

Cours de géologie de l'ingénieur 3^{ème} année

Prof : A. Benamghar (Maitre Assistant)

1 Chapitre 1 Introduction à la géologie appliquée

Ce cours est destiné aux élèves ingénieurs de 3^{ème} année en travaux publics de l'Entp. Il reprend l'essentiel des notions de géologie appliquée au génie civil.

Les chapitres qui seront traités dans ce cours sont les suivants :

- ❖ **Introduction** à la géologie
- ❖ **Composition interne de la Terre**: thermodynamique interne
- ❖ **Tectonique des plaques**: cycles de convection, failles, plis, volcans, séismes...
- ❖ **Géomorphologie**: évolution du relief de la surface terrestre et ses causes
- ❖ **Les roches**: magmatiques, sédimentaires, métamorphiques, minéralogie, cristallographie
- ❖ **Géochronologie**: datation des roches
- ❖ **Les risques géologiques**: séismes, érosion, glissements, effondrements...
- ❖ **Géophysique, Sismologie**: les séismes, les ondes sismiques
- ❖ **La géologie de l'Algérie**: les grands traits de la carte géologique de l'Algérie

1.1 Intérêt de la géologie pour les travaux publics

Quels intérêts l'ingénieur en travaux publics a-t-il à étudier la géologie ? La réponse est très simple.

Le lien entre la géologie et les travaux publics est très étroit.

Tous les édifices et les ouvrages (immeubles, ponts, tunnels, routes, aérodromes...) construits par l'ingénieur en TP comportent une partie fondamentale qui est représentée par les fondations.

Posons nous la question suivante : quel est le rôle du sol des fondations dans une construction ?

On se rendra rapidement compte que ce rôle est des plus importants :

- Le sol des fondations porte le poids de toute la structure et de ses équipements ;
- Le sol des fondations travaille et répond à toutes les sollicitations subies par l'édifice tout au long de sa vie ;
- Le sol des fondations est en communication permanente avec la construction !

Des fondations bien étudiées et bien exécutées sont la garantie d'un ouvrage sûr.

Si les fondations ont été mal étudiées ou mal exécutées toute la construction se retrouve en péril et les pertes pourraient être inestimables.

Le calcul des fondations, leurs dimensionnement, leurs armature, leurs dosage en matériaux, leur profondeur...etc dépendent en grande partie du sol et du sous-sol qui va les accueillir. On ne peut pas concevoir des fondations sans très bien connaître le terrain où elles seront réalisées.

C'est pourquoi l'une des premières tâches de l'ingénieur en TP est de demander un rapport géologique détaillé du lieu de l'ouvrage et parfois de son environnement. C'est lui qui commande une reconnaissance détaillée du sol, et même du sous-sol. Il indique la profondeur et l'étendue de la reconnaissance... les types d'essais et de tests en laboratoire...etc

Laquelle reconnaissance est réalisée à l'aide de visites de terrain, de fouilles, de sondages, de relevés d'échantillons et d'analyse en laboratoire...etc.

Tout ce travail de terrain est mené par un (des) géologue(s) qui porte les résultats dans un rapport détaillé adressé au maître d'œuvre.

Lorsque l'ouvrage est sensible ou très important (ex. tunnel en zone urbaine...) le travail du géologue ne s'arrête pas là, mais se poursuit aussi longtemps que l'ouvrage est en réalisation.

En faisant un tour d'horizon dans l'histoire des TP on se rendra rapidement compte que nombreuses sont les catastrophes qui ne sont pas d'origine naturelle mais bien anthropique (causées par l'Homme).

Ces catastrophes, qui ont souvent coûté très cher en biens mais surtout en vies humaines, et dont la cause principale s'est avérée la négligence ou la mauvaise étude du sol.

1.1.1 Ces accidents spectaculaires qui ont changé la vision des choses :

Même si dans le passé lointain l'homme a su construire sans vraiment se soucier de connaître la géologie du sous-sol sur lequel il travaille, cela n'a pas eu d'effets spectaculaires du fait que les ouvrages étaient assez réduits et les moyens techniques limités. Ajoutez à cela l'inexistence de bases scientifiques ni de législations pour encadrer tout cela.

