

**EFFET DES PROGRAMMES DE RÉDUCTION
DES ÉMISSIONS DE SO₂ SUR LA QUALITÉ
DES EAUX DE SURFACE DU QUÉBEC
MÉRIDIONAL**

André Bouchard, ing.

Rédigé pour le Centre Saint-Laurent
Conservation et Protection - Région du Québec
Environnement Canada

Mars 1994

AVIS DE RÉVISION

Le présent rapport a été examiné par le Centre Saint-Laurent, Direction de la conservation de l'environnement, Environnement Canada, qui en a autorisé la publication. Cette autorisation ne signifie pas nécessairement que le contenu du rapport reflète les opinions et les politiques du Ministère. Les mentions de marques de commerce ou de produits commerciaux ne signifient aucunement que leur utilisation est recommandée.

COMMENTAIRES DES LECTEURS

Veuillez adresser vos commentaires sur le contenu du présent rapport au Centre Saint-Laurent, Direction de la conservation de l'environnement, Environnement Canada, 1141 Route de l'Église, Sainte-Foy, Québec, G1V 4H5.

NOTE

Étude d'intérêt fédéral-provincial à frais partagés réalisée dans le cadre de la Convention Canada-Québec sur la surveillance continue de la qualité de l'eau.

© Ministre des Approvisionnements et
Services Canada 1994

N° de catalogue En153-37/1994F

ISBN 0-662-99897-9

PERSPECTIVE DE GESTION

La présente étude a été réalisée dans le cadre du Programme sur le transport à distance des polluants aéroportés (TADPA) du Plan vert du Canada. Elle visait à vérifier l'efficacité des programmes canadien et américain de lutte contre les pluies acides en contribuant à la détermination du rythme et de l'ampleur de la récupération des lacs du Québec méridional endommagés par les pluies acides. En ce qui concerne l'indicateur d'exposition aux précipitations acides, des réductions significatives de l'ordre de 8 à 33 p.100 des concentrations de SO_4 ont été détectées dans 82 p.100 des lacs échantillonnés. Pour ce qui est de l'acidification des lacs, les améliorations sont moins importantes car en 1992, 42 p.100 des lacs du réseau ont encore un pH moyen inférieur à 6. Parmi les lacs utilisés dans l'analyse temporelle (38 lacs à l'ouest de la rivière Saguenay), 21 p.100 sont toujours en voie d'acidification. Le même pourcentage de lacs (21 p.100) montre cependant une augmentation significative de la capacité de neutralisation des acides. Sur la base des réductions des émissions de SO_2 envisagées, le pourcentage de lacs à l'ouest de la rivière Saguenay avec un pH inférieur à 6 devrait passer de 29 à 16 p.100 en 2003.

MANAGEMENT PERSPECTIVE

This study was conducted as part of the Long-Range Transport of Airborne Pollutants (LRTAP) program under Canada's Green Plan. Its aim was to verify the effectiveness of Canadian and American acid rain control measures by helping to determine the rate and extent of recovery of southern Québec lakes damaged by acid rain. In terms of the indicator of exposure to acid rain, significant reductions in SO_4 concentrations ranging from 8% to 33% were detected in 82% of sampled lakes. As for lake water acidification, the improvements are less important. In 1992, average pH values were still below 6 for 42% of network lakes. Twenty-one percent of the lakes used in the temporal analysis (38 lakes west of the Saguenay River) are still acidifying. However, the same percentage of lakes (21%) show a significant increase in acid-neutralizing capacity. Based on expected SO_2 emission reductions, the percentage of lakes west of the Saguenay River with pH levels below 6 should drop from 29% to 16% in the year 2003.

RÉSUMÉ

Avec la mise en place des programmes canadien et américain de lutte contre les pluies acides, la vérification de la récupération de la qualité des eaux lacustres au Québec méridional prend une importance particulière vu les fortes retombées acides qu'on y enregistre. En 1992, 42 p.100 des lacs du réseau TADPA-Québec (RTQ) avaient un pH inférieur à 6 (seuil nécessaire à la protection des organismes aquatiques) et dans 6 p.100 des lacs, l'alcalinité Gran était inférieure à 0 (aucune capacité de neutralisation des acides).

Les réductions des dépôts atmosphériques de SO_4 (et de H^+) mesurées aux stations repères de Chalk River et de Montmorency, de 1983 à 1991, correspondent aux diminutions de SO_4 de 8 à 33 p.100 mesurées dans 82 p.100 des lacs du RTQ de décembre 1984 à décembre 1992. La récupération des lacs est cependant lente. Par exemple, le pourcentage de lacs en voie de récupération à l'ouest de la rivière Saguenay pour ce qui est de l'alcalinité de l'eau, est de 21 p.100. On y retrouve aussi le même pourcentage de lacs en voie d'acidification. En 1992, les moyennes régionales de pH et d'alcalinité sont cependant plus élevées dans les régions abritant les lacs les plus sensibles (Réserve faunique des Laurentides, Mauricie et Côte-Nord).

Plusieurs facteurs peuvent expliquer la lenteur de la récupération du pH et de l'alcalinité des lacs. Premièrement, quinze des 38 lacs du réseau à l'ouest de la rivière Saguenay montrent des hausses significatives des concentrations de NO_3 entre décembre 1984 et décembre 1992, dont cinq des six lacs de la région du Pontiac. De plus, de 1986 à 1989, 53 p.100 des lacs échantillonnés à l'ouest du Saguenay recevaient des charges atmosphériques de SO_4 supérieures à leurs seuils critiques nécessaires au maintien d'un pH de 6.

L'application du modèle SIGMA/SLAM montre que les dépôts de SO_4 prévus pour l'an 2003 (près de 26,9 p.100 inférieurs à la moyenne des dépôts annuels reçus entre 1986 et 1989) devraient permettre de ramener de 29 à 16 p.100, soit de 11 à 6, les lacs du réseau avec pH inférieur à 6.

ABSTRACT

The Canadian and American programs to fight acid rain involve verifying the recovery of lake water quality in southern Québec. This work is particularly important given the heavy acidic deposition in these lakes. In 1992, 42% of LRTAP-Québec network (LQN) lakes had pH values below 6 (necessary for the protection of aquatic organisms), and 6% had negative Gran alkalinity (no acid-neutralizing capacity).

Reductions in atmospheric deposition of SO_4 (and H^+), as measured at the Chalk River and Montmorency stations between 1983 and 1991, correspond to SO_4 reductions between 8 and 33% in 82% of LQN lakes from December 1984 to December 1992. The recovery of network lakes is slow however: 21% of lakes situated west of the Saguenay River are recovering (in terms of alkalinity), while the same percentage of lakes (21%) are acidifying. In 1992, regional means for pH and alkalinity were higher in regions with the most sensitive lakes (Laurentides Wildlife Reserve, Mauricie and Côte-Nord).

Several factors may be contributing to the slow recovery of Québec lakes in terms of pH and alkalinity. First, fifteen of 38 network lakes situated west of the Saguenay River showed increased NO_3 concentrations from December 1984 to December 1992 including five of the six lakes located in the Pontiac region. As well, between 1986 and 1989, 53% of sampled lakes west of the Saguenay River received SO_4 loadings above the critical loads needed to maintain a pH of 6.

Using the SIGMA/SLAM model, we show that the forecasted reduction in SO_4 loading for the year 2003 (established at 26,9% in comparison to average annual loading between 1986 and 1989) could permit a reduction in the percentage of network lakes with pH values below 6 from 29 to 16% (from 11 lakes to six).

REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier les personnes suivantes pour l'aide précieuse apportée tout au long de la préparation de ce document; Madeleine Papineau, Jacques Dupont et John Haemmerli, pour la révision; Denis Labonté, pour les aspects de présentation graphique ainsi que le travail de terrain; Robert Hélie, Mario Janson et Jean-François Cantin, pour le travail de terrain, de même que le personnel des laboratoires de Longueuil et de Burlington pour le support continu au fil des années. J'aimerais aussi remercier Bob Vet du Service de l'environnement atmosphérique pour les données sur les charges atmosphériques pour les stations CAPMoN de Sutton et de Chalk River, ainsi que John Ion, qui a réalisé certaines des analyses sur les données de précipitations.

TABLE DES MATIÈRES

AVIS DE RÉVISION / COMMENTAIRES DES LECTEURS / NOTE	ii
PERSPECTIVE DE GESTION	iii
MANAGEMENT PERSPECTIVE	iv
RÉSUMÉ	v
ABSTRACT	vi
REMERCIEMENTS	vii
LISTE DES FIGURES	x
LISTE DES TABLEAUX	xii
1 INTRODUCTION	1
2 MATÉRIEL ET MÉTHODES	5
2.1 Caractéristiques du réseau TADPA-Québec en 1992	5
2.2 Validation des données de 1992	10
2.3 Méthodologie statistique et modèles utilisés	14
2.4 Caractérisation de la qualité de l'eau des lacs du RTQ en 1992	16
3 ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA QUALITÉ DES PRÉCIPITATIONS	18
4 ÉVOLUTION DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE DÉCEMBRE 1984 À DÉCEMBRE 1992	22
4.1 Données utilisées et caractéristiques des séries chronologiques	23
4.2 pH	24
4.3 Alcalinité totale et Gran	28
4.4 Minéralisation	31
4.5 Sulfates	34
4.6 Composés azotés	38
4.7 Matière organique	40
4.8 Métaux lourds	42
4.9 Rapport HCO_3/SO_4	42
4.10 Comportement des lacs du RTQ face à l'acidification	43

5	ÉVOLUTION DES MOYENNES RÉGIONALES DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE DÉCEMBRE 1984 À DÉCEMBRE 1992	51
6	COMPARAISON INTER-ANNUELLE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DES LACS DU RTQ	57
6.1	Aspects statistiques	57
6.2	Résultats des comparaisons inter-annuelles	59
6.2.1	pH	59
6.2.2	Alcalinité totale et Gran	62
6.2.3	Minéralisation	62
6.2.4	Sulfates	66
6.2.5	Autres variables	66
6.2.6	Seuils de tendances détectés	67
7	EFFET DES RÉDUCTIONS FUTURES DES ÉMISSIONS DE SO₂ ET ÉVALUATION DES DÉPÔTS CRITIQUES POUR LES LACS DU RTQ	68
8	CONCLUSION	75
	RÉFÉRENCES	79
	ANNEXES	85
1	Banque de données physico-chimiques de 1992	87
2	Liste des valeurs aberrantes identifiées en 1992	100
3	Résultats de l'analyse des séries chronologiques du RTQ de décembre 1984 à décembre 1992 (mai 1986 à décembre 1992 - région 6)	101
4	Résultats de l'analyse temporelle appliquée aux moyennes régionales (tournées spatiales) de décembre 1984 à décembre 1992 (mai 1986 à décembre 1992 pour la région 6)	120
5	Comparaisons inter-annuelles de la qualité de l'eau des lacs du RTQ de 1985 (1986 pour la région 6 et 1989 pour les régions 7 et 8) à 1992	122
6	Moyennes annuelles régionales pour quelques variables de la qualité de l'eau de 1985 à 1992	126

LISTE DES FIGURES

1	Carte de localisation des lacs du RTQ en 1992	6
2	Somme des anions et somme des cations et conductivité mesurée vs conductivité calculée pour les lacs du RTQ en 1992	11
3	Précipitations annuelles, dépôts humides de SO_4 et dépôts humides de NO_3 pour les stations RCEPA de Chalk River, Sutton et Montmorency	20
4	Évolution du pH pour six lacs du RTQ de décembre 1984 (mai 1986 pour les lacs de la région 6) à décembre 1992	25
5	Évolution de l'alcalinité (Gran et totale) pour six lacs du RTQ de décembre 1984 (mai 1986 pour les lacs de la région 6) à décembre 1992	30
6	Évolution de la somme des ions $\text{Ca} + \text{Mg}$ pour six lacs du RTQ de décembre 1984 à décembre 1992	32
7	Évolution des sulfates pour six lacs du RTQ de décembre 1984 (mai 1986 pour les lacs de la région 6) à décembre 1992	36
8	Évolution des nitrates pour six lacs du RTQ de décembre 1984 (mai 1986 pour les lacs de la région 6) à décembre 1992	39
9	Évolution de l'aluminium, du manganèse, du carbone organique dissous, de la silice et du rapport HCO_3/SO_4 pour six lacs du RTQ de décembre 1984 (mai 1986 pour les lacs de la région 6) à décembre 1992	41
10	Classification des lacs du RTQ d'après les tendances temporelles (décembre 1984 à décembre 1992)	46
11	Changement des moyennes régionales de pH, d'alcalinité, de SO_4 et de $\text{Ca} + \text{Mg}$ pour les lacs de la région 1 de 1985 à 1992	53
12	Changement des moyennes régionales de pH, d'alcalinité, de SO_4 et de $\text{Ca} + \text{Mg}$ pour les lacs de la région 2 de 1985 à 1992	54
13	Changement des moyennes régionales de pH, d'alcalinité, de SO_4 et de $\text{Ca} + \text{Mg}$ pour les lacs de la région 6 de 1985 à 1992	55

14	Moyennes annuelles régionales de pH et d'alcalinité pour les régions 1 à 6 du RTQ de 1985 à 1992	61
15	Évolution du pH, de l'alcalinité, de SO_4 et de $\text{Ca} + \text{Mg}$ pour les lacs de la région 7 (Côte-Nord)	63
16	Évolution du pH, de l'alcalinité, de SO_4 et de $\text{Ca} + \text{Mg}$ pour les lacs de la région 8 (Côte-Nord)	64
17	Moyennes annuelles régionales de SO_4 et de $\text{Ca} + \text{Mg}$ pour les régions 1 à 6 du RTQ de 1985 à 1992	65
18	Localisation des stations REPO utilisées pour SIGMA/SLAM	70
19	Dépôts humides de SO_4 prévus en 2003 après la mise en place des programmes canadien et américain de réduction de SO_2	71
20	Seuils critiques de SO_4 pour les lacs du RTQ tels que calculés avec SIGMA/SLAM	73

LISTE DES TABLEAUX

1	Réponse des eaux lacustres aux changements dans les précipitations	2
2	Liste des lacs du RTQ en 1992	8
3	Comparaison des résultats analytiques de Ca, Mg et Na mesurés par absorption atomique et par émission atomique - Données de novembre 1991	13
4	Tests non paramétriques de détection de tendances utilisés dans le cadre du RTQ	15
5	Caractérisation physico-chimique des lacs du RTQ en 1992	17
6	Tendances dans les données mensuelles de précipitations de trois stations RCEPA pour la période de 1983 à 1991	19
7	Sommaire des tendances dans la qualité de l'eau des lacs du RTQ de décembre 1984 à décembre 1992 (mai 1986 à décembre 1992 pour la région 6)	26
8	Sommaire de la classification des lacs du RTQ selon le comportement du pH, de SO_4 , de Ca + Mg et de l'alcalinité de décembre 1984 à décembre 1992	44
9	Évolution du pH, de l'alcalinité et du SO_4 pour les lacs du RTQ montrant des tendances à l'acidification et à la récupération	45
10	Changements pour les cations basiques, le SO_4 et le HCO_3 observés pour quelques lacs du RTQ de décembre 1984 à décembre 1992 en $\mu\text{eq/L}$	48
11	Résultats de l'analyse temporelle des moyennes régionales de la qualité de l'eau des lacs du RTQ de décembre 1984 à décembre 1992	52
12	Intervalles de confiance sur la moyenne régionale calculés avec les données spatiales de 1992 (tournées de mai/juin et de novembre/décembre 1992) au seuil de $\alpha=5\%$	58

13	Sommaire de la comparaison des moyennes régionales de la qualité de l'eau des lacs du RTQ de 1985 (1986 pour la région 6 et 1989 pour les régions 7 et 8) et de 1992 effectuée au moyen du test de Wilcoxon pour échantillons appariés	60
14	Effet des réductions envisagées des dépôts de SO_4 sur la qualité de l'eau des lacs du RTQ tel qu'estimé avec SIGMA/SLAM	72

Cette page est blanche dans le document original

1 INTRODUCTION

Afin de réduire l'impact des précipitations acides sur les écosystèmes lacustres canadiens, le gouvernement du Canada mettait sur pied, en 1985, un programme national de réduction des émissions de SO_2 (dioxyde de soufre), principal polluant responsable des précipitations acides. Ce programme, conclu avec les sept provinces de l'est du pays, prévoyait pour 1994, une réduction de 40 p.100 des émissions de SO_2 par rapport au niveau de 1980 (les émissions passeraient de 3820 à 2300 kilotonnes). En 1990, les émissions de SO_2 provenant de l'est du Canada se chiffraient à 2577 kilotonnes. Ceci indique que 82 p.100 de l'objectif de réduction de SO_2 était atteint à ce moment. Du côté des États-Unis, d'où provient la moitié des dépôts acides au Canada (CCRS, 1990), un programme de lutte contre les pluies acides a été adopté en 1990. Le *Clean Air Act* engage les États-Unis à réduire ses émissions de SO_2 d'environ 40 p.100 par rapport aux niveaux de 1980, pour l'an 2000 (Canada/États-Unis, 1992). En 1990, les émissions américaines de SO_2 n'avaient baissé que de 9 p.100 par rapport à 1980.

Au Québec, les premières réductions significatives des concentrations de SO_4 (sulfates) dans l'eau des lacs ont été démontrées dans la région de l'Outaouais sur quatre lacs du réseau TADPA-Québec (RTQ), par l'analyse temporelle des séries de données récoltées entre 1983 et 1988 (Bouchard et Haemmerli, 1992 - tableau 1). D'autres réductions significatives de SO_4 étaient par la suite mises en évidence dans 65 p.100 des lacs du RTQ (26 sur 40) situés entre la rivière des Outaouais et la rivière Saguenay pour la période de 1985 à 1990 sans toutefois démontrer de tendance nette en ce qui concerne le pH et l'alcalinité qui sont les principaux indicateurs de récupération des eaux lacustres (Bouchard, 1992a). Les baisses de SO_4 se sont généralisées dans l'eau des lacs du Québec méridional en 1991 (78 p.100 des lacs - 33 sur 42) et une amélioration des moyennes régionales de pH et d'alcalinité a été notée dans certaines régions pour cette année (Bouchard, 1992b). Les réductions des émissions de SO_2 étaient probablement trop récentes pour permettre une récupération

Tableau 1 **Réponse des eaux lacustres aux changements dans les précipitations**

<i>Auteurs</i>	<i>Région</i>	<i>Période</i>	ΔSO_4 $\mu\text{eq/L}$	ΔpH <i>unité</i>	$\Delta \text{Alc.}$ $\mu\text{eq/L}$	ΔCb $\mu\text{eq/L}$
Bouchard et Haemmerli (1992)	Outaouais	83-88 (4 lacs)	-22	-0.3	-17	22
Bouchard (1992b)	Ouest du Saguenay	85-91 (42 lacs)	-18	-0.1	-9	-6
Dupont (1992)	Rouyn-Noranda	82-91 (55 lacs)	-42	-0,2	-2	-43
Keller <i>et al.</i> (1992)	Sudbury	81-89 (41 lacs)	-40	+0,2	+6	-26

Légende : Alc. = alcalinité; Cb = Cations basiques (Ca + Mg); Δ = changement.

plus généralisée du pH et de l'alcalinité. Les baisses de cations semblaient contrebalancer en partie les baisses de SO_4 lorsque l'alcalinité ne répondait pas, et ce, pour plusieurs lacs.

Un rééchantillonnage de lacs de la région de Rouyn-Noranda a été effectué en 1991 par le ministère de l'Environnement du Québec (Dupont, 1992). Cette étude démontre l'effet des réductions d'émissions de SO_2 de la part de Mines Noranda Ltée sur la qualité de l'eau des lacs de la région. En comparant les données de 1982 et de 1991, on constate une baisse de 42 $\mu\text{eq/L}$ dans les concentrations de SO_4 pour les lacs non dominés par les anions organiques et non affectés par des conditions réductrices. Cette baisse de SO_4 n'est cependant pas accompagnée de hausses de pH ou d'alcalinité. Une diminution des concentrations de cations (calcium + magnésium) de l'ordre de 43 $\mu\text{eq/L}$ a cependant été observée (tableau 1).

Les dernières études effectuées dans la région de Sudbury en Ontario, située à environ 200 km à l'ouest de la province de Québec approximativement à la

hauteur de la région du Pontiac, ont démontré qu'il y a eu des hausses de pH et d'alcalinité ainsi que des baisses de SO_4 , Ca (calcium), Mg (magnésium), Al (aluminium) et Mn (manganèse) dans les lacs de la région jusqu'au milieu des années 1980 en réponse aux fortes baisses des émissions de SO_2 par les fonderies de la région (Keller *et al.*, 1992). Cependant, ces améliorations ont cessé vers la fin des années 1980 et on a même observé une détérioration de la qualité de l'eau dans certains cas. La détérioration observée entre 1987 et 1989 est expliquée surtout par les variations extrêmes dans les quantités de précipitations reçues (Keller *et al.*, 1992).

Aux États-Unis, des tendances à la baisse pour les sulfates, et à la hausse pour les nitrates, ont été détectées pour les lacs des Adirondacks (depuis 1982) ainsi que pour les cours d'eau de la région des monts Catskill (depuis 1970) (Canada/États-Unis, 1992). Cependant, très peu de tendances ont été détectées pour le pH et l'alcalinité des eaux dans ces deux régions. Dans la région de Hubbard Brook (New Hampshire), pour la période de 1964 à 1987, les tendances à la baisse dans les sulfates coïncident avec des baisses de cations sans grand changement dans l'état d'acidité des eaux (Driscoll *et al.*, 1989b). Ce comportement a été expliqué surtout par des baisses de sulfates et de cations dans les dépôts atmosphériques.

Le présent rapport intègre les données récoltées en 1992 dans le cadre du RTQ. Une caractérisation du comportement temporel et spatial des variables physico-chimiques mesurées dans l'eau des lacs du RTQ sera effectuée pour la période allant de décembre 1984 à décembre 1992. Une attention particulière sera portée au comportement du pH et de l'alcalinité de l'eau qui, dans la majorité des lacs, n'ont pas réagi aux baisses des concentrations de SO_4 (Bouchard, 1992b). Dans plusieurs lacs du RTQ, les baisses des concentrations de SO_4 se sont traduites par des baisses de cations. Un décalage entre les baisses de SO_4 et la réponse du pH et de l'alcalinité de l'eau pourrait expliquer le peu de récupération observé pour ces deux dernières variables et cette possibilité sera donc examinée. L'ampleur des changements du Ca+Mg (calcium + magnésium) dans les eaux lacustres ainsi que dans les

précipitations sera aussi examinée afin de vérifier l'effet potentiel des apports atmosphériques sur les baisses de cations observées.

La majorité des études portant sur l'acidification des eaux lacustres dans les années 1980 ont été concentrées sur les effets des sulfates qui sont principalement responsables de cette acidification. Cependant, durant les dernières années, plusieurs chercheurs ont démontré l'effet potentiel d'acidification par les nitrates (Schindler *et al.*, 1985; Grennfelt et Hultberg, 1986; Dillon et Molot, 1990; Kelly *et al.*, 1990; Rudd *et al.*, 1990; Murdoch et Stoddard, 1992). Certaines évidences d'acidification par les nitrates ont récemment été démontrées en Europe (CCRS, 1990). De plus, des chercheurs ont trouvé que l'efficacité d'acidification des eaux lacustres par l'acide nitrique (HNO_3) est plus élevée que ce que l'on croyait précédemment. Rudd *et al.* (1990) démontrent, à partir d'ajout expérimental d' HNO_3 et de H_2SO_4 dans un lac de l'Ontario, que l'efficacité d'acidification par HNO_3 est environ la moitié de celle produite par H_2SO_4 . En 1988, le gouvernement du Canada signait le *Protocole de Sophia sur les NO_x* et s'engageait à développer, pour 1996, une stratégie de contrôle des émissions de NO_x basée sur les dépôts critiques. L'évolution des nitrates dans l'eau des lacs du RTQ a donc été examinée dans le présent rapport. On s'est intéressé tout particulièrement à l'effet potentiel des nitrates comme facteur explicatif du manque de récupération du pH et de l'alcalinité de l'eau.

Le comportement particulier des lacs de la région du Pontiac qui n'ont pas démontré de baisses de SO_4 au même rythme que les lacs des autres régions, est examiné en considérant le comportement d'autres lacs échantillonnés dans la région ainsi que dans la région de Sudbury en Ontario. Finalement, on tente de prévoir l'état de la qualité de l'eau des lacs du RTQ en considérant les niveaux des émissions de SO_2 anticipées pour les prochaines années. Cette démarche sert à fixer un objectif de récupération relativement au nombre de lacs avec pH supérieur à 6 (seuil de pH adéquat pour la protection des organismes aquatiques - CCRS, 1990).

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Caractéristiques du réseau TADPA-Québec en 1992

Le Réseau TADPA-Québec (RTQ) a été conçu pour la surveillance du comportement temporel (amélioration ou dégradation) et spatial (expansion ou réduction des territoires touchés) de la qualité de l'eau des lacs du sud du Québec. La région cible est une bande de territoire de 150 km de largeur située sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent entre la rivière des Outaouais à l'ouest et la région de Sept-Îles à l'est (figure 1). Elle est divisée en huit sous-régions homogènes définies en fonction de leurs caractéristiques de pH, d'alcalinité, de sulfates et de la somme des ions Ca + Mg (tableau 5). La division du territoire en régions homogènes du point de vue physico-chimique a pour effet de réduire le nombre de stations nécessaires à l'obtention d'un estimé convenable des paramètres statistiques (moyenne régionale, variance) associés aux quatre variables mentionnées.

La connaissance de la variabilité temporelle implique un nombre de stations réduit échantillonnées à une fréquence plus élevée, tandis que la connaissance de la variabilité spatiale implique un grand nombre de stations échantillonnées moins souvent. Afin de concilier les deux objectifs, des densités relatives de stations dites *temporelles* (échantillonnées six fois par année) et de stations dites *spatiales* (échantillonnées deux fois par année) ont été attribuées à chaque région homogène. L'objectif statistique du RTQ, qui est rattaché aux stations temporelles, est de détecter une tendance égale à l'écart type de la série des résidus après sept à dix ans avec un niveau de confiance $(1-\alpha)$ et une puissance du test $(1-\beta)$ de 90 p.100 chacun. Ceci permettra d'affirmer hors de tout doute si les programmes de réduction des émissions de SO₂ ont un effet «démonstré» sur la qualité des eaux lacustres du Québec méridional.

Les lacs du RTQ sont des lacs de tête de bassin versant d'une longueur supérieure à 0,5 km. Ils ont été choisis afin d'éviter l'acidité naturelle liée à la présence de tourbières dans le bassin de drainage. Autant que possible, ceux-ci étaient exempts de perturbations majeures (activités humaines). De plus, depuis

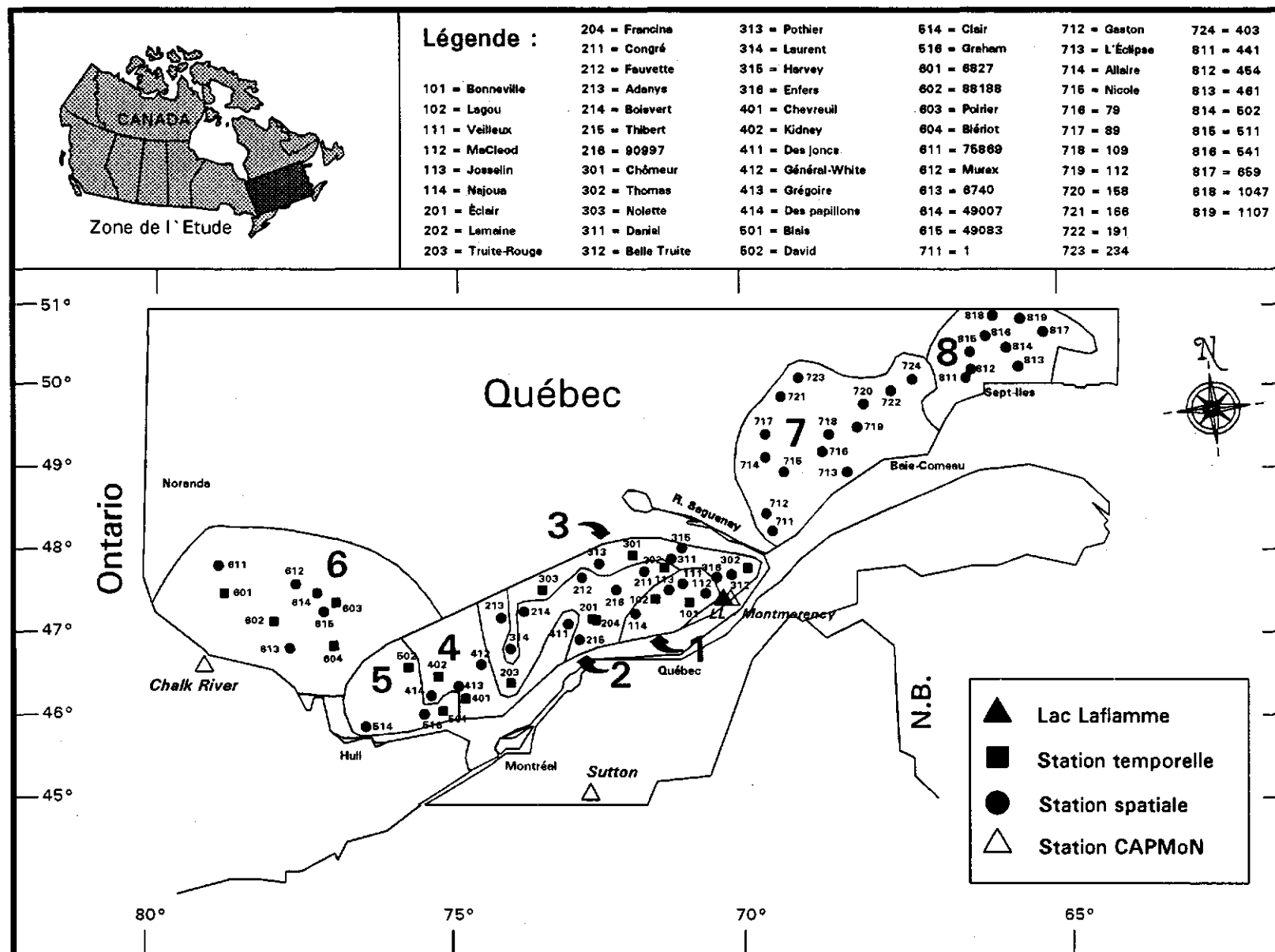


Figure 1 Carte de localisation des lacs du RTQ en 1992

1992, les lacs avec une alcalinité supérieure à 20 mg/L ne sont plus échantillonnés en raison de la faible sensibilité aux précipitations acides des lacs avec une alcalinité supérieure à ce seuil (Herlihy *et al.*, 1990).

L'échantillonnage des lacs du RTQ a débuté au mois de mai 1983 dans les régions homogènes 1 à 5. Le RTQ comptait alors 31 lacs. En mai 1986, six lacs de la région du Pontiac étaient intégrés au réseau et en 1989, 23 lacs de la région de la Côte-Nord venaient s'y ajouter. En 1992, quatre stations spatiales de la région de l'Outaouais ont été retranchées du RTQ en raison de leur faible sensibilité aux précipitations acides (alcalinité supérieure à 20 mg/L). La même année, deux stations spatiales dans la région 3, une station spatiale et une station temporelle dans la région 2 et trois stations spatiales dans la région 6, étaient ajoutées au RTQ (Bouchard, 1992a).

En 1992, le RTQ comprenait 18 stations temporelles, 27 stations spatiales situées à l'ouest de la rivière Saguenay qui sont échantillonnées deux fois par année (en mai et novembre), et 23 stations de la Côte-Nord échantillonnées annuellement au mois de juin. Ces lacs font partie de la *Convention Canada-Québec relative à la surveillance de la qualité des eaux* en tant que stations fédérales-provinciales depuis 1990. La localisation des bassins versants échantillonnés dans le cadre du RTQ apparaît à la figure 1 et la liste des lacs est donnée au tableau 2. Les dates d'échantillonnage, le protocole d'échantillonnage ainsi que les méthodes d'analyse physico-chimique figurent dans Dubois *et al.* (1992). Ce rapport comprend aussi la documentation relative à l'impact sur les résultats analytiques d'un changement de laboratoire au mois de décembre 1984 (du laboratoire national de la qualité de l'eau à Burlington au laboratoire régional de la qualité de l'eau à Longueuil). La description des caractéristiques physiographiques, géologiques et bio-physiques propres aux bassins versants du RTQ figure dans Bouchard (1992a).

Tableau 2 **Liste des lacs du RTQ en 1992**

Numéro	Nom	Code NAQUADAT	Longitude	Latitude	Date d'entrée
RÉGION 1 Réserve Faunique des Laurentides					
101	Bonneville	01QU02PC0001	71 24 20	47 16 40	83/06/06
102	Lagou	01QU02PB0003	71 49 20	47 18 15	83/06/08
111	Veilleux	01QU02PB0004	71 34 30	47 23 40	83/06/06
112	Macleod	01QU02PE0001	70 58 40	47 28 00	83/06/06
113	Josselin	01QU02PB0005	71 40 00	47 22 00	84/06/05
114	Najoua	01QU02PB0002	72 05 00	47 02 30	83/06/05
RÉGION 2 Mauricie, nord-ouest de la Réserve Faunique des Laurentides et nord de Montréal					
201	Eclair	01QU02NF0003	73 00 10	46 51 20	83/06/01
202	Lemaine	01QU02RG0002	71 46 10	47 43 10	83/06/05
203	Truite Rouge	01QU02LC0015	74 05 00	46 09 00	84/04/01
204	Francina	01QU02NF0030	73 00 30	46 50 20	92/06/02
211	Congre	01QU02PA0002	72 01 40	47 42 00	83/06/05
212	Fauvette	01QU02NE0001	73 14 00	47 20 20	83/06/05
213	Adanys	01QU02NF0001	74 19 30	46 48 20	83/06/01
214	Boisvert	01QU02NF0002	74 02 40	46 45 30	83/06/01
215	Thibert	01QU02OC0003	73 10 00	46 39 00	84/01/31
216	MRN 90997	01QU02PA0037	72 23 10	47 18 30	92/11/24
RÉGION 3 nord de la Réserve Faunique des Laurentides et de la Mauricie					
301	Chômeur	01QU02NE0003	72 13 00	47 50 00	83/06/05
302	Thomas	01QU02RH0001	70 14 30	47 53 00	83/06/06
303	Nolette	01QU02NF0005	73 47 30	47 05 00	84/04/01
304	Lafamme	01QU02PD0001	71 07 00	47 19 00	83/06/06
311	Daniel	01QU02RG0001	71 48 20	47 47 20	83/06/05
312	Belle Truite	01QU02PF0001	70 35 40	47 49 30	83/06/05
313	Pothier	01QU02NE0002	73 02 30	47 38 30	83/06/05
314	Laurent	01QU02NF0021	74 12 00	46 28 30	83/06/01
315	Harvey	01QU02RG0025	71 38 00	47 55 00	92/11/24
316	Enfers	01QU02PF0009	70 54 30	47 43 40	92/12/08
RÉGION 4 Outaouais et nord-ouest de Montréal					
401	Chevreuil	01QU02LD0009	74 56 00	46 03 00	83/05/31
402	Kidney	01QU02LD0010	75 14 00	46 12 30	84/04/01
411	Des Jons	01QU02OC0002	73 23 00	46 45 00	83/06/01
412	Général-White	01QU02LC0016	74 41 00	46 22 00	84/05/28
413	Grégoire	01QU02LD0011	74 58 00	46 08 30	84/05/28
414	Des Papillons	01QU02LF0011	75 20 00	46 06 30	83/05/31
RÉGION 5 Outaouais					
501	Blais	01QU02LD0005	75 10 00	45 56 00	83/05/29
502	David	01QU02LF0002	75 35 00	46 18 30	83/05/31
514	Clair	01QU02LH0186	76 04 00	45 36 00	83/05/29
516	Graham	01QU02LF0003	75 23 00	45 48 00	83/05/29

Tableau 2 (suite)

Numéro	Nom	Code NAQUADAT	Longitude	Latitude	Date d'entrée
RÉGION 6 Pontiac-Témiscamingue					
601	MRN 6827	01QU02KJ0031	78 00 00	46 59 03	86/05/27
602	MRN 88188	01QU02KH0021	77 24 30	46 48 00	86/05/27
603	Poirier	01QU02LH0211	76 46 30	46 55 30	86/05/27
604	Blériot	01QU02KG0031	76 44 40	46 31 47	86/05/27
611	MRN 75869	01QU02JE0071	78 11 55	47 12 25	86/12/02
612	Murex	01QU02KG0051	77 08 35	47 05 40	87/05/26
613	MRN 6740	01QU02KH0004	77 15 00	46 31 00	92/12/02
614	MRN 49007	01QU02LG0017	76 58 00	46 59 00	92/12/02
615	MRN 49083	01QU02LH0215	76 50 00	46 53 00	92/12/02
RÉGION 7 Côte-Nord (secteur entre la rivière Saguenay et Baie-Comeau)					
711	MRN 16718 (#1)	01QU02SC0704	69 41 20	48 26 40	89/06/05
712	Gaston (#14)	01QU02SC0705	69 44 20	48 51 30	89/06/05
713	l'Éclipse (#36)	01QU02SB0716	68 53 00	49 01 10	89/06/05
714	Allaire (#48)	01QU02SC0702	69 48 00	49 09 10	89/06/05
715	Nicole (#50)	01QU02SB0712	69 28 00	49 07 10	89/06/05
716	MRN D5225 (#79)	01QU02SB0714	68 53 30	49 22 15	89/06/05
717	MRN D3352 (#89)	01QU02SB0711	69 40 40	49 27 10	89/06/05
718	MRN D5010 (#109)	01QU02SB0715	68 56 30	49 29 40	89/06/05
719	MRN D6207 (#112)	01QU02TC0722	68 27 15	49 31 50	89/06/05
720	MRN D4637 (#158)	01QU02TC0724	68 20 00	49 45 50	89/06/07
721	MRN E0220 (#166)	01QU02TE0731	69 21 30	49 54 20	89/06/07
722	MRN D145 (#191)	01QU02TC0729	67 55 30	49 56 20	89/06/07
723	(# 234)	01QU02TE0733	69 16 20	50 02 30	89/06/07
724	(# 403)	01QU02TC0730	67 42 30	50 11 10	89/06/07
RÉGION 8 Côte-Nord (secteur au nord de Sept-Iles)					
811	MRN B7638 (#441)	01QU02UA0744	66 53 30	50 23 20	89/06/07
812	MRN B7656 (#454)	01QU02UA0743	66 55 30	50 27 10	89/06/07
813	(# 461)	01QU02UC0758	66 02 30	50 26 00	89/06/06
814	(# 502)	01QU02UC0757	66 10 30	50 43 00	89/06/06
815	(# 511)	01QU02UC0751	66 39 30	50 49 30	89/06/06
816	(# 541)	01QU02UC0753	66 23 50	51 03 45	89/06/06
817	(# 659)	01QU02VA0772	65 33 20	50 59 30	89/06/06
818	(# 1047)	01QU02UC0755	66 11 10	51 27 00	89/06/06
819	(# 1107)	01QU02UC0761	65 46 40	51 22 40	89/06/06

Numéro : de la forme XYZ où X est le numéro de la région, Y est le statut de la station: 0 site temporel, 1 et 2 site spatial et Z un numéro arbitraire.

MRN : Numéro du ministère de l'Environnement, anciennement des Richesses naturelles

Note : Dans le cas des lacs des régions 7 et 8, les numéros entre parenthèses réfèrent aux numéros de carrés utilisés lors de l'inventaire de 1988.

2.2 Validation des données de 1992

Les données provenant des six tournées d'échantillonnage de 1992 figurent à l'annexe 1 du présent document. Les méthodes utilisées pour la validation des données de 1992 sont les mêmes que celles utilisées par Bouchard (1992b).

La méthodologie d'échantillonnage ainsi que la répétitivité des analyses physico-chimiques sont évaluées au moyen de triplicata prélevés à raison de un par trois jours d'échantillonnage (huit au total). L'examen des triplicata de 1992 a été effectué au moyen du test de Wilcoxon pour échantillons appariés. En tout, huit différences significatives ont été identifiées. Ces différences sont pour les variables suivantes : Ca (témoin2/témoin3 et témoin1/témoin3), pH (témoin1/témoin3), Mg (témoin2/témoin3), SO_4 (témoin2/témoin3 et témoin1/témoin3), couleur (témoin2/témoin3) et manganèse (témoin2/témoin3). Après examen des écarts identifiés, seules les différences pour le pH et le calcium étaient supérieures à la précision de la méthode analytique. Ces différences (moyenne de 0,04 pour le pH et de 0,028 et 0,033 pour le calcium) sont toutefois très petites de sorte que l'homogénéité de la méthodologie d'échantillonnage ainsi que la répétitivité des analyses en laboratoire sont jugées acceptables.

L'examen des bilans ioniques de même que la différence entre la conductivité mesurée et la conductivité calculée a entraîné six rejets au total. Le sommaire des valeurs notées comme étant aberrantes figure à l'annexe 2. Cette annexe présente aussi les valeurs rejetées par comparaison avec les valeurs historiques. En tout, 29 valeurs ont été rejetées sur la base des valeurs historiques pour chaque lac. Des problèmes avec l'appareillage d'échantillonnage auraient causé le rejet des valeurs de minéralisation pour les lacs Chevreuil, Kidney et David, pour le 29 janvier 1992.

