

### 3. TRAVAUX D'ABATTAGE

Le troisième stade principal de l'exploitation souterraine est le dépilage.

Il consiste à l'exécution successive des opérations suivantes :

- L'abattage proprement dit (c'est-à-dire la séparation du minerai du massif) ;
- L'évacuation et le débitage secondaire (fragmentation) du minerai ;
- Le soutènement de l'espace exploité (espace d'abattage).

Les modes d'abattages possibles sont indiqués sur le tableau ci-dessous :

**Tableau 1** : principaux modes d'abattages.

Mode d'abattages	Explications
<b>1. Abattage à l'explosif</b>  - trou de mines - trous profonds - par chambre (fourneaux de mines)	Les charges explosives sont introduites dans des cavités créées dans le massif rocheux.  longueurs peuvent atteindre 5 m. longueurs sont de 5- jusqu'à 30m et plus. Les charges explosives sont introduites dans des excavations préparatoires et de traçages destinés pour cet objectif.
<b>2. Abattage mécanique</b>  - Abattage mécanisés - À l'aide des Marteaux piqueurs	Abattage au moyen d'un outil mécanique (machines d'abattage à pics). Emplois divers engins miniers (haveuse, Mineur continu, tunnelier,...)
<b>3. Eboulement non provoqué</b>	Le massif rocheux est abattu sous l'effet de son propre poids dans l'espace d'exploitation.
<b>4. abattage spéciale</b>  - Abattage hydraulique  Abattage électro physique	On sépare le minerai de son massif à l'aide d'un jet d'eau (14 – 15 atmosphère) (1atm=1,01325bar =101325Pa)  Par transmission de l'énergie électrique, par rayon laser

Le choix de mode d'abattage du minerai repose essentiellement sur les principaux facteurs suivants :

- Les propriétés physiques et mécaniques et surtout sa résistance (dureté) et son degré de fissuration,
- La puissance du gite.

D'autre part, l'abattage doit assurer :

- La plus grande extraction du minerai,
- La destruction minimale possible de massif on dehors du contour on projet,
- Une fragmentation primaire suffisante,
- Une production maximale,
- Des dépenses minimales, et une parfaite sécurité des chantiers d'exploitation.

### 3.1. Abattage par tir à l'explosif.

Par suite de la dureté des minerais, on applique le plus souvent l'abattage par explosifs. Ce processus se repose des opérations suivantes :

- Foration des trous de mines ou des trous profonds et rarement le creusement des fourneaux de mines dont lesquels les explosifs seront placés,
- Chargement manuel ou mécanique des trous par l'explosif,
- Connexion du réseau et tir.

Le tir provoque la réaction chimique instantanée qui produit le dégagement d'une quantité de chaleur d'explosion de 800 à 1300 Kcal/Kg. ( $1\text{calorie}=4,1855\text{Joule}$ ).

L'abattage à l'explosif peut être appliqué suivant des schémas par trous de mines, trous profond, et fourneau de mines.

#### 3.1.1. Mode de forage

Parmi les moyens de forage des trous de mines et des trous profonds, on distingue le forage mécanique, le forage hydraulique (avec jet d'eau sous haute pression) et le forage thermique. La consommation d'énergie lors de l'application du forage hydraulique et du forage thermique est respectivement de 10 et 100 fois plus grande comparativement à celle du forage mécanique.

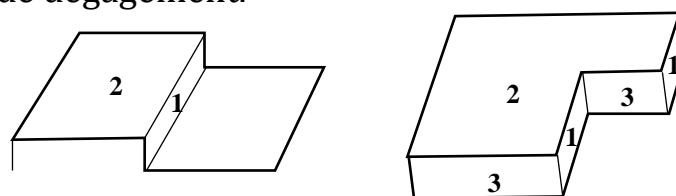
Le forage est le plus répandu dans la pratique. Il se divise en trois (03) groupes principaux :

- forage percutant – forage rotatif – forage roto percutant.

- a) Méthode de forage percutant : elle consiste à donner un grand nombre de coups (1900-2500 coups/mn) sur la roche à forer au moyen d'un outil de forage (taillant).
- b) Méthode de forage rotatif : pendant sa rotation, l'outil de forage avance en translation sur le fond du trou. Le forage rotatif se caractérise par un grand moment de rotation et d'une grande poussée axiale.
- c) Méthode de forage roto percutant : c'est une combinaison des deux méthodes précédentes.

#### 3.1.2. Abatage par trous de mine

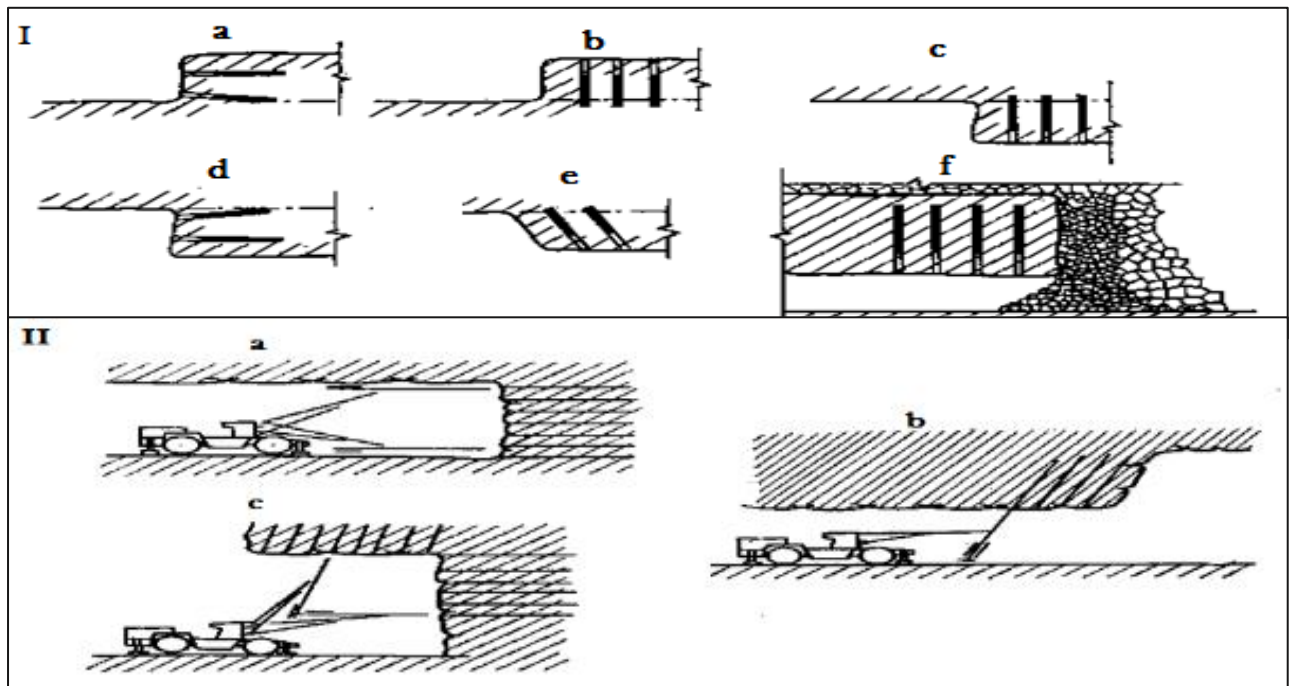
L'abattage du minerai par trous de mine, peut être appliqué suivant une, deux ou bien trois surfaces de dégagement.



