

Chapitre 1 : La dégradation des sols

1. Introduction :

Toute la vie terrestre dépend d'une fine couche de sol. Le premier mètre de la surface de la Terre alimente plus de six milliards de personnes. Même une grande partie de la vie marine dépend des éléments érodés ou dissous des continents et transportés dans les milieux aquatiques. Depuis quelques décennies, des pressions économiques et démographiques ont conduit à une dégradation rapide et massive des sols exploités à travers le monde. Aujourd'hui, la dégradation des sols contribue non seulement à l'appauvrissement des écosystèmes, mais elle met en danger la qualité de vie.

- **Le système sol :**

Le sol est un milieu composite qui résulte de facteurs abiotiques à savoir l'altération de la roche mère (qui fournit les éléments minéraux du sol) et les apports atmosphériques (fixation de l'oxygène, cycle de l'azote, cycle de l'eau) et de facteurs biotiques (liés à l'action des êtres vivants) comme les apports de la couverture végétale et de la décomposition des êtres vivants. L'examen d'un sol en coupe montre une superposition d'horizons qui sont formés de couches de couleur, composition chimique et taille des matériaux différents. Chaque superposition d'horizons forme un profil pédologique.

2. Principes fondamentaux des sols :

La formation du sol est un processus qui se passe à des échelles de temps millénaires. Les propriétés des sols reflètent les effets du matériau d'origine, du climat, et du temps pendant lesquels les processus de pédogenèse ont pu avoir lieu.

Le climat joue un rôle dominant dans la formation et les caractéristiques des sols - soit directement par l'eau et l'énergie, soit indirectement par la végétation et l'impact de la topographie sur le rayonnement solaire et la pluie.

2.1. La formation des sols :

Nous pouvons identifier plusieurs facteurs qui contribuent à déterminer les caractéristiques d'un sol :

- Le matériau d'origine
- Le climat
- La végétation
- La topographie
- Le temps

2.1.1. Le matériau d'origine

Un sol se forme par la fragmentation physique et l'altération chimique d'un matériau in-situ. La météorisation physique fragmente le matériau sans altérer sa nature et les roches sont progressivement réduites en morceaux de plus en plus fins. En même temps, l'eau et l'énergie qui sont présentes dans le sol provoquent des réactions chimiques qui altèrent les minéraux initiaux (primaires) et produisent de nouveaux minéraux (secondaires). Principalement les argiles, qui vont jouer un rôle très important dans la fertilité du sol.

2.1.2. Le climat

Le climat est le facteur le plus important sur le long terme et à l'échelle mondiale. Nous retenons l'impact de l'énergie et des précipitations.

2.1.3. L'énergie:

Quand l'eau gèle, le passage de l'état liquide à l'état solide provoque une augmentation du volume d'environ 10%. Les forces de cristallisation de l'eau étant très importantes, elles suffisent pour agrandir la moindre faille ou fracture présente dans la roche. Les milieux qui connaissent une forte météorisation physique sont donc des milieux humides avec plusieurs cycles de gels et dégels par an. Dans les pays relativement chauds où la température ne descend jamais en dessous de zéro, la météorisation physique est beaucoup moins importante. Il est admis que la vitesse des réactions chimiques double pour chaque augmentation de température de 10°C.

2.1.4. L'eau :

Il a été signalé ci-dessus que les cycles de gel et le dégel dans la météorisation physique ne sont efficaces qu'en présence d'eau. Il en est de même pour la météorisation chimique où les réactions sont fortement dépendantes de la présence d'eau

2.1.5. La végétation :

Les types de végétaux et la biomasse en surface sont fortement corrélés avec le climat. La végétation apporte de la matière organique au sol et les organismes décomposent les matières organiques et structurent le sol. L'apport de matières organiques est fondamental pour les propriétés physiques et chimiques des sols,

Dans le contexte de la formation des sols, parmi les rôles de la végétation :

- les végétaux favorisent la météorisation physique du matériau d'origine par la pénétration des racines.
- la décomposition des matières organiques, qui sont riches en C, H et O, libère des H⁺ qui favorisent la météorisation chimique du sol. Enfin, la concentration de matières organiques dans le sol favorise la fertilité du sol et permet une meilleure densité et croissance des végétaux.