Les écarts entre anions et cations sont représentés à la figure 2. La somme des cations comprend Ca, Mg, Na, K, H^+ , et NH_4 alors que la somme des anions est composée de SO_4 , Cl, NO_3 et HCO_3 . Les variables utilisées n'ont pas été corrigées pour les aérosols marins, la contribution ayant été évaluée comme étant négligeable par Bouchard (1992a). Le portrait présenté à la figure 2 est le même que

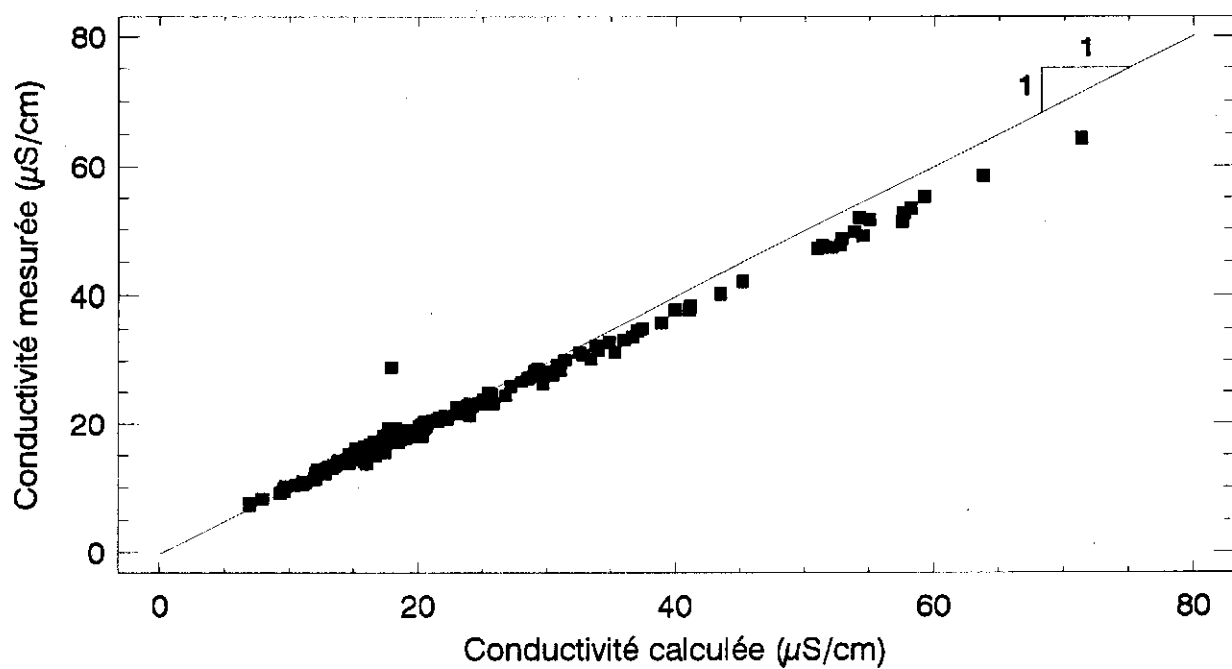
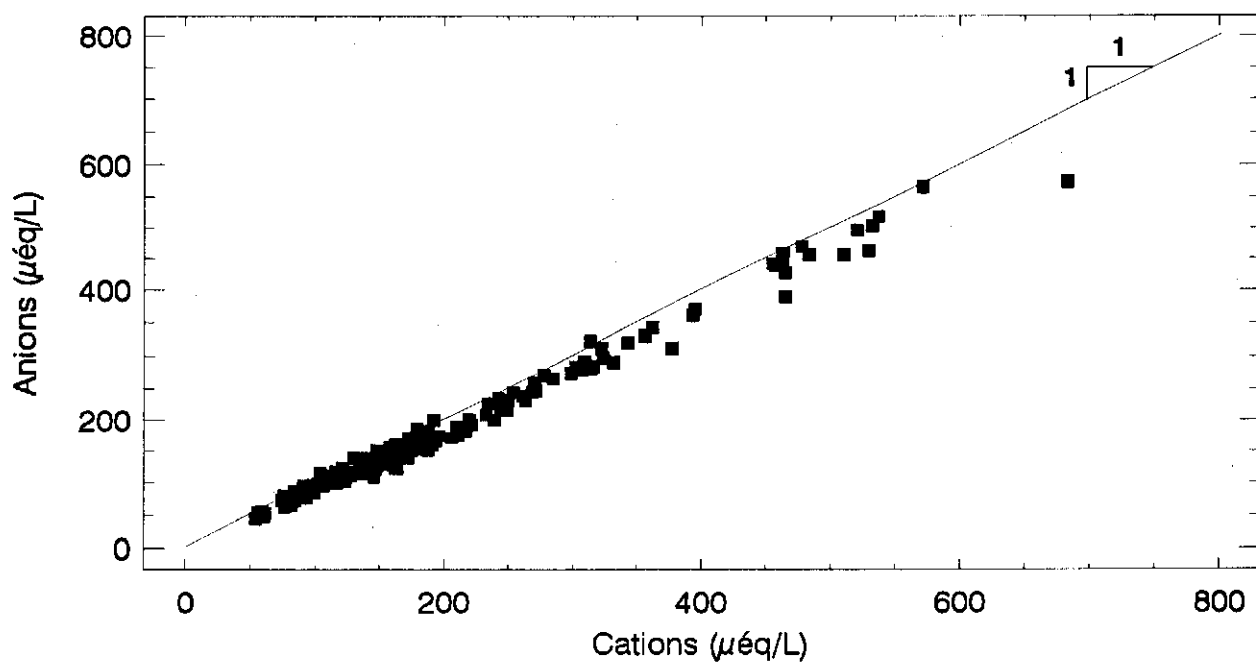


Figure 2 Somme des anions et somme des cations (haut) et conductiv   mesur  e vs conductiv   calcul  e (bas) pour les lacs du RTQ en 1992

celui présenté par Bouchard (1992b). L'application d'un test de Student sur les valeurs appariées démontre que la somme des cations est significativement plus élevée que la somme des anions de $17,34 \mu\text{eq/L}$ en moyenne soit de l'ordre de 9% ($n = 171$, intervalle de confiance de $[19,65 ; 15,04]$, $t = 14.84$, rejet de H_0). La figure 2 démontre aussi la différence entre la conductivité mesurée et la conductivité calculée. Le point qui est situé au-dessus de la courbe 1:1 représente la valeur de conductivité mesurée rejetée au lac Congr  (92/06/03).

  partir du mois de septembre 1991, un changement de méthode est intervenu pour la mesure du calcium, du magnésium et du sodium. L'absorption atomique avec flamme (AA) a été remplacée par l'émission atomique au plasma (ICP). Ce changement méthodologique a été document  par l'entremise de deux séries d'échantillons analysés en double dont les résultats de comparaison pour la période de novembre/décembre 1991 sont présentés au tableau 3.

Les résultats obtenus par ICP pour Ca et Mg sont très similaires à ceux obtenus par AA et sont donc utilisés sans modification pour l'analyse des séries chronologiques. Dans le cas du sodium, les valeurs obtenues depuis le mois de septembre 1991 sont corrigées avec le modèle de régression apparaissant au tableau 3 en raison de la différence entre les résultats produits par les deux méthodes.

Durant l'été de 1991, la région au nord de Baie-Comeau et de Forestville a été affectée par des feux de forêt importants. Après vérification durant la tournée d'échantillonnage de juin 1992, seuls les lacs n 14 (712), n 36 (713), n 109 (718) et n 79 (716) ont été affectés à des degrés divers par ces feux. Le bassin du lac n 14 a été entièrement brûlé. C'est le seul des quatre lacs pour lequel il a été possible de noter une certaine régénération en plantes herbacées qui couvrait 5 à 10 p.100 du bassin seulement. Il faut noter que le bassin versant de ce lac avait déjà été affecté au préalable par une coupe forestière sur environ 75 p.100 de sa superficie. Dans le cas du lac n 36, environ 70 p.100 de la superficie du bassin versant a été brûlée, dont 50 p.100 jusqu'au socle rocheux. Seulement 5 p.100 du bassin versant du lac n 109 et environ 50 p.100 du bassin versant du lac n 79 ont été touchés par les feux. Pour ce dernier lac, 30 p.100 du bassin ont été brûlés en profondeur.

Tableau 3 Comparaison des résultats analytiques de Ca, Mg et Na mesurés par absorption atomique (AA) et par émission atomique (ICP) - Données de novembre 1991 (modèle $ICP = a \cdot AA + C$)

Paramètre	Pente	Constante	R^2	Correction
Ca (mg/L)	1,072 (R)	0,014 (A)	0,999	--
Mg (mg/L)	1,062 (R)	-0,035 (R)	0,999	--
Na (mg/L)	0,774 (R)	0,198 (R)	0,961	AA = 1,242 x ICP - 0,221

Légende : Pente : H_0 : Pente = 1, H_1 : Pente $\neq$ 1
 Constante : H_0 : Constante = 0, H_1 : Constante $\neq$ 0
 A = H_0 accepté avec $\alpha=0,05$ et R = H_0 rejeté avec $\alpha=0,05$.

La comparaison des données de 1992 avec les valeurs historiques pour les quatre lacs mentionnés ci-dessus révèle des différences surtout pour le pH, l'alcalinité, et la somme de Ca + Mg qui sont tous plus élevés en 1992 par rapport aux années précédentes. Bayley *et al.* (1992) ont trouvé, dans la région du nord-ouest de l'Ontario, que les feux de forêt pouvaient causer l'acidification de ruisseaux (augmentations d'anions acides forts et de cations basiques et diminutions de pH et d'alcalinité). L'effet sur le pH de l'eau était plus prononcé deux ans après le feu. Ces auteurs ont noté en particulier une forte augmentation des concentrations de SO_4 dans le ruisseau étudié causée par l'oxydation de la matière organique par le feu. Lorsqu'on examine les lacs de la Côte-Nord situés à l'extérieur de la zone touchée, les patrons de variation du pH, de l'alcalinité et de la somme des ions Ca + Mg pour ceux-ci sont les mêmes que ceux observés pour les quatre lacs ayant été affectés par les feux de forêt. L'absence de baisse de pH ou d'alcalinité dans les bassins affectés par le feu semble donc indiquer que soit l'impact des feux sur la qualité de l'eau a été minime ou encore qu'il est possiblement trop tôt pour en mesurer tout l'effet.

2.3 Méthodologie statistique et modèles utilisés

L'analyse des séries chronologiques de la qualité des eaux lacustres et des précipitations a été effectuée au moyen de tests non paramétriques de détection de tendances. L'approche non paramétrique est utilisée car celle-ci n'est pas liée à l'hypothèse de normalité de la distribution des variables de la qualité de l'eau. L'outil principal pour l'analyse des données est le logiciel DETECT (Cluis *et al.*, 1988) qui intègre les principaux tests non paramétriques de détection de tendances dans la qualité de l'eau. Ces tests ont été décrits par Berryman *et al.* (1988). Les tests utilisés dans la présente étude figurent au tableau 4. L'approche de DETECT est la suivante : chaque série chronologique est évaluée pour la présence de deux caractéristiques soit la persistance (autocorrélation significative), qui reflète une certaine dépendance entre les observations d'une même série, et la saisonnalité, qui représente une composante cyclique dans les données. La persistance est évaluée par l'entremise du calcul des coefficients d'autocorrélation, et la saisonnalité au moyen d'une analyse de variance sur des groupes définis au préalable par l'utilisateur. Lorsque les caractéristiques de base d'une série donnée ont été établies, le test non paramétrique de détection de tendances approprié peut être appliqué selon le barème donné au tableau 4. Le seuil de signification utilisé dans DETECT est de $\alpha = 0,05$ ce qui est plus strict que le seuil de signification de $\alpha = 0,10$ utilisé dans la conception du réseau. Les séries chronologiques des principales variables reliées à l'acidification des écosystèmes lacustres (pH, alcalinité, SO_4 et $\text{Ca} + \text{Mg}$) ont été évaluées sommairement pour la présence de tendances avec $\alpha = 0,10$ et certains résultats sont présentés dans le texte dans le but de compléter l'analyse initiale effectuée avec $\alpha = 0,05$. DETECT est utilisé autant pour les séries temporelles pour chaque lac traité individuellement que pour les séries de moyennes régionales.

L'approche utilisée pour l'analyse des lacs de la Côte-Nord se distingue en raison de la fréquence d'échantillonnage qui diffère des autres régions. L'évolution de la qualité de l'eau des lacs de cette région est évaluée en comparant les années d'échantillonnage entre elles au moyen du test de Wilcoxon pour échantillons appariés. Un test de Student pour échantillons appariés a aussi été appliqué aux

Tableau 4 Tests non paramétriques de détection de tendances utilisés dans le cadre du RTQ

Test	Pers.	Sais.	Puissance	Référence	n min
Kendall	--	--	0,98	1	9
Kendall Saisonnier	--	Oui	*	1	24
Spearman/Lettenmaier	Oui	--	0,98	2	20
Hirsch & Slack	Oui	Oui	*	3	120

* Aucune étude disponible sur la puissance de ce test.

1 = Hirsch *et al.* (1982).

2 = Lettenmaier (1976).

3 = Hirsch & Slack (1984).

Pers. = Persistance, Sais. = Saisonnalité.

valeurs annuelles. Cette méthode a aussi été appliquée aux six autres régions du RTQ afin d'obtenir un portrait d'ensemble de l'évolution des moyennes régionales annuelles des variables de la qualité de l'eau.

L'outil utilisé pour l'évaluation des dépôts critiques de SO_4 est le modèle SIGMA/SLAM (Système interactif de gestion des milieux acides/System for lake acidity management) développé par le ministère de l'Environnement du Québec (Dupont et Grimard, 1987). Ce modèle permet l'estimation directe de l'influence des retombées acides sur l'acidité d'un lac, ainsi que la détermination des seuils critiques de polluants aéroportés que pourrait recevoir une région ou un plan d'eau. Le modèle est fondé sur l'approche déterministe employée par Small et Sutton (1986) qui a été modifiée par l'intégration de certaines variables liées à la qualité des précipitations. Le modèle de Small et Sutton (1986) tient compte d'une relation entre le pH et une série d'équations intégrant l'alcalinité, les concentrations en anions organiques, la pression partielle en CO_2 et les constantes dérivées des équilibres chimiques. Ce modèle a aussi été utilisé afin d'évaluer l'effet des réductions futures des émissions canadiennes et américaines de SO_2 sur la qualité de l'eau des lacs du RTQ.

L'analyse spatiale des données de précipitations et des données pour le scénario de retombées de SO_4 prévues pour l'an 2003 a été réalisée avec le logiciel SPANS (TYDAC technologies, 1991). Les cartes de contour produites avec SPANS ont permis d'attribuer des valeurs de concentration de SO_4 dans les précipitations de même que des valeurs de hauteur de précipitation aux lacs du RTQ. Ces valeurs ont ensuite été analysées avec SIGMA/SLAM.

2.4 Caractérisation de la qualité de l'eau des lacs du RTQ en 1992

Une caractérisation historique apparaît dans Bouchard (1992b). En 1992, 42 p.100 des lacs du RTQ avaient un pH inférieur à 6, valeur considérée minimale pour la protection des organismes aquatiques. De plus, dans 13 p.100 des lacs le pH était inférieur à 5,5, valeur en deçà de laquelle on considère qu'un lac est acide. En ce qui concerne l'alcalinité, elle était inférieure à 2 mg/L dans 55 p.100 des lacs du RTQ ce qui indique une sensibilité extrême à l'acidification pour ces lacs. En tout, 6 p.100 des lacs avaient une alcalinité négative, soit aucune capacité de neutralisation des acides. On a enregistré une alcalinité supérieure à 10 mg/L (lacs moyennement sensibles) dans 6 p.100 des lacs seulement. Pour ce qui est de la minéralisation, la somme des ions $\text{Ca} + \text{Mg}$ était inférieure à 200 $\mu\text{eq/L}$ dans 82 p.100 des lacs et inférieure à 100 $\mu\text{eq/L}$ dans 42 p.100 des lacs. Les lacs avec des valeurs de $\text{Ca} + \text{Mg}$ inférieures à 200 $\mu\text{eq/L}$ sont considérés comme étant très sensibles à l'acidification.

Les lacs des régions du Pontiac (région 6), de la Mauricie (région 2), de la Réserve faunique des Laurentides (région 1) et de la Côte-Nord (régions 7 et 8) en particulier au nord de Sept-Îles, sont les plus vulnérables aux précipitations acides et ont les pH régionaux les plus faibles (tableau 5). Les lacs les moins sensibles du RTQ se situent dans la région de l'Outaouais, entre Hull et Maniwaki (région 5). Sur le plan de la sensibilité à l'acidification, cette région se démarque des autres en raison de la présence de roches carbonatées qui aident à protéger les lacs contre l'acidification. Pour les concentrations lacustres de SO_4 , il existe un gradient décroissant de l'ouest vers l'est (de l'Outaouais à la Côte-Nord) et du sud vers le nord (de l'Outaouais au Pontiac-Témiscamingue).

Tableau 5 *Caractérisation physico-chimique des lacs du RTQ en 1992*

<i>Région</i>	<i>n</i>	<i>pH</i>	<i>Ca + Mg</i> ($\mu\text{eq/L}$)	<i>Alcg</i> (mg/L)	<i>SO₄</i> (mg/L)	<i>COD</i> (mg/L)	<i>HCO₃/SO₄G</i>
1	6	5,6	76,6	0,40	3,0	3,51	0,17
2	9	6,1	123,4	1,90	4,3	5,03	0,36
3	8	6,7	166,4	4,20	3,5	4,50	1,25
4	6	7,0	262,3	7,30	5,7	3,50	1,31
5	4	7,4	426,4	13,30	7,1	2,70	1,63
6	6	6,0	125,5	0,77	5,9	3,60	0,14
7	14	5,9	78,6	1,10	2,5	6,00	0,41
8	9	5,7	45,5	0,50	1,9	4,30	0,40

Remarque : Les valeurs présentées sont des médianes pour la tournée d'échantillonnage de mai/juin 1992. Alcg = Alcalinité Gran; HCO₃/SO₄G = rapport bicarbonate-sulfate calculé à partir de l'alcalinité Gran.

3 ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA QUALITÉ DES PRÉCIPITATIONS

Le tableau 6 présente l'analyse temporelle des données mensuelles de précipitation pour trois stations RCEPA (Réseau canadien d'échantillonnage des précipitations et de l'air) de 1983 à 1991, telle qu'effectuée par Ion (1993). Les données de volume de précipitation, de pH, de H^+ , de SO_4 , de NO_3 , de Ca et de Mg (concentrations et dépôts pour H^+ , SO_4 , NO_3 , Ca et Mg) des stations de Chalk River, Sutton et Montmorency (figure 1) ont été analysées au moyen des tests non paramétriques qui font partie du logiciel DETECT. Les résultats de l'analyse des données pour ces stations vont servir à évaluer l'évolution temporelle de la qualité des précipitations au Québec en rapport avec l'évolution des eaux lacustres. Les moyennes annuelles de quantités de précipitations, de dépôts humides de SO_4 et de dépôts humides de NO_3 pour les trois stations utilisées apparaissent à la figure 3.

De 1983 à 1991, une augmentation significative du pH (de 4,211 à 4,371 unité - hausse de 3,8 p.100) des précipitations a été détectée à la station de Chalk River. Pour la même période, une diminution significative de H^+ (concentrations et dépôts) a aussi été détectée à cette station. De 1983 à 1991, les concentrations de H^+ sont passées de 0,065 à 0,045 mg/L (en baisse de 30,8 p.100) alors que les dépôts sont passés de 0,042 à 0,030 kg/ha (en baisse de 28,6 p.100). La situation est similaire dans le cas du SO_4 . Pour la période considérée, les concentrations de SO_4 sont passées de 2,503 à 1,917 mg/L (baisse de 23,4 p.100) et les dépôts ont baissé de 1,756 kg/ha en 1983 à 1,318 kg/ha en 1991 (baisse de 24,9 p.100). Pour ce qui est du calcium, les concentrations mesurées à la station de Chalk River ont diminué de façon significative (0,201 à 0,134 mg/L - baisse de 33,3 p.100) et il en est de même pour les dépôts (0,146 à 0,078 kg/ha - baisse de 46,6 p.100). Une diminution significative des dépôts de magnésium (de 0,022 à 0,013 kg/ha - baisse de 40,9 p.100) a aussi été enregistrée à cette station. Ces changements découlent probablement des réductions d'émissions par les fonderies de la région de Sudbury depuis la fin des années 1970 et de Rouyn-Noranda depuis la fin des années 1980 (Keller *et al.*, 1992; Canada/États-Unis, 1992; Boulet et Pinard, 1991).

Tableau 6 **Tendances dans les données mensuelles de précipitations de trois stations RCEPA pour la période 1983 à 1991**

<i>Station (date)</i>	<i>Vol</i>	<i>pH</i>	<i>H⁺ Conc</i>	<i>H⁺ Dep</i>	<i>SO₄ Conc</i>	<i>SO₄ Dep</i>	<i>NO₃ Conc</i>	<i>NO₃ Dep</i>	<i>Ca Conc</i>	<i>Ca Dep</i>	<i>Mg Conc</i>	<i>Mg Dep</i>
Chalk River (09/83-12/91)	--	↑	↓	↓	↓	↓	--	--	↓	↓	--	↓
Sutton (09/83-12/91)	--	--	--	--	--	--	--	--	↓	--	↓	--
Montmorency (01/83-12/91)	--	--	--	↓	--	↓	--	--	--	--	--	--

Légende : Conc = Concentration; Dep = Déposition humide; Vol = volume de précipitation.

Source : Ion, 1993

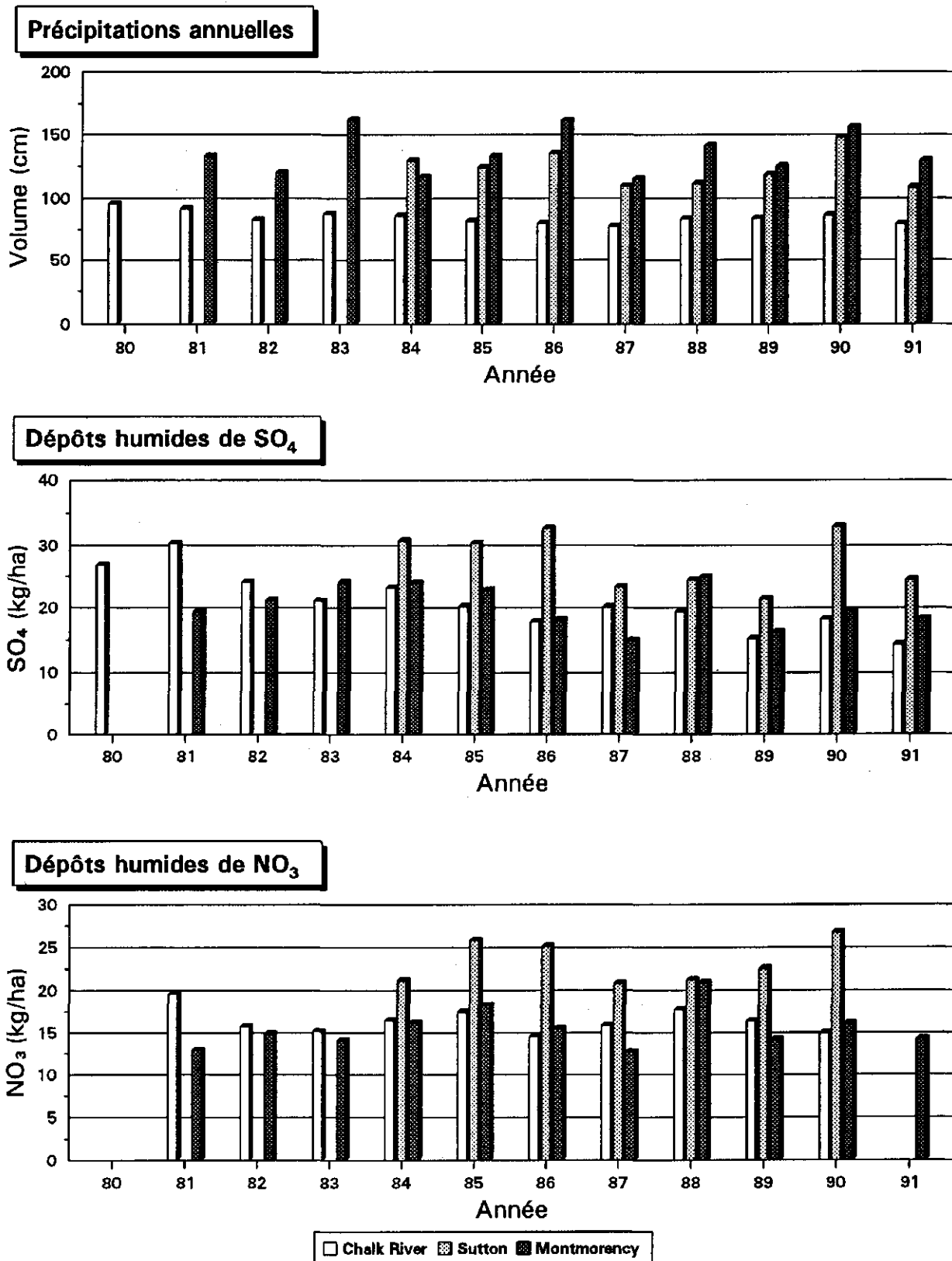


Figure 3 Précipitations annuelles, dépôts humides de SO₄ et dépôts humides de NO₃ pour les stations RCEPA de Chalk River, Sutton et Montmorency

À la station de Sutton, seules des diminutions significatives des concentrations en Ca (de 0,248 à 0,110 mg/L - 55,6 p.100) et en Mg (de 0,027 à 0,016 mg/L - 40,7 p.100) ont été détectées de 1983 à 1991. À la station de la forêt Montmorency, des diminutions significatives des dépôts de H^+ (de 0,046 à 0,035 kg/ha - de 23,9 p.100) et de SO_4 (de 1,982 à 1,277 kg/ha - de 35,6 p.100) ont été enregistrées entre 1983 et 1991. Aucune des trois stations ne montre de tendance dans la quantité de précipitation ainsi que pour les nitrates (concentrations et dépôts).

Selon la figure 3, les dépôts humides de SO_4 ont diminué de 1984 à 1987 à la station de la forêt Montmorency pour ensuite augmenter en 1988 et diminuer par la suite. De 1985 à 1991, les dépôts annuels de SO_4 ont été sous le seuil de 20 kg/ha pour cinq des sept années. Après 1986, le patron de variation des dépôts humides de NO_3 est similaire à celui de SO_4 à cette station.

À la station de Chalk River, les dépôts humides de SO_4 diminuent depuis 1981. De 1981 à 1991, les dépôts atmosphériques moyens de SO_4 observés à cette station ont été légèrement inférieurs à ceux de la station de la forêt Montmorency et largement inférieurs aux dépôts de SO_4 mesurés à la station de Sutton. Cette situation peut être expliquée en grande partie par la faible quantité de précipitations annuelles reçues à cette station.

Les dépôts de SO_4 élevés qu'on observe à la station de Sutton résultent possiblement de sa position géographique à proximité des États-Unis. Ces dépôts ne montrent pas le même patron de variation que celui des deux autres stations. La station de Sutton est potentiellement plus affectée par les émissions provenant des États-Unis que les deux autres stations.

L'analyse présentée ci-dessus montre donc une amélioration de la qualité des précipitations entre 1983 et 1991 aux stations de Chalk River et de la forêt Montmorency. La station de Sutton est la seule des trois à ne pas montrer de signe d'amélioration durant cette période.

4 ÉVOLUTION DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE DÉCEMBRE 1984 À DÉCEMBRE 1992

Ce chapitre présente les résultats de l'analyse temporelle des variables de la qualité de l'eau des lacs du RTQ pris individuellement pour la période de décembre 1984 à décembre 1992. Les échantillons d'eau récoltés ont été analysés au laboratoire régional de la qualité de l'eau à Longueuil (sauf pour Al, Mn et Fe qui sont analysés au laboratoire national de la qualité de l'eau à Burlington). Les résultats présentés ci-après seront repris dans les sections portant sur l'analyse spatiale et régionale de la qualité de l'eau afin de dégager un portrait global de l'état d'acidification des lacs du Québec méridional.

Les principales variables servant d'indicateurs d'amélioration de la qualité de l'eau sont le pH, l'alcalinité, les sulfates et le rapport HCO_3/SO_4 . Une baisse significative dans les concentrations de SO_4 des eaux lacustres indique une réduction dans la charge polluante, alors qu'une hausse d'alcalinité indique une amélioration dans la capacité de neutralisation des acides d'une eau donnée. Une hausse du pH de l'eau indique, quant à elle, une diminution de l'acidité de cette eau. Une augmentation du rapport HCO_3/SO_4 sert également d'indicateur d'amélioration de la qualité de l'eau.

De plus, pour plusieurs auteurs, une diminution des cations (Ca + Mg) peut indiquer une diminution du lessivage des sols causé par les charges atmosphériques acidifiantes, et peut ainsi constituer un signe de récupération de la qualité de l'eau (Dillon *et al.*, 1986; Kelso et Jeffries, 1988; Wright & Haus, 1991; Keller *et al.*, 1992). Certains auteurs ont cependant trouvé un lien entre la perte d'espèces de poissons et une diminution du calcium dans l'eau (Tremblay et Richard, 1990; Tremblay, 1992). Selon Frenette *et al.* (1986), aucune population d'Ombre de fontaine n'a été retrouvée dans les lacs de la région de Charlevoix ayant des valeurs de calcium inférieures à 55 $\mu\text{eq/L}$ (1,1 mg/L). Les mesures de Na, K, SiO_2 de même que la conductivité servent aussi d'indicateurs quant à la minéralisation. Les baisses de concentrations d'Al et de Mn, dont la solubilité augmente avec une diminution du pH (Bobée *et al.*, 1982; Cronan *et al.*, 1986), peuvent également être considérées

comme un signe d'amélioration, particulièrement dans les lacs avec pH inférieur à 5,5. L'évolution des composés azotés (NO_3 et NH_4) et du Cl de même que celle du carbone organique dissous (COD), qui sert d'indicateur quant à la contribution de la matière organique à l'acidité de l'eau, peuvent fournir des indices sur les sources d'acidification. Le fer peut aussi fournir des indications pour ce qui est du contenu en matière organique de l'eau et donc de la présence d'acidité naturelle.

4.1 Données utilisées et caractéristiques des séries chronologiques

Les données utilisées pour l'analyse temporelle proviennent de 17 stations temporelles et 21 stations spatiales situées entre la rivière des Outaouais et la rivière Saguenay. Les séries de données pour les stations temporelles des régions homogènes 1 à 5 (13 stations) comprennent 49 valeurs, alors que les séries de données des quatre stations temporelles de la région 6 comprennent 40 valeurs. Pour les stations spatiales, les séries de données pour les lacs des régions 1 à 5 comprennent 17 valeurs. Les séries de données du lac numéroté 75869 et du lac Murex de la région 6 comprennent 13 et 12 données respectivement.

En tout, 20 variables ou combinaisons de variables ont été utilisées pour l'analyse temporelle. Ces variables sont : pH, Ca, Mg, Na, K, Ca + Mg, conductivité, alcalinité totale, alcalinité Gran, SO_4 , NH_4 , NO_3 , COD, HCO_3/SO_4 calculé avec l'alcalinité totale, HCO_3/SO_4 calculé avec l'alcalinité Gran, Cl et SiO_2 . Les séries pour Al, Mn et Fe ont été analysées seulement pour les stations temporelles car le nombre d'observations pour les stations spatiales n'était pas assez élevé en raison de la réduction de moitié de la fréquence d'analyse pour ces paramètres en 1991.

Pour chaque série chronologique, les valeurs manquantes ou aberrantes sont remplacées par la moyenne des valeurs pour les campagnes d'échantillonnage correspondantes des autres années de la série. Les valeurs sous la limite de détection sont remplacées par les 2/3 de cette limite (Haemmerli, 1988). Tel que mentionné dans la section 2.2, les données de Ca, Mg et SO_4 ne sont pas corrigées pour les aérosols marins, la contribution marine étant négligeable (Bouchard, 1992a).

Les principales caractéristiques des séries chronologiques à l'étude figurent à l'annexe 3 qui comprend l'essentiel des résultats de l'analyse temporelle. Sur les

760 séries analysées pour les lacs individuels, 223 (29 p.100) démontraient de la persistance et 263 (35 p.100) démontraient de la saisonnalité. Ces deux caractéristiques sont observées surtout pour les stations temporelles en raison de la plus forte fréquence d'observations annuelles. Les variables démontrant les plus fortes saisonnalités sont le calcium (29 séries sur 38), le Ca + Mg (26 séries sur 38), la conductivité (20 séries sur 38), la silice (21 séries sur 38), le NH_4 (20 séries sur 38) et le NO_3 (20 séries sur 38). Les quatre premières variables sont fortement influencées par le cycle hydrologique annuel alors que les deux dernières sont plutôt influencées par le cycle biologique. La majorité des stations temporelles démontrent de la saisonnalité pour au moins la moitié des variables (entre 10 et 15 séries par lac).

En termes de persistance, les variables démontrant les autocorrélations les plus fortes sont le calcium (19 séries sur 38), le Ca + Mg (17 séries sur 38), la silice (20 séries sur 38) et le SO_4 (18 séries sur 38). Les lacs démontrant le plus de persistance pour les variables de la qualité de l'eau sont : Bonneville (11 séries sur 20), Truite-Rouge (13 séries sur 20), Thomas (11 séries sur 20), Kidney (12 séries sur 20) et 6827 (10 séries sur 20).

4.2 pH

L'analyse des séries chronologiques allant de décembre 1984 à décembre 1992 (mai 1986 à décembre 1992 pour les lacs du Pontiac - région 6), a révélé quatre tendances monotones pour le pH, dont trois hausses aux lacs Josselin (5,7 à 6,0), Éclair (6,3 à 6,5) et Congr  (5,8 à 6,1) ainsi qu'une baisse au lac Truite-Rouge (6,2 à 5,8) (figure 4 et tableau 7). Ces tendances dénotent une amélioration par rapport à l'étude précédente de Bouchard (1992b), qui faisait état de quatre baisses de pH aux lacs Nolette, Boisvert, 75869 et Murex et une seule hausse enregistrée au lac Chômeur.

Les améliorations détectées ci-dessus s'expliquent par le comportement du pH lors des années 1991 et 1992. Le patron général montré pour la plupart des stations temporelles des régions 1, 2 et 3 est une hausse de pH de 1985 à 1987 suivie d'une baisse de 1987 à 1990 et une hausse de 1990 à 1992. Le pH de 14 des 17 stations temporelles du RTQ était plus élevé en 1992 qu'en 1990. Le lac Chômeur

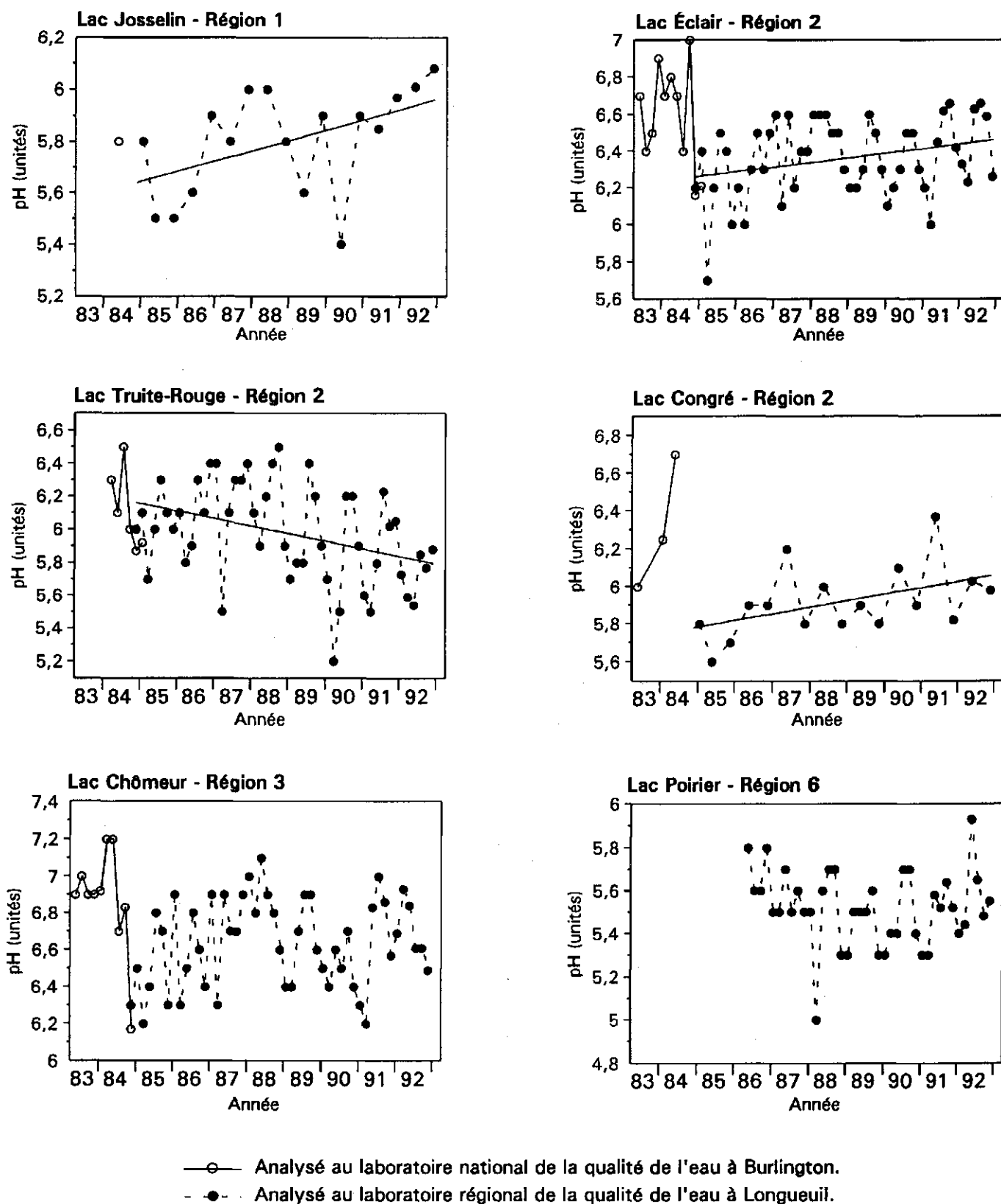


Figure 4 évolution du pH pour six lacs du RTQ de décembre 1984 (mai 1986 pour les lacs de la région 6)   décembre 1992

Tableau 7

Sommaire des tendances dans la qualité de l'eau des lacs du RTQ de décembre 1984 à décembre 1992 (mai 1986 à décembre 1992 pour la région 6)

Lac	n	pH	Alcg	Alct	SO ₄	Cb*	NO ₃	NH ₄	COD	Al	Mn	Fe	HSG**	HST***	Cond
Bonneville (101)	49	--	--	--	↓	--	--	↓	--	--	↓	↑	--	↑	↓
Lagou (102)	49	--	--	--	↓	↓	↓	--	--	--	--	--	--	↑	↓
Veilleux (111)	17	--	↓	--	↓	--	--	--	--	n/t	n/t	n/t	--	--	↓
Macleod (112)	17	--	--	--	↓	↓	↑	--	--	n/t	n/t	n/t	--	--	↓
Josselin (113)	17	↑	--	↑	↓	↑	--	--	--	n/t	n/t	n/t	↑	↑	↓
Najoua (114)	17	--	--	--	↓	--	--	--	--	n/t	n/t	n/t	--	--	--
Éclair (201)	49	↑	↑	↑	↓	--	↑	--	--	↓	↓	--	↑	↑	↓
Lemaine (202)	49	--	--	↑	↓	--	--	↓	--	--	↓	--	↑	↑	↓
Truite-Rouge (203)	49	↓	--	--	↓	--	--	--	↑	--	--	--	--	--	↓
Congré (211)	17	↑	--	↑	↓	--	--	--	--	n/t	n/t	n/t	--	↑	--
Fauvette (212)	17	--	--	--	↓	--	--	↓	--	n/t	n/t	n/t	--	↑	↓
Adanys (213)	17	--	↓	--	↓	↓	↑	--	↑	n/t	n/t	n/t	--	↑	--
Boisvert (214)	17	--	↓	--	↓	--	↑	--	--	n/t	n/t	n/t	--	--	↓
Thibert (215)	17	--	--	--	↓	↓	--	↓	--	n/t	n/t	n/t	--	↑	↓
Chômeur (301)	49	--	--	--	↓	--	↑	--	↑	--	--	↑	↑	↑	↓
Thomas (302)	49	--	--	--	↓	--	↓	↓	--	--	--	--	↑	↑	--
Nolette (303)	49	--	↓	↓	--	--	--	--	↑	--	--	--	--	--	↓
Laflamme (304)	48	--	↓	--	↓	--	↑	--	--	--	--	--	--	--	↓
Daniel (311)	17	--	--	--	↓	↓	↓	↓	--	n/t	n/t	n/t	↑	--	↓
Belle Truite (312)	17	--	--	--	↓	--	--	--	--	n/t	n/t	n/t	--	↑	--
Pothier (313)	17	--	--	--	↓	↓	--	--	--	n/t	n/t	n/t	--	--	↓
Laurent (314)	17	--	--	--	↓	--	--	↓	--	n/t	n/t	n/t	↑	↑	↓

Tableau 7 (suite)

Lac	n	pH	Alcg	Alct	SO ₄	Cb*	NO ₃	NH ₄	COD	Al	Mn	Fe	HSG**	HST***	Cond
Chevreuil (401)	49	--	↑	--	↓	↓	↑	--	--	--	--	--	↑	↑	↓
Kidney (402)	49	--	--	--	↓	--	--	--	--	--	--	--	↑	↑	--
des Joncs (411)	17	--	--	--	--	--	--	↓	--	n/t	n/t	n/t	--	--	--
Gén.-White (412)	17	--	--	--	↓	--	--	--	--	n/t	n/t	n/t	↑	--	↓
Grégoire (413)	17	--	--	--	↓	↓	--	--	--	n/t	n/t	n/t	↑	↑	↓
des Papillons (414)	17	--	↓	↓	--	--	↑	↓	--	n/t	n/t	n/t	↓	↓	--
Blais (501)	49	--	--	↑	↓	--	↑	↓	--	--	↑	↑	↑	↑	↓
David (502)	49	--	--	--	↓	--	--	--	--	↓	--	--	↑	↑	↓
Clair (514)	17	--	--	--	↓	--	↑	--	--	n/t	n/t	n/t	--	--	↓
Graham (516)	17	--	--	--	↓	--	--	--	--	n/t	n/t	n/t	↑	↑	↓
6827 (601)	40	--	--	--	↓	--	↑	--	↑	--	--	--	--	--	↓
88188 (602)	40	--	--	↑	--	--	↑	--	↑	--	--	--	↑	↑	--
Poirier (603)	40	--	--	↑	--	--	↑	--	↑	--	↑	--	↑	↑	↓
Blériot (604)	40	--	--	--	↓	↓	--	--	↑	--	↑	↑	↑	--	↓
75869 (611)	13	--	--	↓	↑	--	↑	--	↑	n/t	n/t	n/t	--	↓	--
Murex (612)	12	--	--	--	--	--	↑	--	↑	n/t	n/t	n/t	--	↑	--
Tendances détectées		pH	Alcg	Alct	SO ₄	Cb*	NO ₃	NH ₄	COD	Al	Mn	Fe	HSG**	HST***	Cond
↑		3	2	7	1	1	15	0	10	0	3	4	17	22	0
↓		1	6	3	31	9	3	10	0	2	3	0	1	2	27
Stable		34	30	28	6	28	20	28	28	15	11	13	20	14	11

* Cb = Ca + Mg; ** HCO₃/SO₄ avec alcalinité Gran utilisée dans le calcul; *** HCO₃/SO₄ avec alcalinité totale utilisée dans le calcul; n/t = non testé.

(figure 4) montre ce genre de comportement sans toutefois montrer de tendance significative pour le pH.

Plusieurs auteurs ont documenté la récupération rapide du pH de l'eau des lacs des environs de Sudbury suite aux réductions d'émissions de SO_2 dans la région (Dillon *et al.*, 1986; Hutchinson et Havas, 1986; Keller *et al.*, 1986). Ces baisses d'émissions se sont produites surtout à la fin des années 1970. Depuis cette période, les émissions des fonderies de Sudbury sont demeurées relativement constantes. L'étude de Keller *et al.* (1992) sur 41 lacs de la région de Sudbury, montre que le pH des eaux lacustres a augmenté de 1981 à 1987 pour ensuite diminuer entre 1987 et 1989. Ces auteurs relient l'amélioration du pH des eaux lacustres au début des années 1980 aux réductions d'émissions mentionnées ci-dessus, et la détérioration subséquente entre 1987 et 1989, à des variations extrêmes dans les quantités de précipitations reçues.

