

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Université Ahmed ZABANA RELIZANE
Faculté des Sciences et de la technologie
Département des Sciences biologiques**



Polycopié de cours

Titre :

Eco-pédologie

***Destiné aux étudiants de la 3^{ème} année licence (LMD),
Spécialité : Ecologie et Environnement***

Élaboré par : MR. BENCHIHA WALID

Année : 2021-2022

Avant-propos

Ce polycopié de cours d'éco-pédologie s'adresse aux étudiants spécialisés dans les disciplines biologiques de l'option écologie et environnement afin d'acquérir les informations préalables dans le domaine de la science du sol et sa relation avec l'écologie et répondre à leurs préoccupations et leurs questions.

Il est écrit sous une forme de synthèse accessible avec un langage simple et clair excluant toute formulation ésotérique, et n'exclut pas la rigueur scientifique.

- Il débute par des généralités sur la pédologie, son historique, ses objectifs et ses applications.
- La deuxième partie s'intéresse à l'étude des processus généraux de la pédogénèse.
- La troisième partie prend en compte la présentation générale des sols, la description des constituants fondamentaux des sols (solides, liquides et gazeux) et leurs propriétés (physiques, chimiques et biologiques).
- En fin, les grandes lignes de la classification de la légende des **F.A.O** de la carte mondiale des sols ainsi que les différentes techniques d'études des constituants du sol au laboratoire.

Table des matières :

Avant-propos	1
I- Généralités	
1- Pédologie	2
2- Elément d'historique	2
3- Objectifs de la pédologie	2
4- Applications de la pédologie	3
5- Quelques définitions	3
II- Sol	
1- Définition d'un sol	5
2- Quelques fonctions des sols	5
3- Le Système sol	5
4- Processus de formation du sol	6
5- Les facteurs de la pédogénèse	7
III- Organisation d'un sol	
1- Profil pédologique	10
2- Les constituants d'un sol	11
3- Les caractéristiques physiques des sols	15
4- Les caractéristiques chimiques des sols	20
5- Intérêt agronomique de la matière organique	23
6- Caractéristiques biologiques des sols	23
IV- Evolution et classification des sols	
1- Evolution des sols	27
2- Classification des sols	27
3- Sols en Algérie	32
4- Carte des sols	36
5- Relation : Sol-Végétation	37
Références bibliographiques	40

1- GÉNÉRALITÉS

1- Pédologie :

La pédologie du grec (**pédon = plaine**) est la partie de la science du sol qui étudie la formation et l'évolution des sols. C'est une discipline nouvelle, qui a vu le jour en Russie, sous l'impulsion de « **Dokouchaïev** » et ses élèves en **1877**. Elle se différencie de la géologie ou de la géochimie, qui considèrent le sol comme un résultat de la transformation et de la dégradation de la roche mère, et aussi de l'écologie, de la botanique et de l'agrobiologie (édaphologie) pour lesquelles un sol est le milieu permettant le développement de la végétation et les cultures.

2- Elément d'historique :

La notion de sol a attiré l'attention des hommes depuis fort longtemps. **Les romains** savaient qu'une terre est d'autant plus riche qu'elle est plus noire.

Ce n'est qu'au **16^e** siècle que **Bernard Palissy** signala l'importance des « sels » du sol à travers son livre intitulé « traité des sols divers et de l'agriculture ».

Au **18^e** siècle, **Van Helmond** nota le rôle du gaz carbonique (CO₂) de l'eau du sol dans l'alimentation des plantes.

Il fallait attendre la fin du **19^e** siècle pour que la pédologie naquit en tant que science. Le terme est dû à **Dokouchaïev**, géologue Russe, qui est le premier à considérer le sol comme une entité naturelle susceptible d'être étudiée pour elle-même.

Ce n'est que vers les années (**1925-1930**) que les concepts pédologiques firent leurs apparitions en **France** par **Agafonoff** et **Herhart**.

Une association internationale de la science du sol (**A.I.S.S**) dont le secrétariat général est à Rome (Italie) regroupe l'action des divers associations nationales telque (**A.F.E.S en France**).

Un congrès international réunit tous les quatre (**04**) ans des milliers de spécialistes en physique des sols, chimie des sols, génétique des sols classification et cartographie, et technologie des sols sous l'égide de la **F.A.O.**

3- Objectifs de la pédologie :

- Elaboration de la carte pédologique
- Etude du pouvoir antiérosif des sols
- Etude de la fertilité des sols
- Etude sur les moyens technologiques pour conserver l'humidité des sols et sur les techniques d'augmentation de la réserve hydrique.

- Mise au point de méthodes de désalinisation des sols.
- Etude des possibilités d'amélioration de la structure des sols.

4- Applications de la pédologie :

- Connaissance du milieu naturel
- Recherche scientifique
- Résolution de problèmes agronomiques
- Planification de l'occupation des sols
- Détermination des aptitudes culturales
- Aménagements agricoles ou urbains
- Protection des sols
- Lutte contre l'érosion
- Désalinisation
- Lutte contre les pollutions chimiques.

5- Quelques définitions :

Eco-pédologie :

Ecologie des sols, c'est la science qui étudie le sol autant que composant de l'environnement (comme les plantes, les animaux et l'homme...) qui a pour but :

- Inventorier les propriétés et les comportements des sols (description des sols).
- Connaître l'origine et le développement des sols (genèse des sols).
- Classer les sols selon les critères pédogénétiques et fonctionnels (systématique des sols).

Un profil pédologique :

C'est une coupe verticale de sol allant depuis la surface jusqu'à la roche mère. En pratique c'est l'une des faces latérales verticale d'un pédon.

Un pédon :

C'est le plus petit volume qui permet de définir un sol. Il s'agit dans le cas général d'un prisme grossièrement hexagonal de quelques mètres carrés de surface, limité à sa partie supérieure par la surface du sol et à la partie inférieure par la roche mère sous-jacente.

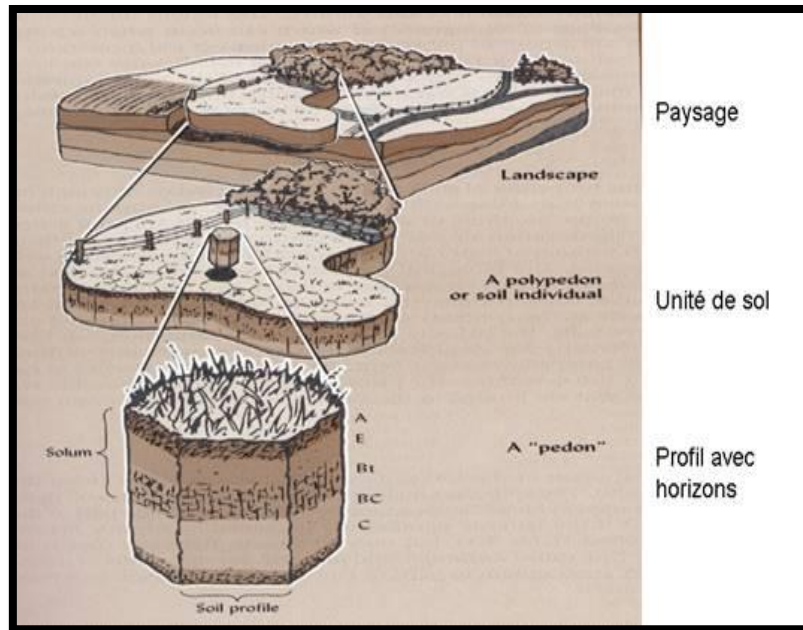


Figure 1 : Un pédon

II- SOL

1- Définition d'un sol :

Le sol est le résidu de l'altération, du remaniement et de l'organisation de la couche supérieure de la croûte terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergies qui s'y manifestent.

2- Quelques fonctions des sols :

Le sol est considéré comme un patrimoine essentiel dont la conservation est le garant de la survie de l'humanité car il assure les fonctions suivantes :

- Stockage le carbone et l'azote de l'atmosphère.
- La base des écosystèmes terrestres et parfois aquatiques via la rhizosphère.
- Un rôle très important dans la fixation, la dispersion et la biodégradation des polluants.
- Un acteur-clé des cycles biogéochimiques du carbone, de l'azote ... etc.
- Production des récoltes.
- Rétention des eaux de pluies et de ruissellement.

3- Le Système sol :

On peut considérer le sol comme un système composé de **quatre compartiments** : les **trois phases** (solide, liquide et gazeuse) et les organismes vivants. Ses compartiments sont en interaction permanente par des échanges de matière et d'énergie dus à plusieurs processus physiques et chimiques et biologiques.

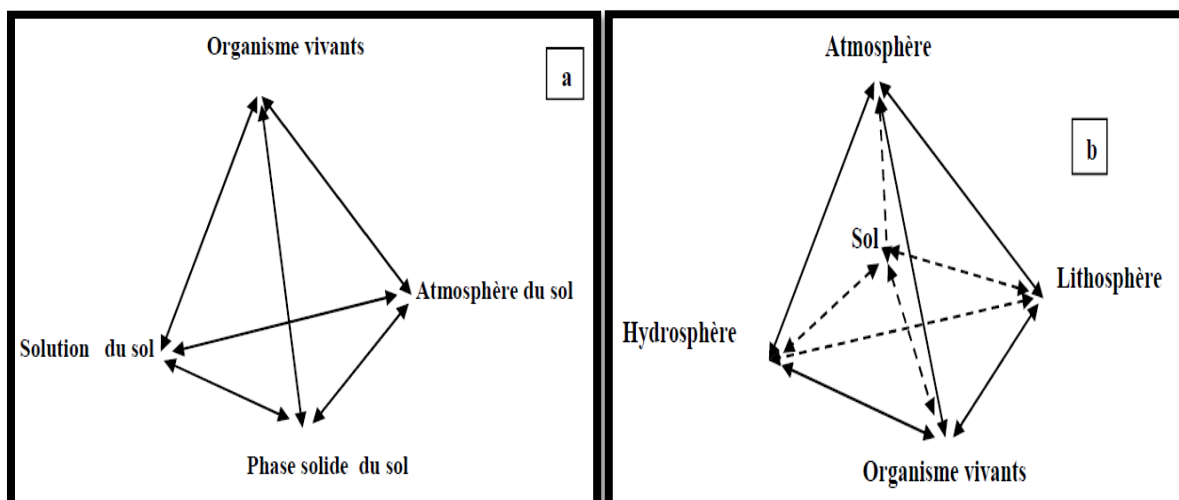


Figure 2 : Système sol

4- Processus de formation du sol :

La formation du sol est due à plusieurs phénomènes lents et complexes connus sous le nom d'altération.

a- Le premier stade : Décomposition de la roche mère :

Lorsque les roches sont mises à l'affleurement et se trouvent en contact avec l'atmosphère, elles sont soumises à des conditions de milieu très différentes. Soumises aux actions du climat, ces roches vont subir des contraintes liées à des échanges d'énergies qui vont les transformer vers un nouvel équilibre. Les roches sont détruites, on dit qu'elles s'altèrent. Cette altération se traduit par une division de la masse initiale en matériaux de plus en plus fins, par une transformation des constituants élémentaires qui vont plus ou moins disparaître (Exemple : Dissolution), se modifier et se réorganiser entre eux.

b- Deuxième stade : Enrichissement en matière organique :

Au tout premier stade de l'altération, des organismes vivants (micro-organismes, végétaux inférieurs) prolifèrent. Ils introduisent des éléments nouveaux (carbone, azote) inconnu du monde minéral original. Cette activité biologique et les produits qui ont dérivent agissent sur les constituants minéraux pour les solubiliser, les transformer et les stabiliser.

