

# Effluents Gazeux

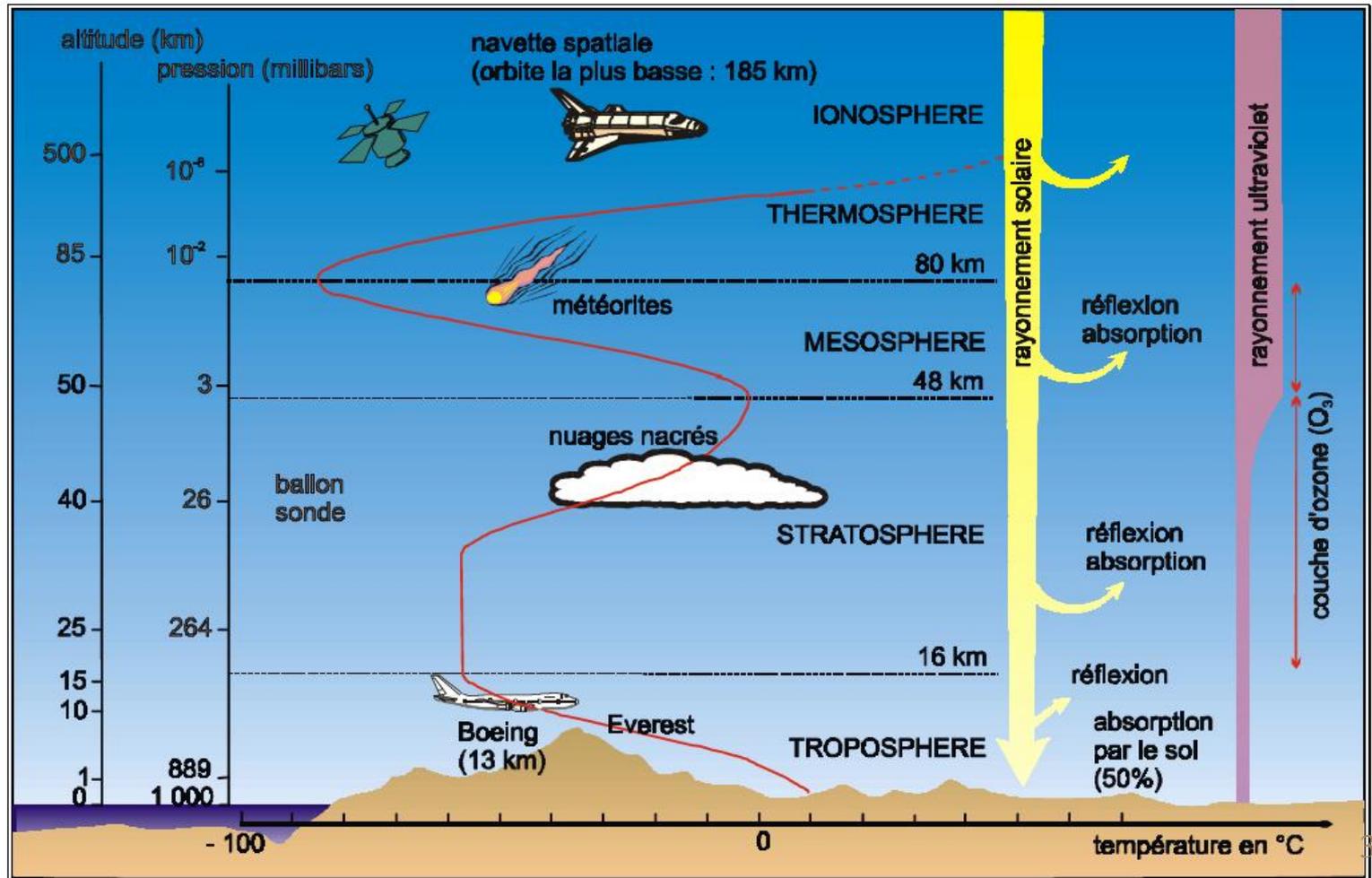
## L'atmosphère (composition élémentaire « normale »)

Species	Concentration (ppm)
N <sub>2</sub>	780,840
O <sub>2</sub>	209,460
H <sub>2</sub> O	<35,000
Ar	9,340
CO <sub>2</sub>	335
Ne	18
He	5.2
CH <sub>4</sub>	1.7
Kr	1.14
H <sub>2</sub>	0.53
N <sub>2</sub> O	0.30
CO	<0.2
Xe	0.087
O <sub>3</sub>	0.025

Source: Adapted from J. Heicklen (1976), *Atmospheric Chemistry*, Academic Press, New York; and R.P. Wayne (1985), *Chemistry of Atmospheres*, Clarendon Press, Oxford.

Gaz rares

# Schéma général de l'atmosphère



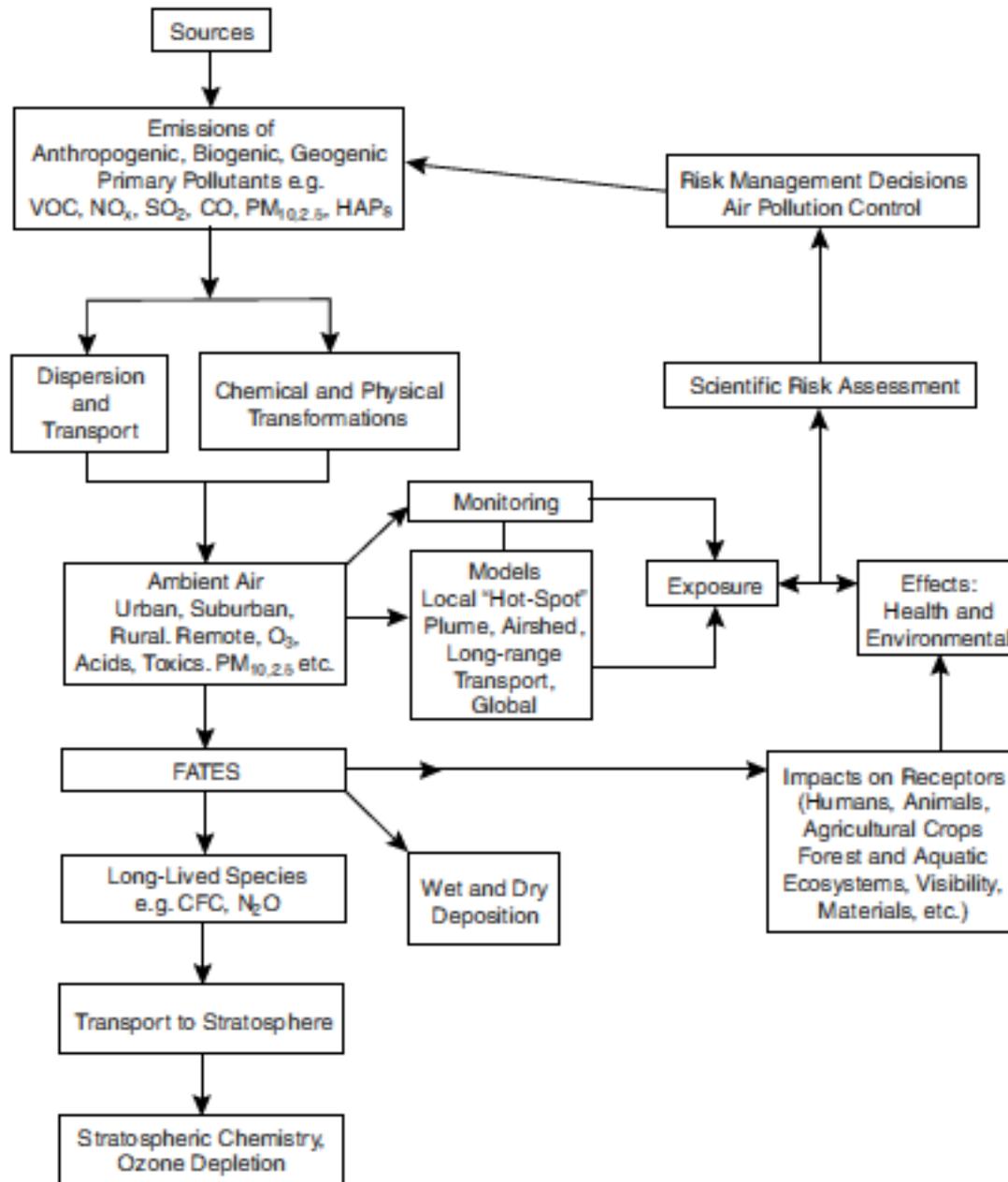
## Rappel de quelques termes

**Table 15.1 Important Terms Describing Atmospheric Particles**

Term	Meaning
Aerosol	Colloidal-sized atmospheric particle
Condensation aerosol	Formed by condensation of vapors or reactions of gases
Dispersion aerosol	Formed by grinding of solids, atomization of liquids, or dispersion of dusts
Fog	Term denoting high level of water droplets
Haze	Denotes decreased visibility due to the presence of particles
Mists	Liquid particles
Smoke	Particles formed by incomplete combustion of fuel

# Organigramme général pour effluents gazeux

---



# Types d'effluents

---

- ❑ Composés Inorganiques
- ❑ Composés Organiques

## Origines des effluents gazeux

---

- Anthropogéniques ( ex.: activités industrielles, transports, chauffage,..)
- Biogéniques ( ex : méthane des bovins, ammoniac des lisiers,..)
- Géogéniques (ex : volcans, solfatares,..)

# Les composés inorganiques

---

## 1) Les composés soufrés

### 1.a) Types

- Dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ )
- Trioxyde de soufre ( $\text{SO}_3$ )
- Acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

### 1.b) Origines

- Combustion des combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz)
- Fabrication de l'acide sulfurique , centrales thermiques ,...

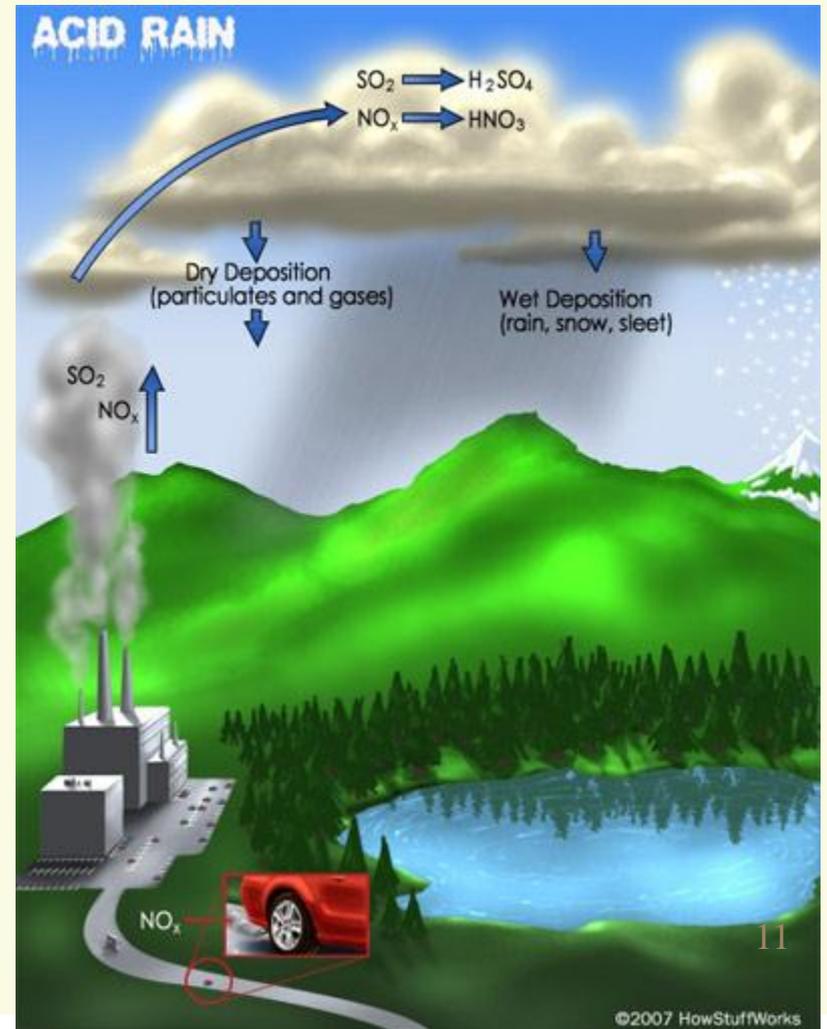
## Les composés inorganiques (suite)

