

Question 1

La prise du béton projeté correspond à la fin du tir de la volée suivante. Le décau maximal correspond donc à la longueur de la volée augmentée de la garde de 50 cm : $2,50 + 0,50 = 3$ m.

Question 2

Construction de la ligne caractéristique du terrain :

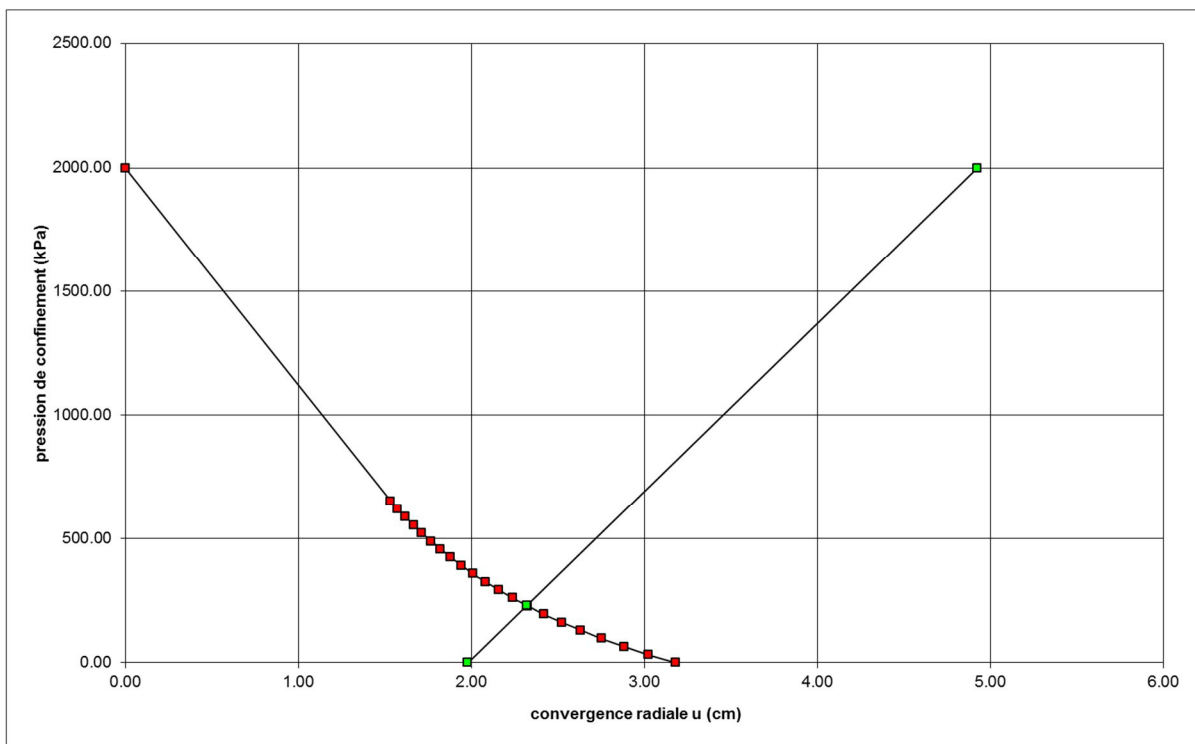
En élastique,

$$\sigma_0 = 2000 \text{ kPa} \quad u_{\infty \text{él}} = \frac{\sigma_0 R}{2G} = \frac{\sigma_0 R (1+\nu)}{E} = 2,28 \text{ cm}$$

$$\text{Limite du domaine élastique : } \lambda_e = \frac{c \cdot \cos \varphi}{\sigma_0} + \sin \varphi = 0,673$$

$$\text{Convergence plastique à l'infini : } u_{\infty \text{pl}} = u_{\infty \text{él}} \times 1,4 = 3,19 \text{ cm}$$

Voir construction ci-dessous.



Convergence à l'origine de la pose du soutènement

$$\frac{x}{R} = \frac{3}{7} = 0,43$$

Principe de similitude :

$$u_{pl}\left(\frac{x}{R}\right) = u_{\infty pl} \times \lambda_{\text{él}} \left(\frac{1}{1,4} \times \frac{x}{R}\right) = u_{\infty pl} \times \left[1 - 0,75 \times \left(\frac{1}{1 + \frac{4}{3} \frac{x}{1,4 \times R}}\right)^2\right] = 1,98 \text{ cm}$$

Raideur du soutènement :

$$\text{Cintres : } K = \frac{E_s \frac{S}{s}}{R} = 208 \text{ MPa}$$

$$\text{Béton projeté : } K = \frac{E_b \times e}{(1-\nu^2).R} = 267 \text{ MPa}$$

La pente de la ligne caractéristique du soutènement vaut donc : $\frac{K}{R} = \frac{(208+267)}{7} = 68 \text{ kPa/mm}$

On trouve graphiquement l'équilibre pour : $u = 2,32 \text{ cm}$, et $p = 231 \text{ kPa}$.

