

Cours de

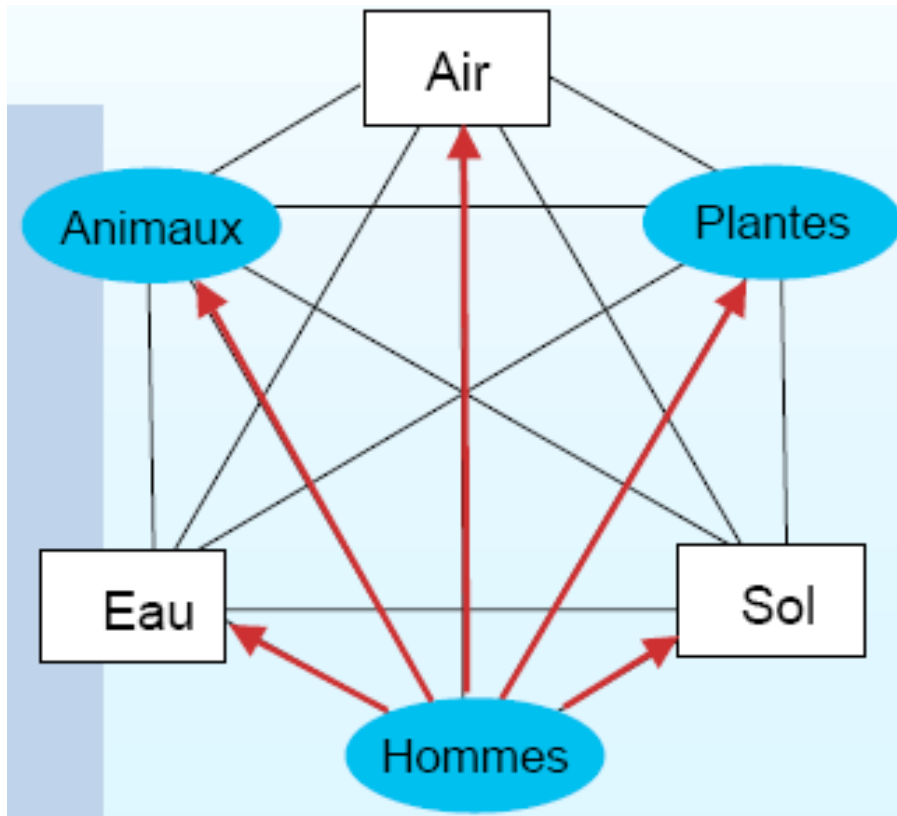
*Chimie Environnementale*

*Chargé du module : HÜCĤĪ Mohamed*

*E-mail: m.hachi@univ-djelfa.dz*

## **2- Pollution atmosphérique, impacts et origines :**

# Interactions de l'homme avec son milieu



- Actions de l'homme :
  - Facteur démographique
  - Besoins humains
  - Utilisation des ressources
    - Rejets (eg. CO<sub>2</sub>)

- L'air est un mélange gazeux incolore, inodore, mobile, gratuit et abondant

- Consommation d'air : 14 kg pers<sup>-1</sup> jour<sup>-1</sup>

# Composition de l'air

## Surface de la terre

Composés	Mw	Concentration (V/V)
Azote	28,013	78,08%
Oxygène	32	20,95%
Argon	39,95	0,0093%
Vapeur eau	18,02	Variable
Dioxyde de carbone	44,01	$380 \times 10^{-6} \%$
Néon	20,18	$18 \times 10^{-6} \%$
Hélium	4	$5 \times 10^{-6} \%$
Méthane	16	$1,75 \times 10^{-6} \%$
Hydrogène (H <sub>2</sub> )	2,02	$0,5 \times 10^{-6} \%$
N <sub>2</sub> O	56,03	$0,3 \times 10^{-6} \%$
O <sub>3</sub>	48	$0 @ 0,1 \times 10^{-6} \%$

# Historique

- Chez les **Romains (-60 av. JC)**
  - problèmes de fumées
- **Angleterre (9<sup>ième</sup> siècle)**
  - Utilisation du charbon → génération de fumées nocives
- **Angleterre (1377)**
  - Reconnaissance de l'importance de la hauteur des cheminées dans la dispersion des fumées
- **Elisabeth 1<sup>ière</sup> (Angleterre) 1578 :**
  - Interdiction de combustion du charbon pendant les sessions du Parlement
- **Lavoisier (1743-1794)**
  - Construction d'un mur autour de Paris (pour éviter de fuir l'impôt !) :  
→ Fumées, odeurs,...

# Historique

- **XIX ème siècle ( > 1850)**
  - Industrie chimique : Prise de conscience
- **XXème siècle :**
  - WWI (1914-18) : Intérêt pour les processus de diffusion
  - Londres (1952) : 4000 décès suite à un épisode de pollution atmosphérique
  - Nucléaire militaire
  - Bhopal (1984)
  - Tchernobyl (1986), .....

# Historique

- Londres (1952) : 4000 décès suite à un épisode de pollution atmosphérique



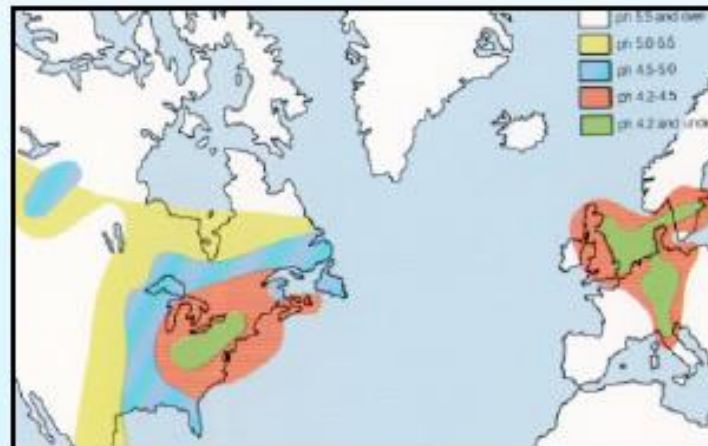
# Différents impacts

Before 1950s:  
Local  
Smoke, Fly ash

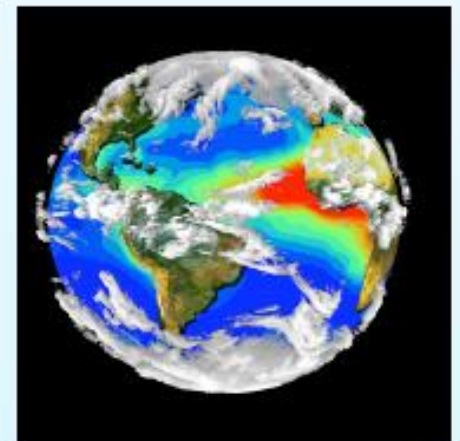


Traitement des effluents gazeux

1970s-1990s:  
Regional  
Acid Rain, Haze



Post- 2000s:  
Global  
Global Change





# Définitions

- Pollution de l'air :
  - Condition de l'air causée, en tout ou en partie, par la présence d'une substance qui, directement ou indirectement, selon le cas :
    - a) met en danger la santé, la sécurité ou le bien-être des humains;
    - b) fait obstacle à la jouissance normale de la vie ou des biens;
    - c) menace la santé des animaux;
    - d) cause des dommages à la vie végétale ou aux biens;
    - e) dégrade ou altère, ou contribue à dégrader ou à altérer, un écosystème au détriment de l'utilisation de celui-ci par les humains, les animaux ou les plantes.

