



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 en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
TRAVAUX PUBLICS

Étude Technique et Économique

**Épreuve : Études de Conception et Réalisation en
Maîtrise d'Œuvre**

SESSION 2018

Durée: 6 heures

Coefficient : 3

Matériel autorisé :

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Tout autre matériel est interdit.

- dossier de présentation et le questionnaire :	pages 2/19 à 9/19
- documents techniques : DT1 à DT5 :	pages 10/19 à 14/19
- documents réponses : DR1 à DR5 :	pages 15/19 à 19/19

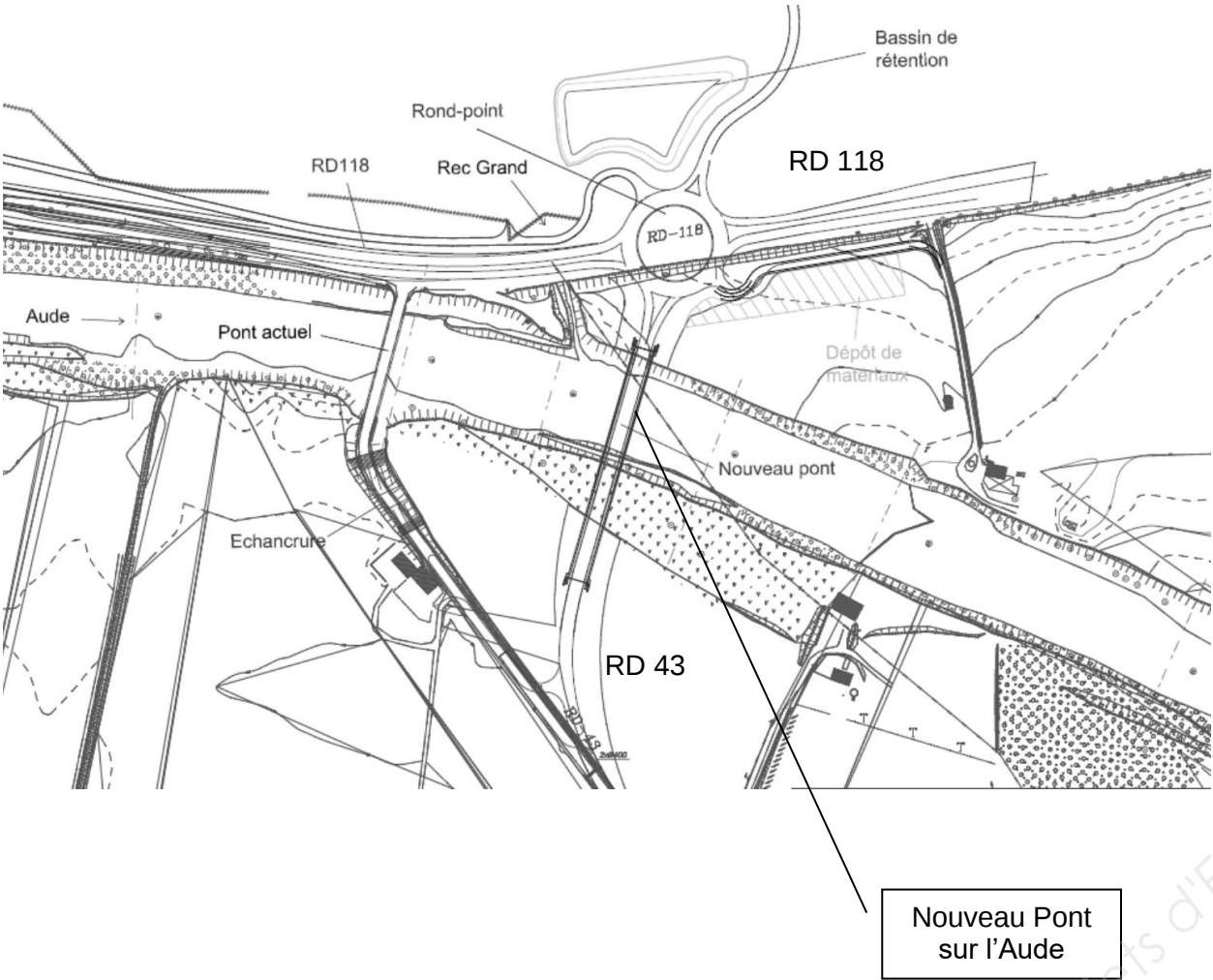
Documents à rendre avec la copie :

- DR1 : réponses pour l'étude 1	page 15/19
- DR2 : réponses pour l'étude 1	page 16/19
- DR3 : réponses pour l'étude 2	page 17/19
- DR4 : réponses pour l'étude 2	page 18/19
- DR5 : réponses pour l'étude 3	page 19/19

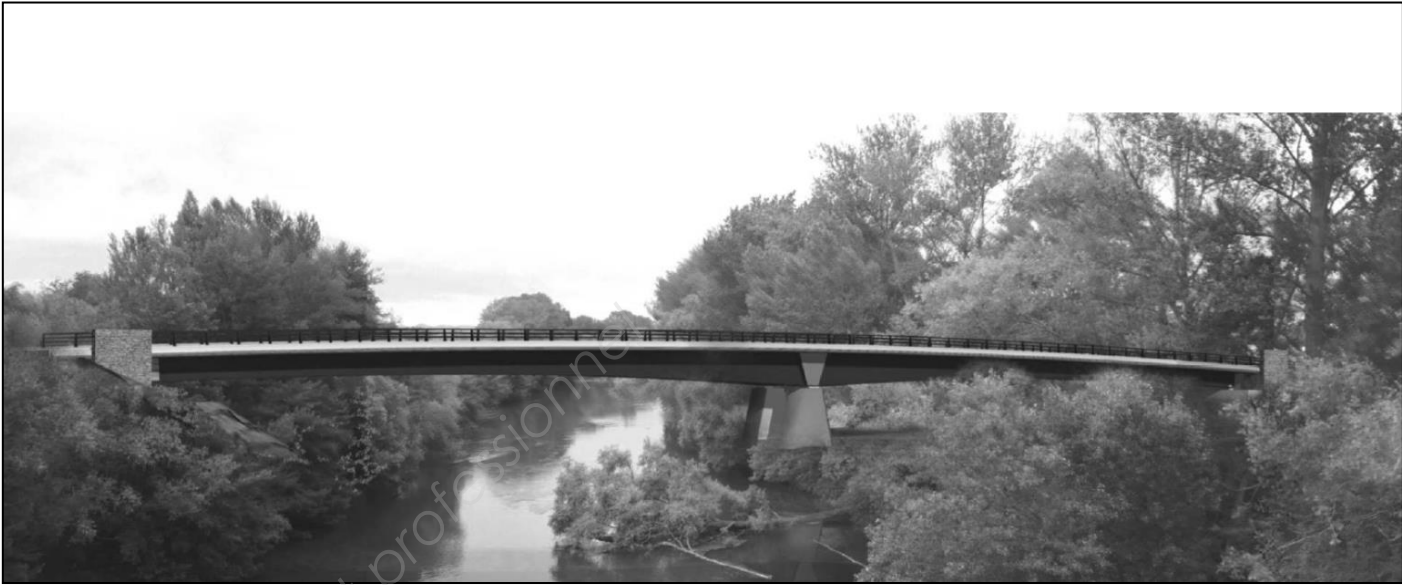
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 19 pages, numérotées de 1/19 à 19/19.

FRANCHISSEMENT DE L'AUDE

Le Conseil Général de l'Aude envisage la création d'un nouvel ouvrage de franchissement de l'Aude par la RD 43, l'ouvrage actuel apparaissant aujourd'hui inadapté sur le plan routier.



- Le projet comprend plus précisément:
- un pont sur l'Aude présentant les caractéristiques suivantes :
 - deux travées de 64 m et 59 m,
 - deux culées et une pile,
 - un tablier de 12,25 m de largeur supportant une chaussée de 7,50 m.
 - des rampes d'accès au pont en remblai,
 - un rond-point en rive gauche de l'Aude pour le raccordement entre le pont (RD 43) et la RD 118,
 - des ouvrages de collecte des eaux pluviales,
 - un bassin de rétention/décantation en rive gauche à l'ouest de la RD 118.



