

# **Module : Hydrogéologie**

## **Master 1**

**Chapitre II: Les eaux souterraines**

**Spécialité : Hydropédologie**

**Dirigé par M<sup>me</sup> MEBREK**

**Année universitaire 2021-2022**

# 1. Les systèmes réservoirs

# Introduction générale

- **L'hydrogéologie** est le domaine qui s'occupe de la recherche et de captage des eaux souterraines. C'est un domaine qui s'est développé pour deux raisons principales d'une part **le besoin en eau de plus en plus important** pour la population, l'industrie et l'agriculture et d'autre part **la recherche des polluants**. L'hydrogéologie intervient également dans les décisions de travaux (routes, maisons) et dans la prévision des crues.
- **La classification hydrogéologique** des réservoirs est basée sur deux paramètres importants la nature des roches constituant les formations géologiques (la lithologie) (sable, calcaire, ...) et le type des vides (pores ou fissures).

- **L'eau souterraine** est toute l'eau présente dans toutes les formations hydrogéologiques quelque soit leur type et leur profondeur;
- **L'eau capillaire** : c'est l'eau maintenue au dessus de la surface libre;
- **L'eau de rétention** ou **eau non mobilisable**: c'est l'eau maintenue dans les vides de milieu saturé ou non saturé par attraction moléculaire (eau pelliculaire et eau adsorbée);
- **L'eau gravitaire**: c'est la fraction de l'eau souterraine libérée par la force de la gravité c'est l'eau mobilisable, elle seule circule dans les aquifères.

# I- Les systèmes réservoirs

## 1. Notion d'aquifère:

Un aquifère est un complexe de deux constituant en interaction: **Le réservoir** et **l'eau souterraine**.

L'eau souterraine constitue un milieu continu dans le réservoir dont seule l'eau gravitaire est mobile dans l'aquifère et forme **la nappe**.

Le réservoir par sa structure remplit trois fonctions vis-à-vis de l'eau souterraine.

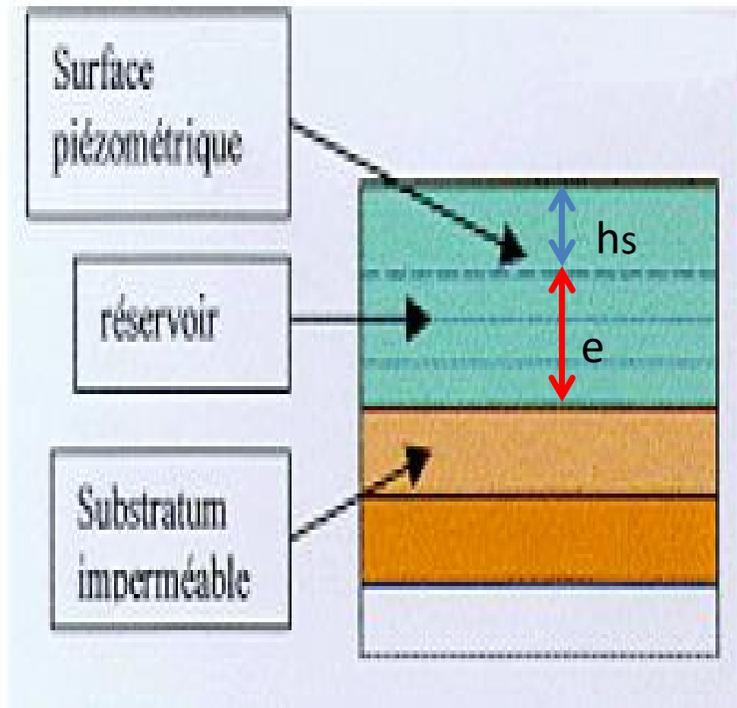
**A- Fonction collectrice** : Les roches poreuses et fissurées constituent le milieu de stockage de l'eau souterraine;

**B- Fonction conductrice**: les réseaux de communication existant entre les vides inter-granulaires et les fissures permettent le déplacement de l'eau souterraine;

**C- La fonction d'échange géochimique**: les propriétés dissolvantes de l'eau ainsi que le temps de séjour dans un réservoir, confère à une eau donnée un faciès géochimique propre.

## 2- Classification des Aquifères

- 2-a Aquifères continus:
- **Aquifère à nappe libre:** il s'agit d'un aquifère dont le niveau libre de la nappe est à la pression atmosphérique. Il comporte une zone non saturée.



