

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：考察加拿大環境品質監測技術及發展

頁數：71 頁(含附件)

出國計畫主辦機關：行政院環境保護署

出國人員：

蔡鴻德 行政院環境保護署 環境監測及資訊處 副處長

出國類別：考察

出國期間：民國 91 年 12 月 13 日至 12 月 20 日

出國地區：加拿大

報告日期：民國 92 年 3 月 20 日

分類號/目：I5/化學與環境科學

關鍵詞：毒性物質、空氣污染指標

內容摘要：

本次考察心得發現以加國毒性物質監測現況而言，仍以 VOC 監測站涵蓋之範圍最廣，共有 53 個測站，而其他種類之毒性物質仍舊有限。加拿大對於空氣中毒性物質監測係經由 NAPS 監測網來蒐集所需資料，監測站地點包括郊區、都會區近郊、市區中心及工業區等，監測工作由省市環保機關合作來完成。毒性物質監測計畫監測項目包括揮發性有機物 (Volatile organics compounds, VOCs)，含毒性物質及地表臭氧生成前驅物；極性揮發性有機物 (polar volatile organics, PVOC)，如醛類、醚類；細微粒化學組成，包括金屬、有機／無機離子及持久性毒性半揮發性有機成份 (SVOC)，如 benzo(a)pyrene，polychlorinated dibenzo-p-dioxin 及 furans。

從加國監測分析結果，共有約 40 種加國優先名單的毒性物質可能在空氣中被發現，而其中則有 34 種係現行監測計畫中的量測對象。然而對於 5 種極性 VOC 之監測卻相當有限。此外，仍有 8 種在空氣中可以發到之毒性物質尚未有監測計畫進行。而許多金屬如鉻 (Chromium)、砷 (arsenic)、鎘 (cadmium) 及鎳 (nickel) 等現行監測仍不足以瞭解其存在形式或價位 (valence state)。對於汞 (mercury) 則僅

量測粒狀態，尚無氣相汞之量測。

加國除國別致力於毒性物質之削減或生命週期管理，此外，對於這些毒性物質之排放量必須減少，以符合相關之國際協議內容

(NAFTA and the UN)。要符合這些目標及呈報這些削減成果，則必須齊備可用之數據來定義環境中毒性物質濃度及排放量的基準年，以及連續測定這些物質的濃度。23 種毒性物質為目前的北美或國際協議所重視的焦點，部分已列入加國之國家空氣污染監測計畫(NAPS, National Air Pollution Surveillance)，部分則在整合大氣沉降監測網(IADN, Integrated Atmospheric Deposition Network)。

加國目前正在進行空氣污染指數(Index of the Quality of Air, IQUA)之修訂，加國認為目前之空氣污染指標在告知公眾有關可能健康風險之資訊上仍屬不足，其原因包括對於健康風險值限閾值之假設可能失真、污染物對於健康影響之權重不正確及未考慮污染物間之加成作用等，因此該國環境部長於 2001 年表示需要制定全國通用之國家空氣指數，以告知民眾有關空氣品質狀況。基於健康風險進行之空氣污染指數制定過程，其健康風險係由實際觀察健康效應(如死亡率)與氣狀、粒狀污染物之關係所得結果，使用多污染物模式 (Multipollutant model) 分析加國八大城市之實際健康風險與空氣污染物濃度，這八個城市包括 Vancouver、Edmonton、Calgary、Winnipeg、Windsor、Toronto、Ottawa、Montreal，分析資料自 1986-1996 年間資料。未來加國新的空氣污染指數將依據健康風險之基礎而非空氣品質標準之超過次數，將來 AQI 也不會由單一污染物來決定。除了過去之測項，加國 AQI 也將納入 PM_{2.5} 三小時平均，根據加國官員表示，會考慮納入 PM_{2.5} 三小時平均，除了眾所皆知 PM_{2.5} 會造成民眾健康之危害，取三小時平均值可以更敏感地反映測值變化，如選擇 24 小時平均值，則無法反映短期之高測值。加國空氣污染指數修訂過程可供國別參考。

目 錄

公務出國報告提要-----	I
壹、摘要-----	1
貳、行政院環保署因公派員出國計畫書-----	2
參、考察心得-----	3
一、前言-----	3
二、加拿大的空氣議題管理-----	4
三、加拿大的光化空氣污染-----	5
四、空氣污染源排放-----	6
五、空氣污染污染物跨境污染-----	7
六、移動污染源-----	8
七、固定污染源-----	10
八、其它污染源-----	13
九、科學-----	14
十、空氣品質監測網-----	15
十一、空氣品質預報-----	16
十二、農業-----	16
十三、加國空氣污染指標之修訂-----	16
十四、環境技術中心(ETC)簡介-----	19
十五、加國空氣中毒性物質監測-----	23
肆、建議事項-----	25
附錄：	
附錄 1、Revising Canada's Air Quality Index	
附錄 2、Air Quality Challenges in Canada	

考察加拿大環境品質監測技術及發展

壹、摘要

本次考察為中加環保合作計畫之一部分，期望藉由雙方官員互訪，瞭解雙方環境監測技術發展之情形，此次參訪承蒙加拿大貿易代表處費心安排，特此表示感謝之意。

加拿大對於空氣中毒性物質監測係經由 NAPS 監測網來蒐集所需資料，監測站地點包括郊區、都會區近郊、市區中心及工業區等，監測工作由省市環保機關合作來完成。毒性物質監測計畫監測項目包括揮發性有機物（Volatile organics compounds, VOCs），含毒性物質及地表臭氧生成前驅物；極性揮發性有機物（polar volatile organics, PVOC），如醛類、醚類；細微粒化學組成，包括金屬、有機／無機離子及持久性毒性半揮發性有機成份（SVOC），如 benzo(a)pyrene, polychlorinated dibenzo-p-dioxin 及 furans。本次考察心得發現以加國毒性物質監測現況而言，仍以 VOC 監測站涵蓋之範圍最廣，共有 53 個測站，而其他種類之毒性物質仍舊有限。

加國之空氣污染指數(Index of the Quality of Air, IQUA)係根據該國空氣品質標準之項目，包括臭氧、一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮及總懸浮微粒等污染物濃度來訂定，然而各省間之應冊仍未統一。加國認為目前之空氣污染指標在告知公眾有關可能健康風險之資訊上仍屬不足，其原因包括對於健康風險值限閾值之假設可能失真、污染物對於健康影響之權重不正確及未考慮污染物間之加成作用等，因此該國環境部長於 2001 年表示需要制定全國適用之國家空氣指數，以告知民眾有關空氣品質狀況。加國空氣污染指數之修訂過程可供國外參考。

貳、行政院環保署因公派員出國計畫書

- 一 計畫類別：出國考察
- 二 項目名稱：考察加拿大環境品質監測技術及發展
- 三 前往國家：加拿大
- 四 主辦單位：監資處
- 五 邀請或連繫經過：透過加拿大環保部及駐台辦事處接洽安排。
- 六 出國期間及人數：十二月十三日至十二月二十一日，一人。
- 七 出國行程：十二月十三日至十四日飛往加拿大溫哥華。
十二月十四日至十五日加拿大溫哥華至渥太華。
十二月十六日加拿大空氣品質監測站考察。
十二月十七日加拿大空氣品質監測中心參訪。
十二月十八日中加未來合作方向研討。
十二月十九日加拿大渥太華文化考察。
十二月二十日搭機返台。
十二月二十一日搭機抵台。

八 預期目標：

了解加拿大最新空氣品質監測技術及空氣品質預報技術，研習加拿大對突發性空氣污染事件監測方式及水質監測等相關技術。

九 經費概算及來源：

來回機票款：98000

日支生活費： $(US184*6 \text{ 天} + 184*3 \text{ 天} * 0.4)*35 + 600*9 = 51768 \text{ 元}$

簽證、機場稅及保險費等：5000 元

總計：154768 元

參、考察心得

一、前言

本次考察為中加環保合作計畫之一部分，期望藉由雙方官員互訪，瞭解雙方環境監測技術發展之情形，此次參訪承蒙加拿大貿易代表處費心安排，特此表示感謝之意。

加拿大環境部成立於 1971 年 6 月 11 日，由總理授權保護生物圈，並將原分散於聯邦各部門之單位整合成立環境部。加國環境部在 1970 年代共有五個主要部門：

(一)大氣環境

(二)環境保護

(三)漁業

(四)土地、森林和野生動物

(五)水管理

到了 1979 年漁業部門分離，併入新成立之漁業與海洋部 1984 年林業處重組農業部門，1993 年公園處又成立了遺產部。目前環境部共分為人類資源與服務創新、政策與溝通、環境保護、環境保育與氣象服務等五個部門，分別由一個助理副部長帶領，下設 4 至 8 個處，另外則有 5 個地區辦事處。

環境部共約有 5170 人，其中約 60% 為科技人員，25% 為行政與國際服務，11% 為行政支援，2% 為管理人員，0.9% 為操作人員。如以部門來分 35% 為氣象與環境預測，21% 為環境保護，23% 為自然保育，21% 為管理、行政與政策部門。其中人類資源與服務創新為 2002 年 8 月所新成立之部門，下設八個處，分別為人類資源、預算服務、行政服務與環境管理知識整合、合作管理、資訊科技與管理等。它扮演著催化劑與協調者之角色，將知識導入服務，其最主要之組成有四個部分，就是人、知識、溝通與交談、服務，最主要的任務就是有效率地對環境部及加國人民傳達創新、負責的服務。

二、 加拿大的空氣議題管理

空氣污染是加拿大最重的環境議題之一，尤其公共衛生部門在空氣污染對民眾之影響的重視更是逐年成長。根據最新研究統計，空氣污染每年預估造成5000個早產兒死亡，另外有更多的民眾健康受到影響。

從工業時期以來，空氣污染一直是隱憂，但近幾年來才慢慢發覺到它對人體健康的衝擊，尤其是光化霧（懸浮微粒及臭氧）與早產兒死亡與呼吸道疾病的關連。

近年來空氣污染在某些主要區域已經受到控制，然而控制幾個主要污染源的問題仍存在極大的挑戰，如何瞭解空氣污染與健康之關連，將有助當局採取適當的控制策略。

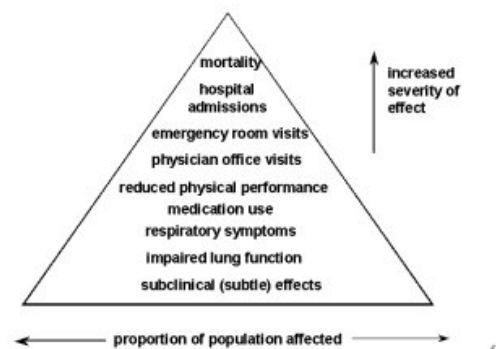
加拿大聯邦政府的空氣清淨行動以科學方式，致力於污染排放及相關範疇，如此，利用監測及污染控制之反饋，儘可能掌握對人體健康的影響，致力維護加拿大人民的健康。

加拿大在環境管理的司法管轄是透過聯邦政府，省及地方政府分工執行，這此工作是由加拿大名級環保部門首長聯席委員會（C C M E）及 CANADA-WIDE ACCORD ON ENVIRONMENTAL HARMONIZATION 下共同合作。

加拿大政府在空氣議題有扮演的角色包括：

- 科學及研究。
- 國家標準的訂定，例如汽機車，燃料及相關產品等。
- 國際間空氣議題。
- 國際間的貿易及法令，包括商業及消費產品的進出口等。

Health Outcomes of Air Pollution



- 空氣中有毒物質的管理。
- 國家標準的發展，標準協定，空氣品質監測網設置及空氣品質預報作業等。
- 所有州政府部門的配合推動。

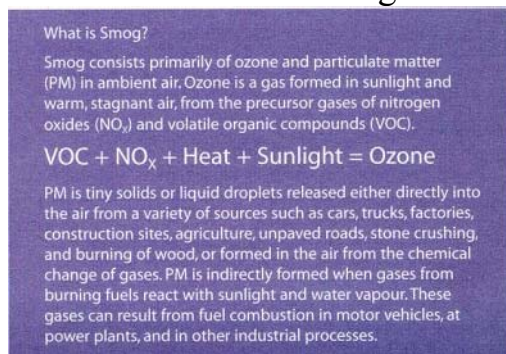
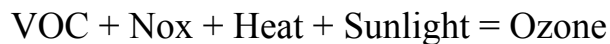
在 2000 年 6 月加拿大的懸浮微粒及臭氧的國家標準正式生效，並開始推動各項計畫來達成前述的國家標準，並作為各級政府部門來實施。

首先聯邦政府在懸浮微粒的國家標準下，訂定一個中程目標，然後定期更新執行成果，再與省及地方機關的協調整合下，檢討目標及策略。

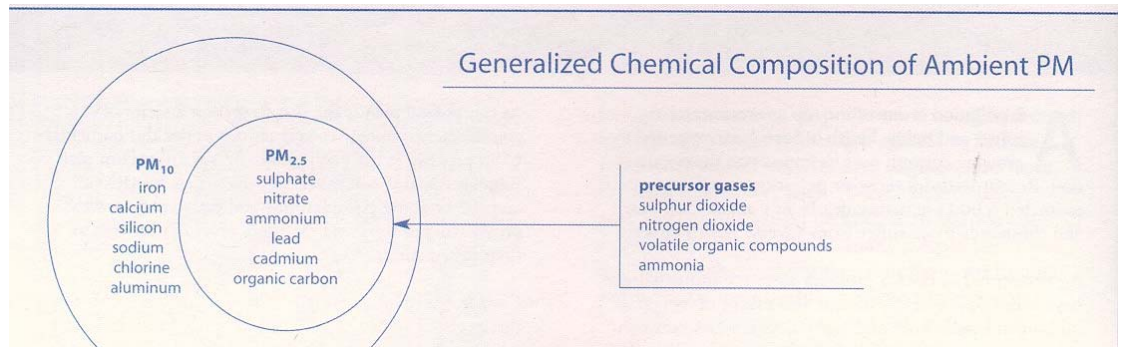
加拿大已經有很多地區空氣品質符合國家標準，但仍未達良好等級（對人體健康無明顯影響），因此，政府部門仍將持續對污染源進行管制，並尋求最佳的替代方案。

三、 加拿大的光化空氣污染

光化霧(smog)即是一般所稱的骯髒或灰蒙蒙的空氣，一般常發生在天氣暖和的夏季，光化霧不只降低能見度，而且影響健康。



經日廣泛的研究指出：懸浮微粒(PM)和臭氧的空氣污染對民眾的健康有顯著的影響，流行病學與人體曝露相關研究亦指出臭氧濃度上升對人體不適的症狀有增加的情形。另有呼吸道疾病的民眾(如哮喘)對於臭氧濃度的上升更為敏感，經常在戶外劇烈的運動後，臭氧濃度上升對這些族群的影響更為明顯。另外細小的懸浮微粒(PM_{2.5})對一般民眾的健康更潛伏著更大的衝擊。



這兩年來，在加拿大的各個區域，懸浮微粒濃度均有升高的趨勢，加上夏季近地面臭氧的污染更是嚴重。在魁北克溫沙地區(Windsor-Quebec)、魁北克、New Brunswick 和新斯科舍省(Nova Scotia)西南部及英屬哥倫比亞夫拉則山谷(Lower Fraser Valley of British Columbia)等地區近地面臭氧濃度均有上升的趨勢。

四、空氣污染源排放

在 2001 年懸浮微粒及臭氧的中期計畫中，即致力於改善空氣污染源排放，以減少對空氣品質的衝擊，包括跨境污染、移動污染及固定工業污染等主要部分，下表(表 1.1)指出移動及固定污染源對不同污染物(包括 PM_{2.5}、SO₂、NO_x、VOC 及 CO₂)等貢獻百分比。

Emissions Profile — Selected Transportation and Stationary Sources
Percentage of National Totals in 1995*

Sector	PM _{2.5} **	SO ₂	NO _x	VOC	CO ₂ equiv
Transportation:					
• On-Road Vehicles	9	2	35	22	21
• Off-Road Engines	5	1	10	3	3
• Rail	4	—	5	—	1
• Air & Marine	2	2	7	2	3
Stationary Sources:					
• Electric Power	4	20	11	—	18
• Steel & Metals	4	36	1	1	3
• Pulp & Paper/Wood	22	3	3	3	2
• Coatings & Solvents	—	—	—	14	—
• Residential Wood Combustion	31	—	—	15	—
Total Percentage Addressed	81	64	72	60	51

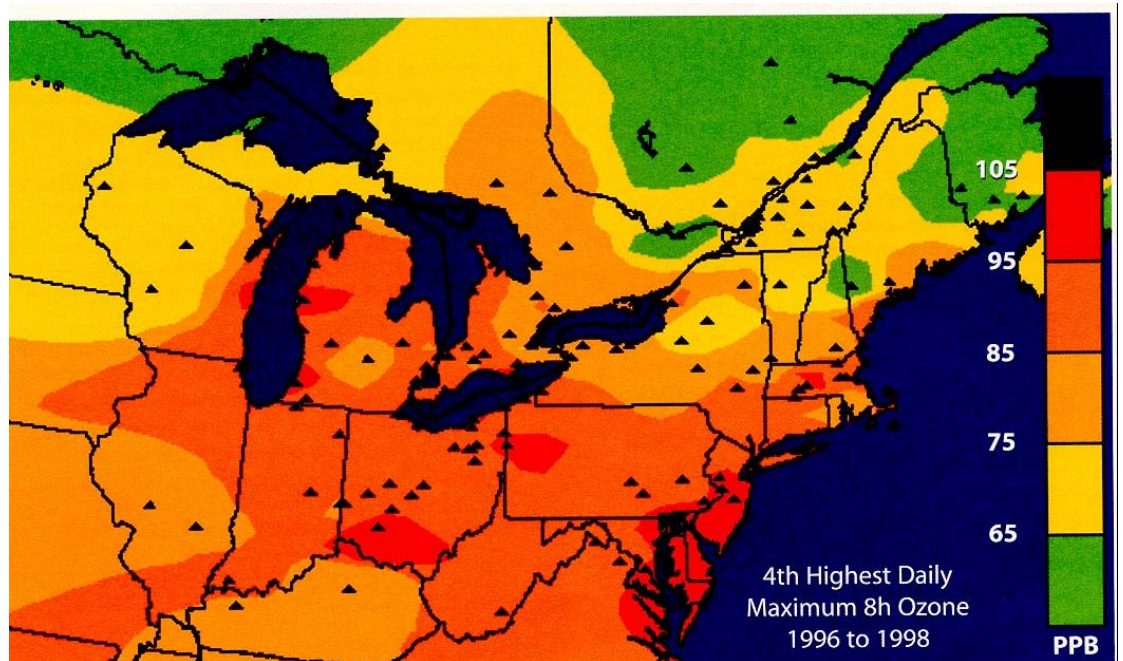
* Excluding open sources.
** Refers to direct emissions only; total PM_{2.5} would be greater.

