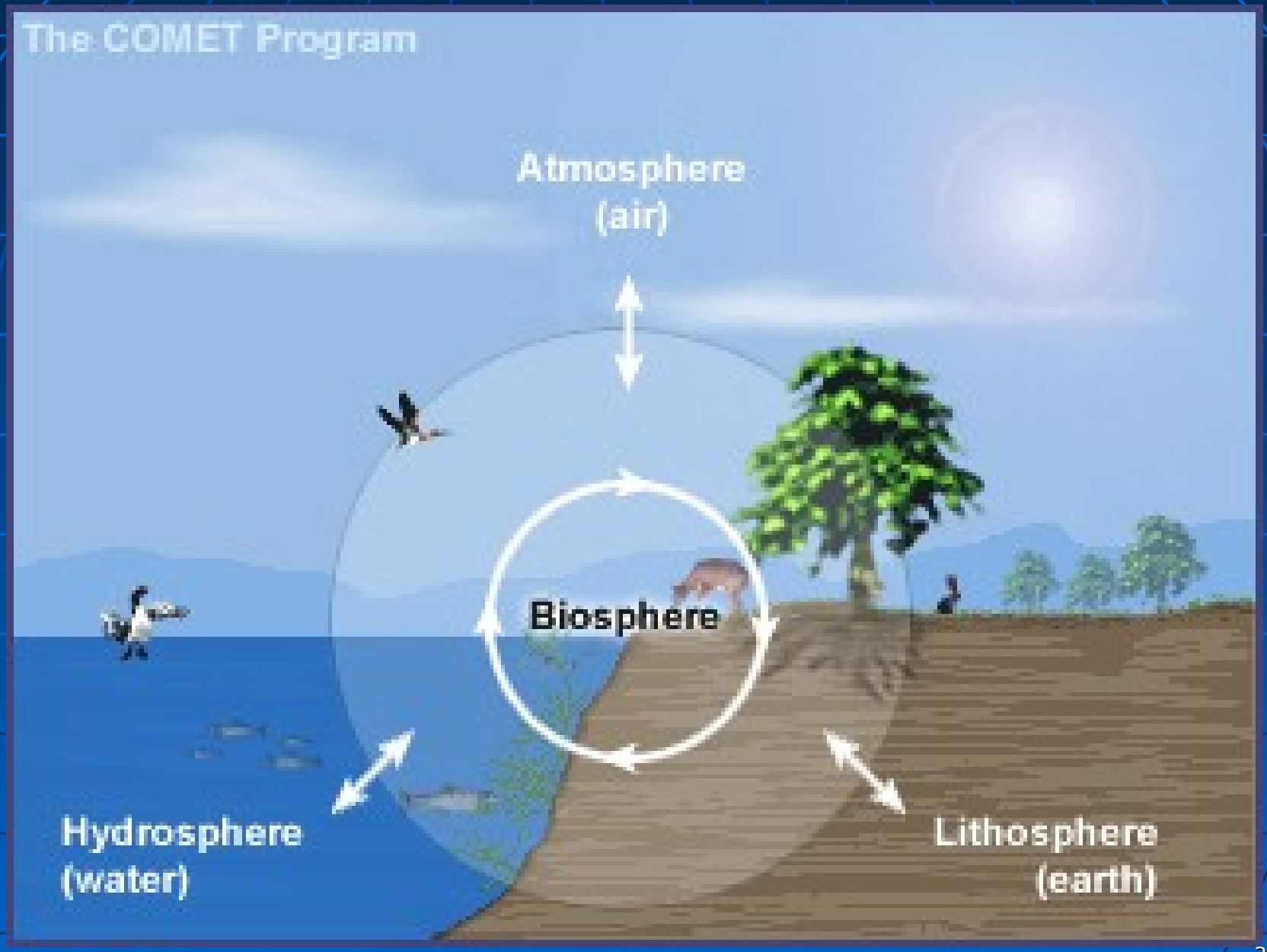
I- PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX

L’écosphère est formée de:

1. l’atmosphère
2. l’hydrosphère
3. la lithosphère
4. la biosphère


The COMET Program
Atmosphere
(air)
Biosphere
Hydrosphere
(water)
Lithosphere
(earth)

QUELQUES DÉFINITIONS

- Pollution : Dégradation d'un milieu par l'introduction d'un polluant (Petit Robert)

  « Pollution is something that happens when the ambient quality of the environment has been degraded enough or its absorptive capacity exceeded enough to cause damages » (Field et Olewiler)

- Polluants: Agent (physique, chimique ou biologique) provoquant une dégradation dans un milieu donné

Polluants cumulatifs et polluants non cumulatifs

Pour un **polluant non cumulatif**; tant que la source est active, le polluant est émis dans l' environnement, mais dès que la source s'arrête, la pollution cesse.

Pollution sonore

À l'autre bout du spectre, il y a des **polluants cumulatifs**, qui demeurent dans l'environnement dans des quantités presque identiques à celles dans lesquelles elles ont été émises. Leur quantité totale augmente donc avec le temps, car ces polluants sont émis dans l'environnement chaque année.

Déchets nucléaires

Polluants cumulatifs et polluants non cumulatifs

Entre ces deux extrêmes, on retrouve toutes sortes d'effluents qui sont cumulatifs dans une certaine mesure, mais pas entièrement, comme la matière organique.

En d'autres termes, l'eau a une **capacité d'assimilation** naturelle qui lui permet d'absorber des substances organiques.

Polluants locaux et polluants régionaux ou planétaires

Les polluants relatifs au bruit et à la dégradation de l'environnement visuel ont des effets **LOCAUX** : les dommages provenant d'une source précise sont en général limités à des groupes de personnes relativement petits dans une région circonscrite.

Pollution sonore et visuelle, smog

Les pluies acides constituent un problème **RÉGIONAL :** les émissions dans une région des États-Unis affectent des gens au Canada.

Les émissions de CFC dans différents pays, qui réduisent la couche d'ozone, produisent des changements chimiques dans la stratosphère de la Terre, ce qui signifie que leur effet est véritablement **PLANÉTAIRE**.

GES

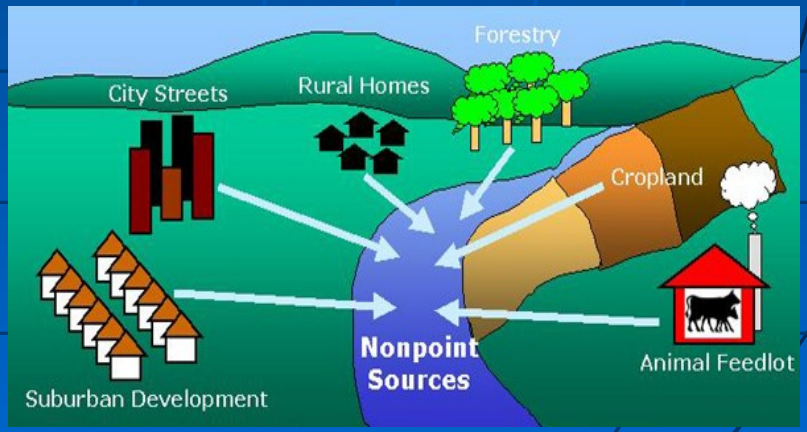
Source ponctuelle et source non ponctuelle

SOURCES PONCTUELLES: dont on peut facilement identifier la source

EX.: Émissions de dioxyde de soufre de la bouche des cheminées d'une usine en particulier, Les usines d'épuration des municipalités ont habituellement un seul déversoir pour toutes les eaux usées.

SOURCES NON PONCTUELLES ou DIFFUSES: Polluants dont la provenance réelle n'est pas bien définie.

Les produits agrochimiques, par exemple, s'écoulent habituellement sur les terres de manière dispersée et diffuse.



Une grille simple pour appréhender les problèmes de pollution

- Le phénomène physique
- Ses conséquences
- Les tendances

4 types de pollution de l'eau

- Pollution **bactérienne**
  - Agents infectieux en aval des cours d'eau
  - Mesure typique: Quantité de coliformes
- Pollution **asphyxiante**
  - Polluants raréfiant l’oxygène
- Pollution par les **fertilisants**
  - Eutrophisation
  - Phosphore, nitrates
  - → Algues bleues
- Pollution **toxique**
  - Élément nocif à la santé humaine
  - Métaux lourds, plomb, arsenic,mercure, cadmium, chlore, tricloréthylène (TCE)

POLLUTION ASPHYXIANTE

DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGÈNE (DBO) :

Les polluants organiques de l'eau (particules d'aliments, résidus de plantes, d'animaux) sont oxydés par des micro-organismes d'origine naturelle.

Cette DBO enlève de l'oxygène dissous dans l'eau et peut sérieusement nuire à certaines espèces de poissons qui se sont adaptées à l'ancien niveau d'oxygène dissous.

La mesure la plus courante de la DBO est la quantité d'oxygène utilisée par les micro-organismes pour oxyder les déchets organiques dans un échantillon standard de polluant au cours d'une période de cinq jours (d'où la « DBO sur 5 jours ou DBO 5»).

POLLUTION ASPHYXIANTE

Matières en suspension (MES):

Petites particules de matière non organique et non toxique en suspension dans les eaux usées (poussière, gravier, etc.) qui se déposent en voiles de boue dans les zones d'eau calme des ruisseaux et des lacs.

Conséquences

- Maladies
- La vie aquatique est menacée.
- La purification est nécessaire.
- Les activités sur l’eau sont limitées.

Table 13.2. **Health effects associated with selected water pollutants**

	Disease/pollutant	Health impacts
Bacterial	Amoebic dysentery	Abdominal pain, diarrhoea, dysentery
	Campbylobacteriosis	Acute diarrhoea
	Cholera	Sudden diarrhoea, vomiting. Can be fatal if untreated
	Cryptosporidiosis	Stomach cramps, nausea, dehydration, headaches. Can be fatal for vulnerable populations
Chemical	Lead	Impairs development of nervous system in children; adverse effects on gestational age and foetal weight; blood pressure
	Arsenic	Carcinogenic (skin and internal cancers)
	Nitrates and nitrites	Methaemoglobinaemia (blue baby syndrome)
	Mercury	Mercury and cyclodienes are known to induce higher incidences of kidney damage, some irreversible
	Persistent organic pollutants	These chemicals can accumulate in fish and cause serious damage to human health. Where pesticides are used on a large scale, groundwater gets contaminated and this leads to the chemical contamination of drinking water.

Source: EEA/WHO-Europe, 2002.

Conséquences :
Pollution bactérienne

Les éclosions de **fièvre typhoïde**, plus rares et plus localisées, sont plus connues surtout à cause de leurs conséquences sérieuses.

En 1971, 10 % de la population de Bouchette, soit 40 personnes, ont attrapé cette maladie en un mois.

Bactérie E Coli à Walkerton, en Ontario, en 2000
→ 7 morts et plusieurs personnes malades

Conséquences : Pollution toxique

La tragédie de **Minamata,** au Japon :

- En 1957, 30 ans après l'ouverture de l'usine de textiles Chiasso Corporation, qui depuis longtemps rejetait du mercure dans la baie de Minamata, les **PÊCHEURS** qui avaient mangé du poisson contaminé étaient atteints de problèmes de vision, de surdité et de paralysie.
- Cette même année, 100 **ENFANTS** naissaient avec des déformations et des anomalies mentales.

Shannon (Qc) :

- Cancers du sein dus au TCE (trichloro éthylène) en provenance de la base militaire

Source : Une seule terre, un seul monde

Conséquences en Chine

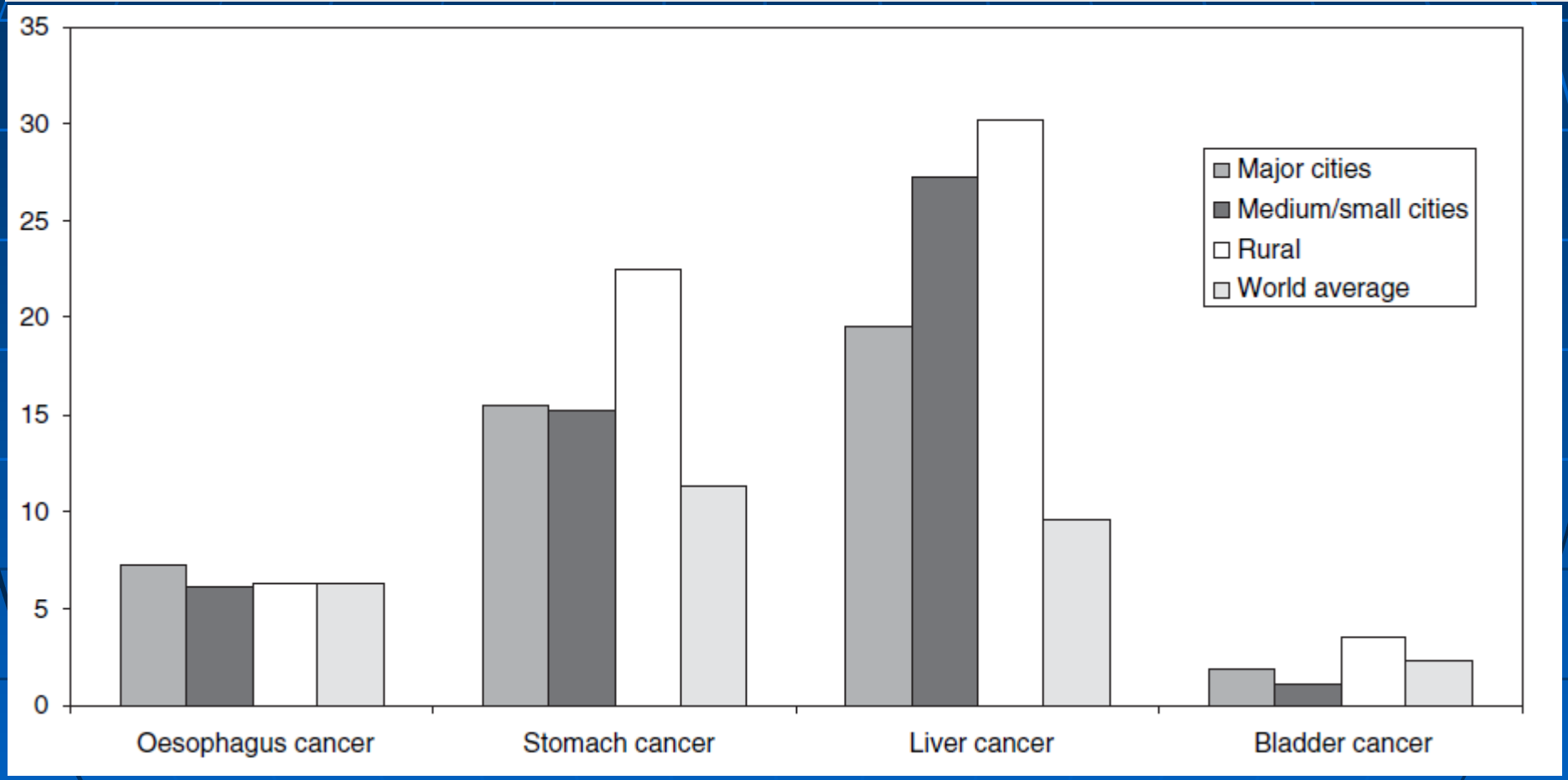
Chaque année, 118 000 morts sont attribuables à des cancers liés à la pollution de l'eau.

Les pertes attribuables aux maladies s'élèvent à un milliard de yuans.