# Sources de pollution atmosphérique

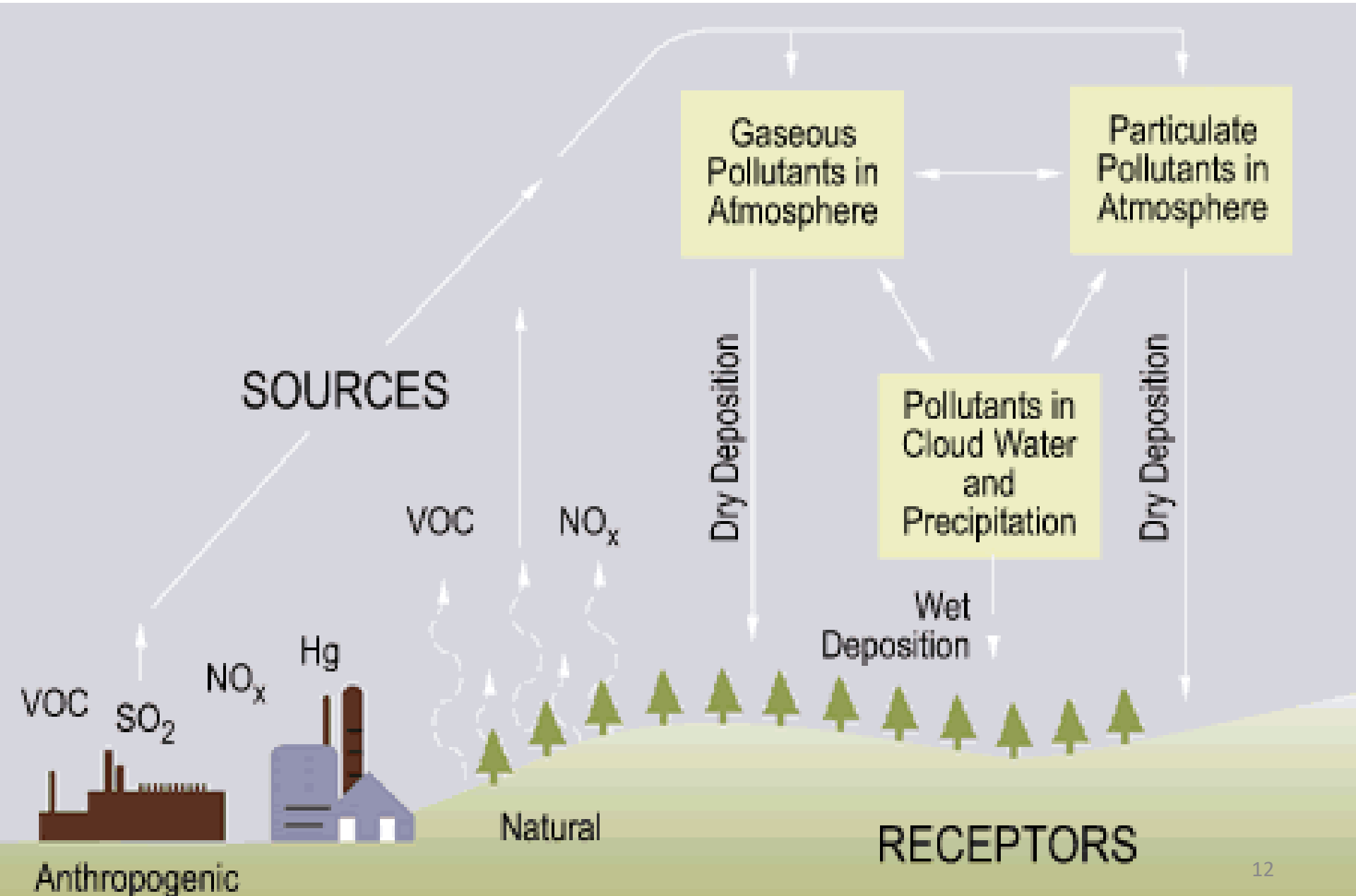
- Sources naturelles
  - Éruption volcanique
  - Feu de forêts
  - Tempête de sable
  - Agriculture (animaux de ferme)
  - Etc.



# Sources de pollution atmosphérique

- Anthropogénique
  - Résidentielles
  - Combustibles fossiles
  - Industries
    - Transformation des métaux
    - Pâtes et papiers
    - Béton
    - Etc.

# Cycle de la pollution atmosphérique



# Pollution atmosphérique attribuable au secteur sidérurgique

Substance	Unités	Émissions de 2002		Pourcentage attribuable aux fonderies
		Fonderies de métaux de base*	Total au Canada**	
Arsenic	tonnes	153	201	76%
Cadmium	tonnes	36	40	90%
Plomb	tonnes	354	736	48%
Mercure	kg	1 724	5 824	30%
Nickel	tonnes	258	475	54%
Particules totales	tonnes	7 484	227 900	3%
Dioxyde de soufre	tonnes	734 090	1 978 935	37%

# Pollution atmosphérique attribuable au secteur de l'asphalte

Polluants	Émissions industrielles totales* (kt/an)	Émissions du secteur de l'asphalte mélangé à chaud** (kt/an)	Pourcentage attribuable aux secteur de l'asphalte mélangé à chaud
Particules	621	14	2,2
P <sub>10</sub>	287	4,8	1,6
P <sub>2,5</sub>	172	0,9	0,5
SO <sub>x</sub>	1 950	0,5	inférieures à 0,1
NO <sub>x</sub>	620	0,9	0,1
COV	940	0,4	inférieures à 0,1
CO	2 177	5	0,2
CO <sub>2</sub> ***	123 000	570	1,5

Polluant	Air
Sulfure d'hydrogène	7 976,5
Ammoniac (total)	17 314,1
Méthanol	20 566,7
Zinc (et ses composés)	709,8
† Fluorure de calcium	19,5
Acide chlorhydrique	11 630,6
Acide sulfurique	9 369,2
Toluène	7 191,4
Xylène (mélange d'isomères)	6 909,7
Nitrate (ion en solution à un pH de >= 6.0)	71,8
Méthyléthylcétone	5 079,7
Disulfure de carbone	4 245,1
Manganèse (et ses composés)	143,3
† Fluorure d'hydrogène	3 541,0
† Plomb (et ses composés)	481,5
n-Hexane	3 405,2
Éthylèneglycol	283,7
† Dichlorométhane	2 387,5
Éthylène	2 167,4
Styrène	2 093,0
Alcool iso-propylique	1 953,3
† Amiante (forme friable)	0,0
† Formaldéhyde	1 610,7
2-Butoxyéthanol	1 566,0
† Benzène	1 424,4
<b>Total des rejets sur place les plus abondants</b>	<b>112 141,0</b>
<b>Total national</b>	<b>127 311,8</b>
<b>Pourcentage du total national</b>	<b>88,1</b>

- En 1999 il y a eu 127 ktonnes de polluants (déclarées!!) rejetées dans l'environnement aérien

# Polluants

- Principaux contaminants atmosphériques (PCA)
- Polluants organiques persistants (POP)
- Métaux lourds
- Substances toxiques.

