Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BTS TP, veuillez visiter :
btstp.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

TRAVAUX PUBLICS

E4 : Étude Technique et Économique

Unité U41 – Études de Conception et

Réalisation en Maîtrise d'Œuvre

SESSION 2015

_____

Durée : 6 heures

Coefficient : 3

_____

Matériel autorisé

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique sous réserve que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186 du 16/11/99).

Aucun document autorisé

Dès que le dossier vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

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

Documents remis	Pages
Présentation du projet support de l'épreuve	3/20
Travail demandé (études 1 à 5)	4/20 à 7/20
Documents réponses à rendre (DR 1 à DR 4)	8/20 à 11/20
Documents techniques (DT1 à DT 10)	13/20 à 20/20

Compétence C1 : préparer et réaliser la consultation des entreprises du point de vue de la maîtrise d'œuvre		
Travail demandé	**Compétences détaillées**	**Barème sur 200**
Étude 1 : ossature métallique du tablier	- Définir et/ou intégrer des méthodes de construction. - Dimensionner tout ou partie d'un ouvrage.	**50**
Étude 2 : piles quadripodes	- Proposer ou adapter des solutions techniques. - Définir et/ou intégrer des méthodes de construction. - Dimensionner tout ou partie d'un ouvrage.	**40**
Étude 3 : culée C4	- Rédiger et/ou adapter des articles d'un DCE. - Quantifier tout ou partie d'un ouvrage.	**35**
Étude 4 : chaussée et assainissement entre viaduc et giratoire	- Dimensionner tout ou partie d'un ouvrage. - Compléter ou réaliser des documents graphiques exploitables.	**45**
Étude 5 : aspects environnementaux	- Rédiger et/ou adapter des articles d'un DCE. - Indiquer, dans un document, les contraintes d'exploitation sous chantier.	**30**

Base Nationale des Sujets d'Examen
Examen de l'enseignement professionnel

Présentation du projet support de l'épreuve

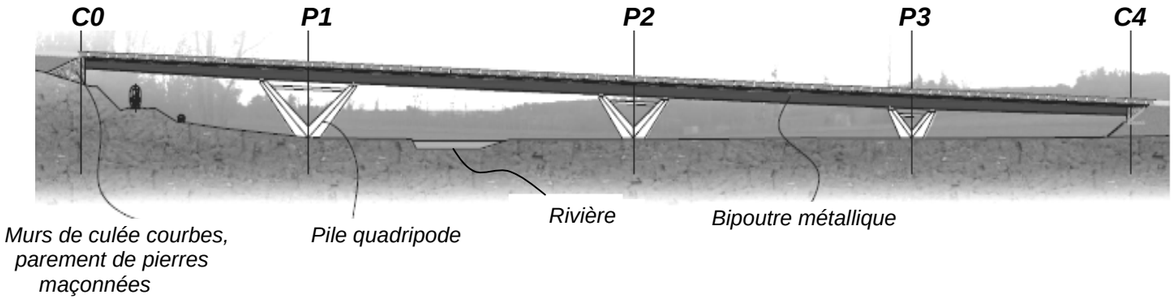
Les ouvrages étudiés durant cette épreuve seront les suivants :

- un viaduc à quatre travées assurant le franchissement d'une voie ferrée, d'une route et d'une rivière, réalisé dans le cadre de la réalisation d'une déviation d'agglomération,
- un giratoire ainsi que la chaussée entre le viaduc et le giratoire.

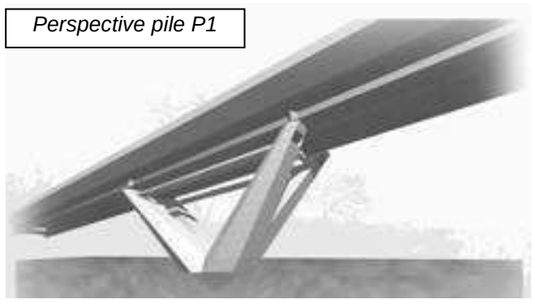
Le giratoire sera positionné hors de l'emprise actuelle de la route départementale n°142 afin de supprimer un virage dangereux, cause de nombreux accidents de la circulation. Les travaux n'occasionneront ainsi aucune gêne sur la fluidité du trafic routier empruntant cette RD 142.

Le viaduc sera réalisé en premier.

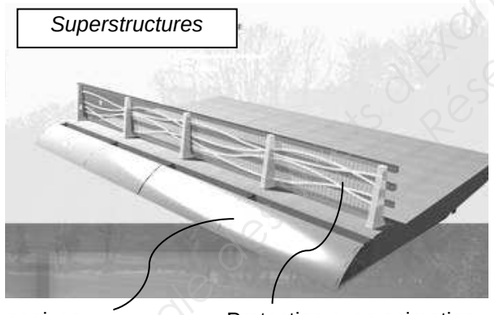
L'ouvrage d'art est situé dans une zone Natura 2000 à forts enjeux environnementaux et subissant les crues de la rivière qu'il franchit.



Perspective pile P1

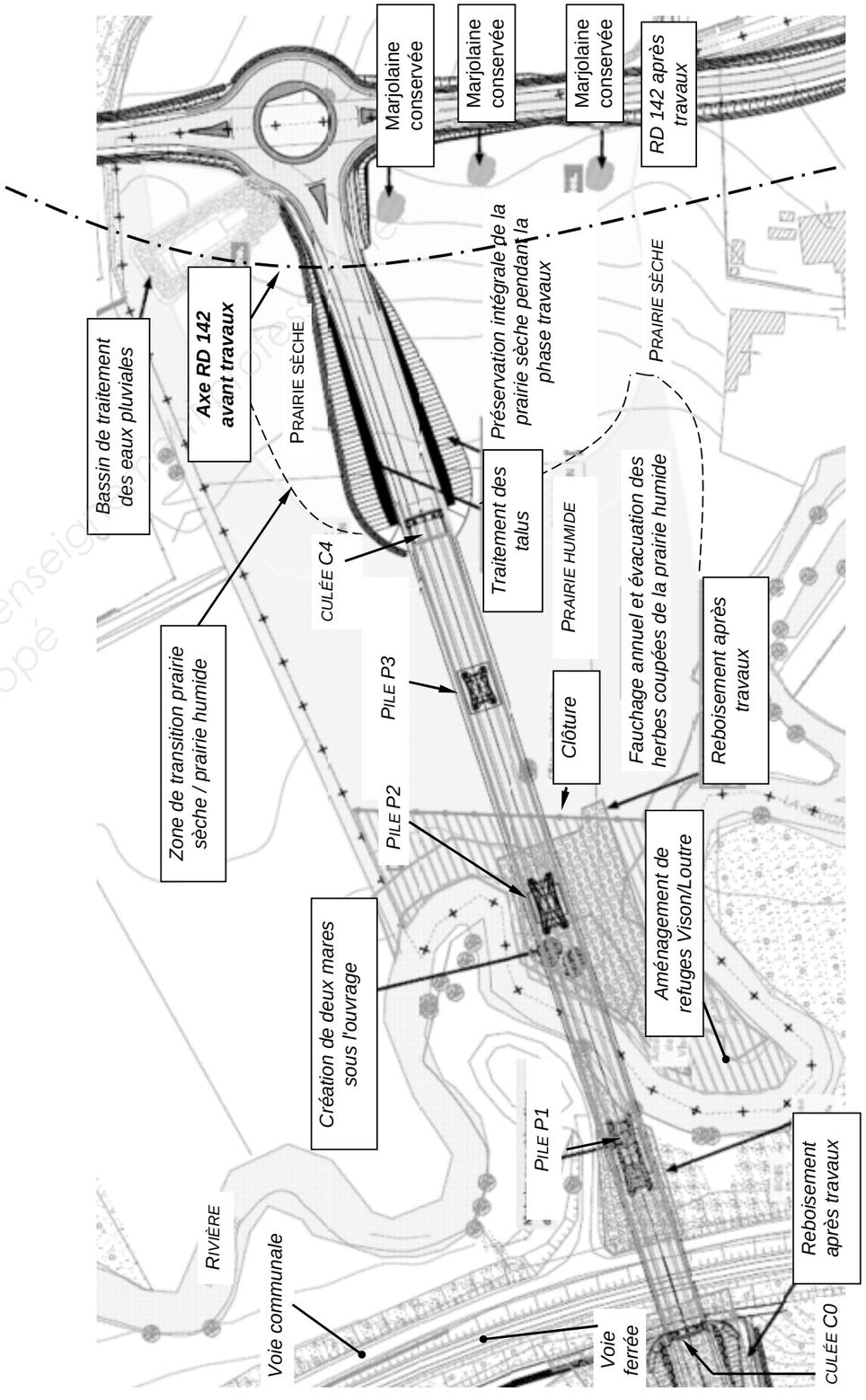


Superstructures



Mise en situation

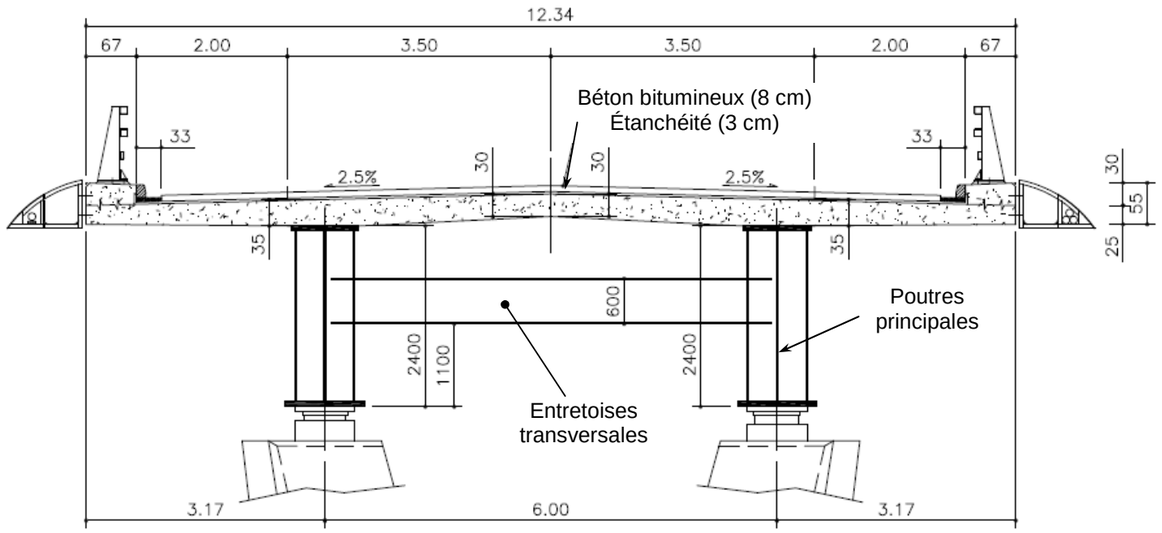
Vous travaillez pour le compte du maître d'œuvre et vous assistez l'ingénieur responsable de la consultation des entreprises.



Base Nationale de Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

Étude 1 : ossature métallique du tablier

L'ingénieur en charge du dossier demande de vérifier ses estimations concernant les caractéristiques de l'ossature métallique du tablier. La coupe transversale est la même en travée et en tête de piles. On souhaite connaître le nombre de tronçons de poutres métalliques à fabriquer en usine.



1-1 - Les deux principales techniques permettant de mettre en place l'ossature métallique d'un pont mixte sont le grutage et le lançage. Préconiser une des deux techniques pour le viaduc étudié? Justifier la réponse à partir du plan d'ensemble (page 3) et du DT 1.

1-2 - En utilisant la note de calcul du document technique DT 3, compléter le document réponse DR 1. Justifier les valeurs manquantes.

1-3 - À la lecture des diagrammes de sollicitations, indiquer, sur DR 1, préconiser les positions pour les joints de chantier des poutres principales de l'ossature métallique.
En déduire le nombre de tronçons à transporter. Proposer les dispositions de transport ?

1-4 - Vérifier les poutres de classe 3 selon les préconisations de l'Eurocode 3 en utilisant les valeurs suivantes : M_{Ed} = 5 600 kN.m et V_{Ed} = 640 kN.

Pour le moment de flexion, on doit vérifier $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$ où :

- M_{Ed} est le moment fléchissant (agissant) de calcul sollicitant la section droite à l'ELU,

- $M_{c,Rd}$ est le moment résistant 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)
$M_{pl,Rd} = W_{pl} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$	$M_{el,Rd} = W_{el,min} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$

Expression du moment de flexion élastique : $W_{el} = I_z / v$.

La valeur du coefficient partiel de sécurité γ_{M0} est de 1.

