**Université Mohamed Khider Biskra**

 **Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie**

 **Département des Sciences d’agronomie**

**Master 1**

**Intitulé du Master :**  Phoeniciculture et techniques de valorisation des dattes

**Intitulé de l’UEF ou Intitulé de la matière ou module :** Gestion des eaux et des sols en milieu oasien 2

**Semestre :** 2

**Crédits :** 6

**Coefficients :**3

 **Enseignement :** Mr AISSAOUI Hichem

 **Année universitaire :** 2019/2020

**Contenu de la matière****gestion des sols**

1. **Introduction**
2. **Caractérisation des sols des milieux oasiens**
3. **Contraintes et types des sols des oasis**
* Sols salés
* Sols calcaires
* Sols gypseux
* Sols alluvionnaire
* Sols sableux
* Autres
1. **Gestion durable des sols oasiens**
* Lixiviation des sels
* Les apports organiques
* Pratiques des cultures tolérantes aux sels
* Apport de gypse
* Choix des cultures
* Autres
1. Etablissement du diagramme Ombrothermique de Caussen
2. Classification des sols

**1- Introduction**

Le sol est la partie arable de la terre servant de support aux cultures pour leur maintien et leur alimentation en eau et en éléments nutritifs. Il représente le support de la production agricole. C’est le réservoir d’eau et de nutriments pour la culture.

Le sol est un capital qui peut être inépuisable par la bonne gestion et la maitrise des facteurs qui peuvent influencer son comportement, sa genése et sa productivité de point de vue agronomique car on considère qu’il est la source presque exclusive de l’eau et des sels minéraux indispensable pour les végétaux (TIR, 2001). Dans les régions arides (dont 95% du territoire national fait partie), les sols, d’une manière générale posent d’énormes problèmes de mise en valeurs (HALITIM, 1988). Ils présentent souvent des accumulations calcaires ou gypseuses et sont, la plupart du temps, salés et sujets à l’érosion et à une salinisation secondaire (AUBERT, 1960).

**2- Caractérisation des sols des milieux oasiens**

**2-1-Propriétés physiques d’un sol**

**2-1-1-Texture d’un sol**

**2-1-1-1- Définition de la texture d’un sol**

La texture ou la granulométrie fait référence à la répartition des sédiments (teneur en pourcentage de sables grossiers et fins, de limons, d’argile, d’humus et de calcaire) en fonction de leur taille ou la texture du [sol](https://www.jardiner-autrement.fr/glossaire/sol/) se définit par ses proportions relatives en argile, limon, sable fin, sable grossier. Or, ces particules plus ou moins fines interviennent sur les propriétés physiques du [sol](https://www.jardiner-autrement.fr/glossaire/sol/). On dit d’un [sol](https://www.jardiner-autrement.fr/glossaire/sol/) qu’il est plus ou moins lourd ou léger, selon qu’il se compacte facilement (il colle en cas de pluie) ou qu’il se délite.

**2-1-1-2- Triangle de texture :** Le triangle de référence est le triangle équilatéral

On procède de la manière suivante : \*Chaque côté du triangle est divisé en 100 parties égale un coté du triangle attribué à l’argile, un autre aux limons et le troisième aux sables, la somme de leurs pourcentage respectifs est égale à 100. L’intérieur du triangle est divisé en cases, chacune d’elles représentant un type granulométrique de sol caractérisé par les proportions d’un ou deux éléments dominants

**2-1-1-3- Propriétés des sols de différents types de texture :**

La discussion des propriétés physiques et chimiques des fractions granulométriques isolés sont à la compréhension du rôle principal des particules d’un certain diamètre, mais elles ne constituent qu’une discussion théorique, car les sols naturels ne se composent que très rarement d’une seule fraction granulométriques.

**A- Propriétés des sols à texture sableuse**

Les propriétés des sols à texture sableuse sont essentiellement déterminées par les propriétés des sables, fraction granulométrique prépondérante. Ils peuvent être subdivisés en deux catégories :

-Terres sableuse : l’élément prépondérant est les sables grossiers.

-Terres sablonneuses : la fraction prépondérante est sable fin.

Tous les sols à texture sableuse se distinguent par leur faible cohésion. La teneur en argile qui ne dépasse pas 15% est très petite pour qu’elle puisse produire influence notable sur la cohésion.

Sol à texture sableuse se travaillent donc facilement. Ils sont dits terre légères

La capacité de rétention en eau des sols sableux est réduite, mais la part de l’eau assimilable par les plantes est relativement grande en comparaison aux terre riche en argiles.

La vitesse d’infiltration pour les sables grossiers est grande.

**B-Propriétés des sols à texture argileuse**

 Ces sols se caractérisent par une cohésion d’autant plus forte que la teneur en argile est élevée. A cause de la cohésion considérable ils sont collants a l’état mouillé et dur l’état sec. Ils se laissent donc difficilement travailler et le temps de travail est très limite.

Ces terres sont dites lourdes

En général les sols à texture argileuse possèdent des propriétés diamétralement opposées aux propriétés des terres légères.

 Leurs état physique est très défavorable tandis qu’ils sont des sols riche et fertiles du point de vue chimique Ajoutant aussi les propriétés suivantes :

-Les pores ont des dimensions réduites. Par la suite la perméabilité à l’eau et l’air est limitée.

- l’eau se retient fortement -Ces sols s’échauffent lentement et restent mouillés long temps après une période pluvieuse.

Quand ils dessèchent ils sont très durs

 En générale ces sols sont riches en éléments nutritifs et leur pouvoir d’adsorption est très élevé.

**C- Propriétés des sols à texture limoneuse**

 Les réserves de ces sols en élément nutritifs sont très grandes, La structure des terres limoneuses est donc rarement satisfaisante surtout si le sol est pauvre en matière organique.

 Ces sols à texteur limoneuse dit battants, à cause de leur faible cohésion et de leur perméabilité réduite ils sont extrêmement susceptibles à l’érosion par l’eau de ruissèlement

**2-1-1-4-Importance de la texture du sol**

 Si des sables fins et des limons fins accompagnent les sables grossiers, les vides sont colmatés : le sol se tasse facilement sous l’effet de la pluie ; le sol devient battant et imperméable à l’eau.

 Si s’ajoutent aux sables grossiers de l’argile et de l’humus, ces colloïdes permettent la formation d’agrégats : la circulation de l’air et de l’eau est facilitée, et de l’eau est retenue sur les agrégats pour les plantes ; on dit que le sol a une structure fragmentaire.

La notion de texture d'un sol présente une importance pratique considérable : elle détermine dans une large mesure les caractéristiques principales de ce sol dans les domaines de la circulation de l’air et de l’eau, de la capacité d'échange d'ions et de la structure.

**2-1-2-Structure d’un sol**

Caractériser la structure d'un sol sur le terrain est essentiel. En effet, la structure du sol a un impact direct sur le fonctionnement du couvert végétal (germination, développement racinaire, respiration racinaire...) et, ce qui est aussi lié au développement du végétal, au comportement vis à vis de l'eau (infiltration surtout)

Aussi, la structure d'un sol (contrairement à la texture) est une caractéristique qui évolue fortement et parfois très rapidement. Elle évolue au cours du temps sous l’effet des contraintes mécaniques qui sont appliquées au sol lors des opérations culturales et qui entraînent fragmentation, déplacement ou compactage. Les agents naturels (climat, faune, racines…) agissent également sur la structure et la porosité.

 La structure du sol est une notion essentiellement descriptive et qualitative, mais elle conditionne directement la porosité et l'état d'ameublissement.

La structure du sol n'est pas une caractéristique définitive du sol. car elle est soumise à l'action d'un certain nombre d'agents de dégradation, dont le plus important est l'eau

**2-1-2-1-Définition de la structure du sol**

La structure est le mode d'agencement ou d’assemblage des particules du sol (sable, de limon et d'argile, matière organique) entre elles. Les particules isolées, une fois assemblées, apparaissent comme des particules plus grosses. C'est ce qu'on appelle des grumeaux. Ces grumeaux s'organisent en agrégats.

La structure conditionne une propriété, la porosité, qui est un facteur important de la perméabilité. Donc pour apprécier la structure et la porosité, il faut réaliser une coupe dans le [sol](https://www.jardiner-autrement.fr/glossaire/sol/) pour examiner les différentes couches du [sol](https://www.jardiner-autrement.fr/glossaire/sol/).

La structure englobe la forme et la dimension des mottes, ou éléments structuraux. et leur disposition relative dans un horizon déterminé.

Les éléments structuraux peuvent être classés par taille, mais aussi en fonction de leur forme. Selon ce dernier critère. Trois classes de structures peuvent être distinguées :

**a) Structure particulaire ;** Le sol est alors constitué par des éléments du squelette, non agrégés. Exemple : structures cendreuse, fibreuse, feuilletée. Ou les sédiments n’ont pratiquement aucune cohésion et restent à l’état de particules libres. Ceci est le cas, par exemple de sables ou de graviers.

**b) Structure massive ou continue ;** Le sol forme alors un bloc unique. Ou les sédiments sont pris en masse, d’un sol bloc. Ceci est le cas des argiles lourdes.

**c) Structures fragmentaires ou Agrégé ;** Les constituants élémentaires sont associés en agrégats ou en mottes. Ou ceci représente la grande majorité des sols. En effet, sous l’effet cohésif des argiles et des matières organiques surtout (et dans une moindre mesure les limons), le sol s’organise en une hiérarchie d’agrégats : les particules forment de micro-agrégats, qui se combinent pour former des méso-agrégats, et ensuite des macro-agrégats.