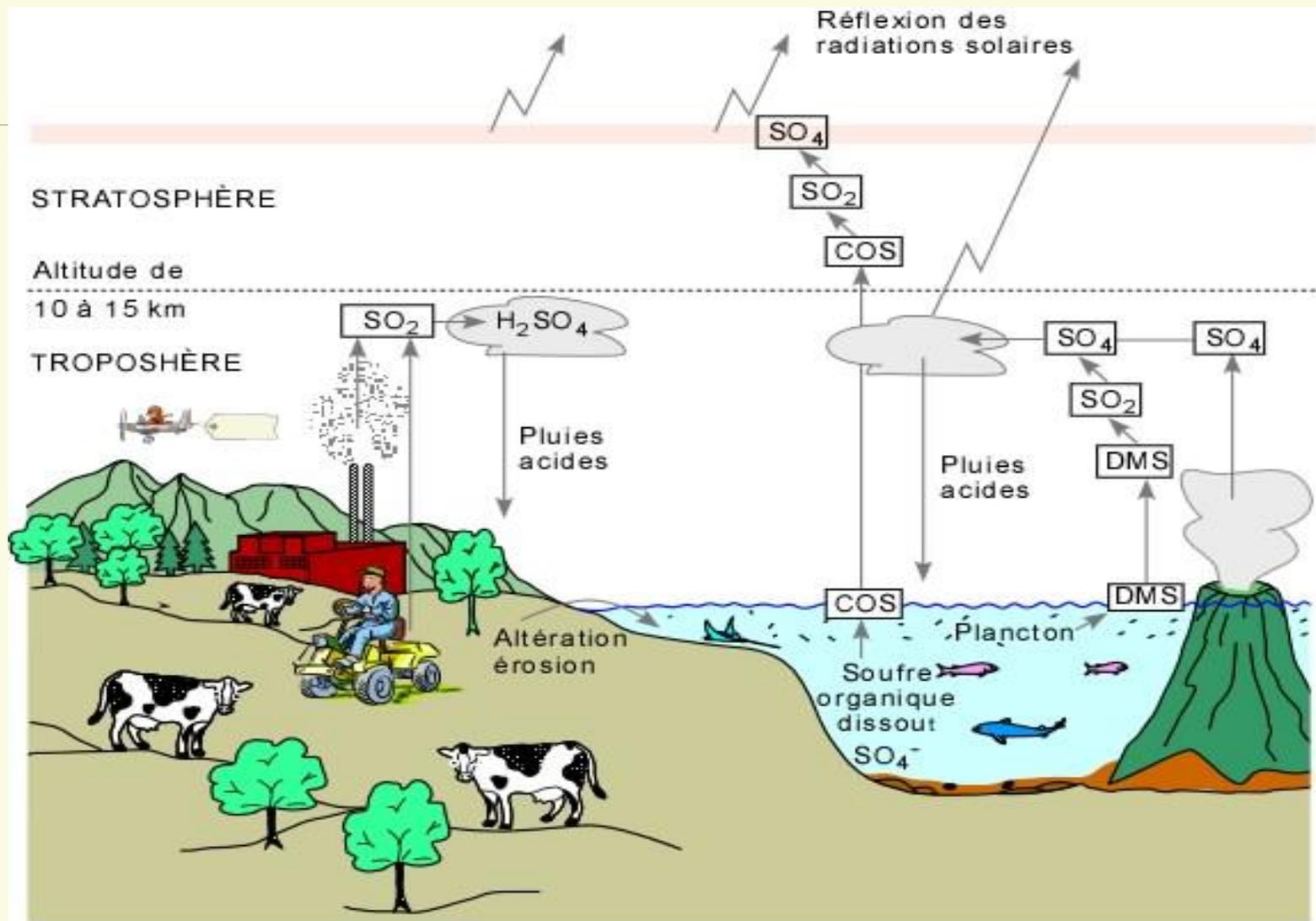
---

### 1.c) Effets sur l'environnement et l'organisme

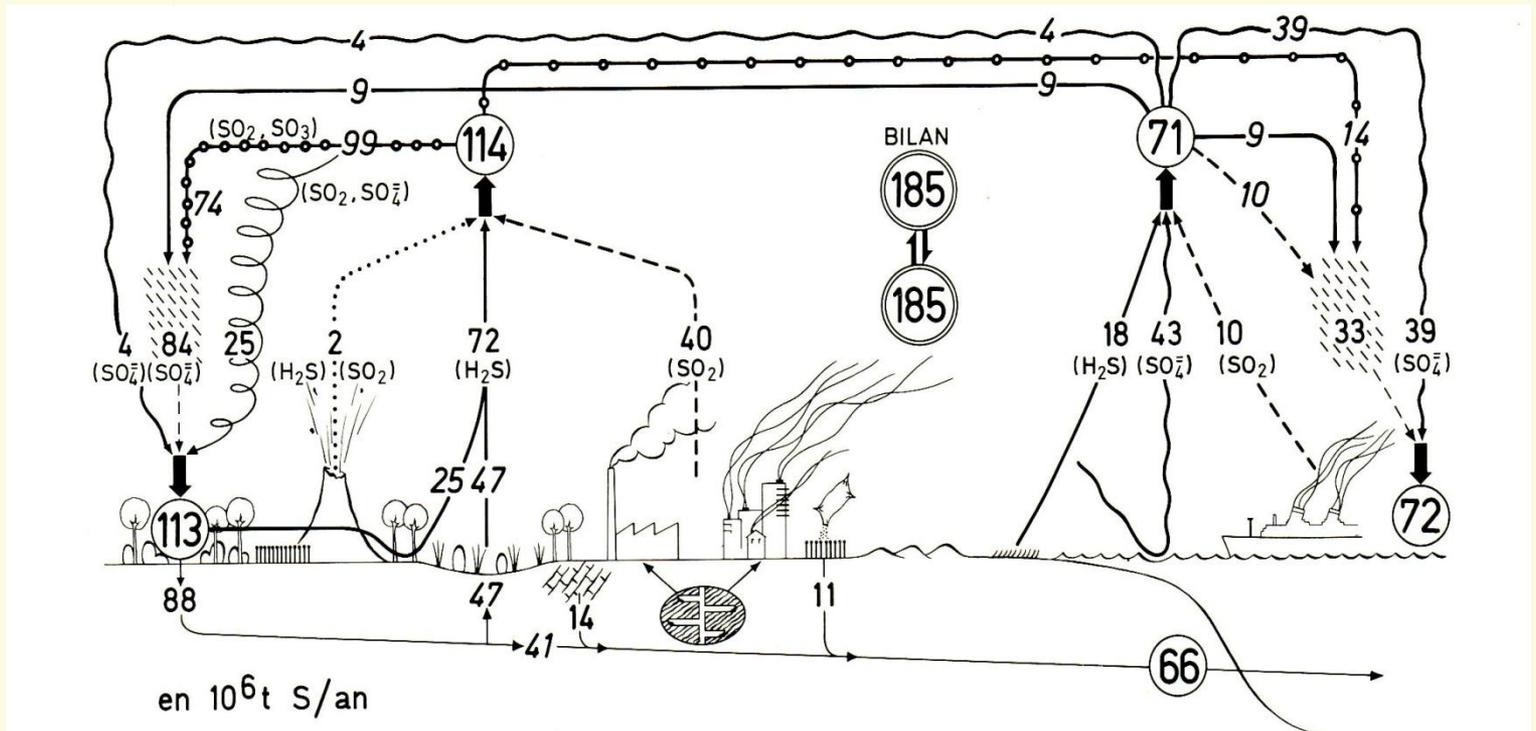
- Composés irritants pour les muqueuses et les yeux
- L'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) est très corrosif (corrosion des métaux) et provoque une nécrose des tissus.
- Exposition à  $1500 \text{ mg/m}^3$  est mortelle (quelques min).
- Le Dioxyde de soufre si absorbé > urines sous forme de sulfates .
- Végétaux très sensibles ( $5 \text{ mg/m}^3$ ) > nécroses des feuilles , brunissement des aiguilles... (+ pluies acides avec les composés azotés)

## Les composés inorganiques (suite)





# Cycle du soufre



## Les composés inorganiques (suite)

---

### 1.d) Valeurs légales

- Court terme ( 24 h ) : 125  $\mu\text{g}$  en  $\text{SO}_2$  (+ 125  $\mu\text{g}$  en particules)
- Long terme ( 1 an ) : 50  $\mu\text{g}$  en  $\text{SO}_2$  (+ 50  $\mu\text{g}$  en particules)

### 1.e) Méthodes de mesures

- Black Smoke
- Télémétriques
- Acidimétrie

## Les composés inorganiques (suite)

Station	Localité	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	P90 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	P95 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	P98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
TMCH01	Marchienne-au-Pont	15643	13	6	33	49	72
TMCH02	Marcinelle	15655	10	5	20	32	60
TMCH03	Charleroi (Gl. Michel)	15211	16	9	35	51	73
TMCH04	Lodelinsart	13792	14	8	30	44	61
TMCH05	Châtelineau	15745	17	11	36	53	74
TMEG01	Engis	15414	37	19	90	121	172
TMLG03	Liège (P. des Congrès)	16016	12	8	26	38	54
TMLG04	Angleur	15351	9	5	17	27	45
TMLG05	Liège (Coronmeuse)	15583	11	6	22	32	51
TMMO01	Mons	16295	8	4	14	25	48
TMNT01	Dourbes	15383	6	4	9	16	33
TMNT02	Corroy-le-Grand	16262	9	6	16	26	44
TMNT03	Vezin	15311	8	4	16	25	44
TMNT04	Offagne	15194	6	4	8	15	31
TMNT05	Sinsin	13886	7	4	11	18	35
TMNT06	Ste Ode	14371	6	4	8	14	34
TMNT07	Habay-la-Vieille	15354	7	4	12	21	42
TMNT08	Eupen	15978	9	4	18	33	61
TMNT09	Vielsalm	15288	6	4	7	12	30
TMSG01	Jemeppe	15508	15	9	35	48	65
TMSG02	St-Nicolas	16030	13	7	30	42	57

# Les composés inorganiques (suite)

---

## 2) Les composés azotés

### 2.a) Types

- Monoxyde , dioxyde et protoxyde d'azote ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) ( $\text{NO}_x$ )
- Acides nitreux et nitrique ( $\text{HNO}_2$  et  $\text{HNO}_3$ )
- L'ammoniac ( $\text{NH}_3$ )

### 2.b) Origines

- Les  $\text{NO}_x$  proviennent de l'azote de l'air lors de sa combustion à hte température > chauffage , transports, industries (NB les tpts sont responsables à  $\pm 55$  % des émissions en  $\text{NO}_x$  (vitesse))

## Les composés inorganiques (suite)

---

- Le  $\text{N}_2\text{O}$  est surtout émis par l'agriculture (terrains fertilisés par nitrates) (v. cycle de l'azote ci-après) (processus de dénitrification)
- Le  $\text{NH}_3$  est surtout produit par l'agriculture (excréments animaux) ainsi que par les procédés de fabrication de l'ammoniaque et de l'acide nitrique)

## Les composés inorganiques (suite)

---

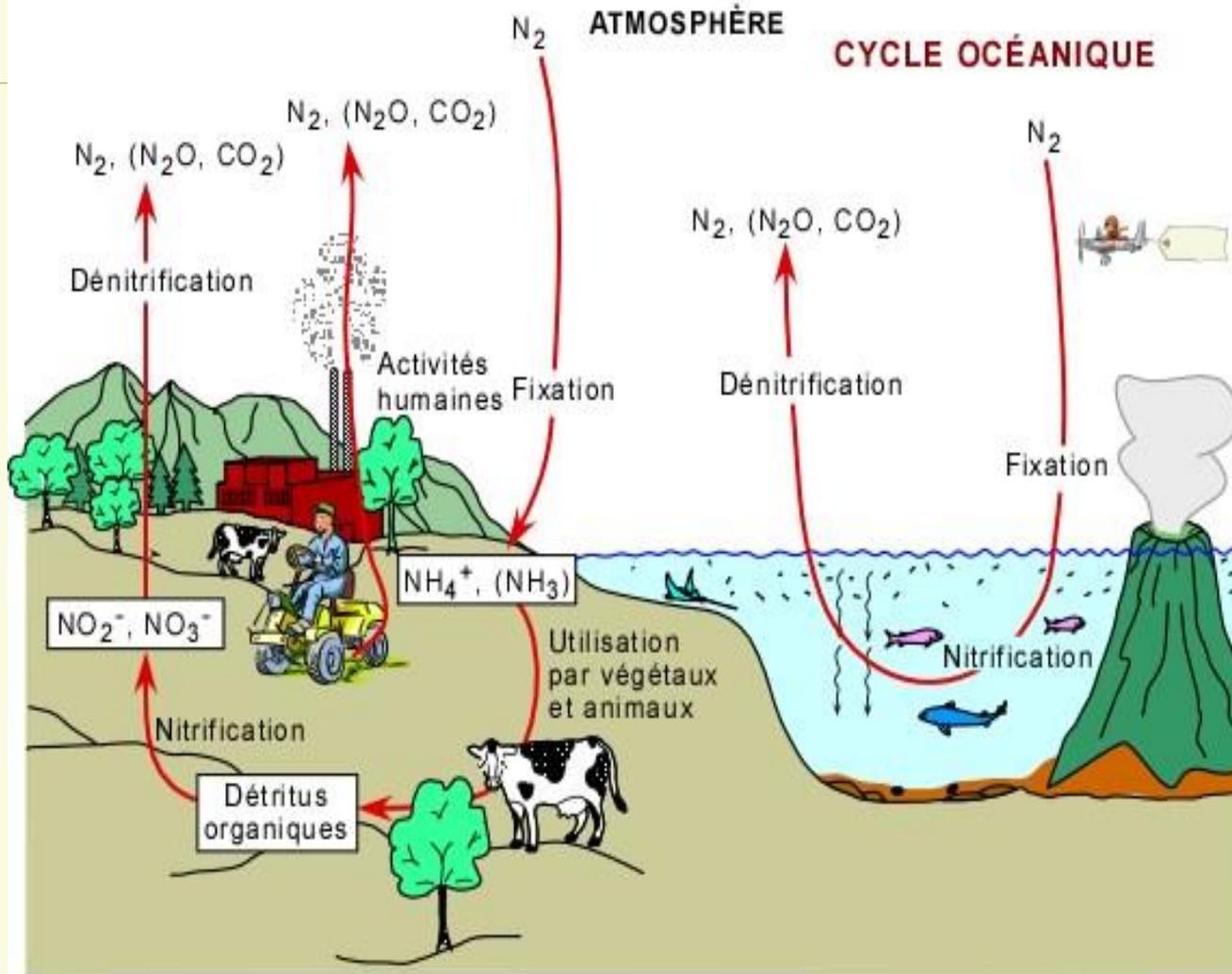
### 2.c) Effets sur l'environnement et l'organisme

- le protoxyde d'azote est un gaz à effet de serre (« greenhouse effect »)
- les NO<sub>x</sub> sont les catalyseurs de la formation d'ozone + pluies acides
- Le NH<sub>3</sub> et les acides nitriques sont responsables des pluies acides (les gaz sont ramenés au sol sur plusieurs centaines de km)
- Le NO<sub>2</sub> est irritant (œdème des poumons : enfants et asthmatiques)
- Le N<sub>2</sub>O et le NO sont peu irritants (innocuité relative) , le N<sub>2</sub>O était autrefois utilisé en anesthésie (« gaz hilarant »)
- Les acides nitreux , nitrique , et ammoniac sont corrosifs pour les muqueuses et les yeux (+ métaux)

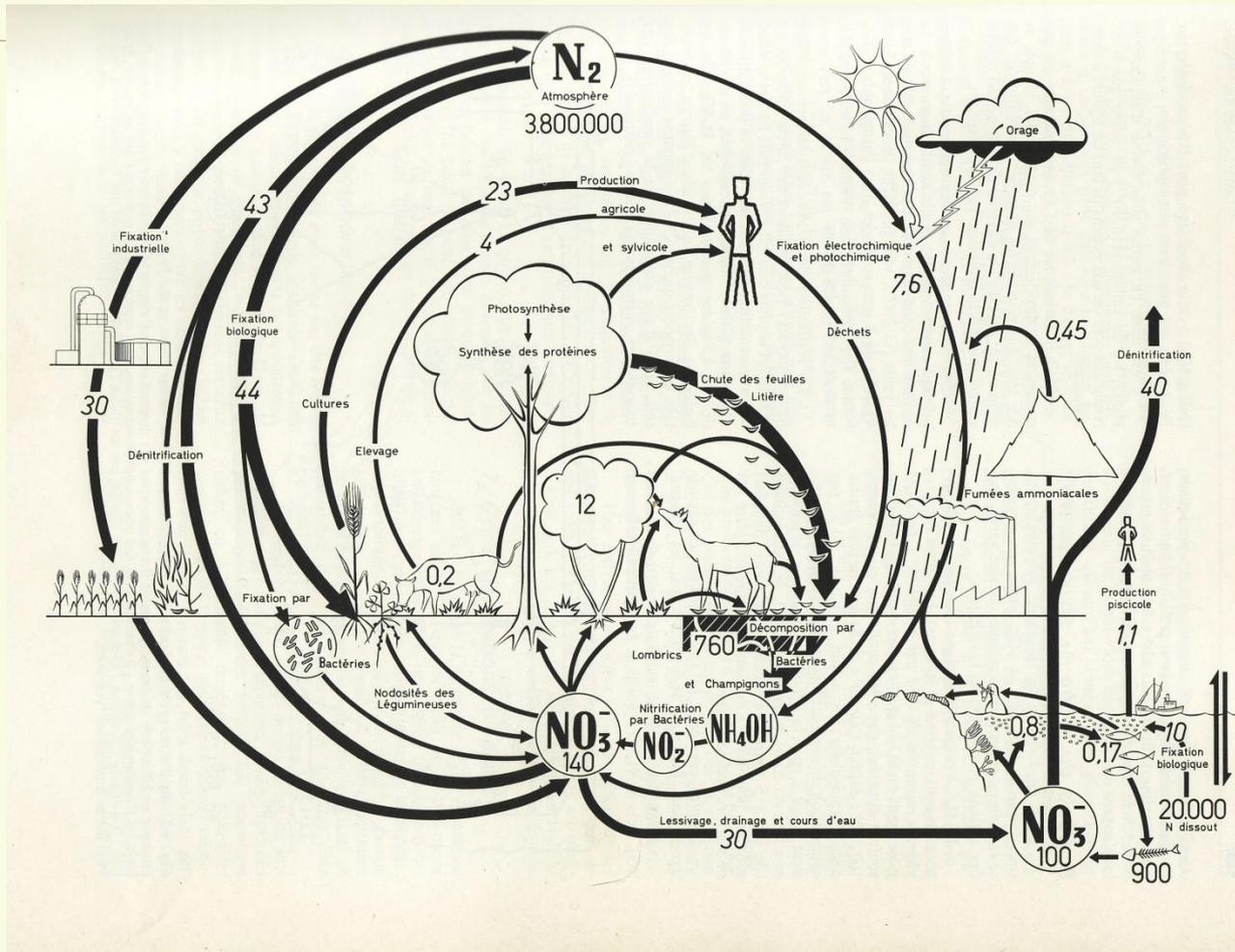
# CYCLE TERRESTRE

## ATMOSPHERE

# CYCLE OCÉANIQUE



# Cycle de l'azote (+ complet)



## Les composés inorganiques (suite)

---

### 2.d) Valeurs légales

#### a) NO<sub>2</sub>

- Court terme ( 1h ) : 400 µg /m<sup>3</sup> (moyenne sur 1 h)
- Long terme ( 24 h ) : 125 µg /m<sup>3</sup> (moyenne sur 24 h)

