

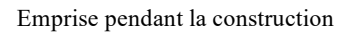
Murs de soutènement

Ouvrages Géotechniques



Diagram illustrating a retaining wall (paroi de soutènement) separating two soil masses. The wall is shown with water levels on both sides. The soil on the right is labeled "gravier" (gravel) and "sable" (sand). The soil on the left is labeled "sable" (sand) and "argile" (clay). The diagram is crossed out with a large red X.

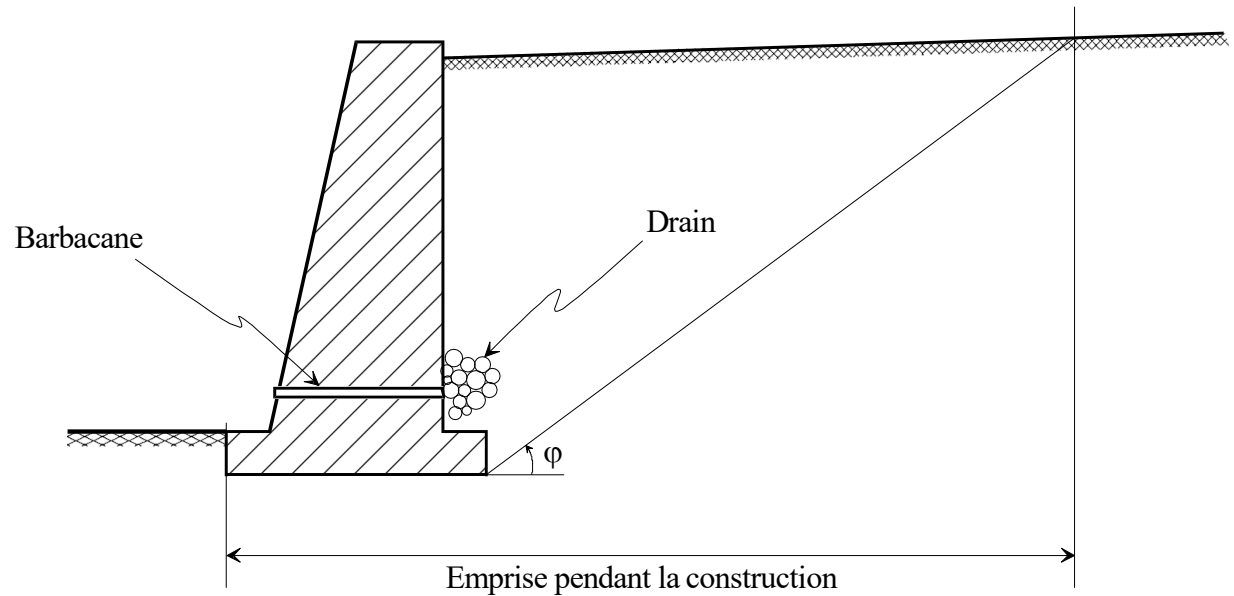
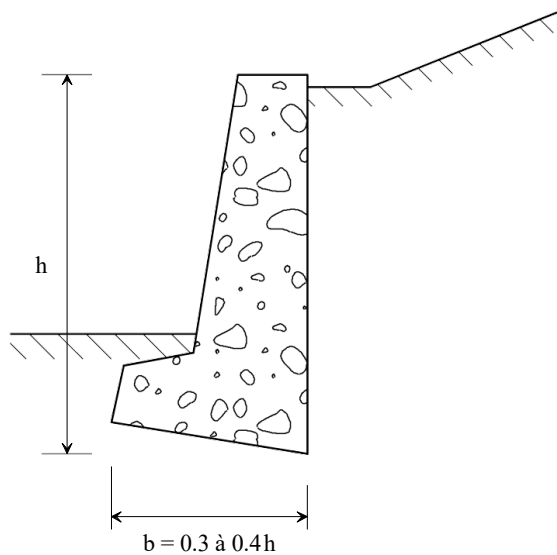
- Remblai apporté derrière le mur
→ terrain de bonne qualité et bien compacté
- Possibilité de drainer le terrain derrière le mur
→ pas de pression d'eau sur le mur
- Réalisation hors nappe ou à l'abri d'un rabattement



Types de murs de soutènement

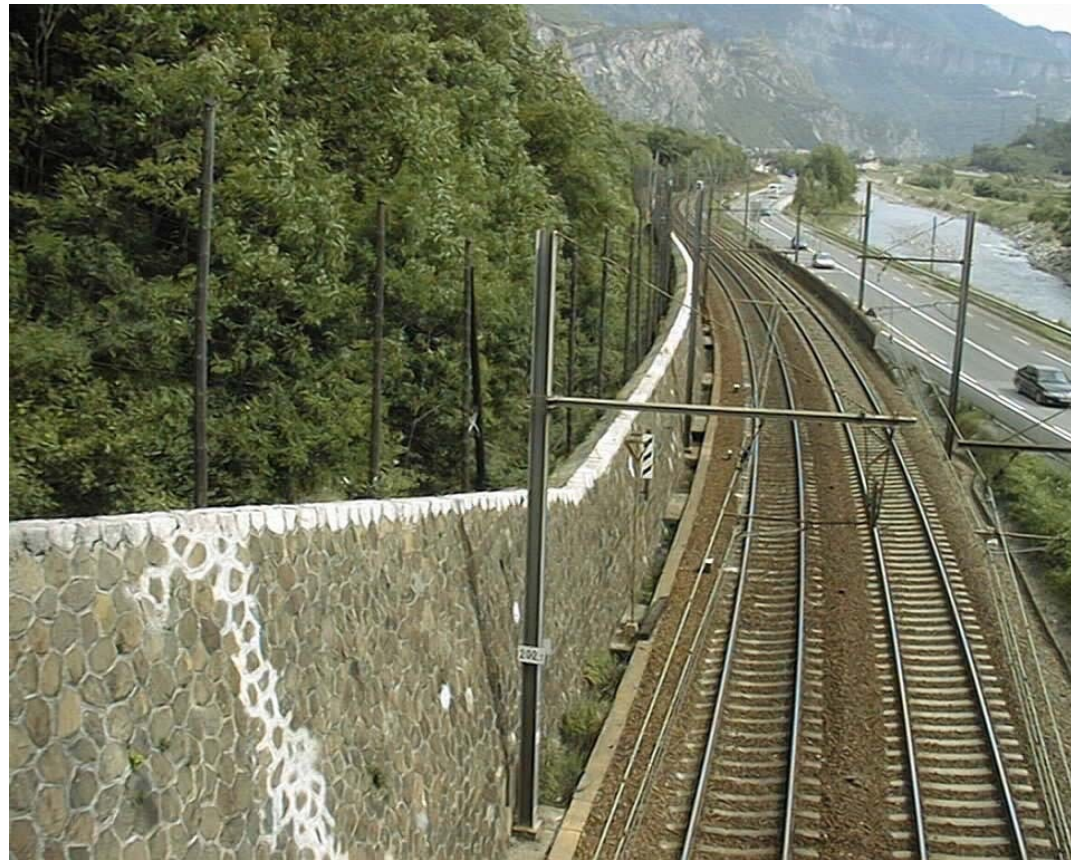
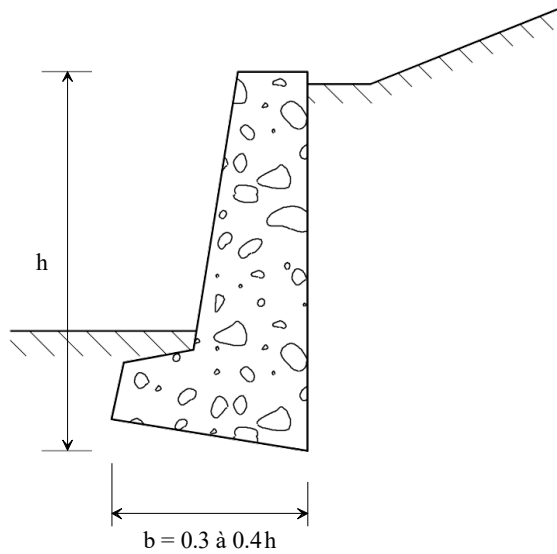
Mur massif ou mur poids

- *Stabilité assurée par son poids propre*
- *Non armé ou légèrement armé*
- *→ Terrains de bonne qualité*



Types de murs de soutènement

**Mur massif
ou
mur poids**



Types de murs de soutènement

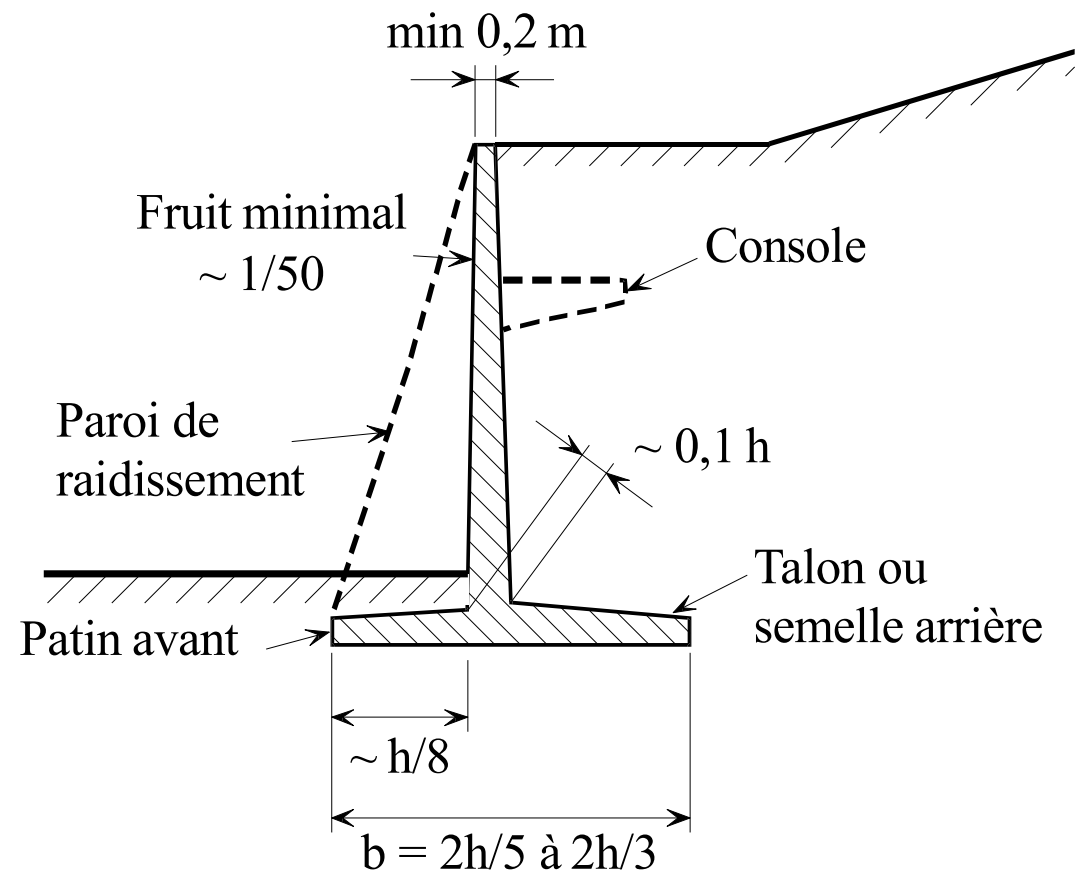


**Mur poids:
Gabion + roches**

Types de murs de soutènement

Mur en équerre

- Stabilité assurée par le poids de terre reposant sur la semelle
- Béton armé avec console ou semelle arrière, avec ou sans paroi de raidissement

