Rapport sur la qualité de l'eau du bassin de la rivière Peel

W. G. Whitley

Mars 2002

Division des Ressources hydrauliques
Affaires indiennes et du Nord Canada
Yellowknife, T.N.-O.
Canada

Examen de la qualité de l'eau (1980-1998) de la
rivière Peel en amont de Fort McPherson
Qualité et débit de l'eau en hiver partout dans le bassin de la rivière Peel, mars 1999

BASSIN DE LA RIVIÈRE PEEL

RAPPORT SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

Examen de la qualité de l'eau (1980-1998) de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson*

Qualité et débit de l'eau en hiver partout dans le bassin de la rivière Peel, mars 1999

Andrea Czarnecki et Roxanne Beavers

Division des Ressources hydrauliques
Affaires indiennes et du Nord Canada
Yellowknife, T.N.-O.

Résumé

L'étude de mars 1999, menée dans le bassin de la rivière Peel, a été une réussite. Elle a permis d'obtenir des donnés hivernales sur la qualité et le débit de l'eau de sites éloignés, situés partout dans le bassin. L'examen de ces données et de celles recueillies sur vingt ans, dans *la portion de cette rivière située en amont de Fort McPherson,* indiquent que le débit et, par conséquent, la qualité sont étroitement liés la saison. Voici le cycle saisonnier le plus couramment observé pour les paramètres évalués : les valeurs sont élevées pendant la crue, diminuent pendant la décrue et atteignent leur plus faible niveau pendant la période de débit de base. Les paramètres qui suivent ce cycle sont généralement associés aux matières particulaires, y compris la plupart des métaux. Le second cycle le plus couramment observé est le cycle contraire : les valeurs sont à leur plus haut niveau en période de débit de base et à leur niveau le plus bas en période de crue. Les plus faibles concentrations des constituants dissous demeurant en solution, comme les ions importants, sont observées en période de crue à cause de la dilution.

Les données sur la qualité de l'eau ont été comparées aux valeurs prescrites dans les recommandations. Les dépassements de valeurs prescrites étaient peu nombreux, ce qui indique que la qualité de l'eau était bonne. La plupart des paramètres évalués montraient des valeurs très faibles ou non détectables. En l'absence de développement important, tout métal dont la présence est décelée a vraisemblablement une origine naturelle et n'aura probablement pas d'effet nuisible. Les données de base recueillies et examinées dans le présent rapport peuvent être utiles pour la surveillance des changements éventuels dans la qualité de l'eau causés par des perturbations anthropiques ou phénomènes naturels.

Paul von Baich

Rivière Bonnet Plume (Yukon)

Remerciements

L'échantillonnage de mars 1999 a été réalisé par le personnel de la Division des Ressources hydrauliques du MAINC, y compris Bob Reid et Francis Jackson du bureau de Yellowknife ainsi que Wayne Kettley, Jean Beckerton et Glenn Ford du bureau de Whitehorse. Nous remercions le personnel de Canadian Helicopters (Inuvik, T.N.-O.) pour son soutien sur le terrain et Eagle Plains Lodge (Yn) pour le logement.

Le Laboratoire environnemental sur la taïga (Yellowknife) a réalisé l'analyse des données de mars 1999. Kathleen Puznicki a donné des conseils et apporté son soutien scientifique. Les données antérieures concernant la portion de la *rivière Peel située en amont de Fort McPherson* ont été fournies par Doug Halliwell d'Environnement Canada (EcoAtlas^{MC}). Nous remercions Denise Bicknell de la Division des ressources hydrauliques du MAINC (Yellowknife) pour l'apport de ses compétences spécialisées en cartographie.

Les auteurs tiennent tout particulièrement à remercier W.G. Whitley, du MAINC (Whitehorse), auteur du rapport original *Winter Water Quality and Flow in the Peel River Basin, March 1999 : Data Report*. Ce rapport et d'autres publications du même auteur ont permis d'avoir un bon aperçu de la qualité de l'eau du bassin de la rivière Peel. Bob Reid, Nous remercions Francis Jackson, Bart Blais et David Milburn, qui ont revu ce rapport.

Finalement, nous exprimons nos sincères remerciements au photographe Paul von Baich, qui nous a permis d'utiliser ses superbes photos de rivières du bassin de Peel.

Table des matières

Résumé i
Remerciements ii
Table des matières iii
Liste des figures v
Liste des tableaux v
Introduction 5
Zone couverte par l'étude 5
Programme d'échantillonnage 6
  Quantité d'eau 7
  Qualité de l'eau 7
Traitement des données et statistiques 8
Résultats et discussion 10
  Quantité d'eau 10
  Qualité de l'eau 11
    Paramètres physiques 11
      pH 11
      Conductivité 11
      Turbidité 12
      Solides totaux en suspension /résidu non filtrable (STS/RNF) 13
      Solides dissous totaux/résidu filtrable (SDT/RF) 14
      Traduction figure 7 : 15
      Couleur vraie 15
    Principaux ions 17
      Alcalinité 17
      Dureté 18
      Cations 20
      Anions 22
    Nutriments 25
      Phosphore 25
      Ammoniac 27
      Nitrate/Nitrite 27
      Silice réactive 29
      Traduction figure 23 : 29
      Carbone 30
    Métaux 31
      Aluminium 33
      Baryum 34
      Cadmium 35
      Chrome 36
      Cuivre 37
      Fer 38
      Plomb 39
      Manganèse 40
      Molybdène 41
      Nickel 41
      Sélénium 42
      Argent 43
      Zinc 44
Conclusions 44
Références 46
Annexe A i
Annexe B iv

Liste des figures

Figure 1. Bassin de la rivière Peel et emplacement des sites 4
Figure 2. Hydrogramme de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* 7
Figure 3. pH en eau libre vs sous la glace de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 9
Figure 4. Modèles saisonniers de la conductivité pour des échantillons ponctuels prélevés dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 11
Figure 5. Modèles saisonniers de la turbidité d'après des échantillons ponctuels prélevés dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 12
Figure 6. Relation logarithmique entre le débit (Q) et la concentration des solides totaux en suspension (C_{sts}) (1980-2000) 14
Figure 7. Concentration des solides totaux dissous pour 15 sites du bassin de la rivière Peel, mars 1999 15
Figure 8. Modèles saisonniers de la concentrations du calcium et du sulfate dissous dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 17
Figure 9. Alcalinité de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 18
Figure 10. Alcalinité pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 18
Figure 11. Dureté de l'eau de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 19
Figure 12. Dureté pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 19
Figure 13. Massifs calcaires dans la rivière Peel, Yukon, tout juste après la confluence des rivières Peel et Bonnet Plume 20
Figure 14. Concentration de calcium pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 21
Figure 15. Concentration du magnésium pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 21
Figure 16. Tendances saisonnières pour le potassium dissous dans les échantillons ponctuels de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 22
Figure 17. Concentration de sulfate pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 23
Figure 18. Échantillonnage ponctuel pour le phosphore total et le phosphore dissous dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson*. 26
Figure 19. Concentration d'ammoniac dissous dans les échantillons ponctuels, *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) .. 27
Figure 20. Concentrations de NO_3+NO_2 dans les échantillons ponctuels, *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 28
Figure 21. Concentration de nitrate et de nitrate/nitrite dans 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 28
Figure 22. Concentration du nitrate/nitrite pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 29
Figure 23. Concentration de silice réactive dans les échantillons ponctuels, *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 29
Figure 24. Concentration du cobalt total dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* de 1980 à 2000 32
Figure 25. Région nord des monts Ogilvie, cours supérieur de la rivière Porcupine, Yukon (début octobre) 33
Figure 26. Concentration du baryum total dans des échantillons ponctuels prélevés dans la partie de la *rivière Peel située en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 34
Figure 27. Concentration du baryum total et du baryum dissous pour 15 sites du cours supérieur de la rivière Peel, mars 1999 35
Figure 28. Concentration du cadmium total partout dans le bassin de la rivière Peel, mars 1999 36
Figure 29. Concentration du chrome total dans 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 37
Figure 30. Concentration du cuivre total et du cuivre dissous dans 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 38
Figure 31. Concentration du fer total dans 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 38
Figure 32. Concentration du plomb total et du plomb dissous dans 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 39
Figure 33. Concentration du manganèse total et du manganèse dissous dans 15 sites du bassin hydrographique de la rivière Peel, mars 1999 40
Figure 34. Concentration du molybdène total et du molybdène dissous pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 41
Figure 35. Concentration du nickel total et du nickel dissous pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 42
Figure 36. Concentration du sélénium total et du sélénium dissous pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 43
Figure 37. Concentration du zinc total et du zinc dissous pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999 44

Liste des tableaux

Tableau 1. Emplacement et coordonnées géographiques terrestres des stations d'échantillonnage 6
Tableau 2. Données brutes relatives aux paramètres physiques pour la *Rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 9
Tableau 3. Données brutes relatives aux ions importants pour la *Rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 9
Tableau 4. Données brutes relatives aux nutriments pour la *Rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 9
Tableau 5. *Données brutes relatives aux métaux pour la Rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000) 10
Tableau 6. Valeurs du débit pour le bassin de la rivière Peel (mars 1999) 10
Tableau 7. Variations saisonnières des paramètres physiques de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (moyennes et médianes en fonction de la période) 16
Tableau 8 Variation saisonnière de la concentration des ions importants (mg/L) dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (médiane et moyenne par période) 24
Tableau 9. Variations saisonnières de la concentration des nutriments (mg/L) dans la rivière Peel (médiane et moyenne selon la période de l'année) 30
Tableau 10. Coefficient de corrélation de Spearman pour les solides totaux en suspension et divers métaux 32
Tableau 11. Variations saisonnières de la concentration des métaux dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (mediane et moyenne selon la période de l'année) 45

Introduction

Une étude de la chimie et du débit de l'eau du bassin hydrologique de la rivière Peel a été entreprise en mars 1999 par le personnel de la Division des ressources hydrauliques du ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC) de Yellowknife et de Whitehorse. Ce bassin est principalement situé dans le Yukon septentrional, mais la rivière Peel coule jusque dans les Territoires du Nord-Ouest, où elle rejoint le fleuve Mackenzie. La surveillance des bassins hydrologiques septentrionaux éloignés est difficile en raison des coûts logistiques élevés et de la difficulté d'accès. Aussi, les données quantitatives et qualitatives sur l'eau des bassins hydrologiques du nord du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest sont limitées. Les données recueillies dans le cadre de cette étude donnent un aperçu de la qualité hivernale de l'eau de ce bassin éloigné. Dans le présent rapport, on examine aussi des données antérieures sur la qualité de l'eau recueillies depuis 1980 dans *la portion de* la *rivière Peel située en amont de Fort McPherson*. Des cycles saisonniers sont étudiés, et les données relatives à ceux-ci sont comparées à celles de mars 1999. Les données de base étudiées dans le présent rapport peuvent être utiles pour la surveillance de changements éventuels dans la qualité de l'eau causés par des perturbations anthropiques ou des phénomènes naturels. Bien qu'il n'y ait actuellement aucun développement industriel important dans cette région, la partie du bassin se trouvant au Yukon présente un certain potentiel pour la prospection pétrolière.

Zone couverte par l'étude

La rivière Peel est un cours d'eau transfrontalier dont le bassin s'étend sur environ 70 600 km^2 (Hydat, 2001). La rivière Peel prend sa source au Yukon (YT) et coule dans la partie septentrionale de ce territoire, entre les 64^{e} et 67 ^{e} degrés de latitude Nord et les 131 ^{e} et 140^{e} degrés de longitude Ouest. Depuis son cours supérieur dans les monts Ogilvie, cette rivière coule vers l'est sur 193 km, où elle rejoint la rivière Snake. Elle s'étire ensuite au nord sur 237 km jusqu'à Fort McPherson dans les Territoires du Nord-Ouest (T.N.-O.). Elle se jette finalement dans le fleuve Mackenzie, à environ 65 km au sud d'Aklavik, T.N.-O. (MacDonald Environmental Sciences, 1994). Dans sa course, elle se gonfle des eaux de six affluents importants — les rivières Ogilvie, Blackstone, Hart, Wind, Bonnet Plume et Snake — et d'affluents de moindre envergure — les rivières Cariboo, Trail, Road, Satah et Vittrekwa (figure 1).

Le bassin de la rivière Peel enjambe deux écozones distinctes. Les eaux d'amont de ce bassin se trouvent dans l'écozone que constitue la taïga de la cordillère, une région éloignée qui renferme non seulement le passage le plus au Nord des montagnes Rocheuses, mais aussi des avant-monts ondoyants, des plateaux de hautes terres et des bassins de basses terres. La roche sédimentaire, comme le grès, le shale, le calcaire et la dolomite, abonde dans cette zone, et des activités récentes sont à l'origine de formations montagneuses ignées. Le climat y est froid et humide, ce qui est propice au développement d'espèces végétales alpines et subalpines. L'extrême nord de ce basin comporte de vastes zones humides où poussent peupliers, saules et aulnes (Environnement Canada, 2001). Le Nord-Est de ce bassin fait partie de l'écozone qu'on appelle la taïga des plaines, une région de pergélisol discontinu et continu, caractérisée par de cours été frais et de longs hivers très froids, typiques d'une région écoclimatique du haut-subarctique. La température moyenne annuelle est environ de –7 °C (moyenne estivale 10 °C; moyenne hivernale –24 °C) (Environnement Canada, 2001). La moyenne des précipitations annuelles est de 300 mm. La roche sédimentaire, comme le calcaire, le shale et le grès, y est prédominante. Le couvert végétal est surtout constitué de peuplements clairs d'épinettes noires et de mélèze d'Amérique rabougris ainsi que de bouleaux glanduleux, de saules, d'arbustes, de lichens et de mousses

L'eau, la faune et les ressources halieutiques du bassin de la rivière Peel sont utilisées pour soutenir la culture traditionnelle et le mode de vie de subsistance (chasse, trappage et pêche) de nombreux résidents de cette région (MacDonald Environmental Sciences, 1994), dont les Tetlit Gwich'in de Fort McPherson, les Inuvialuit d'Aklavik, les Na-Cho Ny'a'k Dun de Mayo et les Tr'on Dek Hwech'in de la ville de Dawson. La faune caractéristique de cette région comprend le caribou (domaine vital de la harde de caribous de la Porcupine), la chèvre de montagne, le mouflon de Dall, l'orignal, le grizzly, le loup, le renard, le lièvre et le castor ainsi que de nombreuses espèces d'oiseaux, y compris de la sauvagine. Des activités de loisir et de tourisme sont pratiquées dans cette région (Environnement Canada, 2001). La route de Dempster relie les communautés du delta du Mackenzie, dans les Territoires du Nord-Ouest, au réseau nord-américain d'autoroutes du Yukon. Cette route croise le cours supérieur du bassin, ce qui procure un accès routier limité et des installations de soutien pour travailler dans cette région.

Programme d'échantillonnage

Comme il y avait deux séries différentes de données à examiner – données à long terme pour la *partie de la rivière Peel en amont de Fort McPherson* (NW10MC0001) et données de mars 1999 pour divers sites du bassin de cette rivière – nous traiterons de deux programmes d'échantillonnage distincts. L'emplacement et les coordonnées géographiques terrestres des stations d'échantillonnage sont donnés au tableau 1.

Tableau 1. Emplacement et coordonnées géographiques terrestres des stations d'échantillonnage

Code alphabétique	Station d'échantillonnage	Emplacement (Latitude et longitude)
A	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer	65°22'42"N 138°17'22"O
B	Rivière Ogilvie près de son embouchure	65°52'00"N 137°16'00"O
C	Rivière Blackstone près du lac Champion	64°52'03"N 138°17'14"O
D	Rivière Blackstone près de son embouchure	65°51'00"N 137°15'00"O
E	Rivière Peel en amont de la rivière Hart	65°51'00"N 136°25'00"O
F	Rivière Hart près du lac Hungry	65°42'16"N 136°25'08"O
G	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon	65°53'40"N 136°02'20"O
H	Rivière Wind près de son embouchure	65°49'50"N 135°17'08"O
I	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume	65°55'00"N 135°04'00"O
J	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie	64°44'24"N 133°40'21"O
K	Rivière Bonnet Plume en amont de son emouchure	65°52'00"N 134°55'00"O
L	Rivière Peel en amont de la rivière Snake	65°58'00"N 134°15'00"O
M	Rivière Snake en amont de son embouchure	65°58'10"N 134°01'40"O
N	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo	65°30'00"N 134°10'00"O
O	Rivière Peel en amont de Fort McPherson	67°13'60"N 134°54'00"O

Quantité d'eau

Le personnel de la Division des relevés hydrologiques du Canada à Inuvik exploite la station hydrométrique située sur la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (10MC002). Cette station se trouve à 67°14'56" de latitude Nord et à 134°52'59" de longitude Ouest, et est en opération depuis 1969. La station de jaugeage permet de prendre des mesures sur une superficie de 70 600 km^2.

Pendant l'étude de mars 1999, des mesures du débit ont été prises conformément aux procédures de la Division des relevés hydrologiques du Canada. Des trous ont été percés dans la glace sur la rivière. Des distances ont été mesurées au moyen d'un ruban de 50 m. L'épaisseur de la glace et la profondeur de l'eau ont été mesurées à l'aide d'une tige graduée. Des vitesses de courant ont été mesurées au moyen d'un débimètre d'hiver étalonné. Des débits on ensuite été mesurés. Le matériel pour la mesure du débit par dilution saline a été amené sur terrain, mais n'a pas été utilisé parce que le débit des petites rivières était trop petit pour être mesuré de cette façon.

Qualité de l'eau

Dans le cadre du programme de surveillance de la qualité de l'eau des T.N.-O. et d'une entente de partage des coûts, Environnement Canada (EC) en collaboration avec la Division des ressources hydrauliques du ministère des Affaires indiennes et du Nord Canada ont recueilli des données sur la qualité de l'eau de la *Rivière Peel en amont de Fort McPherson* (67°13'60"N 134°54'00"O) sporadiquement de 1960 à 1979 et continuement depuis 1980. Les paramètres courants comprennent des paramètres physiques, des nutriments, les ions importants, les métaux totaux et les métaux extractibles. EC a également recueilli des données sur la *Rivière Peel à Fort McPherson* (NW10MC0002) très sporadiquement (1969-1974, 1987 et 1994); ces dernières ne seront pas intégrées au présent rapport.

Le personnel de la Division des relevés hydrologiques du Canada d'Inuvik effectue des prélèvements d'eau dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson*. Certains échantillonnages sont occasionnels à cause du temps et de la disponibilité d'un avion, mais tous les efforts sont faits pour visiter ce site régulièrement en mai, juin, août et janvier. Un échantillonnage sur le terrain pour l'assurance et le contrôle de la qualité (AQ/CQ) a été réalisé pendant la majeure partie de la période d'échantillonnage. Cet échantillonnage consistait à prélever des triplicats, lesquels permettent de confirmer la répétabilité des résultats et un échantillon témoin, qui permet de confirmer qu'il n'y a pas eu de contamination pendant le prélèvement et l'expédition des échantillons au laboratoire.

