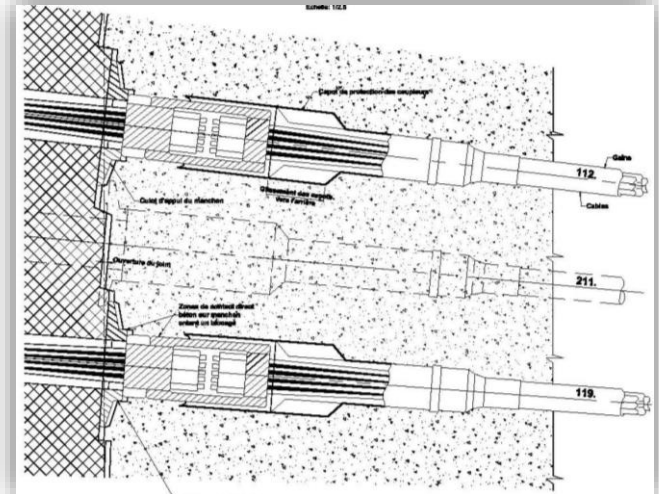
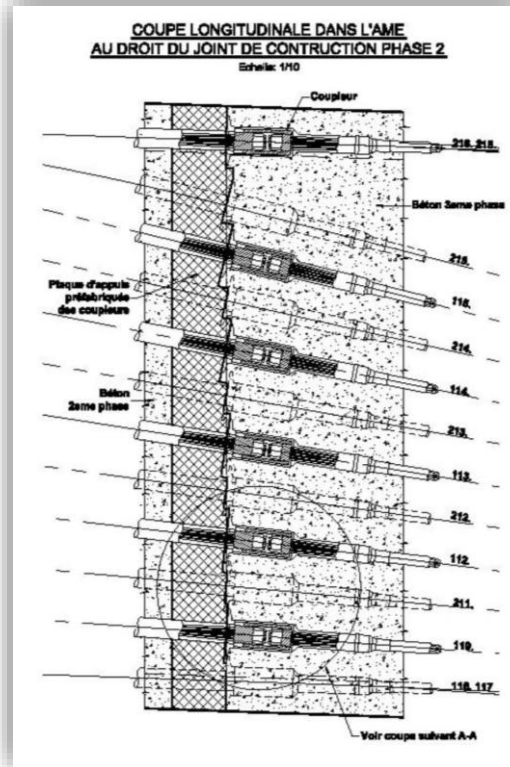


A8 Turbie / Frontière – Conception initiale du viaduc de Cabrolles

Le principe de construction par travée entière conduisait à prévoir un joint de construction situé entre 7 et 8 m de l'axe d'appui (moment CP $\sim$ Nul).

La conception d'origine a été faite avec un manchonnage à 100% de la précontrainte / joints de construction.

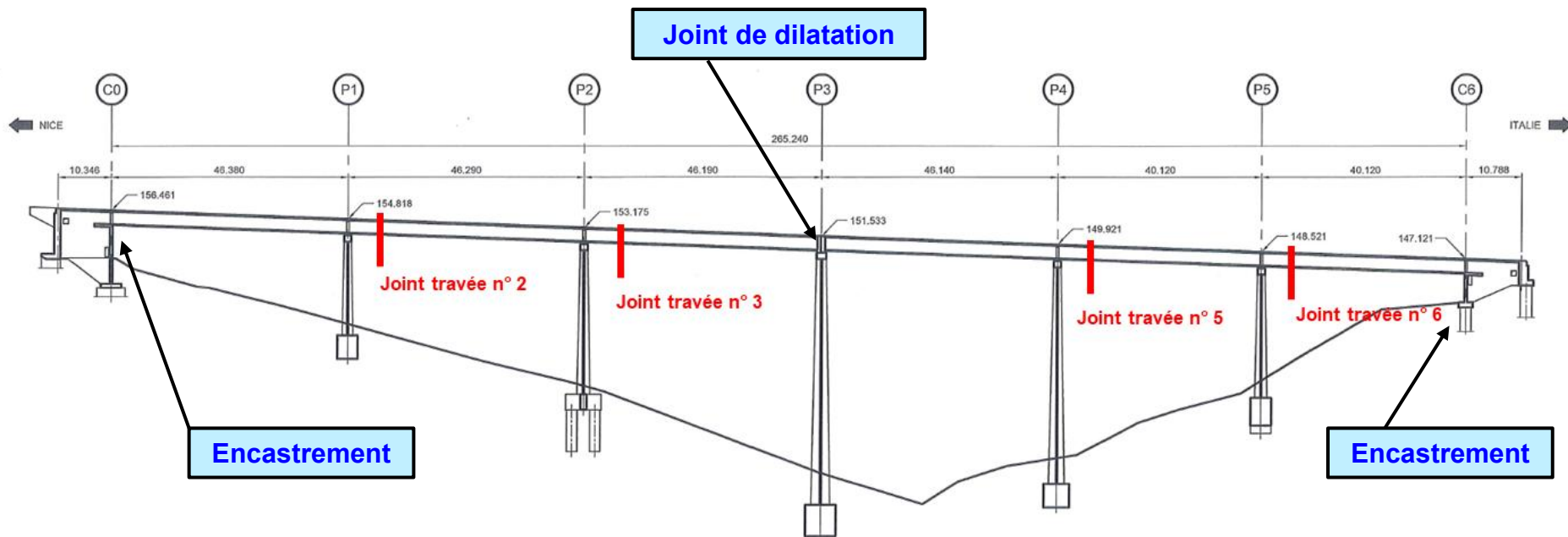
Des plaques d'abouts préfabriquées avaient été utilisées pour améliorer les cadences de construction.



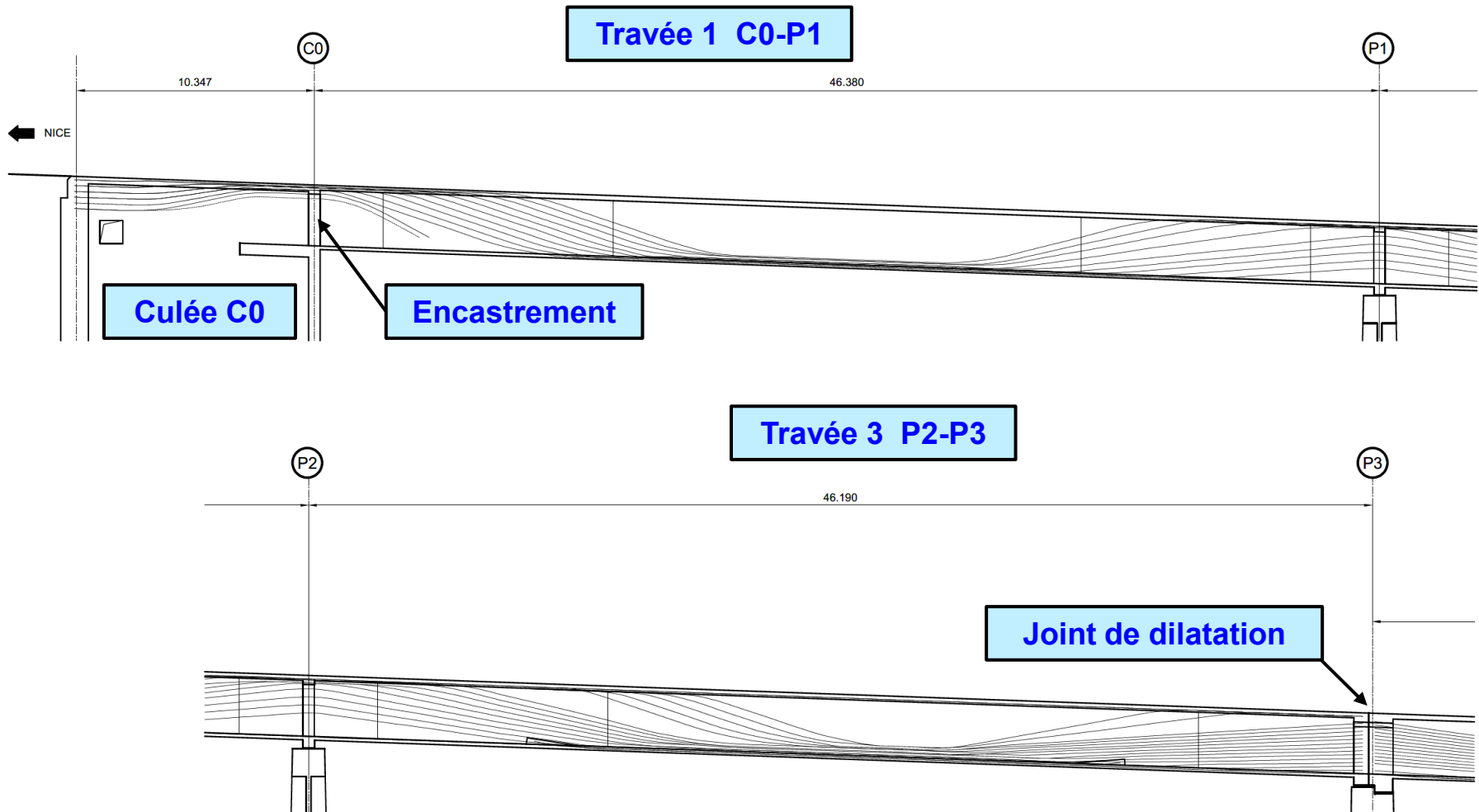
A8 Turbie / Frontière – Conception initiale du viaduc de Cabrolles

Précontrainte existante

- **Câbles S.E.E.E. type 7 T13** (nombre variable avec maxi 2 x 16 câbles / joint)
- 4 joints de construction avec **couplage à 100%** de la précontrainte
- 2 Joints de construction sur tablier Ouest : travées n° 2 et 3
- 2 Joints de construction sur tablier Est : travées n° 5 et 6



A8 Turbie / Frontière – Conception initiale du viaduc de Cabrolles



Le caractère nouveau de ces symptômes (décompression mesurable et ouvertures visibles au niveau des joints de construction + bruits de frottement craquement au passage des camions les plus lourds), avait conduit ESCOTA à traiter le sujet en urgence.

- Conception initiale défavorable d'un manchonnage à 100% de la précontrainte / joints de construction avec des pertes localisés et amplifiées en zone de manchonnage / joints de construction
- Selon les règlements d'origine (ante BPEL), des insuffisances dans les calculs du comportement prévisionnel :
 - Non prise en compte des effets du gradient thermique, amplifié par le climat très ensoleillé du site
 - Existence d'un gradient thermique inverse en sens vertical (région de Nice / Menton)
 - Existence d'un fort gradient thermique en sens horizontal (viaduc sud défavorablement exposé)
 - Appréciation insuffisante des effets du fluage du béton

Technical drawing of a cable joint for a 110 kV cable, showing three cross-sectional views (110, 111, 112) with labels in French and German.

Labels in French:

- Capot de protection des coupures
- Quint d'appui du manchon
- Cheminée du joint
- Zones de contact entre les câbles sur lesquels intervient un montage

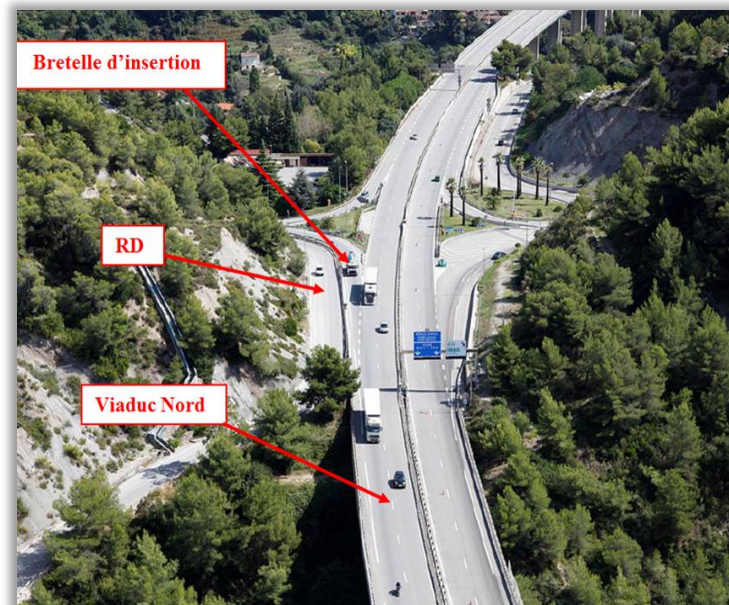
Labels in German:

- Gabel
- Capten
- 112
- 111
- 110

Décision Ministérielle de réaménagement de l'échangeur de Menton en du 04 mai 2016 Comme suite à l'instruction du DDP ESCOTA / EGIS

Partie routière (sécurité routière), remise en conformité de la bretelle d'insertion:

- **Respect de l'ICTAAL 2015** concernant la visibilité sur le linéaire de la bretelle et sur le point d'insertion avec l'A8. Réduction des dévers existants et conformité au schéma 6-18 du guide des échangeurs.
- Amélioration de la conformité en accotement afin d'accroître l'aspect sécurité usager. Zone de sécurité : distance de 7 m sur bretelle de diffuseur. Distance minimum de 6 m entre dispositifs de retenue de part et d'autre d'une voie circulée
- Dispositions pour éviter les risques de prises à contre sens.
- **Marquage CE** requis pour les dispositifs de retenue.
- Conformité en termes de sécurité routière en accotement de la section courante sur 500 m, ainsi que sur les bretelles d'entrée et de sortie jusqu'au raccordement à la voirie locale.

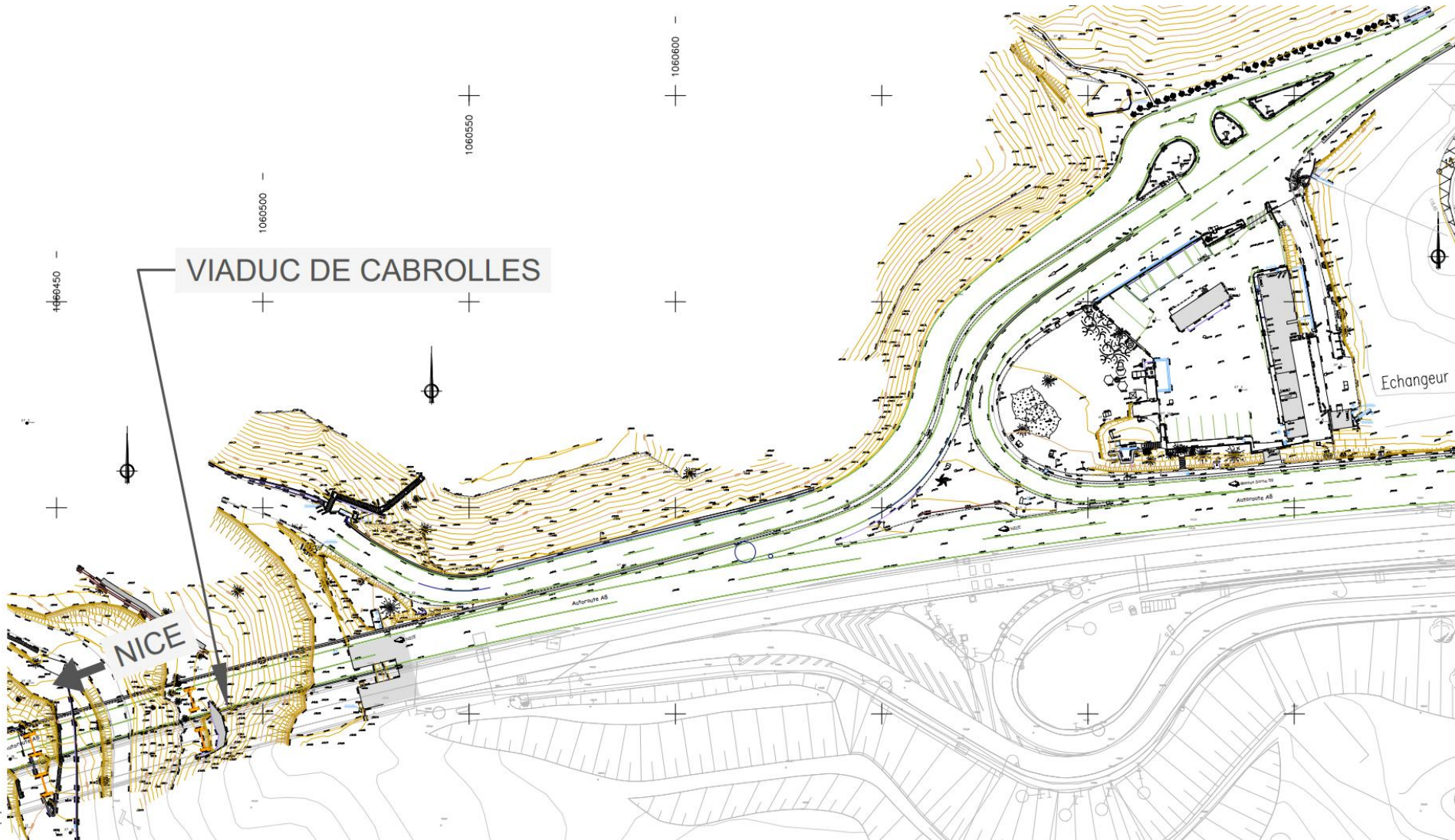


Partie ouvrage d'Art :

- Elargissement du viaduc Nord selon les conséquences géométriques du réaménagement routier
- Application de la **Classe 1 du BPEL** pour déterminer la précontrainte de renforcement du tablier existant.
- **marquage CE** pour les dispositifs de retenue.

