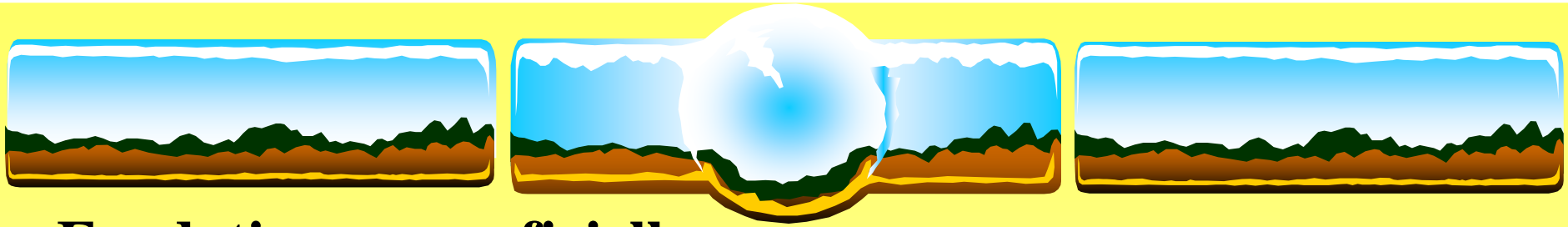


Fondations

- Chapitre I
Fondations superficielles
- Chapitre II
Fondations profondes



Fondations superficielles

Objectif de ce chapitre

- Calculer la capacité portante d'une fondation superficielle et déterminer son tassement

1- Description et comportement des fondations superficielles

2- Méthode « $c-\phi$ » : approche déterministe

2.1- Calcul de la capacité portante

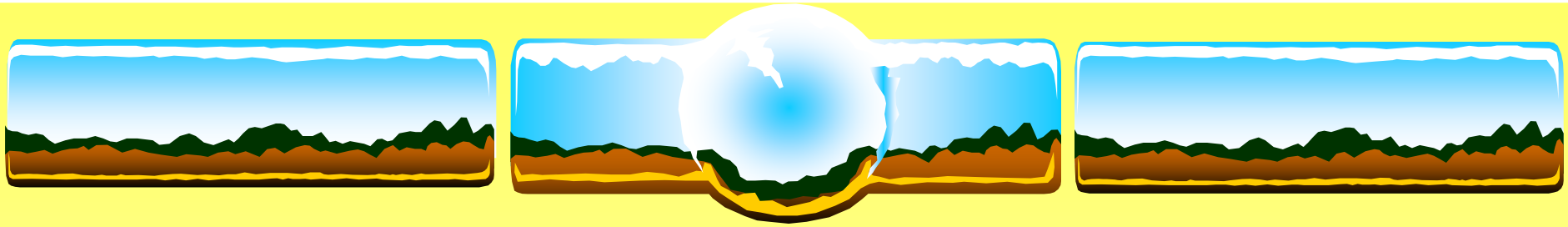
2.2- Détermination des tassements

3- Méthode pressiométrique

3.1- Essai au pressiomètre de Menard

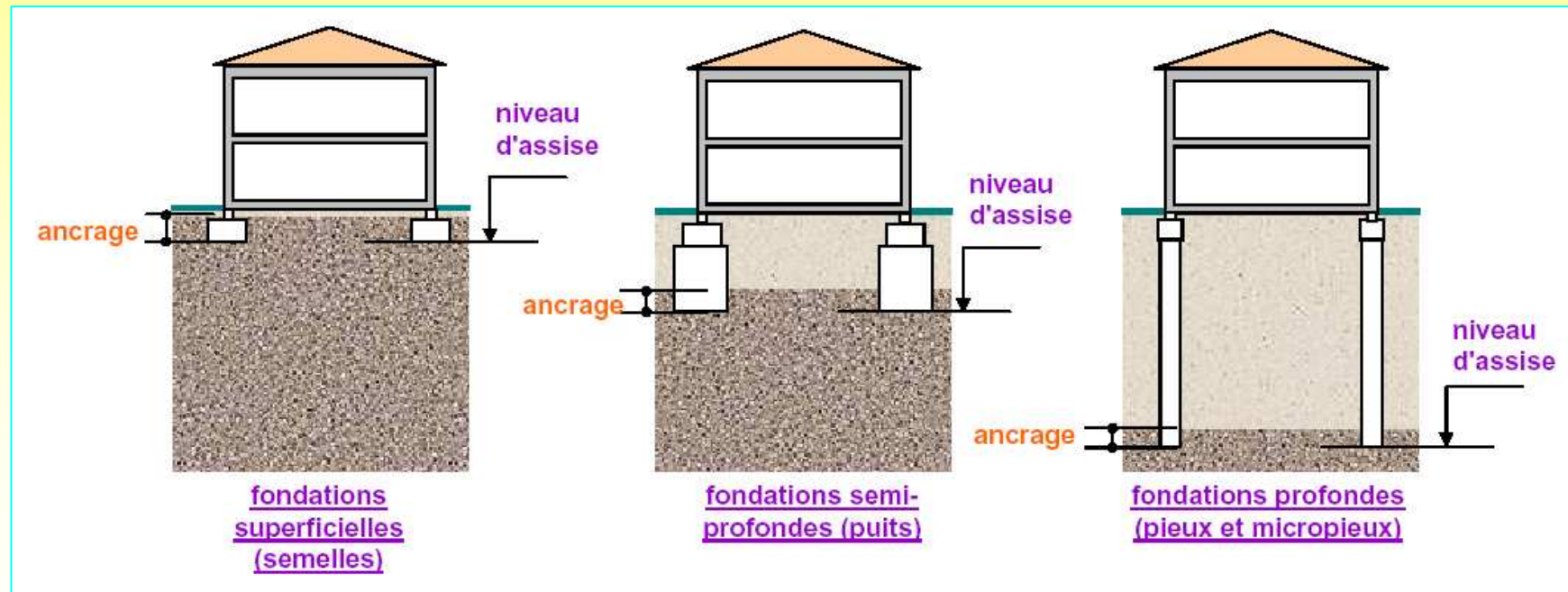
3.2- Application aux fondations superficielles