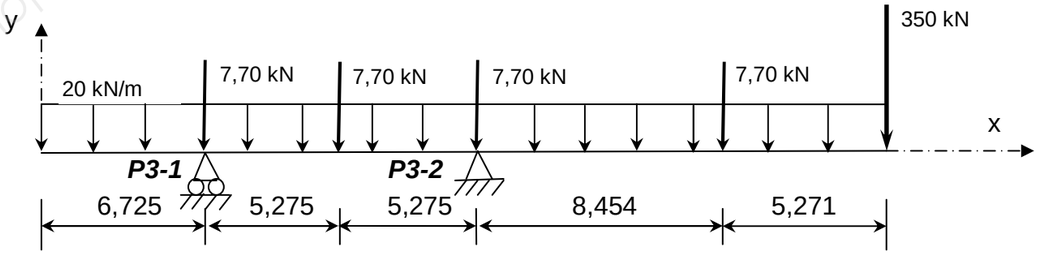
Pour l'effort tranchant, on doit vérifier $V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$ où :

- V_{Ed} est l'effort tranchant (agissant) de calcul à l'ELU,

- $V_{c,Rd}$ est l'effort tranchant résistant à l'ELU dont l'expression est : $0{,}58 \,.\, A_v \,.\, f_y$

La valeur de A_v est celle de la section de l'âme seule du profilé.

La solution par grutage a été retenue. Le découpage prévoit un tronçon de 31,00 mètres de longueur positionné sur la pile P3. Ce tronçon est le premier à être mis en œuvre sur le chantier. Vous devez maintenant étudier l'équilibre statique de ce tronçon de poutre. La modélisation retenue est celle-ci :



Les entretoises transversales génèrent des forces ponctuelles de 7,70 kN.

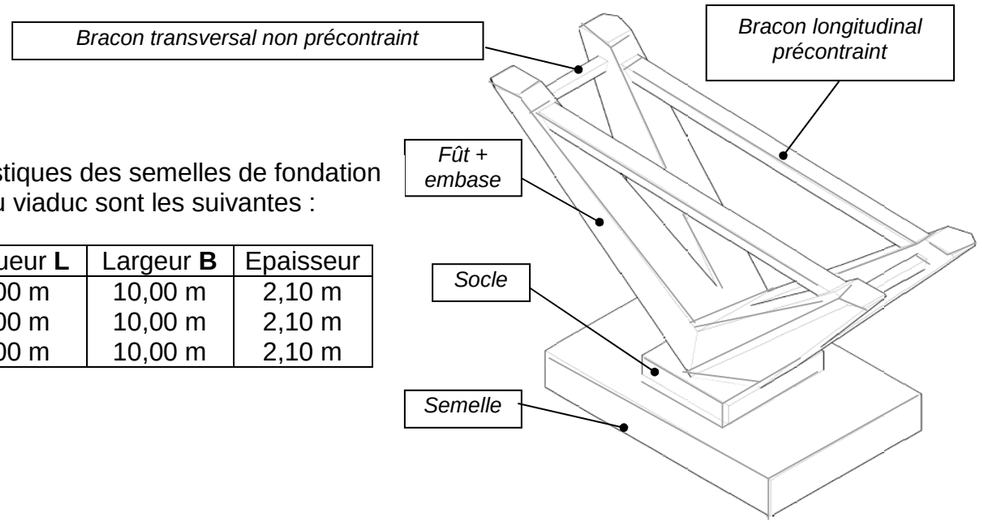
1-5 - Indiquer quel élément de structure est modélisé par la force ponctuelle de 350 kN.

1-6 - Étudier l'équilibre statique du tronçon. À la lecture de vos résultats, vérifier qu'il n'y ait pas un risque au moment de la mise en œuvre de ce tronçon. Dans l'affirmative, proposer une solution pour y remédier.

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

Étude 2 : piles quadripodes

L'option choisie pour les fondations des piles est la fondation superficielle. Il faut valider ce choix.



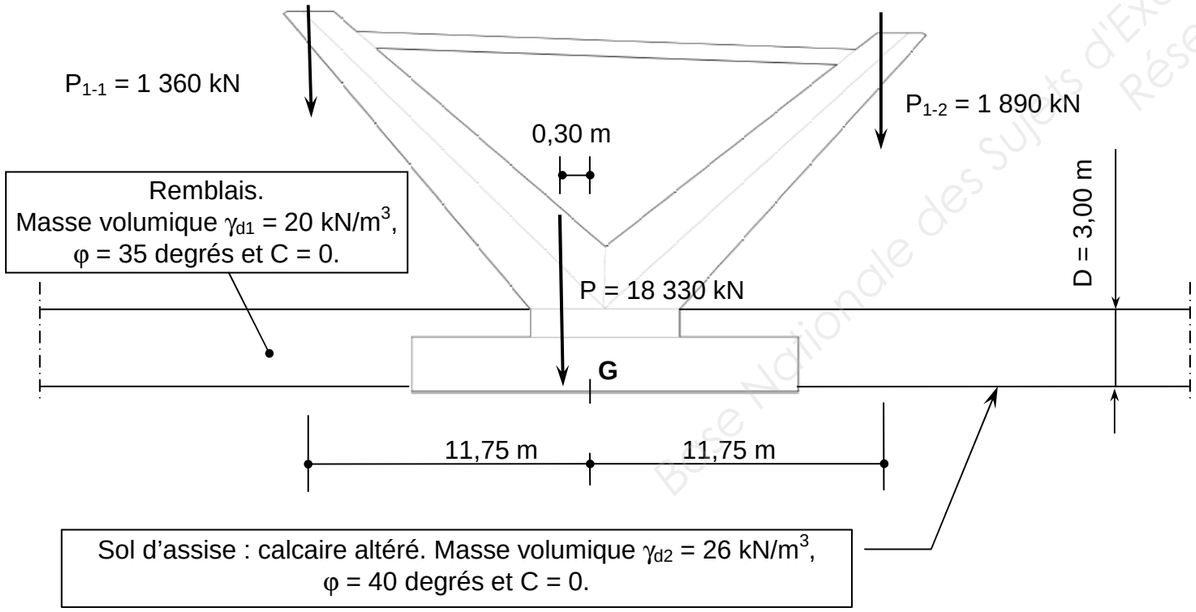
Les caractéristiques des semelles de fondation des trois piles du viaduc sont les suivantes :

Piles	Longueur **L**	Largeur **B**	Epaisseur
P_1	15,00 m	10,00 m	2,10 m
P_2	10,00 m	10,00 m	2,10 m
P_3	14,00 m	10,00 m	2,10 m

L'encastrement préconisé **D** de la semelle dans le sol, pour les trois piles, est de 3,00 m.

2-1 - Des sondages destructifs équipés de piézomètre ont été réalisés au voisinage des piles P1 et P2 (voir DT 4). À la lecture de leur description lithologique, proposer des dispositions pour l'exécution des semelles. La valeur retenue pour l'encastrement est-elle satisfaisante ?

Les actions pondérées agissant sur la pile P1 sont celles qui suivent.



Les semelles de fondation sont vérifiées, selon l'Eurocode 7, si elles respectent la relation :

$$V_d \leq R_{d;v} / \gamma_{R;v} \text{ avec } \gamma_{R;v} = 1,4.$$

- V_d : résultante des actions verticales.

- $R_{d;v} = A' . (½ . S_\gamma . \gamma_{d2} . B . N_\gamma . + S_q . \gamma_{d1} . D . N_q + S_c . C . N_c)$

- e (excentricité) = M_G / V_d avec M_G le moment résultant en G.

- B' (largeur effective de la fondation) = B - 2e

- A' (surface effective de la fondation) = B' . L

Les termes S sont des coefficients de forme :

$S_\gamma = 1 - 0,2 \times \left[\frac{B}{L} \right]$, $S_q = 1$ et $S_c = 1 + 0,2 \times \left[\frac{B}{L} \right]$

Les termes N sont sans dimensions et fonction de ω :

φ (°)	**N_γ**	**N_q**	**N_c**
0	0	1	5,14
5	0,1	1,6	6,5
10	0,5	2,5	8,4
15	1,4	4	11
20	3,5	6,4	14,8
25	8,1	10,7	20,7
30	18,1	18,4	30
35	41,1	33,3	46
40	100	64,2	75,3
45	254	135	134

2-2 - Effectuer la vérification de la semelle de fondation de la pile P1 selon l'Eurocode 7.

Afin d'élaborer le planning prévisionnel d'exécution des travaux accompagnant le DCE, l'ingénieur demande d'éclaircir certains points concernant l'exécution des quatre fûts de la pile P1.

Ces fûts présentent des densités de ferraillage importantes, des formes géométriques complexes, des accès impossibles pour assurer la vibration du béton dans le coffrage et l'obligation d'un pompage du béton.

Les faces longitudinales sont coffrées par des panneaux en bois. Le fabricant impose, lors du bétonnage, de ne pas dépasser une poussée maximale de **80 kN/m²**. Cette pression sera surveillée par des capteurs de pression placés sur les entretoises de coffrage.

2-3 - Indiquer les principales spécifications que vous préconisez pour le béton des fûts.

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

2-4 - Réaliser, sur le document réponse DR 2, la construction graphique permettant d'estimer la vitesse de levée lors du bétonnage. Quelle sera alors la durée maximale nécessaire au bétonnage d'un fût de la pile P1 ?

La suite de l'étude concerne la précontrainte des bracons longitudinaux de la pile P1 qui sera soumise à la validation de l'ingénieur.

2-5 – A partir du document technique DT 5, lister tous les éléments constitutifs de la précontrainte des bracons devant apparaître lors de la rédaction du bordereau des prix unitaires.

2-6 - Sachant que chacun des deux bracons de la pile P1 est sollicité par un effort de traction de 13 500 kN, combien de torons sont nécessaires dans chaque gaine ?

Étude 3 : culée C4

L'ingénieur demande maintenant de détailler la composition de quelques prix du bordereau des prix unitaires de la culée C4 et de quantifier un article du devis quantitatif estimatif la concernant.

3-1 – A partir du document technique DT 6, rédiger sur la copie les articles du BPU qui suivent.

Fondations profondes		
N° Prix	***Désignation du prix et montant hors-taxes en lettres***	***Montant HT en chiffres***
3005	FORAGE DES PIEUX *Ce prix rémunère, au mètre linéaire effectif, le forage des pieux à l'abri d'un tube. Il comprend :* ***(partie à rédiger)***	
3015	TUBES POUR AUSCULTATION DES PIEUX *Ce prix rémunère, au mètre linéaire, la fourniture et la mise en œuvre des tubes métalliques pour auscultation des pieux. Il comprend :* ***(partie à rédiger)***	

3-2 - Identifier les quatre parties d'ouvrages élémentaires de la culée C4 repérées A, B, C et D sur la coupe AA du document technique DT 7.

3-3 - Calculer les quantités en volume des parties d'ouvrages repérées B et C sur la culée C4.

Étude 4 : chaussée et assainissement entre viaduc et giratoire

L'étude de la structure de chaussée et de l'assainissement des eaux pluviales est demandée afin de compléter ensuite les documents nécessaires à l'appel d'offres.

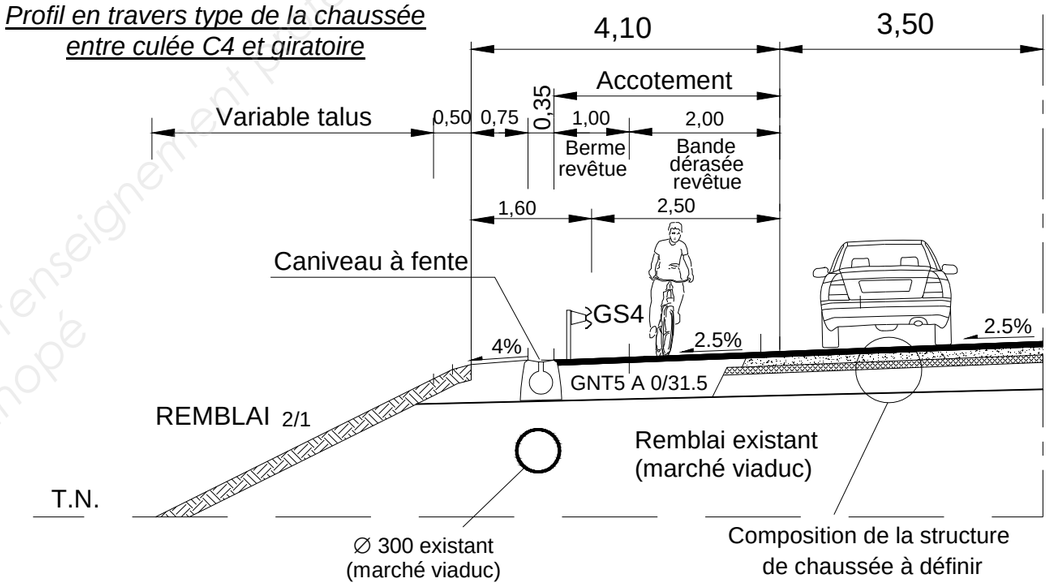
4-1 - Expliquer en détail la signification des chiffres et formes géométriques apparaissant sur les quatre dernières lignes du profil en long du document réponse DR 3.
4-2 - Calculer les trois altitudes manquantes de la ligne "Cotes projet" du profil en long.

