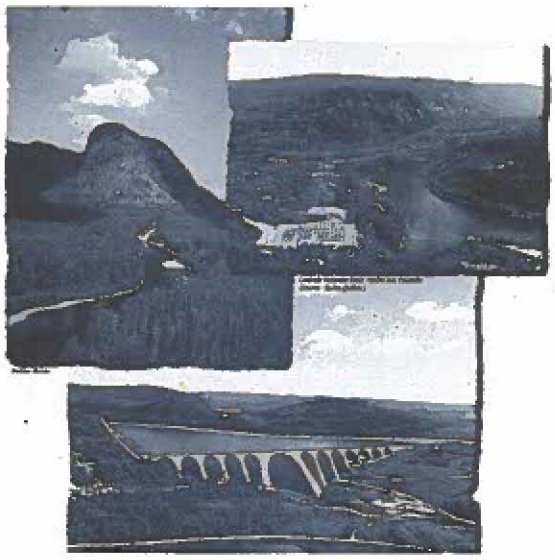
Qualité de l'eau

ENVIRONNEMENT
ET FAUNE
QUÉBEC

Qualité des eaux des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie



Québec

50 ans
UNE FIERTÉ QUI GRANDIT!

Direction des écosystèmes aquatiques

QUALITÉ DES EAUX DES RIVIÈRES AUX OUTARDES, MANICOUAGAN ET MOISIE

1979 à 1996

par

Patricia Robitaille, biologiste, M.Sc.

Ministère de l'Environnement et de la Faune
Mars 1998

Dépôt légal –Bibliothèque nationale du Québec, 1998

ISBN 2-550-33500-7
Envirodoq : EN980963
QE-116

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Chargée de projet :	Patricia Robitaille [1]
Révision scientifique :	Serge Beaulieu [2] Guylaine Lamarre [2] Sylvain Primeau [1] Lucie Wilson [1]
Révision linguistique :	Micheline Lampron [3]
Analyses de laboratoire :	Personnel du laboratoire du ministère de l'Environnement et de la Faune [4]
Soutien technique :	Camil Giasson [1] Mona Frenette [1]
Graphisme et cartographie :	Francine Matte-Savard [1]
Traitement de texte :	Francine Dufour [1]
Agent d'information :	Guy Gagnon [5]

(1) Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement et de la Faune, édifice Marie-Guyart, 675, boulevard René-Lévesque Est, 7e étage, Québec (Québec), G1R 5V7

(2) Direction régionale de la Côte-Nord, ministère de l'Environnement et de la Faune, 818, boul. Laure, rez-de-chaussée, Sept-Îles (Québec), G4R 1Y8

(3) Les Services linguistiques enr., 12055 rue John-F. Kennedy, Québec (Québec), G2A 3B9

(4) Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Complexe scientifique, 2700, rue Einstein, Sainte-Foy (Québec), G1P 3W8

(5) Direction des affaires institutionnelles et des communications, ministère de l'Environnement et de la Faune, édifice Marie-Guyart, 675, boulevard René-Lévesque Est, 7e étage, Québec (Québec), G1R 5V7

QUALITÉ DES EAUX DES RIVIÈRES AUX OUTARDES, MANICOUAGAN ET MOISIE

Référence : Robitaille, P., 1998. *Qualité des eaux des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie*, 1979 à 1996, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq n° EN9800xx, rapport QE-xxx, 28 p. + 4 annexes.

RÉSUMÉ

Cette étude dresse un portrait de la qualité des eaux des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie, toutes trois dans la région de la Côte-Nord. Les échantillons ont été recueillis près de l'embouchure de chacune de ces rivières. Dans le cas des rivières aux Outardes et Manicouagan, les stations d'échantillonnage étaient situées en aval de la série de barrages qui y sont aménagés. L'effet des eaux salées sur les échantillons du golfe Saint-Laurent était nul, soit parce que les échantillons étaient prélevés à marée basse ou que la station d'échantillonnage se trouvait à l'extérieur de la zone d'impact.

Les bassins hydrographiques à l'étude sont très peu développés. Un seul centre urbain a un impact local sur la qualité de l'eau. Il s'agit de la municipalité de Fermont située à la tête du bassin de la rivière Moisie. L'influence du déversement des eaux usées de la municipalité, sur la rivière, est toutefois non évaluable étant donné la distance qui la sépare de la station d'échantillonnage. Il en est de même de l'incidence de la mine Mont Wright située à quelque 16 km à l'ouest de Fermont. Les deux autres activités socio-économiques d'importance sont l'exploitation du potentiel hydroélectrique des rivières aux Outardes et Manicouagan et l'exploitation forestière ayant lieu sur l'ensemble du territoire, sauf dans le bassin de la rivière Moisie où elle est marginale. Ces activités exercent peu d'influence sur la qualité des eaux de ces rivières.

La période couverte par l'étude s'étend de janvier 1979 à octobre 1995. La fréquence d'échantillonnage a été mensuelle, hebdomadaire ou bimensuelle durant quelques années. Trente-cinq descripteurs conventionnels de l'eau ont été analysés à une fréquence variable.

L'analyse des séries temporelles se rapportant à la conductivité, à la turbidité, ainsi qu'aux différentes formes de phosphore et d'azote montre que plusieurs de ces descripteurs ont subi une baisse depuis 1979 dans les trois rivières à l'étude. Une hausse de pH a été enregistrée dans le cas de la rivière Moisie. Ces différences sont toutefois extrêmement faibles, et surtout non significatives d'un point de vue environnemental.

L'influence des digues et barrages sur l'eau des rivières aux Outardes et Manicouagan apparaît clairement grâce aux tracés des cycles annuels de plusieurs descripteurs, lesquels montrent une certaine monotonie tout au long de l'année. Ceux de la rivière Moisie, sur laquelle on ne trouve aucun aménagement de la sorte, sont marqués de hausses et de baisses reflétant l'impact des phénomènes météorologiques sur les eaux de surface.

Comparativement à d'autres rivières du Québec qui subissent les pressions du développement socio-économique du territoire, les eaux des trois rivières à l'étude sont de très bonne qualité. Elles sont caractérisées par une acidité commune aux autres plans d'eau de la région de la Côte-Nord, ainsi que par une faible conductivité que l'on trouve partout sur le bouclier canadien dans les secteurs non dégradés, la nature des roches et des dépôts meubles étant à la base de ces caractéristiques.

La qualité de l'eau des trois rivières étudiées permet le plein usage de celles-ci partout, sauf là où des impacts locaux sont observés, comme en aval de Fermont sur la rivière Moisie et en aval de la mine Mont Wright sur la rivière aux Pékans.

Mots clés : bactériologie, démographie, hydrographie, hydrométrie, physico-chimie, qualité de l'eau, réseau-rivières, rivière aux Outardes, rivière Manicouagan, rivière Moisie, séries temporelles, statistiques.

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de travail iii
Résumé iv
Table des matières v
Liste des annexes v
Liste des tableaux vi
Liste des figures vii

INTRODUCTION 1

DESCRIPTION DU TERRITOIRE 1

Profil physique 1
Localisation et physiographie 1
Hydrographie 4
Hydrométrie 4
Aspects géologiques 6
Utilisation du territoire 6
Démographie 6
Exploitation forestière 7
Agriculture 7
Industries 8
Barrages 8

LA QUALITÉ DES EAUX DE SURFACE 8

Méthodologie 8
Échantillonnage 8
Méthodes d'analyse des données 10
Variation temporelle de la qualité de l'eau 11
Séries temporelles : fluctuations à long terme 11
Cycles annuels : fluctuations à court terme 12
Variabilité spatiale de la qualité de l'eau 13
Qualité générale - Indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau 13
Médianes et répartition des mesures autour de celles-ci 13
Dépassement de critères 22
Apports massiques 24

CONCLUSION 26

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 27

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 Statistiques descriptives globales et saisonnières, rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

Annexe 2 Cycles annuels de variation, rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

Annexe 3 Séries temporelles, rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

Annexe 4 Méthodes d'analyse et seuils de détection des différents descripteurs de la qualité de l'eau

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Superficies drainées par les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie et leurs principaux tributaires 4

Tableau 2 Localisation des stations hydrométriques des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie.....4

Tableau 3 Population des municipalités dont une partie du territoire est située dans les limites des bassins hydrographiques des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie.....6

Tableau 4 Statistiques des feux et coupes dans les bassins des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie 7

Tableau 5 Superficies et élévations maximum et minimum des réservoirs sur les rivières aux Outardes et Manicouagan.....9

Tableau 6 Emplacement des stations d'échantillonnage des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie.....9

Tableau 7 Répartition des échantillons prélevés dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie, par année et par saison.....9

Tableau 8 Séries temporelles des débits, du phosphore, de l'azote, de la turbidité, de la conductivité et du pH des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie ayant subi une modification statistiquement significative ($p < 0,05$) de 1979 à 1996.....11

Tableau 9 Corrélations entre les débits des rivières aux Outardes, Manicouagan, Moisie et certains descripteurs de l'eau ($p \geq 0,01$).....12

Tableau 10 Indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie 16

Tableau 11 Médianes des principaux descripteurs mesurés dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie de la région de la Côte-Nord et des rivières Bonaventure en Gaspésie, Richelieu en Montérégie et du Loup en Mauricie 17

Tableau 12 Dépassements des critères de protection de la vie aquatique sur les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie 22

Tableau 13 Corrélations hautement significatives ($p < 0,01$) pour l'aluminium et le fer en lien avec la turbidité, le carbone organique dissous et la couleur sur les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie 22

Tableau 14 Apports massiques et caractéristiques socio-économiques des bassins des rivières aux Outardes, Manicouagan, Moisie, Bonaventure, Richelieu, du Loup.....25

Tableau 15 Apports massiques des deux formes de phosphore par hectare, par an, sur les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie 26

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Situation géographique des bassins hydrographiques des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie 2

Figure 2 Profil en long des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie 3

Figure 3 Débits moyens mensuels et annuels des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie aux stations hydrométriques 071002, 071104 et 072301, de 1979 à 1994 5

Figure 4 Cycles annuels de variation de la conductivité et des nitrites—nitrates dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie aux stations 07100001, 07110001 et 07230003.....14

Figure 5 Cycles annuels de variation de la turbidité et des différentes formes d'azote et de phosphore dans la rivière Moisie 15

Figure 6 Cycles annuels de variation de la conductivité, du pH et de la température dans la rivière Moisie.....16

Figure 7 Aide pour l'interprétation des diagrammes de distribution des mesures.....18

Figure 8 Distribution des mesures de phosphore et d'azote dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie, 1979 à 1996.....19

Figure 9 Distribution des mesures de certains descripteurs physico-chimiques dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie, 1979 à 1996.....20

Figure 10 Distribution des mesures de certains descripteurs biologiques et physico-chimiques dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie, 1979 à 1996.....21

Figure 11 Répartition mensuelle des dépassements du critère de pH visant la protection de la vie aquatique dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie 24

INTRODUCTION

Ce rapport a été effectué dans le cadre d'une longue série d'études portant sur la qualité de l'eau de plusieurs rivières du Québec. En effet, depuis 1979, le ministère de l'Environnement et de la Faune assure le suivi de la qualité de l'eau de plusieurs rivières, la plupart situées dans le centre du Québec. À titre d'exemple, en 1997, 84 rivières et ruisseaux étaient échantillonnés, répartis sur une quarantaine de bassins hydrographiques. Le but premier de ces études est de mesurer l'influence des différentes activités socio-économiques et l'impact des mesures d'assainissement urbain, industriel et agricole sur la qualité de l'eau de surface. Tout dépendant de la grandeur et du développement socio-économique du bassin hydrographique étudié, un nombre varié de stations d'échantillonnage est positionné sur le cours d'eau principal et sur certains de ses tributaires parmi les plus fortement dégradés.

Les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie, sur lesquelles porte la présente étude, sont quant à elles très peu affectées par le développement socio-économique de la région. Aussi, le programme d'échantillonnage a été limité à une station d'échantillonnage par rivière, localisée à l'embouchure de chacune. Vu le peu de perturbations d'origine anthropique sur ces bassins, l'eau prélevée est représentative de la qualité du cours d'eau dans son ensemble. Une nuance est à faire toutefois, concernant la présence de barrages et de digues sur les rivières aux Outardes et Manicouagan. Sans avoir un pouvoir de dégradation sur l'eau, ces aménagements influent sur le comportement des substances et modifient quelque peu les concentrations mesurées en aval des structures d'aménagement en place.

Les rivières étudiées pourront servir de base de référence pour les rivières dégradées du centre du Québec subissant, elles, des pressions des milieux urbain, industriel et agricole.

Les objectifs de ce rapport sont essentiellement de :

- caractériser la qualité des eaux des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie sur la base de descripteurs conventionnels de l'eau, à l'exclusion des substances toxiques;
- étudier l'évolution temporelle des données, afin de mettre en évidence les tendances dans la qualité des eaux entre 1979 et 1996.

DESCRIPTION DU TERRITOIRE

Profil physique

Localisation et physiographie

Les bassins hydrographiques des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie font partie de la région de la Côte-Nord. Les portions supérieures de leur territoire sont contiguës. Quant à leurs embouchures, celles des rivières aux Outardes et Manicouagan sont situées de part et d'autre de la presqu'île qui se trouve entre les municipalités de Chute-aux-Outardes et Baie-Comeau, dans le golfe du Saint-Laurent. La rivière Moisie, quant à elle, se déverse à quelque 25 kilomètres à l'est de la municipalité de Sept-Îles (figure 1). L'ensemble des trois bassins sont à l'intérieur des latitudes 49° 09' et 53° 03' et des longitudes 65° 30' et 79° 44'.

Les bassins à l'étude sont situés en totalité sur le bouclier canadien. On y trouve une quantité impressionnante de lacs. De plus, en raison des barrages hydroélectriques qui ont été construits sur deux de ces rivières, on note la présence de plusieurs grands réservoirs, lesquels couvrent 705 km^2 sur le bassin de la rivière aux Outardes et 2 401 km^2 sur la rivière Manicouagan (Les Consultants SOGEAM, 1991).

La rivière aux Outardes prend sa source à l'amont du lac Plétipi, à une élévation de 535 mètres. Elle coule sur une distance de 417 kilomètres. Sa pente moyenne est de 1,3 m/km et est caractérisée par des chutes importantes de niveau (figure 2). Le premier barrage rencontré sur son cours, Outardes Quatre, est situé à 294 m d'altitude; quelque 17 198 km^2 du bassin y sont déjà drainés.

La rivière Manicouagan prend quant à elle sa source dans le grand réservoir circulaire Manicouagan, lui-même alimenté par quatre tributaires d'importance, dont la rivière Mouchalagane, qui draine à elle seule un territoire de 15 281 km^2. À l'est du réservoir Manicouagan se trouvent les Monts Groulx, dont le mont Veyrier, qui atteint 1 104 m de hauteur. C'est de ce secteur qu'origine le deuxième plus important tributaire de la rivière Manicouagan, la rivière Toulnustouc, qui draine 11 111 km^2 de superficie. Quoique les tributaires se déversant dans le réservoir Manicouagan aient une pente assez abrupte (figure 2), la rivière Manicouagan coule sur une pente nettement plus faible, 0,96 m/km. Il est à noter qu'elle est retenue partiellement par trois barrages hydroélectriques avant son embouchure

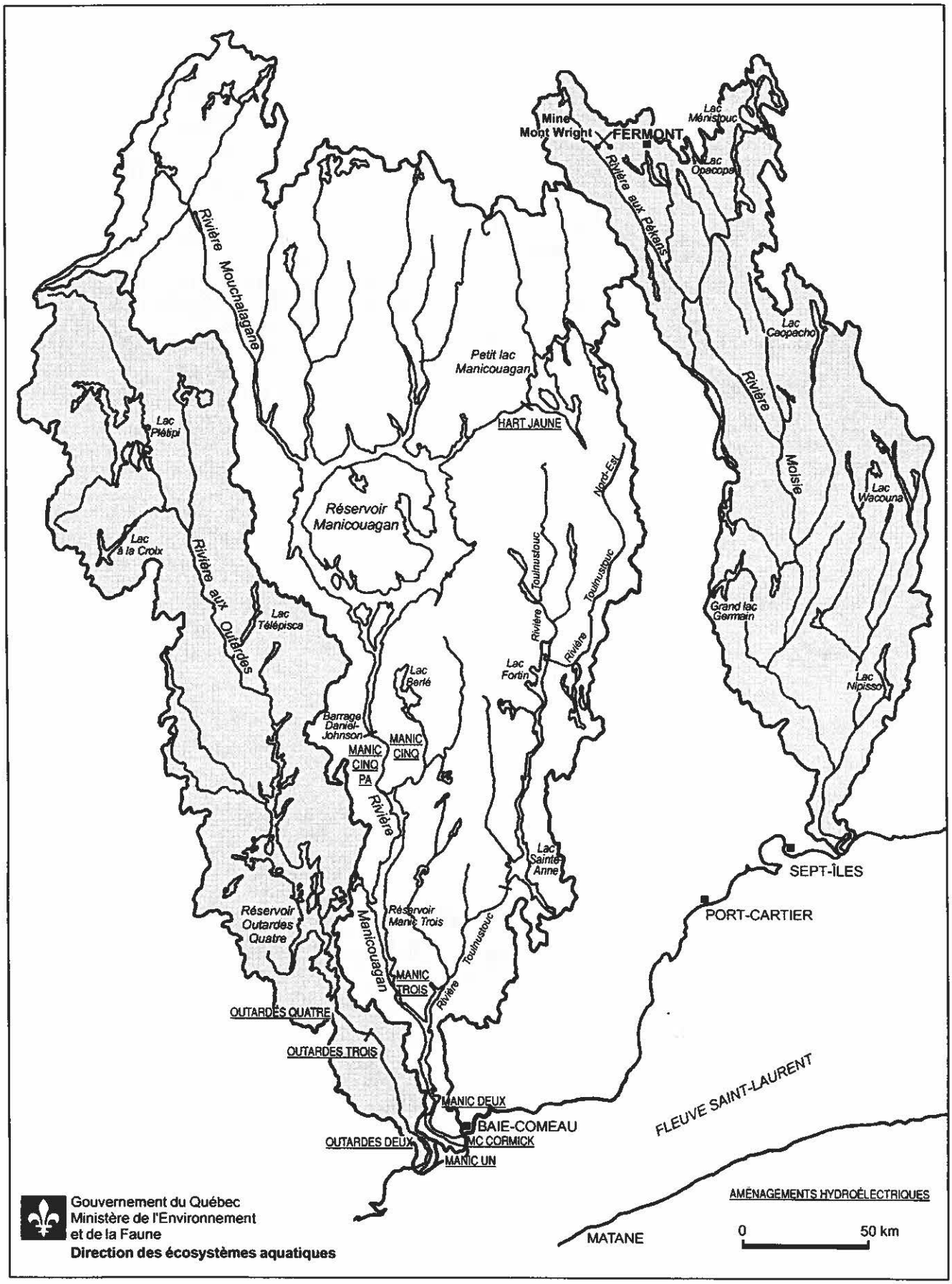


Figure 1 Situation géographique des bassins hydrographiques des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Environnement
et de la Faune
Direction des écosystèmes aquatiques

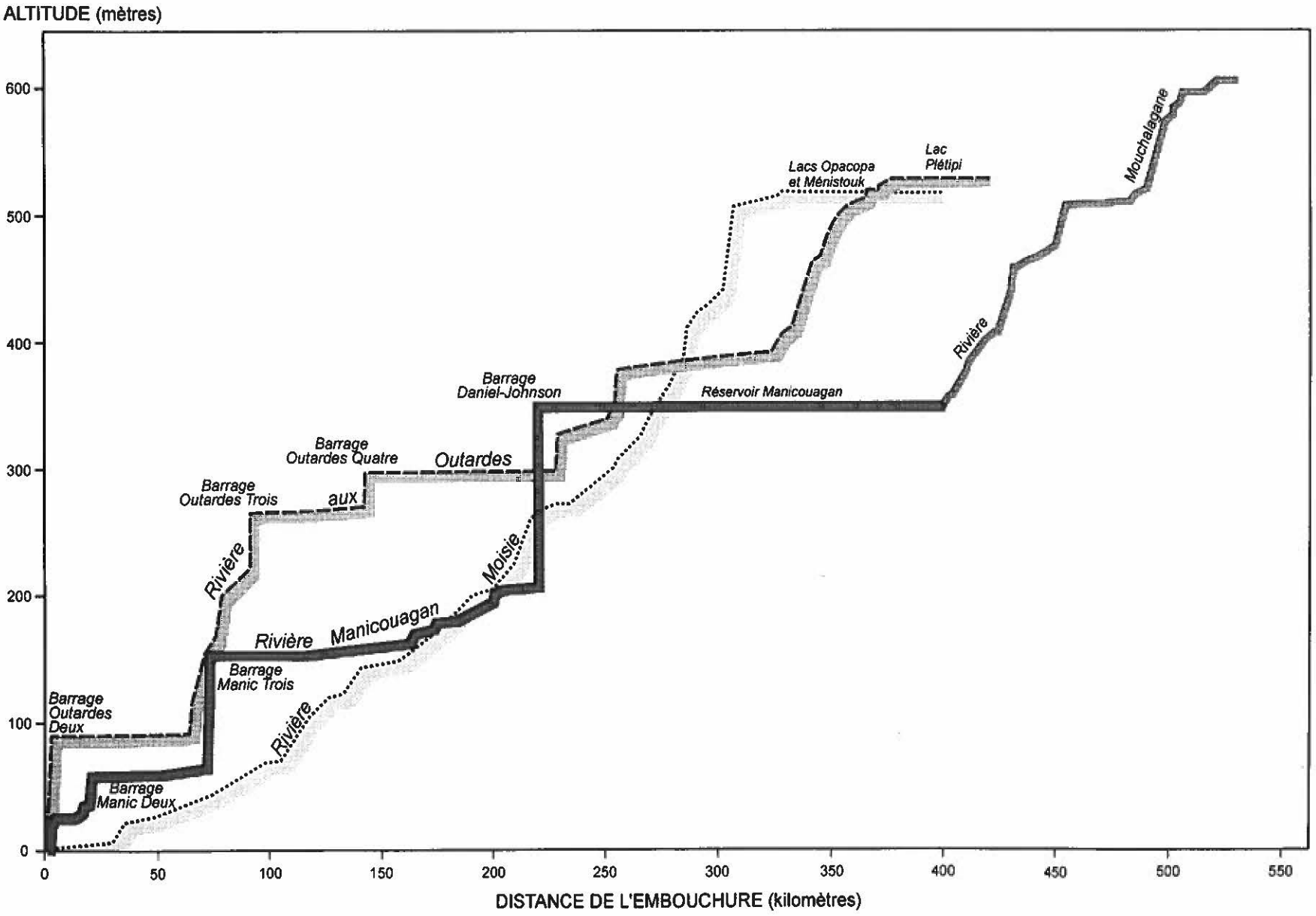


Figure 2 Profil en long des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

dans le golfe du Saint-Laurent, Manic Cinq, Manic Trois et Manic Deux. À partir du réservoir Manicouagan, la rivière du même nom coule sur une distance de 221 km.

Quant à la rivière Moisie, celle-ci prend sa source dans le lac Ménistouc, à une élévation de 520 mètres. Son parcours est *naturel*, c'est-à-dire qu'il n'est interrompu par aucun barrage, contrairement aux deux autres rivières, à l'étude. De sa tête à son embouchure dans le golfe du Saint-Laurent, la rivière coule sur 363 km. Sa pente moyenne est de 1,4 m/km (figure 2).

Hydrographie

Les bassins des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie drainent des superficies de 19 057 km^2, 45 908 km^2 et 19 197 km^2, respectivement. Plusieurs de leurs tributaires drainent des territoires très vastes. Le tableau 1 liste les principaux tributaires des trois rivières ainsi que les superficies drainées par chacun de ceux-ci.

Hydrométrie

Les débits des rivières à l'étude ont été calculés aux stations hydrométriques suivantes :

Tableau 2 Localisation des stations hydrométriques des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

N° station hydro-métrique	Emplacement	Superficie drainée à la station hydromé-trique	% superficie drainée du bassin
071002	Centrale Outardes Quatre	17 198 km^2	90,2 %
071104	Centrale Manic Deux	45 768 km^2	99,7 %
072301	5,1 km en amont du pont Q.N.S.L.R.	19 031 km^2	99,1 %

La figure 3 montre les débits moyens mensuels et annuels pour chacune des trois stations hydrométriques, calculés pour la période 1979 à 1994. On note que les cycles annuels des rivières aux Outardes et Manicouagan ne suivent pas un patron naturel, comme c'est le cas pour la rivière Moisie. En effet, dans une rivière qui ne subit pas l'influence de barrages hydroélectriques, on observe une crue au printemps (en mai dans la région de la Côte-Nord), suivie d'une baisse graduelle des débits jusqu'à l'étiage d'été, lequel est habituellement moins sévère que l'étiage hivernal. Or, à l'inverse, sur les rivières harnachées, on observe que les étiages d'été sont plus sévères que les étiages hivernaux. De plus, les crues sont atténuées en raison du contrôle des débits qui est effectué par les barrages afin d'optimiser le fonctionnement des centrales hydroélectriques.

Tableau 1 Superficies drainées par les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie et leurs principaux tributaires

	km^2	km^2
RIVIÈRE AUX OUTARDES		
Rivière à la Croix	1 002	
Rivière Matonipi	1 740	
Rivière Legarrec	777	
Rivière du Bois Long	451	
Rivière à L'Argent	1 378	
Rivière du Remou	1 165	
Rivière Porc-Épic	1 064	
Rivière aux Outardes, Outardes Quatre		17 198
Rivière Chevalier	355	
Rivière aux Outardes, Outardes Trois		17 871
Rivière Georges-Tremblay	98	
Rivière aux Outardes, Outardes Deux		19 013
Rivière aux Outardes, à l'embouchure		19 057
RIVIÈRE MANICOUAGAN		
Rivière de la Racine de Bouleau (à l'entrée du réservoir Manicouagan)	4 196	
Rivière Hart Jaune (à l'entrée du réservoir Manicouagan)	6 320	
Rivière Mouchalagane (à l'entrée du réservoir Manicouagan; comprend le bassin rivière Seignelay)	15 281	
Rivière Manicouagan, à Manic Cinq		29 267
Rivière l'Aguenier	1 930	
Rivière Manicouagan, à Manic Trois		33 670
Rivière Vallant	482	
Rivière Toulnustouc	11 111	
Rivière Manicouagan, à Manic Deux		45 768
Rivière Manicouagan, à l'embouchure		45 908
RIVIÈRE MOISIE		
Rivière Le Gentilhomme	332	
Rivière aux Pékans	3 419	
Rivière la Taoti	707	
Rivière la Caopacho	1 764	
Le tributaire (x-74)	720	
Rivière la Joseph	521	
Rivière la Ouapetec	1 165	
Rivière à l'eau dorée	326	
Rivière la Nipisso	4 196	
Rivière Moisie à l'embouchure		19 197

Direction du milieu hydrique, août 1997, Pierre Levasseur

Les superficies drainées étant comparables, les débits moyens annuels des rivières aux Outardes et Moisie se ressemblent avec une moyenne à l'embouchure de 389 m^3/s pour la première et

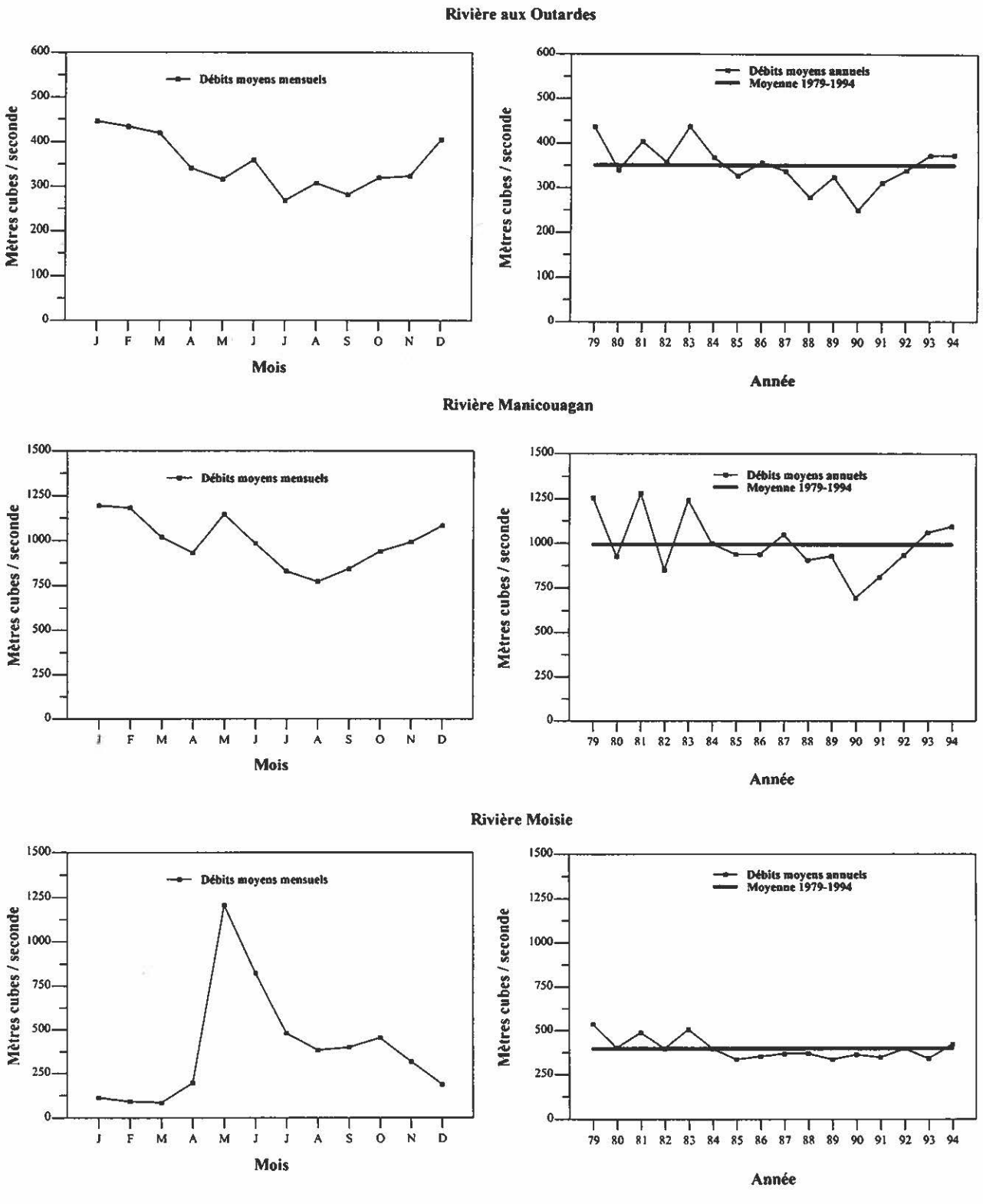


Figure 3 Débits moyens mensuels et annuels des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie aux stations hydrométriques 071002, 071104 et 072301, de 1979 à 1994

de 401 m^3/s pour la deuxième (figure 3). On constate par ailleurs que le débit moyen annuel de la rivière Manicouagan est beaucoup plus important que sur les deux autres rivières, avec une moyenne à l'embouchure de 1 002 m^3/s. Cela s'explique par l'immense territoire drainé par cette rivière et ses tributaires, lequel est quelque 2,4 fois plus grand que ceux des bassins des rivières aux Outardes et Moisie.

Aspects géologiques

Comme on pourra le constater plus loin à l'aide des résultats de l'échantillonnage de l'eau, la géologie a une influence importante sur les composantes de l'eau des trois rivières à l'étude, d'autant plus importante que les apports extérieurs sont faibles.

Bobée *et al.* (1977) mentionnent que les roches consolidées des bassins hydrographiques des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie sont constituées de gneiss, de paragneiss, de roches méta-sédimentaires et méta-volcaniques. On trouve, dans ces formations rocheuses, de larges masses d'anorthosites et de gabbros anorthositiques, ainsi que des intrusions de granite et de syénite. Il est à noter que l'anorthosite est une roche contenant de l'apatite $[Ca_5(PO_4)_3]$[1]. Dans l'ensemble, les formations rocheuses des bassins hydrographiques à l'étude sont riches en minéraux ferro-magnésiens silicatés.

Sur le territoire à l'étude, les dépôts meubles consistent en des dépôts glaciaires constitués de sables et de galets provenant des roches sous-jacentes (gneiss ou anorthosites). Ils sont plus abondants près des cours d'eau principaux. Dans les hautes-terres, on observe de nombreux affleurements rocheux. On note, sur le littoral, la présence d'une bande de 4 à 6 km de large recouverte de sédiments marins laissés là lors du retrait de la mer de Champlain. Les sables en question sont riches en fer. On en trouve un gisement important à l'embouchure de la rivière Moisie.

Utilisation du territoire

Démographie

Les bassins des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie sont peu peuplés, quoique plusieurs municipalités ont une partie de leur territoire dans la zone de délimitation des bassins en question, comme on peut le voir au tableau 3 (MAM, 1996). Toutefois, cette réalité démographique influence peu les cours d'eau, car dans les faits, la population est principalement concentrée dans des centres urbains ou des agglomérations rurales situés en aval des stations d'échantillonnage. C'est le cas de Ragueneau, Chutes-aux-Outardes et Pointe-aux-Outardes pour la rivière aux Outardes, de Baie-Comeau et Pointe-Lebel pour la rivière Manicouagan, de la municipalité de Moisie pour la rivière Moisie. Quant aux autres municipalités, il s'agit de *territoires non organisés* [2] qui s'étendent sur de grandes superficies et dont la population est extrêmement faible. Il existe une exception : la municipalité de Fermont, située à la limite supérieure du bassin de la rivière Moisie. Cette municipalité compte 3 860 habitants. Depuis 1974, ses eaux usées étaient traitées par une station de traitement de type « boues activées », dont la performance était amoindrie par la qualité de l'affluent et son débit. Son effluent était rejeté dans la décharge du lac Daviault, dans le sous-bassin de la rivière aux Pékans. Un nouveau système a été mis en fonction en novembre 1997 dans le cadre du PAEQ. Ce dernier consiste en un dégrillage fin.

Tableau 3 Population des municipalités dont une partie du territoire est située dans les limites des bassins hydrographiques des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

Bassin hydrographique	Municipalité	Désignation[3]	Nombre d'habitants
Rivière aux Outardes	Ragueneau	P	1 779
	Chute-aux-Outardes	VL	2 234
	Pointe-aux-Outardes	VL	1 148
	Rivière-aux-Outardes	NO	31
Rivière Manicouagan	Baie-Comeau	V	26 905
	Pointe Lebel	VL	1 877
Rivière Moisie	Fermont	V	3 860
	Rivière Mouchalagane	NO	0
	Rivière Nipissis	NO	0
	Lac Walker	NO	88
	Moisie	V	806

[1] Il est possible de produire des engrais phosphatés à partir de concentrés d'apatites.

