

## Cours 1 : Pollution et polluants

### Introduction :

- La pollution est un problème d'actualité ; elle affecte pratiquement tous les écosystèmes : terrestre et l'environnement marin.
- Un risque potentiel pour la santé humaine et celle des écosystèmes.

### Définition de la pollution :

La pollution est une dégradation de l'environnement introduisant dans l'air, l'eau ou le sol des matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu. La pollution entraîne une perturbation de l'écosystème.

- *Un polluant est un "élément" biologique, physique ou chimique, qui peut avoir des impacts négatifs (toxicité) sur tout ou une partie d'un écosystème ou de l'Environnement en général, dans certaines conditions.*

### Deux grandes formes de pollution :

- les pollutions ponctuelles, souvent relativement immédiates, qui proviennent de sources bien identifiées (rejets domestiques ou industriels, effluents d'élevage...)
- les pollutions diffuses, comme celles dues aux épandages de pesticides et d'engrais sur les terres agricoles.

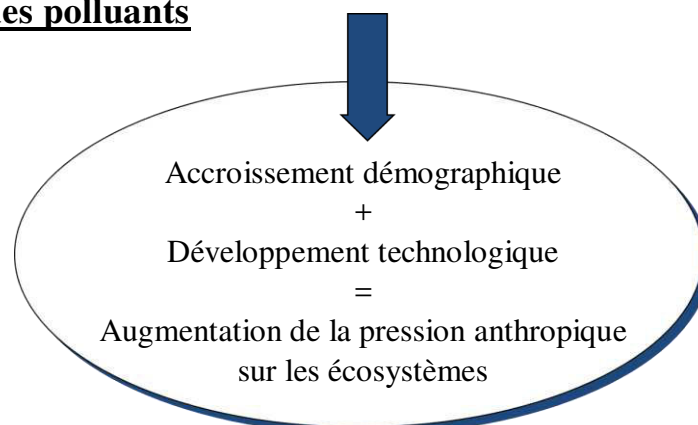
### Qu'est-ce qu'un polluant ?

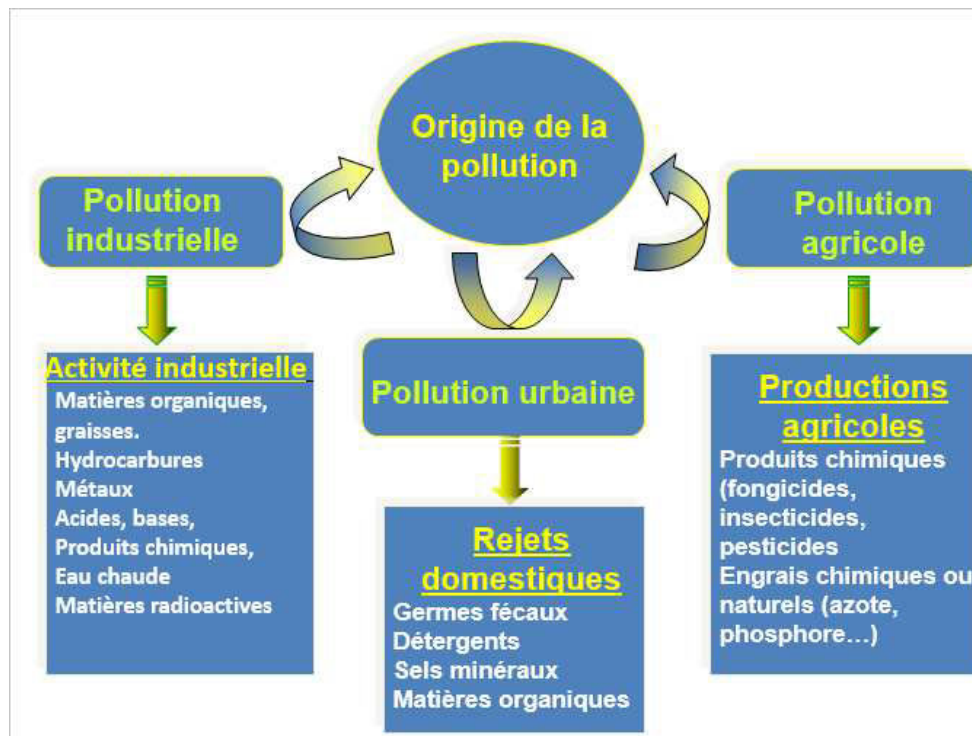
Selon Moriarty (1983), le terme polluant se rapporte aux substances présentes dans l'environnement, en partie à cause des activités humaines et qui ont des effets délétères sur les organismes vivants.

### D'où viennent-ils ?

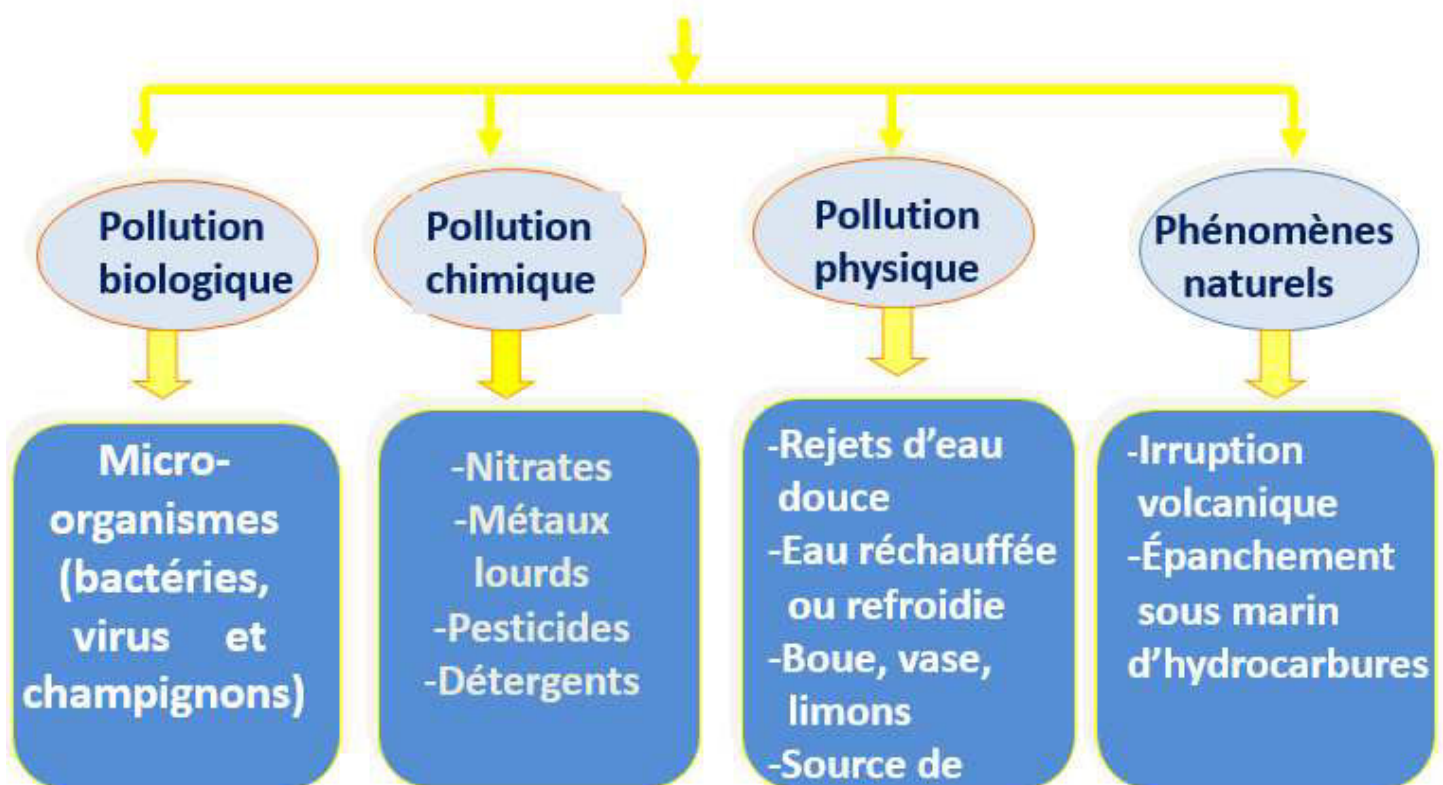
- **Leur présence peut être naturelle...**
  - gaz des volcans,
  - minéraux dans les sols et les eaux,
  - produits de dégradation,
  - gaz et produits de fermentation,
  - hydrocarbures (incendies) , etc.
- **ou due à l'Homme (origine anthropique)**
  - Production D'énergie (nucléaire, Pétrole, Gaz, Charbon).
  - Activités du secteur agricole (intrants, engrais, pesticides...)
  - *Activités industrielles (chimie, métallurgie, électronique, automobile et aéronautique, pharmacie, agroalimentaire, papeterie.*
  - Décharges, pollution urbaine

### Sources et diversité des polluants





Différents types de pollution Selon la nature des substances contaminants.



Qu'appelle t'on polluants chimiques ?

- Les polluants chimiques sont des substances chimiques
  - solubles dans l'eau : hydrosolubles
  - insolubles dans l'eau mais solubles dans les graisses: lipophiles

Que font-ils dans la nature ?

- Ils sont dispersés et y rencontrent des « substrats ».
- Dispersion – Accumulation

## Quelles sont leurs « relations » avec les substrats ?

- Dans le sol, l'eau, les sédiments ....

- ils sont stockés ou dégradés (physico-chimie) Dans les organismes (micro-organismes, animaux ou plantes)
- ils sont assimilés, excrétés, métabolisés, mais surtout ils sont stockés : bioaccumulés

## Principaux polluants environnementaux :

- Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
- Les Polychlorobiphényle (PCB)
- Les Dioxines
- Pesticides
- Métaux lourds
- Plastifiants
- Surfactants non ioniques
- Dérivés halogénés
- Médicaments (PNSE)

Nature des polluants	Atmosphère	Ecosystèmes continentaux	Ecosystèmes limniques	Ecosystèmes marins
<b>Polluants physiques</b>				
Radiations ionisantes	*	*	*	*
Pollution thermique		*	*	*
<b>Polluants chimiques</b>				
Hydrocarbures	*	*	*	*
Matières plastiques	*	*	*	*
Pesticides		*	*	*
Détersifs			*	*
Composés organiques de synthèse divers	*	*	*	*
Dérivés du soufre	*	*	*	*
Nitrates		*	*	*
Phosphates		*	*	*
Métaux lourds	*	*		
Fluorures	*	*		
Particules minérales (aérosols)	*	*		
<b>Polluants biologiques</b>				
Matière organique morte			*	*
Microorganismes pathogènes	*	*	*	*

## Classification des polluants :

### • Classe de micropolluants

#### A. Micropolluants minéraux

- -Métaux traces
- -Silice et silicates
- -Amiante
- -Fluorocarbones

#### B. Micropolluants organiques non pesticides

1. Hydrocarbures aromatiques polycycliques et hétéroaromatiques (PAH)  
Benzo (a) anthracène/ B(a)A et Benzo (a) pyrène/ B(a)P  
(diesel et toute combustion incomplète)
2. Paraffines chlorées: CH<sub>3</sub>Cl, CHCl<sub>3</sub>,

## Cours : Monographie des toxiques

3. Aromatiques halogénés    Polychlorobiphényles (PCB)  
                                     Polychloroterphényles (PCT)  
                                     Polychloronaphtalènes (PCN)
4. Aromatiques halogénés avec oxygène  
                                     Polychlorophénols (PCP)  
                                     Polychlorodibenzo-para-dioxines (PCDD)  
                                     Polychlorodibenzofurannes (PCDF)
5. Aromatiques volatils        Benzène  
                                     Toluène  
                                     Xylène
6. Amines aromatiques (AA), Esters phtaliques, colorants, pigments, surfactants, produits pharmaceutiques...

### C. Pesticides et Biocides

1. Organo-halogénés aliphatiques
2. Acides phénoxyacétiques
3. Diphényles (DDT)
4. Cyclodiènes
5. Triazines (maïs)
6. Carbamates (Baygon vert)
7. Organophosphorés (gaz de combat)
8. Organomercuriels

## Cours 2 : les métaux lourds ou éléments traces métalliques ETMs

### Définition et rôles biologiques des métaux lourds :

- Un métal est un élément chimique, caractérisés par une forte masse volumique sup. à  $5 \text{ g.cm}^{-3}$
- Bon conducteur de chaleur et d'électricité, ayant des caractéristiques de dureté et de malléabilité.
- Les métaux sont des composants de l'écorce terrestre dans laquelle on les rencontre généralement sous forme de minerais

### Dans les sciences de l'environnement

- Les métaux lourds = Élément trace métallique= ETMs
  - On retrouve dans les anciennes publications l'appellation de « *Métal Pesant* ».
  - En géochimie, les éléments dont la concentration est inférieure à  $100 \mu\text{mol kg}^{-1}$  sont appelés éléments traces par opposition aux éléments majeurs
- Dans la classification chimique de Mendeleïev
- 109 éléments sont décrits
  - et parmi eux, 82 sont des métaux.

