



Eau

Liquide, je circule, j'occupe une partie des pores du sol, je peux être très liée aux particules du sol ; je suis indispensable aux organismes du sol et aux plantes et même à la pédogenèse : sans moi, c'est le désert !

Rédaction : Julien Tournebize (avril 2023)

Le rôle crucial de l'eau du sol

L'eau est indispensable à toute vie et les **sols jouent un rôle essentiel dans le cycle de l'eau**. Chaque année ce sont 780 litres d'eau de pluie par m² qui tombent en moyenne sur les terres émergées et 1/3 des eaux douces continentales se trouvent à chaque instant dans les sols (Balesdent *et al.*, 2015). Les pluies qui arrosent les champs se logent dans les **pores du sol**, et chassent l'air qu'ils contiennent. Les sols peuvent ainsi stocker entre 20 et 600 litres d'eau par m² selon leurs types. L'eau modifie au quotidien les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols mais le sol, et son couvert végétal, influencent également le comportement de l'eau dans le sol. On parle de **continuum sol-eau-plante** car ces trois composantes sont en interaction permanente.

Le rôle essentiel que jouent les sols dans le cycle de l'eau (*cf.* Synthèse « **Échanges gazeux avec l'atmosphère** ») nécessite de connaître les propriétés les plus fines du sol (porosité, texture, quantité et état des cailloux, profondeur des racines,...) afin de comprendre comment bien raisonner tout ce qui touche à l'eau du sol, du plus local au plus global, en manque ou en excès.

Composition du sol

Le sol est constitué d'éléments sous trois états : liquide (**l'eau**), gazeux (**l'air**) et **solide**. La **porosité** (*cf.* Synthèse « Porosité ») d'un sol correspond à l'ensemble des volumes vides qui le compose. Ces **vides** sont occupés par l'eau et l'air. La partie solide comprend des particules **minérales** – qui ont certaines propriétés chimiques et physiques (par exemple la granulométrie, *cf.* Synthèse « Texture ») –, des **matières organiques** et des **organismes vivants**.

La phase solide du sol :

- influence la composition de la phase liquide en fonction de la solubilité des minéraux ou autres composés chimiques ;
- détermine, grâce à sa **texture** et sa **structure**, le volume total de la porosité, la répartition par taille des pores, leurs connexions, et donc la porosité et la distribution de la taille des pores. Les propriétés de rétention et d'écoulement des liquides et des gaz dans le sol dépendent de la partie solide du sol ;
- conditionne l'habitat des organismes vivant dans le sol qui créent, par leur activité,



- une bioporosité (liée par exemple à la bioturbation des vers de terre) ;
- détermine les propriétés mécaniques et thermiques du sol.

Les propriétés hydriques principales d'un sol sont la **taille du réservoir hydrique** et sa **capacité d'infiltration** (ou capacité à laisser s'écouler l'eau). L'intensité des transferts (ou perméabilité) dépend de la teneur en eau du sol et de la **connectivité de la porosité**. On peut mesurer la capacité d'infiltration d'un sol avec la méthode Beerkan (Figure 1), en enfonçant un cylindre dans le sol, on y verse un volume constant d'eau et on mesure le temps que l'eau met à s'infiltrer.



Figure 1. Matériel pour mesurer la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol - Méthode Beerkan adaptée par Rhizobiome. © JMS 2022 - Petitas

Disponibilité de l'eau dans le sol

C'est essentiellement la **capillarité** qui **retient l'eau dans le sol** et l'empêche de s'écouler. Les molécules d'eau sont en effet liées entre elles par des ponts hydrogène. L'eau peut être sous trois états différents dans le sol, états qui vont influencer sa disponibilité (i.e. la possibilité d'être absorbée par tout ce qui vit dans le sol) : l'eau libre, l'eau liée et l'eau résiduelle (Figure 2).

L'eau libre (ou gravitaire) est l'eau qui circule librement, essentiellement verticalement, dans la macroporosité du sol (i.e. les pores dont le diamètre est supérieur à 10 μm).

L'eau liée (ou eau hygroscopique) est **inaccessible pour les végétaux**. Les molécules d'eau sont dans ce cas reliées aux grains de solide constituant la matrice poreuse, par des forces d'attraction très importantes, mais également dans des pores de très petit diamètre (inférieur à 0,2 μm). Une partie de cette eau liée peut cependant être évaporée (sécheresse prolongée).

L'eau capillaire est celle qui remplit la microporosité, dont la taille des pores est très petite, (*capillaire* évoque *cheveux*, mais ici des cheveux vraiment très fins : entre 10 et 0,2 μm). Les déplacements de cette eau dépendent des lois de la capillarité. C'est l'eau mobilisable de la microporosité, qui constitue la réserve hydrique dans laquelle l'eau peut être extraite par

évaporation et prélèvements racinaires.

