

Le sol est le produit de l'altération, du remaniement et de l'organisation des couches supérieures de la croûte terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergie qui s'y manifestent. Le sol est ainsi la résultante de la transformation de la roche mère sous l'action des agressions physico-chimiques, mécaniques, climatiques et de la vie apportée par l'énergie solaire.

Les végétaux transforment l'énergie solaire en énergie chimique (synthèse chlorophyllienne) ainsi qu'en matière organique. Cette matière organique végétale est ensuite lentement dégradée à la surface conduisant à une forme transitoire assez stable, l'humus.

III-1 Les fractions de sol

Le sol est constitué de trois fractions :

III.1-1 La fraction solide

Constituée d'une partie minérale (sables, limons, argiles, oxydes et hydroxydes métalliques : 38 % volume, 95 % masse) et d'une partie organique (organismes vivants, débris végétaux et animaux, humus : 12 % volume, 5 % masse).

III-1-2 La fraction liquide

Représente 15 à 35 % v l'eau du sol, dans laquelle sont dissous les sels et certaines matières organiques.

III-1-3 La fraction gazeuse

Représente 15 à 35 % v de composition très proche de celle de l'atmosphère terrestre mais généralement enrichie en CO₂ par l'activité respiratoire des micro-organismes du sol

III-2 Les constituants du sol

III-2-1 Constituants minéraux du sol

Le sol est constitué de minéraux provenant directement de la roche mère ou indirectement après une altération et peut être en partie caractérisé par son analyse granulométrique, généralement réalisée après tamisage sur la fraction inférieure à 2 mm. La classification de ces fractions fines est généralement la suivante :

a-Sables (2 mm – 50 µm) : il s'agit des minéraux hérités de la roche mère (quartz, micas, feldspaths ou pour les sols calcaires, la calcite).

b-Limons (50 µm – 2 µm) : cette fraction est quasiment identique aux sables, mais peut contenir de la matière organique transformée principalement sous l'action biologique (<20 µm)

c-Argiles ($<2\ \mu\text{m}$) : dans cette catégorie on retrouve des minéraux microdivisés comme le quartz et le feldspath, et de l'argile proprement dite, les phyllosilicates, qui possèdent une structure en feuillets avec pour constituant principal la silice

III-2-2 Constituants organiques du sol

Deux types de matières organiques doivent être distingués parmi les constituants du sol.

- ➡ La matière organique « fraîche », c'est-à-dire non transformée, de taille grossière ($>20\ \mu\text{m}$), constituée en majeure partie de débris végétaux, et donc de polymères type cellulose, lignine, etc.
- ➡ La matière organique transformée est appelée humus, et est composée de polymères complexes et moins bien définis

III-3 Caractéristiques physique et chimique du sol :

III-3-1 Propriétés physique

a-Organisation des particules : Structure, aération

La structure désigne le mode d'assemblage des particules,

Elle détermine la répartition dans l'espace de la matière solide et des vides (pores) dont certains sont occupés par l'eau, d'autres les plus grossiers par de l'air .

Cette répartition conditionne l'ensemble des propriétés physique fondamentales du sol :

- Aération
- Possibilités de respiration des racines,
- Rétention, par les forces capillaires
- D'une réserve d'eau utilisable par les plantes en période sèche

b-La texture

C'est la propriété du sol qui traduit de manière globale la composition granulométrique du sol, car elle influe sur :

- ➡ La perméabilité du sol à l'eau et à l'air
- ➡ La rétention de l'eau

III-3-2 Les propriétés chimiques

a-Le pH

Il permet d'approfondir les modalités d'interaction entre les ions et les surfaces absorbantes du sol. Le pH des sols a pour extrêmes

- 4,5 à 5 pour les sols plus acides
- 8 pour les terres très basiques

b-La capacité d'échange cationique (CEC) :

-La capacité d'échange cationique (CFC) est la capacité à fixer de façon réversible les cations échangeables (Li⁺, Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Al³⁺).

-Les cations sont liés aux feuillets d'argile par des forces de nature électrostatique et possèdent la propriété d'être échangeables.

-Ces cations échangeables se fixent à la surface des feuillets et assurent la liaison entre eux.

III-4 La pollution de sol

Un sol est pollué lorsqu'il contient une concentration anormale de composés chimiques potentiellement dangereux la sante, les plants ou des animaux, la contamination fait alors soit par :

- Voie digestive (l'eau polluée)
- Voie respiratoire (poussières des sols pollues dans l'atmosphère).

La pollution des sols est un élément perturbateur pour de nombreux écosystèmes. Ses effets sont de plusieurs ordres, à savoir différés ou immédiats, mais aussi indirects ou directs. Le degré de gravité de la pollution des sols est variable. Il dépend de plusieurs facteurs, comme :

- La nature du sol, qui peut impacter, selon les cas, sur la diffusion des métaux.
- Les risques de transmission d'éléments pathogènes suite au transport de terre.
- Le niveau de dégradabilité de chaque élément perturbateur/polluant.

