

Viaduc d'Huccorgne : le défi d'une rénovation lourde et de la gestion d'un trafic autoroutier





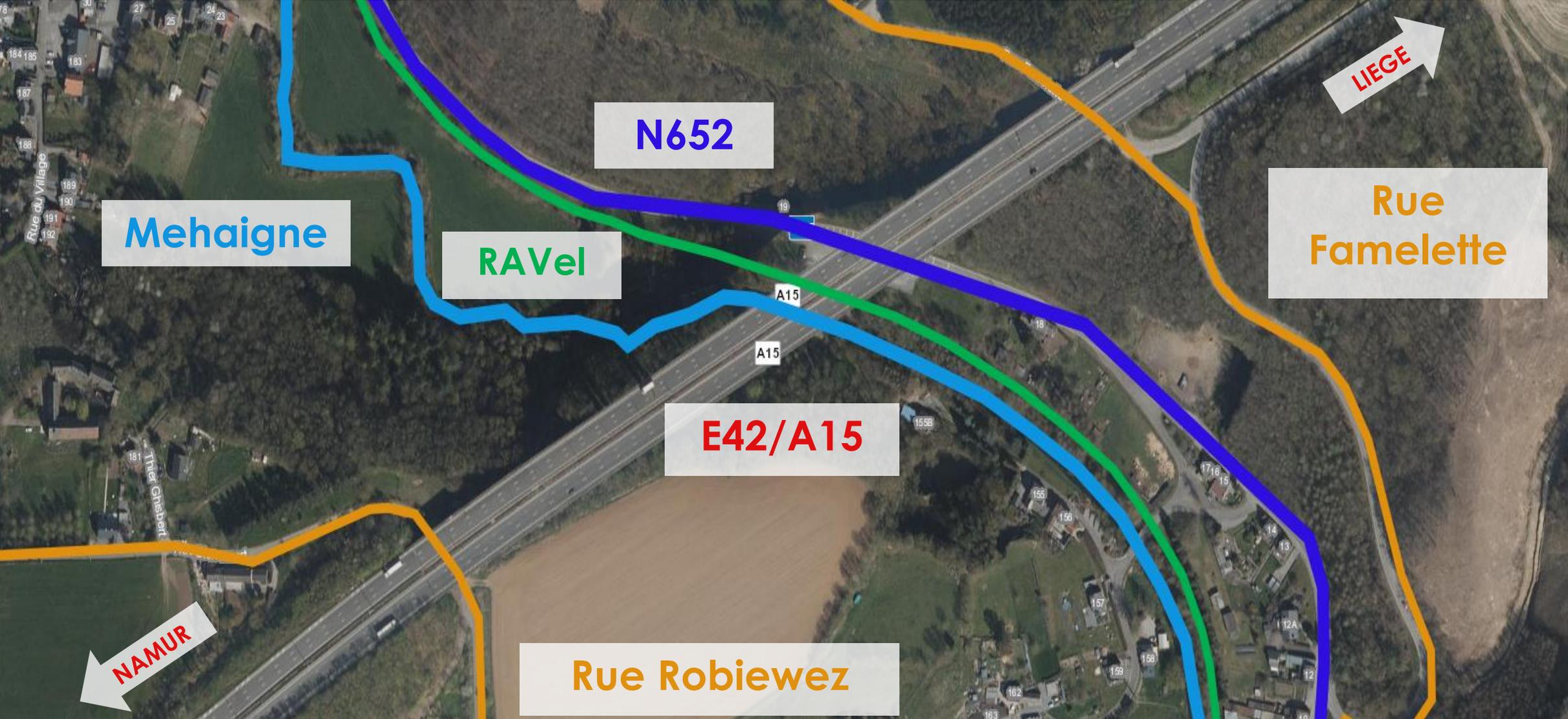
- 1 | Présentation de l'ouvrage
- 2 | Objet de l'étude
- 3 | Récolte des données d'entrées
- 4 | Particularités de l'étude
- 5 | Ajustements de l'étude en cours d'exécution
- 6 | Organisation du chantier et phasage des travaux
- 7 | Conclusions

1

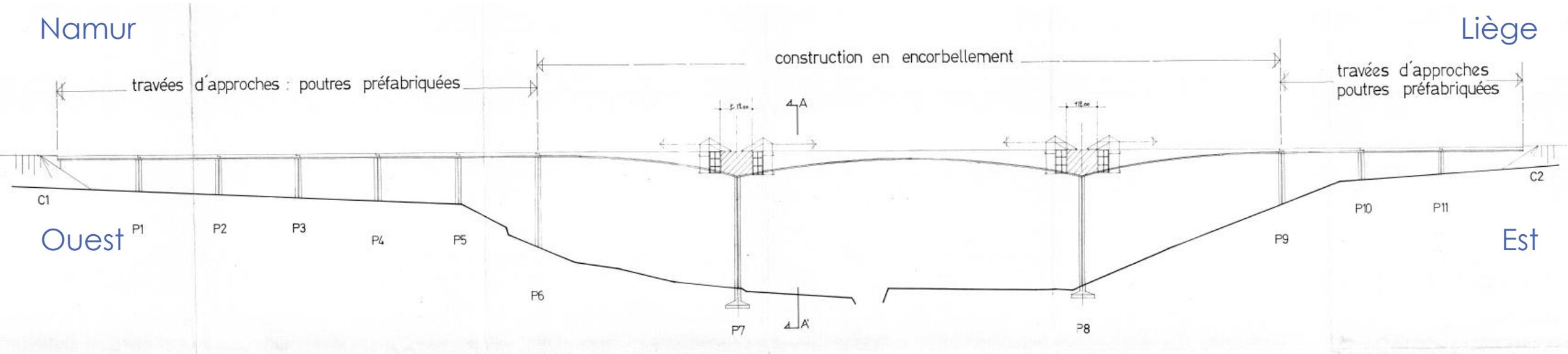
Présentation de l'ouvrage d'art et de ses pathologies



Localisation



Profil de la vallée – typologies d'ouvrage



Longueur : 550 m
Largeur : 2 x 16 m
Hauteur max : 60 m

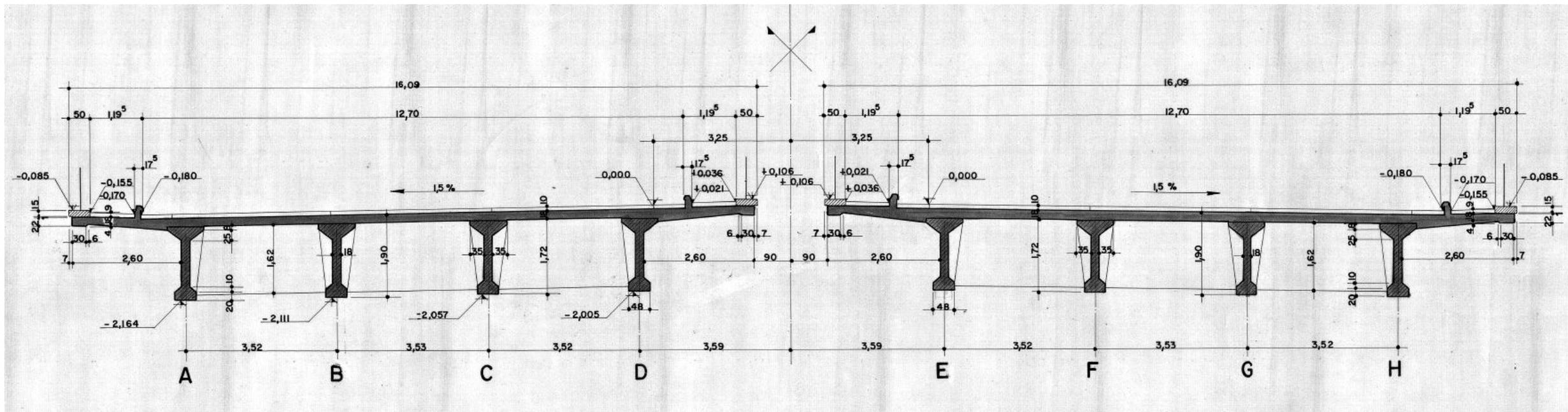
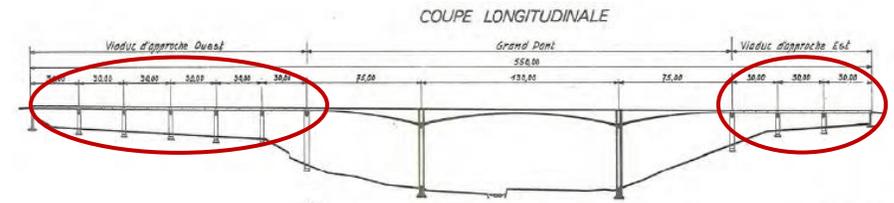
Construction de l'ouvrage

Construction du viaduc d'Huccorgne en 1969-1970



Construction de l'ouvrage

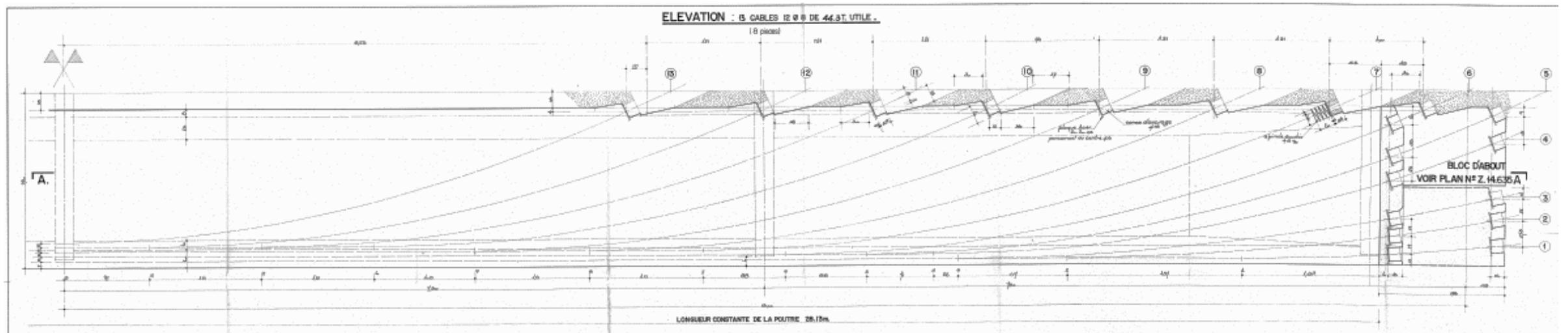
Les travées d'approche Pont à poutres précontraintes



Construction de l'ouvrage

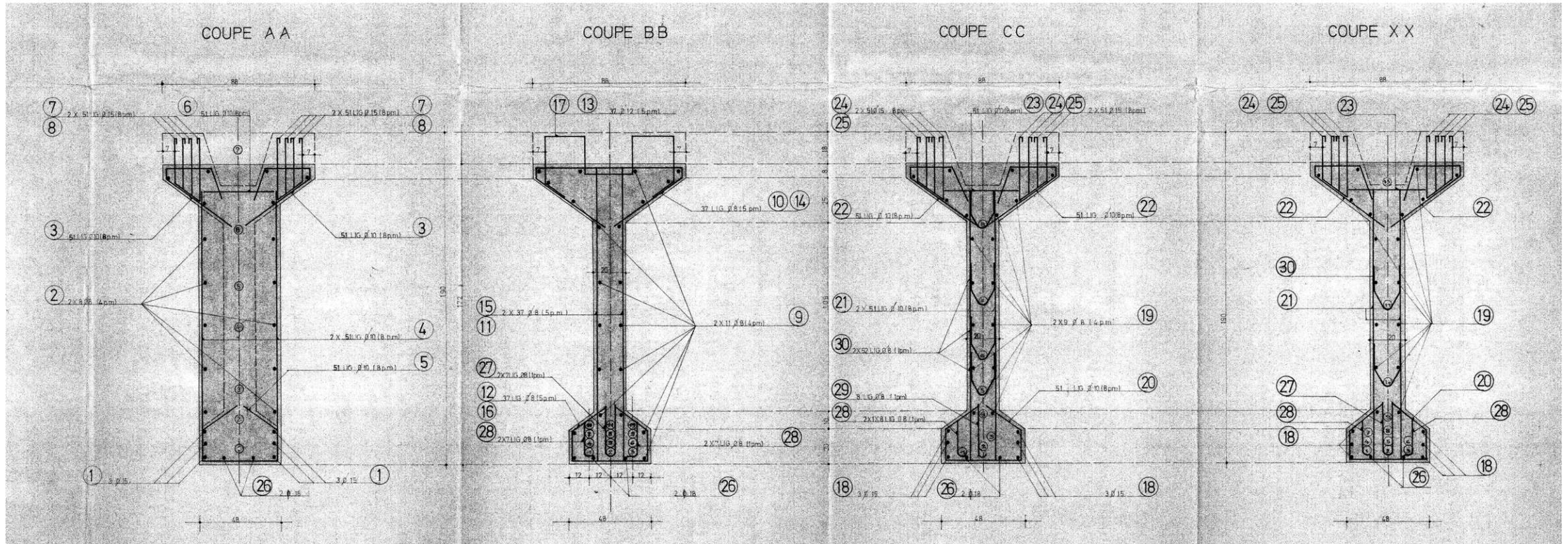
Poutres préfabriquées sur chantier

- 2 phases de précontrainte par post-tension
- Présence de remontées de câbles dans la dalle de tablier



Construction de l'ouvrage

Poutres préfabriquées sur chantier – Faible ancrage des étriers



Etat des poutres après 50 ans :

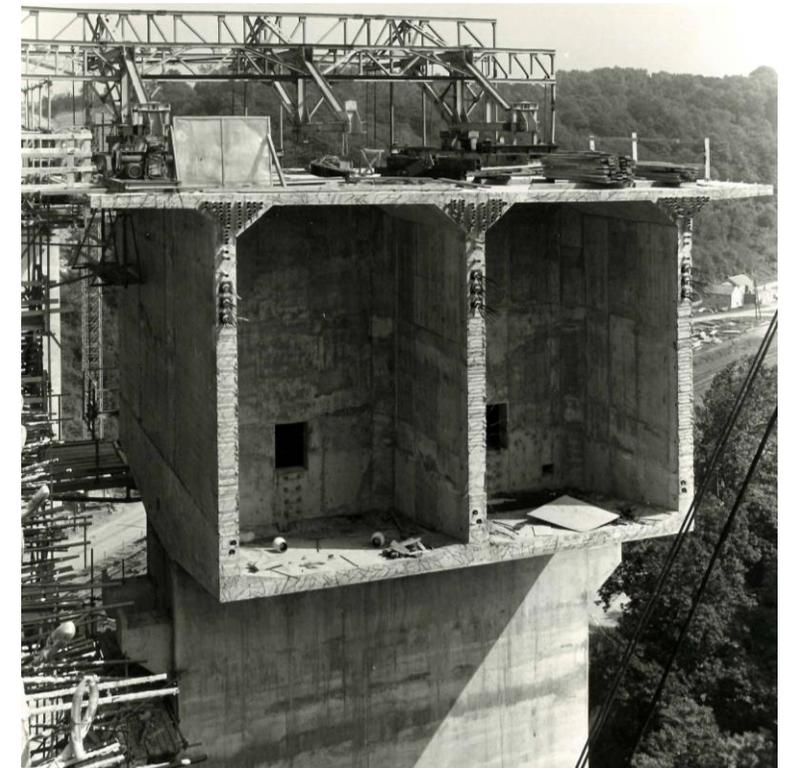
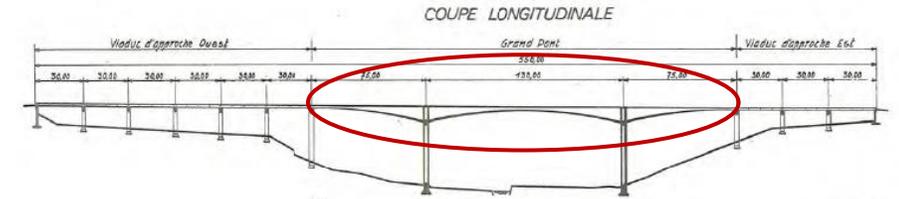
Fissures dans les semelles des poutres, gaines corrodées, injection imparfaite, circulation d'eau, présence de chlorures dans le coulis d'injection, corrosion, fils rompus ou perte de section, nids de gravier, traces d'humidité

Evolution des désordres : + 20 % de poutres atteintes entre 1996 et 2009



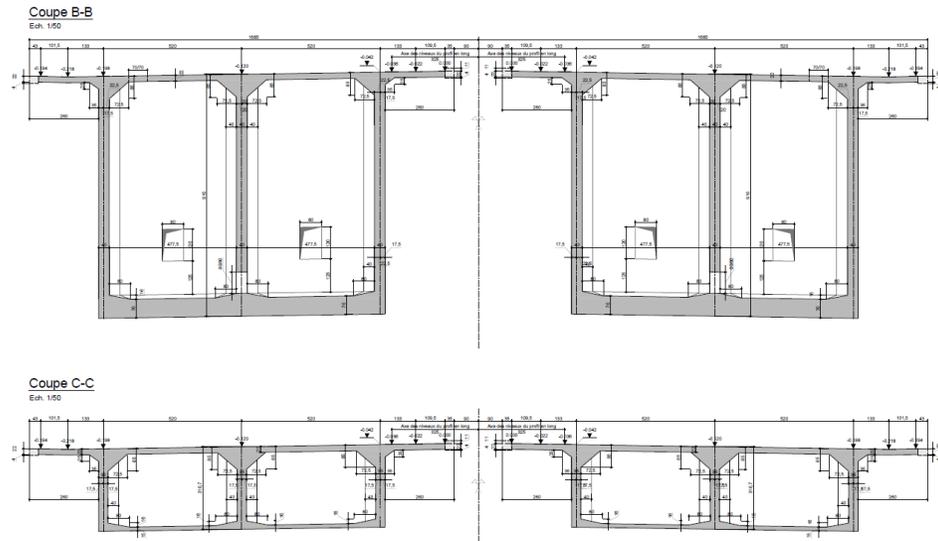
Construction de l'ouvrage

Les travées centrales Pont caisson en béton précontraint construit en encorbellements



