

Les éléments nutritifs et leurs effets sur l'environnement au Canada

Patricia A. Chambers

Environnement Canada, Institut national de recherche sur les eaux

Martha Guy

Environnement Canada, Institut national de recherche sur les eaux

Elizabeth S. Roberts

Environnement Canada, Direction de la qualité de l'environnement

Murray N. Charlton

Environnement Canada, Institut national de recherche sur les eaux

Robert Kent

Environnement Canada, Direction de la qualité de l'environnement

Christian Gagnon

Environnement Canada, Direction de la qualité de l'environnement

Gary Grove

Environnement Canada, Institut national de recherche sur les eaux

Neil Foster

Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts

© Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2001

On peut obtenir des exemplaires additionnels à l'adresse suivante:

Bureau national des recommandations et des normes
Environnement Canada
351 St. Joseph Blvd.
Hull, QC K1A 0H3
Tel. 819-953-1550
Fax 819-953-0461
e-mail ceqg-rcqe@ec.gc.ca

Traduit de l'anglais

Version originale: Nutrients and their Impact on the Canadian Environment

Données de catalogage avant publication de la Bibliothèque nationale du Canada

Vedette principale au titre :

Les éléments nutritifs et leurs effets sur l'environnement au Canada

Publ. aussi en anglais sous le titre: Nutrients and their impact on the Canadian environment.

Publ. en collaboration avec : Agriculture et Agro-Alimentaire Canada, Environnement Canada, Pêches et Océans Canada, Santé Canada et Ressources naturelles Canada.

Émis par Environnement Canada.

ISBN 0-662-85635-X

No de cat. En21-205/2001F

1. Eau -- Pollution par les nutriments -- Canada.
2. Phosphore -- Aspect de l'environnement -- Canada.
3. Azote -- Aspect de l'environnement -- Canada.
4. Eau -- Qualité -- Gestion -- Canada.

I. Chambers, Patricia A.

II. Canada. Environnement Canada.

TD427.N87N87 2001

363.739'4'0971

C2001-980119-X

Référence correcte:

Chambers, P.A., M. Guy, E.S. Roberts, R. Kent, M.N. Charlton, C. Gagnon, G. Grove et N. Foster. 2001. *Les éléments nutritifs et leurs effets sur l'environnement au Canada*. Environnement Canada, Ottawa (Ont.). 271 p.

Le présent rapport traite des sources d'éléments nutritifs (azote et phosphore) introduits dans l'atmosphère, les eaux et les sols au Canada et de leurs effets sur les humains et les écosystèmes. Il résulte d'une évaluation menée sous la direction d'un groupe de travail interministériel formé de représentants des ministères fédéraux indiqués ci-dessous. Ces personnes sont celles qui ont donné à la démarche son orientation générale, en plus de fournir des renseignements techniques sur des sujets particuliers.

Dr. Patricia Chambers (Présidente)
Institut national de recherche sur les eaux
Environnement Canada
Email: Patricia.Chambers@ec.gc.ca

Mr. Tim Marta
Direction générale des politiques stratégiques
Agriculture et Agroalimentaire Canada
Email: Martati@em.agr.gc.ca

Dr. Connie Gaudet
Direction de la qualité de l'environnement
Environnement Canada
Email: Connie.Gaudet@ec.gc.ca

Dr. Jim Bunch
Direction des sciences de l'environnement
Pêches et Océans Canada
Email: bunchj@dfo-mpo.gc.ca

Mr. Murray Charlton
Institut national de recherche sur les eaux
Environnement Canada
Email: Murray.Charlton@cciw.ca

Dr. Neil Foster
Service canadien des forêts
Ressources naturelles Canada
Email: NFoster@NRCan.gc.ca

Mr. Rob Kent
Direction de la qualité de l'environnement
Environnement Canada
Email: Robert.Kent@ec.gc.ca

Ms. Michele Giddings
Direction de l'hygiène du milieu
Santé Canada
Email: Michele_Giddings@hc-sc.gc.ca

Dr. Christian De Kimpe
Direction de recherche
Agriculture et Agroalimentaire Canada
Email: Dekimpec@em.agr.gc.ca

