

# LES POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS

Cours de 5<sup>e</sup> année

# INTRODUCTION

- Les polluants organiques persistants (POP's) comptent parmi les polluants les plus dangereux rejetés chaque année par l'homme dans l'environnement.
- Il s'agit de pesticides, de substances chimiques industrielles, ou de sous produits involontaires des procédés industriels.
- Les POP's ignorent les frontières internationales; leurs impacts se répercutent souvent sur plusieurs générations, et concernent aussi bien l'homme, l'animal et l'écosystème.
- Ils sont hautement toxiques, persistants et ont toute une série d'effets néfastes sur la santé humaine et animale, provoquant des maladies et des malformations congénitales.



# PLAN

## GENERALITÉS

PROPRIÉTÉS

SOURCES DE PRODUCTION ET  
D'EXPOSITION DE L'HOMME

CLASSIFICATION

TOXICITÉ

PROFIL DES POP'S

DÉTECTION ANALYTIQUE

## CADRE REGEMENTAIRE

INTERNATIONALE

CONVENTION DE BALE

CONVENTION DE ROTTERDAM

CONVENTION DE STOCKHOLM

SITUATION EN ALGERIE



## PROPRIÉTÉS

### Toxicité

Elles présentent un ou plusieurs impacts nuisibles prouvés sur la santé humaine et l'environnement ;

### Persistance

Les POPs sont des polluants chimiques qui résistent à la dégradation physique, chimique et biologique;

### Transport longue distance



### Bio accumulation



# Sources de production et d'exposition de l'homme



## Industrie chimique

Catastrophe de Seveso (10 juillet 1976)

Un nuage contenant le 2,3,7,8-TCDD, (tétrachlorodibenzoparadioxine= dioxine de Seveso ), s'échappe d'un réacteur (fabricant du 2,4,5-trichlorophénol) suite à sa surchauffe.

193 personnes, soit 0,6 % des habitants de la zone concernée, ont été atteintes de chloracné, essentiellement des enfants.

Mais sur le plan écologique, bilan plus lourds:

- 3 300 animaux domestiques morts intoxiqués
- Abattage de près de 70 000 têtes de bétail.
- Sols agricoles et les maisons contaminés



C'est l'accident industriel européen le plus connu => a entraîné la promulgation de 2 directives européennes dites « Directive SEVESO » et « SEVESO-2 »



## Classification

| Catégorie  | Nom  | Particularité   |
|--|--|---|
| <b>Production non-intentionnelle</b><br>(sous-produit de réaction) | Dioxines                                       | Sous-produit de combustion ou d'autres procédés industriels                                     |
|  | Furannes                                       |   |
|  | Hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAPs) |   |
|  | Hexachlorobenzène (HCB)                        |   |
| <b>Produits chimiques industriels</b>                              | Polychlorobiphényles (PCBs)                    | Utilisés comme isolant électrique, fluide caloporteur, additif dans les peintures et plastiques |
|  | Hexachlorocyclohexane (HCH)                    | Produit intermédiaire de l'industrie chimique   |
|  | Hexachlorobenzène (HCB)                        | Utilisé dans la fabrication de munitions et de caoutchouc                                       |
| <b>Pesticides</b>  | Hexachlorobenzène (HCB)                        | Fongicide   |
|  | Endrine  | Insecticides  |
|  | Aldrine  |   |
|  | Dieldrine                                      |   |
|  | Toxaphène                                      |   |
|  | Mirex  |   |
|  | Chlordane                                      |   |
|  | Chlordécone                                    |   |
|  | Heptachlore                                    |   |
|  | DDT  |   |
| Lindane  |  |   |

$\alpha$ -hexachlorocyclohexane,  
 $\beta$ -hexachlorocyclohexane  
 hexabromobiphényle  
 hexabromodiphényléther  
 pentachlorobenzène ,

pentachlorophenol  
 perfluorooctane sulfonique  
 Tétrabromodiphényléther  
 hexachlorobutadiène  
**L'Hexabromocyclododécane (HBCDD)**