[2] Répertoire des municipalités du Québec, 1997

[3] NO territoire non organisé; P municipalité de paroisse; V ville; VL municipalité de village

Exploitation forestière

Une activité économique importante ayant lieu sur les bassins à l'étude est l'exploitation forestière. Cette dernière couvre la presque totalité du territoire, à l'exception des zones où l'on trouve une concentration d'humains, des quelques hectares utilisés pour des activités agricoles marginales et des espaces occupés par les lacs, les rivières et les réservoirs.

Le tableau 4 montre les statistiques se rapportant aux coupes de bois et aux superficies touchées par des feux de forêt au cours des dernières années. Ces statistiques sont toutefois incomplètes en raison de la difficulté d'obtenir des données pour chacune des années. Il est à noter qu'il y a eu flottage du bois sur la rivière Manicouagan jusqu'en 1992.

Agriculture

Les activités agricoles dans la région de la Côte-Nord sont très marginales. Pour les bassins à l'étude, le recensement de l'agriculture de 1996 de Statistiques Canada ne rapporte que seize fermes pour la municipalité de Baie-Comeau et une ferme à Rivière-aux-Outardes. Quoique ces municipalités soient répertoriées dans le bassin de la rivière Manicouagan, leur territoire s'étend en deça des limites du bassin. En d'autres mots, ce classement ne nous permet pas de savoir si les fermes sont situées dans le bassin versant ou à l'extérieur de celui-ci, et si leur exploitation peut avoir une influence sur la qualité de l'eau.

Afin de préserver la confidentialité des données, Statistiques Canada a créé des subdivisions de recensement unifiées. Or, dans le cas qui nous intéresse, les statistiques concernant Baie-Comeau et Rivière-aux-Outardes ont été jointes à celles de deux autres municipalités de la région : Sept-Îles et Gallix. Cet ensemble de 23 fermes répertoriées couvrent 4 437 hectares, dont près de 80 % sont classés dans la catégorie « autres terres + arbres de Noël », c'est-à-dire qu'ils ne sont ni cultivés, ni en jachère, ni utilisés comme pâturages. De plus, les statistiques montrent, à l'aide d'une autre catégorie, qu'il ne se fait aucune exploitation des terres à des fins de production d'arbres de Noël. Il est donc possible que ces quelque 3 505 hectares soient des terres à l'abandon. Du coté du cheptel, seuls 51 chevaux ont été répertoriés sur l'ensemble du territoire subdivisé; il n'y a donc aucun autre type de bétail dans le secteur. Cette situation renforce l'image d'une agriculture pour ainsi dire quasi absente sur le territoire à l'étude. L'influence, sur les cours d'eau, pouvant découler de ce type d'activités est donc elle aussi, à proprement parler, inexistante.

Tableau 4 Statistiques des feux et coupes dans les bassins des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie[4]

	Rivière aux Outardes	Rivière Manicouagan	Rivière Moisie
Superficie totale du bassin	1 905 700 ha	4 590 800 ha	1 919 700 ha
1980-1987			
Coupes (ha)[5] : moyenne/ha·an	24 071 : 3 009	36 351 : 4 544	38[6] : 19[7]
1988-1995			
Coupes (ha) : moyenne/ha·an	28 441[8] : 4 063[9]	24 473[8] : 3 496[9]	259[10] : 65[11]
1988-1996			
Feux (ha)	57 929[12]	3 360	0

4 Ministère des Ressources naturelles, Direction des inventaires forestiers, 1997.
5 Le chiffre inscrit indique le nombre d'hectares minimum sur lesquels il y a eu des coupes de bois; il ne s'agit donc pas du nombre total d'hectares sur lesquels il y a eu des coupes.
6 Coupes en 1986 et 1987. Données manquantes pour les années 1980-1985.
7 Moyenne sur les deux années pendant lesquelles il y a eu des coupes.
8 Données manquantes en 1995.
9 Moyenne sur les ans.
10 Coupes en 1988, 1989, 1994 et 1995.
11 Moyenne sur quatre ans.
12 Il s'agit ici principalement de deux feux importants : 26 275 hectares en 1991 et 31 225 hectares en 1996.

Industries

Deux entreprises industrielles sont implantées dans les bassins hydrographiques à l'étude : Produits forestiers Donohue inc., dans le bassin de la rivière aux Outardes, et la Compagnie minière Québec Cartier, dans le bassin de la rivière Moisie.

Produits forestiers Donohue inc., anciennement Scierie des Outardes, est située sur la rive gauche de la rivière du même nom à quelque trois kilomètres au nord de l'aménagement hydroélectrique d'Outardes Deux. La scierie ne fait pas de trempage de bois et n'a pas d'effluent en tant que tel. L'ancien site de dépôt d'écorces était situé près de la scierie sur les rives de la rivière aux Outardes; un site subséquent a été ouvert en 1981 et est localisé un peu plus à l'est, dans les limites du bassin de la rivière Manicouagan, voisin d'un lieu d'enfouissement sanitaire. La fermeture de ce dernier site devrait avoir lieu dans les prochains mois et il devrait être remplacé, à son tour, par un autre site. La compagnie a aussi mis en place un système de recyclage de ses écorces, qui consiste à les vendre à une autre compagnie qui s'en sert comme source d'énergie thermique.

La mine Mont Wright est une importante mine de fer située à 16 km à l'ouest de la municipalité de Fermont, dans le sous-bassin de la rivière aux Pékans. Le lac Hessé, à proximité de la mine, a été converti en *parc à résidus*. Ce dernier a été divisé en trois sections séparées par des digues. La partie nord du parc (Hessé nord) sert à la décantation de la pulpe de résidus issus du concentrateur. Délestées d'une part importante de leurs matières en suspension, les eaux sont ensuite en partie transférées vers le bassin de sédimentation secondaire (Hessé centre) par l'entremise d'un fossé de transfert. L'autre partie des eaux de *Hessé nord* traverse la digue principale vers *Hessé centre*. Une certaine proportion des eaux de *Hessé centre* est recirculée vers le concentrateur. Entre le deuxième et le troisième bassin se trouve une usine de traitement des *eaux rouges*, où l'on procède à l'ajout de floculants, de coagulants (et de colorants) afin de faire précipiter les colloïdes du fer. La troisième partie du lac Hessé sert de bassin de polissage avant que l'effluent ne soit retourné au milieu récepteur.

Barrages

La rivière aux Outardes et la rivière Manicouagan sont toutes deux utilisées pour la production d'hydroélectricité. Sur la première, on compte trois aménagements hydroélectriques : Outardes Deux, Outardes Trois et Outardes Quatre. Le bassin de la rivière Manicouagan, quant à lui, en compte six : la centrale McCormick, Manic Un, Manic Deux, Manic Trois et Manic Cinq, sur le cours d'eau principal, et la centrale Hart Jaune, sur le tributaire portant le même nom. Il existe aussi un barrage sur la rivière Toulnustouc, dont la fonction est le maintien d'un réservoir d'appoint – le lac Sainte-Anne – pour les centrales Manic Deux, Manic Un et la centrale McCormick. Située à la hauteur de Manic Un, cette dernière est exploitée par la compagnie hydroélectrique Manicouagan; toutes les autres le sont par Hydro-Québec. Les superficies des réservoirs ainsi que les élévations maximum et minimum sont fournies au tableau 5.

Tableau 5 Superficies et élévations maximum et minimum des réservoirs sur les rivières aux Outardes et Manicouagan[13]

Nom du réservoir	Date du début de la mise en eau	Date d'entrée en service de la centrale	Superficie du réservoir km^2	Élévation maximum m	Élévation minimum m
Outardes Quatre	?	1969	653,0	354,03	332,54
Outardes Trois	1969	1969	12,4	230,12	228,60
Outardes Deux	1978	1978	39,7	84,89	83,82
Manic Cinq	1964	1970	2 072,0	362,71	339,85
Manic Trois	1971	1975	207,2	206,05	204,22
Manic Deux	1965	1965	109,5	110,64	108,20
Manic Un	1951	1951	12,5	37,49	36,88

Il est à noter qu'en raison de sa proximité d'un centre urbain, le réservoir Outardes Deux est utilisé de manière assez intensive pour des activités récréatives. On trouve aussi une hydrobase sur le réservoir Manic Un.

LA QUALITÉ DES EAUX DE SURFACE

Méthodologie

Échantillonnage

Les stations d'échantillonnage permettant de surveiller la qualité des eaux des rivières aux

[13] Les consultants SOGEAM, 1991

Outardes, Manicouagan et Moisie sont situées près de l'embouchure de chacune de ces rivières. L'emplacement exact de celles-ci est indiqué au tableau 6. L'effet des eaux salées du golfe du Saint-Laurent sur les échantillons était nul, soit parce que les échantillons étaient prélevés à marée basse ou que la station d'échantillonnage se trouvait à l'extérieur de la zone d'impact de la marée.

Les prélèvements d'échantillons ont été effectués au moins une fois par mois de janvier 1979 à avril 1996. La répartition de l'échantillonnage par station, par année et par saison est inscrite au tableau 7. Au total, plus de 1 086 échantillons ont été prélevés aux trois stations d'échantillonnage. Ces échantillons ont nécessité 16 990 analyses de laboratoire.

Les données physico-chimiques analysées dans le cadre de cette étude sont extraites de la banque de données sur la qualité du milieu aquatique (B.Q.M.A.), gérée par le ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF). Cette banque contient toutes les données colligées au fil des années par l'entremise des différents programmes d'échantillonnage de l'eau, des sédiments et des poissons, programmes mis en oeuvre par le ministère des Richesses naturelles (avant 1980) et le ministère de l'Environnement (après 1980), pour les lacs et les rivières du Québec. Mis à part quelques métaux (aluminium, cadmium, chrome, fer, manganèse, nickel), les descripteurs utilisés dans cette étude sont tous de type conventionnel. Ils excluent les pesticides et autres substances toxiques, à l'exception des cyanures.

Tableau 6 Emplacement des stations d'échantillonnage des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

Rivière	Emplacement des stations	Superficie drainée à la station	Superficie du bassin
Aux Outardes	Centrale Outardes Deux, à Chute-aux-Outardes	19 013 km^2	19 057 km^2
Manicouagan	Pont-route 138, à l'ouest de Baie-Comeau (secteur Hauterive)	45 768 km^2	45 908 km^2
Moisie	Pont-route 138, au nord de Moisie	19 136 km^2	19 197 km^2

Tableau 7 Répartition des échantillons prélevés dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie, par année et par saison

Rivière	1979				1980				1981				1982				1983				1984			
	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A
Aux Outardes	1	4	15	12	14	12	11	11	13	14	12	7	7	8	7	8	7	8	7	8	7	7	7	7
Manicouagan	1	4	15	12	14	12	12	12	14	14	12	7	7	8	7	8	7	8	7	8	7	7	8	7
Moisie	6	8	14	11	13	13	12	10	13	13	7	7	6	6	7	7	7	7	6	8	7	7	7	7

Rivière	1985				1986				1987				1988				1989				1990			
	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A
Aux Outardes	7	7	8	6	4	3	2	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3
Manicouagan	7	7	8	3	1	3	2	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3
Moisie	8	6	7	6	3	3	2	2	0	2	3	2	0	2	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3

Rivière	1991				1992				1993				1994				1995				1996		Total
	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	
Aux Outardes	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	1	369
Manicouagan	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	1	367
Moisie	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	1	349

H : hiver P : printemps É : été A : automne

La structure du réseau-rivières ainsi que les paramètres analysés sont présentés dans Grimard *et al.* (1988) et dans le dépliant du réseau-rivières (MENVIQ, 1991).

Méthodes d'analyse des données

Dans un premier temps, une vérification a été effectuée quant à la compatibilité des méthodes d'échantillonnage, de conservation des échantillons et d'analyse des différents descripteurs utilisés au fil des ans.

La création et la validation de la matrice de données ont été réalisées à l'aide du progiciel SAS (SAS Institute Inc., 1985). Les données aberrantes ou très élevées ont été vérifiées à partir des archives.

L'exercice de validation a permis de constater quelques irrégularités. Quatre données (chlore, conductivité, sulfates et tannins) ont été exclues de la matrice de base en raison d'erreur de saisie ou de contamination en laboratoire. Cette dernière raison s'applique aussi dans le cas des données de phosphore dissous du 1er au 17 juillet 1990 de même que pour celles du 8 et 9 mars 1992.

Le problème associé aux données se situant sous le seuil de détection a été résolu en leur substituant une valeur équivalant à la moitié de celui-ci (Newman *et al.*, 1989). Cette méthode a permis, entre autres choses, le calcul des différents paramètres statistiques sur la base de l'ensemble des données (moyenne, médiane, etc.). Les statistiques descriptives des descripteurs analysés sont présentées à l'annexe 1, pour chacune des stations d'échantillonnage.

Dans le cas du fer et de l'aluminium, la fraction soluble à l'acide a dû être utilisée aux fins de comparaison avec les critères de qualité relatifs à la protection de la vie aquatique. La raison est qu'en milieu naturel, celle-ci s'approche plus des quantités de fer et d'aluminium disponibles pour les organismes vivants que les formes totales, lesquelles incluent toutes les fractions y compris celle fixée dans la matrice même de la roche, qui n'est pas biodisponible (U.S. EPA, 1988). Des facteurs de correction de 0,50 et 0,66 ont été utilisés pour estimer, à partir des formes totales de fer et d'aluminium, les fractions solubles à l'acide. Ces facteurs de correction ont été obtenus à partir de la comparaison des formes filtrées et non filtrées (0,45 µm) mesurées lors d'un échantillonnage intensif de plusieurs rivières du Québec.

L'analyse des données a été effectuée en fonction de deux concepts : la variabilité temporelle et la variabilité spatiale des données. Dans le premier cas, le but est de connaître dans quelle mesure la qualité de l'eau a évolué au cours des ans. Pour ce qui est de la variabilité spatiale, il s'agit d'établir une comparaison entre les trois rivières au cours d'une même période.

L'étude des variations temporelles de la qualité de l'eau, qui nécessite une continuité au fil des mois et des années, a été effectuée à deux niveaux : les fluctuations à long terme (tendances) et les fluctuations à court terme (cycles annuels). Les fluctuations à long terme ont été évaluées sur l'ensemble des séries de données, de janvier 1979 à avril 1996, et ceci pour les descripteurs dont les analyses étaient assez nombreuses et continues dans le temps pour permettre l'application des tests statistiques appropriés, soit le phosphore en suspension, le phosphore total, les nitrates-nitrites, l'azote total, la turbidité, la conductivité et le pH. Les tests statistiques sont basés sur des méthodes d'analyses non paramétriques en raison de la distribution asymétrique des données physico-chimiques utilisées. Ils ont été réalisés à l'aide du progiciel WQSTAT II (Phillips *et al.*, 1989). Les séries temporelles du phosphore dissous et de l'azote ammoniacal n'ont pas été analysées en raison du trop grand nombre de données égales ou inférieures à la limite de détection des descripteurs en question.

L'étude des fluctuations à court terme a été effectuée sur la base des cycles annuels. Ces derniers sont produits à partir des statistiques mensuelles et traduits en figures. Cet exercice vise à vérifier les fluctuations saisonnières des descripteurs afin de s'assurer qu'elles ne révèlent aucune anomalie. Une déformation du patron naturel de variation d'un descripteur peut être le signe de la présence d'une source particulière de pollution. La plupart des descripteurs de l'eau ont ici été utilisés. L'ensemble des cycles annuels et des séries temporelles des principaux descripteurs analysés se trouvent aux annexes 2 et 3.

Le portrait spatial de la qualité de l'eau sur les bassins à l'étude a aussi été établi à partir de l'ensemble des données. Pour ce faire, trois outils ont été utilisés :

1) l'indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau (IQBP) (Hébert, 1996);

2) la comparaison des médianes et la répartition des mesures autour de celles-ci;

3) la fréquence de dépassement des différents critères associés aux usages de l'eau.

L'IQBP a été calculé à partir de plusieurs descripteurs de l'eau : phosphore total, nitrites et nitrates, azote ammoniacal, coliformes fécaux, DBO_5, chlorophylle *a*, matières en suspension et turbidité. L'indice est de type déclassant, c'est-à-dire que la cote attribuée à un échantillon correspond au sous-indice du descripteur le

plus problématique. Il est calculé pour chaque échantillon. L'indice associé à une station équivaut à la médiane des indices de tous les échantillons prélevés à cette station. L'indice permet de classer la qualité d'une eau en cinq catégories : A à E, où A correspond à une eau de « bonne qualité », et E à une eau de « très mauvaise qualité ». Habituellement, le pH fait partie des descripteurs utilisés dans le calcul de l'IQBP. Or, le pH des rivières de la Côte-Nord étant naturellement acide (Dupont, 1991), il a été observé que le descripteur en question abaissait la cote obtenue pour ces rivières sans que ce déclassement soit dû à une pollution d'origine anthropique. Aussi, pour que l'IQBP des rivières de la Côte-Nord soit comparable aux IQBP des autres stations témoins du réseau-rivières, nous avons exclu le pH de la liste des descripteurs utilisés pour son calcul. De plus, en raison de l'absence de données sur l'oxygène dissous au cours de la période pour laquelle l'indice a été calculé - 1990 à 1995 - l'IQBP n'inclut pas les données de saturation en oxygène. Le calcul de l'indice est effectué pour la période estivale de mai à octobre.

En dernier lieu, les flux massiques (tonnes/année) d'azote et de phosphore ont été calculés à partir des concentrations médianes et des débits moyens mensuels enregistrés chaque année aux stations d'échantillonnage. Des apports moyens annuels ont été évalués pour la période de 1979 à 1994 dans le cas des différentes formes de phosphore, et pour la période de 1982 à 1994 dans le cas de l'azote total. Les apports des différentes rivières ont par la suite été pondérés par la superficie de territoire drainé, afin de connaître les pertes de substances nutritives par unité de surface (kg/ha·an).

Les méthodes d'analyse concernant les descripteurs utilisés dans cette étude sont présentées à l'annexe 4. Les documents de McNeely *et al.* (1980) et du CCMRE (1987) constituent des sources complémentaires de renseignements sur les descripteurs de la qualité de l'eau.

Pour les gens désirant plus d'information sur le sujet, les méthodes de traitement des données sont présentées en détail dans Simoneau (1991), ainsi que dans Primeau et Grimard (1989).

Variation temporelle de la qualité de l'eau

Séries temporelles : fluctuations à long terme

L'analyse des séries temporelles se rapportant à la conductivité, à la turbidité ainsi qu'aux différentes formes de phosphore et d'azote montre que plusieurs de ces descripteurs ont subi une baisse depuis 1979 dans les trois rivières à l'étude. Une hausse de pH dans le cas de la rivière Moisie a par ailleurs été observée (tableau 8).

Tableau 8 Séries temporelles des débits du phosphore, de l'azote, de la turbidité, de la conductivité et du pH des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie ayant subi une modification statistiquement significative ($p < 0,05$), de 1979 à 1996

Rivière	Débit[14]			Phosphore en suspension			Phosphore total		
	Unités/an	Différence	Moyenne	Unités/an	Différence	Moyenne	Unités/an	Différence	Moyenne
Aux Outardes	NS			-0,0002	-0,003	0,009	-0,0005	-0,009	0,019
Manicouagan	NS			NS			-0,0003	-0,005	0,018
Moisie	-2,9	46,1	396,0	-0,0005	-0,009	0,018	-0,0008	-0,010	0,029
	Azote total[15]			**Nitrates**			**Azote organique[14]**		
	Unités/an	Différence	Moyenne	Unités/an	Différence	Moyenne	Unités/an	Différence	Moyenne
Aux Outardes	NS			NS			NS		
Manicouagan	NS			0,0000	NA	0,07	NS		
Moisie	NS			NS			-0,0061	-0,09	0,12
	Turbidité			**Conductivité[16]**			**pH[15]**		
	Unités/an	Différence	Moyenne	Unités/an	Différence	Moyenne	Unités/an	Différence	Moyenne
Aux Outardes	-0,0125	-0,22	0,67	-0,0667	-0,94	15,25	NS		
Manicouagan	-0,0111	-0,19	0,73	-0,08693	-1,23	19,70	NS		
Moisie	-0,0250	-0,43	2,33	-0,2500	-3,54	37,44	0,0144	0,20	6,97

NS : test statistique non significatif; NA : calcul de la différence cumulée sur l'ensemble de la période, non applicable.
Différence = Nbre d'années de la série × Unités/an; Moyenne : moyenne de toutes les données faisant partie de la série.

[14] Séries s'étalant de janvier 1979 à septembre 1995
[15] Séries débutant en avril 1981
[16] Séries débutant en mars 1982

Ces différences sont toutefois extrêmement faibles et, surtout, non significatives d'un point de vue environnemental. Dans certains cas, les baisses calculées par le logiciel WQSTAT II étaient si minimes - quoique statistiquement significatives - qu'il n'a pas été possible d'établir la différence cumulée sur l'ensemble de la période (phosphore en suspension dans la rivière Manicouagan). Les tracés des séries temporelles des principaux descripteurs de l'eau – qu'elles soient significatives ou non d'un point de vue statistique – se trouvent à l'annexe 3.

Les séries temporelles des débits correspondant à la période d'étude et les corrélations pouvant exister entre le débit et les descripteurs en question ont été analysées, afin de vérifier si celles-ci pouvaient expliquer les changements observés, du moins en partie. Seuls les débits enregistrés sur la rivière Moisie ont montré, d'un point de vue statistique, une baisse significative de 2,9 mètres cubes par année de 1979 à 1995, ce qui est minime. Parallèlement, l'étude des corrélations (tableau 9) entre les descripteurs concernés et le débit montre que la plupart de celles-ci sont faibles ou inexistantes, mis à part la corrélation négative entre la conductivité et le débit de la rivière Moisie (r -0,8261).

Tableau 9 Corrélations entre les débits des rivières aux Outardes, Manicouagan, Moisie et certains descripteurs de l'eau ($p \leq 0,01$)

Rivière	Descripteur	p	r (débit et descripteur)
Aux Outardes	Nitrates	0,0001	+ 0,23772
	Turbidité	0,0001	
Manicouagan	Nitrates	0,0001	+ 0,24201
Moisie	Phosphore en suspension	0,0001	+ 0,29571
	Nitrates	0,0001	- 0,50879
	Conductivité	**0,0001**	**- 0,82612**
	Turbidité	0,0003	+ 0,24706

Ces deux résultats sont contradictoires : une corrélation négative entre le débit et un descripteur, couplée à une baisse significative dans la série temporelle de débit, aurait pu théoriquement entraîner une hausse de la conductivité; or, dans le cas de la rivière Moisie, l'inverse est observé, soit une baisse de la conductivité.

Le programme d'échantillonnage et notre connaissance des activités socio-économiques ayant eu lieu sur le bassin ne nous permettent pas de faire des liens de cause à effet quant aux résultats découlant de l'analyse des séries temporelles. Une chose est certaine toutefois, c'est que ces baisses ne sont pas dues à des actions d'assainissement urbain, étant donné qu'en amont des stations d'échantillonnage, il n'existe aucune municipalité, à l'exception de Fermont à la tête de la rivière Moisie. La distance entre la municipalité en question et la station d'échantillonnage à l'embouchure étant très grande, il est impossible de mesurer l'influence d'un changement dans la qualité des eaux usées en provenance de la municipalité. De toute manière, la mise en place du nouveau système d'épuration des eaux usées dans le cadre du PAEQ a eu lieu après la fin du programme d'échantillonnage.

Pour ce qui est de la turbidité et de la conductivité, l'hypothèse d'une diminution des épandages de sel et de sable dans les secteurs à l'étude a été soulevée mais non retenue : au contraire, il semble que ceux-ci aient eu tendance à augmenter au cours des ans, les exigences des utilisateurs de la route étant de plus en plus élevées (D. Mercier, ministère des Transports, comm. pers.). Le ministère des Transports ne détient pas de statistiques concernant les épandages de sel et de sable à partir de 1979. Il est donc impossible de vérifier s'il y eu des changements depuis.

Les activités forestières ne semblent pas non plus suffisantes pour expliquer les baisses observées. Il est à noter toutefois que les statistiques que nous avons à notre disposition sont incomplètes. (Voir la section *Description du territoire.*)

Cycles annuels : fluctuations à court terme

Les cycles annuels des différentes composantes de l'eau sur la rivière Moisie ont un patron de type « naturel » : ils sont marqués « de hausses et de baisses », lesquelles traduisent l'influence qu'ont les phénomènes météorologiques sur l'eau. À l'inverse, les cycles annuels des rivières aux Outardes et Manicouagan sont influencés par la présence de barrages. Ceux-ci, parce qu'ils interviennent directement dans la gestion des débits, agissent indirectement sur le comportement des substances. Les cycles annuels des deux rivières harnachées, sauf celui de la température, montrent une certaine monotonie dans leur patron. Dans ces rivières, l'écoulement de l'eau est contrôlé de manière à conserver un débit relativement constant. L'eau d'un réservoir se comporte différemment de celle qui

s'écoule en rivière. Les processus de stratification dans la colonne d'eau et de déposition des matières en suspension, engendrés par la présence des barrages, ont une influence sur les composantes de l'eau qui s'écoule en aval des structures de retenue des eaux, lesquelles proviennent de prises d'eau installées dans la zone hypolimnitique. Sans que nous ayons étudié en quoi consistent ces phénomènes, la visualisation des cycles annuels nous permet d'observer une différence certaine dans les concentrations mesurées au cours des différents mois de l'année. La figure 4 montre deux cycles annuels pour lesquels cette manifestation est bien marquée : la conductivité et les nitrites-nitrates. Les cycles annuels des autres descripteurs de l'eau pour les rivières aux Outardes et Manicouagan ainsi que tous ceux de la rivière Moisie se trouvent à l'annexe 2.

Dans la rivière Moisie (figures 4 et 5), *comme dans toute autre rivière non perturbée*, la concentration de l'azote – sous ses formes *nitrites-nitrates* ou *ammoniacal* – est maximale durant l'étiage d'hiver au moment où la dilution est à son plus bas ; quant à l'assimilation par les plantes, elle est presque inexistante. Le *phosphore en suspension* est lui directement influencé par le débit : les concentrations sont donc à leur minimum lors des étiages bi-annuels. Ce patron se répercute sur celui du *phosphore total*. Le *phosphore dissous*, au contraire, est inversement corrélé au débit : il subit donc habituellement une baisse de ses concentrations au printemps et à l'automne, alors que les niveaux d'eau sont à leur maximum. Sur la rivière Moisie toutefois, les concentrations sont trop faibles et trop souvent sous la limite de détection pour qu'un patron puisse se dégager.

La *turbidité* (figure 5) et la *conductivité* (figure 6) sont aussi influencées par le débit mais de manière inverse. La première montre des hausses lors des crues printanières et, dans une moindre mesure, lors des crues automnales, en raison d'une augmentation importante des matières en suspension et aussi de l'accroissement des substances dissoutes colorées et des oxydes et hydroxydes métalliques[17]. Les teneurs de la conductivité, au contraire, sont à leur plus bas lors des crues saisonnières, principalement au printemps en raison de la forte dilution; les teneurs plus élevées pendant les étiages hivernaux (plus sévères) et estivaux s'expliquent par la contribution plus importante des eaux souterraines – riches en éléments dissous – alors que le ruissellement des eaux de surface est nettement diminué.

Le *pH* (figure 6), quant à lui, connaît une baisse au printemps, reliée à la fonte des neiges. La *température* (figure 6) suit une courbe normale : on constate un réchauffement graduel, du début de l'année jusqu'en août, suivi d'une baisse graduelle jusqu'au dernier mois de l'année. Sur la rivière Moisie, on constate un réchauffement plus important et plus rapide de la température de l'eau que dans le cas des deux autres rivières. Comme il a été mentionné précédemment, les eaux des rivières aux Outardes et Manicouagan s'écoulant en aval des barrages, elles, proviennent de prises d'eau situées dans les profondeurs des réservoirs, donc significativement plus fraîches que celles de la rivière Moisie, qui s'écoulent en surface sur le lit de la rivière. Rappelons que les échantillons sont prélevés près des barrages.

Variabilité spatiale de la qualité de l'eau

Qualité générale – Indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau

Le calcul de l'indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau (IQBP) situe les trois rivières à l'étude dans la classe A (tableau 10). Les eaux qui y circulent sont donc de très bonne qualité. Elles sont comparables à celles de plusieurs autres rivières du Québec sur lesquelles le développement socio-économique a peu d'impact, soit parce que le débit de la rivière est particulièrement important par rapport aux pressions exercées sur le milieu aquatique, comme la rivière des Outaouais en amont de la municipalité de Hull (MEF, 1996), ou soit que les activités socio-économiques sur le bassin hydrographique sont à peu près inexistantes, comme c'est le cas pour plusieurs rivières de la Gaspésie (Robitaille, 1998).

Médianes et répartition des mesures autour de celles-ci

Les médianes des différents descripteurs de la qualité de l'eau sur les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie sont comparables les unes aux autres (tableau 11). Il n'existe pour ainsi dire pas de différence entre les trois rivières, sauf en ce qui concerne la turbidité, la chlorophylle *a* et le fer.

[17] Les organismes planctoniques sont aussi un élément influençant la turbidité, mais plus spécifiquement en période estivale, pendant laquelle se fait la production primaire.

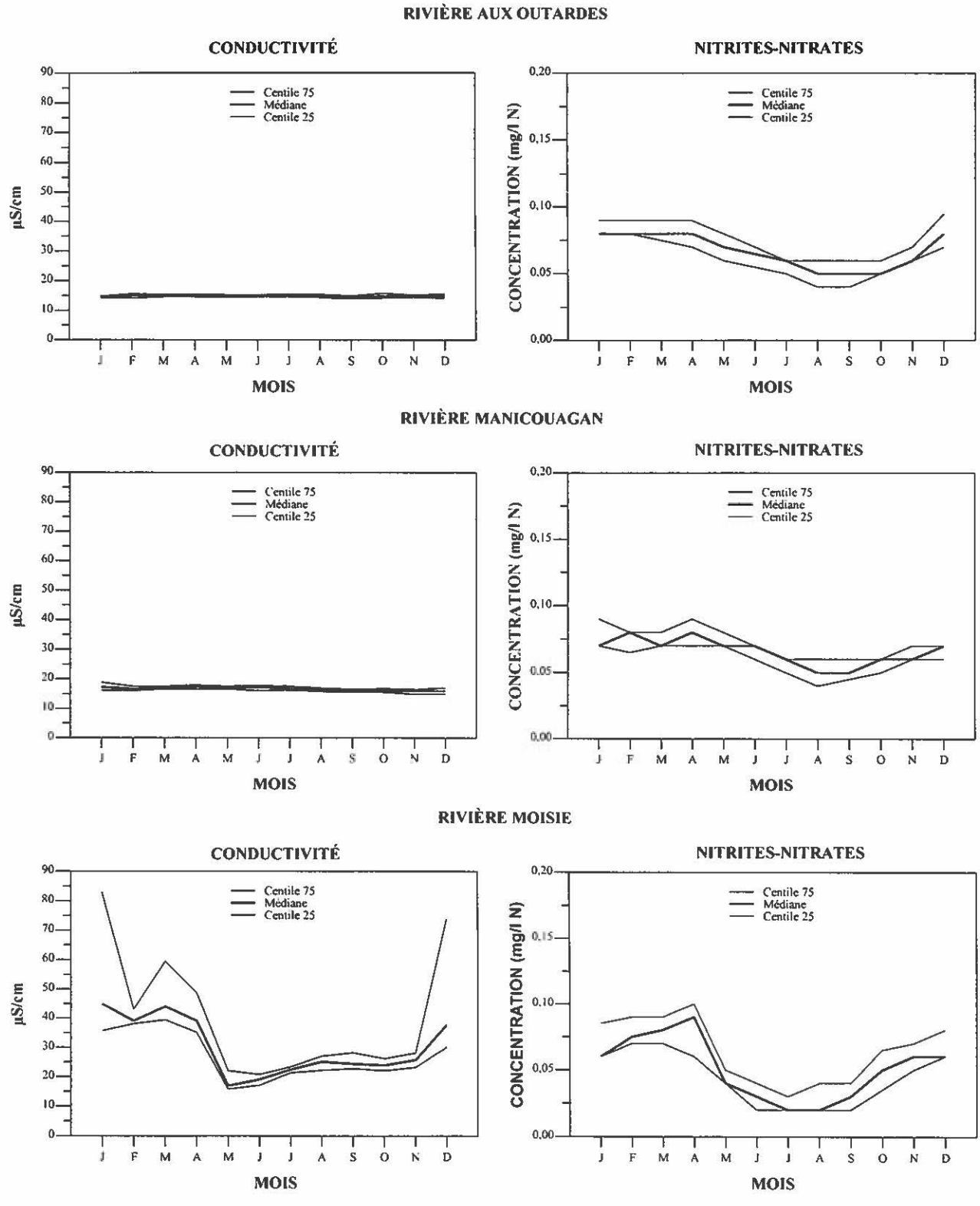


Figure 4 Cycles annuels de variation de la conductivité et des nitrites-nitrates dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

Direction des écosystèmes aquatiques
Ministère de l'Environnement et de la Faune

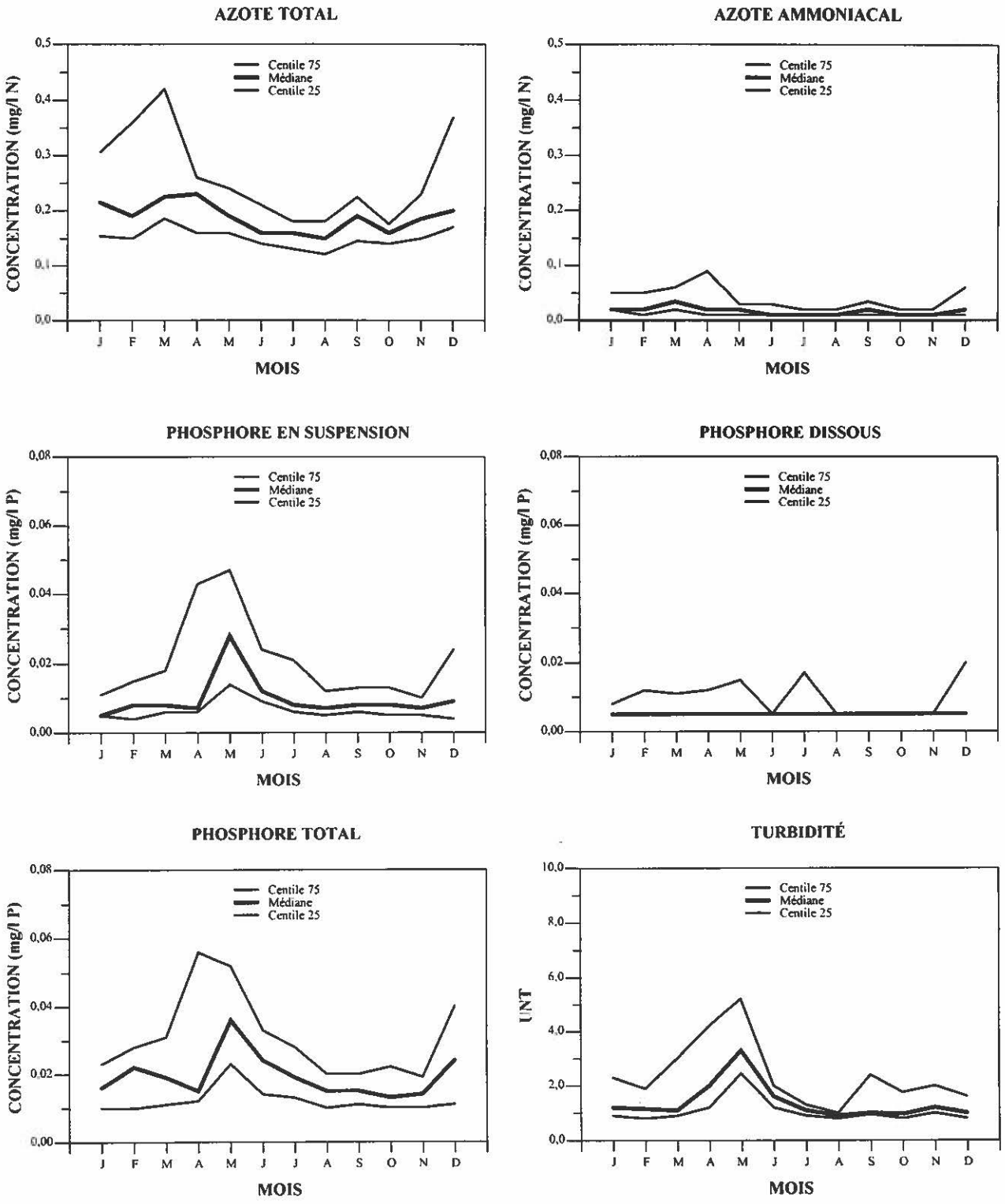


Figure 5 Cycles annuels de variation de la turbidité et des différentes formes d'azote et de phosphore dans la rivière Moisie