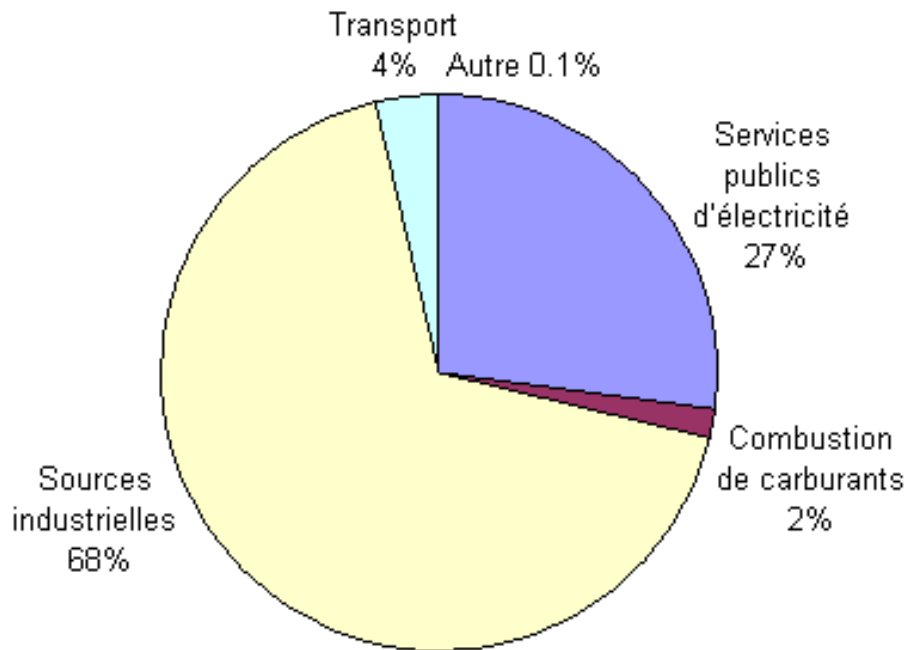


# Principaux contaminants atmosphériques (PCA)

- Les oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>)
- Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)
- Les particules (P<sub>m-T</sub>, P<sub>m-10</sub>, P<sub>m2.5</sub>)
- Les composés organiques volatiles (COV)
- Le monoxyde de carbone (CO)