## Dans les écosystèmes naturels

- seuls 90 éléments sont présents
- et parmi eux 26 sont des éléments essentiels voire indispensable pour l'organisme vivant (C, H, O, N, S, P, Na, K, Mg, Ca, Cl, I, F, Fe, Zn, Br, Cu, Mn, Co, Si, Cr, Sn, As, V, Mo, Se).
- 14 appartiennent à la classe des métaux
- (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Ni, Co, Mo, V, Se).

### Principaux métaux lourds Classés en deux groupes

## 1- Métaux essentiels ou oligo-éléments

Ils s'avèrent indispensables au déroulement normal des processus métaboliques, par conséquent physiologiquement important pour les organismes.

## 2 . Métaux non essentiels ou métaux toxiques

- Les organismes sont susceptibles d'accumuler les métaux lourds non essentiels sans fonction biochimique apparente
- Ces éléments sont ingérés en quantité infime, jouant un rôle toxique (Pb, Cd, Hg).
- Il s'agit d'éléments non régulés par ces organismes (des dysfonctionnements métaboliques)
- Tous les métaux essentiels
- ou non essentiels deviennent relativement toxiques lorsqu'ils dépassent le seuil limite spécifique à chacun

The Periodic table of the elements

Main groups A										Other groups B										Main groups A									
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII									
H																	He												
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne												
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar												
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr												
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe												
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn												
Fr	Ra		Ku	Ha	Sg	Ns	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub		Uuq																
Lanthanoids			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu												
Actinoids			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr												

Background color = Metal  
Background color = Metalloid  
Background color = Nonmetal

Font color = Solid states  
Font color = Liquids  
Font color = Gases

### Caracteristiques des ETMs

- Une des propriétés majeures des ETMs, et qui les différencie des autres polluants toxiques, est qu'ils sont rémanents (non biodégradables) dans l'environnement.
  - les métaux lourds s'accumulent subrepticement) (discrètement) pour finir par atteindre des seuils toxiques.

### Les sources

#### 1. Les sources naturelles

- l'activité volcanique
- l'altération des continents
- et les incendies de forêts.

#### 2. Les sources anthropiques

- ✓ Activités pétrochimiques
- ✓ Utilisation de combustibles fossiles (centrales électriques au charbon, chaudières industrielles, fours à ciment....)
- ✓ Transport (véhicules et moteurs routiers et non routiers, embarcations)
- ✓ Incinération de déchets
- ✓ Produits (interrupteurs électriques, amalgames dentaires, éclairages fluorescents)
- ✓ Déchets urbains (eaux usées, boues d'épuration, ordures ménagère)

### Stockage et demi vie des ETMs

- Le potentiel de **stockage** des sols et des eaux pour les éléments toxiques est d'autant plus **considérable** que leur temps de **demi-vie** est **très élevé**, d'ordre séculaire voire millénaire.

Elément	Temps de demi-vie	
	Eau (en jours)	Sols (en années)
Arsenic	415	2000
Cadmium	nd	280
Chrome	nd	6300
Cuivre	560	860
Mercure	340	920
Nickel	nd	2300
Plomb	25	1700
Zinc	550	2100

(nd : non déterminé)

## **Toxicité par les métaux lourds**

- La **toxicité** est la propriété du métal à provoquer des **effets négatifs** sur la biologie **d'organisme vivant**.
- Elle s'exprime de diverses façons car le métal peut agir librement sur diverses fonctions biologiques.

### **il existe deux types de toxicité, suivant**

- la rapidité d'apparition,
- la sévérité
- la durée des symptômes, et la rapidité d'absorption de la substance toxique

#### **A - Toxicité aiguë**

- Elle est due à une absorption rapide d'un toxique par voie transtégumentaire pulmonaire ou buccale ;
- elle se développe rapidement
- et provoque de très graves troubles physiologiques à fortes doses et en courte durée.

#### **B - Toxicité subléta**

- Des expositions fréquentes ou répétées sur une période de plusieurs jours ou semaines avant que les symptômes n'apparaissent.
- Cette toxicité a un effet insidieux par modification histologique et physiologique influençant le comportement, la reproduction, la croissance, sans toutefois provoquer de mortalité rapidement observable.

#### **C - Toxicité chronique**

- Elle se produit lors d'une absorption du toxique après l'exposition du sujet à de très faibles concentrations, parfois à des doses infimes ceci à long terme,
- elle peut provoquer des troubles métaboliques ou physiologiques par effets cumulatifs susceptibles d'aboutir à la mort. C'est le cas de l'intoxication saturnique chronique

---

## **SUITE cours 2 : METAUX LOURDS ET SANTÉ**

### **Introduction :**

- Depuis le début de l'ère industrielle, les activités humaines, qu'elles soient industrielles, agricoles ou urbaines, sont responsables d'une introduction importante de contaminants chimiques dans l'environnement.

### **Caractéristiques physicochimiques :**

- Les métaux lourds : éléments en traces métalliques (ETM)
- Le plomb, le mercure et le cadmium :
  - Grande affinité pour le soufre sous forme réduite.
  - Conductivité électrique élevée.
  - Se transportent, changent de forme chimique, ne se dégradent pas.
  - Bioaccumulation dans l'environnement.
  - Forte toxicité pour les organismes vivants.

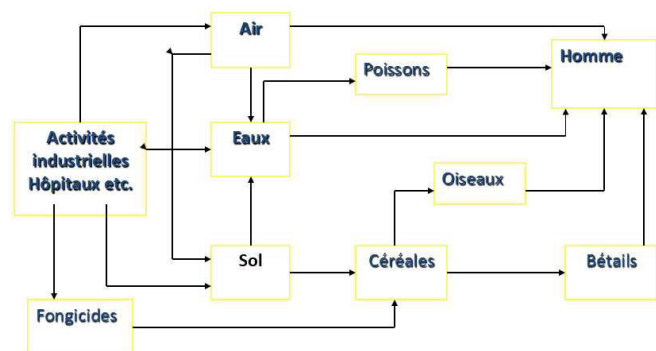


	Plomb	Cadmium	Mercure
Masse atomique	270	112	200
Masse volumique(g/cm <sup>3</sup> )	11,35	8,6	13,6
Temp. de fusion (°C)	327	320,9	-38
Temp. d'ébullition (°C)	1.740	765	357
Densité (à 20°C)	11.35	8.65	13.55
Minerai d'origine	Galène	Scories du zinc	Cinabre
Forme	Mou	Lourd, mou et brillant	Liquide
Couleur	Gris terne	Blanc argenté	Argentée
Odeur	Inodore	Inodore	Inodore

### Sources d'émission :

- Gisements dans le sol
- Combustion du charbon et du pétrole
- Incinération des ordures ménagères
- Certains procédés industriels
- Sources naturelles
- **Les gisements :** - réserves dans les roches et les sédiments océaniques  
- diffusés avec érosion
- Ils sont fixés dans les roches sous 2 formes :
  - \* Les oxydes et les silicates
  - \* Les sulfures et les carbonates
- **Passage du minerai au contaminant**
  - exploitation des mines - prélèvement d'eau - érosion - éruption volcanique
- Sources anthropiques
- Émission et utilisation dans les activités industrielles
- Rejets liquides :
  - activité métallurgique
  - rejets liés au sort des produits
- Retombées atmosphériques :
  - concernent tous les métaux
  - représentent des masses très importantes

### Les grands toxiques Hg, Pb et Cd dans les aliments :



### Principales sources de Hg, Pb et Cd

	Mercure (%)	Plomb (%)	Cadmium (%)
Poissons		4.6	2.5
Boissons	-		-
Fruits	14	22	
Produits laitiers-œufs	-	14	19
Céréales	-	14	16
Abats	1	0.7	6



## Impact toxicologique des métaux lourds :

- Intoxication aiguë (exposition à un moment donné) ou intoxication chronique (exposition régulière)
- Impact toxicologique dépend de plusieurs facteurs
  - Du métal
  - De leur forme chimique
  - Du type d'organisme dans lequel ils se trouvent
  - De leur [ ] dans les différentes parties de l'organisme
  - De la manière dont ils sont absorbés
  - Il peut même y avoir des différences au sein d'une même espèce.

## Présentation des principaux ETMs :

### 1-Le cadmium (Cd)

- Le **cd** fut découvert en 1808 par Pontin mais c'est en 1817 que l'Allemand Friedrich Stromeyer le prépara pour la première fois.
- Le mot à une étymologie grecque (kadmeia, nom de la ville où on extrayait un minerai appelé cadmie)

#### **a-Propriétés fondamentales du Cd :**

- Le Cd est un élément constitutif naturel de la croûte terrestre.
- A l'état pur, il se présente comme un métal tendre de couleur blanc argenté.
- Dans la nature, le cadmium n'existe pas, en général, sous sa forme métallique pure, mais plutôt sous celle d'un minéral associé à d'autres éléments tels que l'oxygène (oxyde de cadmium), le chlore (chlorure de cadmium) ou le soufre (sulfate de cadmium, sulfure de cadmium).
- Il fond à 320.9°C et bout à 767°C. Sa masse spécifique (densité) est de 8.65 g/cm³. Il est ductile (résistance à l'étirement), Il ternit au contact de l'air. Il réagit avec les acides et les bases.

#### **b-Utilisation du Cd :**

- Cadmium : élément naturel mais utilisation récente (batteries, protection des aciers, stabilisant des plastiques, colorant...)
  - Provient des industries et de l'incinération des déchets + sous produit métallurgie du Zn + combustion de produits pétroliers + sidérurgie
  - Absorbé par les plantes => animaux (foie, rognon) => homme

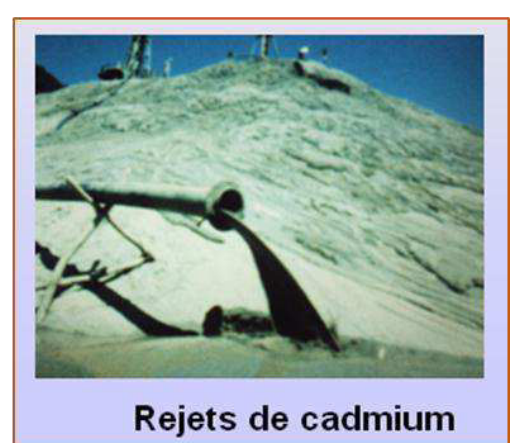
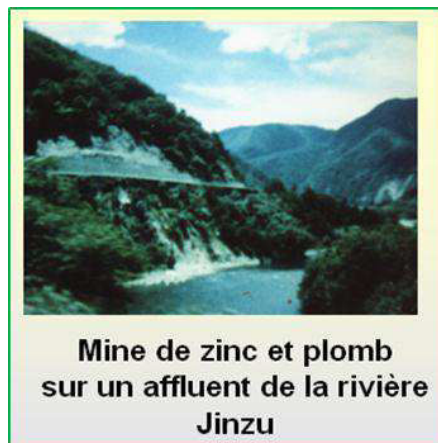
#### **C-Inhalation de Cd :**

<b>Cadmium</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Les sels de cadmium (par exemple dans la métallurgie du zinc, le décapage de peinture,...) sont très peu volatils et sont présents dans l'air sous forme de très fines particules solides (fumées ou poussières). Lors d'expositions professionnelles, ces particules peuvent être inhalées et se déposer principalement sur les alvéoles pulmonaires. La taille de ces particules a donc une très grande importance pour déterminer leur absorbabilité.</li><li>• !! Le cadmium est aussi présent dans la fumée de cigarette !!</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Si exposition modérée : réaction inflammatoire réversible des poumons, troubles digestifs (nausées,...) et troubles divers (frissons, fièvre,...)</li><li>• Si exposition sévère : pneumonie chimique mortelle dans 15-20% des cas dans un délai de 1 à 3 jours,...</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Emphysème pulmonaire, risque de cancers du poumon, atteintes rénales.</li></ul>

**d-Toxicité chronique du Cd :**

-Lésions rénales -Déformations osseuses (maladie de itaï-itaï) -Cancer

**Maladie d'Itaï-Itaï (1/1) :**



**2-Sources de plomb :**

- Peintures au plomb (vertus antirouille, toujours présentes dans de nombreux logements anciens)
- Adduction d'eau : anciennes conduites en Pb
- Objets et produits domestiques à risque : poteries vernissées, cosmétiques (khôl)
- Carburants et de manière plus générale industrie pétrolière et industries (accumulateurs)

**L'intoxication par le plomb ou saturnisme :**

- Critique chez l'enfant
- Lésions cérébrales, rénales et génitales
- A concentrations plus élevées : coma, convulsions et mort
- Association entre le saturnisme et une diminution du QI, de l'attention, de l'attitude à l'apprentissage, de l'hyperactivité ...

