

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR TRAVAUX PUBLICS

Épreuve : E4
ÉTUDE TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

Sous épreuve : U41
Études de conception et de réalisation
en maîtrise d'œuvre

SESSION 2014

Durée : 6 heures

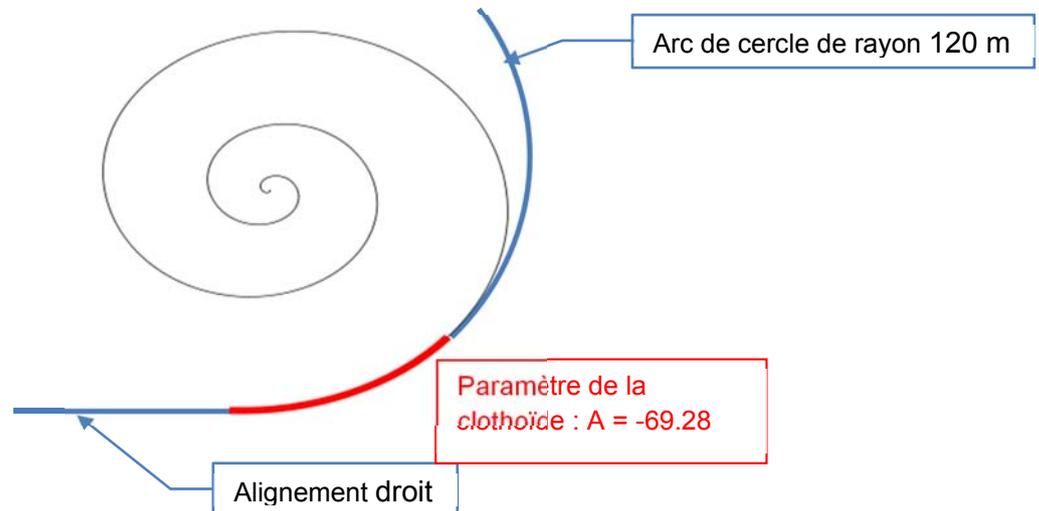
Coefficient : 3

Éléments de correction

Étude 1 : Étude de la géométrie de la voie de liaison est-ouest

1.1 Sur le profil en long géotechnique partiel (DT1), dans la ligne « Alignements et courbes », entre les distances cumulées 692.09 et 732.09, il est indiqué « CL A = - 69.28 L = 40.00 m ». Expliquer la signification de ces éléments et le rôle de cette courbe.

Il s'agit d'une clothoïde. On intercale cette courbe dont le rayon de courbure varie linéairement entre un alignement droit et un arc de cercle de rayon fini. Il s'agit d'un raccordement progressif.



1.2 Sur le profil en long géotechnique partiel (DT1), dans la ligne « Pentes et Rampes », au niveau des profils P78-P80, il est indiqué « RP = 1000.00 L = 27.00 m ». Expliquer la signification de ces éléments et le rôle de cette courbe.

Il s'agit d'un raccordement parabolique (arc de parabole). Dans ce cas, il s'agit d'un raccordement en creux entre une pente ($p = -0.70\%$) et une rampe ($p = +2.0\%$).

Ce raccordement permet d'assurer le confort et la sécurité des usagers.

1.3 Calculer la cote projet au profil P69.

$$Z_{\text{projet-P69}} = 20,15 \text{ m}$$

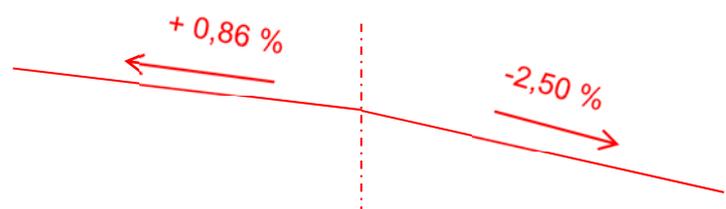
1.4 En considérant une variation linéaire du dévers gauche entre les distances cumulées 692.09 et 718.76, déterminer le dévers gauche au niveau du profil en travers P48. Dessiner schématiquement ce profil en travers pour mettre en évidence les dévers gauche et droite.

Variation devers (%)	Distance (m)
5	(718,76 - 692,09)
X	(710,00 - 692,09)

$$X = 3,36 \%$$

$$\text{D'où Dévers gauche P48} = 0.86 \%$$

D'où le profil suivant au P48 :



Étude 2 : Étude de l'assainissement routier du projet

2.1 Compléter le DR1 en identifiant les différents ouvrages repérés. Préciser le rôle de chacun d'eux.

⇒ **Voir DR1**

2.2 Expliquer le terme « bassin multifonction ».

- Écrêtement des crues : fonction régulation
- Traitement des eaux de ruissellement : décantage + déshuilage
- Rétention d'eau en cas de pollution accidentelle

2.3 À l'aide des données fournies par le bureau d'étude hydraulique, déterminer le débit Q collecté.. En déduire le dimensionnement de la canalisation située en amont du bassin. Les abaques du DR2 sont à annoter.

$$Q = C \times I \times A = (0,95 \times 7500 + 3500) \times \frac{91 \cdot 10^{-3}}{3600} = 1,062 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pente canalisation = 1 cm/m

⇒ Canalisation de diamètre 700 mm

2.4 Calculer le taux de remplissage de la canalisation. Déterminer la vitesse d'écoulement pour cette conduite (annoter les abaques du DR2). Est-elle conforme à la vitesse préconisée ?

