

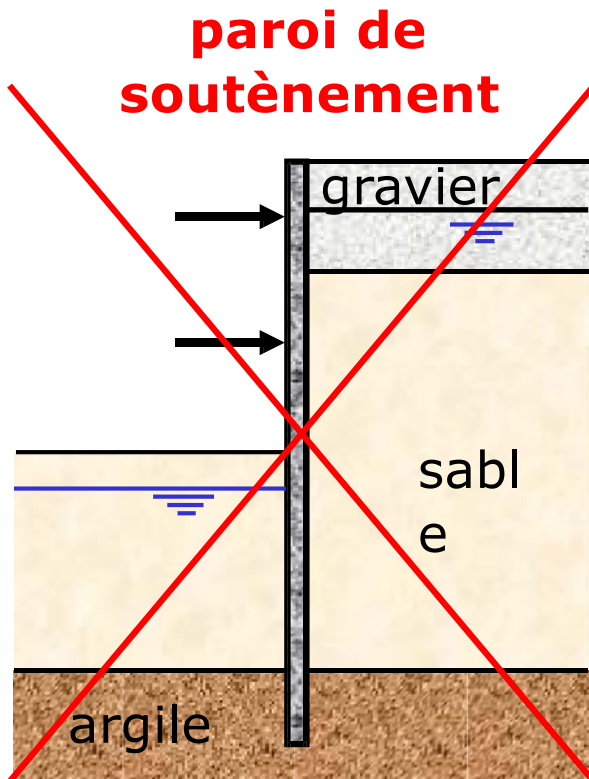


Murs de soutènement

Ouvrages géotechniques

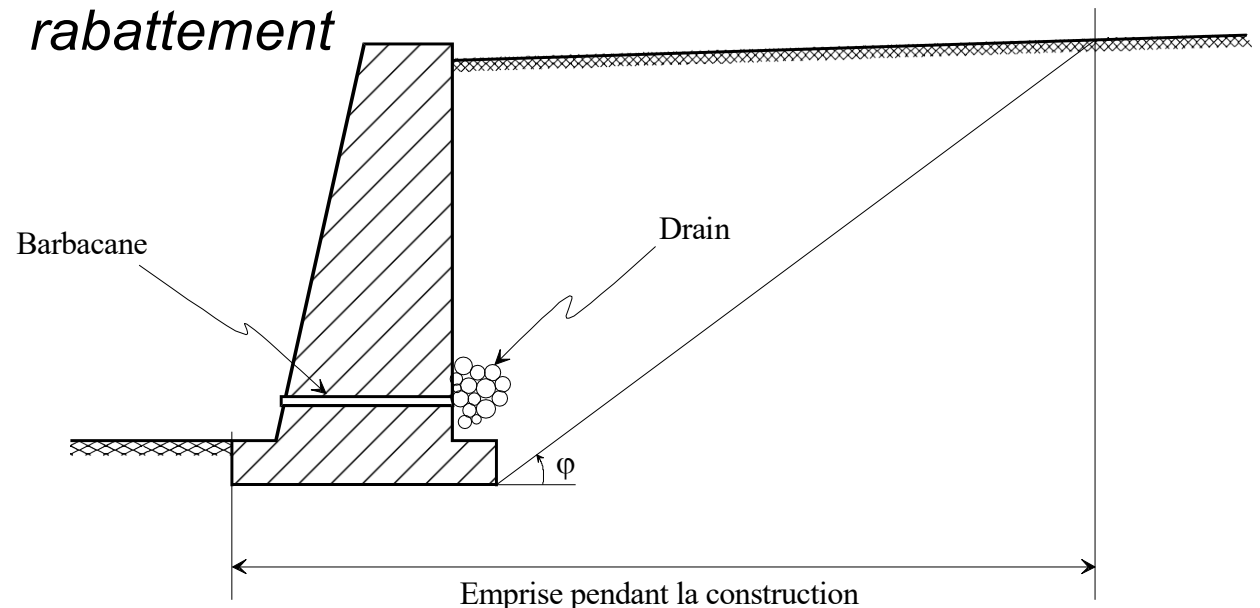
Murs de soutènement Vs Parois de soutènement

Mur de soutènement



Ouvrage auto-stable dont la stabilité est assurée par son propre poids ou par le poids d'un remblai

- 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

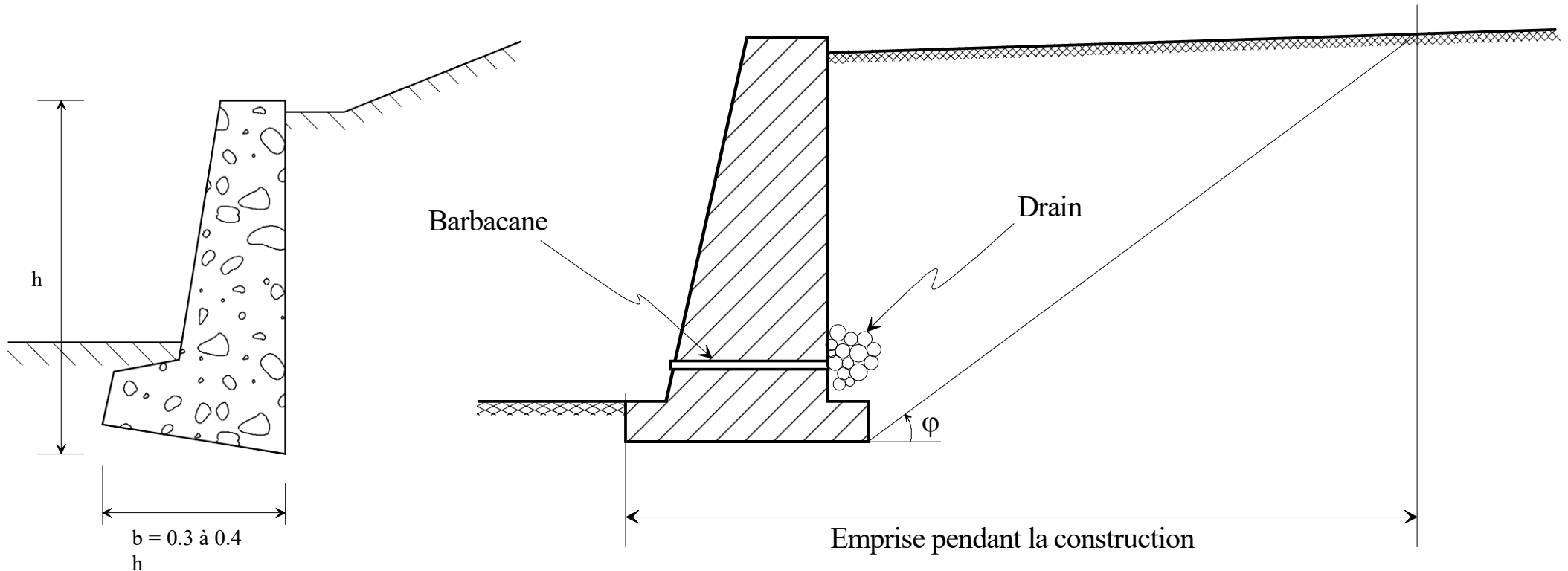


Types de murs de soutènement

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

Mur massif ou mur poids

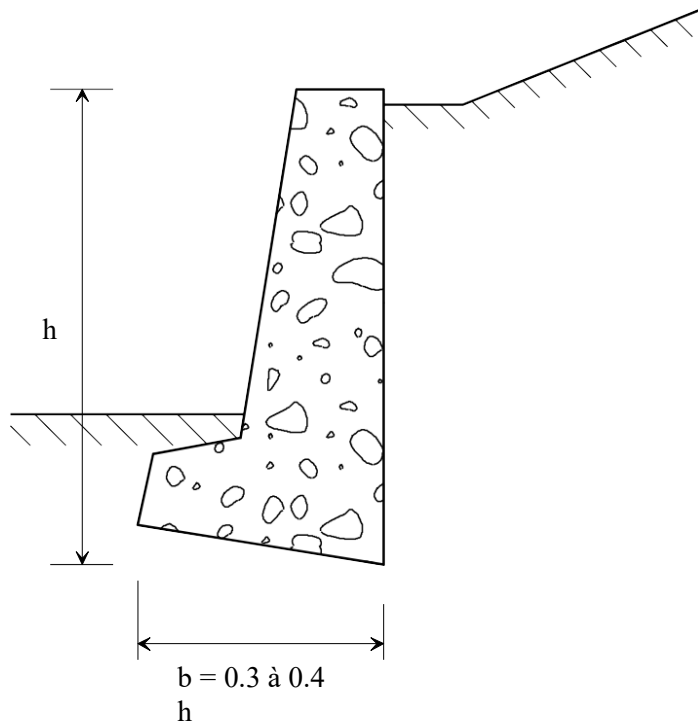
- *Stabilité assurée par son poids propre*
- *Non armé ou légèrement armé*
- *→ Terrains de bonne qualité*



Types de murs de soutènement

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

Mur massif ou mur poids



Types de murs de soutènement

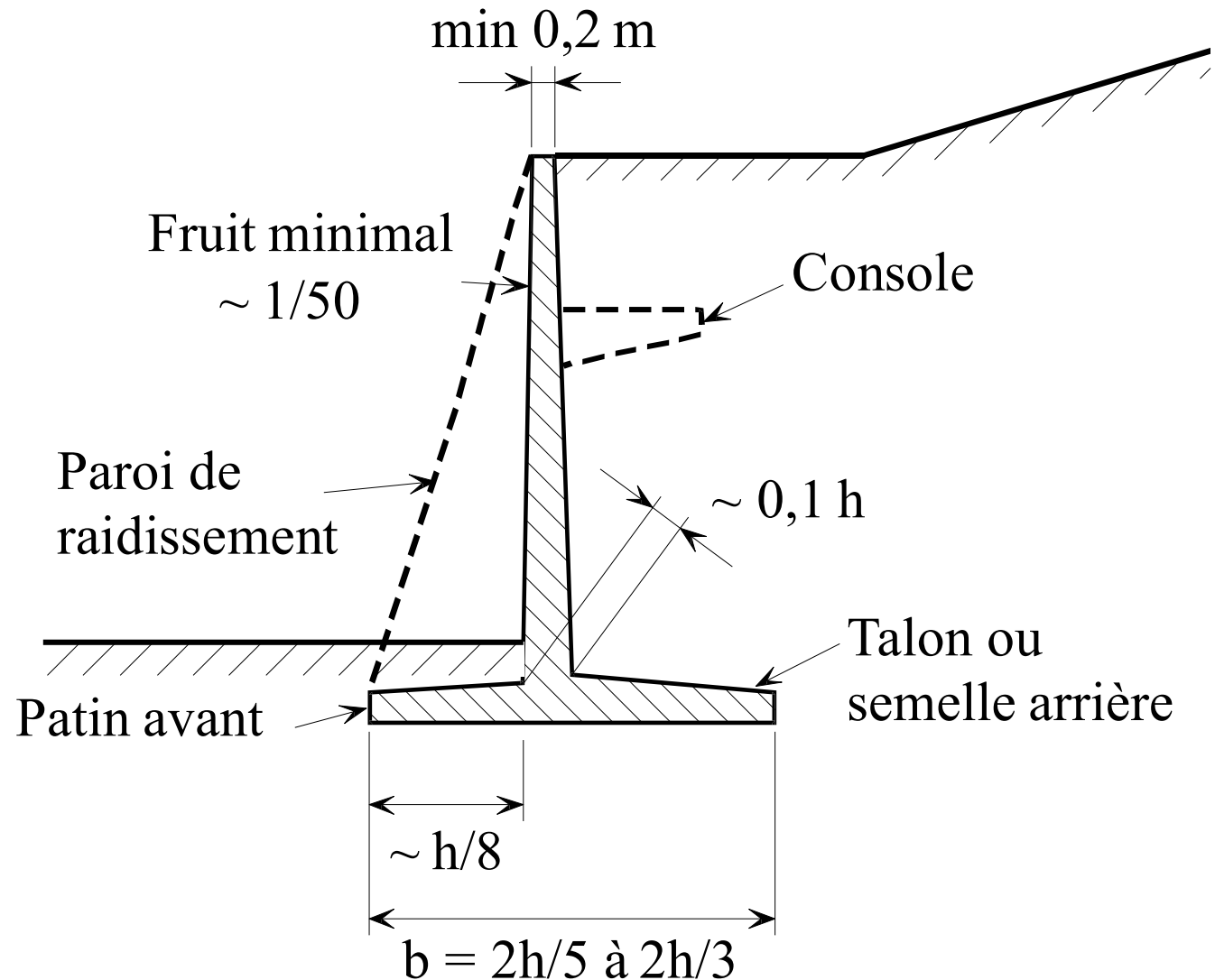
**Mur poids:
Gabion + roches**



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*





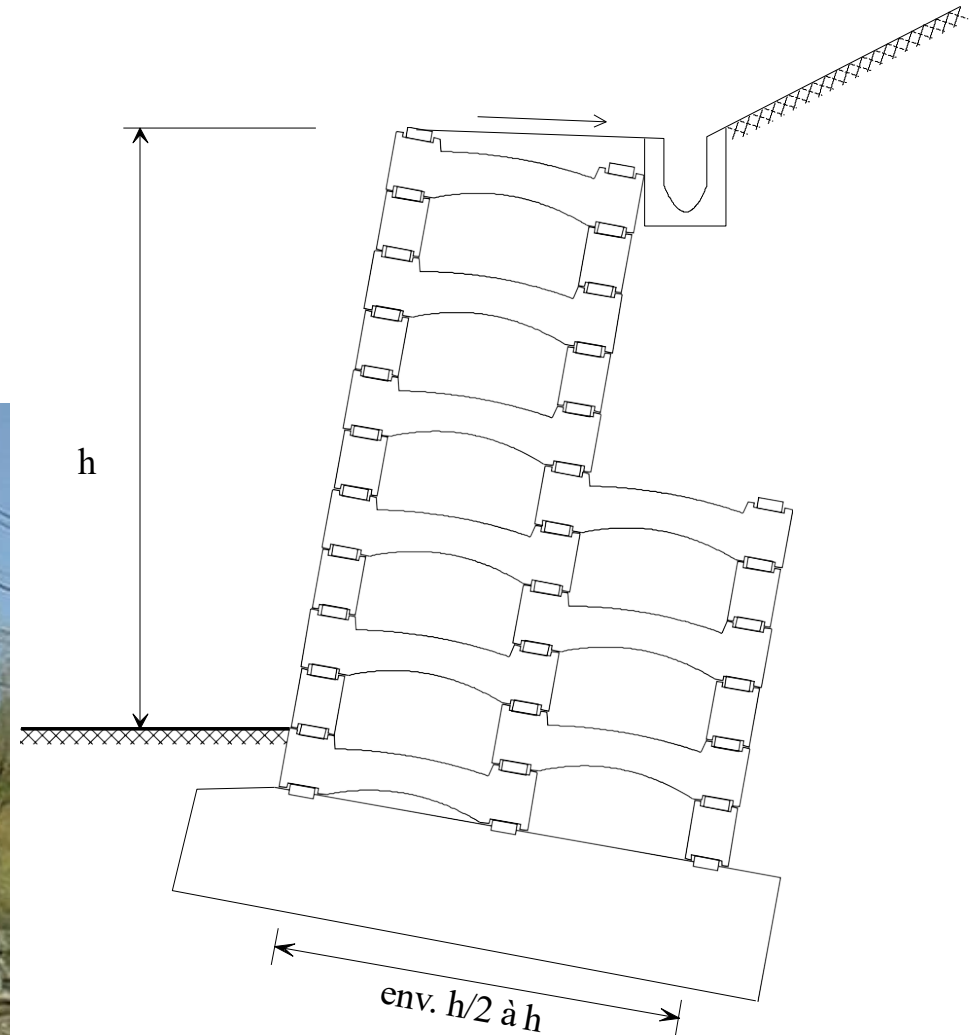
Mur caisson ou mur cellulaire

The diagram shows a mechanical structure with a grid of actuators. The structure is composed of a base plate and a top plate, with a grid of actuators in between. The height of the structure is labeled h . The width of the structure is labeled $\text{env. } h/2 \text{ à } h$. The actuators are represented by small rectangular blocks arranged in a grid. The structure is shown in a perspective view, with the top plate tilted upwards. The base plate is shown in a perspective view, with the bottom edge of the actuators resting on it. The actuators are connected to the top plate by vertical links. The top plate has a central U-shaped cutout. The structure is shown in a perspective view, with the top plate tilted upwards. The base plate is shown in a perspective view, with the bottom edge of the actuators resting on it. The actuators are connected to the top plate by vertical links. The top plate has a central U-shaped cutout.