**2-1-2-2-Stabilité structurale**

La notion de « stabilité structurale » qui est particulièrement importante pour l’érosion. La stabilité structurale est une mesure de la résistance des agrégats à la désagrégation. Ou la stabilité structurale désigne la résistance de la structure vis-à-vis des agents de dégradation. La formation d’agrégat solide et résistant à la dégradation par l’eau assure une bonne stabilité structurale au sol.

Un sol dont les agrégats ont une forte cohésion possède une bonne stabilité structurale ; des agrégats avec une faible cohésion ont donc une faible stabilité structurale et ils se désagrègent facilement sous l’impact des gouttes de pluie. L’influence de la stabilité structurale se ressent surtout par son impact sur l’infiltration de l’eau dans le sol et la facilité avec laquelle le sol est érodé (son « érodibilité »).

Les facteurs principaux qui influencent la stabilité structurale d’un sol cultivé sont la texture, la teneur en matières organiques et les types de cations présents dans le sol :

**A –Texture**

Des textures avec trop peu d’argiles ont une faible cohésion et donc une faible stabilité structurale. Les sols les plus sensibles sont les sols riches en limons et/ou sables fins. Comme il a été décrit ci-dessus, les limons ont une faible cohésion et sont des particules très fines. Ils sont donc facilement détachés de la matrice du sol et facilement transportés par le ruissellement puisqu’ils sont petits. Les sables fins ont une cohésion encore plus faible. Les sables grossiers ont une très faible cohésion, mais parce que ce sont des sédiments plus gros que les limons et sables fins, ils sont moins facilement transportés par les eaux de ruissellement. Une fourchette très approximative pour une teneur en argile idéale serait entre environ 15% et 30-40%. En-dessous de 15%, la stabilité structurale devient relativement faible et le sol facilement érodé ; au-delà d’environ 40%, le sol a tendance à être lourd, avec une forte rétention de l’eau et une structure tendant à être massive.

**B- Matière organique**

La matière organique se trouve dans le sol sous plusieurs formes : vivante dans les racines, fraîchement tombée au sol, partiellement décomposée, très humifiée... Les matières organiques jouent un rôle très important dans le sol et méritent un développement à part.

**La matière organique** du sol peut être définie comme une matière carbonée provenant de la décomposition et du métabolisme d'êtres vivants végétaux, animaux et microbiens (fongiques, bactériens). Elle constitue l'humus.

Elle est composée d'éléments principaux (le carbone-C, l'hydrogène-H, l'oxygène-O et l'azote-N), d'éléments secondaires (le soufre-S, le phosphore-P, le potassium-K, le calcium-Ca et le magnésium-Mg), ainsi que d'oligoéléments.

Elle se répartit en quatre groupes :

- la matière organique vivante, animale (faune du sol), végétale (organes souterrains des plantes) et microbienne (bactéries, champignons, algues du sol), qui englobe la totalité de la biomasse en activité,

- les débris d'origine végétale (résidus végétaux, exsudats racinaires), animale (déjections, cadavres) et microbienne (cadavres, parois cellulaires, exsudats) appelés matière organique fraîche,

- des composés organiques intermédiaires, appelés matière organique transitoire (évolution de la matière organique fraîche),

- des composés organiques stabilisés, les matières humiques ou humus, provenant de l'évolution des matières précédentes.

La végétation fournit des débris végétaux qui constituent la litière ou horizon organique. Sa décomposition se fait sous l'action de la microflore et de la faune du sol, et produit l'humus et des composés minéraux. Les deux processus de décomposition sont d'une part la minéralisation (produisant des composés minéraux tels que le dioxyde de carbone (CO2), l'ammoniac (NH3), les nitrates et les carbonates) et l'humification (polymérisation oxydative sous la forme de composés organiques amorphes qui migrent ou se lient aux argiles et aux hydroxydes métalliques). Le processus d'humification aboutit à la formation de l'humus.

La première catégorie de matière organique, la **litière** au sens large, est constituée de l'ensemble des matières organiques d'origine biologique, à différents stades de décomposition, qui représentent une source d'énergie potentielle pour les espèces qui les consomment. Elle comprend les organismes et les parties d'entre eux qui viennent de mourir et qui en sont détachés, qu'ils soient végétaux, animaux ou microbiens, aériens ou sous-terrains, ainsi que les excréments des animaux et différents composés émis directement dans le milieu.

**C- Type de cation dans le sol**

Les argiles ont une charge électrostatique négative, les cations en solution ont une charge électrostatique positive. L’attraction entre argiles (charge à dominante négative) et cations permet aux argiles de former des agrégats par des « ponts cationiques ». Le calcium est un cation particulièrement bénéfique pour la structure du sol et favorise la formation d’agrégats stables. Les agriculteurs se servent de calcaire broyé (CaCO3) ou de chaux (CaO, où CaCO3 + chaleur (environ 850°C) = CaO + CO2) pour remonter le pH de leur sol et améliorer sa structure. Les apports de calcaire broyé ou de chaux sont considérés comme des amendements.

Pratiquement tous les cations rencontrés dans le sol (Ca2+, K+, Mg2+, Al3+, H+…) ont un effet bénéfique ou neutre sur la structure, sauf un : le sodium (Na+). Le sodium agit comme un dispersant dans le sol et contribue à sa désagrégation. Des problèmes de sodicité se rencontrent surtout dans des zones arides et semi-arides où il y a trop peu de lessivage pour emporter les sels vers la nappe phréatique et cours d’eau, et où l’évaporation concentre les sels près de la surface.

L'amélioration de la structure elle-même du sol peut être le fait. Soit de certains agents naturels (alternances de dessiccation et d'humectation, action du gel, rôle de la faune du sol et des racines) soit des techniques culturales (drainage, labours, façons superficielles).

La stabilité structurale est très importante dans un sol et elle peut être maintenue grâce à certaines actions :

-De protection contre les agents de dégradation (supprimer l’excès d’eau par le drainage du sol, éviter le travail du sol en période humide, ne pas laisser le sol nu trop longtemps) ;

 -D’amélioration de la structure (apporter du calcium ou de matière organique pour favoriser une bonne formation du complexe argilo-humique, travailler le sol correctement : labour, puis façons superficielles, adopter une rotation introduisant des prairies de graminées qui couvrent le sol en permanence et dont le système racinaire permet une bonne division du sol).

Toute amélioration de l'état structural d'un sol, grâce aux façons culturales, suppose le maintien ou l'obtention préalable d'une bonne stabilité de la structure. Pour protéger ou améliorer la stabilité structurale, on peut protéger la surface du sol pour réduire l'effet d'impact des gouttes d'eau ; on peut également limiter la stagnation de l'eau en surface, ou tenter d'agir sur la texture du sol (marnage, labour profond, sablage). Les techniques les plus répandues d'amélioration de la stabilité sont celles : a) qui tendent à modifier l'état ionique du sol : remplacement des ions sodium du complexe par des ions calcium par plâtrage dans le cas des sols à alcali, par exemple ; b) qui visent à améliorer la teneur en matière organique du sol : fumure organique, engrais verts, résidus de récolte, maintien du sol sous jachère.

**2-1-3-Porosité du sol**

**2-1-3-1-Définition de la porosité d’un sol**

* La porosité d’un sol désigne la présence des pores dans ce sol, elle dépend de la texture et de la structure du sol.
* Ou la porosité du sol se définit comme étant l’ensemble des espaces lacunaires crées lors de la structuration du sol
* Ou la porosité totale du sol est la proportion du volume total de sol occupé par l'eau après ressuyage (ou microporosité) et la macroporosité ou capacité minimum pour l'air.

Ces espaces vont influencer la vitesse d’infiltration de l’eau dans le sol et la capacité de ce dernier à la stocker. La porosité agit aussi sur le développement des racines des plantes ainsi que sur la circulation des organismes du sol

Un sol sans structure n'a quasiment pas de porosité : elle est très faible, ce sont quelques vides créés par l'assemblage des grains, on parle de porosité texturale. Cette porosité texturale est surtout de la microporosité (<0,08mm)

L'agrégation par liaison des colloïdes, l'activité biologiques (racines, faune...), le climat (humectation, dessiccation) vont créer une porosité structurale qui est surtout d'origine biologique. Cette porosité structurale est à la fois de la microporosité (< 0,08 mm : chenaux de radicelles, de myceliums...) et surtout de la macroporosité (0,08 à 5mm).

La porosité du sol se mesure à partir des densités du sol :

-La densité réelle (dr)

-La densité apparente (da)

La porosité totale comprend : la macroporosité espace rempli d’air correspondant aux pores de diamètre supérieur à 10 μm et la microporosité espace rempli d’eau.

Les pores ont les deux origines texturale et structurale.

**2-1-3-2-Types de porosité des sols**

**A-Porosité texturale**

La porosité texturale est directement liée à la texture du sol. Elle résulte de l’assemblage des particules élémentaires.

Elle n’est pas modifiable, contrairement à la porosité structurale.

**B-Porosité structurale**

La porosité structurale dépend de la structure du sol. Elle résulte de l’association des agrégats entre eux. Elle est modifiable par les interventions sur le sol.

**N. B.**

- La porosité texturale n’est pas modifiable, contrairement à la porosité structurale.

- La porosité structurale permet à l’eau et à l’air de diffuser dans le sol. Plus la porosité structurale est élevée plus le transfert de l’eau est facilité.

**2-1-4-Perméabilité d’un sol**

La perméabilité d’un sol désigne sa capacité d’absorber de l’eau, de la retenir ou de la laisser s’infiltrer.