**hs** : Profondeur de niveau piézométrique  
**e** : Epaisseur de l'aquifère saturé.

### Les aquifères à nappe libre

La base de l'aquifère, le **substratum**, est **imperméable**. La limite supérieure est **hydrodynamique** : la surface piézométrique peut s'élever ou s'abaisser librement dans la formation hydrogéologique perméable formant le **réservoir**.

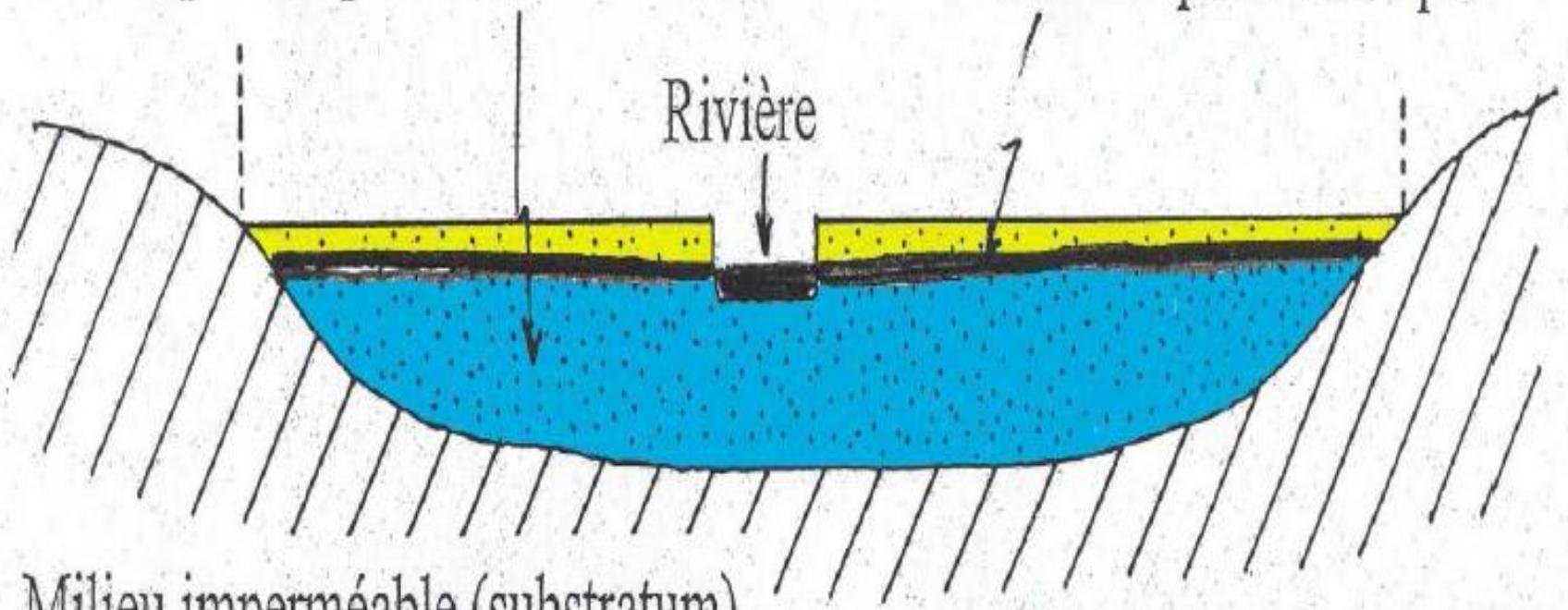
Zone d'alimentation ou de recharge (infiltration)

Milieu poreux perméable

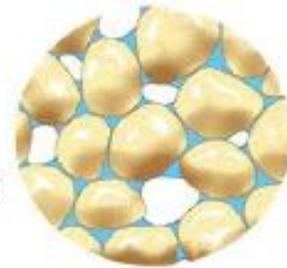
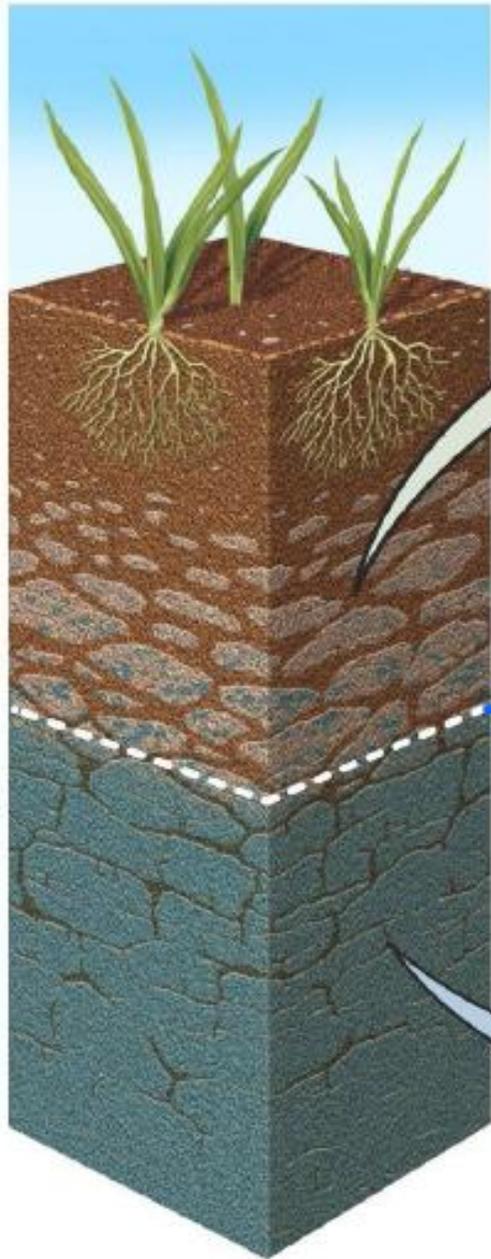
Surface piézométrique