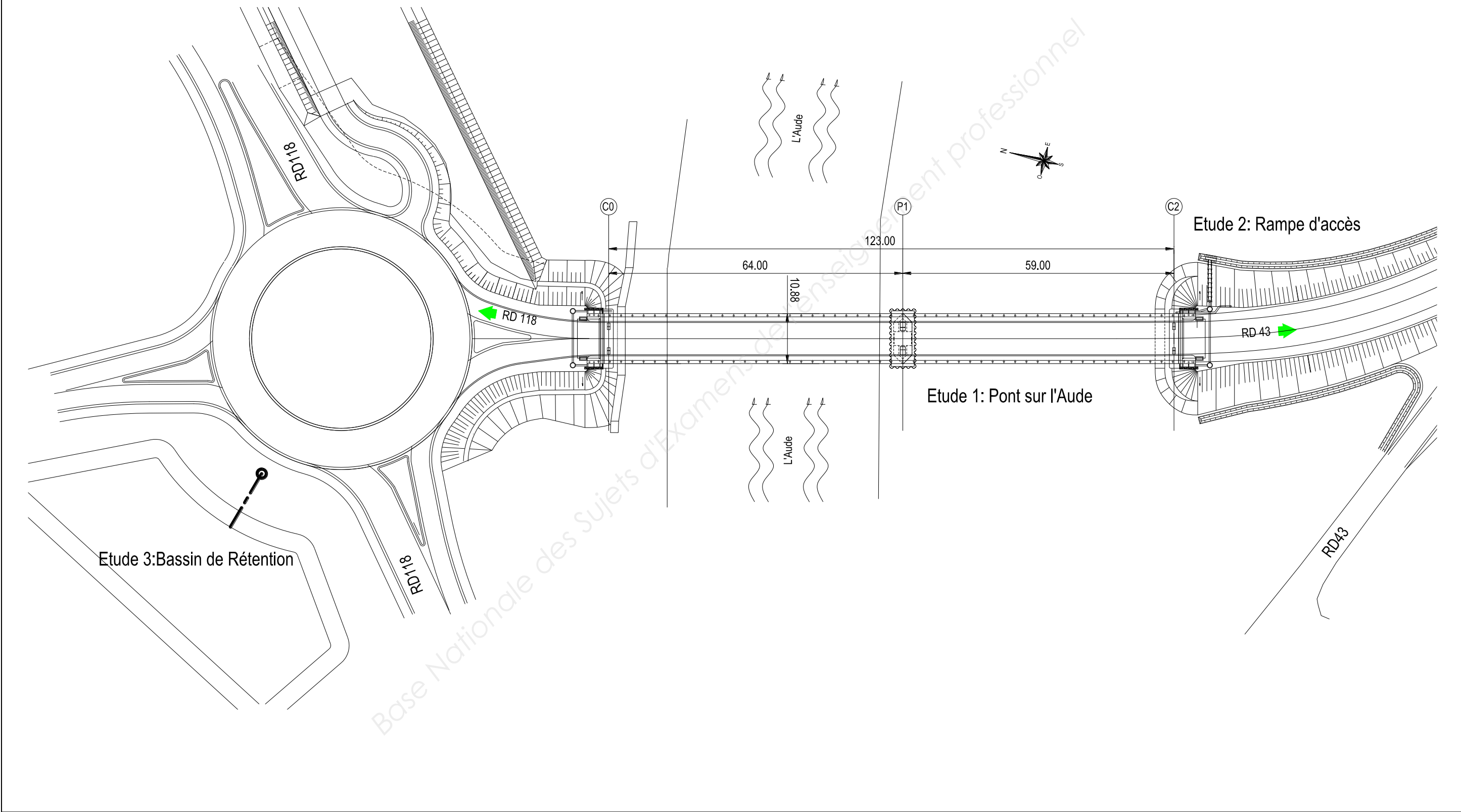
Insertion paysagère du nouveau pont sur l'Aude

Objectif de votre étude

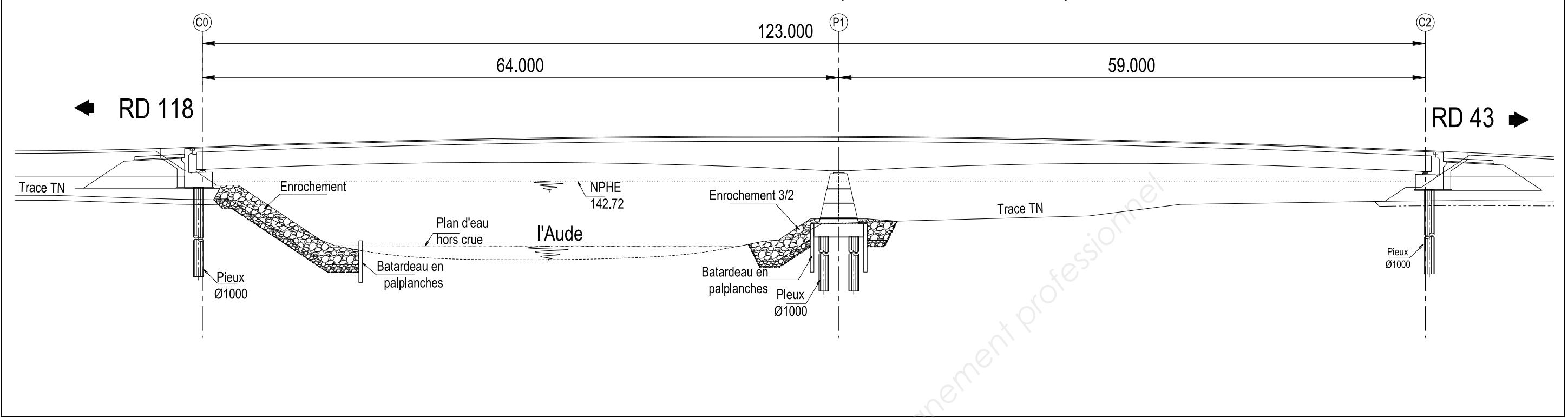
Vous travaillez en maîtrise d'œuvre pour le compte du Conseil Général de l'Aude et l'objectif de votre travail est de préparer et réaliser la consultation des entreprises.

Études	Compétences détaillées	Barème
1 : Étude de l'ouvrage de franchissement sur l'Aude	<i>Dimensionner tout ou partie d'un ouvrage</i> <i>Proposer ou Adapter des Solutions Techniques</i> <i>Compléter ou réaliser des documents graphiques exploitables</i> <i>Définir et/ou Intégrer des méthodes de construction</i> <i>Rédiger et/ou adapter des articles d'un DCE</i> Constituer le dossier de consultation <i>Quantifier tout ou partie d'un ouvrage</i> <i>Établir un calendrier</i>	100 points
2 : Étude des rampes d'accès à l'ouvrage	<i>Proposer ou Adapter des Solutions Techniques</i> <i>Définir et/ou Intégrer des méthodes de construction</i> <i>Compléter ou réaliser des documents graphiques exploitables</i> <i>Rédiger et/ou adapter des articles d'un DCE</i> Constituer le dossier de consultation	60 points
3 : Étude de l'assainissement et du bassin de rétention	<i>Dimensionner tout ou partie d'un ouvrage</i> <i>Indiquer, dans un document, les contraintes d'exploitation sous chantier</i> <i>Compléter ou réaliser des documents graphiques exploitables</i>	40 points
		200 points

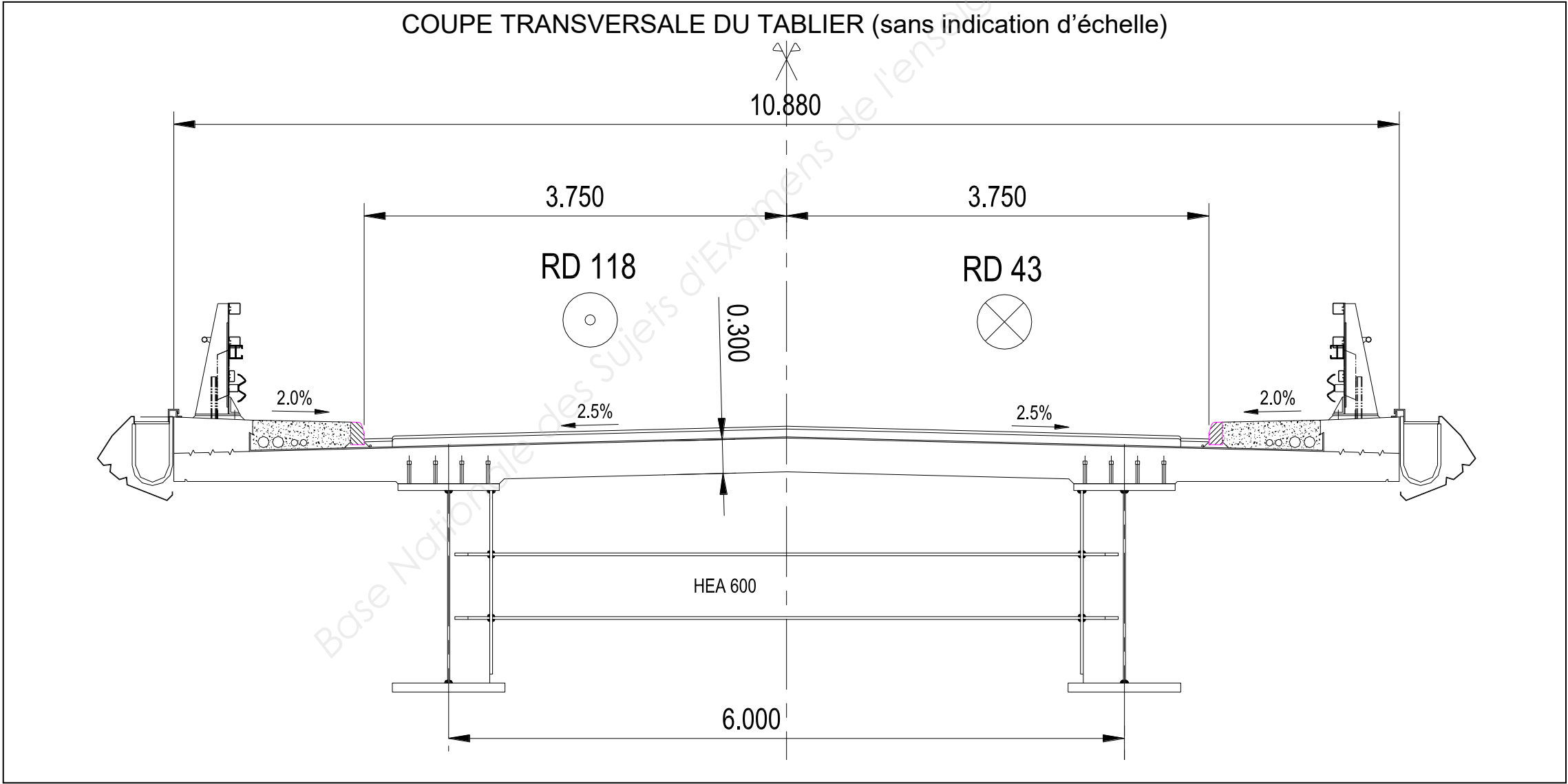
PLAN DES TRAVAUX (sans indication d'échelle)



