



Examen 1999 des

programmes canadiens
de recherche sur les
précipitations acides

Rapport préparé aux termes de la
*Stratégie pancanadienne sur les
émissions acidifiantes après l'an 2000*

Avril 2000



DONNÉES DE CATALOGAGE AVANT PUBLICATION (CANADA)

Examen 1999 des programmes canadiens de recherche sur les précipitations acides : rapport préparé aux termes de la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000

Texte en français et en anglais disposé tête-bêche
Publ. aussi en anglais sous le titre : The 1999 review of acid rain science programs in Canada.

ISBN 0-662-65414-5

No de cat. En40-11/41-1999

1. Pluies acides - Canada.
2. Environnement - Surveillance - Canada.
3. Pollution - Canada - Mesure.
- I. Canada. Environnement Canada.

TD195.54C2N54 2001

363.738'67'0971

C00-980515-XF



Le Groupe de travail sur les précipitations acides

Le Groupe de travail sur les précipitations acides a été créé par le Comité de coordination national sur les problèmes atmosphériques* pour veiller à ce que progresse la mise en œuvre de la *Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000*. Le Groupe de travail facilite le partage de l'information entre les administrations fédérale, provinciales et territoriales, et orchestre les efforts qui aboutiront à l'établissement de nouveaux objectifs et échéanciers de réduction des rejets de SO₂.

Les auteurs

Les auteurs du présent rapport font partie de l'équipe scientifique spéciale constituée par le Groupe de travail sur les précipitations acides pour examiner les activités de recherche et de surveillance relatives aux pluies acides entreprises au Canada aux termes de la *Stratégie pancanadienne*. Ils sont collectivement désignés par l'expression « *Équipe d'examen* » dans le document. Faisaient partie de l'Équipe d'examen :

Guy Fenech, président
Conseiller scientifique principal
Environnement Canada

Robert Hugues
Spécialiste en qualité de l'air
Ministère de l'Environnement du
Nouveau-Brunswick

Jacques Dupont
Direction des écosystèmes aquatiques
Ministère de l'Environnement du Québec

Kenneth R. Foster
Phytotoxicologue - qualité de l'air
Alberta Environment

Michael Hingston
Gestion des ressources et protection de
l'environnement
Nova Scotia Environment

P. K. Misa
Gestionnaire, Modélisation environnementale
et inventaires d'émissions
Direction de la surveillance et rapports
Ministère de l'Environnement de l'Ontario

*Le Comité de coordination national sur les problèmes atmosphériques est un comité du Conseil canadien des ministres de l'Environnement, œuvrant en étroite collaboration avec le Conseil des ministres de l'Énergie.

Remerciements

Le présent rapport n'aurait pu voir le jour sans la contribution de nombreuses personnes qui se vouent aux recherches sur les pluies acides et suivent la situation depuis plusieurs années, voire plusieurs décennies dans certains cas. Ces personnes, dont un bon nombre sont des scientifiques, connaissent, pour les avoir constatés, les ravages écologiques que continuent de faire les précipitations acides, en particulier dans l'est du pays.

Nous tenons à remercier spécialement Giuseppe Muraca, qui a rassemblé une grande partie de l'information nécessaire à la confection du rapport et en a rédigé des sections importantes, et Tom Brydges pour son aide et ses précieux conseils. Ses connaissances approfondies en la matière ont joué un rôle capital dans la réalisation du produit final. Notre gratitude va également à David Francis qui a révisé le document.

Nous tenons aussi à souligner que plusieurs sections de ce rapport s'inspirent d'un document antérieur d'Environnement Canada, examinant les programmes de recherche et de surveillance sur les pluies acides de ce ministère, dont les auteurs principaux étaient Dean Jeffries (Institut national de recherche sur les eaux) et Robert Vet (Service météorologique du Canada). Nous les remercions pour avoir indirectement abattu une grosse partie de notre travail.

TABLE DES MATIÈRES

Liste d'acronymes choisis	vi
Résumé	1
Introduction	5
Chapitre 1 Objectifs du Programme de recherche sur les pluies acides.	7
Chapitre 2 État des programmes fédéraux, provinciaux et territoriaux de recherche et de surveillance sur les pluies acides.....	13
Chapitre 3 Les programmes existants répondent-ils aux exigences de la stratégie nationale?.....	35
Chapitre 4 Recommandations	44
Annexe	48

LISTE D'ACRONYMES CHOISIS

APIOS	Acid Precipitation in Ontario Study
CCRS	Comité fédéral-provincial de coordination de la recherche et de la surveillance
CEE-ONU	Commission économique des Nations Unies pour l'Europe
DNARPA	Dispositif national d'alerte rapide pour les précipitations acides
LRTAP	Long-Range Transboundary Air Pollution
NAtChem	Base de données nationales sur la chimie atmosphérique
PEAN	Projet des érables de l'Amérique du Nord
GNA/PMEC	Conférence des gouverneurs de la Nouvelle-Angleterre et des premiers ministres de l'est du Canada
RAMP	Regional Aquatics Monitoring Program (Programme régional de surveillance de l'environnement aquatique)
RCSAP	Réseau canadien de surveillance de l'air et des précipitations
REPQ	Réseau d'échantillonnage des précipitations du Québec
RÉSÉ	Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques
RÉSÉF	Réseau de surveillance des écosystèmes forestiers
TADPA	Transport à distance des polluants atmosphériques
TEEM	Terrestrial Environmental Effects Monitoring

RÉSUMÉ

Lors de l'adoption de la *Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000*, les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux s'engageaient à procéder à l'examen des programmes de recherche et de surveillance touchant les pluies acides afin de s'assurer d'avoir les « moyens nécessaires pour évaluer les progrès sur le plan environnemental ainsi que l'efficacité des programmes de contrôle ». Le présent rapport, qui passe en revue les programmes de recherche et de surveillance fédéraux, provinciaux et territoriaux, a été rédigé afin de respecter cet engagement. L'examen sur lequel il repose a été effectué en 1999, et un résumé de ses conclusions a été présenté en novembre 1999 aux ministres de l'Environnement, dans le cadre du *Rapport d'étape annuel 1999 concernant la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000*.

L'examen en question a été mené par une équipe de six scientifiques fédéraux et provinciaux, composée de représentants d'Environnement Canada, ainsi que des gouvernements de l'Alberta, de l'Ontario, du Québec, du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse. Les intervenants ont été conviés à participer à l'exercice à l'occasion d'un atelier consultatif, tenu à Montréal en juin 1999. En outre, une quarantaine d'experts canadiens sur les pluies acides, qui représentaient les administrations fédérale et provinciales, le secteur privé et les universités, et divers domaines scientifiques, dans plusieurs parties du pays, ont été consultés.

Les pluies acides demeurent une menace importante pour l'environnement. L'évaluation la plus récente, publiée dans le document *Les pluies acides au Canada : rapport d'évaluation de 1997*, concluait qu'en dépit de leur succès dans la réduction d'émissions acidifiantes de dioxyde de soufre, les programmes de lutte existants laissent bon nombre d'écosystèmes fragiles sans protection, surtout dans l'est du pays. *La Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000* vise à diminuer le stress sur ces écosystèmes en demandant l'adoption de nouvelles mesures antipollution. Elle requiert aussi des mesures préventives, qui visent à ne pas polluer les régions qui ne le sont pas.

À la lumière des principales constatations de l'évaluation de 1997, et des objectifs fixés et des engagements pris lors de l'adoption de la *Stratégie*, l'Équipe d'examen recommande que l'objectif principal des activités de recherche et de surveillance au Canada reste ce qu'il est actuellement, c.-à-d. de vérifier l'efficacité des programmes de lutte contre les émissions afin de protéger la santé des lacs et des forêts. De plus, l'Équipe d'examen recommande que les gouvernements refassent une évaluation complète du problème des pluies acides au Canada en 2004. Pour l'évaluation de 1997, on ne disposait que de données allant jusqu'à 1994. En 2004, les informations obtenues dans le cadre du programme de recherche et de surveillance permettront d'évaluer la réaction des écosystèmes aux changements des émissions survenus entre 1995 et 2000. Cette période est particulièrement importante puisqu'elle correspond à la fin de la Phase 1 des amendements apportés à la *Clean Air Act* des États-Unis, et à une réduction sensible des émissions de SO₂ de ce pays. Le rapport de 2004 donnerait donc une meilleure idée des

impacts des réductions d'émissions sur le rétablissement des lacs sensibles de certaines régions de l'est du Canada, des informations plus complètes sur les charges critiques, et une amélioration de nos connaissances, en particulier sur le rôle de l'azote, ce qui est un élément important de l'élaboration de stratégies efficaces de lutte contre la pollution.

Les besoins en programmes scientifiques

L'Équipe d'examen a tenté de déterminer si les programmes scientifiques tels qu'ils sont maintenant, c'est-à-dire suite aux coupures de budgets de la fin des années 1990, fournissent les informations nécessaires à la préparation d'un rapport futur, qui évaluerait l'amélioration de la santé humaine ou environnementale réalisée grâce aux réductions d'émissions et notre succès à prévenir l'apparition de problèmes là où il n'y en a pas maintenant.

L'Équipe d'examen a conclu que, afin de mesurer le niveau d'amélioration des conditions environnementales ou de santé publique qui ont été obtenues par l'entremise des réductions d'émissions, les programmes scientifiques sur les pluies acides après l'an 2000 doivent continuer à :

- surveiller la chimie de l'air et des précipitations afin de déterminer comment elle change suite aux changements d'émissions acidifiantes,
- surveiller la chimie des lacs et des cours d'eau afin de déterminer son degré de récupération.

En outre, le programme de recherche devrait s'attaquer à un certain nombre de problèmes scientifiques restés sans solution et identifiés dans l'évaluation de 1997, soit : comprendre pourquoi certains écosystèmes ne se sont pas rétablis malgré la diminution des dépôts acides, évaluer la perte de fertilité du sol et le risque que cela pose pour la santé et la productivité des forêts du Canada, et évaluer le rôle du dépôt d'azote comme agent acidifiant des écosystèmes. L'Équipe d'examen recommande donc que les programmes scientifiques sur les précipitations acides après l'an 2000 doivent:

- évaluer la réaction des biotes aquatiques à l'évolution des dépôts acides,
- évaluer l'importance et l'étendue de la baisse de fertilité des sols forestiers, et les risques que cela pose pour la forêt canadienne,
- préciser le rôle de l'azote en tant qu'élément nutritif et agent acidifiant des écosystèmes.

Ces activités scientifiques revêtent une importance particulière dans l'est du Canada, où les pluies acides restent problématiques. Des activités analogues, bien que plus modestes, sont également nécessaires là où les précipitations acides sont moins préoccupantes, pour établir l'efficacité des mesures antipollution destinées à protéger les endroits non pollués.

Les besoins en programmes de surveillance

L'Équipe d'examen a relevé de sérieuses lacunes dans les programmes de surveillance actuels. Il y a des lacunes dans les réseaux de mesure des dépôts, lesquels n'assurent pas une couverture totale de l'est du Canada bien qu'une vaste portion de ce territoire reçoive deux fois plus de sulfates que les lacs et les terres humides de l'endroit ne peuvent en accepter sans subir des dommages à long terme. Les eaux de surface de la Nouvelle-Écosse, du sud et du centre du Nouveau-Brunswick, du sud-ouest du Québec et de la région de Parry Sound, en Ontario, ne font pas l'objet d'une surveillance adéquate. De même, des lacs fragiles du nord de la Saskatchewan, situés en aval des émissions acidifiantes du nord de l'Alberta, ne sont pas non plus surveillés convenablement. Tant qu'on n'aura pas remédié à ces lacunes, on ne pourra pas évaluer la récupération d'écosystèmes importants et sensibles, comme les frayères à saumon du sud de la Nouvelle-Écosse.

L'Équipe d'examen s'est également dite inquiète de l'avenir des programmes de surveillance de la chimie de l'air et des précipitations, qui fournissent des cartes du dépôt de polluants acidifiants. Les experts prédisent que des réductions supplémentaires du nombre de sites de mesure pourraient sérieusement compromettre, voire réduire à néant, la capacité du Canada de produire des cartes précises du dépôt. Ces cartes montrent non seulement les régions aux prises avec des problèmes de pluies acides, mais elles donnent aussi une indication des tendances pluriannuelles. Bien que les réseaux de mesure n'étaient pas assez denses pour fournir des données autorisant une cartographie précise du dépôt dans le nord de l'Ontario, dans le nord du Québec et en Nouvelle-Écosse en 1996 - dernière année où l'on a produit de telles cartes - certaines instances envisagent tout de même de réduire encore leurs réseaux. L'Équipe d'examen a aussi exprimé son inquiétude devant les retards marqués et croissants dans la production de ces cartes. Celles-ci sont publiées dans un grand nombre de documents dont les rapports d'étape biennaux exigés aux termes de l'Accord Canada-États-Unis sur la qualité de l'air. Le prochain de ces rapports, qui doit paraître en 2000, fournira probablement une carte du dépôt en 1996, puisqu'on ne dispose pas encore de données plus à jour.

Les besoins en recherche scientifique

L'Équipe d'examen a constaté que les programmes de recherche scientifique concernant les pluies acides ne suffisent pas à l'heure actuelle pour étudier les importantes questions soulevées dans l'évaluation de 1997 : les impacts du dépôt acide sur la fertilité des sols forestiers et la santé à long terme des forêts du Canada, l'acidification par les dépôts azotés et le rétablissement biologique des écosystèmes endommagés. Étudier ces questions demandera un effort important. On sait, par exemple, que le dépôt acide accroît le risque de carences en éléments nutritifs et d'effets néfastes sur la santé et la productivité des forêts; il faudra toutefois un effort de trois ans pour évaluer et quantifier ce risque à long terme pour la forêt canadienne. Il faudra fournir un effort tout aussi important pour estimer la menace qui pèse sur les écosystèmes dû au dépôt continu d'azote. Des études détaillées devraient être menées à certains centres de recherche et de surveillance écologiques du Canada, pour développer des techniques d'évaluation qui

pourront être utilisées par la suite à l'échelle régionale. L'Équipe d'examen a également recommandé que des études de rétablissement biologique soient menées sur les lacs avoisinants de Sudbury, qui sont en cours de rétablissement après avoir été acidifiés et pollués par des métaux lourds. Le rétablissement actuel de ces lacs constitue une « expérience de manipulation des écosystèmes » à grande échelle, unique, dont les scientifiques peuvent tirer une mine d'enseignements. De même, des études de rétablissement biologique devraient être effectuées dans la région des lacs expérimentaux (Ont.), pour y terminer les expériences de manipulation des écosystèmes. Ces deux études produiront des informations précieuses pour la gestion du rétablissement des écosystèmes ailleurs.

L'Équipe d'examen a conclu que les programmes de recherche et de surveillance actuels ne sont pas suffisants pour satisfaire aux exigences de la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000. Les carences sont de deux ordres. D'abord, les programmes en place ne recueillent pas assez de données pour autoriser une évaluation complète de la réaction de l'atmosphère et des écosystèmes à la réduction des émissions : certains volets essentiels manquent ou ont été abandonnés. Deuxièmement, il n'y a pas assez de personnel compétent pour administrer et coordonner les programmes de surveillance requis, ni pour analyser et évaluer les données recueillies. Ces deux carences devront être comblées si l'on souhaite véritablement être en mesure de procéder à une évaluation adéquate en 2004.

