

Ronéo V

Pollution 14h -> 16h

Catherine Comte

Virginie Sauger

## DIOXINE

### I) Historique

On note beaucoup d'accidents :

- En 1949 : 2.4.5 trichlorophenol en Virginie.

Il y a eu peu de conséquences.

- Utilisation de l'agent "Orange" au Vietnam, c'est un defoliant, il était jeté pour détruire les forêts.

C'est un mélange de :

\* 2.4.5 trichlorophenol = herbicide puissant

\* 2.4 dichlorophenol

Ce mélange tue la végétation.

Les soldats Américains se trouvant au Vietnam, ont reçu ce mélange, ce qui a provoqué certaines maladies.

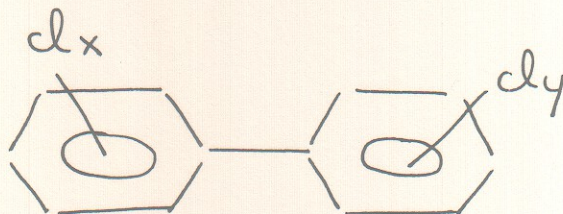
- En 78-79 : huile de singe contaminée par des polychlorobiphenyls (isolant électrique) => toxicité aiguë en ingérant cette huile.

- Accident due à un polychlorobenzodioxine au New Jersey en 1968
- Accident en 1976 à Seveso (Italie) = formation de dioxine à partir du 2.4.5 trichlorophenol contenu dans un réacteur. Cet accident est due à une augmentation de température et de pression. Cet accident a provoqué la mort de plusieurs animaux mais pas d'êtres humains.

Ces composés sont très lipophiles, très stables, ils contaminent la chaîne alimentaire, ils persistent dans le temps.

## II Structure

\* polychlorobiphenyls :  $C_{12}H_{(10-x-y)}Cl_{(x+y)}$



Ils sont utilisés comme isolant dans les transformateurs.

Ce sont des inducteurs enzymatiques.

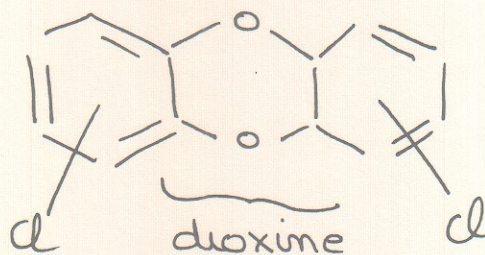
Leur toxicité: elle n'est pas très bien connue -  
 Il existe cependant des problèmes de cancérogénèse  
 à long terme -

Ces composés s'accumulent dans les graisses, ils  
 sont éliminés lentement.

Depuis les accidents de transformateurs, ils  
 doivent tous être changés - Il existe des systèmes  
 de sécurité: régulateur de température, de  
 pression, bac de rétention -

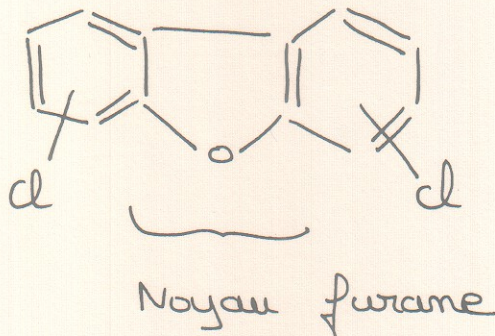
En augmentation de la température ou pression,  
 le transformateur se bloque.

\* polychlorodibenzodioxine (PCDD)  
 (75 isomères)



2.3.7.8 Tetrachlorodibenzodioxine: la plus  
 dangereuse des dioxines

\* polychlorodibenzofurane = 1 noyau furane  
(135 isomères) (PCDF)



### III Propriétés physico-chimiques

Les polychlorotriphényls sont huileux, ils se produisent naturellement ou artificiellement. Ils sont insolubles dans l'eau, plus il y aura des atomes de chlore, plus ils seront liposolubles.

### IV Origine - Distribution - Sort des PCDD et PCDF

#### IV.1) Origine

##### IV.1.1) origine naturelle

Les sources sont les feux et processus de combustion.

Ils sont formés lors des feux de forêts, des foudres, des éruptions volcaniques (le chlore est responsable de la formation de ces composés)

On note surtout une toxicité animale, cette toxicité a toujours existé - On a retrouvé sur des tissus d'animaux des dioxines (surtout dans les tissus adipeux)

#### IV.1.2) Technologiques

##### 1) Sources industrielles

Chlorophénols, pentachlorophénols sont des pестициды, insecticides, lors de la fabrication de ces composés, il y a formation de dioxines. (impuretés dans les chlorophénols)

2.4.5 trichlorophénaцeticque = (herbicides utilisés en agriculture), contient comme contaminants des dioxines

##### 2) Processus de combustion

l'Incinération d'ordures ménagères ou de déchets industriels produit des dioxines car les emballages

en plastique contiennent du chlore. La température à  $800^{\circ}\text{C}$  provoque la formation de dioxines  
 Combustion également du bois, goudrons, huiles de vidange des moteurs.

#### IV 2) Distribution et sort dans l'environnement

##### IV.2.1) Distribution dans l'environnement

Les PCDD et PCDF ont une faible volatilité et solubilité dans l'eau. Ils se lient aux particules. Leur devenir sera différent selon la taille des particules. (Ils sont absorbés sur les fumées dans les systèmes de combustion)

Si grosses particules dans le sol: il y a une contamination du sol et de l'eau par les PCDD-PCDF

Si petites particules, les PCDD-PCDF restent dans l'atmosphère, il y a absorption pulmonaire chez l'homme et l'animal.

##### IV.2.2) Sort dans l'environnement

###### 1) phototransformation.

PCDF-PCDD sont dégradés par photolyse.

## 2) Biodegradation

Cette dégradation a été démontrée dans les laboratoires avec des bactéries. Plus le % de chlore est élevé moins la biodegradation sera efficace.

## 3) Autres sorts

Ils sont adsorbés sur des sédiments.

## IV métabolisme chez l'animal

Etude du métabolisme de la dioxine 2.3.7.8 tetrachlorodibenzodioxine qui est l'isomère le plus toxique.

### IV.1) Absorption

Il y a absorption par le tractus gastro intestinal, par la peau, par les poumons, sur les particules. Absorption orale par administration d'une solution avec un véhicule lyophile. Avec l'huile absorption de 70 à 80%.

Absorption pulmonaire avec des particules, est faible.

## V.2) Distribution

Dans le foie, dans les graisses. Le foie est le principal organe de distribution.

## V.3) Métabolisme

Les produits sont peu métabolisés, si métabolisation c'est par conjugaison (enzyme de la phase II)

Dioxines : plus il y aura du chlore, moins elles seront métabolisées. Il y a une accumulation au niveau des graisses chez l'homme.

## V.4) Élimination

Les dioxines sont éliminées dans les fèces par l'intermédiaire de la bile, dans les urines.

La  $t_{1/2}$  est fonction de l'espèce

→  $t_{1/2}$  chez les rongeurs = 10 à 40

$t_{1/2}$  chez le singe = 1 an

## VI Toxicité

### VI.1) Toxicité chez l'animal

#### VI.1.1) toxicité aiguë

dioxines toxiques > furanes > polychlorobiphenyles.  
+ toxiques



Les polychlorobiphényles sont inducteurs enzymatiques.  
La toxicité varie en fonction de l'espèce :

Pour la dioxine 2.3.7.8 tetrachlorodibenzodioxine

→ toxique à  $2 \mu\text{g} / \text{Kg}$  pour le cobaye

→ toxique à  $300 \mu\text{g} / \text{Kg}$  pour la souris.

Il n'y a pas de relation entre la toxicité chez les rongeurs et les non rongeurs.

En cas de toxicité aiguë, on observe une atrophie thymique, une diminution progressive de poids, une atteinte du système immunitaire, atteinte du foie, une hyperkeratose.

Chez les animaux, on note une immunosuppression et une induction enzymatique.

### VI.1.2) Toxicité chronique.

- hépatotoxicité, les hépatocytes sont engorgés avec des nécrocytes.
- chloracné

### VI.1.3) Carcinogénèse

Les dioxines sont cancérogènes chez le rat et la souris. On note des carcinomes hépatiques.

Chez le rat femelle: localisation pulmonaire, oropharynx, hépatique.

#### VII 4) Effets sur la reproduction et le développement.

Puissant tératogène chez le rongeur, provoque des morts fœtales.

Chez la souris: fentes palatines, hydronephroses.

Chez le rat: toxicité rénale

#### VI.1.5) Immunotoxicité

EBB a été envisagé après la jessé des organes (Thymus, ganglions lymphatiques), on observe une diminution du poids

→ Immunosuppression.

#### VI.2) Mécanisme d'action

Etude faite avec la dioxine: dioxine au niveau de l'ADN agit par l'intermédiaire d'un récepteur Ah receptor (Aryl hydrocarbon). La dioxine à l'aide d'une protéine de transfert pénètre dans le noyau. La dioxine agit sur l'ADN par dislocation, distorsion. Ce qui a pour conséquence d'induire le cytochrome P450 ainsi que d'autres enzymes.

Affinité des dioxines pour le récepteur AR.  
 Le récepteur AR du cobaye a une forte affinité pour les dioxines. (Ce qui expliquerait la toxicité entre les différentes espèces)  
 L'affinité a été définie par "l'équivalent factor"  $\rightarrow$  facteur 1 pour la 2.3.7.8 tetrachlorodibenzo dioxine (= référence)

## VII Effets chez l'homme

### VII.1) Exposition aigue

Pas d'observation de mort, en aigue chez l'homme on observe de la chloracné, une perte de poids, des neuropathies.

Le plus frappant est l'acné

### VII.2) Effets immunologiques

On note des désordres immunologiques, anomalies dans les concentrations d'Ig sériques.

### VII.3) Effets sur la reproduction

Pas de mal formation, pas de mort fœtale, pas d'effet tératogène

### VII.4) Effets cancérogènes

A Seveso, observation de cancers chez les travailleurs exposés à l'explosion (importante concentration de dioxines)

Augmentation des cancers du foie, des voies biliaires des leucémies -

### VIII Épisodes majeurs de contamination de l'environnement

- Agent Orange: mélange d'herbicides pour détruire les cultures au Vietnam.

Chez les vétérans USA, on note, une dépression, une atteinte cutanée, des cancers.

- Timie Beach: contamination d'huile usagée par des dioxines -

- Seveso: fabrication de 2,3,4-trichlorophenol, avec un mauvais fonctionnement  $\Rightarrow$  3 kg de tétrachlorodibenzyldioxine

On a observé 1000 morts d'animaux mais pas de mort humaine.

### - Yusho et Yusheng

Empoisonnement avec de l'huile de riz contenant du PCB, au Japon. 1000 personnes ont été empoisonnées, mais pas de décès, seulement une chloracnée et une immuno-suppression.

### IV Conclusion.

Décision de diminuer la concentration de ces produits dans l'environnement.

Interdiction d'utiliser certains herbicides (ceux contenant des impuretés "dioxine")

### Legislation:

- Limite tolérable d'ingestion par jour =  $0,06 \text{ pg/Kg/jour}$   
(Ce taux = 1 chance sur  $10^6$  de contracter 1 cancer)
- Dose journalière acceptable =  $1 \text{ pg/Kg/jour}$  (USA et Europe)

Rones V

Pollution 16h → 18h00

 Catherine Comte  
 Virginie Saugier

## La pollution atmosphérique

### I) Origine de la pollution

Les impuretés dans l'air provoquent une gêne au niveau de la santé, des animaux, des biens (les monuments historiques) Les polluants sont agressifs

#### I.1) origine naturelle

La pollution naturelle a toujours existé : incendies de forêt, combustion (entraîne la formation d'oxyde de carbone et de  $CO$ , des hydrocarbures toxiques : benzopyrène hydrocarbure cancérogène)  
 Autre pollution naturelle : les embruns de mer, les incendies.

Pollution végétale : les pollens (octobre → printemps)

Ambrosie (de juillet à fin septembre)

Les germes microscopiques : ils restent dans l'air si leur diamètre est  $< 10 \mu m$  avec un mouvement.  
 En cas de pluie ils sont éliminés. Les pluies nettoient l'atmosphère.

- La respiration des plantes, des hommes, des animaux produit des composés carboniques, peu de CO mais beaucoup de CO<sub>2</sub>, ce qui provoque "l'effet de serre": augmentation de la température dans la sphère humaine.

Lorsqu'un homme est dans une pièce il y a formation d'ammoniac et une odeur désagréable.

CO<sub>2</sub>: si dépasse 8 à 10% : mort, inhalation et syncope. (limite tolérable à 10% : une bougie s'éteint à 10% de CO<sub>2</sub>)

hydrocarbures: ils brûlent spontanément: feu de pétrole ce qui donne des fumées noires avec sept un pour cent de métaux.

## I. 2) origine anthropogéniques

### \* Le transport

des sources:

- L'électricité: pas de pollution:

L'électricité est produite à partir :

- houille blanche (barrages : problèmes écologiques) pas de pollution mais un déséquilibre de la vie naturelle : les poissons - - -

- charbon : 1 ou 2 centrales thermiques : une pollution énorme.

Achat du charbon à l'étranger

- fuel : peu polluant

- gaz de ville (hydrocarbures) vient des roches naturelles liées aux hydrocarbures.

Le charbon est un pollueur en soufre et en métaux, dégagement de fumées avec des particules. Il faut traiter le charbon en aval pour éliminer tout ce qui est dangereux dans les fumées.

L'énergie nucléaire représente en France 80% de l'énergie. La France est exportatrice.

Polluant ou pas ? Vaste débat. Certainement contamination au moment de l'extraction de l'Uranium (radioactif).



Dans une centrale, sauf explosion, il n'y a pas de perte radioactive. La conception des centrales est fiable par rapport à celles construites dans l'Est.

Actuellement, il y a peu de véhicules roulant à l'électricité.

### Les autres sources :

- Essence

- Gazole.

L'essence s'évapore contrairement au gazole qui ne s'évapore pas.

L'essence contenait du plomb pour éviter les à-coups en voiture. (antidetonnant = plomb) Or le plomb provoque une pollution atmosphérique importante, d'où "Essence verte" sans plomb, à la place du plomb on a mis du benzène (des effets cancérigènes)

Combustion au niveau des voitures : passage dans le pot d'échappement de produits à base d'azote : polluant en été et en hiver, avec un plus en hiver.

Au niveau des aéroports : pollution énorme,

## II La diffusion atmosphérique.

Une usine avec une cheminée : les gaz montent car ils ont une densité plus faible que l'air.

Dans une usine, il faut mettre sur le toit de celle-ci un manchon horizontal usé pour avoir une certaine vitesse d'élimination des particules, des fumées.

Au delà de  $10 \mu\text{m}$ , il y a chute des particules, si le diamètre est important ( $100 \mu\text{m} = \text{fumeroles}$ ) les particules tombent dans un rayon 10 fois la hauteur de la cheminée (ex si la cheminée fait  $20 \text{m}$  de hauteur, les particules tomberont dans un rayon de  $200 \text{mètres}$ )

Le vent : Avant d'installer une usine près d'une agglomération, il faut réaliser la "rose des vents".

fréquence du temps où le vent souffle dans une direction donnée. On étudie si les fumées seront dirigées régulièrement vers l'agglomération.

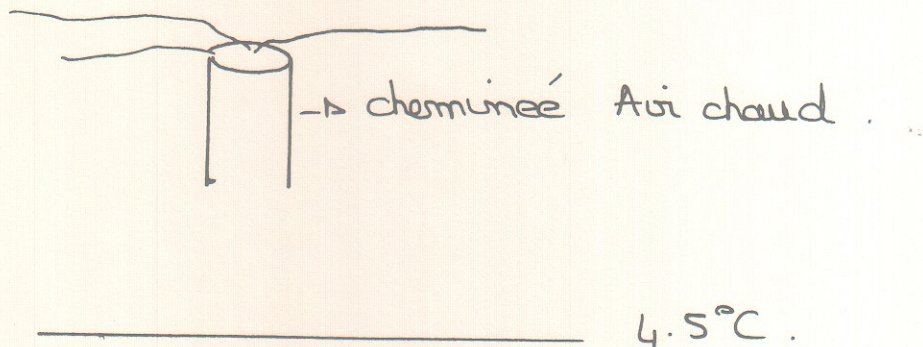
Le vent par sa force et sa durée entraîne une diffusion des polluants.

La température de l'atmosphère : des gaz ne montent que si ils sont plus chauds que l'atmosphère, et plus légers que l'air.

Si inversion de température dans l'atmosphère, vers 6-7 heures du matin, les gaz ne montent pas très haut et forment un plateau. Ce phénomène se produit quand le vent est absent.

Ce phénomène d'inversion de température se rencontre en hiver surtout par temps anticyclonique, avec un vent faible.

ex : des d'ingéles.



Les pluies : elles dissolvent les solvants, mais ces pluies se retrouvent dans les rivières et polluent celles-ci (nitrates ----). Il est préférable de récupérer les pluies et de les traiter dans les stations d'épuration.

Dans les années 50 : morts du au chauffage au charbon : création de pollution atmosphérique : SMOG.  
(du brouillard)

SMOKE + FOG  
 la ↓ fumée      ↓ brouillard.

⇒ d'où interdiction de se chauffer au charbon, on a vu une nette amélioration de l'atmosphère.

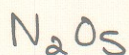
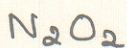
SMOG acide : avec le soufre du charbon

SMOG oxydant : association soleil + pollution due aux voitures.

### III Les polluants

#### III.1) les gazeux (non invisibles)

\* les oxydes d'azote.



sont le résultat de la combustion spontanée de l'oxygène et de l'azote.

Le mélange : carbone plus métaux (arsenic, silice...)  
 plus support des polluants acides se déposent sur les  
 suies - Il faut éviter la formation des suies qui  
 favoriseraient la formation des acides.

- \* anhydride sulfurique .
- \* oxyde d'azote
- \* ozone
- \* anhydride carbonique
- \* monoxyde de carbone
- \* hydrogène sulfuré
- \* divers : chlore, acide chlorhydrique à partir  
 de la combustion des incinérateurs .

Le CO agit rapidement sur la santé .

### III.2) Les particules

Les suies : ce sont du carbone, elles sont grasses car  
 contiennent des hydrocarbures .

Les métaux : plomb - tetraéthyle, dans les moteurs  
 donne de l'oxyde de plomb : Il est insoluble mais  
 peut passer dans le sang par inhalation .

### III.3) La mesure des polluants.

Les polluants sont mesurés à l'aide d'analyses sophistiquées car les quantités sont faibles. Les mesures sont faites à intervalles réguliers.

- oxydes d'azote : grâce à un système à fluorescence. Ce système permet de détecter des petites quantités.

- Monoxyde de carbone : Infra-rouge.

- ozone : système d'activation

- gaz carbonique : pas de mesure.

LIDAR : laser radar, analyse la teneur en  $SO_2$  sur une longueur donnée, dans une rue donnée.

A Lyon : Réseau COPARLY.

### IV Poste de mesure : COPARLY

Ces systèmes de mesure sont fixés sur les toits ou au niveau de 2<sup>ème</sup> étage d'un immeuble.

On peut mesurer le taux de particules par un système contenant une pompe, un filtre. Il y a passage de l'air sur le filtre, puis mesure à l'aide d'un néphélomètre.

La mesure est donnée en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air.

#### V Les mesures de prévention.

Que faire pour éviter une pollution ?

Il faut diminuer le chauffage au charbon ou au fuel, et utiliser plutôt le gaz. Il faut remplacer les foyers individuels par un foyer central.

On peut laver les fumées par des pluie mais cela est cher et difficile à réaliser.

# DIOXINE

## IV.2. DISTRIBUTION ET SORT DANS L'ENVIRONNEMENT

IV.2.1. Distribution dans l'environnement

IV.2.2. Sort dans l'environnement

1) Phototransformation

2) Biodégradation

3) Autres sorts

## I. HISTORIQUE

\* 2,4,5-trichlorophénol en VIRGINIE USA 1949

\* Agent Orange au Vietnam

\* Huile de riz contaminée au Japon et Taiwan 1968 et 1979

\* Newark (New Jersey) 1968

\* Seveso Italie 1976

\* Binghamton (New York) 1981

## II. STRUCTURE

## III. PROPRIETES PHYSICO-CHEMIQUES

## IV. ORIGINE - DISTRIBUTION - SORT DES PCDD ET

PCDF

### IV.1. ORIGINE

IV.1.1. Naturelle

IV.1.2. Technologiques

1) Sources industrielles

2) Processus de combustion

## V. METABOLISME CHEZ L'ANIMAL

V.1. ABSORPTION

V.2. DISTRIBUTION

V.3 METABOLISME

V.4. ELIMINATION

## VI. TOXICITE

VI.1 TOXICITE CHEZ L'ANIMAL

VI.1.1 Toxicité Aiguë

VI.1.2.Toxicité chronique

VI.1.3. Cancérogénèse

VI.1.4. Effet sur la reproduction et le développement

VI.1.5. Immunotoxicité



VI.2. MECANISME D'ACTION

VII EFFETS CHEZ L'HOMME

VII.1 EXPOSITION AIGUE

VII.2. EFFETS IMMUNOLOGIQUES

VII.3. EFFETS SUR LA REPRODUCTION

VII.4. EFFETS CANCEROGENES

VIII. EPISODES MAJEURS DE CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT

VIII.1 AGENT ORANGE

VIII.2. TIME BEACH

VIII.3. SEVESO

VIII.4. YUSHO ET YUSHENG

IX. CONCLUSION

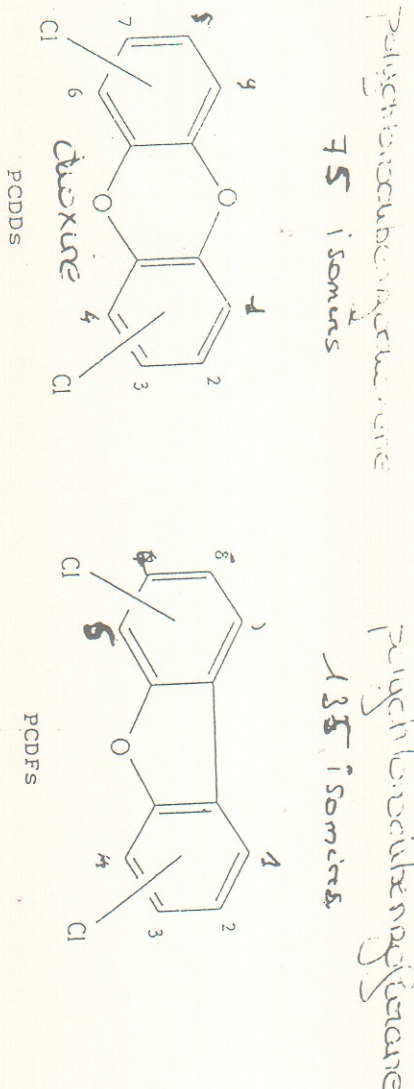


FIGURE 6-1. Chemical structures of polychlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans.

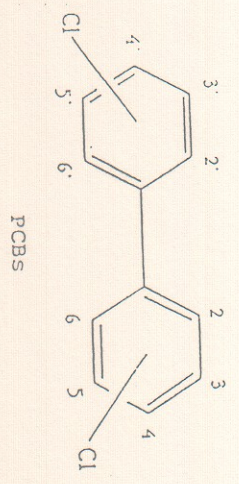


FIGURE 6-2. Chemical structures of polychlorinated biphenyls.

*Figure 6-2*

Correlations between Chemical Structure and Acute Toxicity.  
 expressed as LD<sub>50</sub> in Guinea Pigs! *Looney*  
 (McKinney and McConnell, 1982; Schmitt, 1985)

Name of Compound	LD <sub>50</sub> (µg/Kg)
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin (2,3,7,8-TCDD)	2
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofuran (TCDF)	7
3,3',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl	223
2,3,7-Tri chlorobenzo-p-dioxin (TrCDD)	29,444
2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorobiphenyl	> 3,000
4,4'-Dichloro-3,3',5,5'-tetrafluorobiphenyl	> 3,000
3,3',4,4'-Tetrachlorobiphenyl	< 552
3,3',4,4'-Tetrachlorobiphenyl ether	NDb
2,3,6,7-Tetrachloronaphthalene	> 3,000
1,2,4,7,8-Pentachlorodibenzo-p-dioxin (PeCDD)	1,125
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzo-p-dioxin (PeCDD)	3
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofuran (PeCDF)	< 10
3,3',4,4',5-Pentachlorobiphenyl	NDb
2,3,7,8-Tetrabromodibenzo-p-dioxin (TBDD)	NDb
2,3,7,8-Tetrabromodibenzofuran (TBDF)	NDb
2,3,7-Tribromodibenzo-p-dioxin (TbDD)	< 15
2,3,6,7-Tetrabromonaphthalene	NDb
1,2,4,6,7-Pentabromonaphthalene	242
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzo-p-dioxin (HxCDD)	200
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzo-p-dioxin (HxCDD)	73
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzo-p-dioxin (HxCDD)	70-100
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzo-p-dioxin (HxCDD)	60-100
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzo-p-dioxin(HpCDD)	> 600
Octachlorodibenzo-p-dioxin (OCDD)	NDb
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofuran (HxCDF)	120
1,2,3,4,7,8-Hexabromonaphthalene	361
1,2,3,5,6,7-Hexabromonaphthalene	> 3,610
2,3,6,7-Tetrachlorofluoren-9-one	> 100

Dioxine

- † Hartley strain guinea pigs given a single oral dose (gavage) and observed per 30 days.
- NDb Not determined in guinea pig, but compound was inactive as inducer of cytochrome P-448 and associates enzymes in one or more biological test systems.
- NDe Not determined in guinea pig, but compound was very active as inducer of cytochrome P-448 and associates enzymes in one or more biological test systems.