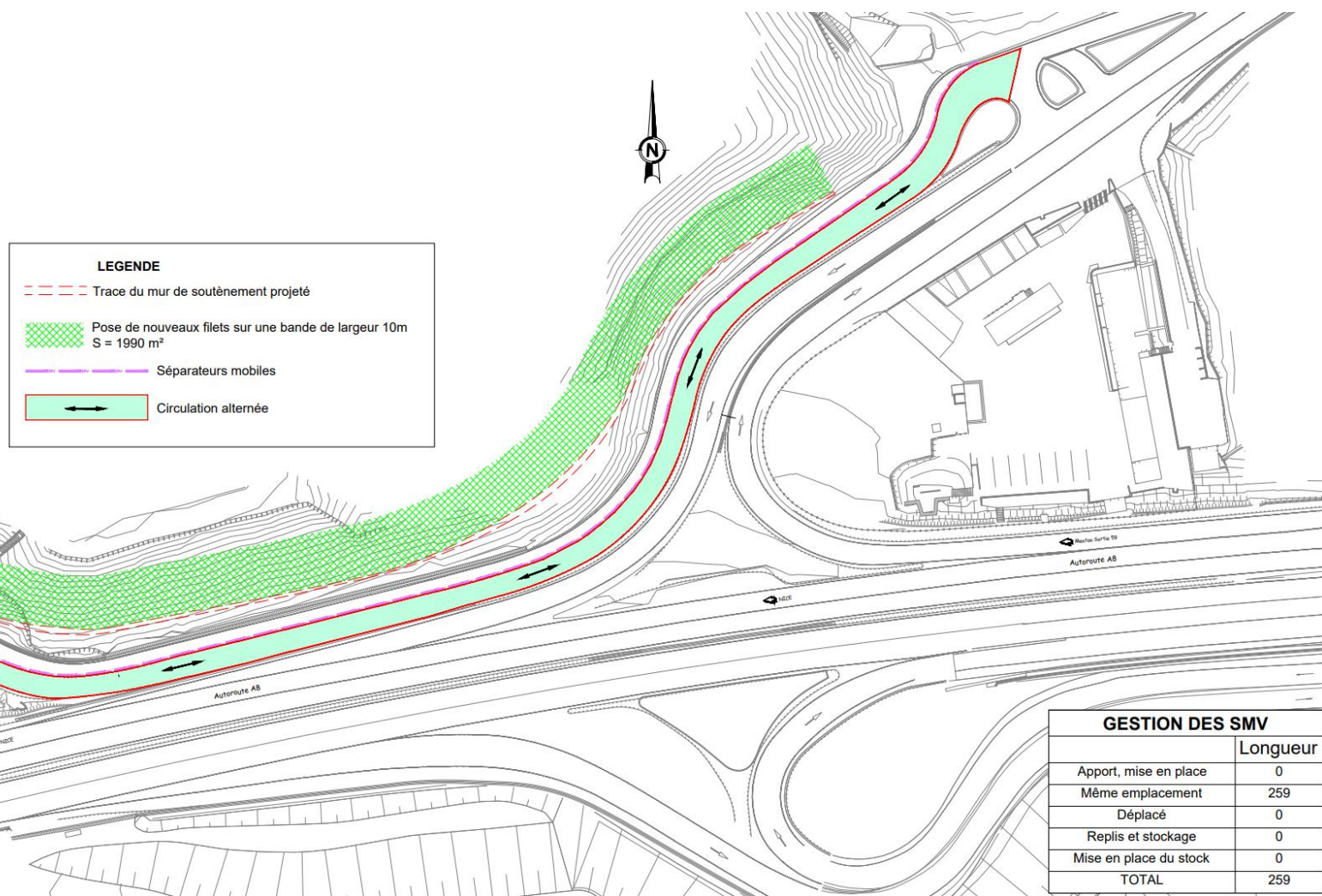
NOTA : Le DDP avait préalablement conclu au principe de l'élargissement du viaduc Nord par comparaison à une solution de bretelle inscrite sur tablier indépendant et parallèle (Insuffisance de profil en travers à l'arrière de la culée C0 coté Nice)

Conséquences DM sur partie routière – Etat initial RD et Bretelle



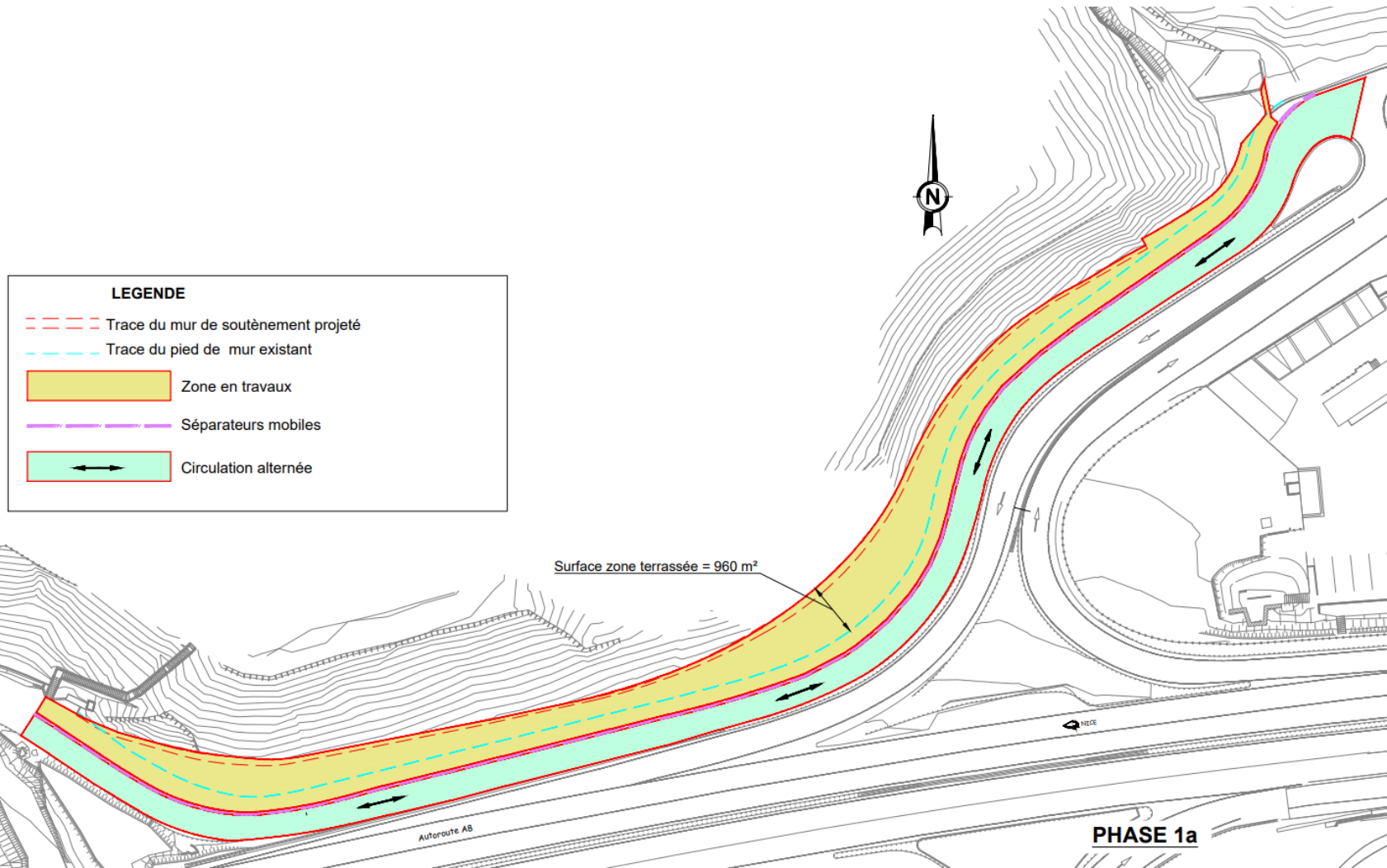
Conséquences de la DM sur la partie routière – Travaux préparatoires RD

Alternat sur la RD, dégagement d'emprises, préparation du terrassement du talus amont



Conséquences DM sur partie routière – Mur de soutènement nord sur RD

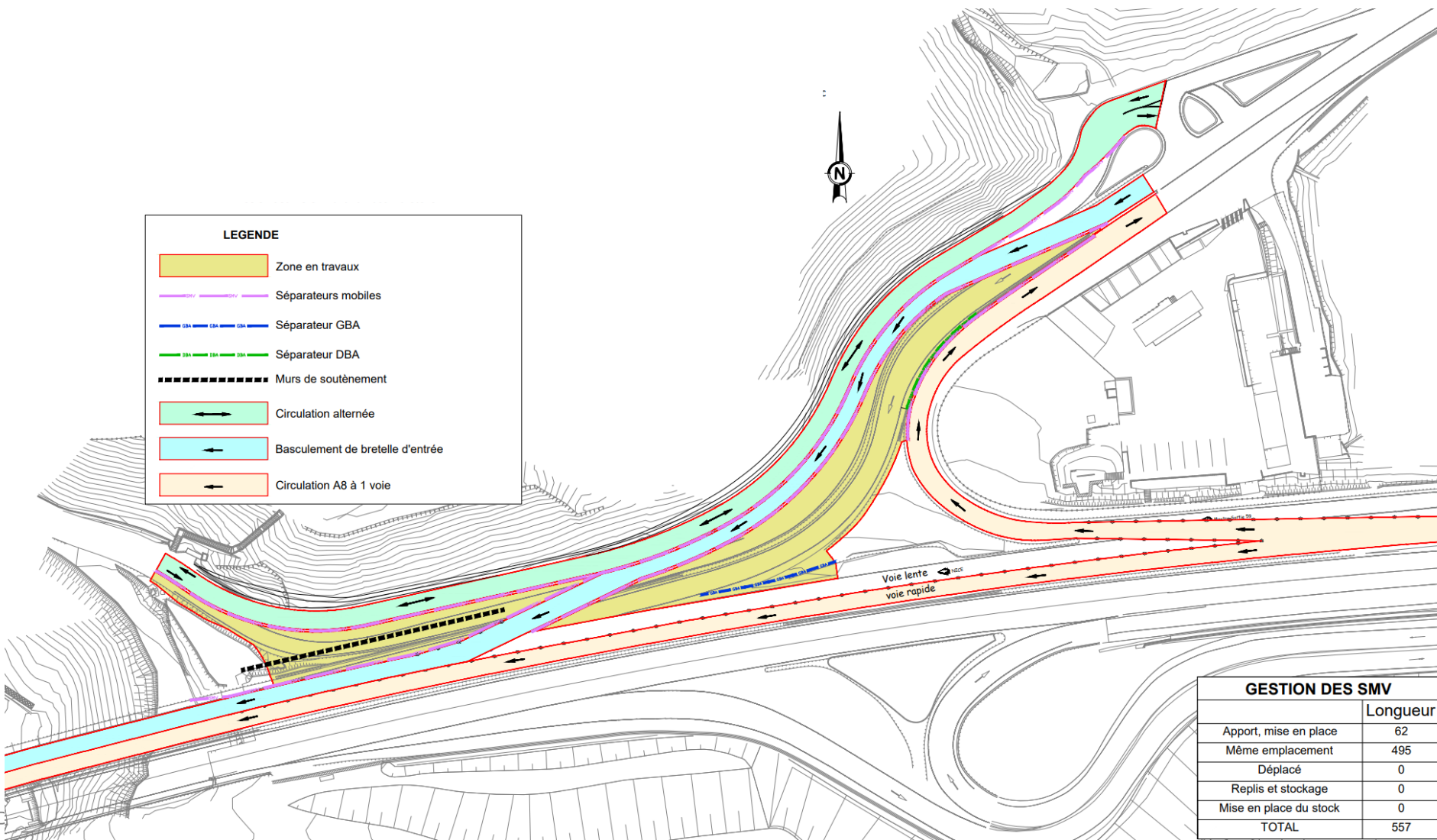
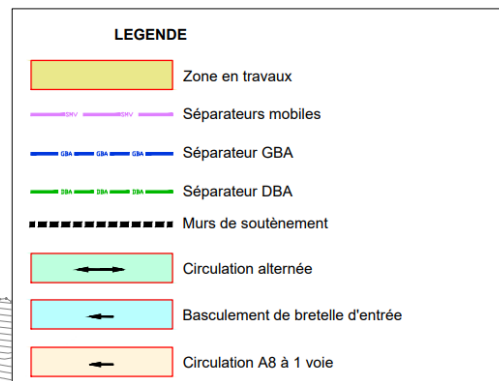
Alternat sur la RD, création du mur des soutènement nord sur RD



La mise en conformité d'une bretelle....