Source : La Presse, 11 octobre 2003

Conséquences en Chine

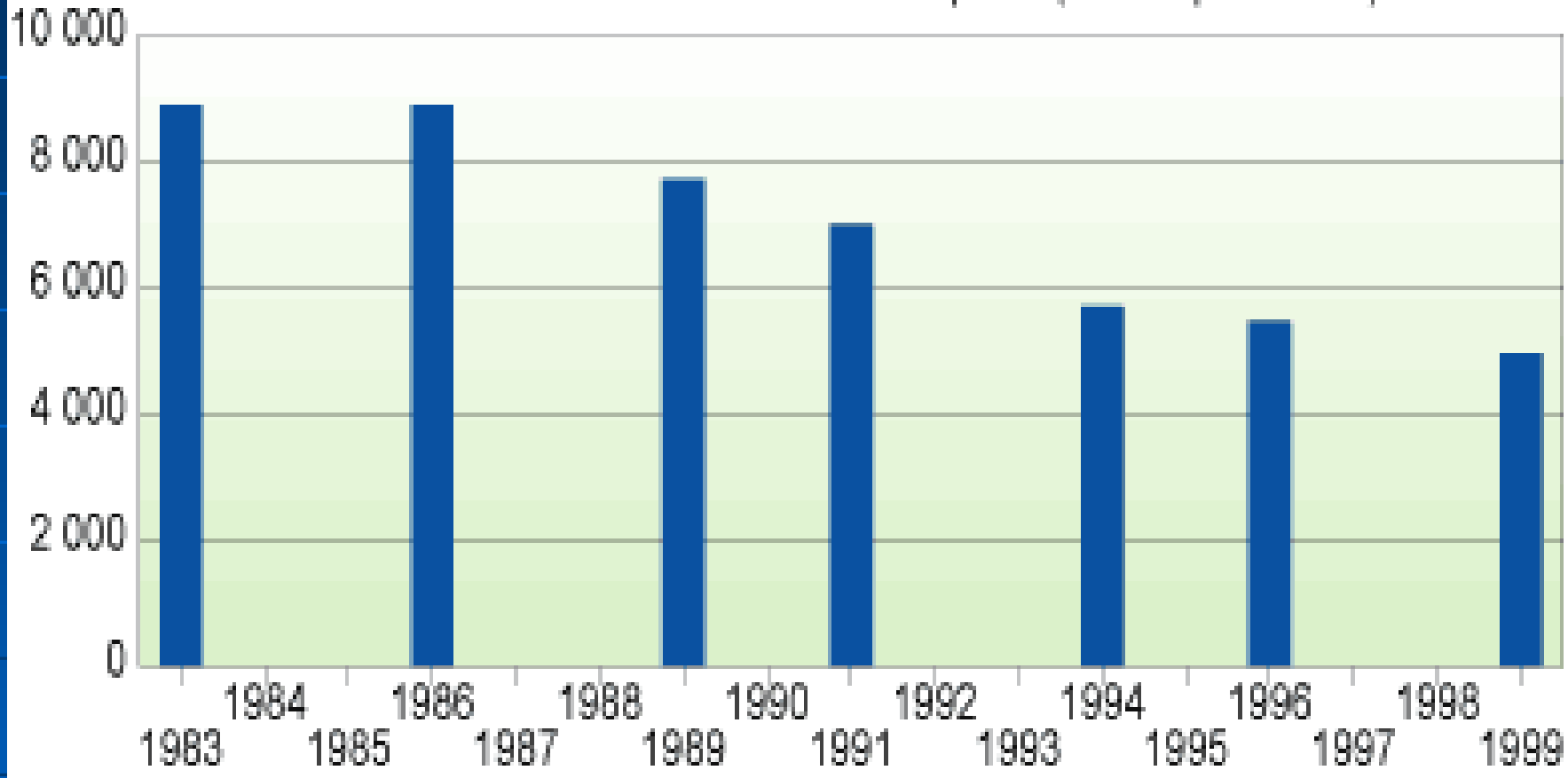
Mortality Rate for Diseases Associated with Water Pollution (1/100,000) in China, 2003 (world averages in 2000)



The World Bank (2007)

Baisse de la charge en phosphore des eaux usées des municipalités.

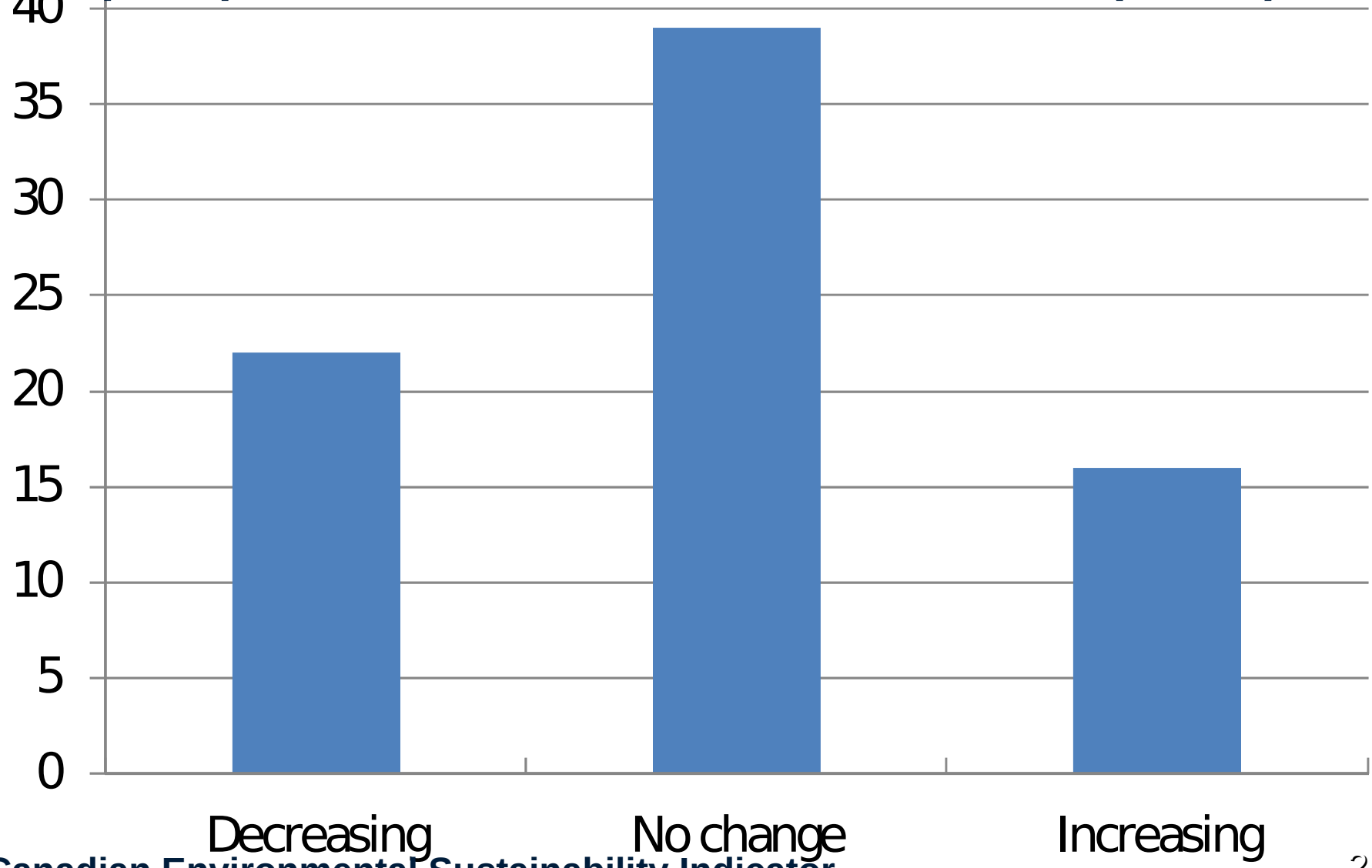
Estimation de la charge totale en phosphore apportée aux eaux canadiennes par les usines de traitement des eaux usées municipales (tonnes par année)



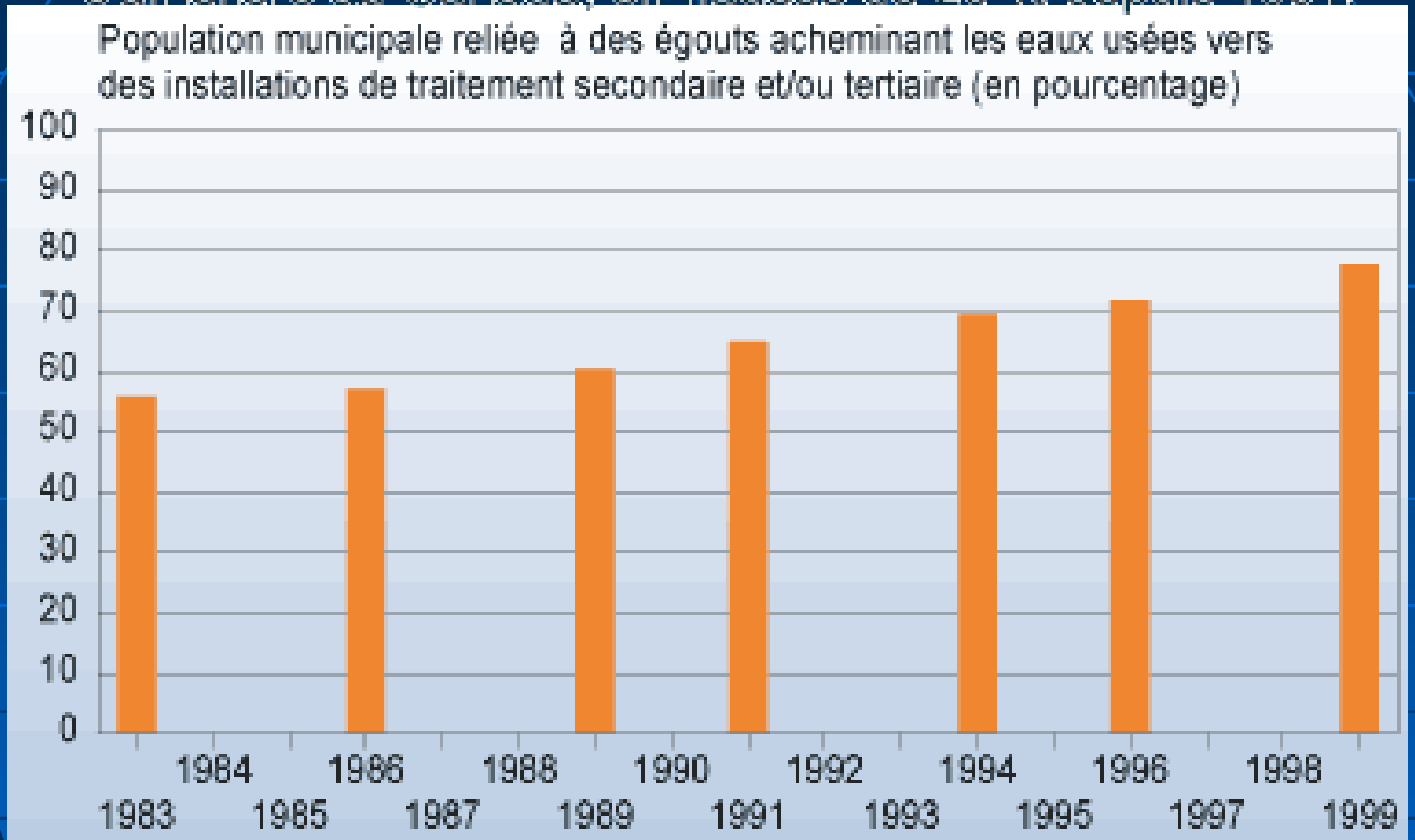
Source des données : Base de données sur l'utilisation de l'eau par les municipalités; Chambers et al., 2001.

Adaptation des données : Bureau national des indicateurs et des rapports environnementaux, Environnement Canada.

Canada - Number of water quality monitoring sites with increasing, decreasing and unchanged phosphorus levels between 1990 and 2006 (n=369)

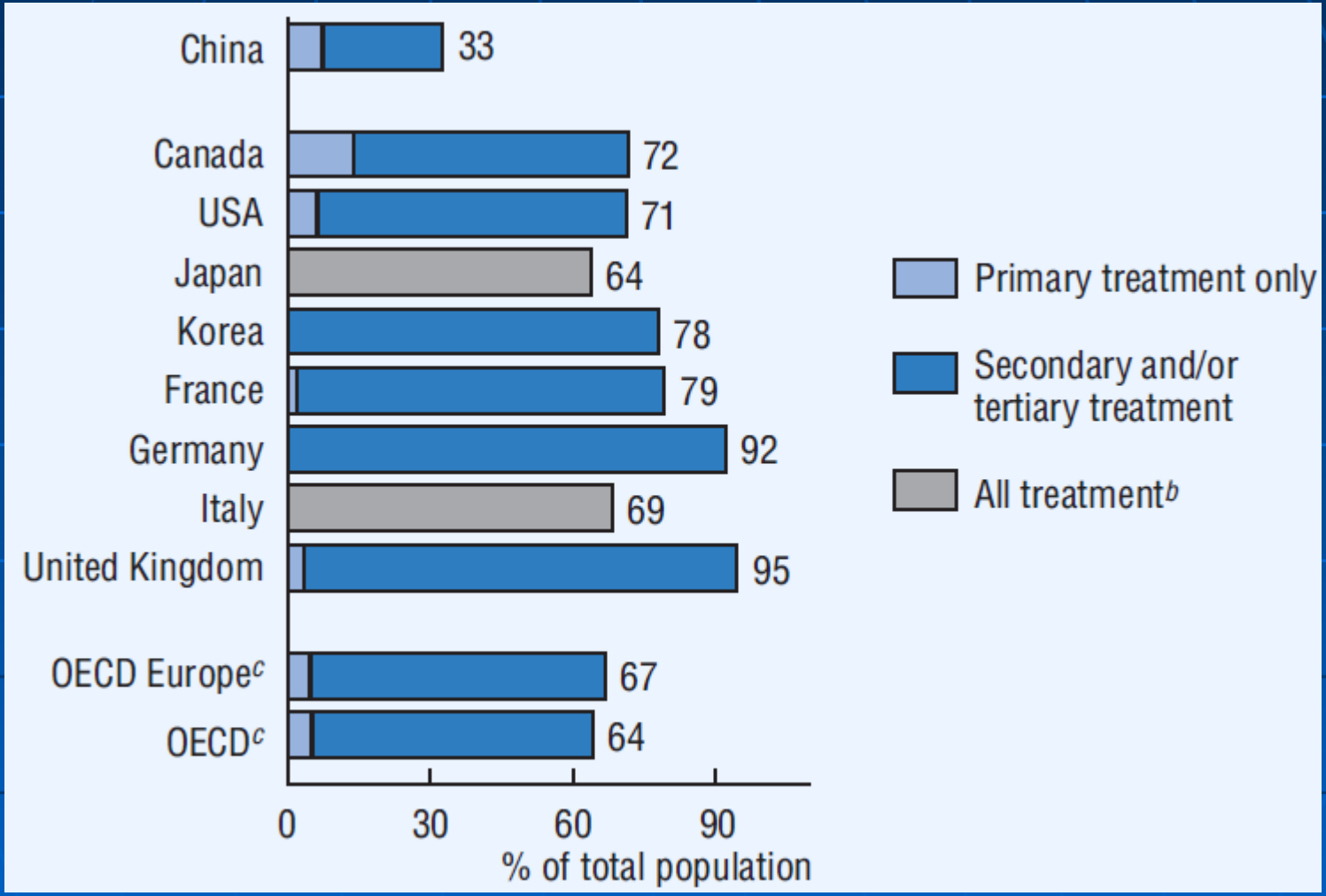


Le traitement des eaux usées par les municipalités s'améliore au Canada, en hausse de 20 % depuis 1991.



