

CALCUL DES PARAMETRES PRINCIPAUX DES DIFFERENTS TYPES DE SOUTÈNEMENT DES EXCAVATION MINIERES SOUTERRAINES (SUITE)

1- Soutènement en bois (donné déjà)

2- Soutènement par boulonnage

Les principaux paramètres de ce type de soutènement sont :

2.1 Longueur du boulon

2.1.1 La longueur du boulon disposé dans le toit de l'excavation

- Pour le II cas de stabilité $l = b + l_1 + l_2$; m. (1) Elle doit être $\leq 2,5$ m
- Pour le III cas de stabilité $l = b_1 + l_1 + l_2$; m. (2) Elle doit être $\leq 2,5$ m

Où l_1 : Longueur de la serrure du boulon $l_1 = 0,3 - 0,4$ m

l_2 : Longueur de la partie du boulon sailli dans l'excavation $l_2 = 0,08 - 0,1$ m

b : Hauteur de la voute naturelle (Les paramètres a , a_1 , b , b_1 , c et h sont illustrés sur les figures ci-dessous). $b = \frac{a}{f}$; m

où a : demi portée de l'excavation ; m

f : coefficient de dureté de la roche selon Protodiakonov

$$b_1 = \frac{a_1}{f} ; m$$

$$a_1 = a + c = a + h \operatorname{tg}(45 - \varphi/2) ; m$$

h : hauteur de l'excavation ; m

φ : angle de frottement interne de la roche.

2.1.2 La longueur du boulon disposé dans les parois de l'excavation (III cas de stabilité)

$$l = c + l_1 + l_2 ; m. (3) \quad \text{Elle doit être } \leq 2,5 \text{ m}$$

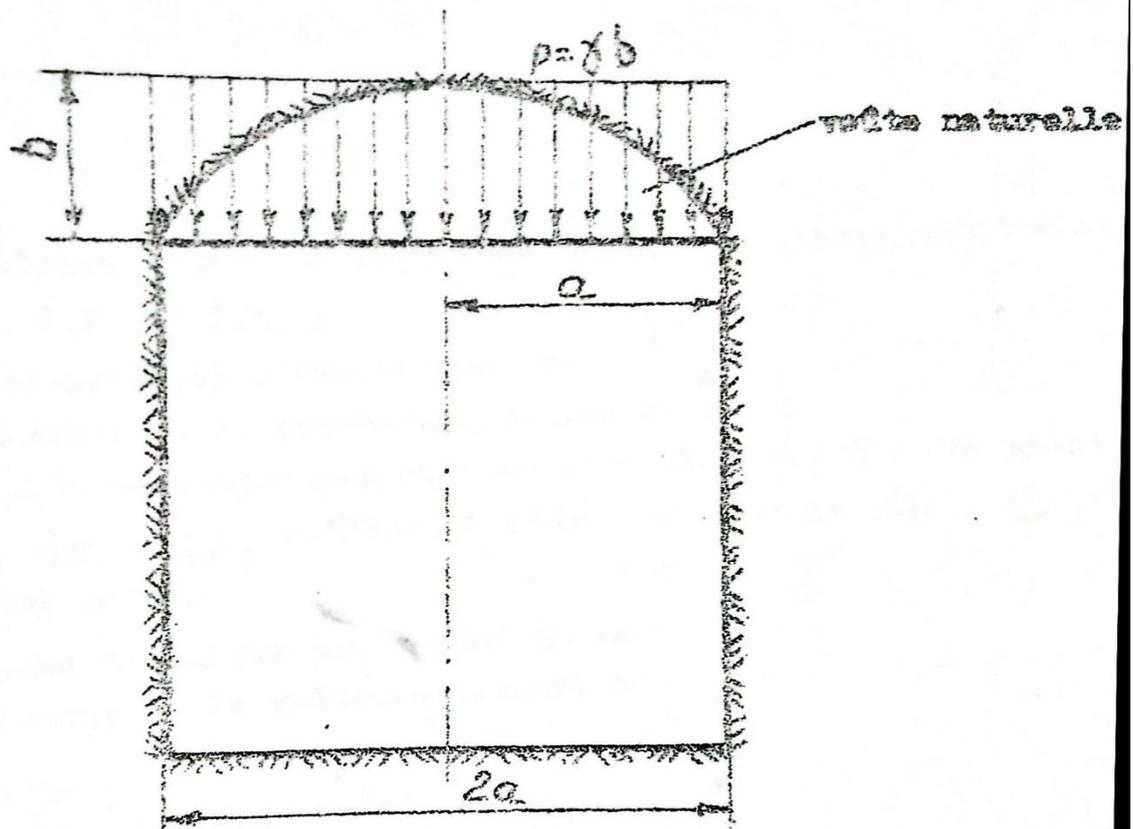
2.2 Nombre de boulons par unité de surface