#### b) NO

- Pas de valeurs légales (mais le NO se transforme en NO<sub>2</sub>)

#### c) NH<sub>3</sub>

- Valeurs < 25 ppm (moyenne pondérée)

## Les composés inorganiques (suite)

---

### 2.e) Méthodes de mesures

- Colorimétrie
- Spectrométrie IR
- Chimiluminescence
- Electrodes spécifiques

## Les composés inorganiques (suite)

---

### 3) L'ozone

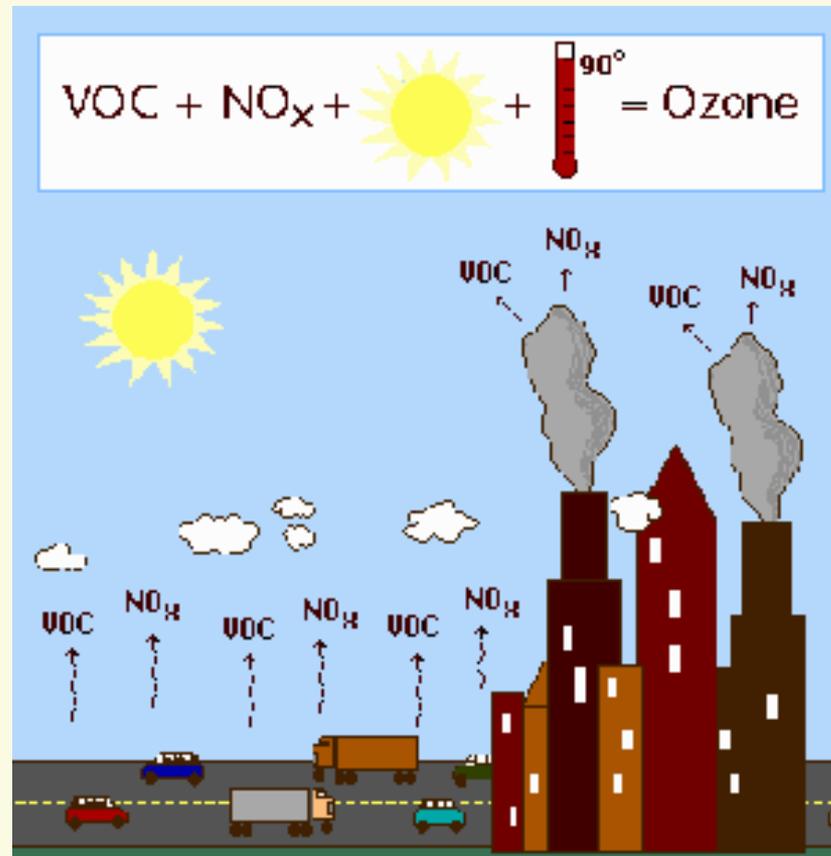
#### 3.a) Type

- O<sub>3</sub>

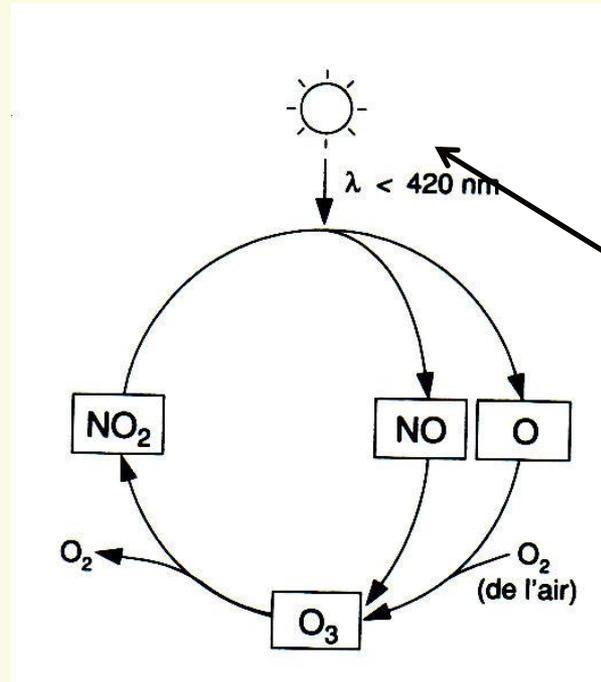
#### 3.b) Origines

- O<sub>3</sub> est un gaz « secondaire » qui se forme sous l'action des VOC et des NO<sub>x</sub> sous l'action du soleil (v. ci-après)
- Gaz très réactionnel, il se détruit ensuite à l'obscurité

## Formation de l'ozone



## Formation de l'ozone



Réaction photochimique

## Les composés inorganiques (suite)

---

### 3.c) Effets sur l'environnement et l'organisme

- Effets sur le système respiratoire (asthmatiques, enfants en bas-âge)
- Gaz à effet de serre (1000 x plus efficace que le dioxyde de carbone)  
(son augmentation est de 1.6 % /an)
- De par son caractère oxydant , il attaque les tissus animaux et végétaux.

## Les composés inorganiques (suite)

### 2.d) Valeurs légales

Seuil	moyenne effectuée sur	valeur
Protection de la végétation	24 h	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Protection de la santé	8 h	110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Protection de la végétation	1 h	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Information de la population	1 h	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alerte à la population	1 h	360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

## Les composés inorganiques (suite)

---

### Notion de DROE

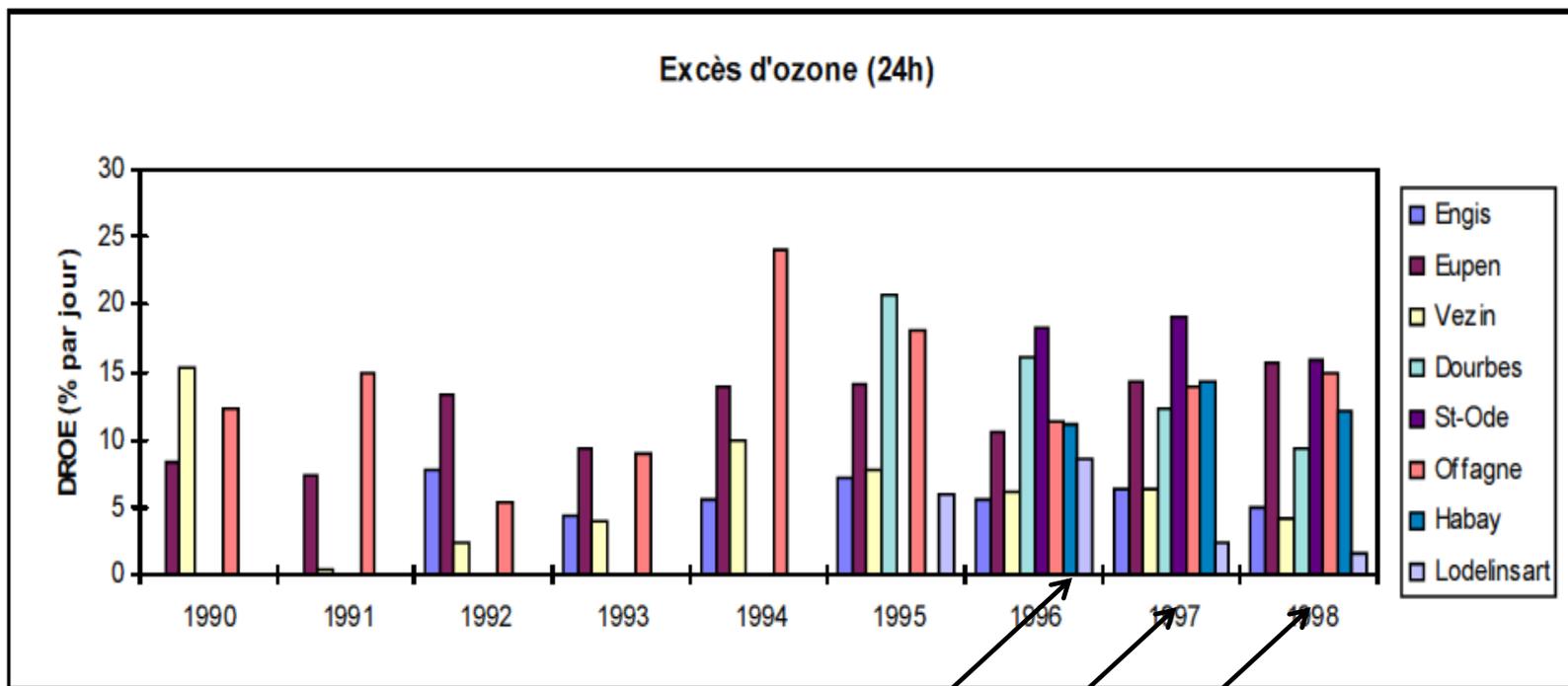
$$DROE = \frac{\sum (valeur - norme)}{(nbre\ de\ jours * norme)} \quad (\text{exprimé en \% par jour}).$$

DROE : Daily Relative Ozone Excess

*Attention pour les 110 µg, il faut mesurer de 12 h à 20 h*

## Les composés inorganiques (suite)

Evolution de la DROE pour la norme 65 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



## Les composés inorganiques (suite)

### Réaction de l'ozone avec les oxydes d'azote

- Réaction photochimique svt la relation d'équilibre:

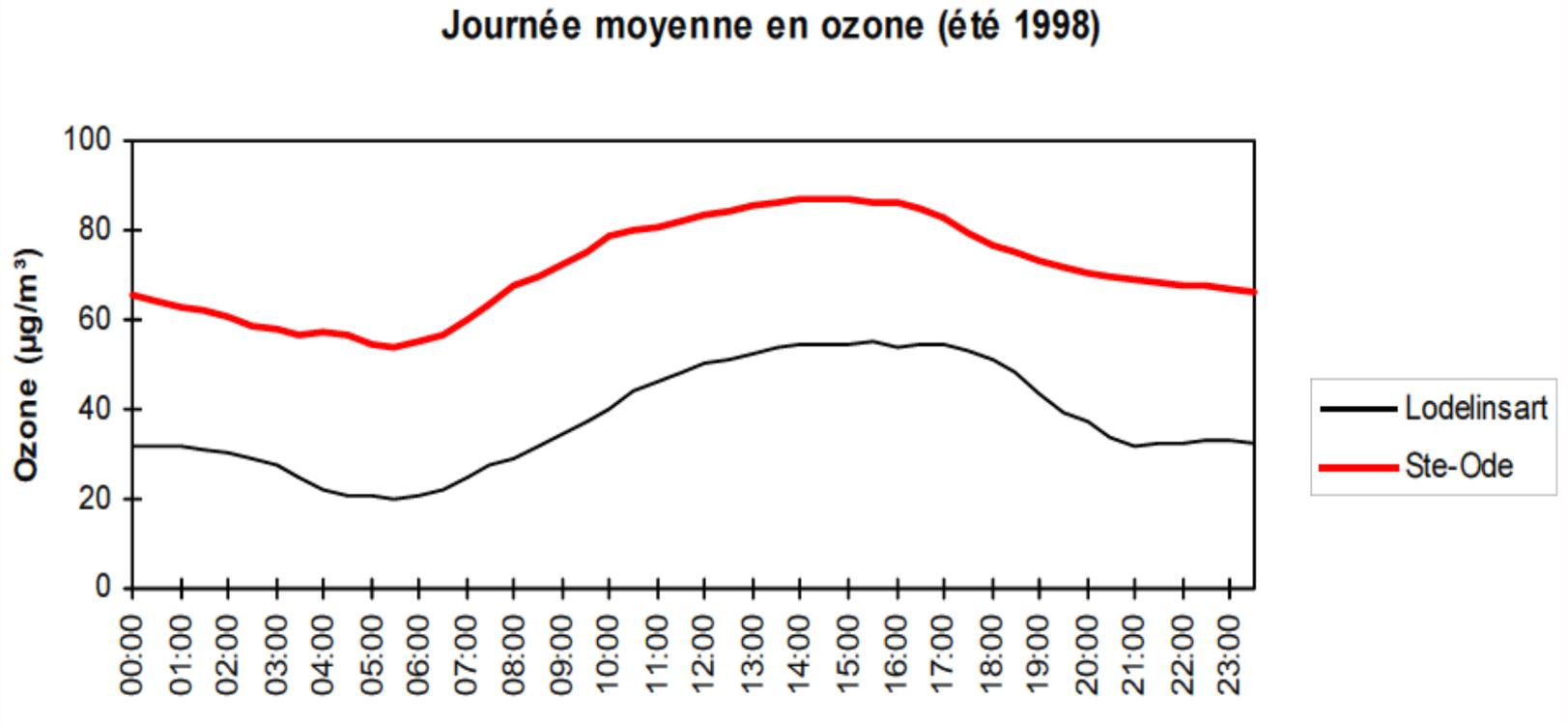


Lent (qqes heures)

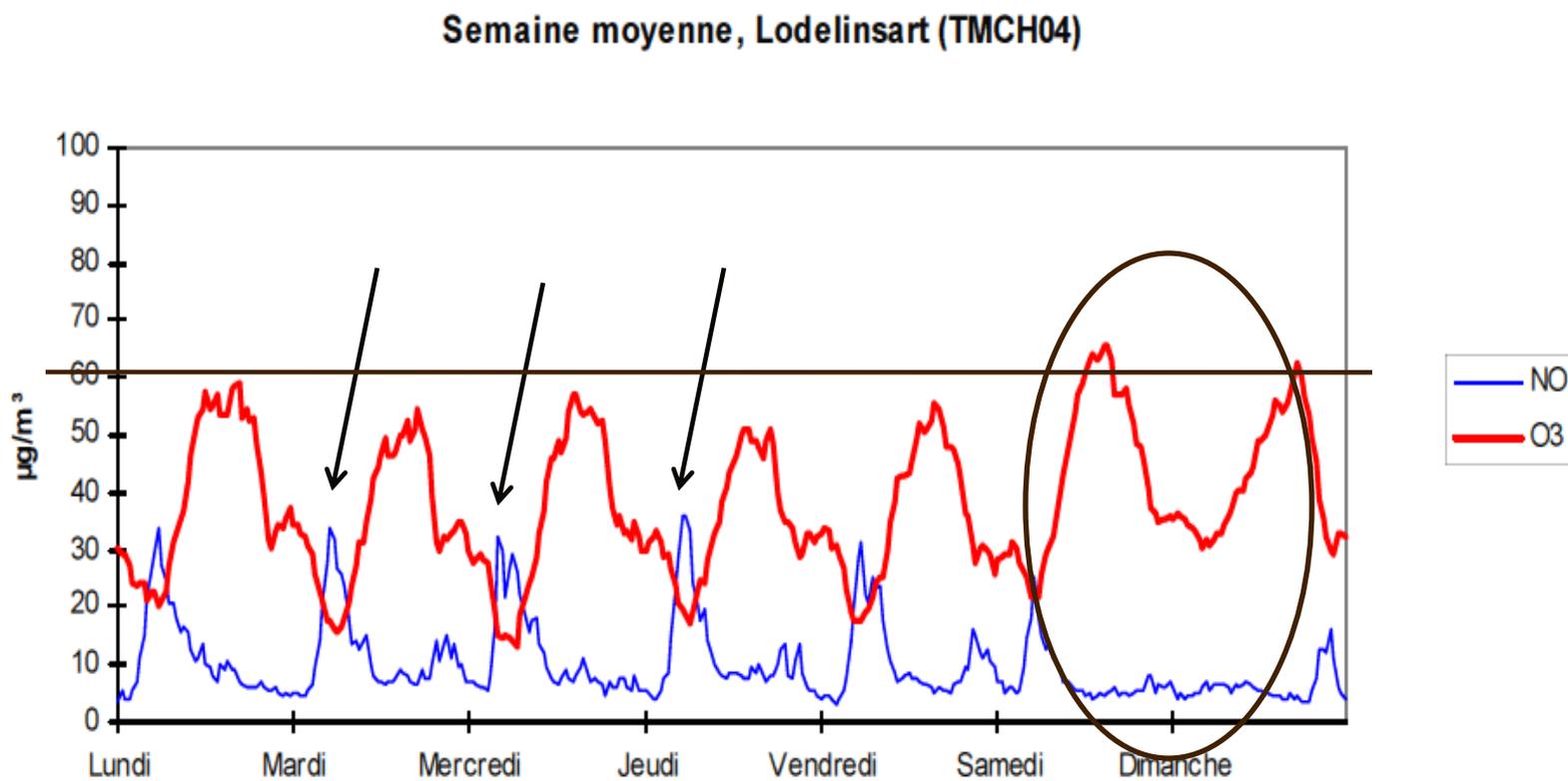
Rapide (minutes)