Direction des écosystèmes aquatiques
Ministère de l'Environnement et de la Faune

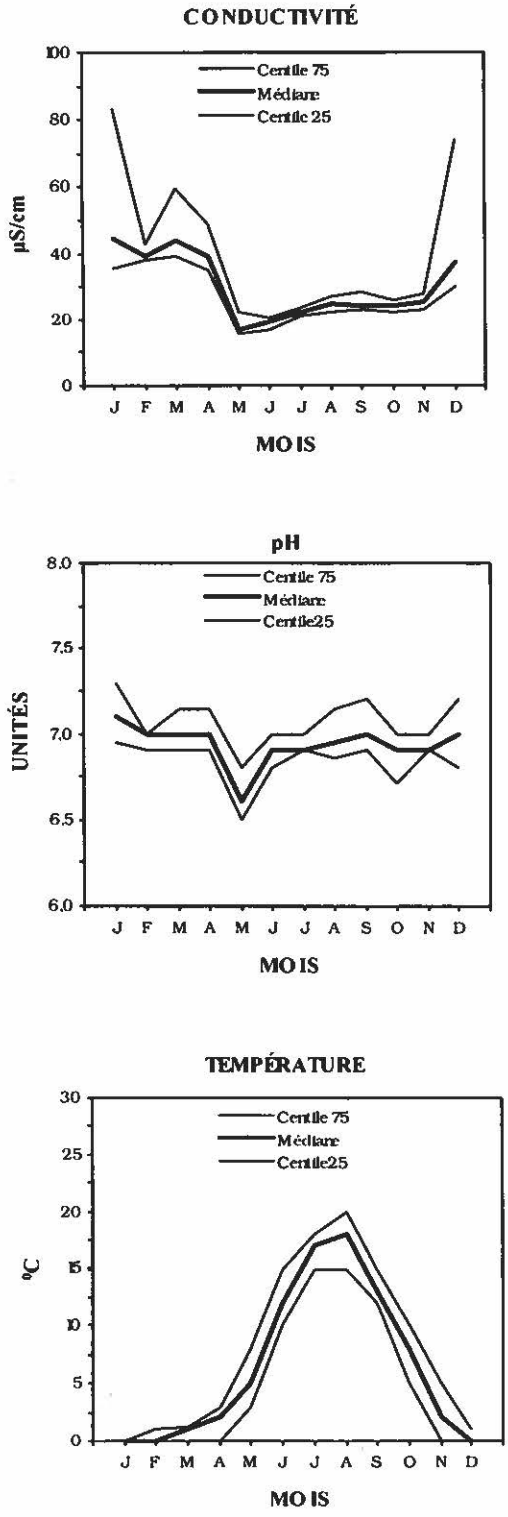


Figure 6 Cycles annuels de variation de la conductivité, du pH et de la température dans la rivière Moisie

Tableau 10 Indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

Station d'échantillonnage		IQBP[18]	
N° station	Emplacement	Classe	Médiane de l'indice
07100001	Rivière aux Outardes, à la centrale Outardes Deux, à Chute-aux-Outardes	A	93,7
07110001	Rivière Manicouagan, au pont-route 138, à l'ouest de Baie-Comeau	A	94,7
07230003	Rivière Moisie, au pont-route 138 au nord de Moisie	A	88,2

Description des classes de l'indice		Descripteurs de l'eau ayant servi au calcul de l'indice
A (80 - 100) :	bonne qualité permettant généralement tous les usages, y compris la baignade	Azote ammoniacal
		Chlorophylle *a*
B (60 - 79) :	qualité satisfaisante permettant généralement la plupart des usages	Coliformes fécaux
		DBO_5
C (40 - 59) :	qualité douteuse; certains usages risquent d'être compromis	Nitrates-nitrites
		Phosphore total
D (20 - 39) :	mauvaise qualité; la plupart des usages risquent d'être compromis	Matières en suspension
		Turbidité
E (0 - 19) :	très mauvaise qualité; tous les usages risquent d'être compromis	

La médiane de la turbidité est un peu plus élevée sur la rivière Moisie, vraisemblablement parce que cette rivière ne possède pas d'ouvrages provoquant la sédimentation des matières en suspension, voire des digues et des barrages comme sur les deux autres rivières. À l'inverse, la chlorophylle *a* est légèrement plus élevée sur les rivières aux Outardes et Manicouagan que sur la rivière Moisie. Cette situation a été observée sur d'autres rivières à l'aval de lacs (Robitaille, P., 1995a; Robitaille, P., 1995b) et de barrages (Primeau et Grimard, 1990; Primeau, 1992). Il est probable que la présence de réservoirs à

[18] L'IQBP a été calculé pour les périodes estivales de 1990 à 1995, de mai à octobre, afin d'y inclure les données de coliformes fécaux dont les analyses ont commencé en 1989. Les données de DBO_5 sont existantes en 1995 seulement.

Tableau 11 Médianes des principaux descripteurs mesurés dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie de la région de la Côte-Nord et des rivières Bonaventure en Gaspésie, Richelieu en Montérégie et du Loup en Mauricie

Descripteur	Unité	Rivière Aux Outardes	Rivière Manicouagan	Rivière Moisie	Rivière[19] Bonaventure	Rivière[20] Richelieu	Rivière[21] Du Loup
Azote ammoniacal	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
Azote organique	mg/l	0,10	0,10	0,11	0,02	0,18	0,13
Nitrites-Nitrates	mg/l	0,07	0,06	0,05	0,21	0,13	0,03
Azote total	mg/l	0,19	0,18	0,18	0,28	0,34	0,20
Phosphore dissous	mg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,01	0,005
Phosphore particulaire	mg/l	0,007	0,006	0,009	0,005	0,012	0,006
Phosphore total	mg/l	0,014	0,013	0,017	0,012	0,023	0,011
Conductivité	µs/cm	**15**	**17**	**25**	200	152	**27**
Couleur	HAZEN	22	19	25	1	15	17
Oxygène dissous	mg/l	11,9	12,0	13,0	12,9	10,8	10,3
pH	unité	**6,5**	**6,6**	**6,9**	8,1	7,8	**6,8**
Solides en suspension	mg/l	1,0	1,0	2,0	1,0	1	1
Température	C°	5,5	5	4	5	9	10
Turbidité	UTN	0,6	0,6	1,2	0,4	0,9	0,6
Chlorophylle *a* active	mg/m^3	0,71	0,49	0,36	0,07	1,96	0,62
DBO_5	mg/l O_2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	0,3
Coliformes fécaux	n/100 ml	0	0	0	0	4	8
Carbone organique dissous	mg/l	4,6	4,2	4,6	0,8	3,0	4,4
Fer	mg/l	0,12	0,09	0,19	0,01	0,03	0,19
Aluminium	mg/l	0,10	0,08	0,11	0,01	0,02	0,06
Manganèse	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02

: Descripteurs qui se distinguent, pour les rivières du bouclier canadien, de ceux mesurés dans les rivières de la zone appalachienne.

l'amont des barrages, et par conséquent à l'amont des stations d'échantillonnage, sur les rivières aux Outardes et Manicouagan agissent de manière similaire quant à la production de chlorophylle *a*.

Le fer est un élément abondant de la croûte terrestre. On le retrouve aussi bien dans la roche-mère que dans les sols meubles. Les formations rocheuses des bassins hydrographiques à l'étude sont riches en minéraux **ferro**-magnésiens. De plus, Bobée *et al.* (1977) rapporte l'existence de gisements de sables magnétiques riches en fer dans une bande autrefois inondée par la mer de Champlain, de 4 à 6 km de largeur, située au-dessous de la cote des 128 mètres. Ces gisements seraient particulièrement nombreux à l'embouchure de la rivière Moisie. Une autre source importante de fer dans les eaux de surface serait le lessivage des sols par les eaux de pluie et de fonte, lesquels sont de type podzolique et reconnus pour leur richesse en fer.

Une comparaison avec les autres rivières non dégradées du Québec indique que les médianes de la plupart des descripteurs conventionnels de

[19] Station d'échantillonnage 01080001, à 6,9 km en amont du pont-route 132. Années : 1979 à 1986.;1995, 1996.
[20] Station d'échantillonnage 03040012, au pont du CN, à l'est de Lacolle. Années : 1979 à 1991.
[21] Station d'échantillonnage 05280020, au pont-route à 20 km en amont de Saint-Alexis-des-Monts. Années : 1989 à 1995.

l'eau ont des ordres de grandeur comparables. En plus des trois rivières à l'étude, le tableau 11 regroupe les médianes de trois stations d'échantillonnage situées sur des rivières ou secteurs de rivières non dégradées représentant trois régions différentes du Québec, soit la rivière Bonaventure en Gaspésie, l'amont de la rivière du Loup en Mauricie sur le versant nord du fleuve Saint-Laurent ainsi que l'amont de la rivière Richelieu (en aval du lac Champlain) sur le versant sud du fleuve Saint-Laurent.

Il existe des différences dues à des réalités locales, comme les nitrates sur les rivières Bonaventure et Richelieu qui montrent des concentrations un peu plus élevées en raison d'activités agricoles en amont des stations d'échantillonnage, ou la chlorophylle *a* dans la rivière Richelieu parce que la station d'échantillonnage est située en aval du lac Champlain, lequel, comme à peu près tous les lacs, favorise le développement d'une biomasse phytoplanctonique.

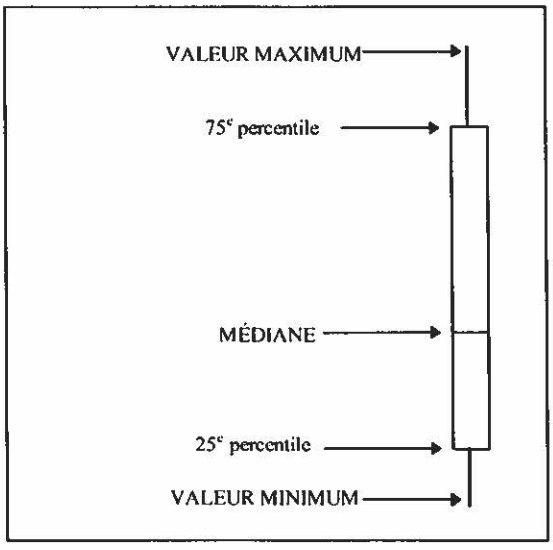
Mis à part ces particularités dues à des apports exogènes, les rivières à l'étude se distinguent de façon naturelle pour ce qui est de la conductivité, du pH, du fer et de l'aluminium. En ce qui concerne la conductivité, les rivières de la Côte-Nord tout comme les autres rivières du bouclier canadien sont beaucoup plus faibles en matières dissoutes que les rivières des Appalaches ou des basses-terres du Saint-Laurent. De manière générale, elles ont une conductivité médiane se situant entre 100 et 400 µS/cm et celle des rivières du bouclier canadien se situe en bas de 100 µS/cm (Painchaud, 1997), sauf dans les secteurs nettement influencés par des activités socio-économiques. La nature des roches consolidées au travers desquelles l'eau s'écoule affecte la quantité de minéraux dissous dans l'eau. Les roches crystallines composant la majeure partie des roches du bouclier canadien, elles, sont beaucoup moins solubles que les roches sédimentaires de la zone appalachienne et des basses-terres.

La nature des roches influence également le pH de l'eau qui circule. La géologie des bassins à l'étude offre très peu de composantes pouvant servir à neutraliser l'acidité des eaux. Selon Dupont (1991), les apports anthropiques de sulfates aéroportés seraient minimes, et l'acididité des plans d'eau dans cette région proviendrait majoritairement de la présence des acides organiques, dans un milieu extrêmement sensible. Les médianes du pH des rivières à l'étude sont plus faibles que celles des rivières du versant sud du fleuve (Painchaud, 1997); ils s'apparentent, de ce fait, au pH des rivières du bouclier canadien, dont la rivière du Loup en Mauricie (tableau 11).

Les concentrations de fer et d'aluminium sont plus élevées dans les rivières coulant sur le bouclier canadien que dans celles coulant en zone appalachienne. Comme il a été mentionné plus tôt, la roche-mère et les sols meubles de type podzolique y sont riches en fer, mais aussi en aluminium. Concernant la roche-mère, l'importance des feldspaths plagioclases ($NaAlSi_3O_8$, $CaAl_2Si_2O_8$) dans la structure même peut expliquer une partie des concentrations d'aluminium mesurées.

Quoique les médianes de la plupart des descripteurs de l'eau soient souvent très proches l'une de l'autre, on observe une différence marquée dans la répartition des mesures autour de celles-ci (figures 7 à 10). Plusieurs descripteurs de l'eau de la rivière Moisie montrent une variation beaucoup plus importante que ceux des rivières aux Outardes et Manicouagan : l'azote et le phosphore sous toutes leurs formes, les matières en suspension, la turbidité, la conductivité, le pH, la couleur, le fer, l'aluminium et le manganèse. Encore une fois, la présence des barrages semblent à même d'expliquer cette différence, par les processus de sédimentation et de stratification qu'ils enclenchent. Il est possible aussi qu'une partie des substances nutritives soient captées à même la biomasse, les réservoirs étant reconnus pour leur productivité biologique.

Figure 7 Aide pour l'interprétation des diagrammes de distribution des mesures



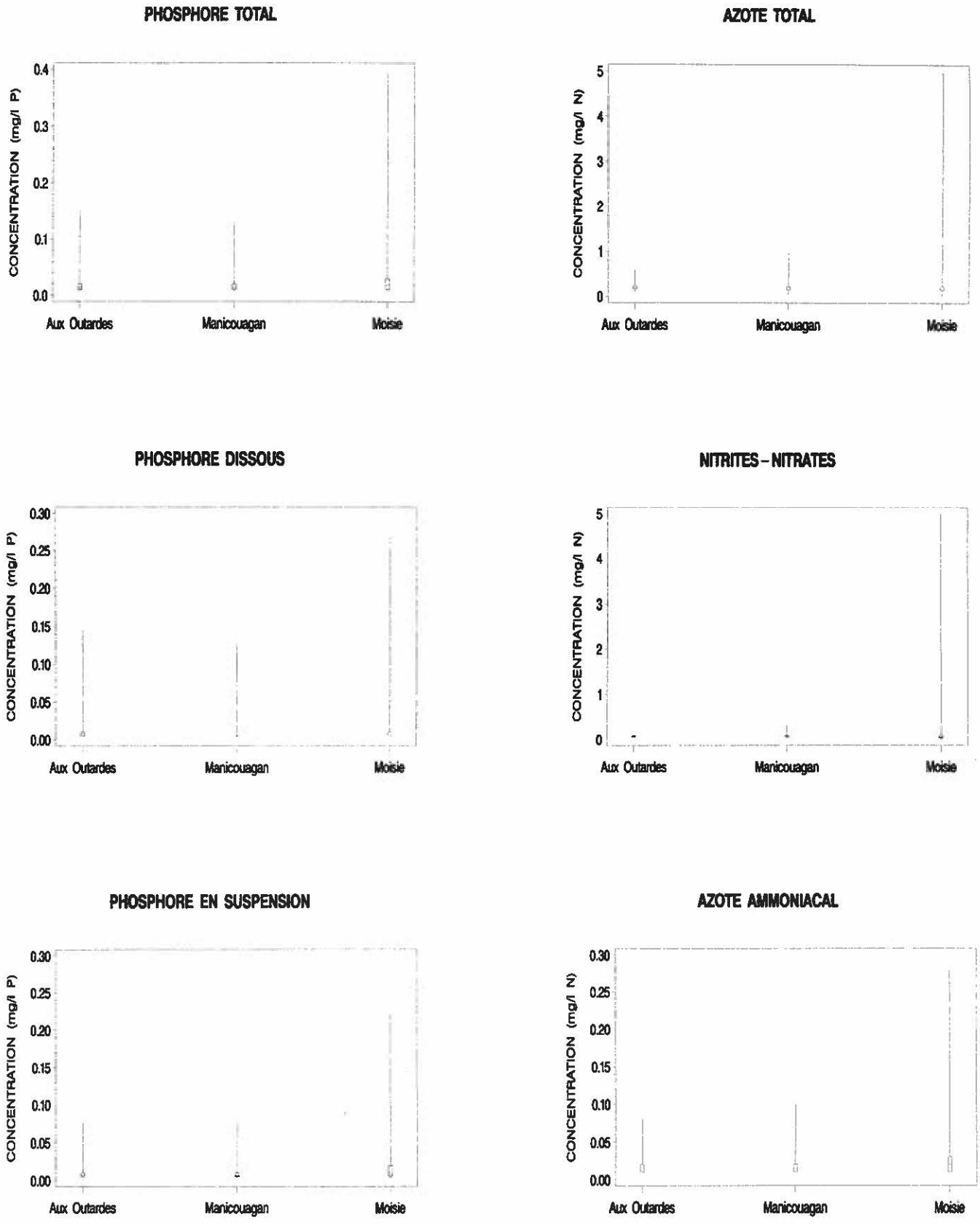


Figure 8 Distribution des mesures de phosphore et d'azote dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie, de 1979 à 1996

Direction des écosystèmes aquatiques
Ministère de l'Environnement et de la Faune

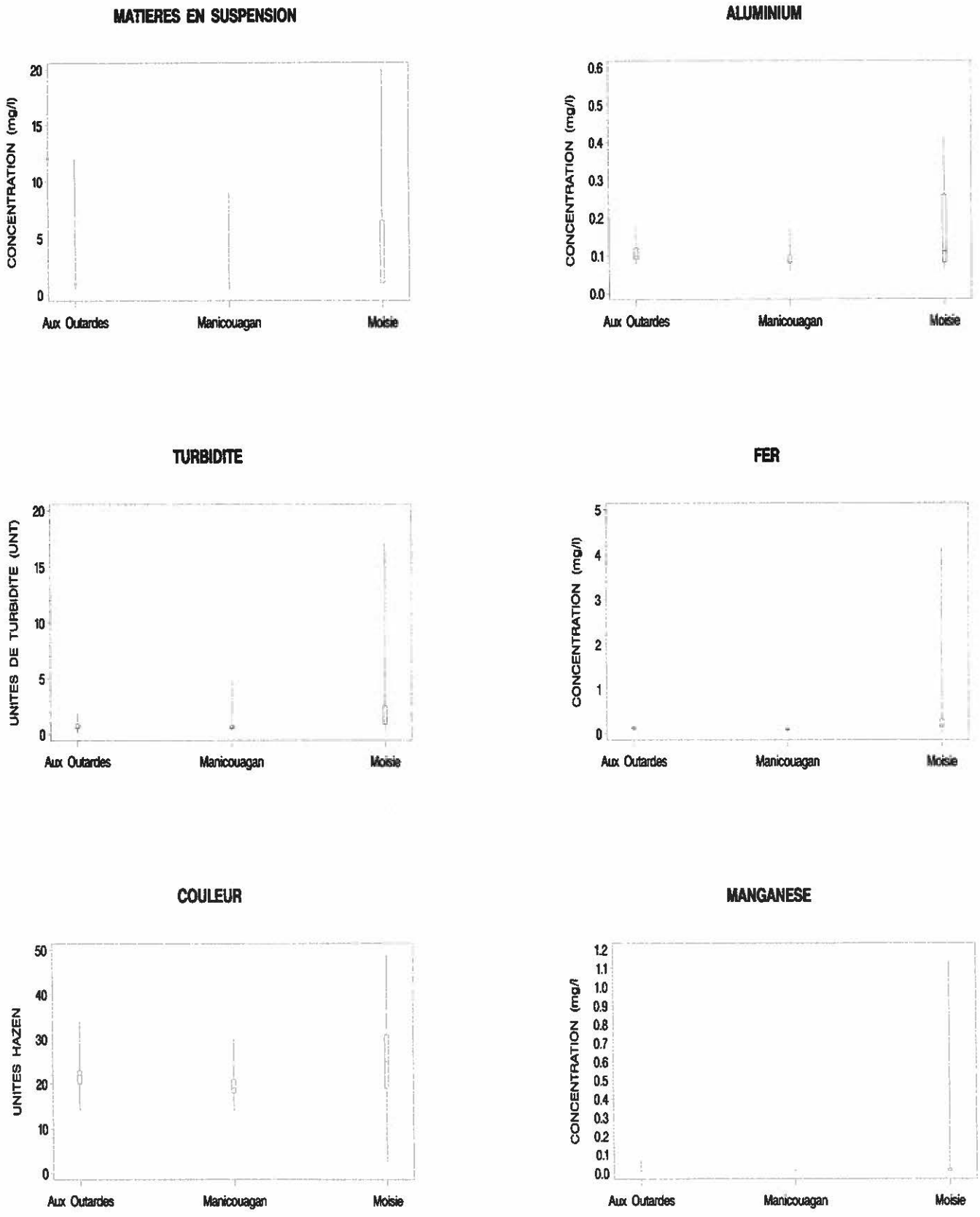


Figure 9 Distribution des mesures de certains descripteurs physico-chimiques dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie, de 1979 à 1996

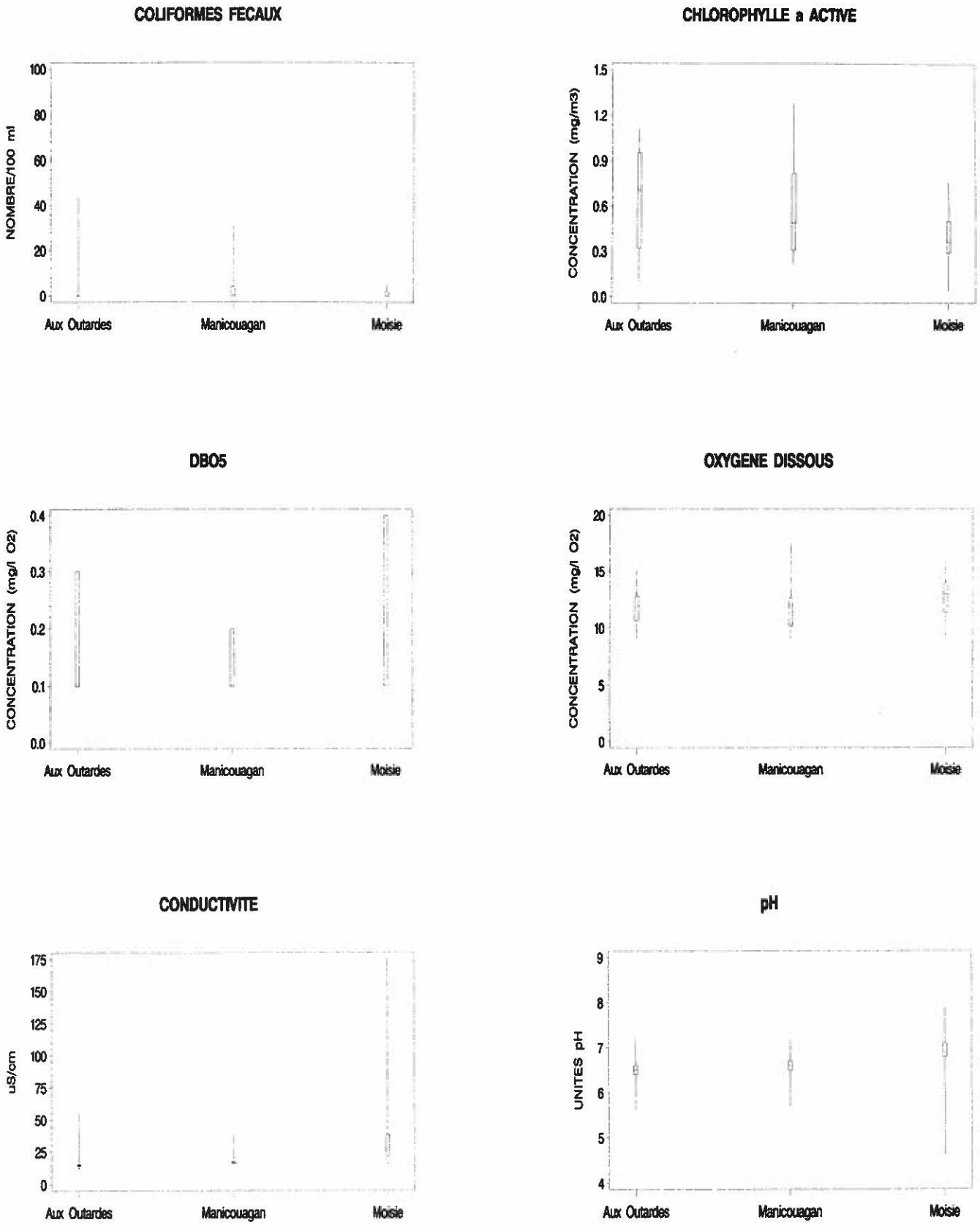


Figure 10 Distribution des mesures de certains descripteurs biologiques et physico-chimiques dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie, de 1979 à 1996

Direction des écosystèmes aquatiques
Ministère de l'Environnement et de la Faune

Tableau 12 Dépassements des critères de protection de la vie aquatique sur les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

Rivière	Période	Fer* 0,30 mg/l				Aluminium* 0,087 mg/l				Phosphore total 0,030 mg/l				pH > 6,5; < 9,0			
		D	X	NB	%	D	X	NB	%	D	X	NB	%	D	X	NB	%
Aux Outardes	01/79-04/96	0		93		5	0,1	33	15	41	0,050	308	13	52	6,3	193	27
Manicouagan	01/79-04/96	0		91		2	0,1	33	6	33	0,052	305	11	30	6,3	192	16
Moisie	01/79-04/96	4	0,7	74	5	13	0,2	31	42	68	0,075	286	24	8	6,0	178	4,5

D : nombre de dépassements; X : moyenne des concentrations dépassant le critère;
NB : nombre total de mesures; % : pourcentage de dépassements.

* Comme il a été mentionné dans la section « Méthodes d'analyses des données », les dépassements des critères du fer et de l'aluminium ont été calculés par rapport à des valeurs modifiées afin de s'approcher le plus possible des fractions biodisponibles.

Dépassement de critères

Les descripteurs de la qualité de l'eau pour les trois rivières à l'étude ont été comparés aux critères de protection de la vie aquatique ainsi qu'à ceux associés à l'utilisation des cours d'eau à des fins récréatives. L'exercice a été effectué pour tous les mois de l'année. Aussi, dans le cas de l'utilisation des cours d'eau à des fins récréatives, le but n'est pas de juger du potentiel de baignade[22] ou de canotage des rivières, mais de pouvoir comparer les rivières sur la même base.

Aucun dépassement de critères n'a été enregistré en ce qui concerne la DBO_5, l'oxygène dissous, l'azote ammoniacal et les coliformes fécaux. Par ailleurs, on observe des dépassements dans les cas du fer, de l'aluminium, du pH et du phosphore (tableau 12). Tous les dépassements enregistrés sont vraisemblablement d'origine naturelle.

L'aluminium, sous sa forme inorganique, est reconnu pour son potentiel toxique, particulièrement en milieu acide, une baisse de pH augmentant sa solubilité. Toutefois, ce métal se trouve aussi sous forme organique. Il forme avec la matière organique des complexes, tout comme le fer d'ailleurs, ce qui limite la biodisponibilité de ces métaux. Selon Dupont (1991), l'aluminium combiné à la matière organique représente probablement une grande proportion de l'aluminium total dans les lacs de la Côte-Nord, en raison d'une corrélation entre l'aluminium, la couleur et le carbone organique dissous plus forte qu'avec le pH. Des corrélations du même ordre ont été observées pour les rivières aux Outardes et Moisie, plus fortes dans le cas de cette dernière en raison probablement de son écoulement naturel (tableau 13). Cette situation limiterait de manière importante le potentiel toxique de l'aluminium.

Tableau 13 Corrélations hautement significatives ($p < 0,01$) pour l'aluminium et le fer en lien avec la turbidité, le carbone organique dissous et la couleur sur les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

Corrélation	Rivière: Aux Outardes R / P / Nb	Manicouagan R / P	Moisie R / P
Al-Fer	0,54 / 0,001/33	p > 0,01	0,75 / 0,001 / 31
Al-Turb	0,51 / 0,0027 / 33	p > 0,01	0,75 / 0,0001 / 31
Al-Cod	0,72 / 0,0001 / 31	p > 0,01	0,63 / 0,0002 / 29
Al-Couv	0,49 / 0,0041 / 33	p > 0,01	0,69 / 0,0001 / 31
Al-pH	p > 0,01	- 0,56 / 0,0009 / 32	p > 0,01
Fer-Turb	0,46 / 0,0001 / 92	p > 0,01	0,67 / 0,0002 / 74
Fer-Cod	0,40 / 0,0001 / 90	p > 0,01	0,55 / 0,0001 / 72
Fer-Couv	0,49 / 0,0001 / 92	p > 0,01	0,54 / 0,0001 / 74

R : coefficient de corrélation de Spearman
P : seuil de signification
Nb : nombre d'observations ayant servi au calcul

[22] Pour juger de la salubrité d'une eau à des fins de baignade, le ministère de l'Environnement et de la Faune applique un protocole d'échantillonnage beaucoup plus élaboré que celui effectué dans le cadre du réseau-rivières, lequel vise uniquement à déterminer la qualité générale d'une eau (MEF, 1997).

Comme l'aluminium, le fer est associé à la matière organique (tableau 13), ce qui peut expliquer une partie des dépassements du critère enregistrés. Par ailleurs, il est fort probable que les gisements de sable magnétique ferrifère dans le secteur de l'embouchure de la rivière Moisie, comme il a été mentionné à la section *médianes et répartition des mesures autour de celles-ci,* interviennent aussi dans le phénomène. L'influence de la mine Mont Wright sur le nombre de dépassements du critère de fer à l'embouchure de la rivière Moisie est à exclure. Pour un débit moyen annuel de 401m^3/s à l'embouchure, les concentrations de fer mesurées à l'effluent de la mine correspondraient à des concentrations de 0,001 mg/l à 0,035 mg/l. Cette estimation est d'ailleurs nettement au-dessus de la réalité, étant donné que pour ce calcul, les phénomènes d'absorption, d'adsorption, de sédimentation ou tout autre phénomène prenant naturellement place dans un cours d'eau n'ont pas été pris en compte.

En ce qui concerne le pH, l'analyse des données montre un plus fort pourcentage de dépassements pour les rivières aux Outardes et Manicouagan que pour la rivière Moisie. En amont des stations d'échantillonnage des rivières aux Outardes et Manicouagan se trouvent les réservoirs Outardes Deux et Manic 1. Mis à part la gestion contrôlée des débits, qui est faite par Hydro-Québec, ceux-ci possèdent vraisemblablement plusieurs caractéristiques appartenant aux écosystèmes lacustres, dont la stratification des eaux hivernales et estivales, autant sur le plan thermique que physico-chimique. Les prises d'eau de ces aménagements hydroélectriques étant situées dans la zone hypolimnitique, il est fort probable que la fréquence plus élevée des dépassements du critère de pH dans ces deux rivières soit due à cette situation étant donné que les stations d'échantillonnage sont très près des barrages.

La profondeur et la superficie du réservoir d'Outardes Deux par rapport à celui de Manic Un jouent probablement un rôle dans la fréquence observée de dépassement. La figure 11 montre la distribution des dépassements de pH au cours des mois de l'année. Dans le cas de la rivière aux Outardes, on observe plusieurs dépassements en mai. Ce mois, rappelons-le, est le mois de la crue des eaux dans la région de la Côte-Nord. Plusieurs phénomènes peuvent ici influencer la composition des eaux, comme la fonte des neiges, la stratification hivernale et le brassage printanier qui s'ensuit et, bien sûr, le mode de gestion des eaux effectué par Hydro-Québec en période de crue.

Quoique le critère de protection de la vie aquatique du pH soit de 6,5 (Menviq, 1990 [rév.1992]), un échantillonnage sur les effets de l'acidité sur les organismes aquatiques effectué dans 253 lacs du bouclier canadien a montré que l'ensemble des organismes n'avait subi à peu près pas d'effets néfastes, tant que le lac avait un pH supérieur à 6,0 (Gouvernement du Québec, 1994). De plus, les résultats de Tremblay (1993) laissent supposer que les populations locales d'omble de fontaine possèdent une très grande résistance aux eaux acides et faiblement minéralisées des lacs de la région de la Côte-Nord.

Quant aux dépassements du critère de phosphore visant à protéger un cours d'eau contre l'eutrophisation, on observe qu'environ 12 % des données des rivières aux Outardes et Manicouagan sont plus élevées que la valeur de 0,030 mg/l de P, et que ce nombre est deux fois plus élevé dans la rivière Moisie (tableau 12). Il est intéressant de noter que des rivières ayant si peu d'apports extérieurs montrent un taux de dépassement de cet ordre. Dans le cas de la rivière Moisie, 59 % des échantillons de phosphore total dépassant le critère avaient des concentrations de phosphore en suspension plus élevées que 0,030 mg/l. Ce pourcentage est beaucoup plus important que ceux observés sur les rivières aux Outardes et Manicouagan, qui se limitent à 17 % et 27 %, respectivement. Cette situation est en accord avec la situation du phosphore dans ces trois rivières, comme il a été démontré dans les diagrammes de distribution des mesures autour de la médiane et des cycles annuels (figure 8, annexe 2). Le phosphore en suspension mesuré à la station d'échantillonnage de la rivière Moisie y est en quantité plus importante qu'aux deux autres stations d'échantillonnage en aval des barrages. Ces derniers contribuent à faire sédimenter les particules en suspension et influencent, par ce biais, la quantité de phosphore particulaire qui s'écoule en aval des structures de retenue des eaux.