Construction de l'ouvrage

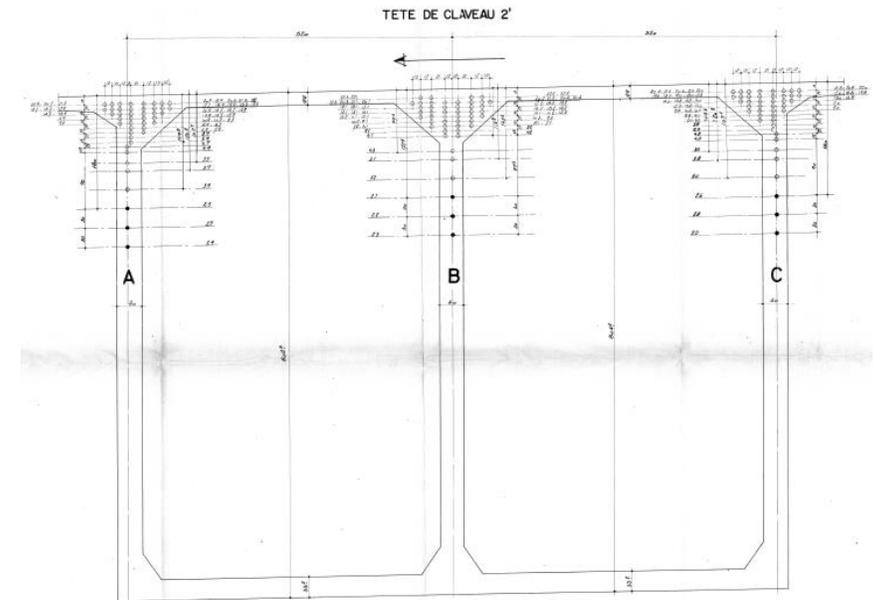
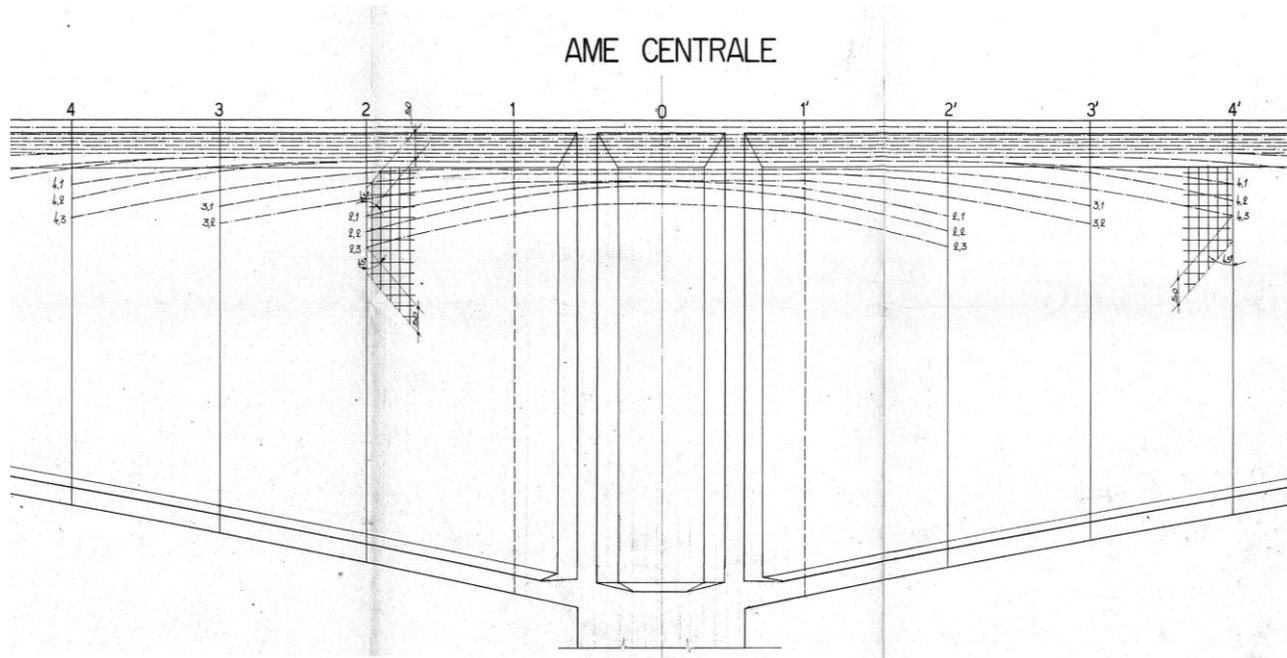
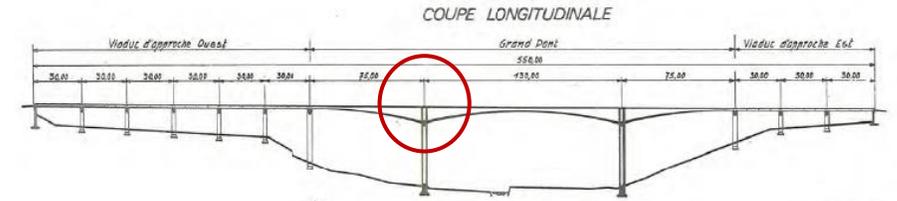
Caissons en béton précontraint à inertie variable – Hauteur variant de 2 à 9,20 m



Construction de l'ouvrage

Construction en encorbellement

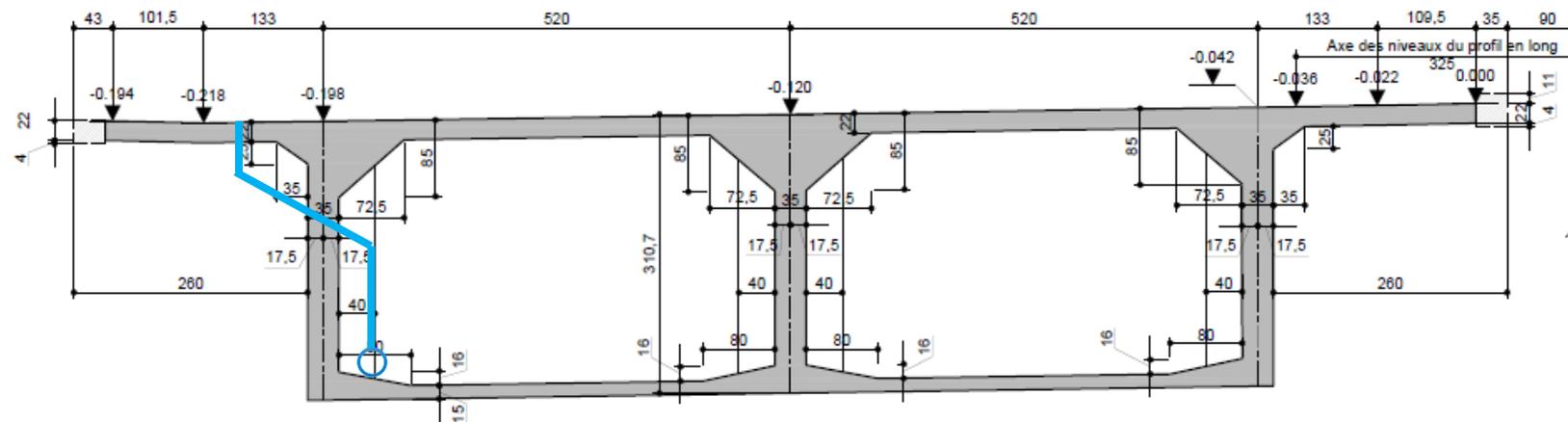
Câbles de fléaux



Partie centrale du viaduc

Accès compliqué pour l'inspection de l'ouvrage
Première visite : en 1999

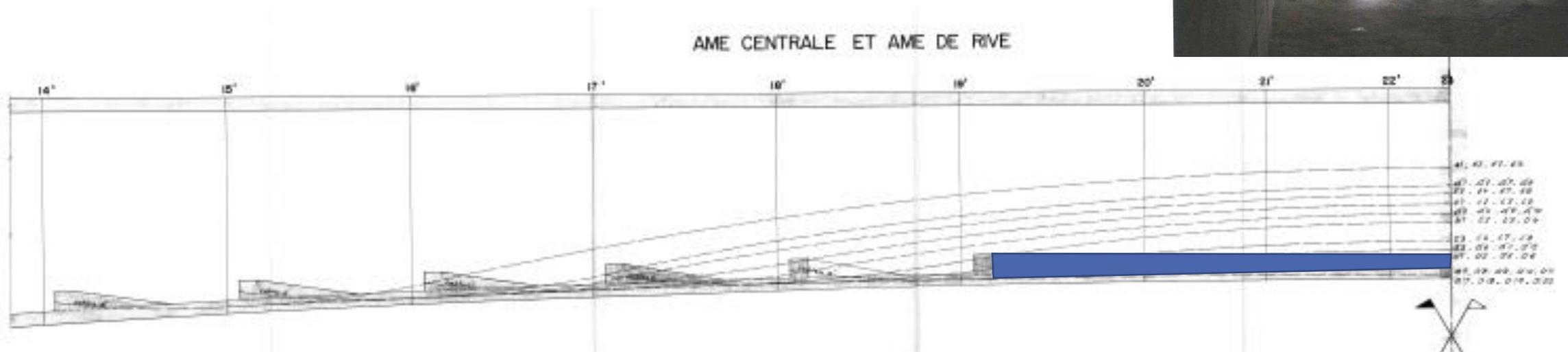
Avaloirs raccordés à un réseau d'égouttage en
amiante et interne aux caissons



Pathologies

Accumulation d'eau au-dessus des câbles de continuité

- Eau + CL⁻
- Dégagements
- Corrosion
 - fils : peu ou pas
 - Gaine : percement : 5/11
 - Injection : bonne
- Chlorures :
 - > limite (0.08 %) 5 cas sur 11



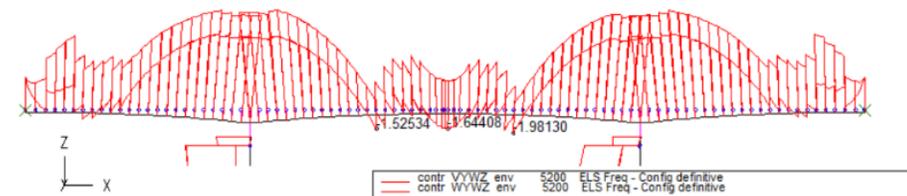
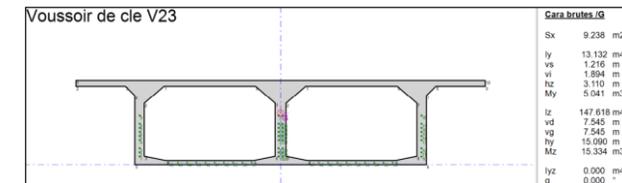
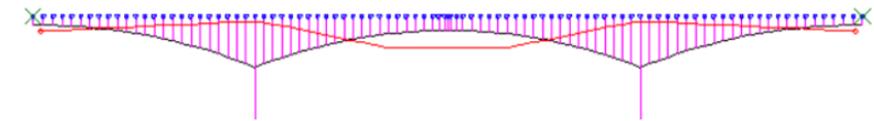
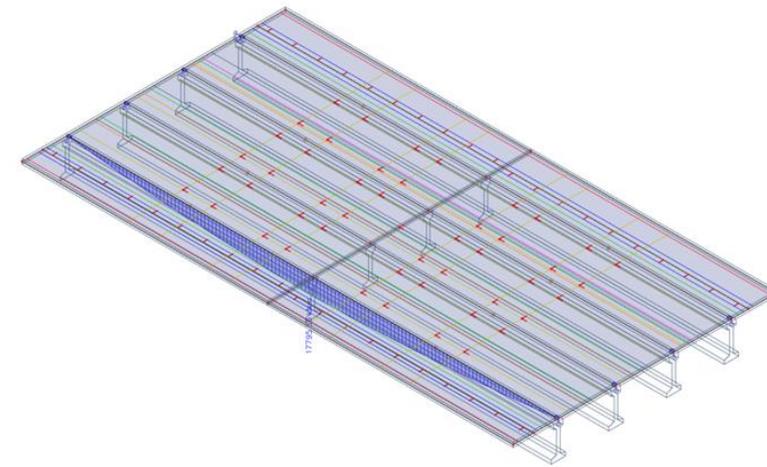
Description de l'ouvrage



- Trafic journalier moyen (2 sens cumulés) : **60.000 véhicules**
- Aux heures les plus denses (2 sens cumulés) : 2.500 à 3.500 véhicules/heure

2

Objet de l'étude



Etudier un projet dans un environnement contraignant demande une certaine agilité

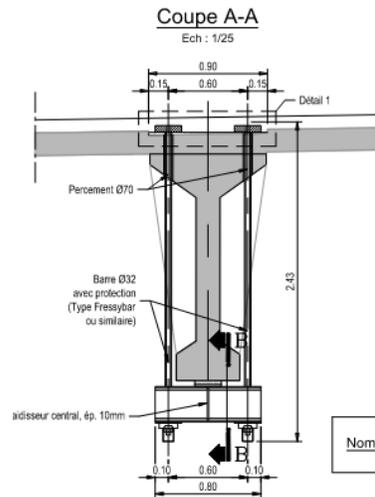
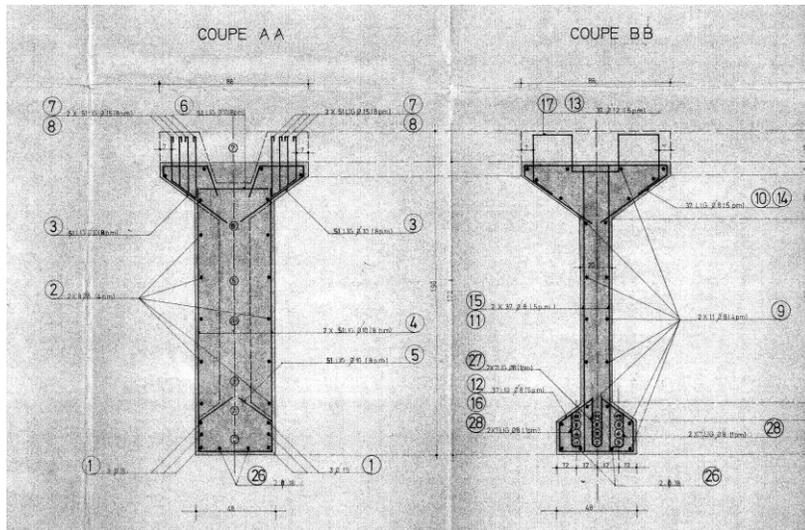
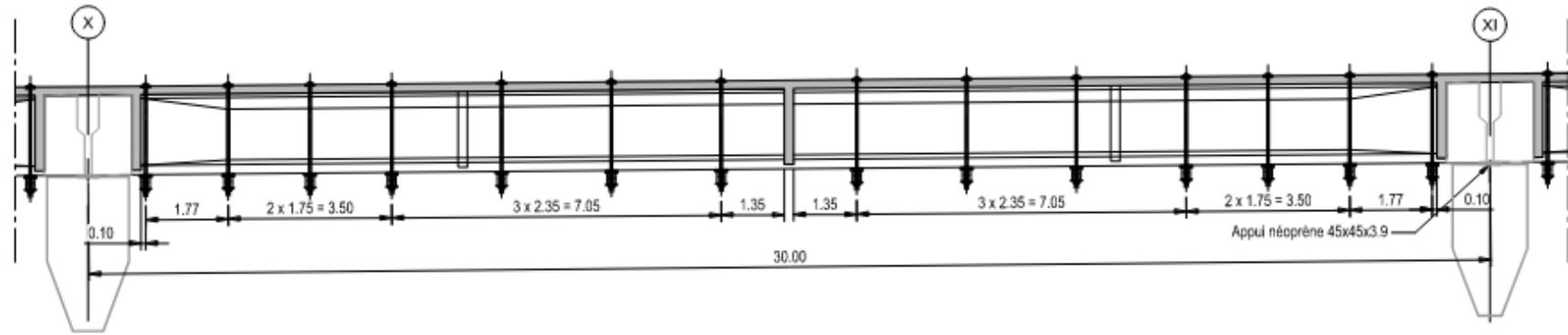
Objet de l'étude

Déficit de résistance à l'effort tranchant : causes multiples

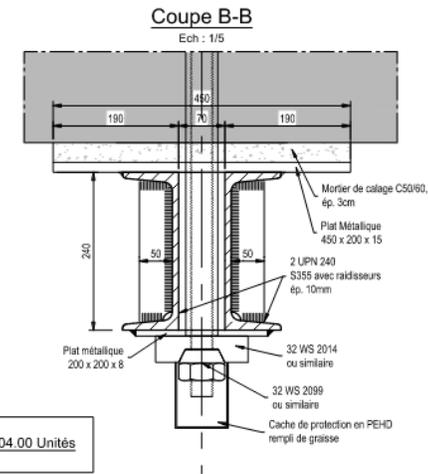
VIPP d'approche Droit

Élévation Travée 2

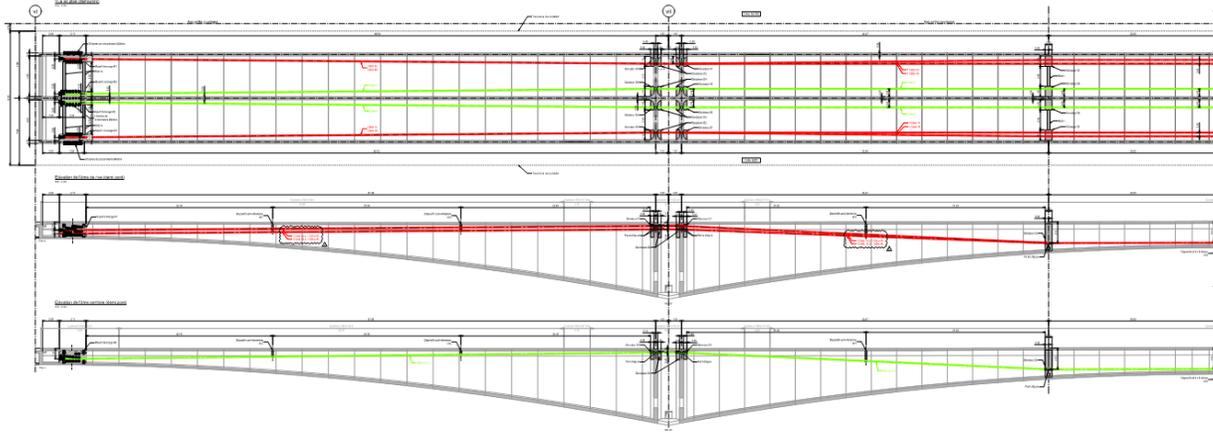
Ech : 1/100



Nombre d'étriers actifs: 504.00 Unités



Objet de l'étude



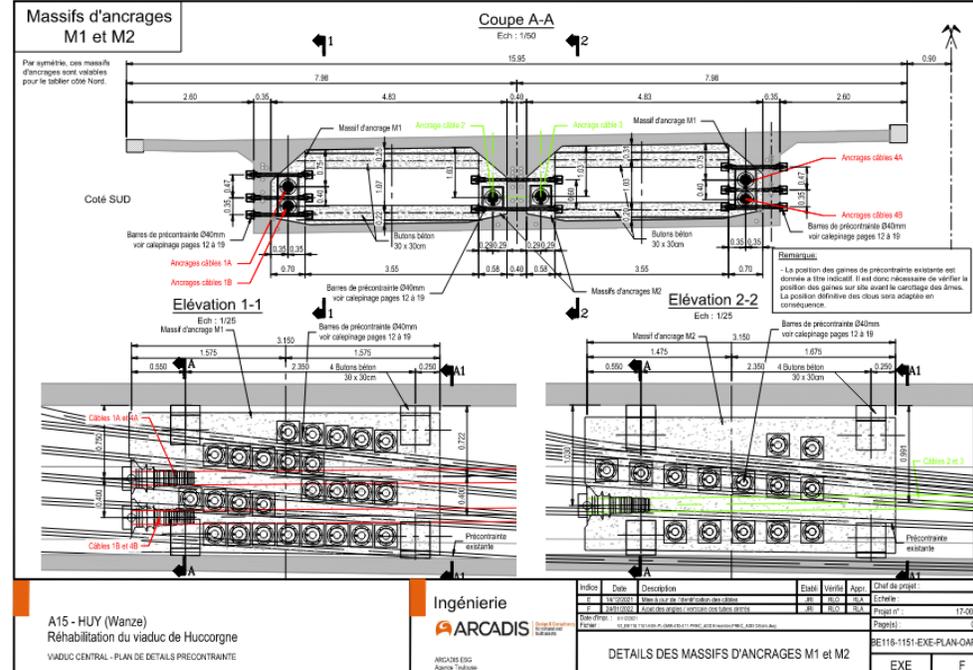
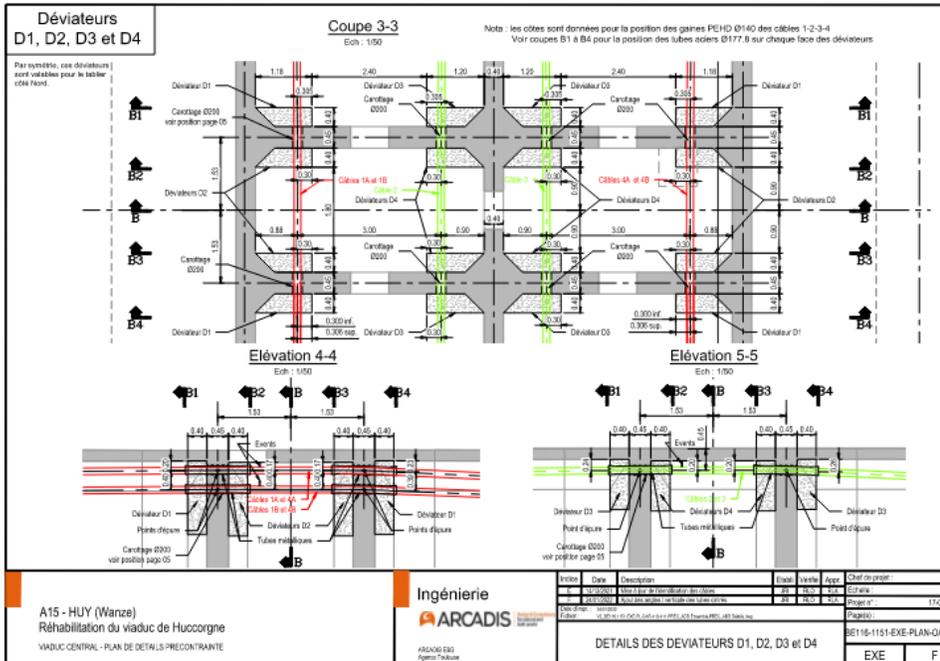
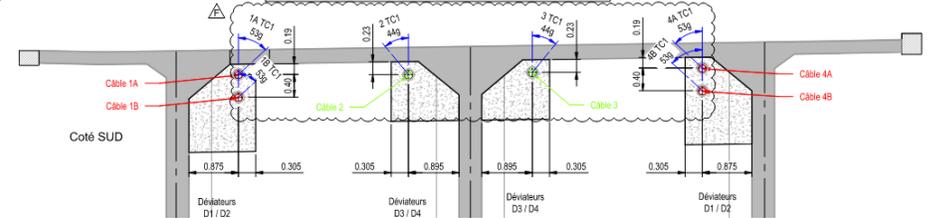
Déviateurs D1, D2, D3 et D4

Par symétrie, ces déviateurs sont valables pour le tablier côté Nord.