Rivière

Milieu imperméable (substratum)



# Aquifère libre



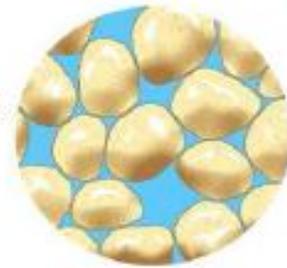
**Zone non saturée :**

Pores remplis d'air et d'eau

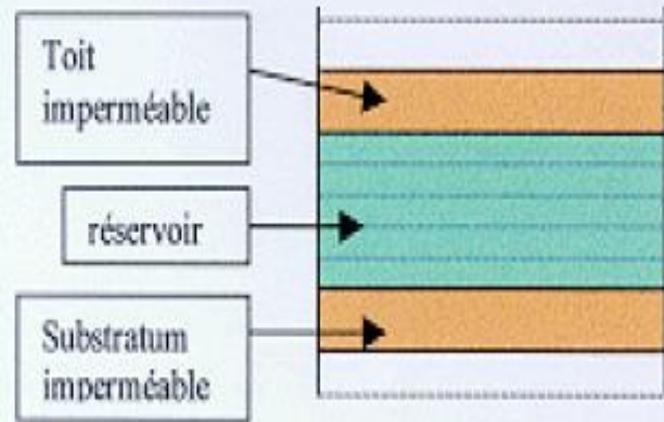
**Niveau piézométrique** - - - - -

**Zone Saturatée :**

Pores remplis d'eau



- **Aquifère à nappe captive:** il est entièrement saturé comportant une nappe sans surface libre ni zone non saturée, délimitée au toit par des formations à perméabilité très faible.