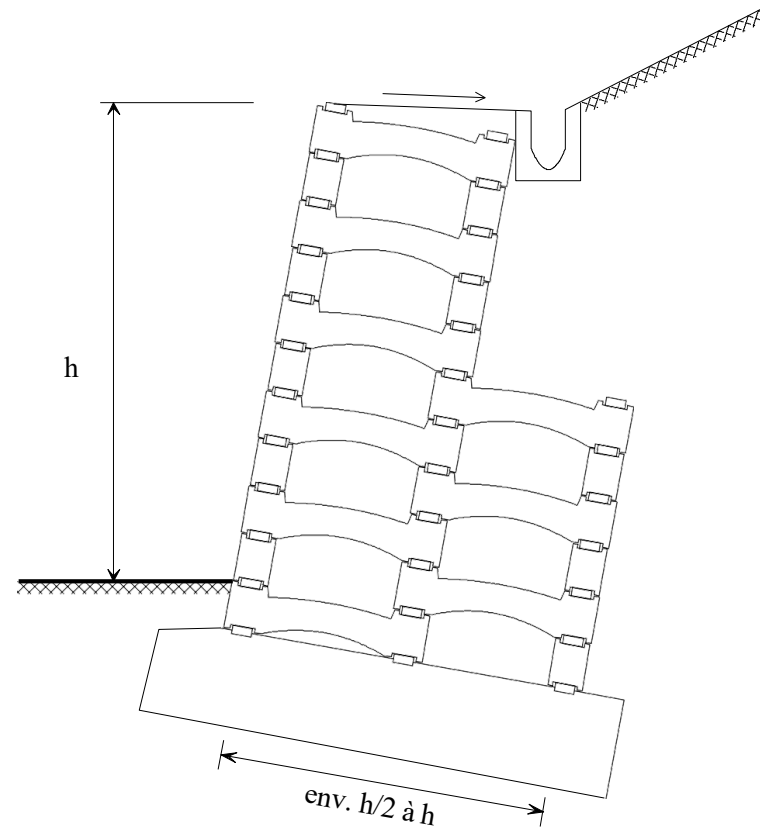




Types de murs de soutènement

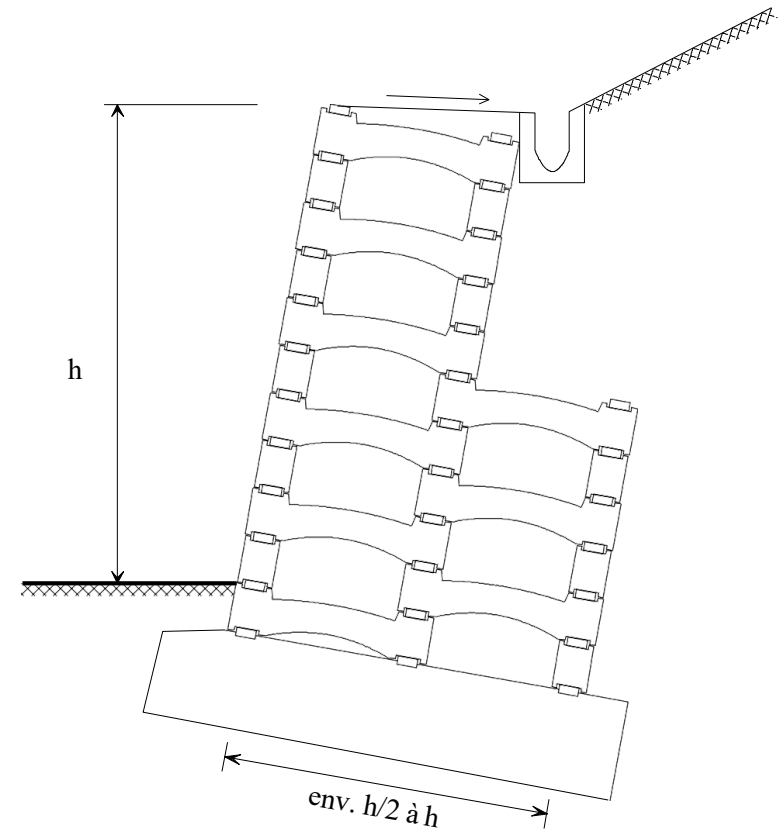
Mur caisson ou mur cellulaire

*le terrain contribue
à la stabilité avec
le poids propre
des cellules*



Types de murs de soutènement

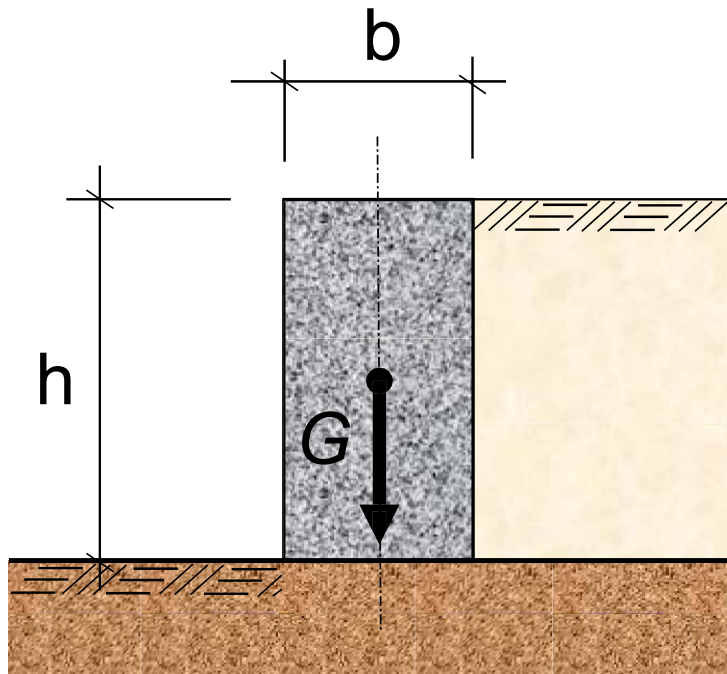
Mur caisson ou mur cellulaire





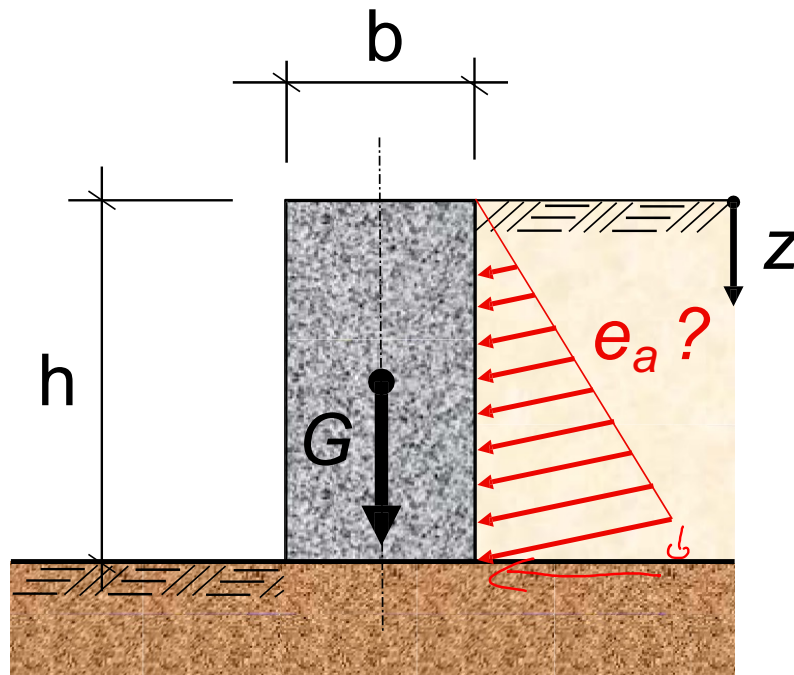
MUR MASSIF DE SOUTÈNEMENT

Poids propre du mur (valeur caractéristique)



Poids propre du mur : $G = \gamma_b \cdot h \cdot b$

Poussée du remblai (valeur caractéristique)



Contraintes derrière le mur :

$$\sigma'_v = \gamma \cdot z$$

Poussée du remblai (valeur caractéristique)

