

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

I. Typologie des déchets

1) Classifications selon leurs natures

A) Déchets solides : Ils sont constitués par des **débris combustibles** et **non combustibles** tels que les papiers, cartons, bois, paille, briques, pierres, restes de cuisine, hôpitaux et autres. **B) Déchets liquides** : les eaux usées ménagères, industrielles et agricoles, ...

C) Déchets gazeux : il y a présence de la fumée, poussière, gaz à effet de serre ...

2) Classification selon la dangerosité

A) Les déchets dangereux : Les déchets sont considérés comme **dangereux** s'ils présentent une ou plusieurs des propriétés suivantes : **Explosif, inflammable, irritant, nocif, toxique, cancérigène, corrosif, infectieux, toxique pour la reproduction, mutagène, écotoxique pour la santé humaine et l'environnement.**

B) Les déchets non dangereux : sont les déchets qui ne présentent **aucune des caractéristiques** relatives **des déchets dangereux (toxique, explosif, corrosif, ...)**. Ce sont des déchets banals (habituels) des entreprises, commerçants, et artisans (papiers, cartons, bois, textiles, ...) et les déchets ménagers.

C) Les déchets inertes : Sont **des solides minéraux** qui ne subissent aucune transformation physique, chimique ou biologique importante. Ils ne se **décomposent pas, ne brûlent pas** et ne produisent **aucune** autre **réaction physique ou chimique** avec l'environnement.

Ils **ne sont pas biodégradables** et ne se décomposent pas au contact d'autres matières. Ex. Les déchets **de graviers**, les **débris de pierres**, les déchets de **sable** ou encore **d'argiles**, Pavés, gravats, carrelage. Ils proviennent des chantiers du bâtiment et travaux publics, mais aussi des mines et des carrières.

D) Les déchets toxiques en petites quantités : Ce sont des **déchets dangereux** produits **en petites quantités** par les **ménages**, les **commerçants** (Garage, coiffeurs, laboratoires de photos, imprimeries, laboratoires de recherches...). Il peut s'agir de déchets banals souillés (chiffons, cartons,...), piles, résidus de peinture, médicaments périmés... etc.

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

E) **Les déchets ultimes** : Un **déchet ultime**, à caractère polluant ou dangereux et **nécessite un traitement spécial**.

f) **Déchets radioactifs.**

3) Classification des déchets en fonction de l'activité initiale du déchet

a- **Les déchets ménagers et assimilés** : sont des déchets **produits** par les ménages, les commerçants, les artisans, et même les entreprises et industries quand ils **ne présentent pas de caractère dangereux ou polluant**. Papiers, cartons, bois, verre, textiles, emballages plastiques, des métaux, et des composites (bois, cuir, caoutchouc), cendre, déchets de nettoyage, débris de vaisselle. **b)**

Déchets industriels :

→ **b.1) Déchets indust. inertes** : Déchets minéraux provenant **des activités d'extraction** (produits des gisements et mines)

→ **b.2) Déchets indust. banales (DIB)** : Assimilables aux ordures ménagères (M.O, paquets, carton, plastiques, verres, emballages...)

→ **b.3) Déchets indust. spéciaux (DIS)** : nécessitent des **précautions particulières de leurs élimination** à **cause** de certaine **matière toxiques** potentiellement dangereuses pour le milieu naturel.

→ **b.4) Déchets dangereux ou toxiques** : (Peintures et vernis, colorants, déchets de laboratoire)

c) Les déchets hospitaliers : Les déchets issus des hôpitaux et établissements de soins, laboratoires et les centres de recherches, morgues et les centres d'autopsie, banques de sang et les services de collecte de sang et aussi **Déchets toxiques en quantité dispersée (DTQD)** : déchets à mercure, anciens médicaments...

d) Les déchets agricoles : Les déchets issus de l'activité agricole sont **essentiellement de déchets organiques**.

***** Déchets liés à l'exploitation : Déjection d'élevage (fumiers, et fientes)**, déchets de culture et d'exploitation des forêts, **résidus** des restes de production.

***** Déchets industriels agroalimentaires** : **Rejets des déchets de triage des industries, déchets des laboratoires**, les déchets de **conserveries** (unité de transformations), refus de laitiers, fromageries...

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

- e) Déchets phytosanitaires : les emballages vides et produits herbicides, insecticides et fongicides**
- f) Déchets des laboratoires : enseignement, industries et monde médicale solvant des acides et des bases**
- g) Déchets des ateliers : Solvants, acides, bases, peinture, bain photographique**
- h) Déchets encombrants : Appareil ménagers (cuisinières, réfrigérateurs, TV, emballages de grandes tailles...)**
- i) Déchets de jardinage**
- j) Déchets de travaux et de bricolage, Déblais (débaras), bois traité, Déchets métalliques, plastique... etc.)**
- k) Déchets liés à l'automobile : Pièces et produits usagés, véhicules hors usage**
- l) Déchets de Nettoyement : sont issus de l'entretien du domaine public : marchés, Parc, espaces vert, foire...**
- m) Déchets de l'assainissement : sont issus de curage (lessivage) et traitement des eaux usées collectés.**

4) Classification selon le mode de traitement des déchets

- a- Les déchets biodégradables ou décomposables : Comme les résidus verts, boues d'épuration des eaux, restes alimentaires...,**
- b- Les déchets recyclables : Comme le verre, métaux, matières plastiques. Ces déchets peuvent être réutilisés directement dans d'autres domaines ou recyclés.**
- c- Les déchets spéciaux et déchets industriels spéciaux : Dont font partie les déchets toxiques, les déchets radioactifs et déchets nucléaires qui doivent faire l'objet d'un traitement tout à fait particulier en raison de leur nocivité particulière liée à la radioactivité.**

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

5) NOMENCLATURE DES DECHETS

**** A quoi sert la nomenclature des déchets ?**

La nomenclature des déchets **est une classification** qui sert à désigner les déchets afin que les différents partenaires concernés par l'élimination des déchets **parlent un langage commun.**

5.1. Décret exécutif n° 06-104 du 29 Moharram 1427 / 28 février 2006 Fixant la nomenclature des déchets y compris les déchets spéciaux dangereux.