**Fig.1.** chantiers d'abatage par trous de mine.

1. Surface verticale, 2. Surface horizontale, 3. Surface latérale

### 3.1.2.1. Dispositions des trous.



**Fig.2.** Schéma d'abattage par trou de mine

(I) emplois des marteaux perforateurs manuels, (II) chariot de forage.

Les trous de mines horizontaux sont applicables pendant l'abattage du minerai par les tranches descendantes et montantes.

Les trous de mines verticaux sont utilisés lors de l'abattage du minerai par gradin droits et renversés en tranches descendantes et ascendantes.

Les trous de mines inclinés sont favorables en présence des fissures du minerai pour une meilleure utilisation de leur direction (des plans de fissures) sur l'onde d'explosion.

La disposition des trous de mine en éventail est employée lors de la récupération des piliers de protection et de l'utilisation des méthodes d'exploitation appropriées.

### 3.1.2.2. Choix de l'angle d'inclinaison, la longueur et du diamètre des trous de mine :

Les résultats techniques et économiques de l'abattage du minerai par les trous de mine sont dictés au préalable par le choix de ces paramètres.

Les facteurs influant sur le choix de l'inclinaison du trou de mine sont :

- Objectif du forage ;
- Forme du front d'attaque ;
- Type de transport utilisé
- Orientation des réseaux de fissures ;
- Stabilité du minerai et type du matériel de forage.

Le plus souvent, la longueur des trous de mine est limitée par le pas des installations de soutènement, la puissance et la variabilité du corps de minerai. Habituellement la longueur est de 1 à 2 m et atteinte rarement 5m. Le diamètre des trous de mine varie de 30 à 70 mm, mais le plus répandu est de 45 à 50 mm.

L'abattage du minerai à l'explosif nécessite l'établissement d'un plan de tir composé de paramètres caractérisant l'influence des uns et des autres sur les résultats des travaux de dépilage. Tout plan de tir doit être composé des paramètres suivants :

### 1. Diamètre du trou de mine

Ce paramètre, peut être déterminé en fonction du diamètre admissible des roches abattues.

$$D_t = K \times C, \text{ mm} \quad (1)$$

Où :

K : Diamètre admissible des roches abattues, mm

C : Coefficient de correction, tenant compte de la fragmentation des roches à l'explosif (voir tableau 2) [*Lomonossov G.G.*].

**Tableau 2 : Coefficient de correction « c ».**

Aptitude à l'abattage	Caractéristiques du minerai dans le massif, et dans l'échantillon	Valeur de « C »
<b>Difficile</b>	Le massif est divisé, par des fissures, suivant de gros blocs qui dépassent le diamètre admissible. le minerai est dur	0,05 – 0,10
<b>Normal</b>	Le massif rocheux est divisé, par des fissures, suivant des blocs dont les dimensions sont inférieures à celui admissible. Le minerai peut être dur ou d'une dureté moyenne.	0,10 – 0,125
<b>Facile</b>	Le massif rocheux est divisé par des systèmes de fissures rapprochées. Le minerai peut avoir n'importe quel coefficient de dureté.	0,125 – 0,20

### 2. Consommation spécifique d'explosif

Ce paramètre peut être déterminé par l'expression mathématique proposé par l'académicien *B. Koutouzov*.

$$q_{ex} = q_0 \times k_{ex} \times k_{dis} \times k_{cha} \times k_d \times k_{l.tr}, \quad \text{kg} / \text{m}^3. \quad (2)$$

Ou ;

$q_0$  – consommation spécifique étalon d'explosif, kg /m<sup>3</sup>

Généralement, elle est déterminée en fonction de la dureté de la roche à abattre, la largeur du front d'abattage et d'autres facteurs.

*L. Garodsky* a proposé l'expression suivante :

$$q_0 = 0,065 \times f, \quad \text{kg / m}^3. \quad (3)$$

Où :

$f$  : Coef de dureté suivant la classification de *M. Protodiakonov*.

$k_{ex}$  : Coef de correction tenant compte de la capacité relative au travail des explosifs (caractéristiques des explosifs)

$k_{dis}$  : Coef de correction, tenant compte de la disposition des trous par rapport au front de taille.

Si les trous sont disposés parallèlement au front de taille,  $k_{dis} = 1$ .

Dans le cas d'une seule surface de dégagement et la disposition perpendiculaire des trous par rapport au front d'abattage,  $k_{dis} = 1,4 \div 1,6$ .

$k_{cha}$  : Coefficient de correction, tenant compte du mode de chargement des trous en explosifs.