Types de murs de soutènement

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

Mur caisson ou mur cellulaire





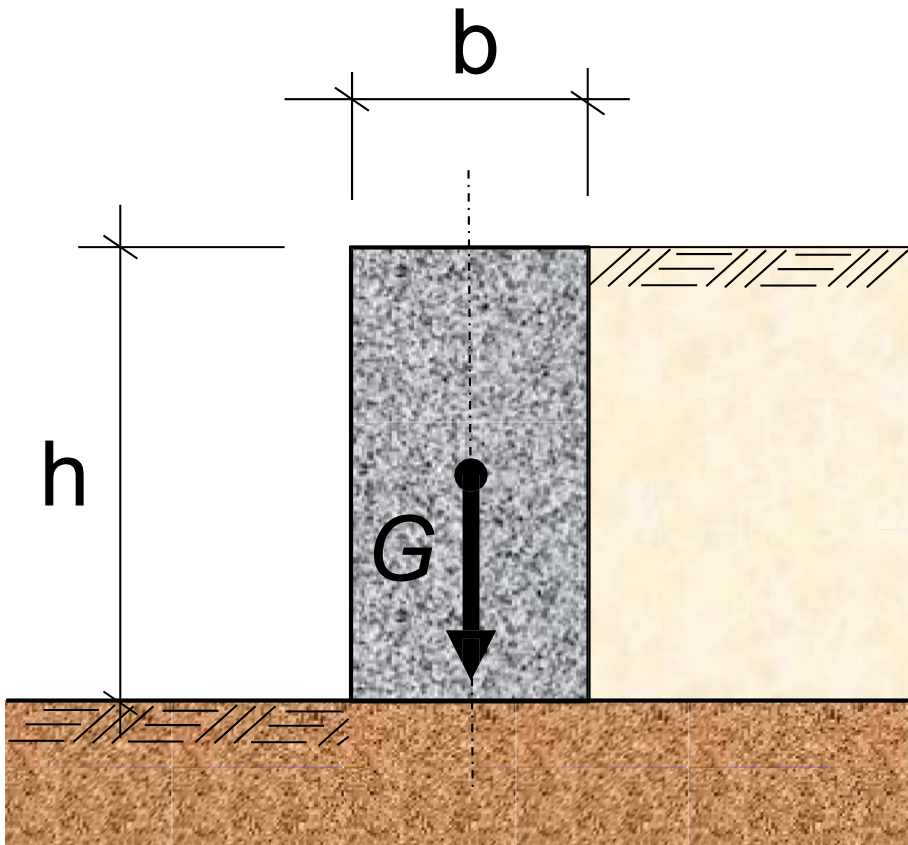


Mur massif de soutènement

Raisonnement sans facteur de sécurité

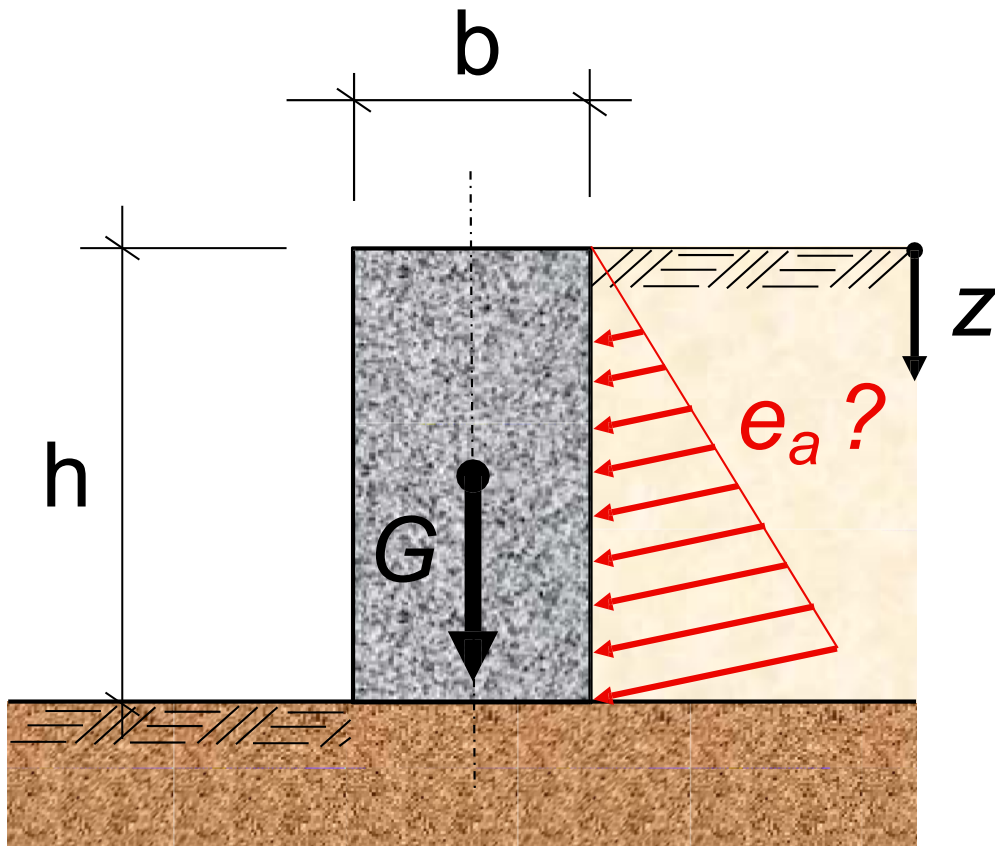
Ouvrages géotechniques

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 :

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

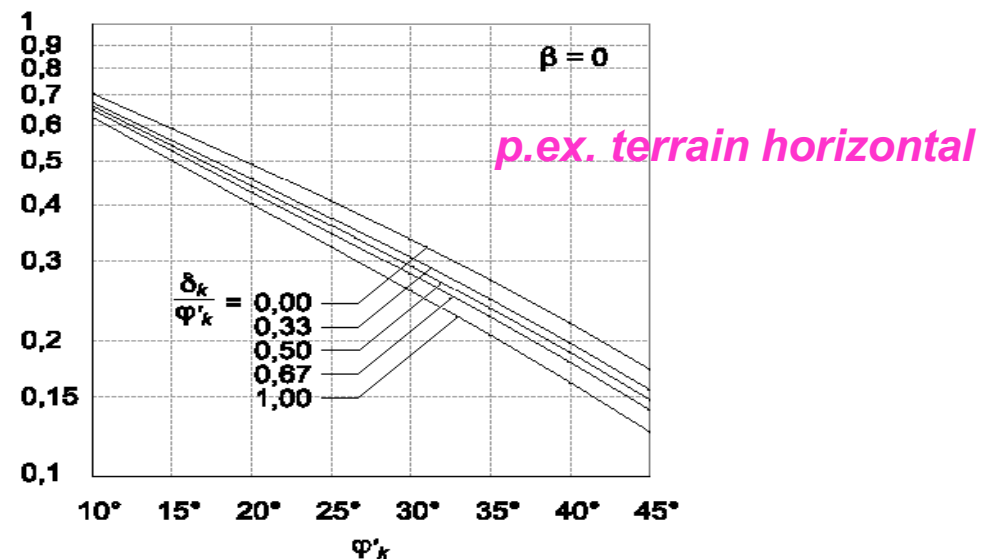
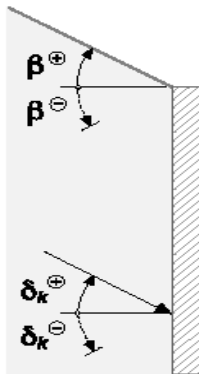
Poussée du remblai (valeur caractéristique)

Estimation selon des méthodes reconnues de la mécanique des sols

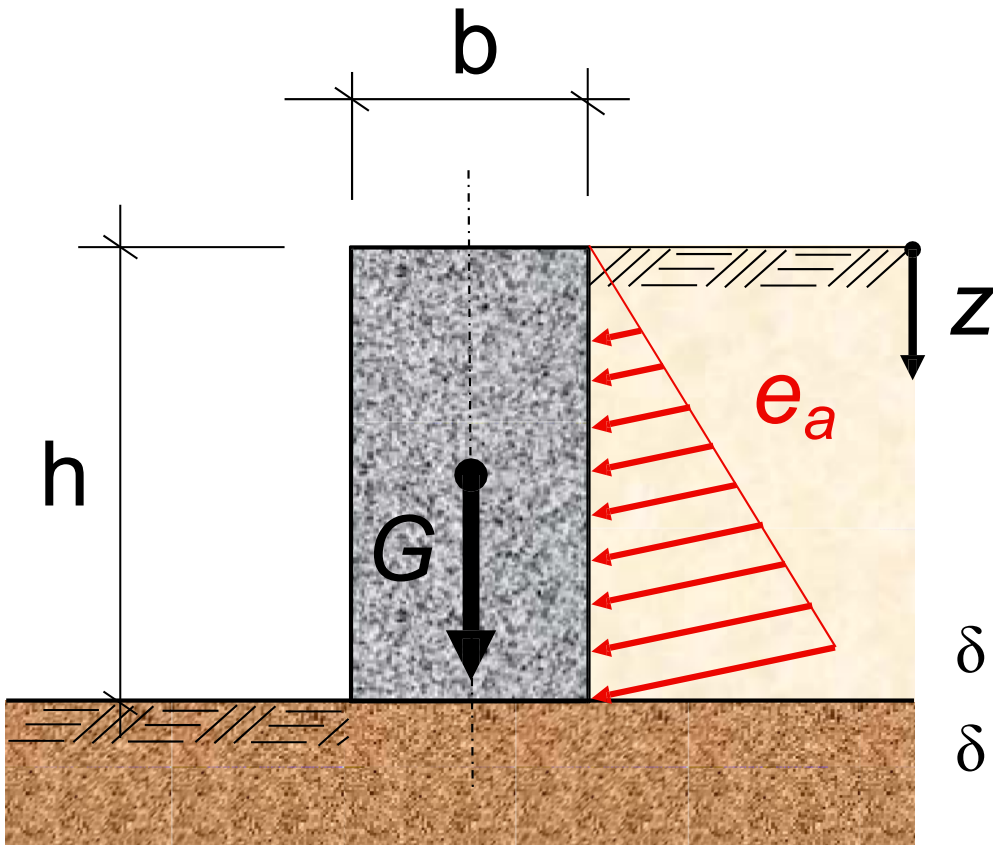
Poussée active du remblai (Coulomb) : $e_{ah,k} = K_{ah} \cdot \gamma \cdot z$
 $e_{av,k} = e_{ah,k} \cdot \tan \delta_k$

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 :

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

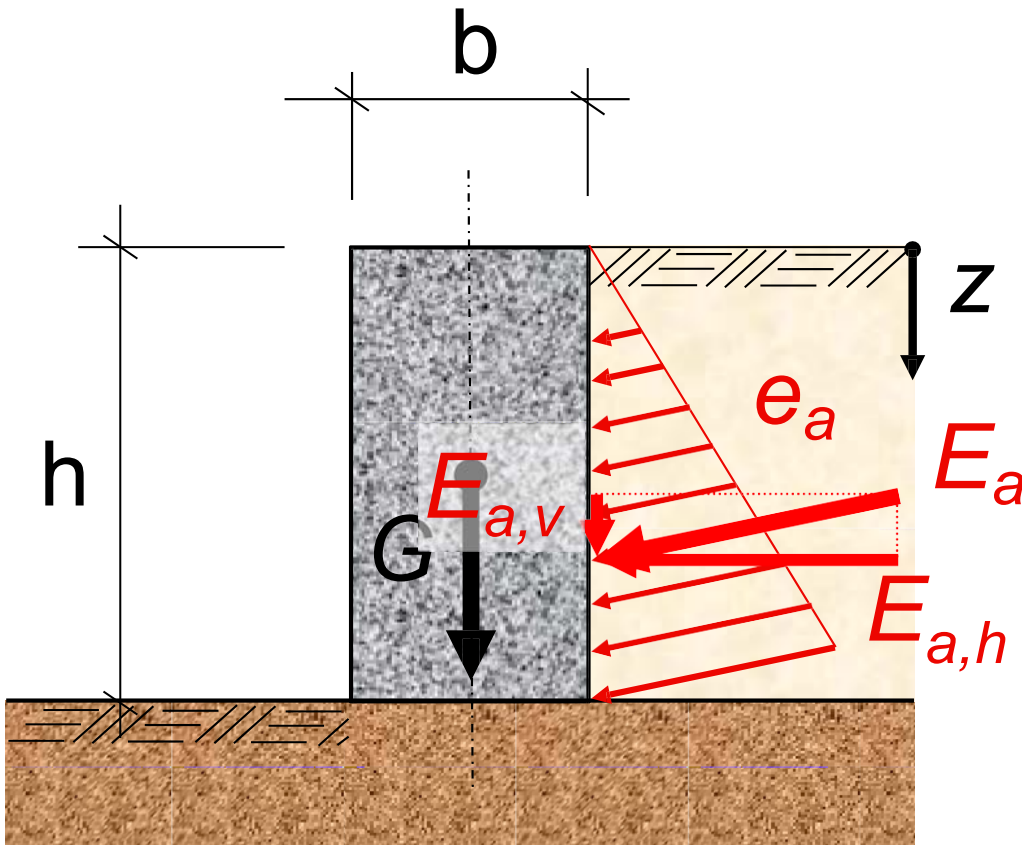
$$e_{a,h} = K_{ah} \cdot \gamma \cdot z$$