Des végétaux supérieurs ainsi que les animaux divers se développent à leurs tours et participent à la formation d'une couche de matière organique.

c- Troisième stade : Différenciation des horizons :

Les eaux de pluies qui tombent sur cet ensemble suivent des trajets variés : ruissellement en surface, percolation en profondeur sous l'action de la gravité et des mouvements latéraux interne. Elles entraînent certains matériaux telque : les sels, le calcaire, le fer, l'argile afin de les déposer ailleurs. Certains niveaux sont appauvris alors que d'autres sont enrichis.

Les différents constituants s'organisent et se disposent les uns par rapport aux autres suivant des modalités déterminées qui sont en fonction du climat, de la pesanteur et de la perméabilité. Ces modalités varient avec le temps de sorte que, peu à peu s'individualisent des couches à propriétés particulières mais bien définies (parallèles à la surface du terrain). Un sol est formé

caractérisé par une succession de couches horizontales appelés : **les horizons**.

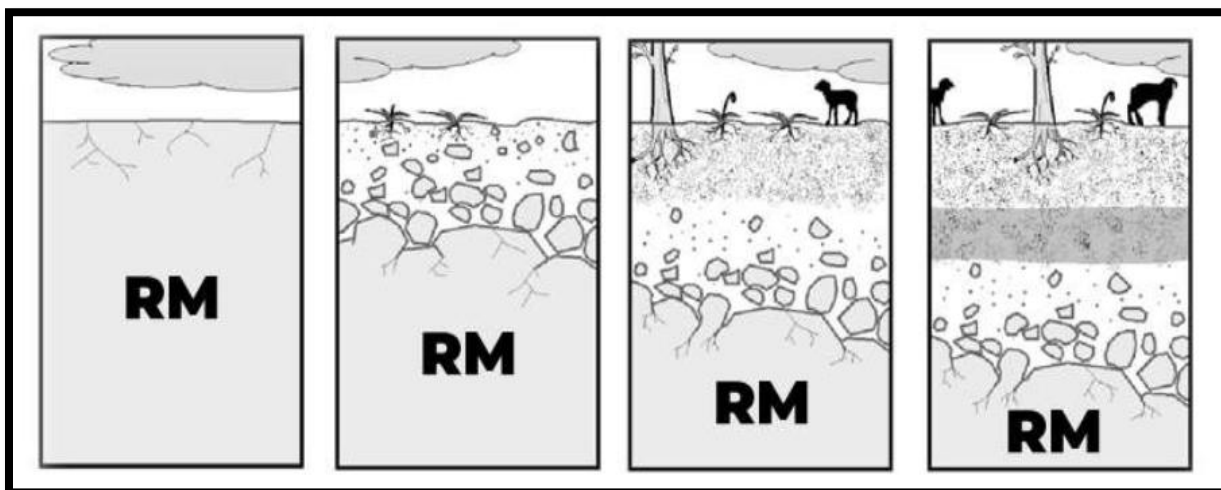


Figure 3 : les phases de la formation d'un sol

5- Les facteurs de la pédogénèse :

Cinq (05) facteurs de l'environnement contribuent à la formation, différenciation et l'évolution des sols : les roches (roche mère) ; le climat ; la durée de l'évolution (temps) ; l'ensemble des actions biologiques (êtres vivants) ; le relief.

✚ Les roches :

Le matériau du départ appelé aussi roche mère, fournit au sol ses constituants minéraux. Certains caractères minéralogiques de la roche mère déterminent un bon nombre de propriétés des sols telque : la porosité, résistance à la décomposition, richesse en divers éléments (Ca, Mg, Na, Fe, Al...) ...etc.

✚ Le climat :

Le climat à une importance particulière dans l'évolution des sols. Sur des roches identiques mais sous des climats différents, les sols ne sont pas les mêmes.

La température et les précipitations sont les causes premières de la formation des sols. La température (**T**) influe sur l'évolution de deux (02) façons : par son action sur la vitesse et le mode d'altération des roches. Par son action sur la rapidité de la décomposition de la matière organique. Les précipitations (**P**) jouent un rôle essentiel sur les processus d'entraînement et de distribution de la matière. D'autres paramètres du climat comme le vent, l'humidité de l'air, la lumière exercent une influence indirecte sur les sols par l'intermédiaire des végétaux.

La durée d'évolution (temps) :

Le temps est aussi un facteur très important. Dans la vie d'un sol on peut distinguer différents stades d'évolution temporelle : néoformation-jeunesse-maturité-sénilité. Cette évolution est assez lente mais de durée variable d'un type de sol à l'autres.

Facteurs biologiques :

Les facteurs biologiques sont : les animaux, les végétaux, les micro-organismes et l'homme. De tous les facteurs de formation des sols, les facteurs biologiques sont les plus importants, on a même pu dire que sans vie il n'y pas de sol.

Le relief :

La connaissance du facteur relief est importante et cela à différents points de vue ; on ne peut pas le considérer comme un facteur indépendant car il dépend de plus part des autres facteurs de formation du sol. Il est à la fois une manifestation particulière des variations des roches, du climat, la durée d'évolution et cause d'évolution propre du sol.

Exemple : Relation *relief-climat* : Sous un climat tempéré un calcaire donnera une morphologie « karstique » en creux, alors en région tropicales le même présentera une topographie en « pitons ».

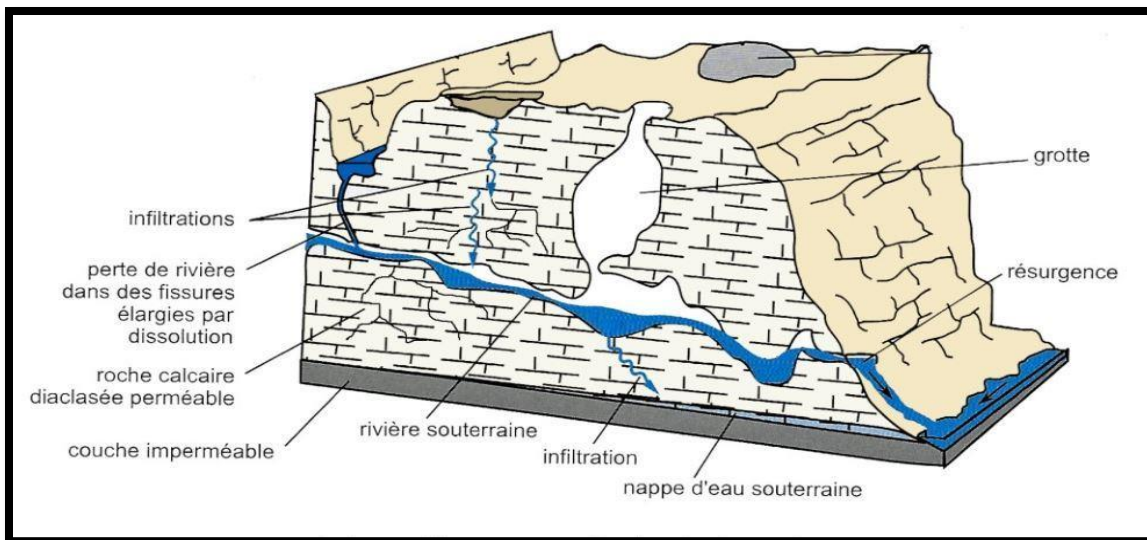


Figure 4 : Morphologie Karstique

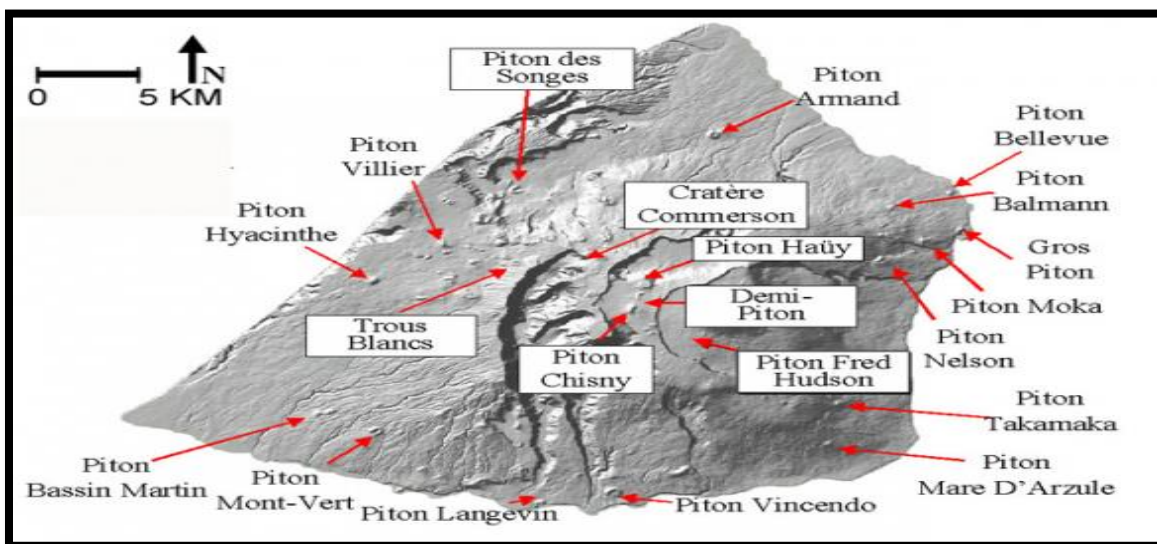


Figure 5 : Topographie en piton

III- ORGANISATION
D'UN SOL

1- Profil pédologique :

- Description d'un profil :

Pour juger un sol, on procède à l'observation de son profil, qui est caractérisé par une succession de couches ou horizons dont la désignation a fait l'objet d'une nomenclature internationale.

- Nomenclature et désignation internationale des horizons :

A : horizon de surface, contenant de la matière organique souvent appauvri en colloïdes ou en fer par le lessivage.

B : horizon d'accumulation (textural), différent de **A** par son enrichissement en colloïdes (argile) et en fer.

C : horizon d'altération, matériau originel plus au moins altéré.

- Subdivision des horizons A et B :

A₀ : horizon organique, superposé au sol minéral.

A₁ : horizon contenant un mélange de matière organique et de matière minérale.

A₂ : horizon pauvre en matière organique, souvent lessivé en argile et en fer.

A₃ ou **A/B** : transition entre horizon éluvial et illuvial (début d'accumulation des colloïdes).

B₁ : partie supérieure enrichi en humus.

B₂ : partie inférieure enrichi en argile et hydroxydes.

- Données liées à la description d'un profil :

- **Données d'ordre générales** : Numéro de profil, localisation, date, observateur et conditions atmosphériques.
- **Données concernant le profil** : N° de profil, végétation, roche mère, altitude, type de relief, pente, drainage, présence de pierres et type d'érosion.
- **Données concernant les horizons** : Epaisseur, couleur, teneur en matière organique, teneur en calcaire, texture, structure, porosité, pH, enracinement, cimentation et la consistance.