Décète :

A. L'attribution d'un numéro de code structuré comme suit:

**** 1^{er} chiffre ==⊙ la catégorie qui retrace le secteur d'activité,**

**** 2^{ème} chiffre ==⊙ la section qui retrace l'origine ou la nature du déchet appartenant à la catégorie,**

**** 3^{ème} chiffre ==⊙ la rubrique qui retrace la désignation du déchet.**

B. L'identification de la classe des déchets

**** déchets Ménagers et assimilés (MA)**

**** déchets Inertes (I)**

**** déchets Spéciaux (S)**

**** déchets Spéciaux et Dangereux (DS)**

C. L'indication de la dangerosité du déchet spécial dangereux concerné selon les critère fixé à l'Annexe I du présent décret (Explosible, Comburante. Inflammable ...)

5.2) A qui est destinée la nomenclature des déchets ?

La nomenclature doit être utilisée par toute personne physique ou de droit moral qui est concernée par l'élimination des déchets, à savoir :

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

- l'administration ;
 - les établissements publics ;
 - les collectivités locales (wilaya, commune) ;
 - les entreprises qui produisent, importent, exportent des installations d'incinération, de coïncinération, de traitement physico-chimique ou biologique, collectent, transportent, se livrent à des opérations de courtage ou de négoce de déchets.
-

1) ÉTYMOLOGIE DU CONCEPT DECHET

- ⑨ Le terme déchet vient du verbe «**déchoir**» *qui traduit la diminution de la valeur d'un bien, d'une matière ou d'un objet jusqu'au point où il devient inutilisable en un lieu et en moment donné.*

2) Synonymes DECHET : Rognure, copeau, chute, scorie (casse), le reste, loupé de fabrication, rejet, résidu, effluent, détritrus, immondices (vidange), sous-produit, co-produit, produit annexe, produit hors-usage, matière première secondaire, etc.

***** Exemples de sous-produits**

Fabrication industrielle de l'acide phosphorique par attaque acide des apatites (phosphates de calcium) conduit à un sous-produit qui est le *phosphogypse (CaSO4 2H2O)* :

*Apatite + H2SO4 ==⑨ **Acide phosphorique + CaSO4 2H2O**

(Phosphate de calcium naturel), **Produit recherché + Sous-produit**

*La fabrication **de la fonte** donne comme sous-produit ou co-produit le **laitier ou scorie** (silicoaluminat) de haut-fourneau.

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

3) DEFINITIONS DU CONCEPT DECHET

Concept juridique : L'article 3 de la loi 01/19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets définit le déchet comme suit :

"tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou, plus généralement, tout objet, bien meuble dont le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer".

4) ORIGINE DE LA PRODUCTION DES DECHETS

La production des déchets est évidente pour les raisons suivantes :

a. Biologique : Les déchets d'origine biologique sont définis par le fait que tout cycle de vie produit des métabolites (matière fécale, cadavre...).

b. Chimique : Toute réaction chimique est régie par les principes de la conservation de la matière et dès lors si l'on veut obtenir un produit C à partir des produits A et B par la réaction



c. Technologique : Les outils et procédés de production, sont accompagnés inévitablement des rejets =☉ tels que chutes, solvants usés, emballage, etc.

d. Économique : La durabilité des produits, des objets et des machines a forcément une limite qui les conduits, un jour ou l'autre à leur élimination ou leur remplacement.

e. Écologique : Les activités de dépollution (eau, air, déchets) génèrent inévitablement d'autres déchets qui nécessiteront eux aussi une gestion spécifique, ... et ainsi de suite.

f. Accidentelle : Les inévitables dysfonctionnements des systèmes de production et les panes irréparables sont à l'origine des déchets.

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

5) RUDOLOGIE OU SCIENCE DES DECHETS

☉ **Rudologie** (du latin *rudus, ruderis*: décombres (débris) ; terme introduit en 1985) : La **rudologie est** une science qui étudie les déchets, leur gestion et leur élimination.

La rudologie ou science des résidus est née en **1884** lorsque **Eugène-René POUBELLE** décréta que ☉ Les Parisiens ne jetteraient plus leurs ordures par les fenêtres.

***** 1884 : invention de la poubelle =☉ Eugène POUBELLE (1831-1907)** Préfet de la Seine (Paris) qui, par arrêté du 16 janvier 1884, **imposa aux Parisiens, l'usage de la boîte à ordures**. Cette boîte à ordures **en tôle galvanisée** a pris le nom de **poubelle** et l'a conservé lorsque le plastique a remplacé la tôle.