Estimation selon des méthodes reconnues de la mécanique des sols

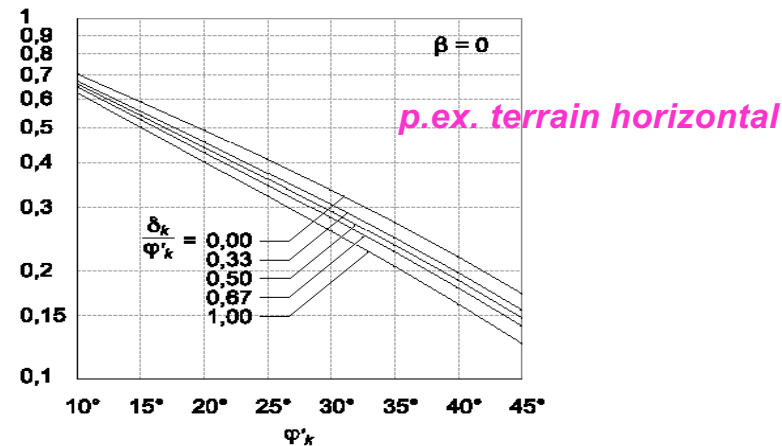
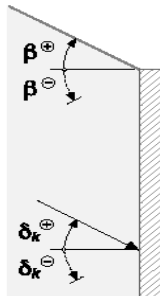
Poussée active du remblai (Coulomb) :

$$e_{ah,k} = K_{ah} \cdot \gamma \cdot z$$

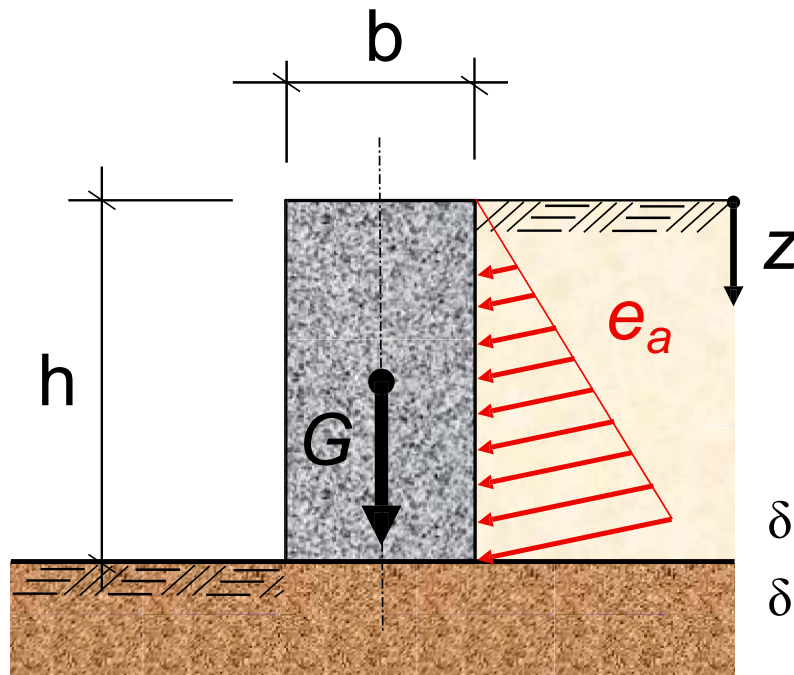
$$e_{av,k} = e_{ah,k} \cdot \tan \delta_k$$

Coefficient de **poussée active** K_{ah} pour un parement vertical
estimé par **Coulomb**

$\delta_k = \frac{2}{3} \varphi'_k$ parement rugueux et déplacement relatif suffisant entre le sol et l'ouvrage
 $\delta_k = 0$ parement lisse ou peu de déplacement relatif entre le sol et l'ouvrage



Poussée du remblai (valeur caractéristique)



Contraintes derrière le mur :

$$\sigma'_v = \gamma \cdot z$$

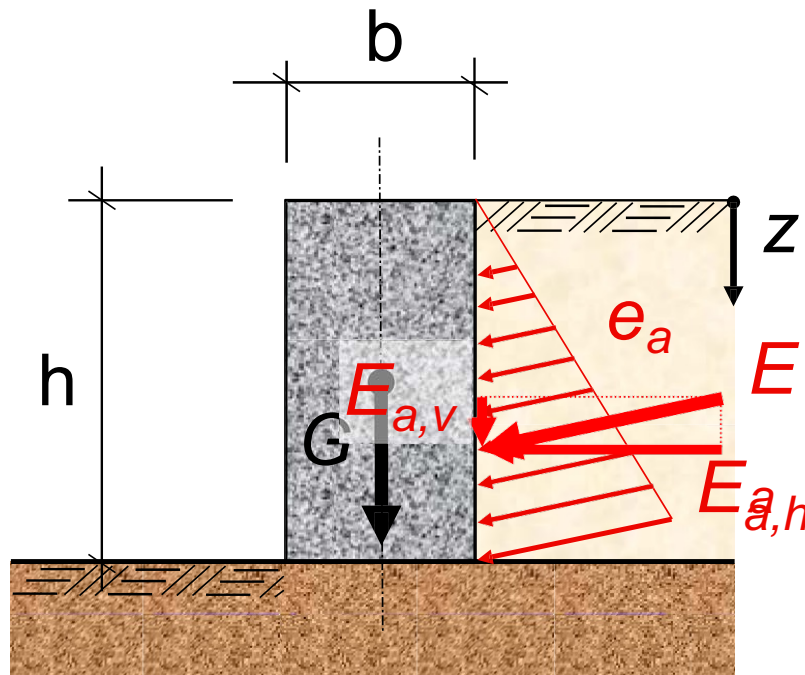
$$e_{a,h} = K_{ah} \cdot \gamma \cdot z$$

$$e_{a,v} = e_{a,h} \cdot \tan \delta$$

$\delta = \frac{2}{3} \varphi'$ si mur rugueux et déplacement suffisant

$\delta = 0$ sinon

Poussée du remblai (valeur caractéristique)



Contraintes derrière le mur :

$$\sigma'_v = \gamma \cdot z$$

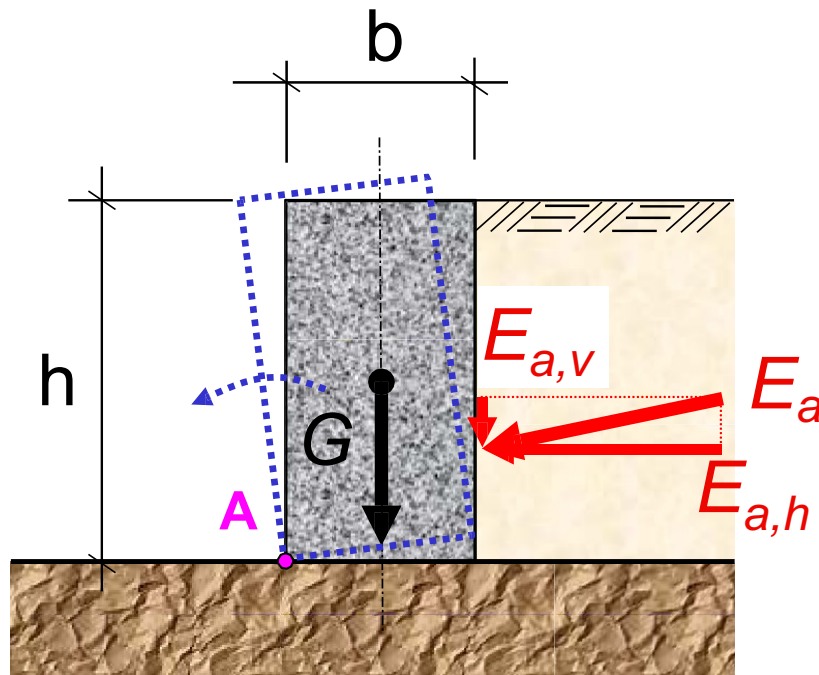
$$e_{a,h} = K_{ah} \cdot \gamma \cdot z$$

$$e_{a,v} = e_{a,h} \cdot \tan \delta$$

$$E_{a,h} = \frac{1}{2} \cdot K_{ah} \cdot \gamma \cdot h^2$$

$$E_{a,v} = E_{a,h} \cdot \tan \delta$$

Basculement ou renversement du mur



Mur sur un fond rocheux

ELU type 1

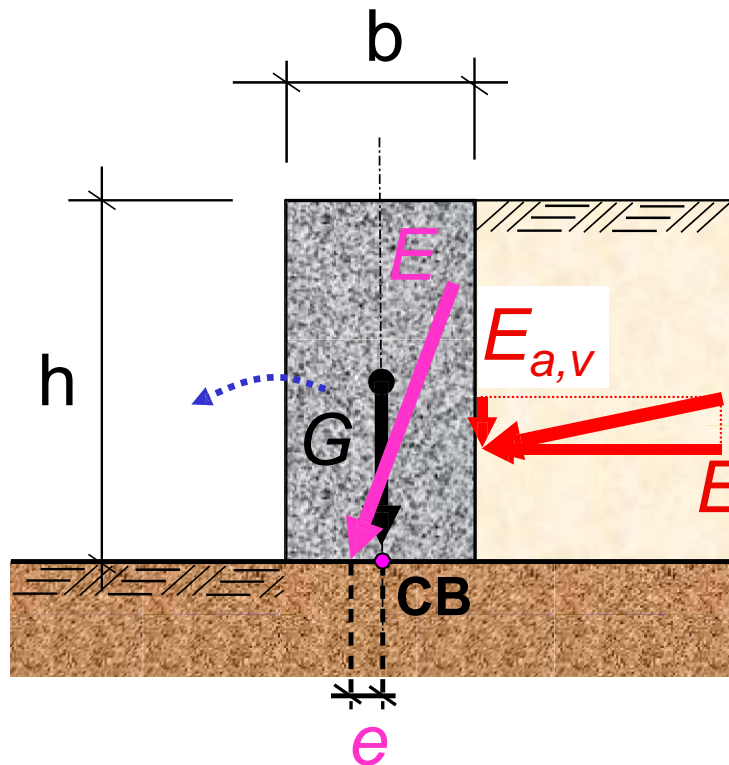
Mécanisme:

Rotation autour du point A

$$M_{dst} = E_{dst} \leq E_{stb} = M_{stb}$$

$$E_{a,h} \cdot \frac{h}{3} \leq G \cdot \frac{b}{2} + E_{a,v} \cdot b$$

Basculement ou renversement du mur



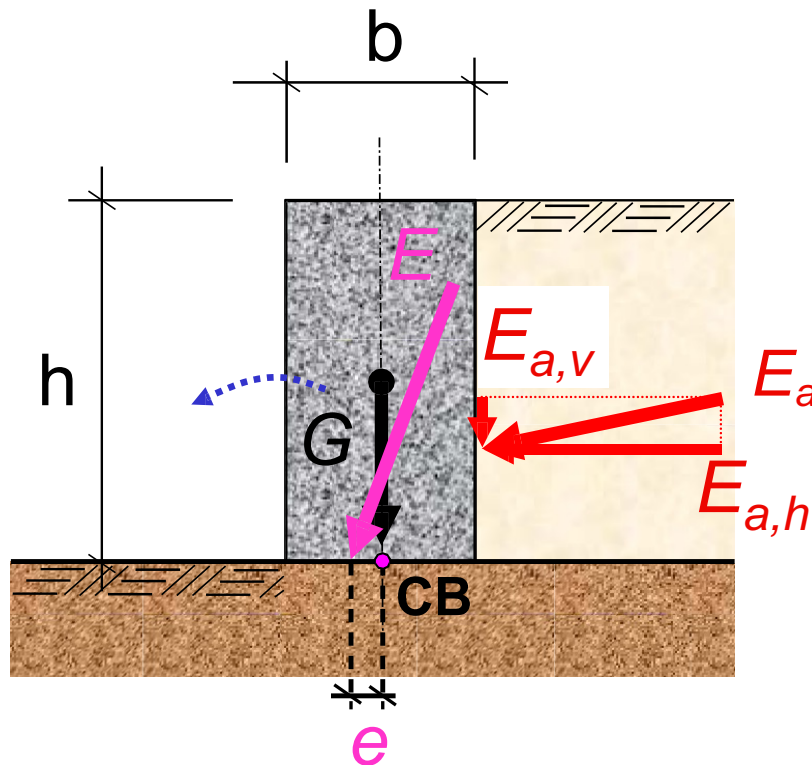
Mur sur un terrain meuble
ELU type 1
Mécanisme moins net

$$e \leq e_{gr} = b/3$$

e : excentricité de la résultante des forces

e_{gr} : excentricité limite

Basculement ou renversement du mur



Mur sur un terrain meuble ELU type 1

Composante normale de E :

$$E_N = G + E_{a,v}$$

Composante tangentielle de E :

$$E_T = E_{a,h}$$

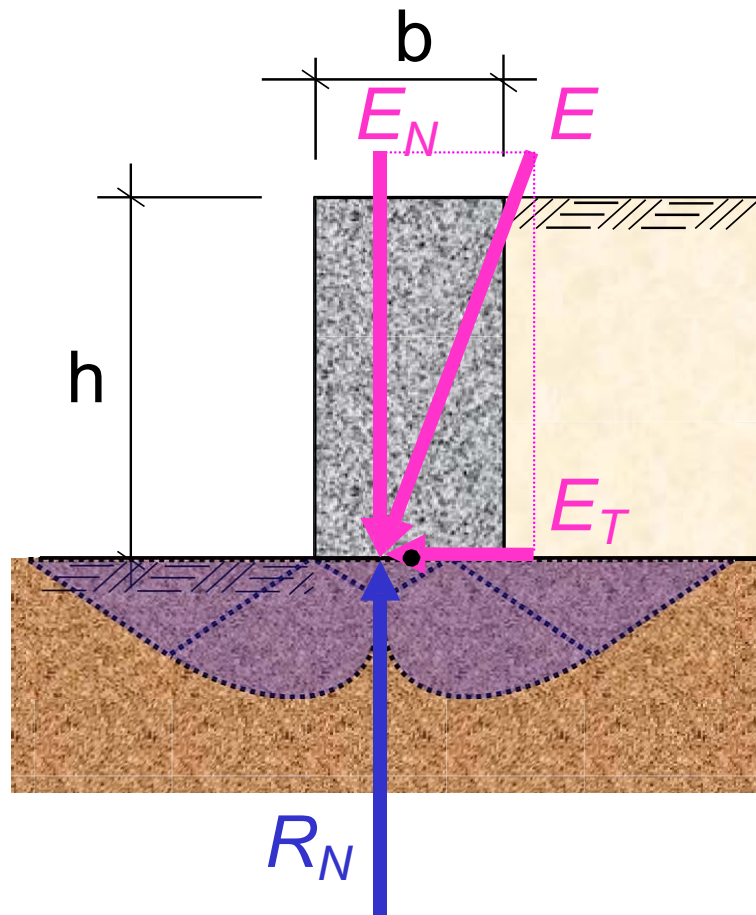
Moment de la résultante p/r CB :

$$M_{CB} = E_{a,h} \cdot h/3 - E_{a,v} \cdot b/2$$

Excentricité de la résultante :

$$e = M_{CB} / E_N \leq e_{gr} = b/3$$

Poinçonnement du sol sous le mur



Poinçonnement du sol ELU type 2 externe

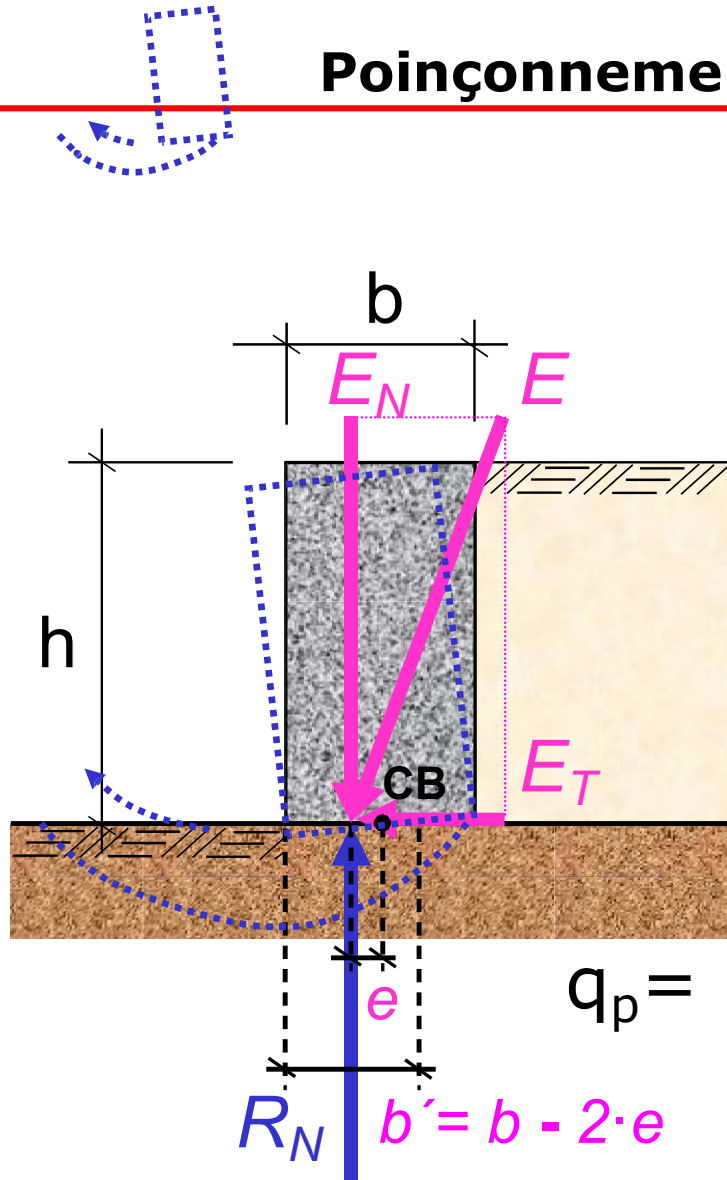
Vérification :

$$E_N \leq R_N$$

*En tenant compte de
l'excentricité
et de
l'inclinaison*

de la résultante des forces

Poinçonnement du sol sous le mur



$$E_N = G + E_{a,v}$$

$$E_T = E_{a,h}$$

$$M_{CB} = E_{a,h} \cdot h/3 - E_{a,v} \cdot b/2$$

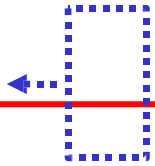
$$e = M_{CB} / E_N$$

$$\varepsilon = \arctan (E_T / E_N)$$

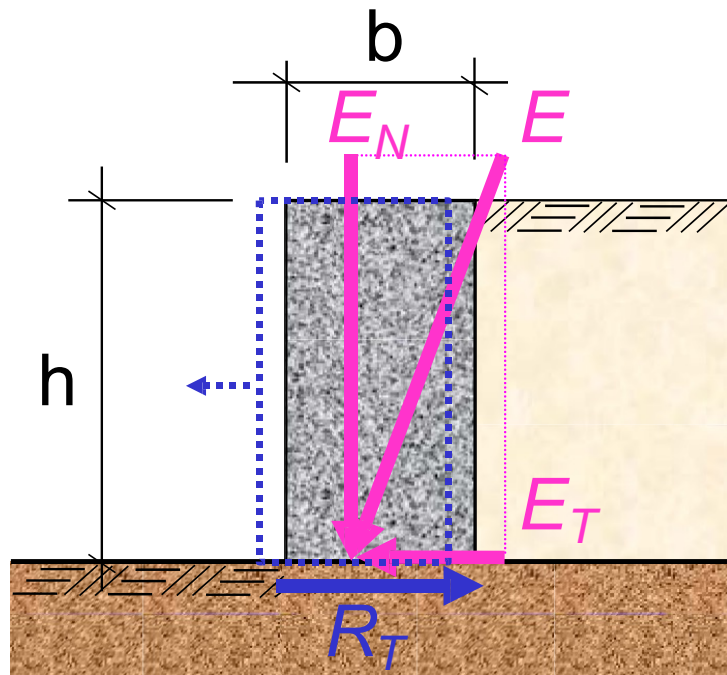
Charge de poinçonnement:

$$q_p = c' N_c i_c + q N_q i_q + \frac{1}{2} b' \gamma N_\gamma i_\gamma$$

$$R_N = q_p b'$$



Glissement du mur à l'interface



Glissement du mur ELU type 2 externe

Vérification :

$$E_T \leq R_T$$

$$E_T = E_{a,h}$$

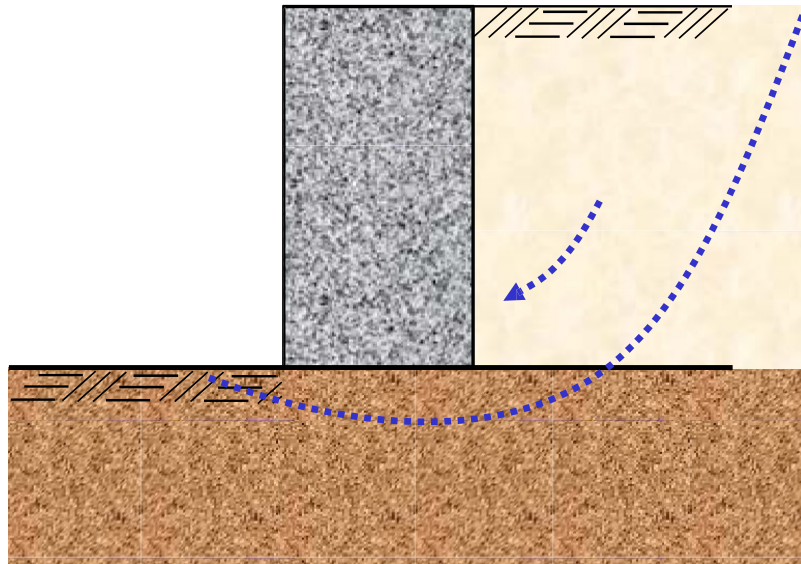
$$R_T = E_N \cdot \tan \delta + A' c'$$

$$A' = b' \cdot 1 \text{ surface effective}$$

$\delta = \varphi'$ si semelle rugueuse avec rupture dans le sol

$\delta = 1/2 \text{ à } 2/3 \varphi'$ si semelle ± lisse avec rupture dans l'interface