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

$\delta = 2/3 \varphi'$ si mur rugueux et déplacement suffisant

$\delta = 0$ sinon

Poussée du remblai (valeur caractéristique)



Contraintes derrière le mur :

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

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

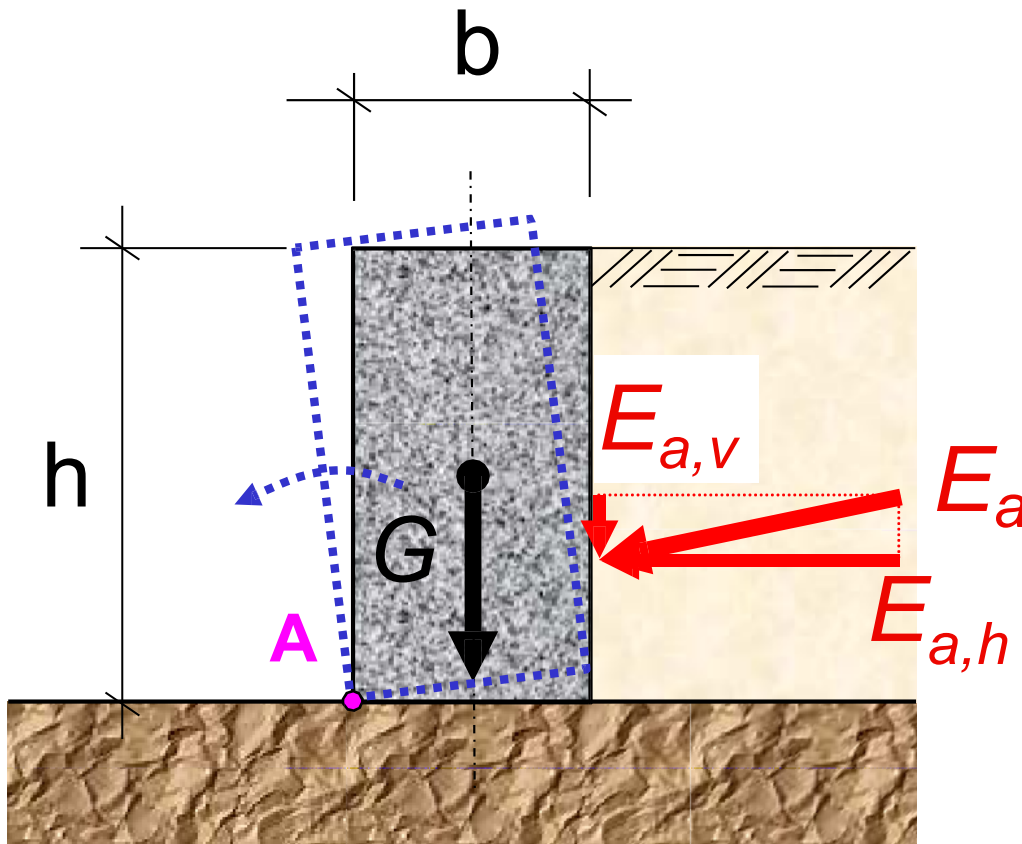
$$e_{a,v} = e_{a,h} \cdot \tan \delta$$

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

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



Basculement ou renversement du mur



Mur sur un fond rocheux

ELU type 1
Mécanisme:
Rotation autour du point A

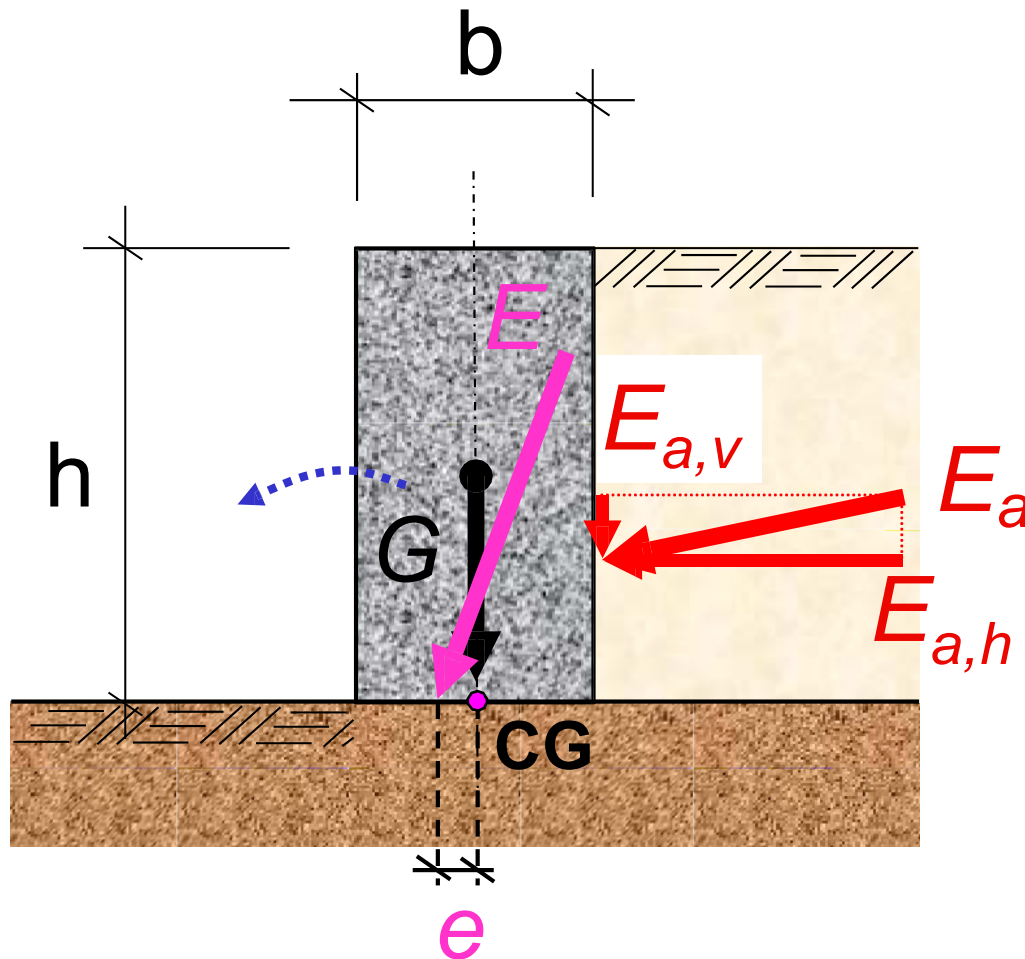
$$M_{dst} = E_{dst} \leq E_{stb} = M_{stb}$$

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



Basculement ou renversement du mur

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES



Mur sur un terrain meuble ELU type 1 Mécanisme moins net

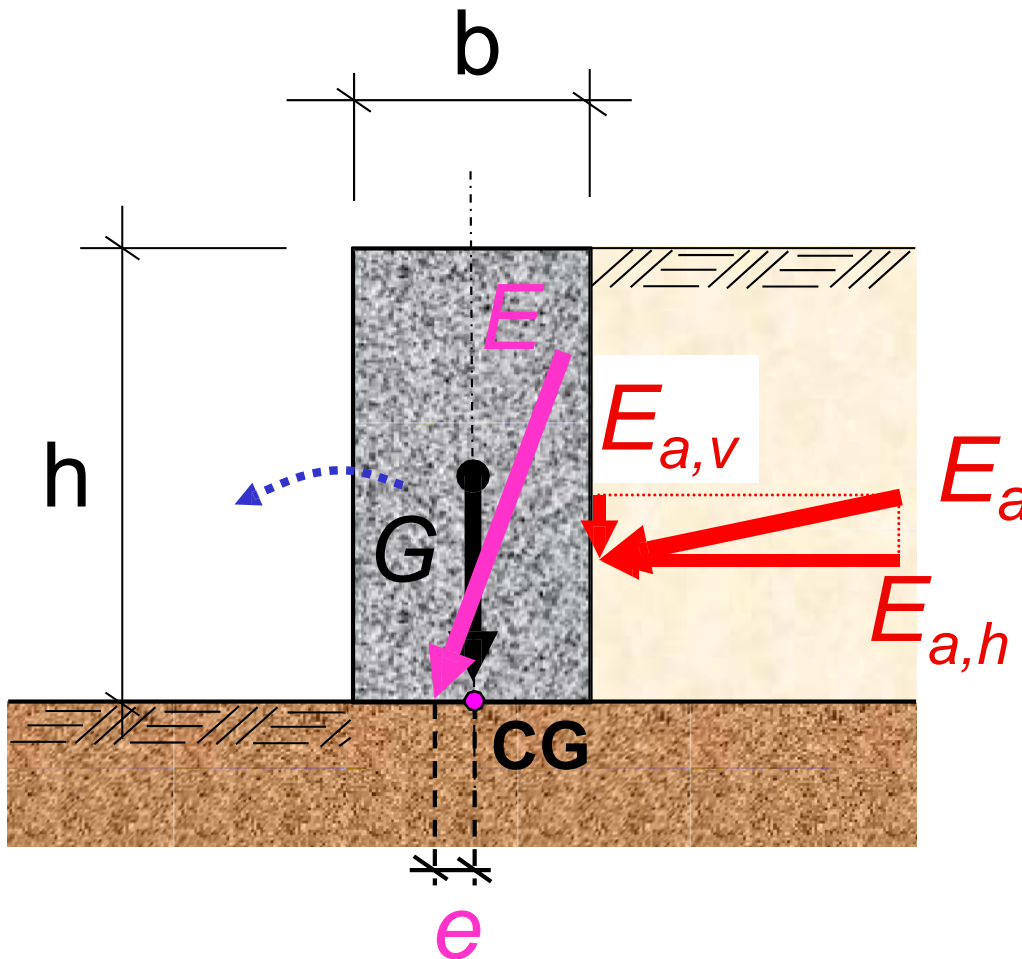
$$e \leq e_{gr} = b/3$$

e : *excentricité de la résultante des forces*

e_{gr} : *excentricité limite double de la limite du noyau central*



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 :

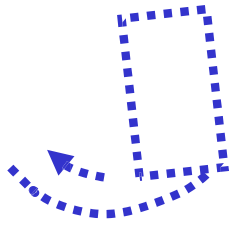
$$E_T = E_{a,h}$$

Moment de la résultante p/r CG :

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

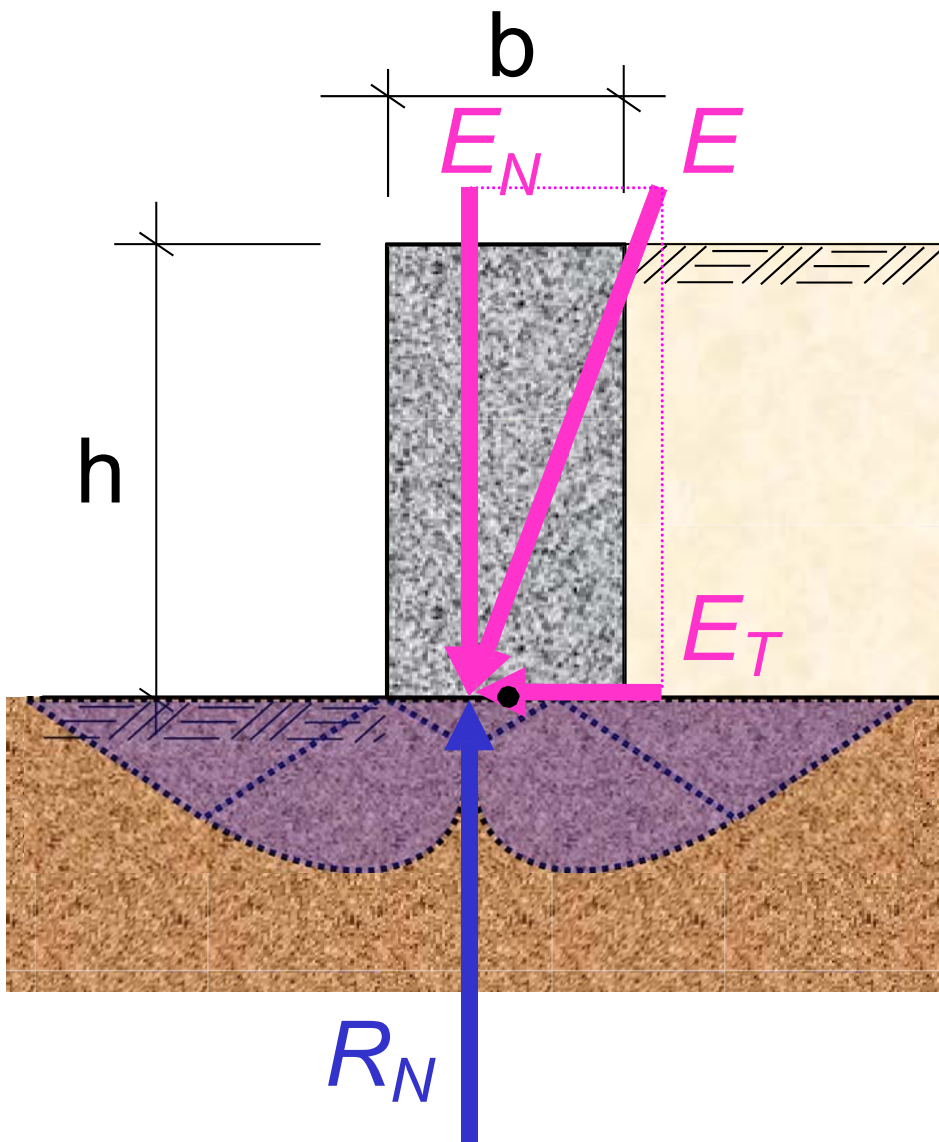
Excentricité de la résultante :