Mais de nos jours, on s'est vite rendu compte de la nécessité d'accompagner tout projet de construction par une connaissance détaillée du lieu de réalisation.

Cette nécessité a été dictée par plusieurs facteurs :

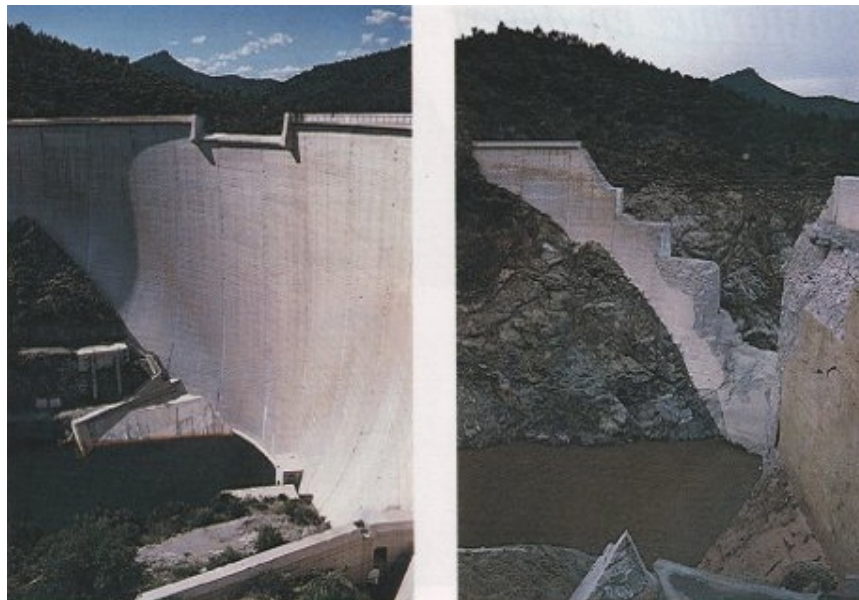
- Les constructions actuelles sont bien plus complexes et plus importantes que celles du passé ;

- Dans les temps actuels nous n'avons pas toujours le choix de l'emplacement de l'édifice du fait de la rareté des terrains constructibles ;
- Les accidents importants (glissements, effondrements, rupture...) qui ont eu lieu en TP, ainsi que la fréquence des catastrophes naturelles (séismes, inondations...) ont marqué les esprits ;
- Les lois et les règlements en matière de constructions ont été adaptés et rendus bien plus sévère que par le passé.

Un exemple frappant : le célèbre accident du barrage de Malpasset¹ (France, 1959). Rappelons que c'est grâce à cette malheureuse catastrophe que « la mécanique des roches » a connu un essor considérable au point de devenir une spécialité à part entière, après qu'elle fut une matière peu connue.

Ce qui est le plus étonnant en étudiant cet accident c'est que l'enquête qui a suivi a révélé les faits suivants :

- l'édifice en lui-même, c'est-à-dire la structure du barrage, n'était pas en cause !
- la cause de l'accident était principalement due à l'insuffisance de l'étude géologique :
 - D'une part une mauvaise reconnaissance du terrain qui n'a pas détecté une faille importante sur la rive gauche du barrage.
 - Et d'autre part, le sous-sol étant constitué de roche, on a négligé sa foliation (fissuration) intense qui s'est aggravée du fait de la charge d'eau.



Photos du barrage de Malpasset avant et après sa rupture le 2 décembre 1959. .

Cette catastrophe et bien d'autres, ont quand même eu pour enseignements que l'étude géologique détaillée n'est guère dissociable du travail de l'ingénieur en TP.

