



DIR EST
 Direction Interdépartementale des
 Routes de l'Est

 District de Besançon
 CEI de Saint Laurent en Grandvaux

MAITRISE D'ŒUVRE EXTERNALISEE
 POUR LES TRAVAUX D'ESOA EN DIR EST
Pont sur l'Ain – Cize (39) – RN5 PR70+100



0 2 7	4 7 6 9 7	D	T	E T U	A V P	0 0 1	0 - 01
N° société	N° d'Affaire	S	T	Phase étude	Sous Phase	N° de Pièce	Indice

ETUDES AVP – Joints de chaussée

Indice	Date	Changements opérés	Établi par	Vérifié par	Approuvé par
A	30/04/2021	Etablissement du rapport – Première diffusion	PF	LD	EE

13 Quai KLEBER
 67000 Strasbourg
 Tél : 03 67 22 04 90
 Mail : diades.strasbourg@diades.fr
 Web : www.diades.fr



Révision du document

Indice	Date	Changements opérés
0	30/04/2021	Etablissement du rapport – Première diffusion

TABLE DES MATIÈRES

1 — INTRODUCTION	3
1.1 CONTEXTE	3
1.2 DOCUMENTS MISES A DISPOSITION	3
1.3 INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES	3
2 — PRESENTATION DE L'OUVRAGE	4
2.1 IDENTIFICATION DE L'OUVRAGE	4
2.2 LOCALISATION	6
3 — ETAT ACTUEL DE L'OUVRAGE	7
3.1 RESUME DES CONSTATS DE L'INSPECTION DETAILLEE PERIODIQUE DE 2019	7
3.2 RESUME DES CONSTATS A LA SUITE DE LA VISITE DIADES	7
3.3 HISTORIQUE ET CONSISTANCE DES TRAVAUX REALISES	9
3.4 PROBLEMATIQUE DU REMPLACEMENT DES APPAREILS D'APPUIS	9
4 — CONTRAINTES	12
4.1 CONTRAINTES D'EXPLOITATION	12
4.2 CONTRAINTES DE RESEAUX	13
4.3 CONTRAINTES D'ACCES	14
5 — SOLUTIONS DE REMPLACEMENT DE JOINTS DE CHAUSSEE ENVISAGEABLES	15
5.1 EVALUATION DU SOUFFLE DE L'OUVRAGE ET CRITERE DES JOINTS DE CHAUSSEE	15
5.2 DETERMINATION DES SOLUTIONS ENVISAGEABLES	21
5.3 SOLUTION 1 : JOINTS DE CHAUSSEE ET DE TROTTOIRS A PEIGNES/DENTS,	22
5.4 SOLUTION 2 : JOINTS DE CHAUSSEE MONOBLOCS	24
6 — ANALYSE MULTICRITERE	28
7 — ANNEXES – PLANS DE PRINCIPE.....	30

TABLES DES FIGURES

Figure 1 - Identification de l'ouvrage et caractéristiques générales	4
Figure 2 - Coupe longitudinale et coupe transversale dans l'ouvrage (documents d'archive)	4
Figure 3 - Coupe transversale sur culées (documents d'archive)	5
Figure 4 - Plan de localisation de la commune de Cize (source Géoportail)	6
Figure 5 - Plan de localisation de l'ouvrage (source Géoportail)	6
Figure 6 - Absence de traitement de l'interface entre joint de chaussée et joint de trottoir et dégradation des solins	8
Figure 7 - Présence d'éclats de béton avec aciers apparents corrodés et joint de trottoir dégradé et encombré	8
Figure 8 : Extrait de plan de l'ouvrage - about de l'ouvrage	9
Figure 9 : Extrait de l'inspection 2019 - "Conclusion de l'inspection 2013"	10
Figure 10 : Etat des abouts de la culée - visite Diadès 2020	10
Figure 11 : Etat des abouts de la culée - visite Diadès 2020	11
Figure 12 - Tableau récapitulatif de la moyenne annuelle du trafic routier (source DE Besançon)	12
Figure 13 - Itinéraire de déviation possible par l'ancienne RN5	12
Figure 14 - Récépissé de DT ORANGE	13
Figure 15 - Résultats du calcul du souffle de l'ouvrage	16
Figure 16 : Domaine d'emploi courant pour chaque famille de joints (issu de la Note d'Information n°38 "Joints de Chaussée des Ponts - routes, Détermination du souffle aux Eurocodes", SETRA, Décembre 2013)	17
Figure 17 : Coupe transversale en about de tablier	18
Figure 18 : Extrait de plan de câblage – Elévation côté tablier	18
Figure 19 : Extrait de plan de câblage – Elévation de l'about	19
Figure 20 : Extrait de plan de ferrailage de l'about - coupe transversale	19
Figure 21 : Extrait de plan de ferrailage de l'about – Elévation	19
Figure 22 : Extrait de plan - Elévation sur la culée	20
Figure 23 : Plan de ferrailage - culée	20
Figure 24 : Fiche technique joint CIPEC Wd 80F – Joint à dents	21
Figure 25 - Gamme et performance de joints (Source Freyssinet)	21
Figure 26 : Fiche technique joint CIPEC Wd 80F – Joint à dents + continuité sur trottoir	22
Figure 27 – Représentation d'un joint monobloc	24
Figure 28 – Illustration joint monobloc – pose et calage dans la feuillure	25
Figure 29 : illustration joint monobloc après pose / réalisation de l'enrobé	25
Figure 30 – Positionnement des plaques d'ancrage en about de tablier.	26

1 — INTRODUCTION

1.1 Contexte

Le présent rapport s'inscrit dans l'accord-cadre conclu entre la DIR Est et DIADES, portant sur des missions de maîtrise d'œuvre pour des travaux d'entretien spécialisés d'ouvrage d'art.

La présente mission porte sur la réalisation d'un **AVP** relatif aux travaux de remplacement des joints de chaussée du Pont sur l'Ain, situé sur le territoire de la commune de Cize (39300). Elle se base sur l'analyse des données d'entrée remises par la DIR EST et les observations faites lors de la visite de l'ouvrage réalisée par DIADES.

Cette étude traite deux (2) solutions de remplacement des joints de chaussée envisageables. Elle présente pour ces deux solutions une analyse multicritère avec une proposition de la solution la plus optimale par rapport à l'environnement de l'ouvrage et aux objectifs du projet.

1.2 Documents mises à disposition

Dans le cadre de cette mission, les données d'entrée mises à disposition par la DIR Est sont listées ci-dessous :

- L'Inspection Détaillée Périodique (IDP) de 2019,
- Le Procès-Verbal de visite IQOA de 2019,
- Les données de trafic de la RN5,
- Les plans d'archive de l'ouvrage,
- Rapport de mesures d'épaisseur enrobé 2019,
- Les données sur les travaux de réparation de 2003.

1.3 Investigations complémentaires

Pour compléter ces données, DIADES a demandé des informations supplémentaires, sous forme d'investigations complémentaires, à savoir :

- Diagnostic des bétons de l'ouvrage (pour les travaux de réparation de l'ouvrage et non pas pour l'AVP des joints de chaussée),
- Diagnostic Amiante / HAP dans les enrobés,
- Diagnostic Amiante / Plomb dans les peintures des garde-corps (pour les travaux de réparation de l'ouvrage et non pas pour l'AVP des joints de chaussée),
- Relevé topographique de l'ouvrage.

2 — PRESENTATION DE L'OUVRAGE

2.1 Identification de l'ouvrage

L'ouvrage OA 05 70 0100 – Pont sur l'Ain porte la RN5 et permet de franchir la rivière l'Ain. Sa mise en service a été réalisée en 1973.

IDENTIFICATION DE L'OUVRAGE	
Type de structure	Pont caisson à inertie variable
Nature des matériaux	Béton précontraint
Nombre de tabliers	1
Nombre de travées	3
Portées	Travée RD : 36,00 m Travée centrale : 72,21 m Travée RG : 43,50 m
Hauteurs libres	Environ 22,00 m
Longueur	151.71 m
Largeur	10.0 m (hourdis)
Lignes d'appui	4
Appareils d'appui	à priori néoprène fretté
Modèle de joints de chaussée	CIPEC Wd 80 F
Biais	100 grades
Garde-corps	Type : S8 sur platines - galvanisé et peint

Figure 1 - Identification de l'ouvrage et caractéristiques générales

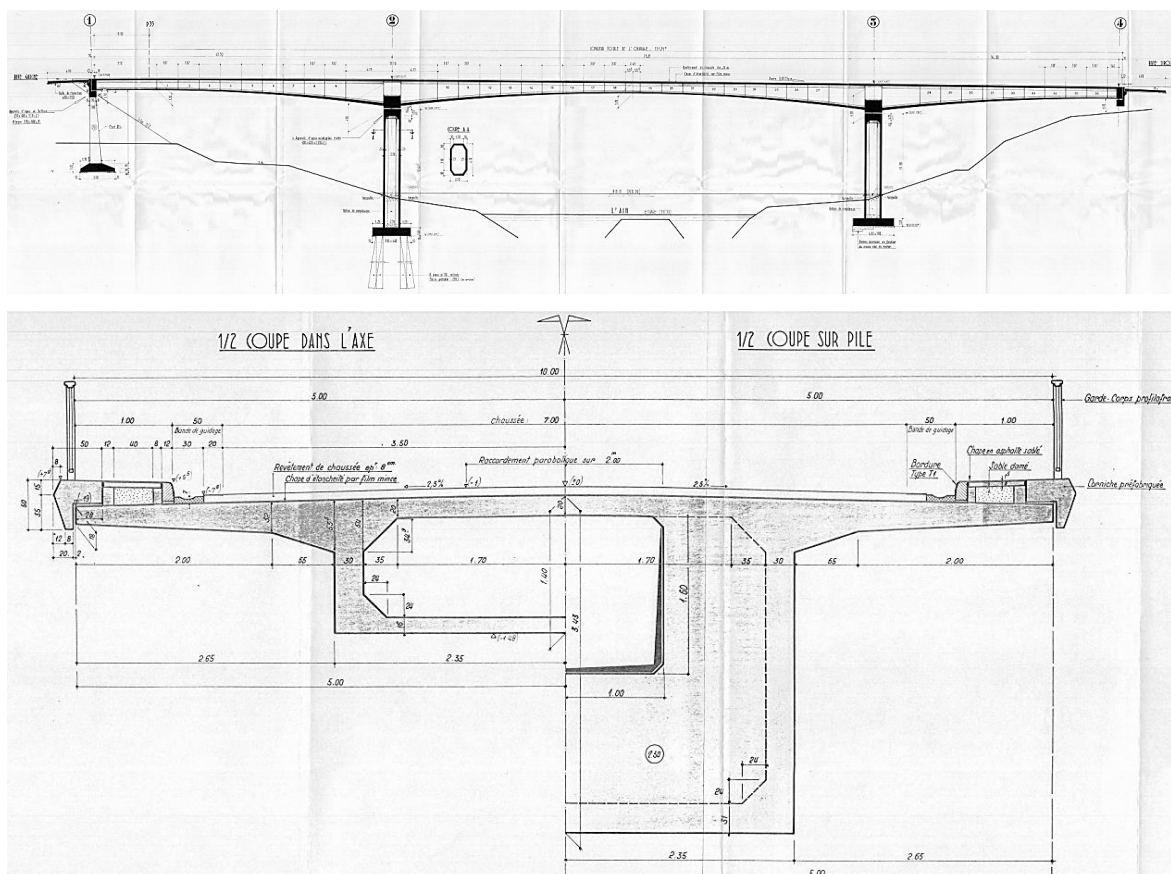


Figure 2 - Coupe longitudinale et coupe transversale dans l'ouvrage (documents d'archive)