Dans ce rapport, l'Équipe d'examen a identifié de façon générale les lacunes les plus flagrantes qui doivent être comblées pour mettre sur pied un programme scientifique qui permettra d'évaluer l'efficacité des mesures de contrôle antipollution. Il conviendra maintenant de proposer des solutions précises pour combler ces lacunes, d'en estimer les coûts et de dresser des plans de mise en oeuvre. L'Équipe d'examen a l'intention de terminer ce travail avant la fin de juin 2000.

INTRODUCTION

En 1977, M. Roméo LeBlanc, alors ministre de l'Environnement, exprimait les craintes grandissantes de la population au sujet des pluies acides, baptisant ces dernières de véritable bombe à retardement environnementale, de la plus grave menace pour l'environnement à laquelle le Canada ait jamais dû faire face. Aiguillonnés par ces préoccupations, le gouvernement fédéral et diverses provinces ont lancé plusieurs programmes de recherche et de surveillance vers la fin des années 70 et 80. Ces programmes, orchestrés par le Comité fédéral-provincial de coordination de la recherche et de la surveillance (CCRS), amorçaient un processus permanent qui a considérablement enrichi notre bagage de connaissances scientifiques sur l'acidification et ses conséquences.

Une évaluation exhaustive des incidences de l'acidification et des connaissances scientifiques actuelles sur les causes du phénomène nous a aidés non seulement à mieux comprendre la nature des pluies acides, mais aussi à élaborer des politiques pour les combattre. Le CCRS a produit trois évaluations de ce genre, en 1983, 1986 et en 1990. Environnement Canada en a effectué une quatrième en 1997, avec le concours de plusieurs provinces. Ces évaluations ont donné aux décideurs une base factuelle solide qui leur a permis d'échafauder les futures mesures de lutte contre les émissions acidifiantes et aussi de définir les lacunes dans nos connaissances ainsi que nos besoins en recherche.

Vers la fin des années 80 et au début des années 90, le Canada a réalisé des progrès remarquables dans la réduction des émissions acidifiantes. Néanmoins, comme devait le confirmer le document *Pluies acides au Canada : rapport d'évaluation de 1997*, le problème n'est pas réglé pour autant. Beaucoup d'écosystèmes fragiles au Canada resteront vulnérables à l'acidification même une fois qu'on aura atteint les objectifs actuels relatifs aux dépôts acides. De nouvelles mesures antipollution devront être adoptées si on veut protéger ces écosystèmes, de sorte qu'il faut poursuivre les travaux de recherche et de surveillance afin d'en vérifier l'efficacité.

Le présent rapport fait le point sur les programmes de recherche et de surveillance fédéraux, provinciaux et territoriaux. Il a été rédigé afin de satisfaire aux exigences de la *Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000*, adoptée à Halifax en octobre 1998 par les ministres fédéral, provinciaux et territoriaux de l'Énergie et de l'Environnement. Ces exigences sont définies à l'objectif 7 de la Stratégie :

« Afin de se doter des moyens nécessaires pour évaluer les progrès sur le plan environnemental ainsi que l'efficacité des programmes de contrôle, les gouvernements fédéral-provinciaux-territoriaux (chacun déterminant son propre niveau de participation) procéderont à l'examen des connaissances scientifiques et des programmes de surveillance touchant les précipitations acides. En 1999, ils soumettront un rapport, comprenant des recommandations, aux ministres de l'Énergie et de l'Environnement. »

L'examen en question a été entrepris par une équipe de six scientifiques fédéraux et provinciaux, composée de représentants d'Environnement Canada ainsi que des gouvernements de l'Alberta, de l'Ontario, du Québec, du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse. Les intervenants ont été conviés à participer à l'exercice à l'occasion d'un atelier consultatif, tenu à Montréal en juin 1999. Des spécialistes fédéraux et provinciaux se sont aussi longuement entretenus dans plusieurs parties du pays. L'information recueillie provient globalement d'une quarantaine d'experts canadiens sur les pluies acides, qui représentaient les administrations fédérale et provinciales, le secteur privé et les universités, et un vaste éventail de domaines dont la météorologie, la limnologie, la biologie, la foresterie et la pédologie.

L'examen a servi à identifier les activités de recherche et de surveillance sur les pluies acides à entreprendre au cours des prochaines années, en prévision de l'évaluation suivante, dont le rapport devrait paraître en 2004.

CHAPITRE 1 : OBJECTIFS DU PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES PLUIES ACIDES

Le phénomène des pluies acides est beaucoup mieux compris aujourd'hui qu'il y a 20 ans. Les scientifiques possèdent désormais un tableau plus précis de la nature et de l'ampleur de l'acidification au Canada. Ils savent aussi davantage comment favoriser le rétablissement des écosystèmes.

Les objectifs des programmes de recherche et de surveillance sur les pluies acides ont évolué durant cette période. Lorsque le gouvernement fédéral et les provinces ont commencé à forger une stratégie pour combattre ce fléau au début des années 80, le but premier était de décrire et d'élucider le phénomène des dépôts acides et ses incidences au Canada afin que des mesures adéquates puissent être prises pour protéger les écosystèmes canadiens. On voyait dans le transport atmosphérique du dioxyde de soufre (SO₂) et des oxydes d'azote (NO_x) sur de longues distances la principale cause des pluies acides. Les données empiriques raisonnablement bonnes recueillies à l'époque indiquaient que les environnements aquatiques modérément vulnérables seraient suffisamment protégés en limitant les dépôts humides de sulfate à 20 kg par hectare et par année (kg/ha/an). Même si elles justifiaient pleinement la position défendue par le Canada dans les délicates négociations entreprises à l'époque avec les États-Unis, ministres et chercheurs n'ignoraient pas la nature hypothétique des objectifs de charge reposant sur ces données. Ils savaient pertinemment que la capacité du sol et de la roche mère à neutraliser les précipitations acides varie énormément, que les bassins les plus fragiles ne bénéficieraient pas de la même protection et qu'on devrait procéder à une nouvelle évaluation dès qu'on aurait rassemblé d'autres données.

Le Rapport de 1990 sur le transport à distance des polluants atmosphériques et sur les dépôts acides analysait l'efficacité des programmes canadiens et américains de lutte contre le SO₂. Ce rapport prévoyait une amélioration notable de la chimie de l'eau et des biotes dans les lacs de l'Ontario et du Québec, mais peu de changement dans les régions fort sensibles aux acides du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et du sud de Terre-Neuve. L'évaluation de 1990 nous a également fourni la première représentation cartographique des charges critiques pour les dépôts humides de sulfates. Par « charge critique », on entend le dépôt qu'une région peut tolérer sans que ses écosystèmes en souffrent sensiblement. Dans le cas des écosystèmes aquatiques, la charge critique vise un pH de l'eau de 6,0 ou plus dans 95 % des lacs locaux. La charge critique varie considérablement, soit de plus de 20 kg/ha/an pour les bassins hydrographiques les plus résistants à moins de 8 kg/ha/an pour les plus fragiles.

Suite à l'évaluation de 1990, l'objectif principal des programmes de recherche et de surveillance sur les pluies acides a été modifié, la priorité passant à l'évaluation de l'efficacité des mesures antipollution. On a donc étudié de plus près la réaction de l'atmosphère et du milieu aquatique à la baisse des rejets, et tenté de résoudre les questions scientifiques qui demeuraient sans réponse, entre autres les raisons du

dépérissement des forêts et les effets des polluants associés aux pluies acides sur la santé humaine.

Le document *Les pluies acides au Canada : rapport d'évaluation de 1997* concluait qu'en dépit de leur succès, les programmes de lutte existants laissent bon nombre d'écosystèmes fragiles sans protection, surtout dans l'est du pays. Beaucoup de ces écosystèmes continueront de recevoir des dépôts acides supérieurs à leur charge critique, même après la mise en œuvre intégrale du programme américain de lutte contre les précipitations acides en 2010. Le rapport mentionnait par surcroît la nécessité de poursuivre la surveillance et faisait ressortir un certain nombre de questions scientifiques qui attendent toujours d'être élucidées, par exemple, les raisons pour lesquelles certains écosystèmes ne se rétablissent pas, comment évaluer la perte de fertilité du sol et les risques que cela pose pour la santé et la productivité des forêts canadiennes, et le double rôle de l'azote dans l'écologie comme élément nutritif et agent acidifiant.

Compte tenu des principales constatations de 1997 et de l'engagement à ne pas polluer les régions qui ne le sont pas pris dans la *Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000*, l'Équipe d'examen recommande :

Recommandation n° 1

que les activités de recherche et de surveillance sur les pluies acides au Canada servent principalement à vérifier l'efficacité des programmes de lutte contre la pollution atmosphérique afin de protéger la santé des lacs et des forêts

Puisque les préoccupations quant au dépôt acide découlent de l'impact de ce dernier sur l'environnement et la santé publique, le programme de recherche doit établir comment mesurer de manière satisfaisante les améliorations attribuables aux mesures antipollution, tant du côté de l'environnement que de la santé publique. Le programme doit aussi faire connaître les résultats de ces activités à intervalles réguliers aux ministres et à la population. C'est pourquoi l'Équipe d'examen préconise :

Recommandation n° 2

qu'on procède d'ici 2004 à une nouvelle évaluation complète du problème des pluies acides au Canada.

À cette date, la masse de données recueillies devrait suffire pour qu'on évalue la réaction des écosystèmes à la diminution des rejets survenue entre 1995 et 2000. Cette période revêt une importance capitale car c'est à ce moment que les États-Unis auront sensiblement réduit leurs émissions de SO₂, dans le cadre de la première phase des amendements apportés à la *Clean Air Act* en 1990.

Questions en suspens : résultats de 1997

Avant de préciser les éléments que devrait inclure le programme de recherche pour les années suivant 2000, il convient de passer en revue les principaux résultats de l'évaluation de 1997, car ils ont des répercussions appréciables sur les futures activités de recherche et de surveillance.

a) Surveillance de l'atmosphère et des précipitations

Les mesures de l'air et des précipitations prises jusqu'en 1995 révèlent que, bien que l'objectif de réduction des émissions de dioxyde de soufre ait été atteint et que les dépôts de sulfates aient diminués, cela ne s'est pas traduit par une diminution équivalente de l'acidité des précipitations. On attribue ce résultat inattendu à une plus faible concentration des bases neutralisantes dans l'air, notamment des sels de calcium et de magnésium. Bref, même si elles contiennent moins de sulfates, les précipitations n'ont pas connu de baisse d'acidité correspondante. Les causes du déclin des concentrations de bases neutralisantes n'ont pas encore été éclaircies. La même situation a été observée dans certaines régions des États-Unis et de l'Europe.

b) Lacs et cours d'eau

Comme prévu, la qualité des eaux de surface va en s'améliorant. La concentration de sulfates a diminué dans la plupart des lacs, et l'on note une légère réduction de l'acidité des eaux lacustres. Sur les 202 lacs surveillés dans le sud-est du Canada depuis le début des années 80, 33 % sont moins acides, 56 % le sont autant et la situation s'est aggravée dans 11 % des cas.

Les améliorations les plus manifestes sont survenues dans la région de Sudbury, où les lacs s'étaient gravement détériorés et où les émissions de dioxyde de soufre des fonderies locales ont connu des réductions appréciables, auxquelles il faut ajouter la réduction de la quantité de sulfates transportés dans l'atmosphère en provenance d'autres régions. Les provinces de l'Atlantique, en revanche, sont celles où la situation s'est le moins améliorée, bien que cette partie du pays n'ait pas autant souffert de l'acidification que certaines régions de l'Ontario et du Québec. Une vaste zone de l'est du Canada reçoit toujours deux fois plus de sulfates que les lacs et les terres humides de l'endroit peuvent en accepter sans subir des dommages à long terme.

c) Biotes aquatiques

Exception faite de la région de Sudbury, les biotes lacustres ne se sont pas encore rétablis de manière appréciable. Rien jusqu'à présent n'indique que la population de saumon atlantique et d'omble de fontaine s'est rétablie dans les cours d'eau de la Nouvelle-Écosse durablement atteints. En fait, l'examen de huit rivières à saumon dans le sud de cette province et au Nouveau-Brunswick en 1997 indique que l'acidification des cours d'eau se poursuit.

d) Forêts

On a maintenant des indications documentées que les éléments nutritifs comme le calcium et le magnésium, essentiels à la croissance et à la vigueur des arbres, disparaissent dans les sols exposés au dépôt acide et que les symptômes du dépérissement des forêts découlent de carences et à de déséquilibres nutritifs. L'évaluation de 1997 révèle une corrélation claire entre la mort des arbres et une concentration de sulfates et de nitrates supérieure à la charge critique. On a aussi remarqué l'aggravation des symptômes de dépérissement dans les régions où la charge critique a été dépassée. Les arbres des régions au sol appauvri croissent d'abord mal, les signes plus évidents de dommages, comme la défoliation, apparaissant plus tard.

Le chaulage des érablières à sucre à Forêt Duchesnay, près de Québec, a donné des résultats stupéfiants. Le bilan nutritionnel et le taux de croissance des arbres se sont tous deux très nettement améliorés quand on a remplacé le calcium absent dans le sol. Ces résultats suggèrent fortement que la baisse de productivité et le dépérissement des forêts viennent de la disparition des éléments nutritifs dans le sol consécutivement aux pluies acides et de la plus faible quantité de calcium qui se dépose en provenance de l'atmosphère.

e) Matériaux

Les polluants comme le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote et l'ozone accélèrent considérablement la corrosion de l'acier, du zinc, de l'aluminium, du cuivre, du bronze, de la pierre, de la peinture, des contacts électriques et d'autres substances. Le Canada participe à un programme de recherche international qui a mené à une estimation quantitative du taux de corrosion de ces matériaux. Ces estimations indiquent qu'une baisse graduelle de la concentration des polluants acides dans l'air ralentit la corrosion des matériaux exposés. Les données recueillies pourraient servir à déterminer certains avantages des mesures antipollution.

f) Santé humaine

De plus en plus de données indiquent que les fines particules de sulfates et d'autres polluants présentes dans l'air posent un danger significatif pour la santé. Des études épidémiologiques ont établi de solides corrélations entre une concentration élevée de ces particules et la hausse du nombre de personnes hospitalisées due à des troubles cardiaques ou pulmonaires, ainsi que l'augmentation du taux de mortalité lié à ces maladies. Par ailleurs, les polluants responsables des pluies acides sont étroitement liés à ceux qui contribuent à la formation de particules inhalables.

g) Incidence de l'azote

Les dépôts d'azote deviennent de plus en plus préoccupants, car ils interviennent dans divers problèmes touchant l'écosystème comme l'eutrophisation (fertilisation excessive), une modification de la composition des espèces et l'acidification. L'azote a généralement

contribué beaucoup moins aux dommages par acidification que les sulfates, essentiellement parce que les plantes et d'autres organismes en ont besoin pour croître. Quand la quantité d'azote déposée sur le sol dépasse celle dont les végétaux et les organismes du sol ont besoin, cependant, il y a acidification. Nombre de bassins hydrographiques de l'est du Canada présentent les premiers signes d'une saturation en azote, de sorte que, si les dépôts de cette substance continuent d'augmenter au même rythme, ils finiront à terme par annuler les améliorations dues à la réduction des émissions de dioxyde de soufre. Les répercussions à long terme de ce phénomène sont, entre autres, une nouvelle acidification des écosystèmes et un épuisement plus rapide des nutriments essentiels aux sols forestiers.