Conséquences DM sur partie routière – Déplacement RD et Bretelle

Alternat sur la RD déplacée au nord, déplacement de la circulation bretelle pour travaux / bretelle existante

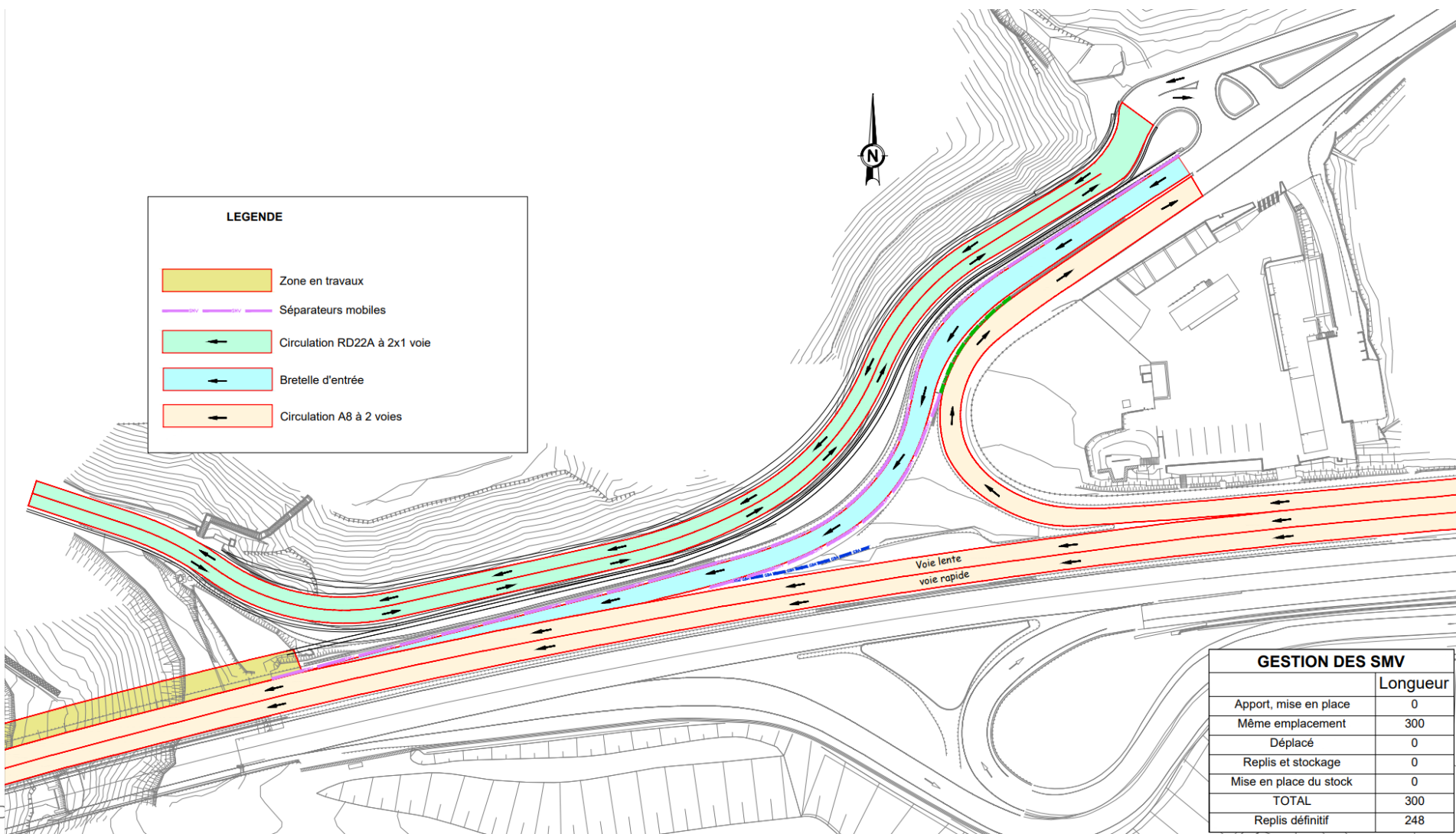
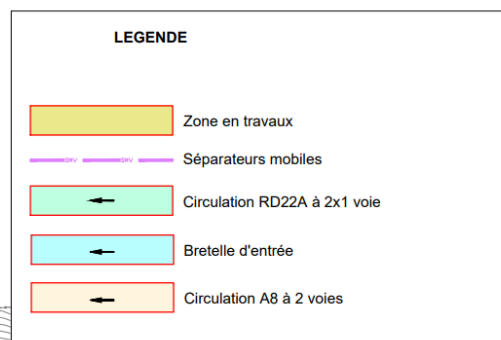


GESTION DES SMV	
	Longueur
Apport, mise en place	62
Même emplacement	495
Déplacé	0
Replis et stockage	0
Mise en place du stock	0
TOTAL	557

La mise en conformité d'une bretelle....

Conséquences DM sur partie routière – RD finale rétablie - Bretelle prov

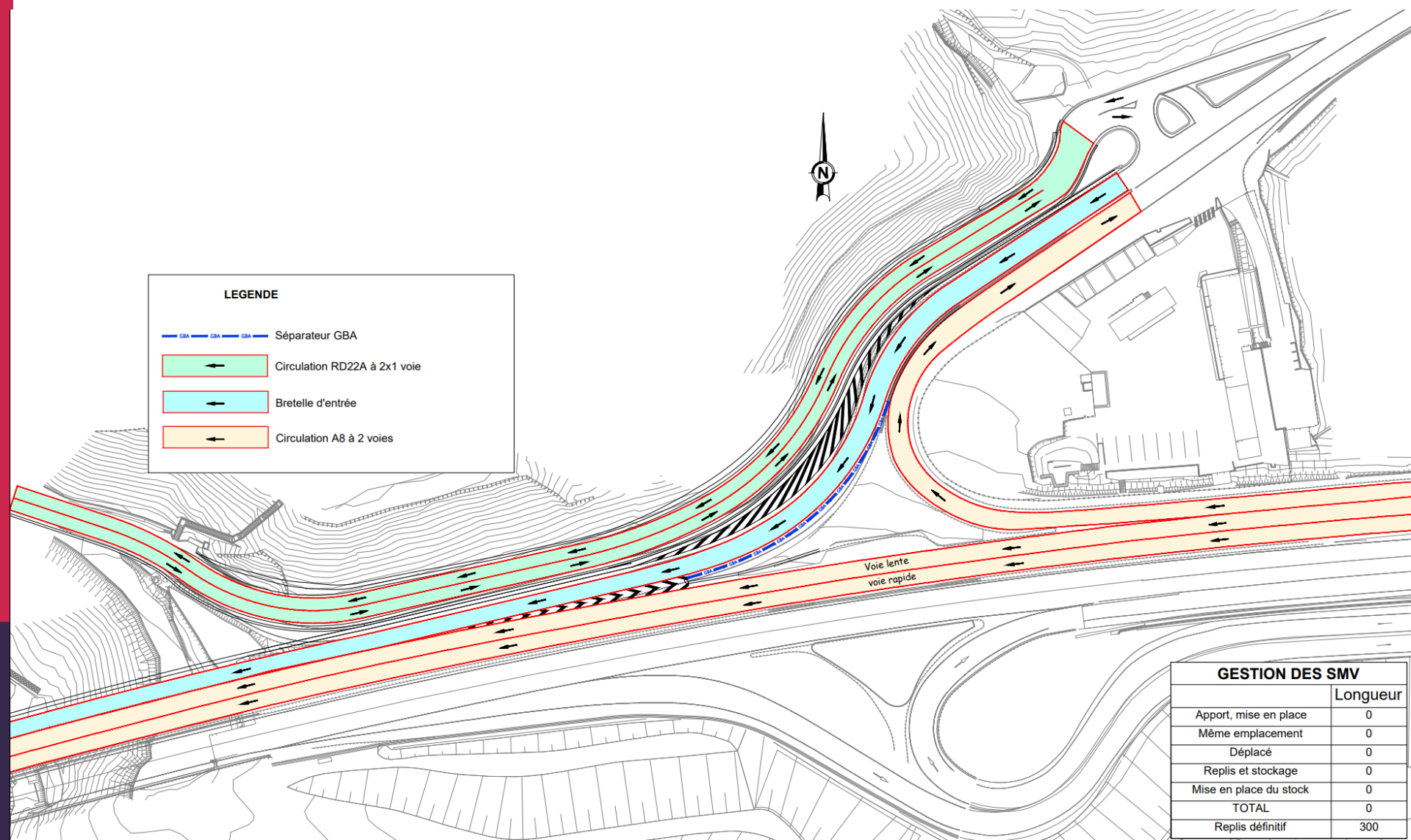
Rétablissement circulation sur RD finale, Bretelle réaménagée et rétablie provisoirement en attente Trx viaduc



GESTION DES SMV	
	Longueur
Apport, mise en place	0
Même emplacement	300
Déplacé	0
Replis et stockage	0
Mise en place du stock	0
TOTAL	300
Replis définitif	248

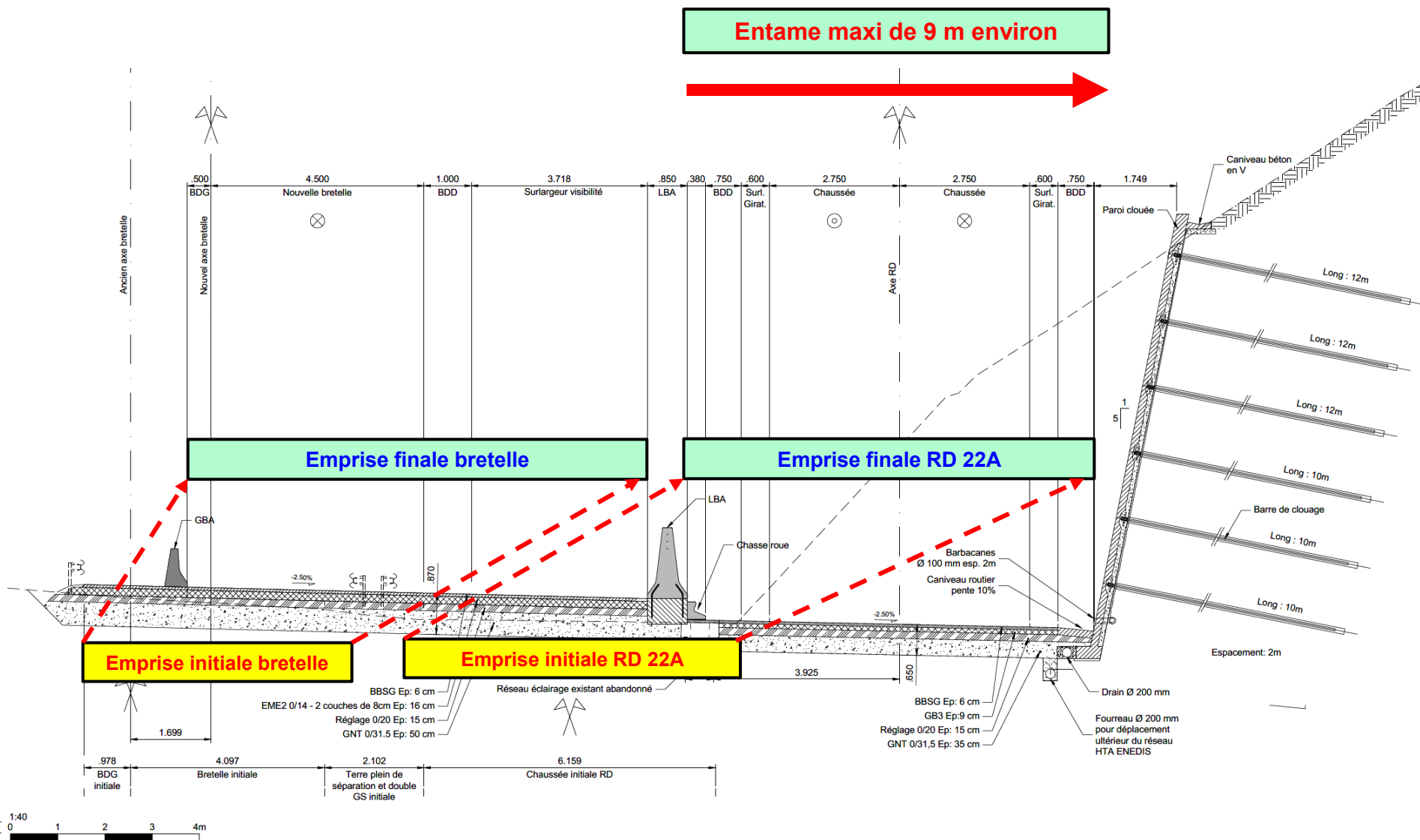
La mise en conformité d'une bretelle....

Conséquences DM sur partie routière – Etat final RD et Bretelle



La mise en conformité d'une bretelle....

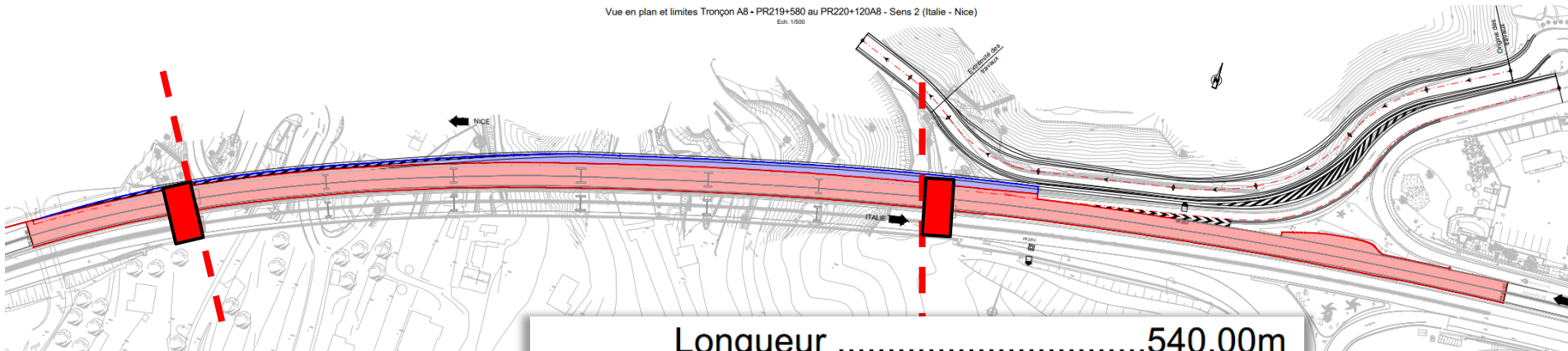
Conséquences DM sur partie routière – PT de réaménagement RD et Bretelle



La mise en conformité d'une bretelle....

Conséquences DM sur partie routière – Incidence chaussées A8 et viaduc

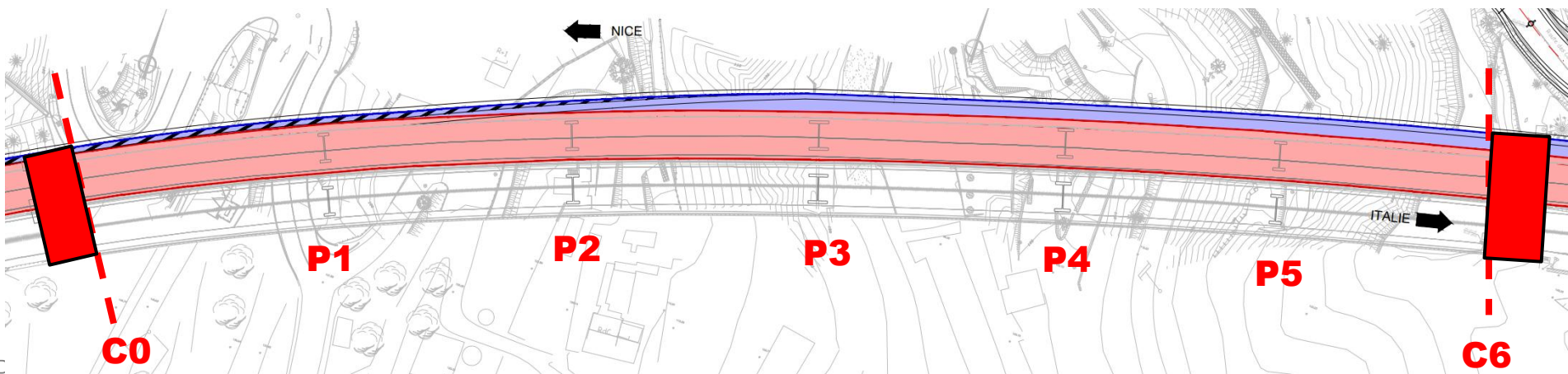
Vue en plan et limites Tronçon A8 - PR219+580 au PR220+120A8 - Sens 2 (Italie - Nice)
Ech. 1:500



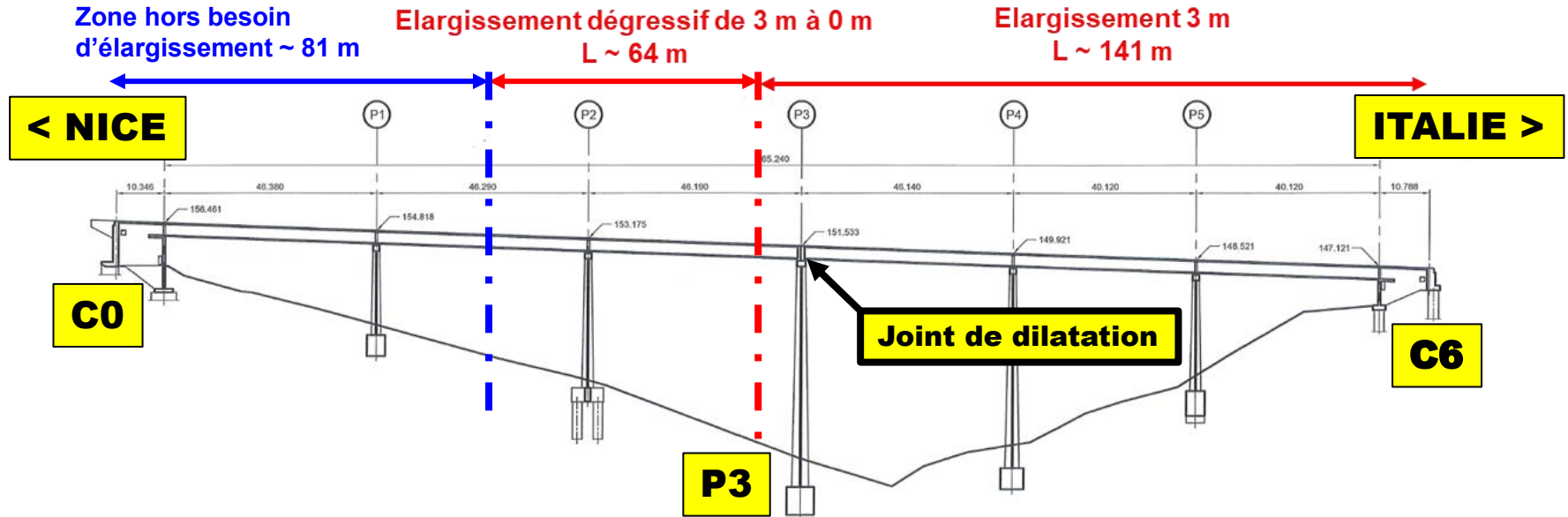
Longueur540,00m

Surface chaussée existante4743m²

Surface chaussée neuve825m²



La mise en conformité d'une bretelle....



