

Une application du calcul des écrans de soutènement selon l'EC7-1

- Une pratique actuelle;
- Comparaison approches 2 et 3;
- Comparaison pratique actuelle et approche 2;
- Calculs avec nappes statiques et écoulement;
- Stabilités hydrauliques du fond de fouille.



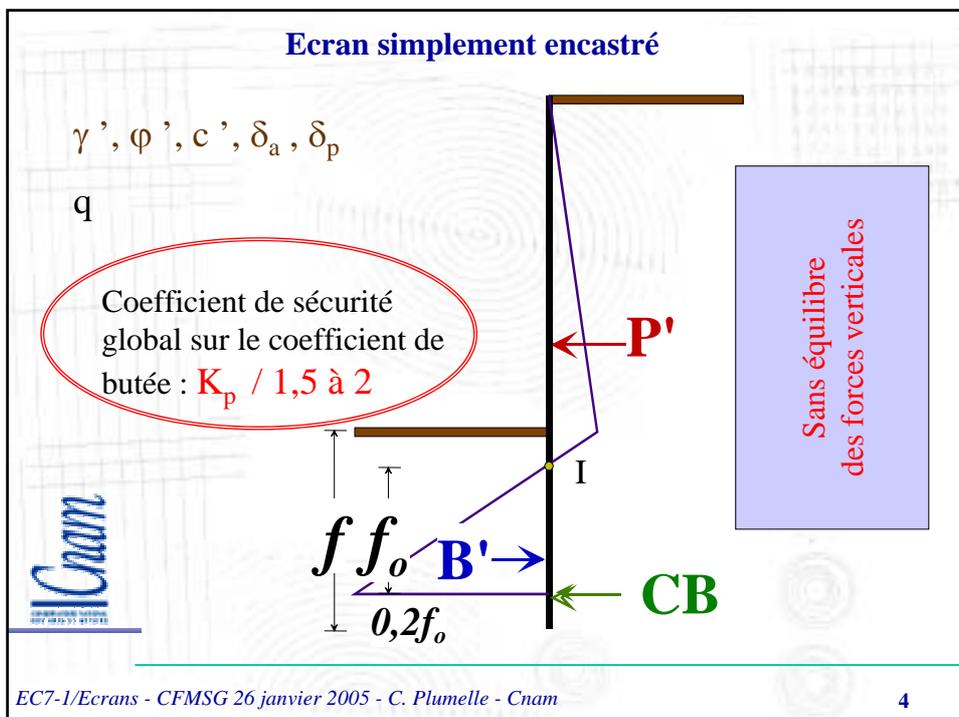
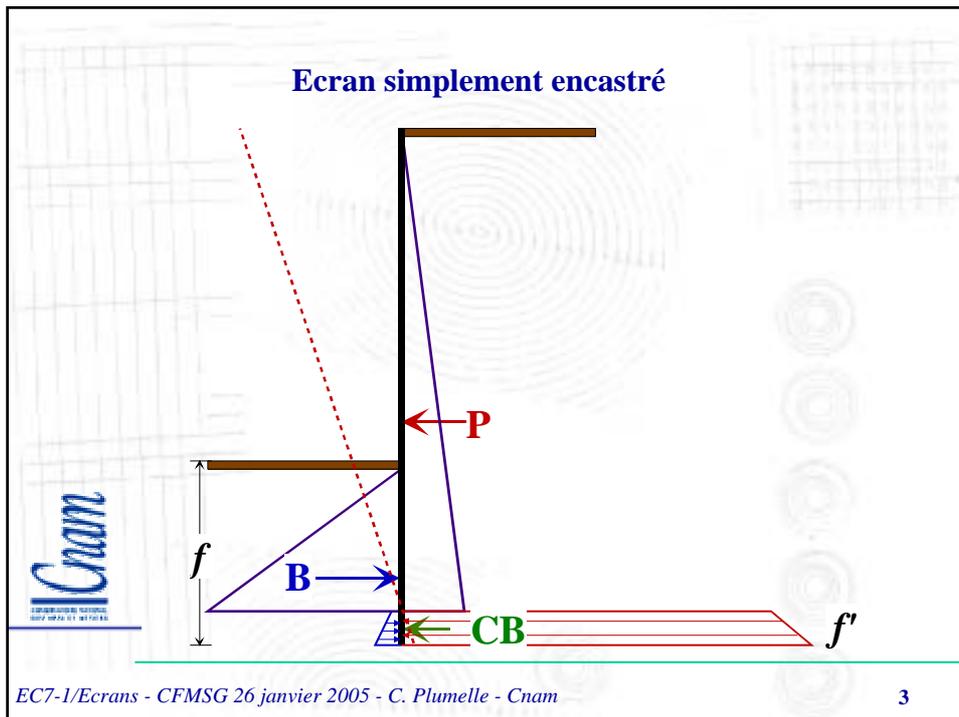
Une pratique actuelle