- Si le chargement s'effectue par des moyens pneumatiques,  $k_{cha} = 0,9 \div 0,95$ .
- Si le chargement est manuel,  $k_{cha} = 0,8 \div 0,85$

$k_d$  : Coefficient de correction, tenant compte du diamètre du trou de mine. On peut le déterminer par la formule empirique suivante ;

$$k_d = (D_t / 0,042)^{n_f}$$

Où :

$n_f = (0,3 \div 0,5)$  : Coefficient de correction tenant compte du degré de fissuration ;

$n_f = 0,3$  => pour les roches exclusivement fissurées,

$n_f = 0,4$  => pour les roches moyennement fissurées,

$n_f = 0,5$  => pour les roches monolithiques,

$k_{l, tr}$  : Coef. de correction tenant compte de la profondeur du trou de mine.

$$L_{tr} = 1m \Rightarrow k_{l, tr} = 1,3 ; L_{tr} = 3m \Rightarrow k_{l, tr} = 1,0 ; L_{tr} = 5m \Rightarrow k_{l, tr} = 0,8$$

### 3. Ligne de moindre résistance

Ce paramètre peut être déterminé par l'expression mathématique, établis, et proposé par *L. Baron*.

$$W_r = D_t \sqrt{(0,785 \times \Delta \times K_{t.ch} / m_r \times q_{ex})}, \quad (m). \quad (4)$$

Où ;

$\Delta$  : Densité des explosifs pendant le chargement (caractéristiques des explosifs)

$k_{t.ch}$  : Coefficient de correction tenant compte du taux de chargement des trous (en explosifs) Suivant les règles de sécurité, ce coefficient doit varier dans les limites de 0,6 – 0,72

$m_r$  : Coefficient de correction tenant compte du rapprochement des charges explosives,  $m_r = 0,8$  à 1,2

$m_r = 0,8$  pour les roches très dures, ( $f > 12$ )

$m_r = 1$  pour les roches dures, ( $6 < f \leq 12$ )

$m_r = 1,2$  pour les roches assez dures, ( $f \leq 6$ )

### 4. Distance entre les trous dans une rangée de trous

Ce paramètre peut être déterminé par la formule proposée par G.G. Lomonossov.

$$a = m_r \times W_r ; \quad (m) ; \quad (5)$$

$m_r = 0,8$  à 1,2. La valeur minimale est attribuée aux conditions de travail difficiles.

La formule proposée par d'autres auteurs est :

$$a = D_t \sqrt{(0,785 \times \Delta \times K_b / q_{ex})} ; \quad (m) \quad (6)$$

Où ;

$k_b$  : Coefficient de correction, tenant compte de la valeur du bourrage.

### 5. Distance entre les rangées de trous

Ce paramètre peut être déterminé par la formule suivante ;

$$b = m_r \times W_r, \quad (m). \quad (7)$$

### 6. Nombre de trous dans une rangée

On peut le déterminer par la formule suivante :

$$N_{tr.R} = [ ((A, B \text{ ou } C) - 2X) / a ] + 1, \quad (\text{trous}) \quad (8)$$

Où ;

A, B ou C : L'un des côtés de la tranche suivant lequel les trous sont orientés ;

X : Distance entre les trous extrêmes dans une rangée, et les limites de la tranche à abattre.

**7. Nombre de rangée de trou dans une tranche**

On peut le déterminer par la formule suivante :

$$N_R = [ ((A, B \text{ ou } C) - (W_r + Y)) / b ] + 1, \quad (\text{rangée}) \quad (9)$$

Où ;

Y : Distance entre la dernière rangée de trou, et la limite de la tranche à abattre.

**Remarque :** Le nombre de trous dans une rangée, ainsi que celui des rangées doit être arrondi, soit par excès, soit par défaut ce qui nous ramène à recalculer la valeur de X et celle de Y dans le cas de l'abattage par tranche de dimensions bien déterminer.

**8. Profondeur d'un trou de mine**

On peut la déterminer par la formule suivante :

$$L_{tr} = (A, B \text{ ou } C / \sin\beta) \pm l_{exc}, \quad (m). \quad (10)$$

Où ;

$\beta$  : Angle suivant lequel les trous sont disposés.

$l_{exc}$  : excès ou réduction de forage.

**9. Longueur totale forée par volée**

Ce paramètre peut être déterminé par l'expression mathématique suivante ;

$$L_{T.F} = N_{tr.R} \times N_R \times L_{tr}, \quad (m) \quad (11)$$

**10. Volume du minerai à abattre par volée.**

$$V_v = (A \times B \times C) / \sin\alpha, \quad (m^3) \quad (12)$$

La quantité est déterminée suivant la formule suivante ;

$$Q_v = (A \times B \times C) \times \delta / \sin\alpha, \quad (t). \quad (13)$$

Où ;

$\alpha$  : Angle d'inclinaison de la tranche à abattre, par rapport au plan vertical.

$\delta$  : Masse volumique des roches.

Si l'abattage par volée concerne un nombre bien déterminé de rangés de trou, le paramètre recherché sera déterminer de la manière suivante ;

$$V_v = W_r \times N_R \times A \times B, \quad (m^3). \quad (14)$$

$$Q_v = W_r \times N_R \times A \times B \times \delta, \quad (t). \quad (15)$$

Suivant cette formule, on suppose que « A et B » représentent les dimensions de la tranche à abattre.

**11. Volume du minerai abattu par un mètre de trou foré**

Ce paramètre peut être déterminé de la manière suivante ;

$$V_{1m} = V_v / L_{T.F}, \quad (m^3 / m). \quad (16)$$

**12. Quantité du minerai abattue par un mètre de trou foré**

Ce paramètre peut être déterminé de la manière suivante ;

$$Q_{1m} = Q_v / L_{T.F}, \quad (t / m). \quad (17)$$

**13. Consommation spécifique de forage par 1 m<sup>3</sup> (t) de minerai abattu**

On peut le déterminer par la formule suivante ;

$$L_{SF} = L_{T.F} / V_v, \quad (m / m^3). \quad (18)$$

$$L_{SF} = L_{T.F} / Q_v, \quad (m / t). \quad (19)$$

**14. Quantité des explosifs dans un trou**

$$Q_{ex.tr} = q_{ex} \times a \times W_r \times L_{tr} \times k_u, \quad (kg). \quad (20)$$

Où ;

$k_u$  : Coef d'utilisation du trou.

**15. Consommation d'explosif par volée**

On peut la déterminer par l'expression mathématique suivante ;

$$Q_{ex} = P \times L_{T.F} \times k_{t.ch}, \quad kg. \quad (21)$$

Où ;

$P$  : quantité d'explosif dans un mètre de trou (Capacité métrique),

$$P = (\pi \times D_t^2 \times \Delta) / 4, \quad (kg).$$

$$Q_{ex} = (\pi \times D_t^2 \times \Delta \times L_{T.F} \times k_{t.ch}) / 4, \quad (kg). \quad (22)$$

Les indices des travaux d'abattage par application d'un schéma de tir par trou de mine, dépendent de la dureté du minerai, le nombre des surfaces de dégagement, et de la puissance du gisement.

La consommation spécifique d'explosif suivant l'abattage varie de  $0,6 \div 3 \text{ kg/m}^3$ , et la productivité d'un foreur, lors de l'emploi des marteaux perforateurs manuels, varie de  $5 \div 50 \text{ m}^3 / \text{hp}$ , et dans le cas de l'emploi des chariots de forage, elle varie de  $400 \div 700 \text{ m}^3 / \text{hp}$ .