## Toxicité

### Toxicité Aigue

- Se manifeste par divers types de troubles:
  - cutanés
  - gastriques
  - nerveux
  - hépatiques
  
- Illustrée par les catastrophes industrielles:
  - **Seveso** (1976)
  - **Bhopal** (1984)



## Toxicité

### Toxicité chronique

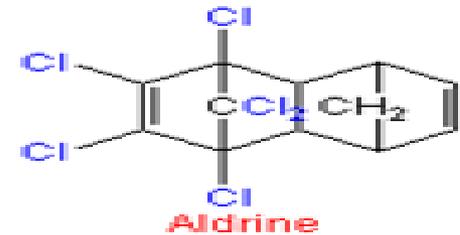
- Hépatotoxicité et dermatotoxicité (chloracné).
- Tératogénèse, reprotoxicité baisse de la fertilité, stérilité masculine.
- perturbation endocrinienne: Effet anti-œstrogène surtout dangereux pour le fœtus et le nouveau-né pendant la période critique de leur développement.
- Immunotoxicité; dépression des réponses immunitaires
- Effets neurotoxiques, notamment chez les jeunes animaux.
- Cancérogénèse : les POPs sont considérés en règle générale comme des agents cancérogènes "promoteurs" et non génotoxiques directs.

(CIRC) a classé la 2,3,7,8-TCDD comme cancérogène certain pour l'homme.



## Pesticides organochlorés

Aldrine



### Utilisation

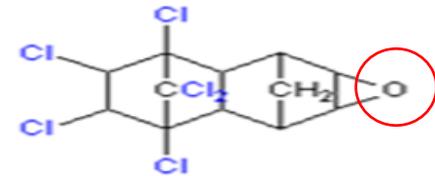
Insecticide

### Cinétique

Absorption par voie orale, pulmonaire ou cutanée

Rapidement métabolisé en **dieldrine**.

T  $\frac{1}{2}$  dieldrine chez l'homme est  $\approx$  **266 jours**.



### Toxicité

Très toxiques et touchent le **SNC & foie**.

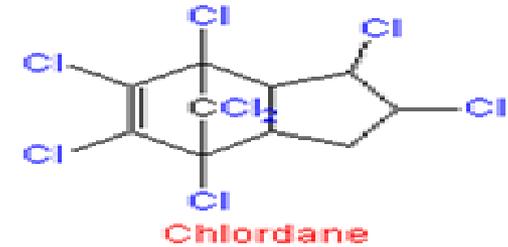
DL par VO chez les **humains**  $\approx$  **5 g** : 83 mg/kg de poids corporel

Pas d'effets tératogènes ou mutagènes que ce soit chez des humains ou chez des animaux de laboratoire.



## Pesticides organochlorés

Chlordane



### Utilisation

Insecticide utilisé sur les culture agricole et contre les termites

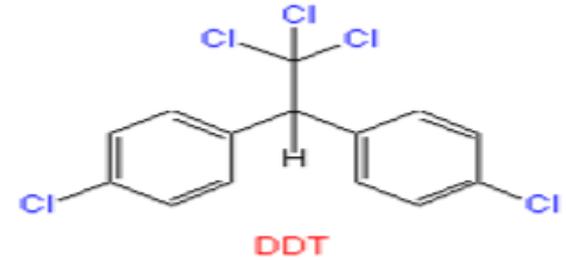
### Toxicité

DL50 orale chez le rat : 285-570 mg/kg

Aucun effet tératogène n'a été signalé lors des études sur animaux classé selon le CIRC comme agent cancérigène probable (Groupe 2B).