Les rejets d'oxydes d'azote, donc les dépôts de nitrates, n'ont guère varié au cours de la dernière décennie. Diverses administrations devraient adopter des mesures pour contrer une hausse future des rejets de NO_x, si ce n'est déjà fait. Bien qu'elles soient principalement destinées à améliorer la qualité de l'air dans des régions comme la basse vallée du Fraser, en Colombie-Britannique, et le corridor Windsor-Québec, en Ontario et au Québec, ces mesures auront des effets secondaires bénéfiques au chapitre des pluies acides.

Implications en matière de recherche et de surveillance

L'évaluation de 1997 révèle clairement que les pluies acides sont un problème tenace, surtout dans l'est du pays. Elle montre aussi que nos connaissances sur la réaction des écosystèmes à l'acidification présentent de sérieuses lacunes. Elle a notamment mis en évidence des cas où les écosystèmes ne réagissent pas de la manière prévue. Les chercheurs ont décelé ces réactions inattendues grâce à la masse d'excellentes données qui leur est constamment fournie par les réseaux de surveillance de l'air, de l'eau et du sol créés par les administrations fédérale et provinciales dans les années 70 et 80. Ces données les aident aussi à comprendre les raisons de telles réactions et leur montrent davantage comment les écosystèmes fonctionnent et réagiront vraisemblablement dans l'avenir. Selon l'Équipe d'examen, l'expérience illustre qu'il est important de poursuivre l'étude des réactions de l'atmosphère et des écosystèmes aux changements dans les émissions et les dépôts.

Pour être efficaces, les programmes de surveillance doivent viser le long terme - au moins 15 à 20 ans -, car les organismes vivants réagissent beaucoup plus lentement à une modification de l'acidification que les paramètres chimiques de l'air ou de l'eau. D'autre part, il est souvent difficile d'établir l'origine des réactions biologiques parce que de nombreux facteurs s'interposent, les variations climatiques, par exemple. Ainsi dans le cas des forêts, l'altération des propriétés chimiques du sol, une des plus graves conséquences des dépôts acides, est un phénomène chronique et plusieurs décennies se sont écoulées avant qu'on puisse en jauger les effets.

Même si un véritable programme de lutte contre la pollution atmosphérique devrait englober les incidences sur la santé humaine et sur les écosystèmes, l'Équipe d'examen a décidé de ne pas évaluer les programmes de recherche sur la santé humaine. La raison en

est que les émissions acidifiantes contribuent au smog urbain, si bien que les deux polluants ont les mêmes effets sur la santé. D'autres groupes du Canada et d'ailleurs formulant des recommandations sur les lacunes de la recherche dans ce domaine, une investigation indépendante dans le cadre du programme de recherche sur les pluies acides s'avérerait superflue.

Par conséquent, l'Équipe d'examen recommande :

Recommandation n° 3

pour atteindre les objectifs de la Stratégie, que le programme de recherche et de surveillance sur les pluies acides après l'an 2000 serve :

- **à surveiller la chimie de l'air et des précipitations, et à en déterminer les variations suite aux changements d'émissions de polluants;**
- **à surveiller la chimie des lacs et des cours d'eau, et à en vérifier le niveau de rétablissement;**
- **à évaluer la réaction des biotes aquatiques à l'évolution des dépôts;**
- **à déterminer l'étendue et la sévérité de la perte de fertilité des sols forestiers, et à déterminer l'accroissement du risque pour la forêt;**
- **à préciser le rôle de l'azote en tant qu'élément nutritif et agent acidifiant.**

Pareilles activités revêtent une importance particulière dans l'est du Canada, où les pluies acides restent problématiques. Des activités analogues, mais plus modestes, sont également nécessaires là où les précipitations acides sont moins préoccupantes, pour établir l'efficacité des mesures antipollution destinées à garder les endroits non pollués en bon état.

L'Équipe d'examen a noté que la *Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000* ne tient pas spécifiquement compte des effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux. Étant donné le coût modique du programme et de l'importance potentielle de ses résultats quant aux problèmes de qualité de l'air dans les villes, l'Équipe d'examen préconise :

Recommandation n° 4

qu'on maintienne le programme de recherche relatif aux effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux en continuant de participer au programme de la Convention de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU).

CHAPITRE 2 : ÉTAT DES PROGRAMMES FÉDÉRAUX, PROVINCIAUX ET TERRITORIAUX DE RECHERCHE ET DE SURVEILLANCE SUR LES PLUIES ACIDES

Plusieurs programmes fédéraux, provinciaux et territoriaux ont inclus des activités de recherche et de surveillance depuis que les pluies acides sont devenues un problème environnemental, dans les années 70. La décennie suivante, on a officiellement confié la coordination de ces programmes au Comité fédéral-provincial de coordination de la recherche et de la surveillance, qui comptait des représentants des dix provinces et de divers ministères fédéraux. Ce comité a été dissous au début des années 90. Depuis, c'est le Service météorologique du Canada (l'ancien Service de l'environnement atmosphérique) qui constitue le principal organe de coordination au niveau fédéral.

Programmes fédéraux

Les ministères ci-dessous poursuivent ou poursuivaient encore récemment des activités de recherche et de surveillance sur les pluies acides.

a) Environnement Canada

Environnement Canada est le principal responsable des activités de recherche et de surveillance des milieux atmosphérique et aquatique. Il assume notamment les responsabilités suivantes :

- coordonner le programme fédéral de recherche et de surveillance sur les pluies acides;
- coordonner les projets entrepris conjointement avec les provinces et les États-Unis;
- faire rapport sur la manière dont l'environnement réagit à l'évolution des dépôts acides;
- surveiller les dépôts des principaux ions transportés dans l'atmosphère;
- modéliser les réductions proposées afin d'en définir les effets sur les dépôts;
- déterminer les charges acceptables pour les dépôts;
- vérifier la vitesse et l'importance du rétablissement des lacs et des cours d'eau consécutivement à la diminution des dépôts atmosphériques;
- dispenser des conseils scientifiques aux décideurs (p. ex., lors des négociations internationales sur les pluies acides).

Entre 1981 et 1997, Environnement Canada s'est également occupé de l'assurance et du contrôle de la qualité entre les laboratoires pour tous les participants au programme canadien de lutte contre les pluies acides (gouvernement fédéral, provinces et territoires, universités et secteur privé).

b) Ministère des Pêches et des Océans (MPO)

En 1980, le MPO a lancé un programme visant à surveiller les effets de l'acidification sur les organismes peuplant les systèmes aquatiques. Il s'est aussi occupé d'évaluer les risques selon divers scénarios de dépôt, de déterminer le seuil à partir duquel les systèmes aquatiques subissent des dommages et d'estimer les perspectives de rétablissement des systèmes en réponse à la réduction des émissions. À l'heure actuelle, cependant, le MPO ne participe plus aux recherches sur les pluies acides.

c) Service canadien des forêts (SCF)

En 1984, le SCF instaurait le Dispositif national d'alerte rapide pour les précipitations acides (DNARPA), un réseau national de parcelles forestières contrôlées permettant de détecter rapidement les signes de dommages aux forêts et de suivre l'évolution de la végétation et du sol forestier, que les changements aient une origine naturelle (insectes, maladies ou conditions météorologiques) ou anthropique (pratiques de gestion ou pollution atmosphérique). Une autre étude, le Projet des érables de l'Amérique du Nord (PEAN), entreprise vers la fin des années 80 avec le concours du Service des forêts des États-Unis, devait illustrer l'évolution des érablières de l'est du Canada et du nord-est des États-Unis, et trouver les causes possibles de leur dépérissement.

Le SCF effectue également une étude intensive sur le bouleau à papier dans la région de la baie de Fundy depuis le milieu des années 80, pour documenter les liens entre la détérioration des arbres et le dépôt acide dû au brouillard.

d) Santé Canada

Le programme de recherche de ce ministère relatif aux effets des polluants atmosphériques sur la santé comporte des études toxicologiques sur les animaux, des études cliniques sur l'homme, des études de population et des études spéciales de surveillance. Le programme a fourni de l'information utile tant aux scientifiques qu'aux organismes de réglementation et permis d'établir des liens significatifs entre les substances responsables des dépôts acides et les effets nocifs sur la santé.

Programmes provinciaux

Aux programmes fédéraux s'ajoutent diverses initiatives prises par les administrations provinciales et territoriales. Les tableaux des pages suivantes résument les efforts déployés par le fédéral, les provinces et les territoires.

L'Équipe d'examen a eu accès à l'information suivante pour la préparation de ce rapport :

ONTARIO

ACTIVITÉ	FÉDÉRAL	PROVINCIAL
AIR ET PRÉCIPITATIONS	<p>EC exploite 7 stations du RCSAP en Ontario, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les sites de surveillance des précipitations de Bonner Lake et de Warsaw Caves; • le site de surveillance de l'air et des précipitations de Longwoods; • les sites de surveillance de l'ozone, de l'air et des précipitations de la région des lacs expérimentaux, d'Algoma, de Chalk River et d'Egbert. 	<p>Le MEO exploite des stations de surveillance des précipitations acides dans la province - le réseau APIOS - qui servent à déterminer la concentration et l'importance des dépôts humides et secs d'acides, de sulfates, de nitrates et de métaux traces dans la province. Le MEO exploite présentement 17 stations, dont 14 sont représentatives à l'échelle régionale et 3 sont représentatives des alentours de Sudbury. Treize des 14 stations régionales effectuent des mesures de l'air et des précipitations utilisant des échantillons intégrés sur 28 jours et une station en effectue sur une base quotidienne. Le MEO va probablement cesser l'exploitation de la plupart de ses stations APIOS en avril 2000.</p>
CHIMIE AQUATIQUE	<p>EC surveille les propriétés chimiques de l'eau et les retraits des cours d'eau toute l'année au site du bassin des lacs Turkey, au nord de Sault Ste. Marie. Les quatre lacs font l'objet d'échantillonnage deux fois par mois (une fois en hiver), tandis que 6 cours d'eau sont échantillonnés chaque semaine (plus souvent pendant la fonte de printemps). L'INRE étudie aussi les conditions météorologiques, le rayonnement solaire, les UVB et la chimie du manteau nival. RNCan, le MPO, le Service canadien de la faune (SCF - Région de l'Ontario), le ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, 4 universités et 4 partenaires du secteur privé poursuivaient des activités à cet endroit en 1997. On s'intéresse aussi aux toxiques atmosphériques, au changement climatique, au mercure (projet secondaire) et aux UVB (projet secondaire) au lac Turkey.</p>	<p>Dans le cadre d'un partenariat, le MEO et l'Université de Trent étudient les paramètres chimiques de 28 lacs dans le centre-sud de l'Ontario (district de Muskoka, comté d'Haliburton, comté de Parry Sound) pendant la saison sans glace. Huit lacs (les sites principaux de l'étude) font l'objet d'un contrôle mensuel, tandis qu'on prélève des échantillons dans 20 autres 2 à 4 fois durant la saison sans glace. On surveille constamment l'hydrologie de 17 cours d'eau tributaires des lacs principaux et de 8 cours d'eau sortants, en plus d'y prélever des échantillons au moins aux deux semaines, mais souvent beaucoup plus fréquemment, afin d'évaluer les paramètres chimiques. Les résultats des mesures chimiques et hydrologiques servent à établir le bilan massique des lacs et des bassins. On mesure l'importance des dépôts atmosphériques à 4 sites de la région à l'étude. Divers paramètres météorologiques, hydrologiques, physiques et chimiques sont régulièrement mesurés. Outre les travaux sur les pluies acides, on effectue des recherches sur les effets du climat, le cycle des éléments nutritifs et le mercure, et on poursuit d'importants travaux de modélisation. De nombreuses personnes d'une douzaine d'universités collaborent aux projets, auxquels participent aussi plusieurs organismes ou instituts de l'étranger.</p> <p>Le MEO, le MRNO, l'Université Laurentienne, Inco Ltd., Falconbridge Ltd. et EC ont établi un partenariat pour surveiller les paramètres chimiques de l'eau de plusieurs lacs du nord-est de la</p>

		<p>province, dans un rayon de 100 km de Sudbury. Ainsi, on prélève des échantillons annuellement dans 43 lacs et mensuellement dans 10 autres, durant la saison sans glace. Certains lacs se trouvent dans le parc provincial Killarney, un site de surveillance national du RÉSE. Le programme de surveillance a pour principaux objectifs d'établir dans quelle mesure les lacs se sont remis de l'acidification et d'examiner l'influence des stress multiples sur les écosystèmes aquatiques. À l'heure actuelle, on s'intéresse particulièrement aux répercussions du changement climatique sur le rétablissement des lacs acidifiés. Le programme de surveillance vise à la fois à étudier l'effet des rejets de soufre des fonderies voisines de Sudbury et celui du transport à distance des polluants acides. Des membres de diverses institutions canadiennes et étrangères participent à ces travaux.</p>
BIOTE AQUATIQUE	<p>Le personnel de la région de l'Ontario surveille et modélise les effets des pluies acides sur la chimie et la biologie de trois groupes de petits lacs et de milieux humides. Le programme de surveillance de la faune de l'Ontario a suivi d'emblée une approche intégrée, axée sur l'ensemble de l'écosystème. Dans ce contexte, on a recueilli et analysé des données sur la chimie de l'eau, sur les caractéristiques du bassin hydrographique de même que sur la structure et la biodiversité des chaînes alimentaires aquatiques. Le programme de biosurveillance du Transport à distance des polluants atmosphériques (TADPA), dirigé par le Service canadien de la Faune, a été inauguré en 1987 et reposait sur des recherches antérieures. Depuis l'arrêt du programme de biosurveillance du MPO, il s'agit désormais du seul programme de surveillance important de l'est du Canada permettant d'évaluer les progrès de la réduction des effets biologiques depuis que le Canada et les États-Unis réglementent les rejets de polluants.</p>	<p>Le MEO, l'Université de Trent et l'Université York surveillent régulièrement les biotes des 8 lacs principaux mentionnés plus haut. On regroupe des échantillons de phytoplancton pour calculer la biomasse moyenne et établir la composition des espèces durant la saison sans glace. Des échantillons de zooplancton sont prélevés chaque mois, tandis que les invertébrés benthiques sont échantillonnés à l'automne, près de la rive. On surveille aussi annuellement la population d'invertébrés benthiques dans les 17 tributaires des lacs principaux grâce à une méthode rapide d'évaluation biologique. Les invertébrés benthiques font également l'objet de prélèvements annuel dans un sous-groupe des 20 lacs supplémentaires décrit ci-dessus, et on effectue périodiquement des relevés du benthos et du zooplancton dans un plus grand nombre de lacs. Un grand nombre d'universités et d'instituts prêtent leur concours à ces études. On échantillonne le phytoplancton et le zooplancton des dix lacs de la région de Sudbury qui font l'objet de la surveillance la plus régulière. Le zooplancton des 43 lacs surveillés annuellement est échantillonné tous les 5 à 10 ans. On étudie aussi périodiquement la population de poissons et d'invertébrés benthiques dans quelques lacs. Parmi ceux-ci, certains servent à une étude paléolimnologique des diatomées et des chrysophytes, qui permettra d'inférer les cycles chimiques à long terme.</p>
FORÊTS		<p>En 1985, le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario entreprenait une étude sur la santé des forêts de feuillus tolérants dans la province. Le but est de créer une base de données provinciale sur l'état apparent de la forêt, principalement composée d'érables à sucre. En réévaluant les mêmes arbres à intervalles réguliers</p>