Débit Q_h = débit collecté $Q = 1.062 \text{ m}^3/\text{s}$

Débit canalisation pleine = $Q_D = 1.10 \text{ m}^3/\text{s}$

Taux de remplissage = 78.5%

Vitesse écoulement conduite pleine diamètre 700 mm : $V_D = 2,8 \text{ m/s}$

Taux de remplissage (78.5 %) : $V_h = 1,137 \times 2,80 = 3,2 \text{ m/s}$

Cette vitesse est conforme à la vitesse préconisée entre 0,6 m/s et 4 m/s.

Étude 3 : Étude des contraintes liées à la présence des voies S.N.C.F.

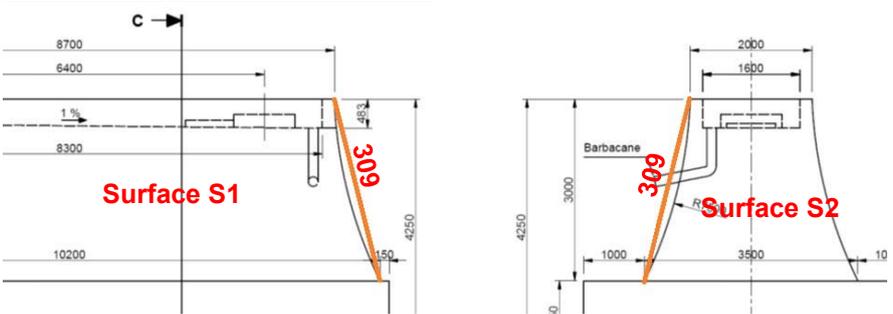
⇒ **Voir DR3 et DR4**

Étude 4 : Étude quantitative

4.1 Sur le document DR4, colorier et légènder les surfaces dont les parements sont considérés simples ou fins.

⇒ **Voir DR5**

4.2 Réaliser le quantitatif du massif la pile sur la copie et compléter le tableau sur DR5.

N°	Désignation /calculs	U	Quantité
E1 1801.01	Coffrages pour parements simples $2 \times (10,50 + 5,50) \times 1,25$	m ²	40,00
E1 1802.01	Coffrages pour parements fins  <p>Remarque : la hauteur des trapèzes est identique (h = 309cm) S1 : $2 \times [(10,20 + 8,70)/2 \times 3,09] = 58,40 \text{ m}^2$ S2 : $2 \times [(3,50 + 2,00)/2 \times 3,09] = 17,00 \text{ m}^2$</p>	m ²	75,40
E1 1805.01	Béton C35/45 pour semelle $10,50 \times 5,50 \times 1,25$	m ³	72,188
E1 1805.02	Béton C35/45 pour fût $A1 = 8,70 \times 2,00 = 17,40 \text{ m}^2$ $A2 = 10,20 \times 3,50 = 35,70 \text{ m}^2$ $h = 3,00 \text{ m}$ $V = 3,00/3 \times (17,40 + 35,70 + (17,40 \times 35,70)^{1/2})$	m ³	78,023