COUPE LONGITUDINALE DU PONT (sans indication d'échelle)



COUPE TRANSVERSALE DU TABLIER (sans indication d'échelle)



ÉTUDE 1: ÉTUDE DU TABLIER DE L'OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT SUR L'AUDE

Le tablier de l'ouvrage de franchissement est constitué d'une charpente métallique en profilés reconstitués soudés (PRS) et d'un hourdis en béton armé.

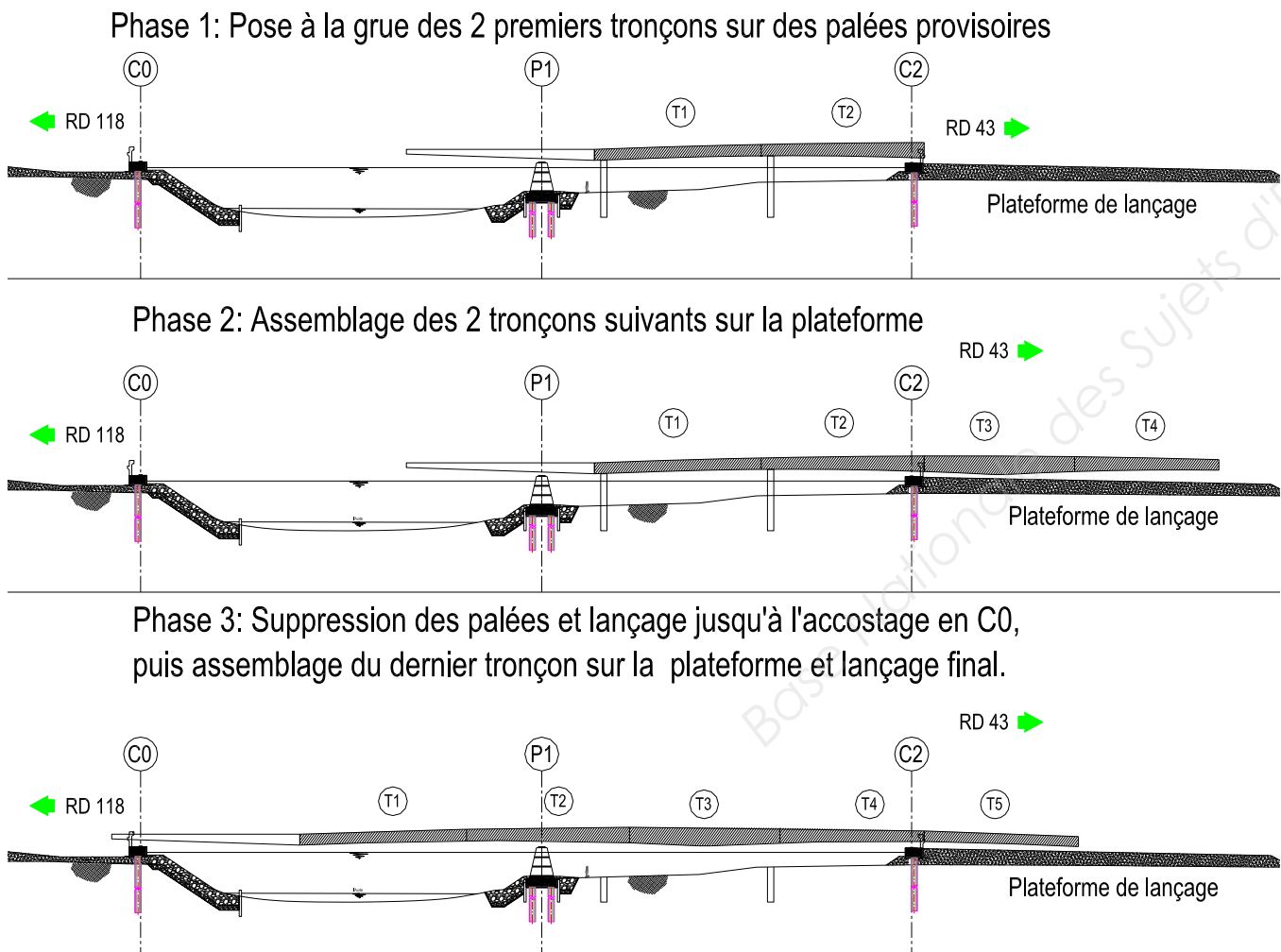
1.1 Étude de la mise en place de la charpente métallique

Mise en place de la charpente (Extrait du CCTP du DCE)

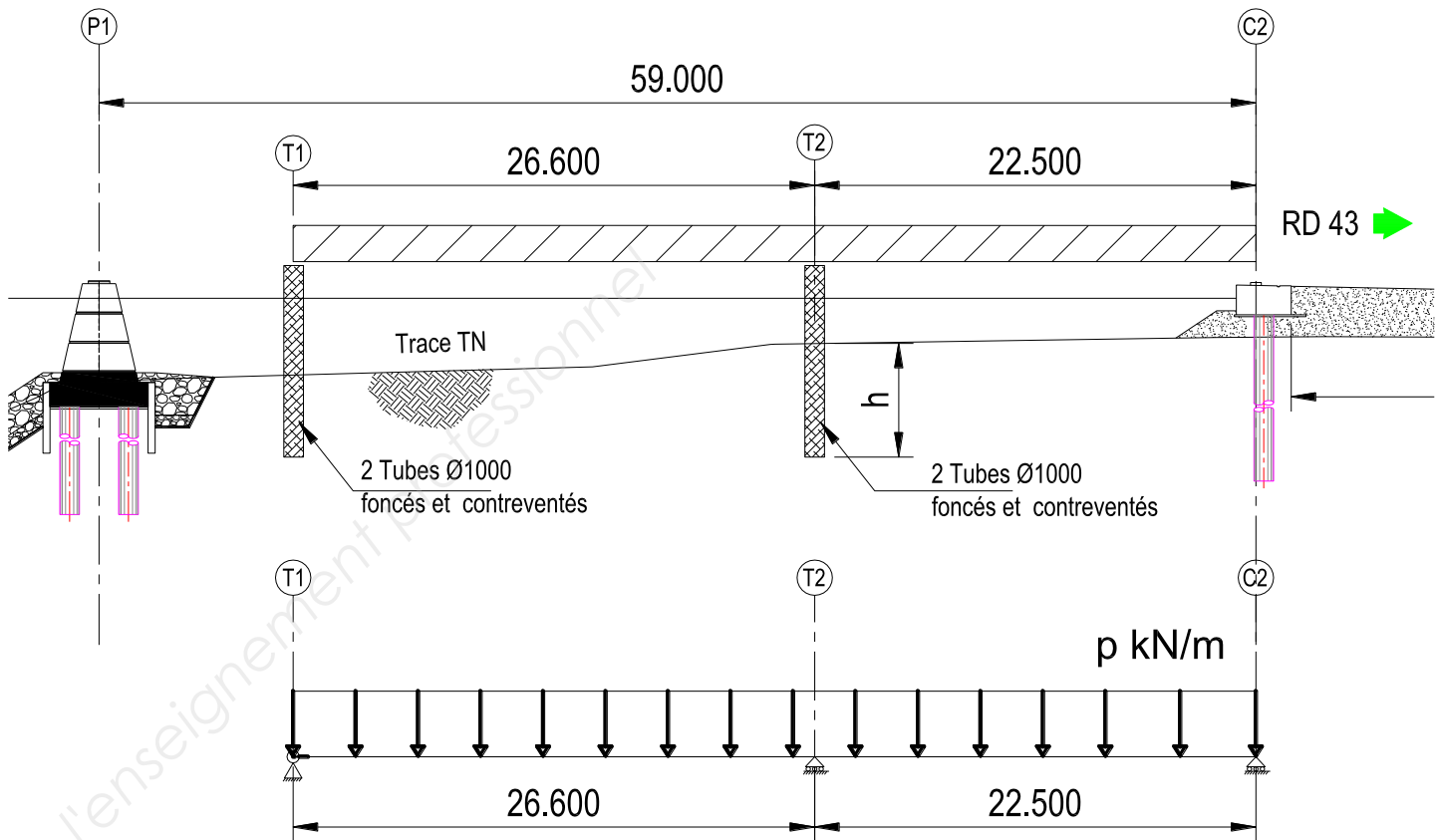
Le processus de mise en place proposé par le marché est constitué d'une phase de grutage puis d'une phase de lançage. Cette solution permet de respecter les points suivants :

- pas de déviation de la RD43 actuelle,
- pas d'intervention dans le lit mineur de l'Aude.