Pendant la saison des eaux libres, des échantillons ponctuels sont prélevés à partir d'une embarcation. En hiver, des échantillons sont prélevés par un trou percé dans la glace. Le personnel de la Division des relevés hydrologiques du Canada prèlève des échantillons d'eau dans cinq bouteilles spécialement marquées, dont le contenu est respectivement soumis aux analyses suivants : paramètres physiques, nutriments, ions principaux, métaux totaux ainsi que sélénium et arsenic dissous. Tous les échantillons sont conservés dans une glacière jusqu'à leur analyse. Un agent de conservation est fourni par le laboratoire (5 mL, acide nitrique à 20 %) est ajouté aux échantillons contenant des métaux. Les échantillons prélevés sur le terrain sont conservés à 4°C jusqu'à leur analyse. Le Laboratoire environnemental sur la taïga du ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien de Yellowknife, T.N.-O., a réalisé les analyses des paramètres physiques et de certains nutriments. Le Laboratoire national des essais environnementaux (LNEE) d'Environnement Canada, Burlington (Ontario) a effectué

l'analyse des ions importants, des nutriments (carbone organique particulaire et azote organique particulaire) et des métaux.

L'échantillonnage de mars 1999 a été réalisé par le personnel affecté aux ressources hydrauliques du ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC) de Yellowknife et de Whitehorse. Une étude des paramètres chimiques du bassin hydrologique de la rivière Peel a été réalisée les 9, 10 et 11 mars 1999 à des fins de documentation de la qualité de l'eau sous la glace partout dans le bassin. Le mois de mars a été choisi parce qu'il est près de la fin de l'hiver, antérieur à la crue et parce qu'à cette période, la lumière du jour est suffisante pour les opérations en hélicotère. Quinze sites d'échantillonnage ont été choisis pour fournir des données représentatives sur la rivière Peel et ses tributaires (figure 1). Les données de mars comprennent des mesures portant sur les paramètres physiques, les nutriments, les ions importants, les métaux totaux et les métaux dissous. Un agent de conservation fourni par le laboratoire, 5 mL d'acide nitrique 1:1, a été ajouté à l'eau des bouteilles réservées pour l'échantillonnage des métaux totaux et à l'eau de celles réservées à l'échantillonnage des métaux dissous. Les échantillons ont été retournés à l'hotel. On a fait passer les échantillons réservés à l'analyse des métaux dissous à travers un filtre non réutilisable de 0,45 micron installé sur une nouvelle bouteille d'échantillonnage. En tout temps, les échantillons ont été conservés dans une glacière en plastique Coleman. Les températures variant de –20 à –30 °C sur le terrain, de la glace s'est formée dans les bouteilles d'échantillonnage, mais aucune d'entre elles n'a gelée complètement. Toutes les glacières ont été gardées dans un hélicoptère, un véhicule chauffé ou une chambre d'hotel. Jusqu'à notre arrivée à Whitehorse, les échantillons ont été entreposés dans une glacière à 4 °C. Ils ont été expédiés dans des glacières directement de Whitehorse à Yellowknife. Toutes les analyses ont été effectuées au laboratoire environnemental sur la taïga.

Pour réaliser l'échantillonnage de mars 1999, un camp de base a été établi à Eagle Plains Lodge (66°22'N, 136°43'O) sur la route Dempster. Deux hélicoptères Bell Long Ranger ont été utilisées pour les déplacements de l'équipe sur la plupart des sites d'échantillonnage. Un véhicule a été utilisé pour le transport vers deux sites accessibles par voie routière. (*Ogilvie en amont du ruisseau Engineer et Blackstone près du lac Champion*). Un programme d'AQ/CQ a été mis en oeuvre pour l'étude de mars. Des doubles d'échantillons ont été prélevés sur cinq des quinze sites, et un triplicat, sur la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (annexe A).

Traitement des données et statistiques

Les données sur la qualité de l'eau de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* ont été fournies par Environnement Canada (EcoAtlas^{MC}, 2001). Bien que des données aient été prélevées depuis 1960, seules celles de 1980 à 2000 ont été analysées en raison des changements dans les techniques d'analyse, les limites de détection et pour assurer la continuité des données. On a calculé la médiane de chaque paramètre des triplicats. Souvent, les résultats de laboratoire sont inférieurs à la limite de détection (« L »). Lorsque c'était le cas, les valeurs « inférieures à » ont été traitées comme des résultats égaux à la limite de détection. Toutes les données ont été examinées attentivement et des calculs statistiques de base ont été effectués. Pour chaque paramètre, on a déterminé les valeurs suivantes : maximum, minimum, moyenne, médiane, écart-type (ET), nombre d'échantillon (n) et nombre d'échantillons sous la limite de détection (nsld). Les dixième et dix-neuvième percentiles ont également été calculés. Le percentile est la valeur d'un caractére quantitatif qui partage une étendue de valeurs. Pour une série de valeurs ordonnées, le p^{e} percentile est un nombre tel que p % des données lui sont inférieures et (100 - p)% des données lui sont supérieures. Le calcul du percentile donne

une idée de ce à quoi l'on peut s'attendre d'après les résultats obtenus dans le passé. Les données brutes sont présentées aux tableaux 2 à 5.

Tableau 2. Données brutes relatives aux paramètres physiques pour la *Rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

	unités	**n**	**nsld**	**moyenne**	**médiane**	**max**	**min**	**ET**	**90^{e}**	**10^{e}**
pH	Unités de pH	145	0	7,91	7,92	8,47	6,73	0,23	8,18	7,69
Couleur vraie	uCV	135	31	22,3	10,0	160,0	5,0	28,3	60,0	5,0
Conductance spécifique	uS/cm	144	0	360	385	516	166	71	435	247
Température de l'eau	ºC	126	0	4,74	0,00	18,00	0,00	6,08	15,00	0,00
Matières totales dissoutes	mg/L	53	0	245,0	250,0	391,0	126,0	43,3	289,0	193,4
Solides totaux en suspension	mg/L	143	22	168,1	16,0	1853,0	1,0	346,8	541,8	1,0
Turbidité	NTU	144	0	101,5	9,7	1210,0	0,6	207,0	335,4	1,0

Tableau 3. Données brutes relatives aux ions importants pour la *Rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

	unités	**n**	**nsld**	**moyenne**	**médiane**	**max**	**min**	**ET**	**90^{e}**	**10^{e}**
Alcalinité $CaCO_3$ total	mg/L	139	0	127,8	133,0	188,0	51,5	28,1	157,0	82,4
Calcium dissous/filtré	mg/L	138	0	47,1	49,6	71,8	21,6	9,4	56,6	32,1
Chlorure dissous	mg/L	138	0	2,84	2,80	10,90	0,82	1,54	4,20	1,27
Fluorure dissous	mg/L	138	2	0,1	0,1	0,8	0,01	0,1	0,1	0,1
Magnésium dissous/filtré	mg/L	138	0	14,8	16,0	25,9	5,8	3,5	18,0	9,4
Potassium dissous/filtré	mg/L	138	0	0,59	0,53	1,11	0,25	0,14	0,80	0,47
Sulfate dissous	mg/L	138	0	54,0	53,2	96,3	17,5	15,1	73,7	36,1
Strontium dissous	mg/L	48	0	0,169	0,170	0,222	0,103	0,20	0,190	0,149
Sodium dissous/filtré	mg/L	138	0	4,68	4,80	9,96	1,89	1,37	6,09	2,70

Tableau 4. Données brutes relatives aux nutriments pour la *Rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

	unités	**n**	**nsld**	**moyenne**	**médiane**	**max**	**min**	**ET**	**90e**	**10e**
Ammoniac dissous	mg/L	51	4	0,0244	0,0130	0,1710	0,0006	0,0345	0,0410	0,0050
Carbone inorganique dissous	mg/L	12	0	32,0	34,0	39,3	17,0	6,3	37,4	24,9
Carbone organique dissous	mg/L	131	0	3,3	2,4	13,7	0,3	2,5	6,7	1,1
Carbone organique particulaire	mg/L	131	0	2,9	0,4	39,0	0,04	6,0	10,3	0,1
Azote dissous NO_3 et NO_2	mg/L	131	0	0,1170	0,1030	0,2240	0,0200	0,0534	0,1900	0,0570
Azote particulaire	mg/L	131	20	0,2541	0,0400	3,5000	0,0030	0,5055	0,8150	0,0100
Azote total dissous	mg/L	141	0	0,2394	0,2000	0,8550	0,0900	0,1381	0,4090	0,1300
Composés phosphorés totaux	mg/L	142	3	0,154	0,027	1,360	0,002	0,275	0,499	0,005
Composés phosphorés dissous totaux	mg/L	142	34	0,012	0,006	0,366	0,002	0,040	0,017	0,002
Silice réactive	mg/L	138	0	3,46	3,53	5,10	1,82	0,58	4,17	2,64

Tableau 5. *Données brutes relatives aux métaux pour la Rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

	unités	n	nsld	moyenne	médiane	max	min	ET	90^{e}	10^{e}
Aluminium total	ug/L	47	0	1811,7	61,0	19900,0	11,0	4153,6	5264,0	25,6
Arsenic dissous	ug/L	148	30	0,3570	0,3000	4,6000	0,1000	0,4439	0,5000	0,1000
Baryum total	ug/L	139	22	125,4	99,0	413,0	50,0	67,3	216,8	80,0
Béryllium total	ug/L	48	34	0,126	0,050	0,820	0,050	0,184	0,316	0,050
Bore dissous	ug/L	46	0	0,050	0,050	0,090	0,020	0,015	0,070	0,030
Cadmium total	ug/L	141	68	0.6	0.2	5.2	0.10	0.7	1.0	0.1
Calcium total	mg/L	48	0	53.2	54.5	75.0	25.6	8.4	60.9	44.8
Chrome total	ug/L	48	6	3.1	0.5	29.8	0.2	6.2	9.1	0.2
Cobalt total	ug/L	141	66	2.4	1.0	14.4	0.1	2.9	6.0	0.2
Cuivre total	ug/L	140	16	5.6	2.1	57.0	0.2	9.1	16.2	0.5
Fer total	mg/L	48	0	4.6	0.1	61.6	0.04	12.2	10.7	0.1
Plomb total	ug/L	140	54	2.9	1.3	22.8	0.2	3.7	6.1	0.2
Lithium total	ug/L	48	3	12.6	9.3	53.9	5.6	9.7	20.3	6.7
Magnésium total	mg/L	48	0	16.5	16.4	28.7	9.3	2.9	18.0	14.7
Manganèse total	ug/L	47	0	52,7	17,6	431,0	6,6	89,3	116,6	8,3
Mercure total	ug/L	7	3	0,043	0,020	0,140	0,020	0,044	0,080	0,020
Molybdène total	ug/L	48	0	1,2	1,1	3,6	0,1	0,5	1,5	0,9
Nickel total	ug/L	139	9	6,3	2,9	49,1	0,5	8,8	16,7	0,9
Potassium total	mg/L	48	0	0,79	0,61	2,28	0,43	0,44	1,22	0,49
Sélénium dissous	ug/L	142	12	0,6211	0,6000	1,2000	0,3000	0,1367	0,8000	0,5000
Argent total	ug/L	16	14	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Sodium total	mg/L	48	0	3,98	4,02	6,79	1,20	1,14	5,10	2,41
Vanadium total	ug/L	140	38	5,1	1,0	70,7	0,1	10,6	15,2	0,2
Zinc total	ug/L	138	1	22,3	8,2	212,0	0,5	35,4	57,6	1,5

Les données ont été organisées en fonction de la durée de la couverture glacielle afin de comparer la qualité de l'eau en hiver et en été. La période de couverture glacielle s'étend environ de la mi-octobre à la mi-mai, tandis que la période des eaux libres va environ de la mi-mai à la mi-octobre. On s'est basé sur des observations hydrométriques historiques et des observations sur le terrain pour les périodes de couverture glacielle.

Si l'on ne peut comparer les données sur la qualité de l'eau à long terme aux données hydrométriques, on ne peut percevoir l'influence du débit d'eau, ainsi la variabilité des données sera artificiellement gonflée. Afin d'étudier plus à fond l'influence de la saison, les données ont été séparées par période de l'année. Il y a trois principales périodes : la crue printanière (débit élevé), la fin de l'été suivie de la décrue automnale et la fin de l'hiver (débit de base) (Halliwell, 1998). Certaines portions du graphique débit-période varient grandement en fonction de paramètres géographiques et hydrologiques. La crue annuelle survient généralement en fin mai ou en juin. Les mois de juillet, d'août et de septembre constituent la période de crue. La période de débit de base va d'octobre au début de mai. On a réalisé des estimations débit-période en se basant sur un hydrographe de débit moyen quotidien (figure 2), qui montre les fluctuations du débit en cours d'année. Cet hydrographe a été préparé à l'aide d'ensembles de données de 1993-1999 (à l'exception de 1998). Les données pour l'année 1998 n'étaient que partielles. La variabilité temporelle a été étudiée en comparant la qualité de l'eau d'une année à l'autre.

Les données de l'échantillonnage de mars 1999 reçues par le Laboratoire environnemental sur la taïga ont été saisies dans une feuille de calcul. Une fois les données saisies, elles ont été vérifiées avec les feuilles du laboratoire, et des calculs statistiques de base ont été effectués. Des graphiques et des cartes ont été réalisés pour illustrer toute variation spatiale survenant n'importe où dans le bassin. Dans les cas où des doubles ou des triplicats ont été prélevés, on a choisi au hasard un échantillon représentatif du site. Les données brutes figurent à l'annexe B.

Des tests paramétriques sont basés sur certaines hypothèses relatives aux ensembles statistiques dont on a prélevé des échantillons. Selon les hypothèses les plus importantes, les ensembles statistiques sont normalement distribués et ont une variance égale. La plupart des données sur la qualité de l'eau n'ont pas une distribution normale, contiennent des valeurs aberrantes et montrent généralement des fluctuations saisonnières. Une analyse statistique de la distribution a été réalisée au moyen du logiciel Statgraphics^{MC} Plus v.4.1. Les méthodes utilisées pour analyser la normalité des données comprennent le test de Shapiro-Wilks et l'assymétrie normalisée, qui permet de déceler un manque de symétrie dans les données. La concentration de sulfate était la seule variable normalement distribuée. À Cause des nombreux ensembles de données distribués anormalement, des méthodes statistiques non paramétriques (distribution indéterminée) ont été utilisées dans le présent rapport (WER Agra, 1993). Avec ce genre de méthodes, il n'est pas nécessaire d'émettre une hypothèse sur la distribution des données (Gartner Lee, 2001).

Les tests de Mann-Whitney et Kruskal-Wallis sont des équivalents non paramétriques du test paramétrique plus connu (test t) et de l'analyse de variance à un critère de classification. Ces tests permettent de vérifier l'hypothèse selon laquelle les médianes de deux (Mann-Whitney) ou plusieurs (Kruskal-Wallis) groupes de données sont égales versus l'hypothèse selon laquelle elles ne le sont pas. Ces tests permettent de déceler des différences importantes dans les valeurs des médianes qui sont principalement reliées à la saison. On a comparé la qualité de l'eau au cours des ans. Toutes les analyses statistiques, y compris le calcul du coefficient de corrélation de Spearman, ont été réalisées au moyen du logiciel Statgraphic^{MC} Plus v.4.1. Les coefficients de corrélation de Spearman variaient de –1 à 1; ces derniers permettent de mesurer l'intensité de la relation entre deux variables. Contrairement au coefficient de corrélation de Pearson, plus couramment utilisé, le coefficient non paramétrique de Spearman (Rho) est calculé à partir du rang des données plutôt que des valeurs elles-mêmes. Des niveaux de confiance de 95 % ont été utilisés pour déterminer le dégré de signification. Le logiciel Microsoft

® Excel 2000 a servi à étudier la relation entre le débit et la concentration des solides totaux en suspension.

Les tendances saisonnières ont été analysées à l'aide de représentations graphiques de boîtes à moustaches (figure 3). La « boîte » centrale couvre la moitié (50 %) des données, les parties supérieure et inférieure de cette boîte représentent respectivement les quartiles supérieur et inférieur (75 et 25 %). La ligne horizontale à l'intérieur de la boîte est la médiane (la moyenne est indiquée par un « + »). Les moustaches se prolongent au-dessus et en dessous de la boîte. La moustache du bas est tracée à partir des valeurs du premier quartile jusqu'au point le plus bas se trouvant à l'intérieur d'un écart interquartile et demi. La moustache supérieure est tracée à partir du troisième quartile jusqu'au point le plus haut se trouvant à l'intérieur d'un écart interquartile et demi. Toute valeur se situant au-delà des moustaches est considérée comme une valeur extrême (les valeurs extrêmes douteuses sont représentées par une boîte vide et les valeurs extrêmes abérrantes, par une boîte marquée d'un «+». La figure ci-dessous montre un exemple de diagramme du type boîte à moustaches réalisé avec des valeurs réelles de pH de la *Rivière Peel en amont de Fort McPherson*. Dans cet exemple, 50 % des données recueillies en eau libre se situent entre 7,86 (premier quartile) et 8,09 (troisième quartile), ce qui signifie que 25 % des données devraient être inférieures à 7,86 et 25 % d'elles, supérieures à 8,06. La médiane est à 8,00. Trois valeurs sont douteuses, l'une d'elles est le maximum, soit 8,47. Il y a deux valeurs abérrantes confirmées; l'une d'elles est le minimum, soit 6,73.

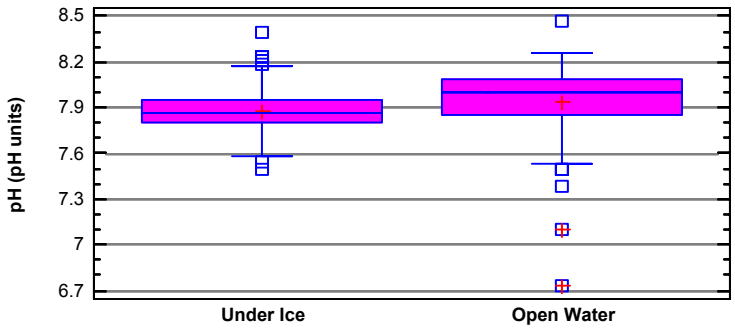


Figure 3. pH en eau libre vs sous la glace de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

Légende du diagramme boîte à moustaches
pH units = unites de pH under ice = sous la glace open water = eaux libres

Les données sur la qualité de l'eau ont été comparées aux Recommandations sur la qualité de l'eau potable au Canada (RQEPC) du ministère de la Santé et aux Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada en vue de la protection de la vie aquatique (RQEPVA) du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). On a également utilisé les *objectifs esthétiques* du CCME, qui permettent de s'assurer de la qualité de l'eau en matière d'aspect, d'odeur et de goût.

Les RQEPVA sont basées sur l'examen approfondi de données sur la toxicité relativement à différents paramètres de qualité; toutefois, à titre de recommandations nationales, elles ne peuvent refléter les conditions spécifiques des écosystèmes nordiques. Les RQEPC concernent l'eau potable après traitement. Il n'y a pas une recommandation établie pour toutes les variables de la qualité de l'eau potable. Les RQEPC et les RQEPVA fournissent une base utile pour la comparaison des résultats obtenus dans cette étude, mais doivent être interprétées avec prudence.