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



Poinçonnement du sol sous le mur

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

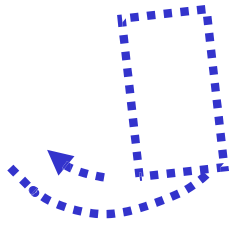


Poinçonnement du sol ELU type 2 externe

Vérification :

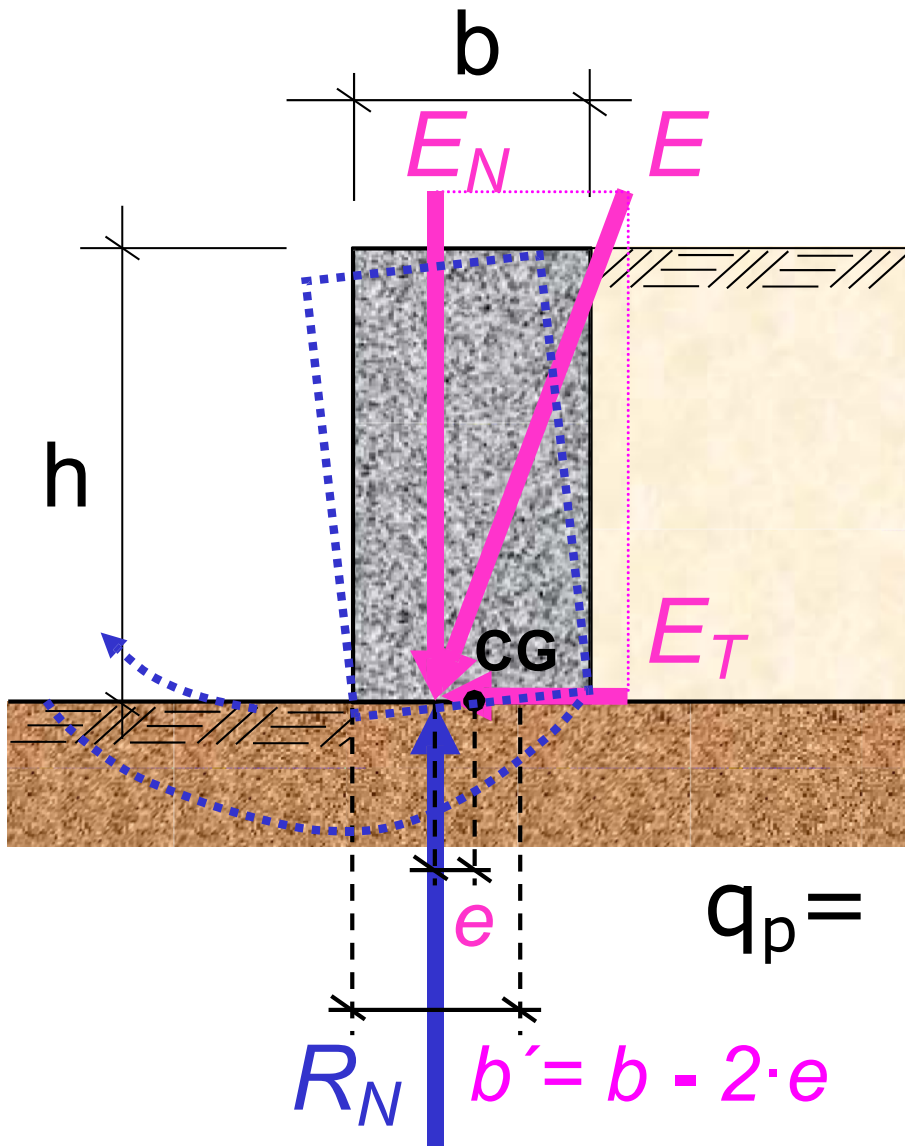
$$E_N \leq R_N$$

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



Poinçonnement du sol sous le mur

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES



$$E_N = G +$$

$$E_{a,v} \quad E_T = E_{a,h}$$

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

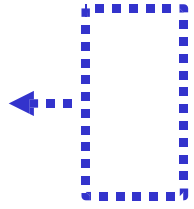
$$e = M_{CG} / E_N$$

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

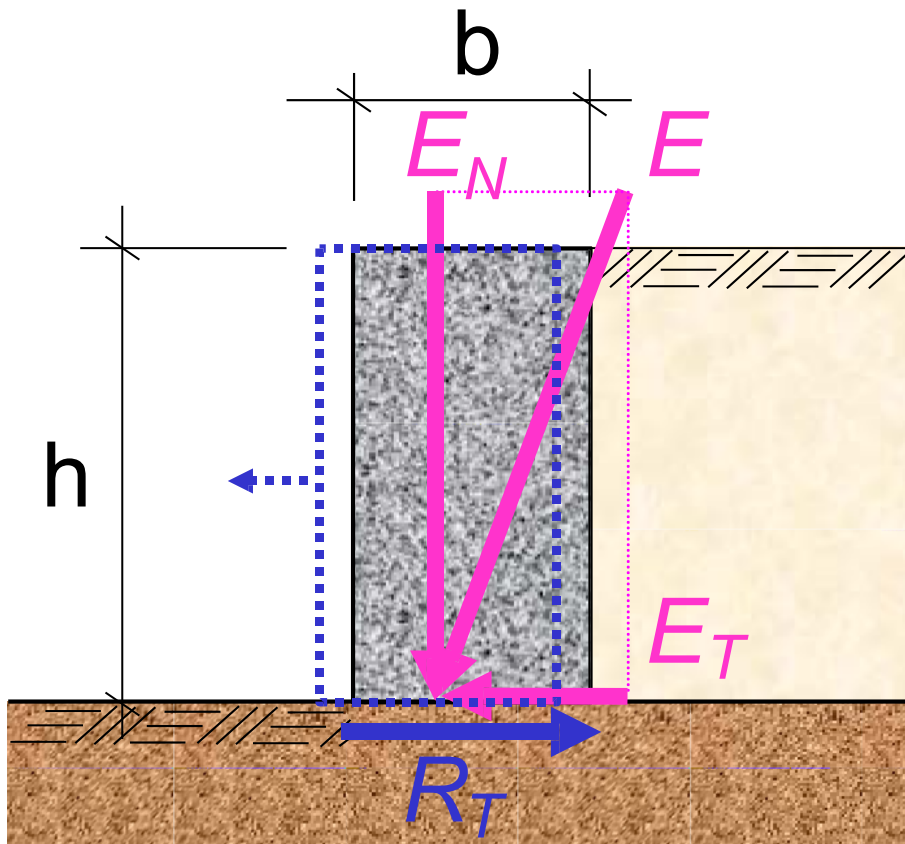
Charge de poinçonnement:

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

$$R_N = q_p b'$$



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

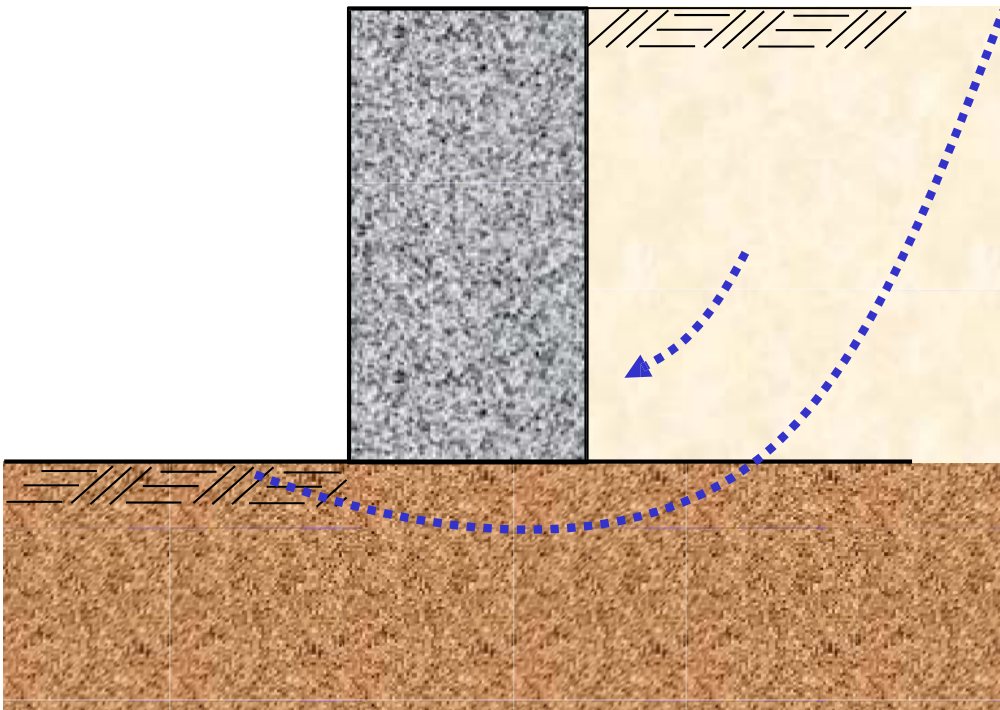
$\delta = 1/2 \text{ à } 2/3 \varphi'$ si semelle ± lisse avec rupture dans l'interface