☉ Le **rudologue =☉ spécialiste de la gestion des déchets industriels ou ménagers et de la prévention des pollutions de l'environnement, il travaille généralement pour les organismes publics et parapublics.**

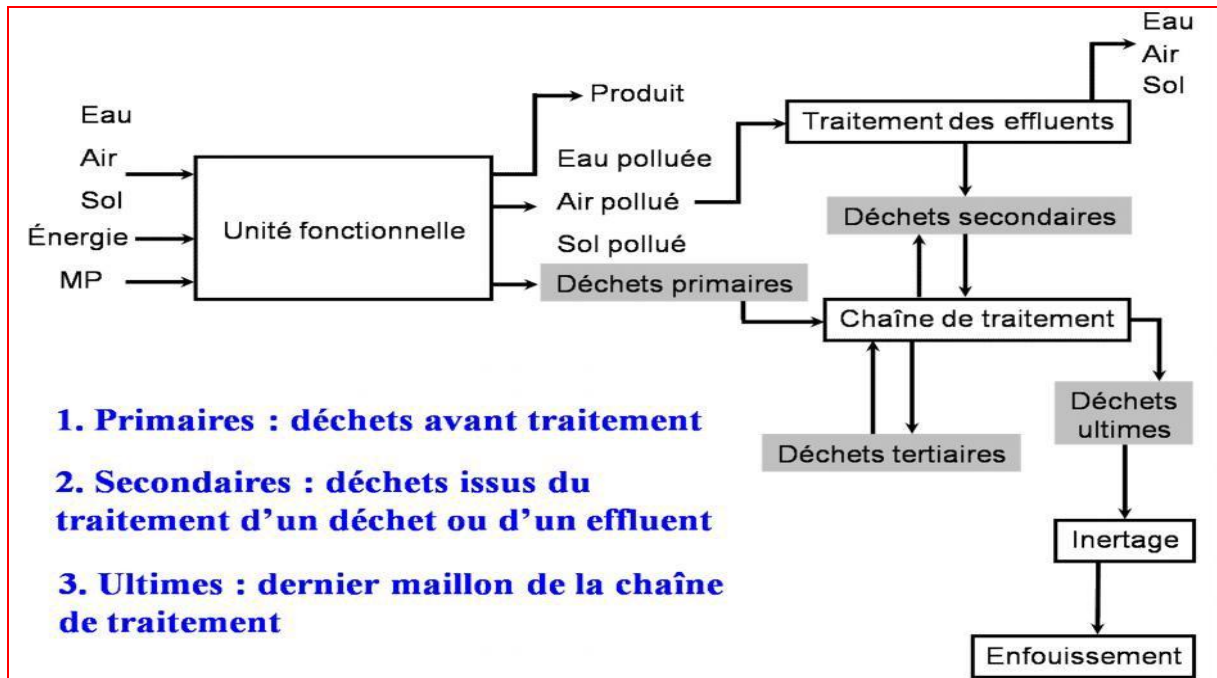
☉ Il analyse la production des déchets et les nuisances qu'ils génèrent, pour proposer des solutions de traitement des déchets.

6) CYCLE DE VIE D'UN DECHET : Ce déchet est, selon les cas, **trié, vendu, donné ou collecté, retrié, réparé ou rechargé ou encore transformé.**

=☉ Selon Debray (1997), le cycle de vie d'un déchet peut être présenté comme suit

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D



7) Qu'est ce qu'un déchet ultime ?

⊙ un déchet est *ultime*, résultant ou non du traitement d'un déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité ou valorisable dans les conditions techniques et économiques à cause de son caractère polluant ou dangereux.

8) Procédé d'inertage d'un déchet ultime

A. Solidification : Transformer le déchet en une forme stable et durable possédant certaines propriétés physiques, qui permettent de le stocker, de le mettre en décharge ou de l'utiliser.

B) Stabilisation

⊙ Fixer chimiquement ou physiquement les contaminants du déchet en diminuant leur mobilité (tend vers 0) pour éviter leur dispersion et donc le risque qu'ils contaminent l'environnement par de nombreux mécanismes :

- Absorption ou adsorption physique.
- Précipitation.
- Hydratation.

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

- Hydrolyse alcaline.
- Échange ionique.

C. Principe du procédé d'inertage d'un déchet ultime :

**Inertage =
Solidification mécanique
+
Stabilisation chimique**



Eviter le retour des contaminants vers la nature (Immobiliser)

D) Organigramme représentatif des différents procédés d'inertage d'un déchet ultime.

Fixation minérale (ciment, argile,	Vitrification organique	Encapsulage chaux, silicates ...)
** Voie la plus idéale	Très chère	On enrobe le polluant ** Thermoplastique répandue,
** et	génère	** Macro** Les déchets -encapsulage
Thermodurcissable	UN SOUS	précompactés ou liés, sont : Le système urée-
produit	enrobés par une couche de formaldéhyde (UF)	matériaux inertes
est le plus utilisé et	(fumée)	**Les matériaux d'enrobage
Aminoplaste : Urée	chimiquement stable, très adhérents aux déchets et formol	très résistants à la
		biodégradation

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

9. CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES DES DECHETS

Le choix d'une *filière de traitement d'un déchet ou d'un sous-produit nécessite la bonne* connaissance de **ses caractéristiques analytiques, pour** aboutir aux résultats souhaités :

- **valorisation du déchet ;**
- **et/ou rejet éco-compatible d'effluents dépollués ;**
- **et/ou stockage d'un déchet ultime.**

Les différentes données suivantes sont nécessaires à la bonne connaissance **d'un déchet ou d'un sous-produit** :

(a) Composition (pour tout déchet) :

- **Composition chimique élémentaire (Métaux, C, H, N, P, S, Cl...) et moléculaire** (Benzène, phénols, protéines, sucres... ; sels minéraux, oxydes, polymères...).
- **Composition minéralogique (nature des minéraux constitutifs) dans le cas des déchets solides.**
- **Nature des différentes phases constituant un déchet polyphasique** (gaz résiduaire, mélanges liquide-liquide, liquide-solide, solide-solide) et composition chimique de ces phases.