## Pesticides organochlorés



### Utilisation

Insecticide et lutte contre les moustiques transmettant le paludisme

### Cinétique

Déchloration → DDD (dichlorodiphenyldichloréthane) → DDA (dichlorodiphenyl ac.acétique)  
 Déhydrochloration → DDE (dichlorodiphényldichloréthylène) = métabolitecumulatif  
 Le métabolisme du DDE => formation de métabolites hautement réactifs

### Toxicité

Classé selon le CIRC comme agents cancérogènes probables (Groupe 2B)  
 Empêche la **reproduction** des oiseaux mais aucun signe de tératogénicité a été observé.  
 Certaines données indiquent que le DDT pourrait être immunosuppresseur



## Pesticides organochlorés



### Utilisation

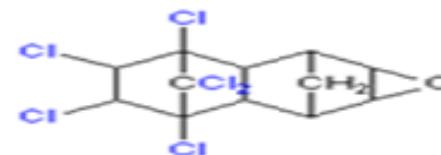
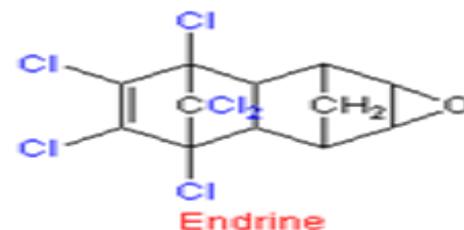
Insecticide, acaricide et rodenticide

### Cinétique

Métabolisée rapidement chez les animaux,  
s'accumule très peu dans les graisse comparativement à d'autres

### Toxicité

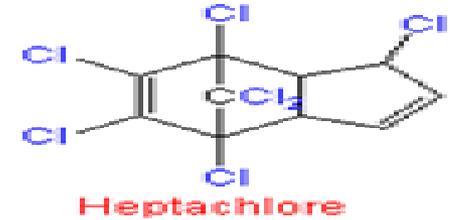
Classé selon le CIRC: groupe 3.  
Dépresseur du système immunitaire  
Ne s'est pas révélée tératogène



isomère du dieldrine



## Pesticides organochlorés



### Utilisation

Insecticide

### Cinétique

Dans l'organisme il est transformé en heptachlore époxyde, oxychlordanne et trans nonachlore  
 $T_{1/2}$  des métabolites est très prolongée (**plusieurs mois**)

### Toxicité

Sa toxicité aiguë est modérée (DL50 orale chez le rat : 90 mg/kg)  
 Pas de tératogénicité signalée  
 Selon le CIRC: cancérogènes probables pour les humains (Groupe 2B)



## Pesticides organochlorés



### Utilisation

Insecticide, acaricide

sa demi-vie dans le sol peut atteindre **12 ans.**

### Toxicité

L'ingestion de 10mg/kg peut produire des convulsions

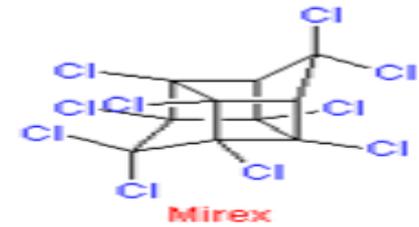
La DL par voie orale pour le rat : 90mg/kg

Cancérogènes probables pour l'homme (Groupe 2B),

Chez la souris (cancer du foie) et le rat (thyroïde)



## Pesticides organochlorés



### Utilisation

Insecticide, surtout utilisé contre les fourmis, produit ignifuge dans les plastiques, le caoutchouc, le papier peint et les matériaux électriques

considéré comme l'un des pesticides les plus stables et les plus persistants : **sa demi vie peut atteindre 10ans**

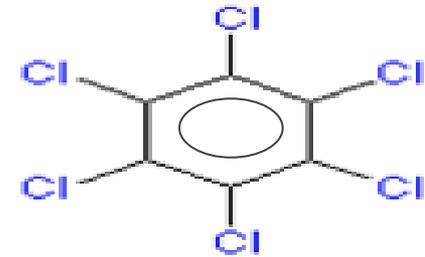
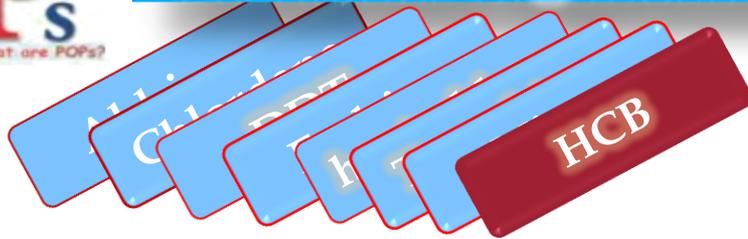
### Toxicité

chez le rat, il entraîne la formation de cataracte

Le CIRC l'a classé comme cancérogène probable (Groupe 2B).