2.1.6. La topographie :

La topographie a un impact sur le climat. Les pluies et températures sont influencées par l'altitude et l'orientation des versants. Ensuite, la topographie influence le ruissellement et les zones d'érosion et de dépôt des sédiments, la topographie a un impact sur la circulation de l'eau et surtout sur l'accumulation de l'eau dans les zones de dépression où les eaux de ruissellement.

2.1.7. Le Temps :

Le temps permet au sol de former des horizons qui reflètent les conditions locales. Cependant, elle ne peut être considérée qu'en relation avec l'intensité de météorisation. Plus les conditions de météorisation et de pédogenèse sont intenses, moins il faut de temps pour altérer le matériau d'origine et former des horizons distinctes.

3. La fertilité des sols

3.1. La fertilité physique des sols

Les caractéristiques du sol qui influencent les propriétés physiques sont nombreuses et ne peuvent pas toutes être prises en considération. Ce sont la texture et la structure du sol.

3.1.1. La Texture :

La texture ou la granulométrie fait référence à la répartition des sédiments en fonction de leur taille. C'est une propriété fixe du sol qui est de loin la propriété la plus importante. La texture a une influence dominante sur les propriétés physiques et chimiques des sols.

3.1.2. La structure du sol

La structure du sol fait référence à l'organisation des sédiments définis par la texture. Plusieurs types de structure de sol, 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. Exp : les sables, les 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, le sol s'organise en une hiérarchie d'agrégats.

3.1.3. La stabilité structurale

La stabilité structurale qui est particulièrement importante pour l'érosion. La stabilité structurale est une mesure de la résistance des agrégats à la désagrégation. 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.

3.2. La fertilité chimique des sols :

Les propriétés chimiques des sols sont fortement corrélées avec le climat. Plusieurs propriétés peuvent être prises en compte mais nous nous concentrerons sur seulement deux : la Capacité d'Echange Cationique (CEC) et le pH. Nous pouvons dire que la fertilité chimique concerne :

- La disponibilité des éléments nutritifs des végétaux
- Les problèmes de toxicité
- Les proportions de cations sur le complexe absorbant.

4. La dégradation des sols :

La dégradation d'un sol résulte souvent d'une combinaison de facteurs, incluant éventuellement la régression, qui conduisent le sol vers une évolution différente de l'évolution naturelle liée au climat et à la végétation locale. Elle est généralement directement liée à l'action de l'homme via par exemple :

- Le remplacement de la végétation primitive diversifiée par une végétation secondaire, qui modifie l'humus et la formation du sol ;

- une diminution des taux de matière organique induite par une surexploitation du sol, son lessivage ;
- la destruction de l'humus et des complexes argilo-humiques insolubles par le labour qui enfouit et détruit les couches supérieures vivantes du sol, ou par un travail excessif du sol ;
- l'acidification, la salinisation et éventuellement la désertification qui peuvent être induits ou exacerbés par les changements climatiques, mais aussi par l'irrigation et le drainage ;
- l'érosion (hydrique et/ou éolienne) ; elle est facilitée par le labour et/ou désherbage (ils sont alors déstructurés et dégradés par l'action des sécheresses et/ou l'impact des pluies qui les lessivent au lieu de les pénétrer ;
- la pollution par des métaux lourds ou des substances biocides (pesticides ou autres polluants) qui tueraient les organismes essentiels pour entretenir la cohésion et capillarité du sol (champignons, vers de terre, etc.) ;
- la compaction (tassement du sol) et leur asphyxie. Elle est souvent accompagnée de l'apparition d'une semelle de labour dans le cas des sols labourés ; le tassement qui induit une forte baisse de la porosité naturelle du sol est une des formes les plus graves et les plus courantes de la dégradation des sols. La compaction des sols de leurs agrégats a un impact négatif, direct et durable sur leur activité biologique et sur leurs caractéristiques hydrologiques.