¹ Pour plus d'infos voir sites web :

http://www.ecolo.org/documents/documents_in_french/malpasset/malpasset.htm

<http://tal.univ-paris3.fr/plurital/travaux-2005-2006/masterproj/wulichi-Chachaty/Pages/Altavista/malpasset.html>

1.1.2 Méthodes d'investigation

Il existe plusieurs méthodes d'investigation pour déceler le risque d'un quelconque accident qui mettrait en péril l'ouvrage à construire ou déjà construit. Nous citerons quelques unes d'une façon généraliste :

A) Reconnaissance géologique

- Etudes des photos aériennes: recherche de cicatrices d'anciens mouvements de terrain;
- Relevés structuraux: failles, pendage, schistosité, diaclases, etc.
- Indices sur le terrain: rupture du sol, bourrelets, arbres ou poteaux inclinés, déplacement ou rupture d'éléments, petits glissements, etc...

B) Étude géotechnique

- Type de sol ou de roche en place;
- Caractérisation du matériau:
 - teneur en eau,
 - résistance au cisaillement de l'argile ou de la roche,
 - angle de friction de la roche,
 - limite d'Atterberg, etc.

C) Étude hydrogéologique

- Profondeur de la nappe,
- Conditions de pression et d'écoulement...

1.2 La géologie est une science vaste et complexe

La géologie est une science à part entière. Dans le dictionnaire² on peut en lire la définition suivante :

« Science comprenant l'étude des parties de la Terre directement accessibles à l'observation et à l'élaboration des hypothèses.... Les principales disciplines de la géologie sont :

la pétrographie (...étude des roches...) ...

la minéralogie (étude des minéraux) ...

la cristallographie (étude de la propriété de l'état cristallin de la matière)...

la sédimentologie... étudie la façon dont se déposent les sédiments...

la géochimie est l'étude du comportement chimique des éléments chimiques...

la stratigraphie est l'étude de la succession des sédiments...

la tectonique est en effet l'étude des déformations de la partie superficielle de la terre...

la paléontologie étudie les êtres fossiles...

la géomorphologie ...étudie l'évolution des reliefs de la surface de la terre...

la géologie appliquée n'est pas à proprement parler une discipline à part entière, mais regroupe les applications pratiques de toutes les branches de la géologie (mines, pétroles, travaux publics, hydrogéologie...)... »

² Dictionnaire de Géologie, A. Foucault & J. F. Raoult ; éd. Masson 1980

L'on s'aperçoit donc que le cours qui nous concerne « géologie appliquée au TP » ou « géologie de l'ingénieur », n'est pas une discipline à part entière du point de vue du géologue mais plutôt une mise en pratique des connaissances géologiques dans le domaine des travaux publics.

C'est pourquoi nous nous intéresserons, tout au long de ce cours, à plusieurs chapitres qui traitent chacun d'une des disciplines de la géologie ayant un lien direct avec les travaux publics.

1.3 Quelques références bibliographiques pour le cours:

Voici quelques références bibliographiques pour vous aider à mieux comprendre le cours et mieux préparer vos travaux pratiques, rapports...etc

Sur Internet : vous pouvez taper un mot clé dans un moteur de recherche de votre choix et vous obtiendrez de nombreuses références.

Bibliothèque de l'Entp : voici quelques références, il y en a plein d'autres à chercher sur place

- ❖ Cours de géologie ;
 - Auteur Yakoub, Boussad Cote R103
- ❖ Eléments de géologie / Charles Pomerol, Maurice Renard
 - Renard, Maurice Cote R119
- ❖ Précis de géologie : 1er cycle et licence. Vol.3 , Tectonique, morphologie, globe terrestre / Jean Aubouin, Robert Brousse, Jean-Pierre Lehman Cote R018/3
- ❖ Application de la géologie aux travaux de l'ingénieur
 - Auteur Goguel, Jean Cote R020
- ❖ Application de la géologie aux travaux de l'ingénieur
 - Auteur Goguel, Jean Cote R022
- ❖ Reconnaissance géologique du chantier de construction / Jean Pimienta,
 - Auteur Pimienta, Jean Cote R027
- ❖ Géologie : travaux pratiques / Ecole d' Ingénieurs des Travaux Publics Cote R063