

Introduction à la mécanique des roches

1- Introduction

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

L'échelle est de l'ordre de quelques mètres à quelques milliers de mètres. Par conséquent, la roche considérée en mécanique des roches est en fait le massif rocheux qui comprend la matrice rocheuse et les discontinuités.



Exemple de massif rocheux

Ce sont d'une part les propriétés de la matrice rocheuse (nature, disposition, forme et dimensions des grains, ampleur et qualité de la cimentation), et d'autre part la géométrie et les propriétés des zones fissurées qui expliquent le comportement mécanique des roches, et notamment leurs déformations sous l'effet des sollicitations subies.

La modélisation du comportement d'un massif rocheux fissuré nécessite la prise en compte de deux éléments:

- le comportement de la matrice assimilable à un milieu homogène isotrope ou anisotrope;
- le comportement des interfaces constituées par les réseaux de fissures au sein du massif; ce comportement dépend des caractéristiques physiques et mécaniques de l'interface et éventuellement du matériau de remplissage.

La mécanique des roches constitue avec la mécanique des sols et la géologie appliquée, la géotechnique ou le génie géotechnique.

2 Différence entre roche et sol

Dans le langage géotechnique on entend par roche une formation géologique dure, c'est à dire dont les particules qui la composent sont très fortement soudées et présentent, de ce fait, des caractéristiques mécaniques élevées. La résistance à la compression simple est supérieure à quelques MPa. La roche à l'échelle d'ingénierie est *Discontinue, Hétérogène, Anisotrope, et Non-linéairement Elastique* en raison de la présence de discontinuités. En géologie, la roche est un matériau de l'écorce terrestre quel que soit son état, solide et consolidé (granite sain), solide mais meuble (sable). Les roches et les massifs rocheux sont souvent pour le constructeur des assises de choix pour la fondation des ouvrages.

Les sols, que l'on retrouve au dessus du substrat rocheux, sont des formations meubles constituées de particules organiques et minérales ayant une faible résistance de liaison et dont les caractéristiques mécaniques sont, par conséquent, plus faibles voir médiocres dans certains cas. Un sable sec et propre ne possède pas de cohésion, une argile ou un sable argileux possède une cohésion faible qui peut être détruite par agitation dans l'eau. Sans être pour autant inadéquats pour l'implantation des ouvrages, les sols posent quelquefois des problèmes de fondations (tassement, rupture par cisaillement).

La limite entre roche et sol peut aussi être définie conventionnellement par un seuil de résistance en compression uniaxiale : les roches se situeraient au-dessus de 1 MPa environ, les sols en dessous.

3 Naissance de la mécanique des roches

La géotechnique a eu longtemps comme principal objet l'étude des sols, le rocher étant considéré comme un matériau idéal, infiniment résistant en toutes circonstances. Construire sur un rocher était considéré un gage de stabilité et de longévité pour l'ouvrage

Cette conception de la sécurité a longtemps dispensé les ouvrages fondés au rocher de toute étude approfondie des conditions géotechniques, à laquelle cependant on avait alors recours lorsqu'on construisait sur un terrain non rocheux.

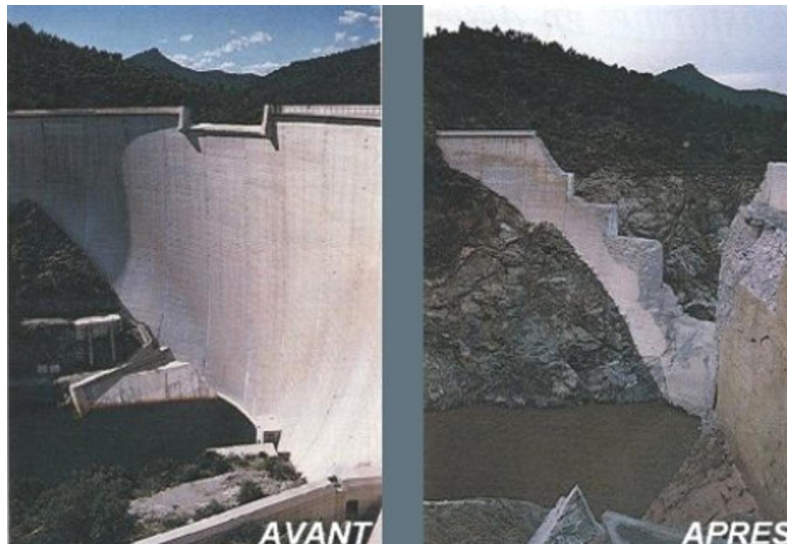
Le développement de la mécanique des roches comme discipline autonome date du début des années soixante. Deux accidents célèbres, devenus cas d'école ont accéléré ce développement:

- La catastrophe du barrage de Malpasset
- La catastrophe du barrage du Vajont

Ces deux désastres ont eu un impact majeur sur la mécanique des roches et ses applications dans le domaine du génie civil et un grand nombre d'articles ont été écrits sur les causes possibles de ces ruptures.

