

Chapitre 5: L'eau dans le sol**Chapitre 5: L'eau dans le sol****5-1- Rôle de l'eau du sol**

L'apport d'eau au sol se fait sous forme de pluies, neige rosé et brouillard. Ajoutant aussi les eaux apportées par l'homme (irrigation) et remontée à partir des nappes.

L'eau dans le sol ne représente qu'une infime part de l'eau douce (0.1%).

Elle (l'eau) représente de 5 à 35 % du volume du sol, c'est le vecteur principal (de transport ou de transfert) des ions en solutions, très indispensable à la vie des plantes et aussi joue un rôle considérable dans la genèse des sols et leurs évolutions.

Généralement, une fraction réduite seulement peut gagner la profondeur du sol et se stock; car une partie ruisselle, une autre peut être interceptée par le feuillage, une troisième s'absorbe par le système racinaire puis s'évapore par transpiration.

Le sol joue un rôle majeur dans le cycle de l'eau avec des conséquences sur la qualité et le temps de transfert entre l'atmosphère, le sous sol et la surface.

Il constitue un réservoir pour les écosystèmes terrestre. Très important dans les modèles de gestion de l'eau et de prévision des phénomènes de sécheresse.

5-2- Relations entre les trois phases du sol

Comme on a déjà expliqué aux premiers cours, le sol est un système tri-phasique, il se compose de trois phases :

Phase solide (qui se compose de MM et MO)

Phase liquide, il s'agit de ce qu'on appelle solution du sol (eau et constituants (éléments) dissouts dans cette eau).

Phase gazeuse, c'est l'atmosphère du sol.

On trouve plusieurs relations (massiques et volumiques) qui relient entre les trois phases constitutifs du sol, les plus importantes de point de vue agronomique sont expliquées en détails au **TD1 (voir TD1)**.

5-3- Mesure des volumes occupés par les différentes phases du sol

Voir **TD1** aussi.

Chapitre 5: L'eau dans le sol**5-4- Les forces de rétention (agissant sur l'eau) de l'eau du sol.**

Les molécules d'eau sont soumises dans un sol à 3 forces (**figure 2**).

Pour le **sol non cultivé**, on a deux forces qui agissent sur la molécule d'eau qui se trouve au niveau de ce sol, il s'agit de la force d'attraction des particules (constituants solides) du sol désignée par le symbole (**F**) et la force exercée par la pesanteur (**P**).

En ce qui concerne le **sol cultivé**, on a trois forces qui agissent sur la molécule d'eau qui se trouve au niveau de ce sol, il s'agit de la force d'attraction des particules (constituants solides) du sol désignée par le symbole (**F**) et la force exercée par la pesanteur (**P**) et aussi la force de succion des racines des plantes (**S**).

*La pesanteur entraîne l'eau tant que P est supérieur à F (**figure 2**).

*Ces deux forces (P et F) s'égalisant au point de ressuyage. L'eau est alors disponible pour les racines (**figure 2**).

*Mais au point de flétrissement, F devient supérieur à S : l'eau n'est plus utilisable (**figure 2**).

L'eau formant autour des éléments solides des films d'épaisseur variable, la force qu'exerce le solide sur une molécule d'eau est d'autant plus intense que cette molécule est plus proche de lui. Au-delà d'une certaine distance, la force d'attraction est plus faible que la pesanteur : l'eau s'écoule par gravité (**figure 2**).

5-5- Les états (formes) de l'eau dans le sol (figure 1)

Les pluies qui tombent à la surface du sol, se subdivisent en diverses fractions et donne naissance aux formes d'eau suivantes:

5-5-1-L'eau de ruissellement:

C'est une eau superficielle, lorsqu'elle circule au sein des horizons supérieurs, parallèlement à la surface, le ruissellement n'est pas constant et n'affecte que les surfaces en pente (même faible), soumises à des pluies violentes.

5-5-2-L'eau de gravité:

Entraînée par la pesanteur, circule dans les pores grossiers, et moyens (supérieurs à 10 μ m), le plus souvent verticalement, parfois aussi obliquement,

Chapitre 5: L'eau dans le sol

S'il y a une pente, et que la perméabilité du sol diminue dans les horizons profonds (c'est alors l'agent du lessivage oblique).