Étude 5 : Étude de la stabilité provisoire d'une béquille courbe

5.1 Calculer le poids d'une béquille courbe.

⇒ **Section du caisson :**

$$S = 2 \times (1,40 \times 1,16) \times 0,025$$

$$S = 0,128 \text{ m}^2$$

⇒ **Longueur de l'arc :**

$$\theta = 29,15^\circ \text{ ou } \theta = 0,509 \text{ rad}$$

$$L = \theta \times r$$

$$L = 0,509 \times 39,00$$

$$L = 19,84 \text{ m}$$

⇒ **Volume de la béquille courbe :**

$$V = S \times L$$

$$V = 0,128 \times 19,84$$

$$V = 2,540 \text{ m}^3$$

⇒ **Poids de la béquille courbe :**

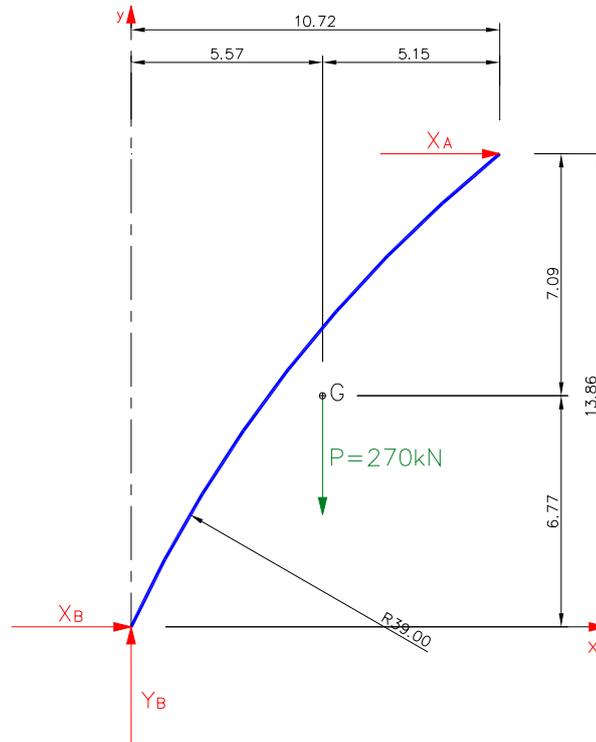
$$P = \gamma \times V$$

$$P = 78,5 \times 2,540$$

$$P = 199,4 \text{ kN}$$

5.2 Déterminer le tube creux satisfaisant en partie courante, en respectant la condition de résistance suivante : $N_{ed} \leq N_{pl,Rd}$.

⇒ **Équilibre de la structure :**



⇒ **PFS :**

$$(1) \Sigma F_x = 0 \Leftrightarrow X_A + X_B = 0$$

$$(2) \Sigma F_y = 0 \Leftrightarrow Y_B - 270 = 0$$

$$(3) \Sigma M_{ts/B} = 0 \Leftrightarrow -13,86 \times X_B - 5,57 \times 270 = 0$$

On trouve :

$$X_A = 108,5 \text{ kN}$$

$$X_B = -108,5 \text{ kN}$$

$$Y_B = 270 \text{ kN}$$

On en déduit l'effort de traction N_{ed} dans un tube :

$$N_{ed} = X_A / 2$$

$$N_{ed} = 108,5/2$$

Donc $N_{ed} = 54,3 \text{ kN}$.

Il faut vérifier $N_{ed} \leq N_{pl,Rd}$

Donc : $A \geq (N_{ed} \times \gamma_{M0}) / f_y$

$A \geq (54,3 \times 1,00) / 235$

$A \geq 2,31 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 2,31 \text{ cm}^2$

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

Choix : on prend par exemple un tube de diamètre extérieur 40 mm et d'épaisseur 2 mm. L'aire de la section est $A = 2,39 \text{ cm}^2$.

Étude 6 : Vérification de section

6.1 Calculer le moment en P2 noté M_{P2} .

$$M_{P2} = - (15 \times 59^2/2 + 5 \times 12 \times 65)$$

$$\text{Donc } M_{P2} = - 30008 \text{ kNm}$$

6.2 À l'aide du DT8, vérifier la section du profilé au droit de l'appui P2 en considérant les sollicitations pondérées suivantes : $M_{Ed} = 40.5 \text{ MN.m}$ et $V_{Ed} = 1276 \text{ kN}$.

- Condition de résistance vis-à-vis du moment fléchissant : $M_{Ed} \leq M_{C,Rd}$

Le PRS est en classe 3 donc $M_{C,Rd} = M_{EI,Rd} = W_{el,min} \times f_y / \gamma_{M0}$

$$\text{Avec } W_{el,min} = I_{Gz} / V_{max} = 0,121 / 1,043 = 0,116 \text{ cm}^3$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

Application numérique :

$$M_{C,Rd} = 41,2 \text{ MNm}$$

$$M_{Ed} = 40.5 \text{ MNm} \leq M_{C,Rd} = 41,2 \text{ MNm}$$

La condition de résistance vis-à-vis du moment fléchissant est vérifiée.

- Condition de résistance vis-à-vis de l'effort tranchant : $V_{Ed} \leq V_{C,Rd}$

On pose : $V_{C,Rd} = 0,58 \times A_v \times f_y / \gamma_{M0}$

Avec $A_v = 186 \times 2 = 372 \text{ cm}^2$ (PRS donc $A_v = \text{Aire de l'âme seule}$)

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

Application numérique :

$$V_{C,Rd} = 7,66 \text{ MN}$$

$$V_{Ed} = 1,28 \text{ MN} \leq V_{C,Rd} = 7,66 \text{ MN}$$

La condition de résistance vis-à-vis de l'effort tranchant est vérifiée.

Étude 7 : Étude des équipements de l'ouvrage

⇒ **Voir DR6**

Réponse question 2.1 :
Identification des ouvrages
d'assainissement

DR1 : Extrait vue en plan de l'assainissement routier

TÊTE D'OUVRAGE : assurer le
raccordement de la canalisation au talus
du bassin en évitant l'affouillement.