Figure 9

MATRICE	Air urbain	Sol urbain	Lait	Poissons	Rechantillons de tissus adipeux humains
PAYS	USA Allemagne Suède Japon	USA (sur 15 sites)	Canada Suisse Allemagne Japon Canada	USA 304 sites urbains	USA (région industrialisée)
TENEUR	1.3 - 9.6 pg/m <sup>3</sup> moyenne : 3.4 pg/m <sup>3</sup>	51 - 910 pg/g moyenne = 1405 pg/g	Moy. = 0.6 pg/g Moy. = 0.8 pg/g Moy. = 1 pg/g Moy. = 3.1 pg/g	0 - 85 pg/g Moy. = 0.4 pg/g	841 - 1460 pg/g Moy. = 1178 pg/g

- Toxicology

### TCDD toxicity varies greatly among species

Species	LD <sub>50</sub> (µg per kg)
Guinea pig	0.6-2.5
Mink (fish-eater)	4
Rat	22-320
Monkey	<70
Rabbit	115-275
Mouse	114-280
Dog	>100-<3000
Hamster	1150-5000

Source: Environmental Protection Agency

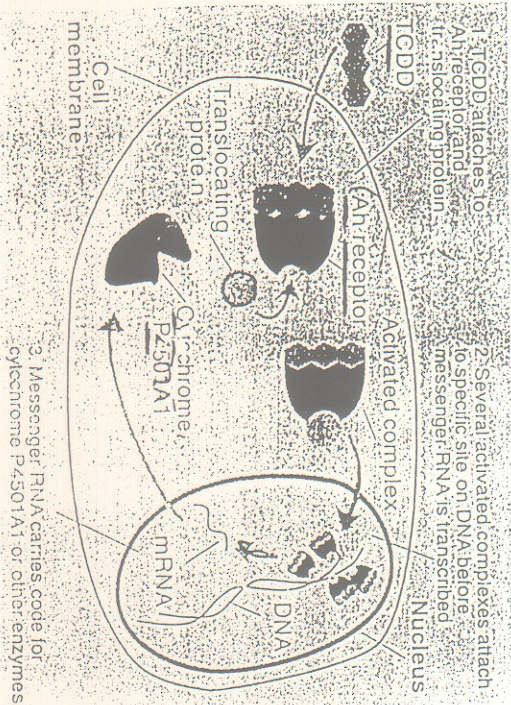
- Toxicology

### TCDD has several toxic effects

- Death
  - Thymic atrophy
  - Splenic atrophy
  - Testicular atrophy
  - Liver enlargement; fatty deposits; necrosis
  - Hyperplasia: gastric/mucosa, urinary tract, bile duct
  - Squamous metaplasia: melibonlan glands, ceruminous glands
  - Chloracne: hyperplasia, hyperkeratosis, altered pigmentation
  - Teratogenesis
  - Carcinogenesis
  - Immuno-suppression
  - Enzyme induction
  - Biochemical effects
- Source: Environmental Protection Agency

Figure 3

Receptor-mediated TCDD action requires several steps



In the cell, 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) binds strongly to a soluble intracellular protein designated the Ah (for aryl hydrocarbon) receptor, which then binds to a translocating protein that carries the "activated complex" into the cell nucleus. Several activated complexes bind to specific DNA sequences, distorting the DNA chain. Ensuing events lead to transcription of messenger RNA that codes for cytochrome P4501A1 or other enzymes

Toxicity Equivalence Factors

	BGA	Schlatter (1987)	Nordic equivalent Ahborg, (1988)	Equivalent Factor NATO/CCMS (1988b)
2,3,7,8-TCDD	1	1	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	0.1	0.4	0.5	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.01	0.01	0.01
OCDD	0.001	0.001	0.001	0.001
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1	0.1	0.1
2,3,4,7,8-PeCDF	0.1	0.4	0.5	0.5
1,2,3,7,8-PeCDF	0.1	0.01	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01	0.01	0.01
OCDF	0.001	0.001	0.001	0.001

Catherine CONTE

Virginie SAUGIER.

Cours du 5 Mai 1997

14h → 18h

M<sup>2</sup> Chambon - 14 → 16hM<sup>2</sup> Fouillet 16 → 18h.

# Pollution et Environnement

## Pollution de l'eau par les hydrocarbures = H.C (Chambon)

### I Différents types de Pollution.

- En général, l'eau est polluée par des H.C de type "pétroliers". C'est à dire des H.C peu cauteux car peu affinis -
- La Pollution peut être directe ou Indirecte -
  - directe : Pétrolier qui s'échoue
  - indirecte : traitement d'une matière noire par des produits eux même polluants.
- Différents fractions d'H.C peuvent polluer l'eau :
  - Pégés : ex : éther de pétrole - Point d'ébullition = 30°C
  - Lourdes : ex : Mazout - Point d'ébullition > 200°C
- Différents types d'H.C :
  - Aliphatiques.
  - Aromatiques.
  - Polycycliques.
- Impact sur l'homme : pas très élevé - Seulement un problème de "Complaisance"; problème olfactif -
- Eau imbuvable avec 1µg d'H.C/l -

### II Origine de Pollution :

• On emploie le terme de "Mariée Noire" depuis l'Accident du Toney Canyon en 1967.

• Un H.C est non miscible à l'eau, mais des émulsions peuvent

se former -

- Un HC flotte car il est moins dense que l'eau -
- des HC forment un film de  $1/10$  micromètre de mm.
- des HC sont repérés par une Caméra Infra Rouge -
- Problème des Navires = Plus les pétroliers sont gros plus ils sont sécuritaires. Cependant plus le bateau est gros moins il s'arrête vite (donc plus d'accidents avec des petits bateaux) et plus la catastrophe est grave vu les tonnes d'HC contenues dans ce navire -
- la Manche est une mer très polluée car beaucoup de bateaux s'y croisent -
- des Oléoducs sont plus fiables que les Bateaux -

→ des Pollutions peuvent être Naturelles =

- Autrefois en Asie Mineure les H.C jaillissaient du sol et s'enflammaient au contact de la foudre -

- Pollution en Californie : le sol est fin, et il existe des remontées d'H.C.

- A noter qu'il existe une Biodégradation naturelle : à température assez élevée, les levures et Bactéries dégradent les H.C.

→ des Pollutions Accidentelles =

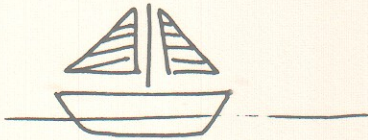
- Sur la Terre ferme : des camions se trouvant sur un sol calcaire ayant des fissures dans lesquelles s'infiltrent le HC.

- Sur mer : Pétrolier qui s'échoue ; Oléoduc qui fuit...

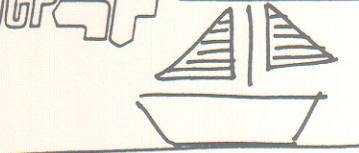
- Puits de pétrole dans la mer : Off shore : Notamment dans la mer du Nord - S: tempête → Pollution.

→ Pollutions Intentionnelles =

- A l'allée, le Pétrolier est rempli de Pétrole. Mais au retour le bateau sans pétrole flotte trop -



Bateau plein



Bateau vide -

Le Bateau vide est incapable de flotter - Donc au retour les Capitaines de Pétroliers font remplir leur Bateau d'eau - Et avant de remplir de nouveau le bateau de pétrole, il faut vidanger l'eau - Beaucoup de marins peu scrupuleux rejettent cette eau chargée en HC dans la mer → Pollution - Bien sûr il existe des techniques dans les ports pour récupérer ces eaux salées mais les bateaux doivent attendre leur tour et payer pour ce service - Ils préfèrent donc rejeter ces eaux directement dans la mer -

#### • autres sources de pollution intentionnelle :

- Huiles de vidange de voiture ± recueillies.
- Pollution permanente des moteurs.
- Nettoyage des cuves de camion par de l'eau sous pression plus de détergents.

### III Mise en Evidance -

- Photométrie I.R. : détecte 10 µg/l  
On extrait par du tétrachlorure de Carbone - On analyse à 2960 cm<sup>-1</sup>  
Indique si oui ou non il y a des H.C. mais n'indique pas quels types d'H.C. il s'agit.
- goût / odeur : pour le benzène par exemple ou les composés contenant des groupements thiols.
- Chromatographie en phase gazeuse - Avec détecteur FID (détecteur à limitation de flamme) → Permet de préciser le type d'H.C.

## IV Moyens de Lutte.

### 1) Réglementaires

↳ plus ou moins suivis -

### 2) Préventif

- Il existe des déshuileurs automatiques pour séparer l'eau des H.C.

- Load on Top : séparation de l'eau et des H.C. avec centrifugation - (présence d'une cheminée centrale) - Décantation des H.C. dans la colonne centrale -

- Cuves de navires plus étanches, plus petites et séparées -

### 3) Curatif

- Mise en place de "Boudins flottants" pour limiter la nappe d'H.C. - Utilisés sur des lacs - Impossible sur la mer car trop de vagues ou de vents -

- Pompes flottantes -

- Barrières gazeuses pour faire barrage -

- Brûler les H.C. Pour l'essence, c'est intéressant - Mais beaucoup plus difficile pour le mazout car la température d'ébullition est trop élevée - On essaie de mettre le feu avec de la paille, de la silice imprégnée d'H.C. etc....

- Méthodes Physicochimiques :

• Rouleaux de mousse de polyuréthane -

• Agent de Coulage : sable, cailloux imprégnés d'H.C. Permet de sectionner la chaîne d'H.C. - Donc le sable ou le cailloux coule dans le fond de la mer -





- Méthodes chimiques: les plus utilisées -

↳ Détergents non ioniques peu toxiques - Permet de faire des émulsions ce qui permet la dispersion et la dégradation des H.C. Notable pour les puits et les rivières -

4) Biodégradation -

↳ Biodégradation naturelle effectuée par les bactéries présentes dans la mer - Pour augmenter le nombre de bactéries, on rajoute de l'eau d'égout - Ces bactéries se multiplient par 2 ou 5 log par jour surtout s'il fait chaud -

Ces bactéries vont casser les chaînes d'H.C → cela donne des chaînes plus courtes qui pourront s'oxyder -  $\alpha/\beta$  oxydation est d'autant plus facile que les chaînes sont courtes - Cependant parfois la dégradation par les bactéries génère des produits toxiques comme des phénols ce qui détruit (paradoxalement) la souche de bactéries -

5) Nettoyage au seau et à la pelle → Laborieux mais efficace (sur les côtes)

V Conséquence Biologique -

1) Sur la flore -

Diminution de l'Assimilation chlorophyllienne due au film d'H.C. car ces derniers arrêtent le rayonnement solaire - Parfois des algues rouges remplacent les vertes qui meurent - Au bout de 10 ou 15 ans, la flore réapparaît -

(Rq: le lessivage des H.C. est très toxique pour la flore)

## 2) Faune -

• Poissons : assez peu touchés en fait. Ils s'en vont dans une eau plus saine ou prennent une tranche de rivière non contaminée -

• Oiseaux : Ils ne voient pas les couches d'H.C et s'engluent dedans - Ils avalent des H.C en mangeant le poisson et en se "pêchant" les plumes → Toxicité sur le tube digestif et le foie. De plus ils ont les ailes collées et ne peuvent plus s'envoler - Enfin les H.C dissolvent le sébum de leur peau et les oiseaux ne peuvent plus résister au froid -

• Crustacés : Le coquillage se détache des rochers et s'imprègne d'H.C → mort - Ce sont eux les plus touchés même à faible teneur (10 mg/l)

## 3) Sur l'homme -

L'homme s'en sort relativement bien - Pas de graves maladies

Mais nuisance des odeurs et saisons touristique anéanties -  
(Le personnel nettoyant se protège tout de même -)



16 → 18h

## Le trou d'ozone -

  
 (M = Fauillet)

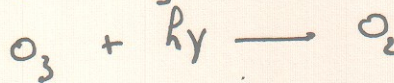
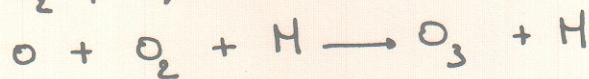
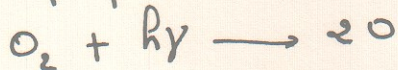
### Introduction :

- Trou d'ozone = diminution de la couche d'ozone au niveau de la stratosphère - (Or l'ozone nous protège des rayons du soleil)
- De plus il existe une augmentation de l'ozone (du à la pollution) dans la troposphère, ce qui provoque des problèmes respiratoires -  
(cf figure n° 1 des fiches)

### A. Formation de l'ozone -

#### 1. Formation naturelle dans la stratosphère -

(cf fiche -)



} réaction de protection contre les rayons U.V.

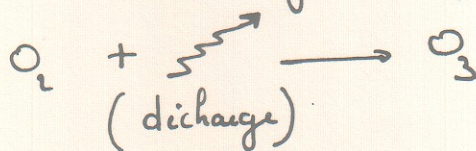
(M = azote -)

Rq : la concentration maximale de l' $O_3$  se situe entre 25 et 30 km -

#### 2. Formation de l' $O_3$ dans la troposphère -

##### 2.1. Naturelle -

↳ lors des orages et à partir de l' $O_2$



2.2. Pour pollution atmosphérique -

(- cf poly pour les réactions -)

NO<sub>x</sub> = Oxyde d'azote = NO; NO<sub>2</sub>; N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.  
( $\Rightarrow$  NO<sub>x</sub>)

**B. Toxicité de l'ozone chez l'homme -**

1. Sur le Système Respiratoire -

1.1. Toxicité aigüe -

L'ozone est utilisé dans des stations de traitement des eaux -  
Car l'O<sub>3</sub> est bactéricide / virucide - C'est dans ces stations  
que ce produisent souvent les intoxications aigües -

- O.A.P
- hémorragie pulmonaire.
- Mort.

1.2. Intoxication à doses moyennes ou faibles -

- Congestion pulmonaire
- Toux -

⚠ Photocopiesuses digèrent de l'O<sub>3</sub> !!

2. Effets sur les Organes Sensoriels -

2.1. Oeil = irritation

2.2. Olfactif

2.3. Effets sur les muqueuses buccales et pharyngées -

3. de déglutition -

- Limite d'exposition = 0,2 ppm - pour 15 minutes -
- HAC = 0,1 ppm pour 8 heures -

## C. Problème de l' $O_3$ stratosphérique lié à l'utilisation des

### C.F.C.

l'ozone nous protège contre les Rayons U.V. Il protège tout l'écosystème - Si l' $O_3$  diminue, l'ONU envisage une importante augmentation des cancers de la peau (mélanome) - Cette augmentation de mélanomes est déjà observée en Australie et en Nouvelle Zélande - Il y aura aussi augmentation des presbyties, des cataractes et des photokératites -

Problèmes envisagés aussi sur le plancton et certaines plantes →  
Disparition d'espèce et mutation génétique probable -

### • Causes Avancées pour la diminution de la couche d'ozone =

- 1972 : Il y a 20 ans, on pensait que le "Concorde" (qui vole à  $\approx 15$  km d'altitude) faisait échapper du  $NO_2$  qui pouvait détruire l'ozone - Probable mais il y a tellement peu de Concorde que l'effet reste négligeable -

- entre 1978 et 1988, diminution de l' $O_3$  de 1% -

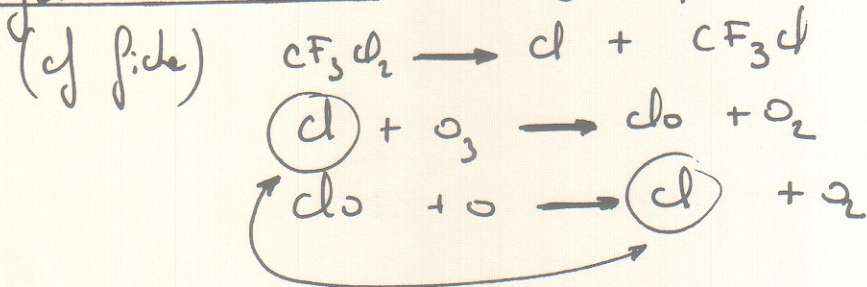
- En 1992 : La NASA convoque une réunion d'urgence = elle dénonce l'augmentation du "cl" dans la stratosphère, en particulier celui issu des C.F.C

- En Antarctique (Sud) le trou est supérieur à celui de l'Arctique (Nord)  
↳ peut-être parce qu'il fait plus froid d'où formation de nuage polaire = nuage de glace qui catalyse la réaction de destruction de l' $O_3$



Il y a donc une relation entre la diminution de l' $O_3$  et l'augmentation de la concentration en  $ClO$  (monoxyde de  $Cl$ )

- Cycle de Destruction de l'ozone par les C.F.C (chlorofluorocarbure):



- C.F.C : molécules très stables, gazeuses avec des demi-vies très élevées.
  - Ils atteignent la stratosphère en 10 ans.
  - 1 atome de "Cl" peut détruire 100 000 molécules d' $O_3$  !
  - de "Cl" peut aussi être éliminé sous forme d'acide chlorhydrique  $\rightarrow$  = pluies acides !

- $CH_3Cl$  : Méthyl chlorure : origine naturelle
  - demi-vie = 1,5 ans = faible.
  - Donc conséquences faibles sur l' $O_3$ .

- Tétrachlorure de Carbone : ( $CCl_4$ ) : Synthétique
  - $t_{1/2}$  (vie) = 50 ans
  - Conséquences importantes

- Méthyl chloroforme :  $CH_3CCl_3$  : Durée de vie : 6 ans
  - Mais produit en énormes quantités !

(cf figure 2.)

— En 1992, pendant les mois d'hiver, un anticyclone recouvrait l'Europe, donc l'air tropicale est montée jusqu'à l'Antipode —  
 L' $O_3$  a peut-être été éliminé par ces mouvements d'air —  
 De plus il y a eu l'éruption du Volcan <sup>au</sup> Philippines  $\rightarrow$  Dégagement de "Cl" et d'acide qui sont arrivés jusqu'à la stratosphère —



## D. Les C.F.C.

1. Nomenclature -  
(Ne pas savoir)

2. Propriétés -

- ↳ utilisés dans les aérosols, dans les mousses car inflammable -
- ↳ utilisés aussi dans les réfrigérants, les climatisations et le isolant thermique -
- ↳ Possèdent une gamme de  $T^{\circ}C$  d'ébullition complète de  $-40^{\circ}C$  à  $0^{\circ}C$  -
- ↳ Non Corrosifs -
- ↳ Conductivité thermique faible -
- ↳ Missibles à l'eau -
- ↳ Pouvoir Solvant augmente vis à vis des molécules organiques -
- ↳ Stables chimiquement -
- ↳ Non toxique pour l'homme directement -

3. Production et Usage -

- Utilisés dans les aérosols, les climatisations, les mousses etc...
- Utilisés aussi: comme solvant dans l'industrie électronique (encore aujourd'hui d'ailleurs)
- Les C.F.C sont peu coûteux et facilement synthétisés -
- Répartition de leurs utilisations en 1989:

Total = 1 million de tonne.

- $\left\{ \begin{array}{l} 1/4 \rightarrow \text{propulseurs} \\ 1/4 \rightarrow \text{fluide réfrigérant} \\ 1/4 \rightarrow \text{pour la fabrication de mousse isolante} \\ 1/4 \rightarrow \text{comme solvant dans l'électronique} \end{array} \right.$



#### 4. Toxicité des C.F.C. (en inhalation Subaiguë)

- Globalement les C.F.C. sont peu toxiques -
- Parfois usage détourné comme Narcotique
- ↳ Effet toxico. maniaque (C.F.C 12 -)

- 1) Sur le S.N.
- 2) Cardiaque.
- 3) Pulmonaire.
- 4) Hépatique.

#### 5. Protocole de Montréal. En 1987. (cf poly)

Actuellement les C.F.C sont encore utilisés dans les produits médicamenteux, comme propulseur, car pas toxiques -  
ex: gaz dans la Ventoline <sup>®</sup>.

#### E. Produit de Substitution.

- des hydrochlorofluorocarbones = Produits de substitution transitoires car ils contiennent quand même du "Cl". Cependant leur durée de vie est très inférieure à celle des C.F.C. -  
 Pouvoir destructeur de l'ozone : CFC = 1  
 HCFC  $\approx \leq 0,1$

La présence du "H" fait que ce produit est quasiment dégradé dans la troposphère par des mécanismes radicalaires. Certains sont cancérogènes (!).

- hydrofluorocarbones = H.F.C. Il n'y a plus de "Cl" donc pas de destruction de l'ozone. Certains sont cependant - toxiques et cancérogènes





## F. des Produits de Remplacement et les Technologies alternatives.

1) Dans le cas des aérosols :

On peut utiliser = le butane, le propane, l'isobutane, le diméthyléther mais ce sont des composés inflammables -

2) Pompes Mécaniques : Dans la parfumerie -

3) Pour la Pharmacie : CFC ± HFC

4) Fluide frigorigère : HFC mais ils sont utilisés provisoirement en attendant de trouver mieux -  
On revient beaucoup au CO<sub>2</sub> et à l'ammoniac mais ils sont toxiques -

Rq : des HFC sont utilisés avec des lubrifiants, des joints etc... car ils sont responsables de réactions spéciales (incompatibilités P)

5) Pour les mousses : Pentane, eau + gaz carbonique et chlorure de méthyle -

6) Pour les solvants : chlorure de méthylène mais il est cancérogène et nécessite une destruction non polluante -

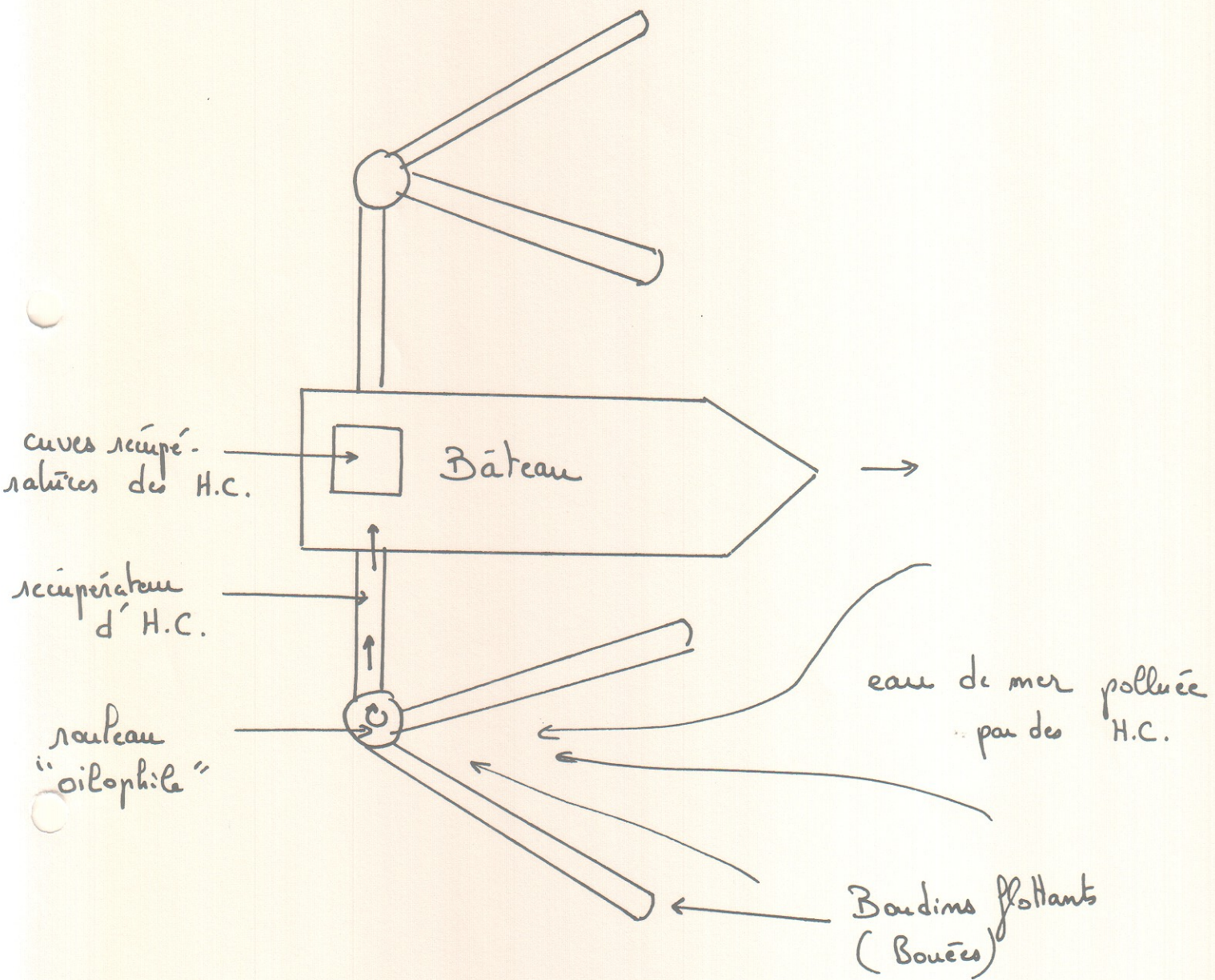
- . Tétrachlore éthylène
- . Trichloroéthane.
- . Alcool etc...

FIN du cours de M<sup>re</sup> Fouillet du 5/05/97.