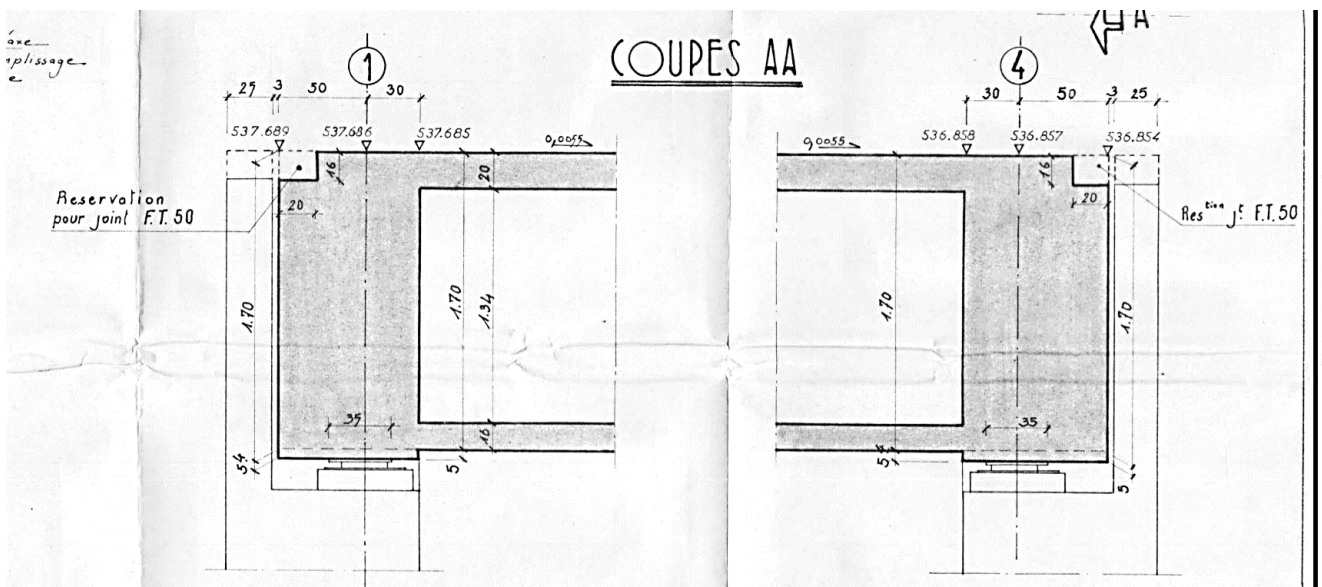
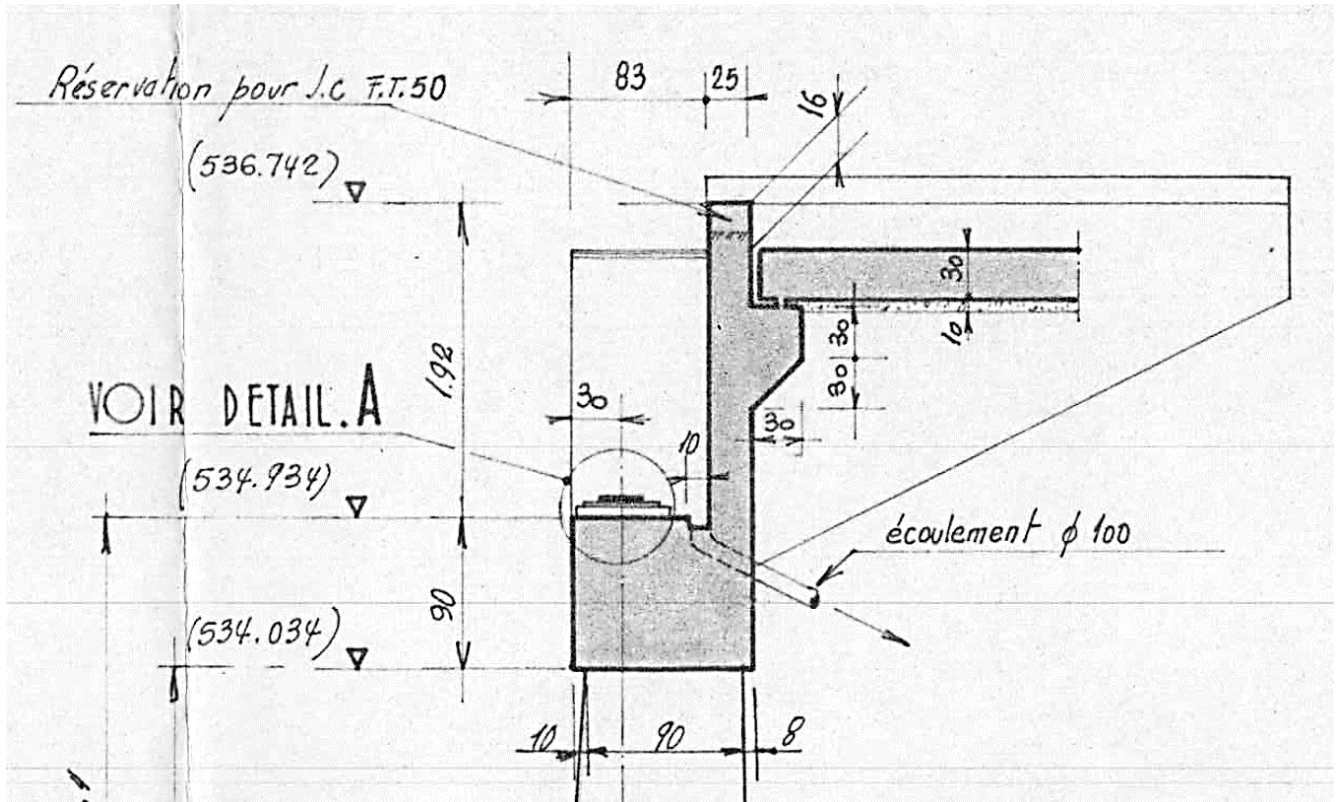


Figure 3 - Coupe transversale sur culées (documents d'archive)

2.2 Localisation

L'ouvrage OA 5 70 0100 – Pont sur l'Ain se situe sur la commune de Cize dans le Jura (39). Il porte la RN5 au niveau du PR70+100 et permet le franchissement de la rivière de l'Ain.

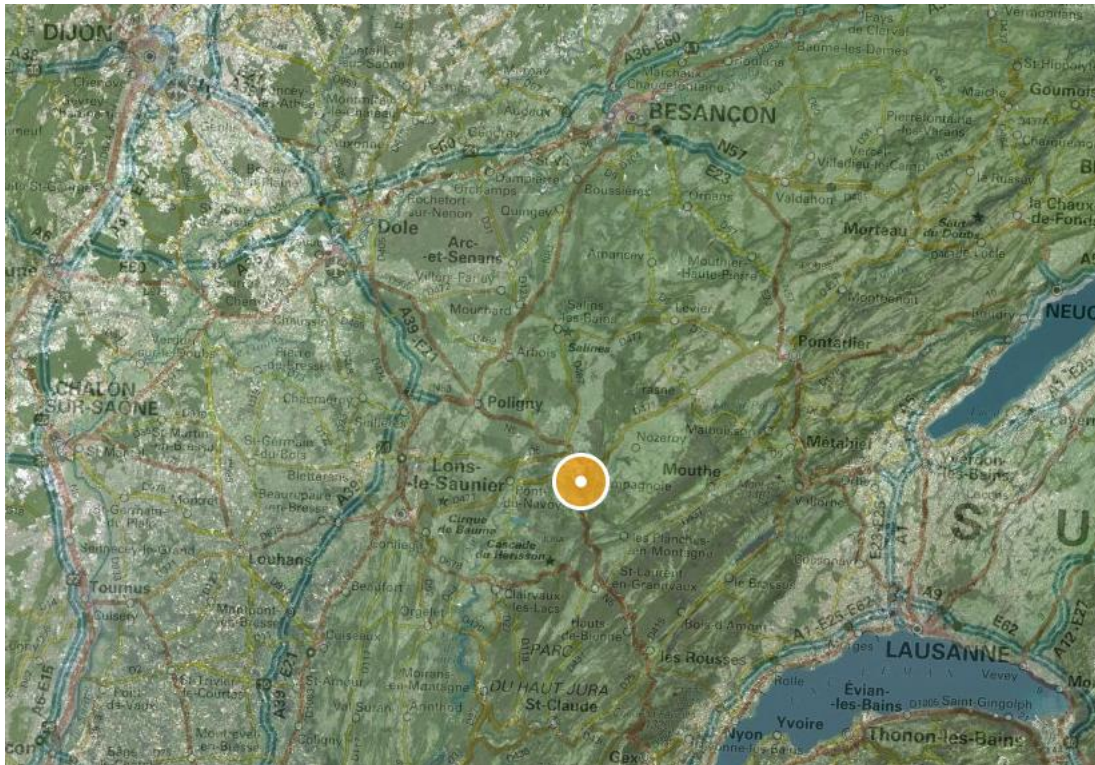


Figure 4 - Plan de localisation de la commune de Cize (source Géoportail)

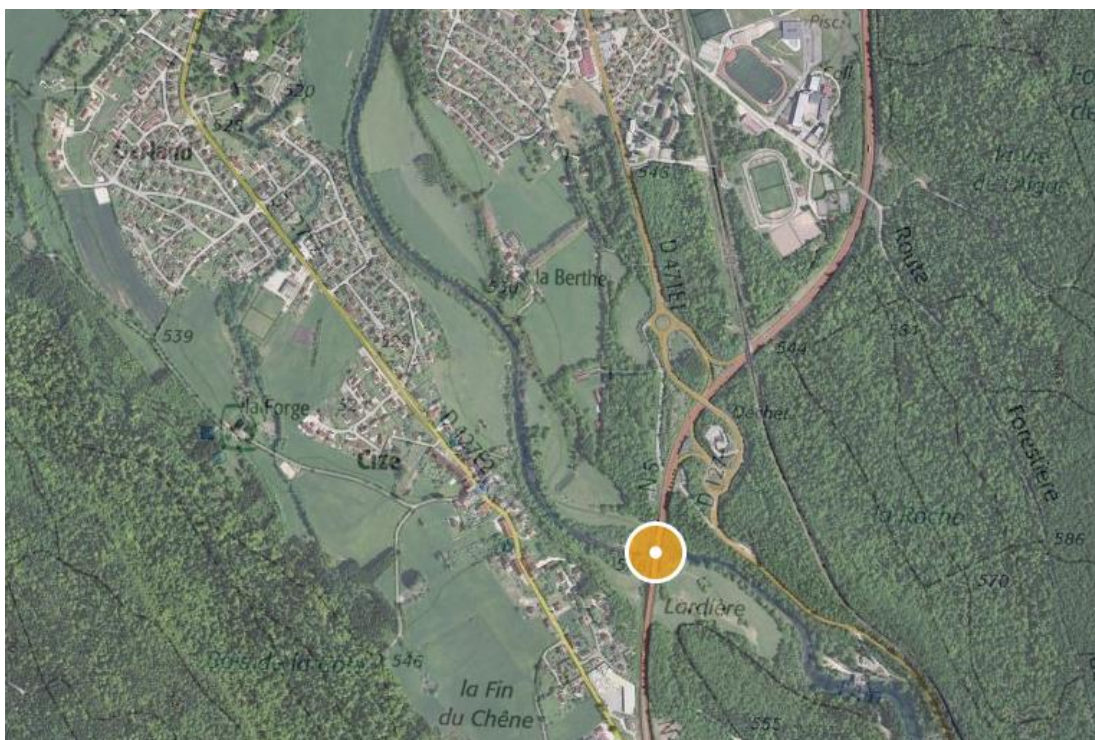


Figure 5 - Plan de localisation de l'ouvrage (source Géoportail)

3 — ETAT ACTUEL DE L'OUVRAGE

3.1 Résumé des constats de l'Inspection Détaillée Périodique de 2019

Les inspecteurs en charge de l'IDP de 2019 sont intervenus entre les mois de mars et avril 2019 sur le Pont sur l'Ain à Cize. Le temps était pluvieux lors de la visite extérieure avec une température moyenne de 11°C.

Les conclusions et préconisations de l'Inspection Détaillée Périodique réalisée par le CEREMA sont listées ci-après :

- Suivi normal de la structure de l'ouvrage avec une attention particulière sur la fissuration, qui ne présente pas d'évolution ni en nombre ni en ouverture, sur l'ensemble de l'ouvrage et en particulier au niveau des entretoises et des culées,
- Protection des gaines de précontrainte apparentes au niveau des nids de cailloux du hourdis inférieur des travées de rive et centrale,
- **D'importantes arrivées d'eau ont été constatées au niveau des culées. Ces dernières peuvent engendrer une accélération du processus de dégradation de l'ouvrage. Par ailleurs, la réalisation de travaux au niveau des murs garde-grève et en sous-face des entretoises est difficilement réalisable en l'état. Par conséquent, la mise en place de joint de chaussée et joint de trottoir étanche devra être effectuée permettant de protéger ces zones ; leur étanchéité devra être contrôlée à chaque visite d'ouvrage,**
- Recommandation de réaliser une étude à court terme afin de revoir complètement la conception des culées en apportant des modifications (reculs des murs garde-grève, accès à l'arrière du caisson, etc.).
- Réfection complète de l'étanchéité sur l'ouvrage compte tenu des importantes infiltrations et venues d'eau relevées entre la corniche et l'extrémité de la dalle,
- Des éclats de béton avec ou sans aciers apparents corrodés, à l'intérieur et à l'extérieur du caisson, devront faire l'objet d'un traitement spécifique visant à pérenniser la structure,
- Mise en œuvre d'une goutte d'eau en extrémité des encorbellements pour limiter les venues d'eau.

3.2 Résumé des constats à la suite de la visite DIADES

Le 29 juillet 2020, une équipe DIADES s'est rendue sur le site de l'ouvrage d'art OA 5 70 0100 – Pont sur l'Ain à Cize, par temps ensoleillé. Les constats relatifs aux joints de chaussée et de trottoir de l'ouvrage sont détaillés ci-après.

Composé de joints de chaussée et de joints de trottoir, le dispositif de dilatation de l'ouvrage présente plusieurs pathologies. Le béton au niveau des solins est fortement dégradé et quelques éclats de béton ont été identifiés. Certains ont déjà fait l'objet de réparation.

Il apparaît que le dispositif de dilatation de l'ouvrage n'est pas étanche. En effet, de nombreuses venues d'eau et infiltrations ont été identifiées au droit des joints pouvant conduire à une accélération du processus de dégradation des abouts de l'ouvrage. De plus, aucun traitement ne semble être mis en place à l'interface entre les joints de chaussée et les joints de trottoir ce qui peut engendrer d'importants écoulements en intrados. Présentant une forme de « toit », la chaussée provoque des écoulements d'eau directement vers la bordure de trottoir. Etant fortement encombrés, les regards avaloirs ne remplissent plus leur rôle et les écoulements se font au niveau de l'interface non-traitées du dispositif de dilatation de l'ouvrage.

Les joints de chaussée et joints de trottoir sont aussi fortement détériorés et présentent un encombrement important.



Figure 6 - Absence de traitement de l'interface entre joint de chaussée et joint de trottoir et dégradation des solins

Enfin, quelques éclats de béton, avec ou sans aciers apparents corrodés ont été identifiés au niveau des bordures de trottoir et des joints de trottoir. Ces éclats sont principalement dus aux actions physico-chimiques de l'environnement ainsi qu'à des défauts de mise en œuvre au droit du joint de trottoir. Ils peuvent également avoir été engendrés par des heurts avec des véhicules.



Figure 7 - Présence d'éclats de béton avec aciers apparents corrodés et joint de trottoir dégradé et encombré

Au niveau de l'intrados de l'ouvrage, plusieurs pathologies ont été relevées. De nombreuses dégradations du béton ont été identifiées au niveau des culées : éclats de béton avec des aciers apparents corrodés sur des surfaces étendues avec des ouvertures d'environ 0,4 mm. Ces pathologies s'expliquent par des venues d'eau depuis le dispositif de dilatation de l'ouvrage, une humidité importante et l'absence de revêtement de protection.