2.2.1 Au toit

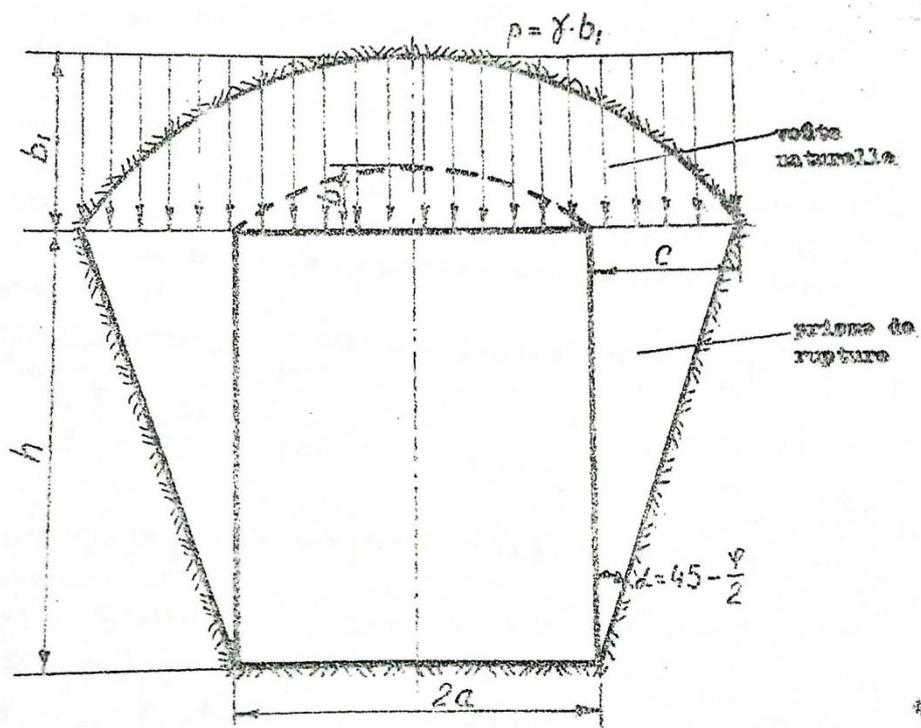
$$\text{- Pour le II cas de stabilité } N_b^t = Y_t b / P_m ; \text{ pièces/m}^2 \quad (3)$$

$$\text{- Pour le III cas de stabilité } N_b^t = Y_t b_1 / P_m ; \text{ pièces/m}^2 \quad (4)$$

Y_t : poids volumique des roches au toit ; tf/m^3



II cas de stabilité



III cas de stabilité

2.2.2 Dans les parois (III cas de stabilité)

$$N_b^p = (Y_p / 2P_m) (2b_1 + h) \cdot \text{tg}^2(45 - \varphi/2) ; \quad \text{pièces/m}^2 \quad (5)$$

Y_p : poids volumique des roches des parois ; tf/m³

P_m : force limite d'un boulon ; Pour le bois $P_m = 1$ à 1,5 tf.

Pour les boulons métalliques ; $P_m = 4$ à 6 tf

Remarque : Si la profondeur de l'excavation dépasse les 200 m, les nombres de boulons au toit et dans les parois sont déterminés par les mêmes formules ci-dessus, mais les résultats doivent être multipliés par 2 dans les deux cas (au toit et dans les parois).

2.3 Distance entre les boulons

- Si la grille des boulons est carrée $L = \sqrt{\frac{n}{N_b}} ; m \quad (6) \quad L \text{ doit être } \leq 4,5 m$

n : Nombre de boulons dans une rangée

- Si la grille n'est pas carrée, la distance entre les rangées de boulons est calculée d'après la formule : $L = n / (L' \cdot N_b) ; m \quad (7)$

L' : distance entre les boulons d'une rangée ; m

3- Soutènement par béton injecté

Le soutènement par béton injecté est utilisé pour le I, le II et le III cas de stabilité où le rapport $(Y \cdot h) / (\sigma_c \cdot m)$ est $\leq 4,5$

