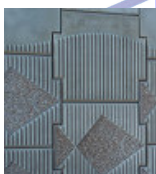


pour comprendre le présent et construire l'avenir



Mars 2012



DIR Nord

Étude de faisabilité de mise en place d'une DBA sur le PI2 de l'A34 franchissant la Meuse

Pont à caissons en béton précontraint

Affaire suivie par:

Clément BONIFAS, Éric Jeanneau – Département Conception et Gestion des Infrastructures
Groupe Ouvrages d'Art
Unité études et méthodes
Tél. 03 20 49 61 78, Fax. 03 20 49 63 29
Mél. Clement.bonifas@developpement-durable.gouv.fr
Mél. Eric.jeanneau@developpement-durable.gouv.fr

Relecture technique:

Renaud LEGLISE responsable de l'Unité études et méthodes

Coordonnées du service:

CETE Nord-Picardie
2, rue de Bruxelles
BP 275 – 59019 Lille Cedex

SOMMAIRE

Table des matières

1) INTRODUCTION.....	4
1. Le contexte.....	4
2. Démarche technique.....	4
2) VÉRIFICATIONS DE LA TENUE DU TABLIER EN CAS DE MODIFICATION DES DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ.....	5
1. Calculs entrepris.....	5
a) Effets globaux, descentes de charges et flexion longitudinale.....	5
b) Effets locaux, flexion transversale.....	5
2. Résultats et conclusion quant à l'aménagement envisageable.....	10
a) Vérification du hourdis supérieur lors de chocs sur les dispositifs de retenue.....	10
b) Conclusion des calculs:.....	12
3) DESCRIPTIF TECHNIQUE DES TRAVAUX.....	13
1. Descriptif des travaux.....	13
a) Condition de mise en œuvre du chantier:.....	13
b) Emplacement des travaux:.....	13
c) Nature des travaux:.....	13
d) Problème concernant l'évacuation des eaux:.....	14
e) Joints de chaussée:.....	16
f) Mise en œuvre de la BN5 hors ouvrage:.....	16
2. Phasage des travaux.....	17
a) Travaux préparatoires et démontages:.....	17
b) Rabotage:.....	17
c) Travaux préparatoires pour la reprise d'étanchéité:.....	18
d) Sablage de la surface à traiter sur ouvrage et en section courante:.....	18
e) Ragraféage de la surface à traiter sur ouvrage:.....	18
f) Mise en œuvre des longrines et pose des équipements:.....	18
g) Mise en œuvre des enrobés, de la résine de protection pour les longrines et du marquage au sol:.....	18
h) Repli du chantier:.....	18
i) Tableau récapitulatif:.....	19
3. Estimation des travaux	19
4) ANNEXES:	20
1. Plans	20
2. Détail estimatif.....	20

1) Introduction

1. Le contexte

Le PI2 est un pont à caissons en béton précontraint à trois travées (36m – 48m – 36m) permettant à l'autoroute A34 de franchir la Meuse. Il est en fait constitué de deux tabliers portant chacun un sens de circulation de l'A34.

Il présente la particularité, pour l'un de ses tabliers (le tablier Amont), de porter une voie communale dont la circulation se fait à contre-sens de celle de l'autoroute (avec dispositifs anti-éblouissement).

Les flux de circulation sont séparés dans cette zone par une glissière métallique, fixée par une platine ancrée sur une longrine béton, elle-même liaisonnée au hourdis supérieur du tablier. Ce dispositif de retenue est non normalisé (existence de lisses de type garde-corps, de renforts...) et présente un assez mauvais état. De ce fait, la DIR Nord a sollicité le GOA du CETE pour étudier le remplacement du DR par la mise en place d'un dispositif normalisé et présentant un meilleur niveau de retenue.



Illustration 1: Dispositif de sécurité actuel séparant les flux de circulation du tablier Amont

2. Démarche technique

L'étude porte ainsi sur la faisabilité, sur le plan technique, du changement de dispositif de retenue avec, en solution de base, la mise en place d'une DBA.

En cas d'incompatibilité avec la capacité du tablier à reprendre les efforts liés à la mise en place d'une DBA, un autre type de dispositif de retenue, moins agressif en cas de choc, est envisagé pour être compatible avec le tablier.

On estime ainsi la capacité du tablier à supporter un nouveau dispositif de retenue sur la base du dossier d'ouvrage remis par la DIR.

Au delà des aspects calculatoires, l'étude définit les conditions de réalisation des travaux de mise en place des nouveaux dispositifs de retenue.

2) Vérifications de la tenue du tablier en cas de modification des dispositifs de sécurité

1. Calculs entrepris

a) Effets globaux, descentes de charges et flexion longitudinale

Selon la note de calculs d'origine de l'ouvrage (p.27bis), le poids de l'ensemble des charges permanentes de l'ouvrage (superstructures et tablier) est de 21 tonnes/ml en service. Le poids de l'îlot séparateur et de la glissière délimitant les voies est de $375\text{kg} + 50\text{ kg} = 425\text{ kg/ml}$.

On évalue le poids au mètre linéaire d'une DBA à 600 kg/ml et celui d'un ensemble longrine + BN5 à 518 kg/ml (longrine de 25cm de haut et 75 cm de large, BN5 à 49 kg/ml). La contribution des nouveaux aménagements aux charges permanentes de l'ouvrage serait donc:

- pour une DBA, $+175\text{kg/ml}$ soit $+0,83\%$ des charges permanentes totales,
- pour une BN5, $+93\text{kg/ml}$ soit $+0,43\%$ des charges permanentes totales.