Transboundary Pollution

五、 空氣污染污染物跨境污染

透過國際合作來解決空氣污染問題是相當重要的，尤其在加拿大與美國的空氣污染跨境污染問題，經研究指出，在東加拿大的部分地區，有 30%到 90%的光化霧來自美國的境外傳送。

在確認減少光化污染的重要性後，加拿大和美國在雙方空氣品質協定內容最近簽署了一份臭氣備忘錄，雙方致力於減少臭氣的跨境傳送(圖 1.2)，此時改善加拿大境內南奧特蘭(southern Ontario)、南魁北克及加拿大大西洋沿岸有 1 千 6 百萬人居住地區的空氣品質。



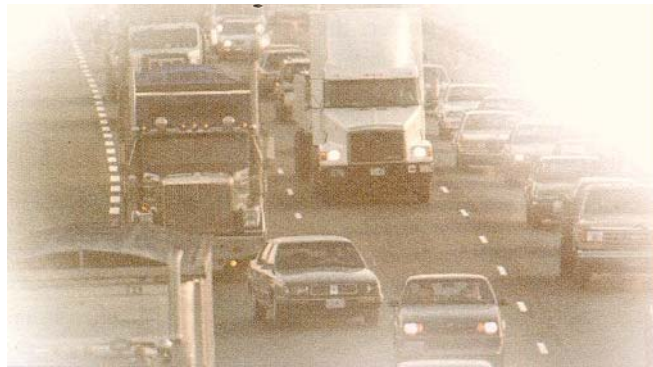
在這個備忘錄下，美國同意從2004年開始，減少來自北部及東北部各州的氮氧化物(NOx)及揮發性有機物(VOC)的排放，在2007年以前將減少 35%的氮氧化物排放，意即美國在電廠及幾個主要工業區在夏季空氣高污染的季节，削減 70%的污染排放。

加拿大，已經在奧特蘭中部及南部電廠的石化燃料設定每年 3 千 9 百噸的二氧化氮排放，在 2007 年前，南魁北克的二氧化氮排放需低於 5 千噸，意即奧特蘭必須從現在電廠的石化燃料 7 千 8 百噸的二氧化氮排放減少 50%。

臭氧備忘錄的推動議題另外包括：來自移動污染源的氮氧化物及揮發性有機物的排放；工業區(例如石化業)及相關產品(例如：油漆、溶劑)等污染源排放對東部加拿大光化霧之風險評估；並發展相關空氣品質模式應冊於確認污染源對現在及未來的衝擊。

六、 移動污染源

交通對加拿大的經濟及各個社會階層的發展是必要的，將人和貨物跨區的運送，缺少有效率的運輸系統，經濟更無法快速發展，然而交通所造成的污染，確影響到空氣、水、土地的品质，加拿大人期待一個安全有效率的運輸系統，同時要求乾淨的環境，如何在經濟發展與環境保護的訴求下尋求平衡點，即是永續發展目標中心。



以下說明加拿大政府採取移動污染源的污染管制策略：

- 提高輕型機動車輛的排氣標準。
- 推動 CCME 的輕型機動車輛稽核計畫。
- 訂定嚴格的石油及柴油含硫量標準。
- 引進非道路使用的乾淨、低污染引擎系統(例如：推高機、車床、割草機及發電機等)。

以下進一步說明移動污染源的策略，在 2001 年 2 月，聯邦政府宣布新的且更為嚴格的機動車輛排放標準，預計將會減少轎車

88%到輕型卡車 95%的氮氧化物排放，更重要的是此一標準，將即時適用於加拿大與美國轎車和輕型卡車。

(一)機動車輛及引擎

在 2002 年加拿大政府與美國環保署將研擬出道路使用車輛的排放標準，目前看來應該是最嚴格的標準，這些標準將規範在輕型機動車輛及卡車上，即時將反應在 2004 年模式應用上，本計畫即時要求不在道路使用之汽油、柴油引擎，包括電動雪橇、小型發電機、割草機、建築及農業使用器具等，有時這些小型不在道路使用之引擎比在道路使用車輛引擎，造成更顯著的空氣污染。

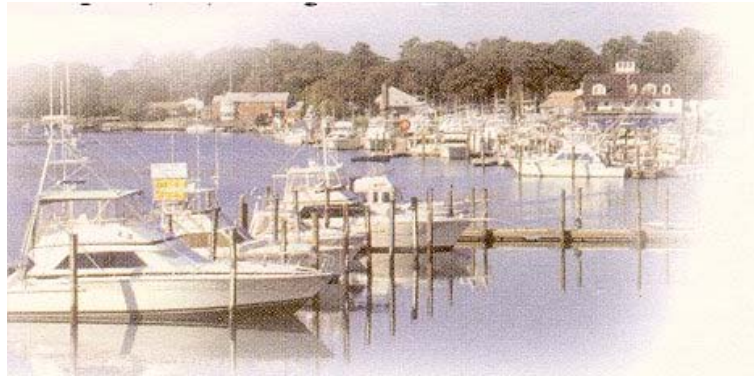
(二)燃料

加拿大環保署將持續要求與美國協定之燃料使用標準，這些內容描述如下：

- 在 2006 年以前，道路使用柴油燃料含硫量由目前的 320ppm 減少到 15ppm。
- 持續推動不在道路使用之柴油引擎燃料、家庭暖氣及工業燃油之含硫量。
- 要求燃料公司提出汽油中的甲基第三丁基醚(MTBE)含量。
- 推動減少汽油中有毒物質(如甲苯)的相關研究，並推動更乾淨的使用燃料。

(三)海洋

藉由國際海洋組織(IMO)對於船舶燃料含硫量及氮氧化物排放均訂有嚴格的標準，目前 IMO 提出船舶燃料含硫量限制在 4.5%，即時限定特殊區域的含硫量在 1.5%以下，例如加拿大海洋部及交通部已經溫哥華地區為前述特殊區域。



(四)航空

日加拿大交通部及民航局(ICAO)共同要求飛機的排氣標準說明如下：

- 加拿大交通部及民航局(ICAO)在 2004 年以前，需確保每年的飛機燃料使用效率需持續增加，意即在相同的旅程中，燃油需逐年減少。
- 飛機排氣的減量亦需藉日民航局委員會下設的環保單位，在地面活動及空中交通流量管理的共同努力才能達成。



七、 固定污染源

(一)污染防制策略

透過中央與地方政府組織的共同努力，減少工業及其它固定污染源的排放，鼓勵工業組織發展有率的污染防治計畫，例如：在魁北克，已經建立中小型工業電廠污染排放的夥伴關

係，並持續推動，除此，透過各工業的污染防治計畫，致力於揮發性有機氣體的排放減量。

(二)揮發性有機氣體(VOC)

在加拿大境內，油漆、溶劑及其它工商業使用的產品，均會造成空氣中的 VOC 濃度增加，因此，類似清淨引擎及燃料的一個 10 年的 VOC 減量行動計畫被提出，包括訂定不同的減量階段及前述造成 VOC 濃度增加之監測等，利用與美國的比較及加拿大國內各監測結果的分析，來作為十年計畫的檢討，再提出進一步的污染控制策略及監測等。



(三)工業合作環境協議

自工業界自動加入之工業合作環境協議(Facility-based Environmental Performance Agreements)，是不同單位共同協議以多種管道來減少各種污染物排放，在安大略省就有 Dofasco 公司與 Algoma 鋼鐵公司簽署協議，減少苯、多環芳烴族碳氫化合物的排放，同時進行廠界空氣品質監測及發展廢棄物管理計畫，定期向加拿大環保部及安大略省的環保局提出報告及進度，並公告所知。

(四)加拿大空氣品質標準和污染物排放減量階段

在 2000 年 6 月，日聯邦、省及地方環保部門共同起草懸浮微粒及臭氧環境標準，同時包括提出工業區多種污染物的排放減量階段(MERS)，包括電廠、鋼鐵廠、煉解廠等工業。

MERS 將持續努力及支持污染源削減行動以符合空氣品質標準，在 MERS 的推動過程中，將提供政府與企業的合作夥伴關係及持續對話溝通。

在發電廠的部分已經開始在進行，CCME 在 2001 年 1 月召開一次工作研討會議，包括省、工業界、非政府環保組織、消費者及公共衛生團體均與會，會中討論污染管制策略對不同污染物消滅的程度，未來聯邦政府將持續與省、工業界共同合作，以蒐集更多資訊，包括方案效益的評估、工業界競賽及能源政策等。



(五) 木材燃燒設備

在加拿大每個省及地方，木材燃燒所用的火爐是重要的懸浮微粒及揮發性有機氣體排放的主要來源，因此政府部門提出減少住家木材燃燒的行動計畫，說明如下：

- 提出新的木材燃燒器具標準。
- 開發符合國家標準的乾淨住家木材暖氣設備。
- 以市場導向及宣導住家木材燃燒使用方法。
- 在魁北克提出住家木材燃燒對住家空氣品質之衝擊評估計畫。
- 在蒙特婁地區與公共衛生組織合作，提出住家木材燃燒產生之有害氣體對人體曝露評估。

(六) 農地污染

農地耕種主要造成一次微粒污染，另外來自畜牧業、化學肥料產生之阿摩尼亞亦是懸浮微粒的前驅物，這些農業污染逐

漸受到注意。農夫長期以來就是環境的治理者，他們才瞭解生計與環境保護、資源保育等依賴性，在農地的耕種過程中，減少污染對環境的衝擊。



(七) 油汽污染

在環境影響的評估工作中，特別在阿爾貝塔(Alberta)和北方地區油氣的開採作業，包括對空氣品質的衝擊及如何減少這些衝擊。聯邦政府與省及工業界共同合作提出各種空氣污染削減策略，例如，在阿爾貝塔加強懸浮微粒、臭氧、酸性物質、燃燒的排放管制，以確保乾淨空氣及氣候變遷之影響。

八、 其它污染源

在加拿大，透過法規及政策並不足以完全達到乾淨空氣的目標，透過宣導及實際行動來減少空氣污染更是重要，政府部門固定發布訊息給社會大眾，讓加拿大民眾瞭解空氣污染對人體的影響及如何預防。

加拿大政府目前提供下列措施及訊息給社會大眾：

- 在商業大樓計畫中提出商業大樓節約能源鼓勵措施，以減少溫室氣體及其它污染的排放，提昇能源的使用效率。
- 提出住家的能源使用指引，提高住家能源使用效率，同時在機動車輛標示能源使用效率。
- 定期提出污染排放對空氣、水及土地的影響趨勢報告。
- 從1993年在幾個主要地區進行光化霧改善計畫。
- 建立國家指標污染物資料庫(NPRI)，藉由監測資料的分析，追蹤不同污染源對鄰近地區之影響。在2002年的指標污染物增加近地面臭氧的前驅物、光化霧、總懸浮微粒(TPM、PM10、PM2.5)、硫氧化物(SOx)、氮氧化物(NOx)、揮發性有機氣體(VOC)、總阿摩尼亞及一氧化碳

等，在未來從 1999 年到 2005 年，日工業界提出之污染排放報告，預期監測物質由 2100 種增加到 7000 種，因此國家指標污染物資料庫也將持續擴增。

- 在清淨空氣網站(www.ec.gc.ca/air/menu_e.shtml)提供相關科學研究，讓一般民眾也可以參與。
- 訂定加拿大清淨空氣日(6 月 6 日)，透過活動來提昇民眾維護空氣品質觀念及如何減少光化霧。
- 800 個社區環境計畫中，有 9%與空氣品質及氣候變遷相關。
- 在社區推動計畫中，透過公衛及環保團體的努力，擴大夏日的社區。
- 永續發展計畫與市政府共同推動環境保護與提昇能源使用效率工作。
- 在農業方面，利用農業與環境管理來推動清淨空氣計畫。

九、科學

瞭解懸浮微粒與臭氧對人體健康及環境的衝擊，加上有效的監測兩種污染物，以上兩種關鍵因素是中期計畫的重要依據，除此固態科學 (solid scientific) 證據更是作為環境決策的重要參考，以及加拿大清淨空氣政策及法規的基礎。

自 1970 年初期，在大氣中有關空氣品質及有毒物質的相關研究及監測，以及空氣污染對人體及環境的影響，加拿大政府一直扮演主要角色，這些工作包括科學研究，污染源排放資料，空氣品質監測及監測資料的分析方法及應付等，科學的證據協助瞭解污染物的來源，如何影響人體健康，以及如何削減污染源。這些資料也可以協助國際間的協議，作為跨境傳輸及空氣中有毒物污染物的傳送判定依據。

十、空氣品質監測網

聯邦政府透過與省及地方政府對空氣品質監測網的整合，來確認空氣品質監測結果符合加拿大懸浮微粒及臭氧標準、加美臭氧備忘錄空氣品質協議等，空氣品質監測結果即時作為空氣污染與人體健康影響的相關研究，作為空氣污染防治策略的訂定、確認空氣品質趨勢及空氣品質惡化預警參考。



加拿大已經建立超過 250 個監測站，座落於 139 個社區及幾個鄉村地區，以監測光化霧。在未來五年，加拿大環保部將在增加新的監測站、汰換老舊或不勘使用的儀器，即時升級或更新儀器校正系統，在原空氣品質監測站增加新的採樣儀器，以提供更詳細的懸浮微粒成分分析。



除此，環保部將更新空氣品質監測站的電子傳輸設備，以提供更好及更迅速的空氣品質監測結果給社會大眾，包括長期的空氣品質趨勢及即時空氣品質監測結果等。

十一、空氣品質預報

空氣品質預報主要提供省的海軍單位，英屬哥倫比亞省已經完成一個前位計畫，將空氣品質預報提供省或市政府當局。在蒙特利爾地區，在 2001 年冬季透過實際監測路及媒體預測正確一次空氣品質污染擴散事件。相反的，空氣品質預報結果，民眾也可以透過加拿大環保部清淨空氣網站的地圖點選查詢地區的空氣品質預報，每天提供蒙特利爾及渥太華地區的近地面臭氧預測；在安大略省，環保部也提供空氣品質指數及光化霧預警計畫。

在 2000 年夏季，環保部與美國新英格蘭政府及加拿大東部省份提出加美東部美邊境計畫，在計畫中提供即時地面臭氧分布圖給加拿大境內的 NEW BRUNSWICK，NOVA SCOTIA，愛德華王子島（Prince Edward Island）及魁北克省。以上資料，民眾可以在夏季光化霧季節（5 月到 9 月）在環保部網站查詢 (www.ec.gc.ca/air/ozone-maps_e.shtml)。

十二、農業

相關研究亦包括農業活動產生之阿摩尼亞污染源、土壤腐蝕模式、減少耕種及土壤資料庫管理等，這些研究結果將作為評估農業對空氣品質的衝擊。

十三、加國空氣污染指標之修訂

加國之空氣污染標(Index of the Quality of Air, IQUA)自 1976 年發展以來，1991 年修訂。空氣污染指標係根據該國空氣品質標準之項目，包括臭氧、一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮及總懸浮微粒等污染物濃度來訂定，然而各省間之應冊仍未統一。

下表為加國現行空氣污染指標：

	Desirable/Good	Acceptable/Fair*	Tolerable/Poor	Very Poor
Index	<25	25- 50	50- 100	>100
SO2 1hr. ppb	<170	170-340	340- 2,000	>2,000
SO2 24 hr ppb	<60	60-110	110-310	>310
CO 1 hr ppm	<13	13-31	31-64	>64
CO 8 hr ppm	<5	5-13	13-17	>17
NO2 1 hr ppb	<110	110-210	210- 530	>530
O3 1 hr ppb	<50	50-80	80- 150	>150
CoH 1hr	<0.25	.25-0.84	0.84- 2.5	>2.5
TSP	<60	60-120	120-400	>400
PM2.5 Montreal	<12.5	12.5- 25	25-50	>50
PM10 BC& Montreal	<25	25- 50	50-100	>100

加國認為目前之空氣污染指標在告知公眾有關可能健康風險之資訊上仍屬不足，其原因包括對於健康風險值限閾值之假設可能失真、污染物對於健康影響之權重不正確及未考慮污染物間之加成作用等，因此該國環境部長於 2001 年表示需要制定全國通用之國家空氣指數，以告知民眾有關空氣品質狀況。

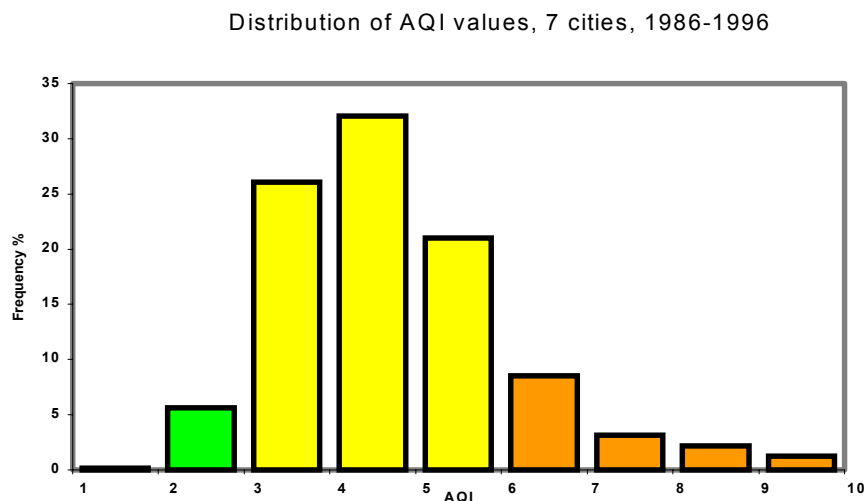
在該國 2001 年空氣污染指數研討會議中，獲得以下結論：

(一)以保護民眾健康為優先

(二)國家標準(Canada Wide Standards)為長期目標，空氣污染指數為一立即性之工具。指數必須符合最新之健康科學，且指數必須定期檢討修正。指數之發展須結合各界之合作並透明化。指數為國家級，但須有地區之適應性。空氣污染指數發展策略如下：

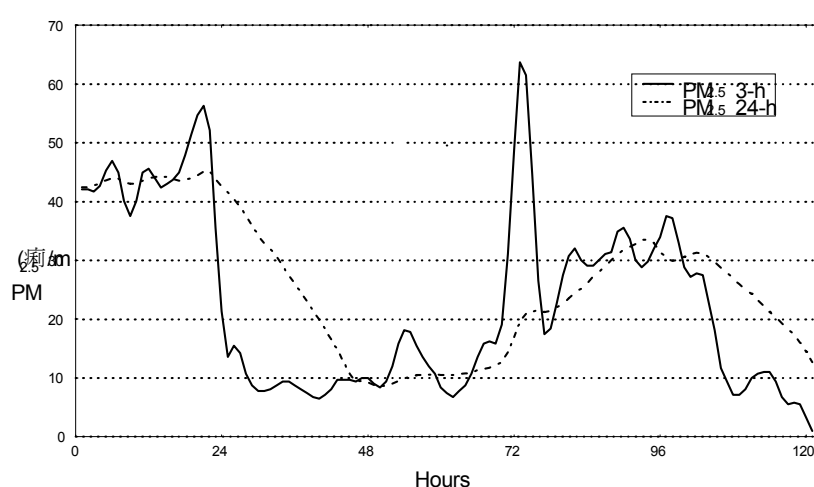


基於健康風險進行之空氣污染指數制定過程，其健康風險值係由實際觀察健康放應(如死亡率)與氣狀、粒狀污染物之關係所得結果，使用多污染物模式 (Multipollutant model) 分析加國八大城市之實際健康風險與空氣污染物濃度，這八個城市包括 Vancouver、Edmonton、Calgary、Winnipeg、Windsor、Toronto、Ottawa、Montreal，分析資料自 1986-1996 年間資料。分析結果如下圖：



