

l'air qui nous entoure

Direction de la recherche sur la qualité de l'air



**Rapport
annuel
2004/05**



Environnement Canada Environment
Canada

Canada 



Table des matières

- | | | | |
|-----------|---|-----------|---|
| 3 | Message du directeur | 26 | Application des connaissances scientifiques |
| 4 | Au sujet de la Direction | 28 | Travaux en collaboration |
| 5 | Sommaire des principaux éléments de performance | 29 | Ressources humaines |
| 6 | Mesures systématiques de la qualité de l'air | 30 | Ressources financières |
| 14 | Études sur le terrain de la qualité de l'air | 32 | Publications (2004) |
| 22 | Activités de modélisation de la qualité de l'air | 39 | Contacts de la Direction de la recherche sur la qualité de l'air |



Message du directeur

L'année financière 2004-2005 a été marquée par des accomplissements remarquables, notamment des progrès dans les activités de mesure et de modélisation de la qualité de l'air, et d'autres réalisations comme des études de terrain, des travaux en collaboration, des publications, ainsi que des contributions d'ordre scientifique aux politiques publiques et aux services à la population.

Il convient aussi de mentionner l'expansion du Programme national de recherche et développement sur la qualité de l'air dans le cadre du Programme d'assainissement de l'air du gouvernement fédéral. Par exemple, dans les régions frontalières, la Direction de la recherche sur la qualité de l'air (DRQA) a accru ses activités de recherche et de développement (R et D), dans le cadre de Stratégie

Canada - États-Unis sur la qualité de l'air transfrontalier, en effectuant des études in situ destinées à caractériser la pollution atmosphérique. Il faut aussi noter la participation de la DRQA à une importante étude internationale in situ, l'ICARTT (International Consortium for Atmospheric Research on Transport and Transformation), qui mettait l'accent sur le transport et la transformation des polluants atmosphériques.

Les scientifiques de la DRQA étaient instrumentaux au développement et à l'application de technologies de pointe pour quantifier et définir la qualité de l'air au Canada.

La DRQA a également contribué à l'Évaluation scientifique de 2004 des dépôts acides au Canada, ainsi qu'à des travaux de R et D pour l'Évaluation scientifique Canada - États-Unis de 2004 portant sur le transport transfrontalier des particules, dans le cadre de l'Accord Canada - États-Unis sur la qualité de l'air.

Par ailleurs, la DRQA a apporté une contribution significative à l'Expérience sur la chimie atmosphérique (ACE), qui mettait l'accent sur des mesures terrestres de validation pour la mission satellitaire canadienne ACE. Les résultats de cette expérience faciliteront le développement de modèles destinés à améliorer les prévisions de la qualité de l'air.

Au cours de l'année dernière, la DRQA a contribué à l'établissement de réseaux de surveillance nationaux et mondiaux destinés à fournir de nouvelles informations sur les nouveaux produits chimiques et sur les pesticides actuellement en usage, afin d'aider le Canada à effectuer les évaluations de dépistage prévues et à remplir ses autres obligations en application de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP).

Nos accomplissements contribuent à renforcer encore davantage le Programme de R et D sur la qualité de l'air par la production d'informations scientifiques pertinentes et crédibles pouvant servir de base aux politiques et à des services comme les prévisions de la qualité de l'air et du rayonnement UV.

En obtenant la collaboration des services ministériels et des régions d'Environnement Canada, des autres ministères, des universités, des gouvernements provinciaux et territoriaux, ainsi que d'organismes locaux, nationaux et internationaux, ce programme contribue à l'établissement de dossiers cohérents et bien intégrés pour les sciences de la qualité de l'air.

Ces travaux en collaboration sont importants pour notre mission, qui vise à améliorer la compétitivité du Canada tout en garantissant un environnement durable. Ainsi, notre programme de recherche et développement devrait demeurer un élément important des mesures de protection de la santé des Canadiens et de leur environnement.

Keith J. Puckett

La Direction de la recherche sur la qualité de l'air compte environ 140 employés travaillant à Downsview (Ontario), à Dorval (Québec), à Egbert (Ontario) et à Bratt's Lake (Saskatchewan), et elle a établi des liens solides avec les scientifiques du Ministère qui étudient la qualité de l'air des régions. L'objectif de la DRQA est d'acquérir des connaissances non biaisées, pertinentes et scientifiquement bien fondées sur la qualité de l'air, et de les diffuser, assorties de conseils selon les besoins.

Le Programme de recherche et développement sur la qualité de l'air permet à la DRQA de jouer le rôle de chef de file et de mettre en place les assises scientifiques nécessaires pour mieux comprendre la dynamique de la chimie de l'atmosphère. De plus, il constitue un élément significatif par rapport à l'ensemble des programmes de recherche sur la qualité de l'air du Canada.

Ce programme permet d'établir les fondements scientifiques qui rendent possible l'élaboration des politiques sur la pollution atmosphérique, ainsi que le développement de technologies assurant la production en temps opportun de prévisions sur la qualité de l'air et le rayonnement UV.

Dans ses efforts visant à déterminer les dangers qui menacent les humains et les écosystèmes naturels, la DRQA étudie le transport, la dispersion, la transformation chimique et le dépôt des sources anthropiques, et naturelles qui ont des répercussions sur la qualité de l'air.

Les activités spécifiques de la DRQA sont notamment : 1) des études sur le terrain et en

laboratoire, destinées à mieux comprendre les polluants atmosphériques et savoir comment ils influent sur le comportement de l'atmosphère; 2) des activités de surveillance à long terme de l'atmosphère, qui visent à évaluer les tendances de la qualité de l'air, à fournir des informations fiables sur les niveaux de pollution ambiante, ainsi qu'à mesurer les progrès réalisés par rapport aux objectifs de réduction de la pollution atmosphérique, et 3) le développement de modèles de qualité de l'air destinés à mieux expliquer la chimie de l'atmosphère, à prévoir la qualité de l'air et à évaluer les mesures de réduction de la pollution atmosphérique.

Les recherches en cours sont nécessaires pour bien comprendre la dynamique de la chimie de l'atmosphère et ses incidences sur la santé des humains et des écosystèmes. La DRQA reconnaît les avantages d'une approche "atmosphère unique" à la recherche sur la qualité de l'air, qui doit contribuer à mieux expliquer ces changements. Parce que les polluants atmosphériques et les gaz à effet de serre ont des sources communes, il est important que les décideurs et les prévisionnistes de la qualité de l'air comprennent les interactions de ces sources d'émission. Par exemple, la réduction des émissions de polluants à l'origine du smog peut avoir des avantages connexes significatifs, parce que certains d'entre eux contribuent également à la production des gaz à effet de serre, des pluies acides et d'autres substances qui sont à l'origine de problèmes de pollution atmosphérique. Pour plus d'informations, visitez le site : <http://www.msc-smc.ec.gc.ca/aqrb/>.

Mieux connaître le domaine de la qualité de l'air grâce à des travaux de recherche crédibles, pertinents et fiables.



Figure 1 - Comité de gestion de la qualité de l'air de la DRQA

En avant-plan : A. Meditati, K. Patel, C. Banic, C. Tonna
 À l'arrière-plan : B. McArthur, M. Lusic, K. Puckett, F. Froude, D. McDonald
 Absent : S. Venkatesh

Le Comité de gestion de la qualité de l'air se réunit chaque mois pour examiner des questions qui intéressent la DRQA et qui concernent la réalisation du Programme de R et D sur la qualité de l'air.

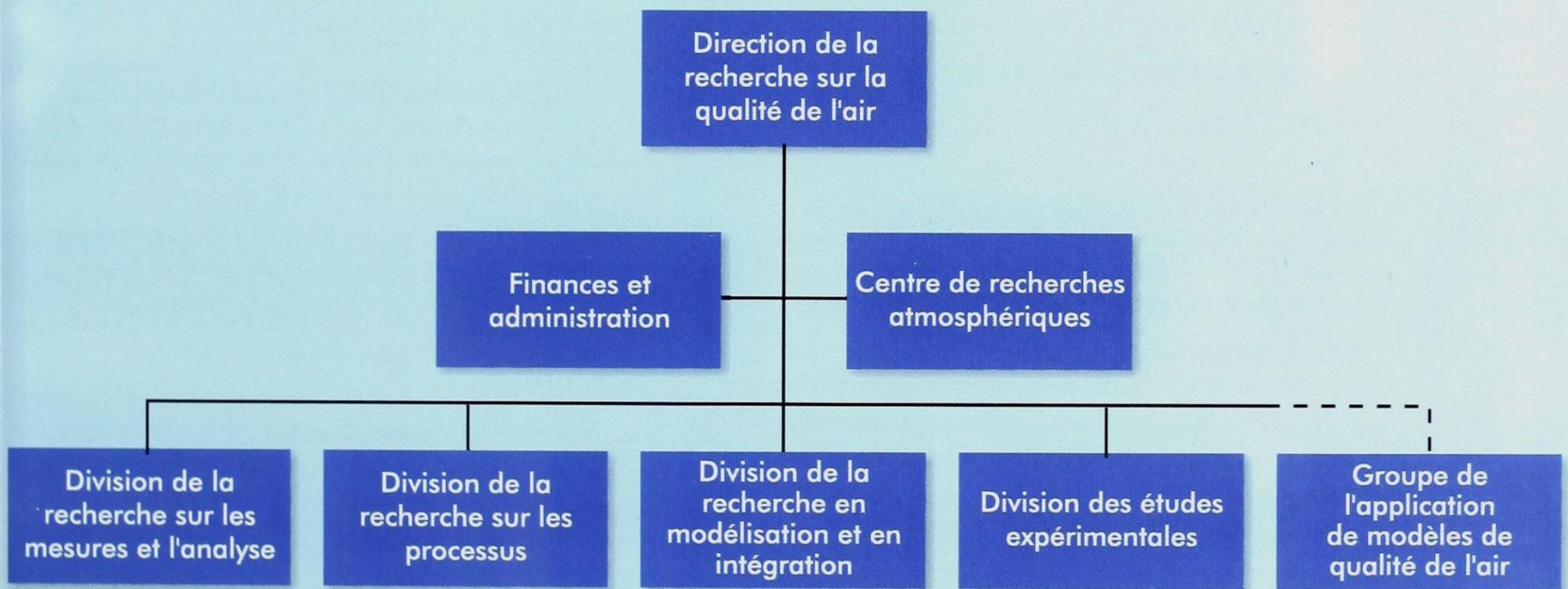


Figure 2 - Organigramme de la Direction de la recherche sur la qualité de l'air



Sommaire des principaux éléments de performance

Ce sommaire comprend les activités clés destinées à soutenir le Programme de R et D sur la qualité de l'air. On a noté des progrès dans les activités de R et D de la DRQA, notamment les mesures de la qualité de l'air par des réseaux de surveillance atmosphérique en surface et en altitude, les études sur le terrain et en laboratoire, le développement de modèles de qualité de l'air et les transferts de technologie, ainsi que le soutien des politiques de gestion de la qualité de l'air et l'élaboration de techniques de prévision de cette dernière.

On effectue des mesures systématiques en vue :

- de réaliser des observations à long terme de grande qualité pour la composition de l'air et le rayonnement, à des emplacements représentatifs des principaux régimes atmosphériques (et des principales régions géopolitiques), dans tout le Canada;
- de surveiller et d'évaluer l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé des humains et des écosystèmes;
- d'obtenir des ensembles de données et des analyses de tendances de la chimie de l'air et des précipitations, afin d'évaluer l'impact des activités humaines sur l'atmosphère;
- de faciliter la diffusion en temps réel d'informations sur les processus de qualité de l'air, qu'on doit intégrer aux modèles de prévision de la qualité de l'air et à d'autres méthodologies de prévision.

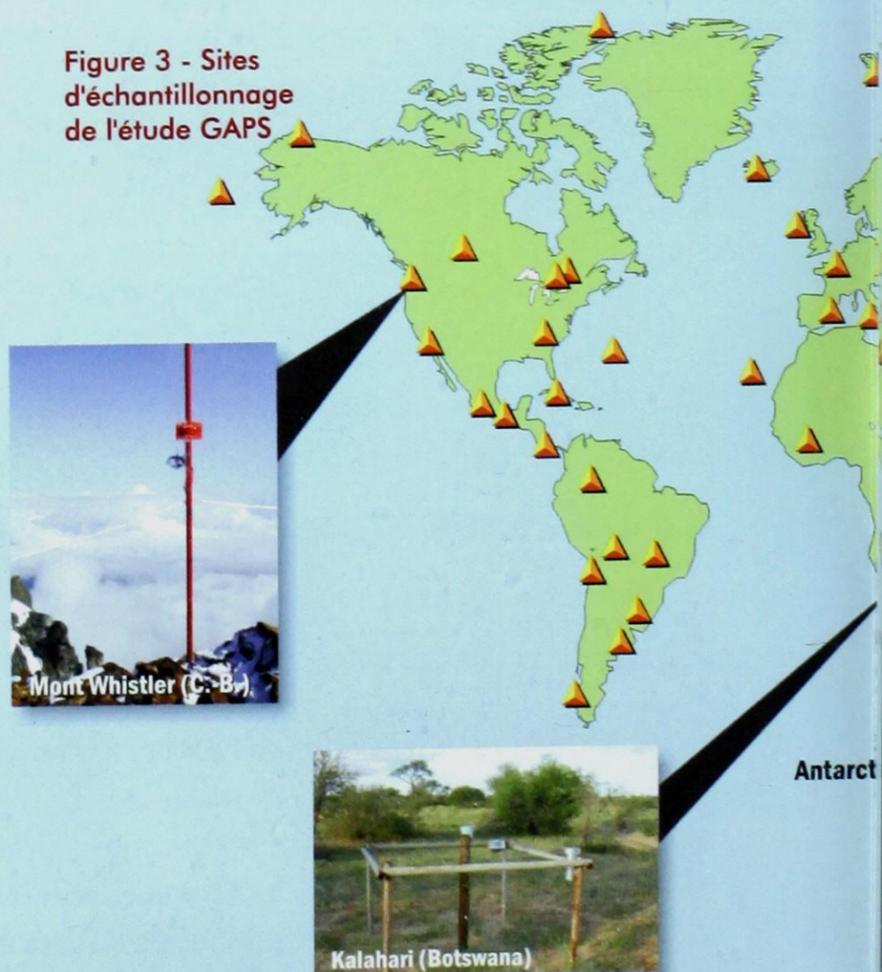
Mesures de l'air en surface ÉTUDES INTERNATIONALES

Étude mondiale sur l'échantillonnage atmosphérique passif — Surveillance des substances toxiques

L'Étude mondiale sur l'échantillonnage atmosphérique passif (GAPS) est un réseau mondial de surveillance des substances chimiques dans l'environnement utilisant des dispositifs d'échantillonnage simples qui ne consomment pas d'électricité. En décembre 2004, on a entrepris cette étude pilote d'un an à plus de 50 sites sur tous les continents du monde, sous la direction de scientifiques de la DRQA. L'une des principales tâches de ce réseau est la détermination des taux d'utilisation des pesticides et des produits chimiques industriels anciennement et actuellement en usage (p. ex. les polluants organiques persistants - POP). Le but est d'obtenir, à l'aide de méthodologies harmonisées, des données de surveillance comparables sur la présence de ces substances chimiques, ainsi que leur transport dans l'environnement à l'échelle régionale et mondiale. L'étude GAPS est un effort de

collaboration auquel participe une équipe de scientifiques de plusieurs pays. Cette étude, dont les résultats seront disponibles en 2005, a été entreprise en réponse aux engagements du Canada dans le cadre des accords internationaux sur les POP, par exemple le Protocole de Stockholm, qui relève du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), et le Protocole sur les POP, qui relève de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU).

Figure 3 - Sites d'échantillonnage de l'étude GAPS



ÉTUDES NATIONALES

Réseau de référence canadien : mesures de la qualité de l'air pour le soutien des études sur les changements climatiques

Le programme du Réseau de référence canadien mesure notamment les gaz à effet de serre et les aérosols, et ces mesures nous permettent d'obtenir des informations scientifiques sur le rapport entre la qualité de l'air et les changements climatiques. La DRQA a continué d'effectuer des mesures à Alert, dans l'Extrême-Arctique, ce qui représente la contribution du Canada au Réseau de l'observatoire mondial du Programme de veille de l'atmosphère globale de l'Organisation météorologique mondiale (OMM). On a également poursuivi les travaux à deux sites de mesures côtiers (Estevan Point sur la côte Ouest et l'île de Sable sur la côte Est), ainsi qu'à deux autres situés à l'intérieur (à Fraserdale, Ontario, et à Prince Albert, Saskatchewan). Au cours de cette année, on a noté une intensification des activités de mesure des aérosols à Alert et à Fraserdale. De plus, on a entrepris un programme d'échantillonnage aérien régulier au-dessus du site d'Estevan Point, coordonné avec le Climate Monitoring and Diagnostic

Laboratory de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), dans le cadre du North American Carbon Program. Ces sites continuent à fournir des données sur les gaz à effet de serre aux bases de données internationales.

Dans le cadre de nos activités de mesure des gaz à effet de serre, des scientifiques de la DRQA ont coordonné et rédigé un rapport sur la Réunion des experts en techniques de mesure du gaz carbonique (CO_2) et des traceurs connexes de l'Agence internationale de

l'énergie atomique et de l'Organisation météorologique mondiale, tenue en septembre 2003. Ce rapport présente des recommandations sur les techniques de mesure du CO_2 et des traceurs, formulées par des experts du monde entier. Par ailleurs, des scientifiques de la DRQA ont également contribué à la rédaction des recommandations, qui font partie d'importantes lignes directrices sur les techniques de mesures, préparées pour le comité sur les mesures du cycle mondial du carbone atmosphérique. Ces efforts doivent contribuer à la réalisation de l'objectif de la normalisation des techniques de mesure à l'échelle mondiale.

Réseau canadien d'échantillonnage des précipitations et de l'air et Système d'analyse de la Base de données sur la chimie atmosphérique

En 2004-2005, le Réseau canadien d'échantillonnage des précipitations et de l'air (RCEPA) a continué de collaborer aux mesures de l'ozone dans tout le Canada en fournissant des informations contextuelles nécessaires pour les prévisions environnementales et pour les prévisions de la qualité de l'air d'Environnement Canada, ainsi qu'en échangeant des données conformément à l'Annexe sur l'ozone de l'Accord Canada - États-Unis sur la qualité de l'air. De plus, il a alimenté la base de données Aerometric Information Retrieval System (AIRS) de l'Environmental Protection Agency (EPA), qui rend possible la communication presque en temps réel des concentrations d'ozone au Canada et aux États-Unis. Aussi, dans des sites choisis, on a recueilli des données sur une vaste plage d'autres polluants, notamment des substances jugées toxiques au sens de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE), par exemple les particules de sulfate, d'ammonium, de nitrate, ainsi que les vapeurs de dioxyde de soufre et d'acide nitrique. En 2004 et en 2005, on a analysé plus de 25 000 échantillons de tous les types pour le soutien des initiatives canadiennes de recherche environnementale. Pour plus d'informations, visitez le site : <http://www.msc-smc.ec.gc.ca/capmon/>.