Au Québec, la plus grande part des réductions d'émissions de SO_2 mesurées à date a été réalisée surtout à la fin des années 1980 (Canada/États-Unis, 1992) et les diminutions de sulfates dans les eaux des lacs des régions 1, 2, 3 et 6 du RTQ se sont produites surtout depuis 1989. Notons que le patron général des dépôts de SO_4 observés aux stations de Chalk River et de la forêt Montmorency (figure 3) s'apparente à la variation du pH des eaux de la majorité des stations temporelles. La corrélation entre les deux n'est cependant pas significative.

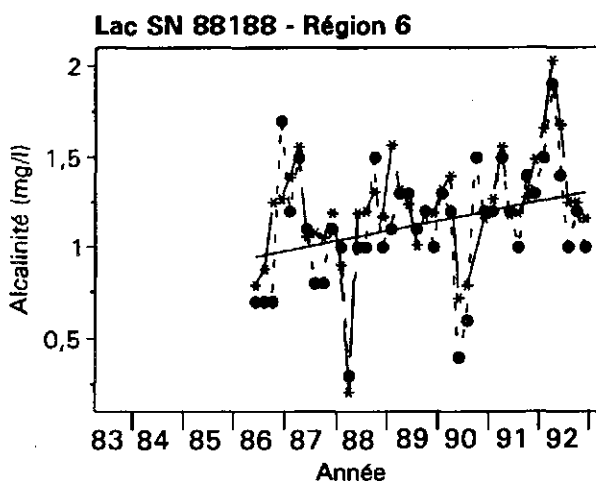
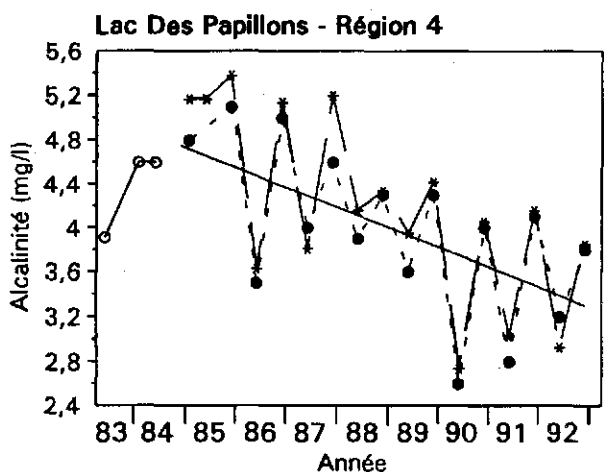
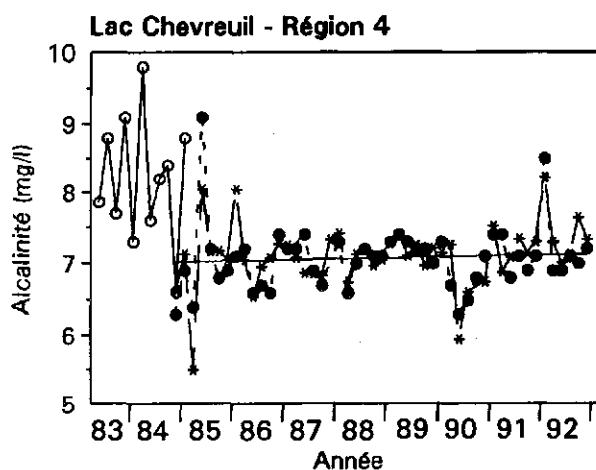
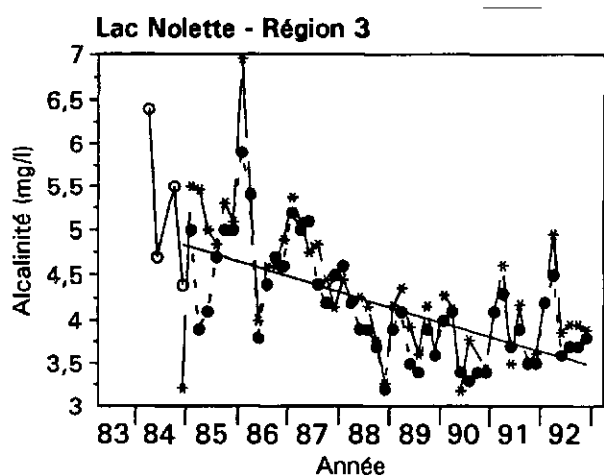
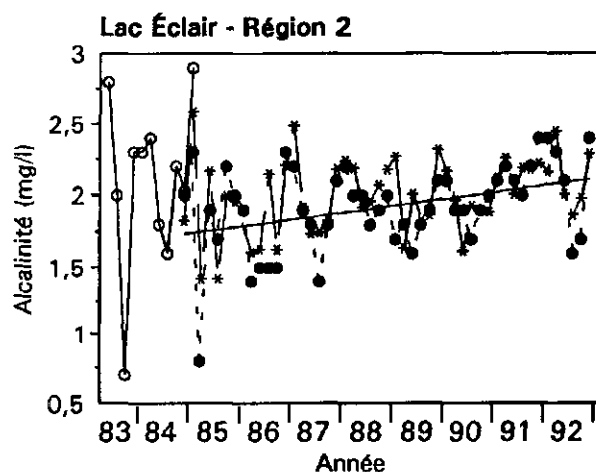
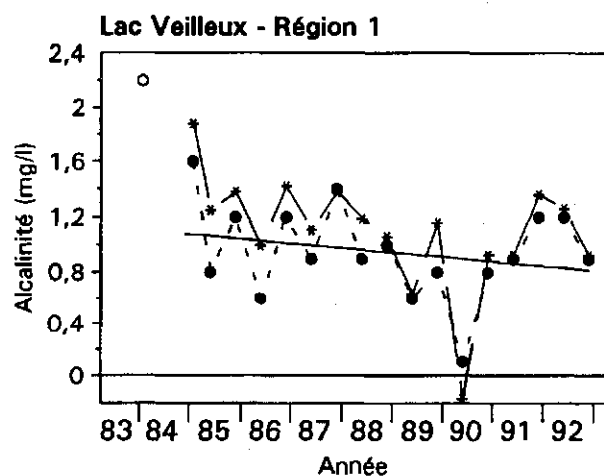
4.3 Alcalinité totale et Gran

Les études de tendances du RTQ ont été effectuées en utilisant l'alcalinité totale et Gran. L'alcalinité Gran permet de mieux quantifier les séries temporelles lorsque celles-ci possèdent des valeurs d'alcalinité totale sous les limites de détection (Bonneville, Lagou, Veilleux, Macleod, Najoua, Adanys, Poirier, Blériot, 75869, Murex). Dans le cas de l'alcalinité totale, 10 tendances ont été détectées dont 7 hausses (Josselin : 0,25 à 0,65 mg/L; Éclair : 1,7 à 2,1 mg/L; Lemaine : 1,0 à 1,3 mg/L; Congrè : 1,0 à 1,6 mg/L; Blais : 13,5 à 14,1 mg/L; 88188 : 0,9 à 1,3 mg/L et Poirier : 0,1 à 0,3 mg/L) et 3 baisses (Nolette : 4,8 à 3,5 mg/L; des Papillons : 4,7 à 3,3 mg/L et 75869 : 1,4 à 0,1 mg/L). Quelques exemples de comportement de

l'alcalinité sont présentés à la figure 5 et l'ensemble des résultats de tendances apparaît au tableau 7. Ces résultats indiquent une amélioration par rapport à l'étude précédente de Bouchard (1992b) qui faisait état de cinq hausses aux lacs Éclair, Lemaine, Chômeur, Blais et 88188, de même que six baisses pour les lacs Nolette, des Papillons, 75869, Scelier, Bohême et Duck pour la période de décembre 1984 à décembre 1991. L'ampleur des baisses pour les lacs Nolette et 75869 est inférieure en considérant les séries de décembre 1984 à décembre 1992, ce qui reflète les valeurs d'alcalinité plus élevées en 1992. Le lac des Papillons est le seul à montrer une baisse d'alcalinité plus forte avec l'ajout des données de 1992. Les lacs Scelier, Bohême et Duck, tel que mentionné à la section 2.1, ne sont plus échantillonnés dans le cadre du RTQ en raison de leur faible sensibilité aux pluies acides (alcalinité supérieure à 20 mg/L).

Les résultats de l'analyse des séries d'alcalinité Gran indiquent que seuls les lacs des Papillons, Nolette et Éclair montrent des tendances pour les deux formes d'alcalinité. En tout huit tendances ont été identifiées pour l'alcalinité Gran, dont deux hausses (lacs Éclair : 1,90 à 2,13 mg/L et Chevreuil : 6,97 à 7,24 mg/L) et six baisses (lacs Veilleux : 1,30 à 0,84 mg/L; Adanys : 0,15 à -0,22 mg/L; Boisvert : 2,25 à 1,68 mg/L; Nolette : 5,05 à 3,63 mg/L; Laflamme : 5,64 à 4,53 mg/L et des Papillons : 4,95 à 3,30 mg/L - voir figure 5).

Le manque de correspondance entre les résultats pour les deux formes d'alcalinité est dû à la limite de détection (0,1 mg/L de décembre 1984 à septembre 1991 et 0,5 mg/L depuis) pour l'alcalinité totale (lacs Veilleux, Adanys et 75869) d'une part, et à la finesse des changements entre décembre 1984 et décembre 1992 (mai 1986 à décembre 1992 pour les lacs de la région 6). L'analyse présentée a été effectuée avec un seuil de signification de $\alpha = 5\%$. Les séries temporelles d'alcalinité ont aussi été vérifiées pour la présence de tendances au seuil de $\alpha = 10\%$. Avec un tel seuil, des tendances à la hausse ressortent pour l'alcalinité Gran des lacs Josselin et Congr , alors qu'on note des tendances à la baisse pour l'alcalinité Gran au lac 75869 et l'alcalinité totale au lac Laflamme. Le manque de correspondance pour les résultats de tendance pour l'alcalinité aux lacs Lemaine, Boisvert, Chevreuil, Blais et



- Analysé au laboratoire national de la qualité de l'eau à Burlington (Alcalinité totale).
- Analysé au laboratoire régional de la qualité de l'eau à Longueuil (Alcalinité totale).
- *— Analysé au laboratoire régional de la qualité de l'eau à Longueuil (Alcalinité Gran).

Figure 5 *Évolution de l'alcalinité (Gran et totale) pour six lacs du RTQ de décembre 1984 (mai 1986 pour les lacs de la région 6) à décembre 1992*

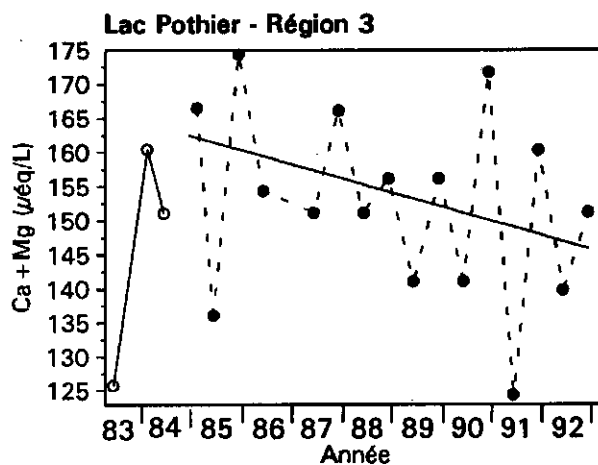
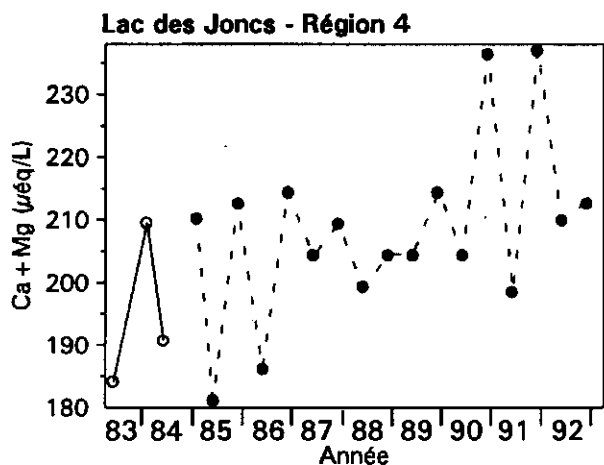
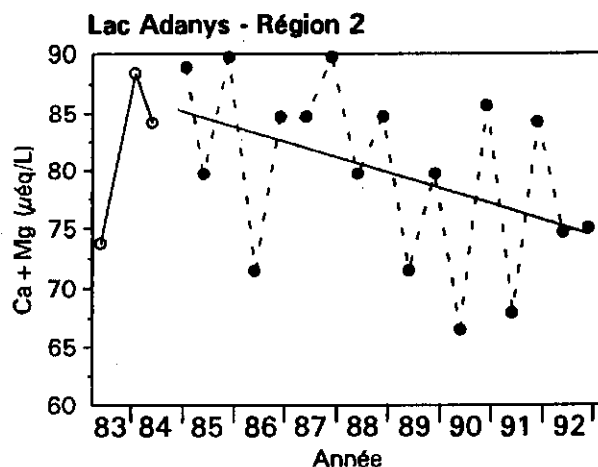
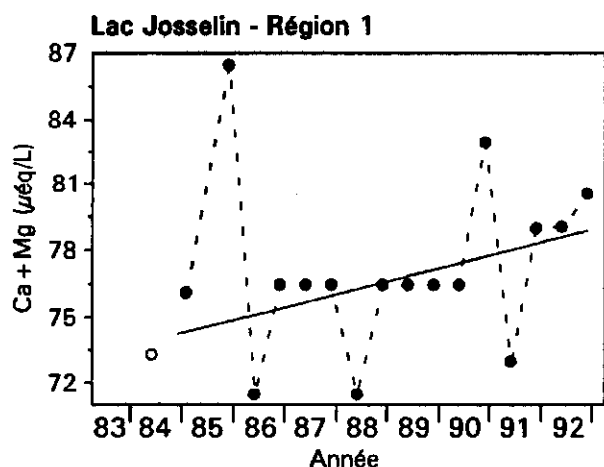
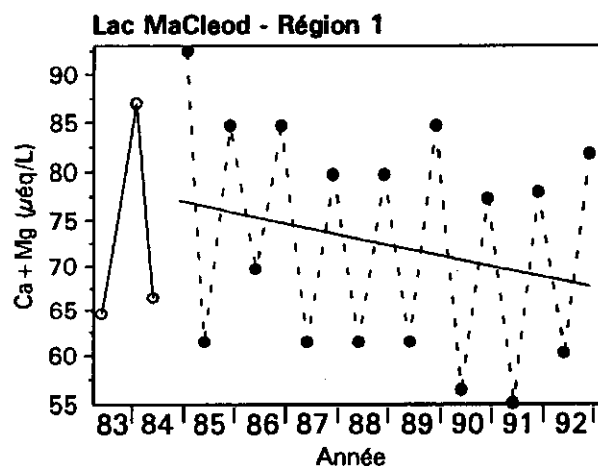
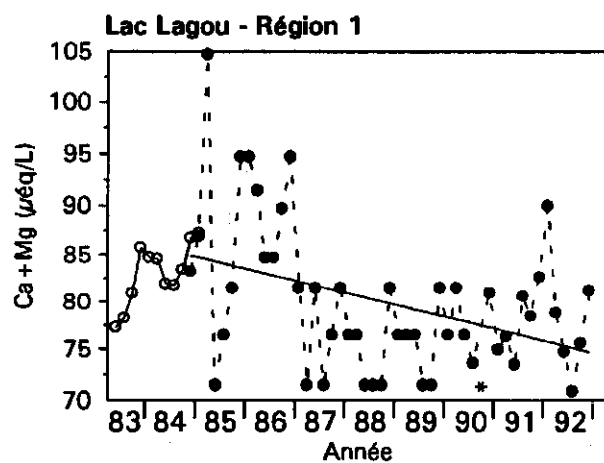
88188 s'explique difficilement compte tenu du faible écart entre les séries des deux formes d'alcalinité (figure 5).

L'évolution de l'alcalinité (Gran et totale), bien que plus complexe, est similaire à celle du pH. L'examen des stations temporelles du RTQ montre trois types de comportement, soit : 1) hausse pour l'alcalinité entre 1985 et 1987 suivie d'une baisse de 1987 à 1990 et d'une nouvelle hausse de 1990 à 1992 (lacs Truite-Rouge, Thomas et Kidney), 2) baisse de 1985 à 1990 et hausse de 1990 à 1992 (lac Nolette, figure 5) et 3) hausse de 1986 à 1992 avec fortes baisses en 1988 et en 1990 (lacs 6827, 88188 et Poirier).

4.4 Minéralisation

Les variables indicatrices de la minéralisation sont la somme des ions Ca+Mg et la conductivité. La silice sera aussi examinée comme indicateur de l'altération de la roche en place, principale source de cations (Ca, Mg, Na, K) pour les écosystèmes lacustres. De décembre 1984 à décembre 1992 (mai 1986 à décembre 1992 pour la région 6), 10 changements significatifs ont été détectés pour la somme des ions Ca+Mg dont neuf baisses (Lagou : 84,9 à 74,4 $\mu\text{eq/L}$; Macleod : 76,2 à 68,0 $\mu\text{eq/L}$; Adanys : 84,8 à 74,5 $\mu\text{eq/L}$; Thibert : 148,3 à 138,6 $\mu\text{eq/L}$; Daniel : 129,0 à 110,1 $\mu\text{eq/L}$; Pothier : 160,0 à 140,0 $\mu\text{eq/L}$; Chevreuil : 257,7 à 249,6 $\mu\text{eq/L}$; Grégoire : 284,1 à 276,0 $\mu\text{eq/L}$; Blériot : 122,8 à 120,6 $\mu\text{eq/L}$) et une hausse (Josselin : 75,2 à 78,6 $\mu\text{eq/L}$) (tableau 7 et figure 6). La moyenne des baisses est de 10,7 $\mu\text{eq/L}$.

Les tendances pour la somme des ions Ca+Mg en 1992 sont similaires aux tendances démontrées dans l'étude précédente (Bouchard, 1992b). La moyenne des baisses observées dans la présente étude est de 10,7 $\mu\text{eq/L}$ alors que dans l'étude de Bouchard (1992b), elle était de 11,9 $\mu\text{eq/L}$. En nombre absolu, il y a cependant moins de lacs montrant des baisses significatives de la somme des ions Ca+Mg en 1992 car deux lacs modérément sensibles de la région de l'Outaouais pour lesquels on notait de telles baisses n'ont pas été considérés dans cette étude. De plus, des hausses de la somme des ions Ca+Mg ont été notées en 1992 pour certains lacs qui démontraient des tendances significatives à la baisse pour la période de décembre



- Analysé au laboratoire national de la qualité de l'eau à Burlington.
- Analysé au laboratoire régional de la qualité de l'eau à Longueuil.
- * Analysé par un laboratoire privé.

Figure 6 Évolution de la somme des ions Ca + Mg pour six lacs du RTQ de décembre 1984 à décembre 1992

1984 à décembre 1991 (lacs Veilleux et Najoua, par exemple). Ces tendances ont été perdues avec l'ajout des données de 1992.

Bouchard (1992b) a montré que plusieurs lacs du RTQ répondaient aux baisses de SO_4 par des baisses de la somme des ions $\text{Ca} + \text{Mg}$. Driscoll *et al.* (1987) mentionnent que la neutralisation des apports acides peut se faire par la libération de cations basiques (Ca , Mg , Na , K ; par altération minérale et par échange cationique) ainsi que par la rétention d'anions acides (SO_4 , NO_3 , Cl ; par réduction biologique ou par adsorption/désorption). Une baisse des apports acides pourrait potentiellement causer l'effet inverse.

Wright et Haus (1991) démontrent, pour certains lacs de la région de Sudbury, qu'une forte proportion des baisses de SO_4 des eaux lacustres étaient compensées par des baisses de cations basiques (environ 60 p.100). Les sols de ces lacs semblent répondre aux diminutions de concentrations d'anions acides forts par une plus forte rétention de cations basiques provenant de l'altération minérale.

Driscoll *et al.* (1989b) montrent que les baisses des concentrations de SO_4 dans les eaux de ruisseaux de la forêt expérimentale de Hubbard Brook (New Hampshire) sont compensées par des baisses de cations. À cet endroit cependant, les baisses de cations des eaux lacustres sont attribuables en grande partie à des baisses dans les apports atmosphériques de cations.

L'analyse des données de précipitations (chapitre 3) a montré des baisses significatives pour Ca (concentrations et dépôts) et Mg (dépôts) à la station de Chalk River ainsi que des baisses des concentrations de Ca et Mg à la station de Sutton, de 1983 à 1991. La baisse des concentrations de Ca à la station de Chalk River est de l'ordre de $3,4 \mu\text{eq/L}$ ($0,067 \text{ mg/L}$) alors que les baisses des concentrations de Ca et de Mg à la station de Sutton sont de l'ordre de $6,9 \mu\text{eq/L}$ ($0,138 \text{ mg/L}$) et de $0,9 \mu\text{eq/L}$ ($0,011 \text{ mg/L}$) respectivement. Ceci laisse supposer que dans certaines régions (régions 4, 5 et 6), les baisses de la somme des ions $\text{Ca} + \text{Mg}$ observées de décembre 1984 à décembre 1992 (de $10,7 \mu\text{eq/L}$ en moyenne) peuvent être attribuées, en partie du moins, à des baisses des apports atmosphériques.

En tout, 27 des 38 lacs analysés montrent des baisses significatives de conductivité de décembre 1984 à décembre 1992 (mai 1986 à décembre 1992 pour

la région 6). Aucune hausse de conductivité n'a été détectée au cours de la période considérée. La moyenne des baisses est de l'ordre de $2,8 \mu\text{S}/\text{cm}$. L'observation des baisses de conductivité ne révèle pas de patron régional, les baisses étant relativement uniformes d'un lac à l'autre. Le nombre élevé de lacs où l'on enregistre des baisses significatives de conductivité reflète probablement les baisses de SO_4 dans l'eau de la majorité des lacs du RTQ (Bouchard, 1992b). Huit des neuf lacs démontrant des baisses de la somme des ions $\text{Ca} + \text{Mg}$ démontrent aussi des baisses de conductivité (tableau 7). Le lac Adanys est le seul où la baisse de la somme des ions $\text{Ca} + \text{Mg}$ ne s'accompagne pas d'une baisse de la conductivité.

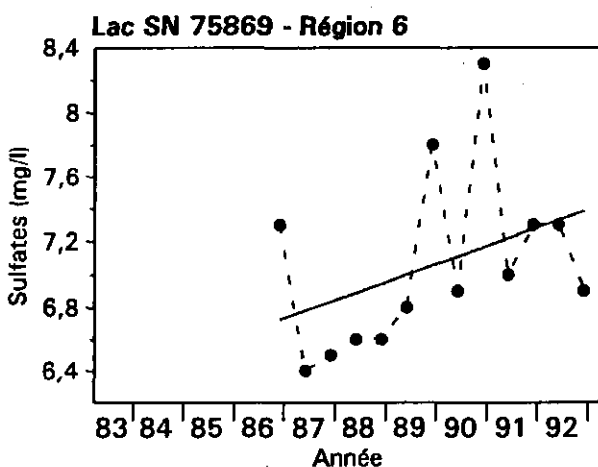
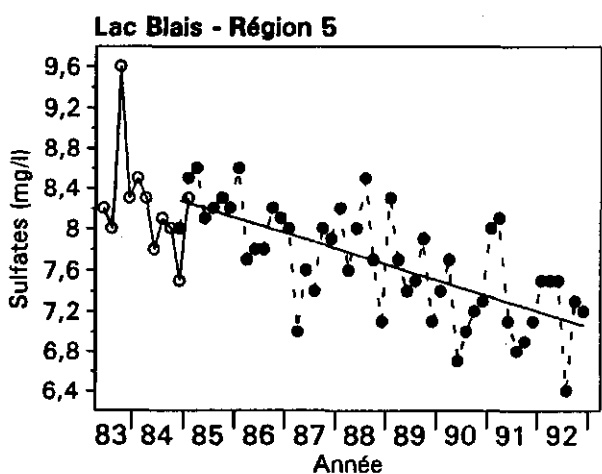
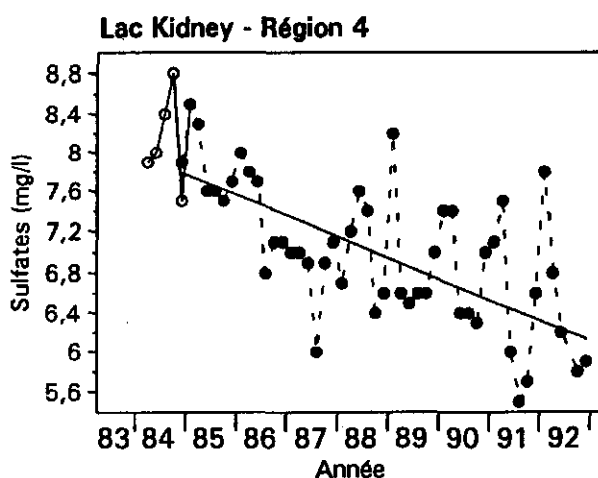
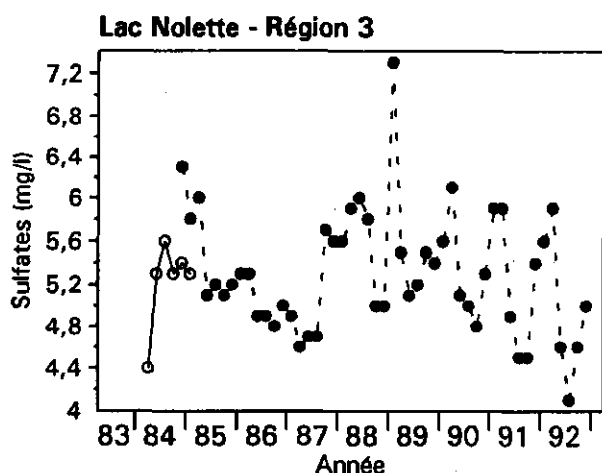
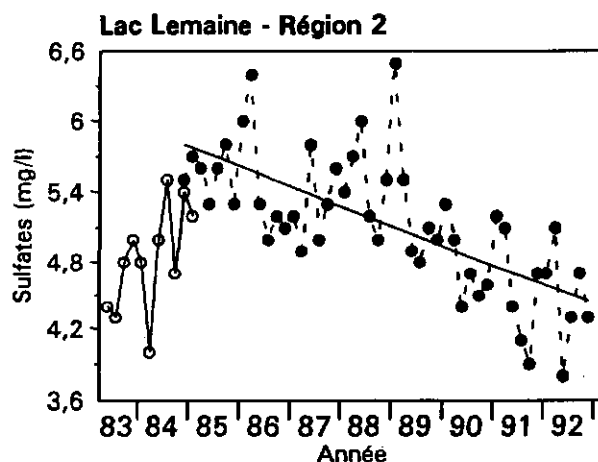
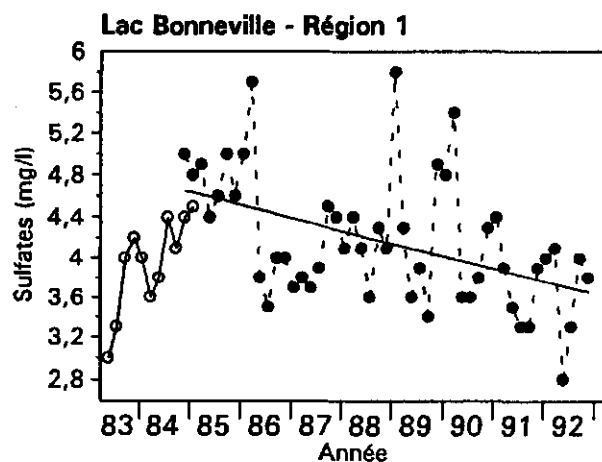
La silice dissoute dans l'eau provient uniquement de l'altération de la roche en place (Baker *et al.*, 1990). Le seul facteur limitant l'utilisation de SiO_2 comme indicateur de l'altération rocheuse est son rôle comme élément nutritif pour les diatomées. Les concentrations de SiO_2 en surface des lacs sont donc généralement inférieures à celles retrouvées en profondeur. L'examen du comportement temporel des concentrations de silice révèle des hausses significatives dans 14 des 38 lacs analysés ainsi que des baisses dans deux lacs seulement. Les hausses varient de 13 p.100 pour le lac Lemaine à 86 p.100 pour les lacs Général-White et Blériot. En moyenne, les hausses de SiO_2 sont de l'ordre de $0,71 \text{ mg/L}$. Ces hausses de silice ne sont pas accompagnées par des hausses de Ca , Mg , Na ou K , ce qui serait le résultat d'une plus forte altération rocheuse. La rétention des cations dans le sol pourrait cependant expliquer une partie de la différence de comportement. Les hausses de SiO_2 des eaux des lacs du RTQ peuvent aussi résulter de changements à même le lac à savoir dans les diatomées, mais les données disponibles ne permettent pas de conclure à ce sujet.

4.5 Sulfates

Quatre-vingt-deux pourcents des lacs du RTQ (31 lacs sur 38) montrent des baisses significatives des concentrations de sulfates de décembre 1984 à décembre 1992 (mai 1986 à décembre 1992 pour la région 6). Ces baisses varient entre 8 et 33 p.100. En fait de concentrations, les baisses de SO_4 varient entre $0,5$ et $1,8 \text{ mg/L}$. La dernière étude portant sur l'analyse des données de décembre 1984

à décembre 1991 révélait des baisses significatives de SO_4 de l'ordre de 5 à 29 p.100 dans 78 p.100 (33 sur 42) des lacs échantillonnés (Bouchard, 1992b). La présente étude montre donc que l'ampleur des baisses de sulfates de décembre 1984 à décembre 1992 est à peu près équivalente à l'ampleur des baisses observées pour la période de décembre 1984 à décembre 1991, et ce malgré l'élimination de quatre stations spatiales de la région de l'Outaouais qui avaient démontré des baisses moyennes de SO_4 de l'ordre de 25 p.100 (2,1 mg/L) de décembre 1984 à décembre 1991 (Bouchard, 1992b). Ceci indique que l'ampleur des baisses de SO_4 observées pour les lacs du RTQ (sans les quatre stations mentionnées ci-dessus) est plus forte lorsqu'on ajoute les données de 1992. Les réductions de SO_4 dans les eaux de ces lacs reflètent, en général, les réductions des dépôts atmosphériques de SO_4 notées pour les stations de Chalk River et de la forêt Montmorency de 1983 à 1991 (chapitre 3).

Les seuls lacs qui ne démontrent pas de baisses significatives des sulfates sont les lacs Nolette (figure 7), des Joncs, des Papillons, 88188, Poirier, Murex et 75869 (figure 7). Au lac Nolette, on constate une baisse de SO_4 de 1985 à 1987 puis une hausse subite de 1987 à 1989 et une baisse depuis (figure 7), ce qui indique qu'une tendance significative à la baisse pour les sulfates pourrait être détectée dans les prochaines années pour ce lac, bien que la vérification des tendances significatives au seuil $\alpha = 10\%$ ne révèle pour l'instant pas de tendance à la baisse pour le lac Nolette. Le lac des Joncs a pour sa part montré une baisse de SO_4 depuis l'automne 1990. Le lac Poirier donne une indication de baisse de SO_4 en fin de série (fin 1992). Au seuil $\alpha = 10\%$, il y a une tendance significative à la baisse pour les sulfates dans l'eau de ce lac. Les lacs 88188 et Murex affichent une certaine stabilité pour les sulfates et ne donnent pas d'indication à la baisse, même en fin de série. Ces deux lacs montrent des valeurs de SO_4 plus faibles en 1989 suivies de valeurs près des moyennes pour les années subséquentes (1990 à 1992). En ce qui concerne le lac des Papillons, les valeurs de SO_4 pour 1991 et 1992 sont les plus élevées de toute la série. La série de SO_4 pour ce lac montre qu'un saut dans la moyenne s'est produit à l'automne de 1990. Enfin, la seule tendance significative à la hausse pour les sulfates a été détectée au lac 75869 (figure 7).



—○— Analysé au laboratoire national de la qualité de l'eau à Burlington.
 -●- Analysé au laboratoire régional de la qualité de l'eau à Longueuil.

Figure 7 Évolution des sulfates pour six lacs du RTQ de décembre 1984 (mai 1986 pour les lacs de la région 6) à décembre 1992

Bouchard (1992b) avait déjà identifié le comportement particulier des lacs de la région 6 (Pontiac) qui n'avaient pas montré de baisses de SO_4 avec la même ampleur que les lacs des autres régions du RTQ. Seulement deux des six lacs échantillonnés dans cette région (6827 et Blériot) ont démontré des baisses significatives de SO_4 de mai 1986 à décembre 1992. À proximité de la région 6 (Pontiac), dans la région de Rouyn-Noranda, un rééchantillonnage de lacs a été effectué en 1991 (Dupont, 1992). En comparant l'échantillonnage de 1991 à celui de 1982, une baisse significative moyenne de 27 p.100 dans les concentrations de sulfates de l'eau des lacs a été détectée. Huit des lacs de cet inventaire sont situés près des lacs échantillonnés dans le cadre du RTQ. Dans ces huit lacs, les concentrations de SO_4 étaient nettement inférieures en 1991 par rapport à 1982 (de l'ordre de 1,4 mg/L [29 $\mu\text{eq/L}$]) en moyenne, ce qui correspond bien avec l'ampleur des baisses de SO_4 notées dans le reste des lacs du RTQ, bien que la période considérée dans l'étude de Dupont (1992) compte quatre ans de plus. L'étude de Keller *et al.* (1992) démontre cependant que les lacs à proximité de Sudbury ont récupéré (hausse de pH et d'alcalinité et baisses de SO_4) jusqu'en 1987 en réponse aux fortes baisses des émissions par les fonderies environnantes à la fin des années 1970. Par la suite, les tendances à la récupération se sont stabilisées et ont même été inversées dans certains cas. Parmi les six lacs du RTQ situés dans la région du Pontiac, les lacs 6827 et Blériot se comportent de façon similaire aux autres lacs du réseau, c'est-à-dire que les valeurs pour les sulfates ont diminué de 1986 à 1989 pour ensuite remonter entre 1990 et 1991 et descendre une nouvelle fois en 1992. La seule différence est que pour ces deux lacs, la hausse des sulfates observée l'a été en 1990-1991 comparativement à 1988 pour les autres lacs du RTQ. Les dépôts de SO_4 mesurés à la station de Chalk River ont d'ailleurs été plus élevés en 1990 (figure 3). Les lacs 88188 et Murex montrent aussi une baisse de SO_4 en 1989 mais les valeurs pour SO_4 sont remontées peu après sans donner d'indication à la baisse par la suite. Dans le cas du lac Poirier, les valeurs de SO_4 sont en baisse en fin de série, tel que mentionné précédemment. Les concentrations de SO_4 ont aussi diminué en 1989 pour ce lac pour ensuite augmenter à nouveau en 1990-1991, mais l'ampleur de la diminution est inférieure à celle notée pour les autres lacs. La hausse perçue au

lac 75869 est difficile à expliquer compte tenu des baisses de SO_4 mesurées par Dupont (1992). L'examen du temps de résidence des eaux des lacs ci-dessus pourrait fournir des explications quant à leur comportement.

4.6 Composés azotés

Pour ce qui est des changements dans les concentrations de nitrates dans l'eau des lacs du RTQ (tableau 7 et figure 8), 18 tendances ont été détectées pour le NO_3 entre décembre 1984 et décembre 1992 (mai 1986 à décembre 1992 pour la région 6), dont 15 hausses (lacs Macleod, Éclair, Adanys, Boisvert, Chômeur, Laflamme, Chevreuil, des Papillons, Blais, Clair, 6827, 88188, Poirier, 75869, Murex) et trois baisses (Lagou, Thomas, Daniel). L'ampleur des hausses varie de 0,008 à 0,036 mg/L (0,57 à 2,57 $\mu\text{eq/L}$) avec une moyenne de 0,016 mg/L (1,12 $\mu\text{eq/L}$). Ces tendances, dans le cas des stations temporelles, sont régies par les valeurs extrêmes observées entre les mois de janvier et de mars de chaque année. Une augmentation dans les valeurs d'hiver peut constituer un signe d'acidification par les nitrates. L'effet des nitrates sur la qualité des eaux lacustres en période de fonte des neiges serait alors de plus en plus important. Des augmentations des concentrations de nitrates ont aussi été observées pour quatre des 17 lacs du réseau ALTМ (Adirondack Long-Term Monitoring) des Adirondacks depuis 1982 (Driscoll *et al.*, 1991) ainsi que pour huit ruisseaux des monts Catskill depuis 1983 (Murdoch et Stoddard, 1992). L'ampleur des changements pour ces deux régions est cependant supérieure à celle observée pour les lacs du RTQ. Les concentrations de NO_3 augmentent au taux annuel de 0,20 à 1,00 $\mu\text{eq/L}$ pour les lacs des Adirondacks et au taux annuel de 0,10 à 2,93 $\mu\text{eq/L}$ pour les ruisseaux des monts Catskill.

Un autre signe d'acidification par les nitrates est la présence de valeurs supérieures à la limite de détection durant l'été (mois de juillet) ce qui indique une saturation en NO_3 qui peut entraîner éventuellement une acidification des eaux de surface (Grennfelt et Hultberg, 1986). Parmi les stations temporelles du RTQ, seulement trois lacs ont montré des valeurs de NO_3 supérieures ou égales à la limite de détection (0,02 mg/L) à la fin du mois de juillet 1992 (Truite-Rouge : 0,04 mg/L; Francina : 0,02 mg/L et Laflamme : 0,02 mg/L). Les lacs du RTQ ne montrent

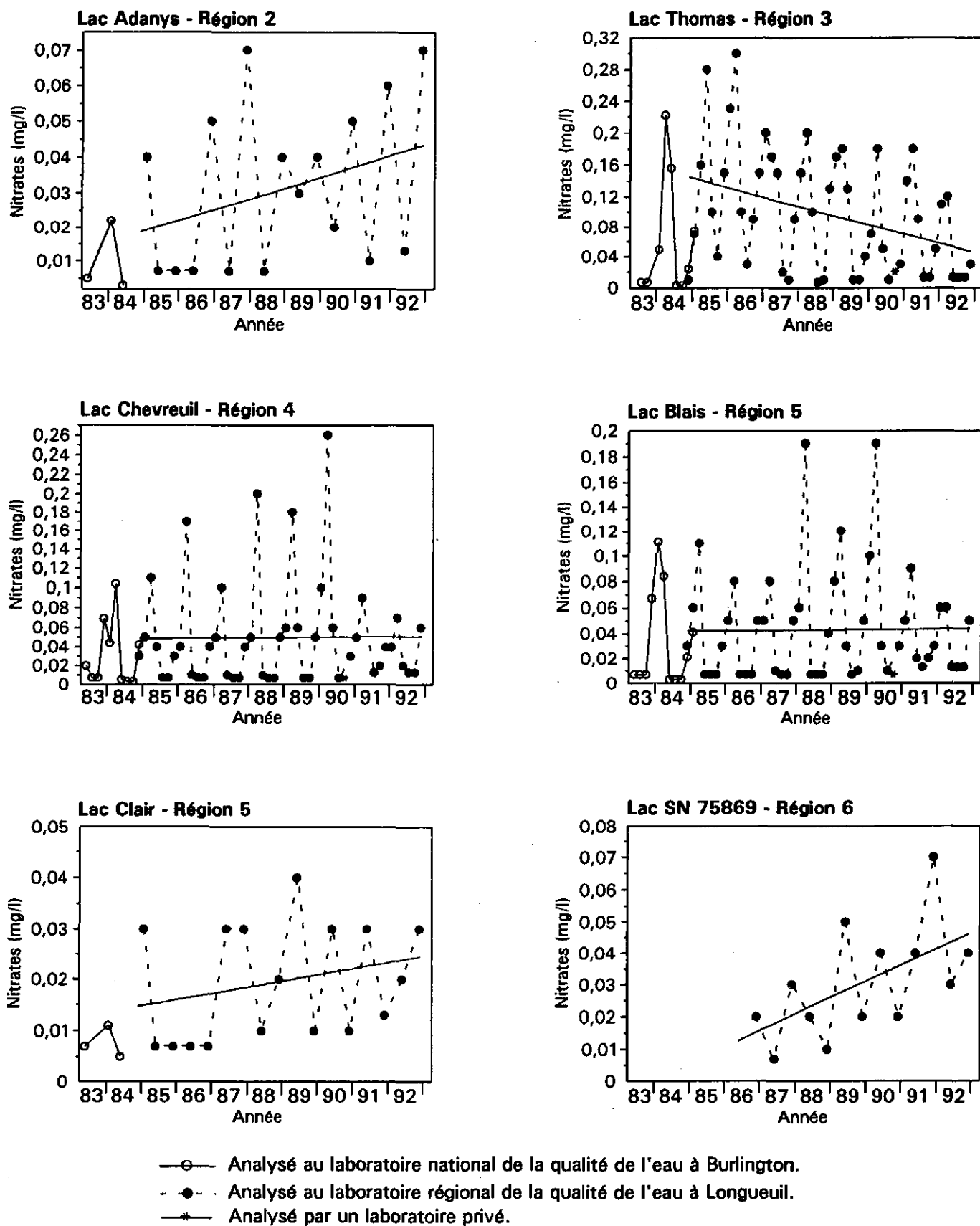


Figure 8 *Évolution des nitrates pour six lacs du RTQ de décembre 1984 (mai 1986 pour les lacs de la région 6) à décembre 1992*

généralement pas de saturation pour ce qui est du NO_3 , ce qui indique que la capacité d'assimilation de cet élément en été ne serait pas atteinte pour la plupart des bassins. Par le passé, les lacs ayant présenté le plus de valeurs supérieures ou égales à la limite de détection en juillet sont les lacs Bonneville, Lagou, Lemaine, Truite-Rouge, Chômeur et Thomas.

Les changements détectés pour NH_4 de décembre 1984 à décembre 1992 (mai 1986 à décembre 1992 pour la région 6) sont exclusivement des baisses. En tout, dix baisses significatives de NH_4 ont été détectées (lacs Bonneville, Lemaine, Fauvette, Thibert, Thomas, Daniel, Laurent, des Joncs, des Papillons, Blais). Les tendances pour les stations temporelles sont dues principalement aux fluctuations des valeurs extrêmes observées aux mois de janvier à mars de chaque année. Les tendances observées pour NH_4 ne correspondent généralement pas aux tendances pour les nitrates.

4.7 Matière organique

La principale variable utilisée dans cette section est le carbone organique dissous (COD). Les séries de données de couleur ne sont pas utilisées en raison de modifications dans la méthode analytique au début des années 1990. Il faut aussi prendre note qu'il y a un nombre appréciable de valeurs manquantes (entre 5 et 10 p.100) pour les séries de COD.