Comme on le voit, l'accroissement est dans tous les cas inférieur à 1% ce qui nous permet d'affirmer que l'effet de l'aménagement sur les descentes de charges globales et sur la flexion longitudinale générale de l'ouvrage est négligeable.

b) Effets locaux, flexion transversale

L'étude est menée suivant une modélisation 2 D de la coupe transversale du tablier. On modélise en fait une tranche d'un mètre de longueur de tablier. Seules les surcharges réparties A(l) définies au fascicule 61 titre II du CCTG sont utilisées. On évite ainsi d'avoir à étudier les effets de la diffusion de charges concentrées dans la structure. Une des conclusions de l'étude est d'ailleurs que l'effet de ces surcharges est très faible par rapport à l'effet du choc sur les dispositifs de sécurité.

1- la section est dessinée sous Autocad puis importée sous le logiciel CDS (calcul des sections)

2- les flux de cisaillement dus aux efforts tranchants unitaires et les flux de cisaillement dus à un moment de torsion unitaire sont calculés à partir du programme CDS.

3- les efforts locaux sont placés sur une modélisation à barre (sous ST1) de la coupe transversale placée sur deux appuis.

4- les réactions d'appuis dues aux charges locales sont annulées par une combinaison linéaire des flux de cisaillement dus aux efforts tranchants unitaires et au moment de torsion unitaire du 1.

5- les résultats des chargements ST1 sont combinés sous Excel.

6- enfin, on vérifie le hourdis supérieur sous les combinaisons les plus critiques sous CDS pour vérifier son état de contraintes.

Les résultats se concentrent sur le hourdis supérieur du caisson de droite (au droit duquel est implanté le dispositif de sécurité). C'est en effet cette zone qui est la plus sollicitée par un éventuel choc de véhicule sur le dispositif.

Flux de cisaillement obtenus sous CDS

La section est modélisée sous le logiciel CDS.

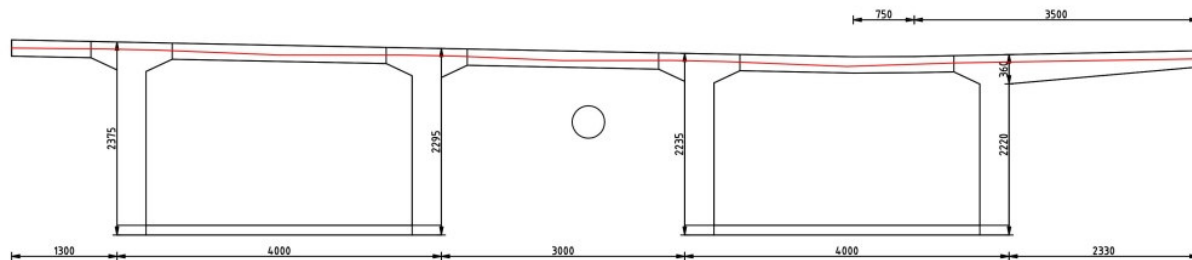


Illustration 2: Dessin de la coupe transversale courante du pont sous Autocad, nécessaire à l'introduction de la géométrie sous CDS – Géométrie issue du plan d'exécution « coupe transversale de l'ouvrage complet »

A partir de la géométrie de la section (décrite par les nœuds du contour et ceux des évidements) et de la définition des nœuds, la V5 du logiciel CDS permet d'effectuer un calcul de section en paroi mince et d'aboutir rapidement à :

- la définition géométrique de la paroi mince équivalente (nœuds, épaisseur des parois),

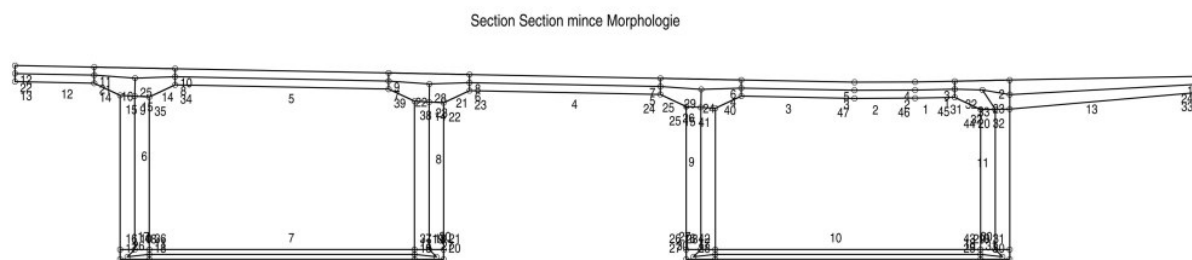
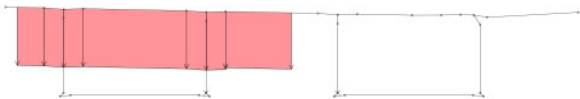
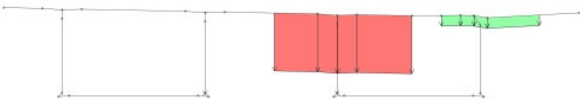


Illustration 3: Définition de la section mince équivalente par le logiciel CDS

- les caractéristiques principales et sectorielles de la section,
- les flux sous efforts tranchants unitaires, sous couple de torsion unitaire et le cisaillement antisymétrique de torsion.

Dans l'optique de modéliser la section sous le programme ST1, les données essentielles pour notre étude sont la définition géométrique et les flux de cisaillement sous les efforts tranchants unitaires F_y et F_z et sous couple de torsion.