Les mesures du RCEPA ont contribué à deux importants projets entrepris dans le cadre du Programme de recherche sur les dépôts acides. Le premier visait l'achèvement du chapitre 3 de l'Évaluation scientifique des dépôts acides au Canada, qui porte



Cape Grim (Australie)

sur la réaction de l'atmosphère aux changements antérieurs d'émissions, et le deuxième, celui d'un ensemble d'études sur le terrain effectuées dans le cadre du dossier d'analyse des pluies acides intitulé, "l'Étude exploratoire sur l'azote".

Le chapitre 3 de l'Évaluation scientifique des dépôts acides au Canada de 2004 portait principalement sur les points suivants : 1) l'établissement des niveaux de dépôts humides, secs et totaux dans l'est du Canada, 2) la détermination de changements possibles dans les dépôts humides au cours des années 1990, résultant des réductions des émissions de dioxyde de soufre (SO_2) en Amérique du Nord, 3) l'estimation du pourcentage de contribution des diverses zones d'émission de SO_2 et d'oxydes d'azote (NO_x) aux dépôts humides et secs dans des sites récepteurs de l'est du Canada, et 4), l'estimation des dépassements de la charge critique au Canada.

On a amélioré les méthodes d'estimation servant à évaluer les dépôts atmosphériques de substances acidifiantes, qui permettent de déterminer l'importance des dépassements des charges critiques dans les écosystèmes terrestres et aquatiques, et par conséquent, quelles mesures supplémentaires de réduction des émissions de gaz acides seront nécessaires au Canada et aux États-Unis.

Selon les données sur les dépôts humides présentées dans l'évaluation scientifique des dépôts acides, qui ont été compilées et analysées par le système d'analyse de la Base de données nationale sur la chimie atmosphérique (NAtChem), les réductions des émissions de SO_2 dans l'est du Canada et des États-Unis furent responsables de réductions marquées des niveaux de dépôts humides dans la plupart des régions de l'est de l'Amérique du Nord au cours des années 1990. C'est ce qu'indiquent les différences marquées entre les figures 4a et 4b, qui montrent les niveaux de dépôts

humides de sulfates autres que les sels marins (asm) dans l'est de l'Amérique du Nord pendant la période de faibles émissions de 1996 à 2000, par rapport à ceux de la période de fortes émissions de 1990 à 1994. Pour plus d'informations, visitez le site :

<http://www.msc-smc.ec.gc.ca/natchem/>.

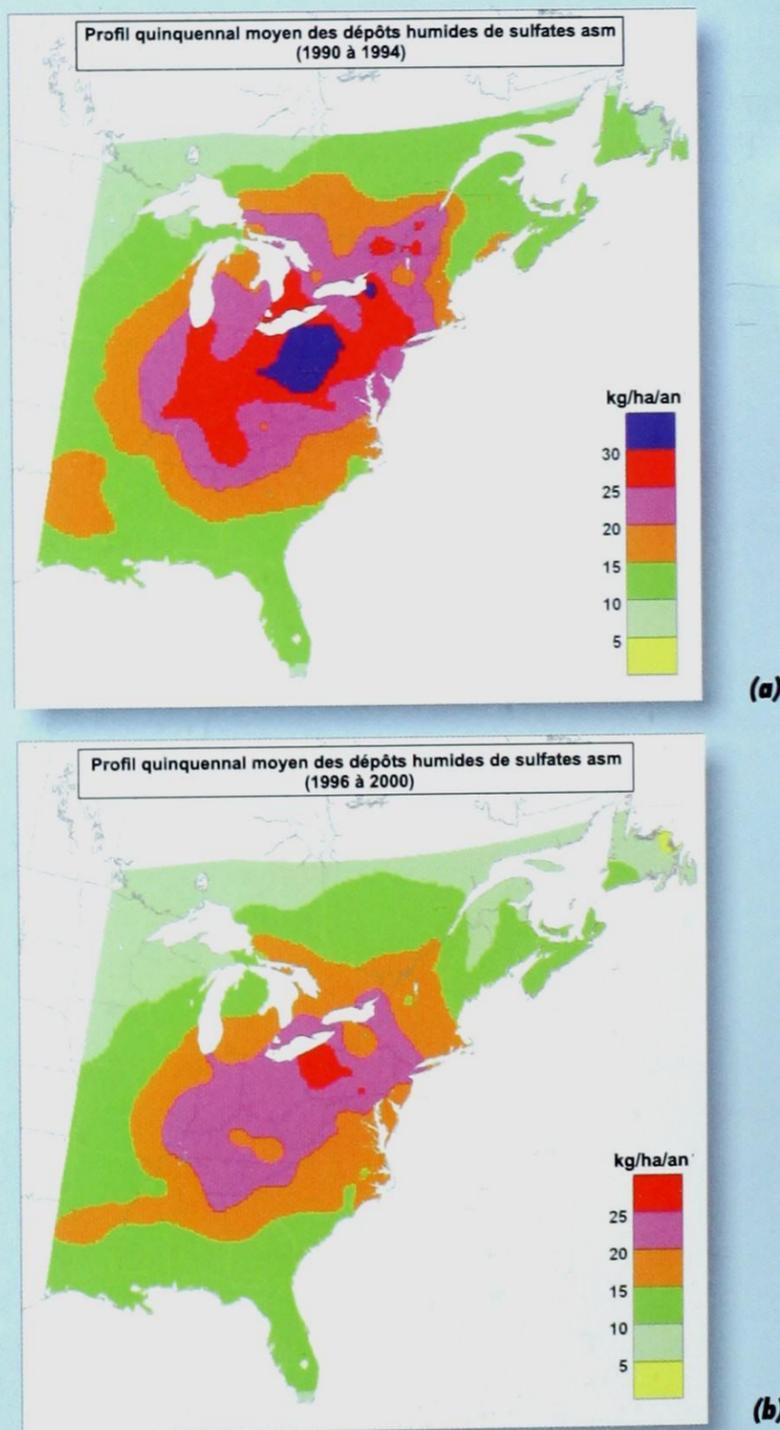


Figure 4 - Changements des profils spatiaux des dépôts humides de sulfates autres que de sels marins (asm) (en kg/ha/an) dans l'est de l'Amérique du Nord, du début à la fin des années 1990. Le profil quinquennal moyen des dépôts humides est présenté sur la carte a) pour la période de 1990 à 1994, et sur la carte b) pour la période de 1996 à 2000.

Une analyse combinée des rétrotrajectoires des masses d'air avec les données sur les dépôts humides et secs a permis d'estimer la contribution de différentes zones d'émission aux dépôts totaux de soufre (c.-à-d. humides et secs) à différents sites du RCEPA partout au Canada. Les résultats (figure 5) indiquent que plus de 50 % des dépôts de soufre dans l'est du Canada sont attribuables aux émissions SO₂ dans l'est des États-Unis. Nous avons également amélioré nos capacités d'estimation pour les composés azotés grâce à des études spéciales portant sur ces espèces. L'Étude exploratoire sur l'azote comprenait quinze études sur le terrain à court terme, menées à huit différents sites du RCEPA de novembre 2001 à février 2005. L'objectif de ces études était de mesurer les concentrations ambiantes de toutes les principales

espèces de composés atmosphériques azotés, afin d'estimer la contribution de chacune aux dépôts secs totaux d'azote pendant ces périodes. Les résultats semblent indiquer que les valeurs des dépôts totaux d'azote obtenues à l'aide des mesures actuelles ont été sous-estimées par un facteur d'environ 40 % pour tout le sud-ouest de l'Ontario, et d'environ 10 % pour le reste de l'est du Canada, parce que les NO₂ et le PAN (nitrate de peroxyacétyle), qui ne sont pas mesurés habituellement, ne sont donc pas pris en compte dans les estimations des dépôts azotés. Ce sont les premières estimations des facteurs d'incertitude des dépôts secs d'azote au Canada. Les données de ces études sur le terrain sont en cours d'analyse et de traitement pour le contrôle de la qualité.

Contribution estimée des secteurs aux dépôts de soufre total dans les sites du RCEPA

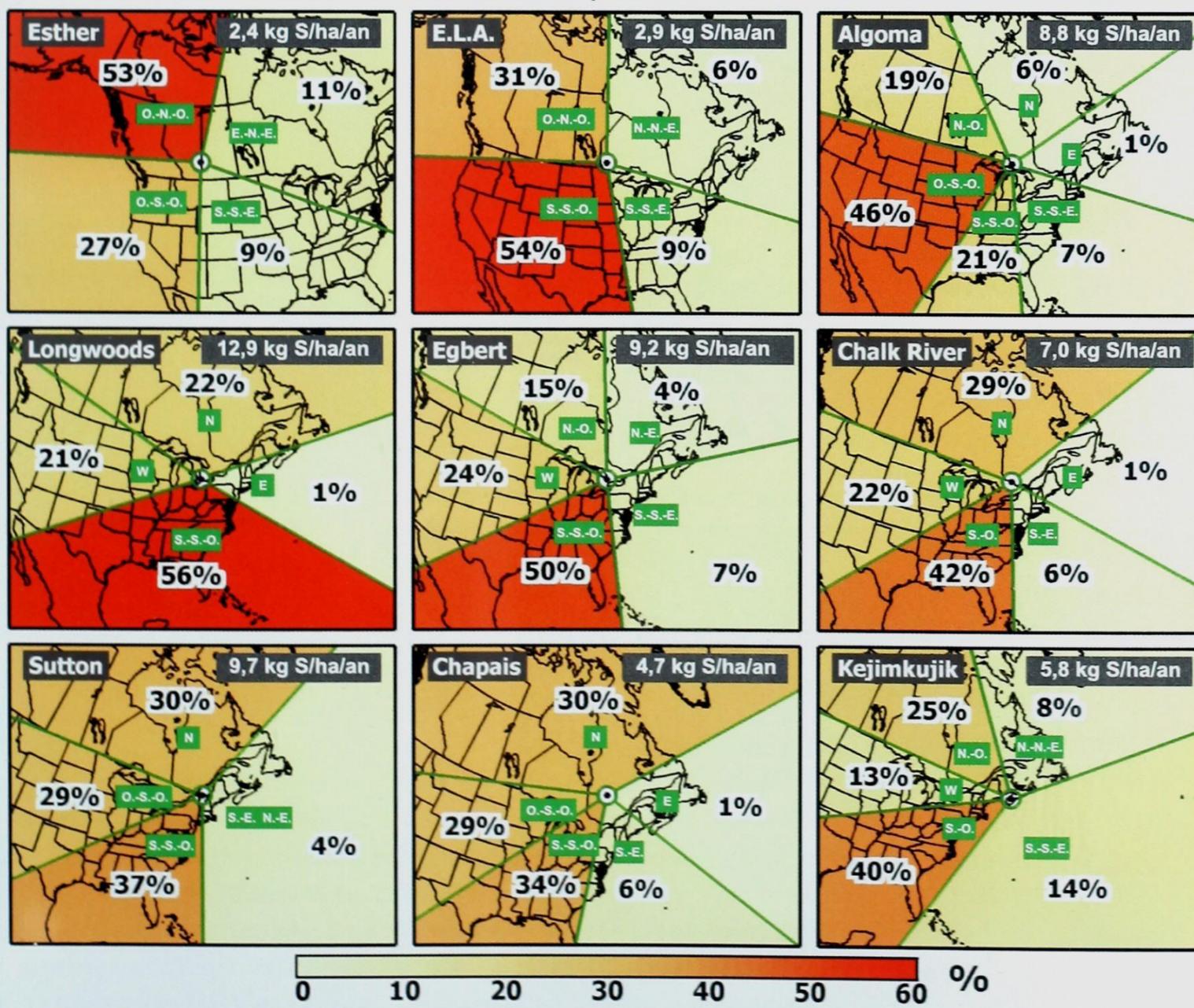


Figure 5 - Contribution (%) de chaque secteur aux dépôts de soufre total (humide et sec) à chacun des sites RCEPA. Les valeurs de l'encadré du coin supérieur droit indiquent les dépôts de soufre total pour chacun des sites.

Réseau atmosphérique canadien pour les pesticides actuellement en usage

À l'origine, le Réseau atmosphérique canadien pour les pesticides actuellement en usage (CANCUP) était financé par le Fonds sur les pesticides (FP) d'Environnement Canada, et il combinait les efforts de collaborateurs de plusieurs régions agricoles du Canada pour évaluer les concentrations atmosphériques des pesticides actuellement en usage

(PAU). On a publié les premières données sur les PAU dans l'air et dans les précipitations en 2004 et en 2005. Pour un grand nombre de pesticides étudiés, il s'agissait des toutes premières mesures. Ces informations répondent à des questions concernant le transport des pesticides, ainsi que leur devenir et les risques possibles associés à l'exposition à ceux-ci. Ces résultats devraient aider l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) et d'autres organismes du gouvernement à prendre des décisions éclairées concernant les pesticides.

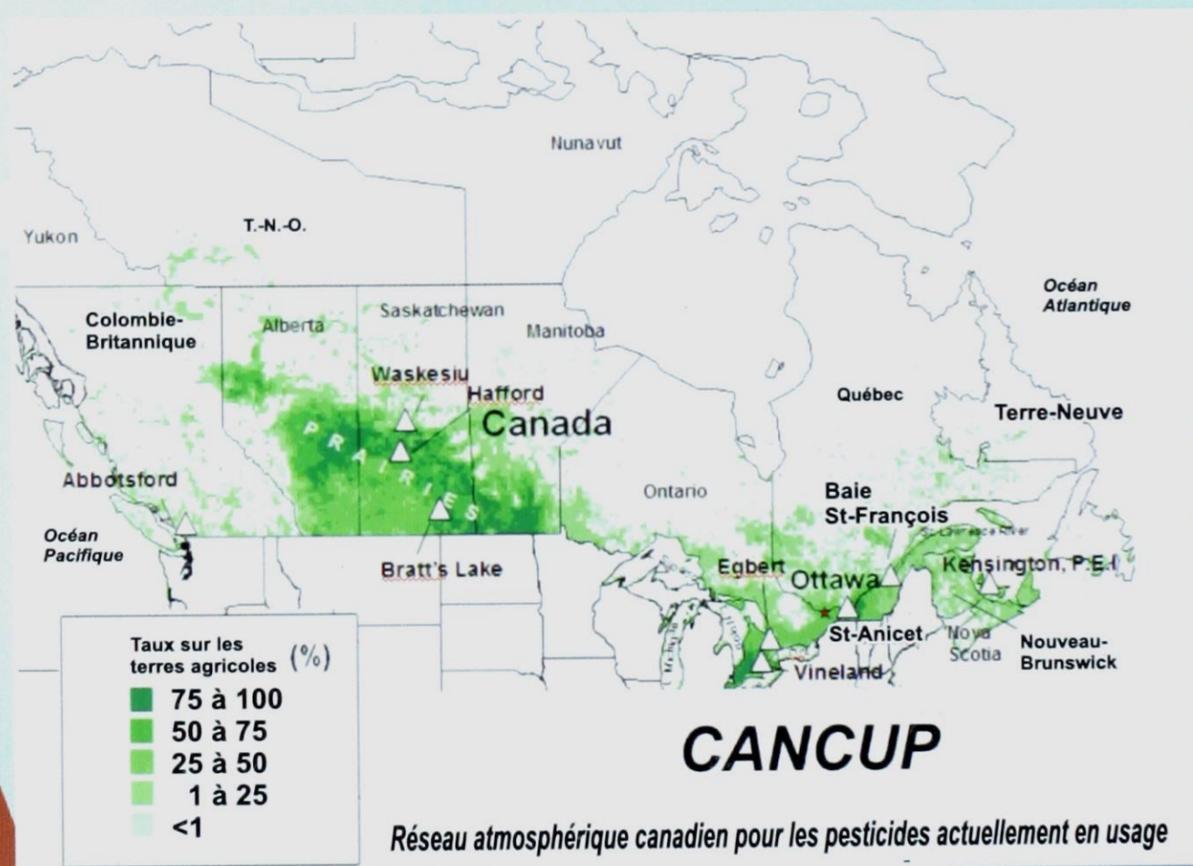


Figure 6 - Carte du Canada montrant les principales régions agricoles et les emplacements des sites d'échantillonnage exploités par le réseau CANCUP.

ÉTUDES RÉGIONALES

Réseau intégré de surveillance des dépôts atmosphériques : mesure des dépôts atmosphériques dans la région des Grands Lacs

Le Réseau de mesures des dépôts atmosphériques (RMDA) est un réseau Canada - États-Unis qui surveille les concentrations de polluants persistants, bioaccumulables et toxiques dans l'air et les précipitations de la région des Grands Lacs. En 2004 et en 2005, ce réseau a mesuré les concentrations de polychlorobiphényles, de pesticides organochlorés, d'hydrocarbures aromatiques polycycliques et de métaux-traces dans l'atmosphère à plusieurs stations sur les rives des Grands Lacs. Les résultats indiquent que les



lacs sont des récepteurs de dépôts atmosphériques de substances chimiques toxiques, et les concentrations des composés interdits accusent en général une diminution à cause des mesures de réduction de leurs émissions dans le bassin. De plus, ces données indiquent que les futures réductions des concentrations des substances chimiques toxiques dans l'eau seraient directement liées à la diminution des concentrations de ces composés dans l'atmosphère. En 2004, on a publié un rapport sur les charges pour la période de 1999 à 2000, qui présentait certains des résultats obtenus. Jusqu'à ce jour, on n'a observé aucune tendance dans les pesticides actuellement en usage. De plus, les charges dues à la combustion et aux sous-produits industriels, comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques et de métaux-traces, restent constantes au fil des ans. Comme les secteurs urbains sont d'importantes sources de polluants toxiques atmosphériques, il est indispensable de tenir compte des données urbaines pour le calcul de charges estimées. On a amélioré les modèles des charges en y incluant les valeurs moyennes, pour l'ensemble des lacs, des taux des précipitations et des vitesses des vents, ainsi que les propriétés physicochimiques mises à jour des polychlorobiphényles et de pesticides choisis. Pour plus d'informations, visitez le site: <http://www.msc-smc.ec.gc.ca/iadn/>.

