

Pollution atmosphérique et santé publique

Louis Drouin, M.D., M.P.H.

Responsable de l'unité

Santé au travail et santé environnementale

Direction de santé publique de Montréal-Centre

Février 2003



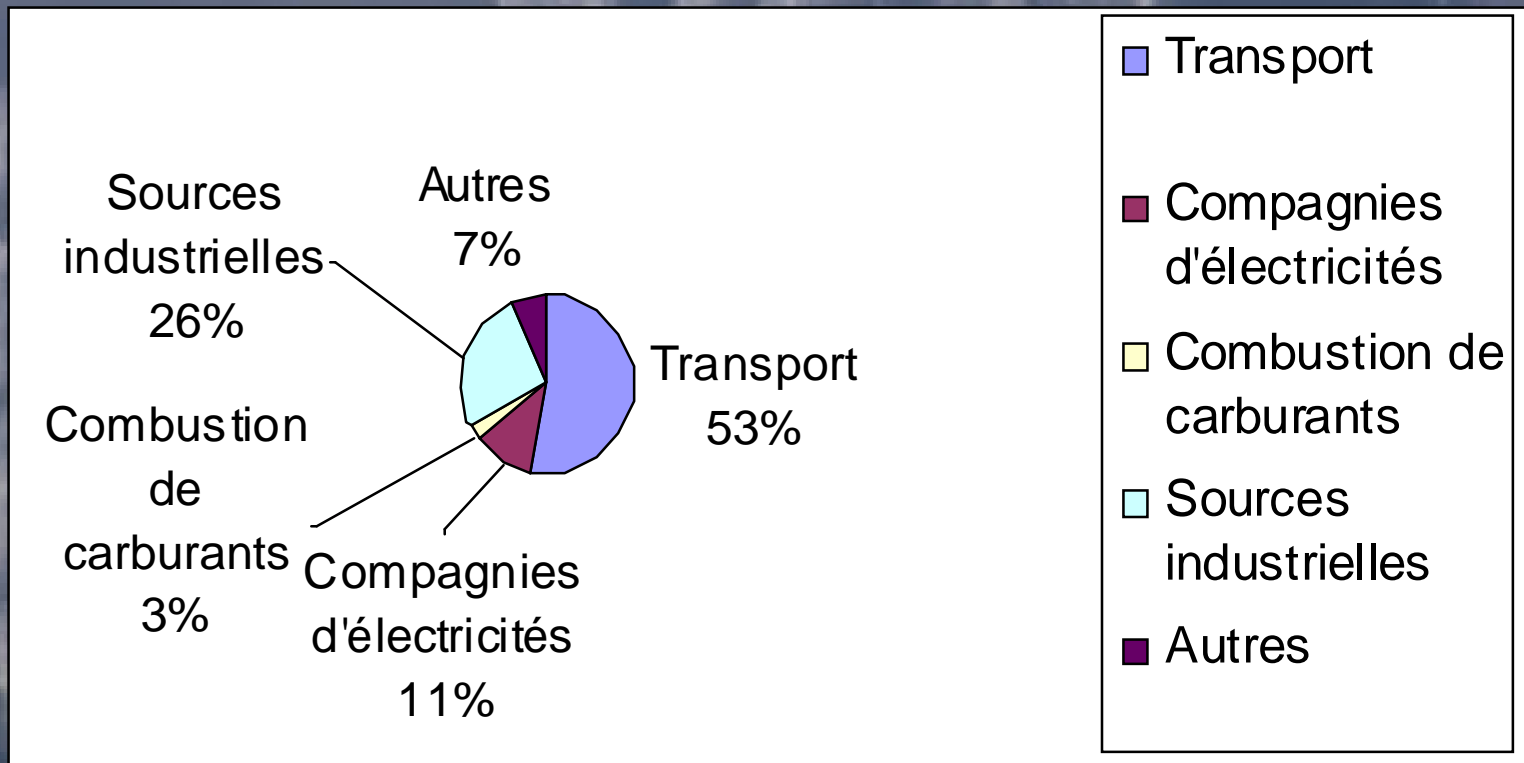
Les polluants atmosphériques

- Les polluants atmosphériques les plus préoccupants pour la santé sont l'ozone (résultant d'une réaction photochimique entre le NOx et les COV) et les particules fines (PM_{2,5}) dont les principaux précurseurs sont le SO₂, NOx, NH₃, COV