Résultats et discussion

Quantité d'eau

Sur les sept sites faisant partie de l'étude de mars 1999, seulement quatre mesures de débit ont été effectuées. Il y avait du frazil sur la *rivière Peel en amont de la rivière Hart*, c'est pourquoi il n'a pas été possible d'y mesurer le débit. La rivière Bonnet Plume est anastomosée à la rivière Peel, et les chenaux n'étaient pas gelés, là aussi, aucune mesure n'a pu être prise. On n'a pas essayé de prendre des mesures sur la *rivière Peel en amont du ruisseau Canyon*. Comme il y a une très bonne corrélation entre ce site et celui de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson*, le débit a été calculé plutôt que mesuré. La prise de mesures sur la rivière Snake n'a pas été complétée à cause du mauvais temps. Les mesures prises doivent uniquement être considérées comme de bonnes estimations. Une liste des stations et de leur débit est présentée au tableau 6.

Tableau 6. Valeurs du débit pour le bassin de la rivière Peel (mars 1999)

Station	Débit (m^3/s)
Rivière Peel en amont de la rivière Hart(E)	s.o.
Rivière Hart près du lac Hungry (F)	13,1
Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon	20,5*
Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth	s.o.
Rivière Snake en amont de Mouth (M)	4,9
Rivière Wind près de Mouth (H)	6,9
Rivière Peel en amont de Fort McPherson	77,3

* indique qu'il s'agit d'une valeur calculée

Les valeurs historiques des débits maximal et minimal de mars pour la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* étaient respectivement de 117 et de 45,3 m^3/s. Le débit moyen de mars étant de 76,4 $\pm$ 16,0 m^3/s, soit tout près de celui mesuré en mars 1999. Le débit maximal qu'on ait jamais mesuré est de 8800 m^3/s; cela remonte au 29 mai 1992, en période de crue.

Qualité de l'eau

Paramètres physiques

pH

Le pH de l'eau consiste en la mesure du rapport entre les ions acides et basiques présents dans l'eau. On le mesure sur une échelle qui va de 0 à 4 unités de pH, où la valeur de 7 correspond à la neutralité (eau potable). Toute valeur inférieure à 7 est considérée acide, et toute valeur supérieure, basique. La valeur médiane du pH de l'eau de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* était de 7,92. Les valeurs de pH mesurées par le laboratoire se situaient entre 6,73 et 8,47 unités (n=145). Elles respectaient donc les recommandations des RQEPC relatives à l'objectif esthétique (de 6,5 à 8,5 unités de pH) et les RQEPVA (de 6,5 à 9,0). Il y a lieu de noter que la valeur minimale de 6,73 est la seule valeur de pH inférieure à 7.0. Si l'on retire cette valeur de la série, la gamme de valeurs de pH s'étend de 7,10 à 8,47.

Toutes les valeurs de pH obtenues dans le cadre de l'étude de mars 1999 se situaient dans la gamme historique de valeurs mesurées pour la r*ivière Peel en amont de Fort McPherson* et respectaient les RQEPVA et lesRQEPC.

Conductivité

La conductivité est la mesure de la capacité d'une solution aqueuse à conduire un courant électrique et constitue un indicateur utile du degré de minéralisation d'un échantillon (Mg, Na, K, Cl et métaux dissous). La conductance spécifique de l'eau de surface naturelle peut varier de 50 à 1500 µS/cm (McNeely *et coll.*, 1979). Il n'y a pas de recommandation pour la conductivité. Les mesures de laboratoire pour la rivière Peel vont de 166 à 516 µS/cm (n=144). La conductivité de la rivière Peel en amont de Fort McPherson est élevée en période de débit de base lorsque l'eau souterraine constitue la majeure partie du débit, et faible en période de crue printanière, lorsque l'eau de la rivière est diluée par la fonte des neiges (figure 4). On peut prévoir les concentrations hivernales de plusieurs variables en se basant sur la relation de ces dernières avec la conductivité (Whitfield *et coll.*, 1995 et 1996). L'étude des données antérieures sur la rivière Peel a révélé des corrélations modérément positives entre la conductivité et la dureté (Spearmans D=0,74), l'alcalinité (D=0,84), le calcium dissous (D=0,82). Ce genre de relation est prévisible puisque la conductivité est une mesure de constituants dissous dans l'eau.

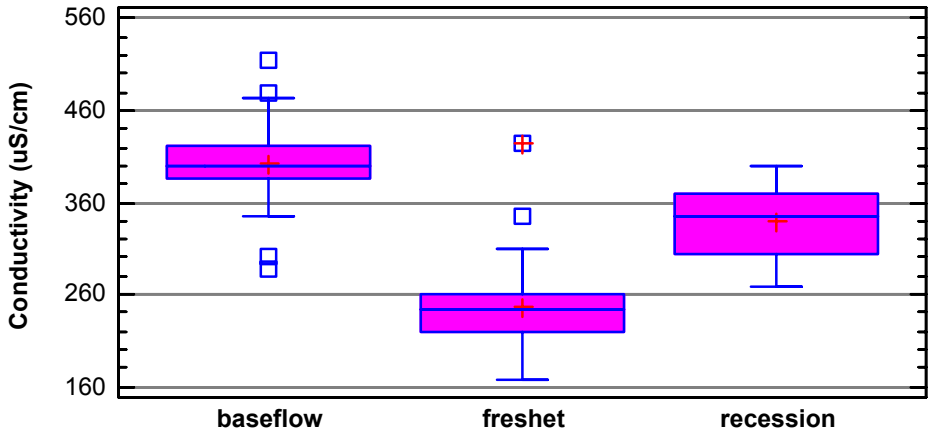
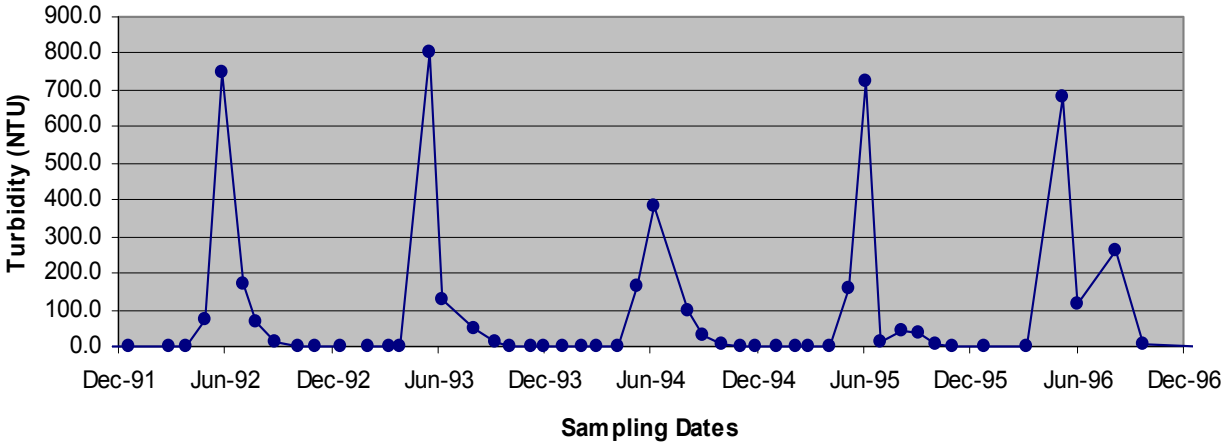


Figure 4. Modèles saisonniers de la conductivité pour des échantillons ponctuels prélevés dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

Les conductivités mesurées dans le cadre de l'étude de mars 1999 se situaient entre 352 et 601 µS/cm. La valeur la plus basse, soit 352 µS/cm, a été mesurée dans la *rivière Wind près de Mouth* (H), tandis que celle de 601 µS/cm a été mesurée dans la *rivière Snake en amont de Mouth* (M). On prévoit une conductivité élevée en période de débit de base, mais certaines valeurs se situaient en dehors de la gamme de données antérieures(annexe B). Comme la conductivité est inversement proportionnelle au débit, on s'attend à ce que les conductivités les plus élevées soient observées dans les affluents de la rivière Peel. En fait, la conductivité la plus élevée a été observée sur le site M, dans la rivière *Snake, en amont de Mouth*; le débit y était faible en mars 1999.

Turbidité

La turbidité est la mesure de la quantité de matières particulaires en suspension dans l'eau, comme le silt, l'argile, la matière organique, le plancton et les microorganismes. La turbidité est généralement reliée au débit parce que la quantité de particules en suspension dépend principalement du débit (de même que des perturbations comme l'écoulement de surface, des perturbations du sol, de l'érosion dans le chenal et la croissance d'algues). La turbidité est l'aspect « boueux » ou « trouble » (de *nephos*, nuage en grec) de l'eau. Les valeurs mesurées pour la rivière Peel variaient de 0,6 à 1210 uTN (unités de turbidité néphélémétrique) (n=144). La valeur prescrite dans les RQEPC est de 1 uTN (90 % des échantillons dépassaient la valeur prescrite) et l'objectif esthétique des RQEPVA prescrit une valeur <5 uTN (53 % des échantillons dépassaient la valeur prescrite). La turbidité s'élevait drastiquement en période de crue, puis diminuait en automne et en hiver, les débits étant plus bas (figure 5).



Traduction figure 5 : Turbidity (NTU) = turbidité (uTN) Sampling dates = dates d'échantillonnage

Figure 5. Modèles saisonniers de la turbidité d'après des échantillons ponctuels prélevés dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

Les valeurs les plus élevées sont observées pendant la crue printanière (fin mai et juin), et les valeurs les plus faibles, en hiver, période de débit de base.

Les rivières du bassin de la rivière Peel ont un débit très bas et sont couvertes de glace environ huit mois par année. Pendant cette période, on s'attend à ce que la turbidité, la concentration des solides en suspension et les paramètres connexes demeurent près des limites de détection. C'est le cas pour toutes les stations, à l'exception de celle de la *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo* (N), où l'on a mesuré une turbidité de 127 uTN et une concentration de solides totaux en suspension de 135 mg/L. L'échantillon en question ne respectait par la valeur prescrite dans les

RQEPC, qui est de 1 uTN. La première tentative de prélèvement d'un échantillon sur ce site a été vaine. L'eau prélevée était boueuse (présence de saleté), et il y avait du frazil. Lors de la deuxième tentative, l'échantillon a été prélevé au centre du chenal; bien que l'eau était brunâtre, l'échantillon a été utilisé pour cette étude. En hiver, au fur et à mesure que la couverture glacielle s'épaissit, il arrive que des sédiments de fond soient dégagés, puis redéposés, le chenal s'adaptant aux conditions changeantes. Le frazil, par exemple, est connu pour être un agent de transport de sédiments. Ce phénomène peut se produire directement lorsque des sédiments adhèrent aux particules du frazil, ou indirectement, lorsqu'une embâcle entraîne une augmentation du débit et conduit à l'affouillement du lit de la rivière. (Prowse, 2000). Il est impossible de déterminer la cause exacte du dégagement de sédiments dans la *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo,* mais il s'agit d'une anomalie intéressante dans la série de données qui sera examinée plus loin dans le présent rapport.

Solides totaux en suspension /résidu non filtrable (STS/RNF)

Les solides totaux en suspension (aussi appellés résidus non filtrables) comprennent toute la matière– surtout du silt et de l'argile– en suspension dans une colonne d'eau qui ne peut passer à travers une membrane filtrante de 1,2 µm. Ils comprennent aussi des matières organiques comme du plancton, des bactéries et des détritus, provenant des terres environnantes, qui sont lixiviées dans la rivière. Ces deux types de STS contribuent à la turbidité de l'eau. La concentration des STS a tendance à être plus élevée au printemps, pendant la fonte des neiges ou après d'importantes averses de pluie, lorsque de l'eau ruissèle dans le cours d'eau entraînant dans sa course des matières organiques et inorganiques. Pendant les périodes de fort débit, l'érosion dans le cours d'eau peut provoquer l'élévation de la concentration des STS et des problèmes environnementaux comme la perte d'habitats aquatiques ou de terres, la sédimentation en aval ou des problèmes d'innondation. Les matières en suspension peuvent avoir une incidence sur l'eau potable et obstruer les branchies des poissons. Elles peuvent aussi diminuer la pénétration de la lumière, réduisant ainsi la capacité des algues à produire de la nourriture et de l'oxygène.

La valeur moyenne de la concentration des STS de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* était de 168 mg/L, la gamme des concentrations allant de 1 à 1853 mg/L (n=143). La valeur maximale (1853 mg/L) a été observée le 26 juin 1995. La concentration des sédiments en suspension est reliée au débit; les concentrations maximales se traduisent par une élévation de la courbe sur l'hydrogramme en juin, lorsque le niveau d'eau est élevé, et que la charge de sédiments est maximale. On a observé une relation logarithmique marquée (r^2=0,8772) entre la concentration des STS et le débit (Figure 6). Comme on s'y attend en hiver, en période de débit de base, la charge de sédiments est considérablement moins élevée parce que l'apport de sédiments et la capacité de transport de la rivière sont moindres (tableau 7).

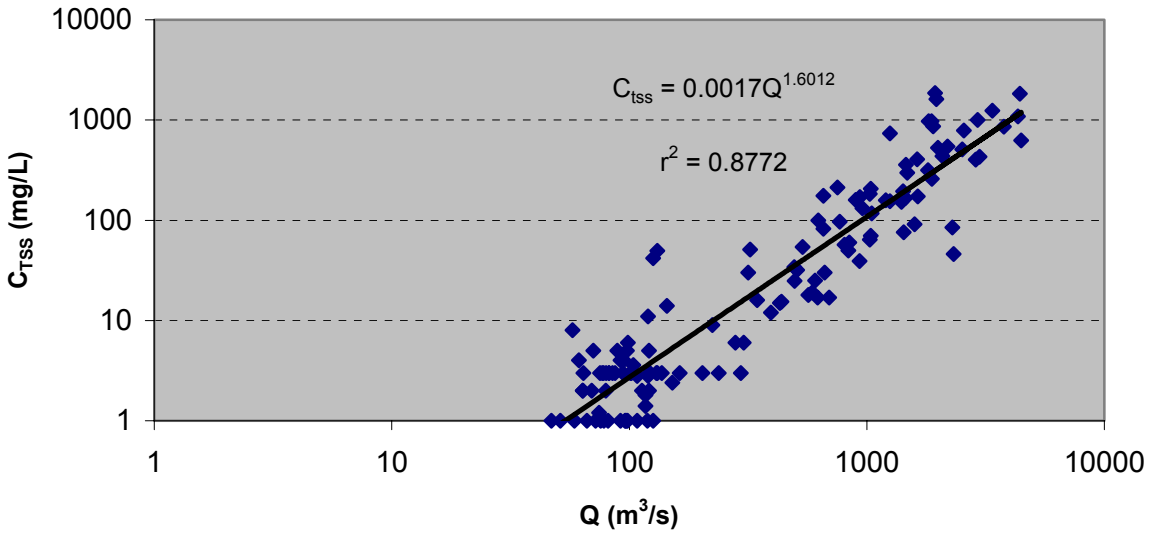


Figure 6. Relation logarithmique entre le débit (Q) et la concentration des solides totaux en suspension (C_{sts}) (1980-2000)

Traduction figure 6 : C_{TSS} (mg/L) = C_{STS} (mg/L)

Dans l'étude de mars 1999, pour tous les échantillons, la concentration des solides totaux en suspension était très proche de la limite de détection (3 mg/L), à l'exception de l'échantillon prélevé dans la *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo* (N), où l'on a mesuré 135 mg/L, comme mentionné dans la partie « Turbidité ».

Solides dissous totaux/résidu filtrable (SDT/RF)

La concentration des solides dissous totaux de même que la conductivité sont des indicateurs de la concentration des substances dissoutes (en solution) dans l'eau. Les STD sont séparés des STS par filtration; ils comprennent les ions inorganiques dissous de même que la matière organique dissoute pouvant passer à travers un filtre de 0,45 µm. Dans l'objectif esthétique des RQEPC, on prescrit que la concentration des STD doit être <500 mg/L. Dans la rivière Peel, la concentration des STD variait de 126 à 391 mg/L (n=53); toutes les valeurs mesurées étaient sous la limite prescrite. La concentration des STD est demeurée relativement constante pendant toute l'année (tableau 7).

Comme le montre la figure 7, les concentrations des solides totaux dissous mesurées en mars 1999 étaient comprises entre 179 mg/L (site H, rivière *Wind près de Mouth*) et 370 mg/L (site M, rivière *Snake en amont de Mouth*). Toutes les valeurs se situaient à l'intérieur de la plage historique pour la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* et étaient inférieures à la limite prescrite dans l'objectif esthétiques des RQEPC.

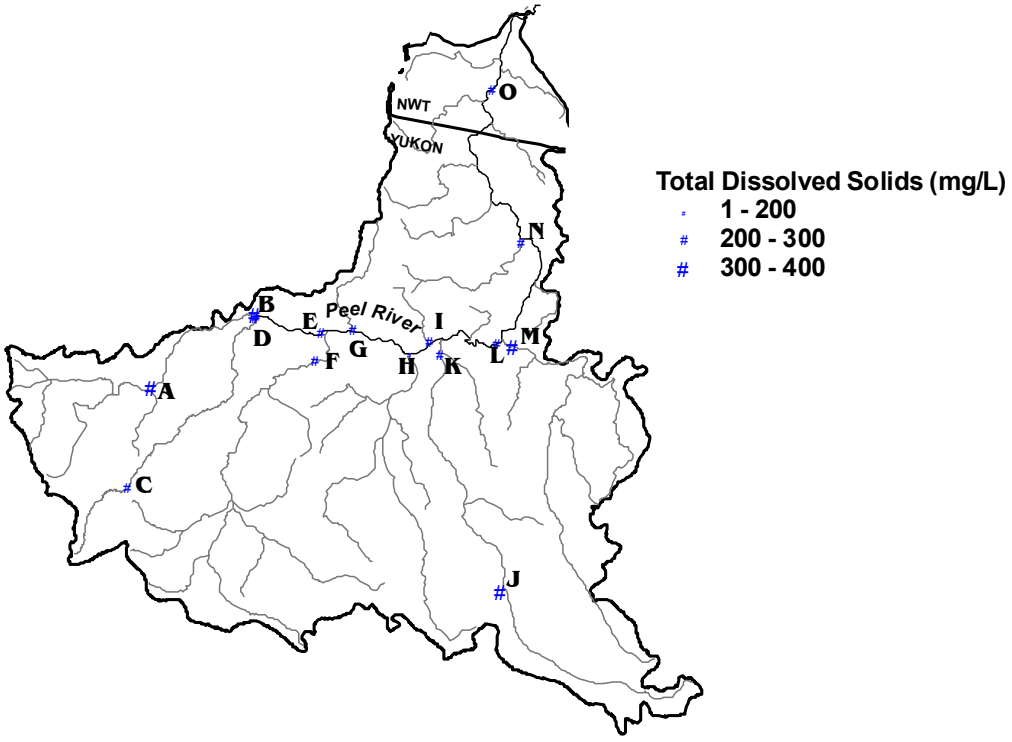


Figure 7. Concentration des solides totaux dissous pour 15 sites du bassin de la rivière Peel, mars 1999

Traduction figure 7 :
Total disssolved solids (mg/L) = solides totaux dissous (mg/L) NWT = T.N.-O. Peel river = rivière Peel

Couleur vraie

La couleur vraie est une mesure de l'absorption de la lumière par les matières dissoutes dans l'eau. Au début du printemps dans la rivière Peel, la couleur vraie était comprise entre la limite de détection (5 unités de couleur vraie) et 160 uCV (n=135). Bien que la concentration d'autres substances dissoutes dans l'eau soit généralement inversement proportionnelle au débit (concentration basse pendant la crue, élevée en période de débit de base), la couleur est directement proportionnelle au débit (Spearman rho=0.83). En période de crue, les valeurs élevées de la couleur peuvent s'expliquer par la fonte des neiges et la lixiviation après la pluie, qui entraînent dans la rivière, où elles sont dissoutes, des matières organiques fortement colorées (comme des acides humiques ayant la couleur brune du thé) (Sanderson *et coll.,* 1997).

