



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

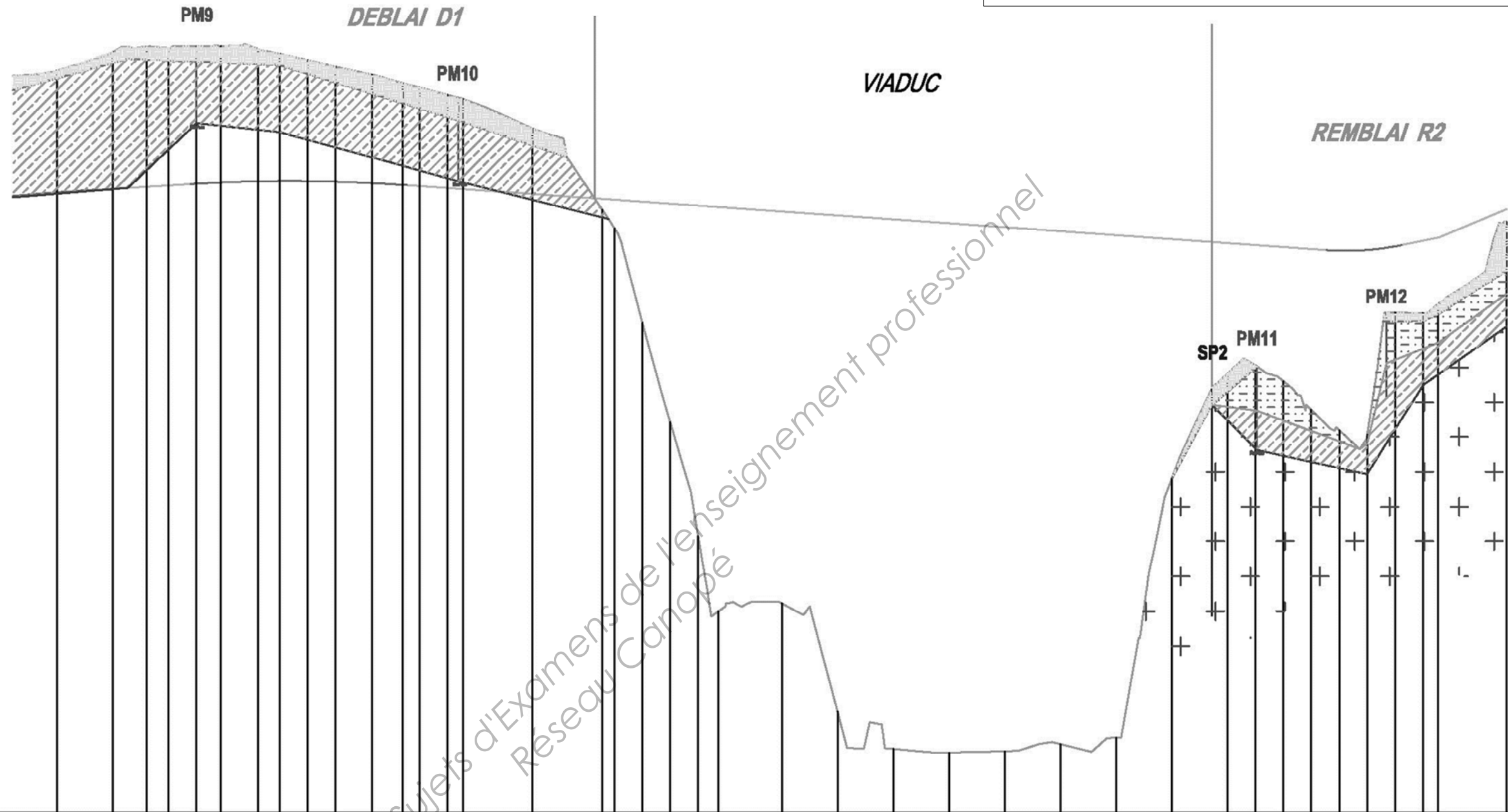
**Ce document a été numérisé par le Canopé de l'académie de Bordeaux
pour la Base nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

DOCUMENTS TECHNIQUES

- DT1 : Extrait profil en long de la voie de liaison
- DT2 : Géométrie du viaduc
- DT3 : Plan de coffrage de pile P1
- DT4 : Contraintes liées à la présence des voies S.N.C.F.
- DT5 : Extraits du CCTP
- DT6 : Extraits de l'EUROCODE
- DT7 : Caractéristiques des profilés
- DT8 : Extraits de l'EUROCODE
- DT9 : Données techniques relatives aux équipements de l'ouvrage

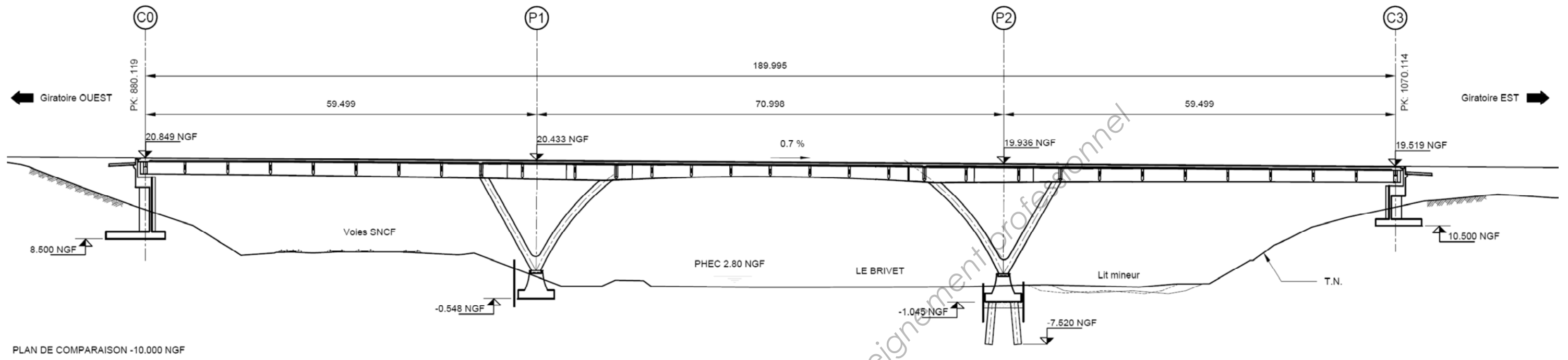
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé



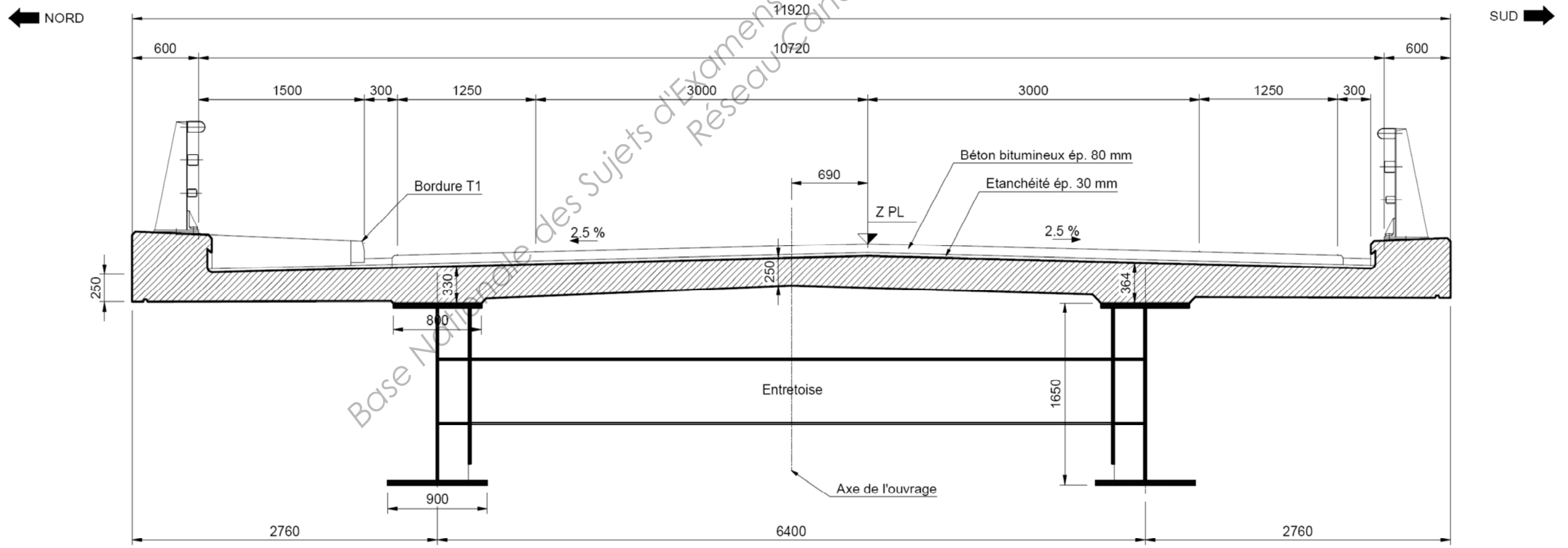
Echelle en Z = 10 x Echelle X

PC : -1.00 m

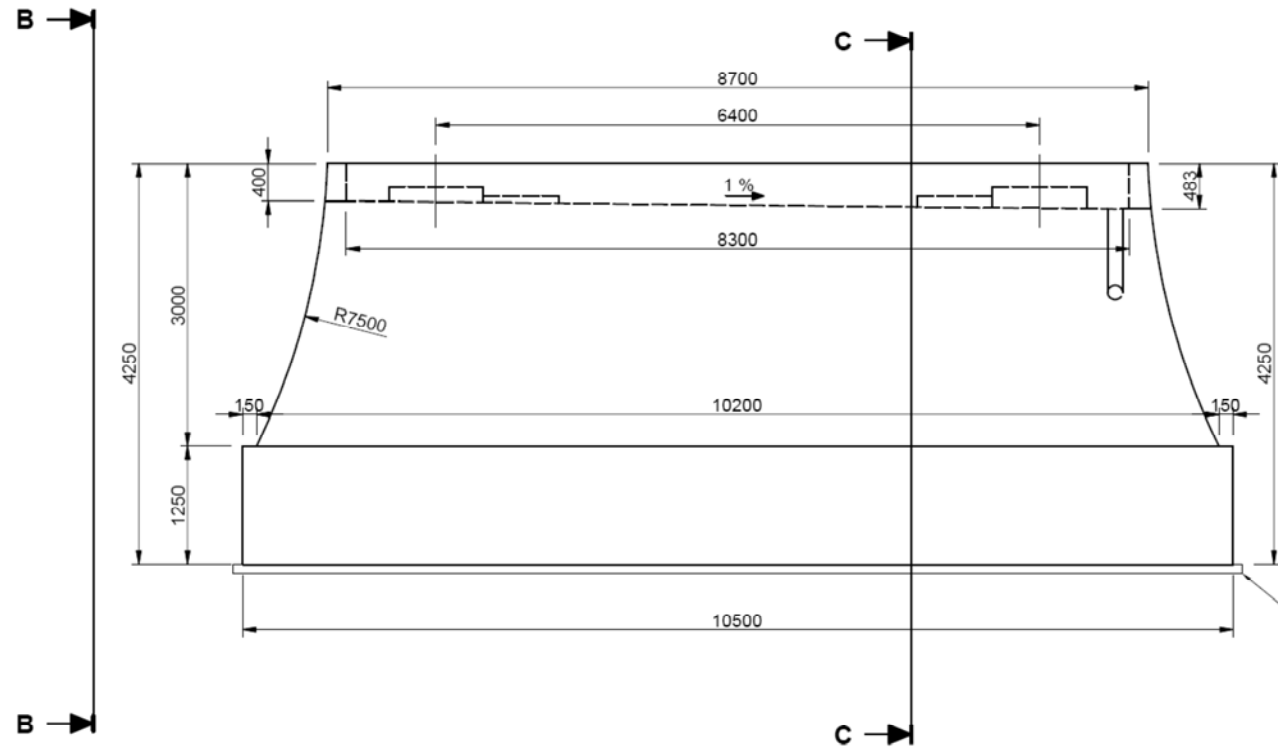
Numéro de profils en travers	P44	P45	P46	P47	P48	P49	P50	P51	P52	P53	P54	P55	P56	P57	P58	P59	P60	P61	P62	P63	P64	P65	P66	P67	P68	P69	P70	P71	P72	P73	P74	P75	P76	P77	P78	P79	P80	P81	P82	P83				
Altitudes TN	25.63	26.29	26.47	26.43	26.50	26.50	26.39	26.22	26.00	25.76	25.48	25.18	25.02	24.76	24.61	23.55	20.63	19.97	16.57	13.00	8.92	6.22	6.51	2.63	1.29	1.16	1.21	1.46	1.69	11.01	14.77	15.05	14.48	13.45	12.72	12.56	16.95	16.92	17.26	20.20				
Altitudes Projet	21.26	21.39	21.46	21.51	21.57	21.61	21.65	21.66	21.66	21.64	21.59	21.52	21.48	21.41	21.37	21.20	21.02	20.99	20.92	20.85	20.78	20.73	20.57	20.43	20.29		20.01	19.87	19.73	19.59	19.45	19.38	19.31	19.24	19.18	19.21	19.33	19.53	19.64	20.66				
Distances cumulées	660.00	680.00	692.08	700.00	710.00	718.76	732.09	740.00	750.00	760.00	773.04	783.90	790.00	800.00	805.61	830.61	855.61	860.00	870.00	880.00	890.00	897.21	920.00	940.00	960.00	980.00	1000.00	1020.00	1040.00	1060.00	1080.00	1090.00	1100.00	1110.00	1120.00	1130.00	1140.00	1150.00	1155.56	1180.06				
Pentes et rampes			RAMPE L = 32.56 m P = 0.80 %		RP = -6000.00 L = 78.00 m												PENTE L = 330.01 m P = -0.70 %												RP = 1000.00 L = 27.00 m		RAMPE L = 13.37 m P = 2.0 %		RAMPE L = 24.31 m P = 4.16 %											
Alignements droits et courbes					CL A = -69.28 L = 40.00 m		ARC R = -120.00 m L = 40.95 m		DROITE L = 57.57 m				DROITE L = 25.00 m		ARC R = 140.00 m L = 41.60 m		DROITE L = 282.85 m																											
Dévers Gauche	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-1.02 %	2.50 %	5.10 %	5.10 %	5.10 %	4.88 %	4.84 %	4.11 %	3.76 %	-1.67 %	-0.57 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.47 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %			
Dévers Droit	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-5.10 %	-5.10 %	-5.10 %	-4.69 %	-3.85 %	-2.58 %	-1.67 %	-0.57 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-1.25 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %	-2.50 %