Détermination de la fiche : f , GEO

Calculs à l'état limite : comportement du terrain rigide - plastique

- écran encastré;
- écran butonné ou ancré en tête et simplement buté en pied;
- écran butonné ou ancré en tête et encastré en pied.





Ecran butonné (ou ancré) en tête et simplement buté en pied

$\gamma', \varphi', c', \delta_a, \delta_p$

q

Sécurité a posteriori

$$K_p / 1$$

$$f_d = f_{\text{calcul}} \cdot \sqrt{2}$$

Sécurité a priori

$$K_p / 1,5 \text{ à } 2$$

$$f_d = f_{\text{calcul}}$$

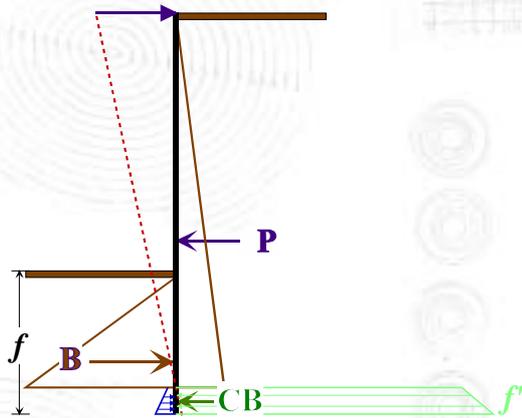
f

B

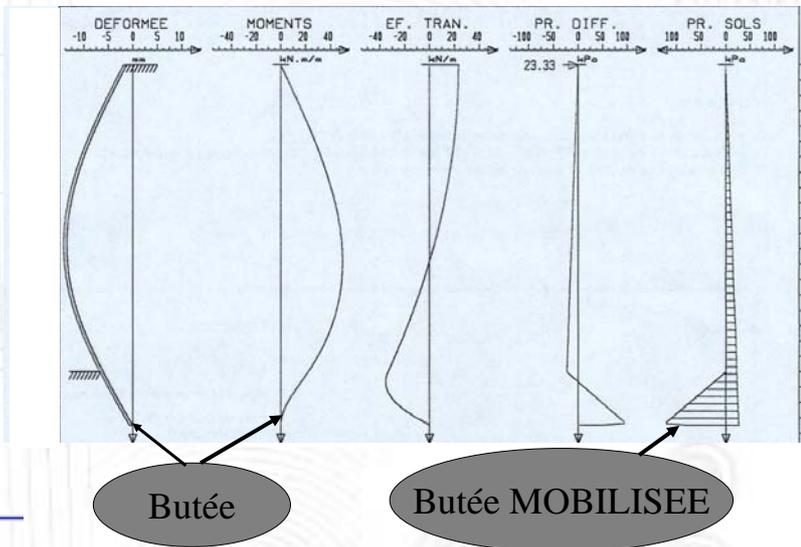
P

Sans équilibre des forces verticales

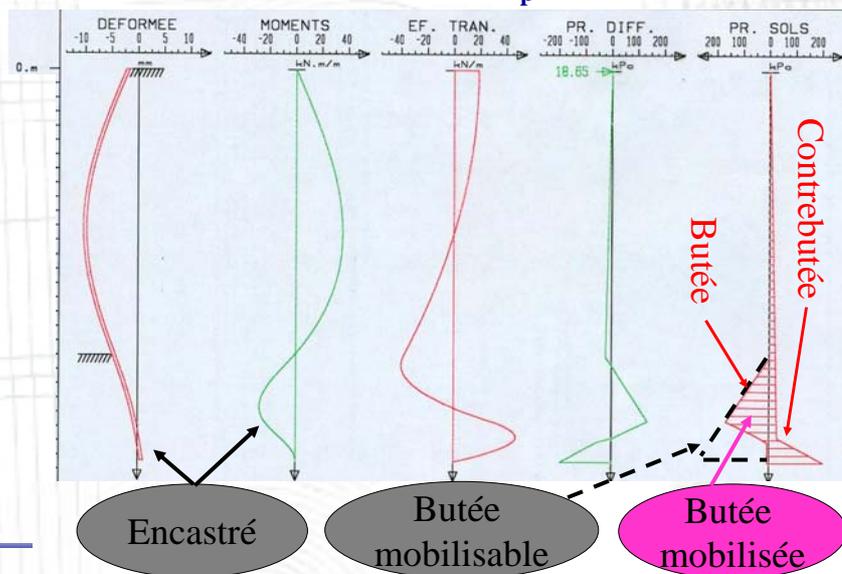
Ecran butonné (ou ancré) en tête et encastré en pied



Calcul à l' ELU avec $K_p/2$, équilibre limite



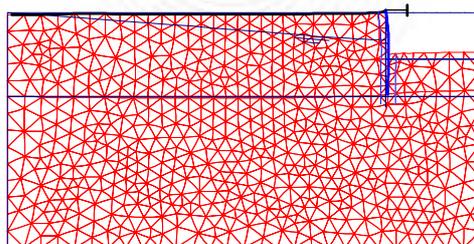
Calcul à l' ELS avec $K_p/1$



Calcul à l'ELS avec $K_p/1$