Glissement généralisé

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

**Glissement
généralisé
englobant le mur**

ELU type 3

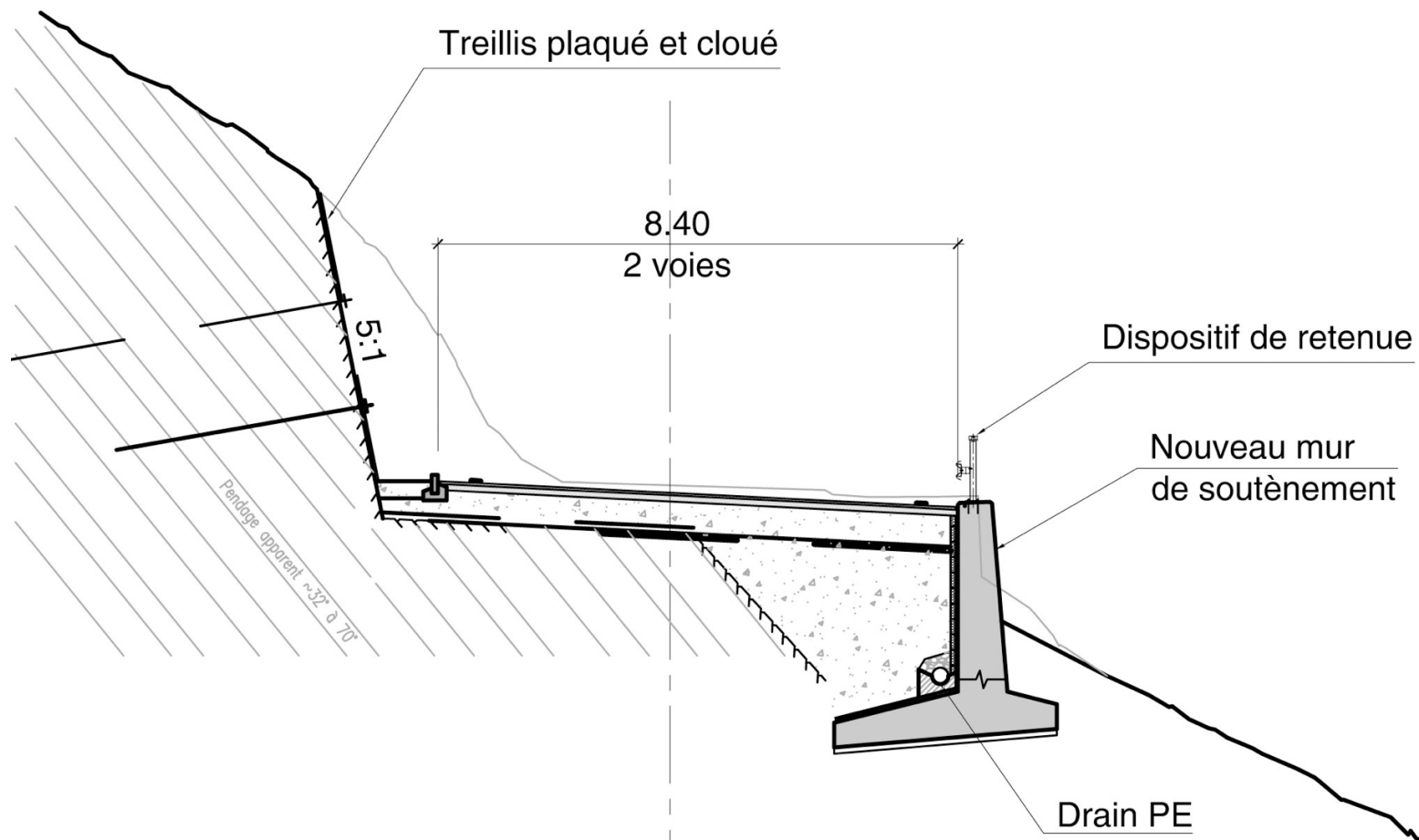




Stabilité des murs en équerre

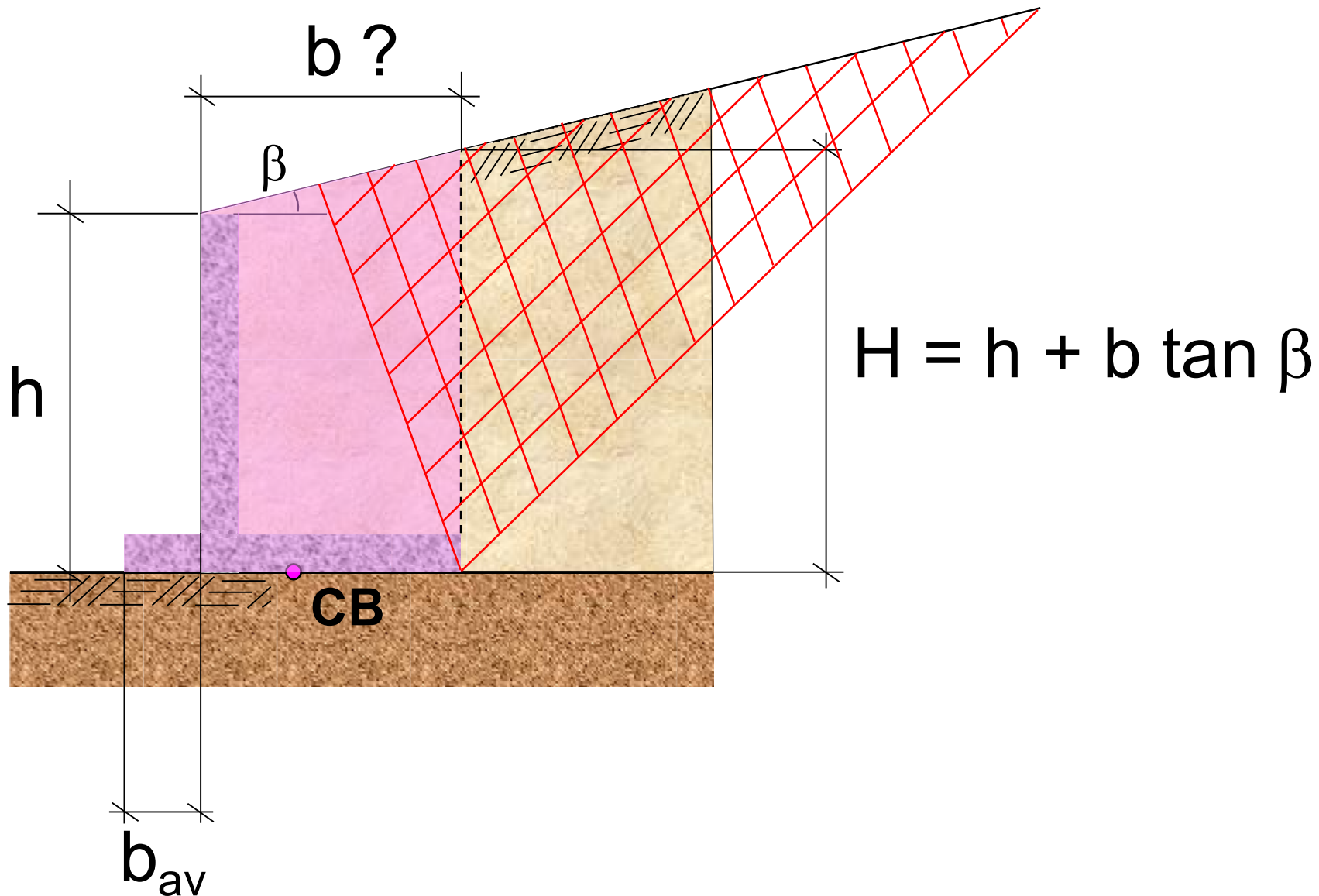
**Ouvrages
géotechniques**





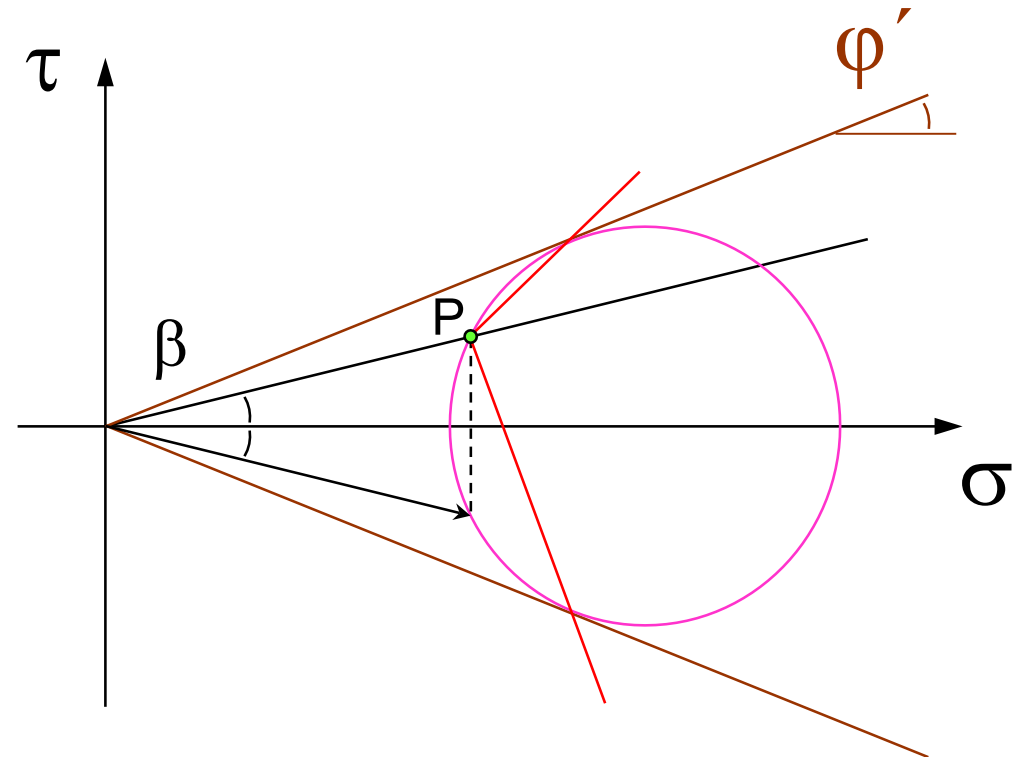
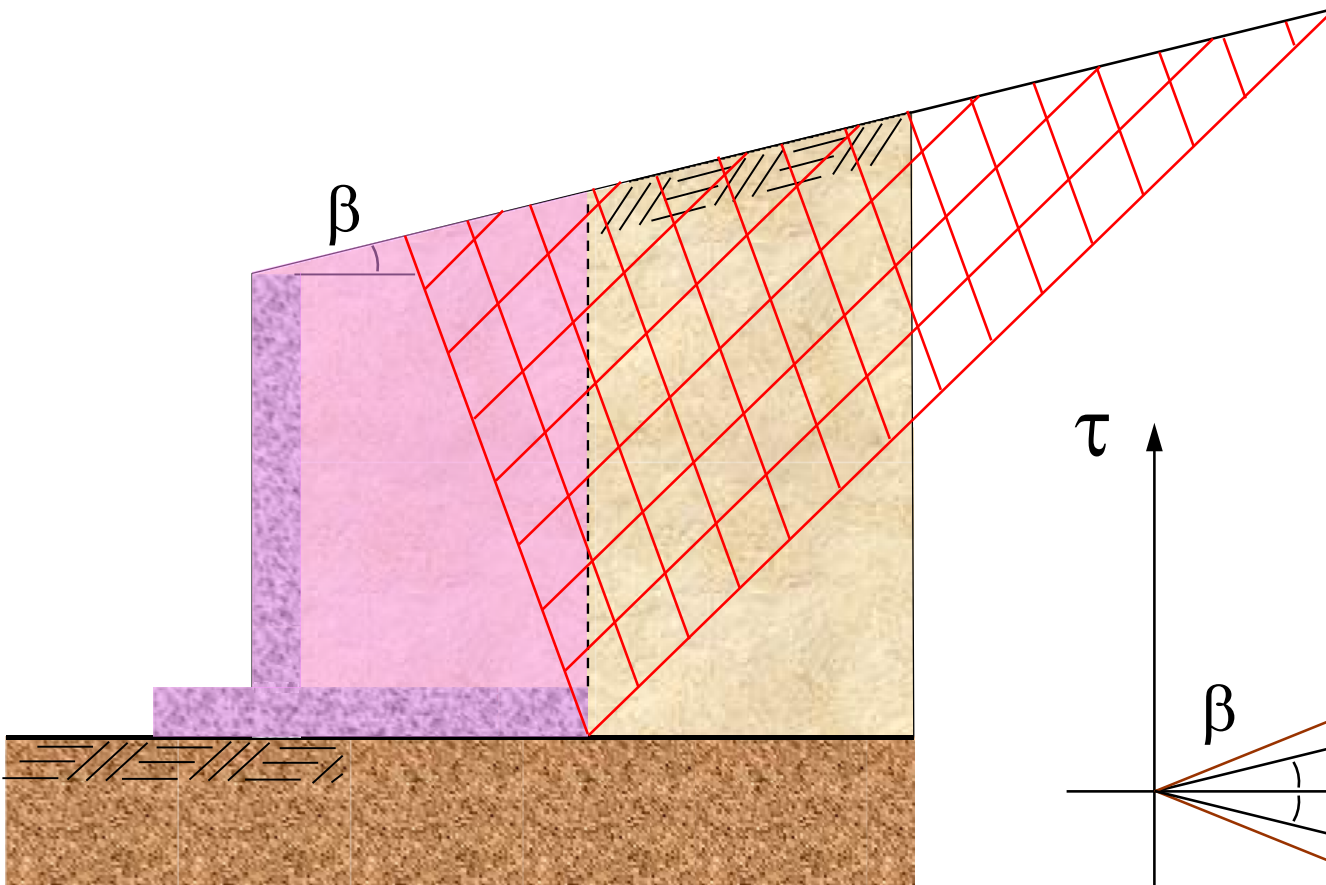
Modélisation du mur en équerre

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

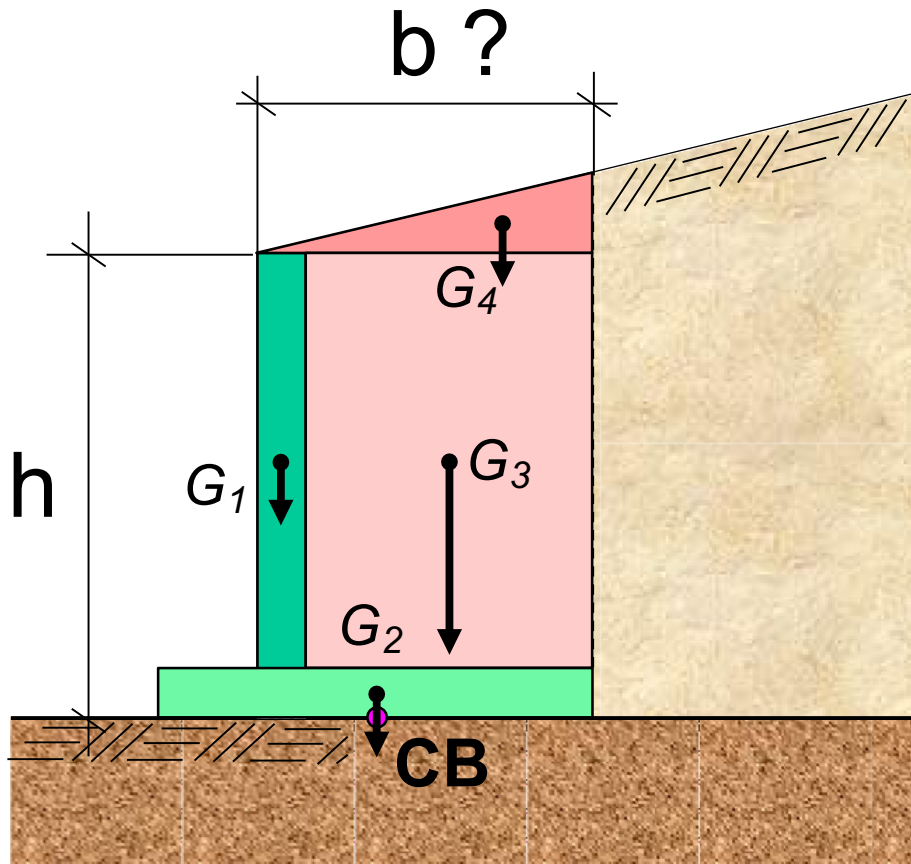


Mécanisme de rupture

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES



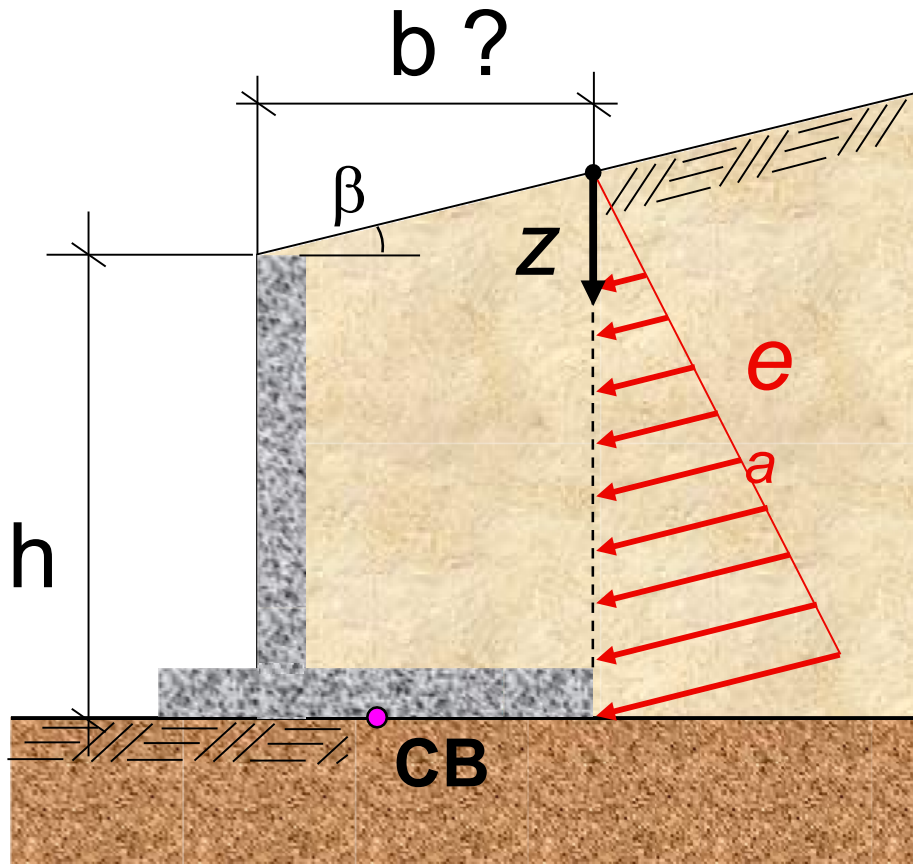
Actions sur le mur (valeurs caractéristiques)



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)