Coupe B1-B1

Ech : 1/50

Les côtes sont données pour la position des tubes aciers Ø177,8

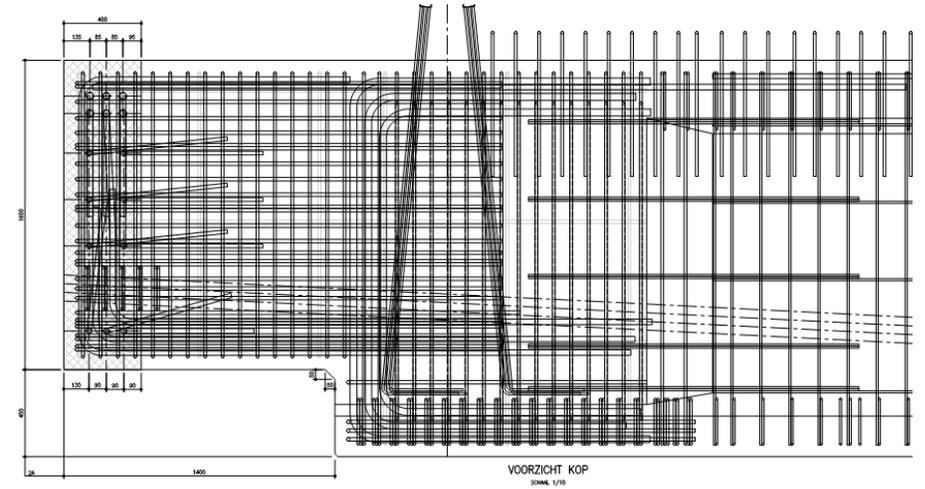
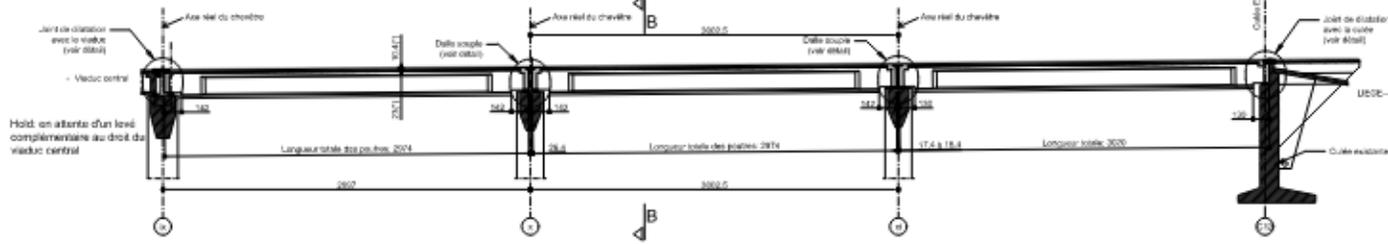


Remise à niveau d'un état limite de service suffisant % aux normes actuelles

Objet de l'étude

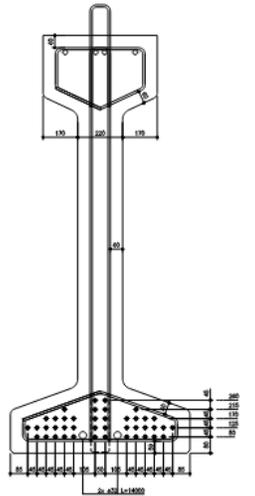
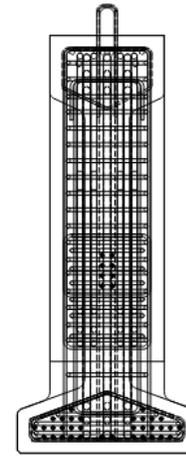
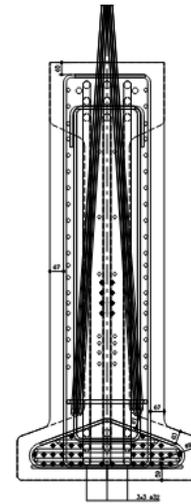
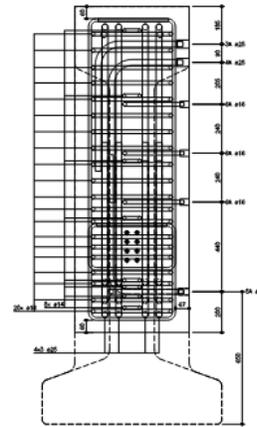
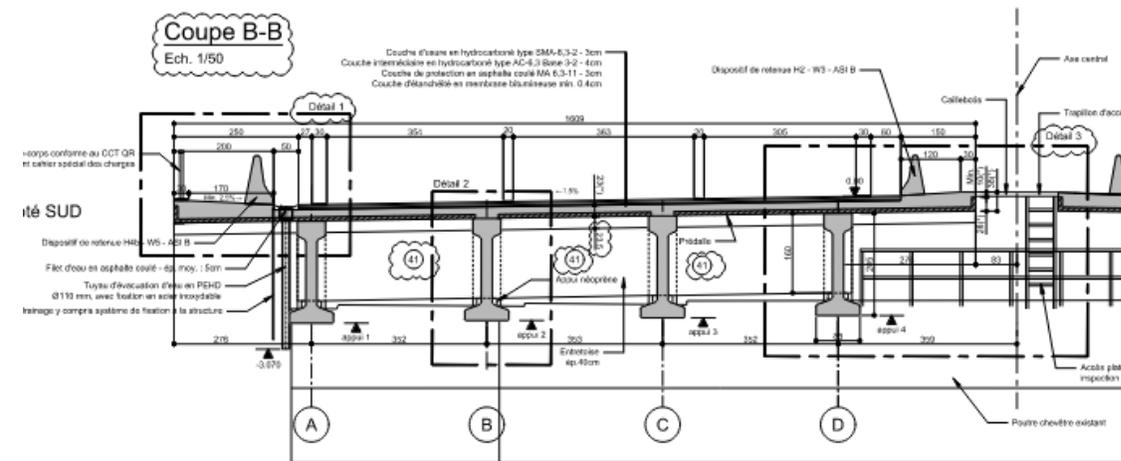
Coupe A-A

Ech. 1/200



Coupe B-B

Ech. 1/50



Pourquoi ce projet est-il si particulier pour un BE?

- 1) Beaucoup d'incertitudes et d'inconnues – propre à un ouvrage existant
- 2) Timing serré - lié à la nécessité de ne pas perturber la circulation dans un axe majeur
- 3) Moyens d'accès limités – Viaduc à grande hauteur sur une autoroute en usage

Organisation de l'étude

- 1) Récolte des données d'entrée → préparer les contraintes qui vont dicter l'études
- 2) L'étude en elle-même et la manière de gérer les incertitudes et changements → étudier le projet en diminuant les risques et en essayant d'anticiper les changements
- 3) Ajustement des études en cours d'exécution → s'assurer à tout moment que l'étude s'intègre dans la réalité du terrain et adapter les plans à la minute

- A. NDC et Plans initiaux
- B. Levé topographique
- C. Inspections existantes
- D. Inspections à faire : visuelles et rapports photographiques /Inspections techniques complémentaires
- E. Analyse des moyens d'accès, de mise en oeuvre

➔ Ne pas hésiter à investiguer un maximum en amont ...même si cela a un coût...

Notes de calcul et plans initiaux

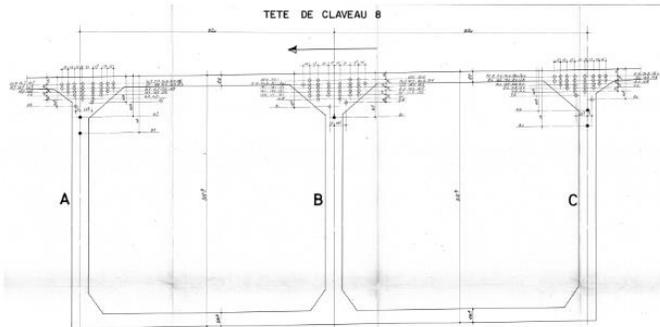


Figure 8: Position des câbles de fléau au droit de la tête de claveau n°8 - Extrait du plan « 78 - 14.938 B - Superstructure des 3 travées centrales - Tête de claveau 8 et 8' - Coffrage, câblage et armatures »

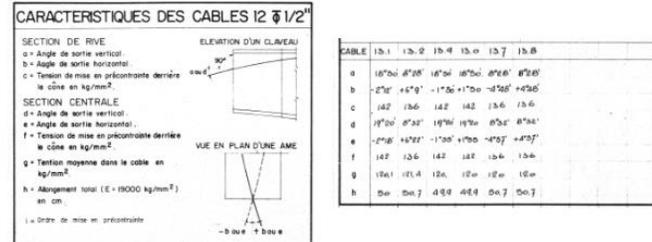


Figure 9: Caractéristiques des câbles de fléau 13 - Extrait du plan « 83 - 14.943 B - Superstructure des 3 travées centrales - Tête de claveau 8 et 13' - Coffrage, câblage et armatures »

Fut Sud - Face extérieure

Zone (m)	Aciers en place	Section (cm ²)
0.00 à 4.40	2 x 16 Ø28	197.04
7.55 à 9.00	2 x 16 Ø30	226.19
11.90 à 18.13	3 x 16 Ø30	339.29

Fut Nord - Face extérieure

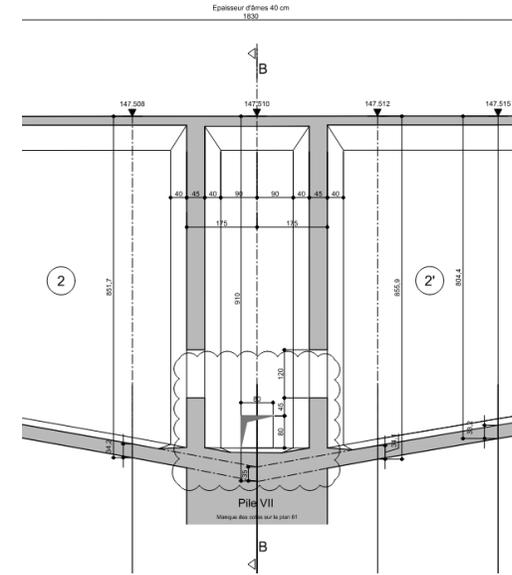
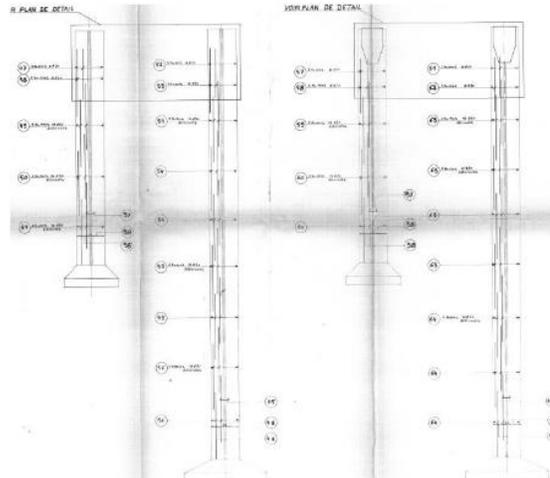
Zone (m)	Aciers en place	Section (cm ²)
0.00 à 9.05	2 x 16 Ø25	157.08
12.00 à 18.10	2 x 16 Ø30	226.19
21.00 à 36.19	3 x 16 Ø30	339.29

Fut Sud - Face intérieure

Zone (m)	Aciers en place	Section (cm ²)
0.00 à 9.00	2 x 16 Ø25	157.08
11.90 à 18.13	2 x 16 Ø20	100.53

Fut Nord - Face intérieure

Zone (m)	Aciers en place	Section (cm ²)
0.00 à 13.45	2 x 16 Ø30	226.19
16.60 à 36.19	2 x 16 Ø20	100.53



COUPE TYPE TRANSVERSALE DALLE SUPERIEURE

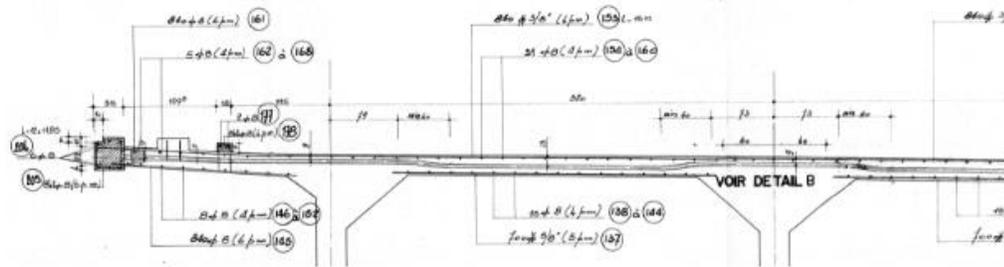
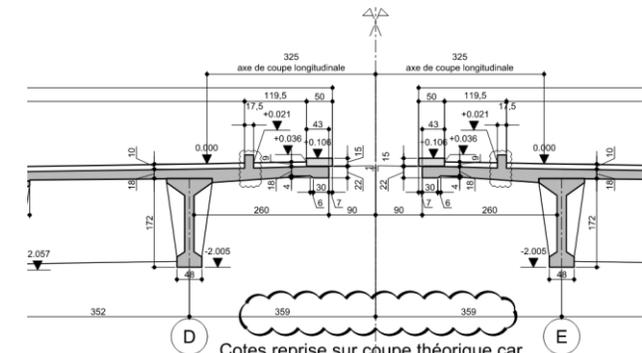


Figure 12: Coupe transversale type du hourdis supérieur avec tracé du câble - Extrait du plan « 63 - 14.922 G - Superstructure des 3 travées centrales - Dalles & Ames - Câblage & armatures »



Cotes reprise sur coupe théorique car discordance entre coupe (plan 111) et vue en plan (plan 109) et cette côte est la plus proche du levé topo

Levé topo et inspections existantes



- ULB
- 2009-03-04 - Annexe photographique à l'inspection A.pdf
- 2009-03-04 - Rapport de l'inspection générale A.pdf
- 2011-05-29 - Inspection des câbles de précontrainte transversaux du viaduc central.pdf
- 4751 - 1993-02-25_rapport_signe+_2_annexes.pdf
- 4751 - 1994-02-02_rapport_signe+_2_annexes.pdf
- 4751 - 1994-10-12_rapport_signe+_1_annexes.pdf
- 4751 - 1996-07-08_rapport_signe+_2_annexes.pdf
- 4751 - 1998-02-09_rapport_signe+_2_annexes.pdf
- 4751 - 1999-05-19_rapport_signe+_5_annexes.pdf
- 4751 - 2006-05-22_rapport_signe+_2_annexes.pdf
- 4751 - 2007-05-09_releve_des_degradations.pdf
- 4751 - 2009-08-03_rapport_signe+_4_annexes.pdf
- 4751 - 2009-09-24_rapport_signe+_3_annexes.pdf
- 4751 - 2009-10-21_rapport_signe+_10annexes.pdf
- 4751 - 2009-10-23_mapping_potentiometrique_signe+_2_annexes.pdf
- Interventions.pdf

VIADUC DE HUCCROGNE A WANZE

Inspection B du 29 mai 2011

N° dossier : P-04751-0-INSPB



Photo 3
Dégagement 1, câble de gauche : vue de la face intérieure de la gaine et des fils de précontrainte.

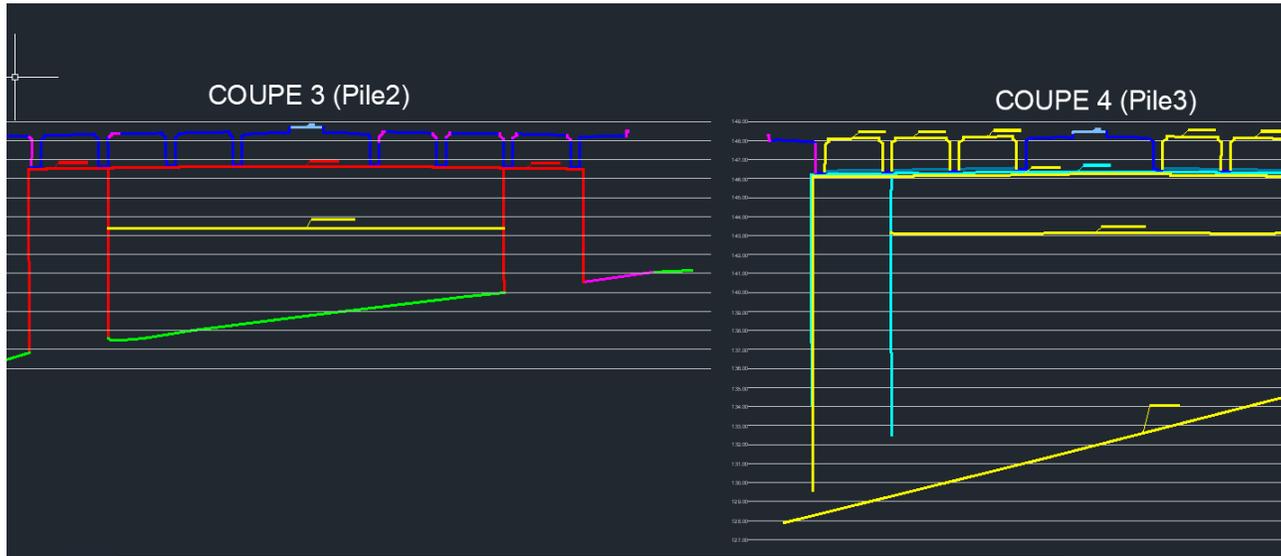


Photo 4

Dégagement 1, câble de droite : vue de la face extérieure de la gaine avant son ouverture.



Inspection visuelle et inspections techniques complémentaires

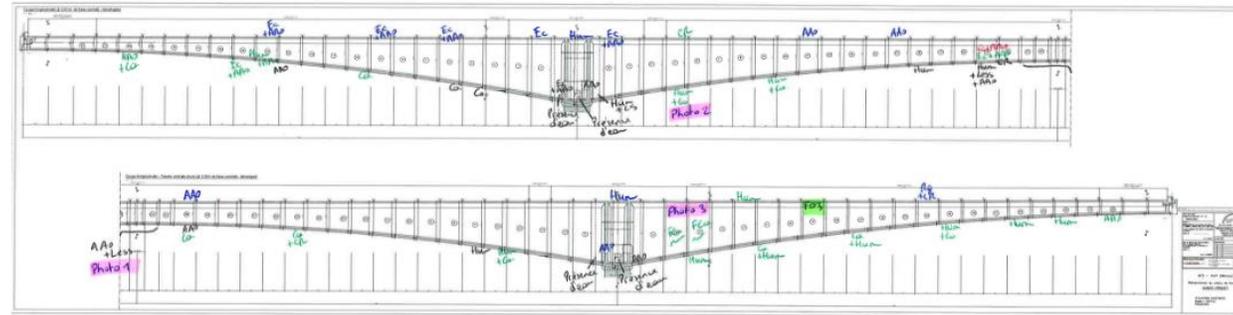
...dans les limites des accès possibles...