*Attn : les COV augmentent la teneur en ozone -> équilibre déplacé vers le 2<sup>e</sup> membre*

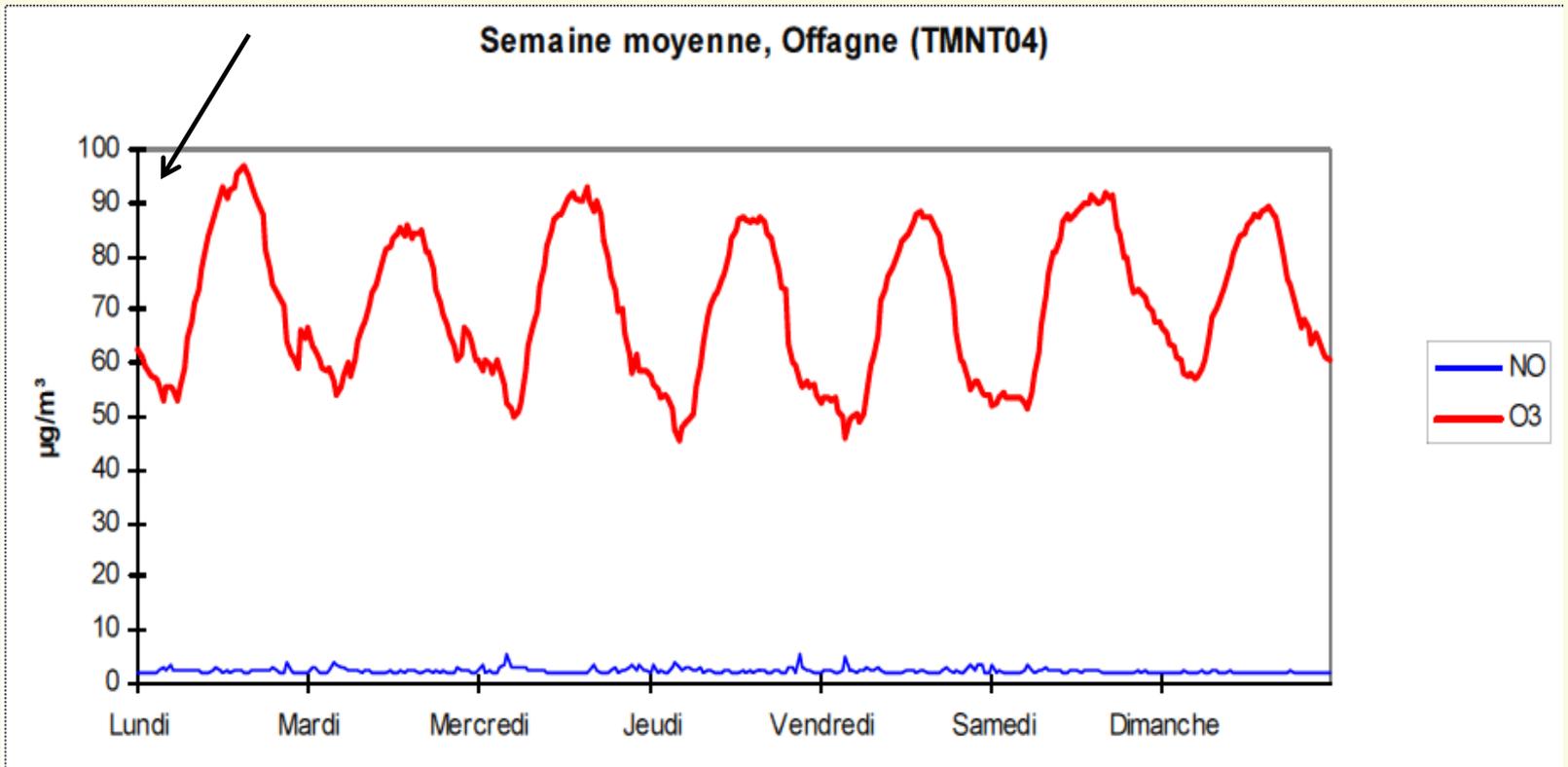
## Les composés inorganiques (suite)



## Comparaison O<sub>3</sub> et NO en milieux urbain et agricole



## Comparaison O<sub>3</sub> et NO en milieux urbain et agricole



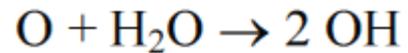
## Les composés inorganiques (suite)

### Réaction de l'ozone avec les COV

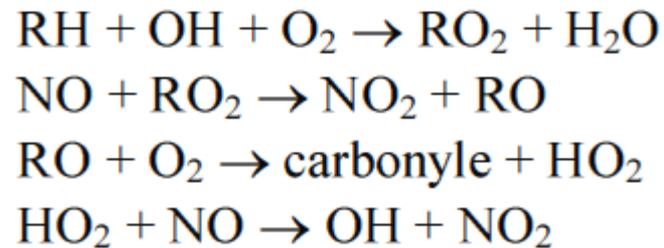
Réaction 1 :



Réaction 2 :



Réaction 3 :



## Mesures à prendre en cas de pics d'ozone

- si  $\text{COVs}/\text{NO}_x > 15$ , les composés organiques sont dominants, une réduction des COVs sera inopérante et seule une réduction des  $\text{NO}_x$  est efficace;
- si  $4 < \text{COVs}/\text{NO}_x < 15$ , les réductions des émissions des COVs et des  $\text{NO}_x$  ont un effet bénéfique sur les concentrations en ozone.
- si  $\text{COVs}/\text{NO}_x < 4$ , les concentrations en ozone augmentent si les concentrations en  $\text{NO}_x$  diminuent, il faut donc ne diminuer que les émissions de COVs.

## Les composés inorganiques (suite)

---

### 4) Le CO

#### 4.a) Types

- Gaz incolore, inodore, insipide (détection difficile)
- Gaz inflammable et toxique

#### 4.b) Origines

- Gaz produit par la combustion incomplète du C
- En industrie, il est « réutilisé »
- Les moteurs sont la principale source de CO

## Les composés inorganiques (suite)

---

### 4.c) Effets sur l'environnement et l'organisme

- Le CO se fixe sur l'hémoglobine pour former la carboxyhémoglobine (affinité 210 x > oxygène)
- 5 % de carboxyhémoglobine (35 ppm de CO pdt 8 h) > troubles apprentissage, dextérité, troubles sommeil,.. (troubles neuro.) (chez un fumeur , le taux peut atteindre 10 %)
- Troubles cardiaques chez personnes à risques
- Dose létale 12 800 ppm (2-3 min) (800 à 12 800 ppm , 2 h > 2 min)

## Les composés inorganiques (suite)

---

- Sur l'environnement, effet moindre en effet en présence d'air > CO<sub>2</sub>
- Les plantes métabolisent le CO
- 4.d) Valeurs Légales

Concentration naturelle de 0.01 à 0.2 ppm ( si trafic sur 8 h moyenne de 17 ppm, des pics peuvent atteindre 50 ppm)

## Les composés inorganiques (suite)

<b>Périodes d'exposition</b>	<b>Valeurs guides</b>
15 minutes	87 ppm
30 minutes	50 ppm
1 heure	25 ppm
8 heures	10 ppm

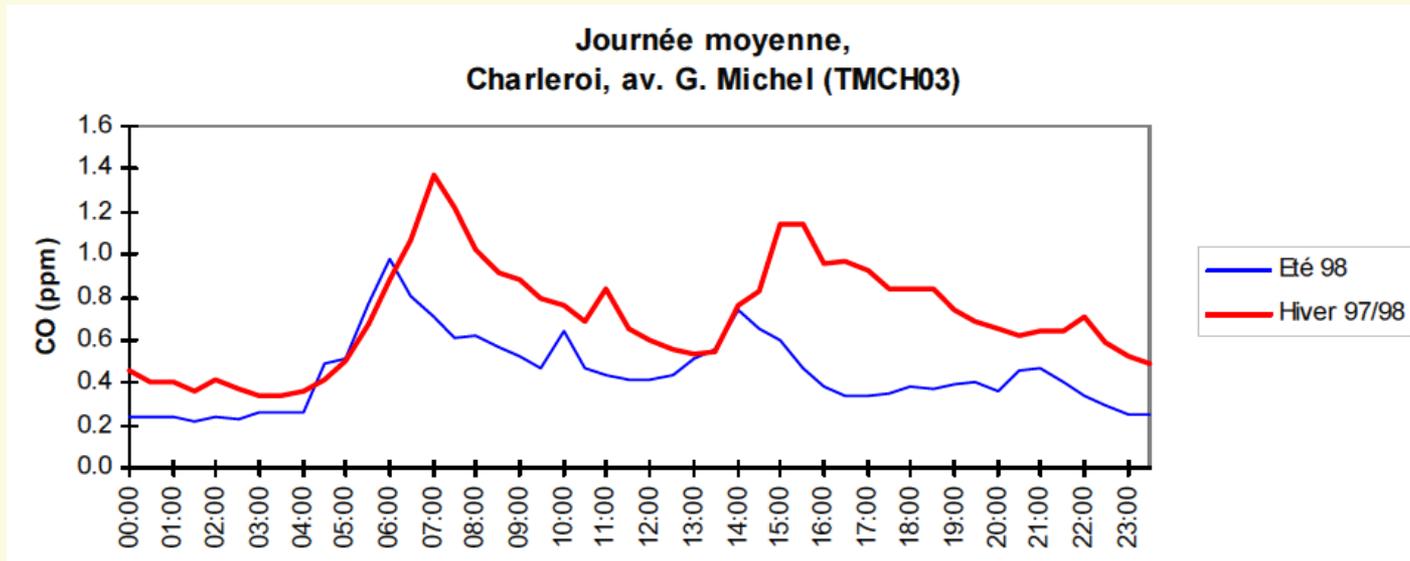
	<b>Période de calcul de la moyenne</b>	<b>Valeur limite</b>	<b>Date à laquelle la valeur limite doit être respectée</b>
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	8h (sur une base glissante)	10 mg/m <sup>3</sup>	1/01/2005

**Tableau 43 : Monoxyde de carbone - Valeur limite (proposition de Directive 1999/C 53/07)**

## Les composés inorganiques (suite)

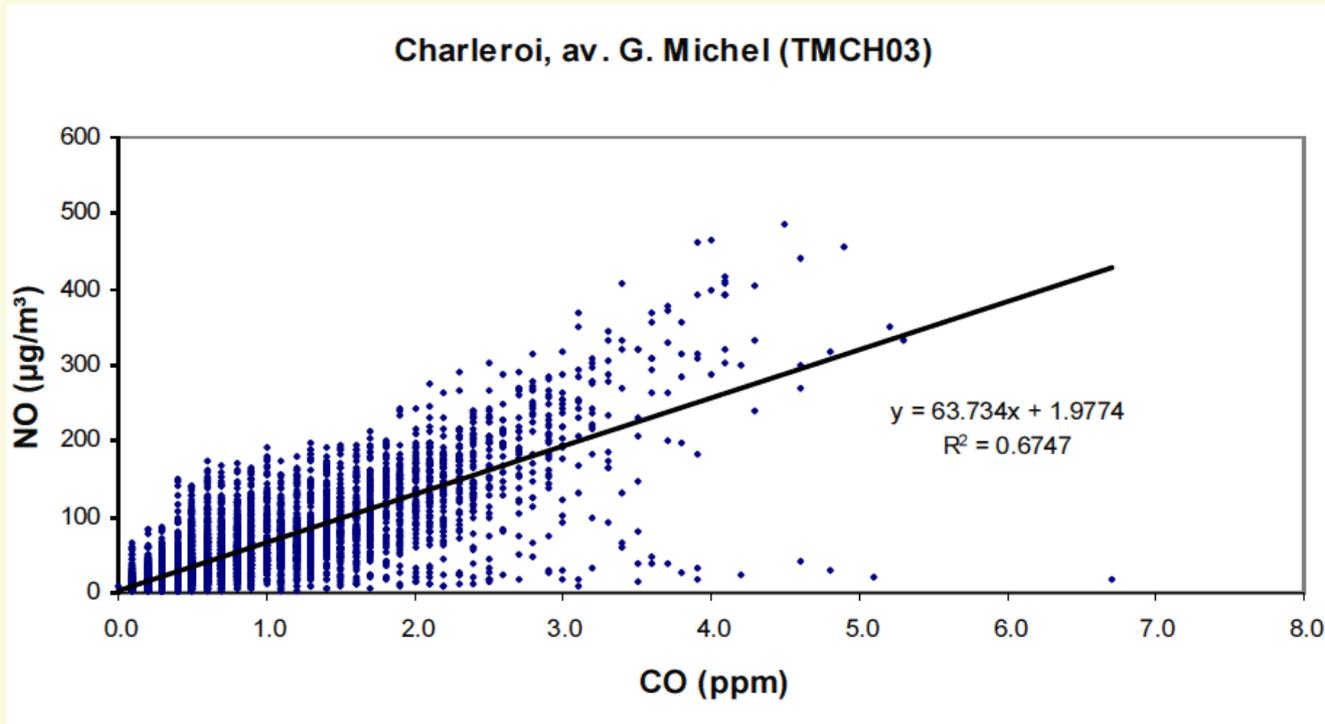
### Variations du taux en CO

➤ Hiver > été



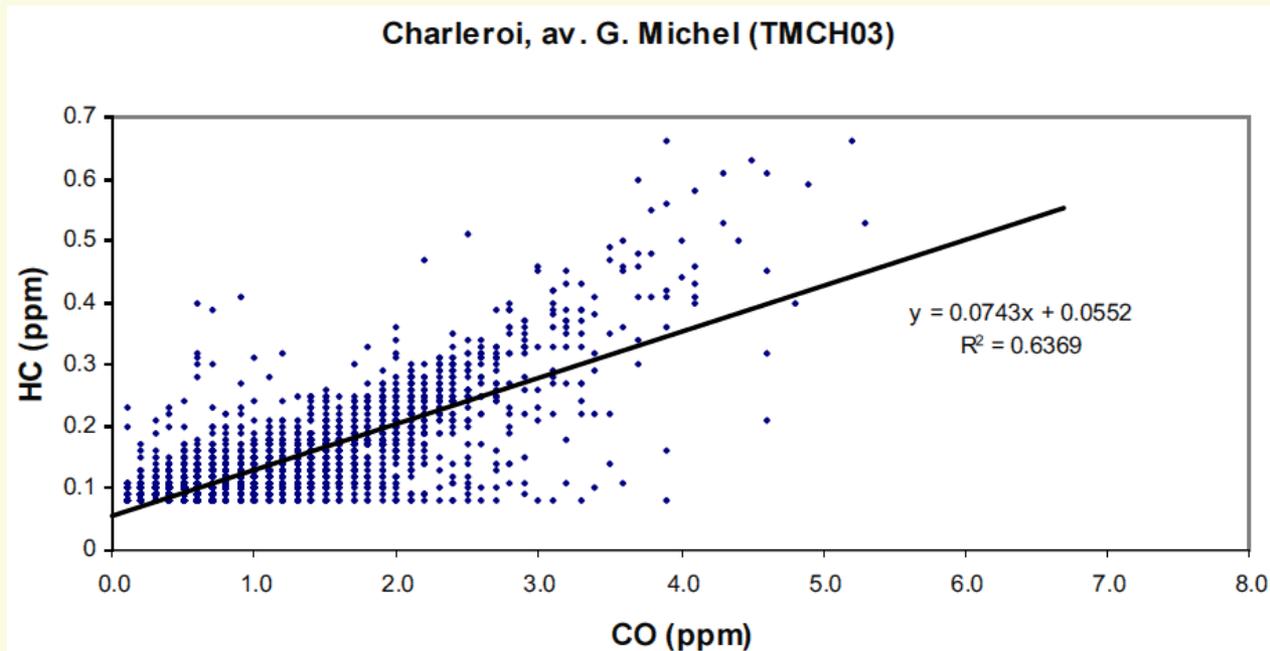
## Variations du taux en CO

- Concentrations plus élevées aux heures de pointe (v. plus haut)
- Corrélation entre la [CO] et la [NO] en hiver