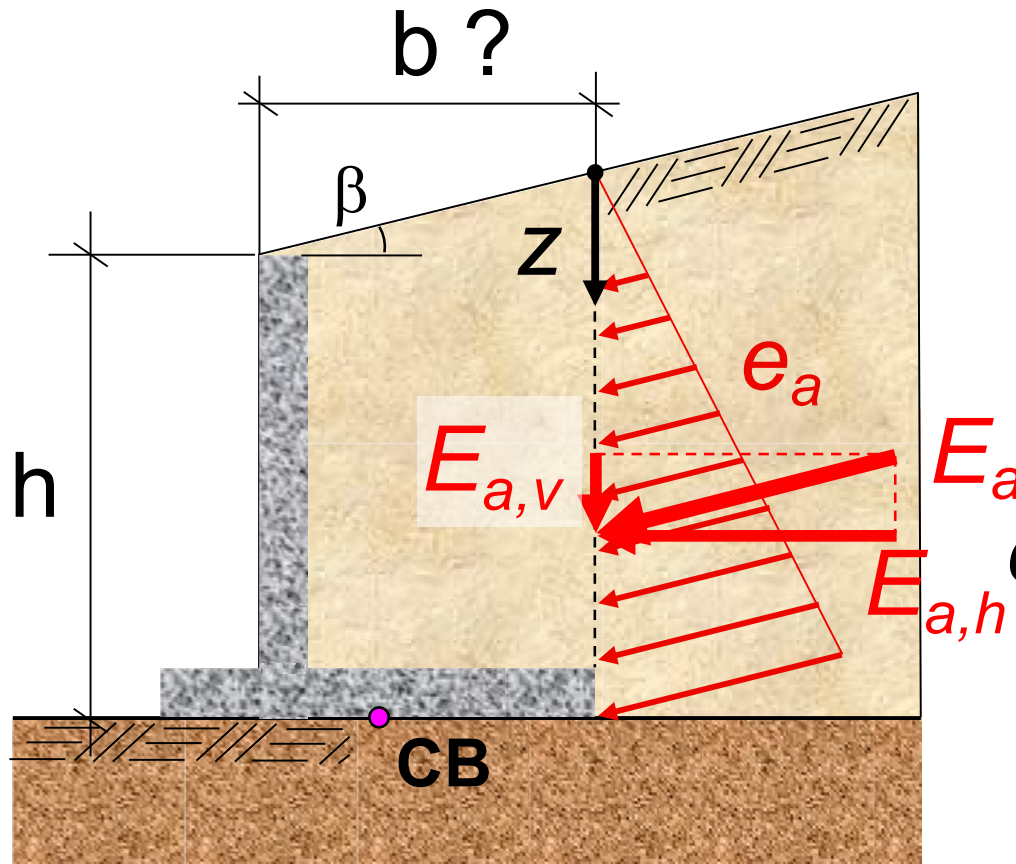


Contraintes derrière le mur :

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

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

Actions sur le mur (valeurs caractéristiques)



Contraintes derrière le mur :

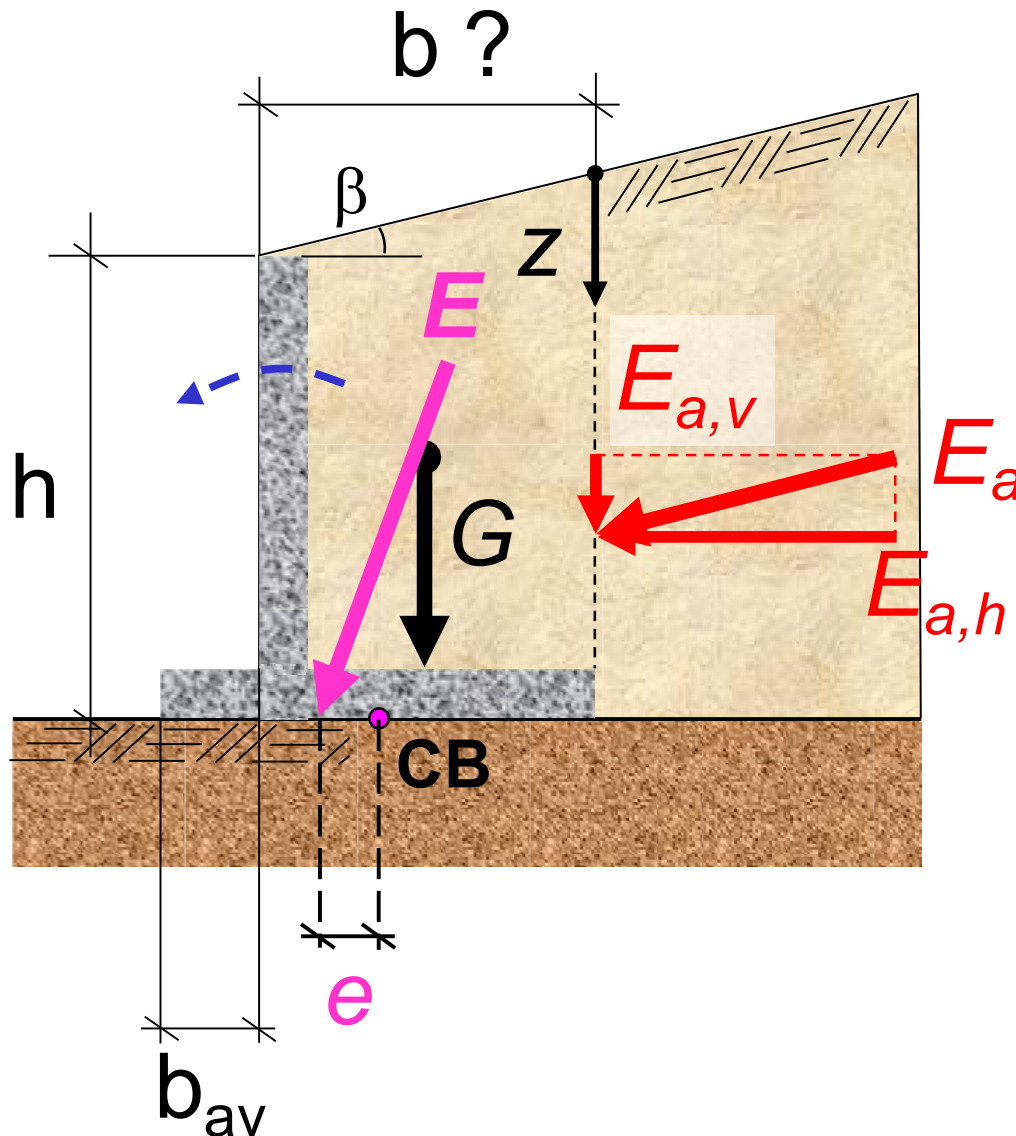
$$e_{ah,k} = K_{ah} \cdot \gamma \cdot z$$

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

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

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

Basculement ou renversement du mur

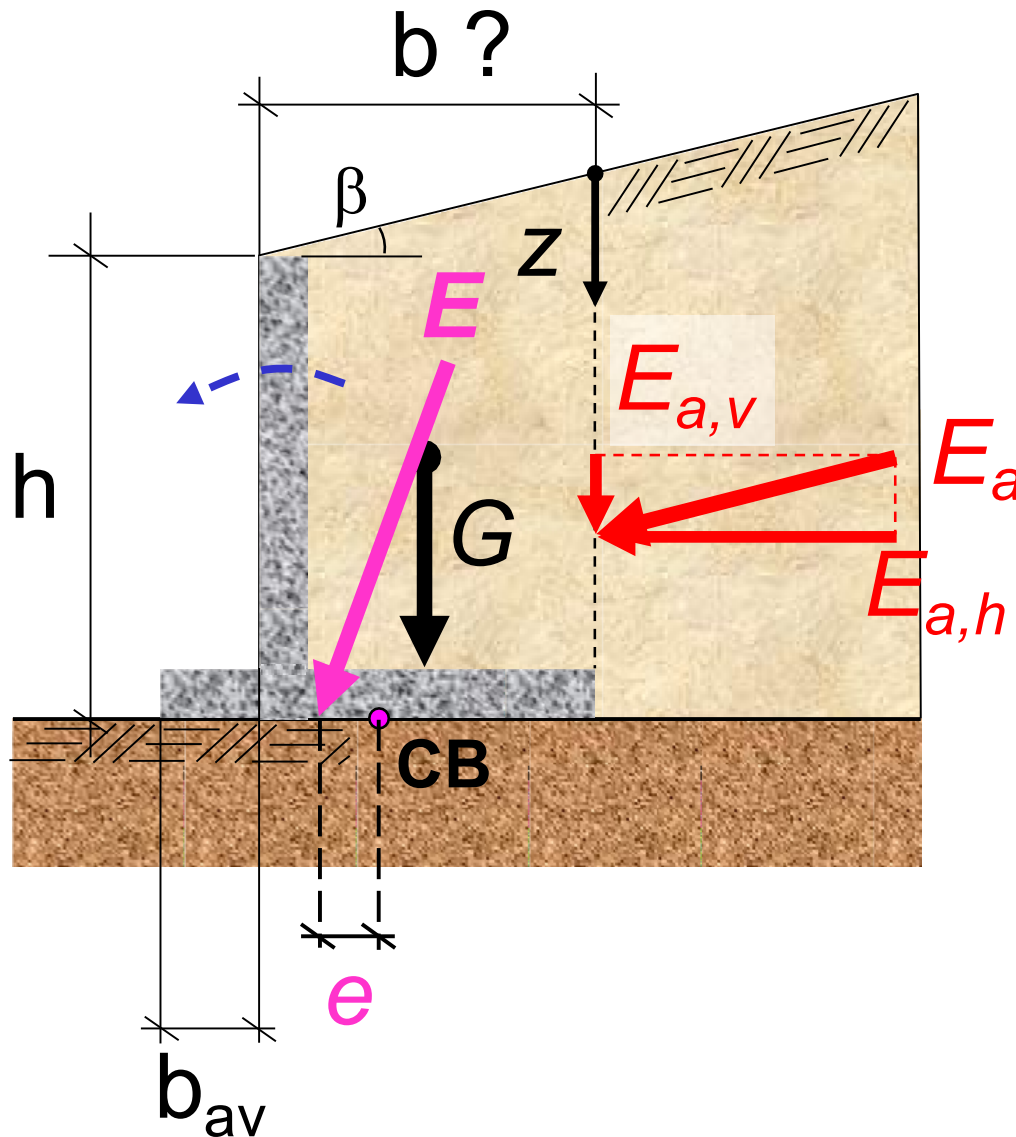


Mur sur un terrain meuble ELU type 1 Mécanisme pas net

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

e : *excentricité de la résultante des forces*
 e_{gr} : *excentricité limite double de la limite du noyau central*

Basculement ou renversement du mur



Mur sur un terrain meuble ELU type 1

Poids propre du mur et du remblai:

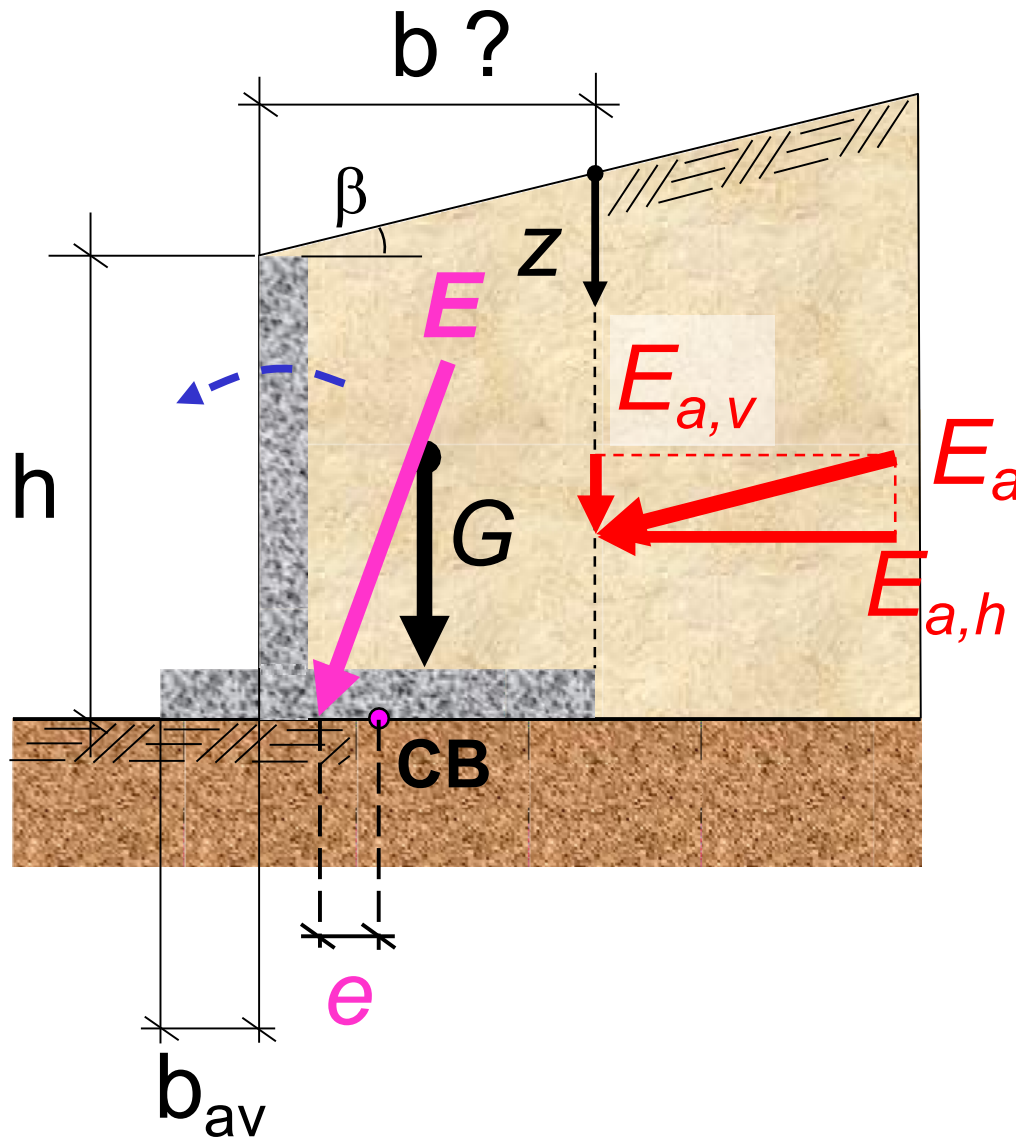
effet favorable

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

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 :

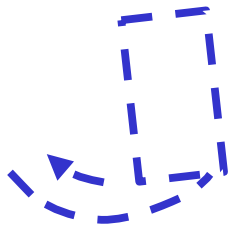
$$E_{T,d} = E_{ah,d}$$

Moment de la résultante p/r CG :

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

Excentricité de la résultante :