Chargements introduits dans le modèle ST1

N° Chargement	Nom	Description
CHARG 1	Poids Propre Caisson béton	
CHARG 2	Action du câble de précontrainte transversale	Câble 12Phi8 disposé tous les 90cm. Caractéristiques saisies sous ST1: <pre> prec 1 '12 Phi 8 STUP' section 603e-06/0.9 # câbles disposés tous les 90cm tension 134240.57 recul 0.006 perte f 0.0024 phi 0.22 # hypothèses agrément procédé 0.0024rad-1 et 0.22 e 2.06524E7 rg 155925.59 r1000 8 fin </pre>
CHARG 3	Chargement A(l) caisson gauche	Longueur chargée : 48m soit une charge répartie de $8.30 \times 1.2 = 9.96 \text{ kN/m}^2$ Saisie sur deux voies chargées au droit du caisson gauche. 
CHARG 4	Chargement A(l) 48m et piste caisson droit	Longueur chargée : 48m soit une charge A(l) répartie de $8.30 \times 1.2 = 9.96 \text{ kN/m}^2$ Pour la piste: $1.5 \times 1.2 = 1.8 \text{ kN/m}^2$ 
CHARG 5	Choc sur DBA	Valeurs de choc issues du guide technique barrières de sécurité H2 ou H3 du SETRA: Force de 570 kN sur 10m soit 57 kN/m Moment de 430 kN.m sur 5 m +40% soit -120,4 kN.m/m
CHARG 6	Poids des superstructures actuelles sans prise en compte du dispositif intermédiaire	- corniche et glissière TPC 400kg/ml (NdC origine) - corniche et glissière encorbellement 400kg/ml (NdC origine) - poids propre trottoir 200kg/ml sur 1m de large - étanchéité couche mince et chaussée 5cm à $2,2 \text{ T/m}^3 +40\%$
CHARG 7	Glissière intermédiaire	20cm de béton de longrine (75cm de large) et 50kg de glissière

CHARG 8	Poids DBA	600 kg/ml
CHARG 9	Ligne d'influence moment positif	Charges nécessaires à l'application du théorème de Maxwell-Betti par lequel on obtient la ligne d'influence du moment fléchissant directement : « la ligne d'influence correspond au déplacement de la structure sous l'effet d'une rotation unitaire appliquée au point de l'ouvrage pour lequel on cherche à déterminer la ligne d'influence ». On peut dès lors positionner correctement les charges A(l)
CHARG 10	Ligne d'influence moment négatif caisson droit	
CHARG 11	Ligne d'influence moment négatif caisson gauche	
CHARG 12	Choc sur BN5	Valeurs de choc issues du guide technique barrières de sécurité H2 ou H3 du SETRA: - Effort de 120 kN tous les 2m soit 60 kN/m - Moment de 110 kN.m tous les 2m soit 55 kN.m/m
CHARG 13	Poids BN5	49 kg/ml et 25cm de hauteur sur 75 cm de largeur de longrine béton
CHARG 104	flux fz : Flux de cisaillement sous effort tranchant unitaire	Flux de cisaillement issus de CDS introduits comme efforts normaux dans les barres.
CHARG 105	flux fc: Flux de cisaillement sous moment de torsion unitaire	
CHARG 106	flux fy: Flux de cisaillement sous effort tranchant horizontal unitaire	

Annulation des réactions d'appuis dues aux charges locales

Pour chaque charge locale « charg i », on calcule les coefficients α_1 , α_2 , α_3 , α_4 et α_x tels que:

$$\begin{aligned}
 R_{1yi} + \alpha_1 R_{1Ty} + \alpha_2 R_{1C} &= 0 \\
 R_{2yi} + \alpha_2 R_{2Ty} + \alpha_2 R_{2C} &= 0 \\
 R_{1xi} + \alpha_x R_{1Tx} &= 0 \\
 \alpha_x R_{1Ty} + \alpha_3 R_{1Ty} + \alpha_4 R_{1C} &= 0 \\
 \alpha_x R_{2Ty} + \alpha_3 R_{2Ty} + \alpha_4 R_{2C} &= 0
 \end{aligned}$$

R_{1yi} et R_{2yi} , les deux réactions d'appui verticales dues à la charge locale i.

R_{1Ty} et R_{2Ty} , les deux réactions d'appui dues au flux de cisaillement sous effort tranchant vertical unitaire.

R_{1C} et R_{2C} , les deux réactions d'appui dues au flux de cisaillement sous couple de torsion unitaire.

R_{1Tx} la composante horizontale de la réaction due au flux de cisaillement sous effort tranchant horizontal unitaire, l'appui 1 étant rotulé.

R_{1yTx} et R_{2yTx} , les deux composantes verticales des réactions dues au flux de cisaillement sous effort tranchant horizontal unitaire.

La résolution des systèmes aboutit aux formules:

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= (R_{2yi} \cdot R_{1C} - R_{1yi} \cdot R_{2C}) / (R_{1Ty} \cdot R_{2C} - R_{1C} \cdot R_{2Ty}) \\ \alpha_2 &= (R_{1yi} \cdot R_{2Ty} - R_{2yi} \cdot R_{1Ty}) / (R_{1Ty} \cdot R_{2C} - R_{1C} \cdot R_{2Ty}) \\ \alpha_x &= -R_{1xi} / R_{1Tx} \\ \alpha_3 &= \alpha_x \cdot (R_{2yTx} \cdot R_{1C} - R_{1yTx} \cdot R_{2C}) / (R_{1Ty} \cdot R_{2C} - R_{1C} \cdot R_{2Ty}) \\ \alpha_4 &= \alpha_x \cdot (R_{1yTx} \cdot R_{2Ty} - R_{2yTx} \cdot R_{1Ty}) / (R_{1Ty} \cdot R_{2C} - R_{1C} \cdot R_{2Ty})\end{aligned}$$

Le but étant d'annuler à chaque fois les réactions d'appui du modèle ST1, on génère pour chaque cas de charge i une combinaison $comb\ i$ telle que:

$$comb\ i = charg\ i + (\alpha_1 + \alpha_3) \cdot charg\ 104 + (\alpha_2 + \alpha_4) \cdot charg\ 105 + \alpha_x \cdot charg\ 106$$

Avec charg 104, charg 105 et charg 106 respectivement flux de cisaillement d'effort tranchant vertical, de torsion et d'effort tranchant horizontal.