0. CDD

- 20171211 (Drone)
- 20171215 (Test cohésion sup.)
- 20171217 (Test SPW)
- 20180227 (Sixense Indice B)
- 20180613 (Tests compression béton)

Tablier Sud - Coisson Sud

- Revêtement Nord
- Revêtement Sud
- Revêtement Sup
- Revêtement Inf



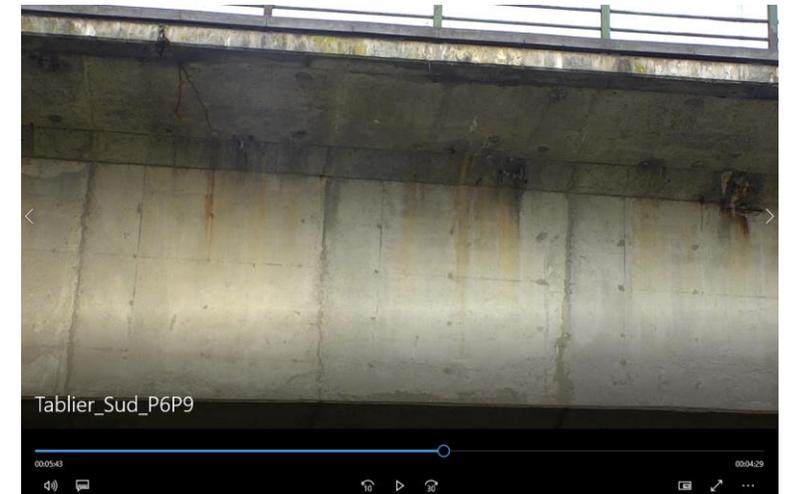
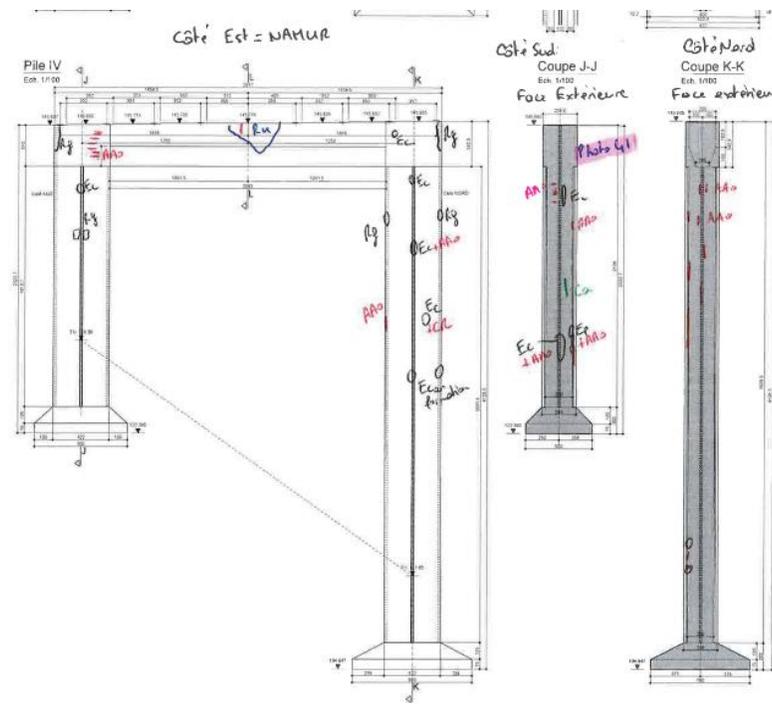
Résultats:

1)	$f_{m(n),is}$	72.584	N/mm ²
	$f_{ck,is,1}$	66.584	N/mm ²
2)	$f_{is,plus\ faible}$	59.714	N/mm ²
	$f_{ck,is,2}$	63.714	N/mm ²

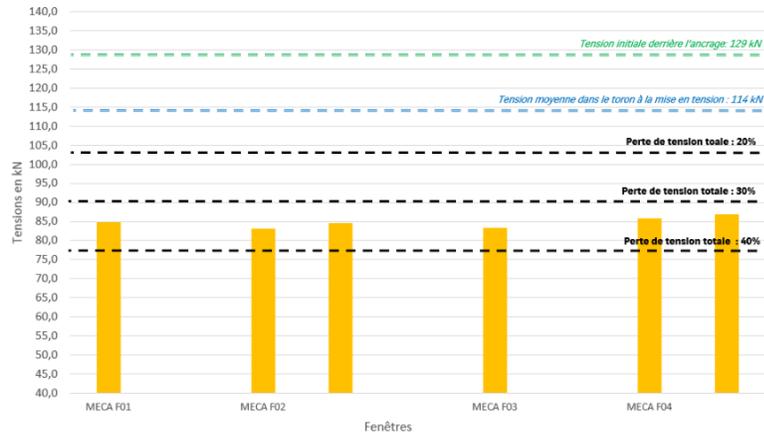
$$f_{ck,iscube} = \min(f_{ck,1}; f_{ck,2})$$

$f_{ck,iscube}$	63.714	N/mm ²
-----------------	--------	-------------------

Classe **C55/67** (voir tableau 1 page suivante)



Inspection technique complémentaire – test à l’arbalète

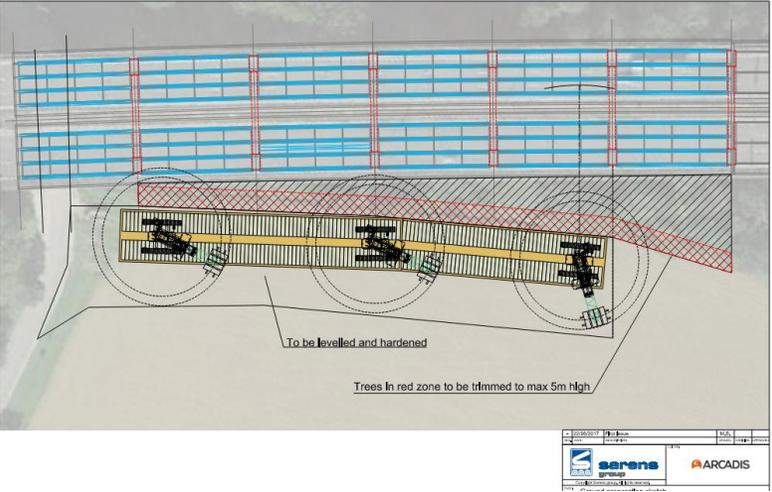
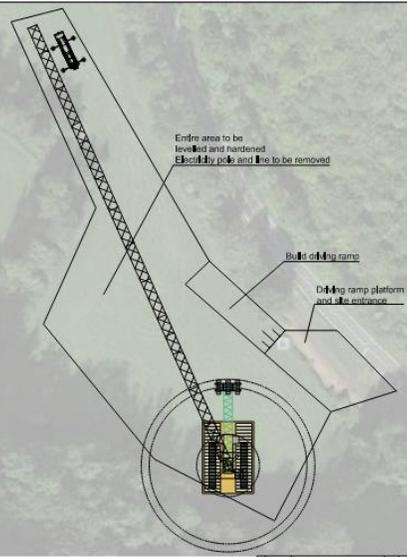


- Ouverture et fermeture de dix-sept (17) fenêtres de reconnaissance :
 - 12 MECA à l'intérieur des caissons :
 - 4 fenêtres (1 par caisson) ont permis l'examen de 4 câbles transversaux situés dans le hourdis supérieur ;
 - 4 fenêtres (1 par caisson) ont permis l'examen de 4 câbles de fléau situés au niveau des goussets supérieurs ;
 - 4 fenêtres (1 par caisson) ont permis l'examen 4 câbles éclisses situés dans le hourdis inférieur au niveau de la clé du viaduc central ;
 - 2 MECA et 3 PATHO sur les chevêtres :
 - 2 PATHO au droit de la pile I ;
 - 1 MECA au droit de la pile I ;
 - 1 MECA et 1 PATHO au droit de la pile II ;
 - Les investigations suivantes ont été réalisées :
 - Examen des câbles de précontrainte ;
 - Essais au tournevis sur les câbles testés ;
 - Mesures de tension résiduelle des armatures de précontrainte sur 14 câbles (essais à l'arbalète) des 17 câbles mis à jour ;
- Fermeture des fenêtres de reconnaissance.



Fenêtre	Câble	Gaine		Injection		Armatures		Photos Annexe 2
		Enrobage (mm)	Etat	Remplissage	Etat du coulis	Etat	Tension	
F04	Fléau 13.2	55	0	●	1	1	2	8 à 11
H Inf 01	Eclisse a'23	30	0	●	1	0	2	12 à 14
H Inf 02	Eclisse a'11	80	3	●	2	TB	2	15 à 18
H Inf 03	Eclisse a'19	75	0 ext 2 int	●	2	TB	1	1 et 3 (1 toron détendu)
H Inf 04	Eclisse a'13	55	1	●	2	TB	2	23 à 25
H Sup 01	Trans	70	1	●	1	TB	2	26 à 28
H Sup 02	Trans	60	0	●	1	TB	2	29 à 31
H Sup 03	Trans	65	0	●	1	TB	2	32 à 34
H Sup 04	Trans	65	2	●	1	TB	2	35 à 37
PM02	Trans 19	140	0	●	2	0	2	38 à 42
PM03	Trans 24	195	0	●	1	0	1	43 à 46
PM01	Trans 24	235	0	●	1	0	1	47 à 48
PP01	Trans 19	240	0	●	1	0	1	49 à 51
PP02	Trans 24	170	0	●	1	0	1	52 à 53

Moyens d'accès et de mise en oeuvre

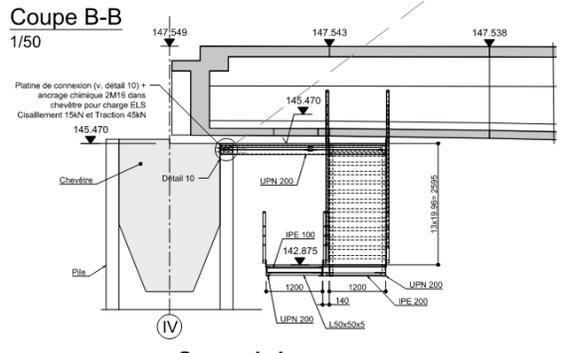
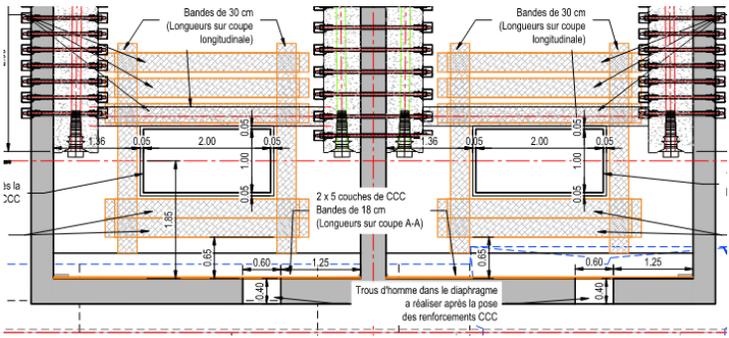


Déviations entre la sortie 7 (Huy Braves) et la sortie 8 (Huy Héron).



Coupure dans le sens Liège - Namur

Distance	Libé	Intérieur	Distance à l'arrêt	Temps
0	Libé départ	Départ en déviation de tout sens. Après 10 m prendre la sortie 7	0,4 km	04 minutes
0,5 km	Sortie du barrageur 7	Après 510 m rester à gauche	12,3 km	22 secondes
0,6 km	1° feu	Après 410 m tourner à gauche vers la 100	11,2 km	01 secondes
0,9 km	100m	Après 200 m tourner à droite en direction de la Rue	11,5 km	01 secondes
0,9 km	Rue Roux	Après 485 m tourner à droite	11,5 km	1 minute
1,3 km		Après 27 m tourner à gauche en direction de Rue Farnette	11,5 km	3 minutes
4,5 km	Rue Farnette	Après 420 m tout droit vers la 100	8,4 km	13 secondes
4,5 km	Midi	Après 1,5 km tourner à droite en direction de Rue de Centre	7,2 km	05 minutes
6,1 km	Rue de Centre	Après 200 m tourner à gauche en direction de Rue de l'Église	6,3 km	17 minutes
6,3 km	Rue de l'Église	Après 1,3 km tourner à droite vers la 100	6,1 km	10 minutes
7,5 km	100m	Après 2,5 km tout droit vers la Chaussée de l'Église	4,5 km	02 minutes
10 km	Chaussée de l'Église	Après 28 m tout droit vers la Chaussée de l'Église	2,4 km	26 minutes
10 km	100m	Après 320 m tout droit vers la Chaussée de l'Église	2,2 km	25 minutes
10,4 km	Chaussée de l'Église	Après 28 m tout droit vers la Chaussée de l'Église	2,0 km	25 minutes
10,4 km	100m	Après 1,1 km tourner à gauche la bretelle de déviation	2,0 km	25 minutes
11,2 km	100m	Après 1,1 km tourner à gauche la bretelle de déviation	0,8 km	26 minutes
12,4 km	Après échangeur 5	Après 1,2 km prendre la 100	0,8 km	26 minutes



- A. Nivellement et reprofilage du revêtement pour amélioration du confort
 - B. Flèches et contre-flèches dans les éléments précontraints
 - C. Appareils d'appuis et hauteur disponible
 - D. Longueur des poutres (% la position des piles)
 - E. Travail en fourchette et anticipations des changements
-
- ➔ Se fixer les bonnes conditions aux limites et travailler, si possible, en augmentant les incertitudes (% un projet classique/ouvrage neuf)

 - ➔ Essayer d'anticiper le pire des cas

Prise en compte des contraintes, travail en fourchette et/ou avec tolérances

A. Différents types de tolérances/d'incertitudes/d'erreurs :

- I. Tolérance humaine dans le mesurage (levé topo, machine...)
- II. Tolérance de fabrication
- III. Tolérance de pose (précision de mise en oeuvre)
- IV. Tolérance de calcul (fluage, retrait, temperature, timing...)
- V. ...

B. Différents types de contraintes :

- I. Raccordement aux existants
- II. Géométrie des structures en place
- III. Contexte du chantier (trafic, moyens d'accès...)
- IV.

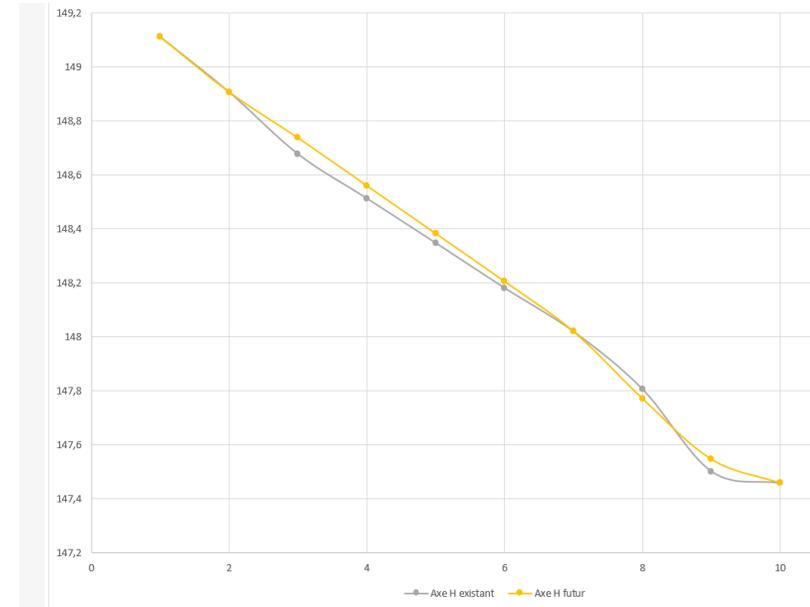
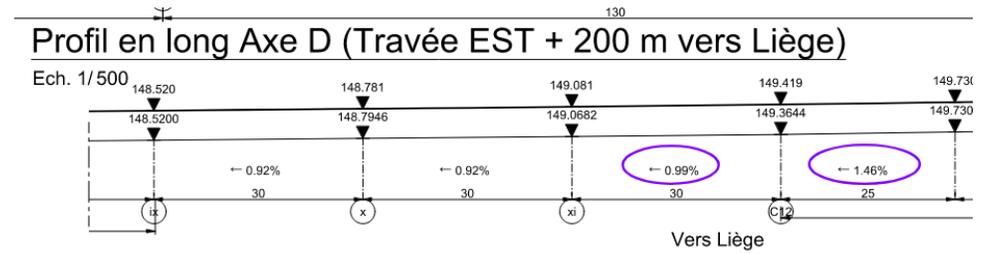
➔ Ces incertitudes et leurs impacts sont amplifiés dans les projets de renovation car :

- I. Peu de latitude dans les contraintes
- II. Peu de liberté dans les solutions remédiatrices
- III. ...