# Oxydes de soufre (SOx) - Sources -

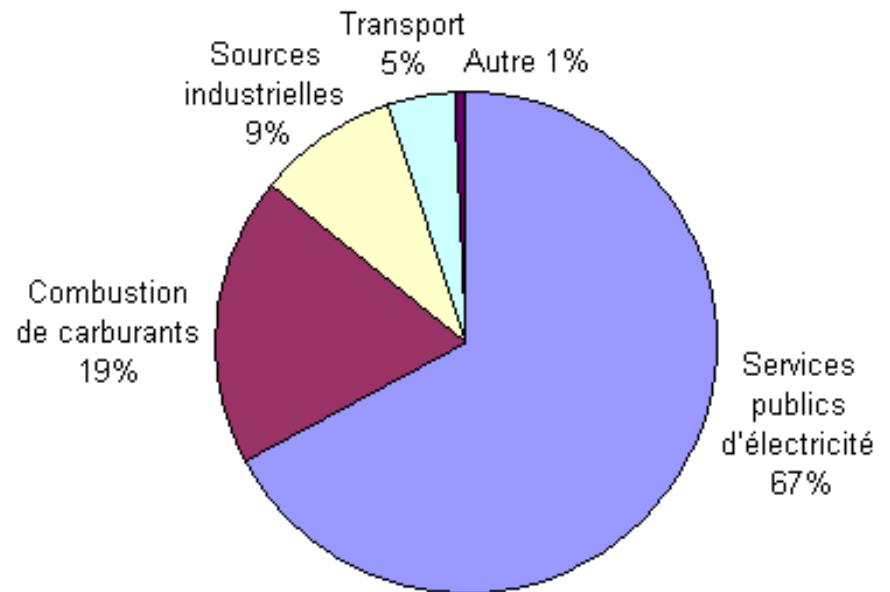
Canada - 2000 SO<sub>2</sub>



CANADA - 2000

2,4 Mtonnes

États-Unis - 2002 SO<sub>2</sub>



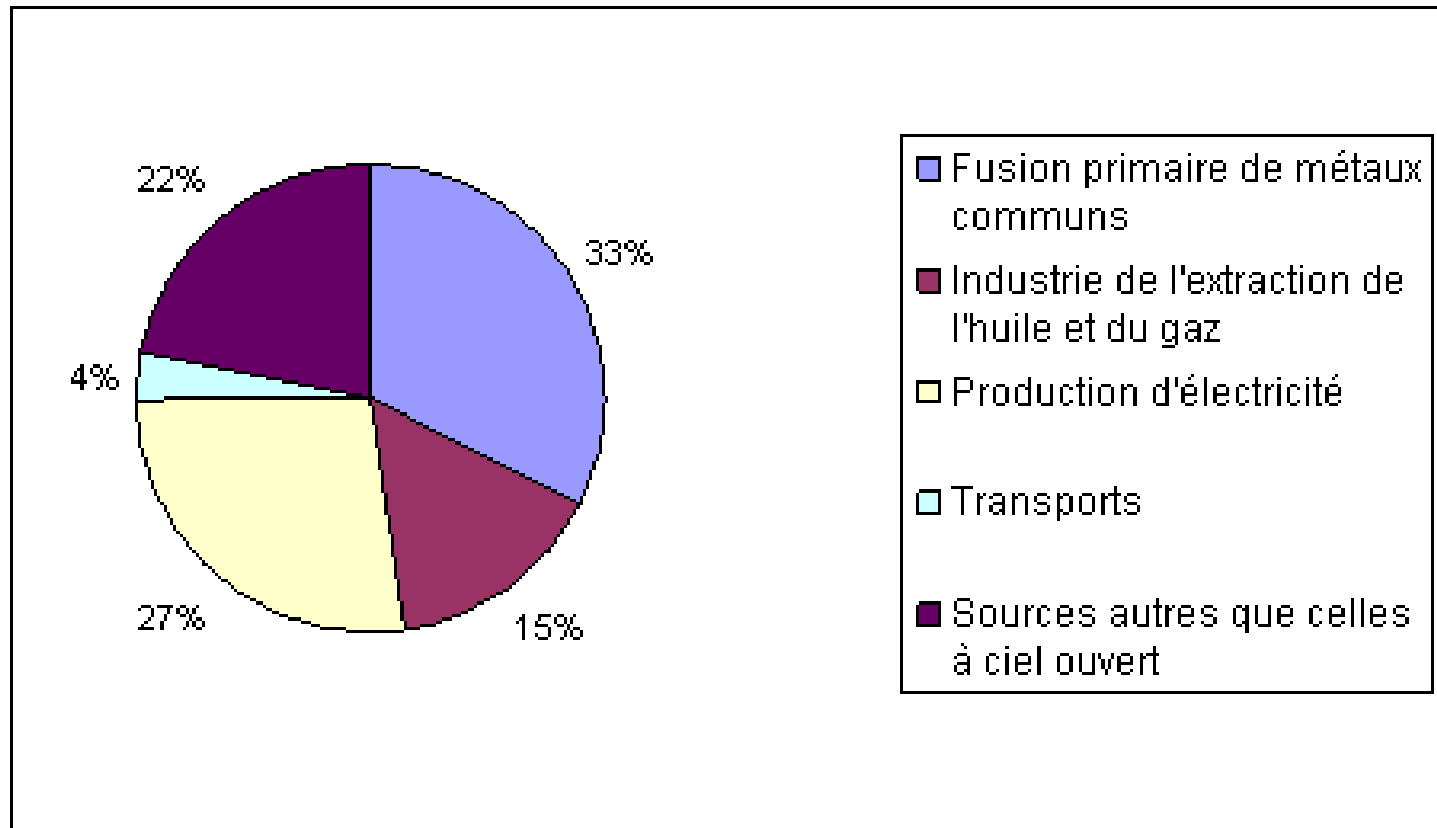
Etats-Unis - 2002

15 Mtonnes

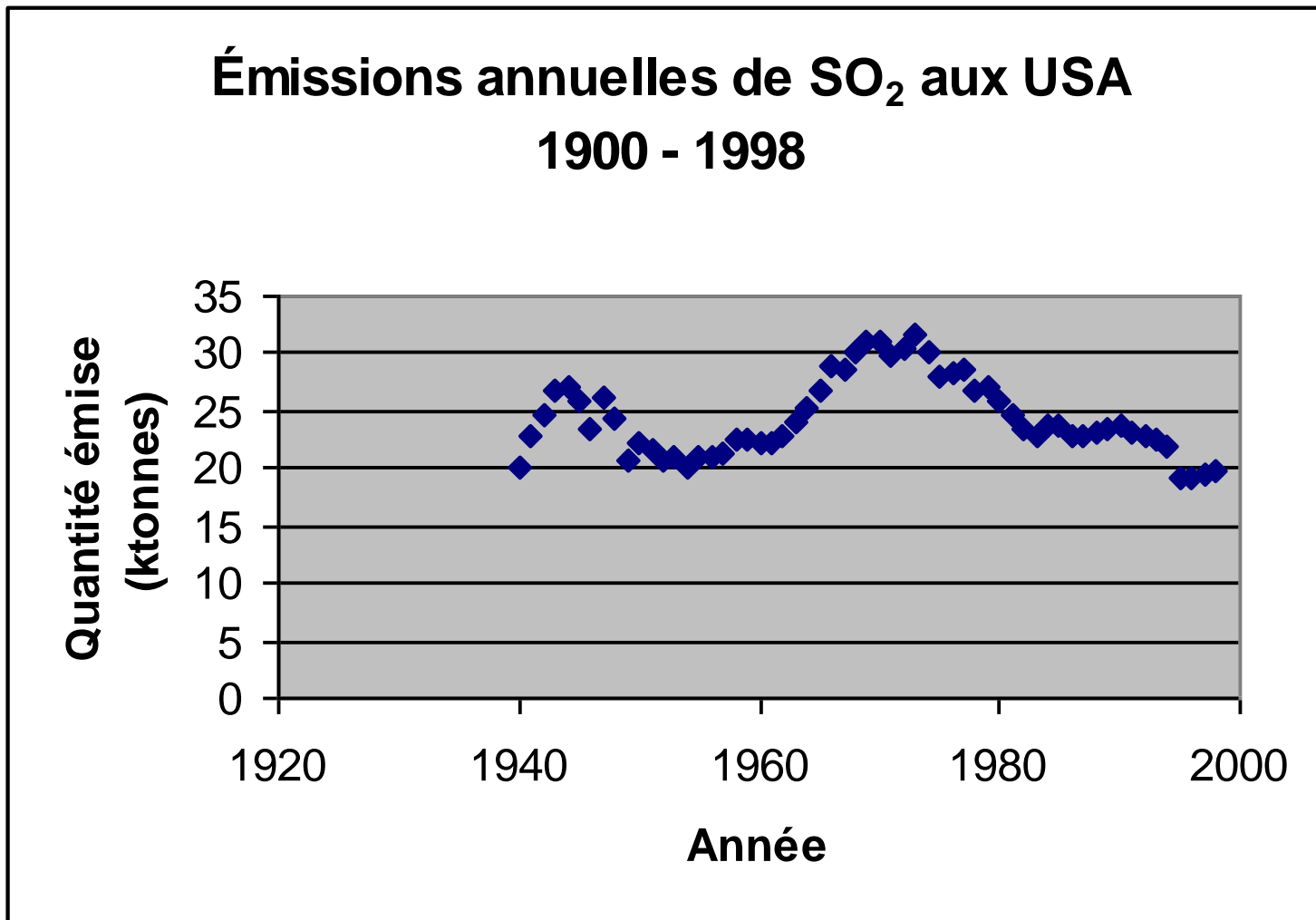
# Oxydes de soufre (SOx)

## - Sources -

Répartition des émissions de SO<sub>2</sub> au pays développés



# Oxydes de soufre (SOx) - Émissions -



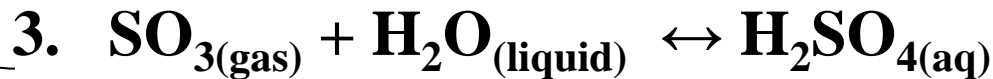
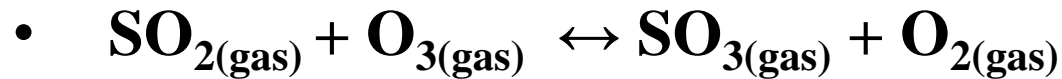
Source : US EPA

# Oxydes de soufre (SOx)

## - Implications environnementales -

- Formation d'acides sulfurique

- Pluies acides



- Formation de particules

- Smog

# Oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>)

## - Impacts -

- Sur la santé
  - Génération de problèmes respiratoires
  - Aggravation de problèmes cardiaques
- Sur l'environnement
  - Diminution de la visibilité
  - Acidification des précipitations
  - Acidification des milieux
  - Dégradation des structures

# Oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>)

## - législation -

- Air ambiante (US EPA <http://www.epa.gov/air>)
  - Moyenne annuelle : 0.03 ppm (80 ug/m<sup>3</sup>);
  - Moyenne sur 24 heures : 0.14 ppm (365 ug/m<sup>3</sup>)
  - Moyenne sur 3 heures : 0.50 ppm (1300 ug/m<sup>3</sup>).

# Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)

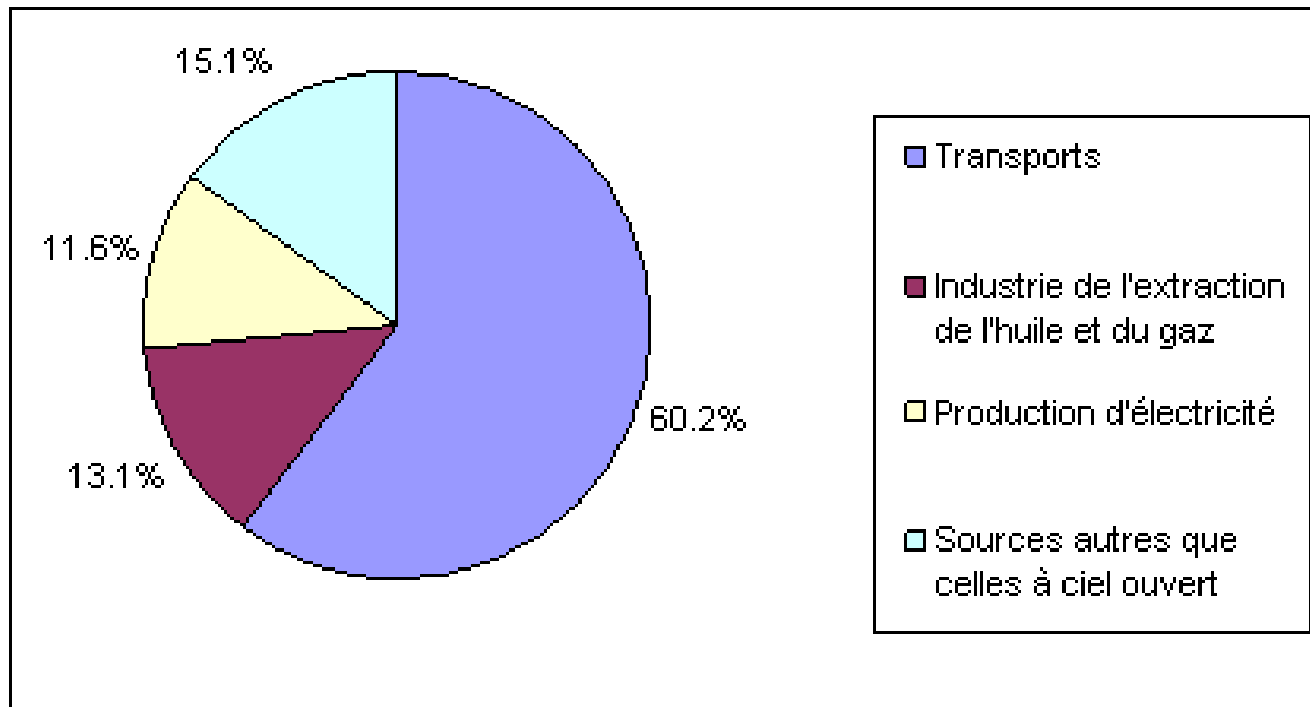
## - Sources -

- Principales formes :
  - NO
  - NO<sub>2</sub>
- Proviennent de l'oxydation des composés azotés et de l'azote atmosphérique