Projet de surveillance atmosphérique de base du Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord (PLCN)

La DRQA effectue des recherches dans le cadre du Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord (PLCN), géré par le ministère des Affaires indiennes et du Nord, afin de réduire et, si possible, éliminer les contaminants des écosystèmes de l'Arctique. Depuis 1992, dans le cadre du programme de surveillance atmosphérique de base du PLCN, on continue à mesurer les substances chimiques persistantes, toxiques et bioaccumulables à divers emplacements de l'Arctique canadien et russe, afin de déterminer si les concentrations atmosphériques et les dépôts de polluants d'intérêt prioritaire dans l'Arctique sont modifiées en réponse à diverses initiatives nationales et internationales, comme la Convention de Stockholm sur les POP. Selon les données de surveillance à long terme d'Alert (Canada), les substances chimiques interdites diminuent généralement dans l'air de

l'Arctique. Toutefois, il semble que les concentrations de certains pesticides actuellement en usage, par exemple l'endosulfan, ne diminuent qu'extrêmement lentement.

On a examiné le rôle de la circulation atmosphérique, dont dépend le mouvement des contaminants qui pénètrent, traversent ou sortent de l'Arctique, et on a montré qu'il s'agit d'un facteur déterminant pour expliquer les variations saisonnières observées dans les concentrations de POP. Pour plus d'informations, visitez le site : <http://www.ainc-inac.gc.ca/ncp/>.

Mesures des gaz à effet de serre et des composés isotopiques stables du CO₂ au sommet d'une tour de 107 m dans l'ouest du Canada

Au cours de l'année dernière, dans un effort visant à installer deux grandes tours dans l'ouest et dans l'est du Canada qui permettent une augmentation de l'échelle de locale à régionale un partenariat a été créé entre le SMC et le réseau de recherche Fluxnet-Canada (RRFC), un réseau créé pour étudier l'influence du climat et de la perturbation du cycle du carbone. On élabore également des plans visant à installer des instruments et des équipements dans une tour de SaskTel de 107 m, située près des sites de recherche et de surveillance des écosystèmes boréaux (BERMS) en Saskatchewan, afin de mesurer en continu les gaz à effet de serre et d'effectuer des prélèvements hebdomadaires d'isotopes du CO₂. Cette grande tour permettra d'obtenir des données continues sur la couche limite planétaire qui seront représentatives pour un grand secteur en amont de la tour. Ces données seront extrêmement utiles pour accroître l'échelle des mesures du RRFC effectuées dans les tours, car elles seront représentatives de la région avoisinante, accroissant par le fait même la portée du RRFC, et contribuant ainsi à la réalisation des objectifs d'amélioration des bilans du carbone pour les forêts du Canada. Ces travaux sont tout à fait pertinents pour l'élaboration de politiques gouvernementales relatives aux changements climatiques. L'intégration de différents ensembles de données (concentrations, flux, traceurs multi-espèces) à différentes échelles spatiales (de locale à continentale) et à différentes échelles temporelles (de quotidienne à saisonnière) devrait aider les scientifiques à obtenir des informations fiables sur les bilans régionaux du carbone au Canada.



Figure 7 - Lancement d'une ozonosonde

Mesures de l'air en altitude

ÉTUDES INTERNATIONALES

L'ozone stratosphérique et le rayonnement UV

On a analysé la relation statistique entre les concentrations d'ozone stratosphérique au printemps et à l'été aux latitudes moyennes et polaires en utilisant des données sur l'ozone stratosphérique total (moyennes par zone). Il a été démontré qu'environ 39 % de la diminution estivale de l'ozone stratosphérique aux latitudes moyennes de l'hémisphère sud

et qu'environ 15 % de cette même diminution aux latitudes moyennes de l'hémisphère nord peut être attribuée à l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique qui survient aux pôles au printemps. On a calculé la moyenne mensuelle à long terme des valeurs de l'indice UV du Canada et des États-Unis en utilisant des informations satellitaires et des valeurs d'indice UV obtenues à partir d'observations du rayonnement solaire mondiale, de l'ozone total, des points de rosée et de la couverture nivale. On a validé ces deux régimes climatologiques contre des mesures de l'irradiance spectrale dans l'UV, effectuées à l'aide de spectrophotomètres Brewer.

ÉTUDES NATIONALES

Changements dans la distribution verticale de l'ozone au-dessus du Canada, selon les mesures des ballons ozonesondes

Pour les analyses antérieures des tendances de l'ozone au-dessus du Canada, on a utilisé les données des ozonesondes (appareils d'échantillonnage transportés par ballon). Ces analyses ont montré de fortes tendances vers la diminution des concentrations d'ozone troposphérique et stratosphérique. Une nouvelle analyse des tendances dans la distribution verticale de l'ozone indique, à plus long terme (de 1980 à 2001), une diminution de l'ozone troposphérique (qui est habituellement considéré comme un polluant) et de l'ozone stratosphérique (qui bloque le rayonnement UVB nocif). Il semble que les concentrations d'ozone stratosphérique aient remonté quelque peu à tous les niveaux inférieurs à environ 20 km. Des analyses ont montré que cette nouvelle hausse est probablement due à des petits changements dans la circulation atmosphérique, plutôt qu'au rétablissement de la couche d'ozone appauvrie par les chlorofluorocarbures (CFC).

Les tendances à long terme des concentrations moyennes d'ozone troposphérique au-dessus de sites éloignés du nord du Canada sont semblables aux tendances inférieures correspondantes de l'ozone stratosphérique, et les valeurs annuelles moyennes de l'ozone troposphérique

(notamment les valeurs en surface) sont corrélées avec les quantités inférieures d'ozone stratosphérique. Ces résultats semblent indiquer que les concentrations d'ozone dans la troposphère au-dessus du nord du Canada sont régies par les concentrations d'ozone stratosphérique, selon des mécanismes encore mal connus. Pour plus d'informations, visitez le site: <http://es-ee.tor.ec.gc.ca>.

ÉTUDES RÉGIONALES

Le programme RIALTO

On a conçu le programme RIALTO (Routine Inflight Assessment of Lower Tropospheric Oxidants) afin d'explorer les possibilités d'échantillonnage à partir d'un avion commercial, pour étudier la pollution atmosphérique transfrontalière dans les couches moyennes à supérieures de la troposphère. Afin d'obtenir plusieurs profils de grande qualité de l'ozone et d'autres constituants du smog, on a préparé un petit ensemble d'instruments très perfectionnés pour mesurer la qualité de l'air, qu'on peut installer dans le nez d'un appareil King Air appartenant à la société Provincial Air Lines de St. John's (Terre-Neuve).

Au cours de l'hiver de 2004, on a construit un prototype de cet ensemble d'instruments. Il s'agit d'un système entièrement automatisé ne nécessitant aucune intervention en cours de vol. Ce système enregistre les données sur une carte mémoire enfichable, ce qui permet de les retransmettre à l'administration

centrale du Service météorologique du Canada immédiatement après l'atterrissage, pour leur traitement.

Après la mise au point et l'installation de ce prototype, on a recueilli des données pendant l'été et le début de l'automne de 2004. On a tiré plusieurs leçons de ces vols préliminaires, dont les résultats sont en cours d'étude. Au cours de 2005, on doit créer une deuxième version améliorée de cet ensemble d'instruments. Ces travaux devraient contribuer à étendre, si possible, cette initiative à d'autres régions du pays. Quand on aura établi un mode suffisamment efficace de transmission des données, les données sur les profils de l'ozone pourraient être validées et intégrées aux systèmes de prévision de la qualité de l'air.



La DRQA effectue des études sur le terrain visant :

- à comprendre les processus de transport, de transformation et de dépôt des polluants atmosphériques;
- à déterminer les relations source-récepteur de la pollution atmosphérique;
- à développer et à mettre à l'essai des nouvelles approches pour les mesures de la qualité de l'air.

ÉTUDES INTERNATIONALES

Campagne de mesure de 2004 pour l'étude de l'International Consortium for Atmospheric Research on Transport and Transformation (ICARTT)

Au cours de l'été de 2004, les scientifiques de la DRQA ont participé à l'étude sur le terrain de l'ICARTT, avec 500 scientifiques du Canada, des États-Unis, de la Grande-Bretagne, de la France et de l'Allemagne. L'équipe canadienne, dirigée par la DRQA, travaillait en collaboration avec l'Institut de recherche aérospatiale du Conseil national de recherches du Canada, et avec les universités York, McGill et Dalhousie. L'étude mettait l'accent sur le mouvement de la pollution atmosphérique du nord-est des États-Unis jusqu'en Europe de l'Ouest, en passant par l'Atlantique Nord. Son but était de mieux comprendre comment les polluants et leurs précurseurs, notamment les aérosols et les oxydants comme l'ozone, changent pendant leur transport. Au cours de l'étude, on a examiné l'impact de la pollution atmosphérique sur les propriétés des nuages, notamment la quantité de lumière solaire qu'ils reflètent. De plus, cette étude a permis d'obtenir un ensemble de données d'observation à utiliser pour évaluer et améliorer les modèles de qualité de l'air.

La contribution canadienne à la campagne de mesures intensives de 2004 de l'ICARTT comportait deux éléments :



Figure 8 - Équipe canadienne de la campagne de l'ICARTT de 2004

1) Le projet Transformation chimique et transport par les nuages (CTC), qui doit fournir plus de données concernant les interactions entre les nuages, les gaz à l'état de traces et les particules.

2) Le projet Transport dans les Maritimes (TIM), qui est devenu une initiative de qualité de l'air transfrontalier, dans le cadre de laquelle furent effectuées des mesures pendant des épisodes significatifs de transport de la pollution à partir de l'est des États-Unis jusqu'aux provinces Maritimes.

On a effectué des mesures de la composition chimique des aérosols et leurs distributions granulométriques, des gaz à l'état de traces (CO , O_3 , H_2O_2 , NO , NO_x , HNO_3 , SO_2 et NH_3), la microphysique et la dynamique des nuages, ainsi que la composition chimique des particules. Pour la première fois, on a effectué des mesures en temps réel de la composition chimique des gouttelettes des nuages.

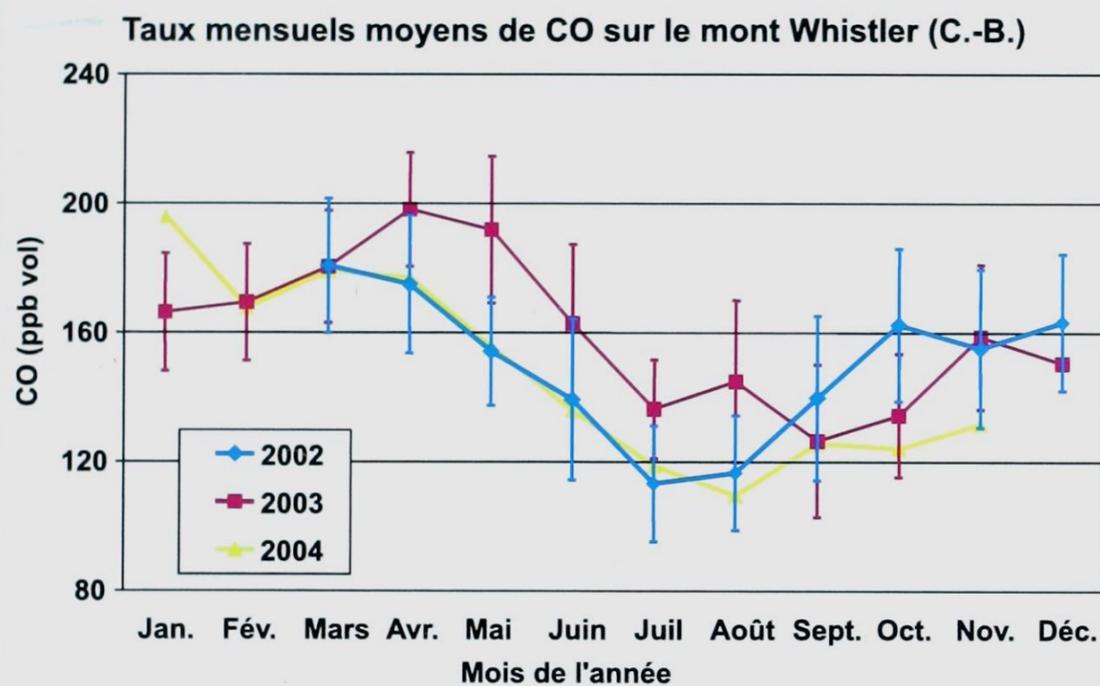


Figure 9 - Taux mensuels moyens de monoxyde de carbone (CO) sur le mont Whistler, de mars 2002 à décembre 2004.

Les prévisions de la qualité de l'air obtenues à partir des modèles de qualité de l'air du Système canadien hémisphérique et régional de l'ozone et des NO_x (CHRONOS) et du Système unifié de modélisation régionale de la qualité de l'air (AURAMS) nous ont guidés pour la détermination des trajectoires des vols, notamment pour choisir la date des missions CTC ou TIM. De plus, ces modèles faisaient partie d'une étude en temps réel d'évaluation et de comparaison des modèles, coordonnée par l'Air Resources Laboratory de la NOAA, et on les a utilisés pour faire des prévisions expérimentales en temps réel de l'ozone. Les données obtenues pendant la campagne de terrain sont utilisées pour des évaluations après campagne des modèles.

Ces recherches devraient aider les scientifiques à mieux comprendre comment les polluants atmosphériques changent pendant leur transport, ainsi que le rôle important joué par les nuages dans la transformation et le cycle de substances chimiques dans l'atmosphère. Pour plus d'informations, visitez le site : <http://www.msc-smc.ec.gc.ca/research/icartt>.

Étude des concentrations de fond à partir d'un site troposphérique et incidences du transport transpacifique de la pollution

On a effectué des mesures pendant trois ans sur un sommet très élevé, le mont Whistler (Colombie-Britannique), afin de caractériser les particules et les espèces en phase gazeuse dans un site

troposphérique exempt de concentrations de fond, et d'examiner les influences du transport transpacifique de la pollution jusqu'à la côte Ouest du Canada. On a observé des cycles saisonniers pour le monoxyde de carbone (CO), l'ozone et les particules de sulfate, avec des valeurs maximales au printemps, ainsi qu'une variabilité interannuelle significative pour les trois années de mesure, de mars 2002 à mars 2005. Au cours du printemps de 2003, il y a eu un grand nombre d'incendies en Sibérie, et le CO produit et transporté a contribué à dégrader la qualité de l'air au-dessus de tout le Pacifique. Cette augmentation du CO, une espèce gazeuse dont la durée de vie est longue, était très nette sur le site de Whistler au printemps et à l'été de 2003, avec des valeurs mensuelles moyennes d'environ 20 % supérieures à celles de 2002 ou de 2004 (figure 9). On a effectué des mesures pendant toute l'année pour déterminer la composition chimique des particules inorganiques, à l'aide d'échantillons prélevés chaque jour ou tous les deux jours, et on a comparé les résultats de cette analyse à la masse totale des particules pour des périodes choisies dans toute l'année. Les résultats semblent indiquer que cette fraction inorganique ne correspond pas à la masse totale des particules, et qu'il s'agit en fait d'une petite fraction de la masse totale estimée aux concentrations massiques inférieures. Au cours du printemps de 2005, on prévoit examiner la composition de cette masse manquante de particules en déterminant de façon plus détaillée l'espèce chimique des particules des aérosols, au moyen d'un spectromètre de masse sur place.

ÉTUDES NATIONALES

Utilisation des laboratoires mobiles de surveillance de l'air (CRUISER et RASCAL) pour les études des polluants présents dans le smog et de leurs précurseurs

En juillet 2004, on a terminé l'installation du laboratoire mobile CRUISER (Canadian Regional and Urban Investigation System for Environmental Research) et on a poursuivi le développement et l'essai de ce laboratoire mobile pour préparer des études sur le terrain. Au cours de l'année passée, le laboratoire CRUISER a effectué des mesures en tandem avec un autre laboratoire mobile, le RASCAL (Rapid Acquisition SCanning Aerosol Lidar).

L'été dernier, on a utilisé le laboratoire CRUISER pour une étude des effets sur la santé de l'exposition aux polluants, menée avec Santé Canada, ainsi que pour des mesures effectuées avec le ministère de l'Environnement de l'Ontario et l'Université McMaster. Au cours de l'automne de 2004, on a utilisé les laboratoires CRUISER

et RASCAL pour la campagne de mesures de Windsor, menée en collaboration avec les universités de Toronto, de Sherbrooke et de Windsor, qui portait sur les particules de nitrate, les profils spatiaux d'exposition et les concentrations sur les routes. Au cours de l'hiver de 2004, on a effectué d'autres recherches à Windsor dans le cadre de l'étude sur le Parc MicMac, en collaboration avec les universités de Windsor et du Maryland. Après l'étude de Windsor, on a utilisé les laboratoires CRUISER et RASCAL dans le sud de la Colombie-Britannique. Une campagne intensive de mesures à Golden (Colombie-Britannique) a porté sur les $P_{2.5}$ et leurs sources d'émissions, par exemple l'autoroute transcanadienne, le trafic ferroviaire, l'usine de contreplaqué et la combustion de bois de chauffage dans cette région. Pendant cette étude, on a obtenu d'excellentes mesures sur place et par LIDAR (Light Detection And Ranging) concurrentes, qui mettaient en évidence les structures tridimensionnelles complexes des polluants. Les laboratoires CRUISER et RASCAL effectuent présentement des mesures de la qualité de l'air dans le cadre de la Stratégie Canada - États-Unis sur la qualité de l'air transfrontalier.

Tracé d'une courte série chronologique de Golden, C.-B.