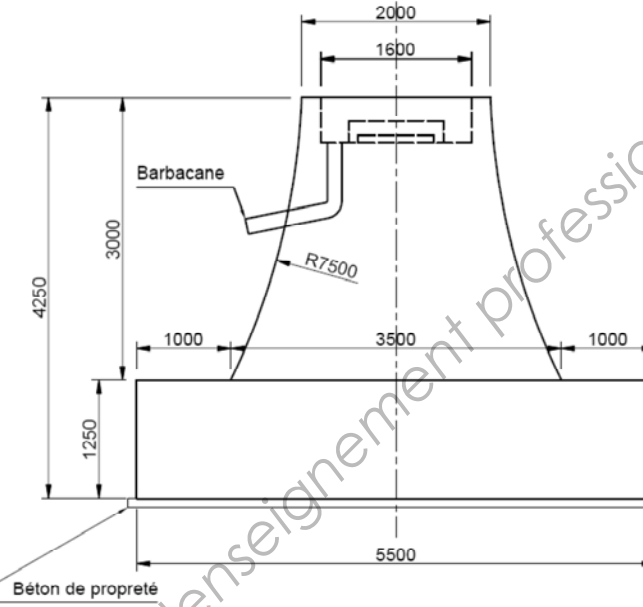
COUPE TRANSVERSALE EN TRAVEE



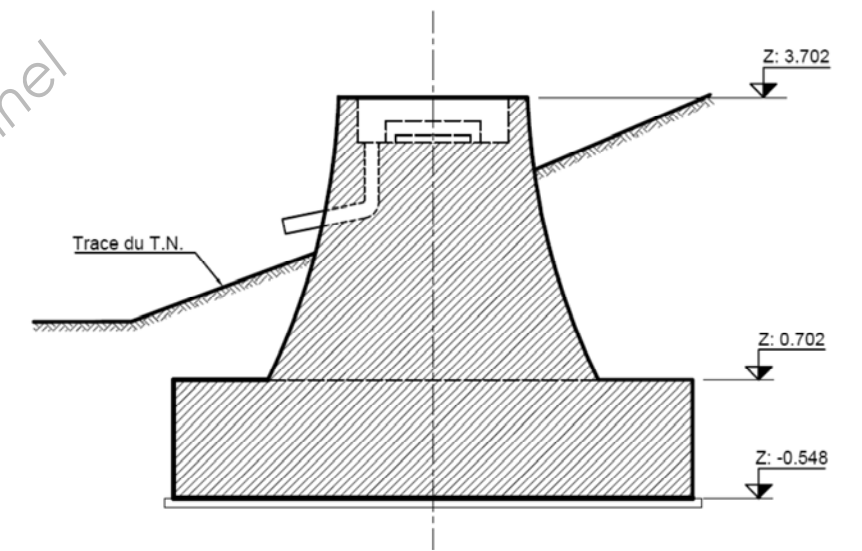
ELEVATION SUIVANT A



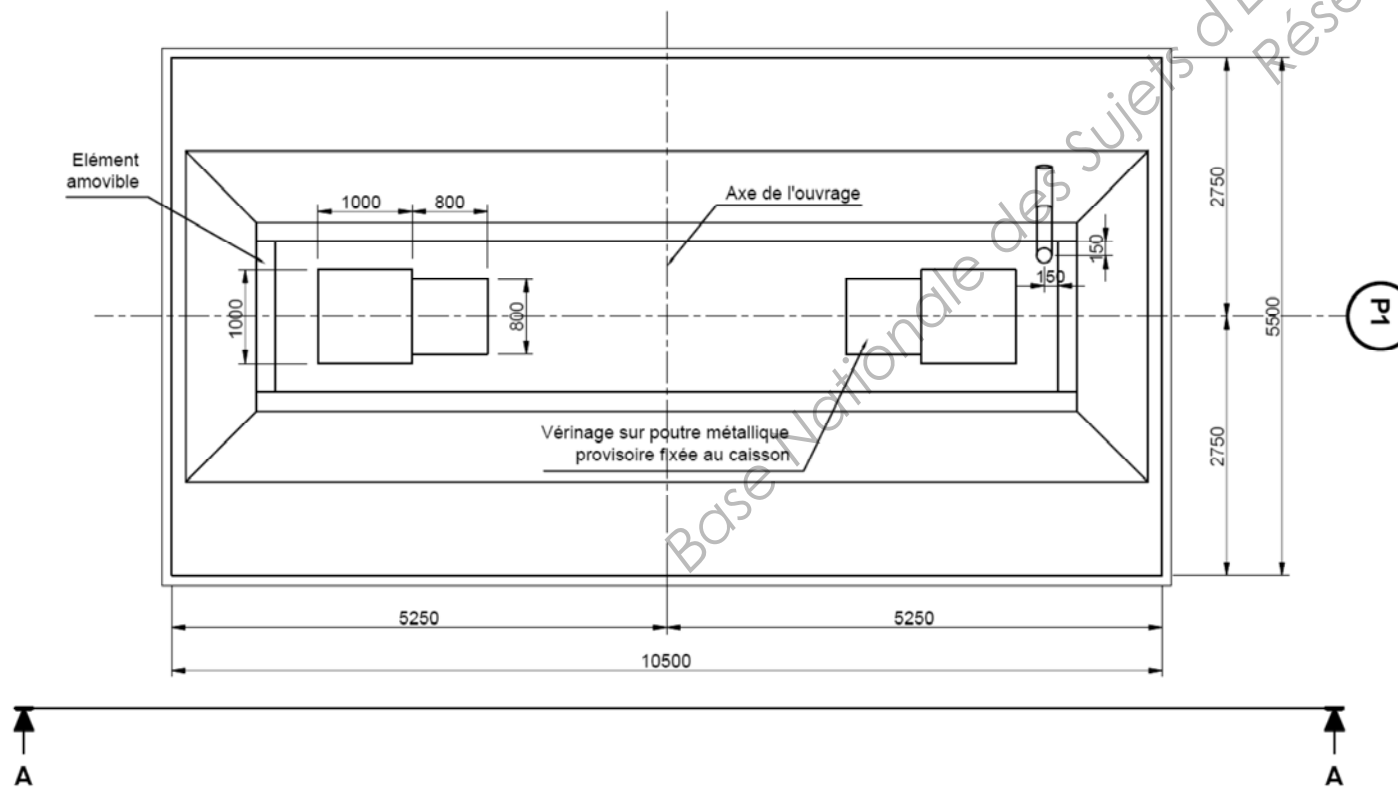
ELEVATION SUIVANT B



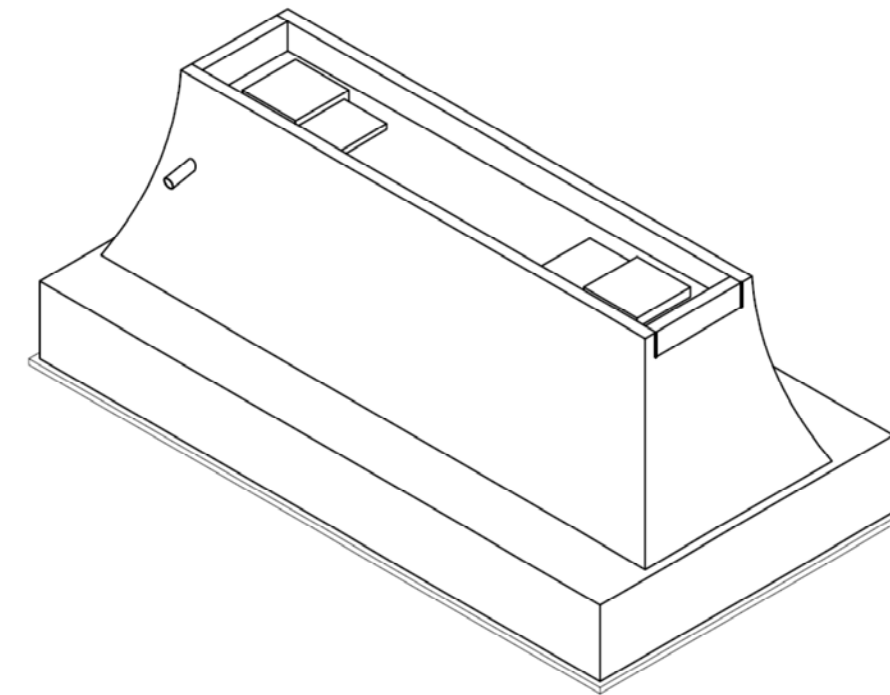
COUPE C-C



VUE EN PLAN



VUE ISOMETRIQUE



Le maintien d'un gabarit :

- **Durant la vie de l'ouvrage :**
 - gabarit vertical : 10,25 m au-dessus du rail le plus haut
 - gabarit horizontal : la distance entre le parement et l'axe de la voie la plus proche devra excéder 5,80 m.
- **Durant la période des travaux :**
 - gabarit vertical : 10,25 m au-dessus du rail le plus haut réduit à 5,45 m dans l'hypothèse d'un abaissement des feeders d'alimentation,
 - gabarit horizontal : 3,00 m centré sur l'axe des voies principales et de service.

Opérations de lancement de tabliers (ou éléments de tabliers)

D'une manière générale, les opérations de lancement d'ossature ou éléments d'ossatures au-dessus des voies ferrées (y compris opérations de vérinage) ne sont autorisées que lors de périodes d'interdiction des circulations ferroviaires et mise hors tension des installations électriques (caténaires, feeders). La remise sous tension des installations électriques et la reprise du trafic ne peuvent être autorisées qu'après que le maître d'œuvre se soit assuré que les éléments mis en place sont convenablement stabilisés sur leurs appuis (point d'arrêt).