Remerciements

Nous remercions les personnes suivantes, qui ont revu diverses sections des ébauches du présent rapport et formulé de judicieux commentaires: J. Marsalek (EC, Institut national de recherche sur les eaux), J. Elliott (EC, Institut national de recherche sur les eaux), C-U. Ro (EC, Ontario), M. Constable (EC, Région des Prairies et du Nord), J. Struger (EC, Ontario), G. Fox (EC, Service canadien de la faune), D. Jeffries (EC, Institut national de recherche sur les eaux), C. Vézina (EC, Ottawa), P. Hempel (EC, Ottawa), G. Ironside (EC, Évaluation et gestion de l'information), R. Simard (AAC, Région du Québec), S. McGinn (AAC, Lethbridge), G. Kowalenko (AAC, Agassiz), B. Harker (AAC, ARAP), P. Strain (MPO, Dartmouth), P. Leavitt (University of Regina), F. Lemieux (SC, Ottawa) M. Brownstein (SC, Ottawa), L. Watson (EC, Institut national de recherche sur les eaux) et S. Watson (EC, Institut national de recherche sur les eaux). Nous apprécions des revues conduites par des membres de la groupe de travail du conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) sur les recommandations pour la qualité des eaux et le Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable du Comité de l'hygiène du milieu et du travail (CHMT). Nous également remercions C. Jefferson (EC, Ottawa) et P-Y. Caux (EC, Ottawa) pour fournir l'aide au groupe de travail des substances nutritifs et A. Bourne et T. pour l'aide avec la production de l'état.

Nous remercions également D. Duggan (EC, Évaluation et gestion de l'information), auteur des cartes présentées dans ce rapport; J. Farrell (Institut canadien des engrais), qui a fourni les statistiques canadiennes sur les engrais; K.B. MacDonald (expert-conseil privé) et F. Selles (AAC, Swift Current), qui nous a prêté assistance concernant les charges d'azote d'origine agricole; S. Watson pour l'aide avec des problèmes d'odeur et de goût dans des approvisionnements d'eau potable; D. Lacelle (EC, Urgences et application de la Loi) et V. Mercier (EC, Évaluation et gestion de l'information), qui nous ont apporté leur soutien à l'égard de la Base de données sur l'utilisation de l'eau par les municipalités; ainsi que J. Painchaud (ministère de l'Environnement du Manitoba), K. Tuininga (EC, Ontario), M. Blackie (ministère de l'Environnement de l'Ontario), B. Thomson (EC, Région du Pacifique et du Yukon), G. Derkson (EC, Région du Pacifique et du Yukon) et M. Stainton (MPO, Winnipeg), qui ont fourni les études de cas. Les données provinciales sur l'industrie ont été fournies par: K. Power (EC, St. John's); N. Reid (ministère de l'Environnement de l'Ontario); J. Nagendan et E. Wasylenchuk (ministère de l'Environnement de l'Alberta); P. Jain, P. Minifie et S. Hase (ministère de l'Environnement et de la Gestion des ressources de la Saskatchewan); D. Williamson (ministère de l'Environnement du Manitoba); K. MacDonald-Date (ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique); S. Harbicht (EC, Yellowknife) et G. Whitley (INAC, Whitehorse). Par ailleurs, nous devons les données sur le port d'Halifax à P. Yeats; J. Dalziel, B. Petrie et B. Li (MPO, Dartmouth).

Enfin, nous sommes reconnaissants aux responsables de la Base de données nationales sur la chimie atmosphérique (NAtChem) et aux collaborateurs, qui nous ont fourni les données sur les dépôts humides en 1995 présentées dans ce rapport. Ces collaborateurs sont Environnement Canada et les services provinciaux compétents de l'Ontario, du Québec, du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve.