L'eau de gravité à écoulement verticale se subdivise en deux:

***L'eau de gravité à écoulement rapide :**

Qui circule dans les pores grossiers (supérieurs à $50\mu\text{m}$), dans les quelques heures qui suivent les pluies

***L'eau de gravité à écoulement lent :**

Qui descend lentement (souvent plusieurs semaines), dans les pores moyens de diamètre compris entre $50\mu\text{m}$ et $10\mu\text{m}$; l'ensemble des eaux de gravité alimentent le drainage profond, si le sol est perméable.

Lorsque la pente est très faible ou nulle, et que la perméabilité des horizons profonds décroît, au point de ne plus permettre l'évacuation des eaux de gravité.

L'ensemble des pores du sol, fins, moyens et grossiers, est occupé par de l'eau.

Dont une partie est libre et peut dans certains cas, circuler latéralement, très lentement; il se forme une nappe superficielle qui ne subsiste que pendant les périodes pluvieuses; en saison sèche, elle s'épuise par évaporation et par drainage profond très lent; c'est une nappe perchée temporaire.

4-5-3-L'eau retenue par le sol

Au cours de l'infiltration des pluies occupe les pores fins et très fins inférieurs à $10\mu\text{m}$ environ.

****Une autre subdivision des états de l'eau du sol, il s'agit de:**

***L'eau de gravité**

***L'eau utilisable par la plante**

***L'eau inutilisable par la plante**

Chapitre 5: L'eau dans le sol

5-6- Le potentiel de l'eau dans le sol

L'état énergétique de l'eau dans le sol est défini par le potentiel hydrique ψ , qui est lui même la résultante de trois niveaux d'énergie d'origine différente :

Le potentiel gravitaire (ψ_g) qui préside à l'infiltration des eaux de pluie par gravité, le potentiel matriciel (ψ_m) qui définit la force de rétention de l'eau par le sol, et enfin le potentiel osmotique (ψ_o) ; ce dernier n'intervient que dans les sols salins.

Dans la **majorité** des sols par conséquent :

$$\psi = (\psi_g) + (\psi_m) : \text{mais ces deux formes sont en fait, antagonistes ;}$$

La force de succion du sol pour l'eau s'exprime :

Soit en bars (bar),

Soit en kilo pascals (Kpa),

Soit par son logarithme,

Cette force étant exprimée en centimètres d'eau, elle s'exprime par le symbole **pF**

Ex: 1 bars : 100kPa : 1000 (10³) cm d'eau : pF 3 (voir tableau 1).

Le potentiel de l'eau du sol peut varier. Pour éviter la manipulation de nombres aussi encombrant,

Schofield a proposé en **1935** d'exprimer le potentiel matriciel **par le log de** la hauteur d'ascension capillaire **h**

Évaluée en cm et il l'a appelé **pF** par analogie avec le **pH** qui est aussi un log, **F** correspond à l'énergie libre (free energy) qui est le potentiel chimique de l'eau : **pF = log₁₀ (.h) (cm)**

Tableau 1 : Correspondance des expressions de pression statique

Bars	Kilo pascals	Atmosphère	mm de mercure	Hauteur équivalente en cm d'eau	pF
0.001	0.1	0.000987	0.75	1.017	0
0.01	1	0.00987	7.50	10.17	1
0.1	10	0.0987	75	103	2
0.33	33	0.328	250	344	2.5
0.5	50	0.493	375	511	2.7
1	100	0.9869	750.1	1017.1	3
10	1 000	9.869	7501	10171	4
15	1 500	15.2	11251	15499	4.2
100	10 000	98.69	75010	101710	5
1 000	100 000	986.9	750100	1017100	6
10 000	1 000 000	9869	7501000	10171000	7

Chapitre 5: L'eau dans le sol

De point de vue agronomique, on distingue des valeurs caractéristiques (notion d'eau utile) :

Pour un sol donnée (et même un horizon donné), les formes d'eau définies précédemment, notamment celles qui sont retenues, représentent des constantes mesurables, qui permettent d'évaluer les possibilités de stockage d'eau utilisable par les plantes.

Ces valeurs caractéristiques peuvent s'exprimer **en %** d'eau.