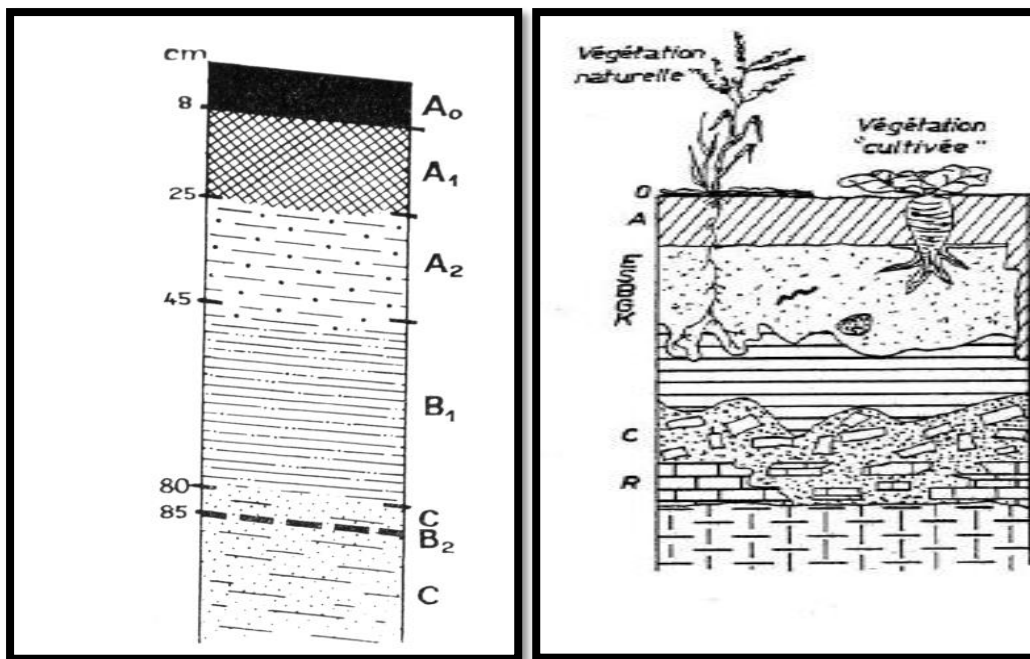


Figure 6 : le Profil pédologique.

2- Les constituants du sol :

La couverture pédologique est un mélange de constituants minéraux et organiques, d'air, d'eau et d'organismes vivants. Ces constituants sont organisés entre eux et dans l'espace, formant des assemblages ou des structures spécifiques du milieu édaphique.

- Fraction minérale :

La fraction minérale des sols provient de la transformation des roches mères qui subissent un double processus :

- La désagrégation physique et mécanique sans modification chimique des minéraux.
- L'altération chimique provoquant une transformation des minéraux primaires (**Exemple** : Quartz, Feldspaths, Micas... etc.) avec des formations de minéraux secondaires (notamment l'argile) dont l'ensemble constitue le complexe d'altération qui contribue à la compréhension de la pédogénèse (**Exemple** : Micas \longrightarrow Argile).

La meilleure méthode d'étude de la fraction minérale consiste à comparer la composition minéralogique et géochimique des horizons du profil notamment celle des matériaux d'origine (roche mère) qui consiste l'horizon C ou R et l'horizon (B) ou B.

- Fraction organique :

Les débris végétaux de toute nature, feuilles, rameaux morts, qui sous une végétation permanente, tombent sur le sol, constituent la source essentielle de la matière organique du sol : ils forment la litière, qui subit une transformation essentiellement d'origine biologique, appelée humification (elle donne naissance à l'humus). La décomposition des litières est rapide dans les milieux peu acides et aérés, sa durée n'excédant pas un à deux ans maximums ; elle est au contraire, très lente dans les milieux peu actifs, par exemple les milieux très acides, ou lorsque la matière première végétale est peu biodégradable, et nécessite plusieurs années parfois **10 à 20**.

Les molécules complexes de la matière organique fraîche subissent d'abord une décomposition microbienne (transformation) qui libère des composés simples le plus souvent solubles :

Une partie subit le processus de minéralisation c.a.d. se transforme en composés minéraux solubles ou gazeux (CO_2) c'est la minéralisation primaire, certains composés peuvent d'ailleurs à l'inverse être réorganisés au cours de l'humification.

Une autre partie échappe à la minéralisation et sert de matériau à l'édification de molécules nouvelles de plus en plus complexes de nature colloïdales et de couleur foncée dont l'ensemble constitue l'humus au sens strict c'est l'humification. Ces composés humiques contractent des liens plus ou moins étroits avec les composés minéraux (argile, oxyde) puis ils se minéralisent à leur tour mais plus lentement que la matière organique fraîche.

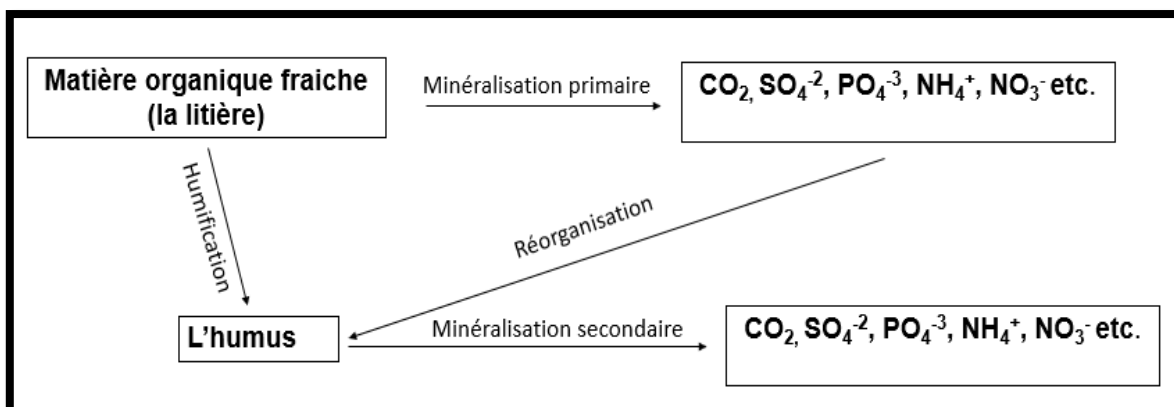


Figure 7 : Décomposition de la matière organique fraîche : Humification/Minéralisation

- *Constituants liquides :*

L'apport d'eau au sol se fait sous forme de pluies, neige, rosée et brouillard ou d'irrigation. La teneur en eau est fonction de la porosité et de la perméabilité du sol, lorsque tous les vides et les pores sont remplis d'eau, le sol est saturé. L'eau peut se trouver dans trois états à l'intérieur d'un sol, ces états se distinguent essentiellement par l'intensité des forces qui lient l'eau et les grains. Les molécules d'eau sont soumises à trois forces : la pesanteur (**P**), l'attraction par les solides (**F**) et la succion par les racines (**S**). On distingue :

 **L'eau de gravité ou de saturation :**

Contenue dans les espaces lacunaires, cette eau s'écoule par gravité, peut circuler dans les pores du sol sous l'effet de la force de gravité. La pesanteur entraîne cette eau tant que P est supérieur à F, ces deux forces s'égalisant au point de ressuyage. Ce point correspond à la quantité d'eau que le sol peut retenir, dépend de la texture du sol et son taux d'humus. Le point de ressuyage correspond à la capacité de rétention en eau ou capacité au champ.

 **L'eau utilisable par la plante ou réserve utile (R.U.) :**

Retenue sous forme de films assez épais autour des particule terreuses ou dans de fins capillaires. Cette eau est facilement absorbée par les racines (S est supérieure à F) jusqu'au point de flétrissement, où la force d'attraction par les solides (F) devient supérieure à la succion par les racines (S).

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

Retenue sous forme de films très minces autour des particules terreuses, cette eau, trop énergiquement retenue, ne peut être absorbée par les racines

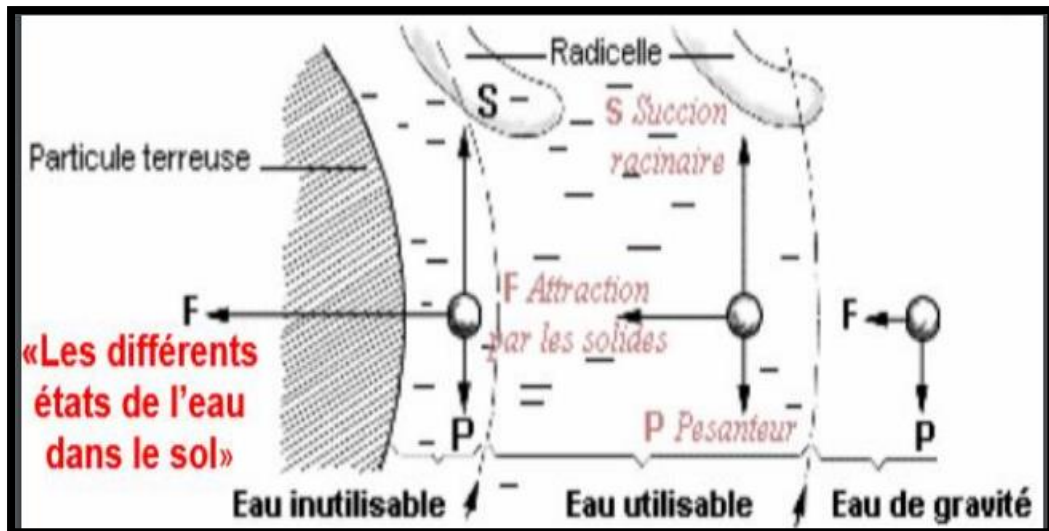


Figure 8 : Les différents états de l'eau dans un sol

- *Constituants gazeux (atmosphère du sol) :*

Le sol est un matériau poreux, les constituants gazeux (contenus dans les cavités du sol), appelés atmosphère du sol, proviennent de l'air de l'atmosphère externe, de la vie des organismes et de la décomposition des composés organiques. L'air du sol est constitué de plusieurs gaz : Azote, l'oxygène, le gaz carbonique, méthane...etc.

Selon **Ponge et Bartoli (2009)**, l'air du sol est en contact avec l'atmosphère via un réseau de pores interconnectés. La diffusion de cet air est freinée en proportion de la profondeur, de la taille des pores et de leur remplissage par l'eau du sol. Cet air « atmosphérique » est ensuite modifié par les organismes qui y respirent, en particulier les racines des végétaux (la moitié de la respiration du sol est d'origine végétale) et les microorganismes (bactéries, champignons).

Tableau 1 : Composition comparée de l'air du sol et de l'atmosphère extérieure (**Gobat et al., 2003**).

Constituant	Air du sol (%)	Atmosphère extérieure (%)
Oxygène	18 à 20,5 en sol bien aéré et 10 après une pluie	21
Azote	78,5 à 80	78
Gaz carbonique	0,2 à 3,5 et 5 à 10 autour des racines	0,03

3- Caractéristiques physiques des sols :

Les propriétés physiques des sols dépendent essentiellement des proportions relatives aux éléments constitutants, mais aussi de la manière dont ces éléments sont associés entre eux pour former des unités structurales.