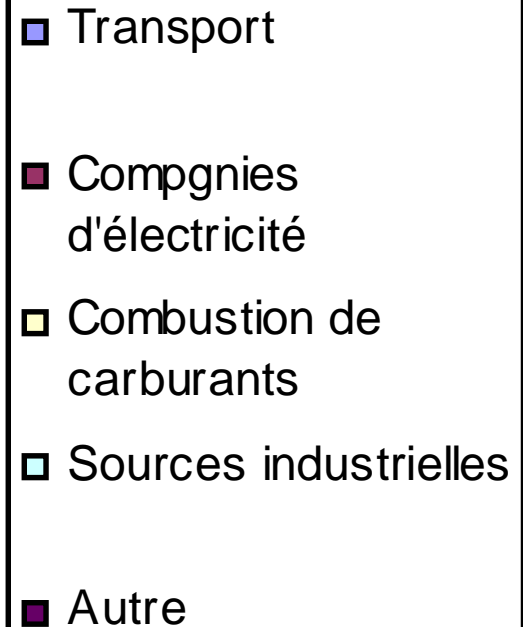
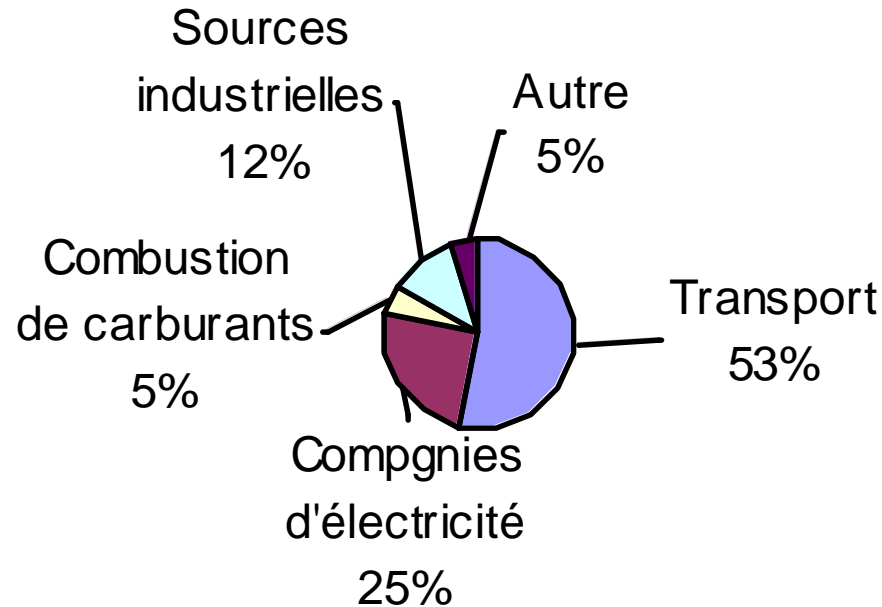
Les polluants atmosphériques