Notons que M<sup>re</sup> Chambon nous a passé deux films :

- 1 - "Surveillance qualité de l'air"
- 2 - Lutte contre la pollution = système "STOPAL"

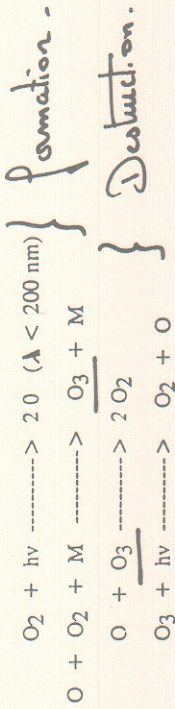
de Système "STOPAL":



TROU D'OZONE

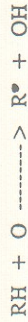
A. FORMATION DE L'OZONE

1. Formation naturelle dans la stratosphère



2. Formation de l'ozone dans la troposphère (basse atmosphère)

2.1 Formation naturelle



B. TOXICITE DE L'OZONE CHEZ L'HOMME

1. Effets sur le système respiratoire

1.1 Intoxication aiguë

1.2 Intoxication à doses moyennes ou faibles

2. Effets sur les organes sensoriels

2.1 Effets sur l'oeil

2.2 Effets sur l'olfaction

2.3 Effets sur les muqueuses buccales et pharyngées

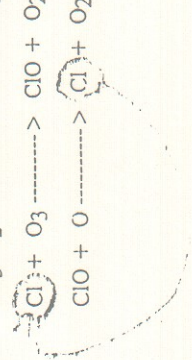
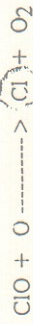
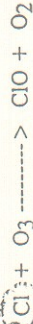
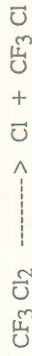
4. Effets sur le comportement

4. Irritabilité

C. PROBLEME DE L'OZONE STRATOSPHERIQUE LIE

A L'UTILISATION DES CFC . TROU D'OZONE

Cycle de destruction de l'ozone stratosphérique



## D. LES CHLOROFLUOROCARBONES

### 1. Nomenclature

Le chiffre des unités correspond au nombre d'atomes de fluor  
le chiffre des dizaines correspond au nombre d'atomes d'hydrogène + 1  
Le chiffre des centaines correspond au nombre de carbone - 1

### 2. Propriétés physiques et chimiques

### 3. Production et usages

### 4. Toxicité des CFC par inhalation en subaiguë

4.1 Toxicité sur le système nerveux

4.2 Toxicité cardiaque

4.3 Toxicité pulmonaire

4.4 Toxicité hépatique

### 5. Protocole de Montréal

## E. LES SUBSTITUTS DES CFC

### 1. Propriétés physiques

### 2. Propriétés chimiques

HCFC + OH -----> radicaux haloalkyl -----> Chlore

### 3. Influence sur la destruction de l'ozone et l'effet de serre

### 4. Toxicologie

## F. LES PRODUITS DE REMPLACEMENT ET LES TECHNOLOGIES ALTERNATIVES

### 1. Dans le cas des aérosols

### 2. Dans le cas des fluides frigorigènes

### 3. Dans le cas des mousses

### 4. Dans le cas des solvants

Figure 1

Colonne totale moyenne d'ozone observée au mois d'octobre au-dessus de la station britannique de Halley Bay (76 °S) en Antarctique depuis 1957 à l'aide d'un spectrophotomètre Dobson

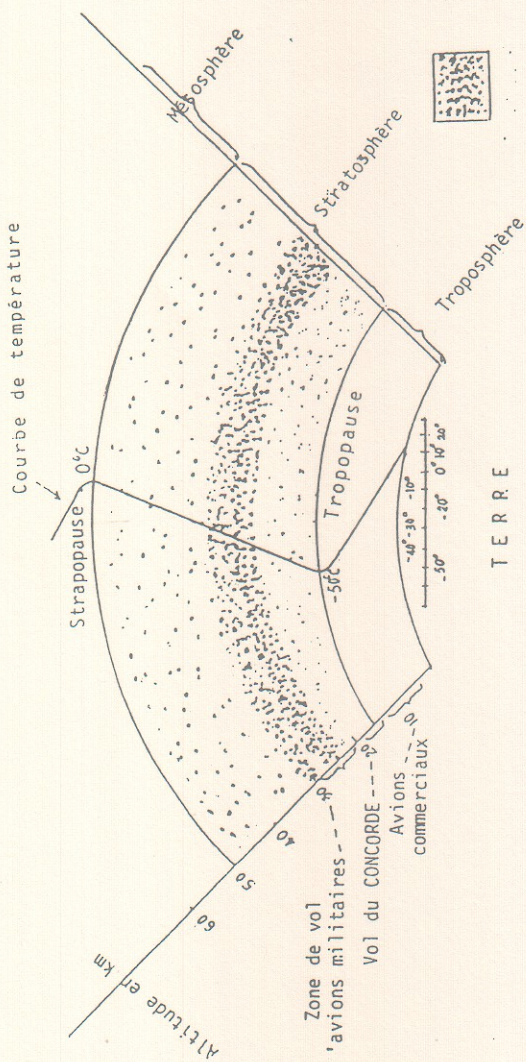
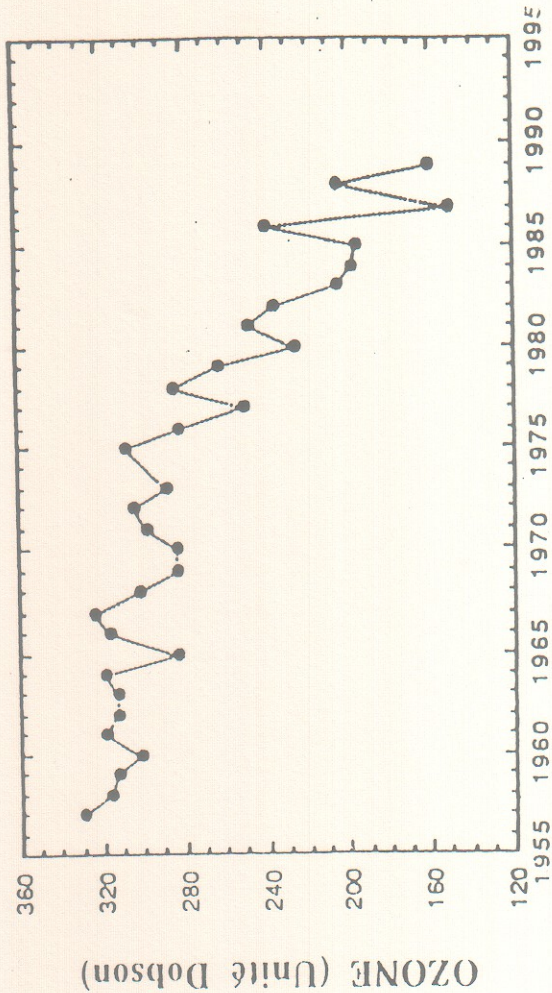


Fig. 1.- STRUCTURE PHYSIQUE DE L'ATMOSPHERE COURBE DE TEMPERATURE

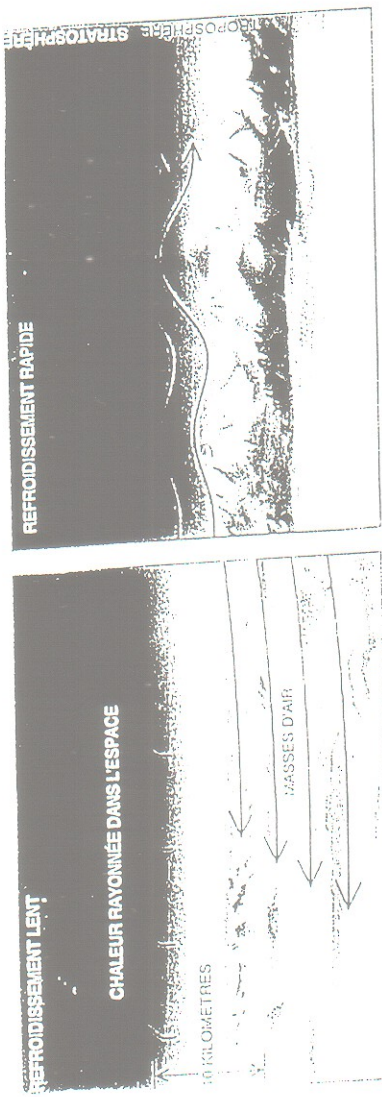
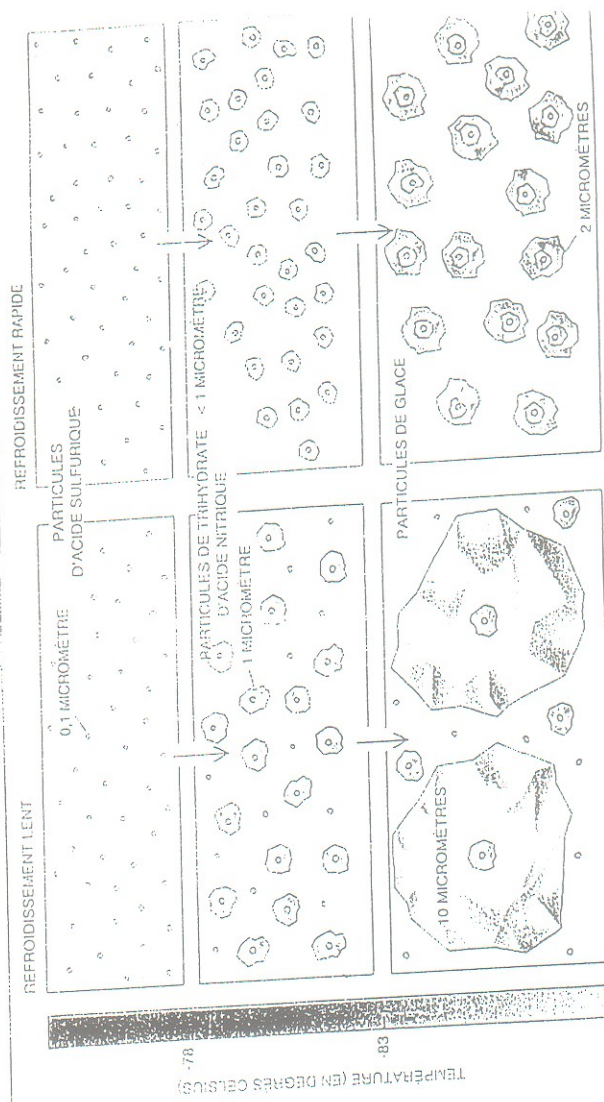
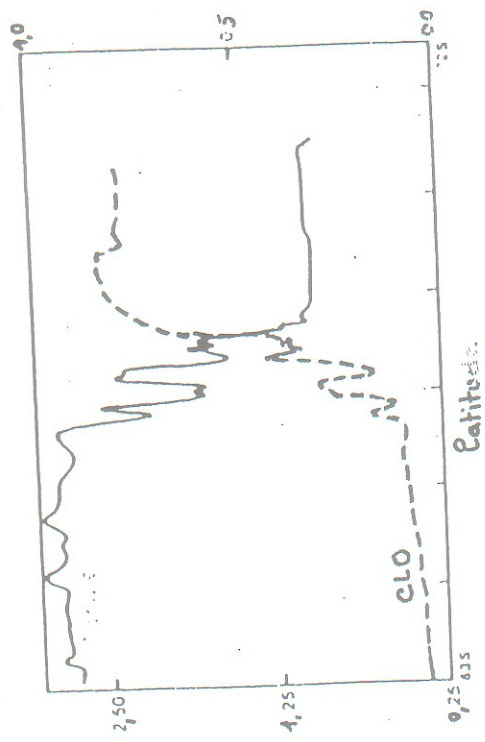
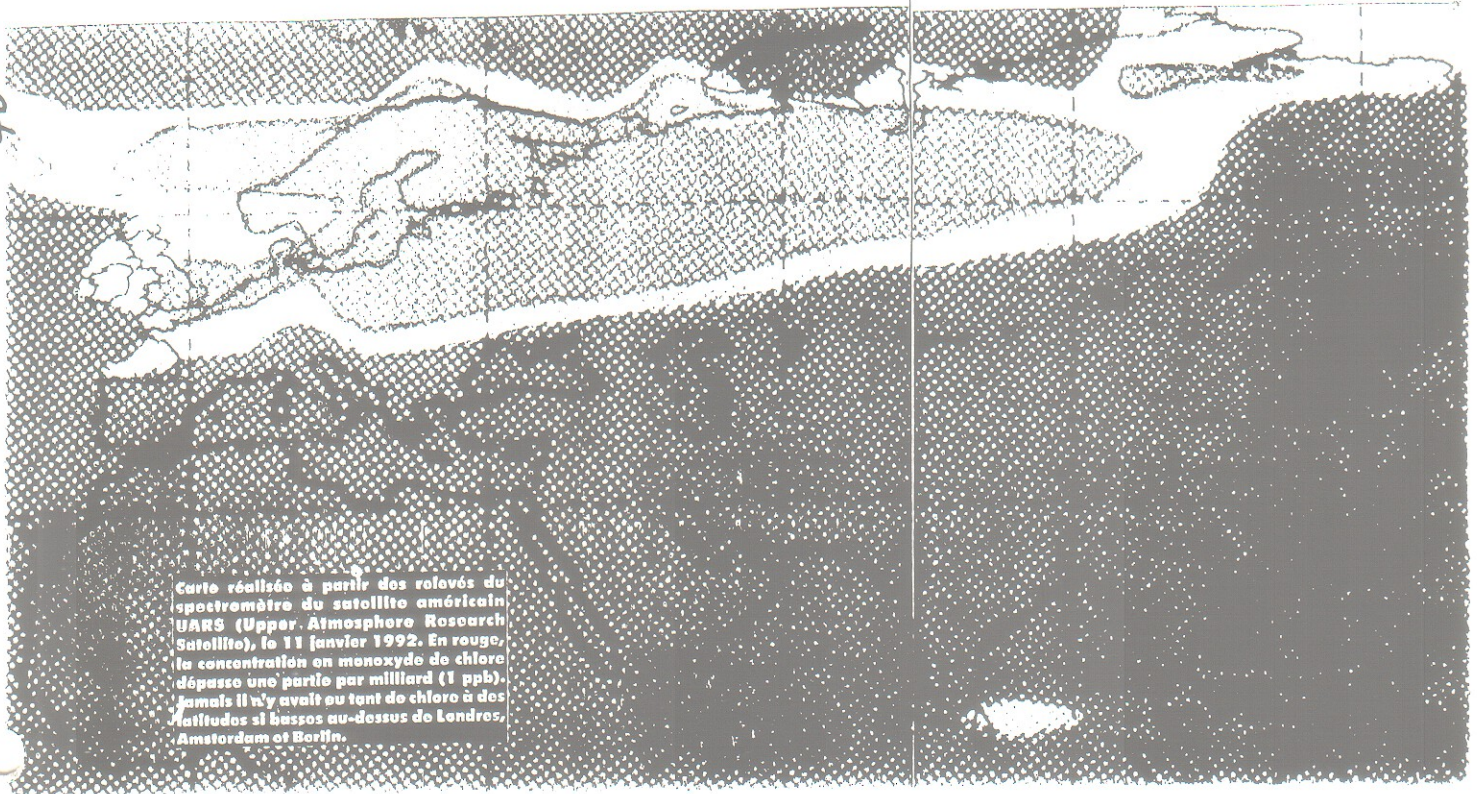


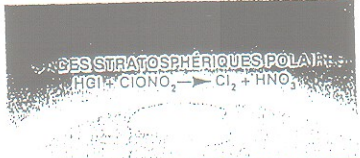
Figure 2  
 Corrélation entre la concentration de monoxyde de chlore et la destruction de l'ozone au pôle Sud



2. LES NUAGES STRATOSPHERIQUES POLAIRES se forment lorsque l'air est assez froid pour que la vapeur se condense. L'air refroidit lentement lorsque la stratosphère rayonne sa chaleur dans l'espace ou qu'elle est soulevée par des masses d'air sous-jacentes (en haut à gauche). Il refroidit vite quand des vents soufflent au-dessus des montagnes, créant un réseau d'ondes stationnaires qui monte dans la stratosphère (en haut à droite). Quand la température descend sous - 78 degrés Celsius, des particules de trihydrate d'acide nitrique se condensent sur les aérosols d'acide sulfurique, formant des nuages d'acide nitrique. Quand la température est inférieure à - 83 degrés Celsius, la vapeur d'eau se condense sur les particules de trihydrate d'acide nitrique et sur toutes les particules d'acide sulfurique restées en suspension dans les nuages de glace. Quand le refroidissement est rapide, les particules de trihydrate d'acide nitrique se condensent sur les aérosols d'acide sulfurique, formant des nuages d'acide nitrique. Quand la température est inférieure à - 83 degrés Celsius, la vapeur d'eau se condense sur les particules de trihydrate d'acide nitrique et sur toutes les particules d'acide sulfurique restées en suspension dans les nuages de glace. Quand le refroidissement est rapide, les particules de trihydrate d'acide nitrique se condensent sur les aérosols d'acide sulfurique, formant des nuages d'acide nitrique.



Carte réalisée à partir des relevés du spectromètre du satellite américain UARS (Upper Atmosphere Research Satellite), le 11 janvier 1992. En rouge, la concentration en monoxyde de chlore dépasse une partie par milliard (1 ppb). Jamais il n'y avait eu tant de chlore à des altitudes si basses au-dessus de Londres, Amsterdam et Berlin.

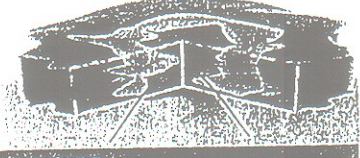
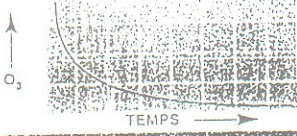
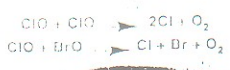


**AOUT**

- L'hiver antarctique commence.
- Le tourbillon d'air se développe et l'air se refroidit suffisamment pour que les nuages stratosphériques se forment.

- Les nuages stratosphériques polaires dénitrifient et déshydratent la stratosphère.
- L'acide chlorhydrique et le nitrate de chlore interagissent à la surface des nuages pour libérer du chlore.

• La température hivernale est minimale.



**SEPTEMBRE**

- Au début du printemps austral, le retour des rayons solaires réchauffe l'air et les nuages stratosphériques polaires disparaissent.
- Les cycles catalytiques  $\text{ClO} + \text{ClO}$  et  $\text{ClO} + \text{BrO}$  détruisent l'ozone.

**OCTOBRE**

• La quantité d'ozone chute à son niveau le plus bas.

**NOVEMBRE**

- Le tourbillon polaire disparaît.
- L'air riche en ozone des latitudes moyennes s'infiltré dans la stratosphère antarctique.
- L'air pauvre en ozone s'étend sur tout l'hémisphère Sud.

Tableau 1:  
Ventilation de la concentration de  
chlore atmosphérique en 1985

Sources	%
Industrielles :	
CFC-11	22 %
CFC-12	25 %
CFC-113	3 %
CFC-114	< 1 %
CFC-115	< 1 %
HCFC-22	3 %
Tétrachlorure de carbone	13 %
Méthyle chloroforme	13 %
Naturelles :	
Chlorure de méthyle	20 %

Tableau 2 : Nomenclature des CFC les  
plus importants (Ne pas savoir)

Numéro	Formule chimique
<del>R11</del>	$CCl_3F$
R 12	$CCl_2F_2$
R 13	$CClF_3$
R 22	$CHClF_2$
R 23	$CHF_3$
R 112	$CCl_2F-CCl_2F$
R 113	$CCl_2F-CClF_2$
R 114	$CClF_2-CClF_2$
R 115	$CClF_2-CF_3$
R 123	$CHCl_2-CF_3$
R 124	$C_2HClF-CF_3$
R 125	$C_2HF_2-CF_3$
R 134 a	$CH_2F-CF_3$
R 141 b	$CH_3-CCl_2F$
R 142 b	$CH_3-CClF_2$
R 152 a	$C_2H_2F_2-C_2H_3$



Tableau 4 Evolution mondiale en % de la consommation mondiale de CFC par secteurs d'utilisation

	Aérosols %	Fluides de réfrigération %	Mousses plastiques %	Solvants %	Total %
1976	59	21	15	5	100
1987	30	30	30	10	100
1989	25	30	25	20	100

Tableau 5 Consommation par pays et par utilisation de CFC

	Aérosols	Réfrigération et conditionnement d'air %	Mousses plastiques %	Solvants %	Total
Etats-Unis 1988	4	40	33	23	100
Japon - 1988	10	31	22	37	100
CEE - 1988	46	9	28	17	100
Pays en Développement - 1989	17	43	17	23	100

Tableau 8 ODP des CFC, HCFC et des HFC

ODP	ODP calculés avec des modèles 1 dimension (1)	ODP calculés avec des modèles 2 dimensions (2)
I CFC-11	1,0	1,0
CFC-12	0,9-1,0	0,9
CFC-113	0,8-0,9	0,8-0,9
CFC-114	0,6-0,8	0,6-0,8
CFC-115	0,4-0,5	0,3-0,4
II HCFC-22	0,04-0,05	0,04-0,06
HCFC-123	0,013-0,016	0,013-0,022
HCFC-124	0,016-0,018	0,017-0,024
HCFC-141b	0,07-0,08	0,09-0,11
HCFC-142b	0,05-0,06	0,05-0,06
III HFC-125	0	0
HFC-134a	0	0
HFC-1152a	0	0
IV CCl <sub>4</sub>	1,0-1,2	1,0-1,2
CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub>	0,10-0,12	0,13-0,16

(1) Modèles Atmospheric and Environmental Research, Inc. (AER), Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) et DUPONT

(2) Modèles AER, LLNL, University of Oxford et DUPONT

En vue de réduire la production et la consommation de CFC un protocole fut établi en septembre 1987 à Montréal, ce qu'on appelle le Protocole de Montréal applicable le 1er Janvier 1989.

Ce dernier prévoit de réduire la consommation de CFC de -20% par rapport à 1986 intervenant en 1994 et d'une réduction supplémentaire de -30% intervenant en 1999.

Ce protocole a été révisé en 1990 à Londres et ce dernier prévoit:

- \* une baisse de 20% en 1993
- \* une baisse de 50% en 1995
- \* une baisse de 85% en 1997
- \* une baisse de 100% en 2000

La CEE a préconisé un protocole encore plus stricte envisageant :

- \* une baisse de 50% en 1992
- \* une baisse de 85% en 1995
- \* une baisse de 100% en 1997

Après les observations publiés par la NASA en Février 1992, Georges Bush a promis qu'après 1995 il n'y aurait plus d'émission de CFC aux Etats unis ; soit 5 ans avant la date butoir fixée à Londres en juin 1990 par la communauté internationale.

Fin novembre 1992, les Ministres de l'environnement des 87 pays qui ont adhéré au Protocole de MONTREAL signé en 1987, se sont réunis à Copenhague sous l'égide du programme de Nations Unis pour l'Environnement. Ils ont décidé d'accélérer le rythme des interdictions des substances dangereuses pour l'ozone stratosphérique et l'effet de serre.

Les Ministres se sont mis d'accord pour fixer au 1er octobre 1996, soit 4 ans plus tôt que prévu, la date d'arrêt pour la production et l'utilisation des CFC. Pour les halons, employés notamment dans les extincteurs, cette date a été fixée au 1er janvier 1994.

Tableau 8 bis: Pouvoirs destructeurs de l'ozone et contribution à l'effet de serre des HCFC comparés aux CFC

Produits	Durée de vie (années)	ODP (1)	GWP (2)
CFC-11	60	1	1
CFC-12	120	1	2,8
CFC-113	90	0,8	1,4
CFC-114	200	1	3,7
CFC-115	400	0,6	3,6
HCFC-22	15,3	0,05	0,34
HCFC-123	1,6	0,017	0,017
HCFC-124	6,6	0,020	0,92
HCFC-141b	7,8	0,10	0,087
HCFC-142b	19,1	0,05	0,34

Références B (9) et (11)

(1) ODP : pouvoir destructeur de l'ozone

(2) GWP : contribution à l'effet de serre.

**Tableau 9**  
La réduction des CFC et les solutions de remplacement des aérosols

Situation avant 1980	Produits ou technologies	Applications	Avantages/inconvénients
	CFC-11 CFC-12	Cosmétiques et produits d'entretien	Un seul inconvénient : dégradation de la couche d'ozone et participation à l'effet de serre
	CFC-11 CFC-12 CFC-114	Pharmacie et produits techniques	
	CFC-114	Parfumerie	
Situation actuelle	butane, propane, isobutane, diméthyléther (DME)	Tous usages sauf aérosols d'inhalations médicales et certains produits alimentaires	Inflammable mais petites quantités dans des boîtiers
	Pompes mécaniques	Parfumerie	Oxydation par l'air des arômes
	CFC-11 CFC-12 CFC-114	Pharmacie	Dégradation de la couche d'ozone
Possibilités supplémentaires pour l'avenir	Mélange HCFC 22/142 b HCFC 152a (Etats-Unis)	Parfumerie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilité meilleure qu'hydrocarbures et DME</li> <li>Tests toxicologiques non terminés</li> </ul>
	HFC-134a HFC-152a	Produits pharmaceutiques	

**Tableau 10**  
Produits de remplacement pour les mousses

Produits de remplacement des CFC	Catégorie de mousses
Pentane	Polyéthylène expansé Polystyrène expansé extrudé Mousses phénoliques
Eau Gaz carbonique Chlorure de méthylène	Mousses de Polyuréthane

**Tableau 11 Solvants utilisables en remplacement des CFC**

Produit	Avantage	Inconvénient
chlorure de méthylène	bonne efficacité	probablement cancérigène destruction non polluante nécessaire
trichloroéthylène	"	"
perchloroéthylène	"	"
trichloroéthane (méthylchloroforme)	"	nocif pour la couche d'ozone, destruction non polluante nécessaire
solvants aqueux dont eau + HCl	"	destruction non polluante nécessaire consommation accrue d'énergie
eau sans additif	pas de dépollution nécessaire	efficacité faible
hydrocarbures / détergents / savons / terpènes	bonne efficacité	inflammables toxicité inconnue destruction non polluante nécessaire
alcool	bonne efficacité	inflammable destruction non polluante nécessaire produits taxés

Pollution 14h -> 16h  
 de 12/05/97  
 H. Chambon

Catherine Comte  
 Virginie Sauzier

## ECO-TOXICITE

Avant la commercialisation d'un produit chimique (sauf pour les médicaments) il faut établir un dossier toxicologique (= la dégradation, le devenir du produit dans l'environnement ainsi que sa toxicité vis à vis des animaux)

Tout produit chimique est dissout par les pluies et se retrouve dans les rivières et les mers.

La chaîne humaine est touchée.

Extrait du décret du 12/05/85.

- Dossier toxicologique :

Article 2 : Nom et adresse du déclarant

designation chimique et commerciale des substances

formule chimique et composition de la préparation.

pourcentage des ingrédients additifs éventuel

Méthode de détection et dosage  
 pouvoir mutagène  
 toxicité aiguë, subaiguë  
 toxicité aquatique  
 étude de dégradabilité.

Article 6 : Si les quantités produites ou utilisées le justifient, produire les données suivantes

- a) possibilité d'accumulation dans le milieu récepteur.
- b) diffusion d'un milieu à un autre
- c) différentes formes de toxicité à moyen et long terme sur l'homme et les êtres vivants.  
 (mutagénèse, cancérogénèse, tératogénèse)
- d) données relatives à tout autre danger pour l'homme et son environnement.

Article 8 : déclaration simplifiée si production du produit est inférieure à 1 tonne par an

Article 9 pour une production supérieure à 1 tonne par an dans un but de recherche et de développement => cf article 8.