L'analyse des séries de décembre 1984 à décembre 1992 a révélé dix tendances à la hausse pour le COD (tableau 7). Le fait le plus intéressant à noter dans le tableau 6 est que tous les lacs de la région du Pontiac (6827 - figure 9, 88188, Poirier, Blériot, 75869, Murex) démontrent des hausses significatives pour le COD ce qui correspond bien aux observations faites par Dupont (1992) lors de la comparaison d'échantillonnages réalisés en 1991 et en 1982. L'explication retenue par ce dernier était reliée à l'influence hydrométéorologique, à savoir que les fortes précipitations survenues à l'automne 1990 auraient possiblement causé un lessivage de la matière organique dans les sols. La figure 9 montre que dans le cas du lac Poirier, le COD a augmenté progressivement de 1986 à 1992. Les deux valeurs de COD inférieures à 2,5 mg/L en 1991 peuvent refléter des périodes de lessivage moins intense. Le

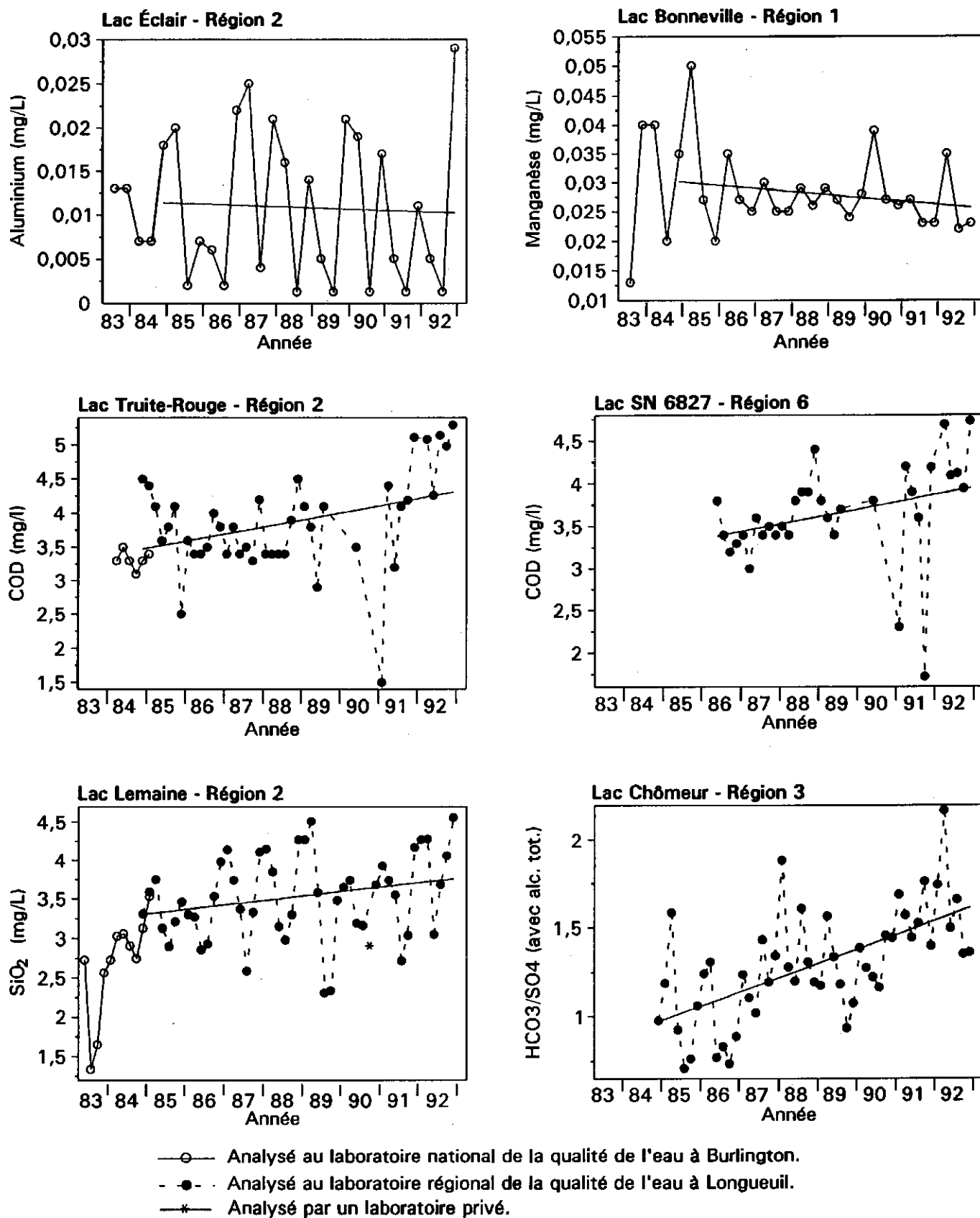


Figure 9 Évolution de l'aluminium, du manganèse, du carbone organique dissous, de la silice et du rapport HCO_3/SO_4 pour six lacs du RTQ de décembre 1984 (mai 1986 pour les lacs de la région 6) à décembre 1992

graphique du lac Truite-Rouge montre d'ailleurs le même genre de comportement au début de 1991. Les trois autres lacs démontrant des hausses de COD sont les lacs Adanys, Chômeur et Nolette.

Certains auteurs considèrent une diminution de COD comme un indicateur d'acidification des eaux lacustres (Dillon et Lazerte, 1992; Driscoll *et al.*, 1989a). Le processus inverse peut donc possiblement servir d'indicateur de récupération.

4.8 Métaux lourds

L'analyse temporelle des séries de métaux lourds (Al, Mn, Fe) a été effectuée pour les stations temporelles seulement, tel que décrit au début du chapitre 4. L'aluminium et le manganèse sont deux éléments dont la solubilité augmente avec l'acidification (CCRS, 1990; Dupont, 1988, 1989, 1990). Entre autres, la forme inorganique de l'aluminium est toxique pour les organismes aquatiques et ce, plus particulièrement dans les eaux de faible dureté (pauvres en Ca^{2+}). Le fer, quant à lui, est plutôt associé à la matière organique et contribue à la couleur de l'eau. Parmi les 17 stations temporelles étudiées, seules celles des lacs Éclair (figure 9) et David montrent des baisses significatives des concentrations d'aluminium de décembre 1984 à décembre 1992. Pour le manganèse, les lacs Bonneville (figure 9), Éclair et Lemaine montrent des baisses significatives alors que les lacs Blais, Poirier et Blériot montrent des hausses de décembre 1984 à décembre 1992 (mai 1986 à décembre 1992 pour la région 6). Quatre tendances à la hausse ont aussi été détectées pour le fer (lacs Bonneville, Chômeur, Blais et Blériot). Les lacs Chômeur et Blériot montrent aussi des hausses significatives de COD, ce qui indique une hausse du contenu en matière organique dans les eaux de ces lacs.

4.9 Rapport HCO_3/SO_4

Le rapport HCO_3/SO_4 est un indicateur du niveau d'acidification subi par les eaux de surface d'un lac. Un rapport supérieur à l'unité est caractéristique de lacs peu ou pas affectés par les précipitations acides lorsque la contribution naturelle en sulfates est minime (Dickson, 1975). Les rapports présentés au tableau 7 ont été calculés avec l'alcalinité Gran et l'alcalinité totale. Tel que prévu, la majorité des lacs

(25 sur 38) montrent une amélioration du rapport HCO_3/SO_4 . Les seuls lacs à démontrer une détérioration selon ce rapport sont les lacs 75869 (région 6) et des Papillons (région 4). En tout, 11 des 38 lacs ne montrent aucune amélioration du rapport HCO_3/SO_4 .

4.10 Comportement des lacs du RTQ face à l'acidification

Un portrait sommaire de l'évolution de l'état d'acidification des eaux lacustres du Québec méridional a été établi. À cet effet, chaque lac du RTQ a été classé selon son comportement de décembre 1984 à décembre 1992, caractérisé par l'analyse temporelle présentée aux sections 4.2 à 4.5. Les lacs ont été subdivisés selon les changements notés pour quatre indicateurs de l'acidification des lacs soit le pH, l'alcalinité (Gran et totale), les sulfates et la somme des ions Ca + Mg.

Cette classification diffère légèrement de celle présentée dans Bouchard (1992b) afin de tenir compte du Ca + Mg. La classification présentée aux tableaux 8 et 9 ainsi qu'à la figure 10 divise les lacs du RTQ en sept classes. La première classe regroupe les lacs pour lesquels aucun changement n'est survenu entre décembre 1984 et décembre 1992 en ce qui concerne le SO_4 , l'alcalinité ou le pH. La deuxième classe regroupe les lacs démontrant une tendance à l'acidification durant cette période au niveau de l'alcalinité (baisses significatives), avec soit une stabilité ou une hausse significative des sulfates. Les classes 3 à 6 comprennent les lacs ayant connu des baisses significatives de SO_4 . La classe 3 regroupe les lacs où la baisse de SO_4 était accompagnée d'une baisse d'alcalinité ou du pH, c'est-à-dire les lacs où le processus d'acidification se poursuit. La classe 4 est composée de lacs avec baisses de SO_4 seulement. La classe 5 regroupe les lacs avec baisses de SO_4 et de Ca + Mg, et la classe 6 se rapporte aux lacs avec baisses de SO_4 et hausses d'alcalinité et(ou) de pH (récupération). La classe 7 concerne les lacs où une hausse de l'alcalinité a été enregistrée de décembre 1984 à décembre 1992. Les lacs de la Côte-Nord n'ont pas été classés individuellement mais les baisses de SO_4 pour chaque lac individuel de 1989 à 1992 ont été utilisées afin d'en tracer l'isocontour.

Sommairement, deux lacs présentent un comportement stable et huit lacs montrent des signes d'acidification de décembre 1984 à décembre 1992 (avec SO_4

Tableau 8 **Sommaire de la classification des lacs du RTQ selon le comportement du pH, de SO_4 , de Ca+Mg et de l'alcalinité, de décembre 1984 à décembre 1992**

Classe	Comportement	Nbre de lacs	Lacs
1	pH, Alc, SO_4 Stables	2	411, 612
2	Alc ↓, SO_4 stable ou ↑	3	303, 414, 611
Réactions aux réductions de $[\text{SO}_4]$			
3	SO_4 ↓, Alc ↓ ou pH ↓	5	111, 203, 213, 214, 304
4	SO_4 ↓ seulement	13	101, 114, 212, 301, 302, 312, 314, 402, 412, 502, 514, 516, 601
5	SO_4 ↓, Ca+Mg ↓	7	102, 112, 215, 311, 313, 413, 604
6	SO_4 ↓, Alc ↑ ou pH ↑	6	113, 201, 202, 211, 401, 501
Autre	(Alc ↑ seulement)	2	602, 603

Légende : Alc = Alcalinité.
 ↓ = baisse significative avec $\alpha=0,05$.
 ↑ = hausse significative avec $\alpha=0,05$.

Tableau 9 **Évolution du pH, de l'alcalinité et du SO_4 pour les lacs du RTQ montrant des tendances à l'acidification et à la récupération (classes 2, 3 et 6 du tableau 8)**

Classe	Lac	pH	Alcalinité		SO ₄
			totale	Gran	
Acidification					
2	Nolette (303)	--	↓	↓	--
	Papillons (414)	--	↓	↓	--
	75869 (611)	--	↓	--	↑
3	Veilleux (111)	--	--	↓	↓
	Tr.-Rouge (203)	↓	--	--	↓
	Adanys (213)	--	--	↓	↓
	Boisvert (214)	--	--	↓	↓
	Laflamme (304)	--	--	↓	↓
Récupération					
6	Josselin (113)	↑	↑	--	↓
	Éclair (201)	↑	↑	↑	↓
	Lemaine (202)	--	↑	--	↓
	Congré (211)	↑	↑	--	↓
	Chevreuil (401)	--	--	↑	↓
	Blais (501)	--	↑	--	↓

Légende : ↓ = baisse significative avec $\alpha=0,05$.
 ↑ = hausse significative avec $\alpha=0,05$.
 tot = totale.

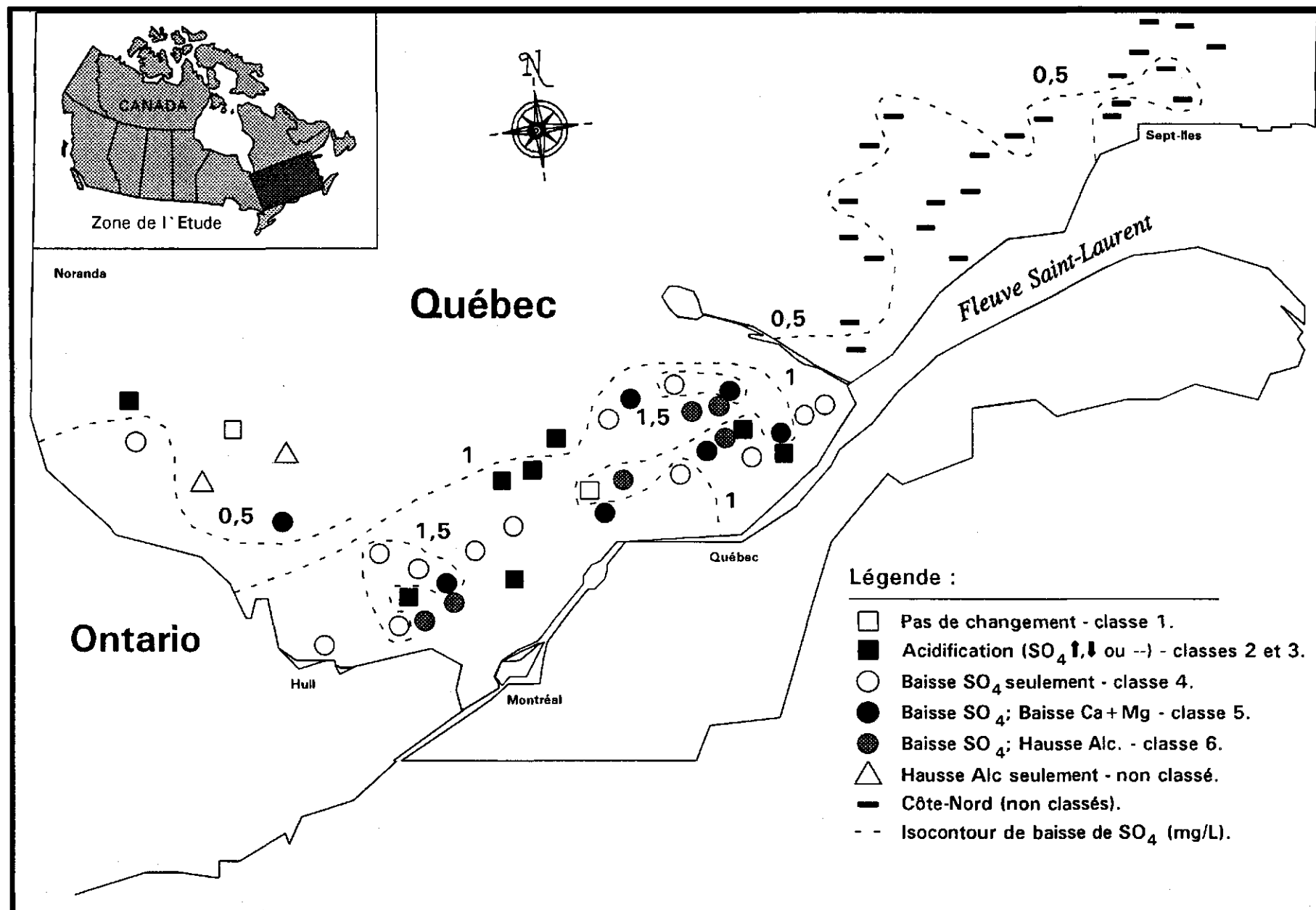


Figure 10 Classification des lacs du RTQ d'après les tendances temporelles (décembre 1984 à décembre 1992)

↑, ↓ ou stable). Le seul lac des classes 2 et 3 avec une baisse significative de pH est le lac Truite-Rouge. De même, seul le lac 75869 a montré une hausse significative de SO_4 . Cinq des huit lacs classés en voie d'acidification montrent cependant des baisses significatives de SO_4 , ce qui laisse supposer une récupération éventuelle pour ces lacs. Des cinq lacs avec tendance à l'acidification identifiés dans l'étude de Bouchard (1992b) (Murex, Adanys, des Papillons, Nolette et 75869), seul le lac Murex s'est stabilisé. Les autres étaient toujours classés en voie d'acidification en 1992. Les lacs Veilleux, Boisvert et Laflamme font maintenant partie de la classe 3 (tendances à l'acidification), en considérant l'alcalinité Gran.

Parmi les diverses réactions des lacs aux réductions de SO_4 , 13 lacs n'ont pas montré de tendance dans le pH ou l'alcalinité. Sept lacs montrent une baisse de $\text{Ca} + \text{Mg}$ qui accompagne les baisses de SO_4 et six lacs (Josselin, Éclair, Congr , Lemaine, Chevreuil et Blais) montrent des tendances à la hausse pour l'alcalinité (dont trois avec des hausses de pH) parallèlement aux baisses de SO_4 et sont donc en voie de récupération. L tude de Bouchard (1992b) avait montré une récupération pour trois lacs seulement ( clair, Chômeur et Lemaine). Le nombre de lacs en voie de récupération en 1992 a donc doublé par rapport à l tude précédente, ce qui dénote une évolution positive dans la qualité des eaux lacustres du sud du Québec. Deux autres lacs (88188 et Poirier) démontrent des hausses d'alcalinité seulement. Si on considère seulement l'alcalinité totale, le nombre de lacs en voie d'acidification est passé de cinq dans l tude précédente à trois dans la présente étude. En considérant les deux formes d'alcalinité, huit lacs sont considérés en voie d'acidification de décembre 1984 à décembre 1992. Cette étude démontre donc qu'il existe un gradient géographique décroissant dans la réduction des concentrations lacustres de SO_4 qui s'étend de l'ouest vers l'est (le long du versant nord du couloir du Saint-Laurent) mais ceci ne se reflète pas au niveau de la récupération des lacs (figure 10). Le gradient de réduction de SO_4 dans les eaux lacustres est probablement lié à la baisse de SO_4 dans les précipitations telle qu'observée aux stations RCEPA de Chalk River (concentrations et dépôts) et de la forêt Montmorency (dépôts) de 1983   1991.

Le tableau 10 présente les changements observés pour les cations basiques, le SO_4 et le HCO_3 pour onze lacs du RTQ de décembre 1984 à décembre

Tableau 10 *Changements pour les cations basiques, le SO_4 et le HCO_3 observés pour quelques lacs du RTQ de décembre 1984 à décembre 1992* en $\mu\text{eq/L}$*

Lac	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Compensation pour SO_4
Bonneville	-4,35	-4,37	-3,70	-2,59	-19,55	-2,26	Cations (77%)
Lagou	-6,03	-4,18	-5,79	-2,24	-13,30	-2,14	Cations (100%)
Macleod	-5,25	-4,83	-6,35	-3,63	-24,53	-4,36	Cations (82%)
Josselin	4,31	0,55	-8,79	-2,29	-12,48	1,38	Cations (50%) HCO_3 (11%)
Éclair	-0,26	-1,47	-4,79	-0,62	-18,80	4,52	Cations (38%) HCO_3 (24%)
Chevreuil	-5,09	-2,95	-3,87	0,00	-24,74	5,52	Cations (48%) HCO_3 (22%)
6827	0,84	-1,29	-3,44	-0,61	-16,40	4,85	Cations (24%) HCO_3 (30%)
88188	8,01	1,27	0,04	0,19	-2,20	7,93	HCO_3 (100%)
Poirier	-1,62	-1,90	-3,31	-0,04	-8,50	2,75	Cations (81%)
Blériot	1,39	-3,60	-2,61	-0,28	-9,62	3,58	Cations (53%) HCO_3 (37%)
75869	1,36	-3,92	-4,57	0,34	14,86	-19,47	HCO_3 (100%)

Remarque : Les changements ont été calculés à partir des extrémités des droites de régression respectives (valeur finale moins valeur initiale).

* mai 1986 à décembre 1992 pour la région 6.

1992 (en $\mu\text{eq/L}$). La plupart des lacs avec diminutions de SO_4 présentés dans ce tableau montrent aussi des baisses de cations (Ca, Mg, Na et K). Le lac 75869, qui présente une hausse de SO_4 , montre aussi une baisse de HCO_3 comparable. Les baisses de SO_4 (de $21,5 \mu\text{eq/L}$ pour l'ensemble des lacs du RTQ) sont, en général, plus prononcées que les baisses de cations (Ca, Mg, Na et K - de $6,7 \mu\text{eq/L}$) ou que les hausses d'alcalinité (16 des 38 lacs à l'étude affichent une hausse nette de HCO_3 , de l'ordre de $5,9 \mu\text{eq/L}$, depuis décembre 1984). La considération des tendances dans l'acidité organique (A) pourrait permettre de réduire l'ampleur des déficits anioniques observés pour plusieurs lacs. L'étude de tendances a d'ailleurs montré des hausses significatives du carbone organique dissous dans plus du quart des lacs du RTQ (10 lacs sur 38).

Le fait que plusieurs lacs avec baisses de SO_4 ne montrent pas les hausses d'alcalinité anticipées (tableau 8 - classe 4) peut provenir de plusieurs facteurs. Premièrement, les lacs des régions 3, 4 et 5 démontrent des alcalinités moyennes supérieures à 2 mg/L . Dans ces régions, la variabilité temporelle des séries d'alcalinité pour 15 des 18 lacs échantillonnés est supérieure à celle des séries de SO_4 , ce qui veut dire que pour un nombre fixe d'échantillons annuels et une tendance d'amplitude équivalente, la période minimale pour la détection de tendances est plus longue pour l'alcalinité que pour les sulfates. Lachance (1988) démontre d'ailleurs ce comportement dans le cas du lac Laflamme.

De plus, pour les lacs des régions 1, 2 et 3, les baisses des concentrations de SO_4 dans les eaux lacustres se sont produites en majeure partie depuis 1989. Les séries d'alcalinité de plusieurs stations temporelles montrent une hausse entre 1985 et 1987, puis une baisse entre 1987 et 1990 et finalement une hausse depuis 1990. Ce comportement, qui est généralement plus complexe que celui des sulfates, complique la détection de tendances car le changement qui en résulte n'est pas statistiquement significatif malgré les hausses d'alcalinité qui se sont produites depuis 1990.

La possibilité de l'existence d'un décalage entre les baisses de SO_4 et les hausses d'alcalinité et de pH a été examinée au moyen du calcul des coefficients de corrélation entre les séries chronologiques des stations temporelles déphasées selon

diverses périodes ("Cross-Correlation Function" - voir Box et Jenkins, 1976). Malgré le nombre restreint de données, les résultats indiquent la présence d'un décalage approximatif de huit mois entre les baisses de SO_4 et les hausses d'alcalinité des lacs Lemaine et Chômeur ainsi qu'un décalage de quatre mois pour les mêmes variables au lac Kidney. L'ajout de données supplémentaires pourra permettre une meilleure évaluation de ce type de phénomène qui dépend de facteurs tels le temps de résidence des eaux, qui peut varier de façon importante d'un lac à l'autre.

Un autre facteur pouvant expliquer le peu de mouvement pour l'alcalinité de l'eau est la contribution des nitrates qui sont en hausse significative dans 15 des 38 lacs du RTQ. Les baisses des émissions canadiennes de SO_2 de même que la stabilité des émissions de NO_x font que la contribution relative de NO_3 à l'acidité des précipitations est potentiellement à la hausse. Il y a encore peu d'évidence de saturation des nitrates pour les lacs du RTQ tel qu'indiqué par le faible nombre de lacs avec des valeurs de NO_3 supérieures à la limite de détection l'été. Une hausse des valeurs hivernales peut cependant induire un choc acide printanier plus important d'une année à l'autre, ce qui pourrait affecter la récupération des eaux lacustres.

Le dernier facteur à considérer est lié aux réductions des dépôts de SO_4 durant les années 1980. Il est possible, malgré ces réductions, que les dépôts actuels soient supérieurs aux dépôts critiques nécessaires au maintien d'un pH de 6 dans les eaux lacustres. Ce seuil est considéré comme minimal pour la protection des organismes aquatiques. Cette hypothèse est vérifiée au chapitre 7 du présent document qui traite, entre autres, des dépôts critiques de SO_4 pour les lacs du RTQ.

5 ÉVOLUTION DES MOYENNES RÉGIONALES DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE DÉCEMBRE 1984 À DÉCEMBRE 1992

Cette section traite des changements dans les moyennes régionales calculées pour chaque tournée d'échantillonnage spatial (mai/juin et novembre/décembre) du RTQ. L'évaluation a été faite au moyen des tests non paramétriques de détection de tendances utilisés dans la section précédente. Les séries de moyennes régionales comprennent 17 valeurs pour les lacs des régions 1 à 5 et 14 valeurs pour les lacs de la région 6.

Les variables analysées pour les séries de moyennes régionales sont le pH, l'alcalinité Gran, l'alcalinité totale, SO_4 , $\text{Ca} + \text{Mg}$, NO_3 , NH_4 , HCO_3/SO_4 calculé avec l'alcalinité Gran et HCO_3/SO_4 calculé avec l'alcalinité totale.

Au niveau des moyennes régionales de pH (tableau 11), aucune tendance significative n'a été détectée entre décembre 1984 et décembre 1992. Les figures 11, 12 et 13 montrent, tout comme les séries individuelles (figure 4), des valeurs de pH plus élevées en 1991 et en 1992 qu'en 1990 pour les lacs de la région 1 (Réserve faunique des Laurentides), la région 2 (Mauricie) et la région 6 (Pontiac). Le pH des lacs des régions 3, 4 et 5 (nord de la Réserve faunique des Laurentides, nord de Montréal et Outaouais) se comporte de façon similaire (annexe 6). Dans la plupart des lacs de ces régions le pH est cependant supérieur à 6. La figure 13 montre que le pH des lacs de la région 6 a diminué de 1986 à 1990, et augmenté de 1990 à 1992, ce qui confirme les observations effectuées lors de l'analyse individuelle des lacs.

Comme pour le pH, aucune tendance n'a été détectée lors de l'analyse des séries de moyennes régionales d'alcalinité (totale et Gran - tableau 11). Les figures 11, 12 et 13 montrent que l'alcalinité est en hausse dans les régions 1, 2 et 6 depuis 1990, ce qui correspond bien au comportement du pH pour la même période. Les séries de moyennes régionales de l'alcalinité des régions 3, 4 et 5 sont relativement stables de décembre 1984 à décembre 1992.

L'analyse des moyennes régionales de la somme des ions $\text{Ca} + \text{Mg}$ (tableau 11) a révélé des baisses significatives dans trois des six régions considérées. Les lacs des régions 1 (figure 11), 3 et 5 ont connu des baisses de $\text{Ca} + \text{Mg}$ de l'ordre de 6,3,

Tableau 11 **Résultats de l'analyse temporelle des moyennes régionales de la qualité de l'eau des lacs du RTQ de décembre 1984 à décembre 1992***

<i>Région</i>	<i>pH</i>	<i>Alcg</i>	<i>Alct</i>	<i>SO₄</i>	<i>Ca + Mg</i>	<i>NO₃</i>	<i>NH₄</i>	<i>HSG**</i>	<i>HST***</i>
1	--	--	--	↓	↓	--	--	--	↑
2	--	--	--	↓	--	--	↓	--	↑
3	--	--	--	↓	↓	↓	--	--	↑
4	--	--	--	↓	--	--	↓	↑	↑
5	--	--	--	↓	↓	--	--	↑	↑
6	--	--	--	--	--	↑	--	--	--

Légende : Alcg = alcalinité Gran; Alct = alcalinité totale; * (mai 1986 à décembre 1992 pour la région 6); ** rapport HCO₃/SO₄ calculé avec l'alcalinité Gran; *** rapport HCO₃/SO₄ calculé avec l'alcalinité totale.

Région 1

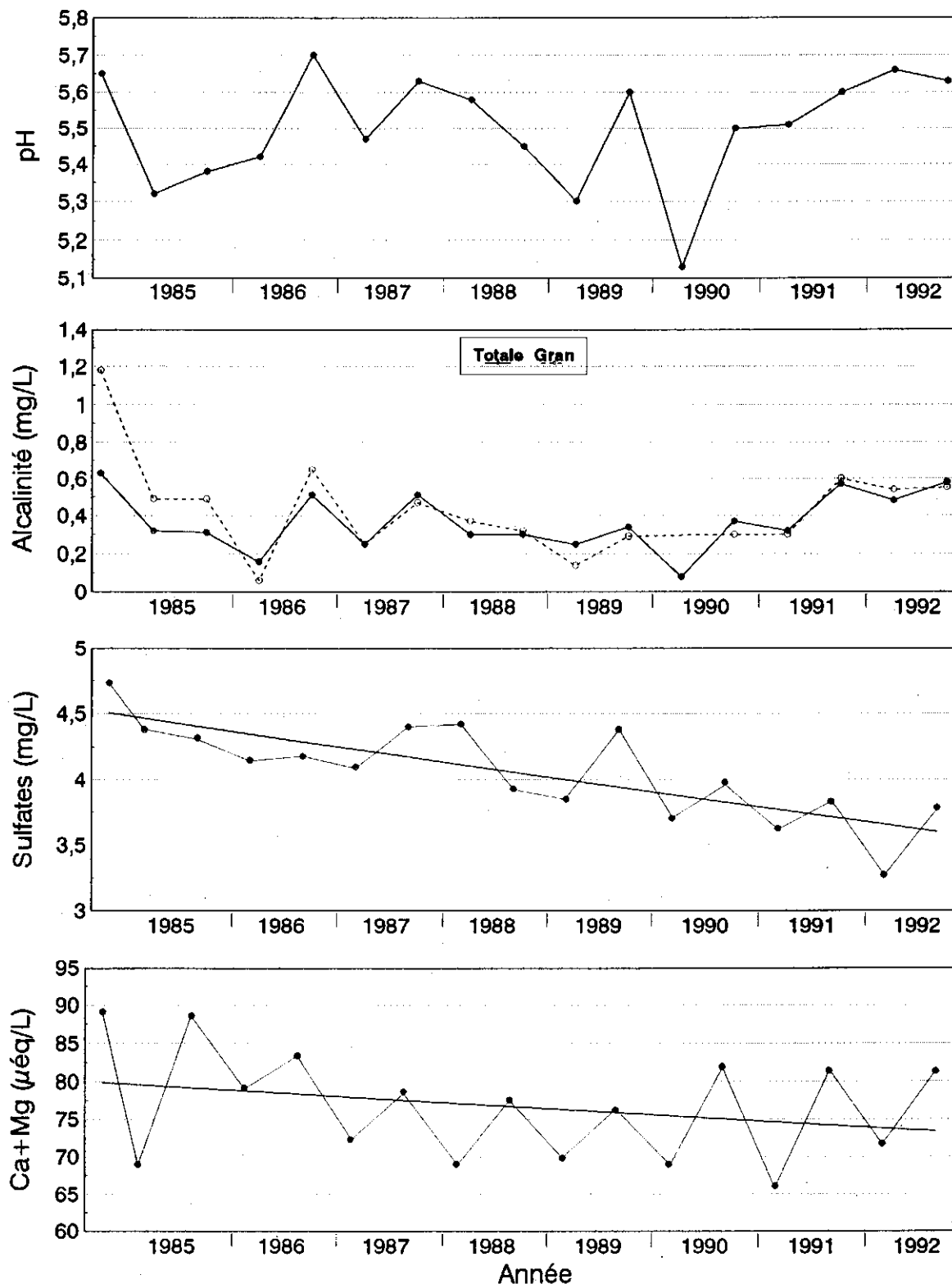


Figure 11 Changement des moyennes régionales de pH, d'alcalinité, de SO_4 , et de Ca+Mg pour les lacs de la région 1 de 1985 à 1992

Région 2

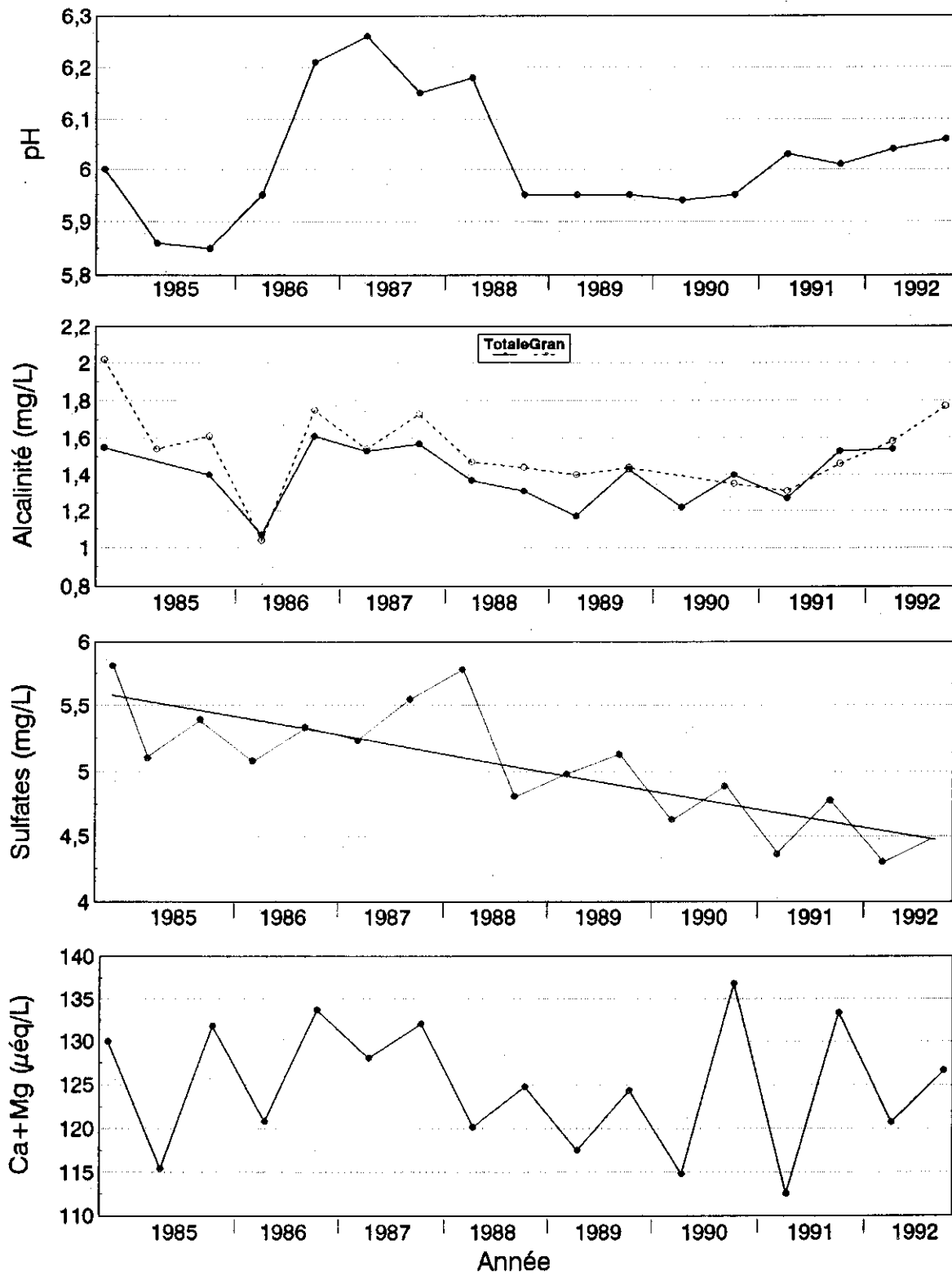


Figure 12 *Changement des moyennes régionales de pH, d'alcalinité, de SO_4 , et de Ca+Mg pour les lacs de la région 2 de 1985 à 1992*

Région 6

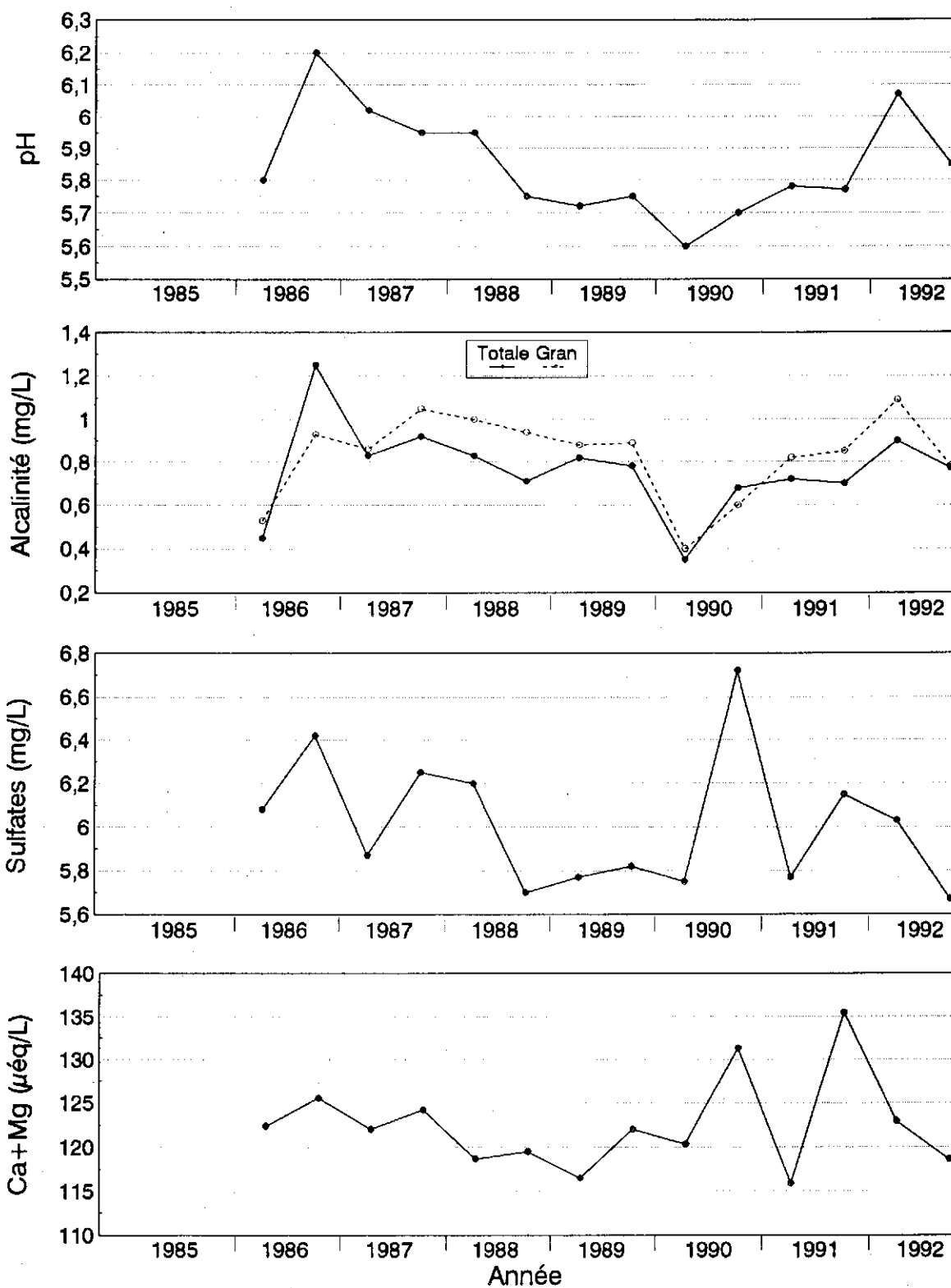


Figure 13 *Changement des moyennes régionales de pH, d'alcalinité, de SO_4 et de Ca+Mg pour les lacs de la région 6 de 1985 à 1992*

4,7 et 7,2 $\mu\text{eq/L}$ respectivement. Notons qu'aucun lac de la région 5 n'a montré de baisse significative de $\text{Ca} + \text{Mg}$ entre décembre 1984 et décembre 1992.

Dans le cas des sulfates, l'examen des moyennes régionales a permis la détection de tendances à la baisse pour les lacs des régions 1 à 5 de décembre 1984 à décembre 1992. Les baisses sont de l'ordre de 0,9 mg/L dans la région 1, 1,1 mg/L dans la région 2, 0,9 mg/L dans la région 3, 0,8 mg/L dans la région 4 et 1,3 mg/L dans la région 5. La région 6 (Pontiac) est la seule à ne pas montrer de baisse significative de SO_4 au seuil $\alpha=5\%$. Au seuil de $\alpha=10\%$ par contre, cette région montre aussi une baisse significative de SO_4 entre mai 1986 et décembre 1992. L'analyse des lacs individuels a permis la détection de deux tendances à la baisse seulement pour les six lacs analysés. Si on regarde les moyennes régionales de SO_4 pour la région 6 (figure 13), celles-ci ont diminué de 1986 à 1989 pour augmenter subitement en 1990 et diminuer à nouveau en 1991 et en 1992. La valeur à la fin de 1992 est près de la valeur la plus faible observée en 1988. On voit également sur les figures 11 et 12 (régions 1 et 2) que la diminution de SO_4 à partir de 1988 est suivie d'une récupération du pH et de l'alcalinité débutant fin 1990-début 1991.

Au niveau des moyennes régionales de NO_3 , deux tendances ont été identifiées, dont une baisse pour les lacs de la région 3 (de 0,064 à 0,019 mg/L : de 4,6 à 1,4 $\mu\text{eq/L}$) et une hausse pour les lacs de la région 6 (de 0,016 à 0,038 mg/L : de 1,1 à 2,7 $\mu\text{eq/L}$ - tableau 11 et annexe 4). Cinq des six lacs échantillonnés dans la région 6 (Pontiac) montrent des hausses significatives de NO_3 entre mai 1986 et décembre 1992. Pour ce qui est des moyennes régionales de NH_4 , seules les régions 2 et 4 ont montré des baisses significatives entre décembre 1984 et décembre 1992.

Les résultats obtenus par l'entremise des moyennes régionales de la qualité de l'eau viennent confirmer le portrait dégagé par l'analyse menée au niveau des lacs individuels, soit une diminution presque généralisée de SO_4 avec peu de récupération du pH et de l'alcalinité.

6 COMPARAISON INTER-ANNUELLE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DES LACS DU RTQ

Dans ce chapitre, les moyennes annuelles régionales de 1992 sont comparées aux moyennes de 1985 pour les régions 1 à 5, à celles de 1986 pour la région 6 et à celles de 1989 pour les régions 7 et 8. Cette comparaison est effectuée au moyen du test de Wilcoxon pour échantillons appariés et du test de Student appliqué lui aussi aux valeurs appariées. En premier lieu, les aspects statistiques reliés à la capacité de détection de changements dans la qualité de l'eau au niveau régional seront abordés. Les résultats des diverses comparaisons seront présentés par la suite.