L'hypothèse de l'influence du rejet des eaux usées de la municipalité de Fermont sur la qualité de l'eau à l'embouchure est à exclure totalement. Un calcul rapide de ce que les charges municipales de phosphore rejetées (7 kg/jour) peuvent réprésenter pour un débit moyen annuel de 401 m^3/s à l'embouchure équivaudrait à une concentration dans l'eau de 0,0002 mg/l. Comme dans le cas du fer, cette estimation est bien au-dessus de la réalité, car elle ne tient nullement compte des processus de sédimentation et d'assimilation par la biomasse ou

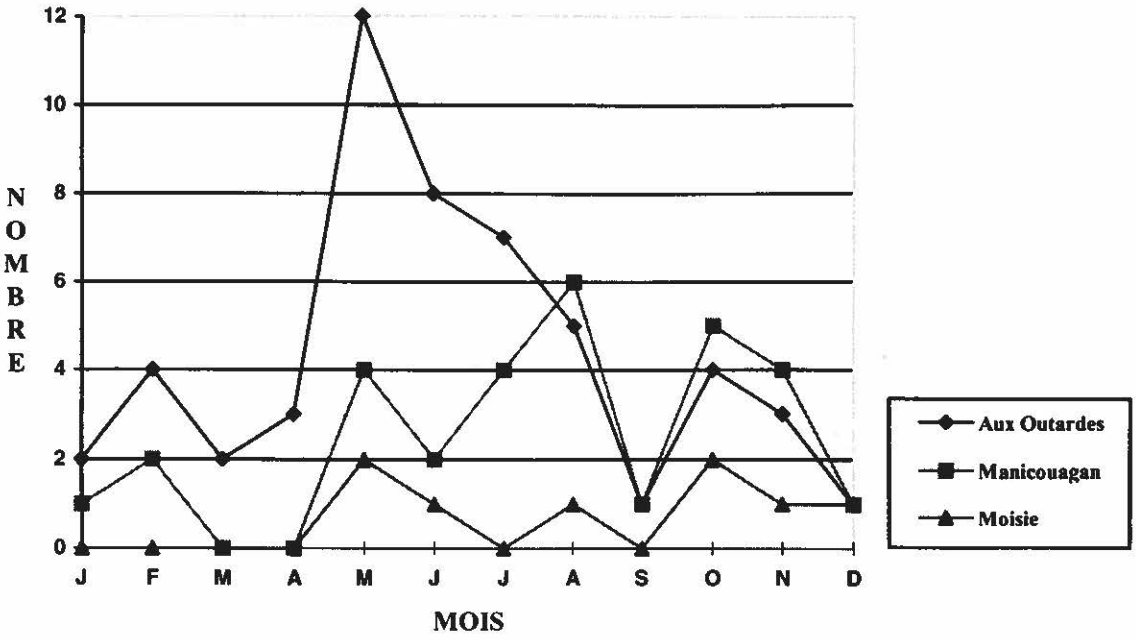


Figure 11 Répartition mensuelle des dépassements du critère de pH visant la protection de la vie aquatique dans les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

de tout autre type de transformation du phosphore qui a lieu dans le milieu aquatique.

Les dépassements de phosphore sont donc probablement liés à la présence de roches métamorphiques d'origine sédimentaire et encore plus, possiblement, aux larges masses d'anorthosites présentes sur le territoire. L'anorthosite est une roche très érodable qui, outre le sable régulier, forme un sable noir et lourd (ilménite, magnétite). Ces sables sont charriés par la rivière comme matières en suspension. Ils ont comme caractéristique, dans ce cas précis, de contenir une certaine proportion d'apatite, un phosphate de calcium. Le fait qu'un plus grand nombre de dépassements soient enregistrés sur la rivière Moisie et qu'une forte proportion des dépassements soient associés au phosphore en suspension renforce l'idée que ces dépassements soient reliés à la géologie des lieux.

Apports massiques

Les flux massiques, ou charges, représentent les quantités totales d'azote et de phosphore véhiculées par une rivière. Le calcul des charges pour les rivières aux Outardes et Manicouagan indique un rapport azote/phosphore de 10/1, alors qu'il est de 5/1 dans le cas de la rivière Moisie (tableau 14). Un rapport azote/phosphore de 10 pour 1 est fréquemment observé dans les rivières du Québec, quoiqu'un ensemble de facteurs peut amener à une variété d'autres proportions, de 4 à 16 (Primeau, 1995; Robitaille, 1995). Les sources d'origine anthropique, qu'elles soient industrielles, urbaines ou agricoles, sont des facteurs connus pouvant modifier les quantités d'azote et de phosphore dans les cours d'eau. Néanmoins, il semble que d'autres processus puissent intervenir, quelquefois d'origine naturelle, comme c'est le cas pour la rivière Moisie. Dans cette dernière, aucun apport extérieur significatif, outre les 2,5 tonnes/an de phosphore et les 25 tonnes/an d'azote rejetées par la municipalité de Fermont — lesquelles ne sont qu'une faible proportion des apports totaux mesurés à l'embouchure — ne peut expliquer cet écart de 10 à 5 dans le rapport azote/phosphore calculé pour la rivière Moisie.

À la base toutefois, la différence assez marquée dans les apports d'azote et de phosphore pour un même bassin s'explique par le comportement de ces éléments dans le sol. L'azote, sous forme de nitrates, est plus mobile que le phosphore. Lorsque les

Tableau 14 Apports massiques et caractéristiques socio-économiques des bassins des rivières aux Outardes, Manicouagan, Moisie, Bonaventure, Richelieu, du Loup

	Aux Outardes	Manicouagan	Moisie	Bonaventure[23]	Richelieu[24]	Du Loup[25]
Apports massiques						
Azote (t/an)	2 168	5 787	2 200	439	3 225	397
Azote (kg/ha.an)	**1,14**	**1,26**	**1,15**	**2,02**	**8,32**	**2,61**
Phosphore (t/an)	208	545	411	43	380	108
Phosphore (kg/ha.an)	**0,11**	**0,12**	**0,21**	**0,20**	**0,98**	**0,71**
Superficie du bassin(km^2) (à la station d'échantillonnage)	19 057	45 908	19 197	2 391	3874[26]	1 520
% du bassin cultivé	0	0	0	+0	43	9
Population (en amont de la station d'échantillonnage)	0	0	+0	+0	270 910	14 080

+0 Sur les cartes topographiques, on constate la présence d'habitations ou de territoires défrichés, mais aucune statistique n'est rapportée à ce sujet dans un autre document. Leur nombre est toutefois minimal.

quantités présentes dans le sol excèdent les besoins nutritifs de la biomasse, les nitrates se retrouvent rapidement dans les cours d'eau, par suite du lessivage des sols. Le délai est d'autant plus court si le sol est muni de drains agricoles, ce qui n'est toutefois pas le cas dans les bassins à l'étude.

Le phosphore, quant à lui, a tendance à s'attacher plus fortement aux particules fines du sol. Les quantités excédentaires aux besoins nutritifs des végétaux en place sont donc plus facilement immobilisées. Parce que le phosphore est fréquemment associé aux matières en suspension, l'érosion des sols est une des causes de sa présence dans les cours d'eau. L'érosion des sols sur les bassins hydrographiques à l'étude est principalement d'origine naturelle, mais elle pourrait aussi découler des activités d'exploitation forestière ou de l'impact du marnage sur les berges des réservoirs hydroélectriques (Les Consultants Sogeam, 1991). Comme il a été mentionné précédemment, les produits de l'érosion de l'anorthosite (roche largement répandue sur le territoire à l'étude), parce qu'ils contiennent de l'apatite (phosphate de calcium), sont probablement responsables d'une bonne partie des charges en phosphore. Cela est particulièrement vrai pour ce qui est de la rivière Moisie, dans laquelle les particules en suspension (sables réguliers et noirs) circulent librement.

Sur d'autres bassins hydrographiques du Québec, les activités agricoles, les rejets d'eaux usées domestiques et urbaines, ainsi que les rejets d'eaux usées industrielles provenant d'entreprises agroalimentaires peuvent être d'importantes sources d'azote et de phosphore pour le milieu aquatique. Sur les bassins à l'étude, ces sources sont inexistantes sauf pour ce qui est d'une centaine d'habitations situées de part et d'autre de la station d'échantillonnage de la rivière Moisie. Leur influence peut être considérée comme négligeable par rapport aux apports d'azote et de phosphore d'origine naturelle.

Comme il a été mentionné précédemment, une différence est observée entre la rivière Moisie et les deux autres rivières à l'étude en ce qui concerne les apports de phosphore. Sur la base du nombre de kilogrammes par hectare, on constate que ceux-ci sont deux fois plus élevés sur la rivière Moisie

[23] Tiré de Robitaille, 1998
[24] Tiré de Simoneau, 1993
[25] Tiré de Robitaille, 1997
[26] Portion québécoise du bassin

(tableau 14). Il est possible que cette situation soit due à la présence, encore une fois, des digues et barrages sur les rivières aux Outardes et Manicouagan. Ceux-ci, en raison des zones lentes d'écoulement qu'ils créent en leur amont, ont un impact certain sur la déposition des matières particulaires et conséquemment sur le phosphore en suspension. Le tableau 15 indique la différence dans les charges des formes dissoutes et particulaires du phosphore dans les rivières à l'étude. L'azote, quant à elle, qui n'a pas la propriété de s'attacher aux particules de sol, s'écoule librement avec l'eau qui s'échappe des barrages. Pour cette raison, possiblement, on n'observe presque aucune différence entre les trois rivières de la Côte-Nord.

Tableau 15 Apports massiques des deux formes de phosphore par hectare, par an, sur les rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

Rivière	Formes de phosphore (Kg/ha.an)		
	Phosphore dissous	Phosphore en suspension	Phosphore total
Aux Outardes	0,05	0,05	0,11
Manicouagan	0,06	0,06	0,12
Moisie	**0,06**	**0,15**	**0,21**

Une comparaison des charges moyennes annuelles par hectare enregistrées sur d'autres rivières du Québec (tableau 14) permet de constater combien les apports massiques des rivières de la Côte-Nord se maintiennent à des niveaux très bas. Ces derniers reflètent l'absence d'apports d'origine anthropique. On remarquera que pour un bassin ayant une population importante et des activités agricoles intensives comme celui de la rivière Richelieu, les charges d'azote et de phosphore dans le milieu aquatique sont de six à sept fois plus élevées que dans les rivières de la Côte-Nord. Suivant la même logique, les pressions moins importantes sur le bassin de la rivière du Loup dans la région de Lanaudière se traduisent par des charges moins élevées. La rivière Bonaventure en Gaspésie est, parmi les trois rivières utilisées pour des fins de comparaison, celle qui ressemble le plus aux rivières de la Côte-Nord. En ce qui concerne le phosphore, les charges des rivières Bonaventure et Moisie sont équivalentes. Elles diffèrent toutefois pour ce qui est de l'azote, les apports massiques étant plus importants sur la rivière Bonaventure. Quoique cette dernière rivière soit très peu influencée par des apports extérieurs, il est possible que les quelques hectares cultivés juste en amont de la station d'échantillonnage aient eu une influence sur les résultats enregistrés (Robitaille, 1998).

CONCLUSION

L'échantillonnage des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie effectué dans le cadre du réseau-rivières a permis de connaître la qualité de l'eau de rivières qui ne sont pas affectées par la pollution d'origine urbaine, industrielle et agricole. La municipalité de Fermont, la seule municipalité d'importance sur le territoire, est située trop en amont de la station d'échantillonnage sur la rivière Moisie pour que les effets du déversement des eaux usées municipales dans la rivière puissent transparaître dans les résultats. Aussi, les eaux des trois rivières à l'étude sont de très bonne qualité, largement tributaires des conditions naturelles prévalant dans le milieu.

La qualité de l'eau des trois rivières échantillonnées dans la région de la Côte-Nord se compare à celles d'autres rivières ou portions de rivières non dégradées coulant en d'autres régions du Québec. Des similarités existent entre les rivières coulant sur le bouclier canadien, qu'elles soient en Mauricie, dans la région du Saguenay—Lac-Saint-Jean ou en Côte-Nord, et cela en raison du type de roches consolidées que l'on y trouve, lesquelles ne se dissolvent pas beaucoup et fournissent très peu de carbonates comme matière tamponnante. Ces rivières sont donc caractérisées par une faible conductivité et un pH naturellement acide. Elles diffèrent en ce sens des rivières coulant sur le versant sud du fleuve dans la région appalachienne et de celles des basses-terres du Saint-Laurent, qui présentent une conductivité beaucoup plus élevée et un pH moins acide.

L'analyse des données montre l'impact des digues et barrages sur la qualité de l'eau en aval de ces structures. Sur les rivières aux Outardes et Manicouagan, on observe une monotonie dans les cycles annuels de plusieurs descripteurs de l'eau comparativement à ceux de la rivière Moisie, dont l'écoulement est totalement naturel. Les diagrammes de dispersion des mesures autour de la médiane illustrent bien combien l'étendue des données est plus large dans le cas de la rivière Moisie que dans celui des deux autres rivières harnachées.

Malgré qu'il n'y ait pas eu d'actions d'assainissement sur le territoire parce que les besoins étaient inexistants à une exception près[27], l'étude des séries temporelles a permis de constater des transformations qui étaient statistiquement significatives. Des baisses ont été observées pour l'azote, le phosphore, la turbidité et la conductivité, parallèlement à une hausse pour le pH. Les changements enregistrés ont toutefois été minimes et surtout non significatifs d'un point de vue environnemental. Il est difficile de les mettre en lien avec des événements ayant eu lieu sur le bassin, comme ceux, par exemple, du reboisement après les coupes forestières, les informations à ce sujet étant trop peu nombreuses. Il est possible que les concentrations peu élevées dans lesquelles se situent les séries aient une influence sur la capacité des tests statistiques à donner une réponse valable.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOBBÉE, B., D. CLUIS, M. GOULET, M. LACHANCE, L. POTVIN ET A. TESSIER, 1977. *Évaluation du réseau de la qualité des eaux. Analyse et interprétation des données de la période 1967-1975,* ministère des Richessses naturelles, Service de la qualité des eaux et INRS-Eau, rapport n° QE-2-, Volume 2, Annexes.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT (CCMRE), 1987. *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada*, Groupe de travail pour les recommandations pour la qualité des eaux, 388 p., 11 annexes.

DUPONT, J. 1991. *État de l'acidité des lacs de la région hydrographique de la Côte-Nord*, ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau, rapport QEN/PA-41/1, Envirodoq EN910065, Acidoc AC909002, 119 p.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 1994. *L'acidité des eaux au Québec*, Envirodoq EN940102, 16 p.

GRIMARD, Y., L. TALBOT et S. THÉBERGE, 1988. *Programme de suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des principaux cours d'eau visés par le Programme d'assainissement des eaux du Québec*, ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité du milieu aquatique, rapport QE-88/01, 16 p.

HÉBERT, S., 1996. *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, rapport QE-108, Envirodoq EN970102, 20 p., 4 annexes.

LES CONSULTANTS SOGEAM, 1991. *Érosion des berges des réservoirs hydroélectriques. Rapport final (Tome I),* pour Hydro-Québec, Vice-présidence Environnement, Direction Recherche et Encadrements. 100 p. + 1 annexe

MC NEELY, R.N., NIEMANIS, J.P. ET L. DWYER, 1980. *Références sur la qualité des eaux, guide des paramètres de la qualité des eaux*, Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures et Direction de la qualité des eaux, Ottawa, Canada, En-37-54/1981 F.

MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES DU QUÉBEC, 1996. *Répertoire des municipalités du Québec*, Publications du Québec, gouvernement du Québec, Québec, 888 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (MENVIQ), 1990 (rév. 1992). *Critères de qualité de l'eau*, Direction de l'expertise scientifique et Direction de la qualité des cours d'eau, 423 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (MENVIQ), 1991. *Le réseau-rivières, un baromètre de la qualité de nos cours d'eau*, Direction de la qualité des cours d'eau, gouvernement du Québec, 6 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE (MEF), 1997. *Guide d'application du programme Environnement-Plage*, Direction des affaires régionales, pagination multiple et 8 annexes.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE (MEF), 1996. *Qualité des eaux du bassin de la rivière des Outaouais, 1979-1994,* Direction des écosystèmes aquatiques, rapport QE-105/1, Envirodoq EN960174, 88 pages + 7 annexes.

NEWMAN, M.C., P.M. DIXON, B.B. LOONEY et J.E. PINDER, 1989. Estimating mean and variance for environmental samples with below detection limit observations, dans *Water Resources Bulletin*, 25(4) : 905-916.

[27] La mise en marche de la station d'épuration des eaux usées de la municipalité de Fermont a eu lieu en novembre 1997.

PAINCHAUD, J., 1997. *La qualité de l'eau des rivières du Québec : état et tendances,* ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, rapport QE-109, Envirodoq EN970111, 57 p.

PHILLIPS, R.D., P.H. OTTO et J.C. LOFTIS. *WQSTAT II : a water quality statistics program,* Colorado State University, Fort Collins, États-Unis, 42 p.

PRIMEAU, S., 1992. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Saint-François, 1976 à 1991,* Direction de la qualité des cours d'eau, rapport n° QE-6-1, Envirodoq En920515, QEN/QE-80/1, 145 p., 6 annexes.

PRIMEAU, S. et Y. GRIMARD, 1990. *Rivière Yamaska : 1975-1988, volume 1 ; description du bassin versant et qualité du milieu aquatique,* Direction de la qualité du milieu aquatique, ministère de l'Environnement du Québec, Sainte-Foy, rapport QE-66-1, Envirodoq EN90060, 136 p., 10 annexes.

PRIMEAU, S. et Y. GRIMARD, 1990. *Rivière Yamaska 1975-1988, volume 2 : résultats complémentaires sur la qualité des eaux,* Direction de la qualité des cours d'eau, ministère de l'Environnement du Québec, Sainte-Foy, rapport QE-66-1, Envirodoq EN900060, 150 p., 10 annexes.

ROBITAILLE, P., 1994. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Nicolet, 1979 à 1992,* Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement et de la Faune, rapport QE-87, Envirodoq EN940249, 74 p., 6 annexes.

ROBITAILLE, P., 1995a. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Matapédia, 1979 à 1993,* ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, rapport QE-95, Envirodoq EN950084, 44 p., 7 annexes.

ROBITAILLE, P., 1995b. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Etchemin, 1979 à 1994,* ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, rapport QE-103, Envirodoq EN950563, 43 p., 8 annexes.

ROBITAILLE, P., 1997. *Qualité des eaux des bassins des rivières Maskinongé et du Loup, 1979 à 1996,* ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, rapport QE-107, Envirodoq EN970057, 70 p., 7 annexes.

ROBITAILLE, P., 1998. *Qualité des eaux des rivières Mitis et Matane dans le Bas-Saint-Laurent et des rivières Nouvelle, Cascapédia, Bonaventure et York en Gaspésie, 1979 à 1997,* ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, document en préparation.

SAS INSTITUTE INC., 1985. *SAS User's guide: basics,* 5e édition, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, 1290 p.

SIMONEAU, M., 1991. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Chaudière, 1976 à 1988,* ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau, rapport QEN/QE-68/1, Envirodoq EN910053, 207 p., 9 annexes.

SIMONEAU, M., 1993. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Richelieu, 1979 à 1992,* ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau, rapport QEN/QE-83/1, Envirodoq En930016, 190 p., 6 annexes.

STATISTIQUE CANADA, 1997. *Agriculture, Québec 1996, recensement du Canada.*

TREMBLAY, S., 1993. *Étude de l'effet de l'acidité sur les communautés piscicoles de 44 lacs de la région hydrographique de la Côte-Nord,* ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau, rapport QEN/PA-46/1, Envirodoq EN920221, 65 p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (U.S. EPA), 1988. *Ambient Water Quality Criteria for Aluminium,* Office of Water Regulations and Standards Criteria and Standards Division, Washington DC, 15 p.

ANNEXE 1

STATISTIQUES DESCRIPTIVES GLOBALES ET SAISONNIÈRES

Rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

Annexe 1.1

Bassin de la rivière aux Outardes

Statistiques descriptives globales, par station **Période : janvier 1979 à avril 1996**

Station 07100001 (rivière aux Outardes, à la centrale Outardes Deux, à Chute-aux-Outardes)

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-type	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	110	3,10	1,36	1,80	2,70	2,90	3,10	16,00
Calcium	mg/l	133	1,5	0,5	0,9	1,4	1,4	1,5	7,2
Magnésium	mg/l	167	0,42	0,08	0,30	0,40	0,40	0,40	1,20
Dureté *	mg/l	133	5,4	1,6	3,5	5,1	5,1	5,4	22,9
Chlorures	mg/l	146	0,4	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	2,0
Fluorures	mg/l	72	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
Potassium	mg/l	98	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,7
Sodium	mg/l	98	0,6	0,2	0,1	0,6	0,6	0,7	2,5
Sulfates	mg/l	159	1,8	0,6	0,3	1,5	2,0	2,0	6,0
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	267	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,08
Azote Kjeldahl	mg/l	119	0,13	0,07	0,04	0,08	0,11	0,16	0,42
Azote organique *	mg/l	267	0,11	0,06	0,02	0,07	0,10	0,14	0,48
Nitrites et nitrates	mg/l	312	0,07	0,02	0,03	0,06	0,07	0,08	0,13
Azote total	mg/l	267	0,20	0,07	0,09	0,16	0,19	0,23	0,59
Carbone organique dissous	mg/l	147	4,66	0,62	3,10	4,20	4,60	5,00	6,50
Carbone organique total *	mg/l	65	7,8	2,5	4,5	6,5	7,0	8,0	21,8
Phosphore dissous	mg/l	310	0,010	0,014	0,005	0,005	0,005	0,010	0,145
Phosphore en suspension	mg/l	310	0,009	0,008	0,001	0,005	0,007	0,010	0,076
Phosphore total *	mg/l	308	0,019	0,017	0,005	0,010	0,014	0,020	0,151
Silice	mg/l	91	3,2	1,5	0,3	1,4	4,0	4,3	4,8
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	247	15,1	3,0	12,0	14,3	14,9	15,3	56,0
Couleur vraie	Hazen	171	22,2	3,4	14,0	20,0	22,0	23,0	34,0
Oxygène dissous	mg/l	24	11,8	1,6	9,1	10,7	11,9	12,8	15,3
pH	unités	193	6,51	0,20	5,60	6,40	6,50	6,60	7,20
Solides en suspension	mg/l	37	1,6	2,0	0,5	1,0	1,0	1,0	12,0
Tanins et lignines	mg/l	119	0,96	0,16	0,60	0,90	0,95	1,00	1,60
Température	C°	359	6,9	5,8	0,0	1,0	5,5	12,0	19,0
Turbidité	UNT	234	0,7	0,3	0,1	0,5	0,6	0,9	2,0
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle a active	mg/m^3	10	0,67	0,35	0,10	0,32	0,71	0,95	1,11
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	10	1,01	0,55	0,26	0,41	1,12	1,33	2,06
DBO_5	mg/l O2	5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3
Coliformes fécaux	FC/100 m	73	1	5	0	0	0	0	44
Métaux et toxiques **									
Aluminium	mg/l	33	0,11	0,03	0,07	0,09	0,10	0,12	0,18
Cadmium	µg/l	134	1,0	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0	2,3
Chrome	µg/l	66	1,7	0,8	1,5	1,5	1,5	1,5	6,0
Cyanures	µg/l	21	1,6	0,4	1,5	1,5	1,5	1,5	3,5
Fer	mg/l	93	0,12	0,03	0,05	0,10	0,12	0,14	0,22
Manganèse	mg/l	168	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09
Nickel	µg/l	70	8,9	5,8	5,0	5,0	10,0	10,0	50,0

* Calculé

** Pour les métaux, la période s'étend de janvier 1979 à octobre 1990 inclusivement.

Annexe 1.2

Bassin de la rivière Manicouagan

Statistiques descriptives globales, par station **Période : janvier 1979 à avril 1996**

Station 07110001 (rivière Manicouagan, au pont-route 138, à l'ouest de Baie-Comeau)

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-type	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	110	3,73	0,56	2,00	3,50	3,70	3,90	6,00
Calcium	mg/l	133	1,6	0,1	1,2	1,6	1,6	1,7	2,1
Magnésium	mg/l	168	0,47	0,06	0,30	0,40	0,50	0,50	0,70
Dureté *	mg/l	133	6,1	0,5	4,6	5,8	6,1	6,3	7,5
Chlorures	mg/l	145	0,6	0,5	0,1	0,4	0,5	0,6	4,5
Fluorures	mg/l	73	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,06
Potassium	mg/l	98	0,4	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	2,5
Sodium	mg/l	98	0,7	0,1	0,3	0,6	0,7	0,7	1,5
Sulfates	mg/l	155	1,8	0,6	0,3	1,5	2,0	2,0	5,0
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	264	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,10
Azote Kjeldahl	mg/l	121	0,13	0,08	0,01	0,08	0,11	0,15	0,58
Azote organique *	mg/l	264	0,11	0,08	0,00	0,07	0,10	0,13	0,86
Nitrites et nitrates	mg/l	309	0,07	0,02	0,03	0,06	0,06	0,08	0,32
Azote total	mg/l	264	0,20	0,09	0,06	0,15	0,18	0,22	1,00
Carbone organique dissous	mg/l	141	4,24	0,65	1,20	3,90	4,20	4,60	7,20
Carbone organique total *	mg/l	67	7,2	1,8	2,0	6,1	7,0	8,0	15,5
Phosphore dissous	mg/l	307	0,009	0,013	0,005	0,005	0,005	0,005	0,125
Phosphore en suspension	mg/l	307	0,009	0,008	0,001	0,005	0,006	0,010	0,075
Phosphore total *	mg/l	305	0,018	0,016	0,006	0,010	0,013	0,019	0,131
Silice	mg/l	95	2,8	1,4	0,5	1,4	3,2	3,5	10,1
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	243	17,0	2,2	14,5	16,0	16,7	17,5	38,5
Couleur vraie	Hazen	168	19,8	2,4	14,0	18,0	19,0	21,0	30,0
Oxygène dissous	mg/l	25	11,8	1,9	9,0	10,2	12,0	12,6	17,4
pH	unités	192	6,59	0,18	5,70	6,50	6,60	6,70	7,20
Solides en suspension	mg/l	39	1,5	1,4	0,4	1,0	1,0	1,0	9,0
Tanins et lignines	mg/l	118	0,87	0,17	0,60	0,80	0,86	1,00	1,80
Température	C°	359	6,5	5,1	0,0	2,0	5,0	11,0	17,0
Turbidité	UNT	233	0,7	0,5	0,3	0,5	0,6	0,8	5,0
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle a active	mg/m^3	10	0,60	0,35	0,22	0,31	0,49	0,82	1,28
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	10	0,85	0,38	0,39	0,47	0,88	1,26	1,30
DBO_5	mg/l O2	5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Coliformes fécaux	FC/100 m	71	3	6	0	0	0	4	31
Métaux et toxiques **									
Aluminium	mg/l	33	0,09	0,02	0,06	0,08	0,08	0,10	0,17
Cadmium	µg/l	134	1,0	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
Chrome	µg/l	69	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	13,0
Cyanures	µg/l	23	1,5	0,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Fer	mg/l	91	0,10	0,03	0,03	0,08	0,09	0,11	0,25
Manganèse	mg/l	169	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Nickel	µg/l	73	8,7	3,9	5,0	5,0	10,0	10,0	30,0

* Calculé

** Pour les métaux, la période s'étend de janvier 1979 à octobre 1990 inclusivement.

Annexe 1.3

Bassin de la rivière Moisie

Statistiques descriptives globales, par station **Période : janvier 1979 à avril 1996**

Station 07230003 (rivière Moisie, au pont-route 138, au nord de Moisie)

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-type	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	98	7,96	3,35	2,00	5,80	7,55	10,00	24,00
Calcium	mg/l	113	2,9	1,0	1,4	2,3	2,6	3,3	7,5
Magnésium	mg/l	149	1,08	0,95	0,50	0,80	0,90	1,20	11,00
Dureté *	mg/l	113	11,1	3,7	5,6	8,9	10,0	12,4	29,8
Chlorures	mg/l	135	2,0	3,8	0,1	0,5	0,8	1,6	34,0
Fluorures	mg/l	68	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04	0,06	0,12
Potassium	mg/l	83	0,6	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	2,7
Sodium	mg/l	83	1,9	2,7	0,5	0,7	0,9	1,8	17,4
Sulfates	mg/l	141	2,8	2,6	0,3	2,0	2,0	3,0	20,0
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	242	0,03	0,03	0,01	0,01	0,02	0,03	0,28
Azote Kjeldahl	mg/l	111	0,22	0,22	0,04	0,11	0,15	0,21	1,19
Azote organique *	mg/l	241	0,14	0,14	0,00	0,08	0,11	0,15	1,02
Nitrites et nitrates	mg/l	288	0,09	0,32	0,01	0,03	0,05	0,08	5,20
Azote total	mg/l	241	0,25	0,39	0,02	0,15	0,18	0,23	5,40
Carbone organique dissous	mg/l	130	4,81	1,49	0,40	3,80	4,60	5,60	9,60
Carbone organique total *	mg/l	62	8,3	2,6	3,0	7,0	8,0	10,0	15,5
Phosphore dissous	mg/l	287	0,012	0,025	0,005	0,005	0,005	0,010	0,270
Phosphore en suspension	mg/l	288	0,018	0,028	0,001	0,006	0,009	0,019	0,220
Phosphore total *	mg/l	286	0,030	0,040	0,006	0,011	0,017	0,029	0,395
Silice	mg/l	94	4,6	1,6	0,2	3,6	4,2	5,7	10,2
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	225	37,3	38,8	14,5	21,7	25,5	38,0	428,0
Couleur vraie	Hazen	151	25,1	9,1	2,5	19,0	25,0	31,0	49,0
Oxygène dissous	mg/l	26	12,7	1,8	9,0	11,4	13,0	14,0	16,0
pH	unités	178	6,93	0,34	4.60	6,80	6,90	7,10	7,90
Solides en suspension	mg/l	40	5,5	8,5	1,0	1,0	2,0	6,5	41,0
Tanins et lignines	mg/l	109	1,05	0,33	0,30	0,80	1,10	1,20	2,10
Température	C^0	336	6,6	6,7	-2,0	0,0	4,0	12,0	21,5
Turbidité	UNT	219	2,3	2,8	0,3	0,9	1,2	2,5	17,0
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle a active	mg/m^3	10	0,37	0,22	0,04	0,29	0,36	0,50	0,76
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	10	1,21	1,87	0,13	0,43	0,71	1,00	6,43
DBO_5	mg/l O2	5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4
Coliformes fécaux	FC/100 m	19	1	2	0	0	0	2	5
Métaux et toxiques **									
Aluminium	mg/l	31	0,16	0,10	0,06	0,08	0,11	0,26	0,41
Cadmium	µg/l	114	1,2	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	7,0
Chrome	µg/l	65	3,2	5,2	1,5	1,5	1,5	1,5	38,0
Cyanures	µg/l	23	3,0	6,0	1,5	1,5	1,5	1,5	30,0
Fer	mg/l	74	0,28	0,47	0,01	0,14	0,19	0,32	4,13
Manganèse	mg/l	150	0,03	0,10	0,01	0,01	0,01	0,02	1,14
Nickel	µg/l	69	9,2	4,8	5,0	5,0	10,0	10,0	32,0

* Calculé

** Pour les métaux, la période s'étend de janvier 1979 à octobre 1990 inclusivement.

Annexe 1.4

Bassin de la rivière aux Outardes

Statistiques descriptives saisonnières, par station **Période : 1979 à 1996**

Station 07100001 (rivière aux Outardes, à la centrale Outardes Deux, à Chute-aux-Outardes)

Saison : printemps

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-typ	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	32	2,80	0,67	1,80	2,45	2,70	2,95	5,00
Calcium	mg/l	38	1,4	0,1	1,2	1,4	1,4	1,5	1,8
Magnésium	mg/l	46	0,43	0,06	0,40	0,40	0,40	0,40	0,60
Dureté *	mg/l	38	5,3	0,4	4,6	5,1	5,1	5,4	6,6
Chlorures	mg/l	39	0,5	0,2	0,2	0,3	0,5	0,5	0,8
Fluorures	mg/l	22	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
Potassium	mg/l	27	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5
Sodium	mg/l	27	0,6	0,1	0,1	0,5	0,6	0,7	0,8
Sulfates	mg/l	44	1,8	0,5	0,3	1,5	1,9	2,0	3,0
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	71	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,08
Azote Kjeldahl	mg/l	31	0,13	0,06	0,05	0,09	0,12	0,16	0,28
Azote organique *	mg/l	71	0,12	0,06	0,02	0,08	0,10	0,15	0,28
Nitrites et nitrates	mg/l	78	0,07	0,02	0,03	0,06	0,07	0,08	0,13
Azote total	mg/l	71	0,21	0,07	0,09	0,16	0,19	0,24	0,45
Carbone organique dissous	mg/l	38	5,01	0,73	3,80	4,40	4,95	5,60	6,50
Carbone organique total *	mg/l	19	7,8	1,4	5,5	7,0	7,5	8,0	10,8
Phosphore dissous	mg/l	78	0,009	0,010	0,005	0,005	0,005	0,010	0,070
Phosphore en suspension	mg/l	77	0,010	0,010	0,001	0,006	0,007	0,010	0,076
Phosphore total *	mg/l	76	0,020	0,013	0,005	0,011	0,016	0,022	0,081
Silice	mg/l	25	3,4	1,5	0,3	3,4	4,0	4,2	4,8
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	66	14,9	0,8	13,0	14,5	15,0	15,3	17,0
Couleur vraie	Hazen	48	24,8	3,8	17,0	22,0	24,0	28,0	33,0
Oxygène dissous	mg/l	7	12,8	1,1	11,6	11,8	12,6	14,0	14,2
pH	unités	52	6,46	0,20	5,80	6,40	6,50	6,60	6,80
Solides en suspension	mg/l	9	2,5	3,6	0,5	1,0	1,0	2,0	12,0
Tanins et lignines	mg/l	30	1,03	0,21	0,60	0,90	1,00	1,10	1,50
Température	C°	91	6,1	3,5	0,0	3,0	5,5	9,0	15,0
Turbidité	UNT	61	0,8	0,4	0,3	0,5	0,8	1,0	2,0
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle *a* active	mg/m^3	2	0,51	0,26	0,32	0,32	0,51	0,69	0,69
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	2	0,61	0,29	0,40	0,40	0,61	0,81	0,81
DBO_5	mg/l O2	1	0,3	—	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Coliformes fécaux	FC/100 m	18	1	3	0	0	0	0	12

* Calculé

Annexe 1.5

Bassin de la rivière aux Outardes

Statistiques descriptives saisonnières, par station **Période : 1979 à 1996**

Station 07100001 (rivière aux Outardes, à la centrale Outardes Deux, à Chute-aux-Outardes)