		<p>et en comparant les résultats avec les données antérieures, on pense être en mesure de décrire l'évolution des arbres et de comparer différentes régions de la province. L'enquête concerne des parcelles sur lesquelles poussent plus de 14 000 arbres sur l'aire de répartition de l'érable à sucre. Les symptômes visibles du dépérissement sont un feuillage vert pâle ou jaunâtre, des feuilles de petite taille et la mort des rameaux les plus fins suivie de celle des branches maîtresses.</p>
--	--	--

QUÉBEC

ACTIVITÉ	FÉDÉRAL	PROVINCIAL
<p>AIR ET PRÉCIPITATIONS</p>	<p>EC exploite trois stations du RCSAP au Québec, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des sites de surveillance de l'air et des précipitations à Chapais et à Sutton; • un site de surveillance des précipitations à Mingan; • un autre site de surveillance des précipitations devrait bientôt être établi au Lac Édouard pour remplacer le site qui était situé dans la forêt Montmorency. <p>EC (Service de l'environnement atmosphérique, région du Québec) exploite aussi 2 stations de mesures des PM_{2,5} (Saint-Anicet et L'Assomption) et deux stations de mesure de l'ozone (Saint-Anicet et Sainte-Françoise).</p>	<p>Le ministère de l'Environnement du Québec (MEQ) utilise divers réseaux d'échantillonnage pour surveiller la qualité de l'air et des précipitations. Le Réseau d'échantillonnage des précipitations du Québec (RE PQ) est composé de 35 stations d'échantillonnage situées dans les zones les plus peuplées du sud de la province. Des échantillons de dépôts humides (pluie et neige) sont prélevés hebdomadairement par des collecteurs automatiques. Les paramètres suivants sont analysés et exprimés en concentrations et en charges : pH, acidité (H), alcalinité (HCO₃), SO₄, NO₃, NH₄, Cl, Ca, Mg, Na, et K. En 1998, le Réseau de surveillance de la qualité de l'air comprend 77 stations d'échantillonnage (y compris celles situées sur le territoire de la CUM) où sont effectuées des mesures des polluants gazeux et des particules en suspension. Le nombre de polluants mesurés et l'instrumentation varient grandement entre les sites (certains sites ne mesurent qu'un seul polluant, tandis que d'autres peuvent en échantillonner jusqu'à 12).</p>
<p>CHIMIE AQUATIQUE</p>	<p>Traditionnellement, EC a procédé à la surveillance des eaux superficielles à l'aide d'un réseau de lacs répartis sur le territoire et d'un bassin calibré, le lac Laflamme. Le réseau de lacs vise d'abord à recueillir des renseignements sur les tendances d'acidification régionales à long terme (c.-à-d. pluriannuelles). Depuis 1994, l'effort d'échantillonnage a diminué. Le nombre de lacs surveillés est passé de 64 à 43 et la fréquence d'échantillonnage de plusieurs lacs a été réduite. Les dernières données analysées sont celles de 1997. EC a surveillé la chimie des eaux superficielles et l'exportation en cours d'eau du lac Laflamme située au nord de Québec. Le lac et son effluent étaient échantillonnés toutes les deux semaines l'année durant, sauf en avril et en mai (c.-à-d. pendant le ruissellement printanier), alors que la fréquence de l'échantillonnage passait à une fois par semaine. EC a cessé toutes ces activités à ce site au début de 1999.</p>	<p>Le MEQ a effectué le Relevé des lacs du Québec (réseau RESSALQ) entre 1986 et 1990. Ce relevé statistique a porté sur 1 253 lacs vulnérables éloignés (> 10 hectares) situés sur le Bouclier canadien dans le sud du Québec (au sud de 51N). Des échantillons hivernaux ont été prélevés en mars. Une deuxième phase d'échantillonnage est prévue dans un avenir plus ou moins proche pour les trois zones les plus touchées (sud-ouest du Québec). Le MEQ réalise également le projet Noranda, qui comprend un réseau de 75 lacs entourant Rouyn-Noranda. L'échantillonnage lacustre est effectué tous les cinq ans. Les relevés antérieurs ont été effectués en 1982, 1991 et 1996. D'autres petits réseaux servent à évaluer l'acidification épisodique des lacs à truite et à examiner le transfert de stocks de truite de ruisseau acidiphile de la Côte-Nord dans des lacs récemment acidifiés de Portneuf.</p>

<p>BIOTE AQUATIQUE</p>		<p>Le seul projet en cours dans le domaine du biote concerne le transfert de stocks de truite de ruisseau acidiphile de la Côte-Nord dans des lacs récemment acidifiés de Portneuf. Les expériences sont menées dans trois lacs et deux défluent de cours d'eau.</p>
<p>FORÊTS</p>		<p>On a créé le Réseau de surveillance des écosystèmes forestiers (RÉSEF) en 1988 pour recueillir des informations sur le climat, les nutriments des écosystèmes forestiers, les précipitations, et la qualité de l'air. Il existe des liens avec d'autres réseaux exploités par les ministères de l'Agriculture et de l'Environnement et de la Faune du Québec ainsi que le RCSAP d'Environnement Canada. Au total, 30 stations couvrent les diverses régions écologiques du Québec méridional. Le Réseau permet de rassembler des données sur les effets des agressions naturelles et anthropiques sur les écosystèmes forestiers, et notamment sur leur diversité biologique et leur croissance. Les analyses des données n'ont pas encore été publiées. On y fait aussi la surveillance continue de trois bassins jaugés forestiers, chacun étant représentatifs des grandes zones de la végétation forestière du Québec.</p>

NOUVELLE-ÉCOSSE

ACTIVITÉ	FÉDÉRAL	PROVINCIAL
AIR ET PRÉCIPITATIONS	<p>EC exploite deux stations du RCSAP dans la province, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un site de surveillance des précipitations à Jackson; • un site de surveillance de l'ozone, de l'air et des précipitations à Kejimikujik. 	<p>La Nouvelle-Écosse exploite une station de surveillance des précipitations à Sherbrooke, en coopération avec Environnement Canada. Un autre site est en voie d'être aménagé dans le cadre du projet du bassin Pockwock, une étude sur l'écosystème à base de foresterie. La province compte aussi un réseau de surveillance de l'air ambiant dans les zones urbaines et industrielles, bien que celui-ci ne serve pas uniquement à évaluer l'acidification. On y mesure aussi en continu la concentration de SO_x, de NO_x, d'ozone troposphérique et de particules fines. Enfin, le secteur privé exploite des détecteurs de SO_x près des principales sources de pollution ponctuelles.</p>
CHIMIE AQUATIQUE	<p>EC échantillonne chaque semaine 3 cours d'eau (toute l'année) et 2 lacs (printemps et été) au site RÉSÉ de Kejimikujik, dans le centre-sud de la province. Parcs Canada (PC) et l'Université du Nouveau-Brunswick (département de foresterie) participent au projet. Le mercure, le changement climatique et les UVB (ainsi que leur interaction avec les émissions acidifiantes) font également partie des sujets à l'étude à Kejimikujik. EC surveille les eaux de surface au niveau intermédiaire de la hiérarchie de surveillance, en Nouvelle-Écosse. Les stations sont toutes des lacs, dont bon nombre ne sont accessibles que par hélicoptère. EC surveille aussi des lacs de la péninsule du Cap Breton et d'autres situés dans le centre-sud de la province deux fois l'an. La surveillance de 12 lacs provinciaux s'effectue en collaboration avec PC, qui prélève les échantillons. (EC analyse ceux-ci et les données qui en résultent.) Sans cette collaboration, moins de lacs seraient surveillés.</p>	<p>La Nouvelle-Écosse a entrepris une étude des lacs dans le cadre du projet du bassin Pockwock. Cette étude quantifie mensuellement les paramètres de la qualité de l'eau qui permettront d'évaluer les changements attribuables à l'acidification, à l'eutrophisation et à l'envasement dans 4 lacs et 2 étangs du bassin.</p>

BIOTE AQUATIQUE	En 1978, EC a entrepris la surveillance de 3 systèmes lacustres dans le parc national de Kejimikujik, en vue de caractériser la qualité de l'eau et de définir les biocénoses typiques du parc et de ses environs. Ce travail a permis de corréler la faible reproduction des poissons à la baisse de fécondité chez les oiseaux aquatiques, en particulier les huards. Depuis 1988, le Service canadien de la faune surveille la reproduction des plongeurs huards et d'autres espèces d'oiseaux aquatiques aux 25 lacs de Kejimikujik.	
FORÊTS		L'impact des précipitations acides sur la productivité des forêts, sur les sols forestiers et sur les changements des éléments nutritifs du sol dans un paysage de forêt aménagée est à l'étude dans le cadre du projet du bassin Pockwock.

NOUVEAU-BRUNSWICK

ACTIVITÉ	FÉDÉRAL	PROVINCIAL
AIR ET PRÉCIPITATIONS	EC exploite un site de surveillance des précipitations du RCSAP à Harcourt.	Aucune station de surveillance de l'air ambiant ne sert spécifiquement à évaluer l'acidification au Nouveau-Brunswick. Plusieurs réseaux mesurent le dioxyde de soufre et les oxydes d'azote, mais dans les zones urbaines ou à proximité des grandes sources ponctuelles de SO ₂ . La province exploite un vaste réseau de surveillance des pluies acides en collaboration avec Énergie NB. Ce réseau se compose de 13 échantillonneurs de précipitations disséminés à travers la province. Le MENB s'occupe des épreuves de laboratoire et de l'analyse des données. On a commencé à vérifier la concentration de particules fines en 1996 en installant deux appareils d'échantillonnage en continu TEOM (microbalance automatique) à Saint-Jean. Les appareils se trouvent dans une banlieue est de la ville qui subit l'impact des rejets locaux. Deux ans plus tard, on a doté un site rural, où la pollution par les PM _{2,5} était représentative pour la région, d'un autre de ces appareils (St. Andrews). Ce site s'avère particulièrement utile pour caractériser la pollution transfrontalière. Un nouvel appareil TEOM pour les PM _{2,5} a été installé à Fredericton en 1999, dans un site représentatif des banlieues urbaines et du milieu de la vallée du Saint-Jean. D'autres sites de surveillance devraient entrer en service à Moncton et à Bathurst durant l'année. L'ensemble de ces sites donnera une meilleure idée des concentrations de particules fines dans la province. Les données trouveront une application dans les études médicales ainsi que dans celles sur le transport et la chimie du smog.
CHIMIE AQUATIQUE		Au début des années 80, on a retenu une série de 95 lacs de tête sensibles aux pluies acides, situés dans des endroits reculés du sud-ouest et du centre de la province, à l'abri des activités humaines, en prévision d'une étude sur les effets à long terme de l'acidification. Les lacs en question reposent sur une assise rocheuse à faible pouvoir tampon et sont échantillonnés tous les 3 à 5 ans. Les prélèvements servent à établir la concentration des principaux ions inorganiques. Les échantillons les plus récents remontent à 1998 et 1995.

<p>BIOTE AQUATIQUE</p>	<p>En 1986 et 1987, on s'est intéressé aux conséquences de l'acidification des milieux humides sur les oiseaux aquatiques à 173 sites du sud-ouest de la province. On a donc surveillé les paramètres chimiques de l'eau des milieux humides ainsi que la diversité et l'abondance de diverses espèces aquatiques (dont le plongeon huard). La surveillance de la population de plongeon huard a repris dans 25 de ces lacs depuis 1995. Bien qu'elles aient initialement été entreprises à cause des préoccupations que soulève l'acidification, ces activités sont désormais intégrées à un plus vaste programme visant à établir les effets combinés de l'acidité et du mercure sur la santé, le comportement reproducteur et le succès de reproduction du plongeon huard. Il est de plus en plus manifeste qu'il existe un lien entre les effets de l'acidification et ceux du mercure dans les lacs des Maritimes.</p>	<p>Depuis 5 ans, la population d'invertébrés benthiques fait l'objet d'échantillonnages annuels dans une cinquantaine d'endroits du Nouveau-Brunswick, dans le cadre des programmes réguliers de surveillance des eaux de surface du MENB. Ces échantillons servent à caractériser la qualité de l'environnement dans certains bassins hydrographiques et à définir et appliquer des indices de biodiversité utilisables pour classer les eaux de la province. Le nombre de sites atteindra à peu près la centaine en 1999. Les données recueillies pourraient faciliter l'évaluation des conséquences de l'acidification.</p>
<p>FORÊTS</p>		<p>Depuis le milieu des années 80, Forêts Canada et des chercheurs de l'UNB poursuivent des études détaillées des répercussions des dépôts acides sur les forêts qui bordent la baie de Fundy, où l'on a observé le dépérissement des bouleaux blancs et des bouleaux blancs de montagne à la fin des années 70 et au début des années 80. Le MENB a prêté son concours au projet et a collaboré à la rédaction de plusieurs publications.</p>

TERRE-NEUVE

ACTIVITÉ	FÉDÉRAL	PROVINCIAL
AIR ET PRÉCIPITATIONS	<p>EC exploite deux sites du RCSAP à Terre-Neuve, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un site de surveillance des précipitations à Bay d'Espoir; • un site de surveillance des précipitations à Goose Bay, au Labrador. 	<p>La province compte cinq sites de surveillance des précipitations (Burgeo, Lochleven, Terra Nova, Cormack et Wooddale) et un site fruit d'une action concertée avec la Memorial University, à Salmonier.</p>
CHIMIE AQUATIQUE	<p>EC contrôle les eaux de surface au niveau intermédiaire de la hiérarchie de surveillance dans la province. Les sites sont des lacs, souvent situés dans des endroits éloignés, uniquement accessibles par hélicoptère. Depuis septembre 1997, le personnel de la région de l'Atlantique surveille 12 lacs à Terre-Neuve. Ceux-ci font l'objet d'échantillonnages deux fois l'an. Les lacs de la province sont contrôlés avec le concours de PC, qui effectue l'échantillonnage. (EC analyse les échantillons et les données qui en résultent.) Sans cette collaboration, on contrôlerait moins de lacs. En 1999, on a interrompu les activités de surveillance à 21 lacs.</p>	