Toutes les valeurs de l'échantillonnage de mars 1999 étaient sous la limite de détection (5 uCV).

Tableau 7. Variations saisonnières des paramètres physiques de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (moyennes et médianes en fonction de la période)

Paramètre	**Crue**	**Décrue**	**Débit de base**
	médiane/moyenne	**médiane/moyenne**	**médiane/moyenne**
pH* (unités de pH) (n; et)	7,80/7,74 (25; 0,32)	8,02/8,04 (39; 0,16)	7,89/7,90 (81; 0,18)
Conductivité* (μS/cm) (n; et)	243/247 (25; 56)	344/338 (39; 39)	403/404 (80; 29)
Turbidité* (uTN) (n; et)	288/336 (27; 226)	51/138 (38; 260)	1,8/4,9 (82; 7,8)
Solides totaux en suspension * (mg/L) (n; et)	436/553 (27; 422)	81/227 (38; 411)	3/6 (78; 9)
Solides totaux dissous * (mg/L) (n; et)	205/219 (11; 77)	239/235 (12; 31)	253/258 (30; 31)
Couleur vraie * (uCV) (n; et)	55/61 (27; 37)	20/25 (35; 20)	5/7 (73; 4,2)

* Valeur calculée significative pour le test de Kruskal-Wallis (intervalle de confiance de 95 %). Les médianes varient considérablement selon la période de l'année pour tous les paramètres physiques.

Principaux ions

La principale source de la présence d'ions dans les eaux naturelles est l'altération atmosphérique de la roche. Ainsi, les concentrations sont fonction de la composition minéralogique du sol. Les cations importants comprennent le calcium, le magnésium, le potassium, le sodium et le strontium et, les anions importants, le sulfate, le fluorure et le chlorure. Généralement, la concentration ionique est inversement proportionnelle au débit. La concentration ionique a tendance à être minimale pendant la période où la dilution est élevée, c.-à-d. durant la crue printanière (figure 8). Les concentrations augmentent et atteignent des valeurs maximales en hiver, lorsque l'eau souterraine, qui est très probablement la principale source d'ions, constitue la majeure partie du débit (WER Agra, 1993). Les ions importants ont été testés (Kruskal-Wallis) afin de déterminer lesquels connaissaient une variation de concentration importante au cours des trois périodes de l'année (crue, décrue et débit de base). Toutes les concentrations des ions importants, à l'exception du celle du potassium, étaient considérablement plus basses durant la crue et, maximales en période de débit de base et de décrue. Les variations saisonnières des ions importants de la rivière Peel sont présentés au tableau 8.

Exemple d'une relation inversement proportionnelle au débit (Effets d'une dilution)

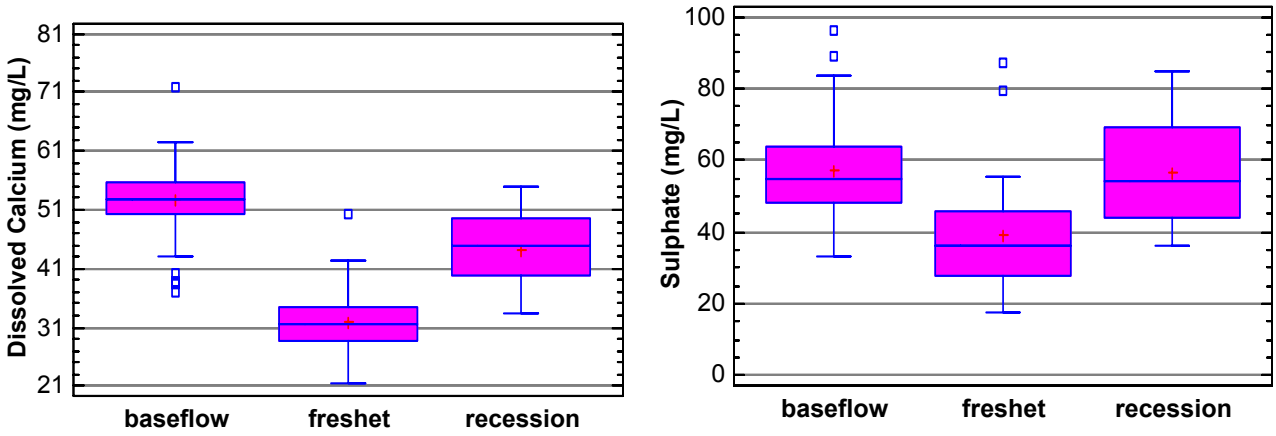


Figure 8. Modèles saisonniers de la concentrations du calcium et du sulfate dissous dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

Traduction figure 8 :
Dissolved Calcium (mg/L) = calcium dissous (mg/L) Sulphate (mg/L) = sulfate (mg/L)
Baseflow = débit de base Freshet = crue Recession= décrue

Alcalinité

L'alcalinité est la capacité de l'eau à neutraliser les ions H^+. Il s'agit réellement du pouvoir tampon qui s'exprime en mg/L de $CaCO_3$. Un tampon est une solution à laquelle on peut ajouter un acide sans que ne soit modifiée de manière sensible la concentration des ions H+ libres (sans changer le pH). Les concentrations varient de 52 à 188 mg/L (n=139). Le calcul du percentile a indiqué que 80 % des concentrations se situaient entre 82 et 157 mg/L. Comme le montre la figure 9, les concentrations étaient plus élevées sous la glace qu'en eau libre ($médiane_{glace}$=152 mg/L, $médiane_{libre}$=111 mg/L).

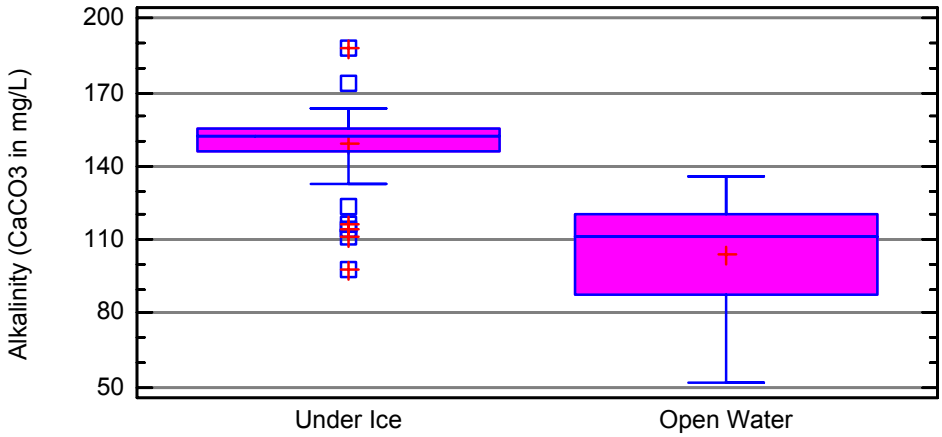
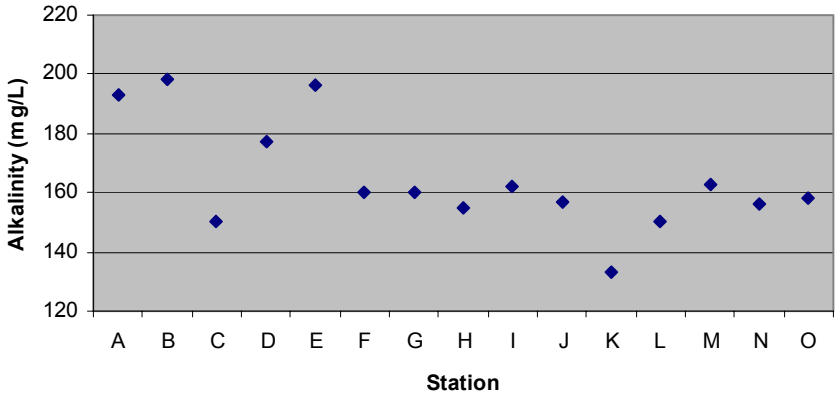


Figure 9. Alcalinité de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

Traduction figure 9 :
Alcalinity (CaCO3 in mg/L) = alcalinité (CaCO3 en mg/L) Under ice = sous la glace Open water = eau libre

Les mesures d'alcalinité de mars 1999 étaient élevées, comme on s'y attend sous la glace; elles se situaient entre 150 et 198 mg/L (figure 10).



A	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer
B	Rivière Ogilvie près de Mouth
C	Rivière Blackstone près du lac Champion
D	Rivière Blackstone près de Mouth
E	Rivière Peel en amont de la rivière Hart
F	Rivière Hart près du lac Hungry
G	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon
H	Rivière Wind près de Mouth
I	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume
J	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie
K	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth
L	Rivière Peel en amont de la rivière Snake
M	Rivière Snake en amont de Mouth
N	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo
O	Rivière Peel en amont de Fort McPherson

Figure 10. Alcalinité pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

Traduction figure 10 : Alcalinity (mg/L) = alcalinité (mg/L)

Dureté

La dureté de l'eau se définie comme la somme des concentrations de calcium et de magnésium et s'exprime en équivalent de carbonate de calcium. Les autres constituants pouvant contribuer à la dureté totale comprennent le fer, le manganèse et l'aluminium; toutefois, ils ne sont généralement pas présents en quantités importantes. La dureté est basée sur la capacité de ces ions à réagir avec du savon pour former un précipité ou de l'écume (McNeely *et coll.*, 1979). La dureté de l'eau est utile pour l'interprétation d'autres paramètres de la qualité de l'eau; par exemple, la toxicité de certains métaux est fonction de la dureté de l'eau. La dureté de l'eau n'était pas un paramètre mesuré systématiquement dans le cadre du programme de surveillance d'EC, elle n'a pas été mesurée non plus en 1999; toutefois, elle peut être déterminée par un calcul simple (2,497*Ca + 4,117*Mg) (Puznicki, comm. pers. 2001).

La dureté de l'eau varie de 78 mg/L $CaCO_3$ (eau libre) à 286 mg/L $CaCO_3$ (sous la glace). On s'attend à ce que la dureté de l'eau soit plus élevée sous la glace qu'en eau libre en raison des effets de la dilution sur les ions dissous (figure 11). La dureté est principalement fonction de la composition minéralogique de la zone dans laquelle se trouve l'eau de surface et l'eau souterraine. Étant donnée la présence de calcaire sous-jacent dans certaines parties du bassin de la rivière Peel, il n'est pas surprenant d'y trouver de l'eau « dure » (figure 13). On a calculé que la dureté moyenne en amont de Fort McPherson était de 179 mg/L (202 mg/L sous la glace; 153 mg/L en eau libre). En se basant sur cette valeur, on considère que la rivière Peel a une eau qui va de dure à très dure.

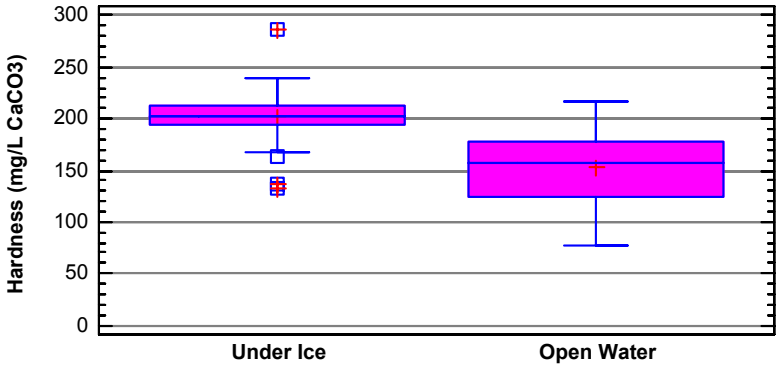


Figure 11. Dureté de l'eau de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

Traduction figure 11 : Hardness (mg/L) = dureté (mg/L) Under ice= sous la glace Open water = eau libre

Le test de Mann-Whitley a permis de confirmer qu'il y a une différence saisonnière importante dans la dureté de l'eau selon que les mesures sont prises sous la glace ou en eau libre ($P<0.05$).

On a calculé la dureté dans des sites du bassin de la rivière Peel, et comme pour les données historiques, elle était plutôt élevée. Comme le montre la figure 12, les valeurs les plus élevées ont été observées dans la *rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie* (J), où l'on a mesuré une concentration de 332 mg/L et dans la *rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer* (A), où l'on a mesuré une concentration de 328 mg/L.

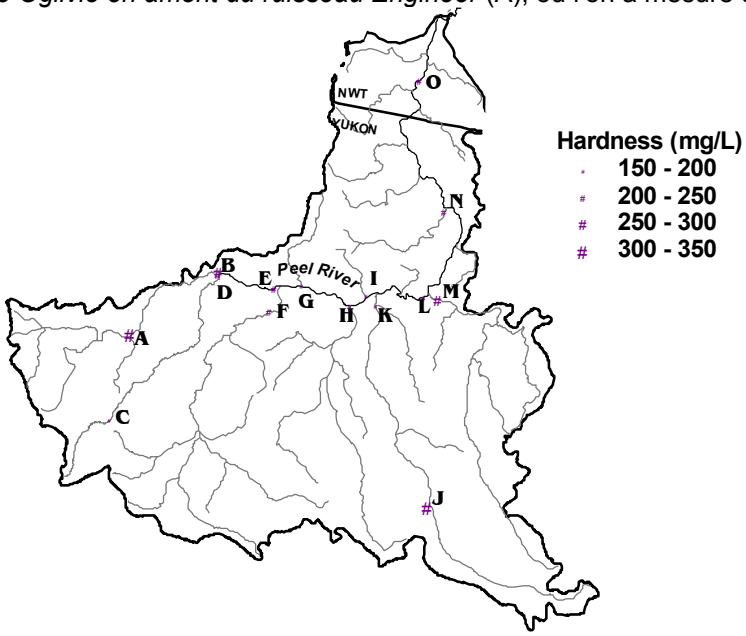
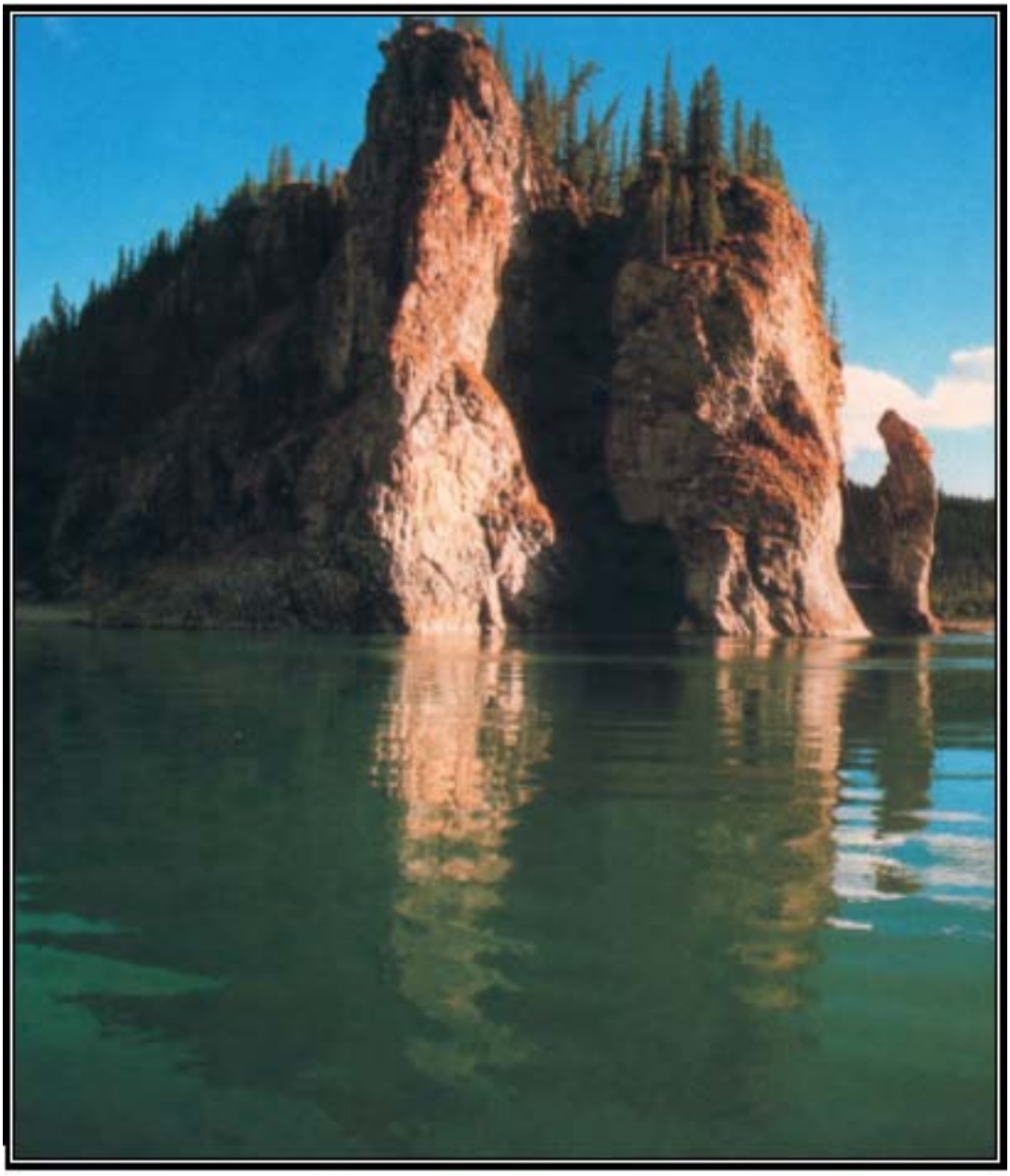


Figure 12. Dureté pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

Traduction figure 12 : Hardness (mg/L) = dureté (mg/L) NWT = T.N.-O. Peel River = rivière Peel



Paul von Baich

Figure 13. Massifs calcaires dans la rivière Peel, Yukon, tout juste après la confluence des rivières Peel et Bonnet Plume

Cations

Les ions calcium sont parmi les plus communs dans la nature (McNeely *et coll.,* 1979). La concentration du calcium dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* varie de 21,6 à 71,8 mg/L (n=138). La valeur minimale a été mesurée pendant la crue, en mai 1988, tandis que la valeur maximale a été observée en période de décrue, en octobre 1999.