Les joints de chaussée et joints de trottoir composant le dispositif de dilatation de l'ouvrage présentent des dégradations avancées. Les solins en béton sont en mauvais état et le joint est particulièrement encombré. De plus, des venues d'eau en provenance du dispositif de dilatation ont été relevées en intrados de l'ouvrage traduisant d'un défaut d'étanchéité. En outre, l'absence de traitement entre les joints de chaussée et joints de trottoir crée un « passage » pour les écoulements d'eau. Leur remplacement est donc nécessaire.

Par ailleurs, le changement de joint de chaussée opéré (date inconnue) n'as pas permis de remédier à la situation (voir ci-dessous un extrait de l'IDP 2019)

Malgré le remplacement des joints de chaussée l'atmosphère humide est toujours présente sur les sommiers des culées. Les taches de rouille réapparaissent sous les nombreux ragréages effectués, les plaques métalliques des appareils d'appui sont fortement oxydées. Le remplacement des joints de trottoirs non étanches devra être programmé.

Figure 9 : Extrait de l'inspection 2019 - "Conclusion de l'inspection 2013"

Ainsi l'état des abouts de l'ouvrage avec toutes les dégradations déjà citées et les réparations qui ne tiennent pas faute d'une présence permanente d'eau et du cycle humidité /séchage est illustré ci-dessous.



Figure 10 : Etat des abouts de la culée - visite Diadès 2020



Figure 11 : Etat des abouts de la culée - visite Diadès 2020

Ce constat a nécessité la présente étude pour analyser deux solutions de joint de chaussée avec notamment une option avec des joints étanches.

Il convient de rappeler que s'il n'y a pas une amélioration de la situation des abouts de culées, la solution lourde proposée dans le rapport d'inspection est la démolition et le recul des murs garde-grève.

4 — CONTRAINTES

4.1 Contraintes d'exploitation

Données trafic :

Pour rappel, l'ouvrage se situe sur la commune de Cize dans le département du Jura (39). Il permet le franchissement de la rivière l'Ain et porte la RN5 entre Poligny et la frontière Suisse. C'est donc un axe transfrontalier important pour le département.

N5	39	Vaux sur Poligny	47+300	5 524	10,00 %	536	2,30%	10,29%	5 400	9	486	6,09%	-4,52%
N5	39	Saint Laurent	88+600	5 958	7,00 %	403	0,82%	13,65%	5 910	6	355	18,20%	18,20%
N5	39	Les Rousses	107+280	8 665	4,00 %	311	-0,97%	-11,14%	8 750	4	350	Déplacement et réinstallation de la station en 2017	

Figure 12 - Tableau récapitulatif de la moyenne annuelle du trafic routier (source DE Besançon)

Par le biais du tableau ci-dessus transmis par le District de Besançon, on constate que le trafic routier au niveau de Saint Laurent en Grandvaux représente environ 6000 véhicules par jour dont 400 poids lourds.

La RN5 est donc une voie de communication importante et assure une desserte locale essentielle entre le département du Jura et la Suisse. Des dispositions spécifiques seront donc nécessaires sur l'ouvrage afin d'assurer une déviation de la circulation durant les travaux tout en minimisant la gêne des utilisateurs.

Contraintes d'exploitation :

A la suite des échanges réalisés avec le chef du CEI de Saint Laurent de Grandvaux lors de la visite de l'ouvrage, les travaux sur l'ouvrage pourront se réaliser **sous coupure complète de la circulation avec la mise en place de déviations**. Pour cela, il sera nécessaire d'obtenir un arrêté permettant d'enlever la limitation de tonnage sur l'itinéraire de déviation.

Lors des travaux sur les enrobés réalisés en septembre 2020, une déviation de circulation a été mise en place. Cette dernière empruntait l'itinéraire de l'ancienne Route Nationale 5. Le chef du CEI de Saint Laurent de Grandvaux indique que la mise en place de cette déviation est possible dans le cadre des travaux sur l'ouvrage.

La vue aérienne ci-dessous reprend l'itinéraire de l'ancienne RN5 et donc l'itinéraire de déviation utilisé dans le cadre des travaux de réfection des enrobés réalisés en septembre 2020.

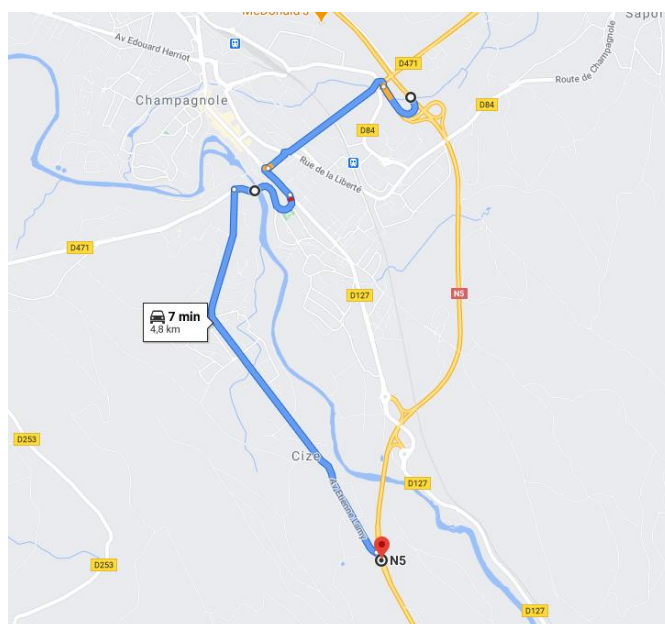


Figure 13 - Itinéraire de déviation possible par l'ancienne RN5

4.2 Contraintes de réseaux

Dans le cadre de cette étude, DIADES a réalisé les Déclarations de projet de Travaux (D.T.) auprès des exploitants des réseaux potentiellement dans l'emprise du chantier. Ceci permet de référencer tous les réseaux pouvant impacter le chantier mais également adapter les travaux suivants les contraintes liées à ces installations.

Numéro de CERFA	Société
1	DIR EST / DE de BESANCON
2	Orange X0
3	VEOLIA EAU REGION CENTRE EST CHEZ SOGEDATA

Selon les récépissés de DT reçus, il existe des réseaux potentiellement dans l'emprise du chantier :

- **Réseaux VEOLIA :** Aucun réseau n'est présent sur l'ouvrage.
- **Réseaux DIR EST :** Aucun réseau n'est présent sur l'ouvrage.
- **Réseaux ORANGE :** il y a un réseau de type TL et de classe de précision B sur l'ouvrage. Compte tenu de la nature des travaux à réaliser, ce réseau est susceptible d'impacter sur l'emprise du chantier.



Figure 14 - Récépissé de DT ORANGE

L'examen des récépissés de DT a permis d'identifier les réseaux susceptibles d'avoir un impact sur les travaux, à savoir :

- **ORANGE.**

En effet, compte tenu de son emplacement au centre de la chaussée, ce réseau est susceptible d'impacter la réalisation des travaux de réfection de l'étanchéité et de l'enrobé, et de remplacement des joints de chaussée.

Une prise de contact de ce concessionnaire par le Maître d'Ouvrage est indispensable pour définir :

- Le tracé exact du réseau,
- Les possibilités ou non de dévoiement en phase chantier,
- Les conditions de réalisations des travaux à proximité du réseau.

4.3 Contraintes d'accès

L'ensemble des accès à l'ouvrage se feront depuis la RN5. En effet, pour les travaux en extrados et en intrados de l'ouvrage, il n'est possible d'accéder aux différentes parties de l'ouvrage uniquement par la chaussée de la voie portée.

5 — SOLUTIONS DE REMPLACEMENT DE JOINTS DE CHAUSSEE ENVISAGEABLES

5.1 Evaluation du souffle de l'ouvrage et critère des joints de chaussée

a) Evaluation du souffle de l'ouvrage

En absence d'informations précises, le souffle de l'ouvrage est réévalué conformément aux Eurocodes à travers ses différentes composantes : température, déformations et charges d'exploitation.

Température

Conformément aux plant, la longueur de dilatation de l'ouvrage retenue est de **152 m**.

Compte tenu de la relative symétrie longitudinale de l'ouvrage, le point fixe est supposé à mi longueur de l'ouvrage.

Conformément à l'EN 1991-1-5/NA, les variations de longueur dues à la température sont présentées ci-dessous :

Géographie		
Département	T max [°C]	T min [°C]
Jura	40	-30

Type d'ouvrage						
Matériau	Type	Localisation	$\Delta T_{e,min}$ [°C]	$\Delta T_{e,max}$ [°C]	$T_{e,min}$ [°C]	$T_{e,max}$ [°C]
Tablier en béton	Type 3	France Métropolitaine	8	2	-22	42

Variation composante de température uniforme			
T_o [°C] ⁽¹⁾	Marge S [°C] ⁽²⁾	$\Delta T_{N,con}$ [°C]	$\Delta T_{N,exp}$ [°C]
10	15	47	47

(1) Cf NF EN 1991-1-5/NA Clause A.1 (3)

(2) Cf NF EN 1991-1-5/NA Clause 6.1.3.3 (3) NOTE 2

Dilatation			
Matériau	αT [1/°C] ⁽¹⁾	Portée pont [m]	point fixe [m] ⁽²⁾
Béton	1.00E-05	152	76

(1) Cf NF EN 1991-1-5/Annexe C

Variations de longueur à l'extrémité de l'ouvrage	
ΔL_{con} [mm]	ΔL_{exp} [mm]
35.72	35.72

Déformations différées du béton :

L'ouvrage ayant été réalisé en 1973, il y a 48 ans, nous considérons que les effets irréversibles de retrait ont déjà été effectués et que les effets résiduels sont négligeables.

Freinage

En fonction du nombre d'appareils d'appuis par ligne d'appuis, la raideur par appui peut être déterminée. Après calcul, la répartition des raideurs instantanées ($G = 1,8$ MPa) vaut 7.4 % sur la culée la plus souple (celle qui donnera la plus grande valeur de souffle) avec une raideur de **1.5 t/mm**.

L'ouvrage est composé de :

- En culées : 2 appareils d'appui en téflon 250x400x3(8+2)
- En piles : 4 appareils d'appui en néoprène fretté : 400 x 600 x 2(10+2).

L'effort longitudinal à prendre en compte pour le freinage ou l'accélération est donné à l'article 4.4.1 de la norme NF EN 1991-2 par :

$$Q_{lk} = 0.6 * \alpha Q_1 * (2 * Q_{1k}) + 0.10 * \alpha q_1 * q_{1k} * w_1 * L < 500 \text{ kN}$$

$$Q_{lk} = 0.6 * 0.9 * 600 + 0.10 * 0.7 * 9 * 3 * 80 = 475 \text{ kN soit } 47.5 \text{ t}$$

Avec cette valeur de freinage, la culée reprend un effort de $47.5 \text{ t} \times 0.074 = 3.52 \text{ t}$ de freinage ce qui donne un déplacement de **2.34mm**.

Influence du biais

La structure ne présente pas de biais par conséquent, aucune influence n'est engendrée à ce niveau.

Rotation due aux charges d'exploitation

Les rotations d'abouts d'un ouvrage peuvent engendrer des mouvements verticaux et horizontaux, en particulier lorsque la distance entre l'about du tablier et la ligne d'appui est importante. Les mouvements engendrés sont évalués à partir du porte-à-faux, de la longueur de la travée, de la hauteur de la section du tablier et de la flèche sous le cas de chargement prépondérant pour la rotation.

D'après les plans d'archives, La hauteur du caisson est de 1.40m au niveau des culées et la distance de l'about à l'appareil d'appui est de 50 cm. On ne dispose pas de note de calcul ou de calcul de flèche sous exploitation à mi-travée. On considère donc une rotation unitaire de 1.5×10^{-3} rad. On obtient un déplacement de **2.1mm**.

Les résultats et les combinaisons sont présentés dans le tableau ci-après.

	Combinaisons d'actions		
	Allongement [mm]	Raccourcissement [mm]	Souffle [mm]
ELS 1 : G+Qk-c + 0,6 Tk	21.43	23.5	45.0
ELS 2 : G+Qk-fq + Q _{lk} + Q _{tk} +0,6 Tk	23.8	25.0	48.8
ELS 3 : G+Tk + Qk-fq-trot	35.7	37.0	72.7
ELU 1 : 1,35G+1,35 Qk-c + 1,5 x 0,6 Tk	32.1	35.0	67.1
ELU 2 : 1,35G+1,35 (Qk-fq + Q _{lk} +Q _{tk}) + 1,5 x 0,6 Tk	35.3	37.0	72.3
ELU 3 : 1,35G+1,5Tk + 1,35 Qk-fq+trot	53.6	55.3	108.9

Figure 15 - Résultats du calcul du souffle de l'ouvrage

Le souffle longitudinal réévalué de l'ouvrage à l'ELS est de 73mm.

Le souffle à l'ELU est de 109 mm (pour la vérification du non-entrechoquement du tablier de la culée)

Nous considérons un **souffle nominal de 100 mm > Souffle ELS = 73 mm**.

Avec 30mm disponible entre l'about du tablier et le mur garde-grève, l'espace total mobilisable est de 30mm+100mm = 130 mm > 109 mm.

Compte tenu du souffle nécessaire, le choix des joints de chaussée s'oriente vers la famille des joints à bandes (ou à dents) d'un **souffle nominal de 100 mm**.