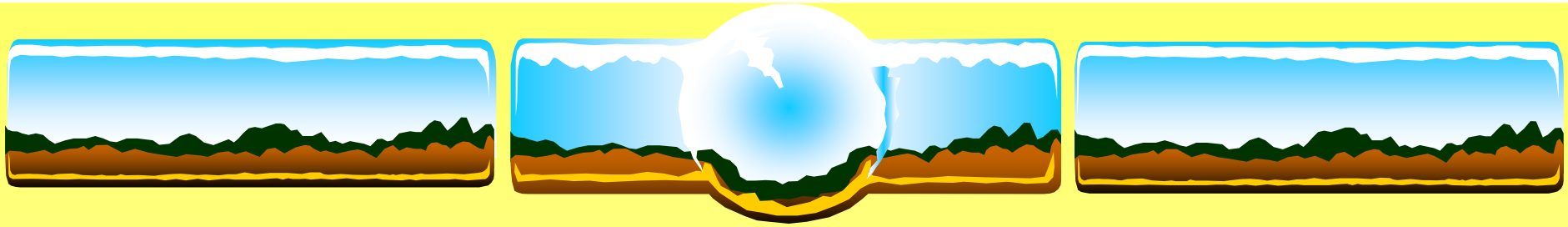
3.3- Grandeurs équivalentes



1- Description et comportement des fondations superficielles

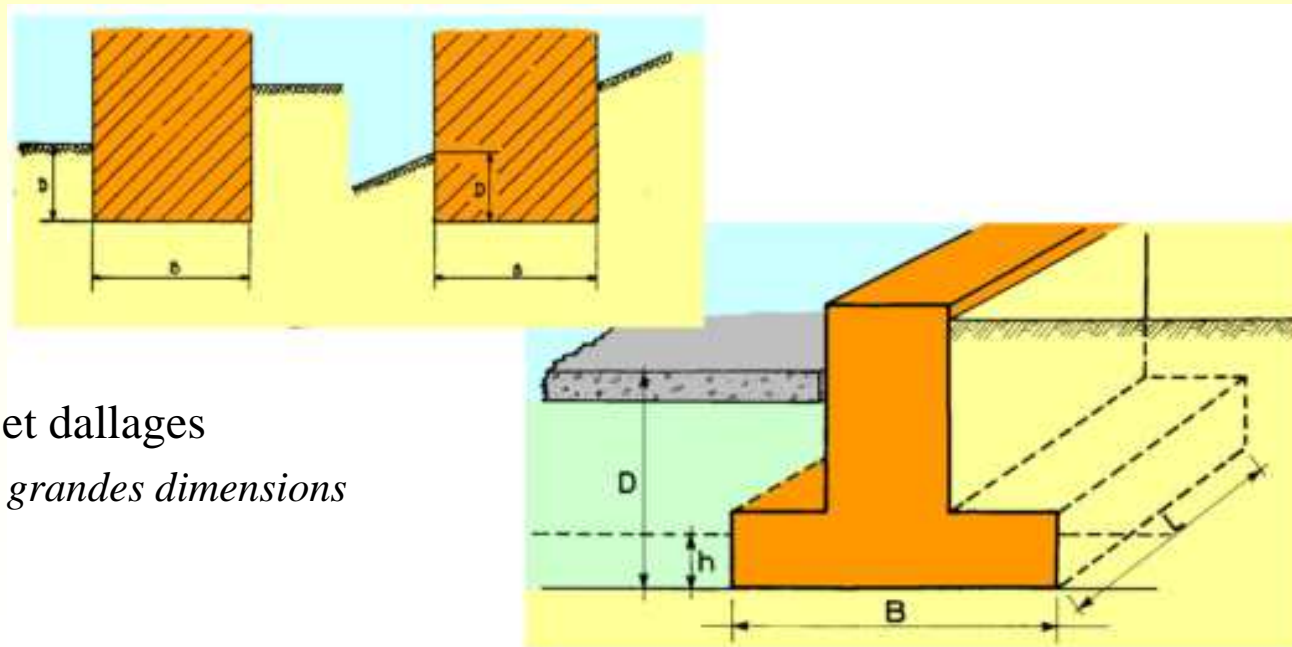
Classification des fondations



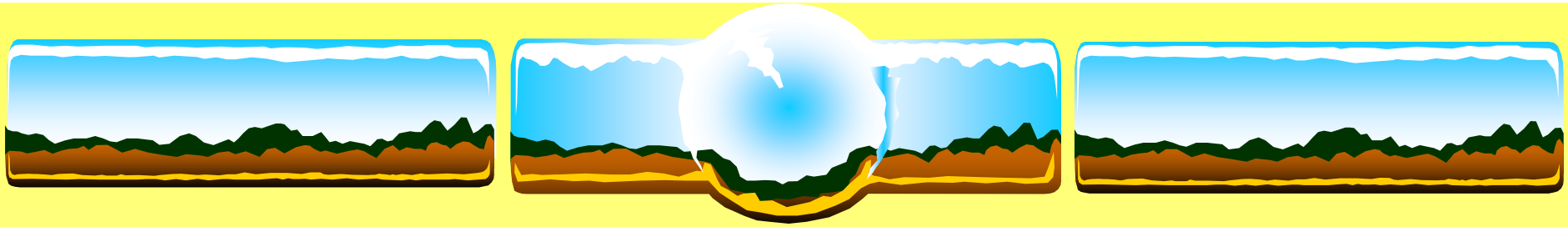


1.1- Description d'une fondation superficielle

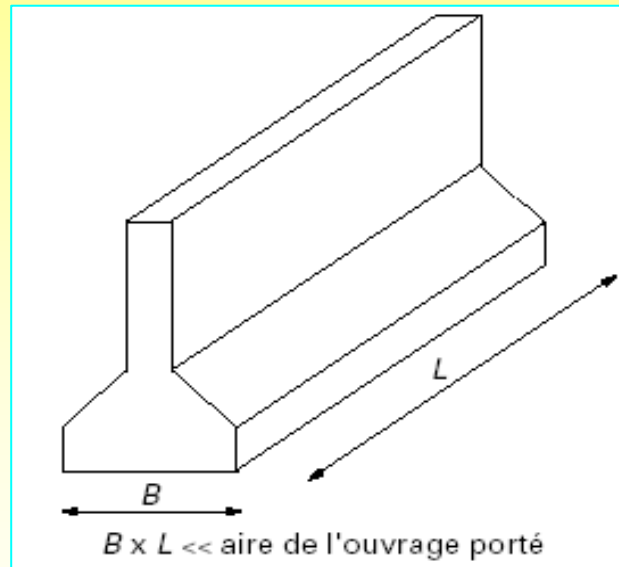
- Largeur d'une semelle : B
- Longueur d'une semelle : L *une semelle est continue lorsque $L > 5B$*
- Hauteur d'encastrement : D *épaisseur minimale des terres au-dessus du niveau de la fondation*
- Ancrage de la semelle : h *profondeur de pénétration dans la couche porteuse*



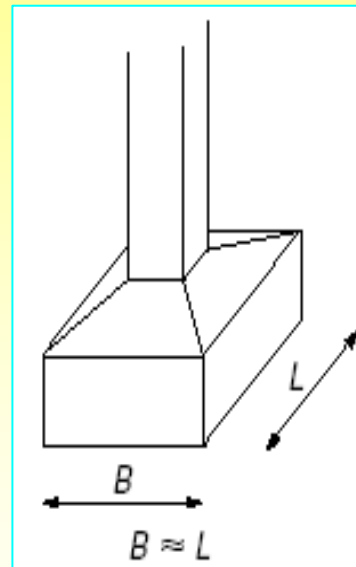
- Radiers et dallages
grandes dimensions