Le plan de phasage que vous proposez dans le DCE est le suivant :



Lors de la phase 1 le schéma mécanique du PRS étudié est défini ci-dessous.

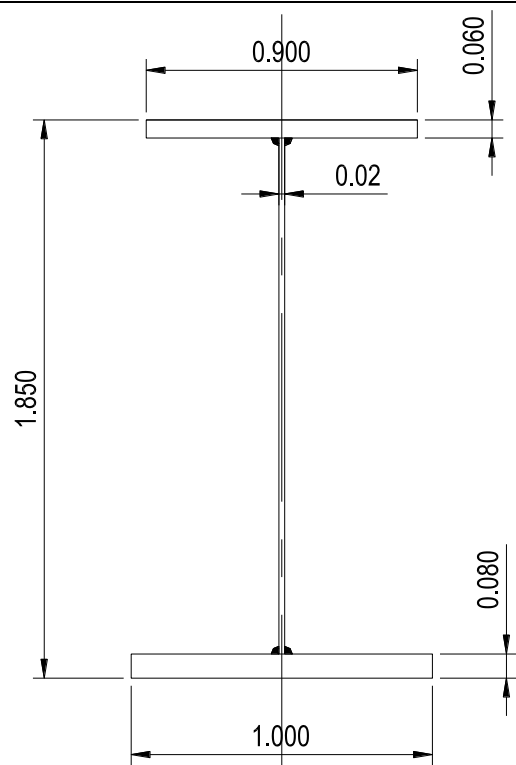


La section des PRS des 2 premiers tronçons est définie sur le schéma ci-contre et est considérée constante.

Le poids volumique de l'acier est de $78,5 \text{ kN/m}^3$

La charpente est constituée de 2 PRS.

Les palées provisoires sont constituées de 2 tubes de diamètre extérieur $\varnothing 1000$.



Question 1 : déterminer le poids linéique d'un PRS.

On prendra pour la suite une action linéique sur un PRS égale à $p_{ELU} = 20 \text{ kN/m}$, comprenant le poids du PRS, des entretoises et des contreventements.

Question 2 : déterminer le moment fléchissant dans un PRS M_{T2} au droit de l'appui T2 en appliquant le théorème des 3 moments. Vous disposez du document technique DT1.

Pour la question suivante, vous prendrez un moment au droit de l'appui T2 : $M_{T2} = -1538,28 \text{ kN.m}$

Question 3 : déterminer les actions des palées provisoires en T1 et en T2 sur un PRS.

Les palées provisoires sont réalisées avec des tubes creux de diamètre extérieur $\varnothing 1000$ dont il faut calculer la hauteur h d'encastrement.

Vous disposez sur le document technique DT2, d'extraits de l'Eurocode 7 pour le calcul des fondations profondes.

On prendra pour le calcul de la palée provisoire en T2 :

- une charge sur un tube aux ELU $F_{c;d} = 700 \text{ kN}$
- la valeur de la pression de rupture du terrain sous la base du tube $q_b = 0,40 \text{ MPa}$
- le frottement latéral unitaire sur l'ensemble de la hauteur h , $q_{si} = 0,04 \text{ MPa}$

Question 4 : calculer la hauteur d'encastrement h d'un tube de la palée T2.

1.2 Étude du hourdis

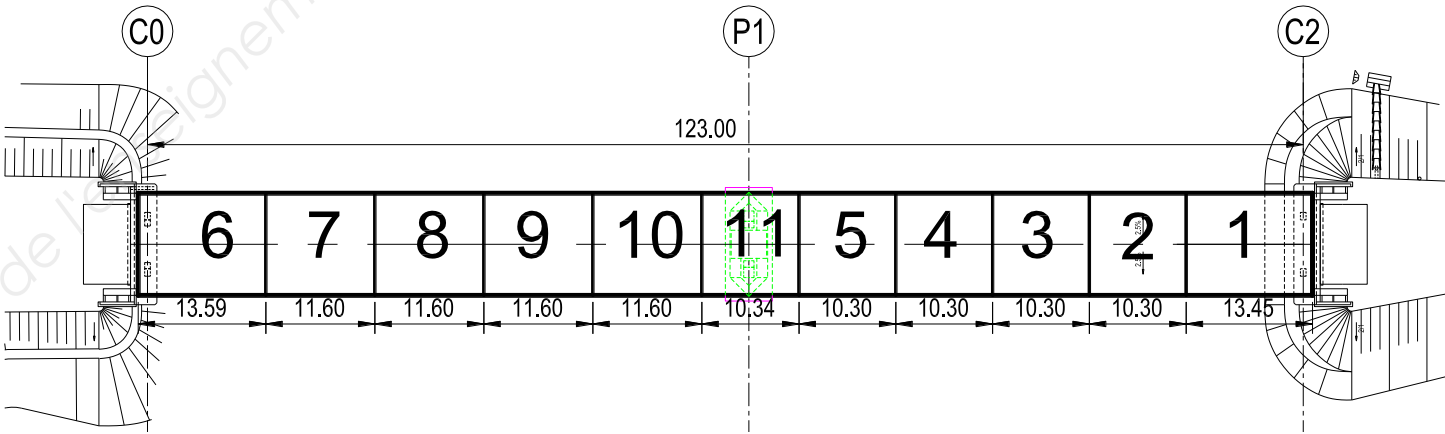
Afin de préparer le Dossier de Consultation des Entreprises (DCE),

Question 5: compléter l'avant-métré et l'extrait du détail estimatif pour les numéros de prix N°80, 81, 82, 83 et 84 concernant les 125,00 m de hourdis. Les calculs sont à faire sur le document réponse DR1.

Votre bureau d'étude vous impose de couler le hourdis en place.

Question 6 : citer un système de coffrage pour respecter cette contrainte.

Le phasage de bétonnage (ou plan de pianotage) proposé par votre bureau d'étude est le suivant :



Question 7 : justifier le plan de pianotage proposé.

Question 8 : compléter l'extrait du CCTP pour la réalisation de la dalle coulée en place sur le document réponse DR2.

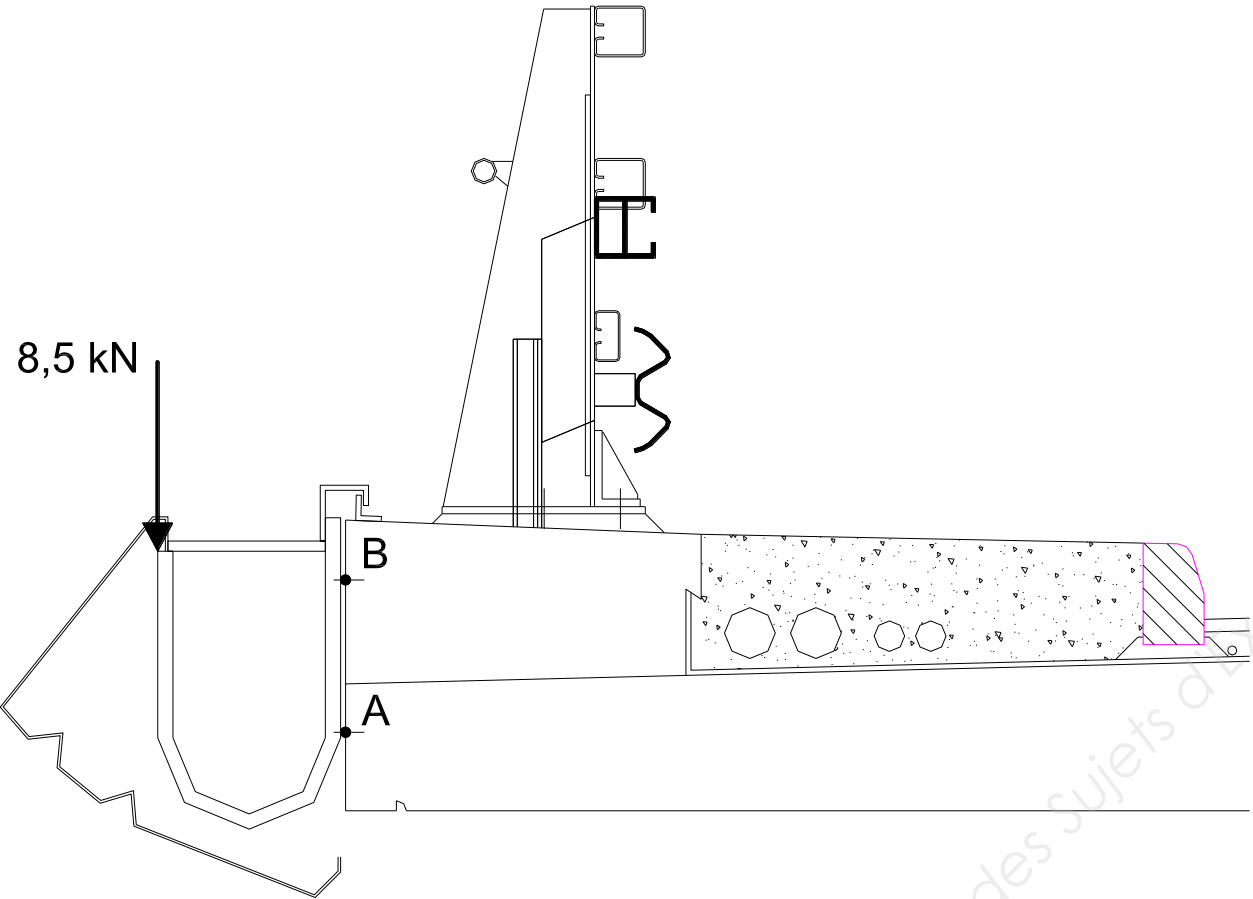
Des corniches caniveaux doivent être prévues pour faire passer des réseaux sur les 2 rives du pont.