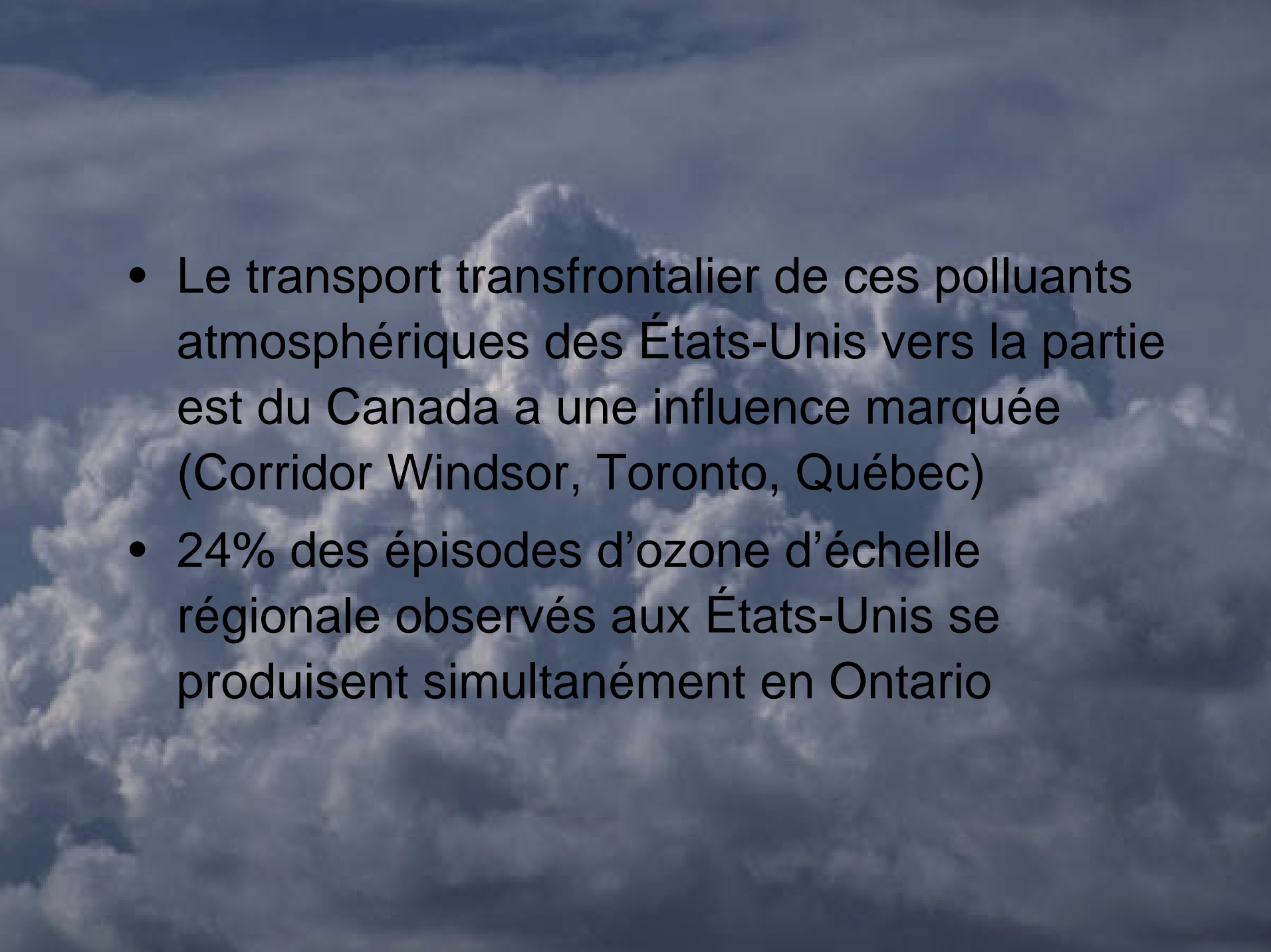
- Les usines de production d'électricité contribuent à ces phénomènes notamment par le transport à grandes distances de leurs émissions au niveau Nord-Est américain

