

# Chapitre 2 : Généralité sur la pollution des sols



Dr Imane LANSARI

Université de Tlemcen

Faculté des Sciences

Département de Chimie

E-mail : *imane.lansari@univ-  
tlemcen.dz*

1.0

03/2024

# Table des matières

<b>Objectifs</b>	<b>3</b>
<b>I - Généralité sur la pollution des sols</b>	<b>4</b>
1. Pollution du sol .....	4
2. Degrés de gravité de la pollution .....	5
3. Les formes de pollution des sols .....	5
3.1. <i>Pollutions diffuses</i> .....	6
3.2. <i>Pollutions ponctuelles ou accidentelles</i> .....	6
4. Origine des polluants des sols .....	7
4.1. <i>Les polluants d'origine agrochimique</i> .....	8
4.2. <i>Les polluants d'origine urbaine</i> .....	10
4.3. <i>Les polluants provenant des déchets et des boues d'épuration.</i> .....	10
4.4. <i>Les polluants provenant des industries</i> .....	11
<b>II - Exercice</b>	<b>12</b>
<b>III - Exercice</b>	<b>13</b>
<b>IV - Exercice</b>	<b>14</b>
<b>Glossaire</b>	<b>15</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>16</b>

# Objectifs

A l'issu de ce chapitre, l'étudiant sera capable de :

- Identifier les différentes sources de pollution des sols,
- Classer les différentes formes de pollution des sols,
- Analyser le degrés de gravité de cette pollution,
- Comparer les effets des différents polluants en mettant en évidence les variations selon les sources,
- Expliquer les origine et les mécanismes de transport des polluants dans les sols.

# I Généralité sur la pollution des sols

## 1. Pollution du sol

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 lorsqu'il **contient une concentration anormale de composés chimiques potentiellement dangereux pour la faune et la flore**.

### Définition

---

Un polluant se définit comme **un altéragène biologique, physique ou chimique**, qui **au-delà d'un certain seuil**, et parfois dans certaines conditions **développe des impacts négatifs sur tout ou partie d'un écosystème ou de l'environnement en général**.

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.

Au sens large, un site pollué est défini comme **un site présentant un risque pérenne, réel ou potentiel**, pour **la santé humaine ou l'environnement** du fait d'une pollution résultant d'une activité actuelle ou ancienne [6]\*.

Selon le polluant et le contexte, ses impacts seront :

- Directs ou indirects
- Immédiats ou différés

En effet, les substances elles-mêmes peuvent être directement nuisibles pour les plantes et dans certains cas aussi directement pour les animaux et les êtres vivants.

D'autre part, ces composés peuvent être enlevés du sol par lessivage et parvenir dans la nappe phréatique et dans les eaux de surface.

## 📌 Remarque

---

La pollution du sol influence tôt ou tard la qualité de l'eau potable.

Les polluants du sol peuvent apparaître de différentes manières.

Une grande partie des composés qui ont une influence sur les sols et sur les organismes qu'ils contiennent :

- Provient directement de l'air par déposition sèche.
- Arrivent avec les précipitations par déposition humide.

Les polluants peuvent aussi être introduits lorsqu'il y'a des inondations et lorsqu'on alimente les champs avec les eaux polluées ou des eaux de rejet communales.

Certains polluant s'accumulent dans les boues et aussi dans les stations d'épuration, de telles boues ne peuvent plus être utilisées par exemple comme engrais.

**Le sol est une ressource très faiblement renouvelable** au sens où sa dégradation peut être rapide (quelques années ou décennies) alors qu'il lui faut plusieurs milliers d'années pour se former et se régénérer.

## 2. Degrés de gravité de la pollution

Le degré de gravité de la pollution d'un sol dépend de plusieurs facteurs qui sont :

- La nature du polluant ou perturbateur pour une ou plusieurs espèces, mutagène, cancérigène, plus ou moins dégradable ou non-dégradable) ;
- Sa capacité éventuelle à changer ou perturber le fonctionnement d'un écosystème ou de la biosphère ;
- La nature du sol (par exemple un sol faillé, fracturé, drainant ou acide accélérera la diffusion de métaux, alors qu'un sol homogène, argileux ou basique la freinera) et à sa position biogéographique et à son usage (cultivé, brouté, jardiné...), ainsi qu'à la surface et profondeur touchées ;
- Des problèmes émergents posés avec l'introduction de plus en plus fréquente de propagules d'espèces invasives ou de pathogènes lors de transports de sols.