On appelle **texture** la composition élémentaire d'un échantillon, défini par les proportions et les dimensions relatives aux éléments constitutants après avoir été individualisés. **La structure** désigne la disposition et le mode d'assemblage des éléments constitutants en agrégats ou en unité structurale. Ces deux notions (texture-structure) englobent les caractéristiques physiques des sols, la porosité et le comportement vis-à-vis de l'air et de l'eau.

- *Texture des sols :*

Un échantillon de sol comporte généralement une certaine proportion de graviers et de cailloux, qui sont éliminés après tamisage à **2 mm**. La totalité des analyses est effectuée sur la « terre fine » dont les éléments ont moins de **2 mm** de diamètres. Les constituants minéraux de la terre fine sont groupés par classes de dimensions selon les limites suivantes :

- **Argile** : 0 à 2 microns
- **Limon** : 2 à 20 microns
- **Sable très fin** : 20 à 50 microns
- **Sable fin** : 50 à 200 microns
- **Sable grossier** : 200 à 2000 microns

Dans le système international il n'y a que quatre (4) classes (**0-2-20-200-2000** microns), les sables fins correspondent à **20-200** microns. La plus au moins grande proportion de l'une ou de l'autre de ces classes définira la texture de l'échantillon. Les classes de texture sont généralement données par des diagrammes triangulaires, divisés en zones de texture déterminée.

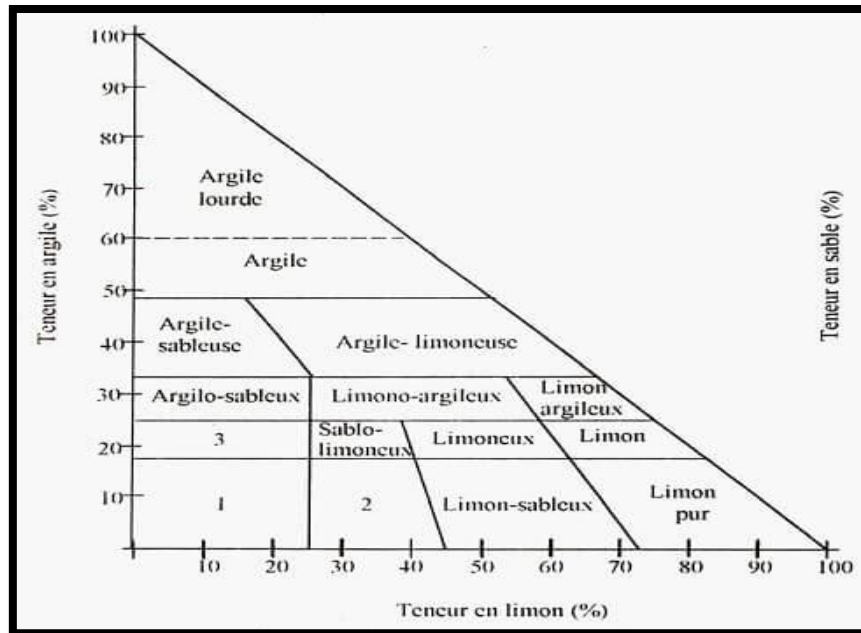


Figure 9 : Classe texturale (Henin, 1969)

La fraction argileuse joue un rôle fondamental dans les propriétés texturales des sols. Elle porte en effet les éléments les plus fins (0 à 2μ). Les éléments qui la composent sont appelés des « colloïdes minéraux », qui ont des propriétés particulières telles que : l'absorption des ions, la plasticité, la cohésion et la perméabilité.

Les sols riches en argile, donc à texture fine, sont souvent plastiques à l'état humide, et difficiles à travailler, ils sont très durs à l'état sec. Les sols riches en sable sont meubles mais manquent de cohésion. Aux teneurs très élevées en limons correspondent souvent des propriétés physiques très défavorables surtout lorsque les sols sont pauvres en humus.

Tableau 2 : Interprétation du diagramme :

AA	Argile lourde
A	Argile ou texture argileuse
As	Texture argilo-sableuse lourde
AS	Texture argilo-sableuse
SA	Texture sablo-argileuse (3)
S	Texture sableuse (1)
SS	Sable (1)
SL	Sable limoneux (2)
LS	Limon sableux
LL	Limon pur (rare)

L	Limon
I	Texture limoneuse
SI	Texture sablo-limoneuse
LA	Limon argileux
AL	Argile-limoneuse
AI	Texture argilo-limoneuse
IA	Texture limono-argileuse

- *Structures des sols :*

Les éléments constituant les sols sont plus ou moins associés pour former des agrégats, dans la composition desquels entre également une partie de la matière organique. Ces agrégats peuvent eux-mêmes être associés en unités structurales de plus grande taille pour constituer la structure du sol.

La structure n'est pas une valeur constante : elle varie dans le temps, selon les saisons, en fonction de l'humidité et sous l'effet de la culture. L'agent destructeur principal de la structure du sol est l'eau (structure stable ou instable).

Les structures des différents sols peuvent être classés en fonction de plusieurs critères : dimension des unités structurales, formes de ces unités et la cohésion. On distingue généralement les types de structures suivantes :

- ✚ **Structure particulière** : les éléments constituant ne sont pas associés entre eux, il n'y a pas de cohésion (**exemple** : sable).
- ✚ **Structure massive (continue)** : l'ensemble du sol constitue un bloc (exemple : structure type ciment, grès ou poudingue).
- ✚ **Structure fragmentaire** : ce sont les plus fréquentes : les particules sont reliées par un ciment et les ensembles se détachent facilement les uns des autres. On distingue :
 - *Structure grenue ou nuciforme* (formes arrondies).
 - *Structure polyédrique, cubique, lamellaire ou prismatique* (formes angulaires).
 - *Structure grumeleuse* (formes intermédiaires).

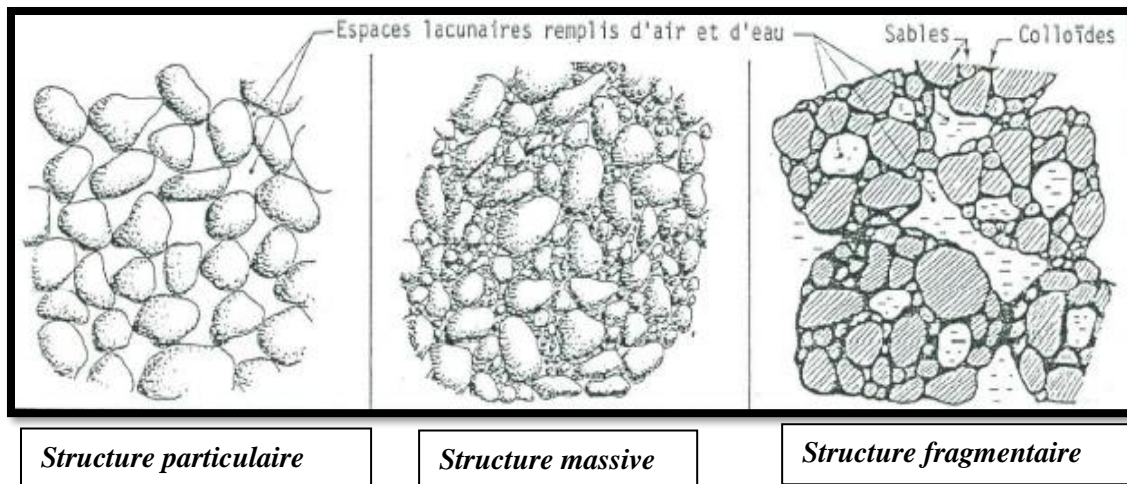


Figure 10 : les principaux types de structure des sols.

- *La stabilité de la structure :*

La stabilité de la structure semble être une caractéristique essentielle de l'état physique des sols. Elle est en fonction de la quantité et de la forme de la matière organique, l'activité biologique du sol et les différents cations fixés sur le complexe absorbant (Ca-Na).

L'indice d'instabilité structurale de **Hénin (S ou IS)** traduit la sensibilité des sols à l'action de l'eau, cet indice augmente lorsque la stabilité de la structure diminue, il peut varier comme suit : proche du **0** (sols très stable) ; **[0-0,5]** sols riches en matière organique ; **> 5** sols très mauvaise stabilité ; des chiffres supérieurs à **10** peuvent être obtenus.

$$(A+L) \text{ Max. \%}$$

$$S \text{ ou IS} = \frac{(A+L) \text{ Max. \%}}{\Sigma \text{ agrégats \%} - 0,9 \% \text{ sg}} \quad (S \text{ varie de } 0,1 \text{ à } 100 / \log. 10 \text{ S varie de } 0 \text{ à } 3)$$

$$\Sigma \text{ agrégats \%} - 0,9 \% \text{ sg}$$

- *La porosité :*

La porosité du sol est le pourcentage du volume du sol non occupé par les substances solides. Elle est étroitement liée à la densité apparente du sol sec en place : cette densité est en moyenne de **1,45** ce qui correspond à une porosité de **45%**. La densité apparente peut atteindre **1,80** dans les sols très compacts (porosité = **32%**). La densité réelle (densité de la fraction solide du sol) varie généralement peu ($\approx 2,65$).

$$\text{Porosité \%} = 100 * \left(\frac{\text{Densité réelle} - \text{Densité apparente}}{\text{Densité réelle}} \right)$$

- *La consistance :*

Elle traduit la cohésion et la résistance à la pression des unités structurales. La consistance varie en fonction de la granulométrie, du type de structure, de sa stabilité qui peut être différentes selon le degré d'humidité du sol. On emploie des adjectifs tels que : **meuble, friable, cohérent et durci...etc.**

Exemple : Un sol argileux peut être compact et même durci à l'état sec ou plastique à l'état humide.

- *Couleur du sol :*

C'est l'indice le plus remarquable des variations de composition du sol. La couleur du sol est déterminée par référence à un code de couleurs (Code Munsell) : c'est d'abord un reflet de la teneur en matière organique : le sol est d'autant plus foncé qu'il est plus riche en humus ; de couleur rouge lorsqu'il possède d'oxydes de fer peu hydratés amorphes ; de couleur jaune lorsqu'il contient des oxydes de fer hydratés cristallisés.