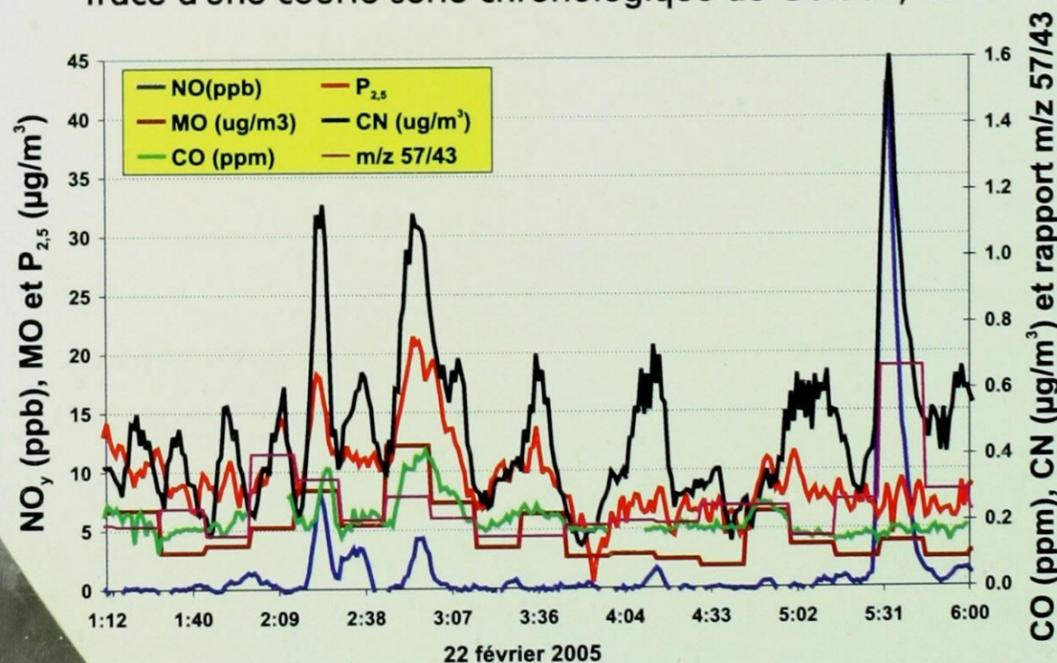


Figure 10- Le tracé de cette courte série chronologique de Golden, C. B., montre comment le mélange de polluants a changé rapidement, d'un milieu où prédomine la fumée de bois (de 2 h 15 à 3 h 15, environ) à un autre marqué par la combustion de carburant diesel ferroviaire (de 5 h 30 à 5 h 45, environ). Ces mesures démontrent la capacité à détecter ces changements du laboratoire CRUISER, et elles mettent en évidence la complexité de nos problèmes de qualité de l'air. La ligne rose fine, qui représente le rapport de masse de fragments, tracé par un spectromètre de masse d'aérosols (SMA), montre que cet instrument peut être très utile pour confirmer la fiabilité de nos efforts de pondération des sources. Les laboratoires CRUISER et RASCAL permettent d'obtenir de très grandes quantités de données à un grand nombre d'emplacements au Canada.



Figure 11 - Laboratoire mobile RASCAL en action (on projette un faisceau laser dans la haute troposphère pour détecter les polluants dans l'air).



Figure 12 - Le laboratoire mobile CRUISER

Campagne MANTRA de 2004

La quatrième mission MANTRA (Évaluation des tendances des mouvements de l'azote dans l'atmosphère moyenne) utilisant un ballon géant, s'est déroulée en août 2004 à Vanscoy (Saskatchewan), pour l'étude du bilan chimique changeant de la stratosphère. Cette étude était le fruit de la collaboration de scientifiques de l'Université de Toronto, du Service météorologique du Canada, de l'Université York, de l'Université de Waterloo, de l'Université de Denver (États-Unis), ainsi que du Service d'aéronomie du Centre national de la recherche scientifique (France).

On a effectué une série de campagnes à l'aide de ballons à haute altitude pour mesurer les gaz à l'état de traces dans la stratosphère. Ces campagnes comprenaient la mesure de profils de l'ozone à l'aide d'ozonesondes et d'instruments terrestres. Ces mesures ont permis d'obtenir, pour l'ozone et le dioxyde d'azote, les profils verticaux et les quantités totales dans la colonne.

Les campagnes par ballon ont donné des résultats mitigés; à cause de diverses déficiences techniques dans les équipements de soutien de la charge utile, on n'a pas atteint l'objectif principal, soit effectuer des mesures globales des espèces azotées, qui déterminent la quantité d'ozone dans la couche stratosphérique. Toutefois, grâce à plusieurs spectromètres et radiomètres du SMC, on a obtenu des données scientifiques limitées, mais importantes. Ce projet a également permis d'obtenir d'autres résultats

scientifiques, notamment dans le cadre d'une comparaison des données obtenues par des spectromètres terrestres, par un vol de ballon indépendant contenant un instrument français mesurant l'oxyde de brome (BrO) dans la stratosphère, ainsi que par une longue série de sondages de l'ozone stratosphérique à l'aide d'ozonesondes. Ces données serviront à définir le cadre des études futures et à valider des modèles, des ensembles d'instruments et des techniques de collecte de données par satellite. Sur le plan technique, il s'agissait de la campagne MANTRA la plus ambitieuse jamais entreprise, avec une charge utile comportant douze instruments différents.

Au sol, on a comparé quatre spectrophotomètres canadiens avec l'instrument français SAOZ (Système d'analyse par observation zénithale). Cet instrument contribue au réseau mondiale pour la détection des changements dans la stratosphère en tant qu'élément de NDSC (Network for the Detection of Stratospheric Change) à partir duquel l'exactitude de ses mesures de l'ozone et du dioxyde d'azote (NO_2) a été certifiée. Les instruments canadiens étaient notamment le spectromètre Brewer du SMC, des héliophotomètres SunPhotoSpectrometer (HPT), le spectrophotomètre MAESTRO (Measurement of Aerosol Extinction in the Stratosphere and Troposphere Retrieved by Occultation), ainsi que le spectromètre à absorption d'ultraviolets de l'Université de Toronto. Les résultats de cette étude comparative semblent très bons, et ils devraient aider à valider l'instrument MAESTRO pour des observations à partir du sol et de l'espace. Pour plus d'informations, visitez le site <http://www.atmosp.physics.utoronto.ca/MANTRA/>





Figure 13 - Inspection d'un poulailler vide dans la région d'Abbotsford (Colombie-Britannique).

ÉTUDES RÉGIONALES

Étude sur la grippe aviaire et les émissions d'ammoniac dans la vallée du Fraser : une occasion d'évaluer les impacts de l'industrie de la volaille sur la qualité de l'air

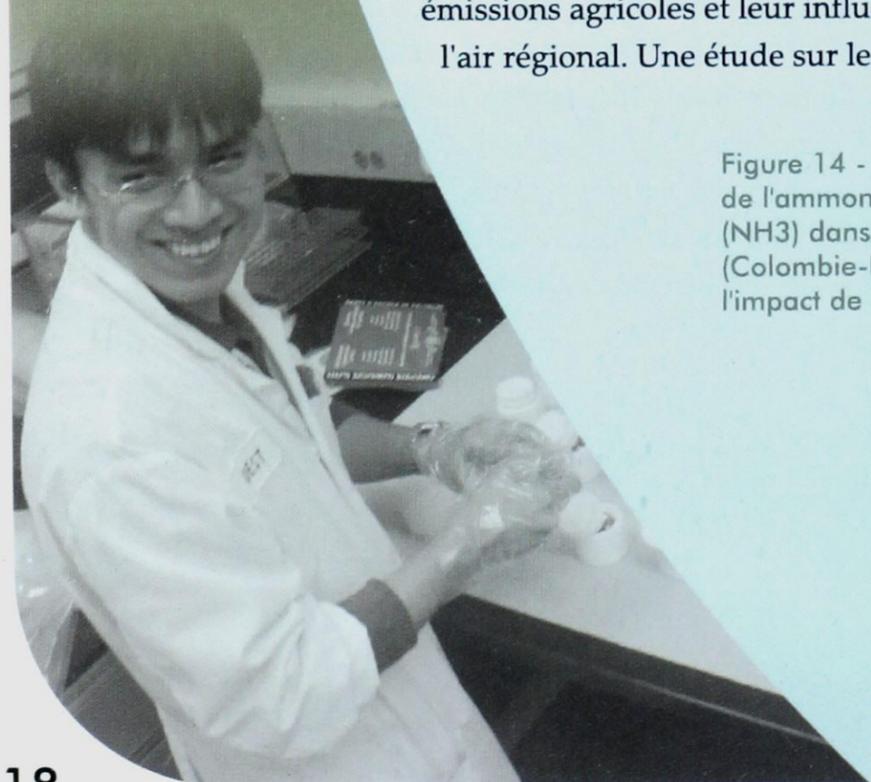
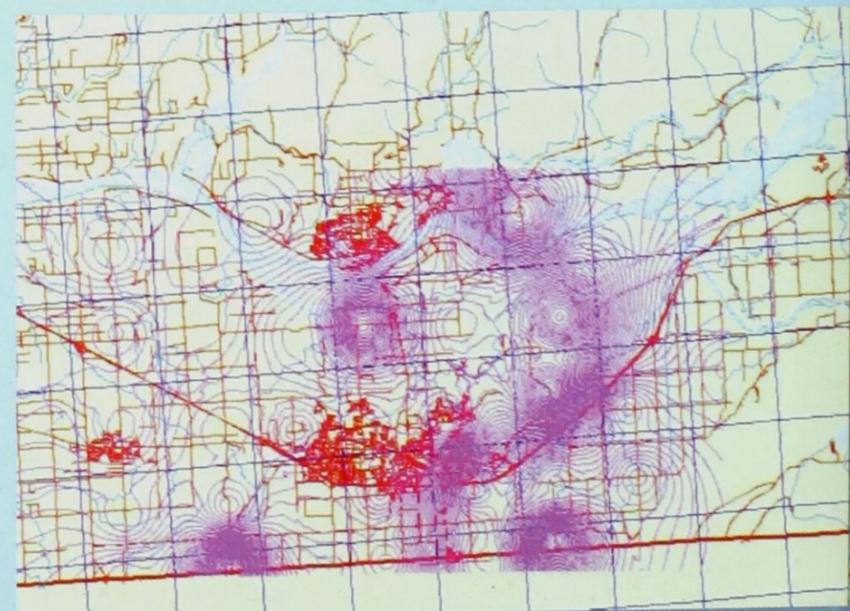
Malgré les effets dévastateurs de la grippe aviaire et de l'élimination subséquente des volailles rejetées, dans la vallée du bas-Fraser, près d'Abbotsford (Colombie-Britannique) au début de 2004, cette période fut, pour les scientifiques de la DRQA et d'autres collaborateurs, une occasion unique de chercher à mieux connaître les émissions agricoles et leur influence sur la qualité de l'air régional. Une étude sur le terrain effectuée dans

Figure 14 - Échantillonnage passif de l'ammoniac de l'air ambiant (NH₃) dans la région d'Abbotsford (Colombie-Britannique), qui montre l'impact de sources distinctes.

la région d'Abbotsford est en cours, afin de déterminer l'impact sur la qualité de l'air de l'ammoniac (NH₃) provenant des poulaillers et du fumier, et de mieux comprendre la contribution de l'ammoniac à la formation des particules.

Au cours de la dernière année, on a mis en oeuvre un programme national de R et D sur l'ammoniac atmosphérique. Dans le cadre de ce programme, on a effectué des mesures à l'aide d'un échantillonneur passif dans la région d'Abbotsford, afin d'établir les profils spatiaux de l'ammoniac de l'air ambiant dans une région de production de volaille. Ces profils spatiaux serviront à des activités de modélisation destinées à déterminer l'influence des poulaillers sur la qualité de l'air. Les activités de surveillance effectuées au cours de la dernière année financière indiquent clairement qu'il y a eu une chute dramatique des concentrations ambiantes d'ammoniac à cause des rejets de poulets, ainsi qu'une remontée de celles-ci aux mêmes valeurs après le rétablissement des populations de volaille dans cette région. Ces études de poulaillers sont les premières à présenter en détail les facteurs d'émission du secteur de la volaille au Canada. On doit utiliser ces informations pour améliorer les inventaires des émissions d'ammoniac.

L'étude sur le terrain de l'ammoniac a été menée dans le cadre de l'Initiative sur les normes agroenvironnementales nationales (INAN), qui a pour but d'élaborer des normes agroenvironnementales. Les



Concentration de NH₃ dans l'air ambiant, à l'aéroport d'Abbotsford

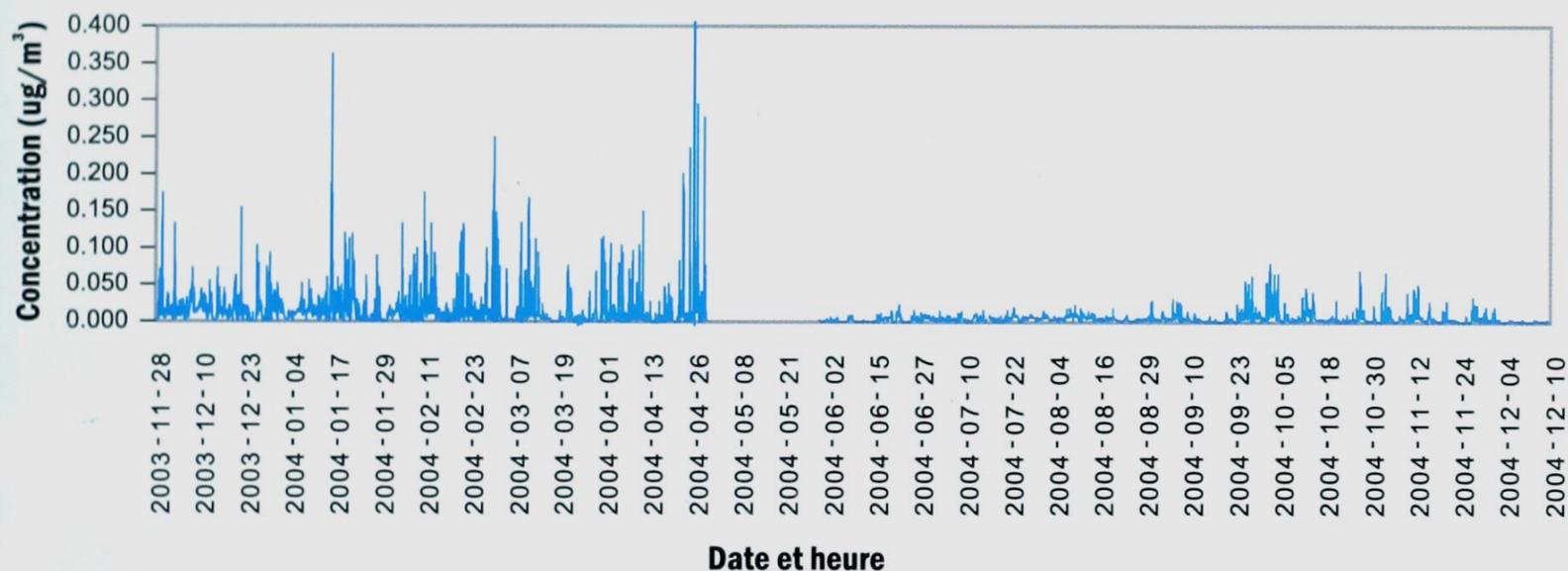


Figure 15 - Concentration d'ammoniac dans l'air ambiant (NH₃) à l'aéroport d'Abbotsford (Colombie-Britannique), situé au centre d'une importante région de production de volaille. On voit clairement l'effet sur les émissions de NH₃ de l'élimination des poulets rejetés, à la fin d'avril 2004.

collaborateurs de cette étude étaient notamment Agriculture et Agroalimentaire Canada, Environnement Canada (le Centre météorologique canadien, le Service de la protection de l'environnement et le bureau régional des Prairies et du Yukon), des organismes environnementaux et agricoles provinciaux et municipaux, ainsi que les producteurs de volaille de la Colombie-Britannique. Cet effort de recherche coopératif contribue à la réalisation des objectifs du Cadre stratégique pour l'agriculture (CSA), qui doit faire du Canada un chef de file dans les domaines de la sécurité alimentaire, de l'innovation et de la production écologique.

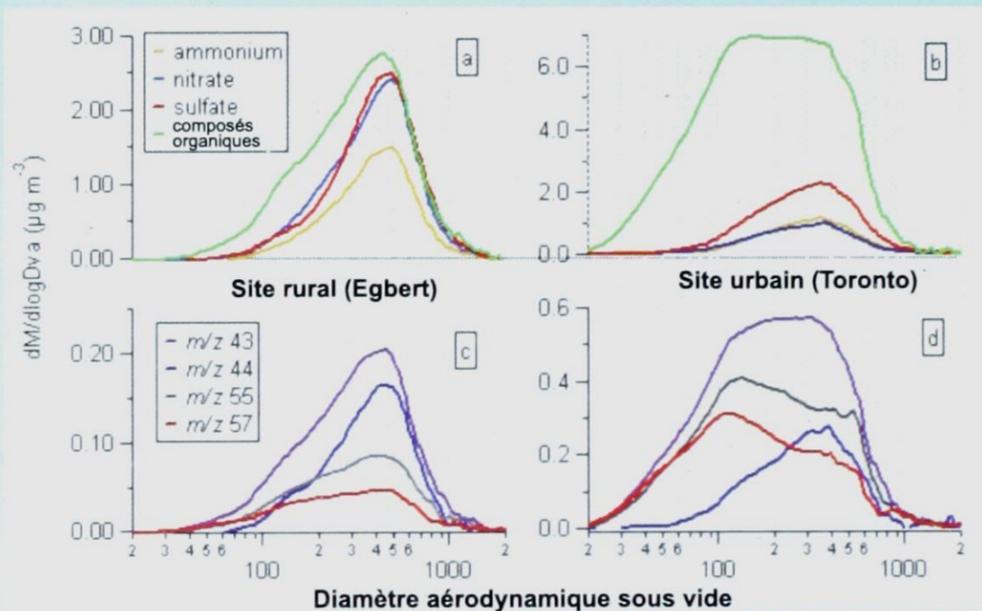
Sources et voies d'entrée des POP dans les Grands Lacs

On a effectué une série d'études afin de mieux comprendre les impacts des sources mondiales sur la région des Grands Lacs. Une étude des pesticides chlorés présents dans les sols du monde entier a été effectuée pour connaître le devenir des pesticides provenant des dépôts atmosphériques et l'influence des réémissions sur les signatures chimiques dans l'atmosphère. Au Mexique, on a prélevé des échantillons d'air contenant des polluants organiques persistants (POP) afin de déterminer si les émissions de cette région pouvaient avoir des incidences sur le bassin des Grands Lacs. Dans l'air de l'État du Chiapas (dans le sud du Mexique), on a mesuré des

concentrations atmosphériques de DDT environ 100 fois supérieures à celles observées dans la région des Grands Lacs. La composition chimique du DDT dans l'air mexicain semble indiquer que ces émissions provenaient d'utilisations actuelles et de sources anciennes (résidus dans le sol). De plus, on a mesuré dans l'air du Chiapas des concentrations de toxaphène (un pesticide interdit) environ dix fois supérieures à celles observées au-dessus des Grands Lacs, et la composition chimique semble indiquer que leur source principale est l'émission des résidus dans le sol. En outre, on a mesuré les flux des pesticides chlorés provenant des sols agricoles en Ontario et en Colombie-Britannique afin de déterminer la contribution de cette source aux concentrations atmosphériques. Ces sols ont reçu des applications de pesticides chlorés des années 1950 au début des années 1970, et ces pesticides continuent à passer dans l'atmosphère 30 à 40 ans plus tard. Ces émissions de sources anciennes font concurrence au transport aérien de pesticides d'origine récente provenant du Mexique et du Pacifique, qui aboutit à leur dépôt au Canada. Les résultats de ces études permettent de mieux comprendre les charges de POP transportées dans les Grands Lacs.