對於如何表示空氣品質狀況，健康科學家偏好以低風險 (Low-risk)、中風險 (Medium-risk) 及高風險 (High-risk) 來代表，但

對於民眾而言，則以『好』、『普通』之等級接受度較高。未來加國新的空氣污染指數將依據健康風險之基礎而非空氣品質標準之超過次數，將來 AQI 也不會由單一污染物來決定。除了過去之測項，加國 AQI 也將納入 $PM_{2.5}$ 三小時平均，根據加國官員表示，會考慮納入 $PM_{2.5}$ 三小時平均，除了眾所皆知之 $PM_{2.5}$ 會造成民眾健康之危害，取三小時平均值可以更敏感地反映測值變化。如下圖所示，如選擇 24 小時平均值，則無法反映短期之高測值。



配合新的空氣污染指數之修訂，加國正持續進行相關研究，相關訊息可以在下列網頁中查詢：<http://www.msc.ec.gc.ca/caqi/>，並重新分析健康風險相關資訊，及開發多項污染物濃度之預報技術，至於是否納入 $PM_{2.5}$ 則由各省自行決定。

十四、環境技術中心(ETC)簡介

環境技術中心成立於七十年代中期，主要從事環保技術研究工作，包括空氣污染和有毒化學品測定技術，以及防止污染事故發生和出現污染後的應急管理技術。技術中心為加拿大環境保護的各項計畫提供專門技術協助以及研究與發展服務。大多數研究與發展工作和某些專門技術協助都是由環境技術中心和其他政府部門、私營企業及學術研究機構合作進行的，還有許多研究與發展項目是與外國相關機構合作進行的。

大約 160 名人員在環境中心工作，其中包括約 100 名雇員、45 名合同承包人員以及 15 名輔助研究人員、博士後研究生和大學學生。在一般情況下，環境保護部每年為本中心的科研工作撥款六百多萬元，此外環境中心還可通過合作項目協議得到多達五百萬元的經費。另外合作單位還可以通過分擔工作和以物代款等方式，為環境中心提供價值一千萬到一千五百萬元的投資。

環境中心的研究與發展機構每年還接待數以百計的來訪者，為世界各地的決策人士和研究工作管理人士提供直接技術轉讓，並推銷加拿大的研究與發展服務和技術。

機構編制

主任：David E. Thornton 博士

電話：1-613-991-9550

傳真：1-613-998-1365

電子郵址

dave.thornton@ec.gc.ca

緊急事故科研處

- 溢漏事故及污染危害和後果
- 遙感技術研究與發展
- 危險程度監控

聯繫人：Merv-Fingas 博士

電話：1-613-998-9622

傳真：1-613-991-9485

電子郵址

merv.fingas@ec.gc.ca

緊急事故工程技術處

- 石油及化學品溢漏污染清除技術研究與發展
- 典型移動清污設施

◦ 技術轉讓與評估

聯繫人：Dr. Carl Brown

電話：1-613-998-9622

傳真：1-613-991-9485

電子郵址：

carl.brown@ec.gc.ca

*根據與 SAIC(加拿大)公司簽訂的合約進行工作

微波輔助程序處

◦ 研究與發展，合作項目，MAPTM 技術商業應冊執照

聯繫人：Dr. Jocelyn Pare

電話：1-613-990-9122

傳真：1-613-990-2855

電子郵址：

Jocelyn.Pare@ec.gc.ca

分析與空氣質量處

◦ 全國空氣污染監測網

◦ 新型分析方法

◦ 分析質量保證

◦ 空氣毒質

聯繫人：Richard Turle

電話：1-613-990-8559

傳真：1-613-990-8568

電子郵址：

Richard.turle@ec.gc.ca

特別項目處

◦ 多種方法研究協調工作

- 實驗室工作規範
- 環境管理系統 (ISO 14000)

聯繫人：Mike.Bumbaco

電話：1-613-991-2387

傳真：1-613-998-0004

電子郵址：

mike.bumbaco [@ec.gc.ca](mailto:mike.bumbaco@ec.gc.ca)

廢棄排放研究與測定處

- 新車輛守規情況檢測
- 替代燃料和廢棄排放車輛、飛機、船只等交通工具的廢棄排放控制／預防技術
- 煙囪排放檢測

聯繫人：Fred Hendren

電話：1-613-990-5859

傳真：1-613-952-1006

電子郵址：

fred.hendren [@ec.gc.ca](mailto:fred.hendren@ec.gc.ca)

十五、加國空氣中毒性物質監測

加拿大對於空氣中毒性物質監測係經由 NAPS 監測網來蒐集所需資料，監測站地點包括郊區、都會區近郊、市區中心及工業區等，監測工作由省市環保機關合作來完成。

毒性物質監測計畫監測項目包括揮發性有機物（Volatile organics compounds, VOCs），含毒性物質及地表臭氧生成前驅物；極性揮發性有機物（polar volatile organics, PVOC），如醛類、醚類；細微粒化學組成，包括金屬、有機／無機離子及持久性毒性半揮發性有機成份（SVOC），如 benzo(a)pyrene，polychlorinated dibenzo-p-dioxin 及 furans。

加國毒性物質監測目的如下：

- (一) 提供加國人口暴露於環境空氣中毒性物質之濃度資訊，以作為加國環境保護法案中優先物質之評估使用。
- (二) 建立空氣中毒性物質濃度變化趨勢及評量管制策略之成效。
- (三) 量測光化學氧化物產生(如 smog)之重要前驅物及其相關前驅物。
- (四) 瞭解細懸浮微粒組成之特性。
- (五) 確認毒性物質之來源及瞭解其特性，並決定長程傳輸相對於本地排放之重要性。
- (六) 對於毒性物質於環境中之宿命、傳輸及流布提供進一步資訊。

由於使用國家空氣品質監測網之基礎設施及室內分析設備，加國以相當低的投資取得了其所關心的毒性物質之大量資料。該等資料已被大量用於加國 CEPA 優先物質名單之評估，以及隨後之法策程序，特別在最近對於微粒物質與地表臭氧之科學評估顯出其特點。

表一包括了加國現行毒性物質監測站名單及其監測項目，共有 VOCs 監測站 53 個，PVOC 監測站 13 個，PM 成份監測站 19 個，SVOC 監測站 18 個及 COA 監測站 7 個。COA 監測站主要監

測 SVOC(octachlorostyrene, hexachlorobenzene, pentachlorophenol, 及 nitro-PAH), 係在 Canada-Ontario agreement 下, 於 Ontario 進行監測。各監測項目清單如附錄。表二為現行優先名單物質監測之摘要。

本次考察心得發現以加國毒性物質監測現況而言, 仍以 VOC 監測站涵蓋之範圍最廣, 共有 53 個測站, 而其他種類之毒性物質仍舊有限。在表 1 的 63 個監測站中, 有 13 個測站位於放區, 有 9 個監測站可能受到鄰近工業污染之影響。

從加國監測分析結果, 共有約 40 種加國優先名單的毒性物質可能在空氣中被發現, 而其中則有 34 種係現行監測計畫中的量測對象。然而對於 5 種極性 VOC 之監測卻相當有限。此外, 仍有 8 種在空氣中可以發到之毒性物質尚未有監測計畫進行。而許多金屬如鉻 (Chromium)、砷 (arsenic)、鎘(cadmium)及鎳(nickel)等現行監測仍不足以瞭解其存在形式或價位(valence state)。對於汞 (mercury) 則僅量測粒狀態, 尚無氣相汞之量測。

加國除國外致力於毒性物質之削減或生命週期管理, 此外, 對於這些毒性物質之排放必須減少, 以符合相關之國際協議內容 (NAFTA and the UN)。要符合這些目標及呈報這些削減成果, 則必須齊備可靠的數據來定義環境中毒性物質濃度及排放量的基準年, 以及連續測定這些物質的濃度。表 3 為 23 種毒性物質為目前的北美或國際協議所重視的焦點, 部分已列入加國之國家空氣污染監測計畫(NAPS, National Air Pollution Surveillance), 部分則在整合大氣沉降監測網 (IADN, Integrated Atmospheric Depositim Network)。

肆、考察心得與建議

一、空氣監測分工與執行制度，可供國庫借鏡。

本次考察對於加國空氣中毒性物質監測之規劃與執行印象深刻。加國充分利用省及環保機關分工來達成各項監測任務，尤其利用現有各項設備、人才有效降低監測成本，足供國庫業務推動參考。

二、空氣中毒性物質監測及研究，可作為國庫規劃執行參考。

本次考察心得發現以加國毒性物質監測現況而言，以 VOC 監測站共有 53 個測站最多，而其他種類之毒性物質仍舊有限。

加國對於空氣中毒性物質監測計畫，監測項目包括揮發性有機物（Volatile organics compounds, VOCs），含毒性物質及地表臭氧生成前驅物；極性揮發性有機物（polar volatile organics, PVOC），如醛類、醚類；細微粒化學組成，包括金屬、有機／無機離子及持久性毒性半揮發性有機成份（SVOC），如 benzo(a)pyrene，polychlorinated dibenzo-p-dioxin 及 furans。加國對於空氣中毒性物質監測可供國庫業務參考，未來可考慮與加國環保機關雙方合作，引進相關監測技術。

三、加國空氣污染指標之修訂過程與內容可供國庫參考

加國認為目前之空氣污染指標在告知公眾有關可能健康風險之資訊上仍屬不足，其原因包括對於健康風險值限閾值之假設可能失真、污染物對於健康影響之權重不正確及未考慮污染物間之加成作用等，因此該國將制定全國通用之國家空氣指數，以告知民眾有關空氣品質狀況。

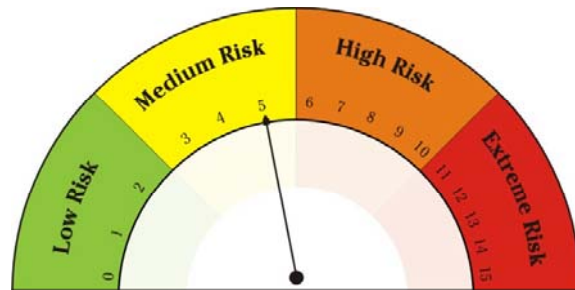
配合新的空氣污染指數之修訂，加國正持續進行相關研究，並重新分析健康風險相關資訊，及開發多項污染物濃度之預報技術等，並目前各省根據其空氣品質狀況評估是否納入 PM_{2.5}。加國空氣污染指數之修訂，將目前原先以空氣品質標準超過次數，改以健康風險概念，並以實際監測數據研究訂定標準，其修訂過程可供國庫參考。

附 錄

附錄 1、Revising Canada's Air Quality Index

附錄 2、Air Quality Challenges in Canada

Revising Canada's Air Quality Index



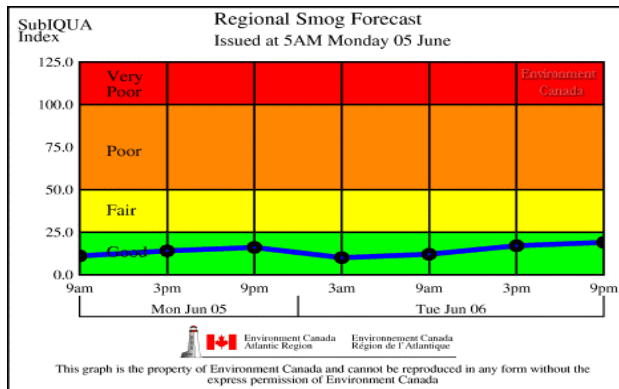
Air Quality Index

Thursday May 2, 2002

Time: 2:00 pm

Rating: **Medium Risk**

AQI: 5



Canada – Chile
Forum on
Environment and
Health Policies
Santiago, Chile
November 25-26, 2002

Outline of Presentation

- Current situation
- Process to revise the AQI
- A Health Risk Based Index
- Interim Steps and Path Forward

Current Situation

Index of the Quality of Air (IQUA)

- Developed in 1976 last revised in 1991
- Based on National Ambient Air Quality Objectives (O_3 , CO, SO_2 , NO_2 , TSP)
- Applied inconsistently by provinces
- NAAQO structure and objectives are obsolete
 - most objectives established in 1970s
 - ozone and PM superceded by Canada Wide Standards
 - mixture of science and policy inconsistently applied to different pollutants
 - revision process suspended

Canadian Air Quality Indices (excepting Ontario)

	Desirable/Good	Acceptable/Fair*	Tolerable/Poor	Very Poor
Index	<25	25- 50	50- 100	>100
SO2 1hr. ppb	<170	170-340	340- 2,000	>2,000
SO2 24 hr ppb	<60	60-110	110-310	>310
CO 1 hr ppm	<13	13-31	31-64	>64
CO 8 hr ppm	<5	5-13	13-17	>17
NO2 1 hr ppb	<110	110-210	210- 530	>530
O3 1 hr ppb	<50	50-80	80- 150	>150
CoH 1hr	<0.25	.25-0.84	0.84- 2.5	>2.5
TSP	<60	60-120	120-400	>400
PM2.5 Montreal	<12.5	12.5- 25	25-50	>50
PM10 BC& Montreal	<25	25- 50	50-100	>100

* Montreal uses linear functions based on maximum acceptable concentrations

Need for Revision

- Current index is a poor tool for informing the public on potential health risks
 - assumption of thresholds
 - incorrect weighting of pollutants
 - does not account for combined impact of pollutants

Minister Anderson's Challenge

“We need an up-to-date national air quality index that is consistent across the country, that tells people how bad air pollution is in their community and that is supported by health and action messages. I am challenging scientists, health experts and communications specialists both inside and outside government to give us this tool within a year. My commitment is to smooth the path for its adoption by all orders of government in Canada.”

June 11, 2001

June 2001 AQI Workshop

Conclusions

- First priority is health protection
- Canada Wide Standards are long term targets; the air quality index should be an immediate information tool
- Index needs to be based on current health science and to be updated regularly
- Index development has to be collaborative and transparent and have ownership beyond governments
- Index must be national but must have some regional flexibility

Strategy for creating a new AQI

- Create a process that
 - is inclusive
 - provides access to a wide range of expertise
 - communications/market research
 - health science as a basis for index structure and advisory messages
 - monitoring and data analysis
- Participation of Federal provincial and municipal governments, media, environmental and health advocacy groups

**Stakeholder Direction from the June 2001
Workshop in Toronto**

```
graph TD; A[Stakeholder Direction from the June 2001 Workshop in Toronto] --> B[AQI Process June 2001- May 2002]; B --> C[May 2002 AQI Workshop]; C --> D[Stakeholder Vision for Improving Canadian Air Quality Indices]; D --> E[Short-Term Improvements]; D --> F[Long Term Improvements];
```

**AQI Process
June 2001- May 2002**

May 2002 AQI Workshop

**Stakeholder Vision for Improving
Canadian Air Quality Indices**

Short-Term Improvements

Long Term Improvements

Vision of an Ideal AQI

- *AQI should be the best available indicator of current and forecasted levels of the health risk attributable to common air pollutants.*
- *The public would be aware of the availability of the information, would trust the information and would be able to use the information to protect themselves and those in their care.*
- *It would contribute, as part of an overall public information process, to public understanding of air pollutants, their effects and the availability of actions to limit these effects.*
- The Management Committee and the May 2002 workshop participants endorsed this vision for an AQI as described above and have chosen a *multi-pollutant, health-risk based index as a desirable tool to achieve this vision.*

Developing a Health Risk Based Index

- Health risk based index derived directly from the observed relationship between a health outcome (mortality) and both pollutant gases and particles
- Tested a model based on Multipollutant relationship between Air Pollution and Health in Canadian Cities



**ASSOCIATION BETWEEN PARTICULATE- AND GAS-PHASE
COMPONENTS OF URBAN AIR POLLUTION AND DAILY
MORTALITY IN EIGHT CANADIAN CITIES**

R. T. Burnett

Environmental Health Directorate, Health Canada, Ottawa, and
Department of Epidemiology and Community Medicine, University of
Ottawa, Ottawa, Canada

J. Brook

Atmospheric Environment, Environment Canada, Downsview, Canada

T. Dann

Environmental Protection, Environment Canada, Ottawa, Canada

C. Delocla, O. Philips

Statistics Canada, Ottawa, Canada

S. Cakmak, R. Vincent

Environmental Health Directorate, Health Canada, Ottawa, Canada

M. S. Goldberg

Epidemiology and Biostatistics Unit, Research Centre on Human Health,
INRS-Institut Armand-Frappier, University of Quebec, Laval, Quebec, and
Department of Epidemiology and Biostatistics, McGill University,
Montreal, Quebec, Canada

D. Krewski

Department of Epidemiology and Community Medicine, University of
Ottawa, Ottawa, Canada

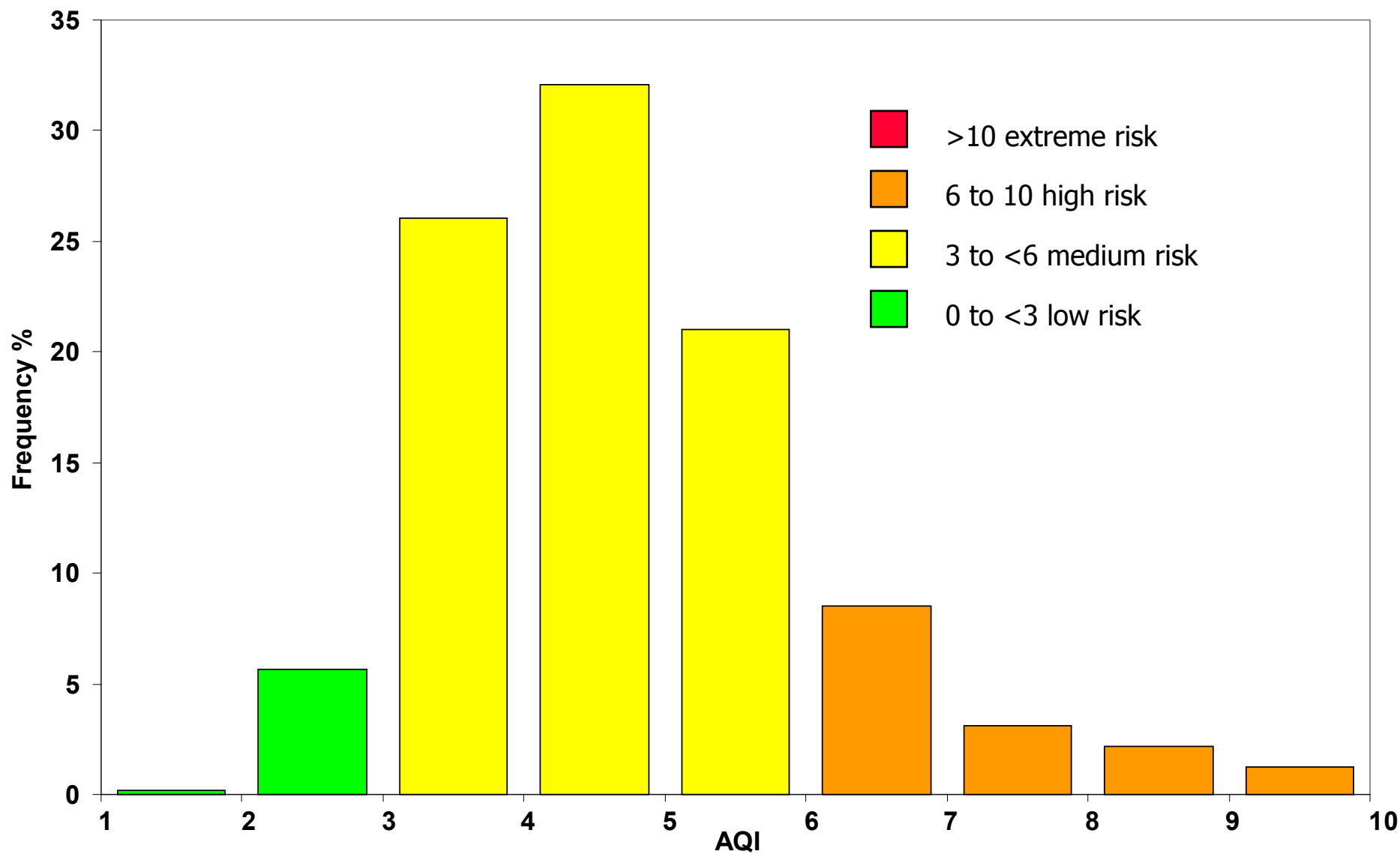
Although some consensus has emerged among the scientific and regulatory communities that the urban ambient atmospheric mix of combustion related pollutants is a determinant of population health, the relative toxicity of the chemical and physical components of this complex mixture remains unclear. Daily mortality rates and concurrent data on size-fractionated particulate mass and gaseous pollutants were obtained in eight of Canada's

- Vancouver
- Edmonton
- Calgary
- Winnipeg
- Windsor
- Toronto
- Ottawa
- Montreal
- 1986-1996
- Multi-pollutant model

Received 4 February 2000; sent for revision 10 March 2000; accepted 6 April 2000.

