

Chapitre II : Les murs de soutènements

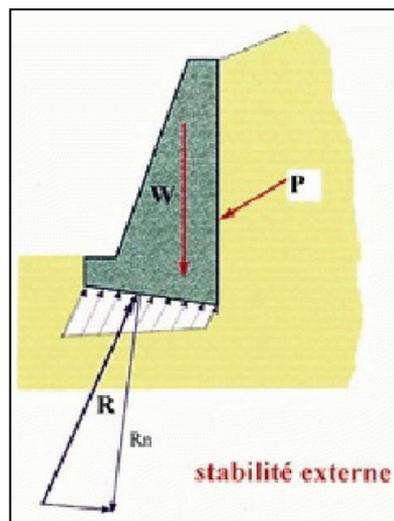
I Définition :

Les murs de soutènements sont des ouvrages destinés à assurer la stabilité des talus naturels raides contre l'éboulement et le glissement. La stabilité des murs est due en grande partie à leurs poids propre et le poids du sol sur leur base. Les ouvrages de soutènements comprennent tous les types de murs et de systèmes d'appui dans lesquels des éléments de structure subissent des forces imposées par le matériau soutenu.

II Types des murs de soutènements :

1/ Les murs poids :

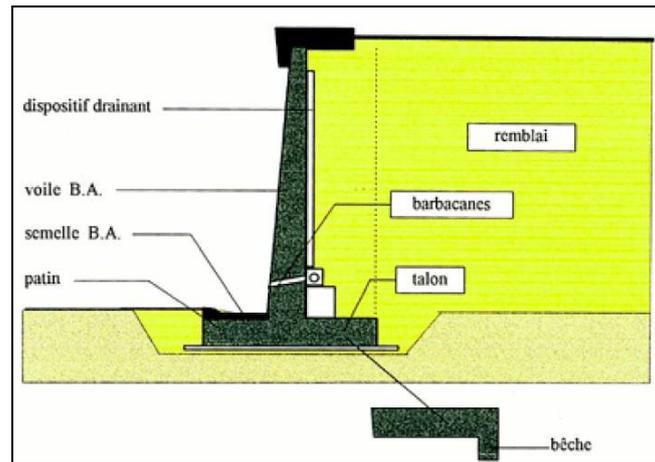
Le poids propre du mur joué un rôle important dans le soutènement du matériau retenu. Les murs poids sont réalisés par différents matériaux (murs en maçonnerie ; murs en béton ; murs en gabions qui est le plus souple). Ils ne sont pas utilisés pour les grandes hauteurs.



Principe de fonctionnement externe

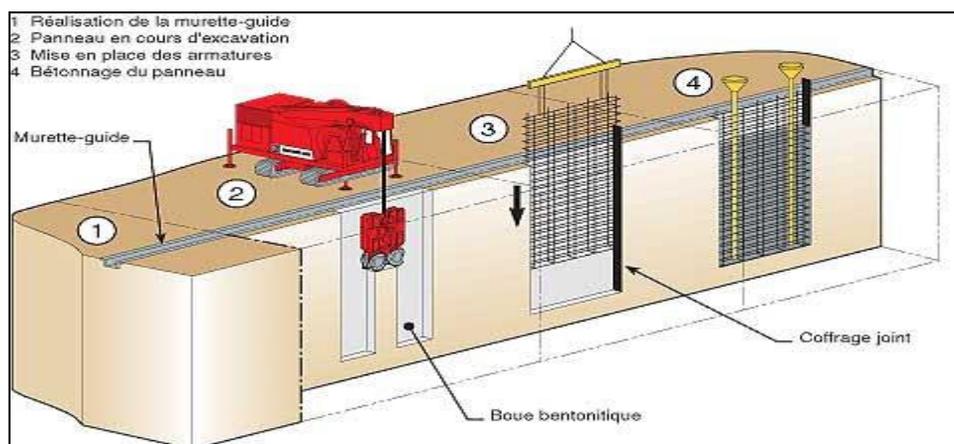
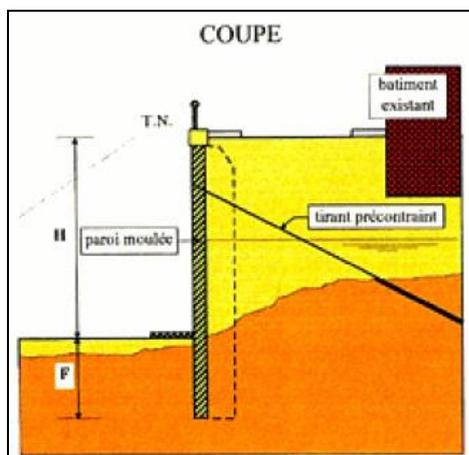
2/ Les murs en béton armé « cantilever » :

