

1) Introduction

Qu'est-ce que la mécanique des roches ?

La mécanique des roches est une discipline qui utilise les principes de mécanique pour décrire le comportement des roches.

En quoi la mécanique des roches est-elle spécifique ?

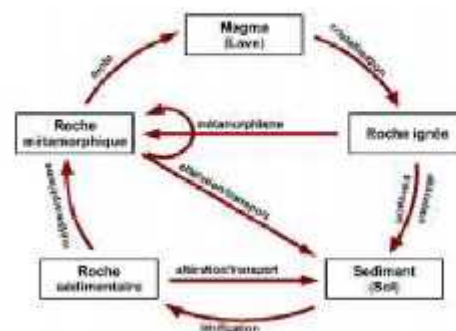
La mécanique des roches traite du comportement des roches lorsque les conditions limites sont modifiées par l'ingénieur.

La roche à l'échelle d'ingénierie est Discontinue, Inhomogène, Anisotrope, et Non-linéairement Elastique.

2) Formation de la roche

Origine des roches : La roche est une substance solide composée de minéraux,

La formation des roches dépend de 3 origines: les roches **ignées** du magma, les roches **sédimentaires** de la lithification des sédiments et les roches **métamorphiques** par métamorphisme, comme illustré (ci-contre) par le cycle des roches.



Minéraux

Les roches sont composées de minéraux, principalement des silicates. Les silicates importants constituant les roches sont les **feldspaths**, le **quartz**, l'**olivine**, le **pyroxène**, l'**amphibole**, le **grenat** et le **mica**.

Les minéraux ont différentes propriétés; leur structure cristalline, leur dureté et leur clivage, qui influencent les propriétés de la roche.

Roches ignées

Les roches ignées sont formées lorsque la roche fondue (magma) se refroidit et se solidifie, avec ou sans cristallisation.

Elles peuvent être formées, **{i}** en profondeur comme des roches intrusives (plutoniques), ou **{ii}** à la surface comme des roches extrusives (volcaniques).

Roches sédimentaires

Les roches sédimentaires sont formées de trois façons principales:

- {i}** par le dépôt de résidus dû à l'altération d'autres roches (connues sous le nom de roches sédimentaires « clastiques »); **{ii}** par le dépôt résultant d'une activité biogénique ; et **{iii}** par la précipitation d'une solution.

Roches métamorphiques

La roche métamorphique est une nouvelle roche transformée à partir d'une roche existante, par métamorphisme - changements dus à la chaleur et à la pression.

Les roches métamorphiques peuvent avoir une structure feuilletée ou non.

Les textures des roches

Les roches sédimentaires, ignées et métamorphiques ont différentes textures dues à leurs différentes origines. Les deux formes principales de texture sont clastiques et imbriquées. La résistance de la roche est une résistance structurelle de la composition des minéraux.

Toute faiblesse existante dans une matrice de matériel de rocheux (microfissures, pores, grains faibles et cimentation) affaiblit aussi le matériel rocheux.

3) Les discontinuités de la roche

Les joints des roches

Les joints sont les principales discontinuités des roches. Ils sont normalement disposés en systèmes parallèles. Ils sont généralement considérés comme éléments du massif rocheux. L'espacement des joints est souvent de l'ordre de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres. Pour l'ingénierie, les joints sont des éléments constants du massif rocheux.

Les failles

Les failles sont des fractures planes de la roche qui mettent en évidence un mouvement relatif. Les failles ont différentes échelles, les plus grandes sont à la frontière des plaques tectoniques. Les failles ne consistent généralement pas en une fracture simple et nette, elles forment souvent des zones de failles.

Les plis

Le pli est le résultat de la flexion d'une strate rocheuse sous l'effet d'une force tectonique ou d'un mouvement.

Les plans de stratification

La stratification est l'interface entre les couches de roche sédimentaire. Elles sont une influence géologique isolée des activités mécaniques.

4) La roche et les massifs rocheux

La roche à l'échelle de l'ingénieur

Pour les travaux de génie civil, par exemple fondations, glissements de terrain et tunnels, l'échelle des projets se situe généralement entre quelques dizaines de mètres et quelques centaines de mètres. La roche à l'échelle de l'ingénierie est généralement une masse en place.

Composition des massifs rocheux

Un massif rocheux contient (I) du matériau rocheux sous forme de blocs de roche intacte de tailles variées, et (II) des discontinuités qui coupe le massif sous forme de fractures, joints, failles, plans de stratification et dykes.

$$\text{Massif rocheux} = \text{Matrice rocheuse} + \text{Discontinuités}$$

Le comportement d'un massif rocheux est largement régi par la présence de joints dont leur rôle est :

- Coupe la roche en plaques, blocs et coins, libres de tomber et de bouger;
- Agissent comme plan de faiblesse pour le glissement;
- Facilite l'écoulement d'eau et crée des réseaux d'écoulement;
- Entraîne de grandes déformations;
- Change la distribution et l'orientation des contraintes.