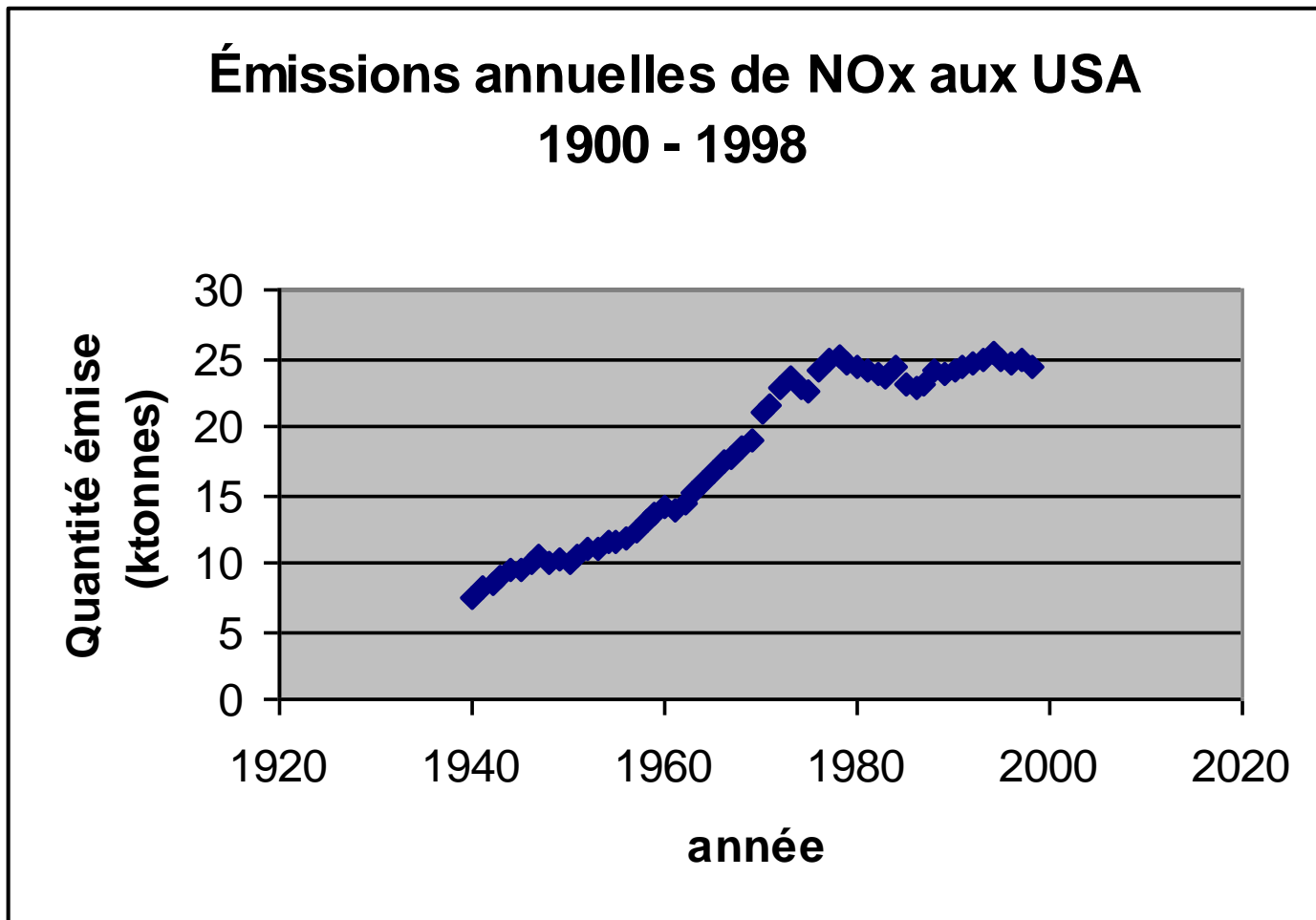
# Oxydes d'azote (NOx) - Sources -

Répartition des émissions de NOx au Canada – 2000



Émissions = 2.6 Mtonnes

# Oxydes d'azote (NOx) - Émissions -

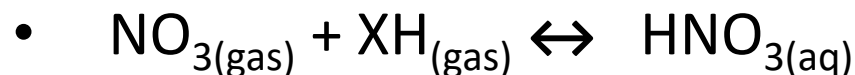
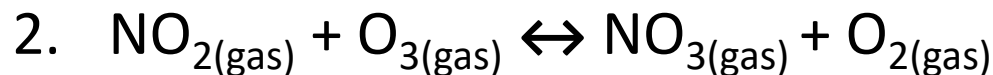
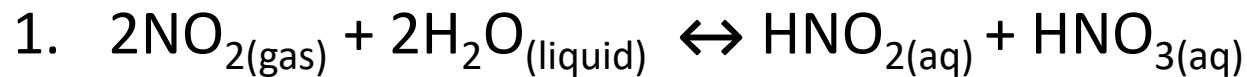


Source : US EPA

# Oxydes d'azote (NOx)

## - implications environnementales -

- Formation d'ozone troposphérique
  - Réaction photochimique avec COV
- Formation d'acides
  - Pluies acides



Où X représente une substance donneuse de proton (H)

# Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)

## - implications environnementales -

- Formation de particules
- Augmentation des nutriments présents dans les cours d'eau
  - Eutrophisation
- Irritant
- Capacité d'oxydation des constituants cellulaires

# Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)

## - impacts -

- Sur la santé
  - Difficultés respiratoires
  - Mort infantile
- Sur l'environnement
  - Diminution de la visibilité
  - Formation de smog
  - Acidification des précipitations
    - Acidification des milieux récepteurs
  - Dégradation des structures
  - Formation de produits toxiques
  - Changements climatiques (NO = gaz à effet de serre)

# Oxydes d'azote (NO<sub>2</sub>) - législation -

- Air ambiant (US EPA)
  - Moyenne annuelle : 0.053 ppm
- Émissions des industries
  - Réglementation spécifique (eg v.p. 23 du livre)

# Les particules

## - Sources -

- Ce sont des fragments en suspension dans l'air sous forme liquide ou solide
  - $P_{\text{totales}}$  : diamètre  $< 100 \mu\text{m}$
  - $P_{10}$  : diamètre  $< 10 \mu\text{m}$
  - $P_{2.5}$  : diamètre  $< 2,5 \mu\text{m}$
- Proviennent des sources à ciel ouvert

# Particules

## - Impacts -

- Maladies respiratoires
- Constituants du smog
- Érosion / corrosion des structures
- Réduction de la visibilité
- Problèmes associés à la composition des particules (eg. Pb)
- Effets néfastes sur la croissance des végétaux



# Particules

## Diminution de la visibilité

- Visibilité dépend du contraste existant entre l'objet et l'arrière plan



# Les particules - législation -

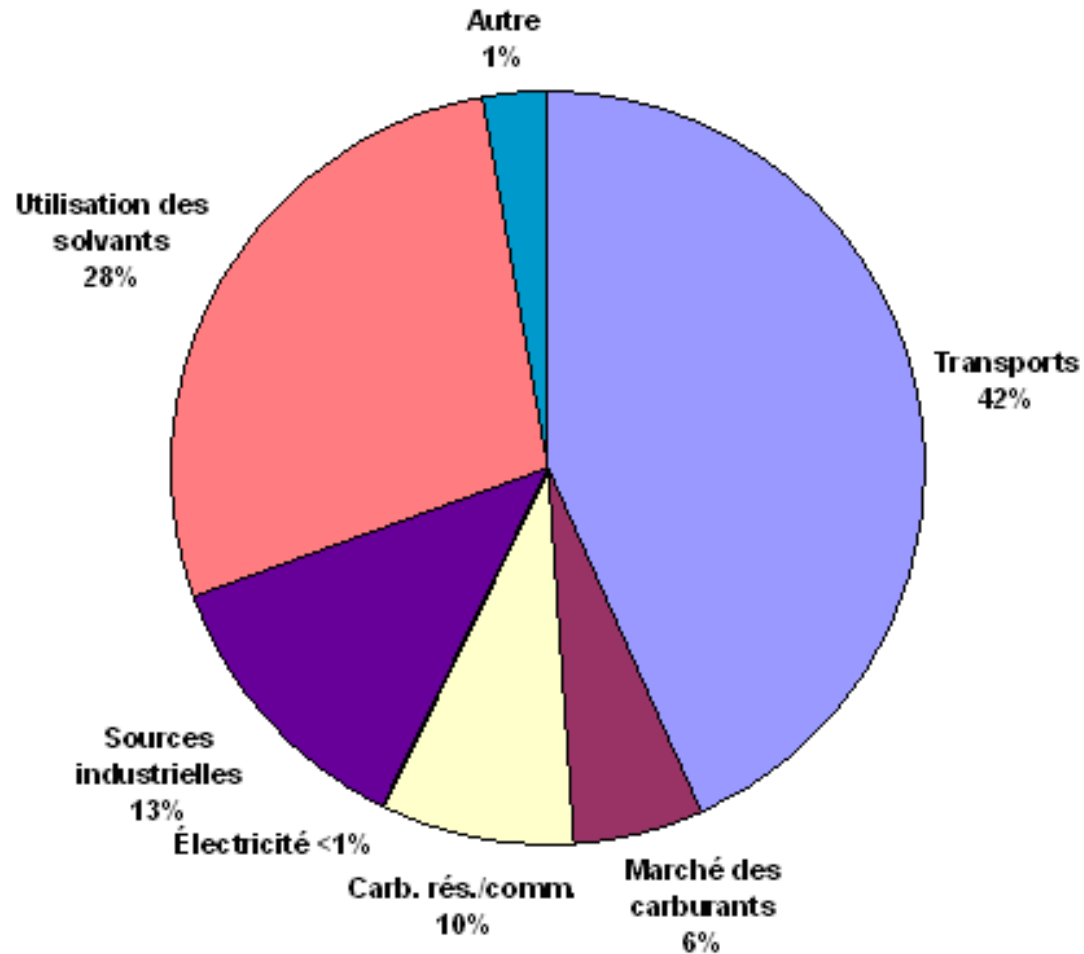
- $P_{M10}$ 
  - Air ambient (US EPA)
    - Moyenne annuelle :  $50 \mu\text{g} / \text{m}^3$
    - Moyenne 24 heures :  $150 \mu\text{g} / \text{m}^3$
- $P_{M2,5}$ 
  - Air ambient (US EPA)
    - Moyenne annuelle :  $15 \mu\text{g} / \text{m}^3$
    - Moyenne 24 heures :  $65 \mu\text{g} / \text{m}^3$
- Émissions des industries
  - Réglementation spécifique (eg v.p. 23)