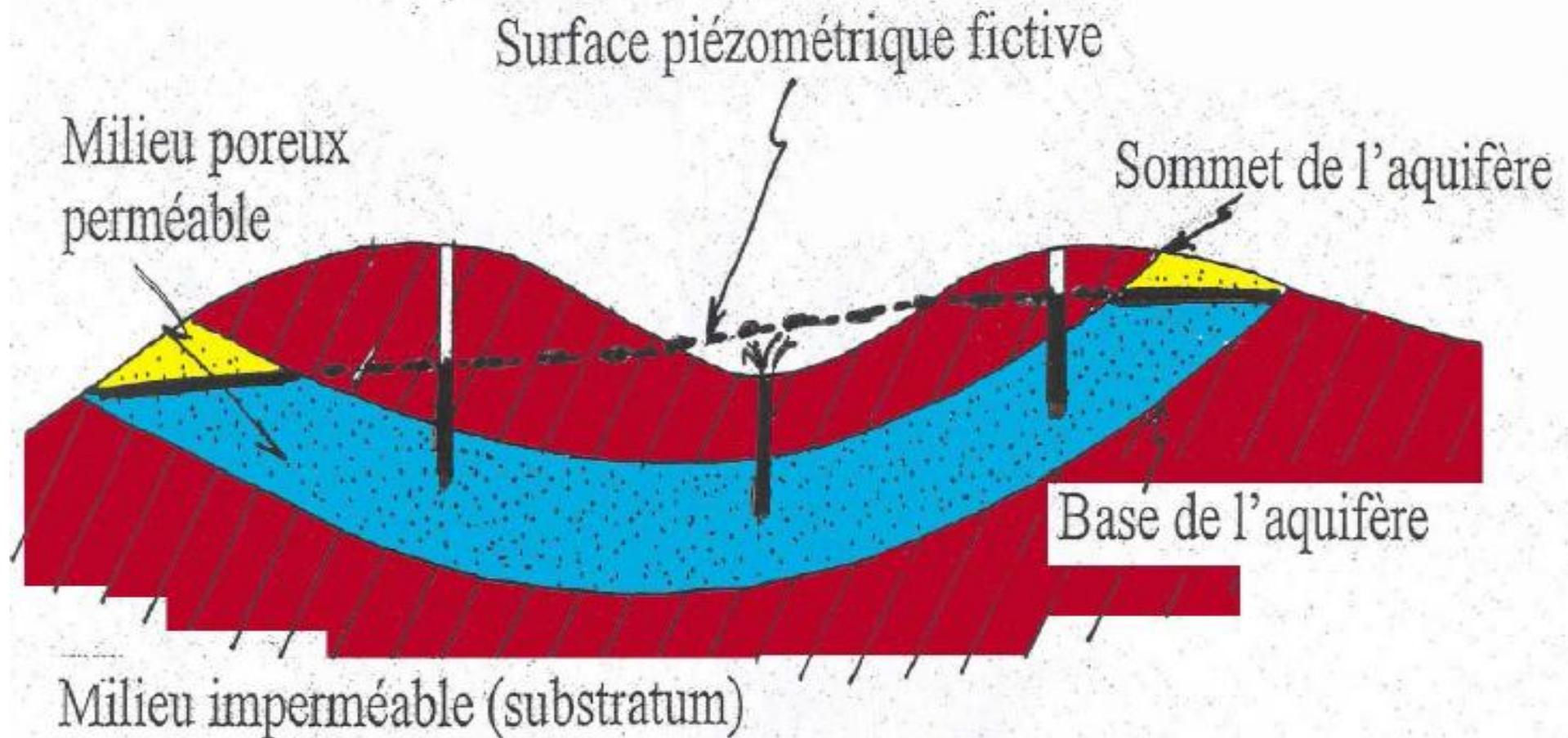
### Les aquifères à nappe captive

Les eaux souterraines sont emprisonnées entre 2 formations imperméables fixes : le substratum et le toit. L'aquifère subit une pression, dirigée de haut en bas, due au poids de la colonne de terrain. Cette pression est équilibrée par la pression de couche à l'intérieur de l'aquifère.

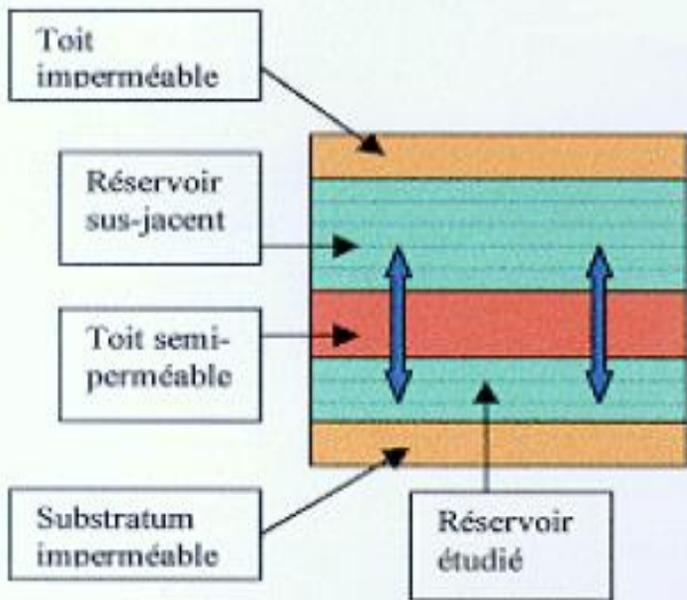
### **Il est bien de noter que:**

- La nappe est soumise en tous ses points à une pression supérieure à la pression atmosphérique;
- La surface piézométrique est supérieure au toit de l'aquifère;
- L'aquifère subit une pression dirigée de haut en bas, pression géostatique égale au poids de la colonne de terrain de densité voisine de 2.5;
- En générale ce type d'aquifère est profond;
- Il ya phénomène d'artésianisme lorsque le niveau piézométrique est au dessous de la surface du sol;
- Souvent le prix coûteux des forages profonds est compensé par l'exploitation économique qui ne nécessite pas de pompage.

