

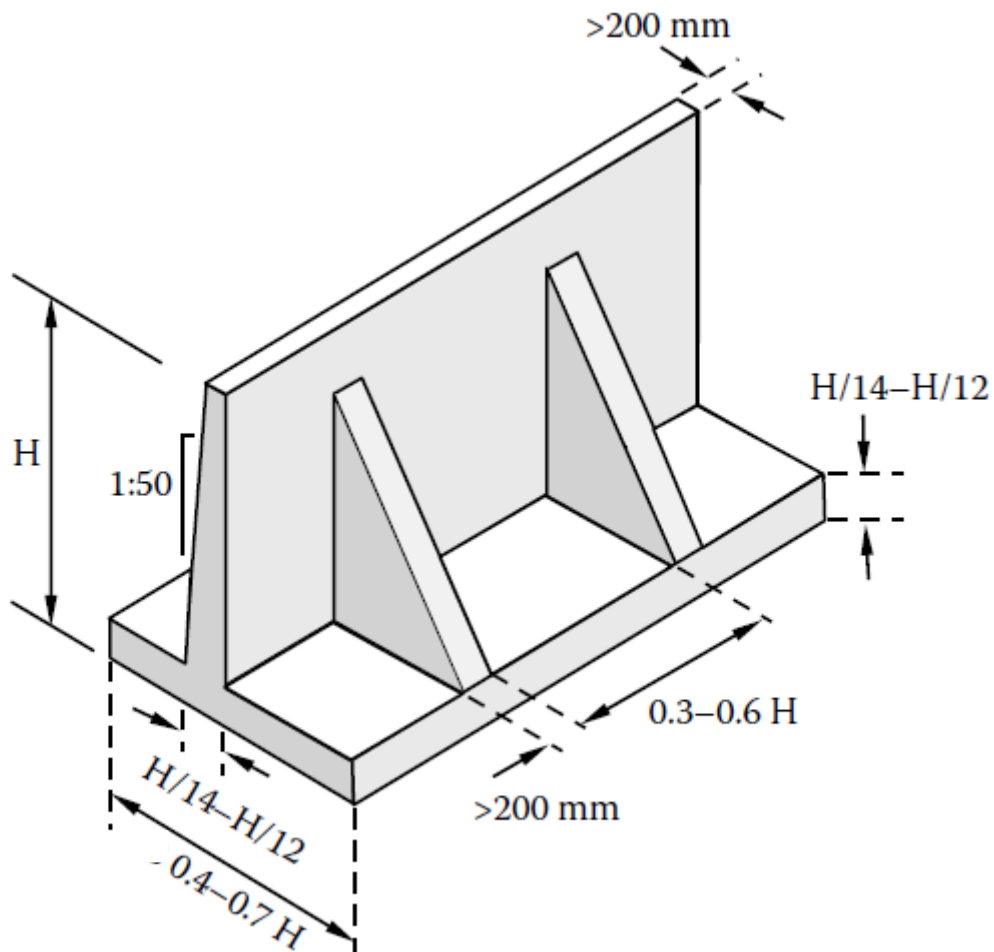
Dimensionnement des murs de soutènement classiques

1. Pré-dimensionnement :

Lors de la conception des murs de soutènement, il est important de pré-dimensionner de la manière la plus juste possible les caractéristiques géométriques du mur et justifier ensuite la stabilité.

Si la stabilité n'est pas assurée, les dimensions du mur doivent être modifiées jusqu'à ce que la sécurité soit assurée ou vérifiée.