Les **avantages** de l'application de tels schémas d'abattages sont les suivants :

- possibilité d'obtenir un tas de roche abattu d'une granulométrie plus ou moins uniforme ;
- réduction des pertes et de la dilution du minerai ;
- possibilité de son application dans des cas de gisement faiblement puissant suivant de faible stabilité.



Aux **inconvenients** on peut rapporter :

- beaucoup de dépenses de travail suivant le forage ;
- beaucoup de poussière et bruit, ainsi que des vibrations importantes dans le cas de l'emploi de marteaux perforateurs manuel (néfaste pour la santé des foreurs).

Les trous de mines sont appliqués dans le cas de gisement d'une puissance jusqu'à  $5\div 8\text{ m}$ , et gisement puissant lorsqu'il y a possibilité d'introduction des mineurs à l'intérieur de l'espace d'exploitation. Aussi leurs applications sont préférables dans le cas de l'exploitation des gisements dont le minerai est d'une stabilité faible ou moyenne suivant une technologie d'exploitation avec remblayage de l'espace d'exploitation, ainsi que lors de l'exploitation des gisements d'une morphologie compliquée.

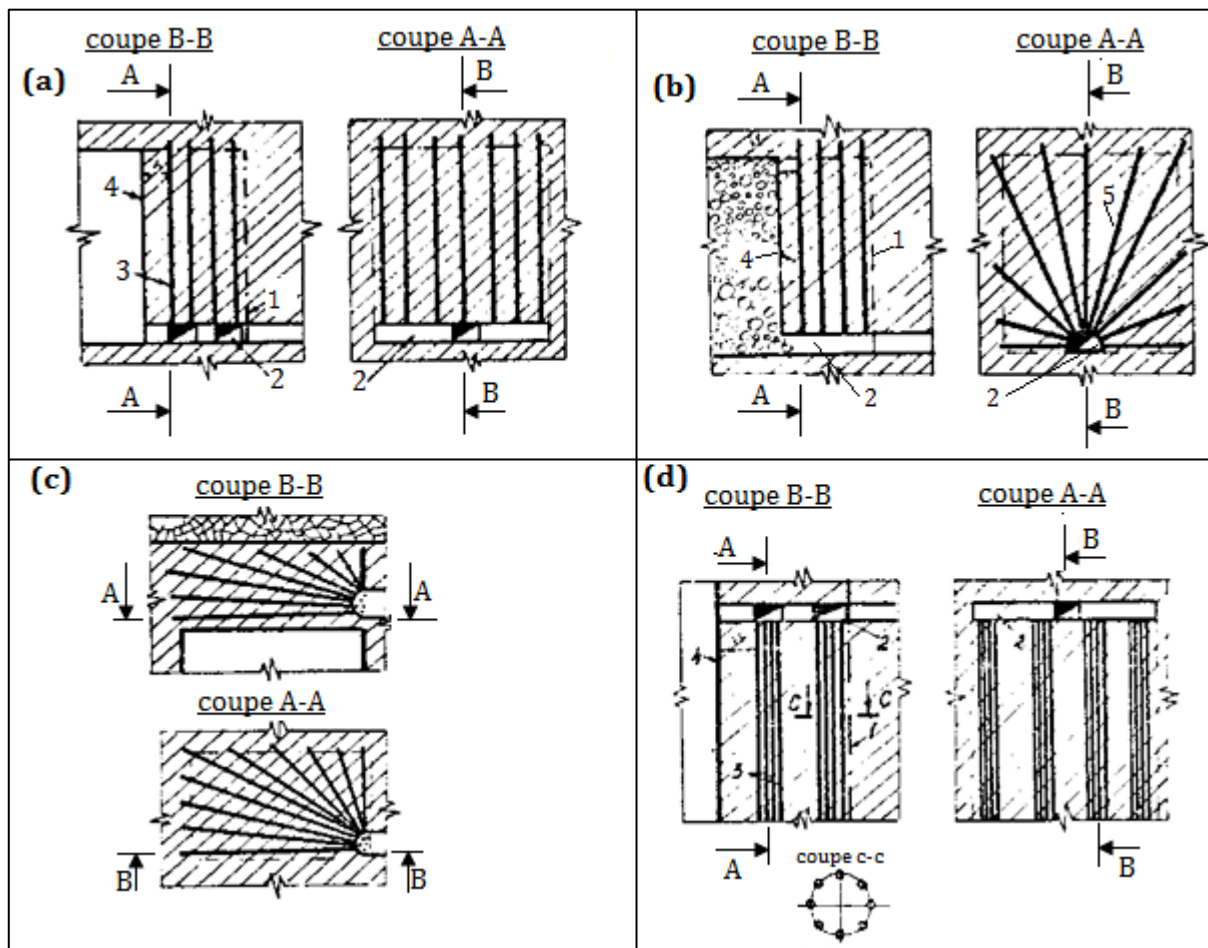
### 3.1.2 ABATTAGE PAR TROUS PROFONDS.

La profondeur des trous profonds varie de 5 jusqu'à 60m, et même plus, et le diamètre de 30-40mm jusqu'à 150 – 200mm.

Les trous profonds peuvent être sondés dans une tranche parallèlement, en éventail ou en faisceau, (figure 2). La disposition parallèle assure une utilisation plus complète de la longueur des trous profonds, répartition régulière des charges sur la longueur des trous.

La disposition en éventail est plus répandue. Sa qualité principale repose sur la réduction du volume des travaux de découpage parce qu'on fore plusieurs trous de même endroit. De même, elle est plus économique lorsque la vitesse de forage est supérieure à 10m/poste, et le diamètre des trous varie de 100 à 150mm.

Les trous profonds en faisceaux sont possibles lors de la récupération des piliers de protection entre les étages et les chambres. Cette opération consiste à forer plusieurs éventails au même lieu et dans quelques plans.



**Fig.2.** Schéma d'abattage par trou profond

**a,d** - en parallèle ; **b** - en éventail ; **c**, - en faisceau.

1 : limite de bloc à abattre ; 2 : recoupe ; 3 : trou profond parallèle ; 4 : front de taille ;  
5 : trous profond en éventail

### **3.1.2.3. Choix du diamètre des trous profonds :**

Le degré de destruction du massif dépend de la capacité d'explosif placée dans ce dernier, du diamètre et de la distance entre les trous profonds. Compte tenu des données pratiques, il existe une relation approximative entre le diamètre ( $D_t$ ) du trou et la puissance ( $M$ ) du gîte à exploiter.