Conséquences DM sur viaduc

Surlargeur chaussée 1,00 m dans la zone hors besoin d'élargissement

Elargissement struct
Maxi C6 de 3,10 m

**Elargissement
constant maxi
sur 141 m**

**Elargissement
variable sur
64 m**

**Elargissement
constant mini
sur 81 m**

**Elarg.
struct Mini
sur C0
1,25 m**

Largeur initiale du tablier de 10,05 m

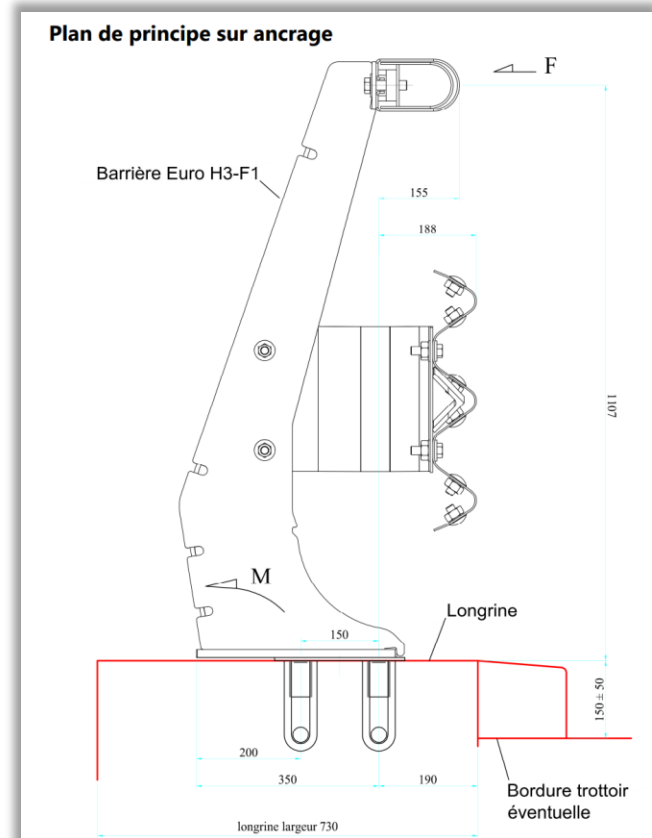
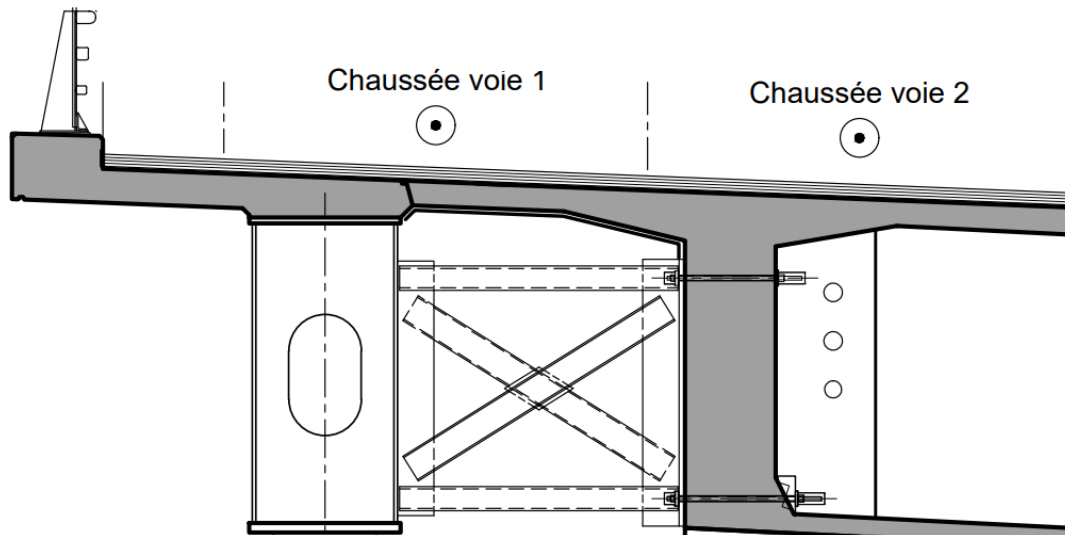
1,00 m

Conséquences DM sur dispositifs de retenue – DR EURO H3-F1

- Une **BN4 16** a été représentées sur documents du PRO et du DCE
- A l'exécution > choix final d'un DR **EURO H3-F1** de COMELY

Avantages :

- Utilisation des ancrages classique de BN4 / longrine BA
- Conservation de la géométrie des longrines en rive
- Raccordement en fin d'OA sur barrière béton profil LBA sans sur-longueurs ni dispositifs intermédiaires



Le renforcement par précontrainte additionnelle : une obligation indépendante de l'opération d'élargissement mais qui lui est coordonnée.

Renforcement des 3 travées C0-P3 (1/2 tablier coté Ouest) :

- 4 câbles 27 T15 précontrainte longitudinale rectiligne (extensible à + 2 câbles)
- 10 Déviateurs en plan (Tracé en plan clothoïde / courbure forte)
- Culée C0 : 2 Blocs d'ancrage 3,20 m de long avec clouage : 30 Ø 50 mm + 12 Ø 32 mm
- Pile P3 Ouest : 2 Blocs d'ancrage 4,10 m de long et clouage : 13 Ø 50 mm + 52 Ø 32 mm

Renforcement des 3 travées P3-C6 (1/2 tablier coté Est) :

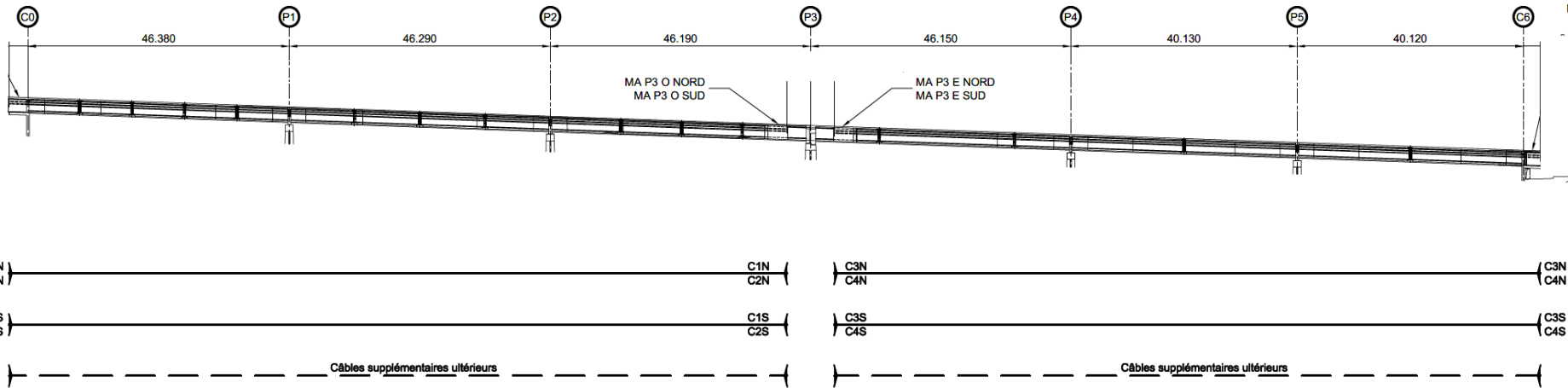
- 4 câbles 27 T15 précontrainte longitudinale rectiligne (extensible à + 2 câbles)
- 4 Déviateurs en plan (Tracé en plan clothoïde / courbure réduite)
- Pile P3 Est : 2 Blocs d'ancrage 4,00 m de long et clouage : 13 Ø 50 mm + 52 Ø 32 mm
- Culée C6 : 2 Blocs d'ancrage 2,90 m de long avec clouage : 32 Ø 50 mm + 7 Ø 32 mm

Quelques points de repère :

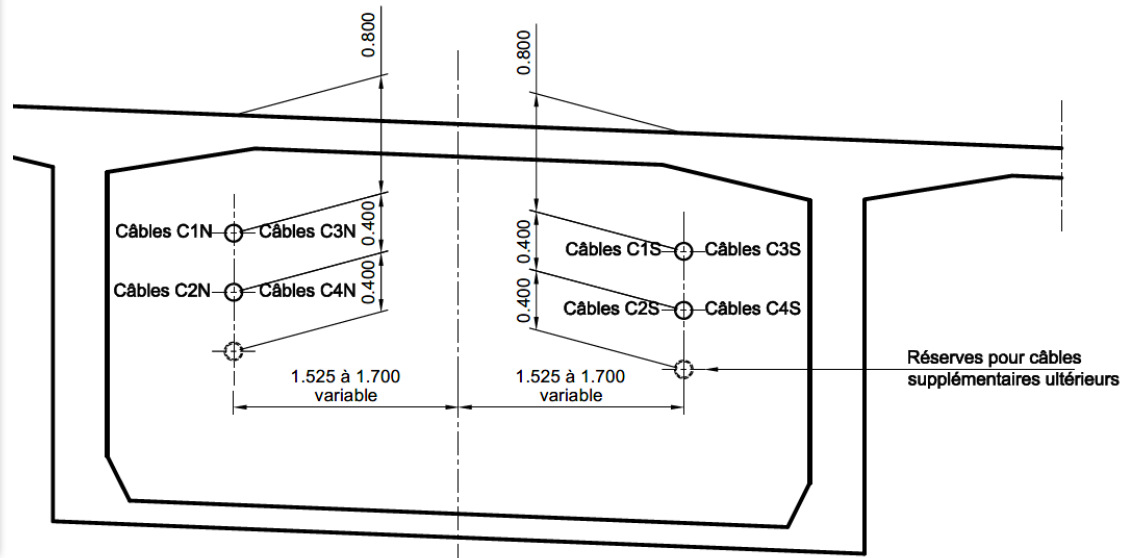
- Puissance de précontrainte : **4 x 540 t = 2 160 t** (extension possible à environ **3000 t**)
- Dimensionnement pcte add > **Vérification classe 1 / joint construction et Zéro pcte existante**
- Principe de clouage: **environ 2 t de clouage / 1 t de Pcte** (contact / béton repiquage soigné)
- Clouage mis en place pour **scénario ultime à 6 câbles** (y compris extension possible)
- Déviation en d'environ 1 degrés / déviateur standard > environ 50 tonnes de poussée (6 câbles)

Le renforcement du viaduc existant

Schéma de câblage longitudinal – Précontrainte rectiligne

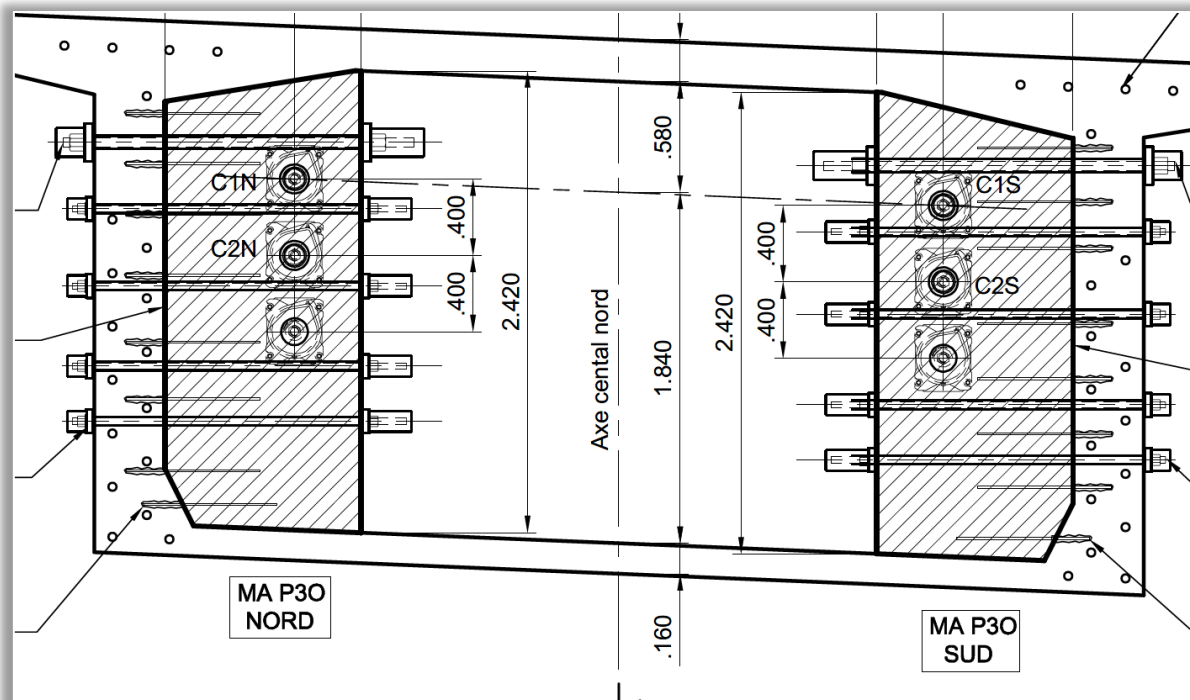


Rep	Nbr	Lg	Ancrages
C1N	1	138.50	2 x 27T15
C1S	1	138.00	2 x 27T15
C2N	1	138.50	2 x 27T15
C2S	1	138.00	2 x 27T15
C3N	1	125.60	2 x 27T15
C3S	1	125.40	2 x 27T15
C4N	1	125.60	2 x 27T15
C4S	1	125.40	2 x 27T15



Ancrages de la précontrainte additionnelle rectiligne

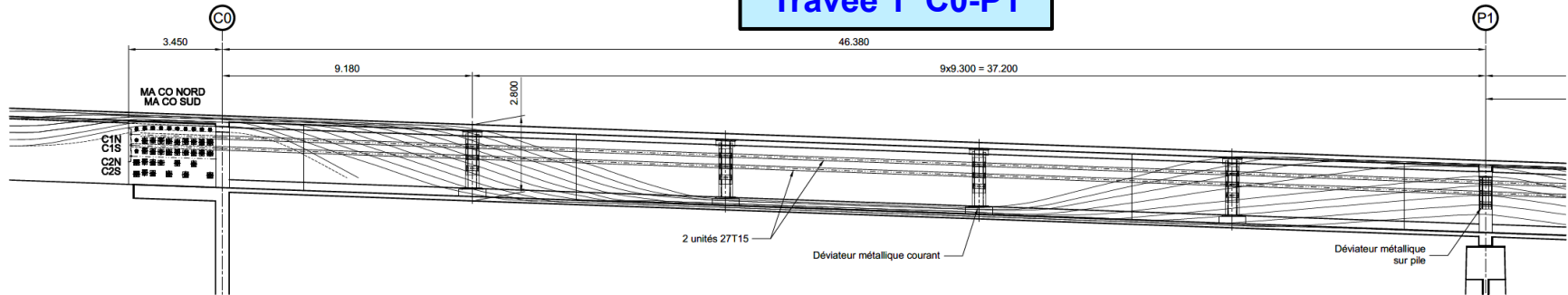
- L'ancrage des câbles de la précontrainte additionnelle rectiligne se fait sur des blocs BA prismatiques; de 0,95 m à 1,10 m d'épaisseur.
- Ces blocs sont confectionnés en béton autoplaçant, sans besoin de perforer le hourdis supérieur pour son approvisionnement.
- Ils sont cloués aux âmes du caisson BP existant (clous HR 50 mm et Ø 32 mm) avec une préparation préalable de repiquage soigné.
- Des renforts carbonés transversaux sont ajouté au plancher et au plafond pour tenir compte de l'introduction des efforts de précontrainte additionnelle sue la section BP existante,