Saison : été

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-typ	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	28	3,54	2,46	2,70	2,90	3,00	3,20	16,00
Calcium	mg/l	36	1,6	1,0	1,0	1,4	1,4	1,5	7,2
Magnésium	mg/l	44	0,42	0,14	0,30	0,40	0,40	0,40	1,20
Dureté *	mg/l	36	5,6	3,0	3,7	5,1	5,1	5,4	22,9
Chlorures	mg/l	37	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,5	2,0
Fluorures	mg/l	18	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
Potassium	mg/l	25	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,7
Sodium	mg/l	25	0,6	0,2	0,4	0,6	0,6	0,6	1,4
Sulfates	mg/l	39	1,9	0,8	1,0	1,5	2,0	2,0	6,0
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	69	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05
Azote Kjeldahl	mg/l	30	0,12	0,05	0,04	0,08	0,12	0,16	0,29
Azote organique *	mg/l	69	0,11	0,04	0,02	0,09	0,11	0,13	0,27
Nitrites et nitrates	mg/l	81	0,05	0,01	0,03	0,04	0,05	0,06	0,10
Azote total	mg/l	69	0,19	0,05	0,10	0,15	0,17	0,21	0,34
Carbone organique dissous	mg/l	38	4,52	0,40	4,00	4,20	4,40	4,80	5,60
Carbone organique total *	mg/l	17	7,8	3,9	4,5	6,5	6,5	7,5	21,8
Phosphore dissous	mg/l	80	0,010	0,016	0,005	0,005	0,005	0,010	0,125
Phosphore en suspension	mg/l	80	0,008	0,004	0,001	0,005	0,006	0,009	0,024
Phosphore total *	mg/l	80	0,018	0,016	0,005	0,010	0,014	0,019	0,131
Silice	mg/l	22	3,3	1,3	0,9	3,1	3,9	4,2	4,8
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	63	15,6	5,3	13,4	14,4	15,0	15,4	56,0
Couleur vraie	Hazen	43	21,2	2,9	17,0	19,0	21,0	23,0	33,0
Oxygène dissous	mg/l	7	10,6	2,2	9,1	9,3	10,0	10,5	15,3
pH	unités	50	6,52	0,24	5,60	6,40	6,50	6,60	7,20
Solides en suspension	mg/l	10	1,0	0,1	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0
Tanins et lignines	mg/l	30	0,96	0,13	0,80	0,90	0,90	1,00	1,40
Température	C°	95	14,7	2,1	10,0	13,0	15,0	16,0	19,0
Turbidité	UNT	59	0,7	0,2	0,1	0,6	0,6	0,8	1,3
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle *a* active	mg/m^3	4	0,97	0,18	0,72	0,84	1,02	1,10	1,11
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	4	1,42	0,44	1,09	1,15	1,27	1,70	2,06
DBO_5	mg/l O2	3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3
Coliformes fécaux	FC/100 m	18	4	10	0	0	1	3	44

* Calculé

Annexe 1.6

Bassin de la rivière aux Outardes

Statistiques descriptives saisonnières, par station **Période : 1979 à 1996**

Station 07100001 (rivière aux Outardes, à la centrale Outardes Deux, à Chute-aux-Outardes)

Saison : automne

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-typ	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	27	2,99	0,41	2,00	2,80	2,90	3,20	4,00
Calcium	mg/l	30	1,5	0,2	0,9	1,4	1,5	1,5	2,3
Magnésium	mg/l	39	0,41	0,04	0,30	0,40	0,40	0,40	0,50
Dureté *	mg/l	30	5,4	0,7	3,5	5,1	5,4	5,4	7,8
Chlorures	mg/l	36	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,9
Fluorures	mg/l	16	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
Potassium	mg/l	22	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
Sodium	mg/l	22	0,6	0,1	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7
Sulfates	mg/l	37	1,9	0,4	1,0	1,5	2,0	2,0	3,0
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	66	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,08
Azote Kjeldahl	mg/l	31	0,14	0,10	0,05	0,08	0,10	0,16	0,42
Azote organique *	mg/l	66	0,12	0,07	0,03	0,07	0,11	0,13	0,40
Nitrites et nitrates	mg/l	77	0,07	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,11
Azote total	mg/l	66	0,20	0,08	0,11	0,15	0,19	0,22	0,51
Carbone organique dissous	mg/l	33	4,71	0,65	3,70	4,20	4,60	5,10	6,20
Carbone organique total *	mg/l	18	7,7	2,2	5,0	6,5	7,0	8,5	13,7
Phosphore dissous	mg/l	77	0,008	0,009	0,005	0,005	0,005	0,005	0,065
Phosphore en suspension	mg/l	77	0,010	0,010	0,003	0,006	0,007	0,010	0,067
Phosphore total *	mg/l	77	0,018	0,013	0,008	0,010	0,013	0,019	0,073
Silice	mg/l	20	3,2	1,6	0,6	1,4	4,0	4,4	4,7
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	60	15,1	1,5	13,0	14,3	14,8	15,5	21,1
Couleur vraie	Hazen	41	22,0	2,7	17,0	21,0	22,0	23,0	34,0
Oxygène dissous	mg/l	6	11,7	0,8	10,8	11,0	11,6	12,2	12,8
pH	unités	46	6,57	0,18	5,90	6,50	6,60	6,70	7,10
Solides en suspension	mg/l	8	1,8	1,8	1,0	1,0	1,0	1,5	6,0
Tanins et lignines	mg/l	28	0,98	0,08	0,80	0,90	1,00	1,00	1,20
Température	C°	88	5,2	3,6	0,0	2,0	5,0	8,0	16,0
Turbidité	UNT	56	0,7	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,5
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle *a* active	mg/m^3	2	0,71	0,30	0,50	0,50	0,71	0,92	0,92
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	2	1,25	0,13	1,15	1,15	1,25	1,34	1,34
DBO_5	mg/l O2	1	0,1	—	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Coliformes fécaux	FC/100 m	18	0	0	0	0	0	0	0

* Calculé

Annexe 1.7

Bassin de la rivière aux Outardes

Statistiques descriptives saisonnières, par station **Période : 1979 à 1996**

Station 07100001 (rivière aux Outardes, à la centrale Outardes Deux, à Chute-aux-Outardes)

Saison : hiver

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-typ	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	23	3,12	0,67	2,40	2,70	2,90	3,10	5,00
Calcium	mg/l	29	1,5	0,1	1,3	1,4	1,4	1,5	1,9
Magnésium	mg/l	38	0,40	0,03	0,30	0,40	0,40	0,40	0,50
Dureté *	mg/l	29	5,3	0,4	4,9	5,1	5,1	5,4	6,4
Chlorures	mg/l	34	0,5	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,9
Fluorures	mg/l	16	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
Potassium	mg/l	24	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3	0,4	0,7
Sodium	mg/l	24	0,7	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	2,5
Sulfates	mg/l	39	1,8	0,5	0,5	1,5	2,0	2,0	3,0
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	61	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05
Azote Kjeldahl	mg/l	27	0,11	0,05	0,06	0,08	0,10	0,13	0,28
Azote organique *	mg/l	61	0,10	0,06	0,04	0,07	0,09	0,12	0,48
Nitrites et nitrates	mg/l	76	0,08	0,01	0,03	0,08	0,08	0,09	0,12
Azote total	mg/l	61	0,20	0,07	0,13	0,16	0,19	0,22	0,59
Carbone organique dissous	mg/l	38	4,39	0,50	3,10	4,10	4,40	4,80	5,60
Carbone organique total *	mg/l	11	7,7	1,6	5,5	7,0	7,0	9,0	11,0
Phosphore dissous	mg/l	75	0,011	0,021	0,005	0,005	0,005	0,010	0,145
Phosphore en suspension	mg/l	76	0,009	0,007	0,002	0,004	0,006	0,011	0,033
Phosphore total *	mg/l	75	0,020	0,022	0,006	0,010	0,014	0,021	0,151
Silice	mg/l	24	2,9	1,7	0,5	0,8	3,9	4,3	4,7
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	58	15,0	2,0	12,0	14,2	14,7	15,3	28,7
Couleur vraie	Hazen	39	20,5	1,7	14,0	20,0	21,0	22,0	23,0
Oxygène dissous	mg/l	4	12,4	0,6	11,6	11,9	12,5	12,9	12,9
pH	unités	45	6,52	0,16	6,00	6,50	6,50	6,60	6,90
Solides en suspension	mg/l	10	1,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0
Tanins et lignines	mg/l	31	0,90	0,17	0,70	0,80	0,90	1,00	1,60
Température	C^{o}	85	0,8	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	5,0
Turbidité	UNT	58	0,5	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle *a* active	mg/m^3	2	0,20	0,13	0,10	0,10	0,20	0,29	0,29
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	2	0,34	0,11	0,26	0,26	0,34	0,41	0,41
DBO_5	mg/l O2	—	—	—	—	—	—	—	—
Coliformes fécaux	FC/100 m	19	0	0	0	0	0	0	2

* Calculé

Annexe 1.8

Bassin de la rivière Manicouagan

Statistiques descriptives saisonnières, par station **Période : 1979 à 1996**

Station 07110001 (rivière Manicouagan, au pont-route 138, à l'ouest de Baie-Comeau)

Saison : printemps

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-typ	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	32	3,87	0,62	2,00	3,65	3,90	4,00	6,00
Calcium	mg/l	38	1,7	0,1	1,4	1,6	1,7	1,7	2,0
Magnésium	mg/l	46	0,51	0,05	0,40	0,50	0,50	0,50	0,70
Dureté *	mg/l	38	6,2	0,3	5,1	6,1	6,3	6,3	7,2
Chlorures	mg/l	39	0,5	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1,3
Fluorures	mg/l	22	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05
Potassium	mg/l	27	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4	0,4	2,5
Sodium	mg/l	27	0,7	0,1	0,3	0,6	0,7	0,7	0,8
Sulfates	mg/l	44	1,8	0,5	0,5	1,5	2,0	2,0	3,5
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	71	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,10
Azote Kjeldahl	mg/l	31	0,14	0,11	0,01	0,08	0,11	0,16	0,58
Azote organique *	mg/l	71	0,12	0,09	0,00	0,06	0,09	0,15	0,48
Nitrites et nitrates	mg/l	78	0,08	0,03	0,03	0,06	0,07	0,08	0,32
Azote total	mg/l	71	0,21	0,11	0,09	0,15	0,19	0,23	0,90
Carbone organique dissous	mg/l	38	4,04	0,90	1,20	3,80	3,90	4,40	7,20
Carbone organique total *	mg/l	19	6,6	1,6	2,0	6,0	6,5	7,8	9,5
Phosphore dissous	mg/l	78	0,009	0,011	0,005	0,005	0,005	0,010	0,065
Phosphore en suspension	mg/l	77	0,010	0,011	0,002	0,005	0,006	0,010	0,075
Phosphore total *	mg/l	76	0,020	0,016	0,007	0,010	0,014	0,021	0,080
Silice	mg/l	25	3,0	1,2	0,5	3,0	3,4	3,7	4,8
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	66	17,3	1,5	15,0	16,5	17,0	17,8	26,7
Couleur vraie	Hazen	48	19,5	2,1	16,0	18,0	19,0	20,5	25,0
Oxygène dissous	mg/l	7	13,7	1,8	12,2	12,4	12,8	14,2	17,4
pH	unités	52	6,58	0,16	5,80	6,50	6,60	6,70	6,90
Solides en suspension	mg/l	9	1,6	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	4,0
Tanins et lignines	mg/l	30	0,84	0,14	0,60	0,70	0,80	1,00	1,10
Température	C^o	90	4,7	2,8	0,0	2,0	4,0	7,0	11,0
Turbidité	UNT	61	0,9	0,7	0,4	0,6	0,8	1,0	5,0
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle *a* active	mg/m^3	2	0,83	0,64	0,38	0,38	0,83	1,28	1,28
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	2	0,85	0,61	0,42	0,42	0,85	1,28	1,28
DBO_5	mg/l O2	1	0,2	—	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Coliformes fécaux	FC/100 m	17	2	3	0	0	0	2	12

* Calculé

Annexe 1.9

Bassin de la rivière Manicouagan

Statistiques descriptives saisonnières, par station **Période : 1979 à 1996**

Station 07110001 (rivière Manicouagan, au pont-route 138, à l'ouest de Baie-Comeau)

Saison : été

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-typ	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	29	3,59	0,48	2,00	3,40	3,60	3,80	5,00
Calcium	mg/l	37	1,60	0,20	1,30	1,60	1,60	1,70	2,00
Magnésium	mg/l	46	0,46	0,07	0,30	0,40	0,50	0,50	0,70
Dureté *	mg/l	37	6,00	0,50	4,90	5,60	6,10	6,30	6,80
Chlorures	mg/l	38	0,60	0,70	0,20	0,30	0,50	0,60	4,50
Fluorures	mg/l	19	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,06
Potassium	mg/l	26	0,40	0,10	0,30	0,30	0,40	0,40	0,50
Sodium	mg/l	26	0,70	0,10	0,50	0,60	0,70	0,70	0,90
Sulfates	mg/l	40	1,80	0,80	0,30	1,50	2,00	2,00	5,00
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	70	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
Azote Kjeldahl	mg/l	31	0,13	0,09	0,04	0,09	0,11	0,14	0,47
Azote organique *	mg/l	70	0,12	0,07	0,03	0,08	0,11	0,13	0,44
Nitrites et nitrates	mg/l	82	0,05	0,01	0,03	0,05	0,05	0,06	0,08
Azote total	mg/l	70	0,19	0,07	0,09	0,15	0,17	0,21	0,55
Carbone organique dissous	mg/l	39	4,50	0,41	3,70	4,20	4,40	4,80	5,30
Carbone organique total *	mg/l	17	7,10	1,10	4,50	7,00	7,00	7,50	9,00
Phosphore dissous	mg/l	81	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,13
Phosphore en suspension	mg/l	81	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,05
Phosphore total *	mg/l	81	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,13
Silice	mg/l	24	2,80	1,10	0,90	2,00	3,20	3,50	5,20
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	64	16,50	0,80	14,50	16,00	16,50	17,00	19,00
Couleur vraie	Hazen	44	20,70	2,40	17,00	19,00	20,00	22,00	30,00
Oxygène dissous	mg/l	7	10,44	1,63	9,00	9,60	10,10	10,20	14,00
pH	unités	51	6,55	0,17	6,00	6,50	6,60	6,60	6,90
Solides en suspension	mg/l	10	0,90	0,20	0,40	1,00	1,00	1,00	1,00
Tanins et lignines	mg/l	31	0,97	0,17	0,70	0,80	1,00	1,10	1,40
Température	C°	98	13,30	1,80	9,00	12,00	13,00	15,00	17,00
Turbidité	UNT	60	0,70	0,30	0,30	0,50	0,60	0,70	1,80
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle *a* active	mg/m^3	4	0,69	0,24	0,49	0,49	0,64	0,88	0,97
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	4	1,08	0,28	0,69	0,88	1,16	1,28	1,30
DBO_5	mg/l O2	3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20
Coliformes fécaux	FC/100 m	18	7,00	9,00	0,00	0,00	4,00	7,00	31,00

* Calculé

Annexe 1.10

Bassin de la rivière Manicouagan

Statistiques descriptives saisonnières, par station **Période : 1979 à 1996**

Station 07110001 (rivière Manicouagan, au pont-route 138, à l'ouest de Baie-Comeau)

Saison : automne

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-typ	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	26	3,52	0,42	2,00	3,40	3,60	3,70	4,10
Calcium	mg/l	30	1,6	0,1	1,2	1,6	1,6	1,7	1,9
Magnésium	mg/l	39	0,45	0,05	0,40	0,40	0,50	0,50	0,50
Dureté *	mg/l	30	5,9	0,5	4,6	5,6	6,1	6,3	6,8
Chlorures	mg/l	35	0,5	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
Fluorures	mg/l	16	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
Potassium	mg/l	22	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	1,1
Sodium	mg/l	22	0,7	0,1	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8
Sulfates	mg/l	35	1,8	0,4	1,0	1,5	2,0	2,0	2,5
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	63	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05
Azote Kjeldahl	mg/l	31	0,11	0,04	0,06	0,08	0,11	0,14	0,22
Azote organique *	mg/l	63	0,11	0,11	0,00	0,07	0,09	0,12	0,86
Nitrites et nitrates	mg/l	74	0,06	0,02	0,04	0,06	0,06	0,07	0,17
Azote total	mg/l	63	0,20	0,11	0,06	0,15	0,18	0,21	1,00
Carbone organique dissous	mg/l	29	4,41	0,52	3,50	4,00	4,40	4,60	5,80
Carbone organique total *	mg/l	19	7,1	1,6	3,0	6,1	7,0	8,0	10,0
Phosphore dissous	mg/l	74	0,008	0,012	0,005	0,005	0,005	0,005	0,095
Phosphore en suspension	mg/l	74	0,008	0,005	0,001	0,005	0,006	0,008	0,023
Phosphore total *	mg/l	74	0,016	0,013	0,006	0,010	0,012	0,017	0,101
Silice	mg/l	21	2,5	1,2	0,5	1,5	3,2	3,4	3,6
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	58	16,7	3,4	14,5	15,4	16,0	16,8	38,5
Couleur vraie	Hazen	39	20,2	2,4	16,0	19,0	20,0	22,0	26,0
Oxygène dissous	mg/l	7	11,0	0,7	10,0	10,4	11,2	11,5	12,0
pH	unités	45	6,57	0,22	5,70	6,50	6,60	6,70	7,20
Solides en suspension	mg/l	9	1,3	1,0	0,6	1,0	1,0	1,0	4,0
Tanins et lignines	mg/l	27	0,88	0,12	0,70	0,80	0,90	0,90	1,20
Température	mg/l	85	6,2	3,4	0,0	4,0	7,0	9,0	14,0
Turbidité	UNT	55	0,7	0,3	0,3	0,5	0,6	0,9	2,0
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle *a* active	mg/m^3	2	0,52	0,42	0,22	0,22	0,52	0,82	0,82
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	2	0,80	0,37	0,54	0,54	0,80	1,06	1,06
DBO_5	mg/l O2	1	0,1	—	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Coliformes fécaux	FC/100 m	18	5	6	0	0	2	10	16

* Calculé

Annexe 1.11

Bassin de la rivière Manicouagan

Statistiques descriptives saisonnières, par station **Période : 1979 à 1996**

Station 07110001 (rivière Manicouagan, au pont-route 138, à l'ouest de Baie-Comeau)

Saison : hiver

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-typ	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	23	3,93	0,61	3,30	3,60	3,80	3,90	6,00
Calcium	mg/l	28	1,7	0,2	1,4	1,6	1,6	1,7	2,1
Magnésium	mg/l	37	0,47	0,05	0,40	0,40	0,50	0,50	0,60
Dureté *	mg/l	28	6,1	0,5	5,1	5,8	6,1	6,3	7,5
Chlorures	mg/l	33	0,7	0,6	0,1	0,4	0,5	0,8	3,4
Fluorures	mg/l	16	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,06
Potassium	mg/l	23	0,4	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6
Sodium	mg/l	23	0,7	0,2	0,4	0,7	0,7	0,8	1,5
Sulfates	mg/l	37	1,7	0,6	0,0	1,5	2,0	2,0	2,5
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	60	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05
Azote Kjeldahl	mg/l	28	0,12	0,04	0,05	0,08	0,12	0,15	0,23
Azote organique *	mg/l	60	0,09	0,04	0,03	0,06	0,09	0,12	0,21
Nitrites et nitrates	mg/l	75	0,08	0,01	0,05	0,07	0,07	0,08	0,12
Azote total	mg/l	60	0,19	0,04	0,11	0,15	0,18	0,22	0,30
Carbone organique dissous	mg/l	35	4,02	0,48	2,60	3,80	4,00	4,30	5,00
Carbone organique total *	mg/l	12	8,3	2,7	6,0	6,8	7,5	8,5	15,5
Phosphore dissous	mg/l	74	0,010	0,013	0,005	0,005	0,005	0,010	0,095
Phosphore en suspension	mg/l	75	0,009	0,008	0,001	0,005	0,006	0,011	0,051
Phosphore total *	mg/l	74	0,019	0,017	0,006	0,010	0,014	0,025	0,108
Silice	mg/l	25	2,7	1,9	0,6	1,0	3,2	3,3	10,1
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	56	26,1	64,5	14,9	16,5	17,0	17,5	500,0
Couleur vraie	Hazen	37	18,6	2,3	14,0	17,0	18,0	20,0	26,0
Oxygène dissous	mg/l	4	12,5	0,2	12,2	12,3	12,5	12,6	12,6
pH	unités	44	6,65	0,14	6,20	6,60	6,70	6,70	7,00
Solides en suspension	mg/l	11	2,1	2,3	1,0	1,0	1,0	2,0	9,0
Tanins et lignines	mg/l	30	0,81	0,21	0,60	0,70	0,80	0,90	1,80
Température	C°	86	1,1	0,9	0,0	1,0	1,0	2,0	5,0
Turbidité	UNT	57	0,7	0,4	0,3	0,4	0,5	0,8	2,4
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle *a* active	mg/m^3	2	0,27	0,06	0,22	0,22	0,27	0,31	0,31
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	2	0,43	0,06	0,39	0,39	0,43	0,47	0,47
DBO_5	mg/l O2	—	—	—	—	—	—	—	—
Coliformes fécaux	FC/100 m	18	0	0	0	0	0	0	2

* Calculé

Annexe 1.12

Bassin de la rivière Moisie

Statistiques descriptives saisonnières, par station **Période : 1979 à 1996**

Station 07230003 (rivière Moisie, au pont-route 138, au nord de Moisie)

Saison : printemps

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-typ	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	25	5,36	2,66	2,00	3,90	4,70	5,90	14,00
Calcium	mg/l	28	2,3	0,7	1,4	1,9	2,1	2,4	4,7
Magnésium	mg/l	39	0,83	0,30	0,50	0,60	0,70	0,90	1,80
Dureté *	mg/l	28	8,9	2,8	5,6	7,2	8,1	9,3	18,7
Chlorures	mg/l	34	1,3	1,7	0,1	0,3	0,7	1,0	7,0
Fluorures	mg/l	20	0,05	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,12
Potassium	mg/l	21	0,6	0,5	0,3	0,4	0,5	0,6	2,5
Sodium	mg/l	21	1,3	1,4	0,5	0,6	0,7	1,0	4,9
Sulfates	mg/l	35	2,4	3,2	0,3	1,5	2,0	2,0	20,0
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	59	0,03	0,03	0,01	0,01	0,02	0,03	0,19
Azote Kjeldahl	mg/l	27	0,20	0,18	0,04	0,13	0,16	0,20	1,05
Azote organique *	mg/l	59	0,13	0,12	0,00	0,09	0,12	0,15	0,91
Nitrites et nitrates	mg/l	67	0,06	0,04	0,01	0,03	0,04	0,07	0,26
Azote total	mg/l	59	0,21	0,14	0,04	0,15	0,19	0,24	1,17
Carbone organique dissous	mg/l	31	5,55	1,79	2,80	4,40	5,50	7,20	9,60
Carbone organique total *	mg/l	16	9,5	2,5	3,0	8,5	9,5	11,0	14,0
Phosphore dissous	mg/l	67	0,010	0,010	0,005	0,005	0,005	0,013	0,060
Phosphore en suspension	mg/l	68	0,034	0,041	0,003	0,009	0,019	0,044	0,220
Phosphore total *	mg/l	67	0,043	0,043	0,008	0,014	0,029	0,052	0,225
Silice	mg/l	26	3,5	1,4	0,2	3,1	3,5	3,9	7,0
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	55	29,7	30,5	14,5	16,4	18,5	30,3	172,0
Couleur vraie	Hazen	38	30,2	11,9	2,5	23,0	32,0	39,0	49,0
Oxygène dissous	mg/l	7	14,1	1,0	12,8	13,4	13,8	14,4	16,0
pH	unités	43	6,83	0,30	6,30	6,60	6,80	7,00	7,90
Solides en suspension	mg/l	9	12,0	9,5	2,0	7,0	8,0	15,0	33,0
Tanins et lignines	mg/l	26	1,25	0,38	0,30	1,10	1,30	1,40	2,10
Température	C°	86	6,4	5,5	-2,0	2,0	5,0	10,0	19,0
Turbidité	UNT	52	3,8	3,7	0,7	1,4	2,5	4,4	17,0
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle *a* active	mg/m^3	2	0,53	0,33	0,29	0,29	0,53	0,76	0,76
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	2	0,72	0,40	0,43	0,43	0,72	1,00	1,00
DBO_5	mg/l O2	1	0,4	—	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Coliformes fécaux	FC/100 m	7	0	1	0	0	0	0	2

* Calculé

Annexe 1.13

Bassin de la rivière Moisie

Statistiques descriptives saisonnières, par station **Période : 1979 à 1996**

Station 07230003 (rivière Moisie, au pont-route 138, au nord de Moisie)

Saison : été

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-typ	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	29	7,54	1,32	5,40	6,60	7,40	8,40	11,00
Calcium	mg/l	35	2,7	0,9	1,9	2,4	2,6	2,8	7,4
Magnésium	mg/l	43	1,20	1,66	0,60	0,80	0,80	1,00	11,00
Dureté *	mg/l	35	10,3	2,7	7,2	9,0	10,0	10,7	24,2
Chlorures	mg/l	35	0,8	0,4	0,3	0,5	0,7	0,9	2,2
Fluorures	mg/l	18	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,06
Potassium	mg/l	24	0,4	0,1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
Sodium	mg/l	24	0,8	0,2	0,6	0,7	0,8	0,9	1,6
Sulfates	mg/l	40	2,1	1,1	0,5	2,0	2,0	2,5	8,0
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	64	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,16
Azote Kjeldahl	mg/l	27	0,17	0,09	0,06	0,12	0,16	0,19	0,47
Azote organique *	mg/l	63	0,12	0,06	0,00	0,09	0,12	0,14	0,43
Nitrites et nitrates	mg/l	75	0,04	0,07	0,01	0,02	0,02	0,04	0,60
Azote total	mg/l	63	0,18	0,10	0,06	0,13	0,16	0,19	0,66
Carbone organique dissous	mg/l	36	4,89	0,96	3,60	4,10	4,60	5,70	6,90
Carbone organique total *	mg/l	16	7,8	1,9	4,5	7,0	7,5	8,0	12,0
Phosphore dissous	mg/l	75	0,016	0,037	0,005	0,005	0,005	0,005	0,270
Phosphore en suspension	mg/l	74	0,014	0,020	0,002	0,006	0,008	0,013	0,125
Phosphore total *	mg/l	74	0,028	0,049	0,007	0,011	0,016	0,023	0,395
Silice	mg/l	24	3,9	0,4	3,2	3,8	3,9	4,1	4,9
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	60	24,6	6,1	18,0	21,8	23,3	25,9	65,0
Couleur vraie	Hazen	43	25,4	5,7	14,0	21,0	25,0	29,0	38,0
Oxygène dissous	mg/l	7	10,6	1,5	9,0	9,6	10,2	11,4	13,5
pH	unités	50	6,94	0,38	4,60	6,90	7,00	7,10	7,40
Solides en suspension	mg/l	10	1,7	1,1	1,0	1,0	1,1	2,0	4,0
Tanins et lignines	mg/l	31	1,12	0,23	0,70	1,00	1,10	1,30	1,70
Température	C°	85	15,2	4,3	0,0	13,0	15,0	18,0	21,5
Turbidité	UNT	58	1,7	2,2	0,7	0,9	1,0	1,5	15,0
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle *a* active	mg/m^3	4	0,40	0,10	0,29	0,32	0,40	0,48	0,50
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	4	2,13	2,87	0,48	0,57	0,81	3,70	6,43
DBO_5	mg/l O2	3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4
Coliformes fécaux	FC/100 m	3	3	0	3	3	3	3	3

* Calculé

Annexe 1.14

Bassin de la rivière Moisie

Statistiques descriptives saisonnières, par station **Période : 1979 à 1996**

Station 07230003 (rivière Moisie, au pont-route 138, au nord de Moisie)

Saison : automne

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-typ	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	26	8,40	4,06	3,00	6,50	7,70	9,00	24,00
Calcium	mg/l	29	2,9	1,1	1,9	2,4	2,6	3,0	7,5
Magnésium	mg/l	37	0,98	0,37	0,60	0,80	0,90	1,00	2,70
Dureté *	mg/l	29	11,4	4,3	7,2	9,3	10,2	11,6	29,8
Chlorures	mg/l	36	2,2	3,9	0,3	0,6	0,8	1,2	20,0
Fluorures	mg/l	16	0,05	0,03	0,02	0,04	0,05	0,07	0,11
Potassium	mg/l	21	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	2,2
Sodium	mg/l	21	2,0	3,2	0,5	0,8	0,9	1,2	15,2
Sulfates	mg/l	34	3,0	2,9	1,5	2,0	2,5	3,0	19,0
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	65	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,14
Azote Kjeldahl	mg/l	31	0,18	0,17	0,06	0,10	0,12	0,17	0,87
Azote organique *	mg/l	65	0,13	0,11	0,00	0,08	0,11	0,14	0,74
Nitrites et nitrates	mg/l	75	0,10	0,19	0,01	0,04	0,06	0,07	1,36
Azote total	mg/l	65	0,24	0,23	0,02	0,15	0,17	0,22	1,46
Carbone organique dissous	mg/l	32	5,08	1,31	0,40	4,55	5,00	5,60	8,90
Carbone organique total *	mg/l	18	8,2	2,7	3,0	7,0	8,0	9,0	14,6
Phosphore dissous	mg/l	75	0,011	0,025	0,005	0,005	0,005	0,010	0,215
Phosphore en suspension	mg/l	75	0,013	0,015	0,003	0,005	0,008	0,013	0,093
Phosphore total *	mg/l	75	0,024	0,033	0,007	0,010	0,014	0,024	0,261
Silice	mg/l	20	5,4	1,5	3,7	4,7	4,9	5,7	10,2
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	58	36,8	30,3	17,6	22,8	25,7	32,0	166,0
Couleur vraie	Hazen	38	25,5	8,3	3,0	22,0	26,0	31,0	47,0
Oxygène dissous	mg/l	7	12,9	0,9	11,8	12,3	12,6	13,8	14,4
pH	unités	45	6,90	0,38	5,30	6,80	6,90	7,00	7,90
Solides en suspension	mg/l	10	2,1	1,7	1,0	1,0	1,4	2,0	6,0
Tanins et lignines	mg/l	26	1,06	0,24	0,30	1,00	1,10	1,20	1,60
Température	C°	81	4,1	3,8	0,0	0,0	3,0	8,0	12,0
Turbidité	UNT	56	1,7	2,2	0,3	0,8	1,1	1,8	14,0
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle *a* active	mg/m^3	2	0,49	0,15	0,38	0,38	0,49	0,59	0,59
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	2	0,91	0,21	0,76	0,76	0,91	1,06	1,06
DBO_5	mg/l O2	1	0,1	—	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Coliformes fécaux	FC/100 m	5	1	2	0	0	0	0	5

* Calculé

Annexe 1.15

Bassin de la rivière Moisie

Statistiques descriptives saisonnières, par station **Période : 1979 à 1996**

Station 07230003 (rivière Moisie, au pont-route 138, au nord de Moisie)

Saison : hiver

Paramètre	Unités	Nombre de mesures	Moyenne	Écart-typ	Minimum	Centile 25	Centile 50	Centile 75	Maximum
Ions majeurs									
Alcalinité	mg/l	18	11,59	1,51	9,90	10,60	11,20	12,00	15,00
Calcium	mg/l	21	3,9	0,5	3,1	3,6	3,8	4,1	5,6
Magnésium	mg/l	30	1,34	0,29	1,00	1,20	1,30	1,40	2,10
Dureté *	mg/l	21	14,9	2,1	11,9	13,5	14,6	16,2	21,0
Chlorures	mg/l	30	4,0	6,2	0,7	1,4	2,0	4,0	34,0
Fluorures	mg/l	14	0,07	0,02	0,02	0,05	0,06	0,08	0,11
Potassium	mg/l	17	0,9	0,5	0,5	0,6	0,8	1,0	2,7
Sodium	mg/l	17	3,8	3,8	1,4	1,8	2,4	4,1	17,4
Sulfates	mg/l	32	3,7	2,8	2,0	3,0	3,0	3,5	18,5
Substances nutritives									
Azote ammoniacal	mg/l	54	0,04	0,05	0,01	0,02	0,02	0,06	0,28
Azote Kjeldahl	mg/l	26	0,34	0,34	0,05	0,10	0,18	0,49	1,19
Azote organique *	mg/l	54	0,18	0,22	0,00	0,07	0,09	0,16	1,02
Nitrites et nitrates	mg/l	71	0,16	0,61	0,01	0,06	0,08	0,09	5,20
Azote total	mg/l	54	0,40	0,75	0,03	0,16	0,19	0,36	5,40
Carbone organique dissous	mg/l	31	3,71	1,24	0,40	3,20	3,60	4,20	7,60
Carbone organique total *	mg/l	12	7,5	3,2	4,5	5,3	6,3	8,8	15,5
Phosphore dissous	mg/l	70	0,011	0,017	0,005	0,005	0,005	0,012	0,130
Phosphore en suspension	mg/l	71	0,013	0,024	0,001	0,005	0,008	0,015	0,195
Phosphore total *	mg/l	70	0,025	0,029	0,006	0,010	0,017	0,028	0,204
Silice	mg/l	24	5,9	1,5	1,4	5,6	6,1	6,4	9,5
Descripteurs physiques									
Conductivité	µs/cm	52	60,5	61,4	31,0	36,6	40,5	55,0	428,0
Couleur vraie	Hazen	32	18,2	4,5	3,0	16,0	17,0	21,5	26,0
Oxygène dissous	mg/l	5	13,6	1,6	11,0	13,2	14,0	14,6	15,0
pH	unités	40	7,05	0,24	6,70	6,90	7,00	7,10	7,80
Solides en suspension	mg/l	11	6,9	11,7	1,0	2,0	3,0	8,0	41,0
Tanins et lignines	mg/l	26	0,75	0,22	0,30	0,60	0,70	0,80	1,20
Température	C°	84	0,5	0,9	-2,0	0,0	0,0	1,0	5,0
Turbidité	UNT	53	2,1	2,5	0,6	0,9	1,2	2,5	15,0
Descripteurs biologiques									
Chlorophylle *a* active	mg/m^3	2	0,05	0,01	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06
Chlorophylle a + phéophytine	mg/m^3	2	0,14	0,01	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14
DBO_5	mg/l O2	—	—	—	—	—	—	—	—
Coliformes fécaux	FC/100 m	4	0	0	0	0	0	0	0