Choix des lois de comportement : M-C, non linéaire, Cam-Clay, Nova

$\gamma', \varphi', c', E ??, \nu, \delta \dots$

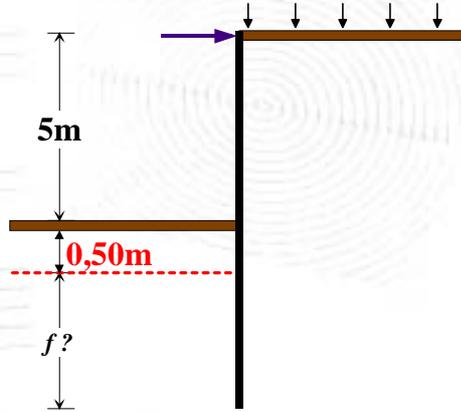


Sécurité : $\tan\varphi'/F_s, c'/F_s$

Calculs à l'équilibre limite suivant les approches de l'EC7-1

	sécurité globale	Approche 1		Approche 2	Approche 3
		Combi1 A1+M1+R1	Combi2 A2+M2+R1	A1+M1+R2	A1+M2+R3 ou A2+M2+R3
Facteurs partiels pour les actions γ_F ou effets des actions γ_E					
Action permanente défavorable γ_G	1	1,35	1,0	1,35	1,0
Action permanente favorable γ_G	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Action variable défavorable γ_Q	1	1,5	1,3	1,5	1,3
Facteurs partiels pour les paramètres de sol γ_M					
γ_γ	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,0	1,25	1,0	1,25
$\gamma_{c'}$	1,0	1,0	1,25	1,0	1,25
Facteurs partiels de la résistance (γ_R) pour les soutènements					
Facteur partiel de la résistance $\gamma_{R:ce}$	2	1,0	1,0	1,4	1,0