Glissement généralisé

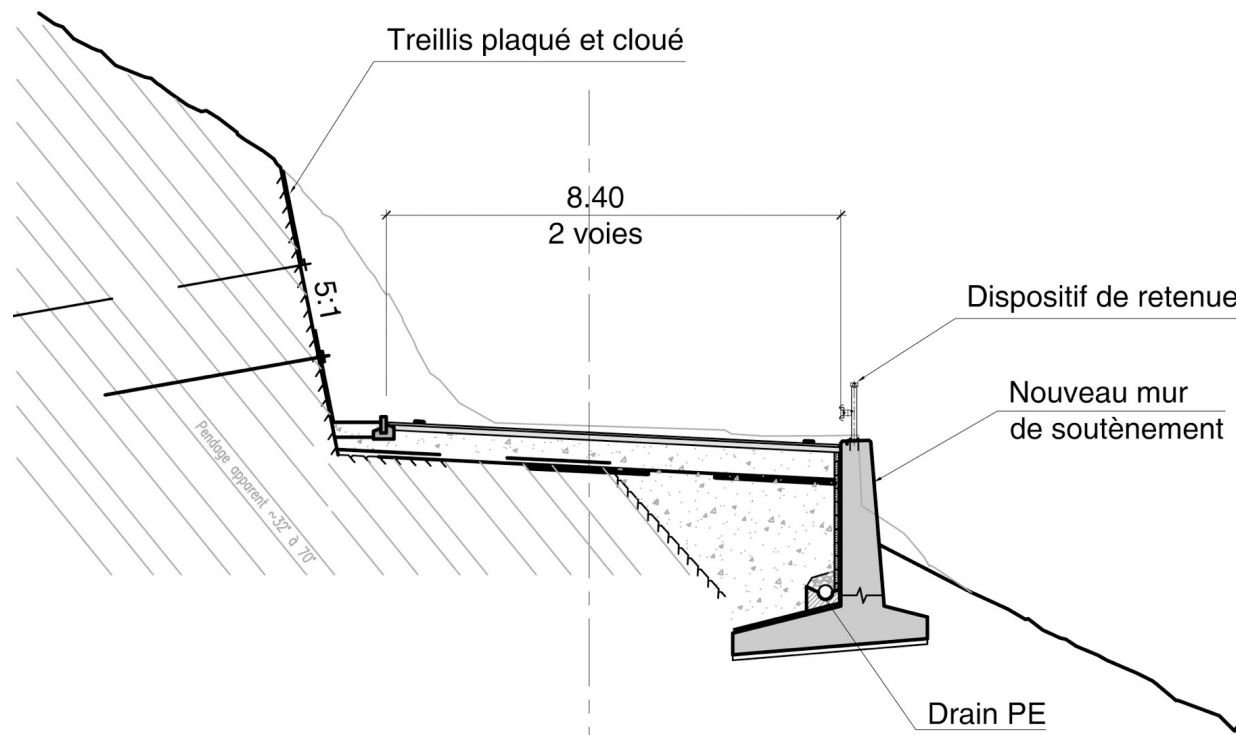


**Glissement
généralisé
englobant le mur**

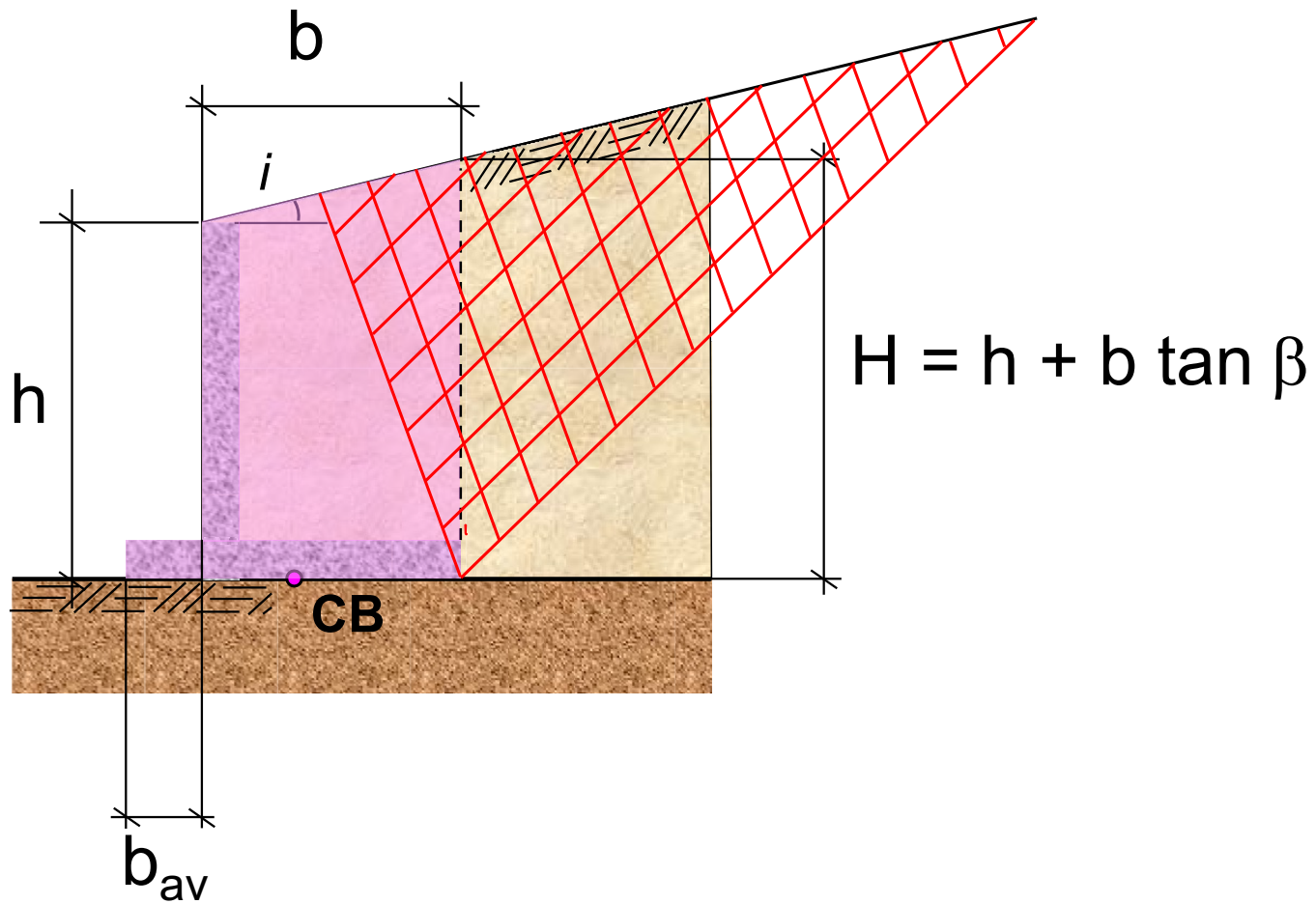
ELU type 3

STABILITÉ DES MURS EN ÉQUERRE

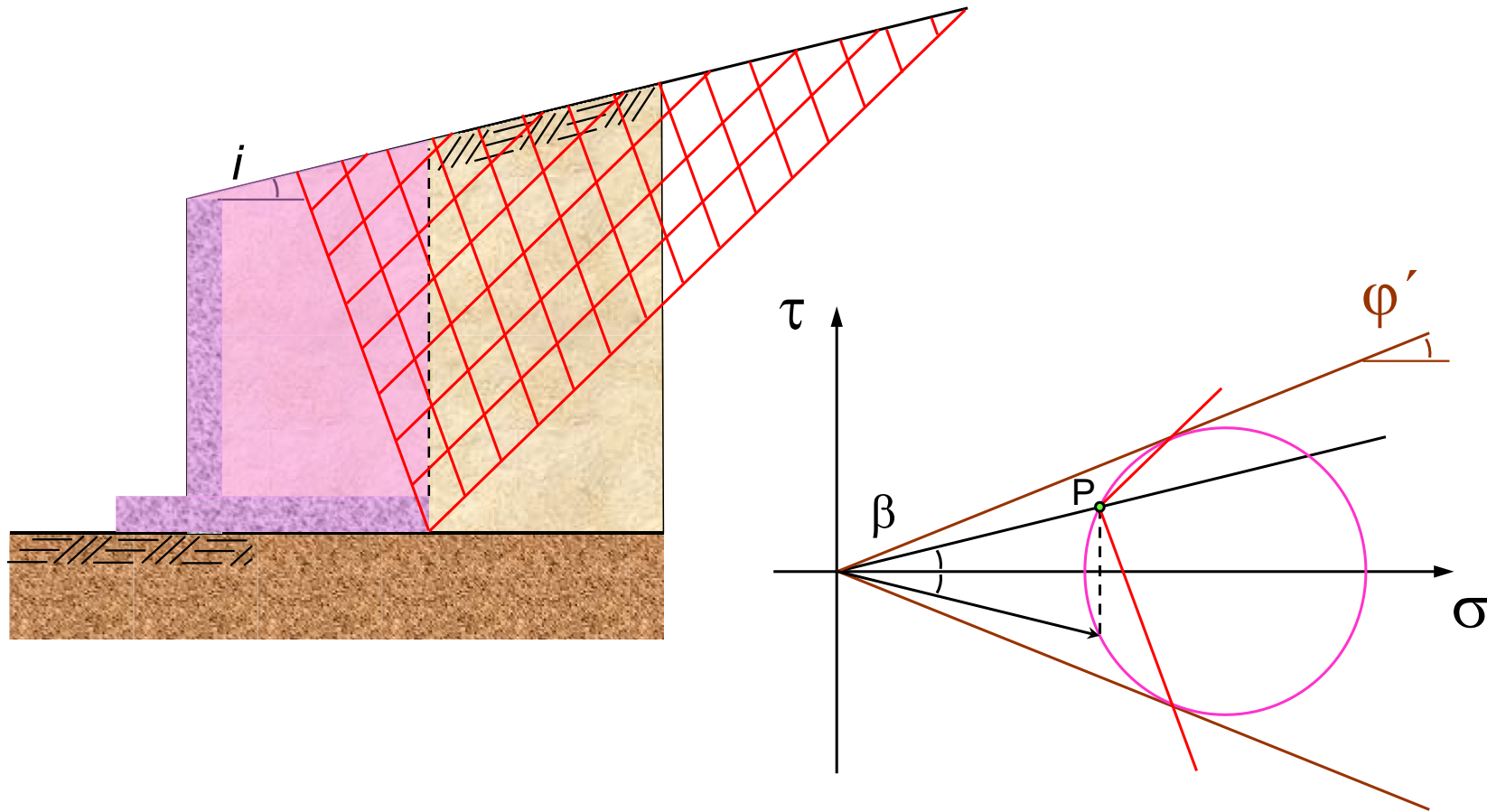




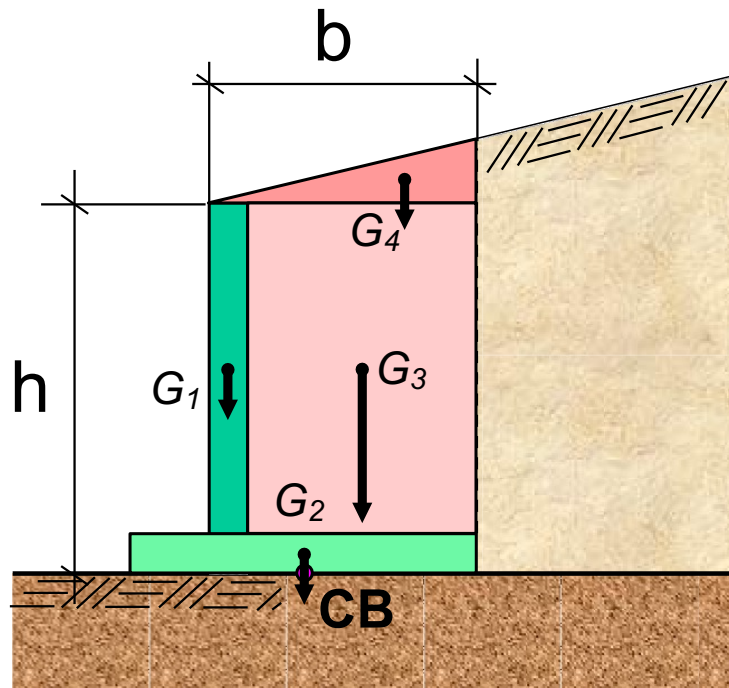
Modélisation du mur en équerre



Mécanisme de rupture



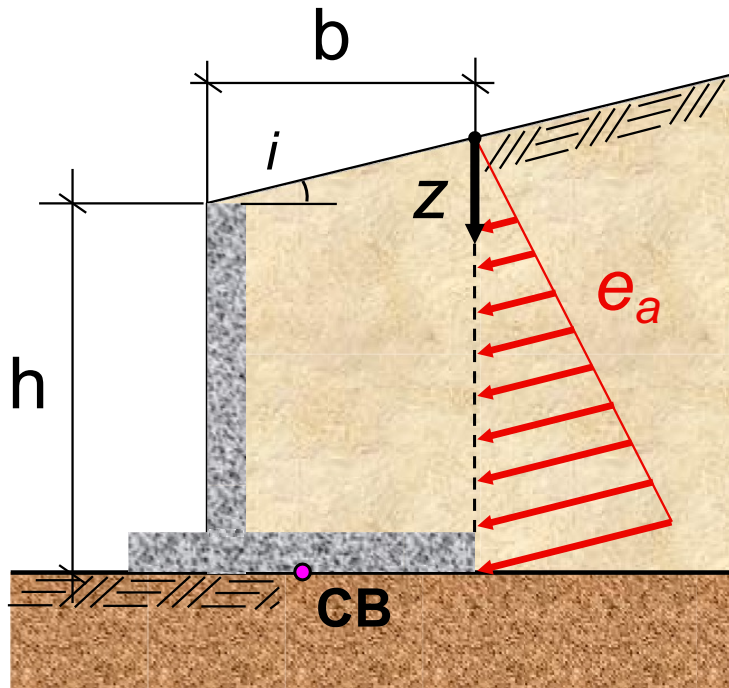
Actions sur le mur (valeurs caractéristiques)