Article 10: exemption de déclaration pour le producteur ou l'importateur dans les cas suivants:

- polymérisats, polycondensats.
- substance en cours de constitution de dossier ( $< 1 \text{ T/am}$ )

a) Les dossiers de base ( $< 100 \text{ T/am}$ )

- 1) identité de la substance
- 2) informations relatives à la substance
- 3) propriétés physicochimiques de la substance
- 4) Etude toxicologique.

4.1) toxicité aiguë  $DL_{50}$   $CL_{50}$  par 2 voies d'administration:

→ Voie orale / percutanée ; orale / inhalation avec 14 jours d'observation. \*

4.2) Irritation de la peau / yeux.

4.3) sensibilisation de la peau

4.4) toxicité subaiguë sur 28 jours.

\* on réalise des essais chez le rat, chien.

4.5) mutagenèse, cancérogénèse

## 5) Ecotoxicité

Realisée sur les animaux à sang chaud ou froid (les poissons) car les produits sont retrouvés par l'intermédiaire des pluies dans les rivières

### 5.1) toxicité aiguë $CL_{50}$ sur le poisson:

On met dans un aquarium un poisson et la substance dissoute (mg/l d'eau)

2 méthodes : statique / dynamique

\* Statique: un volume d'eau déterminé plus le produit dissout dans l'aquarium  $\Rightarrow$  une concentration connue (si la substance est insoluble dans l'eau, on utilise un agent mouillant qui peut être toxique pour le poisson)

$\Rightarrow$  Observation de la toxicité pendant un temps donné sans changer l'eau.

\* dynamique: la substance toxique est amenée en continu - (entrée  $\rightarrow$  sortie)

Inconvénient: si la substance est toxique, on pollue l'environnement en jetant l'eau dans l'évier.

\* semi-dynamique: on change l'eau toutes les 12 heures



on utilise cette dernière méthode quand il y a hydrolyse de la substance ou si la substance est photosensible.

Les poissons utilisés: poisson zèbre  $\Rightarrow$   
brachydanio rerio

### 5.2) Toxicité aigue : Daphnie

Daphnie : un crustacé, mange très peu, se nourrit d'algues.

On mesure la concentration efficace 50 c'est à dire la concentration qui immobilise la daphnie sans être morte.

Test de 24-48 heures, si la daphnie ne bouge plus, c'est la concentration efficace 50. Le test est réalisé sur 10 daphnies mises dans différents tubes.

Chaque tube contient la substance à différents dosages.

Le test marche bien si la substance est soluble dans l'eau. Si insoluble, il y a turbidité dans le tube, ce qui immobilise la daphnie.

$\Rightarrow$  Test rapide, avec un coût de 1000 F.

## 6) DBO - DCO

DBO = demande biochimique en oxygène

DCO = demande chimique en oxygène

Le but est de savoir si les produits sont biodegradés (la cellulose se dégrade mal)

DBO : consommation d'oxygène

1 substance X est dissoute dans l'eau et ceci dans un flacon avec de l'eau saturée en  $O_2$  ( $t^\circ$  de  $18^\circ C$  et  $760 \text{ mm Hg}$ )

Au temps 0, à l'aide d'une sonde on lit la teneur en oxygène du flacon, cinq jours plus tard, nouvelle lecture de la teneur en oxygène.

exemple.

Au temps 0 =  $10 \text{ mg d}'O_2 / \text{l d}'\text{eau}$ .

Au temps + 5 jours =  $2 \text{ mg d}'O_2 / \text{l d}'\text{eau}$

$\Rightarrow$  Consommation de  $8 \text{ mg d}'O_2 / \text{l}$ . (= il y a donc eu dégradation de la substance).

on peut également voir la biodegradation :



Certaines substances peuvent donner des produits de dégradation plus toxiques que la substance elle-même.

ex benzène  $\rightarrow$  phénol + bactéries

$\hookrightarrow$  est dégradée par le phénol.

DCO :

une substance contenant du carbone plus un oxydant (réactif sulfocromique à chaud) produisent une réaction d'oxydation, dosage de l'oxydant par du sulfate ferreux.

$\Rightarrow$  donne le pourcentage de substance oxydable.

donne la quantité de substance qui peut être oxydée en DBO.

si DCO = 100mg ) on dit que le produit est  
 DBO = 2mg ) dégradable à 2%.

Les détergents sont vendables que si la biodegradation primaire est supérieure à 80%.

Ce test est valable pour les substances hydrosolubles  
 si la substance est insoluble, on dose la quantité de CO<sub>2</sub> produit.

b) dossier complémentaire (production > 100T/an ou 500T)

— Ecotoxicologie:

Test d'inhibition de croissance sur algues ou sur plantes supérieures.

ex: Chlorella Scenedesmus (ce sont des algues volées) elles poussent sous une lumière et sur un milieu nutritif.

Soit une quantité initiale  $\approx 10^5$  algues/ml, les algues sont mises dans l'eau avec la substance à étudier

- soit croissance
- soit multiplication
- soit rien
- soit inhibition

Plantes supérieures: à partir de graines de lentille, d'orge, de laitue. On fait pousser ces graines avec la substance à tester.

On compte le nombre de plantes par graine semée, on peut également faire une pesée.

- toxicité sur poisson sur 14 jours
- test sur daphnie sur 21 jours : reproduction
- toxicité sur vers de terre, il faut réaliser ce test dans des milieux synthétiques ou semi-synthétiques (des boîtes de verre contenant la substance) \*
- ex : test sur 24 h : on met dans un tube à essai, 1 papier filtre contenant la substance et le vers de terre => toxicité par contact.
- biodegradation statique et dynamique : dosage du CO<sub>2</sub>

\*  
En effet si le vers de terre est mort, il n'y a plus de squelette, or si on utilise de la terre comme milieu, on ne voit plus le squelette du vers de terre.

- c) production si supérieure à 1000T/an
- toxicité sur poisson et sur la reproduction
  - toxicité sur les oiseaux
  - étude à grande échelle, sur un terrain imprégné de la substance.
  - Adsorption : desorption dans le sol

Pollution

12/05/97

de 16h → 18h

1<sup>ère</sup> partie

M. Fouillet

## Ondes électromagnétiques et microondes

### I) Introduction

Ces ondes sont naturelles, associées à toutes les fonctions physiologiques de l'organisme (électroencéphalogramme, électrocardiogramme).

### II) Notions fondamentales

- le spectre électromagnétique

(voir tableau n° 1 "de spectre électromagnétique")

- les champs électriques et magnétiques

(voir schéma n° I: sources des ondes électromagnétiques).

+ voir schéma n° II (différences entre champs électriques et champs électromagnétiques)

- Les unités (voir schéma n° III : Les unités)

### III Effets biologiques

III. 1) Étude in vitro (schéma III)

III. 2) Études épidémiologiques (schéma IV)

### IV Radioprotection (voir schéma n° VI)

# SOURCES DES ONDES ELECTROMAGNETIQUES

## ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET MICROONDES

### I. INTRODUCTION

#### SOURCES NATURELLES:

- associées aux fonctions physiologiques normales de l'organisme
- associées au courant magnétique entourant la terre

### II. NOTIONS FONDAMENTALES

- Le spectre électromagnétique
- Les champs électriques et magnétiques
- Les Unités

#### SOURCES ARTIFICIELLES:

- \* associées aux activités industrielles humaines qui conduisent à des besoins accrus en énergie électrique et donc à l'expansion des réseaux électriques.
- \* associées au développement des appareils électriques en milieu de travail et en milieu domestiques ( ordinateurs, four à micro-ondes, radiotéléphone...)
- \* de l'accroissement des méthodes modernes d'explorations fonctionnelles ( résonance magnétique nucléaire, traitements médicaux par ondes courtes ...)

### III. EFFETS BIOLOGIQUES

#### III.1. Etude in vitro

#### III.2. Etudes épidémiologiques

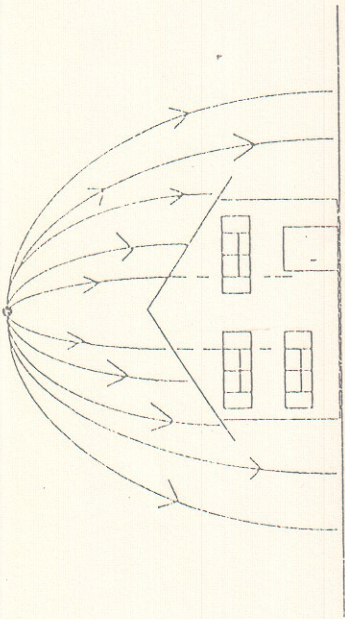
- Le système nerveux
- La reproduction
- Le sang
- Le système cardiovasculaire
- Cancers

### IV. RADIOPROTECTION

Schema n° I



A - Champ électrique



B - Champ magnétique

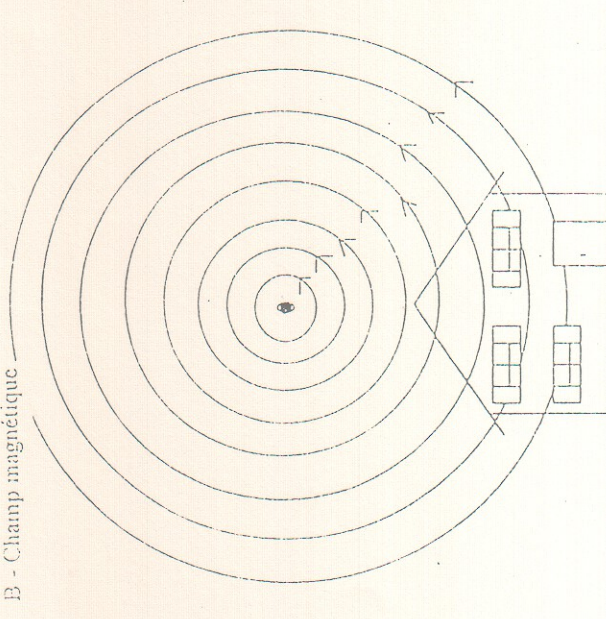


Figure 1 : Protection à l'encontre des champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences issus d'une ligne électrique (●).

En A : le champ électrique est presque totalement arrêté par la construction.

En B : le champ magnétique n'est pas arrêté par les matériaux classiques de construction.

Les lignes de champ magnétique forment des boucles continues autour de la ligne de courant.

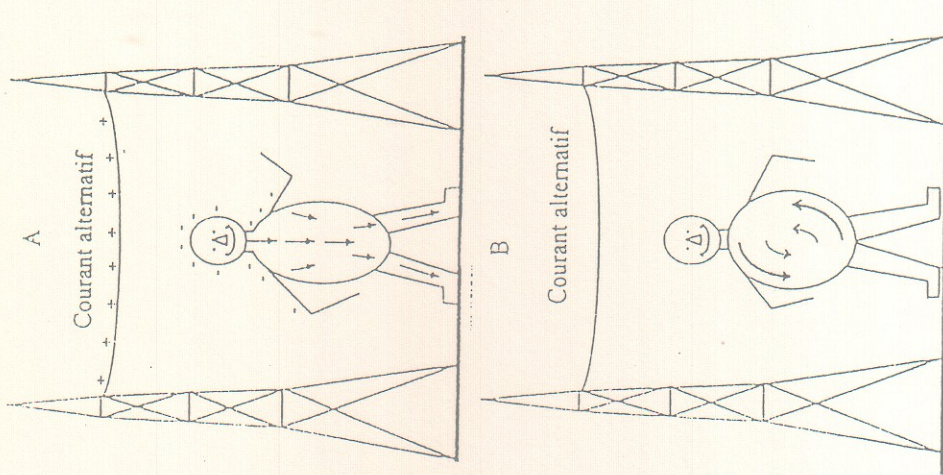


Figure 2 : Schématisation des courants électriques induits dans le corps chez une personne exposée à un champ électrique (A) et à un champ magnétique (B). (D'après I. Nair et coll.<sup>(10)</sup>, avec l'autorisation de l'auteur.)

N.B. : - en A : les courants induits circulent selon un axe vertical.

- en B : les courants induits sont générés sous forme de boucles dans le sujet (courants de Foucault).

## DIFFERENCES ENTRE CHAMPS ELECTRIQUES ET CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES

= schema n° II

Le champ électrique est facilement arrêté.

Il est réduit de 90 à 95% par les matériaux de construction, des cloisons, des haies d'arbres, des talus de terre.

Le champ magnétique:

Les matériaux de constructions classiques sont inefficaces. Il faut utiliser des matériaux particuliers tels que le mu métal (alliage de fer, nickel, cadmium ou des plaques d'aluminium, de fer doux).

Des plaques de métal (tôle) enrichies en silicium sont utilisées par EDF pour réduire le champ magnétique des transformateurs

La force des champs électromagnétiques diminue avec la distance à la source qui les fabrique.

Mais les champs électromagnétiques créés par des structure physiques importantes (telles que les lignes électriques à haute tension) diminuent plus lentement avec la distance que les champs électromagnétiques créés par des structures plus compactes

UNITES

= schema n° III

La valeur du champ magnétique s'exprime au moyen de différentes unités:

L'induction magnétique représentant la densité du champ magnétique s'exprime en Gauss (G) ou en Tesla (T)

1T = 10000 Gauss

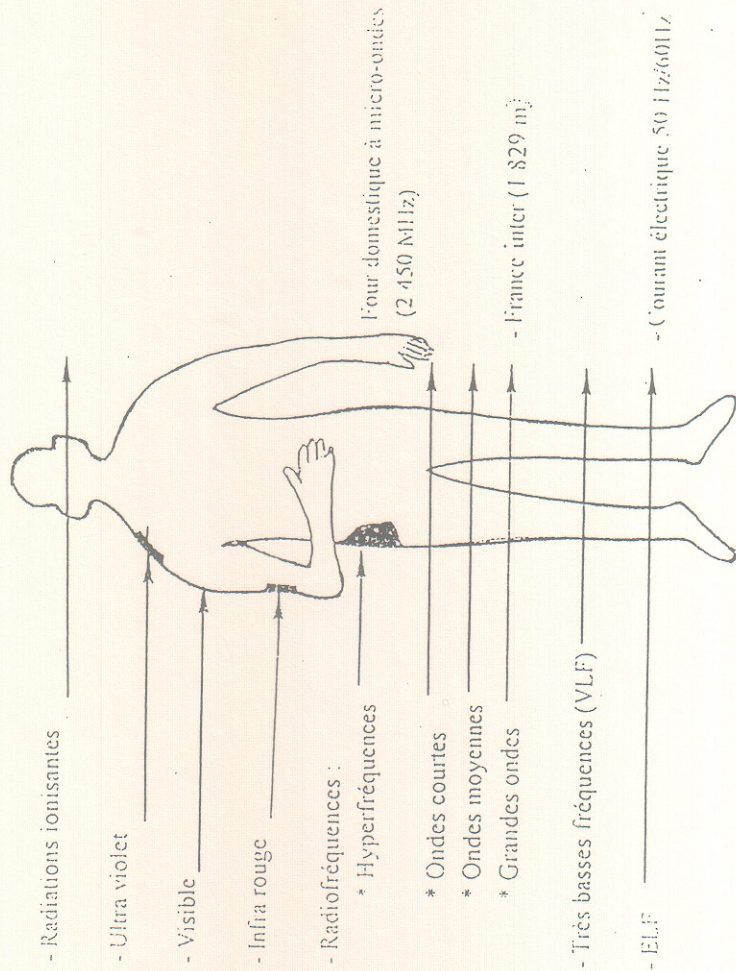


Figure 3 : Absorption des ondes électromagnétiques par le corps humain. Contrairement aux hyperfréquences dont la pénétration est de quelques centimètres, les extrêmement basses fréquences (ELF) traversent totalement la matière vivante.

# EFFETS BIOLOGIQUES

Etudes in vitro (schema IV)

\* Modifications des flux calciques

\* Modifications immunologiques:

Diminution des défenses immunitaires des Lymphocytes T. La capacité des lymphocytes T à détruire des cellules cancéreuses est diminuée par les ELF

\* Effets hormonaux et endocriniens:

Augmentation de la production de la corticostérone et diminution de la réponse à l'hormone parathyroïde

\* Augmentation de la transcription de L'ARN de la cellule humaine

\* Effets sur les protéines

Augmentation de leur biosynthèse

Apparition de protéines de faibles poids moléculaires et diminution des protéine de poids élevé.

\* Modification de la croissance osseuse

\* Augmentation de l'Ornithine décarboxylase (ODC) dans la substance cellulaire

\* Blocage de l'action anticancéreuse de la mélatonine

Agit sur la glande pinéale  
diminution de la secretion de  
me latonine (agit sur le  
axe evel / sommat.)

Nature des radiations	Fréquence	Longueur d'onde	Exemples
<i>Ionisantes</i> Rayons X, rayons gamma, rayons cosmiques	Supérieure à 3.10 <sup>16</sup> GHz	Inférieure à 0,1 μ	
<i>Non ionisantes</i> Ultraviolet	750.10 <sup>9</sup> GHz à 3.10 <sup>16</sup> GHz	0,4 μ à 0,1 μ	Stérilisation
Lumière visible	400.10 <sup>9</sup> GHz à 750.10 <sup>9</sup> GHz	0,8 μ à 0,4 μ	
Infrarouge	300 GHz à 400.10 <sup>9</sup> GHz	1.000 μ à 0,8 μ	Détection, sécurité
Radiofréquences - Hyperfréquences (ou micro-ondes) - Ultracourtes (VHF) - Courtes (HF) - Moyennes (MF) - Longues (LF)	- 300 MHz à 300 GHz - 30 MHz à 300 MHz - 3 MHz à 30 MHz - 0,3 MHz à 3 MHz - 30 kHz à 300 kHz	1 m à 1 mm 10 m à 1 m 100 m à 10 m 1 km à 100 m 10 km à 1 km	- Four - Télévision - Radar  } Ondes radio
Très basses fréquences (VLF)	300 Hz à 30 kHz	1 000 km à 10 km	Ecrans vidéo
Extrêmement basses fréquences	0,1 à 300 Hz	supérieure à 1 000 km	Courant électrique 50 Hz

Tableau 1 : Le spectre électromagnétique

GHz : gigahertz

MHz : méga hertz

KHz : kilo hertz

↳ Lorsque la fréquence augmente, la longueur d'onde diminue.

## ETUDES EPIDEMIOLOGIQUES

### schema n° V

#### 1. Le système nerveux

- \* trouble de la mémoire
- \* trouble du sommeil
- \* diminution de la libido
- \* diminution de l'attention
- \* troubles oculaires
- \* modification de l'électroencéphalogramme

\* risques d'épilepsie chez l'enfant, liés à l'utilisation de systèmes vidéo et autres ordinateurs

#### 2. La Reproduction

\* fausses couches lors d'une utilisation d'ordinateur supérieur à 20 h/semaines mais à l'absence d'effet tératogène

\* Une étude suédoise portant sur les hommes travaillant dans les sous-stations électriques rapporte une diminution de la fréquence des grossesses normales attribuables à une augmentation de la fréquence des malformations congénitales, ainsi qu'une diminution du couple à avoir un enfant..

\* En milieu domestique

allongement de la gestation et poids plus faible des enfants à la naissance.

#### 3. Effets sur le sang

lymphocytes de travailleurs exposés aux champs électromagnétiques de ligne à haute tension met en évidence une augmentation des anomalies chromosomiques, une diminution de l'indice de prolifération nucléaire et de l'indice mitotique

#### 4. Effets sur le système cardio-vasculaire

L'exposition à un champ électromagnétique provoque un ralentissement de la fréquence cardiaque.

## CANCER

Beaucoup d'études ont été publiées concernant la relation entre champs électromagnétique ELF et CANCER. Quelques fois contradictoires

L'une des dernières études 1993 a concerné 450000 personnes riveraines de lignes électriques, souligne que le risque de leucémies chez l'enfant est 2,7 fois plus élevé lorsque l'exposition moyenne est d'au moins 2mG  
Selon ce rapport, les augmentations de cas de leucémie chez l'enfant ont été mise en évidence pour des maison individuelles, mais pas pour les logements collectifs.

Exposition en milieu de travail et cancer

Pour de nombreuses professions, l'exposition aux champs électromagnétiques est importante. On peut citer en particulier:

- \* travailleurs de l'électricité ( monteurs, câbleurs, personnels des stations électrique, électriciens
- \* travailleurs du téléphone, de la radio, des radaristes
- \* travailleur du rail
- \* les soudeurs
- \* travailleurs de l'électronique

Augmentation de tumeurs cérébrales chez les standardistes en suède ( astrocytome)

Appareils	Champ électrique à 5 cm (en volts/mètre)	Champ magnétique à 5 cm (en mG)
Couverture chauffante	100 à 1 200	3 à 100
Rasoir électrique	50 à 1 000	150 à 3 000
Grille-pain	5 à 90	50 à 180
Radio-réveil	50 à 100	3 à 5
Ordinateur	50 à 300	20 à 50
Calculatrice	100 à 150	30 à 40
Cafetière	100	1 à 20
Four à micro-ondes	20 à 40	40 à 100
Télévision	150	20 à 40
Scie électrique	-	10 à 300
Réfrigérateur	10 à 100	5 à 17
Fer à repasser	50 à 250	80 à 300
Aspirateur	100 à 400	100 à 2 000

Tableau 4 : Valeurs de champs électriques et magnétiques d'ELF pouvant être mesurées à proximité d'appareils électriques domestiques.

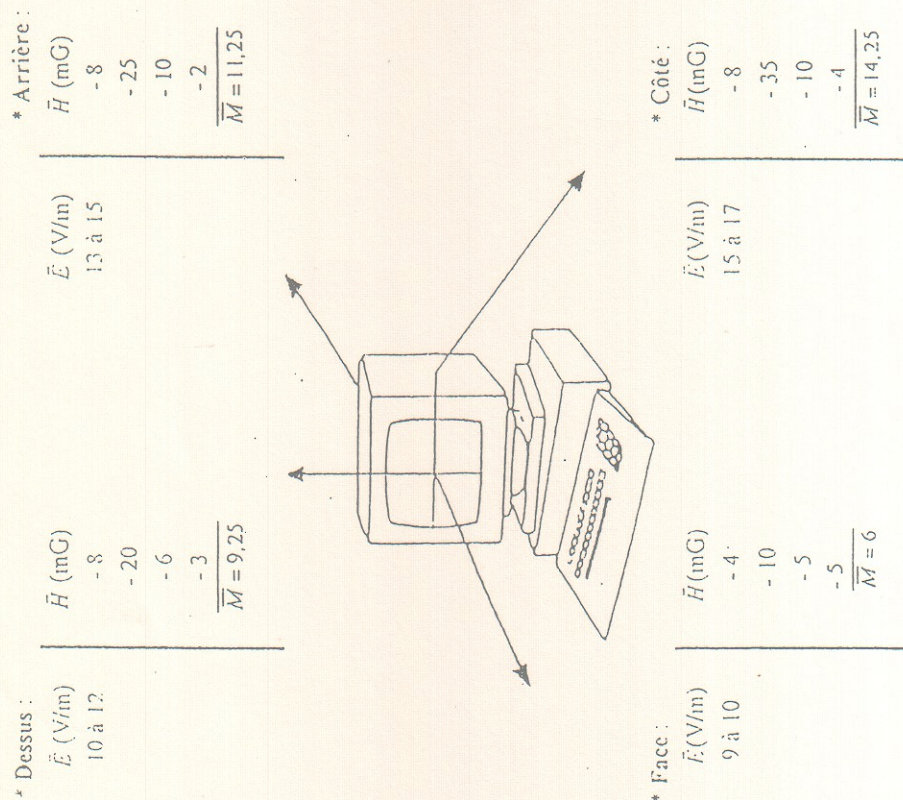


Figure 4 : Exemple de valeurs (à 30 cm) du champ électrique et magnétique en 50 Hz émis par des ordinateurs ( $\bar{M}$  = moyenne du champ magnétique en mG).

Selon les axes considérés, les valeurs sont différentes. Pour le champ magnétique, les 4 valeurs correspondent à 4 écrans différents : 2 couleurs (valeurs 2 et 4), 2 noirs et blancs (valeurs 1 et 3). (D'après S. Tofani et coll.<sup>23</sup> - R. Santini : mesures personnelles pour le champ électrique).

Source émettrice	Distance de la source en cm			
	15	30	60	120
1/ Salle de bains : Sèche-cheveux	300	1	-	-
	700	70	10	1
Rasoir électrique	100	20	-	-
	600	100	10	1
2/ Cuisine : Ouvre-boîte	600	150	20	2
	1 500	300	30	4
Cafetière électrique	7	-	-	-
	10	1	-	-
Lave-vaisselle	20	10	4	-
	100	30	7	1
Broyeur à ordures	80	10	2	-
	100	20	3	-
Four à micro-ondes	200	40	10	2
	300	200	30	20
Mixeur	100	10	1	-
	600	100	10	-
Four électrique	9	4	-	-
	20	5	1	-
Réfrigérateur	2	2	1	-
	40	20	10	10
Toaster	10	3	-	-
	20	7	-	-
3/ Salon : Ventilateur plafond		3	-	-
		50	6	1
Air conditionné (fenêtre)		3	1	-
		20	6	4
Chaîne musique	1	-	-	-
	3	1	-	-
Télévision couleur		7	2	-
		20	8	4
Télévision noir et blanc		3	-	-
		10	2	1

Tableau 5 : Atténuation du champ magnétique 50 Hz (exprimé en mG) avec la distance de la source émettrice en milieu domestique et de travail (chiffre du

Source émettrice	Distance de la source en cm			
	15	30	60	120
4/ Office : Sèche-linge	3	2	-	-
	10	3	-	-
	20	7	1	-
	200	30	6	-
Lave-linge	8	1	-	-
	20	3	-	-
Fer à repasser	100	20	4	-
	150	40	8	1
Radiateur	300	60	10	1
	700	200	50	10
5/ Chambre à coucher Réveil électrique numérique (digital)		1	-	-
		8	2	1
		15	2	-
		30	5	3
Réveil électrique analogique (conventionnel)				
6/ Bureau : Epurateur d'air	180	35	5	1
	250	50	8	2
Photocopieur	90	20	7	1
	200	40	13	4
Fax machine	6	-	-	-
	9	2	-	-
Lampes fluorescentes	40	6	2	-
	100	30	8	4
Ordinateur	14	5	2	-
	20	6	3	-
7/ Atelier : Chargeur de batteries				
		3	-	-
Perceuse électrique	150	30	4	-
	200	40	6	-
Scie électrique	200	40	5	-
	1 000	300	40	4

haut : moyenne - chiffre du bas : valeur maximale). (D'après EMF in your environment, Environmental Protection Agency, déc. 1992, 32 pages.)