ALBERTA

ACTIVITÉ	FÉDÉRAL	PROVINCIAL
AIR ET PRÉCIPITATIONS	EC exploite un site du RCSAP à Esther, où l'on effectue des relevés pour l'ozone, l'air et les précipitations.	<p>Les relevés de surveillance sur la qualité de l'air ambiant et sur les dépôts sont transmis à un centre de données provincial, créé sous la direction d'un comité multilatéral de la Clean Air Strategic Alliance. Le centre de données est actuellement géré par Alberta Environment (AENV). Les données du site du RCSAP à Esther sont elles aussi relayées au centre de données par EC.</p> <p>Alberta Environment a mis en place un réseau d'appareils de surveillance de la qualité de l'air ambiant (principalement à Calgary et à Edmonton). Les données sont stockées au centre et communiquées à NATChem.</p> <p>Alberta Environment exploite également un réseau de 10 appareils de surveillance de la qualité des précipitations (dépôts humides). Les données de ce réseau sont elles aussi expédiées au centre et acheminées à NATChem.</p> <p>La Wood Buffalo Environmental Association (qui a son siège social à Fort McMurray) exploite un réseau de huit sites de surveillance atmosphérique, dont trois sites de surveillance intensive où sont recueillis des données sur les dépôts acides. Ces dernières sont transmises chaque année aux intervenants et à AENV.</p> <p>La West Central Airshed Society (dont l'administration centrale se trouve à Drayton Valley) possède un réseau de sites de surveillance active et passive des substances acidifiantes. Les données sont communiquées annuellement aux intervenants et relayées au centre de données.</p> <p>Bon nombre d'industries surveillent aussi les émissions acidifiantes présentes dans l'air dans le cadre des programmes de surveillance réglementaires. Les données sont relayées à AENV chaque année.</p> <p>Alberta Environment vérifie si le Système d'inventaire régional des polluants atmosphériques convient au stockage et à la récupération des données sur les rejets atmosphériques, y compris celles sur les substances acidifiantes.</p>

<p>CHIMIE AQUATIQUE</p>		<p>Alberta Environment maintient une base de données sur l'alcalinité, le pH, la concentration de calcium et celle de solides totaux dissous des lacs de la province. L'objectif est de produire des cartes provinciales de la sensibilité des eaux de surface aux dépôts acides. Plus de 1 100 lacs ont fait l'objet de relevés et la plupart d'entre eux ne sont pas sensibles aux dépôts acides. En 1998, Alberta-Pacific Forest Industries Inc. (AIPac) et AENV ont prélevé des échantillons dans 165 lacs du nord-est de la province, dont 139 qui n'avaient pas été échantillonnés auparavant. Les nouveaux relevés s'ajoutent à la base de données sur la sensibilité des lacs. Ces données et celles recueillies ultérieurement serviront à actualiser les cartes provinciales de la sensibilité du milieu aquatique. Trois affluents de l'Athabasca (la Muskeg, la Steepbank et la Firebag) ont fait l'objet d'une étude devant établir si le pH des cours d'eau baisse temporairement au printemps. Jusqu'à présent, on a prélevé des échantillons lors de la fonte printanière en 1989, 1990, 1996, 1998 et 1999.</p> <p>Le Programme régional de surveillance de l'environnement aquatique (<i>Regional Aquatics Monitoring Program - RAMP</i>), une initiative multilatérale, a été lancé en 1999. Il a pour but de surveiller les incidences à long terme des émissions acidifiantes des industries locales sur les lacs sensibles du nord-est de la province. L'AENV et AIPac font partie du comité directeur. Trente lacs, dont l'alcalinité est inférieure à 15 mg/L CaCO₃ dans la plupart des cas, ont été retenus le long d'un gradient d'apports de plus en plus importants de polluants acides provenant de la zone d'exploitation des sables bitumineux, au nord de Fort McMurray. Les lacs sont divisés en deux groupes, selon la teneur en carbone organique dissous (COD) pour que les lacs tamponnés par des composés organiques et ceux tamponnés par des substances minérales soient correctement représentés. On prévoit échantillonner les lacs une fois par année au départ, puis tous les trois ans, après la période d'échantillonnages annuels.</p>
<p>FORÊTS, VÉGÉTATION ET SOLS</p>		<p>Alberta Environment possède un réseau de sept sites de surveillance du sol servant à étudier l'effet des dépôts acides sur la chimie du sol. Ces sites ont été aménagés entre 1981 et 1984. Durant cette période, on a prélevé et analysé des échantillons de</p>

		<p>sol. Chaque site est échantillonné à des intervalles de 4 à 6 ans. Le programme devrait se poursuivre, mais les prélèvements ne seront repris que tous les 6 à 10 ans à compter de 1999 ou de 2000.</p> <p>La Wood Buffalo Environmental Association a lancé un programme de surveillance des effets sur l'environnement terrestre (<i>Terrestrial Environment Effects Monitoring</i> - TEEM) en vue de préciser l'impact des dépôts acides sur les forêts de pin gris et de peuplier faux-tremble. Ce programme couvre présentement 21 sites (10 pour le pin gris et 11 pour le peuplier faux-tremble). On examine chaque site annuellement pour les observations générale (état des arbres) et on procède à une évaluation détaillée aux 5 ans. Dans ce cas, on prélève et analyse des échantillons du sol et de la végétation, et évalue la croissance et l'état des arbres. D'autres sites ont été aménagés en 1997 et 1998, les premiers sites de surveillance intensive du pin gris étant entrés en activité en 1998. On a commencé à contrôler intensivement les peupliers faux-trembles à l'été de 1999.</p>
SANTÉ		<p>L'Athabaska Oil Sands Community Exposure and Health Effects Assessment Program a posé et enlevé toutes les 24 heures, pendant quatre mois consécutifs, des dispositifs individuels d'échantillonnage passif (des « macarons »). Ces dispositifs ont été portés par 300 participants, et ces derniers ont été inscrits au programme, puis retirés de ce dernier sur une période de 16 mois. Le programme comprenait aussi la collecte de données sur les particules. Pendant chacune de leur période d'exposition de 24 heures, les participants portaient continuellement une pompe active. Chaque personne participant à la mesure des particules portait aussi un échantillonneur passif. Les données recueillies se rapportaient aux particules de 10 et de 2,5 microns. L'analyse comprenait une certaine spéciation des métaux. À l'aide des échantillonneurs passifs et actifs, on a recueilli, à Fort McMurray, des données sur l'exposition individuelle de 300 participants au NO₂, à l'ozone, au SO₂, aux COV ainsi qu'aux particules de 10 et de 2,5 microns.</p>

MANITOBA

- Environnement Manitoba, INCO et EC ont exploité, près d'Island Lake, un site de surveillance des précipitations semblable à ceux du RCSAP jusqu'en 1998.

COLOMBIE-BRITANNIQUE

- EC exploite un site de surveillance de l'ozone, de l'air et des précipitations du RCSAP à Saturna.

ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD

- La province exploite un site de surveillance des précipitations à Cardigan. Environnement Canada (laboratoire régional de Moncton) analyse les données recueillies.

SASKATCHEWAN

- Saskatchewan Environment and Resource Management est en voie de développer un programme de surveillance des lacs situés entre 56°N et 58°N, exposés à des dépôts acides.

YUKON, TERRITOIRES DU NORD-OUEST, et NUNAVUT

- Le Service de la protection de l'environnement des Territoires du Nord-Ouest, en partenariat avec EC, exploite un site du RCSAP à Snare Rapids (T.N.-O.).

Volets du programme canadien de recherche et de surveillance sur les pluies acides

Dans ce document, le terme « surveillance » désigne la quantification en continu et à long terme des variables associées aux précipitations acides; l'expression « programme de surveillance », quant à elle, désigne l'ensemble des activités servant à recueillir les données nécessaires, à en contrôler la qualité et à en assurer la diffusion.

La recherche scientifique a été intégrée à la surveillance pour répondre à des questions précises. Les activités de recherche ont consisté en :

- la conception de méthodes pour estimer l'importance des dépôts secs;
- l'évaluation du mécanisme de rétablissement chimique et biologique, de son ampleur et de sa réversibilité;
- la modélisation des effets de l'acidification;
- l'évaluation du rôle des polluants azotés dans l'acidification du milieu aquatique;
- la caractérisation de l'impact des pluies acides sur la physiologie des arbres;
- la détermination des incidences des pluies acides sur la chimie du sol;
- l'application des modèles à l'estimation de la charge critique.

Le programme canadien de recherche et de surveillance sur les pluies acides repose sur cinq grandes composantes :

- le Réseau canadien de surveillance de l'air et des précipitations (RCSAP);
- les réseaux provinciaux de surveillance des dépôts acides;
- la Base de données nationales sur la chimie atmosphérique (NAtChem);
- la surveillance des eaux de surface;
- la surveillance des biotes aquatiques.

Ces composantes forment et continueront de former l'épine dorsale du programme canadien de recherche et de surveillance sur les pluies acides. Elles fournissent les données qui, combinées à l'information d'autres sources, aident les scientifiques à déterminer si les programmes de lutte contre les pluies acides protègent suffisamment les écosystèmes aquatiques. Ce sont ces données qui nous permettent de savoir que les programmes antipollution actuels ne sont pas assez sévères pour assurer la protection des écosystèmes aquatiques fragiles dans l'est du Canada et qu'il faut réduire encore plus les rejets de SO₂ et de NO_x. On a recours à des données analogues, enrichies des résultats de la modélisation, pour échafauder des programmes de lutte contre la pollution atmosphérique dans les régions de l'ouest du Canada, où la pollution par les émissions acidifiantes est appréciable mais où les écosystèmes sont relativement bien tamponnés. D'autres activités de recherche et de surveillance (celles sur la santé des forêts, par exemple) permettent de produire des rapports d'évaluation plus complets.

a) Le Réseau canadien de surveillance de l'air et des précipitations du Canada

Le Réseau canadien de surveillance de l'air et des précipitations (RCSAP) est le réseau national d'Environnement Canada pour les mesures quotidiennes de la qualité de l'air et des précipitations à l'échelle régionale. Les données du RCSAP sont utilisées aux fins suivantes :

- déterminer le profil spatial et les tendances temporelles des polluants atmosphériques responsables des pluies acides et du smog;
- évaluer les modèles du transport à distance des polluants;
- étudier les effets des polluants sur les systèmes terrestres et aquatiques;
- s'assurer que les relevés nationaux sont compatibles avec ceux des provinces et des États-Unis.

On mesure à la fois les précipitations et la qualité de l'air, mais les endroits où le second paramètre est évalué sont moins nombreux. La mesure de la qualité de l'air permet de déterminer si la réduction des émissions entraîne les changements souhaités de la concentration atmosphérique des polluants. Les données sur la qualité de l'air servent aussi à estimer la proportion des dépôts secs par rapport aux dépôts totaux (on la situe entre 20 % et 50 %).

Les premiers relevés du RCSAP remontent à la fin des années 70. Les sites du réseau ont été aménagés hors des zones urbaines pour éviter les sources de pollution locales et atténuer le plus possible l'influence des facteurs locaux sur la qualité et le volume des précipitations, permettant donc d'obtenir des résultats représentatifs pour la région. Les scientifiques qui mesurent la pollution de l'air dans les centres urbains diraient que la plupart des sites du RCSAP se trouvent dans des endroits reculés et non pollués. À tous les sites du RCSAP, les précipitations sont recueillies sous forme d'un échantillon intégré de 24 heures où l'on mesure le pH et la concentration de sulfates, de nitrates, de chlore, d'ammonium, de sodium, de calcium, de magnésium et de potassium.

On prélève aussi par filtration un échantillon d'air intégré de 24 heures dans un sous-ensemble de 10 sites; par le passé, jusqu'à 16 sites ont été engagés dans cette activité. Ces sites fournissent des données sur la concentration de particules de sulfates, de nitrates, de chlore, d'ammonium, de sodium, de calcium, de magnésium et de potassium, ainsi que sur la présence d'acide nitrique en phase gazeuse et de SO₂. On mesure la concentration horaire moyenne d'ozone troposphérique (au niveau du sol) à 6 sites. Le fait de mesurer plusieurs composés chimiques au même endroit présente deux avantages : les frais d'exploitation sont moins élevés et les chercheurs peuvent étudier l'interaction de divers polluants.

Le RCSAP a compté jusqu'à 43 sites de surveillance, mais jamais plus de 26 n'ont fonctionné simultanément. À l'heure actuelle, le réseau comprend 18 sites en activité. Lorsqu'il a vu le jour, vers le milieu des années 80, la couverture très éparse assurée par ses sites était jugée acceptable, beaucoup de provinces possédant leur propre réseau de surveillance, si bien que les données provinciales s'ajoutaient aux fédérales (voir la description de NATChem ci-dessous). En réalité dans plusieurs cas, les sites du RCSAP venaient combler les lacunes des réseaux provinciaux. La politique misant sur le regroupement des données fédérales et provinciales paraît maintenant

insuffisante, depuis que certaines provinces ont considérablement allégé leur réseau, voire supprimé celui-ci.

Les activités du RCSAP englobent toutes les démarches scientifiques (sur le terrain et en laboratoire) et administratives associées à l'échantillonnage de l'air et des précipitations, à l'analyse chimique des prélèvements et à la transmission des résultats à NAtChem. Elles comprennent entre autres l'achat et l'entretien du matériel d'échantillonnage, l'exploitation et l'entretien des sites (souvent de concert avec d'autres administrations ou organisations), le recrutement et la formation du personnel de terrain travaillant à contrat, le transport des échantillons, les analyses chimiques, l'assurance et le contrôle de la qualité (AQ/CQ), la gestion et l'analyse des données.

Bon nombre de partenariats ont été forgés avec des organismes indépendants en vue de faciliter l'exploitation des sites du réseau. Ces ententes vont de l'usage gratuit des lieux au règlement intégral par la province des dépenses effectuées sur le terrain. Soixante-dix pour cent des exploitants des stations de surveillance le font dans le cadre d'un contrat avec Environnement Canada. En outre, deux sites semblables à ceux du RCSAP, exploités par des partenaires, mesurent la qualité des précipitations : celui de Sherbrooke, en Nouvelle-Écosse, exploité par le ministère de l'Environnement provincial, et celui de Snare Rapids, dans les Territoires du Nord-Ouest, exploité par l'administration territoriale. Environnement Manitoba et INCO exploitaient jusqu'à tout récemment un troisième site à Island Lake, qui a été fermé en janvier 1998 lorsque le gouvernement provincial lui a retiré son soutien financier.

b) Base de données nationales sur la chimie atmosphérique (NAtChem)

Les données du RCSAP sont stockées dans la Base de données nationales sur la chimie atmosphérique (NAtChem) avec celles sur la chimie des précipitations venant d'autres réseaux fédéraux, provinciaux et américains. Il s'agit de la seule base de données complète sur la chimie des précipitations englobant plusieurs réseaux en Amérique du Nord. On en prévoit présentement l'expansion afin d'inclure les données sur les particules et les produits chimiques toxiques présents dans l'air.