- Catastrophe du barrage de Malpasset

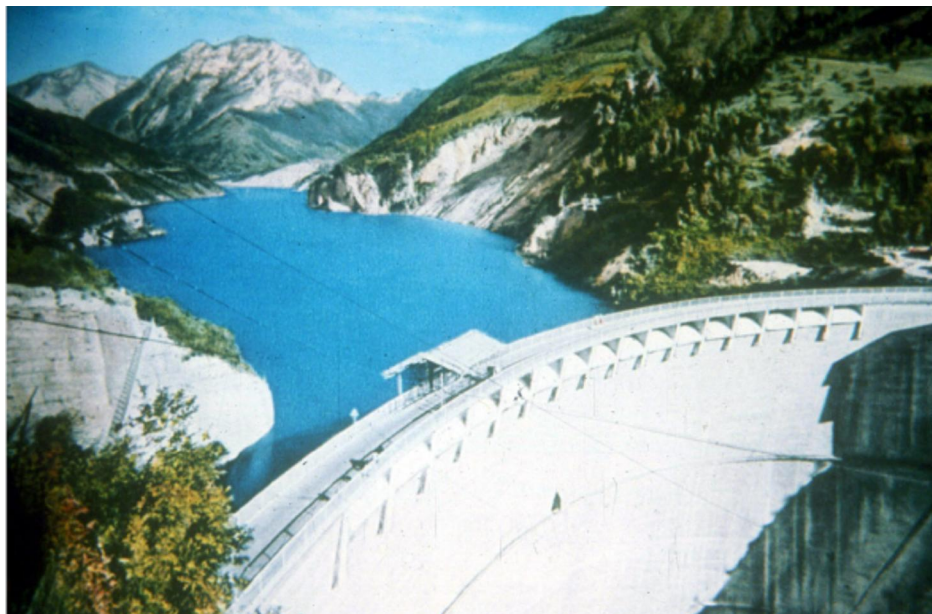
Le célèbre barrage de Malpasset près de Fréjus en France (Voûte de 66m de hauteur) emportée en décembre 1959, à la suite d'une rupture de fondation dans un massif de gneiss fracturé. De ce fait entraînant la mort d'environ 450 personnes. La rupture du barrage a trouvé son origine dans le mouvement de blocs rocheux le long des failles et des joints présents dans le massif (Goodmann, 1989).



Le barrage de Malpasset avant et après la catastrophe

- Catastrophe du barrage du Vajont

La retenue du barrage du Vajont près de la ville de Longarone en Italie, une voûte de 261m de haut a été le théâtre de glissements de berges rocheuses (calcaires et dolomies) après mise en eau du barrage. Un premier glissement a eu lieu en novembre 1960; le second plus spectaculaire, a eu lieu le 9 octobre 1963, déversant quelques 300 millions de m³ de roches dans la retenue, avec comme conséquences la submersion de l'ouvrage et la destruction de la ville de Longarone entraînant la mort de 2500 habitants.



Le barrage du Vajont et le versant instable du mont Toc au début de la mise en eau



Le barrage du Vajont lors de la mise en eau du pied du talus du mont Toc qui a été submergé, ce qui activa le glissement



La ville de Longarone située en aval du Barrage avant la rupture du mont Toc au mois d'octobre 1963



Les restes de la ville de Longarone après l'accident

4 Principaux domaines d'applications

Les principaux ouvrages et travaux de génie civil au rocher sont les fondations (de barrages, de grands viaducs, de centrales nucléaires), la stabilisation des talus et des falaises naturelles, les terrassements de surface (tranchées routières, carrières et mines à ciel ouvert), les travaux souterrains (tunnels, stockages d'hydrocarbures).

Pour les ouvrages souterrains profonds, seule la stabilité locale est à considérer, mais pour ceux qui sont proches de la surface, la déformation et la rupture éventuelle de cette surface prend de l'importance.

Pour les fondations au rocher, comme pour les fondations sur les sols, il convient de vérifier les critères de capacité portante, de tassement et de stabilité d'ensemble. La détermination de la capacité portante et des tassements nécessite l'évaluation des caractéristiques de résistance et de déformabilité à l'échelle du massif rocheux.

Dans le cas des versants rocheux, la stabilité d'ensemble dépend surtout de la présence et du comportement des surfaces de discontinuité étendues qui délimitent des blocs rocheux susceptibles de glisser ou de basculer, tout particulièrement au voisinage des surfaces libres.