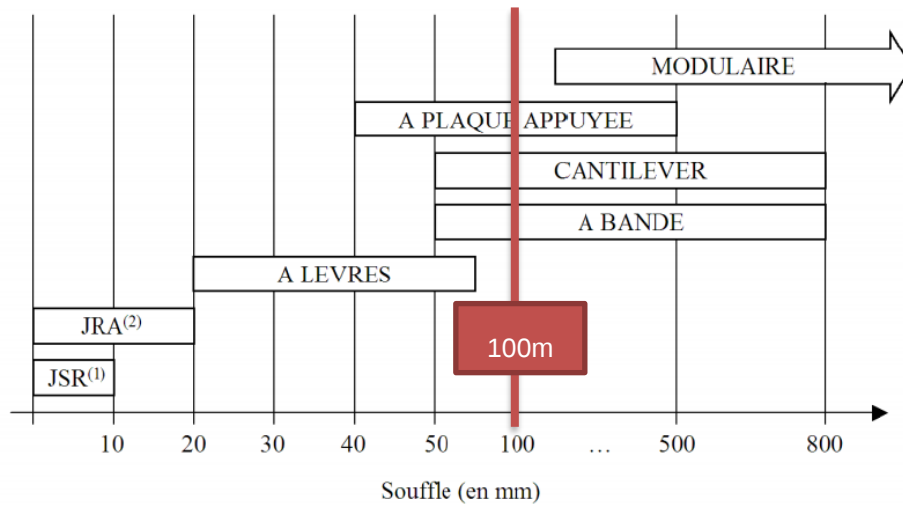


Figure 16 : Domaine d'emploi courant pour chaque famille de joints (issu de la Note d'Information n°38 "Joints de Chaussée des Ponts - routes, Détermination du souffle aux Eurocodes", SETRA, Décembre 2013)

b) Caractéristique des joints de chaussée à mettre en place

Les joints de chaussée à mettre en place doivent avoir les caractéristiques qui répondent aux critères de :

- Souffle nécessaire à la dilatation de l'ouvrage,
- Robustesse pour supporter le trafic routier,
- Raccordement d'étanchéité compatible avec l'étanchéité générale mise en œuvre sur le tablier pour assurer la continuité d'évacuation des eaux de l'ouvrage,
- Le confort de l'utilisateur avec la réduction le plus possible des nuisances sonores.

Hormis ces caractéristiques nécessaires, le joint de chaussée doit être facile d'entretien sans nécessiter d'utiliser des moyens importants. Enfin, il doit être le plus étanche possible afin de protéger les bétons des culées, ou à défaut être complété par un système de récupération des eaux de ruissellement.

c) Caractéristiques des culées existantes

Les culées du pont de Cize sont caractérisées, comme le montre les extraits de plans, par des espaces très étroits et confinés. La figure ci-dessous, issu du dossier d'archive, permet d'identifier les contraintes géométriques en question :

Les réservations disponibles pour les joints de chaussée sont de 200mm x 160mm (largeur x hauteur) par solin.

Cette réservation est contrainte par la présence du cachetage de 2 câbles de précontraintes (référence 72) dans l'alignement de la réservation.

Les plans de ferrailage montre la présence de cadres dans la réservation des joints de chaussée.