Address correspondence to Dr. Richard Thomas Burnett, 200 Environmental Health Center, Tunney's Pasture, Ottawa, Canada K1A 0L2. E-mail: rick.burnett@hc-sc.gc.ca

Distribution of AQI values, 7 cities, 1986-1996





Air Quality Index

Thursday May 2, 2002

Time: 2:00 pm

Rating: **Medium Risk**

AQI: 5

- Category Labels

- Low-risk, medium-risk, high-risk, etc. preferred to good, fair, poor by Health Scientists
- Good Fair Poor preferred by Public

Long term policy implications of a Health based AQI

- Perception of air quality will be based on health risk not on standard setting decisions
- Public awareness of air quality will be disconnected from “exceedences”
- AQI will not be dominated by a single pollutant

Statistics Package Glitch

- Subsequent to the May 27-28, 2002 workshop, evidence has come to light of a problem with the statistical analysis that has been used for the past 5-6 years in the analysis of time-series data of the day-to-day association between air pollution and outcomes such as mortality and hospital admissions. Because this new evidence raises questions about the magnitude of the short-term association between air pollution and mortality and morbidity, this could affect the properties of the draft health risk based index which we have been considering over the last several months. This underlines the need to conduct further analysis in support of a health risk based index.

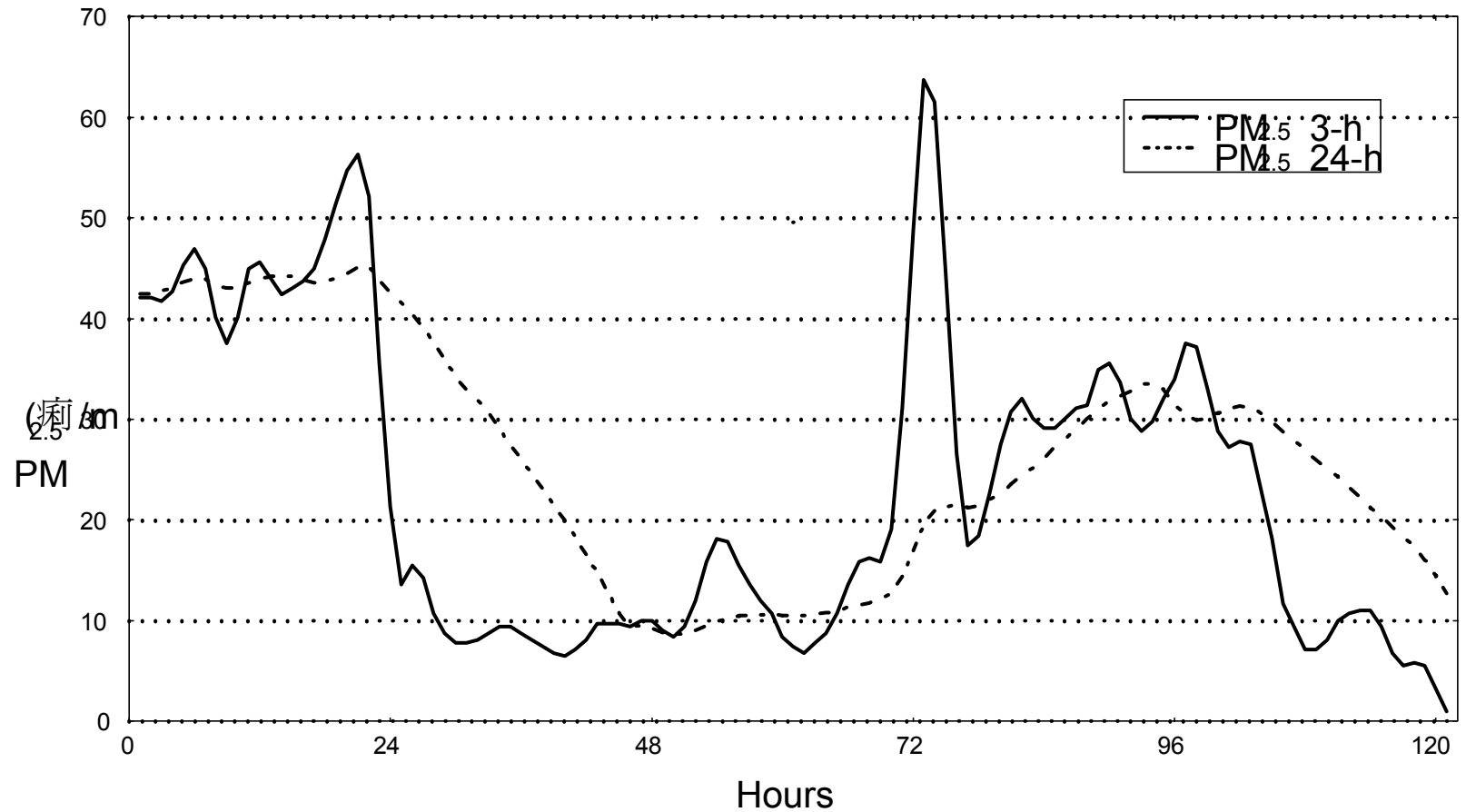
Overall Response

- Stakeholder support for a phased approach, moving from a modified status quo index to a multi-pollutant health risk based index within a few years
- additional validation and development work in the interim, including:
 - use of models for health outcomes other than mortality, market research and marketing activities
 - consideration of appropriateness of scaling the index calculation to shorter averaging periods
 - expansion of monitoring capacity to support a multi-pollutant index
 - development of a multi-pollutant forecasting capacity

Interim Steps

- Adding PM2.5 to index where not now included
- Use 3 hour averages for PM2.5
- Update health messages

The effect of averaging time



*Percent of Days that Parameter is Responsible
for Maximum Index Value (1998-2000)*

Index Version	SO ₂	CO	NO ₂	O ₃	PM _{2.5}
No PM _{2.5}	1.0%	2.7%	7.8%	89.2%	
24h PM _{2.5} 25 breakpoint	0.5%	0.3%	1.1%	49.3%	49.0%
24h PM _{2.5} 30 breakpoint	0.9%	0.4%	1.7%	57.9%	39.1%
3h PM _{2.5} 25 breakpoint	0.3%	0.2%	0.4%	30.3%	69.1%
3h PM _{2.5} 30 breakpoint	0.3%	0.2%	0.5%	38.6%	60.6%
3h PM _{2.5} 35 breakpoint	1.0%	0.3%	0.6%	45.9%	52.1%
3h PM _{2.5} 40 breakpoint	0.4%	0.4%	0.8%	53.7%	44.9%
3h PM _{2.5} 45 breakpoint	0.8%	0.5%	1.2%	58.8%	38.8%
3h PM _{2.5} 50 breakpoint	0.5%	0.5%	1.5%	64.8%	32.8%

Test Messages for Different Ranges

HIGH

Schedule strenuous outdoor activities during low-risk periods.

MEDIUM

Air pollution can aggravate heart or lung conditions. During high-risk periods, pay special attention to your doctor's program for maintaining your health.

LOW

Seniors and children are particularly vulnerable to air pollution.

Let's minimize pollution and protect our vulnerable ones.

Breathing easy helps us all.

or

Air pollution can make your eyes burn or your throat itch. Help reduce air pollution. Decrease pollution emissions by driving less. Breathing easy helps us all.

Path Forward

- Continue an open and inclusive development process
 - <http://www.msc.ec.gc.ca/caqi/>
- Reanalysis of health science
- Add PM2.5 (provincial decisions)
- Develop health messages
- Develop capability for multipollutant forecasts

Air Quality Challenges in Canada



Canada – Chile
Forum on
Environment and
Health Policies
Santiago, Chile
November 25-26, 2002



Outline of Presentation

- Air Quality in Canada overview
- Scientific challenges
- Policy Challenges
- Air Quality Management and Service Challenges



Overview of Air Quality In Canada

Ambient Measurements

Emission Inventories

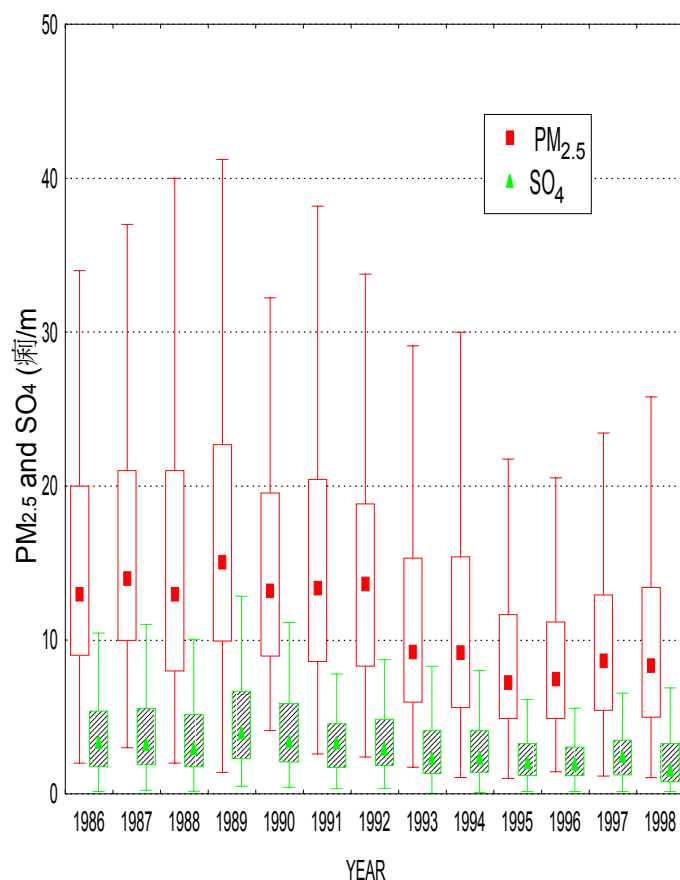
Perceptions



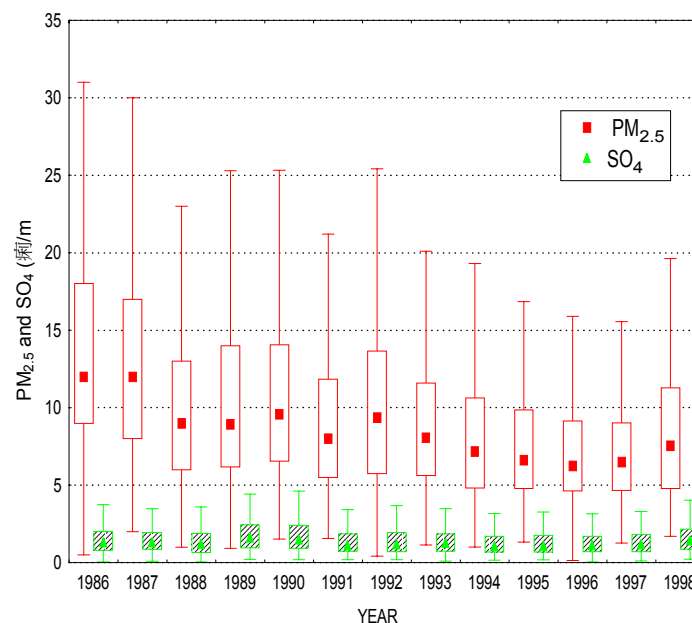
PM_{2.5}

Composite PM_{2.5} and SO₄ Trend From NAPS Urban Sites
(Median, 25th & 75th percentiles, non outlier max and min) -