Vous devez prévoir un dispositif pour la fixation des corniches au hourdis.

Un support de fixation est prévu tous les 2 m.

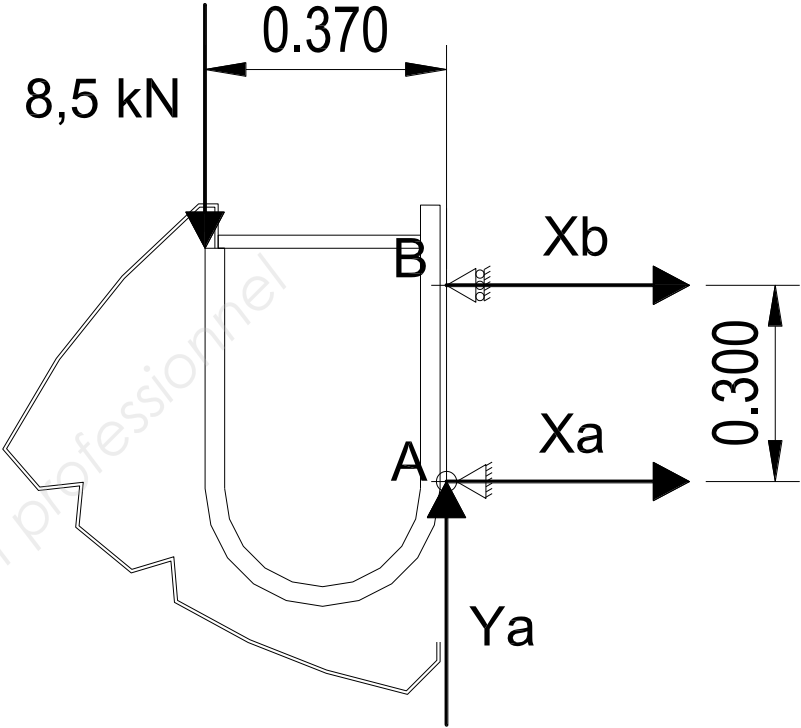
La résultante des actions verticales aux ELU est de 8,5 kN par support.

Le support est fixé au hourdis aux points A et B avec des rails « Halfen » selon le schéma ci-dessous.



Vous disposez d'un extrait de la documentation des rails « Halfen » sur le document technique DT3.

Le schéma mécanique proposé est le suivant :



Question 9 : déterminer les actions de liaison en A et B du tablier sur la corniche. Choisir et justifier un modèle de rail « Halfen ». Compléter le schéma sur le document réponse DR2 en détaillant la fixation des corniches sur le hourdis.

Vous disposez du planning prévisionnel partiel du chantier sur le document réponse DR2. Il manque la planification des tâches pour la réalisation du hourdis. Les tâches à mettre sur le planning sont les suivantes :

Tâches	Durées
Barrière BN4 et Corniches	1 mois
Couches de Roulement	2 semaines
Dalle coulée en place 11 plots	2 plots par semaine
Longrines barrière BN4	2 semaines
Etanchéité	2 semaines
Peinture ossature métallique	1 mois

Question 10 : compléter le planning prévisionnel du chantier pour la réalisation complète du hourdis avec ses équipements sur le document réponse DR2.

ÉTUDE 2 : ÉTUDE DE LA RAMPE côté C2

2.1 Étude des remblais

On désire effectuer une étude relative au réemploi des sols provenant de l'emprunt du site pour la réalisation des remblais de la rampe d'accès au pont à l'arrière de la culée C2. Vous disposez du profil en long de la rampe d'accès sur le document réponse DR3.

La rampe d'accès sera composée des matériaux suivants :

- matériaux de substitution insensibles à l'eau et drainants sur 0,5 m d'épaisseur en-dessous du TN,
- matériaux insensibles à l'eau et drainants sur une hauteur de 0,5 m au-dessus du TN,
- matériaux courants de remblai provenant de l'emprunt sur site,
- couche de forme avec les matériaux de l'emprunt sur site.

Question 11 : dessiner, sur le document réponse DR3, le profil en travers P11 en représentant le niveau du terrain naturel supposé horizontal, les couches de matériaux insensibles à l'eau et les talus.

Votre laboratoire du Conseil Général a prélevé des échantillons du matériau de l'emprunt dont voici les principaux résultats :

- analyse granulométrique : $D_{max} = 20\text{ mm}$ et Tamisat à $80\mu\text{m} = 46\%$
- essai au bleu de méthylène : $VBS = 1,55$

Le matériau sera mis en œuvre à une teneur en eau naturelle proche de la teneur en eau de l'optimum proctor ; $\omega_{NAT} \approx \omega_{OPN}$.

Vous disposez d'extraits du GTR sur le document technique DT4.

Question 12 : déterminer la classification du matériau de l'emprunt suivant le GTR.

Question 13 : définir et commenter dans le cas d'une pluie faible, les conditions de réemploi du matériau de l'emprunt pour la réalisation du remblai. Vous rédigerez votre réponse sur le document réponse DR4.

La PST ainsi obtenue pourra être considérée **PST N°3 avec une arase AR2**. On désire réaliser la couche de forme avec le même matériau de l'emprunt du site.

Question 14 : déterminer l'épaisseur de la couche de forme à mettre en œuvre. Définir et commenter les conditions d'utilisation de ce matériau en couche de forme. Quelle sera alors la classe de la plateforme PF support de la chaussée ? Vous rédigerez votre réponse sur le document réponse DR4.

Question 15 : compléter le bordereau des prix en détaillant la désignation des travaux pour la réalisation de la couche de forme. Vous rédigerez votre réponse sur le document réponse DR4.

2.2 Étude de la Chaussée de la RD 43

Le rétablissement de la RD 43 sur le nouveau pont sur l'Aude est une voie du réseau routier non structurante VRNS. Le trafic cumulé sur 20 ans est estimé à 2 millions de PL. La classe de plateforme support de la chaussée est de classe PF3.

On envisage 2 solutions pour la réalisation des couches d'assise de la chaussée :

- en Enrobé à Module Élevé (EME2),
- en Grave Ciment (GC3).

On désire réaliser la couche de roulement en BBTM.

Question 16 : définir les épaisseurs des couches d'assise et des couches de surface pour les 2 solutions à l'aide des extraits du catalogue des structures des chaussées neuves des documents techniques DT5.

On désire étudier l'impact environnemental des couches de chaussée pour les 2 solutions :