(b) Propriétés physico-chimiques :

- **Pouvoir calorifique inférieur (PCI) correspondant à la chaleur dégagée par la combustion** d'une unité de masse de déchet (ou enthalpie de combustion), **l'eau** étant formée à l'état de **vapeur**.
- **Pouvoir calorifique supérieur (PCS) : idem, mais l'eau formée à l'état liquide.**

****** Les pouvoirs calorifiques** d'un produit de composition chimique donnée sont obtenus par le calcul à partir des enthalpies standards de formation de ce produit, de CO₂ et de H₂O

Le **PCI est déterminé à partir du PCS mesuré par combustion en bombe calorimétrique**. On a alors (Equation 1) :

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

$$PCI = PCS - 25.1[(9\%H (1 - (\text{eau}\% / 100) + \text{eau}\%)]$$

où PCI et PCS sont en kJ/kg, H% est le pourcentage massique d'hydrogène contenu dans le déchet et Eau% sa teneur en eau (% en masse). □ Inflammabilité, capacité thermique

- Points de fusion et d'ébullition.
- Solubilité, viscosité, conductivité, propriétés rhéologiques.
- pH, DCO, DBO5, MES (cas des effluents ou déchets liquides).

(c) Propriétés physico-mécaniques, minéralogiques et structurales (pour tous les déchets solides)

- État physique : solide, liquide, pâteux, gazeux, mélange de phases.
- Masse volumique.
- Granulométrie, finesse, porosité, surface spécifique.
- État structural (amorphe (souple), vitreux, cristallisé).
- Indice de plasticité, qualité de compactage, teneur optimale en eau.
- Propriétés mécaniques (dureté, broyabilité, résistances mécaniques).

(d) Propriétés spécifiques

- Taux de cendres, rapport C/N, couleur, biodégradabilité...
- Toxicité pour les êtres vivants (cyanures, phénols, chromates, chlore, soufre, H₂S, CO, sels de métaux lourds : Pb, Cd, Hg, Cu,...)
- Réactivité chimique et agressivité.
- Comportement en lixiviation (Comment ils peuvent être emportés par le milieu environnant les déchets une fois solidifiés ?).
- Pouvoir fertilisant.
- Évolution dans le temps.

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

- Facteur qualité (pureté du déchet) et contenu énergétique.
- Radioactivité

**** Période (cas des déchets radioactifs) :**

Exemples : Iode 131 : 8j ; Cobalt 60 : 5 ans ; Radium 226 : 1260 ans ; Plutonium 239 : 24.103 ans ; Uranium 238: 4,5.109 ans.

**** Nature du rayonnement émis (Alpha, Béta, Gama).**

IV) Quelques formes de pollution causée par les déchets.

IV.1)

1) La pollution organique

A) Elle est la : principale pollution **des milieux aquatiques causée par les déchets** organiques biodégradables. Elle provient **des déchets domestiques** (ordures ménagères, excréments), agricoles (fumiers) **ou industriels** (papeterie, tanneries, abattoirs, laiteries, huileries, sucreries...). **Ces résidus organique** inclut des composés naturels comme **les hydrates de carbone et les protéines** Et certains **déchets industriels**.

Certaines substances organiques sont facilement **biodégradables = ☉** et peuvent donc être **décomposées** et/ou éliminées grâce aux **capacités naturelles d'auto-épuration** des milieux aquatiques.

Mais, lorsqu'elles sont en excès, leur décomposition peut entraîner **l'asphyxie de la faune aquatique**.

B) **La pollution organique** engendre **une diminution** de la teneur en **oxygène dissous**, due à la **décomposition de la M.O par les bactéries == ☉** **Souffrance des organismes aquatiques**.

L'oxygène dissous étant consommé, **il ne reste place** que pour la **dégradation anaérobie**, qui **libère des gaz toxiques et nauséabonds**.

Ce sont **les poissons** qui souffrent le plus du manque d'**oxygène**, **les invertébrés étant moins** affectés, et les **bactéries encore moins**.

En cas de forte pollution, **la vie végétale aussi tend à disparaître**.

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

Le caractère biodégradable d'une substance organique dépend **de sa structure moléculaire**. Les **sucre simples** sont **facilement** dégradés. Les sucres comme **la cellulose** et la **lignine**, aux **molécules** plus complexes, ou encore **les acides humiques**, peuvent **persister longtemps** dans les hydrosystèmes.

C) Les déchets des hydrocarbures, comme le pétrole, et sont des composés organiques **biodégradables**. Ils peuvent avoir des **effets toxiques** importants sur la vie aquatique et continentale.

Certains résidus contiennent des substances polluantes comme **Polychlorobiphényles (BPC)** et **les organochlorés** (comme les DDT) = **⊖ se dégradent très lentement**, elle sont très toxiques à long terme. **Les PCB** (Polychlorobiphényles), sont également **des polluants organiques très persistants**. «Ils ont été utilisés dès les années 1930 par de nombreuses industries (les isolants électrotechnique, réfrigérants, peintures, matières plastiques...)». Ils sont Liposolubles, ils peuvent **s'accumuler dans les graisses** des organismes vivants. ***** Leur production a même cessé en France depuis 1987.

2) La pollution microbiologique est une autre forme de pollution.