Calculs à l'équilibre limite suivant les approches de l'EC7-1

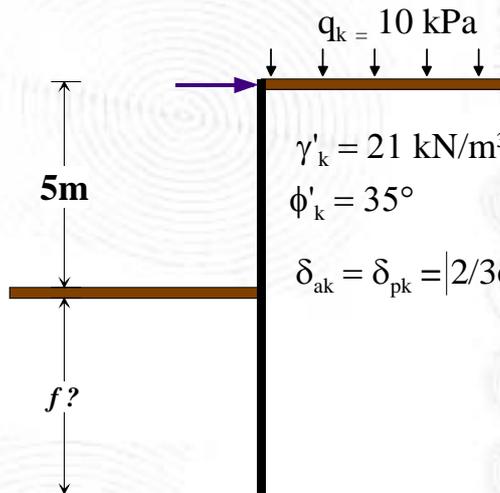


AVEC équilibre des forces verticales

$$\Delta a = \max \{ 10\% \text{ de } 5\text{m}, 0,50\text{m} \}$$



Comparaisons approches : actuelle, 2 et 3



$$q_k = 10 \text{ kPa}$$

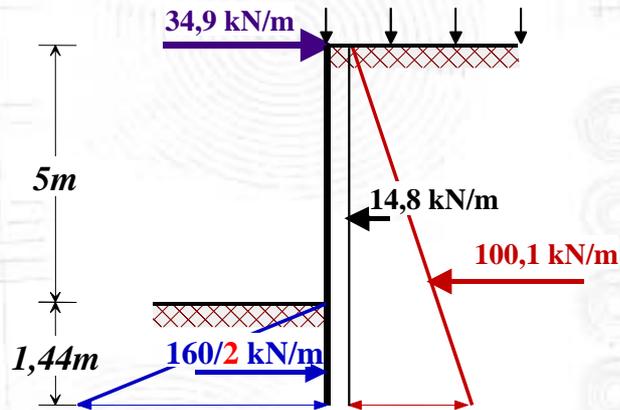
$$\gamma'_k = 21 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi'_k = 35^\circ$$