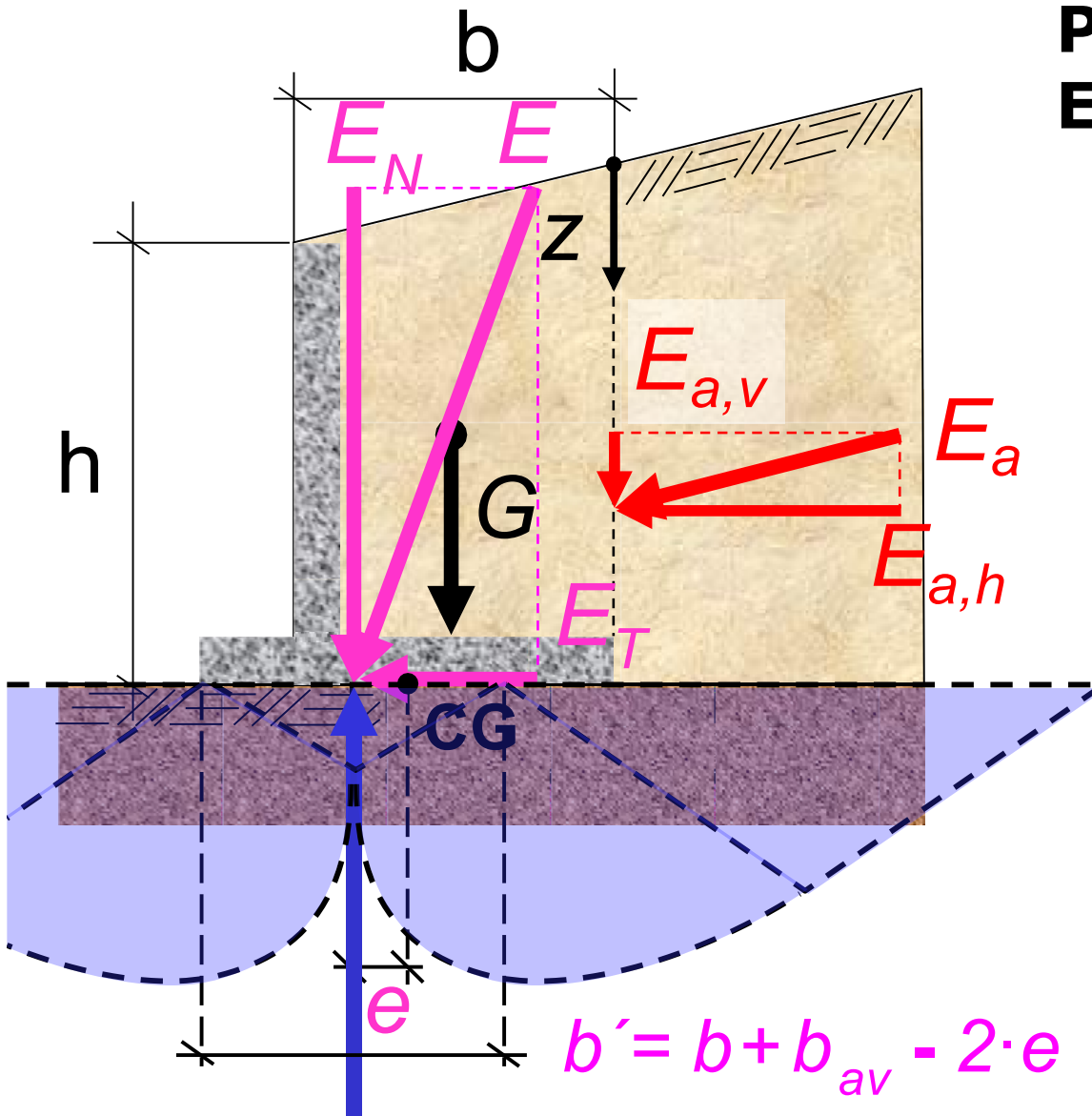
$$e_d = M_{CG,d} / E_{N,d} \leq e_{gr}$$



Poinçonnement du sol sous le mur

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

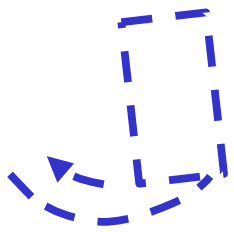
Poinçonnement du sol ELU type 2 externe



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

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

Poinçonnement du sol ELU type 2 externe

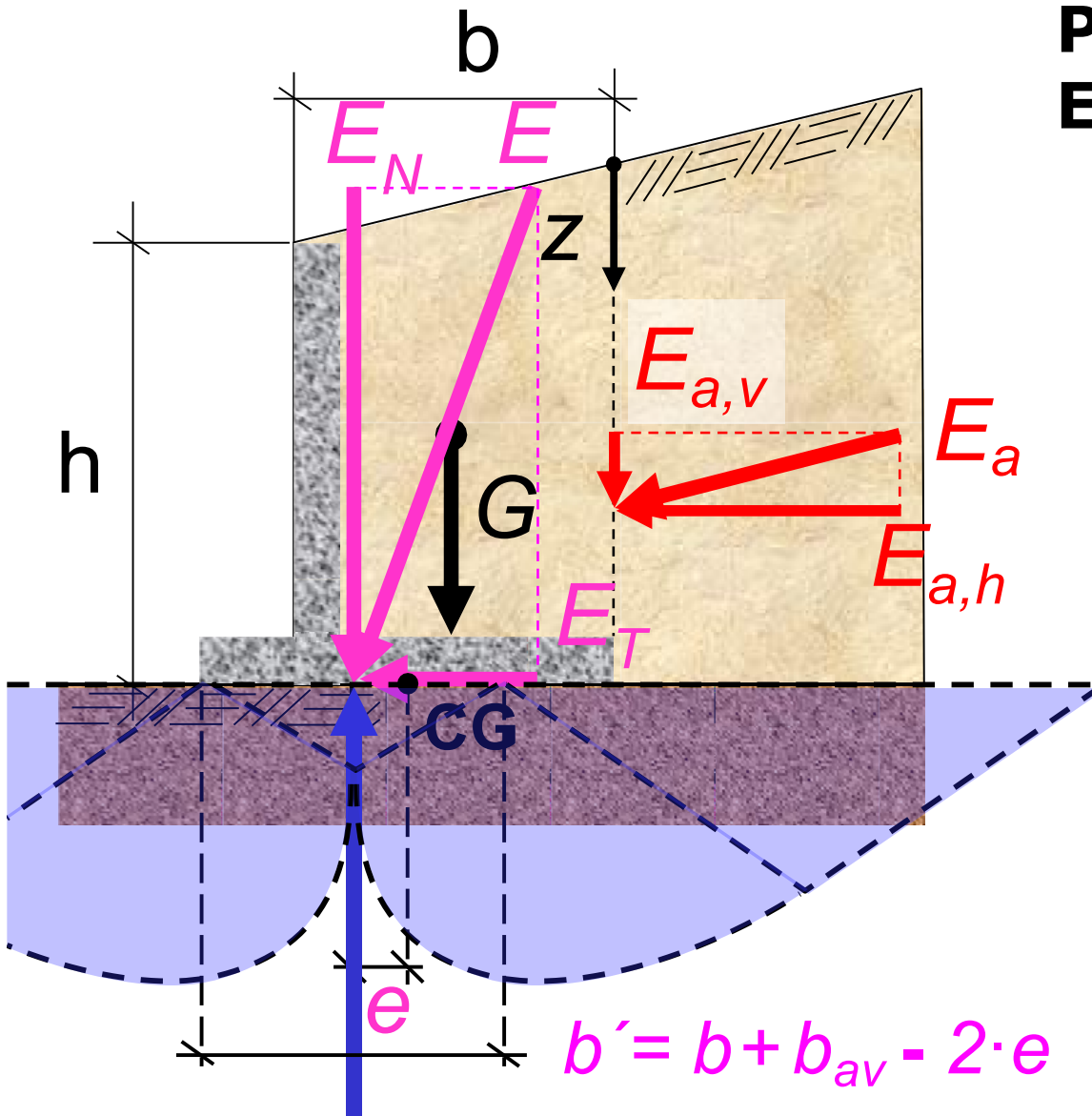
Poids propre du mur et du remblai:

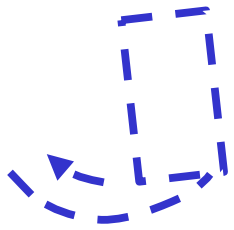
effet favorable

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

Poussée due au remblai :

effet défavorable

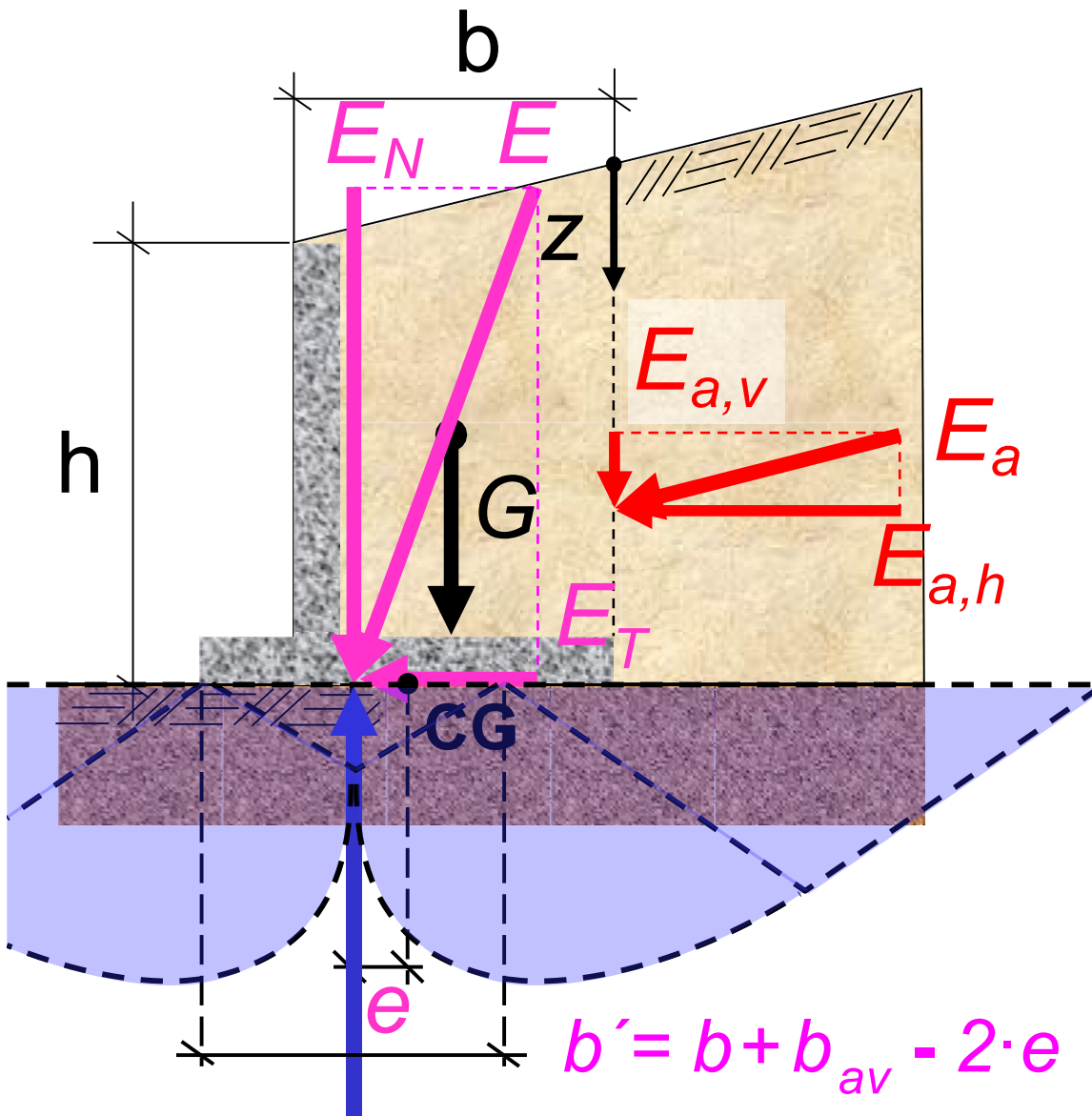




Poinçonnement du sol sous le mur

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

Sollicitation



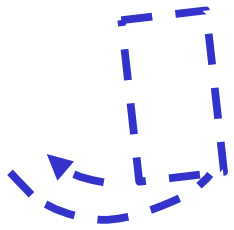
$$E_N = G_d + E_{av}$$

$$E_T = E_{ah}$$

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

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

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



Poinçonnement du sol sous le mur

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

Résistance

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

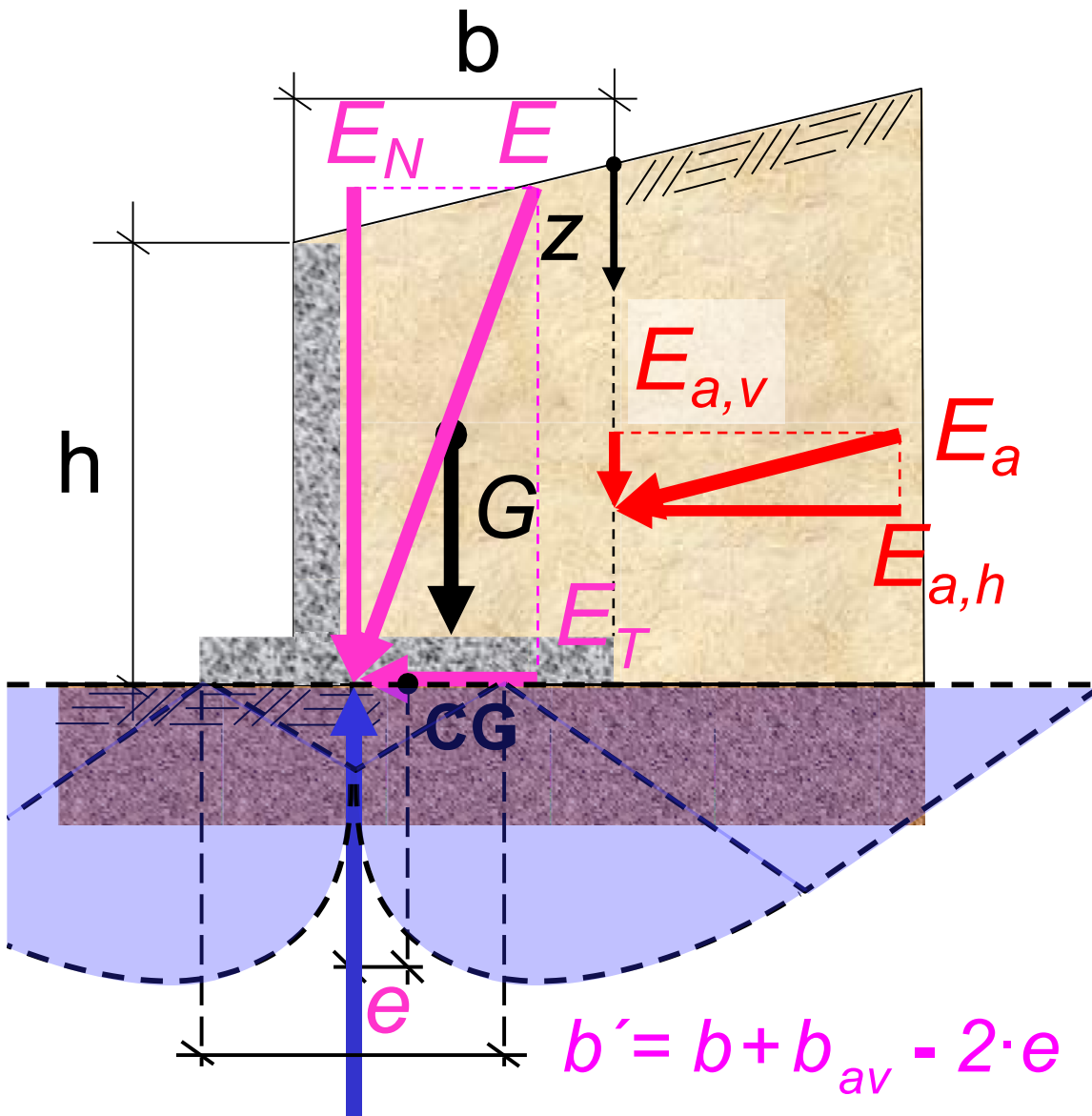
avec

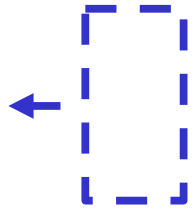
N_c, N_q, N_γ fonction de ϕ'