6.1 Aspects statistiques

Cette section présente une évaluation du RTQ en terme de capacité de détection de changements ponctuels (comparaison de deux années avec le test de Student par exemple) compte tenu du scénario actuel d'échantillonnage. À cet effet, les intervalles de confiance sur la moyenne ont été calculés pour diverses combinaisons de données et pour les variables suivantes : pH, Ca, alcalinité Gran et SO_4 . Premièrement, les intervalles de confiance sur la moyenne ont été calculés pour l'ensemble des lacs du réseau ($n=62$ lacs) ainsi que pour les lacs de la Côte-Nord (ensemble, puis régions 7 et 8 séparément) pour la période de mai/juin 1992. Les lacs des régions 1 à 6 ont ensuite fait l'objet d'une évaluation séparée avec les données de novembre/décembre 1992 afin d'inclure les nouveaux lacs intégrés dans ces régions à ce moment. Les résultats apparaissent au tableau 12 qui présente, pour chaque cas et chaque paramètre, la moyenne, l'écart type ainsi que le demi-intervalle de confiance sur la moyenne. Ce dernier paramètre représente l'écart maximal théorique détectable au moyen d'un test de Student tenant compte d'une distribution normale, d'un nombre d'observations et d'une variabilité propres à chaque cas.

Le tableau 12 montre l'importance de la variabilité comme facteur limitant pour la détection de changements ponctuels significatifs. Les intervalles obtenus pour l'alcalinité Gran (Alcg), par exemple, démontrent qu'en utilisant les lacs des régions 1 à 6, l'intervalle obtenu est de $\pm 1,32$ mg/L avec 44 observations. Les intervalles

Tableau 12

Intervalle de confiance sur la moyenne régionale calculés avec les données spatiales de 1992 (tournées de mai/juin et de novembre/décembre 1992) au seuil de $\alpha = 5\%$

Région	n	pH	Ca	Alcg	SO ₄
1 (nov./déc. 1992)	6	$\mu = 5,6$ $\sigma = 0,4$ $\pm 0,3$	$\mu = 1,23$ $\sigma = 0,13$ $\pm 0,11$	$\mu = 0,55$ $\sigma = 0,36$ $\pm 0,30$	$\mu = 3,8$ $\sigma = 0,9$ $\pm 0,7$
2 (nov./déc. 1992)	10	$\mu = 6,1$ $\sigma = 0,4$ $\pm 0,2$	$\mu = 1,91$ $\sigma = 0,42$ $\pm 0,27$	$\mu = 1,86$ $\sigma = 0,75$ $\pm 0,47$	$\mu = 4,5$ $\sigma = 0,9$ $\pm 0,6$
3 (nov./déc. 1992)	9	$\mu = 6,6$ $\sigma = 0,3$ $\pm 0,2$	$\mu = 2,88$ $\sigma = 1,00$ $\pm 0,67$	$\mu = 5,66$ $\sigma = 2,93$ $\pm 1,93$	$\mu = 4,2$ $\sigma = 1,0$ $\pm 0,7$
4 (nov./déc. 1992)	6	$\mu = 7,0$ $\sigma = 0,2$ $\pm 0,1$	$\mu = 4,03$ $\sigma = 0,73$ $\pm 0,60$	$\mu = 7,68$ $\sigma = 2,73$ $\pm 2,30$	$\mu = 5,6$ $\sigma = 0,9$ $\pm 0,8$
5 (nov./déc. 1992)	4	$\mu = 7,1$ $\sigma = 0,3$ $\pm 0,3$	$\mu = 6,79$ $\sigma = 1,86$ $\pm 2,00$	$\mu = 13,60$ $\sigma = 4,81$ $\pm 4,84$	$\mu = 6,8$ $\sigma = 0,9$ $\pm 0,9$
6 (nov./déc. 1992)	9	$\mu = 5,9$ $\sigma = 0,4$ $\pm 0,3$	$\mu = 1,92$ $\sigma = 0,46$ $\pm 0,31$	$\mu = 1,24$ $\sigma = 1,13$ $\pm 0,76$	$\mu = 5,9$ $\sigma = 1,1$ $\pm 0,7$
7 (juin 1992)	14	$\mu = 6,1$ $\sigma = 0,7$ $\pm 0,3$	$\mu = 1,27$ $\sigma = 0,46$ $\pm 0,25$	$\mu = 1,78$ $\sigma = 1,58$ $\pm 0,86$	$\mu = 2,6$ $\sigma = 0,5$ $\pm 0,3$
8 (juin 1992)	9	$\mu = 5,6$ $\sigma = 0,5$ $\pm 0,4$	$\mu = 0,84$ $\sigma = 0,40$ $\pm 0,26$	$\mu = 0,74$ $\sigma = 0,95$ $\pm 0,64$	$\mu = 2,1$ $\sigma = 0,7$ $\pm 0,5$
Côte-Nord (7+8) (juin 1992)	23	$\mu = 5,9$ $\sigma = 0,6$ $\pm 0,3$	$\mu = 1,10$ $\sigma = 0,48$ $\pm 0,20$	$\mu = 1,37$ $\sigma = 1,44$ $\pm 0,60$	$\mu = 2,4$ $\sigma = 0,6$ $\pm 0,3$
1 à 6 (nov./déc. 1992)	44	$\mu = 6,3$ $\sigma = 0,6$ $\pm 0,2$	$\mu = 2,75$ $\sigma = 1,72$ $\pm 0,51$	$\mu = 4,20$ $\sigma = 4,45$ $\pm 1,32$	$\mu = 5,0$ $\sigma = 1,3$ $\pm 0,4$
1 à 8 (mai/juin 1992)	62	$\mu = 6,2$ $\sigma = 0,7$ $\pm 0,2$	$\mu = 2,08$ $\sigma = 1,60$ $\pm 0,40$	$\mu = 3,00$ $\sigma = 3,65$ $\pm 0,91$	$\mu = 3,9$ $\sigma = 1,8$ $\pm 0,4$

Légende : n = nombre de lacs échantillonnés dans la région homogène; μ = moyenne; σ = écart-type; $\pm$ = plus ou moins (intervalle de confiance autour de la moyenne); Alcg = alcalinité Gran.

obtenus pour les régions 1, 2 et 6 sont beaucoup plus restreints en raison de la moins grande variabilité de l'alcalinité des lacs dans ces régions, ce qui illustre l'avantage d'avoir subdivisé les lacs du RTQ en régions homogènes pour le pH, l'alcalinité, les sulfates et la somme des ions Ca+Mg. Les intervalles obtenus pour les divers scénarios de pH varient entre 0,1 unité de pH (région 4) et 0,4 unité de pH (région 8). En ce qui concerne l'alcalinité Gran, qui est un paramètre hautement variable par rapport aux autres paramètres de la qualité de l'eau, les intervalles obtenus varient de 0,30 mg/L (région 1) à 4,84 mg/L (région 5). Des intervalles variant de 0,11 mg/L (région 1) à 2,00 mg/L (région 5) ont été obtenus pour le calcium alors que dans le cas des sulfates, les intervalles de confiance varient en demi-largeur de 0,3 mg/L (région 7 et régions 7+8) à 0,90 mg/L (région 5).

6.2 Résultats des comparaisons inter-annuelles

Les moyennes régionales comparées ci-après proviennent des tournées d'échantillonnage des stations spatiales de mai/juin et de novembre/décembre de chaque année pour les régions 1 à 6. Dans le cas des lacs des régions 7 et 8 (Côte-Nord), les moyennes régionales sont calculées à partir de la tournée de juin uniquement.

6.2.1 pH.- La comparaison des données qui apparaît au tableau 13 et à l'annexe 5, révèle des valeurs de pH significativement plus élevées en 1992 qu'en 1985 pour les lacs des régions 1 (de 0,3 unité), 2 (de 0,2 unité) et 3 (de 0,3 unité). Le pH des lacs des régions 4 et 5 n'est pas significativement différent en 1992 par rapport à 1985. De même, le pH des lacs de la région 6, en 1992, n'est pas significativement différent de celui de 1986. La figure 14 montre l'évolution des moyennes annuelles de pH des lacs des régions 1 à 6 de 1985 (1986 pour la région 6) à 1992.

La comparaison des données des régions 7 et 8 de 1992 avec les données de 1989 révèle que le pH des lacs de la région 7 (entre la rivière Saguenay et Baie-Comeau) était significativement plus élevé (de 0,3 unité) en 1992 par rapport à 1989 alors que le pH des lacs de la région 8 (région au nord de Sept-Îles) n'est pas significativement différent pour les deux années considérées. Les graphiques

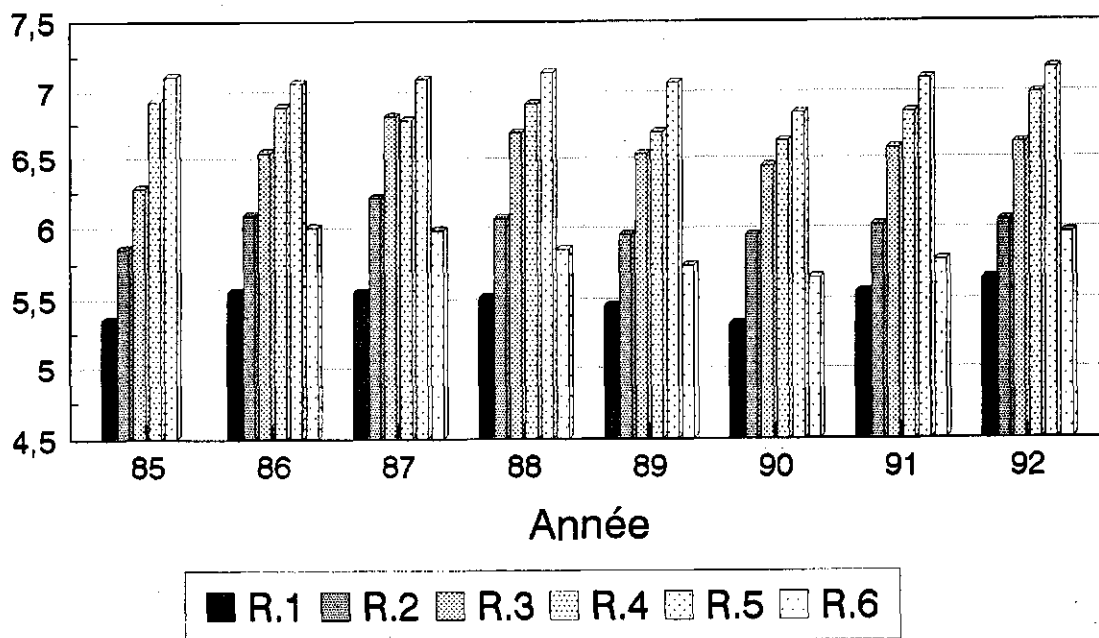
Tableau 13

Sommaire de la comparaison des moyennes régionales de la qualité de l'eau des lacs du RTQ de 1985 (1986 pour la région 6 et 1989 pour les régions 7 et 8) et de 1992 effectuée au moyen du test de Wilcoxon pour échantillons appariés

Variable	Région 1 1992-1985	Région 2 1992-1985	Région 3 1992-1985	Région 4 1992-1985	Région 5 1992-1985	Région 6 1992-1986	Région 7 1992-1989	Région 8 1992-1989
pH	↑ (+0,3)	↑ (+0,2)	↑ (+0,3)	--	--	--	↑ (+0,3)	--
Ca + Mg	--	--	--	--	--	--	↑ (+10,1)	↑ (+4,8)
Alcalinité Totale	↑ (+0,2)	↑ (+0,2)	--	--	--	--	↑ (+0,4)	--
Alcalinité Gran	--	--	--	↓ (-0,59)	--	--	↑ (+0,39)	--
SO ₄	↓ (-0,8)	↓ (-0,9)	↓ (-0,8)	↓ (-0,9)	↓ (-0,9)	↓ (-0,4)	↓ (-0,5)	↓ (-0,3)
NH ₄	--	--	--	↓ (-0,007)	--	↑ (+0,008)	↑ (+0,003)	--
NO ₃	--	--	↓ (-0,05)	--	↑ (+0,016)	↑ (+0,012)	↓ (-0,008)	↓ (-0,010)
Aluminium	--	--	--	--	--	--	--	↑ (+0,023)
COD	--	--	--	--	--	↑ (+0,83)	↑ (+1,66)	↑ (+1,11)

Légende : ↑ et ↓ = Les données de 1992 sont significativement différentes (plus élevées ou plus faibles) que les données de 1985, 1986 ou 1989 selon le cas. Les différences notées entre parenthèses pour Ca + Mg sont en µeq/L alors que les différences pour les autres variables sont en mg/L (sauf pour le pH).

pH



Alcalinité Gran

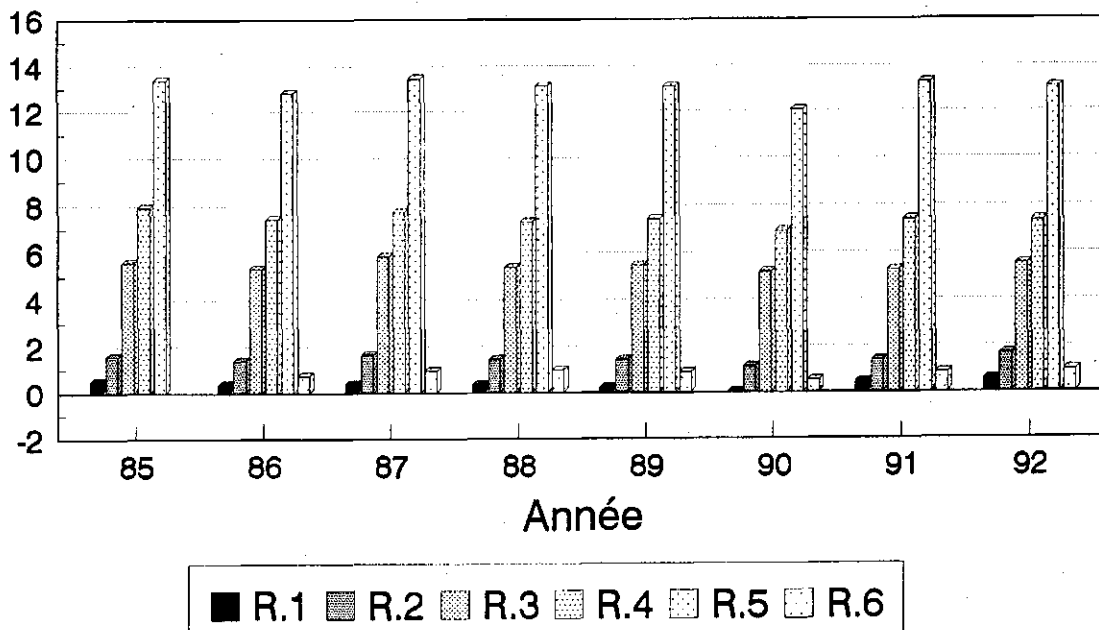


Figure 14 Moyennes annuelles régionales de pH et d'alcalinité pour les régions 1 à 6 du RTQ de 1985 à 1992

d'interquartiles (figures 15 et 16) démontrent que le pH des lacs de la Côte-Nord a diminué en 1990 pour ensuite augmenter en 1991 et en 1992.

6.2.2 Alcalinité totale et Gran.- La comparaison des valeurs d'alcalinité totale et Gran de 1992 et de 1985 pour les lacs des régions 1 à 5 indique très peu de changements (tableau 13). L'alcalinité totale des lacs des régions 1 et 2 est significativement plus élevée en 1992 qu'en 1985 (de 0,2 mg/L pour les régions 1 et 2), mais ce résultat est attribuable à la présence de valeurs sous les limites de détection. La seule différence significative détectée pour l'alcalinité Gran, dans le cas des régions 1 à 6, concerne les lacs de la région 4. L'alcalinité Gran des lacs de cette région est inférieure de 0,59 mg/L en 1992 par rapport à 1985. L'alcalinité totale pour cette région, bien qu'étant inférieure de 0,7 mg/L en 1992 par rapport à 1985 (annexe 5), n'est pas significativement différente. Les résultats de l'analyse des lacs de la région 4 reflètent le comportement particulier du lac des Papillons qui a subi une forte baisse d'alcalinité entre décembre 1984 et décembre 1992. L'alcalinité des lacs de la région 6 en 1992 n'est pas significativement différente des valeurs de 1986.

L'alcalinité des lacs de la Côte-Nord se comporte de façon similaire au pH. Pour les lacs de la région 7, l'alcalinité Gran a augmenté de 0,39 mg/L de 1989 à 1992. Les lacs de la région 8 ne montrent pas de changement significatif entre les deux années utilisées pour la comparaison. L'alcalinité totale montre le même patron que l'alcalinité Gran pour les lacs de la Côte-Nord (figures 15 et 16).

6.2.3 Minéralisation.- La comparaison des moyennes annuelles de 1992 et de 1985 indique qu'aucune des régions 1 à 5 ne montre de changements significatifs pour la somme des ions Ca + Mg (tableau 13 - figure 17). Il en est de même pour les lacs de la région 6, en comparant la moyenne annuelle de 1992 et celle de 1986.

Pour ce qui est de la minéralisation, les valeurs de Ca + Mg pour les lacs de la région 7 montrent une augmentation significative de 10,1 $\mu\text{eq/L}$ en 1992 par rapport à 1989. Pour la région 8, la moyenne de 1992 est significativement plus élevée de 4,8 $\mu\text{eq/L}$ par rapport à 1989 (tableau 13 et figures 15 et 16).

Côte-Nord (Région 7)

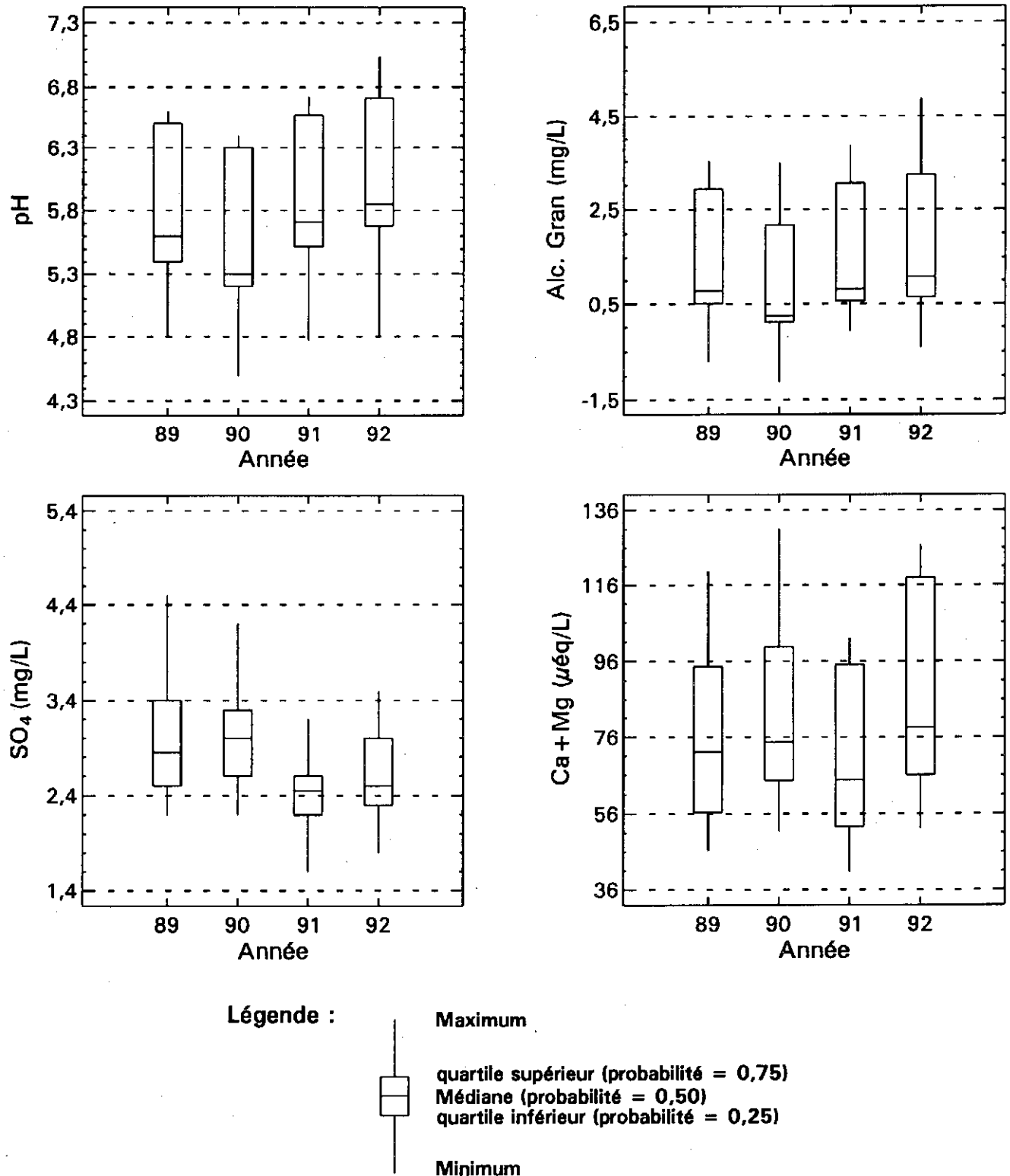


Figure 15 Évolution du pH, de l'alcalinité, de SO₄ et de Ca + Mg pour les lacs de la région 7 (Côte-Nord)

Côte-Nord (Région 8)

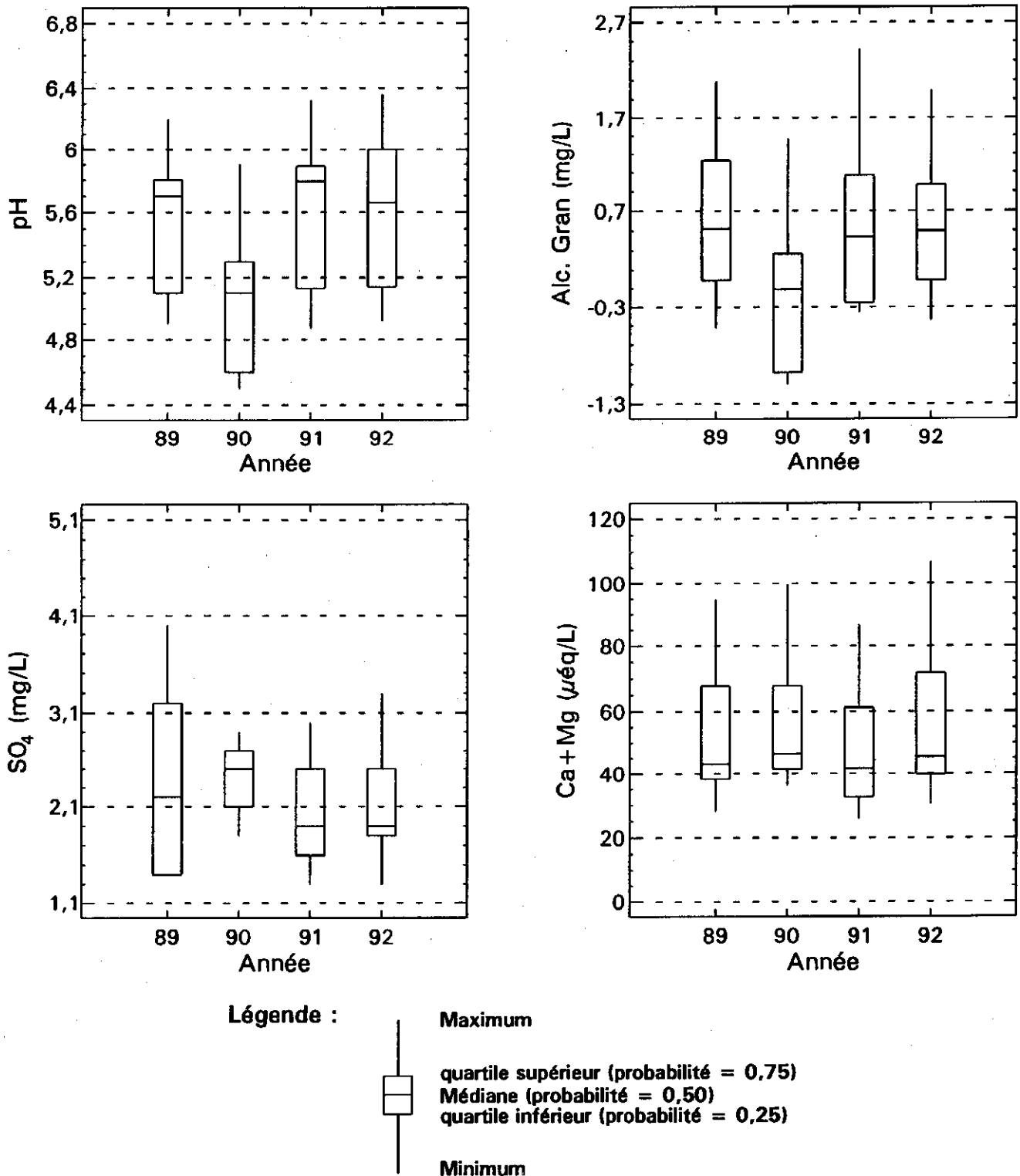


Figure 16 Évolution du pH, de l'alcalinité, de SO_4 et de $Ca + Mg$ pour les lacs de la région 8 (Côte-Nord)

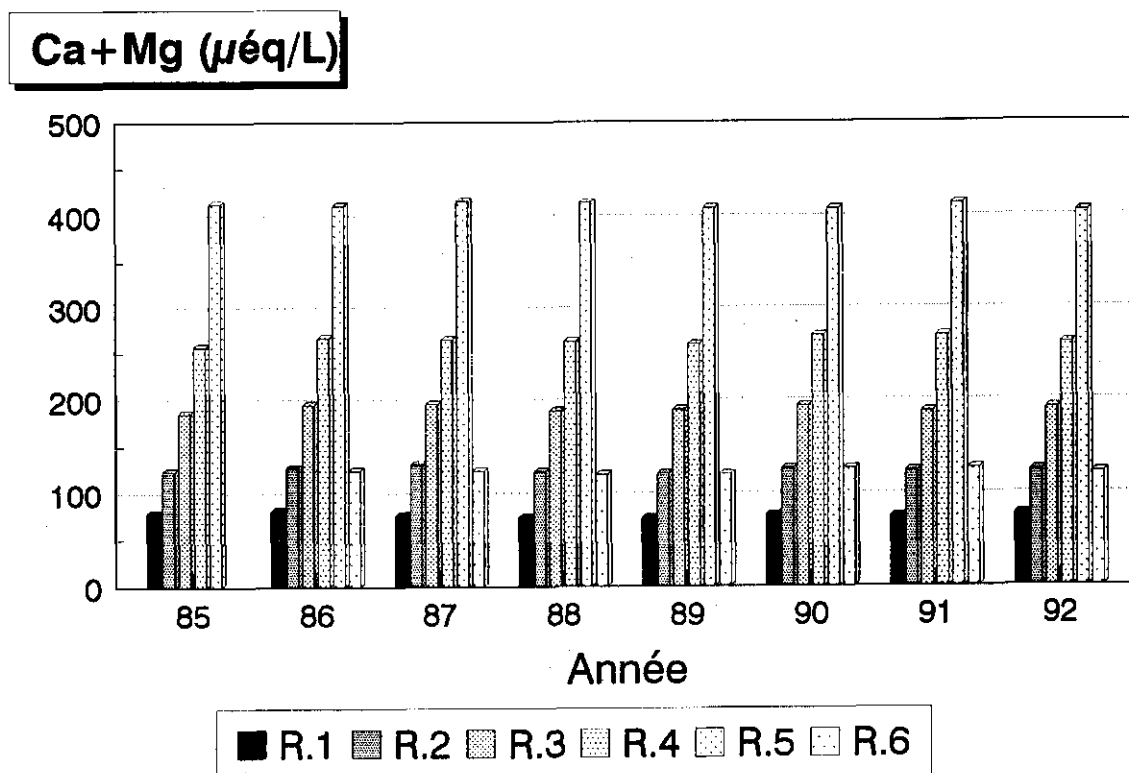
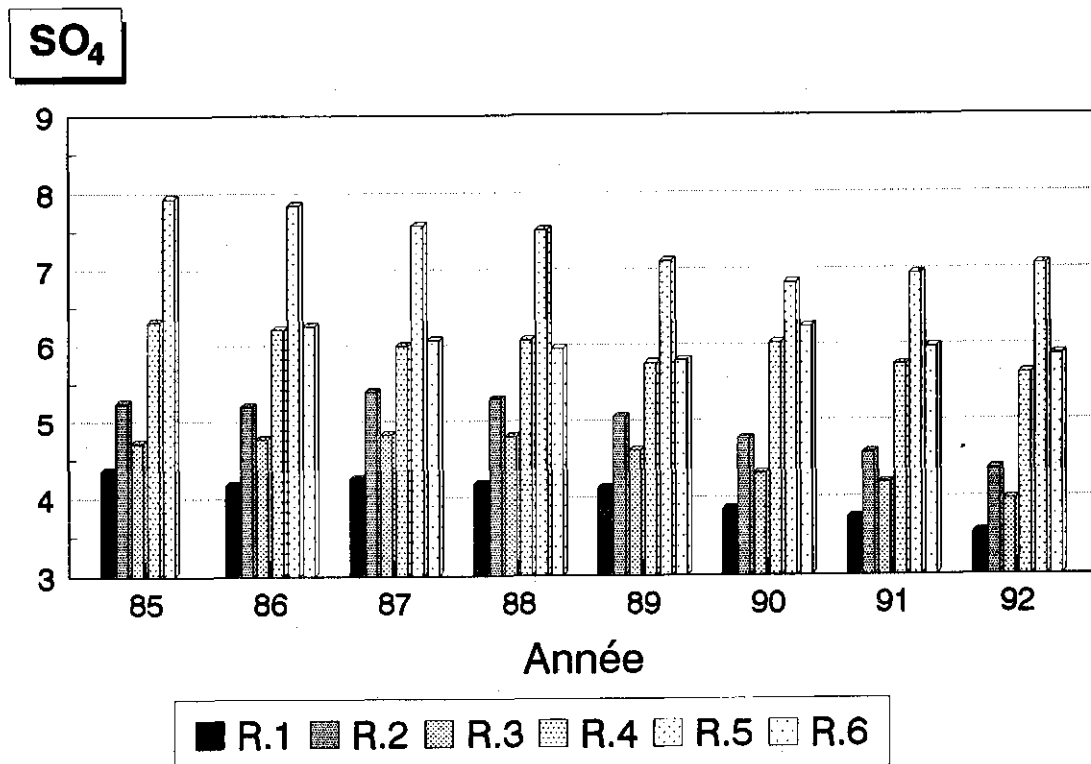


Figure 17 Moyennes annuelles régionales de SO₄ et de Ca+Mg pour les régions 1 à 6 du RTQ de 1985 à 1992

6.2.4 Sulfates.- L'analyse comparative révèle que les moyennes annuelles de 1992 pour les régions 1 à 5 du RTQ sont significativement inférieures aux moyennes de 1985. Ces différences sont de l'ordre de 0,8 mg/L dans les régions 1 et 3 et de 0,9 mg/L dans les régions 2, 4 et 5 (tableau 13 et figure 17). Dans la région 6, la moyenne de SO_4 pour 1992 est significativement inférieure de 0,4 mg/L par rapport à celle de 1986.

Dans le cas des lacs de la Côte-Nord, des baisses significatives des sulfates ont été détectées pour les lacs des régions 7 (baisse de 0,5 mg/L) et 8 (baisse de 0,3 mg/L) en comparant les moyennes annuelles de 1992 aux moyennes annuelles de 1989. Les figures 15 et 16 montrent que les concentrations de SO_4 dans l'eau des lacs ont augmenté en 1990 pour ensuite diminuer en 1991 et en 1992.

6.2.5 Autres variables.- Parmi les autres variables examinées, les valeurs de carbone organique dissous (COD) sont significativement plus élevées de 0,83 mg/L en 1992 qu'en 1986 dans la région 6. Ce résultat correspond bien aux observations faites à partir de l'analyse temporelle ainsi qu'aux observations de Dupont (1992) dans la région. La comparaison des données de 1992 et de 1989 montre que les concentrations de COD sont aussi plus élevées sur la Côte-Nord en 1992 de l'ordre de 1,66 mg/L dans la région 7 et de 1,11 mg/L dans la région 8.

Au niveau des composés azotés (NO_3 et NH_4), les données de NO_3 pour 1992 sont significativement plus faibles que les données de 1985 dans la région 3 (de 0,05 mg/L) et significativement plus élevées dans les régions 5 (de 0,016 mg/L) et 6 (de 0,012 mg/L - 1992 par rapport à 1986 dans la région 6). Sur la Côte-Nord, les valeurs de NO_3 de 1992 sont significativement plus faibles que les valeurs de 1989 pour les deux régions (de l'ordre de 0,008 mg/L dans la région 7 et de 0,010 mg/L dans la région 8). Pour ce qui est du NH_4 , les données de 1992 sont significativement plus élevées que les données de 1986 dans la région 6 (de 0,008 mg/L). Dans la région 4, les valeurs de NH_4 de 1992 sont significativement inférieures aux valeurs de 1985 de l'ordre de 0,007 mg/L. Pour les lacs de la Côte-Nord, les concentrations de NH_4 de 1992 dans la région 7 sont significativement plus élevées (de l'ordre de 0,003 mg/L) par rapport à 1989.

6.2.6 Seuils de tendances détectés.- Compte tenu du cadre statistique établi au départ (section 6.1), nous pouvons comparer les résultats obtenus au niveau de l'ampleur des différences détectées pour le pH, le calcium (annexe 5), l'alcalinité et les sulfates aux intervalles de confiance théoriques calculés présentés dans la section 6.1. Les résultats montrent que pour le pH et les sulfates, les changements détectés correspondent bien aux seuils du tableau 12. Ceci indique que le cadre établi à la section 6.1 est adéquat du moins pour ces deux variables.

Pour le calcium (voir annexe 5) et l'alcalinité Gran cependant, les changements détectés sont souvent inférieurs aux seuils calculés dans le tableau 12. L'explication à ce phénomène est probablement liée à la variabilité plus élevée des données de 1992 ayant servi au calcul des intervalles de confiance théoriques.

La méthode de comparaison inter-annuelle utilisée plus haut s'avère donc un outil qui complète bien l'information obtenue avec l'analyse des séries chronologiques individuelles et régionales. Cet outil permet, entre autres, l'interprétation des changements de la qualité de l'eau des lacs de la Côte-Nord qui sont échantillonnés seulement une fois par année.

7 EFFET DES RÉDUCTIONS FUTURES DES ÉMISSIONS DE SO₂ ET ÉVALUATION DES DÉPÔTS CRITIQUES POUR LES LACS DU RTQ

Ce chapitre vise à établir les dépôts critiques de SO₄ propres aux lacs du RTQ, c'est-à-dire le seuil en-deçà duquel les dépôts acidifiants ne devraient pas engendrer de changements négatifs à long terme dans les écosystèmes lacustres. Par la suite, on tentera de prédire l'effet des réductions futures des émissions de SO₂ prévues par les programmes canadien et américain de lutte contre les pluies acides. À cet effet, le modèle de gestion SIGMA/SLAM (Dupont & Grimard, 1987) est appliqué aux données du RTQ. Ce modèle, développé par le ministère de l'Environnement du Québec, avait été calibré à l'origine sur plus de 1000 lacs du territoire québécois. De ce lot, 158 lacs provenaient du projet Inventaire de 1982 effectué par Environnement Canada. Les constantes calculées sont applicables pour les lacs des régions à l'ouest de la rivière Saguenay. Une modification de ces constantes serait cependant nécessaire pour les lacs de la Côte-Nord afin d'améliorer la correspondance entre les valeurs de pH mesurées et les valeurs calculées par le modèle (Dupont, 1991). Vu que l'exercice présent porte sur des lacs situés à l'ouest du Saguenay et que la plupart de ces lacs ont servi à la calibration initiale du modèle, les constantes établies par Dupont et Grimard (1987) ont été utilisées. La compatibilité des données physico-chimiques des lacs du RTQ avec celles des lacs échantillonnés dans les régions hydrographiques de l'Outaouais et de la Mauricie dans le cadre du Réseau spatial de surveillance de l'acidité des lacs du Québec (RESSALO) montre d'ailleurs que les lacs du RTQ ne sont pas un cas particulier sur le plan de la physico-chimie.

Les données utilisées dans SIGMA/SLAM proviennent de deux sources. Premièrement, pour les eaux lacustres, le modèle requiert des valeurs de pH, de couleur et de la somme des ions Ca + Mg pour chaque lac utilisé. Pour la qualité des précipitations, les concentrations de SO₄ ainsi que la hauteur de précipitation sont utilisées. Les données effectivement utilisées dans cette section sont les moyennes des tournées d'échantillonnage spatial effectuées de 1986 à 1989 relativement à la qualité de l'eau des lacs du RTQ à l'ouest de la rivière Saguenay. Les données de

qualité des précipitations représentent les moyennes de 1986 à 1989 pour 20 stations du réseau d'échantillonnage des précipitations du Québec (REPO - figure 18) (Jacques et Boulet, 1988, 1989, 1990; Boulet et Jacques, 1992). L'association des valeurs de SO_4 dans les précipitations, de même que les quantités de précipitations aux lacs du RTQ a été faite en utilisant des cartes de contour produites avec le logiciel SPANS (TYDAC technologies, 1991).

Afin d'évaluer l'effet des réductions futures des émissions de SO_2 prévues par les programmes canadien et américain de lutte contre les pluies acides, les données du scénario 4 de réduction des dépôts humides de SO_4 présentées dans CCRS (1990) ont été utilisées (figure 19). Ces données ont été produites à l'aide de modèles conçus par le Service de l'environnement atmosphérique d'Environnement Canada. À partir d'une carte de contour produite avec la grille de données du scénario 4 (figure 19), les valeurs de dépôts humides de SO_4 prévues pour l'an 2003 ont été assignées aux lacs du RTQ selon la méthode utilisée précédemment pour les stations du REPO. La moyenne de réduction des dépôts de SO_4 entre 1986-1989 et 2003 a été établie et utilisée dans SIGMA/SLAM afin de prédire le pH des lacs pour 2003.

Le tableau 14 et la figure 20 résument les résultats obtenus au niveau des seuils critiques. Les seuils critiques présentés ont été calculés en utilisant un pH de 6,0 comme minimum à maintenir. Ce seuil est considéré comme minimal pour la protection de la vie aquatique (CCRS, 1990). Selon le tableau 14, 53 p.100 des lacs (20 sur 38) possèdent des seuils critiques de dépôts de SO_4 inférieurs à la moyenne des dépôts de 1986 à 1989. Ceci inclut l'ensemble des lacs de la région 1 (Réserve faunique des Laurentides), sept des huit lacs de la région 2 (nord de la Réserve faunique des Laurentides et région de la Mauricie), un lac de la région 3 (nord-est de la Réserve faunique des Laurentides) et les six lacs de la région 6 (Pontiac).

L'examen des comportements des lacs du RTQ (tableau 7), compte tenu des seuils critiques apparaissant au tableau 14, ne révèle pas de patron particulier pour ce qui est de la récupération ou de l'acidification des eaux lacustres. À l'intérieur de chaque classe de lacs du tableau 7, il y a des lacs pour lesquels les dépôts «actuels» de SO_4 (moyenne de 1986 à 1989) sont supérieurs au seuil critique et d'autres pour lesquels les dépôts «actuels» sont inférieurs à ces charges. Cependant,

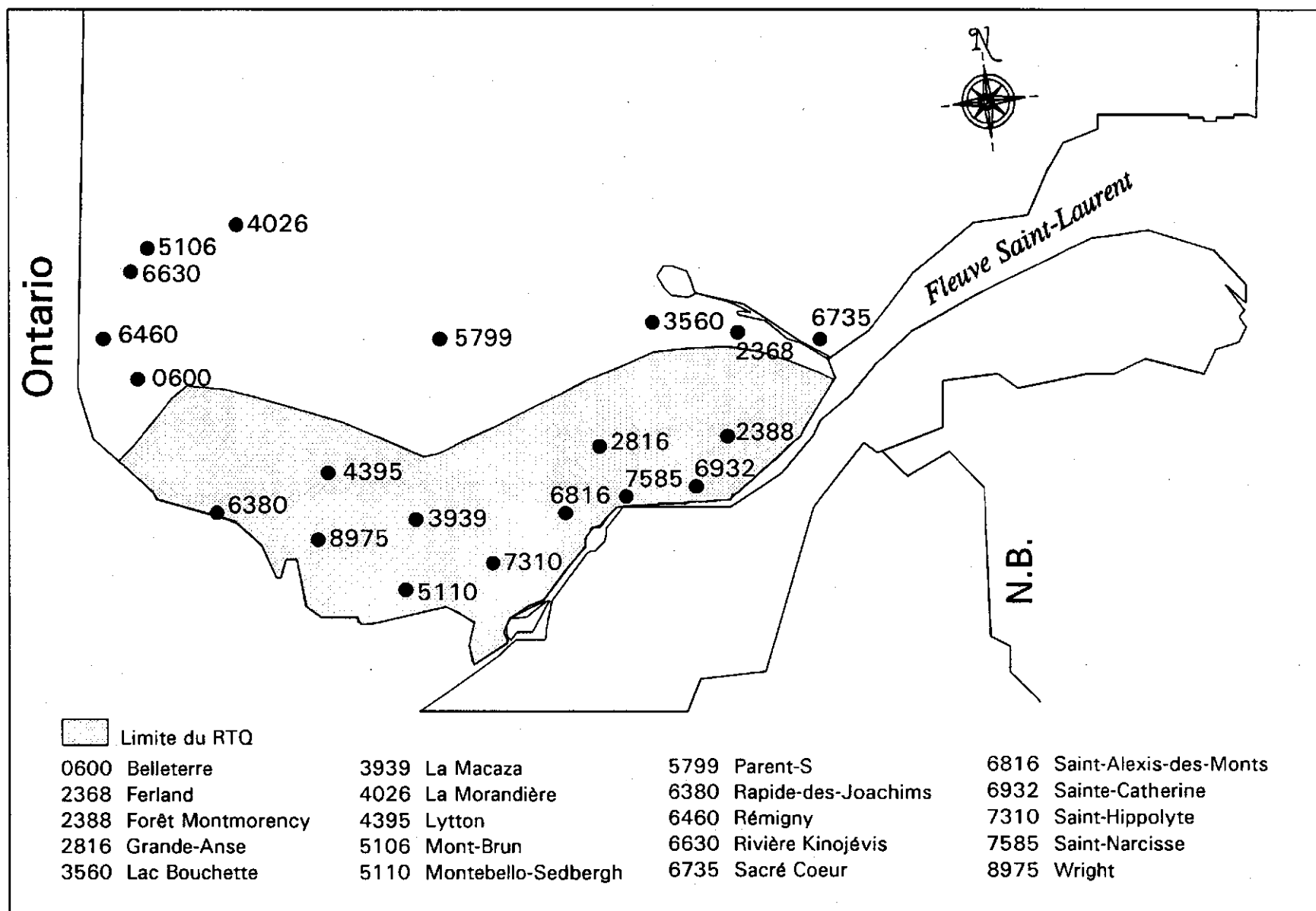


Figure 18 Localisation des stations REPO utilisées pour SIGMA/SLAM.