Elles sont alors très variables suivant la granulométrie du sol.

On les exprime à l'aide du pF, c'est la raison pour laquelle la méthode la plus utilisée consiste à appliquer à un échantillon de sol humecté, une pression (ou une succion) correspondant au pF caractérisant la forme d'eau que l'on veut mesurer, l'eau en excédent étant alors expulsée.

Deux valeurs offrent une importance particulière, **la capacité au Champ (c)** et **point de flétrissement (f)** donc **l'eau utile** correspondant **à la différence (c-f)**

***La capacité au champ (c)**

Correspond à l'eau retenue par le sol, après une période de pluie, et un ressuyage de deux ou trois jours, elle comprend donc l'eau capillaire augmentée d'une fraction variable d'eau de gravité à écoulement lent

Le plus souvent, la capacité au champ est mesurée au laboratoire par application au sol, préalablement humecté, d'une pression correspondant à un pF déterminé, qui varie suivant la granulométrie de l'échantillon :

Dans la pratique les pédologues des différents pays adoptent une valeur moyenne utilisée pour tous les sols, donc approximative : cette valeur **est tantôt pF 1.8, tantôt pF 2**

C'est la valeur la plus adoptée et marque la limite entre la capacité en eau et la capacité en air

***Le point de flétrissement (f)**

Correspond à la valeur limite de l'eau liée, donc non absorbable par les racines :

Le pF concerné est relativement uniforme et indépendant de la granulométrie ;

La pression (succion) correspondante est de **16 bars, soit pF 4.2**.

Cette valeur du point de flétrissement est valable pour la plupart des plantes cultivés ou forestières (feuillues), de sorte qu'elle été adoptée comme valeur de base ;

En fait, certaines espèces xérophiiles peuvent encore absorber de l'eau à un **pF** plus élevé

***L'eau utile:**

C'est la quantité d'eau stockée par le sol, après une période de pluies, qui est donnée par la différence **(c-f)**.

On peut l'exprimer en %.

Chapitre 5: L'eau dans le sol

Si (c-f) est indiqué en % du poids, on passe à la valeur en mm, par la formule suivante :

$$RU (\text{réserve utile}) = ((c-f) / 100) * h * d'$$

RU réserve utile en mm, d' densité apparente, h épaisseur du sol en mm

10% d'eau utile = approximativement 1 à 1.5 mm par cm de sol

Donc la texture joue un rôle déterminant pour l'eau utile

5-7- Les mouvements de l'eau dans le sol

On distingue dans les mouvements de l'eau dans le sol deux processus opposés: les mouvements ascendants et les mouvements descendants.

5-7-1- Mouvements ascendants

L'eau se déplace d'un point plus humide vers un point moins humide par exemple quand le sol s'alimente à partir d'une nappe plus ou moins profonde, l'eau se déplace de la nappe d'eau vers la surface et il est capable de réhumecter constamment les niveaux asséchés par les racines ou par l'évaporation.

5-7-2- Mouvements descendants de l'eau de gravité :

Dans ce cas, l'eau de gravité, qui s'infiltré après les pluies est liée à la perméabilité du profil. Celle dernière dépend de la texture mais surtout de la structure.

Les sols perméables présentent une texture grossière où dominant les sables et graviers peu enrobée de colloïdes. Ou texture fine, mais à structure fragmentaire surtout grumeleuse

Par contre, les sols imperméables sont ceux à texture fine, très riches en limon mais pauvres en argile et en humus. Ou les sols à dominance d'argile, surtout en l'absence de calcaire et d'humus.

5-8-Utilisation de l'eau du sol par les végétaux

Les exigences en eau varient selon les plantes.

Les espèces hydrophiles demandent de l'eau facile à absorber: il faut donc que la réserve utile soit réapprovisionnée par ascension capillaire à partir d'une nappe.

Les espèces xérophiles sont adaptées à la sécheresse, elles peuvent extraire l'eau pour des tensions de succion voisines du point de flétrissement (pin sylvestre, plantes herbacées des pelouses sèches).