**OUVRAGE DE RÉGULATION +
DÉPOLLUTION (REGARD SIPHOÏDE)** :
réguler le débit de sortie du bassin et
retenir les hydrocarbures et les boues.

OUVRAGE DE DÉRIVATION BY-PASS :
isoler le bassin en cas de pollution
accidentelle.

Canalisation à dimensionner
(questions 2.3 et 2.4)

Réseau d'assainissement
existant à raccorder à celui
du projet

DESCENTE D'EAU : permettre un
écoulement de surface transversal sur un
talus.

giratoire 4

REGARD AVALOIR : Collecter et
conduire les eaux de ruissellement vers
des canalisations enterrées.

Questions 2.3 et 2.4 : Annoter les 2 abaques et rédiger votre réponse sur la copie

La France est découpée en trois régions conformément à la carte ci-dessous :

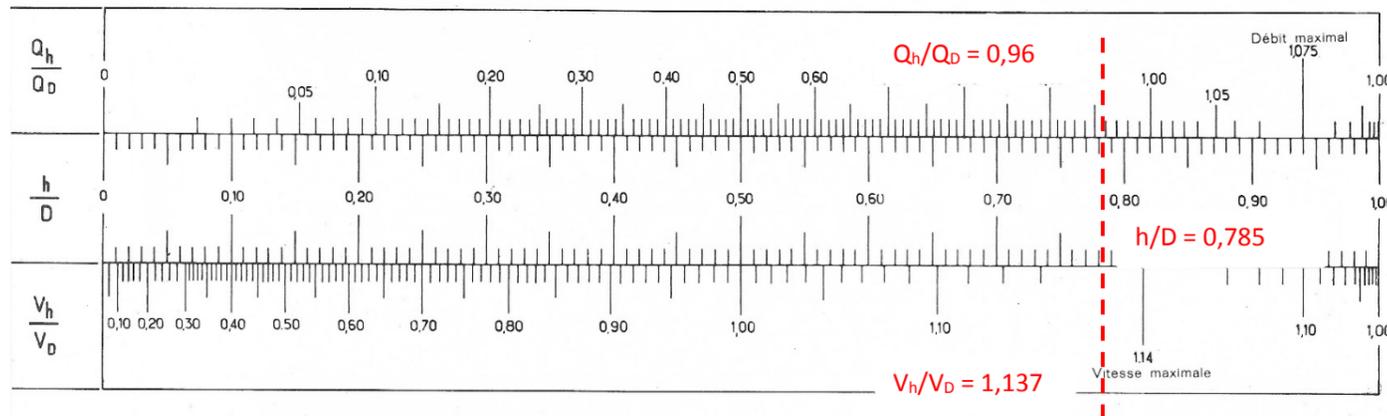
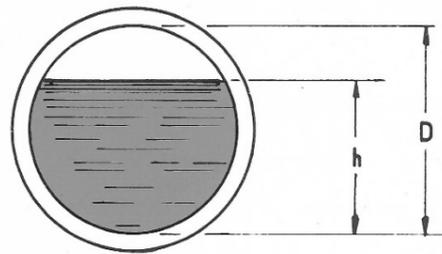


L'intensité de précipitation à prendre en compte est donnée dans le tableau suivant :