**Troubles de la motricité : atonie intestinale**

- Ecaillés ingérées de peintures plombées sur le trajet colique qui est plein de matière (atonie)
- Le plomb incorporé par voie digestive, respiratoire ou sanguine (mère-fœtus) se distribue à 94% dans le squelette où il reste stocké très longtemps (demi-vie > 10 ans)
- 

**3-LE MERCURE Hg = Hydrargyrum ou argent liquide**

- Élément naturel
- Dépôt naturel surtout dans le cinabre (HgS)
- Niveau des sources chaudes et des roches volcaniques
- Seul métal sous forme liquide à température ambiante
- Sous-produit de l'extraction de l'or

**a-Utilisations de l'Hg :**

Mercure : rare dans le milieu naturel

- Utilisé en orpaillage, production du chlore, piles, thermomètres
- Transformé en méthylmercure par bactéries dans l'eau
- Bioaccumulation

**b-Effets du mercure sur l'homme :**

mercure métallique	méthylmercure
<ul style="list-style-type: none"><li>• gingivite</li><li>• tremblement non intentionnel</li><li>• éréthisme (irritabilité, excitabilité, perte de la mémoire, insomnie)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ataxie (incoordination des mouvements volontaires)</li><li>• paresthésie (trouble subjectif de la sensibilité, sensations non douloureuses tels engourdissement, fourmillements, sensations de ruissellement sous la peau)</li><li>• restriction du champ visuel – cécité</li><li>• troubles de l'ouïe - surdité</li></ul>
Retard dans le développement moteur du fœtus	

C-Inhalation de Hg :

	<b>Intoxication aiguë</b>	<b>Intoxication chronique</b>
<p><b>Mercurie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le mercure liquide se transforme en vapeur à t° ambiante, qui est ainsi inhalée et très facilement absorbée, et d'autres composés à base de mercure sont volatils comme le diméthylmercure.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organe cible principale des vapeurs mercurielles est le cerveau.</li> <li>Mais aussi trachéo-bronchite et pneumonie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maladie neurologique dont le signe le plus précoce et le plus caractéristique est le tremblement des extrémités surtout des mains mais aussi des lèvres et des paupières. Ce tremblement peut ensuite s'étendre à la marche qui devient difficile.</li> </ul>

**d-Mercure : bioaccumulation dans chaîne alimentaire :**

- Minamata : village côtier Japon 1954
- usine Chisso produisant de l'acétaldéhyde avec Hg comme catalyseur
- rejet quantité très faible Hg dans fleuve
- Accumulation chaîne alimentaire mer
- les chats de la ville portuaire : effet neurologique
- 20 000 japonais contaminés
- mort centaine de personnes (857), plusieurs centaines de survivants gravement handicapés (paralysie, déficience mentale) et incurables
- chair poisson contenait 10 à 20 mg/ Bio-accumulation de 100 000

**Maladie de Minamata..**

**Les Métaux traces toxiques dans l'Alimentation :**

MERCURE	PLOMB	CADMIUM
Poissons : 35% Coquillages : 6% Crustacés : 3,4%	Boissons : 33% Fruits et légumes : 22% Céréales : 13% Champignons de Paris	Légumes, fruits et champignons : 30% Produits laitiers : 19% Céréales : 16%
Légumes et fruits : 14% Champignons : 0,2% Viandes : 8,3% Abats : 1%	Produits laitiers : 14% Viandes et poissons : 15% Abats : 0,7% Moules, huîtres	Abats : 6% Poissons Huîtres Moules Crustacés

#### **4-Le zinc :**

- Le zinc a été découvert par Andreas Marggraf (Allemagne) en 1746.
- Étymologie du nom: vient de l'allemand Zink. Ce métal n'existe pas à l'état libre, mais sous forme de minerais dans la croûte terrestre.

##### **a-Utilisation de Zn :**

- Le zinc est utilisé comme revêtement anti-corrosion et revêtement protecteur dans le bâtiment.
- Il entre dans la composition de certains alliages, de piles électriques et de pigments pour peinture.
- Il est également utilisé dans l'industrie textile et papier, dans les batteries mais aussi comme conservateur du bois, engrais, fongicide et insecticides.
- Les sources anthropiques de Zn dans les environnements sont majoritairement des industries liées aux activités métallurgiques.

##### **b-Rôle biologique du Zn :**

Il intervient au niveau:

- de la croissance,
- du développement osseux et cérébral,
- de la reproduction,
- du développement fœtal,
- du goût et de l'odorat,
- des fonctions immunitaires
- et de la cicatrisation des blessures.

##### **C-Toxicité par le Zn :**

dans l'organisme, lorsque [Zn] dépasse la concentration nécessaire, il devient toxique (voie digestive).

- L'exposition au Zn sur de longues périodes peut entraîner des anémies, en particulier en association avec une déficience en Cu.
- l'intoxication par le Zn se traduit par:
  - des vomissements, de diarrhées,
  - des troubles respiratoires ,
  - suivis de convulsions puis par une paralysie

#### **5-Utilisation du Cuivre :**

- Le Cu est un métal utilisé en raison de ses propriétés conductrices (électriques et thermiques).
- Il est utilisé en métallurgie pour la fabrication de nombreux alliages, en joaillerie avec l'argent et l'or.
- Il est utilisé dans la fabrication de matériels électriques, dans la plomberie, dans les équipements industriels, dans l'automobile .
- Les dérivés du Cu sont utilisés en tant que catalyseur (fabrication du caoutchouc), en tant que pigment ou colorant, biocide ou agent conservateur du bois

##### **b-Rôle biologique du Cu :**

le Cu est un élément essentiel chez l'homme, impliqué dans de nombreuses voies métaboliques, intervient dans la respiration cellulaire

##### **C-Toxicité par le Cu :**

- La toxicité du cuivre est basée sur ses interactions avec les protéines, enzymes, acides nucléiques et métabolites, de la paroi cellulaire, de la membrane et dans le cytoplasme
- Pour les végétaux, algues et plantes supérieures, le cuivre est nécessaire à leur croissance. Cependant, à de fortes concentrations, le cuivre inhibe la photosynthèse et la division cellulaire

[web.facebook.com/ DomaineSNV/](https://www.facebook.com/DomaineSNV/)

**Domaine SNV : Biologie,Agronomie,Science Alimentaire,Ecologie**

## **6-Le Fer :**

Il ne présente pas de toxicité directe pour les êtres vivants.

- C'est un oligo-élément indispensable à tous les êtres vivants, intervient dans les constitutions des molécules d'hémoglobine, des hématies et des myoglobines des muscles.
- Il joue un rôle important dans les processus d'oxydoréduction cellulaire, comme constituant de systèmes électro actifs dans les pigments respiratoires des vertébrés
- La majorité des intoxications aiguës par le fer résulte d'une ingestion de sels ferreux, soit accidentellement chez les enfants, soit, plus rarement, dans un but suicidaire chez l'adulte.
- Le mécanisme toxique principal du fer réside dans sa capacité à induire la formation de radicaux libres, avec, pour conséquence, une peroxydation lipidique.
- Classiquement, l'intoxication au fer est décrite comme évoluant en cinq phases : troubles digestifs, amélioration clinique transitoire, toxicité systémique avec choc, acidose métabolique, coma, toxicité hépatique avec coagulopathie,

---

## **Cours 3 : Les pesticides**

### **Introduction :**

- L'utilisation des pesticides, bien que nécessaire pour la protection des cultures, se révèle problématique par les pollutions qu'elle génère dans l'environnement et sur les aliments que nous consommons.
- Les réglementations ont évolué afin de protéger le consommateur final des effets des résidus de pesticides en fixant des limites de quantité par g de produit ou par litre de liquide.

### **Les pesticides, qu'est-ce que c'est ?**

- Le terme pesticide, dérivé du mot anglais **pest**, désigne les **substances ou préparations** utilisées pour la **prévention**, le **contrôle** ou l'**élimination d'organismes jugés indésirables**, qu'il s'agisse de plantes, d'animaux, de champignons ou de bactéries. Il s'agit, de substances toxiques

### **Définition :**

- Toute substance **naturelle** ou de **synthèse** capable de **contrôler, repousser ou détruire** des organismes vivants ou de s'opposer à leur développement.
- Produits **phytosanitaires** destinés à un usage **agricole** ou **non agricole** (traitement des parasites dans la maison dans des bois et textiles, soins des animaux, traitement des plantes d'intérieurs, jardins, espaces verts)

### **Formes de pesticides:**

Les pesticides se présentent sous forme :

- De poudre – D'émulsion – De solutions dans différents solvants (kérosène, xylène, fractions de pétrole, éthers de glycol...)

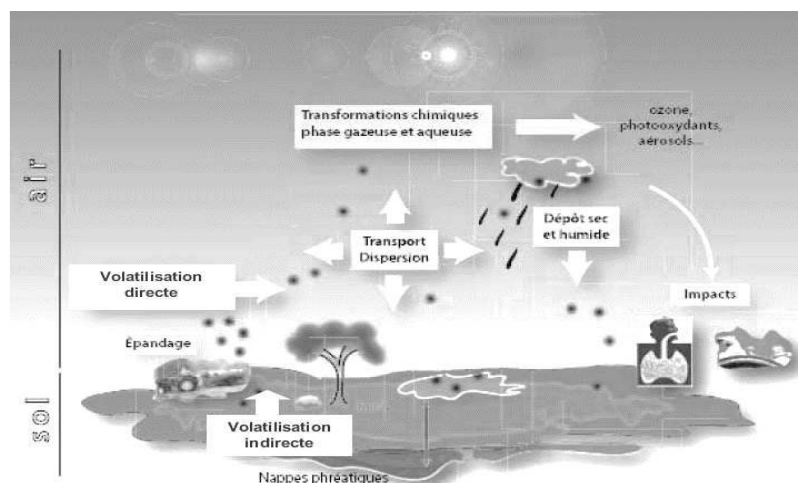
### **Utilisation des pesticides :**

- **Types de pesticides**
  - Insecticides – herbicides - fongicides
- **Utilisations**
  - 90 % en agriculture
  - très forte en viticulture et arboriculture
    - forte en grande culture (céréales, oléagineux, protéagineux) - faible en élevage

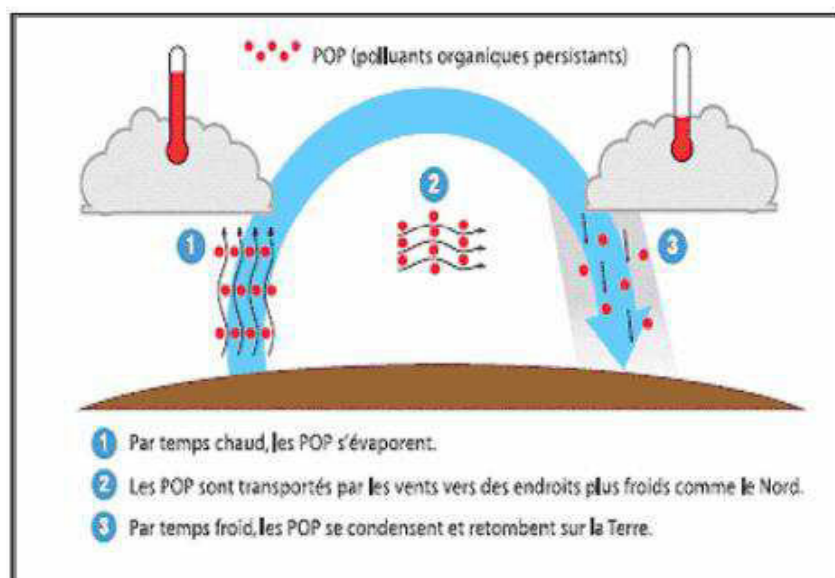
- **Usages typiques de pesticides dans les pays en développement :**

Protection des cultures de grande production	Pulvérisation de pesticides pour lutter contre les moustiques et les vecteurs de maladies	Dosage de pesticides dans les lacs, étangs et lagunes pour lutter contre les vecteurs de maladies
Lutte contre les insectes et les ravageurs de structures dans les maisons	Protection des produits en réserve (semences, aide alimentaire, cultures, etc.)	Moustiquaires de lits aspergées d'insecticide et pulvérisation d'insecticides à effet rémanent dans les maisons.
Traitement des récoltes à exporter par la désinfection du bois d'œuvre.	Lutte contre la pullulation de ravageurs, tels que les sauterelles vertes, les rongeurs, etc.	Lutte contre les tiques en baignant, aspergeant et arrosant le bétail d'insecticides.

**Devenir des pesticides dans l'air :**



**Sources et cheminement des polluants organiques persistants :**





### Classification des pesticides : 5 groupes

1-Insecticides, acaricides, nématocides 2-Fongicides 3-Molluscicides 4-Rodenticides 5-Herbicides

### Sources d'exposition professionnelles aux pesticides :

- Agriculture:
  - ✓ lors de la préparation
  - ✓ l'épandage par pulvérisation
  - ✓ (appareil porté par le travailleur)
  - ✓ ou par voie aérienne (avions).