Environnement Canada maintient le centre NAtChem, qui archive les données du RCSAP et de 13 autres réseaux de surveillance des provinces et des États-Unis (un total de 146 sites de surveillance des précipitations ont été exploités au Canada en 1999). NAtChem s'occupe aussi de l'assurance et du contrôle de la qualité et fournit sur demande des extractions, des rapports annuels et des analyses de données. Le but principal de NAtChem est de fournir une analyse à l'échelle régionale de la chimie des précipitations pour améliorer la compréhension scientifique du transport à distance des polluants atmosphériques. Ainsi, NAtChem a servi à produire les cartes de répartition spatiale des dépôts humides et à effectuer les analyses nécessaires à l'évaluation de 1997. Ces cartes donnent une indication qualitative des progrès réalisés depuis l'adoption des mesures antipollution. Avec NAtChem, on peut effectuer de telles analyses efficacement parce que la base de données fusionne les données de toutes les sources disponibles. Pareil travail ne pourrait être entrepris uniquement à partir des données du RCSAP, sauf dans quelques cas.

c) Surveillance des eaux de surface

Environnement Canada, le ministère des Pêches et des Océans et le Service canadien des forêts surveillent les eaux de surface dans le sud-est du Canada. Plusieurs ministères provinciaux de l'Environnement en font autant, les plus actifs dans ce domaine étant ceux de l'Ontario, du Québec et du Nouveau-Brunswick. Environnement Canada tient des activités de surveillance des eaux de surface depuis le début des années 80 dans le but de compléter les programmes provinciaux.

Au départ, le réseau fédéral-provincial respectait un cadre théorique largement accepté intégrant la surveillance, la modélisation et l'évaluation. Ce cadre avait été conçu au Canada afin de rendre l'élaboration de politiques plus facile (en l'occurrence celles touchant les mesures antipollution). Un rapport d'évaluation du Programme intégré de surveillance que la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe mène en appui de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance, décrivait de manière succincte la structure de surveillance comme suit :

Un programme national de surveillance destiné à évaluer l'effet des dépôts acides sur l'environnement doit avoir une structure hiérarchique intégrée [...] Au sommet de cette hiérarchie se trouve un petit nombre de sites de recherche écologique, où la surveillance serait très intense [...] Ensuite vient une série de réseaux régionaux constitués de sites de plus en plus nombreux mais où l'échantillonnage s'effectue moins souvent. La base de la hiérarchie de surveillance se compose de relevés nationaux ou provinciaux pour lesquels les échantillons peuvent être prélevés aussi peu souvent qu'une fois aux dix ans.
[traduction libre]

Les activités de surveillance d'Environnement Canada couvrent les deux échelons supérieurs de cette hiérarchie. En général, les provinces ont apporté leur concours aux deux échelons inférieurs, bien que par son ampleur le programme ontarien ait aussi contribué aux activités du palier supérieur. La description de la CEE-ONU se terminait d'ailleurs sur l'avertissement que voici :

[...] supprimer un palier de surveillance dans la hiérarchie pourrait entraîner l'effondrement du tout et l'incapacité de procéder à une évaluation environnementale efficace. [traduction libre]

On met beaucoup d'accent sur la recherche et sur l'estimation des effets des pluies acides à cinq sites de l'est du pays consacrés à la surveillance écologique ou à une approche écosystémique englobante. Ces sites sont ceux de Kejimikujik (Nouvelle-Écosse), du lac Laflamme (Québec), de Dorset (Ontario), des lacs Turkey (Ontario) et de la région des lacs expérimentaux (Ontario). Tous intégraient encore récemment une station du RCSAP. Les coupures budgétaires ont cependant contraint Environnement Canada à fermer la station du lac Laflamme en avril 1997, la plus onéreuse du réseau. (Actuellement, Environnement Canada soutient l'échantillonnage

hebdomadaire des précipitations au lac Laflamme et l'analyse chimique des échantillons, mais le ministère a dû réduire ses prélèvements pour les eaux de surface et ses analyses de données pour en arriver à ce compromis.)

Les frais élevés qu'engendrent les études sur l'ensemble de l'écosystème n'autorisent la poursuite des activités de surveillance qu'à bien peu d'endroits, et uniquement lorsque d'autres organisations acceptent de contribuer au projet. Les organisations participantes profitent habituellement de l'infrastructure en place pour entreprendre sur les lieux des recherches sur d'autres problèmes environnementaux (même si bon nombre de ces problèmes sont liés à l'atmosphère).

En général, on mesure les principaux constituants chimiques (ions, carbone organique, oxygène dissous, etc.), éléments nutritifs (composés azotés et phosphorés), quelques métaux (fer, aluminium, zinc, etc.) et d'autres paramètres courants de la qualité de l'eau (couleur, conductivité, etc.). Mais on s'intéresse aussi aux variables météorologiques et au rayonnement, au débit, à la température et à la transparence de l'eau, et à d'autres facteurs physiques. Dans les cours d'eau, on mesure en continu le niveau, donc le débit, et les résultats sont combinés aux relevés moins fréquents des paramètres chimiques pour donner un enregistrement des espèces chimiques qui quittent le bassin (à savoir, le flux chimique). La fréquence des analyses chimiques relatives à certaines variables a dû être réduite consécutivement au récent amenuisement des ressources financières.

Les études poursuivies aux cinq sites et les données qu'on y recueille servent à répondre aux questions les plus épineuses sur l'acidification et le rétablissement du milieu, ou son incapacité à se rétablir. Ces données sont aussi les meilleures qui soient pour détecter les surprises, comme le lien entre les variations climatiques et le retard du rétablissement. De plus, on s'en sert pour créer et valider des modèles de l'écosystème permettant de prévoir la réaction du milieu local aux échelons inférieurs de la hiérarchie de surveillance. Les modèles permettant d'estimer la charge critique à l'échelle régionale illustrent ce genre d'application.

En ce qui concerne les eaux de surface, les activités de surveillance de l'échelon intermédiaire sont menées à Terre-Neuve, en Nouvelle-Écosse, en Ontario et au Québec. Ces stations forment le réseau « temporel » de surveillance des pluies acides. Elles ont principalement pour but de fournir de l'information sur les tendances à long terme (soit sur plusieurs années) de l'acidification en région. Autrement dit, les données aident à savoir ce que l'acidification entraîne et où se manifestent les effets de ce phénomène. Les modèles de l'écosystème élaborés au moyen des données recueillies aux sites de surveillance intensive sont appliqués aux lacs du réseau temporel, ce qui permet d'établir des projections sur les conséquences de divers scénarios, une modification des mesures antipollution ou le changement climatique, par exemple.

L'échantillonnage aux stations temporelles s'effectue deux à six fois par année. Bon nombre de stations se situent dans un endroit éloigné, accessible seulement par hélicoptère. On y mesure essentiellement les mêmes composantes chimiques qu'aux sites de surveillance de l'écosystème, mais certaines analyses sur des variables moins prioritaires ont récemment été abandonnées ou on en a réduit la fréquence, faute de fonds suffisants.

D'importantes études provinciales ont été menées dans certaines régions au cours des années 80 et au tout début des années 90, mais elles n'ont pas été reprises à quelques exceptions près.

d) Surveillance des biotes aquatiques

Ce travail a été effectué par le ministère des Pêches et des Océans, le ministère de l'Environnement de l'Ontario et le Service canadien de la faune d'Environnement Canada. Le programme de biosurveillance du MPO et de l'Ontario a été mis sur pied en 1980 pour documenter les réponses des biocénoses aux mesures adoptées pour réduire les émissions de SO₂. Le programme couvrait six lacs de la région des lacs expérimentaux, quatre du bassin des lacs Turkey et quatre du district de Parry Sound, en Ontario, douze de la région de Muskoka-Haliburton, en Ontario également, quatre du parc de la Mauricie, six cours d'eau sur la rive nord du Saint-Laurent, trois lacs du parc national de Kejimikujik et six cours d'eau sur la côte sud de la Nouvelle-Écosse. Le programme de biosurveillance est en grande partie terminé aujourd'hui.

Le Service canadien de la faune d'Environnement Canada surveille encore les oiseaux aquatiques et leurs habitats. Ce programme remonte au milieu des années 80 et devait vérifier le rétablissement biologique des systèmes acidifiés. Il met l'accent sur les petits lacs et milieux humides importants pour les oiseaux aquatiques. On surveille divers indicateurs biologiques à quatre grappes régionales : 240 sites dans chacune des régions d'Algoma et de Muskoka en Ontario, 160 sites dans la région plus acidifiée de Sudbury, en Ontario, et 46 sites à Kejimikujik, dans le sud de la Nouvelle-Écosse. Le Service canadien de la faune utilise aussi l'Inventaire canadien des huarts à collier, effectué avec le concours de bénévoles, pour obtenir des données sur la reproduction du plongeon huart.

CHAPITRE 3 : LES PROGRAMMES EXISTANTS RÉPONDENT-ILS AUX EXIGENCES DE LA STRATÉGIE SUR LES PLUIES ACIDES?

Au premier chapitre, l'Équipe d'examen recommandait que l'on rédige un rapport d'évaluation sur les pluies acides d'ici 2004, date à laquelle on devrait avoir réuni assez de données pour déterminer comment l'écosystème réagit aux changements des émissions, notamment aux importantes réductions réalisées aux États-Unis lors de la première phase du programme américain, entre 1995 et 2000. Pour que l'évaluation soit valable, le programme de surveillance des pluies acides après l'an 2000 doit effectuer les activités mentionnées à la recommandation 3 du chapitre 1, en l'occurrence :

- **surveiller la chimie de l'air et des précipitations, et en déterminer les variations suite aux changements d'émissions de polluants;**
- **surveiller la chimie des lacs et des cours d'eau, et en vérifier le degré de rétablissement;**
- **évaluer la réaction des biotes aquatiques à l'évolution des dépôts;**
- **déterminer l'étendue et la sévérité de la perte de fertilité des sols forestiers et déterminer l'accroissement du risque pour la forêt;**
- **préciser le rôle de l'azote en tant qu'élément nutritif et agent acidifiant.**

Il est nécessaire de continuer à surveiller la réaction de l'atmosphère et des écosystèmes aux changements des émissions pour déterminer *quels* changements se produisent et *où* ceux-ci surviennent. On doit aussi rassembler une masse de données suffisante afin de déterminer le *pourquoi* de tels changements, s'ils résultent d'une baisse des émissions acidifiantes, de déterminer la raison pour laquelle des écosystèmes réagissent parfois autrement qu'on s'y attendait, et s'il faut adapter les politiques en conséquence.

Surveillance de l'air et des précipitations

La surveillance du dépôt humide des principaux ions présents dans les précipitations a permis de vérifier la baisse des dépôts humides de sulfates attribuable à la diminution des rejets de dioxyde de soufre survenue ces dernières années. On aura encore besoin d'un solide programme de surveillance une fois que la mise en œuvre de la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000 aura été entreprise. Le réseau existant devrait suffire pour détecter les effets d'une nouvelle baisse de 50 % des émissions dans l'est du Canada; cependant, plusieurs années s'écouleront avant que les signes d'une telle amélioration deviennent statistiquement significatifs. Ce décalage résulte de la forte variabilité interannuelle des conditions météorologiques et de l'important apport de polluants des États-Unis.

Le programme de surveillance jusqu'en 1995 a montré que, pendant que les dépôts de sulfates diminuaient, il y avait une baisse généralisée des dépôts de cations basiques qui neutralisent les acides, notamment ceux de calcium et de magnésium. Cette diminution du pouvoir neutralisant explique pourquoi la concentration plus faible de sulfates n'a pas été accompagnée d'une diminution équivalente de l'acidité des précipitations. La découverte est importante, mais le

programme existant n'a pas expliqué pourquoi il y a eu une modification des dépôts de cations, et donc n'a pu établir si ces changements se poursuivront dans l'avenir.

Au cours de la dernière décennie, le RCSAP fédéral a été ramené de 26 sites exploités simultanément à 18. Plusieurs sites provinciaux ont également été déplacés ou fermés durant cette période. Dans la plupart des cas cependant, on a fait en sorte que la fermeture des sites nuise le moins possible à la base de données globale et à son utilité. En 1996, les sites des réseaux combinés où l'on procédait à des mesures étaient assez nombreux pour que l'on puisse cartographier les dépôts humides des principaux ions dans la partie sud de l'Est canadien, mais la situation a empiré depuis, faute de personnel pour traiter les données, surtout en Ontario.

Dans le nord de l'Ontario, dans le nord du Québec et en Nouvelle-Écosse, les réseaux combinés ne sont pas assez denses pour fournir les données nécessaires à une cartographie précise des dépôts. Sans stations supplémentaires sur le pourtour nord du système, il ne sera pas possible d'avoir des mesures fiables des progrès réalisés en vue de respecter la charge critique des régions sensibles à l'acidification comme le centre de l'Ontario, l'ouest du Québec et certaines des zones de fraye du saumon dans les provinces de l'Atlantique.

Le temps requis pour produire les cartes du dépôt humide est aussi une source de préoccupations. La réalisation de telles cartes est une tâche considérable, car il faut recueillir et interpréter les données de plusieurs réseaux nord-américains de surveillance des dépôts humides et de plus de 700 sites de surveillance, en contrôler la qualité, les interpoler, les reporter sur une carte, les quadriller, les exporter et vérifier le tout. Certains ministères de l'Environnement ne possédant pas le personnel voulu pour mener à bien les tâches essentielles comme le contrôle de la qualité des données, il s'écoule au moins trois ans entre le moment où sont faites les mesures et la réalisation de la carte. En mars 2000, par exemple, les cartes les plus récentes dataient de 1996. C'est pourquoi on ne savait pas encore, à ce moment-là, dans quelle mesure les réductions appréciables des émissions de dioxyde de soufre survenues aux États-Unis en 1995 avaient influé sur les dépôts acides dans l'est du Canada.

Les besoins de surveillance sont fort différents dans l'ouest du pays. En effet, l'Ouest compte considérablement moins de régions sensibles aux polluants acidifiants que l'Est. On se sert donc du réseau pour prendre des relevés ponctuels, et non pour couvrir le vaste territoire nécessaire à la production de cartes fiables sur les dépôts ou la concentration de polluants. De grands efforts ont récemment été déployés sous l'égide d'organismes intervenants [dont la Clear Air Strategic Alliance (CASA), la Wood Buffalo Environmental Association (WBEA) et le Regional Aquatic Monitoring Program (RAMP)] pour aménager un certain nombre de sites dans les régions de la province les plus sensibles à l'acidification, et où les dépôts devraient vraisemblablement se rapprocher davantage de la charge critique. Il faudrait en outre disposer d'une meilleure capacité de surveillance pour la région plus fragile du nord de la Saskatchewan, exposée aux sulfates issus des activités de transformation primaire en Alberta et au Manitoba. La station du RCSAP située près d'Esther, en Alberta, s'avère utile à cet égard, mais on a besoin d'un autre site dans le nord de la Saskatchewan.

L'azote joue un rôle de plus en plus important dans l'acidification, cependant nos connaissances actuelles sur les dépôts totaux (humides et secs) de cet élément ne permettent pas d'en évaluer adéquatement l'incidence sur les écosystèmes canadiens. Il nous faut de meilleures méthodes pour estimer les dépôts d'azote totaux.

Surveillance du milieu aquatique

Les écosystèmes aquatiques réagissent à la modification des dépôts acides. Ce sont donc de bons indicateurs pour jauger l'effet des changements attribuables aux limitations des émissions. Puisque la nécessité d'autres mesures pour ramener les dépôts sous la charge critique ne fait plus aucun doute, il importe de maintenir un programme efficace de recherche et de surveillance pour le milieu aquatique, pour vérifier l'efficacité des nouvelles mesures. Toutefois, d'importants éléments du programme ont été abandonnés ou sont menacés par un manque de fonds chronique.