Les détails de calculs seront précisés sur la copie et les résultats obtenus reportés sur le DR 3.

Le remblai entre la culée C4 et le giratoire est réalisé avec des matériaux du site classés **R_{12} m** au moment des travaux. Quant à la couche de forme, elle sera composée d'un sol comportant des fines et des gros éléments classé **C_2B_{41}m**.

4-3 - En utilisant les documents techniques DT 8, 9 et 10 et sachant que le trafic cumulé de poids lourds est estimé sur vingt ans à deux millions, proposer une coupe de principe de la structure de chaussée, cotée et légendée, en justifiant les épaisseurs préconisées et en adoptant une démarche développement durable, sans pour autant négliger une certaine logique économique (pas de dispositions constructives de drainage à la base de la chaussée ni de rabattement de nappe).

Profil en travers type de la chaussée entre culée C4 et giratoire



L'étude se poursuit par l'étude du bassin positionné à proximité du giratoire. Il assurera la récupération et le traitement des eaux issues du viaduc, de la chaussée entre la culée C4 et le giratoire et du giratoire lui-même.

Le débit capable des ouvrages d'évacuation des eaux de ruissellement peut être calculé à l'aide de la formule de Manning-Strickler suivante :

$$Q_C = K \cdot S \cdot Rh^{2/3} \, p^{1/2}$$

Avec :

- Q_C : capacité (débit capable en m^3/s),

- K : coefficient de rugosité égal à 70 pour les canalisations en béton,

- S : section mouillée de l'ouvrage saturé (m^2),

- Rh : rayon hydraulique égal à S / périmètre mouillé en m,

- p : pente longitudinale de l'ouvrage d'évacuation en m/m.

4-4 - Dans l'hypothèse d'une période de retour de dix ans d'un événement pluvieux exceptionnel, le débit à évacuer par chaque canalisation ∅ 300 du remblai de la culée C4 est de

120 litres par seconde. Les canalisations sont-elles suffisantes pour évacuer ce débit sachant que leur pente longitudinale est la même que celle du projet ? Justifier la réponse.

4-5 - Sur la vue en plan du document réponse DR 3, seul le réseau d'assainissement du giratoire est représenté. À l'exception du caniveau à fente, dessiner tous les autres ouvrages nécessaires afin d'évacuer des eaux dépolluées dans le milieu naturel (fossé existant repéré sur DR 3). Indiquer le sens d'écoulement des eaux par des flèches positionnées sur les canalisations. Compléter la légende.

Étude 5 : aspects environnementaux

La première rédaction de l'article 10 du CCTP (DT 6) ne satisfait pas l'ingénieur qui reproche de n'avoir effectué qu'un constat sans proposer de remédiations. Afin de corriger cela, il donne le planning prévisionnel de réalisation des travaux concernant le viaduc.

	Année N	***Année N+1***			***Année N+2***
	Sept - Nov	***Déc - Juin***	***Juil - Sept***	***Oct - Janv***	***Fév - Avril***
Fondations					
Élévations					
Charpente					
Hourdis					
Finitions					

5-1 – Quelles sont les dispositions particulières visant à protéger :
- les chiroptères,
- le papillon (Azuré du Serpolet).

Dans le règlement de consultation, il est indiqué que l'impact environnemental du projet est l'un des critères prépondérants pour l'attribution de points aux réponses faites à l'appel d'offres.

5-2 - Compléter, sur le document réponse DR 4, le tableau des risques environnementaux particuliers liés à la réalisation des travaux.

Le supérieur du bureau d'études souhaite proposer une étude environnementale précise dans la réponse à l'appel d'offres concernant l'impact "Changement climatique" de la norme NFP 01-010 *« Qualité environnementale des produits de construction - Déclaration environnementale et sanitaire des produits de construction »*.
Après répartition des tâches, vous êtes chargé d'estimer cet impact pour le réseau d'évacuation des eaux de ruissellement. Les documents à votre disposition sont ceux qui suivent.

Extraits des fiches FDES des produits	***Impact environnemental "Changement climatique"***
Regard béton	*245,1 kg éq CO_2*
Un mètre de ∅200 à 300 mm en PVC	*6,44 kg éq CO_2*
Un mètre de ∅400 mm en béton	*32,51 kg éq CO_2*
Un mètre de (bordure + caniveau) béton y compris joints et béton de calage	*24,85 kg éq CO_2*

Extraits du DQE du marché giratoire et chaussée		
Désignation	*Unité*	*Quantité*
Regards	*U*	*10*
Assainissement (eaux pluviales)		
- ∅200 mm	*ml*	*85,00*
- ∅300 mm	*ml*	*220,00*
- ∅400 mm	*ml*	*50,00*
- Bordures T2 + CS2	*ml*	*185,00*
- Bordures I2	*ml*	*162,00*

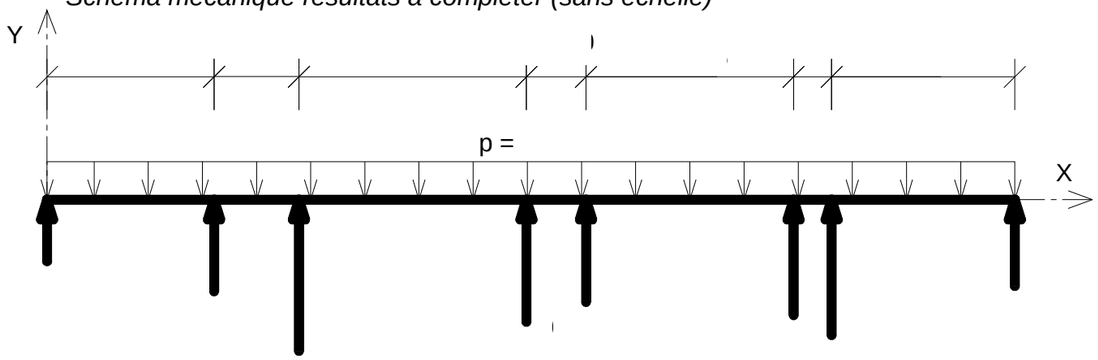
5-3 - Rappeler ce que signifie FDES et préciser le contenu de ce document. Calculer ensuite l'impact "Changement climatique" du réseau d'évacuation des eaux de ruissellement.

5-4 - Le résultat obtenu à la question précédente caractérise-t-il pleinement l'impact "Changement climatique" sur l'environnement de la réalisation de ce réseau ? Argumenter la réponse.

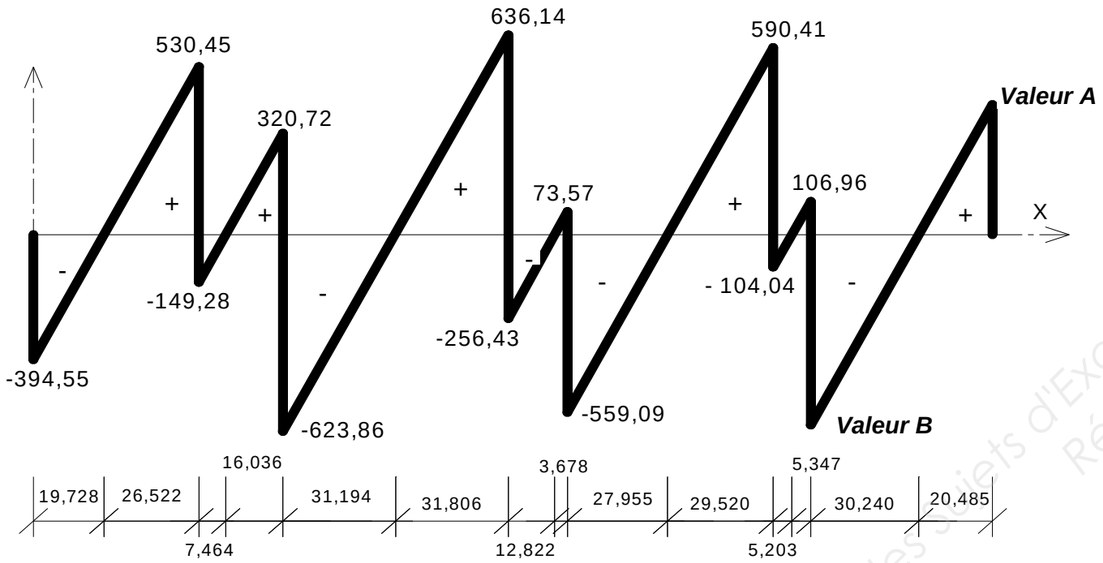
Réseau Canopé
Banque Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

Document réponse DR 1

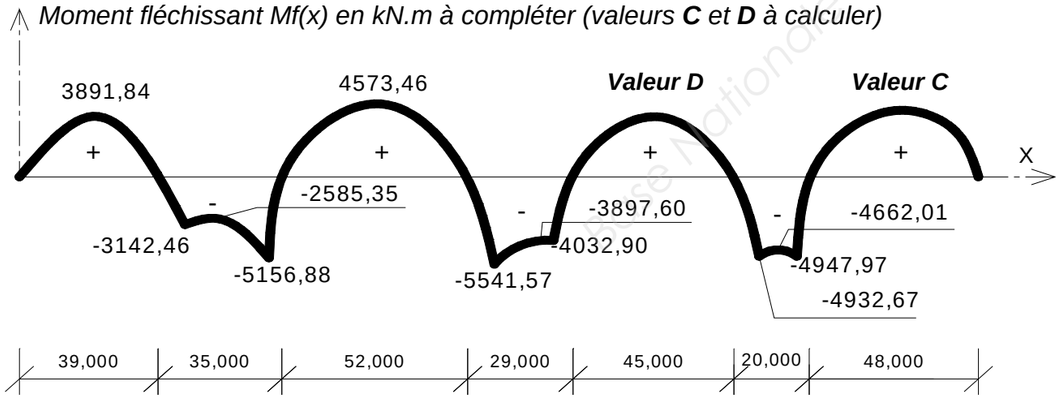
Schéma mécanique résultats à compléter (sans échelle)



*Effort tranchant V(x) en kN à compléter (valeurs **A** et **B** à calculer)*



*Moment fléchissant Mf(x) en kN.m à compléter (valeurs **C** et **D** à calculer)*



(Ligne de cotation indiquant la position des moments fléchissant nuls)

Question 1-2 : justification des valeurs ***A*** et ***B*** sur V(x) et ***C*** et ***D*** sur Mf(x) : .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

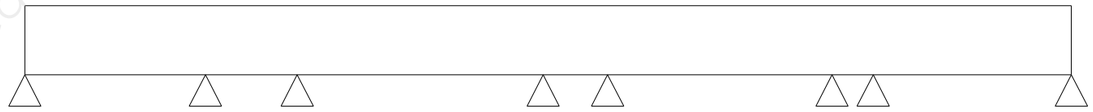
.....

.....

.....

.....

Question 1-3 : positions choisies pour les joints de chantier



Explications : .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

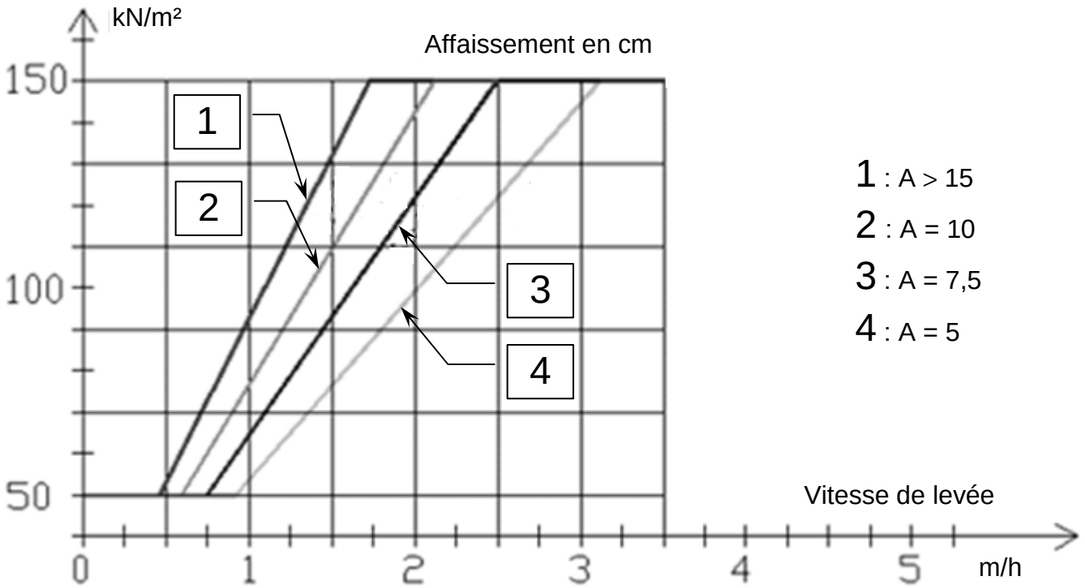
.....