# NAPPE CAPTIVE OU ARTESIENNE



## •Aquifère à nappe semi-captives:



### Les aquifères à nappe semi-captive

Le toit, le substratum ou les deux sont constitués par une formation hydrogéologique **semi-perméable**. Celle-ci permet dans certaines conditions des **échanges d'eau** avec un aquifère **superposé** ou **sous-jacent**. On parle alors d'aquifère **multicouche**.

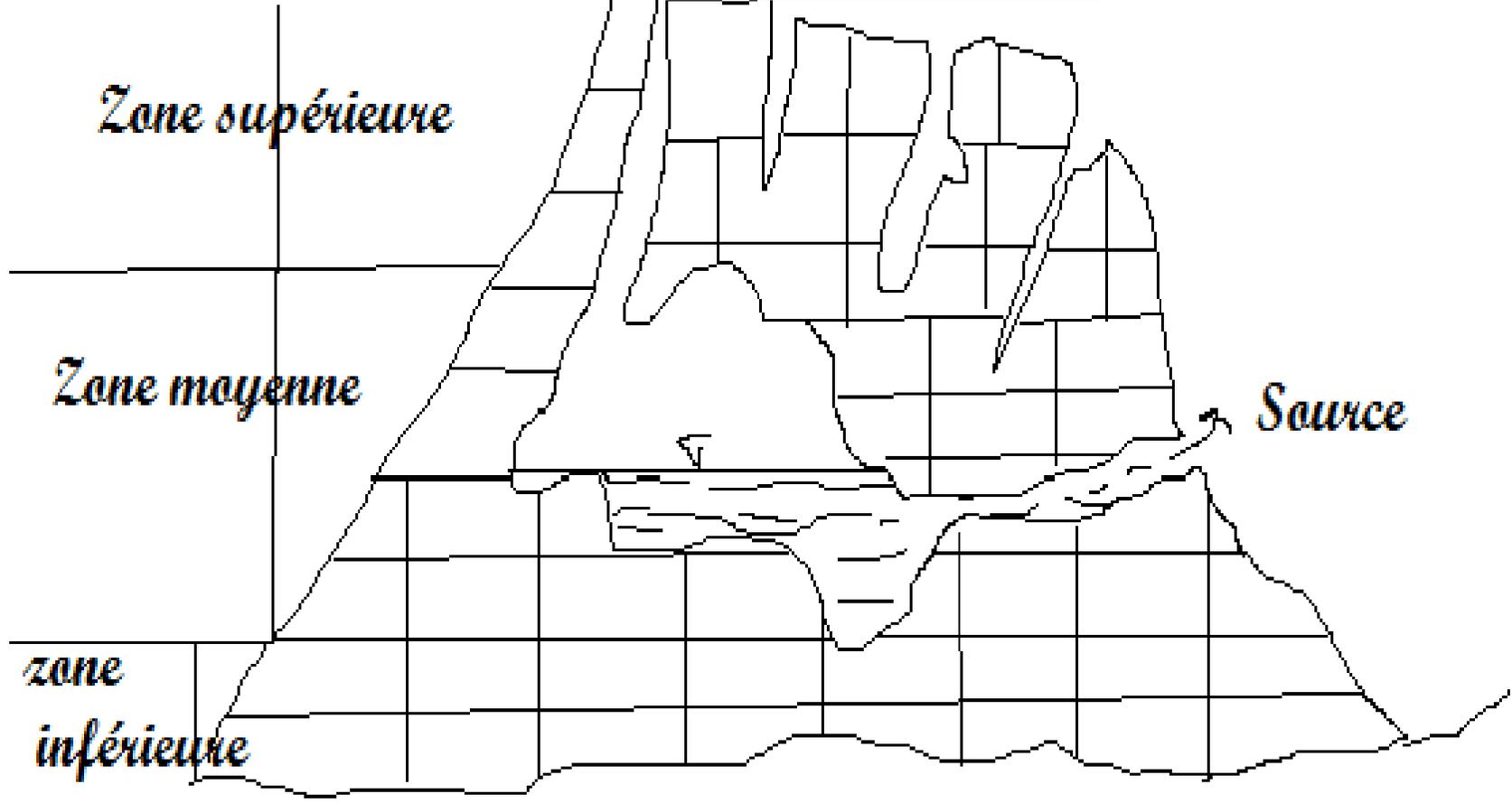
### 2-b Aquifères discontinus :

