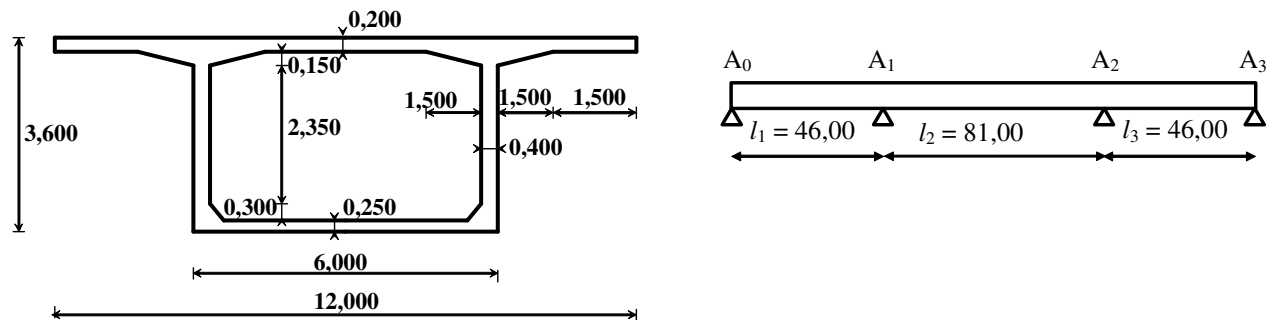


COMPOSITION DE BETON PRECONTRAIT

On étudie un pont construit par encorbellements successifs défini par les dessins suivants.



La section transversale a pour caractéristiques :

$$A_c = 6,96 \text{ m}^2 \quad I = 13,82 \text{ m}^4 \quad v = 1,484 \text{ m} \quad v' = 2,116 \text{ m}$$

Actions appliquées en exploitation

<u>permanentes</u>	pois propre	g (0,025 MN/m ³)
	superstructures	g' = 0,060 MN/m

variables

trafic : modèle LM1 de l'Eurocode 1-2, 2^{ème} classe de trafic, largeur de chaussée : 9,00 m.
 TS : 2 charges concentrées de 510 kN espacées de 1,20 m, UDL : charge uniformément répartie de 33,9 kN/m (valeurs caractéristiques).

gradient thermique : valeurs caractéristiques positive : 10°C – négative : – 6°C.

Combinaisons d'actions ELS

quasi permanente	$P_k + G + 0,5\Delta\theta$	
fréquentes	$P_k + G + (0,75\text{TS} + 0,4\text{UDL}) + 0,5\Delta\theta$ ou	$P + G + 0,6\Delta\theta$
caractéristiques	$P_k + G + (\text{TS} + \text{UDL}) + 0,6\Delta\theta$ ou	$P + G + \Delta\theta$

Combinaison d'actions ELU $P_m + 1,35G + 1,35(\text{TS} + \text{UDL})$

Matériaux

béton C40/50
 $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$ $f_{ctm} = 3,5 \text{ MPa}$ $E_{cm} = 35 \text{ GPa}$
 Coefficient de dilatation thermique : $k_{th} = 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

précontrainte

Précontrainte de fléau et câbles éclisses :

câbles 12 T 15s, $A_p = 1800 \text{ mm}^2$, ϕ_g (diamètre de gaine) = 80 mm
 force utile probable, pour un câble, toutes pertes effectuées ($P_{m,\infty}$) : 2,00 MN en service. Les câbles éclisses des travées de rives sont mis en tension avant le clavage central, ils ne produisent ainsi pas de moment hyperstatique.

Précontrainte extérieure :

câbles 19 T 15s, diamètre de gaine = 120 mm, force utile probable ($P_{m,\infty}$) : 3,2 MN pour un câble.

Pour les justifications aux états-limites de service, la précontrainte intervient avec ses valeurs caractéristiques calculées avec $r_{sup} = 1,10$ et

$$r_{inf} = 0,90$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

aciers passifs

Question 1 – Sollicitations

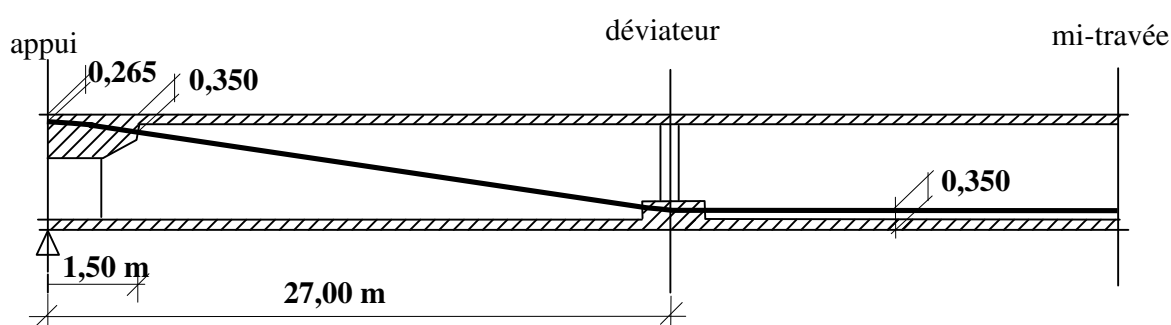
L'effet des différentes actions (sauf la précontrainte) est le suivant :