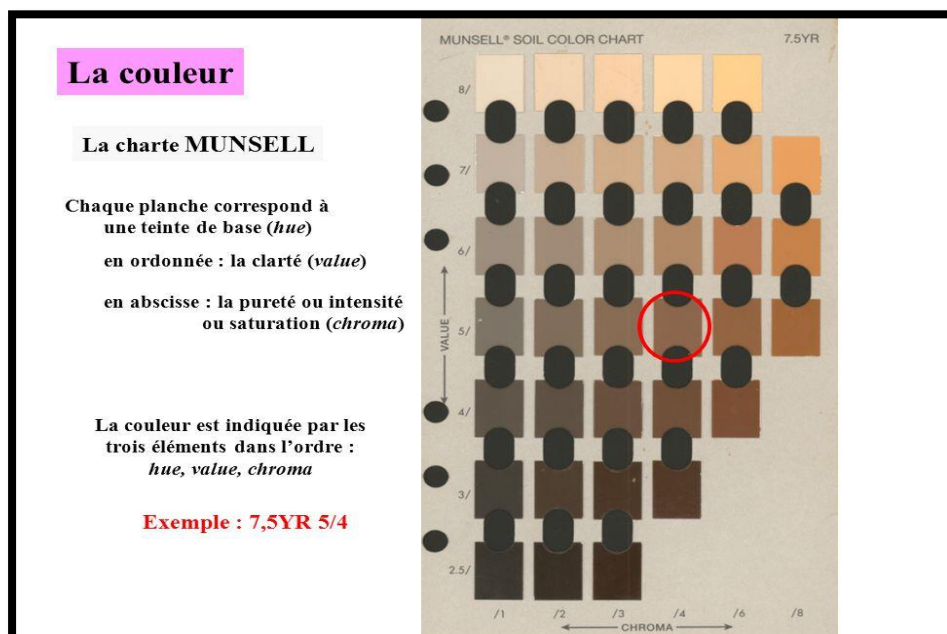


Figure 11 : La planche Munsell 7,5 YR

- *La température du sol :*

Le bilan de la radiation solaire, depuis l'atmosphère jusqu'au sol, montre qu'un tiers (**33%**) seulement de l'énergie solaire pénètre dans le sol. La plus grande partie (**40%**) de cette énergie est réfléchi par la couche atmosphérique supérieure, **17%** sont absorbés par l'atmosphère et **10%** réfléchies par le sol et la végétation.

La quantité de chaleur reçue par le sol varie en fonction de : l'humidité de l'air, la couverture du sol (végétation), la couleur du sol (un sol de couleur sombre se réchauffe plus rapidement qu'un sol clair), son humidité (un sol sec se réchauffe plus rapidement qu'un sol humide), son exposition (le sol exposé au sud se réchauffe plus rapidement que le sol exposé au nord).

4- Caractéristiques chimiques des sols :

- Humus et acide humique :

Les débris végétaux et animaux qui tombent sur le sol constituent la source essentielle de la matière organique qui peu à peu transformée, donne naissance par minéralisation à des éléments solubles ou gazeux et par humification à des complexes colloïdaux humiques.

Ces derniers se minéralisent lentement pour nourrir les plantes installées sur le sol et boucler ainsi le cycle biogéochimique de l'azote et du carbone qui peut-être plus ou moins rapide, discontinu ou continu. L'humus est caractérisé par des divers paramètres :

✚ Le rapport : $\frac{N \text{ minéral}}{N \text{ total}}$ (permet de suivre l'évolution de l'activité biologique de l'humus).

✚ Le rapport $\frac{C}{N}$ (renseigne sur la richesse de l'humus en azote).

✚ Le taux de saturation et le pH (renseigne sur la richesse relative en cations métalliques et ions H^+ échangeables).

✚ Le taux d'humification (pourcentage de matière organique transformée en humus colloïdal chaque année).

L'évolution de l'humus est influencée par le climat et la roche mère. La température et l'humidité favorisent la production végétale et la minéralisation de l'humus.

A basse température l'activité des micro-organismes est réduite, l'humus s'accumule (sous une forme peu transformée).

Aux températures élevées ($25^{\circ} C$ en moyenne), la décomposition de la matière organique est accélérée, l'humus évolue, se minéralise plus rapidement.

➤ Parmi les différents constituants de l'humus, on distingue :

- ✚ **Acides fulviques libres (F₁)** : responsable de la dégradation des argiles et du lessivage du fer.
- ✚ **Acides fulviques liés aux acides humiques (F₂)** : moins acides, peu d'action néfaste.
- ✚ **Acides humiques libres ou acides humiques bruns (H₁)** : forme très mobile, pauvre en azote, donnent des composés peu stables avec l'argile.
- ✚ **Acides humiques gris (H₂ et H₃)** : forment un complexe argilo-humique stable.

« H₂ : liés à l'argile par Ca²⁺, très polymérisés, très adsorbés. »

« H₃ : liés à l'argile par sesquioxydes Fe³⁺ et d'Al³⁺, très polymérisés. »

- Les principaux types d'humus : Selon le milieu et le type de végétation, nous distinguons :

- ✚ **Le mor** : En milieu peu actif, la décomposition des litières est lente, l'horizon organique est épais, brun noir, fibreux et acide.
- ✚ **Le moder** : En milieu biologiquement plus actif mais sans bioturbation, l'horizon organique est moins épais et constitue un moder.
- ✚ **Le mull** : En milieu biologiquement très actif, la décomposition est très rapide, l'horizon organique disparaît et apparaît un horizon A (horizon de surface) grumeleux, composé d'agrégats argilo-humiques à fer et aluminium.

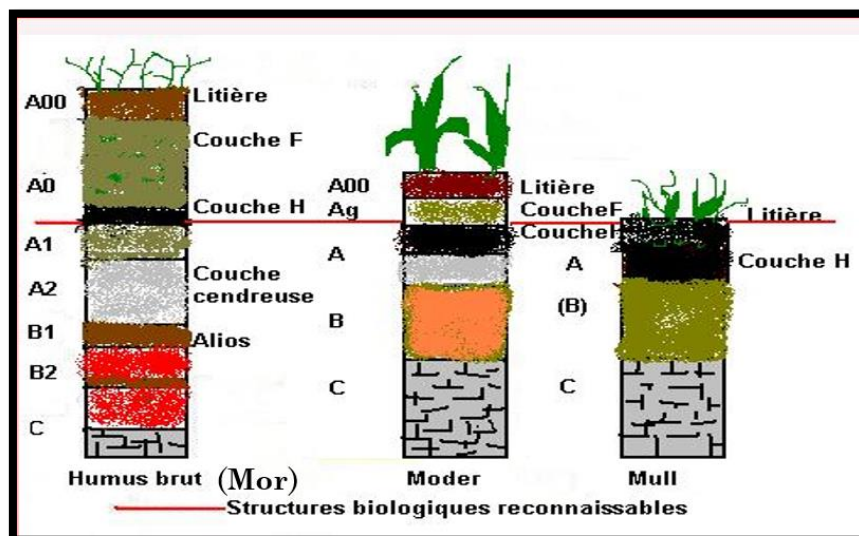


Figure 12 : Types d'humus

- Les complexes :

Certains constituants du sol portent le nom de « complexes » car ils s'agissent de substances difficiles à définir.

- **Les complexes chimiques :**

Les complexes les plus importants sont ceux que la fraction soluble de la matière organique libre (acides fulviques) peut former avec les cations Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} et Mn^{4+} . Sous forme d'ions échangeables, ces ions n'existent dans le sol qu'à des pH bien défini : **6,5** pour Fe^{2+} , **5** pour Al^{3+} et **2,5** pour Fe^{3+} . A des pH plus élevés, ils sont sous forme d'hydroxydes insolubles.

- **Complexes absorbants :**

L'argile, l'humus et certains composés amorphes ont la propriété de retenir à leur périphérie des ions qui peuvent être échangés avec d'autres ions de la solution du sol. Ce dernier à le pouvoir par l'intermédiaire des substances d'échanger des ions qu'il absorbe. Sur certaines surfaces de ses particules, on dit qu'il a une capacité d'échange et qu'elle est due à un complexe absorbant. Celui-ci à donner la capacité de fixer des ions échangeables. Le pourcentage des cations du complexe absorbant influe énormément sur les propriétés physiques et chimiques du sol. L'état du complexe absorbant est défini par un certain nombre de valeur chimiques : capacité d'échange, somme des cations échangeables, taux de saturation, bases totales, acidité potentielle, acidité électronique et acidité actuelle.

- **Le complexe argilo-humique :**

Comme son nom l'indique ; il s'agit de l'association de composés organiques avec les constituants argileux de la fraction minérale du sol. De nombreuses études ont montré que la majeure partie de la matière organique humifiée est liée à la fraction argileuse du sol soit 50 à 80 % de matière organique adsorbée sur les argiles par : des liaisons par hydrogène, complexe de coordination, adsorption physique ou attraction électrostatique.

Les colloïdes électronégatifs du sol (composés humiques et argiles) retiennent autour de leurs molécules des cations H^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ et en quantité plus faible NH_4^+ , Mn^{++} , Cu^{++} , Zn^{++} , Al^{+++} .

Ces cations sont dits échangeables car ils peuvent faire l'objet de substitution avec les cations de la solution du sol en fonction de l'énergie d'adsorption de chaque ion, dans l'ordre : H, Ca, Mg, Na et de la concentration des ions dans la solution du sol.

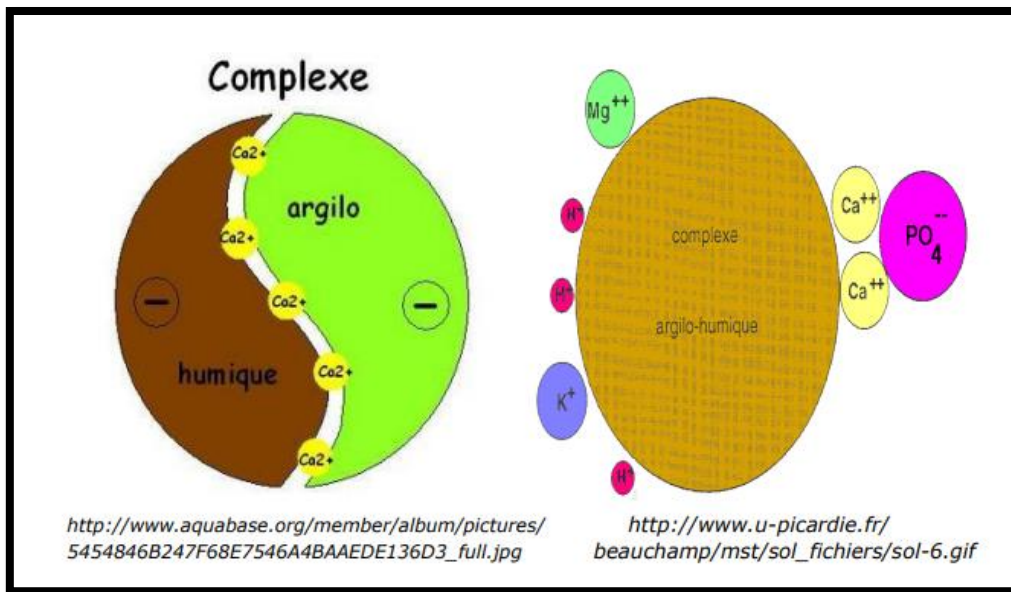


Figure 13 : Complexes colloïdaux

5- Intérêt agronomique de la matière organique :

En matière agricole, il faut faire la différence entre la matière organique fraîche et celle humifiée. C'est cette dernière qui joue un rôle important dans la fertilité des sols par son évolution biochimique et par ses propriétés.

- Elle joue un rôle nutritionnel en fournissant des éléments nutritifs par l'intermédiaire des processus de minéralisation (azote, phosphore et le soufre).
- Contribue à l'amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol.
- Elle régularise l'humidité des sols (évacuation de l'eau en excès des sols argileux et augmentation de la capacité de rétention en eau des sols sableux).
- Augmente l'activité microbienne (matière organique constitue une source d'énergie pour les micro-organismes).

6- Caractéristiques biologiques des sols :

La couverture pédologique constitue un grand réservoir de biodiversité et abrite de très nombreuses espèces dont beaucoup sont encore inconnues, puisqu'on estime ne pas connaître actuellement plus de 1% des espèces de microorganismes vivants dans les sols.