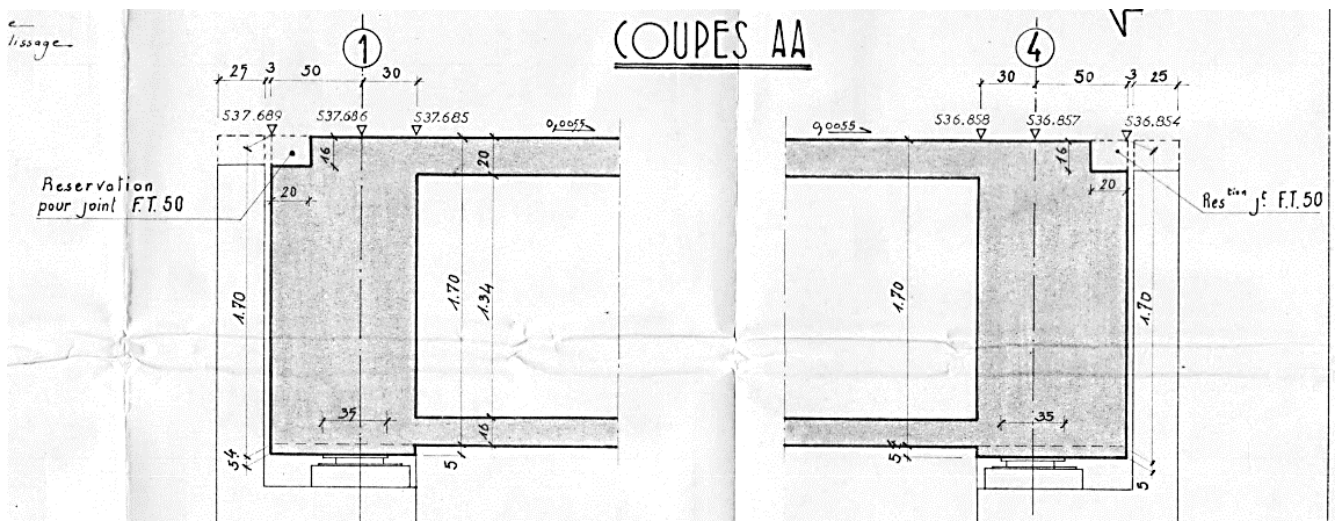


Figure 17 : Coupe transversale en about de tablier

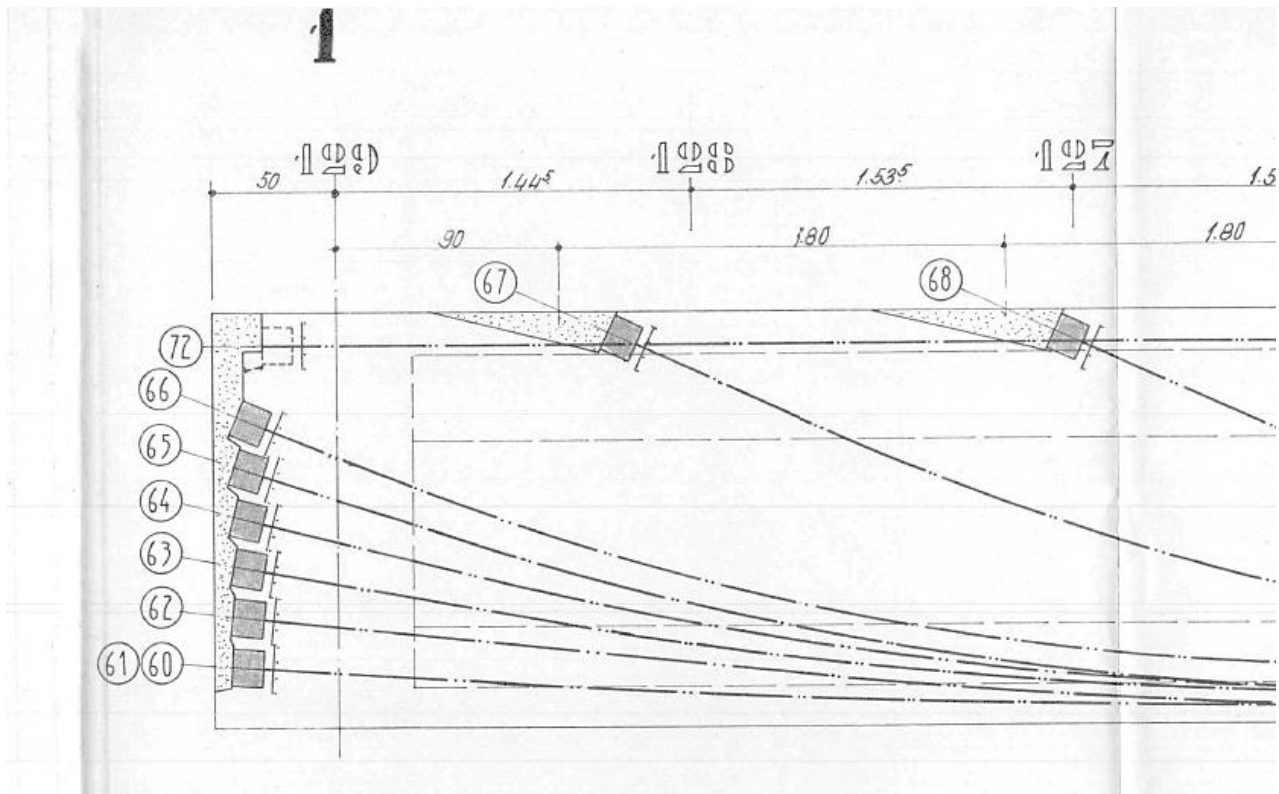


Figure 18 : Extrait de plan de câblage – Elévation côté tablier

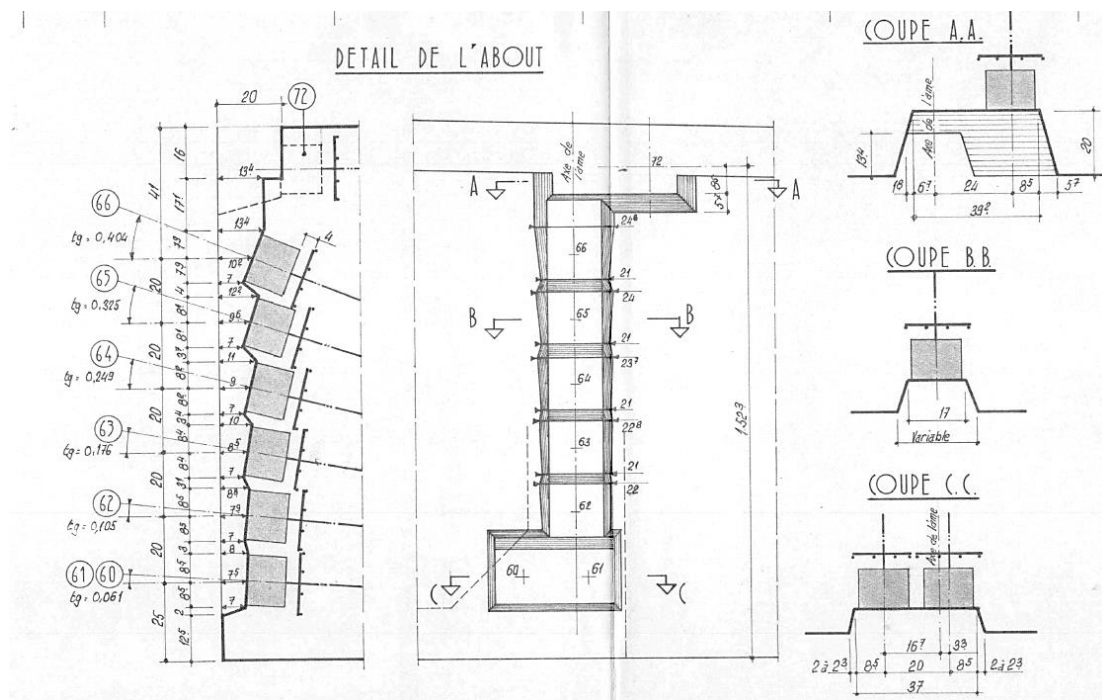


Figure 19 : Extrait de plan de câblage – Élévation de l'about

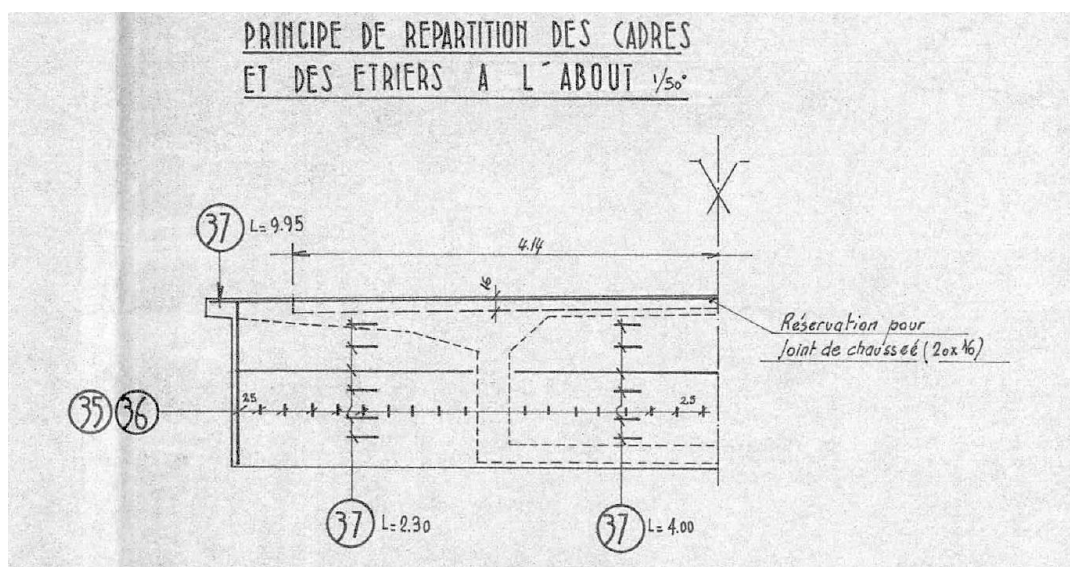


Figure 20 : Extrait de plan de ferrailage de l'about - coupe transversale

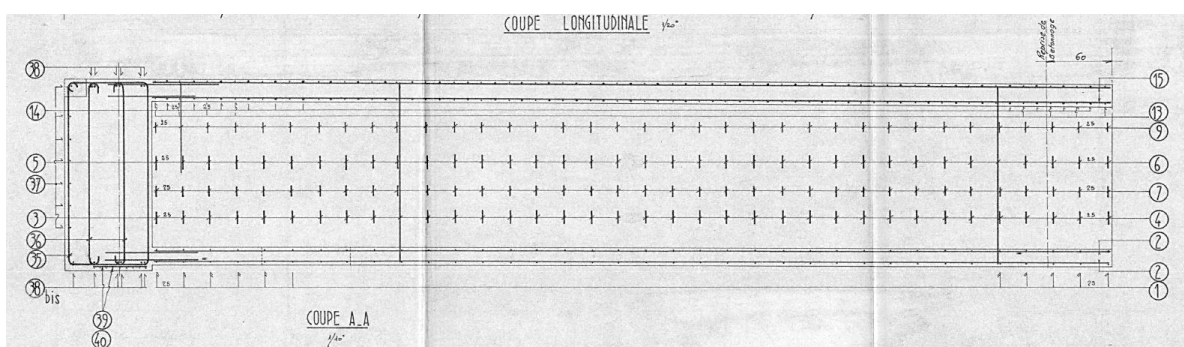


Figure 21 : Extrait de plan de ferrailage de l'about – Élévation

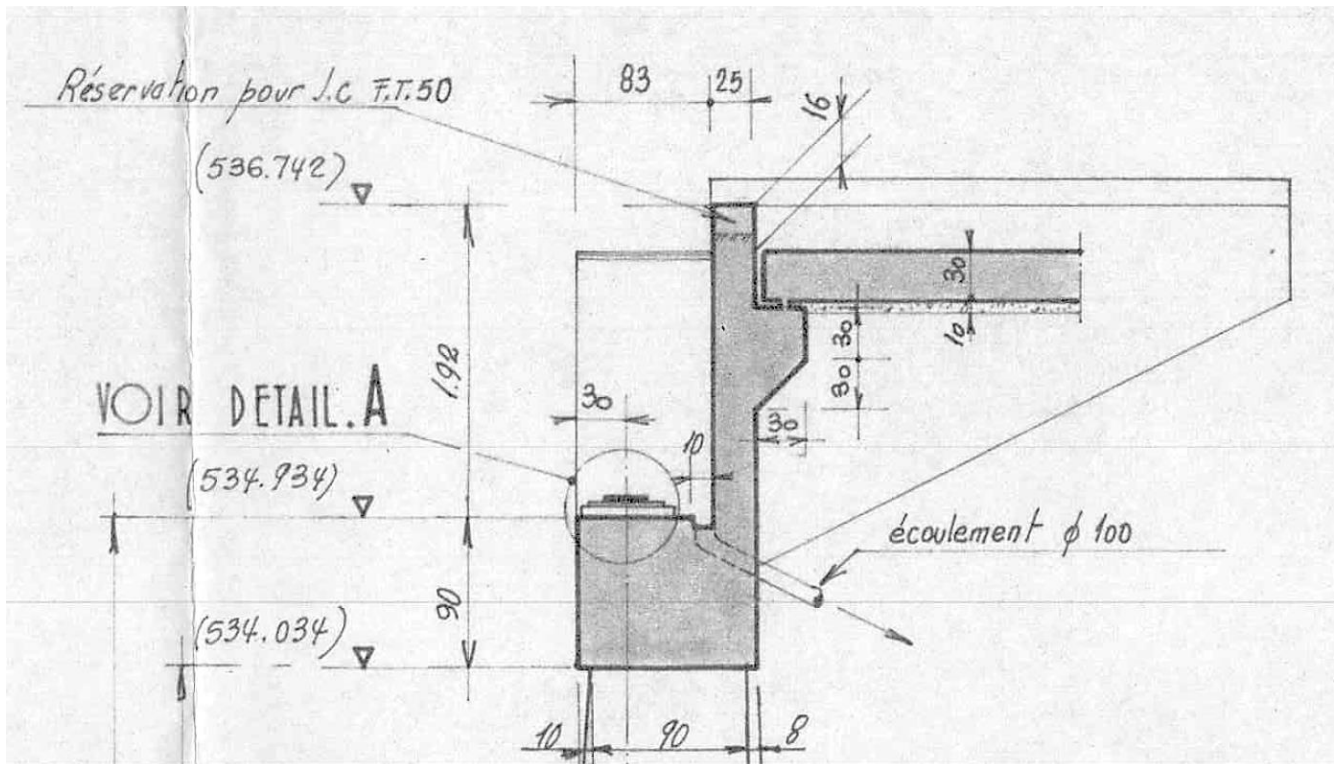


Figure 22 : Extrait de plan - Elévation sur la culée

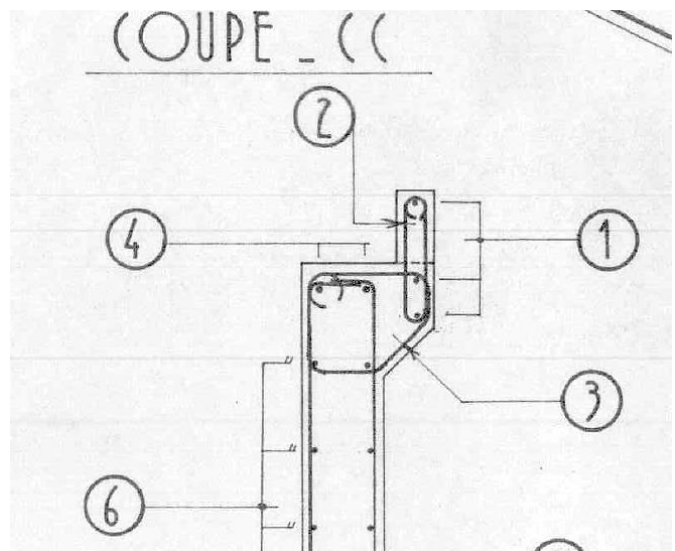
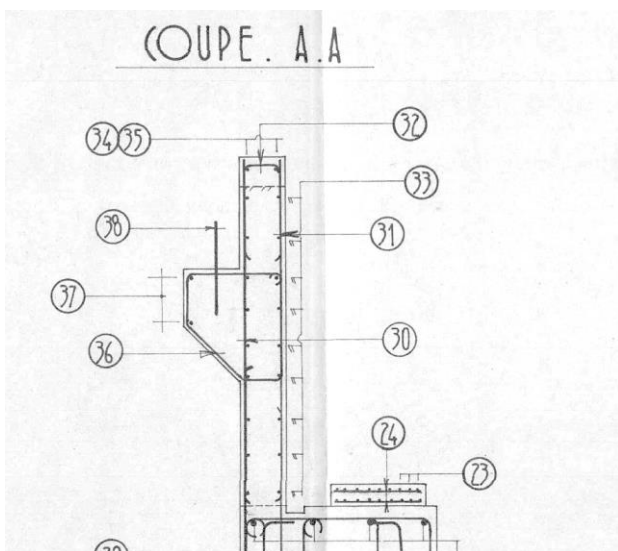


Figure 23 : Plan de ferrailage - culée

Les joints actuels seraient de type CIPEC Wd 80F. La fiche technique du joint en question est présentée ci-dessous :

1.2 - PLANS D'ENSEMBLE

Coupe Courante

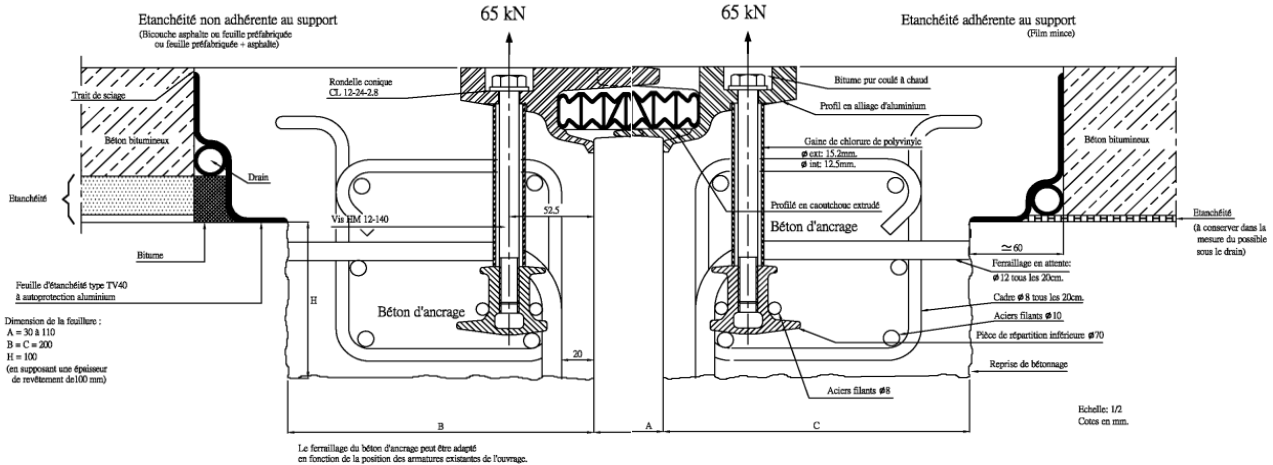


Figure 24 : Fiche technique joint CIPEC Wd 80F – Joint à dents

Ce type de joint requiert une réservation minimale de 200mm x 200mm (y compris l'épaisseur d'enrobé) soit une hauteur de solin de 200mm.

5.2 Détermination des solutions envisageables

Les solutions de remplacement adaptées, envisageables et retenues pour la présente étude sont :

- Joint de chaussée et joint de trottoirs à peignes/dents,
- Joint de chaussée monoblocs.

Il existe d'autres solutions de remplacement qui auraient pu être citées (joint de chaussée cantilever, joint de trottoirs à hiatus, etc).

Ces solutions n'ont pas été retenues dans la liste des solutions à étudier car les performance d'étanchéité les rendent moins efficaces et moins compétitives par rapport aux solutions retenues et à l'objectif du projet.

Type de joint	Modèle	Trafic lourd	Fréquence du trafic	Confort à l'utilisateur	Niveau sonore	Étanchéité	Mouvement transversal	Facilité d'entretien	Durabilité
À revêtement amélioré	Viajoint	★★★	★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★	★★★★★	★★★
À hiatus	N, NM	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★★	★★★	★★★★	★★★
	WR, WRB	★★★★	★★★★	★★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
	JEP	★★★★★	★★★★★	★★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★	★★★★
	WOSd	★★★★	★★★★	★★★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
En console	WM	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★	★★★	★★★★	★★★★
	Wd	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★	★	★★★★	★★★★★
	WP	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★	★	★★★★	★★★★★
Porté	NFT	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★	★	★★★	★★★★
Porté à bande	Multiflex SX	★★★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★	★★★	★★★★	★★★
Modulaire	Freyssimod LW	★★★★★	★★★★★	★★★	★★	★★★★★	★	★★★	★★★★★

Figure 25 - Gamme et performance de joints (Source Freyssinet)

- Coffrage et préparation des feuillures,
- Mise en place et calage des joints,
- Comblement provisoire de la feuillure et réfection de l'enrobé et l'étanchéité
- Sciage de l'enrobé
- Coulage des solins, et mise en tension des ancrages

Cependant, la mise en place de ces types de joint ne permet pas d'endiguer sur le long terme toute infiltration d'eau sur les culées, comme on l'observe actuellement sur l'ouvrage.

En effet, dans un contexte normal d'utilisation, ces joints présentent des limites d'efficacité en termes d'étanchéité. Le raccord entre l'étanchéité de la chaussée et le joint ne permet pas un parfait blocage des infiltrations d'eau. Ces joints sont néanmoins couramment utilisés sur ouvrages (et font l'objet d'avis techniques).

c) Cout de réalisation de la solution

Les travaux seront réalisés dans le cadre de l'accord cadre - travaux de réparation de la DIR EST. L'estimation est donc faite à partir des éléments financiers contenus dans ce marché.

Le marché des joints de chaussée de la DE de Besançon n'étant pas à notre disposition, l'estimation ci-dessous est faite sur le modèle de la DE de Metz.

Le montant estimé des travaux exclusivement de remplacement des joint de chaussée par des joint de chaussée et de trottoir à peigne (ou dents) est de 125 k€ TTC (hors balisage).

d) Délai de réalisation de la solution

Les éléments de délai de réalisation des travaux pour les joints de chaussée à peigne (ou dents) sont les suivants :

- Période préparatoire du chantier : **2 mois**,
- Période des travaux : **3 semaines soit 1,5 semaine par demi-chaussée.**

Cette solution permet de réaliser les travaux par demi-chaussée.

5.4 SOLUTION 2 : Joints de chaussée monoblocs

a) Définition de la solution

Un autre type de joint pourrait être utilisé, présentant une très bonne étanchéité. Il s'agit du joint monobloc. Il est illustré ci-dessous ;

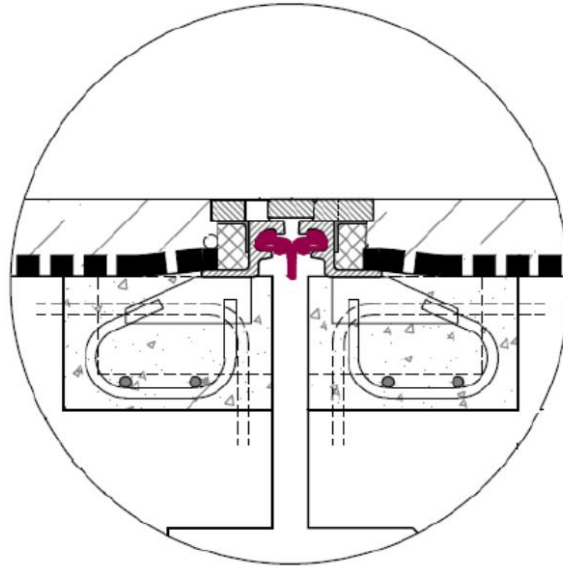


Figure 27 – Représentation d'un joint monobloc

La grande différence avec un joint classique se situe au niveau de l'étanchéité et de la durabilité de ce type de joint. Ces éléments s'expliquent par les dispositions suivantes :

- Les joints monoblocs sont entièrement soudés en usines sur toute la longueur du joint (de bordure à bordure) y compris pour les parties situées sur les trottoirs. Ils sont donc d'un seul tenant sans boulonnerie ni visserie. Ce qui limite considérablement leur vulnérabilité.
- La remontée des lamelles permet de disposer les solins béton sous l'enrobé. Les solins ne sont plus soumis directement à l'agressivité du trafic, ce qui est source de beaucoup de dégradation sur les joints de chaussée. Les solins sont protégés par une couche d'enrobé qui est plus facile d'entretien et de renouvellement que le solin béton,
- Le joint EPDM disposé entre les lamelles métalliques est conçu avec des profilés spécifiques qui assurent l'étanchéité de ces lignes de joints,
- L'étanchéité est par ailleurs complétée par les raccords d'étanchéité entre le tablier et les lignes de joints.
- Enfin, ces joints sont garantis 15 ans minimum.