5) Inhomogénéité et anisotropie

Inhomogénéité des roches

L'inhomogénéité représente une propriété variant selon les zones. Beaucoup de matériaux de construction ont des degrés d'inhomogénéité divers. Les roches sont formées par la nature et montrent de grandes inhomogénéités dues à :

- {i} minéraux différents constituant la roche ;
- {ii} liaisons différentes entre les Minéraux ;
- {iii} L'existence de pores ;
- {iv} L'existence de microfissures.

L'inhomogénéité est la cause de l'initiation de la fissuration menant à la rupture de la matrice rocheuse.

Anisotropie

L'anisotropie est définie comme une propriété différente selon la direction. L'anisotropie s'observe aussi bien dans les roches que les massifs rocheux. L'anisotropie des massifs rocheux est contrôlée par : {I} les joints, et {II} les couches sédimentaires.

6) Contraintes In Situ

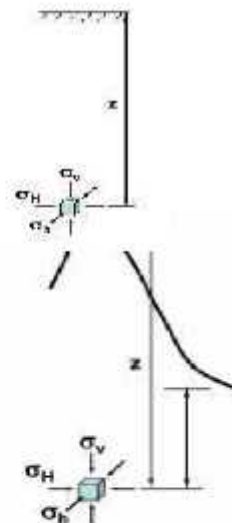
Contrainte verticale et couverture

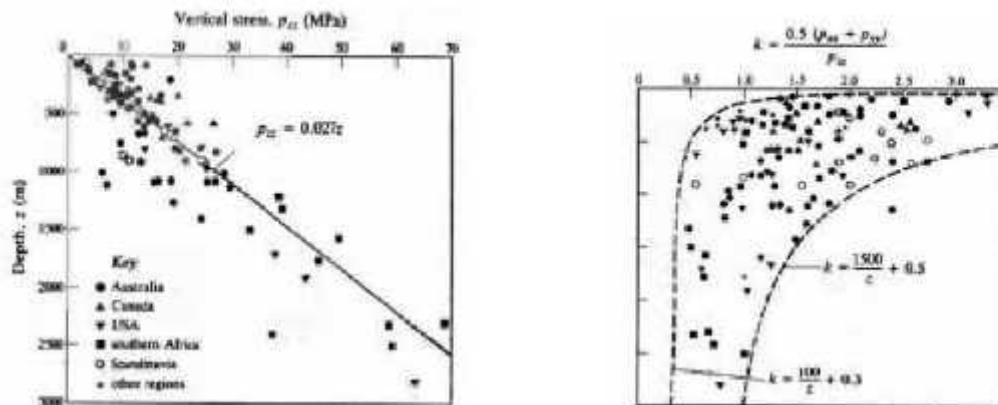
En profondeur, la contrainte dans la roche est la contrainte de couverture de générée par le poids des matériaux. Le poids spécifique moyen des roches est de 2.7. La valeur de la contrainte en profondeur peut donc être estimée par

$$\sigma_v \text{ (MPa)} \sim 0.027 z \text{ (m)}$$

Les contraintes horizontales dans la roche sont principalement tectoniques. Les contraintes horizontales dans les roches sont généralement supérieures à la contrainte verticale. La contrainte horizontale maximale a la même direction que le mouvement de convergence des plaques tectoniques. Les contraintes tectoniques varient fortement en terme d'intensité, et peuvent être exceptionnellement fortes.

À des profondeurs usuelles pour le génie civil (<1000 m, les variations de la contrainte horizontale sont grandes.





7) Eau souterraine

Les plupart des roches ignées et métamorphiques sont très denses et de textures imbriquées. Les roches ont de ce fait une très faible perméabilité et porosité. Certaines roches clastiques sédimentaires, typiquement le grès, peuvent être poreuses et perméables.

L'écoulement dans une roche fissurée est influencé par la connectivité du système ou réseau de fissures. Bien qu'un massif rocheux peut être fortement fissuré, seul un faible pourcentage des fissures sont interconnectées.

8) Roches altérées

L'érosion est progressive, entre la roche fraîche et du matériel totalement altéré (sols), la roche peut être légèrement, modérément ou fortement altérée. Ces roches altérées sont encore intactes et ont encore une structure et texture de roche. Cependant, en raison de l'altération, leurs propriétés ont été affectées et altérées.

Roches molles et sols durs

Les roches sédimentaires sont formées de sédiments (sols) au travers d'un long processus de compaction et de cimentation. Le procédé peut être arrêté avant que les sédiments aient été complètement solidifiés

Roche gonflante

Certaines roches ont le pouvoir de gonfler; lorsque la roche est exposée à l'eau (directement en contact avec l'eau ou à l'air), elle gonfle. Cela est principalement dû au comportement gonflant des minéraux composant la roche, typiquement le minéral d'argile montmorillonite.

Roches fracturées

Les caractéristiques des roches fracturées et broyées sont assez différentes de celles de roches massives. Elles se comportent comme des matériaux granulaires ou sous forme de blocs dont les propriétés mécaniques dépendent de leur géométrie et du frottement. Lorsque de tels matériaux sont rencontrés en construction, ils doivent être considérés séparément.