 La perméabilité du sol dépendant de la texture et la structure du sol. Un sol est perméable s’il a une texture grossière (sableuse) et une structure fragmentaire.

 La perméabilité d’un sol est définie par la vitesse d’infiltration de l’eau de gravité en cm par seconde (ou par heure, si la vitesse est lente)

La deuxième caractéristique du sol qui influence les propriétés physiques est la structure du sol. La structure du sol fait référence à l’organisation des sédiments définis par la texture. Plusieurs types de structure, ainsi que plusieurs formes d’agrégats, peuvent être définis mais la présentation est simplifiée à trois seulement : particulaire, massive, en agrégats.

* **Particulaire** : les sédiments n’ont pratiquement aucune cohésion et restent à l’état de particules libres. Ceci est le cas, par exemple de sables ou de graviers.
* **Massive** : les sédiments sont pris en masse, d’un sol bloc. Ceci est le cas des argiles lourdes.
* **Agrégé** : ceci représente la grande majorité des sols. En effet, sous l’effet cohésif des argiles et des matières organiques surtout (et dans une moindre mesure les limons), le sol s’organise en une hiérarchie d’agrégats : les particules forment de micro-agrégats, qui se combinent pour former des méso-agrégats, et ensuite des macro-agrégats.

L’agrégation peut être plus ou moins développée, et les agrégats peuvent être classifiés par leurs formes. C’est la structure du sol qui crée une diversité de tailles de pores dans lesquels vont circuler l’air et l’eau. Un sol bien structuré permettra un équilibre entre mouvement (dans les pores plus grands) et rétention (dans les pores plus petits) de l’eau. Cette propriété du sol se gère par le travail du sol, et tout le travail du sol effectué par un agriculteur est destiné à améliorer la structure. Les amendements (matières organiques et apports calciques) sont aussi destinés à favoriser la structure du sol. C’est donc une propriété qui varie avec la saison et les techniques culturales.
Les racines des végétaux sont particulièrement importantes pour le développement de la structure du sol et en général, plus la densité racinaire est importante, mieux la structure est développée. La texture du sol, et surtout la teneur en argile, est également très importante, ainsi que la teneur en humus : ces deux composantes favorisent le développement d’une bonne structure (si toutefois la teneur en argile n’est pas trop importante, ce qui peut conduire à une structure massive). Pour des sols cultivés lourds (riches en argile), les cycles hivernaux de gels et dégels ont tendance aussi à favoriser une meilleure structure du sol.

**2-2-Propriétés chimiques d’un sol**

**2-2-1-Capacité d’échange cationique**

Capacité d’échange cationique et anionique : Elles mesurent la capacité d'un sol à retenir et fournir des éléments nutritifs à une culture :

CEC : la capacité de retenir des cations

CEA : la capacité de retenir des anions

 La capacité d’échange cationique (CEC ou T pour capacité totale) d'un sol est la quantité de cations que celui-ci peut retenir sur son complexe adsorbant à un pH donné.

 La capacité d'échange cationique (CEC) est une mesure du pouvoir d'un sol à retenir et échanger des cations. Il s'agit d'un indicateur relatif du potentiel de fertilité d'un sol.

Les cations qui sont le plus souvent mentionnés dans un rapport d'analyse de sol sont les suivants :

Le potassium (K+), le magnésium (Mg2+) et le calcium (Ca2+). Certains rapports indiquent aussi l'hydrogène (H+ ) et le sodium (Na+). Les cations sont des ions d'éléments nutritifs chargés positivement.

 Les cations sont retenus sur des sites chargés négativement que l'on retrouve à la surface de particules de matière organique et d'argile (figure 5).

La matière organique possède plus de sites d'échanges que les particules d'argile. Ces sites sont des sources importantes de tous les cations assimilables par les végétaux.

La capacité d'échange cationique exprime également la capacité d'un sol à résister aux changements de [pH](https://fr.wikipedia.org/wiki/Potentiel_hydrog%C3%A8ne) (capacité tampon) et est fortement reliée à sa composition (sol minéral à CEC généralement faible ou sol organique à CEC souvent élevée).

**2-2-2-pH**

Les sols peuvent avoir une réaction acide ou alcaline ; d'autres peuvent être neutres. On mesure la réaction chimique du sol d'après la valeur de son pH. La valeur du pH varie de 0 à 14, le pH = 7 correspondant à une réaction neutre. Des valeurs inférieures à 7 indiquent que le sol est acide ; des valeurs supérieures à 7 indiquent que le sol est alcalin. Plus le pH s'éloigne de la neutralité, plus fortes sont l'acidité ou l'alcalinité.

La qualification de l'acidité ou basicité d'un sol est la suivante :

3 à 5 très acide

5 -6 acide

6- 6,7 faiblement acide

6,7 - 7,3 neutre

7,3 - 8,5 basique

8,5 et plus très basique

Le pH est fortement influencé par la roche mère et la composition de la litière joue aussi un rôle en particulier à travers son rapport C/N.

On mesure habituellement le pH sur une suspension de sol où la proportion sol/eau est de 1/2,5.

La méthode la plus exacte pour mesurer le pH du sol consiste à utiliser un pH mètre électrique qui donne directement la valeur du pH quand on plonge des électrodes en verre dans une solution obtenue.

La plupart des plantes s’accommodent d’un [pH](https://www.jardiner-autrement.fr/glossaire/ph/) autour de la neutralité (de 6 à 7,5).

Mais certaines exigent cependant une terre acide (plantes acidophiles) ou au contraire calcaire.

**2-2-3-Sels et les éléments nutritifs essentiels**

16 éléments nutritifs sont considérés essentiels pour les plantes, Ils peuvent être répartis en deux groupes :

* Éléments nutritifs non minéraux : C O H
* Éléments nutritifs minéraux : en nombre de 13 et proviennent en grande partie du sol ; Macroéléments : Azote (N) Phosphore (P) Potassium (K), Méso-éléments : Ca, Mg et Soufre, Oligoélément : Fer (Fe) (Mn), (Zn), (Cu), (B), (Mo), (Cl)

 Les sels solubles sont tous les sels plus solubles à l’eau que le gypse. Leur concentration globale est généralement exprimée par la conductivité électrique.

Les plus fréquents dans les régions arides et semi- arides sont surtout les chlorures et les sulfates de sodium, les sulfates de magnésium et à un moindre degré les carbonates de sodium

Les sels les plus fréquents sont ceux à base de sodium, gypse et calcaire qui exercent les effets suivants sur les sols :

\*Le Sodium, en excès dans le complexe absorbant du sol, peut dégrader la structure. Ces sols à structure diffuse sont souvent dénommés sols à alcali ou sodique.

\*Le gypse, il est généralement admis qu’en petites quantités, le gypse à un effet favorable sur les propriétés fonctionnelles des sols et la croissance des plantes. En sols très argileux et très dispersée, le gypse améliore l’infiltration, diminue l’érosion et augmente la floculation

En sols sodiques, le gypse améliore la structure en déplaçant les ions Na+ du complexe absorbant et les remplacer par les ions Ca+2, il s’agit de la désalinisation du sol.

 En sols acides, le gypse change les propriétés de ces sols en déplaçant les ions Al et diminuant la toxicité par cet élément

\*Calcaire, le constituant essentiel de calcaire est le carbonate de calcium, Le calcaire fournit le calcium qui provoque la floculation des colloïdes minéraux et organique du sol, action nécessaire à l’établissement d’un état structural, et permet au sol de créer les réserves, en éléments nutritif

**2-2-4- Matière organique (MO)**

**La matière organique** du sol peut être définie comme une matière carbonée provenant de la décomposition et du métabolisme d'êtres vivants végétaux, animaux et microbiens (fongiques, bactériens). Elle constitue l'humus. C'est cette dernière qui joue un rôle important dans la fertilité des sols par l'évolution biochimique qu'elle y subit et par les propriétés physico-chimiques qui en découlent

Elle est composée d'éléments principaux (le carbone-C, l'hydrogène-H, l'oxygène-O et l'azote-N), d'éléments secondaires (le soufre-S, le phosphore-P, le potassium-K, le calcium-Ca et le magnésium-Mg), ainsi que d'oligoéléments.

La matière organique du sol joue trois rôles essentiels :

– Energétique, comme source de carbone ; stimulent l’activité biologique du [sol](https://www.jardiner-autrement.fr/glossaire/sol/) (micro-organismes présents),

– Physique, comme élément majeur de la structure du sol ; agissent comme liant entre les particules du [sol](https://www.jardiner-autrement.fr/glossaire/sol/) et améliorent sa structure, améliorent la capacité de rétention en eau et éléments fertilisants du [sol](https://www.jardiner-autrement.fr/glossaire/sol/),

– Nutritionnel, pour l’alimentation des plantes Constituent des réserves d’éléments nutritifs qui seront progressivement mises à disposition des plantes (rôle de “garde-manger”), agissent directement sur la croissance des plantes.

Ces trois rôles dépendent des types de composés organiques, de leur quantité et de leur transformation.

Un [sol](https://www.jardiner-autrement.fr/glossaire/sol/) de couleur foncée est en général riche en matières organiques, alors qu’un [sol](https://www.jardiner-autrement.fr/glossaire/sol/) clair en est plutôt dépourvu.

**2-3-Propriétés biologiques d’un sol**

**2-3-1- Biologique du sol**

Le sol est un système complexe, composé des phases liquide, solide et gazeuse en interface avec l’atmosphère, la lithosphère et l’hydrosphère. Un sol est défini par sa texture (proportion relative des différents constituants minéraux et organique, tels que sable, limon, argile, complexe argilo-humique, microflore et microfaune) et sa structure qui représente l’organisation spatiale de ces différents constituants.

