

Chapitre 2 : Propriétés physico-chimiques et biologiques des sols

1. Introduction :

Les sols sont des milieux complexes résultant de l'altération des roches et de l'interaction avec les organismes vivants. Ils possèdent des propriétés physico-chimiques qui influencent leur structure, leur fertilité et leur capacité à stocker et filtrer l'eau et les nutriments. Ces propriétés sont essentielles pour l'agriculture, l'environnement et l'aménagement du territoire. Importance des propriétés physico-chimiques. Ces caractéristiques sont essentielles pour comprendre le fonctionnement des sols et leur gestion durable. Elles permettent de diagnostiquer la fertilité des terres, de prévenir la dégradation des sols et d'optimiser les pratiques agricoles.

Pourquoi est-il important d'étudier les propriétés physico-chimiques des sols ?

L'étude des propriétés physico-chimiques des sols est essentielle pour comprendre leur fonctionnement et leur rôle dans divers processus environnementaux et agricoles. Ces propriétés influencent la fertilité des sols, la disponibilité des nutriments, la gestion de l'eau, ainsi que la durabilité des écosystèmes. Voici quelques raisons principales justifiant leur étude :

a. Gestion de la fertilité des sols et de la production agricole :

- La texture et la structure du sol influencent la rétention et l'infiltration de l'eau, ce qui est crucial pour la croissance des plantes.
- Le pH du sol détermine la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes. Un sol trop acide ou trop alcalin peut provoquer des carences ou des toxicités.
- La capacité d'échange cationique (CEC) et la matière organique influencent la disponibilité des nutriments essentiels comme l'azote, le phosphore et le potassium.

b. Protection de l'environnement et lutte contre la dégradation des sols :

- La connaissance des propriétés chimiques du sol aide à prévenir la salinisation, l'acidification et la contamination par des polluants (métaux lourds, pesticides).
- L'étude de la perméabilité et de la porosité permet de mieux gérer les risques d'érosion, de ruissellement et d'inondations.

c. Gestion des ressources en eau :

- Les sols jouent un rôle clé dans le cycle de l'eau, notamment par l'infiltration, la rétention et la filtration de l'eau.
- L'étude de la porosité et de la structure permet d'optimiser l'irrigation et de prévenir l'épuisement des nappes phréatiques.

d. Conservation des écosystèmes et du climat :

- Les sols sont un réservoir majeur de carbone organique, influençant le cycle du carbone et le changement climatique.
- La biologie du sol, fortement influencée par ses propriétés physico-chimiques, joue un rôle

essentiel dans le recyclage des nutriments et la santé des écosystèmes.

e. Applications en ingénierie et aménagement du territoire :

- L'étude des sols est essentielle pour la construction d'infrastructures (routes, bâtiments) afin de prévenir les risques de tassement et d'instabilité.
- Elle aide aussi dans la gestion des déchets, notamment pour la sélection de sites adaptés aux décharges ou au stockage de substances dangereuses.

2. Les principales propriétés physico-chimiques des sols :

Les sols possèdent des **propriétés physiques** et **chimiques** qui influencent leur fertilité, leur structure et leur rôle dans les cycles biogéochimiques. Ces propriétés sont essentielles pour l'agriculture, la gestion des ressources naturelles et la protection de l'environnement.

2.1. Propriétés physiques des sols :

Les propriétés physiques déterminent la structure et le comportement mécanique du sol, influençant ainsi la circulation de l'eau, de l'air et des nutriments

2.1.1. Analyse granulométrique (Texture du sol) :

Elle détermine la répartition des particules du sol. La texture du sol dépend de la proportion relative de sable (0,05-2 mm), limon (0,002-0,05 mm) et argile (< 0,002 mm). Elle influence la porosité, la perméabilité, la capacité de rétention d'eau et de nutriments, et la capacité d'aération du sol.

2.1.2. Structure du sol :

La **structure** désigne l'organisation des particules du sol en agrégats qui affecte la porosité et la stabilité du sol. Elle joue un rôle majeur dans la circulation de l'eau et de l'air. Elle a un impact sur la porosité, la perméabilité et l'aération. Les facteurs influents : matière organique, activité biologique, humidité.

2.1.3. Stabilité structurale :

C'est la mesure de la résistance des agrégats du sol à la désagrégation sous l'effet de l'eau. Elle influence l'érosion, l'infiltration et la disponibilité de l'eau pour les plantes.

2.1.4. Perméabilité :

C'est la capacité du sol à laisser passer l'eau et l'air, ou c'est la mesure la facilité avec laquelle l'eau et l'air circulent dans le sol, influençant l'infiltration et le drainage. Elle dépend de la texture, de la structure et de la densité du sol.

2.1.5. Porosité :

La **porosité** désigne l'espace entre les particules solides du sol où circulent l'air et l'eau.

2.1.5.1. Densité du sol :

Densité apparente : masse du sol sec par unité de volume.

Densité réelle : densité des particules solides du sol (excluant l'espace poreux).

2.1.6. Réserve utile en eau (RU) (Capacité de rétention en eau) :

C'est la quantité d'eau disponible pour les plantes entre la capacité au champ et le point de flétrissement permanent. Elle dépend de la texture et de la structure du sol. Les sols argileux retiennent mieux l'eau que les sols sableux. Elle est définie par trois niveaux :

- **Capacité au champ** : quantité d'eau retenue après drainage.
- **Point de flétrissement** : seuil où les plantes ne peuvent plus absorber l'eau.
- **Eau disponible** : différence entre la capacité au champ et le point de flétrissement.