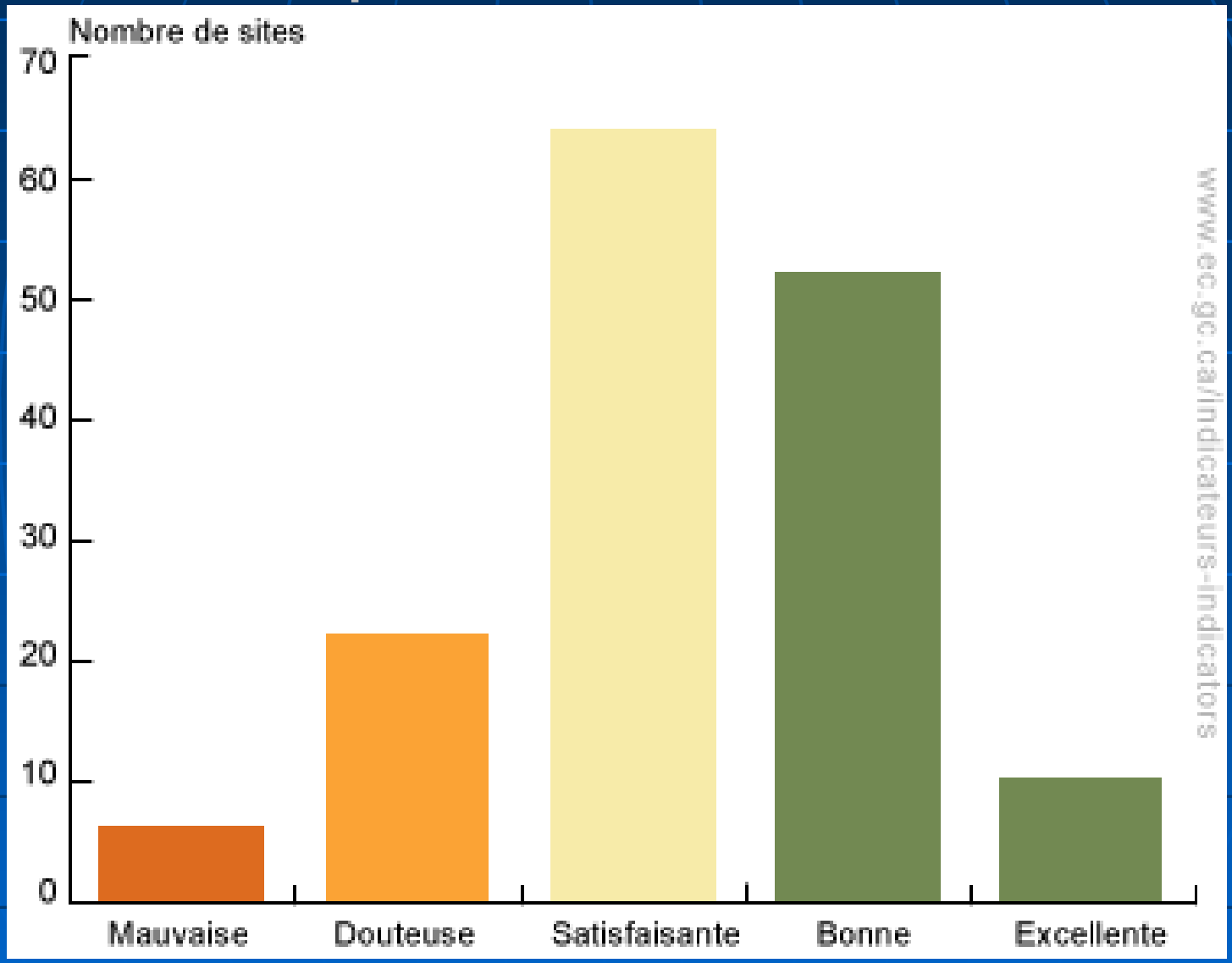
Source des données : Base de données sur l'utilisation de l'eau par les municipalités.
Adaptation des données : Bureau national des indicateurs et des rapports environnementaux, Environnement Canada.

Population connected to public waste water treatment plants, early 2000s



OECD Environmental Performance Reviews – CHINA (2007)

État de la qualité de l'eau 2005-2007

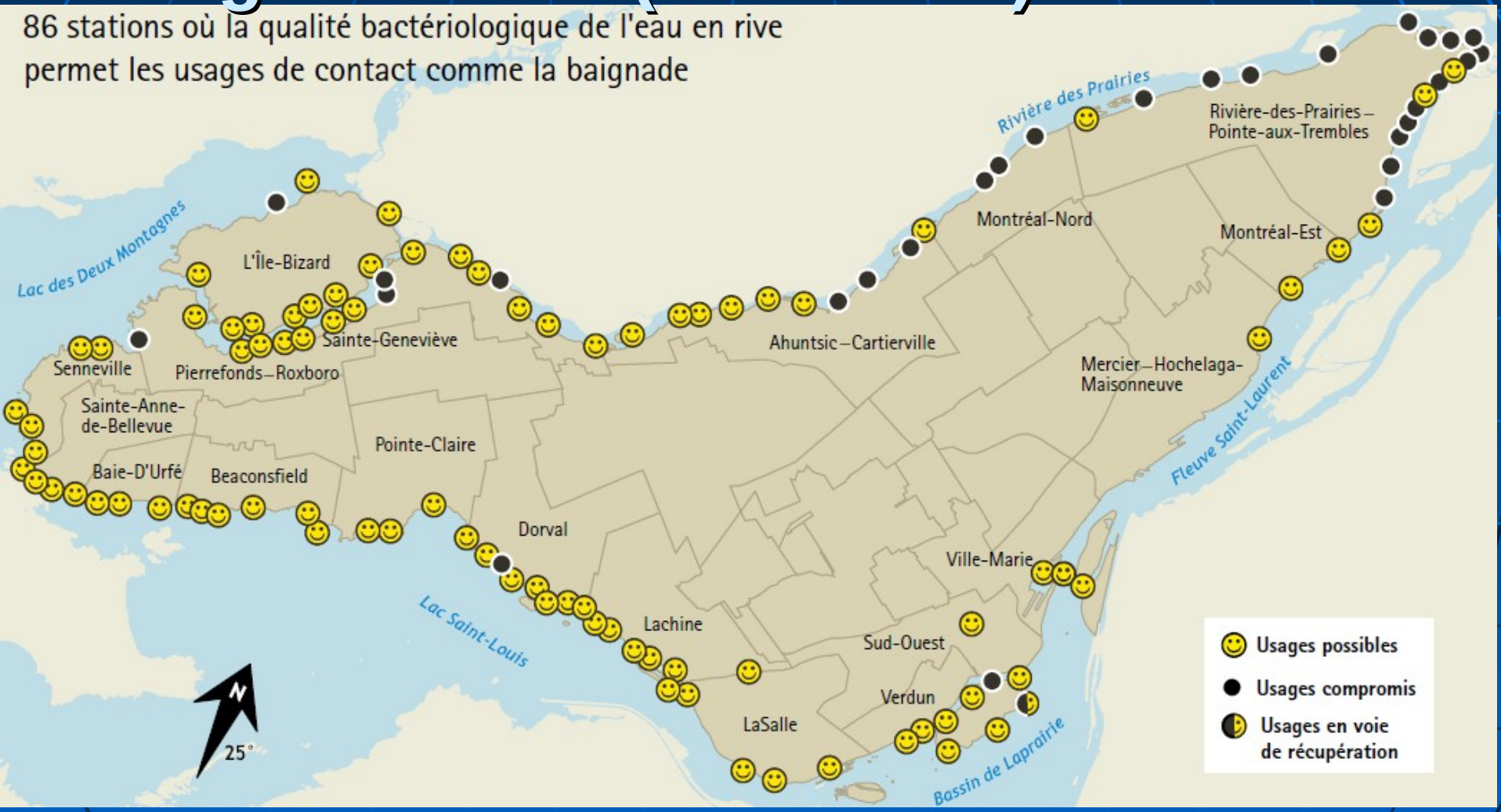


Qualité de l'eau à Montréal

- En 2008, 86 des 116 stations d'échantillonnage le long du fleuve et de la Rivière des Prairies ont maintenu des seuils bactériologiques permettant la baignade tout l'été, la meilleure performance des dix dernières années. La Presse, 13 juin 2008.

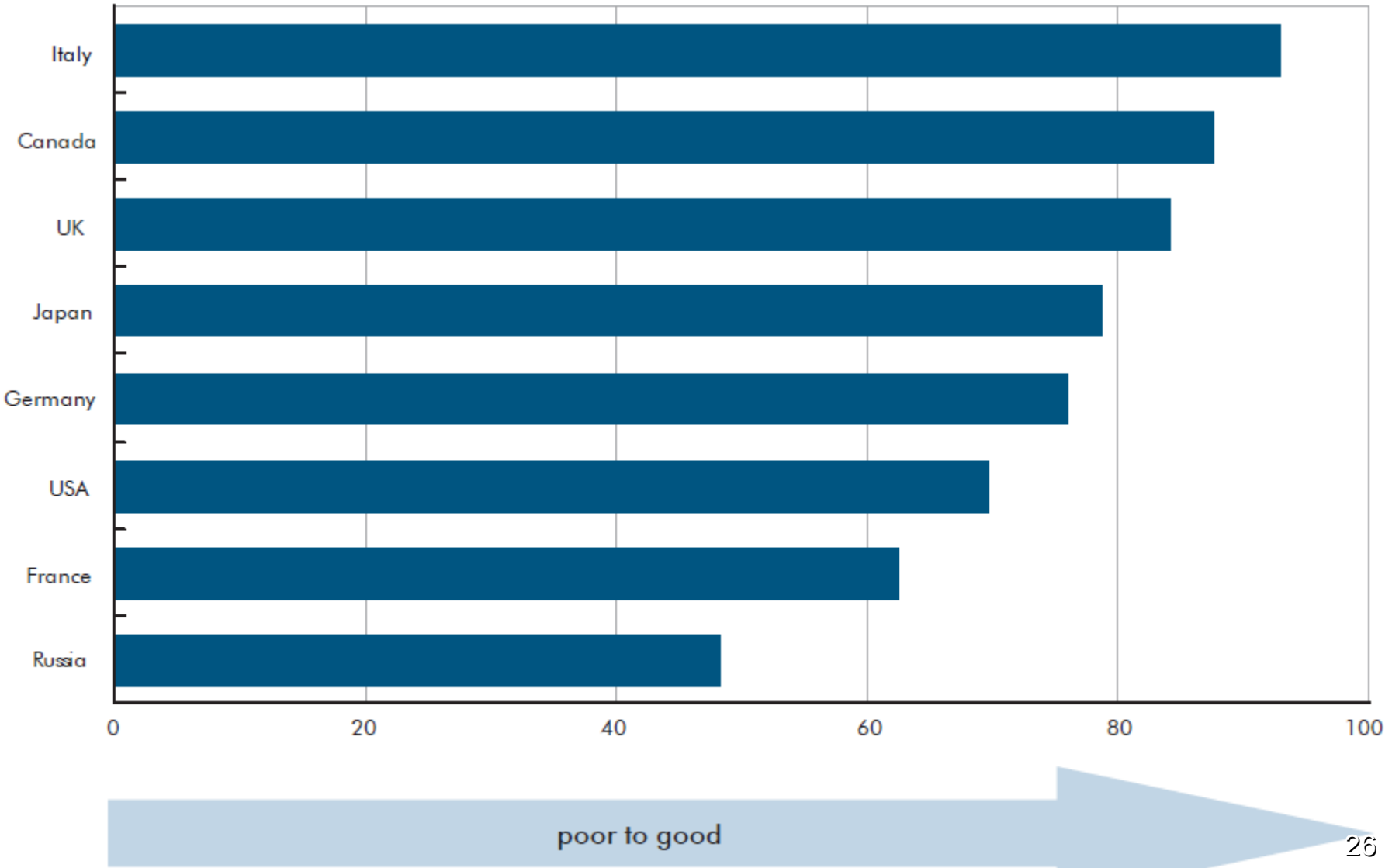
- http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=7237,75397570&_dad=

86 Montreal sites where water is good enough to swim (out of 116)



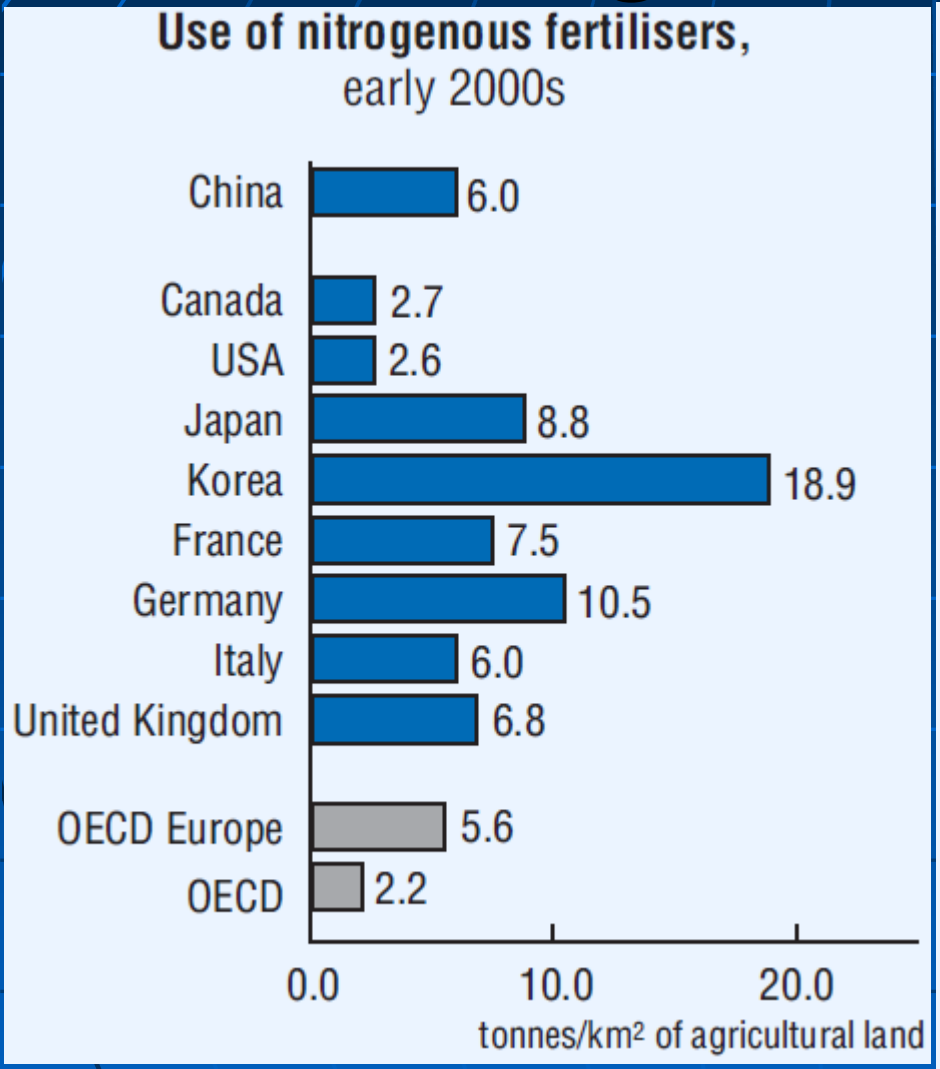
Qualité de l'eau à Montréal. Rapport annuel 2008, Ville de Montréal

Water quality rankings of selected industrialized countries, taken from the Environmental Performance Index