Figure 28 – Illustration joint monobloc – pose et calage dans la feuillure



Figure 29 : illustration joint monobloc après pose / réalisation de l'enrobé

Compte tenu de tout ce qui précède, les joints monobloc doivent être préfabriqués. Leur temps de préfabrication en usine n'est pas à négliger et il faut prévoir en général un minimum de 14 semaines pour la fabrication et la livraison sur chantier.

Par ailleurs, la pose des joints monoblocs nécessite une coupure totale de la circulation, étant donné qu'il s'agit des joints d'un seul tenant, ils ne peuvent pas être posés par demi-chaussée.

b) Mise en œuvre de la solution

Dans le cas des ouvrages du présent projet, il est à noter le fort encombrement des abouts de dalle par les ancrages de la précontrainte (voir figure ci-dessous – notamment câble 72).

Les besoins de réservation de feuillure pour les joints monoblocs sont de 350mmx180mm. Compte tenu des joints actuels, la hauteur de la feuillure pourra être réalisée. En revanche la largeur de la feuillure nécessite un

élargissement qui sera contraint par la présence des plaques d'ancrage de la précontrainte. Des adaptations devront être réalisées pour limiter les besoins d'élargissement.

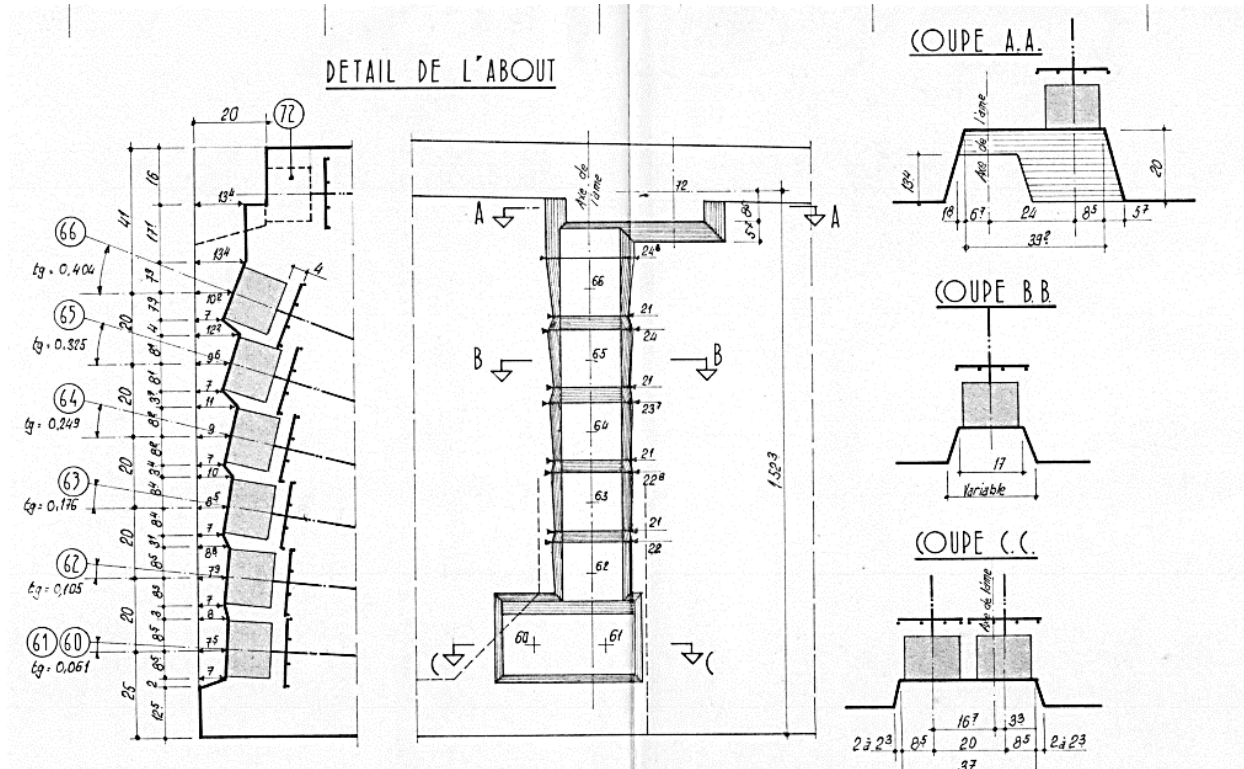


Figure 30 – Positionnement des plaques d'ancrage en about de tablier.

Le remplacement des joints actuels par les joints monobloc se ferait suivant la méthodologie ci-après :

- Traits de scie et rabotage de l'enrobé y compris en amont et aval des lignes de joint sur environ 10 m,
- Hydromodération des solins, du tablier et du garde-grève pour la création des futurs solins nécessaires à l'ancrage des futurs joints, avec la récupération et l'évacuation des eaux
- Mise en place des armatures d'ancrages,
- Coffrage et préparation de la feuillure,
- Mise en place et calage des joints de chaussée (avec réglage de l'ouverture en usine),
- Coulage des solins,
- Mise en œuvre du raccordement de l'étanchéité et réfection de l'enrobé.

c) Cout de réalisation de la solution

Les accords-cadres actuellement à disposition à la DIR EST ne permettent pas la réalisation de joints de chaussée monoblocs. La réalisation d'un appel d'offre et la rédaction d'un dossier de consultation spécifique à ces travaux sont nécessaires.

Le montant estimé des travaux exclusivement de remplacement des joint de chaussée par des joints de chaussée monoblocs est de 150 k€ TTC (hors balisage).

d) Délai de réalisation de la solution

Les éléments de délai de réalisation des travaux pour les joints de chaussée monoblocs sont les suivants :

- Période préparatoire du chantier : **4 mois**,
- Période des travaux : **3 semaines sous coupure totale de la circulation.**

Pour rappel, cette solution nécessite en outre un appel d'offre spécifique avec des périodes DCE-ACT.

6 — ANALYSE MULTICRITERE

Le tableau suivant permet de récapituler les avantages et inconvénients des deux solutions étudiées.

	Solution 1 – Joint classique	Solution 2 - Joint monobloc
Etanchéité	Pas de continuité au niveau des profilés Efficacité moindre et « peu durable » Points sensibles au niveau des longrines et des remontées	Continuité de l'étanchéité sur l'ensemble de la ligne de joint (joint d'un seul tenant de longrine à longrine)
Complexité de mise en œuvre et risques	Maintien des feuillures actuelles. Technique de remplacement classique et couramment utilisée. Maîtrisée par des entreprises de taille moyenne.	Besoin d'élargissement de la feuillure existante. Proximité d'ancrage de précontrainte. Fourniture spécifique (3 fournisseurs Européens reconnus en France) avec une mise en œuvre délicate qui nécessite une étude d'exécution.
Délai de réalisation	Phase préparatoire : 2 mois Phase travaux : 3 semaines (1,5 semaine / demi chaussée)	Phase préparatoire : 4 mois Phase travaux : 3 semaines (sous coupure de la circulation)
Phasage	Possibilité de réalisation en plusieurs phases (par demi – chaussée)	Pas de possibilité de réalisation en plus d'une phase.
Besoins en entretien	Nécessite plus d'entretien Durabilité d'environ 5-7ans Durabilité de l'étanchéité <5-7ans.	Nécessite peu d'entretien Durabilité d'environ 20ans (Garanti 15 ans)
Coût	Coût modéré (125 k€ TTC)	Le plus élevé (150 k€ TTC)

Compte tenu de l'existence des marchés accords cadre de la DIR EST, la mise en œuvre de joints de chaussée classiques peut être rapide avec un coût moins élevé et des impacts limités sur l'exploitation. Par contre, cette solution, de pérennité limitée, est une réponse de court terme par rapport aux problématiques du présent d'ouvrage avec la conception particulière de la culée. La mise en œuvre de joints de chaussée classique nécessitera à long terme d'important travaux de modification des murs garde-grève.

La mise en place de joints de chaussée monoblocs est plus contraignante par rapport à l'exploitation mais également en termes de procédures de commandes (DCE, ACT, période de fabrication, etc.). Cependant, cette solution constitue un début de réponse pertinente pour le traitement des désordres de l'ouvrage et son entretien à long terme. Les joints de chaussée monoblocs permettront étanchéifier les lignes de joints afin de ralentir considérablement les dégradations au niveau de l'environnement des appareils d'appuis et des abouts du tablier.

Par ailleurs, la coupure de la circulation que nécessitera les joints de chaussée monoblocs peut être mutualisée pour réaliser d'autres travaux d'entretien spécialisé de l'ouvrage :

- Le renouvellement d'étanchéité : ces travaux sont importants compte tenu de la nature de l'ouvrage (caisson précontraint avec le relèvement de câbles en extrados du caisson), pour assurer la pérennité des dispositifs de précontrainte,
- La réfection des bossages d'appuis et le remplacement des appareils d'appuis.

En outre, la mise en œuvre de joints de chaussée monoblocs pourra permettre d'envisager d'autres solutions de traitement des murs -garde-grève et chevêtres sans pour autant les déconstruire.

Enfin, la différence de coût de réalisation des joints monoblocs par rapport au joints classiques n'est pas très élevée (25k€ TTC / 125 k€ TTC soit 20%). Cet écart sera d'autant plus faible avec l'ensemble des travaux d'entretien spécialisé que nécessite l'ouvrage.

Au regard de tout ce qui précède, nous préconisons la mise en œuvre de joints de chaussée monoblocs pour le pont de Cize.

7 — ANNEXES – PLANS DE PRINCIPE

TRAVAUX D'ESOA EN DIR EST

RN 5 - PR70 + 100

Pont sur l'Ain à Cize (39)

ETUDES AVP



diadès

setec



direction
interdépartementale
des routes
Est

Cahier de plans

A	30/04/2021	Première émission	P. FONTANON	L. DREYER
Ind	Date	Modifications	Dessiné par :	Vérifié par :



**PLAN D'INSTALLATION DE CHANTIER ET
SITUATION DE L'OUVRAGE**

1 cm = 15,00 m



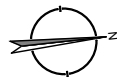
Photographie 1:
Vue générale de l'ouvrage depuis la rive gauche



Photographie 2:
Vue générale de l'ouvrage depuis l'extrados

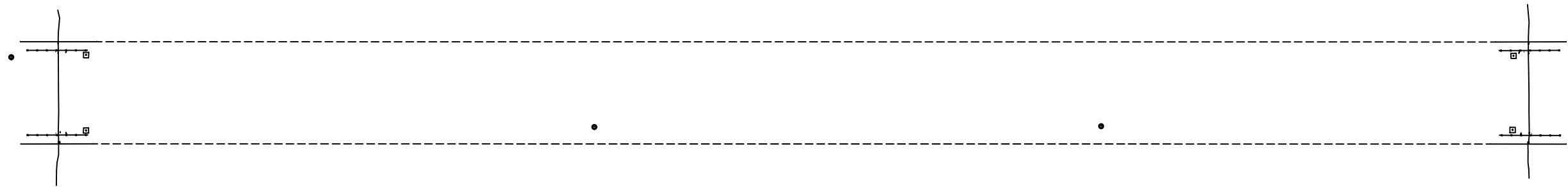
	DIR EST																																														
	Conception des réparations																																														
	Pont sur l'Ain à Cize - RN5 - PR70+100																																														
Plan de principe des travaux PLAN DE SITUATION DE L'OUVRAGE																																															
Dessiné par : P. FONTANON		Vérifié par : L. DREYER		Date : 30/04/2021																																											
<table border="1"><tr><td>0</td><td>2</td><td>7</td></tr><tr><td colspan="3">N°société</td></tr></table>	0	2	7	N°société			<table border="1"><tr><td>4</td><td>7</td><td>6</td><td>9</td><td>7</td></tr><tr><td colspan="5">N°d'affaire</td></tr></table>	4	7	6	9	7	N°d'affaire					<table border="1"><tr><td>D</td></tr><tr><td>S</td></tr></table>	D	S	<table border="1"><tr><td>T</td></tr><tr><td>T</td></tr></table>	T	T	<table border="1"><tr><td>E</td><td>T</td><td>U</td></tr><tr><td colspan="3">Phase étude</td></tr></table>	E	T	U	Phase étude			<table border="1"><tr><td>P</td><td>R</td><td>O</td></tr><tr><td colspan="3">Sous Phase</td></tr></table>	P	R	O	Sous Phase			<table border="1"><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td colspan="3">N°de Plan</td></tr></table>	0	0	1	N°de Plan			<table border="1"><tr><td>A</td></tr><tr><td>Indice</td></tr></table>	A	Indice
0	2	7																																													
N°société																																															
4	7	6	9	7																																											
N°d'affaire																																															
D																																															
S																																															
T																																															
T																																															
E	T	U																																													
Phase étude																																															
P	R	O																																													
Sous Phase																																															
0	0	1																																													
N°de Plan																																															
A																																															
Indice																																															

Cize



Besançon

PROFIL n°1



VUE EN PLAN

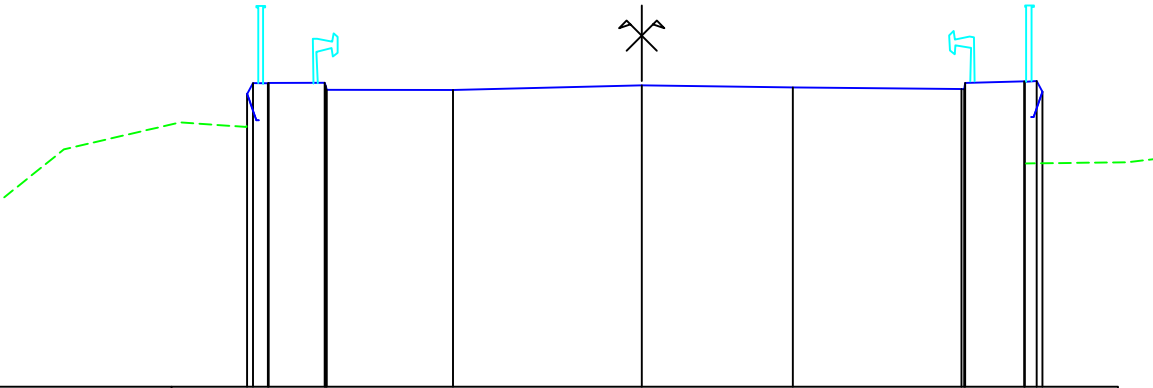
1 cm = 5,00 m



Besançon



Cize



PC : 534.00 m

Altitudes TN	538.02	537.92	537.92	537.98	537.96	537.93	538.04	537.96
Distances à l'axe TN	-5.14	-4.83	-4.17	-2.50	0.00	2.00	4.23	5.06
Distances partielles TN	0.21	0.77	1.67	2.50	2.00	2.23	0.83	0.18