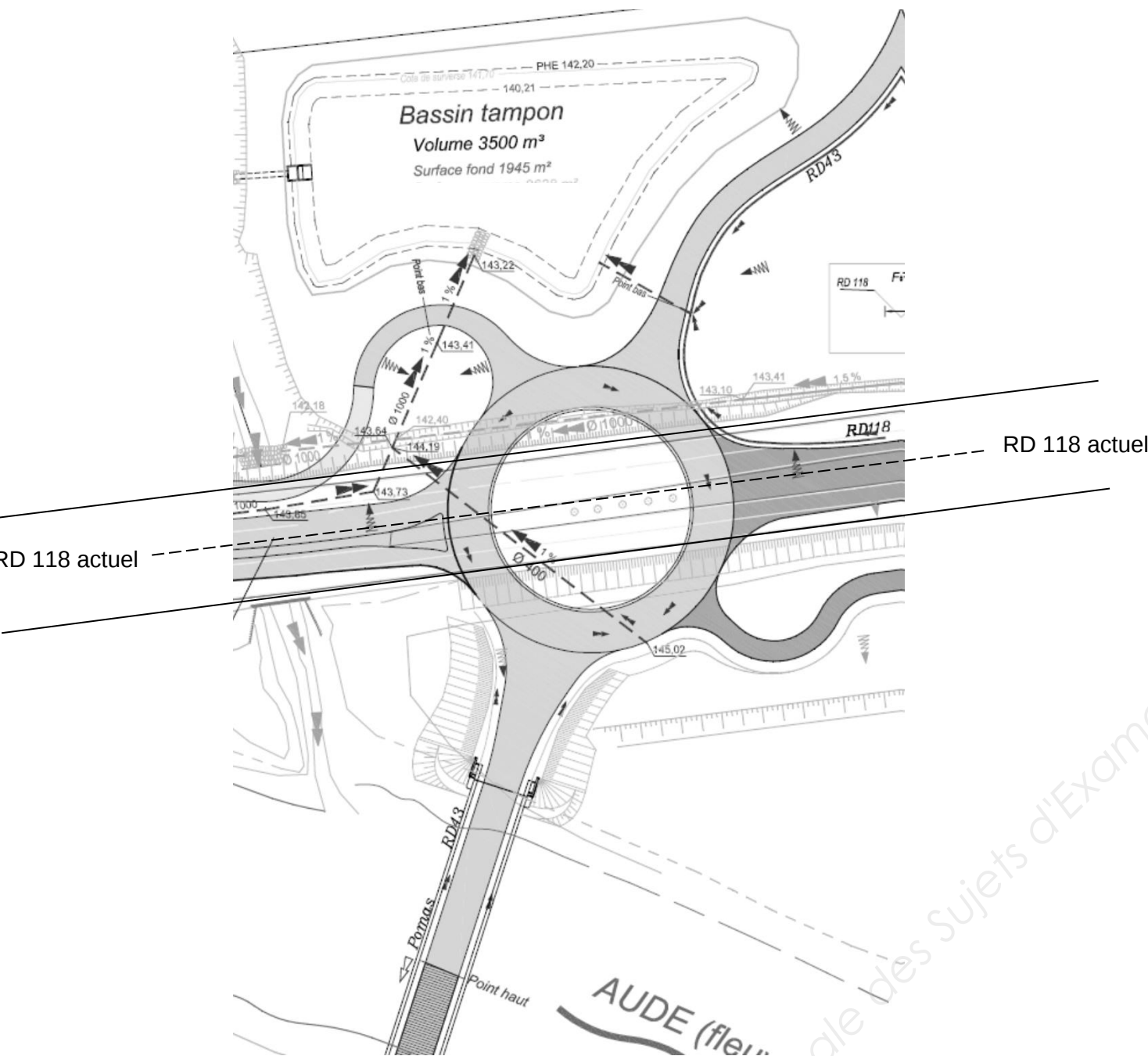
Matériaux	Masses volumiques	kg équivalent CO ₂ par tonne de matériau
Enrobé à module élevé EME2	$\rho = 2,35\text{ t/m}^3$	55 kg CO ₂ /tonne matériau
Grave Ciment GC3	$\rho = 1,95\text{ t/m}^3$	51 kg CO ₂ /tonne matériau
Béton bitumineux	$\rho = 2,35\text{ t/m}^3$	55 kg CO ₂ /tonne matériau

Question 17 : effectuer le bilan carbone des 2 solutions (en évaluant la masse produite en kg équivalent CO₂ pour réaliser 1 m² de chaussée). Retenir une solution en la justifiant.

Question 18 : dessiner le détail de la chaussée, sur le document réponse DR3, en dessinant et en légendant les couches de chaussée et la couche de forme.

ÉTUDE 3: ASSAINISSEMENT ET BASSIN DE RÉTENTION

Les eaux de ruissellement du projet sont acheminées vers un bassin de rétention/décantation.



La surface totale du projet est de 5 ha dont 4 ha de surfaces imperméabilisées.

Dans le cadre de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques dans le département de l'Aude, la pluviométrie prise en compte pour une période de retour de 100 ans est $i = 150 \text{ mm/h}$.

Question 19 : évaluer, sur le document réponse DR5, l'aire d'absorption équivalente du projet $A \times C$. En déduire le débit de pointe $Q = i \times A \times C$ en m^3/h puis en m^3/s pour une intensité $i = 150 \text{ mm/h}$. Le calcul est à rédiger sur le DR5.

Le réseau d'assainissement s'écoule dans le bassin de rétention avec une buse béton de diamètre intérieur $\phi = 1000 \text{ mm}$ et une pente de 1 %.

Vous disposez de la formule de calcul du débit d'une canalisation sur le DR5.

Question 20 : calculer le débit de la canalisation projetée et vérifier si la conduite est suffisante pour écouler le débit de pointe. Le calcul est à rédiger sur le DR5.

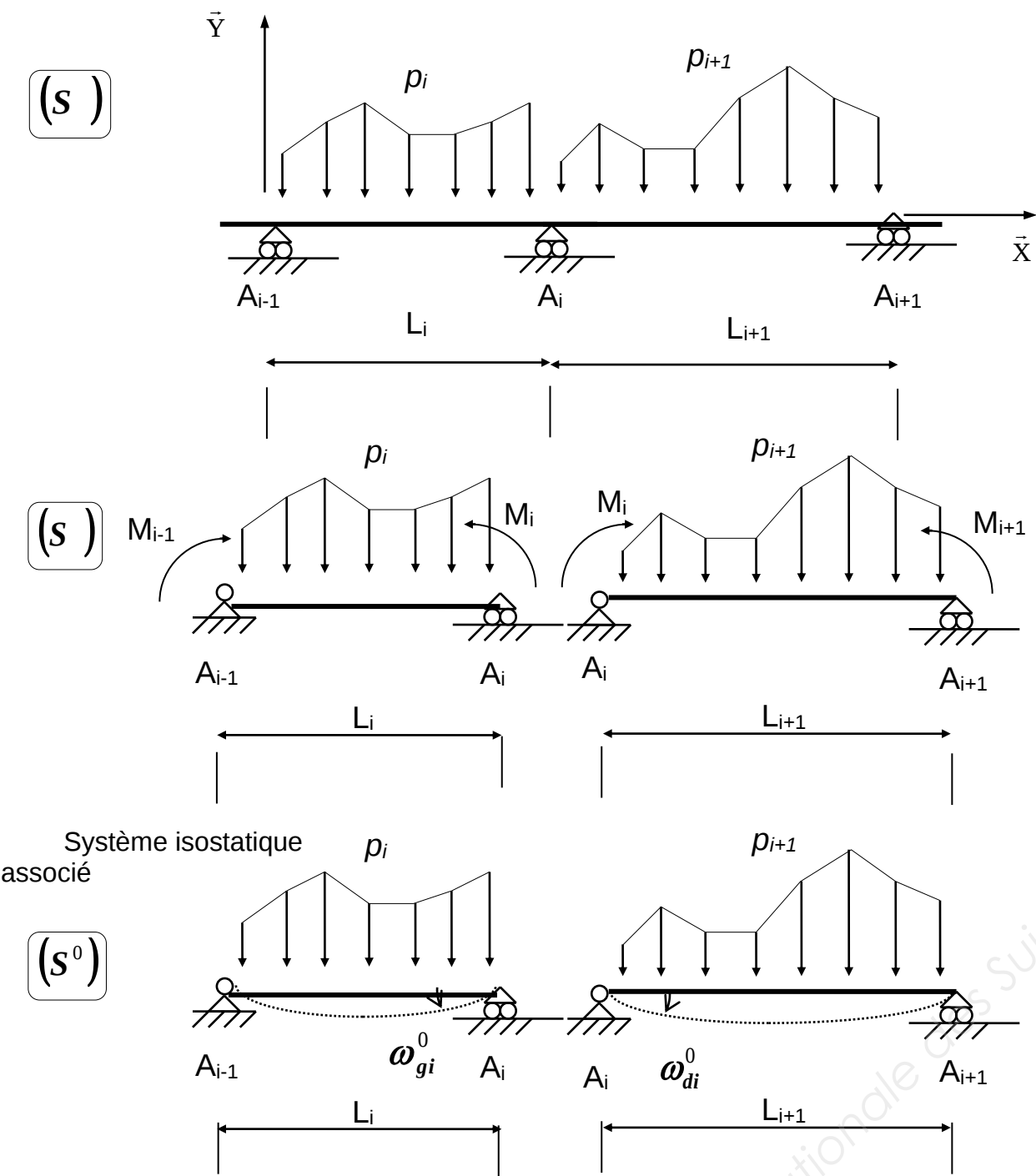
Le département de l'Aude fixe la condition suivante pour les rejets pluviaux : le volume du bassin de rétention doit être de 80 litres/m^2 imperméabilisé afin de respecter le débit maximal du rejet à la sortie du bassin.

Question 21 : vérifier si le volume du bassin tampon de 3500 m^3 respecte la condition ci-dessus. Le calcul est à rédiger sur le DR5.

La RD 118 doit rester ouverte à la circulation avec au moins une voie en circulation pendant toute la durée des travaux.