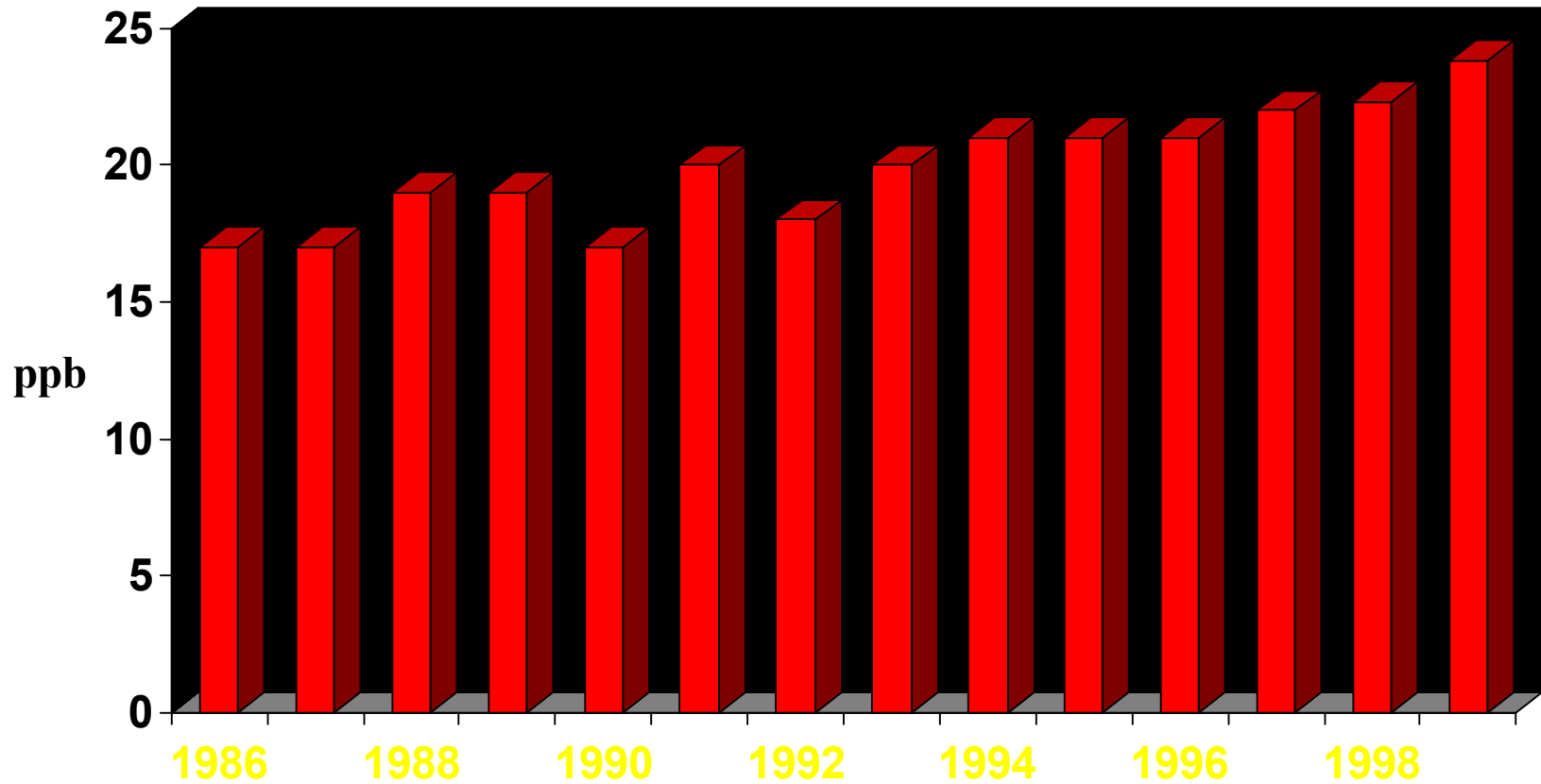
EAST



WEST

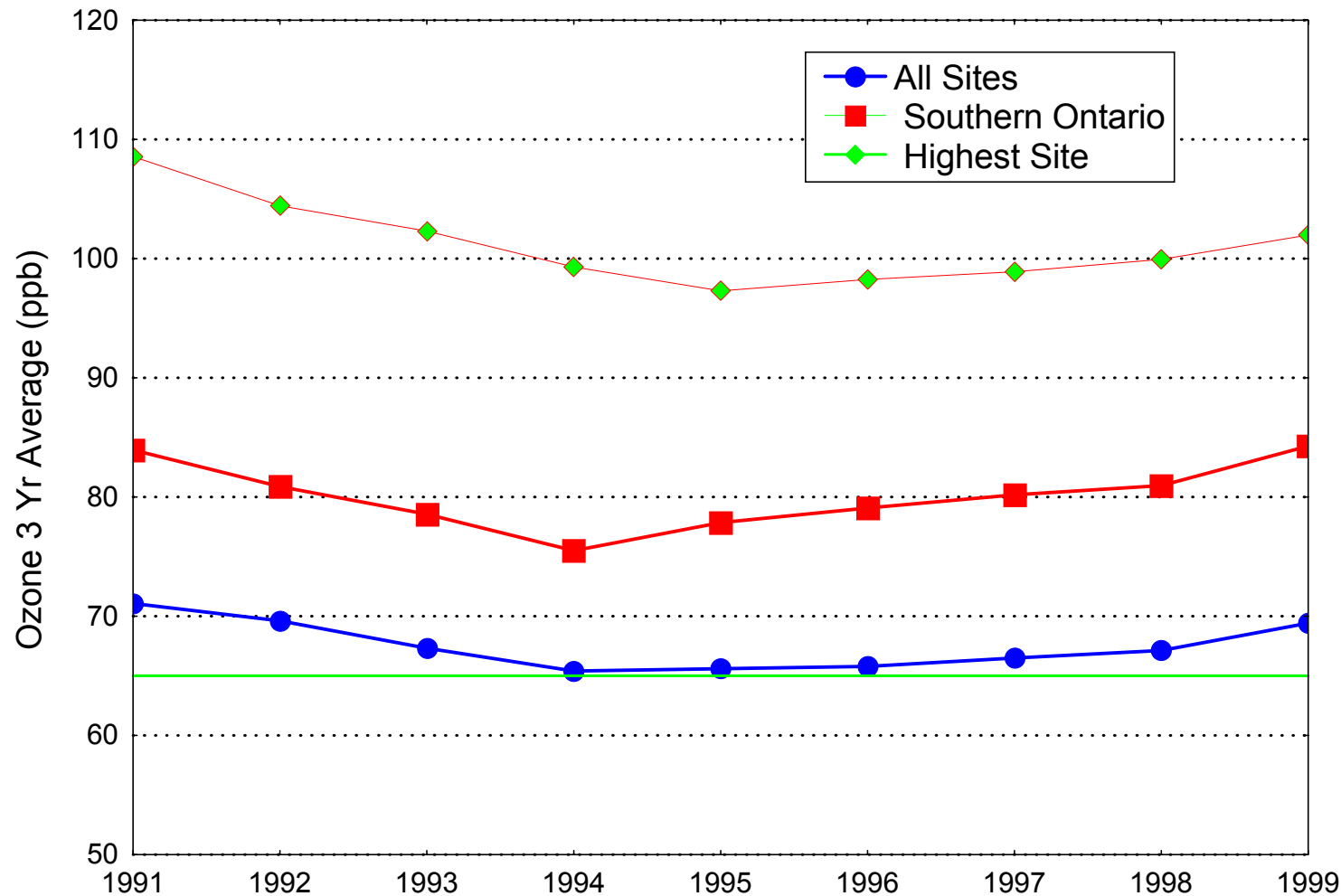


Trend in Ozone Annual Mean



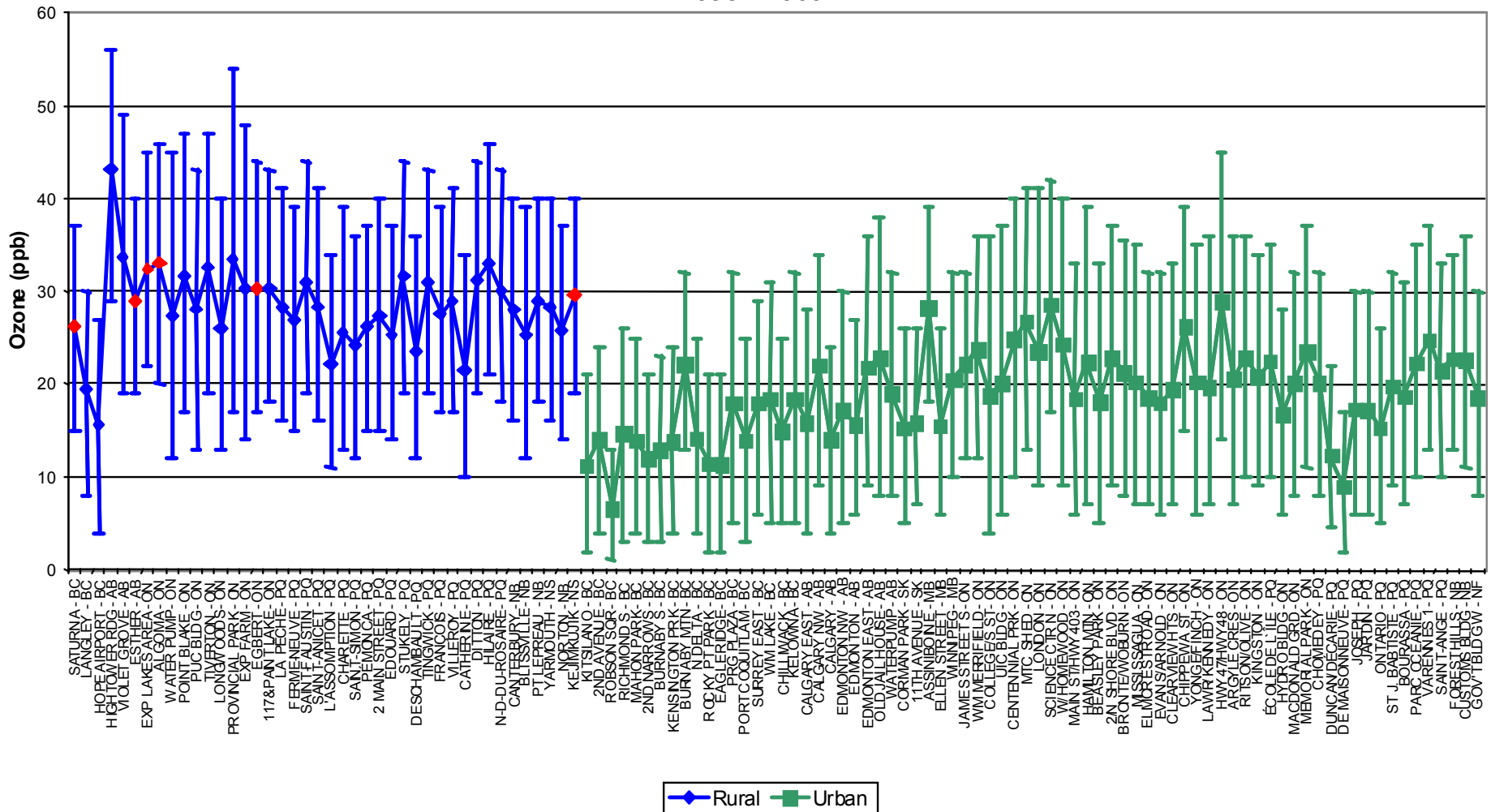
Ozone trends depend on what you look at

Trend in Three Year Running Average of 4th Highest 8h Daily Max Ozone (ppb)



....and where you look

Average Daily Ozone Concentration
Upper and Lower Limits Indicate the 90th and 10th Percentiles
1995 - 2000

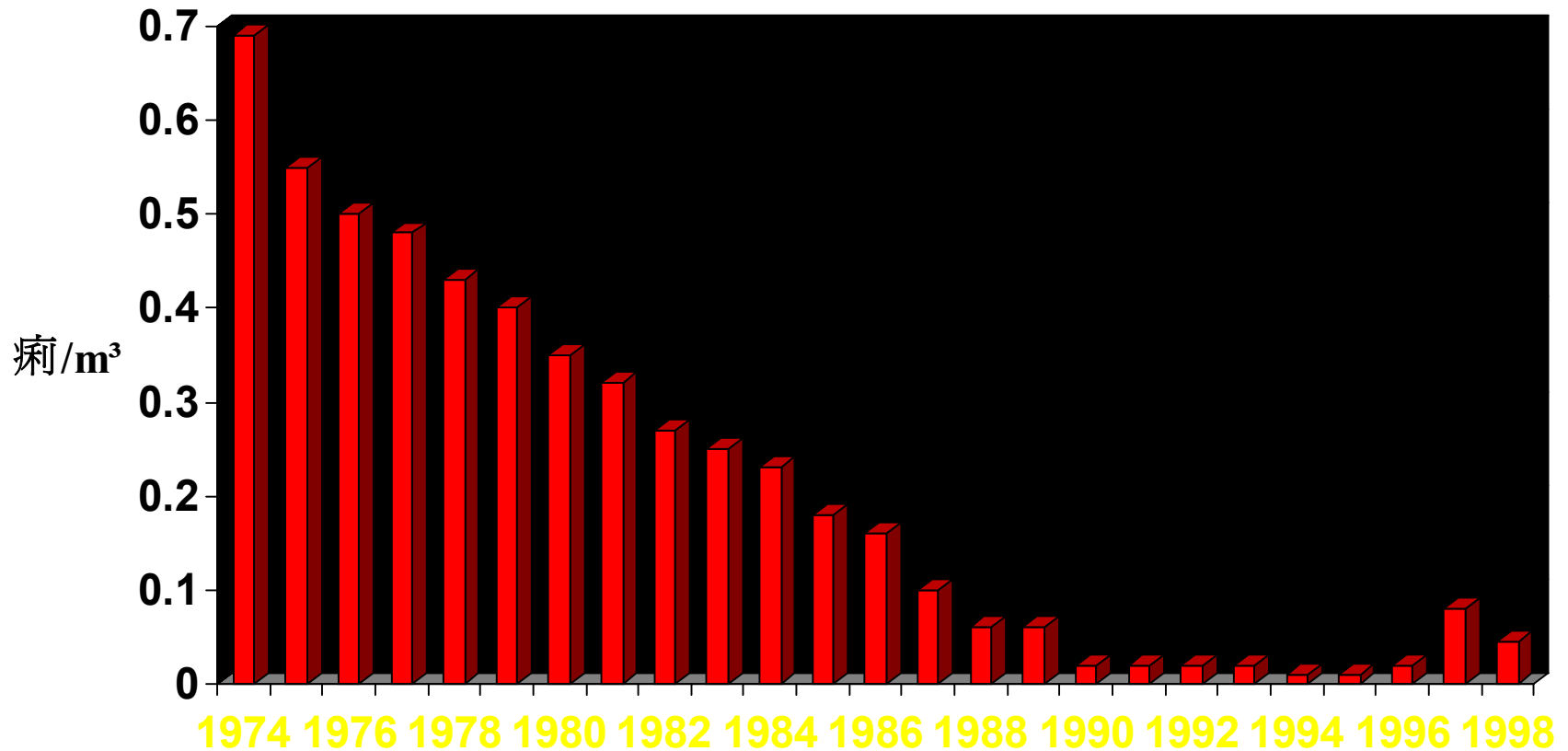


Overview- monitoring

CAPMoN sites indicated by red diamonds

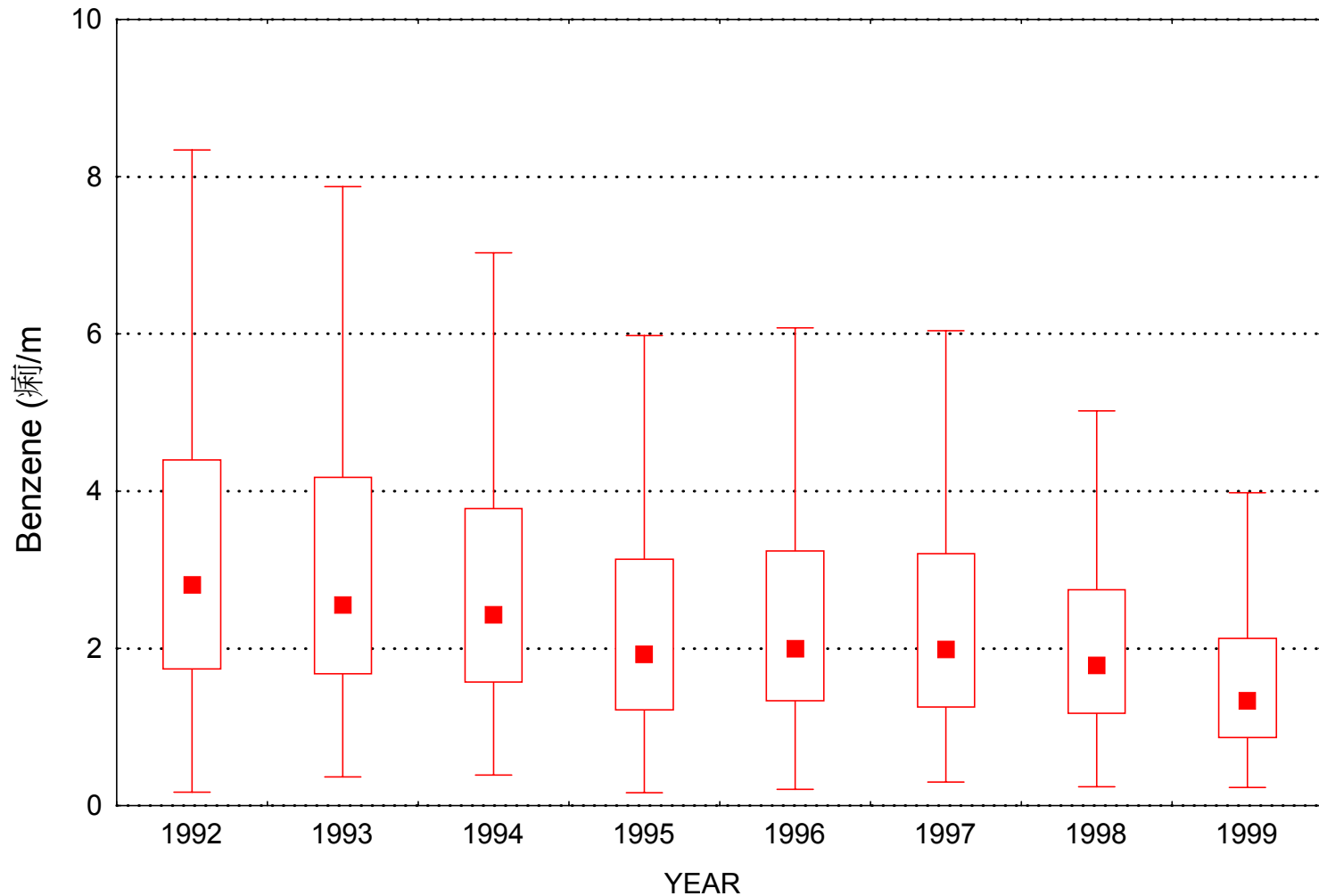


Trend in Lead Annual Mean

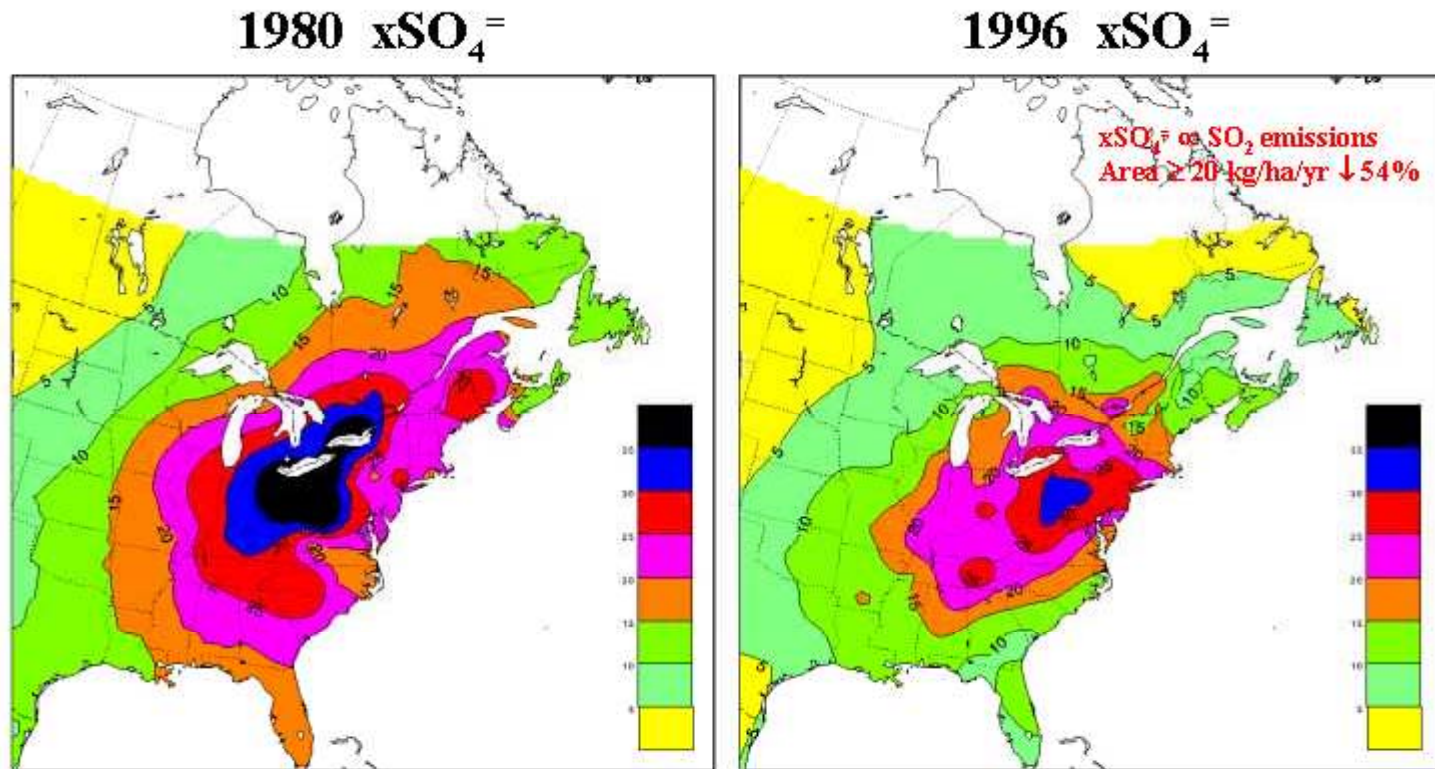


Benzene Trend From NAPS Urban Sites

(Median, 25th & 75th percentiles, non outlier max and min)