Les déchets organiques, en particulier les excréments, contiennent des germes **pathogènes** (virus, bactéries ou parasites) == **⊖ peuvent provoquer** des maladies aussi graves que le choléra, la typhoïde, la dysenterie (diarrhée)...

Ils ont été jadis responsables d'épidémies dramatiques dans nos pays.

Aujourd'hui, **cette pollution des eaux continentales** a fortement diminué dans les pays industrialisés grâce à la mise en service **de stations d'épuration** qui assurent le nettoyage des eaux usées avant leur rejet dans la nature. **Mais cela n'est pas le cas des pays en développement** où elle provoque encore des morts innombrables.

3) La dispersion des déchets : Dans les décharges non contrôlés les **sols sont contaminés** par des **infiltrations** continues des déchets (ex. **Cendres** et **suies**, **huiles de vidanges**). Ces décharges sont autant de sources de **pollution de types** :

a) organique :

- **HAP = hydrocarbures aromatiques polycycliques,**
- **HAM = Hydrocarbure Aromatique Monocyclique**
- **Détergent Chloré,**
- **Solvants halogénés (Chloro..., Fluoro..., Iodo..., Bromo...)**

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

- Des produits chlorés (trichloréthylène, perchloréthylène, dichlorométhane
 - **PCB** (les polychlorobiphényles)
 - **Dioxine**, (polluants organiques persistants dans l'environnement) Dans le monde entier, les dioxines sont présentes dans l'environnement et elles s'accumulent dans la chaîne alimentaire, principalement dans les graisses animales.
 - **Furannes** (C₄H₄O. C'est un composé hétérocyclique)
- b) inorganiques** (métaux et métalloïdes, cyanures, sulfates, produits azotés, ammoniacales...)

VI.2) Les dangers de la pollution

******* Donc, les dangers de la pollution par les déchets sont résumés dans :**

- La contamination des milieux naturels.
- Des risques pour la faune et flore
- Des risques sur la santé humaine, (Les voies d'exposition de l'Homme ☉ Orale, Respiratoire et Cutanée)

VI.3)

EX1. de pollution par les déchets : Le lixiviat 1) Notions

élémentaires :

Lors de leur stockage et sous l'action conjuguée de l'eau de pluie et de la fermentation naturelle =☉ les déchets produisent **une fraction liquide** appelée « lixiviats ».

Le lixiviat est le liquide résiduel engendré par la percolation de l'eau et des liquides à travers une zone de stockage de déchets, de produits chimiques ou un sol contaminé par des polluants.

Le mot parent **lixiviat** vient de l'adjectif latin *lixivius*, / *lixivia* =☉ qui signifient tous les deux : « lessive, jus de lessive ou de cendres =☉ eau qui sert à laver... ».

Ce terme désigne notamment **tous les «jus»** issus de déchets, de composts, de cendres, de décharges ou de dépotoirs divers etc.

Le lixiviat est issu de l'eau (de pluie en général) qui percole dans les massifs de déchets.

Ces lixiviats ☉ **Riches en matière organique** et en **Métaux lourds** ☉ **ne peuvent** être rejetés directement dans le milieu naturel et **doivent être soigneusement collectés et traités.**

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

Ce produit de la dissolution des M.O et des éléments traces (métaux lourds, polluants organiques et chimiques, radionucléides...) =☉ est **une source de pollution** des sols et des eaux, de surface et souterraines.

Ces produits sont autant de sources de *pollution*

a) organique :

- ☐ **HAP = hydrocarbures aromatiques polycycliques,**
- ☐ **HAM = Hydrocarbure Aromatique Monocyclique**

- ☐ **Détergent Chloré,**

- ☐ Solvants **halogénés**

- ☐ Des produits chlorés (trichloréthylène, perchloréthylène, dichlorométhane

- ☐ **PCB** (les polychlorobiphényles) et

- ☐ **Dioxine**, (polluants organiques persistants dans l'environnement) Dans le monde entier, les dioxines sont présentes dans l'environnement et elles s'accumulent dans la chaîne alimentaire, principalement dans les graisses animales.

- ☐ **Furannes** (C₄H₄O. C'est un composé hétérocyclique)

b) inorganiques (métaux et métalloïdes, cyanures, sulfates, produits azotés, ammoniacaux...)

2) Production des lixiviats

La production des lixiviats varie selon :

- **la nature du déchet** (plus ou moins soluble, hétérogène et toxique, poudreux ou vitrifié...)
- **la vitesse de percolation** de cette eau, **et selon le chemin** parcouru par elle dans les déchets.
- **La quantité de précipitation** (ou la fréquence de phénomène d'inondation ou remontée de nappe) sur le lieu d'implantation du site d'enfouissement ou à son amont ;
- **La surface au sol**, en effet pour le même tonnage un site étendu produira plus qu'un site avec une hauteur de déchet plus importante.
- **La forme du site** (qui facilite ou non le ruissellement et ou stagnation des eaux).
- **L'humidité** : les déchets organiques doivent être humides pour pouvoir se dégrader.

3) Réglementation

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

La législation relative à la mise en décharge **impose** (avec obligation **de résultats**) **de collecter et traiter ces lixiviats** pour prévenir ou réduire leurs effets nocifs sur l'environnement et la santé humaine durant tout le cycle de vie de la décharge.

Les sites d'enfouissement doivent :

- ** **mesurer la pluviométrie**, mais pas **la quantité d'eau sortant** du site par les fossés d'eaux pluviales.
- ** Réduire le volume de lixiviat ,
- ** Réduire à la source les déchets,

4) La composition chimique des lixiviats : Elle **varie** fortement **selon le type de déchet enfoui** (déchets **biodégradables** ou **non biodégradables**, **organiques** ou **inorganiques**, **toxique** ou **écotoxique** ou pas).