- Fabrication des pesticides et Formulation des pesticides



- Démonstrateur et représentant chargés de présenter les produits commerciaux aux clients



### La rémanence des pesticides :

#### Facteurs extrinsèques:

- \*Température.
- \*Humidité. \*pH.

#### Facteurs intrinsèques:

- \*Activité microbienne de la biomasse.

### Importance des pesticides :

- Pour la production agricole.
  - Rendement.
  - Economique.
- Pour la santé du consommateur.
  - Typhus.
  - Peste.
  - Malaria.
  - Autres épidémies.

### Liste nominative des POP répartie en 3 catégories :(communaute Internationale)

1. Les substances produites non intentionnellement par des activités humaines :  
Dioxines/Furannes, Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP),  
Hexachlorobenzène (HCB) Hexachlorocyclohexane (HCH) ;
2. Les substances issues de la fabrication et de l'utilisation de produits chimiques : Polychlorobiphényles PCB, HCB ;

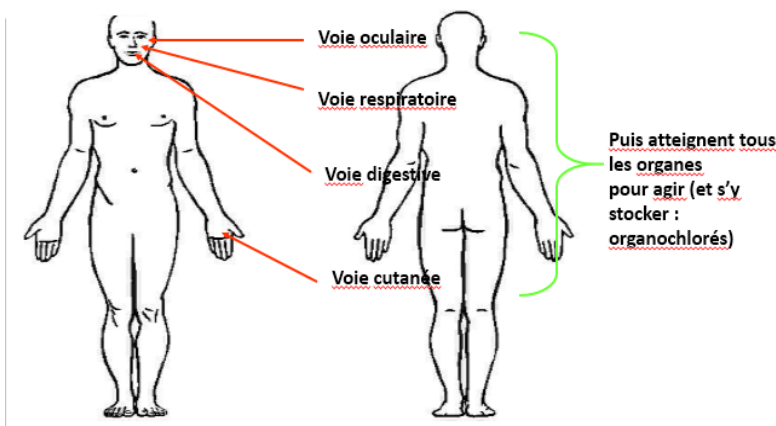


3. Les substances utilisées comme pesticides : HCB, Endrine, Aldrine, Dieldrine, Toxaphène, Mirex, Chlordane, Chlordécone, Heptachlore, Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT), Hexabromobiphényle.

### **Inconvénients des pesticides :**

- Produits toxiques ( poisons )
- Dangers potentiels pour l'homme, les animaux et le milieu naturel
- Danger écologique
- Des troubles de comportement, d'inhibition de la reproduction ou des malformations
- Une forte rémanence des organochlorés, donc une très grande stabilité dans l'environnement
- La plupart des organochlorés est proscrite dans les pays industrialisés, mais largement utilisés dans les pays du tiers-monde

### **Modes de pénétration :**



### **Intoxications par les pesticides :**

- **Intoxications aiguës**  
Accidentelles.  
Intentionnelles.
- **Intoxications chroniques**  
A effet cumulatif.  
Par sommation des effets.  
« Effet cancérigène, mutagène, tératogène »

### **A- Classification selon leur activité biologique**

(fonction de leur utilisation)

- des insecticides, éliminent les insectes
- des herbicides, éliminent les végétaux non désirables
- des fongicides, éliminent les champignons
- les divers (nématocides, rodenticides, taupicides, etc...)

### **B- Classification par famille chimique**

- 1- Composés organiques chlorés (DDT, Lindane, Aldrine, Dieldrine, etc.)
- 2- Composés organiques phosphorés (Parathion, Fenthion)
- 3- Composés organométalliques (Dérivés de l'urée, carbamates, etc.)
- 4- Pyréthrinoides de synthèse, triazine etc....

## Les différentes familles chimiques de pesticides :

Classes de pesticides	Exemples de molécules et d'application	Mode d'action/ effets
<b>Carbamates</b> $\begin{array}{c} \text{R}_1 \\   \\ \text{N}-\text{C}(=\text{O})-\text{X}-\text{R}_3 \\   \\ \text{R}_2 \end{array}$ $\text{X} = \text{O/S}$	Chloroprophame (herbicide) Pommes de terre Aldicarbe (insecticide) Asperge	Insecticides à large spectre. Toxicité par carbamylation de l'Acétylcholinestérase (AChE) <sup>[2]</sup> .
<b>Pyréthrinoides</b> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{C} \quad \text{C} \\   \quad   \quad   \\ \text{R}_1 \quad \text{H} \quad \text{O}-\text{R}_2 \\    \\ \text{O} \end{array}$	Deltaméthrine (insecticide) Betteraves, tomates	Analogues d'un insecticide naturel, le pyrèthre. Pesticides sélectifs, toxicité pour les espèces aquatiques.
<b>Organochlorés</b> $\text{R}-\text{Cl}$	Procyimdone (fongicide) Fruits, légumes Lindane (insecticide) Céréales	Interfèrent avec la fonction de neurotransmetteur de l'acide gamma-aminobutyrique (GABA). Persistants, bioaccumulables : susceptibilité d'être perturbateurs endocriniens et cancérogènes.
<b>Organophosphorés</b>	Dichlorvos (insecticide) Choux, Pois	Non persistants, peu sélectifs, inhibiteurs de l'AChE, toxiques.
<b>Triazines</b> $\begin{array}{c} \text{X} \\   \\ \text{N}=\text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{N} \quad \text{N} \\   \quad   \\ \text{R}_2 \quad \text{R}_1 \end{array}$	Atrazine (herbicide) Maïs	Réduction de l'activité de la tyrosinase.
<b>Phenoxy</b>	Acide 2,4 dichlorophénoxyacétique(herbicide)	Sélectif, susceptible d'être cancérogène.

### 1- Insecticides organochlorés:

#### A- Intoxications aiguës

Signes neurologiques : céphalées, vertiges, tremblements, convulsions

Signes digestifs : nausées, vomissements, diarrhées

Signes respiratoires

#### B- Intoxications chroniques

Signes neurologiques : nausées, céphalées, asthénie, vertiges, tremblements

Signes cutanés : érythème, eczéma de contact Atteintes hématologiques, cancers

### 2- Insecticides organophosphorés:

- Ils ont progressivement remplacé les organochlorés car moins rémanents ... mais beaucoup plus toxiques.
- Intoxications aiguës volontaires ou accidentelles sont très graves (mevinphos par exemple)

### 3- Insecticides organophosphorés Intoxications aiguës

Action toxique liée à l'inhibition des cholinestérases, enzymes présentes au niveau du SNC, muscles, globules rouges et plasma. Leur rôle est de détruire l'acétylcholine, libérée lors de la transmission de l'influx nerveux à l'acétylcholine s'accumule à signes toxiques :

- 1- Nausées, vomissements, diarrhées
- 2- Myosis, bradycardie et hypotension, dyspnée asthmatiforme, paralysie muscles respiratoires
- 3- Tachycardie, hypertension
- 4- Coma convulsif, paralysie des centres respiratoires

### 4-Insecticides organophosphorés Intoxications chroniques

- Neuropathies périphériques (dysfonctionnement musculaire : faiblesse musculaire) possibles touchant les 4 membres,
- Modifications du comportement, mémoire et vigilance

### Carbamates anticholinestérasiques :

Même mode d'action que les organophosphorés mais durée d'action plus brève.

→ Même toxicité mais plus brève

### Fongicides :

- Dérivés de l'acide carbamique
- Dérivés du benzène et du phénol → Toxicité aiguë faible  
A long terme : discuté
- Dérivés des quinones

- Fongicides organomercuriels



Peu utilisés (conservation des semences de céréales)

Très toxiques : 2,5 g provoque la mort

l'intoxication mercurielle est reconnue comme  
maladie professionnelle agricole

### Herbicides :

- **Dérivés des phénols et crésols** : très toxiques
- **Dérivés de l'acide carbamique** : peu toxiques
- **Phytohormones de synthèse** (2-4-5-T, 2-4 D) : peu toxiques et vite éliminés
- **Paraquat** :
  - Intoxications aiguës volontaires ou accidentelles gravissimes
  - Intoxications chroniques possibles par pénétration cutanée.

### Le DDT (DichloroDiphenylTrichloroethane) en était le chef de file :

Insecticide organochloré sont issus de l'industrie du chlore, ce sont pour la plupart des **POPs** (**P**olluants **O**rganiques **P**ersistants). **Très forte liposolubilité.** dont les propriétés insecticides ont été découvertes en **1939** par Paul Hermann Müller a une persistance de plus de **30 ans dans le sol** (**Rémanence très importante**).

## **Cours 4 : LES HYDROCARBURES**

### **Introduction :**

- Les hydrocarbures
  - composés ubiquistes dans le milieu naturel,
  - persistant et toxique,
  - Ils représentent entre 65 et 95 % de la plupart des pétroles bruts.

### **Définition :**

- Les hydrocarbures ou huiles minéralisées selon AFNOR X 31410, regroupent différents produits pétroliers (pétrole brut, pétrole raffinée, kérosène, essences, fuel, lubrification, huiles à moteurs).
- On peut employer aussi le terme d'hydrocarbures paraffiniques

### **Origine :**

- Les hydrocarbures sont les constituants de la plupart des mélanges combustibles, carburants et lubrifiants.
- Leur présence dans le sol contaminée est liée aux industries de raffinage et de transformation, à leur transport, leur stockage et leur distribution.
- On note des pollutions par les sous-produits rejetés (notamment les huiles usagées).

### **Utilisation :**

- Les hydrocarbures présentent une grande importance commerciale : nous les utilisons comme:
  - ✓ carburants,
  - ✓ combustibles,
  - ✓ huiles lubrifiantes,
  - ✓ produits de base en synthèse pétrochimique

### **Composition du pétrole :**

- oxygène, soufre, azote, métaux, dont le Cuivre, le fer, le nickel, et le vanadium
- Autres
  - de 4 à 26-30 Carbones : composent 75% de la masse du pétrole
  - Hydrocarbures
  - Mélange de milliers de molécules organiques gazeuses, liquides et solides.

### **Classification des hydrocarbures :**

- Compte tenu de la tétravalence de l'atome de carbone et de la monovalence de l'atome d'hydrogène, les hydrocarbures se divisent en trois familles :
  - 1- les hydrocarbures aliphatiques,
  - 2- les hydrocarbures naphténiques,
  - 3- les hydrocarbures aromatiques.

#### **1- Les hydrocarbures aliphatiques :**

Ils sont à chaîne ouverte ou acycliques. Suivant la nature des liaisons entre les atomes de carbone, cette série se divise en deux classes :

### a- les hydrocarbures aliphatiques saturés

Appelés aussi *n*-alcane ou hydrocarbures paraffiniques, à formule générale  $C_nH_{2n+2}$  et dont la longueur de la chaîne varie de 5 à 60 atomes de carbone suivant l'origine du pétrole.

Ce sont des molécules à liaisons simples, à chaînes droites uniques, ou à une ou plusieurs ramifications

### b- les hydrocarbures aliphatiques non saturés

- Ce sont des alcanes qui ont au minimum un double ( $C_nH_{2n}$ ) ou une triple liaison ( $C_nH_{2n-2}$ ).
- Ils sont dits oléfiniques ou éthyléniques ou *iso*- et *antéiso*-alcane.
- Ils n'entrent pas dans la composition des pétroles bruts, mais ils peuvent être présents dans les produits raffinés.
- Ils servent à la synthèse des polymères et sont utilisés comme matériel de base dans de nombreuses synthèses chimiques

## 2- Les hydrocarbures naphténiques :

Ils peuvent représenter entre 30 et 50 % des hydrocarbures totaux d'un pétrole brut

Ce sont des composés à chaîne fermée, formant la série cyclique. Ils peuvent être saturés, non saturés ou substitués.

Quelques dérivés polycycliques sont aussi présents et certains d'entre eux, tels les stérane et les terpane sont caractéristiques d'un pétrole brut. Grâce à leur grande résistance aux différents phénomènes de dégradation dans le milieu, ils servent également pour le suivi d'une pollution pétrolière.

## 3- Les hydrocarbures polyaromatiques :

Les HAP sont des molécules composées d'au moins 2 noyaux aromatiques.

Étant hydrophobes, liposolubles et généralement peu volatils, les HAP ont tendance à s'adsorber sur les matrices solides et notamment les matières organiques.

Le nombre de HAP identifiés à ce jour est de l'ordre de 130. Parmi ceux-ci, une liste de 16 composés est généralement considérée des polluants qui ont été retenu comme prioritaires par l'agence environnementale américaine (US-EPA).