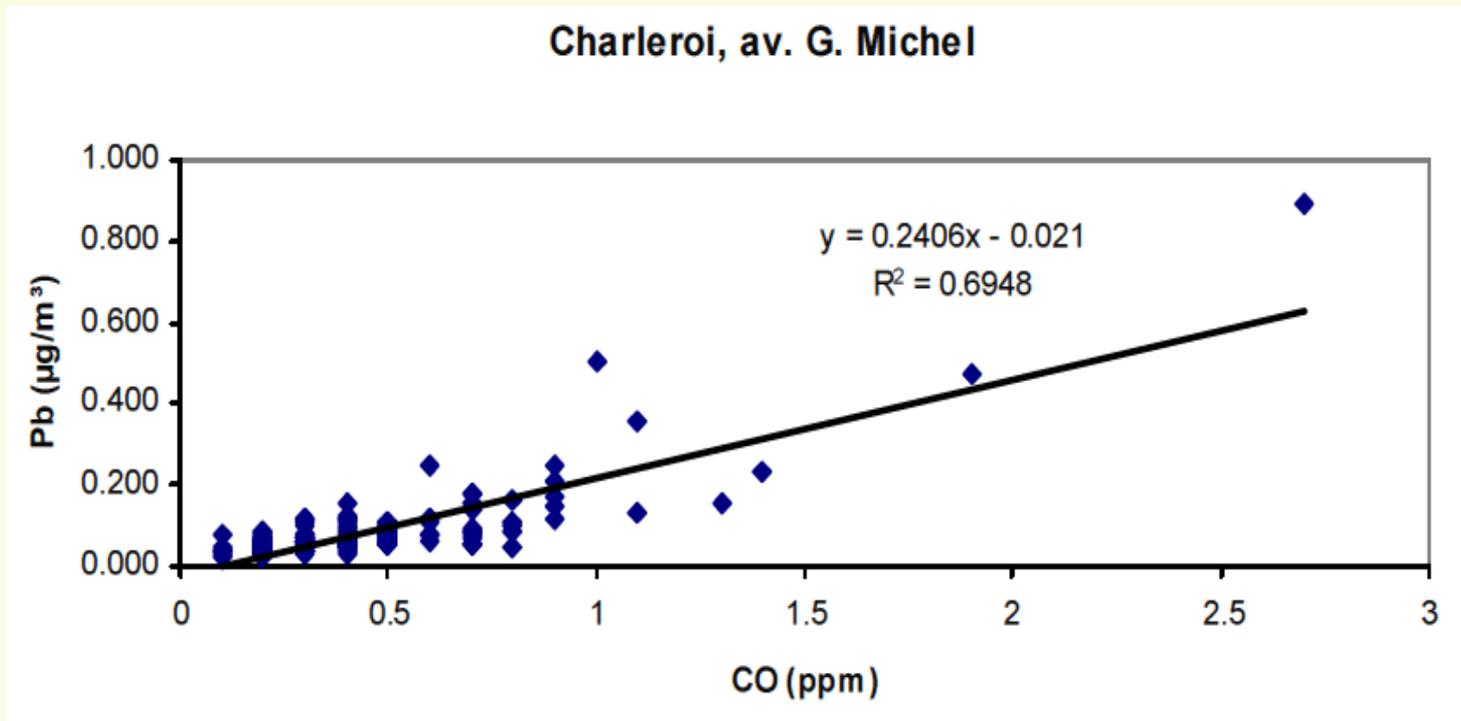
## Variations du taux en CO

- Corrélation entre la [CO] et la [Hydrocarbures] en hiver



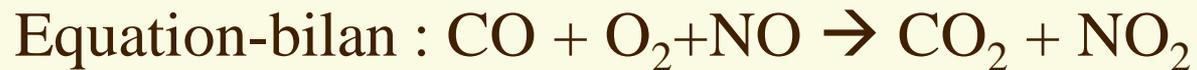
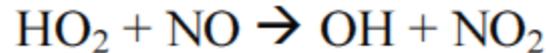
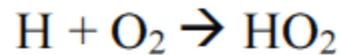
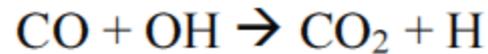
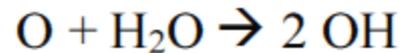
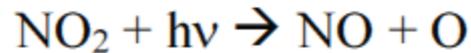
## Variations du taux en CO

- Corrélation entre la [CO] et la [Pb ] mais de moins en moins



## Variations du taux en CO

- Le CO réagit avec les polluants photochimiques suivant :



## Variations du taux en CO

---

- En période de smog « photochimique » le CO > + facilement du CO<sub>2</sub>
- Si il fait chaud, le rendement des moteurs augmente (?) et les émissions de CO diminuent

# Composés organiques

---

## 1) Les COV (VOC)

### 1.1) Définitions

- Composés organiques volatils (COV) hors méthane et CFC
- Composés dont la pression de vapeur permet une vaporisation ds l'atmosphère : ex : -aldéhydes et cétones
- hydrocarbures légers (avec ou sans le méthane)

Svt ils sont en mélange

# Composés organiques

---

## 1.2) Origines et sources

- évaporation de solvants et de carburants
- combustion incomplète

### Sources principales:

- industrie et artisanat
- trafic routier

# Composés organiques

---

## 1.3) Effets sur la santé et l'environnement

-> large éventail d'effets entre les composés non toxiques et les composés hautement toxiques ou cancérogènes (p.ex. benzène)

### Cas des BTEX

Abréviation pour benzène , toluène , ethylbenzène et xylène

# Les Poussières (particules)

---

## 1) Les PM 10

### 1.1) Définition

- poussières fines en suspension < à 10  $\mu$  en  $\varnothing$
- mélange complexe (poll. 1° ou 2°)
- Origines anthropiques ou naturelles
- Composition variable ( métaux lourds, sulfate, nitrate, PAH, dioxines, furanes,...)

# Les Poussières(particules)

---

## 1.2) Origines et sources

- processus de production industriels et artisanaux
- processus de combustion
- processus mécaniques (abrasion, tourbillons)
- formation secondaire (provenant de  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$ , COV)

### Sources principales:

- trafic
- agriculture et sylviculture
- industrie lourde ( inversion) et artisanat (inclus chantiers de construction)

## Les Poussières(particules)

---

### 1.3) Effets sur la santé et l'environnement

- poussières fines et suies: affections des voies respiratoires et du système cardiovasculaire
- augmentation du risque de cancer et incidence sur la mortalité
- poussières sédimentaires (précipitations de poussières): pollution du sol, des plantes, et atteinte à la santé des personnes, via la chaîne alimentaire, par les métaux lourds et les dioxines et furanes contenus dans les poussières.

## Annexes sur les particules

---

### 1) Les métaux lourds

#### 1.1) Définition

**D'après la convention de Genève, le protocole relatif aux métaux lourds désigne par le terme "métaux lourds" les métaux qui ont une masse volumique supérieure à 4,5 g/cm<sup>3</sup>. L'expression "métaux toxiques" convient mieux que celle utilisée habituellement de "métaux lourds".**

## Annexes sur les particules (métaux lourds)

---

- Plomb (Pb),
- Mercure (Hg),
- Arsenic (As),
- Cadmium (Cd),
- Nickel (Ni),
- Zinc (Zn),
- Manganèse (Mn), ...

Fixation suivant le principe des acides et bases de Pearson “dur-dur, mou-mou”

# Annexes sur les particules (métaux lourds)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1 <b>H</b> Hydrogène 1.00794	Atomic # Symbol Name Atomic Weight	<b>C</b> Solide			<b>Métal</b>					<b>2</b> <b>He</b> Hélium 4.002602								
3 <b>Li</b> Lithium 6.941	4 <b>Be</b> Béryllium 9.012182	<b>Hg</b> Liquide			Métaux alcalins	Métaux alcalino-terreux	Lanthanides	Métaux de transition	Post-transition metals	273								
11 <b>Na</b> Sodium 22.98976...	12 <b>Mg</b> Magnésium 24.3050	<b>H</b> Gaz			Métaux alcalins	Métaux alcalino-terreux	Actinides			Non-métaux	Halogènes	Gaz rares						
<b>Rf</b> Inconnu																		
19 <b>K</b> Potassium 39.0983	20 <b>Ca</b> Calcium 40.078	21 <b>Sc</b> Scandium 44.955912	22 <b>Ti</b> Titane 47.887	23 <b>V</b> Vanadium 50.9415	24 <b>Cr</b> Chrome 51.9961	25 <b>Mn</b> Manganèse 54.938045	26 <b>Fe</b> Fer 55.845	27 <b>Co</b> Cobalt 58.933195	28 <b>Ni</b> Nickel 58.6934	29 <b>Cu</b> Cuivre 63.546	30 <b>Zn</b> Zinc 65.38	31 <b>Ga</b> Gallium 69.723	32 <b>Ge</b> Germanium 72.64	33 <b>As</b> Arsenic 74.92160	34 <b>Se</b> Sélénium 78.96	35 <b>Br</b> Brome 79.904	36 <b>Kr</b> Krypton 83.798	
37 <b>Rb</b> Rubidium 85.4678	38 <b>Sr</b> Strontium 87.62	39 <b>Y</b> Yttrium 88.90585	40 <b>Zr</b> Zirconium 91.224	41 <b>Nb</b> Niobium 92.90638	42 <b>Mo</b> Molybdène 95.96	43 <b>Tc</b> Technétium (98)	44 <b>Ru</b> Ruthénium 101.07	45 <b>Rh</b> Rhodium 102.90550	46 <b>Pd</b> Palladium 106.42	47 <b>Ag</b> Argent 107.8682	48 <b>Cd</b> Cadmium 112.411	49 <b>In</b> Indium 114.818	50 <b>Sn</b> Étain 118.710	51 <b>Sb</b> Antimoine 121.750	52 <b>Te</b> Tellure 127.6	53 <b>I</b> Iode 126.90447	54 <b>Xe</b> Xénon 131.293	
55 <b>Cs</b> Césium 132.9054...	56 <b>Ba</b> Baryum 137.327	57-71	72 <b>Hf</b> Hafnium 178.49	73 <b>Ta</b> Tantale 180.94788	74 <b>W</b> Wolfram 183.84	75 <b>Re</b> Rhenium 186.207	76 <b>Os</b> Osmium 190.23	77 <b>Ir</b> Iridium 192.222	78 <b>Pt</b> Platine 195.084	79 <b>Au</b> Or 196.96657	80 <b>Hg</b> Mercure 200.59	81 <b>Tl</b> Thallium 204.3833	82 <b>Pb</b> Plomb 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.98040	84 <b>Po</b> Polonium (209)	85 <b>At</b> Astate (210)	86 <b>Rn</b> Radon (222)	
87 <b>Fr</b> Francium (223)	88 <b>Ra</b> Radium (226)	89-103	104 <b>Rf</b> Rutherfordium (261)	105 <b>Db</b> Dubnium (268)	106 <b>Sg</b> Seaborgium (271)	107 <b>Bh</b> Bohrium (272)	108 <b>Hs</b> Hassium (270)	109 <b>Mt</b> Meitnérium (278)	110 <b>Ds</b> Darmstadtium (281)	111 <b>Rg</b> Roentgenium (280)	112 <b>Uub</b> Ununbium (285)	113 <b>Uut</b> Ununtrium (284)	114 <b>Uuq</b> Ununquadium (289)	115 <b>Uup</b> Ununpentium (288)	116 <b>Uuh</b> Ununhexium... (293)	117 <b>Uus</b> Ununseptium	118 <b>Uuo</b> Ununoctium (294)	

Les masses atomiques entre parenthèses sont celles de l'isotope le plus stable ou le plus commun.

Rechercher  
# or Name

Ptable.com

Tableau Périodique Copyright du design et interface © 1997 Michael Dayah. <http://www.ptable.com/> Last updated: October 15, 2008

57 <b>La</b> Lanthane 138.90547	58 <b>Ce</b> Cérium 140.116	59 <b>Pr</b> Praséodyme 140.90765	60 <b>Nd</b> Néodyme 144.242	61 <b>Pm</b> Prométhium (145)	62 <b>Sm</b> Samarium 150.36	63 <b>Eu</b> Europium 151.964	64 <b>Gd</b> Gadolinium 157.25	65 <b>Tb</b> Terbium 158.92535	66 <b>Dy</b> Dysprosium 162.500	67 <b>Ho</b> Holmium 164.93032	68 <b>Er</b> Erbium 167.259	69 <b>Tm</b> Thulium 168.93421	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.054	71 <b>Lu</b> Lutécium 174.9668
89 <b>Ac</b> Actinium (227)	90 <b>Th</b> Thorium 232.03806	91 <b>Pa</b> Protactinium 231.03688	92 <b>U</b> Uranium 238.02891	93 <b>Np</b> Neptunium (237)	94 <b>Pu</b> Plutonium (244)	95 <b>Am</b> Américium (243)	96 <b>Cm</b> Curium (247)	97 <b>Bk</b> Berkélium (247)	98 <b>Cf</b> Californium (251)	99 <b>Es</b> Einsteinium (252)	100 <b>Fm</b> Fermium (257)	101 <b>Md</b> Mendélium (258)	102 <b>No</b> Nobélium (259)	103 <b>Lr</b> Lawrencium (262)

# Annexes sur les particules (métaux lourds)

---

## 1.2 ) Effets sur la santé

Les effets engendrés par ces polluants sont variés et dépendent également de l'état chimique sous lequel on les rencontre (métal, oxyde, sel, organométallique).