# Composés organiques volatils (COV)

- Composés organiques ayant une forte tension de vapeur
- Composés organiques volatils qui jouent un rôle dans les réactions photochimiques atmosphériques
  - eg : Benzène, toluène, acétone, etc.
  - Ne comprends pas :  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$

# COV

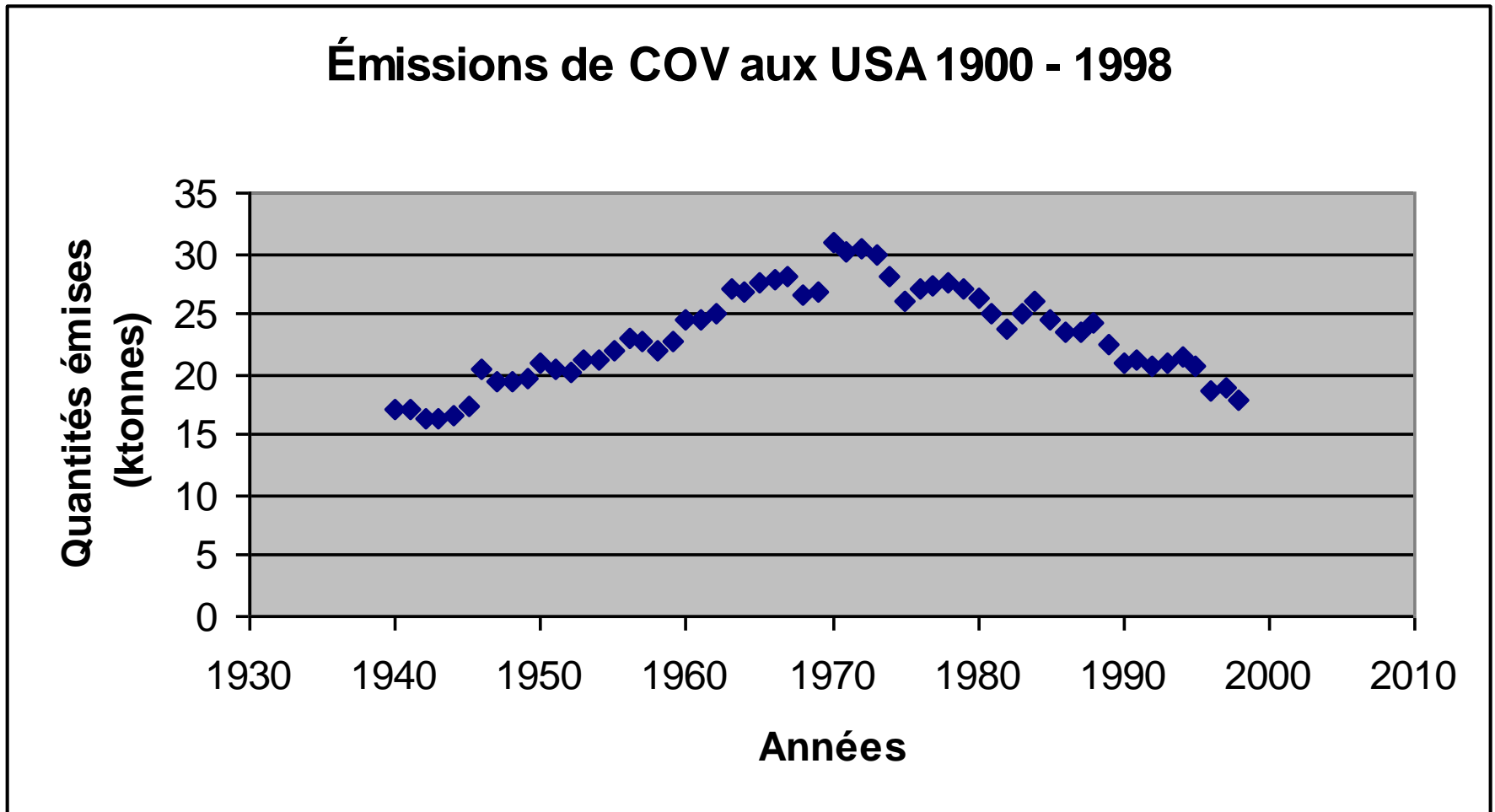
## - Sources -



Émissions totales au Canada en 2000  
=1,64 Mtonnes

# COV

## - Émissions -



# Impacts environnementaux

- Formation de l'ozone troposphérique
- Formation des  $P_{2.5}$
- Effets propres à la substance