La figure ci-dessous présente un pré-dimensionnement des murs cantilevers en béton armé



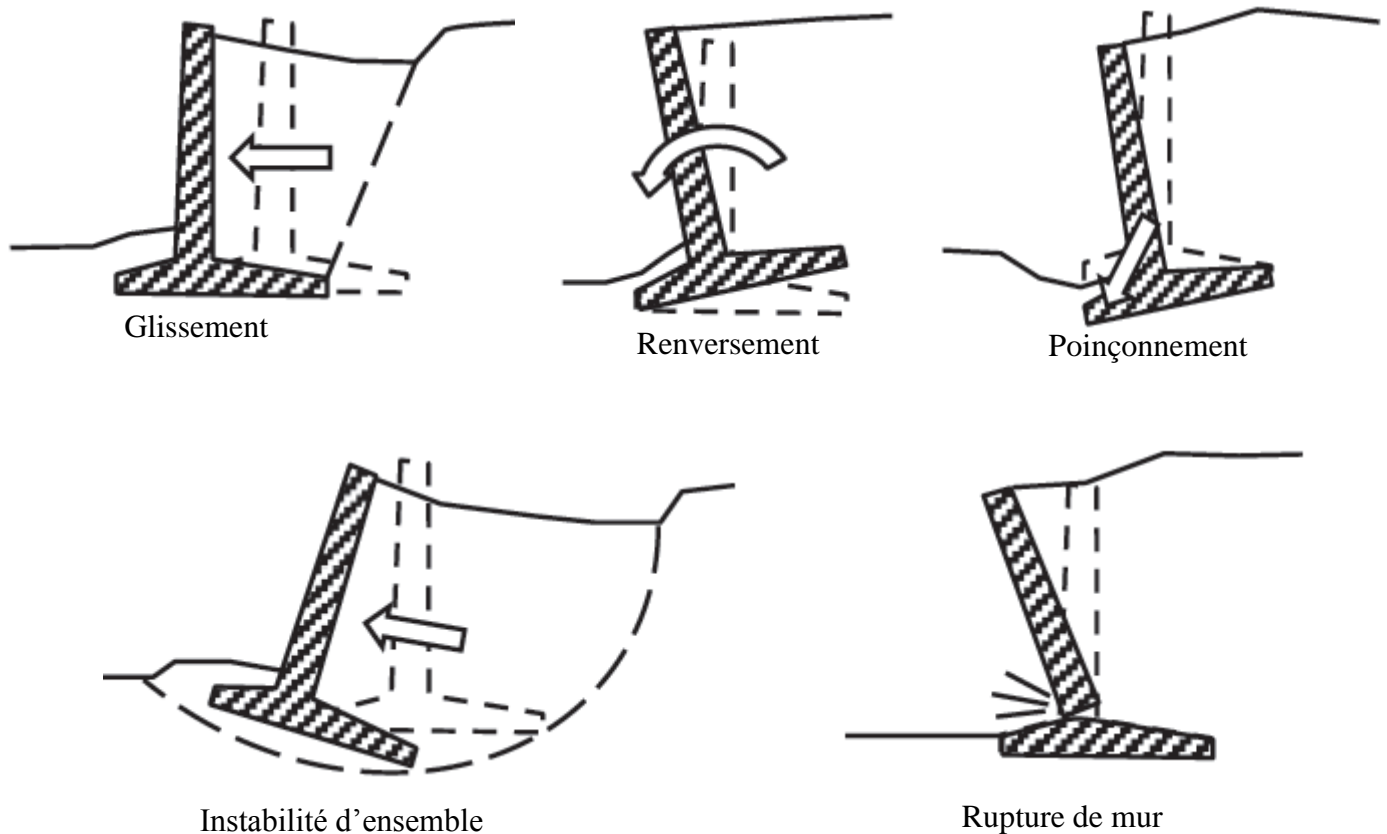
2. Modes de rupture :

Parmi les modes de rupture possibles des murs de soutènement, on distingue :

- 1) Le glissement de mur sur la base
- 2) Le renversement de mur
- 3) Le poinçonnement du sol de fondation de mur
- 4) Le grand glissement englobant le mur (instabilité d'ensemble)
- 5) La rupture des éléments structuraux

Vérifier la stabilité externe : elle concerne les quatre premiers types de rupture (glissement, renversement, poinçonnement, instabilité d'ensemble).

Vérifier la stabilité interne : elle concerne la vérification de la résistance des éléments structuraux de l'ouvrage.