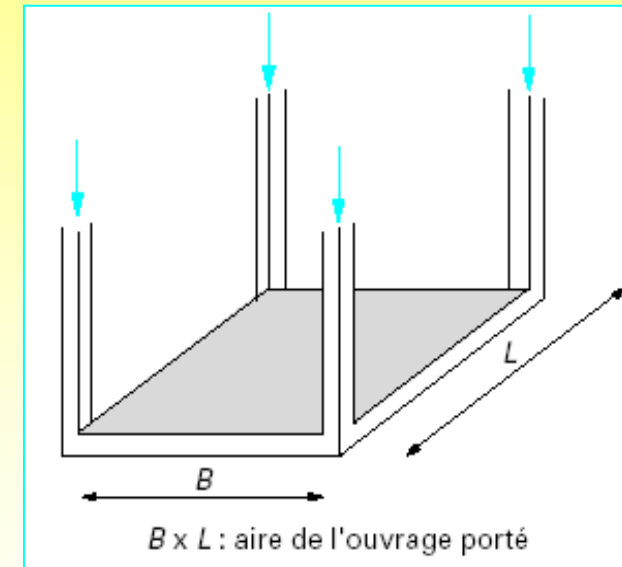
1.1- Description d'une fondation superficielle



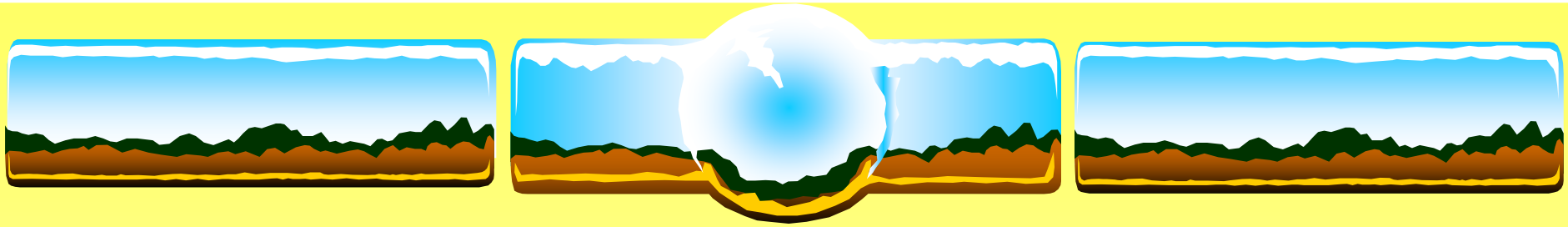
a) Semelle filante



b) Semelle isolée




c) Radiers (ou dallages)



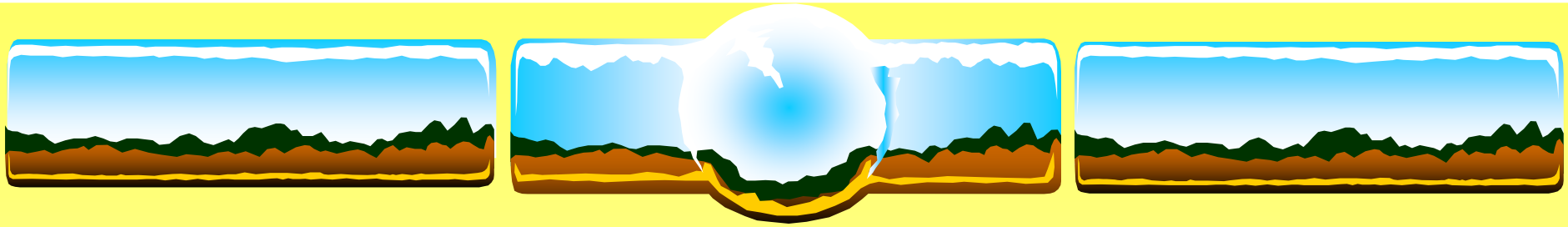
Domaine des fondations superficielles

$D/B < 4$  Fondations superficielles

$D/B \geq 10$  Fondations profondes

$4 \leq D/B < 10$  Fondations semi-profondes

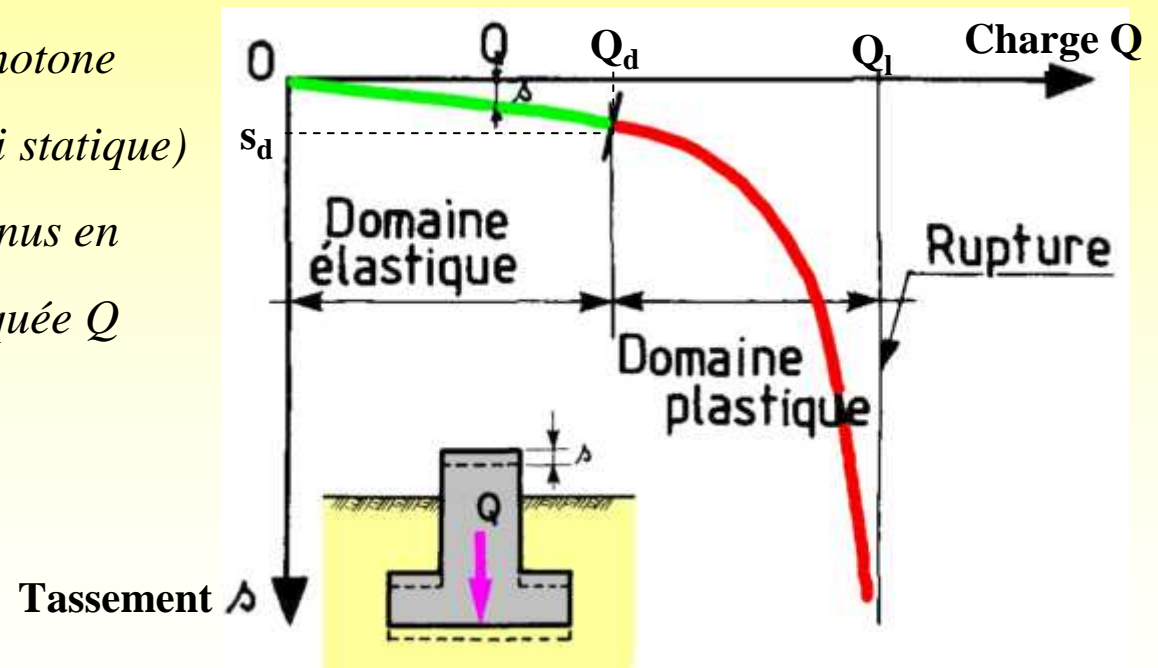
$D/B \nearrow$ Prix de la réalisation \nearrow