Pour le minerai de dureté moyenne  $D_t \leq \frac{M}{50}$ ; pour  $f \leq 9$ .

Et pour le minerai de grande dureté  $D_t \leq \frac{M}{30}$ ; pour  $f > 9$ .

En déterminant le diamètre des trous profonds, on doit tenir compte aussi des avantages des trous de petit diamètre à savoir :

- La pression suffisante du contour d'abattage,
- La destruction réduite du massif avoisinant,
- Faible rendement en gros blocs,
- Les possibilités de son application dans n'importe quelle condition.

Et de ses inconvénients ci-après :

- Nombre de trous profonds élevé (plus de 9000 trous pour 1000000 tonnes de minerai),
- Possibilité de déviation des trous forés.

### **Condition d'emploi des trous profonds de petit diamètre :**

- Abattage par tranches,
- Réseau de fissures rare,
- Minerai instable,
- Faible puissance de gîte.

Les trous profonds de grand diamètre sont favorables dans un vaste réseau de fissures et pendant l'éboulement d'un volume de minerai.

### **3.1.2.4. Particularités du forage des trous profonds :**

Les types de forage des trous profonds sont les suivants :

- *Forage à tige* (se pratique pour des trous de 40 à 85mm de diamètre dans le minerai de dureté dépassant 6 à 8. La profondeur du forage est limitée à 12 à 15m).
- *Forage par marteau perforateur pneumatique descendant dans les trous* (utilisé dans le minerai de dureté moyenne à dur et lorsque la profondeur du forage dépasse 12 à 15m. le diamètre du trou est généralement égale à 100mm).
- *Forage à tricônes* (est muni de trois cônes armés d'alliage dur. Le diamètre du trou est de 150 à 200mm et rarement 300mm. La profondeur maximale varie de 50 à 60m et même plus (c-à-d 100m). on l'applique dans le minerai de dureté dépassant 8.)

- *Forage rotatif* (est fabriqué en couronne diamantée ou garni d'alliage dur et sont respectivement utilisées pour le forage des trous profonds de longueur supérieure à 20m avec un diamètre de 30 à 50mm et dans les roches très dures et abrasives).

## PRINCIPALES CONDITIONS D'EMPLOI DES DIFFÉRENTES MODES DE FORAGE DES TROUS PROFONDS :

Mode de forage	Dureté des roches (f)	Profondeur de forage en (m)	Diamètre des trous profonds en (mm)
<b>Forage à tige.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forage roto percutant.</li> <li>- Forage percutant</li> </ul>	N'importe quelle Jusqu'à 15	Jusqu'à 50 Jusqu'à 10-15	40 à 85
Forage avec marteaux fond de trous	>8	15 - 50	100 et rarement 150
Forage par tricônes	>8	15 - 100	150
Forage rotatif à couronnes garnies d'alliage dur	Jusqu'à 8	10 - 40	80 - 100

### 3.1.2.3 Calcul des paramètres d'abattage par trous profonds en éventail :

L'abattage par tir à l'explosif des trous profonds en éventail est caractérisé par les paramètres suivants :

#### 1/ **Diamètre de trous « $D_t$ », en mètres**

D'après la pratique, on détermine le diamètre selon les corrélations approximatives

$$D_t \leq \frac{M}{50}; \text{ pour } f \leq 9.$$

$$D_t \leq \frac{M}{30}; \text{ pour } f > 9.$$

Ou :

**M** : la puissance de gite en mètre.

#### 2/ **Consommation spécifique d'explosif « $q_{\text{exp}}$ », en $\text{kg/m}^3$ ,**

On la prend d'après la relation,  **$q_{\text{exp}}=f(f)$**  (tableau 1)

Tableau I. consommation spécifique d'explosif.

Dureté du minerai, (f)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Consommation spécifique d'explosif, $q_{\text{exp}}$ en $\text{kg/m}^3$	1,00	1,1	1,27	1,40	1,52	1,67	1,80	1,92	2,08	2,2	2,3	2,46	2,6

### 3/ Distance moyenne conventionnelle entre les trous profonds. « $a_{conv}$ », en mètres.

On la fixe d'après la relation  $a_{conv} = f(f, D_t)$ , (figure 3)

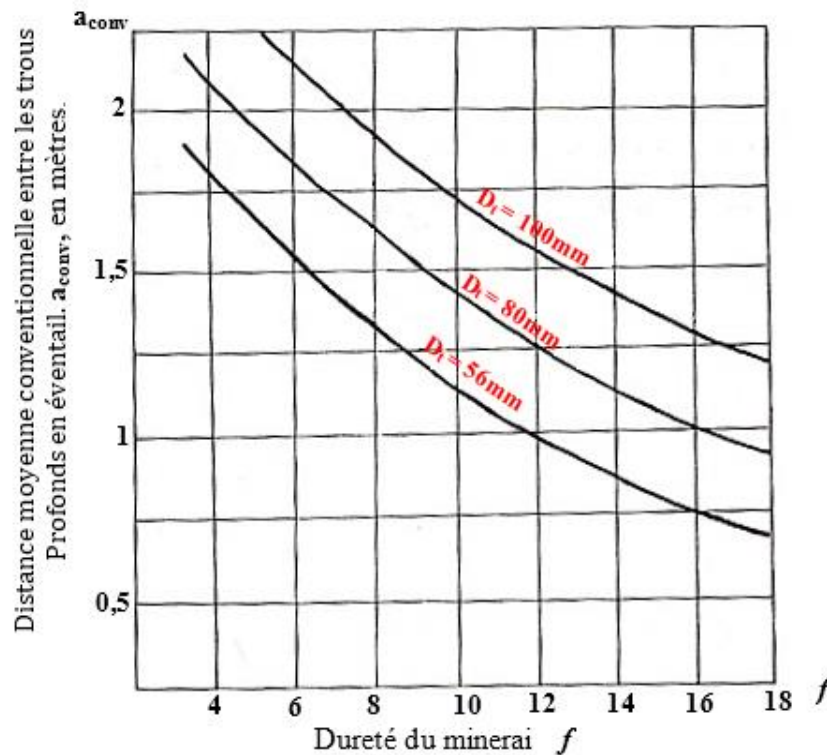


Fig. 3. Influence de la dureté du minerai  $f$  et du diamètre des trous  $D_t$  profond en éventail sur la distance moyenne conventionnelle entre eux.  $a_{conv}$ .