## RADIOPROTECTION

= schéma n° VI

- Existence de tissus spéciaux contenant des filaments d'acier capables d'atténuer les radiations ionisantes
- Repenser les appareils domestiques pour diminuer ou éliminer les champs
- Déplacer le lit de l'enfant placé à côté de la ligne électrique amenant le courant
- Eloigner les répondeurs téléphoniques, le réveil électrique de la tête du lit
- Débrancher les appareils électriques ( ordinateur, calculatrice)
- Sèche cheveux, rasoir électrique, micro-ondes à utiliser de façon courte

## Cas des Ordinateurs

(CEE)

- \* limiter la durée de travail à 4h30/J
- \* visites ophtalmologiques régulières
- \* port de lunette filtrantes ou écran
- \* éviter ce poste aux femmes enceintes
- \* éviter ce poste aux personnes souffrant d'épilepsie photosensible
- \* garder une distance suffisante/ à l'écran > 30 cm
- \* débrancher l'ordinateur lorsque le travail est fini

## Recommandations de l'INRS (ED 728)

relatives à l'organisation du temps de travail sur écrans de visualisation pour une période face à l'écran supérieure à 4 h. Selon la nature du travail sur écran, la durée de la pause est variable

Saisies de donnée, traitement de texte : pour une durée de travail de 45 mn, la pause active est de 5 mn

Dialogue: pour une durée de travail de 120 mn, la pause active est de 15 mn

## Textes officiels

JOCE 21/06/90 (N° L156)

JOCE 18/03/93 ( N° C 77/12)

Résolution du Parlement Européen en date du 5 mai 1994  
\* 15. Rayonnements non ionisants, A3-0238/94

Reunion

12/05/97

16h -> 18h

2<sup>ème</sup> partie

M. Fouillet

## "L'effet de serre"

### I) Effet de serre - phénomène naturel

Si il n'y avait pas ce phénomène, on aurait une température moyenne de  $-18^{\circ}\text{C}$ .

L'effet de serre est créé par les vapeurs d'eau et  $\text{CO}_2$  ce qui provoque une température moyenne de  $15^{\circ}\text{C}$ .

Le flux solaire est capté par la terre = la terre renvoie chaleur et un flux convectif (la chaleur vient de la terre) Une partie du flux thermique ascendant est absorbé par les gaz et en retour on a un flux thermique descendant. (soit une température de  $15^{\circ}$  en moyenne). Voir schéma n°I.

Le réchauffement planétaire est dû aux gaz à effets de serre.

Ce système de changement de température a toujours



existé (voir schéma n° II)

## II Les gaz à effet de serre

### II.1) Le gaz carbonique $CO_2$

Gas naturel qui a toujours existé - L'évolution de la concentration en  $CO_2$  de l'atmosphère a été observée dans les années industrielles - (schéma III) (schéma IV)

Augmentation du  $CO_2$  dans les années 60-70. Cette augmentation est due à la combustion de fossiles (pétrole, charbon, gaz, bois) = représente 75% de l'augmentation de  $CO_2$ .

25% sont représentés par la déforestation en Afrique, Amérique du Sud.

### II.2) Le méthane $CH_4$ (schéma VII)

Premières mesures faites dans les années 60.

L'augmentation du méthane dans l'atmosphère est corrélée avec l'augmentation de la population mondiale, aux activités humaines, agricoles,

Il est produit par l'activité microbienne (bactéries méthanogènes)

Autre source: fermentation intestinale chez les animaux herbivores avec des gaz.

Autres sources :

- exploitation du gaz naturel
- combustion de la biomasse
- Voir tableau

### II.3) Le protoxyde d'azote ( $N_2O$ ) schéma VIII

La quantité en  $N_2O$  est plus faible que celle de  $CH_4$  dans l'atmosphère

sa production est liée à l'action de microorganismes dans les sols et les eaux.

2 processus :

- dénitrification : réduction des nitrates par les matières organiques en anaérobie
- nitrification : oxydation de matières organiques ou des composés azotés dans les engrais

Utilisation progressive des engrais = production de  $N_2O$ .

### II.4) des constituants organohalogénés

= des chlorofluorocarbones (CFC) contribuent à l'effet de serre, au réchauffement planétaire.

III des conséquences probables du réchauffement planétaire  
(cf. fiche n° 79)

# L'EFFET DE SERRE

## I. EFFET DE SERRE - PHENOMENE NATUREL

### II. LES GAZ A EFFET DE SERRE

II.1. LE GAZ CARBONIQUE (CO<sub>2</sub>)

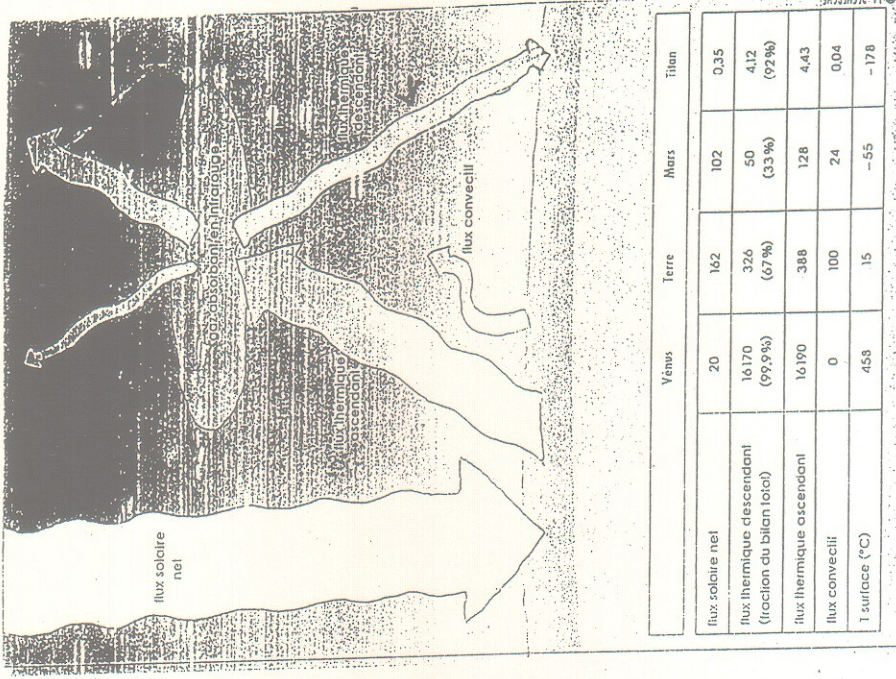
II.2. LE METHANE (CH<sub>4</sub>)

II.3. LE PROTOXYDE D'AZOTE (N<sub>2</sub>O)

II.4. LES CONSTITUANTS ORGANOHALOGENES

### III. LES CONSEQUENCES PROBABLES DU RECHAUFFEMENT PLANETAIRE

# EFFET DE SERRE sur Différentes planètes.

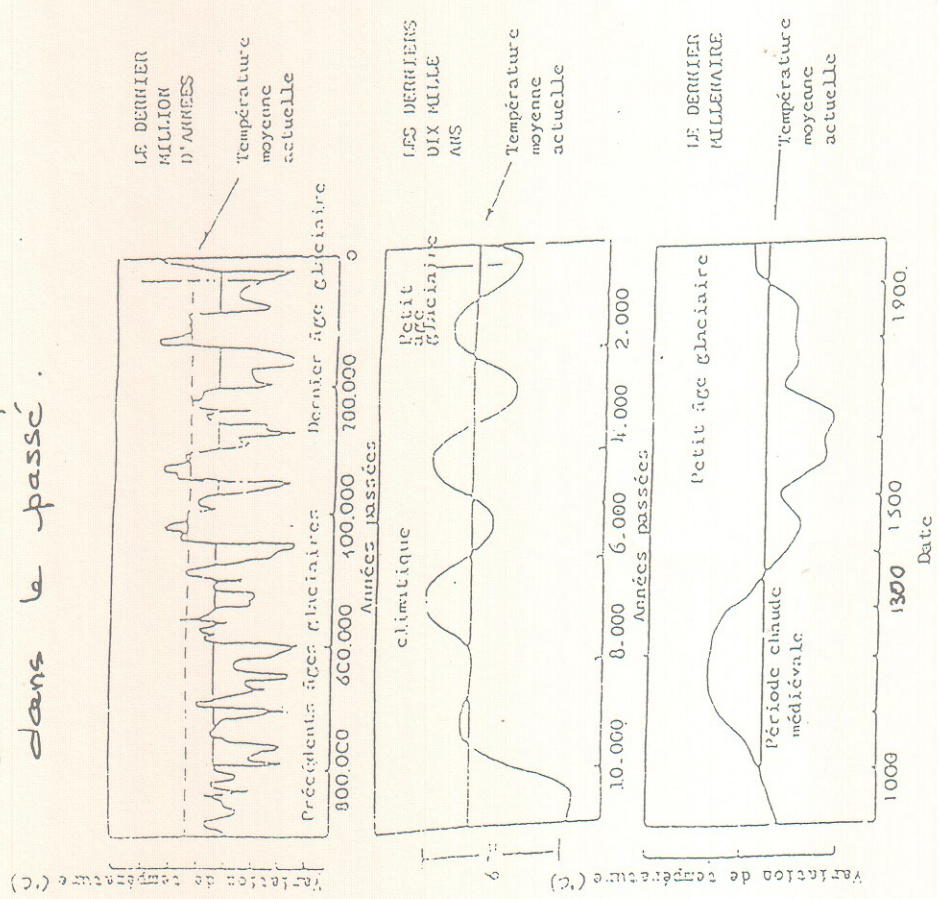


Schema n° I

Outils nouveaux fournis aux scientifiques qui leur permettent d'étudier le système Terre dans sa complexité :

1. Les Mécanismes de base de l'atmosphère, des océans, des glaces, sont de mieux en mieux compris grâce à l'immense travail effectué en météorologie.
2. Les mesures effectuées à partir de l'espace par des satellites qui ont permis de déterminer l'influence de la vapeur d'eau et des nuages sur l'effet de serre.
3. La reconstitution des climats du passé ( paléoclimatologie) étudiant en particulier les époques glaciaires en utilisant des méthodes de mesure très variées dont entre autres les mesures des teneurs isotopiques ( exemple rapport  $^{18}O/^{16}O$ ).
4. Les superordinateurs d'aujourd'hui permettent pour la première fois de faire des modèles à 3 dimensions de l'atmosphère, des océans, du système des glaces. Ces modèles sont une condition nécessaire mais pas suffisante du succès des efforts de prévision climatique.

Variations climatiques dans le passé.



Schema n° II

Les principaux gaz responsables de l'effet de serre

	Gas carbonique CO <sub>2</sub>	Méthane CH <sub>4</sub>	CFC-11	CFC-12	Oxyde nitreux N <sub>2</sub> O
Concentration dans l'atmosphère	ppmv	ppmv	pptv	pptv	ppbv
Niveau préindustriel	280	0,8	0	0	288
Niveau actuel	353	1,72	280	484	310
Variation annuelle	1,8 (0,5%)	0,015 (0,9%)	10 (4%)	17 (4%)	0,8 (0,25%)
Temps de décroissance dans l'atmosphère (années) (1)	(50-200)(+)	10	60	120	150

ppmv = partie par million en volume (10<sup>-6</sup>)  
 ppbv = partie par milliard en volume (10<sup>-9</sup>)  
 pptv = partie par billion en volume (10<sup>-12</sup>)  
 (+) Cette valeur est déterminée par la répartition des sources et puits dans le cycle biogéochimique du CO<sub>2</sub> qui est mal connu (voir paragraphe III.1.2). Ceci explique le domaine d'incertitude indiqué.

Schema no III

Réservoirs de C (Co<sub>2</sub>) et flux échangés entre eux.

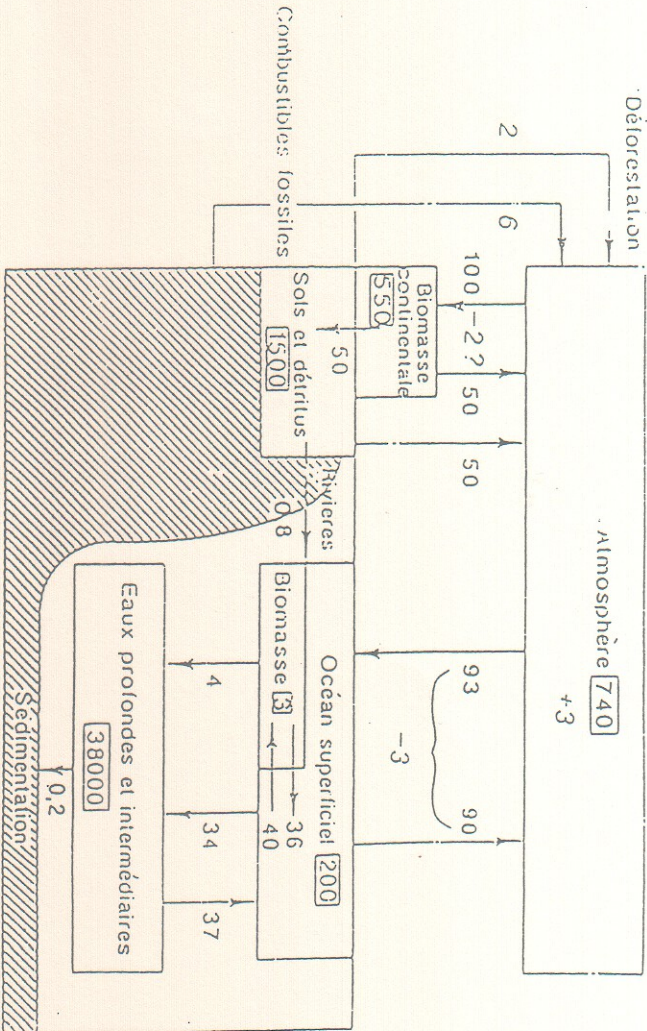


Figure III.3 : Les réservoirs de carbone et les flux échangés entre eux.  
 - Les chiffres en italique représentent les flux de perturbation nets annuels.  
 - Les flux sont exprimés en GtC par an (10<sup>12</sup>kg C par an).  
 - La taille des réservoirs est exprimée en GtC (10<sup>12</sup>kg C).

Schema no IV

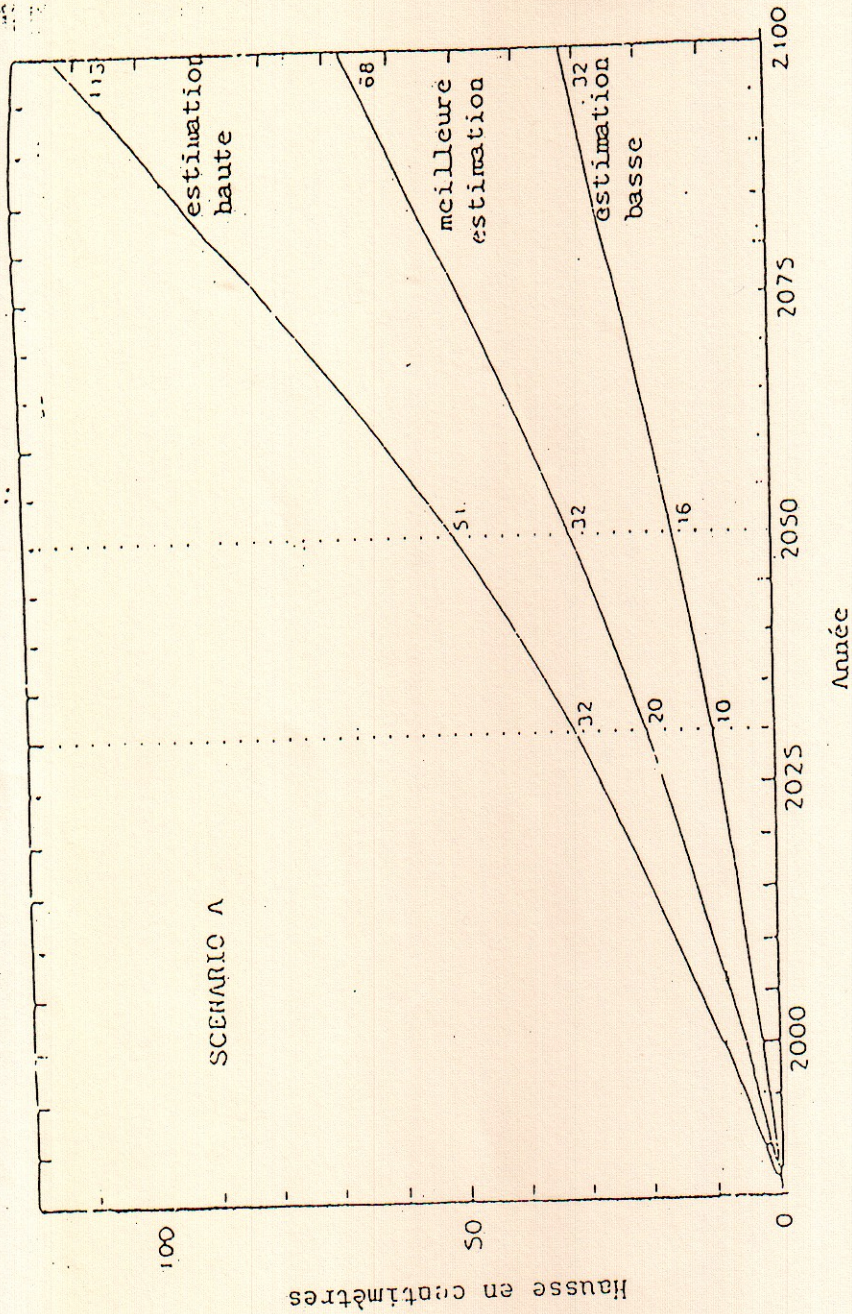


Figure VII-1

Élévation globale du niveau de la mer de 1989 à 2100 (voir IPCC, 1990) pour le scénario «a» de la Figure III.4

LES CONSEQUENCES PROBABLES DU  
RECHAUFFEMENT PLANETAIRE

- \* Augmentation des précipitations et des évaporations.
- \* Elévation de la température serait plus grande sur les continents que sur les océans.
- \* L'hémisphère Nord serait plus échauffé que l'hémisphère Sud
- \* Le réchauffement serait plus faible dans les régions tropicales
- \* les précipitations devraient augmenter en Europe aux hautes latitudes en Hiver. Pour le sud de l'Europe, les précipitations augmenteraient en hiver, mais décroîtraient nettement en été, ainsi que l'humidité du sol.

\* Augmentation du niveau des mers  
on estime ainsi qu'en 2030, la hausse du niveau des mers serait de l'ordre de 20 cm.

\* On peut prévoir une accélération des disparitions d'espèces et d'écotypes qui appauvrira l'écosystème.

Contribution relative des gaz à effet de serre

Constituants	Contribution relative (%) 1990
CO <sub>2</sub>	55
CH <sub>4</sub>	15
N <sub>2</sub> O	4
O <sub>3</sub> (troposphère)	2
CFC-11	7
CFC-12	12
Autres CFC	2
Autres	3

Schema n° IX

SOURCES ET PUIXS DU N<sub>2</sub>O

	Emission (Mt/an)
<i>Sources</i>	
Océan/Eaux claires	2,2-4,1
Sols (forêts tropicales)	3,4-5,8
Sols (forêts tempérées)	1,1-2,3
Engrais	0,6-3,4
Combustion des combustibles fossiles	0,3-0,5
Combustion de la biomasse	0,4
<i>Total des sources</i>	8,0-16,5
<i>Puits</i>	
Décomposition dans les sols	2-3
Oxydation dans la stratosphère	11-20
<i>Total des puits</i>	13-23
<i>Augmentation dans l'atmosphère</i>	3-4,5

MT megatonne 10<sup>6</sup> kg.

Schema n° VIII

Tableau 2 : Nomenclature des CFC les plus importants

Numéro	Formule chimique
<del>R 11</del>	CCl <sub>3</sub> F
R 12	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
R 13	CClF <sub>3</sub>
<del>R 22</del>	CHClF <sub>2</sub>
R 23	CH <sub>2</sub> F <sub>3</sub>
R 112	CCl <sub>2</sub> F - CCl <sub>2</sub> F
R 113	CCl <sub>2</sub> F - CClF <sub>2</sub>
R 114	CClF <sub>2</sub> - CClF <sub>2</sub>
R 115	CClF <sub>2</sub> - CF <sub>3</sub>
R 123	CHCl <sub>2</sub> - CF <sub>3</sub>
R 124	C <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> F - CF <sub>3</sub>
R 125	C <sub>2</sub> HF <sub>2</sub> - CF <sub>3</sub>
R 134 a	CH <sub>2</sub> F - CF <sub>3</sub>
R 141 b	CH <sub>3</sub> - CCl <sub>2</sub> F
R 142 b	CH <sub>3</sub> - CClF <sub>2</sub>
R 152 a	C <sub>2</sub> HF <sub>2</sub> - C <sub>2</sub> H <sub>3</sub>



CO<sub>2</sub>

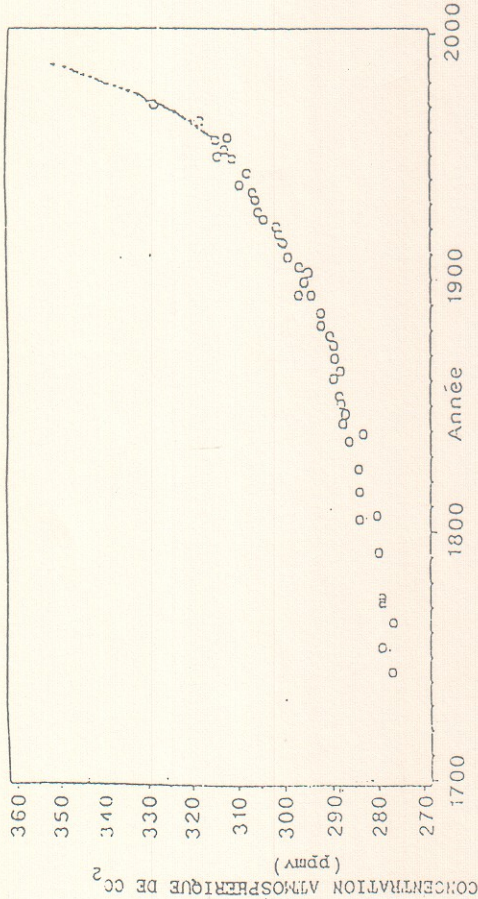


Figure III.1: Evolution de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère au cours des deux cents dernières années.  
 □ mesures faites dans les bulles d'air occluses dans les carottes de glace  
 + mesures faites dans l'air à Mauna Loa (Hawaii)

schema n° VI

MAUNA LOA, HAWAII

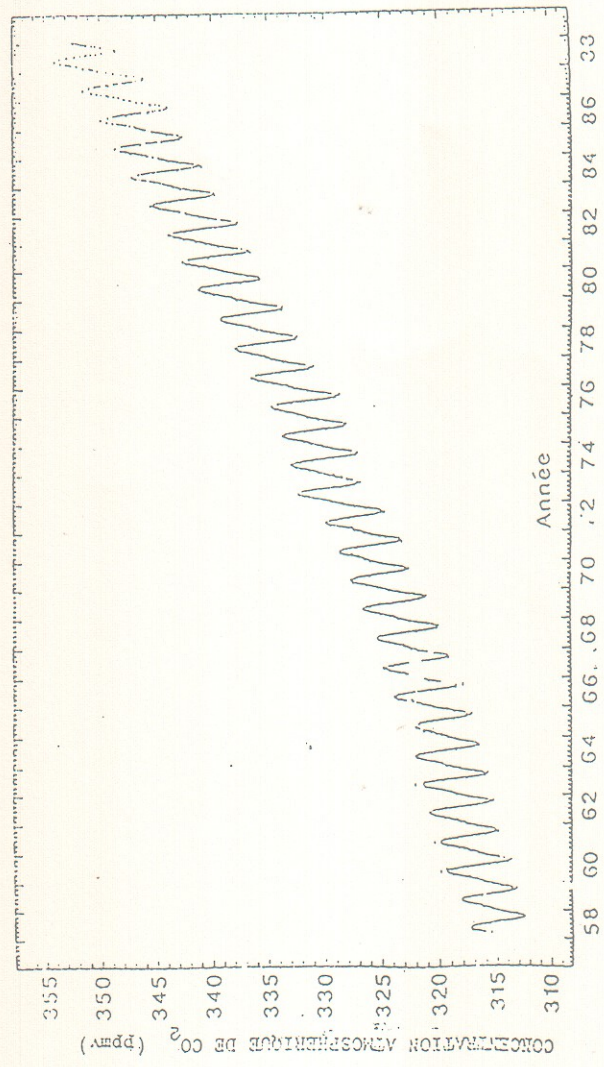


Figure III.2: Mesures de la moyenne mensuelle de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère Mauna Loa (Hawaii)

schema n° VII

SOURCES ET PUITS DE METHANE

Tableau III.5

Sources	Emission annuelle (M/an)	
	Valeur moyenne	Domaine d'incertitude
Rizières	110	25-170
Fermentation entérique (animaux)	80	65-100
Exploitation du gaz naturel	45	25-50
Combustion de la biomasse	40	20-80
Termites	40	10-100
Décharges	40	20-70
Exploitation minière	35	17-50
Océans	10	5-20
Eaux douces	5	1-25
Décomposition des composés hydratés	5	0-100
<b>Total des sources</b>	<b>525</b>	<b>400-800</b>
<b>Puits</b>		
Réaction avec OH	500	400-600
Décomposition dans les sols	25	10-100
<b>Total des puits</b>	<b>525</b>	<b>410-700</b>
<b>Augmentation dans l'atmosphère</b>	<b>44</b>	<b>40-48</b>

schema n° VIII

Pollution

14 h -> 16 h

M. Chambon

Catherine Comte

Virginie Sauvage

L'examen se déroulera à l'oral.

Pour cet examen il faut retenir les points essentiels!