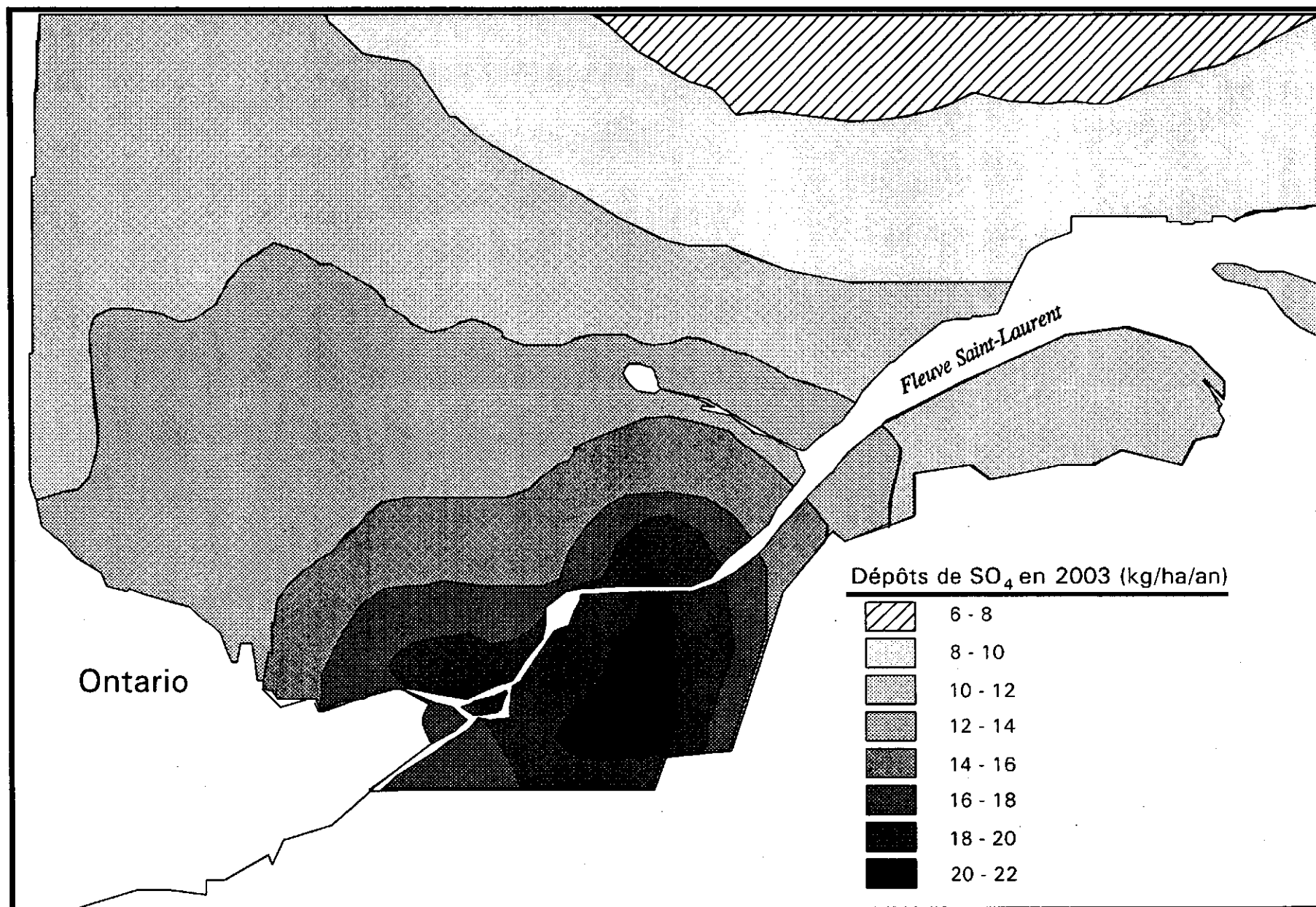


Figure 19 Dépôts humides de SO_4 prévus en 2003 après la mise en place des programmes canadien et américain de réduction de SO_2 (adapté de CCRS, 1990)

Tableau 14

Effet des réductions envisagées des dépôts de SO_4 sur la qualité de l'eau des lacs du RTQ tel qu'estimé avec SIGMA/SLAM

Lac	Seuil critique SO_4 (kh/ha)	Teneur actuelle SO_4 (kg/ha)	pH actuel (1986-1989)	pH amélioré SO_4 ↓ (26,9%)
Bonneville	12,9	22,6	5,1	5,8
Lagou	16,7	22,5	5,6	6,0
Veilleux	15,4	21,1	6,1	6,1
Macleod	13,8	22,6	5,5	5,9
Josselin	15,7	21,1	5,8	6,0
Najoua	10,4	23,5	5,0	5,5
Éclair	16,4	19,4	6,4	6,4
Lemaine	15,8	19,5	5,9	6,1
Truite-Rouge	19,5	26,5	6,1	6,1
Congré	15,6	20,7	5,9	6,0
Fauvette	16,6	17,1	6,3	6,3
Adanys	7,0	21,4	5,2	5,3
Boisvert	18,3	19,4	6,3	6,3
Thibert	20,1	19,4	6,5	6,5
Chômeur	24,0	18,9	6,7	6,7
Thomas	31,3	16,4	6,9	6,9
Nolette	19,5	19,4	6,6	6,6
Laflamme	25,5	22,6	6,5	6,5
Daniel	16,2	19,5	6,1	6,1
Belle Truite	36,4	18,0	6,9	6,9
Pothier	19,8	17,1	6,6	6,6
Laurent	38,1	21,7	7,0	7,0
Chevreuil	36,8	26,5	6,8	6,8
Kidney	38,4	21,7	6,9	6,9
des Joncs	27,1	19,4	6,7	6,7
Général-White	45,1	24,0	6,9	6,9
Grégoire	38,4	26,5	6,9	6,9
des Papillons	29,1	26,5	6,7	6,7
Blais	61,1	26,5	7,2	7,2
David	62,8	21,7	7,3	7,3
Clair	50,7	21,4	7,2	7,2
Graham	34,7	29,0	6,7	6,7
6827	16,6	21,7	6,4	6,4
88188	16,1	21,7	6,1	6,1
Poirier	13,5	21,7	5,6	5,8
Blériot	17,4	21,7	5,9	6,1
75869	18,4	19,4	6,1	6,2
Murex	10,6	19,4	5,3	5,7

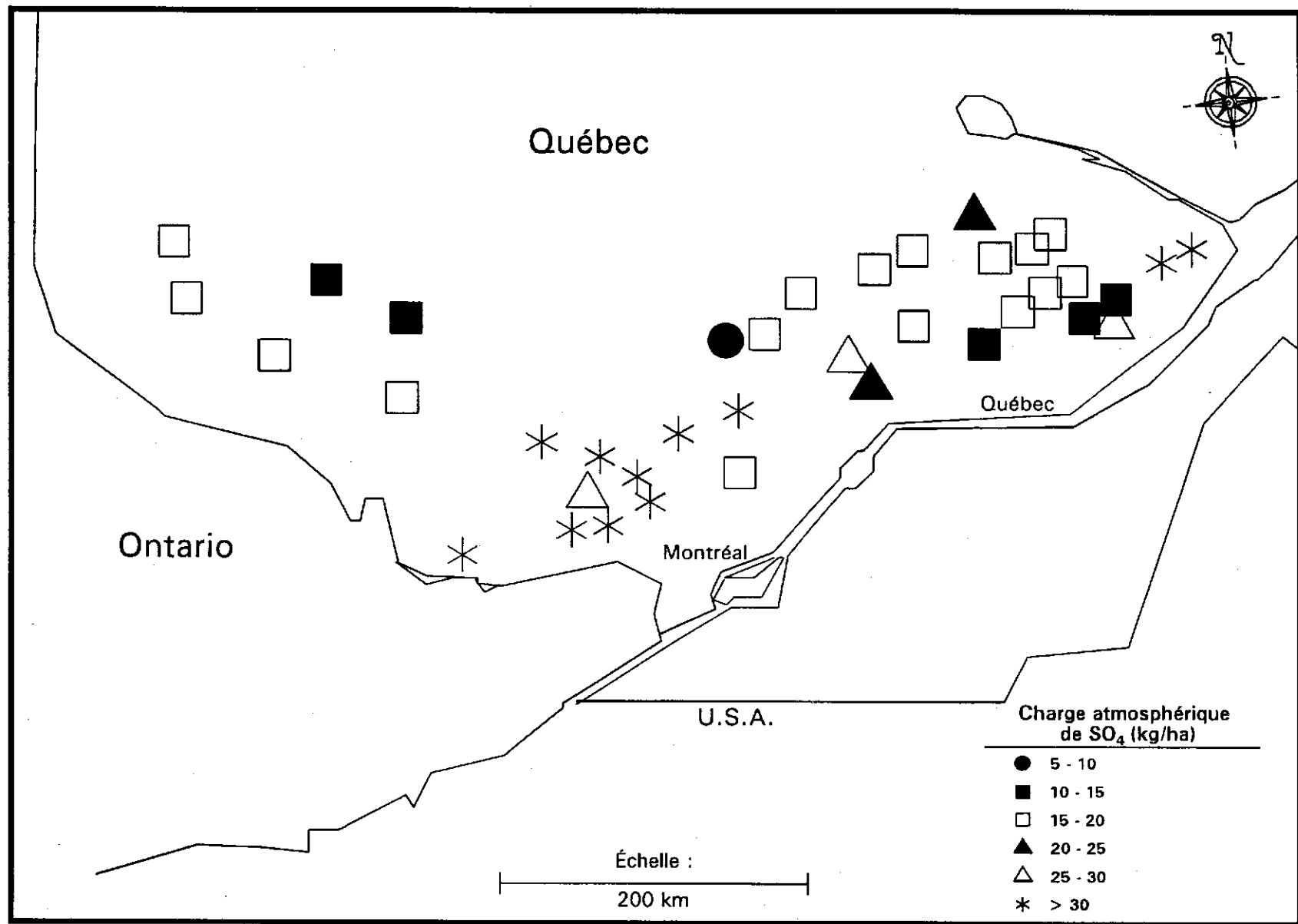


Figure 20 *Seuils critiques de SO_4 pour les lacs du RTQ tels que calculés avec SIGMA/SLAM*

les données de précipitation sont établies à partir d'une moyenne de 1986 à 1989 et il est probable que les dépôts de SO_4 , en 1992, soient inférieurs à ces moyennes.

Afin d'examiner la précision du modèle SIGMA/SLAM, la relation linéaire entre le pH observé (moyenne de 1986 à 1989) pour les lacs du RTQ et le pH calculé par le modèle selon les caractéristiques de minéralisation, de couleur et de concentration de SO_4 dans les précipitations est la suivante :

$$\text{pH calculé} = 0,799 \times \text{pH observé} + 0,966$$

Le coefficient de corrélation entre le pH observé et le pH calculé est de 0,949, ce qui indique que les simulations réalisées avec SIGMA/SLAM sont adéquates.

La comparaison des valeurs prédites de dépôts humides de SO_4 (scénario 4) avec les moyennes de 1986 à 1989 a révélé qu'une baisse moyenne de 26,9 p.100 dans les dépôts de SO_4 devrait survenir avec la mise en place des programmes canadien et américain de réduction des émissions de SO_2 . Le changement prévu dans le pH de l'eau des lacs du RTQ est présenté au tableau 14. Selon ce tableau, le pourcentage de lacs avec un pH inférieur à 6 passerait de 29 p.100 (11 lacs sur 38) à 16 p.100 (6 lacs sur 38). Seuls les lacs Najoua et Adanys présenteraient un pH égal ou inférieur à 5,5, avec des pH de 5,5 et de 5,3 respectivement. La hausse de pH la plus forte se ferait sentir au lac Bonneville. Le pH de ce lac passerait de 5,1 à 5,8. Ces résultats correspondent bien avec les résultats présentés dans CCRS (1990) qui démontraient que la mise en place des programmes de réduction des émissions de SO_2 permettraient de ramener le pourcentage de lacs avec un pH inférieur à 6 d'environ 30 p.100 à 10 p.100 et ce à l'intérieur d'un regroupement régional de bassins versants recouvrant la majeure partie de la région du réseau TADPA.

Dans une prochaine analyse, il serait intéressant de reprendre la démarche présentée plus haut pour les lacs de la Côte-Nord qui ont un pH moyen proche de 6,0. Tel que démontré dans le chapitre 6, les lacs de cette région ont présenté des signes de récupération entre 1989 et 1992 (surtout dans la région 7). Il est donc raisonnable de s'attendre à des gains supplémentaires relativement au pH des eaux lacustres, liés aux programmes de réduction des émissions de SO_2 .

8 CONCLUSION

Le réseau TADPA-Québec a comme principal objectif de documenter la récupération de la qualité de l'eau des lacs du Québec méridional affectés par les précipitations acides, par suite des réductions d'émissions de SO_2 spécifiées dans l'entente Canada/États-Unis sur la qualité de l'air.

En 1992, 42 p.100 des lacs du RTQ avaient un pH inférieur à 6 (seuil minimal pour la protection des organismes aquatiques) et 13 p.100 des lacs, un pH inférieur à 5,5 (lacs acides). Pour ce qui est de la capacité de neutralisation des acides (alcalinité), 55 p.100 des lacs du RTQ avaient une alcalinité inférieure à 2 mg/L et 6 p.100 des lacs possédaient une alcalinité négative, ce qui indique la grande sensibilité de la majorité des lacs du réseau.

L'analyse temporelle des données de précipitations pour trois stations RCEPA a révélé des baisses significatives de SO_4 aux stations de Chalk River (concentrations et dépôts) et de la forêt Montmorency (dépôts) de 1983 à 1991. Une diminution de l'acidité des précipitations a aussi été mesurée aux mêmes stations. Une hausse de pH ainsi qu'une diminution de H^+ (concentrations et dépôts) ont été mesurées à Chalk River alors qu'à la station de la forêt Montmorency, une diminution des dépôts de H^+ a été enregistrée de 1983 à 1991. De plus, pour la même période, des baisses significatives de calcium dans les précipitations ont été enregistrées aux stations de Chalk River (concentrations et dépôts) et de Sutton (concentrations) alors que des baisses de magnésium ont aussi été mesurées aux mêmes stations (baisses de dépôts à Chalk River et baisses des concentrations à Sutton).

De décembre 1984 (mai 1986 pour la région 6) à décembre 1992, les concentrations de SO_4 dans les lacs du RTQ ont diminué de façon significative dans 82 p.100 (31 lacs sur 38) des lacs échantillonnés entre la rivière des Outaouais et la rivière Saguenay. Ces diminutions se chiffrent de 0,5 à 1,8 mg/L (de 10,4 à 37,4 $\mu\text{eq/L}$) ou si on veut de 8 à 33 p.100. Quatre des sept lacs ne démontrant pas de baisses de SO_4 sont situés dans la région du Pontiac. Pour l'ensemble des régions, on dénote peu de signes de récupération des lacs en 1992 malgré les baisses de SO_4 . Entre décembre 1984 et décembre 1992, seulement trois lacs ont montré des hausses

de pH (de 0,2 à 0,3 unité) et sept lacs ont montré des hausses significatives d'alcalinité totale (de 0,2 à 0,6 mg/L - 4 à 12 $\mu\text{eq/L}$). Pour la même période, neuf lacs ont montré des baisses significatives pour la somme de Ca + Mg (de 2,2 à 20,0 $\mu\text{eq/L}$) et 15 des 38 lacs à l'étude ont montré des hausses significatives de NO_3 , allant de 0,008 à 0,036 mg/L (0,57 à 2,57 $\mu\text{eq/L}$). Les hausses de NO_3 pour les lacs temporels sont causées surtout par une augmentation des valeurs observées en hiver.

La réponse des lacs du RTQ aux baisses de sulfates est variée. Six lacs montrent des hausses de pH ou d'alcalinité et sont donc classés en voie de récupération. Seulement trois lacs l'avaient été dans l'étude précédente de Bouchard (1992b). Ensuite, sept lacs du RTQ réagissent aux baisses de SO_4 par des baisses de cations seulement (Ca + Mg) ce qui constitue, pour plusieurs auteurs, un signe de récupération car un tel comportement pourrait indiquer une diminution du lessivage des sols due à la diminution de la charge acidifiante. L'examen des données de précipitations révèle qu'une baisse des apports atmosphériques en cations peut être responsable d'une partie des baisses observées pour les lacs des régions 4, 5 et 6. Parmi les autres lacs du RTQ, 13 montrent des baisses de SO_4 seulement et cinq des signes d'acidification malgré les baisses de SO_4 de décembre 1984 à décembre 1992. Les résultats démontrent qu'il existe un gradient décroissant de l'ouest vers l'est (sauf pour le Pontiac) dans les baisses de SO_4 des eaux lacustres. On ne trouve cependant pas de patron similaire en ce qui concerne les indicateurs de récupération des lacs tels le pH et l'alcalinité. Le gradient de réduction des concentrations de SO_4 est probablement lié aux baisses de SO_4 dans les précipitations de 1983 à 1991.

L'analyse des séries de moyennes régionales vient confirmer les résultats pour les lacs pris individuellement, à savoir que des diminutions de SO_4 ont été détectées pour les lacs des régions 1 à 5 (de 0,8 à 1,3 mg/L - 16,6 à 27,0 $\mu\text{eq/L}$) sans pour autant voir de hausses significatives de pH ou d'alcalinité. Les moyennes régionales de la somme de Ca + Mg ont cependant baissé entre décembre 1984 et décembre 1992 dans les régions 1, 3 et 5 (baisses de 4,7 à 7,2 $\mu\text{eq/L}$).

L'étude comparative des moyennes annuelles des variables de la qualité de l'eau de 1992 et de 1985 (1986 dans la région 6 et 1989 dans les régions 7 et 8) montre que les lacs des régions 1, 2, 3 et 7 avaient, en 1992, des pH plus élevés de

0,2 à 0,3 unité par rapport à 1985 (régions 1, 2 et 3) et 1989 (région 7). De même en 1992, l'alcalinité des lacs des régions 1, 2 et 7 était supérieure de 0,2 à 0,4 mg/L (4 à 8 $\mu\text{eq/L}$) par rapport à 1985 (régions 1 et 2) et 1989 (région 7). Pour les sulfates, les moyennes régionales de l'ensemble des régions pour 1992 sont plus faibles (de l'ordre de 0,3 à 0,9 mg/L [6,2 à 18,7 $\mu\text{eq/L}$]) par rapport à 1985 (régions 1 à 5), 1986 (région 6) et 1989 (régions 7 et 8). Sur cette base, les lacs de la région 7 (Côte-Nord) montrent des signes de récupération significatifs.

Le fait que le pH et l'alcalinité ne réagissent pas au même rythme que les sulfates peut être expliqué de plusieurs façons. Premièrement, trois stations temporelles démontrent un décalage approximatif variant entre quatre et huit mois entre le début des baisses de SO_4 (depuis 1989 surtout) et les hausses de pH et d'alcalinité en 1991 et en 1992. Les séries de pH et d'alcalinité comportent des changements qui semblent être liés aux périodes de plus fortes précipitations survenues en 1988 et en 1990. De plus, le fait que les dépôts de nitrates sont demeurés stables ou ont augmenté au cours des dernières années au Québec pourrait retarder la récupération du pH et de l'alcalinité des eaux lacustres et même contrebalancer les effets bénéfiques des réductions de SO_4 réalisées à ce jour. Le calcul des seuils critiques de SO_4 , réalisé avec l'aide du modèle SIGMA/SLAM, montre que, de 1986 à 1989, 53 p.100 des lacs des régions 1 à 6 du RTQ (20 lacs sur 38) recevaient une moyenne des dépôts atmosphériques de SO_4 supérieurs à leurs seuils critiques. L'évaluation de l'effet des réductions futures des dépôts de SO_4 (de l'ordre de 26,9 p.100) montre que le pourcentage de lacs du RTQ avec un pH inférieur à 6 passerait de 29 p.100 à 16 p.100 soit de 11 à six lacs. Des six derniers lacs, deux seulement auraient encore un pH inférieur ou égal à 5,5.

Parmi les travaux envisagés dans le cadre du RTQ, il serait souhaitable de considérer un seuil de $\alpha = 10\%$ lors de l'analyse temporelle des séries de qualité de l'eau, ce qui permettrait d'obtenir une meilleure correspondance entre les mouvements des paramètres, notamment l'alcalinité. Afin de mieux caractériser les liens entre la qualité des précipitations et la qualité de l'eau des lacs du RTQ, il faudrait examiner l'utilité de méthodes d'analyse multivariée comme les modèles de régression multiple ainsi que des modèles de régression avec déphasage des diverses séries

chronologiques afin de tenir compte du temps de réponse des lacs aux baisses de SO_4 . Il sera aussi intéressant de vérifier l'évolution du pH de l'eau des lacs du RTQ en tenant compte des résultats pour la récupération potentielle du pH obtenus par l'entremise du modèle SIGMA/SLAM. De plus, la démarche entreprise avec le modèle SIGMA/SLAM pourrait être reprise afin d'inclure les lacs de la Côte-Nord. En même temps, la méthodologie utilisée pourrait être raffinée notamment en ce qui a trait à l'analyse spatiale des données de précipitation ainsi qu'à l'évaluation des erreurs reliées aux estimés des charges critiques de SO_4 .

RÉFÉRENCES

- Baker, J. P., S.A. Gherini, S.W. Christensen, C.T. Driscoll, J. Gallagher, R.K. Munson, R.M. Newton, K.H. Reckhow, C.L. Schofield. (1990). *Adirondack Lakes Survey : An interpretive analysis of fish communities and water chemistry, 1984-1987*. Adirondack Lakes Survey Corporation, Ray Brook, NY.
- Bayley, S.E., D.W. Schindler, B.R. Parker, M.P. Stainton, K.G. Beaty. (1992). «Effects of forest fire and drought on acidity of a base-poor boreal forest stream : similarities between climatic warming and acidic precipitation». *Biogeochemistry* 17 : 191-204.
- Berryman, D., B. Bobée, D. Cluis, J. Haemmerli. (1988). «Non Parametric tests for trend detection in water quality time-series». *Water Resources Bulletin*, 24 (3) : 545-556.
- Bobée, B., Y. Grimard, M. Lachance, A. Tessier. (1982). *Nature et étendue de l'acidification des lacs du Québec*. INRS-Eau, rapport scientifique n° 140.
- Bouchard, A. et J. Haemmerli. (1992). «Trend detection in water quality time series of LRTAP-Québec network lakes». *Water, Air, and Soil Pollut.*, 62 : 89-110.
- Bouchard, A. (1992a). *Évolution temporelle de la qualité de l'eau des lacs du sud du Québec soumis aux pluies acides : Volume I Rapport Interprétatif*. Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Direction des eaux intérieures.
- Bouchard, A. (1992b). *Réponse de la qualité de l'eau des lacs du réseau TADPA-Québec aux précipitations acides de 1985 à 1991*. Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Direction des eaux intérieures.
- Boulet, G. et G. Jacques. (1992). *Programme d'échantillonnage des précipitations du Québec : Sommaire des données de la qualité des eaux de précipitations 1989*. ministère de l'Environnement du Québec, Direction des réseaux atmosphériques, Publication QEN/PA-45.
- Boulet, G. et P. Pinard. (1991). *Les précipitations acides au Québec : Bilan des années 1981 à 1991*. Présenté au colloque sur les précipitations acides et sur la pollution par l'ozone (SMOG) tenu à Montréal, novembre 1991, pp. 9-27.

- Box, G.E.P. et G.M. Jenkins. (1976). *Time Series Analysis : forecasting and control*. Holden Day, Oakland, California.
- Canada/États-Unis. (1992). *Accord Canada-États-Unis sur la qualité de l'air*. Premier rapport d'étape.
- CCRS. (1990). *Évaluation de l'état des connaissances actuelles sur le transport à distance des polluants atmosphériques et les dépôts acides - Partie 4: Effets sur les milieux aquatiques*. Comité fédéral-provincial de coordination de la recherche et de la surveillance, sous-groupe chargé des effets sur les milieux aquatiques.
- Cluis, D.A., C. Laberge, C. Houle. (1988). *Détection des tendances et dépassement de normes en qualité de l'eau*. INRS-Eau.
- Cronan, C.S., W.J. Walker, P.R. Bloom. (1986). «Predicting aqueous aluminium concentrations in natural waters». *Nature*, 324 : 140-143.
- Dickson, W.W. (1975). *The acidification of Swedish lakes*. Institute of Freshwater Research, Drottningholm, Suède, rapport n° 54, pp. 8-20.
- Dillon, P.J. et B.D. Lazerte. (1992). «Response of the Plastic Lake catchment, Ontario, to reduced sulphur deposition». *Environ. Pollut.*, 77 : 211-217.
- Dillon, P.J. et L.A. Molot. (1990). «The role of ammonium and nitrate retention in the acidification of lakes and forested catchments». *Biogeochemistry*, 11 : 23-43.
- Dillon, P.J., R.A. Reid, R. Girard. (1986). «Changes in the chemistry of lakes near Sudbury, Ontario following reductions of SO₂ emissions». *Water, Air, and Soil Pollut.*, 31 : 59-65.
- Dubois, L., A. Bouchard, M. Papineau, D. Labonté. (1992). *Évolution temporelle de la qualité de l'eau des lacs du sud du Québec soumis aux pluies acides : Volume II Base de données*. Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Direction des eaux intérieures.
- Dupont, J. (1992). *Effets des réductions des émissions de SO₂ sur la qualité de l'eau des lacs de la région de Rouyn-Noranda*. ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau, Rapport n° QEN/PA-43/1.

- Dupont, J. (1991). *État de l'acidité des lacs de la région hydrographique de la Côte-Nord*. ministère de l'Environnement du Québec, Rapport n° QEN/PA-41/1.
- Dupont, J. (1990). *État de l'acidité des lacs de la région hydrographique du Saguenay-Lac-Saint-Jean*. ministère de l'Environnement du Québec, Rapport n° PA-38.
- Dupont, J. (1989). *État de l'acidité des lacs de la région hydrographique de la Mauricie*. ministère de l'Environnement du Québec, Rapport n° PA-33/1.
- Dupont, J. (1988). *État de l'acidité des lacs de la région hydrographique de l'Outaouais*. ministère de l'Environnement du Québec, Rapport n° PA-29.
- Dupont, J. et Y. Grimard. (1987). *SIGMA/SLAM : Modèle de gestion des milieux acides*. Direction de la qualité du milieu aquatique, ministère de l'Environnement du Québec, Publication n° PA-27.
- Driscoll, C.T., R.M. Newton, C.P. Gubala, J.P. Baker, S.W. Christensen. (1991). «Adirondack Mountains». dans *Acidic deposition and aquatic ecosystems : Regional case studies*, pp. 133-202.
- Driscoll, C.T., R.D. Fuller, W.D. Schecher. (1989a). «The role of organic acids in the acidification of surface waters in the Eastern US». *Water, Air and Soil Pollut.* 43 : 21.
- Driscoll, C.T., G.E. Likens, L.O. Hedin, J.S. Eaton, F.H. Bormann. (1989b). «Changes in the chemistry of surface waters - 25-year results at the Hubbard Brook Experimental Forest, NH». *Environ. Sci. Technol.*, 23 (2): 137-143.
- Driscoll, C.T., C.P. Yatsko, F.J. Unangst. (1987). «Longitudinal and temporal trends in the water chemistry of the north branch of the Moose river». *Biogeochemistry*, 3 : 37-61.
- Frenette, J.J., Y. Richard, G. Moreau. (1986). «Fish responses to acidity in Québec lakes : a review». *Water, Air and Soil Pollut.*, 30 : 461-476.
- Grennfelt, P. et H. Hultberg. (1986). «Effects of nitrogen deposition on the acidification of terrestrial and aquatic ecosystems». *Water, Air and Soil Pollut.*, 30 : 945-963.

- Haemmerli, J. (1988). *Réseau TADPA-Québec banque de données physico-chimiques 1983-1988*. Environnement Canada, Direction des eaux intérieures, région du Québec.
- Herlihy, A.T., D.H. Landers, R.F. Cusimano, W.S. Overton, P.J. Wigington, Jr., A.K. Pollack, T.E. Mitchell-Hall. (1990). *Temporal variability in lakewater chemistry in the Northeastern United States : Results of phase II of the Eastern Lake Survey*. NSI Technology Services Corp., prepared for Corvallis Environmental Research Lab., Or.
- Hirsch, R.M., J.R. Slack, R.A. Smith. (1982). «Techniques of Trend Analysis for Monthly Water Quality Data». *Water Resources Research*, 18 (1) : 107-121.
- Hirsch, R.M. et J.R. Slack. (1984). «A nonparametric Trend Test for Seasonal Data with Serial Dependence». *Water Resources Research*, 20 (6) : 727-732.
- Hutchinson, T.C. et M. Havas. (1986). «Recovery of previously acidified lakes near Coniston, Canada following reductions in atmospheric sulphur and metal emissions». *Water, Air and Soil Pollut.*, 28 : 319-333.
- Ion, J. (1993). *Analysis of precipitation and water quality trends in Ontario, Québec, Nova Scotia and Newfoundland*. Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, rapport préliminaire.
- Jacques, G. et G. Boulet. (1990). *Réseau d'échantillonnage des précipitations du Québec : Sommaire des données de la qualité des eaux de précipitations 1988*. ministère de l'Environnement du Québec, Direction des réseaux atmosphériques, publication QEN/PA-39.
- Jacques, G. et G. Boulet. (1989). *Réseau d'échantillonnage des précipitations du Québec : Sommaire des données de la qualité des eaux de précipitations 1987*. ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la météorologie, publication QEN/PA-37.
- Jacques, G. et G. Boulet. (1988). *Réseau d'échantillonnage des précipitations du Québec : Sommaire des données de la qualité des eaux de précipitations 1986*. ministère de l'Environnement du Québec, Direction générale du milieu atmosphérique, publication QEN/PA-31/1.
- Keller, W., J.R. Pitblado, J. Carbone. (1992). «Chemical responses of acidic lakes in the Sudbury, Ontario, area to reduced smelter emissions, 1981-1989». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49 (1) : 23-32.

- Keller, W., J.R. Pitblado, N.I. Conroy. (1986). «Water quality improvements in the Sudbury, Ontario, area related to reduced smelter emissions». *Water, Air and Soil Pollut.*, 31 : 765-774.
- Kelly, C.A., J.W.M. Rudd, D.W. Schindler. (1990). «Acidification by nitric acid - Future Considerations». *Water, Air, and Soil Pollut.*, 50 : 49-61.
- Kelso, J.R.M. et D.S. Jeffries. (1988). «Response of headwater lakes to varying atmospheric deposition in North-Central Ontario, 1979-85». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45 : 1905-1911.
- Lachance, M. (1988). *Élaboration d'une méthodologie d'évaluation de la qualité de l'eau : application au problème de l'acidification des eaux lacustres du Québec*. Thèse de Doctorat présentée à l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- Lettenmaier, D.P. (1976). «Detection of Trends in Water Quality Data from Records with Dependant Observations». *Water Resources Research*, 12 (5) : 1037-1046.
- Murdoch, P.S. et J.L Stoddard. (1992). «The role of Nitrate in the Acidification of Streams in the Catskill Mountains of New York». *Water Resources Research*, 28 (10) : 2707-2720.
- Rudd, J.W.M., C.A. Kelly, D.W. Schindler, M.A. Turner. (1990). «A comparison of the acidification efficiencies of nitric and sulfuric acids by two whole-lake addition experiments». *Limnol. Oceanogr.*, 35 (3) : 663-679.
- Schindler, D.W., M.A. Turner, R.H. Hesslein. (1985). «Acidification and alkalization of lakes by experimental addition of nitrogen compounds». *Biogeochemistry* 1 : 117-133.
- Small, M.J. et M.C. Sutton. (1986). «A regional pH-alkalinity relationship». *Water Research*, 20 (3) : 335-343.
- Tremblay, S. (1992). *Étude de l'effet de l'acidité sur les communautés piscicoles de 31 lacs de la région hydrographique du Saguenay--Lac-Saint-Jean, Québec*. ministère de l'Environnement du Québec, rapport n° PA-42.
- Tremblay, S. et Y. Richard. (1990). *Étude synthèse de l'effet de l'acidité sur les communautés piscicoles de 74 lacs de la région hydrographique de l'Outaouais*. ministère de l'Environnement du Québec, rapport n° PA-30.

TYDAC Technologies. (1991). *SPANS V.5.2 - Reference manual*, 4th edition.

Wright, R.F. et M. Haus. (1991). «Reversibility of acidification : soils and surface waters». *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 97B : 169-191.

ANNEXES

Cette page est blanche dans le document original

Annexe 1

Banque de données physico-chimiques de 1992

Description des variables

pH	: pH mesuré en laboratoire (unité)
Ca	: Calcium (mg/L Ca)
Mg	: Magnésium (mg/L Mg)
Na	: Sodium (mg/L Na)
K	: Potassium (mg/L K)
NH ₄	: Azote ammoniacal (mg/L N)
Alct	: Alcalinité totale (mg/L CaCO ₃)
Alcg	: Alcalinité Gran (mg/L CaCO ₃)
SO ₄	: Sulfates déterminés par colorimétrie (mg/L SO ₄ ²⁻)
Cl	: Chlorures (mg/L Cl)
NO ₃	: Nitrates et nitrites (mg/L N)
COD	: Carbone organique dissous (mg/L C)
CID	: Carbone inorganique dissous (mg/L C)
COU	: Couleur vraie (unité Hazen)
Cond	: Conductivité mesurée en laboratoire (μS/cm)
Al	: Aluminium filtré (mg/L Al)
Mn	: Manganèse filtré (mg/L Mn)
Fe	: Fer filtré (mg/L Fe)
SiO ₂	: Silicate réactif (mg/L SiO ₂)
TOU	: Numéro de la tournée
AN MO JO	: Date d'échantillonnage (année mois jour)
M	: Donnée manquante
A	: Donnée aberrante
---	: Non analysé

101 Bonneville

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
5.47	1.250	0.280	0.362	0.060	0.083	<0.5	0.64	4.0	0.41	0.07	4.14	0.34	18	16.7	--	--	--	3.90	53	92	1	27
5.48	1.250	0.320	0.673	0.200	0.104	0.7	0.62	4.1	0.33	0.10	4.46	1.06	21	17.4	0.157	0.035	0.195	4.64	54	92	3	23
5.43	0.777	0.199	0.091	0.163	0.012	<0.5	0.20	2.8	0.20	<0.02	4.52	<0.15	11	10.4	--	--	--	1.61	55	92	6	4
5.10	0.750	0.200	0.113	0.082	0.008	<0.5	-0.12	3.3	0.16	<0.02	4.70	<0.15	17	12.1	0.194	0.022	0.106	1.50	56	92	7	30
4.95	0.901	0.234	0.166	0.067	0.016	<0.5	-0.33	4.0	0.19	0.02	4.43	0.44	24	14.0	--	--	--	2.77	57	92	10	1
5.20	1.040	0.258	0.221	0.050	0.018	<0.5	0.09	3.8	0.14	0.05	4.51	<0.15	23	14.3	0.194	0.023	0.0608	3.06	58	92	12	8
5.32	0.971	0.246	0.194	0.075	0.017	<0.5	0.15	3.9	0.20	0.04	4.49	0.22	20	14.2	0.194	0.023	0.1060	2.92				Médiane
4.95	0.750	0.199	0.091	0.050	0.008	<0.5	-0.33	2.8	0.14	<0.02	4.14	<0.15	11	10.4	0.157	0.022	0.0608	1.50				Minimum
5.48	1.250	0.320	0.673	0.200	0.104	0.7	0.64	4.1	0.41	0.10	4.17	1.06	24	17.4	0.194	0.035	0.1950	4.64				Maximum

102 Lagou

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
5.74	1.420	0.230	0.400	0.120	0.021	<0.5	0.44	4.1	0.44	0.03	2.54	<0.15	4	14.3	--	--	--	3.83	53	92	1	27
5.75	1.230	0.210	0.350	0.130	0.033	<0.5	0.43	4.1	0.24	0.05	2.35	<0.15	4	14.7	0.067	0.021	0.0136	3.85	54	92	3	23
5.6	1.160	0.203	0.216	0.145	0.018	<0.5	0.37	3.8	0.14	0.02	2.12	0.54	<4	13.4	--	--	--	3.53	55	92	6	4
5.57	1.090	0.199	0.185	0.092	0.015	<0.5	0.26	3.7	0.12	<0.02	2.44	<0.15	<4	12.8	0.065	0.020	0.0179	3.48	56	92	7	30
5.44	1.170	0.208	0.218	0.092	0.009	<0.5	0.21	4.0	0.10	0.02	2.15	0.57	6	13.6	--	--	--	3.75	57	92	10	1
5.67	1.250	0.227	0.251	0.060	0.018	0.5	0.45	3.9	0.05	0.04	2.42	<0.15	9	13.9	0.085	0.022	0.0135	3.82	58	92	12	8
5.64	1.200	0.209	0.235	0.106	0.018	<0.5	0.40	4.0	0.13	0.03	2.39	<0.15	4	13.8	0.067	0.021	0.0136	3.79				Médiane
5.44	1.090	0.199	0.185	0.060	0.009	<0.5	0.21	3.7	0.05	<0.02	2.12	<0.15	<4	12.8	0.065	0.020	0.0135	3.48				Minimum
5.75	1.420	0.230	0.400	0.145	0.033	0.5	0.45	4.1	0.44	0.05	2.54	0.57	9	14.7	0.085	0.022	0.0179	3.85				Maximum

111 Veilleux

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.25	1.210	0.219	0.164	0.208	0.012	1.2	1.26	2.8	0.14	<0.02	2.48	0.72	7	12.1	--	--	--	2.54	55	92	6	4
5.88	1.220	0.223	0.207	0.130	0.016	0.9	0.93	2.9	0.09	0.03	3.25	0.38	19	12.6	0.048	0.027	0.1060	1.84	58	92	12	8

112 Macleod

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
5.64	0.847	0.218	0.117	0.160	0.012	<0.5	0.43	2.6	0.22	<0.02	4.21	0.42	18	10.3	--	--	--	2.12	55	92	6	4
5.79	1.180	0.277	0.273	0.050	0.014	0.7	0.72	3.6	0.19	0.03	3.93	0.45	26	13.3	0.141	0.016	0.1760	2.82	58	92	12	8

113 Josselin

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.01	1.24	0.207	0.177	0.170	0.014	0.5	0.87	3.1	0.15	0.02	2.81	0.72	7	12.5	--	--	--	1.80	55	92	6	4
6.08	1.25	0.219	0.211	0.090	0.010	0.8	0.93	3.1	0.07	0.03	2.81	0.60	12	12.7	0.049	0.032	0.0234	1.69	58	92	12	8

114 Najoua

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
5.05	1.28	0.225	0.350	0.167	0.028	<0.5	0.10	4.5	0.30	<0.02	4.71	0.75	24	17.2	--	--	--	2.83	55	92	6	3
5.13	1.44	0.243	0.405	0.129	0.082	<0.5	0.20	5.4	0.41	0.05	4.92	1.35	43	17.9	0.229	0.029	0.1740	3.71	58	92	11	24

201 Éclair

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.33	1.720	0.480	0.300	0.180	0.024	2.4	2.16	3.7	0.29	<0.02	2.20	0.50	4	17.0	--	--	--	0.30	53	92	1	28
6.23	1.500	0.430	0.325	0.220	0.015	2.3	2.45	3.5	0.25	<0.02	2.44	0.95	4	17.2	0.003	0.005	0.0070	0.32	54	92	3	24
6.63	1.500	0.448	0.204	0.207	0.005	2.1	2.01	3.4	0.16	<0.02	2.44	0.48	<4	15.6	--	--	--	0.29	55	92	6	2
6.66	1.460	0.446	0.210	0.185	<0.004	1.6	1.87	3.3	0.23	<0.02	2.84	0.48	4	16.0	0.003	<0.002	0.0037	0.16	56	92	7	28
6.59	1.430	0.442	0.233	0.185	<0.004	1.7	1.98	3.4	0.16	<0.02	2.55	0.98	5	15.2	--	--	--	0.14	57	92	9	28
6.26	1.530	0.470	0.236	0.120	0.129	2.4	2.29	3.4	0.12	0.03	2.06	0.77	4	16.2	0.004	0.029	0.0358	0.33	58	92	12	9
6.46	1.500	0.447	0.235	0.185	0.010	2.2	2.09	3.4	0.20	<0.02	2.44	0.64	4	16.1	0.003	0.005	0.0070	0.30				Médiane
6.23	1.430	0.430	0.204	0.120	<0.004	1.6	1.87	3.3	0.12	<0.02	2.06	0.48	<4	15.2	0.003	<0.002	0.0037	0.14				Minimum
6.66	1.720	0.480	0.325	0.220	0.129	2.4	2.45	3.7	0.29	0.03	2.84	0.98	5	17.2	0.004	0.029	0.0358	0.33				Maximum

202 Lemaine

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.01	2.14	0.380	0.536	0.200	0.026	1.1	1.34	4.7	0.38	0.04	7.14	0.19	43	18.7	--	--	--	4.27	53	92	1	27
6.00	1.94	0.390	0.511	0.200	0.015	1.9	1.75	5.1	0.37	0.06	6.36	0.63	42	20.1	0.128	0.036	0.2490	4.28	54	92	3	23
5.72	1.68	0.341	0.264	0.291	0.011	1.2	1.21	3.8	0.28	<0.02	7.00	0.87	38	16.3	--	--	--	3.05	55	92	6	3
5.56	1.67	0.335	0.272	0.172	0.009	0.8	0.76	4.3	0.34	<0.02	9.39	<0.15	54	16.5	0.184	0.043	0.210	3.68	56	92	7	30
5.75	1.75	0.363	0.319	0.165	0.008	1.0	1.26	4.7	0.32	<0.02	6.80	0.67	50	16.9	--	--	--	4.06	57	92	10	1
5.83	1.85	0.370	0.331	0.209	0.031	1.4	1.91	4.3	0.38	0.03	6.60	0.37	43	17.5	0.142	0.037	0.1240	4.56	58	92	11	24
5.79	1.800	0.367	0.325	0.200	0.013	1.2	1.30	4.5	0.36	0.02	6.90	0.50	43	17.2	0.142	0.037	0.2100	4.17				Médiane
5.56	1.670	0.335	0.264	0.165	0.008	0.8	0.76	3.8	0.28	<0.02	6.36	<0.15	38	16.3	0.128	0.036	0.1240	3.05				Minimum
6.01	2.140	0.390	0.536	0.291	0.031	1.9	1.91	5.1	0.38	0.06	9.39	0.87	54	20.1	0.184	0.043	0.2490	4.56				Maximum