A l'opposé de la pollution atmosphérique, qui, sévit dans les zones urbaines et industrielles, la pollution des sols affecte de façon plus particulière les zones rurales.

Elle résulte de nombreuses causes, en particulier des retombées de polluants atmosphériques, provenant d'industries chimiques et métallurgiques, de l'usage de combustibles fossiles, d'incinérateurs de déchets urbains et surtout de l'usage des produits chimiques en agriculture.

En conclusion, un sol est pollué quand il présente **un risque pérenne, réel** et potentiel pour la **santé humaine et/ou l'environnement**, du fait d'une pollution des milieux résultant d'une activité actuelle ou ancienne.

## 3. Les formes de pollution des sols

En fonction du mode d'arrivée des polluants au sol et de l'étendue des pollutions, on distingue deux grandes formes de pollution :

### 3.1. Pollutions diffuses

Elles impliquent des polluants à faibles concentrations sur de grandes surfaces. Elles proviennent généralement : d'épandages de produits solides ou liquides (emploi d'engrais ou de pesticides en agriculture) ou de retombées atmosphériques d'origine urbaine, industrielle ou routière. Les pollutions diffuses par les pesticides sont les plus étudiées. La dispersion puis l'accumulation de substances dangereuses sur ces sols donne ainsi des « *sites uniformément contaminés* ».

### 3.2. Pollutions ponctuelles ou accidentelles

Elles sont caractérisées par la présence ponctuelle dans les sols et sous-sols de substances dangereuses qui proviennent généralement de déversements, de fuites ou de dépôt de déchets très localisés dans l'espace et dans le temps.

Elles sont caractérisées par de fortes concentrations sur une petite surface et donnent naissance à des « *sites localement contaminés* ».

Pour voir la vidéo cliquer *ici*.

## 4. Origine des polluants des sols

## 4.1. Les polluants d'origine agrochimique

### 4.1.1. Introduction

L'agriculture est la première utilisatrice des sols. Aujourd'hui, 12 % des terres émergées dans le monde sont cultivées.

Pendant longtemps, les hommes se sont adaptés au sol et aux climats pour cultiver ce dont ils avaient besoin. Les cycles naturels des végétaux étaient respectés, ainsi que la qualité des sols.

Le développement d'une **agriculture plus intensive**, même si elle a permis d'accroître les productions vivrières, **a contribué à la pollution des sols**, notamment suite à l'usage intensif d'engrais de synthèse et de produits phytosanitaires pour lutter contre les mauvaises herbes et les parasites. Des fertilisants minéraux ou organiques (lisiers, boues de station d'épuration) sont alors dispersés à la surface des sols afin d'accroître les rendements des végétaux cultivés. Ces produits contiennent des éléments qui ne sont pas tous dégradables. Ils peuvent donc rester dans le sol ou être entraînés par la pluie vers les nappes phréatiques ou les rivières ou être transférés vers les plantes, les animaux et l'homme.

Les énormes excédents de déchets solides d'origine agricole, produits par les exploitations ou la consommation urbaine des productions végétales et animales ne sont plus recyclés selon les pratiques traditionnelles mais entassés dans des décharges où la fermentation anaérobie produit des composés ammoniacaux ou sulfurés très toxiques entraînant une contamination accrue des sols et des eaux souterraines.

L'utilisation croissante d'engrais et de pesticides, l'épandage de lisier, de boues de station d'épuration et d'autres résidus d'origine urbaine introduit sur les terres agricoles une quantité croissante de polluants organiques et de métaux toxiques qui s'accumulent dans ces dernières et conduisent à une pollution irréversible des sols cultivés qui compromet, à long terme leur fertilité.

#### Remarque

---

Seule la transformation en compost de déchets solides riches en matières organiques, associée d'une interdiction de l'usage agricole de substances toxiques non biodégradables peut maintenir la qualité des sols cultivés.