.....

.....

Réseau Canopé Examen de l'enseignement professionnel Banque Nationale des Sujets d'Examen

Question 2-4 : construction graphique permettant d'estimer la vitesse de levée lors du bétonnage



1 : A > 15
2 : A = 10
3 : A = 7,5
4 : A = 5

Vitesse de bétonnage : .....

.....

.....

.....

.....

.....

Durée de bétonnage d'un fût : .....

.....

.....

.....

.....

.....

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

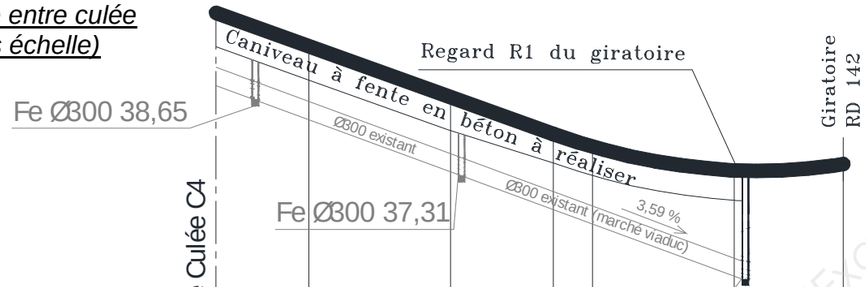
Document réponse DR 3

Légende à compléter (vue en plan) :

▬ ▬ ▬ ▬ : canalisations PVC du giratoire.

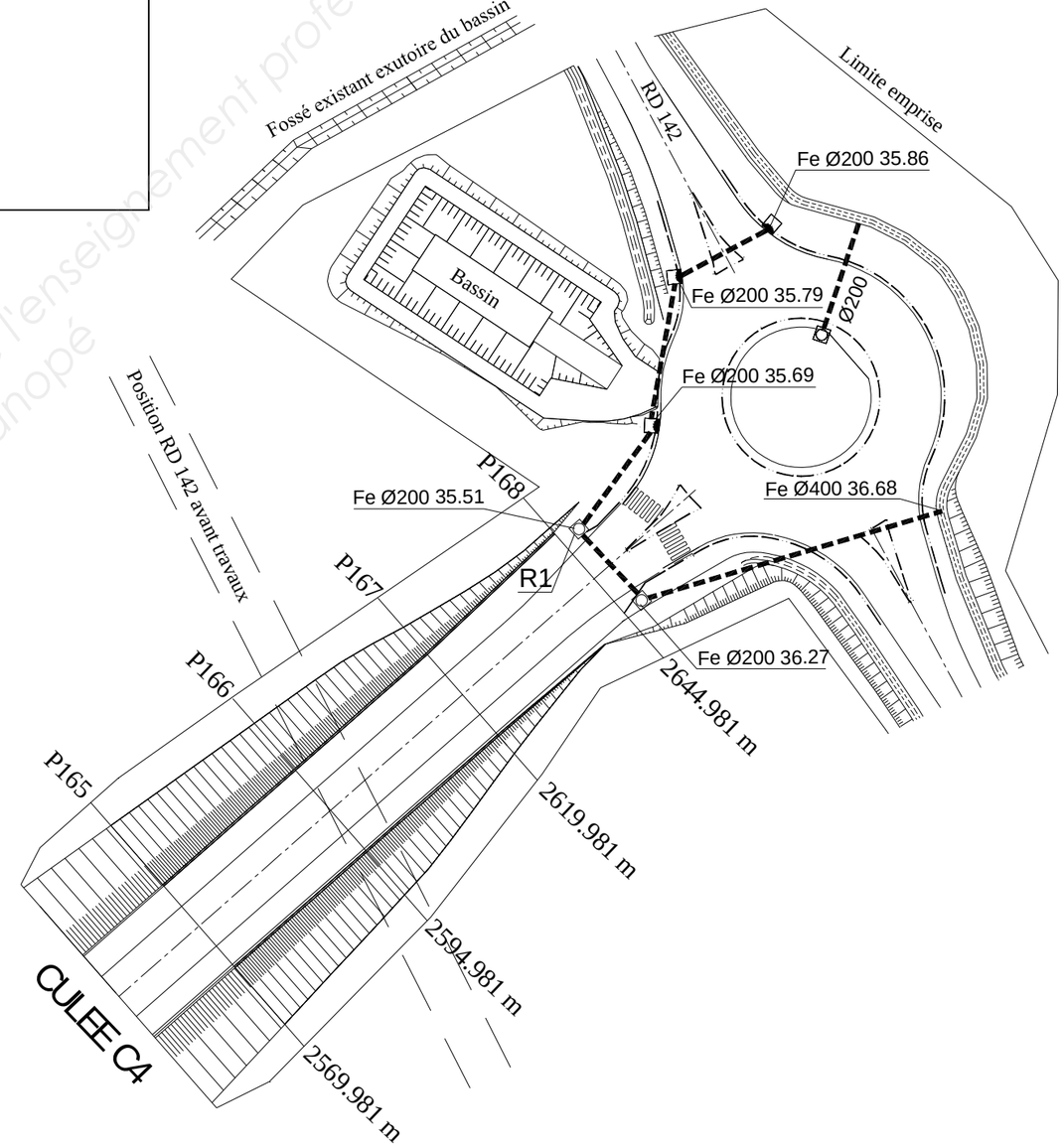
▬ · · ▬ · · : bordures T2 + CS2 ou I2 (centre du giratoire et les trois plots d'entrée sur le giratoire).

Profil en long chaussée entre culée C4 et giratoire (sans échelle)



Cotes TN	33.76 (I65)	34.24 (I66)	35.21	35.57 (I67)	37.26 (I68)	38.00 (I69)
Distances partielles	16.36	25	25		25	19.21
Distances cumulées	2569.98	2594.98	2613.13	2619.98	2644.98	2664.20
Cotes Projet (40,180)				37.83	37.41	37.52
Déclivités	L=59,67 P=3.59%			R=1000 L=50.90		
Alignements et courbes	L=110,570					
Dévers gauche	2.50	2.50	2.50		1.59	2.50
Dévers droit	-2.50	-2.50	-2.50		-1.75	-1.05

Vue en plan remblai d'accès et giratoire (sans échelle)



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

Document réponse DR 4

RISQUES ENVIRONNEMENTAUX PARTICULIERS					
Description	***Risques prévisibles***	Pour rivières et sols	Pour la faune et la flore	Pour l'air et l'environnement	***Moyens de prévention***
Circulation d'engins sur le chantier	Dépassement des limites des pistes avec atteinte à l'espace naturel.	×	×		- Interdiction d'emprunter d'autres accès que les pistes et plates-formes prévues. - Distribution d'un plan d'accès au chantier.
Nettoyage des engins de bétonnage					
Stockage des polluants sur le lieu d'utilisation *(huile de décoffrage, produit de scellement)*					
Gestion des déchets					

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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

TRAVAUX PUBLICS

E4 : Étude Technique et Économique

Unité U41 – Études de Conception et

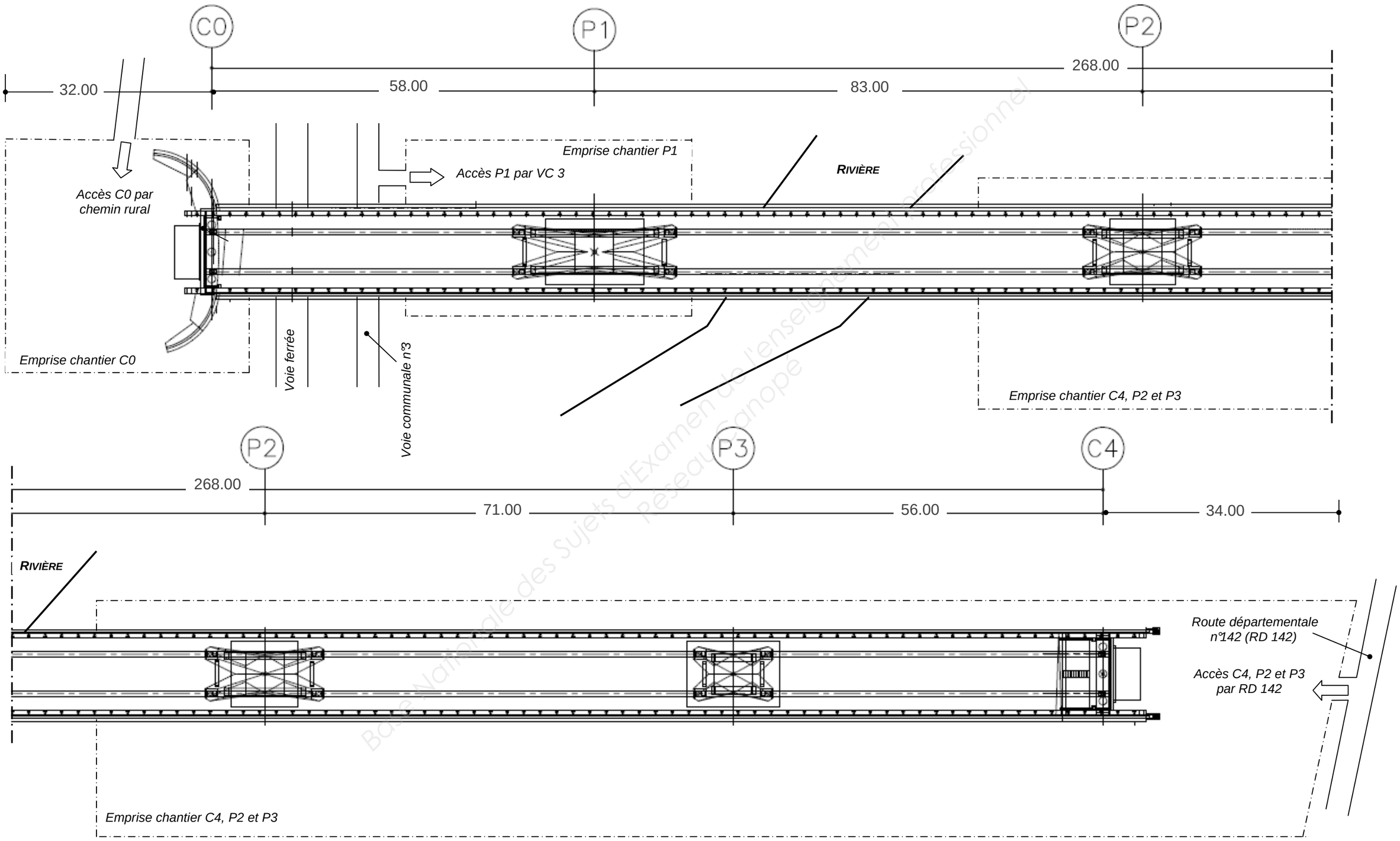
Réalisation en Maîtrise d'Œuvre

DOCUMENTS TECHNIQUES

DT 1 - Vue en plan et accès chantier page 13/20
DT 2 - Extraits du dossier architectural page 14/20
DT 3 - Note de calcul pour chaque poutre PRS page 15/20
DT 4 - Sondages destructifs page 15/20
DT 5 - Précontrainte des bracons longitudinaux de la pile P1 page 16/20
DT 6 - Extraits du CCTP page 17/20
DT 7 - Culée C4 page 18/20
DT 8 - Différents cas possibles de PST page 19/20
DT 9 - Conditions d'utilisation des matériaux en couche de forme page 19/20
DT 10 - Extraits de la fiche 3 du catalogue des structures types de chaussées neuves : EME2/EME2 (VRNS) page 20/20