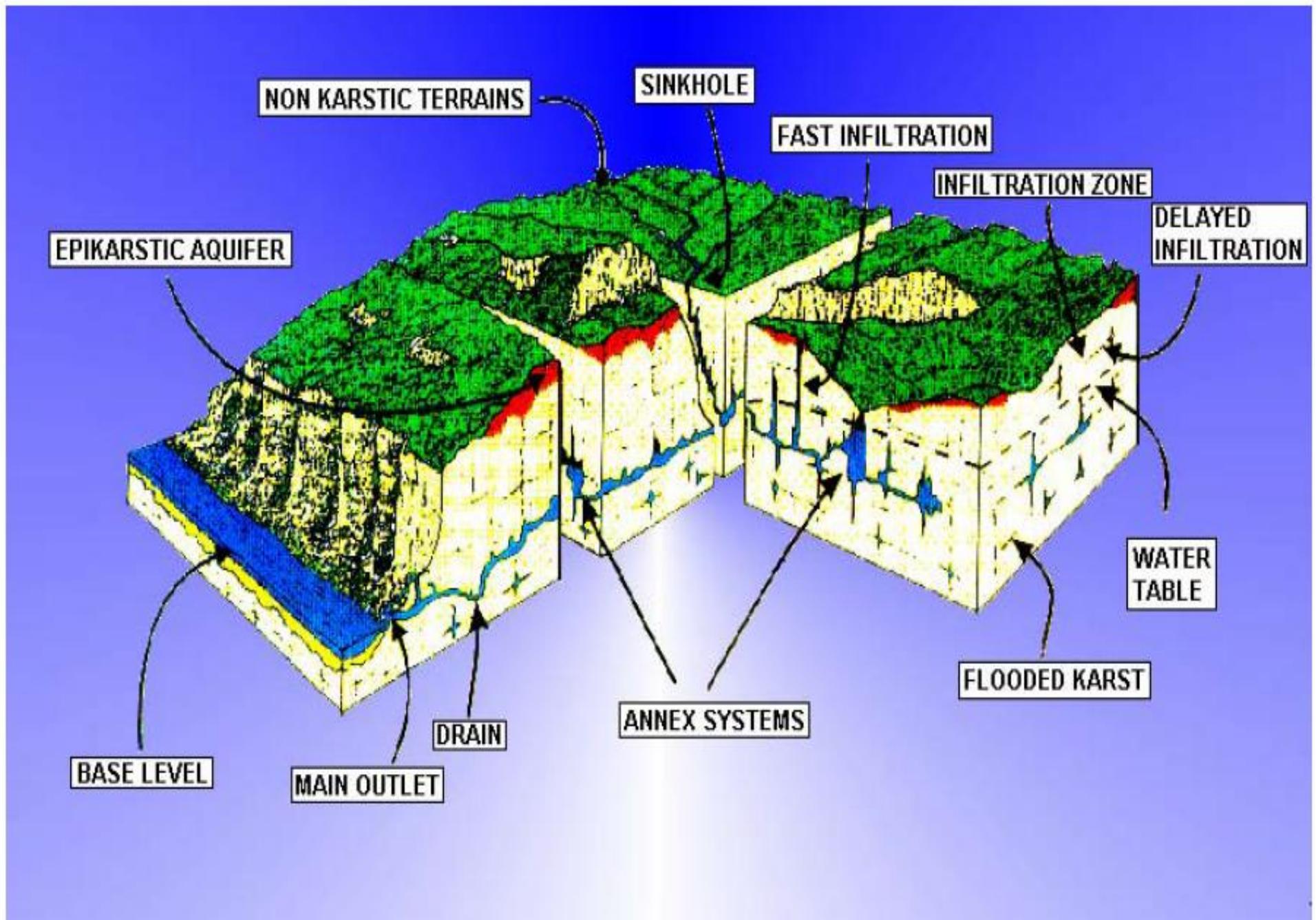
**Aquifères karstiques** : il est caractérisé par une hétérogénéité et des discontinuités du réservoir importante et un écoulement des eaux souterraines par chenaux.

Karst= réservoir fissuré et karstifié . Il est créé par karstification : Le calcaire est soluble dans une eau chargée en CO<sub>2</sub> atmosphérique. La circulation d'une telle eau dans les roches calcaires contribue à la création des gouffres et chenaux souterrains.

Dans les massifs calcaires il y a de véritables rivières souterraines .

**Aquifères karstiques**





REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UN MASSIF KARSTIQUE (D'APRES A.MANGIN,...)