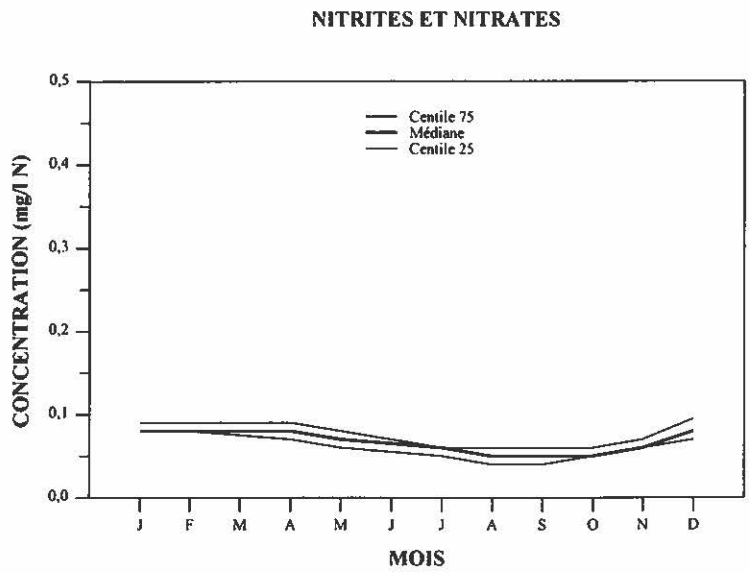
* Calculé

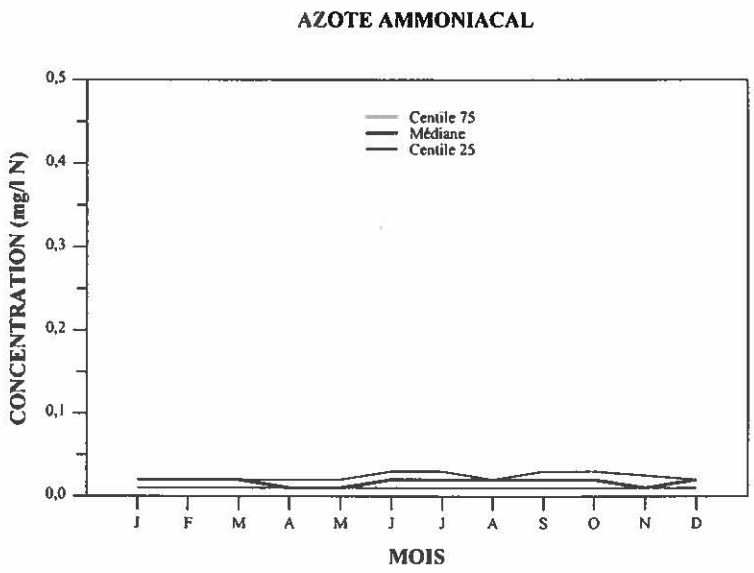
ANNEXE 2

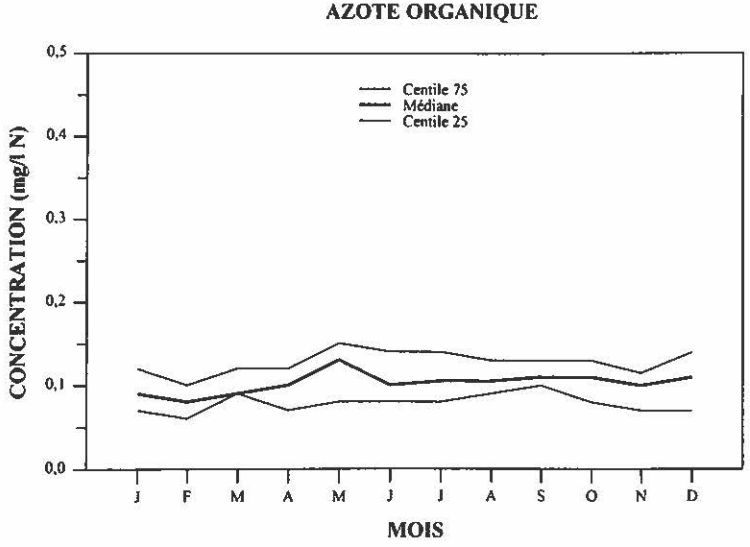
CYCLES ANNUELS DE VARIATION

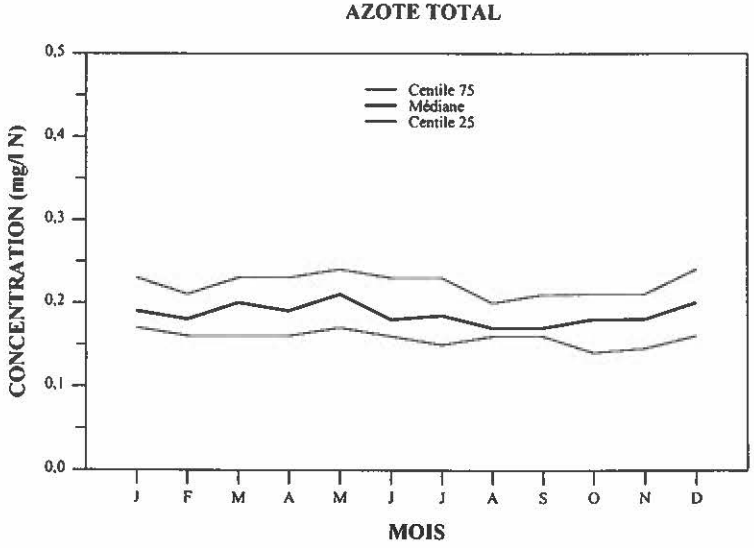
1979 à 1996

Rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

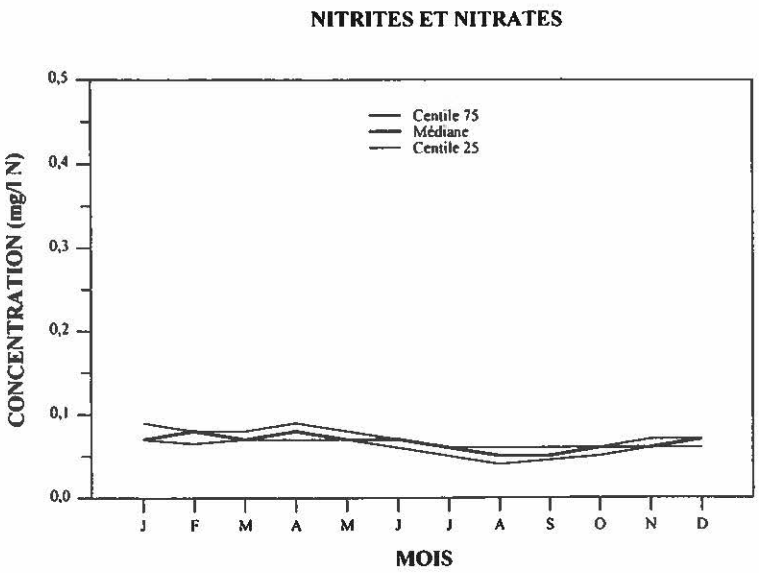


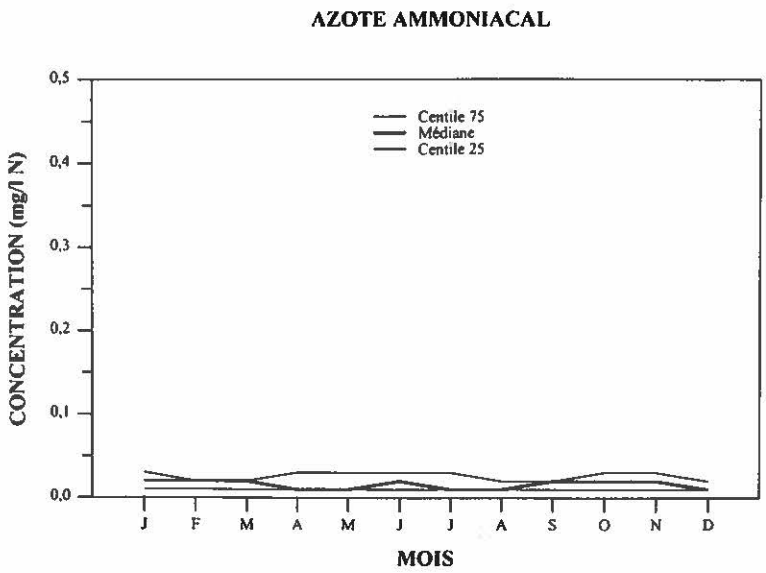


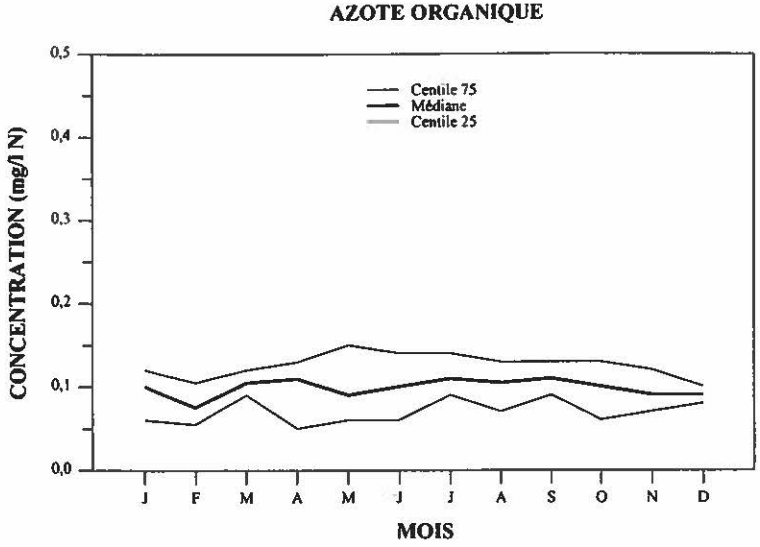


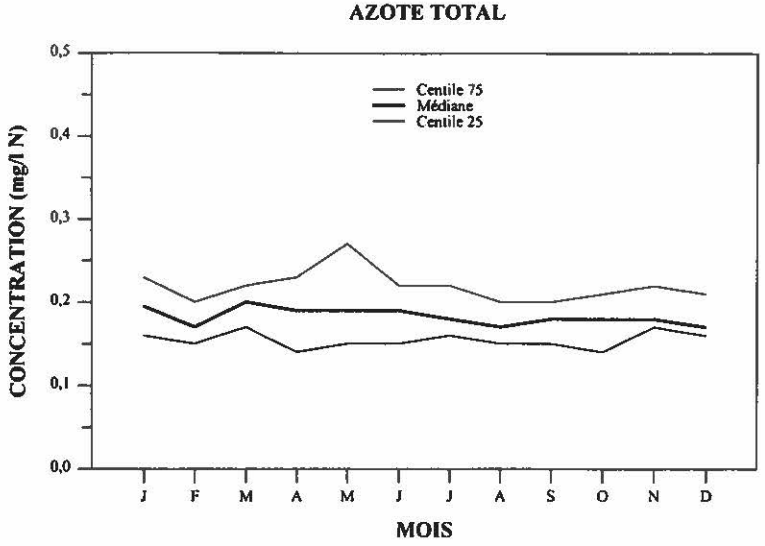


Annexe 2.1 Cycles annuels de variation des différentes formes d'azote dans la rivière aux Outardes, station 07100001, à la centrale Outardes Deux, à Chute-aux-Outardes

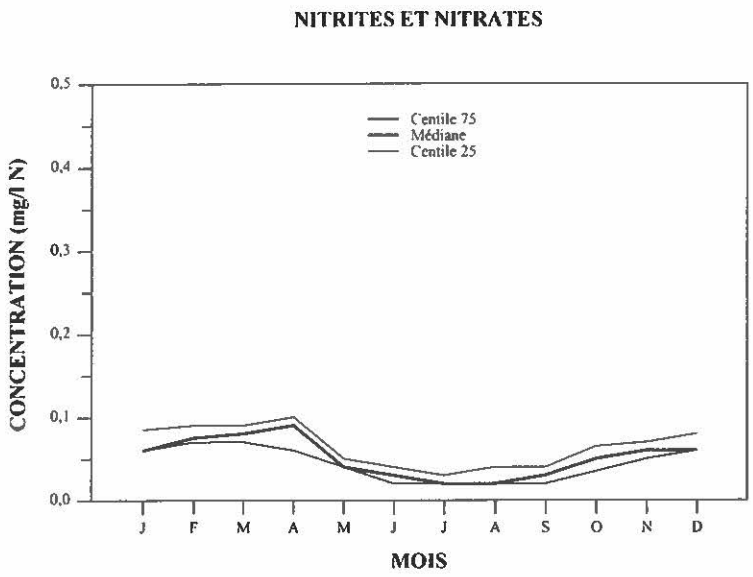


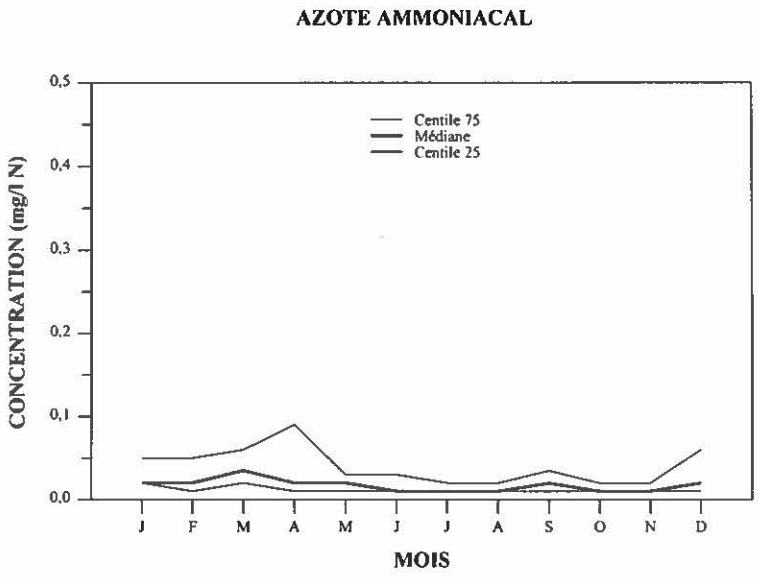


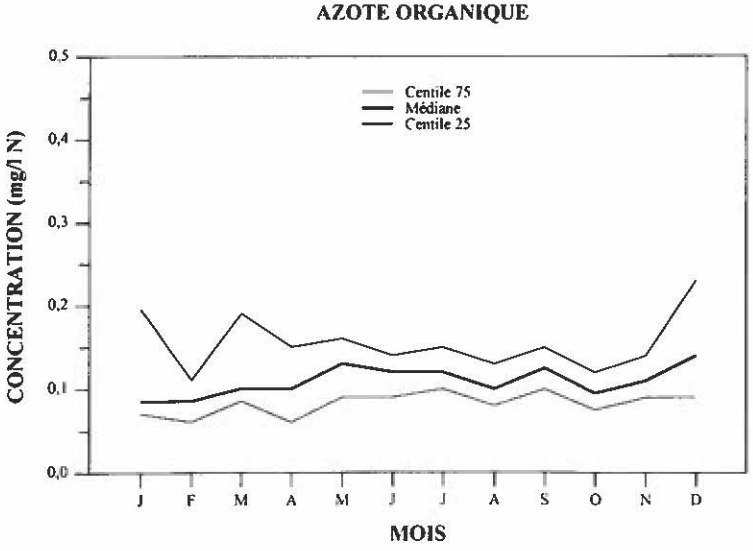


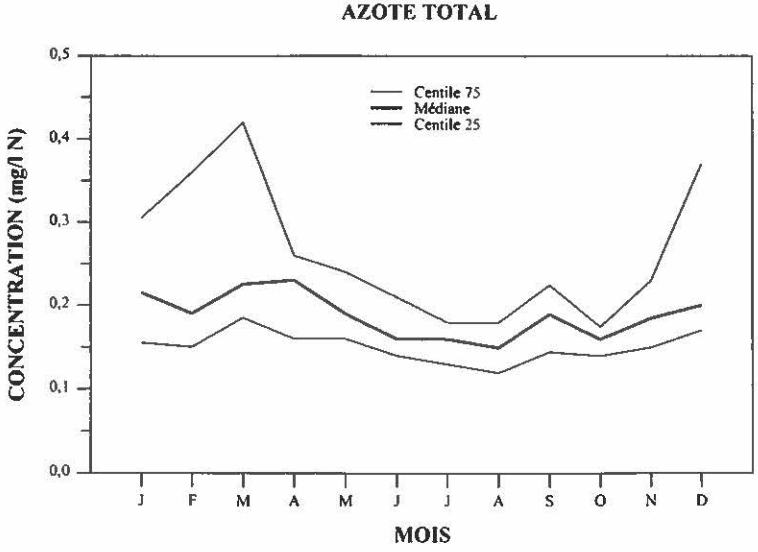


Annexe 2.2 Cycles annuels de variation des différentes formes d'azote dans la rivière Manicouagan, station 07110001, au pont-route 138, à l'ouest de Baie-Comeau

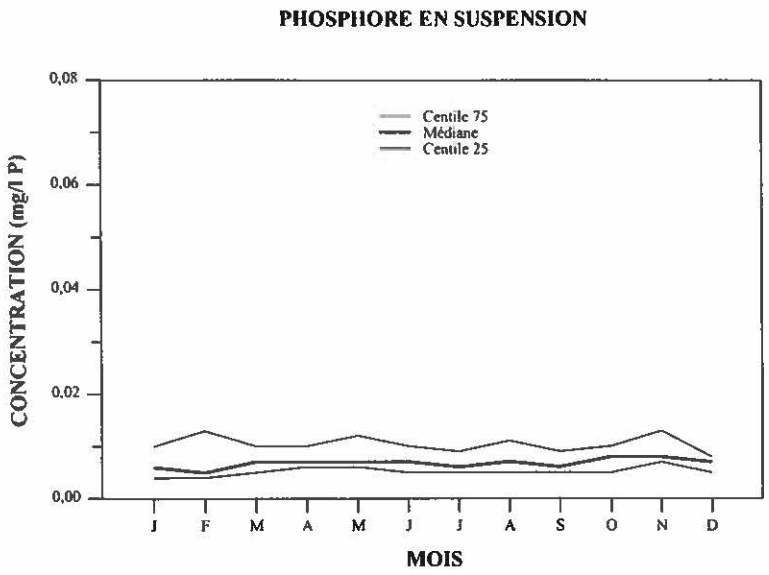


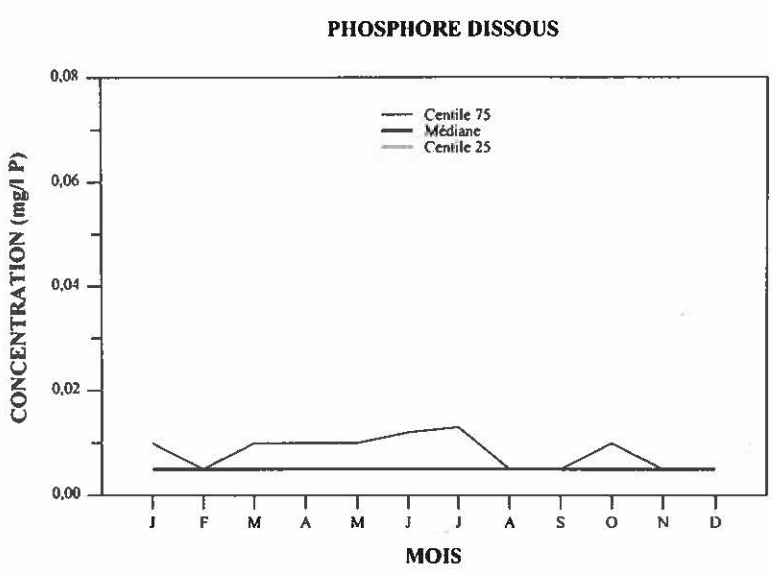


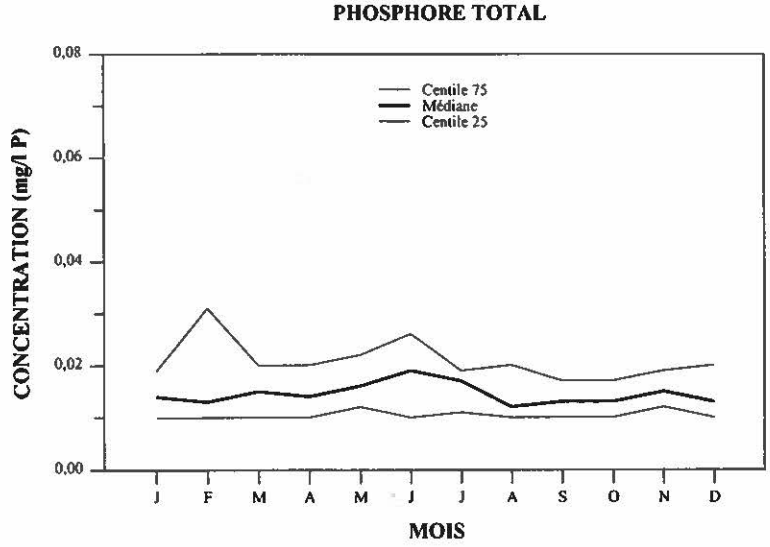


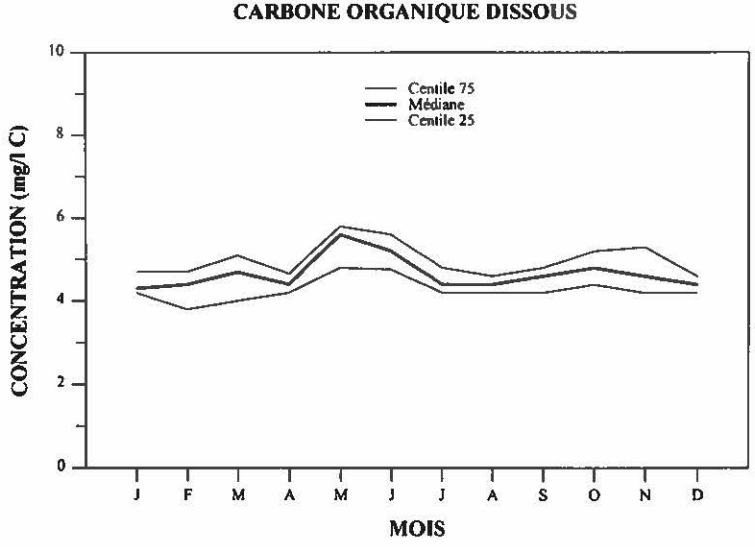


Annexe 2.3 Cycles annuels de variation des différentes formes d'azote dans la rivière Moisie, station 07230003, au pont-route 138, au nord de Moisie

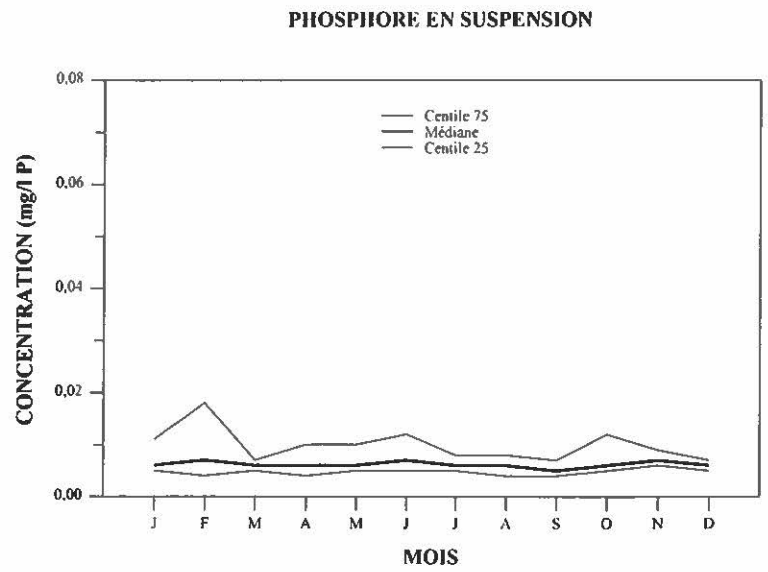


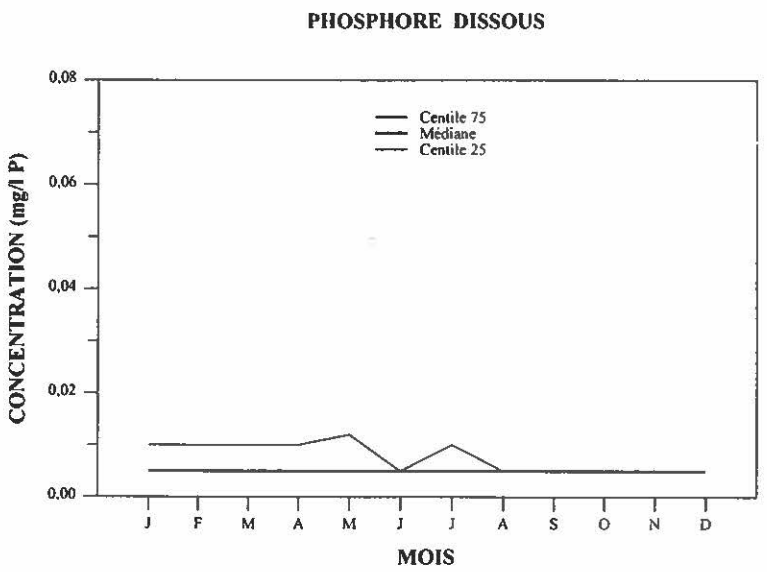


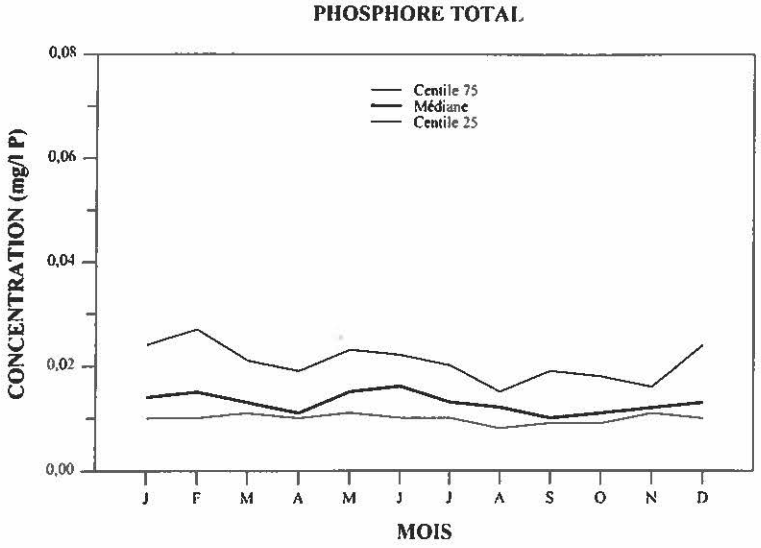


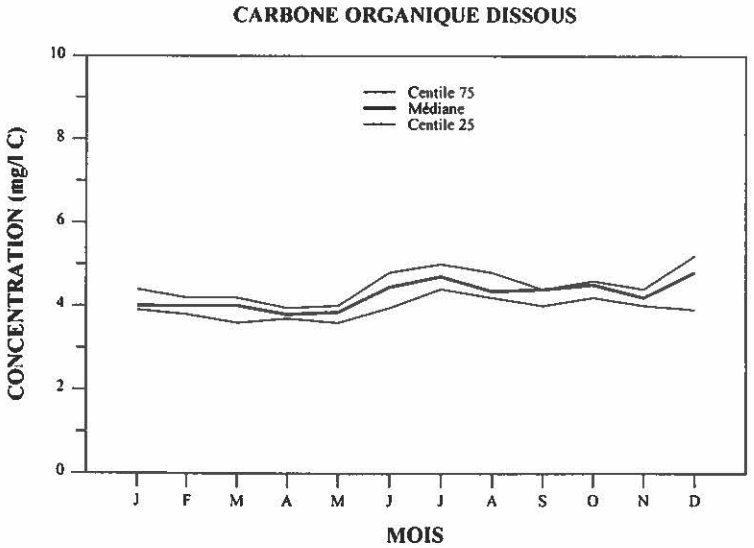


Annexe 2.4 Cycles annuels de variation des différentes formes de phosphore et du carbone organique dissous dans la rivière aux Outardes, station 07100001, à la centrale Outardes Deux, à Chute-aux-Outardes

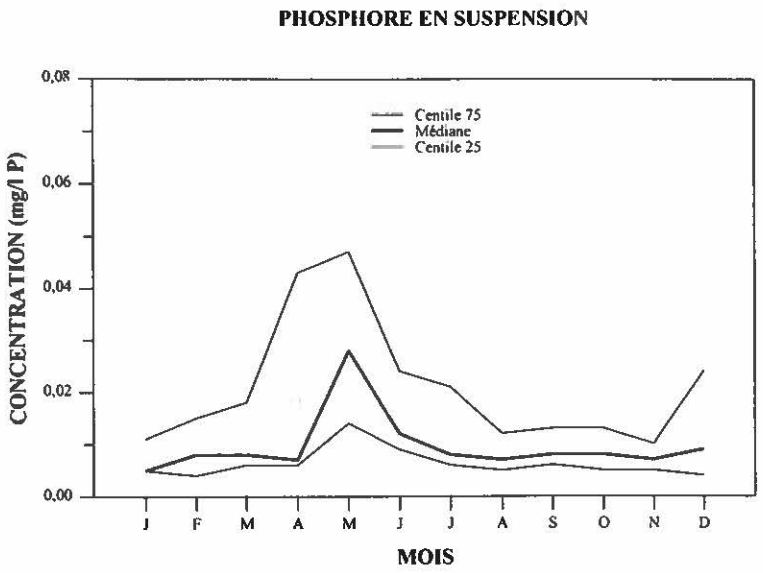


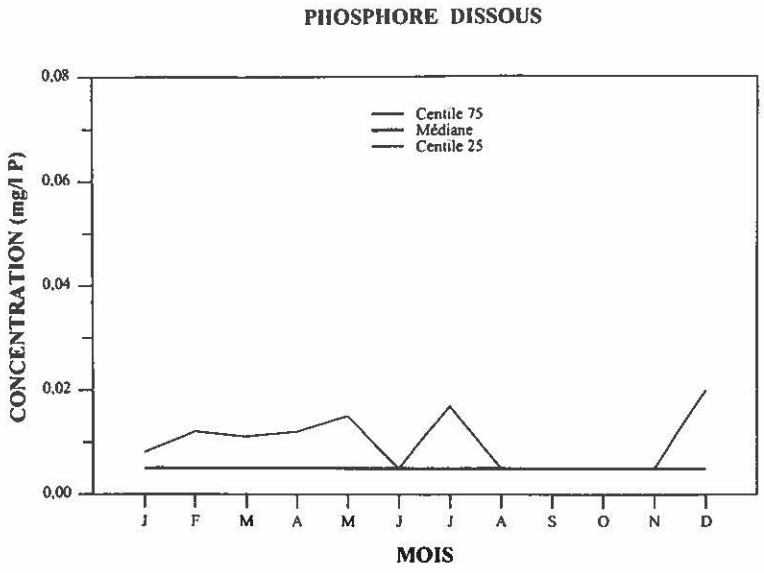


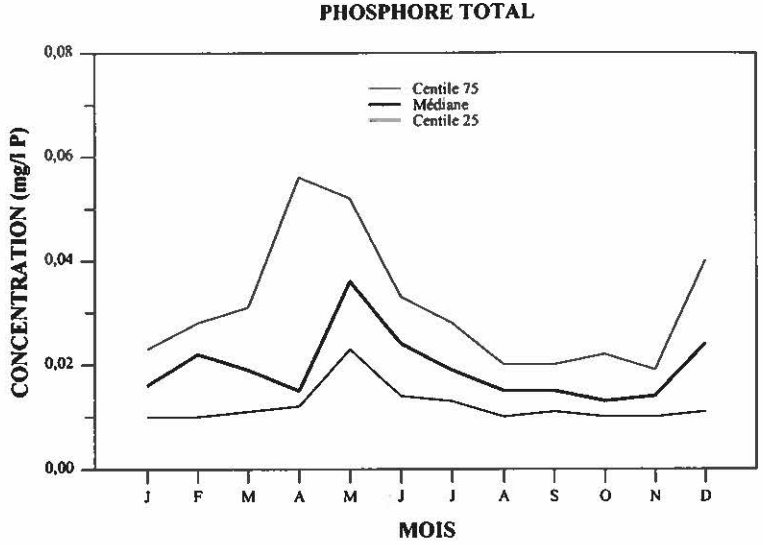


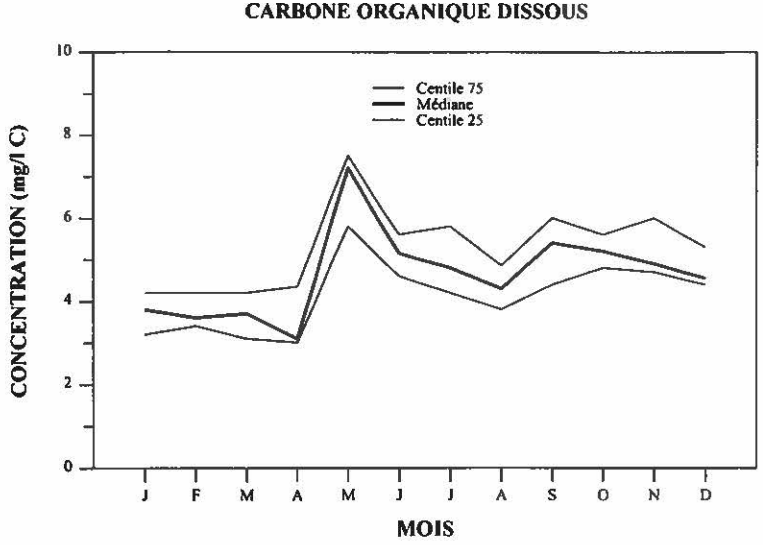


Annexe 2.5 Cycles annuels de variation des différentes formes de phosphore et du carbone organique dissous dans la rivière Manicouagan, station 0711000, au pont-route 138, à l'ouest de Baie-Comeau