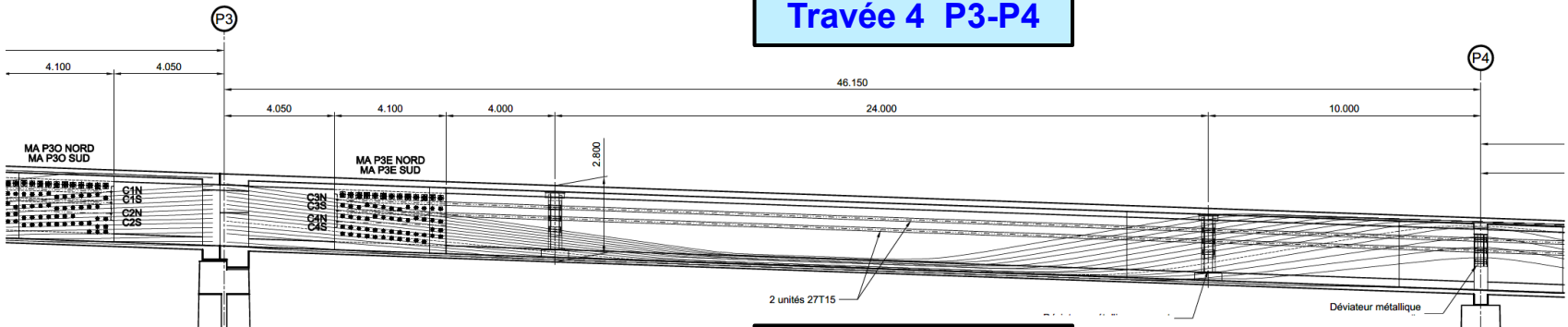
Le renforcement du viaduc existant

Schéma de câblage Longitudinal

Travée 1 C0-P1



Travée 4 P3-P4



Travée 6 P5-C6

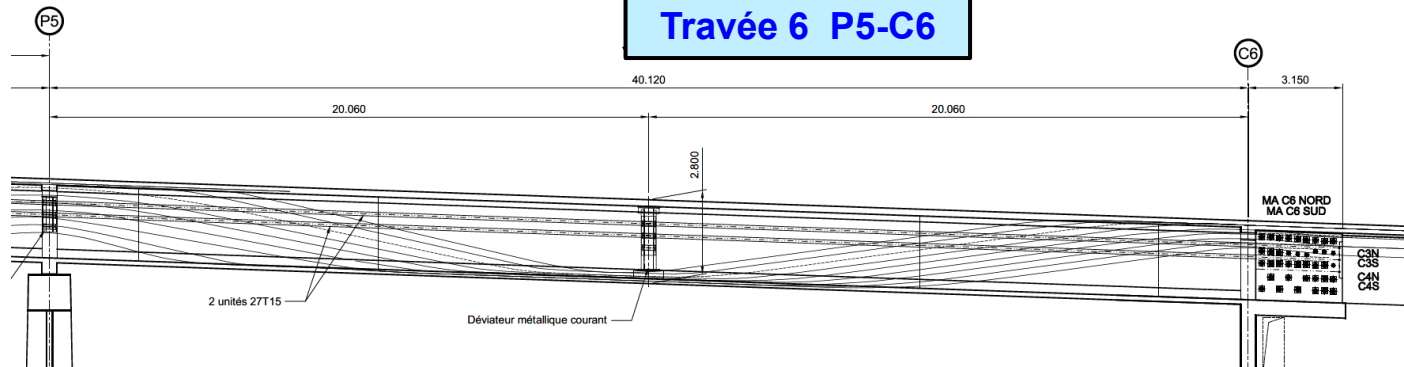
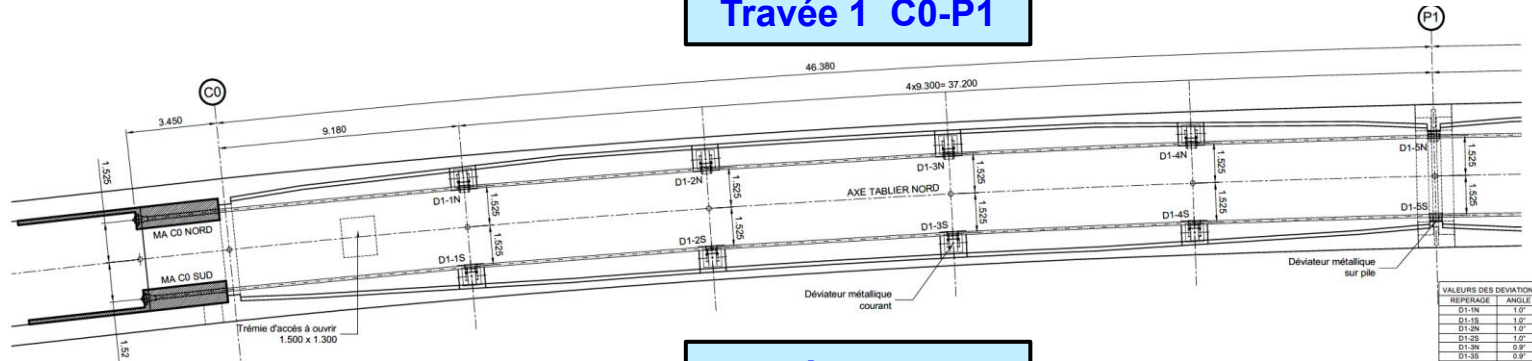
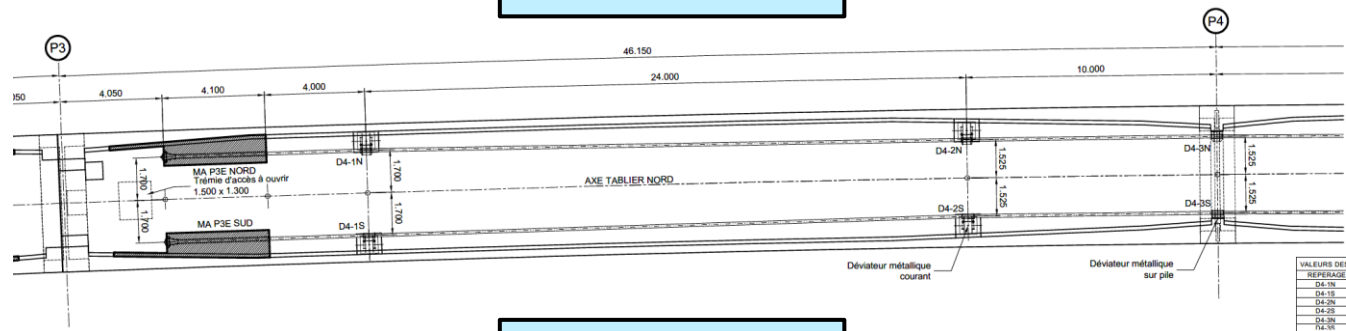


Schéma de câblage en plan

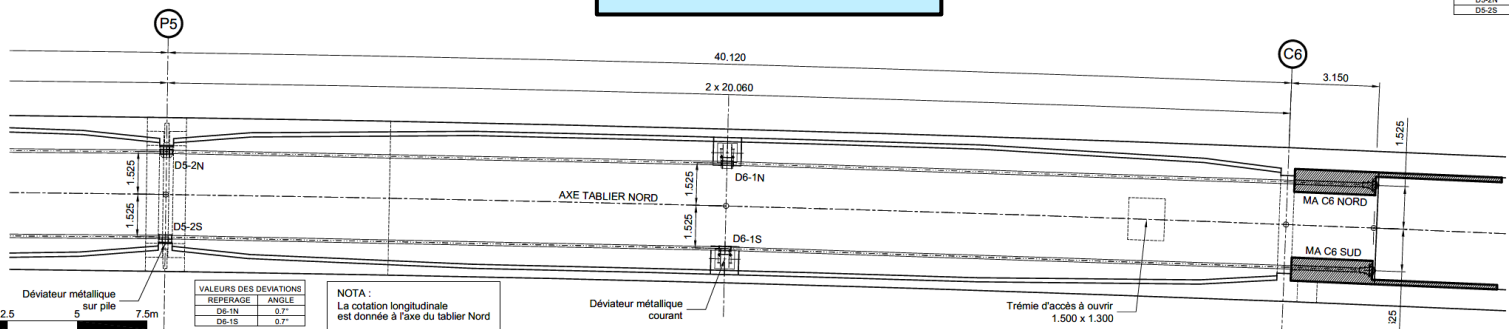
Travée 1 C0-P1



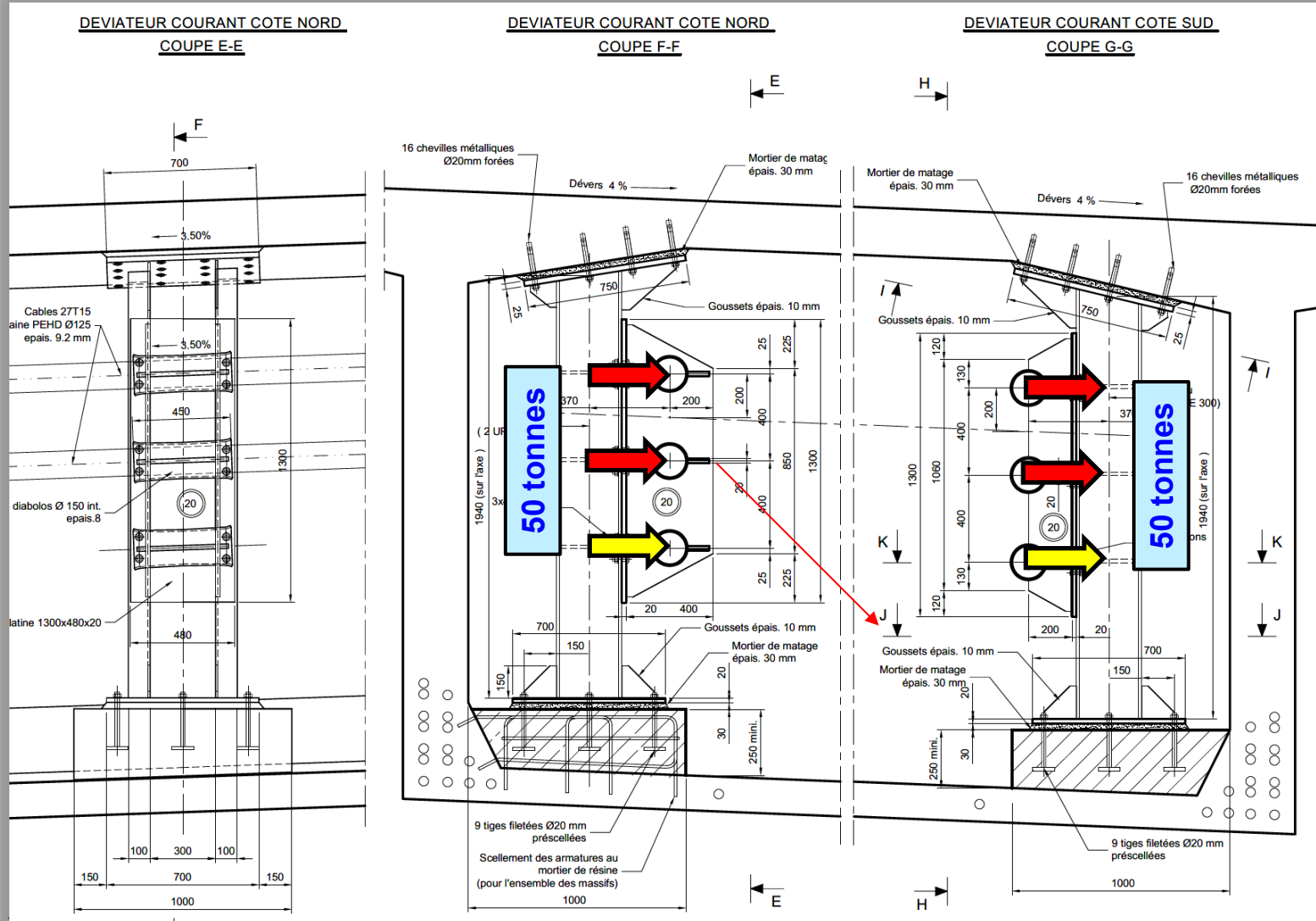
Travée 4 P3-P4



Travée 6 P5-C6

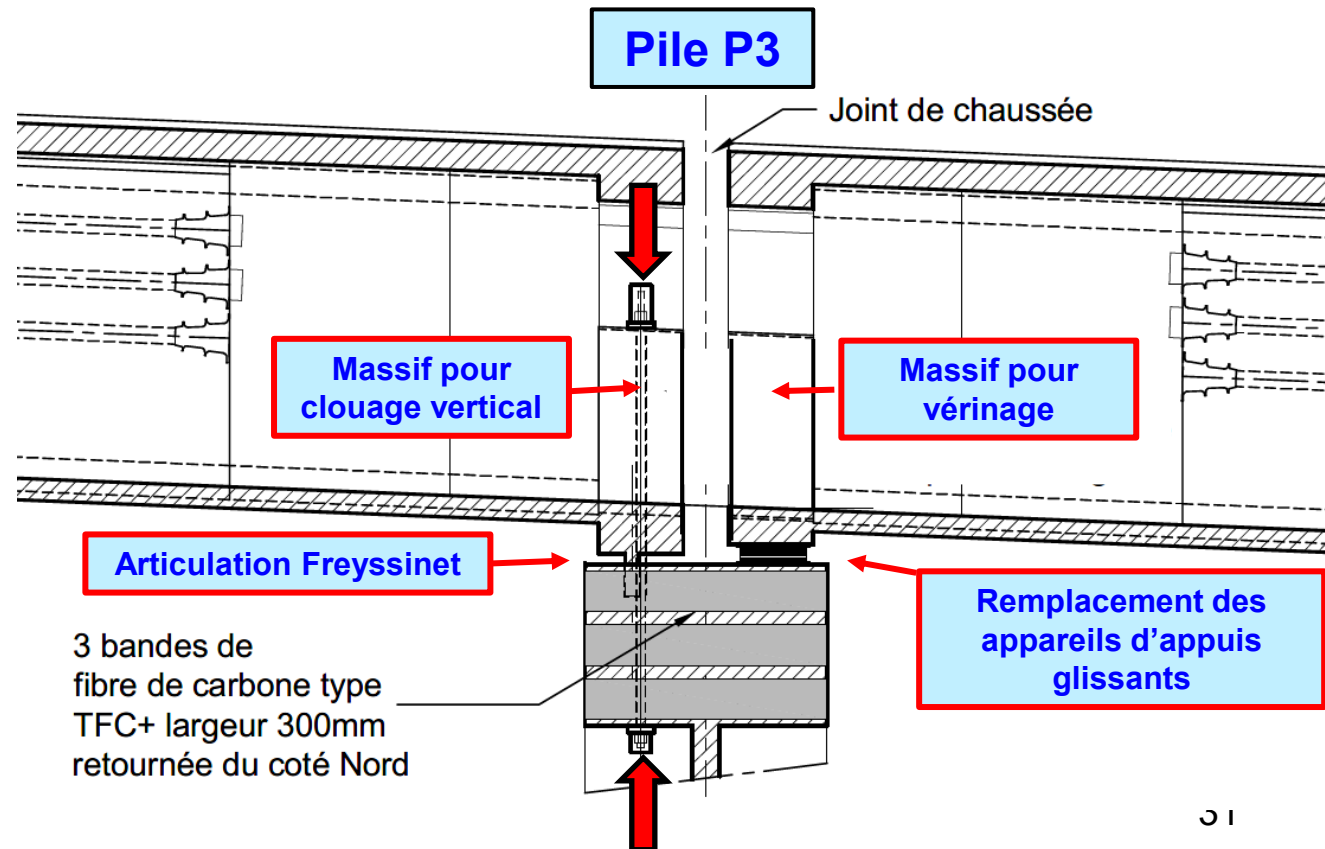
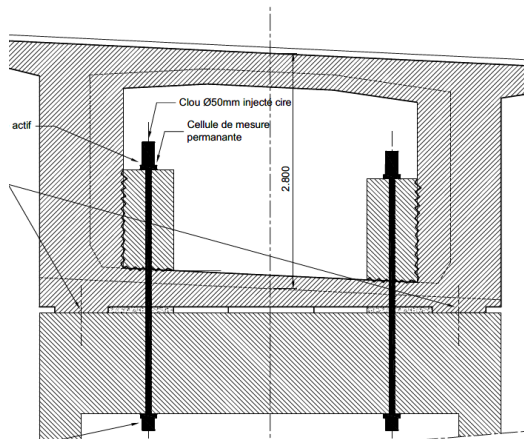


