

## Chapitre 2 : principes de l'irrigation

### 2.1. Définition

L'irrigation est généralement définie comme étant l'application de l'eau au sol dont le but d'assurer l'humidité essentielle pour la croissance de la plante. Toutefois, une définition large est que l'irrigation est l'application de l'eau au sol pour plusieurs objectifs: \* Ajouter de l'eau au sol pour assurer l'humidité essentielle au développement de la plante; \* Rafraichir le sol et l'atmosphère, de cette façon on assure un environnement favorable au développement de la plante; \* Réduire le risque de la gelée; \* Lessiver le sol; \* Faciliter le labour du sol; \* Remettre la formation des bourgeons par évaporation rafraichissante.

Le développement de l'irrigation est lié à la fois à la conception et la mise en place de grands équipements d'irrigation (barrages, lacs collinaires, bassins, forages, réseaux collectifs de distribution, etc.) et aussi à la gestion et la valorisation de l'eau d'irrigation.

### 2.2 Paramètres et facteurs intervenants en irrigation

Le sol est un mélange poreux des particules inorganiques ou minérales, de matière organique, d'air et d'eau. Le terme sol, sera défini comme étant la couche supérieure de la terre qui peut être creusé et pelleté. Les facteurs élémentaires de l'irrigation sont :

**2.2.1 Le sol :** Le caractère d'ordre général qui doit retenir tout spécialement l'attention réside dans la grande hétérogénéité du sol.

- a) **L'humidité du sol :** L'eau est retenue dans le sol à cause de son attraction naturelle envers les particules de sol de la même façon qu'envers ses propres particules. L'eau est retenue sous la forme d'un film autour d'un chaque particule de sol.
- b) **Topographie :** Examiner la pente (facteur capital de l'irrigation) qui conditionne la vitesse de circulation de l'eau en surface, ainsi que le parcellement. Les parcelles à pente uniforme et de faible amplitude (zones desservies par les grands barrages, se prêtent bien à l'irrigation car elles réduisent les coûteux travaux de terrassement.
- c) **Propriétés physiques :** Perméabilité et capacité du sol pour l'eau : plus la perméabilité est grande, plus la capacité est faible. Cohésion : Le maintien des particules entre elle.
- d) **Propriétés chimiques :** Matières organiques : En apportant au sol une humidité permanente, elle réalise les conditions de milieu idéales pour une rapide transformation des matières organiques. En accélérant la décomposition de la matière organique, l'eau d'arrosage tend à gâter le sol.

#### 2.2.2 L'eau

- a) **La qualité physique :** La qualité physique dominante est sa température. La température optimum peut se situer aux environs de 25° pour la majorité des plantes, durant la saison active de la végétation. Un apport d'eau sur la terre très sèche peut donner lieu à des phénomènes d'hydratation susceptibles d'élever dangereusement la température du sol.
- b) **La qualité chimique :** L'eau dérive surtout des sels qu'elle contient en dissolution. Certains ions sont utiles, même à doses relativement élevées Le calcium, qui compense ainsi les pertes de chaux dont il a été question plus haut. D'autres sont utiles à très faibles doses, puis deviennent rapidement nocifs lorsque la teneur de l'eau s'accroît : c'est le cas du magnésium.

- c) **Le débit** : C'est la quantité d'eau dont on dispose en un temps donné, par l'arrosage d'une propriété, il s'exprime en litres par seconde, litres par minute ou mètres cubes par heure. Le débit total, ou module général pour une propriété, se calcule en fonction des besoins de pointe des cultures dans le cours d'une année. On doit tenir compte des pertes en cours de route, s'il ya lieu et se ménager une petite marge de sécurité en cas d'accident. Le volume d'eau distribué dans chaque élément, ou par hectare, prend le nom de dose, on a donc :