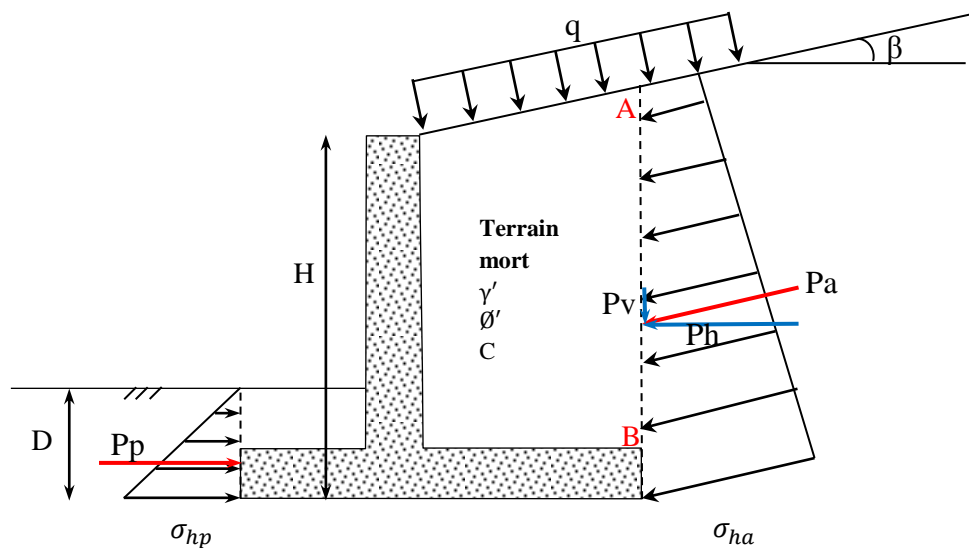


3. Justification de la stabilité externe :

Soit un mur de soutènement en T renversé supportant un massif de sol (figure ci-dessous). L'expérience montre que lors de renversement du mur, un coin de sol

reste solidaire au mur (terrain mort). Ce coin est délimité par le plan AB qui passe par l'arête du talon. L'ensemble des forces en présence dans ce mur sont :

- **Les forces motrices** : poussée des terres derrière le mur, et les forces extérieures (surcharges)
- **Les forces résistantes** : poids du mur, poids du terrain mort.

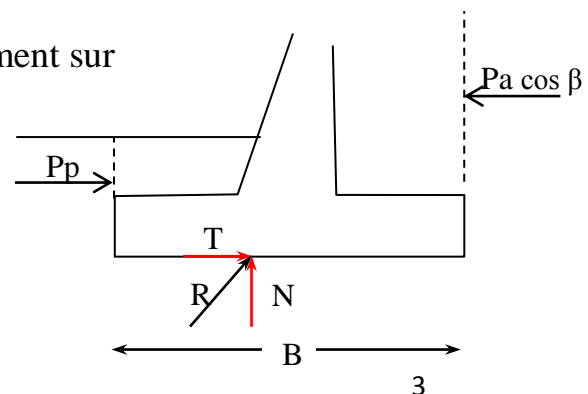


Selon l'Eurocode 7, la justification de la stabilité externe de mur de soutènement consiste à vérifier :

- La stabilité au glissement à l'ELU
- La stabilité au renversement à l'ELU et l'ELS
- La stabilité au poinçonnement (défaut de capacité portante) à l'ELU et l'ELS

3.1. La stabilité au glissement :

Le coefficient de sécurité de mur vis-à-vis au glissement sur la base de la fondation est le rapport entre les forces stabilisatrices aux forces déstabilisatrices



$$F_G = \frac{\sum \text{forces stabilisatrices}}{\sum \text{forces déstabilisatrices}}$$

Forces stabilisatrices : c'est la résistance au cisaillement que le terrain de fondation est capable d'opposer au glissement + la force de butée P_p s'elle est importante.

$$T = \tau A$$

$$T = (c_i + \sigma_n \tan \delta)A \quad (A = B * 1m)$$

Avec :

c_i : Cohésion d'interface entre le sol et la fondation

$$c_i = \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}\right) c'$$

δ : Angle de frottement entre le sol et la fondation

$$\delta = \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}\right) \phi'$$