Poids propre du mur en béton :
 G_{1k} et G_{2k} évalués avec γ_b

Poids propre du remblai :
 G_{3k} et G_{4k} évalués avec γ

Actions sur le mur (valeurs caractéristiques)

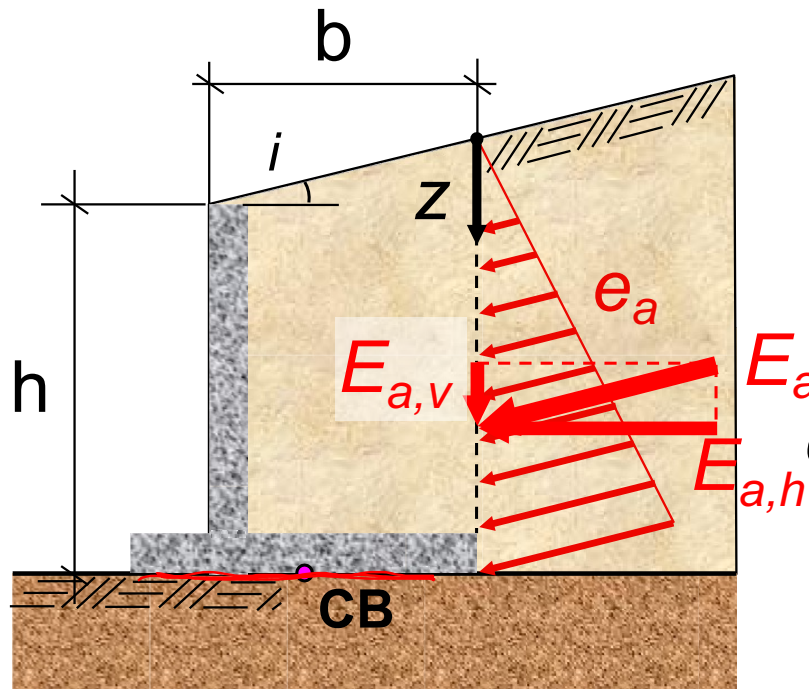


Contraintes derrière le mur :

$$e_{ah,k} = K_{ah} \cdot \gamma \cdot z$$

$$e_{av,k} = e_{ah,k} \cdot \tan i$$

Actions sur le mur (valeurs caractéristiques)



Contraintes derrière le mur :