Études rurales et urbaines sur les particules

En 2003, on a effectué des mesures intensives de la granulométrie et de la composition chimique des particules au Centre expérimental de recherche sur l'atmosphère (CERA) d'Egbert (Ontario), du 1^{er}



Distributions granulométriques moyennes des principales espèces chimiques à Egbert et à l'Université de Toronto

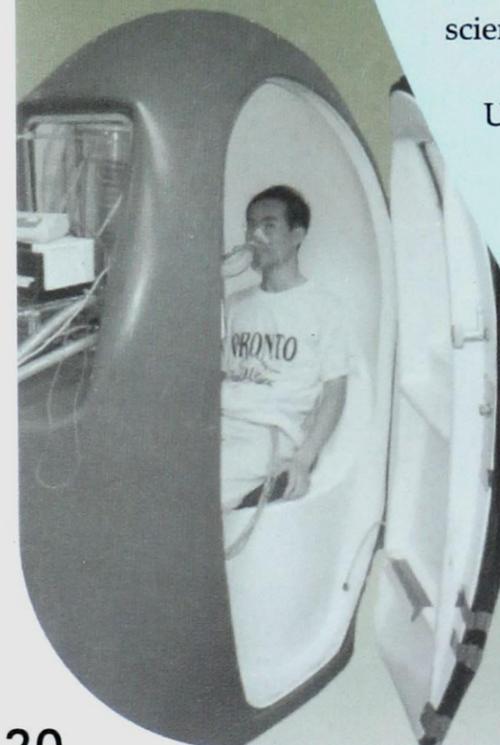
Figure 16 - La figure à gauche illustre les distributions granulométriques moyennes des principales espèces chimiques à Egbert et à l'Université de Toronto (ammonium, nitrate, sulfate et composés organiques totaux), ainsi que les distributions granulométriques moyennes d'éléments de composés organiques oxygénés (m/z 44), d'éléments de type hydrocarbure (m/z 57) et de mélanges d'éléments de composés oxygénés et de type hydrocarbure (m/z 43 et 55). Les éléments oxygénés de l'aérosol (m/z 44) sont relativement plus importants à Egbert et les éléments hydrocarbures (m/z 57), relativement plus importants à Toronto. Si l'on compare Toronto à Egbert, la fraction organique totale de l'aérosol est plus importante par rapport à celle des principaux éléments inorganiques des particules fines d'aérosol (ammonium, nitrate et sulfate), et il y a une plus grande masse de composés organiques dans les particules les plus petites. À Egbert, on note souvent de plus fortes concentrations de nitrates pendant les périodes d'obscurité, et de plus fortes concentrations de sulfates et de composés organiques pendant les périodes de clarté. À Egbert, les concentrations des espèces inorganiques subissent aussi l'influence des concentrations atmosphériques d'ammoniac plus élevées à cause des activités agricoles dans le voisinage.

avril au 8 mai, et à l'Université de Toronto, du 20 août au 25 septembre. Le but de ces mesures était de caractériser de façon plus détaillée les propriétés chimiques, physiques et optiques des particules, afin de mieux connaître leurs propriétés dans le sud de l'Ontario. Des étudiants des universités de Toronto, Dalhousie et York ont entrepris des analyses supplémentaires de ces ensembles de données, en collaboration avec des scientifiques du SMC.

Une comparaison des deux sites montre que la matière carbonée des particules échantillonnées à Egbert est relativement plus oxygénée et plus étroitement associée à des espèces inorganiques (ammonium, sulfate et nitrate). Cette observation correspond à un plus grand degré de transformation chimique, ce qui est normal pour un aérosol

transporté loin de sa source. En effet, plus les petites particules organiques s'éloignent de leur point d'origine (comme c'est le cas pour celles observées à Toronto), plus elles s'oxydent et s'enrichissent en espèces inorganiques provenant de l'oxydation d'espèces gazeuses de soufre et d'azote réduits. Les résultats de ces processus sont illustrés à la figure 16, qui présente les différences entre les distributions granulométriques des substances chimiques pour des particules prélevées à Egbert et à l'Université de Toronto.

En changeant la composition des particules et augmentant leur taille moyenne, les divers processus agissant sur les aérosols au cours de leur transport modifient les effets des particules sur la santé, le climat et la visibilité. Ces observations permettent de déterminer la capacité de simulation des particules de nos modèles, ainsi que les améliorations qu'on peut leur apporter.





Étude in situ sur la glace (OOTI)

Alors que l'on comprend assez bien les caractéristiques fondamentales de l'appauvrissement de l'ozone et du mercure (Hg) en surface après le lever du soleil dans les régions polaires, on ne connaît pas avec certitude la source des composés halogénés nécessaires pour cette réaction. Les données satellitaires sur l'oxyde de brome (BrO) semblent indiquer que de grandes parties de la couche limite d'ozone de l'Arctique pourraient être appauvries, mais on n'a pas encore établi de manière concluante un lien entre ces données et les observations à partir de la surface.

On sait depuis longtemps que dans l'Arctique, le mélange convectif au-dessus des chenaux ouverts (il s'agit de longues fissures dans la glace de mer) injecte de la chaleur, de la vapeur d'eau et des aérosols de sels marins jusqu'à plusieurs kilomètres d'altitude. Cet apport serait une importante source d'halogènes responsables de l'appauvrissement de l'ozone au printemps, mais, par ailleurs, selon les données satellitaires sur le BrO, il semble qu'on observe aussi un appauvrissement de l'ozone au-dessus de surfaces complètement gelées. L'une des possibilités envisagées, qui présente de beaux défis pour les scientifiques, serait que les fleurs de glace, qui sont des structures à grande surface pouvant favoriser certains processus chimiques hétérogènes, pourraient aussi jouer un rôle important dans le mécanisme de production des aérosols de sels marins sous l'action dispersante du vent. Les fleurs de glace sont des structures cristallines dendritiques fortement salines (env. 100 USP) à grande surface, qui croissent en grappes sur la surface des chenaux qui regèlent, ce qui entraîne le rejet de vapeurs et crée de forts gradients de température dans les premiers centimètres de l'interface glace-atmosphère. Les études publiées à ce jour montrent qu'il y a de nombreuses conjectures quant au rôle de ces structures dans l'échange air-surface, et c'est l'une des raisons pour lesquelles on a entrepris cette étude sur la glace.

La façon la plus simple d'étudier ce processus fascinant est de concevoir un système pouvant effectuer des mesures directement à la source. À cette fin, on a monté un dispositif portatif entièrement automatique pouvant mesurer l'ozone, le Hg et le BrO. De plus, on a monté sur une petite tour météorologique de 3 m des équipements de mesure du flux, une webcam et un récepteur GPS.

L'alimentation électrique, notamment pour l'acquisition des données, est entièrement à piles, et le système complet peut être transporté par traîneau sur la surface océanique gelée, à partir du camp de base.

On a déployé et utilisé ce système avec succès en avril et en mai 2004, à partir du camp de base d'Alert. Ainsi, on a obtenu des données intéressantes sur la nature de la couche limite au-dessus de l'océan, mais on n'a pas vu de champs de fleurs de glace (un article sur ces travaux doit paraître en avril 2005 dans *Geophysical Research Letters*). Les scientifiques ont été invités à déployer leur système à partir de Barrow (Alaska), en mars 2005. Cette deuxième expérience est justifiée par l'abondance des chenaux ouverts et des champs de fleurs de glace près de Barrow, qui offre un environnement plus prometteur pour examiner la question clé de l'activité des fleurs de glace.

Campagne de l'Expérience sur la chimie atmosphérique dans l'Arctique

À Eureka (Nunavut), on a mis en œuvre l'élément Validation dans l'Arctique canadien de la campagne de 2005 de l'Expérience sur la chimie atmosphérique (ACE), afin d'obtenir des mesures de validation terrestre pour la mission satellitaire canadienne ACE, de la mi-février à la fin de mars. Grâce à des fonds de l'Agence spatiale canadienne et à la collaboration de scientifiques du Service météorologique du Canada et des universités de Toronto et de Waterloo, on a utilisé un ensemble de sept instruments afin d'établir l'intégrale verticale des espèces et, là où c'était possible, les profils verticaux, pour les 14 espèces atmosphériques cibles de l'ACE, ainsi que pour mesurer l'extinction atmosphérique, la température et la pression. Bien que la chronologie de la campagne ait été dictée par les périodes de survol du satellite près d'Eureka, elle coïncidait également avec une période de perturbation chimique de la stratosphère de l'Arctique entraînant la destruction chimique de l'ozone. On a présenté pour publication certaines des mesures de validation obtenues pendant une campagne semblable, de février à mars 2004.

On a mis au point des modèles de qualité de l'air en vue

- de comprendre la dynamique de la chimie de l'atmosphère, notamment l'état actuel et futur de la qualité de l'air;
- de contribuer aux prévisions sur la qualité de l'air et sur les émissions UV, pour la diffusion d'avertissements et d'informations au public;
- de créer des scénarios permettant de mettre à l'essai des politiques destinées à réduire la pollution atmosphérique.

ÉTUDES INTERNATIONALES

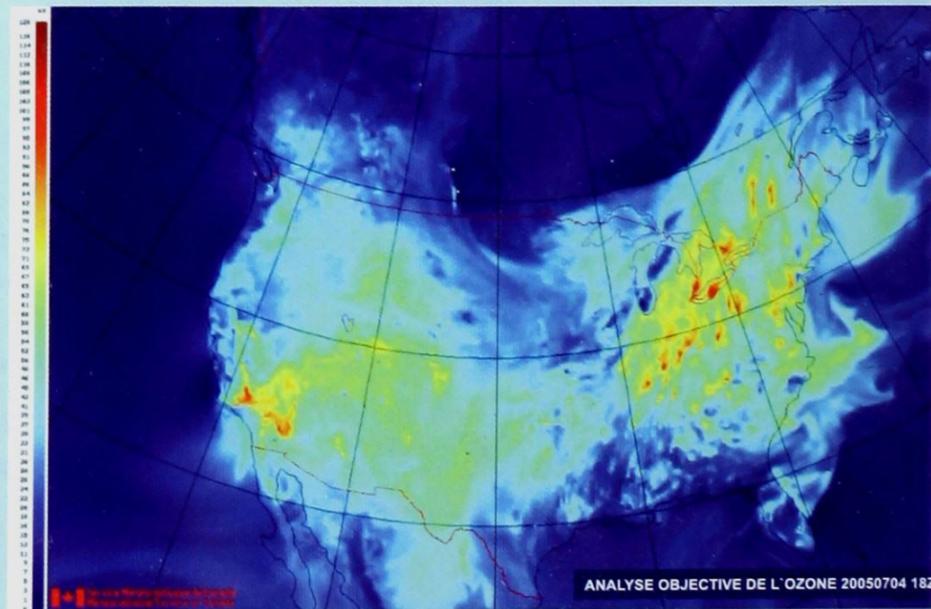
Prévisions de la qualité de l'air

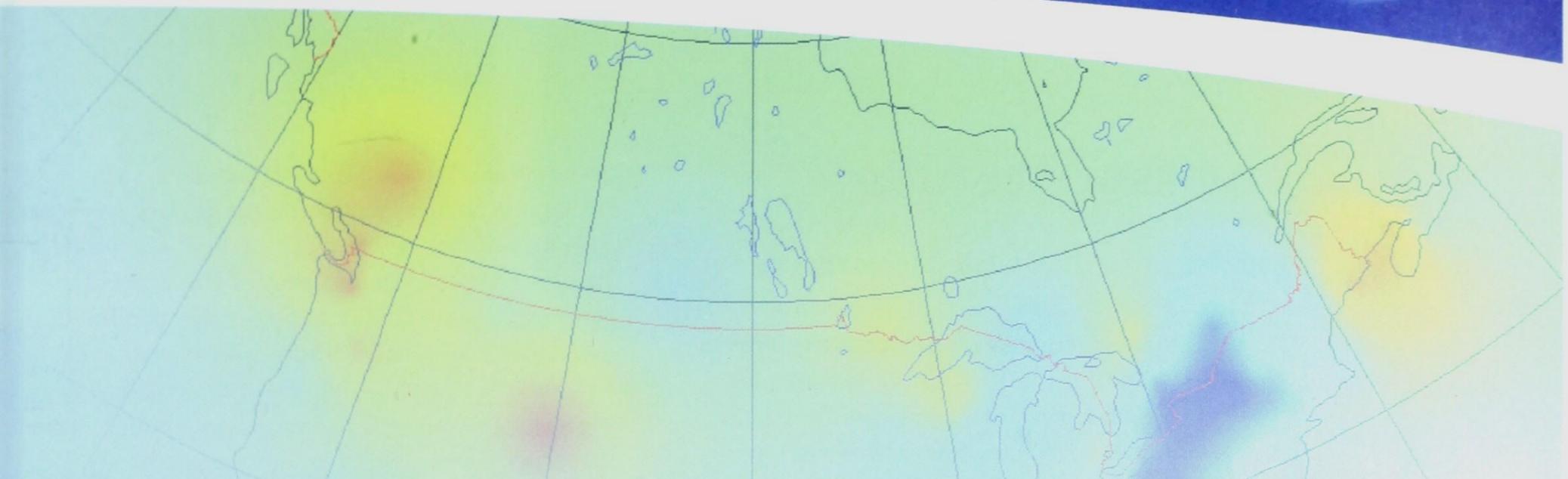
Depuis le 4 juillet 2003, on exploite avec succès une version expérimentale du modèle de prévision de la qualité de l'air CHRONOS, qui utilise une méthodologie permettant d'intégrer les données AIRNow sur l'ozone troposphérique. AIRNow, un programme mené par l'Environmental Protection Agency, est un centre de gestion des données qui traite en temps réel des données sur la qualité de l'air de plus de cent organismes des États-Unis et du Canada, ainsi que les prévisions de la qualité de l'air pour plus de 300 villes des États-Unis.

Cette réussite a permis la production régulière de cartes

d'analyse objective de l'ozone troposphérique depuis le début de 2004. C'était la première fois que des analyses objectives de l'ozone troposphérique étaient diffusées presque en temps réel et à l'échelle du continent.

Ces études expérimentales, effectuées au-dessus du Canada et des États-Unis, constituent la première étape de la création d'un système intégrant toutes les données atmosphériques et chimiques observées. L'assimilation des données fait appel à un processus d'analyse des conditions actuelles de l'atmosphère, qui est nécessaire pour l'utilisation des modèles numériques de chimie de l'atmosphère et des prévisions météorologiques. Ce processus doit optimiser les informations obtenues tant par le système d'observation que par le système de modélisation.





La DRQA, en collaboration avec le Groupe d'application des modèles de qualité de l'air du Centre météorologique canadien, a consacré une année au développement du nouveau système, qui combine les résultats du modèle de qualité de l'air CHRONOS avec les observations sur l'ozone d'AIRNow.

Le grand avantage de ce système est qu'il rejette automatiquement les observations inhabituelles ou non conformes. Ceci permet un contrôle de la qualité des données presque en temps réel alors qu'autrement celui-ci nécessiterait de plusieurs semaines à quelque mois. À l'aide de ces données, on trace des cartes horaires de l'ozone troposphérique au-dessus de l'Amérique du Nord, avec un retard de seulement une heure, environ. En plus de permettre aux scientifiques d'obtenir plus d'informations sur la composition chimique de l'atmosphère à partir des observations existantes à la surface, ce système doit créer un cadre de travail permettant

d'intégrer plus rapidement les données d'observations nouvelles ou obtenues par des méthodes inhabituelles, par exemple des données satellitaires.

On peut utiliser les cartes de l'analyse de l'ozone troposphérique pour déterminer les régimes climatologiques de l'ozone, pour tracer des cartes saisonnières, ainsi que pour préparer d'autres produits montrant les impacts environnementaux de la pollution atmosphérique.

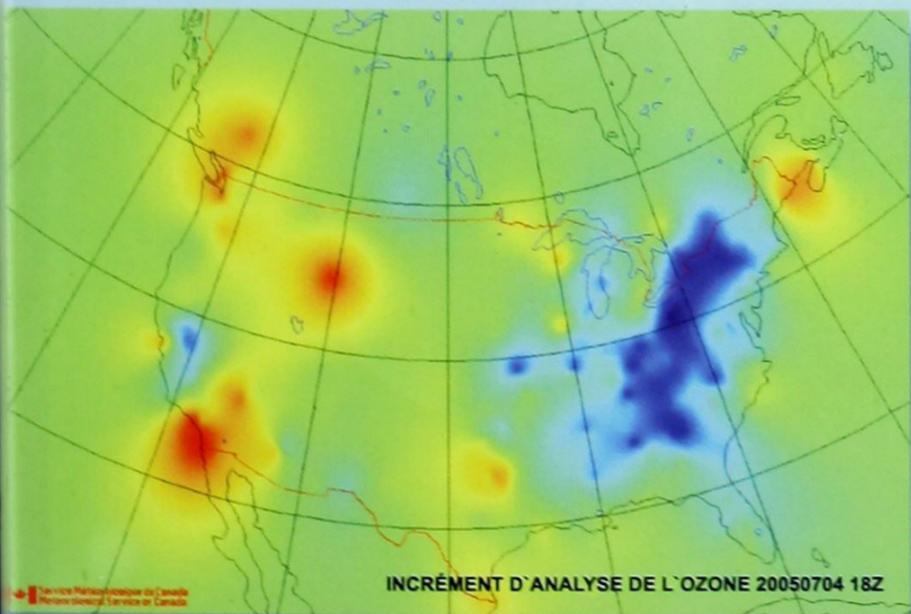


Figure 17 - L'image du côté gauche montre les concentrations de l'ozone troposphérique, en parties par milliard, obtenues par analyse objective, alors que celle du côté droit montre les corrections significatives apportées aux prévisions basées sur des modèles pour le même jour, afin de faire concorder les valeurs de l'ozone troposphérique avec celles des observations de l'analyse objective.

ÉTUDES RÉGIONALES

Mise au point de modèles de qualité de l'air

On a effectué une évaluation détaillée des résultats du modèle de qualité de l'air AURAMS, en utilisant les données recueillies pendant la campagne Pacific 2001, dont les résultats ont été présentés à la réunion sur la qualité de l'air du Committee on the Challenges of Modern Society de l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN/CCMS), tenue à Banff. Cette évaluation a montré que les prévisions du modèle AURAMS exagéraient les concentrations des espèces émises par le centre-ville du Grand Vancouver. D'autres recherches ont montré qu'il s'agissait d'un problème commun à d'autres villes de l'Ouest représentées par le modèle AURAMS (Edmonton, Calgary, Winnipeg, Seattle), et que la principale cause de ce problème était une diffusion verticale insuffisante. Une étude ultérieure de l'apport météorologique de ce modèle, ainsi que la documentation récente et ancienne, semble indiquer que cette distorsion s'explique vraisemblablement par de faibles valeurs des facteurs de diffusion verticale fournis à AURAMS par le modèle météorologique Global environmental multiéchelle (GEM) du SMC.