2.2. Propriétés chimiques des sols

Ces propriétés influencent la disponibilité des nutriments, les réactions chimiques du sol et la fertilité globale.

2.2.1 pH du sol :

Le pH du sol indique l'acidité ou l'alcalinité du sol. il influence la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes. La plage optimale pour la plupart des cultures : **pH 6,0 – 7,5**.

2.2.2 Capacité d'échange cationique (CEC) :

Elle représente la capacité du sol à retenir et échanger des ions nutritifs (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+).etc.). Elle est influencée par la teneur en argiles et en matière organique. Les sols riches en argiles et matière organique ont une CEC élevée, améliorant leur fertilité.

2.2.3 Matière organique du sol

Source de nutriments essentiels et améliore la structure et la rétention d'eau. Comprend les résidus végétaux et la biomasse microbienne. Elle Influence la fertilité, la rétention d'eau et l'activité biologique.

2.2.4 Éléments nutritifs essentiels : Les principaux éléments nutritifs sont :

-**Macronutriments** : Azote (N), Phosphore (P), Potassium (K), Calcium (Ca), Magnésium (Mg), Soufre (S).

-**Micronutriments** : Fer (Fe), Zinc (Zn), Cuivre (Cu), Manganèse (Mn), Bore (B).

Leur Disponibilité influencée par le type de roche-mère et les processus biologiques, le pH, la CEC et les interactions chimiques.

2.2.5. Salinité du sol :

C'est la présence excessive de sels solubles dans le sol pouvant nuire aux cultures. Exprimée par la conductivité électrique (EC). Une salinité excessive nuit à la croissance des plantes. Les sols alcalins ont souvent une accumulation de sodium (Na^+), affectant la structure et la perméabilité.

2.2.6. Carbone organique du sol (CO) :

C'est un indicateur de la fertilité et de la capacité du sol à stocker le carbone. Il augmente la CEC et améliore la structure du sol.

2.2.7. Azote total et formes minérales :

-**Azote total** : comprend l'azote organique et inorganique.

-**Formes minérales** : ammonium (NH_4^+), nitrate (NO_3^-), nitrite (NO_2^-).

2.2.8. Phosphore assimilable :

C'est la quantité de phosphore disponible pour les plantes. Il est sous formes principales : phosphate soluble, phosphate fixé sur les minéraux.

3. Les propriétés biologiques des sols

Les propriétés biologiques des sols sont essentielles pour le maintien de la fertilité et de la productivité des écosystèmes terrestres (agricoles et naturels). Elles englobent l'ensemble des activités biologiques et des interactions entre les organismes vivants présents dans le sol. Ces propriétés influencent la formation du sol, le cycle des nutriments et la stabilité de la structure du sol. L'étude de ces propriétés permet d'évaluer l'impact des pratiques agricoles et des changements environnementaux sur la santé des sols.

3.1. Microflore et microfaune du sol : Le sol abrite une grande diversité d'organismes, classés en trois groupes principaux :

3.1.1. Les micro-organismes du sol :

Ils jouent un rôle fondamental dans la décomposition de la matière organique et le cycle des nutriments :

- **Bactéries** : Elles sont abondantes et participent à la minéralisation de la matière organique, à la fixation de l'azote atmosphérique (*Rhizobium*, *Azotobacter*) et à la solubilisation du phosphore (*Pseudomonas*).

- **Champignons** : Importants pour la décomposition de la matière organique complexe (ex : lignine), certains forment des mycorhizes qui améliorent l'absorption des nutriments par les plantes (*Glomus*).

- **Actinomycètes** : Intermédiaires entre bactéries et champignons, ils dégradent la matière organique et produisent des antibiotiques naturels (Streptomyces).

3.1.2. La faune du sol :

Elle influence la structure et la fertilité du sol par la bioturbation.

- **Microfaune (< 0,2 mm)** : Protozoaires, rotifères et nématodes qui contrôlent les populations bactériennes et fongiques.

- **Mésafaune (0,2 – 4 mm)** : Acariens, collemboles qui participent à la fragmentation de la matière organique.

- **Macrofaune (> 4 mm)** : Vers de terre, termites, fourmis, qui contribuent à la formation de la structure du sol (ex : galeries des vers de terre améliorant l'aération).

3.2. Activité biologique et fonctions écologiques : L'activité biologique du sol se traduit par :

- **La décomposition de la matière organique** : transformation des résidus végétaux et animaux en humus et nutriments assimilables par les plantes.

- **Le cycle des éléments nutritifs** : régulation des flux d'azote, de phosphore et de potassium par l'action des micro-organismes et de la faune du sol.

- **La stabilisation de la structure du sol** : production d'exopolysaccharides par les bactéries et agrégation des particules du sol par les champignons et les vers de terre.

- **La détoxification et la bioremédiation** : certains microorganismes dégradent les polluants (ex : bactéries dégradant les hydrocarbures pétroliers).

3.3. Indicateurs biologiques de la qualité du sol :

Les propriétés biologiques du sol sont utilisées comme **indicateurs de qualité** :

- **Biomasse microbienne** : quantité de microorganismes présents dans le sol.

- **Respiration microbienne** : activité métabolique des microorganismes (CO₂ émis).

- **Enzymes du sol** : phosphatases, cellulases et déshydrogénases indicatrices du cycle des nutriments.

- **Abondance et diversité des organismes du sol** : analyse de la faune et de la microflore.