Soit $231 \times 208 / 475 = 101 \text{ kPa}$ sur les cintres, $\sigma_s = \frac{0,101 \times 7}{91.10^{-4} / 1,25} = 97 \text{ MPa} \ll 250 \text{ MPa}$

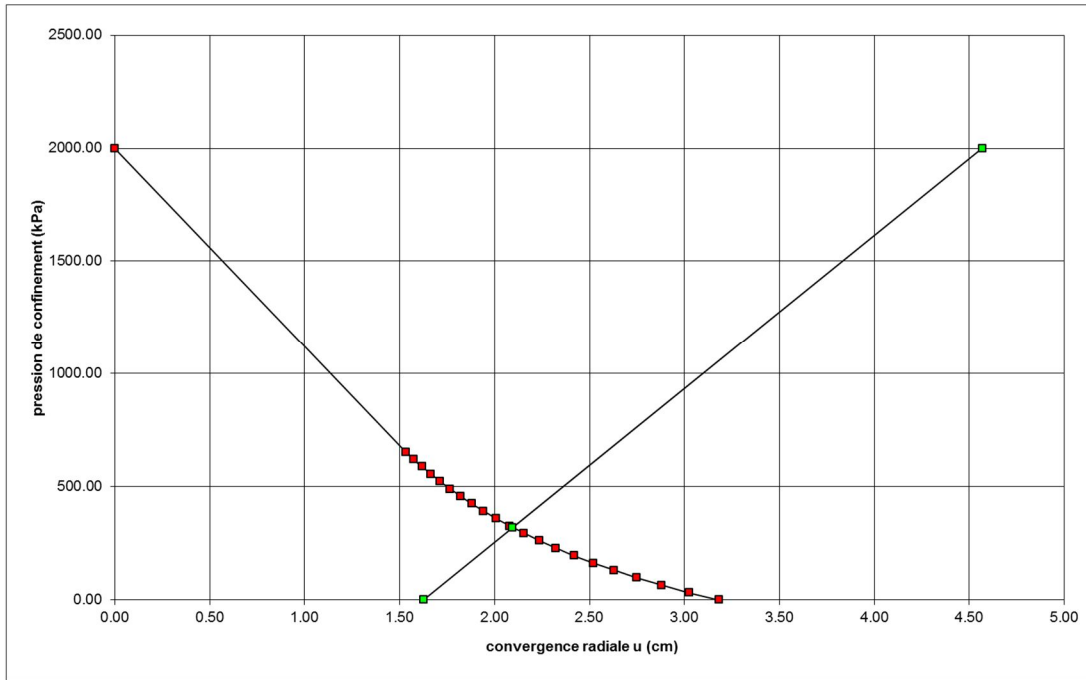
et $231 \times 267 / 475 = 130 \text{ kPa}$ sur le béton projeté, $\sigma_b = \frac{0,130 \times 7}{0,25} = 3,64 \text{ MPa} \ll 5 \text{ MPa}$

Question 3

		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h
Volée 1,25 m												
mise en place perforateur		■										
tracé volée		■										
perforation volée	2,5 m		■									
recul perforateur			■									
mise en place des charges				■								
tir					■							
désenfumage						■						
temps mort							■					
marinage								■				
purge									■			
béton projeté 1e phase	5 cm									■		
béton projeté au front											■	
cintres	HEB 220 e=1,25m											■
béton projeté 2e phase	20 cm											■

Le cycle dure 11h : l'avancement moyen journalier est donc de $24/11 \times 1,25 = 2,7 \text{ m/jour}$.

La prise du béton projeté correspond au marinage de la volée suivante. Le décousu maximal correspond donc à la longueur de la volée augmentée de la garde de 50 cm : $1,25 + 0,50 = 1,75 \text{ m}$.



$$\frac{x}{R} = \frac{1,75}{7} = 0,25$$

Principe de similitude :

$$u_{pl} \left(\frac{x}{R} \right) = u_{\infty pl} \times \lambda_{\text{él}} \left(\frac{1}{1,4} \times \frac{x}{R} \right) = u_{\infty pl} \times \left[1 - 0,75 \times \left(\frac{1}{1 + \frac{4}{3} \frac{x}{1,4 \times R}} \right)^2 \right] = 1,63 \text{ cm}$$

Équilibre : $u = 2,10 \text{ cm}$, et $p = 320 \text{ kPa}$

Soit $320 \times 208 / 475 = 140 \text{ kPa}$ sur les cintres, $\sigma_s = \frac{0,140 \times 7}{91 \cdot 10^{-4} / 1,25} = 135 \text{ MPa} \ll 250 \text{ MPa}$

et $320 \times 267 / 475 = 180 \text{ kPa}$ sur le béton projeté, $\sigma_b = \frac{0,180 \times 7}{0,25} = 5,0 \text{ MPa}$

On constate une assez forte sollicitation du béton projeté.