L'agriculture participe largement à la dégradation des sols, notamment à travers le défrichage, le labour, l'irrigation, la diffusion d'engrais chimiques et de pesticides, le passage d'engins lourds.

- Le défrichage et la déforestation de grandes parcelles pour augmenter la surface agricole modifient la composition de l'humus et la formation du sol.
- Le surpâturage, en mettant en cause les capacités de production et/ou de reproduction de la végétation, a pour conséquence de mettre les sols à nu, les rendant ainsi plus vulnérables à l'érosion hydrique (concerne 56% des cas de dégradations des sols) et à l'érosion éolienne (28% des cas).
- En milieu urbain, le rejet de polluants tels que les métaux lourds peut affecter les sols, de même que les anciens sites industriels laissent parfois des friches aux sols fortement pollués.

4.1. Les types de dégradation des sols :

La dégradation peut être de trois formes : physique chimique ou biologique.

4.1.1. Dégradation physique : Elle contribue à l'affaiblissement de la structure du sol induisant l'encroûtement, la compaction, et l'érosion.

-L'encroûtement : est le résultat de la réorganisation des particules de la surface du sol, sous l'effet du vent ou de la pluie. Il peut survenir par exemple lorsque le lit de semence (stade final de préparation du terrain avant le semis) se mouille et sèche rapidement. Une couche de terre solide et compacte se forme alors à la surface du sol (dans les 5 premiers cm), empêchant la culture de bien lever.

-La compaction : désigne la réorganisation des particules de sol sous l'effet d'une pression externe (piétinement des animaux en conditions humides ou du passage de lourdes machines) et une réduction de l'espace poral. La compaction du sol entraîne une diminution de l'activité biologique de sol et

de la productivité des sols agricoles et forestiers. Les flux d'eau ne pouvant plus s'effectuer verticalement, le ruissellement se déclenche, entraînant des phénomènes d'érosion.

-L'érosion : est l'ablation et le transport latéral de particules solides du sol par le vent et l'eau sur la surface du sol.

a- L'érosion éolienne : comprend l'enlèvement et le dépôt de particules par le vent, ainsi que l'effet abrasif de ces particules durant leur transport. Elle se produit lorsque le sol est nu. Il y a enlèvement de la partie superficielle des terres arables mais aussi le recouvrement de champs, de bâtiments, de clôtures, de routes par des masses de terre indésirables.

b- L'érosion hydrique : est la détérioration de la terre sous l'action des eaux de ruissellement. L'ampleur de l'érosion hydrique dépend de l'intensité des pluies, de la couverture du sol, de la topographie, des propriétés du sol, de l'orientation et de l'exposition.

4.1.2. Dégradation chimique : La dégradation chimique des sols comprend les phénomènes de salinisation et d'alcalisation, d'acidification ou de perte de nutriments des sols.

a- Salinisation : La salinisation provient d'un excès de sels solubles dans la solution du sol. Elle s'apprécie par la conductivité électrique qui mesure l'aptitude de la solution du sol à conduire le courant électrique.

b- L'alcalinisation : se manifeste par une présence excessive de sodium dans le complexe absorbant des sols. Elle indique le degré de saturation du complexe absorbant par l'ion Na^+ .

c-Acidification : Cette acidité résulte entre autres de la décalcification du complexe absorbant des sols. Elle peut induire sur les sols exondés une toxicité aluminique.

d-Perte de nutriments et de matière organique : La perte d'éléments nutritifs est un processus de dégradation des sols avec de sévères impacts économiques et sociaux. Les prélèvements par les cultures ne sont pas compensés par des restitutions (fumure minérale ou organique, restauration par la jachère). Le lessivage en profondeur des éléments solubles de la couche humique et le blocage du phosphore par les oxydes de fer peuvent être à l'origine de ces perturbations qui sont aggravées par la non restitution des éléments exportés par les récoltes (grains, paille, racines).

4.1.3. Dégradation biologique :

Dans le sol, l'activité biologique contrôle les processus importants qui déterminent sa fertilité : taux ou vitesse de décomposition, de minéralisation, de dénitrification ou de lixiviation. En fait, il y a une très étroite relation entre l'activité microbienne et la teneur en eau du sol.