Canadian Environmental Sustainability Indicators - 2008 Highlights

Secteur agricole



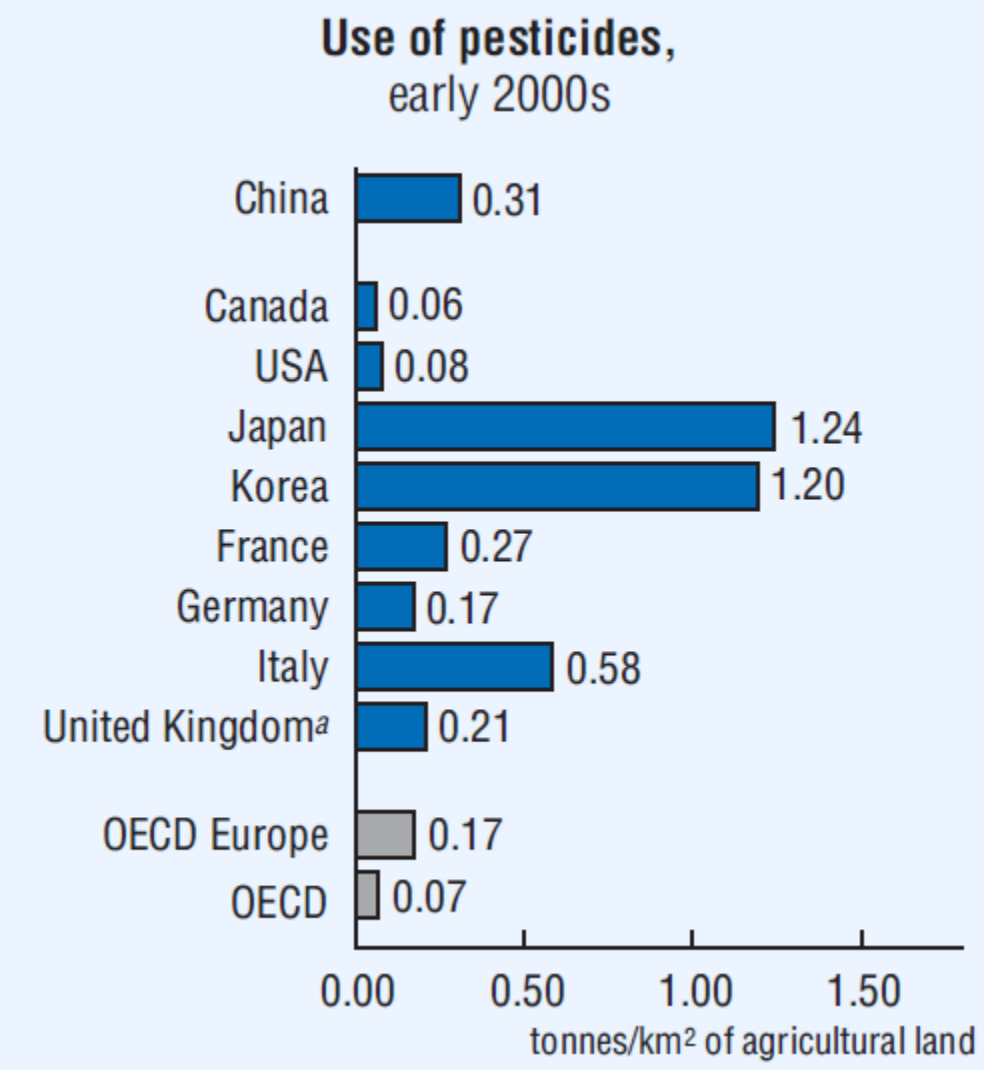
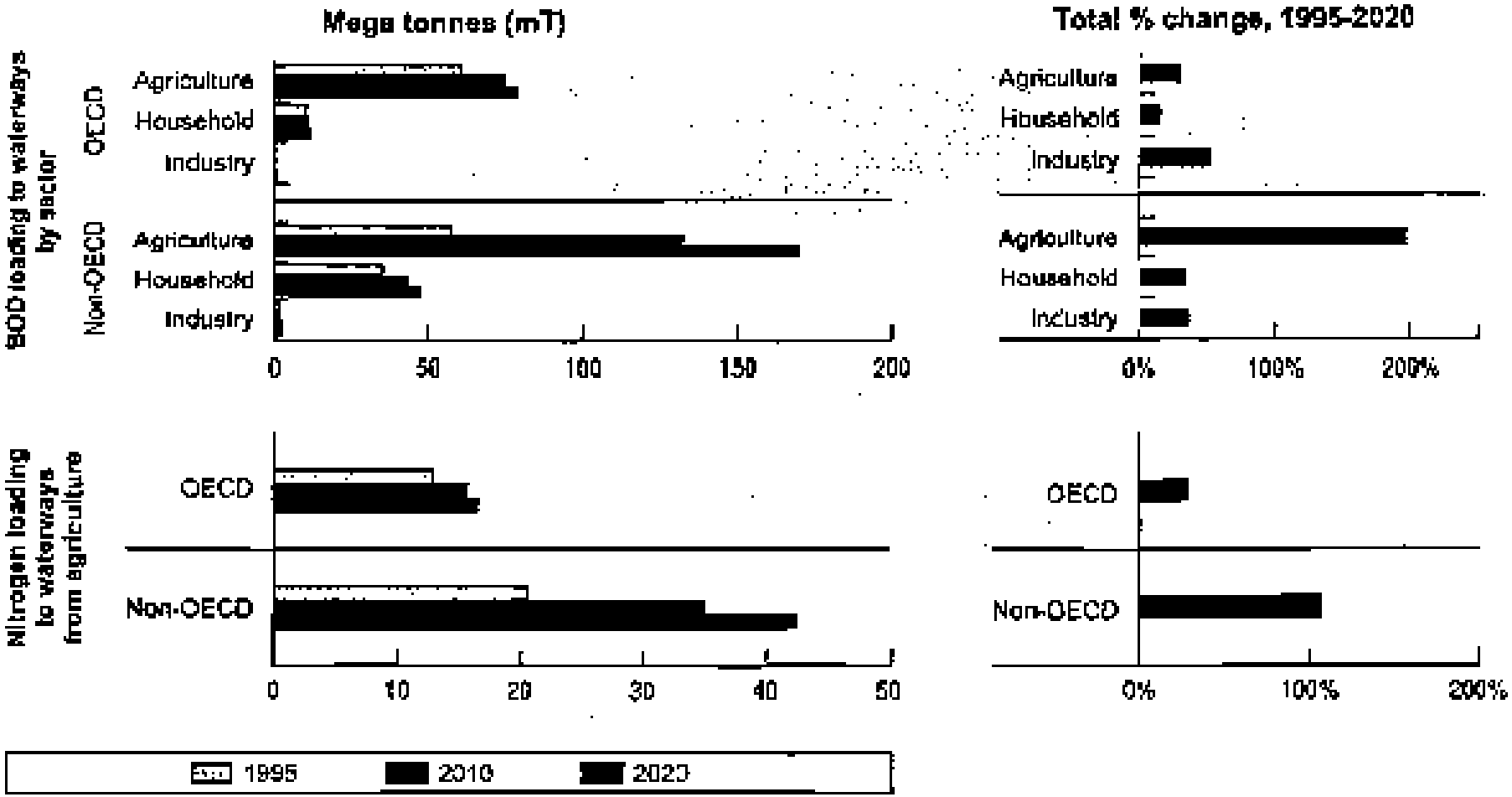


Figure 8.3. Emissions of water pollutants by sector, 1995-2020

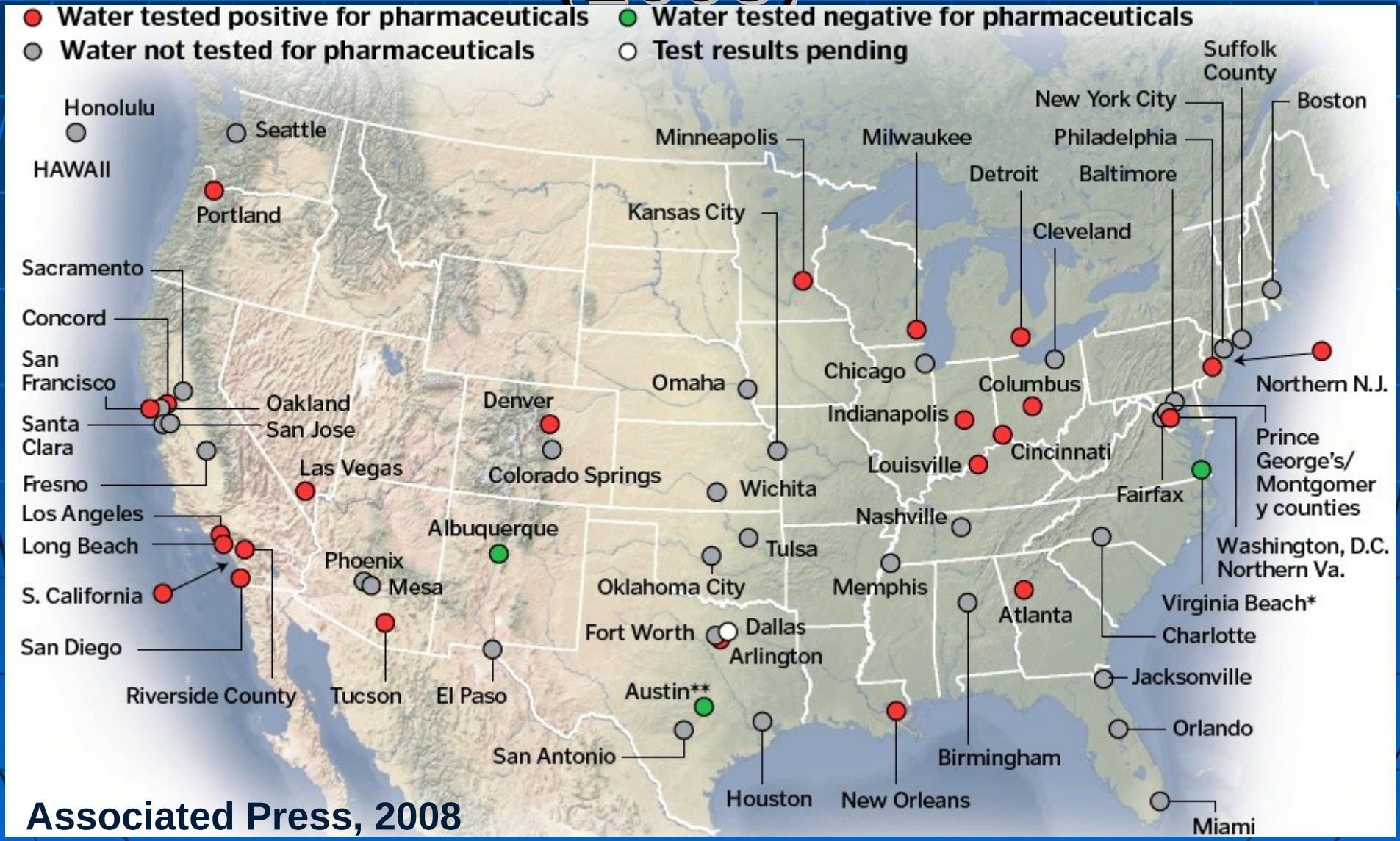


Source: Reference Scenario.

TENDANCES – NOUVELLES SUBSTANCES ET EFFETS INCONNUS

- http://www.youtube.com/watch?v=-LBTNuWLmJM
- La moitié des médicaments que nous consommons est rejetée par nos urines
- Les systèmes de traitement des eaux usées ne captent que 20 % de cela
- Les nanoparticules utilisées par les nanotechnologies sont si petites qu'elles peuvent être absorbées par les cellules des poissons et changer leur code génétique.
  - Source: La Presse 22 Septembre, 2007

Pharmaceuticals in drinking water (2008)



Associated Press, 2008

Usine de désinfection

- Montréal
  - Construction de la plus grande usine de désinfection des eaux usées à l'ozone au monde pour traiter les concentrations dangereuses de virus, bactéries ainsi que de résidus de médicaments qui ne sont pas traités par le procédé d'épuration des matières solides.
  - Fonctionnelle en 2013

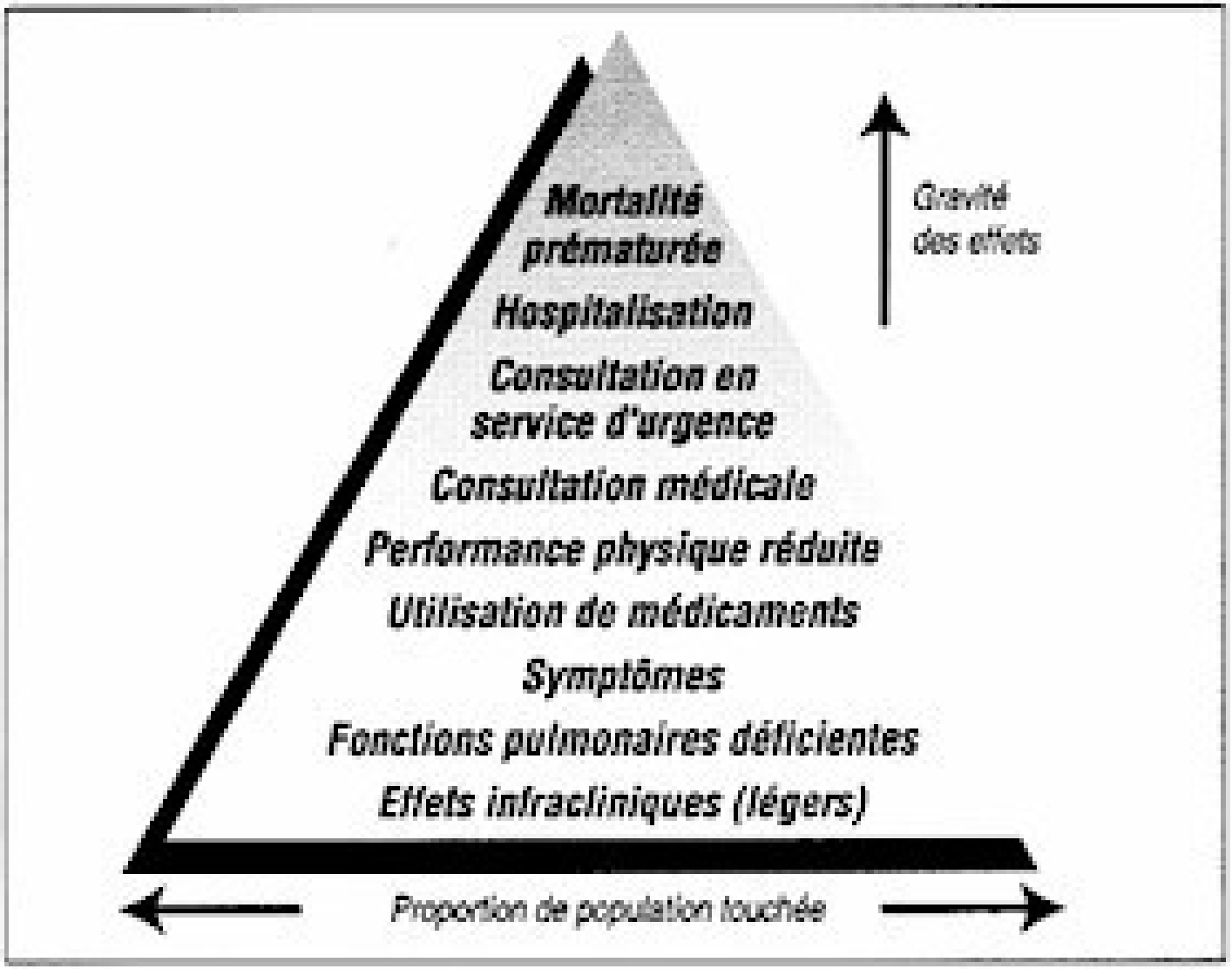
La Presse 9 juillet 2009

Atmospheric pollutants

Primary pollutants	Sources	Duration
Carbon monoxide CO CO is an unstable gas (acute toxicity) which converts rapidly to CO_2	Automobiles, any combustion	Hours
Volatile organic compounds VOC Benzene, toluene, aldehyde, terpene. Several carcinogens, including polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)	Transportation; refineries; wood heating = 35 different VOCs	Hours
Nitrogen oxides NO and NO_2 (or NO_x) Transportation : NO_x comes from a combination of nitrogen and oxygen in the air in heat and pressure conditions of motors. Moderately toxic gas : abundant in houses when there is combustion	Transportation; any combustion generates NO_x; nitrogen present in coal, which increases its emissions	Hours and days
Sulphur dioxide SO_2 Present in fossil fuels and mineral ore. Moderately toxic; it can cause direct damage to vegetation	Metal foundries, combustion of coal/petroleum, extraction of natural gas	Days
Particulates and soot Tiny particles are not filtered out by the bronchi and can "carry" other pollutants	Diesel, wood combustion. Diesel engines emit 50 times as many particulates as gasoline engines.	Days and months
Methane CH_4 Greenhouse gas 21 times as potent as CO_2 (over a 100-year period). Comes from degradation of organic matter in absence of oxygen. Natural gas has 95% CH_4 content	Livestock, rice fields (paddies), landfill sites, extraction of natural gas and coal, fugitive emissions from gas grid	15 years
Carbon dioxide **Or carbonic anhydride or carbonic acid gas CO_2** Greenhouse gas. Produced by breathing, it is obviously non-toxic.	Any fossil fuel, destruction of forests	100 years
CFC and HCFC Substances specifically designed to be persistent	Foams, aerosols, solvents, refrigerators, air conditioners	Centuries

5 principaux polluants de l'air (Big Five !)

- Oxydes d'azote (NO_x)
- Oxydes de souffre (SO_x)
- Particules en suspension (PM)
- Monoxyde de carbone (CO)
- Composés organiques volatiles (COV)



Pyramide des effets de la pollution sur la santé

Table 13.3. **Health effects associated with selected air pollutants**

Pollutant	Short-term effects	Long-term effects
PM	• Increase in mortality • Increase in hospital admissions • Exacerbation of symptoms and increased use of therapy in asthma • Cardiovascular effects • Lung inflammatory reactions	• Increase in lower respiratory symptoms • Reduction in lung function in children and adults • Increase in chronic obstructive pulmonary disease • Increase in cardiopulmonary mortality and lung cancer • Diabetes effects • Increased risk for myocardial infarction • Endothelial and vascular dysfunction • Development of atherosclerosis
O_3	• Increase in mortality • Increase in hospital admissions • Effects on pulmonary function • Lung inflammatory reactions • Respiratory symptoms • Cardiovascular system effects	• Reduced lung function • Development of atherosclerosis • Development of asthma • Reduction in life expectancy
NO_2	• Effects on pulmonary structure and function (asthmatics) • Increase in allergic inflammatory reactions • Increase in hospital admissions • Increase in mortality	• Reduction in lung function • Increased probability of respiratory symptoms • Reproductive effects

Source: Adapted from WHO, 2004; 2006.