Nivellement du pont et reprofilage du revêtement - contraintes

rehausse nécessaire (m)									
AXE D	0,0000	0,0959	0,0786	0,0616	0,0467	0,0314	0,0149	0,0000	
AXE C	0,0000	0,0639	0,0525	0,0410	0,0310	0,0208	0,0099	0,0000	
AXE B	0,0000	0,0320	0,0264	0,0206	0,0156	0,0105	0,0050	0,0000	
AXE A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Pente transversale									
AXE D									
AXE C	2,29%	2,49%	2,25%	2,01%	1,77%	1,53%	1,29%	1,05%	
AXE B	2,36%	2,49%	2,25%	2,01%	1,77%	1,53%	1,29%	1,05%	
AXE A	3,53%	2,49%	2,25%	2,01%	1,77%	1,53%	1,29%	1,05%	
Moyenne	2,72%	2,49%	2,25%	2,01%	1,77%	1,53%	1,29%	1,05%	
niv fini futur FINAL									
AXE D	148,7236	148,576671	148,425543	148,271814	148,119186	147,966157	147,813029	147,6604	147,6249
AXE C	148,6431	148,489181	148,346462	148,201143	148,056924	147,912305	147,767586	147,6234	147,5727
AXE B	148,5601	148,40169	148,267381	148,130471	147,994662	147,858452	147,722143	147,5863	147,5203
AXE A	148,4359	148,3142	148,1883	148,0598	147,9324	147,8046	147,6767	147,5493	147,468

rehausse nécessaire (m)										
AXE H	0,0000	0,0600	0,0467	0,0345	0,0241	0,0000	-0,0350	0,0450		
AXE G	0,0000	0,0600	0,0518	0,0435	0,0394	0,0000	-0,0350	0,0450		
AXE F	0,0000	0,0600	0,0533	0,0470	0,0410	0,0000	-0,0350	0,0450		
AXE E	0,0000	0,0600	0,0515	0,0431	0,0354	0,0000	-0,0350	0,0450		
Pente transversale										
AXE H										
AXE G	2,58%	1,48%	1,10%	0,73%	0,35%	0,69%	0,00%	-1,33%	-1,58%	
AXE F	1,79%	1,48%	1,26%	1,04%	0,82%	0,68%	0,00%	-1,34%	-1,59%	
AXE E	1,44%	1,48%	1,33%	1,17%	1,02%	0,69%	0,00%	-1,34%	-1,58%	
Moyenne	1,94%	1,48%	1,23%	0,98%	0,73%	0,69%	0,00%	-1,34%		
niv fini futur FINAL										
AXE H	149,1121	148,9074	148,7378	148,56028	148,38276	148,20524	148,0198	147,771	147,5465	147,4585
AXE G	149,0248	148,8166	148,685667	148,516947	148,348227	148,179507	147,995633	147,771	147,5935	147,5141
AXE F	148,9555	148,7537	148,633533	148,473613	148,313693	148,153773	147,971467	147,771	147,6405	147,5699
AXE E	148,908	148,7029	148,5814	148,43028	148,27916	148,12804	147,9473	147,771	147,6875	147,6256

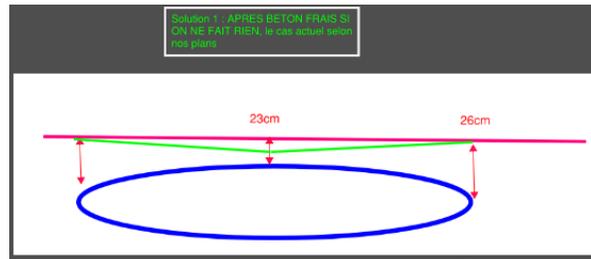
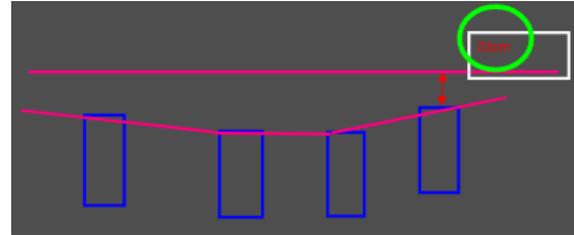


Nivellement du pont et reprofilage du revêtement – paramètres et résultat

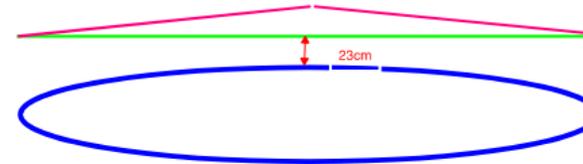
N° Ase	Niv. Voie pt. haut	Niv. Voie pt. bas	Hauteur poutre tablier	Ase A			Niveau supérieur béton mi-traverse entre l et l+1 (thorique)	Niveau supérieur béton (thorique)
				Niveau sup. voies existant	Niveau sup. voies à réaliser	Niveau supérieur béton		
AD				148,436				
CD	148,490	149,309	2,004	148,315	148,314	148,190	148,147	14
i	148,343	148,181	2,004	148,187	148,188	148,064	148,020	14
ii	148,163	148,010	2,004	148,016	148,060	147,936	147,892	14
iii	148,020	147,856	2,004	147,862	147,932	147,808	147,765	14
iv	147,886	147,760	2,004	147,766	147,805	147,681	147,637	14
v	147,783	147,631	2,004	147,637	147,677	147,553	147,509	14
vi	147,664	147,505	2,004	147,509	147,549	147,425	147,381	14
vii	146,525	146,369	2,004	146,366	146,366	146,242	146,199	14
viii	146,374	146,218	2,004	146,217	146,217	146,093	146,050	14
ix	146,224	146,068	2,004	146,067	146,067	145,943	145,900	14
x	146,073	145,917	2,004	145,916	145,916	145,792	145,749	14
xi	145,922	145,766	2,004	145,765	145,765	145,641	145,598	14
xii	145,771	145,615	2,004	145,614	145,614	145,490	145,447	14
xiii	145,620	145,464	2,004	145,463	145,463	145,339	145,296	14
xiv	145,469	145,313	2,004	145,312	145,312	145,188	145,145	14
xv	145,318	145,162	2,004	145,161	145,161	145,037	144,994	14
xvi	145,167	145,011	2,004	145,010	145,010	144,886	144,843	14
xvii	145,016	144,860	2,004	144,859	144,859	144,735	144,692	14
xviii	144,865	144,709	2,004	144,708	144,708	144,584	144,541	14
xix	144,714	144,558	2,004	144,557	144,557	144,433	144,390	14
xx	144,563	144,407	2,004	144,406	144,406	144,282	144,239	14
xxi	144,412	144,256	2,004	144,255	144,255	144,131	144,088	14
xxii	144,261	144,105	2,004	144,104	144,104	143,980	143,937	14
xxiii	144,110	143,954	2,004	143,953	143,953	143,829	143,786	14
xxiv	143,959	143,803	2,004	143,802	143,802	143,678	143,635	14
xxv	143,808	143,652	2,004	143,651	143,651	143,527	143,484	14
xxvi	143,657	143,501	2,004	143,500	143,500	143,376	143,333	14
xxvii	143,506	143,350	2,004	143,349	143,349	143,225	143,182	14
xxviii	143,355	143,199	2,004	143,198	143,198	143,074	143,031	14
xxix	143,204	143,048	2,004	143,047	143,047	142,923	142,880	14
xxx	143,053	142,897	2,004	142,896	142,896	142,772	142,729	14
xxxi	142,902	142,746	2,004	142,745	142,745	142,621	142,578	14
xxxii	142,751	142,595	2,004	142,594	142,594	142,470	142,427	14
xxxiii	142,600	142,444	2,004	142,443	142,443	142,319	142,276	14
xxxiv	142,449	142,293	2,004	142,292	142,292	142,168	142,125	14
xxxv	142,298	142,142	2,004	142,141	142,141	142,017	141,974	14
xxxvi	142,147	141,991	2,004	141,990	141,990	141,866	141,823	14
xxxvii	142,000	141,844	2,004	141,843	141,843	141,719	141,676	14
xxxviii	141,849	141,693	2,004	141,692	141,692	141,568	141,525	14
xxxix	141,698	141,542	2,004	141,541	141,541	141,417	141,374	14
xl	141,547	141,391	2,004	141,390	141,390	141,266	141,223	14
xli	141,396	141,240	2,004	141,239	141,239	141,115	141,072	14
xlii	141,245	141,089	2,004	141,088	141,088	140,964	140,921	14
xliiii	141,094	140,938	2,004	140,937	140,937	140,813	140,770	14
xliiiii	140,943	140,787	2,004	140,786	140,786	140,662	140,619	14
xlv	140,792	140,636	2,004	140,635	140,635	140,511	140,468	14
xlv	140,641	140,485	2,004	140,484	140,484	140,360	140,317	14
xlv	140,490	140,334	2,004	140,333	140,333	140,209	140,166	14
xlv	140,339	140,183	2,004	140,182	140,182	140,058	140,015	14
xlv	140,188	140,032	2,004	140,031	140,031	139,907	139,864	14
xlv	140,037	139,881	2,004	139,880	139,880	139,756	139,713	14
xlv	139,886	139,730	2,004	139,729	139,729	139,605	139,562	14
xlv	139,735	139,579	2,004	139,578	139,578	139,454	139,411	14
xlv	139,584	139,428	2,004	139,427	139,427	139,303	139,260	14
xlv	139,433	139,277	2,004	139,276	139,276	139,152	139,109	14
xlv	139,282	139,126	2,004	139,125	139,125	139,001	138,958	14
xlv	139,131	138,975	2,004	138,974	138,974	138,850	138,807	14
xlv	138,980	138,824	2,004	138,823	138,823	138,699	138,656	14
xlv	138,829	138,673	2,004	138,672	138,672	138,548	138,505	14
xlv	138,678	138,522	2,004	138,521	138,521	138,397	138,354	14
xlv	138,527	138,371	2,004	138,370	138,370	138,246	138,203	14
xlv	138,376	138,220	2,004	138,219	138,219	138,095	138,052	14
xlv	138,225	138,069	2,004	138,068	138,068	137,944	137,901	14
xlv	138,074	137,918	2,004	137,917	137,917	137,793	137,750	14
xlv	137,923	137,767	2,004	137,766	137,766	137,642	137,599	14
xlv	137,772	137,616	2,004	137,615	137,615	137,491	137,448	14
xlv	137,621	137,465	2,004	137,464	137,464	137,340	137,297	14
xlv	137,470	137,314	2,004	137,313	137,313	137,189	137,146	14
xlv	137,319	137,163	2,004	137,162	137,162	137,038	136,995	14
xlv	137,168	137,012	2,004	137,011	137,011	136,887	136,844	14
xlv	137,017	136,861	2,004	136,860	136,860	136,736	136,693	14
xlv	136,866	136,710	2,004	136,709	136,709	136,585	136,542	14
xlv	136,715	136,559	2,004	136,558	136,558	136,434	136,391	14
xlv	136,564	136,408	2,004	136,407	136,407	136,283	136,240	14
xlv	136,413	136,257	2,004	136,256	136,256	136,132	136,089	14
xlv	136,262	136,106	2,004	136,105	136,105	135,981	135,938	14
xlv	136,111	135,955	2,004	135,954	135,954	135,830	135,787	14
xlv	135,960	135,804	2,004	135,803	135,803	135,679	135,636	14
xlv	135,809	135,653	2,004	135,652	135,652	135,528	135,485	14
xlv	135,658	135,502	2,004	135,501	135,501	135,377	135,334	14
xlv	135,507	135,351	2,004	135,350	135,350	135,226	135,183	14
xlv	135,356	135,200	2,004	135,199	135,199	135,075	135,032	14
xlv	135,205	135,049	2,004	135,048	135,048	134,924	134,881	14
xlv	135,054	134,898	2,004	134,897	134,897	134,773	134,730	14
xlv	134,903	134,747	2,004	134,746	134,746	134,622	134,579	14
xlv	134,752	134,596	2,004	134,595	134,595	134,471	134,428	14
xlv	134,601	134,445	2,004	134,444	134,444	134,320	134,277	14
xlv	134,450	134,294	2,004	134,293	134,293	134,169	134,126	14
xlv	134,299	134,143	2,004	134,142	134,142	134,018	133,975	14
xlv	134,148	133,992	2,004	133,991	133,991	133,867	133,824	14
xlv	134,000	133,844	2,004	133,843	133,843	133,719	133,676	14
xlv	133,849	133,693	2,004	133,692	133,692	133,568	133,525	14
xlv	133,698	133,542	2,004	133,541	133,541	133,417	133,374	14
xlv	133,547	133,391	2,004	133,390	133,390	133,266	133,223	14
xlv	133,396	133,240	2,004	133,239	133,239	133,115	133,072	14
xlv	133,245	133,089	2,004	133,088	133,088	132,964	132,921	14
xlv	133,094	132,938	2,004	132,937	132,937	132,813	132,770	14
xlv	132,943	132,787	2,004	132,786	132,786	132,662	132,619	14
xlv	132,792	132,636	2,004	132,635	132,635	132,511	132,468	14
xlv	132,641	132,485	2,004	132,484	132,484	132,360	132,317	14
xlv	132,490	132,334	2,004	132,333	132,333	132,209	132,166	14
xlv	132,339	132,183	2,004	132,182	132,182	132,058	132,015	14
xlv	132,188	132,032	2,004	132,031	132,031	131,907	131,864	14
xlv	132,037	131,881	2,004	131,880	131,880	131,756	131,713	14
xlv	131,886	131,730	2,004	131,729	131,729	131,605	131,562	14
xlv	131,735	131,579	2,004	131,578	131,578	131,454	131,411	14
xlv	131,584	131,428	2,004	131,427	131,427	131,303	131,260	14
xlv	131,433	131,277	2,004	131,276	131,276	131,152	131,109	14
xlv	131,282	131,126	2,004					

Prise en compte des (contre)/flèches, surtout dans le béton précontraint

Poutre centrale					
Déformations - Pose tablier après 30 j					
Cas	Instantanée	Fluage phase 1	Total phase 1	Fluage phase 2	Total phase 2
PP poutre	12,4	7,3	19,7	6,6	26,4
Précontrainte	-33,8	-17,7	-51,5	-14,3	-65,8
PP tablier	11,1		11,1	5,8	16,9
Retrait				0,7	0,7
Surcharges perm	3,2		3,2	3,9	7,1
Surcharges var	13,3		13,3		13,3
Total			-4,2		-1,4
mm					
Déformations - Pose tablier après 60 j					
Cas	Instantanée	Fluage phase 1	Total phase 1	Fluage phase 2	Total phase 2
PP poutre	12,4	9,1	21,5	5,9	27,3
Précontrainte	-33,8	-21,9	-55,7	-12,6	-68,3
PP tablier	11,1		11,1	5,1	16,2
Retrait		-23		0,7	0,7
Surcharges perm	3,2		3,2	3,5	6,7
Surcharges var	13,3		13,3		13,3
Total			-6,6		-4,1
mm					
Déformations - Pose tablier après 90 j					
Cas	Instantanée	Fluage phase 1	Total phase 1	Fluage phase 2	Total phase 2
PP poutre	12,4	10,2	22,6	5,4	28,0
Précontrainte	-33,8	-24,6	-58,4	-11,6	-70,0
PP tablier	11,1		11,1	4,7	15,8
Retrait		-24,7		0,6	0,6
Surcharges perm	3,2		3,2	3,2	6,4
Surcharges var	13,3		13,3		13,3
Total			-8,2		-5,9
mm					
Déformations - Pose tablier après 120 j					
Cas	Instantanée	Fluage phase 1	Total phase 1	Fluage phase 2	Total phase 2
PP poutre	12,4	11,0	23,4	5,0	28,5
Précontrainte	-33,8	-26,7	-60,5	-10,8	-71,3
PP tablier	11,1		11,1	4,4	15,5
Retrait				0,6	0,6
Surcharges perm	3,2		3,2	3,0	6,2
Surcharges var	13,3		13,3		13,3
Total			-9,5		-7,3
mm					



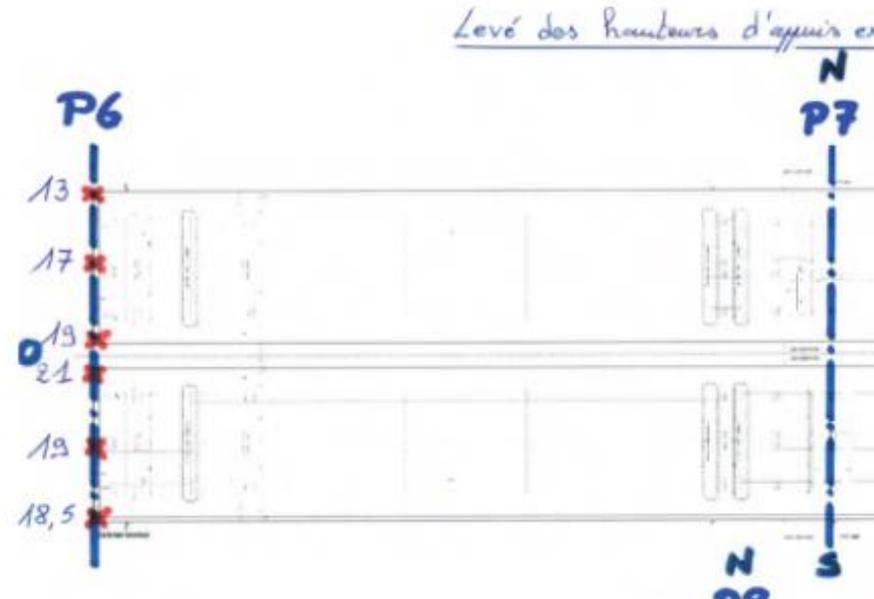
Solution 2 : APRES BETON FRAIS, SI ON IMPOSE LE NIVELLEMENT AVEC CONTRE FLECHE DE BETONNAGE



Appareils d'appuis et hauteur disponible

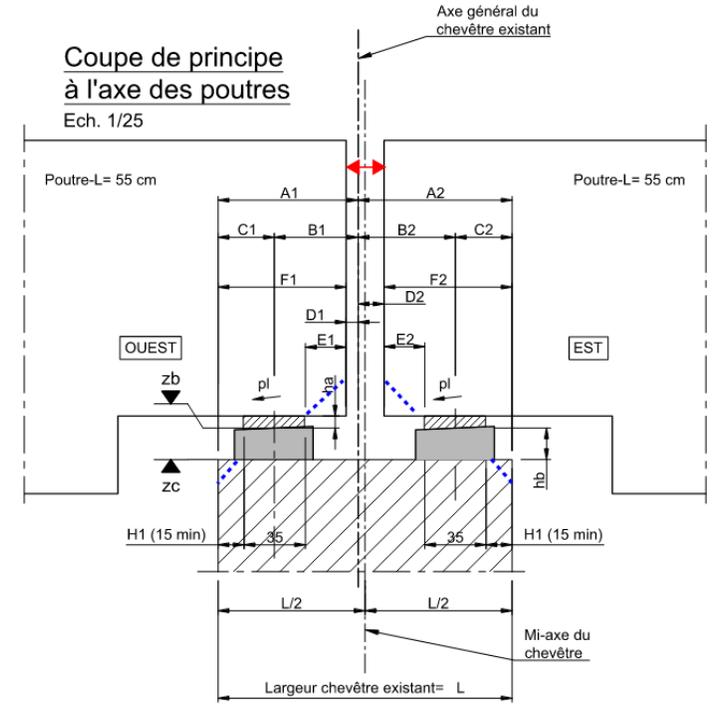
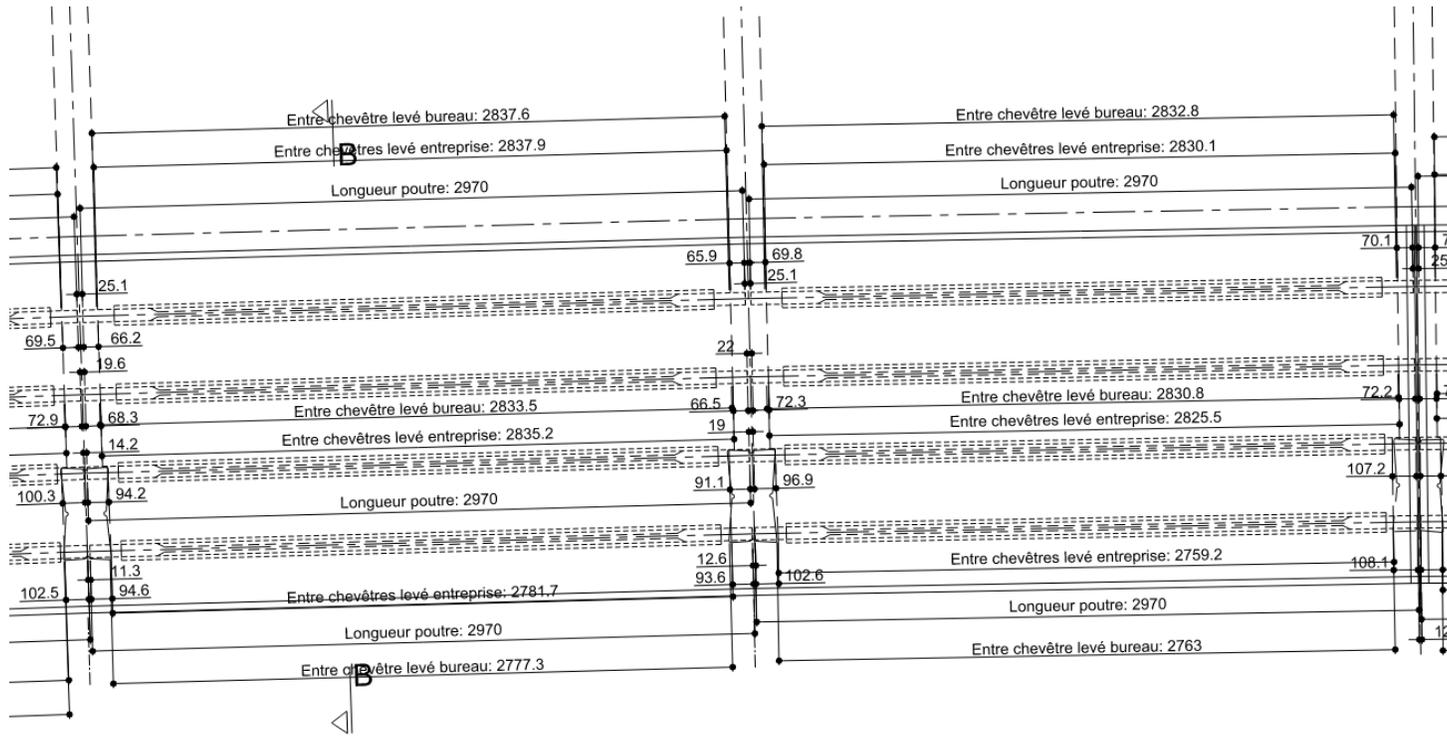
+ anticipation/conséquence du relèvement d'une file d'appuis