$$\text{Dose} = \text{débit} \times \text{temps d'écoulement}$$

### 2.2.3 Les cultures

- a) **Nature des cultures** : Impose un système d'irrigation. Il faut évidemment que les conditions naturelles conviennent à la fois à la plante et à son système d'arrosage.
- b) **Besoins des plantes** : Varient avec le climat et avec les espèces et selon le degré d'évolution de la végétation. Les modifications dues aux facteurs climatiques sont essentiellement variables d'une année à l'autre suivent le régime des températures, de la pluviométrie, des vents, ... Les besoins sont variables suivant les espèces, principalement en raison de la durée de végétation en période estivale, certaines spéculations comme les cultures maraîchères, de primeur ne nécessitant que quelques arrosages au printemps, tandis que d'autres, comme le dattier réclament de l'eau sur la plus grande partie de l'année. Quelques espèces fruitières peuvent se contenter d'un arrosage de loin en loin (Abricotier, olivier), tandis que certaines nécessitent des irrigations suivies (agrumes).

### 2.2.4 L'eau et le sol et la plante

Sous nos climats, l'apport d'eau au sol se fait sous forme de pluie, neige, rosée et brouillard. Toute l'eau des précipitations n'atteint pas le sol: une part est évaporée directement pendant et après la pluie; les gouttes peuvent être interceptées en partie par le feuillage. L'eau qui atteint le sol ruisselle, s'infiltré et réhumecte le sol. Les racines absorbent cette eau que la tige et les feuilles évaporent par transpiration. Une fraction réduite finalement gagne la profondeur et atteint la nappe (voir Figure.1).

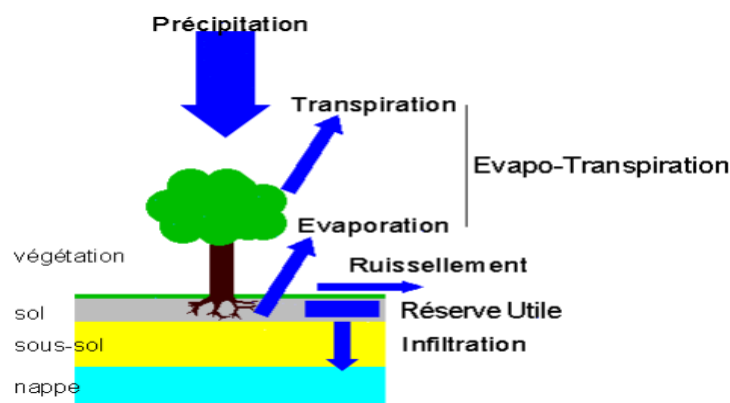


Figure1: place de l'eau du sol dans le cycle de l'eau

- a) **Notion de porosité et de perméabilité** : La teneur en eau est fonction de la porosité et de la perméabilité du sol. Le volume maximal d'eau qu'un sol peut retenir est la "capacité au champ" ou capacité de rétention du sol qui dépend essentiellement de la granulométrie du sol. Près de la surface, le sol n'est pas saturé, les espaces vides contiennent de l'eau et de l'air; l'eau est soumise aux forces de gravité et de capillarité. A partir d'une certaine profondeur, la teneur en eau n'augmente plus: le sol est saturé, tous les pores du sol sont

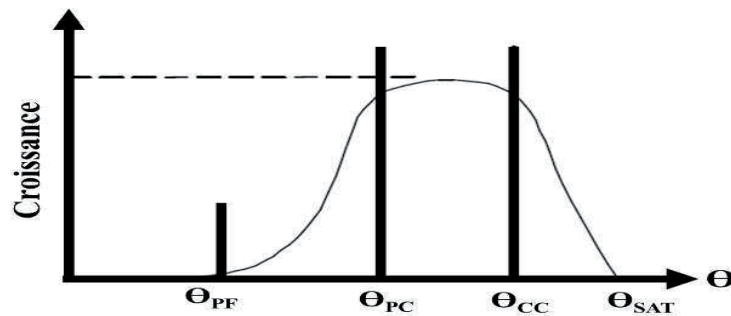
remplis d'eau: cette zone saturée forme une nappe; les forces de gravité sont prédominantes.