Consiste d'un voile résistant en béton armé encastré dans une semelle de fondation (préfabriqué ou non). La stabilité est assurée par le poids du sol sur la semelle de fondation, ils sont utilisés pour des hauteurs de 8m environs



3/ Les parois fabriquées dans le sol :

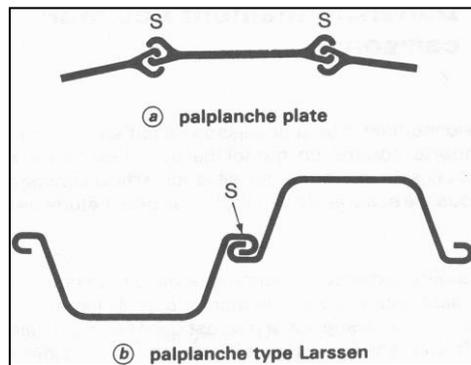
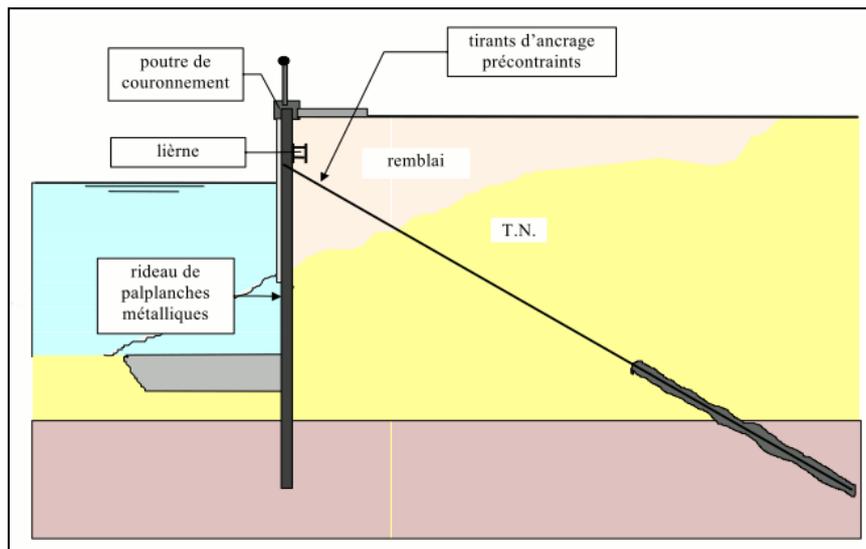
Juxtaposition d'éléments verticaux dont la tenue est assurée par leur fiche et des butons (pour soutenir) et tirants éventuels.



Exemple des parois moulées

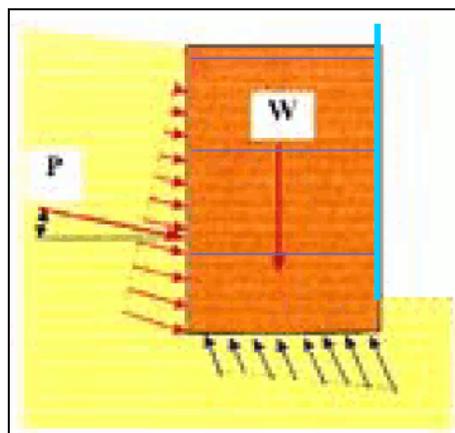
4/ Les rideaux de palplanches :

Rideaux continus relativement étanches, constitués de profils métalliques assemblés par des serrures (+ butons ou tirants éventuels).