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

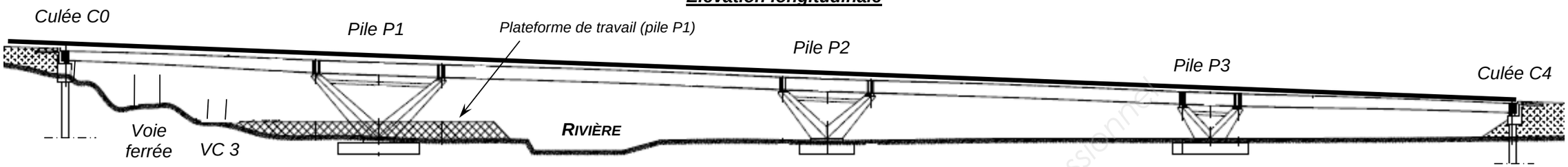
Document technique DT 1 - Vue en plan et accès chantier



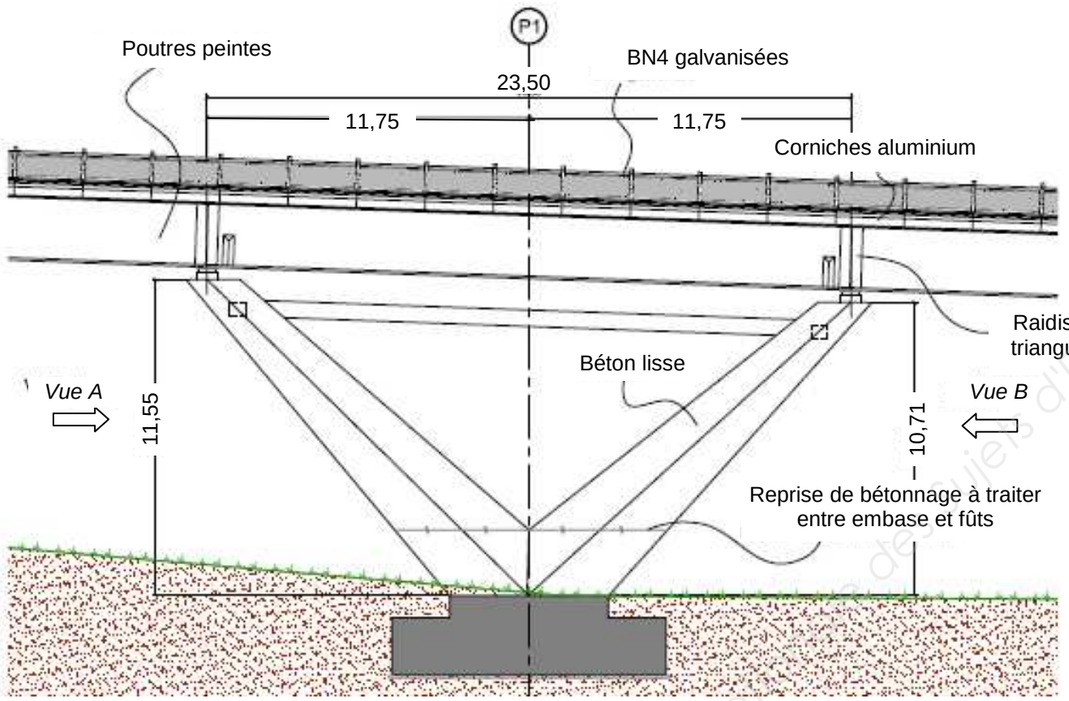
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Document technique DT 2 - Extraits du dossier architectural

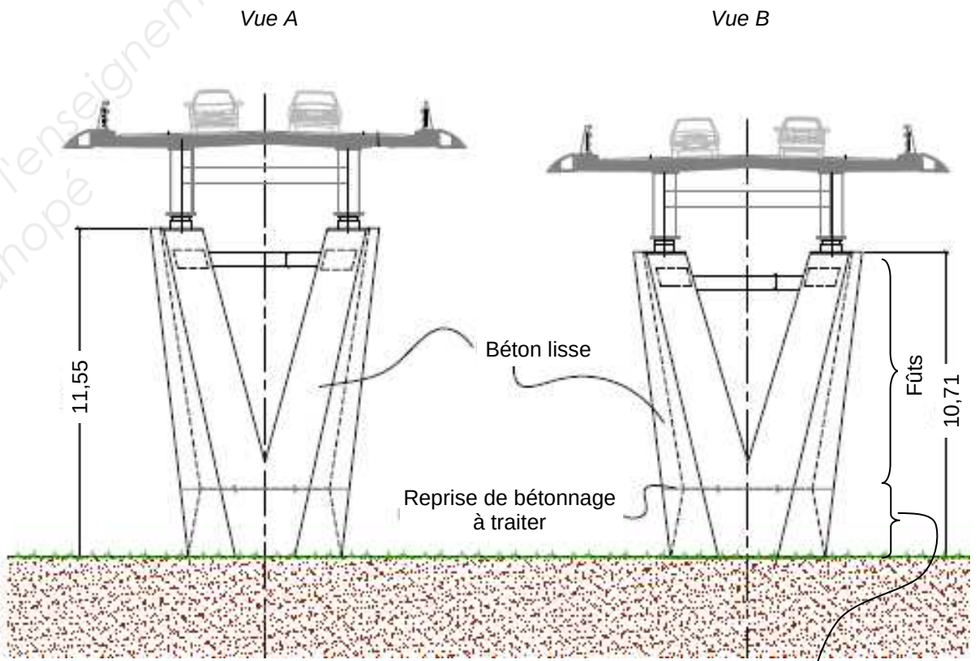
Élévation longitudinale



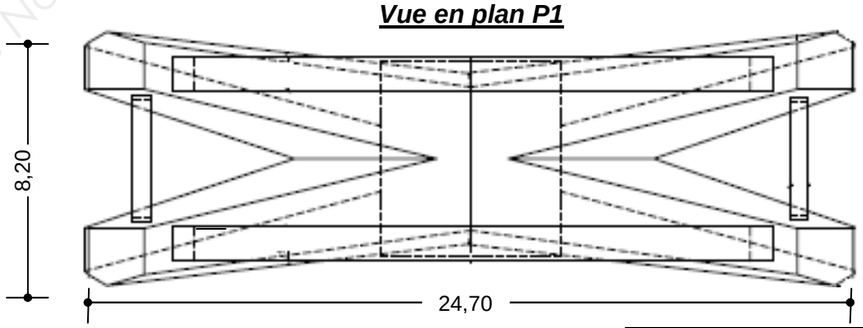
Élévation architecturale sur la pile P1



Vues transversales sur P1



Vue en plan P1



Base Nationale des sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Document technique DT 3 - Note de calcul pour chaque poutre PRS

Matériau

Nom du matériau = Acier
Module d'Young = 210000 MPa
Masse volumique = 7850 kg/m^3
Limite élastique f_y = 355 MPa

Cas de charge

Charge linéairement répartie des nœuds 1 à 8 : 20 kN/m.

Nœuds (m)

Nœud 1 : x = 0,000
Nœud 2 : x = 46,250
Nœud 3 : x = 69,750
Nœud 4 : x = 132,750
Nœud 5 : x = 149,250
Nœud 6 : x = 206,725
Nœud 7 : x = 217,275
Nœud 8 : x = 268,000

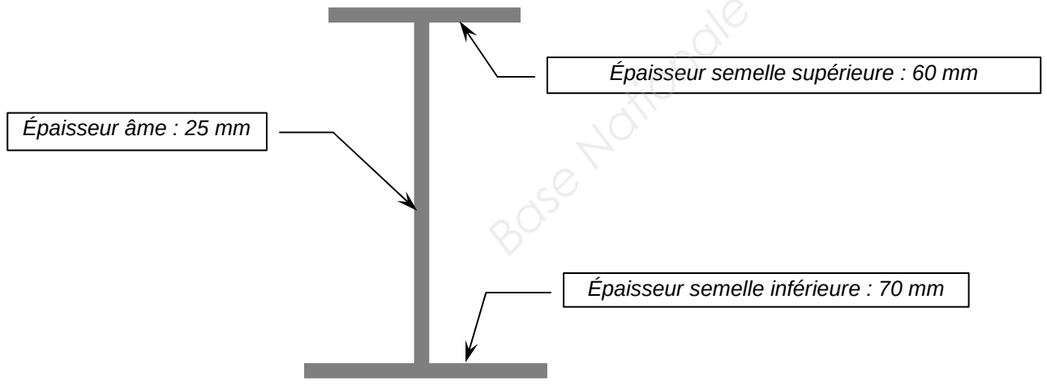
Section droite

I à ailes inégales :
H = 2400 mm, semelles = 900 et 1050 mm.
Aire = 1850,00 cm^2
Moment quadratique : I_z = 19592187 cm^4
Fibre supérieure : v_y = 1266 mm
Fibre inférieure : v_y = 1134 mm

Résultats

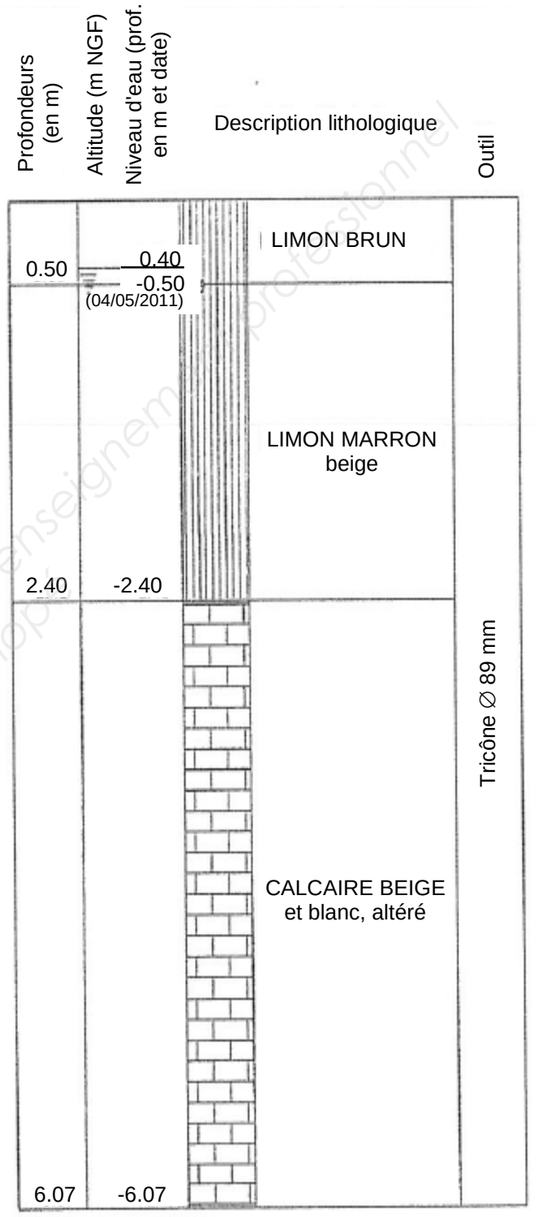
	Actions de liaison (kN)	Moments fléchissant (kN.m)
Nœud 1	Fy = 394,55	Mfz = 0,00
Nœud 2	Fy = 679,73	Mfz = - 3142,46
Nœud 3	Fy = 944,58	Mfz = - 5156,88
Nœud 4	Fy = 892,57	Mfz = - 5541,57
Nœud 5	Fy = 632,66	Mfz = - 4032,90
Nœud 6	Fy = 694,45	Mfz = - 4932,67
Nœud 7	Fy = 711,75	Mfz = - 4947,97
Nœud 8	Fy = 409,71	Mfz = 0,00