Modélisation du transport transfrontalier à grande distance du toxaphène provenant des sols des États-Unis dans le bassin des Grands Lacs

On a utilisé un modèle d'échange couplé (sol-air et eau-air) du transport atmosphérique, afin d'étudier les impacts des résidus dans le sol et du transport atmosphérique du toxaphène des États-Unis sur le bilan de ce pesticide au-dessus des Grands Lacs. Les résultats du modèle indiquent que les réémissions de toxaphène du sud-est des États-

Unis, étaient le facteur qui contribuait le plus à la distribution du toxaphène au-dessus des lacs, suivis par celles du nord-est, du sud-ouest, du nord-ouest et de la côte ouest des États-Unis (figure 18). Une proportion significative de ces contributions survient pendant des phénomènes épisodiques relativement courts, notamment au cours des périodes de transition hiver/printemps et été/automne, qui sont principalement dues à des changements intersaisonniers de la circulation atmosphérique moyenne. À l'aide de simulations numériques, on a détecté un fort phénomène épisodique de transport à grande distance de toxaphène de l'air provenant du sud-est des États-Unis, observé du 9 au 13 septembre 2000 (figure 19). Ce phénomène s'accompagnait aussi d'un déplacement de masses d'air chaud et humide du golfe du Mexique et du sud des États-Unis vers les Grands Lacs, qui entraînait de fortes précipitations et d'importants dépôts humides dans les Lacs (figure 19). Ce phénomène semble indiquer qu'un épisode court, mais intense, peut être une voie d'acheminement importante pour le transport atmosphérique du toxaphène de son principal réservoir du sud des États-Unis vers les Grands Lacs. On a utilisé ces informations pour améliorer les estimations du dépôt de toxaphène dans les Grands Lacs.

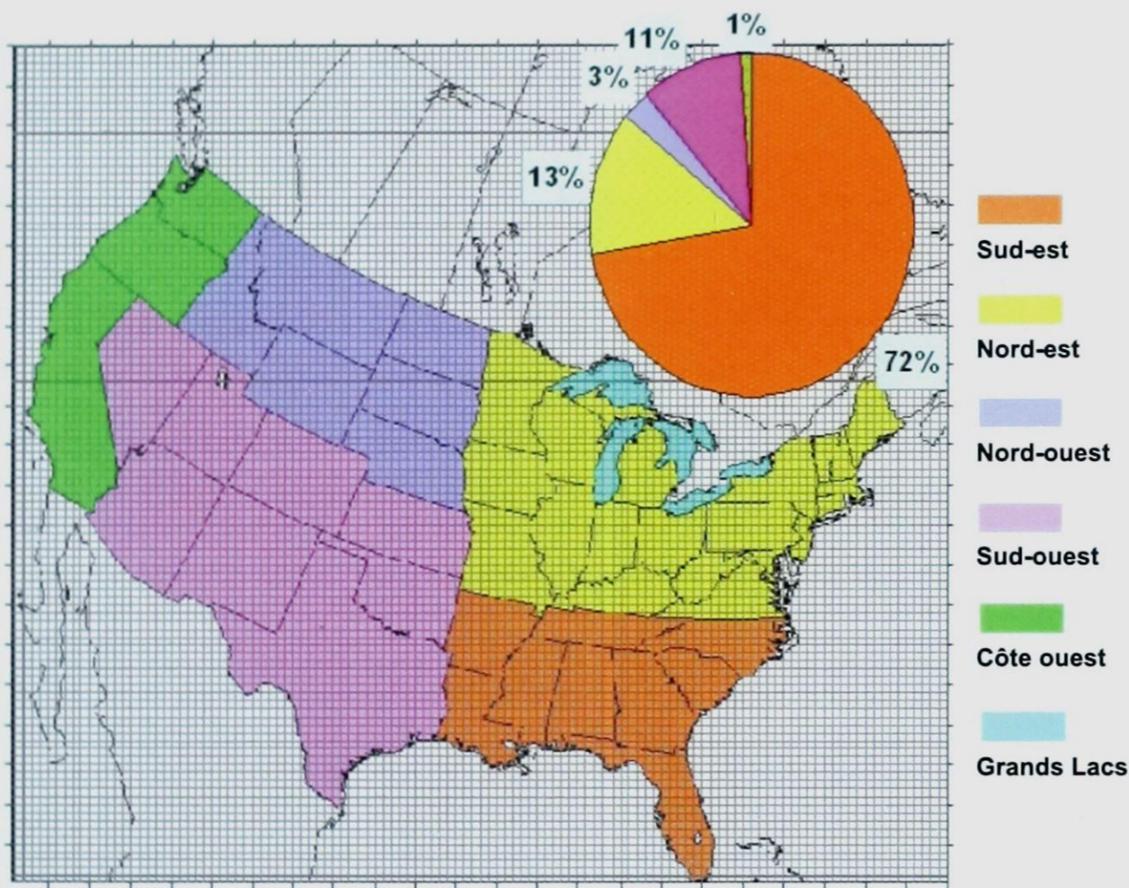


Figure 18 - Domaine du modèle, grilles et contribution estimée par le modèle pour chacune des régions sources des États-Unis aux concentrations atmosphériques de toxaphène (moyennes annuelles estimées) au-dessus des Grands Lacs (encadré).

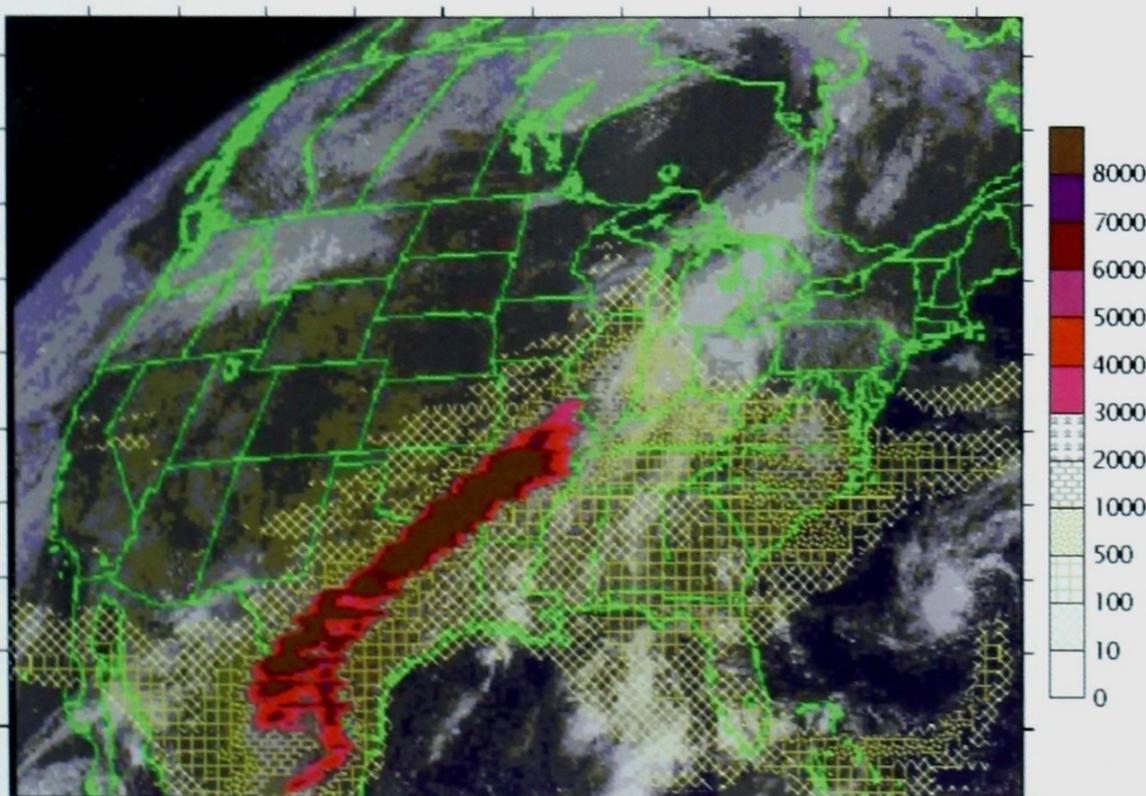


Figure 19 - Concentration atmosphérique modélisée du toxaphène (en pg m⁻³) à 1 200 m, superposée à une image prise dans le visible le 10 septembre 2000 par le satellite GOES-8, qui montre une bande de précipitations de pluie s'étendant du golfe du Mexique et du sud des États-Unis jusqu'aux Grands Lacs.

Des principes scientifiques objectifs sur la qualité de l'air sont essentiels :

- pour la santé publique et la protection de l'environnement au Canada;
- afin que les décideurs et les gestionnaires de la qualité de l'air puissent prendre de bonnes décisions;
- afin que les prévisionnistes de la qualité de l'air soient en mesure de diffuser en temps opportun des informations utiles sur les conditions atmosphériques.

Prévisions de la qualité de l'air et soutien des politiques par des applications

La DRQA travaille en étroite collaboration avec le Groupe d'application des modèles de la qualité de l'air (GAMQA) du Centre météorologique canadien en transférant des technologies et des informations pour la diffusion en temps opportun de prévisions de la qualité de l'air et pour le soutien d'applications scientifiques à l'intention des décideurs qui doivent élaborer des stratégies efficaces de lutte contre la pollution atmosphérique. Cette collaboration a pour but de continuer à perfectionner la série de modèles de qualité de l'air, de manière à améliorer les prévisions et la gestion de la qualité de l'air. Au cours de la dernière année financière, le GAMQA a transféré chaque jour des résultats prévisionnels à la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), contribuant ainsi à une expérience de prévision d'ensemble de la qualité de l'air en temps réel. En outre, en étroite collaboration avec le Conseil national de recherches du Canada, on a utilisé un nouveau système de traitement des émissions destiné aux modèles de qualité de l'air et adapté aux besoins des modèles du SMC, pour le traitement des inventaires nationaux des émissions canadiennes (2000) et des États-Unis (2001). Ainsi, on a amélioré l'acquisition des données sur les émissions, qui sont utilisées pour les prévisions de la qualité de l'air et pour les scénarios de simulation.

Soutien scientifique pour l'évaluation des transferts de particules de part et d'autre de la frontière Canada - États-Unis

Plusieurs scientifiques de la DRQA ont contribué aux chapitres sur la modélisation et sur les analyses des observations et des données du rapport de l'Évaluation scientifique Canada - États-Unis des particules transfrontalières. Ce rapport a été préparé par le sous-comité Canada - États-Unis sur la coopération scientifique à l'appui de l'Accord Canada - États-Unis sur la qualité de l'air. Ces analyses des données visent notamment à caractériser les concentrations et le dépôt de particules dans la région de la frontière Canada - États-Unis, ainsi qu'à appliquer aux particules un certain nombre de techniques d'attribution des sources. Les valeurs dans certaines stations d'échantillonnage près de la frontière dépassaient les normes nationales des deux pays relatives aux particules, et il y avait des épisodes de transport transfrontalier de particules dans les deux directions, de part et d'autre de la frontière internationale. On a utilisé le modèle de qualité de l'air AURAMS pour un cas en été et pour un cas en hiver dans cinq scénarios d'émission : un scénario de référence, deux scénarios pour 2010 et deux scénarios pour 2020.

Le GAMQA a soutenu des travaux de modélisation pour divers scénarios devant servir à évaluer l'effet de la réduction des émissions, dans le cadre de l'évaluation des particules transfrontalières. La DRQA a analysé ces simulations et rédigé des descriptions scientifiques des résultats de ces scénarios. Les informations présentées dans le rapport d'évaluation serviront à déterminer si on doit rédiger une annexe pour les particules, en application de l'Accord Canada - États-Unis sur la qualité de l'air.



Soutien scientifique pour l'Évaluation scientifique des dépôts acides au Canada

La DRQA a contribué à l'élément scientifique de l'Évaluation scientifique canadienne des dépôts acides au Canada (2004), dont le chapitre 3, rédigé par des scientifiques de la DRQA, portait sur les tendances et les analyses des dépôts humides, secs et totaux. De plus, la DRQA a effectué plusieurs nouvelles simulations de modèles de pluies acides, en réponse à d'autres lois adoptées depuis 1997, afin de déterminer si ces mesures de réglementation supplémentaires pourraient enfin résoudre le problème de pluies acides dans l'est du Canada. Malheureusement, la réponse était négative. Bien que les nouvelles mesures devraient accroître la superficie de la région de l'est du Canada pour laquelle on prévoit des taux acceptables de dépôts acides, certaines parties des régions centrales de l'Ontario et du Québec, ainsi que les provinces Maritimes, devraient continuer à recevoir des dépôts acides qui sont dommageables pour les écosystèmes aquatiques et terrestres.

Recherche sur la chimie atmosphérique pour le soutien du programme de l'Agence spatiale européenne

En janvier 2005, la DRQA a mené des travaux effectués dans le cadre d'un contrat de deux ans avec l'Agence spatiale européenne (ASE), afin d'explorer des moyens de créer un système général d'assimilation des données météorologiques et des données sur la chimie de l'atmosphère. La DRQA collabore avec l'Université York et avec l'Institut d'aéronomie spatiale de Belgique pour l'établissement de ce système d'assimilation des données combinant les données chimiques aux données dynamiques. Sauf pour l'assimilation des données sur l'ozone stratosphérique dans les centres météorologiques opérationnels, il s'agit de l'une des

rares activités d'assimilation des données utilisant un modèle dynamique et chimique entièrement couplé.

Dans le cadre de recherches effectuées à contrat pour l'ASE, la DRQA et ses collaborateurs ont effectué des travaux considérables pour la mise en oeuvre des systèmes d'assimilation des modèles. Ces travaux font partie des efforts du SMC visant à développer un système de prévisions météorologiques basées sur la chimie de l'atmosphère et à promouvoir à l'échelle internationale des technologies canadiennes innovatrices.

Les prévisions météorologiques basées sur la chimie de l'atmosphère peuvent aider les scientifiques à mieux comprendre les relations entre la qualité de l'air, la météorologie et les changements climatiques. Elles aideraient aussi à prévoir la pollution atmosphérique à l'échelle nationale et mondiale, de manière à améliorer les prévisions publiques de la qualité de l'air, ainsi que le processus journalier de prise de décision et la capacité d'adaptation des gens et des entreprises du Canada.



Afin de renforcer la R et D sur la qualité de l'air et d'accroître les connaissances requises pour le soutien des évaluations scientifiques, des plans de gestion, des politiques et d'une vaste gamme de services offerts au public, la DRQA accroît son potentiel de recherche en faisant appel à la collaboration de diverses organisations. Les scientifiques coopèrent fréquemment avec ceux des milieux universitaires et d'autres ministères des gouvernements fédéral et provinciaux, ainsi qu'avec des experts du secteur privé. De plus, la DRQA collabore avec d'autres Directions de la Direction générale des sciences atmosphériques et climatiques d'Environnement Canada pour des questions qui touchent la qualité de l'air, comme le climat et la météorologie. De plus, elle coopère avec les Régions du Ministère pour résoudre certains problèmes liés à des problèmes de qualité de l'air propres à des zones géographiques particulières. Pour ce qui est des politiques et des services publics, la DRQA travaille en étroite collaboration avec les décideurs et le milieu des sciences météorologiques.

Voici quelques-unes des principales tâches menées en collaboration :

- Avec les Directions, les Régions et les Services d'Environnement Canada : Réalisation d'études sur la qualité de l'air, communication de l'information aux décideurs et soutien de divers services liés à la protection de la qualité de l'air.
- Avec les universités : Travaux de R et D sur des questions de qualité de l'air d'intérêt mutuel.
- Avec Santé Canada : Définition des conditions sanitaires d'exposition, compte tenu de la qualité de l'air et du rayonnement UV; partage des services d'experts pour déterminer les impacts de substances radioactives sur les humains.
- Avec Ressources naturelles Canada : Élaboration de stratégies visant à réduire la pollution du secteur des transports, dans le cadre du Programme de recherche et de développement énergétiques.



Figure 20 - Partenariats clés

- Avec Agriculture et Agroalimentaire Canada : Méthodes visant à réduire les émissions agricoles, dans le cadre de l'Initiative sur les normes agroenvironnementales nationales (INAEN).
- Avec Affaires indiennes et du Nord Canada : Réalisation de travaux de R et D en réponse à des problèmes de qualité de l'air dans l'Arctique, dans le cadre du Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord.
- Avec l'Environmental Protection Agency des États-Unis : Recherches conjointes en application de divers accords Canada - États-Unis relatifs à la qualité de l'air et de l'eau.
- Avec la National Oceanic and Atmospheric Administration : Recherches sur le transport des polluants atmosphériques, ainsi que sur la transformation et sur la surveillance de changements environnementaux dans l'Arctique.
- Avec la National Aeronautics and Space Administration : Surveillance de l'environnement à partir de l'espace.
- Avec l'Organisation météorologique mondiale : Surveillance des conditions environnementales mondiales et de l'ozone stratosphérique.



Ressources humaines

Effectifs

Au cours de l'année financière 2004-2005, la Direction de la recherche sur la qualité de l'air comptait 139 employés à temps plein et 20 stagiaires universitaires. De plus, il y avait 45 scientifiques invités et étudiants collaborant à des projets de recherche, ainsi que deux scientifiques émérites.

Journée de réflexion de la DRQA

En janvier 2005, la DRQA s'est réunie pour une journée de réflexion. Environ 120 membres du personnel ont discuté en équipe des façons de développer et de mettre en oeuvre un plan d'action destiné à atteindre leurs buts et ceux du Plan général des ressources humaines d'Environnement Canada (une stratégie visant à conserver et à perfectionner le personnel pour qu'il puisse contribuer à l'accomplissement de la mission du Ministère et à la réalisation de son mandat). Les participants ont jugé que cette journée de réflexion avait été très profitable, comme le montrent les résultats d'un questionnaire d'évaluation. Dans un effort visant à améliorer le milieu de travail et à répondre à des besoins exprimés par des participants, on a mis en oeuvre un certain nombre de recommandations faites pendant cette journée de réflexion.