203 Truite-Rouge

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
5.73	2.300	0.390	0.425	0.090	0.021	1.1	1.25	5.2	0.44	0.04	A	<0.15	22	20.4	--	--	--	1.56	53	92	1	28
5.59	1.990	0.370	0.462	0.150	0.034	1.0	1.49	5.4	0.44	0.04	5.08	0.50	26	21.0	0.071	0.025	0.1310	1.87	54	92	3	24
5.54	1.890	0.351	0.315	0.130	<0.004	0.9	1.03	5.4	0.36	0.06	4.26	0.59	21	19.0	--	--	--	2.51	55	92	5	27
5.85	1.880	0.348	0.283	0.143	0.014	0.7	A	4.4	0.37	0.04	5.14	1.37	33	18.1	0.098	0.044	0.148	1.48	56	92	7	28
5.77	1.920	0.347	0.308	0.113	<0.004	1.0	0.96	5.2	0.29	<0.02	4.98	0.82	26	17.8	--	--	--	1.61	57	92	9	28
5.88	2.050	0.370	0.297	0.128	0.059	1.3	1.28	5.2	0.37	0.05	5.29	0.27	26	19.2	0.104	0.031	0.1210	2.72	58	92	11	30
5.75	1.955	0.361	0.312	0.129	0.018	1.0	1.25	5.2	0.37	0.04	5.08	0.55	26	19.1	0.098	0.031	0.1310	1.74				Médiane
5.54	1.880	0.347	0.283	0.090	<0.004	0.7	0.96	4.4	0.29	<0.02	4.26	<0.15	21	17.8	0.071	0.025	0.1210	1.48				Minimum
5.88	2.300	0.390	0.462	0.150	0.059	1.3	1.49	5.4	0.44	0.06	5.29	1.37	33	21.0	0.104	0.044	0.1480	2.72				Maximum

204 Francina

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.12	2.56	0.672	0.464	0.206	0.004	1.8	2.22	6.1	0.38	<0.02	6.58	0.92	40	24.0	--	--	--	3.21	55	92	6	2
6.23	2.49	0.639	0.453	0.156	0.012	1.5	1.93	5.7	0.45	0.02	8.22	0.75	50	22.7	0.083	0.021	0.0557	2.87	56	92	7	28
6.28	2.54	0.654	0.493	0.142	<0.004	1.8	2.3	6.3	0.40	<0.02	A	3.41	51	23.1	--	--	--	3.09	57	92	9	28
6.25	2.66	0.682	0.511	0.11	0.019	2.5	2.61	6.4	0.44	0.04	7.52	0.94	59	24.5	0.098	0.031	0.173	3.96	58	92	12	9
6.24	2.550	0.663	0.479	0.149	0.008	1.8	2.26	6.2	0.42	0.02	7.52	0.93	51	23.6	0.091	0.026	0.1144	3.15				Médiane
6.12	2.490	0.639	0.453	0.110	<0.004	1.5	1.93	5.7	0.38	<0.02	6.58	0.75	40	22.7	0.083	0.021	0.0557	2.87				Minimum
6.28	2.660	0.682	0.511	0.206	0.019	2.5	2.61	6.4	0.45	0.04	8.22	3.41	59	24.5	0.098	0.031	0.1730	3.96				Maximum

211 Congr 

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.03	1.84	0.380	0.326	0.297	0.004	2.2	2.31	3.8	0.23	<0.02	5.03	1.12	24	A	--	--	--	3.24	55	92	6	3
5.98	1.95	0.399	0.381	0.225	0.024	A	1.91	3.7	0.30	0.05	5.41	0.26	36	19.2	0.142	0.011	0.1420	3.97	58	92	11	24

212 Fauvette

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.49	1.77	0.541	0.348	0.237	<0.004	1.7	1.90	4.3	0.24	<0.02	4.81	0.99	24	18.1	--	--	--	2.35	55	92	6	3
6.37	1.80	0.567	0.379	0.226	<0.004	1.7	1.91	A	0.30	0.05	4.12	1.08	22	19.2	0.035	0.044	0.0561	2.57	58	92	11	24

213 Adanys

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
5.12	1.09	0.245	0.149	0.156	0.009	<0.5	0.06	3.7	0.24	<0.02	5.12	0.49	5	14.4	--	--	--	1.96	55	92	6	2
5.21	1.12	0.231	0.184	0.127	0.083	<0.5	0.05	4.4	0.38	0.07	5.68	0.35	56	14.9	0.116	0.055	0.3990	1.80	58	92	11	23

214 Boisvert

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.30	2.17	0.508	0.279	0.378	0.010	1.8	1.73	5.3	0.26	0.02	5.40	0.75	23	20.7	--	--	--	2.63	55	92	6	2
6.39	2.29	0.501	0.322	0.398	0.013	1.9	2.22	5.2	0.34	0.02	5.69	1.13	21	21.3	0.078	0.017	0.0507	2.58	58	92	11	23

215 Thibert

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.50	2.01	0.448	0.351	0.369	0.008	2.1	2.36	4.7	0.24	<0.02	2.40	0.65	5	19.8	--	--	--	1.42	55	92	6	2
6.52	2.15	0.445	0.412	0.380	0.007	2.6	2.59	4.6	0.30	<0.02	2.73	1.05	3	20.4	0.012	0.019	0.0130	1.14	58	92	11	23

216 MRN 90997

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.20	1.70	0.366	0.442	0.321	0.018	1.7	1.80	3.7	0.35	0.03	4.93	2.21	36	18.1	0.040	0.010	0.0642	1.48	58	92	11	24

301 Chômeur

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.69	3.14	0.420	0.797	0.200	0.099	5.7	5.96	3.3	0.41	0.02	A	1.06	22	24.8	--	--	--	2.87	53	92	1	27
6.93	3.33	0.440	0.946	0.470	0.185	7.9	7.90	3.5	0.44	0.03	5.06	2.01	28	26.4	0.026	0.061	A	3.39	54	92	3	23
6.84	2.53	0.362	0.458	0.387	0.016	4.5	4.51	2.9	0.30	<0.02	A	1.39	20	19.6	--	--	--	2.31	55	92	6	3
6.61	2.44	0.368	0.448	0.333	0.009	4.7	4.81	2.8	0.30	<0.02	5.65	1.43	28	19.6	0.021	0.012	0.0220	2.20	56	92	7	30
6.61	2.46	0.386	0.504	0.379	0.018	4.4	4.63	3.3	0.28	<0.02	5.61	1.05	28	20.3	--	--	--	2.52	57	92	10	1
6.49	2.53	0.387	0.510	0.382	0.036	4.2	4.66	3.3	0.36	0.03	4.21	2.58	33	20.8	0.034	0.002	0.0185	3.13	58	92	11	24
6.65	2.530	0.387	0.507	0.381	0.027	4.6	4.74	3.3	0.33	0.02	5.34	1.41	28	20.6	0.026	0.012	0.0203	2.70				Médiane
6.49	2.440	0.362	0.448	0.200	0.009	4.2	4.51	2.8	0.28	<0.02	4.21	1.05	20	19.6	0.021	0.002	0.0185	2.20				Minimum
6.93	3.330	0.440	0.946	0.470	0.185	7.9	7.90	3.5	0.44	0.03	5.65	2.58	33	26.4	0.034	0.061	0.0220	3.39				Maximum

302 Thomas

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.86	4.41	0.600	0.909	0.130	0.017	A	11.92	3.1	0.41	0.11	3.98	2.04	18	31.4	--	--	--	5.32	53	92	1	27
6.95	4.24	0.610	0.859	0.350	0.006	10.7	10.33	3.1	0.44	0.12	3.13	3.11	14	32.5	0.023	0.014	0.0508	6.1	54	92	3	23
6.97	3.13	0.485	0.511	0.368	0.021	7.0	7.14	2.6	0.38	<0.02	4.26	2.09	18	23.9	--	--	--	2.83	55	92	6	4
7.04	2.96	0.481	0.519	0.261	<0.004	6.7	6.59	2.8	0.34	<0.02	4.50	1.97	24	23.2	0.033	<0.002	0.0146	A	56	92	7	30
7.06	3.31	0.552	0.628	0.285	0.009	7.6	7.78	3.1	0.33	<0.02	3.45	2.18	21	26.0	--	--	--	4.16	57	92	10	1
6.77	3.68	0.580	0.719	0.180	0.013	8.9	8.76	3.0	0.27	0.03	4.33	1.49	19	28.6	0.016	<0.002	0.0163	4.04	58	92	12	8
6.96	3.495	0.566	0.674	0.273	0.011	7.6	8.27	3.1	0.36	0.02	4.12	2.07	19	27.3	0.023	<0.002	0.0163	4.16				Médiane
6.77	2.960	0.481	0.511	0.130	<0.004	6.7	6.59	2.6	0.27	<0.02	3.13	1.49	14	23.2	0.016	<0.002	0.0146	2.83				Minimum
7.06	4.410	0.610	0.909	0.368	0.021	10.7	11.92	3.1	0.44	0.12	4.50	3.11	24	32.5	0.033	0.014	0.0508	6.10				Maximum

303 Nolette

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.25	2.57	0.960	0.611	0.340	0.050	4.2	4.21	5.6	0.44	0.04	6.11	1.41	36	27.5	--	--	--	1.53	53	92	1	28
5.95	2.47	0.930	0.685	0.830	<0.004	4.5	4.95	5.9	0.48	0.11	5.91	1.63	33	29.4	0.033	0.090	0.2250	2.10	54	92	3	24
6.55	2.15	0.839	0.390	0.726	0.008	3.6	3.86	4.6	0.30	<0.02	6.11	1.76	9	23.2	--	--	--	1.93	55	92	6	2
6.83	2.03	0.851	0.431	0.644	0.004	3.7	3.95	4.1	0.35	<0.02	5.63	1.12	25	22.7	0.016	0.005	0.0508	1.40	56	92	7	28
6.64	2.07	0.822	0.468	0.708	<0.004	3.7	3.95	4.6	0.28	<0.02	5.49	1.32	26	23.1	--	--	--	1.46	57	92	9	28
6.69	2.23	0.798	0.484	0.741	0.011	3.8	3.89	5.0	0.34	0.02	6.12	1.12	28	25.0	0.036	0.015	0.0542	2.24	58	92	11	23
6.60	2.190	0.845	0.476	0.717	0.006	3.8	3.95	4.8	0.35	0.02	6.01	1.37	27	24.1	0.033	0.015	0.0542	1.73				Médiane
5.95	2.030	0.798	0.390	0.340	<0.004	3.6	3.86	4.1	0.28	<0.02	5.49	1.12	9	22.7	0.016	0.005	0.0508	1.40				Minimum
6.83	2.570	0.960	0.685	0.830	0.050	4.5	4.95	5.9	0.48	0.11	6.12	1.76	36	29.4	0.036	0.090	0.2250	2.24				Maximum

304 Laflamme

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.30	3.200	0.630	1.145	0.220	M	6.8	6.60	4.0	0.40	0.12	M	M	25	28.0	0.104	0.023	0.168	8.98	53	92	1	28
6.70	2.900	0.630	1.145	0.260	0.016	6.8	6.92	4.2	0.40	0.2	3.40	2.10	25	29.0	0.084	0.036	0.247	8.6	54	92	3	23
6.70	2.000	0.430	0.648	0.280	0.008	4.0	3.97	3.2	0.20	<0.02	4.20	1.30	19	19.0	0.092	0.010	0.168	4.76	55	92	6	2
6.70	1.900	0.450	0.772	0.240	0.004	3.3	3.39	3.7	0.40	0.02	5.38	0.81	28	19.0	0.123	0.010	0.107	4.12	56	92	7	27
6.40	2.100	0.430	0.772	0.160	0.005	3.2	3.42	4.1	0.30	0.02	5.62	0.91	28	20.0	0.130	0.011	0.154	5.79	57	92	9	29
6.70	2.100	0.450	0.772	0.240	0.007	4.0	3.97	4.0	0.40	0.02	4.79	1.11	25	20.0	0.104	0.011	0.1680	5.79				Médiane
6.30	1.900	0.430	0.648	0.160	0.004	3.2	3.39	3.2	0.20	<0.02	3.40	0.81	19	19.0	0.084	0.010	0.1070	4.12				Minimum
6.70	3.200	0.630	1.145	0.280	0.016	6.8	6.92	4.2	0.40	0.20	5.62	2.10	28	29.0	0.130	0.036	0.2470	8.92				Maximum

311 Daniel

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.02	1.41	0.297	0.295	0.540	<0.004	1.2	1.54	3.4	0.28	<0.02	7.09	0.91	35	15.1	--	--	--	1.36	55	92	6	3
5.83	1.83	0.390	0.612	0.316	0.007	1.5	1.70	A	0.33	0.06	5.01	0.48	36	19.0	0.150	0.013	0.1220	A	58	92	11	24

312 Belle Truite

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.75	3.78	0.560	0.376	0.253	0.018	7.4	7.48	3.5	0.28	<0.02	4.7	2.1	25	27.2	--	--	--	3.28	55	92	6	4
6.83	4.32	0.649	0.507	0.14	0.009	9.5	9.48	3.7	0.21	0.03	4.09	2.20	16	31.4	0.030	0.002	0.0115	3.47	58	92	12	8

313 Pothier

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.37	2.02	0.472	0.534	0.271	<0.004	3.3	3.33	3.7	0.25	<0.02	4.50	1.44	20	18.9	--	--	--	2.31	55	92	6	3
6.60	2.19	0.507	0.597	0.264	0.015	3.8	3.98	4.3	0.31	0.02	3.80	A	22	20.6	0.023	0.003	0.0583	2.35	58	92	11	24

314 Laurent

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.87	4.01	0.999	0.618	0.398	<0.004	8.4	8.57	6.3	0.33	<0.02	3.21	2.40	11	35.1	--	--	--	3.30	55	92	5	27
6.85	4.45	1.13	0.593	0.423	0.023	9.9	9.92	5.8	0.35	0.03	3.44	2.43	12	37.9	0.005	0.005	0.0289	3.58	58	92	11	30

315 Harvey

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.58	2.42	0.417	0.516	0.375	0.020	4.2	4.39	4.9	0.26	0.04	4.35	1.67	29	21.2	0.052	0.022	0.0568	4.49	58	92	11	24

316 des Enfers

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.65	2.24	0.494	0.591	0.08	0.012	4.2	4.15	3.5	0.13	0.03	4.40	1.30	23	20.3	0.043	0.013	0.0710	4.53	58	92	12	8

401 Chevreuil

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
7.06	A	A	A	A	0.031	8.5	8.22	5.9	0.80	0.04	A	1.34	8	A	--	--	--	0.69	53	92	1	29
6.73	4.34	0.540	0.176	0.320	0.022	6.9	7.30	5.1	0.33	0.07	3.52	1.65	4	31.0	0.003	<0.002	0.0029	1.11	54	92	3	25
7.16	4.20	0.490	0.155	0.299	0.004	6.9	7.01	4.7	0.30	0.02	2.27	2.54	3	28.5	--	--	--	1.08	55	92	5	25
7.21	4.03	0.519	0.087	0.227	0.005	7.1	7.12	4.3	0.23	<0.02	3.10	2.32	5	28.8	0.005	<0.002	0.0040	0.43	56	92	7	29
6.95	4.14	0.550	0.101	0.287	<0.004	7.0	7.64	4.7	0.22	<0.02	2.96	2.32	A	28.5	--	--	--	0.48	57	92	9	30
6.92	4.17	0.496	0.123	0.311	0.011	7.2	7.33	4.8	0.35	0.06	3.08	1.92	6	30.2	0.005	0.016	0.0098	1.03	58	92	12	3
7.01	4.170	0.519	0.123	0.299	0.008	7.1	7.32	4.8	0.32	0.03	3.08	2.12	5	28.8	0.005	<0.002	0.0040	0.86				Médiane
6.73	4.030	0.490	0.087	0.227	<0.004	6.9	7.01	4.3	0.22	<0.02	2.27	1.34	3	28.5	0.003	<0.002	0.0029	0.43				Minimum
7.21	4.340	0.550	0.176	0.320	0.031	8.5	8.22	5.9	0.80	0.07	3.52	2.54	8	31.0	0.005	0.016	0.0098	1.11				Maximum

402 Kidney

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.58	A	A	A	A	0.113	10.1	9.99	7.8	0.78	0.07	6.23	2.51	19	A	--	--	--	2.80	53	92	1	29
6.52	5.08	1.120	0.698	0.530	0.047	9.6	10.08	6.8	0.44	0.20	5.17	2.37	18	42.1	0.024	0.041	0.0374	3.35	54	92	3	25
6.93	4.27	0.871	0.529	0.466	0.006	7.9	7.61	6.2	0.32	0.10	4.11	2.51	14	34.7	--	--	--	3.26	55	92	5	25
7.03	4.08	0.949	0.420	0.367	0.004	7.7	8.14	5.3	0.28	<0.02	5.94	2.23	23	33.0	0.020	<0.002	0.0175	1.86	56	92	7	29
6.72	4.26	1.030	0.466	0.393	<0.004	7.8	8.1	5.8	0.25	<0.02	5.33	2.55	18	33.8	--	--	--	2.05	57	92	9	30
7.10	4.52	0.956	0.489	0.465	0.028	9.1	9.17	5.9	0.42	0.03	5.74	3.00	20	36.0	0.028	0.003	0.0171	2.68	58	92	12	3
6.83	4.270	0.956	0.489	0.465	0.017	8.5	8.66	6.1	0.37	0.05	5.54	2.51	19	34.7	0.024	0.003	0.0175	2.74				Médiane
6.52	4.080	0.871	0.420	0.367	<0.004	7.7	7.61	5.3	0.25	<0.02	4.11	2.23	14	33.0	0.020	<0.002	0.0171	1.86				Minimum
7.10	5.080	1.120	0.698	0.530	0.113	10.1	10.08	7.8	0.78	0.20	6.23	3.00	23	42.1	0.028	0.041	0.0374	3.35				Maximum

411 des Juncs

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.81	3.20	0.607	0.564	0.254	0.008	5.2	5.32	5.2	0.20	<0.02	3.11	1.74	9	26.8	--	--	--	2.25	55	92	6	2
6.81	3.26	0.603	0.653	0.249	0.007	5.4	5.38	5.5	0.27	<0.02	4.08	1.33	10	28.3	0.008	0.010	0.0277	0.49	58	92	11	23

412 Général-White

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
7.18	4.47	1.12	0.792	0.423	<0.004	10.2	10.12	6.3	0.33	<0.02	3.89	2.65	11	37.9	--	--	--	2.56	55	92	5	27
7.19	4.91	1.18	0.829	0.461	0.031	11.4	11.32	5.9	0.37	0.03	4.01	2.57	12	40.3	0.010	0.005	0.0431	2.19	58	92	11	30

413 Grégoire

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
7.15	4.38	0.672	0.318	0.545	<0.004	8.6	8.69	4.4	0.46	<0.02	4.20	2.95	14	31.8	--	--	--	1.26	55	92	5	25
7.01	4.27	0.695	0.258	0.555	0.016	9.0	9.02	4.3	0.44	0.03	5.14	2.37	20	32.4	0.010	0.027	0.0185	0.78	58	92	12	3

414 des Papillons

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.72	2.99	0.602	0.551	0.307	<0.004	3.2	2.93	7.1	0.35	0.14	2.11	1.33	3	27.7	--	--	--	1.58	55	92	5	25
6.80	3.04	0.649	0.477	0.314	0.067	3.8	3.85	7.0	0.35	0.04	2.79	1.07	10	28.4	0.014	0.016	0.0147	1.37	58	92	12	3

501 Blais

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
7.02	8.93	0.680	0.400	0.210	0.004	14.7	14.55	7.5	0.41	0.06	3.19	3.39	7	52.6	--	--	--	1.78	53	92	1	28
6.81	7.83	0.620	0.412	0.510	<0.004	14.3	14.89	7.5	0.40	0.06	2.88	4.05	4	51.6	0.002	0.002	0.0107	1.87	54	92	3	24
7.36	7.56	0.650	0.319	0.483	<0.004	13.9	13.82	7.5	0.38	<0.02	2.31	4.25	7	48.7	--	--	--	1.71	55	92	5	27
7.65	7.63	0.648	0.299	0.475	<0.004	13.8	14.16	6.4	0.34	<0.02	3.13	3.38	4	47.6	0.004	<0.002	0.0034	1.33	56	92	7	28
7.40	7.49	0.632	0.317	0.480	<0.004	13.6	13.89	7.3	0.28	<0.02	3.45	2.66	5	47.3	--	--	--	1.06	57	92	9	28
7.09	7.98	0.646	0.310	0.504	<0.004	14.6	14.60	7.2	0.37	0.05	2.88	3.10	5	49.1	0.003	0.032	0.0339	1.81	58	92	11	30
7.23	7.730	0.647	0.318	0.482	<0.004	14.1	14.36	7.4	0.38	0.03	3.01	3.39	5	48.9	0.003	0.002	0.0107	1.75				Médiane
6.81	7.490	0.620	0.299	0.210	<0.004	13.6	13.82	6.4	0.28	<0.02	2.31	2.66	4	47.3	0.002	<0.002	0.0034	1.06				Minimum
7.65	8.930	0.680	0.412	0.510	0.004	14.7	14.89	7.5	0.41	0.06	3.45	4.25	7	52.6	0.004	0.032	0.0339	1.87				Maximum

502 David

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
7.08	A	A	A	A	0.043	20.2	19.84	7.4	0.74	0.04	5.05	4.18	8	A	--	--	--	1.43	53	92	1	29
7.17	8.08	1.57	0.598	0.310	0.027	19.2	20.50	6.8	0.44	0.04	4.14	4.97	8	58.5	0.005	0.002	0.0077	1.31	54	92	3	25
7.42	7.46	1.36	0.581	0.300	<0.004	17.7	17.26	6.6	0.43	0.03	3.01	5.23	7	51.2	--	--	--	1.59	55	92	5	25
7.61	7.26	1.43	0.451	0.228	0.004	17.5	16.46	5.6	0.32	<0.02	4.06	4.63	9	51.9	0.013	<0.002	0.0028	1.30	56	92	7	29
7.42	7.50	1.53	0.482	0.271	<0.004	17.5	18.04	6.4	0.31	<0.02	3.77	4.76	8	53.3	--	--	--	0.93	57	92	9	30
7.24	7.73	1.43	0.484	0.298	0.012	18.7	18.78	6.2	0.44	0.03	4.01	4.13	10	55.2	0.006	0.002	0.0099	1.41	58	92	12	3
7.33	7.500	1.430	0.484	0.298	0.008	18.2	18.41	6.5	0.44	0.03	4.04	4.70	8	53.3	0.006	0.002	0.0077	1.36				Médiane
7.08	7.260	1.360	0.451	0.228	<0.004	17.5	16.46	5.6	0.31	<0.02	3.01	4.13	7	51.2	0.005	<0.002	0.0028	0.93				Minimum
7.61	8.080	1.570	0.598	0.310	0.043	20.2	20.50	7.4	0.74	0.04	5.05	5.23	10	58.5	0.013	0.002	0.0099	1.59				Maximum

514 Clair

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
7.40	7.30	0.685	0.592	0.235	<0.004	12.9	12.77	8.3	0.42	0.02	2.35	3.98	<1	47.7	--	--	--	1.83	55	92	5	25
7.21	7.44	0.688	0.515	0.248	0.037	14.1	13.88	7.9	0.51	0.03	3.25	3.26	6	49.7	0.003	0.004	0.0029	1.92	58	92	12	3

516 Graham

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.91	3.52	0.734	0.687	0.381	<0.004	6.0	5.92	6.7	0.43	<0.02	3.90	2.47	25	30.4	--	--	--	1.76	55	92	5	27
6.67	4.02	0.826	0.629	0.410	0.097	7.1	7.15	6.0	0.47	0.05	4.97	1.59	26	33.4	0.033	0.023	0.0275	2.71	58	92	11	30

601 MRN 6827

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.23	2.00	0.540	0.648	0.430	0.020	2.0	1.93	4.9	0.35	<0.02	A	<0.15	15	21.0	--	--	--	1.36	53	92	1	29
6.22	1.76	0.520	0.636	0.500	0.025	2.1	2.18	5.0	0.29	<0.02	4.69	0.50	11	20.5	0.060	0.006	0.0082	1.44	54	92	3	25
6.56	1.66	0.522	0.427	0.474	0.005	1.8	2.02	4.9	0.32	0.02	4.09	1.76	12	18.5	--	--	--	1.66	55	92	5	26
6.56	1.63	0.510	0.431	0.406	0.006	1.9	1.85	4.1	0.22	<0.02	4.12	<0.15	9	18.5	0.007	<0.002	0.0040	1.30	56	92	7	29
6.37	1.67	0.491	0.462	0.461	<0.004	2.0	1.93	4.7	0.20	<0.02	3.94	1.23	15	18.9	--	--	--	1.64	57	92	9	29
6.39	1.66	0.471	0.459	0.469	0.005	1.9	1.97	4.4	0.35	0.03	4.73	0.56	14	18.9	0.020	0.016	0.0136	2.17	58	92	12	2
6.38	1.665	0.515	0.461	0.465	0.006	2.0	1.95	4.8	0.31	<0.02	4.12	0.53	13	18.9	0.020	0.006	0.0082	1.54				Médiane
6.22	1.630	0.471	0.427	0.406	<0.004	1.8	1.85	4.1	0.20	<0.02	3.94	<0.15	9	18.5	0.007	<0.002	0.0040	1.30				Minimum
6.56	2.000	0.540	0.648	0.500	0.025	2.1	2.18	5.0	0.35	0.03	4.73	1.76	15	21.0	0.060	0.016	0.0136	2.17				Maximum

602 MRN 88188

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
5.91	2.22	0.490	0.685	0.260	0.041	1.5	1.66	5.8	0.30	0.05	3.52	0.52	5	22.4	--	--	--	1.33	53	92	1	29
6.02	2.00	0.470	0.698	0.310	0.065	1.9	2.03	5.7	0.29	0.04	3.12	0.62	4	22.7	0.013	0.030	0.0074	1.70	54	92	3	25
6.40	1.79	0.433	0.502	0.277	0.011	1.4	1.68	5.6	0.15	0.02	3.13	0.88	9	19.2	--	--	--	1.76	55	92	5	26
6.36	1.70	0.444	0.474	0.210	0.005	1.0	1.25	5.0	0.18	<0.02	3.28	0.86	5	18.8	0.004	<0.002	0.0024	0.27	56	92	7	29
6.12	1.68	0.434	0.505	0.266	0.007	1.2	1.25	5.5	0.17	0.02	3.1	1.14	8	19.0	--	--	--	0.60	57	92	9	29
6.18	1.70	0.407	0.508	0.271	0.022	1.0	1.16	5.4	0.28	0.03	4.20	<0.15	10	19.0	0.026	0.016	0.0100	1.07	58	92	12	2
6.15	1.745	0.439	0.507	0.269	0.017	1.3	1.46	5.6	0.23	0.03	3.21	0.74	7	19.1	0.013	0.016	0.0074	1.20				Médiane
5.91	1.680	0.407	0.474	0.210	0.005	1.0	1.16	5.0	0.15	<0.02	3.10	<0.15	4	18.8	0.004	<0.002	0.0024	0.27				Minimum
6.40	2.220	0.490	0.698	0.310	0.065	1.9	2.03	5.8	0.30	0.05	4.20	1.14	10	22.7	0.026	0.030	0.0100	1.76				Maximum

603 Poirier

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
5.40	1.60	0.370	0.425	0.270	0.007	<0.5	0.38	5.0	0.41	<0.02	3.91	<0.15	5	18.2	--	--	--	0.74	53	92	1	29
5.44	1.57	0.380	0.474	0.330	0.023	0.5	0.45	5.5	0.33	0.03	4.30	<0.15	8	19.6	0.032	0.062	0.0146	1.04	54	92	3	25
5.93	1.32	0.330	0.278	0.296	0.039	0.7	0.66	4.9	0.20	<0.02	3.65	0.66	9	15.8	--	--	--	1.04	55	92	5	26
5.65	1.22	0.322	0.232	0.204	0.007	<0.5	0.31	4.1	0.19	<0.02	3.75	0.28	9	15.1	0.017	0.047	0.0148	0.07	56	92	7	29
5.48	1.23	0.312	0.273	0.249	<0.004	<0.5	0.29	4.6	0.17	<0.02	3.66	0.64	11	15.6	--	--	--	0.51	57	92	9	29
5.55	1.27	0.306	0.271	0.264	0.021	<0.5	0.26	4.6	0.28	0.04	4.10	<0.15	14	16.1	0.047	0.036	0.0432	0.91	58	92	12	2
5.52	1.295	0.326	0.276	0.267	0.014	<0.5	0.35	4.8	0.24	<0.02	3.83	0.19	9	16.0	0.032	0.047	0.0148	0.83				Médiane
5.40	1.220	0.306	0.232	0.204	<0.004	<0.5	0.26	4.1	0.17	<0.02	3.65	<0.15	5	15.1	0.017	0.036	0.0146	0.07				Minimum
5.93	1.600	0.380	0.474	0.330	0.039	0.7	0.66	5.5	0.41	0.04	4.30	0.66	14	19.6	0.047	0.062	0.0432	1.04				Maximum

604 Blériot

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
5.85	1.97	0.540	0.648	0.330	0.026	0.6	0.60	6.5	A	0.02	A	<0.15	5	22.9	--	--	--	0.87	53	92	1	29
5.91	1.70	0.490	0.474	0.230	0.030	0.5	0.67	6.2	0.25	<0.02	2.00	0.54	4	20.3	0.013	0.042	0.0172	0.90	54	92	3	25
6.07	1.60	0.482	0.343	0.210	0.057	0.6	0.68	6.1	0.18	0.03	1.90	0.85	<4	18.7	--	--	--	1.09	55	92	5	26
6.15	1.55	0.480	0.300	0.183	0.004	0.8	1.23	5.1	0.21	<0.02	2.19	0.20	5	18.3	0.007	0.024	0.0017	0.73	56	92	7	29
5.84	1.54	0.466	0.334	0.202	<0.004	<0.5	0.51	5.8	0.19	<0.02	2.22	0.47	6	18.8	--	--	--	0.81	57	92	9	29
5.91	1.55	0.450	0.336	0.210	0.013	0.5	0.41	5.7	0.26	0.03	2.44	<0.15	3	18.2	0.015	0.043	0.0108	1.11	58	92	12	2
5.91	1.575	0.481	0.340	0.210	0.020	0.6	0.64	6.0	0.21	0.02	2.19	0.34	5	18.8	0.013	0.042	0.0108	0.89				Médiane
5.84	1.540	0.450	0.300	0.183	<0.004	<0.5	0.41	5.1	0.18	<0.02	1.90	<0.15	<4	18.2	0.007	0.024	0.0017	0.73				Minimum
6.15	1.970	0.540	0.648	0.330	0.057	0.8	1.23	6.5	0.26	0.03	2.44	0.85	6	22.9	0.015	0.043	0.0172	1.11				Maximum

611 MRN 75869

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
5.95	1.88	0.466	0.597	0.394	0.011	<0.5	0.64	7.3	0.13	0.03	3.54	1.22	9	21.5	--	--	--	1.84	55	92	5	26
5.89	1.90	0.444	0.622	0.394	0.022	0.6	0.71	6.9	0.28	0.04	4.31	0.44	14	22.1	0.056	0.025	0.0129	1.88	58	92	12	2

612 Murex

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
5.52	1.99	0.509	0.483	0.374	0.008	0.6	0.85	7.4	0.39	<0.02	9.13	0.41	75	23.2	--	--	--	4.60	55	92	5	26
5.19	1.94	0.484	0.529	0.314	0.037	<0.5	0.15	7.0	0.62	0.06	10.9	<0.15	97	23.2	0.176	0.032	0.4160	3.80	58	92	12	2

613 MRN 6740

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.32	2.86	0.669	0.842	0.435	0.037	3.4	3.61	6.8	0.58	0.03	8.93	0.39	57	27.7	0.074	0.013	0.169	5.64	58	92	12	2

614 MRN 49007

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
5.63	2.29	0.398	0.646	0.227	0.028	0.7	0.79	7.1	0.44	0.06	8.14	<0.15	54	23.8	0.180	0.026	0.1350	5.08	58	92	12	2

615 MRN 49083

pH	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Alct	Alcg	SO ₄	Cl	NO ₃	COD	CID	COU	Cond	Al	Mn	Fe	SiO ₂	TOU	AN	MO	JO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	U.	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
6.21	2.08	0.432	0.425	0.423	0.024	2.1	2.08	5.4	0.33	0.04	4.62	0.30	14	21.3	0.038	0.011	0.0348	2.74	58	92	12	2

Lacs de la Côte-Mord

Lac (Nom)	pH	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	NH ₄ mg/L	Alct mg/L	Alcg mg/L	SO ₄ mg/L	Cl mg/L	NO ₃ mg/L	COD mg/L	CID mg/L	COU U.	Cond µS/cm	Al mg/L	Mn mg/L	Fe mg/L	SiO ₂ mg/L	TOU	AN	MO	JO
711 (MRN 16718 - #1)	6.84	1.90	0.279	0.428	0.245	0.004	3.4	3.22	2.5	0.12	<0.02	3.46	0.76	10	16.4	0.046	0.003	0.0108	2.54	55	92	6	8
712 (Gaston - #14)	7.02	1.87	0.359	0.466	0.737	0.004	3.9	4.36	2.4	0.17	<0.02	4.18	1.09	13	17.3	0.023	0.057	0.0615	0.66	55	92	6	8
713 (L'Éclipse - #36)	6.57	1.72	0.375	0.387	0.491	<0.004	2.1	2.31	3.1	0.58	<0.02	3.73	1.84	13	17.5	0.112	0.009	0.0250	0.97	55	92	6	8
714 (Allaire - #48)	6.71	1.42	0.310	0.381	0.180	<0.004	3.3	3.26	1.8	<0.05	<0.02	3.89	1.25	13	13.1	0.022	0.020	0.0425	2.54	55	92	6	8
715 (Nicole - #50)	5.68	1.01	0.258	0.249	0.109	0.009	A	0.87	2.5	0.15	<0.02	7.22	1.14	42	10.7	0.201	0.012	0.164	2.79	55	92	6	8
716 (MRN D5225 - #79)	5.72	0.961	0.332	0.309	0.826	0.005	0.7	0.89	3.1	0.52	<0.02	9.23	<0.15	71	13.7	0.289	0.025	0.360	3.39	55	92	6	8
717 (MRN D3352 - #89)	5.94	0.849	0.242	0.153	0.209	0.004	A	0.65	2.3	0.09	<0.02	5.27	<0.15	21	10.1	0.073	0.022	0.0323	2.15	55	92	6	8
718 (MRN D5010 - #109)	7.04	1.81	0.417	0.591	0.562	0.009	4.8	4.89	2.0	0.22	<0.02	4.17	1.67	21	17.6	0.044	0.004	0.0324	2.86	55	92	6	8
719 (MRN D6207 - #112)	5.97	1.82	0.434	0.487	0.369	0.004	1.6	1.60	3.5	0.90	<0.02	9.09	0.57	53	18.3	0.230	0.019	0.118	5.00	55	92	6	8
720 (MRN D4637 - #158)	5.74	0.949	0.276	0.223	0.225	<0.004	A	1.29	2.5	0.35	<0.02	7.12	0.50	50	11.2	0.186	0.014	0.140	2.28	55	92	6	10
721 (MRN E0220 - #166)	5.46	0.903	0.255	0.123	0.099	0.008	<0.5	0.55	2.4	0.27	<0.02	8.00	<0.15	53	10.4	0.201	0.015	0.200	2.35	55	92	6	10
722 (MRN D145 - #191)	5.76	1.10	0.325	0.340	0.132	0.004	0.6	0.88	3.0	0.42	<0.02	6.81	<0.15	28	13.0	0.157	0.024	0.103	2.97	55	92	6	10
723 (#234)	5.61	0.733	0.251	0.093	0.230	<0.004	0.5	0.60	2.0	0.20	<0.02	5.01	0.64	24	9.8	0.164	0.037	0.0536	1.67	55	92	6	10
724 (#403)	4.80	0.725	0.194	0.159	0.121	0.006	<0.5	-0.41	3.0	0.55	<0.02	10.1	0.50	89	13.6	0.289	0.006	0.220	3.37	55	92	6	10
811 (MRN B7638 - #441)	4.92	0.415	0.119	0.179	0.106	<0.004	<0.5	-0.44	1.9	0.41	<0.02	5.48	0.11	35	10.9	0.186	0.015	0.135	1.58	55	92	6	10
812 (MRN B7656 - #454)	5.14	0.494	0.136	0.094	0.076	0.004	<0.5	-0.03	1.8	0.31	<0.02	4.33	0.32	28	9.1	0.105	0.023	0.120	1.61	55	92	6	10
813 (#461)	4.93	0.779	0.398	0.417	0.177	0.007	<0.5	-0.01	3.3	0.79	0.02	9.80	0.73	75	15.4	0.406	0.014	0.170	3.73	55	92	6	9
814 (#502)	6.36	1.42	0.321	0.343	0.240	<0.004	1.9	2.00	2.5	0.29	<0.02	3.97	1.04	13	14.2	0.056	0.011	0.0276	2.38	55	92	6	9
815 (#511)	5.66	0.672	0.144	0.069	0.130	0.009	<0.5	0.50	1.8	0.07	<0.02	2.43	0.97	13	8.2	0.127	0.004	0.0085	2.03	55	92	6	9
816 (#541)	6.00	1.57	0.345	0.518	0.284	0.013	2.1	2.46	3.0	0.35	<0.02	7.93	0.94	53	15.2	0.201	0.020	0.258	4.74	55	92	6	9
817 (#659)	5.60	0.652	0.086	0.046	0.070	0.014	<0.5	0.46	1.4	0.10	<0.02	2.28	1.25	13	7.3	0.090	0.004	0.0060	2.22	55	92	6	9
818 (#1047)	5.79	0.883	0.204	0.130	0.139	<0.004	0.7	0.97	1.9	0.21	0.03	5.51	1.16	42	9.4	0.105	0.022	0.216	2.28	55	92	6	9
819 (#1107)	6.12	0.684	0.131	0.110	0.115	0.009	0.8	0.72	1.3	0.18	<0.02	3.32	1.03	21	7.5	0.048	0.019	0.0583	1.45	55	92	6	9

Annexe 2
Liste des valeurs aberrantes identifiées en 1992

1) Écarts de bilans ioniques ou différences de conductivité > 25%

<i>Lac (Numéro)</i>	<i>Variable</i>	<i>Date (an/mo/jo)</i>
Congré (211)	Conductivité	92/06/03
Nicole (715)	Alcalinité totale	92/06/08
D3352 (717)	Alcalinité totale	92/06/08
D4637 (720)	Alcalinité totale	92/06/10
Truite-Rouge (203)	Alcalinité Gran	92/07/28
Congré (211)	Alcalinité totale	92/11/24
Fauvette (212)	Sulfates	92/11/24
Daniel (311)	Sulfates	92/11/24

2) Comparaisons avec les valeurs historiques

<i>Lac (Numéro)</i>	<i>Variable</i>	<i>Date (an/mo/jo)</i>
Truite-Rouge (203)	COD	92/01/28
Chômeur (301)	COD	92/01/27
Thomas (302)	Alcalinité Totale	92/01/27
Chevreuil (401)	Cond, Ca, Mg, Na, K, COD	92/01/29
Kidney (402)	Cond, Ca, Mg, Na, K	92/01/29
David (502)	Cond, Ca, Mg, Na, K	92/01/29
6827 (601)	COD	92/01/29
Blériot (604)	COD, Cl	92/01/29
Chômeur (301)	Fe	92/03/23
Chômeur (301)	COD	92/06/03
Thomas (302)	Silice	92/07/30
Francina (204)	COD	92/09/28
Chevreuil (401)	Couleur	92/09/30
Daniel (311)	Silice	92/11/24
Pothier (313)	CID	92/11/24

Légende : COD = Carbone organique dissous; CID = Carbone inorganique dissous; Cl = Chlorures; Fe = Fer; Cond = Conductivité.