La pollution de l'air et maladies respiratoires

Prévalence de l'**asthme** augmente de 50 % à chaque décennie (Société Canadienne de l'asthme, 2005)

Un rapport américain révélait que les cas d'asthme ont presque triplé, passant de 6,8 millions en 1980 à 17,3 millions en 1999 (LP, mai 2002)

L'**emphysème** (ou bronchite chronique) cause deux fois plus de morts à la ville qu'à la campagne.

http://www.paperblog.fr/1340309/bronchite-chronique-et-

CONSÉQUENCES

Une étude confirme le lien entre la pollution particulaire de l'air et la mortalité

Dans les villes concernées, les concentrations quotidiennes de fines particules allaient de 20 à 50 microgrammes par mètre cube d'air. L'étude dans le *New England Journal of Medicine* démontre que, sur une journée, une hausse de 10 microgrammes par mètre cube d'air augmente la mortalité de 0,5 %.

Source: La Presse, le 14 décembre 2004

Lien établi entre pollution et cancer du sein

- Une étude de chercheurs montréalais publiée dans la revue *Environmental Health Perspectives* a montré que l'incidence du cancer du sein était nettement supérieure dans les zones où la pollution atmosphérique due au dioxyde d'azote NO_2 est élevée.
- Source: Métro 7 octobre 2010

Sao Paulo, là où l'air est dangereux

Huit personnes meurent chaque jour à cause de pollution atmosphérique grave.

Pendant les jours de pollution grave, les admissions augmentent de 10 % à l'institut de cardiologie de l'hôpital Das Clinicas.

La probabilité d'avoir un cancer du poumon y est plus élevée de 10 % qu'ailleurs.

La Presse, janvier 2006

Conséquences

Dans un rapport qui a eu une influence sur la conversion des dirigeants chinois aux vertus du contrôle de la pollution, la Banque mondiale a estimé que, à la fin des années 1990, la **Chine a perdu entre 3,5 et 7,7 % de son potentiel** de production économique à cause de problèmes liés à sa main d'oeuvre (43 % attribuables à la pollution de l'air et 56 % à la pollution de l'eau).

Coût estimé à travers la santé (absentéisme), coût de la dépollution

Étude du MIT: La ville de **Mexico pourrait récolter des bénéfices de quelque 2 milliards** de dollars annuellement si les dirigeants réduisaient les concentrations de particules en suspension dans l'air de 10 %.

Source : The Economist, le 11 mai 2002

PLUIES ACIDES

Principaux GAZ

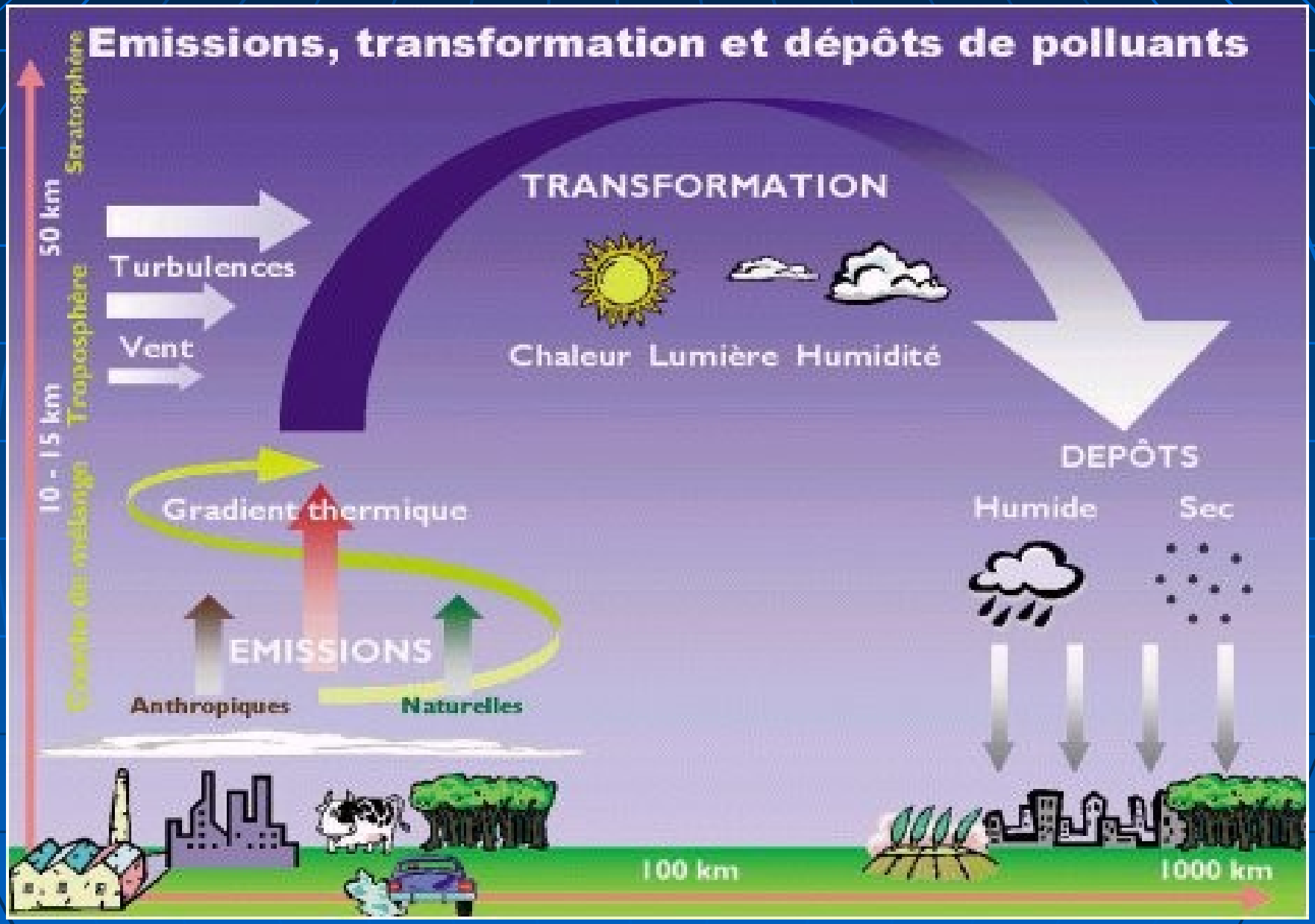
SO_2 : dioxyde de soufre

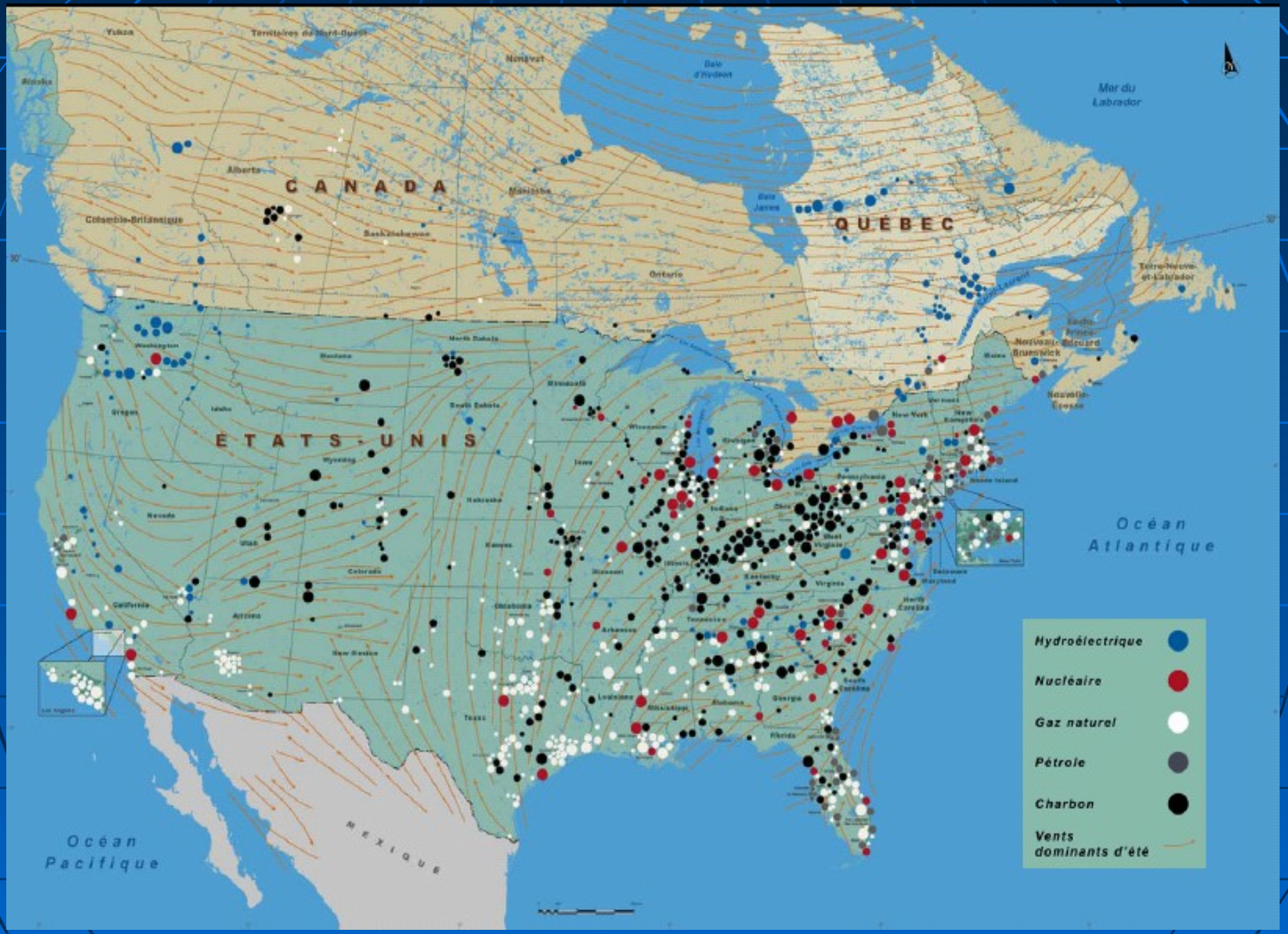
Source : fonderies, combustion de charbon, de mazout et de diesel, extraction de gaz naturel

NO_x : Oxydes d'azote

Source : principalement les transports, toute forme de combustion

Valeur de PH inférieure à 5,6

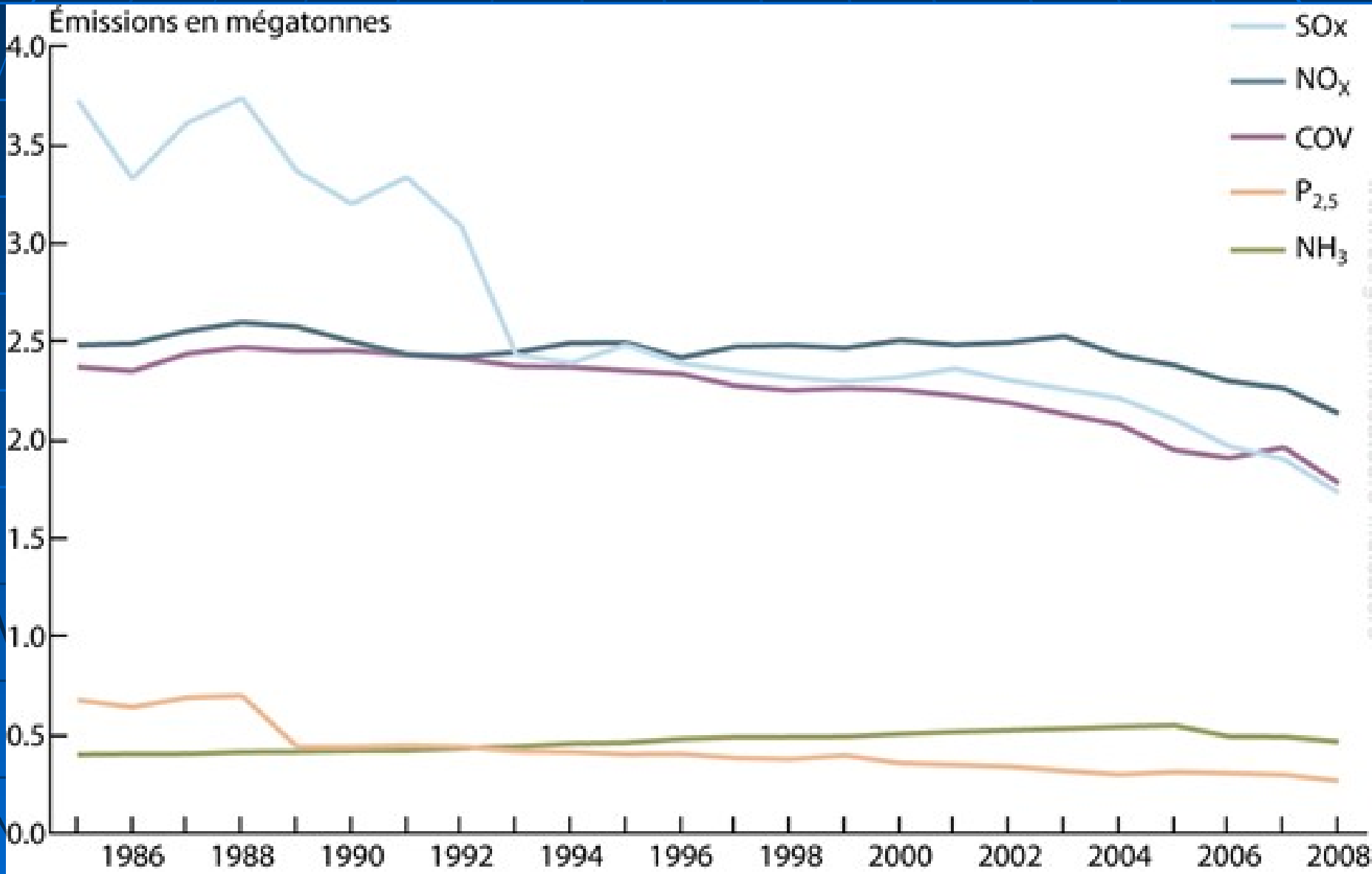

Emissions, transformation et dépôts de polluants
Stratosphère
50 km
Troposphère
10 - 15 km
Couche de mélange
Turbulences
Vent
TRANSFORMATION
Chaleur Lumière Humidité
DEPÔTS
Humide
Sec
Gradient thermique
EMISSIONS
Anthropiques
Naturelles
100 km
1000 km


CANADA
QUÉBEC
ÉTATS-UNIS
MEXIQUE
Océan Pacifique
Océan Atlantique
Mer du Labrador
Baie d'Hudson
Baie James
Yukon
Territoires du Nord-Ouest
Nunavut
Alberta
Manitoba
Saskatchewan
Ontario
Terre-Neuve-et-Labrador
Nouveau-Brunswick
Nouvelle-Écosse
Hydroélectrique
Nucléaire
Gaz naturel
Pétrole
Charbon
Vents dominants d'été

Conséquences des pluies acides

- Acidification des lacs et du sol
- Mort des poissons
- Ralentissement du taux de croissance des arbres et des cultures
- Détérioration des structures métalliques

Tendances Canada



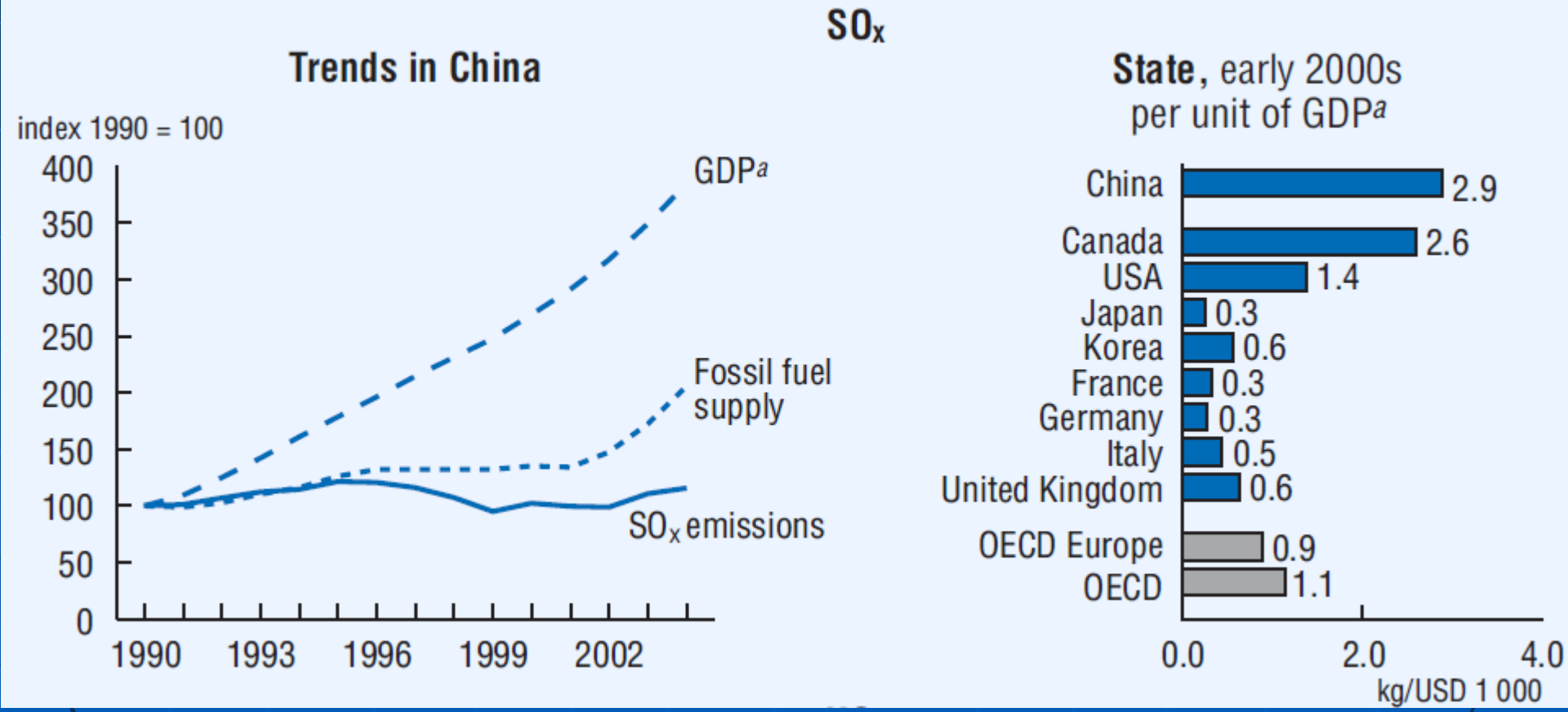
Pluies acides : Tendances

- Est du Canada
  - en 2010, après la mise en oeuvre de programmes de réduction, 800 000 km2 dépasseront encore les taux critiques de 8 à 20 kg de sulfates/ha/année

    Source : Gagnon (2008)
- En Chine
  - les pluies acides amènent des pertes de plus de 13,3 milliards de dollars par année, selon des experts chinois. En tout, 30 % du territoire chinois est en proie aux pluies acides.