On a :

$$B \cdot \sigma_n = N \quad (\text{la composante normale de } R)$$

N: \sum des forces verticales, y compris P_v

Donc :

$$T = (B \cdot c_i + N \tan \delta)$$

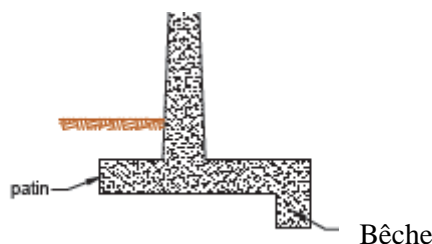
Forces déstabilisatrices : c'est la force de poussée horizontale

$$P_h = P_a \cos \beta$$

$$F_G = \frac{B c_i + N \tan \delta + P_p}{P_a \cos \beta}$$

F_G doit être $> 1,5$

- Dans le cas où la sécurité n'est pas assurée, on peut ajouter une bêche (la butée va augmenter)



3.2. La stabilité au renversement :

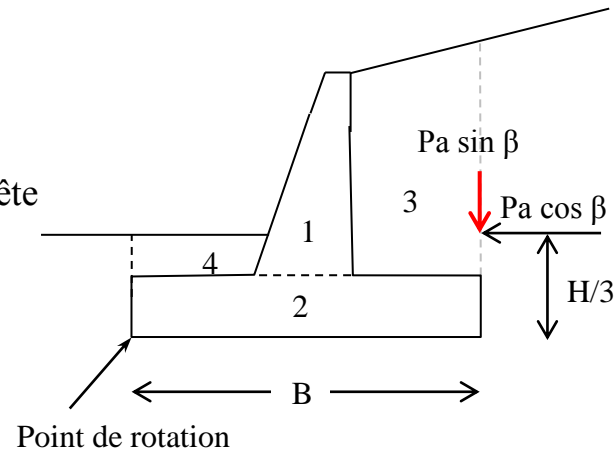
Pour vérifier la stabilité du mur au renversement, on localise l'axe de rotation du mur au droit de l'arête extérieure de la fondation (point de rotation)

Le coefficient de sécurité est :

$$F_R = \frac{\sum M_s}{\sum M_{dést}} = \frac{\sum \text{moments stabilisatrices}}{\sum \text{moments déstabilisatrices}}$$

$$F_R = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + P_a \sin \beta \cdot B}{P_a \cos \beta \cdot H/3}$$

F_R doit être $> 1,5$



| Section | Surface | Poids | Bras de levier | Moment |
|---------|---------|----------------------------|----------------|-----------------------|
| 1 | A1 | $W_1 = \gamma_1 \cdot A_1$ | X1 | $M_1 = W_1 \cdot X_1$ |
| 2 | A2 | $W_2 = \gamma_2 \cdot A_2$ | X2 | $M_2 = W_2 \cdot X_2$ |
| 3 | A3 | $W_3 = \gamma_3 \cdot A_3$ | X3 | $M_3 = W_3 \cdot X_3$ |
| 4 | A4 | $W_4 = \gamma_4 \cdot A_4$ | X4 | $M_4 = W_4 \cdot X_4$ |