- Les HAP, les plus étudiés posent des problèmes environnementaux majeurs du fait de leur toxicité.
- En effet, des études ont montré que certains HAP sont :
  - génotoxiques, mutagènes et cancérogènes

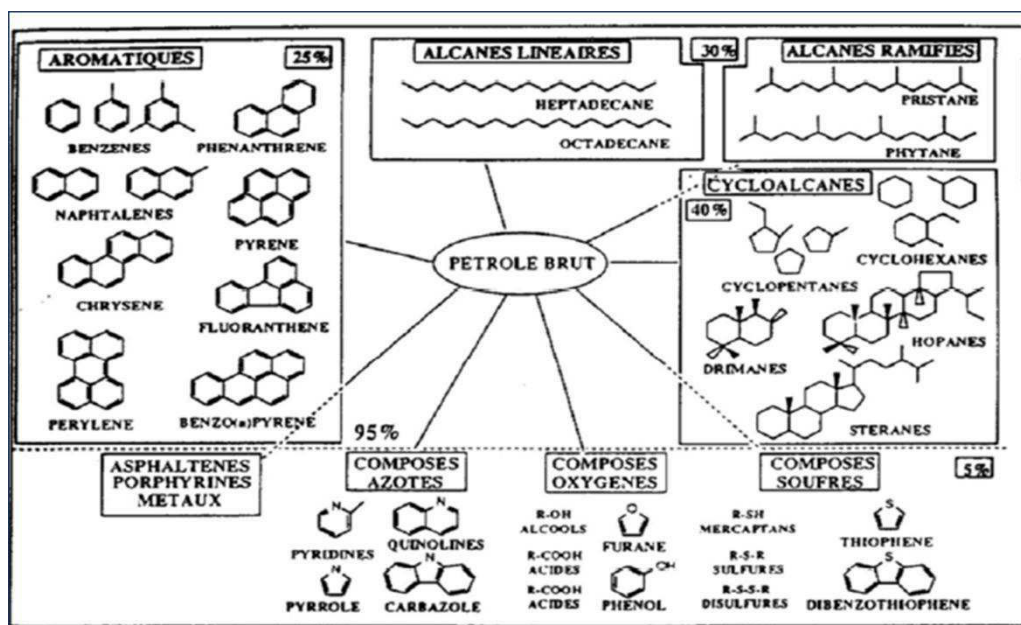


Figure 1 : Ensemble des hydrocarbures présents dans les pétroles bruts

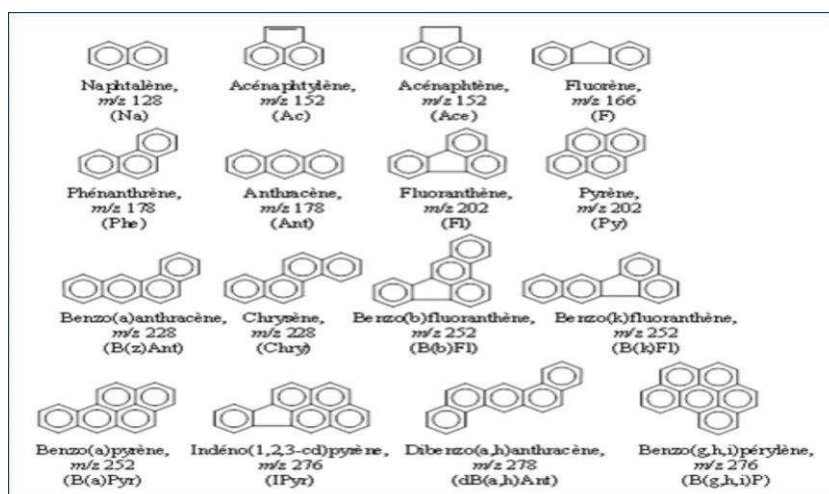


Figure 2 : Structure et nomenclature des HAP.

Les seize HAP prioritaires de la liste de l'EPA.

### Toxicité des hydrocarbures :

- Tous les hydrocarbures ne sont pas toxiques.
- Les hydrocarbures aliphatiques et les naphthènes ont un comportement toxique mais avec un effet moindre que les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).
- Ces (HAP) sont cancérigènes et sont considérés par la directive Cadre sur l'Eau comme « des substances dangereuses prioritaires ».
- Lors de pollutions en eaux continentales, seuls les composés HAP sont susceptibles d'interagir avec l'eau dans l'environnement en raison de leur solubilité, contrairement aux composés aliphatiques et aux naphthènes qui sont insolubles.

- Asphyxiants,

- Attaque :

- du système nerveux central,
- la peau,
- des poumons,
- vessie,
- leucémie....

- Nombreux effets néfastes sur la santé

[web.facebook.com/ DomaineSNV/](https://web.facebook.com/DomaineSNV/)

Domaine SNV : Biologie, Agronomie, Science Alimentaire, Ecologie

## **Cours 5 : Produits Phytosanitaires, Phytopharmaceutiques**

### **INTRODUCTION :**

- Les espaces verts (massifs floraux, arbustifs, terrains sportifs, parcs et jardins...), les voiries, doivent être entretenus aux yeux du public pour des questions d'esthétisme, de sécurité, de bien-être de la population.
- Les produits phytosanitaires (herbicides, insecticides, fongicides...) sont utilisés en zones non agricoles pour limiter la prolifération des herbes, pour lutter contre certains ravageurs ou maladies des plantes.
- L'utilisation de ces produits, quoique répandue, n'est pas sans risque, pour la santé de l'utilisateur et pour l'environnement : ils peuvent être une source importante de pollution des eaux.

### **Engrais et produits phytosanitaires :**

- Lorsque le sol ne contient pas tous les constituants nécessaires au développement des plantes, il est nécessaire de lui apporter des éléments nutritifs sous forme d'engrais.
- Lorsque les plantes sont victimes de parasites, il peut être nécessaire de les traiter par des produits phytosanitaires.

### **Produits phytosanitaires ? :**

- Produit phytosanitaire (de **phyto-** du grec **phuton** « ce qui **pousse** », qui signifie plantes
- et **-sanitaire** du latin **sanitas** « **santé** ») : en général, se dit pour un produit destiné au traitement des végétaux.

### **Définition :**

Les produits phytosanitaires sont des substances, ou des mélanges, de nature chimique ou biologique, ou des préparations formulées de microorganismes (champignons, virus, bactéries, protozoaires ou toute autre entité biotique microscopique autorépliquante), qui sont utilisés en agriculture, en horticulture, en sylviculture, dans les jardins et les zones d'agrément, sur les produits végétaux stockés et les zones non cultivées,

### **Qu'est-ce qu'un produit phytosanitaire ? :**

Les produits phytosanitaires désignent les préparations contenant une ou plusieurs substances actives, ayant pour action de :

- Protéger les végétaux ou produits végétaux contre tout organisme nuisible.
- Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux (régulateur de croissance).
- Assurer la conservation des végétaux.
- Détruire les végétaux ou parties de végétaux indésirables.

**Produit phytosanitaire**

=

**Produit agropharmaceutique,**

**Antiparasitaire ou pesticide.**



## **Historique :**

- Antiquité : apparition probable des premiers pesticides
- IXe-VIIIe av JC : Homère (- 850 av. JC) : soufre comme agent de fumigation
- 100 : Pline l'Ancien (23-79) : arsenic comme insecticide
- 1760 : sulfate de cuivre (Montreuil, lutte contre les pucerons)
- 1763 : Montreuil, lutte contre les pucerons avec jus de tabac
- 1850 : développement des pesticides à base d'arsenic, antimoine
- 1878 : développement de la bouillie Bordelaise (sulfate de cuivre + chaux) traitement des vignes contre le mildiou
- 1930 : premières utilisations de produits de synthèse
- 1930 : apparition des carbamates
- 1940 : organophosphorés
- 1942 : organochlorés (DDT)
- 1945 : généralisations de l'utilisation des produits de synthèse
- 1946 : phénoxyacides ou phytohormones (2,4-D, 2,4,5-T)
- 1945-1965 : utilisation intensive des organochlorés
- 1955 : généralisation de l'utilisation des carbamates
- 1980 : pyréthroïdes...

## **Sur quel type de surface utilise t-on les produits phytosanitaires? :**

- Les espaces verts
- Les voiries
- trottoirs - espaces techniques - chemins, routes...

## **Pour des questions...**

- d'esthétisme : entretien du cadre de vie (parcs, massifs, abords de bâtiments...)
- de sécurité : désherbage des voiries, pour assurer une meilleure visibilité...
- de santé publique : préservation de la salubrité des lieux
- de concurrence des adventices avec les plantes en place...

## **Comment agir ?**

- Il n'est pas simple de dépolluer une eau contaminée par les produits phytosanitaires.
- Des systèmes de traitement existent (charbon actif, membranes...) mais ils sont coûteux.

### **Produit phytosanitaire**

=

**Produit agropharmaceutique, antiparasitaire\* ou pesticide.\***

## **Les principales catégories de produits phytosanitaires :**



Lutte contre les  
mauvaises herbes  
**Herbicide**



Lutte contre  
les champignons  
**Fongicide**



Lutte contre  
les insectes  
**Insecticide**

Et aussi les acaricides (contre les acariens), les rodenticides (contre les rongeurs), les nématicides (contre les nématodes)...



Anti fourmi



Fongicide

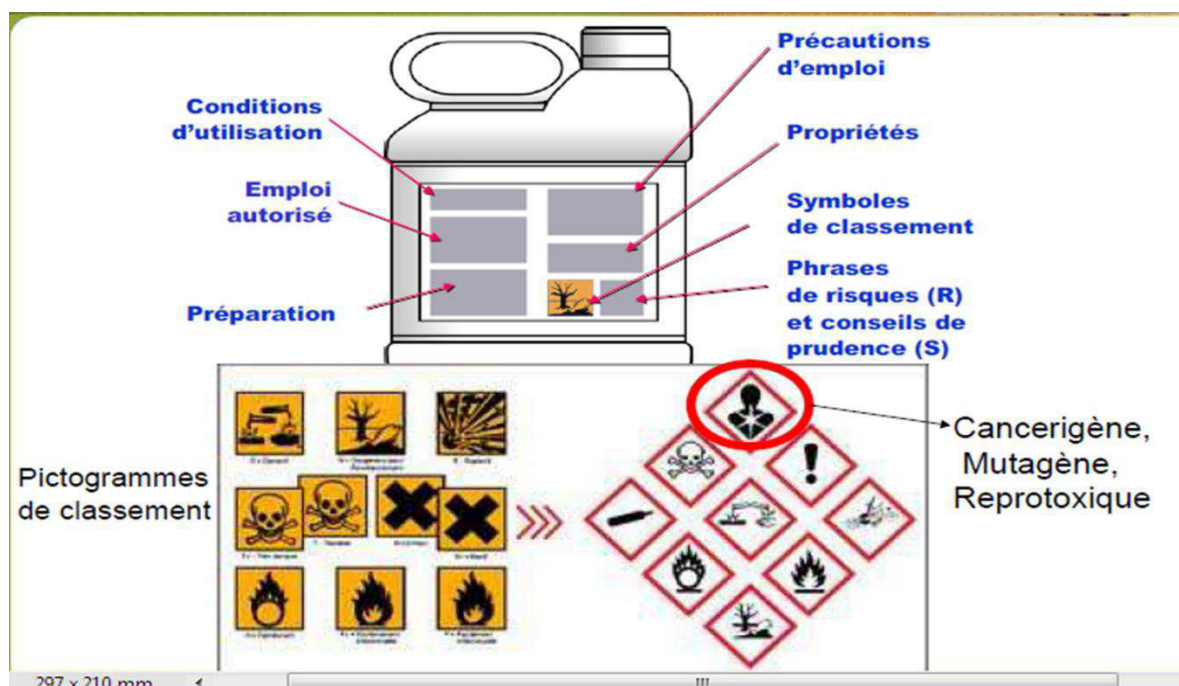


Anti-mousse

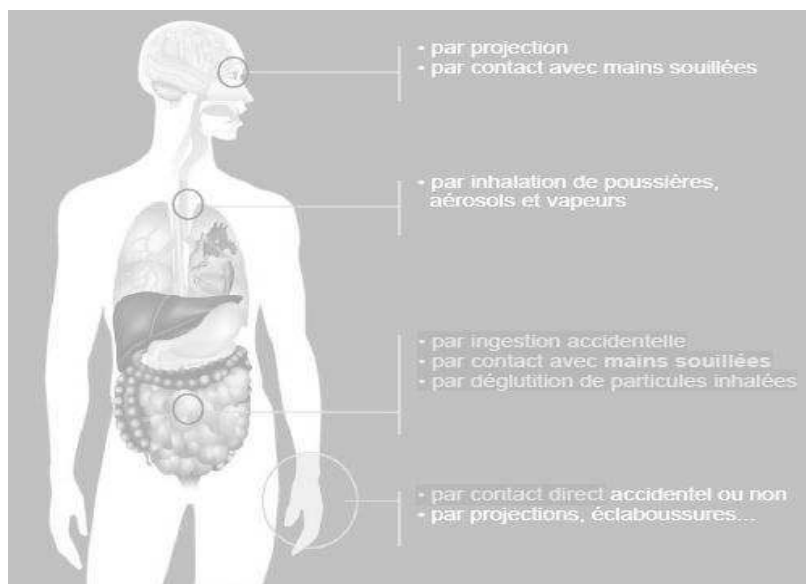
### Composition des produits phytosanitaires :

- La spécialité commerciale est composée :
- d'une ou plusieurs substances actives : molécule qui agit
- d'adjuvants :
  - le support : substance liquide ou solide qui facilite la dilution, la dispersion...et permet l'application de la substance active
  - le tensio-actif : améliore les qualités physico-chimiques de la préparation en assurant une meilleure adhérence sur le végétal
  - le stabilisant : limite la dégradation de la substance active de dénaturants : ils évitent la confusion avec un produit alimentaire ou empêchent l'absorption accidentelle (*colorant, vomitif*).