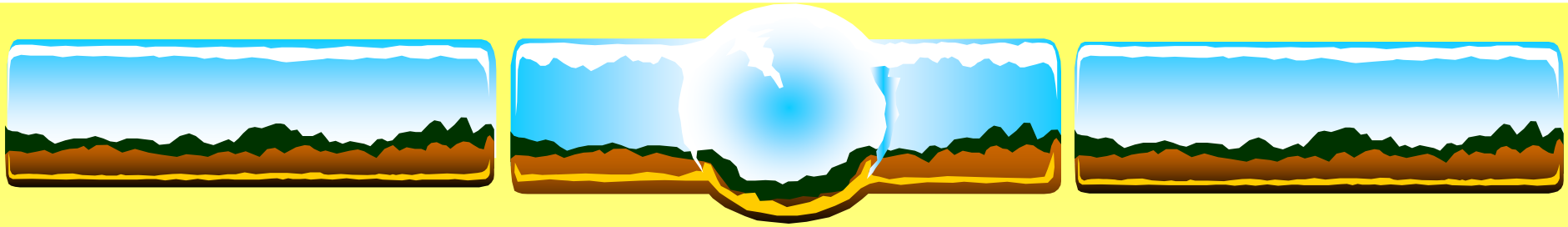


1.2- Comportement d'une fondation superficielle

- **Courbe typique obtenue lors du chargement d'une fondation superficielle**

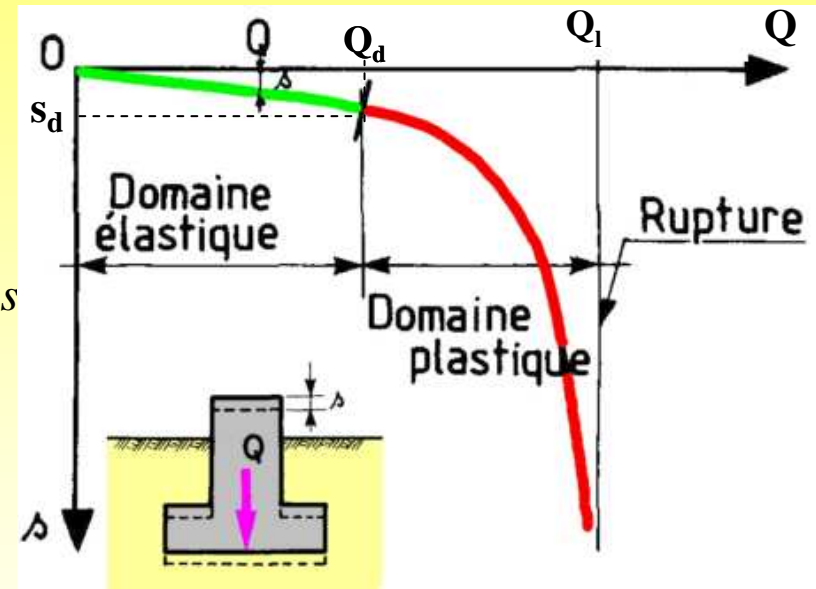
- *Application d'une charge monotone croissante Q (manière quasi statique)*
- *Mesure des tassements s obtenus en fonction de la charge appliquée Q*





1.2- Comportement d'une fondation superficielle

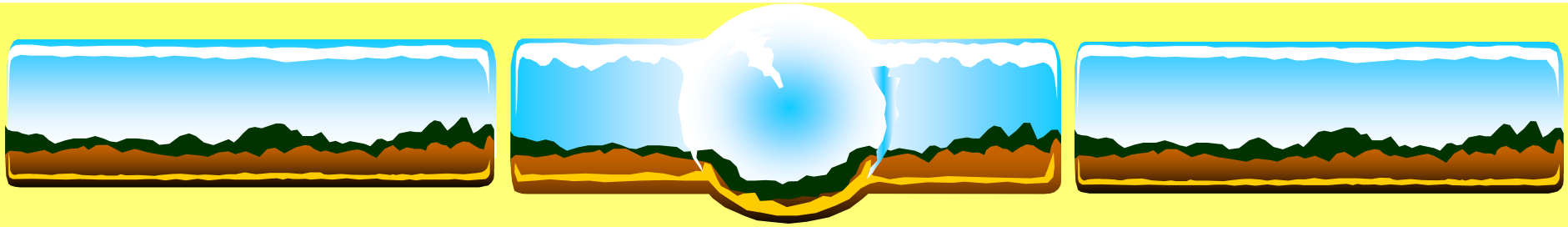
- Au début, comportement sensiblement linéaire
(s proportionnel à Q)
- Après, s n'est plus proportionnel à Q
(création et propagation de zones de sol plastifiées sous la fondation)
- À partir d'une certaine charge, poinçonnement du sol (tassement qui n'est plus contrôlé)



Le sol n'est pas capable de supporter une charge supérieure (on peut dire que l'on a atteint l'écoulement plastique libre)



Cette charge est la **capacité portante de la fondation** (charge limite, charge de rupture ou encore charge ultime)



1.2- Comportement d'une fondation superficielle

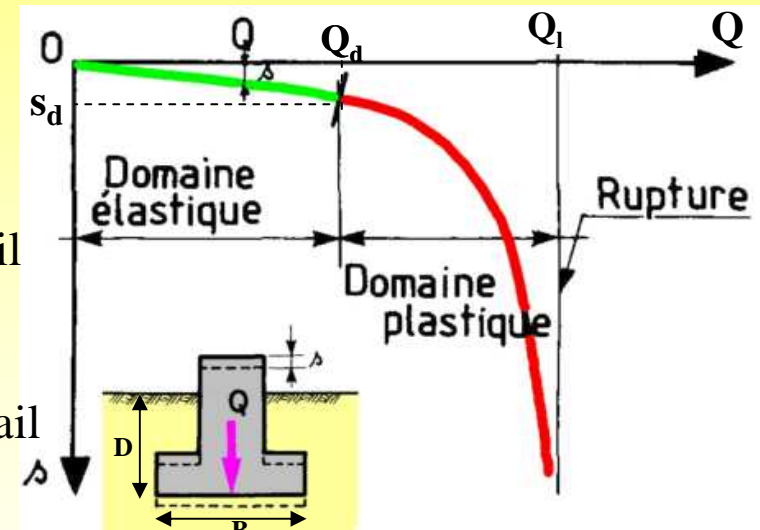
$$Q_d = Q_l / F_s$$

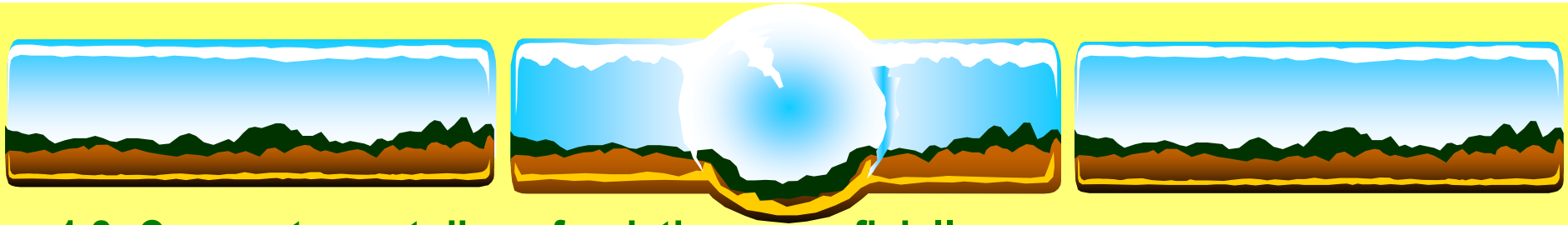
Q_d charge admissible ou charge de travail ou charge de service