Déviateurs métalliques en plan



Pile 3 - Renfort carbone et clouage vertical / articulation Freyssinet

- Intensification de la réaction d'appuis sur l'articulation Freyssinet de P3 / tablier Ouest afin de vérifier un ratio suffisant entre charge verticale et charge horizontale accrue du fait du renforcement par précontrainte additionnelle et du fait de l'élargissement
- Ceinturage carbone du sommet de la tête de pile P3, pour renforcement / effort de vérinage



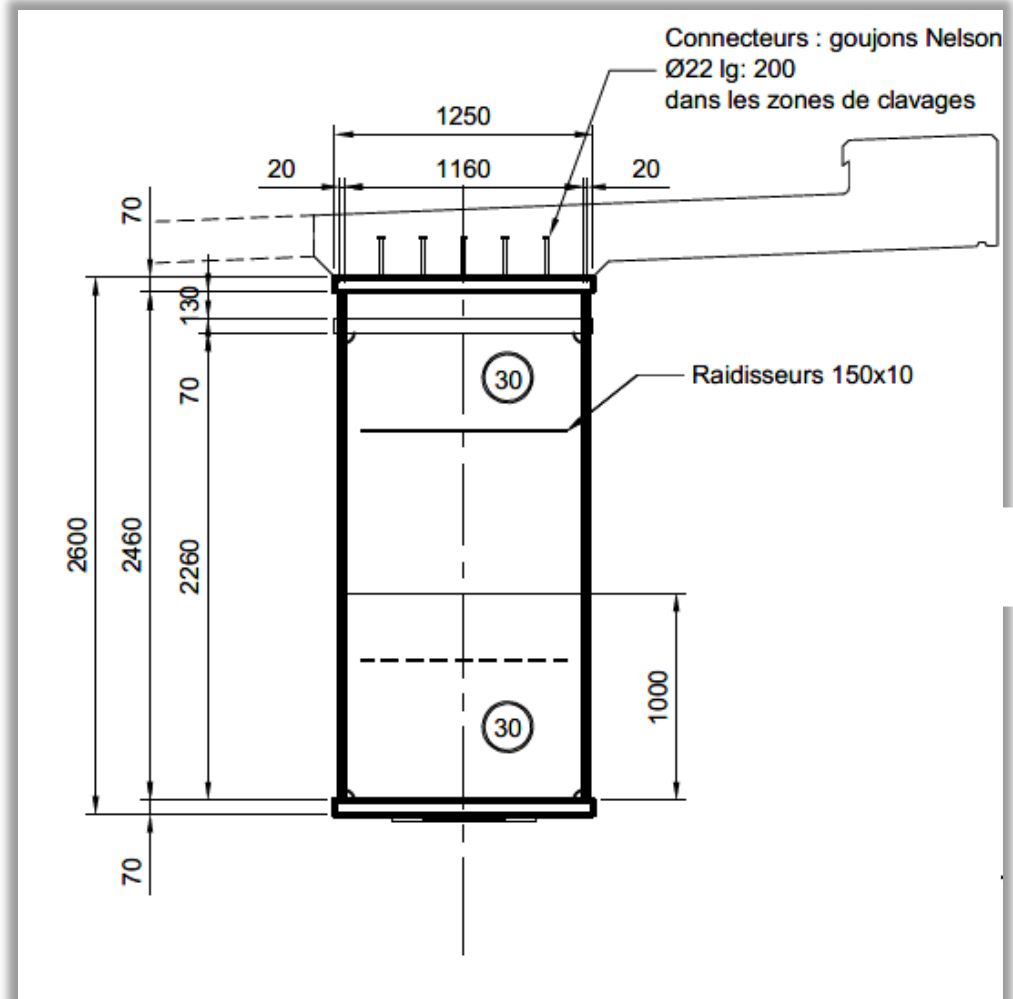
Elargissement du viaduc existant Nord par ossature mixte

- **Tablier d'élargissement - Largeur variable**
 - Charpente métallique par caisson de forte rigidité, continue C0-P3 et P3-C6
 - Hourdis BA préfabriqué + clavages et connexion par goujons / lumières
 - Entretoisement métallique réparti tous les $\frac{1}{4}$ travée
 - Clouages de l'entretoisement métallique sur la face latérale nord du caisson BP
- **Aménagements sur piles intermédiaires P1 à P5**
 - Chevêtre métallique d'élargissement sur les 5 piles intermédiaires
 - Renforcements en tête des piles
 - Liaison métallique entre piles Nord et Sud
- **Elargissement des culées d'extrémité C0 et C6 :**
 - Elévation structure BA,
 - Fondations sur micropieux verticaux et inclinés $\varnothing$ 300 mm
 - Encastrement de la charpente métallique sur les culées BA par barres de clouage
 - Continuité du hourdis BA

Charpente métallique par caisson de rigidité, continue C0-P3 et P3-C6

- **Hauteur du caisson 2 600 mm**
- **Semelle sup 1250 mm x 70 mm**
- **2 ams de 20 mm**
- **Semelle inf 1250 mm x 70 mm**
- **Connexion Acier / Béton : goudons Ø 22 mm**

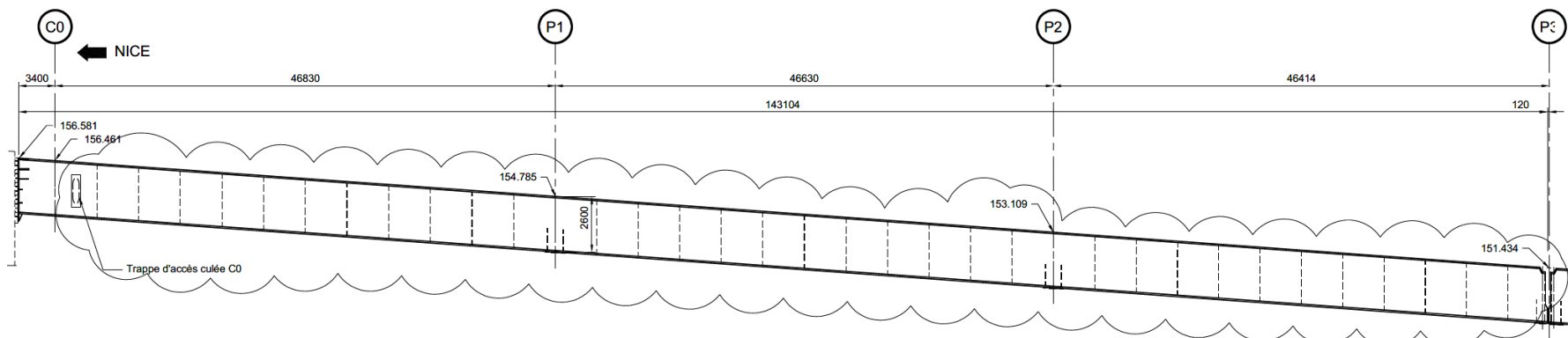
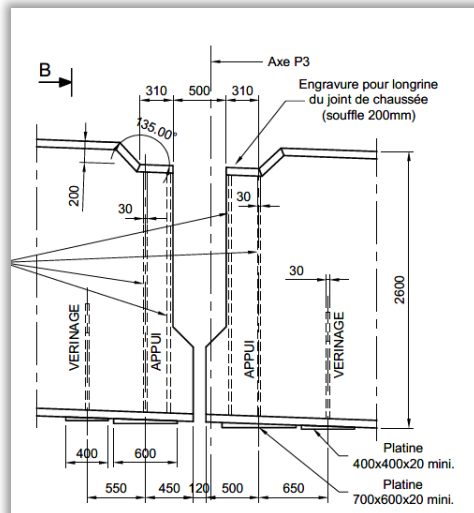
L'élargissement doit être plus rigide que le caisson BP existant afin que cet élargissement ne vienne pas rajouter de charge significative sur le caisson BP



L'élargissement par ossature mixte

Charpente métallique par caisson de rigidité, continue C0-P3 et P3-C6

- Hauteur du caisson 2 600 mm
- Semelle sup 1250 mm x 70 mm
- 2 ames de 20 mm
- Semelle inf 1250 mm x 70 mm
- Longueur charpente C0-P3 : 143,10 m
- Longueur charpente P3-C6 : 126,30 m



CARACTERISTIQUES				CARACTERISTIQUES
1250 x 143104 x 70				SEMELE SUPERIEURE
2 (2460 x 143104 x 20)				AMES
1250 x 143104 x 70				SEMELE INFERIEURE
8 x (2460 x 1160 x 10) espac. = 4185	8 x (2460 x 1160 x 10) espac. = 3886	8 x (2460 x 1160 x 10) espac. = 3868	8 x (2460 x 1160 x 10) espac. = 3868	DIAPHRAGMES COURANTS
3 x (2460 x 1160 x 20) espac. = 11700	3 x (2460 x 1160 x 20) espac. = 11650	3 x (2460 x 1160 x 20) espac. = 11600	3 x (2460 x 1160 x 20) espac. = 11600	DIAPHRAGMES ENTRETOIS
(2460 x 1160 x 30)	(2460 x 1160 x 30)	(2460 x 1160 x 30)	2 (2260 x 1160 x 30)	DIAPHRAGMES SUR APPUI
2 (1000 x 1160 x 30)	2 (1000 x 1160 x 30)	2 (1000 x 1160 x 30)	2 (1000 x 1160 x 30)	RAIDISSEURS DE VERINAGE

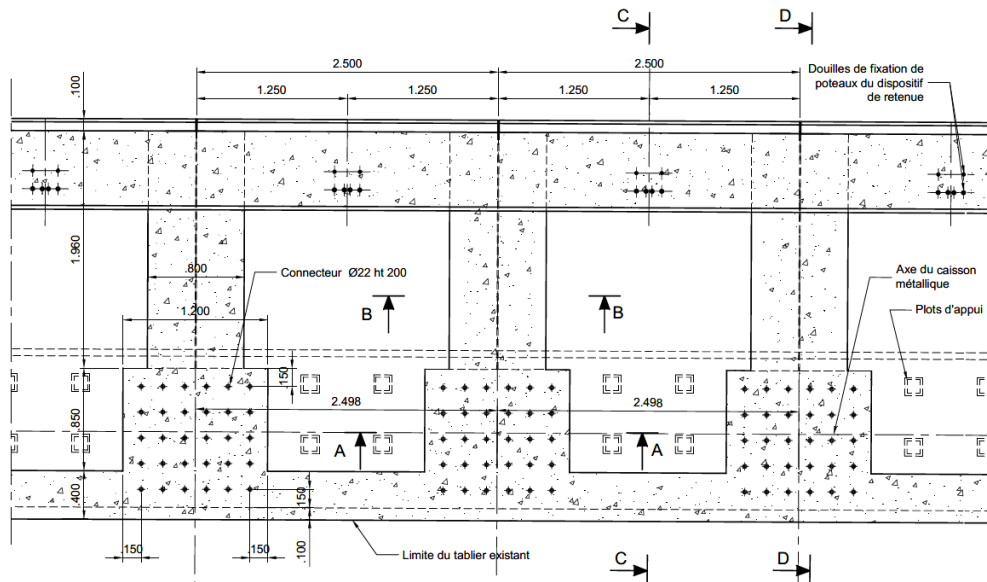
L'élargissement par ossature mixte

Hourdis BA préfabriqué + clavages et connexion par goujons / lumières

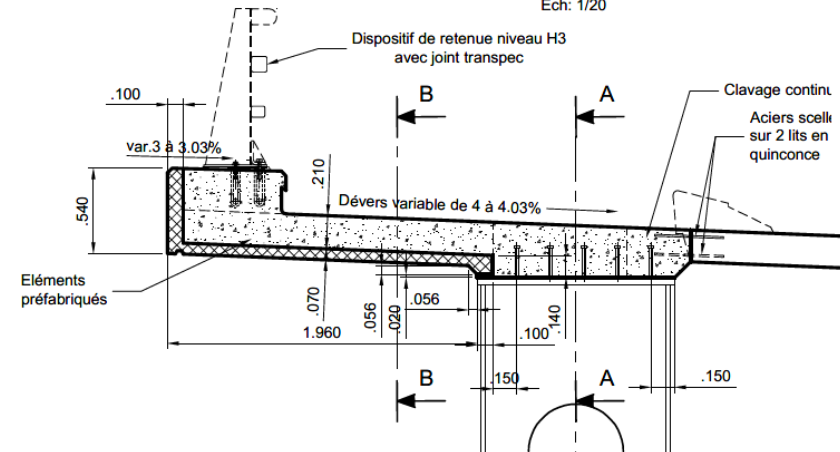
- Console maxi : 1,96 m
- Epaisseur structure + préfa (coffrage : clavage) : 0,28 m
- Module de longueur : 2,50 m
- Clavages de continuité des modules
- Lumières sur connexion par goujons $\varnothing 22$ mm

Des adaptations ont été effectuées à l'exécution

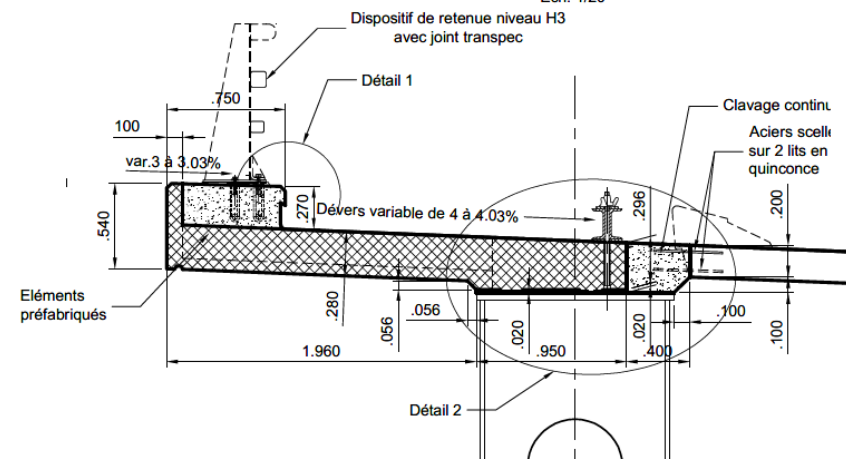
VUE EN PLAN
Ech: 1/20



COUPE D-D
Ech: 1/20



COUPE C-C
Ech: 1/20



L'élargissement par ossature mixte

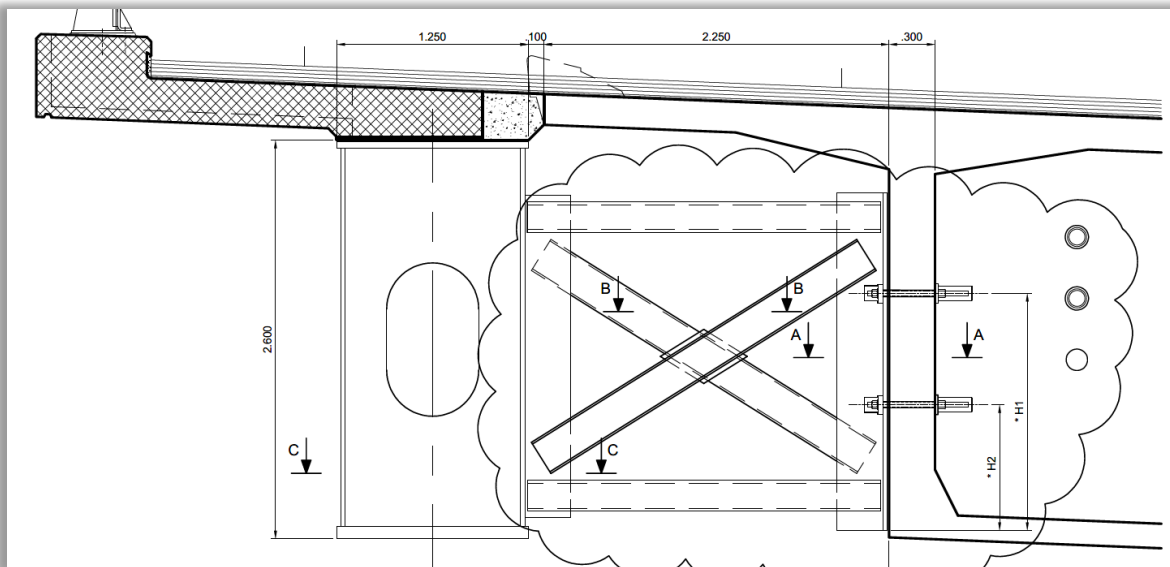
Entretoisement métallique réparti tous les $\frac{1}{4}$ travée