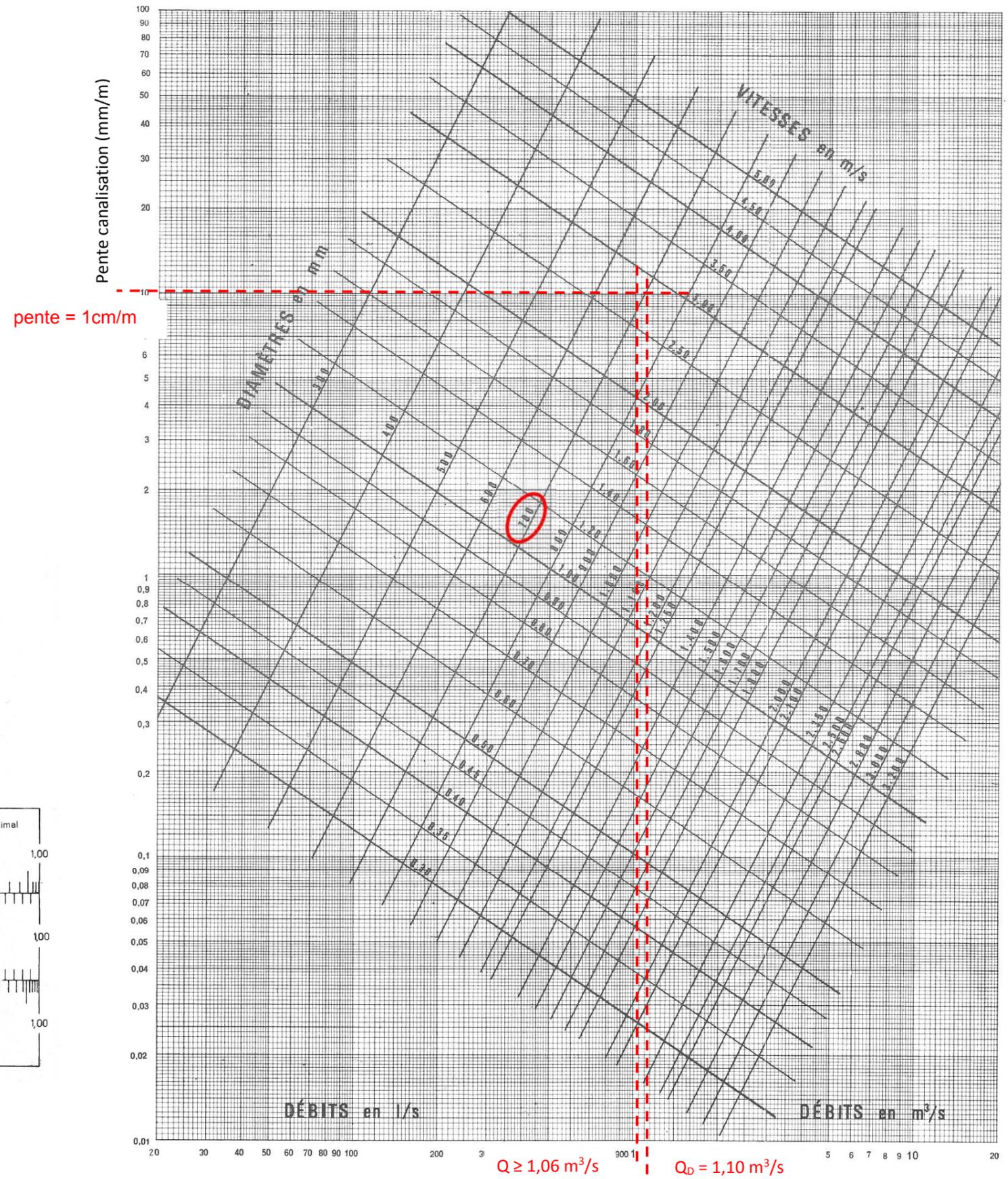
	Intensité d'averse mm /h			
	Décennales		Quinquennales	
	10 mn	15 mn	10 mn	15 mn
I	91	72	74	57
II	113	90	89	70
III	133	111	109	89

Q_D : Débit de la conduite pleine.

Q_H : Débit de la conduite partiellement remplie correspondant au débit minimum à assurer.

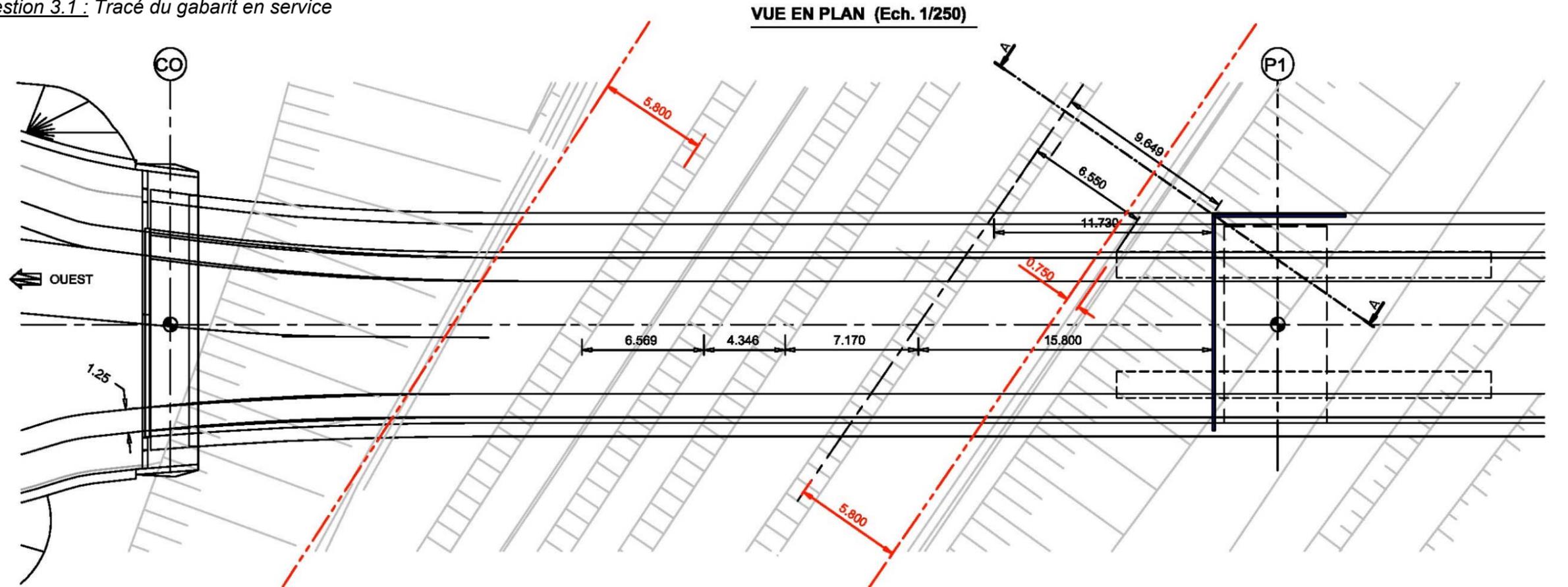


Abaque de correction du débit et de la vitesse pour une **conduite partiellement remplie** en béton (source *Bonna Sabla*)