Les activités de recherche et de surveillance sur les pluies acides ont considérablement bénéficié de l'implantation de la hiérarchie de surveillance à trois échelons décrite au chapitre 2. Les relevés régionaux entrepris par quelques provinces, surtout dans les années 80, ont fourni de bonnes données sur l'ampleur et la gravité de l'acidification des lacs et des cours d'eau, alors que le réseau temporel a produit une information précieuse sur les tendances annuelles de la chimie de l'eau. Les sites de surveillance intensive ont donné une très bonne idée des raisons pour lesquelles les écosystèmes réagissent comme ils le font, et ont été précieux pour expliquer les résultats inattendus.

Les trois échelons de la hiérarchie de surveillance sont importants, car les données recueillies à un palier peuvent servir à expliquer ou à extrapoler les résultats et les observations d'un autre. En combinant les données venant de quelque 200 lacs du réseau temporel à celles des anciens relevés régionaux sur plusieurs autres centaines de lacs, on peut évaluer la réponse à l'échelle régionale à une modification des dépôts. Les connaissances acquises aux sites de surveillance intensive et de recherche aident à élucider les réactions observées ailleurs. Néanmoins, aussi valable que soit le concept d'une hiérarchie de surveillance, les composantes actuelles du réseau ne suffisent pas pour satisfaire aux exigences de la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000.

a) Études à grande échelle : suivi des changements régionaux

Les relevés à grande échelle sur les lacs d'une région exigent un travail considérable, mais ils sont les seuls à vraiment pouvoir documenter le degré d'acidification des lacs et des cours d'eau dans les régions touchées par les pluies acides, ou susceptibles de l'être. Pour garder leur utilité et rester valables, cependant, pareils relevés doivent être repris périodiquement. À mesure que les données vieillissent et sont de moins en moins représentatives des conditions présentes, extrapoler des conclusions pour une vaste région à partir des données du réseau temporel devient de plus en plus difficile.

Quelques provinces ont entrepris de grands relevés lacustres dans les années 80, mais peu d'entre elles les ont répétés. Y font exception les relevés effectués dans la région de Sudbury, en Ontario, dans la région de Rouyn-Noranda, au Québec, et dans les lacs de tête sensibles à l'acidification du Nouveau-Brunswick, qu'a reprises le ministère de l'Environnement provincial. Dans l'Ouest, le ministère de l'Environnement de l'Alberta, en collaboration avec les intervenants, effectue une surveillance des lacs et maintient une base de données sur la chimie des lacs et leur sensibilité aux dépôts acides. De nouveaux lacs s'ajoutent à cette base de données de temps à autre.

Les relevés ont montré que la concentration de sulfates dans l'eau des lacs diminue à mesure que l'on s'éloigne de la source locale de dioxyde de soufre. L'intérêt particulier de ces résultats tient au fait qu'ils reflètent les dépôts totaux (et non seulement les dépôts humides mesurés par le réseau de surveillance), et donc qu'ils montrent comment les dépôts totaux varient en fonction de la distance de la source des rejets.

L'analyse des données issues de l'échantillonnage de 75 lacs dans la région de Rouyn-Noranda en 1986, 1991 et 1996 indique aussi clairement que la concentration de sulfates dans les lacs a diminué d'une enquête à l'autre. Les réductions observées le plus près de l'agglomération sont principalement dues aux mesures antipollution locales, mais celles notées dans les lacs plus distants témoignent de la baisse des émissions ailleurs dans l'est du pays et dans le nord-est des États-Unis.

Une constatation plus inquiétante de l'analyse des données de Rouyn-Noranda concerne l'eau de lacs situés à moins de 50 kilomètres de la ville. La concentration de nitrates semble en effet y avoir augmenté entre 1982 et 1986. Cette hausse apparente est survenue en l'absence d'une hausse sensible des émissions d'oxydes d'azote et des dépôts azotés. Si elle se confirme, cette tendance pourrait indiquer que la rétention d'azote dans les bassins s'est affaiblie au cours des dernières années, un signe précurseur que l'on pourrait approcher du point de saturation pour cet élément. La surveillance de la qualité de l'eau dans les rivières, à deux endroits de la région, révèle que la concentration de nitrates dans les eaux superficielles montre une tendance à la hausse depuis environ 1990.

De tels résultats montrent qu'il faut poursuivre les programmes existants et reprendre les relevés interrompus depuis les années 80.

b) Le réseau temporel : suivi des changements avec le temps

Notre capacité à détecter les changements interannuels et les tendances pluriannuelles relatives à l'acidification dans les lacs dépend du réseau temporel. Parmi les résultats importants que l'on doit à ce dernier figure la découverte que l'acidité ne baisse pas aussi vite dans les lacs que la concentration de sulfates. Faute de fonds cependant, le réseau ne couvre plus un territoire aussi vaste qu'auparavant dans l'est du Canada et il n'y a pas assez de personnel pour interpréter les données recueillies.

En 1995, le réseau de l'est comprenait 202 lacs. Présentement, il n'est pas assez étendu pour fournir des données représentatives sur les régions affectées de l'est du pays, notamment celles à l'écologie fragile comme les hautes-terres du sud de la Nouvelle-Écosse (où sont situées d'importantes frayères à saumon), le sud et le centre du Nouveau-Brunswick et la région de Parry Sound, en Ontario.

Dans l'Ouest, on ne surveille que peu les lacs sensibles du Manitoba et du nord de la Saskatchewan, bien que l'on surveille des grappes de lacs dans des régions sensibles de l'Alberta et à quelques endroits de la Saskatchewan sous l'égide de la RAMP (Regional Aquatics Monitoring Program).

c) Sites de recherche et de surveillance écologiques : explication des changements

Les sites de recherche et de surveillance écologiques ont une importance capitale, car ils aident à expliquer pourquoi les écosystèmes réagissent comme ils le font aux pluies acides et à d'autres stress atmosphériques.

L'utilité de tels sites ne se limite pas néanmoins à la surveillance. En effet, on y poursuit des recherches intensives (telle l'acidification artificielle de l'eau dans la région des lacs expérimentaux pour étudier l'impact du phénomène et le rétablissement subséquent de l'environnement). Les connaissances acquises facilitent l'interprétation des mesures du réseau temporel et des relevés des lacs. Ces sites occupent aussi une place importante dans le Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques (RÉSÉ), un réseau national d'environ 80 sites où l'on effectue des recherches multidisciplinaire et des activités de surveillance à long terme sur la réaction des écosystèmes au stress environnemental.

Chacun de ces sites offre certes une plate-forme idéale pour une multitude de projets de recherche en écologie. Pris dans son ensemble, le réseau permet par surcroît aux chercheurs de comparer la manière dont divers écosystèmes, au taux de pollution et au régime climatique différents, réagissent à des stress similaires. La comparaison des résultats issus des sites de recherche et de surveillance écologiques canadiens à ceux de sites équivalents à l'étranger n'est pas non plus dépourvue d'intérêt.

Les recherches poursuivies aux sites de recherche et de surveillance écologiques ont considérablement aidé à comprendre la façon dont les écosystèmes s'adaptent à l'acidification. Elles joueront un rôle crucial pour répondre aux nombreuses questions qui demeurent sans réponse. Plus précisément, elle peuvent fournir des renseignements précieux sur le rôle de l'azote dans l'écosystème, sur la disparition des éléments nutritifs du sol (et l'incidence de cette perte sur la productivité et la santé des forêts), sur la libération du soufre emmagasiné dans le sol et/ou les milieux humides, et sur d'autres mécanismes qui régissent l'acidification et le rétablissement des écosystèmes terrestres et aquatiques. Ces mêmes sites peuvent également aider à comprendre l'interaction des pluies acides avec d'autres facteurs qui influent sur le rétablissement de l'écosystème, comme la variabilité et le changement climatiques ou la contamination par le

mercure. Pareilles activités ne pourront toutefois aller de l'avant tant qu'on n'y consacrerait pas les ressources suffisantes.

- d) Un réseau de surveillance hiérarchisé est-il essentiel pour la surveillance de l'environnement aquatique?

L'Équipe d'examen s'est demandé s'il serait judicieux d'abandonner la hiérarchie de surveillance à trois échelons du milieu aquatique et d'affecter l'ensemble des ressources restantes à un seul volet du programme. Si ces ressources servaient à améliorer les travaux aux sites de surveillance intégrés, par exemple, on consoliderait les recherches visant à préciser le rôle de l'azote dans l'acidification et à étudier les liens entre les pluies acides et d'autres questions environnementales telles que le changement climatique, la pollution par le mercure et la biodiversité. Cependant, on ne saurait plus alors déterminer la portée géographique et l'évolution des tendances d'acidification dans l'est du Canada.

Par contre, le fait de consacrer les ressources restantes à une amélioration du réseau temporel rendrait ce dernier plus représentatif, ce qui permettrait d'acquérir des données sur les tendances pluriannuelles de l'acidification dans les zones à écologie fragile affectées par les pluies acides.

L'abandon des sites intégrés de surveillance nous priverait toutefois d'information sur les causes des changements observés, et l'on ne pourrait plus déterminer si ces changements sont attribuables aux programmes de limitation des émissions. En ne gardant que le réseau temporel, on ne pourrait plus comprendre pourquoi certaines tendances se manifestent, évaluer le rôle de l'azote ni déterminer l'interaction des pluies acides avec d'autres facteurs environnementaux.

L'Équipe d'examen a donc conclu que les trois volets du programme sont requis.

Biotes aquatiques

On ne doit pas sous-estimer la gravité de la menace que les dépôts acides continuent à faire peser sur les biotes aquatiques de l'est du Canada. Cette menace reste l'une des plus sérieuses pour la biodiversité au niveau de l'écorégion. Une acidité accrue est nocive pour de nombreuses espèces du phytoplancton, du zooplancton, d'invertébrés benthiques et de poissons. Dans la plupart des cas, les incidences sur les oiseaux sont imputables à une modification de la qualité et de la quantité de leur nourriture. À l'acidification peuvent s'ajouter les effets d'autres facteurs comme le changement climatique, la contamination par le mercure et une plus grande exposition aux UVB, avec des conséquences néfastes sur une plus grande échelle. Les études expérimentales révèlent qu'il s'écoule un certain temps entre l'amélioration des conditions chimiques et celle de conditions biologiques. Le rétablissement biologique des lacs fortement acidifiés pourrait être plus lent que celui des lacs moins atteints, si bien que les lacs qui se sont rétablis pourraient aussi ne plus abriter la même biocénose qu'auparavant.

La plupart des activités de recherche et de surveillance sur les biotes aquatiques liées aux dépôts acides sont terminées, quoiqu'on surveille encore les oiseaux aquatiques et leur habitat en Ontario et dans le sud de la Nouvelle-Écosse. L'importance de ces activités ne suffit toutefois pas

à déterminer l'utilité des programmes de lutte contre les pluies acides dans la protection des biotes aquatiques.

Il faudrait deux ou trois ateliers scientifiques pour examiner les bases de données existantes, dresser le bilan des connaissances actuelles, comprendre le phénomène du rétablissement biologique et entreprendre d'autres tâches essentielles, avant que l'on puisse établir les éléments d'un programme de biosurveillance. C'est là une tâche trop ambitieuse pour l'Équipe d'examen en 1999; aussi cette dernière recommande-t-elle qu'on la reporte à l'an 2000. Il est à noter que de tels ateliers seraient utiles pour évaluer la réaction des écosystèmes à de nombreux stress environnementaux, et non seulement à celui du dépôt acide.

Incidences sur les forêts

Le Dispositif national d'alerte rapide pour les pluies acides (DNARPA), plusieurs réseaux provinciaux et le Projet des érables de l'Amérique du Nord (PEAN) entrepris par le Canada et les États-Unis ont permis de bâtir de très riches bases de données sur la santé des forêts. L'incidence des pluies acides sur les forêts a aussi donné lieu à des recherches scientifiques qui ont fait ressortir un certain nombre d'effets directs et indirects de la pollution atmosphérique sur les arbres. Le dépérissement des bouleaux blancs dans la baie de Fundy, au Nouveau-Brunswick, est le lien le plus évident entre la pollution régionale et ses répercussions néfastes sur les forêts. Plusieurs facteurs viennent cependant compliquer cette relation entre la pollution et la santé des forêts de feuillus, entre autres une variation appréciable de la sensibilité des sols aux dépôts acides.

La charge critique est un instrument utile pour évaluer le lien entre le dépérissement des forêts et la pollution atmosphérique régionale, car elle tient compte de l'effet tampon du sol. On a calculé la charge critique du soufre et de l'azote aux sites du DNARPA et on a publié les résultats dans *Pluies acides au Canada : Rapport d'évaluation de 1997*. Ces calculs procurent un étalon quantitatif essentiel pour mesurer l'efficacité des programmes antipollution dans la prévention de l'acidification et de l'eutrophisation (fertilisation excessive) des forêts. Les cartes des charges critiques identifient les régions forestières les plus sensibles aux dépôts acides. Les cartes de dépassement servent à montrer si les dépôts de soufre et d'azote dépassent la charge critique et, le cas échéant, de combien. Ces connaissances sont importantes, car la disponibilité de métaux toxiques tels l'aluminium et le manganèse augmente avec l'acidification du sol tandis que les cations basiques disparaissent plus rapidement, ce qui accroît les risques de carence en éléments nutritifs, de déséquilibre nutritif et d'effets nocifs pour les arbres. Les études sur le dépérissement des érablières dans l'est du Canada ont révélé que les arbres meurent davantage là où il y a dépassement de la charge critique.

L'adoption de l'approche de la charge critique marque un véritable tournant dans la manière d'évaluer les incidences des pluies acides sur les forêts au Canada. En effet, cette méthode permet non seulement de classer les activités de recherche et de surveillance en fonction de leur priorité dans le secteur forestier, mais permet aussi une analyse et une interprétation nouvelles des excellentes données à notre disposition (la plupart des programmes canadiens de surveillance des forêts intègrent un solide volet d'assurance et de contrôle de la qualité). Les membres de

l'Équipe d'examen croient qu'on pourrait répondre à quelques grandes questions restées sans réponse quant à l'incidence des dépôts acides (et d'autres stress anthropiques) sur les écosystèmes forestiers, en ayant recours à l'approche de la charge critique et à un réseau de surveillance à trois échelons. Ces questions sont entre autres : quelle est l'importance des pertes d'éléments nutritifs dans le sol des écosystèmes forestiers fragiles? Quelle proportion de nos forêts est menacée de détérioration si les dépôts acides se poursuivent? Quels sont les incidences cumulatives de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes forestiers?

Il est logique d'implanter un système de surveillance à trois paliers pour les écosystèmes aquatiques et forestiers, car une grande partie de la zone forestière du Canada abrite des eaux de surface et des milieux humides. Or, il existe un lien fondamental entre ces eaux, les dépôts acides et la forêt environnante. Il se pourrait donc que le sol forestier accentue ou atténue l'effet des dépôts acides sur les eaux de surface dans les régions concernées.

