

Les murs de Soutènement

Définition: De nombreux travaux de construction nécessitent la réalisation d'excavation. Afin de réduire l'importance des Talus, on est souvent amené à réaliser des ouvrages de soutènement.

Le principe du "mur" de soutènement est de reprendre un effort de poussée du sol et de le rétransmettre au sol en équilibrant par:

- Son poids propre
- des ancrages
- un encastrement de l'ouvrage.

Remarque: Dans les efforts, il ne faut pas oublier la poussée de l'eau derrière l'ouvrage, mais aussi sous l'ouvrage (sous-pression).

II - Différents Types d'ouvrage de soutènement

Les ouvrages de soutènements se distinguent donc par la manière dont les effets de poussée (du terrain derrière l'ouvrage) sont repris. La poussée peut être reprise par

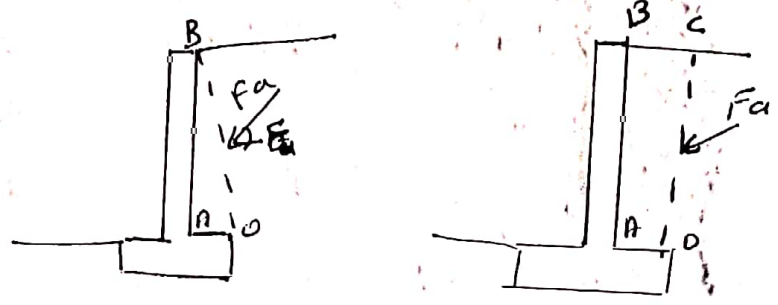
- Le poids de l'ouvrage.
- L'encastrement de l'ouvrage.
- L'ancrage de l'ouvrage.

1.1 Mur - poids: Il résiste à la poussée des terres par son poids, qui est important. Il est généralement construit en béton ou en maçonnerie. Il pose souvent des problèmes de Tassement et de fondation.



1.2 Mur chaise ou Contrevers

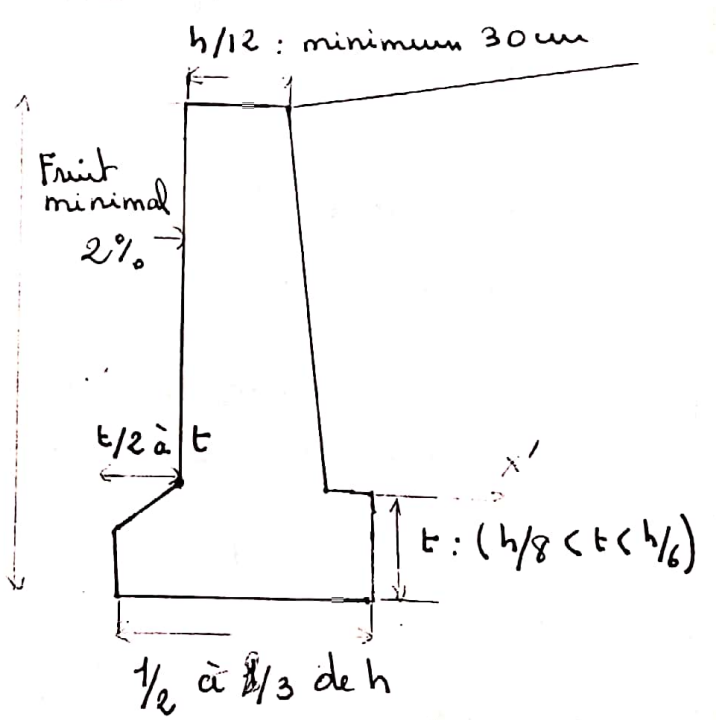
Un mur, chaise a la jone indique sur la figure ci-dessous. 2-
 Il est construit en beton armé, La poussée des terres s'applique sur la partie AB, qui résiste au renversement parcequ'elle est liée à la partie OA sur laquelle s'exerce le poids des terres.