4/ ligne de moindre résistance «  $W_r$  » est déterminée par la formule suivante :

$$W_r = \sqrt{\frac{\pi D_t^2}{4} \cdot \Delta \cdot K_{ch}} / m \cdot q_{exp} \cdot \lambda \quad ,m \quad (2)$$

Ou :

$D_t$ - diamètre des trous profonds en éventail, en mètre.

$\Delta$  : densité de l'explosif, en  $kg/m^3$ .

$\Delta=900$  à  $1200kg/m^3$

$K_{ch}$  : coefficient de chargement des trous profond  $K_{ch}=0,6$  à  $0,80$ .

$m$  : distance relative entre les trous profonds déterminé d'après la dépendance, (Figure 4).

$$m = f(D_t, l_m)$$

ou

$$l_m = (l_l + l_n)/2. \text{ (Selon le schéma)}$$

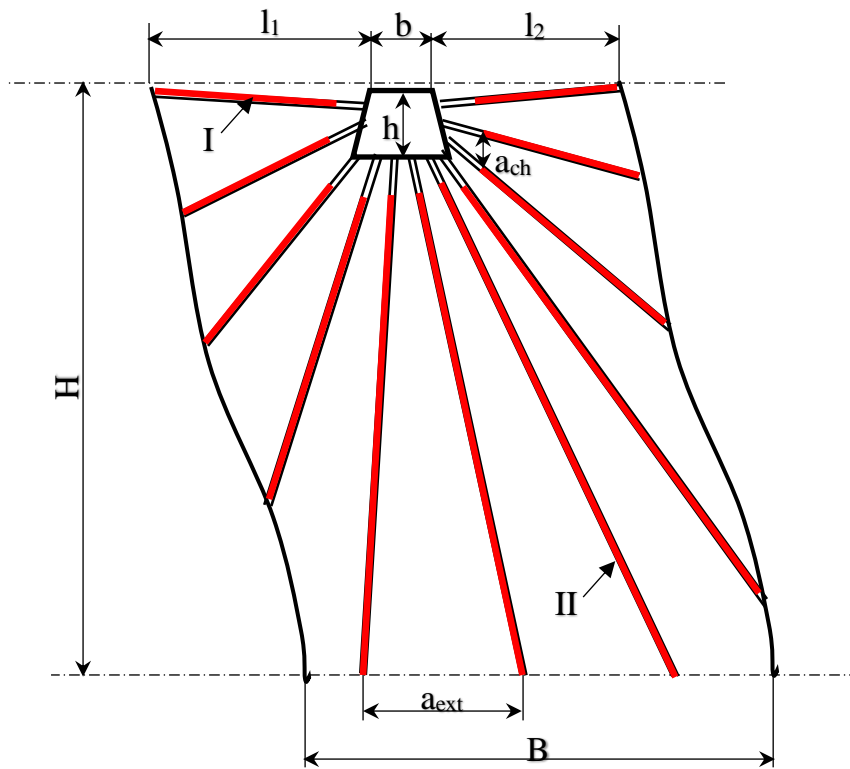
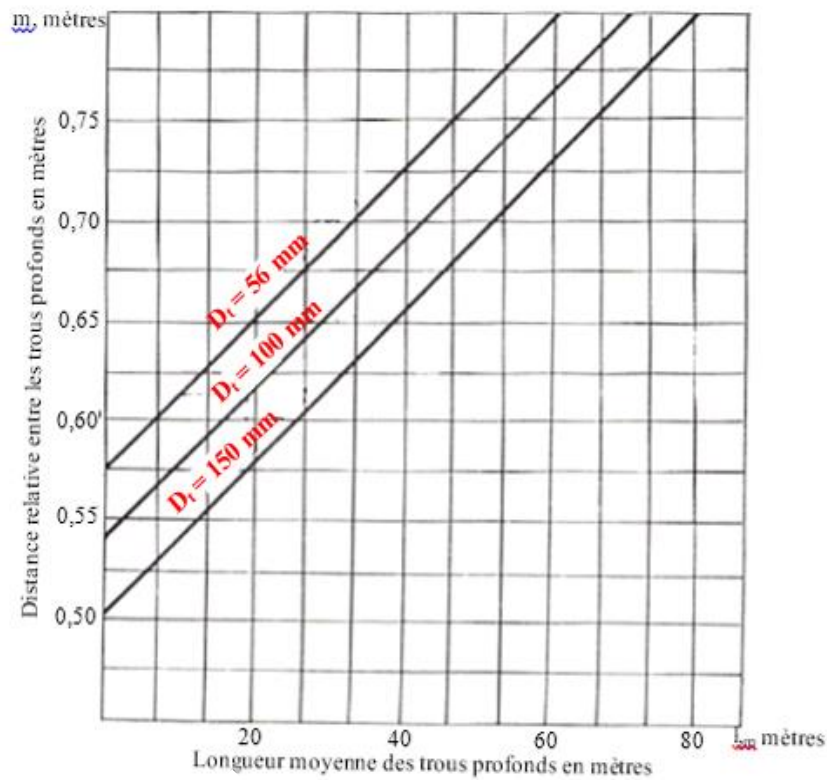


Schéma de la disposition des trous profonds en éventail.


 Fig. 4. Influence de la longueur moyenne des trous profonds ( $l_m$ ) et leur diamètre ( $D_t$ ) sur la distance relative ( $m$ ) entre les trous profonds.

$\lambda$  : Coefficient tenant compte de la diminution du volume de minerai abattu à cause de présence des trous de contour.

$$\lambda = \frac{2.S}{2.S + a_{conv} \sum l_{cont}} \quad (3)$$

Ou :

**S** : surface du front d'abattage, en m<sup>2</sup>

$$S = B.H - S_g, \quad (m^2) \quad (4)$$

**B** : largeur du chantier d'abattage (puissance horizontale du gite), en mètres.

**H** : hauteur du front d'abattage (distance entre les ouvrages d'abattage), en mètres.

**S<sub>g</sub>** : section transversale de l'excavation de forage, en m<sup>2</sup>.

**Σ l<sub>cont</sub>** : Longueur totale des trous profonds de contour (selon le schéma d'abattage), en mètres.

$$\sum l_{cont} = l_1 + l_2 = B - b, \quad (m) \quad (5)$$

Ou :

