

**CHAPITRE 4:**  
***POLLUTION DES***  
***SOLS***

## Définition

La notion de pollution du sol désigne toutes les formes de pollution touchant n'importe quel type de sol (agricole, forestier, urbain...). Un sol pollué devient à son tour une source possible de diffusion directe ou indirecte de polluants dans l'environnement, via l'eau, les envols de poussières, émanations gazeuses ou via une reconcentration et transfert de polluants par des organismes vivants (bactéries, champignons, plantes à leur tour mangés par des animaux.

Un sol est dit pollué quand il contient un ou plusieurs polluant(s) ou contaminant(s) susceptibles de causer des altération biologiques, physiques et chimiques 2 de l'écosystème constitué par le sol.

Autrement dit, la pollution du sol est comprise comme altération du biotope constitué par l'humus (ou tous autres types de sols) par l'introduction de substances toxiques, éventuellement radioactives ou d'organismes pathogènes entraînant une perturbation plus ou moins importante de l'écosystème<sup>3</sup>.

Selon le polluant et le contexte, ses impacts seront directs ou indirects ;



# 1. Les contaminants potentiels des sols:

- Éléments traces métalliques: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, Sn, Se,.... etc.
- Contaminants organiques: HAP, PCB, pesticides, engrais,..... etc.
- Radioéléments: I, Cs, Sr, Cl,....etc.
- Pathogènes: microorganismes, parasites, ... etc.
- Contaminants émergents: perturbateurs endocriniens (bisphénol A, phtalates, hormones, ....) nanoparticules, ... etc

## 2. Les caractéristiques de la contamination des sols:

- Anthropiques ou pédogéochimique.
- Locale ou diffuse.
- Industrielles, agricole, urbaine, routière.
- Chimique, physique, biologique.
- Historique: accumulation et transfert.

### 3. Modalité et conséquence de la pollution des sols par l'agriculture moderne:

Dans certaines régions du monde comme en Europe, l'utilisation de pesticides et des engrais a connu une croissance exponentielle ces dernières années.

**..3.1.Les pesticides:** sont des substances chimiques, naturelles ou de synthèse, destinées à lutter contre les parasites végétaux et animaux nuisibles aux cultures, aux récoltes et à l'homme sont principalement utilisés en agriculture, mais également dans les lieux d'habitation et dans les égouts pour combattre les animaux nuisibles et les organismes responsables de maladies.