P6-VN-Appui Nord (13 cm)



Reprofilage TA - "parabole" à partir de l'ancrage et Axe A fixe!		Épaisseur tarmac futur		0,15	Choix augm C0	0,06							
		Épaisseur tarmac existant min		0,105	Choix augm P1								
		Choix décompte tarmac existant % futur		0	Choix augm P2								
		Choix rehausse tablier en P6 % actuel		0,045	Choix augm P3								
		Choix abaissement en P5 (-)		-0,035	Choix augmen P4	0							
		Choix abaissement pour chang Profil travers en P5 (-)		0									
TA QUEST - pont NORD (dévers vers le SUD puis vers le nord vers P5)													
	Ancrage -1	Ancrage	C0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	VC	Total TA	Nbre incr	Dist. Axes
Long. Travée			25	26	30	30	30	30	30	30	206	7	3,52
niv fini futur initial													
AXEH	149,1121	148,907	148,6778	148,5136	148,3483	148,1811	148,0198	147,806	147,502	147,4585			
AXEG	149,0248	148,817	148,6256	148,4696	148,3137	148,1536	147,9956	147,806	147,548	147,5141			
AXEF	148,9555	148,754	148,5734	148,4237	148,2735	148,1231	147,9715	147,806	147,596	147,5699			
AXEE	148,908	148,703	148,5214	148,3788	148,2361	148,0926	147,9473	147,806	147,643	147,6256			

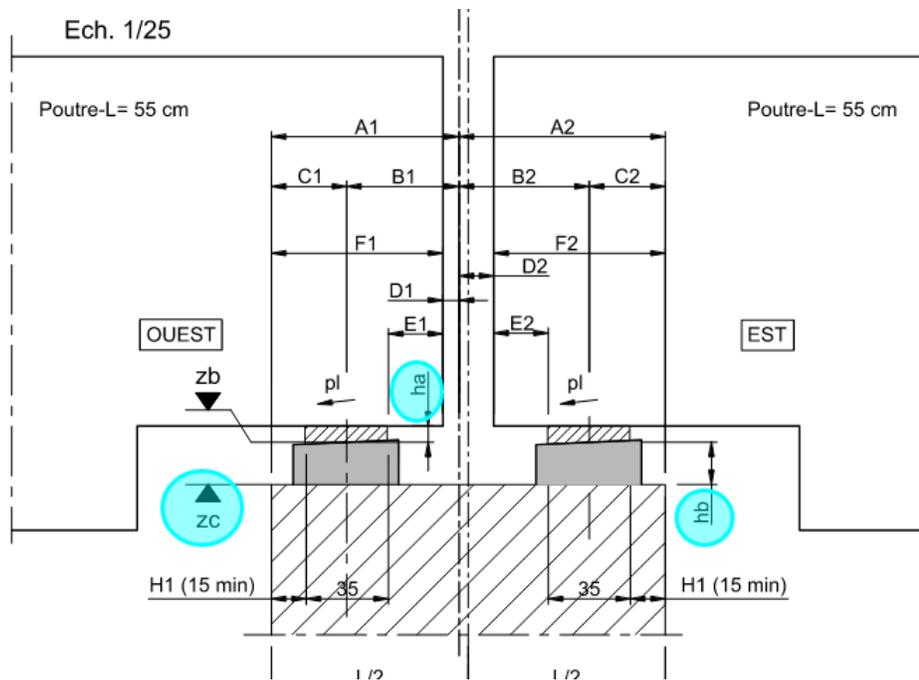
Longueur des poutres et calepinage précis % aux piles en place



N° Axe	Côté	Axe A									
		A*	B*	C*	D*	E*	F*	H*	L	Delta	X*
ix	Est (2)	115,7	55,5	60,2	10,1	27,9	105,6	42,7	/	/	/
x	Ouest (1)	110,0	49,8	60,2	13,0	19,3	97,0	42,7	220,0	0,0	32,3
	Est (2)	110,0	52,5	57,5	13,5	21,5	96,5	40,0	/	/	32,3
xi	Ouest (1)	116,4	51,2	65,2	15,0	18,7	101,4	47,7	219,3	6,8	27,0
	Est (2)	102,9	48,3	54,6	3,4	27,4	99,5	37,1	/	/	27,0
C12	Ouest (1)	38,6	1,1	37,5	-33,0	16,6	71,6	20,0	/	/	/

Travail en fourchette et anticipation des changements

- Comportement de l'ouvrage
 - Raideur des éléments
 - Conditions d'appuis
- Paramétrisation des données



Raideurs des piles calculées par AFR (Guillaume Mauger)						Raideur de chaque fut avec effort au droit du fut nord ou du fut sud						Raideur de chaque fut avec effort centré sur le chevet									
		Effort (kN)	Déplacement (mm)	Raideur (kN/mm)	Raideur ligne d'appuis VIPP (kN/mm)	Raideur Ligne d'appuis VC (kN/mm)			Effort (kN)	Déplacement (mm)	Raideur (kN/mm)	Raideur ligne d'appuis VIPP (kN/mm)	Raideur Ligne d'appuis VC (kN/mm)			Effort (kN)	Déplacement (mm)	Raideur (kN/mm)	Raideur ligne d'appuis VIPP (kN/mm)	Raideur Ligne d'appuis VC (kN/mm)	
1	Pile P1	Sud	1,00	0,03057	94,6	16,2															
2		Nord	1,00	0,01118	89,4	16,2															
3	Pile P2	Sud	1,00	0,01272	78,6	16,2															
4		Nord	1,00	0,01258	79,5	16,2															
5	Pile P3	Sud	1,00	0,01721	58,1	10,3															
6		Nord	1,00	0,01854	60,5	10,3															
7	Pile P4	Sud	1,00	0,02061	48,5	16,2															
8		Nord	1,00	0,05607	17,8	16,2															
9	Pile P5	Sud	1,00	0,07035	14,2	16,2															
10		Nord	1,00	0,10932	9,1	16,2															
11	Pile P6	Sud	1,00	0,14915	9,4	10,3	10,0														10,0
12		Nord	1,00	0,13467	7,4	10,3	10,0														10,0
13	Pile P9	Sud	1,00	0,01147	87,2	10,3	10,0														10,0
14		Nord	1,00	0,00207	483,1	10,3	10,0														10,0
15	Pile P10	Sud	1,00	0,00483	207,0	16,2															
16		Nord	1,00	0,00286	349,7	16,2															
17	Pile P11	Sud	1,00	0,00302	331,1	16,2															
18		Nord	1,00	0,00161	621,1	16,2															

3.10 Bilan des vérifications

3.10.1 Justification des semelles encastrees

	Provisoire			Définitif		
	Semelle Sud	Semelle Nord	Type d'appui	Semelle Sud	Semelle Nord	Type d'appui
Pile P1	Non justifiée	Non justifiée	Encastré + rotulé	Non justifiée	Non justifiée	Encastré + rotulé
Pile P2	Non justifiée	Non justifiée	Encastré + rotulé	Justifiée	Non justifiée	Encastré + rotulé
Pile P3	Non justifiée	Justifiée	Encastré + rotulé	Justifiée	Justifiée	Encastré
Pile P4	Non justifiée	Justifiée	Encastré + rotulé	Justifiée	Justifiée	Encastré
Pile P5	Justifiée	Justifiée	Encastré	Justifiée	Justifiée	Encastré
Pile P6	Justifiée	Justifiée	Encastré	Justifiée	Justifiée	Encastré
Pile P9	Non justifiée	Non justifiée	Encastré + rotulé	Justifiée	Non justifiée	Encastré + rotulé
Pile P10	Pas d'équilibre	Pas d'équilibre	Rotulé	Non justifiée	Non justifiée	Rotulé
Pile P11	Pas d'équilibre	Pas d'équilibre	Rotulé	Pas d'équilibre	Pas d'équilibre	Rotulé

Les semelles justifiées sont considérées encastrees « in fine »

Les semelles « Pas d'équilibre » sont considérées rotulées.

Les semelles « Non justifiées » sont considérées suivant un calcul enveloppe « encastré – rotulé »

Ajustements de l'étude en cours d'exécution

- A. Mesure des flèches en atelier
 - B. Relevé du niveau béton après bétonnage dalle
 - C. Investigations préalables dalle
 - D. Massifs d'ancrage
 - E. Relevé des câbles de précontrainte additionnelle % nuage de points
-
- ➔ Continuer les investigations avec un contact permanent /collaboration entre le bureau et le chantier

 - ➔ Valider à tout moment les hypothèses ou ajuster le tir

Mesure des flèches en atelier

Synthèses des contre flèches :

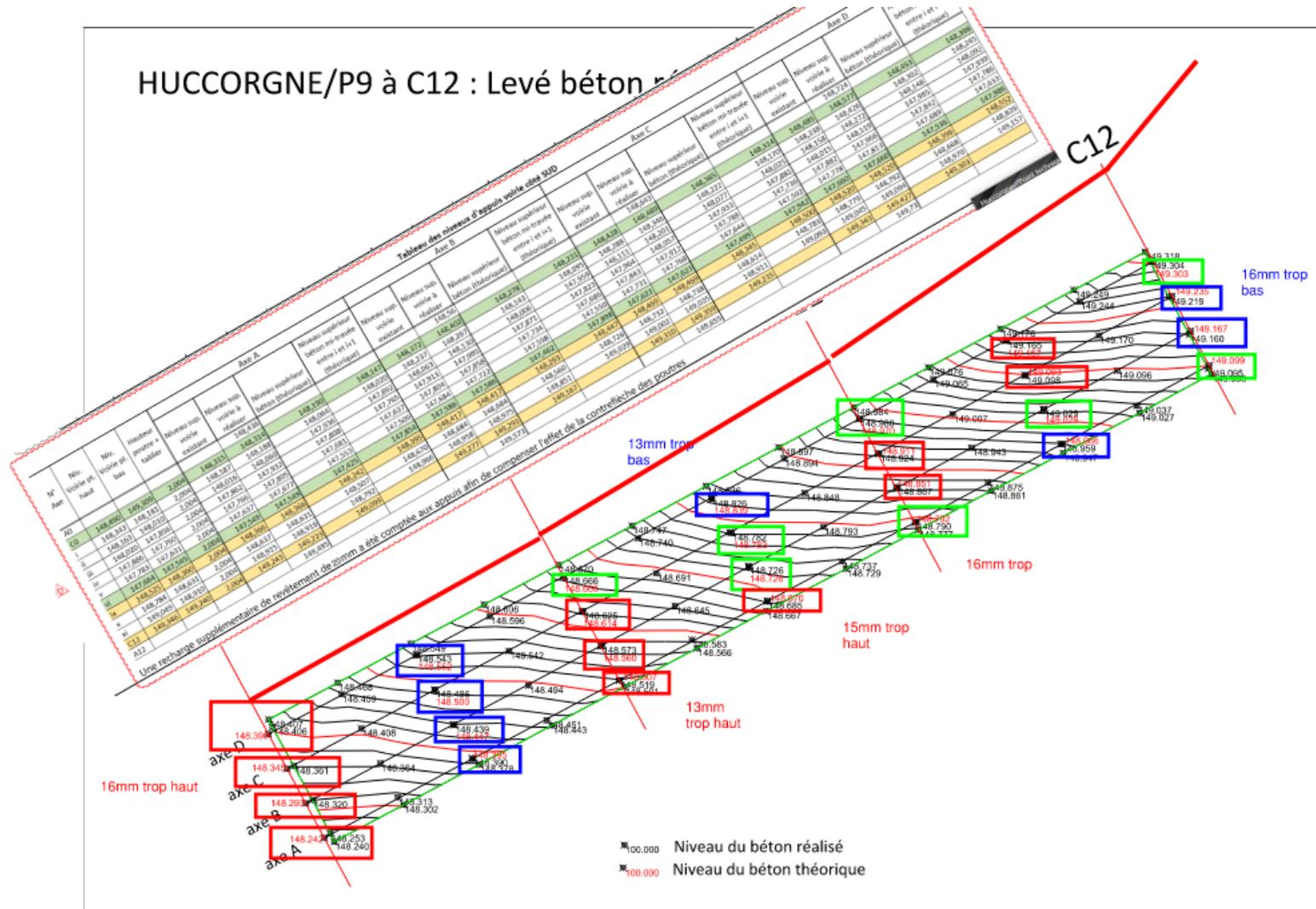


Numéro de coulée	Numéro de la poutre	Type de poutre		Date de mise en tension	Contreflèche à 2h [mm]	Contre flèche le 11/02/2022	
						[mm]	Age de la poutre
102643	1	B2	Poutre centrale	14/01/2022 21:00	45		
102643	2	B2	Poutre centrale	14/01/2022 21:00	45		
102645	1	B2	Poutre centrale	21/01/2022 21:15	36		
102645	2	B2	Poutre centrale	21/01/2022 21:15	38	68	21 jours
102647	1	B4	Poutre centrale	26/01/2022 23:00	37	68	16 jours
102647	2	B4	Poutre centrale	26/01/2022 23:00	35		
Valeur moyenne de la contre flèche					39		
Valeur moyenne de la contre flèche (sans la coulée 102642)					37		
102642	1	B1	Poutre de rive	13/01/2022 23:00	85		
102642	2	B1	Poutre de rive	13/01/2022 23:00	74		
102644	1	B1	Poutre de rive	19/01/2022 03:30	45		
102644	2	B1	Poutre de rive	19/01/2022 03:30	50		
102646	1	B3	Poutre de rive	25/01/2022 23:00	45		
102646	2	B3	Poutre de rive	25/01/2022 23:00	46		
102648	1	B3	Poutre de rive	30/01/2022 19:10	50		
102648	2	B3	Poutre de rive	30/01/2022 19:10	48		
102650		B3	Poutre de rive	03/02/2022 00:00	50	80	8 jours
Valeur moyenne de la contre flèche					55		
Valeur moyenne de la contre flèche (sans la coulée 102642)					47		

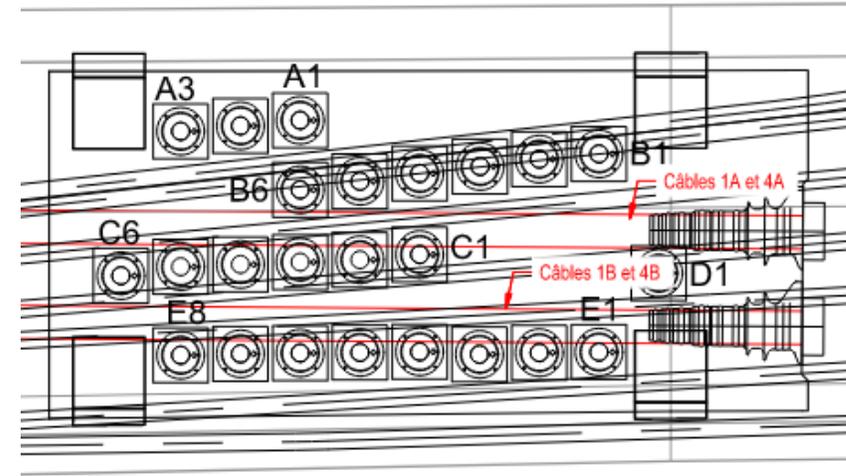


			Matricule (MAT)	X	Y	Z	Distance	niveau sur la droite	flèche avant pose [m]	flèche après pose [m]
TRONCON 01	Poutre A	102644-2	T1A.1	206709,911	139598,861	145,943	penne	-0,0043		
			T1A.2	206715,281	139601,952	145,957	6,196	145,917		0,040
			T1A.3	206721,027	139605,253	145,941	12,823	145,888	0,074	0,053
			T1A.4	206726,772	139608,563	145,888	19,453	145,860		0,028
			T1A.5	206731,892	139611,518	145,835	25,365			
	Poutre B	102643-1	T1B.1	206707,680	139601,648	146,022	penne	-0,0045		
			T1B.2	206713,425	139604,956	146,016	6,629	145,992		0,024
			T1B.3	206719,178	139608,270	145,996	13,269	145,962	0,044	0,034
			T1B.4	206724,925	139611,580	145,957	19,901	145,933		0,024
			T1B.5	206730,821	139614,963	145,902	26,698			
	Poutre C	102643-2	T1C.1	206706,068	139604,800	146,113	penne	-0,0048		
			T1C.2	206711,527	139607,946	146,102	6,301	146,083		0,019
			T1C.3	206717,296	139611,263	146,085	12,955	146,051	0,045	0,034
			T1C.4	206723,050	139614,577	146,041	19,595	146,020		0,021
			T1C.5	206728,791	139617,873	145,988	26,215			
	Poutre D	102644-1	T1D.1	206704,143	139607,734	146,204	penne	-0,0051		
			T1D.2	206709,898	139611,059	146,212	6,646	146,170		0,042
			T1D.3	206715,656	139614,383	146,195	13,295	146,136	0,071	0,059
			T1D.4	206721,409	139617,696	146,137	19,934	146,103		0,034
			T1D.5	206727,145	139620,974	146,069	26,540			

Relevé du niveau béton après bétonnage dalle



Radar et marquage des câbles pour massifs d'ancrage



1 Mesurage du traçage effectué par Sixense

2

3 Pile P9

4 Massif M1

5 Viaduc Nord

6 Cellule Nord

7 Face Intérieure

Axe z	-	à	7,00	Zone OK
	7,00	à	21,00	Hachurée
	21,00	à	33,00	Zone OK
	33,00	à	47,00	Hachurée
	47,00	à	66,00	Zone OK
	66,00	à	71,00	Hachurée

6 Cotes en cm, depuis le début du gousset int. haut

NORD

Cellule Nord

VIADUC NORD

Cellule Sud

SUD

Axe a	-	à	9,00	Zone OK
	9,00	à	24,00	Hachurée
	24,00	à	34,00	Zone OK
	34,00	à	47,00	Hachurée
	47,00	à	66,00	Zone OK
	66,00	à	72,00	Hachurée

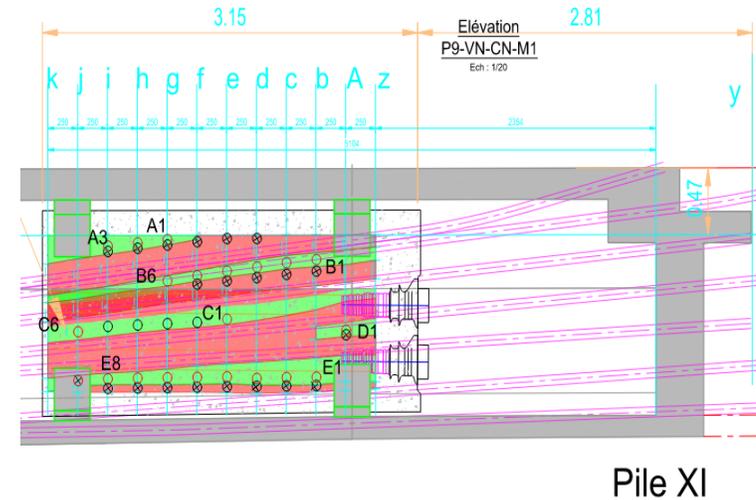
Cotes en cm, depuis le début du gousset int. haut

Axe b	-	à	5,00	Hachurée
	5,00	à	15,00	Zone OK
	15,00	à	26,50	Hachurée
	26,50	à	36,00	Zone OK
	36,00	à	49,00	Hachurée
	49,00	à	68,00	Zone OK
	68,00	à	73,00	Hachurée

Cotes en cm, depuis le début du gousset int. haut

Axe c	-	à	8,00	Hachurée
	8,00	à	19,00	Zone OK
	19,00	à	50,50	Hachurée
	50,50	à	68,00	Zone OK
	68,00	à	73,50	Hachurée

