

# CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSIQUES DES ROCHES

## **2.1. INTRODUCTION**

## **2.2. LA POROSITE**

## **2.3. LE POIDS VOLUMIQUE**

### **2.3.1. Le poids spécifique**

### **2.3.2. Le poids volumétrique**

### **2.3.3. Le poids volumétrique sec**

## **2.4. INDICE DES VIDES**

## **2.5. LA TENEUR EN EAU**

## **2.6. LA TENEUR EN EAU A LA SATURATION**

## **2.7. DEGRE DE SATURATION**

## **2.8. DENSITE DE FRACTURATION D'UN MASSIF ROCHEUX**

### **2.8.1. Densité de fractures du massif**

### **2.8.2. Caractérisation du massif par le RQD**

## **2.9. VITESSE SISMIQUE ET NATURE DE LA ROCHE**

## **2.1. INTRODUCTION**

La connaissance du matériau rocheux implique la détermination d'un certain nombre de caractéristiques physiques et mécaniques. Celles-ci peuvent être déterminées d'une part par des essais en laboratoire sur des échantillons provenant soit de forages carottés, soit de blocs prélevés in situ et d'autre part par des essais effectués in situ soit dans des forages, soit dans des tranchées, des puits ou des galeries soit à partir du terrain naturel.

La roche, tout comme le sol, est constituée de matériau solide et de vides. Ces vides peuvent être remplis soit d'air (échantillon sec), soit d'eau (échantillon saturé) soit des deux (échantillon humide). Il faut toutefois noter que certains vides ne sont pas accessibles à l'imbibition notamment ceux résultant de la formation de bulles de gaz enfermées dans le matériau solide (roches éruptives).

## **2.2. LA POROSITE**

La porosité traduit la faculté d'une roche à stocker un fluide (air, eau) dans ses interstices, également appelés pores. Elle ne dépend pas essentiellement de la taille des grains mais surtout de leur agencement.

C'est le rapport du volume des vides  $v_v$  de la roche au volume total  $v_t$  :

$$P = \left( \frac{v_v}{v_t} \right) \times 100 \quad (2-1)$$

La porosité varie de quelques % à plus de 40 % dans les roches sédimentaires. Dans les roches magmatiques, elle est plus faible, souvent inférieure à 1 %. Selon la porosité, les roches sont classées en :

Roche de faible porosité	$0 < P < 5 \%$
Roche de porosité moyenne	$5 < P < 10 \%$
Roche de porosité élevée	$10 < P < 20 \%$
Roche de porosité très élevée	$P > 20 \%$

### 2.3. LE POIDS VOLUMIQUE

#### 2.3.1. Le poids spécifique

Le poids spécifique de la roche  $\gamma_s$  est le poids des grains  $P_s$  par unité de volume des grains  $v_s$  :

$$\gamma_s = \frac{P_s}{v_s} \quad (2.2)$$

#### 2.3.2. Le poids volumétrique

Le poids volumétrique  $\gamma$  est le poids de l'échantillon  $P$ , eau comprise, par unité de volume  $v$

$$\gamma = \frac{P}{v} \quad (2.3)$$

#### 2.3.3. Le poids volumétrique sec

Le poids volumétrique sec  $\gamma_d$  est le poids des grains  $P_s$ , par unité de volume de la roche  $v$

$$\gamma_d = \frac{P_s}{v} \quad (2.4)$$

### 2.4. INDICE DES VIDES

L'indice des vides  $e$  est le rapport du volume des vides  $v_v$  au volume des grains  $v_s$

$$e = \frac{v_v}{v_s} \quad (2.5)$$

### 2.5. LA TENEUR EN EAU

La teneur en eau  $w$  est le poids de l'eau  $P_w$  rapporté au poids des grains  $P_s$  rapporté en pourcent

$$w = \frac{P_w}{P_s} \times 100 \quad (2.6)$$

### 2.6. LA TENEUR EN EAU A LA SATURATION

La teneur en eau à la saturation  $w_s$  est la teneur en eau de la roche dans l'hypothèse où les vides sont remplis d'eau.

$$w_s = \frac{\gamma_w v_v}{P_s} \times 100 \quad (2.7)$$

## 2.7. DEGRE DE SATURATION

Le degré de saturation  $S_r$  est le rapport de la teneur en eau  $w$  à la teneur en eau à la saturation  $w_s$  exprimé en pourcent

$$w_s = \frac{w_v}{w_s} \times 100 \quad (2.8)$$

## 2.8. DENSITE DE FRACTURATION D'UN MASSIF ROCHEUX

### 2.8.1. Densité de fractures du massif

La fracturation du massif rocheux influe sur les propriétés mécaniques du massif et sur la stabilité des talus. C'est le facteur le plus important qui caractérise les roches. Elle permet de choisir la méthode d'exploitation, de résoudre les problèmes de stabilité des bords de la carrière et des talus naturels.