Pour mieux évaluer les zones forestières à risque, on devra exploiter davantage les données existantes et produire des cartes des charges critiques plus détaillées et plus précises que celles réalisées pour l'évaluation de 1997. Le plan de travail sur les pluies acides adopté par la Conférence des premiers ministres de l'est du Canada et des gouverneurs des États de la Nouvelle-Angleterre (PMEC/GNA) en octobre 1999 prévoit un projet de cartographie de ce genre. Celui-ci aboutirait à la production de cartes détaillées des charges critiques pour les dépôts de soufre et d'azote sur les sols forestiers de l'est du Canada d'ici trois ans. Pareilles cartes fourniraient d'autres données scientifiques qui serviraient à concevoir des programmes de lutte contre l'azote.

La production de ces cartes exigera cependant beaucoup d'efforts, et aucune administration ne peut entreprendre à elle seule un projet aussi ambitieux. Il y faudra le concours de plusieurs partenaires. Il serait également souhaitable d'inclure l'Ontario dans ce projet, car l'intégration des données ontariennes à l'analyse ne poserait pas de grandes difficultés; on obtiendrait ainsi une carte qui couvrirait l'ensemble des régions affectées par les pluies acides dans l'est du Canada.

Effets sur la santé humaine

L'Équipe d'examen a décidé de ne pas évaluer les programmes de recherche concernant les effets des émissions acidifiantes sur la santé humaine puisque d'autres groupes, au Canada et ailleurs, se penchent déjà sur cette question et ont formulé des recommandations sur les lacunes scientifiques à combler.

Dommmages aux matériaux

Plusieurs études ont clairement démontré que la pollution atmosphérique accélère la corrosion de divers matériaux largement utilisés dans nos villes. Le Programme de coopération internationale pour l'évaluation des effets des polluants atmosphériques sur les matériaux, créé aux termes de la Convention des Nations Unies sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance, a permis d'établir les relations dose-effet entre des polluants comme le dioxyde de soufre, les

oxydes d'azote et l'ozone, et des matériaux comme la pierre, la peinture et divers métaux d'usage courant. Le Canada participe à l'exercice et fournit, à très peu de frais, des données importantes pour les autres activités du programme. Il serait intéressant et profitable d'utiliser les relations dose-effet pour produire des cartes sur la corrosion au Canada. On y retrouverait les taux de corrosion approximatifs dans un certain nombre de centres urbains et ruraux du pays, et l'on s'en servirait pour estimer le ralentissement de la corrosion attribuable aux mesures de limitation des émissions polluantes.

Conclusion générale

L'Équipe d'examen estime que les programmes de recherche et de surveillance actuels ne sont pas suffisants pour satisfaire aux exigences de la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000. Il y a deux problèmes majeurs. D'abord, les programmes scientifiques actuels ne recueillent pas assez de données pour autoriser une évaluation complète de la réaction de l'atmosphère et des écosystèmes à la réduction des émissions : certains volets clés manquent ou ont été abandonnés. Deuxièmement, il n'y a pas assez de personnel compétent pour administrer et coordonner les programmes de surveillance nécessaires, et ni pour analyser et évaluer les données recueillies. Ces carences devront être comblées si l'on veut procéder à une évaluation adéquate en 2004.

CHAPITRE 4 : RECOMMANDATIONS

L'Équipe d'examen recommande l'adoption de diverses mesures pour que le programme de recherche et de surveillance ait la capacité de recueillir et d'analyser l'information requise pour produire une évaluation générale en 2004. Ces recommandations sont présentées en détail dans le reste de ce chapitre.

L'Équipe d'examen préconise aussi une évaluation supplémentaire après 2004, afin d'évaluer l'impact de la prochaine série de mesures de réduction des émissions prises aux termes de la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000, et des nouvelles réductions effectuées aux États-Unis. Le rapport de 2004 donnera toutefois un tableau plus clair de l'incidence des réductions actuelles des émissions sur le rétablissement des lacs fragiles dans certaines régions de l'est du Canada. En nous renseignant davantage sur les charges critiques et en enrichissant nos connaissances sur d'autres aspects du problème, notamment le rôle de l'azote, le rapport contribuera aussi de manière appréciable à l'élaboration de stratégies efficaces de lutte contre la pollution.

L'Équipe d'examen a déjà identifié les principaux domaines où les lacunes les plus flagrantes doivent être comblées par la recherche et la surveillance. Il conviendra d'examiner les possibilités et les coûts qui y sont associées, et de dresser des plans de mise en œuvre. L'Équipe d'examen a l'intention de terminer ce travail avant la fin de juin 2000.

Recommandations générales

- Maintenir les activités de surveillance atmosphérique et lacustre du programme existant et ne pas les réduire davantage.
- Mettre sur pied une petite équipe de scientifiques cumulant l'expertise voulue pour évaluer le rôle de l'azote dans l'acidification des eaux de surface et dans la productivité des forêts au Canada. Il s'agit d'un travail appréciable qui nécessitera le concours de plusieurs chercheurs pendant quelques années. L'Équipe d'examen pense que les résultats qui seront rapportés en 2004 seront préliminaires, et que l'évaluation devra se poursuivre au-delà de cette date.
- Maintenir les sites de recherche et de surveillance écologiques où se dérouleront bon nombre des activités de recherche les plus pointues (azote, disparition des cations basiques, voies géochimiques, etc.). On a particulièrement besoin de tels sites pour la recherche sur le cycle de l'azote.
- Étudier les grands processus qui régissent l'acidification et le rétablissement des écosystèmes terrestres, notamment la libération du soufre stocké dans les sols et les milieux humides et la perte de cations basiques par les écosystèmes. Les sites de surveillance écologique aideront beaucoup les recherches à ce chapitre.
- Étudier les liens et les synergies entre les facteurs du changement planétaire, comme les pluies acides, la contamination par le mercure, le réchauffement de la planète, etc. Évaluer les avantages secondaires des mesures de lutte contre le SO₂, le mercure et les gaz à effet de serre sur l'acidification de l'écosystème et son rétablissement subséquent.

- Rétablir un comité semblable au Comité de coordination de la recherche et de la surveillance fédéral-provincial en vue de parvenir à une meilleure coordination générale entre les administrations et à une plus grande collaboration entre les scientifiques.
- Améliorer le modèle d'évaluation intégrée afin qu'il couvre les composés azotés et que les autres données du modèle puissent être actualisées.
- Relancer le programme d'assurance de la qualité par comparaison des résultats entre laboratoires du TADPA.
- Maintenir une association étroite avec les membres des Conférence des gouverneurs de la Nouvelle-Angleterre et des premiers ministres de l'est du Canada (GNA/PMEC) afin de favoriser la mise en commun de l'information et des ressources.

Activités de recherche et de surveillance spécifiques nécessaires pour combler les lacunes dans nos connaissances

1. Dépôts

Recherche :

- i) Améliorer les méthodes servant à estimer les dépôts azotés.
- ii) Déterminer si l'emploi combiné des modèles lagrangiens et des données s'avérera utile pour améliorer l'analyse des dépôts.
- iii) Examiner si les capteurs passifs fournissent des renseignements utiles sur les dépôts dans l'ouest du Canada, région où les dépôts secs présentent plus d'importance que dans l'est.
- iv) Revoir le réseau de surveillance de dépôts secs du RCSAP pour que les régions soient correctement couvertes.

Surveillance :

- i) Examiner le processus des rapports sur l'environnement (à savoir, les moyens servant à signaler les observations et les résultats des analyses) en vue de l'accélérer et de permettre une meilleure diffusion de l'information.
- ii) Créer trois nouveaux sites de surveillance pour mieux évaluer les dépôts et les tendances à la limite nord des zones géographiques les plus touchées par les pluies acides (c.-à-d. le nord de l'Ontario, le nord du Québec et la Nouvelle-Écosse).
- iii) Établir une station dans le nord de la Saskatchewan afin de déterminer les tendances du dépôt dans cette région fragile de l'Ouest, et déterminer si ce nouveau site compense l'abandon de la station d'Island Lake, au Manitoba.
- iv) Dresser un inventaire des émissions de cations basiques.
- v) Installer des capteurs d'eau de brouillard dans les régions côtières ou aux sites en altitude.

2. Eaux de surface

Recherche :

- i) Déterminer les incidences de l'azote et de la saturation en azote sur l'acidification et l'eutrophisation des eaux de surface.
- ii) Chercher les causes et les effets de la disparition des cations basiques dans les eaux de surface, et étudier le rapport entre ce phénomène et le rétablissement des lacs et des cours d'eau acidifiés.
- iii) Mettre au point des modèles d'acidification, ou modifier les modèles existants, pour pouvoir estimer la charge critique en sulfates et en azote (nitrates).
- iv) Évaluer les origines géochimiques de l'acidification du bassin hydrographique par le soufre et l'azote en entreprenant des études de bassin jaugé.
- v) Évaluer les coûts et options pour établir si les biotes aquatiques réagissent à la réduction des émissions et au rétablissement chimique des lacs dans les régions où la chimie des eaux de surface a changé.
- vi) Examiner les relations entre les pointes du taux d'acidité et la destruction des poissons dans les rivières à saumon des provinces de l'Atlantique.
- vii) Entreprendre des activités de recherche et de surveillance sur les systèmes à « eau brune » en vue de préciser leur rôle dans l'acidification des eaux de surface et leur charge critique. De tels écosystèmes écologiquement riches ont une grande importance pour la Saskatchewan et plusieurs régions de l'est du Canada.

Surveillance :

- i) Le travail le plus pressant est de veiller à ce que l'on continue à surveiller les lacs et les cours d'eau en 2000 (à savoir, que l'on maintiendra l'échantillonnage aux sites du réseau « temporel »). Cet échantillonnage, jusqu'à présent assuré par Environnement Canada, est sérieusement menacé depuis quelques années à cause de fonds insuffisants. Des fonds d'urgence ont été débloqués en 1999 pour la tenue d'une campagne de prélèvements. L'Équipe d'examen craint particulièrement que l'on mette fin à la série chronologique de mesures pluriannuelles sur la chimie de l'eau de surface si l'on ne dispose pas des ressources adéquates quand viendra le temps des prélèvements, au printemps 2000. **L'Équipe d'examen estime que ce volet du programme de surveillance des biotes aquatiques doit absolument se poursuivre sans interruption.**
- ii) Il faut aménager d'autres sites temporels aux endroits à l'écologie fragile que couvre présentement le réseau temporel (à savoir, les eaux de surface du sud et du centre du Nouveau-Brunswick, l'ouest du Québec, la région de Parry Sound en Ontario, les lacs sensibles du nord de la Saskatchewan et les rivières où frayent les saumons dans les hautes-terres du sud de la Nouvelle-Écosse).

- iii) On devrait reprendre les parties sensibles sur le plan écologique des études spatiales sur les lacs et les cours d'eau effectuées dans les années 80, pour préciser les effets bénéfiques des programmes de réduction des émissions implantés en Amérique du Nord.

3. Forêts et sols

Recherche :

- i) Soutenir le projet de cartographie forestière lancé par les provinces de l'Est et les États de la Nouvelle-Angleterre et y participer. Ce projet mise sur une double approche (spécifique au site et interpolation des zones écologiques) pour élaborer et adapter le modèle du simple bilan massique qui établira la charge critique de soufre et d'azote des écosystèmes forestiers. L'objectif principal consiste à cartographier les charges critiques et les dépassements pour les zones forestières du nord-est du pays.
- ii) Évaluer le rôle des dépôts acides (azote et soufre) et la disparition concomitante des cations basiques en ce qui a trait à la fertilité et la productivité des forêts. Déterminer les risques environnementaux et économiques pour les forêts du Canada et l'industrie forestière.

4. Matériaux

Recherche :

- i) Maintenir la participation du Canada au *Programme de coopération internationale pour l'évaluation des effets des polluants atmosphériques sur les matériaux, y compris les monuments historiques et culturels* entrepris sous l'égide de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance de la CEE-ONU.
- ii) Appliquer certains résultats du programme à la réalité canadienne (à savoir, produire une carte des taux de corrosion pour quelques régions du pays).

5. Santé humaine

Les activités de recherche et de surveillance en la matière étant poursuivies dans le cadre d'autres programmes, il est superflu d'entreprendre des études analogues dans le contexte du programme de recherche sur les pluies acides. L'Équipe d'examen rappelle toutefois qu'il faut mettre en place des mécanismes en vue d'améliorer la coopération et d'encourager les études et les évaluations conjointes.

ANNEXE

Liste des réunions de consultation et participants

Programme de recherche et de surveillance sur les dépôts acides Réunion de consultation du 8 septembre 1999 à Sackville (Nouveau-Brunswick)

Présents :

Rob Hughes	Environnement N.-B.	Deborah McLellan	NS Power
Leo Burns	Énergie N.-B.	Todd Fraser	Environnement Î.-P.-É.
Roger Cox	Forêts Canada	Tom Clair	Environnement Canada
Michael Hingston	Environnement N.-É.	Guy Fenech	Environnement Canada
Gilles Lacroix	MPO	Billie Beattie	Environnement Canada
John MacMillan	Pêches N.-É.	Neil Burgess	Environnement Canada
Des Cousens	NS Power	Paul Quinn	Environnement Canada
Vince Zelazny	Ressources naturelles N.-B (Forêts)		

Programme de recherche et de surveillance sur les dépôts acides Réunion de consultation du 9 septembre 1999 à Québec

Présents :

Jacques Dupont, Environnement Québec	Rock Ouimet, Service de foresterie du Québec
Guy Fortin, Centre Saint-Laurent	Paul Quinn, Environnement Canada
Guy Fenech, Environnement Canada	Raynald Brulotte, Environnement Québec
Ghislain Jacques, Environnement Québec	Alain Kemp, Centre Saint-Laurent

Programme de recherche et de surveillance sur les dépôts acides Réunion de consultation avec les intervenants de l'Alberta, le mardi 14 septembre 1999

Présents :

Guy Fenech, Environnement Canada	Karen McDonald, Environnement Canada
Ken Foster, Alberta Environment	Chow-Seng Liu, Alberta Environment
Peter Hunt, Energy and Utilities Board	Neil Dibble, Mobil Oil
Ron Pauls, Syncrude Canada	Wendy Davis, Service canadien des forêts
Lawrence Cheng, Alberta Environment	Allan Legge, Biosphere Solutions
Paul Quinn, Environnement Canada	Monique Richard, Alberta Environment
David McCoy, Husky Oil	Lisa Holmes, Alberta Environment
Sheila Chernys, Suncor Energy	
Dave Ballagh, Saskatchewan Environment and Resource Management (par téléphone)	

Programme de recherche et de surveillance sur les dépôts acides Téléconférence consultative de l'Ontario, 16 septembre 1999

Présents :

John Kelso, (MPO-LGLPSA)	John Gunn (MRN/Laurentienne)
Dean Jeffries (EC-INRE)	Mike Turner et Ray Hesslein (MPO-RLE)
Peter Dillon (MEO-Dorset);	Guy Fenech, Environnement Canada
Joe Muraca, Environnement Canada	Neville Reid, ministère de l'Environnement de l'Ontario
Don McNicol, SCF, Région de l'Ontario	Fred Conway, Environnement Canada

Programme de recherche et de surveillance sur les dépôts acides Réunion de consultation de l'Ontario, 20 septembre 1999

Présents :

Marius Marsh	Dave MacLaughlin, ministère de l'Environnement de l'Ontario
Bill McIlveen	
Murray Dixon	
Bill Gizn	