Les déterminants de la vie dans les sols : Au-delà de la disponibilité en quantité et qualité des nutriments dont les organismes vivants ont besoin, la vie dans les sols dépend des conditions dans lesquelles les réactions métaboliques nécessaires à l'activité biologique peuvent se dérouler.

Ces réactions sont principalement influencées par **quatre (04)** paramètres très fluctuants dans les sols : la disponibilité en eau, la disponibilité en oxygène, le pH et la température.

- *Pédoflore ou flore du sol :*

La Pédoflore ou flore du sol comprend les organes souterrains des plantes (racines, tubercules, rhizomes, bulbes, etc.) et surtout des microorganismes (algues uni ou pluricellulaires, cyanobactéries). Ces organismes participent à la minéralisation et à l'humification de la matière organique morte.

- **Les organes souterrains :**

Le sol n'est pas seulement le support d'une vie microbienne mais aussi un lieu de la germination des graines de la grande majorité des végétaux, le substrat dans lequel les plantes ancrent leurs racines retirent l'eau et les sels minéraux qui leur sont nécessaires. Les racines des plantes sont donc des habitants du sol à part entière, jouent de ce fait un rôle capital dans les équilibres microbiens.

- **Les algues procaryotes (Cyanobactéries/ Algues bleues) :**

Ces algues sont aussi présentes dans tous les sols, leurs formes sont toutes microscopiques, et particulièrement résistantes à la dessiccation., elles apparaissent rapidement à la surface du sol dès que l'humidité est suffisante.

Ces Algues autotrophes sont surtout présentes sur la surface du sol à deux ou trois premiers centimètres, Il leur faut, en effet, pour la photosynthèse, recevoir un minimum d'éclairage.

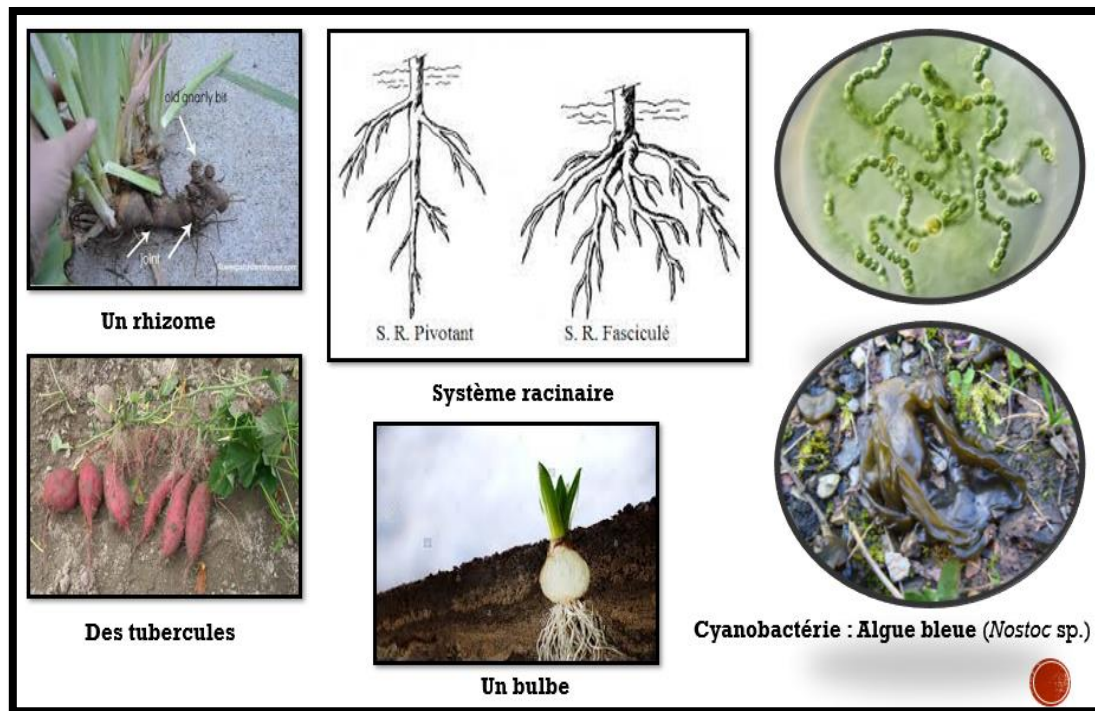


Figure 14 : Pédoflore ou flore du sol

- *Pédofaune ou faune du sol* :

La faune du sol est extrêmement nombreuse, bien que très variable d'une saison à l'autre ou d'un sol à l'autre, on peut estimer que son poids à l'hectare est en moyenne de **2.5 tonnes**. Dans certains sols, soit naturellement riches en matières organiques, soit enrichis en fumier, compost ou résidus de récoltes, ce poids atteint **5 tonnes** à l'hectare et même davantage.

La faune du sol est très variée, la plupart de ses représentants sont des **animaux microscopiques** (quelques dixièmes de millimètres) : des **protozoaires** (amibes nues, amibes à thèque, flagellés, ciliés), des **tardigrades**, des **rotifères**, des **nématodes**, des **acariens**.

D'autres sont des animaux qu'on attribuera à **la microfaune** (moins d'un centimètre) : divers **insectes**, surtout leurs écophases larvaires (**collemboles**, **diptères**, **coléoptères**, **lépidoptères**, etc.), des **myriapodes**, des **isopodes**, des **vers enchytraïdés**, des **pseudo-scorpions**, etc.

Enfin, un certain nombre d'espèces fera partie de **la macrofaune** (**imago d'insectes**, **vers de terre lumbricidés**, **mollusques**, **arachnides**, **reptiles**, **micromammifères rongeurs** et **insectivores**, etc.).

La faune du sol est en équilibre, toutes les relations, plus aisément observables chez les grosses espèces terrestres ou aquatiques, existent au sein des biocénoses du sol : prédation, parasitisme, symbiose, etc. Chaque espèce occupe **une niche** qui lui est propre et joue donc un rôle particulier dans les échanges globaux d'énergie et de matière dans le sol.

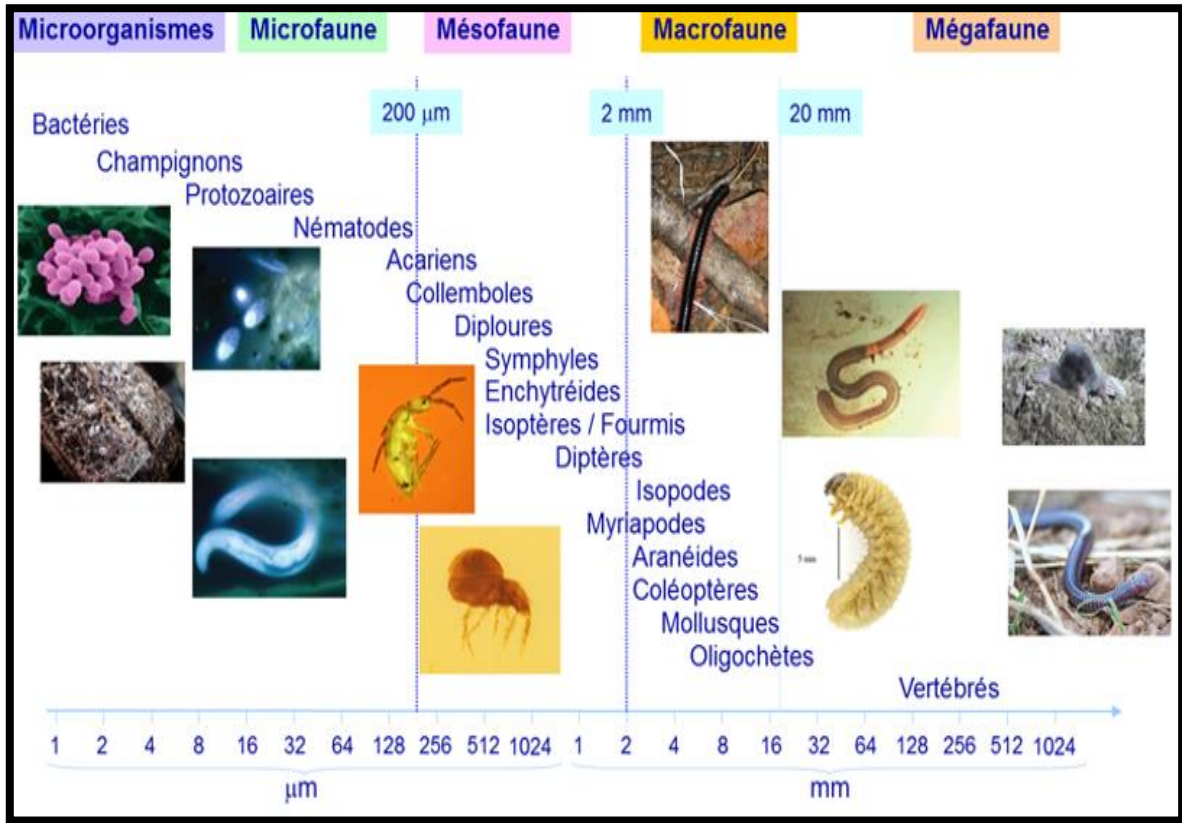


Figure 15 : Pédofaune du sol

IV- EVOLUTION ET
CLASSIFICATION DES
SOLS

1- Evolution des sols :

Lorsqu'une roche affleure, elle est progressivement colonisée par la végétation, herbacée d'abord ; arbustive et enfin forestière. En même temps le profil se développe, au début par formation d'un simple horizon humifère (profil A/C) ; puis un horizon minéral de type (B). En fait chaque étape d'évolution de la végétation correspond une phase d'évolution du profil. Au bout d'un certain temps un état d'équilibre stable est atteint. Chaque étape de cette évolution peut être considéré comme un écosystème. La succession d'écosystème ainsi observé aboutit à un écosystème stable appelé : climax. Une telle évolution qui se rapproche du climax est dite progressive ; alors qu'un retour en arrière provoqué généralement par l'érosion est qualifié d'évolution régressive.

- *Evolution progressive :*

Le cycle d'évolution commence par la formation d'un horizon organique (profil A/C) ; succédé par une phase formation d'un horizon minéral d'altération (profil A(B)C). Lorsque intervient un processus de migration, l'horizon pouvant à son tour se subdiviser en un horizon éluvial A₂ et un horizon illuvial B (profil A₁ A₂ BC).

- *Evolution régressive :*

Lorsqu'une perturbation importante intervient dans l'écosystème climax, son équilibre est rompu. Il s'agit généralement de la destruction de la couverture végétale soit, par un phénomène naturel ou un phénomène anthropique.

L'évolution peut être totale ou partielle. Lorsqu'elle est totale le sol réduit à sa roche mère, il s'agit soit d'un lithosol (roche dure) ou un régosol (roche tendre). Si elle n'est qu'incomplète, elle a pour effet d'empêcher l'édification des horizons B, d'altération, à formation lente. Seul apparaissent les horizons humifères (A₁ ou A₀) à formation plus rapide. Le profil jeune qui prend naissance est de type AC. (Ranker d'érosion sur des roche silicatée acide ; Rendzine initiale sur des roches calcaires).