$Q_d / (BL) = q_d$ contrainte admissible ou taux de travail

$Q_l / (BL) = q_l$ contrainte de rupture

F_s coefficient de sécurité global généralement égal à 3





1.2- Comportement d'une fondation superficielle

• Comportement à la rupture

Zone I

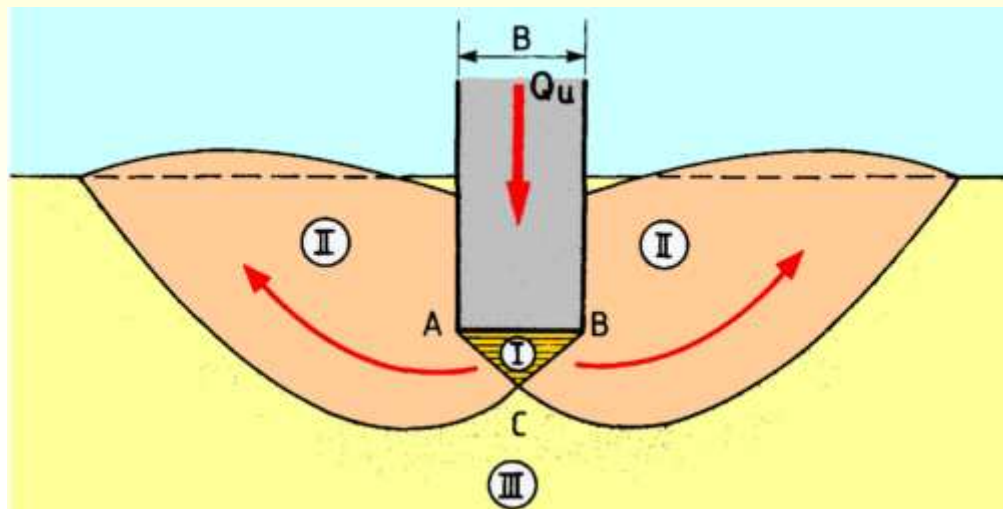
Il se forme sous la base de la semelle un poinçon rigide qui s'enfonce dans le sol en le refoulant de part et d'autre jusqu'à la surface.

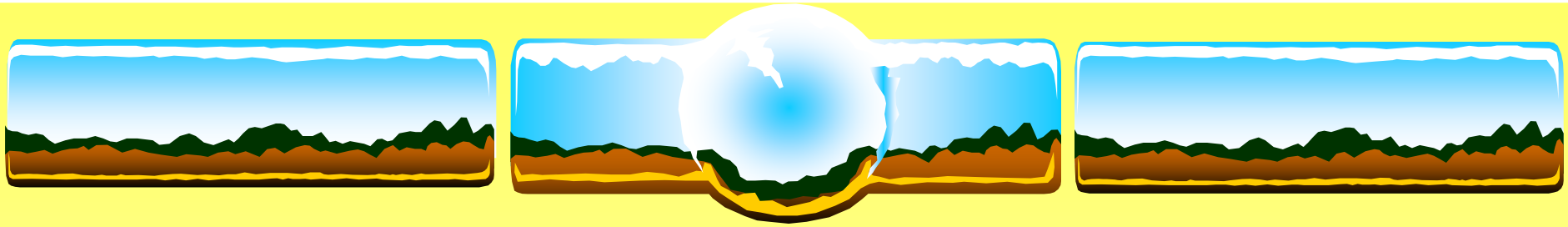
Zone II

Le sol de ces parties est complètement plastifié et il est refoulé vers la surface. Déplacements et cisaillement importants → rupture généralisée

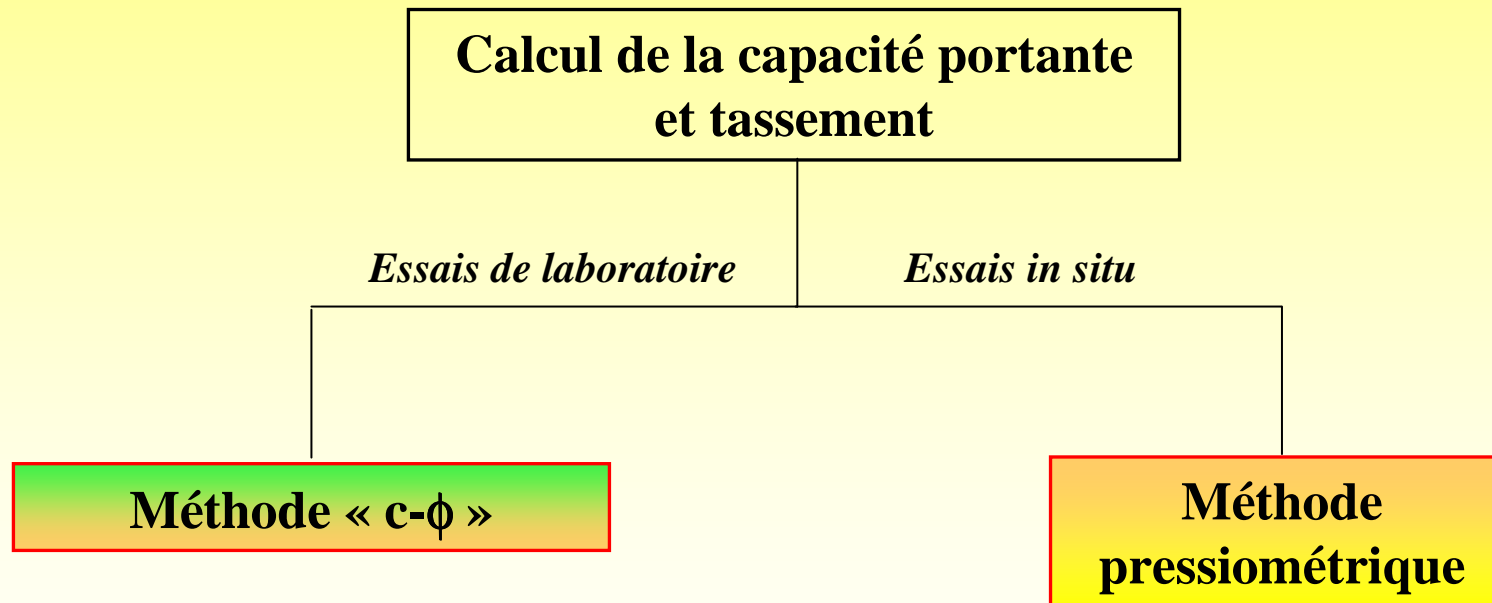
Zone III

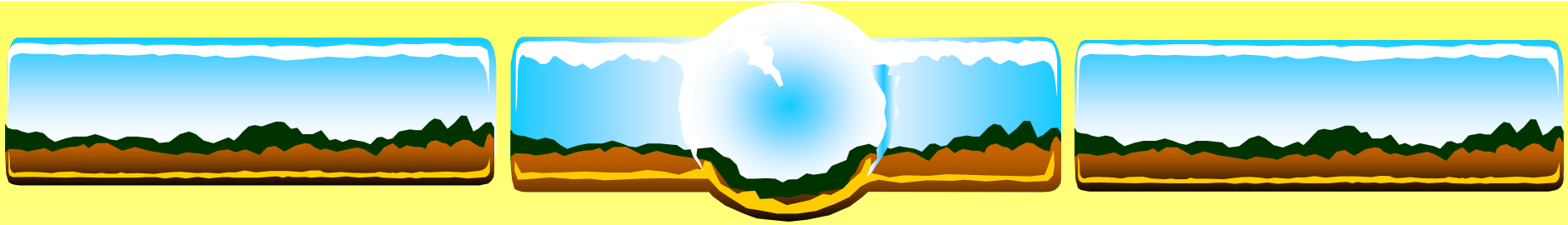
Les zones externes ne sont soumises qu'à des contraintes beaucoup plus faibles qui ne le mettent pas en rupture.