Sommaire

En 1994, le Comité permanent de l'environnement et du développement durable de la Chambre des communes a examiné la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE) et relevé plusieurs problèmes liés aux éléments nutritifs ainsi qu'à leurs effets sur l'environnement et à leur gestion. Il a constaté d'abord que seulement une classe d'éléments nutritifs est réglementée (à savoir le phosphore contenu dans les détergents à lessive) et ensuite, que d'autres classes et sources d'éléments nutritifs pourraient produire des effets néfastes sur l'environnement (CPEED 1995). En réponse à ces préoccupations, le gouvernement du Canada s'est engagé à mener une vaste étude sur les éléments nutritifs introduits dans l'environnement en raison d'activités humaines ainsi qu'à déterminer si les éléments nutritifs en général ont des incidences négatives sur l'environnement, si seulement certains éléments, et non tous, posent des problèmes et si les effets se limitent à l'eau ou s'ils touchent l'ensemble de l'écosystème, y compris les espèces sauvages (Gouvernement du Canada 1995). Le présent rapport réalise l'engagement du gouvernement du Canada à étudier la nature et l'ampleur des effets néfastes possibles des éléments nutritifs issus d'activités humaines sur les écosystèmes et la qualité de vie des Canadiens. L'étude a été effectuée par des représentants de cinq ministères fédéraux (Environnement Ressources naturelles, Agriculture et Agroalimentaire, Pêches et Océans, Santé) en vertu d'un protocole d'entente officialisant la collaboration entre ces ministères et la coordination de l'utilisation de la science et des technologies aux fins du développement durable.

L'évaluation des charges d'azote (N) et de phosphore (P) à partir de sources situées au Canada et des effets de ces charges sur les forêts, les eaux douces et les écosystèmes côtiers montre hors de tout doute que les éléments nutritifs posent des problèmes dans certains écosystèmes et réduisent la qualité de vie de nombreux Canadiens. Nous sommes convaincus que les charges d'azote et de phosphore résultant d'activités humaines ont:

- accéléré l'eutrophisation de certains cours d'eau, lacs et milieux humides au Canada et ainsi entraîné des pertes d'habitat et de possibilités sur le plan récréatif et modifié la biodiversité;
- fait augmenter partout au pays la fréquence et la portée géographique des cas de dépassement, dans les eaux souterraines, des limites fixées pour les nitrates dans les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada et imposé un fardeau économique aux citoyens qui doivent transporter l'eau de consommation domestique à partir de sources éloignées;
- causé, et causent encore, la mort de poissons par intoxication à l'ammoniac;
- contribué à la chute des populations d'amphibiens dans le sud de l'Ontario à cause de l'exposition sur de longues périodes à de fortes concentrations de nitrates;
- accru les risques pour la santé humaine en raison de l'accroissement de la fréquence et de l'étendue spatiale des proliférations d'algues toxiques dans les lacs et les secteurs côtiers;
- contribué à l'acidification des sols et des lacs dans le sud de l'Ontario et du Québec et entraîné la saturation en azote de certains bassins hydrographiques forestiers;
- haussé la production de carbone dans les forêts à cause des dépôts d'azote;
- fait croître les concentrations d'oxyde nitreux (N₂O), un puissant gaz à effet de serre, ce qui a favorisé la formation de smog photochimique dans certaines villes du Canada;
- contribué à susciter des inquiétudes relatives à la qualité de vie des Canadiens en nuisant à certaines utilisations des ressources en eau (croissance excessive d'algues et de plantes

aquatiques, engorgement de grilles et de filtres, etc.) et relatives aux aspects esthétiques de l'eau (goût et odeur);

- accru le fardeau économique imposé aux Canadiens parce qu'il faut traiter, surveiller et assainir l'eau contaminée.

Selon nos estimations, l'activité humaine a entraîné l'introduction de plus de 12 000 tonnes de phosphore et de 304 000 tonnes d'azote dans les eaux de surface et souterraines et les eaux côtières au Canada en 1996. Les égouts municipaux constituaient la source ponctuelle la plus importante; ils auraient introduit quelque 5 600 tonnes de phosphore (sous forme de phosphore total) et 80 000 tonnes d'azote (sous forme d'azote total). Les rejets d'eaux usées industrielles ont introduit au moins 2 000 tonnes de phosphore et 11 800 tonnes d'azote (sous forme de nitrates et d'ammoniac) dans les eaux de surface au Canada. Il convient cependant de noter que les charges d'origine industrielle sont sous-estimées, car nous n'avons pas de données pour le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Écosse, l'Île-du-Prince-Édouard et, dans le cas du Québec, de données sur les effluents rejetés par les établissements industriels ailleurs que dans le bassin du Saint-Laurent. Il n'existe pas d'estimations à l'échelle nationale des pertes d'éléments nutritifs attribuables à la lixiviation ou au ruissellement à partir des terres agricoles. Selon une évaluation récente des pertes d'azote à partir de terres agricoles où les sols présentent un excédent d'eau, les eaux de ruissellement ou d'infiltration auraient une teneur en azote supérieure à 14 mg/L dans 17% des terres agricoles de l'Ontario, 6% de celles du Québec et 3% de celles des provinces atlantiques (MacDonald 2000b). En Colombie-Britannique, 5% des terres agricoles présentent un surplus d'eau et dans 69% des zones en cause, l'eau de ruissellement ou d'infiltration aurait une teneur en azote supérieure à 14 mg/L.