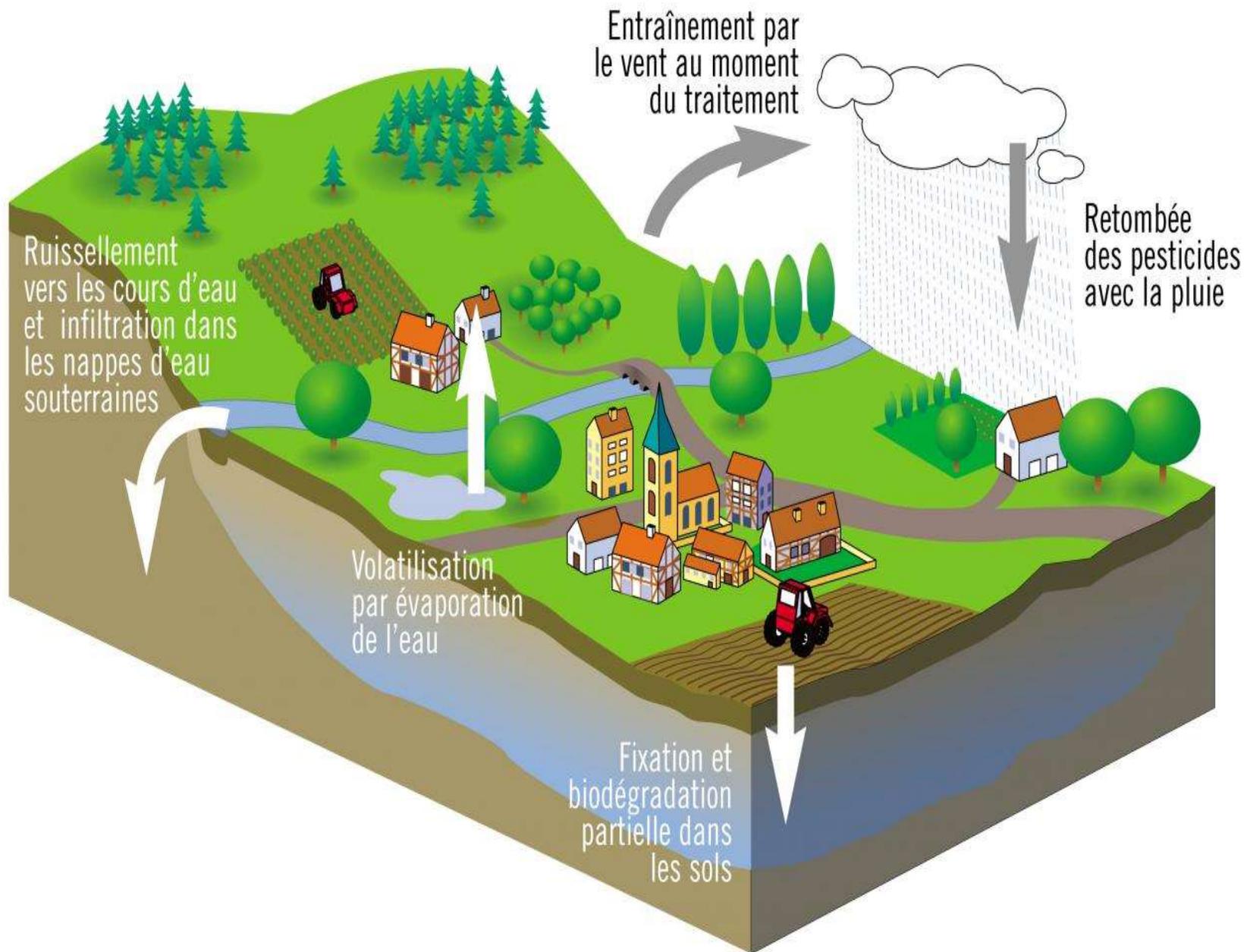


Les pesticides sont classés selon la nature des nuisibles par exemple : herbicides (contre les plantes parasites), insecticides (contre les insectes nuisibles), fongicides (les champignons parasites), acaricides (contre les acariens), nématicides (contre les nématodes) et rodenticides (contre les rongeurs). Du point de vue de leurs utilisations et de leurs quantités de production, les trois premières classes de pesticides constituent les plus importantes.

### **3.1..1 Pollution du sol par les pesticides:**

L'usage des pesticides s'accompagne d'une contamination des écosystèmes terrestres. Au moment même des traitements, les pesticides sont incorporés aux sols (infiltration et contamination des eaux souterraines), ils sont ensuite intégrés aux réseaux trophiques et subissent éventuellement une bioamplification dans les chaînes alimentaires

La pollution des sols par les pesticides atteint de nos jours des dimensions préoccupantes dans diverses régions du monde. Le lessivage par des pluies entraînant les produits phytosanitaires vers les eaux superficielles et souterraines; d'où l'importance de prendre en considération les conditions météorologiques, l'usage incorrect du matériels et des techniques : mauvais réglage des pulvérisateurs, périodes d'épandage inadaptées, choix inapproprié de produits, doses excessives, abandon d'emballages ayant contenu des produits phytosanitaires.... Le transfert des produits phytosanitaires dans les rivières et les nappes est influencé par leur solubilité dans l'eau, leur stabilité chimique, la nature du sol, la pluviométrie...



### **.3.1.2 Manifestation de la pollution du sol par les pesticides:**

La pollution du sol par les pesticides est principalement perçue au travers de leur présence dans les eaux et dans les denrées alimentaires. La plus part des polluants arrivent au sol où leur comportement va définir leur dispersion vers d'autres compartiments de l'environnement.