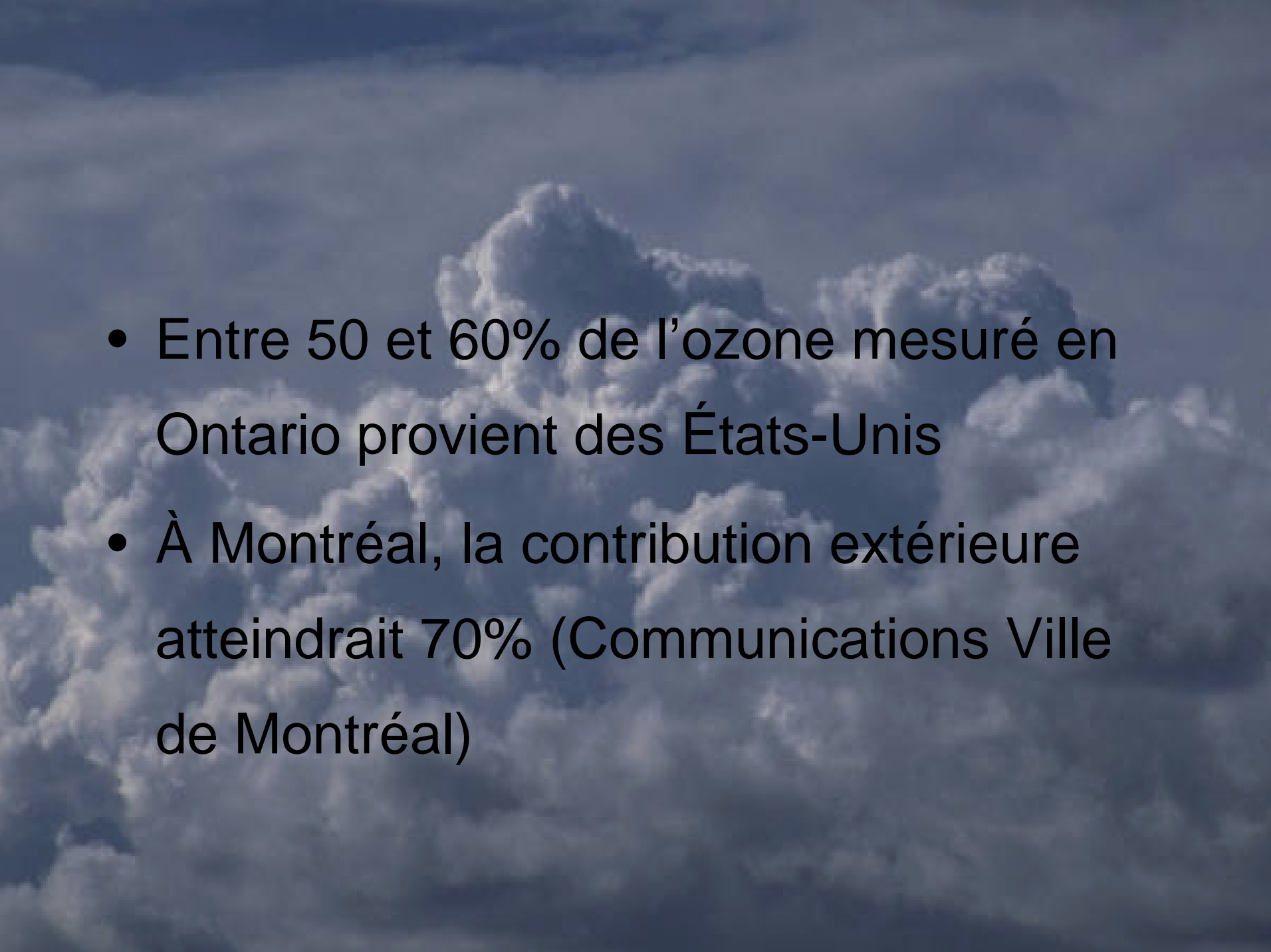
Émissions d'oxydes d'azote (NOx) Canada 1998, total : 2,1 millions de tonnes