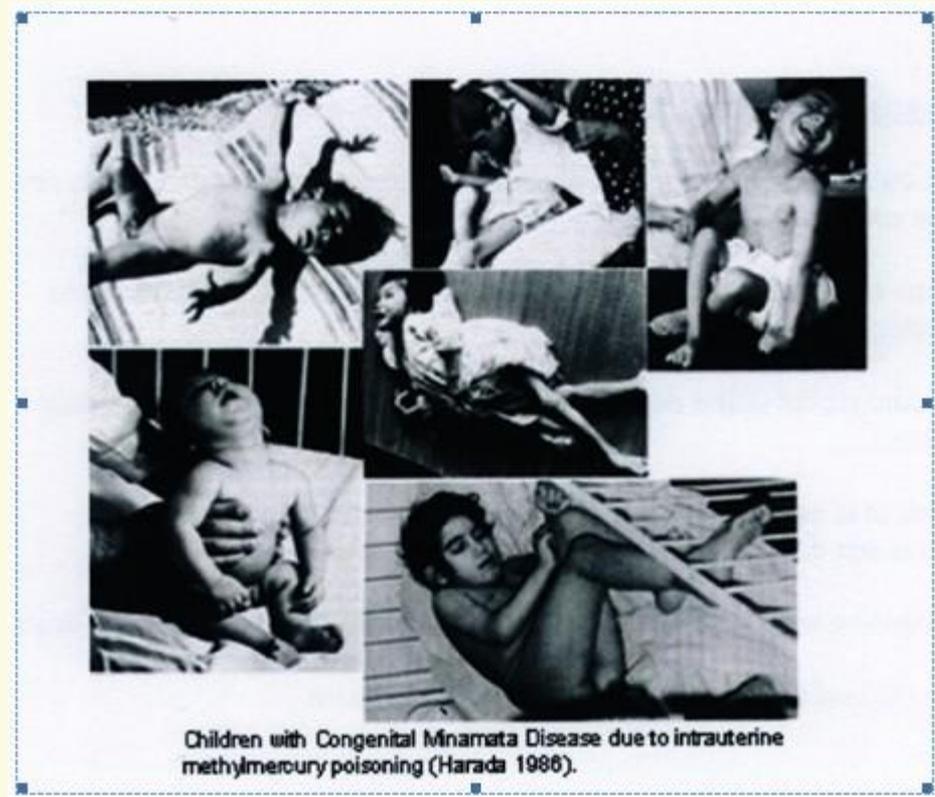
- Cadmium : Lésions rénales, pulmonaires, osseuses, Cancer prostate
- Etain : Œdèmes cérébraux
- Manganèse : Lésions pulmonaires ,Neurotoxique
- Mercure: Perte du champ visuel, manque de coordination des mouvements
- Nickel : Cancérogène (nez, poumon)
- Plomb : Saturnisme (maladie des imprimeurs) : cécité, dégénérescence du cerveau
- Vanadium :Irritant pour les yeux, le nez et les bronches

## Annexes sur les particules (métaux lourds)

---



## Annexes sur les particules (métaux lourds)



## Annexes sur les particules (métaux lourds)

---

### 1.3 ) Effets sur l'environnement

Les métaux lourds empoisonnent le sol et favorisent une flore spécifique comme illustré ci-après dans la lande de Streupas près de Liège (calamine)

## Annexes sur les particules (métaux lourds)

---



Vue de la lande en 1962

## Annexes sur les particules (métaux lourds)

---



Vue de la lande



Flore calaminaire



## L'effet de serre

---

Une des principales conséquences de la pollution par les effluents gazeux est l'effet de serre

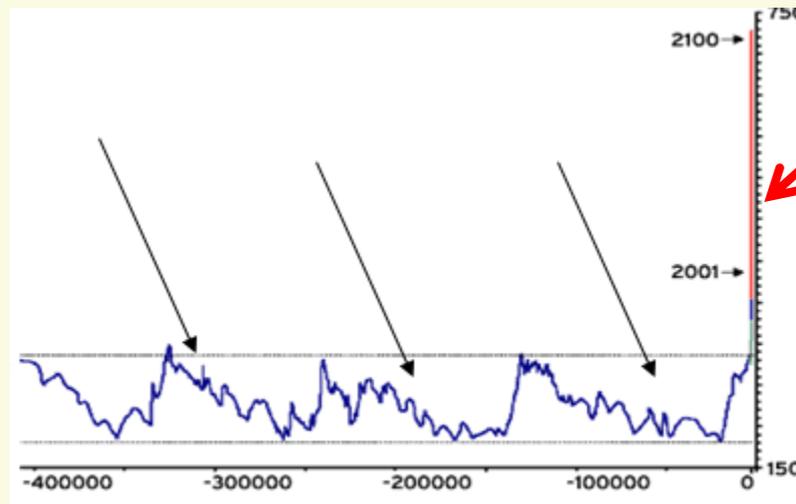
### Les gaz à effet de serre

- -H<sub>2</sub>O
- - CO<sub>2</sub>
- -Méthane (CH<sub>4</sub>)
- -Ozone(O<sub>3</sub>)
- - N<sub>2</sub>O

Nous allons essentiellement nous concentrer sur le CO<sub>2</sub>

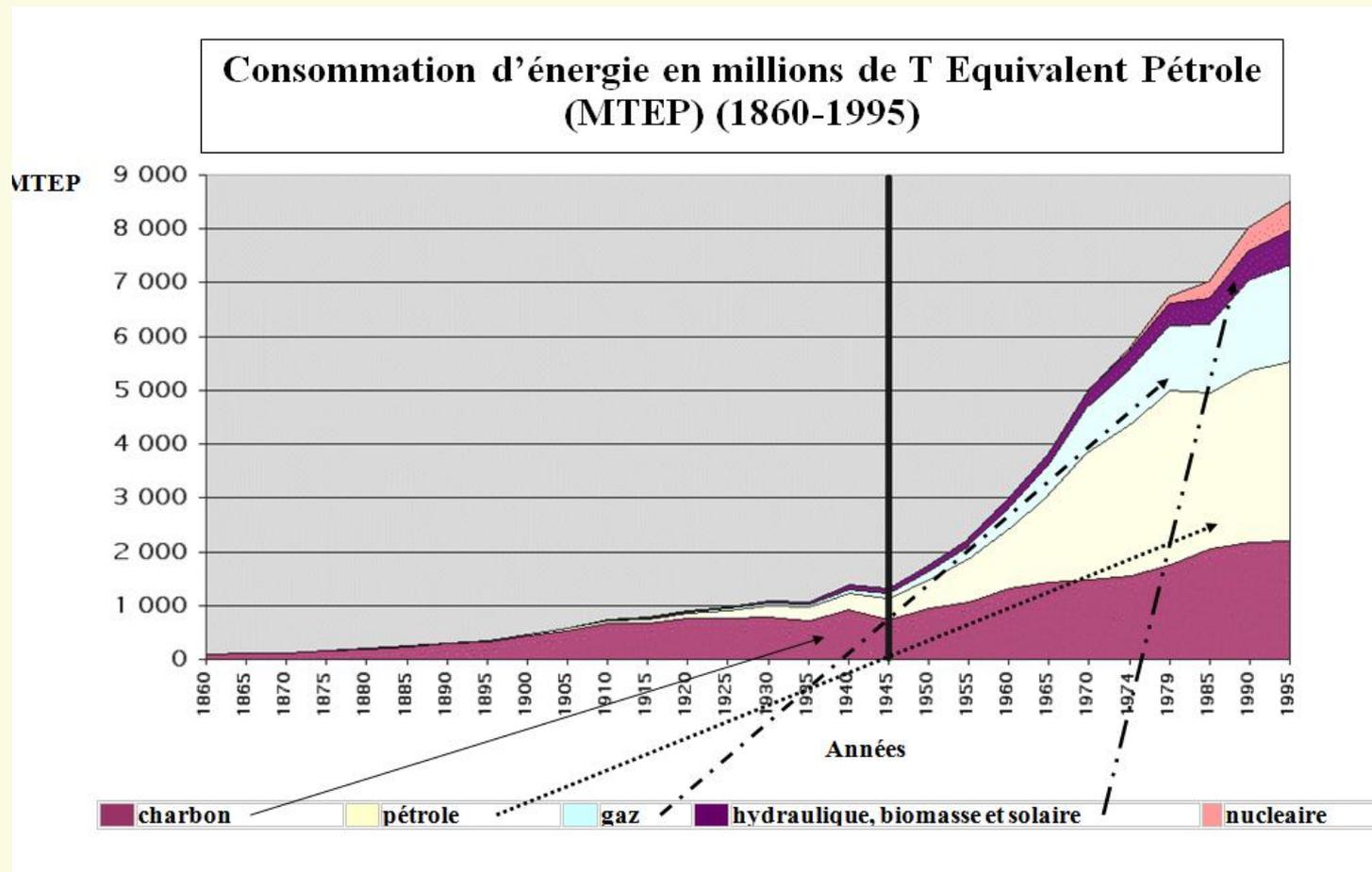
## L'effet de serre

Variations naturelles de la concentration en CO<sub>2</sub> (sources GIEC)



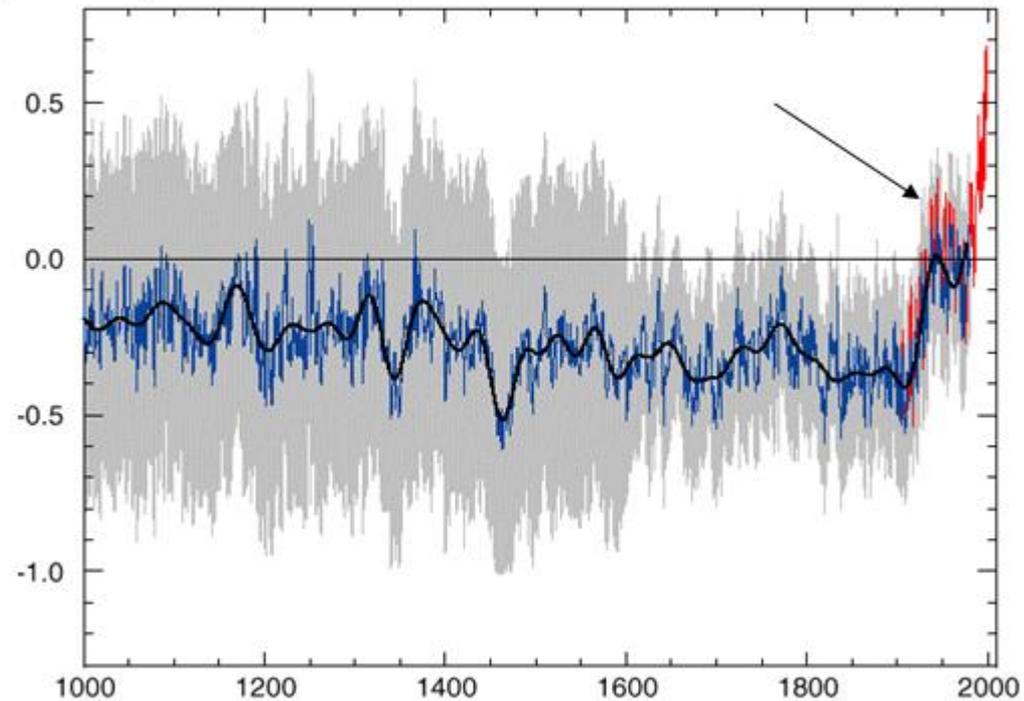
Au cours des glaciations la conc. en CO<sub>2</sub> diminue

## L'effet de serre



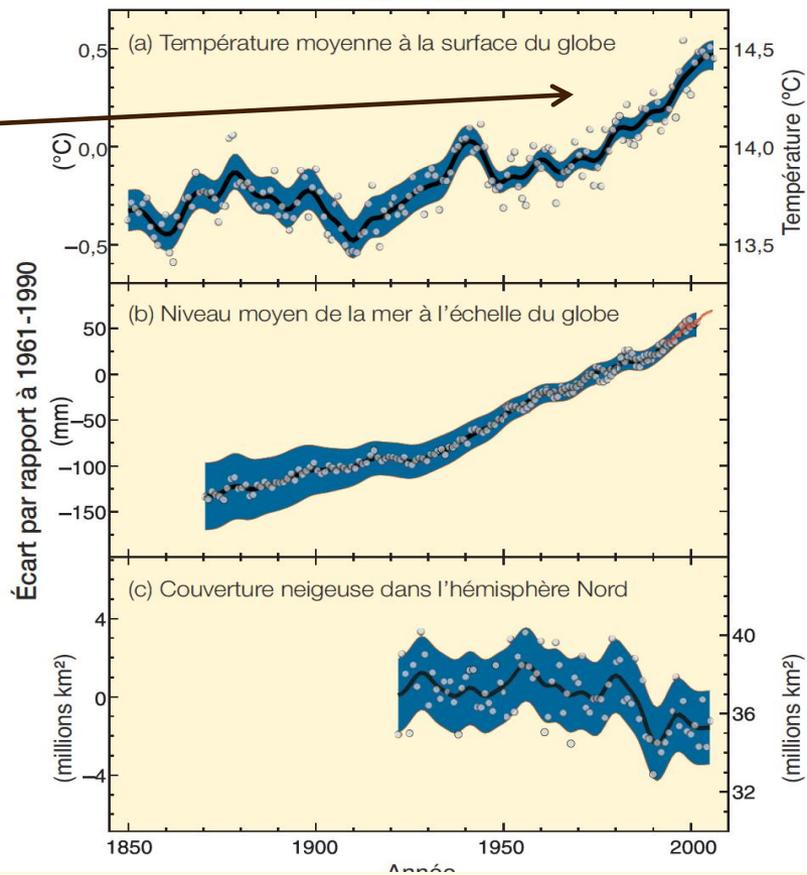
## L'effet de serre

**Evolution probable des températures sur 1000 ans. Source : GIEC,**



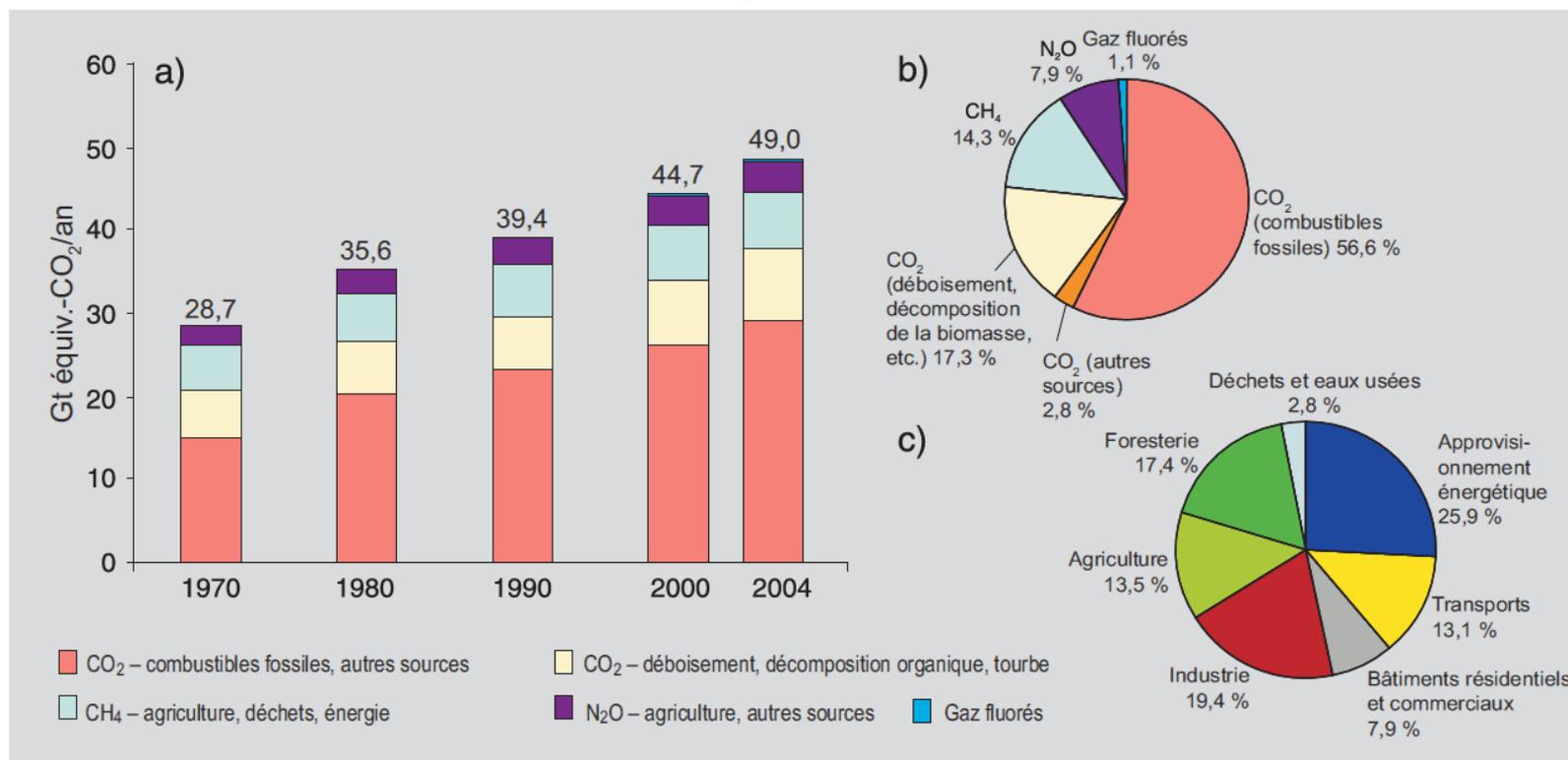
# L'effet de serre

Variations de la température et du niveau de la mer à l'échelle du globe et de la couverture neigeuse l'hémisphère Nord