Petits rappels:

x Pollution de l'eau par les hydrocarbures:

Cette pollution est plus spectaculaire que dangereuse pour l'homme. Elle provoque un goût et une odeur désagréable pour l'homme. Cette pollution est grave pour la faune et la flore (disparition des planctons)

x Pollution atmosphérique: Dans les grandes villes, elle vise les personnes âgées, les enfants et les asthmatiques. Cette pollution a un impact direct sur l'être humain: il se sent mal, oppressé

Problème du plomb: en 6-7 ans on a diminué l'utilisation du plomb dans l'essence. Aujourd'hui on utilise toujours un antidétonant:

les hydrocarbures comme le benzène qui est lui même cancérogène.

On remplace souvent des produits dangereux par d'autres produits qui peuvent également présenter des risques pour la santé de la population.

## Eutrophisation de l'eau

### I) Définition:

Eutrophisation: "trop bien nourrie"  
prolifération végétale en présence d'azote, de phosphore en excédent.

50% des rejets de l'homme vont dans les stations d'épuration. Ces stations devaient retirer l'azote et le phosphore de ces rejets. Mais cela n'est pas fait. De ce fait on retrouve dans les rivières un excédent d'azote et de phosphore.

La flore qui se développe est de type plancton = algues microscopiques en suspension. On note également des diatomées de type benthiques :

ce sont des algues microscopiques fixées. Elles se développent partout, si les cours d'eau sont chauds, cela donne des fonds sales et glissants. Les algues filamenteuses se développent au printemps et en automne, elles sont envahissantes, et embêtent les pêcheurs, car les poissons se cachent dedans.

Associés à ces algues, on a des végétaux supérieurs motiles ou fixes sur le fond. Les végétaux donnent des détritus maussabonds.

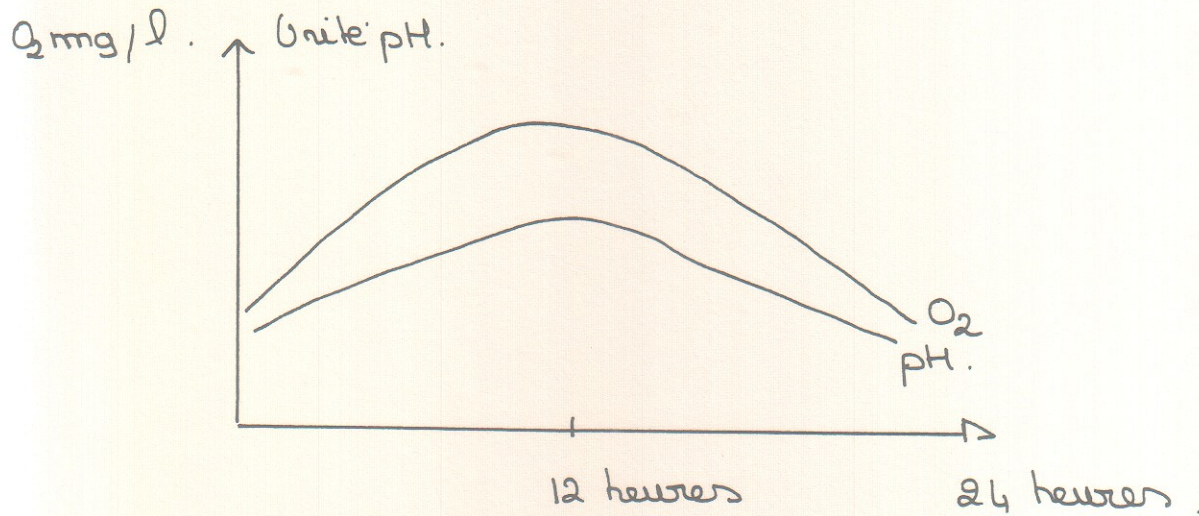
## II Le rôle de la flore.

2 fonctions : - respiration  
- Assimilation chlorophyllienne

Si les végétaux augmentent leur consommation de  $\text{CO}_2$ , ce  $\text{CO}_2$  diminue dans l'eau, et l' $\text{O}_2$  augmente dans l'eau. Le phénomène a lieu la journée. La nuit c'est "repos".

de nuit = respiration.

de jour = respiration / assimilation.



L'augmentation d' $O_2$  sert à oxyder les végétaux en décomposition. Les végétaux consomment l' $O_2$ , ce qui provoque un appauvrissement en  $O_2$ . Ce phénomène crée une mort lente des poissons.

(Normalement  $O_2$  dans l'eau est de l'ordre de  $10 \text{ mg/l}$ , ds les lacs  $O_2 = 12-13 \text{ mg/l}$ )

Si le taux d' $O_2 < 3$  on note une mortalité des poissons (pH optimum de l'eau =  $7,5-8$ )

Ces phénomènes ne sont pas rapides, la mort des espèces vivantes dans l'eau se fait lentement.

(sur 10-15 ans)

### III Les mesures (pour prévoir l'eutrophisation)

x mesures immédiates : pH,  $O_2$  dissout, teneur en azote, phosphore.

Il faut réaliser plusieurs mesures car il existe des variations au cours de la journée, des saisons.

Il faut faire des prélèvements réguliers.

→ Azote total + nitrates

→ phosphore : mesure des phosphates.

x mesures à moyen terme : teneur en chlorophylle  
( $N < 10 \mu g/l$ )

x numération des algues : si elles sont en chapelet ou dispersées.

On peut également faire des études en laboratoire : de l'eau plus des algues, on mesure le potentiel toxique

Pollution.

## Les lessives avec ou sans phosphates

### I) Les constituants des lessives.

On note environ 30 produits différents (le plus abondant étant la charge)

- \* tripolyphosphate de soude : perborate, agent d'oxydation
- \* zeolite : à base de silico, échangeur de calcium, de sodium.
- \* copolymère acrylique
- \* phosphonates organiques, ils ne sont pas biodégradables
- \* silicates de soude : piège à calcium
- \* carbonate de soude
- \* Jemmo-actifs : détergent en soi
- \* perborate de soude : doit être activé par un activateur
- \* sulfate de soude : charge
- \* enzymes : sont très allergisantes, utiliser pour enlever les taches de sang, de chocolat.

- \* les anti-redeposants
- \* adjuvants optiques
- \* parfum
- \* eau (max de 10%).

II Les détergents "liquides et poudre"  
 → tableaux n° II. I.

III Propriétés des adjuvants.  
 tableau n° III.

Commentaires :

Les phosphates : ils dispersent la salissure, agent structurant et correcteur de pH.

La matière grasse est difficile à enlever, son élimination est rendue plus facile en milieu alcalin. Mais attention, le coton en milieu alcalin est attaqué.

NTA = EDTA = chélateur de calcium.

Citrate : pas toxique, joue le rôle de chélateur de calcium.



## IV Impact des lessives sur l'environnement

Les nitrates sont insolubles dans l'eau, ils gênent donc les poissons, on note une disparition des poissons

zinc: provoque des troubles au niveau de l'eau.

phosphates: ils sont responsables de l'eutrophication

lessive écologique ou non ?

Pour le savoir on réalise 2 tests :

- > Test CL 50 sur les poissons
- > Test sur les daphnies

=> Comparaison entre lessives "poudre" et lessives "liquides" (voir tableau n° IV et V)

Quand il n'y a pas de phosphates dans les lessives, ceux-ci sont remplacés par des produits plus dangereux.

## DÉTERGENTS POUVRE

	PHOSPHATÉS		NON PHOSPHATÉS (2) (3)	
	PERBORATE NON ACTIVE	PERBORATE ACTIVE	PERBORATE NON ACTIVE	PERBORATE ACTIVE
TRIPOLYPHOSPHATE DE SOUDE (T.P.P.)	28	28	0	0
ZÉOLITHE	0	0	25	25
COPOLYMÈRE ACRYLIQUE/MALÉIQUE	0	0	4	4
PHOSPHONATES ORGANIQUES	0	0,3	0,3	0,3
SILICATES DE SOUDE	6	6	2	2
CARBONATE DE SOUDE	0	0	10	10
TENSIO-ACTIFS	13	13	15 <sup>(1)</sup>	15
PERBORATE DE SOUDE TETRAHYDRATE	20	15 <sup>(4)</sup>	20 <sup>(4)</sup>	15 <sup>(4)</sup>
ACTIVATEUR (T.A.E.D.)	0	2	0	2
SULFATE DE SOUDE	21,3	24	17,8	20,8
ENZYMES	0,3	0,3	0,5	0,5
ANTIREDÉPOSANTS	1	1	1	1
AZURANTS OPTIQUES	0,2	0,2	0,2	0,2
PARFUM	0,2	0,2	0,2	0,2
EAU	10	10	4	4

(1) RENFORCEMENT DES NON IONIQUES ET RECOURS ÉVENTUEL À D'AUTRES ANIONIQUES

(2) EMPLOI PRESQUE GÉNÉRALISÉ DES ACTIVATEURS DE PERBORATE

(3) EMPLOI POSSIBLE D'AGENTS ANTI-CAKING ET DE SILICONES ANTIMOUSSE

(4) RECOURS FRÉQUENT AU PERBORATE MONOHYDRATE.

Tableau n° I

(source R.P.)

DETERGENTS LIQUIDES

	PHOSPHATÉS	NON PHOSPHATÉS
T.P.P.	20	0
SILICATE	2	0
CARBONATE		0
PHOSPHONATES	0,5	0,5 <sup>(2)</sup> *
CITRATE		(5) *
TENSIO-ACTIF	15	49
SULFATE	0	0
ENZYMES	1	1
PARFUM	0,2	0,2
AZURANTS	0,2	0,2
ANTIMOUSSE SILICONE	0,2	0,2
EAU	60,9	48,9

\* DANS CERTAINS PRODUITS.

Tableau n° II

(source : R.P.)

LES GRANDS ADJUVANTS ET LEURS FONCTIONS

	anti-calcaire par			dispersion salissure	structurant	anti- corrosion	correction de pH
	seq.	ech.	ins.				
Phosphates							
tripolyphosphate (T.P.P.)	xx			xx	xx		xx
pyrophosphate			x	x	x		x
orthophosphate			x	x	x		
Zéolite		x					
Acide nitrilotriacétique (N.T.A.)	xx			x			x
Polymères	x			x			
Phosphonate organique	x						
Citrate	x						
Silicates			x	x	x	x	x
arbonate de sodium			x		x		x

séq. = séquestrant

éch. = échange

ins. = insolubilisation

Tableau n° III

(source:R.P.)

91

Tableaux n° V

Lessives sous forme "Liquide"

Essais physico-chimiques

	AVEC PHOSPHATE (3)		SANS PHOSPHATE (5)	
	min.	max.	min.	max.
-DCO mgO <sub>2</sub> /l	3247	3315	12400	13111
-COT mg/l	900	933	3380	3534
-MES Organique mg/l	9	14	5	457
-MES Minérales mg/l	1	5	1	69

Essais Biologiques

-DBO <sub>5</sub> mg O <sub>2</sub> /l	1272	1374	1430	5700	6291	7450
-C.I. 50 "Daphnie"	74	88	111	10	16	23

Tableau n° IV

Série

Lessives sous forme "Poudre"

AVEC PHOSPHATE (12) SANS PHOSPHATE (5)

Essais physico-chimiques

	min.	<u>M</u>	max	min.	<u>M</u>	max.
-DCO mgO <sub>2</sub> /l	2236	<u>2877</u>	4931	2362	<u>3846*</u>	4653
-COT mg/l	487	<u>817</u>	1529	680	<u>1201</u>	1545
-MES Organiques mg/l	30	<u>94</u>	212	10	<u>44</u>	105
-MES Minérales mg/l	147	<u>324</u>	1006	788	<u>1453</u>	2048

Essais Biologiques

-DBO <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /l	120	<u>654</u>	2140	590	<u>1490</u>	2340
-C.I.50 "Daphnie"	9	<u>176</u>	437	33	<u>56</u>	95

Pollution

16h -> 18h00

M. Fouillet

## Pollution radioactive "Cas de la catastrophe de Tchernobyl"

### I) Introduction.

Cette pollution est liée aux industries modernes, une des plus redoutées car elle n'est pas palpable.

-> 1<sup>er</sup> accident : explosion d'un réacteur d'une centrale aux USA = Three Mile Island en 1979.

-> Accident à Tchernobyl en 1986 (26 Avril 1986)

### II Principales radiations subies par l'homme

#### II.1) Radiations naturelles.

##### II.1.1) Terrestres

Il existe des radioéléments naturels dispersés dans la croûte terrestre : uranium (dans les sols granitiques à des doses faibles =  $10 \text{ g/m}^3$ ) le thorium.

La quantité de ces radioéléments varient en fonction

de l'origine du sol.

- potassium 40 : au niveau des mers
- radon : dans l'air, pose problème en santé publique.

### II.1.2) Extraterrestres

Tous les rayons cosmiques, variable en fonction de l'altitude, de la latitude. La radiation est plus forte aux pôles qu'à l'équateur.

### II.1.3) Le radon

Le radon provient de l'uranium 238 au niveau de la croûte terrestre, dégradation en radium 228 qui va donner du radon (gaz dans l'atmosphère) (schéma n° I)

Bilan européen : en 1996 : quantité de radon en Bq/m<sup>3</sup> les pays : suède, Finlande, Suisse, Italie (Pays où l'on trouve beaucoup de radon)

Portugal : grande quantité de radon.

En France : le Massif Central est le plus touché.  
(voir schéma II et III)



Les conséquences du radon : il est responsable d'une partie des cancers du poumon.

Le radon pénètre dans les maisons au niveau des plâtres, des pierres, par les fissures, les canalisations, les joints --- (schéma n° IV et V)

Pour diminuer la teneur du radon dans la maison, il faut une bonne ventilation des locaux (ouvrir les fenêtres, les portes ---), il faut également boucher toutes les fissures.

## II.2) Radioactivité artificielle (schéma VI)

- Irradiation domestique : postes TV couleur  
montres à cadran lumineux  
maison en quartz.
- Irradiation due aux voyages et aux loisirs
- Irradiation médicale.
- Irradiation due aux explosions nucléaires.
- Irradiation due aux centrales nucléaires

### III) L'accident de Tchernobyl

Le lieu: entre Tchernobyl et Prypyat = région agricole, beaucoup de fermes autour de la centrale.

#### III.1) Cherches prises après l'accident.

- > Reouvert le réacteur avec du plomb, sable, argile liquide pour diminuer la température
- > Construction d'un sarcophage plus ou moins étanche.

#### III.2) Les victimes.

Les victimes ont été examinées, surtout les enfants (au niveau de la thyroïde)

x Les victimes ayant reçu la 200µSv: surveillance hématologique.

x Les victimes ayant reçu 2 à 4 G: surveillance médicale stricte.

x Les victimes ayant reçu 4 à 8 G: réanimation lourde.

### III.3) Les effets sur la santé

#### III.3.1) Immédiats

Au départ, on ne savait pas grand chose sur les effets. Il y a eu des morts.

Irish : 30 morts (2 sur choc thermique et 28 victimes des radiations)

#### III.3.2) A long terme

Augmentation des cancers de la thyroïde surtout chez les enfants.

Actuellement : effets tératogènes : on note des malformations des nouveau-nés.

### III.4) Limitation de la gravité des retombées radioactives.

↳ l'accident de Tchernobyl a eu lieu la nuit, donc il n'y avait moins de travailleurs dans la centrale, les habitants se trouvaient dans leurs maisons

### III. 5) Conséquences de la catastrophe de Tchernobyl en Europe.

Le nuage est passé sur l'Europe de l'Est : Finlande...  
Paris : la ville et sa région fut contaminée le 1<sup>er</sup> mai.

Le 5 mai disparition du nuage.

Depuis 1986 : les enfants nés à cette période sont contrôlés (thyroïde)

### IV Radiactivité après une exposition totale de l'organisme humain (voir tableau n° VII)

## DEFINITIONS

### 1. ACTIVITE D'UN RADIOELEMENT

C'est le nombre de désintégrations par unité de temps.

Unité légale = Becquerel (Bq)

1 Bq = 1 désintégration par seconde

Ancienne Unité = Curie

Relation Curie/Becquerel : 1 Curie =  $3,7 \cdot 10^{10}$  Becquerels

### 2. PERIODE D'UN RADIOELEMENT

C'est le temps nécessaire pour que l'activité d'un produit radioactif diminue de moitié.

### 3. LA DOSE ABSORBEE

C'est l'énergie cédée à l'unité de masse exposée aux rayonnements

Unité légale = Gray (Gy) = 1 Joule/kg

Ancienne Unité = le Rad

Relation Rad/Gray : 1 Rad =  $10^{-2}$  Gy

### 4. LE DEBIT DE DOSE

C'est la variation de la dose en fonction d'une unité de temps.

Unité légale = Gy/h = 100 Rad/h

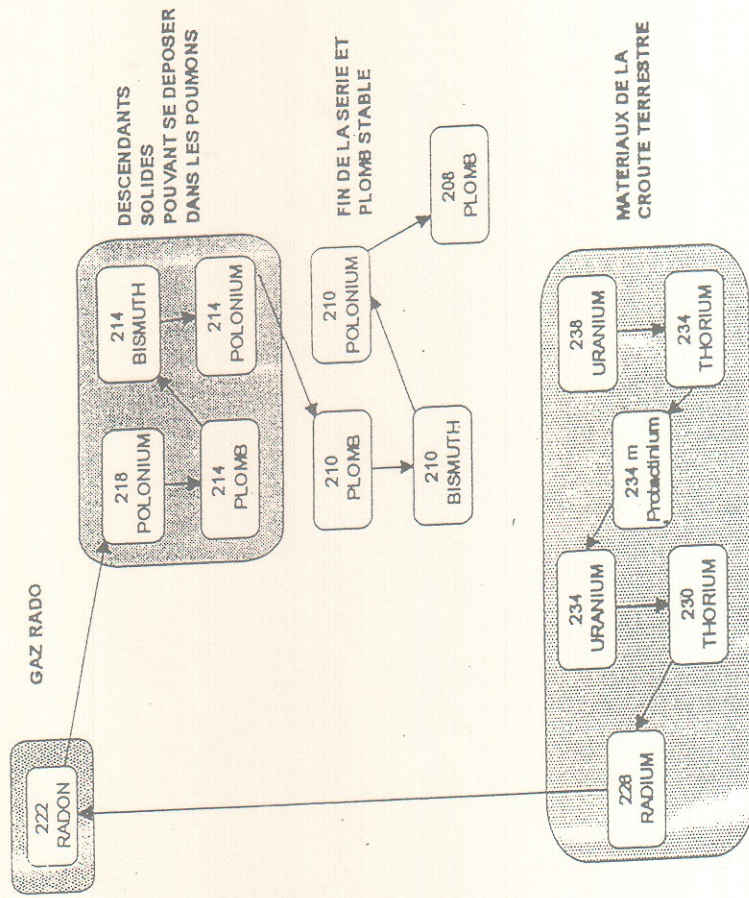
### 5. L'EQUIVALENT DE DOSE

C'est le débit de dose multiplié par un facteur de pondération ou facteur de qualité.

Unité légale = Sievert (Sv)

Ancienne unité = Rem

Relation Sievert/Rem : 1 Sievert = 100 Rem



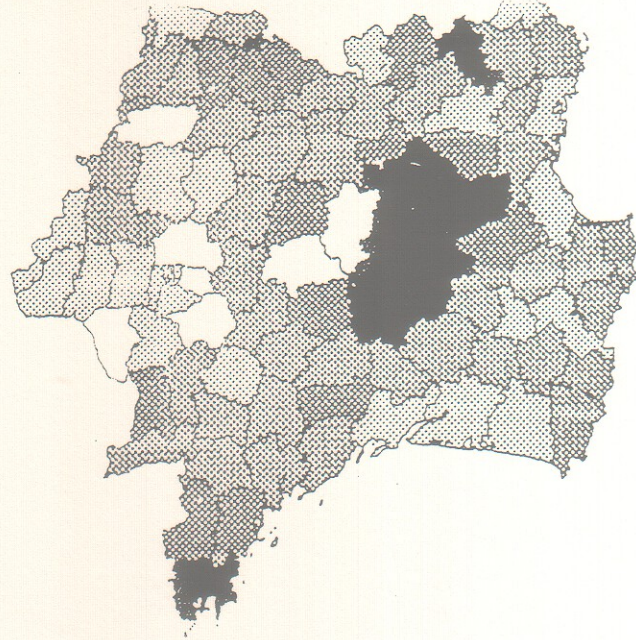
*Schema n° I*

# BILAN FRANCAIS

# BILAN EUROPEEN

MESURE DES CONCENTRATIONS DE RADON DOMESTIQUE EN FRANCE

MESURE DES CONCENTRATIONS DE RADON DOMESTIQUE EN EUROPE



Moyennes en Bq/m<sup>3</sup>



de 14 à 49



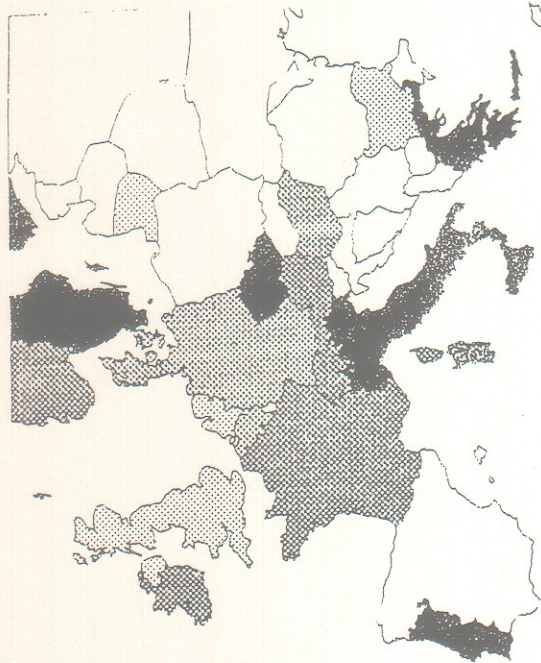
de 100 à 140



de 50 à 97



de 150 à 279



Moyennes en Bq/m<sup>3</sup>



de 20 à 47



de 60 à 77



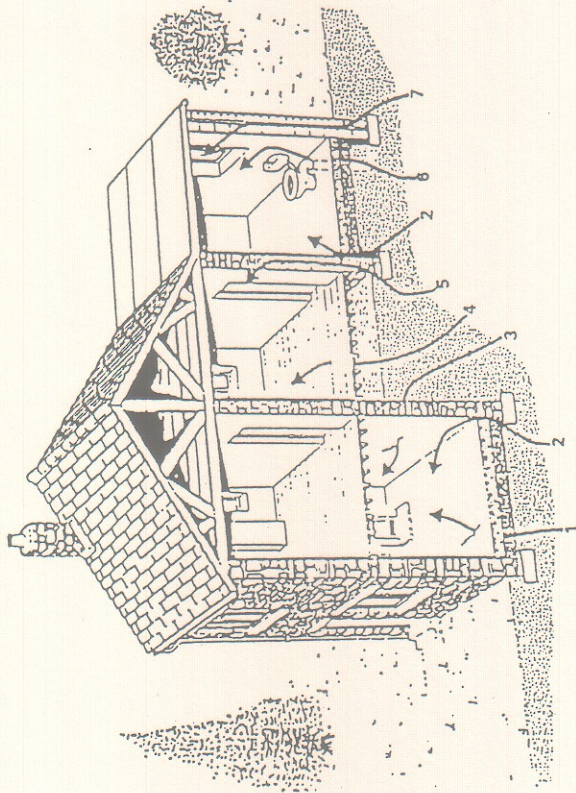
de 47 à 60



de 77 à 140

Schema III

Schema II



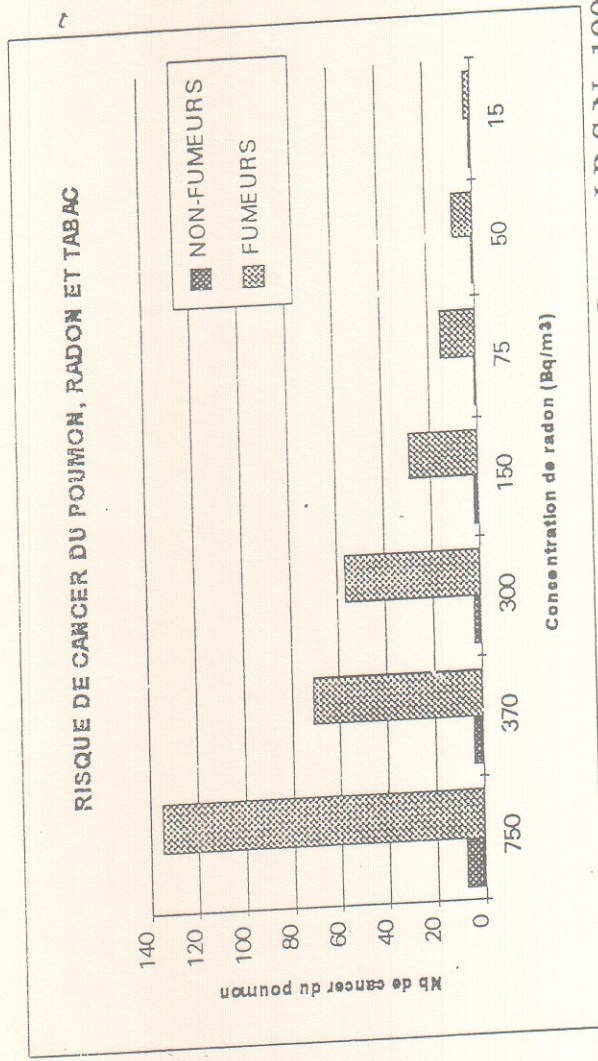
Le radon peut pénétrer, dans la maison par :

1. des fissures dans les dalles
2. les joints entre murs et dalle
3. des fissures dans les murs des fondations
4. des ouvertures dans les planchers sur vide sanitaire
5. des fissures dans les murs
6. des ouvertures autour des conduites
7. des trous dans les murs

Figure 2 - Schématisation de quelques voies de transfert du radon. (d'après H.C. O'R. O'R. O'R.)