L'origine et la nature des sources de pollution conditionnent la nature et la concentration du polluant, et la quantité du polluant arrivant à une cible donnée dépendra des phénomènes de transport impliqués dans la dispersion du polluant. Le sol occupe donc une position centrale dans la régulation des pollutions avec un double rôle d'épuration/ de stockage des polluants. Il va pouvoir participer à leur élimination, ou diminuer ou retarder leurs impacts sur les différentes cibles.

**La manifestation du caractère polluant des pesticides** est étroitement liée à leur devenir dans le sol. Outre, la toxicité propre du polluant, qui dépend de sa concentration et de la nature de la cible considérée, **sa rétention** par le sol et **sa persistance** sont les deux facteurs fondamentaux conditionnant le caractère polluant et / ou sa manifestation. Dès leur arrivée au sol, les polluants pesticides se distribuent dans trois phases: solides

liquide et vapeur, selon des constantes d'équilibre d'adsorption, de désorption et de volatilisation. Ces constantes sont caractéristiques de chaque produit, mais elles sont modifiées en fonction des conditions pédoclimatiques. Ainsi, la concentration du polluant dans chacune des phases n'est pas figée dans le temps, elles évoluent en fonction des conditions physico-chimiques (température, humidité et PH) et fonctions des transformations du polluant et de l'évolution des interactions avec les constituants des sols.

La pollution du sol par les pesticides peut se manifester de différentes manières, avec des effets à court et à long terme sur l'environnement, la santé humaine et la biodiversité. Voici quelques manifestations courantes de la pollution du sol par les pesticides :

**1. Diminution de la biodiversité** : Les pesticides peuvent détruire la faune et la flore du sol. Les insectes, les vers de terre, les micro-organismes et d'autres organismes vitaux du sol peuvent être affectés, perturbant ainsi l'équilibre écologique naturel du sol.

**2. Contamination des eaux souterraines** : Les pesticides peuvent s'infiltrer dans le sol et atteindre les nappes phréatiques, contaminant ainsi l'eau potable. Cela peut avoir des conséquences néfastes sur la santé humaine en cas d'exposition à long terme.