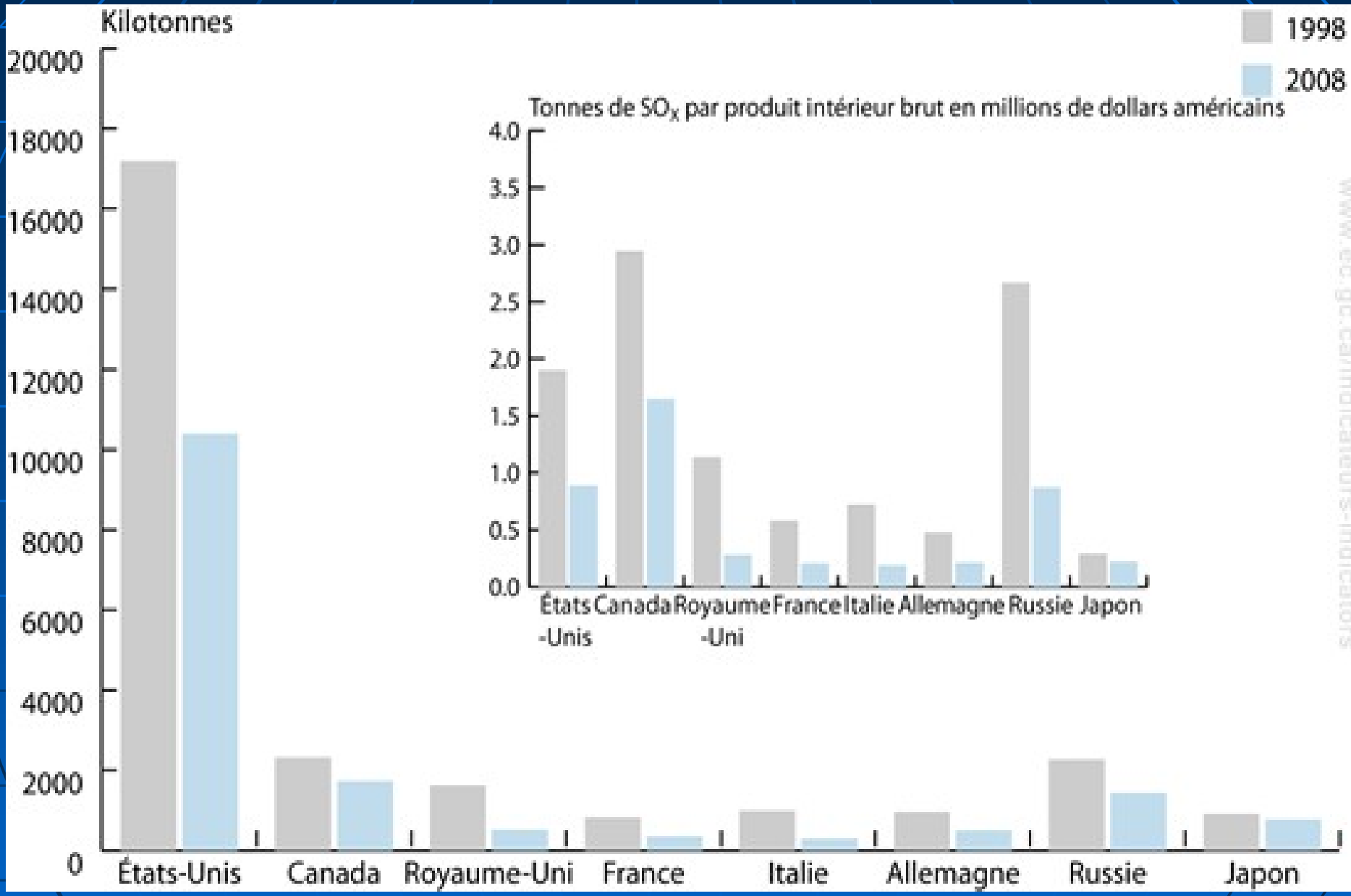
    Source : La Presse, le 11 octobre 2003
- Scandinavie
  - Polluée par les pays d'Europe de l'est

Sulphur dioxide emissions in China

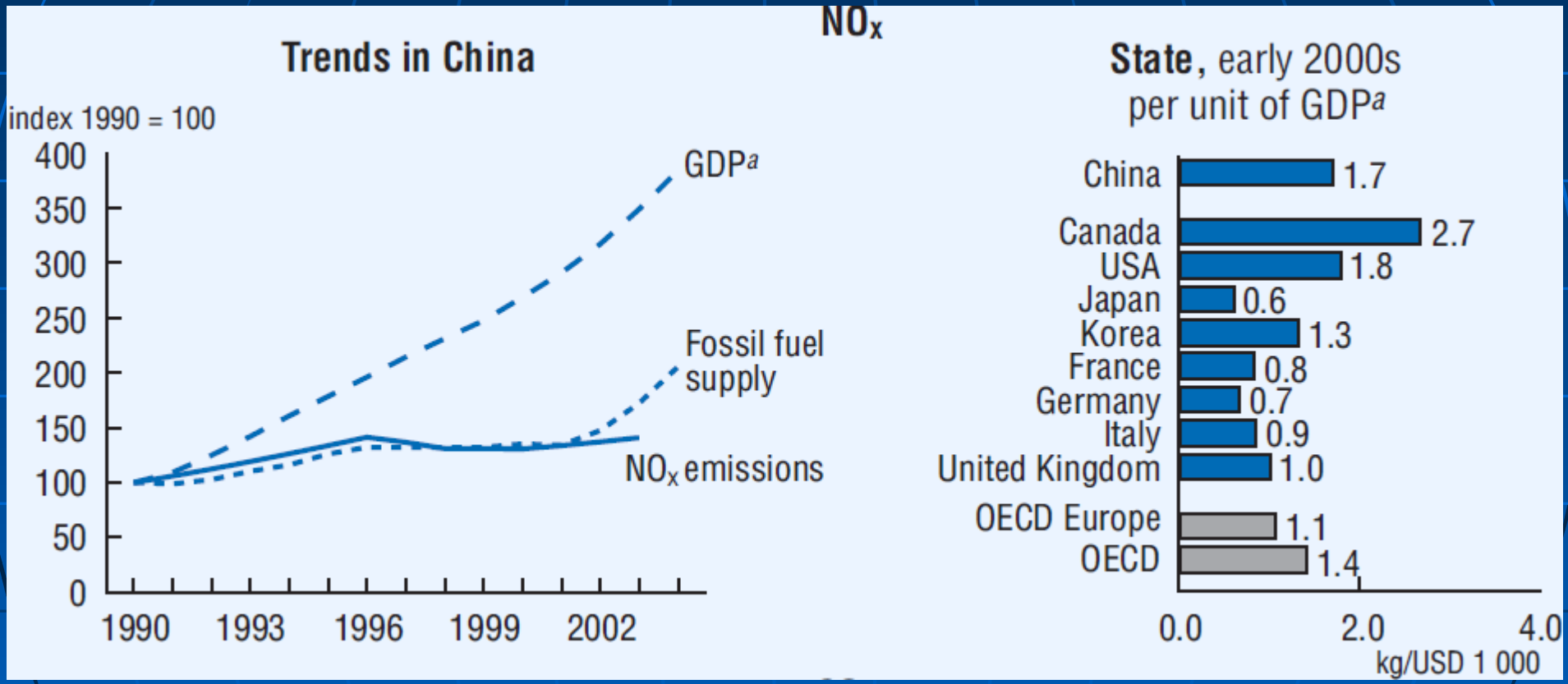


Phénomène de découplage entre activité économique et émissions polluantes

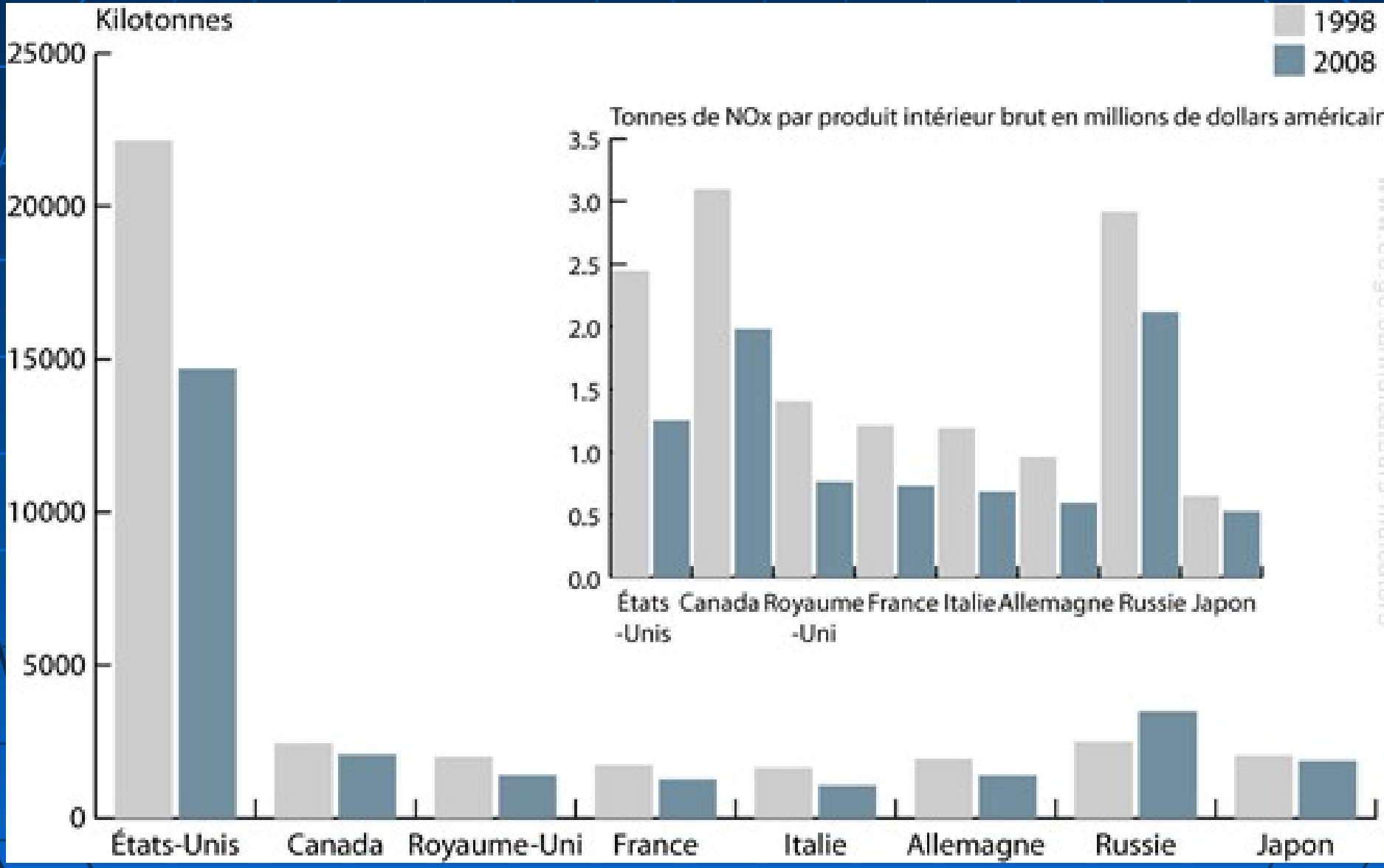
OECD Environmental Performance Reviews – CHINA (2007)


Kilotonnes
1998
2008
20000
18000
16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
États-Unis
Canada
Royaume-Uni
France
Italie
Allemagne
Russie
Japon
Tonnes de SO_x par produit intérieur brut en millions de dollars américains
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
États-Unis
Canada
Royaume-Uni
France
Italie
Allemagne
Russie
Japon

Nitrogen oxide emissions in China



OECD Environmental Performance Reviews – CHINA (2007)


Kilotonnes
1998
2008
25000
20000
15000
10000
5000
0
États-Unis
Canada
Royaume-Uni
France
Italie
Allemagne
Russie
Japon
Tonnes de NOx par produit intérieur brut en millions de dollars américains
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
États -Unis
Canada
Royaume -Uni
France
Italie
Allemagne
Russie
Japon
www.ec.gc.ca/indicateurs-indicators

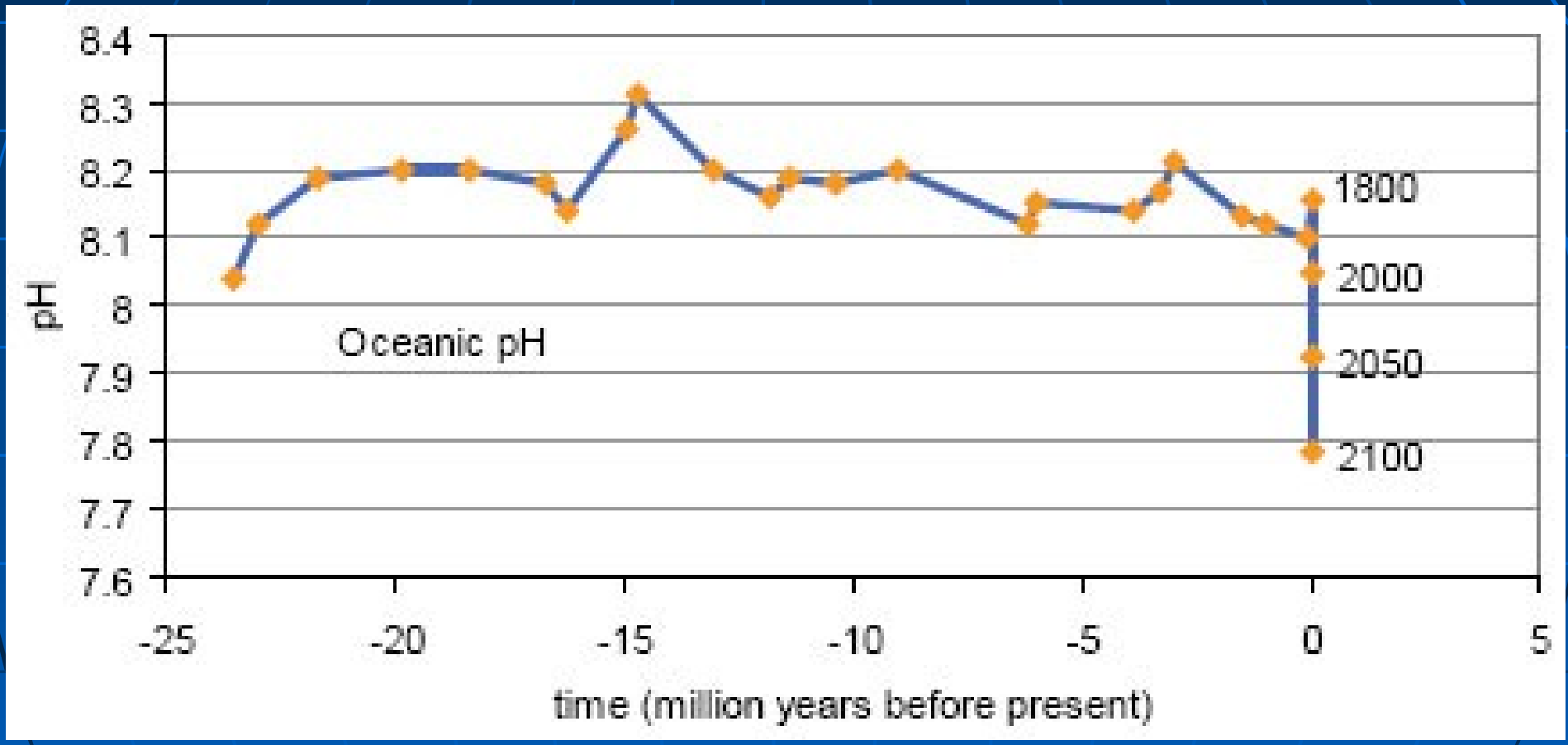
Tendances mondiales

- Quelque 150 scientifiques de renom viennent de signer la **Déclaration de Monaco:**

  Les océans s'acidifient à grande vitesse (+ 30 % depuis le 18ème siècle) et leur capacité d'absorption de CO_2 diminue rapidement.