L'indice **ID** (intervalle entre discontinuités) est la moyenne des intervalles découpés par les discontinuités successives le long d'une ligne de mesure. Il est nécessaire de réaliser des mesures dans plusieurs directions, choisies en fonction des directions des discontinuités.

$$ID = \frac{L}{N} \quad (2.9)$$

- L : la longueur de la partie étudiée dans le massif (cm).

- N : le nombre des fissures sur la partie mesurée.

Le tableau suivant donne la classification des discontinuités selon les valeurs d'ID :

Classe	Intervalle moyen entre les discontinuités (cm)	Densité des discontinuités
ID1	> 200	Très faible
ID2	60 à 200	Faible
ID3	20 à 60	Moyenne
ID4	6 à 20	Forte
ID5	< 6	Très forte

### 2.8.2. Caractérisation du massif par le RQD :

L'observation des carottes permet de déterminer un paramètre empirique proposé par *D.Deere, (1964)*. Le **RQD** (Rock Quality Designation), est la somme des longueurs des carottes supérieures à 10 cm, rapportée à la longueur totale de carotte considérée.

$$\text{RQD} = \frac{\sum(L > 10 \text{ cm})}{L \text{ totale}} \times 100 \quad (2.10)$$

Un **RQD** de 80 à 100% signifie donc que l'on a affaire à une roche peu ou pas fracturée.

#### - Remarque :

Cet indicateur peut être trompeur : pour un même massif stratifié, on pourra conclure à un RQD de 0% ou de 100% au même endroit selon l'inclinaison du forage. Il est donc important de repérer la direction et l'inclinaison des forages.

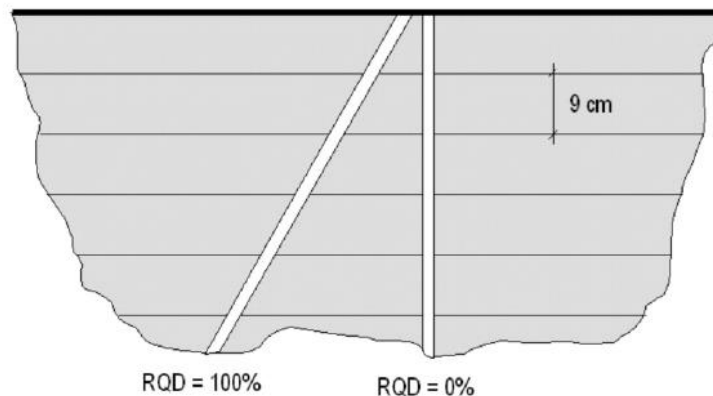


Figure. 2.1. Configuration géologique illustrant les limites du RQD.

### 2.9. VITESSE SISMIQUE ET NATURE DE LA ROCHE

La composition de la croûte terrestre est assez bien connue par l'étude des roches qui forment la surface terrestre et aussi par de nombreux forages. L'intérieur de la Terre est constitué d'un certain nombre de couches superposées, qui se distinguent par leur état solide, liquide ou plastique, ainsi que par leur densité.

Lorsque qu'il se produit un tremblement de terre à la surface du globe, il y a émission d'ondes dans toutes les directions. Il existe deux grands domaines de propagations des ondes: les ondes de surface, celles qui se propagent à la surface du globe, dans la croûte terrestre, et qui causent

tous ces dommages associés aux tremblements de terre, et les ondes de fond, celles qui se propagent à l'intérieur de la terre et qui peuvent être enregistrées en plusieurs points du globe. Chez les ondes de fond, on reconnaît deux grands types: les ondes P qui sont des ondes longitudinales ou de compression et les ondes S qui sont des ondes transversales ou de cisaillement.

La vitesse de propagation des ondes sismiques est fonction de l'état et de la densité de la matière. Certains types d'ondes se propagent autant dans les liquides, les solides et les gaz, alors que d'autres types ne se propagent que dans les solides.

Les ondes P se propagent dans les solides, les liquides et les gaz, alors que les ondes S ne se propagent que dans les solides. On sait aussi que la vitesse de propagation des ondes sismiques est proportionnelle à la densité du matériel dans lequel elles se propagent.

L'augmentation progressive de la vitesse des ondes P et S indique une augmentation de densité du matériel à mesure qu'on s'enfonce en profondeur. La chute subite de la vitesse des ondes P est reliée au changement d'état de la matière (de solide à liquide), mais les vitesses relatives continuent d'augmenter, indiquant une augmentation des densités. La brusque interruption de propagation des ondes S indique la présence d'un matériau dans un état liquide.

Il faut imaginer la présence en profondeur d'une **discontinuité** importante séparant deux milieux dont les propriétés sont très différentes. À la traversée de cette discontinuité, les ondes sismiques doivent subir une réfraction importante. Cette déviation des ondes sismiques à la discontinuité implique une chute de la vitesse de propagation des ondes. Les ondes S, ondes transversales, ne se propagent pas dans les milieux liquides. Leur disparition, indique qu'au niveau de cette discontinuité, on passe d'un milieu solide à un milieu liquide. Ainsi, On révèle l'existence de deux enveloppes terrestres très différentes.