**\*la porosité** : correspondant au volume relatif des vides présents dans la roche (nombre sans dimension),

**\*la perméabilité** : mesure de l'aptitude d'une roche à se laisser traverser par l'eau.

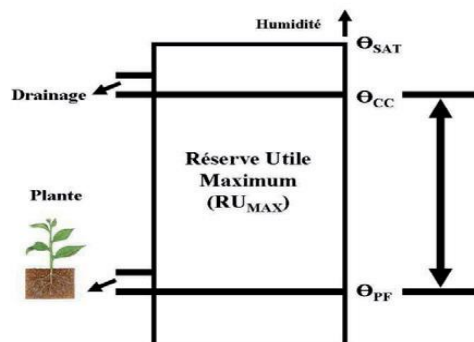
**b) Valeurs références de l'humidité dans le sol :**

Différents concepts et définitions relatifs à l'humidité des sols ont été développés dans l'optique d'une utilisation pratique. Les concepts d'humidités caractéristiques sont présentés à la **figure.2** et ils sont aussi en relation avec l'utilisation de l'eau par la plante.



**Figure.2** Teneurs en eau caractéristiques des sols et croissance des plantes.

- ✓ **L'humidité à la saturation  $\theta_{SAT}$**  : C'est la teneur en eau à saturation du sol en condition de champ. En réalité, le sol n'atteint jamais une saturation complète car une certaine quantité d'air y reste toujours emprisonnée.
  - ✓ **L'humidité à la capacité au champ  $\theta_{CC}$**  : C'est la teneur en eau du sol après que l'excédent d'eau se soit drainé et que le régime d'écoulement vers le bas soit devenu négligeable, ce qui se produit habituellement de un à trois jours après une pluie ou une irrigation. C'est en quelque sorte la limite supérieure de l'eau utile pour les racines.
  - ✓ **L'humidité au point de flétrissement  $\theta_{PF}$**  : Comme son nom l'indique, l'humidité au point de flétrissement représente la teneur en eau du sol en dessous de laquelle l'absorption de l'eau par la racine est bloquée (ceci entraîne le flétrissement). A ce moment, le potentiel de l'eau du sol est supérieur à celui de l'eau dans la plante.
  - ✓ **L'humidité au point critique  $\theta_{PC}$**  : C'est la teneur en eau du sol lorsque la plante commence à souffrir d'un manque d'eau et que sa croissance en est affectée. Cette teneur en eau est utilisée en gestion de l'irrigation. Il est aussi appelé point de flétrissement temporaire par certains. Cette valeur se situe entre le tiers et les deux tiers de la différence entre le point de flétrissement et la capacité au champ.
- c) Les réserves en eau du sol :**
- ✓ **La réserve utile maximum ( $RU_{MAX}$ )** : Elle représente le volume maximum d'eau que peut stocker un sol sur la profondeur exploitée par les racines. Ce volume est compris entre la capacité au champ et celle au point de flétrissement (**Figure. 3**).



**Figure .3** Représentation schématique de la réserve utile maximum ( $RU_{MAX}$ ).

La réserve utile maximum se définit :

$$RU_{MAX} = (\Theta_{CC} - \Theta_{PF}) \times Z / 100 \text{ ou bien } RU_{MAX} = (\omega_{CC} - \omega_{PF}) \times D_a \times Z / 100$$

où :

- $\Theta_{CC}$  : Humidité volumique à la capacité au champ (%);
- $\Theta_{PF}$  : Humidité volumique au point de flétrissement (%);
- $\omega_{CC}$  : Humidité pondérale à la capacité au champ (%);
- $\omega_{PF}$  : Humidité pondérale au point de flétrissement (%);
- $D_a$  : Densité apparente ( $g/cm^3$ );
- $Z$  : Profondeur du sol exploitée (mm).