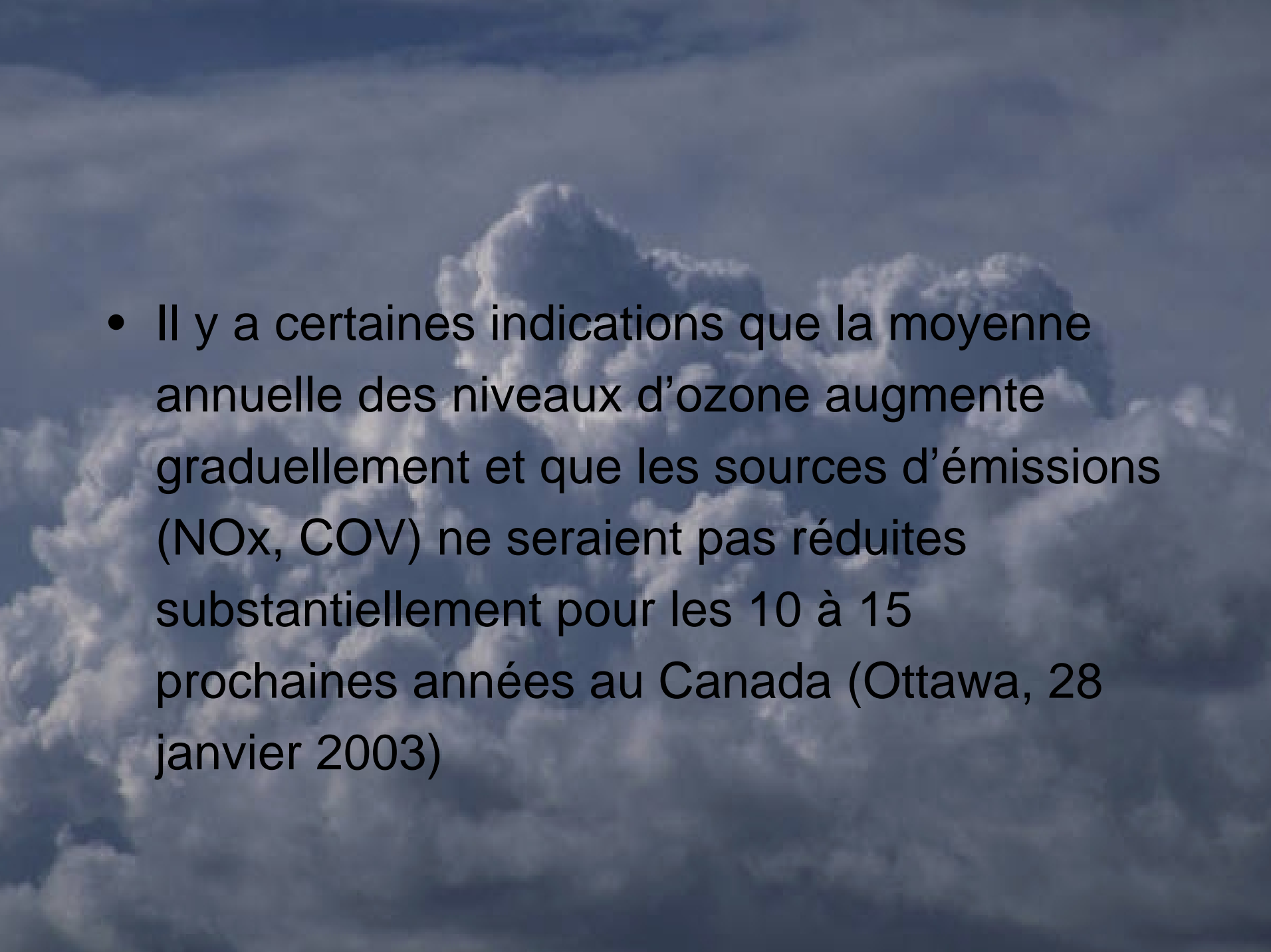


Émissions d'oxydes d'azote (NOx) États-Unis 1998, total : 23,7 millions de tonnes



- 
- Le transport transfrontalier de ces polluants atmosphériques des États-Unis vers la partie est du Canada a une influence marquée (Corridor Windsor, Toronto, Québec)
 - 24% des épisodes d'ozone d'échelle régionale observés aux États-Unis se produisent simultanément en Ontario

- 
- Entre 50 et 60% de l'ozone mesuré en Ontario provient des États-Unis
 - À Montréal, la contribution extérieure atteindrait 70% (Communications Ville de Montréal)

- 
- Il y a certaines indications que la moyenne annuelle des niveaux d'ozone augmente graduellement et que les sources d'émissions (NOx, COV) ne seraient pas réduites substantiellement pour les 10 à 15 prochaines années au Canada (Ottawa, 28 janvier 2003)

Impacts santé de l'ozone

- Études toxicologiques chez l'animal
- Études cliniques chez l'homme
- Études épidémiologiques :
 - Effets aigus
 - Effets chroniques

Principaux résultats (toxico et cliniques)

- Ozone : puissant irritant respiratoire
- Induit une inflammation de la paroi bronchique
- Agit sur les fonctions pulmonaires :
 - Augmentation de la fréquence respiratoire
 - Réduit les capacités respiratoires (FVC, FEV) à des concentrations aussi basses que 0,12ppm

Principaux résultats (toxico et cliniques) ... suite

- Augmentation de la réactivité des bronches qui deviennent plus sensibles aux aéroallergènes (pollen)
- Contribue à l'augmentation de la sévérité et la fréquence des crises d'asthme
- Agit en synergie avec d'autres polluants, irritants (SO_2 , NO_x , PM) et les aéroallergènes

Études épidémiologiques (effets à court terme)