## Pesticides organochlorés



### Utilisation

- Fongicide utilisé pour le traitement des semences.
- Il est également un sous produit de la fabrication de  $\text{CCl}_4$ .

### Toxicité

Toxicité aigue faible : DL50 : 4000mg/kg p.c (souris)

On signalé des lésions cutanées, une hyperexcitabilité et des variations de poids et d'activités enzymatique et de la morphologie du foie en association avec l'exposition subchronique à l'HCB

Responsable d'effets sur la reproduction

EPA a classé le HCB comme produits probablement cancérigène pour les humains ; affecte le matériel génétique des cellules de foie humain



## Produits chimiques industriels

PCB « Pyralène »



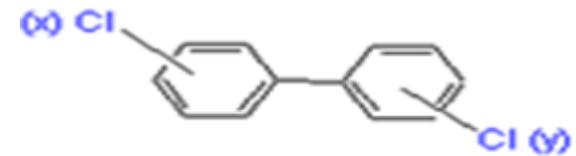
### Origine

Fluides isolants dans les transformateurs, Fluides hydrauliques, Condensateurs et disjoncteurs électriques haute tension, Produits d'imprégnation du bois et du papier ou comme plastifiants



## Produits chimiques industriels

PCB « Pyralène »



Structure générale  
des PCBs

### Origine

### Chimie

Mélanges de molécules formées de **2 cycles aromatiques** (**biphényle**) portant chacun un nombre variable d'**atomes de chlore** placés en diverses positions.

Leur toxicité aiguë et stabilité ↗ avec le nombre d'atomes de chlore

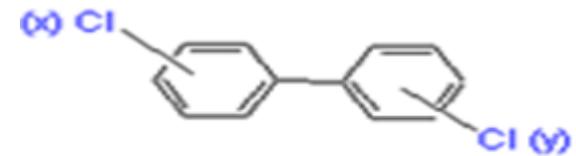
Leur chauffage au delà de 300°C peut conduire à la formation de furanes

lipophiles ↗ => accumulation excessive le long des chaînes alimentaires



## Produits chimiques industriels

### PCB « Pyralène »



Structure générale  
des PCBs

### Origine

### Chimie

### Toxicité

#### Toxicité aiguë

Chloracné;

Rarement des atteintes hépatiques, neurologiques, bronchites chroniques, maux de tête, vertiges, dépressions, troubles de la mémoire et du sommeil, nervosité, fatigue...

#### Toxicité chronique

foetotoxiques: dommages du foie,

Immunotoxiques et cancérogène ( groupe 2A par le CIRC)

Les effets sur les hormones thyroïdiennes et les conséquences possibles sur le développement du cerveau sont l'objet de discussions à l'heure actuelle.



## Ss Produits chimiques industriels involontaires

### Dioxines et furannes

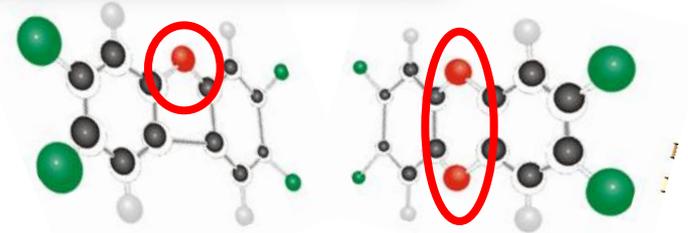
#### Origine

Actuellement, les trois sources majeures de dioxines sont :

- ***Certains procédés industriels:*** industrie chimique des organochlorés (blanchiment au chlore dans les usines de pâte à papier)
- ***La plupart des processus thermiques:*** en particulier les procédés comportant la combustion de matériaux organiques ou fossiles: incinération des déchets ménagers et hospitaliers, bois, mazout, essence, charbon, tabac, plastiques, pneus,...
- ***Combustion des polychlorobiphényles (PCB)***

## Ss Produits chimiques industriels involontaires

### Dioxines et furannes



Origine

Chimie

Hydrocarbures aromatiques polycycliques chlorés(1 à 8 ).  
Différence: atome d'oxygène dans le cycle central .