PROFIL EN TRAVERS n°1

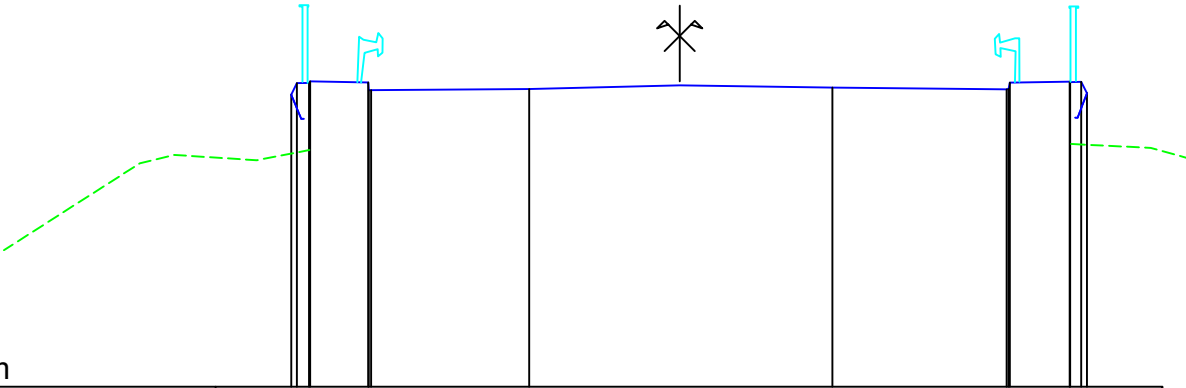
1 cm = 2,00 m



Besançon



Cize

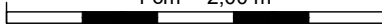


PC : 534.00 m

Altitudes TN	537.32	537.21	537.22	537.27	537.24	537.21	537.32	537.16
Distances à l'axe TN	-5.14	-4.83	-4.08	-1.99	0.00	2.02	4.33	5.16
Distances partielles TN	0.21	0.81	2.09	1.99	2.02	2.31	0.83	0.18

PROFIL EN TRAVERS n°2

1 cm = 2,00 m



Nota :
Plans issus du relevé topographique réalisé par CLERGET.



DIR EST

Conception des réparations

Pont sur l'Ain à Cize - RN5 - PR70+100



Relevé topographique de l'ouvrage

VUE EN PLAN et COUPES TRANSVERSALES

Dessiné par : P. FONTANON

Vérifié par : L. DREYER

Date : 30/04/2021

027

N°société

47697

N°d'affaire

D

S

T

T

ETU

Phase étude

PRO

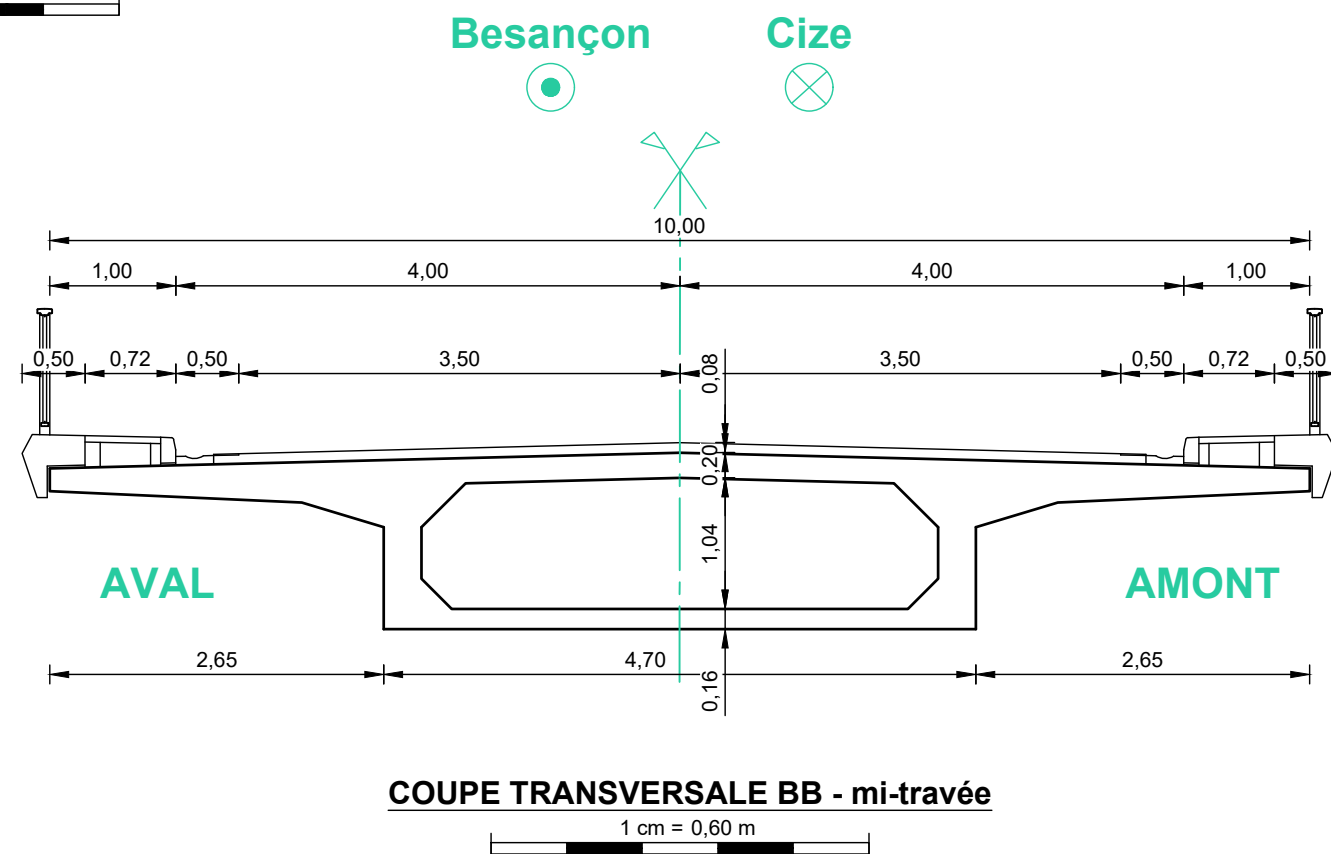
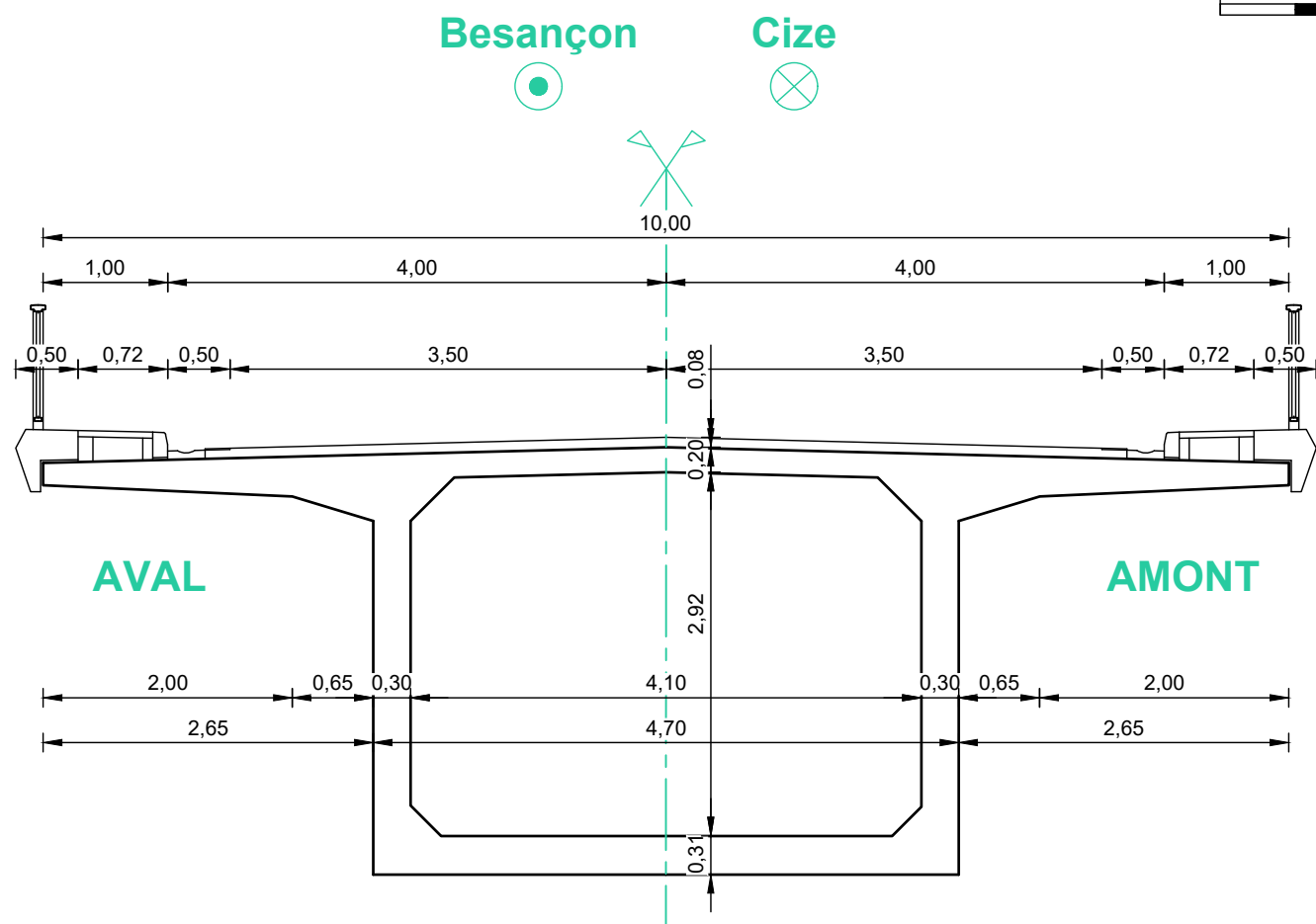
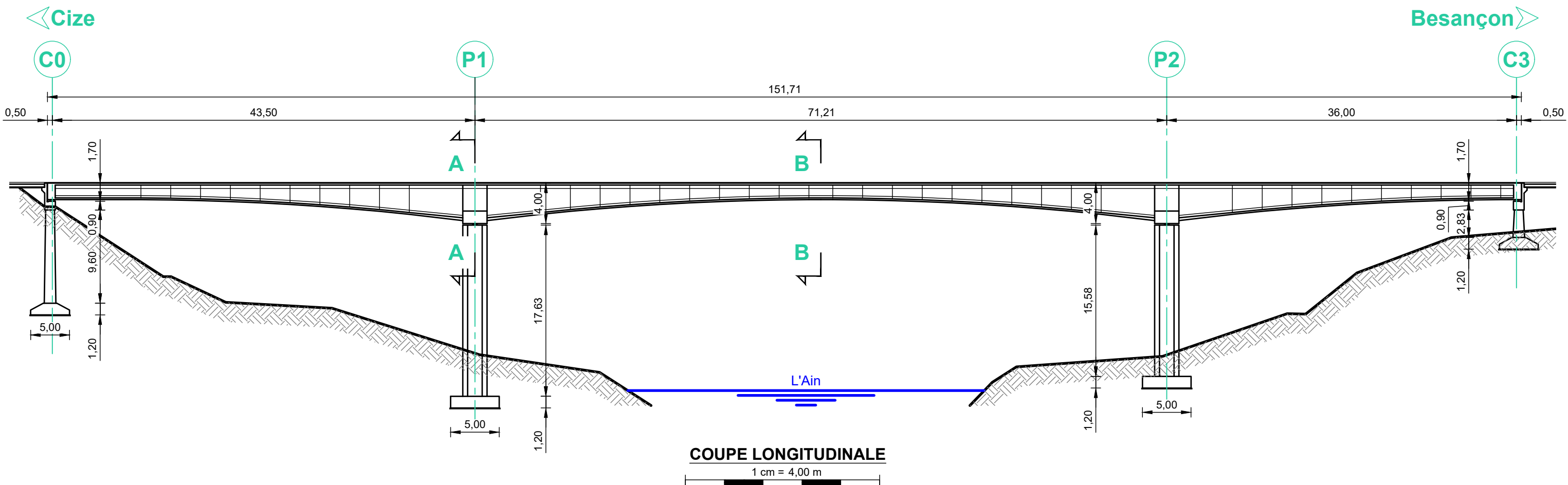
Sous Phase