En 1996, l'activité humaine a causé l'émission dans l'atmosphère d'au moins 1 400 000 tonnes d'azote au Canada. L'agriculture constituait la principale source d'émissions atmosphériques d'azote, en particulier par les rejets d'ammoniac (NH_3) résultant de la manutention et de l'application de fumier et d'engrais. Les sources d'émissions d'oxyde nitreux (N_2O) étaient réparties à peu près en parts égales entre les activités industrielles, les transports et l'agriculture. Dans le cas du monoxyde d'azote et du dioxyde d'azote (NO_x), ce sont les établissements industriels et les moyens de transport qui produisaient le plus d'émissions. Bien que les données sur les émissions de NO_x de sources agricoles ne soient pas disponibles, celles-ci sont vraisemblablement comparables aux émissions industrielles (Janzen et al. 1998). Nous ne disposons pas de données fiables sur les émissions atmosphériques de phosphore.

Toujours en 1996, au moins 4 287 000 tonnes d'azote et 450 000 tonnes de phosphore ont été introduites dans les sols au Canada. De ces quantités, 1 968 000 tonnes d'azote et 442 000 tonnes de phosphore ont été introduites dans le sol de terres cultivées sous la forme d'engrais, de fumier et de biosolides. Des apports supplémentaires de 773 000 tonnes et de 43 000 tonnes d'azote ont été fournis aux terres cultivées à la suite respectivement de la fixation par les légumineuses et du dépôt atmosphérique de nitrates et d'ammonium. Les récoltes ont permis de retirer 386 000 tonnes de phosphore et 2 491 000 tonnes d'azote, soit respectivement 87% et 89% des apports. De plus, les terres non agricoles ont reçu des apports d'éléments nutritifs par le biais du dépôt atmosphérique, de la fertilisation de forêts de conifères du littoral et de l'intérieur de la Colombie-Britannique aménagées pour la récolte de bois, et de l'enfouissement de déchets industriels et urbains.

Par rapport aux objectifs de l'évaluation fixés par le gouvernement du Canada (1995), nous tirons les conclusions suivantes :

- Les éléments nutritifs libérés dans l'environnement dans le cadre d'activités humaines produisent des effets nuisibles sur certains écosystèmes, suscitent des inquiétudes relatives à la qualité de vie des Canadiens et, à l'occasion, présentent une menace pour la santé humaine.
- Les éléments nutritifs ont tendance à produire ces effets lorsqu'ils se présentent sous certaines formes. Par exemple, les apports de phosphore ont accéléré l'eutrophisation de la plupart des plans d'eau intérieurs, dont les concentrations de cet élément sont limitées par nature. En revanche, le lessivage d'azote sous forme de nitrates a fait augmenter la fréquence et la portée géographique des cas de dépassement, dans les eaux souterraines, des limites fixées pour les nitrates dans les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Les préoccupations relatives à la présence d'éléments nutritifs dans l'atmosphère ont trait en grande partie au rôle de l'azote inorganique dissous (sous la forme de nitrates et d'ammonium) comme engrais dans les écosystèmes forestiers et agent causal des précipitations acides, du monoxyde d'azote (NO) dans la production du smog urbain et de l'oxyde nitreux dans l'effet de serre causant le réchauffement planétaire.
- Jusqu'à présent, les répercussions les plus importantes et les plus évidentes des apports d'éléments nutritifs se sont manifestées dans les écosystèmes aquatiques et ont entraîné l'altération d'utilisations des eaux. Néanmoins, on a observé les premiers symptômes des effets négatifs de ces apports sur les écosystèmes forestiers.