La liaison d'atomes de chlore aux anneaux de benzène rend ces molécules organiques très stables et très peu biodégradables=>  $\frac{1}{2}$ vie >10 ans.

75 isomères du polychlorodibenzo-para-dioxine (PCDD)

135 isomères du polychlorodibenzofurane (PCDF)

**La toxicité des isomères varie fortement selon la position des atomes de chlore**  
**L'isomère le plus toxique: 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxine (TCDD)**



## Ss Produits chimiques industriels involontaires

### Dioxines et furannes

Origine

Chimie

Cinétique

T  $\frac{1}{2}$ vie des dioxines varie de 5 à 10 ans;

S'accumulent dans les tissus adipeux,

Résistent aux mécanismes de détoxification

Ne sont pas excrétées dans les urines



## Ss Produits chimiques industriels involontaires

### Dioxines et furannes

Origine

Chimie

Cinétique

Toxicité

Chez des cobayes animaux, l'exposition chronique aux dioxines provoque:

- Cancers;
- Perturbations endocriniennes;
- Dysfonctionnement des organes génitaux
- Hépatotoxicité ainsi qu'une action immunosuppressive.

L'homme exposé de façon accidentelle à des doses élevées présente comme effet majeur un chloracné.



## Détection analytique

- L'analyse des POP sur différentes matrices suppose la mise au point des méthodes d'extraction des molécules et l'utilisations des techniques analytiques performantes.
- Indépendamment de la matrices dans laquelle les POP doivent être analysés, l'analyse comporte plusieurs étapes :

### ➤ L'EXTRACTION

### ➤ PURIFICATION

### ➤ MÉTHODES SÉPARATIVES

### ➤ DÉTECTION-IDENTIFICATION

- l'HPLC, LC-SM
- CPG, CG-SM



## POP's: cadre réglementaire

### Sur le plan international

Depuis la fin des années 80, plusieurs instruments juridiques internationaux concernant la gestion des produits chimiques ont été adoptés





## CONVENTION DE BALE



### Objectif

Contrôler , au niveau International, les mouvements transfrontaliers et l'élimination des déchets dangereux.

### Signée

le 22 Mars 1989 & Entrée En Vigeur Mai 1992

### Contenu

- Réduire les mouvements transfrontières et contrôler toute autorisation d'exportation ou d'importation de déchets;
- Diminuer, à la source, la production de déchets dangereux
- Aider les pays en voie de développement dans la gestion de déchets dangereux.
- Assure la mise en place d'installation adéquate d'élimination en vue d'une gestion écologiquement rationnelle;

29 articles  
08 annexes



Signée en 1989  
Ratifiée en 1999





## CONVENTION DE ROTTERDAM



### Objectif

Réguler le commerce international des produits chimiques dangereux et Facilitation de l'échange d'informations sur ces produits

### Signée

Septembre 1998 & Entrée En Vigeur Février 2004

(Scientifiques, Techniques, juridiques, Toxicologiques, Ecotoxicologiques)

### Contenu

- Création de Base de données et registre nationaux contenant des renseignements sur la sécurité des produits chimiques.
- Promotion de la sécurité chimique dans l'industrie.
- Promotion des accords d'assistance technique.