Comme le montre la figure 14, en mars 1999, la concentration de calcium la plus élevée (85,0 mg/L) dans tout le bassin a été mesurée dans la *rivière Ogilvie près de Mouth* (B), et la plus basse (43,4 mg/L), dans la rivière *Wind près de Mouth* (H).

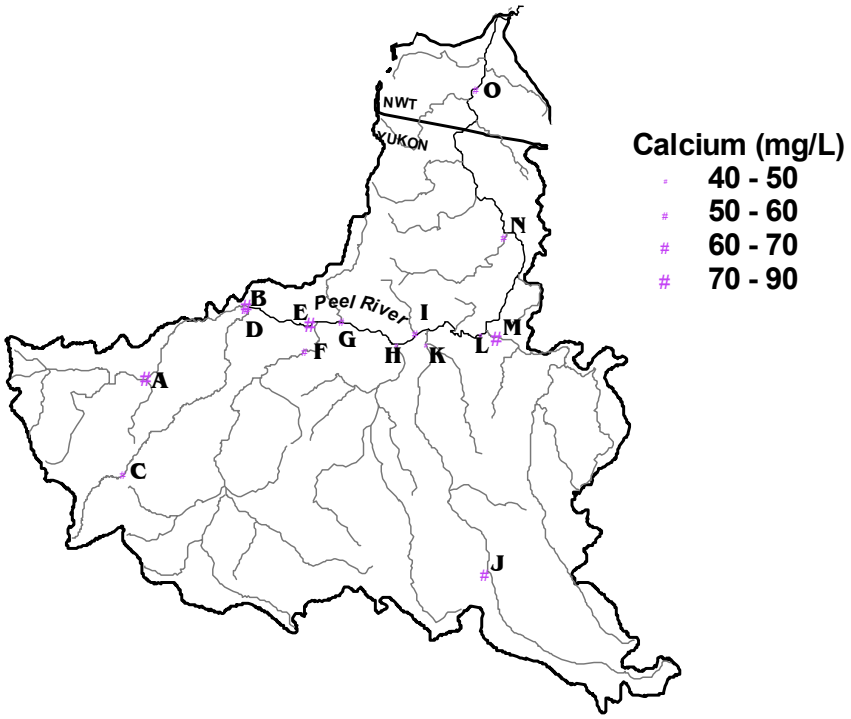
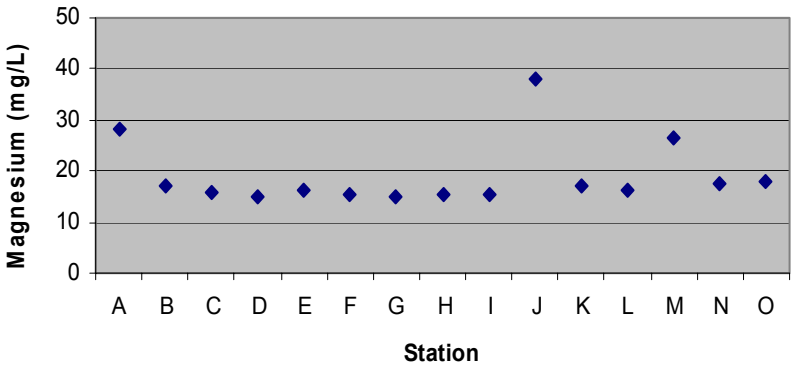


Figure 14. Concentration de calcium pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

Le magnésium est très répandu dans les minerais et minéraux. Il vient après le calcium au second rang des plus importants contributeurs à la dureté de l'eau (la dureté de l'eau joue un rôle important dans la détermination de la toxicité de certains composés). En amont de Fort McPherson (n=138), on a mesuré des concentrations comprises entre 5,8 mg/L (mai 1988) et 25,9 mg/L (octobre 1999).

Comme le montre la figure 15, les concentrations mesurées en mars 1999 variaient de 15,0 mg/L (site G, *rivière Peel en amont du ruisseau Canyon*) à 38,2 mg/L (site J, *rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie*).



A	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer
B	Rivière Ogilvie près de Mouth
C	Rivière Blackstone près du lac Champion
D	Rivière Blackstone près de Mouth
E	Rivière Peel en amont de la rivière Hart
F	Rivière Hart près du lac Hungry
G	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon
H	Rivière Wind près de Mouth
I	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume
J	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie
K	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth
L	Rivière Peel en amont de la rivière Snake
M	Rivière Snake en amont de Mouth
N	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo
O	Rivière Peel en amont de Fort McPherson

Figure 15. Concentration du magnésium pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

Traduction figure 15 : Magnesium (mg/L) = Magnésium (mg/L)

Le Strontium est un métal terreux comme le calcium et le magnésium. Dans la plupart des eaux de surface, le strontium est moins abondant que le calcium (McNeely *et coll.,* 1979). Le strontium libre n'existe pas dans la nature; on le trouve principalement sous forme de sulfates ou de sels minéraux. Le strontium de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* suit la tendance générale des ions dissous : sa concentration est élevée en hiver, période où le débit est de base et atteint son plus bas niveau pendant la crue printanière. La concentration du strontium dissous varie de 0,103 à 0,222 mg/L. La concentration de strontium dans les échantillons prélevés en mars 1999 dans le bassin de la rivière Peel était élevée, la valeur maximale, soit 0,366 mg/L , ayant été observée dans la *rivière Snake, en amont de Mouth* (M).

Le potassium est un nutriment essentiel pour la croissance des plantes et des animaux. Sa concentration dans l'eau de surface est généralement inférieure à 10 mg/L (McNeely *et coll.*, 1979). Les valeurs mesurées dans la rivière Peel variaient de 0,25 à 1,11 mg/L (n=138). Le potassium est le seul ion important pour lequel les concentrations étaient plus élevées en période de crue printanière que pendant la décrue ou la période de débit de base. (figure 16).

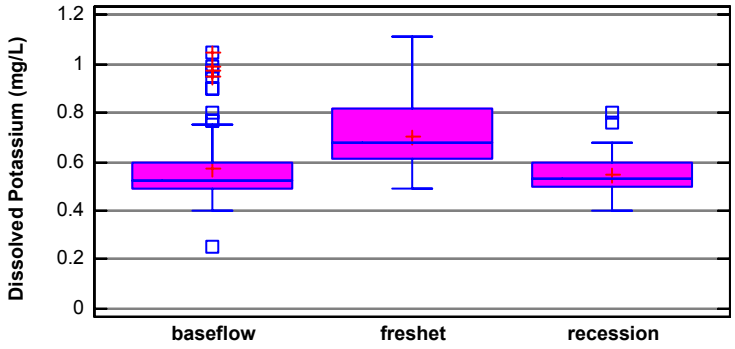


Figure 16. Tendances saisonnières pour le potassium dissous dans les échantillons ponctuels de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

Traduction figure 16 :
Dissolved Potassium (mg/L) = Potassium dissous (mg/L) baseflow = débit de base feshet = crue Recession = décrue

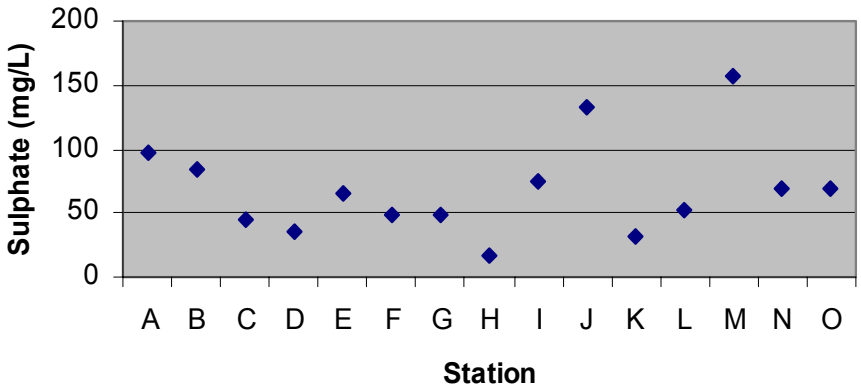
En mars 1999, les concentrations de potassium des échantillons prélevés partout dans le bassin étaient toutes inférieures à la concentration maximale en période de débit de base dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson.*

La concentration du sodium dans la r*ivière Peel en amont de Fort McPherson* variait de 1,89 à 9,96 mg/L (n=138). La valeur minimale, soit 1,89 mg/L, a été mesurée en mai 1988, et la valeur maximale, 9,96 mg/L, en janvier 1992. La concentration du sodium – la relation avec le débit était manifeste (basse pendant la crue et élevée en période de débit de base). Dans l'objectif esthétique des RQEPC pour le sodium, on recommande une concentration <200 mg/L. Les concentrations de sodium antérieures et celles de mars 1999 étaient bien inférieures aux valeurs prescrites dans les RQEPC. La concentration mesurée dans la *rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer* (11,60 mg/L, site A) était la seule valeur non comprise dans la plage des concentrations historiques mesurées sous la glace.

Anions

Le soufre est un nutriment essentiel pour les plantes. Les organismes aquatiques ont besoin de soufre; de faibles concentrations de ce nutriment nuisent à la croissance des algues. La forme la plus courante de soufre dans les eaux bien oxygénées est le sulfate. Lorsque la concentration du sulfate est inférieure à 0,5 mg/L, les algues ne se développent pas. Le sulfate vient au deuxième rang des ions importants dans l'eau dure, après le bicarbonate. Dans les 138 échantillons prélevés, la concentration minimale de sulfate était de 17,5 mg/L (juin 1990) et la concentration maximale, de 96,3 mg/L (octobre 1999). La figure 8 montre clairement l'effet de la dilution. Dans les RQEPC, on recommande une concentration de sulfate <500 mg/L.

Concernant les échantillons prélevés en mars 1999, la concentration maximale de sulfate (157 mg/L) a été observée dans la *rivière Snake en amont de Mouth* (M), tandis que la concentration minimale (16 mg/L) a été mesurée dans la *rivière Wind près de Mouth* (H). Trois échantillons montraient des concentrations supérieures à celles des échantillons prélevés sous la glace, ce qui peut s'expliquer par une dilution réduite dans certains affluents de la rivière Peel (figure 17).



A	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer
B	Rivière Ogilvie près de Mouth
C	Rivière Blackstone près du lac Champion
D	Rivière Blackstone près de Mouth
E	Rivière Peel en amont de la rivière Hart
F	Rivière Hart près du lac Hungry
G	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon
H	Rivière Wind près de Mouth
I	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume
J	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie
K	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth
L	Rivière Peel en amont de la rivière Snake
M	Rivière Snake en amont de Mouth
N	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo
O	Rivière Peel en amont de Fort McPherson

Figure 17. Concentration de sulfate pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

Traduction figure 17 :

Sulphate (mg/L) = sufate (mg/L)

La principale source de fluorure dans les eaux naturelles est l'altération atmosphérique des roches ignées et sédimentaires, en particulier des shales. Normalement, la concentration de fluorure dans les eaux de surface est inférieure à 1 mg/L; elle peut toutefois atteindre des niveaux supérieurs à 50 mg/L (McNeely *et coll.,* 1979). La valeur prescrite dans les RQEPC est de 1,5 mg/L. La concentration de fluorure dans la rivière Peel variait de 0,01 à 0,8 mg/L (n=138).

Toutes les concentrations de fluorure mesurées en mars 1999 dans la *rivière Peel en amont Fort McPherson* se situaient dans la plage historique (sous la glace).

Les concentrations de chlorure étaient comprises entre 0,82 (juin 2000) et 10,90 mg/L (janvier 1992) (n=138). Les plus élevées ont été mesurées sous la glace (médiane=3,70 mg/L) et les plus basses, dans les eaux libres (médiane=1,60 mg/L). Lorsque le débit est élevé (printemps), la dilution est importante, ce qui explique l'obtention de faibles concentrations (tableau 8). Les résultats sont bien inférieurs à la valeur prescrite dans l'objectif esthétique des RQEPC, qui est de 250 mg/L.

Les concentrations mesurées en mars 1999 variaient de 0,5 mg/L (*rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie*, site J) à 8,5 mg/L (*rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer*, site A). Quatre valeurs dépassaient la concentration maximale mesurée en mars dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (4,6 mg/L).

Tableau 8 Variation saisonnière de la concentration des ions importants (mg/L) dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (médiane et moyenne par période)

Paramètre	**Crue**	**Décrue**	**Débit de base**
	médiane/moyenne	**médiane/moyenne**	**médiane/moyenne**
Alcalinité* (n; et)	81,2;81,9 (22; 16,1)	114;113,4 (36, 11)	151;147 (81;, 14,5)
Calcium* (n; et)	31,4 ; 32,0 (23,6,2)	44,8 ; 44,3 (35, 5,33)	53,0 ; 52,7 (80, 5,40)
Magnésium* (n; et)	8,35 ;9,25 (23,2,77)	14,20 ; 14,00 (35, 2,00)	17,05 ; 16,8 (80, 2,05)
Potassium* (n; et)	0,68 ; 0,70 (23, 0,16)	0,53 ; 0,55 (35, 0,09)	0,52 ; 0,57 (80, 0,14)
Strontium * (n; et)	0,14, 0,13 (8, 0,06)	0,16, 0,17 (10, 0,02)	0,17, 0,17 (31, 0,01)
Sodium* (n; et)	2,61 ; 3,19 (23, 1,65)	4,30 ; 4,23 (35, 0,93)	5,30 ; 5,03 (80, 1,00)
Fluorure* (n; et)	0,08 ; 0,08 (23, 0,02)	0,08 ; 0,09 (35, 0,02)	0,07 ; 0,08 (80, 0,08)
Chlorure* (n; et)	1,40 ; 1,30 (23, 1,30)	1,65 ; 1,72 (35, 0,34)	3,63 ; 3,68 (80, 1,39)
Sulfate* (n; et)	36,2 ; 39,3 (23, 16,80)	54,0 ; 56,8 (35, 14,7)	54,8 ; 57,1 (80, 12,2)

* Valeur calculée significative pour le test de Kruskal-Wallis (intervalle de confiance de 95 %). Les médianes varient considérablement selon la période de l'année pour tous les ions importants.

Nutriments

Les plantes ont besoin de nutriments pour se développer. Les macronutriments importants comprennent le phosphore, l'azote et le carbone. On trouve des nutriments sous de nombreuses formes chimiques puisqu'ils font partie des systèmes aquatique, terrestre et atmosphérique. Ils peuvent être de source inorganique ou organique et être présent sous forme dissoute ou particulaire. Seuls les nutriments comme l'orthophosphore, l'ammoniac, le nitrate et le nitrite, lorsqu'ils sont biodisponibles, peuvent stimuler le développement des plantes.

Le phosphore et l'azote sont des indicateurs de la qualité de l'eau particulièrement importants. Lorsque des conditions préalables à la croissance, comme la lumière et la température, sont adéquates, des quantités limités de nutriments, y compris l'azote et le phosphore peuvent limiter la vitesse de croissance et l'abondance des plantes aquatiques. Certains nutriments peuvent, à des concentrations élevées, entraîner une croissance excessive des plantes. Il peut en résulter des niveaux d'oxygène bas à cause de la respiration aérobique des microorganismes qui se nourissent de plantes mortes ou en décomposition. L'oxygène dissous est essentiel à la vie aquatique, en particulier aux poissons. Le phénomène biologique qu'entraîne l'ajout de nutriments en excès dans un cours d'eau est appelé l'eutrophisation.

Les nutriments dosés de systématiquement dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* comprennent le carbone organique dissous, le carbone organique particulaire, le carbone inorganique dissous, l'ammoniac, l'azote particulaire, l'azote dissous, le nitrate/nitrite, le phosphore total et le phosphore dissous. Lors de l'étude de mars 1999, on a dosé le phosphore total, le nitrate/nitrite, l'ammoniac et le nitrate.

Phosphore

Le phosphore n'est habituellement pas toxique pour l'humain, les animaux et les poissons; il est un élément clé pour la croissance des plantes aquatiques (McNeely *et coll.*, 1979). Le phosphore est généralement le nutriment limitant dans les systèmes aquatiques. La croissance des plantes sera interrompue si tout le phosphore est utilisé, peut importe la quantité d'azote disponible.

Le phosphore des systèmes aquatiques existe sous forme particulaire ou dissoute. Le phosphore sous ces deux formes constitue le phospore total (PT). Le PT de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* varie de 0,002 à 1,36 mg/L (n=142). On a observé une tendance saisonnière avec le phosphore total : les concentrations sont élevées au printemps, diminuent pendant l'été et l'automne et chutent en hiver. (tableau 9). Le phosphore dissous (PD) peut passer à travers un filtre de 0,45 µm. Il varie de 0,002 à 0,366 mg/L (n=142). Outre deux valeurs élevées mesurées en juin 1998 (0,366 mg/L) et en novembre 1995 (0,301 mg/L), les concentrations de phosphore dissous étaient relativement constantes pendant toute l'année (figure 18). Il n'existe actuellement aucune valeur prescrite dans les RQEPC pour le phospore total ou le phosphore dissous.

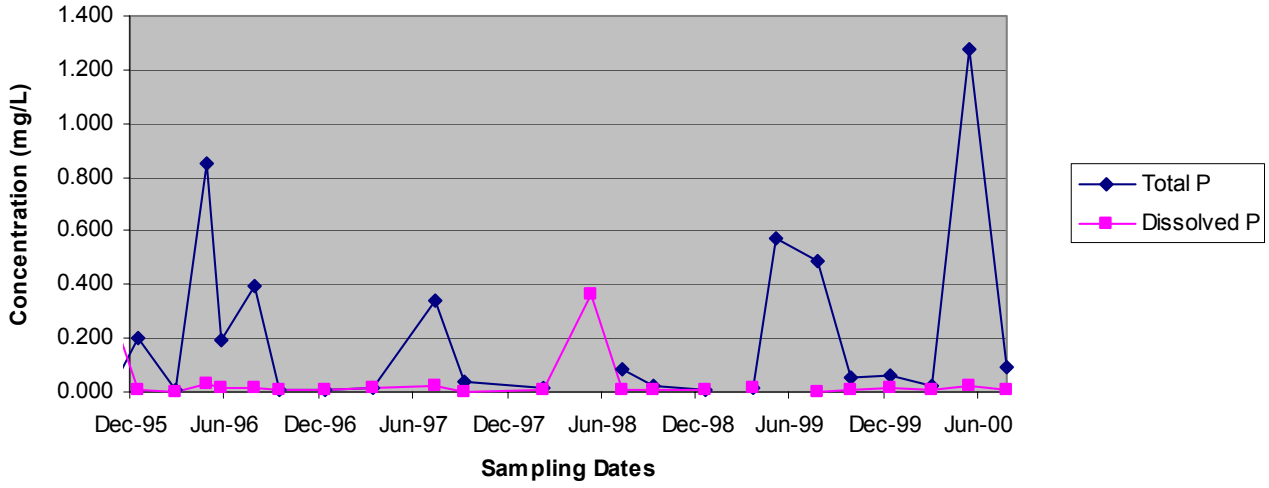


Figure 18. Échantillonnage ponctuel pour le phosphore total et le phosphore dissous dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson*.