Travaux à proximité des voies :▪ **Implantation des engins et matériels de chantier, zones d'évolution**

Les engins et matériels de chantier ne doivent en aucun cas pénétrer à l'intérieur d'une zone, dite zone interdite, délimitée par un plan vertical situé à 3 m de l'axe des voies ou d'installations électriques sous tension (y compris feeders). Les zones d'évolution des engins doivent être matérialisées sur le terrain et apparaître, dans toutes les phases travaux sur les dessins d'exécution.

▪ **Engins et matériels induisant des vibrations**

Le recours au vibrofonçage, battage de tubes ou profilés à moins de 50 m des installations ferroviaires est interdit. Entre 50 m et 200 m, l'utilisation de telles techniques est soumise à l'accord préalable de la SNCF.

▪ **Bétonnage au-dessus des voies maintenues en exploitation**

L'approvisionnement du béton se fait obligatoirement à la pompe.

L'approvisionnement du béton et le bétonnage des parties de tablier, ou de dalle au-dessus des voies, sont interrompus pendant le passage des trains, que la partie en question soit coffrée et étayée de manière fixe ou qu'elle soit coulée au moyen d'un équipage mobile.

Dans le silence du marché, le bétonnage de la travée au-dessus des voies est exécuté à la faveur d'interceptions des circulations ferroviaires et mise hors tension des installations électriques.