Capacité portante et tassement d'une fondation superficielle





2- Méthode « $c-\phi$ » : approche déterministe

2.1- Calcul de la capacité portante

2.1.1- Semelle filante. Charge verticale et centrée

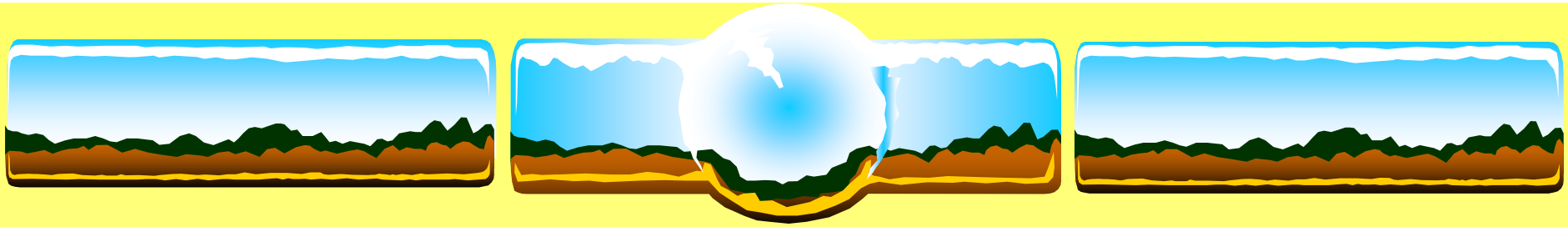
2.1.2- Influence de la forme de la fondation

2.1.3- Influence de l'inclinaison

2.1.4- Influence de l'excentrement de la charge

2.1.5- Fondations sur sols hétérogènes

2.2- Détermination des tassements

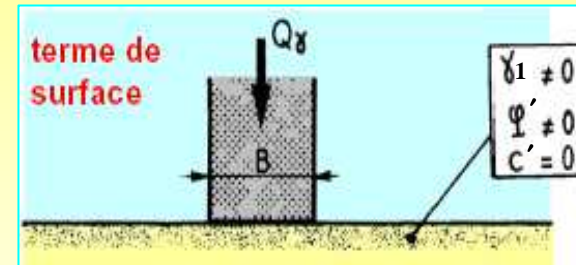


2.1- Calcul de la capacité portante

- Hypothèses
 - semelle *filante* horizontale, parfaitement lisse
 - charge *verticale centrée* Q (par mètre linéaire)
- Application du principe de superposition sur trois états

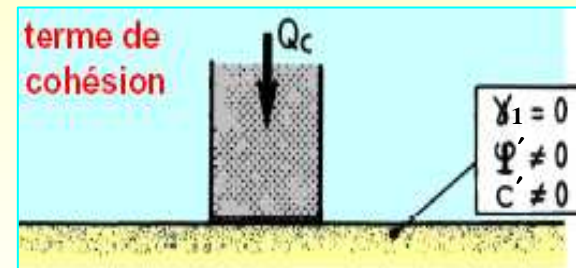
- résistance du sol pulvérulent sous le niveau de la semelle

↳ entraîne une résistance Q_γ



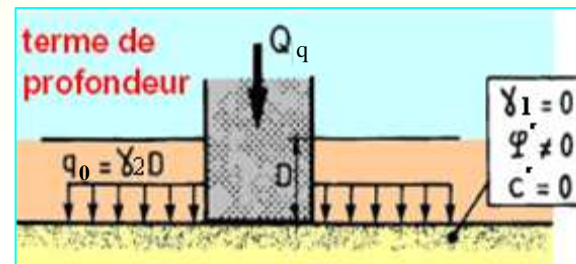
- action de la cohésion

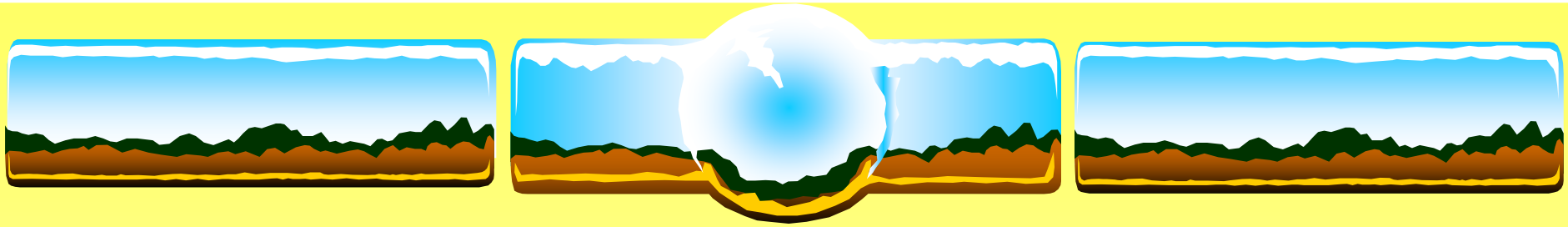
↳ entraîne une résistance Q_c



- action des terres situées au-dessus du niveau des fondations et supposées agir comme une surcharge

↳ entraîne une résistance Q_q





2.1- Calcul de la capacité portante

- Charge limite de la fondation (capacité portante)

$$Q_l = Q_\gamma + Q_c + Q_q$$

- Contrainte de rupture

$$q_l = q_\gamma + q_c + q_q$$

avec $q = Q/B$

- Formule générale

terme de surface

terme de cohésion

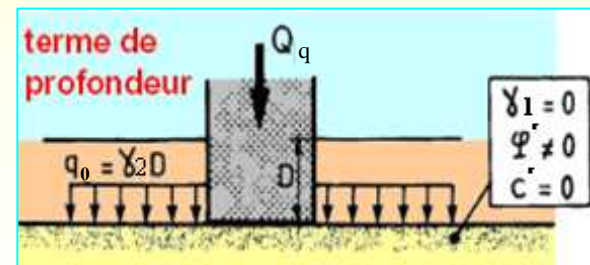
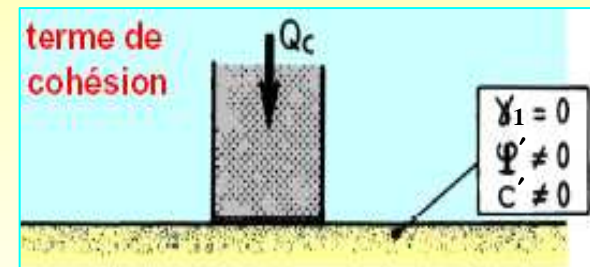
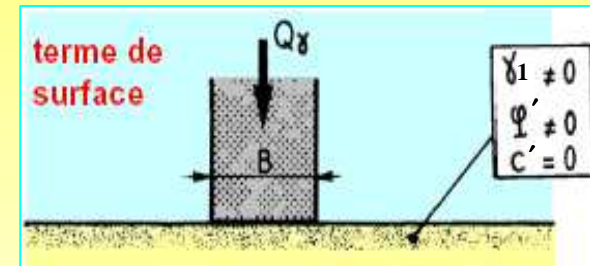
terme de profondeur