Clouages de l'entretoisement face latérale nord du caisson BP

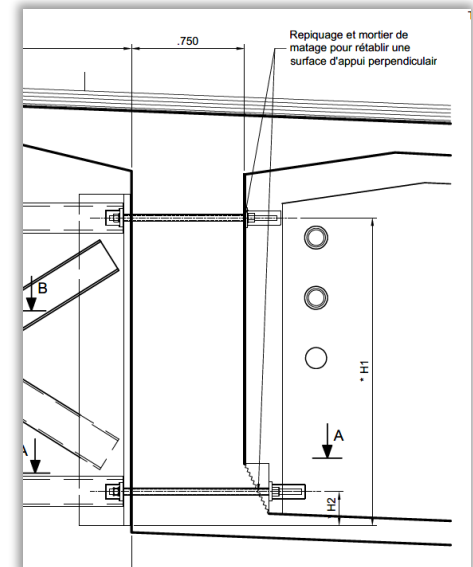
- Entretoisement métallique en « croix »
- Liaison soudée sur le caisson métallique d'élargissement
- Liaison par barres de clouage sur le flanc du caisson BP

L'entretoisement est réalisé avant toute intervention de confection du hourdis BA d'élargissement

Entretoisement en travée



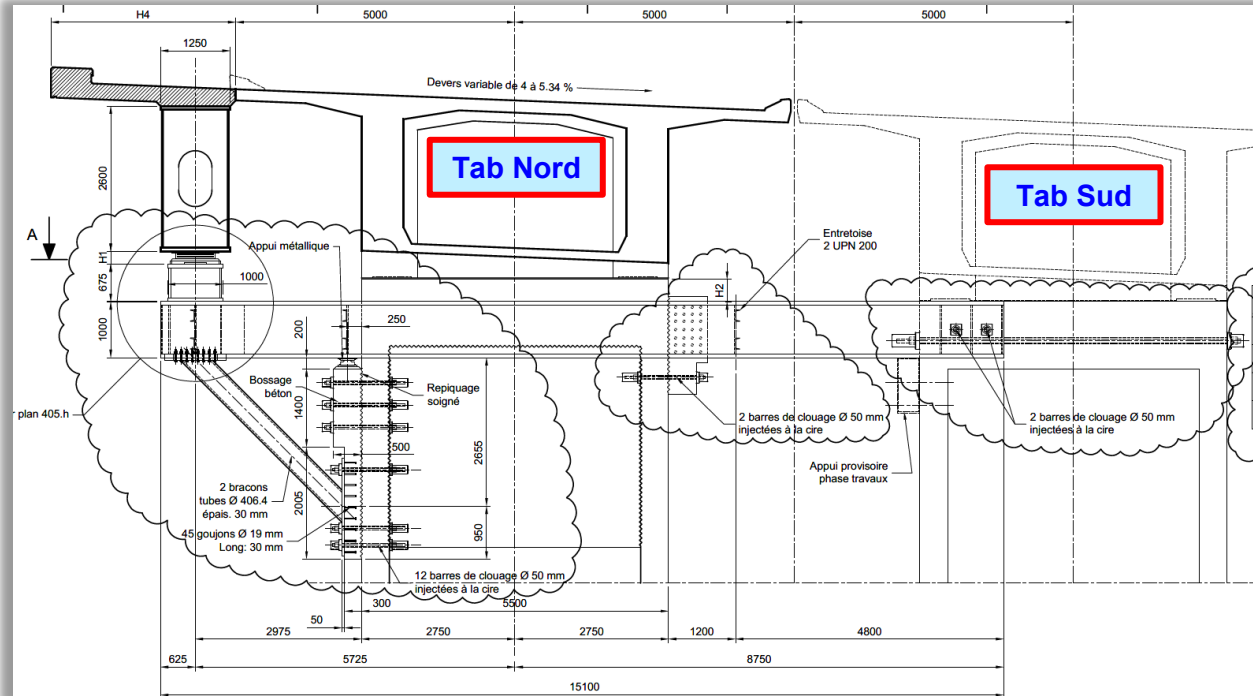
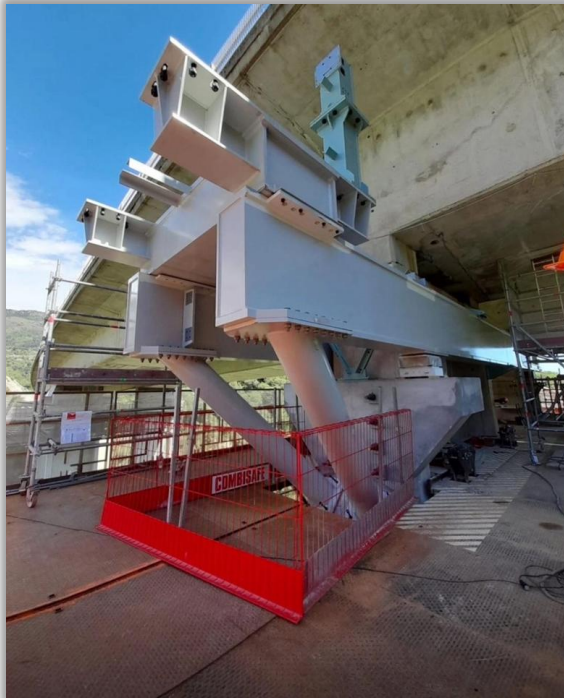
Entretoisement sur appui



Aménagements sur piles intermédiaires P1 à P5

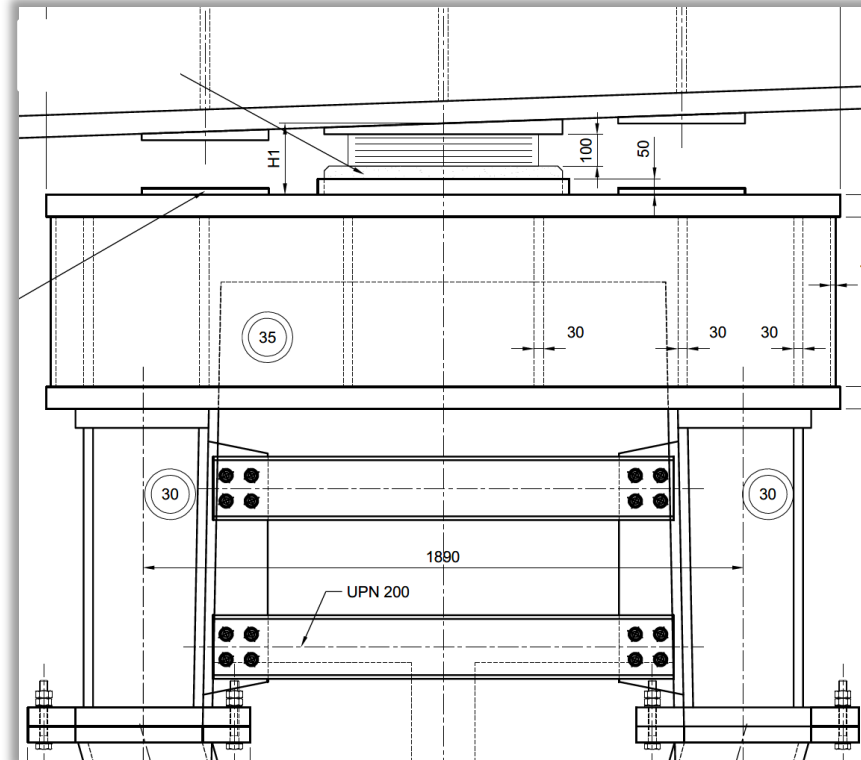
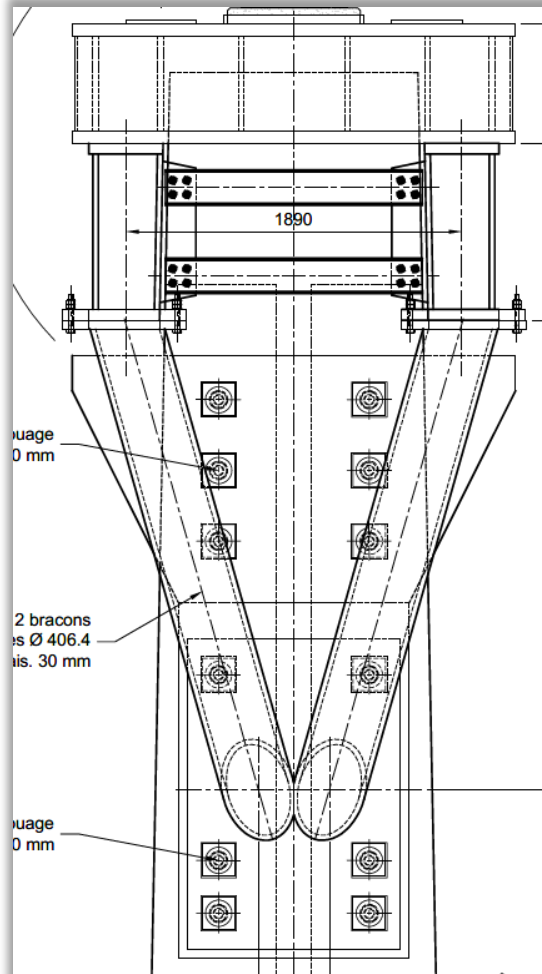
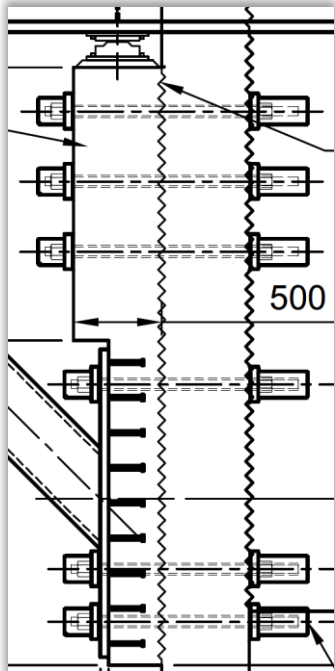
Chevêtre métallique d'élargissement sur les 5 piles intermédiaires

- 2 caissons métalliques transversaux reliant les piles Nord et Sud
- 2 bracons inférieurs
- 1 Chevalet coiffant les 2 caissons en console pour assise aux appareils d'appui à pot de la poutre caisson d'élargissement.
- Clouage multiple sur face Nord de la tête de Pile Nord pour prendre la descente de charge
- Appuis des caissons transversaux sur sommet du renfort de clouage
- Liaison arrière des caissons par plot béton coulé contre la fac Sud de la tête de Pile Nord
- Clouage des extrémités arrière des caissons sur la tête de Pile Sud



Aménagements sur piles intermédiaires

Chevêtre métallique d'élargissement



L'élargissement par ossature mixte

Aménagements sur piles intermédiaires P1 à P5

Liaison métallique entre piles Nord et Sud

Ci-dessous le tableau synthétique de l'analyse comparative de la réponse sismique du viaduc existant avec ses deux ensembles « piles + tabliers » indépendants ou avec leurs piles reliées en tête.

La liaison des têtes de piles Nord et Sud a aussi pour avantage de bloquer l'apparition de modes de réponse sismique d'entrechoquement (présence d'un vide centimétrique entre les deux tabliers),

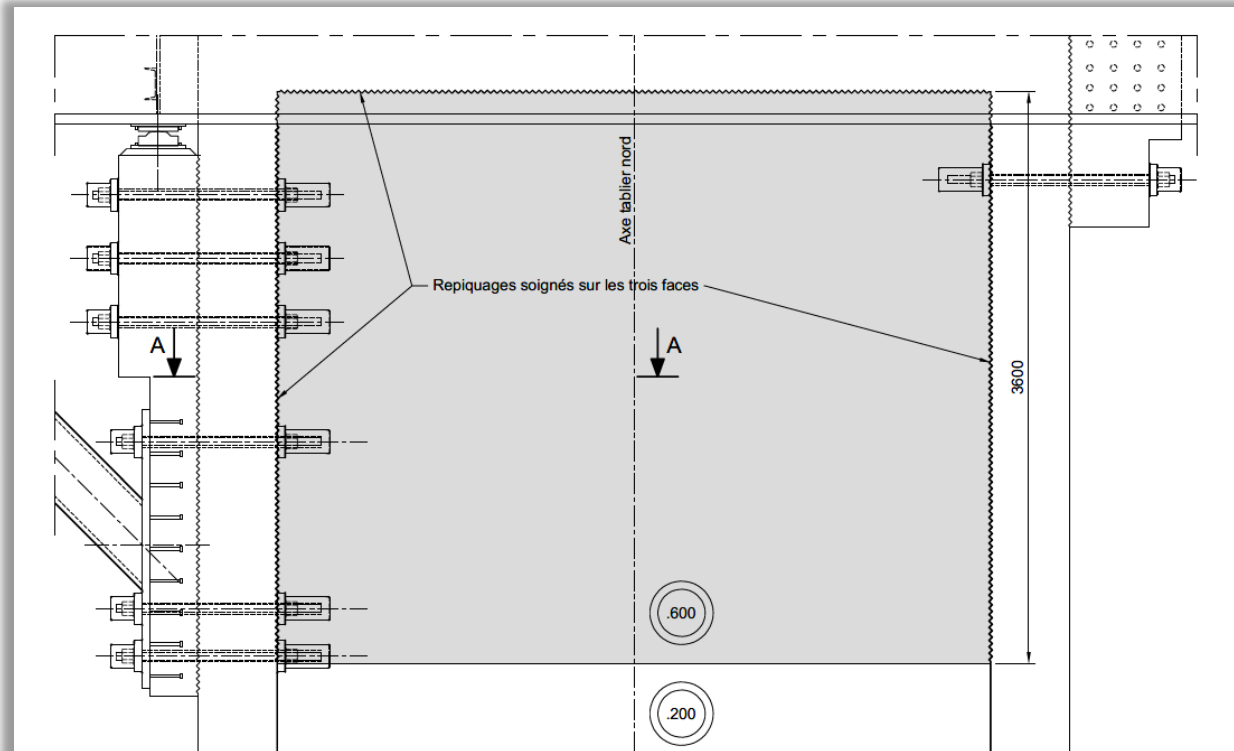
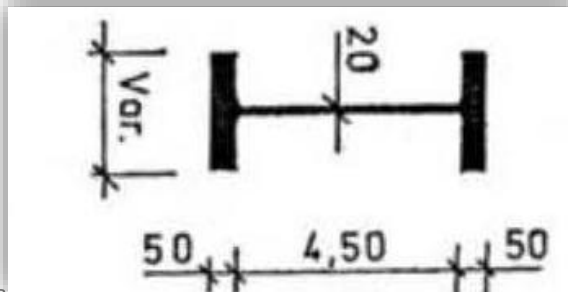
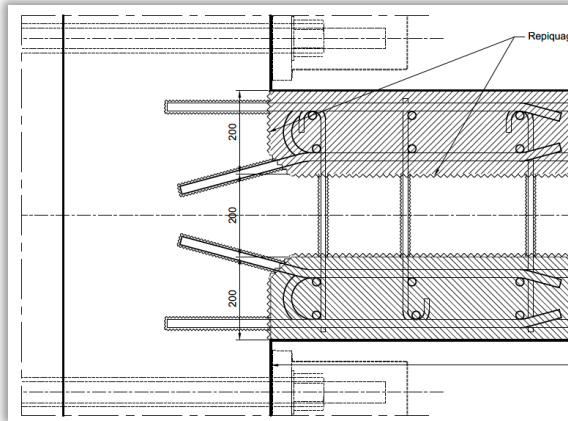
Configuration 1 : sans liaisonnement des piles		
Charges permanentes Elargissement → défavorable sur la pile Nord (M_{nord-1}) → sans impact sur la pile Sud	Charges permanentes + Séisme transversal sens 1 Séisme 1 → défavorable sur la pile Nord (M_{nord-1}) → défavorable sur la pile Sud (M_{sud-1})	Charges permanentes + Séisme transversal sens 2 Séisme 2 → favorable sur la pile Nord (M_{nord-1}) (effet opposé à celui de l'élargissement) → défavorable sur la pile Sud (M_{sud-1})
Configuration 2 : avec liaisonnement des piles		
Charges permanentes Elargissement → moins défavorable sur la pile Nord (compression favorable et M_{nord-2} plus faible) → défavorable sur la pile Sud (diminution de N_{sud-2} et apparition M_{sud-2})	Charges permanentes + Séisme transversal sens 1 Séisme 1 → moins défavorable sur la pile Nord (compression N_{nord-2} favorable et M_{nord-2} plus faible) → plus défavorable sur la pile Sud (traction N_{sud-2} défavorable)	Charges permanentes + Séisme transversal sens 2 Séisme 2 → favorable sur la pile Nord (effet opposé à celui de l'élargissement) → favorable sur la pile Sud (effet opposé à celui de l'élargissement)