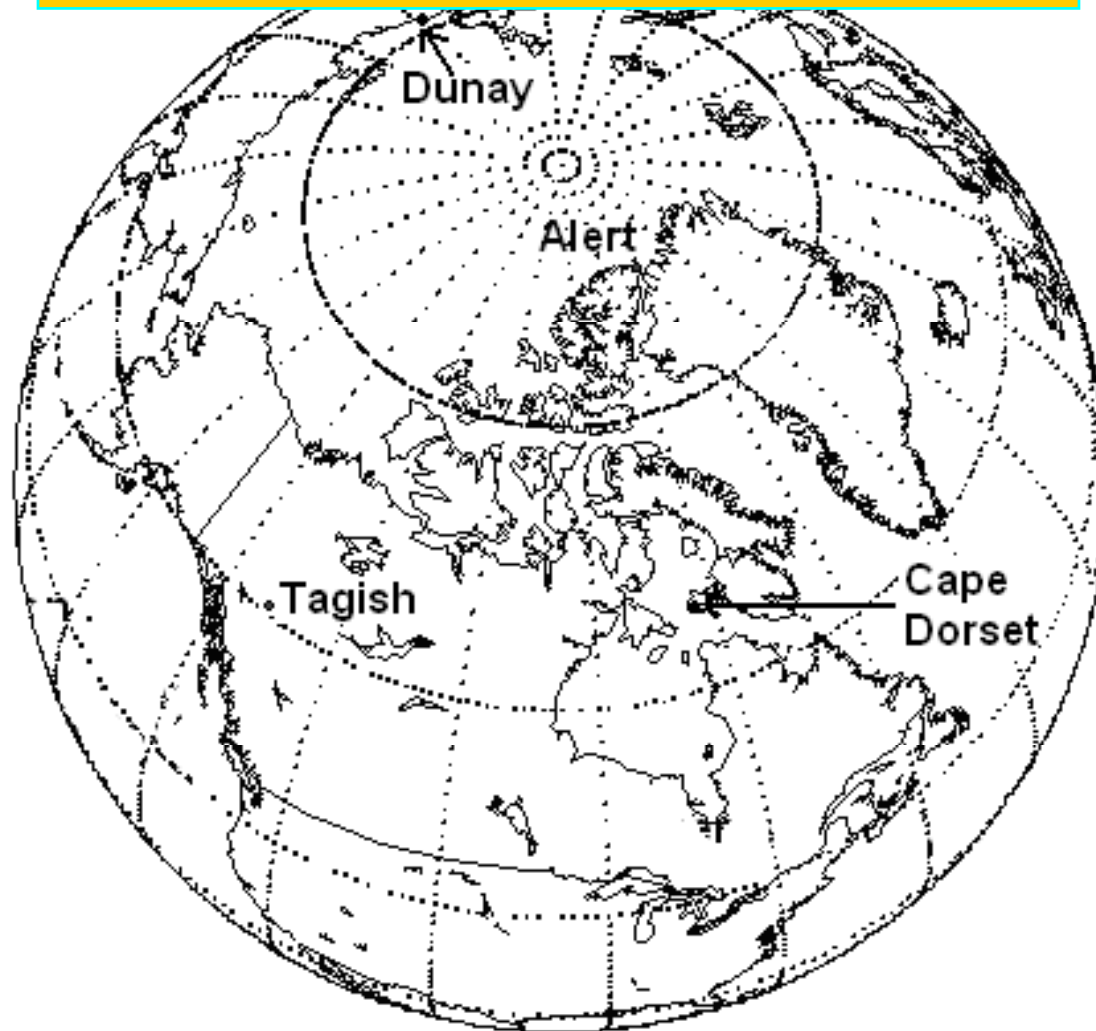
Sulphate wet deposition (kg/ha/y)



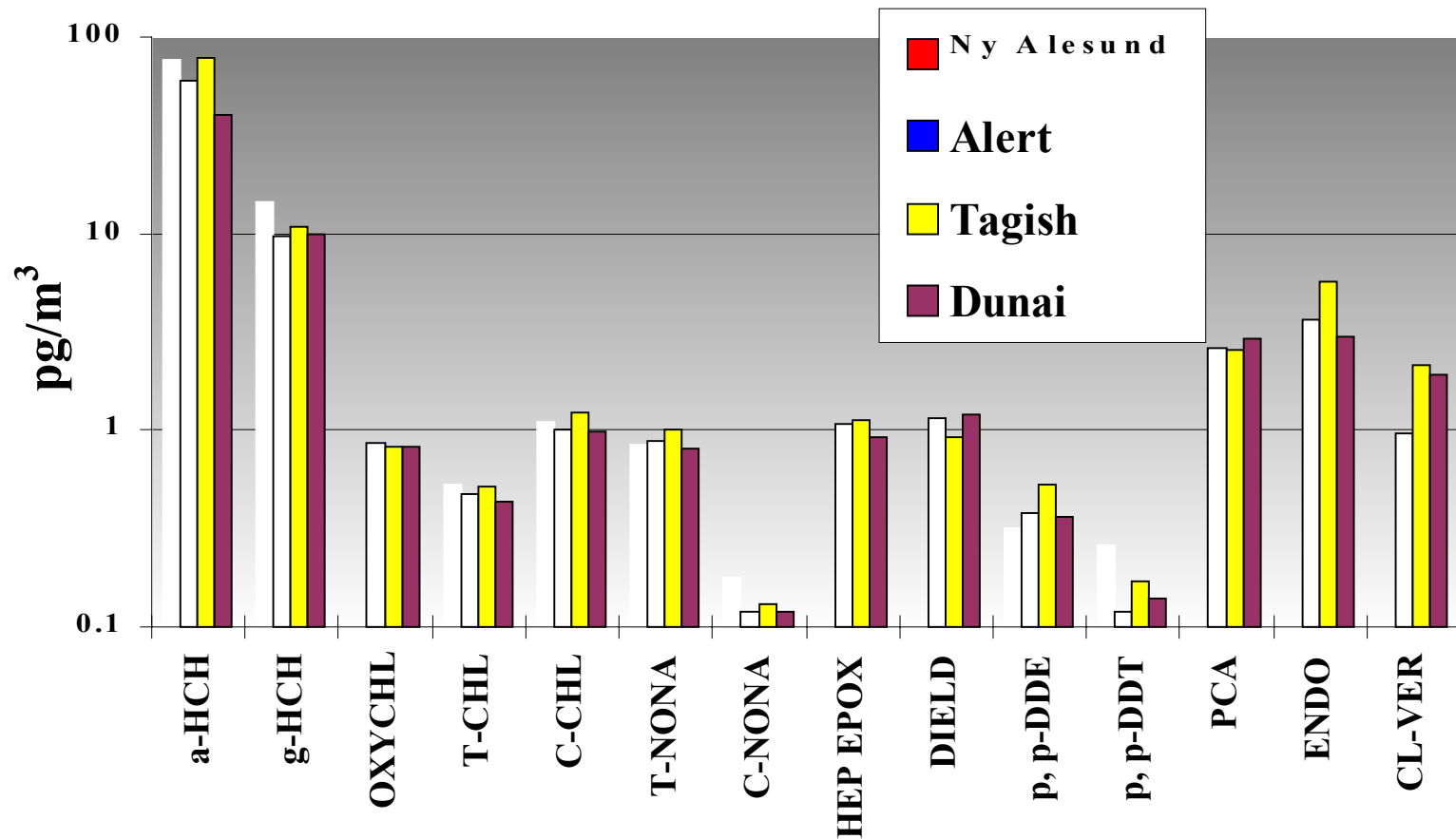
Acid gas emission controls in N.America have caused decreases in sulphate deposition



Northern Contaminants Network



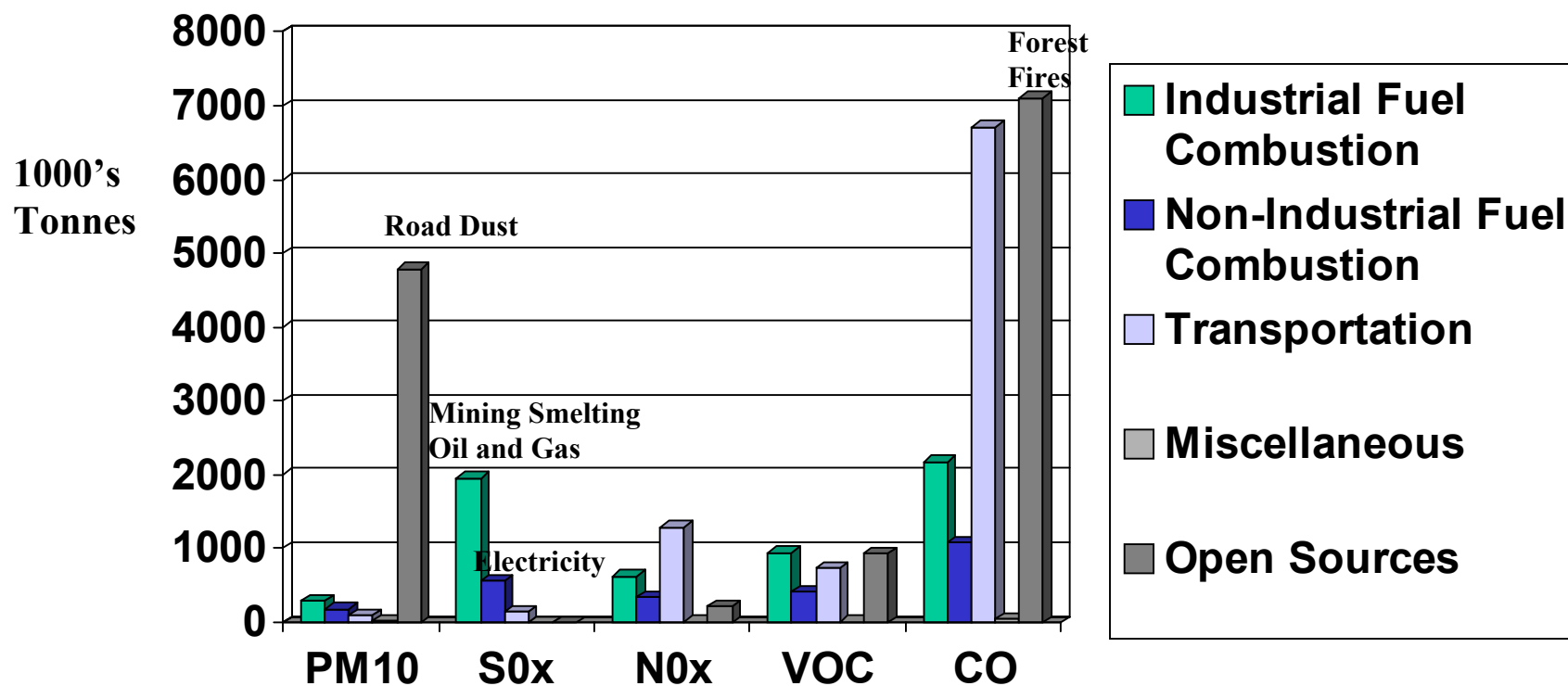
Comparison of POPs Measurements at Four Arctic Sites (Halsall & Barrie, 1999)



Contamination of the Arctic by pesticides is widespread

Emission Inventories

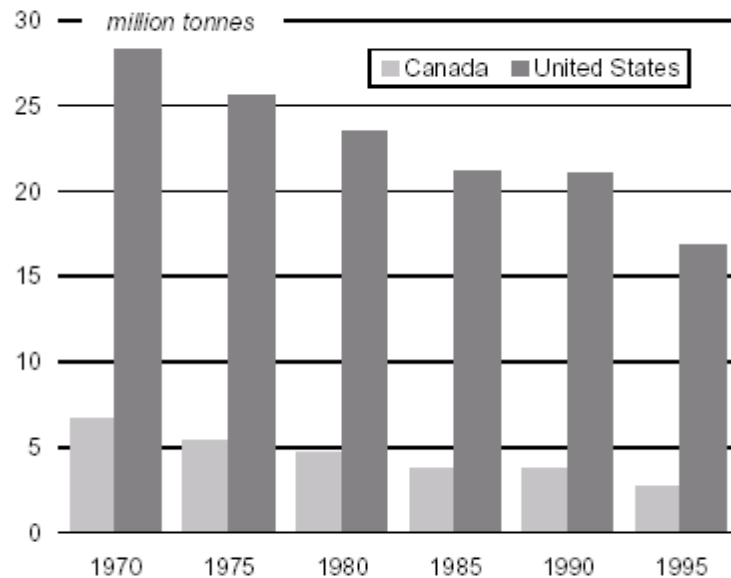
Criteria Air Contaminant Emissions 1995



Emissions Inventory

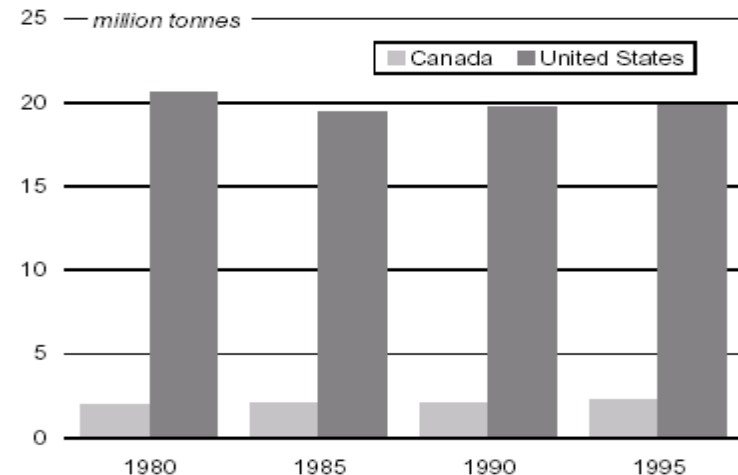
Canada and US

Figure 6
Sulphur Dioxide Emissions, Canada and the United States, 1970 to 1995



Note:
The data labelled as 1975 for Canada are actually from 1976.
Source:
Environment Canada, 1998, 1997 Canadian Acid Rain Assessment, Volume 1: Summary of Results, Downsview, Ontario.

Figure 7
Nitrogen Oxide Emissions, Canada and the United States, 1980 to 1995



Source:
Environment Canada, 1998, 1997 Canadian Acid Rain Assessment, Volume 1: Summary of Results, Downsview, Ontario.



NPRI “Toxics” Inventory

Table 7

Top 10 On-site Releases to Air, 1996

Substance	Releases	As share of total
	tonnes	percent
Methanol	20 566.7	16.2
Ammonia (total) ¹	17 314.1	13.6
Hydrochloric acid	11 630.6	9.1
Sulphuric acid	9 369.2	7.4
Hydrogen sulphide	7 976.5	6.3
Toluene	7 191.4	5.6
Xylene (mixed isomers)	6 909.7	5.4
Zinc (and its compounds)	709.8	0.6
Nitrate ion in solution at pH $\geq$ 6.0	71.8	0.1
Calcium fluoride ²	19.5	0.0

Note:

1. Refers to the total of both ammonia (NH₃) and ammonium ion (NH₄⁺) in solution.

2. CEPA-toxic or carcinogenic.

Source:

Environment Canada, Pollution Data Branch, National Pollutant Release Inventory Database, <<http://www.ec.gc.ca/pdb/npri/>> (accessed February 1, 1999).



Public Perception of Air Quality in Canada

- Canadians are more concerned about global problems with the atmosphere resulting from air pollution than they are about air pollution in their community.
- Most say air quality is fair to good in their area
- While one-half of Canadians believe that the air pollution in their community has remained the same over the last five years; one-third suggest that the situation has worsened. Only one in ten suggest that it has improved.
- Industrial/factory emissions and vehicle emissions are seen as the major sources of air pollution
- Air pollution considered to be worse in cities and worse in summer



Health Perceptions

- One-quarter of Canadians feel that they suffer or have suffered from health problems due to air pollution.
- A majority of health care professionals feel that air pollution affects the health of Canadians “only somewhat” and consider it to a less serious problem. However, a significant minority suggested that it greatly affects health. Respiratory and lung problems, and asthma are seen as the most likely effects on human health.



Scientific Challenges

Health Science

Atmospheric Science



Health Science Challenges

- Magnitude of health effect
- Relative toxicity of components of the air pollution mix
- Exposure