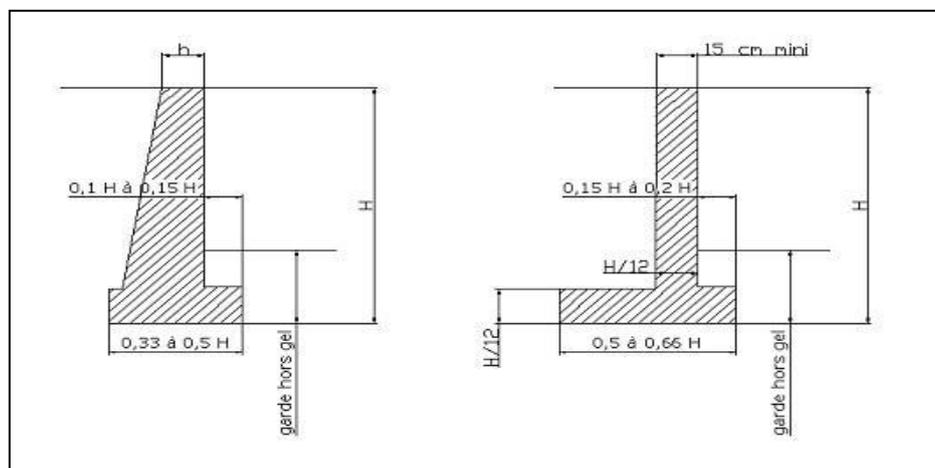
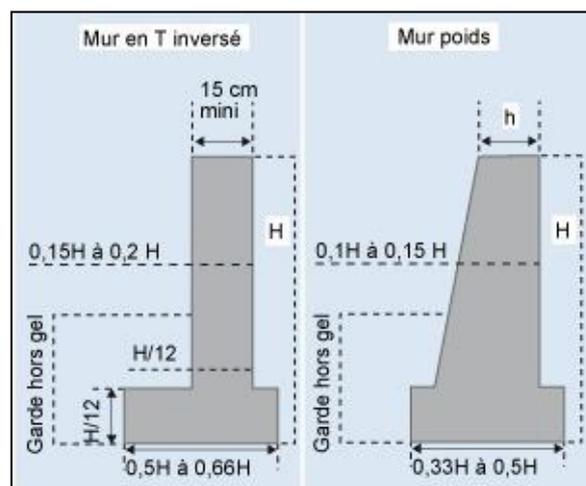
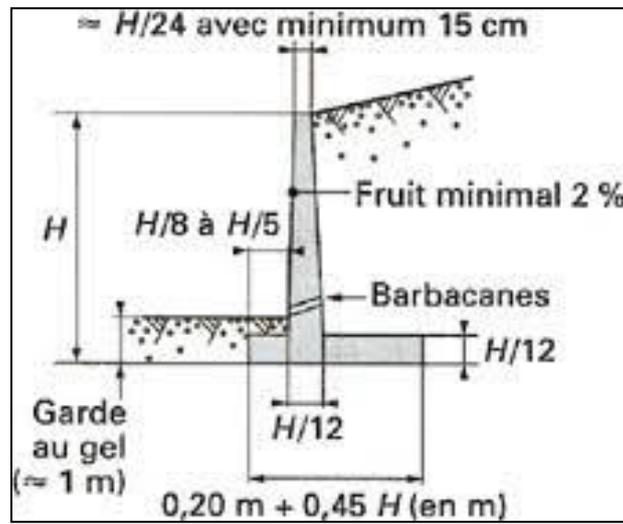


5/ Les massifs en remblai renforcé :

Principe : faire travailler un sol d'apport, renforcé par des armatures passives, pour constituer un massif poids.