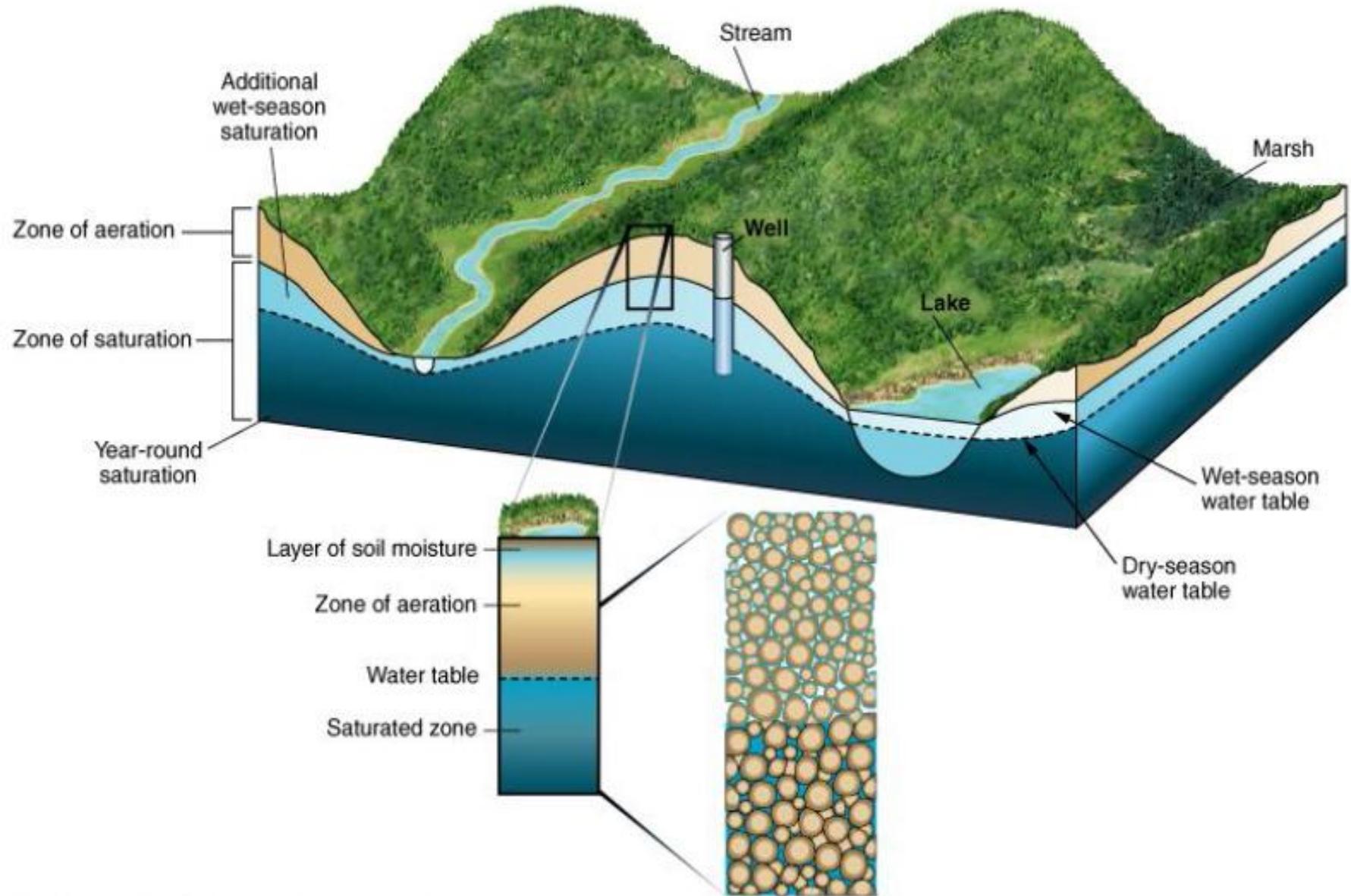
### 3- Quelques concepts utilisés en hydrogéologie