☉ Les lixiviats font généralement l'objet des des paramètres :

- ☐ le pH,
- ☐ la Conductivité,
- ☐ l'azote global (forme ammoniacque majoritaire),
- ☐ la DBO, la DCO
- ☐ leurs contenus en métaux et métalloïdes toxiques ou indésirables.

*** *La DBO et la DCO sont les paramètres qui indiquent la concentration en matière organique.****

Dans un 1^{er} temps les **lixiviats en provenance d'ordure ménagère**, ☉ **production de lixiviats acides (lixiviat jeune)** avec des **pH** compris entre **4,5 et 7,5** ce qui tend à **solubiliser les métaux**;

En phase de vieillissement le massif de déchet va produire un **pH plus basique** compris entre **7,5 et 9** et la **concentration en métaux diminue**.

5. Composition des phases de lixiviats

La composition des lixiviats de décharge est très aléatoire est variée en fonction de la **nature des déchets**, l'**âge de la décharge**, la technique d'exploitation et **les conditions climatiques** ils sont classés **en trois grandes familles** :

A) Les lixiviats jeunes : La composition chimique des lixiviats jeunes sont :

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

- Charge organique élevée (DCO > 20 g/l) ;
- Biodégradabilité moyenne (DBO5/ DCO > 0,3) ;
- pH de l'ordre de 6,5 ;
- Concentration importante en acide carboxylique (80 % de la charge organique) ;
- Teneur élevée en métaux lourds (jusqu'à 2 g/l) ;
- COT (carbone organique total) / DCO (demande chimique en oxygène) est proche de 0,3 ;
- Concentration importante en acide gras volatil (AGV) et faible teneur en composés de haut poids moléculaire.

B) Les lixiviats intermédiaires : La composition chimique de ces lixiviats est :

- charge organique moyenne (3 < DCO < 15 g/l) ;
- biodégradabilité assez faible (DBO5/ DCO ≈ 0,2) ;
- acides carboxyliques représentent 20 à 30 %;
- pH proche de la neutralité (pH ≈ 7) ; - diminution de la teneur en métaux.

C) les lixiviats stabilisés : La composition chimique de ces lixiviats est :

- Charge organique assez faible (DCO < 2 g/l) ;
- Biodégradabilité très faible (DBO5/ DCO < 0,1) ;
- pH largement supérieur à 7,5 ;
- Absence d'acide carboxylique ;
- Concentration faible en métaux lourds (< 50 mg/l) ;
- Présence de **composés difficilement oxydables** (COT/DCO = 0,4) ;
- Concentration très importante en **composés à haut poids moléculaire** (PMA > 5000).

5) La protection des nappes phréatiques contre les lixiviats dans les CET.

La protection des nappes phréatiques est particulièrement importante pour la localisation des décharges. **La plate forme doit être imperméable.**

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

Les terrains utilisés pour les stockages **sont argileux**. Si la **perméabilité** du sol est trop importante un traitement préalable de la surface **du casier** est réalisé pour diminuer sa perméabilité :

- Protection du fond des alvéoles (**géomembrane**)
- Captage et Stockage

Le but du captage est de **limiter** la hauteur d'eau dans les massifs de déchets et son **débordement sur les milieux à proximité**.

Deux techniques sont utilisées :

- Drainage gravitaire et pompage
- Après le captage, les lixiviats sont **stockés et puis traités**.

6) Traitement des lixiviats

Dans certains pays, **les lixiviats issus de décharges sont collectés et ramenés vers des stations d'épuration** avant d'être évacués dans la nature ou les rejeter dans l'environnement.

Dans tous les cas, **tant que le lixiviat est toxique, son traitement doit pouvoir se poursuivre durant des siècles** éventuellement.

Les exigences réglementaires sont contre le **co-traitement** du lixiviat (très pollué) avec les **eaux usées municipales**. Exige un **Traitement à part**.

Les coûts de gestion vont augmenter pour les pays où plus de **70% des déchets** partent encore en décharge. =⊖ c.à.d **les pays qui ne valorisent pas les déchets**

**** La plupart des installations **ne disposent pas de traitement sur place** et **envoient par les réseaux d'égouts** ou **par camion** leurs lixiviats sur des **stations d'épuration urbaine**, qui ne sont généralement **pas équipées pour traiter ce type de pollution**.

Les lixiviats doivent donc faire l'objet de mesures **de contrôle, de collecte et de dépollution**.

Des dispositifs **d'imperméabilisation pour réduire le risque** de lixiviation et les quantités de lixiviat, **Collecte les liquides** de percolation.

Les lixiviats sont ensuite **recyclés** (cas du compostage) ou **retraités**, localement ou dans une station d'épuration.

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

Deux solutions de traitement des lixiviat existent :

- ** Traitement in-situ (Station de dépollution).
- ** Traitement dans une installation spécialisée.

N.B) Pour le cas de Boughareb (Ibn Badis, El Haria) = ☹ Actuellement aucun traitement n'est appliqué au cet Boughareb

EX2. la méthanisation : La **dégradation** des déchets stockés ☹ passent par des processus aboutissant notamment à la **méthanogénèse**.

*** La **méthanogénèse** est un ensemble de voies métaboliques **produisant du méthane** chez certains microorganismes.

La production de méthane est une manifestation importante et très répandue **du métabolisme microbien**. C'est bien souvent la **dernière étape** de la **décomposition de la biomasse (M.O)**.