- La capacité même du polluant à impacter de quelque façon que ce soit le fonctionnement de la biosphère ou d'un écosystème

III-4- 1Sources de pollution des sols :

a-Sources naturelles :

Par le phénomène de l'altération et l'érosion de la roche.

Il existe d'autres sources de contamination naturelle des sols par les métaux, à titre d'exemple :

- Le cycle biogéochimique entre les sols et les plantes.
- Processus d'accumulation, dans un horizon du sol, des métaux provenant d'un autre horizon (illuviation).
- Apport par lessivage du sol et érosion en surface.
- Apports lointains d'origine atmosphérique :
 - ➡ Volcans (émissions d'As, Hg, Ni, Zn), feux de
 - ➡ Forêt (émission de Zn), embruns marins (émissions de Hg, Na)
 - ➡ Poussières et aérosols transportés par les vents .

b-Source anthropique :

La grande majorité de la pollution des sols est due aux activités humaines soit les :

- Activités industrielles telles que (les activités minières, la font, industrie agroalimentaire, etc),
- Urbaine (les ordures ménagères, usage domestiques, etc.)
- Agricole (les pesticides les engrais utilisé dans l'agriculture, etc.).

III-5 Principaux polluants dans le sol :

III-5-1 Les métaux lourds et métalloïdes :

- Ces éléments sont aussi de façon plus scientifique souvent appelés éléments traces métalliques (ETM)
- Le cadmium (Cd), le plomb (Pb), le cuivre (Cu), le manganèse (Mn), le cobalt (Co), le chrome (Cr), le mercure (Hg), le nickel (Ni) et le zinc (Zn) sont des ETM très souvent rencontrés dans l'environnement, et plus particulièrement en milieu urbain.
- Le problème principal avec les ETM comme le plomb, le cadmium, le cuivre et le mercure est qu'ils ne peuvent pas être biodégradés.

Selon leur toxicité pour les organismes vivants, les métaux lourds peuvent être classés dans l'ordre suivant :

$\text{Hg} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Cd} > \text{Cr} > \text{Sn} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Al}$

III-5-2 Pesticides :

Il s'agit de produits de synthèse qui sont volontairement introduits par l'homme dans l'environnement soit pour

- ➡ Protéger les récoltes et les denrées stockées,
- ➡ Protéger les différents secteurs de l'agriculture intensive,
- ➡ Lutter contre les vecteurs de maladies

Dans le sol, la mobilité des pesticides dépend :

- ✓ Des phénomènes de rétention qui conditionnent la disponibilité des pesticides
- ✓ Mais aussi à être dégradés par la microflore ou absorbés par les plantes.

L'étude de la mobilité est donc fondamentale dans l'évaluation des risques environnementaux des pesticides.

La rétention est essentiellement due aux phénomènes physico-chimiques

- ➡ d'adsorption (accumulation des pesticides à l'interface solide-liquide)
- ➡ de désorption (phénomène inverse conduisant au passage en solution des pesticides).

On peut répartir des pesticides, on différents groupes.

Nom	Organismes nuisibles a détruire
Bactéricides	Bactéries
Fongicides	Champignons
Herbicides	Mauvaises herbes
Insecticides	Insectes
Acaricides	Mites
Algicides	Algue

III-5-3Hydrocarbure polycyclique aromatique (HAP) :

Les HAP proviennent principalement

- des processus de pyrolyse et en particulier de la combustion incomplète des matières organiques.
- Ils sont surtout d'origine anthropique mais ils peuvent aussi être présents dans l'environnement de façon naturelle par l'intermédiaire des feux de forêts ou des volcans

Les HAP s'accumulent dans les sols en raison de leur persistance et de leur hydrophobicité et ont tendance à être retenus dans le sol pendant de longues périodes de temps.

III-6 Conséquences écologiques de la pollution du sol

Une des conséquences les plus sérieuses de la persistance des métaux est

- Leur accumulation dans les chaines alimentaires.
- Lorsque la concentration d'un élément est supérieur a la capacité d absorptions de l espèce présente dans le milieu, cet élément peut devenir toxique pour l espèce et pour le milieu dans le quel elle évolue.
- les teneurs des métaux lourds peuvent devenir toxiques pour l homme et pour un grand nombre d espèces végétales et animales, ou s accumule dans les chaines alimentaires et altérer la biodiversité des sols.

- la contamination de l'eau potable, car ces polluants atteignent les plants, puis le bétail et les humains après les avoir consommés, ce qui signifie qu'ils contribuent à la contamination de la chaîne alimentaire.