Traduction figure 18 :
Sampling dates = dates d'échantillonnage Total P = P total Dissolved P = P dissous Dec.= déc. Jun = juin

On notera l'influence du débit sur le PT : les valeurs étaient élevées pendant la crue et basses en période de débit de base (1995-2000).

On a dosé le phosphore total dans les échantillons prélevés en mars 1999 sur 15 sites du bassin de la rivière Peel. Comme on s'y attendait, les concentrations de phosphore étaient extrêmement faibles, la plus élevée, 0,13 mg/L, ayant été mesurée dans la *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo* (N).

Cycle de l'azote

L'azote est un nutriment important qui influe sur la production primaire aquicole. Les formes d'azote que l'on trouve en eau douce comprennent l'azote moléculaire dissous (N_2), l'azote ammoniacal (NH_3), le nitrite (NO_2), le nitrate (NO_3) et divers composés d'azote organique (Wetzel, 1983).

Les porcessus à l'origine de l'apport et des pertes d'azote dans un système aquatique est apelé le cycle de l'azote : la fixation de l'azote, la nitrification et la dénitrification en sont les trois principales étapes. Les sources d'azote comprennent l'azote particulaire précipité et fixé dans l'eau et dans les sédiments. Certaines bactéries et algues bleu-vert entraînent l'azote de l'atmosphère et le transforme en composés d'azote organique. Les pertes d'azote sont dues aux courants sortants du bassin, à la réduction du NO_3 en N_2 par dénitrification bactérienne avec dégagement de N_2 dans l'atmosphère, et à l'absorption par les sédiments de composés contenant de l'azote (Wetzel, 1983). La dénitrification bactérienne consiste en la réduction d'azote sous forme d'anions oxydés (NO_3 + NO_2) en azote gazeux (N_2). La nitrification est le processus par lequel l'ammoniac s'oxyde pour donner ces mêmes anions. Deux groupes de microorganismes interviennent dans la nitrification : le *Nitrosomonas* oxyde l'ammoniac en nitrite *et le Nitrobacter* oxyde les ions nitrite en nitrate (Wetzel, 1983).

Ammoniac

L'ammoniac constitue une source importante d'azote disponible dans l'environnement; sa toxicité dépend de la température de l'eau et du pH (CCME, 2000). En considérant les températures et pH consignés de 1980 à 1998 (de 0 à 18 °C et de 7,10 à 8,47 unités de pH, respectivement), la plage de valeurs prescrites dans les RQEPVa s'étend de 0,137 mg/L (eau libre) et 18,48 mg/L (sous la glace). Contrairement à la valeur prescrite dans les RQEPVA concernant l'eau sous la glace qui n'a jamais été dépassée, celle concernant l'eau libre a été dépassée une fois en août 1994. Le test de Kruskal-Wallis (P>0,05) a révélé qu'il n'y avait aucune différence significative dans la concentration d'ammoniac entre les différentes périodes de l'année (crue, débit de base et décrue); la période de l'année n'a donc pas une grande influence sur la concentration d'ammoniac. (figure 19).

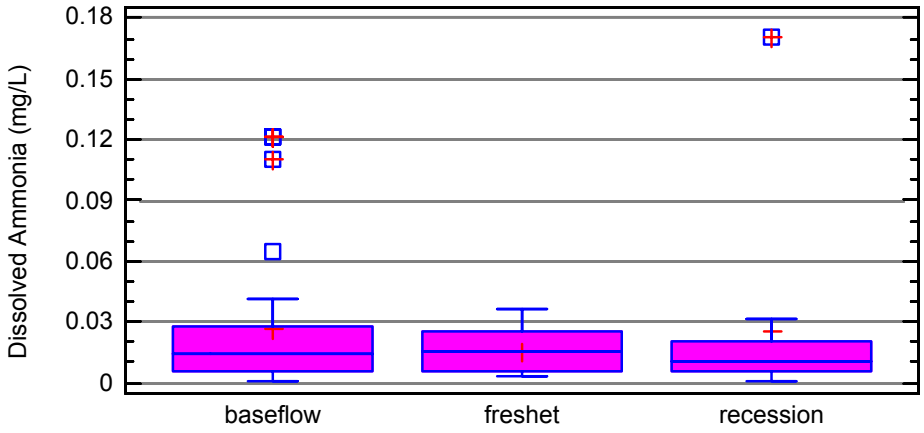


Figure 19. Concentration d'ammoniac dissous dans les échantillons ponctuels, *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

Traduction figure 19 :

Dissolved Ammoniac (mg/L) = ammoniac dissous (mg/L) Baseflow = debit de base Freshet = crue Recession = décrue

La concentration de l'ammoniac dissous n'est pas influencée par la période de l'année (Kruskal Wallis P>0,05).

Les concentrations d'Ammoniacc mesurées en mars 1999 étaient relativement faibles. Dans les 15 sites d'échantillonnages, on a mesuré 9 valeurs égales ou inférieures à la limite de détection, soit 0,002 mg/L. La concentration d'ammoniac la plus élevée, 0,08 mg/L, a été observée dans la *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo* (N).

Nitrate/Nitrite

Le nitrite s'oxyde facilement pour donner du nitrate, c'est pourquoi il est rarement présent à des concentrations importantes en eau douce. La consommation d'une eau contenant une forte concentration de nitrate peut entraver la liaison hémoglobine-oxygène et réduire ainsi le pouvoir oxyphorique du sang (Sanderson *et coll.*, 1997). Tout au long de l'étude, le nitrate et le nitrite ont été dosés non pas individuellement, mais ensemble. Les concentrations mesurées dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* étaient comprises entre 0,020 et 0,224 mg/L (n=131). Le test de Kruskal- Wallis a indiqué qu'il y avait des différences significatives dans les valeurs de la médiane pour le nitrate/nitrite selon la période de l'année. Comme le montre le diagramme (figure 20), les

valeurs les plus élevées ont été enregistrées en hiver, période de débit de base, et les valeurs les plus basses, pendant la crue et la décrue. Il y avait peut de différence quant à la médiane en période de crue et en période de décrue. Il s'agit d'un exemple où le débit a peu d'influence sur la qualité de l'eau. Les basses concentrations observées durant la crue et la décrue sont probablement le résultat de l'absorption par les processus biologiques avec l'été qui s'installe plutôt que d'une relation inversement proportionnelle au débit comme c'est normalement le cas avec les composants dissous (sulfate ou calcium) (Halliwell, 1998).

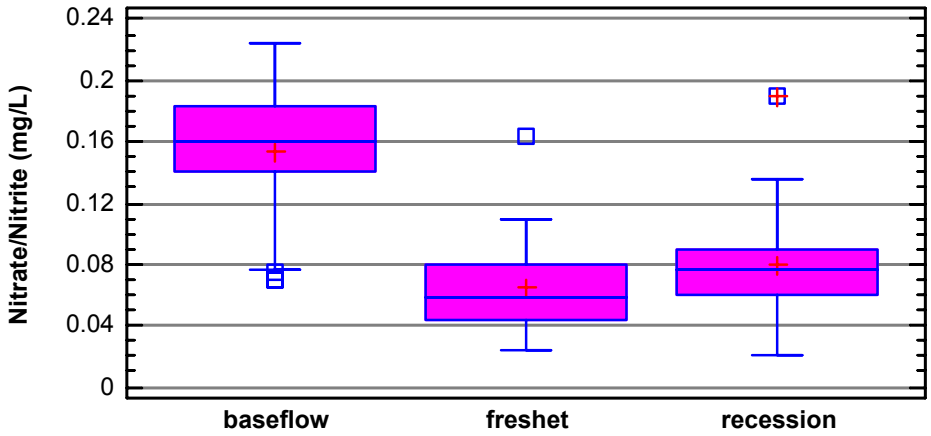
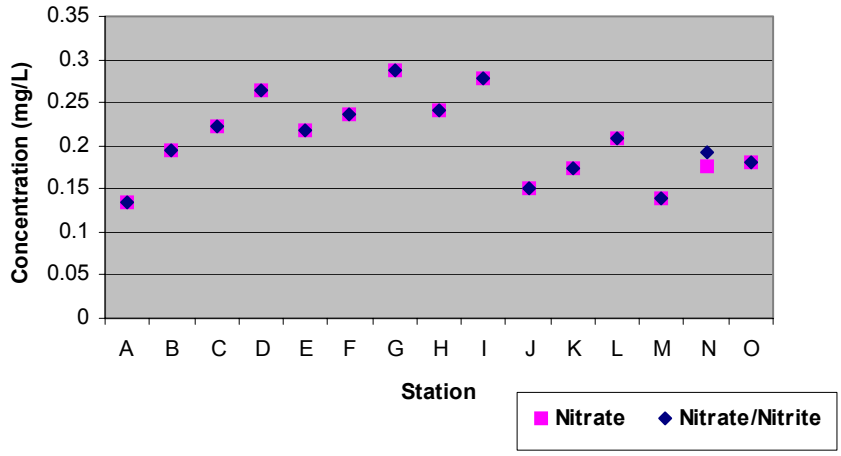


Figure 20. Concentrations de NO_3+NO_2 dans les échantillons ponctuels, *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

Traduction figure 20 : Baseflow = débit de base Freshet = crue Recession = décrue



A	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer
B	Rivière Ogilvie près de Mouth
C	Rivière Blackstone près du lac Champion
D	Rivière Blackstone près de Mouth
E	Rivière Peel en amont de la rivière Hart
F	Rivière Hart près du lac Hungry
G	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon
H	Rivière Wind près de Mouth
I	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume
J	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie
K	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth
L	Rivière Peel en amont de la rivière Snake
M	Rivière Snake en amont de Mouth
N	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo
O	Rivière Peel en amont de Fort McPherson

Figure 21. Concentration de nitrate et de nitrate/nitrite dans 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

On a dosé le nitrate seul et ensemble le nitrate et le nitrite dans les échantillons de 15 sites du bassin de la rivière Peel. Il semble évident à la figure 22 qu'il y a très peu de nitrite, à l'exception du site N, *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo*. Cinq échantillons avaient une concentration supérieure à la plage de données antérieuresde la *rivière Peel en amont de Fort McPherson*, la plus élevée étant de 0,288 mg/L dans la *rivière Peel en amont du ruisseau Canyon* (G).

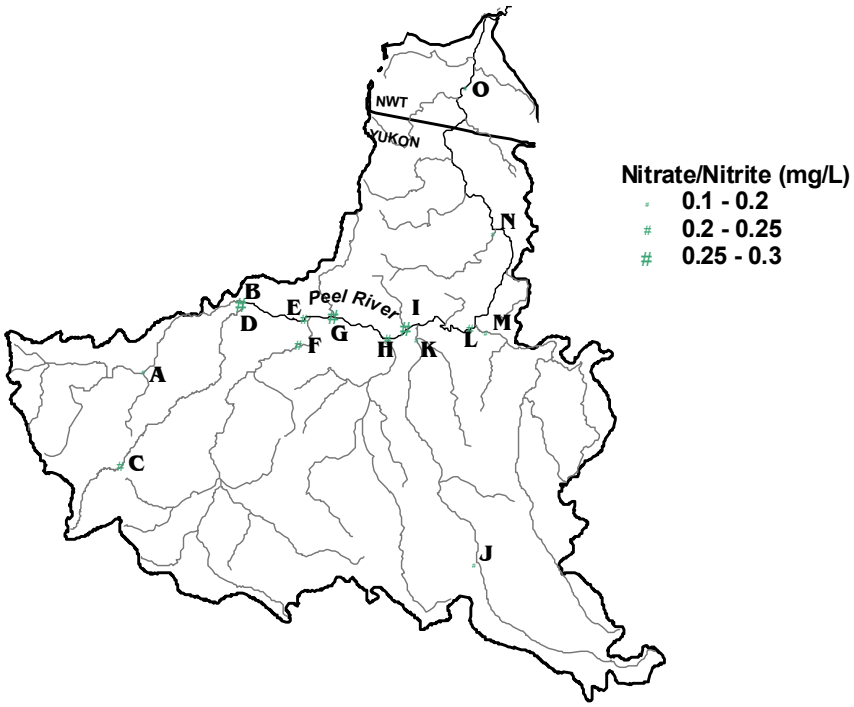


Figure 22. Concentration du nitrate/nitrite pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

Traduction figure 22 : NWT = T.N.-O. Peel River = rivière Peel

Silice réactive

La silice vient au deuxième rang après l'oxygène pour ce qui est de l'abondance dans la croute terrestre. Elle est très importante pour la synthèse des frustules (exosquelette de silice) de certaines algues (diatomées). La plupart des eaux naturelles ont une teneur en silice inférieure à 5 mg/L, bien qu'il n'est pas rare de voir des concentrations comprises entre 1 et 30 mg/L (McNeely *et coll.*, 1979). La concentration de silice dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* variaient de 1,82 à 5,10 mg/L (n=138). Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées en période de débit de base, et les plus basses, en périodes de crue et de décrue (tableau 9). Cette tendance constitue peut être un autre exemple d'absorption par les processus biologiques (figure 23).

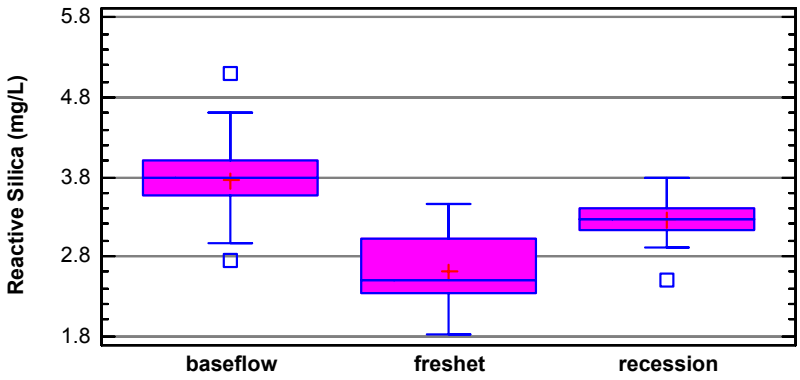


Figure 23. Concentration de silice réactive dans les échantillons ponctuels, *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

Traduction figure 23 : Reactive silica (mg/L) = silice réactive Baseflow = débit de base freshet = crue Recession = décrue

Carbone

Les composés du carbone organique sont formés par photosynthèse dans l'environnement aquatique (sources autochtones); ils peuvent aussi provenir de la biodégradation de matières végétales ou animales (sources allochthones). Le carbone est un nutriment nécessaire aux systèmes biologiques, mais la décomposition du carbone organique peut diminuer la quantité d'oxygène dissous dans l'eau (McNeely *et coll.*, 1979). La concentration du carbone organique est maximale en période de crue printannière, lorsque l'apport de matière organique dans la rivière par les eaux de ruissellement atteint un sommet.

Le carbone organique présent dans les eaux naturelles est presque toujours sous forme de carbone organique dissous (COD) ou de carbone organique particulaire (COP). On sépare le COD du COP par filtration (à travers une membrane filtrante de 0,45 μm). D'après Wetzel (1983), le rapport du COD au COP dans les cours d'eau est de 10:1. En amont de Fort McPherson, il semble que ce rapport ne soit observé qu'en période de débit de base, lorsque le rapport du COD au COP est de 12:1 (médiane) ou de 9:1 (moyenne). Pendant la décrue et la crue, ce rapport est plus près de 1:1. Les résultats saisonniers sont présentés au tableau 9.

La concentration de carbone inorganique dissous (CID) tient compte des carbonates, des bicarbonates et de l'acide carbonique et dépend du pH de l'eau (Wetzel, 1983). La composition minérale du calcaire sous-jacent est une source probable de carbonates dans le bassin de Peel. La concentration du carbone inorganique dissous est élevée en période de débit de base lorsque l'apport par les eaux souterraines atteint un sommet (tableau 9).

Tableau 9. Variations saisonnières de la concentration des nutriments (mg/L) dans la rivière Peel (médiane et moyenne selon la période de l'année)

Paramètre	**Crue**	**Décrue**	**Débit de base**
	médiane/moyenne	**médiane/moyenne**	**médiane/moyenne**
Phosphore total * (n; et)	0,419;0,532 (26; 0,383)	0,097;0,182 (37; 0,217)	0,003;0,009 (78; 0,034
Phosphore dissous * (n; et)	0,011;0,026 (26; 0,070)	0,008;0,011 (38; 0,013)	0,009;0,017 (79; 0,027)
Ammoniac dissous -N (n; et)	0,015;0,016 (10; 0,011)	0,012;0,026 (11; 0,049)	0,015;0,027 (30; 0,034)
Nitrate+Nitrite* (n; et)	0,058;0,065 (25; 0,029)	0,076;0,080 (35; 0,03)	0,160;0,154 (71; 0,039)
Azote dissous * (n; et)	0,217;0,244 (26; 0,126)	0,15;0,198 (37; 0,133	0,205;0,258 (78; 0,142
Silice réactive * (n; et)	2,70 ; 2,76 (14; 0,44)	3,27 ; 3,26 (35; 0,25)	3,81 ; 3,78 (80; 0,40)
Azote organique particulaire * (n; et)	0,692;0,798 (22; 0,544)	0,174;0,401 (35; 0,681)	0,012;0,023 (74; 0,022)
Carbone organique particulaire * (n; et)	6,745;9,182 (22; 7,08)	2,14;4,53 (35; 7,81)	0,13;0,215 (74; 0,244)
Carbone organique dissous * (n; et)	6,53;6,76 (24; 2,98)	3,40;3,66 (34; 1,56)	1,52;1,97 (73; 1,36)
Carbone inorganique dissous * (n; et)	17,0;17,0 (1; 0,00)	25,80, 25,80 (2; 1,55)	35,0;35,1 (9; 2,55)

* Valeur calculée significative pour le test de Kruskal-Wallis (intervalle de confiance de 95 %). La médiane varie considérablement selon la période de l'année pour tous les nutriments, sauf l'ammoniac.

Métaux

Les données sur les métaux totaux et les métaux extractibles sont disponibles pour la partie de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson*. La concentration des métaux totaux tient compte des métaux sous forme dissoute et particulaire (non filtrée). Par métaux dissous on entend les métaux en solution dans un échantillon débarrassé des sédiments en suspension par filtration. Les extractibles sont les métaux dissous et diverses quantités de métaux particulaires (on laisse les sédiments se déposer, puis on analyse le décantat). Les métaux sous forme dissoute sont disponibles pour les organismes aquatiques. On a prélevé des échantillons pour l'analyse des métaux dissous uniquement dans le cadre du programme d'échantillonnage de mars 1999; ce type de prélèvement ne fait toutefois pas partie de l'échantillonnage systématique dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson*. Les résultats concernant les données antérieures sur les métaux totaux sont présentés au tableau 11.