002

N°de Plan

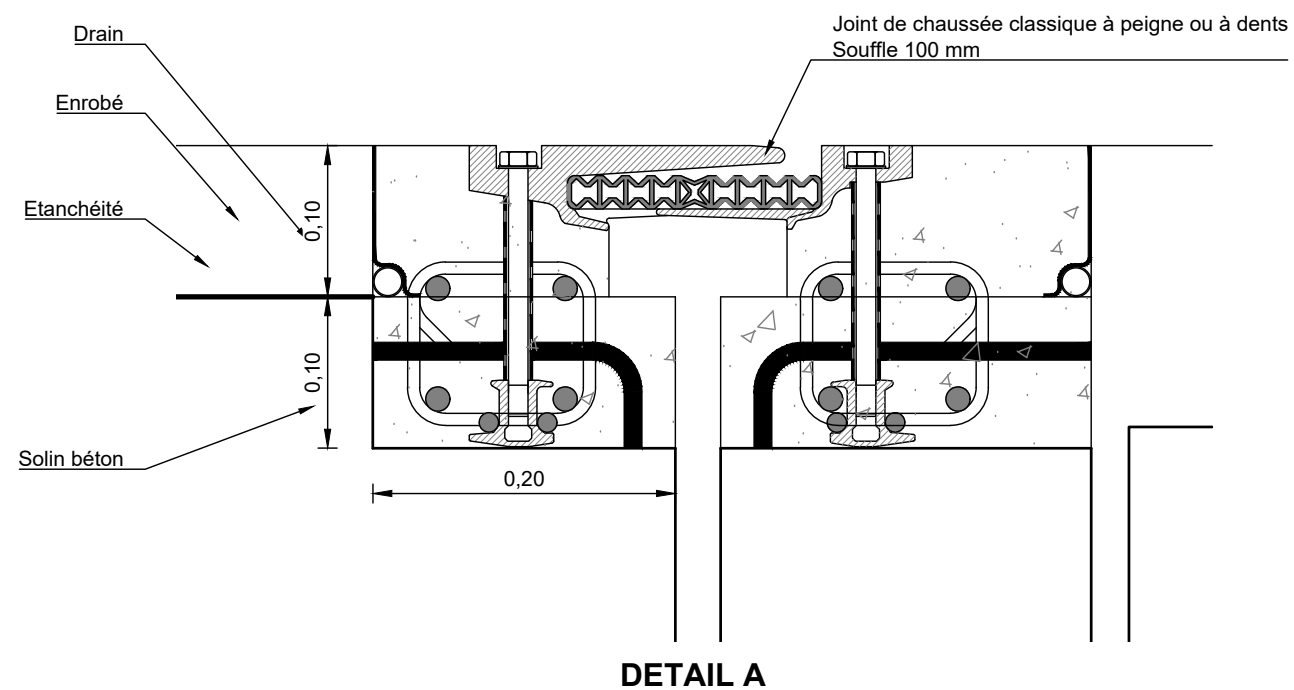
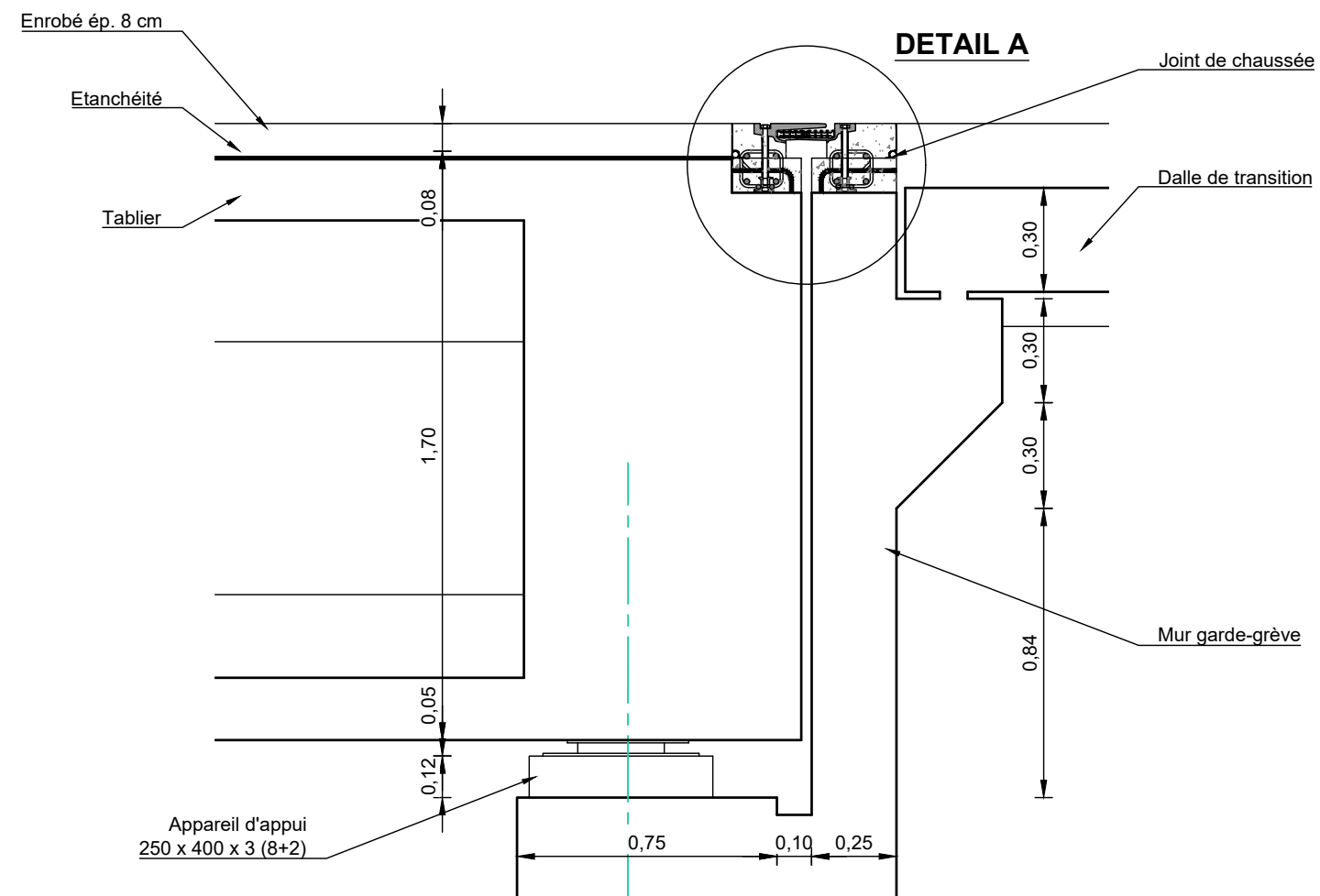
A

Indice



	DIR EST		
	Conception des réparations		
	Pont sur l'Ain à Cize - RN5 - PR70+100		
Schémas d'ouvrage			
COUPE LONGITUDINALE et COUPES TRANSVERSALES			
Dessiné par : P. FONTANON		Vérifié par : L. DREYER	
Date : 30/04/2021			
027 N°société	47697 N°d'affaire	D S	T T
ETU Phase étude	PRO Sous Phase	003 N°de Plan	A Indice

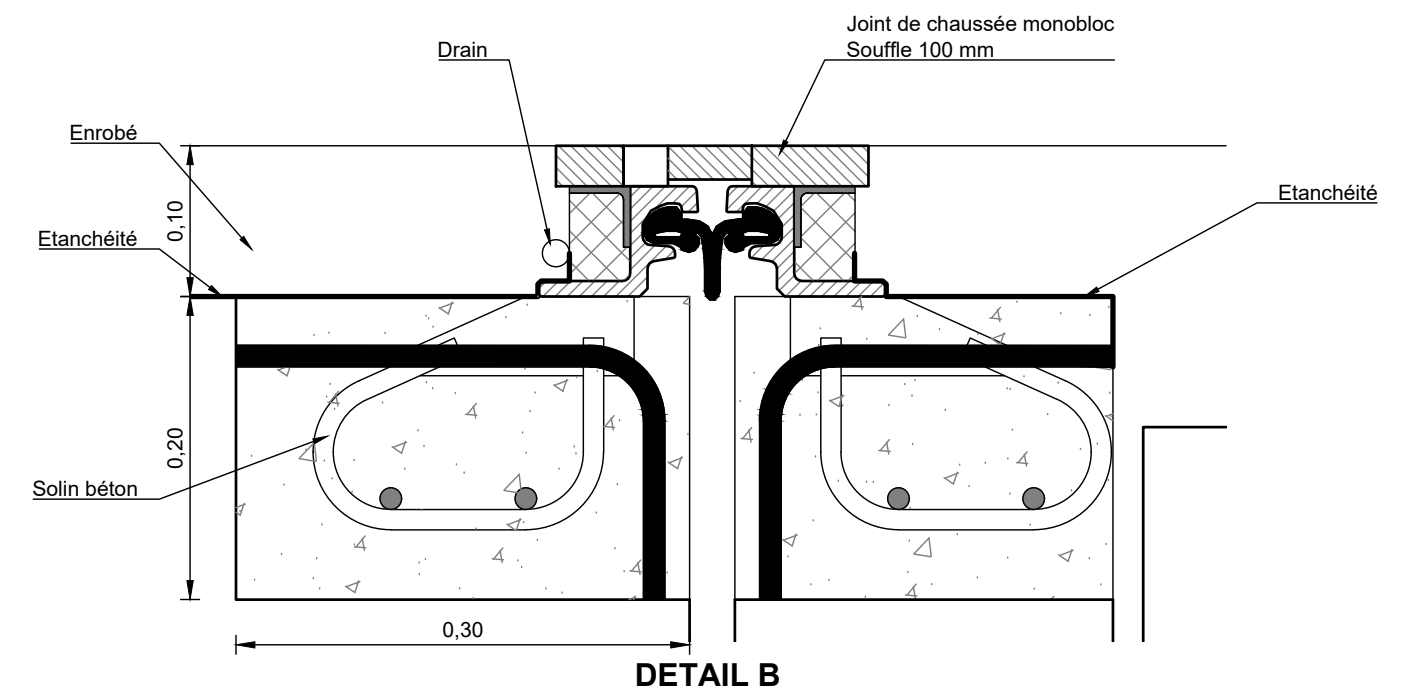
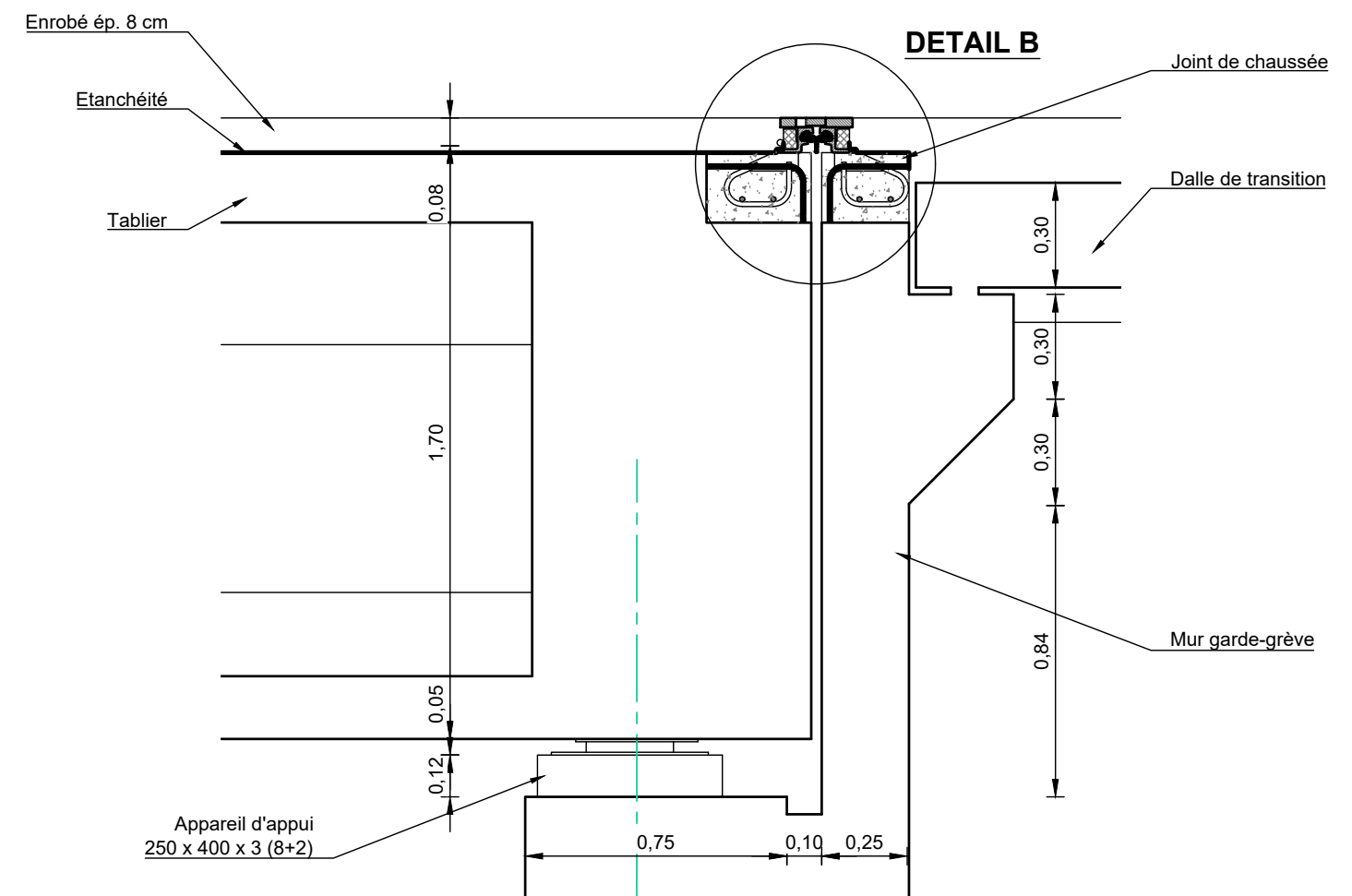
SOLUTION 1 : Joints de chaussée classiques



COUPES LONGITUDINALES SUR CULEES

1 cm = 0,20 m

SOLUTION 2 : Joints de chaussée monoblocs



DETAILS DES JOINTS DE CHAUSSEE

1 cm = 0,05 m

 direction interdépartementale des routes Est	DIR EST			
	Conception des réparations			
	Pont sur l'Ain à Cize - RN5 - PR70+100			
Plan de principe des travaux				
PHASAGE DES TRAVAUX EN EXTRADOS				
Dessiné par : P. FONTANON		Vérifié par : L. DREYER		Date : 30/04/2021
027 N°société	47697 N°d'affaire	D S	T T	ETU Phase étude
		PRO Sous Phase	003 N°de Plan	A Indice