*schéma n° IV*

\* The householders' guide to radon Radological Protection Pulletin, 3 parafre



Source I.P.S.N. 1996

*schéma n° V*

Irradiation domestique

- \* 2 mRem /an due:
  - aux postes de télévision couleur
  - aux montres à cadran lumineux (radium)
  - aux maisons en granit

Irradiation due aux voyages et aux loisirs

- \* Traversée atlantique en supersonique : 6 mRem pour un AR Paris New-York
- \* Séjour en montagne à 1500 m : irradiation de 0,5 Rem
- à 3000 m : irradiation de 1,5 Rem

Irradiation médicale

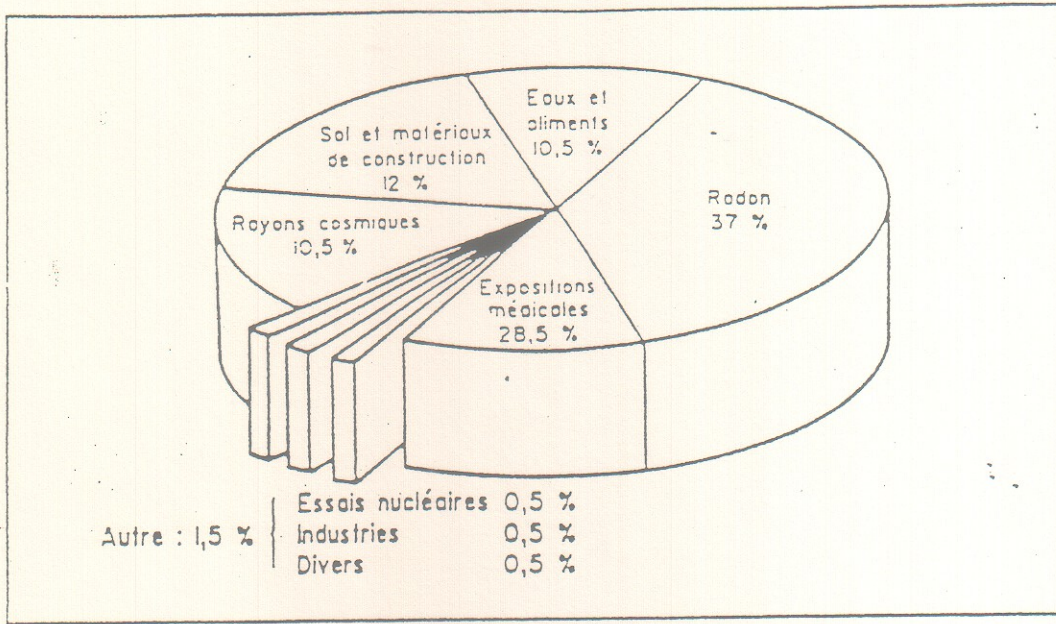
- \* groupe restreint de malades recevant une forte dose lors des radiothérapies
- \* grands nombres d'individus recevant de faibles doses en vue d'un radiodiagnostic

Irradiation due aux explosions nucléaires

- \* grands nombres d'explosions à l'air libre entre 1950 et 1960
- \* au delà de 1960 pour la France et la chine
- \* représente 1 à 2% de l'irradiation naturelle ( Plutonium, césium, strontium..)

Irradiation dues aux centrales nucléaires

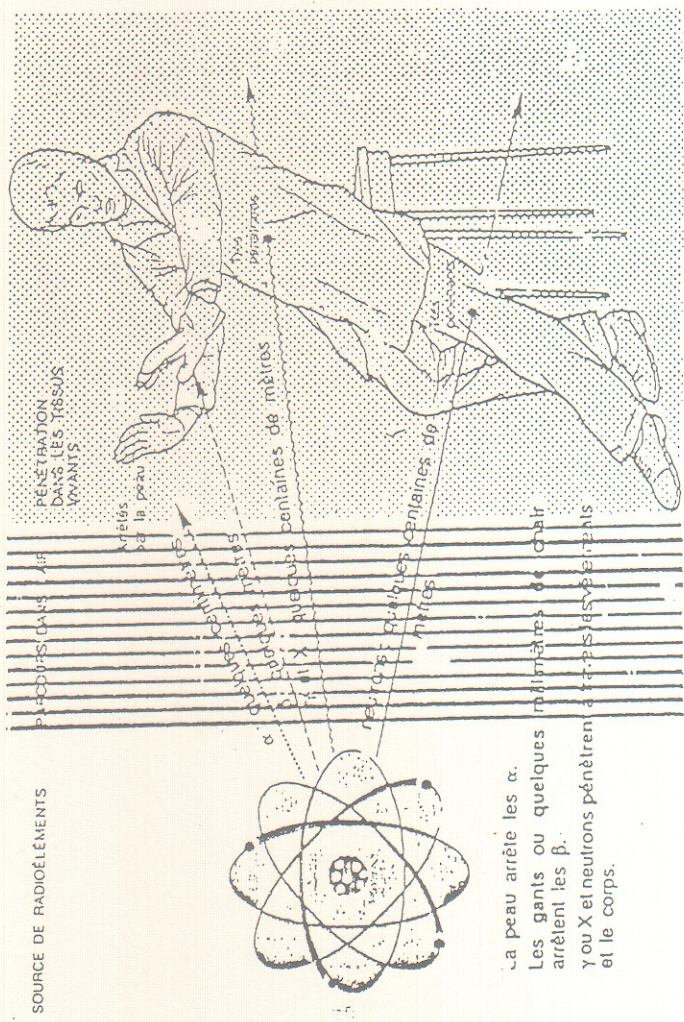
- \* irradiation dues aux effluents gazeux et liquides des centrales pour la population voisine ( 4 à 5 mRem/an)
- \* inférieur à 1 mRem pour l'ensemble de la population Française



Schema n°VI

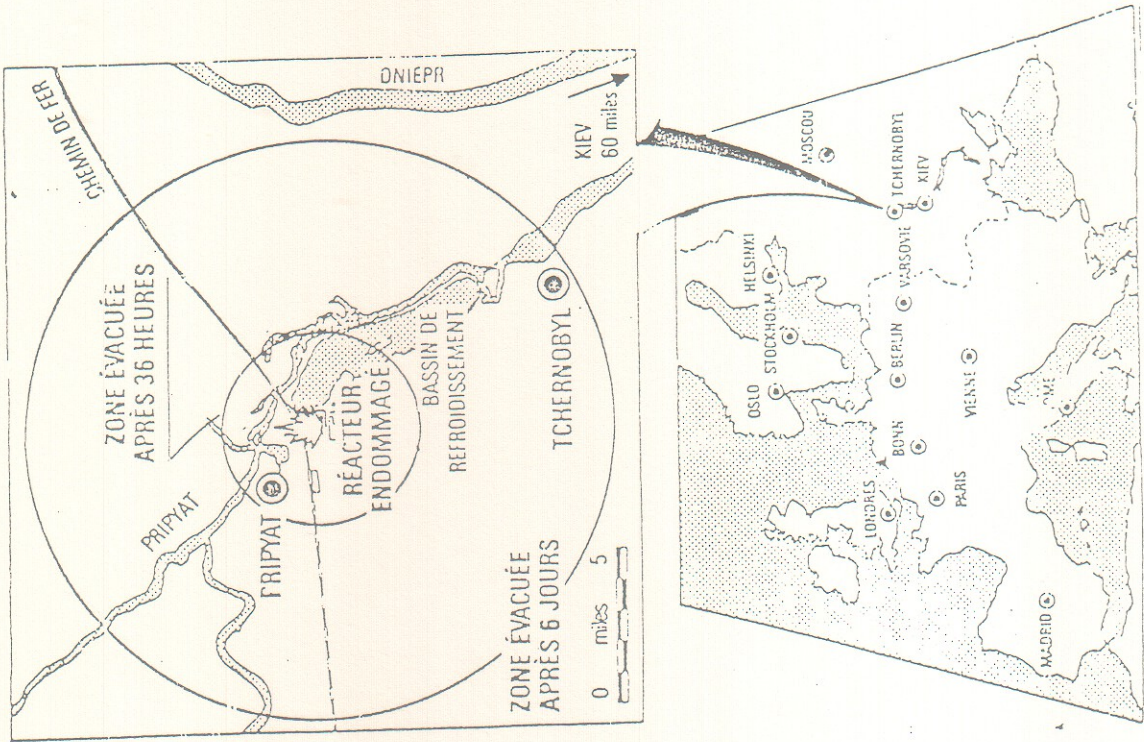


- Pouvoir de pénétration des particules ionisantes -



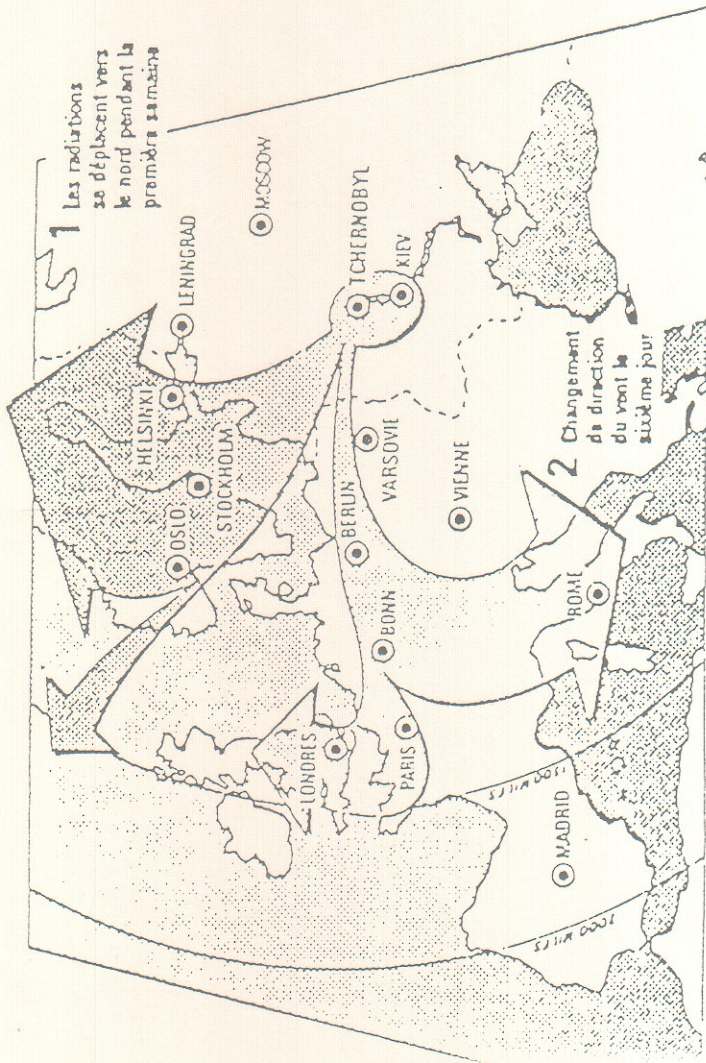
source : INRS [ 12 ]

- Carte n° 1 -



- Situation de Tchernobyl en U.R.S.S. - et en Europe

- Carte N° 2 -



- Propagation des radiations à travers l'Europe - ( 25 )

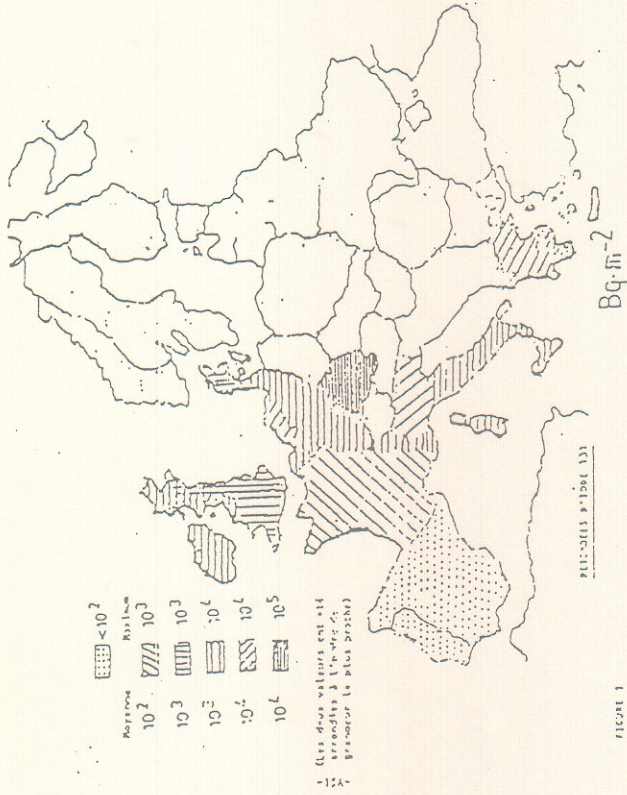


FIGURE 1

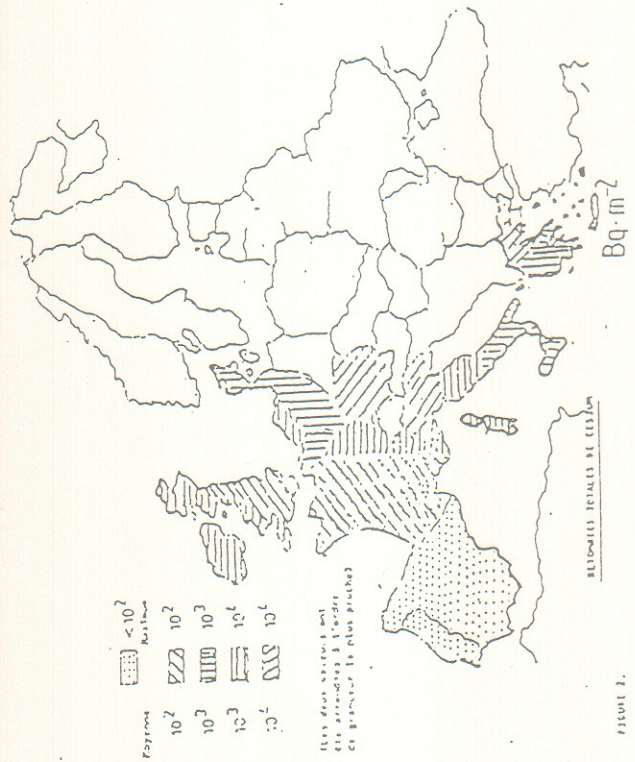


FIGURE 2

- Taux de contamination au sol pour l'iode 131 ( figure 1 ) et -  
- le Césium ( figure 2 ) dans les Etats membres de la C.E.E. -

source : CEE

105

# Schéma VII

## IRRADIATION TOTALE DE L'ORGANISME CHEZ L'HOMME

### CLASSIFICATION SCHEMATIQUE DES GAMMES DE DOSES : SYMPTOMES, TRAITEMENTS ET ISSUE

DOSE ALIQUE (Gy)	SYMPTOMES PRODOMINIQUES		CARACTERES CLINIQUES				TRAITEMENT POSSIBLE, EVOLUTION CLINIQUE ET ISSUE					
	NAUSEES, VOMISSEMENTS, ETC.	Délai d'apparition	Système organique principalement touché	Symptômes caractéristiques	Périodes critiques après l'exposition	Traitement	Délai de guérison	Prognostic	Létalité	Si les lésions sont mortelles Causes survenant dans les :		
> 50	100 %	minutes	nerveux, central et cardiovasculaire (SYNDROME CEREBRAL)	-crâniés -tremblements -ataxie -léthargie -vision atteinte -coma	1 - 48 heures	Symptomatique	-----	sans espoir	100 %	1 - 48 heures	Oedème cérébral	
10 - 15	100 %	0 - 5 heures	gastro-intestinal (SYNDROME INTESTINAL)	-diarrhée -fièvre -déséquilibre électrolytique	3 - 14 jours	Palliatif	-----	très sombre	90 à 100 %	2 semaines	Entérocolite Collapsus	
5 - 10	100%	1 heure	Tissus hématopoïétique	-thrombopénie -leucopénie -hémorragies -infections -déplation ( 3Gy )	2-6 semaines	-Greffes de moelle -transfusions de leucocytes plaquettes -soins inter- sifs (isolé- ment, anti- biotiques, réhydrata- tion, etc.	semaines, mois	incertain (dépend du succès du traitement)	0-50%	semaines, ou mois	Infections, saignements	
2- 5	50-90%	2 heures	Syndrome de la moelle osseuse									
1-2	50%	3 heures	Tissus hématopoïétique	-leucopénie et throm- bopénie modérées			Plusieurs semaines	excellent	-----	-----	-----	-----
0-1	10%	-----	-----	-----	-----		-----	excellent	-----	-----	-----	-----

source : C.E.A.



Lyon - Tél. 04 72 04 86 33

Comte Catherine  
Saugier Nigine

Tolleur: Environnementale.  
H<sup>+</sup> Chambon  
14h → 16h  
Cours du 2 Juin 1997

# L'AMIANTE

## I Structure -

- Il y a des amiantes = Silicates, minérales;
  - ↳ 2 types ⇒ en feuillets → Serpentine
  - ⇒ en fibres → Amphiboles.
- Taille des fibres = Les fibres sont constituées de feuillets en torsade.
  - une feuille = 10-50 nm.
  - une fibre = 100 µm de longueur.
- ⇒ Il faut un microscope électronique pour voir les feuillets.
- Densité pas très élevée et facilement volatile.

## II Usage -

- Résistance à la température - Isolant Phonique et Thermique.
- Flexible et Souple -
  - ↳ liant avec le ciment = canalisation.
  - ↳ Tuiles synthétiques
  - ↳ Plaquettes de frein.

## III Origine → gisements: exploités ou non.

- Canada - USA.
- France: Massif Central - Pyrénées.

## IV Présence dans l'Air et l'Eau -

- \* Origine Naturelle = gisements exploités ou non.
- \* Origine Professionnelle = Moins utilisant l'amiante
  - ↳ Ouvriers touchés = risque +++.
- Depuis le 7 Fév. 1997: Norme maximale dans l'air.

Norme max. dans l'air = 100 fibre / l d'air -

- Certaines personnes sont touchées sans le savoir.  
 ex: Un plombier qui vient travailler à domicile dans une maison remplie de flochage  $\Rightarrow$  il inhale l'amiante -
- Une loi oblige maintenant le recensement de tout ce qui est amiante dans les lieux publics. Il faut établir un inventaire des zones amiantées et noter l'état de dégradation de cette amiante. Pour les habitations privées, aucunes recommandations -
- ETERNIT: Seule entreprise qui fabrique des canalisations avec de l'amiante -

\* Milieu environnemental :

- A côté des gisements miniers, s'il y a du vent, ça emmène de l'amiante dans l'air -
- En ville, si on passe à côté d'un immeuble en voie de destruction on peut inhaler de l'amiante. (Théoriquement on défloque avant de détruire un immeuble, mais ceci est rarement respecté.) Pour défloquer, il faut protéger l'environnement et le personnel. La technique utilisée est la technique dite de la Bulle. Il faut rendre toute la pièce étanche et établir un piège à dépression. Le personnel travaille en scaphandre avec une piège à succion.

- \* Problème de l'eau = eau polluée par les gisements miniers non exploités.  
 • des canalisations en fibrociment qui s'usent petit à petit. Si l'eau est agressive, (c.à.d si  $\text{pH} < 7$  et si eau riche en Sulfates ou en chlorures) elle va attaquer le ciment et libérer les fibres d'amiantes.  
 Certains Etats des Etats-Unis ont vu l'eau eau contaminée par



Lyon - Tél. 04 72 04 86 33

l'amiante avec une teneur de 30 milliards / l !!!  
 la limite de détection = 10 000 fibres / l d'eau -  
 Aux E.U, l'E.P.A. (≈ ministère de l'environnement français) et le  
W.H.O (≈ OMS) recommandent comme normes = 7 millions de fibre  
par litre (avec des fibres de longueur > à 10 microns) d'eau -

Donc

{	eau → 7 millions / l	F = fibres
	poaux → 100 F / l	
	habitation → 5 F / l	

## V Toxicité de l'Amiante -

→ Surtout par inhalation -

longtemps on a essayer de cacher que l'amiante était  
 toxique et cancérogène. (Car lobbie de l'amiante très actif)  
 Dès le début du siècle, on connaissait sa toxicité mais tout le  
 monde s'est tu -

Les fibres sont de 10 à 20 µm -

→ Cause de Toxicité:

- Irritation = Les fibres sont en aiguilles et irritent les tissus.
- Oxygène Actif: l'amiante contient du fer ferrique - le  
 fer ferrique conduirait à la production d'oxygène actif.  
 (si on donne des enzymes antioxydantes, on observe une  
 diminution des cancers (= Kr))
- d'homme inhale des molécules de 0,1 à 10 µm - Or les fibres  
 d'amiante restent juste dans cette intervalle -
- Il faut un certain nombre de fibres pour provoquer un Kr  
 mais on ne sait pas vraiment combien il en faut - De plus  
 la sensibilité de l'individu intervient -

→ Conséquences =

- . Fibrose pulmonaire : on observe un poumon opaque aux R.X. Cette fibrose se transforme en Kr. On parle d'un poumon en " flocon de Neige ".
- . Mésothéliome de la plèvre et du péritoine (= Typique de l'amiante)
- . Autres Kr = larynx, vessie, estomac -
- . Risques d'ingestion = ils sont encore mal connus - Pourtant il y a des Kr de l'estomac - Il y aurait peut-être un risque si lors de l'ingestion les fibres passaient à travers la membrane intestinale - Mais rien n'est prouvé -
- . Délai : le Kr peut apparaître 10, 20 ou 30 ans plus tard - Kr imputables à l'amiante si présence de mésothéliomes et si présence de nombreuses fibres dans les poumons -

VI Analyse -

- . On ne peut pas différencier - comme ça - les fibres d'amiante de la laine de Roche (= slice fondue et étirée) ou de la fibre de verre -
- . Prélèvement : air → microscope électronique par Balayage ou transmission → identification de la structure de la fibre par une sonde EDAX (sondes aux R.X) ⇒ Permet de savoir de quelle fibre il s'agit -
- . Pour prélever l'air, on utilise une membrane et 1 compteur et on incinère la mb. dans un four à basse température pour ne pas déformer les fibres (⇒ ceci correspond à une minéralisation à basse température) On fait ensuite la préparation pour le M.E.



Lyon - Tél. 04 72 04 86 33

On peut aussi faire des prélèvements d'eau, de crachat ou de lavage bronchique (eau injectée ds la plèvre et on récupère l'eau qui)

### VII Surveillance =

. Recherche des fibres de  $L > 5 \mu\text{m}$ ; Diamètre  $< 3 \mu\text{m}$  et

$$\frac{L}{D} > 3$$

. des autres points du paragraphe, on été développés auparavant -  
(locaux, personnels...)

### VIII Conséquences au niveau industriel -

- Retard de 20 ans sur la Suède et la Norvège -

- Matériaux de Remplacement =

. Fibres de Verre = pas dangereux car Diamètre  $> 50 \mu\text{m}$  -

. Aramide = fibre organique très fine -

. Céramique = même taille et même longueur que l'amiant mais moins dangereuses car pas de  $\text{Fe}^{+++}$  - Mais rien n'est trop sûr pour l'instant -

. Laine de Roche = Silice fondue et étirée -



# L'AMIANTE

## 1-Structure à base de silicates

Serpentine en feuillets  
chrysotile (silicate de Mg)

Amphiboles en fibres

amosite (Si de Fe<sup>+2</sup> et Mg  
anthophyllite (Si de Mg et Fe<sup>+2</sup>)  
trémolite (Si de Mg et Ca)  
crocidolite (Si de Na, Fe<sup>+2</sup> et <sup>+3</sup>)  
actinolite (Si de Fe, Mg, Ca)

Taille des fibres D : 0.1 µm X 1-100 µm de Long  
Taille des fibrilles : /10

## 2-Usages

Résistance à la chaleur, isolant phonique et thermique, liant avec le ciment = flexibilité

## 3-Origines

gisements dans le monde: Canada, Afrique du sud, Russie,

## 4-Présence dans l'AIR et l'EAU

origine naturelle  
origine anthropogénique  
milieu professionnel  
milieu environnemental

## 5-Toxicité de l'amiante : surtout par inhalation

causes : irritation, oxygène actif

conséquences : fibrose pulmonaire

mésothéliome de la plèvre et du péritoine

favorise les autres types de cancer (larynx, vessie, estomac..)

risque par ingestion (?)

essais chez l'animal : inhalation/ingestion

## 6-Analyse

prélèvements  
air, eau, crachats, lavage bronchique

## 7-Surveillance

recherche des fibres L>5µm D <3µm L/D>3  
normes dans l'air  
du personnel dans les ateliers  
des sites de fabrication  
des locaux contenant de l'amiante (décret février 1996)

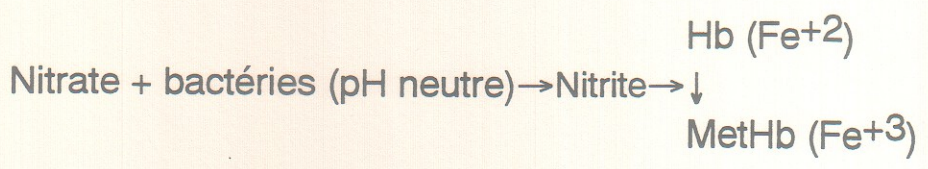
## 8-Conséquences au niveau industriel

restriction d'emploi  
matériaux de remplacement (fibres de verre, aramide, céramique.)

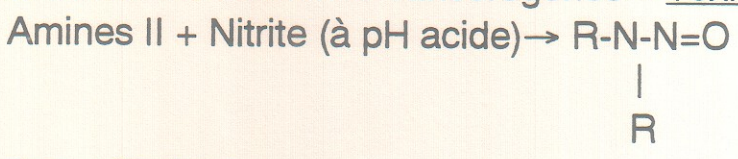
Toxicité des nitrates et normes pour l'eau potable

**1-Rappel sur le mode d'action toxique des nitrates**

-Formation de Methémoglobinémie (MetHb) = Toxicité aiguë



-Formation de Nitrosamines cancérogènes = Toxicité à long terme



**2-Origine des nitrates**

- Exogène : légumes (soupe de carottes, épinards = 2-3 g/kg))  
eau de boisson
- Endogène : macrophages péritonéaux de l'organisme (60 mg/jour).  
augmente en cas d'infection G.I.

**3-Origine des nitrites**

- Exogène : dans l'eau et les aliments riches en bactéries
- Endogène : réduction des nitrates en nitrites dans la salive et le T.D.