Question 22 : proposer un phasage des travaux pour la réalisation du rond-point et de la conduite projetée $\phi = 400 \text{ mm}$ qui traverse le rond-point. Représenter les circulations des véhicules lors des différentes phases. Le phasage est à rédiger dans le tableau du DR5.

avec EI = constante sur l'ensemble de la poutre



$$L_i M_{i-1} + 2(L_i + L_{i+1})M_i + L_{i+1}M_{i+1} = 6EI(\omega_{di}^0 - \omega_{gi}^0)$$

CONVENTIONS DE SIGNES ET DE REPRÉSENTATION

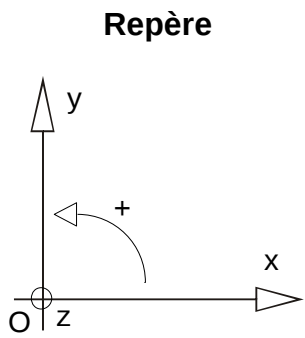


Schéma mécanique	Rotation aux appuis	Flèche
	$\omega_A = -\frac{pL^3}{24EI}$ $\omega_B = \frac{pL^3}{24EI}$	$f_{(L/2)} = \frac{5pL^4}{384EI}$

Pour démontrer à l'aide de l'Eurocode 7, qu'un tube (considéré comme une fondation profonde) supporte la charge avec une sécurité adéquate aux états limites ultimes, l'inégalité suivante doit être vérifiée:

F_{c;d} \leq R_{c;d}

F_{c;d} = charge de compression axiale sur un tube aux ELU,

R_{c;d} = capacité portante du terrain sous un pieu à l'état limite ultime,

En combinaison durable ou transitoire :

R_{c;d} = \frac{R_{c;k}}{1,2 \times \gamma_r} avec \gamma_r = 1,1

R_{c;k} = effort mobilisable d'un tube.

L'effort mobilisable d'un tube est R_{c;k} = R_{b;k} + R_{s;k}

R_{b;k} = A_b \times q_b : effort mobilisable sous la pointe du pieu

q_b : valeur de la pression de rupture du terrain sous la base du tube

A_b : aire de la section extérieure du tube (à considérer plein et à multiplier par 0,5 pour des tubes creux)

R_{s;k} = p \times h \times q_{si} : effort mobilisable par frottement latéral sur la hauteur du tube

p : périmètre extérieur du tube (identique pour les tubes pleins et creux)

h : hauteur de sol à déterminer

q_{si} : frottement latéral unitaire sur l'ensemble de la hauteur h,

Rail	HTA-CE 50/30	HTA-CE 49/30	HTA-CE 40/22	HTA-CE 40/25	HTA-CE 38/17	HTA-CE 28/15
	Laminé à chaud	Formé à froid	Laminé à chaud	Formé à froid	Formé à froid	Formé à froid
Type de rail						
Matériau *	Acier					
	A4					
	HCR					
Boulons	HS 50/30	HS 50/30	HS 40/22	HS 40/22	HS 38/17	HS 28/15
Filetage M	M 10 - M 20	M 10 - M 20	M 10 - M 16	M 10 - M 16	M 10 - M 16	M 6 - M 12

Efforts admissibles des rails en kN

Efforts de traction admissible N_{Rd,s}	17,2	17,2	11,1	11,1	10,0	5,0
Efforts de cisaillement admissible V_{Rd,s}	22,4	17,2	14,4	11,1	10,0	5,0

SOLS FINS

Classe A

Classement selon la nature					Classement selon l'état hydrique	
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature	Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe
A sols fins D _{max} ≤ 50mm et tamisé à 80µm > 35 %	A ₁	VBS ≤ 2,5 ou I _p ≤ 12	A ₁ Limon peu plastiques, loess, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...	Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau, en particulier lorsque leur w _c est proche de w _{lim} . Le temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est relativement court, mais la perméabilité pouvant varier dans de larges limites selon la granulométrie, la plasticité et la compacité, le temps de réaction peut tout de même varier assez largement. Dans le cas de ces sols fins peu plastiques, il est souvent préférable de les identifier par la valeur de bleu de méthylène VBS, compte tenu de l'imprécision attachée à la mesure de l'Ip.	IPI ≤ 3 ou w _n ≥ 1,25 w _{lim}	A ₁ th
					3 < IPI ≤ 8 ou 1,10 w _{lim} ≤ w _n < 1,25 w _{lim}	A ₁ h
					8 < IPI ≤ 25 ou 0,9 w _{lim} ≤ w _n < 1,10 w _{lim}	A ₁ m
					0,7 w _{lim} ≤ w _n < 0,9 w _{lim}	A ₁ s
					w _n < 0,7 w _{lim}	A ₁ ts
	A ₂	12 < I _p ≤ 25 ou 2,5 < VBS ≤ 6	A ₂ Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes...	Le caractère moyen des sols de cette sous-classe fait qu'ils se prêtent à l'emploi de la plus large gamme d'outils de terrassement (si la teneur en eau n'est pas trop élevée). Dès que l'Ip atteint des valeurs ≥ 12, il constitue le critère d'identification le mieux adapté.	IPI ≤ 2 ou I _c ≤ 0,9 ou w _n ≥ 1,3 w _{lim}	A ₂ th
					2 < IPI ≤ 5 ou 0,9 < I _c ≤ 1,05 ou 1,1 w _{lim} ≤ w _n < 1,3 w _{lim}	A ₂ h
					5 < IPI ≤ 15 ou 1,05 < I _c ≤ 1,2 ou 0,9 w _{lim} ≤ w _n < 1,1 w _{lim}	A ₂ m
					1,2 < I _c ≤ 1,4 ou 0,7 w _{lim} ≤ w _n < 0,9 w _{lim}	A ₂ s
					I _c > 1,4 ou w _n < 0,7 w _{lim}	A ₂ ts
	A ₃	25 < I _p ≤ 40 ou 6 < VBS ≤ 8	A ₃ Argiles et argiles marneuses, limons très plastiques...	Ces sols sont très cohérents à teneur en eau moyenne et faible, et collants ou glissants à l'état humide, d'où difficulté de mise en œuvre sur chantier (et de manipulation en laboratoire). Leur perméabilité très réduite rend leurs variations de teneur en eau très lentes, en place. Une augmentation de teneur en eau assez importante est nécessaire pour changer notablement leur consistance.	IPI ≤ 10 ou I _c ≤ 0,8 ou w _n ≥ 1,4 w _{lim}	A ₃ th
					1 < IPI ≤ 3 ou 0,8 < I _c ≤ 1 ou 1,2 w _{lim} ≤ w _n < 1,4 w _{lim}	A ₃ h
					3 < IPI ≤ 10 ou 1 < I _c ≤ 1,15 ou 0,9 w _{lim} ≤ w _n < 1,2 w _{lim}	A ₃ m
					1,15 < I _c ≤ 1,3 ou 0,7 w _{lim} ≤ w _n < 0,9 w _{lim}	A ₃ s
					I _c > 1,3 ou w _n < 0,7 w _{lim}	A ₃ ts
	A ₄	I _p > 40 ou VBS > 8	A ₄ Argiles et argiles marneuses, très plastiques...	Ces sols sont très cohérents et presque imperméables : s'ils changent de teneur en eau, c'est extrêmement lentement et avec d'importants retraits ou gonflements. Leur emploi en remblai ou en couche de forme n'est normalement pas envisagé mais il peut éventuellement être décidé à l'appui d'une étude spécifique s'appuyant notamment sur des essais en vraie grandeur.	Valeurs seuils des paramètres d'état, à définir à l'appui d'une étude spécifique.	A ₄ th
						A ₄ h
						A ₄ m
						A ₄ s
						A ₄ ts

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H						
A ₁ m	Ces sols s'emploient facilement mais sont très sensibles aux conditions météorologiques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier à cause d'un excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un matériau sec difficile à compacter	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON						
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)	2	0	0	0	0	2	2
		=	ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen	0	0	0	0	0	2	0
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage moyen	0	0	3	0	0	2	0
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)	0	0	0	0	0	1	2
	Solution 3 : extraction frontale E : extraction frontale C : compactage intense	2	0	0	0	0	1	0			

Conditions de réutilisation des matériaux en couche de forme

Classe de sol	Observations générales	Situation météo- rologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS	Épaisseur préconisée de la couche de forme e (en m.) et classe PF de la plateforme 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	
A ₁ h	La grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter avec des liants hydrauliques associés éventuellement à de la chaux. La maîtrise de l'état hydrique de ces sols traités est souvent délicate en raison de la variation brutale de leur comportement (portance) pour de faibles écarts de teneur en eau. Ces sols se traitent généralement en place.	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON	(1)	e=0,35	e=0,35	e=0,35	e=0,35	
		= ou -	pas de pluie	T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 0 2 2						
A ₁ m		+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON						0 1 2 2
		= ou -	pas de pluie	W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté							
A ₁ s		+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON						0 2 1 2
		= ou -	pas de pluie	W : Humidification pour changer l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté							
A ₂ h		+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON						0 0 3 2
		=	ni pluie ni évapo-	T : Traitement mixte : chaux + liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gra-							

EME2/EME2



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 :

• **TC₂₀ : 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.

• **PF₁ : 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 cou-

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



• **Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	EME2		
	0/10	0/14	0/20
mini (cm)	6	7	10
maxi (cm)	10	12	13

Lorsque l'épaisseur totale d'assise en matériau bitumineux est inférieure ou égale à 12 cm, un nivellement de la plate-forme à ± 2 cm est exigé. Il peut être obtenu par apport d'une couche de réglage de 10 cm en GNT insensible à l'eau (voir * du tableau ci-contre).