Une fois les résultats des chargements obtenus, ceux-ci sont basculés dans un tableur Excel afin de les combiner et ainsi obtenir les enveloppes des moments et efforts normaux concomitants sous différentes combinaisons.

Combinaisons

Les différents états étudiés sont:

État actuel:

ELS permanent: charges permanentes, précontrainte et superstructures

Comb (1+2+6+7)

ELS Caractéristique: ajout des **surcharges d'exploitation**

Comb (1+2+6+7) + **Comb (3 ou 4)**

ELU: 1,35.Comb (1+6+7) + Comb (2) + 1,35.Comb (3 ou 4)

NOTA: les comb 3 et 4, représentant l'effet des surcharges A(l), intègrent un coef de 1,2. On a donc à l'ELU un coef de 1,62 au lieu du 1,605 (1,5*1,07) du BAEL

État futur:

ELS permanent: charges permanentes, précontrainte et superstructures

Comb (1+2+6) + Comb (8 ou 13) (poids DBA ou BN5)

ELS Caractéristique: ajout des surcharges d'exploitation

Comb (1+2+6) + Comb (8 ou 13) + Comb (3 ou 4)

ELU: 1,35.Comb (1+2+6) + Comb (2) + 1,35. Comb (8 ou 13)
+ 1,35.Comb (3 ou 4)

ELU Accidentel: prise en compte d'un **choc de véhicule** sur les dispositif de sécurité

Comb (1+2+6) + Comb (8 ou 13) + Comb (3 ou 4) + **Comb (5 ou 12)**

2. Résultats et conclusion quant à l'aménagement envisageable

a) Vérification du hourdis supérieur lors de chocs sur les dispositifs de retenue

On récapitule ci-joint les couples effort normal / moment au niveau de la section la plus critique du hourdis supérieur du caisson droit dans les différentes combinaisons (efforts en T et T.m):

Abscisse absolue	ELS Permanent						ELS Caractéristique					
	Caisson droit avec glissière		Caisson droit avec DBA		Caisson droit avec BN5		Caisson droit avec glissière		Caisson droit avec DBA		Caisson droit avec BN5	
	N	M					N	M	N	M	N	M
0.79	24.010	-0.016					24.754	-0.163	24.823	0.016	24.810	-0.018
0.865	23.522	-0.064					24.289	-0.129	24.363	0.053	24.349	0.018

Abscisse absolue	ELU						ELU Choc	
	Caisson droit avec glissière		Caisson droit avec DBA		Caisson droit avec BN5		Caisson droit avec DBA	Caisson droit avec BN5
	N	M	N	M	N	M		
0.79	23.959	-0.166	24.052	0.075	24.035	0.030		
0.865	23.513	-0.101	23.612	0.144	23.594	0.098		

On confirme ainsi que les surcharges n'ont pratiquement pas d'influence au niveau de la section critique (située à l'aplomb du dispositif de sécurité). Dans les sections situées aux encastremements hourdis/âmes, les moments maximaux obtenus à l'ELU sont de l'ordre de -1,20 T.m, à comparer aux 6,445 T.m et aux -2,782 T.m obtenus à l'ELU choc au droit de la section critique...

On utilise les résultats surlignés dans le tableau précédent pour effectuer une vérification des états de contrainte avec le logiciel CDS.

Les caractéristiques du hourdis supérieur (armatures transversales, précontrainte, béton) sont issues du dossier d'exécution, en particulier du plan:

- ferrailage d'un voussoir (côté axe voie rapide) du 24 février 1971

On récapitule les données utilisées:

Géométrie de la section vérifiée: tranche de hourdis supérieur d'1 mètre de longueur sur 20cm d'épaisseur

Béton:

Loi de comportement n°2: parabole rectangle avec:

$f_c = 35 \text{ MPa}$

$\varepsilon_{bp} = 0.002$

$\varepsilon_{bu} = 0.0035$

$\gamma_b = 1.15$ (combinaison accidentelle)

$k_b = 1.0$

Armatures passives:

HA 10 e=20 en nappe supérieure, HA 12 e=20 en nappe inférieure enrobage 3cm
 Loi de comportement n°2: bilinéaire avec:
 $f_e = 420 \text{ MPa}$
 $E_s = 200000$
 $g_s = 1$ (combinaison accidentelle)
 $\varepsilon_{su} = 0.01$

Précontrainte transversale:

Câbles transversaux 12Fi8 espacés de 90cm, centré à 5,7mm de l'axe du hourdis
 section = 670 mm^2 ($603 \text{ mm}^2 / 0,9$)
 Diamètre extérieur de la gaine: 5 cm
 $E_p = 200000 \text{ MPa}$
 $f_{pe} = 1460 \text{ MPa}$
 $f_{pr} = 1660 \text{ MPa}$
 $\gamma_p = 1$ (combinaison accidentelle)
 $\mu_p = 0.9$
 Contrainte à l'état permanent: 927.4 MPa (note de calcul d'exécution)

Résultat du passage CDS dans l'hypothèse de la mise en œuvre d'une DBA:

ETUDE DU BETON - LOI DE COMPORTEMENT LCB = 2

EPSB MIN. = -4.1126E-03 EPSB MAX. = 1.1431E-03
 ***> LE BETON EST PARTIELLEMENT FISSURE

SOMMET DU CONTOUR EXTERIEUR	EPSB	SIGMAB	ETAT
1	1.1431E-03	21.121	D1
2	-4.1126E-03	.000	*F
3	-4.1126E-03	.000	*F
4	1.1431E-03	21.121	D1

RACCOURCISSEMENT EPSB MINIMUM DU BETON EN SECTION D'ENROBAGE = -3.3058E-03
 ATTEINT DANS LE VOISINAGE DE L'ARMATURE C1

CONTRAINTES DE TRACTION MAXIMUM QUE SUBIRAIENT DES ACIERS
 DE MODULE 200000. SITUÉS DANS LA POSITION LA PLUS DEFAVORABLE
 DE LA SECTION D'ENROBAGE = 661.170

ETUDE DES ARMATURES PASSIVES

ARMATURE	LCS	DEFORMATION	SIGMAS	ETAT
1	2	3.1928E-03	420.000	D2
2	2	3.1928E-03	420.000	D2
3	2	3.1928E-03	420.000	D2
4	2	3.1928E-03	420.000	D2
5	2	3.1928E-03	420.000	D2
6	2	-1.9709E-04	-39.418	D1
7	2	-1.9709E-04	-39.418	D1
8	2	-1.9709E-04	-39.418	D1
9	2	-1.9709E-04	-39.418	D1
10	2	-1.9709E-04	-39.418	D1

ETUDE DES ARMATURES DE PRECONTRAINTES ADHERENTES

ARMATURE	LCP	D''EPSP	D''SIGMAP	D-SIGMAP	BPFL	SIGMAP	ETAT
C1	3	1.335E-03	267.0	272.5		1199.9	D1

Remarques: lors d'un choc sur la DBA, on constate une plastification sévère des aciers passifs. Cet état correspond à un **endommagement irréversible** de la structure, sans toutefois entraîner sa ruine.

Résultat du passage CDS dans l'hypothèse de la mise en œuvre d'une BN5:

ETUDE DU BETON - LOI DE COMPORTEMENT LCB = 2

EPSB MIN. = -1.0062E-03 EPSB MAX. = 4.1138E-04
 ***> LE BETON EST PARTIELLEMENT FISSURE

SOMMET DU CONTOUR EXTERIEUR	EPSB	SIGMAB	ETAT
1	4.1138E-04	9.548	D1
2	-1.0062E-03	.000	*F
3	-1.0062E-03	.000	*F
4	4.1138E-04	9.548	D1

RACCOURCISSEMENT EPSB MINIMUM DU BETON EN SECTION D'ENROBAGE = -7.8860E-04
 ATTEINT DANS LE VOISINAGE DE L'ARMATURE C1

CONTRAINTE DE TRACTION MAXIMUM QUE SUBIRAIENT DES ACIERS
DE MODULE 200000. SITUES DANS LA POSITION LA PLUS DEFAVORABLE
DE LA SECTION D'ENROBAGE = 157.721

ETUDE DES ARMATURES PASSIVES

ARMATURE	LCS	DEFORMATION	SIGMAS	ETAT
1	2	7.5813E-04	151.625	D1
2	2	7.5813E-04	151.625	D1
3	2	7.5813E-04	151.625	D1
4	2	7.5813E-04	151.625	D1
5	2	7.5813E-04	151.625	D1
6	2	-1.5621E-04	-31.242	D1
7	2	-1.5621E-04	-31.242	D1
8	2	-1.5621E-04	-31.242	D1
9	2	-1.5621E-04	-31.242	D1
10	2	-1.5621E-04	-31.242	D1

ETUDE DES ARMATURES DE PRECONTRAINTE ADHERENTES

ARMATURE	LCP	D''EPSP	D''SIGMAP	D-SIGMAP	BPEL	SIGMAP	ETAT
C1	3	2.570E-04	51.4	56.9		984.3	D1

Remarques: lors d'un choc sur la BN5, le béton et les aciers restent dans des plages de contraintes raisonnables. Bien qu'il y ait une légère fissuration du béton, la contrainte limitée dans les aciers passifs permet de répondre aux critères proposés dans le guide barrières de sécurité de niveau H2 ou H3 du SETRA qui conseille de limiter cette contrainte à 2/3 de f_{ct} soit 280 MPa dans notre cas. Les 151,625 MPa atteints restent en effet bien en deçà de cette limite.

b) Conclusion des calculs:

Les calculs menés démontrent l'impossibilité de mettre en œuvre une glissière béton type DBA en remplacement de l'actuel dispositif de sécurité. En effet, en cas de choc, l'application des efforts réglementaires à la structure conduit à un endommagement sévère du hourdis supérieur (fissuration et plastification des armatures passives).

Il est par contre possible de mettre en œuvre une barrière de sécurité BN5. Cette barrière présente un niveau d'efficacité équivalent à celui d'une DBA, à savoir un niveau H2. En outre, ce dispositif peut être mis en œuvre à la fois sur ouvrage et en section courante, ce qui permet une continuité appréciable pour protéger le linéaire de voie communale dont la circulation se fait à contre-sens de celle de l'autoroute.

3) Descriptif technique des travaux

1. Descriptif des travaux

a) Condition de mise en œuvre du chantier:

Pour la sécurité du chantier, la voie de droite direction Sedan de l'A34 et la voie communale devront être neutralisées.

Sur la partie autoroutière concernée, la signalisation de chantier devra être mise en place. Des séparateurs mobiles autoroutiers assureront la protection de la voie en travaux.