**Le tableau 1** présente les valeurs moyennes de la réserve utile maximum pour 1 mètre de profondeur de sol selon sa nature :

Texture	Valeur moyenne de la réserve utile
Sableux	30
Argilo-sableux	120
Sablo-argileux	135
Argile-sableuse	170
Argile	180
Argile-limoneuse	180
Limon sablo-argileux	190
Limon argileux	220

La valeur de la  $RU_{MAX}$  peut être calculée à partir du triangle textural tel qu'il est démontré dans la **figure .4**. En déterminant les pourcentages de sable, limon et argile, l'intersection de ces valeurs sur le triangle textural nous renseigne sur la  $RU_{MAX}$  du sol.

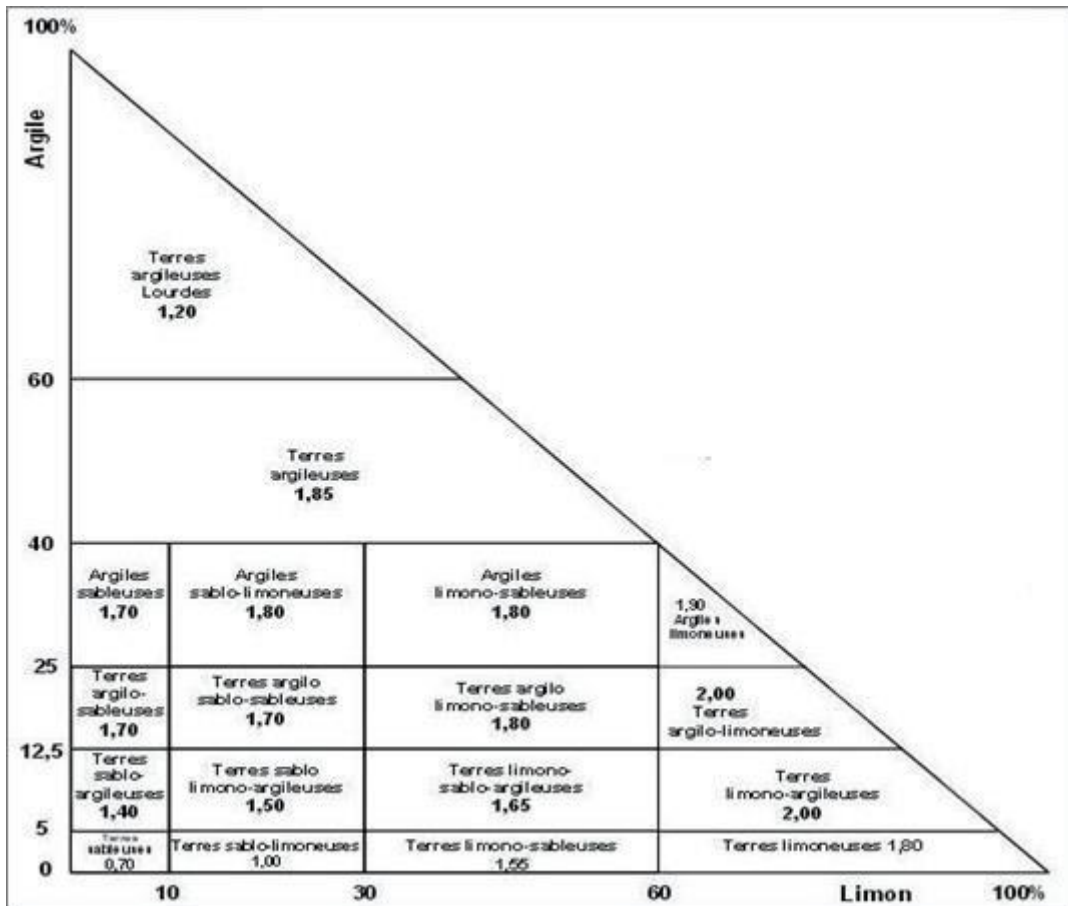


Figure.4 Détermination de la réserve utile du sol (mm) en fonction du triangle textural.