La filtration d'échantillons d'eau peu de temps après leur prélèvement est nécessaire pour l'analyse des métaux dissous. En mars 1999, des échantillons destinés à l'analyse des métaux dissous ont été filtrés au Eagle Plains Lodge à la fin de la journée parce que la température sur le terrain qui était sous le point de congélation. On s'attendrait normalement à ce que la concentration des métaux dissous soit égale ou inférieure à celle des métaux totaux pour chaque échantillon, mais dans bien des cas, elle dépassait celle des métaux totaux, spécifiquement pour le chrome, le cuivre, le lithium, le manganèse, le plomb et l'antimoine. Cela peut en partie s'expliquer par le fait que les métaux totaux et les métaux dissous sont recueillis dans des bouteilles d'échantillonnage distinctes; on peut donc s'attendre à certaines variations. En outre, plus les résultats s'approchent de la limite de détection pour un paramètre donné, plus l'erreur du laboratoire augmente, et ce, de façon exponentielle (Mueller *et coll.*, 2001). Des erreurs d'échantillonnage peuvent aussi être responsables en partie de cette variation.

Bien que l'on trouve des métaux naturellement dans les milieux aquatiques, des niveaux élevés de certains métaux peuvent être nocifs pour certains biotes. Les métaux peuvent se retrouver en quantités importantes dans le réseau alimentaire et s'accumuler dans les organismes supérieurs. Des taux élevés dans le tissu des poissons peuvent entraîner des problèmes de santé chez l'humain consommant ces derniers.

La plupart des métaux sont associés aux sédiments en suspension (Sanderson, 1997; Taylor, 1998). Cette association est un bon exemple de relation directement proportionnelle au débit, les concentrations étant élevées lorsque la charge de sédiments est importante et que le niveau d'eau est élevé; les concentrations de cobalt total le montrent clairement à la figure 24. Le coefficient de de Spearman a révélé l'existance d'une corrélation très positive entre les sédiments en suspension et plusieurs métaux, y compris l'aluminium, le chrome, le cobalt, le cuivre, le fer, le plomb, le lithium et le nickel (tableau 10). Les concentrations de certains métaux de ce bassin dépassent naturellement les valeurs prescrites dans les RQEPVA et dans les RQEPC.

Exemple de relation directement proportionnelle au débit (Effets des matières particulaires) :

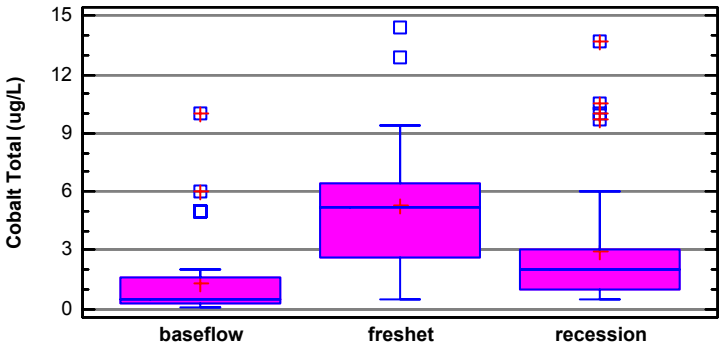


Figure 24. Concentration du cobalt total dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* de 1980 à 2000

Tableau 10. Coefficient de corrélation de Spearman pour les solides totaux en suspension et divers métaux

MÉTAL ET STS	RHO DE SPEARMAN
Aluminium et STS	0,8407
Chrome et STS	0,8824
Cobalt et STS	0,8088
Cuivre et STS	0,9276
Fer et STS	0,8407
Plomb et STS	0,8933
Lithium et STS	0,9276
Nickel et STS	0,9276

Les données de mars 1999 sont présentées ci-après en détails. On remarquera que dans la *rivière Peel, en amont de la rivière Cariboo* (N), les valeurs étaient élevées pour la concentration de la plupart des métaux associés aux sédiments, la turbidité et la concentration des solides en suspension. L'échantillon d'eau utilisée dans le cadre de cette étude était brunâtre, comme indiqué dans la partie sur la turbidité. Les données présentées sont importantes, mais celles relatives aux métaux de ce site ne devraient pas être considérées comme représentatives de la qualité normale de l'eau de ce bassin. Autrement dit, pour la majeure partie des paramètres évalués, les valeurs se se trouvaient dans la plage de données antérieures sur la *rivière Peel en amont de Fort McPherson*.

Bien qu'on ait noté que comparativement à d'autres sites du bassin, la concentration de certains métaux était élevée sur les sites de la rivière Ogilvie, en particulier dans le cas du cuivre, du molybdène et du zinc, *en amont du ruisseau Engineer* (A) et du plomb près de *Mouth* (B). Aucune source anthropique n'explique la présence de ces métaux dans le bassin de la rivière Peel basin, si ce n'est le transport atmosphérique sur de longues distances. Pendant les mois d'hiver, période de débit de base, la qualité de l'eau sous la glace est surtout influencée par l'eau souterraine. La composition chimique de l'eau souterraine reflète habituellement la composition minérale de la roche ou du sol où elle passe. Dans les zones dont le sous-sol est constitué par un substrat rocheux inerte de faible solubilité, l'eau souterraine présente généralement une faible concentration en produits chimiques dissous. Dans les zones où il y a minéralisation par des métaux de base (Cu, Zn, Fe, etc.), l'eau souterraine peut contenir des concentrations relativement élevées de ces métaux. Dans d'autres endroits, où des formations de calcaire ou de dolomite prédominent, l'eau

souterraine montre une teneur élevée en calcium et en magnésium, ce qui contribue à rendre l'eau dure (Colombie-Britannique, 1994). La composition minérale du sous-bassin Ogilvie expliquerait probablement la qualité de l'eau en hiver. La dilution et les différentes influences géologiques dans le cours principal de la rivière Peel, expliquent pourquoi on n'observe pas ces effets en aval.

Paul von Baich

Figure 25. Région nord des monts Ogilvie, cours supérieur de la rivière Porcupine, Yukon (début octobre)

Aluminium

L'aluminium (Al) est un élément très abondant dans la croûte terrestre et l'altération atmosphérique de la roche ignée ou sédimentaire produit naturellement de l'aluminium. La concentration d'aliminium dans l'eau peut être élevée dans les zones où l'on utilise du sulfate d'aluminium pour traiter l'eau, de même qu'en aval des zones où le drainage minier acide est courant (McNeely *et coll.*, 1979). La valeur prescrite dans les recommandations pour la protection de la vie aquatique en eau douce est de 100 µg/L (pour une eau dont le pH $\geq$ 6,5, Ca dissous < 4 mg/L et COD $\geq$ 2 mg/L). Il n'y a pas de valeur prescrite pour l'aluminium dans les RQEPC. La concentration d'aluminium dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* est naturellement élevée; elle se situe entre 11 et 19 900 µg/L (n=48); la valeur la plus élevée peut être le résultat d'une forte charge sédimentaire. Quarante pourcent des échantillons montraient une concentration d'aluminium total supérieure à la valeur prescrite. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées au printemps et les plus faibles, en période de débit de base (tableau 11).

Dans les données des échantillons prélevés en mars 1999 data, partout dans le bassin, les concentrations d'aluminium total étaient toutes inférieures à la limite de détection (<10 µg/L), sauf au site N (*Rivière Peel en amont de Cariboo*), où l'on a mesuré 6870 µg/L, et au site O (*Rivière Peel en amont de Fort McPherson*) où la concentration était de 12 µg/L. La valeur prescrite dans les RQEPVA n'était dépassée qu'au site N. Toutes les concentrations d'aluminium dissous étaient sous la limite de détection, qui est de 10 µg/L.

Baryum

Le Baryum (Ba) peut être libéré par l'altération atmosphérique de composés de la barite d'origine naturelle, lesquels sont souvent associés à un dépôt métallifère. Le baryum a aussi de nombreuses applications industrielles. En raison de l'insolubilité de la plupart de ses composés, il n'est pas considéré comme une menace pour l'environnement. On le trouve à l'état naturel dans presque toutes les eaux de surface, à des concentrations variant de 2 à 340 µg/L (USEPA, 2001). Il n'y a pas de valeur prescrite pour le baryum dans les RQEPVA, mais celle prescrite dans les RQEPC est de 1000 µg/L. Dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson*, la concentration du baryum total se situait entre 50 et 413 µg/L (n=139); la médiane était de 99 µg/L. Les concentrations les plus élevées ont été enregistrées pendant la crue, les plus basses, en période de débit de base (figure 26).

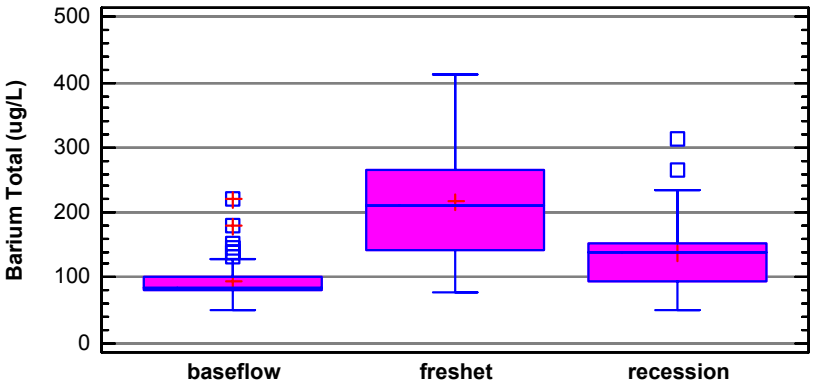


Figure 26. Concentration du baryum total dans des échantillons ponctuels prélevés dans la partie de la *rivière Peel située en amont de Fort McPherson* (1980-2000)

Traduction figure 26 :
Barium total = baryum total
baseflow = débit de base
freshet = crue
Recession = décrue

Au cours de l'étude de mars 1999, on a décelé la présence de baryum dans les eaux du bassin de la rivière Peel (figure 27). Les niveaux de baryum total se situaient entre 58,3 µg/L dans la rivière Snake en amont de Mouth (M) et 255 µg/L, valeur maximale mesurée dans la rivière Peel en amont de la rivière Cariboo (N); la moyenne de l'ensemble des sites était de 104 µg/L. Mis à part le site N, tous les niveaux de baryum total se situaient dans la plage de données antérieures sur le débit de base, pour la rivière Peel en amont de Fort McPherson. Les niveaux de baryum dissous suivaient une tendance similaire : ils variaient de 65,9 µg/L dans la rivière Snake en amont de Mouth (M) à

131 µg/L dans la rivière Blackstone près de Mouth (D), la moyenne étant de 92,6 µg/L. Tous les échantillons présentaient des concentrations inférieures à la limite prescrite dans les RQEPC.

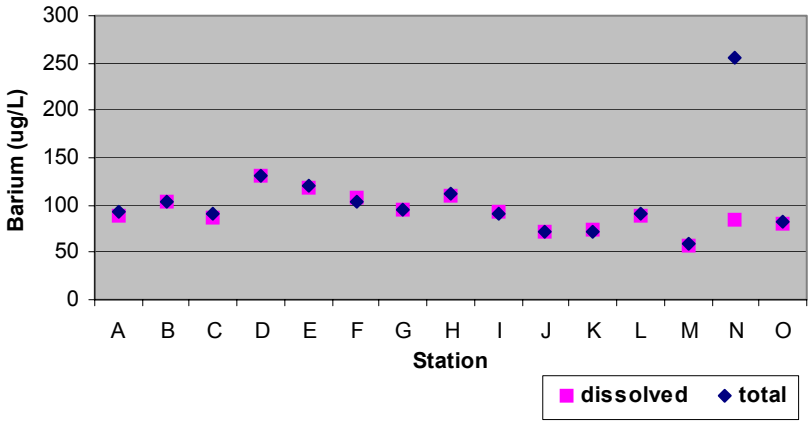


Figure 27. Concentration du baryum total et du baryum dissous pour 15 sites du cours supérieur de la rivière Peel, mars 1999

Traduction figure 27 : Barium = baryum Dissolved = dissous

Cadmium

Le cadmium (Cd) et les composés du cadmium sont habituellement présents à de faibles concentration dans les eaux naturelles soit, dans une plage s'étendant de 0,1 à 10 µg/L. Les sels de cadmium peuvent être présents sous forme organique ou inorganique; ils sont absorbés par des particules en suspension ou se déposent dans le fond. La toxicité du cadmium est fonction de la dureté, du pH et à un degré moindre, des concentrations de zinc et de cyanure (McNeely *et coll.*, 1979). Le biote aquatique montre une toxicité aigüe ou sévère au cadmium en solution (CCME 1999). La valeur provisoire prescrite dans les RQEPVA pour le cadmium total est de 0,05 µg/L (pour une eau dont la dureté moyenne est de 179 mg/L). Dans 52 % des échantillons (n=141) prélevés à Fort McPherson, la concentration de cadmium était détectable; de ce pourcentage, seul un échantillon montrait une concentration supérieure à la limite prescrite dans les RQEPC, qui est de 5 µg/L, mais, tous avaient une concentration dépassant la limite provisoire prescrite dans les RQEPVA, qui est de 0,05 µg/L. Les métaux ont tendance à se lier aux sédiments et, par conséquent, leur disponibilité pour les processus biologiques est réduite au minimum (Taylor *et coll.,* 1998).

Des concentrations de calcium dissous allant de <0,01 µg/L à 0,06 µg/L ont été mesurées dans le bassin de Peel (site A, *Ogilvie en amont du ruisseau Engineer*). La concentration moyenne de l'ensemble des sites était de 0,017 µg/L. Comme le montre la figure 28, pour deux des quinze sites de la rivière Peel, la concentration du calcium total dépassait la limite prescrite dans les RQEPVA, qui est de 0,05 µg/L. La concentration la plus élevée (0,4 µg/L) a été mesurée dans la *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo* (N). Tous les échantillons analysés montraient une concentration de cadmium inférieure à la limite prescrite dans les RQEPC, laquelle est de 5 µg/L.

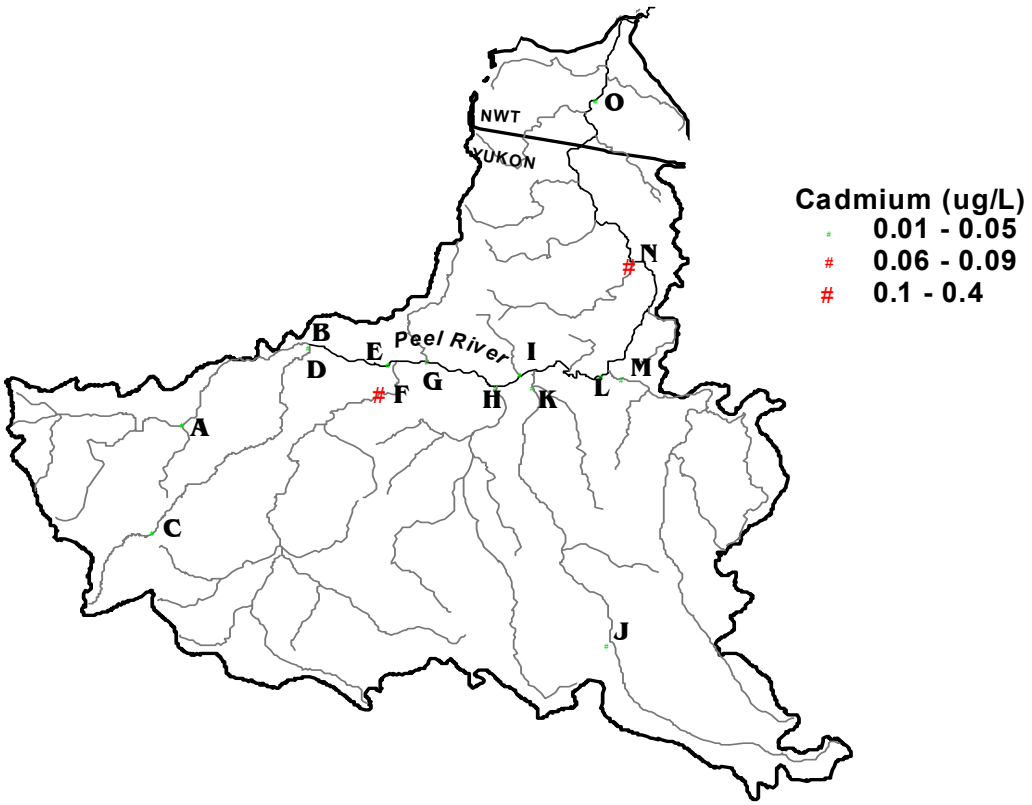


Figure 28. Concentration du cadmium total partout dans le bassin de la rivière Peel, mars 1999

La limite prescrite dans les RQEPVA pour le cadmium est de 0,05 µg/L; cette limite a été dépassée dans deux sites

Traduction figure 28 : NWT = T.-N.-O. Peel River = rivière Peel

Chrome

Les chromates naturels sont rares, c'est pourquoi peu de cours d'eau contiennent du chrome d'origine naturelle. La toxicité du chrome (Cr) pour la vie aquatique est fonction de la température et du pH de l'eau (McNeely *et coll.*, 1979). On a enregistré des concentrations de chrome comprises entre <1et 5 µg/L dans des lacs et rivières vierges du Canada (CCME, 1999). Deux formes de chrome sont à l'origine de préoccupations pour l'environnement, la trivalente et l'hexavalente. Dans les eaux naturelles, le chrome trivalent n'est pas présent sous une forme stable; il passe lentement sous une forme plus toxique, l'hexavalente. Dans cette étude, la forme du chrome n'a pas été identifiée. Afin d'être conservateur, nous utiliserons la valeur la plus stricte, soit celle des RQEPVA pour le chrome hexavalent (1,0 µg/L).

La concentration du chrome dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* étaient comprises entre 0,2 et 29,8 µg/L (40 % des concentrations dépassaient la valeur prescrite dans les RQEPVA). Aucune des concentrations ne dépassait la valeur prescrite dans les RQEPC, soit 50 µg/L.