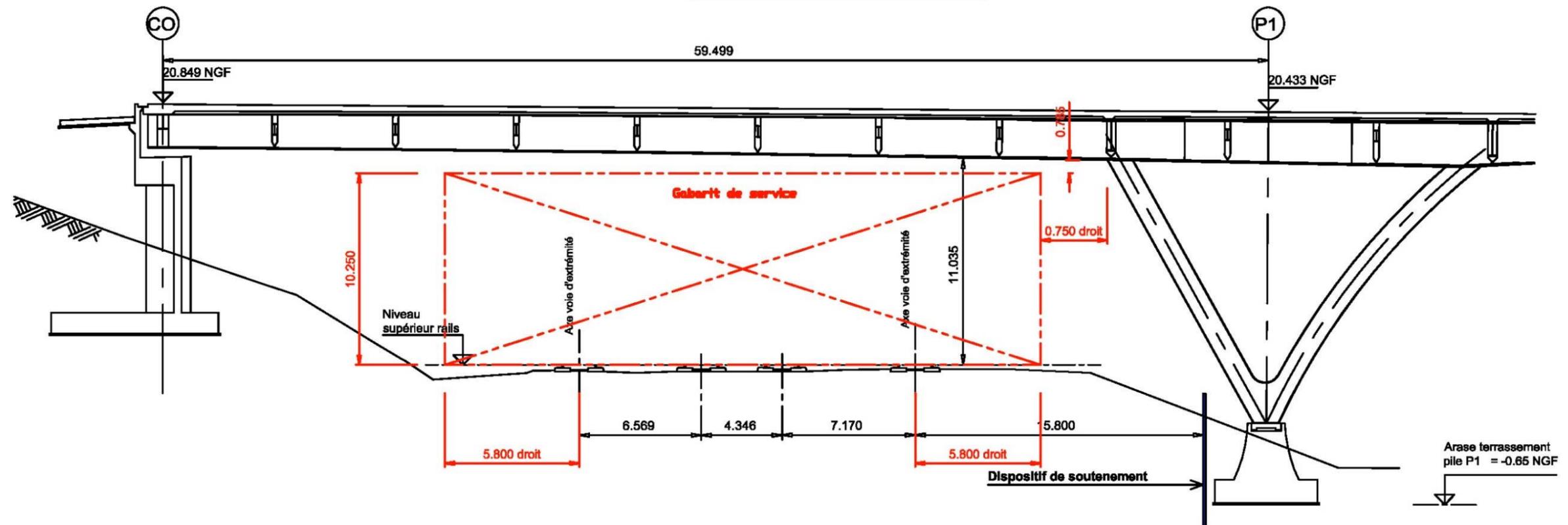


Abaque de dimensionnement **conduite pleine** en béton (source *Bonna Sabla*)

Réponse question 3.1 : Tracé du gabarit en service



COUPE LONGITUDINALE (Ech. 1/250)



Réponse question 3.1 : La position de la pile est-elle compatible avec le gabarit ?

La position de l'ouvrage dégage le gabarit nécessaire en service :

Dist. mini pile-gabarit = 0,75m

Dist. mini tablier-gabarit = 0,785 m

La position de la pile est donc compatible avec le gabarit.

.....

Réponse question 3.2 : La solution hourdis préfabriqué présente-elle un avantage par rapport à une solution coulée en place ?

L'utilisation d'un équipage mobile peut nécessiter un abaissement des dispositifs d'alimentation (encombrement de l'équipage).

Le problème principal est la durée d'exécution plus importante pour la solution équipage mobile. Celle-ci entrainera des interruptions de circulation ferroviaire très importante en terme de durée.

.....

.....