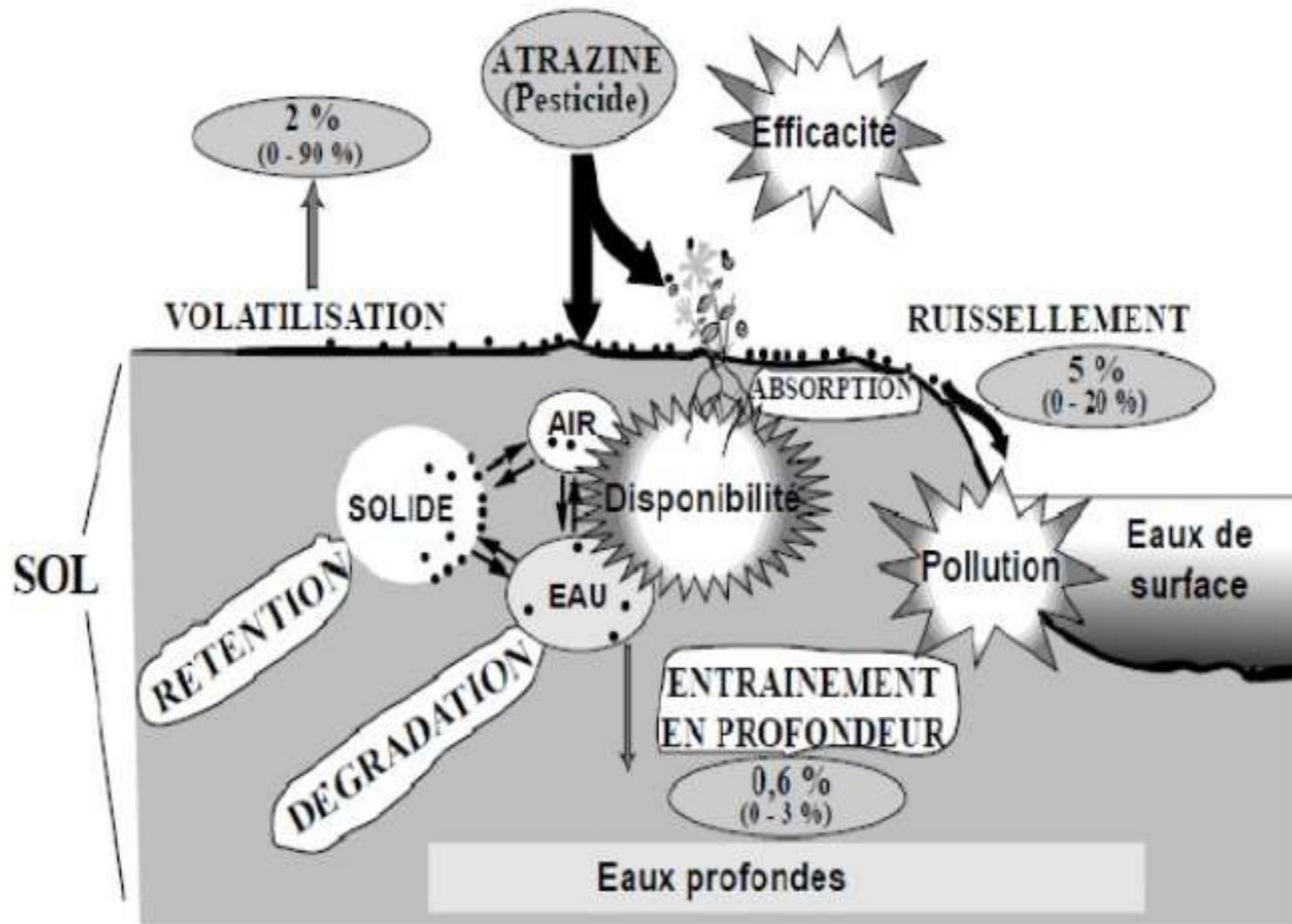
**3. Réduction de la qualité du sol** : Les pesticides peuvent altérer la structure et la fertilité du sol, réduisant sa capacité à soutenir la croissance des plantes. Cela peut conduire à une diminution des rendements agricoles et à une dégradation globale des terres agricoles.

**4. des organismes nuisibles** : Avec une utilisation excessive et répétée de pesticides, les organismes nuisibles peuvent développer une résistance, nécessitant l'utilisation de doses plus élevées ou de produits chimiques plus puissants, entraînant ainsi un cercle vicieux de pollution.

**5. Impact sur la santé humaine** : Les résidus de pesticides dans le sol peuvent contaminer les cultures, entraînant une exposition humaine directe par la consommation d'aliments contaminés. Cela peut provoquer des problèmes de santé allant des irritations cutanées aux problèmes respiratoires, voire des effets à long terme sur la santé.

**6. Dérèglement des écosystèmes** : La contamination par les pesticides peut perturber les chaînes alimentaires et les écosystèmes entiers, affectant la survie des espèces végétales et animales et engendrant des déséquilibres écologiques.

Pour atténuer ces effets, il est crucial de promouvoir des pratiques agricoles durables, comme l'agriculture biologique, la rotation des cultures, la réduction de l'utilisation de pesticides chimiques et le développement de méthodes alternatives de lutte contre les ravageurs pour minimiser la pollution du sol par les pesticides.



## 4- Prévention et contrôle

Les problèmes liés à l'utilisation des pesticides obligent les scientifiques à imaginer de nouvelles recherches alternatives.

Les pesticides provoquent des résistances, des résurgences et des problèmes de santé.

La lutte antiparasitaire intégrée, ou **IPM** (Integrated Pest Management), est une méthode utilisée pour lutter contre les ravageurs dans un environnement. Manière amicale.

L'IPM aide à protéger notre environnement, économise de l'argent et de la santé lorsque nous réduisons notre dépendance aux pesticides. Les agriculteurs IPM utilisent des pesticides synthétiques, mais avec une philosophie différente.