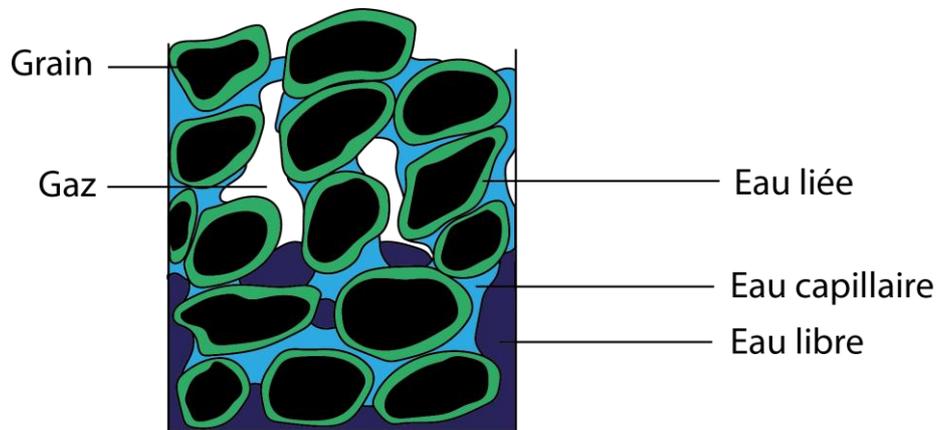


Figure 2. Les différents états de l'eau dans le sol.

Source : Solenn Chauvel.

Il est défini pour chaque type de sol, différentes valeurs seuils de teneur en eau caractéristique. On distingue ainsi, trois niveaux d'humidité (Bouthier *et al.*, 2022) du sol du plus humide au plus sec :

1) **la teneur en eau maximale** ou teneur en eau à **saturation**, tous les pores sont remplis d'eau, un ordre de grandeur serait de 10 à 50 % du volume total d'un sol.

2) **la teneur en eau à la capacité au champ** (limite entre eau libre et eau capillaire), l'air remplace l'eau dans les gros pores et seule la microporosité est pleine d'eau. On parle alors de sol « ressuyé ». A l'approche du niveau suivant (point de flétrissement), l'eau est de plus en plus difficile à mobiliser par les racines des végétaux.

3) **la teneur en eau au point de flétrissement** : La plupart des plantes ne peuvent plus extraire l'eau du sol en deçà de cette teneur. Elles entrent en état de flétrissement permanent et ne peuvent survivre. Cette teneur en eau limite dépend beaucoup de la teneur en argile. En cas de sécheresse prolongée aggravée par des vents secs et chauds, on peut constater un dessèchement du sol au-delà du point de flétrissement, en surface notamment. Il faudra dans ce cas que ce volume soit reconstitué avant que l'eau ne redevienne disponible pour les plantes.

La différence entre la **teneur en eau à la capacité au champ** et la **teneur en eau au point de flétrissement** définit le **réservoir utile** (RU) ou **réserve facilement utilisable**, (RFU) d'un sol pour la végétation.

La succession des périodes pluvieuses et des périodes sèches (surtout au printemps et en été) fait **varier la teneur en eau du sol**. Le surplus, notamment en hiver, constitue l'eau qui recharge les nappes souterraines (une nappe souterraine est aussi constituée d'une partie solide minérale, avec une porosité, généralement plus faible que dans le sol, avec une valeur maximale de 1 % du volume de roche). Cependant, l'eau de pluie peut aussi ruisseler en



surface du sol. Le ruissellement d'eau à la surface du sol survient dès que l'eau ne peut plus s'y infiltrer.

Il existe plusieurs formes de ruissellement. Le **ruissellement par dépassement de l'infiltrabilité** d'une part : ce ruissellement est généré par une forte intensité des apports d'eau, supérieure à la capacité d'infiltration du sol (par exemple un orage sur un sol sec). Le **ruissellement par saturation du sol** d'autre part : ce type d'écoulement se produit quand l'eau de pluie, atteignant une zone « saturée », ne peut pas s'infiltrer (sol à teneur en eau à saturation) et s'écoule à la surface. Cette situation peut survenir même si l'intensité de la pluie est faible, par exemple en hiver.

Le sol joue ainsi un service de régulation des flux : le sol constitue un tampon capable de retenir l'eau dans la mesure de sa capacité d'infiltrabilité et de stockage et donc de limiter les ruissellements, l'érosion et les crues. Lors d'épisodes pluviométriques excédant les capacités d'infiltrabilité et de stockage, le ruissellement et les crues surviendront inévitablement. D'où l'importance **d'éviter au maximum l'imperméabilisation des sols** et de préserver à la fois leur infiltrabilité et leur capacité de stockage par exemple en apportant de la matière organique permettant d'accroître la rétention d'eau, en couvrant les sols pour limiter l'évaporation ou encore en choisissant des plantes susceptibles d'aller chercher l'eau en profondeur, ou résistantes à la sécheresse.

Questions clés

- Dans notre climat tempéré, en quelle période les sols contribuent-ils à recharger les nappes souterraines ?

Réponse : la fin de l'hiver, une fois que la teneur en eau du sol dépasse la capacité au champ et avant le printemps, quand l'évapotranspiration reprend de l'importance dans le cycle de l'eau.

Bibliographie

Ambroise, B., La Dynamique du Cycle de l'Eau dans un Bassin Versant – Processus, Facteurs, Modèles -, 2nd Edition, 1999, éditions *H*G*A*, București (RO)

Auzet, V., L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture: aspects aménagement, 1987, Annales de Géographie, 96, 529-556.

Balesdent, J., Dambrine, E., Fardeau, J.-C. Les sols ont-ils de la mémoire, 2015, éditions QUAE, p. 28 à p.30 : Chapitre "Que fait l'eau dans le sol ?"

Bouthier A., Scheurer O., Seger M., Lagacherie P., Beaudoin N., Deschamps T., Sauter J., Fort JL., Cousin I., Réservoir en eau du sol utilisable par les cultures, 2022, éditions Arvalis,