Action	Réaction d'appui sur A ₀ et A ₃ (MN)	Moment sur appui A ₁ (MNm)	Moment en milieu de travée 2 (MNm)
Poids propre et superstructures	1,59		
Redistributions par fluage	0,35		
Gradient thermique 10°C	0,33		
TS M_{Max}		1,16	13,16
TS M_{min}		-8,16	-1,24
UDL M_{Max}		1,15	14,36
UDL M_{min}		-17,06	-2,46

Déterminer les valeurs de moments manquantes en justifiant les valeurs adoptées. Compléter le tableau donné en annexe, qui sera joint à la copie.

Question 2 – Étude de la précontrainte extérieure

Les câbles extérieurs règnent sur toute la longueur du tablier, de l'appui A₀ à l'appui A₃. Leur tracé est schématiquement le suivant dans la travée centrale :



Dans chaque travée de rive, il y a un déviateur placé à 27 m de la pile (le tracé est donc symétrique par rapport à l'axe d'appui entre la pile et le déviateur), les câbles sont ancrés à l'about avec une excentricité nulle.

Il y a un nombre entier de paires de câbles extérieurs. Déterminer le moment hyperstatique de précontrainte d'une paire de câbles extérieurs. Le comparer au moment isostatique de ces câbles en milieu de travée centrale.

Question 3 – Étude de la précontrainte éclisse de travée centrale

Calculer le moment hyperstatique de précontrainte d'un câble éclisse de la travée centrale en fonction de son excentricité – supposée constante sur toute sa longueur – et de sa longueur l_e .

Question 4 – Précontrainte de fléau

La précontrainte de fléau est constituée de 16 paires de câbles 12 T15S.

Représenter, à l'échelle 1/20, une coupe transversale du gousset supérieur dans la section sur appui A₁ avec la disposition des câbles intérieurs et le principe de ferrailage transversal.

Calculer, sur la base de ce dessin, l'excentricité de la précontrainte de fléau dans cette section.

Question 5 – Détermination de la précontrainte de continuité

En considérant une longueur moyenne de 27 m pour les câbles éclisses, et une distance moyenne à la fibre inférieure égale à 0,16 m, déterminer la force minimale nécessaire pour que σ_c reste positive sous combinaisons fréquentes :

- en fibre inférieure de la section médiane de la travée centrale
- en fibre supérieure sur pile

On déterminera le nombre – pair – de câbles éclisses dans deux hypothèses

- hypothèse 1 : il y a une paire de câbles extérieurs
- hypothèse 2 : il y a deux paires de câbles extérieurs

Quelle solution paraît la plus avantageuse ? Justifiez votre réponse. On adoptera cette solution pour les questions suivantes.

Question 6 – Vérification des contraintes normales

Déterminer et représenter la distribution des contraintes normales sous combinaisons fréquentes et caractéristiques dans la section sur appui A_1 .

Question 6 – Effort tranchant

Calculer l'effort tranchant hyperstatique de précontrainte.

Calculer l'effort tranchant sous combinaison fréquente dans la section de travée centrale située à 3,60 m de A_2 .

Calculer la contrainte de cisaillement correspondante dans les âmes au niveau du centre de gravité de la section.

Question 7 – Etat-limite ultime

Déterminer la section d'acier passif éventuellement nécessaire en section médiane de la travée centrale pour assurer sa résistance en flexion à l'état-limite ultime.

On prendra $\gamma_c = 1,5$; $\alpha_{cc} = 1$; $\gamma_s = 1,15$; $f_{yk} = 500$ MPa

On adoptera, pour le béton, le diagramme de contraintes rectangulaire simplifié et, pour les armatures passives, les relations contraintes-déformations élastiques-plastiques sans limitation d'allongement

NOM :

Annexe : Tableau à compléter pour la réponse à la question 2 et à joindre à la copie

Action		Moment sur appui A ₁ (MNm)	Moment en milieu de travée 2 (MNm)
Poids propre et superstructures			
Redistributions par fluage			
Gradient thermique 10°C			
Gradient thermique - 6°C			
TS	M _{Max}	1,16	13,16
TS	M _{min}	-8,16	-1,24
UDL	M _{Max}	1,15	14,36
UDL	M _{min}	-17,06	-2,46
M _{g+g'} (avec ou sans fluage)	Maxi		
	mini	-174,43	17,48
Combi QP	M _{Max}	-150,74	41,17
	M _{min}		
Combi fréq	M _{Max}	-149,22	56,78
	M _{min}		
Combi carac	M _{Max}		
	M _{min}	-205,12	8,31