Cotes en cm, depuis le début du gousset int. haut



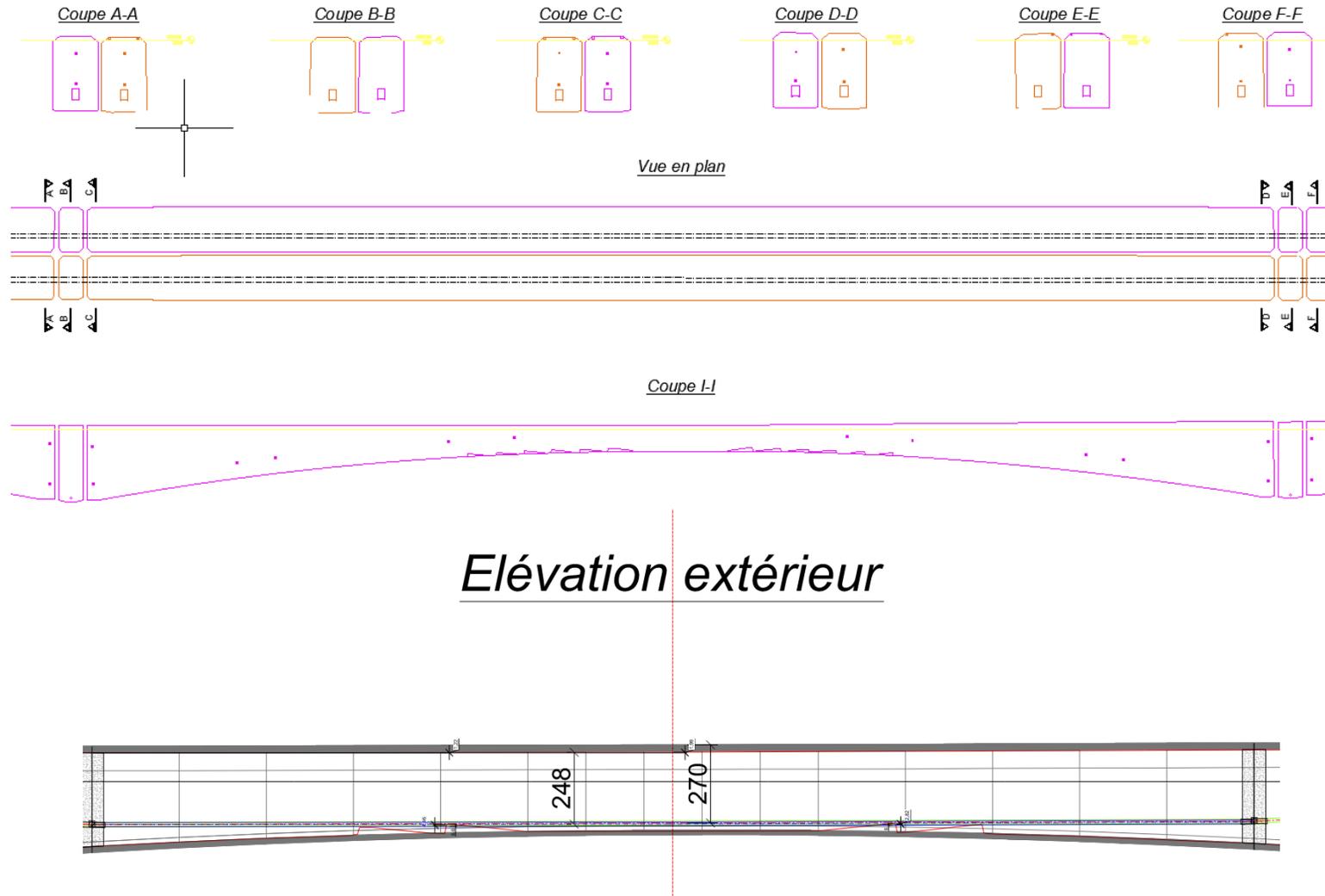
Emplacement des carottes

Niveaux	y (en cm)	x (en cm)
A1	3.10	491.40
A2	5.30	516.40
A3	7.50	541.40
B1	17.40	366.40
B2	19.60	391.40
B3	22.80	416.40
B4	25.40	441.40
B5	28.70	466.40
B6	33.20	491.40
C1	59.50	441.40
C2	61.70	466.40
C3	62.6	491.40
C4	63.50	516.40
C5	64.50	541.40
C6	68.20	566.40
D1	85.10	341.40
E1	100.60	366.40
E2	100.70	391.40
E3	100.14	416.40
E4	100.50	441.40
E5	100.50	466.40
E6	100.60	491.40
E7	101.00	516.40
E8	101.60	541.40

Ajouter 1
Ajouter 1

Nota : Il manque de la place pour 2 clous. Possibilité d'ajout d'aciers pour compenser

Positionnement des câbles additionnels % nuage de points



5

Organisation du chantier et phasage des travaux

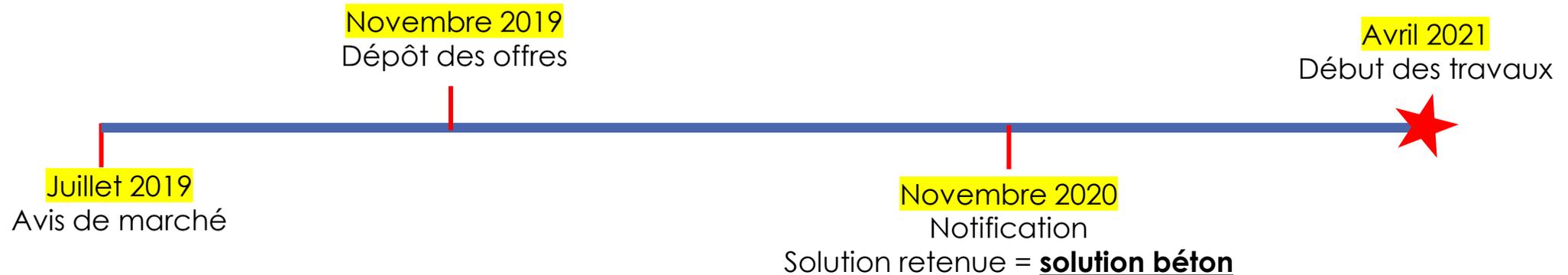


Organisation de l'attribution du marché

- Viaduc existant construit entre 1969 et 1970 -> il y a 50 ans
- Avis de marché publié en juillet 2019 = Appel d'offre sur base de plusieurs critères d'attribution (coût/délai/méthode)
 - Critère n°1 : Prix = 50 pts
 - Critère n°2 : Délai de perturbation de la circulation = 30 pts
 - Critère n°3 : Description méthodologie de travail = 20 pts
- 2 variantes demandées:
 - Un pont mixte
 - Un pont à poutres en béton précontraint préfabriquées

-> délai annoncé = 512 JC
↕
autres offres = entre 824 et 895 JC

! Optimisations des méthodes et du planning capitales !



Quelques chiffres...

Montant du marché : 23.268.509,01 € HTVA

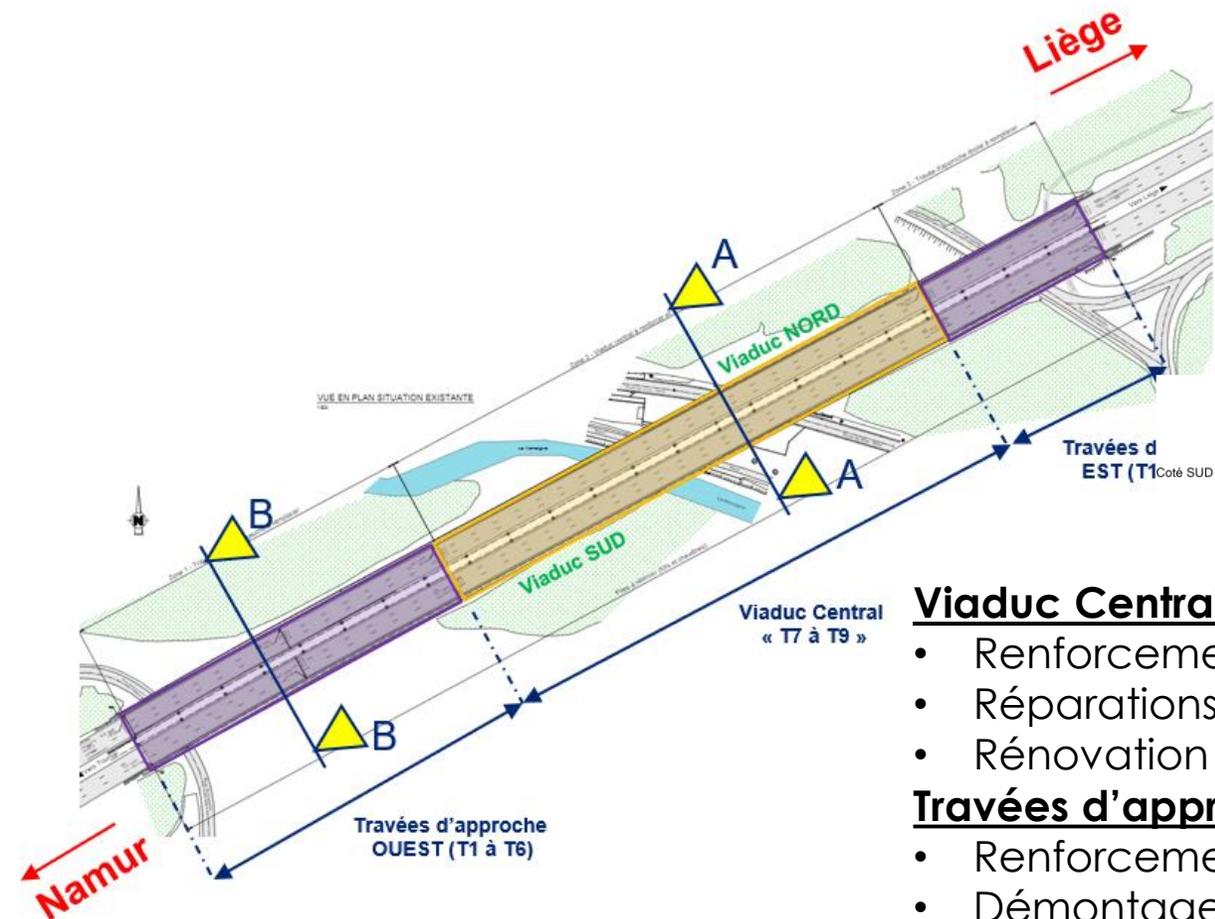
Délai d'exécution : 1.000 jours calendrier

Somme des délais de perturbation de la circulation : 512 jours calendrier

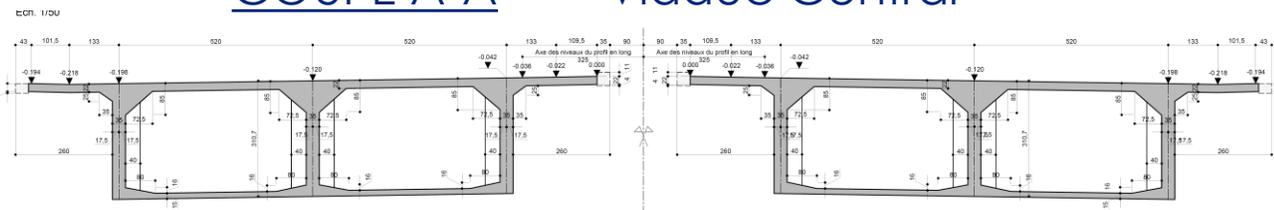
Autres chiffres clés :

- Réhabilitation de 18.000 m² de tablier de pont
- 72 nouvelles poutres en béton précontraint sur 144 nouveaux appuis
- 3.000 m³ de béton coulé en place et 2.000 m³ de béton préfabriqué
- > 3 km de nouveaux câbles de post-contrainte

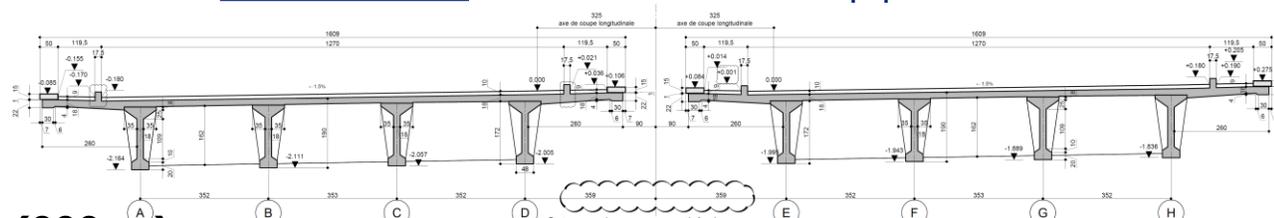
Objets principaux des travaux



COUPE A-A = Viaduc Central



COUPE B-B = Travées d'approche



Viaduc Central (280 m):

- Renforcement par ajout de câbles de post-contrainte externes
- Réparations de bétons
- Rénovation du tablier, sans intervenir sur sa structure

Travées d'approche (180 m + 90 m):

- Renforcement provisoire par étriers précontraints
- Démontage complet des tabliers existants (180m + 90m)
- Reconstruction de nouveaux tabliers (180m + 90m)

Général :

- Réparation des piles, chevêtres et culées (parties sous appuis)
- Nouvelle étanchéité du tablier
- Nouveaux revêtements
- Nouveaux équipements

Phasage du chantier

Phase 1 : Août 2021 -> Novembre 2021 RENFORCEMENT DU PONT NORD 3,5 mois

Situation initiale avant travaux : 3 voies de circulation vers Liège + 3 voies de circulation vers Namur

Besoin : garder au min. 2 x 2 voies de circulation en permanence + permettre le basculement l'entièreté du trafic sur 1 seul viaduc => nécessité de basculer 4 voies de circulation sur 1 seul pont

Travaux :

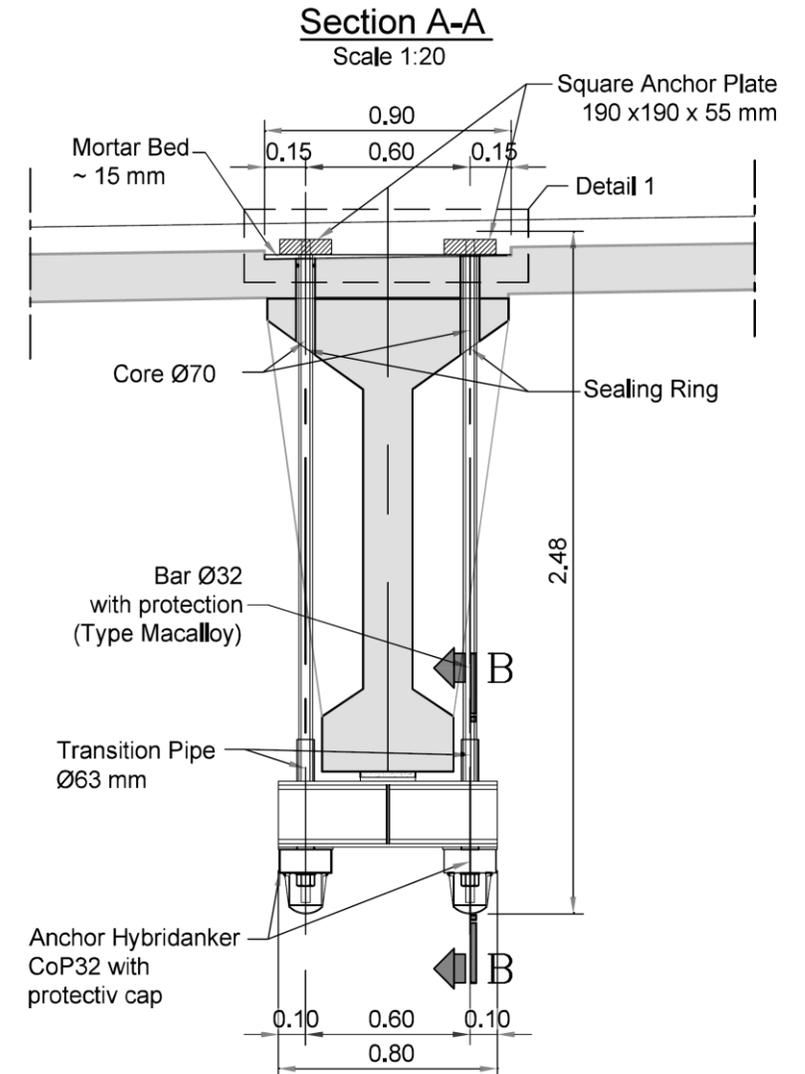
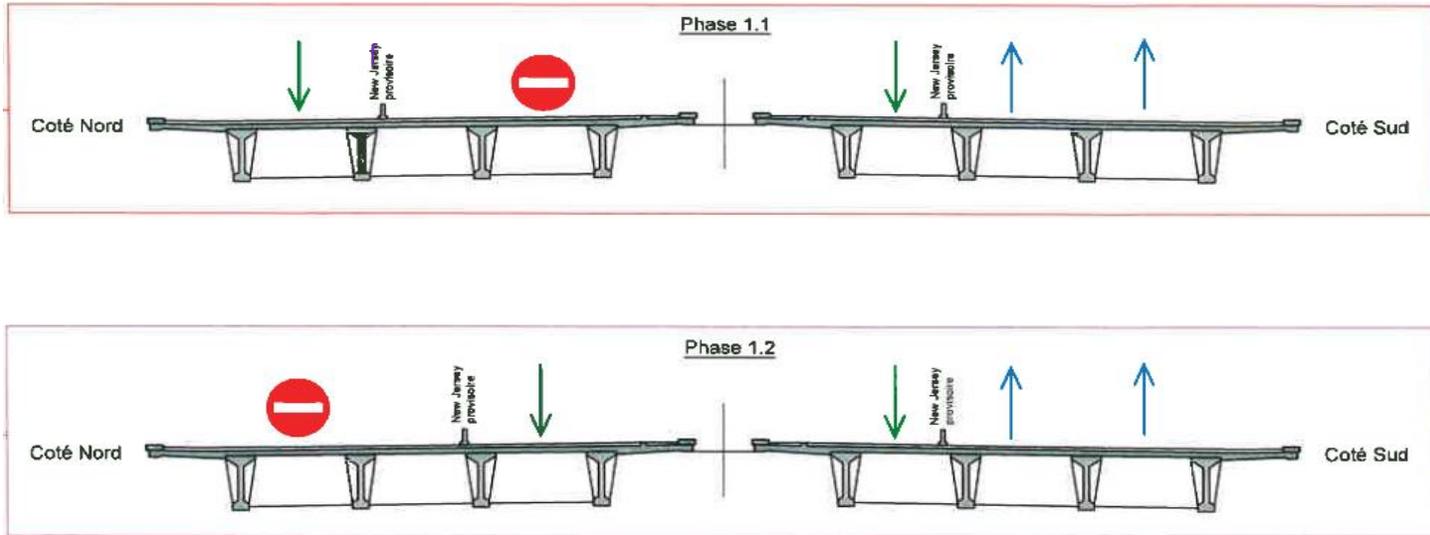
- ✓ **Renforts par étriers précontraints** (provisoires) sur les travées d'approche du pont Nord
- ✓ **Renforts** de certains abouts de poutres existantes **par tissus en fibres de carbone** du pont Nord
- ✓ **Renforts par post-contrainte longitudinale externe** (définitive) dans le viaduc central du pont Nord
- ✓ Hydrodémolition des bétons carbonatés et réparations de bétons sur piles, chevêtres et culées