### Les étiquettes des produits phytosanitaires :



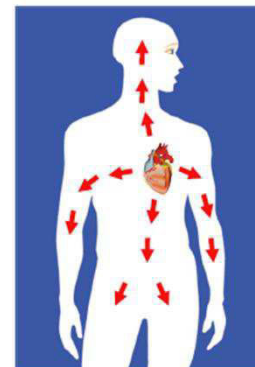
## Quels impacts sur la santé ? :



Quelque soit la voie de pénétration, les produits sont

**transportés par le sang**

**Tous les organes peuvent donc être atteints...et le fœtus aussi**



## Les phytosanitaires sont-ils toxiques ? Pourquoi ? :

Ils sont spécifiquement conçus pour tuer des organismes entrant en compétition avec les plantes cultivées ou nuisant à leur croissance ou à leur reproduction (mousses, champignons, bactéries, végétaux concurrents, insectes, rongeurs, acariens, mollusques, vers, nématodes, virus, etc.).

Ils sont donc nécessairement toxiques pour tout ou partie de l'Environnement, avec un impact plus ou moins étendu et rémanent selon les cas.

Les produits jugés les plus dangereux sont étiquetés comme tels.

## Effets toxicologiques :

- **La toxicité aiguë** se manifeste dès le contact du corps avec le produit. Des symptômes surviennent rapidement : vertiges, nausées, tachycardie, paralysie...

**La toxicité chronique est plus insidieuse.**

- Une intoxication chronique survient après une exposition répétée à de faibles quantités. Les symptômes peuvent se manifester à long terme : mutations génétiques, cancers...

## Les produits phytosanitaires et l'environnement :

- Les produits phytosanitaires sont susceptibles de contaminer :
  - ❖ les eaux superficielles (rivières, étangs...)
  - ❖ et souterraines (nappes phréatiques),
  - ❖ l'air,
  - ❖ l'eau de pluie
  - ❖ et le sol.

## Ces pollutions peuvent être :

- **Ponctuelles**

Liées à un accident lors de la manipulation des produits (chute de bidons), ou des erreurs de pratiques de l'utilisateur (débordement au remplissage du pulvérisateur, vidange du reste de bouillie dans la cour...)

- *Diffuses*

Liées à l'entraînement des produits épandus vers les eaux superficielles ou souterraines, et dont l'origine ne peut être localisée en un point précis.

- La présence de produits phytosanitaires dans les rivières a des conséquences néfastes sur la faune et la flore aquatiques (*disparition d'espèces, modification de l'écosystème...*).
- Leur présence dans les eaux souterraines affecte notre principale ressource en eau potable.
- La norme de potabilité de l'eau destinée à la consommation humaine est fixée
  - à **0,1 µg/L pour une substance active phytosanitaire,**
  - et **0,5 µg/L pour l'ensemble des substances actives détectées.**

---

## Cours 6 : Les produits Radioactifs

### Introduction :

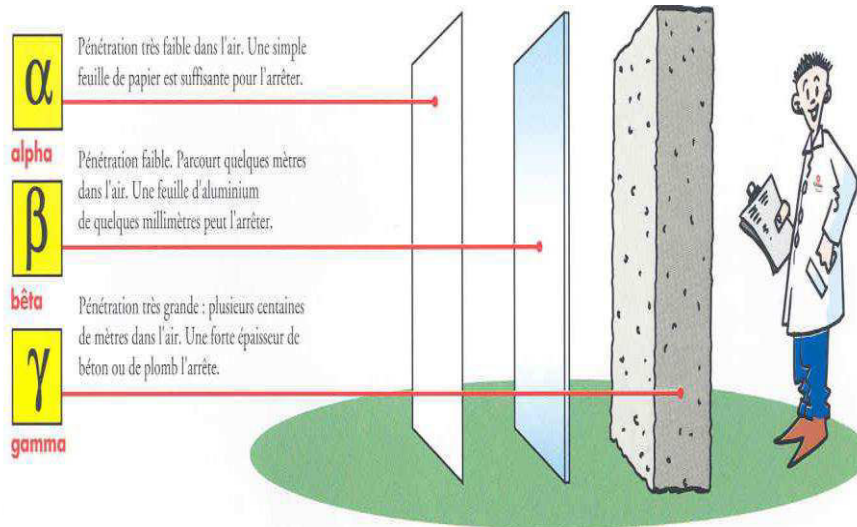
La radioactivité (1)

- Dans la nature, la plupart des noyaux des atomes sont stables.
- Les autres, ont des noyaux instables: ils présentent un excès de particules (protons, neutrons, ou les deux) qui les conduit à se transformer (par désintégration) en d'autres noyaux (stables ou non).
- On dit alors qu'ils sont radioactifs car en se transformant ils émettent des rayonnements dont la nature et les propriétés sont variables ([rayonnements](#)  $\alpha, \beta, \gamma$ )
- Ces atomes radioactifs sont appelés radionucléides ou radioéléments
  - La radioactivité n'a pas été inventée par l'homme. Elle fait partie de l'environnement naturel, aussi bien dans l'écorce terrestre que dans l'air, le corps humain, ou les aliments.
  - Depuis sa découverte par Henri Becquerel, à la fin du 19ème siècle, ses propriétés sont utilisées dans de nombreuses applications industrielles (la conservation des aliments (ionisation), militaires, médicales (diagnostic et traitement des cancers)., de recherche (chimie, biologie (étude des cellules),
  - La prévention devra donc être orientée vers la meilleure maîtrise possible des niveaux d'expositions.

### Définition :

- Toute substance radioactive dont l'activité est telle que son rejet et sa dispersion dans l'environnement ne sont pas autorisés et pour laquelle aucun usage n'est envisagé.
- Les Déchets radioactifs sont constitués d'isotopes qui peuvent être instables et se transmuter spontanément en d'autres atomes avec émission d'énergie et de rayonnements :
  - Les différents types de rayonnements :
    - *Rayonnements Alpha  $\alpha$*
    - *Rayonnements Béta  $\beta$*
    - *Rayonnements Gamma  $\gamma$*
    - *Rayonnements X*
    - *Rayonnements neutroniques*

## Parcours des rayonnements :



## Mesure de la radioactivité :

- Les rayonnements issus de la radioactivité ne sont pas directement perceptibles par nos sens.
- Nous les mesurons par quantification de leurs effets.

## Les unités de mesures de la radioactivité :

Pour quantifier un rayonnement radioactif, il y a plusieurs unités, selon l'angle sous lequel on l'observe.

- Le **Bequerel (Bq)** et le **Curie (Ci =  $37.10^9$  Bq)** indiquent le nombre de désintégrations par seconde, c'est-à-dire le rayonnement émis.
- Le **Gray (Gy)** indique l'énergie absorbée (en joule) par masse de matière traversée (en kg), c'est à dire l'exposition brute.
- Le **Sievert (Sv)** ou **milliSievert (mSv =  $10^{-3}$  Sv)** est la dose efficace, c'est-à-dire l'indicateur de risque prenant en compte la dose reçue, la nature du rayonnement et la sensibilité des cellules atteintes.

## Les différentes sources d'irradiation :

L'homme est soumis en permanence à des RI :

**a/- Origine naturelle** (cosmique (spatial), tellurique, interne): C'est une irradiation permanente à faible débit de dose.

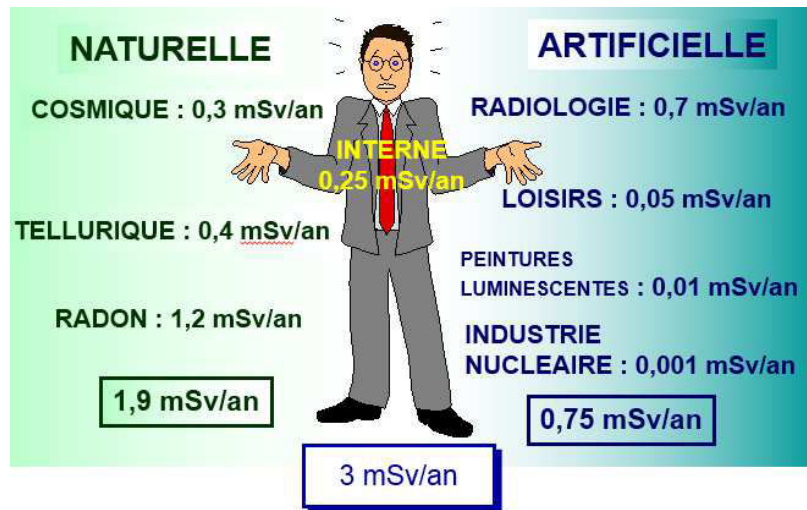
**b/- Origine artificielle** (médicale, industrielle, domestique, explosions nucléaires) Ces irradiations récentes sont dues à des sources créées par l'homme.

- **Irradiation médicale** : Ce sont des irradiations brèves à débits de dose relativement élevés : examens de radiologie, examens de médecine nucléaire, radiothérapie
- **Irradiation industrielles** : Elles sont secondaires à des rejets liquides et gazeux par les centrales nucléaires et les usines de traitement.
- **Explosions nucléaires** : Diffusion dans l'atmosphère de radioéléments à demi-vie longue.
- **Irradiations domestiques** : Montres à cadrans lumineux (radium).

Ecrans de télévisions : émissions de rayons X de faible énergie.



**BILAN DE L'IRRADIATION NATURELLE ET ARTIFICIELLE :**



**1. Evaluer les risques :**

**1- Description des risques**

- La **radioactivité**, tant naturelle qu'artificielle, est due à **l'instabilité des noyaux**, lesquels **émettent** des particules (rayonnements  $\beta$  ou neutrons) ou des **rayonnements électromagnétiques** (rayonnements X ou Y).
- On distingue :
  - les **sources non scellées**,
  - les **sources scellées**,
  - les **générateurs de rayonnements X**
  - **et les accélérateurs de particules**.

**2. Les risques liés à la manipulation de radioéléments en sources non scellées :**

- Les sources non scellées (non enfermées) sont des sources dont la présentation et les conditions normales d'emploi ne permettent pas de prévenir toute dispersion de substances radioactives.
- Selon le radioélément, les utilisateurs sont exposés à deux types d'expositions :
  - l'exposition externe ou irradiation (diffusion),
  - l'exposition interne ou contamination.

La contamination pouvant être :

- cutanée, lorsque le radionucléide est déposé sur la peau,
- incorporée, lorsque le radionucléide a pénétré dans l'organisme par les voies respiratoire, cutanée ou orale.

**3. les risques liés à la manipulation des sources scellées,**

- Les sources scellées sont des sources constituées par des substances radioactives solidement incorporées dans des matières inertes ou scellées dans une enveloppe inactive, présentant une résistance suffisante pour éviter dans des conditions normales d'emploi, toute dispersion de substances radioactives.
- Les utilisateurs sont uniquement soumis à un risque d'irradiation. Il survient lorsque la personne se trouve sur le trajet des rayonnements et cesse dès lors qu'elle en sort. L'émission des rayonnements est continue dans le cas des sources scellées. Pour les générateurs et les accélérateurs de particules, aucune émission de rayonnements n'est obtenue lorsqu'ils sont éteints.

## Rayonnements ionisants 2 types d'effets biologiques :

### Effets obligatoires ou déterministes

- Fortes doses
- Délai d'apparition court
- Effets à seuil
- La gravité croît avec la dose

### Effets aléatoire ou stochastiques

- Faibles doses
- Délai d'apparition long
- Pas de seuil
- Chez les individus atteints les effets sont identiques quelle que soit la dose
- La probabilité d'apparition croît avec la dose

### **EFFETS GÉNÉTIQUES**

Aucune observation objective chez l'homme

### **EFFETS TÉRATOGENES**

Sensibilité particulière 8<sup>ème</sup> à 16<sup>ème</sup> semaine D > 500 mGy .Retards mentaux, malformations cérébrales

## Rayonnements ionisants :

### effets déterministes, exposition partielle

TISSUS	EFFET	SEUIL (Gy)
Testicules	stérilité transitoire	0,15
	Stérilité permanente	3,5 - 6,0
Ovaires	stérilité	2,5 - 6,0
Cristallin	cataracte	5,0
Peau	érythème	3 - 5
	Phlyctènes (brûlure)	20
	Nécroses	50

**Aucune lésion en dessous de 0,5 Sv / an**

## Classification des déchets radioactifs :

Le système de classification des déchets radioactifs ne dépend pas directement de la façon dont sont générés les déchets. Ils sont classés notamment selon les deux critères suivants :

- le niveau de radioactivité, qui conditionne la **dangerosité** des produits ;
- **la durée de leur activité radioactive**, qui peut être calculée à partir de leur période radioactive et qui définit la durée de nuisance.

