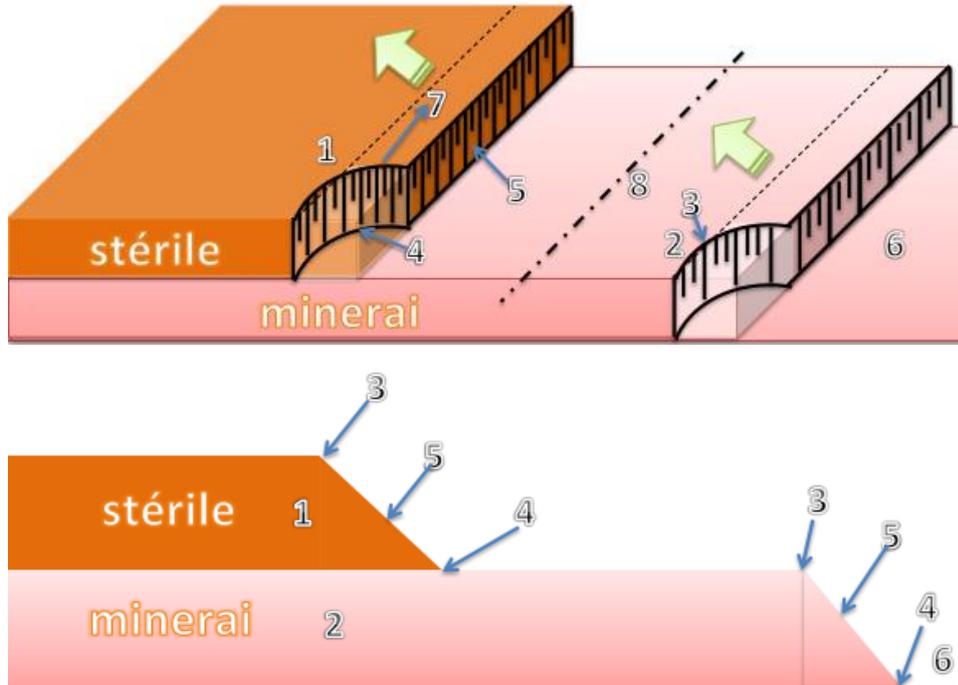


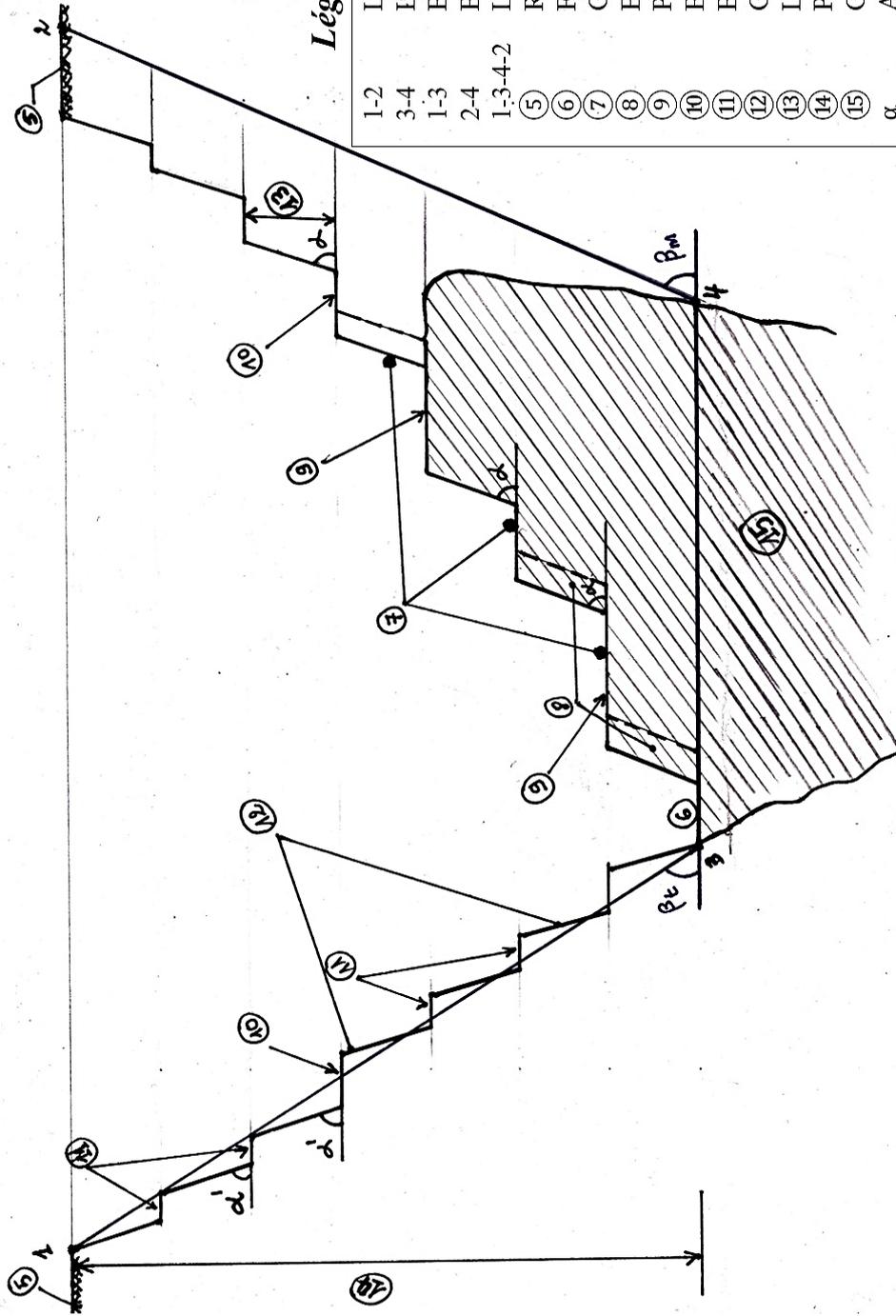
L'exploitation à ciel ouvert

On choisit le mode d'exploitation à ciel ouvert quand le gisement affleure à la surface ou un peu profond et aussi quand le prix de revient est supérieur à celui de l'exploitation en souterraine.

1. Eléments d'une mine à ciel ouvert :



1	Gradin stérile	2	Gradin de minéral	3	Arrête supérieure	4	Arrête inférieure
5	Talus du gradin de front de taille	6	Plateforme de travail	7	Tranche d'enlèvement	8	Axe de la voie de transport



Légende :

- 1-2 Le contour supérieur de la mine à ciel ouvert
- 3-4 Le contour inférieur de la mine à ciel ouvert
- 1-3 Bord inexploitable du côté de toit de gisement
- 2-4 Bord inexploitable du côté de mur de gisement
- 1-3-4-2 Les contours de la fosse finale de la mine à ciel ouvert
- ⑤ Relief
- ⑥ Fond de la mine à ciel ouvert
- ⑦ Gradins en exploitation
- ⑧ Enlevure
- ⑨ Plateforme de travail
- ⑩ Bernes de transport
- ⑪ Bernes de sécurité
- ⑫ Gradins inexploitable
- ⑬ La hauteur du gradin
- ⑭ Profondeur finale de la mine à ciel ouvert
- ⑮ Gisement
- α Angle du talus du gradin exploitable
- α' Angle du talus du gradin inexploitable
- β_m Angle du bord inexploitable au côté du mur
- β_t Angle du bord inexploitable au côté du toit

Schéma représentatif des éléments d'une mine à ciel ouvert (carrère)

2. Les méthodes d'exploitation à ciel ouvert :

- **Méthode de découverte** : lorsque le gisement est stratiforme, peu profond et s'étend sur une grande surface horizontale. elle est observée dans les exploitations de charbon. De grandes étendues avec de petits gradins.

