

Chapitre 1 : Carrières des roches massives

Enseignant : Dr. Noui Abdelkader

Institut des Séances de la terre et de L'univers, Université Batna 2
Batna 05078, Algérie

1. Introduction

Une *carrière* est le lieu d'où sont extraits des matériaux de construction tels que la pierre, le sable ou différents minéraux non métalliques ou carbonifères. Le chantier se fait à ciel ouvert (Fig. 1). Les carrières peuvent être souterraines ou sous-marines. Elles exploitent des roches meubles (éboulis, alluvionnaires) ou massives (roches consolidées sédimentaire (calcaires et grès), éruptive ou métamorphique (ardoises, granites, porphyres, gneiss, amphibolites, quartzites, schistes, basaltes, etc.).



Fig. 1 Carrière de pierres à ciel ouvert à Soignies, Province de Hainaut, Belgique.

La pierre est exploitée par l'homme pour ses constructions depuis plus de 5 000 ans. Elle constitue un matériau indispensable au développement économique et à l'aménagement du territoire.

Après l'air et l'eau, cette ressource minérale représente la matière première la plus utilisée par l'homme. Les granulats, destinés aux travaux publics, sont de loin le matériau dont la production est la plus élevée. Ils sont issus pour l'essentiel de roches meubles ou massives :

- les matériaux meubles, généralement d'origine alluvionnaire, sont constitués d'accumulation d'éléments issus de l'érosion des roches affleurant en surface, transportés et déposés par les cours d'eau ou glaciers dans les vallées ;
- les roches massives regroupent l'ensemble des roches consolidées, qu'elles soient d'origine sédimentaire (calcaires et grès), éruptive ou métamorphique (granites, porphyres, gneiss, amphibolites, quartzites, schistes, basaltes...).

2. Les modes d'exploitation d'une carrière

Il est classiquement cité deux principaux modes d'exploitation en roches massives :

- **la carrière à flanc de coteau** : l'exploitation attaque d'abord le pied de versant puis entame le coteau sur sa hauteur, en partie ou en totalité (Fig. 2) ;
- **la carrière en fosse** : cette exploitation dite également « en dent creuse » entame le gisement depuis le plateau en formant une excavation de plus en plus profonde et large à l'ouverture. Les profondeurs sont de l'ordre de quelques dizaines à une centaine de mètres. Un phénomène courant dans les carrières en fosse est leur remplissage par les eaux superficielles et souterraines, qui nécessite un pompage constant durant l'exploitation et provoque l'enneigement de la fosse après arrêt de l'activité. Ces cas peuvent s'apparenter pour partie aux zones humides décrites dans les travaux antérieurs menés sur les gravières (Fig. 3).



Fig. 2 Carrière à flanc de coteau

Des situations mixtes existent entre ces deux types. À partir d'une carrière à flanc de coteau, l'exploitation peut se poursuivre par abaissement du carreau (à savoir le fond de la carrière) à la manière d'une exploitation en fosse.

Deux autres modes d'exploitation peuvent être rencontrés :

- **L'exploitation d'éboulis naturels** : l'exploitation enlève tout ou partie de l'éboulis

développé sur le versant et peut aussi entamer le substratum calcaire. Ce mode peut être considéré comme une variante de la carrière à flanc de coteau. Les éboulis exploités sont généralement d'origine postglaciaire et concernent un matériau meuble (Fig. 4).



Fig. 3 Carrière en fosse



Fig. 4 Carrière d'éboulis

- **la carrière souterraine** : elle exploite un gisement par creusement de galeries et avancée progressive. Il s'agit d'exploitations de pierre de taille dans la majorité des cas, de gypse pour la fabrication de plâtre (en Ile-de-France, Lorraine...), plus rarement de calcaire marneux pour l'industrie cimentière (Fig. 5).



Fig. 5 Carrière souterraine

3. Zones de carrière massive

Les sites d'extraction de matériaux massifs présentent classiquement deux types de zones : une zone d'extraction, marquée par la formation de fronts de taille (ou de galeries dans le cas d'extraction souterraine), et une zone de traitement ou « carreau », zone plane et compactée, qui accueille souvent les activités de concassage, criblage et stockage des matériaux et des engins.