La pollution par les engrais chimiques s'effectue par amendement dans le sol des substances suivantes :

- **Le nitrate de calcium**, le nitrate d'ammonium, le sulfate d'ammonium et l'urée qui sont transformés en nitrates par les bactéries nitrifiantes présentes dans le sol.
- **Le chlorure de potassium**, le nitrate de potassium et la sylvinite constituent les formes usuelles d'apport du potassium
- **Les superphosphates** (les ortho phosphates solubles) sont la principale source d'apport du phosphore
- **Les amendements calciques** (chaux ou calcaires broyés, gypse) dont l'utilisation s'avère nécessaire sur certains sols acides.

Pour des raisons de coût, ces substances ne sont pas purifiées et amènent dans le sol des résidus de nombreux métalloïdes et métaux toxiques et peu mobiles. C'est particulièrement le cas des superphosphates dont le prix de revient de la purification nécessaire pour éliminer ces éléments traces qui les contaminent serait prohibitif.

L'agriculture peut aussi agresser le sol en provoquant son **tassement** par le **passage d'engins de plus en plus lourds**. Le sol compacté ne laisse passer ni l'eau, ni l'air et la faune des recycleurs du sol (par exemple, les vers de terre) diminue.



## 4.1.2. Les pesticides

Un pesticide est ***une substance ou une préparation chimique utilisé pour lutter contre des organismes considérés comme nuisibles*** tels que les insectes, les mauvaises herbes, les champignons, les bactéries... [7]\*

Alors que les engrais sont avant tout utilisés pour augmenter le rendement des récoltes, les pesticides servent à leur apporter une certaine conservation.

Selon les organismes qu'ils combattent, les pesticides peuvent être réparti en différents groupes :

- Les insecticides ;
- Les herbicides ;
- Les fongicides ;

### a) Les insecticide

Ce sont des ***pesticides qui tuent les insectes, leurs larves et/ou œufs***. Ce sont les pesticides ***les plus toxiques*** (haute toxicité vis-à-vis de l'homme et des animaux).

Les insecticides peuvent être des d'***origine minérale*** à base de sels de cuivre (sulfate de cuivre utilisé par exemple pour le traitement de la carie du blé); ***d'origine végétale*** comme les aconits (espèces du genre Aconitum) utilisés contre les rongeurs au moyen âge ou les racines de tabac, ou bien des ***molécules de synthèse*** et appartiennent principalement à quatre groupes de composés organiques :

- Les organophosphorés
- Les organochlorés,
- Les carbamates,
- Les pyréthroïdes.

### b) Les herbicides

Les herbicides représentent environ 85% des ventes totales des pesticides. Ils sont utilisés pour ***lutter contre les plantes parasites*** (ou mauvaises herbes).

***Destinés à détruire ou à limiter la croissance des végétaux***, les herbicides sont ***moins toxiques*** que les insecticides. Néanmoins, ils sont classés parmi les ***pesticides cancérigènes probables ou possible***.

Les principaux herbicides sont :

- Les organochlorés,
- Les organophosphorés,
- Les dérivés de l'acide carbamique,
- Les dérivés de la triazine,
- Les dérivés de la pyridine,
- Les composés aliphatiques.

### c) Les fongicides

es fongicides sont des **composés inorganiques et organiques** de structures comparables aux pesticides précédents. Ils ont été conçu exclusivement pour **lutter contre les champignons parasites des végétaux**.

On distingue :

- Les fongicides qui agissent sur plusieurs paramètres à la fois,
- Ceux qui inhibent la synthèse des acides aminés.
- D'autres qui perturbent la division cellulaire.

Les principaux fongicides sont :

- Les composés métalliques organiques et inorganiques,
- Les dérivés de l'acide phtalique,
- Les benzimidazoles.

## 4.2. Les polluants d'origine urbaine

### 4.2.1. Les émissions liées à la production d'énergie

Les usines productrices d'énergie à partir du charbon émettent des  $CO_x$ ,  $NO_x$ ,  $SO_x$ ,  $UO_x$  et des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Les usines productrices d'énergie nucléaire émettent de la radioactivité sous forme de radionucléides (surtout  $^{134}Cs$  et  $^{137}Cs$ ) qui peuvent être introduits dans le sol sous forme de dépôts secs par suite des retombées atmosphériques ou sous forme humide après leur dissolution dans les précipitations.