Section transversale

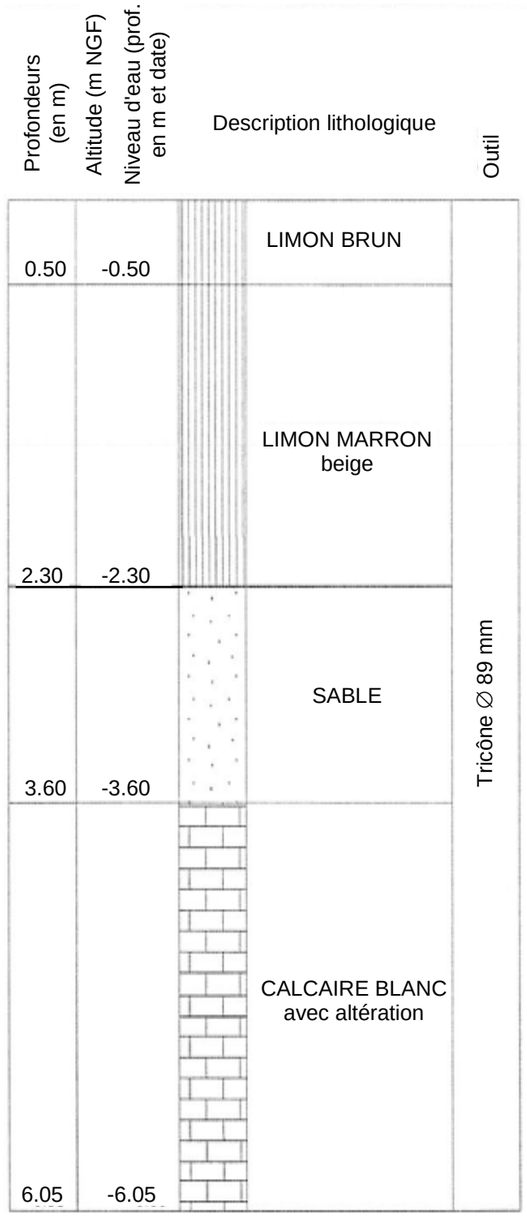


Document technique DT 4 - Sondages destructifs

Piles P1



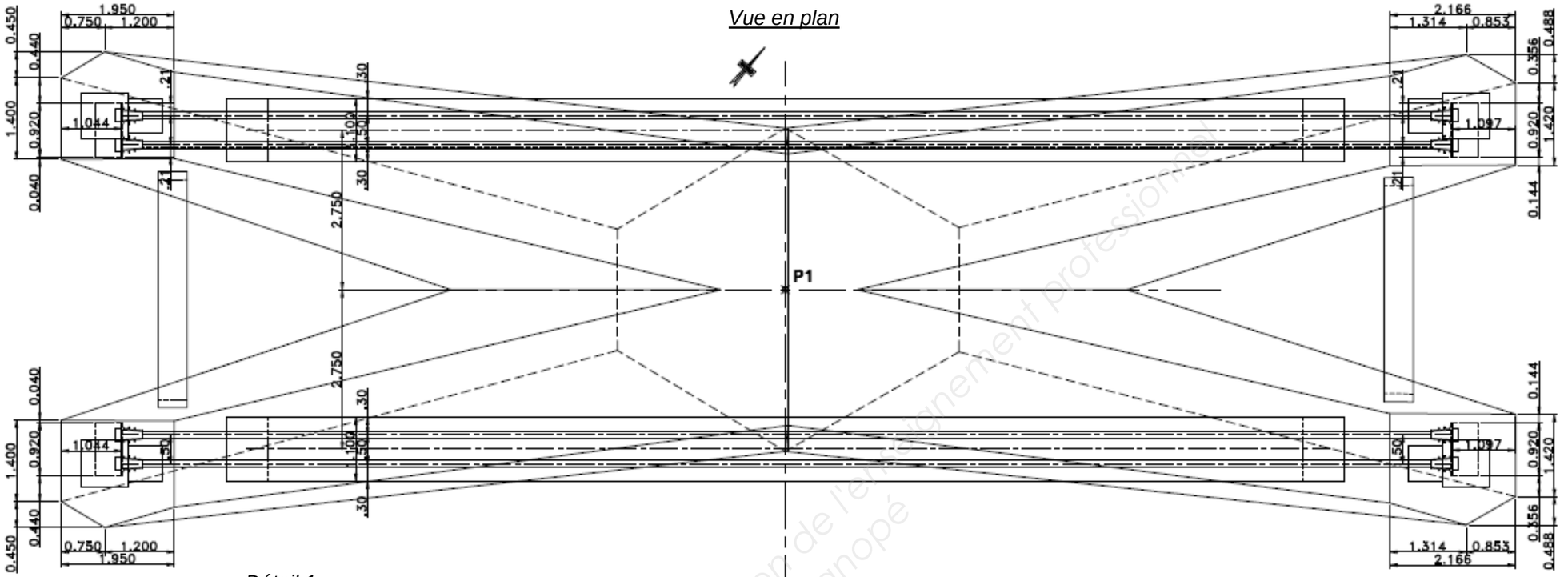
Pile P2



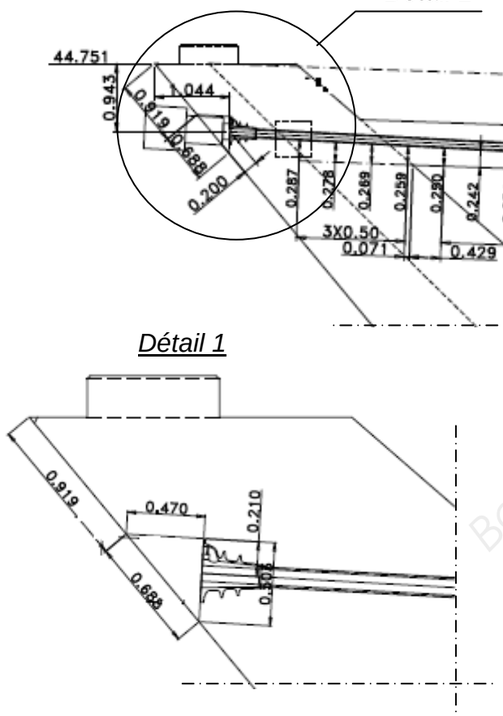
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Document technique DT 5 - Précontrainte des bracons longitudinaux de la pile P1

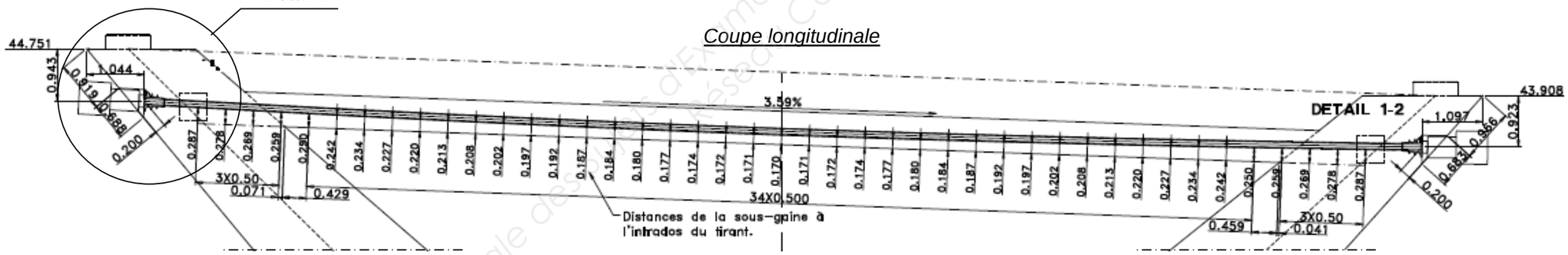
Vue en plan



Détail 1



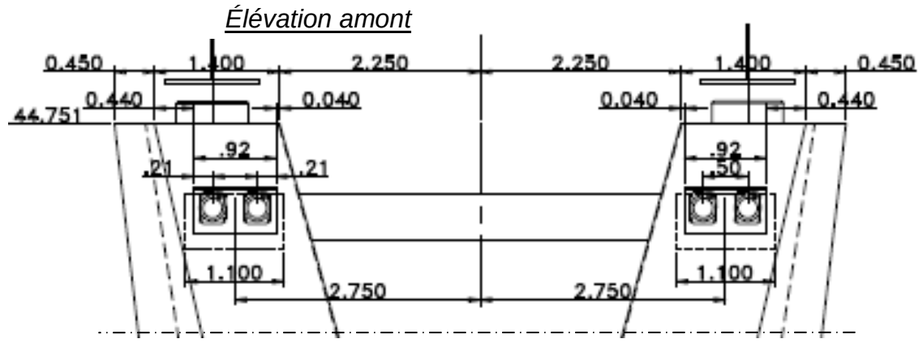
Coupe longitudinale



Acier des torons

- Contrainte limite : 1675 MPa
- Diamètre nominal : 15,7 mm
- Section d'un toron : 150 mm²
- Module d'élasticité : 190 000 MPa

Élévation amont



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

4.7. FONDATIONS PAR PIEUX FORÉS TUBES PROVISOIRES

4.7.1. Dispositions constructives

Les pieux sont réalisés à partir d'un forage dont les parois sont maintenues par un tubage provisoire. Ils sont remplis de béton et armés.

4.7.2. Implantation

L'implantation des pieux est donnée sur les plans joints au CCTP et sur les plans d'exécution approuvés.

4.7.3. Mise en œuvre

4.7.3.1. Forage

Les engins de forage doivent avoir une capacité de forage supérieure de 10,00 m à la profondeur des pieux.

4.7.3.2. Armatures

Les armatures sont préfabriquées en cages. Des dispositifs de calage sont prévus sous forme d'écarteurs rigides fixés sur les armatures longitudinales.

4.7.3.3. Tubes d'auscultation

Les tubes d'auscultation sont fixés à la cage d'armatures par un dispositif empêchant tout déplacement et toute déformation pendant la descente de la cage puis pendant le bétonnage. En haut, ils dépassent de 0,50 m l'arase de bétonnage. En bas, les tubes de diamètres 50/60 mm descendent jusqu'en fond de pieu. Les tubes de diamètres 102/114 sont arrêtés à 0,50 m du fond de pieu.

4.7.3.4. Curage préalable

Aucun pieu ne pourra être bétonné avant curage du fond du forage. Cette opération consiste à nettoyer le fond de l'excavation pour assurer un bon contact "sol en place – béton" en pied de pieu par suppression de l'épaisseur de sol remanié et enlèvement des particules de sol qui se sont déposées après la fin du forage, notamment lors de la mise en place des cages d'armatures.

4.7.3.5. Bétonnage

Une courbe de bétonnage, donnant le volume de béton consommé avec un pas maximal de deux mètres est établie pour chaque pieu.

4.7.4. Essais et contrôles

En plus des constats d'exécution et des essais d'information menés suivant les stipulations de l'article 27 du fascicule 68 du CCTG, les essais suivants sont effectués.

4.7.4.1. Essais de contrôle sur les pieux définitifs

4.7.4.1.1 Auscultation sonique

Les pieux font l'objet d'un contrôle de conformité par auscultation sonique effectué par un laboratoire choisi par l'entrepreneur. Ce contrôle est exécuté conformément à la norme NF P 94-160-1, dès que l'âge du béton des pieux est supérieur à sept jours. Pendant ce contrôle, il est procédé à une vérification des longueurs de pieux et à une identification des zones à recéper. Il est d'autre part recherché toute anomalie du béton provoquant localement une augmentation du temps de trajet de l'onde supérieure à 20% accompagnée d'une chute de l'amplitude du signal d'au moins 80 % de l'amplitude maximale.
Si une anomalie est détectée, il est procédé à un carottage et à un examen du béton de la zone litigieuse. Si celle-ci est située à la pointe du pieu, au voisinage d'un tube ∅ 102/114 mm, le carottage est effectué à partir de ce tube. Dans le cas contraire, le carottage est effectué sur toute la hauteur du pieu située au dessus de l'anomalie.

4.7.4.1.2 Carottages des pointes de pieux

Le maitre d'ouvrage se réserve la possibilité de faire effectuer, au titre du contrôle extérieur, des carottages des pointes de pieux, afin de vérifier la qualité du contact en pointe entre le béton et le sol. Si l'examen de ces carottes met en valeur la présence de malfaçons (béton délavé, poches de boue ou de sédiments, desserrage ou remaniement du terrain, etc.), l'entrepreneur procède à ses frais à une injection des pointes de pieux défectueuses. Il soumet au préalable au visa du responsable du contrôle de conformité une procédure de réparation précisant :

- la composition du coulis d'injection,
- le mode opératoire des travaux,
- les contrôles d'efficacité de la réparation.

10. MESURES GÉNÉRALES DE PRÉSERVATION DES HABITATS ET DES ESPÈCES.

Toutes les opérations de chantier doivent impérativement éviter, ou à défaut limiter, les atteintes à la ripisylve (fougères en bord de rivière) et aux vieux arbres creux pour la préservation de la loutre d'Europe, du vison d'Europe, des oiseaux et des insectes. Un dispositif de protection physique des berges sera mis en place.

La prise en compte des micros-habitats (vieux tronc laissé en place) lors de la phase de travaux est importante pour la conservation de certaines espèces d'intérêt communautaire comme les insectes saproxylophages.

Des chiroptères (chauves-souris) sont présents de mai à octobre dans les arbres à proximité de la culée C0 et de la pile P1. Ces animaux sont sensibles aux nuisances sonores. Des dispositions particulières doivent être prévues lors de l'exécution des fondations.