2- Classification des sols :

Il existe plusieurs types de classification des sols : les classifications hiérarchisées, les référentiels et la classification référentiel **FAO-UNESCO**. Ses classes regroupent les sols issus d'un même grand processus de formation (ferrallitisation, hydromorphie...). Elles se subdivisent en sous-classe, groupes et sous-groupe. Selon l'unités de sols **FAO** pour les régions tropicales, elle comprend **12** classes :

- *Sols minéraux bruts :*

Le profil est de type AC ou AR, la matière minérale est plus ou moins désagrégée, la matière organique est rare. Ce sont les sols de désert (**erg, reg**), les sols sur roches n'ayant pas ou ne pouvant pas subir d'évolution pédologique (manque d'eau). Ils sont de peu d'intérêt pour l'agriculture.



Reg



Erg

- *Sols peu évolués*

Le profil de type AC montre un horizon humifère net, une altération de la roche mère très poussée, mais une évolution difficile à définir par suite de la jeunesse du sol ou du peu d'action du climat. Ces sols s'observent dans les régions où l'érosion est forte (sol peu évolué d'érosion) ou dans des endroits où les dépôts sont fréquents par les cours d'eau, par les volcans (sol peu évolué d'apport).

- *Vertisols :*

Sols de couleur foncée, à profil ABC, ils sont caractérisés par la présence d'argile dans une proportion de **30 à 40 %**. En saison sèche, ils montrent de larges fentes de retrait jusqu'à **50 cm** de profondeur et plus ; leurs perméabilités est faible. Ils sont difficiles à travailler, mais leurs réserves en bases échangeables et phosphore assimilable sont généralement très fortes. On les appelle argiles noires tropicales ou black soils (**Pays :** Mali, Sénégal, Togo, Ethiopie).



- *Andosols* :

Sols provenant des roches volcaniques, leur fraction minérale se caractérise par l'abondance de produits amorphes, les allophanes, associés à des teneurs souvent élevées en matière organique. Ils sont encore assez mal connus.



- *Sols calcimagnésiques* :

Sols dominés par la présence des ions alcalino-terreux (Ca, Mg), leur profil est souvent peu épais, avec accumulation des carbonates du gypse en profondeur, ce sont entre autres les rendzines bien connues en région méditerranéenne.



- *Sols isohumiques* :

Sols caractérisés par une teneur en matière organique progressivement décroissante avec la profondeur, le plus connu est le chernozem. En zone tropicales, ils rassemblent les sols châtaîns et les sols bruns subtropicaux, les sierozems et les sols bruns subarides. Leurs complexes est saturé, mais la teneur en matière organique est faible.

- ***Sols brunifiés :***

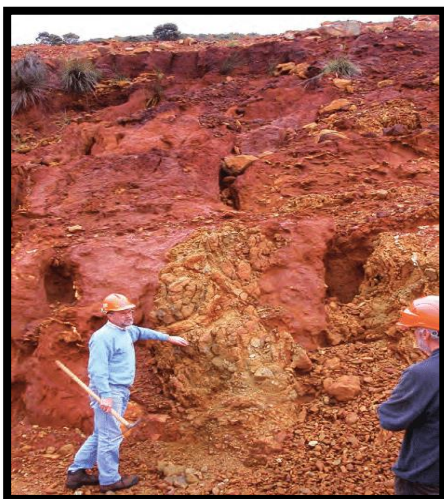
Ce sont des sols bruns dérivés de roches riches en calcium : l'humus doux ou mull est bien lié à la matière minérale mais la couleur tend au brun rouge par suite de la libération des sesquioxydes de fer. Ils sont de bonne fertilité.

- ***Sols à sesquioxydes de fer (se forment sous une pluviométrie < 1300 mm) :***

Sol à profil ABC, ils sont caractérisés par l'individualisation du fer qui leur donne une couleur rouge ou ocre très remarquable. Les teneurs en matière organique sont faibles, l'argile de type varié : kaolinite, illite. Ils se divisent en sols rouges et bruns méditerranéens et en sols ferrugineux tropicaux, souvent lessivés et riches en concrétions ferrugineuses. Lorsque l'horizon humifère de surface est suffisamment épais, ils sont de fertilité moyenne et servent aux cultures vivrières.

- ***Sols ferrallitiques (pluviométrie > 1300 mm) :***

Sols à profil ABC, souvent très épais ; ils se développent dans les régions les plus humides de la zone tropicale ; l'altération des minéraux est très poussée avec libération du fer, du manganèse et même de l'aluminium et départ de la silice.



- ***Sols hydromorphes :***

Sols marqués par l'engorgement temporaire ou permanent d'une partie ou de l'ensemble du profil. Selon l'état de la matière organique et les pourcentages existants dans le sol, ils se divisent en : sols hydromorphes organiques- sols hydromorphes moyennement organique- sols hydromorphes minéraux ou peu humifiés. Lorsque la maîtrise de l'eau est acquise, ils peuvent être cultivés (riz-légumes-bananières...etc.).



- *Sols sodiques (halomorphes) :*

Sols dont l'évolution est dominée soit par la présence de sel soluble, chlorure, sulfate... soit par la présence de sodium échangeable. Ils sont fréquents en zone méditerranéenne et en zone sèche intertropicale.



Tableau 3 : Unités de sols-FAO pour les régions tropicales et classification française :

Unité FAO	Classification française
Fluvisols	Sols peu évolués d'apport
Gleysols	Sols hydromorphes moyennement organique et peu organique à gley
Regosols	Sols peu évolués régosoliques
Lithosols	Sols peu évolués lithiques
Arenosols	Sols ferrallitiques-sableux ; sols ferrugineux tropicaux ; non lessivés sableux
Rendzinas	Rendzines
Rankers	Rankers
Andosols	Andosols

Vertisols	Vertisols
Solontchak	Sols salins- Solontchak
Solonetz	Sols sodiques- Solonetz
Yermosols	Siérozems
Xerosols	Sols bruns subarides
Castanozems	Sols marrons et sols châtaîns- Castanozems
Chernozems	Chernozems
Cambisols	<ul style="list-style-type: none"> - Sols peu évolués, sols bruns non lessivés, sols ferrugineux tropicaux non sableux et non lessivés - Sols bruns eutrophes tropicaux - Sols bruns lessivés - Sols ferrugineux tropicaux lessivés
Luvisols	<ul style="list-style-type: none"> - Sols bruns lessivés - Sols ferrugineux tropicaux lessivés
Planosols	Planosols
Acrisols	Sols ferrallitiques moyennent ou fortement dessaturés
Nitolsols	Sols ferrallitiques faiblement ou moyennement dessaturés
Ferralsols	Sols ferrallitiques non lessivés
Ferrisols	Intermédiaire entre les sols ferrallitiques et ferrugineux et présentent une accumulation d'argile
Histosols	Sols tourbeux

3- Sols en Algérie :

Située en Afrique du Nord, riverain de la mer Méditerranée, entre Maroc et Tunisie, l'Algérie est le plus grand pays d'Afrique, son climat est aride à semi-aride, le paysage est principalement constitué de hauts plateaux, de déserts et quelques montagnes. Selon l'Atlas des sols d'Afrique (2017) et la WRB, les principaux types de sols d'Algérie sont : Arenosols, Calcisols, Leptosols, Luvisols et Regosols.

Les principaux problèmes rencontrés pour les sols d'Algérie sont : érosion, surpâturage, salinisation, désertification, pollution industrielle et ruissellement des engrais.

Selon la FAO (2017), seulement 5% des sols du territoire Algérien sont cartographiés à moyenne échelle et uniquement 5% à grande échelle.

- ***Arenosols*** :

Sols sableux facilement érodables ayant une faible capacité de rétention en eau et en nutriments (du latin *arena*, sable). Les Arenosols sont le fruit d'une altération in situ d'un matériau parental riche en quartz ou de dépôts récents de sables (**exemple** : dunes des déserts, sables de plages). Ils comptent parmi les sols les plus répandus au monde et sont le groupe dominant en Afrique. Les sables du Kalahari forment le plus vaste ensemble de sable de la planète. La formation de ces sols est souvent limitée par un faible taux d'altération. Sans couverture végétale, ils peuvent être soumis à l'érosion éolienne. Sous végétation, une accumulation de matière organique, des bandes argileuses ou la formation de complexes humus-aluminium peuvent être observées.

- ***Calcisols*** :

Sols avec une accumulation significative de carbonates de calcium, généralement situés dans des régions sèches (du latin *calcarius*, calcaire). Les Calcisols sont présents en de nombreux endroits en Afrique, en particulier là où le climat est suffisamment sec pour permettre une accumulation de carbonate de calcium dans le sol. Ils se forment par le lessivage des carbonates de la partie supérieure du sol leur précipitation dans le sous-sol lorsqu'il devient sursaturé ; ceci survient quand la solution enrichie par son transfert dans le sol ou par évaporation de l'eau abandonne ses carbonates. Le carbonate de calcium précipité peut combler les pores du sol, servant ainsi d'agent de cimentation, et peut former une strate indurée imperméable aux racines.

- ***Leptosols*** :

Sols peu profonds sur roche dure ou matériau graveleux (du grec *leptos*, mince). Les Leptosols sont des sols peu profonds sur roche dure, sur matériau très graveleux ou sur dépôts très calcaires. Du fait de leur développement pédogénétique limité, leur structure est fragile. Les Leptosols sont présents dans toute l'Afrique, en particulier dans les régions montagneuses et désertiques où la roche dure affleure ou est proche de la surface et où la désintégration mécanique des roches due aux cycles gel/dégel ou chaud/froid constitue le principal processus de formation du sol. Dans la WRB, les affleurements de roches nues exposées à la surface sont appelés Nudilithic Leptosols.

- ***Luvisols*** :

Sols légèrement acides à sous-sol enrichi en argile et à capacité élevée de rétention des nutriments (du latin *luere*, lessiver). La teneur en argile des Luvisols augmente de façon nette avec la profondeur, résultat d'un mouvement de l'argile depuis la surface vers le bas. L'argile

est en général un mélange de kaolinite, d'illite et de montmorillonite, ce qui confère au sol une capacité élevée de rétention en nutriments. Dans l'ensemble, les Luvisols ont une structure bien développée qui contribue à leur bonne capacité de rétention en eau. En Afrique, on les trouve principalement en région méditerranéenne et en Afrique du Sud et de l'Est sur des surfaces relativement jeunes.

- ***Regosols :***

Sols faiblement développés dans du matériau non consolidé (du grec rhexos, couverture). Les Regosols sont des sols minéraux peu développés sur matériau non consolidé de texture fine à moyenne les sols plus grossiers sont des Arenosols (sable) ou des Leptosols (graviers). Les Regosols montrent un développement faible – un peu de matière organique donnant un semblant de couche arable plus foncée constitue souvent la seule preuve de formation de sol. Les facteurs limitant le développement du sol sont : températures basses, sécheresse prolongée, caractéristiques du matériau parental ou érosion. Les Regosols sont fréquents dans les paysages érodés - montagnes ou déserts - où la pédogenèse est généralement absente.