L'IPM combine différentes techniques pour prévenir les dommages causés par les ravageurs sans nuire l'environnement. Les insectes, les acariens, les rongeurs, certains oiseaux, les maladies des plantes et les mauvaises herbes sont considérés comme nuisibles.

### **Les pratiques IPM comprennent les méthodes suivantes:**

➤ Différentes méthodes de culture, utilisation par génie génétique de phéromones et de pesticides microbiens car les luttes biologiques contre les ravageurs et les méthodes d'interférence avec la reproduction des insectes sont des méthodes alternatives aux pesticides.

➤. Une autre façon de lutter contre les ravageurs consiste à appliquer des déchets de jardin compostés, ce qui réduit leur effets néfastes sur la nature. Les méthodes mentionnées ci-dessus gagnent en popularité et sont souvent plus sûrs que les pesticides traditionnels, qui sont d'origine chimique

➤ Différentes pratiques de culture sont adoptées telles que la culture de plusieurs types de plantes, rotation, la plantation de cultures dans des zones où les ravageurs sont limités, la plantation saisonnière et l'utilisation de cultures pièges qui repousser les nuisibles.

➤ Aux États-Unis, les agriculteurs ont pulvérisé de l'eau chaude et ont réussi à contrôler les insectes et le coût est le même que celui de la pulvérisation de pesticides

➤ La production de progéniture peut être contrôlée en stérilisant les espèces mâles des insectes cibles. Ils sont ensuite relâchés afin qu'ils puissent s'accoupler avec des femelles et ne puissent donc pas produire de progéniture

➤ Vers 1958, la technique mentionnée ci-dessus a été utilisée pour la première fois sur la mouche à vis et utilisé par la suite avec la mouche méditerranéenne, la mouche tsé-tsé et la spongieuse, mais c'est une méthode coûteuse et efficace sur quelques types d'insectes seulement.

## 3.2.-La pollution par les engrais

### Que sont les engrais ? Pourquoi sont-ils utilisés ?

Vous savez déjà que les éléments nutritifs du sol sont importants pour la croissance et le développement des plantes. Air et l'eau fournit de l'hydrogène, de l'oxygène et du carbone aux plantes. En plus de cela, d'autres nécessaires les nutriments comme l'azote, le potassium, le phosphore, le magnésium, le calcium, le soufre et plus doivent être obtenu du sol. Parmi ceux-ci, les trois principaux éléments nutritifs du sol qui sont souvent présents dans moins de quantités dans le sol sont l'azote, le phosphore et le potassium, abrégé en NPK (N = azote, P = phosphore et K = potassium).

Lors de la récolte des cultures, les macro et micronutriments sont retirés de celui-ci. En conséquence, le sol s'appauvrit en ces nutriments particuliers. Le niveau d'éléments nutritifs et le rendement des cultures sont moindres pour les cultures froncées dans ce type de sol.

les nutriments nécessaires peuvent être restitués au sol par l'application d'engrais. Comme le nom le suggère ils contribuent à rendre le sol à nouveau fertile.

Deux types d'engrais sont ajoutés au sol, à savoir organiques et chimiques.

**1. Engrais organiques** : Ils sont fabriqués à partir de substances naturelles. Des déchets des animaux et des plantes sont appelés engrais organiques. Lorsque des engrais organiques sont utilisés, l'agriculture est qualifiée d'agriculture biologique. Ils contiennent naturellement de l'azote, du phosphore et le potassium donc appelé NPK.

**2. Engrais chimique** : Ce sont les substances chimiques qui sont préparées synthétiquement afin de fournir à la plante les nutriments vitaux nécessaires à son processus de croissance. Tous ont une composition chimique telle qu'ils contiennent la normale exigence en NPK ainsi que tout autre nutriment selon les besoins.