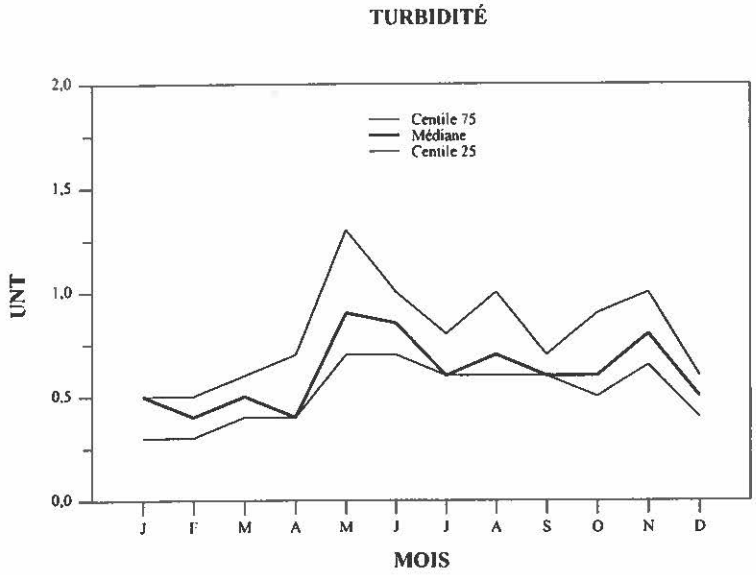


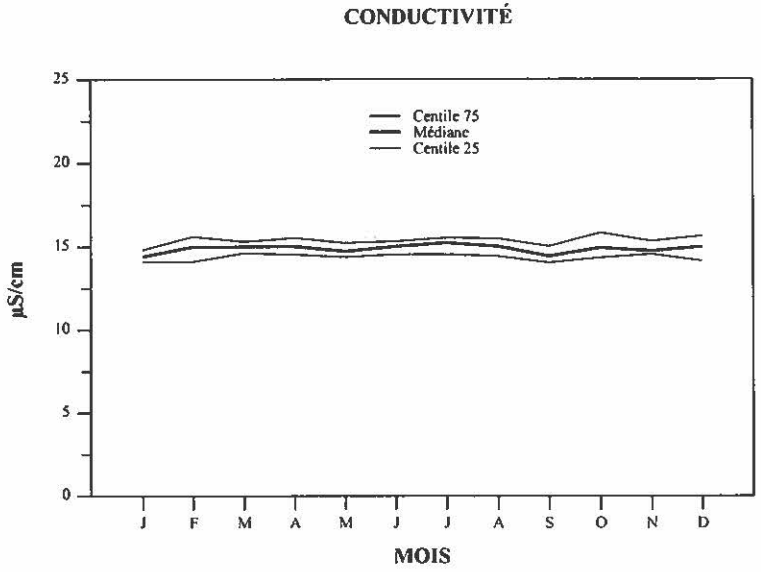


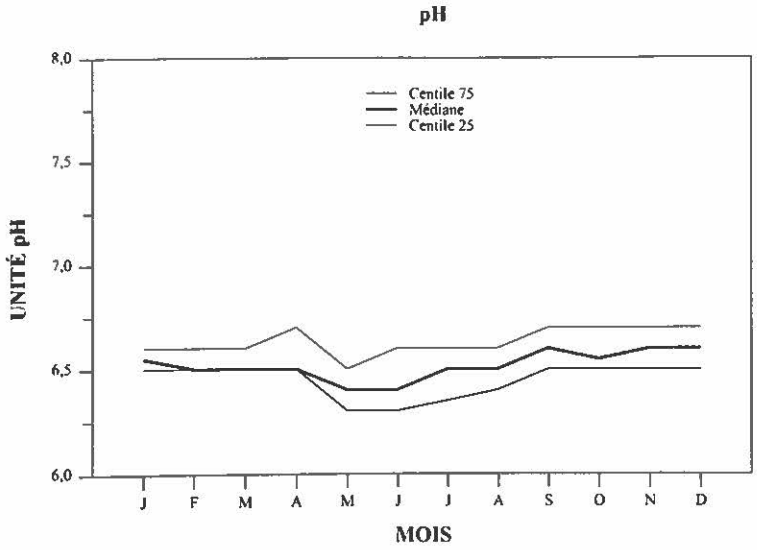


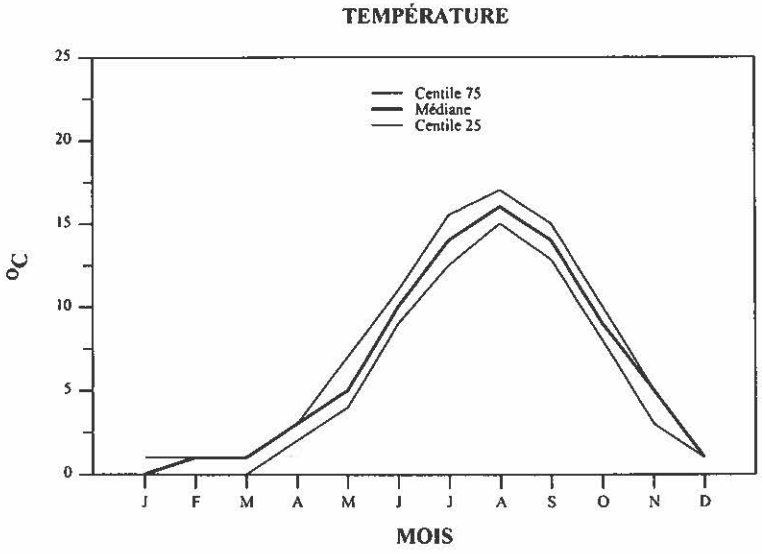


Annexe 2.6 Cycles annuels de variation des différentes formes de phosphore et du carbone organique dissous dans la rivière Moisie, station 07230003, au pont-route 138, au nord de Moisie

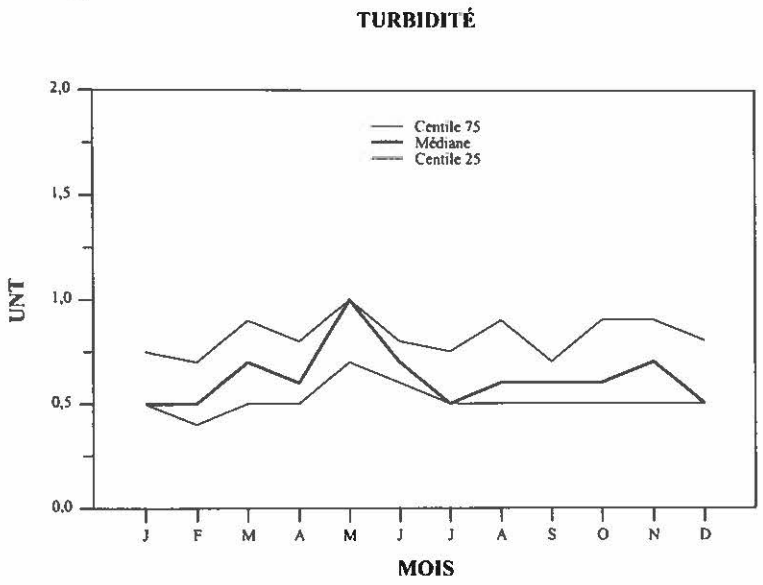


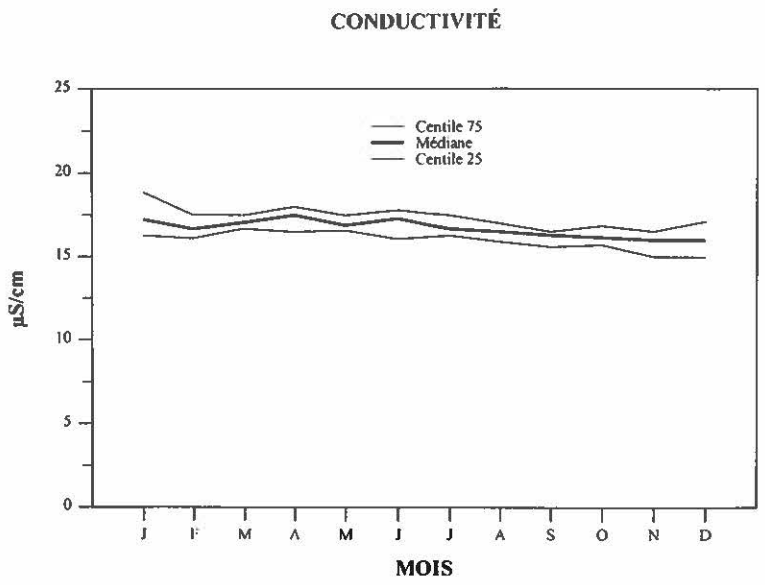


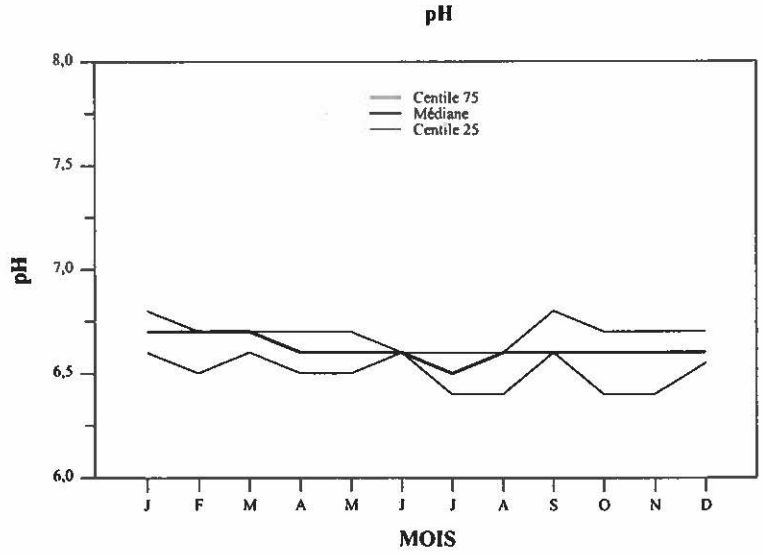


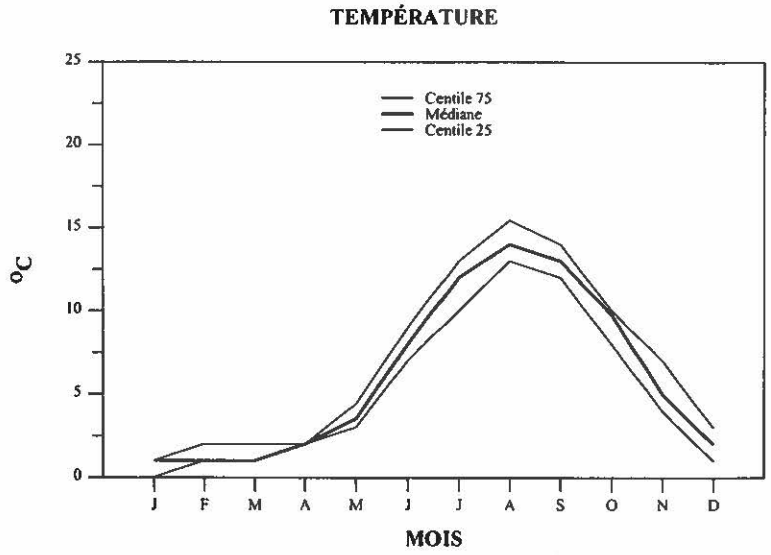


Annexe 2.7 Cycles annuels de variation de la turbidité, de la conductivité, du pH et de la température dans la rivière aux Outardes, station 07100001, à la centrale Outardes Deux, à Chute-aux-Outardes

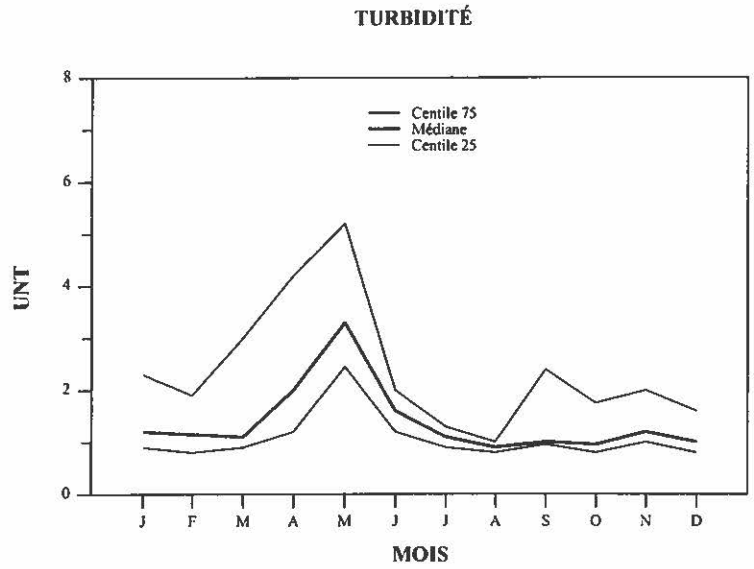


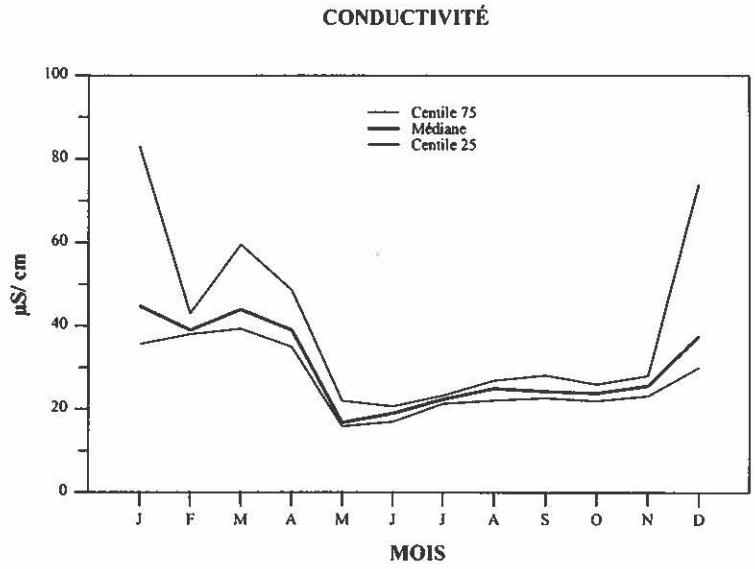


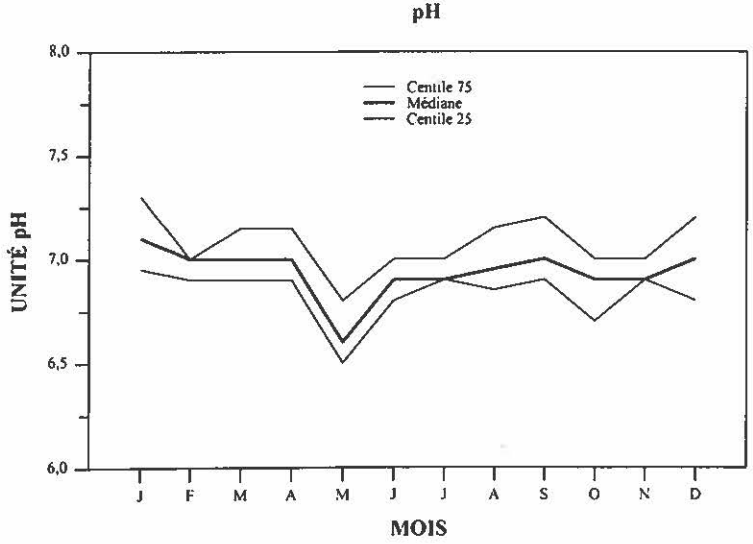


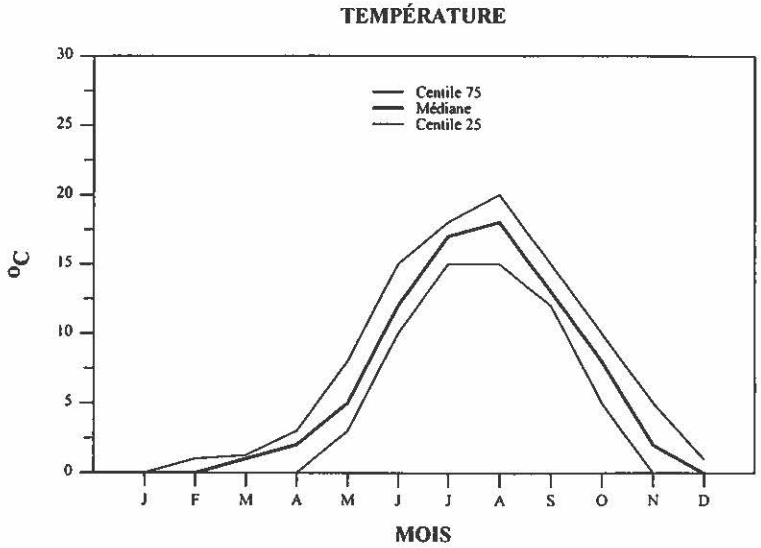


Annexe 2.8 Cycles annuels de variation de la turbidité, de la conductivité, du pH et de la température dans la rivière Manicouagan, station 07110001, au pont-route 138, à l'ouest de Baie-Comeau









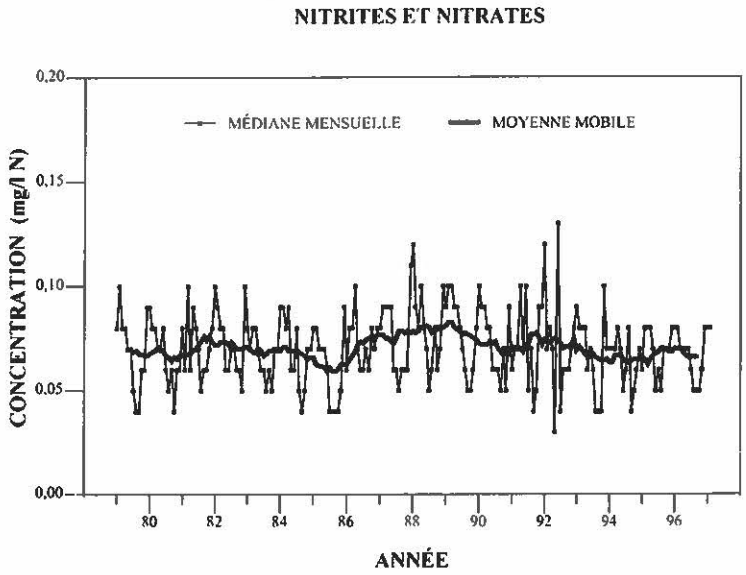
Annexe 2.9 Cycles annuels de variation de la turbidité, de la conductivité, du pH et de la température dans la rivière Moisie, station 07230003, au pont-route 138, au nord de Moisie

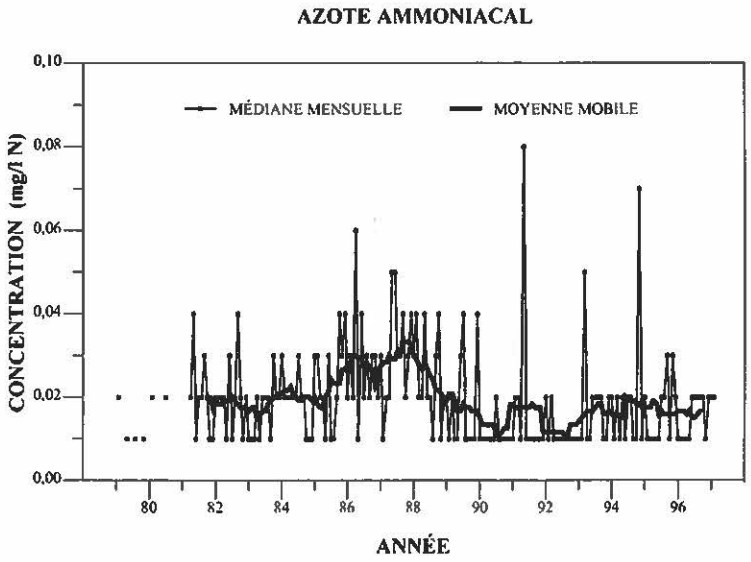
ANNEXE 3

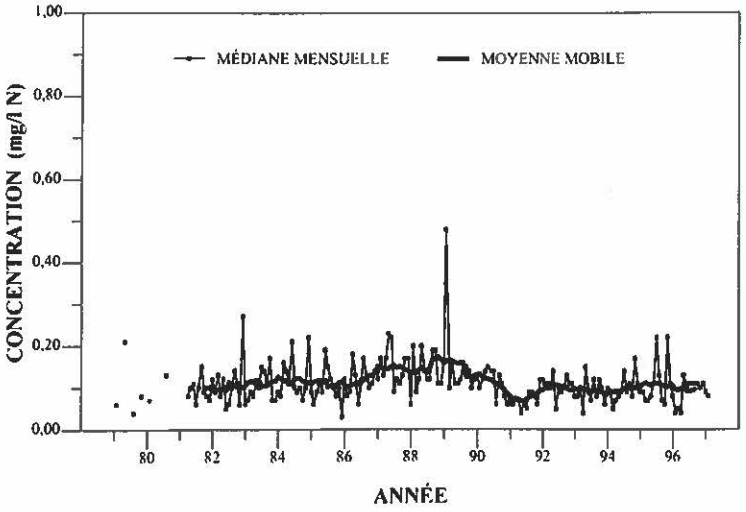
SÉRIES TEMPORELLES

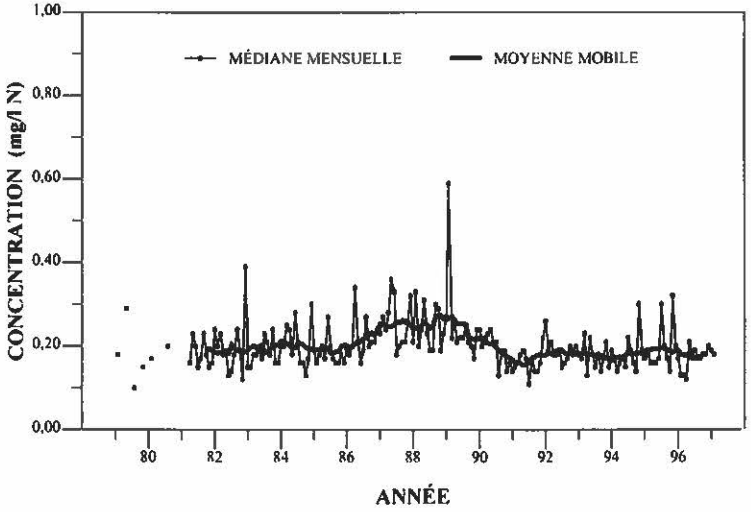
1979 à 1996

Rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie

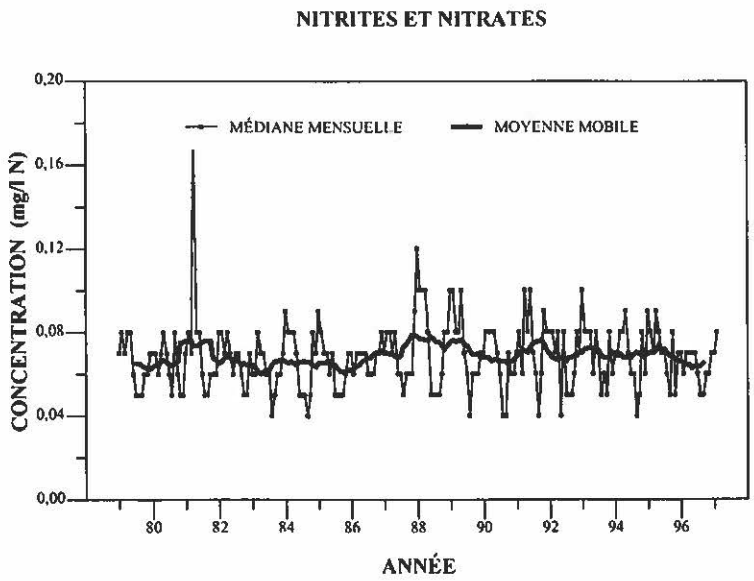


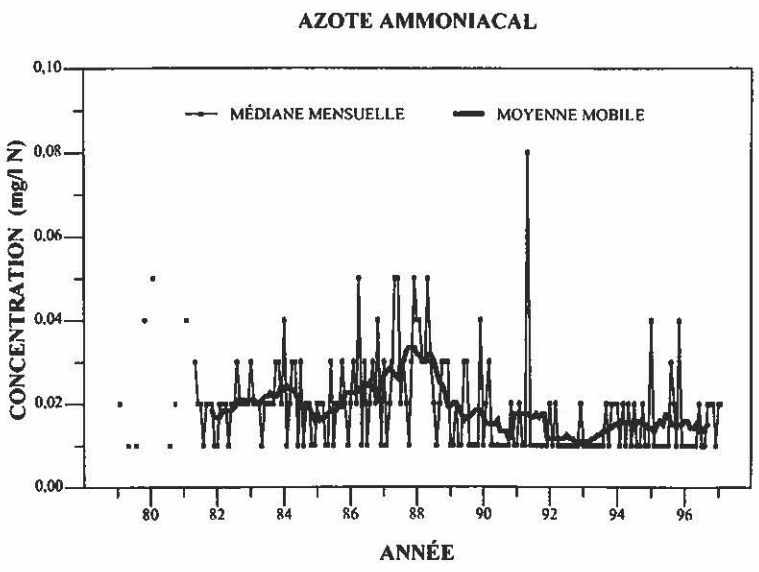


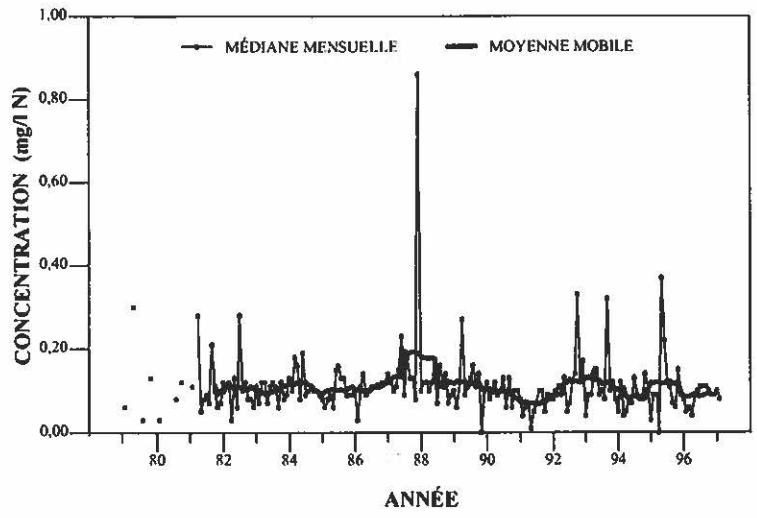


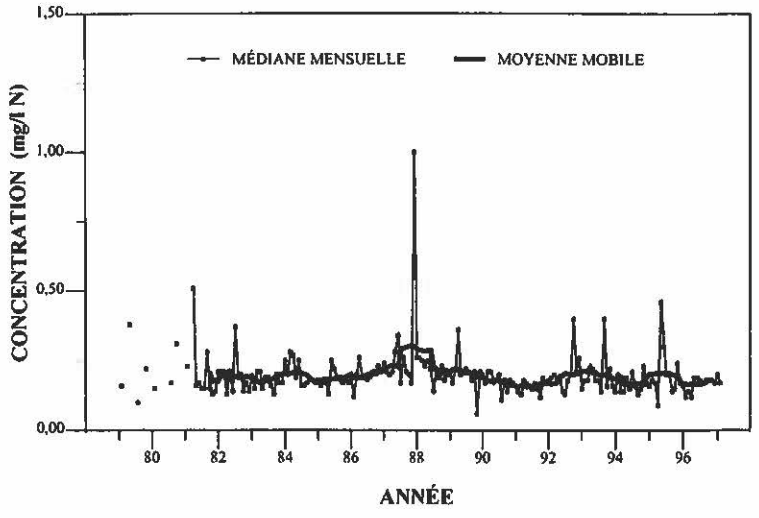


Annexe 3.1 Séries temporelles des différentes formes d'azote dans la rivière aux Outardes, station 07100001, à la centrale Outardes Deux, à Chute-aux-Outardes



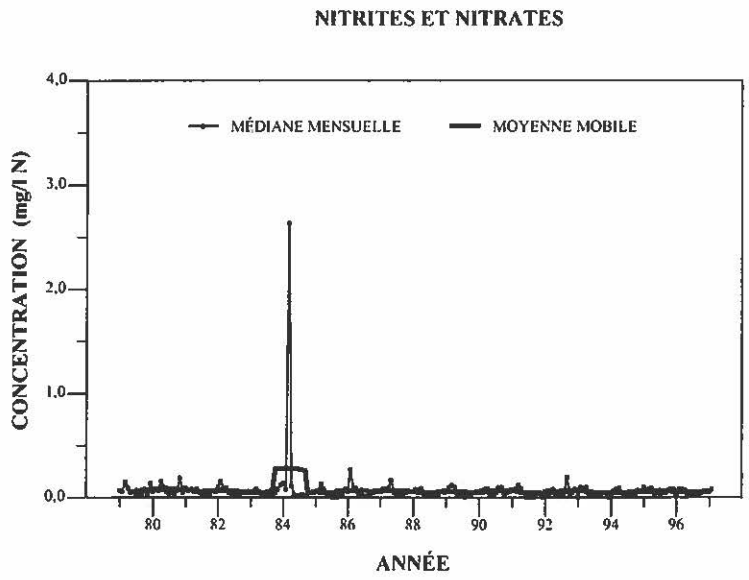


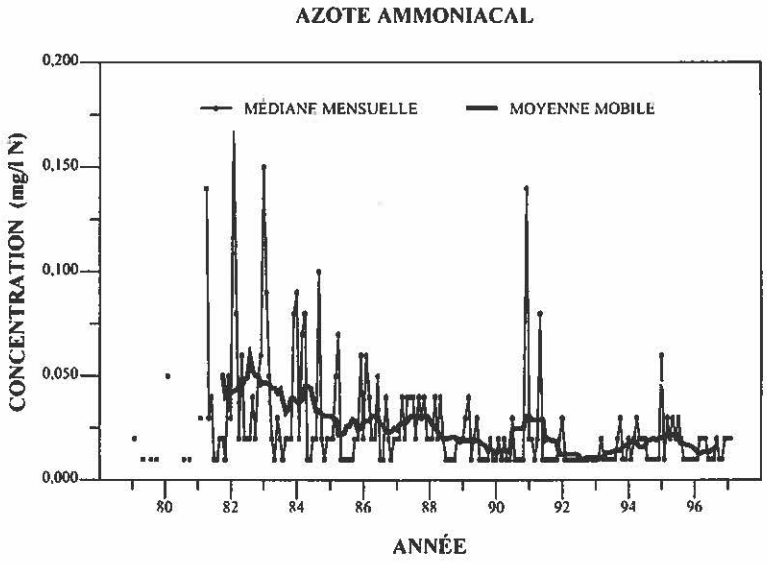


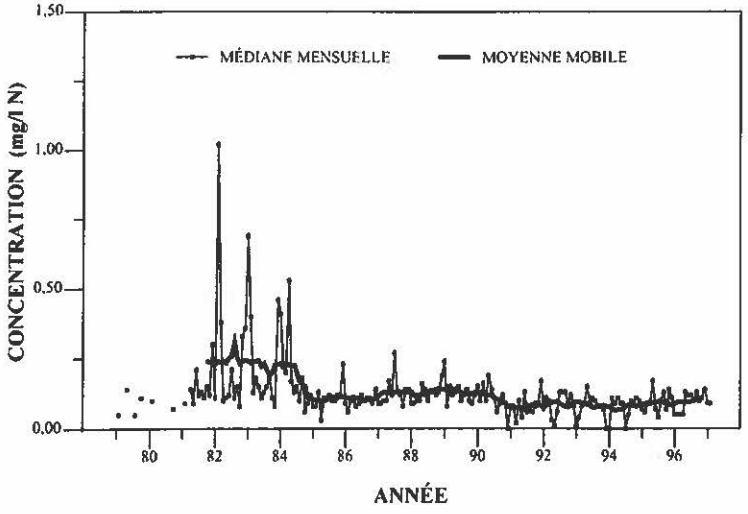


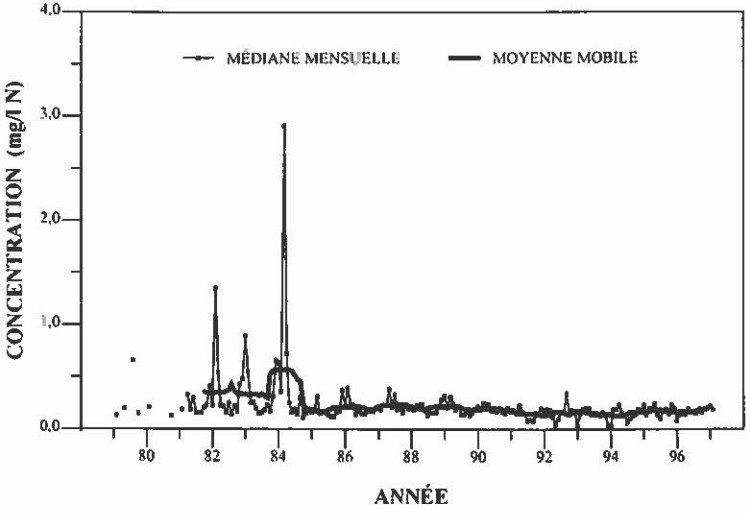
Annexe 3.2 Séries temporelles des différentes formes d'azote dans la rivière Manicouagan, station 07110001, au pont-route 138, à l'ouest de Baie-Comeau

Direction des écosystèmes aquatiques
Ministère de l'Environnement et de la Faune

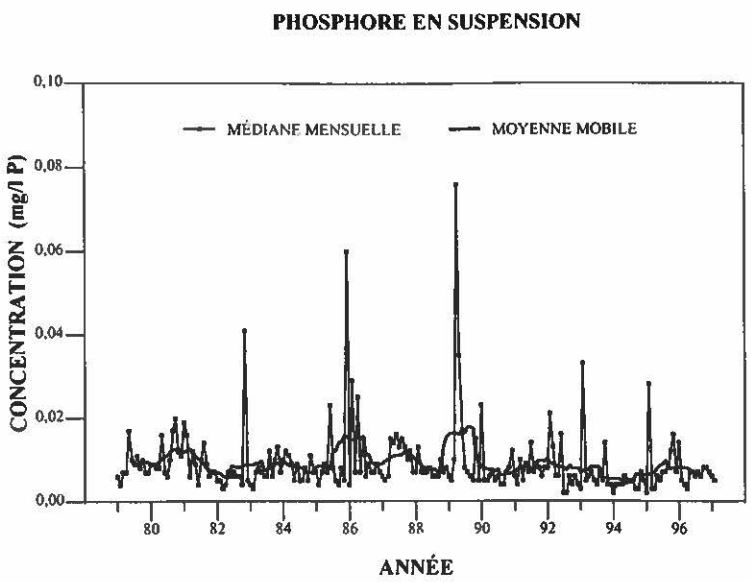


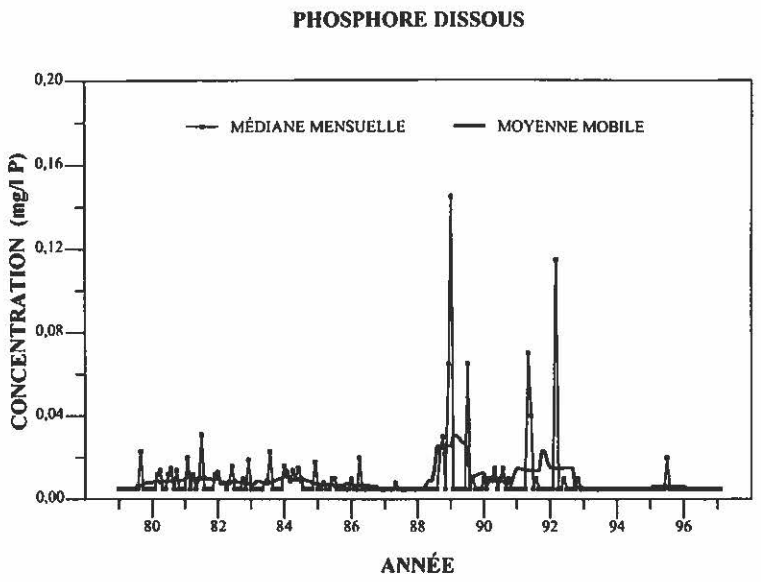


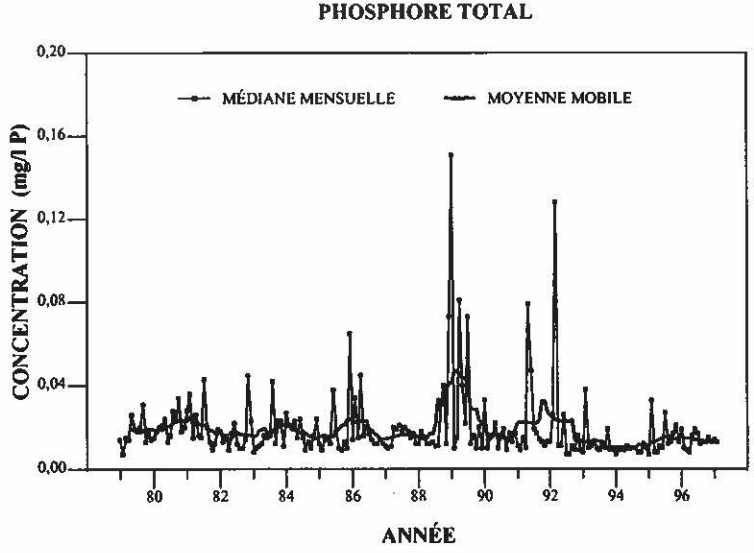




Annexe 3.3 Séries temporelles des différentes formes d'azote dans la rivière Moisie, station 07230003, au pont-route 138, au nord de Moisie