Cheminement professionnel

On a créé un comité de formation et de développement pour la Direction, afin de répondre aux besoins de formation et de développement du personnel. Ce comité a dirigé une série de séances d'information et de formation données à l'interne, destinées à fournir aux employés des occasions de formation et d'enrichissement de leurs connaissances dans des domaines d'intérêt en rapport avec leur travail. La DRQA a participé au Symposium scientifique du Réseau jeunesse d'Environnement Canada, qui visait à informer et à sensibiliser les jeunes à la possibilité de faire une carrière en recherche sur la qualité de l'air. De plus, la DRQA a mené un projet pilote axé sur l'explication d'enjeux scientifiques complexes au grand public.

Des scientifiques de la DRQA ont présenté des séminaires réguliers à l'heure du lunch afin de communiquer et d'échanger des informations sur les projets de recherche en cours. Ils ont préparé des résumés vulgarisés de leurs publications de recherche, afin d'expliquer les résultats de leurs travaux au personnel du Ministère et à ses clients, ainsi qu'à d'autres ministères. De plus, le personnel de la DRQA a participé à 85 conférences et/ou symposiums, ainsi qu'à 41 réunions d'affaires internationales,

pour favoriser l'élargissement de leurs connaissances et l'avancement de leurs travaux de recherche.

Attestation de mérite et remise de prix

- Trente-cinq membres du personnel ont reçu une prime pour longs états de service (de 5 à 35 ans).
- L'équipe de recherche ICARTT a reçu une mention d'excellence reconnaissant la contribution des scientifiques, des techniciens et des modélisateurs de la Division de la recherche sur la qualité de l'air (notamment du Groupe d'application des modèles de qualité de l'air du CMC) pour la campagne de terrain de l'ICARTT.
- Vitali Fioletov et Jim J. Kerr (chercheur émérite), membres de l'« équipe du tonnerre » des sciences de l'ozone, ont reçu le prix Stratospheric Ozone Protection de l'EPA pour 2005, pour leurs travaux de recherche sur la protection de la couche d'ozone.
- Balbir Pabla et Alexander Kallaur ont reçu une « prime instantanée » pour leurs travaux d'optimisation des modèles de qualité de l'air AURAMS et CHRONOS, qui doivent tourner sur le nouveau superordinateur IBM. Leurs efforts ont rendu possible l'utilisation en temps réel des résultats de l'étude sur le terrain de l'ICARTT 2004, ainsi que la mise en oeuvre du Programme de prévisions de la qualité de l'air de 2004. Par ailleurs, Liisa Jantunen a reçu une « prime instantanée » pour avoir trouvé et obtenu des pièces essentielles pour l'instrumentation du laboratoire. Cette initiative s'est traduite par des économies substantielles pour la DRQA.
- Deux employés ont reçu la prime « Quatre saisons », Véronique Bouchet pour avoir organisé, formé et équipé un groupe de prévisions météo et qualité de l'air pour le soutien des opérations aériennes du SMC, dans le cadre de l'expérience de mesure sur place de la qualité de l'air de l'ICARTT / Nouvelle-Angleterre, et Andrew Sheppard, qui a contribué à améliorer les bouées météorologiques déployées sur le lac Ontario.
- Tom McElroy a été nommé membre du Groupe scientifique consultatif sur l'ozone du Programme de veille de l'atmosphère globale.
- Bruce McArthur a été élu membre du Comité international sur le rayonnement de l'IAMAS (Association internationale de météorologie et des sciences de l'atmosphère)

Financement des activités de la DRQA (année financière 2004-2005)

La Direction de la recherche sur la qualité de l'air a reçu des fonds de trois secteurs d'activité différents, Prévisions météorologiques et environnementales (PME), Environnement sain (ES) et Nature. Chacun de ces secteurs doit produire des résultats stratégiques à long terme distincts, et les recherches effectuées à la DRQA doivent contribuer à l'atteinte des résultats suivants.

1. Secteur d'activité PME : Aider les gens à s'adapter à leur environnement tout en protégeant leur santé et en assurant leur sécurité, optimiser les activités économiques et améliorer la qualité de l'environnement.
2. Secteur d'activité Environnement : Protéger le public des sources de pollution nationales et planétaires.
3. Secteur d'activité Nature : Préserver la biodiversité dans des écosystèmes sains.

Chaque secteur d'activité doit contribuer au financement des salaires, du fonctionnement et de l'entretien (F et E), et des immobilisations.

Budget de la DRQA (année financière 2004-2005, en milliers de dollars)

Secteur d'activité	Salaires	E et E	Immobilisations	Total
(en milliers de dollars)				
Prévisions météo. et environ.	5 002,2	1 859,1	407,2	7 268,5
Environnement sain	4 137,2	5 261,3	1 828,0	11 226,5
Nature	375,1	464,7		839,8
Total	9 514,5	7 585,1	2 235,2	19 334,8

Utilisation des fonds

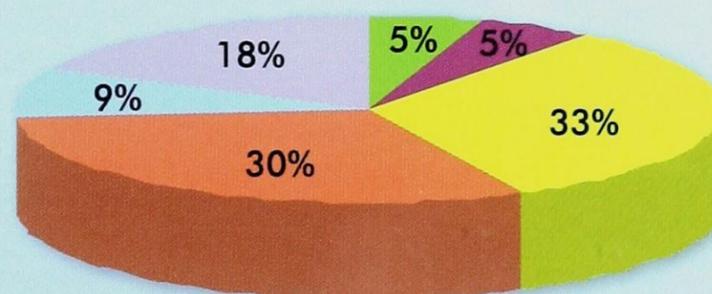
La DRQA compte quatre divisions : la Division de la recherche sur les processus (DRP), la Division de la recherche en mesures et en analyse (DRMA), la Division de la recherche sur la modélisation et l'intégration (DRMI) et la Division des études expérimentales (DEE). Chacune d'elle reçoit des fonds spécifiques pour effectuer les activités de recherche de la DRQA. On présente aussi le budget du Centre de recherches atmosphériques (CERA) et du Bureau du directeur, qui sont des sections de la DRQA. Le financement de ces sections couvre des éléments qui desservent l'ensemble de la Direction, par exemple le Laboratoire Thomson, l'entretien des ordinateurs et les frais de déplacement pour les conférences.

Ressources par division (2004-2005)

(en milliers de dollars)

Bureau du directeur	DRQA	1 001,1
Centre de recherches atmosphériques	CERA	1 038,0
Processus de la qualité de l'air	DRP	6 273,1
Mesures et analyse	DRMA	5 855,1
Modélisation et intégration	DRMI	1 717,4
Études expérimentales	DEE	3 451,0
TOTAL		19 335,7

Répartition des ressources par division



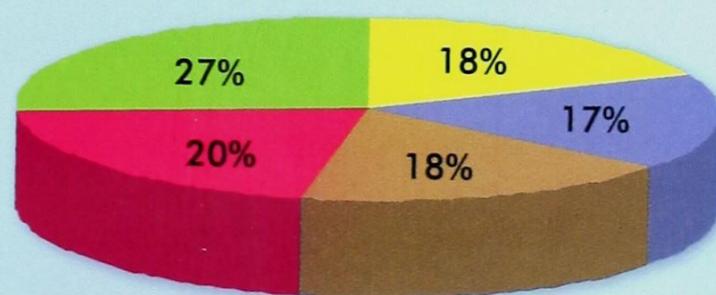
La gamme des domaines de recherche de la DRQA se subdivise en cinq domaines principaux d'étude de la qualité de l'air : le smog, les polluants atmosphériques dangereux (PAD), les dépôts acides, les aérosols et les gaz à effet de serre (GES), ainsi que l'ozone stratosphérique et le rayonnement. Chacun de ces domaines fait l'objet d'un financement distinct, comme l'indique le graphique à secteurs (ci-dessous).

Répartition des ressources par programme

(en milliers de dollars)

Smog	2 594,0
Polluants atmosphériques dangereux	2 013,1
Dépôts acides	1 755,1
GES / aérosols	1 701,6
Ozone stratosphérique et rayonnement	1 773,9
TOTAL	9 837,7

Répartition des ressources par programme



**Publications approuvées
par des collègues en 2004
(et autres documents)**

Acevedo, O. C., O. L. L. Moraes, R. da Silva, D. R. Fitzjarrald, R. K. Sakai, R. M. Staebler et M. J. Czikowsky, (2004). Estimation of nighttime surface fluxes from vertical profiles of scalars at an Amazon pasture site. *Global Change Biology*, 10, 886-894.

Alfarra, M. R., Coe, H., Allan, J. D., Keith, N. B., Boudries, H., Canagaratna, M. R., Jimenez, J. L., Jayne, J. T., Garforth, A., Li, S.-M., Worsnop, D. R., (2004). Characterization of urban and regional organic aerosols in the Lower Fraser Valley using two Aerodyne aerosol mass spectrometers, *Atmos. Environ.*, 38, 5745-5758.

Anderson, R. S., R. Iannone, A. E. Thompson, J. Rudolph et Lin Huang. (2004). Carbon kinetic isotope effects in the gas-phase reactions of aromatic hydrocarbons with the OH-radical at 296 ± 4 K. *J. Phys. Chem. A*; 2004, publié sur le Web le 2 déc, 2004; (Article) DOI: 10.1021/jp0472008.

Ariya, P. A., A. P. Dastoor, M. Amyot, W.H. Schroeder, L. Barrie, K. Anlauf, F. Raofie, A. Ryzhkov, D. Davignon, J. Lalonde et A. Steffen. (2004). The Arctic: a sink for mercury. *Tellus*, B, 56B, 397-403.

Barket, D. J., J. W. Grossenbacher, J. M. Hurst, P. B. Shepson, K. Olszyna, T. Thornberry, M. A. Carroll, J. Roberts, C. A. Stroud, J. Bottenheim, T. A. Biesenthal, (2004), A study of the NO_x dependence of isoprene oxidation, *J. Geophys. Res* 109 (D11): art. D11310.

Bidleman, T. F. et A. D. Leone. (2004). Soil-air exchange of organochlorine pesticides in the southern United States. *Environ Pollut* 128: 49-57.

Bidleman, T. F., S. Cussion et L. M. Jantunen. (2004). Interlaboratory study of toxaphene analysis in ambient air. *Atmos. Environ.*, 38, 3713-3722.

Bidleman, T. F. et A. D. Leone (2004). Soil-air relationships for toxaphene in the southern United States. *Environ. Toxicol. Chem.*, 23, 2337-2342.

Bidleman, T. F. et A. D. Leone (2004). Soil-air exchange of organochlorine pesticides in the southern United States. *Environ. Pollut.* 128: 49-57.

Bidleman, T. F., F. Wong, C. Backe, A. Södergren, E. Brorström-Lundén, P. A. Helm et G. A. Stern, (2004). Chiral signatures of chlordanes indicate changing sources to the atmosphere over the past 30 years. *Atmos. Environ.*, 38, 5963-5970.

Boudries H., Canagaratna M., Jayne J., Alfarra R., Allan J., Bower N., Coe H., Pryor S. C., Jimenez J., Brook J.R., Li S. M. et Worsnop D. (2004) Chemical and physical processes controlling the distribution of aerosols in the Lower Fraser Valley, Canada, during the PACIFIC 2001 field campaign. *Atmos. Environ.* 38, 5759-5774.

Brook J. R., Johnson D. et Mamedov A. (2004) Determination of the Source Areas Contributing to Regionally High Warm Season PM_{2.5} in Eastern North America. *J. of Air and Waste Management Association* 54, 1162-1169.

Brook J. R., Strawbridge K., Snyder B. J., Boudries H., Worsnop D., Anlauf K., Sharma, S., G. Lu et Hayden K. (2004) Towards an understanding of the fine particle variations in the LFV: integration of chemical, physical and meteorological observations. *Atmos. Environ.* 38, 5775-5788.

Chan, D., C. W. Yuen, K. Higuchi, A. Shashkov, J. Liu, J. Chen et D. Worthy, (2004): On the CO₂ exchange between the atmosphere and the biosphere: The role of synoptic and mesoscale processes. *Tellus*, 56B, 194-212.

Chen Bing, Yi-Fan Li, Guohe Huang, Yuefei Huang et Yueren Li.. (2004). PELM: An Integrated Pesticide Losses Model for Simulating Pesticide Pollution in a Watershed System. *Journal of Environmental Science and Health - Part B*, B39(4): 613-626.

Chen, B., Huang, G. H., Li, Y. F., (2004). A Distributed Nonpoint Source Simulation Model - Case Study in the Thames River Basin, Canada. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 14(S1): 25-30.

Chen, B., J. M. Chen, J. Liu, D. Chan, K. Higuchi, A. Shashkov et D. Worthy, (2004). A vertical diffusion scheme to estimate the atmospheric rectifier effect. *Journal of Geophysical Research*, 109, D4, D04306
10.1029/2003JD003925.

Chen, J., Harner, T., Ding. G., Quan, X., Schramm, K.-W.; Kettrup, A., (2004). Universal predictive models on octanol-air partition coefficients at different temperatures for persistent organic pollutants. *Environ. Toxicol. Chem.* 23, 2309-2317.

Cheng, Y., S.-M. Li, A. Leithhead, P. C. Brickell et W. R. Leitch. (2004). Characterizations of cis-Pinonic Acid and n-Fatty Acids on Fine Aerosols in the Lower Fraser Valley During Pacific 2001 Air Quality Study. *Atmos Environ.* 38, 5789-5800, 2004.

Cheng, Y. et Li, S.-M., (2004). Analysis method development of long chain ketones in PM_{2.5} aerosols using accelerated solvent extraction and GC/FID/MSD, *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, 84, 367-378.

Dassau, T. M., P. B. Shepson, J. W. Bottenheim et K. M. Ford, (2004) Peroxyacetyl Nitrate Photochemistry and Interactions with the Arctic Surface, *J. Geophys. Res.*, 109, D18302, doi:10.1029/2004JD004562.

Dastoor, A. P. et Y. Larocque. (2004). Global circulation of atmospheric mercury: A modelling study. *Atmos Environ* 38: 147-161.

Fan X., Brook J. R. et Mabury S. A., (2004) Measurement of Organic and Elemental Carbon Associated with PM_{2.5} During Pacific 2001 Study Using an Integrated Organic Gas and Particle Sampler *Atmos. Environ.* 38, 5801-5810.

Fan, X., Lee, P. K. H., Brook, J. R. et Mabury, S. A., (2004). Improved measurement of seasonal and diurnal differences in the carbonaceous components of urban particulate matter using a denuder-based air sampler. *Aerosol Science and Technology*, 38(S2): 63-69.

Fioletov V. E., M. G. Kimlin, N. Krotkov, L. J. B. McArthur, J. B. Kerr, D. I. Wardle, J.R. Herman, R. Meltzer, T. W. Mathews et J. Kaurola, (2004). UV index climatology over the US and Canada from ground-based and satellite estimates, *J. Geophys. Res.*, Vol. 109, D22308, doi:10.1029/2004JD004820.

Gong, S. L., X. Y. Zhang, T. L. Zhao et L. A. Barrie, (2004). Sensitivity of Asian dust storm to natural and anthropogenic factors, *Geophysical Research Letters*, 31, L07210, doi:10.1029/2004 GL019502.

Gouin, T., D. Mackay, K. C. Jones, T. Harner et S. N. Meijer. (2004). Evidence for the "grasshopper" effect and fractionation during long-range atmospheric transport of organic chemicals. *Environ Pollut.* 128, 139-148.

Harner, T., Shoeib, M., Diamond, M., Stern, G., Rosenberg, B. (2004) Using passive air samplers to assess urban-rural trends for persistent organic pollutants (POPs): 1. Polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides (OCPs). *Environ. Sci. Technol.* 38, 4474-4483.

Hayden, K. L., Anlauf, K. G., Li S. M., Macdonald, A. M., Bottenheim J. W., Brook J. R. et Wiebe, H. A., (2004) Chemical characterization of the Lower Fraser Valley airshed during Pacific 2001, *Atmos. Environ.*, 38, 5811-5824.

Helm, P. A. et T. F. Bidleman. (2004). Seasonal and spatial variations of polychlorinated naphthalenes and planar polychlorinated biphenyls in arctic air. *Environ. Sci. Technol.*, 38, 5514-5521.

Hung, H. et J. Ma. (2004). Influence of the Pacific North American (PNA) pattern on the long range transport of persistent organic pollutants (POPs) to the Canadian Arctic. *Organohalogen Compounds*, 66, 2164-2168.

Jantunen, L. M., H. Kylin et T. F. Bidleman. (2004). Air-water gas exchange of hexachlorocyclohexanes and the enantiomer ratio of alpha-HCH in the southern Atlantic Ocean and Antarctica. *Deep Sea Res.*, 51, 2661-2672.

Jaward, F. M., Farrar, N. J., Harner, T., Sweetman, A. J., Jones, K. C. (2004) Passive air sampling of PCBs, PBDEs and organochlorine pesticides across Europe. *Environ. Sci. Technol.* 38, 34-41.

Jaward, F. M., N. J. Farrar, T. Harner, A. J. Sweetman, K. C. Jones. (2004). Passive air sampling of PAHs and PCNs across Europe. *Environ Toxicol Chem.* 23. 1355-1364.

Kar, J., H. Bremer, J. R. Drummond, Y. J. Rochon, D. B. A. Jones, F. Nichitiu, J. Zou, J. Liu, J. C. Gille, D. P. Edwards, M. N. Deeter, G. Francis, D. Ziskin et J. Warner. (2004). Evidence of vertical transport of carbon monoxide from Measurements of Pollution in the Troposphere (MOPTITT). *Geophys. Res. Lett.*, 31: L23105.

Knut Breivik, Ruth Alcock, Yi-Fan Li, Robert E. Bailey, Heidelore Fiedler et Jozef M. Pacyna, (2004). Primary sources of selected POPs: regional and global scale emission inventories. *Environmental Pollution*, 128(1-2), 3-16.

Law, S., T. F. Bidleman, M. J. Martin et M. V. Ruby, (2004). Evidence of enantioselective degradation of alpha-hexachlorocyclohexane in ground water. *Environ. Sci. Technol.* 38, 1633-1638.

Li, Y. F., Macdonald, R. W., Ma, J. M., Hung, H. et Venkatesh, S. (2004). Historical a-HCH Budget in the Arctic Ocean: The Arctic Mass Balance Box Model (AMBBM). *Sci. Tot. Environ.*, v 324, 115-139.

Li, Y. F., J. Struger, D. Waite et J. Ma. (2004). Gridded Canadian lindane usage inventories with 1/6° x 1/4° latitude and longitude resolution. *Atmos. Environ.*, 38, 1117-1121.

Li, S.-M., (2004) A concerted effort to understand the ambient particulate matter in the Lower Fraser Valley: the Pacific 2001 Air Quality Study, *Atmos. Environ.*, 38, 5719-5732.