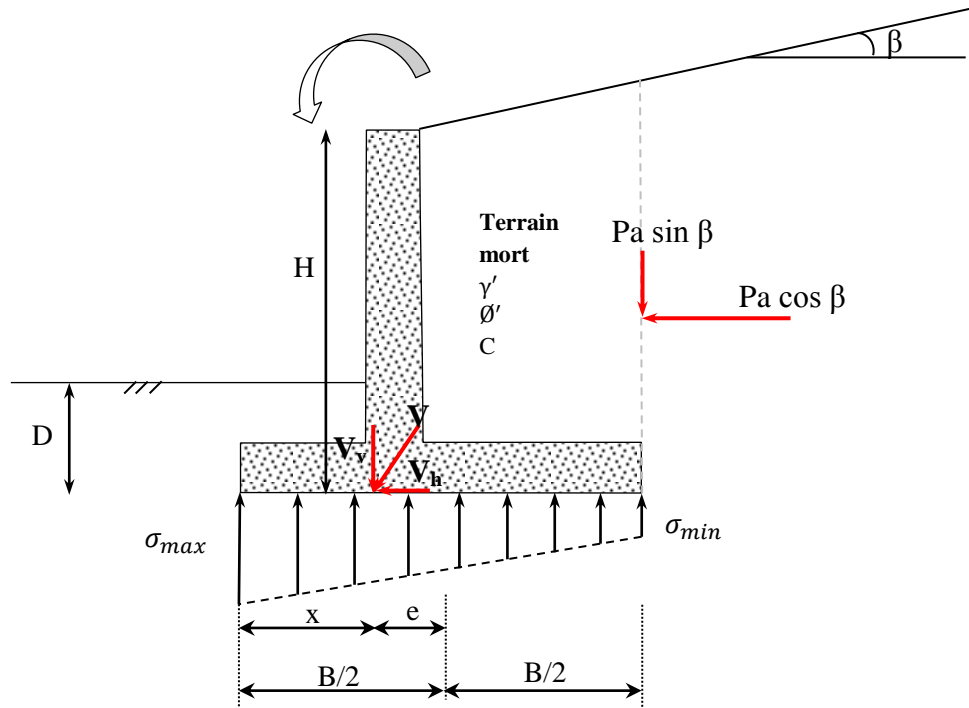
3.3. Stabilité au poinçonnement (défaut de la capacité portante)

La pression verticale transmise au sol doit être inférieure à la portance du sol.

La résultante V des actions transmises au sol est la somme des actions verticales et horizontales.

$$V = V_v + V_h$$

$$V_h = P_a \cos \beta$$



L'excentricité (e) due aux forces verticales peut être calculé comme suit :

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum M_{st} - \sum M_{dest}}{V_v}$$

La répartition des contraintes sous la base de la fondation peut être s'écrit par :

$$q_{\min}^{\max} = \sigma_{\min}^{\max} = \frac{V_v}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

Si $e > B/6$: il y a des contraintes de traction, les calculs doivent être refaits

Le coefficient de sécurité est :

$$F_p = \frac{q_{ul}}{q_{max}}$$

q_{ul} : capacité portante ultime de sol (chapitre 2)