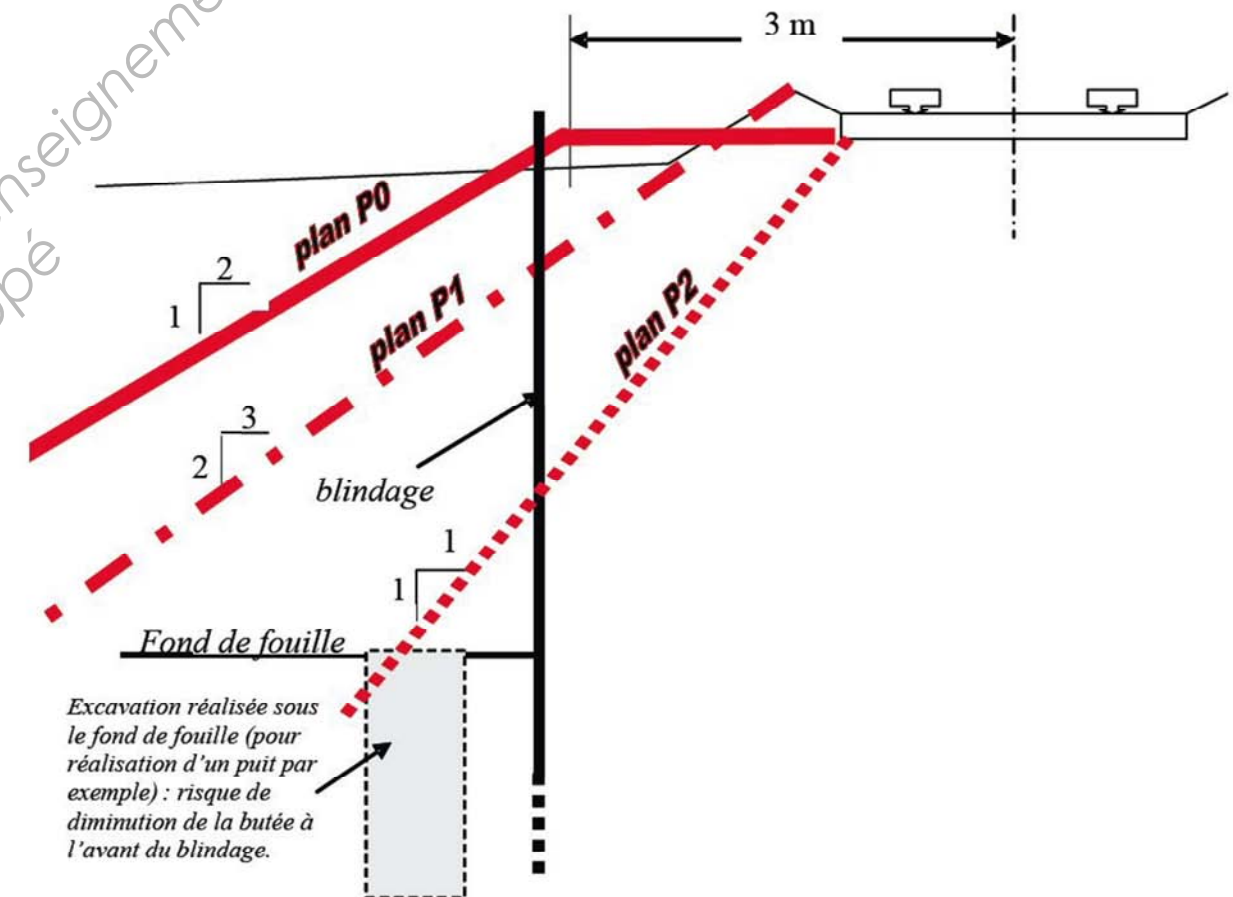
▪ **Terrassements et blindages à proximité des voies**

Sont considérés comme étant réalisés « à proximité des voies ferrées » les travaux de terrassement, fouilles et blindages dont l'exécution est susceptible de modifier la géométrie et/ou la stabilité des voies ferrées.

On admet que c'est le cas lorsque les fouilles ou déblais pénètrent sous un plan P0 incliné à 2 (sens horizontal) pour 1 (sens vertical) passant par un point situé à 3 mètres de l'axe de la voie (soit 2,22 m environ du bord extérieur du rail).

Une fouille pénétrant dans le plan P1 incliné à 3 (sens horizontal) pour 2 (sens vertical) issu de la crête de la banquette de ballast est systématiquement blindée.

Si le plan P2 est intercepté, une sur-profondeur d'ancrage est à prévoir.



Le dimensionnement de ces blindages dépend essentiellement :

- de la constitution du blindage (auto-stable ou butonné ou tiranté),
- de la vitesse de circulation sur la ligne,
- de la distance du blindage à la voie,
- de la profondeur de la fouille.

(Source référentiel Infrastructure de la S.N.C.F.)

Extrait du CCTP – Fascicule E04 (Bétons et mortiers)

ARTICLE 1 DÉFINITION DES BÉTONS ET MORTIERS

1.1 DÉFINITION DES BÉTONS

1.1.1 Généralités

En complément à l'annexe NA.F de la NF EN 206-01 et au F65:

- les désignations, les classes d'exposition et la classe de chlorures au sens de la norme NF EN 206-1,
- le dosage en liant, les destinations, les classes de résistance et les caractéristiques complémentaires exigées des différents bétons,

Sont indiqués dans les tableaux ci-après (la nature du ciment n'est donnée qu'à titre indicatif).

De plus, **tous les bétons seront étudiés pour résister aux réactions alcali-silice**, et les bétons de pièces massives devront également résister aux réactions sulfatiques internes (cf. article 4.12 du présent fascicule).

1.1.2 Fondations

Parties d'ouvrages	Classes d'exposition et de chlorures	Classe de résistance	D _{max} en mm	Teneur minimale en liant équivalent	Nature du ciment	Caractéristiques complémentaires du ciment	Eeff/Leq	Caractéristiques complémentaires
Fondations profondes	XC2	C30/37	20	385kg		PM	0.50	
	XA1							
	Cl 0,4							
Béton de propreté	X0	C20/25	20	250kg				
Semelles de fondation, béton de blocage sous les semelles de fondation	XC2	C35/45	20	350 kg	CEMIII	ES	0,45	LH
	XA2							
	Cl 0,4							
Bouchon de gros béton (batardeau)	XC1	C35/45	20	330kg		PM	0,50	LH
	XS2							
	Cl 0,2							

1.1.3 Appuis et cadres

Il s'agit des élévations des :

- Piles (fûts) et culées,

Parties d'ouvrages	Classes d'exposition et de chlorures	Classe de résistance	D _{max} en mm	Teneur minimale en liant équivalent	Nature du ciment	Caractéristiques complémentaires du ciment	Eeff/Leq	Caractéristiques complémentaires
Piles et culées	XC4	C35/45	20	350kg	CEMI ou	ES	0,45	

Extrait du CCTP – Fascicule E06 (Parements et coffrages)

ARTICLE 3 : COFFRAGES ET PAREMENTS EN BÉTON

3.1 - DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Les équipements de coffrage pour les parties vues de l'ouvrage feront l'objet d'un projet soumis à l'agrément du Maître d'Œuvre qui précisera notamment l'emplacement des joints entre panneaux et des tiges de serrage.

3.2 - CONCEPTION

3.2.1 - Coffrages du tablier

. Les pièces dont la rupture accidentelle pourrait entraîner la chute de tout ou partie du coffrage seront obligatoirement doublées.