- **3-1 Niveau piézométrique, charge et potentiel hydraulique:**

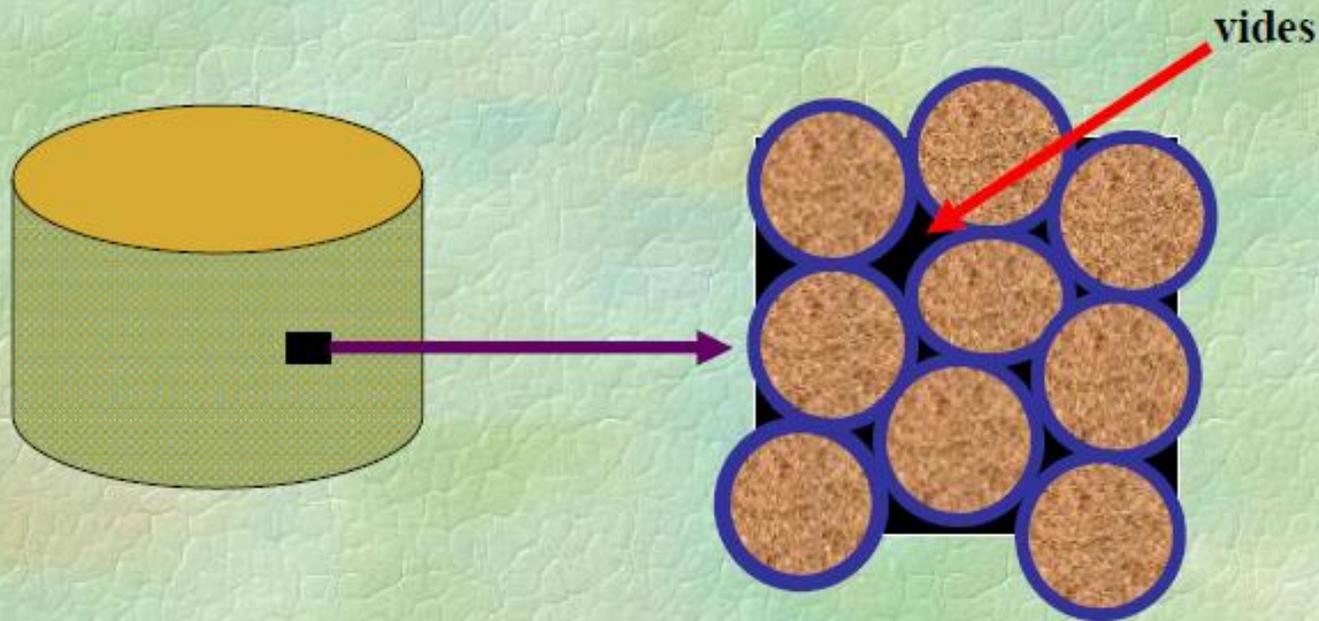
• Ces trois paramètres n'ont pas la même signification physique. Le **niveau piézométrique** est mesuré par une altitude de plan d'eau. La **charge hydraulique** est le poids de la colonne d'eau au-dessus de niveau de référence. Le **potentiel hydraulique** est l'énergie nécessaire pour porter l'unité de masse au-dessus de niveau de référence. Seule la mesure de niveau piézométrique est accessible sur le terrain, par convention, ces trois paramètres sont identifiés à un seul, le niveau piézométrique.

• La mesure du niveau piézométrique est l'opération principale de l'inventaire de la ressource en eau souterraine, étant l'altitude de niveau d'eau, en équilibre naturel, il est calculé par différence entre la cote du sol, **Z** et la profondeur de l'eau, **H<sub>p</sub>**. (**H=Z-H<sub>p</sub>**). Dans le cas de sondages artésiens **H = Z+ h<sub>z</sub>** (élévation de niveau d'eau au-dessus de sol). La profondeur de l'eau dans l'ouvrage est mesurée par des sondes.

# Le niveau piézométrique



## 3-2 Porosité



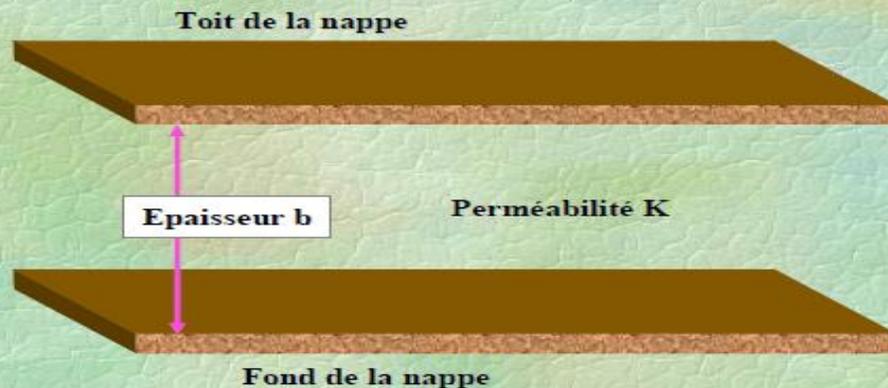
Mesure du volume d'eau stocké dans l'aquifère

$$\eta = \frac{V_v}{V_t} \times 100 (\%)$$

### 3-3 Perméabilité

- **La perméabilité** est l'aptitude d'un réservoir à se laisser traverser par l'eau, sous l'effet d'un gradient hydraulique. Elle exprime la résistance du milieu à l'écoulement de l'eau qui le traverse.

### 3-4 Transmissivité



$$T = Kb \text{ (m}^2/\text{s)}$$