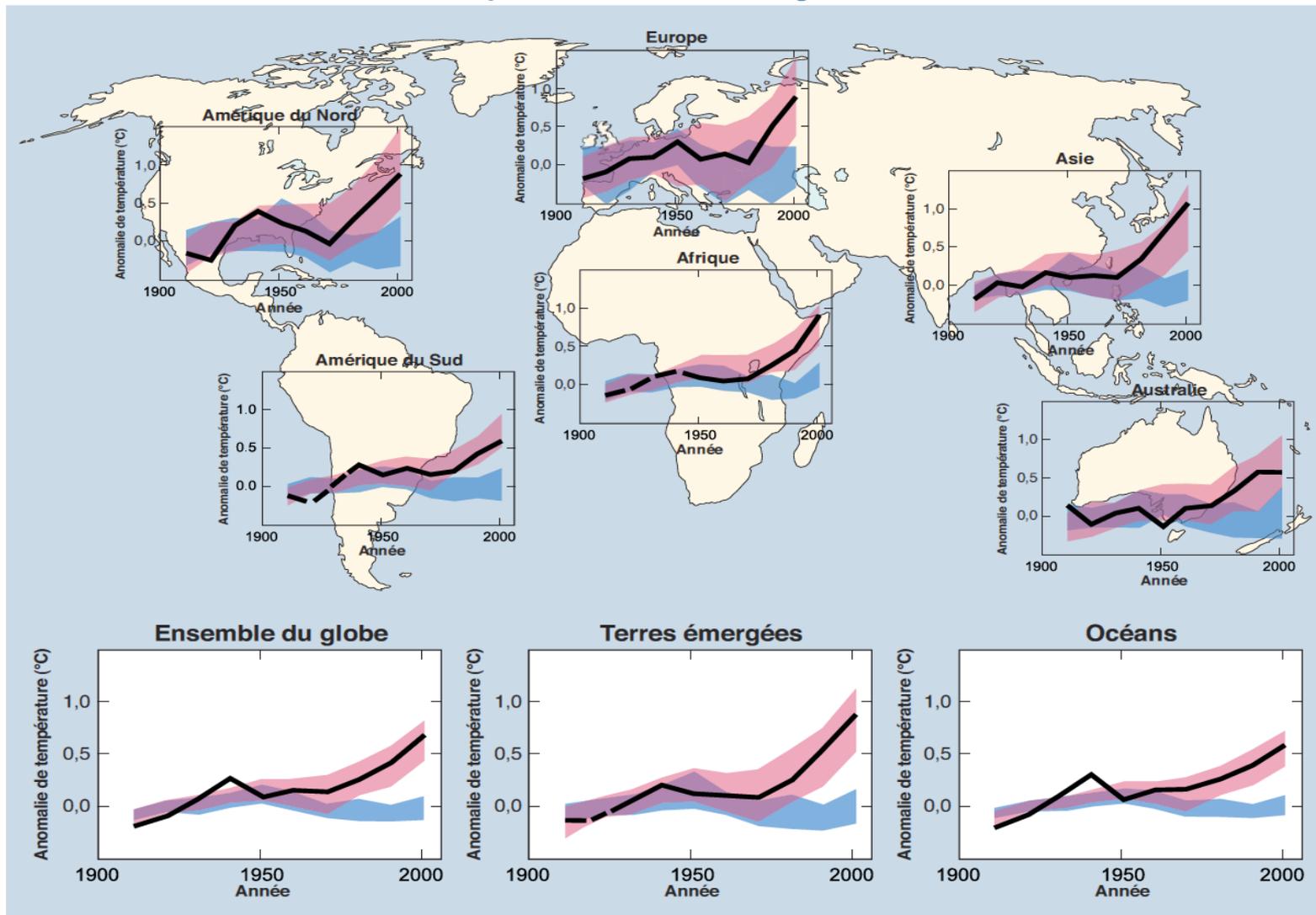
# L'effet de serre

## Émissions mondiales de gaz à effet de serre anthropiques



**Figure RiD.3.** a) Émissions annuelles de GES anthropiques dans le monde, 1970-2004<sup>5</sup>. b) Parts respectives des différents GES anthropiques dans les émissions totales de 2004, en équivalent-CO<sub>2</sub>. c) Contribution des différents secteurs aux émissions totales de GES anthropiques en 2004, en équivalent-CO<sub>2</sub> (La foresterie inclut le déboisement). {Figure 2.1}

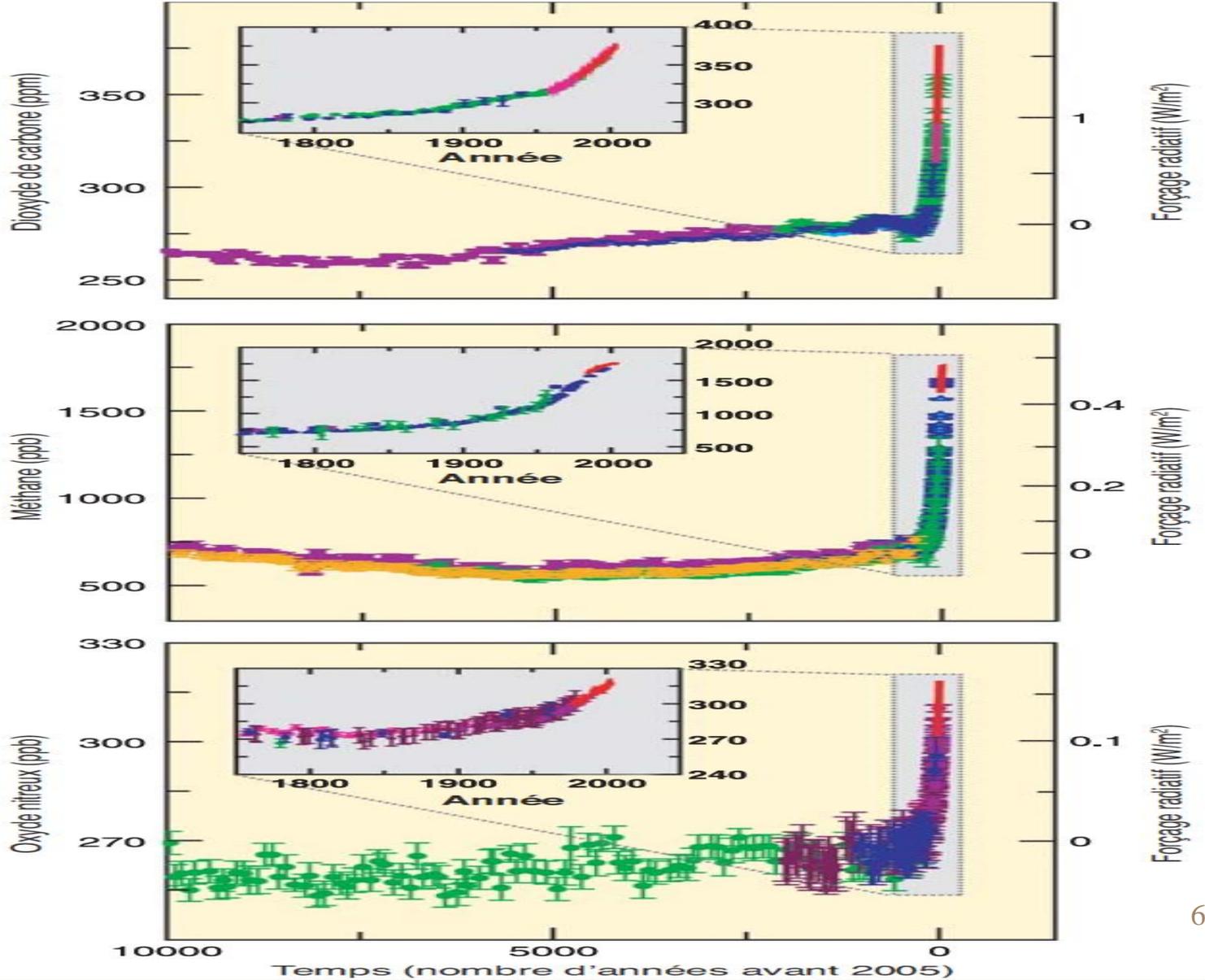
## Variation des températures à l'échelle du globe et des continents



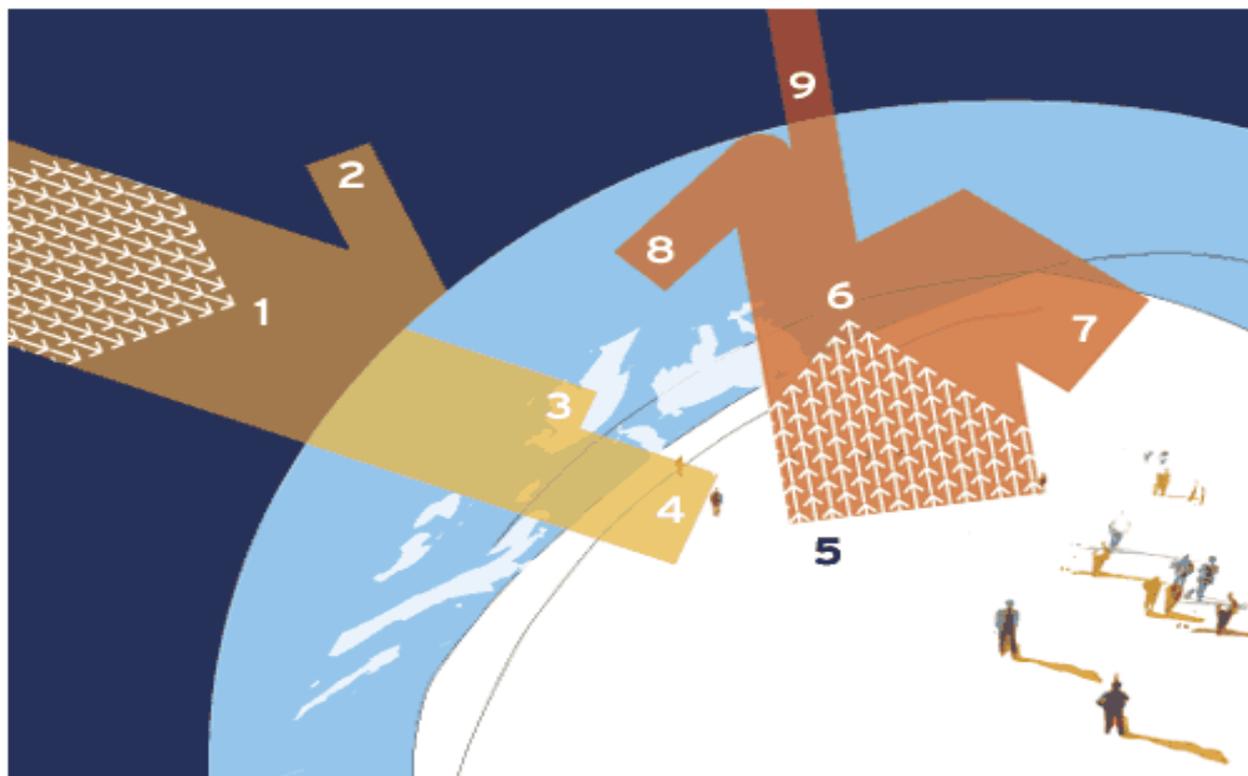
■ Modèles intégrant les forçages naturels seulement  
■ Modèles intégrant les forçages naturels et anthropiques

— Observations

**Évolution des gaz à effet de serre à partir des données de carottes de glace et de mesures récentes**



## L'effet de serre



1. rayonnement solaire, 2. réflexion d'une partie du rayonnement par l'atmosphère et les nuages, 3. absorption dans l'atmosphère, 4. rayonnement qui atteint la surface de la Terre, 5. la Terre absorbe le rayonnement et le ré-émet sous forme d'infrarouges, 6. les infrarouges rencontrent les gaz à effet de serre, 7. une partie du rayonnement est réfléchi par les gaz à effet de serre et par les couches hautes de l'atmosphère (8), 9. le reste part dans l'espace.

## L'effet de serre

- Selon un principe d'équilibre, à l'œuvre dans la nature, **les flux 1,2 et 9 sont constants**. Or, comme la couche de gaz à effet de serre réfléchit l'émission d'infrarouges (7 et 8), le **rayonnement 9** tend à diminuer.
- Donc, par réaction, pour retrouver l'équilibre (des flux 1,2,9), la terre et l'atmosphère augmentent (en surchauffant) **le rayonnement 6** pour retrouver le même flux sortant 9 qu'au départ. Et la température monte... (c'est en fait ce qui se passe dans une serre ou derrière la vitre quand il fait chaud)

# L'effet de serre

---

## Milieu Global

- la météo (phénomènes extrêmes)
- les courants marins (inversion et ou arrêt)
- fonte des banquises et glaciers → montée du niveau des océans...

## Ecosystèmes

- migration et extinction d'espèces (diminution de la biodiversité)
- vulnérabilité de l'agriculture,
- problèmes d'approvisionnement en eau douce,...