- Études de séries chronologiques (time series)
- Augmentation de 0,4% de la mortalité totale quotidienne par 10ppb d'ozone (daily 1 hour maximum)
- Possibilité d'un seuil à 25ppb (8 or 24 hours mean)

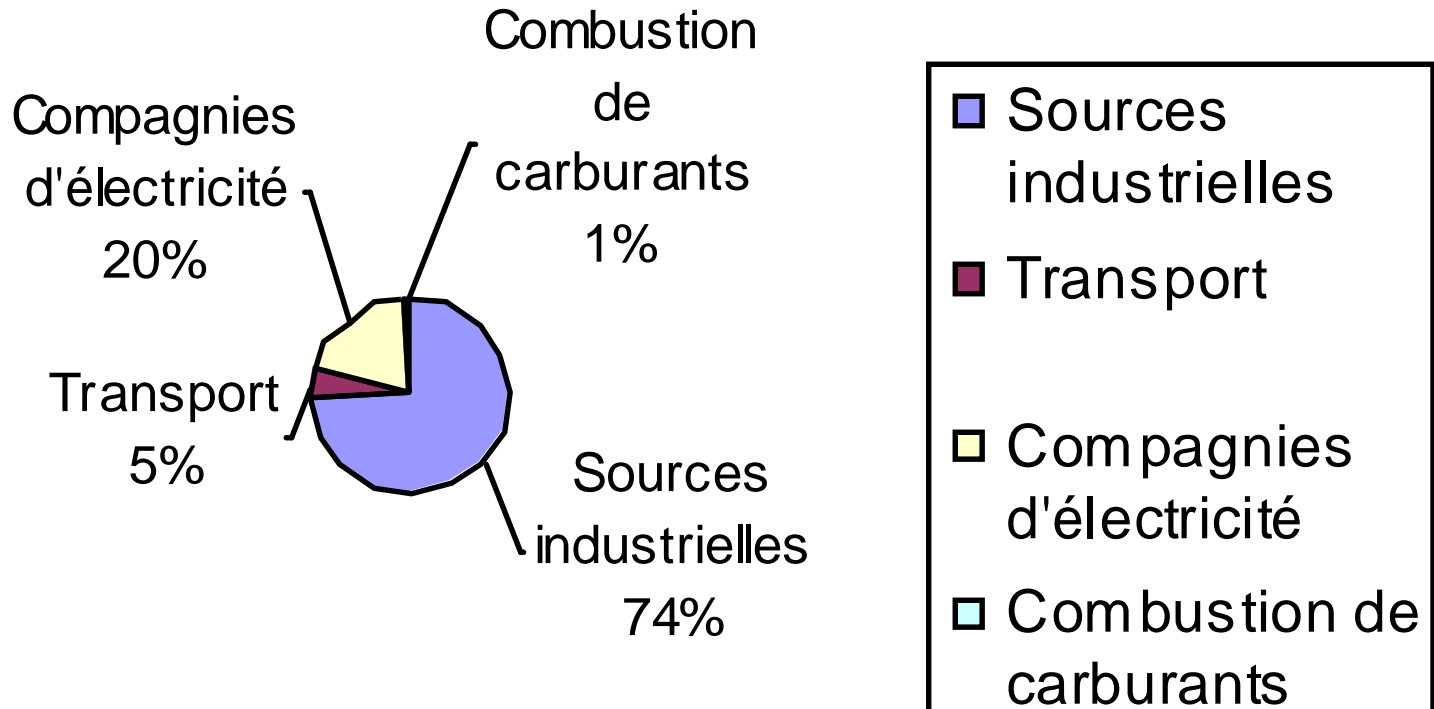
Études épidémiologiques (effets à court terme) ... suite

- Augmentation de la mortalité et morbidité respiratoire chez les personnes atteintes de maladies respiratoires
- Error in the generalized additive models (BAM)