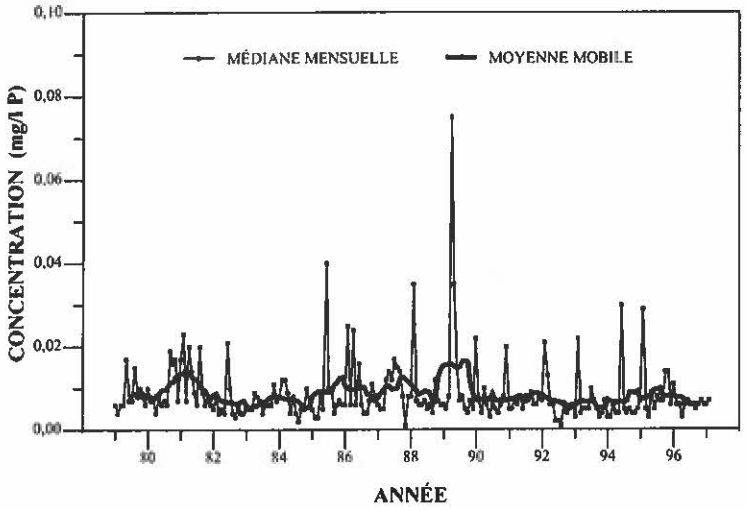




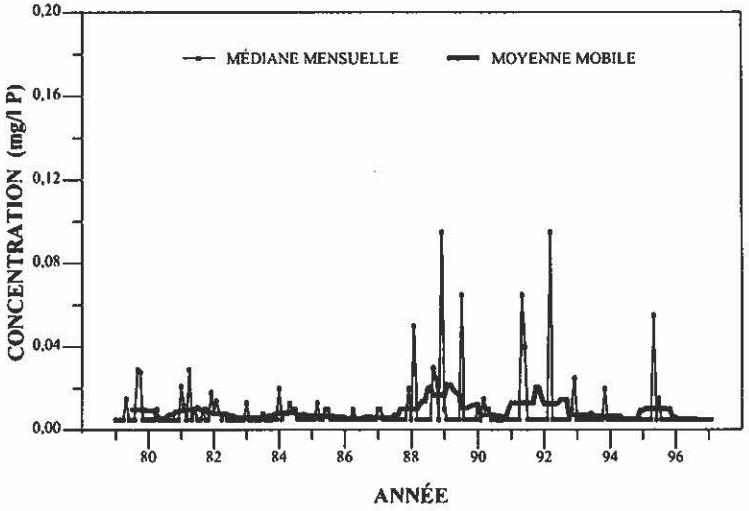


Annexe 3.4 Séries temporelles des différentes formes de phosphore dans la rivière aux Outardes, station 07100001, à la centrale Outardes Deux, à Chute-aux-Outardes

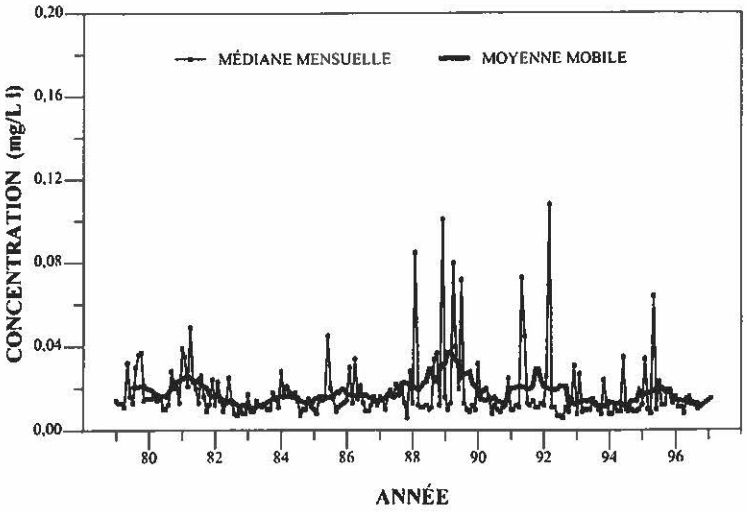
PHOSPHORE EN SUSPENSION



PHOSPHORE DISSOUS

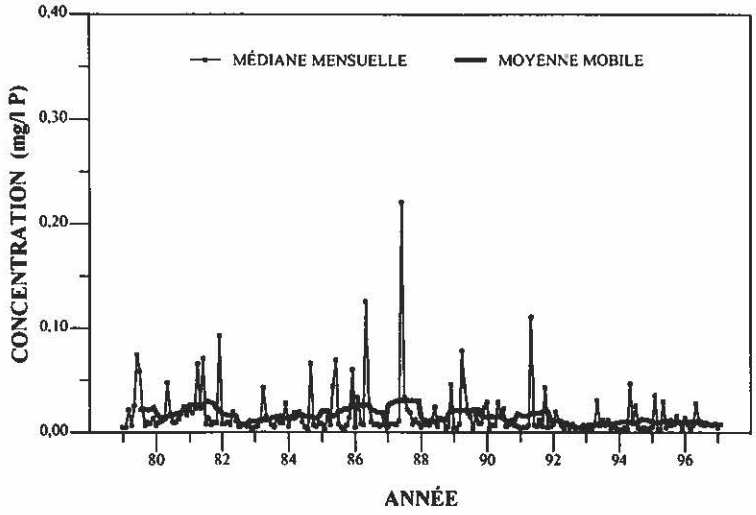


PHOSPHORE TOTAL

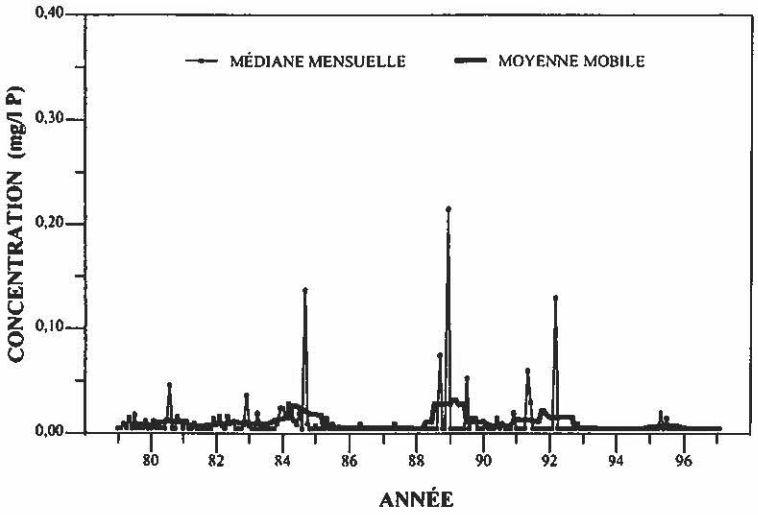


Annexe 3.5 Séries temporelles des différentes formes de phosphore dans la rivière Manicouagan, station 07110001, au pont-route 138, à l'ouest de Baie-Comeau

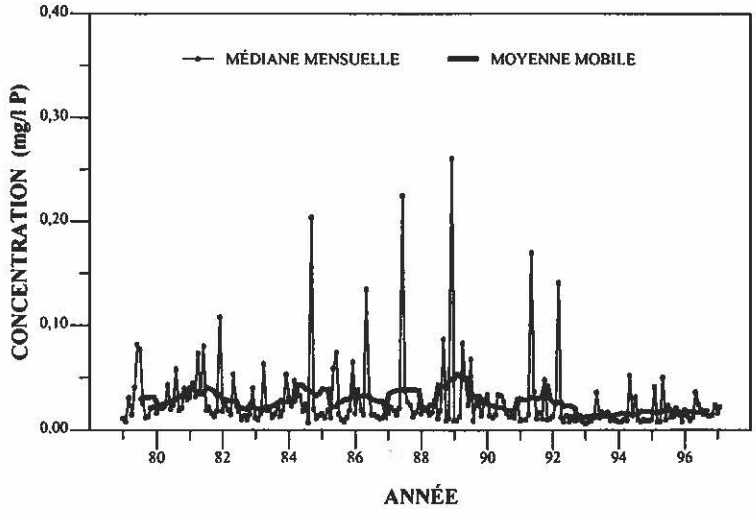
PHOSPHORE EN SUSPENSION



PHOSPHORE DISSOUS

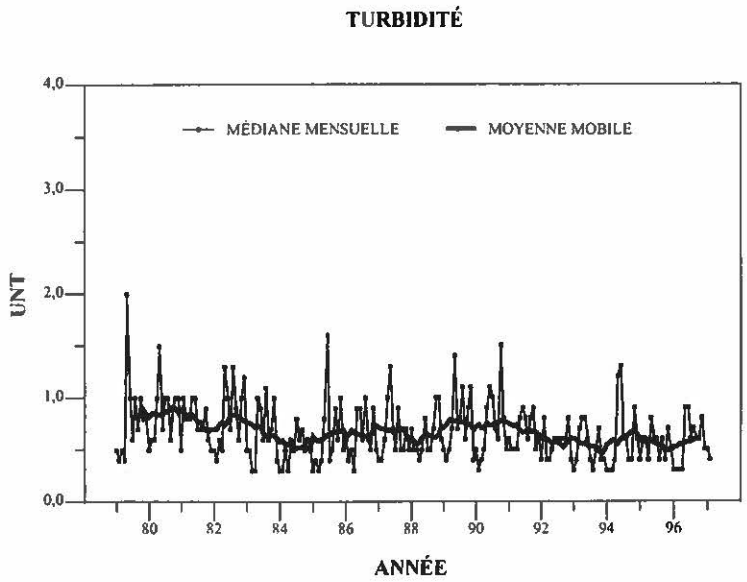


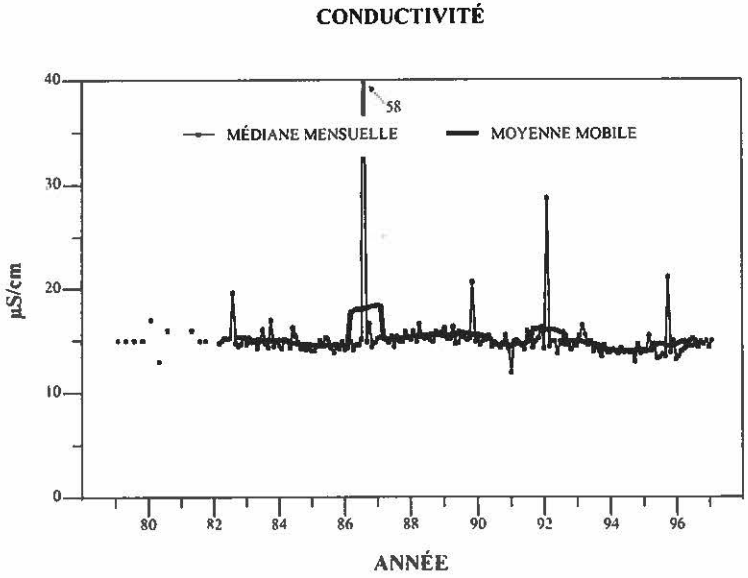
PHOSPHORE TOTAL

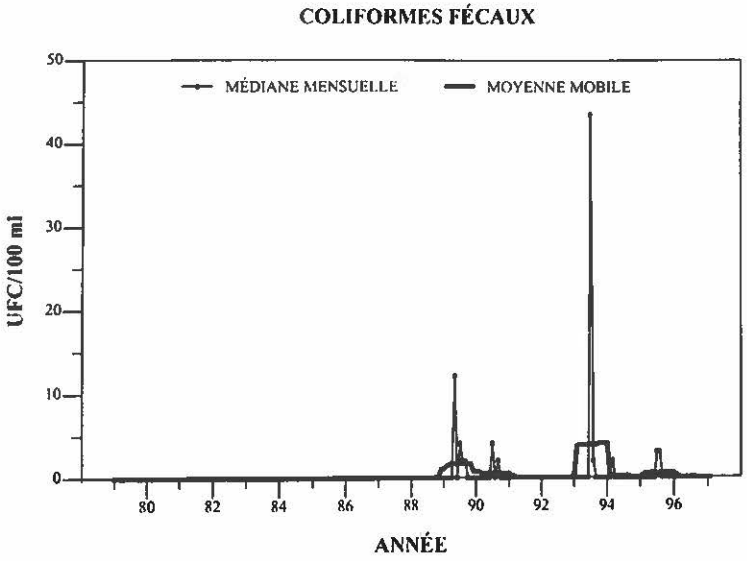


Annexe 3.6 Séries temporelles des différentes formes de phosphore dans la rivière Moisie, station 07230003, au pont-route 138, au nord de Moisie

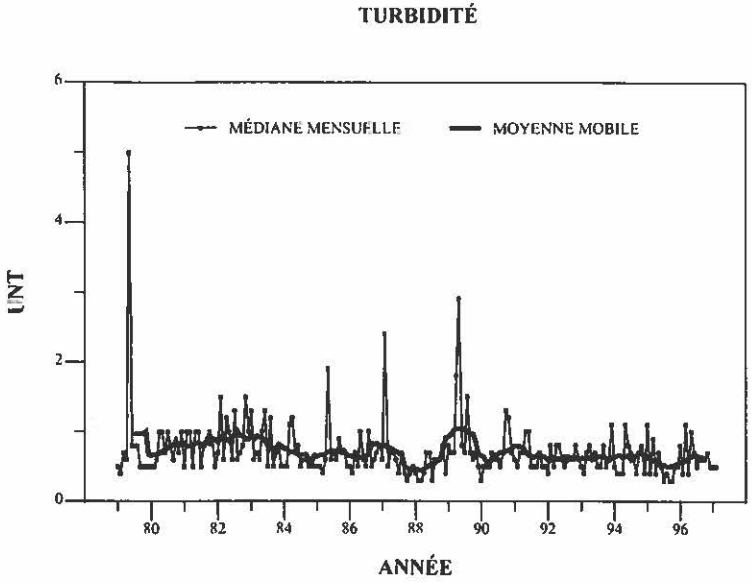
Direction des écosystèmes aquatiques
Ministère de l'Environnement et de la Faune

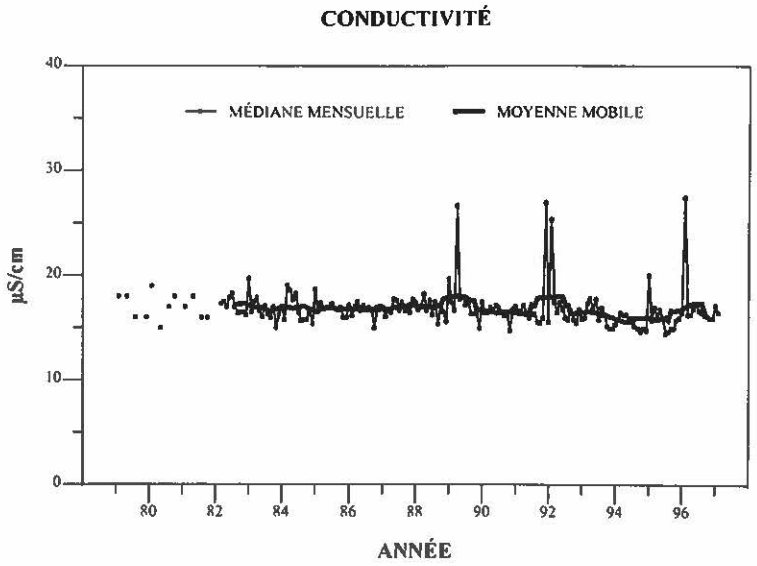


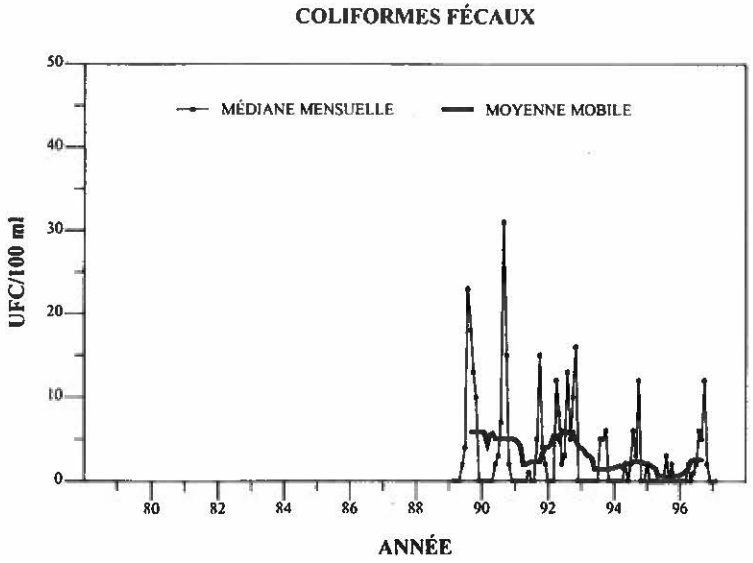




Annexe 3.7 Séries temporelles de la turbidité, de la conductivité et des coliformes fécaux dans la rivière aux Outardes, station 07100001, à la centrale Outardes Deux, à Chute-aux-Outardes

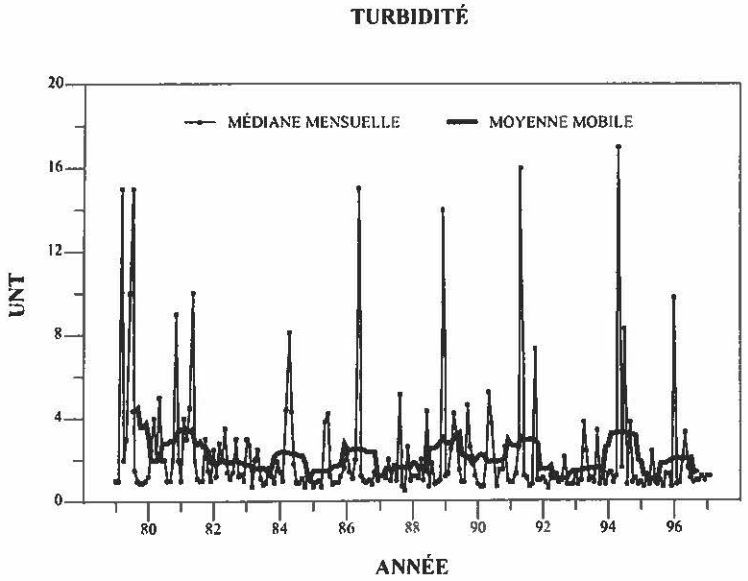


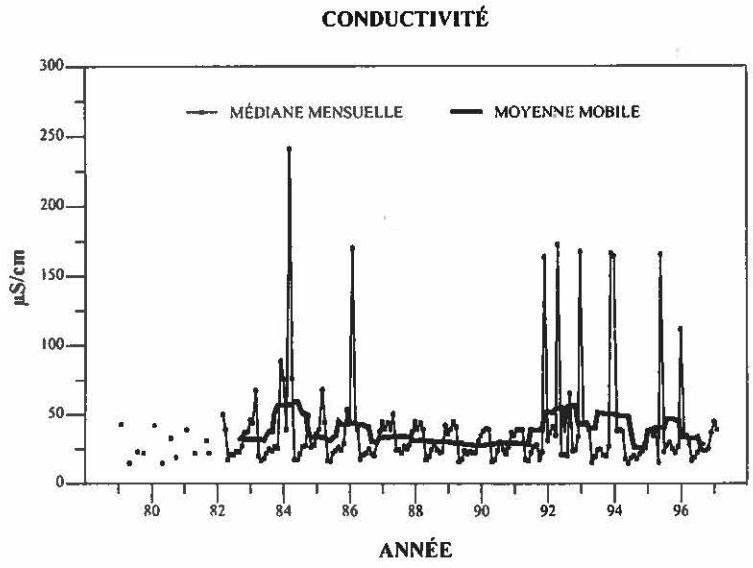




Annexe 3.8 Séries temporelles de la turbidité, de la conductivité et des coliformes fécaux dans la rivière Manicouagan, station 07110001, au pont-route 138, à l'ouest de Baie-Comeau

Direction des écosystèmes aquatiques
Ministère de l'Environnement et de la Faune





Annexe 3.9 Séries temporelles de la turbidité et de la conductivité dans la rivière Moisie, station 07230003, au pont-route 138, au nord de Moisie

ANNEXE 4

MÉTHODES D'ANALYSES ET SEUILS DE DÉTECTION DE DIFFÉRENTS PARAMÈTRES DE LA QUALITÉ DE L'EAU

ANNEXE 4 MÉTHODES D'ANALYSES ET SEUILS DE DÉTECTION DES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES DE LA QUALITÉ DE L'EAU (SUITE)

PARAMÈTRE	PRÉTRAITEMENT	MÉTHODE D'ANALYSE	SEUIL DE DÉTECTION
IONS MAJEURS			
Calcium[9] Magnésium[9] Potassium[9] Sodium[9]	Acidification sur le terrain, dans un délai de 8 heures[1] avec 0,5 ml/125 ml d'acide nitrique 8 N, puis expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 6 mois.	Dosage par spectrométrie d'émission au plasma d'argon. Modèle Gas-Jarrel-Ash.	Avant juillet 1991 : Ca : 0,1 mg/l de Ca Mg : 0,4 mg/l de Mg K : 0,1 mg/l de K Na : 0,1 mg/l de Na Après juillet 1991 : Ca : 0,1 mg/l de Ca Mg : 0,1 mg/l de Mg K : 0,1 mg/l de K Na : 0,1 mg/l de Na
Silicates[2]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis centrifugation. Temps limite pour l'analyse : 28 jours (depuis juillet 1986).	Dosage colorimétrique automatisé où les silicates réagissent avec du molybdate d'ammonium à un pH de 1,2 pour former l'acide molybdosilicique. Celui-ci est réduit par l'acide ascorbique et produit du bleu de molybdène.	0,1 mg/l de SiO_2
Alcalinité[7]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 14 jours.	Titrage avec de l'acide nitrique. Le point d'équivalence acide-base est caractérisé par le point d'inflexion de la courbe d'enregistrement de la conductivité électrique.	0,1 ou 1 mg/l de $CaCO_3$ selon la conductivité
Sulfates[7]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 7 jours (depuis le 1er janvier 1982).	Dosage colorimétrique automatisé où le sulfate de baryum est formé en milieu acide en présence de chlorure de baryum. L'excès de chlorure de baryum déplace l'équilibre du complexe magnésium-EDTA pour permettre la formation d'un complexe plus stable, baryum-EDTA. Le magnésium ainsi libéré réagit avec la calmagite ($C_{17}H_{14}N_2O_5S$) pour former un complexe violet-rouge.	0,5 mg/l de SO_4
Chlorures[7]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 28 jours (depuis le 1er janvier 1982).	Titrage avec du nitrate de mercure. Le point d'équivalence acide-base est caractérisé par le point d'inflexion de la courbe d'enregistrement de la conductivité électrique.	0,1 ou 1 mg/l de Cl selon la conductivité

ANNEXE 4 MÉTHODES D'ANALYSES ET SEUILS DE DÉTECTION DES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES DE LA QUALITÉ DE L'EAU (SUITE)

PARAMÈTRE	PRÉTRAITEMENT	MÉTHODE D'ANALYSE	SEUIL DE DÉTECTION
Fluorures[2]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 28 jours (depuis juillet 1986).	Les fluorures sont séparés des autres constituants non volatils par distillation en milieu acide. Le distillat est mélangé avec une solution d'alizarine et de lanthane pour former un complexe bleu.	0,04 mg/l de F
SUBSTANCES NUTRITIVES			
Azote ammoniacal[2]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis filtration sur membrane GF/C 1,2 mm. Temps limite pour l'analyse : 28 jours (depuis juillet 1986).	Dosage colorimétrique automatisé utilisant la réaction de Berthelot.	0,02 mg/l de N
Azote Kjeldalh [4] (Azote organique + azote ammoniacal)	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis filtration sur membrane GF/C 1,2 mm. Conservation de l'échantillon avec de l'acide sulfurique à pH 2. Temps limite pour l'analyse : 28 jours.	Dosage colorimétrique automatisé où l'azote organique est minéralisé en milieu acide sulfurique et perchlorique et pentoxyde de vanadium. L'ammoniaque réagit par la suite avec le dichloro-isocyanate et le salicylate de sodium en milieu basique pour former un complexe bleu-vert.	0,02 mg/l de N
Azote total[7]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis filtration sur membrane GF/C 1,2 mm. Le filtrat est acidifié avec 0,5 ml/125 ml d'acide sulfurique 8 N. Temps limite pour l'analyse : 28 jours.	Dosage colorimétrique automatisé où l'azote organique et l'ammoniaque sont transformés en milieu acide et basique par photo-oxydation (irradiation U.V.). Les nitrates formés sont réduits en nitrites par l'action du sulfate d'hydrazine alcalin en présence d'un catalyseur de sulfate de cuivre. Les nitrites sont mélangés avec un réactif (mélange de sulfanilamide et de dichlorure de N-1-naphthyléthylènediamine) pour former un complexe rose.	0,02 mg/l de N
Nitrites et nitrates[4]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis filtration sur membrane GF/C 1,2 mm. Temps limite pour l'analyse : 28 jours.	Dosage colorimétrique automatisé où les nitrates sont réduits en nitrites par l'action du sulfate d'hydrazine alcalin en présence d'un catalyseur de sulfate de cuivre. Les nitrites sont mélangés avec un réactif (mélange de sulfanilamide et de dichlorure de N-1-naphthyléthylènediamine) pour former un complexe rose.	0,02 mg/l de N

ANNEXE 4 MÉTHODES D'ANALYSES ET SEUILS DE DÉTECTION DES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES DE LA QUALITÉ DE L'EAU (SUITE)

PARAMÈTRE	PRÉTRAITEMENT	MÉTHODE D'ANALYSE	SEUIL DE DÉTECTION
Carbone organique dissous[8]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 48 heures.	La détermination du carbone organique dissous nécessite l'élimination du carbone inorganique présent dans l'échantillon sous la forme de bicarbonate, de carbonate et d'acide carbonique. Ce prétraitement automatisé est effectué en combinant de l'acide sulfurique à l'échantillon dans le but de transformer tout le carbone organique en acide carbonique (H_2CO_3). Un courant d'argon ayant un débit de 600 ml/min. élimine l'acide carbonique contenu dans l'échantillon. L'échantillon est ensuite mélangé avec du persulfate de potassium, puis irradié à l'aide de rayons ultraviolets. L'acide carbonique formé par la décomposition du carbone organique est entraîné par un courant d'argon pour être absorbé dans une solution de NaOH; il est donc possible de quantifier, à l'aide de solutions étalons de carbone organique, la concentration de carbone organique dissous par une mesure de conductivité électrique.	0,02 mg/l de C
Phosphore dissous[7]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis filtration sur membrane GF/C 1,2 mm. Le filtrat est acidifié avec 0,5 ml/125 ml d'acide sulfurique 8 N.	Dosage colorimétrique automatisé où le phosphore organique est digéré en milieu acide et basique par photo-oxydation (irradiation U.V.). Les polyphosphates ainsi formés sont hydrolysés en orthophosphates en présence d'acide sulfurique. Les orthophosphates réagissent alors avec un mélange de molybdate d'ammonium et d'acide sulfurique pour former l'acide phosphomolybdique qui est réduit par l'acide ascorbique pour former un complexe bleu.	0,01 mg/l de P

ANNEXE 4 MÉTHODES D'ANALYSES ET SEUILS DE DÉTECTION DES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES DE LA QUALITÉ DE L'EAU (SUITE)

PARAMÈTRE	PRÉTRAITEMENT	MÉTHODE D'ANALYSE	SEUIL DE DÉTECTION
Phosphore en suspension[2]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis filtration sur membrane GF/C 1,2 mm préalablement traitée à 550 °C. Le filtrat est placé dans un vial et pyrolisé à 550 °C pendant une heure. On ajoute ensuite 12 ml de HCl 0,16 N dans chaque vial et on chauffe à 105 °C pendant deux heures pour solubiliser les orthophosphates formés lors de la pyrolyse.	Dosage colorimétrique automatisé où les orthophosphates réagissent avec un mélange d'ammonium molybdate et d'acide sulfurique pour former l'acide phosphomolybdique qui est réduit par l'acide ascorbique pour former un complexe bleu.	0,001 mg/l de P
PARAMÈTRE PHYSIQUE			
pH[2]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 5 jours.	Mesure par électrométrie à l'aide d'une électrode de verre combinée.	
Conductivité[2]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 28 jours.	Mesure à l'aide d'un conductivimètre et d'une électrode. La température de l'échantillon est maintenue à 25 °C.	0,5 ms/cm
Turbidité[2]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 48 heures (depuis le 1er janvier 1982).	Mesure par néphélémétrie de la lumière dispersée par les particules en suspension de l'échantillon par rapport à l'intensité de la lumière dispersée dans les mêmes conditions par des suspensions standards de formazine.	0,2 UTN
Matières en suspension[2]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 7 jours (depuis le 1er janvier 1982).	Mesure par gravimétrie : quantité de matières en suspension retenue sur une membrane de fibre de verre 1,2 mm après filtration d'un échantillon bien homogène. Le filtre est séché à 105 °C jusqu'à l'obtention d'un poids constant.	2 mg/l
Couleur vraie[4]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures puis centrifugation. Temps limite pour l'analyse : 48 heures.	Dosage colorimétrique automatisé en ne modifiant pas le pH. Longueur d'onde de 400 nm.	1 unité Hazen

ANNEXE 4 MÉTHODES D'ANALYSES ET SEUILS DE DÉTECTION DES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES DE LA QUALITÉ DE L'EAU (SUITE)

PARAMÈTRE	PRÉTRAITEMENT	MÉTHODE D'ANALYSE	SEUIL DE DÉTECTION
Tanins et lignines[2]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 7 jours.	Dosage colorimétrique où les tanins et la lignine réduisent l'acide tungstophosphorique et molybdophosphorique pour produire une coloration bleue. Cette méthode manuelle a été automatisée par le laboratoire du MENVIQ à partir du 6 avril 1981.	0,1 mg/l de tanins
Oxygène dissous	Mesure prise sur le terrain.	Mesuré à l'aide d'un oxymètre.	0,1 mg/l de O_2
Température	Mesure prise sur le terrain.	Mesurée à l'aide d'un thermomètre de poche à l'alcool, en °C.	
PARAMÈTRE BIOLOGIQUE			
Coliformes fécaux[3]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 48 heures.	Décompte des colonies de coliformes fécaux à la surface d'une membrane filtrante stérile. Le filtre a une porosité de 0,45 µm. La période d'incubation est de 24 heures (± 2 heures) à 44,5 °C (± 0,2 °C) sur un milieu de culture sélectif M-FC. Il y a réaction entre un produit de catabolisme de la fermentation du lactose par les coliformes fécaux et le colorant aniline bleu.	
DBO_5[3]	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 48 heures. Temps limite pour l'analyse : 24 heures depuis le 1er janvier 1982; pouvant aller jusqu'à 48 heures.	Elle est déterminée à partir de la différence des concentrations en oxygène dissous dans l'échantillon ou une dilution appropriée avant et après une période d'incubation de 5 jours à 20 °C. Ces concentrations sont mesurées à l'aide d'un appareil utilisant des électrodes sélectives.	De 0,2 à 1 mg/l de O_2 (Selon la quantité de bactéries ajoutées.)

ANNEXE 4 MÉTHODES D'ANALYSES ET SEUILS DE DÉTECTION DES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES DE LA QUALITÉ DE L'EAU (SUITE)

PARAMÈTRE	PRÉTRAITEMENT	MÉTHODE D'ANALYSE	SEUIL DE DÉTECTION
Chlorophylle *a*[5,6]	Expédition au laboratoire à 4°C dans un délai de 24 à 72 heures puis filtration sur membrane millipore 0,8 mm. L'échantillon est ensuite placé au congélateur et l'analyse peut être faite plusieurs semaines plus tard.	Les algues en suspension retenues sur une membrane filtrante millipore de 0,8 micron sont mises dans une solution de 90 % d'acétone et 10 % d'eau et agitées afin de libérer les pigments en brisant les parois cellulaires. Le dosage des pigments photosynthétiques est alors fait en utilisant la spectrophotométrie de fluorescence. Lorsque excitée par la lumière bleue à 430 NM, la solution contenant les pigments photosynthétiques réémet en fluorescence une lumière dont l'intensité mesurable à 663 NM, est proportionnelle à la concentration des pigments.	0,01 mg/m^3
<u>MÉTAUX</u>			
Aluminium[9] Fer[9] Manganèse[9]	Acidification sur le terrain, dans un délai de 8 heures[1] avec 0,5 ml d'acide nitrique 8N, puis expédition au laboratoire dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 6 mois.	Dosage par spectrométrie d'émission au plasma d'argon. Modèle Gas-Jarrel-Ash.	Avant juillet 1991 : Al : 0,02 mg/l de Al Fe : 0,01mg/l de Fe Mn : 0,01 mg/l de Mn Après juillet 1991 : Al : 0,01 mg/l de Al Fe : 2 mg/l de Fe Mn : 1 mg/l de Mn

1 Lorsque l'échantillon est prélevé par un observateur, l'acidification se fait lors de la réception au laboratoire, dans un délai de 24 heures.

2 *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 15 th. Ed.,1980. APHA,AWWA,WPCF. Washington D.C.

3 *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 14 th. Ed., 1975. APHA,AWWA,WPCF. Washington, D.C.

4 Technicon Industrial Systems.A Division of Technicon Instruments Corporation. Tarrytown, N.Y. 10591

5 Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons, 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*, Fisheries Research Board, Ottawa, Canada, p. 201.

6 Stainton, M.P., M.J. Capel and F.A.J. Armstrong, 1974. *The Chemical Analysis of Freshwater Directorate 1974.* Fisheries and Marine Service Research and Development, Environnement Canada, p. 105.

7 Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des Laboratoires, 2700 Einstein, Sainte-Foy, Québec, G1P 3W8

8 Technicon 1977. *Total Dissolved Organic Carbon; Industrial Method # 451-76W*, December 1976.

9 Jarrel-Ash Division Fisher Scientific Company, *Operator's Manual*, Waltham, Mass. 02254, December 1982.