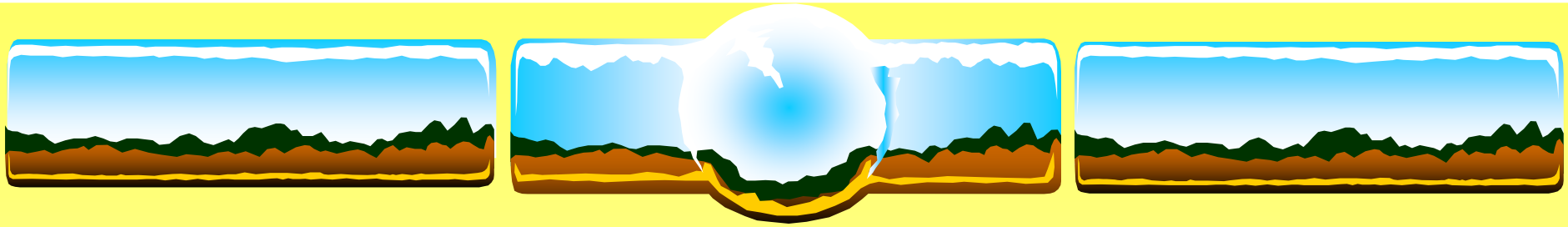
$$q_l = \frac{1}{2} \gamma_1 B N_\gamma(\varphi) + c N_c(\varphi) + (q + \gamma_2 D) N_q(\varphi)$$

$N_\gamma(\varphi)$, $N_c(\varphi)$ et $N_q(\varphi)$ facteurs de portance qui ne dépendent que de φ

- Application de la formule

- ↪ - calcul à **court terme** en conditions non drainées (en contraintes totales)
- calcul à **long terme** en conditions drainées (en contrainte effectives)





2.1- Calcul de la capacité portante

- Calcul en conditions non drainées

Pour l'étude à court terme :

$$\text{et } \begin{matrix} c = c_u \\ \varphi = \varphi_u = 0 \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} N_\gamma = 0 ; N_q = 1 \\ N_c(0) = \pi + 2 = 5,14 \end{matrix}$$

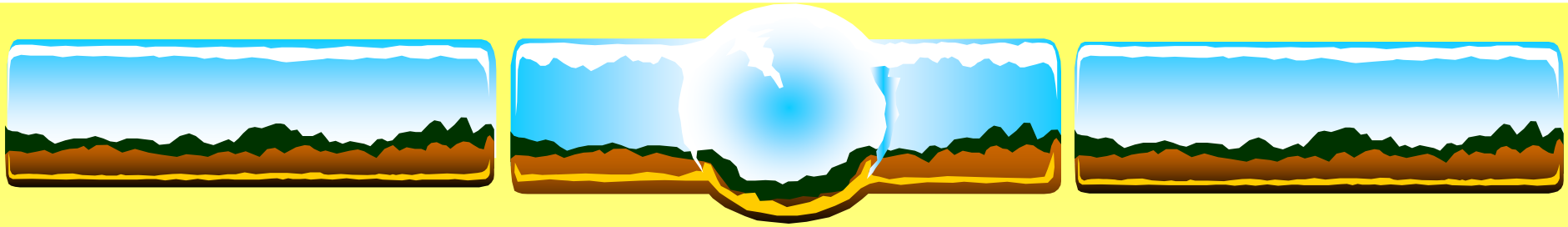
La contrainte de rupture, pour une semelle filante, devient :

$$q_l = c_u N_c(0) + q + \gamma_2 D$$

γ_2 est le poids volumique total du sol latéral



On ne déjauge pas la fondation en présence d'une nappe



2.1- Calcul de la capacité portante

• Calcul en conditions drainées

Pour l'étude à long terme :

$$\begin{aligned}
 & c = c' \\
 \text{et} \quad & \varphi = \varphi' \longrightarrow N_q = \exp(\pi \tan \varphi') \tan^2(\pi/4 + \varphi'/2) \\
 & N_c = (N_q - 1) \cot \varphi' \\
 & N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \varphi'
 \end{aligned}$$

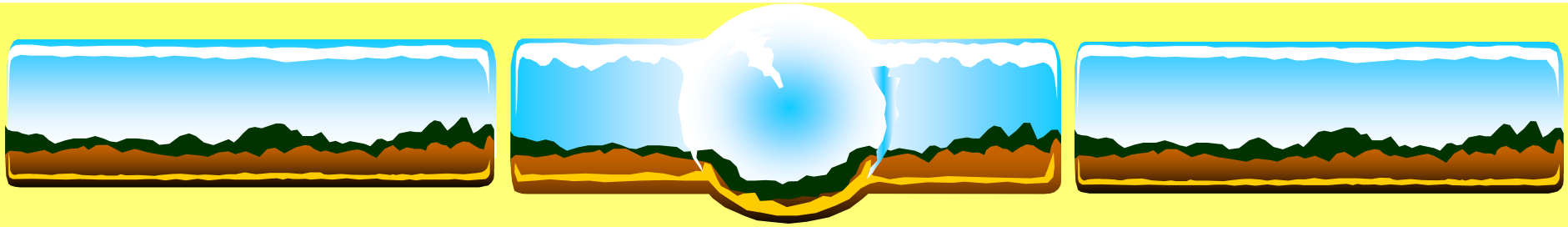
La contrainte de rupture, pour une semelle filante, est :

$$q_t = \frac{1}{2} \gamma'_1 B N_\gamma(\varphi') + c' N_c(\varphi') + (q + \gamma'_2 D) N_q(\varphi')$$

γ'_1 (et γ'_2) est le poids volumique effectif : en présence d'une nappe $\gamma' = \gamma - \gamma_w$
 sinon le poids total