. Les équipages mobiles et les cintres seront équipés dès leur montage sur site des portants nécessaires au bâchage éventuel de l'aire de bétonnage (la surface couverte étant celle d'un plot ou d'un voussoir bétonné en une seule phase). Les bâches isothermes correspondantes seront approvisionnées sur le chantier.

. L'utilisation de coffrages métalliques perdus ou de prédalles participant ou non à la résistance de la structure est interdite.

3.2.2 - Coffrages des piles

Les coffrages outils et leurs étaitements seront fixés et contreventés.

Tous les trous de fixations des coffrages non traversants devront être rebouchés de façon à éviter l'éclatement du béton sous l'effet du gel. La position et le diamètre de ces trous seront soumis à l'accord préalable du Maître d'Œuvre : ils devront figurer sur les plans d'exécution.

• Coffrage des semelles de piles

Il ne sera pas admis de bétonner les semelles à pleine fouille. Les parois verticales des semelles devront être coffrées dans tous les cas (parement simple), même en fond de batardeau.

• Coffrage des fûts de piles

Les fûts de pile sur semelle présentent un parement architectural de style planche de bois (parement fin).

L'Entrepreneur prévoira tous les moyens de pose, de calage et d'étalement provisoire ainsi que les dispositifs permettant d'assurer la reprise des efforts de poussée du béton frais. Les dispositifs d'étanchéité entre éléments devront interdire les fuites de laitance.

3.3 - MISE EN OEUVRE DES COFFRAGES

La flèche des coffrages sous le poids du béton frais devra rester inférieure à :

- 4 mm sur une longueur de 2 m.
- 10 mm en quelque point que ce soit.

1. Valeurs des coefficients partiels de sécurité γ_M

Valeurs des coefficients partiels de sécurité γ_M sur les résistances pour le calcul aux ELU			
Résistance concernée	Symbole utilisé	Domaine d'application	Valeurs EC3-DAN
Résistance des sections	γ_{M0}	<ul style="list-style-type: none"> Résistance des sections : <ul style="list-style-type: none"> de classes 1, 2 ou 3 <ul style="list-style-type: none"> bénéficiant de la marque NF Acier dans les autres cas de classe 4 	1,00 1,00 1,00
	γ_{M2}	<ul style="list-style-type: none"> Résistance de section nette au droit des trous de boulons 	1,25

2. Résistance des sections transversales

2.1. Caractéristiques géométriques des sections transversales

2.1.1. Aire brute (A)

Elle est calculée en utilisant les dimensions nominales sans déduire les trous pratiqués pour les fixations, mais il faut tenir compte des ouvertures plus importantes.

2.1.2. Aire nette (A_{net})

Elle est égale à l'aire brute diminuée des aires des trous et autres ouvertures.

2.2. Effort axial de traction (N)

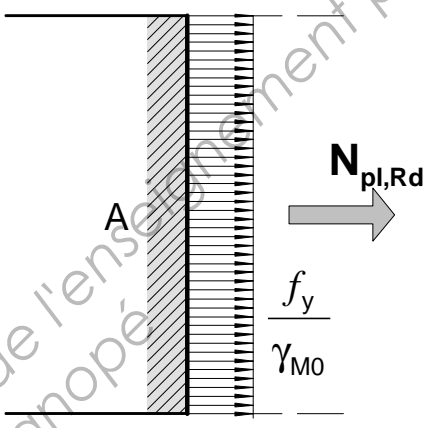
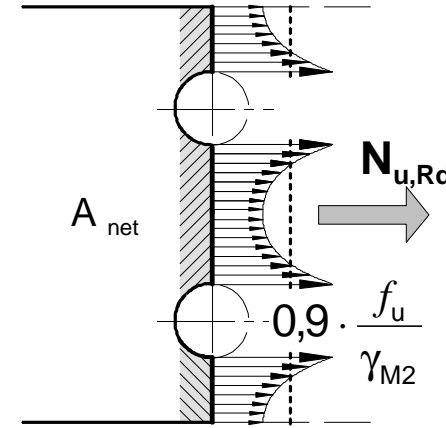
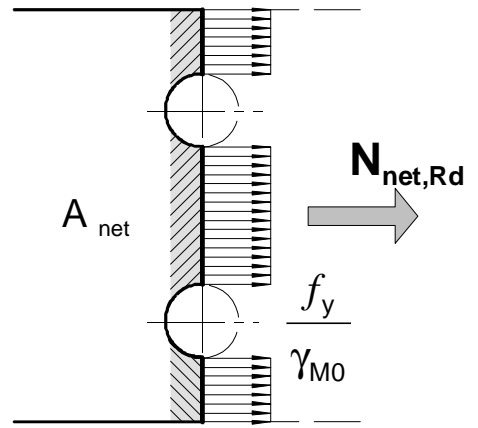
On doit vérifier : $N_{Ed} \leq N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}, N_{u,Rd}, N_{net,Rd})$ où

N_{Ed} = Effort de traction (agissant) sollicitant la section

$N_{t,Rd}$ = Résistance de calcul à la traction de la section, prise comme la plus petite des valeurs suivantes :

Lorsqu'un comportement ductile est requis, c'est à dire lorsque la section brute doit se plastifier avant la

rupture de la section nette, il convient de vérifier la condition supplémentaire : $N_{u,Rd} \geq N_{pl,Rd}$

SECTION BRUTE (en partie courante)	SECTION NETTE (perçages déduits au droit des assemblages)	
<p>On considère que l'état de plastification est atteint sur toute la section transversale.</p> 	<p>Assemblage par boulons ordinaires : Il y a amplification des contraintes de traction au droit des perçages.</p> 	<p>Assemblage par boulons précontraints (HR) : L'étreinte latérale permet une répartition quasi uniforme des contraintes de traction</p> 
<p>Résistance plastique de calcul de la section brute</p> $N_{pl,Rd} = A \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$	<p>Résistance ultime de calcul de la section nette au droit des trous de fixations</p> $N_{u,Rd} = 0,9 A_{net} \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$ <p>Validité de cette expression : attaches symétriques. Pour des cornières assemblées par une seule aile et autres types de sections assemblées par des parois en console, se référer à : EN 1993-1-8 clause 3.6.3</p>	<p>Résistance plastique de la section nette, à considérer dans le cas d'assemblages par boulons HR précontraints 8.8 ou 10.9 (attaches boulonnées de catégorie C) pour lesquels aucun glissement n'est autorisé.</p> $N_{net,Rd} = A_{net} \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$