30 articles

05 annexes

27 produits chimiques dont 7 POP



**Ni signée  
Ni Ratifiée**





## CONVENTION DE STOCKHOLM



### Objectif

Protéger la santé humaine et l'environnement des POPs

### Signée

Mai 2001 & Entrée En Vigeur 17 Mai 2004

151 Etats en sont signataires  
114 en sont Parties

### Contenu

- Elimination de ces POP : l'arrêt de fabrication + destruction des stocks existants.
- Prévenir le développement de nouveaux POP
- Elle prévoit une procédure permettant l'ajout d'autres POP dangereux à la liste des produits précités, même en l'absence « certitude scientifique absolue »

30 articles  
6 annexes

chose faite en Mai 2009 par  
l'ajout des 9 nouvelles substances

signée en 2001  
ratifiée en 07.06.2006





**L'UE a mis en place le système REACH**  
système intégré d'Enregistrement, d'Évaluation, d'Autorisation et de  
Restrictions des substances chimiques et institue une agence  
européenne des produits chimiques.

**REACH** oblige les entreprises qui fabriquent et importent des  
substances chimiques à évaluer les risques résultant de leur utilisation  
et à prendre les mesures nécessaires pour gérer tout risque identifié.

Le règlement vise à assurer un niveau élevé de protection de la santé  
humaine et de l'environnement, ainsi qu'à renforcer la compétitivité  
du secteur des substances chimiques et l'innovation.



## SITUATION EN ALGERIE



- **L'ALGERIE** a bénéficié de l'assistance initiale du Fonds Mondial pour l'Environnement (FEM) pour la réalisation d'activités habilitantes dans le cadre du projet portant la gestion écologique des Pop's.
  
- Ce projet a pour principal objectif d'aider l'Algérie dans la préparation de son Plan National de Mise en œuvre (PNM) de la convention.
  
- A ce titre, les trois étapes séquentielles du PNM ont été réalisées à savoir :
  - Une analyse du contexte global des Pop's en Algérie avec identification des lacunes et une évaluation des besoins ;
  - L'élaboration des inventaires des Pop's;
  - Détermination des priorités nationales et des objectifs en matière de gestion des Pop's.



## SITUATION EN ALGERIE



### Règlementaire

Trois textes de lois:

*Loi n°01-19 du 12/12/2001* relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets,

*Loi n°03-10 de la 19/07/2003* relative à la protection de l'environnement et au développement durable

*Loi n°04-20 du 25 décembre 2004* relative à la prévention des risques majeurs et la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.





## SITUATION EN ALGERIE



### Règlementaire

### Institutionnel

Des instruments ont été mis en place ayant pour mission l'appui à la modernisation de la gestion des déchets spéciaux :

- Le centre national de technologies plus propres (CNTPP)
- Le centre national de formations à l'environnement (CNFE)
- L'agence nationale des déchets (AND)
- Le Commissariat au littoral





## SITUATION EN ALGERIE



Règlementaire

Institutionnel

Économique

Taxe forfaitaire :taxe sur les activités polluantes ou dangereuses  
Taxes écologiques spécifiques





## SITUATION EN ALGERIE



Règlementaire

Institutionnel

Économique

Inventaire

inventaire de 2004 (ministère de l'Environnement):

**2362 t** de pesticides périmés + 197,3 t de DDT  
et plus de **3443 t** d'huiles Askarel (PCB).

Recensement des contaminations par (POP's):

**145 sites** contaminés à travers tout le territoire national dont près de la moitié se trouve dans la région centre (67 sites).

Le même inventaire fait ressortir **45 %** des 6699 équipements et matériels à huile de synthèse rebutés et la disparition dans la nature de **630 t** de pesticides dangereux entre 1955 et 2003

## CONCLUSION :

Les POP's présentent des risques pour la santé humaine et l'environnement suite à leur persistance et leur accumulation dans les écosystèmes et à leur toxicité redoutable.

Plusieurs états se sont mobilisés pour limiter et pourquoi pas un Jours abandonner leur utilisation en faisant recours à des produits moins toxique et facilement dégradable.

L'Algérie a commencé depuis la signature de la convention STOCKHOLM de prendre sa place dans la lutte contre la dissémination de ces produits en mobilisant ces compétences scientifiques soutenues par des décisions politiques adéquates.