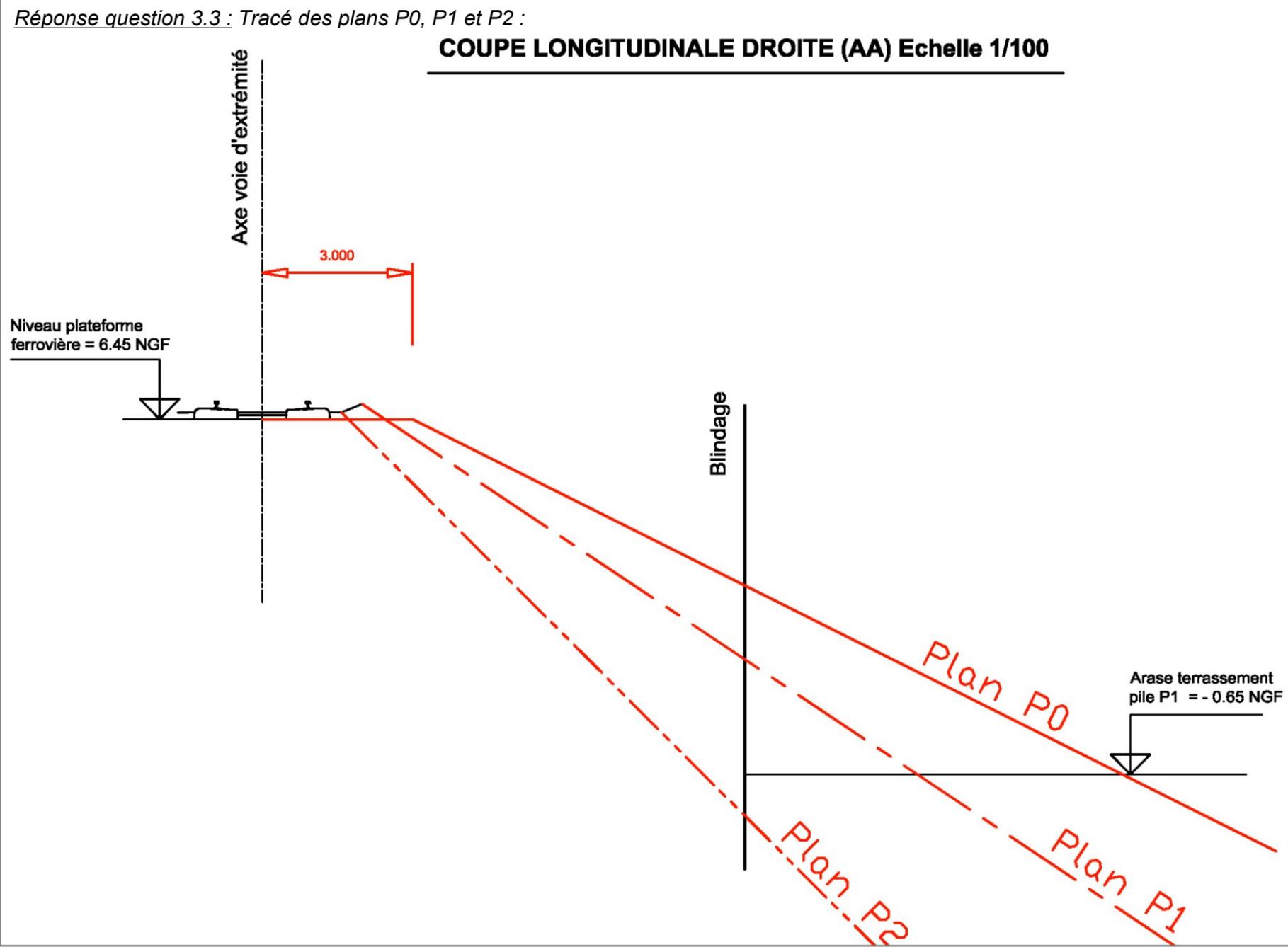
.....

.....

.....

.....

.....



Réponse question 3.3 : Justifier la nécessité du blindage au droit de la fouille de la pile P1.

La fouille pénétrant sous le plan P1 justifie le recours au blindage.