III Pré-dimensionnement :



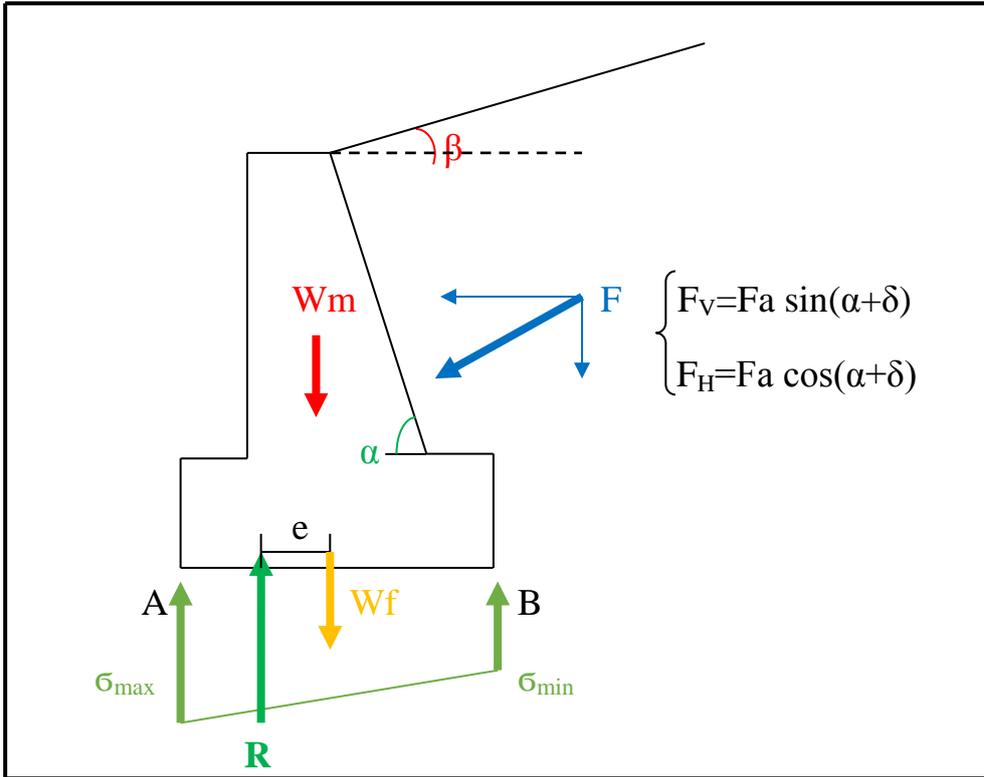
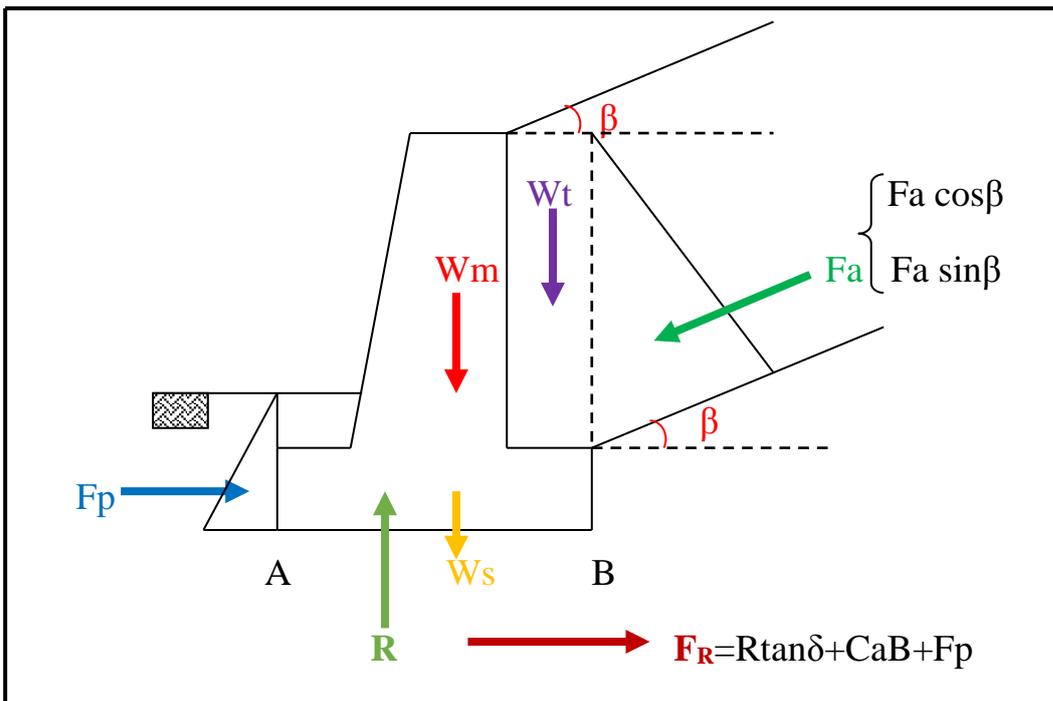