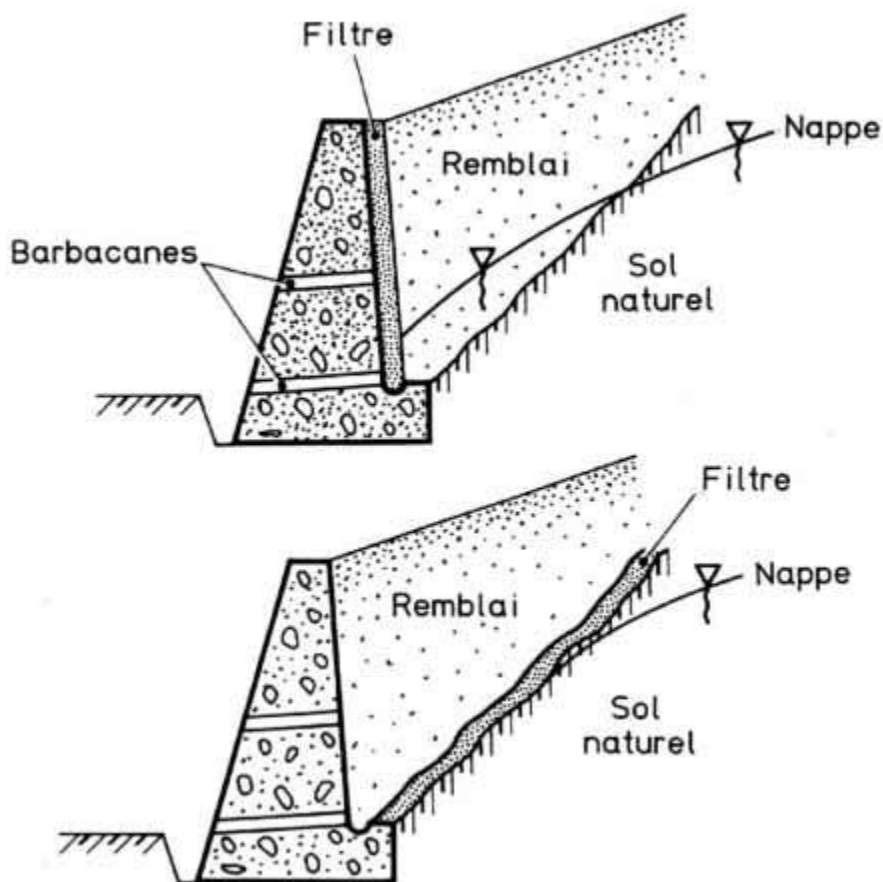
F_p doit être $> 1,5$

Dispositifs de drainage et d'évacuation des eaux :

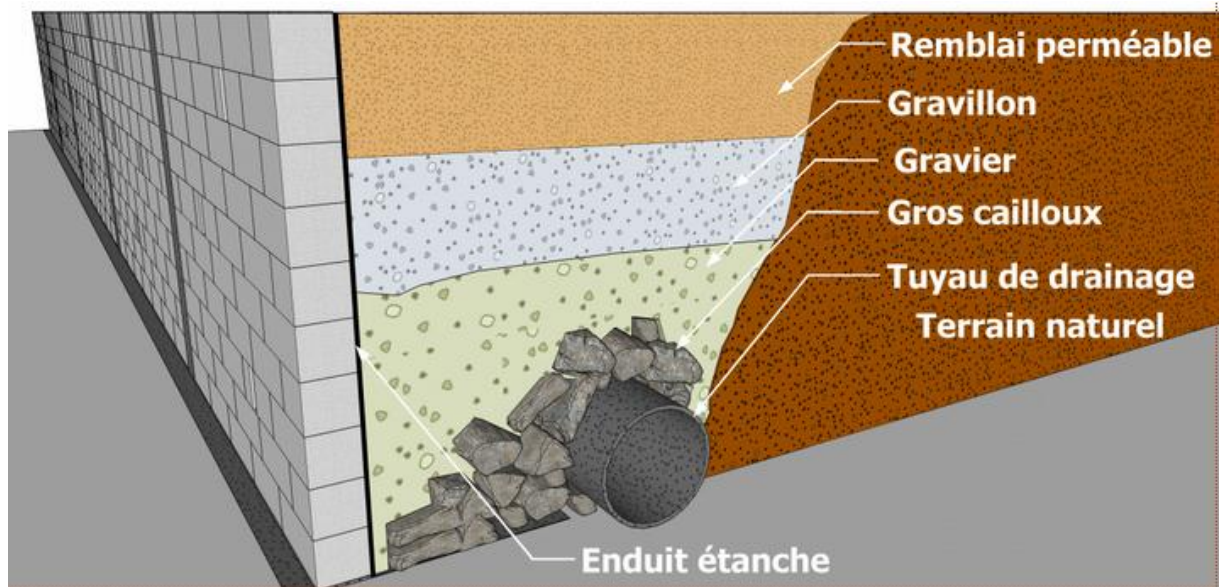
Pour éviter la saturation derrière le mur de soutènement et assurer un coefficient de sécurité élevé, Il est donc nécessaire de réaliser un bon drainage à l'arrière de mur de façon à diminuer l'effet de l'eau sur la force de poussée exercée.

Parmi les dispositifs de drainage couramment adoptés, on distingue (figure ci-dessous) :

- les barbacanes qui sont des tubes légèrement inclinés vers l'aval et traversant le mur, ce qui permet à l'eau située derrière le mur d'être évacuée ;
- le filtre placé à l'arrière du mur, soit directement contre le parement vertical, soit sur le terrain naturel en pente.



Dispositifs de drainage derrière un mur de soutènement



Système de drain en pied de mur avec de matériaux granulaires

- Ce système de drainage consiste à remplir le tranché par des couches de matériaux granulaires dont la granulométrie est croissante suivant le sens de l'écoulement de l'eau. Le drain sera relié à un réseau d'évacuation d'eau pluviale