Les cendres émises par les usines de production d'énergie à partir du charbon, contiennent également des composés radioactifs et divers métaux lourds.

Un grand nombre de polluants organiques et inorganiques des sols, comprenant le goudron, du cyanure, des combustibles, des oxydes de fer, du cadmium, du plomb, des sulfates et des sulfures sont retrouvés dans les stations-services abandonnées.

### 4.2.2. Les émissions provenant des transports

Les émissions des véhicules et des avions (surtout les supersoniques) sont les principales responsables de la pollution des sols par les transports (particulièrement les véhicules utilisant le Diesel).

Elles comportent des oxydes de carbone, d'azote et de sulfure, quelques métaux lourds et des micropolluants organiques très cancérigènes tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les polychlorodibenzo-p-dioxin, appelé « dioxine », les substances chimiques les plus toxiques synthétisées par l'homme et les polychlorodibenzofuran (le plus mortel des produits chimiques produits par l'homme).

Ces polluants peuvent être introduits dans le sol à la suite des dépositions des particules sur celui-ci ou lessivés à partir de l'atmosphère.

## 4.3. Les polluants provenant des déchets et des boues d'épuration.

Les déchets et les boues d'épurations sont parmi les plus importants polluants des sols d'origine urbaine.

L'élimination des déchets par enfouissement ou par incinération peut entraîner la concentration des métaux lourds dans les sols. La contamination du sol se fait soit directement à partir des lessivas provenant des décharges, enfouies ou non, qui peuvent polluer le sol ou la nappe phréatique, soit à partir des retombées des cendres d'incinération.

Les boues d'épuration posent également un grand problème du fait de la difficulté de leur élimination. Le plus souvent, elles sont utilisées comme fertilisants des sols en raison de leur richesse en éléments minéraux majeurs et en matière organique.

Cependant, elles contiennent souvent des concentrations élevées de métaux lourds (surtout le cadmium) qui peuvent s'accumuler dans le sol et être prélevés par les cultures. Elles sont également souvent très riches en micropolluants organiques.

#### **4.4. Les polluants provenant des industries**

Ils se présentent sous forme de déchets solides, liquides et gazeux. Ils englobent les rejets des différentes industries telles que : les métallurgies, les industries minières et chimiques, les hydrocarbures volatils ou peu volatils (kérosène, fioul, gasoil), les cyanures, les métaux, les polluants organiques comme les PolyChloroBiphényles (PCB), les hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et les produits phytosanitaires (pesticides, herbicides).

Les risques de pollution des sols peuvent être très divers et sont liés généralement à plusieurs facteurs tels que l'existence d'une source de pollution dangereuse, les possibilités de transfert dans l'air, l'eau des nappes phréatiques, dans les cultures... et qui sont liées à la mobilité des substances polluantes. Au contact des constituants du sol par exemple, des combinaisons chimiques plus ou moins dangereuses de polluants peuvent se former.

## II Exercice

Qu'est ce qu'un polluant?

# III Exercice

Quelles sont les formes de pollution des sols ?

# IV Exercice

Qu'est ce qu'un insecticide ?

# Glossaire

**Agricole**

Couche supérieure du terrain (couche arable) que l'agriculteur travaille et entretient afin d'y faire pousser des cultures

**Biotope**

Zone géographique dont les conditions écologiques sont constantes et homogènes et donc favorables au cycle de la vie

**Forestier**

Sol ayant un ensemble de couches qui se superposent sur la roche mère

**Urbain**

Sol ayant subi des perturbations occasionnées par des activités humaines.

# Bibliographie

A.Laafar, "Etude de la dépollution des sols par extraction multiphasique (MPE) sur Pilote 2D", Thèse de doctorat de l'université de Lion-France, 2022.

S. Yuan, H. Yu, Y. Guo, Y. Xie, Y. Cheng, H. Qian, W. Yao, "Recent advance in probiotics for the elimination of pesticide residues in food and feed: mechanisms, product toxicity, and reinforcement strategies" *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*; 2023.