Fig 2: forces agissantes sur un mur selon Coulomb

$$\sigma_{max/min} = \frac{R}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) < \sigma_{adm}$$

Remarque : la butée est négligée dans le cas des murs faiblement encastrés.

1/Stabilité au glissement :



Les forces qui se pose a ce glissement sont du à l'adhérence et au frottement de la fondation sur le terrain et à la butée si elle n'est pas négligée. Pour que le mur soit stable, la somme de ces forces soit supérieur à la composante horizontale de la poussée, soit F_s le coefficient de la sécurité :

$$F_s = \frac{R_f + C_a \beta + F_p}{F_h}$$

$f = \tan \delta$ (frottement entre sol/base)

$\varphi < \delta < 2/3\varphi$

$0,5C < C_a < 0,7C$ (coefficient d'adhérence sol/base)

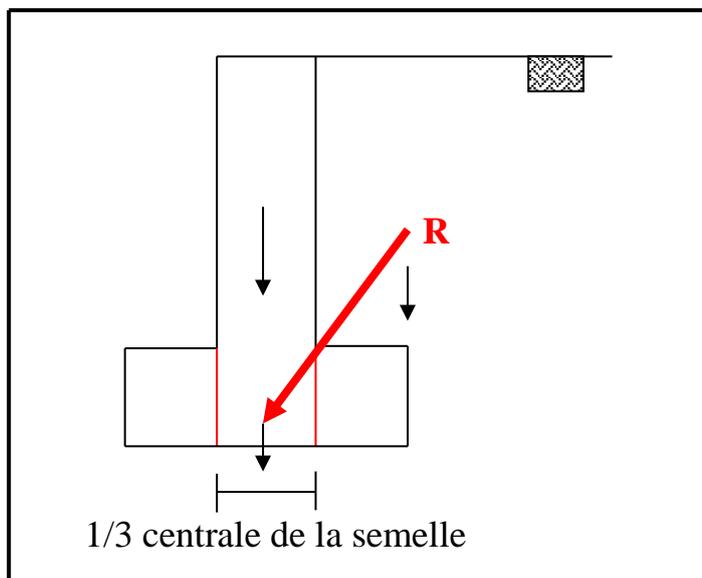
Si une mince de couche reste toujours solidaire de la base, les caractéristique δ et C_a seront égale à φ_{sol} et C_{sol} .

Si le coefficient de sécurité est supérieur à 1,5 ou 2 dans le cas où on tient compte de la butée.