**b** : largeur de l'excavation de forage, en mètres.

**5/ Distance moyenne entre les extrémités des trous profond en éventail. « a<sub>ext</sub> »**

$$a_{ext} = (1 \text{ à } 1,4).W_r, \text{ en mètres} \quad (6)$$

**6/ Distance maximale entre les charges d'explosifs dans les trous profonds. « a<sub>ch</sub> »**

$$a_{ch} = (0,4 \text{ à } 0,5).W_r, \text{ en mètres.} \quad (7)$$

**7/ Quantité du minerai à abattre en masse lors de l'abattage d'une tranche**

$$V = S.W_r.\gamma, \quad (\text{tonnes}) \quad (8)$$

**γ** : masse volumique du minerai en t/m<sup>3</sup>

**8/ la quantité de minerai abattu en masse par 1m de trou profond. « Q<sub>1m</sub> »**

$$Q_{1m} = m.(W_r)^2. \gamma. \lambda, \quad t/m \quad (9)$$

**9/ la longueur totale des trous profond dans une tranche « Σ l<sub>tr</sub> »**

$$\sum l_{tr} = \frac{V}{Q_{1m}}, \text{ en mètres} \quad (10)$$

**10/ la charge totale d'explosif pour l'abattage d'une tranche « Q<sub>tot</sub> »**

$$Q_{tot} = q'. \sum l_{tr}, \quad \text{en kg} \quad (11)$$

Ou :

**q'** : Consommation d'explosif dans un mètre de trou, en (kg/m)

$$q' = \frac{\pi D_t^2}{4} . \Delta . K_{ch}, \quad kg/m \quad (12)$$

### 11/ le nombre de trous en éventail « $N_{tr}$ »

$$N_{tr} = \frac{2H+B}{a_{ext}} + 1, (trous) \quad (13) \quad \text{Selon le schéma}$$

### 12/ la consommation spécifique d'explosif précisée « $q_{exp}^*$ »

$$q_{exp}^* = \frac{Q_{tot}}{V}, \quad (kg/t) \quad \text{ou} \quad q_{exp}^* = \frac{Q_{tot}}{V/\gamma}, \quad (kg/m^3) \quad (14)$$

#### 3.1.2.4 Calcul des paramètres d'abattage par trous profonds en parallèles :

Le calcul des paramètres d'abattage par trous profonds en parallèles est basé sur le même principe que celui des trous profonds en éventail.

#### 1/ Consommation spécifique d'explosif « $q_{exp}$ », en $kg/m^3$ ,

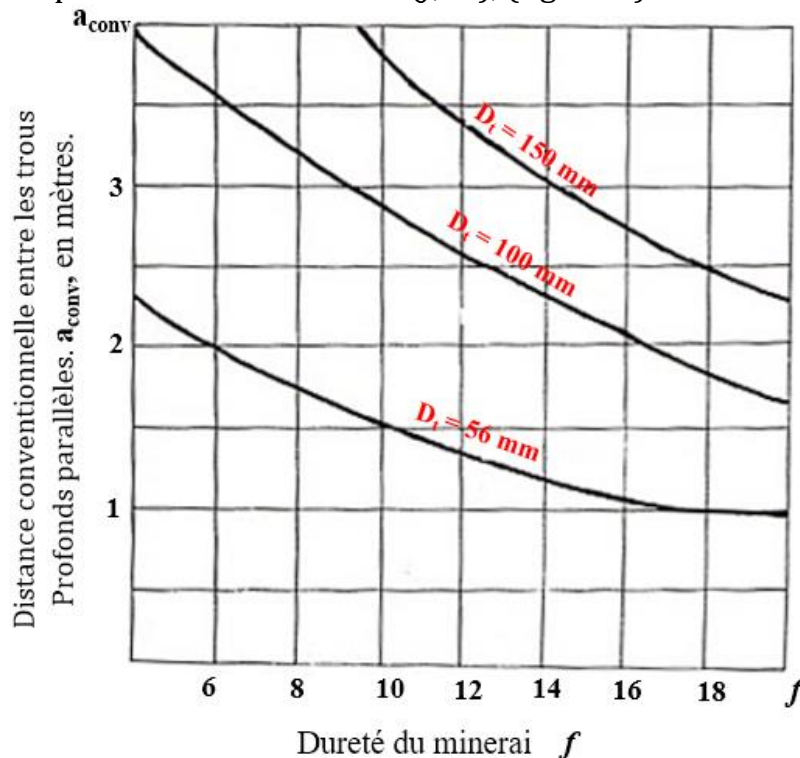
On la prend d'après la relation,  $q_{exp}=f(f)$  (tableau 2)

**Tableau 2.**Influence de la dureté du minerai sur la consommation spécifique d'explosif.

Dureté du minerai, ( $f$ )	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Consommation spécifique d'explosif, $q_{exp}$ en $kg/m^3$	0,7	0,8	0,9	0,95	1.05	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,95	2.2	2,4	2.6	2.9

#### 2/ Distance moyenne conventionnelle entre les trous profonds parallèle dans une rangée. « $a_{conv}$ », en mètres.

On la fixe d'après la relation  $a_{conv}=f(f, D_t)$ , (figure 5)



**Fig. 5.** Influence de la dureté du minerai  $f$  et du diamètre des trous  $D_t$  profonds parallèles sur la distance conventionnelle entre eux.  $a_{conv}$ .



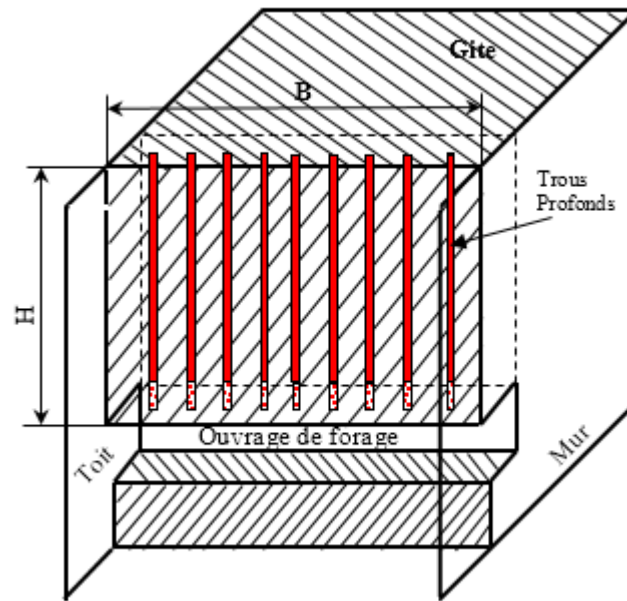


Schéma du chantier d'abattage par trous profonds parallèles.