### Un déchet est dit :

**1- de très faible activité (TFA)**, si son niveau d'activité est inférieure à 100becquerels par gramme (ordre de grandeur de la radioactivité naturelle) ;

**2- de faible activité (FA)**, si ce niveau est compris entre quelques dizaines de becquerels par gramme et quelques centaines de milliers de becquerels par gramme (dont la teneur en radionucléides est suffisamment faible pour ne pas exiger de protection pendant les opérations normales de manutention et de transport) ;



## Prévenir les risques :

### 1 - La dosimétrie

- Le port d'un dosimètre (poitrine, poignet, doigt) permet d'évaluer à posteriori une dose individuelle.
- Il est inopérant dans le cas d'émetteurs de rayonnement  $\beta$  de faible énergie (carbone 14, tritium, soufre 35, ...).
- Pour les personnes pénétrant en zone contrôlée, la dosimétrie doit pouvoir être lue en temps réel (dosimétrie opérationnelle).

### Instrument de mesure du rayonnement ionisant

---

## Cours 7 : LES GAZ POLLUANTS

### Introduction :

- L'air naturel, composé principalement d'azote 78 % et d'oxygène 21 %, est indispensable à la vie

**Tableau 1. Composition de l'air**

Constituants	% en volume	% en masse
azote	78,01	75,53
oxygène	20,95	23,14
argon	0,93	1,28
dioxyde de carbone	0,037	0,052
néon	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$
hélium	$5,24 \cdot 10^{-4}$	$7,24 \cdot 10^{-5}$
méthane	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$9,41 \cdot 10^{-5}$
krypton	$1,14 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$
protoxyde d'azote (N <sub>2</sub> O)	$5 \cdot 10^{-5}$	$7,6 \cdot 10^{-5}$

### La pollution atmosphérique peut résulter :

- 1- soit d'une modification quantitative par la hausse de la concentration dans l'air de certains de ses constituants normaux (CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>),
- 2- soit d'une modification qualitative due à l'introduction de composés étrangers à ce milieu (radioéléments, substances organiques de synthèse par exemple),
- 3- soit encore, et c'est le cas général, d'une combinaison de ces deux phénomènes.

**Tableau 2 : Durée de vie indicative de certaines substances polluantes dans l'atmosphère :**

Substance	Polluants
CH <sub>4</sub>	année
CO	mois
SO <sub>2</sub>	jours à mois
Ozone	qq jours
COVNM	heures à jours
Aérosols 1-10 $\mu\text{m}$	minutes à jours
Aérosols $\leq 1\mu\text{m}$	jours à semaines

## 2 types de polluants :

- Les polluants primaires sont les polluants que l'on trouve à l'endroit de l'émission ( $\text{CO}_2$ ).
- Les polluants secondaires sont des polluants qui ne sont pas émis, mais qui résultent de la transformation physico-chimique des polluants primaires au cours de leur séjour dans l'atmosphère. (Ex : l'ozone résulte de réactions chimiques impliquant notamment les oxydes d'azote et les COV)

## La liste des polluants évoqués dans les problèmes de pollution atmosphérique :

- Les gaz représentent 90% de la masse des polluants atmosphériques
- et les particules les 10% restants.

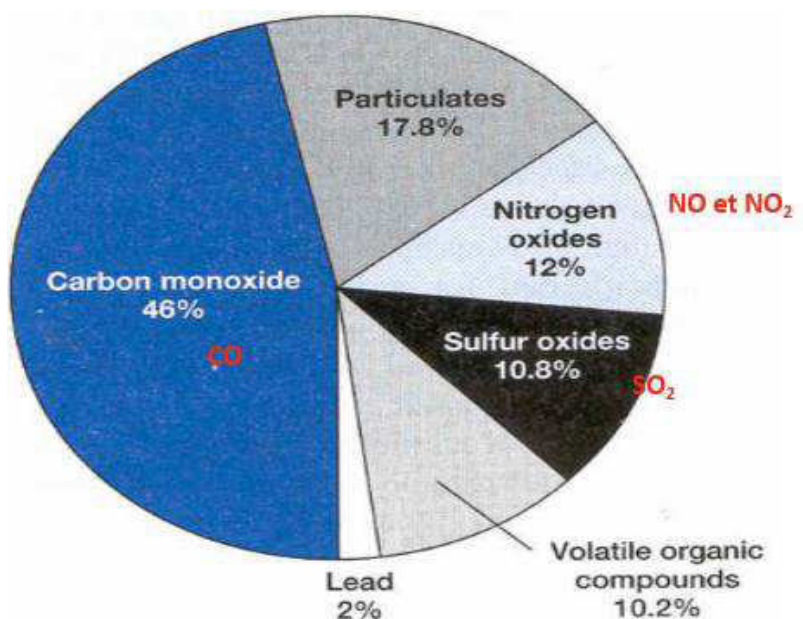
### 1/ Les polluants réglementés :

- Les polluants gazeux :
  - le dioxyde de soufre :  $\text{SO}_2$
  - le monoxyde de carbone :  $\text{CO}$
  - le dioxyde d'azote :  $\text{NO}_2$
  - l'ozone :  $\text{O}_3$
  - le benzène :  $\text{C}_6\text{H}_6$
  - COV (composés organiques volatiles)

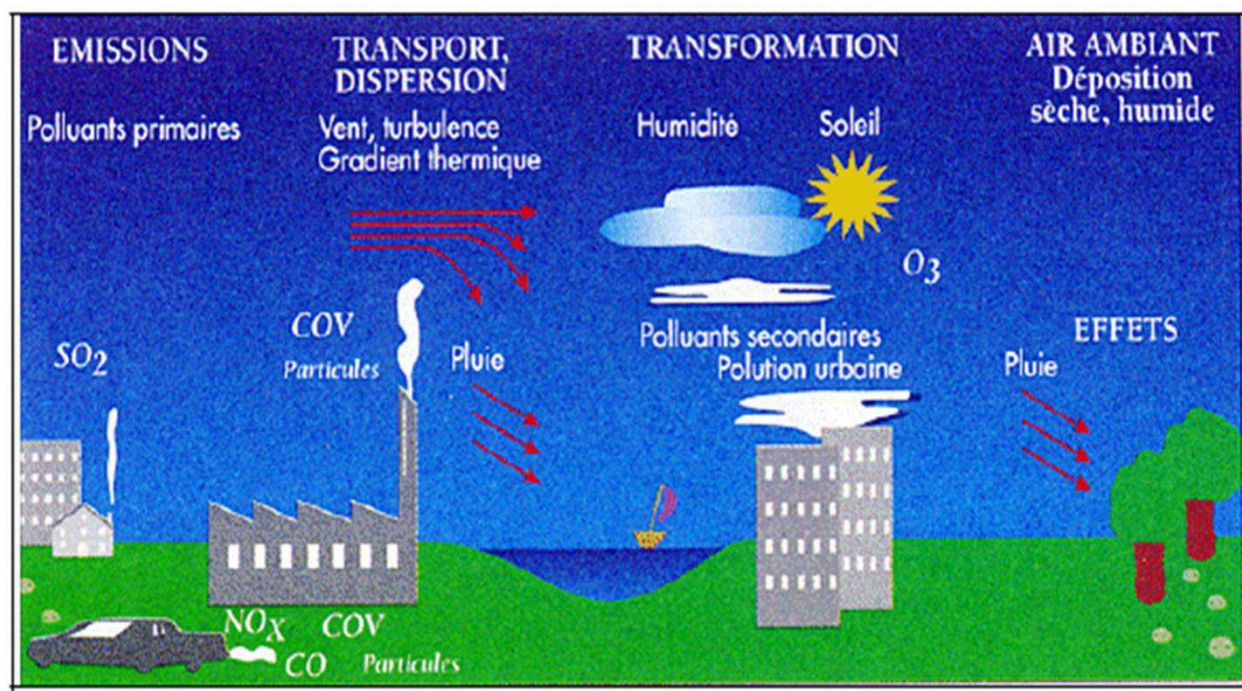
### 2- Les polluants particuliers

- les particules ( $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2,5}$ )
- les hydrocarbures (Benzo(a)pyrène)
- le plomb :  $\text{Pb}$
- le cadmium :  $\text{Cd}$
- l'arsenic :  $\text{As}$
- le nickel :  $\text{Ni}$
- le mercure :  $\text{Hg}$

## Principaux polluants atmosphériques :



## Mecanisme de lapollution atmospherique :



### Qu'est-ce qu'un gaz polluant ?

- Un gaz polluant est une vapeur invisible, une émanation dangereuse pour la santé qui contribue à la dégradation de l'environnement.

### D'où proviennent les gaz polluants ?

Les gaz polluants proviennent :

- des moteurs d'automobiles, de locomotives, d'avions et de bateaux,
- des raffineries de pétrole,
- des usines de ciment, des usines de produits chimiques.

Le principal facteur de diffusion ou de propagation des gaz polluants est le vent.

### Les polluants gazeux (1) :

<b>Monoxyde de carbone (CO)</b>	Il résulte de la combustion incomplète des combustibles et carburants. Dans l'air ambiant, on le rencontre essentiellement à proximité des voies de circulation routière.
<b>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>	Ce gaz provient essentiellement de la combinaison du soufre, contenu dans les combustibles fossiles (charbon, fuel, gazole...), avec l'oxygène de l'air lors de leur combustion. Les industries et les installations de chauffage sont les principaux émetteurs.
<b>Oxyde d'azote (NO, NO<sub>2</sub>)</b>	Ils résultent de la réaction de l'azote et de l'oxygène de l'air qui a lieu à haute température dans les moteurs et les installations de combustion. Les véhicules émettent la majeure partie de cette pollution ; viennent ensuite les installations de chauffage.
<b>Composés organiques volatils (COV) dont benzène</b>	Ils sont multiples ; il s'agit principalement d'hydrocarbures dont l'origine est soit naturelle, soit liée à l'activité humaine : le transport routier, l'utilisation industrielle ou domestique de solvants, l'évaporation des stockages pétroliers et des réservoirs automobiles, et la combustion.

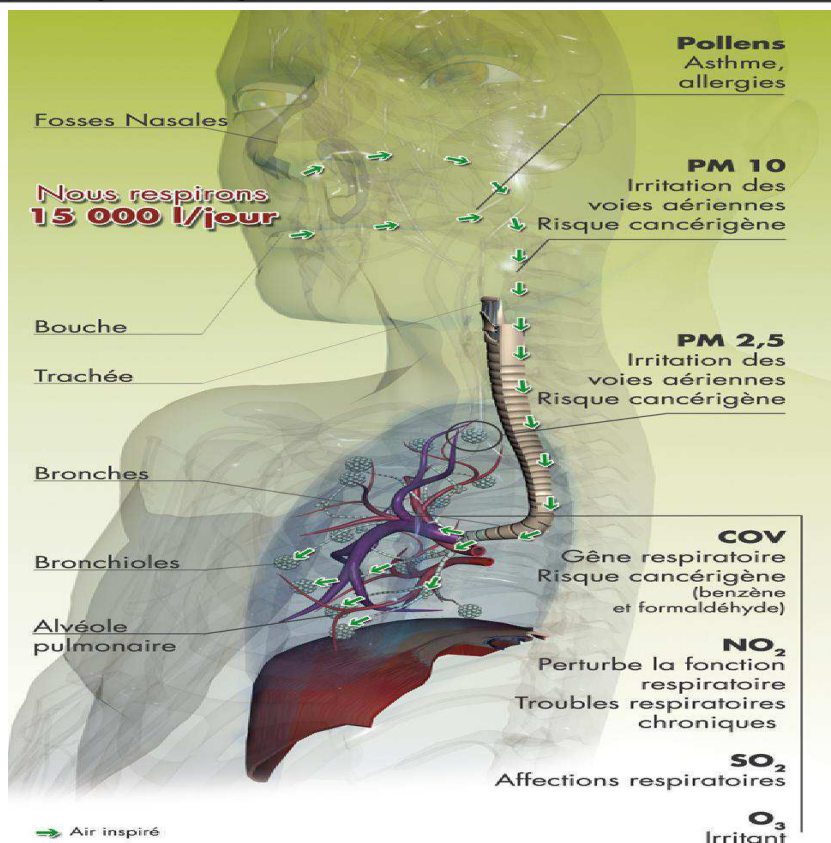


<b>Ozone (O<sub>3</sub>)</b>	Ce gaz est le produit de la réaction photochimique de certains polluants, notamment les oxydes d'azote (NOX) et les composés organiques volatils (COV), sous l'effet des rayonnements solaires. Ce polluant a la particularité de ne pas être émis directement par une source ; c'est un polluant secondaire. On le retrouve principalement en été, en périphérie des agglomérations.
------------------------------	---

### Impact des polluants gazeux sur la sante (1) :

<b>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>	C'est un gaz irritant. Il provoque une altération de la fonction pulmonaire chez les enfants et une exacerbation des symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire...). Les personnes asthmatiques y sont particulièrement sensibles.
<b>Oxyde d'azote (NO, NO<sub>2</sub>)</b>	C'est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires, entraînant une hyperréactivité bronchique chez les patients asthmatiques et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.
<b>Monoxyde de carbone (CO)</b>	Il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur et des vaisseaux sanguins. Le système nerveux central et les organes sensoriels sont les premiers affectés, provoquant des céphalées, vertiges, asthénies ou troubles sensoriels. En cas d'exposition très élevée et prolongée, il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychiques irréversibles.
<b>Composés organiques volatils (COV) dont benzène</b>	Ces molécules ont des effets très divers selon leur famille. De la simple gêne olfactive (odeurs), certains provoquent une irritation (aldéhydes), voire une diminution de la capacité respiratoire. D'autres, comme le benzène, provoquent des effets mutagènes et cancérogènes.
<b>Ozone (O<sub>3</sub>)</b>	Ce gaz, très oxydant, pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Il provoque de la toux et une altération pulmonaire, surtout chez les enfants et les asthmatiques, ainsi que des irritations oculaires.