2/ Stabilité au renversement :

Le renversement du mur est susceptible de se produire autour de l'axe passant par le point A. Le risque de renversement est du en grande partie à l'excentrement de la réaction, qu'on peut étudier la stabilité au renversement de deux manières :

1/ En s'assurant que la réaction R passe dans le 1/3 centrale de la base donc on doit vérifier $e \leq B/6$



2/ En comparant les moments des forces par rapport à l'axe passant par le point A on peut déterminer le rapport par le coefficient de sécurité :

$$F_R = \frac{\Sigma M \text{ stabilisatrice}}{\Sigma M \text{ renversement}} \geq 1,5 \text{ (ou } 2 \text{ quand on prend en considération la butée)}$$

Remarque

On a essayé de donner un problème complet de vérification d'un mur de soutènement ou lieu de faire une série d'exercices indépendants l'un de l'autre.

Nomenclature Chapitre II Les murs de soutènement

W_m : poids du mur

W_f : poids du fondation

W_s ; W_t : poids du sol ou de la terre

R : réaction du sol sur la fondation

e : excentrement entre le centre de fondation et la réaction du sol

B : largeur de fondation

C_a : coefficient d'adhérence sol-base de fondation

f : frottement sol-base

F_s : coefficient de sécurité de glissement

F_r : coefficient de sécurité de renversement

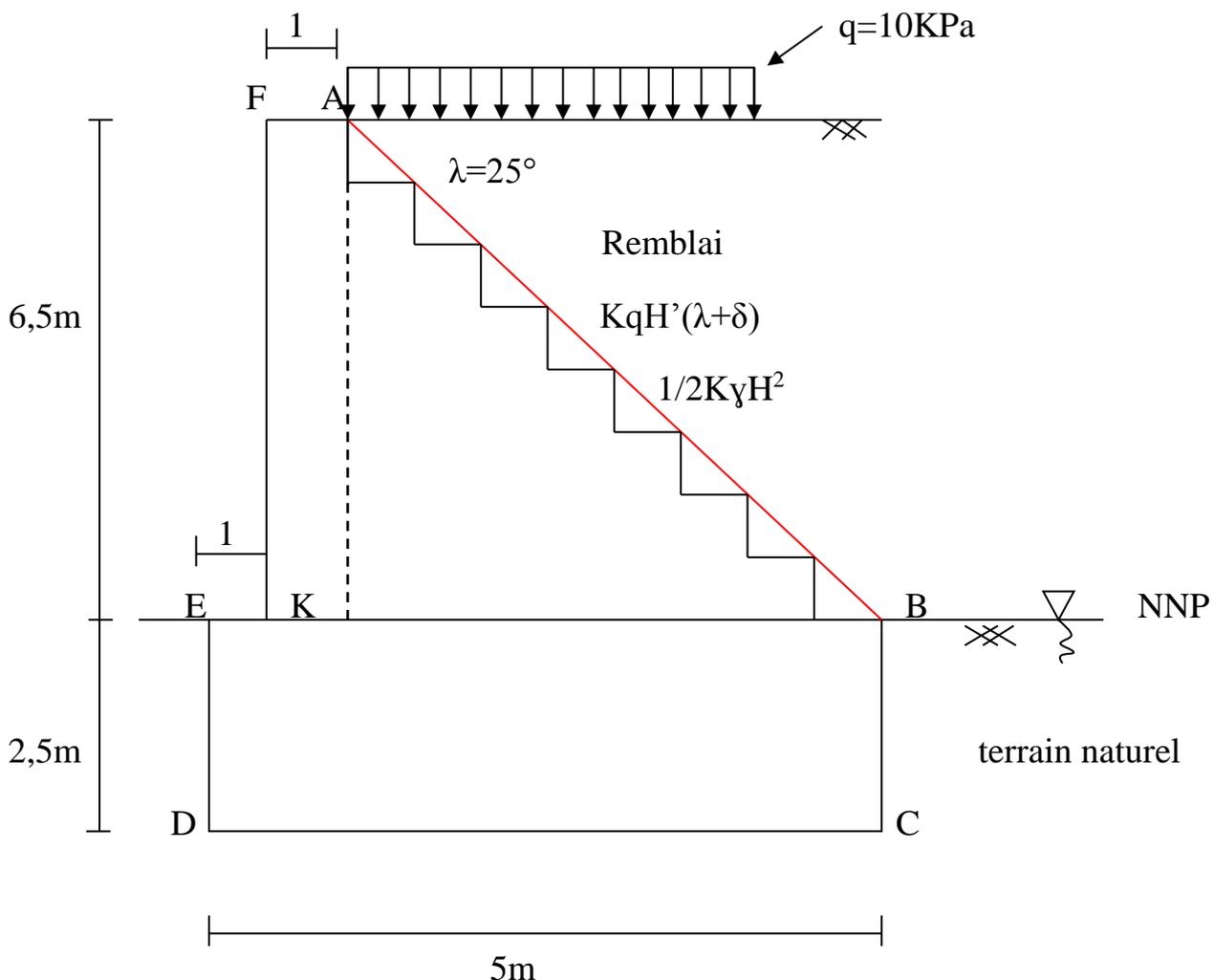
Série 02 : les murs de soutènements

Problème :(Ensemble de 5 exercices en un)

On désire calculer le mur de quai représenté sur la figure suivante qui en précise les dimensions (on assimile la série des redans à un parement AB rectiligne et on suppose que le poids des terres n'est pas significativement différent de celui du béton dans les zones triangulaires ainsi délimitées).