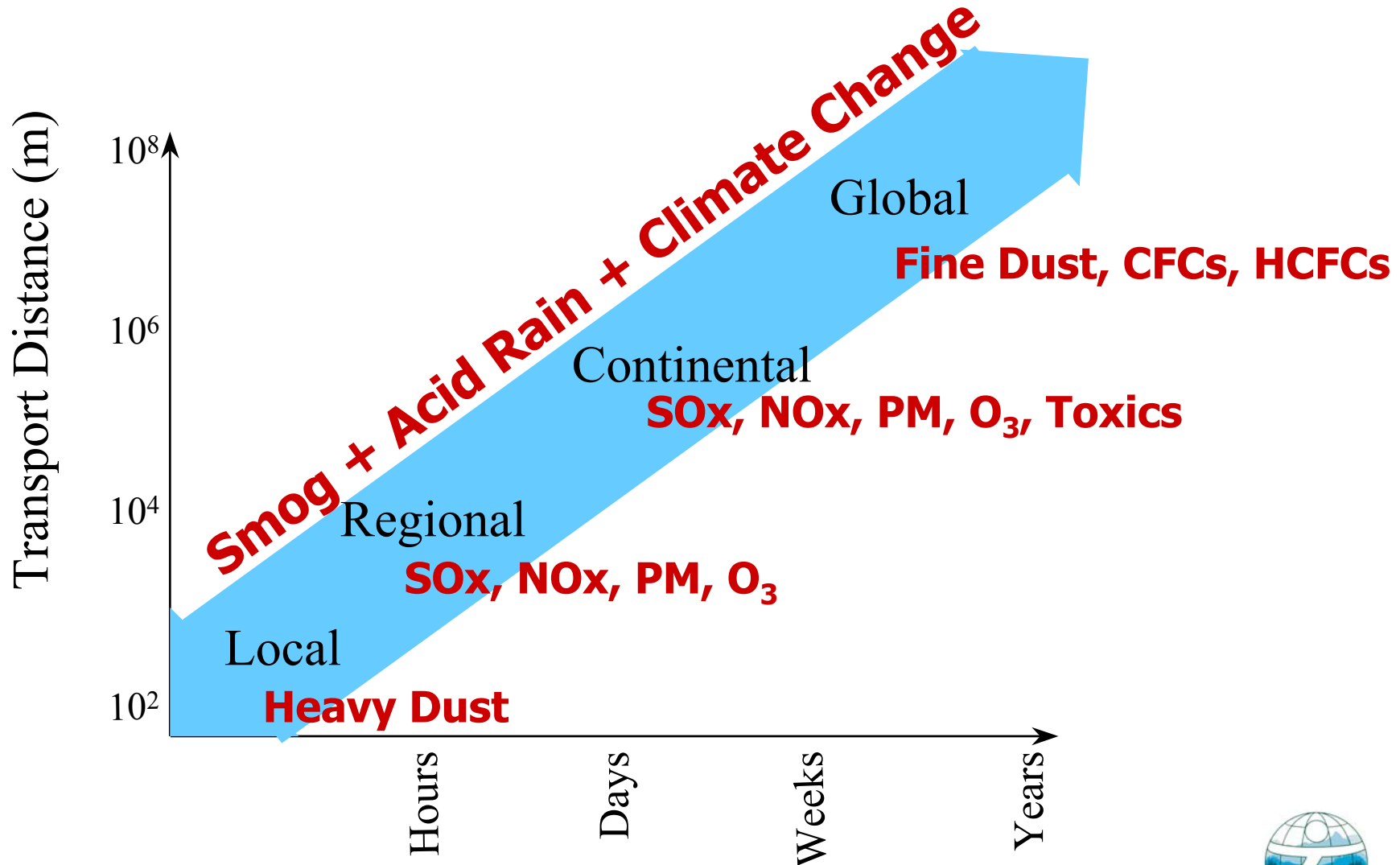


Atmospheric Science

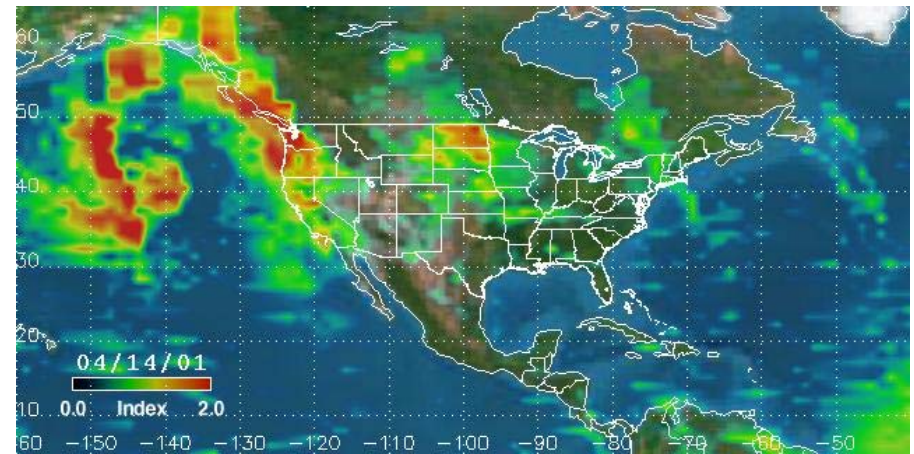
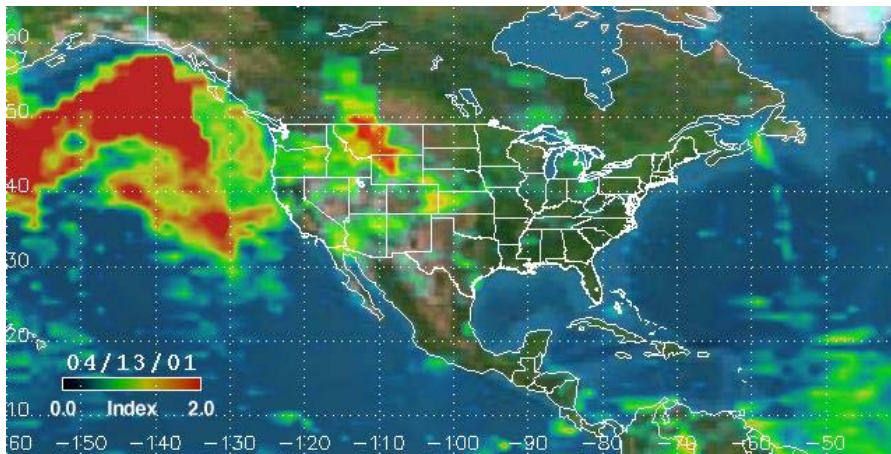
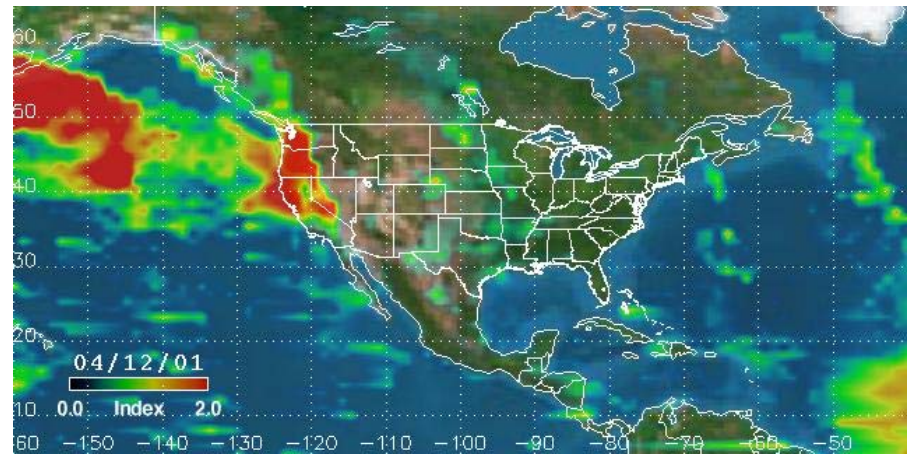
- Objectives
 - Establish the magnitude of the problem
 - To guide AQ management strategies
 - To help protect public health
- Challenges
 - sources and transport
 - composition and transformation
 - regional variability



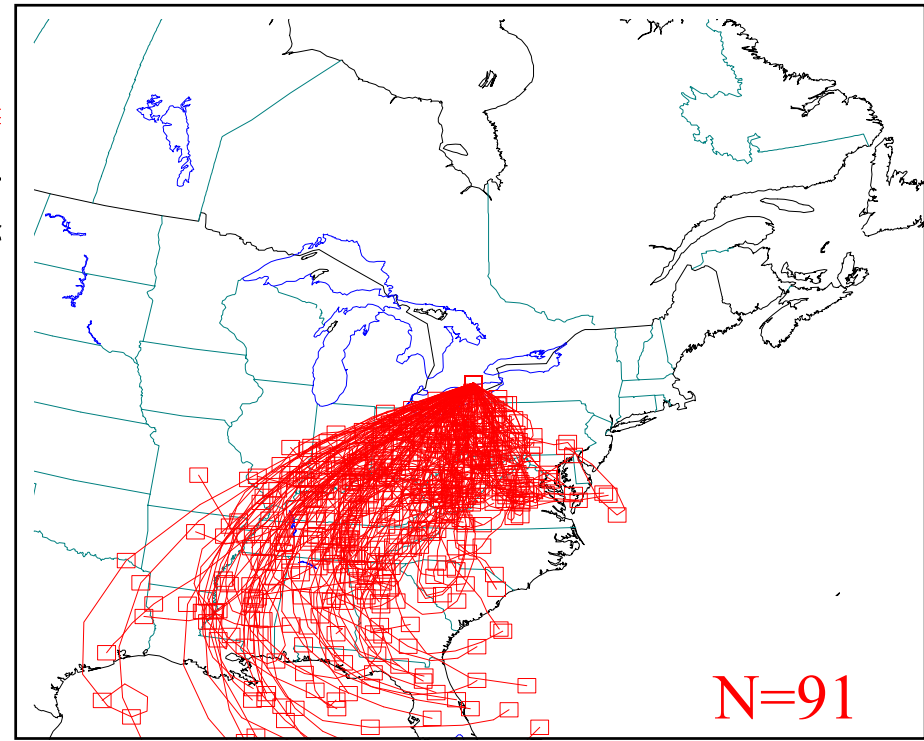
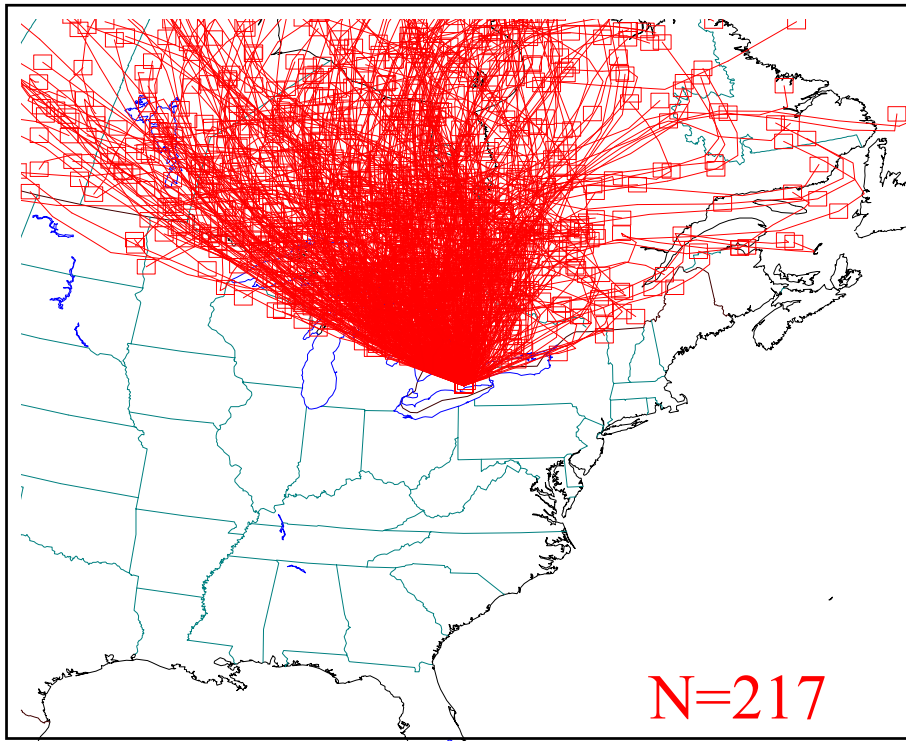
Transport Scales



TOMS satellite data from April 12-14, 2001 showing the Asian dust storm approaching and then crossing North America.



Back Trajectories

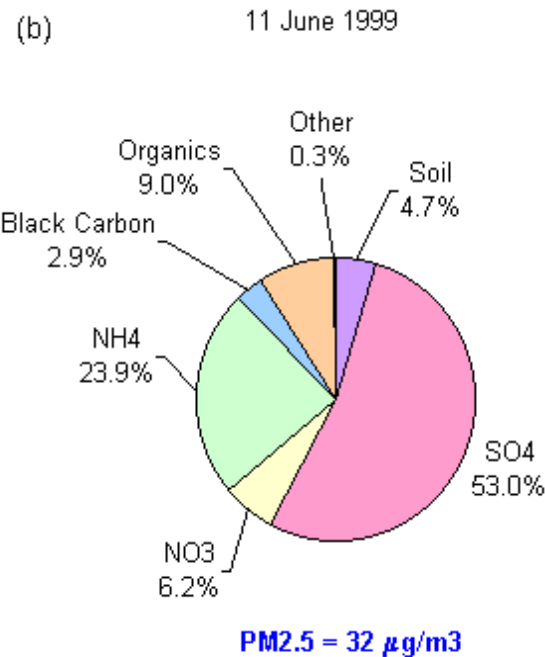
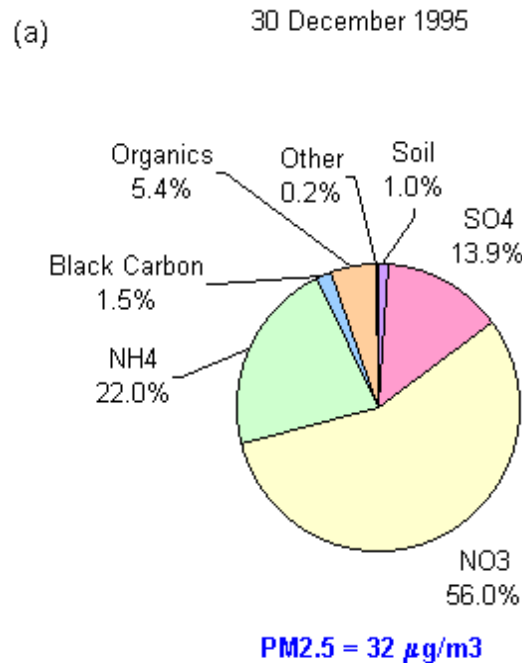
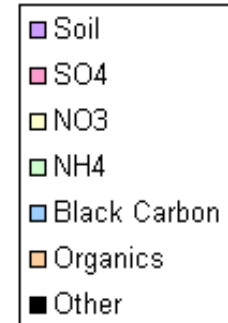


1. Summer Mean $\text{PM}_{2.5} = 7.6 \mu\text{g m}^{-3}$

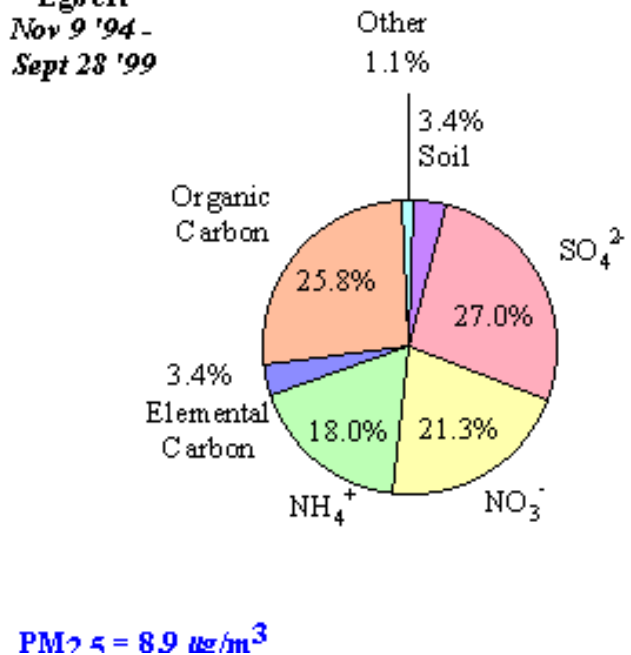
3. Summer Mean $\text{PM}_{2.5} = 25.4 \mu\text{g m}^{-3}$



Seasonal and Episode vs. Average Composition Differences

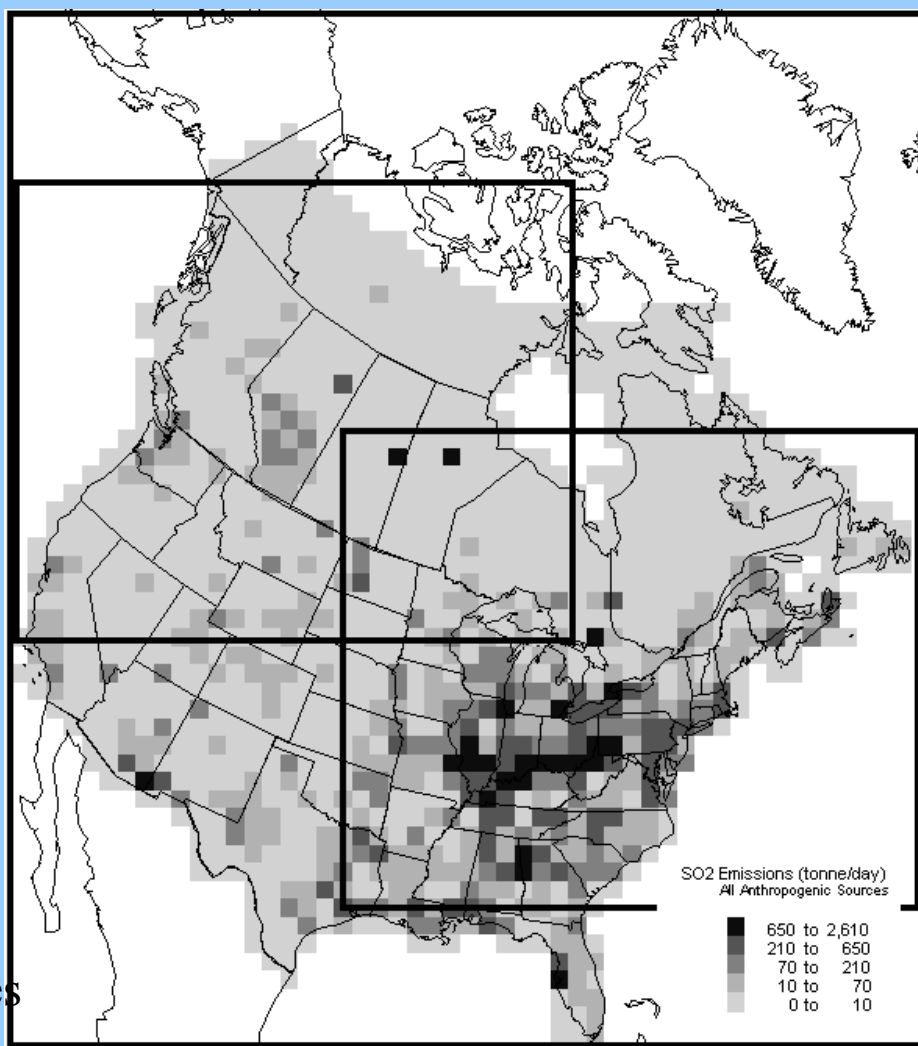


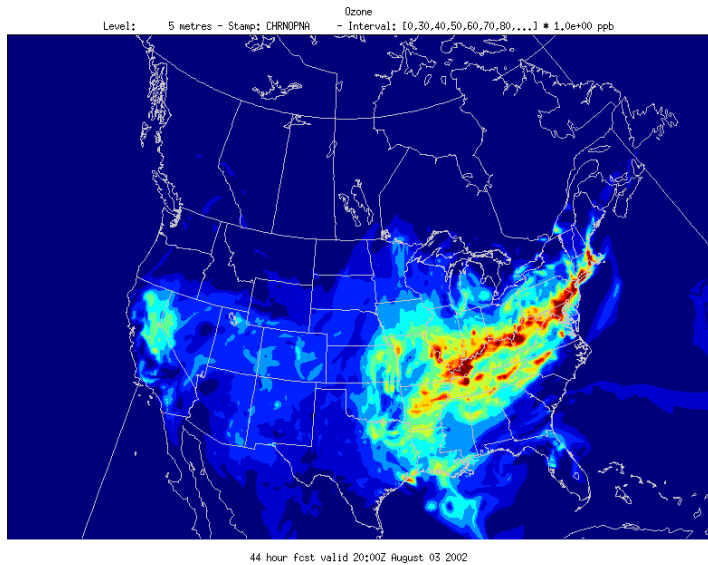
Egbert
Nov 9 '94 -
Sept 28 '99



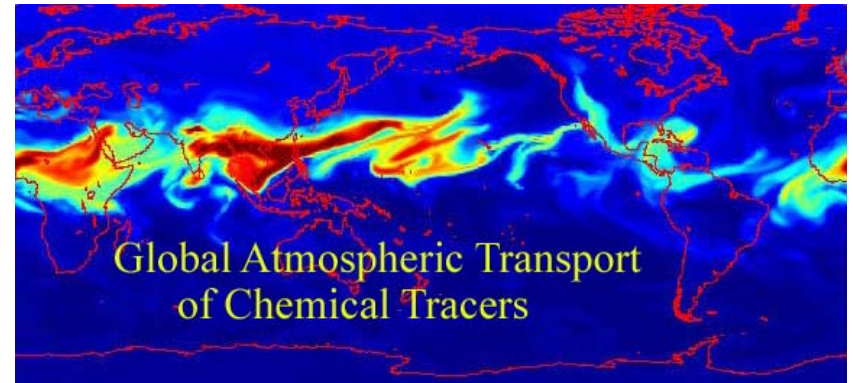
Regional Modeling

- Multi-pollutant approach using A Unified Regional Air Quality Modelling System (AURAMS).