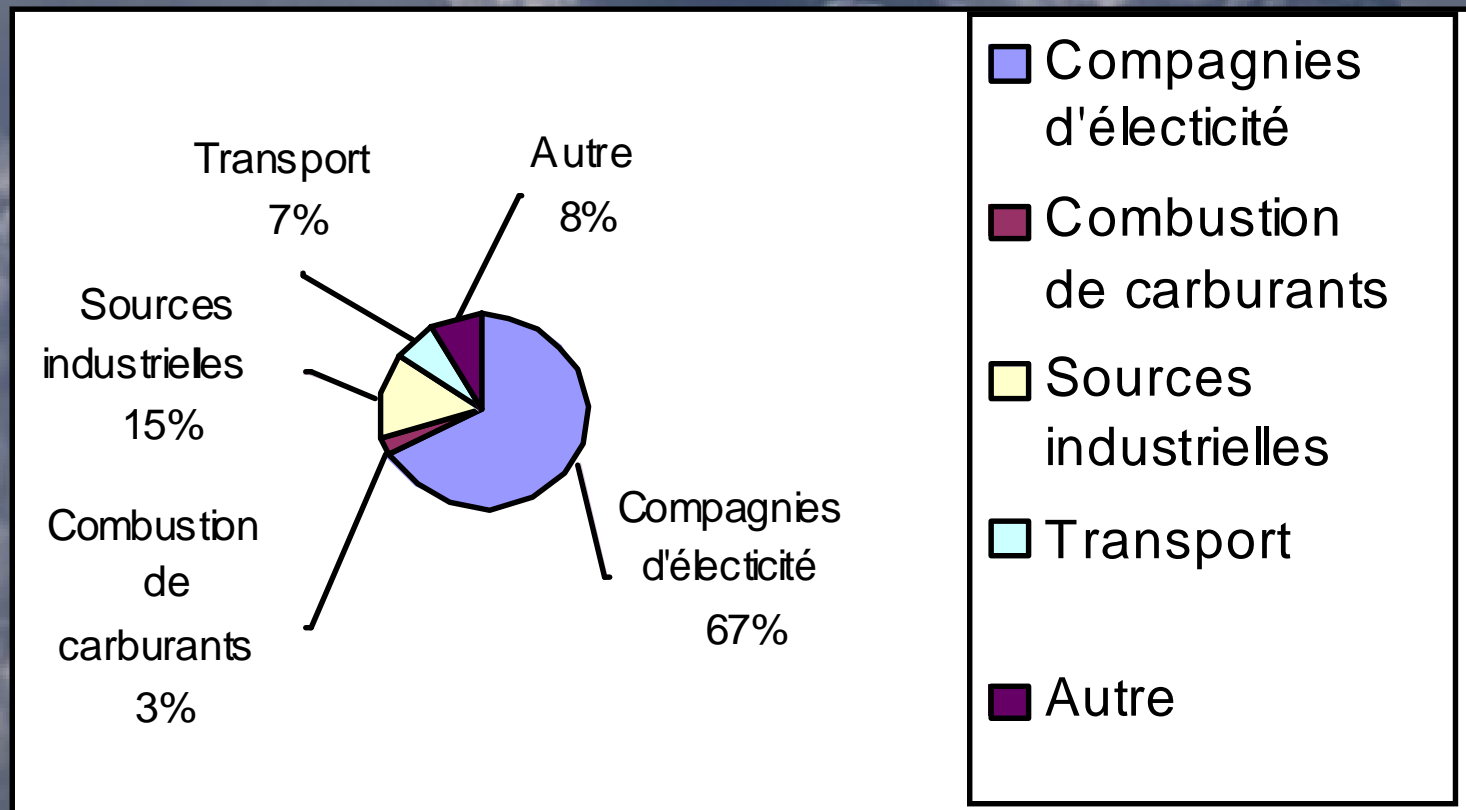
Études épidémiologiques (effets chroniques)

- Augmentation de la mortalité par cancer du poumon chez les hommes (à prouver)
- Augmentation de la mortalité cardio-pulmonaire
- Augmentation de la fréquence de l'asthme (facteur de causalité ?)
- Diminution de la croissance des poumons chez l'enfant

Émissions de dioxyde de soufre au Canada, 1998, total : 2,7 millions de tonnes



Émissions de dioxyde de soufre aux États-Unis, 1998, total : 17,7 millions de tonnes



Émissions de dioxyde de soufre

- En 1995, on a estimé entre 3,5 et 4,2 millions de tonnes par an le passage transfrontalier du dioxyde de soufre
- Contribue à la formation de particules fines (portion sulfate)