$$e_{ah,k} = K_{ah} \cdot \gamma \cdot z$$

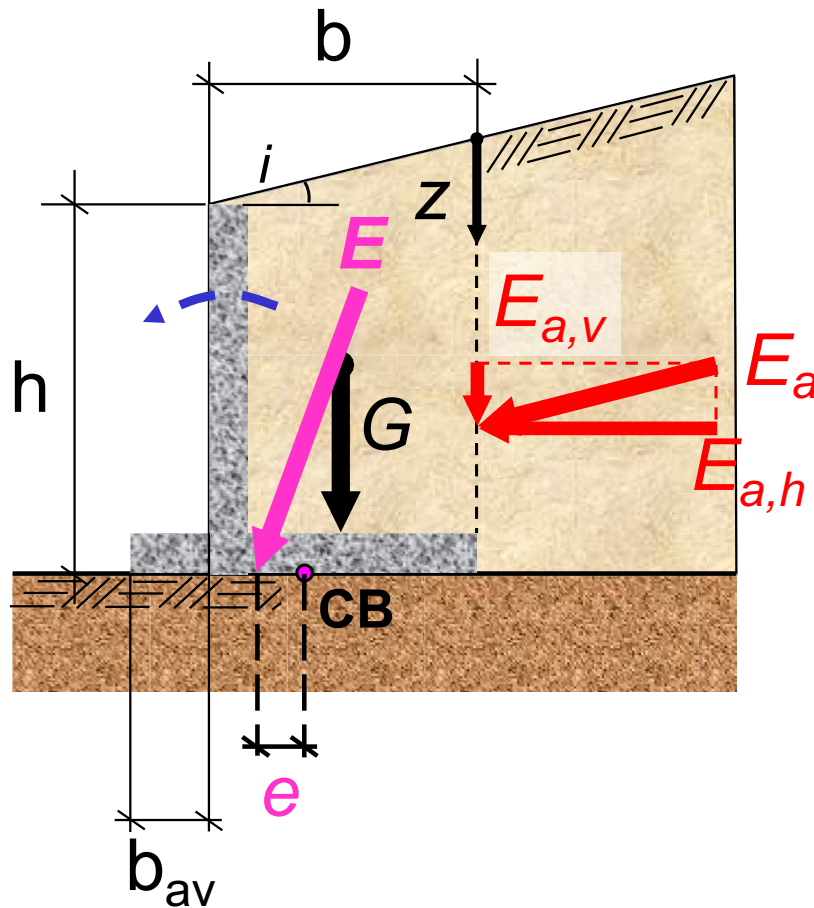
$$e_{av,k} = e_{ah,k} \cdot \tan i$$

$$E_{ah,k} = \frac{1}{2} \cdot K_{ah} \cdot \gamma \cdot H^2$$

$$E_{av,k} = E_{ah,k} \cdot \tan i$$



Basculement ou renversement du mur



**Mur sur un terrain meuble
ELU type 1
Mécanisme pas net**

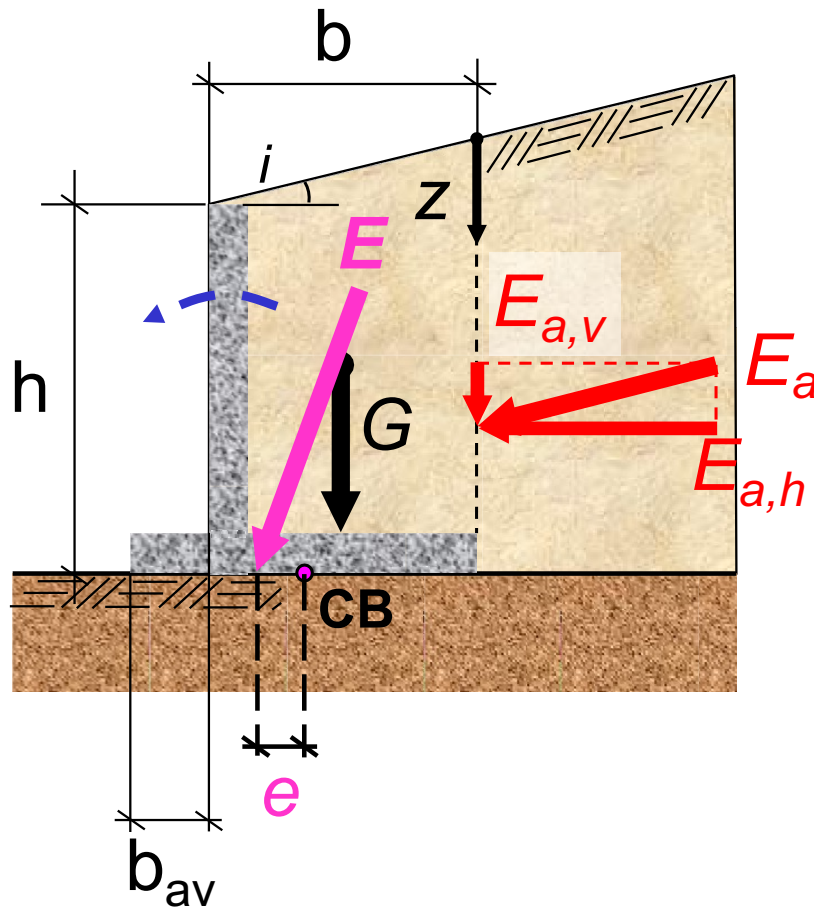
$$e_d \leq e_{gr} = (b + b_{av}) / 3$$

e : excentricité de la
résultante des forces

e_{gr} : excentricité limite



Basculement ou renversement du mur



Mur sur un terrain meuble ELU type 1

Poids propre du mur et du remblai:

effet favorable

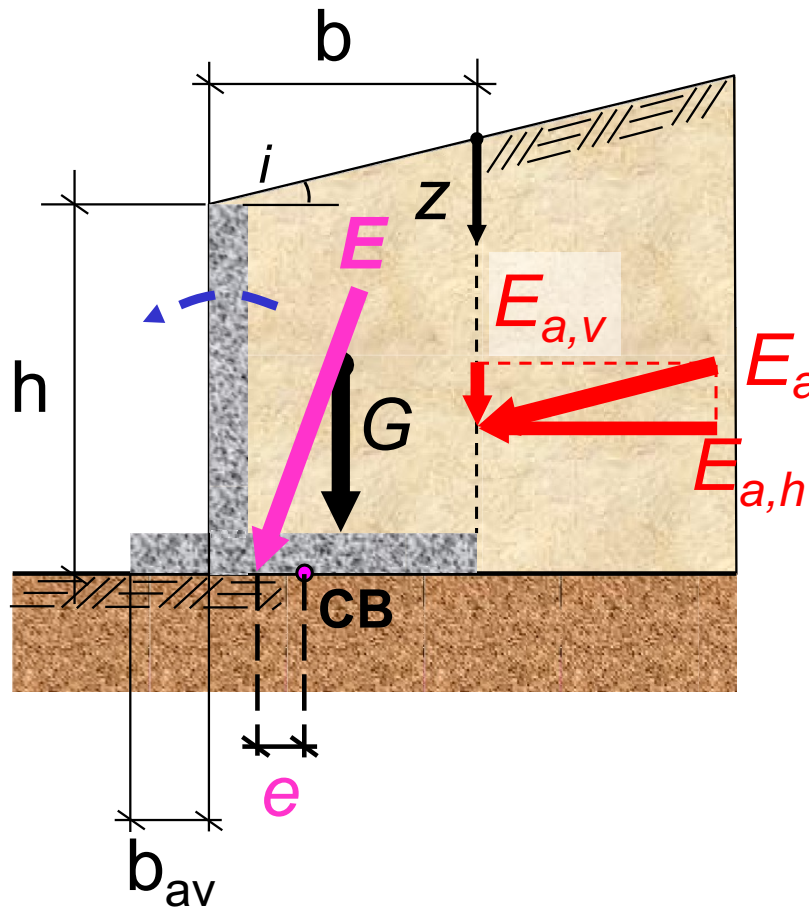
$$G_k = G_{k1} + G_{k2} + G_{k3} + G_{k4}$$

Poussée due au remblai :

effet défavorable



Basculement ou renversement du mur



Mur sur un terrain meuble ELU type 1

Composante normale de E :

$$E_{N,d} = G_d + E_{av,d}$$

Composante tangentielle de E :

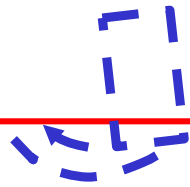
$$E_{T,d} = E_{ah,d}$$

Moment de la résultante p/r CB :

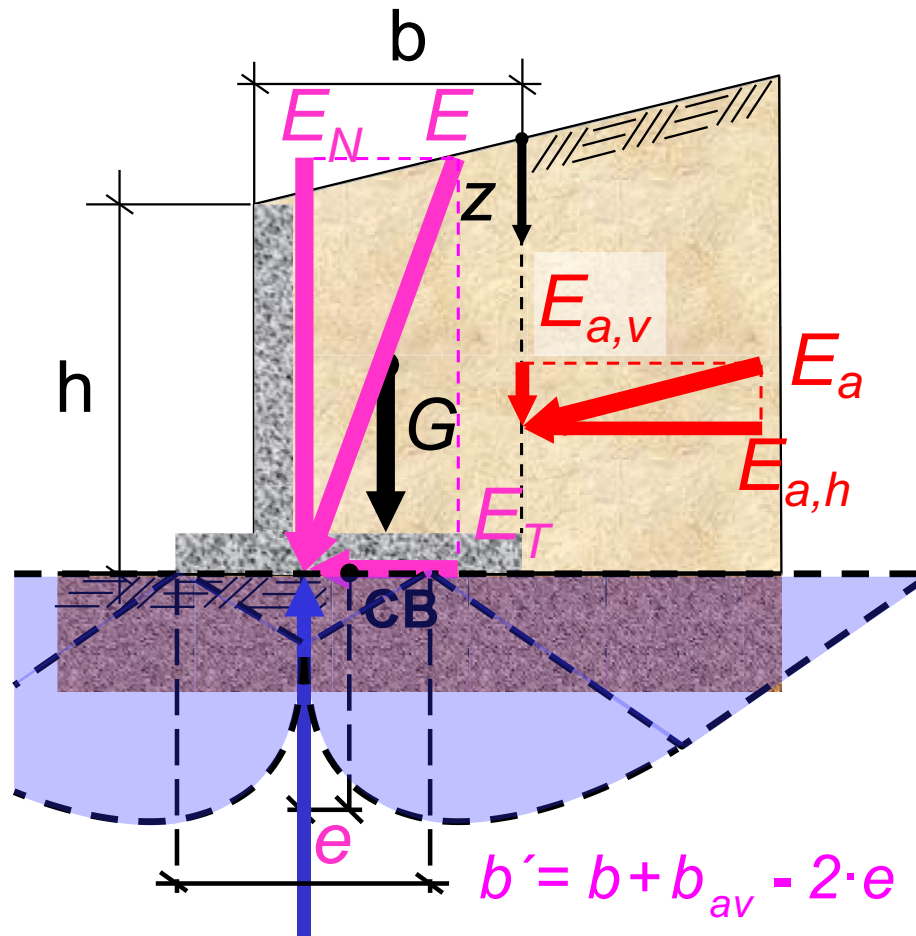
$$M_{CB,d} = \dots$$

Excentricité de la résultante :

$$e_d = M_{CB,d} / E_{N,d} \leq e_{gr}$$



Poinçonnement du sol sous le mur



Poinçonnement du sol ELU type 2 externe

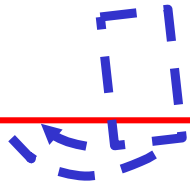
Vérification :

$$E_N \leq R_N$$

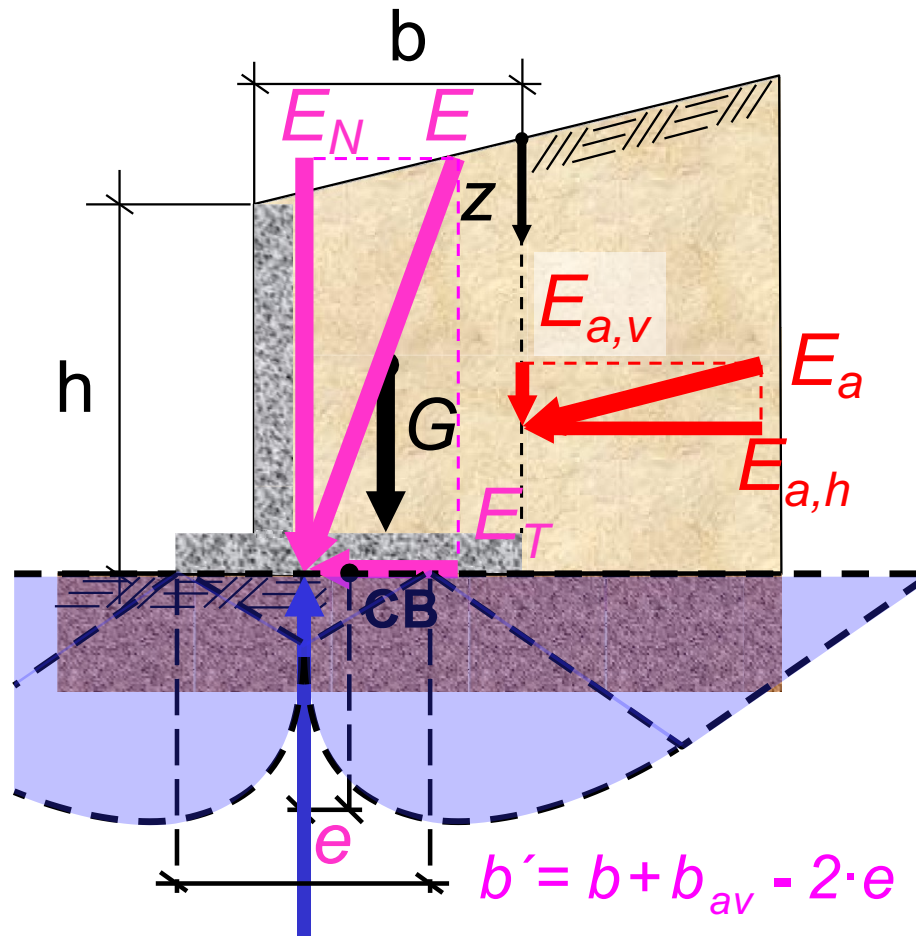
En tenant compte
de l'excentricité et
de l'inclinaison de la
résultante des
forces