3.1 Fronts de taille

Les *fronts de taille* sont les parois verticales de la carrière, obtenues par abattage de la roche à l'explosif (tirs de mines). La hauteur réglementaire de chaque front (c'est-à-dire le gradin situé entre deux banquettes) est actuellement de 15 m et peut atteindre 30 m par dérogation.

On distingue les fronts inférieurs (du gisement exploité) du front de découverte constitué de matériaux superficiels altérés (matériaux de découverte).

3.2 Banquette

La *banquette* est la partie horizontale qui sépare deux fronts de taille* (le front et sa banquette inférieure constituent un gradin). La largeur des banquettes* en exploitation est de plusieurs dizaines de mètres. En phase ultime, les banquettes dites « résiduelles » excèdent rarement une largeur de cinq mètres.

3.3 Carreau

Le *carreau* est la partie horizontale formée par l'avancée progressive des fronts et donc localisée en fond de fosse. Sur les plus grandes carrières, le carreau atteint des surfaces de quelques dizaines voire quelques centaines d'hectares.

3.4 Pistes

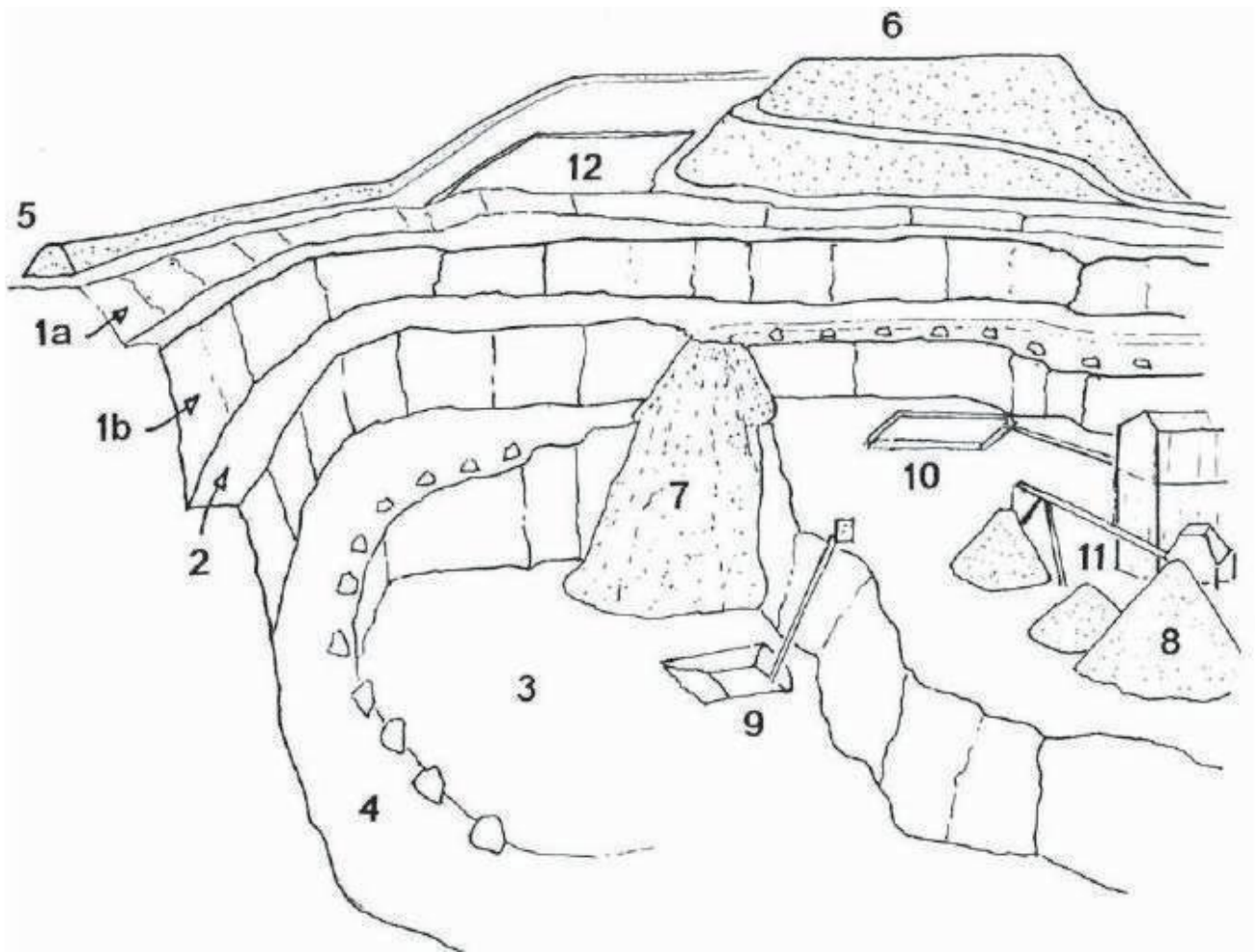
Les *pistes* relient entre elles les différentes parties de la carrière. Elles permettent notamment l'accès des engins aux fronts en exploitation. Leur largeur est souvent d'une dizaine de mètres.