$$\delta_{ak} = \delta_{pk} = |2/3\phi'_k|$$

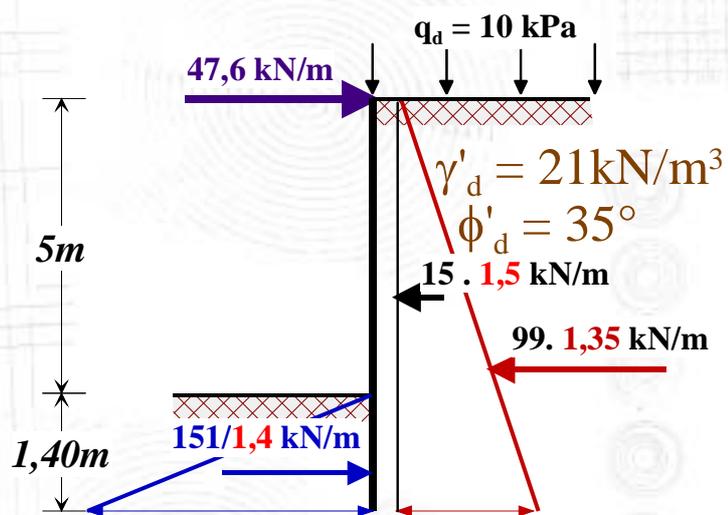


Approche actuelle avec $K_p/2$
 $\Delta a = 0$ et sans équilibre vertical



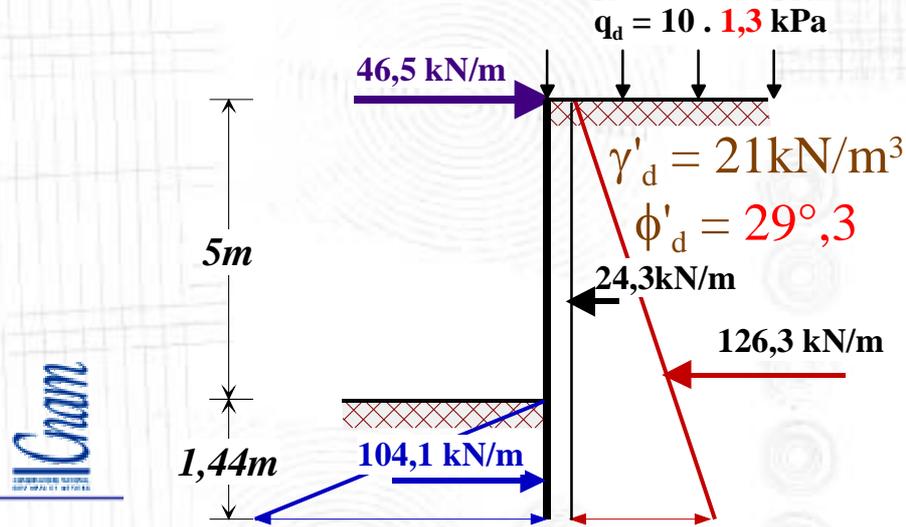
Approche 2

$\Delta a = 0$ et sans équilibre vertical



Approche 3

$\Delta a = 0$ et sans équilibre vertical



Comparaisons approches : actuelle, 2 et 3

$\Delta a = 0$ et sans équilibre vertical

	f (m)	L (m)	Effort (kN/m)	Moment (kN.m/m)
Approche actuelle $K_p/2$	<u>1,44</u>	<u>6,44</u>	<u>34,9</u>	<u>74</u>
Approche 2	1,40	6,40	47,6	99
Approche 3	1,44	6,44	46,5	96

**Comparaisons approches :
actuelle et 2**

Δa et équilibre vertical

	f (m)	L (m)	Effort kN/m	Moment kN.m/m
<i>Approche actuelle</i> $K_p / 2$	1,44	6,44	34,9	74
<i>Approche 2</i> $\Delta a = 0$ $\sum F_v \neq 0$	1,40	6,40	47,6	99
<i>Approche 2</i> $\Delta a = 0,50m$ $\sum F_v \neq 0$	1,53	7,03	56,4	130
<i>Approche 2</i> $\Delta a = 0,50m$ $\sum F_v = 0$	1,56	7,06	58,4	135



approche 2 :

Comparaisons sans et avec équilibre vertical

	f (m)	L (m)	Effort kN/m	Moment kN.m/m
<i>Approche 2</i> $\delta_a = 0$ et $\delta_p = - 2/3 \varphi'$ $\Delta a = 0,50m$ $\sum F_v \neq 0$	1,70	7,20	69,1	163
<i>Approche 2</i> $\delta_a = 0$ et $\delta_p = 0$ $\Delta a = 0,50m$ $\sum F_v \approx 0$	2,80	8,30	81,3	211



Prise en compte des pressions d'eau

Niveaux d'eau (NF EN 1990 de juin 2004) :

- niveau quasi permanent EB (50%)
- niveau fréquent EF (1%)
- niveau caractéristique EH (50 ans)
- niveau accidentel EE
- niveau chantier à définir ?



Prise en compte des pressions d'eau

Pressions des terres comprend la pression interstitielle;

Pressions d'eau : **actions permanentes**;

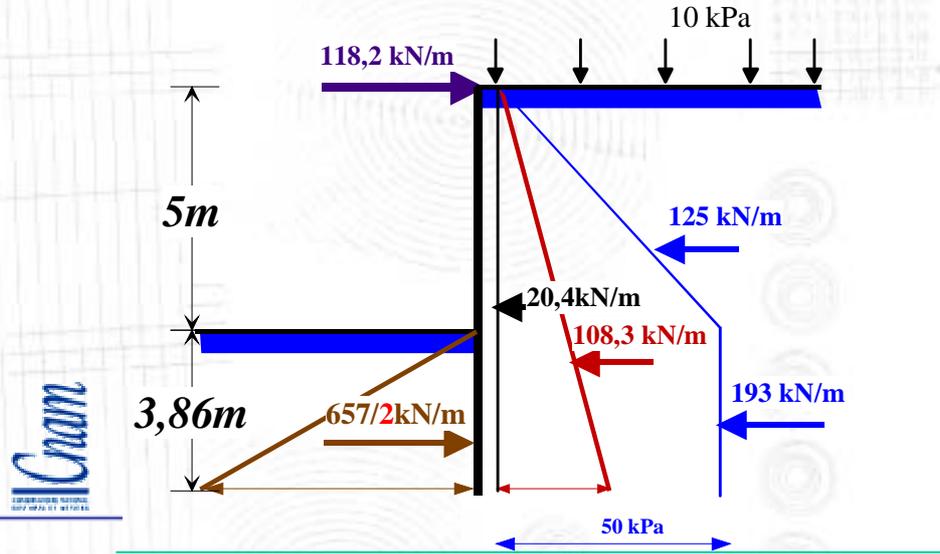
Pondération sur la **pression différentielle**;