Concernant la voie communale qui ne pourra pas être empruntée pendant les travaux, un itinéraire de déviation devra être mis en place durant toute la durée de ceux-ci.

b) Emplacement des travaux:

Les équipements à remplacer le seront sur toute la longueur du tablier (120 mètres), mais aussi sur le remblais d'accès sur 70 mètres tant que la voie communale jouxte l'autoroute. Soit sur une longueur totale de 200 mètres.

c) Nature des travaux:

Les travaux concernent le remplacement de l'actuelle longrine ancrée équipée de garde-corps, de glissière et d'écrans anti-éblouissement par une longrine non ancrée coulée en place qui supporte une barrière de type BN5 équipée d'écrans anti-éblouissement.

Les travaux consistent donc en:

- Un démontage des garde-corps, des glissières et des écrans anti-éblouissement du terre-plein séparant la D34 de l'A34,
- Un démontage des bordures T1 et mise à la décharge,
- Une démolition de la longrine du terre-plein incluant le démontage des cadres et des filants constituant les armatures de la longrine et le sciage soigné au ras du caisson de l'ouvrage des cadres liaisonnant la longrine au tablier,
- Un rabotage de la chaussée sur 0.50m de part et d'autre du terre-plein,
- un démontage de l'étanchéité par film mince existante au droit du terre-plein et sur des bandes de 30 cm de part et d'autre de celui-ci et mise en décharge,

- un décollement des bandes d'étanchéité par film mince existante situées entre 30 et 50cm de part et d'autre du terre-plein et qui viendront plus tard recouvrir la nouvelle étanchéité,
- La mise en œuvre d'une longrine en béton armé coulée en place, non ancrée au tablier,
- L'étanchéité de cette longrine par une résine (film mince adhérent au support),
- La pose d'une barrière de type BN5 ancrée sur cette longrine,
- La mise en place d'éléments de raccordement entre la barrière BN5 et les glissières,
- La pose d'écrans anti-éblouissement fixés sur la lisse de la barrière BN5 côté voie communale,
- la mise en œuvre d'une nouvelle étanchéité par feuilles préfabriquées de part et d'autre de la longrine sur 50cm de large avec remontées dans les engravures prévues dans la nouvelle longrine, recouverte sur 20cm par la partie de l'étanchéité mise en réserve,
- la mise en œuvre d'enrobés sur 5cm d'épaisseur de part et d'autre de la nouvelle longrine,
- la mise en œuvre du marquage au sol.

d) Problème concernant l'évacuation des eaux:

Contrairement au tablier aval qui dispose de système de trous et de gargouilles pour l'évacuation des eaux de pluie, le tablier amont en est dépourvu. Les eaux de la voie communale et de l'autoroute sont rabattues vers la longrine puis cheminent le long de la bordure suivant la pente longitudinale de l'ouvrage vers la rive droite. Deux passages d'eau sont aménagés sur la longrine permettant le passage des eaux de la voie communale sur la voie autoroutière.

Les eaux sont évacuées ainsi et leur écoulement se fait au dessus du joint de chaussée côté rive droite.

L'absence d'évacuation d'eau est un problème pour la pérennité du joint de chaussée et peut causer des infiltrations d'eau entre l'about du tablier et le mur garde-grève de la culée.

La mise en œuvre d'un dispositif d'évacuation des eaux de pluies pourrait être envisagée. L'évacuation des eaux recueillies en about de tablier pourrait se faire par l'intermédiaire de tuyaux en PVC traversant le caisson.

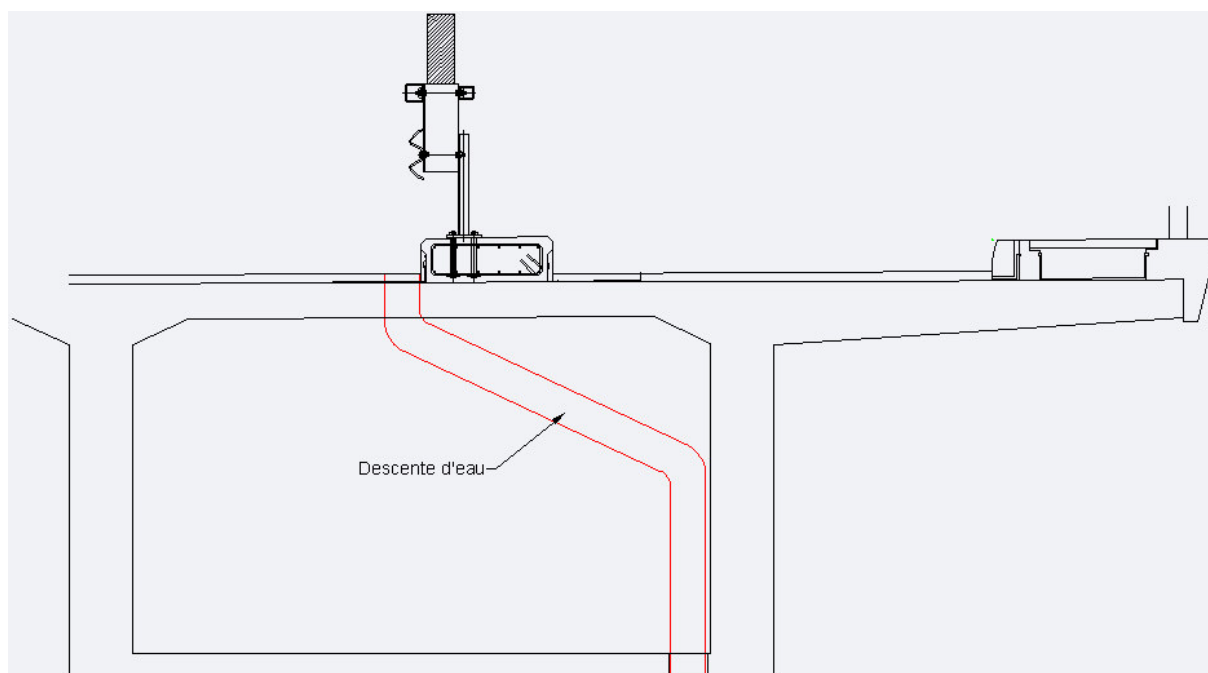


Illustration 4: Coupe du caisson d'about avec sa descente d'eau.