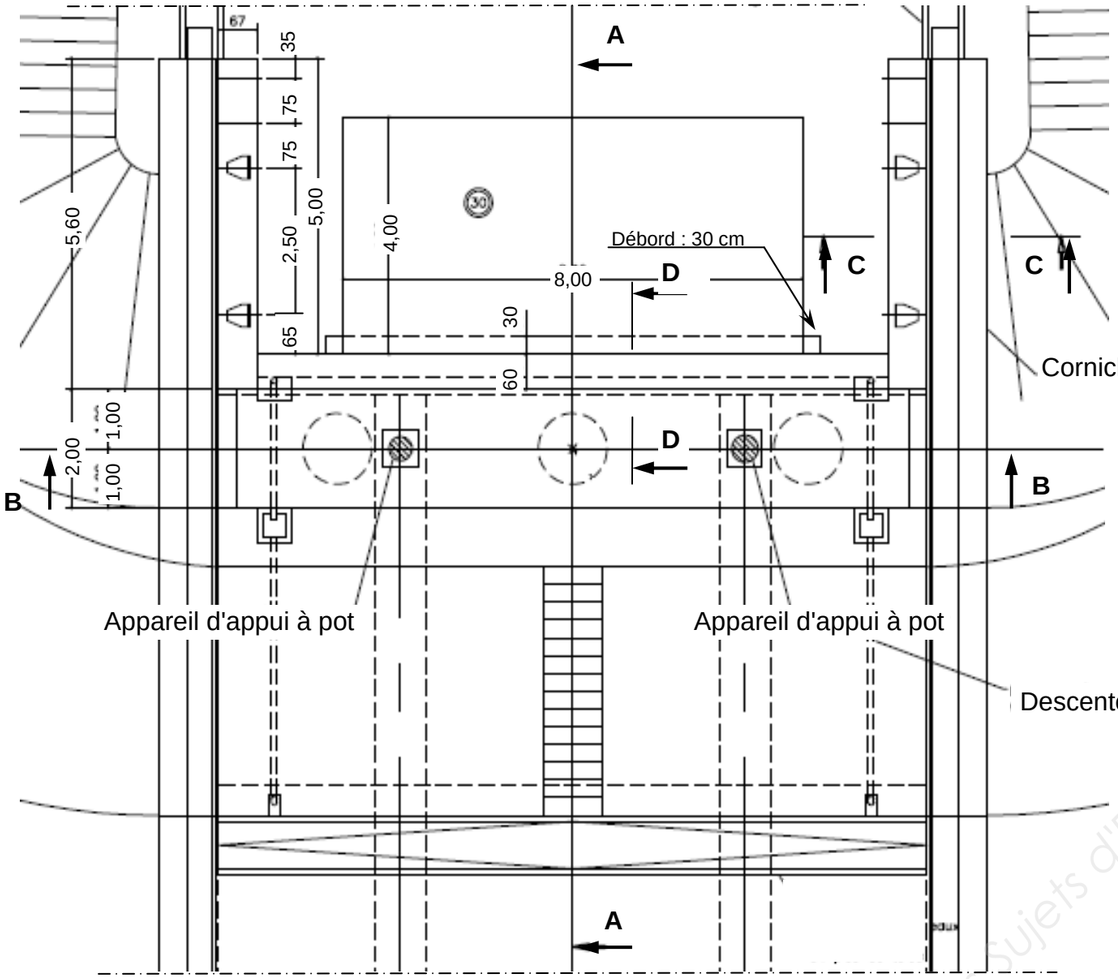
Aucune interruption momentanée des eaux dans la rivière ne sera réalisée.

La plante "origanum vulgare", habitat de l'espèce protégée de papillon *l'Azuré du Serpolet*, va disparaître du fait de l'emplacement de la pile P1. Des mesures doivent donc être proposées afin de sauver ce papillon.

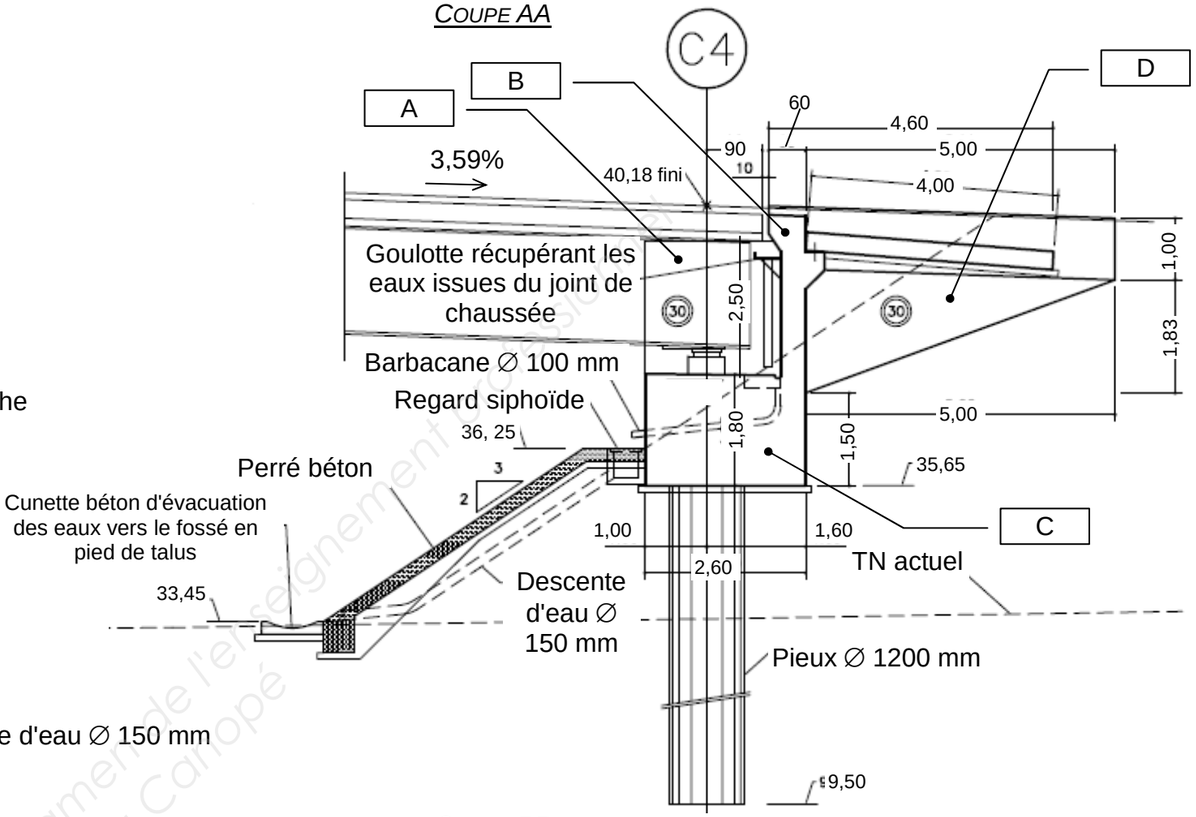
Les plates-formes et les pistes de travail pourront être bordées de merlons constitués des terres végétales extraites des zones d'emprises. Ces dispositions permettront de contrôler tout écart des engins de chantier par rapport aux zones préservées.
Les plates-formes de chantier et pistes de travail seront démolies à la fin des travaux et le site sera remis en état.

Document technique DT 7 - Culée C4

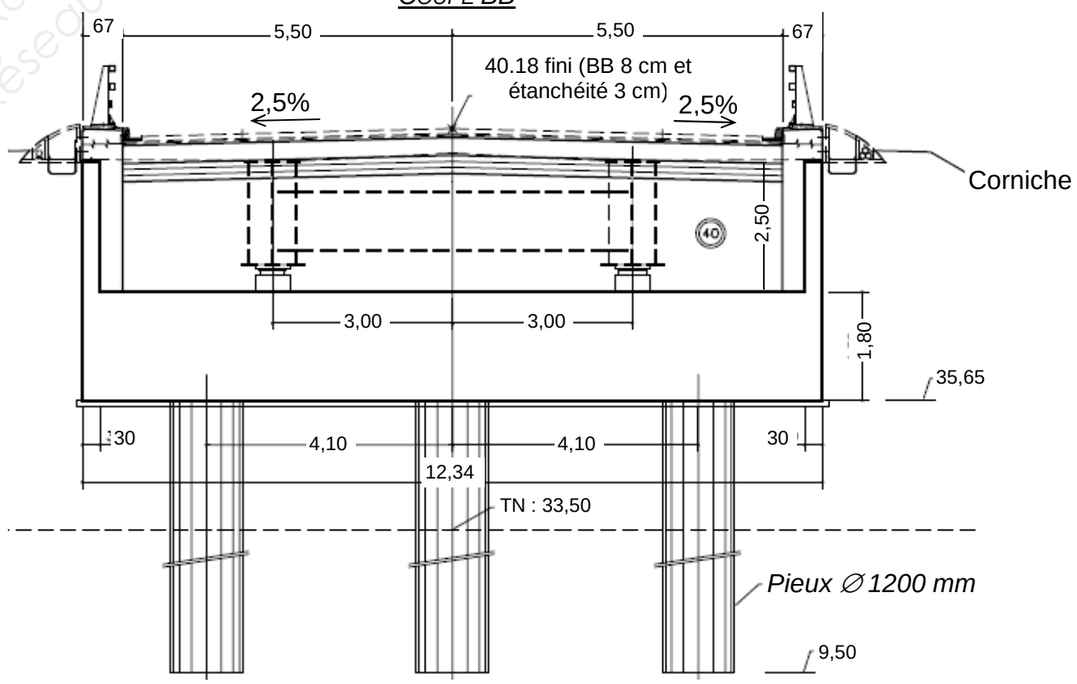
VUE EN PLAN



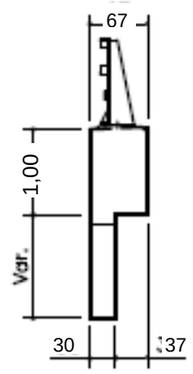
COUPE AA



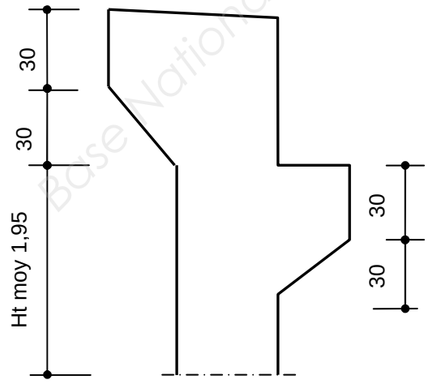
COUPE BB



COUPE CC

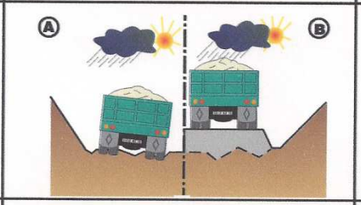
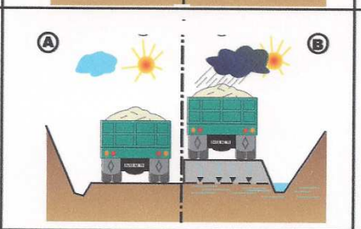
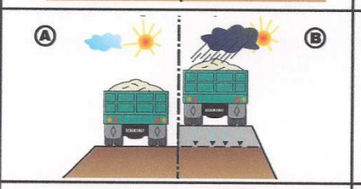
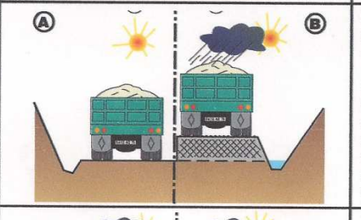
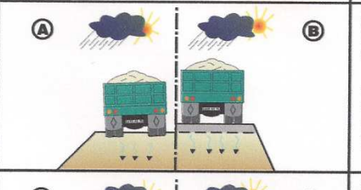


COUPE DD



Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement technologique
Réseau Canopé