43,5 millions PL
(21 millions NE)



17,5 millions PL
(8,6 millions NE)



6,5 millions PL
(3,2 millions NE)



2,5 millions PL
(1,3 million NE)



1,5 million PL
(0,6 million NE)



0,5 million PL
(0,2 million NE)



	PF 2	PF 3	PF 4
50 MPa			
120 MPa			
200 MPa			

GC3/GC3

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 :

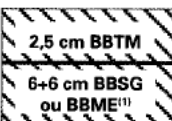
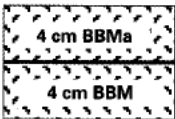
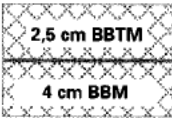
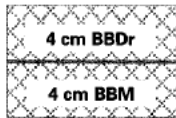
- **TC_{i20} : classe de trafic cumulé**
Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.
- **PF_i : classe de plate-forme**
Elle est déterminée par le module à long terme 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 cou-

	ou			
	ou		ou 	
	ou		ou 	ou 
	ou		ou 	

- **Épaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	couche de base : GC	couche de fondation : GC		
		sur PF4	sur PF3	sur PF2
mini (cm)	15	15	18	20
maxi (cm)	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾	32 ⁽²⁾

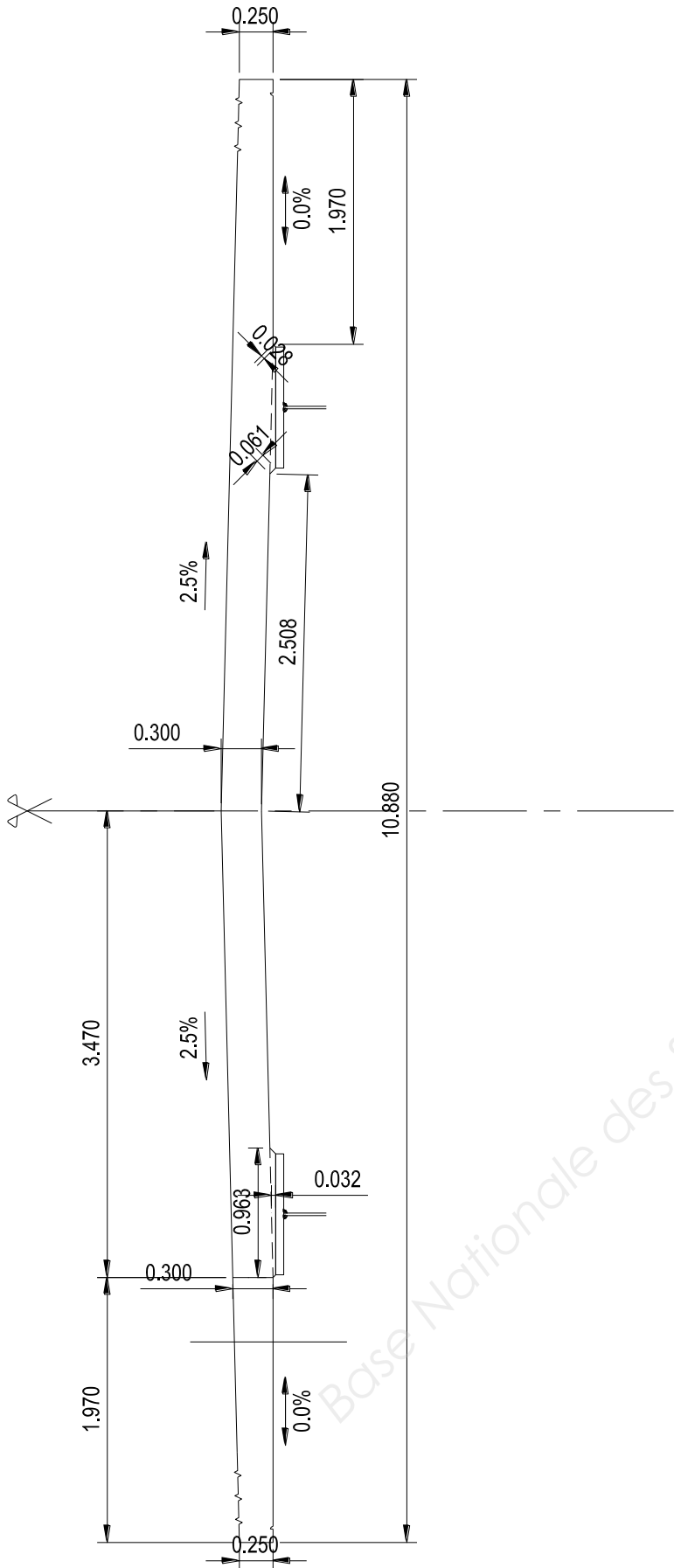
Lorsque le trafic est supérieur ou égal à TC6, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques en couche de base est obligatoire (voir * du tableau ci-contre). Pour les autres trafics, elle est vivement conseillée.

VOIES DU RESEAU NON STRUCTURANT (VRNS)

GC3 / GC3

	PF 2		PF 3	PF 4
	50 MPa	120 MPa	200 MPa	
 43,5 millions PL (34 millions NE)				
 17,5 millions PL (13,8 millions NE)				
 6,5 millions PL (5,2 millions NE)				
 2,5 millions PL (2 millions NE)				
 1,5 million PL (1 million NE)				
 0,5 million PL (0,3 million NE)				

COUPE TRANSVERSALE DU HOURDIS



N°	Désignation	Unité	Quantités
80	Coffrage pour parements soignés fins du hourdis (toutes les surfaces de coffrage du hourdis) <i>Détaillez les calculs ici :</i>	m²	
81	Armatures lisses et haute adhérence pour béton armé <i>Ratios de 250 kg/m3 Détaillez les calculs ici :</i>	kg	
82	Béton C35/45 pour tablier (hors longrines BN4) <i>Détaillez les calculs ici :</i>	m³	
83	Réglage et finition des surfaces non coffrées <i>Détaillez les calculs ici :</i>	m²	
84	Cure de béton <i>Détaillez les calculs ici :</i>	m²	

N° de prix	Intitulé	Unité	Quantités	PU (HT)	Montant (HT)
80	COFFRAGES POUR PAREMENTS SOIGNÉS FINS DU HOURDIS	m²			
81	ARMATURES LISSES ET A HAUTE ADHÉRENCE POUR TABLIER	kg			
82	BÉTON C35/45 POUR TABLIER	m³			
83	RÉGLAGE ET FINITION DES SURFACES NON COFFRÉES POUR LE TABLIER	m²			
84	CURE DU BÉTON DU TABLIER	m²			

Les prix ne sont pas à renseigner.

Question 13 : définir et commenter dans le cas d’une pluie faible, les conditions de réemploi du matériau de l’emprunt pour la réalisation du remblai.

Situation météorologique	Conditions d’utilisation des matériaux en remblai	Commentaires
pluie faible		

Question 14 : déterminer l’épaisseur de la couche de forme à mettre en œuvre.

Épaisseur minimale de la couche de forme :.....

Définir et commenter les conditions d’utilisation de ces matériaux en couche de forme.

Situation météorologique	Condition d’utilisation des matériaux en couche de forme	Commentaires
pluie faible		
pas de pluie		

Quelle sera alors la classe de la plateforme PF support de la chaussée ?

Classe de plateforme support de chaussée :.....

Question 15 : compléter le bordereau des prix en détaillant la désignation des travaux pour la réalisation de la couche de forme.

N° de prix	Désignation	Prix Unitaire HT
46	<u>Couche de Forme en matériaux</u> Ce prix rémunère au mètre cube la fourniture, le transport et la mise en œuvre des matériaux traités sur une épaisseur de cm. Ces matériaux doivent permettre d’obtenir une plateforme de classe Ce prix comprend notamment la mise en œuvre d’un enduit	

Les prix ne sont pas à renseigner.

Question 19 : évaluer l'aire d'absorption équivalente du projet $A \times C$. (1 ha = 10 000 m²)

Surfaces	Coefficient de Ruissellement C	Aires A du projet (m ²)	Aire équivalente A x C (m ²)
Imperméabilisées	0,95		
non imperméabilisées	0,20		
Aire totale équivalente à évacuer en m ²			

En déduire le débit de pointe $Q = i \times A \times C$ en m³/h puis en m³/s pour une intensité $i = 150$ mm/h
Avec i , l'intensité moyenne de la pluie et $A \times C$, l'aire équivalente à évacuer en m²

Question 20 : calculer le débit de la canalisation projetée et vérifier si la conduite est suffisante pour écouler le débit de pointe.

Calcul du débit d'une canalisation avec la formule de MANNING-STRICKLER:

$$Q(m^3/s) = K \times S \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}$$

- Q

le débit de la canalisation (m3/s)
- K

le coefficient global d'écoulement : 90 pour le béton
- S

la section d'écoulement (m2)
- R_h

le rayon hydraulique qui est par définition le rapport de la section d'écoulement au périmètre mouillé.(m). Pour un tuyau circulaire de diamètre ϕ : $R_h = \frac{\phi}{4}$
- I

la pente de la canalisation (m/m).

Question 21 : vérifier si le volume du bassin de rétention respecte la condition.

Question 22 : proposer un phasage des travaux pour la réalisation du rond-point et de la conduite projetée $\phi = 400$ mm qui traverse le rond-point. Représenter les circulations des véhicules lors des différentes phases.

Phases proposées	Schémas présentant les travaux réalisés et les circulations sur la RD 118