Les sols ont des propriétés chimiques et physiques critiques dont dépend leur capacité de fournir les éléments minéraux, l’eau et les autres facteurs nécessaires à une production végétale optimale. La décomposition des roches et des minéraux apporte les éléments minéraux aux sols. En plus des nutriments minéraux, les sols contiennent de la matière organique et des espaces libers occupés par de l’eau et des gaz proportions variables

Le sol n’a pas seulement un simple support de la plante, c’est plutôt un autre monde vivant très vaste, dont on trouve jusqu’à 260 millions d’individus par m² ; soit une masse globale équivalente à 2 vaches adultes par hectare.

La [faune du sol](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89daphon) ne représente que 0,08 % de sa masse, cette masse présente une grande variété d’organismes vivants : des bactéries, des champignons, des algues, les parties souterraines des plantes, ainsi qu’une faune très variée allant des protozoaires aux mammifères. L’ensemble de ces organismes font partie intégrante du système sol et participe par leur activité à la formation et à l’évolution des sols.

La « Pédofaune » comprend un grand nombre d’organismes aux caractéristiques morphologique très variée. Tous ces organismes vivent dans l’espace poral du sol, ou leur localisation dans les pores dépend de leur taille.

**A- Microfaune (taille <0,2 mm),** ces organismes sont présents en très nombre dans le sol. Ce sont principalement des protozoaires (amibes nues, thécamoebiens, ciliés, flagellés) et des nématodes. Ils vivent dans l’eau contenue dans les pores suffisamment grands pour les abriter.

**B- Méso faune (0 ,2 à 4 mm),** Elle comprend des microarthropodes : acariens, collemboles, diploures, protoures, petits myriapodes. A cela s’ajoutant des nématodes de grande taille et des enchytréides.

**C-Macrofaune (4 à 80 mm),** elle est aussi constituée d’une très grande variété d’organismes tels que des vers, des insectes, des myriapodes, des mollusques et des araignées. Les vers de terre représentent probablement la catégorie la plus important, tant par leur biomasse que par leur rôle dans les processus de transport et de biotransformatique se déroulant dans le sol. De nombreuses espèces possédant des caractéristiques physiologiques très variées ont été inventoriées, décrites et réparties en trois groupes écologique :

-Les espèces épigées : sont localisées près de la surface du sol,

-Les espèces endogées : vivent en profondeur

-Les espèces anéciques : se déplace dans tout le profil du sol.

**D-Mégafaune (taille >80 mm),** ce sont des animaux de grande taille (vertébrés, reptiles, amphibiens) qui utilisant le sol comme habitat.

**2-3-2-Activer la biologie pour améliorer le fonctionnement du sol**

Les différents compartiments du sol vivant ont diverses fonctions, qui assurent le bon fonctionnement de celui-ci. \* Les bactéries sont des régulatrices essentielles des équilibres gazeux et des cycles biogéochimiques du sol.

\* Les champignons transportent des quantités importantes d’eau et de substances, participent à la dégradation de la litière et à sa transformation en [humus](https://fr.wikipedia.org/wiki/Humus).

\* Quant à la faune du sol, son rôle fondamental réside dans la transformation de la [matière organique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mati%C3%A8re_organique) et dans son action mécanique sur les sols : formation de galeries, porosité, structuration des agrégats[1](https://fr.wikipedia.org/wiki/Activation_biologique_du_sol#cite_note-:0-1).

**2-3-3- différents interactions**

**2-3-3- 1- Interaction entre biologie et physique du sol**

Cette présence d'êtres vivants est synonyme d'activité biologique. Celle-ci est en interaction :

À long terme sur sa composition physique et sa dynamique (transformation des minéraux, enrichissement en MO via les producteurs primaires : les végétaux, évolution des MO)

À court terme sur sa structure (qui elle-même définit un 'comportement' physique du sol en terme de porosité, de circulation des fluides, eau et air) et la stabilité de cette structure

Ces liens peuvent être envisagés dans l'autre sens : par exemple, une structure avec très peu de porosité aura un impact direct sur la biomasse du sol...

**2-3-3- 2-Interaction entre biologie et chimie du sol :**

Les êtres vivants vont être des facteurs clefs dans les cycles des éléments. Ils peuvent les faire passer d'une forme organique à minérale (minéralisation) ou, à l'inverse, de la forme minérale à organique (on parle d'organisation ou de rétrogradation). De plus, ils peuvent (surtout les bactéries), faire passer les éléments d'un état oxydé à un état réducteur (ou vice-versa)

**2-3-3- 3 Exemples concrets de ces interactions :**

-la nature chimique et physique du sol change lorsqu’il passe dans les intestins des vers ou à proximité d'une racine.

-Les bactéries à proximité des racines vont rendre disponibles pour la plante les éléments nutritifs.

 -Les résidus de plantes ont en soi peu de valeur nutritive dans la forme dans laquelle ils retournent au sol. Les organismes du sol, qu’ils soient grands (macro-organismes) ou petits (microorganismes), se nourrissent toutefois de ces résidus et les décomposent dans un processus continu.

**3 - Contraintes et types des sols des oasis**

Les sols dénommés, sols arides ou aridisols dans la classification Américaine sont en général peu développés sur le plan morphologique et ont une structure très instable du fait des variations brutales de température et d’humidité, sont caractérisées aussi par une précipitation moindre(faible) et une évapotranspiration intensive, durant une période plus ou moins longue de l’année

 On peut distinguer trois domaines d’aridité d’après la pluviométrie annuelle.

 - Le domaine hyper aride (p< 100 mm)

 - Le domaine aride (100<p<300 – 400 mm)

 - Le domaine semi-aride (300- 400 < p < 600 mm)

En Algérie, la zone aride représente près de 95% du territoire national dont 80% dans le domaine hyperaride.

**3.1 - Les sols salés**

**3.1.1 - Définition des sols salés**

* Les sols salés appelés aussi sols sodiques ou sols halomorphes, sont caractérisés par leur Teneur élevée en sels solubles (concentration en sels des solutions dépasse 0.5 g/l, dans l’ensemble ou dans une partie du profil ou par la dégradation de la structure de l’un de leur horizon ou de tout leur ensemble, sous l’influence de l’un des ions qui provenant de ces sels en particulier le sodium.

**3.1.2 - Origine de la salinité des sols**

 Les facteurs de la formation des sols salés sont nombreux. Absence de drainage, faible profondeur de la nappe phréatique

* **Condition climatique :** Les terrains halomorphes sont rencontrés dans les régions arides et semi-aride, où l'évaporation est très intense et la pluviométrie très faible, ce qui empêche tout drainage naturel et favorise l'accumulation des sels.
* **Condition géologique :** Elle concerne la présence éventuelle d'une source de sels solubles (Roches mères salifères, nappe phréatique salée...) A cet effet, on peut distinguer trois grands types d'origine.

**- Salinisation d’origine géologique**

Les sels solubles peuvent provenir par l'altération des roches contenant des minéraux sodiques potassiques et magnésiques qui donnent des sels solubles, en particulier les carbonates, les bicarbonates et parfois des silicates.

- **Salinisation d'origine marine lagunaire**

Il s'agit de zones de contamination à proximité des mers et océans par l’intermédiaire de l’atmosphère, qui peut véhiculer des sels dissous dans l’eau de pluie, mais surtout de très fines particules hygroscopiques sous forme d’aérosols. Aussi l'origine des sels peut se trouver des dépôts lagunaires ou matériaux salés qui peuvent être fournir leurs sels aux oueds qui les transportent.

- **Salinisation d’origine anthropique**

On remarque que l’homme intervient par des apports directs des sels utilisés comme Fertilisants et l’irrigation avec les eaux salées. Ce phénomène de salinisation anthropique dite salinisation secondaire.

**3.1.3 - Types de Salinisation**

II existe deux types de salinisation :

 **3.1.3.1 - Salinisation primaire**

Elle est due aux sels se formant au cours de processus d'altération des roches. Cette altération affecte les minéraux sodiques, potassiques *et* magnésiques, ce qui donne souvent des sels solubles en particulier, les carbonates et les bicarbonates

La migration et le dépôt de ces sels solubles dépendent de l'intensité et de la répartition des précipitations, du degré de porosité du sol et autres caractéristiques du milieu naturel.

 **3.1.3.2 - Salinisation secondaire**

La salinisation secondaire lié a l’activité de l’homme et en particulier aux pratiques d’ irrigation avec une eau de mauvaise qualité, un lessivage insuffisant, la présence d'un niveau phréatique élevé et un taux d'évapotranspiration important.

**3.1.4 - Caractéristiques des sols sales**

**A- Salinité totale (La conductivité électrique (CE))**

La salinité totale traduit la teneur en sels soluble, exprimée par la conductivité électrique mesurée sur l'extrait de pâte saturée du sol ou la solution du sol dont rapport 1/5 à 25°c et exprimée en millimhos/cm ou décisièmens/m ou en millisiemens/cm.

La conductivité électrique est proportionnelle à la somme des cations et des anions dans la solution

La mesuré de la salinité se fait sur deux types d’extrait aqueux :

- Extrait de la pâte saturée selon la méthode de (Richard, 1954).

- Extrait aqueux diluée au 1/5

- Il existe une relation reliant la conductivité de l’extrait saturée et celle de l’extrait dilué au 1/10.

 CE (pâte saturée) =7 X CE (1/10).