... puis réouverture de la circulation en 2 x 3 bandes

Phasage du chantier

Phase 1 : Août 2021 -> Novembre 2021

RENFORCEMENT DU PONT NORD



Phasage du chantier

Phase 1 : Août 2021 -> Novembre 2021

RENFORCEMENT DU PONT NORD



Phasage du chantier

Phase 1 : Août 2021 -> Novembre 2021

RENFORCEMENT DU PONT NORD



Phasage du chantier

Phase 1 : Août 2021 -> Novembre 2021

RENFORCEMENT DU PONT NORD



Phasage du chantier

Phase 1 : Août 2021 -> Novembre 2021

RENFORCEMENT DU PONT NORD



Phasage du chantier

Phase 1 : Août 2021 -> Novembre 2021

RENFORCEMENT DU PONT NORD



Phasage du chantier

Phase 1 : Août 2021 -> Novembre 2021

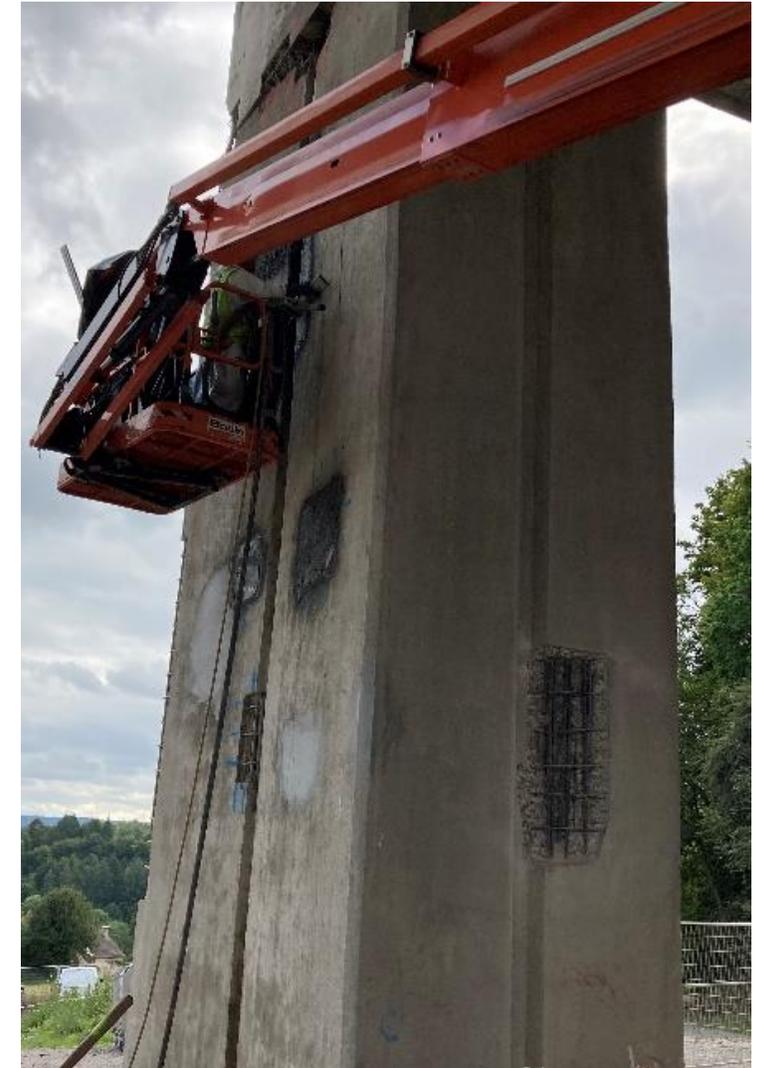
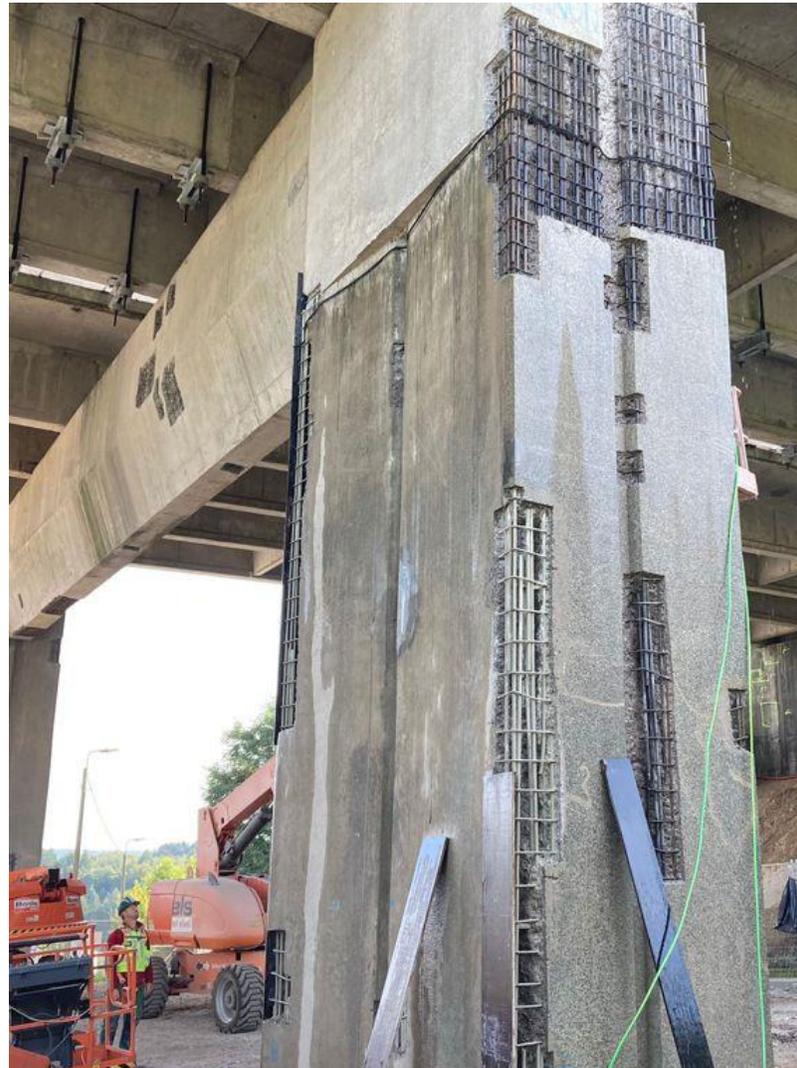
RENFORCEMENT DU PONT NORD



Phasage du chantier

Phase 1 : Août 2021 -> Novembre 2021

RENFORCEMENT DU PONT NORD



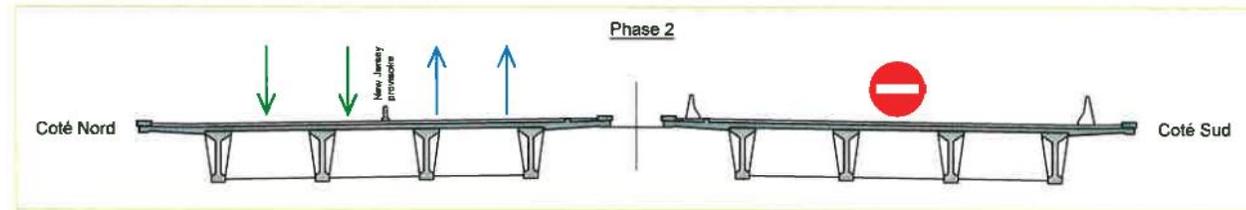
Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REMPLACEMENT DU PONT SUD

6,5 mois

Circulation autoroutière : basculée entièrement en 2x2 bandes sur le pont Nord renforcé



Travaux :

Travées d'approches

- ✓ **Démolitions du tablier et dépose des poutres**
- ✓ Réalisation de **nouveaux bossages** et pose de 72 **nouveaux appuis**
- ✓ Pose de **36 nouvelles poutres** en béton précontraint
- ✓ Pose de **prédalles**
- ✓ **Coffrage, ferrailage et bétonnage des tabliers et trottoirs**
- ✓ Pose de **nouveaux joints de dilatation**

Viaduc central

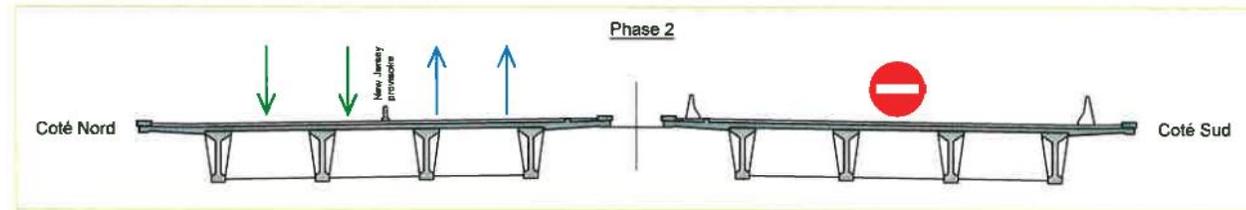
- ✓ **Remplacement des appuis existants**
- ✓ **Réparations de bétons** sur le caisson à inertie variable
- ✓ **Rénovation du tablier**

Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REMPLACEMENT DU PONT SUD

Circulation autoroutière : basculée entièrement en 2x2 bandes sur le pont Nord renforcé



Travaux (suite) :

- ✓ Nouvelle étanchéité sur l'ensemble de l'ouvrage
- ✓ Nouveaux revêtements hydrocarbonés sur l'ensemble de l'ouvrage
- ✓ Nouveaux équipements (séparateurs en béton, garde-corps, ...)

... [puis réouverture de la circulation en 2 x 3 bandes](#)

Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

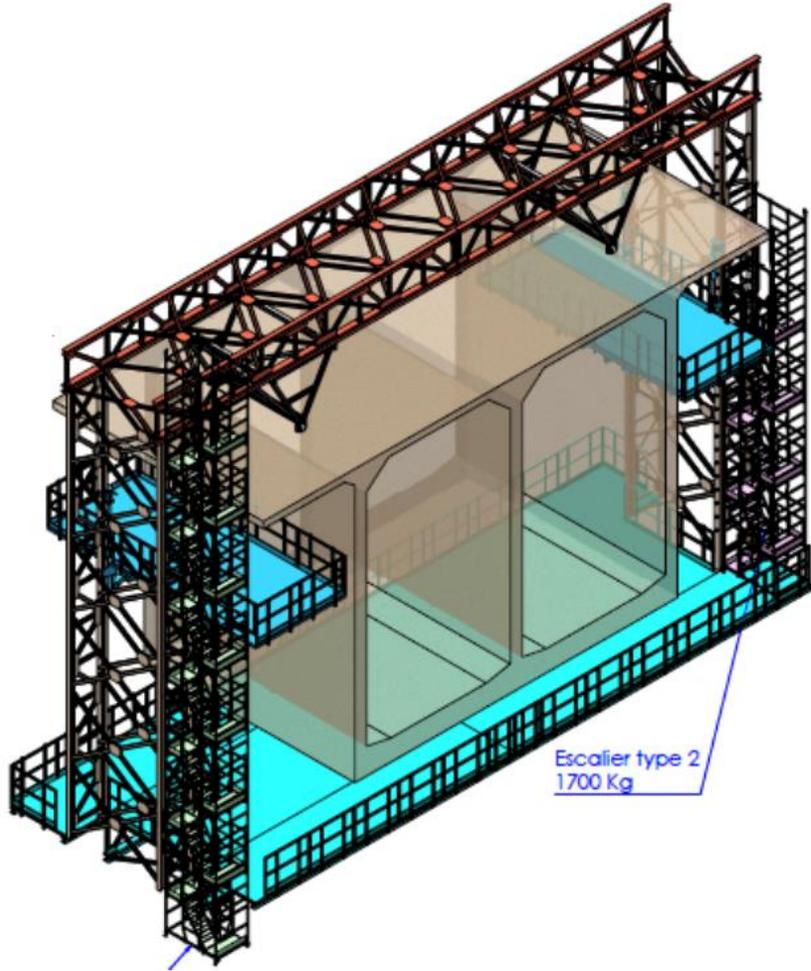
REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

Phase 2 : Janvier 2022 -> Juillet 2022

REEMPLACEMENT DU PONT SUD



Phasage du chantier

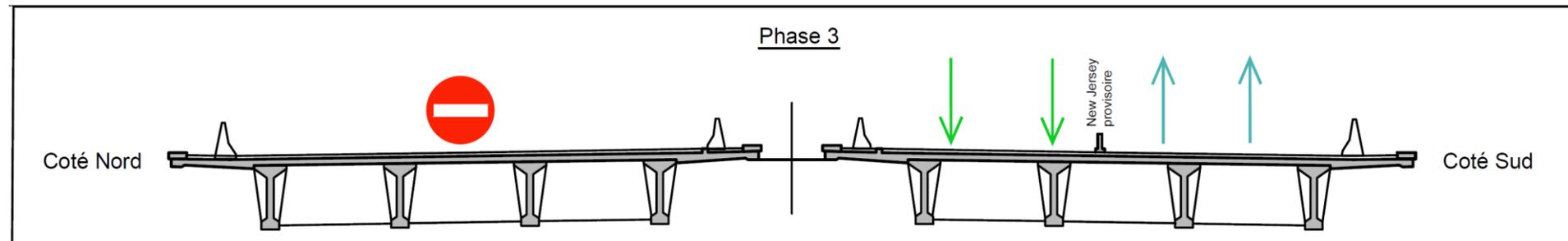
ET MAINTENANT...

Phase 3 : Janvier 2023 -> Juillet 2023

REPLACEMENT DU PONT NORD

6,5 mois

Circulation autoroutière : basculée entièrement en 2x2 bandes sur le nouveau pont Sud



Travaux :

similaires à ceux réalisés sur le pont Sud

... puis réouverture définitive de la circulation en 2 x 3 bandes

6

Conclusions



CONCLUSIONS

De très nombreuses
techniques de génie
civil

Plus de 2 ans de
chantier

Coordination

Sérénité

2 accidents de
chantier mineurs

Sur chantier : plus de
275 ouvriers originaires
de tous les coins de
l'Europe

Un contrôle de
l'inspection sociale
sans aucune remarque

Procédure ouverte sur base de plusieurs critères d'attribution :
Le prix, le délai de perturbation de la circulation sur autoroute et la méthodologie

Problématique de la résistance à l'effort tranchant des poutres précontraintes

Phase 1.1 et 1.2 : renforcement du pont Nord

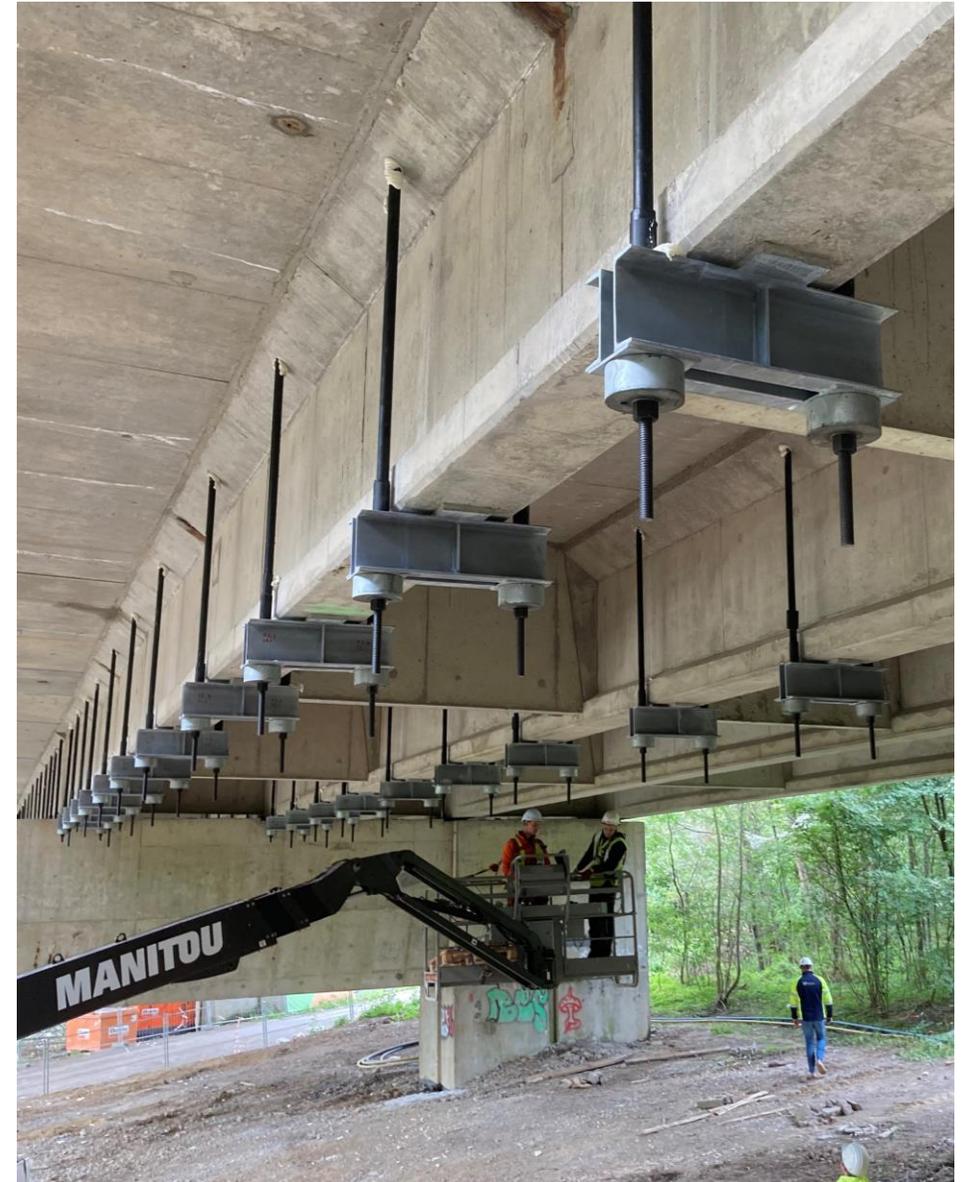
Durée : 4 mois

Renforcement de 36 poutres
Placement de 504 étriers précontraints.

Coût : environ 2 000 000 €

Durée de vie des étriers précontraints : 15 mois

Origine : recalcul de l'ouvrage existant – questionnement sur l'ancrage des étriers existants – déficit de résistance des poutres à l'effort tranchant



Problématique de la résistance à l'effort tranchant des poutres précontraintes

Création d'une « Convention de recherche et développement pour l'analyse de **l'impact des règles de calcul de l'effort tranchant** sur le parc wallon de ponts en béton »

Convention menée par le SPW en collaboration avec :

- l'université libre de Bruxelles
- L'université de Liège
- L'université de Hasselt
- SECO.

- Analyse de **l'évolution des règles de calcul**
- **Recalculs de trois ouvrages** d'art où la résistance à l'effort tranchant est incriminée
- **Essais de mise en charge** de 3 poutres précontraintes du viaduc d'Huccorgne

OBJECTIF : rédaction d'une note à destination des bureaux d'étude visant à définir la résistance à l'effort tranchant des sections des poutres en I en béton précontraint.

Vers des réhabilitation plus économes en matières premières et en énergie

Le chantier en quelques chiffres :

Après **50 ans** de vie du viaduc

Démolition de

- 3800 m³ de béton démoli
- dont 72 poutres précontraintes

Remplacées par

- 5000 m³ de béton
- 72 nouvelles poutres précontraintes



Au regard des enjeux d'**économie des matières premières**, on peut faire un **constat d'échec**.

Vers des réhabilitation plus économes en matières premières et en énergie

Quelques **leçons à tirer** pour **progresser** dans nos différents métiers :

- La conception de l'ouvrage de 1970 :
 - Présence de têtes d'ancrage dans le tablier
 - Système d'égouttage interne à la structure
- La réalisation du chantier de 1970 :
 - Défauts d'injection des gaines de précontrainte
- L'entretien de l'ouvrage :
 - Etanchéité et joints de dilatation défectueux
- Les outils d'inspection :
 - Evaluation difficile de la précontrainte résiduelle
- Outils normatifs :
 - Normes claires sur le recalcul des ouvrages existants
 - Méthodes de calcul de la résistance à l'effort tranchant trop sécuritaires

Conclusion

La **réhabilitation et l'entretien du parc d'ouvrage wallon** constitue un **défit de taille** pour les prochaines années.

Les **ressources de matière première et d'énergie** diminuent.

Comment réhabiliter nos ouvrages en limitant notre impact sur l'environnement?

Pistes de solutions à explorer

- Précontrainte externe
- Usage du Béton Fibré à Ultra Haute Performance pour les réhabilitations



MERCI POUR VOTRE ATTENTION