Pour les **sols fins** on considère que le **toit** de la nappe est à la **surface du massif** soutenu.

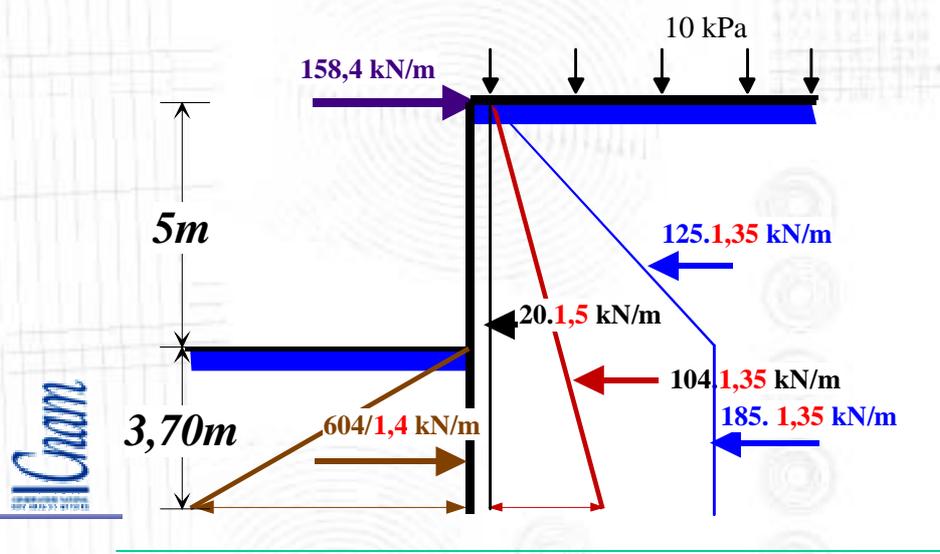
Calculs à **court terme** et **long terme** pour les sols fins



Prise en compte des pressions d'eau
Nappes statiques, **approche actuelle**



Prise en compte des pressions d'eau
Nappes statiques, **approche 2**



Prise en compte des pressions d'eau Nappes en écoulement

Configuration simple : Détermination le long de l'écran des pertes de charge, gradients et pressions u par des formules (Mandel, ..), abaques (Davidenkoff, ...).

Configuration complexe : MEF ou DF.



Prise en compte des pressions d'eau Nappes en écoulement

• Calcul « simplifié » avec nappes statiques :

• **non sécuritaire**

Gradient uniforme le long de l'écran :

• **non sécuritaire**

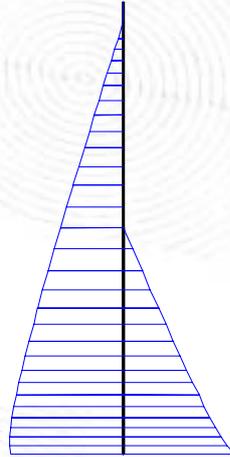
Gradient uniforme à l'amont et à l'aval :

• **acceptable**



Prise en compte des pressions d'eau Nappes en écoulement

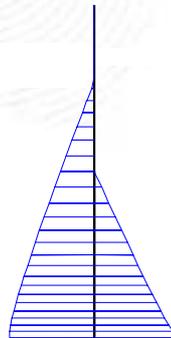
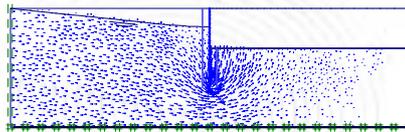
Cnam
CENTRE NATIONAL
DES CHIMES ET
DES MATIÈRES



