

L'eau dans le sol

L'eau du sol a une importance considérable, elle intervient dans la nutrition des plantes à la fois directement et indirectement en tant que véhicule des éléments nutritifs (solvant des éléments nutritifs). Elle constitue la solution du sol.

Du point de vue pratique nous sommes surtout intéressés par :

- Le mouvement de l'eau dans le sol
- La capacité de rétention en eau du sol
- La disponibilité en eau pour les cultures

Après une période de pluie ou après une irrigation on va examiner ce que se passe dans un sol.

1- Capacité maximale : eau de gravité ou de saturation

L'eau pénétrant dans un sol déplace l'eau et occupe les différents pores, la partie superficielle est mouillée, l'eau continue de s'écouler en profondeur jusqu'à la saturation du sol.

2- Capacité au champ : si l'apport d'eau est arrêté l'eau continue à se descendre d'abord rapidement puis de plus en plus lentement quittant les espaces vides le plus grand qui se remplissent d'air. Après un ou 2 jours, l'eau cesse de s'écouler. Il y a arrêt des mouvements de gravité on dit que le sol est à sa capacité au champ.

L'examen du sol montre que l'eau a quitté les grandes pores et n'occupe plus que les micro pores, c'est cette eau qui sera utilisée par les plantes. A partir de ce stade le mouvement de l'eau dans le sol devient très lent et n'est soumis qu'aux forces de capillarité.

La capacité au champ correspond au maximum d'eau retenue par le sol (capillaire et liée)

3-Le point de flétrissement : l'eau stockée dans le sol va être évaporée directement par le sol et absorbée par les racines des plantes qui passe ensuite aux feuilles où elle sera transpirée. On voit donc qu'il y a diminution progressive de la réserve en eau du sol. Les plantes semblent souffrir de la sécheresse, et montrent des signes de flétrissement d'abord dans la journée, surtout si les températures sont élevées ou qu'il y a du vent, par la suite le flétrissement devient permanent (c'est le point de flétrissement permanent), si un apport d'eau n'est pas effectuée les plantes meurent. A ce stade l'examen du sol montre qu'il contient encore une quantité appréciable d'eau dans les petites pores et autour des particules du sol. Il est à souligner que le point de flétrissement est une propriété de sol et non de la plante .

4-Coefficient hygroscopique : Après séchage d'un échantillon du sol, il perdra l'eau des pores (micropores), l'eau restante sera associée à la surface surtout des particules colloïdales du sol. Cette eau est retenue très fortement, elle n'est plus considérée à l'état liquide et ne se déplacera qu'à l'état de vapeur. Le taux d'humidité du sol à ce stade est nommé coefficient hygroscopique.

En résumé : illustration schématique des états de l'eau dans le sol

100 g sol	40g eau	Sol saturé. c max
100 g sol	20g eau, air	Capacité au champ
100g sol	10g eau, air	Point de flétrissement
100g sol	5g eau, air	Coefficient hygroscopique

Forces de rétention (suction de la terre) : il existe 3 forces qui agissent sur l'eau du sol: la gravité, la suction des racines et la suction de la terre. L'eau forme autour des éléments solides des films d'épaisseur variable, la force qui 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, quand ces deux forces s'égalisent le point de ressuyage ou l'humidité à la capacité au champ est atteint. L'utilisation de l'eau par la plante est possible tant que la force de suction des racines est supérieure à celle qu'exerce le sol sur l'eau, quand cette dernière force devient supérieure à la force de suction des racines par suite de l'extrême amincissement des films d'eau, le point de flétrissement est atteint.

L'énergie de rétention : l'eau est retenue dans le sol avec une certaine tension, cette tension dépend du taux d'humidité, plus le taux est petit plus grande sera la tension. Lorsque l'eau remplit tous les pores, les films d'eau autour et entre les particules sont très épais, la tension dans ce cas est très basse. Quand le sol commence à se sécher l'épaisseur du film diminue, la tension augmente. Des tensions ont été définies pour les différents stades d'humidité du sol, en fonction de ces tensions, on établit la courbe de pF.

Le potentiel capillaire (pF) (Force de suction de l'eau par le sol) : la force de suction de l'eau par le sol peut s'exprimer par une pression en g/m² ou en atmosphère ou par le logarithme décimal de la pression exprimé en cm d'eau que l'on note pF. La force de suction dépend d'une part de la quantité d'eau retenue, d'autre part de la surface des particules solide (d'autant plus élevée que les particules sont plus fines).

Plus le sol est humide, moins la suction est élevée, lorsque la quantité d'eau diminue dans le sol, la force de suction augmente, pour une quantité d'eau déterminée dans le sol, la force de suction est d'autant plus grande que la granulométrie est plus fine. Une valeur donnée du pF correspond à une teneur en eau faible pour un sol sableux que pour un sol argileux, c'est-à-dire que les teneurs en eau augmentent avec la proportion d'éléments fins dans le sol.