DT 8 - Différents cas possibles de PST

Cas de P.S.T	Schéma	Description	Classe de l'arase	Commentaires
P.S.T. n°0		**Sols** A, B_2, B_4, B_5, B_6, C_1 se trouvant dans un état hydrique (th). **Contexte** Zones tourbeuses, marécageuses ou inondables. PST dont la portance risque d'être quasi nulle au moment de la réalisation de la chaussée ou au cours de la vie de l'ouvrage.	**AR0**	La solution de franchissement de ces zones doit être recherchée par une opération de terrassement (purge, substitution) et/ou de drainage (fossés profonds, rabattement de la nappe...) de manière à pouvoir reclasser le nouveau support obtenu au moins en classe AR1.
P.S.T. n°1		**Sols** Matériaux des classes A, B_2, B_4, B_5, B_6, C_1, R_{12}, R_{13}, R_{34} et certains matériaux C_2, R_{43} et R_{63} dans un état hydrique (h). **Contexte.** PST en matériaux sensibles de mauvaise portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme Ⓐ et sans possibilité d'amélioration à long terme Ⓑ.	**AR1**	Dans ce cas de PST, il convient : - soit de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0,5 m d'épaisseur par un traitement principalement à la chaux vive et selon une technique remblai. On est ramené au cas de PST 2, 3 ou 4 selon le contexte - soit d'exécuter une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau de forte épaisseur (en admettant une légère réduction si l'on intercale un géotextile anticontaminant à l'interface PST - couche de forme).
P.S.T. n°2		**Sols** Matériaux des classes A, B_2, B_4, B_5, B_6, C_1, R_{12}, R_{13}, R_{34} et certains matériaux C_2, R_{43} et R_{63} dans un état hydrique (m). **Contexte** PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme Ⓐ. Cette portance peut cependant chuter à long terme sous l'action des infiltrations des eaux pluviales et d'une remontée de la nappe Ⓑ.	**AR1**	Bien que les exigences requises à court terme pour la plate-forme support puissent être éventuellement obtenues au niveau de l'arase, il est cependant quasiment toujours nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme. Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante, on est ramené au cas de PST 3.
P.S.T. n°3		**Sols** Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2. **Contexte** PST en matériaux sensibles à l'eau, de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme Ⓐ mais pouvant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales Ⓑ.	**AR1** **AR2**	En l'absence de mesures de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase, même situation que celle décrite dans le cas PST 2 Classement en AR2 si des dispositions constructives de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase permettent d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration dans la PST.
P.S.T. n°4		**Sols** Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement. **Contexte** PST en matériaux sensibles à l'eau (en remblai ou rapportés en fond de déblai hors nappe) améliorés à la chaux ou aux liants hydrauliques selon une technique "remblai" et sur une épaisseur de 0,30 à 0,50 m. L'action du traitement est cependant durable.	**AR2**	La portance de l'arase peut être localement élevée mais la dispersion n'autorise pas un classement supérieur. La décision de réalisation d'une couche de forme sur cette PST dépend du projet et des valeurs de portance de l'arase mesurées à court terme (après prise du liant).
P.S.T. n°5		**Sols** B_1 et D_1 et certains matériaux rocheux de la classe R_{43}. **Contexte** PST en matériaux sableux fins insensibles à l'eau, hors nappe, posant des problèmes de traficabilité.	**AR2** **AR3**	La portance de l'arase de cette PST dépend beaucoup de la nature des matériaux. Classement en AR3 si le module EV2 de l'arase est supérieur à 120 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme sur cette PST ne s'impose que pour satisfaire les exigences de traficabilité.
P.S.T. n°6		**Sols** Matériaux des classes D_3, R_{11}, R_{21}, R_{22}, R_{32}, R_{23}, R_{41}, R_{42}, R_{66} ainsi que certains matériaux C_2, R_{23}, R_{43} et R_{63}. **Contexte** PST en matériaux graveleux ou rocheux insensibles à l'eau mais posant des problèmes de réglage et/ou de traficabilité.	**AR3** **AR4**	Classement en AR3 si EV2 ≥ 120 MPa et en AR4 si EV2 ≥ 200 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme ne s'impose que pour les exigences à court terme (nivellement et traficabilité) et peut donc se réduire à une couche de fin réglage.

Ⓐ Comportement de la PST à la mise en œuvre de la couche de forme
Ⓑ Situation pendant la "phase de construction" de la chaussée.

DT 9 - Conditions d'utilisation des matériaux en couche de forme

C_1B_{21}, C_2B_{21}, C_1B_{41}, C_2B_{41}, C_1B_{51}, C_2B_{51}

Classe de sol	Observations générales	Situation météo-rologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS	Epaisseur préconisée de la couche de forme e (en m.) et classe PF de la plate-forme support de chaussée				
						PST n° 1	PST n° 2	PST n° 3		PST n° 4
						AR 1	AR 1	AR 1	AR 2	AR 2
$C_1B_{21}th$ $C_1B_{41}th$ $C_1B_{51}th$ $C_2B_{21}th$ $C_2B_{41}th$ $C_2B_{51}th$	Les sols de ces classes sont constitués d'une fraction argileuse en faible quantité et d'une fraction granulaire grossière résistante aux sollicitations du trafic. Dans leur état naturel ils sont sensibles ou très sensibles à l'eau. Pour les utiliser en couche de forme deux techniques différentes peuvent être appliquées. a) Eliminer par tout moyen ad hoc (lavage, criblage, concassage) à la fois les gros éléments ne permettant pas un réglage correct de la plate-forme et la fraction o/d renfermant les éléments fins sensibles à l'eau. Il est également conseillé d'améliorer la stabilité du matériau ainsi corrigé en mettant en œuvre une couche de fin réglage de 1 à 5 cm d'épaisseur d'un matériaux sableux. b) Traiter ces matériaux avec des liants hydrauliques. Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où un malaxage homogène à l'aide de malaxeurs à outils animés (pulvi-mixers...) est réalisable dans des conditions économiques acceptables. Ceci suppose soit que l'on procède à l'élimination préalable des éléments grossiers interdisant le fonctionnement correct du malaxeur, soit que le malaxeur utilisé puisse absorber et fragmenter ces éléments grossiers.	++ + = ou -	toutes situations météoro-logiques	G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3	e = 0,8 ou (2) e = 0,65 PF2	e = 0,5 ou (2) e = 0,4 PF2	e = 0,4 ou (2) e = 0,3 PF2	e = 0,3 ou (2) e = 0,2 PF2	(3)
C_1B_{21} C_1B_{41} C_1B_{51} C_2B_{21} C_2B_{41} C_2B_{51} m et h		++ ou +	pluie même forte	G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3					
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3					
				Solution 2 : G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1	(1)	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF3	e = 0,35 PF3
$C_1B_{21}s$ $C_1B_{41}s$ $C_1B_{51}s$ $C_2B_{21}s$ $C_2B_{41}s$ $C_2B_{51}s$		++ ou +	pluie même forte	G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3	e = 0,8 ou (2) e = 0,65 PF2	e = 0,5 ou (2) e = 0,4 PF2	e = 0,4 ou (2) e = 0,3 PF2	e = 0,3 ou (2) e = 0,2 PF2	(3)
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3					
				Solution 2 : G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : Humidification pour changer l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 2 1 1	(1)	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF3	e = 0,35 PF3
$C_1B_{21}ts$ $C_1B_{41}ts$ $C_1B_{51}ts$ $C_2B_{21}ts$ $C_2B_{41}ts$ $C_2B_{51}ts$		++ + = ou -	toutes situations météoro-logiques	G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3	e = 0,8 ou (2) e = 0,65 PF2	e = 0,5 ou (2) e = 0,4 PF2	e = 0,4 ou (2) e = 0,3 PF2	e = 0,3 ou (2) e = 0,2 PF2	(3)

(1) Sur cette PST, la mise en oeuvre d'un matériau traité répondant à une qualité "couche de forme" n'est pas réalisable. Procéder d'abord à un traitement selon une technique "remblai" et se rapporter alors au cas de PST n°4 si l'effet du traitement est durable et aux cas PST n°2 ou 3 s'il ne l'est pas.
(2) Si intercalation d'un géotextile à l'interface PST-couche de forme.
(3) Dans le cas de la PST n°4, une couche de forme conduisant à une PF2 peut se limiter à une couche de protection superficielle de quelques centimètres d'épaisseur de ce matériau. Celle-ci peut même être inutile si l'on a prévu la possibilité d'éliminer par rabotage les 5 à 10 cm supérieurs de la PST. Elle peut également être remplacée par un enduit de cure gravillonné ou éventuellement clouté, appliqué directement sur l'arase terrassement.

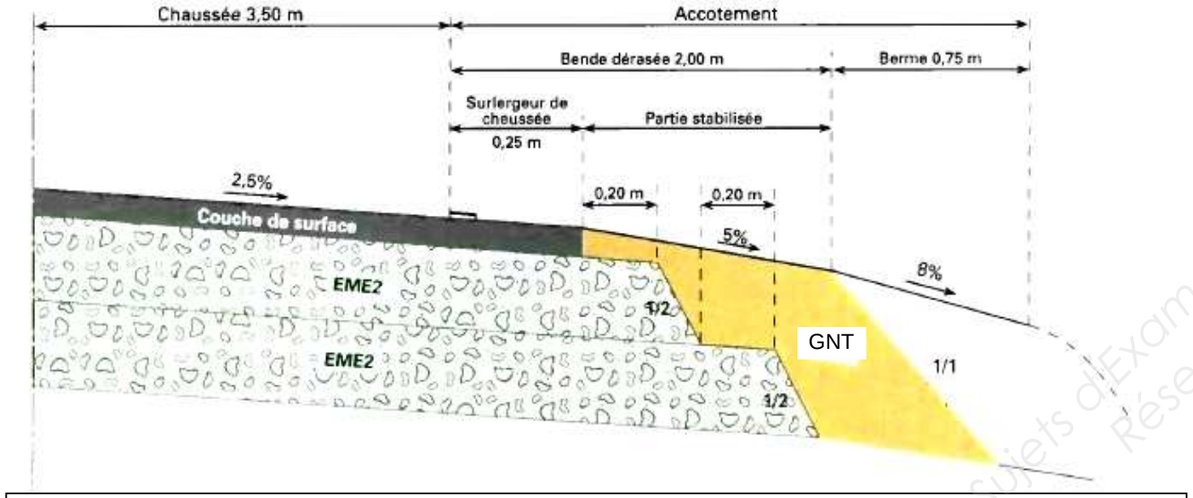
DT 10 - Extraits de la fiche 3 du catalogue des structures types de chaussées neuves : EME2/EME2 (VRNS)

Structure :

Couche de base : Enrobé à module élevé de classe 2 (EME2)
Couche de fondation : Enrobé à module élevé de classe 2 (EME2)

Coupe transversale :

- **Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :**



Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- **TCi_{20} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- **PF_i : classe de plate-forme**

Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

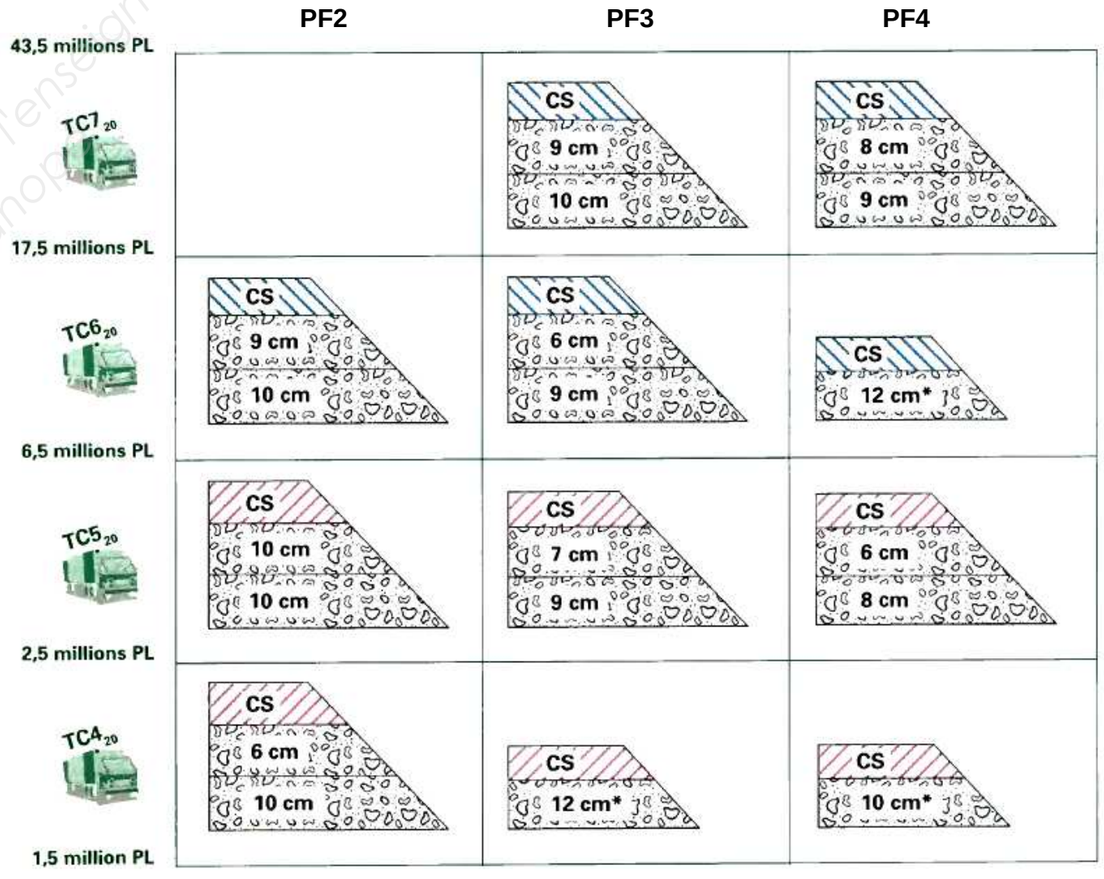
Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- **Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs couches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



(1) Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe).



Base Nationale des sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.