La partie supérieure de la semelle de fondation est arasée à la hauteur de la nappe qui règne au même niveau que le terrain au pied du fut du mur.

La semelle de fondation est encastree toute entiere dans le terrain naturel qui est totalement immergé, par contre le fut supporte la poussée d'un remblai d'appoint non immergé.



On adoptera les hypothèses de calcul suivantes :

$$\text{Béton : } \gamma_{\text{béton}}=23\text{KN/m}^3$$

$$\text{Remblai : } \gamma=18\text{KN/m}^3 ; \varphi_r=30^\circ ; C=0$$

$$\text{Sur AB } (\delta=\varphi_1 ; \lambda=25^\circ) K_{ax}=0,474 ; K_{aq}=0,522 ; q=10\text{KPa.}$$

$$\text{Terrain naturel : } \gamma'=11\text{KN/m}^3 ; \varphi_2=25^\circ ; C=0$$

$$\text{Sur BC } (\delta=2/3 \varphi_2) ; K_{ax}=K_{aq}=0,364$$

Par mesure de sécurité on négligera la butée de terrain de fondation sur la face amante ED de la semelle, on demande :

- l'excentricité de la résultante des forces sur la base CD de la fondation
- y a-t-il des efforts de traction ?
- la contrainte de sécurité vis-à-vis du renversement par rapport au point D
- le coefficient de sécurité de glissement (on admettra que le coefficient de frottement du sol de fondation sur le béton de la semelle est égal à tangente φ_2)

Solution Série 02 : les murs de soutènements

Exercice 01 :

$$1/W_1=h_1*a*\gamma_{\text{béton}}=6,5*1*23=149,5\text{KN/ml}$$

$$x=1,5\text{m} \quad y=5,75\text{m}$$

$$W_2=(h_1*a^2)/2*\gamma_{\text{béton}}=0,5*6,5^2*23=224,25\text{KN/ml}$$

$$x=3\text{m} \quad y=4,66\text{m}$$

$$W_3=h_2*B*(\gamma_{\text{béton}}-\gamma_w)=2,5*5*(23-10)=162,5\text{KN/ml}$$

$$x=2,5\text{m} \quad y=1,25\text{m}$$

Dans la présence de β, δ et λ on aura 2 composantes (HetV)