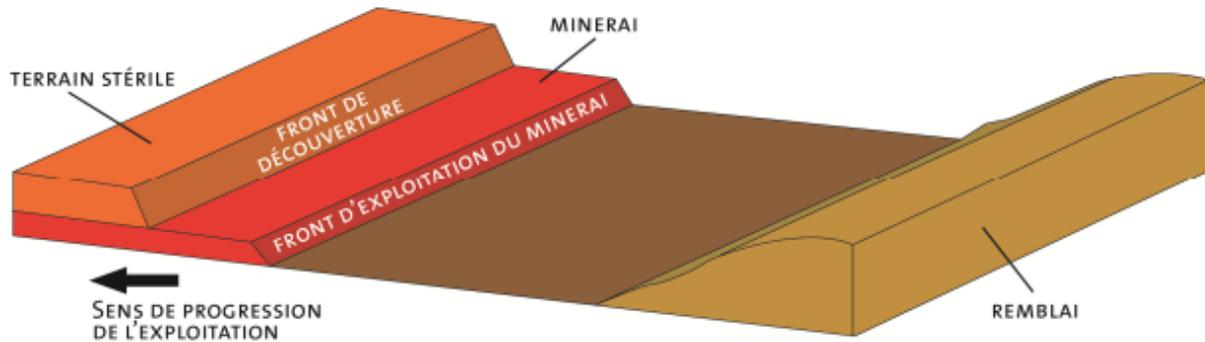


Schéma d'une exploitation à ciel ouvert en découverte

- **Méthode de la fosse** : La découverte porte alors sur tout le volume du cône qui constitue la fosse. Tous les matériaux stériles sont évacués hors de la fosse et stockés (pour remblayage éventuel du trou). Cette méthode est réservée aux filons, aux couches fortement pentées et aux amas. Le taux de découverte s'accroît très vite avec la profondeur, ce qui limite l'intérêt économique de la méthode. elle est la plus répandue dans l'exploitation des gisements métallifères où le pendage est fort.

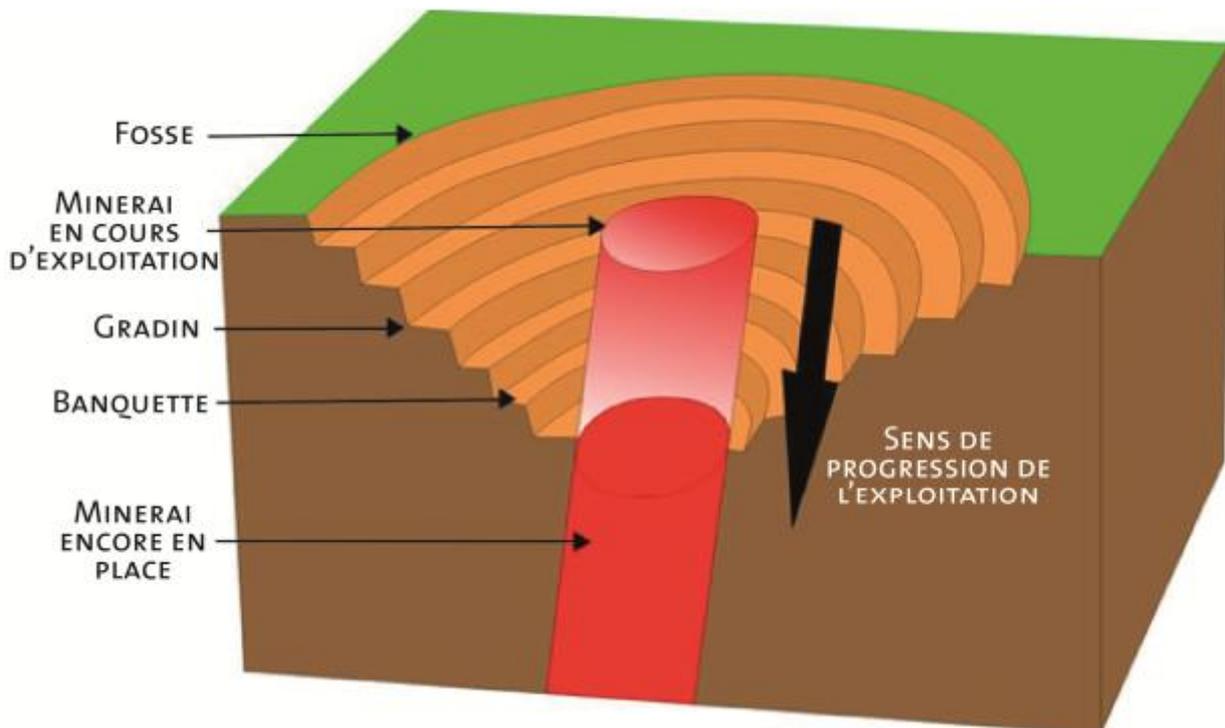


Schéma d'une exploitation à ciel ouvert en fosse



Palabora, la plus grande mine à ciel ouvert

3. Etapes d'une exploitation à ciel ouvert (C.O) :

- Préparation initiale des sites et travaux d'ouverture. (enlèvement des morts-terrains, construction des aires destinées à l'usine de traitement et aux parcs de résidus)
- Travaux préparatoires
- Travaux d'extraction

4. Les travaux d'ouverture d'une mine à C.O :

Les travaux d'ouverture d'une exploitation à C.O comprennent des **travaux de découverte** qui sont l'ensemble des processus de dégagement et du déplacement des roches stériles recouvrant la substance utile et **les travaux d'accès** au niveau supérieur du site par la construction de la piste principale.

- **Le décapage** des terres stériles vont se faire à l'aide de bulldozer et lorsque le stérile est dure on utilise le riper (bulldozer+ une dente en arrière) pour désolidariser les blocs rocheux de son ciment argileux et les stocker dans une aire aménagée à cet effet (halde à stérile) généralement à la périphérie de la concession.