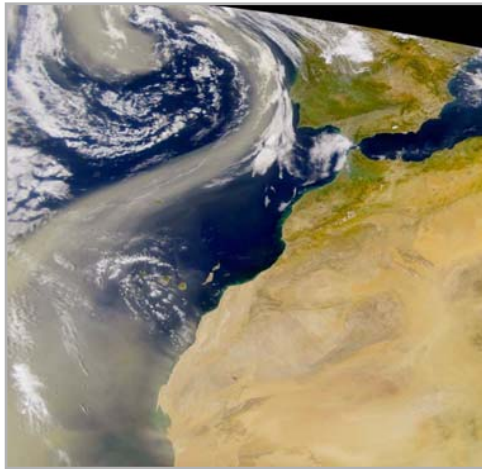




CHRONOS – tropospheric ozone



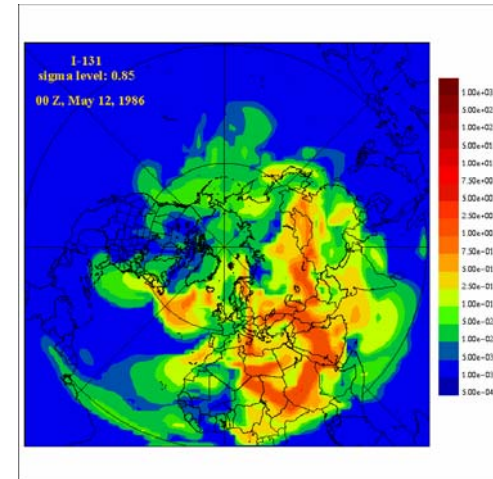
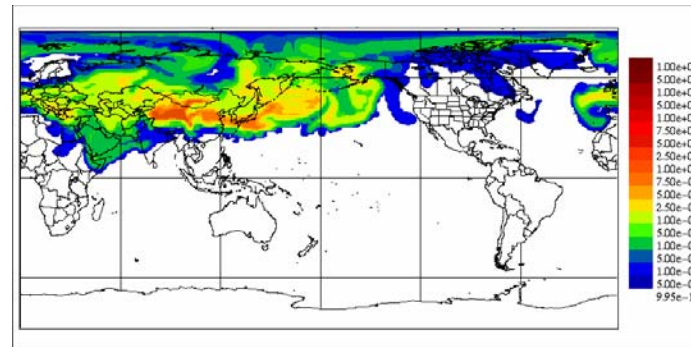
Multicompartiment transport of toxics and global atmospheric chemistry (air, ocean, terrestrial system, MEDIA)



New problems...

Numerical tracer models

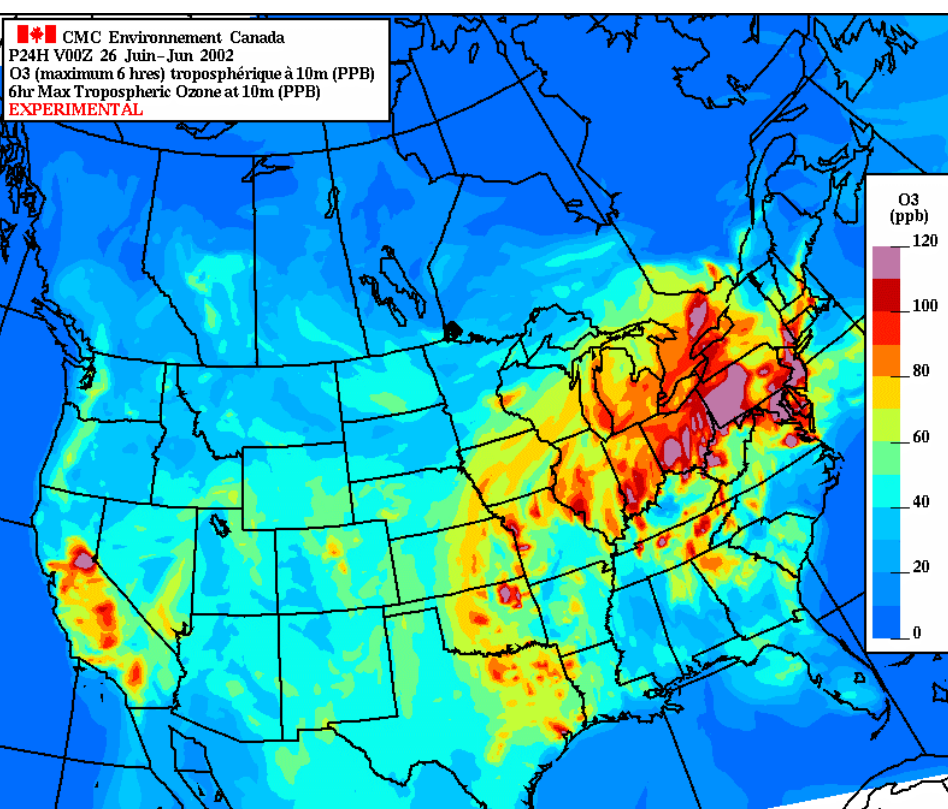
Global scale transport of nuclear and biological tracers (CTBT model)



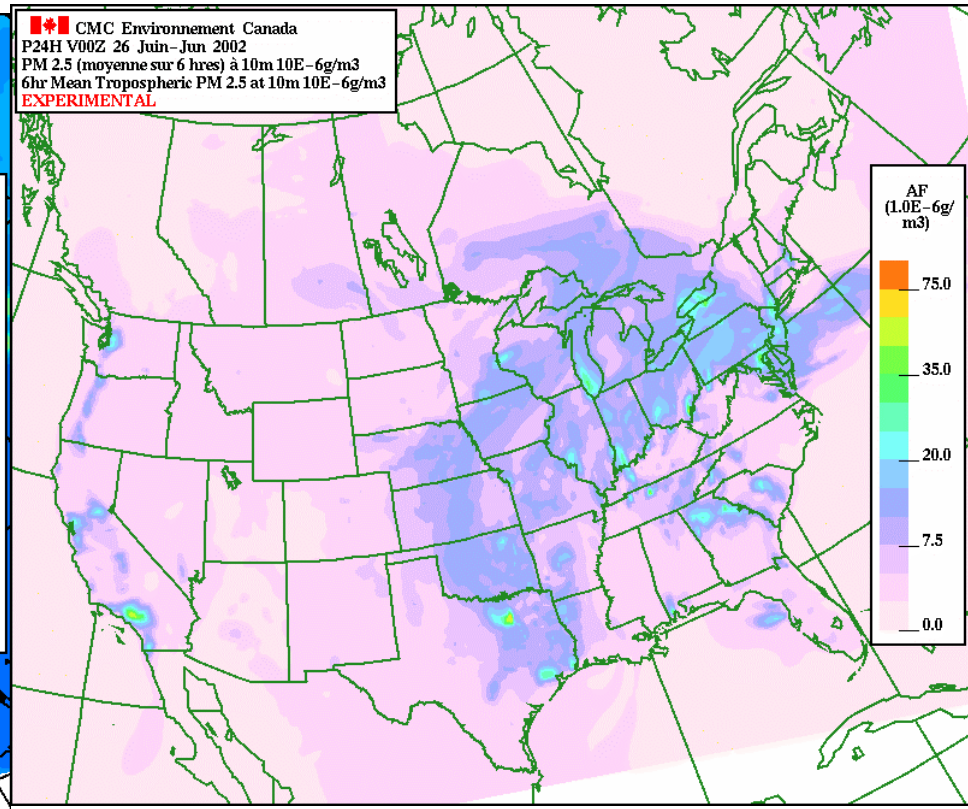
Nuclear tracers
CANERM



Chronos Forecasting: June 26, 2002



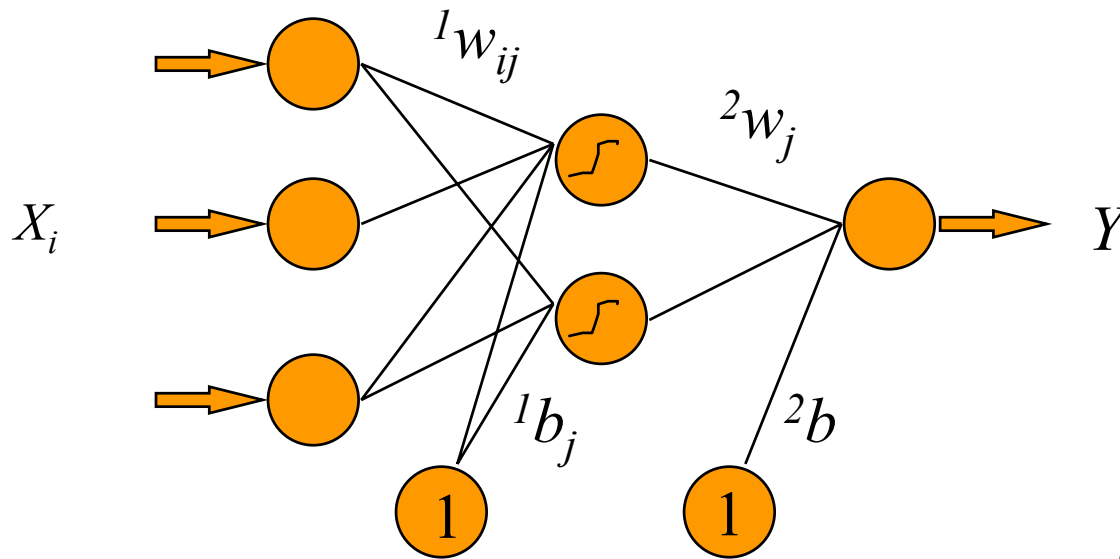
Ozone



Fine Particulate Matter



Neural network models



$$Y(X_i) = \sum_j \left(\sum_i \tanh({}^1w_{ij}X_i + {}^1b_j) \right) {}^2w_j + {}^2b$$

Advantages-

- can represent any continuous function (nonlinear and/or interactive) without prior specification
- can be applied to a broader set of distributions

Disadvantages-

- relatively slow to train
- overfitting can be a problem
- outputs can be unstable
- difficult to interpret



Summary of Science Challenges

- Characterizing PM
- Unifying issues across space and time e.g.
 - PM and ozone
 - Criteria Pollutants and HAPS
 - Climate Change and Air Quality
- Link emission sources (natural and anthropogenic to air quality conditions
- Models to support Air Quality Management and Forecasts



Air Quality Policy Challenges



Current Air Quality Policy Paradigm

- **Recent scientific evidence indicates that there is no apparent lower threshold for the effects of PM_{2.5} and ozone on human health**
- At current levels air pollution in Canada contributes to thousands of premature deaths and hundreds of thousands of acute illnesses per year
- Sensitive groups include children, elderly, pre-existing cardiac and respiratory disease - hence virtually everyone is direct or indirectly affected
- Need to balance the desire to achieve the best health and environmental protection possible in the relative near term and the feasibility and costs of reducing the pollutant emissions that contribute to elevated levels of PM and ozone in ambient air.



Policy Implications

- Human Health is the dominant policy focus
- Common air pollutants more significant than “toxics” or carcinogens
- Air pollution is not just an problem of episodes and not just urban areas
- “Keeping Clean Areas Clean” is an vital strategy

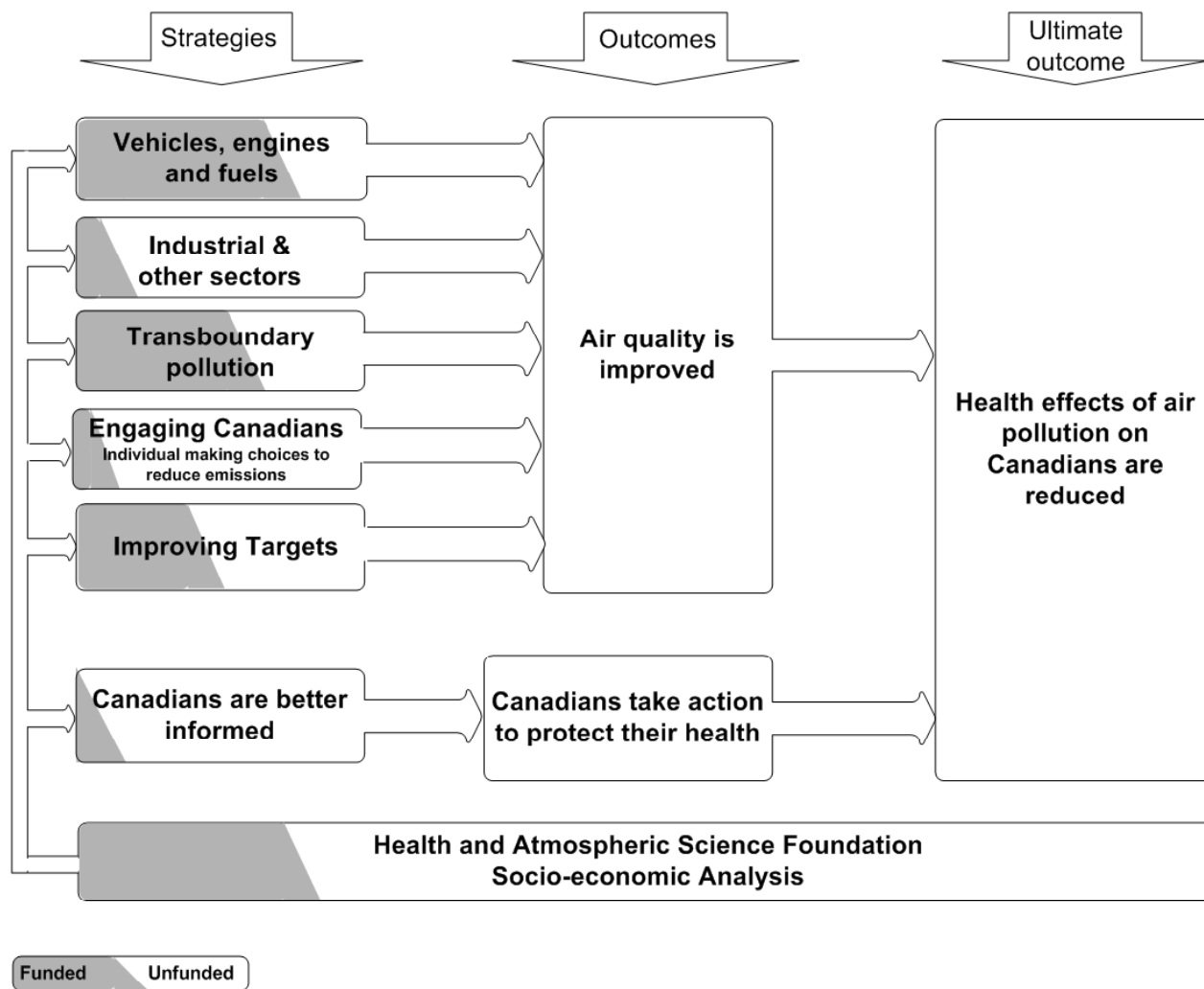


Policy challenges

- Appropriate positioning of Air Quality on the Public Agenda
 - Canadian Public Agenda currently dominated by security, health care and climate change
 - Other environmental issues: Drinking Water, Hazardous Waste, Toxic Substances Species at Risk
- Quantifying the health benefits obtained from emission reductions with accurate estimate of the costs
 - Balancing imprecise estimates of benefits vs. (historically) inaccurate estimates of economic costs
- Making air quality management practices fit the new paradigm



Clean Air Agenda - Results and Gaps



Air Quality Management And Service Challenges

Canada Wide Standards

Public Right to Know

Air Quality Forecasts



Canada Wide Standards

- **Fine particulate matter**
- **Ground-level ozone**
- Benzene
- Mercury from incineration and base metal smelting.
- Dioxins and furans for waste incinerators and pulp and paper boilers burning salt-laden wood
- Petroleum hydrocarbons in soil; and
- Mercury in lamps and dental amalgam waste.
- **Additional CWSs are under development for:**
 - Dioxins and furans emissions from iron sintering, steel manufacturing, and conical waste burners; and
 - Mercury emissions from electric power generation
- <http://www.ccme.ca/>



Canada Wide Standards

- PM2.5 of 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 24 hour averaging time, 98th percentile averaged over 3 consecutive years
- Ozone 65 ppb, 8-hour averaging time, 4th highest measurement annually, averaged over 3 consecutive years
- Achievement by 2010
- Continuous improvement, pollution prevention, and keeping-clean-areas-clean programs in areas with ambient concentrations below the CWS levels



Joint Initial Actions to achieve Canada Wide Standards on fine particulate and ozone

- significant emitters of the precursor pollutants that cause PM_{2.5} and ozone;
- common to most jurisdictions and affect many communities across Canada;
- effective action requires a multi-jurisdictional approach
- effective action can be initiated in the near-term.



Initial Action Target Sectors

- Transportation
- Residential Wood Combustion
- Pulp and Paper
- Lumber and Allied Wood Products
- Electric Power
- Iron and Steel
- Base Metals Smelting
- Concrete Batch Mix and Asphalt Mix Plants
- Construction and Demolition



Federal Government Action on Vehicles and Fuels

- 90% reduction in emissions
- Sulphur content in gasoline to 30 parts per million by January 1, 2005
- 15 parts per million (ppm) in sulphur in on-road diesel fuel by 2006, 97% reduction relative to today's maximum allowable level.
- Align Canadian emission standards for a broad range of on-road and off-road vehicles and engines with those of the United States Environmental Protection Agency begin phase-in 2004
- Memorandum of Understanding with manufacturers on low-emission vehicles - similar to US program=



Residential Wood Combustion in Canada

- Principle heating fuel in 5.4% of homes
- Supplementary heating fuel in 26%
- Aesthetic use
- Winter of 1998-99 comparison of Rivière-des-Prairies to downtown Montreal:
 - 45% more polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)
 - some VOCs doubled
 - 40 to 100% more PM_{2.5}
 - 40% more of some metals.



Joint Initial Actions to achieve Canada Wide Standards on fine particulate and ozone

- New initiatives to reduce emissions from residential wood burning appliances, including:
 - an update of the CSA standards for new wood-burning appliances
 - development of a national regulation for new, clean burning residential wood heating appliances
 - national public education programs, and
 - an assessment of the option of a national wood stove upgrade or change-out program.
- <http://burnitsmart.org/>



Citizenship / “Public Right to Know”

- Public Information on air pollution sources and monitoring data
- National Pollutant Release Inventory
 - Emissions by postal code: <http://www2.ec.gc.ca/pdb/>
- NAPS provincial and Canada US programs provide access to monitoring measurements
- These initiatives are important to sustaining public trust in government and allowing public participation in the democracy by giving people the information necessary to address issues at a community and national level.
- Has to be relevant accessible and comprehensible



Air Quality Service Challenge

- Air Quality Forecasts
 - Thousands of hospital admissions and deaths for which air pollution is a contributing factor.
 - Medical understanding of the underlying cardiac and respiratory illnesses that make individuals susceptible to these severe events supports the expectation that a significant number of these events, as yet unquantifiable, could be avoided if relatively simple precautionary measures were taken by the victim and their health care providers.



Air Quality Forecasts

- Health driven forecasts
 - address health relevant characteristics
 - address combination of stressors
 - heat stress plus air pollution
 - combination of pollutants
 - time sensitive presentation
 - daily forecasts (no threshold)
 - useful and non contradictory advisory information
- Contrasts with standards driven forecasts