$$H^2=AB=\sqrt{6,5^2 + 3^2}=7,15\text{m}$$

$$F_{1q}=K*q*H^2=0,522*10*7,15=37,32\text{KN.ml}$$

$$F_{1qH}=F_{1q} \cos(\lambda+\delta)=37,32\cos55=21,4\text{KN.ml}$$

$$x=3,5\text{m} \quad y=5,75\text{m}$$

$$F_{1qV} = F_{1q} \sin(\lambda+\delta) = 30,57\text{KN/ml}$$

$$x=3,5\text{m} \quad y=5,75\text{m}$$

$$F_{1\gamma} = 1/2 K \gamma H^2 = 218,08\text{KN/ml}$$

$$F_{1\gamma H} = F_{1\gamma} \cos(\lambda+\delta) = 125,1\text{KN/ml}$$

$$x=4\text{m} \quad y=4,66\text{m}$$

$$F_{1\gamma V} = F_{1\gamma} \sin(\lambda+\delta) = 179,06\text{KN/ml}$$

$$x=4\text{m} \quad y=4,66\text{m}$$

$$F_{2q} = Kq \cdot q' \cdot H_2 = 115,57\text{KN/m}^2$$

$$F_{2qH} = F_{2q} \cos(2/3\varphi_2) = 110,71\text{KN/m}$$

$$x=5\text{m} \quad y=1,25\text{m}$$

$$F_{2qV} = F_{2q} \sin(2/3\varphi_2) = 33,14\text{KN/m}$$

$$x=5\text{m} \quad y=1,25\text{m}$$

$$F_{2\gamma} = 1/2 K \gamma' H_2^2 = 12,5\text{KN/ml}$$

$$F_{2\gamma H} = F_{2\gamma} \cos(2/3\varphi_2) = 11,97\text{KN/m}$$

$$x=5\text{m} \quad y=0,83\text{m}$$

$$F_{2\gamma V} = F_{2\gamma} \sin(2/3\varphi_2) = 3,58\text{KN/m}$$

$$x=5\text{m} \quad y=0,83\text{m}$$

$$U_2 = 1/2 \gamma_w h_w^2 = 31,25\text{KN/ml}$$

$$U_{2H} = U_2 \cos(2/3\varphi_2) = 29,9\text{KN/ml}$$

$$x=5\text{m} \quad y=0,83\text{m}$$

$$U_{2V} = U_2 \sin(2/3\varphi_2) = 8,96\text{KN/ml}$$

$$x=5\text{m} \quad y=0,83\text{m}$$

$$R = W_1 + W_2 + W_3 + F_{1qV} + F_{1\gamma V} + F_{2qV} + F_{2\gamma V} + U_{2V}$$

$$R=791,1\text{KN/ml}$$

L'excentricité :

$$\Sigma M/D=1473,86\text{KN.m}$$

$$X=\frac{\Sigma M/D}{R}=\frac{1473,86}{791,1}=1,86\text{m}$$

$$\Sigma M_{\text{stabilité}}=2353,155\text{KN.m}$$

$$\Sigma M_{\text{renvers}}=881,019\text{KN.m}$$

$$e=B/2 -X= 5/2 - 1,86$$

$$e=0,64 < B/6=0,83$$

$e < B/6 \rightarrow$ la charge est à l'intérieur du noyau central \rightarrow section totalement comprimé donc il n'y a pas de traction.

$$2 / \sigma_{\text{max}}=R/A(1+6e/B) \rightarrow \sigma_{\text{max}}=279,74\text{KN/m}^2$$

$$3/ F_R=\frac{\Sigma M_{\text{stabilité}}}{\Sigma M_{\text{renvers}}}=\frac{2354,885}{881,019}$$

$F_R=2,67 > 1,5 \rightarrow$ il n'y a pas un risque de renversement.

$$4/ F_S=\frac{R \tan \delta + Ca\beta + Fp}{\Sigma Fh}=\frac{791,1 \tan 25}{299,08}$$

$$F_H=299,08\text{KN/ml}$$

$F_S=1,23 < 1,5 \rightarrow$ le mur est instable, il faut le redimensionner.