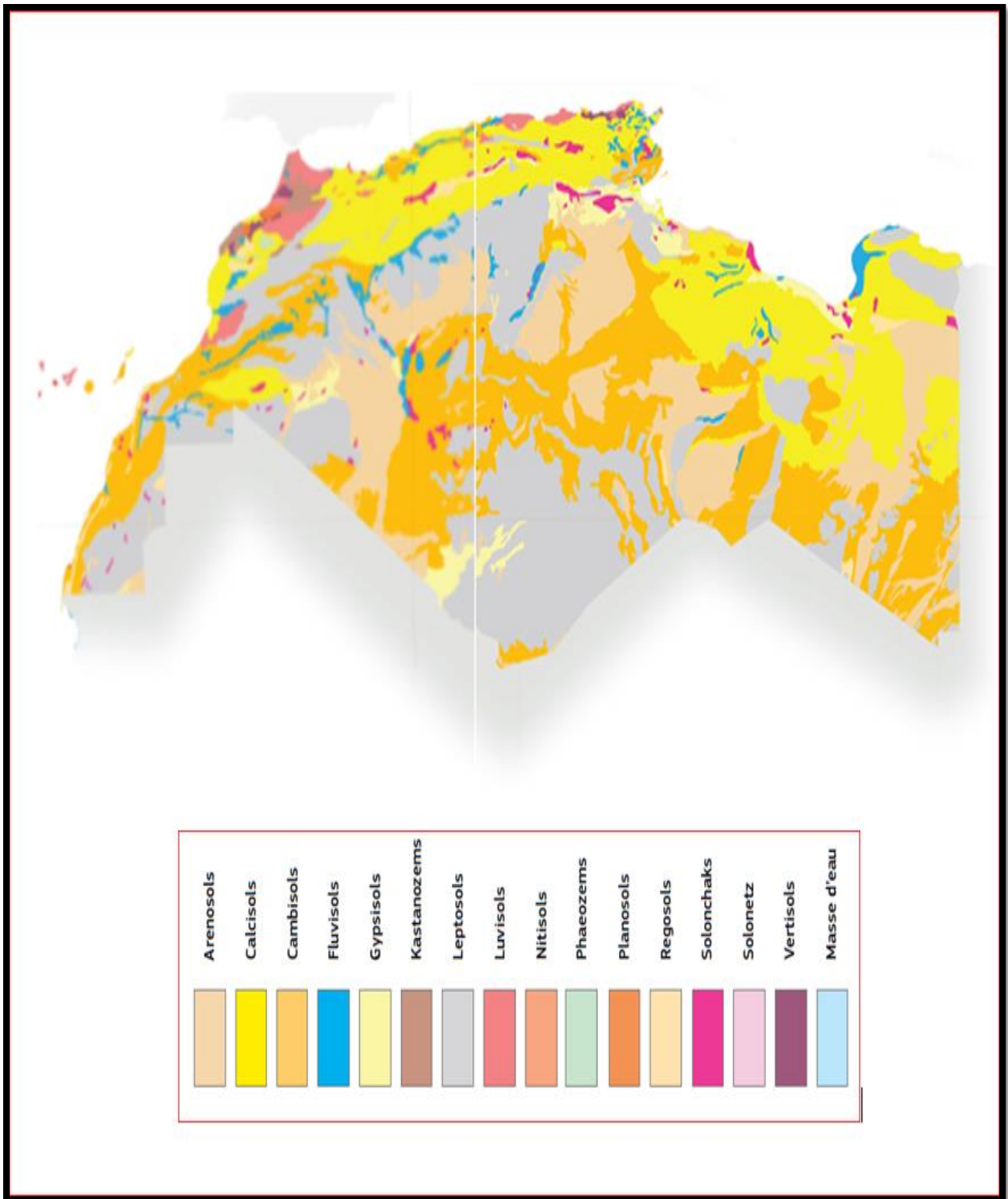


Figure 16 : Les sols d'Afrique du Nord (Source : Atlas des sols d'Afrique, 2017)

4- Cartes des sols :

Documents qui traduisent la localisation des sols, leurs répartitions, éventuellement leurs aptitudes.

- *Carte pédologique de reconnaissance :*

Sans nécessiter un document topographique précis, elle est réalisée à partir d'une observation attentive des photos aérienne et d'observation de terrain, le long d'itinéraire déterminé.

- *Carte pédologique détaillée :*

Elle s'appuie sur un fond topographique correct, sur l'étude des photo-aériennes et un grand nombre d'observations de terrain. Les limites doivent être précises, le degré de pureté des unités élevé. Ce sont des cartes à grande échelle (**1 / 20 000** et plus).

- *Carte de reconnaissance détaillée :*

Elle emprunte aux deux précédentes. Une cartographie détaillée est effectuée dans les zones intéressantes sur le plan agricole.

Les cartes pédologiques sont des documents de valeur scientifique, à partir desquels peuvent être élaborés des documents thématiques, telles les cartes d'aptitude et de vocation des sols.

- *Carte d'aptitude des sols :*

L'aptitude des sols est déterminée par l'ensemble des caractéristiques actuels d'un sol qui susceptible de réagir sur la production des végétaux cultivés (profondeur, eau utilisable, calcaire, salinité, pH, instabilité structurale, pente ... etc.).

- *Carte de vocation des sols :*

La carte de vocation des sols est souvent établie à partir de la carte d'aptitude (notion purement pédologique), mais en tenant compte aux interférences dues à un ensemble de facteurs non pédologiques (économie, sociologie...etc.). Un autre document est souvent réalisé pour comprendre la relation homme-milieu naturel : c'est **la carte d'occupation des sols**.

5- Relation sol-végétation :

La diversité de la flore et celle des groupements végétaux, est en fonction de la diversité du substrat. En effet, l'occupation des sols est liée aux conditions écologiques telles que : le climat, la topographie, la nature des sols, l'influence anthropique. Le sol constitue en quelque sorte le support de la végétation. La superposition de la carte de la végétation sur la carte des sols aurait facilité la lecture des relations qui peuvent exister entre le sol et la végétation.

Quelques exemples :

➤ Les sols hydromorphes :

Moyennement profonds se caractérisent par la présence d'une nappe phréatique qui explique l'hydromorphie temporaire ou permanente ; ces sols portent les espèces hygrophiles ou semi-hygrophiles telles : *Mentha aquatica*, *Nerium oleander*, *Tamarix gallica*, *Nasturtium officinale*, *Ranunculus sardous*, *Bellis annua*, *Fraxinus angustifolia* et *Lemna minor*.

➤ Les sols halomorphes :

Ce sont des sols salins caractérisés par la présence des sels solubles et une perméabilité moyenne, ont une texture lourde et sont riches en minéraux argileux. Les espèces rencontrées ne sont pas spécialement halophiles, mais certaines d'entre-elles supportent le sel ; on a : *Silybum marianum*, *Medicago littoralis*, *Opuntia ficus-indica*. Ils portent également des cultures qui sont tolérantes au sel telles que : la Fève, la Tomate, le Pois chiche.

Les propriétés hydriques des sols limitent les espèces végétales pouvant s'y établir, de part leurs préférences environnementales ainsi que leurs capacités de compétition avec les autres espèces.

Exemple :

Les espèces eurytopes peuvent se retrouver généralement dans les milieux xériques ou humides si sa capacité de compétition est faible.

Principales analyses des sols :

L'examen pédologique est accompagné en général de prélèvement d'échantillons pour analyse. Voici quelques principales analyses pratiquées dans les laboratoires (d'après **Duchaufour**) :

Analyse granulométrique : (pipette de **Robinson**, méthode internationale, méthode densimétrique).

Porosité : (mesure de densité apparente, porosité à membrane selon la méthode de **Rennie**)

Humidité équivalente : (méthode par centrifugation, méthode à la presse à plaque de porcelaine poreuse).

Point de flétrissement : (méthode de la presse à membrane).

Perméabilité : (méthode de **Muntz**, de **Porchet**, de **Burger** sur terrain ; méthode de **Hénin**, de **Vergière** en laboratoire).

pH : (méthode colorimétrique, méthode potentiométrique).

Dosage du carbone organique : (méthode **Anne** ou **Walley** et **Black**).

Dosage de l'azote total : (méthode **Kjeldahl** ; méthode rapide d'**Anstett**).

Dosage des acides humiques : (méthode au Pyrophosphate de sodium ou méthode **Hénin** : fractionnement par densités).

Fractionnement des composés humiques : (méthode **Tiurin** à la soude ou méthode de **Duchaufour** par électrophorèse).

Dosage du calcaire total : (calcimètre de **Bernard**).

Dosage du calcaire actif : (méthode **Drouineau**).

Dosage du fer libre : (méthode **Deb**).

Dosage de l'alumine échangeable : (méthode ENEF **Jackson**).

Dosage de l'azote ammoniacal et nitrique : (méthode de **Drouineau** et **Gouny**).

Dosage du phosphore total : (méthode : attaque nitrique).

Dosage du phosphore assimilable : (méthode de **Dyer**, de **Truog**, de **Olsen**).

Dosage du phosphore et de la potasse assimilable : (méthode rapide **Berbier-Morgan**).

Il existe de nombreuses méthodes d'analyse pour les éléments. Les résultats doivent toujours porter l'indication de la méthode utilisée.

Les analyses effectuées sur des sols identiques, dans une zone donnée, devront toujours l'être selon les mêmes méthodes, afin que les résultats restent comparables.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographie :

- Baize D. 2018 : Guide des analyses en pédologie, 3^{ème} édition revue et augmentée, Quae Edt, Paris, 326p.
- Clement m. et Lozet j. 2011 : Dictionnaire Encyclopédique de science du sol. Tec & Doc Edt, paris, 733p.
- Duchaufour Ph., 1977 : Pédogenèse et classification. 1 ère Edition : Masson Edt, Paris, 477p.
- Duchaufour Ph., 1997 : Abrégé de pédologie : sol, végétation et environnement. 5 ème Edition : Masson Edt, Paris, 285p.
- Duchaufour Ph., 1983 : Pédogénèse et classification. 2 ème Edition : Masson Edt, Paris, 491p.
- Duchaufour Ph., 1988 : Pédologie : Masson Edt, Paris, 224p.
- Duchaufour Ph., 1995 : Pédologie. Sol, végétation, environnement : Masson Edt, Paris, 317p.
- Drouet Th., 2010 : Pédologie. Université Libre de Bruxelles, Belgique.
(<http://www.ulb.acabe/sciences/lagev.>)
- Gobat J.M., Aragno M. et Matthey W., 2003 : Le sol vivant : Bases de pédologie, Biologie des sols. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 848p.
- Henin S., Feodoroff A., Gras R. et Monnier G., 1969 : Le Profil Cultural. Principes De Physique Du Sol. 2 ème Edition : Masson Et Cie Edt, Paris, 332p.
- Jones A., Breuning-Madsen H., Brossard M., Chapelle J., Dampha A., Deckers J., Dewitte O., Dondeyne S., Gallali T., Hallett S., Jones R., Kilasara M., Le Roux P., Micheli E., Montanarella L., Spaargaren O., Thiombiano L., Van Ranst E., Yemefack M., Zougmore R., 2015 : Atlas des sols d'Afrique. Commission européenne, Bureau des publications de l'Union européenne, Luxembourg. 176 pp.
- Ministère de la coopération, 1974 : Memento de l'agronome, Tyrolles, Paris, p1591.
- Ponge J.F. et Bartoli M., 2009 : L'air du sol, c'est la vie de la forêt. *Revue forestière européenne*. pp 63-70.