Pour la mise en œuvre de ce dispositif, un carottage du hourdis est nécessaire. Ce carottage serait situé à proximité de la longrine côté autoroute à moins de 2 mètres du joint de chaussée rive droite, en prenant compte la présence de l'entretoise du caisson et de la précontrainte transversale présente dans ce dernier (voir dessin ci-dessous).

Un chéneau traversant la longrine support de BN5 serait nécessaire pour ramener la plus grande partie des eaux en provenance de la voie communale vers le côté « autoroute » et la descente d'eau. Ce chéneau créant une interruption de la longrine, il conviendra de le positionner au moins 10 m en amont du joint de chaussée pour conserver une continuité de longrine suffisante.

Il est à noter que la présente étude de faisabilité ne fait que mentionner le problème d'évacuation des eaux et que les travaux suggérés seraient complémentaires au marché de remplacement des dispositifs de sécurité.

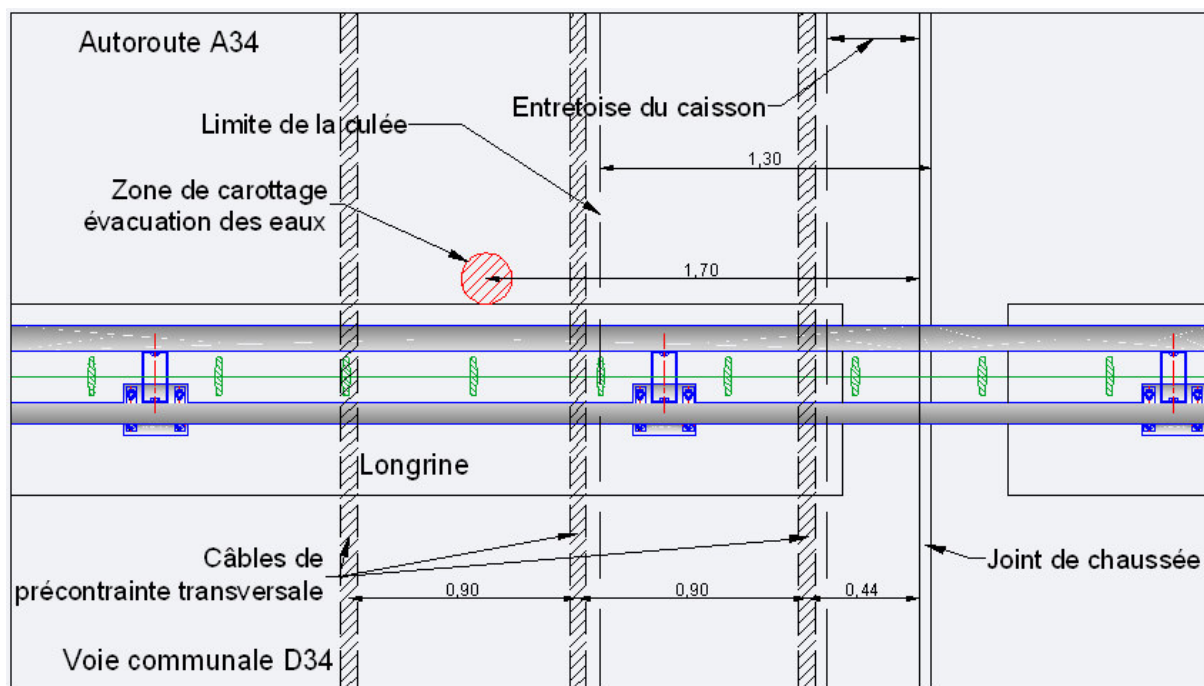


Illustration 5: Vue en plan de l'about.

e) Joints de chaussée:

Le terre-plein existant est trop proche des joints de chaussée. Afin de faciliter leur entretien ou leur remplacement, la future longrine sera coulée à une distance de 30 cm de part et d'autre de ceux-ci afin de permettre un accès aux solins.

f) Mise en œuvre de la BN5 hors ouvrage:

Hors ouvrage et tant que la voie communale et l'autoroute A34 sont contiguës, le dispositif de retenue existant est fixé sur la longrine elle-même ancrée sur un plot en béton armé de 40 cm d'épaisseur (voir illustration 6).