3.5 Merlon

Un *merlon* est un dépôt linéaire de faible dimension (souvent 2 à 4 m de haut sur 5 à 10 m de large), édifié généralement comme élément de protection en périphérie de la carrière (sécurité du public, bruit protection visuelle, etc.). Les merlons sont constitués de matériaux de découverte : terre végétale et/ ou roche altérée.

3.6 Terril

Un *terril* est un dépôt volumineux de matériaux non commercialisables appelés «stériles» On distingue les stériles de découverte (roche superficielle altérée) et les stériles de production correspondant à la partie non commercialisable du gisement après traitement.



Fosse :

- 1. Front de taille
- 1a. Front de découverte
- 1b. Front sain
- 2. Banquette
- 3. Carreau
- 4. Piste

Stocks et dépôts :

- 5. Merlon
- 6. Terril
- 7. Remblai et verse
- 8. Stock de granulats

Bassins :

- 9. Bassin d'exhaure
- 10. Bassin de décantation

Annexes :

- 11. Aire des installations de traitement
- 12. Zone décapée

Fig. 6 Schéma d'une carrière en exploitation

3.7 Remblai et verse

Les matériaux stériles peuvent être mis en *remblais* dans la fosse même quand les conditions d'exploitation le permettent.

3.8 Stock et granulats

La roche est concassée et criblée au niveau de l'installation de traitement pour la production de *granulats* de dimensions variables en fonction des besoins (ballasts ferroviaires, couches routières, mortiers, enduits...). En attendant d'être évacués vers les chantiers, les granulats sont stockés en dépôts de plusieurs mètres de hauteur sur des surfaces parfois importantes (plusieurs hectares).

3.9 Bassin d'exhaure

Le *bassin d'exhaure* (ou de fond de fosse) est destiné à recueillir les eaux pluviales et souterraines collectées par la fosse (eaux d'exhaure) afin de pouvoir les évacuer par pompage vers l'extérieur (après passage dans un bassin de décantation). Sa superficie est souvent de l'ordre de 100 à 200 m². Il n'est pas présent sur toutes les carrières, en particulier en roches calcaires du fait du caractère drainant du substrat.

3.10 Bassins de décantation

Les *bassins de décantation* permettent le traitement des eaux par simple gravitation pour réduire leur taux de matière

en suspension (MES). Ils servent soit au traitement des eaux de lavage des matériaux en circuit fermé, soit au traitement des eaux d'exhaure avant rejet dans le milieu naturel. Leur nombre varie en fonction des capacités de l'installation de traitement et du volume d'exhaure. Les bassins sont curés si nécessaire à la pelle mécanique. Les boues récupérées sont généralement stockées avec les matériaux stériles.

3.11 Aire des installations de traitement

La zone affectée à l'installation de traitement et aux stocks constituent le secteur de plus grande activité de la carrière puisque c'est à ce niveau qu'aboutissent tous les matériaux extraits et que repartent les matériaux traités. Ce secteur abrite également, le plus souvent, diverses structures annexes telles que les ateliers, le pont-bascule, les réserves de carburants, etc.