- Contribution au réchauffement climatique

Ocean Acidification



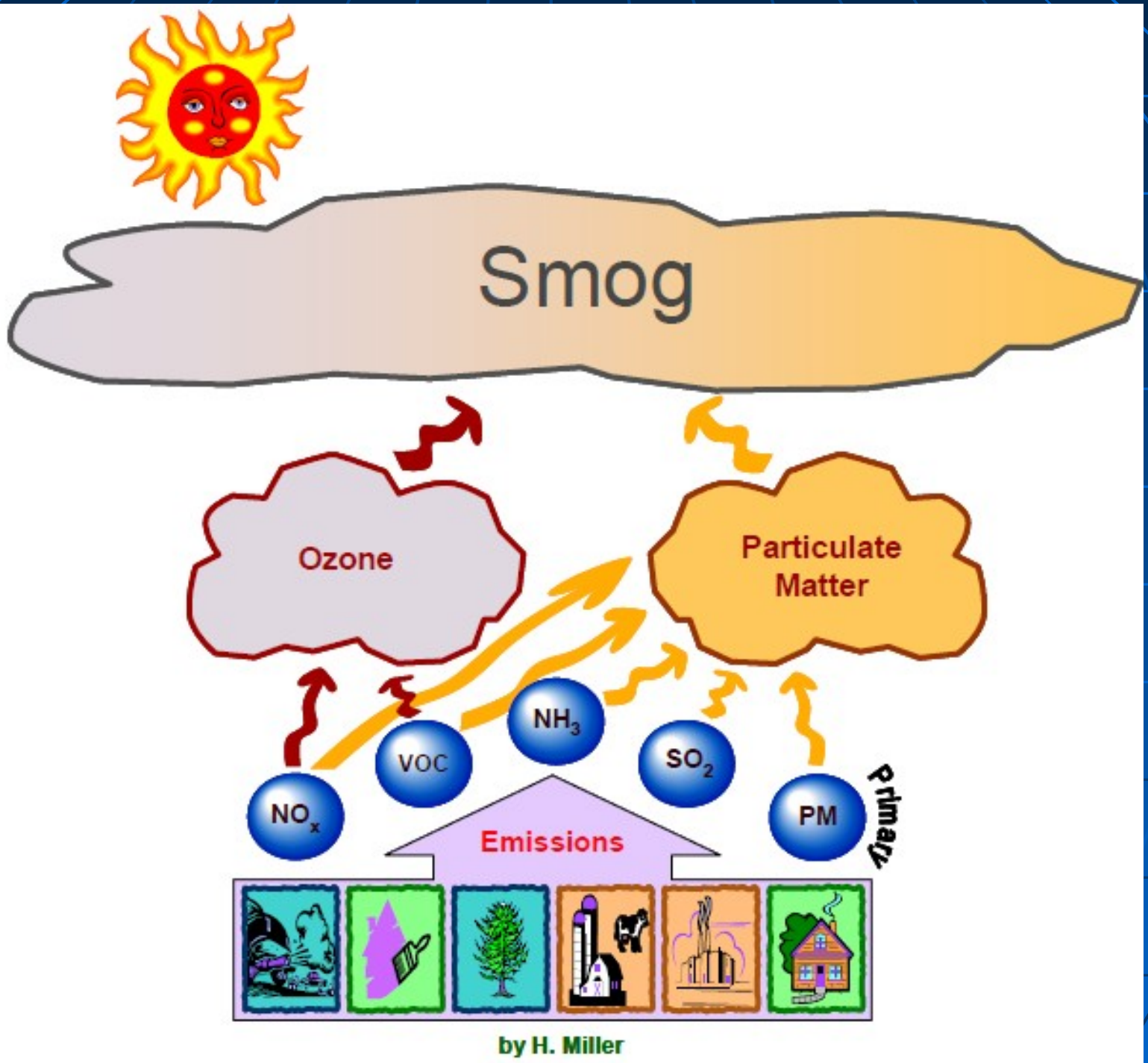
"Ocean acidification is rapid, but recovery will be slow" – Monaco Declaration, Oct. 2008 (155 scientists from 26 countries)

Smog: Définition générale

Le *smog* est une brume jaunâtre, provenant d'un mélange de polluants atmosphériques qui limite la visibilité dans l'atmosphère.

Il est constitué surtout de particules fines et d'ozone.

L'été, il est en grande partie constitué d'ozone et de particules fines, alors que l'hiver ce sont surtout ces dernières qui le caractérisent.


Smog
Ozone
Particulate Matter
NH3
VOC
SO2
NOx
PM
Primary
Emissions
by H. Miller

Smog d’été - Smog d’hiver

Smog photochimique : formation d’ozone dans l’atmosphère inférieure (troposphère) et formation d’autres polluants toxiques ou cancérogènes dans des conditions de chaleur, de soleil, d’absence de vent et de haute pression.

Obtenus au sol avec des conditions particulières.

Gaz précurseurs :

NOx: oxydes d’azote

COV: composés organiques volatils

Smog d’hiver surtout dû aux particules fines venant à 50 % du chauffage au bois (Montréal)

Des lignes qui tuent

Chaque année, le ministère des Transports du Québec doit repeindre 69 000 km de lignes blanches sur les routes.

Il utilise 3 millions de litres de peinture à l'huile, qui contiennent des solvants. Une partie s'évapore quand la peinture est appliquée, ce qui libère 1,2 million de kg de COV.

Source : L'Actualité, avril 2004

Conséquences

- Villes polluées : Mexico, Grenoble (dans une cuvette)
- En octobre 1948, à Donora, une petite ville de 12 000 habitants près de Pittsburgh, aux États-Unis, le smog acide tuait 20 personnes.
- À Londres, le smog tuait en 1952, 1956, 1957 et 1962 environ 6 500 londoniens.

Source : Dossier pollution

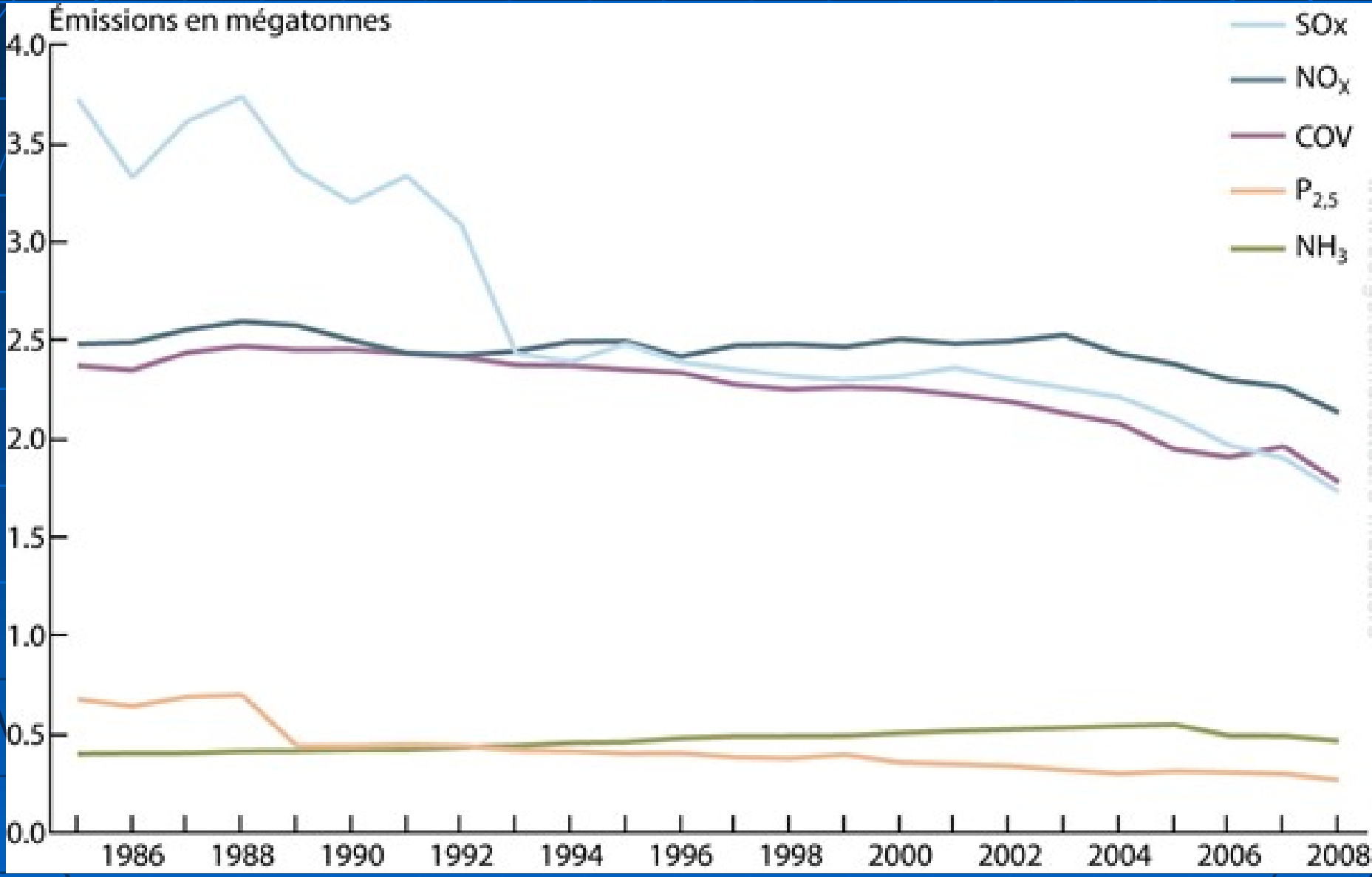
L’ozone tue des milliers de personnes

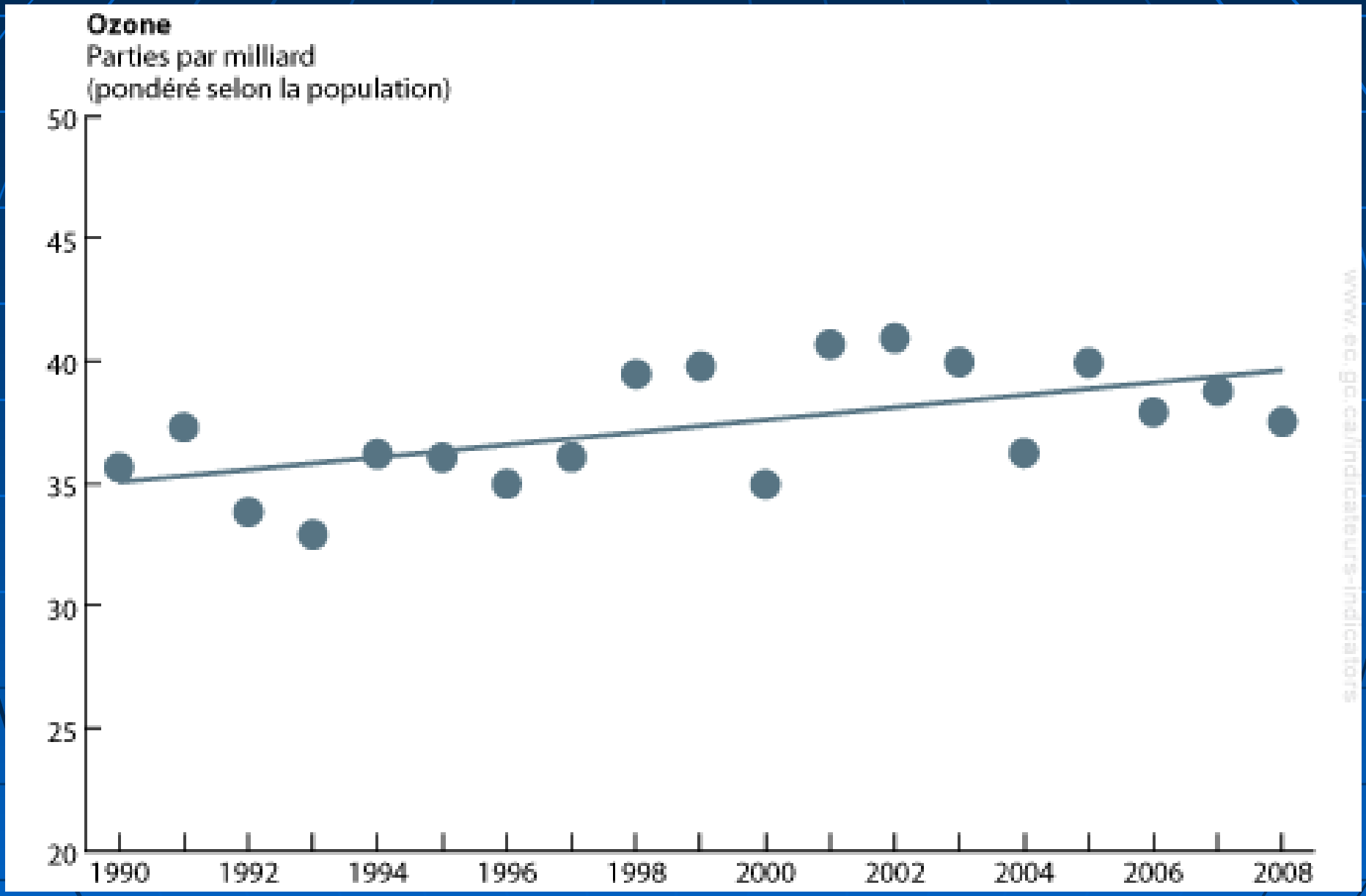
M. Bell, biologiste à l’Université Yale, a récemment mené une étude épidémiologique sur l’impact de l’ozone (*Journal of the American Medical Association)* :

«L’étendue de l’effet nous a surpris. Le taux de mortalité augmente de 0,5 % pour une journée en particulier si le niveau d’ozone était élevé la semaine précédente. »

Pour mener son étude, il a examiné les données sur l’ozone et la mortalité de 95 comtés américains entre 1987 et 2000.