- ✓ **La réserve utile disponible ( $RU_d$ )** : Elle représente la quantité d'eau utile stockée dans le sol. Sa valeur dépend, entre autres, de l'humidité du sol  $\theta$  qui varie entre  $\theta_{cc}$  et  $\theta_{PF}$  selon les conditions auxquelles le sol est soumis (Figure .5). Son expression est la suivante:

$$RU_d : (\theta - \theta_{PF}) \times Z / 100.$$

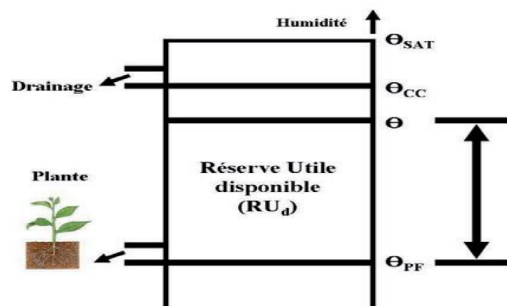
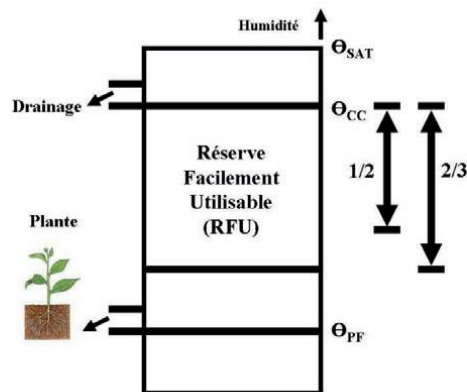


Figure.4 Représentation graphique de la réserve en eau dans le sol exploitée par les racines.

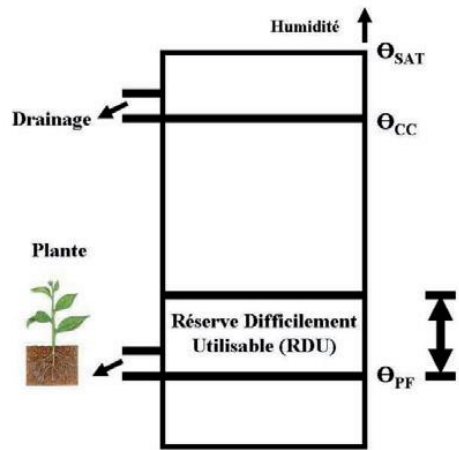
- ✓ **La réserve facilement utilisable (RFU)** : Au fur et à mesure que le sol se dessèche, sous l'effet de l'évaporation directe et de la transpiration des plantes, l'eau restante et de plus en plus fortement retenue par le sol. L'absorption de l'eau par les racines diminue donc peu à peu, pour finalement s'arrêter au point de flétrissement. Toute l'eau de la RUMAX n'a pas le même effet sur le rendement des cultures. On définit donc la Réserve Facilement Utilisable (RFU) comme étant la quantité d'eau de la RUMAX que les plantes peuvent absorber sans effort particulier et qui représente les meilleures conditions de rendement (du point de vue de l'alimentation en eau) (Figure .6).



**Figure .6** Représentation graphique de la réserve facilement utilisable (RFU).

La RFU est proche de la  $RU_{MAX}$  lorsque la demande d'évaporation de l'air est faible (en hiver). Dans ce cas l'humidité du sol est proche de la capacité au champ et l'enracinement des plantes profond est bien développé. Dans le cas contraire (sécheresse de l'été, sol sec et peu profond), la RFU peut ne représenter qu'une faible partie de  $RU_{MAX}$ . L'expérience montre que, entre ces deux extrêmes, la détermination du volume et de la fréquence des irrigations peut être opérée sans risque d'erreur sur la base de 2/3 ou de 1/2 de la  $RU_{MAX}$ .  **$RFU = \frac{1}{2} \text{ à } \frac{2}{3} RU_{MAX}$**

- ✓ **La réserve difficilement utilisable (RDU)** : Elle représente la partie difficilement utilisable de la RUMAX (Figure .7). Elle est définie comme étant la différence entre la réserve utile maximum et la réserve facilement utilisable, son expression est comme suit:  **$RDU = RU_{MAX} - RFU$**



**Figure .7** Représentation graphique de la réserve difficilement utilisable (RDU).