**4-Origine des bactéries**

- Exogènes : contamination de l'eau (de puits) et des aliments (coliformes, Pseudomonas, bacillus...)
- Endogènes : T.D., cavité buccale

## 5-Cycle des nitrates dans l'organisme humain

- Rapidement absorbé dans l'Intestin (se trouve en 1h. dans le plasma)
- Éliminé sf. de Nitrate et nitrite au niveau rénal
- Passe du Plasma dans les Glandes Salivaires (en 2 à 4 h.)
- Transformé partiellement (20 %) en nitrite au niveau buccal
- Passe dans le Foie à l'état de nitrite et donne un gpt aminé  $-NH_2$

## 6-Notions de risques et de doses toxiques

Victime désignée : **le nourrisson** parcequ'il :

- est déficitaire sur le plan enzymatique (diaphorases I et II) et détruit difficilement la MetHb existante
- a environ 1 à 1.5 % de MetHb physiologique
- consomme des légumes riches en nitrate (carottes et épinards)
- boit du lait en poudre dissous avec de l'eau (contaminée ?)
- a facilement des diarrhées (riche flore intestinale)

Par contre, il n'a jamais été signalé de MetHb chez un nourrisson sain, même avec de l'eau contenant des nitrates (entre 50 et 100 mg/l), quand il y a ABSENCE de GERMES dans l'alimentation !

Pour sa part, l'Homme adulte sain peut, **sans risque aigu** :

- ingérer des qtés importantes de nitrate (10 g/jour)
- boire de l'eau contenant > de 100 mg/l en nitrate

**Pour mémoire :**

Administration de NITRATE chez le RAT

- per os, à 500 mg/kg/j, sur 104 semaines : pas d'effet (=NOAEL)

## 7-Le risque cancérrogène dû aux nitrosamines

-la synthèse de nitrosamines cancérrogènes est possible dans l'estomac (mais rendement faible, car peu de nitrate présent à ce niveau); cette synthèse est augmentée en cas d'achlorhydrie.

il existe une biosynthèse normale de nitrosamines au niveau cellulaire, sans formation de cancer ("bénéficiant d'une totale innocuité, car ce sont des constituants physiologiques" selon le Pr L'hirondel) !

mais le CIRC estime qu'il faut être **très prudent** sur le problème des corrélations nitrate/cancer et qu'il semble justifié de limiter les concentrations dans l'environnement des précurseurs des nitrosamines (=nitrate et nitrite)

## 8-Calcul des normes

Calcul de la TDI (Tolérable daily Intake)

8-1.Dose sans risque chez le rongeur : 500 mg/kg/J (en nitrate de sodium = (365 mg)  $\times 10^{-3}$ )  
Facteur de sécurité = 100, soit 3.65 mg/kg/J  
Apport autre que l'eau : 50%, soit 1.8 mg/kg/J (X 60 pour l'adulte) = 108 mg pour 2 L d'eau = 50 mg/Litre (idem en France)  
Dans les aliments pour enfants : <50 mg/kg en ion nitrate

8-2.Dose sans risque pour Nitrite : 0.10 mg/kg/J (X60 pour l'adulte) = 6.0 mg pour 2 L, d'où 3 mg/L (0.1 mg/L en France)  
Dans les aliments pour enfants : < 150 mg/kg en nitrite de sodium

8-3.Valeur-Guide globale Nitrate/Nitrite (OMS 1996)

$$\frac{C(\text{nitrite})}{\text{V.G. (nitrite)}} + \frac{C(\text{nitrate})}{\text{V.G. (nitrate)}} < 1$$

**9-Doit-on modifier la V.G. de 50 mg/l en nitrate ?**

-Il faut tenir compte de l'apport total, moyen, journalier, compris entre **40 et 130 mg de nitrate.**

-L'eau, dans certains cas, peut correspondre à 100 % de l'apport.

-Si la **V.G.** devait être augmentée (**100 mg/l ?**) :

- ☒ ↑ probable de l'utilisation des engrais
- ☒ ↑ des nitrates dans les eaux de nappe
- ☒ ↑ des nitrates/légumes (par irrigation, arrosage)
- ☒ nécessité probable de traiter l'eau

-Le risque est autant lié aux **NITRATES** qu'à la **FLORE BACTERIENNE** :  
mais, si les nitrates varient peu, la **FLORE** peut varier brusquement  
d'où le **RISQUE ACCRU** pour la santé s'il y a ↑ **NITRATE.**

Pollut: environnement  
 M<sup>s</sup> Fouillet du 2/6/97  
 16 → 18h  
 SAUGIER / COMTE.

## MUTAGÈNES DE L'ENVIRONNEMENT.

### Introduction

- Il existe des mutations Génétiques avec substitution de paire de base.
- — des décalages de lectures du code = introduction / perte -
- Anomalie au niveau des chromosomes -
  - Anomalie de nombre : Trisomie et etc...
  - Anomalie de structure : Chromatine altérée ...

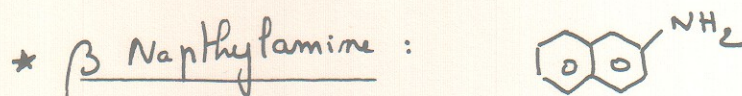
### Éléments mutagènes :

- Métaux ⇒ Chrome de valence 6.  
 . Nickel = allergisant et cancérogène -
- HC = hydrocarbure ⇒ H.C. aromatique polycyclique = HAP  
 Ils sont formés par combustion incomplète -
- Mycotoxine ⇒ . Aflatoxine : pousse sur les céréales - Toxine  
 sécrétée par champignon présent sur les  
 Arachides en Afrique Noire - Responsable de  
 la jaunisse du foie -
- Ochratoxine = Sur les céréales des Balkans  
 Responsable de la néphropathie -
- Nitrosamine ⇒ Nitrosodiméthylamine.  
 ⇒ Nitrosodibutylamine.  
 ⇒ Nitrosométhylamine ....
- Amine Aromatique ⇒ Benzidine.  
 ⇒ 2 Naphylamine.

## A) Les Amines Aromatiques -

Elles ont été suspectées en 1895 pour une découverte épidémiologique de Kr de la vessie chez les travailleurs des fabriques de colorant (notamment le fuschine). Au début on a suspecté l'aniline (Nc1ccccc1) - car c'était le produit de départ de fabrication de ces colorants. Plus tard, on a dit que c'était le Benzidine :

### 1/ Structure :



### 2/ Utilisation : (3)

- . Intermédiaire de Synthèse dans la fabrication des colorants azoïques.
- . Durcissant dans l'industrie du Caoutchouc, des adhésifs et plastiques.
- . Détection du sang dans les urines.

### 3/ Distribution dans l'environnement -

#### a) Pollution des lieux de travail -

. Les colorants à base de Benzidine peuvent contenir une quantité non négligeable de Benzidine -

. Idem pour Naphthylamine -

. Législation française : - CMA (Benzidine) = 0,001 ppm  
= 1 ppb

- CMA ( $\beta$ -Naphthylamine) = 0,001 ppm  
= 1 ppb.

(b) Pollution des eaux et Sédiments -

Pollution à proximité d'une usine de fabrication de colorant ou d'amines aromatiques ou d'une teinturerie -

Rq : Actuellement tous les colorants contenant des amines aromatiques sont interdits comme colorants alimentaires -

4/ Metabolisme =

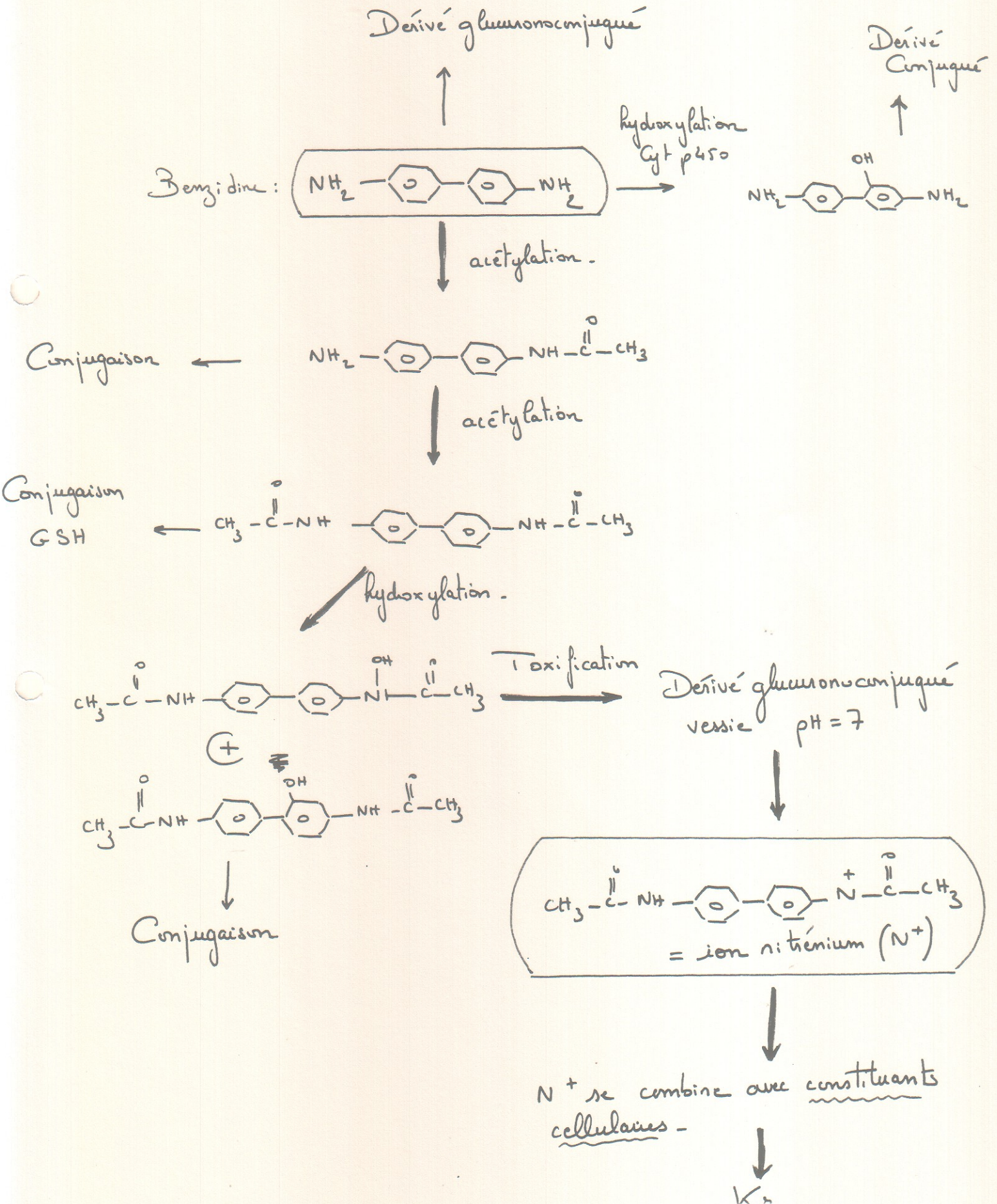
(a) Absorption  $\Rightarrow$  Voie orale  
 $\Rightarrow$  Voie cutanée = sur les lieux de travail, c'est la voie principale de contamination -

(b) Distribution  $\Rightarrow$  Dans le sang, le foie, le rein, le rate -  
 L'élimination est urinaire essentiellement (70%)

(c) Metabolisme et produit responsable de K<sub>r</sub> = ion nitroanium

cf page suivante pour la réaction -





## 5/ Toxicité.

### (a) Mutagénèse.

- sur  $\phi$  en culture
- in vivo

### (b) Cancerogénèse.

- . C'est le premier produit cancerigène dont on a pu connaître vraiment le mécanisme (= ion  $N^+$ )
- . Provoque des Kr de la vesie = mictions fréquentes + hématurie.

## 6/ Conclusion.

Le LIAR a établi un classement des cancerigènes -

d n° 1 : cancerigène de l'homme -

d n° 2a : probablement cancerigène - Forte Evidance.

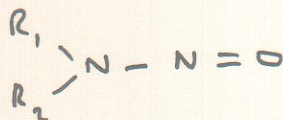
d n° 2b = probablement cancerigène - Faible Evidance -

d n° 3 = Non cancerigène -

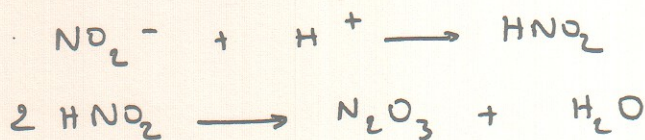
Les Amines Aromatiques sont classés en n° 1 = cancerigène de l'ho.

## (B) Les Nitrosamines.

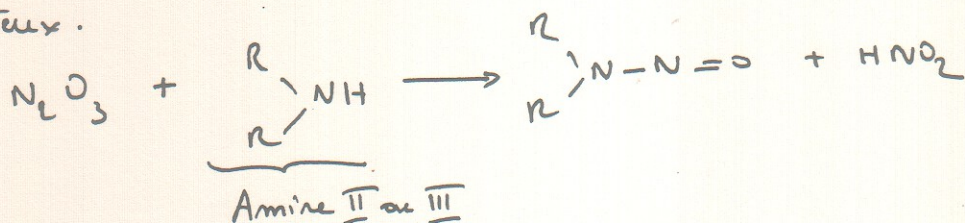
### 1/ Structure :



### 2/ Formation :



$N_2O_3$  = anhydride Nitreux.



\* Catalyse:  $\text{Cl}^-$  (estomac);  $\text{SCN}^-$  (salive); formaldéhyde; chloral; phénols -

\* Inhibition: Ac. Ascorbique;  $\alpha$  Tocophérol; groupe  $\equiv$  Thiol; urée; sulfite  $\Rightarrow$  Ce sont des anti-oxydants -

Rq: De nombreux médicaments peuvent être "Nitrosés"  
ex: Amimopyrine; Disulfiram; oxytétracycline etc...

En présence de Nitrite il ~~se~~ sont donnés des Nitrosamines -

\* Aliments contenant des amines:

$\rightarrow$  Poissons, crustacés dont la teneur augmente avec le séchage -

$\rightarrow$  Viande contenant des diméthylamine qui se ~~se~~ lors de la cuisson libère des Acides Aminés qui se décarboxylent et donne des amines susceptibles d'être "nitrosés"

$\rightarrow$  Tabac  $\in$  nicotine et Nor nicotine contenant des groupements amine  $\equiv$   $\text{NH}$ .

$\rightarrow$  Médicaments: cf avant.

\* Aliments contenant des Nitrites/Nitates:

$\rightarrow$  Epinauds / Celéri / Betteraves -

$\rightarrow$  Charcuterie avec conservateurs -

$\rightarrow$  etc...

### 3/ Distribution -

(a) Dans l'air -

Diéthylamine +  $\text{NO}_2 \rightarrow$  Nitrosamine

Air via une fabrication de hydrazine ( $\text{NH} = \text{NH}$ )

(B) Dans l'eau et le Sol.

. Présence de Nitrate et Nitrite de l'eau / sol.  
 donc formation  $\pm$  élevée de Nitrosamine.

- (C) Aliments :
- à base de viande fumée
  - charcuterie & conservateurs
  - Fromage ex: Gouda !
  - Bière
  - Calvados / Calva (=  $\nearrow$  des Kr de l'œsophage)

4/ Analyse : Non Toxicité.

5/ Toxicité : Pas de Toxicité aigüe chez l'homme -  
 chez l'animal (en aigüe) : méiose hémorragique du foie

(a) Cancérogénicité.

\* Différente en fonction de l'Espèce.

↳ Relation Espèce / Toxicité -

\* Différente selon la nature de la Nitrosamine

↳ Relation Structure / Toxicité -

ex: Alkyl nitrosamine symétrique  $\rightarrow$  Kr Hépatique

ex: Alkyl nitrosamine asymétrique  $\rightarrow$  Kr œsophage ...

\* Différente selon la dose -

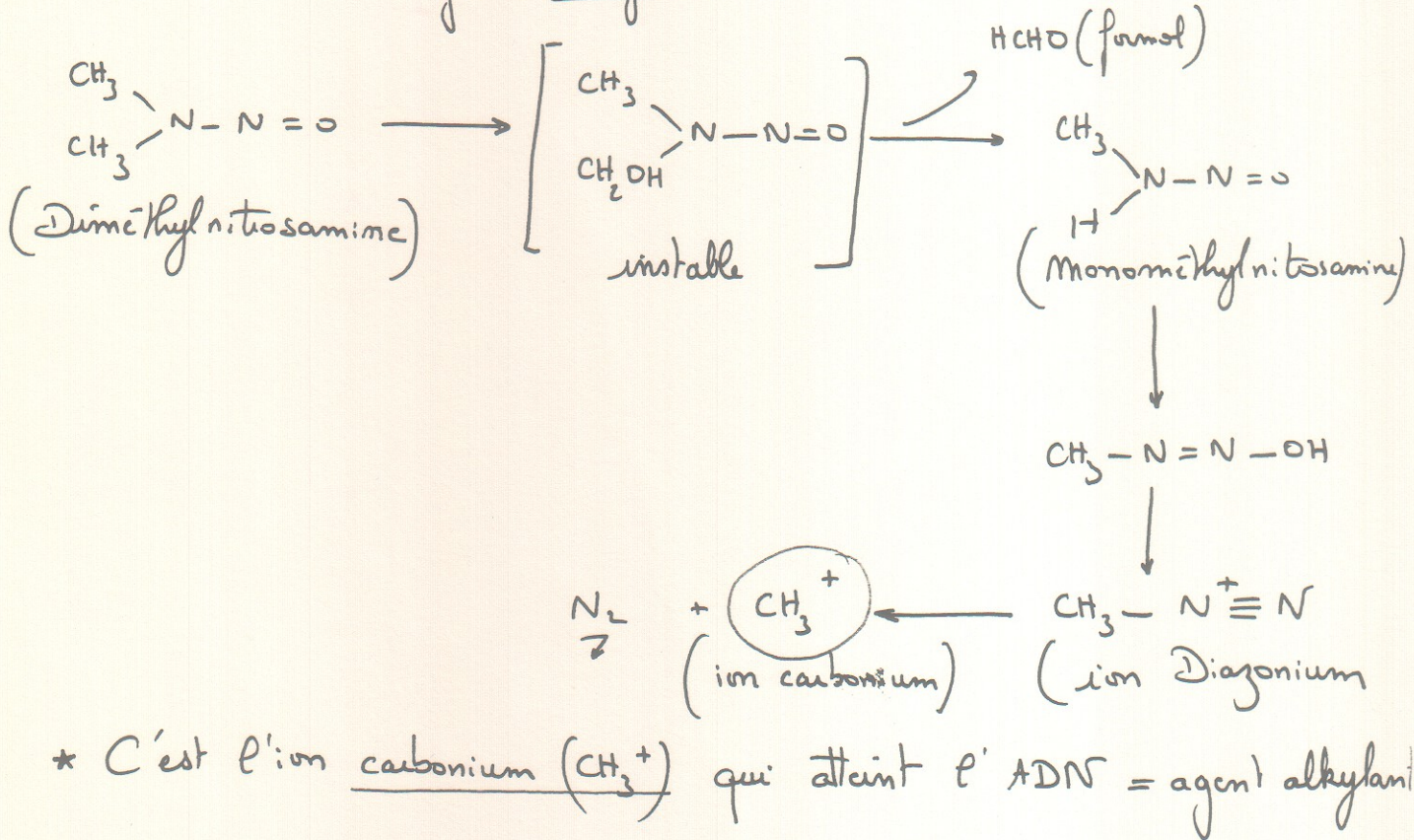
↳ Relation Dose / Toxicité -

ex: Pour la Nitrosodiméthylamine :

- |                         |  |  |                        |
|-------------------------|--|--|------------------------|
| {                       | - Si administré à forte dose : 5% DL <sub>50</sub> | }                                      | $\rightarrow$ Cirrhose |
|                         | $\rightarrow$ Tumeur foie                          |  |                        |
|                         | - Si dose moyenne : 1% DL <sub>50</sub>            | $\rightarrow$ Tumeur foie<br>seulement |                        |
| - Si faible dose : 0,3% | $\rightarrow$ Tumeur de<br>l'œsophage -            |  |                        |

(b) Mécanisme d'Action -

\* Ce sont des agents alkylants -



(c) Mutagénicité -

Il existe une corrélation entre les résultats de la mutagenèse et ceux de la cancérogénèse -

(C) Les H.C. aromatiques polycycliques (= H.A.P)

1/ Historique -

\* On les trouve partout - Issues d'une combustion incomplète  
 → feu de forêts, automobile, grillade, Tabac ...

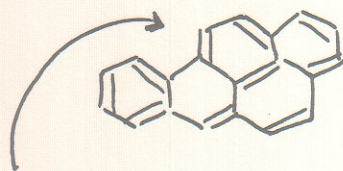
\* Toxicité découverte en 1775 chez les ramoneurs qui faisaient des Kr du suatum - la Relation Kr → HAP a été réellement établie fin du 19<sup>ème</sup> Siècle -

2/ Formation -

- entre 400 et 750 °C
- A partir d'alcane, il existe une cyclocondensation -

3/ Structure -

ex: Benzopyrène:



Région dite "Baie": forte densité électronique -

4/ Origine -

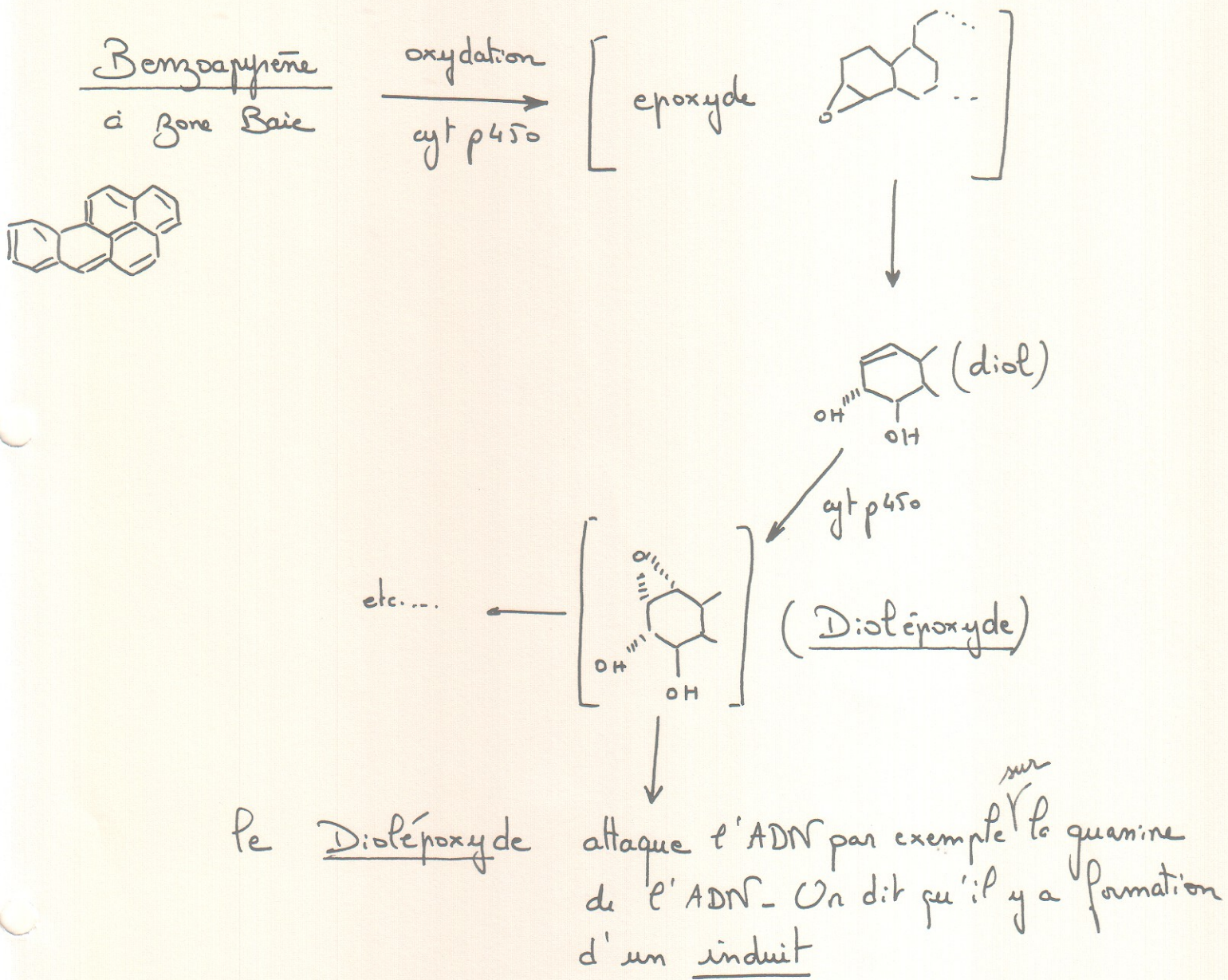
- Naturelle: Biosynthèse par les plantes et Bactéries -  
+ incendie + volcan etc...
- Anthropogénique: gaz d'auto; industrie, incinération des déchets  
tabacs, fumage des denrées alimentaires -

5/ Distribution: ubiquitaire -

- Air: absorbé sur des particules  
du au émission des auto...
- Eau: Retombé de particules avec des HAP  
Industrie qui pollue = pétrole qui lave (et) leurs cuves au  
large -

6/ Toxicité et Métabolisme -

- Absorption par voie pulmonaire -
- \_\_\_\_\_ cutanée car HAP est lipophile -
- \_\_\_\_\_ digestive = grillade -
- Elimination fécale et urinaire -



La Toxicité de l'animal est quelque soit la voie d'absorption.  
 Chez l'homme, les études épidémiologiques ont montré que la fréquence des K<sub>r</sub> cutané → chez les ouvriers qui manipulent goudron et huile de coupe → hyperkératose, taches de la pigmentation puis K<sub>r</sub> 15 à 20 ans après -

HAP = danger potentiel pour la population - il faudrait limiter l'exposition humaine aux HAP -

- FIN du cours de Pollution -  
N'oubliez pas de vous inscrire pour l'examen  
sur le tableau d'Affichage -
- Examen à l'oral soit avec M<sup>r</sup> Chambon soit  
avec M<sup>r</sup> Fouillet - le 11 ou le 18 Juin -
- 1 seule question tirée au sort -

Bon Courage -  
Bonne Chance !

des Prénuses