### 3/ ligne de moindre résistance « $W_r$ »

Est déterminée par la formule suivante :

$$W_r = \sqrt{\frac{\pi D_t^2}{4} \cdot \Delta \cdot K_{ch} / m \cdot q_{exp} \cdot \lambda} \quad (m) \quad (1)$$

Ou :

$D_t$  : diamètre des trous profonds en parallèle, en mètre.

$\Delta$  : densité de l'explosif, en kg/m<sup>3</sup>.

**$\Delta=900$  à  $1200\text{kg/m}^3$**

$K_{ch}$  : coefficient de chargement des trous profond  $K_{ch}=0,60$  à  $0,80$ .

$m$  : distance relative entre les trous, on la prend d'après la dépendance, (Figure 6).

$$m = f(f, D_t)$$

$\lambda$  : Coefficient tenant compte de la diminution du volume de minerai abattu à cause de présence des trous de contour.

$$\lambda = \frac{2 \cdot S}{2 \cdot S + a_{conv} \sum l_{cont}} \quad (2)$$

Ou :

$S$  : surface du front d'abattage, en m<sup>2</sup>

$$S = B \cdot H, \quad (m^2) \quad (3)$$

$B$  : largeur du front d'abattage, en mètres.

$H$  : hauteur du front d'abattage, en mètres.

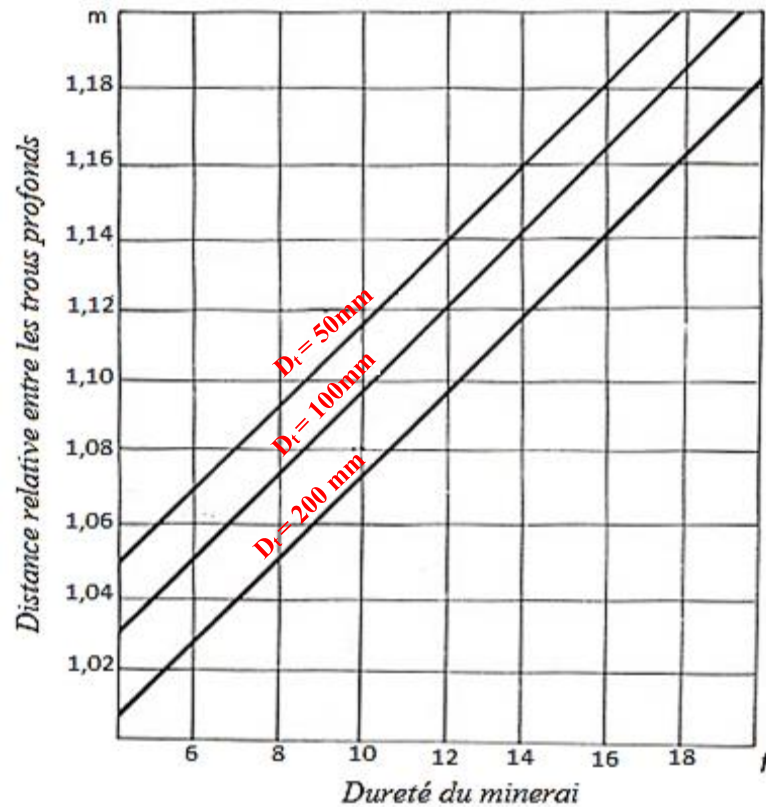
$\sum l_{cont}$  : Longueur totale des trous profonds de contour (selon le schéma d'abattage), en mètres.

$$\sum l_{cont} = 2 \cdot L_{tr}, \quad (m) \quad (4)$$

Ou :

$L_{tr}$ : Longueur de du trou profond parallèle, en mètres.

$$L_{tr} = \frac{H}{\sin \alpha} + l_{ex}, \quad (m) \quad (5)$$



**Fig. 6.** Influence de la dureté du minerai  $f$  et du diamètre ( $D_t$ ) des trous profonds Parallèles sur la distance relative (m) entre ces derniers.

#### **4/ Distance entre les trous profonds parallèles « a », en mètres.**

$$a = m \cdot W_r, \quad (\text{mètres}) \quad (6)$$

#### **5/Nombre de trous profonds dans une rangée « $N_{tr}$ »**

$$N_{tr} = \frac{B}{a} + 1, \quad (\text{trous}) \quad (7)$$

#### **6/ longueur totale foré des trous profonds dans une rangée « $L_{tot}$ », en mètres**

$$L_{tot} = N \cdot L_{tr}, \quad (\text{mètres}) \quad (8)$$

#### **7/ la charge totale d'explosif « $Q_{tot}$ », en Kg**

$$Q_{tot} = q' \cdot L_{tot}, \quad (kg) \quad (9)$$

Ou :

$q'$  : quantité d'explosif dans une mètre de trou (capacité métrique), kg/m

$$q' = \frac{\pi}{4} \cdot D_t^2 \cdot \Delta \cdot K_{ch}, (kg/m)$$

### 8/ Volume de minerai abattu par un tir « V », en tonnes

$$V = S \cdot W_r \cdot \gamma, (tonnes) \quad (10)$$

### 9/ la consommation spécifique d'explosif précisée « $q_{exp}^*$ »

$$q_{exp}^* = \frac{q \cdot L_{tot}}{S \cdot W_r}, (kg/m^3) \text{ ou } q_{exp}^* = \frac{Q_{tot}}{V}, (Kg/tonnes) \quad (11)$$

#### 3.1.2.5. Conditions d'emploi des trous profonds :

L'application de l'abattage par tir des trous profonds exige une puissance du gite supérieur à 5-8 m afin d'éviter les grands pertes et la dilution du minerai, en conséquence, l'abattage inexacte près du contour du gite.

Les **avantages** de l'application de l'abattage par tir des trous profond sont les suivants :

- Augmentation du rendement du bloc par h-p à 2-3 fois,
- Réduction de la consommation d'explosif,
- Dégagement des poussières réduit,
- Sécurité de travail plus élevé,
- Possibilité du dépilage sans soutènement artificiel du minerai et de n'importe quelle stabilité.

Aux **inconvénients** on peut rapporter :

- Rendement plus élevé du chantier en gros blocs,
- Conduite des travaux de dépilage inexacte,
- Pertes et dilution du minerai plus élevés,
- Perturbation des piliers de protection et des épontes sous l'effet de l'explosion.