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

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

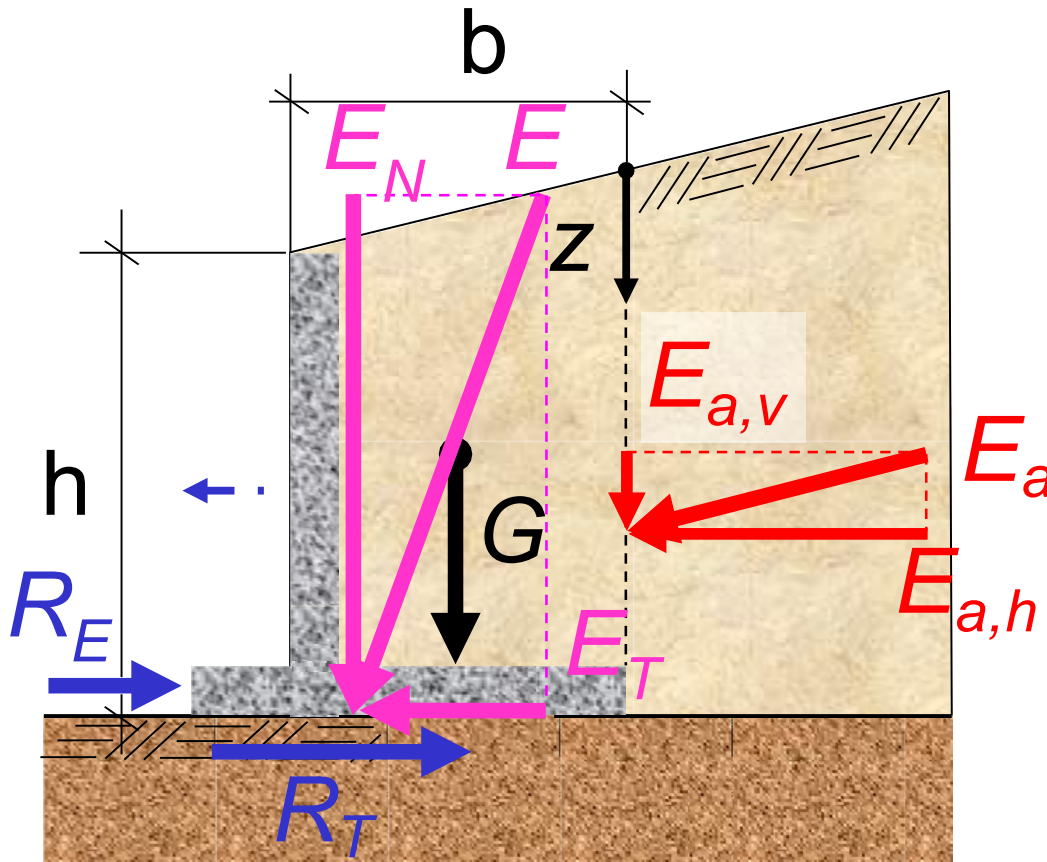
$$R_N = q_p \cdot b'$$





Glissement du mur à l'interface

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES



Glissement du mur ELU type 2 externe

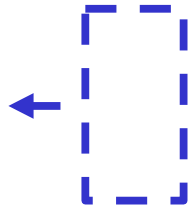
Vérification :

$$E_T \leq R_T + R_E$$

Attention

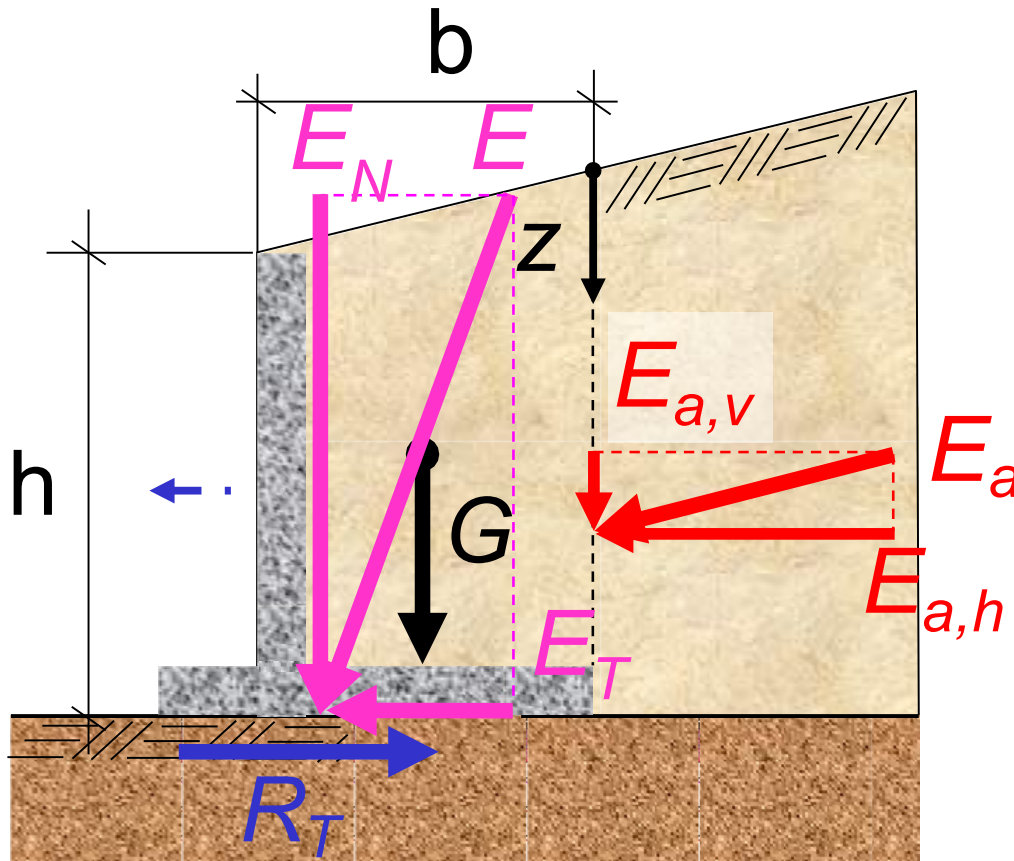
si prise en compte de la
réaction du remblai aval R_E

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



Glissement du mur à l'interface

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

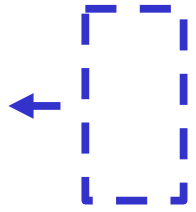


Glissement du mur ELU type 2 externe

Poids propre du mur et du remblai :
effet favorable

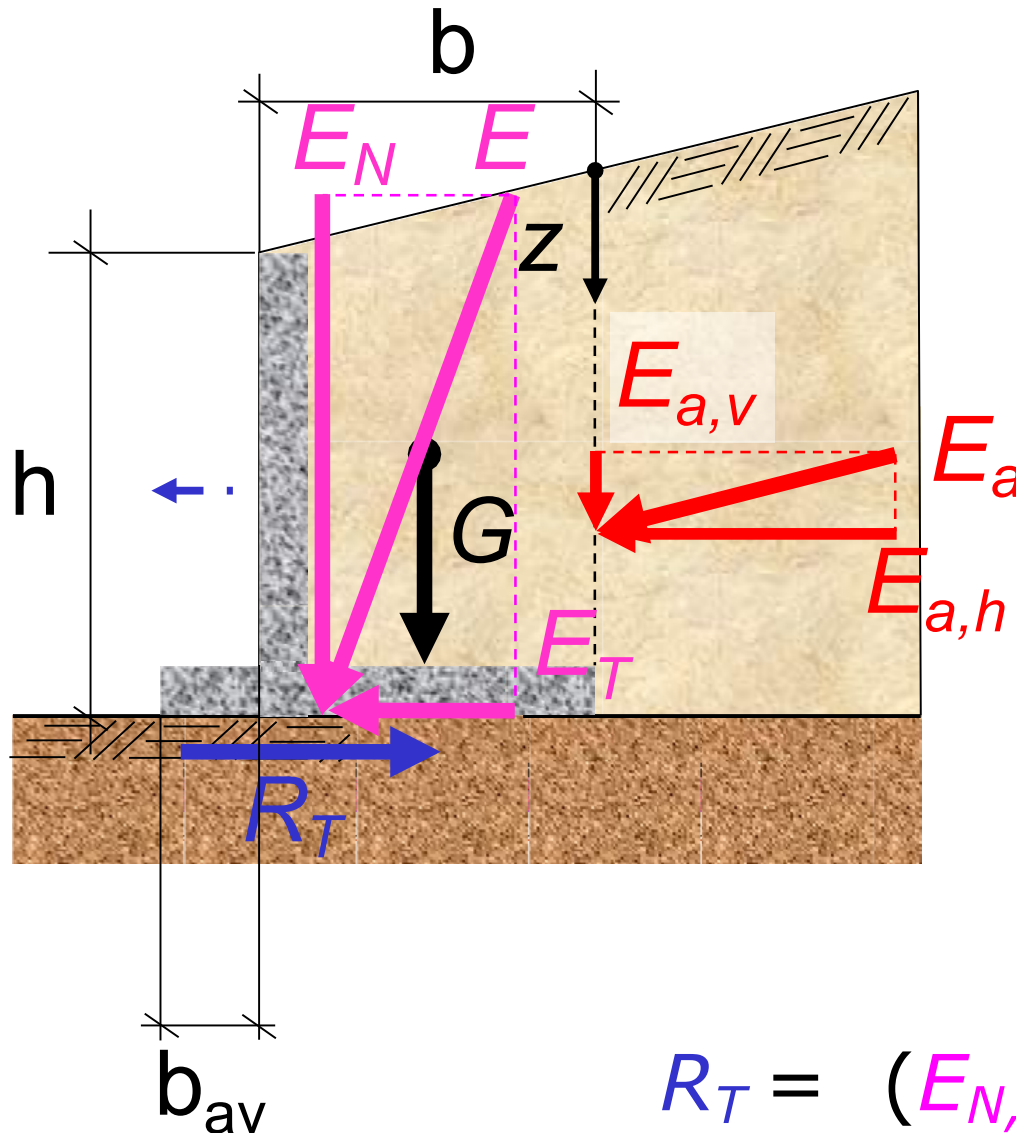
$$G_k = G_{k1} + G_{k2} + G_{k3} + G_{k4}$$

Poussée due au remblai :
effet défavorable



Glissement du mur à l'interface

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES



Sollicitation

$$E_T = E_{ah}$$

Résistance

avec

$$\delta = \varphi' \text{ (rugueuse)}$$

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

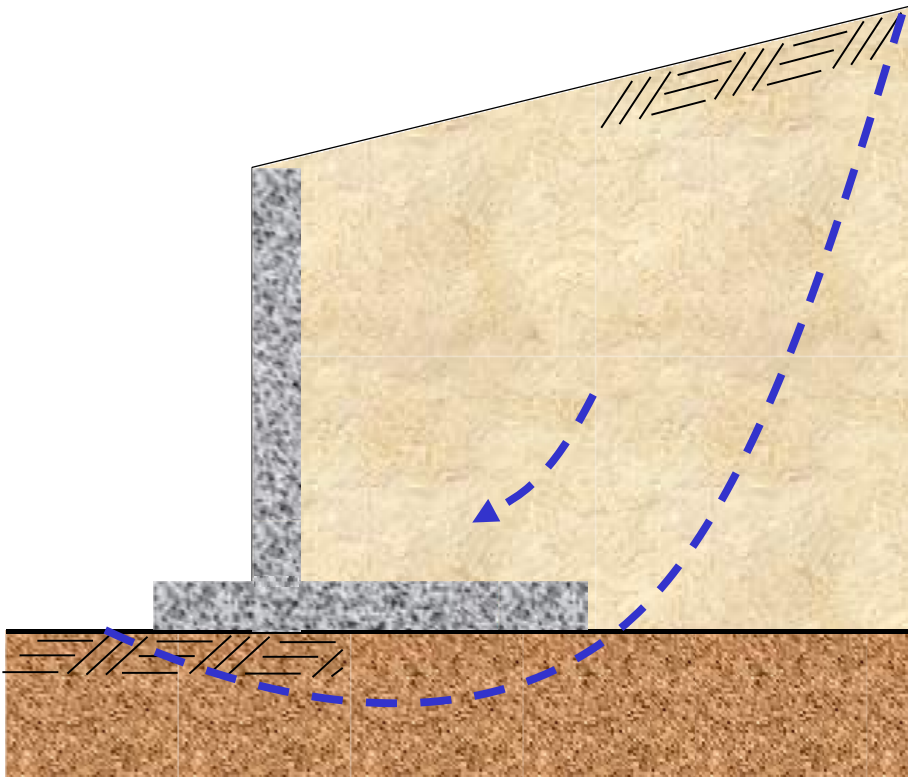
$$A'_d = b' \cdot 1 \text{ surface effective}$$

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

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

Glissement généralisé

OUVRAGES GÉOTECHNIQUES



**Glissement
généralisé
englobant le mur**

ELU type 3