Source : La Presse, le 18 novembre 2004

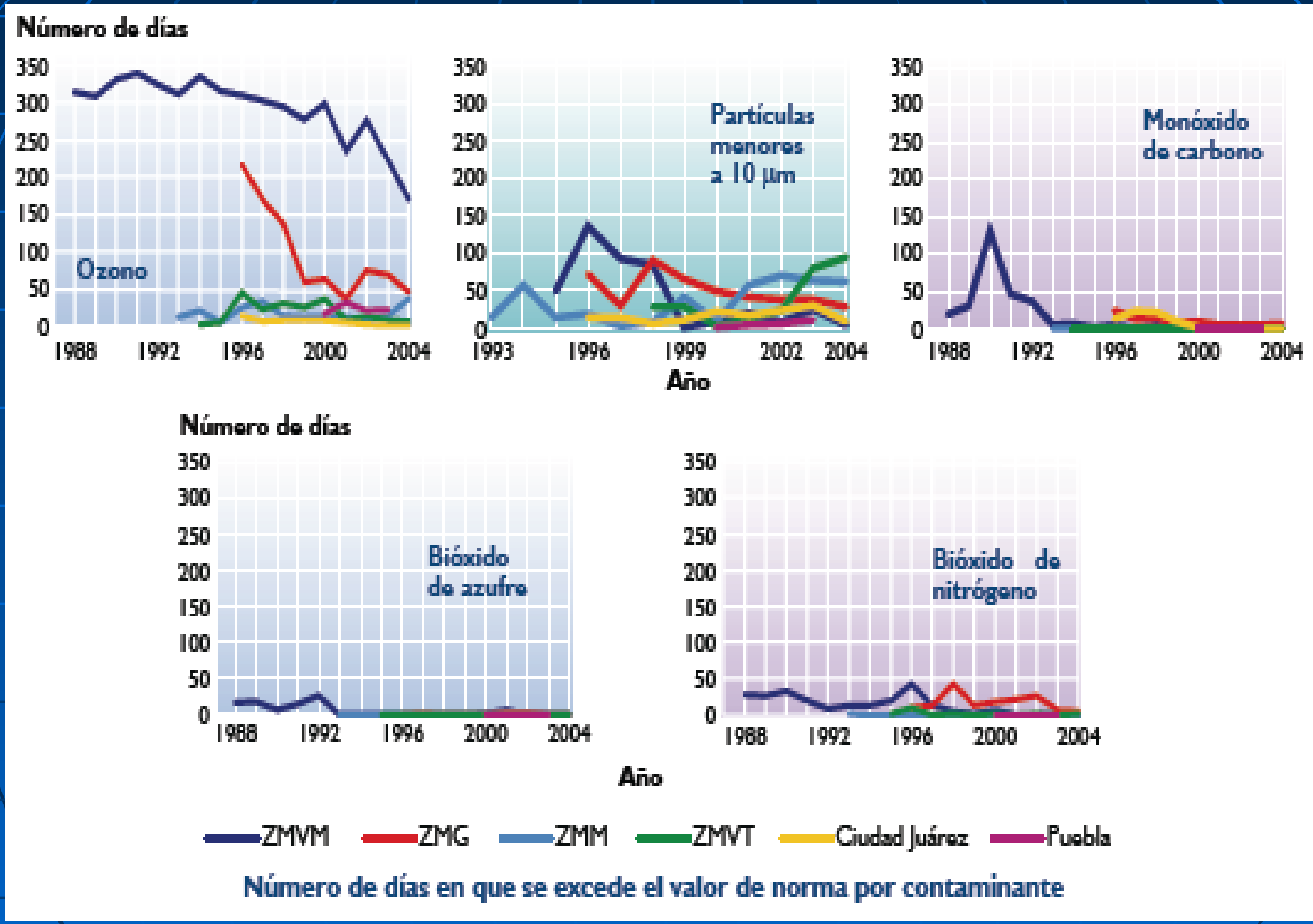

Émissions en mégatonnes
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
1986
1988
1990
1992
1994
1996
1998
2000
2002
2004
2006
2008
SOx
NOx
COV
P2.5
NH3
www.ec.gc.ca/indicateurs-indicators


Ozone
Parties par milliard
(pondéré selon la population)
50
45
40
35
30
25
20
1990
1992
1994
1996
1998
2000
2002
2004
2006
2008
www.ec.gc.ca/ind/cateurs-indicators

Nombre de jours de SMOG à Montréal

- Émissions diminuent mais l'ozone augmente, à cause de conditions plus favorables (réchauffement climatique)

- 2004: 24
- 2005: 35
- 2006: 11
- 2007: 15
- 2008: 30
- 2009: 32



Número de días en que se excede el valor de norma por contaminante

Appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique

- Gaz précurseurs : CFC et HCFC
- Sources : Climatiseurs, réfrigérateurs, mousses isolantes

CONSÉQUENCES

- **CANCERS DE LA PEAU:** Augmentation de 4,2 % par année de 1992 à 2006 aux USA (LP, 23 mars 2010)

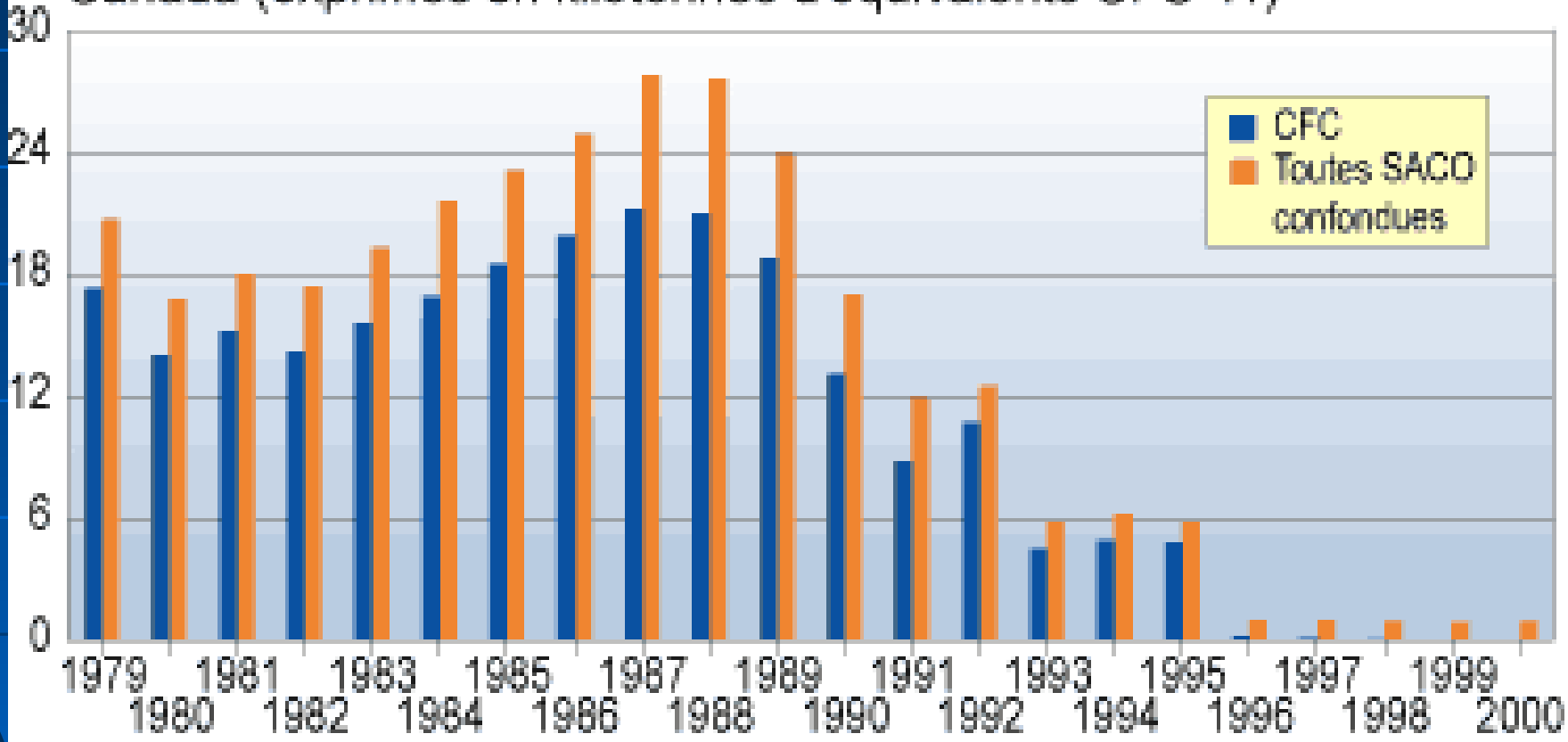
- Déclin du taux de croissance des cultures

Tendances / Protocole de Montréal

- Signé en 1987 par 191 pays
- Élimination des
  - CFC (Chrolo Fluoro Carbone) avant 1995
  - Hydro CFC avant 2030
  - Bromure de Méthyle avant 2005
- 10 à 15 ans de plus pour pays en développement (article 5)
  - HCFC: 10 fois moins d'impact sur la couche d'ozone mais GES puissant
  - Prochaine génération: HFC, OK pour ozone et réchauffement
- Protocole Montréal 2007 (200 pays)
- La compagnie Dupont a beaucoup investit (lobbyisme) dans les HCFC (remplacement)
- On devance élimination de HCFC de 10 ans (2020)

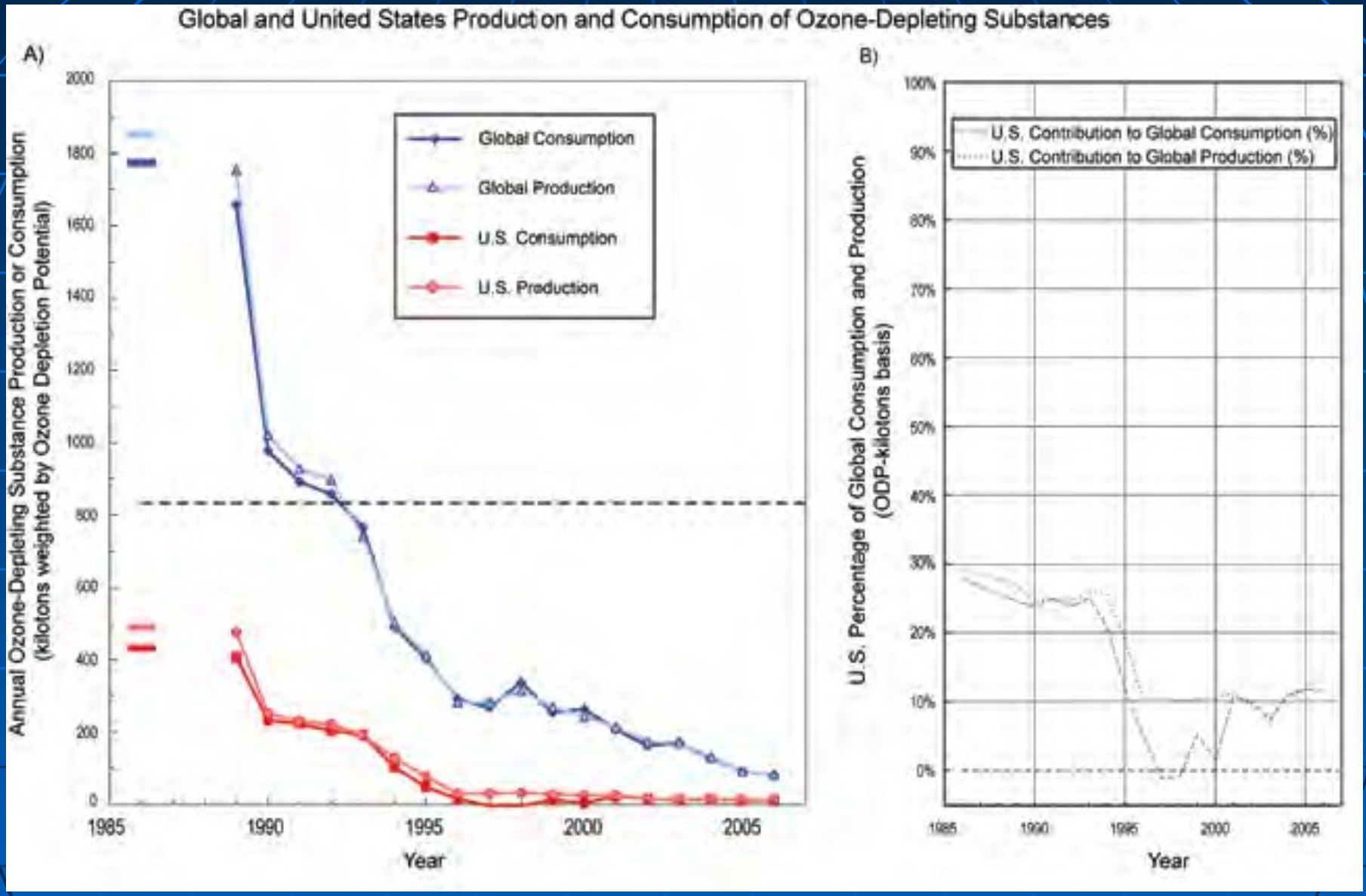
Les nouveaux stocks de substances appauvrissant la couche d'ozone sont presque nuls.

Nouveaux stocks de substances appauvrissant la couche d;ozone au Canada (exprimés en kilotonnes d'équivalents CFC-11)



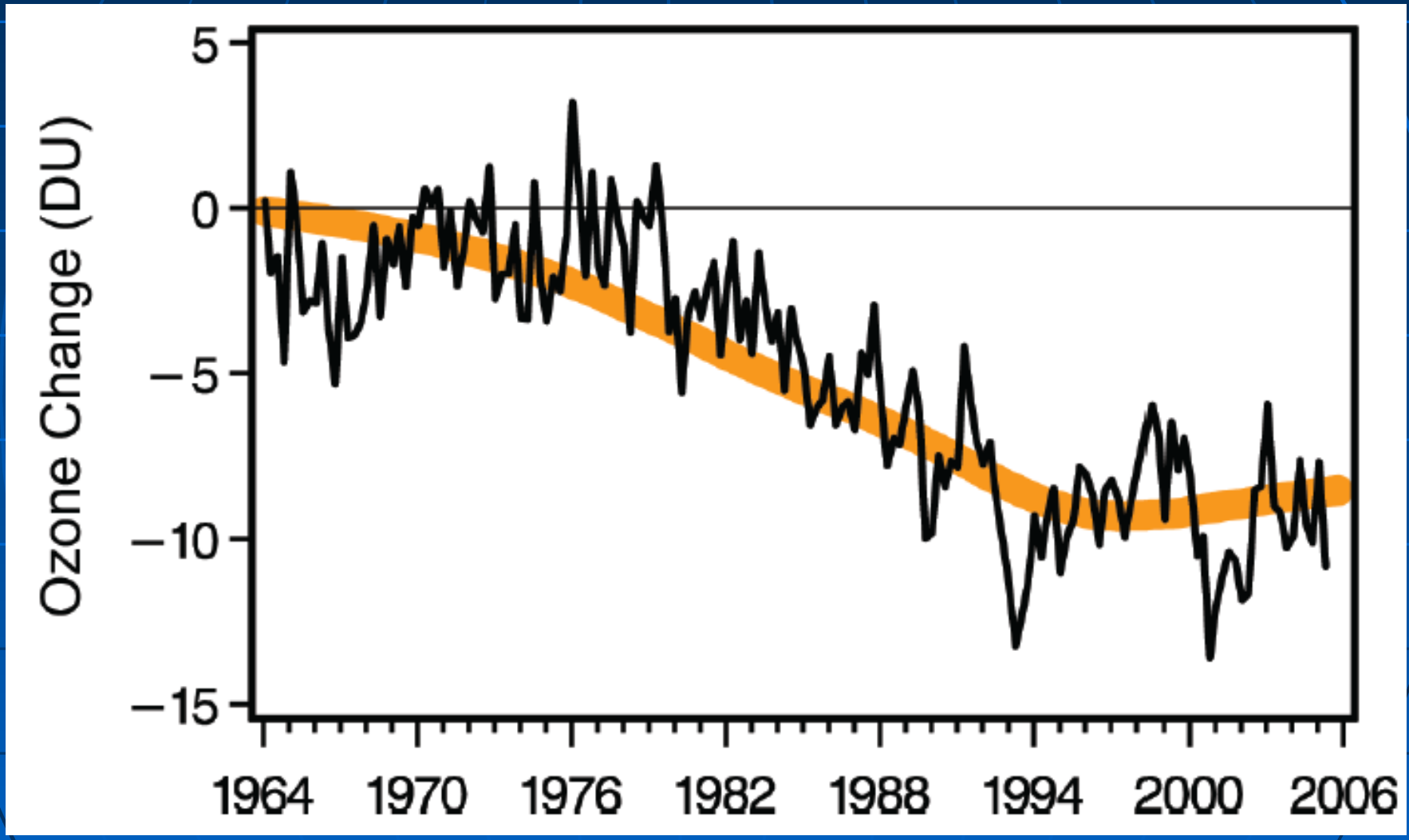
Source des données : Section de l'utilisation des produits et de l'application des contrôles, Environnement Canada.

Adaptation des données : Bureau national des indicateurs et des rapports environnementaux, Environnement Canada.



Source: U.S. Climate change science program, nov. 2008.

Deseasonalized, area-weighted total ozone deviations



Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2006