Le pF correspond à la capacité au champ pour les sols à texture moyenne est 2,5 à 2,7, et le pF au point de flétrissement pour tous les sols est de 4,2 (16 atmosphère environ).

Exemple : 2 plantes en 2 pots sable et argile atteignent le point de flétrissement en même temps. L'examen de l'humidité montre: sable (5%) argile (15%). Ces 2 sols sont portés à la capacité au champ, l'humidité indique sable (10%) argile (30%).

Donc plus la texture est fine plus la surface de contact offerte aux film d'eau pour les éléments solides est élevée. $1 \text{ Atmosphère} = 1\text{bar} = 1033\text{g/m}^2 = 1019\text{cm} = 1000\text{cm d'eau}$.

Classification de l'eau du sol :

Classification physique : suivant le degré de rétention, l'eau du sol a été classé en eau libre, eau capillaire, eau hygroscopique

- Eau libre (drainage)
Eau occupant les macropores (en plus de celle retenue à la capacité au champ)
Eau retenue à des tension inférieure à $1/3$ atmosphère
Eau évacuée par drainage – mouvement de gravité
Eau lessive les éléments nutritifs
- Eau capillaire
Retenue dans les micro pores entre la capacité au champ et le coefficient hygroscopique
La tension de film d'eau varié entre $1/3$ et 31 atmosphère
Disponible partiellement pour les plantes
Mouvement se fait par à justement de tension
Elle constitue la solution du sol
- Eau hygroscopique
Eau retenue au coefficient hygroscopique à tension très élevée
Eau non liquide circule à l'état de vapeur

Classification biologique : cette classification se réfère à l'utilisation de l'eau par les plantes, elle distingue :

- Eau superflue
Eau en excès dans le sol peut être nocive empêche la croissance des plantes suite à une mauvaise aération, aussi elle peut entrainer des éléments nutritifs surtout dans les sols sableux, cependant peut être utile dans les sols salés .
- Eau disponible : l'eau retenue entre la capacité au champ et le point de flétrissement. Il a été démontré que lorsque l'humidité s'approche du point de flétrissement, les plantes s'approvisionnement lentement en eau et ne peuvent avoir une croissance optimale. Il est clair qu'il faut maintenir le taux d'humidité dans le sol au dessus du point de flétrissement.
- Eau non disponible : eau retenue au point de flétrissement, elle comprend une partie de l'eau capillaire et une partie de l'eau hygroscopique.

Mouvements de l'eau dans le sol : il existe 2 types de mouvements de l'eau dans le sol

Mouvement descendant : de l'eau de gravité (infiltration, percolation, drainage) qui s'infiltré après la pluie ou l'irrigation et qui est lié à la perméabilité du sol qui exprime la vitesse d'infiltration de l'eau (cm/h), la perméabilité du sol est d'autant plus élevée que sa porosité non capillaire (macroporosité) est plus forte.

Les sols perméables sont :

Les sols à texture grossière où dominant les sables et le gravier (sols filtrants)

Les sols à texture fine mais à structure fragmentaire surtout grumeleuse

Les sols imperméables

Les sols argileux surtout en l'absence de calcaire et d'humus

Les sols reposant sur une couche imperméables

Le profil hydrique : après une pluie ou irrigation l'eau s'infiltré dans le sol, engorge la couche superficielle puis avec la profondeur l'humidité décroît. Le profil hydrique permet de définir un front d'humectation très rapidement atteint plus profond dans un sol à texture grossière que dans un sol à texture fine. Le profil hydrique se rapproche ensuite progressivement à la capacité au champ.

Pour un même arrosage la profondeur humectée dépend de la texture, le front d'humectation est d'autant plus profond que la capacité de rétention de l'eau est plus faible

La diffusion capillaire : le principe c'est que l'eau se déplace d'un point plus humide vers un point moins humide. Suite à l'évaporation, la surface du sol s'assèche, son pF augmente créant un appel de l'eau située dans les couches inférieures pF bas \longrightarrow pF élevé, un courant ascendant est créé. Par le même principe l'eau peut se déplacer latéralement au fur et à mesure de l'absorption d'eau par les racines.

Cependant, l'efficacité de diffusion capillaire diffère selon qu'elle se produit en milieu drainé ou dans un sol se trouvant au dessus d'une nappe d'eau libre.

- Milieu drainé : la diffusion est très lente et elle ne compense pas le dessèchement

- Présence d'une d'eau libre : seules les nappes plus ou moins profondes d'eau libre sont réellement efficace. Le phénomène de remontée capillaire est beaucoup plus important et efficace que dans le cas dans un sol drainé. Il s'agit de l'eau capillaire soutenue. Elle est capable de réhumecter constamment les niveaux asséchés par les racines ou par l'évaporation. L'efficacité de diffusion capillaire dépend de la hauteur au dessus de la nappe et la vitesse de remplacement de l'eau absorbée, ces deux facteurs dépend de la granulométrie 40cm dans un sol sableux, et jusqu'à 1m dans un sol limono-argileux.