**B - pH**

Le pH d'une solution est la quantité d'ions H+ libres qu'elle contient

**Tableau 5 :** l’interprétation des valeurs de pH des pâtes de sols saturée

|  |  |
| --- | --- |
| **pH** | **Classe du sol** |
| **pH > 8,5** | Indiqué souvent un pourcentage de Na+ échangeable supérieure ou égale à 15 % et la présence des carbonates alcano-terreux. |
| **pH < 8,5** | Les pourcentages de Na+ échangeable des sols peuvent ou ne peuvent pas dedépasser 15% |
| **pH < 7,5** | Ces sols ne contiennent jamais des carbonates de Ca++ et Mg++ |
| **pH < 7** | Ces sols contiennent des quantités significatives d'ion H+ échangeable. |

 **(Source :** Fireman et Wadley cité par Boulaine, 1972**)**

**C - Pourcentage de sodium échangeable (E.S.P)**

L’E.S. P représente le pourcentage de sodium échangeable présent sur le complexe d'échange est calculé par la formule suivante :

E.S.P = 100 x Na (meq/ 100 g)

 CEC (meq/ 100 g)

 Lorsque le taux de sodium arrive à un seuil fixe à 15 % de la CEC, il va détruire la structure d'un sol

La limite de classe pour le taux de sodium échangeable est donnée comme suit :

- ESP < 5% alcalinité légère.

- 5% < ESP < 20% alcalinité modérée

- 20% < ESP < 45% alcalinité grave

- ESP > 45% alcalinité très grave.

**D - S.A.R**

La valeur du S.A.R indique le risque d'alcalinisation posé par l'ion sodium présente dans la solution du sol, ou dans l'eau d'irrigation. (USSL, 1954).

Les principaux cations dans la solution du sol sont : Ca++, Mg++ et Na+, le risque d'alcalinisation rencontré par le sol dépendra des concentrations relatives et absolues de ces cations.

Si la proportion de Na+ est élevée, le risque d'alcalinisation reste grand. Au contraire, si le Ca++ et Mg++ prédominent ce risque reste faible. La relation entre les trois cations est proposée par le laboratoire de Riverside (Richards, 1957) et s'exprime comme suit :

 S.A.R =. Na+ .

 Ca++ + Mg++  ½  ou Na+, Ca++, Mg++ exprimés en meq/l

 2

 On distingue deux cas :

1- SAR < 10 : il n'y a pas d'enrichissement du complexe d'échange en sodium.

2- SAR > 10 : il y a sodisation.

**E - Sels solubles**

**1 - Définition**

Tous les sels plus solubles que le gypse dans l'eau sont considérés comme étant des sels solubles. Leur concentration globale est estimée généralement par la conductivité électrique

**2 - Principaux sels solubles**

On peut distinguer trois grands groupes de sels solubles qui sont :

 3.2.1 - Les chlorures

 3.2.2 - Les sulfates

 3.2.3 - Les carbonates et bicarbonates

**3.1.5 - Sols salés en Algérie**

 **3.1.5.1 - Grands types des sols salsodiques en Algérie**

Malgré les divergences existantes entre les différentes classifications, les pédologues sont d'accord qu'il existe trois grands groupes des sols salés.

A - Sols salins

 B - Sols salins alcalins

 C - Sols alcalins non salins

**- Classification des sols salés selon CE, ESP et le pH**

**Tableau :** Classification des sols salés selon CE, ESP et le pH

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sol** | **CE dS/m pate saturé** | **ESP %** | **pH** |
| **Sol salin** | ≥ 4 | < 15 | <8.5 |
| **Sol salin alcalin** | ≥ 4 | ≥15 | ≥8.5 |
| **Sol alcalin** | < 4 | ≥15 | >8.5 |

**- Classification de la salinité du sol selon la CE de la pâte saturé (Aubert, 1978)**

 < 2  non salé

 2 à 4 peu salé

 4 à 8 salé

 8 à 20 très salé

 > 20 extrêmement salé

**3.1.6 - Principaux problèmes liés à la salinité**

**3.1.6.1 - Effet de la salinité sur la structure et la perméabilité**

Les cations sodium tendent à provoquer la destruction de la structure en favorisant la dispersion des colloïdes minéraux.

Il semble être d'autre part que le rapport Na+ / Ca++ influe sur la dispersion du sol, en effet, la dispersion apparaît dès que le rapport Na+ / Ca++ dépasse la valeur de 1 %.

**3.1.6.2 - Effet de la salinité sur la réaction du sol**

La réaction d'un sol est modifiée par la présence des sels solubles, du fait qu'il existe des sels acidifiants (CaSO4, KCl, MgSO4) et d'autres alcalinisant (NaHC03, CaC03, Na2CO3).

**3.1.6.3 - Effet de la salinité sur la rétention en eau**

Les sols salés peuvent rester humides même en saison sèche car ils sont riches en eau hygroscopique. Cependant cette réserve d'eau n'est pas toujours disponible pour les plantes à cause du potentiel osmotique élevé de la solution du sol.

**3.1.6.4 - Effet de la salinité sur les caractéristiques biologiques du sol**

La biodégradation des composés organiques peut être ralentie suite à une forte salinité par l'effet néfaste des sels sur la microflore fongique.

**3.2 - Sols calcaires**

**3.2.1 - Définition des sols calcaires**

Un sol calcaire c’est un sol contenant du CaCO3 libre en quantité suffisante pour présenter une effervescence visible sous l’action d’HCl dilué à froid.

Les sols calcaires sont ceux qui contiennent, plus de 15% du carbonate de calcium et ayant un pourcentage de sodium échangeable ESP= 15%.

**3.2.2-Origine du calcaire**

* Altération de la roche mère
* Précipitation des carbonates de calcium secondaire
* Apporté par le vent sous forme de poussières et qu'il est ensuite lessivé et accumulé en profondeur par les pluies.
* Origine biologique (les coquilles de gastéropodes ex : escargot)

**3.2.3-Formes du calcaire dans le sol**

* Diffuse (poudre fine Ø≤ 1mm)
* En concentrations discontinues (pseudomycélium, amas friables, nodules)
* En concentration continues (croutes, dalles, pellicules rubanées)

**3.2.4-Propriétés des sols calcaires**

**pH** : La présence du calcaire dans le sol augmente le pH, mais il ne dépasse pas 8.3. Il a un effet néfaste sur l’assimilabilité de certains oligo-éliments (Fe, Zn, Cu, B, MO, CO…)

**CEC** : La CEC diminuer quand les taux de calcaire augmentent.

**Stabilité structurale :** Caractérisé pas une bonne stabilité structurale

**Matière organique** : Les sols calcaire ayant un taux faible de MO.

**Les processus d’humification et de minéralisation de la matière organique :** Le calcium ayant un effet protecteur contre la dégradation microbienne.

**3.2.5. Classification selon le taux du calcaire dans le sol (G.E.P.P.A in Baize 1988)**

1% non calcaire

1 – 5% peu calcaire

5 – 25% modérément calcaire

25 – 50% fortement calcaire

50 – 80% très fortement calcaire

> 80% excessivement calcaire

**3.2.6-Effet du calcaire sur le sol et les végétaux**

**Avantages**

* Source de calcium pour les plantes
* Le calcaire fournit le calcium qui provoque la floculation des colloïdes minéraux et organique du sol, action nécessaire à l’établissement d’un bon état structural, et permet au sol de créer les réserves, en éléments nutritif (Eliard, 1979).

**Inconvénients**

* Le calcaire fin (calcaire actif) bloque certains éléments indispensables aux plantes comme le fer, B, Cu, Mn, Zn, en solubilisation de la calcite au niveau des racines dont le fonctionnement se trouve perturbé, obstacle à la minéralisation de la matière organique par effet d’enrobage.
* L’assimilabilité de N, P, K, Mg, Mn, Zn, et Fe diminué avec l’augmentation du taux du calcaire dans le sol de 3%.
* Présence de couche dure (cémenté) imperméable

**3.2.7-Mise en valeur des sols calcaires**

- **Le boisement :** le boisementdes sols calcaires les moins fertiles avec des espèces calcicole (calciphile) exemple ([Noisetier](http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/noisetier.php), [Noyer](http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/noyer.php), [Olivier](http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/fp_olivier.php3), [Prunier](http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/prunier.php), [Vigne](http://www.gerbeaud.com/tag/vigne), chêne vert البلوط, hêtre, pin d’Alep, pin noir, cèdre du Liban)

- **Le sous-solage :** pour briser le sol cimenté (dalle calcaire) et la mise en place d'un système de drainage efficace.

- **Apport de la matière organique** (Ex : fumier)

**- Les oligoéléments :** Appliqués par pulvérisation foliaire sur les arbres fruitiers. Ils sont apportés sousformes de chélates inorganiques par exemple :

**-** Apport du zinc, sous forme de sulfate de zinc

-Apport du cuivre sous forme de sulfate de cuivre

-Apport du manganèse sous forme de sulfate de manganèse

Ou apportés sousformes organiquement chélatés (sulfonate de lignine, le glucoheptonate, ou des acides alpha-céto). Par exemple l’apport du fer sous forme de chélaté organique (Fe-EDTA, Fe-HEDTA, DTPA-Fe et Fe-EDDHA).

- La meilleure façon d'éviter la chlorose ferrique sur des sols calcaires est de planter des arbres greffés sur des porte-greffes tolérants.

- Le remède le plus efficace contre la chlorose ferrique sur des porte-greffes non tolérants est l'apport du fer sous de chélaté de Fe organique.