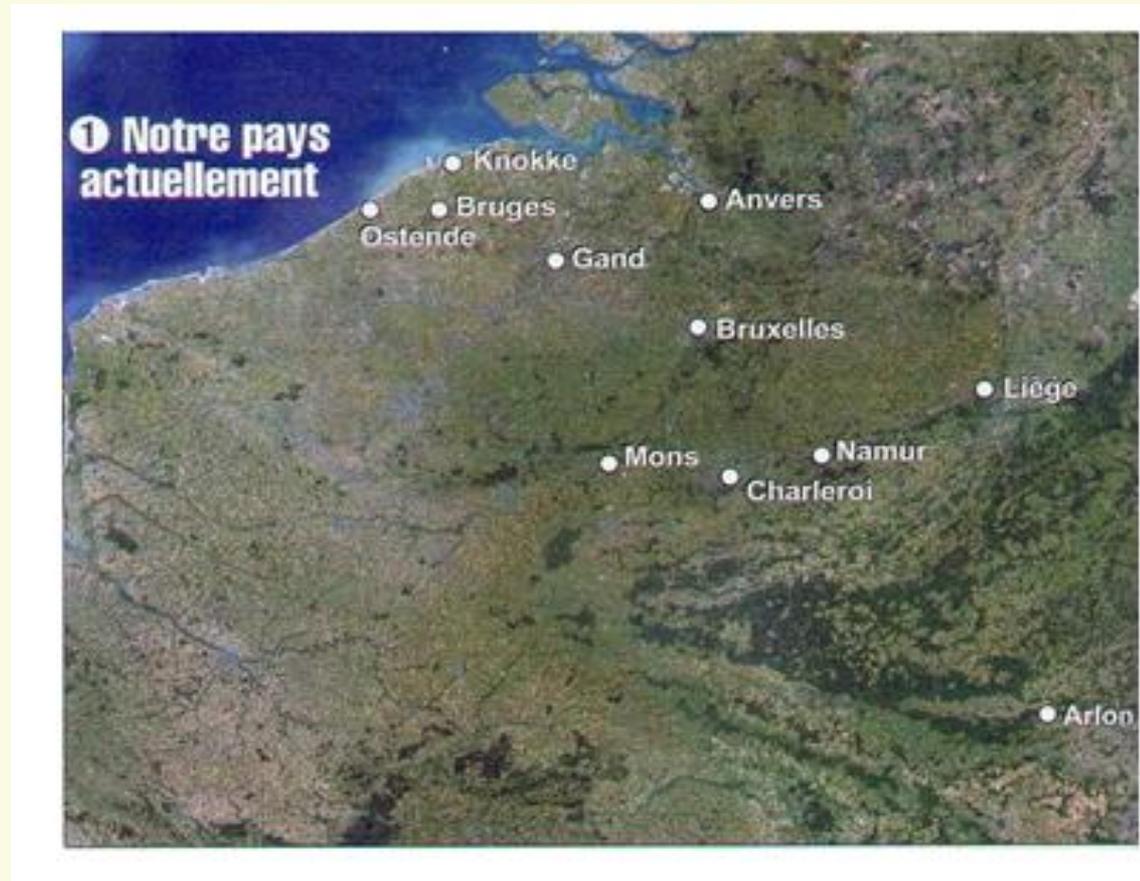
## L'effet de serre

---

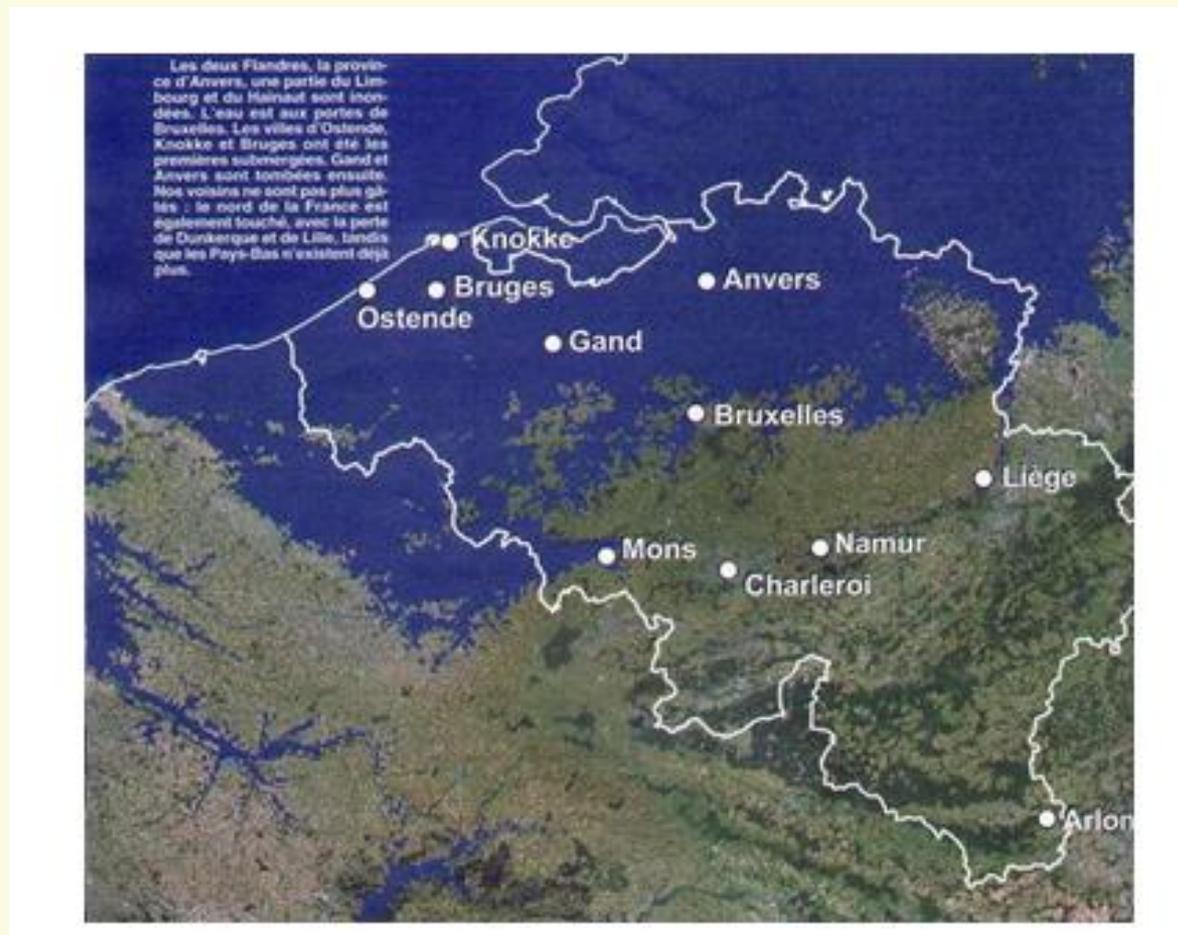
### Conséquences diverses

- Modification des aires des grandes maladies (extension et pandémie),
- Famines (raréfaction des terres arables)
- Migrations et guerres pour les terres arables
- augmentation des dégâts matériels , mortalités dues à des phénomènes naturels (tempêtes, cyclones,.....)

## L'effet de serre



## L'effet de serre



# Les dioxines ,furanes, PCB

---

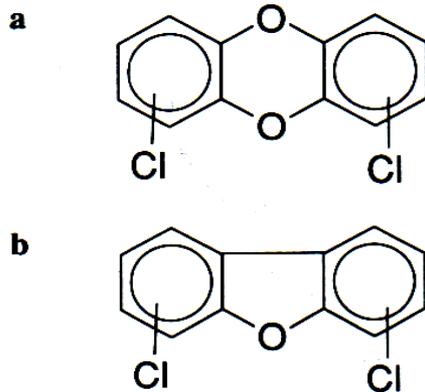
## 1) Origines

- gaz d'échappements non épurés
- Incinérateurs d'ordures ménagères
- Fabrication de métaux ( agglomérations de minerai de fer)

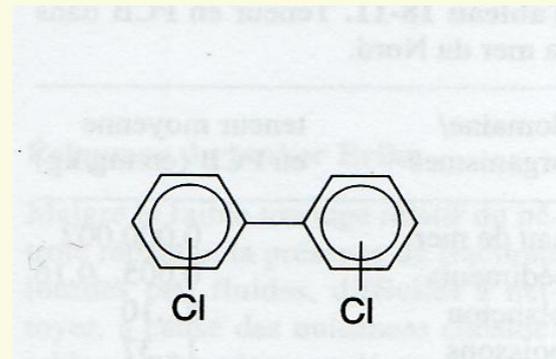
Sous-produits stables de la combustion car : cycles stables et présence de chlore qui défavorise la réaction avec l'oxygène ( stables > 600 à 800 °C)

# Les dioxines ,furanes, PCB

## 2) Formules générales



**Figure 18-7. a** Dibenzodioxines polychlorées (PCDD) et **b** dibenzofuranes polychlorés (PCDF).



PCB

## Les dioxines ,furanes, PCB

### Quelques teneurs en dioxines

**Tableau 18-7.** Teneur en 2,3,7,8-TCDD<sup>a)</sup> et 2,3,7,8-TCDF dans des prélèvements environnementaux provenant d'installations de combustion des déchets.

source	2,3,7,8-TCDD	2,3,7,8-TCDF
gaz d'échappement non épurés	0,2...0,7 ng/m <sup>3</sup>	1,8...6 ng/m <sup>3</sup>
cendres volantes	< 10...800 ng/m <sup>3</sup>	< 10...1600 ng/m <sup>3</sup>
poussières dans les gaz purs	200...4000 ng/kg	7000...117 000 ng/kg
scories	< 10 ng/kg	< 1...80 ng/kg

<sup>a</sup> TCDD Tétrachlorodibenzodioxine.

<sup>b</sup> TCDF Tétrachlorodibenzofurane.

# Les Effluents gazeux

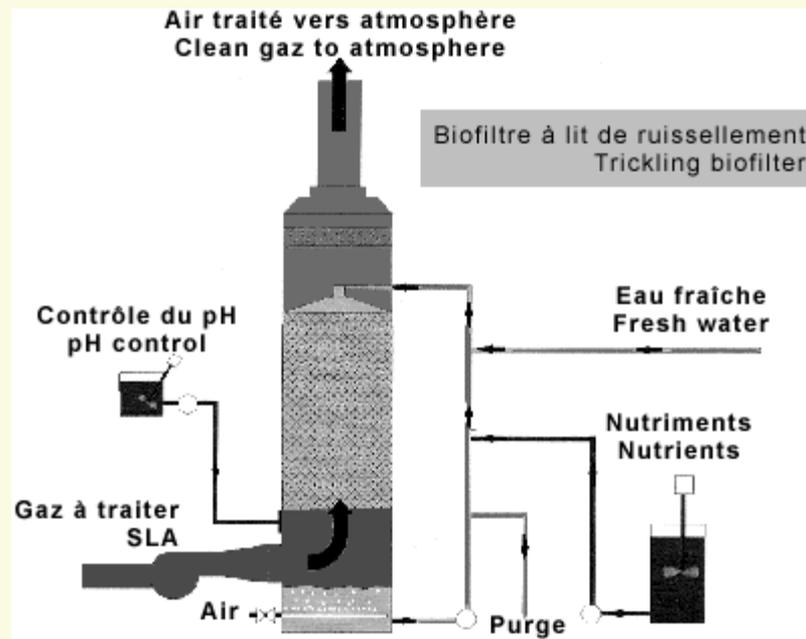
## Méthodes de traitement

TRAITEMENT DES EMISSIONS							
Technologies et types	Abatement						
	Micro-organisme	Virus	Brouillard d'huile	Emulsion	Odeur	COV	Poussière, poudre Fumée
Biofiltre					x	x	
Biolaveur Biosorb ®					x	x	
Laveur (scrubber)					x	x	x
Electrofiltre à plaques Ultravent®			x	x	x		x
Electrofiltre Colonne Airmaxx ®			x	x	x		x
Electrofiltre Colonne Ionblast ®			x	x	x		x
Filtre à manches Filtrax F ®							x
Filtres à cartouches Filtrax P ®							x
Ioniseur Aerotron ®	x	x			x	x	x
Photocatalyse Phoenix ® compact	x	x			x	x	
Photooxydation Phoenix ®	x	x			x	x	
Oxydation thermique					x	x	
Adsorption					x	x	

# Les Effluents gazeux

Quelques exemples d'appareils de traitement

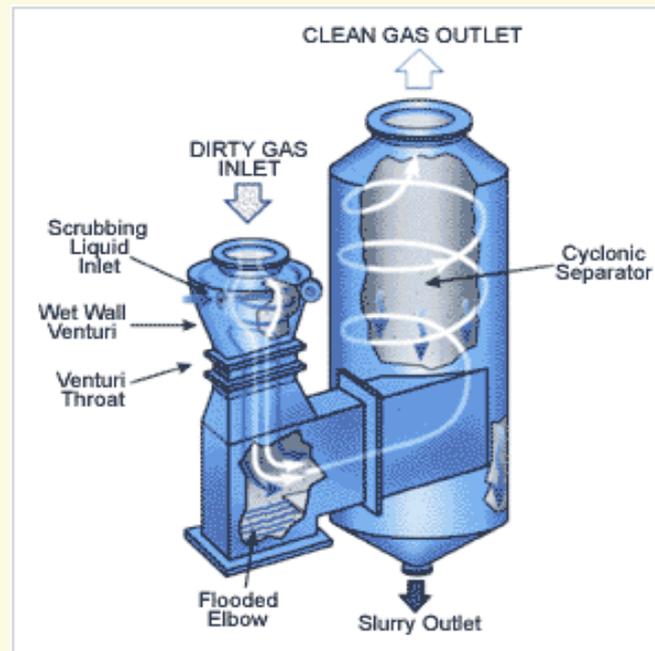
## 1. Le biofiltre



# Les Effluents gazeux

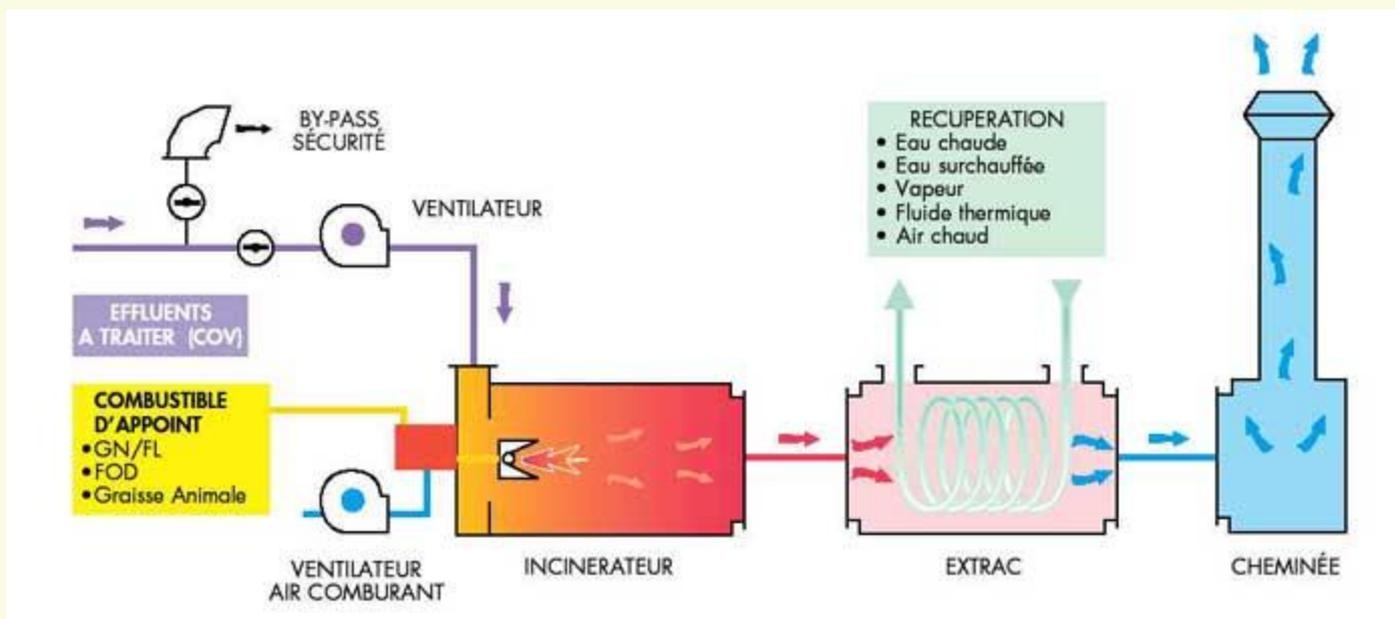
Quelques exemples d'appareils de traitement

## 2) Scrubber par effet Venturi



# Les Effluents gazeux

## 3) Oxydateurs thermiques (incinérateurs)



# Les Effluents gazeux

## 4) Les électrofiltres