Nature des particules

	Particules fines
Formation	Réaction chimique de gaz, coagulation, concentration de vapeurs sur particules existantes
Composition	Sulfates, nitrates, ammonium, ion d'hydrogène, carbone élémentaire, carbone organique (ex. : HAP), métaux (Pb, Cd, Ni, V, Cu, Mn, Fe) Majorité : particules secondaires Précurseur : SO ₂ , NO _x , NH ₃ , COV Plutôt acide
Durée :	Jour à semaine
Distance parcourue	Centaines à milliers de kilomètres

Sources canadiennes d'émission de particules primaires, 1995

	PM2,5
Sources industrielles	11,3%
Combustion non industrielle	10,3%
Chauffage résidentiel au bois	8,7%
Transports	5,5 %
Diesel	3,1%
Sources à ciel ouvert	72%
Routes	28,4%
Agriculture, érosion par le vent	2,6%
Feux de forêt	38,6%
Travaux de construction	0,7 %

Sources québécoises d'émission de particules primaires, 1995

	PM_{2,5}
Sources industrielles	12,6%
Combustion non industrielle	22,0%
Transport	9,2%
Sources à ciel ouvert	55,3%

Sources québécoises de précurseurs de PM_{2,5} 1995

Contaminants	Source et pourcentage
SO₂	Sources industrielles : 90% Transport : 7,7%
NO_x	Transport : 81% Sources industrielles : 12,5%
COV	Transport : 34,2% Diverses sources (solvants, vente de combustibles, revêtement, imprimerie) : 25,4% Construction non industrielle : 23,3% Sources à ciel ouvert : 8,7% Sources industrielles : 8,3%

Attribution des sources des $PM_{2,5}$

- Il faut tenir compte des particules primaires et secondaires
- Il faut tenir compte du transport des particules sur de longues distances
- L'attribution des sources varie d'un endroit à l'autre, d'une saison à l'autre, etc.

Exemples d'attribution des sources

- Contribution des véhicules à moteur peut varier de 9 à 50%
- Transport à grandes distances des régions industrielles des États-Unis peut contribuer jusqu'à 50% ou plus pour les particules fines

Exemples d'attribution des sources ... suite

- Les pics de $PM_{2,5}$ dans le sud-ouest du Québec sont associés au transport à grandes distances provenant des États-Unis et de l'Ontario (70%)
- 30% local (trafic, industries, combustion au bois)

Enquête Underhill (nord-ouest du Vermont) sur la contribution à la masse totale

- Combustion du charbon au Mid-Ouest américain : > 60%
- Combustion résidentielle
- du bois : 15%

Enquête Underhill (nord-ouest du Vermont) sur la contribution à la masse totale ... suite

- Combustion de mazout sur la Côte Est américaine : 6,9%
- Manganèse (transport et industriel) :
 - > 2,0%

Impacts santé $PM_{2,5}$

- Études épidémiologiques
 - Effets à court terme (expositions aiguës)
 - Augmentation de la mortalité pour toute cause 1,5% par $10\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Augmentation de la mortalité cardiovasculaire (arythmies cardiaques, augmentation du pouls, augmentation de la viscosité sanguine, augmentation d'infarctus)

Impacts santé $PM_{2,5}$... suite

- Augmentation des admissions hospitalières pour maladies respiratoires (2,5 à 9,6% par
 - $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Augmentation des admissions hospitalières pour maladies cardiovasculaires (1,1% par
 - $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Toxicité des particules (sulfate, zinc, nickel, fer, combustion) augmente les risques
- Absence de valeur seuil

Personnes à risque

- Personnes atteintes de maladies chroniques
 - Maladies cardiovasculaires
 - Maladies respiratoires
 - Diabète
- Personnes âgées
- Enfants < 2 ans

Effets chroniques associés à des augmentations de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2,5}$

- Excès de mortalité pour toutes causes : 4%
- Excès de mortalité pour maladies cardiovasculaires : 6%
- Excès de mortalité par cancer pulmonaire : 8%

FEV1 versus PM_{2,5}

Lung function growth is decreased in children living under higher air pollution conditions in South California (% growth in FEV₁ versus PM_{2.5})

Gaudermann et al, AJRCCM 2000; 162 (4):1383-1390