- apport des produits de soufre qui agissent comme acidifiants du sol peuvent potentiellement améliorer la disponibilité des nutriments dans les sols calcaires (Ex : l'acide sulfurique (H2SO4) et du thiosulfate d'ammonium (NH4) 2S2O3et de thiosulfate potassium (K2S2O3).

- Ammoniac sources d'azote ne doivent pas être laissés à la surface des sols calcaires, puisque la perte considérable de l'ammoniac par volatilisation peut se produire, et ils devraient être incorporés dans le sol à la place.

- Le phosphore est souvent absent dans les sols calcaires, il devrait être appliqué sous forme d’engrais phosphaté soluble dans l'eau au moment de l'ensemencement, car le phosphore est surtout nécessaire pendant les jeunes stades de croissance des plantes. Mais selon les besoins des cultures psq son application en excès peut conduire à une carence de zinc ou de fer.

**3-3-** **Les sols gypseux**

**3-3-1-Définition des sols gypseux**

La légende révisée de la carte du sol du monde (F.A.O, 1988) définit "sol gypseux" quand il contient 5 % ou plus du gypse.

**3-3-2-Origine des sols gypseux**

* Le gypse peut être contenu dans le substrat géologique (sédiment et roches).
* L’eau, quelle soit souterraine ou superficielle, contenant l’ion calcium et l’ion sulfate dissous, peut donner naissance à un dépôt gypseux par l’effet de l’évaporation et de la concentration.
* Origine éolienne : Le vent contribué à la formation des accumulations gypseuses

**3-3-3-Formes du gypse dans le sol**

Pulvérulentes, en pseudomyceliums, en amas, en nodules, en roses de sables, en encroûtements, en croûtes massives ou en croûtes polygonales, dalles.

**3-3-4-Caractéristiques des sols gypseux**

**La solubilité :** la solubilité du gypse augmente avec la finesse de ces particules.

**CEC**: La plupart des sols gypseux sont pauvres en matière organique et en conséquence la contribution des colloïdes organiques à l’élévation de la CEC est faible.

**Structure** : La plupart des sols gypseux, ont une structure peu favorable.

**Le mouvement interne d’eau**: dans la plupart des sols gypseux, est normalement modéré à rapide, sauf où le gypse est sous forme des couches incrustées, donc empêchant le mouvement de l’eau vers le bas.

**Stabilité structurale**: une pauvre stabilité est attribuée aux matériels avec l'augmentation du taux de gypse sans spécifier leur type.

**Eléments minéraux** : des teneurs élevées en gypse affectent la mobilité et la disponibilité de P, K, Mg, Fe, Mo, Zn pour les plantes.

**Productivité des cultures :** présence au-delà d'un certain seuil, affecte la croissance des plantes et leurs productivités.

**3-3-5-Classification selon le taux du gypse dans le sol ( Barzanji, 1973 in FAO 1990)**

<0.3 sol non gypseux

0.3 – 10 sol légèrement gypseux

10 – 15 sol modérément gypseux

15- 25 sol fortement gypseux

25-50 sol très fortement gypseux

**3-3-6-Mise en valeur des sols gypseux**

**Le lessivage**

- L’utilisation de la solution de carbonate d’ammonium (NH4)2CO3 pour l’élimination du gypse.

- La présence de l’urée dans le sol a augmenté le taux du gypse lessivé.

- L’utilisation de la solution de KCl pour le lessivage du gypse.

-L’utilisation de la solution de NaCl pour le lessivage du gypse.

**La fertilisation**

* L’utilisation des engrais azoté, phosphaté, le molybdène,….

**Le drainage :** le drainage est nécessaire pour maintenir relativement un niveau bas de la nappe et maintenir la salinité sous contrôle.Psq lamajorité des sols gypseux sont salés et possèdent une couche imperméable.

**Le sous-solage :** pour briser le sol cimenté.

**Apport de la matière organique « fumier »**

**3-4- les sols alluviaux**

**3-4-1 - Définition**

Un sol alluvial est un sol azonal constitue de dépôts alluvionnaires relativement récents. Il s'agit d'un sol du type (A)C ou AC formé sur matériaux marins, fluviatiles, ou lacustres ; généralement humide, à horizon (A) faiblement développé ou même absent. Le sol ne présent donc pas de développement de profil. Les matériaux grossiers, s'ils sont présents, sont roulés (Lozetet Mathieu, 2002). Ce sont des sols jeunes, soit des sols proches du matériau d’origine dont l'évolution pédologique est nulle ou faible. Leur principale caractéristique découlant directement de cela est qu’ils sont chimiquement peu altérés. Ainsi, peu de redistribution de fer, de carbonates ou de sels sont possibles, et ces caractéristiques se traduisent par une faible coloration des profils en raison de la faible quantité de fer libre (Duchaufour, 2001).

**3-4-2 – Caractères généraux**

Les sols alluviaux se distinguant d’une part par leur position géomorphologique et leur origine, d’autre part par leur régime hydrique, ils ont en commun des caractères particuliers : absence de structure, texture hétérogène, variable d’un point à un autre, grandes porosité et bonne aération superficielle, absence de différenciation du profile (Duchaufour, 1977). Les sols alluviaux sont en générale soumis à une alternance de sécheresse et d'humidité provoquée par les oscillations de la nappe dépend cette alternance favorise leur oxygénation qui empêche les phénomènes de réduction et provoque la minéralisation rapide de matière organique. La formation de l'humus est alors limitée (Duchaufour, 1977). D'après (A.F.E.S., 1995), les sols alluviaux fluviatiles peuvent être relativement homogènes ou présentent une grande hétérogénéité minéralogique et granulométrique qui reflète d'une part la diversité des matériaux géologiques et pédologiques situés en amont du bassin versant, et d'autre part la circonstance des alluvionnements, raison pour laquelle les sols alluviaux peuvent être calcaire ouacides, ou sableux, limoneux ou argileux ; peu altérés ou au contraires altérés et assez riche en fer. Selon (Duchaufour, 1983) et (AFES, 1995), les sols alluviaux sont des dépôts récents des vallées, très souvent inondées par les crues. Ils ont en commun trois caractéristiques :

1. Présence d’une nappe phréatique permanente à forte oscillation. Cette nappe étant renouvelée constamment par les inondations.

2. Hétérogénéité fréquente de texture et de granulométrie. se manifestant par des variationsbrutales, aussi bien latéralement que verticalement au sein du profil : en règle générale, unmatériel fin (limon, ou limon argileux homogène) d’épaisseur très variable, repose sur un litde sables ou graviers

3. Humification généralement activée par les conditions favorable de l’humidité du sol, saufdans le cas où le milieu est trop sec.

 **3-4-3–Formation et évolution des sols alluviaux**

Les sols dans les rivières sont affectés par le niveau d’eau en écoulement, la perméabilité et la position par rapport au lit, ainsi que la vitesse d’écoulement.Les fleuves et rivières ayant un débit très irrégulier et venant des zones plus humides, débordent et constituent dans les plaines basses des dépôts alluviaux souvent épais et d’un degré de fertilité élevé (Lavoie et al 2006). Les alluvions déposées sur les côtés des rivières différent dans leurs taille et texture en fonction de la vitesse de l’eau et la position par rapport à l’écoulement principal. La qualité des alluvions dépend de la qualité des roches du bassin versant ainsi que celle des sols parcourus par la rivière (Lavoie et al 2006). Au niveau de la plaine d’inondation, les sédimentation sont des dépôts par excès de charge et reflètent l’influence importante des conditions locales. Les sols alluviaux peu évolués présentent en fonction du milieu des faciès acides ou neutres à modérément alcalins (Duchaufour, 2001). Les dépôts alluviaux sont souvent épais d’un potentiel élevé de fertilité et classés en fonction de leur texture et leur perméabilité (Aubert, 1960). En effet, l’activité de sédimentation des cours d’eau a pour effet de rajeunir les sols et la végétation (Farine et Gerber, 2007).

**3-4-4 –Classification des sols alluviaux**

**3-4-4.1 – Classificationfrançaise (CPCS, 1967)**

Les sols alluviaux dans la l’ancienne classification française (CPCS, 1967) sont rattachésaux deux classes : sols minéraux brut et sols peu évolués.

D’après (Pouget, 1980) in (Djili,2004), dans les zones arides et semi arides de l’Algérie, on trouve les sols alluviaux suivants : - Les sols peu évolues d’apport alluvial modaux ; - Les sols peu évolués vertiques ; - Les sols peu évolués halomorphes.

**3-4-4-2 –La classification américaine ou Soil Taxonomy (U.S.D.A, 1998)**

Cette classification est basée sur les propriétés pédogénitique des sols; caractéristique morphologiques, chimiques, minérales et naturelles, qui sont connus sous le nom d'horizons diagnostiques. D’après (Halitim, 1988), les sols alluviaux des zones arides de l’Algérie sont rattachés auxgrands groupes desTorrifluvents et Ustifluvents de la soil taxonomy.

**3-4-4-3 – Classificationde la (F.A.O, 1998).**

C’est une classification plus proche de la classification américaine dans la mesure où elle utilise la même notion d’horizon diagnostic fondamental. De ce fait, et suivant les caractéristiques des sols alluviaux, nous pouvons trouver certains d’entre eux rattachés à l’unité des Fluvisols, d’autres rattachés à l’unité des Vertisols (F.A.O, 1998).

**3-5-Les sols sableux**

**3-5-1-Définition des sols sableux**

Les [sols sableux](http://www.fao.org/soils-portal/gestion-des-sols/gestion-des-sols-a-problemes/gestion-des-sols-sableux/fr/#c239237) ont généralement une texture grossière. La fraction totale des sables est > 50 % et la teneur en argile est de < 20 %.