- **Traçage de la piste principale** : la construction de la piste principale qui permet l'accès au niveau supérieur se fait après découverte du gisement ceci démarre de la station de concassage primaire jusqu'au niveau du premier gradin d'ouverture, on exécute son dessin sur le plan topographique du site puis on réalise son profil en long en mentionnant ces paramètres qui sont : sa longueur, sa pente globale, rayon de courbure s'il y a un virage. Finalement, on calcule le volume de déblai et du remblai en exécutant les profils en travers.

5. Les travaux préparatoires (de développement) :

Signifié toutes les travaux qu'il y a lieu d'entreprendre dans le cadre de préparation du gradin en exploitation à C.O d'un gisement, on appelle cela **le gradin en préparation**. On ait accède à une tranchée d'accès à la cote de démarrage de la construction de la plateforme de travail on prépare la construction du gradin qui évoluera au fur et à mesure de l'avancement des travaux jusqu'à atteindre la cote finale pour lequel ce gradin atteint la hauteur fixé dans le projet d'exploitation.

6. Travaux d'extraction dans une exploitation à ciel ouvert :

6.1. L'abattage :

⌘ Le choix de méthode de la préparation des roches à l'abattage dépend du type des roches, propriétés physiques et mécaniques, des paramètres techniques des engins et des équipements miniers disponibles, des exigences de propreté du minerai, extrait, productivité de l'entreprise minière.

A- Abattage mécanique : dans le cas de massifs « tendres », des pelles spécifiques extraient de manière continue les roches (pelles à câbles, pelles hydrauliques, pelles en butte, décapeuses ou « scrapers », roues pelles, etc.) ;

Il y a 2 catégories d'excavateurs :

- excavateurs à **godet unique** : dont la prise et le déplacement de la roche se fait au moyen d'un seul godet, il fonctionne de façon cyclique.

- excavateurs à **godets multiples** : dont la prise et le déplacement des roches se font à plusieurs godets, ils sont fixés dans une chaîne sans fin, ou sur une roue.



Roue pelle

en particulier la méthode du sciage est utilisée pour le découpage des blocs de forme bien défini dans un matériau non fissuré comme le marbre, ce découpage est réalisé à l'aide d'une scie à fil diamanté .

B- Abatage à l'explosif : Pour les roches dures la préparation de ces roches se fait à l'aide de l'explosif, il se compose dans ce cas :

♣ D'une phase de forage : à l'aide de sondeuses à percussion, marteau fond de trou, sondeuses rotatives. Le matériel est choisi en fonction de la nature du minerai à extraire, ainsi que de la vitesse et de la profondeur de forage nécessaires pour atteindre la production quotidienne visée.

Cette opération doit se faire suffisamment à l'avance pour permettre la préparation du chantier en vue de l'évacuation des produits abattus.

♣ D'une phase de tir de mine : l'explosif le plus utilisé est le nitrate-fuel (ANFO) mais l'utilisation d'unités mobiles de fabrication d'explosif se développent, ces dernières peuvent éventuellement constituer une alternative à la manipulation de cartouches d'explosifs et à leur

transport depuis le lieu de fabrication au site de tir. Sont distingués les tirs d'abattage (pour disloquer le massif rocheux) des tirs de découpage (pour dessiner les gradins) ;

Lors de l'explosion d'énormes pressions sont dégagées qui fait le travail mécanique de morcellement. La puissance d'un explosif est proportionnelle à la vitesse à laquelle cette décomposition s'est produite.

- les explosifs déflagrants ($v = 400\text{m/s}$) Ils sont utilisés pour la mèche lente
 - les explosifs détonants ($v > 2000\text{m/s}$) : Les dynamites, les nitrates, nitrate-fuel. L'énergie libérée de ces explosifs se manifeste sur 2 formes :

* énergie de choc (2-6 MJ/kg) véhiculée par une onde de choc qui se déplace au sein de la charge transmise au milieu environnant.

* énergie de gaz : engendrée par le dégagement d'une énergie de gaz à très haute température et pression.