### Les effets sur la santé d'une mauvaise qualité de l'air



### Conséquences sur les animaux :

- Les gaz polluants affectent les eaux de surface (cours d'eau, fleuves, lacs, etc.) et contaminent :
- les espèces aquatiques (poissons, crocodiles, etc.),
- les animaux domestiques (chiens, chats, etc.),
- les animaux destinés à la consommation (volaille, bétail, etc.),

### Conséquences sur les végétaux :

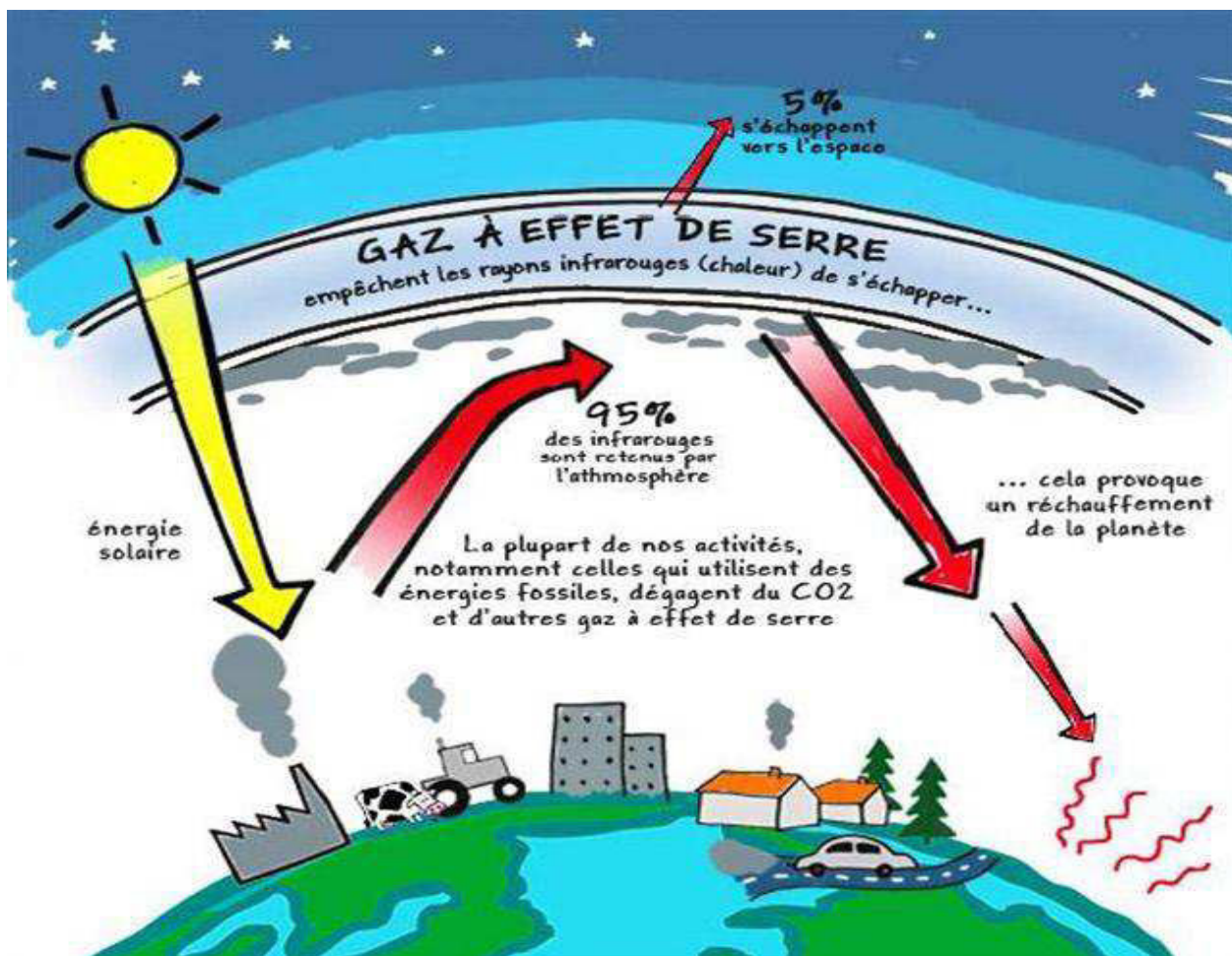
- Les gaz polluant modifient la composition des éléments vitaux des plantes qui sont :
- la lumière,
- les autres gaz,
- le sol,
- l'air,
- l'eau

### Ils modifient aussi les fonctions des plantes, c'est-à-dire :

- la nutrition,
- la croissance,
- la reproduction.

### Conséquences sur les matériaux :

- Les gaz polluants dégradent les matériaux et provoquent :
- l'usure (voitures, murs, meubles, etc.),
- la saleté (toitures, façades des maisons, etc.),
- la corrosion (portes, fenêtres, etc.).



## **Cours 8 : Les ordures ménagers/ les déchets ménagers**

### **Introduction :**

- Acheter, utiliser et jeter, tel est la devise de notre société de consommation !
- Rien d'étonnant alors si les déchets sont partout... ils ne sont rien d'autre que le reflet de notre société de consommation.
- Mais face à ce constat, on peut au quotidien agir facilement pour minimiser notre impact sur ce problème.  
Comment ? En consommant plus malin ! Evitons le suremballage, les produits non recyclables...
- C'est tout bon pour la planète, le climat mais aussi notre portefeuille.
- Les déchets ménagers occupent de plus en plus de volume dans nos poubelles et mettent du temps à se dégrader.
- Leur gestion devient un problème crucial pour préserver l'environnement. Il convient de remplacer les décharges publiques par des systèmes plus écologiques.

### **Définition de déchet**

« Un déchet est tous résidus résultant d'un processus d'extraction, d'exploitation, de transformation, de production, de consommation, d'utilisation, de contrôle ou de filtration, et d'une manière générale, tout objet et matière abandonnés ou que le détenteur doit éliminer pour ne pas porter atteinte à la santé, à la salubrité publique et à l'environnement »

### **Définition d'un déchet ménager**

- Un déchet ménager est un objet usagé, abandonné, réutilisable ou non, qui résulte de l'activité humaine.
- Les déchets ménagers sont un mélange de plusieurs résidus différents. Ils résultent de la vie quotidienne de chaque personne vivant dans une habitation (hors déchets verts).

### **Composition des déchets ménagers**

Ils se composent :

- d'une partie recyclable : verre, carton, papier, etc. ;
- d'une partie non recyclable dite ultime : destinée à l'enfouissement.
- La loi qualifie un déchet d'ultime lorsqu'il ne peut plus être recyclé et doit être stocké pour éviter d'impacter l'environnement.
- cette classification intègre également les ordures des commerçants et des artisans.

### **Typologie des déchets**

**Déchets ménagers :** Issus des activités des ménages ainsi que les déchets analogues provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales ou autres

**Déchets industriels :** Résultant d'une activité industrielle, minière ou artisanale ou similaire

**Déchets médicaux :** Issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif, curatif ou palliatif dans le domaine de la médecine humaine ou vétérinaire, des hôpitaux publics, des cliniques et des cabinets privés, de la recherche scientifique ou de laboratoires d'analyses.

**Déchets agricoles :** Déchets organiques générés directement par des activités agricoles, agro industrielles ou par l'élevage

**Déchets dangereux :** Susceptibles de nuire à la collectivité ou à l'environnement et dont la liste est fixée par voie réglementaire

**Déchets inertes :** Proviennent de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation et qui ne sont pas constitués ou contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances. Ils ne sont pas biodégradables et ne se détériorent pas avec les autres matières avec lesquelles ils entrent en contact.

**Déchets ultimes :** Tous résidus résultant ou non du traitement d'un déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisables ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux.

**Déchets encombrants :** Tous déchets provenant des ménages qui par leur poids, leur dimension ou leur volume ne peuvent être chargés dans les véhicules de collecte avec les déchets ménagers ordinaires et qui doivent faire l'objet d'une collecte spéciale.

**Déchets Biodégradables :** Tous déchets pouvant subir une décomposition biologique naturelle anaérobie ou aérobie, Comme les déchets alimentaires, les déchets de jardins ainsi que le papier et le carton.

**Déchets assimilés aux déchets ménagers :** Tous déchets qui par leur nature, leur composition, leur caractéristique sont similaires aux déchets ménagers provenant des activités économiques, commerciales, artisanales ou des établissements collectifs.

### Caractéristiques des déchets ménagers :

- Forte teneur en humidité : 60 à 70%
- Forte densité : 0,4
- Faible pouvoir calorifique : atteignant 1000 kcal /Kg

### Impacts des déchets :

#### 1- Sur le sol :

- Contamination par les lixiviats
- Pertes en agriculture
- Perte de valeur foncière

#### 2- Sur la qualité des eaux souterraines et de surface :

Les décharges sauvages ont un effet polluant sur les ressources en eau de surface et/ou souterraine.

- La forte teneur en eau des ordures ménagères
- L'action des précipitations

“ Accumulation d'éléments toxiques qui peuvent contaminer la nappe d'eau souterraine par infiltration, et les cours d'eau, par ruissellement des eaux souillées ”

#### 3- Qualité de l'air et cadre de vie :

Les déchets, notamment ceux mis en décharge non contrôlée

- Rejet de biogaz, de germes pathogènes et de nuisances olfactives.
- Risques d'incendies et d'explosions
- Pollution de l'air et une nuisance à la santé humaine

#### 4- La santé :

Risques de maladies d'origine hydrique :

Le choléra, la dysenterie, la typhoïde et de parasitoses intestinales.



## **Les différents types de déchets ménagers :**

Ces déchets peuvent être classés en différentes catégories :

- les ordures ménagères non recyclables,
- les déchets recyclables,
- le verre,
- les déchets encombrants ou dangereux.

Chaque catégorie fait l'objet d'un traitement approprié

## **Les ordures ménagères non recyclables :**

Les déchets ménagers non recyclables sont composés essentiellement de :

- déchets alimentaires (restes de repas, épluchures, etc.),
- papiers ou emballages gras, souillés ou non recyclables (barquettes en plastique, sacs plastique, suremballages, polystyrène, etc.),
- déchets provenant du nettoyage des habitations (balayures, lingettes, etc.).
- Ces déchets, une fois collectés, sont acheminés vers deux centres de valorisation thermique (usines d'incinération).
- L'incinération des ordures ménagères permet la production d'électricité et de chaleur.
- C'est la valorisation énergétique des déchets.

## **Les déchets ménagers recyclables :**

Les déchets acceptés :

- bouteilles et flacons en plastique, (tous les autres plastiques vont dans le bac gris),
- emballages en carton, briques alimentaires,
- emballages métalliques (canettes, boîtes de conserve, aérosols, etc.),
- journaux, magazines, papiers propres non froissés et non déchirés.

Les déchets recyclables sont à déposer en vrac (sans sac plastique) dans le bac vert. En cas de doute, jetez dans la poubelle grise.

- Ces déchets sont acheminés vers quatre centres de tri.
- Ils sont alors triés par matière puis envoyés vers des usines de recyclage spécifiques.
- Ils seront alors transformés en de nouveaux objets de la vie quotidienne.

## **La gestion des déchets :**

La gestion des déchets consiste en toute opération relative

- à la collecte,
- au tri,
- au transport,
- au stockage,
- à la valorisation
- et à l'élimination des déchets,
- y compris le contrôle de ces opérations.

Domaine SNV : Biologie, Agronomie, Science Alimentaire, Ecologie

[web.facebook.com/ DomaineSNV/](https://www.facebook.com/DomaineSNV/)