Li, Y. F., J. A. V. Zhulidov, R. D. Robarts et L. G. Korotova, (2004), Hexachlorocyclohexane Use in the Former Soviet Union. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 48, 10-15.

Li, Y. F., J. Struger, D. Waite et J. Ma. (2004). Gridded Canadian lindane usage inventories with 1/6° x 1/4° latitude and longitude resolution. *Atmos Environ* 38: 1117-1121.

Li, Y. F., R. W. Macdonald, M. Ma, H. Hung et S. Venkatesh. (2004). Historical α -HCH budget in the Arctic ocean: The Arctic Mass Balance Box Model (AMBBM). *Sci Total Environ* Volume 324 issue 1-3, p. 115-139.

Li, Y. F., A. V. Zhulidov, R. D. Robarts et L. G. Korotova, (2004). Hexachlorocyclohexane Use in the Former Soviet Union. *Arch. Env. Contamination and Toxicology*, 48, 10-15.

Lilley, M., S. Lovejoy, K. B. Strawbridge et D. Schertzer, 2004. 23/9 dimensional anisotropic scaling of passive admixtures using lidar data of aerosols. *Phy. Rev. E*. 70, 036307.

Llewellyn, E. J., N. D. Lloyd, D. A. Degenstein, R. L. Gattinger, S. V. Petelina, A. E. Bourassa, J. T. Wiensz, E. V. Ivanov I. C. McDade, B. Solheim, J. McConnell, C. S. Haley, C. von Savigny, C. E. Sioris, C. A.

McLinden, E. Griffioen, J. Kaminski, W. F. J. Evans, E. Puckrin, K. Strong, V. Wehrle, R. H. Hum, D. J. W. Kendall, J. Matsushita, D. P. Murtagh, S. Brohede, J. Stegman, G. Witt, G. Barnes, W. F. Payne, L. Piché, K. Smith, G. Warshaw, D.-L. Deslauniers, P. Marchand, E. H. Richardson, R. A. King, I. Wevers, W. McCreath, E. Kyrölä, L. Oikarinen, G. W. Leppelmeier, H. Auvinen, G. Mégie, A. Hauchecorne, F. Lefèvre, J. de La Nöe, P. Ricaud, U. Frisk, F. Sjoberg, F. von Schéele, L. Nordh, (2004). The OSIRIS instrument on the Odin satellite, *Can. J. Phys.*, 82, 411-422.

Ma, J., H. Hung et P. Blanchard, (2004). How do climate fluctuations affect persistent organic pollutant (POP) distribution in North America? Evidence from a decade of POP air monitoring. *Environ Sci Technol*. 38: 2538-2543.

Ma, J., S. M. Daggupaty, T. Harner, P. Blanchard, (2004). Impacts of lindane usage in the Canadian prairies to the Great lakes ecosystem—Part 2: Modeled fluxes and loadings to the Great Lakes. *Env Sci Technol* 38: 984-990.

Ma, J., Cao, Z., Hung, H. (2004). North Atlantic Oscillation Signatures in the Atmospheric Concentrations of Persistent Organic Pollutants: An Analysis using Integrated Atmospheric Deposition Net Work—Great Lakes Monitoring Data. *J. Geophys. Res.*, v. 109, D12305, doi:10.1029/2003JD004435.

Martin, J., W., Kanna, K., Berger, U., De Voogt, P., Field, J., Franklin, J., Giesy, J. P., Harner T., Muir, D., Scott, B., Kaiser, M., Jarnberg, U., Jones, K. C., Mabury, S. A., Schroeder, H., Simcik, M., Sottani, C., Van Bavel., B., Karrman, A., Lindstrom, G., Van Leeuwen, S, (2004) Analytical challenges hamper perfluoroalkyl research. *Environ. Sci. Technol.* 249A-255A.

McLaren R., Salmon R. A., Liggio J., Hayden, K. L., Anlauf K. G. et Leitch W. R. (2004) Nighttime chemistry at a rural site in the Lower Fraser Valley, *Atmos. Environ.*, 38, 5837-5848.

McLinden, C. A., C. S. Haley et E. J. Llewellyn, (2004). Derivation of polarization from Odin/OSIRIS limb spectra, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L20112, doi:10.1029/2004GL020825.

Melo, S. M., E. Farahani, K. Strong, M. R. Bassford, K. E. Preston et C. A. McLinden, NO₂ vertical profiles retrieved from ground-based measurements during spring 1999 in the Canadian Arctic, *Adv. Sp. Res.*, 34, 786-792, 2004.

Murayama, S., S. Taguchi et K. Higuchi, (2004). Inter-annual variation in the atmospheric CO₂ growth rate: The role of atmospheric transport in the Northern Hemisphere. *Journal of Geophysical Research*, 109, D2, D02305, 10.1029/2003JD003729.

O'Neill, N. T., K. B. Strawbridge, S. Thulasiraman, J. Zhang, A. Royer et J. Freemantle, 2004. Optical coherency of Sunphotometry, sky radiometry and lidar measurements during the early phase of Pacific 2001. *Atmos Environ*. 38 (34):5887-5894.

- Parrish, D. D., T. B. Ryerson, J. S. Holloway, J. A. Neuman, J. M. Roberts, G. J. Frost, M. Trainer, G. Hubler, C. A. Stroud, F. C. Fehsenfeld, F. Flocke, A. J. Weinheimer, (2004) Relation of NO_y and CO concentrations in the free troposphere: Fraction and composition of NO_y transported in polluted air masses lofted from the North American continental boundary layer, *J. Geophys. Res.*, 109 (D9): art. D09302.
- Polavarapu, S., S. Ren, A. M. Clayton, D. Sankey et Y. Rochon, (2004). On the relationship between incremental analysis updating and incremental digital filtering. *Mon. Wea. Rev.*, 132: 2495-2502.
- Polavarapu, S., S. Ren, A. M. Clayton, Y. Rochon, D. Sankey, N. Ek, J. Koshyk et D. Tarasick, (2004). Data assimilation with the Canadian Middle Atmosphere Model. *Atmos. Ocean*, 43: 77-100.
- Pozo, K., Harner, T., Shoeib, M., Urrutia, R., Barra, R., Parra, O., Focardi, S. (2004). Passive-sampler derived air concentrations of persistent organic pollutants on a north-south transect in Chile. *Environ. Sci. Technol.* 38, 6529-6537.
- Rind, D., D. Shindell, J. Perlwitz, J. Lerner, P. Lonergan, J. Lean et C. A. McLinden, (2004). On the relative importance of solar and anthropogenic forcing of climate change between the Maunder Minimum and the present, *J. Clim.*, 17, 906-929.
- Sakai, R. K., D. R. Fitzjarrald, O. L. L. Moraes, R. M. Staebler, O. C. Acevedo, M. J. Czikowsky, R. da Silva, E. Brait et V. Miranda, (2004). Land-use change effects on local energy, water and carbon balances in an Amazonian agricultural field. *Global Change Biology*, 10, 895-907.
- Sauret-Szczepanski, N. et D. A. Lane. (2004) Smog Chamber Study of Acenaphthene: Gas/Particle Partition Measurements of the Products Formed by Reaction with the OH Radical. *Polycycl. Arom. Compds.* 24(3), 161-172.
- Shantz, N. C., Y.-A. Aklilu, N. Ivanis, W. R. Leaitch, P. C. Brickell, J. Brook, Y. Cheng, D. Halpin, S.-M. Li, Y. A. Tham, D. Toom-Sauntry, A. J. Prenni, L. Graham, (2004). Observations of particulate matter at Golden Ears Provincial Park. *Atmos Environ.*, 38, 5849-5860.
- Sharma, S., R. Vingarzan, L. A. Barrie, A. Norman, A. Sirois, M. Henry et C. DiCenzo, (2004). Concentrations of dimethyl sulfide in the Strait of Georgia and its impact on the atmospheric sulfur budget of the Canadian West Coast, *J. Geophys. Res.*, 108(D15). 4459, doi:10.1029/2002JD002447.
- Sharma, S., D. Lavoue, H. Cachier, L. A. Barrie et S. L. Gong, (2004). Long term trends of the black carbon concentrations in the Canadian Arctic, *J. Geophys. Res.*, 109, D15203, doi:10.1029/2003JD004331.
- Shen, L., F. Wania, Y. D. Lei, C. Teixeira, D. C. G. Muir et T. F. Bidleman, (2004). Hexachlorocyclohexanes in the North American atmosphere. *Environ. Sci. Technol.* 38, 965-975.
- Shepherd, M. G., Y. J. Rochon, D. Offerman, M. Donner et P. J. Espy, (2004). Longitudinal variability of mesospheric temperatures during equinox at middle and high latitudes. *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.* 66: 463-479.
- Shoeib, M., T. Harner, M. Ikonomou et K. Kannan, (2004). Indoor and outdoor air concentrations and phase partitioning of perfluoroalkyl sulfonamides (PFASs) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs). *Environ Sci Technol* 38: 1313-1320.
- Simonetti, A., C. Gariépy, C. M. Banic, R. Tanabe, H. K. Wong, (2004). Pb isotopic investigation of aircraft-sampled emissions from the Horne smelter (Rouyn, Québec) - implications for atmospheric pollution in northeastern North America. *Geochim Cosmochim Acta* 68, 3285-3294.
- Snyder, B. J. et Strawbridge, K. B. 2004. Meteorological analysis of the Pacific 2001 Air Quality Field Study. *Atmos Environ.* 38 (34): 5733-5743.

Staebler, R. M. et D. R. Fitzjarrald, (2004). Observing subcanopy CO₂ advection. *Agric Forest Meteorol.* 122, 139-156.

Strawbridge, K. B. et B. J. Snyder, 2004. Daytime and nighttime aircraft lidar measurements showing evidence of particulate matter Transport into the northeastern valleys of the Lower Fraser Valley, B. C. *Atmos Environ.* 38 (34): 5873-5886.

Strawbridge, K. B. et B. J. Snyder, 2004. Planetary boundary layer height determination during Pacific 2001 using the advantage of a scanning lidar instrument. *Atmos Environ.* 38 (34): 5861-5871.

Stroud, C. A., P. Makar, M. Mozurkewich, D. Hastie, D. V. Michelangeli, (2004). Simulating Organic Aerosol Formation during the Photo-oxidation of Toluene/NO_x Mixtures: Comparing the Equilibrium and Kinetic Assumption, *Environ. Sci. Technol.*, 38, 1471-1479.

Stroud, C. A., S. Madronich, E. Atlas, C. Cantrell, A. Fried, B. Wert, B. Ridley, F. Eisele, L. Mauldin, R. Shetter, B. Lefer, F. Flocke, A. Weinheimer, M. Coffey, B. Heikes, R. Talbot, D. Blake, (2004). Photochemistry in the arctic free troposphere: Ozone budget and its dependence on nitrogen oxides and the production rate of free radicals, *J. Atmos. Chem.*, 47 (2): 107-138.

Thomson, B., Li, S.-M., Belzer, W., (2004). Introduction to the special issue on Pacific 2001 Air Quality Study, *Atmospheric Environment*, 38, 5717-5718.

Urch B, Brook J. R., Wasserstein D., Brook R. D., Rajagopalan S., Corey, P et Silverman F., (2004) Relative Contributions of PM_{2.5} chemical constituents to acute arterial vasoconstriction in humans. *Inhalation Toxicology*, 16(6-7), 345-352.

von Hessberg, P., J. Kaiser, M. Enghoff, C. A. McLinden, S. L. Sorensen, T. Röckmann, et M. S. Johnson, (2004). Ultra-violet absorption cross sections of isotopically substituted nitrous oxide species: ¹⁴N¹⁴NO, ¹⁵N¹⁴NO, ¹⁴N¹⁵NO and ¹⁵N¹⁵NO, *Atmos. Chem. Phys.*, 4, 1237-1253.

Wilford, B., Harner, T., Zhu, J., Shoeib, M., Jones, K. C, (2004). A passive sampling survey of polybrominated diphenyl ethers flame retardants in indoor and outdoor air in Ottawa, Canada: Implications for source and exposure. *Environ. Sci. Technol.* 38, 5312-5318.

Wong, F., Harner, T., Liu, Q.T., Diamond, M. L., (2004). Using experimental and forest soils to investigate the uptake of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) along an urban-rural gradient. *Environ. Pollut.*, 29(3), 387-398.

Zakey, A. S., Abdelwahab, M. M., Makar, P. A. (2004). Atmospheric Turbidity over Egypt. *Atmos. Environ.*, 38, 1579-1591.

Zhang L., D. V. Michelangeli, et P. A. Taylor, 2004. Numerical studies of aerosol scavenging in low-level, warm stratiform clouds and precipitation. *Atmospheric Environment* 38, 4653-4665.

Zhou, L., D. E. J. Worthy, Y. P. Wen, M. K Ernst, P. M. Lang, J. L. Li et X. C. Zhang, (2004) 10 years of atmospheric methane observations at a high elevation site in Western China. *Atmospheric Environment* 38,7041-7054.

Livres, chapitres d'ouvrages, évaluations et rapports

Acker, K., R. Artz, V. Bowersox, T. Coleman, H. Hara, A. Ryaboshapko, J. Schaug, R. Vet, (2004). Manual for the GAW Precipitation Chemistry Programme: Guidelines, Data Quality Objectives and Standard Operating Procedures. Éditeur : M. A. Allan. Rapport n° 160 du Programme de veille atmosphérique globale, Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse.

Banic C., Blanchard P., Dastoor A., Hung H. H., Steffen A., Tordon R., Poissant L., Wiens B., Atmospheric distribution and long-range transport of mercury. (2005) Dans Mercury, sources, measurements, cycles, and effects, Éditeurs : M. B. Parsons et J. B. Percival, Association minéralogique du Canada, Short course series volume 34, ISBN 0-921294-34-4.

Bottenheim, J. W., A. Dastoor, Gong, S. L., K. Higuchi et Y.-F. Li. (2004). Long range Transport of Air Pollution to the Arctic. Dans Intercontinental Transport of Air Pollution, A. Stohl, éditeur. The Handbook of Environmental Chemistry, Vol. 4, Part G: p 13-39. Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

Bottenheim, J. W., A. Dastoor, S.-L. Gong. K. Higuchi et Y.-F. Li, (2004). Transport of air pollution to the Arctic, chapter 2 dans: Intercontinental transport of air pollution, A. Stohl, éditeur, Springer Verlag.

Blanchard P., Audette C. V., Hulting M. L., Basu I., Brice K. A., Chan C. H., Dryfhout-Clark H., Froude F., Hites R. A., Neilson M., (2004) Atmospheric deposition of toxic substances to the Great Lakes: IADN results through 2000. 126 p. Rapport TPSGC n° En56-156/2000-1E; ISBN:0-662-37467-3. Disponible sur <http://www.msc.ec.gc.ca/IADN>.

McElroy, C. T., D. I. Wardle, T. Bidleman, G. Boer, J. Bottenheim, J. Côté, J. Derome, M. Diamond, J. Drummond, G. Isaac, J. Kerr, C. Lin, J. McConnell, G. McBean, N. McFarlane, H. Ritchie, T. Shepherd, R. Stewart, P. Taylor, A. Weaver, F. Zwiars, (2004). Beyond the Breaking Point?, BTT Communications, 34 pages

Ménard R., S. Edouard, C. Clerbaux, C. Granier, G. Pétron et C. Reeves, (2004). Data assimilation and inverse modelling. Dans Emissions of Atmospheric Trace Compounds, éditeurs C. Granier, P. Artaxo et C. Reeves, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Pays-Bas, 544 p



Moran, M. D. et J. R. Brook, (2004). Conceptual model of PM over the Windsor – Quebec City corridor. Dans *Particulate Matter Science for Policy Makers: A NARSTO Assessment*, P. McMurry, M. Shepherd et J. Vickery, éditeurs, Cambridge University Press, Cambridge, 391-395.

Reeves, Claire E., Cunnold, Derek M., Derwent, Richard G., Dlugokencky, Edward, Edouard, Sandrine, Granier, Claire, **Ménard, Richard**, Novelli, Paul, Parrish, David, (2004). Determination of emissions from observations of atmospheric compounds. Dans *Emissions of Atmospheric Trace Compounds*, éditeurs C. Granier, P. Artaxo et C. Reeves, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Pays-Bas, 544 p.

Seigneur, C. et **M. D. Moran**, (2004). Using models to estimate particle concentration. In *Particulate Matter Science for Policy Makers: A NARSTO Assessment*, P. McMurry, M. Shepherd et J. Vickery, éditeurs, Cambridge University Press, Cambridge, 283-323.

Vet, R. J., J. Brook, C.-U. Ro, M. Shaw, J. Narayan, L. Zhang, M. Moran, M. Lusic. (2004). Chapter 3: Atmospheric Response to Past Emission Changes. Dans *2004 Canadian Acid Deposition Science Assessment*, [CD-ROM]. (2005). Environnement Canada. Disponible à Environnement Canada, Toronto (Canada).

Contacts de la Direction de la recherche sur la qualité de l'air

Smog

M. Keith Puckett
Téléphone : 416-739-4836
Courriel : keith.puckett@ec.gc.ca

Dépôts acides

M. Maris Lusic
Téléphone : 416-739-4449
Courriel : maris.lusic@ec.gc.ca

Polluants atmosphériques dangereux

Mme. Cathy Banic
Téléphone : 416-739-4613
Courriel : cathy.banic@ec.gc.ca

Gaz à effet de serre

M. Maris Lusic
Téléphone : 416-739-4449
Courriel : maris.lusic@ec.gc.ca

Ozone stratosphérique et rayonnement

M. Bruce McArthur
Téléphone : 416-739-4464
Courriel : bruce.mcarthur@ec.gc.ca

Modélisation de la qualité de l'air

M. S. Venkatesh
Téléphone : 416-739-4911
Courriel : srinivasan.venkatesh@ec.gc.ca

Centre de recherches atmosphériques

M. Frank Froude
Téléphone : 705-458-3302
Courriel : frank.froude@ec.gc.ca

BELONGS TO / APPARTIENT À

C.3

Environment Canada Library Downsview

Environnement Canada, Bibliothèque (Downsview)

4905, rue Dufferin Street Downsview, ON Canada M3H 5T4

Shelved with Annual Reports / Rangé dans Rapports Annuels



Photographies :

J. Brook

T. Harner

R. Leitch

S-M. Li

D. McDonald

K. Puckett

K. Strawbridge

B. Sukloff

D. Tarasick

Direction de la recherche sur la qualité de l'air
Environnement Canada
4905, rue Dufferin
Downsview (Ontario)
M3H 5T4

Téléphone : (416) 739-4472
Télécopieur : (416) 739-4224

<http://www.msc-smc.ec.gc.ca/aqrb>