On déjauge le poids de la fondation en présence d'une nappe



2.1- Calcul de la capacité portante

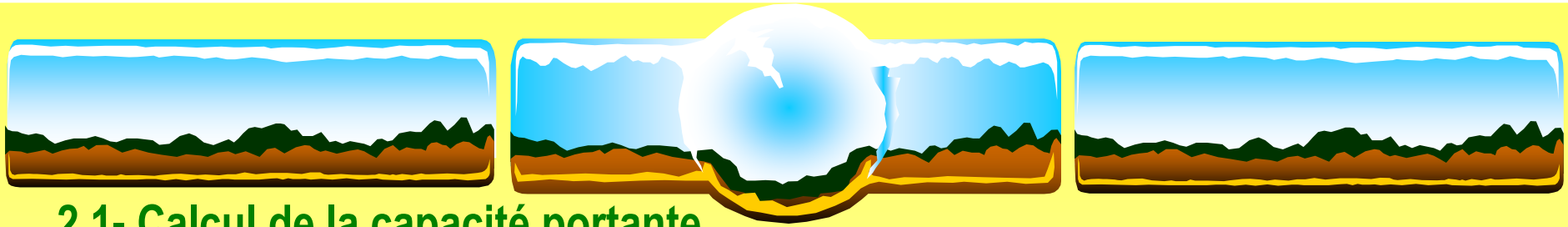
- Calcul en conditions drainées

Pour la nappe affleurant à la surface (sol saturé) :

$$q_l = \frac{1}{2} (\gamma_1 - \gamma_w) B N_\gamma(\phi') + c' N_c(\phi') + [q + (\gamma_2 - \gamma_w) D] N_q(\phi')$$

Pour une nappe à grande profondeur (sol sec) :

$$q_l = \frac{1}{2} \gamma_1 B N_\gamma(\phi') + c' N_c(\phi') + (q + \gamma_2 D) N_q(\phi')$$



2.1- Calcul de la capacité portante

2.1.2 Influence de la forme de la fondation. Charge verticale et centrée

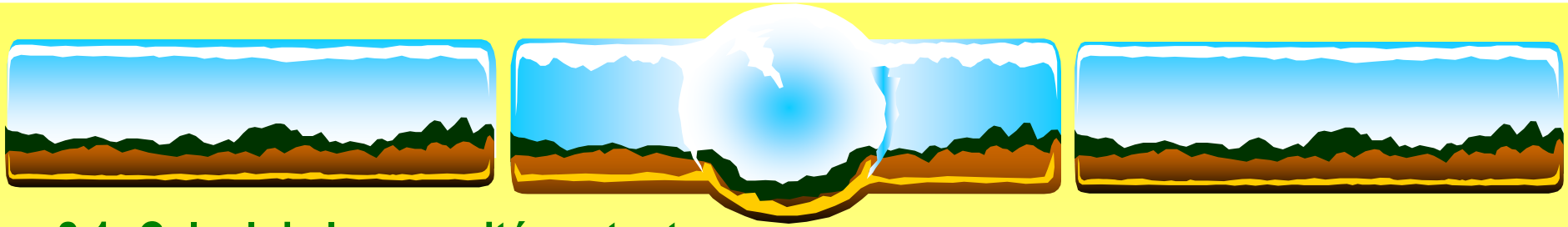
- Introduction de coefficients multiplicatifs s_γ , s_c et s_q → *coefficients de forme*

$$q_l = \frac{1}{2} s_\gamma \gamma_1 B N_\gamma(\varphi) + s_c c N_c(\varphi) + s_q (q + \gamma_2 D) N_q(\varphi)$$

- Valeurs de s_γ , s_c et s_q

- Eurocode 7-1

Fondations	Conditions saturés et non drainés		Conditions drainées ou non saturés non drainés	
	rectangulaires	carrées ou circulaires (B/L = 1)	rectangulaires	carrées ou circulaires (B/L = 1)
s_γ			$1 - 0,3 \frac{B}{L}$	0,7
s_c	$1 + 0,2 \frac{B}{L}$	1,2	$\frac{\left(1 + \frac{B}{L} \sin \varphi'\right) N_q - 1}{N_q - 1}$	$\frac{\left(1 + \sin \varphi'\right) N_q - 1}{N_q - 1}$
s_q	1	1	$1 + \frac{B}{L} \sin \varphi'$	$1 + \sin \varphi'$ 18



2.1- Calcul de la capacité portante

2.1.3 Influence de l'inclinaison

- Charge inclinée par rapport à la verticale → *coefficients minorateurs* i_γ , i_c et i_q

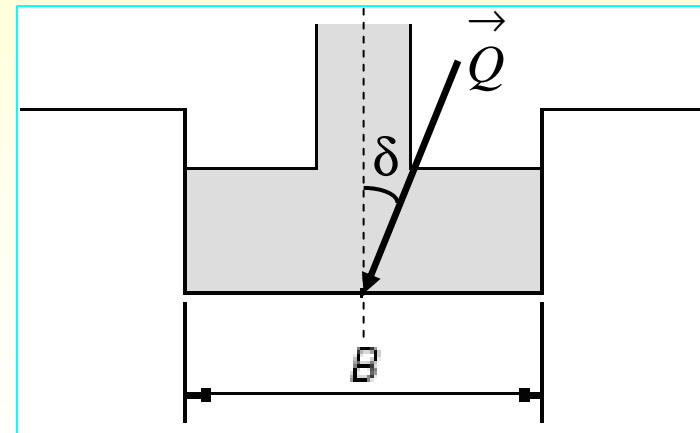
→ *coefficients de Meyerhof*

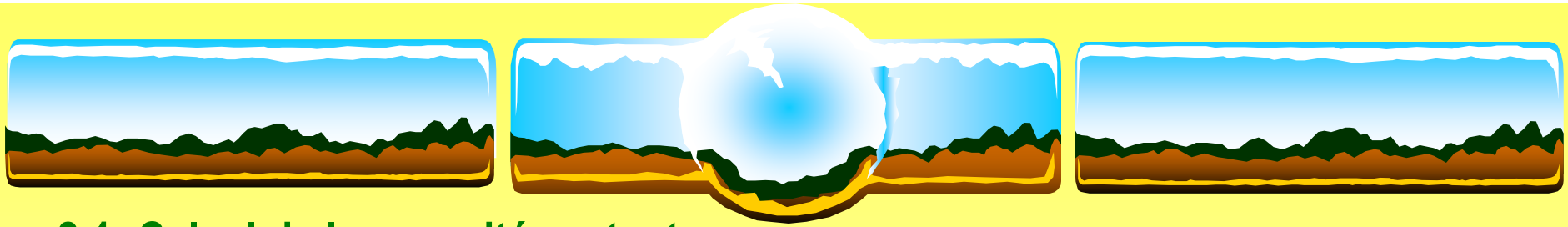
$$q_l = \frac{1}{2} i_\gamma s_\gamma \gamma_1 B N_\gamma(\varphi) + i_c s_c c N_c(\varphi) + i_q s_q (q + \gamma_2 D) N_q(\varphi)$$

- Valeurs de i_γ , i_c et i_q

$$i_\gamma = (1 - \delta/\varphi)'^2$$

$$i_c = i_q = (1 - 2\delta/\pi)^2$$





2.1- Calcul de la capacité portante

2.1.4 Influence de l'excentrement de la charge

- **Méthode de Meyerhof**

remplacer les dimensions réelles B et L de la semelle par des dimensions réduites équivalentes B' et L'

$$B' = B - 2e$$

$$L' = L - 2e'$$

d'où

$$Q_l = q_l B' L'$$

Fondation rectangulaire ou carrée

$$Q_l = q_l \pi B' B/4$$

Fondation circulaire