Aménagements sur piles intermédiaires P1 à P5

Renforcement des têtes des piles P1 à P5

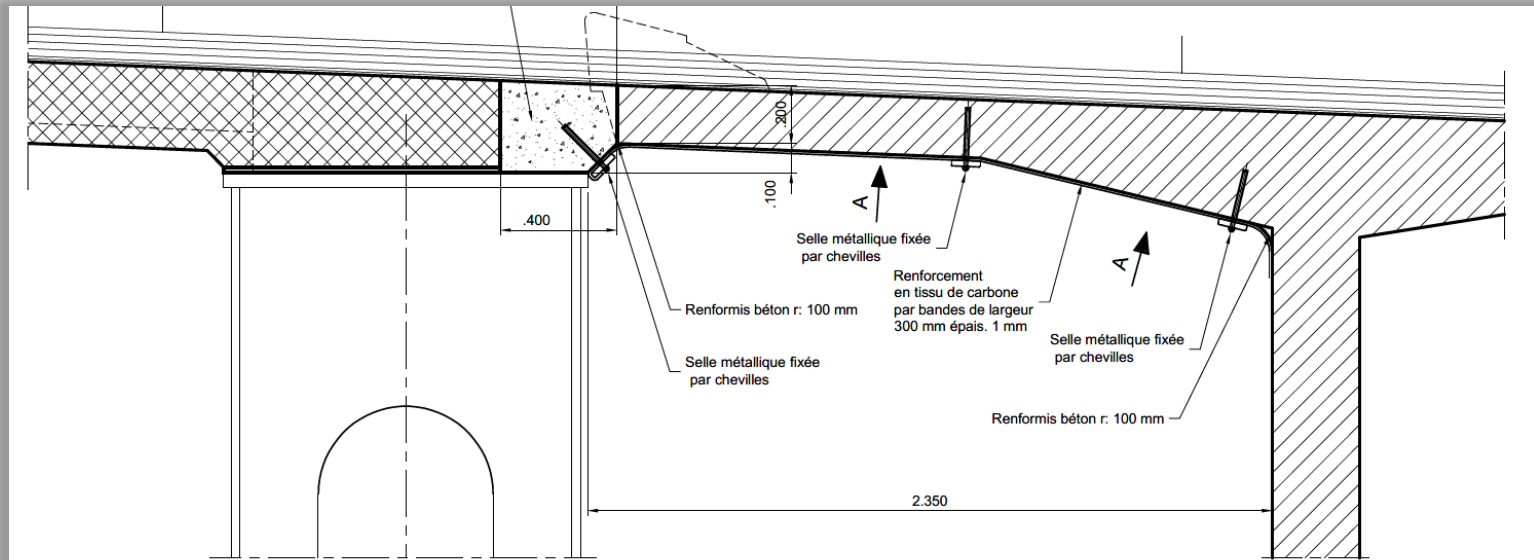
L'introduction d'un effort en pied de bracons amène des efforts localisés et notamment des cisaillements élevés dans l'âme de la section de la pile > On réalise un renforcement d'épaisseur par béton armé de 20 cm de chaque cotés sur une surface soigneusement repiquée et avec des scellements multiples et réguliers sur le BA existant.

Des adaptations ont été effectuées à l'exécution (renforts par tissus de carbone)

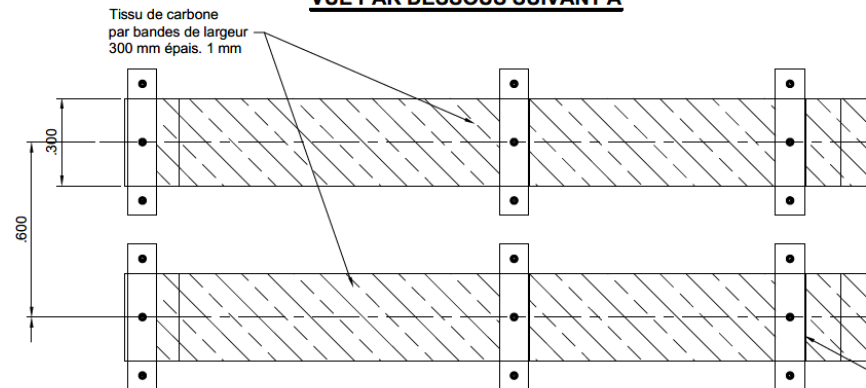


L'élargissement par ossature mixte

Continuité transversale hourdis existant / dalle BA d'élargissement



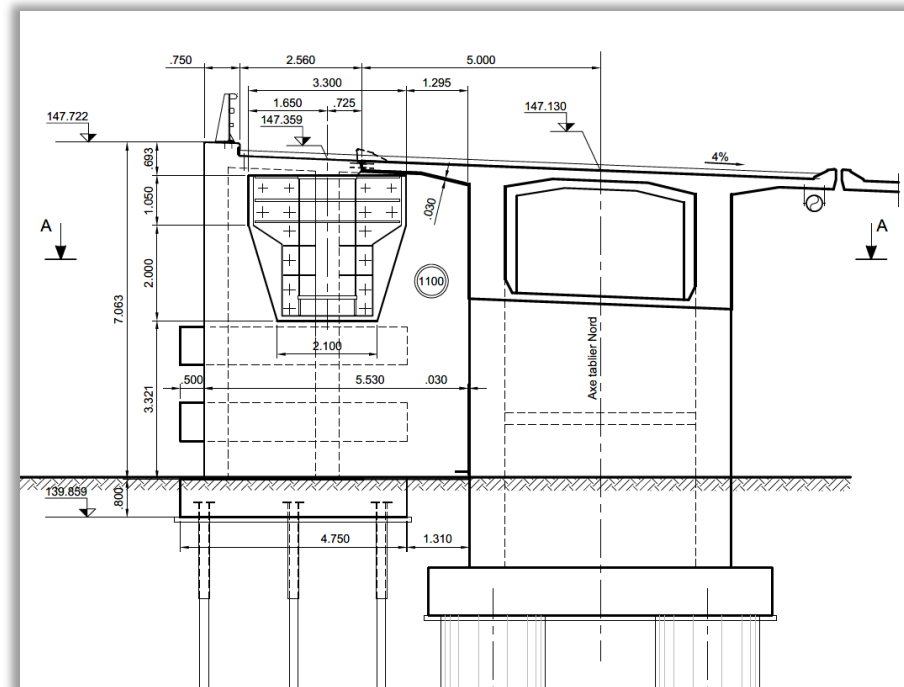
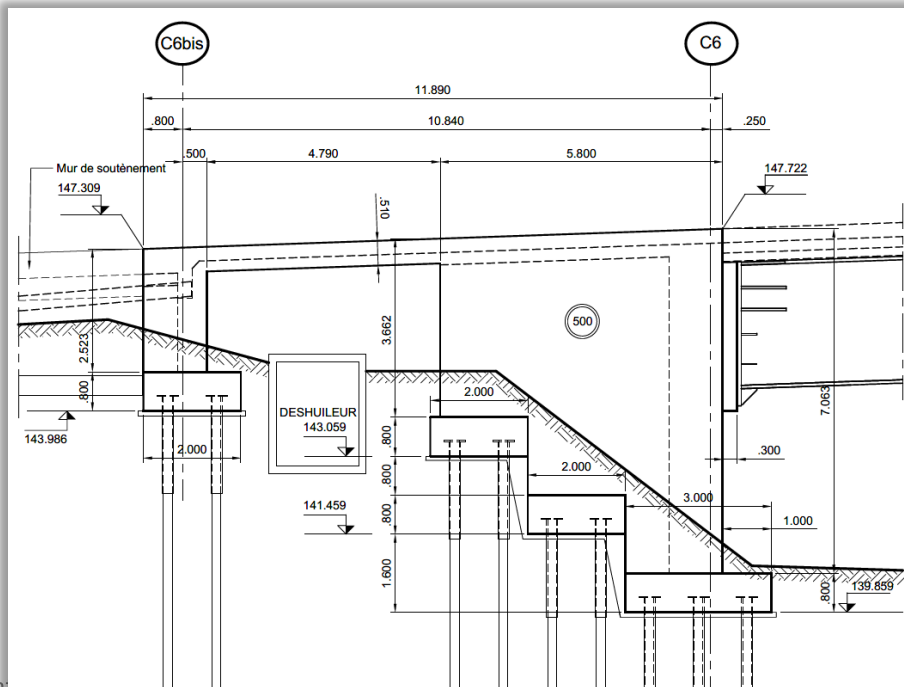
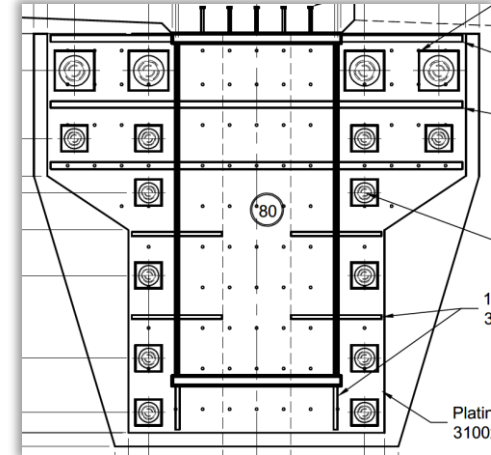
DISPOSITION DES BANDES DE CARBONE VUE PAR DESSOUS SUIVANT A



Elargissement des culées d'extrémité C0 et C6 :

- Elévation structure BA,
- Fondations sur micropieux verticaux et inclinés Ø 300 mm
- Encastrement de la charpente métallique sur les culées BA par barres de clouage : 4 Ø 75 mm + 12 Ø 50 mm

Des adaptations ont été effectuées à l'exécution
Tous les clouages ont été faits finalement en Ø 50 mm



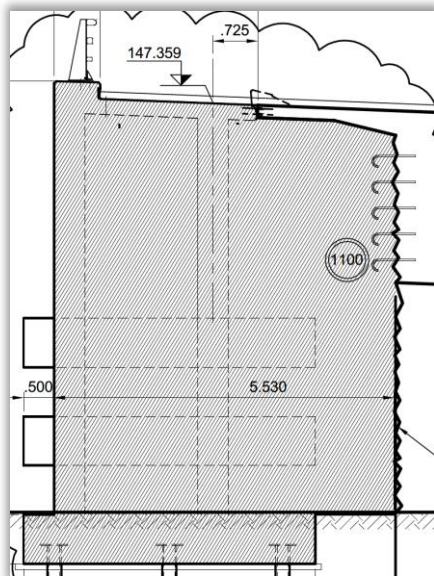
L'élargissement par ossature mixte

Elargissement des culées d'extrémité C0 et C6 :

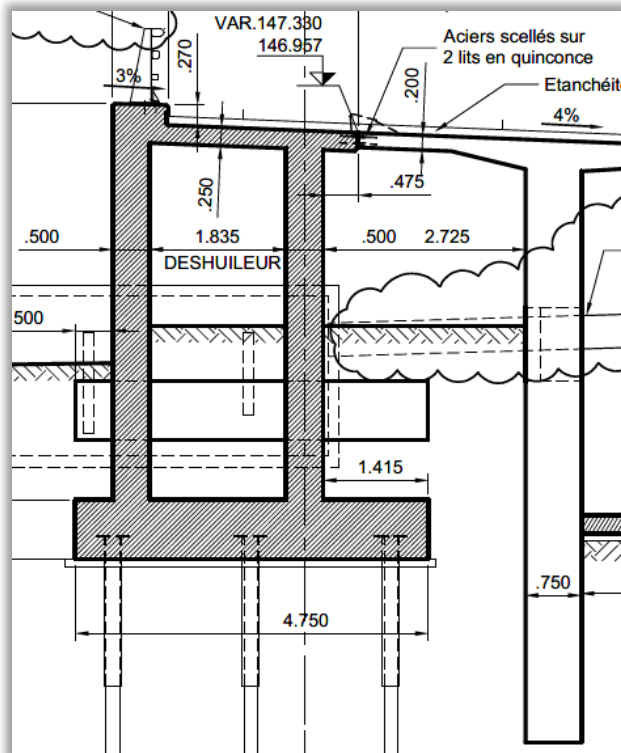
- Continuité du hourdis BA (Existant / Nouveau) par clavage longitudinal et scellements 2 niveaux
- Liaisonnement des murs transversaux des structures BA de la culée d'élargissement à la structure BA de la culée existante.

Avec une attention particulière : les clavages n'interviennent pas avant l'achèvement de l'élargissement et avant la mobilisation complète de sa descente de charge permanentes.

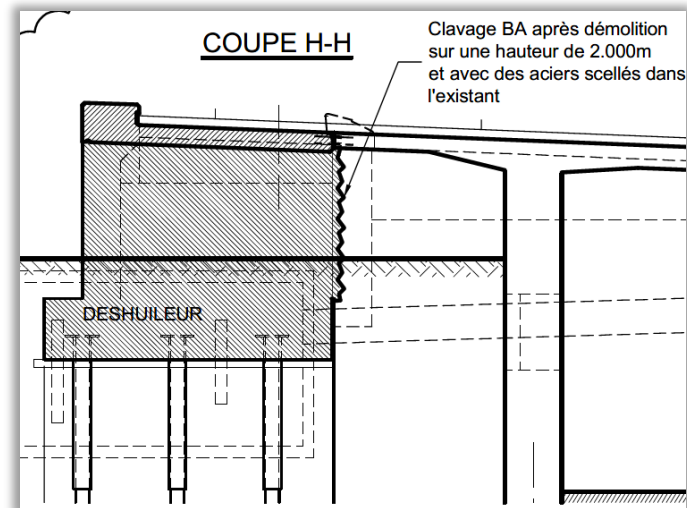
Mur transversal avant



2 voiles longitudinaux



Mur transversal arrière



Les contraintes environnementales

Les études sur la biodiversité menées par le cabinet d'environnement Naturalia ont mis en évidence la présence sur le viaduc de Cabrolles **d'espèces protégées** dont le martinet pâle.

Soucieux de minimiser l'incidence des travaux et de préserver la biodiversité locale, **VINCI Autoroutes a fait installer deux types de nichoirs sur le viaduc.**

Ils permettent de réaliser les travaux à proximité, tout en maintenant la nidification des espèces :

- 3 nichoirs intérieurs ont été mis en place dans le tablier Nord, sur la surface du hourdis inférieur;
- des nichoirs extérieurs ont été posés en façade des têtes des piles du tablier Sud.

Ces mesures, conjuguées à une réalisation des travaux en 2 phases (Nord et Sud) **permettent aux oiseaux de continuer à nidifier sur le site durant toute la durée du chantier.**



La parole est maintenant à Bouygues / VSL