Le calcul d'un tel mur se fait en supposant que la partie OAB (ou la partie OCBA) de sol fait partie intégrante du mur. On détermine quelle est la force F_a s'exerçant sur le plan OB (ou sur le plan OC)

Stabilité externe / interne

- Pour dimensionner un ouvrage il va être nécessaire de vérifier sa stabilité par rapport aux actions externes, en particulier par rapport à la poussée des terrains.
- Sa stabilité interne. Il faut vérifier que les contraintes internes au mur vérifient bien les normes de construction du h béton ou du béton armé. Si le béton n'est pas armé, il ne doit pas être sollicité en traction

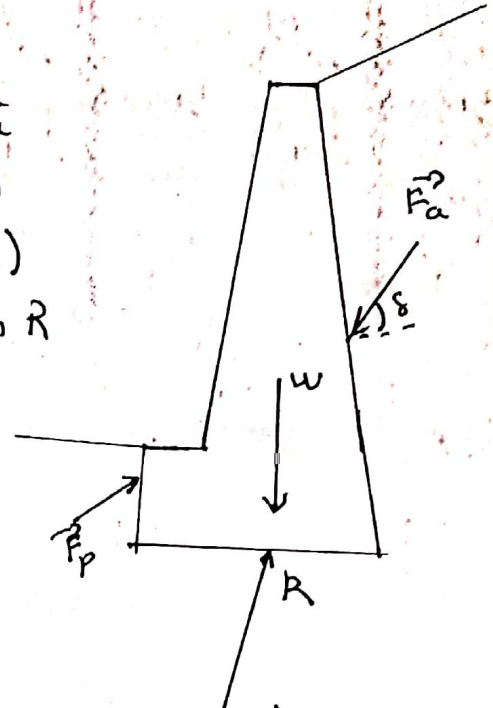


Dimensions usuelles d'un mur poids (d'après Costet et Sauglerat)

3. Dimensionnement des murs poids (stabilité externe) du mur

Les forces qui agissent sur le mur sont

- Le poids du mur w .
- La poussée P ou F_a (action des terres à l'arrière du mur)
- La butée à l'avant F_p (réaction des terres)
- La réaction du sol sous la fondation R



Forces s'exerçant sur un mur poids.

Les étapes du calcul de la stabilité externe vont consister à vérifier:

- La stabilité au renversement;
- La stabilité au glissement;
- La résistance du sol de fondation et le tassement.

La stabilité générale vis à vis d'un glissement.

3. 1. Contexte réglementaire

L'introduction de L'Eurocode 7 va conduire à utiliser le principe des états limites couplés à l'approche semi-probabiliste pour le calcul des soutènements. Les propriétés du sol sont affectées de coefficients de sécurité partiels

Application: Théorie de Rankine.

Pour Rankine $\delta \neq 0$

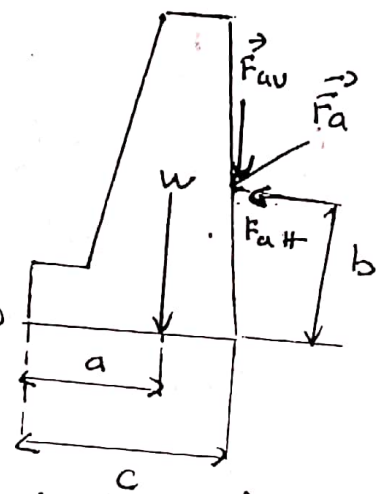
Pour Coulomb $\delta \neq 0$

3. 2. Stabilité au renversement:

La sécurité vis à vis du renversement sera assurée si le moment des forces stabilisantes est supérieur au moment des forces de renversement (forces qui tendent à renverser le mur autour de son arête extérieure); c'est à dire essentiellement la composante horizontale de la poussée (P_H)

On définit le coefficient de sécurité au renversement F_R par :

$$\frac{\text{Moment stabilisant}}{\text{Moment de renversement}} = \frac{w \cdot a + F_{av} \cdot c}{F_{aH} \cdot b} = F_R$$

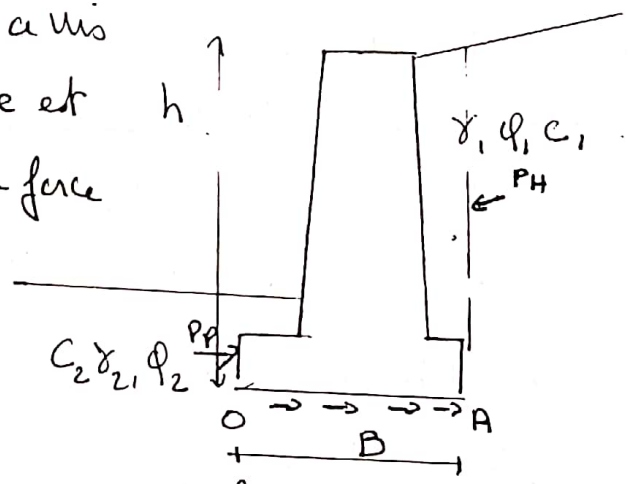


Le coefficient de sécurité (F_R) doit être d'au moins 1,5 E.L.U dans l'état de réglementation actuelle)

calcul de la stabilité au renversement par rapport à O.