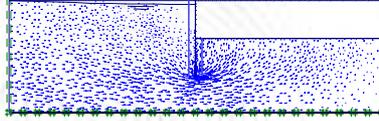
Prise en compte des pressions d'eau Nappes en écoulement

Cnam
CENTRE NATIONAL
DES CHIMES ET
DES MATIÈRES

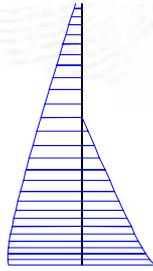
$$k_h = k_v$$



Prise en compte des pressions d'eau Nappes en écoulement

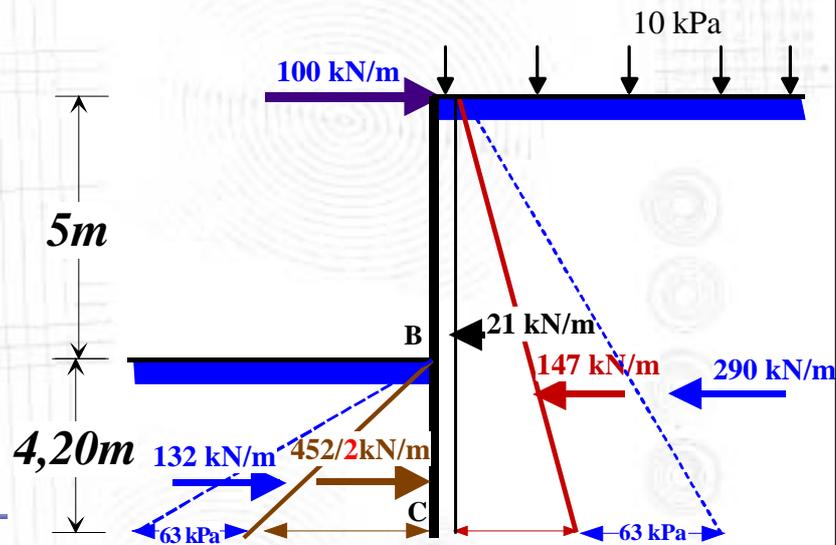


$$k_h = 10 k_v$$



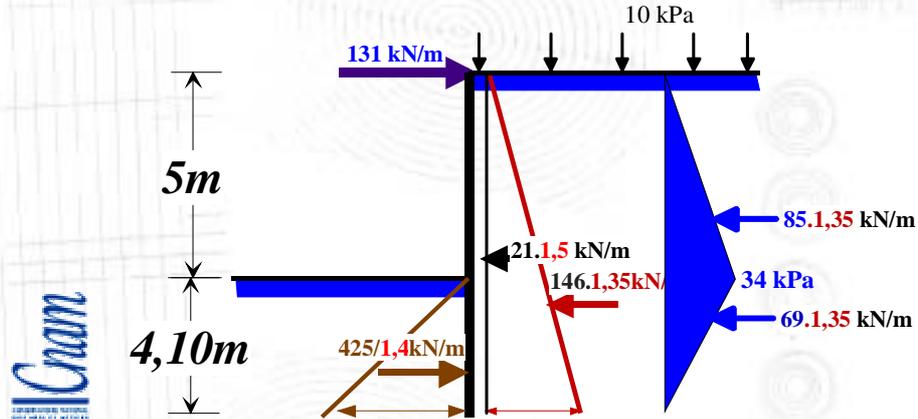
Cnam
UNIVERSITÉ NATIONALE
DES SCIENCES APPLIQUÉES