**3-5-2-Caractéristiques des sols sableux**

* Sol bien aéré,
* Facile à travailler,
* Faible capacité de rétention d'eau
* Pauvre en réserve d'eau,
* Pauvre en éléments nutritifs,
* Faible capacité d'échange anionique et cationique.
* une structure instable
* Très sensibles à l'érosion éolienne
* Texture sableuse
* La cohésion est faible car le pourcentage d'argile ne dépasse pas 15%.

**3-5-3-Mise en valeur des sols sableux**

Les pratiques de gestion des sols qui conduisent à une augmentation de la fraction fine sont utiles pour améliorer les propriétés du sol et la productivité des cultures.

* La fertilisation minérale de ces sols est considérée comme essentielle.
* L’application d'engrais organiques peut fournir des éléments nutritifs dans des formes lentement disponibles et améliorer les propriétés physico-chimiques des sols.
* Les engrais organiques épandus à la surface des sols sableux se décomposent rapidement ; par conséquent, soit le fumier doit être incorporé plus profondément dans le sol, soit une couche de fumier d’au moins un centimètre d'épaisseur doit être appliquée en surface, ce qui permettra d'améliorer le stockage de l'eau, l'activité biologique, l'état nutritionnel et l'augmentation des rendements.
* Un paillage peut être ajouté pour améliorer le stockage de l'eau en réduisant l'évaporation. Les résidus de culture épandus à la surface du sol permettent de réduire les pertes par évaporation, de diminuer l'écart entre les températures maximales et minimales du sol et de réduire l'érosion éolienne.
* Pour que le travail du sol soit vraiment efficace, il doit être fait le plus tôt possible après une irrigation ou une pluie, lorsque le taux d'évaporation est encore élevé.
* Le travail minimum, le maintien d'une culture de couverture, la culture en bandes, la rotation des cultures, le contrôle du pâturage et l'établissement de brise-vent est quelques-unes des mesures de protection pour contrer la forte sensibilité des sols sableux à l'érosion.
* Le reboisement avec des arbres et arbustes choisis est une mesure complémentaire qui devrait suivre la stabilisation des dunes.
* Le surpâturage sur des sols à texture grossière doit être évité. L'introduction de la rotation des pâturages contribue à lutter contre ce danger. Ce serait mieux de ne pas permettre le pâturage, et de nourrir les animaux en coupant l’herbe sur les parcelles de fourrage.

**4- Gestion durable des sols oasiens**

**4-1- Lixiviation des sels**

**4-1-1-Le lessivage :** Les objectifs du lessivage sont d’évacuer les sels en excès afin de revenir à une teneur en sels tolérée par les cultures.

Dans les zones arides et semi arides, les pluies insuffisantes et le lessivage des sels est assuré par le biais de l’irrigation.

L’irrigation doit tenir compte non seulement du besoin en eau des plantes et des pertes d’eau par la macroporosité (l’eau s’écoule rapidement dans le sol (percolation profondes), mais également de la part d’eau nécessaire au lessivage (fraction lessivante FL ou leaching fraction).

La quantité totale d’eau d’irrigation nécessaire Hi s’écrit si on néglige le ruissèlement

Hi = ET + Hl + Hp

Hi : hauteur d’eau d’irrigation

Hp : hauteur d’eau représentant les pertes par percolation profondes

Hl : hauteur d’eau nécessaire au lessivage des sols

HT : évapotranspiration maximale. Ce sont les besoins en eau de la plantes

Le besoin en lessivage est calculé en fonction de la salinité de l’eau d’irrigation, l’ET, les pluies et le niveau de salinité possible de la solution du sol, lui – même fonction du type de culture à mettre en place et le type de sol :

L = (ET – P) [Ci / (fCsm - Ci)]

Où :

L : besoin en lessivage.

ET : évapotranspiration

P : pluviométrie

Ci : Salinité de l’eau d’irrigation

Csm : Salinité de la solution du sol à la capacité au champ.

f : efficience du lessivage. Cet indice indique le ratio entre la salinité de l‘eau de drainage d’un sol et la salinité de la solution de ce même sol. Ce coefficient varie suivant la texture du sol et est d’environ 0,4 pour les sols lourds, de 0,6 pour les sols intermédiaires et de 0,8 pour les sols sableux.

Les sels qui s’accumulent dans le sol ne peuvent être éliminés effectivement que par lessivage. Pour ce faire, suffisamment d’eau doit pénétrer la surface du sol pour engendrer une percolation profonde de haut en bas et un flux entraînant l’eau de drainage hors de la zone racinaire. La dose additionnelle nécessaire en plus de la dose d’irrigation est nommée besoin de lessivage (BL) et peut être estimée avec précision

grâce à la relation: 5*(ECe) – ECw*

*LR=* $\frac{ECw}{5 \left(ECe\right)- ECw}$

où **BL** est le besoin de lessivage en pourcentage de la dose d’irrigation

et **ECe** le niveau de salinité admissible dans la solution de sol, essentiellement lié à la tolérance au sel de la plante cultivée à un potentiel de rendement de 100 pour cent. La valeur moyenne habituellement utilisée pour ECe est 1,5 ECw; dans ce cas BL = 0,15.

Le lessivage est particulièrement nécessaire pour préparer le sol pour des cultures à haute densité de semis, telles que les carottes, les oignons et les arachides. La salinité sur toute la zone doit être la même, sans différence entre les parties humidifiées et non humidifiées du champ durant la saison précédente. Le lessivage des sels dans la couche supérieure est particulièrement important, car les plantes sont sensibles à la salinité durant les premiers stades de leur croissance.

Il faut, pour contrôler le niveau de salinité dans la zone racinaire, effectuer de fréquentes observations avec échantillonnage du sol, qui permettront de déterminer en laboratoire la conductivité électrique de l’extrait de sol. L’utilisation de solutions du sol, extracteurs et dispositifs de mesure portables permet un suivi continu, qui favorise une intervention immédiate, de toute modification significative de EC dans la solution de sol, du taux de chlorure et nitrate, ainsi que du pH du sol résultant de l’irrigation et de la fertilisation.

**4-1-2-Drainage :** les zones nécessitant la mise en place d’un système de drainage sont les zones présentant un faible drainage naturel. Elles peuvent être également définies en se basent sur le niveau de la nappe ou sur l’état de salinité du sol.

Il faut également s’assurer de l’existence d’un exutoire naturel (mer, rivière, lac) ou artificiel (bassin d’évaporation des eaux de drainage). Il y a deux types de drainage ; drainage souterraine et drainage à ciel ouvert.

**Drainage souterraine :** par tuyaux enterrés

**…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………**

Tuyaux perforé

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..............

Gravier

**Les inconvénients du drainage souterrain**

* Cout initial élevé
* Colmatage des tuyaux par dépôts argileux.

**Les inconvénients du drainage à ciel ouvert**

* La surface perdue est très importante
* La présence des fossés rend plus difficile le travail du sol
* L’action érosive de la pluie et des eaux entraine une déformation et une accumulation de débris dans le fond qu’il faut ensuite évacuer.
* Le développement d’une végétation spontanée bouché les fossés et altère leur fonctionnement.
* Il est nécessaire de rectifier le fossé régulièrement pour maintenir une pente adéquate.



**Figure :** Drainage à ciel ouvert

**Méthodes d’irrigation**

-En irrigation, le mieux est de donner juste ce qu’il faut, c’est – à – dire une quantité d’eau calculée pour répondre de manière satisfaisante aux besoins des cultures et prévenir l’accumulation des sels dans le sol. Des irrigations plus fréquentes, en gardant un taux d’humidité du sol plus important, évitent d’avoir une pression osmotique élevée et la concentration des sels dans la solution du sol reste donc minimale.

**Amélioration des sols sodiques**

L’amélioration des sols sodiques doit avant tout passer par l’élimination du sodium du complexe d’échange et son remplacement par le calcium. En suite y appliquer si nécessaire les techniques de lessivage.

**4-2- Apports organiques**

**A-Cas des sols sodiques non calcaires**

* **L’apport du gypse**: l’apport du gypse fin avant le lessivage ou avant une période pluvieuse psq la dissolution est ainsi réalisé progressivement au cours de l’apport de l’eau.
* **L’apport du phosphogypse**
* **L’apport de chlorure de calcium CaCl2** (solubilité élevée)

 CaCl2 + 2 Na X CaX2 + 2 NaCl

* **L’apport de chaux et ses dérivés :** ex : nitrate de chaux
* **Incorporation directe de cations dans l’eau d’irrigation :** Ex : CaCl2 ou l’irrigation avec les eaux salées chargée Ca++ et Mg++.

**B-Cas des sols sodiques calcaires**

* **Apport de SO2:** injection de SO2: injection de SO2 dans l’eau d’irrigation permet la formation d’acide sulfurique ; celui-ci réagit avec le calcaire du sol CaCO3 pour donner le gypse.
* **Apport de l’acide sulfurique :** réagie avec les alcalino-terreux du sol. Il retarde la précipitation du calcaire du sol CaCO3 et neutralise l’alcalinité

CaCO3 + H2SO4 CaSO4 + H2O (peut être appliqué en surface)

* **Apport du soufre :** utilisé sous forme pulvérulente. L’oxydation microbienne permet la formation d’acide sulfurique

2 S + 3 O2 2SO3 (oxydation microbienne)

SO3 + H2O H2SO4

* **Apport du polysulfure de calcium:** S5Ca18O214H2O SO4Ca + 4 SO4H2
* **Apport sulfate de fer et d’aluminium**
* **Apport de matière organique :** apport de MO permet la libération de CO2 et favorise la dissolution du CaCO3

**Calul des doses d’amendement néssicaires**

Les doses néssécaires dépondent de la nature du sol et du degré de détérioration des sols, de la pronfondeur sur laquelle ils doivent être réhabilités, de l’intensité de l’amélioration désirée, de la texture et autres propriétés du sol, du type de cultures,….