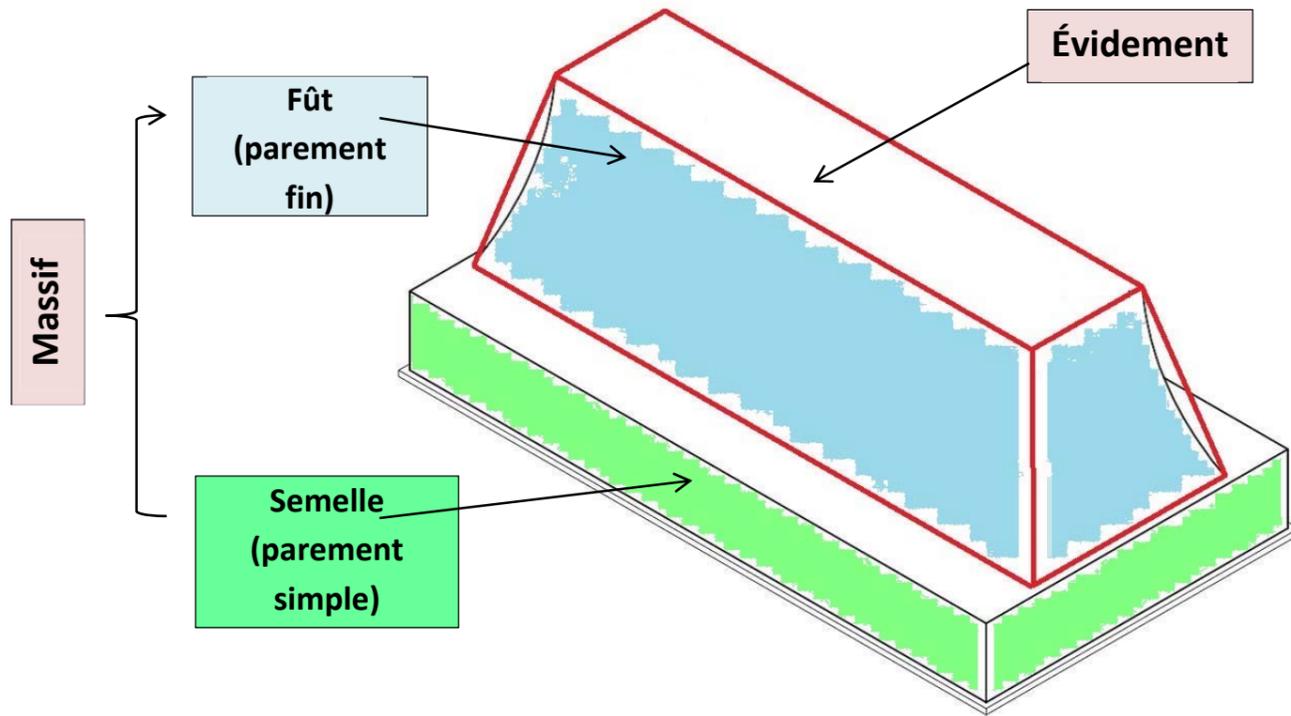
.....

.....

.....

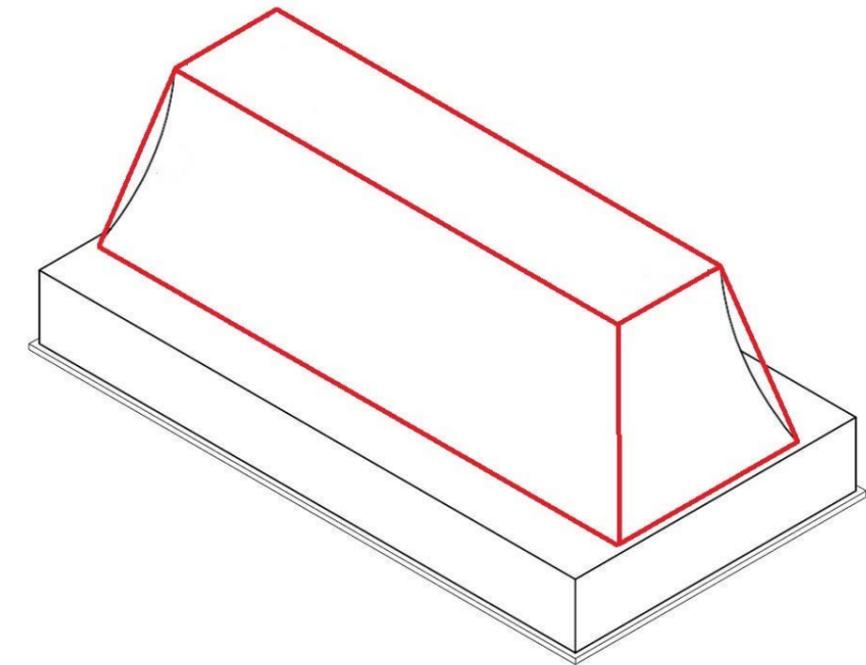
.....

Réponse question 4.1 : Identifier les parements simples et fins



Hypothèses simplificatrices concernant le fût du massif.

- Le fût de la pile est assimilé à un tronc de pyramide.
- Il ne faut pas tenir compte de l'évidement en tête du fût.

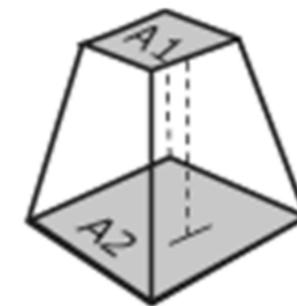


Réponse question 4.2 : Quantitatif à compléter

N° Prix	Poste / Rubrique	U	Quantité
	massif de la pile P1		
E1 1801.01	Coffrages pour parements simples	m ²	40,00
E1 1802.01	Coffrages pour parements fins	m ²	75,40
E1 1803.01	Béton de propreté ép. min 0.10m	m ²	70
E1 1805.01	Béton C35/45 pour semelle	m ³	72,188
E1 1805.02	Béton C35/45 pour fût	m ³	78,023
E1 1806.02	Acier HA	kg	15870

A compléter

Volume d'un tronc de pyramide :



$$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$

« h » est la distance entre les faces parallèles « A1 » et « A2 ».