# COV

## - critères de qualité de l'air -

### – Benzène

- Moyenne maximale sur 24 heures :  $10 \mu\text{g} / \text{m}^3$

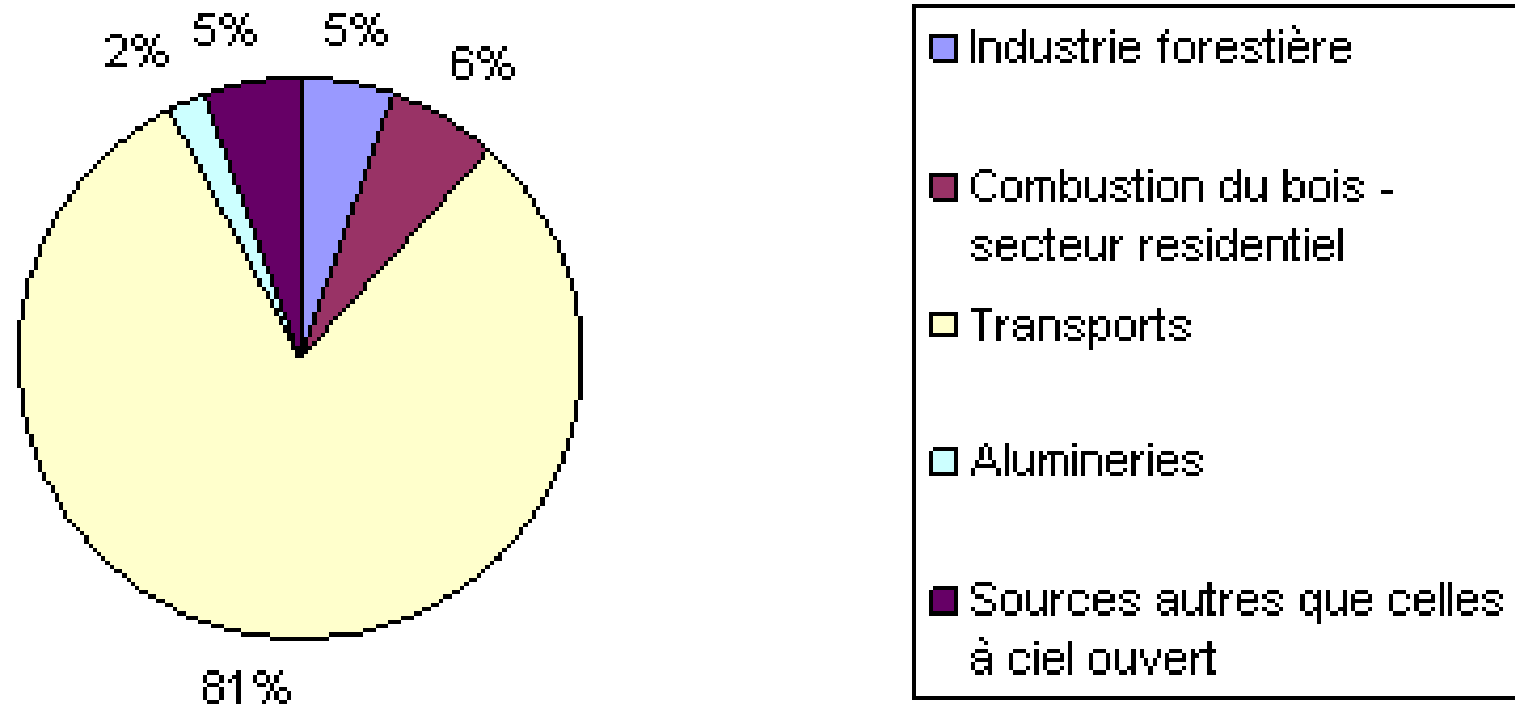
### – Acétonitrile

- Moyenne maximale sur 24 heures :  $30 \mu\text{g} / \text{m}^3$

# Monoxyde de carbone (CO)

## - sources -

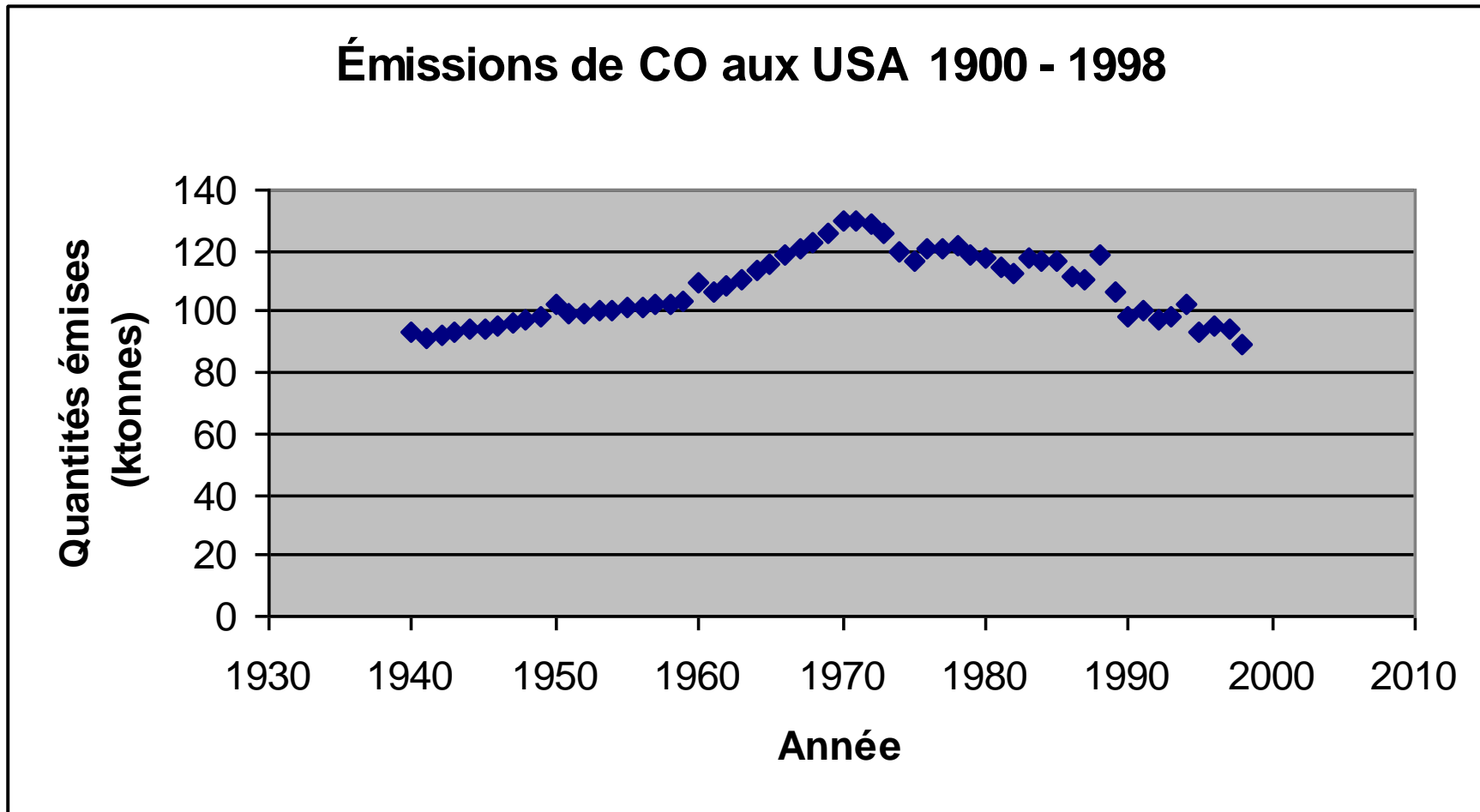
Sources d'émission de CO au Canada - 2000





# CO

- émissions -



Source : US EPA

# CO

## - impacts -

- Gaz toxique
- Asphyxiant chimique
  - Grande affinité pour l'hémoglobine
- Effets sur la santé
  - Mal de tête
  - Nausées
  - Mort

# CO

## - critères de qualité de l'air -

- Air ambiant (US EPA)
  - Moyenne 1 heure : 35 ppm
  - Moyenne 8 heures : 9 ppm

# Index de pollution de l'air

- Proposé par l'US EPA
  - Basé sur un index standardisé pour chaque polluant (PSI)

**Table 1.10 Individual PSI Subindex Breakpoints\***

Value	24-hr TSP $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24-hr SO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TSP $\times$ SO <sub>2</sub> $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^2$	8-hr CO $\text{mg}/\text{m}^3$	1-hr O <sub>3</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1-hr NO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$
0	0	0	—	0	0	—
50	75	80	—†	5	118	—†
100	260	365	—†	10	235	—†
200	375	800	$65 \times 10^3$	17	400	1130
300	625	1600	$261 \times 10^3$	34	800	2260
400	875	2100	$393 \times 10^3$	46	1000	3000
500	1000	2620	$490 \times 10^3$	57.5	1200	3750

† at 25 C and 760 mm Hg.  
No index values are reported at these concentration levels because there is no short-term NAAQS.

\* Adapted from 40 CFR (Code of Federal Regulations) 58, 1982.

Merci pour votre attention