Annexe 3
Résultats de l'analyse des séries chronologiques du RTQ de
décembre 1984 à décembre 1992 (mai 1986 à décembre 1992 - région 6)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Bonneville	pH (49)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Mg (49)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Na (49)	Non	Oui	KS	↓	0,409/0,317
	K (49)	Oui	Non	S/L	↓	0,195/0,096
	Ca + Mg (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Cond (48)	Oui	Oui	H&S	↓	16,5/13,9
	Alct (49)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Alcg (47)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	SO ₄ (49)	Oui	Oui	H&S	↓	4,7/3,7
	NH ₄ (48)	Non	Oui	KS	↓	0,063/0,032
	NO ₃ (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Al (25)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Mn (25)	Non	Oui	KS	↓	0,032/0,025
	Fer (25)	Non	Oui	KS	↑	0,079/0,118
	DOC (41)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↑	0,097/0,155
	HCO ₃ /SO ₄ G (46)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cl (49)	Oui	Non	S/L	↓	0,37/0,25
	SiO ₂ (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
Lagou	pH (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Ca (49)	Non	Oui	KS	↓	1,295/1,166
	Mg (49)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Na (49)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	K (49)	Oui	Non	S/L	↓	0,189/0,104
	Ca + Mg (49)	Oui	Non	S/L	↓	84,9/74,4
	Cond (48)	Oui	Oui	H&S	↓	16,0/13,6
	Alct (49)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (47)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↓	4,5/3,9
	NH ₄ (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	NO ₃ (49)	Non	Oui	KS	↓	0,069/0,027
	Al (25)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mn (25)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Fer (25)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (43)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (49)	Non	Non	Ken	↑	0,075/0,110
	HCO ₃ /SO ₄ G (47)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cl (49)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (47)	Oui	Oui	H&S	--	n/a

Légende : H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Veilleux	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Na (17)	Non	Non	Ken	↓	0,423/0,287
	K (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cond (17)	Non	Non	Ken	↓	13,6/12,0
	Alct (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (17)	Non	Non	Ken	↓	1,30/0,84
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	3,6/2,8
	NH ₄ (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cl (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (17)	Oui	Non	S/L	↑	1,69/2,52
Macleod	pH (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Ca (17)	Oui	Oui	H&S	↓	1,063/0,986
	Mg (17)	Non	Oui	KS	↓	0,280/0,227
	Na (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	K (17)	Non	Non	Ken	↓	0,192/0,065
	Ca + Mg (17)	Oui	Oui	H&S	↓	76,2/68,0
	Cond (17)	Non	Non	Ken	↓	14,3/11,7
	Alct (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	4,3/3,2
	NH ₄ (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	↑	0,011/0,019
	DOC (15)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cl (17)	Non	Non	Ken	↓	0,37/0,23
	SiO ₂ (17)	Non	Oui	KS	↑	1,93/2,90

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Josselin	pH (17)	Non	Non	Ken	↑	5,7/6,0
	Ca (17)	Oui	Non	S/L	↑	1,176/1,228
	Mg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Na (17)	Oui	Non	S/L	↓	0,445/0,260
	K (17)	Non	Non	Ken	↓	0,198/0,122
	Ca + Mg (17)	Oui	Non	S/L	↑	75,2/78,6
	Cond (17)	Non	Non	Ken	↓	13,7/12,6
	Alct (17)	Non	Non	Ken	↑	0,25/0,65
	Alcg (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	3,8/3,2
	NH ₄ (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NO ₃ (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	DOC (15)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↑	0,088/0,210
	HCO ₃ /SO ₄ G (16)	Non	Non	Ken	↑	0,153/0,245
	Cl (17)	Non	Non	Ken	↓	0,31/0,17
	SiO ₂ (17)	Oui	Non	S/L	↑	1,37/1,77
Najoua	pH (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Ca (17)	Non	Non	Ken	↓	1,427/1,290
	Mg (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Na (17)	Non	Non	Ken	↓	0,593/0,454
	K (17)	Non	Non	Ken	↓	0,177/0,127
	Ca + Mg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cond (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alct (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Alcg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	6,2/5,0
	NH ₄ (16)	Non	Oui	KS	--	n/a
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cl (17)	Non	Non	Ken	↓	0,49/0,37
	SiO ₂ (17)	Non	Non	Ken	↑	2,55/3,35

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Éclair	pH (49)	Non	Oui	KS	↑	6,3/6,5
	Ca (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Mg (49)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Na (49)	Oui	Non	S/L	↓	0,426/0,318
	K (49)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Ca + Mg (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cond (48)	Oui	Oui	H&S	↓	18,0/15,7
	Alct (49)	Non	Oui	KS	↑	1,7/2,1
	Alcg (48)	Non	Oui	KS	↑	1,90/2,13
	SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↓	4,3/3,4
	NH ₄ (48)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NO ₃ (49)	Non	Oui	KS	↑	0,016/0,025
	Al (25)	Non	Non	Ken	↓	0,019/0,004
	Mn (25)	Non	Oui	KS	↓	0,012/0,010
	Fe (25)	Non	Oui	KS	--	n/a
	DOC (41)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↑	0,389/0,587
	HCO ₃ /SO ₄ G (48)	Non	Non	Ken	↑	0,428/0,597
	Cl (49)	Non	Oui	KS	↓	0,29/0,23
	SiO ₂ (48)	Non	Oui	KS	↑	0,228/0,331
Lemaine	pH (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Ca (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Mg (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Na (49)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	K (49)	Oui	Non	S/L	↓	0,328/0,183
	Ca + Mg (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cond (48)	Oui	Oui	H&S	↓	19,7/17,2
	Alct (49)	Non	Oui	KS	↑	1,0/1,3
	Alcg (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↓	5,8/4,4
	NH ₄ (48)	Oui	Oui	H&S	↓	0,029/0,013
	NO ₃ (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Al (25)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Mn (25)	Non	Oui	KS	↓	0,046/0,030
	Fe (25)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (41)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↑	0,173/0,289
	HCO ₃ /SO ₄ G (48)	Non	Non	Ken	↑	0,226/0,298
	Cl (49)	Oui	Non	S/L	↓	0,48/0,33
	SiO ₂ (49)	Oui	Oui	H&S	↑	3,30/3,72

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Truite-Rouge	pH (49)	Oui	Oui	H&S	↓	6,2/5,8
	Ca (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Mg (49)	Oui	Non	S/L	↓	0,439/0,369
	Na (49)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	K (49)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (49)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Cond (48)	Oui	Oui	H&S	↓	22,8/19,7
	Alct (49)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Alcg (47)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	SO ₄ (49)	Oui	Oui	H&S	↓	6,5/5,2
	NH ₄ (48)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	NO ₃ (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Al (25)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Mn (25)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Fe (25)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (41)	Non	Non	Ken	↑	3,49/4,24
	HCO ₃ /SO ₄ (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (47)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cl (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	SiO ₂ (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
Congré	pH (17)	Non	Non	Ken	↑	5,8/6,1
	Ca (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Mg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Na (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	K (17)	Non	Non	Ken	↓	0,299/0,218
	Ca + Mg (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cond (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alct (16)	Non	Non	Ken	↑	1,0/1,6
	Alcg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	5,3/4,2
	NH ₄ (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NO ₃ (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	DOC (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (16)	Non	Non	Ken	↑	0,177/0,362
	HCO ₃ /SO ₄ G (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Cl (17)	Non	Non	Ken	↓	0,39/0,31
	SiO ₂ (17)	Non	Non	Ken	↑	1,96/3,46

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Fauvette	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (17)	Non	Oui	KS	↓	1,827/1,768
	Mg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Na (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	K (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cond (17)	Non	Non	Ken	↓	20,3/18,3
	Alct (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (16)	Non	Non	Ken	↓	5,5/4,5
	NH ₄ (16)	Non	Non	Ken	↓	0,014/0,003
	NO ₃ (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	DOC (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (16)	Non	Non	Ken	↑	0,300/0,371
	HCO ₃ /SO ₄ G (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cl (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
Adanys	pH (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Ca (17)	Non	Oui	KS	↓	1,217/1,094
	Mg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Na (17)	Non	Non	Ken	↓	0,393/0,247
	K (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (17)	Non	Oui	KS	↓	84,8/74,5
	Cond (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alct (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (17)	Non	Non	Ken	↓	0,15/-0,22
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	5,1/4,1
	NH ₄ (16)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	NO ₃ (17)	Oui	Oui	H&S	↑	0,019/0,044
	DOC (15)	Non	Non	Ken	↑	4,36/5,31
	HCO ₃ /SO ₄ (16)	Non	Non	Ken	↑	0,058/0,148
	HCO ₃ /SO ₄ G (14)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cl (17)	Non	Non	Ken	↓	0,43/0,32
	SiO ₂ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a

Légende : H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Boisvert	pH (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Ca (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Mg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Na (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	K (17)	Oui	Non	S/L	↓	0,505/0,378
	Ca + Mg (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cond (17)	Non	Non	Ken	↓	23,8/20,8
	Alct (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Alcg (17)	Non	Non	Ken	↓	2,25/1,68
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	6,4/5,3
	NH ₄ (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	↑	0,013/0,026
	DOC (15)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cl (17)	Non	Non	Ken	↓	0,43/0,31
	SiO ₂ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
Thibert	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mg (17)	Non	Non	Ken	↓	0,492/0,457
	Na (17)	Non	Non	Ken	↓	0,606/0,454
	K (17)	Non	Non	Ken	↑	0,274/0,390
	Ca + Mg (17)	Non	Non	Ken	↓	148,3/138,6
	Cond (17)	Non	Non	Ken	↓	22,8/19,9
	Alct (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Alcg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	5,8/4,6
	NH ₄ (16)	Non	Non	Ken	↓	0,015/0,004
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Non	Oui	KS	↑	0,355/0,458
	HCO ₃ /SO ₄ G (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cl (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Chômeur	pH (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Ca (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Mg (49)	Non	Oui	KS	↓	0,430/0,401
	Na (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	K (48)	Non	Non	Ken	↑	0,289/0,375
	Ca + Mg (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cond (48)	Non	Oui	KS	↓	25,5/22,3
	Alct (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Alcg (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↓	4,9/3,3
	NH ₄ (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	NO ₃ (49)	Non	Oui	KS	↑	0,016/0,025
	Al (25)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Mn (25)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Fer (24)	Non	Oui	KS	↑	0,012/0,018
	DOC (40)	Non	Non	Ken	↑	3,56/4,33
	HCO ₃ /SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↑	0,940/1,564
	HCO ₃ /SO ₄ G (49)	Oui	Non	S/L	↑	0,970/1,609
	Cl (49)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (46)	Oui	Non	S/L	--	n/a
Thomas	pH (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Ca (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Mg (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Na (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	K (49)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Ca + Mg (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cond (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Alct (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Alcg (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↓	3,7/3,0
	NH ₄ (48)	Oui	Non	S/L	↓	0,032/0,008
	NO ₃ (49)	Oui	Oui	H&S	↓	0,145/0,044
	Al (25)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mn (25)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Fe (25)	Non	Oui	KS	--	n/a
	DOC (43)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (48)	Oui	Oui	H&S	↑	2,252/2,765
	HCO ₃ /SO ₄ G (49)	Oui	Oui	H&S	↑	2,334/2,854
	Cl (49)	Oui	Non	S/L	↓	0,59/0,38
	SiO ₂ (47)	Oui	Oui	H&S	--	n/a

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Nolette	pH (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Ca (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Mg (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Na (49)	Non	Non	Ken	--	n/a
	K (49)	Non	Non	Ken	↑	0,646/0,694
	Ca + Mg (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Cond (48)	Non	Oui	KS	↓	26,6/24,7
	Alct (48)	Oui	Non	S/L	↓	4,8/3,5
	Alcg (49)	Oui	Oui	H&S	↓	5,05/3,63
	SO ₄ (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	NH ₄ (48)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	NO ₃ (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Al (25)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mn (25)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Fe (25)	Non	Oui	KS	--	n/a
	DOC (42)	Non	Non	Ken	↑	4,99/5,56
	HCO ₃ /SO ₄ (48)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (49)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Cl (49)	Non	Oui	KS	↓	0,444/0,379
	SiO ₂ (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
Laflamme	pH (47)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Ca (48)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Mg (48)	Non	Oui	KS	↓	0,564/0,482
	Na (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	K (48)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cond (47)	Oui	Oui	H&S	↓	25,4/21,4
	Alct (45)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Alcg (48)	Non	Oui	KS	↓	5,64/4,53
	SO ₄ (47)	Oui	Non	S/L	↓	4,54/3,82
	NH ₄ (42)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	NO ₃ (45)	Non	Oui	KS	↑	0,071/0,080
	Al (23)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mn (23)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Fer (23)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	DOC (40)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (45)	Non	Oui	KS	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (47)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cl (47)	Non	Non	Ken	↓	0,44/0,35
	SiO ₂ (39)	Oui	Oui	H&S	↑	5,55/6,70

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Daniel	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (17)	Oui	Oui	H&S	↓	1,927/1,623
	Mg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Na (17)	Non	Non	Ken	↓	0,674/0,514
	K (17)	Non	Oui	KS	↓	0,580/0,354
	Ca + Mg (17)	Oui	Oui	H&S	↓	129,0/110,1
	Cond (17)	Non	Non	Ken	↓	21,8/16,4
	Alct (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (16)	Non	Non	Ken	↓	5,6/4,0
	NH ₄ (16)	Non	Non	Ken	↓	0,034/0,007
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	↓	0,200/0,000
	DOC (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (16)	Non	Non	Ken	↑	0,305/0,386
	Cl (17)	Non	Non	Ken	↓	0,50/0,33
	SiO ₂ (16)	Non	Oui	KS	--	n/a
Belle Truite	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Mg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Na (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	K (17)	Non	Non	Ken	↓	0,363/0,190
	Ca + Mg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Cond (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Alct (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Alcg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	4,5/3,8
	NH ₄ (16)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (15)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Non	Oui	KS	↑	1,674/2,113
	HCO ₃ /SO ₄ G (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Cl (17)	Oui	Non	S/L	↓	0,52/0,30
	SiO ₂ (17)	Non	Non	Ken	↑	2,45/3,49

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Pothier	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (17)	Oui	Oui	H&S	↓	2,344/2,112
	Mg (17)	Non	Non	Ken	↓	0,567/0,477
	Na (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	K (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (17)	Non	Oui	KS	↓	160,0/140,0
	Cond (17)	Non	Non	Ken	↓	23,5/19,6
	Alct (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Alcg (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	5,0/3,9
	NH ₄ (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (14)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Cl (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
Laurent	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Mg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Na (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	K (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Cond (17)	Non	Non	Ken	↓	38,1/36,1
	Alct (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Alcg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	6,8/5,8
	NH ₄ (16)	Non	Oui	KS	↓	0,015/0,008
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Non	Oui	KS	↑	1,285/1,492
	HCO ₃ /SO ₄ G (17)	Oui	Oui	H&S	↑	1,326/1,489
	Cl (17)	Non	Non	Ken	↓	0,42/0,35
	SiO ₂ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Chevreuil	pH (48)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Ca (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Mg (48)	Non	Oui	KS	↓	0,561/0,520
	Na (48)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	K (48)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (48)	Non	Oui	KS	↓	257,7/249,6
	Cond (47)	Oui	Oui	H&S	↓	32,7/29,4
	Alct (48)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (49)	Non	Non	Ken	↑	6,97/7,24
	SO ₄ (49)	Oui	Oui	H&S	↓	5,9/4,6
	NH ₄ (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	NO ₃ (48)	Non	Oui	KS	↑	0,042/0,050
	Al (25)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mn (25)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Fe (25)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (40)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (48)	Oui	Non	S/L	↑	1,151/1,467
	HCO ₃ /SO ₄ G (48)	Oui	Non	S/L	↑	1,14/1,49
	Cl (49)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
Kidney	pH (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Ca (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Mg (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Na (48)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	K (48)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Ca + Mg (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cond (48)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Alct (49)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Alcg (47)	Non	Oui	KS	--	n/a
	SO ₄ (49)	Oui	Oui	H&S	↓	7,8/6,1
	NH ₄ (48)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	NO ₃ (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Al (25)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mn (25)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Fe (25)	Non	Oui	KS	--	n/a
	DOC (41)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↑	1,051/1,375
	HCO ₃ /SO ₄ G (47)	Oui	Non	S/L	↑	1,101/1,395
	Cl (49)	Non	Non	Ken	↓	0,53/0,44
	SiO ₂ (48)	Oui	Oui	H&S	--	n/a

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistence; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
des Joncs	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (17)	Non	Non	Ken	↑	3,017/3,338
	Mg (17)	Non	Non	Ken	↑	0,589/0,629
	Na (17)	Non	Non	Ken	↓	0,738/0,690
	K (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cond (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alct (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NH ₄ (16)	Non	Non	Ken	↓	0,030/0,005
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cl (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
Général-White	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Mg (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Na (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	K (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Cond (17)	Non	Oui	KS	↓	42,1/38,8
	Alct (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	SO ₄ (17)	Oui	Non	S/L	↓	7,3/5,9
	NH ₄ (16)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (14)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (17)	Non	Oui	KS	↑	1,39/1,71
	Cl (17)	Non	Non	Ken	↓	0,43/0,35
	SiO ₂ (17)	Oui	Non	S/L	↑	1,42/2,64

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Grégoire	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (17)	Oui	Oui	H&S	↓	4,414/4,349
	Mg (17)	Non	Oui	KS	↓	0,770/0,712
	Na (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	K (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (17)	Oui	Oui	H&S	↓	284,1/276,0
	Cond (17)	Non	Non	Ken	↓	35,5/31,6
	Alct (16)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Alcg (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	5,8/4,4
	NH ₄ (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NO ₃ (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	DOC (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (16)	Non	Non	Ken	↑	1,382/1,869
	HCO ₃ /SO ₄ G (17)	Non	Non	Ken	↑	1,42/1,88
	Cl (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (17)	Non	Non	Ken	↑	0,74/1,14
des Papillons	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Mg (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Na (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	K (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Ca + Mg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Cond (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Alct (16)	Non	Oui	KS	↓	4,7/3,3
	Alcg (17)	Non	Non	Ken	↓	4,95/3,30
	SO ₄ (16)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	NH ₄ (16)	Oui	Oui	H&S	↓	0,052/0,031
	NO ₃ (17)	Non	Oui	KS	↑	0,063/0,099
	DOC (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (16)	Non	Non	Ken	↓	0,760/0,441
	HCO ₃ /SO ₄ G (16)	Non	Non	Ken	↓	0,805/0,442
	Cl (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (17)	Non	Non	Ken	↓	2,23/1,48

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Blais	pH (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Ca (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Mg (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Na (49)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	K (49)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cond (48)	Non	Non	Ken	↓	51,1/49,0
	Alct (49)	Non	Oui	KS	↑	13,5/14,1
	Alcg (48)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↓	8,3/7,1
	NH ₄ (48)	Non	Non	Ken	↓	0,014/0,001
	NO ₃ (49)	Non	Oui	KS	↑	0,035/0,043
	Al (25)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mn (25)	Non	Oui	KS	↑	0,005/0,013
	Fer (25)	Non	Oui	KS	↑	0,009/0,019
	DOC (40)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↑	1,559/1,920
	HCO ₃ /SO ₄ G (48)	Oui	Non	S/L	↑	1,602/1,923
	Cl (49)	Non	Non	Ken	↓	0,43/0,37
	SiO ₂ (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
David	pH (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Ca (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Mg (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Na (48)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	K (47)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Cond (48)	Oui	Oui	H&S	↓	56,9/54,2
	Alct (49)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Alcg (48)	Non	Oui	KS	--	n/a
	SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↓	7,8/6,3
	NH ₄ (48)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NO ₃ (49)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Al (25)	Non	Non	Ken	↓	0,028/0,006
	Mn (25)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Fe (25)	Non	Oui	KS	--	n/a
	DOC (40)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (49)	Oui	Non	S/L	↑	2,149/2,762
	HCO ₃ /SO ₄ G (48)	Oui	Non	S/L	↑	2,244/2,744
	Cl (49)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (49)	Non	Oui	KS	↑	0,83/1,19

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Clair	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Mg (17)	Non	Oui	KS	↓	0,779/0,723
	Na (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	K (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Cond (17)	Non	Non	Ken	↓	52,6/49,5
	Alct (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Alcg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	8,7/7,8
	NH ₄ (16)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	↑	0,014/0,025
	DOC (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Cl (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (17)	Oui	Non	S/L	↓	2,26/1,49
Graham	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Mg (17)	Non	Oui	KS	↓	0,840/0,775
	Na (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	K (17)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Ca + Mg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Cond (17)	Non	Oui	KS	↓	35,3/31,8
	Alct (16)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Alcg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	SO ₄ (17)	Oui	Non	S/L	↓	7,7/5,9
	NH ₄ (16)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (16)	Non	Oui	KS	↑	0,756/1,026
	HCO ₃ /SO ₄ G (17)	Non	Oui	KS	↑	0,787/1,092
	Cl (17)	Non	Non	Ken	↓	0,54/0,44
	SiO ₂ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
6827	pH (40)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Ca (40)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Mg (40)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Na (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	K (40)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Cond (39)	Oui	Oui	H&S	↓	21,4/19,2
	Alct (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Alcg (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	SO ₄ (40)	Oui	Non	S/L	↓	5,3/4,6
	NH ₄ (39)	Non	Oui	KS	--	n/a
	NO ₃ (40)	Non	Non	Ken	↑	0,023/0,036
	Al (20)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mn (20)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Fe (20)	Non	Non	Ken	--	n/a
	DOC (32)	Non	Non	Ken	↑	3,39/3,87
	HCO ₃ /SO ₄ (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Cl (39)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
88188	pH (40)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Ca (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Mg (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Na (40)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	K (40)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Cond (39)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Alct (40)	Non	Non	Ken	↑	0,9/1,3
	Alcg (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	SO ₄ (40)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NH ₄ (39)	Non	Oui	KS	--	n/a
	NO ₃ (40)	Non	Oui	KS	↑	0,010/0,024
	Al (20)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mn (20)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Fe (20)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	DOC (32)	Non	Non	Ken	↑	2,86/2,98
	HCO ₃ /SO ₄ (40)	Non	Non	Ken	↑	0,174/0,239
	HCO ₃ /SO ₄ G (40)	Oui	Non	S/L	↑	0,189/0,259
	Cl (39)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (40)	Non	Oui	KS	↑	0,74/1,09

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
Poirier	pH (40)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Ca (40)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Mg (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Na (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	K (40)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (40)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Cond (39)	Oui	Oui	H&S	↓	18,3/16,6
	Alct (40)	Oui	Non	S/L	↑	0,1/0,3
	Alcg (39)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (40)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	NH ₄ (39)	Non	Oui	KS	--	n/a
	NO ₃ (40)	Non	Oui	KS	↑	0,008/0,019
	Al (20)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mn (20)	Non	Oui	KS	↑	0,032/0,043
	Fe (20)	Non	Oui	KS	--	n/a
	DOC (32)	Non	Non	Ken	↑	3,08/3,48
	HCO ₃ /SO ₄ (40)	Oui	Non	S/L	↑	0,044/0,093
	HCO ₃ /SO ₄ G (39)	Non	Non	Ken	↑	0,066/0,096
	Cl (40)	Non	Oui	KS	--	n/a
	SiO ₂ (40)	Non	Oui	KS	--	n/a
Blériot	pH (40)	Non	Oui	KS	--	n/a
	Ca (40)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mg (40)	Non	Non	Ken	↓	0,521/0,479
	Na (40)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	K (40)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (40)	Non	Non	Ken	↓	122,8/120,6
	Cond (39)	Non	Oui	KS	↓	21,6/19,1
	Alct (40)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (40)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (40)	Non	Non	Ken	↓	6,4/5,9
	NH ₄ (39)	Non	Oui	KS	--	n/a
	NO ₃	--	--	--	--	--
	Al (20)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mn (20)	Non	Oui	KS	↑	0,030/0,039
	Fer (18)	Non	Oui	KS	↑	0,006/0,013
	DOC (31)	Non	Non	Ken	↑	1,74/1,86
	HCO ₃ /SO ₄ (40)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (39)	Non	Non	Ken	↑	0,081/0,119
	Cl	--	--	--	--	--
	SiO ₂ (40)	Oui	Oui	H&S	↑	0,51/0,95

Légende :

H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 3 (suite)

Lac	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
75869	pH (13)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Ca (13)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mg (13)	Non	Non	Ken	↓	0,511/0,467
	Na (13)	Non	Non	Ken	↓	0,759/0,662
	K (13)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (13)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cond (13)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alct (13)	Oui	Non	S/L	↓	1,4/0,1
	Alcg (13)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	SO ₄ (13)	Non	Non	Ken	↑	6,7/7,4
	NH ₄ (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NO ₃ (13)	Non	Non	Ken	↑	0,015/0,046
	DOC (11)	Non	Non	Ken	↑	3,26/3,83
	HCO ₃ /SO ₄ (13)	Oui	Non	S/L	↓	0,209/0,020
	HCO ₃ /SO ₄ G (13)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Cl (13)	Non	Non	Ken	↓	0,34/0,22
	SiO ₂ (13)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
Murex	pH (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Mg (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Na (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	K (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cond (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alct (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NH ₄ (11)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NO ₃ (12)	Non	Oui	KS	↑	0,010/0,041
	DOC (10)	Non	Non	Ken	↑	6,80/9,48
	HCO ₃ /SO ₄ (12)	Non	Non	Ken	↑	0,052/0,086
	HCO ₃ /SO ₄ G (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Cl (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SiO ₂ (12)	Oui	Oui	H&S	--	n/a

Légende : H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 4
Résultats de l'analyse temporelle appliquée aux moyennes
régionales (tournées spatiales) de décembre 1984 à décembre
1992 (mai 1986 à décembre 1992 pour la région 6)

Région	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
1	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alct (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↓	4,5/3,6
	Ca + Mg (17)	Non	Oui	KS	↓	79,7/73,4
	NO ₃ (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	NH ₄ (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↑	0,120/0,182
2	pH (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Alcg (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alct (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (16)	Non	Non	Ken	↓	5,6/4,5
	Ca + Mg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NH ₄ (16)	Non	Oui	KS	↓	0,025/0,014
	HCO ₃ /SO ₄ G (13)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (17)	Non	Non	Ken	↑	0,249/0,324
3	pH (17)	Oui	Non	S/L	--	n/a
	Alcg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Alct (16)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	SO ₄ (16)	Non	Non	Ken	↓	5,0/4,1
	Ca + Mg (17)	Oui	Oui	H&S	↓	194,2/189,5
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	↓	0,064/0,019
	NH ₄ (15)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (16)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (15)	Non	Oui	KS	↑	1,11/1,25
4	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Alct (15)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	SO ₄ (16)	Non	Non	Ken	↓	6,4/5,6
	Ca + Mg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	NO ₃ (16)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NH ₄ (16)	Oui	Oui	H&S	↓	0,032/0,015
	HCO ₃ /SO ₄ G (16)	Non	Oui	KS	↑	1,13/1,30
	HCO ₃ /SO ₄ (15)	Non	Non	Ken	↑	1,11/1,29

Annexe 4 (suite)

Région	Var (N)	Pers.	Sais.	Test	Tendance	Changement
5	pH (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (17)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	Alct (16)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	SO ₄ (17)	Oui	Non	S/L	↓	8,0/6,7
	Ca + Mg (17)	Oui	Oui	H&S	↓	415,0/407,8
	NO ₃ (17)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NH ₄ (16)	Oui	Oui	H&S	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (17)	Non	Oui	KS	↑	1,56/1,85
	HCO ₃ /SO ₄ (16)	Non	Oui	KS	↑	1,53/1,84
6	pH (14)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alcg (14)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Alct (14)	Non	Non	Ken	--	n/a
	SO ₄ (14)	Non	Non	Ken	--	n/a
	Ca + Mg (14)	Non	Non	Ken	--	n/a
	NO ₃ (14)	Non	Non	Ken	↑	0,016/0,038
	NH ₄ (11)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ G (12)	Non	Non	Ken	--	n/a
	HCO ₃ /SO ₄ (14)	Non	Non	Ken	--	n/a

Légende : H&S = Hirsch & Slack; KS = Kendall Saisonnier; S/L = Spearman/Lettenmaier; Ken = Kendall; n/a = pas de changement significatif; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄ = rapport calculé avec Alct; HCO₃/SO₄G = rapport calculé avec Alcg; Pers. = Persistance; Sais. = Saisonnalité; Var (N) = Variable (nombre d'observations).

Annexe 5
Comparaisons inter-annuelles de la qualité de l'eau des lacs du RTQ de 1985 (1986 pour la région 6 et 1989 pour les régions 7 et 8) à 1992

Variable (n1, n2, n3)	Région 1		Région 2		Région 3	
	Student	Wilcox.	Student	Wilcox.	Student	Wilcox.
	(92-85)		(92-85)		(92-85)	
	Différence (Δ)		Différence (Δ)		Différence (Δ)	
pH (12, 16, 15)	Oui (0,3)	Oui	Oui (0,2)	Oui	Oui (0,3)	Oui
Ca (12, 16, 15)	Non (-0,034)	Non	Non (0,031)	Non	Non (0,057)	Non
Mg (12, 16, 15)	Non (-0,007)	Non	Non (-0,018)	Non	Non (-0,001)	Non
Na (12, 16, 15)	Oui (-0,185)	Oui	Oui (-0,151)	Oui	Oui (-0,096)	Oui
K (12, 16, 15)	Oui (-0,065)	Oui	Non (-0,014)	Non	Non (-0,009)	Non
Ca + Mg (12, 16, 15)	Non (-2,3)	Non	Non (0,1)	Non	Non (2,8)	Non
Cond (12, 16, 15)	Oui (-2,3)	Oui	Oui (-2,2)	Oui	Oui (-2,7)	Oui
Alct (12, 16, 15)	Oui (0,2)	Oui	Oui (0,2)	Oui	Non (0,2)	Non
Alcg (12, 16, 15)	Non (0,06)	Non	Non (0,10)	Non	Non (-0,10)	Non
SO ₄ (12, 16, 15)	Oui (-0,8)	Oui	Oui (-0,9)	Oui	Oui (-0,8)	Oui
NH ₄ (12, 16, 15)	Non (0,0003)	Non	Non (0,0083)	Non	Non (-0,0024)	Non
NO ₃ (12, 16, 15)	Non (-0,011)	Non	Non (-0,003)	Non	Non (-0,050)	Oui
Al (6, 8, 8)	Non (0,003)	Non	Non (0,022)	Non	Non (-0,018)	Non
Mn (6, 8, 8)	Oui (0,003)	Non	Oui (0,014)	Oui	Non (-0,010)	Non
Fer (6, 8, 8)	Non (-0,020)	Non	Non (0,030)	Non	Non (-0,020)	Non
COD (12, 16, 15)	Non (-0,13)	Non	Oui (0,65)	Non	Non (0,29)	Non
HCO ₃ /SO ₄ (12, 16, 15)	Oui (0,06)	Oui	Oui (0,11)	Oui	Oui (0,30)	Oui
HCO ₃ /SO ₄ G (12, 16, 15)	Non (0,03)	Non	Oui (0,09)	Oui	Oui (0,24)	Oui
Cl (12, 16, 15)	Oui (-0,17)	Oui	Oui (-0,09)	Oui	Oui (-0,14)	Oui
SiO ₂ (12, 16, 15)	Non (0,16)	Non	Oui (0,34)	Oui	Non (-0,19)	Non

Légende : Oui = H₁ accepté, i.e. il y a une différence significative pour cette variable entre les 2 années considérées.

Non = H₀ accepté (pas de différence entre les 2 années considérées).

n1, n2, n3 = nombre d'observations utilisé pour les comparaisons des données des régions 1, 2 et 3 respectivement.

Wilcox. = test de Wilcoxon pour échantillons appariés; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄G = rapport HCO₃/SO₄ calculé avec l'alcalinité Gran.

Annexe 5 (suite)

Variable (n4, n5, n6)	Région 4		Région 5		Région 6	
	Student	Wilcox.	Student	Wilcox.	Student	Wilcox.
	(92-85) Différence (Δ)		(92-85) Différence (Δ)		(92-86) Différence (Δ)	
pH (12, 8, 12)	Non (0,1)	Non	Non (0,1)	Non	Non (0,0)	Non
Ca (12, 8, 12)	Non (0,107)	Non	Non (-0,099)	Non	Non (-0,035)	Non
Mg (12, 8, 12)	Non (-0,030)	Non	Non (-0,048)	Non	Non (-0,018)	Non
Na (12, 8, 12)	Oui (-0,072)	Non	Oui (-0,085)	Oui	Oui (-0,113)	Oui
K (12, 8, 12)	Oui (0,046)	Oui	Non (0,007)	Non	Non (-0,206)	Oui
Ca + Mg (12, 8, 12)	Non (2,9)	Non	Non (-8,9)	Non	Non (-3,2)	Non
Cond (12, 8, 12)	Oui (-1,9)	Oui	Oui (-2,7)	Oui	Non (-0,8)	Non
Alct (12, 8, 12)	Non (-0,7)	Non	Oui (0,6)	Non	Non (0,0)	Non
Alcg (12, 8, 12)	Oui (-0,59)	Oui	Non (-0,34)	Non	Non (0,20)	Non
SO ₄ (12, 8, 12)	Oui (-0,9)	Oui	Oui (-0,9)	Oui	Oui (-0,4)	Oui
NH ₄ (12, 8, 12)	Non (-0,0071)	Oui	Non (-0,0003)	Non	Non (0,0082)	Oui
NO ₃ (12, 8, 12)	Non (0,003)	Non	Oui (0,016)	Oui	Oui (0,012)	Oui
Al (6, 4, 6)	Non (-0,005)	Non	Non (-0,010)	Non	Non (0,011)	Non
Mn (6, 4, 6)	Non (0,005)	Non	Non (0,008)	Non	Non (0,006)	Non
Fer (6, 4, 6)	Oui (-0,015)	Non	Oui (-0,016)	Oui	Non (0,025)	Non
COD (12, 8, 12)	Non (0,89)	Non	Non (0,85)	Non	Oui (0,83)	Oui
HCO ₃ /SO ₄ (12, 8, 12)	Non (0,11)	Non	Oui (0,28)	Oui	Non (0,02)	Non
HCO ₃ /SO ₄ G (12, 8, 12)	Oui (0,15)	Oui	Non (0,17)	Non	Non (0,05)	Non
Cl (12, 8, 12)	Oui (-0,09)	Oui	Non (-0,06)	Non	Non (-0,01)	Non
SiO ₂ (12, 8, 12)	Non (0,06)	Non	Non (-0,02)	Non	Oui (0,23)	Oui

Légende : Oui = H₁ accepté, i.e. il y a une différence significative pour cette variable entre les 2 années considérées.

Non = H₀ accepté (pas de différence entre les 2 années considérées).

n4, n5, n6 = nombre d'observations utilisé pour les comparaisons des données des régions 4, 5 et 6 respectivement.

Wilcox. = test de Wilcoxon pour échantillons appariés; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄G = rapport HCO₃/SO₄ calculé avec l'alcalinité Gran.

Annexe 5 (suite)

Variable (ncn, n7, n8)	Tous les lacs (Côte-Nord)		Région 7		Région 8	
	Student	Wilcox.	Student	Wilcox.	Student	Wilcox.
	(92-89)		(92-89)		(92-89)	
	Différence (Δ)		Différence (Δ)		Différence (Δ)	
pH (23, 14, 9)	Oui (0,2)	Oui	Oui (0,3)	Oui	Non (0,1)	Non
Ca (23, 14, 9)	Oui (0,119)	Oui	Oui (0,155)	Oui	Oui (0,063)	Oui
Mg (23, 14, 9)	Oui (0,026)	Oui	Oui (0,029)	Oui	Oui (0,020)	Oui
Na (23, 14, 9)	Oui (-0,109)	Oui	Oui (-0,108)	Oui	Oui (-0,110)	Oui
K (23, 14, 9)	Oui (0,086)	Oui	Oui (0,101)	Oui	Oui (0,063)	Oui
Ca+Mg (23, 14, 9)	Oui (8,1)	Oui	Oui (10,1)	Oui	Oui (4,8)	Oui
Cond (23, 14, 9)	Non (0,2)	Non	Non (0,3)	Non	Non (0,1)	Non
Alct (23, 14, 9)	Oui (0,3)	Oui	Oui (0,4)	Oui	Non (0,1)	Non
Alcg (23, 14, 9)	Oui (0,24)	Oui	Oui (0,39)	Oui	Non (0,00)	Non
SO ₄ (23, 14, 9)	Oui (-0,4)	Oui	Oui (-0,5)	Oui	Oui (-0,3)	Oui
NH ₄ (23, 14, 9)	Oui (0,0023)	Oui	Oui (0,0034)	Oui	Non (0,0006)	Non
NO ₃ (23, 14, 9)	Oui (-0,009)	Oui	Oui (-0,008)	Oui	Oui (-0,010)	Oui
Al (23, 14, 9)	Non (0,013)	Oui	Non (0,007)	Non	Oui (0,023)	Oui
Mn (23, 14, 9)	Oui (0,005)	Oui	Non (0,006)	Oui	Non (0,003)	Oui
Fer (23, 14, 9)	Oui (0,043)	Oui	Oui (0,040)	Oui	Oui (0,047)	Oui
COD (23, 14, 9)	Oui (1,44)	Oui	Oui (1,66)	Oui	Oui (1,11)	Oui
HCO ₃ /SO ₄ (23, 14, 9)	Oui (0,17)	Oui	Oui (0,26)	Oui	Non (0,03)	Non
HCO ₃ /SO ₄ G (23, 14, 9)	Oui (0,17)	Oui	Oui (0,24)	Oui	Non (0,02)	Non
Cl (23, 14, 9)	Oui (-0,06)	Oui	Oui (-0,07)	Oui	Non (-0,04)	Oui
SiO ₂ (23, 14, 9)	Non (-0,20)	Non	Non (-0,38)	Oui	Non (0,09)	Non

Légende : Oui = H₁ accepté, i.e. il y a une différence significative pour cette variable entre les 2 années considérées.

Non = H₀ accepté (pas de différence entre les 2 années considérées).

ncn, n7, n8 = nombre d'observations utilisé pour les comparaisons des données des régions de la Côte-Nord (ensemble des lacs), 7 et 8 respectivement.

Wilcox. = test de Wilcoxon pour échantillons appariés; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄G = rapport HCO₃/SO₄ calculé avec l'alcalinité Gran.

Annexe 5 (suite)

Variable (n15, n16)	Régions 1 à 5		Régions 1 à 6	
	Student	Wilcox.	Student	Wilcox.
	(92-85)		(92-86)	
	Différence (Δ)		Différence (Δ)	
pH (63, 75)	Oui (0,2)	Oui	Non (0,0)	Non
Ca (63, 75)	Non (0,023)	Non	Oui (-0,052)	Oui
Mg (63, 75)	Oui (-0,018)	Oui	Oui (-0,031)	Oui
Na (63, 75)	Oui (-0,121)	Oui	Oui (-0,152)	Oui
K (63, 75)	Non (-0,008)	Non	Oui (-0,067)	Oui
Ca + Mg (63, 75)	Non (-0,3)	Non	Oui (-5,1)	Oui
Cond (63, 75)	Oui (-2,4)	Oui	Oui (-1,3)	Oui
Alct (63, 75)	Non (0,1)	Oui	Oui (0,2)	Oui
Alcg (63, 75)	Non (-0,15)	Non	Oui (0,17)	Oui
SO ₄ (63, 75)	Oui (-0,8)	Oui	Oui (-0,7)	Oui
NH ₄ (63, 75)	Non (0,0002)	Non	Oui (-0,0072)	Oui
NO ₃ (63, 75)	Non (-0,012)	Non	Non (-0,004)	Non
Al (32, 38)	Non (-0,001)	Non	Non (-0,005)	Non
Mn (32, 38)	Non (0,004)	Oui	Non (-0,004)	Non
Fer (32, 38)	Non (-0,006)	Oui	Non (-0,003)	Non
COD (63, 75)	Oui (0,49)	Oui	Oui (0,30)	Oui
HCO ₃ /SO ₄ (63, 75)	Oui (0,17)	Oui	Oui (0,16)	Oui
HCO ₃ /SO ₄ G (63, 75)	Oui (0,13)	Oui	Oui (0,16)	Oui
Cl (63, 75)	Oui (-0,11)	Oui	Oui (-0,08)	Oui
SiO ₂ (63, 75)	Non (0,09)	Non	Non (0,12)	Non

Légende : Oui = H₁ accepté, i.e. il y a une différence significative pour cette variable entre les 2 années considérées.

Non = H₀ accepté (pas de différence entre les 2 années considérées).

n15 et n16 = nombre d'observations utilisé pour les comparaisons des données des régions 1 à 5 et 1 à 6 respectivement.

Wilcox. = test de Wilcoxon pour échantillons appariés; Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran; HCO₃/SO₄G = rapport HCO₃/SO₄ calculé avec l'alcalinité Gran.

Annexe 6
Moyennes annuelles régionales pour quelques variables de la
qualité de l'eau de 1985 à 1992

Année	pH unité	Alct mg/L	Alcg mg/L	SO ₄ mg/L	Ca + Mg µeq/L	NO ₃ mg/L	HCO ₃ /SO ₄
Région 1							
1985	5,35	0,31	0,50	4,35	78,79	0,037	0,14
1986	5,56	0,34	0,36	4,17	81,26	0,036	0,13
1987	5,55	0,38	0,36	4,25	75,48	0,032	0,14
1988	5,52	0,30	0,34	4,18	73,25	0,025	0,13
1989	5,45	0,30	0,21	4,12	72,98	0,034	0,14
1990	5,32	0,22	0,02	3,84	75,45	0,029	0,14
1991	5,55	0,45	0,45	3,73	73,74	0,034	0,18
1992	5,64	0,53	0,55	3,53	76,53	0,027	0,20
Région 2							
1985	5,86	1,34	1,57	5,24	123,62	0,032	0,27
1986	6,08	1,34	1,39	5,20	127,26	0,032	0,26
1987	6,21	1,55	1,64	5,39	130,05	0,029	0,29
1988	6,06	1,34	1,45	5,29	122,48	0,029	0,27
1989	5,95	1,30	1,42	5,05	120,93	0,041	0,28
1990	5,94	1,31	1,11	4,76	125,81	0,038	0,29
1991	6,02	1,40	1,38	4,57	122,94	0,033	0,32
1992	6,05	1,59	1,67	4,35	123,68	0,029	0,38
Région 3							
1985	6,28	5,19	5,60	4,71	185,54	0,070	1,13
1986	6,54	5,09	5,32	4,77	194,36	0,050	1,10
1987	6,81	5,89	5,84	4,82	195,10	0,045	1,29
1988	6,69	5,47	5,38	4,79	187,41	0,037	1,16
1989	6,53	5,50	5,46	4,61	189,09	0,041	1,21
1990	6,44	5,56	5,17	4,31	192,60	0,028	1,32
1991	6,57	5,39	5,23	4,18	186,67	0,027	1,28
1992	6,61	5,50	5,52	3,95	189,62	0,022	1,47

Légende : Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran

Annexe 6 (suite)

Année	pH unité	Alct mg/L	Alcg mg/L	SO ₄ mg/L	Ca + Mg µeq/L	NO ₃ mg/L	HCO ₃ /SO ₄
Région 4							
1985	6,93	7,85	7,90	6,31	257,12	0,039	1,19
1986	6,88	7,32	7,41	6,21	266,55	0,029	1,13
1987	6,78	7,72	7,71	5,98	264,74	0,051	1,25
1988	6,91	7,25	7,30	6,06	262,39	0,057	1,16
1989	6,69	7,14	7,40	5,76	259,35	0,076	1,22
1990	6,63	6,82	6,90	6,02	268,35	0,044	1,12
1991	6,84	7,24	7,37	5,73	267,82	0,043	1,28
1992	6,98	7,33	7,31	5,61	259,99	0,042	1,31
Région 5							
1985	7,11	12,55	13,37	7,93	412,38	0,013	1,52
1986	7,06	12,49	12,80	7,84	410,50	0,027	1,54
1987	7,09	13,51	13,45	7,58	415,06	0,028	1,71
1988	7,14	12,91	13,10	7,51	413,63	0,024	1,66
1989	7,06	12,86	13,07	7,10	406,79	0,039	1,75
1990	6,84	12,43	12,06	6,81	406,64	0,032	1,75
1991	7,09	12,88	13,24	6,93	411,72	0,029	1,78
1992	7,16	13,13	13,02	7,05	403,52	0,030	1,80
Région 6							
1986*	6,00	0,85	0,73	6,25	123,98	0,017	0,15
1987	5,98	0,87	0,96	6,06	123,14	0,017	0,16
1988	5,85	0,77	0,97	5,95	119,12	0,013	0,15
1989	5,73	0,80	0,88	5,79	119,27	0,027	0,17
1990	5,65	0,51	0,50	6,23	125,84	0,053	0,11
1991	5,77	0,71	0,83	5,96	125,69	0,030	0,15
1992	5,96	0,83	0,93	5,85	120,79	0,030	0,16

Légende : * Les valeurs pour les stations spatiales ont été estimées (nov. 1986 pour le lac 75869, mai 1986 et nov. 1986 pour le lac Murex); Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran.

Annexe 6 (suite)

Année	pH unité	Alct mg/L	Alcg mg/L	SO ₄ mg/L	Ca + Mg µeq/L	NO ₃ mg/L	HCO ₃ /SO ₄
Région 7*							
1089	5,78	1,35	1,40	3,04	78,64	0,021	0,52
1990	5,53	0,93	0,90	3,04	81,73	0,029	0,43
1991	5,90	1,37	1,50	2,41	72,16	0,014	0,66
1992	6,06	1,95	1,78	2,58	88,78	0,013	0,85
Région 8*							
1989	5,53	0,71	0,73	2,46	54,43	0,026	0,43
1990	5,11	0,34	-0,10	2,56	57,73	0,013	0,35
1991	5,62	0,76	0,70	2,02	50,31	0,011	0,45
1992	5,61	0,78	0,74	2,10	59,28	0,016	0,45
Régions 1 à 6							
1986	6,31	4,01	4,10	5,55	185,41	0,033	0,66
1987	6,38	4,41	4,41	5,52	185,30	0,034	0,74
1988	6,32	4,07	4,18	5,47	180,58	0,031	0,69
1989	6,19	4,05	4,17	5,25	179,39	0,043	0,73
1990	6,10	3,90	3,90	5,17	183,99	0,037	0,72
1991	6,26	4,08	4,15	5,00	182,30	0,033	0,76
1992	6,35	4,25	4,26	4,89	180,52	0,030	0,83

Légende : * Les valeurs calculées pour les régions 7 et 8 proviennent d'une seule tournée annuelle (juin de chaque année); Alct = alcalinité totale; Alcg = alcalinité Gran.