La méthanogénèse microbienne est une forme de respiration anaérobie.

** Dans la **respiration aérobie** = ☹ O_2 est l'accepteur final d'électrons = ☹ et il se forme de l'eau ;

** dans le cas des **méthanogènes**, l'accepteur final d'électrons est le **carbone organiques** et il se forme du **méthane**.

Un gaz à effet de serre (Une molécule de CH_4 est 25 fois plus active qu'une molécule de CO_2 dans la production de l'effet de serre.)

Ex.3. La pollution par les déchets plastiques

I. Notre monde est inondé de déchets de plastiques.

1. Les plastiques sont omniprésents dans notre vie

2. le problème est aggravé par des systèmes de **gestion incapable de diminuer et / ou recycler** les déchets de plastique qui sont **toujours en augmentation**

3. Le plastique = composé polymère synthétique qui **contient** de nombreux autres **produits chimiques**.

4. La plupart des plastiques sont de sources pétrochimiques ayant **une masse moléculaire** et une **plasticité élevées** (Costa et al., 2016).

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

5. La pollution par les plastiques ☹ est maintenant une **externalité** globale qui
- endommage les écosystèmes,**
 - perturbe la santé de l'Homme,**
 - limite la biodiversité,**
 - et affecte tout le monde sur la planète.**
6. Le plastique est **Persistant** / prend **des siècles** pour se dégrader.
7. **Déchet dangereux pour la santé** en raison de **la libération de contaminants (perturbateurs endocriniens et polluants organiques persistants...)** (Teuten et al., 2007; Rochman et al., 2013; Napper et al., 2007). ., 2015; Wang et al., 2016).

Conséquences : Pollution sol/air/eau

8. En raison de leur **nature omniprésente**, les déchets de plastique, sont désormais considérés comme un **marqueur (indicateur) géologique** de l'ère **anthropocène** (Villarrubia-Gomez et al., 2018).

II. Plusieurs écosystèmes touchés :

- 1) Ecosystèmes côtier :** Les plages de sable constituent **une zone d'accumulation** pour les déchets plastiques (Fuentes et al., 2010; Nelms et al., 2016),

qui s'y **accumulent** peuvent être **enterrés et piégés** à différentes profondeurs faisant du **plastique un polluant persistant dans les zones côtières.** (Poeta et al., 2014),

- a) Les **organismes les plus affectés** sont ceux **qui utilisent les zones côtières** comme **habitat pour la reproduction, la nourriture**, etc. (telles que les **tortues de mer** (*Caretta caretta* et *Chelonia mydas*) et les **crabes** (*Ocypode quadrata*)

** Les déchets plastiques **perturbent la reproduction chez les tortues** venant se reproduire sur les plages de sable. **Les femelles retournent à la mer** sans se reproduire en raison d'une pollution par le plastique.

** **Costa et al. (2018)** ont observé des **déchets plastiques dans 68% des nids** d'*Ocypode quadrata*.

- b) **Des impacts économiques et esthétiques =☹ ☹** du fait de **la perte de recettes touristiques** due aux **impacts négatifs** sur les **activités de loisir et la navigation** (Raynaud, 2014; Borrelle et al., 2017).

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

Dans la région Asie-Pacifique, **les déchets de plastique coûtent environ 1,3 milliard USD** par an aux industries du tourisme, de la pêche et du transport maritime.
et en Europe, **le retrait des déchets de plastique des côtes coûte environ 630 millions d'euros par an** (PNUE, 2018a).

2) Ecosystème marin

a) La pollution marine par les plastiques **perturbent (Barboza et al., 2018) :**

****la qualité des eaux (pollution des eaux),**

****la biodiversité (faune et flore)**

****le tourisme,**

****la navigation de plaisance**

****la pêche,**

****un risque potentiel pour la sécurité alimentaire (poissons pollués) et la santé humaine**

b. Le milieu marin **☉ un puits** pour de grandes quantités de **déchets plastiques (Kershaw et al., 2011).**

Les plastiques constituent la source la plus abondante, représentant 60 à 95% (Walker et al., 1997, 2006; Derraik, 2002).

c. **La mer Méditerranée est l'une des zones les plus touchées par les déchets marins dans le monde (Cozar et al., 2015; Suaria et Aliani, 2014).** En particulier, **les déchets plastiques**

Le caractère semi-fermé de la mer Méditerranée, les caractéristiques de la circulation des courants renforcent l'interaction cumulative des déchets.

d. **Environ 150 millions de tonnes de plastiques** accumulées dans les océans du monde (Jambeck et al., 2015). Eriksen et al. (2014) estiment que **plus de 5 trillions de déchets plastiques** recouvrent les océans du monde. 50% Représentés par les **plastiques à usage unique (Geyer et al., 2017).** (des microbilles, des couverts, des pailles, tasses et des récipients pour aliments)

e. La pollution marine en plastique **comprend à la fois des macroplastiques (> 5 mm) et des microplastiques (< 5 mm) (Thompson et al., 2004).** Et **Les nano-plastiques**

e1. Les macroplastiques =☉ un danger pour de nombreuses industries marines et **posent un problème esthétique** pour l'industrie du tourisme (Cole et al., 2011).

e2. Les microplastiques (< 5 mm) =☉ deux catégories primaire et secondaire

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

(Barnes et al., 2009).