3.12 Zone décapée

L'exploitation du front de découverte nécessite d'enlever préalablement les différents horizons humifères qui constituent le sol. Cette opération laisse des zones décapées sur des surfaces plus ou moins importantes en fonction de la fréquence des travaux de décapage. La terre végétale décapée est stockée en merlons et peut être réutilisée pour la remise en état du site.

4. Les différentes natures de roches

4.1 Roches calcaires

Les calcaires sont des roches carbonatées : leur formule chimique est à base de carbonates de calcium (CaCO_3), mais aussi de carbonate de magnésium (MgCO_3). D'autres roches carbonatées lui sont associées dans la présente étude, comme les craies, formées d'accumulation de tests coquilliers d'organismes microscopiques, et les dolomies. Ces roches sont essentiellement d'origine marine. Elles proviennent d'une accumulation d'éléments détritiques, d'une activité biologique ou d'une précipitation chimique. Ces trois facteurs sont souvent combinés, ce qui contribue à la diversité des roches calcaires rencontrées.



Fig. 7 Blocs de calcaire bruts de sciage de carrière

4.2 Roches éruptives dures

Le terme de roches éruptives est un terme générique utilisé par la profession pour désigner un ensemble de roches riches en silice mais aux origines géologiques différentes. Peuvent ainsi être distingués :

- Les matériaux magmatiques éruptifs (ou encore effusifs ou volcaniques) proprement dits, tels que le basalte ou la rhyolite : ceux-ci résultent d'un refroidissement rapide du magma. C'est par exemple le cas des coulées de lave. Les cristaux n'ont pas eu le temps de se former et ne sont donc pas visibles à l'œil nu : la roche présente une structure microlitique ;
- Les matériaux magmatiques intrusifs comme les gabbros ou les granites : si le refroidissement du magma est suffisamment lent, les cristaux sont largement développés. La roche présente alors une texture grenue où les minéraux de dimension millimétrique sont bien visibles à l'œil nu ;



Fig. 8 Roche magmatique

- Les matériaux métamorphiques : ils résultent de la transformation à l'état solide d'autres roches (sédimentaires, magmatiques ou métamorphiques) lors d'un changement de leurs conditions de pression et/ou de température. Ce changement entraîne une modification minéralogique (par réaction chimique) et texturale de la roche ;



Fig. 9 Roche métamorphiques

- Les *matériaux sédimentaires massifs* : il s'agit de roches comme les grès ou les quartzites, issues de la transformation par diagenèse d'un sédiment après son dépôt pour le transformer en roche sédimentaire.



Fig. 10 Mur de roche sédimentaire

5. Les granulats de roches massives

Les gisements de roches massives correspondent à une multitude de situations géologiques (couches plus ou moins épaisses, filons, épanchements volcaniques, massifs de granite...) et à des localisations géographiques très différentes. *La carrière* peut être implantée en plaine, sur un plateau, en montagne, au bord d'une falaise... L'exploitation s'effectue à flanc de coteau ou en puits, en fonction de la situation du niveau géologique utile. On peut ainsi extraire et produire des *granulats* avec des roches éruptives, des roches métamorphiques et des roches sédimentaires consolidées (calcaires...).

Seules les roches massives ayant de bonnes caractéristiques mécaniques sont susceptibles de constituer des gisements de matériaux dont le concassage fournira des granulats utilisables.

Alors que les gisements de granulats meubles ont des épaisseurs généralement faibles, de l'ordre de 3 à 10 mètres, notamment en ce qui concerne les formations alluvionnaires, les gisements de roches massives sont en moyenne beaucoup plus puissants et peuvent être exploités sur des épaisseurs allant de 15 à 100 mètres. Les surfaces utilisées par les carrières de roches massives sont donc, d'une manière générale, beaucoup moindres que les exploitations alluvionnaires ayant la même capacité.

Les essais "mécaniques" comportent essentiellement :

- L'essai Los Angeles ;
- Essai Micro Deval en présence d'eau (M.D.E.).

Pour ces deux essais, qui rendent compte approximativement d'une part de la fragilité et d'autre part de la résistance à l'usure des granulats, des seuils de valeurs ont été fixés dans toutes les spécifications relatives aux granulats routiers et aux granulats à béton. Ils sont donc indispensables pour "situer" les matériaux étudiés.