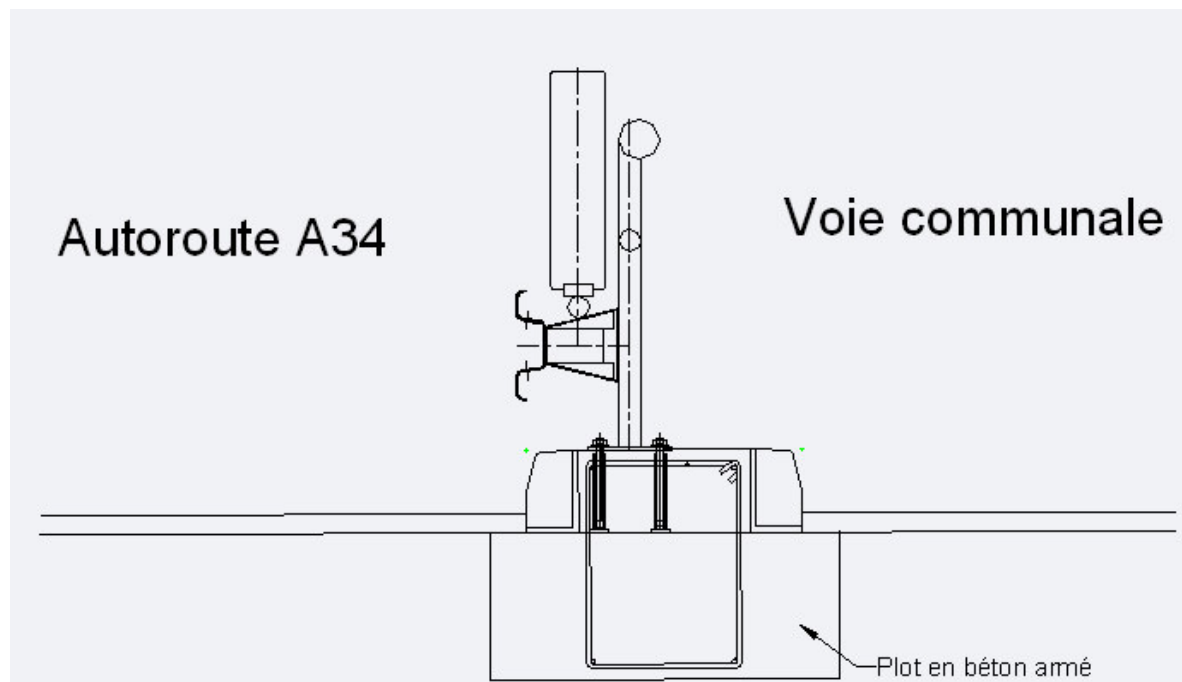


Illustration 6: implantation du dispositif existant hors ouvrage

Pour la mise en place de la BN5, ce plot sera conservé et la longrine coulée dessus. La BN5 y sera fixée de la même manière que sur ouvrage, par l'intermédiaire de platines C140.

2. Phasage des travaux

a) Travaux préparatoires et démontages:

Les travaux préparatoires consistent en l'installation du chantier, la mise en place de la signalisation du chantier, de l'itinéraire de déviation provisoire et la neutralisation de la voie de droite direction Sedan de l'autoroute A34.

Les démontages concerneront les équipements existants, à savoir la glissière et l'écran anti-éblouissement, les bordures, la longrine en béton armé et le sciage des cadres d'ancrage.

Cette opération prendra environ 5 jours.

b) Rabotage:

Le rabotage de la chaussée se fera de part et d'autre de l'ancien séparateur sur 50cm de large sur toute la longueur du chantier soit 230 mètres.

2 jours seront nécessaires.

c) Travaux préparatoires pour la reprise d'étanchéité:

Ils consisteront en l'enlèvement de l'étanchéité sur 30 cm de part et d'autre de l'ancienne longrine. On conservera 20cm de l'étanchéité existante qui sera décollée et servira au recouvrement de la nouvelle étanchéité mise en œuvre. L'opération se fera en 2 jours.

d) Sablage de la surface à traiter sur ouvrage et en section courante:

Exécuté sur 1.30 mètre de large sur toute la longueur du tablier et 0.75 mètre de large en section courante où sera coulée la longrine, le sablage nécessitera la mise en place de protection contre les poussières afin de ne pas perturber la circulation sur l'A34. L'opération durera 2 jours.

e) Ragréage de la surface à traiter sur ouvrage:

Sur 1.30 mètre de large et sur le tablier de l'ouvrage, l'opération durera 2 jours.

f) Mise en œuvre des longrines et pose des équipements:

L'opération comporte:

- le façonnage des armatures par sections de 25m de longrine (fait en temps masqué en usine ou sur une plateforme de travail) et la pose,
- la fourniture et la pose du coffrage,
- le coulage du béton,
- le décoffrage,
- la mise en œuvre de l'étanchéité par feuilles préfabriquées sur ouvrage, les recouvrements,
- la pose des équipements (platines, supports, barrières, glissières et écran anti-éblouissement) qui se fera en temps masqué lorsqu'une section de longrine sera coulée.

Elle durera 30 jours.

g) Mise en œuvre des enrobés, de la résine de protection pour les longrines et du marquage au sol:

La mise en œuvre des enrobés se fera en même temps que l'application d'une résine d'étanchéité (FMAS) sur la longrine. Le marquage au sol sera exécuté le lendemain. L'opération durera 2 jours.

h) Repli du chantier:

En 2 jours, la signalisation temporaire de chantier et de déviation, et toutes les installations de chantier seront repliées.

i) Tableau récapitulatif:

Opération:	Durée estimée de l'opération:
Travaux préparatoires + démontages:	5 jours
Rabotage	2 jours
Travaux préparatoires pour la reprise de l'étanchéité	5 jours
Sablage de la surface à traiter sur ouvrage et en section courante	2 jours
Ragréage de la surface à traiter du tablier	2 jours
Mise en œuvre des longrines et pose des équipements	30 jours
Mise en œuvre des enrobés, de la résine de protection sur les longrines et du marquage au sol	2 jours
Repli du chantier	2 jours
Durée totale estimée du chantier:	50 jours

3. Estimation des travaux

Le coût total hors taxes des travaux est estimé à **240 k€** hors taxes.
 Un détail estimatif est donné en annexe du présent rapport.

4) Annexes:

1. Plans

2. Détail estimatif