**** Les microplastiques primaires, =⊕ source : les cosmétiques, les médicaments, les fibres synthétiques et pneus de voitures ..**

**** Les microplastiques secondaires =⊕ dérivés de la désintégration de matières plastiques de grande taille par action dégradation, dégradation photo-oxydante et autres processus (Andrady, 2017; Wang et al., 2018a).**

Les microplastiques sont les plastiques les plus abondants dans l'océan. Environ 8 trillions de microbilles sont rejetées quotidiennement dans les eaux usées, ce qui rend difficiles à purifier les milieux aquatiques (Cole et al., 2011; Rochman et al., 2015a, 2015b).

Ces microplastiques sont **particulièrement préoccupants** en raison de **leurs effets négatifs sur la vie aquatique, la biodiversité** et, éventuellement, pour **la santé humaine à cause de leur petite taille qui facilite leur absorption** et leur **bioaccumulation**.

**** leur composition chimique provoque des toxicités** aux différents organisme. "
(Backhaus et Wagner, 2018).

**** ils posent une menace sérieuse pour le biote marin (Wesch et al., 2016; Wright et al., 2013).**

**** Les microplastiques =⊕ une menace plus grande** que les macroplastiques en raison de **leur ingestion par des organismes marins**, tels que les bivalves (Mathalon et Hill, 2014).

**** En ingérant des microplastiques =⊕ un risque potentiel de bioaccumulation et des toxines** aux niveaux de la chaîne alimentaire (Teuten et al., 2009). **===⊕ Effets sur la santé humaine liés à la consommation d'aliments contaminés par ces microplastiques**, à cause de la toxicité de **produits chimiques et additifs qui composent ces polluants (PNUE, 2015; GESAMP, 2016; Karbalaei et al., 2018).** e3.Les **nano-plastiques =** ce sont les fragments de plastique dont **la taille < à 100 nm.**

Les nano-plastiques sont **si petites** qu'elles **peuvent facilement passer par les membranes de purification de l'eau** (Costa et al., 2016).

Bien que une cause de pollution, les micro-plastiques et les nano-plastiques sont largement utilisés dans différents domaines tels que les **semi-conducteurs, les vêtements, les supports de médicaments et les matériaux cosmétiques (Ruan et al., 2018).**

L'utilisation des microplastiques a augmenté avec les années 90.

f. **L'un des composants chimiques des plastiques est le colorant**, (Lithner et al., 2011), tels que les colorants Brilliant, Green, Crystal violet, Safranin, etc.

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

Les colorants sont classés dans la catégorie des polluants secondaires (Laskar et Kumar, 2018, 2017a, b).l'infertilité, l'obésité et même causer le cancer (GESAMP, 2015).

g. Parmi tous ces plastiques, **celui de couleur noire** pose un problème majeur, car ce plastique, contient de nombreux **additifs chimiques** et **métaux lourds** (**antimoine, cadmium, chrome, mercure, plomb ...**)

III) Changement climatique

1. Le **potentiel des plastiques affecte les processus physiques dans les océans** (Zhang, 2017; Brach et al., 2018; Horton et Dixon, 2018; Laxague et al., 2018; Gutow et al., 2018).

**** Les plastiques dans l'océan sont aujourd'hui très préoccupants =⊕ et sont souvent qualifiés de jumelle apocalyptique du changement climatique**

**** Si les océans continuent à être chargés de matières plastiques au rythme actuel, la couche de la surface de la mer peut contenir une quantité substantielle de matières plastiques comparable à celle du phytoplancton.**

2) **l'encrassement biologique** (perturbation des chaînes trophique et le fonctionnement de l'écosystème aquatique ...) **à cause de la modification des propriétés optiques et physicochimiques** de la colonne d'eau

3) **Les plastiques peuvent contribuer au réchauffement ou au refroidissement** de la colonne d'eau **en diffusant et / ou en atténuant le rayonnement solaire entrant, =⊕ et risquent d'affecter les processus physiques en profondeur des eaux et près de la surface de l'océan** et peuvent induire des perturbations des cycles climatique (déséquilibre du bilan énergétique).

IV. Les efforts pour résoudre le problème de déchets plastiques est **une conscience international**

1) **Les traités des protocoles de Montréal et de Kyoto : sept points principaux** sont définis :

- a) le principe de **responsabilités communes**,
- b) **traiter le problème** en incluant les sources terrestres et marines, les additifs chimiques et toutes les étapes du cycle de vie des plastiques,
- c) **contrôler le commerce international** des matières plastiques
- d) **créer un mécanisme** financier pour soutenir les mesures de mise en œuvre nécessaires,
- e) **la flexibilité nécessaire** pour s'adapter aux changements,

Matière : Pollution par les Déchets

Cours destiné aux étudiants de Master1 Ecologie Fondamentale et Appliquée
Université des Frères Mentouri Constantine1//Faculté SNV// Département de Biologie
et écologie végétale
Dr. BAZRI K.E.D

- f) **des procédures de suivi**, de notification et de contrôle efficaces,
- g) **l'application des règles et les textes** en incitant à la conformité et en dissuadant les nonconformités.
- 2) **Application des stratégies** fondés sur le marché (par exemple, **des taxes** sur l'utilisation des sacs en plastique) **pour la réduction au minimum de ce type de déchets.**
- 3) **Eliminer les principales sources** des déchets marins (PNUE, 2017a, 2017b). Le 16 janvier 2018,
- 4) **Favoriser une économie plus circulaire** (CE, 2018a, 2018b; Liu et al., 2018) **🌱** (Stratégie Européenne : **Tous les emballages en plastique doivent être réutilisables ou recyclables d'ici 2030, et l'utilisation des PUU (les pailles, les couverts et les microplastiques ..., sera restreinte** (EC, 2018a, 2018b).