Prise en compte des pressions d'eau Nappes en écoulement, **approche actuelle**



Cnam
UNIVERSITÉ NATIONALE
DES SCIENCES APPLIQUÉES

Prise en compte des pressions d'eau
Nappes en écoulement, **approche 2**



Comparaisons sans et avec écoulement
approche actuelle et 2

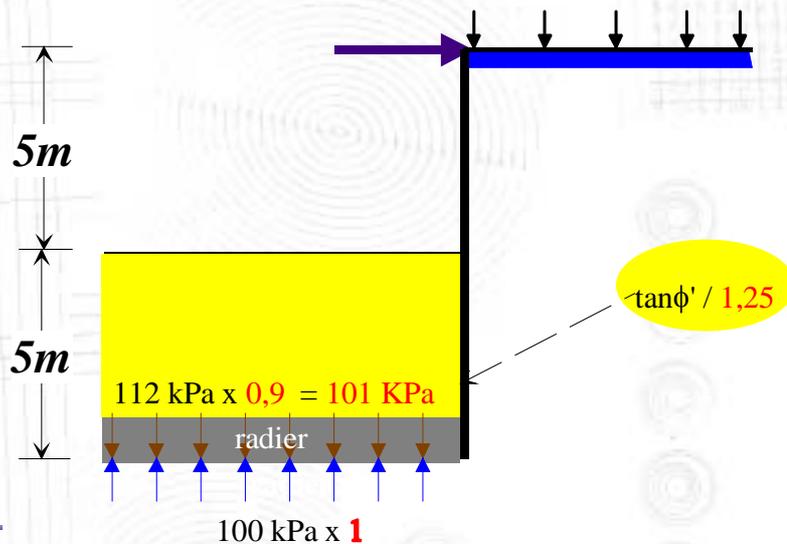
	f (m)	L (m)	Effort (kN/m)	Moment (kN.m/m)
Approche actuelle $K_p/2$	3,86	8,86	118	319
Approche 2	3,70	8,70	158	423
Approche actuelle $K_p/2$	4,20	9,20	100	272
Approche 2	4,10	9,10	131	348

Rupture d'origine hydraulique

- Rupture par soulèvement hydraulique global (UPL)
- Rupture par soulèvement hydraulique (HYD) (boulance)
- Rupture par érosion interne (suffusion interne et externe)
- Rupture par érosion régressive (Renard)

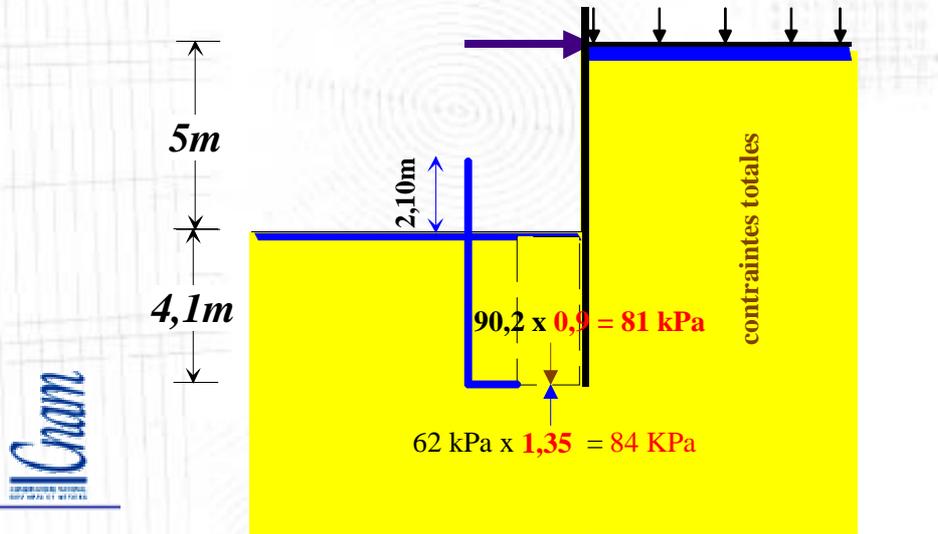


Rupture par soulèvement hydraulique global (UPL)



Rupture par soulèvement hydraulique (HYD)

contraintes totales



Rupture par soulèvement hydraulique (HYD)

contraintes effectives