Le nitrate d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) est un engrais azoté, il existe un certain nombre de composants engrais d'azote tels que l'urée ( $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ ), le nitrate de sodium ( $\text{NaNO}_3$ ) et le nitrate de calcium, les nitrates de potassium et les phosphates d'ammonium. Les phosphates d'ammonium sont les plus adaptés et les engrais phosphatés sont très solubles. L'engrais potassique est constitué de sels de potassium ( $\text{KCl}$ )

Les engrais organiques subissent une libération simple espèces inorganiques ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_x\text{PO}_4^{x-3}$ ,  $\text{K}$ ) lors de la biodégradation

## 3.2. Effet des engrais sur le sol

Afin de restaurer les éléments nutritifs perdus des plantes, les agriculteurs utilisent désormais soit des engrais organiques, soit engrais inorganiques commerciaux. Dans les engrais organiques, le fumier animal, les engrais verts et le compost est le plus couramment utilisé.

- **Le fumier animal** est fabriqué à partir de bouse de vache et d'urine d'animaux de ferme tels que les bovins, les chevaux et la volaille. Il aide à l'improvisation et à la liaison du sol, ajoute de la matière organique l'azote et stimule les bactéries et les champignons bénéfiques du sol.

- **L'engrais vert** est fabriqué à partir de végétation verte fraîchement coupée et enfouie dans le sol. Il fournit du fumier et de l'humus pour la prochaine culture qui doit être cultivée.
- **La matière organique** peut être décomposée par les micro-organismes présents dans le sol. La décomposition se fait en présence d'oxygène. De nombreux agriculteurs, en particulier dans les pays développés, dépendent des engrais inorganiques commerciaux contenant des principes actifs NPK. Ils agissent sur le sol très rapidement - contrairement aux engrais organiques qui ont besoin de se décomposer avant l'absorption. Ceci est bénéfique pour les plantes mal nourries.

Ils sont faciles à utiliser et affecter immédiatement la fertilité du sol. De plus, ils sont facilement disponibles dans les magasins de jardinage. Mais sans un contrôle minutieux ces engrais, en particulier les engrais synthétiques peuvent polluer l'eau et le sol.

## **3.2.1.-Les engrais comme polluants**

### **3.2.1.1Dégradation de la qualité du sol**

Les engrais contaminent le sol à partir des rejets de déchets provenant des matières premières utilisées dans processus de manufacture. Comme les métaux ne sont pas dégradables, ils peuvent contaminer le sol en s'y accumulant en raison de l'utilisation excessive d'engrais phosphatés.

Les pratiques agricoles ont été réduites en raison de la surutilisation des engrais NPK. Quand le blé, le maïs ou gramme est cultivé sur des sols tels qu'ils ont une faible teneur en protéines. De plus les glucides le contenu de ces cultures réduit également la qualité. Lorsqu'un excès de potassium est présent dans le sol, il diminue la teneur en vitamine C et en carotène des légumes et des fruits.

L'utilisation excessive d'engrais peut altérer la fertilité du sol et son niveau d'acidité. C'est la raison pour laquelle il est conseillé de tester le sol au moins une fois tous les 3 ans afin de vérifier la quantité exacte d'engrais devrait être utilisé. Le pH du sol peut varier de 0 à 14, où 0 est considéré comme le plus acide et 14 comme le plus basique tandis que 7 est considéré comme neutre. Le pH du sol peut être modifié en changements au sol et aussi le pH varie d'une plante à l'autre.

### 3.2.2.. Prévention et contrôle

Pour un sol sain, les engrais inorganiques et organiques doivent être utilisés avec modération. Autre que cela, le sol doit être autorisé à reconstituer ses nutriments naturellement en lui donnant une pause de la culture production et aussi, les engrais doivent être évités pendant les précipitations. Des cultures telles que le maïs, le tabac et le coton peuvent épuiser les nutriments (en particulier l'azote) de la couche arable s'ils sont plantés sur le même terrain plusieurs années de suite. La rotation des cultures offre un moyen de réduire ces pertes.

Les agriculteurs plantent des zones ou des bandes avec des nutriments appauvrissant les cultures une année. L'année suivante, ils cultivent des légumineuses dont les nodules racinaires ajoutent de l'azote au sol sur ces zones. De plus, cette méthode réduit l'érosion en gardant le sol recouvert de végétation. De plus, l'utilisation de "vert fumier" est recommandé.