TUBES ET PROFILS CREUX

PROFILS CREUX DE CONSTRUCTION FINIS À FROID

Norme de référence : NF EN 10219

État de surface : noir

Qualité de base : S235JRH

SECTIONS CIRCULAIRES FORMÉES À FROID

DIAMÈTRE EXTÉRIEUR	ÉPAISSEUR	MASSE LINÉIQUE	AIRE DE SECTION TRANSVERSALE	MOMENT D'INERTIE DE FLEXION	RAYON DE GIRATION
mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm
21,3	2	0,95	1,21	0,57	0,686
	2,3	1,08	1,37	0,629	0,677
25	2	1,13	1,45	0,963	0,816
26,9	2	1,23	1,56	1,22	0,883
	2,3	1,40	1,78	1,36	0,874
30	2	1,38	1,76	1,73	0,992
33,7	2	1,56	1,99	2,511	1,123
	2,6	1,99	2,54	3,09	1,10
	2,9	2,20	2,81	3,36	1,09
	3	2,27	2,89	3,44	1,09
35	2	1,63	2,07	2,83	1,17
40	2	1,87	2,39	4,32	1,35
42,4	2	1,99	2,54	5,189	1,43
	2,6	2,55	3,25	6,46	1,41
	2,9	2,82	3,60	7,06	1,40
	3,2	3,09	3,94	7,62	1,39
45	2	2,12	2,70	6,26	1,52
	2,5	2,28	2,91	7,806	1,638
	2,9	2,82	3,60	9,455	1,622
	3,2	3,25	4,14	10,70	1,61
50	2	2,37	3,02	8,70	1,70
	2,5	2,87	3,66	15,573	2,062
	2,9	3,56	4,54	18,983	2,045
	3,2	4,11	5,23	21,60	2,03
70	2,9	4,51	5,74	23,50	2,02
	2,9	4,80	6,11	34,50	2,37
	2	3,65	4,65	31,962	2,621
	2	3,65	4,65	31,962	2,621



TUBES ET PROFILS CREUX

PROFILS CREUX DE CONSTRUCTION FINIS À FROID

Norme de référence : NF EN 10219

État de surface : noir

Qualité de base : S235JRH

SECTIONS CIRCULAIRES FORMÉES À FROID

DIAMÈTRE EXTÉRIEUR	ÉPAISSEUR	MASSE LINÉIQUE	AIRE DE SECTION TRANSVERSALE	MOMENT D'INERTIE DE FLEXION	RAYON DE GIRATION
mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm
76,1	2,9	5,24	6,67	44,70	2,59
	3,2	5,75	7,33	48,80	2,58
	4	7,11	9,06	59,026	2,553
88,9	2	4,28	5,46	51,542	3,073
	3	6,35	8,09	74,726	3,039
	3,2	6,76	8,62	79,20	3,03
	4	8,37	10,66	96,291	3,005
101,6	5	10,34	13,17	116,315	2,972
	2	4,91	6,25	77,593	3,522
	3	7,29	9,29	112,978	3,488
	3,6	8,70	11,10	133	3,47
	4	9,62	12,26	146,21	3,454
114,3	5	11,91	15,17	177,379	3,420
	2	5,54	7,06	111	3,97
	3	8,23	10,48	162,466	3,936
	3,6	9,83	12,50	192	3,92
127	4	10,88	13,85	210,958	3,902
	5	13,47	17,16	256,790	3,868
	3	9,17	11,70	225	4,39
	3	9,62	12,30	259	4,60
133	4	12,70	16,20	338	4,56
	5	15,80	20,10	412	4,53
	6	18,80	23,90	484	4,50
139,7	3	10,11	12,88	300,937	4,834
	4	13,38	17,04	392,66	4,8
	5	16,60	21,15	480,298	4,766
	3	11,10	14,10	393	5,28
152,4	4	14,60	18,60	514	5,25

1. Valeurs des coefficients partiels de sécurité γ_M

Valeurs des coefficients partiels de sécurité γ_M sur les résistances pour le calcul aux ELU			
Résistance concernée	Symbole utilisé	Domaine d'application	Valeurs EC3-DAN
Résistance des sections	γ_{M0}	<ul style="list-style-type: none"> Résistance des sections : <ul style="list-style-type: none"> de classes 1, 2 ou 3 <ul style="list-style-type: none"> bénéficiant de la marque NF Acier dans les autres cas de classe 4 	1,00 1,00 1,00
	γ_{M2}	<ul style="list-style-type: none"> Résistance de section nette au droit des trous de boulons 	1,25

2. Flexion simple : Moment fléchissant et effort tranchant (M et V) vérification simplifiée

Pour le moment de flexion :

On doit vérifier : $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$

où M_{Ed} = Moment fléchissant (agissant) de calcul sollicitant la section droite à l'ELU ;

$M_{c,Rd}$ = Résistance de calcul à la flexion de la section à l'ELU.

pour une section de classe 1 ou 2	pour une section de classe 3
$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd}$ (moment résistant plastique)	$M_{c,Rd} = M_{el,Rd}$ (moment résistant élastique)
$M_{pl,Rd} = W_{pl} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$	$M_{el,Rd} = W_{el,min} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$

Pour l'effort tranchant

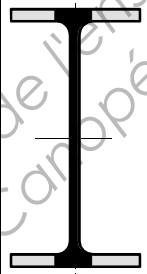
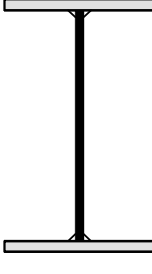
On doit vérifier : $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$

Calcul plastique $V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,58 A_v \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$

où V_{Ed} : effort tranchant (agissant) de calcul à l'E.L.U. ;

$V_{pl,Rd}$: effort tranchant résistant à l'E.L.U. ;

A_v : aire de cisaillement donnée dans les catalogues des caractéristiques des profilés.

	<p>Laminés marchands :</p> <p>Les valeurs de l'aire plastifiée (A_v) sont données dans les tableaux de caractéristiques des profilés.</p>		<p>Profilés Reconstitués Soudés :</p> <p>Pour les P.R.S., la valeur de A_v est celle de l'âme seule.</p>
--	---	--	--

Les superstructures et équipements :

- **Les barrières de sécurité :**

Le tablier est bordé par une barrière de type BN4/16 sur chaque rive. Pour la prise en compte des piétons, les barrières BN4/16 sont équipées d'un grillage à mailles serrées (10 cm x 5 cm) assurant la fonction de garde-corps.