5-3- Stabilité vis à vis d'un glissement à la base.

Le coefficient de sécurité vis à vis d'un glissement sur la base est défini comme le rapport de la force résistante de cisaillement à la composante tangentielle de la réaction exercée sur la base du mur (qui s'oppose à la résultante des forces appliquées sur le mur).



R peut être décomposé en une composante normale N et une composante tangentielle T .

$Z = c_2 + \gamma \cdot r \cdot g \cdot \varphi_2$ avec $\gamma = \frac{\Sigma V}{B}$ avec V : Σ des forces verticales.

$\tau \cdot (S) = \tau \cdot (B \cdot 1) = \left(c_2 + \frac{\Sigma V}{B} \cdot r \cdot g \cdot \varphi_2 \right) B$

$F_g = \frac{c_2 \cdot B + \Sigma V \cdot r \cdot g \cdot \varphi_2 + P_{PH}}{P_{aH}}$

avec P_{aH} : la pousse active horizontale.
 P_{PH} : la pousse passive horizontale.

Le coefficient de sécurité F_g doit être supérieur à 1,5. (ELU. Dans l'état de la réglementation actuelle)

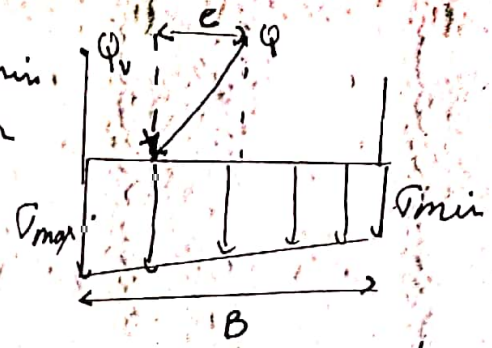
Remarque : à fin d'éviter les glissements ou d'assurer la stabilité il faut choisir réaliser des Beches car elles améliorent considérablement la résistance au glissement.

si forces horizontales \Rightarrow forces verticales : utilisation de Beches augmentent la butée.

3-4 - Résistance du Sol de fondation.

Le calcul effectuée est celui d'une fondation superficielle.
 Le calcul de résistance du Sol de fondation devra tenir compte du fait que la charge est inclinée et excentrée.
 Par simplification on admet que la repartition des contraintes sous la fondation d'un mur est linéaire mais pas uniforme du fait de l'excentricité de la charge (L'excentricité est la distance entre le point d'application de la charge et l'axe de la fondation).

Les contraintes extrêmes σ_{max} et σ_{min} au contact du Talon et du mur sont évaluées de la manière suivante :



$$\sigma_{max} = \frac{Q_v}{B} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

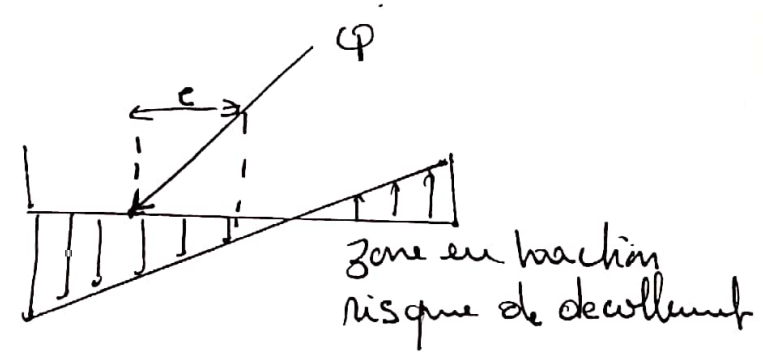
$$\sigma_{min} = \frac{Q_v}{B} \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

Diagramme de répartition des contraintes sous l'assise d'un mur

(Q_v étant la composante verticale de la résultante des charges appliquées au mur.)

Pour réduire les tassements différentiels, il est nécessaire de limiter l'excentrement de la charge appliquée. On se fixe comme limite une excentricité de $B/6$.

Pour une excentricité inférieure à $B/6$, la résultante des forces passe à l'intérieur du tiers central de la fondation du mur; pour une excentricité supérieure à $B/6$, la réaction passe à l'extérieur du tiers central et est équilibrée par des contraintes de traction sur une partie de la base du mur. Il y'a risque de décollement d'une partie de la base du mur. (attention aux problèmes de voûtes si $e/B > 6$.)