Poussée due au remblai :
effet défavorable



Poinçonnement du sol sous le mur



Sollicitation

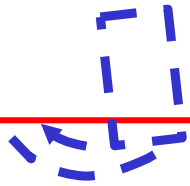
$$E_N = G_d + E_{av}$$

$$E_T = E_{ah}$$

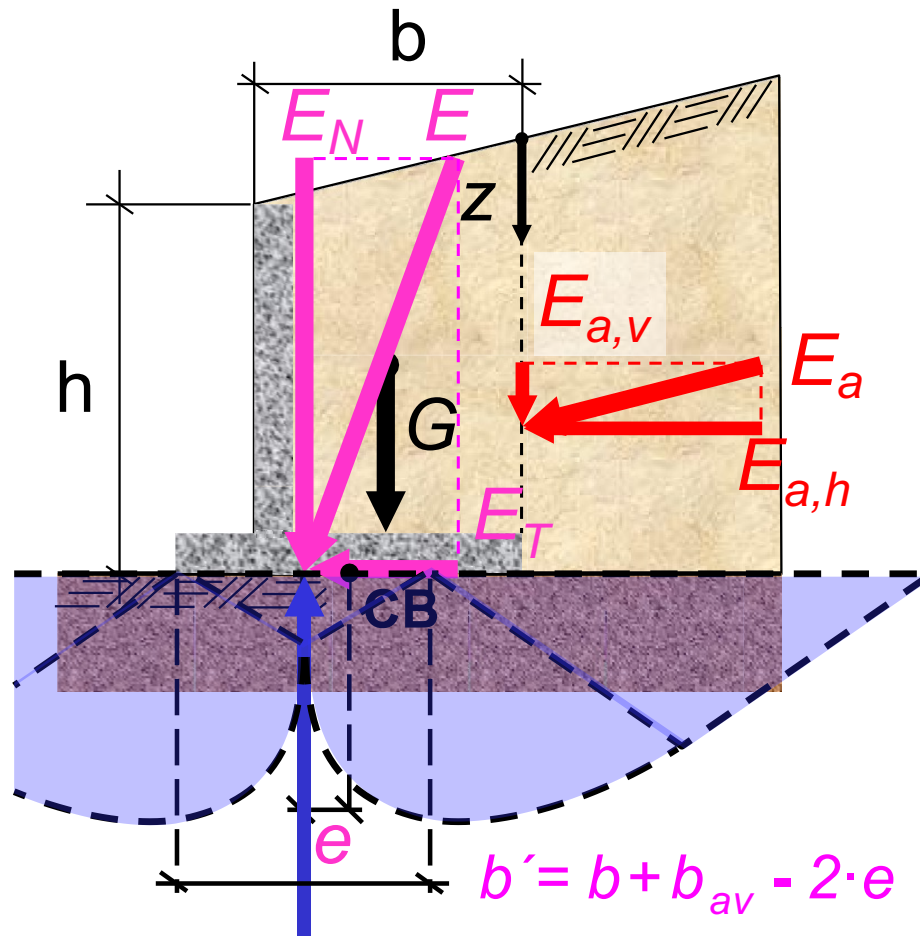
$$M_{CB,d} = \dots$$

$$e = M_{CB} / E_N$$

$$\varepsilon = \arctan (E_T / E_N)$$



Poinçonnement du sol sous le mur



Résistance

$$q_p = c' N_c i_c + q N_q i_q + \frac{1}{2} b' \gamma N_\gamma i_\gamma$$

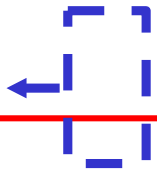
avec

N_c, N_q, N_γ fonction de φ'

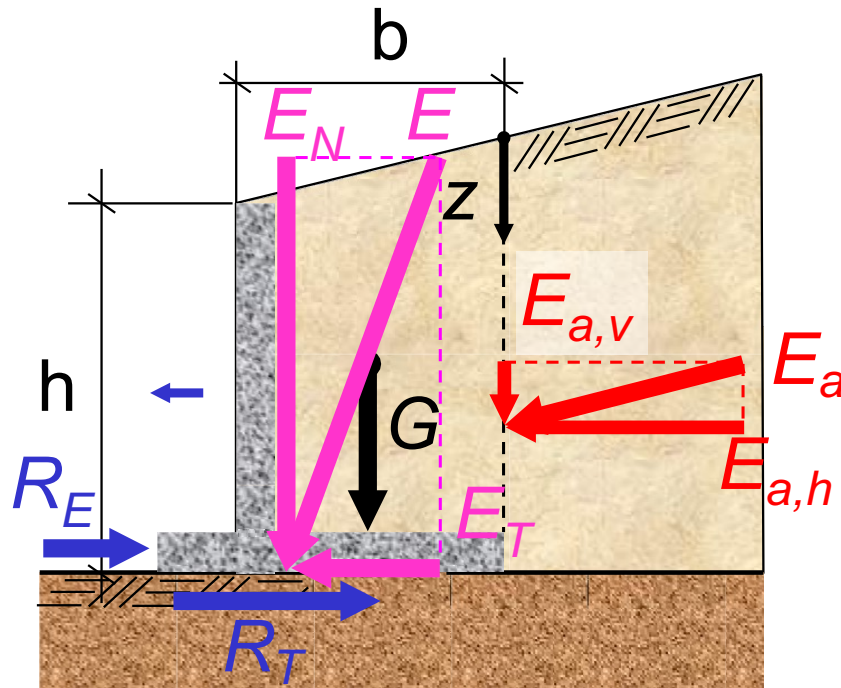
i_c, i_q, i_γ fonction de $E_{a,v} / E_{ah}$

$$b' = b + b_{av} - 2 \cdot e$$

$$R_N = q_p \cdot b'$$



Glissement du mur à l'interface



Glissement du mur ELU type 2 externe

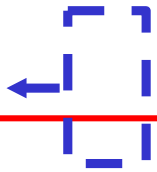
Vérification :

$$E_T \leq R_T + R_E$$

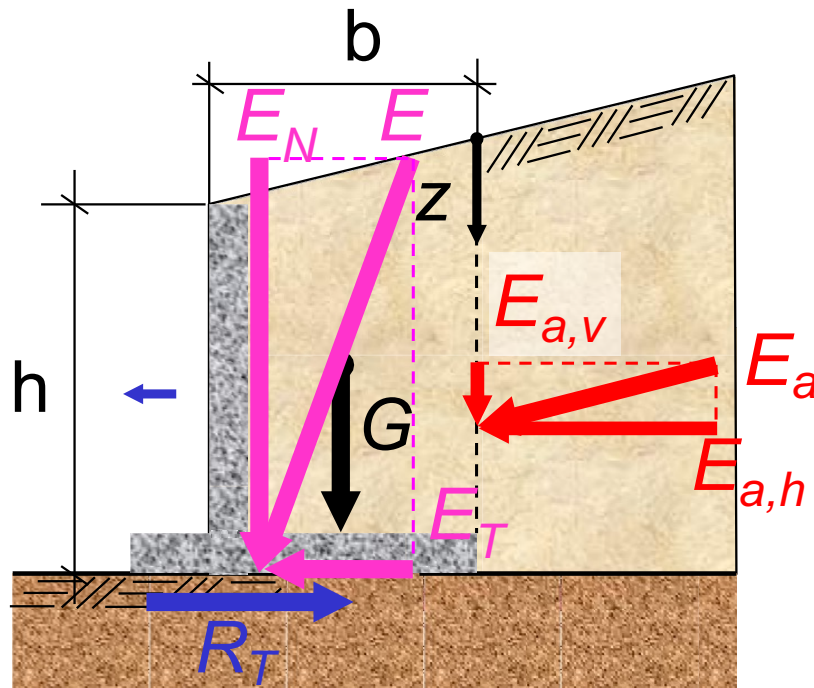
Attention

si prise en compte de la
réaction du remblai aval R_E

S'assurer de la pérennité de
ce remblai et considérer la
réaction comme une action
favorable



Glissement du mur à l'interface



Glissement du mur ELU type 2 externe

Poids propre du mur et du remblai :
effet favorable

$$G_k = G_{k1} + G_{k2} + G_{k3} + G_{k4}$$

Poussée due au remblai :
effet défavorable



Résistance

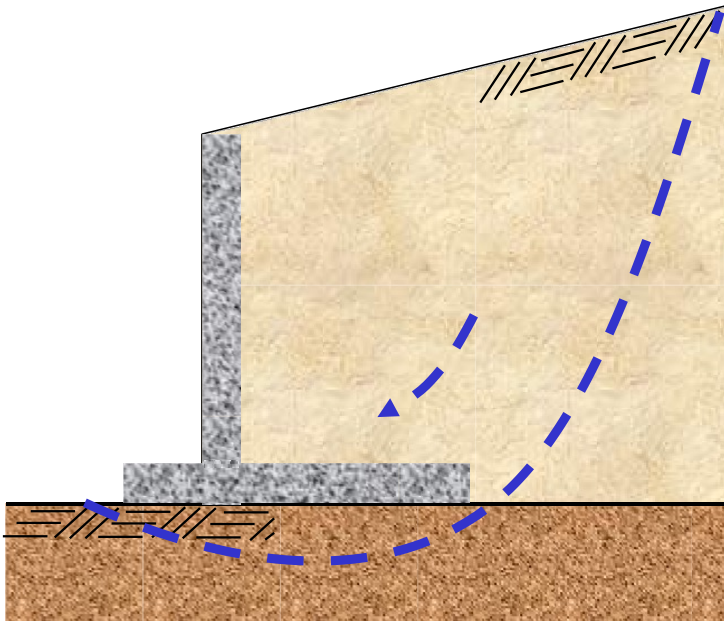
$$\delta = \varphi' \text{ (rugueuse)}$$
$$1/2 \text{ à } 2/3 \varphi' \text{ (lisse)}$$

$$A'_d = b' \cdot 1 \text{ surface effective}$$

$$b' = b + b_{av} - 2 \cdot e$$

$$R_T = (E_{N,d} \cdot \tan \delta + A'_d c'_d)$$

Glissement généralisé



**Glissement
généralisé
englobant le mur**

ELU type 3