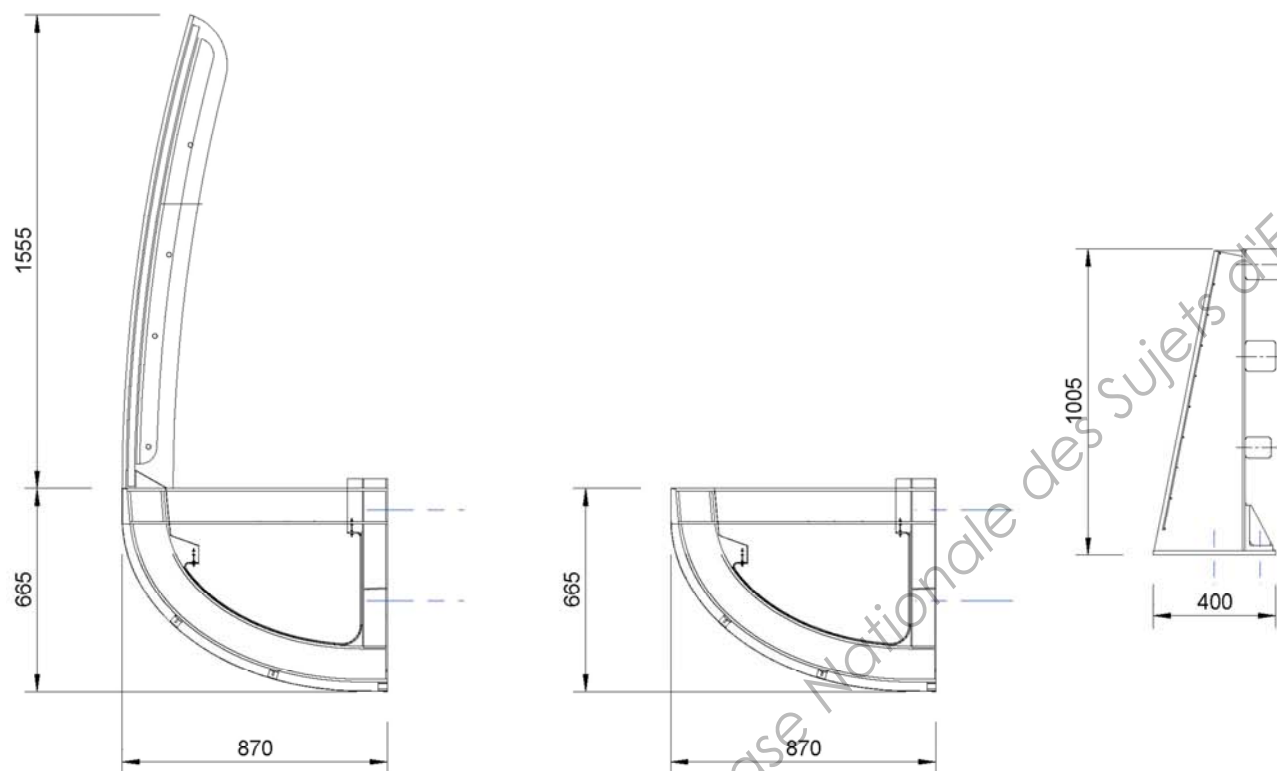
- **Les corniches caniveaux :**

La corniche caniveau métallique présente aux rives de l'ouvrage est équipée d'une tôle de bardage en acier inoxydable d'une épaisseur d'au moins 3 mm.

Pour l'éclairage, il est nécessaire de mettre en œuvre 1 Ø 63 côté Nord. Il est également prévu de réserver pour le passage de divers réseaux éventuels 3 Ø 80 sur chacune des rives de l'ouvrage. Tous ces fourreaux sont disposés dans la corniche caniveau.

- **Les écrans acoustiques situés en partie Sud du viaduc**

Il est prévu un écran réfléchissant de 1.50 m de hauteur côté sud uniquement. Cet écran est intégré à la corniche caniveau métallique sud.



- **Les trottoirs (bordures, remplissage, revêtement) :**

Le trottoir situé en rive côté droit a une largeur de 1.500 m avec une pente transversale de 4%. Il est délimité par une bordure de type T1 posée sur un lit de mortier de 20 mm minimum. Le revêtement de sol du trottoir est constitué d'un béton désactivé lavé réalisé avec des agrégats beige clair roulé.

- **Le complexe d'étanchéité et les relevés d'étanchéité :**

Le tablier est équipé d'un complexe d'étanchéité en feuilles préfabriquées adhérentes au support. Cette étanchéité sera revêtue directement d'une couche de roulement en béton bitumineux de 8 cm d'épaisseur qui, elle, est hors marché. Après la réception du support (planéité, texture, propreté) effectuée en présence du Maître d'Œuvre, de l'Entrepreneur principal et de l'Étancheur, une couche d'accrochage (E.I.F.) sera mise en place manuellement à la brosse, au rouleau ou à la raclette mousse.

Les points suivants sont importants pour une bonne exécution de l'étanchéité :

- Les dessins d'exécution devront comporter le calepinage des feuilles préfabriquées, les représentations des relevés d'étanchéité, les raccordements aux joints de chaussée, ...
- Les recouvrements minimaux entre lés seront les suivants : 8 cm le long du grand côté, 10 cm transversalement en extrémité. L'ordre de mise en place des lés sera
..... **(à compléter sur le DR6)**
- Les joints "transversaux" seront décalés d'au moins un (1) mètre pour éviter tout double recouvrement créateur de surépaisseur excessive, et toute ligne de joint transversale. Pour adoucir les changements d'épaisseur au droit des recouvrements, on pourra chanfreiner à la spatule chaude le bord de la feuille destinée à être recouverte.
- Les feuilles devront être "soudées en plein" par fusion superficielle régulière de la totalité de leur sous-face, sans enfermer de poches d'air entre elle et le support, grâce à un marouflage très soigné, plus particulièrement encore au droit des joints. Le soudage sera réalisé :
 - soit manuellement avec un chalumeau, et un ouvrier sera spécialement affecté à la tâche du marouflage,
 - soit mécaniquement à l'aide d'une rampe de chauffage et d'un *chariot maroufleur*.

Une épreuve de convenance permettra de valider le mode opératoire proposé par l'entrepreneur.
- Les relevés d'étanchéité devront être systématiquement logés dans des engravures. Le fond de l'engravure sera préalablement enduit par la couche d'accrochage du procédé. Les éléments de feuilles seront soudés manuellement au chalumeau sur la totalité de la hauteur de l'engravure, avec recouvrement latéral d'au moins 6 cm et retour en talon "horizontal" d'au moins 15 cm. Les relevés devront être exécutés avant la partie courante en point bas des pentes, et de préférence après la partie courante en point haut.

- **Les drains de chaussée et de trottoirs :**

Un drain hélicoïdal de diamètre 18 mm sous trottoir sera mis en place longitudinalement. Le même drain longitudinal sera mis en place en bord de chaussée.

- **Les caniveaux fil d'eau :**

Le recueil des eaux de ruissellement est assuré par un caniveau en asphalte de 250 mm de largeur.