Les problèmes environnementaux attribuables aux quantités excessives d'éléments nutritifs sont moins graves et ont tendance à être plus localisés au Canada que dans les pays où les peuplements humains et la production agricole datent de longtemps. Cela s'explique par le fait que notre population est relativement faible par rapport à l'étendue du territoire et par les mesures de protection prises par les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux au cours des trente dernières années. Vu les problèmes déjà causés par les charges d'éléments nutritifs au pays et les préoccupations qui se font jour, il est primordial de ne pas annuler les progrès réalisés grâce au traitement des eaux usées et à d'autres mesures de contrôle en relâchant les normes ou en se laissant dépasser par la croissance démographique. Il faut continuer d'intégrer les moyens scientifiques les meilleurs et les plus évolués aux solutions pratiques mises en œuvre pour maintenir ou améliorer la qualité de l'air, des ressources en eau et des sols au Canada.

Table des matières

1.0 Introduction	1
1.1. Contexte	1
1.2. Programmes de réglementation fédéraux et mesures prises à ce jour	2
1.3. Raison d'être de l'étude	3
1.4. Objectifs du rapport	4
2.0 Cycles des éléments nutritifs	7
2.1. Cycle de l'azote	7
2.2. Cycle du phosphore	12
2.3. Conclusions	13
3.0 Sources anthropiques d'azote et de phosphore	17
3.1. Déchets municipaux	19
3.2. Rejets industriels	34
3.3. Charge liée aux activités agricoles	40
3.4. Accroissement du rendement de l'aquaculture et des pêches	52
3.5. Pratiques de gestion forestière	56
3.6. Transport des polluants et retombées atmosphériques	60
3.7. Conclusions	63
4.0 Effets de l'ajout d'éléments nutritifs sur les écosystèmes	69
4.1. Écosystèmes forestiers	70
4.2. Lacs	74
4.3. Cours d'eau	83
4.4. Milieux humides	90
4.5. Eaux côtières	96
4.6. Eau souterraine	104
4.7. Aperçu du problème posé par l'enrichissement dans les écozones canadiennes	108
4.8. Conclusions	113
5.0 Effets toxiques induits par l'ajout d'éléments nutritifs	117
5.1. Les études de laboratoires sur l'effets toxiques de l'azote	119
5.2. Toxicité de l'azote dans l'environnement au Canada	134
5.3. Effets toxiques indirects	145
5.4. Conclusions	152
6.0 Justification scientifique de la gestion des sources anthropiques d'éléments nutritifs	155
6.1. Réglementation, recommandations et pratiques de gestion optimales en vigueur au Canada	156
6.2. Règlements, recommandations et pratiques de gestion optimales en vigueur dans d'autres pays	182
6.3. Nouvelles technologies de réduction des charges d'éléments nutritifs	187
6.4. Conclusions	188

7.0 Nouveaux enjeux	191
7.1. Faibles concentrations de phosphore dans le secteur inférieur des Grands Lacs	191
7.2. Produits de dégivrage et de déglçage : craintes soulevées par l'utilisation d'urée aux aéroports canadiens.....	193
7.3 Brume blanche sur la partie sud de la vallée du bas Fraser	196
7.4 Effets des apports d'éléments nutritifs sur la biodiversité	197
7.5 Les produits ignifuges sauvent-ils ou détruisent-ils les forêts?	199
7.6 Intensification de l'agriculture	201
7.7 Évacuation des biosolides des eaux usées municipales	203
7.8 Expansion de l'aquaculture	204
7.9 Choix du site des installations municipales de traitement des eaux usées.....	205
7.10 Le lac Winnipeg: eutrophisation d'un grand lac du Manitoba.....	207
8.0 Conclusions	209
8.1 La problématique.....	209
8.2 Les effets des éléments nutritifs sur l'environnement au Canada	210
8.3 Sources des charges d'éléments nutritifs des eaux de surface et souterraines au Canada	212
8.4 Sources des charges d'éléments nutritifs des sols au Canada	216
8.5 Sources des charges dans l'atmosphère au Canada	217
8.6 Résumé.....	218
8.7 Manque d'information.....	219
8.8 Les défis de l'avenir.....	221
Références.....	223
Annexes	259
Annexe 1	260
Annexe 2	261
Annexe 3	262
Annexe 4	263
Glossaire.....	265