Les plantes mésophiles ont un comportement intermédiaire

Chapitre 5: L'eau dans le sol

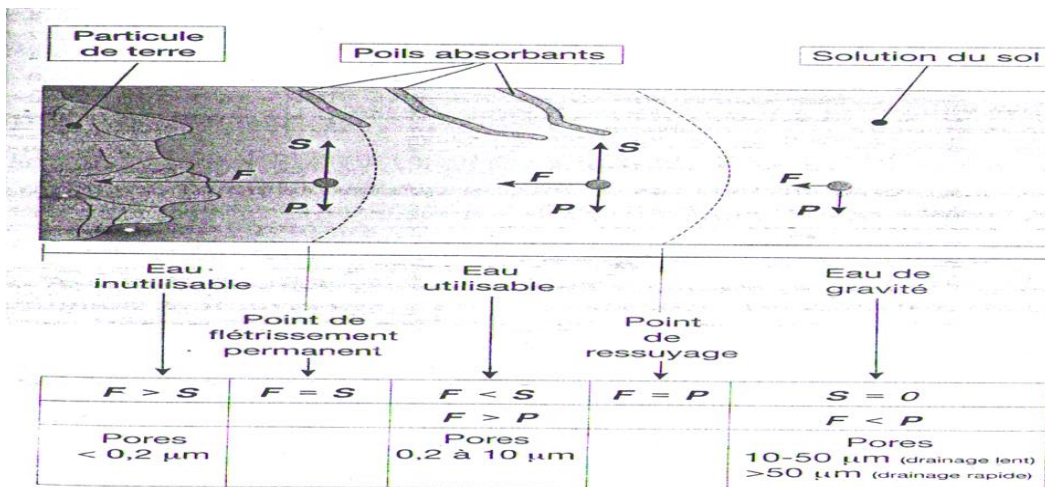
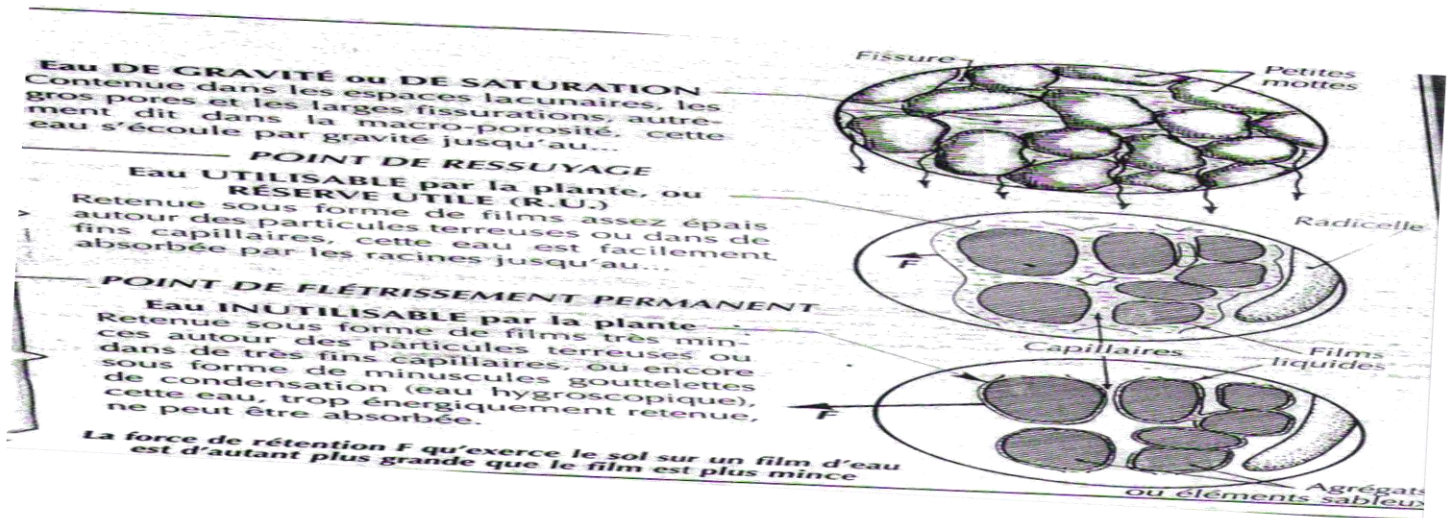


Figure 1 : Formes et états de l'eau dans le sol

Figure 2 : Forces agissant sur l'eau dans le sol