Ceux fabriqués en Algérie par ONEX :

➤ Explosifs de consistance gélatineuse (les NITROS) :

- Fabriqués en cartouches

- vitesse de détonation : 4000-6000m/s

- les types : **geonit** (plus de 60% nitroglycérine) **gelanit** 1-2 (teneur plus élevée de TNT)

- résiste à l'humidité

➤ Explosifs de consistance pulvérulente (NITRATÉS) :

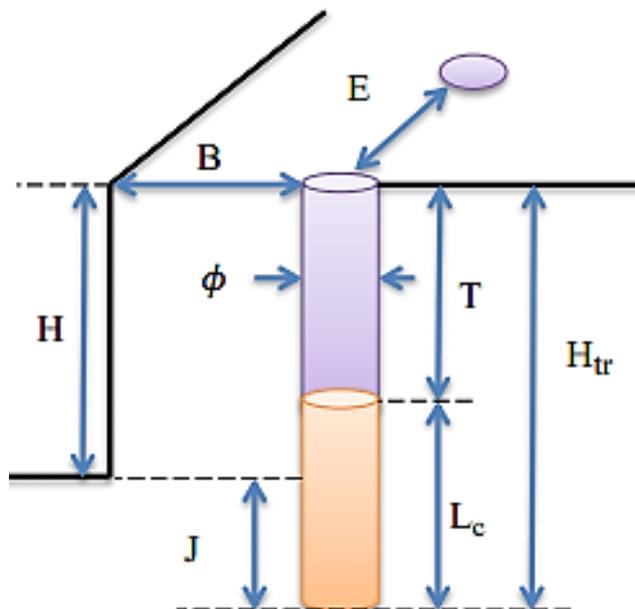
- vitesse de détonation : 3500-4000 m/s

- les types : **MARMANITE 1-2-3 N 18 bis**

- résistent faiblement à l'humidité

➤ Les Nitrate-Fuel : c'est le plus faible explosif avec une vitesse de détonation de 3000-4000m/s, il est connu sous le nom **ANFOMIL**

Eléments géométriques du plan de tir :



H	Hauteur du gradin
B	Banquette
T	Longueur de bourrage
L _c	Longueur de la charge
J	Longueur de sur profondeur
H _{tr}	Longueur du trou
E	Espacement entre les trous
φ	Diamètre du trou

6.2. Le chargement :

(Simple ou avec transport combiné) : il s'agit de déblayer la zone de tir des roches abattues. Dans le cas d'un tir à l'explosif, le chargement est dit simple et il est effectué par pelles hydrauliques sur chenilles (en butte ou en rétro) ou par chargeuses frontales sur pneumatiques (dit loader). Dans le cas d'un abattage continu, le chargement est combiné à la phase d'abattage puisque les pelles utilisées déblaient directement les roches.

Les exploitations à ciel ouvert requièrent généralement des engins de chantier aux gabarits imposants et peu communs aux autres secteurs de l'industrie (pelles, roues pelles, draglines, tombereaux).

Avantages / inconvénients de la chargeuse / pelle hydraulique :

- grande capacité du godet / masse de la chargeuse.
 - grande vitesse de déplacement (30-40) fois supérieur à la pelle.
 - grande manœuvrabilité (permet de réaliser l'opération de chargement dans plusieurs chantiers).
 - rendement meilleur et ne dépend pas de la hauteur du gradin
 - possibilité de desservir plusieurs chantiers par une seule et même chargeuse.
 - les chargeuses sur pneus sont capable de surmonter de grandes pentes, elles sont dites universelles, elles sont aussi utilisées pour toutes les travaux de nettoyage, ...
- ↪ Effort de poussée relativement petit pour l'exploitation des roches dures mal fragmentées (pour les petites et moyennes puissances)
- ↪ Leur application à titre d'engin d'extraction et de chargement ainsi que de chargement et de transport est limité (carrière à petite et moyenne productivité).



Pelle hydraulique sur chenilles



Chargeuse Caterpillar 994F

6.3. Le transport :

Il s'agit de transporter les diverses roches déblayées vers la zone de traitement (primaire ou secondaire). Dans certains cas, ce transport peut se faire directement par les pelles (distance de transport très faible). Le plus souvent il est effectué essentiellement par tombereaux (rigides ou articulés) ou par bandes transporteuses. Sur de très longues distances, des voies de chemins de fer peuvent être construites.

✎ La masse minière transportée par unité du temps (heure, poste, jour) s'appelle **trafic**. La distance de roulage est dépendante du type d'engins de transport et de la pente directrice (qui correspond à la pente maximale) se détermine par le type de transport et leurs caractéristiques. Les exigences principales du transport :

- la distance minimale à parcourir pour le transport du minerai et du stérile du front de taille jusqu'au lieu de déchargement.
- les temps morts soit réduits.
- paramètres des moyens de transport doivent correspondre à ceux des engins d'extraction et de chargement ainsi qu'aux propriétés des roches déplacées.
- sécurité maximale et rendements maximal.
- meilleur sens de progression des travaux miniers.



Dumper (camion)