Le paramètre principal de ce type de soutènement est l'épaisseur de la couche de béton sur le toit et sur les parois de l'excavation qui peut être déterminée par la formule :

$$d = k \cdot a_c \sqrt{\frac{P}{m\sigma_f}} ; m \quad (8)$$

k : Coefficient tenant compte du type de soutènement

- pour le béton injecté seul, $k = 0,35$
- pour le béton injecté avec boulonnage, $k = 0,25$

a_c : distance conventionnelle entre les cadres de soutènement ; m

- pour le béton injecté seul, $a_c = \frac{1}{6} l$ mais a_c doit être ≤ 1 m
- pour le béton injecté avec boulonnage, $a_c = \frac{1}{6} l$ mais a_c doit être $\leq 0,75$ m

P : Pression des terrains par unité de surface au toit ; tf/m²

σ_f : Limite de résistance du béton à la flexion ; tf/m² $\sigma_f = 1200$ à 1300 ; tf/m²

Pratiquement la valeur de d varie entre 3 et 7 cm.

4- Soutènement par cadres métalliques élastiques

Ce type de soutènement est utilisé dans les conditions du IV, et parfois dans les conditions du III cas de stabilité. Le paramètre principal dans ce cas est le déplacement vertical du moyen de soutènement. Le déplacement vertical ne doit pas dépasser 300 mm pour un soutènement composé de 3 éléments, et de 600 à 1000 mm pour le soutènement composé de 5 éléments.

Le déplacement vertical est calculé à l'aide de la formule :

$$U = 0,1 \cdot B \cdot \left[\exp \frac{\gamma \cdot H \left(\frac{\sigma_c}{\sigma_0} \right)^2 \cdot q_s}{\sigma_c} - 1 \right] ; m \quad (9)$$

B: Largeur de l'excavation; m

σ_c : Limite de résistance des roches à la compression ; tf/m²

q_s : Résistance du soutènement ; tf/m² $q_s = 8 \cdot \gamma \sqrt[3]{\frac{B}{2} \cdot u^2}$; tf/m²

u : déplacement vertical des roches de l'excavation en l'absence du soutènement. Il est déterminé à l'aide de la formule (9) avec $q_s=0$.

σ_0 : Limite de résistance conventionnelle des roches, $\sigma_0 = 3000$ tf/m²

5- Soutènement en béton

Il est utilisé pour le soutènement des galeries principales dans les conditions du II et du III cas de stabilité. Les paramètres principaux de ce type de soutènement sont :

5.1. Hauteur de la voûte h_0 .

Elle dépend de la résistance à la compression des roches où l'excavation est creusée.

- Pour la limite de résistance à la compression $\sigma_c \leq 400$ kgf/cm², on prend :

soit $h_0 > \frac{1}{2}B$ Voûte surhaussée (Voûte dont le rayon de courbure est inférieur à la hauteur de l'excavation)

soit $h_0 = \frac{1}{2}B$ Voûte cylindrique

- Pour la limite de résistance à la compression $\sigma_c > 400 \text{ kgf/cm}^2$, on prend :

soit $h_0 < \frac{1}{2}B$ Voûte surbaissée (Voûte dont le rayon de courbure est supérieur à la hauteur de l'excavation)

soit $h_0 = \frac{1}{3}B$ Voûte en anse de panier.

5.2 Epaisseur du béton dans la clé de de la voûte

$$d_0 = 0,06 \cdot \sqrt{\frac{B}{h_0}} \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{B}{f}}\right); \text{ m} \quad d_0 \text{ doit être } \geq 170 \text{ mm}$$

5.3 Epaisseur du béton dans les parois de l'excavation

$$d_p = (1,2 \text{ à } 1,3) d_0 ; \text{ m} \quad d_p \text{ doit être } \geq 200 \text{ mm}$$

5.4 Largeur de la fondation

- Si $\sigma_c < 400 \text{ kgf/cm}^2$ $b_f = d_p + 20$

- Si $\sigma_c = 400 \text{ à } 800 \text{ kgf/cm}^2$ $b_f = d_p + 10$

- Si $\sigma_c > 800 \text{ kgf/cm}^2$ $b_f = d_p$

5.5 Hauteur de la fondation

Si $\sigma_c \leq 400 \text{ kgf/cm}^2$ $h_f = 50 \text{ à } 100 ; \text{ cm}$

Si $\sigma_c > 400 \text{ kgf/cm}^2$ $h_f = 25 \text{ à } 50 ; \text{ cm}$