3.5. Stabilité générale vis à vis d'un glissement.

7

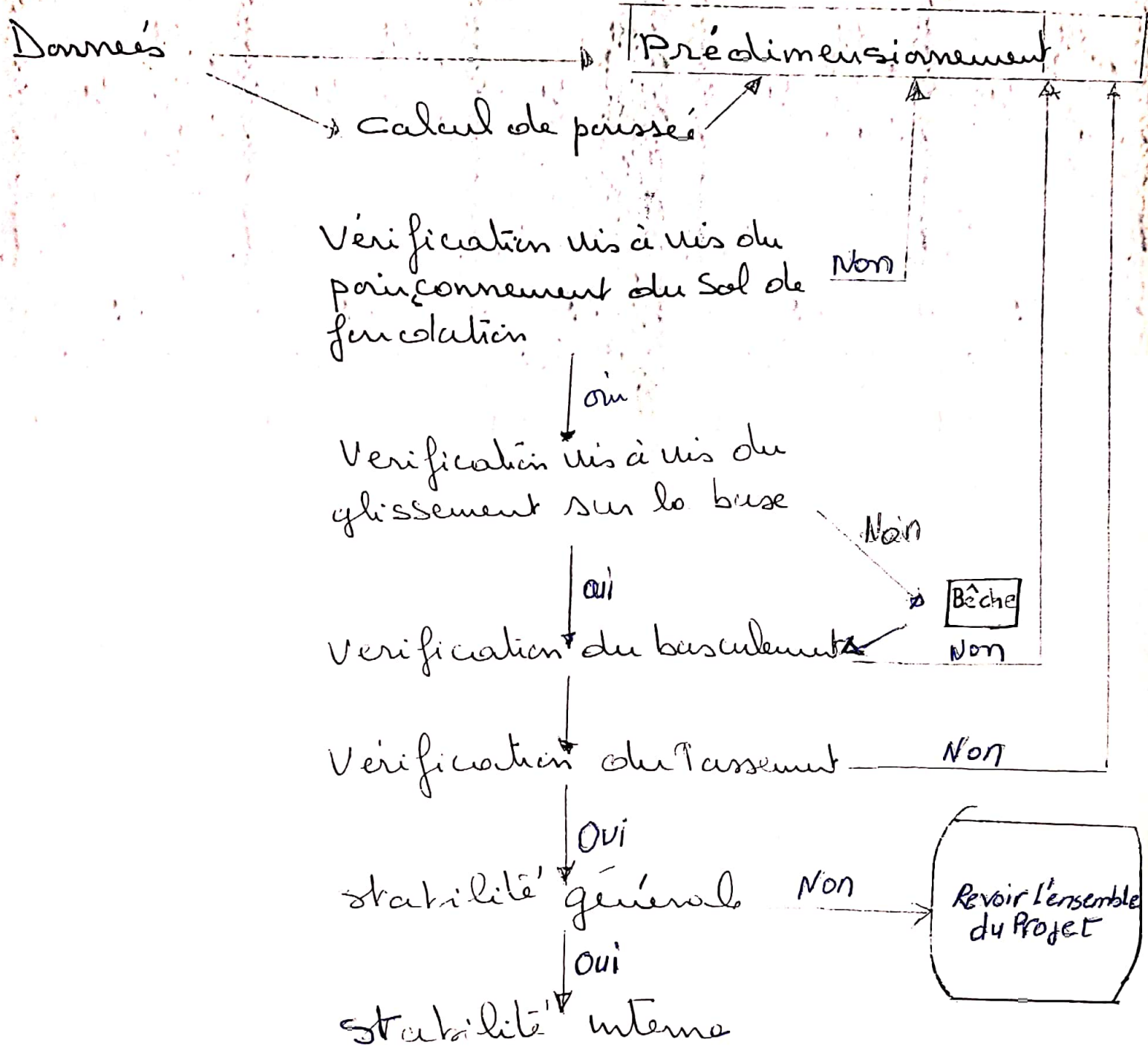
La possibilité d'un glissement d'une partie du Sol qui englobe le mur, la surface de rupture passant à l'arrière du mur doit être examinée. Le coefficient de sécurité adopté est celui de glissement soit 1,5 ou 2.



Rupture par "grand glissement" et découpage en tranches pour un calcul de stabilité par une méthode de tranches.

$$\gamma_0 = \left(\frac{17}{4} - \frac{40}{7} \right) \\ \left(\frac{17}{4} - \frac{30}{7} \right)$$

3.6. Différents étapes d'évaluation de la stabilité d'un mur de soutènement



évaluation de la stabilité d'un mur de soutènement