**Calcul du besoin en amendement en fonction de la quantité de sodium échangeable à déplacer :** le but est de ramener le ESP en dessous de 10.

$\frac{(ESPi – ESPf). CEC. Pe. X. Da}{100} $ en T/ha

Da : densité apparente

Pe : poids moléculaire divisé par la valence des ions actifs de l’amendement.

ESPi: 12% taux initial de Na+ échangeable de la CEC avant amendement.

ESPf: % final de sodium échangeable de la CEC après amendement.

X : profondeur de sol à assainir (lessiver)

Cette équation n’est valable que si la totalité de l’amendement est dissout et échange, ce qui n’est généralement pas le cas. Ce qui revient à multiplier la dose calculée par un coefficient (tableau).

**Tableau :** Coefficient de correction des doses pratiques pour les divers amendements (CTEGREF, 1979).

|  |  |
| --- | --- |
| **Amendement**  | **Coefficient de correction C=**$\frac{dose pratique}{dose théorique}$ |
| Gypse CaSO42H2O | 1.25 |
| Chlorure de calcium Cl2Ca 2H2O | 1.10 |
| Acide sulfurique CaSO4 | 1.10 |
| Soufre S | 1.25 |
| Polysulfure de calcium CaS5 | 1.25 |
| Sulfate de fer SO4Fe 7 H2O | 1.10 |
| Sulfate d’aluminium (SO4)3Al2 18H2O | 1.10 |
| Chaux CaCO3 | 1.25 |

**4-3- Pratiques des cultures tolérantes aux sels**

Pendant cette phase ultime de la mise en valeur, les cultures à mettre en place doivent rependre aux critéres suivantes :

- Résistance à la salinité.

- Haute valeur sur le marché pour compenser les frais de mise en valeur.

- Cultures à système racinaire dense pour augmenter le taux de la matière organiques dans le sol.

**4-4- Apport de gypse**

L’apport du gypse fin avant le lessivage ou avant une période pluvieuse puisque la dissolution est ainsi réalisée progressivement au cours de l’apport de l’eau.

**4-5- Choix des cultures**

Les pratiques de gestion des sols qui conduisent à une augmentation de la fraction fine sont utiles pour améliorer les propriétés du sol et la productivité des cultures.

* Le reboisement avec des arbres et arbustes choisis est une mesure complémentaire qui devrait suivre la stabilisation des dunes.
* Le surpâturage sur des sols à texture grossière doit être évité. L'introduction de la rotation des pâturages contribue à lutter contre ce danger. Ce serait mieux de ne pas permettre le pâturage, et de nourrir les animaux en coupant l’herbe sur les parcelles de fourrage.

Pendant cette phase ultime de la mise en valeur, les cultures à mettre en place doivent rependre aux critéres suivantes :

- Résistance à la salinité.

- Haute valeur sur le marché pour compenser les frais de mise en valeur.

- Cultures à système racinaire dense pour augmenter le taux de la matière organiques dans le sol.

**5 - Etablissement du diagramme Ombrothermique de Caussen et Climagramme d’EMBERGER**

**5.1 - Diagramme ombrothermique de GAUSSEN**

Gaussen, considère que la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne mensuelle (T) en degrés Celsius (P< 2T) (Dajoz, 1971).

**Exemple :** Partant de ce principe, nous avons établi le diagramme ombrothermique pour la période 2000 à 2010.

 Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN (1957) est une représentation graphique où sont portés en abscisse les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T moy), selon la formule P = 2T.

L'analyse de diagramme ombrothermique de Gaussen dans notre cas sur les données de 10 ans, montre que la région de Biskra à subit une période sèche étal sur presque toute l'année; de mois de février jusqu'au mois de décembre, la période humide s'allonge sur le mois de janvier (Figure XX).



**Figure XX :** Digramme ombrothermique de Gaussen pour la période 2000 à 2010.

**Tableau 01 :** Température moyennes mensuelles(2000 – 2010)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mois** | **JAN** | **FEV** | **MAR** | **AVR** | **MAI** | **JUI** | **JUL** | **AOU** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DEC** |
| **TP max** | 16.9 | 19.1 | 23.8 | 27.5 | 31.9 | 38.1 | 41.2 | 39.8 | 34 | 29.6 | 21.7 | 17.2 |
| **TP min** | 6.2 | 7.8 | 11.7 | 15.3 | 20.5 | 25 | 28 | 27.7 | 23.1 | 18.6 | 11.7 | 7.9 |
| **TP moy** | 11.55 | 13.45 | 17.75 | 21.4 | 26.2 | 31.55 | 34.6 | 33.75 | 28.55 | 24.1 | 16.7 | 12.55 |

**Tableau 02 :** Moyenne mensuelle de précipitation(2000 – 2010)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mois** | **JAN** | **FEV** | **MAR** | **AVR** | **MAI** | **JUI** | **JUL** | **AOU** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DEC** |
| **p (mm)** | 26.4 | 6 | 12.2 | 11.8 | 11.4 | 1.3 | 0.8 | 2.4 | 15.9 | 12 | 15 | 15.8 |

**5-2 - Climagramme d’EMBERGER**

Selon la formule établie par (Stewart, 1969), le quotient pluviométrique de la région méditerranéenne est exprimé par la formule suivante :

|  |  |
| --- | --- |
| ***Q2 =*** *3,43****.*** | *P* |
| *M - m*  |

 ***Q2*** : quotient pluviométrique

 ***P*** : précipitation annuelle moyenne (mm).

 ***M*** : température maximale du mois plus chaud (C°).

 ***m*** : température minimale du mois plus froid (C°).

 D'après les données climatiques de Biskra (2000 à 2010) nous avons :

 P =136.23 mm.

 M = 41.22 C°.

 m = 6.3 C°.

Donc:

|  |  |
| --- | --- |
| ***Q2 =*** *3,43****.*** |  *136.23* |
| *41.22 – 6.3* |

 =13.38



**Figures Y :** Courbe d’Emberger de la région de Biskra (2000 – 2010)

Les résultats obtenus montrent que la région de Biskra se trouve dans la zone de l'étage climatique aride à hiver Tempéré Figure (Y).

**6 - Classification des sols**

**6-1-La classification américaine**

La classification américaine est une classification synthétique, évaluant les sols à partir de 12 critères : pente, érosion éolienne ou hydrique, profondeur du sol, drainage, facilité de labour, présence d’éléments grossiers….

Elle définit 8 classes d’aptitudes ; les 4 premières classes se réfèrent à une utilisation agricole et les classes de 5 à 8 ont trait à d’autres utilisations (foresterie, prairies, loisirs….). Ce système de classification ne tient pas compte des exigences spécifiques des cultures.

**6-2-La classification FAO**

Le processus de classification des terres consiste à évaluer ou à grouper des terres sur la base de leur aptitude à certain type d’utilisation (FAO, 1976). La classification FAO part immédiatement aux exigences culturales de la plante. Ces exigence se référent à des conditions pédologiques, topographiques et climatiques, mais généralement à des facteurs liés au domaine socio-économique tels que la préparation du sol, les techniques culturales…etc.

Les différents types de classification sont : aptitude qualitative, quantitative, actuelle et potentielle (FAO, 1976).

**6-2-1-Classification qualitative (FAO, 1983)**

Une classification qualitative est une classification dans laquelle les résultats sont exprimés en termes uniquement qualitatifs, sans que soient faites des estimations précises de la production (rendement agricoles), des intrants des couts ou des profits. Les limites qui séparent les classes d’aptitude sont définies d’un point de vue uniquement qualitatif.

**6-2-2-Classification quantitative (FAO, 1983)**

Dans une classification qualitative lesdistinctions entre les classes d’aptitude sont définies en termes numériques courants, ce qui permet une comparaison objective entre les classes se rapportant à différents modes d’utilisation des terres.

**Tableau**: Classement quantitatif de l’aptitude des terres (SYS, 1980)

|  |  |
| --- | --- |
| **Ordre** | **Classe** |
| S : le rendement > 35% du rendement optimal Ig ≥ 25 | S1: Rendement > 90% du rendement optimal |
| Bénéfice > 75% du bénéfice optimal |
| S2: Rendement de 60 à 90% du rendement optimal |
| Bénéfice de 25 à 75% |
| S3: Rendement de 35 à 60% du rendement optimal |
| Bénéfice < 25  |
| N : le rendement <35% du rendement optimal Ig < 25 | N1: Rendement entre 12 et 25% |
| N2: Rendement <12  |

**6-2-3-Classification actuelles et potentielles (FAO, 1976)**

**6-2-3-1-La classification actuelle** : exprime l’aptitude qu’à une terre dans son état actuel, à un mode d’utilisation donné, sans améliorations financières majeures.

**6-2-3-2-La classification potentielle :** exprime l’aptitude des unités de terre à une utilisation donnée après apport s’il y a lieu, de certaines améliorations majeures. Tel que:

* Travaux de drainage
* Contrôle des inondations
* Térracement et nivellement
* Contrôle de la salinité et de l’alcalinité