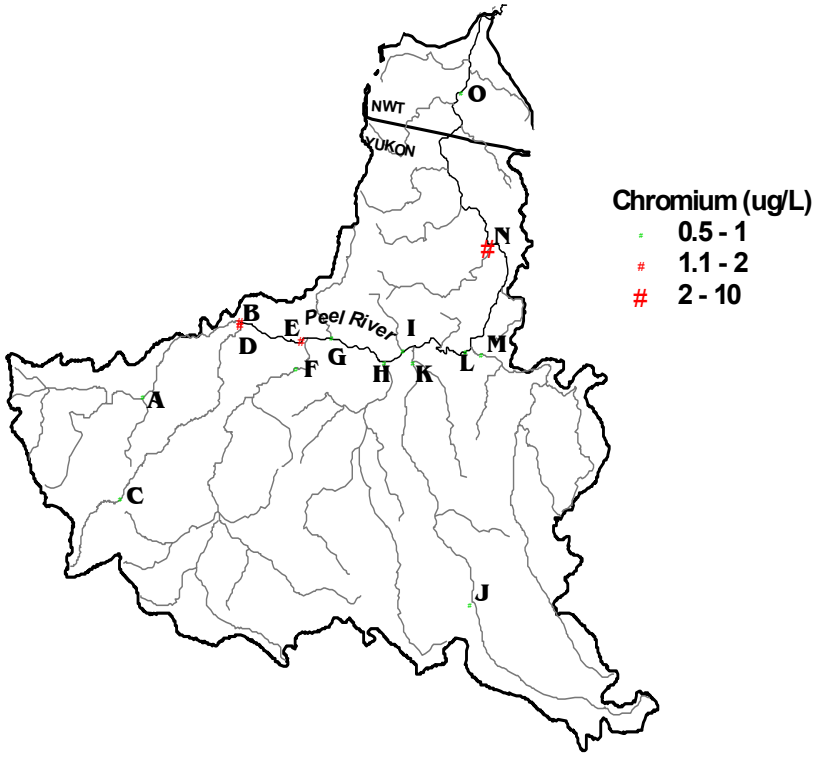
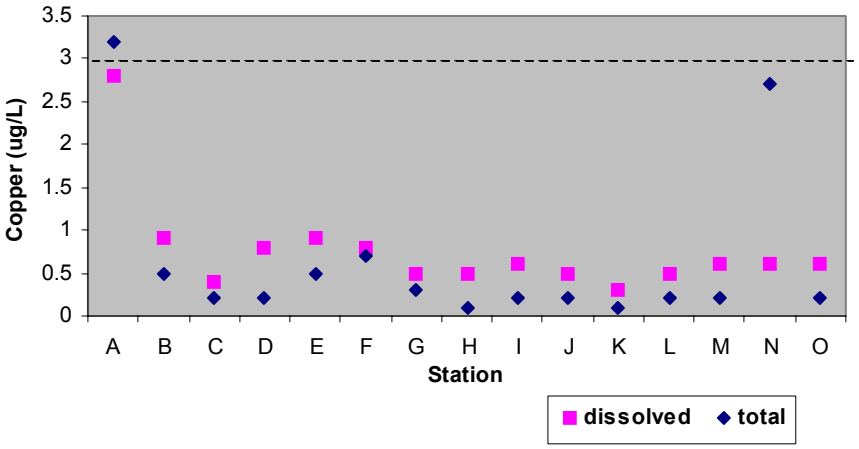


Figure 29. Concentration du chrome total dans 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

La valeur prescrite dans les RQEPVA pour le chrome hexavalent est de 1,0 µg/L; elle était dépassée dans quatre sites.
Traduction figure 29 : NWT = T.N.-O. Peel River = rivière Peel

La concentration du chrome total dans le bassin de la rivière Peel se situait entre 0,6 µg/L et 10 µg/L, et dans quatre des quinze sites, la valeur prescrite dans les RQEPVA, soit de 1,0 µg/L, était dépassée, comme l'indique la figure 29. Dans la *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo* (N), la concentration du chrome total, soit 10 µg/L, était considérablement plus élevée que dans tous les autres sites d'échantillonnage. Dans tous les sites, la concentration de chrome dissous avoisinnait 1,2 µg/L, la valeur maximale, soit 2 µg/L, ayant été enregistrée dans la rivière *Blackstone près de Mouth* (D). On a remarqué que dans de nombreux cas, la concentration du chrome dissous dépassait celle du chrome total.

Cuivre



A	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer
B	Rivière Ogilvie près de Mouth
C	Rivière Blackstone près du lac Champion
D	Rivière Blackstone près de Mouth
E	Rivière Peel en amont de la rivière Hart
F	Rivière Hart près du lac Hungry
G	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon
H	Rivière Wind près de Mouth
I	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume
J	Rivière Bonnet Plume en amont Ruisseau Gillespie
K	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth
L	Rivière Peel en amont de la rivière Snake
M	Rivière Snake en amont de Mouth
N	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo
O	Rivière Peel en amont de Fort McPherson

Figure 30. Concentration du cuivre total et du cuivre dissous dans 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

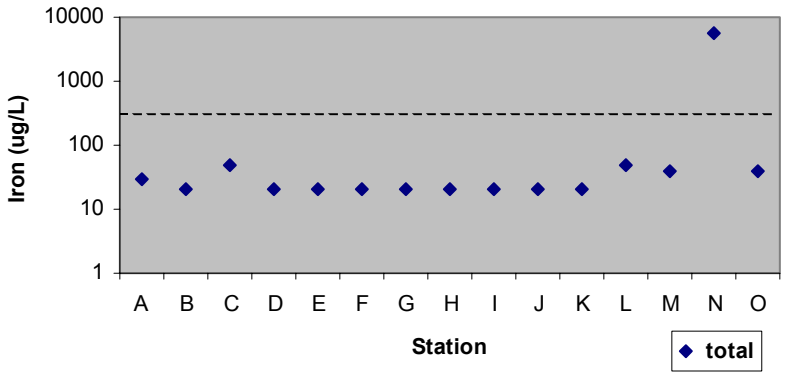
La valeur prescrite dans les RQEPVA, soit 3 µg/L, est représentée par une ligne pointillée

Traduction figure 30 : Copper = cuivre Dissolved =dissous

Le cuivre est un métal lourd commun dans les eaux naturelles. Il est un des nutriments essentiels des plantes et des animaux. On trouve des traces de ce métal allant jusqu'à 50 µg/L dans les eaux de surface naturelles. La toxicité du cuivre pour la vie aquatique est fonction de la température, la turbidité et la dureté de l'eau de même que de la forme sous laquelle ce métal est présent. Le minerai de cuivre étant relativement insoluble dans l'eau, il y a peu de cuivre d'origine naturelle dans l'eau (McNeely *et coll.*, 1979). Trente six poucent des valeurs mesurées dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* dépassaient la valeur prescrite dans les RQEPVA, soit 3 µg/L (eaux ayant une dureté comprise entre 120 et 180 mg/L). La valeur prescrite dans les RQEPC, soit 1000 µg/L, n'a toutefois pas été dépassée.

Partout dans le bassin de la rivière Peel, la plage de concentration du cuivre total variait d'une valeur inférieure à la limite de détection (<0,1 µg/L) jusqu'à un maximum de 3,2 µg/L ,dans la *rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer* (A). Cette valeur maximale constituait le seul dépassement de la valeur prescrite dans les RQEPVA. Comme le montre la figure 30, toutes les concentrations de cuivre dissous étaient inférieures à 3 µg/L, la concentration maximale ayant été mesurée dans la rivière *Ogilvie en amont du ruisseau Engineer* (A) (2,8 µg/L).

Fer



A	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer
B	Rivière Ogilvie près de Mouth
C	Rivière Blackstone près du lac Champion
D	Rivière Blackstone près de Mouth
E	Rivière Peel en amont de la rivière Hart
F	Rivière Hart près du lac Hungry
G	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon
H	Rivière Wind près de Mouth
I	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume
J	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie
K	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth
L	Rivière Peel en amont Snake River
M	Snake River en amont Mouth
N	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo
O	Rivière Peel en amont de Fort McPherson

Figure 31. Concentration du fer total dans 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

La concentration prescrite dans les RQEPVA (300 µg/L) est indiquée par une ligne discontinue. Les données sont présentées sous forme logarithmiques.

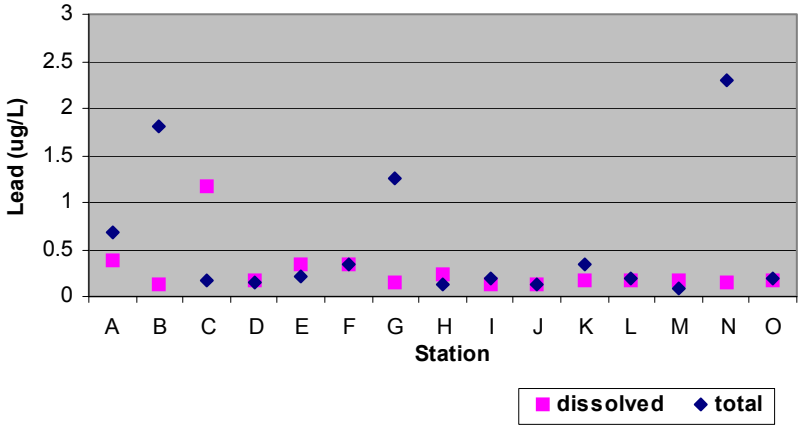
Traduction figure 31 : Iron = fer

Le fer (Fe) est le quatrième plus importants éléments qu'on trouve dans la croûte terrestre. Le fer mobile présent dans l'eau s'oxyde, se retrouve ainsi sous une forme moins mobile et précipite en fer ferrique. La concentration du fer dans les eaux de surface est généralement inférieure à 0,5 mg/L. Le cycle de croissance des algues d'eau douce et des microorganismes quatiques apparentés peut avoir une grande influence sur la concentration du fer dans les eaux de surface (McNeely *et coll,* 1979). On a commencé à doser le fer total en 1993. La concentration naturelle de fer est élevée. Depuis 1993, les concentrations dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* varient de 0,044 à 61,60 mg/L (n=48). La valeur maximale (61,60 mg/L) a été mesurée en période de crue; la valeur minimale (0,044 mg/L), en période de débit de base; il s'agit de la même tendance que

celle de la figure 24. Dans les RQEPVA et les RQEPC, la valeur prescrite pour le fer total est de 0,3 mg/L. Cette valeur a été dépassée dans environ 40 % du temps.

En mars 1999, les concentrations de fer total mesurées dans la rivière Peel étaient toutes comprises à l'intérieur d'un écart de 0,03 mg/L à la limite de détection (0,02 mg/L). Partout, les concentrations se situaient sous la valeur prescrite dans les RQEPVA et les RQEPC, sauf dans la *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo* (N), où l'on a mesuré 5,43 mg/L. Toutes les concentrations de fer dissous étaient inférieures à la limite de détection; elles n'ont donc pas été intégrées à la figure 31.

Plomb



A	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer
B	Rivière Ogilvie près de Mouth
C	Rivière Blackstone près du lac Champion
D	Rivière Blackstone près de Mouth
E	Rivière Peel en amont de la rivière Hart
F	Rivière Hart près du lac Hungry
G	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon
H	Rivière Wind près de Mouth
I	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume
J	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie
K	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth
L	Rivière Peel en amont de la rivière Snake
M	Rivière Snake en amont de Mouth
N	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo
O	Rivière Peel en amont de Fort McPherson

Figure 32. Concentration du plomb total et du plomb dissous dans 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

Traduction figure 32 : Lead = plomb Dissolved = dissous

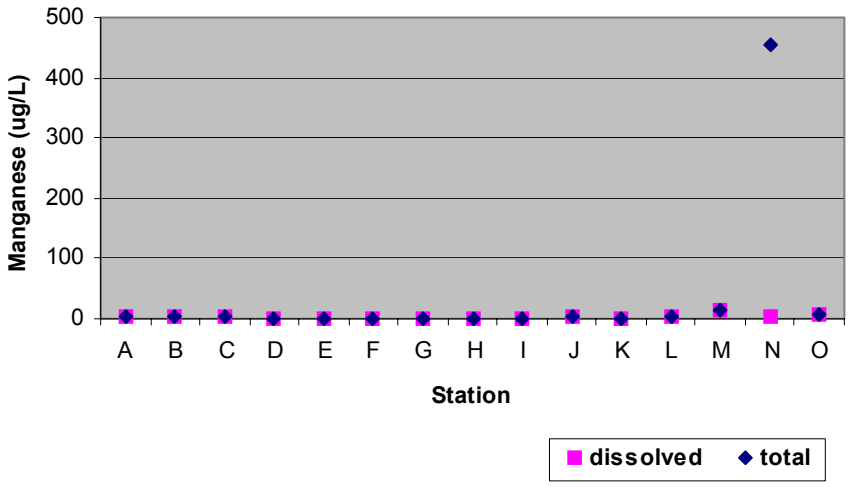
On peut trouver dans l'environnement du plomb soluble ou en suspension à de faibles concentrations. La toxicité du plomb dépend de la dureté, du pH, de l'alcalinité et de la teneur de l'eau en oxygène dissous. Le plomb n'a souvent aucune influence sur les plantes, comme il est fortement absorbé par les sols; toutefois, le plomb peut être toxiques pour les animaux, en particulier les poissons. Il existe de petites quantités de plomb d'origine naturelle, mais le plomb d'origine anthropique est beaucoup plus important : l'automobile et les industries ont un impact sur les eaux parce que le plomb qu'elles produisent est transporté dans l'atmosphère et se dépose dans les eaux (McNeely *et coll.*, 1979).

La valeur prescrite pour le plomb dans les RQEPVA est fonction de la dureté de l'eau réceptrice parce que la toxicité du plomb est inversement proportionnelle à la dureté. La dureté de l'eau réceptrice du bassin de la rivière Peel avoisine les 179 mg/L. Pour cette dureté, on prescrit une concentration de plomb de 4 µg/L. La concentration maximale de plomb dans l'eau potable prescrite dans les RQEPC est de 10 µg/L. Dans soixante et un pourcent des échantillon prélevés en amont de Fort McPherson (n=140), la concentration du plomb était détectable; elle se situait entre 0,2 et 22,8 µg/L. Les valeurs les plus élevées ont été mesurées au printemps (médiane=5,5 µg/L), les plus faibles, en période de débit de base (médiane = 0,8 µg/L). Quatre pourcent des échantillons dépassaient la valeur prescrite dans les RQEPC; celle prescrite dans les RQEPVA était dépassée

par 16 % des échantillons; les dépassements survenant généralement en période de crue ou de décrue, lorsque le niveau d'eau et la charge sédimentaire sont plus importants.

Toutes les valeurs mesurée en mars 1999 étaient bien inférieures aux limites prescrites dans les deux séries de recommandations (figure 32). La concentration du plomb total dans le bassin de Peel était comprise entre 0,08 µg/L (*rivière Snake en amont de Mouth* (M)) et 2,3 µg/L (*rivière Peel en amont de la rivière Cariboo* (N)). La concentration de plomb dissous était aussi faible et se situait entre 0,12 µg/L et 1,17 µg/L. On a remarqué que dans certains cas la concentration du plomb dissous dépassait celle du plomb total. Comme dans le cas du cadmium, il est possible que ces résultats soient faussés par une erreur humaine et qu'ils ne soient pas représentatifs des conditions réelles.

Manganèse

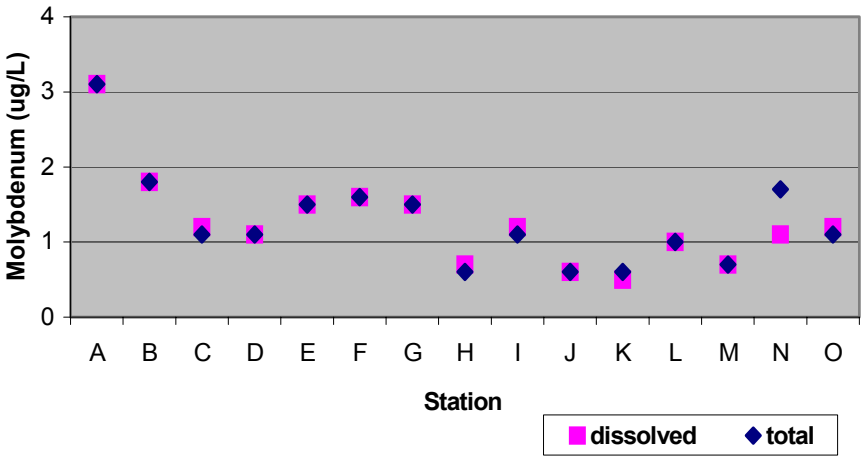


A	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer
B	Rivière Ogilvie près de Mouth
C	Rivière Blackstone près du lac Champion
D	Rivière Blackstone près de Mouth
E	Rivière Peel en amont de la rivière Hart
F	Rivière Hart près du lac Hungry
G	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon
H	Rivière Wind près de Mouth
I	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume
J	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie
K	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth
L	Rivière Peel en amont de la rivière Snake
M	Rivière Snake en amont de Mouth
N	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo
O	Rivière Peel en amont de Fort McPherson

Figure 33. Concentration du manganèse total et du manganèse dissous dans 15 sites du bassin hydrographique de la rivière Peel, mars 1999

Le manganèse (Mn) est un élément important pour la fertilité du sol et la nutrition des plantes et des animaux. Il atteint rarement des concentrations de 1000 µg/L dans les eaux naturelles et est généralement présent en quantités d'au plus 200 µg/L (CCREM, 1987). La valeur prescrite dans l'objectif esthétique des RQEPC est de 50 µg/L; il n'existe aucune RQEPVA à ce sujet. La concentration du manganèse total en amont de Fort McPherson se situait entre 6,6 et 431 µg/L (n=47). Les concentrations mesurées en mars 1999, dans le bassin de la rivière Peel étaient basses, sauf une (453 µg/L), mesurée dans la *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo* (N) (Figure 33). Elles se situaient néanmoins toutes dans la plage de valeurs historiques de Fort McPherson. La concentration du manganèse dissous variait de 0,6 µg/L à 15,6 µg/L, dans les sites d'échantillonnage du bassin de la rivière Peel.

Molybdène



A	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer
B	Rivière Ogilvie près de Mouth
C	Rivière Blackstone près du lac Champion
D	Rivière Blackstone près de Mouth
E	Rivière Peel en amont de la rivière Hart
F	Rivière Hart près du lac Hungry
G	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon
H	Rivière Wind près de Mouth
I	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume
J	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie
K	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth
L	Rivière Peel en amont de la rivière Snake
M	Rivière Snake en amont de Mouth
N	Rivière Peel en amont de la rivière Caribou
O	Rivière Peel en amont de Fort McPherson

Figure 34. Concentration du molybdène total et du molybdène dissous pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

Traduction figure 34 : Molybdenum = molybdène Dissolved = dissous

Dans les eaux canadiennes, le molybdène (Mo) est un métal qu'on trouve en quantités infimes – de moins de 0,01 µg/L jusqu'à 500 µg/L. Cet élément peut se retrouver dans l'écosystème par un moyen naturel comme l'altération atmosphérique des roches (en particulier le shale) ou par un moyen anthropique, y compris le dépôt atmosphérique succédant à la combustion d'un combustible fossile. Bien que ce métal favorise la fixation de l'azote et qu'il soit essentiel, en quantités infimes, au métabolismes des plantes aquatiques, il peut être toxiques pour les poissons d'eau douces s'il est présent en concentrations élevées. Dans les recommandations, on prescrit une valeur provisoire, qui est de 73 µg/L.

Dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson*, 100 % des concentrations étaient supérieures à la limite de détection. La valeur maximale de 3,6 µg/L a été mesurée pendant la crue printannière. La concentration moyenne à cette station en période de débit de base est de 1,1 µg/L (n=31). Pour tous les échantillons, les concentrations était considérablement inférieures à la valeur prescrite dans les RQEPVA, soit 73 µg/L. Les concentrations mesurées dans le bassin de la rivière Peel étaient aussi bien inférieures à la valeur prescrite dans les RQEPVA; la concentration du molybdène total variait de 3,1 µg/L dans la rivière*Ogilvie en amont du ruisseau Engineer* (A) à 0,6 µg/L dans la *Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie* (J) et dans la *Rivière Bonnet Plume à Mouth* (K). La concentration du molybdène dissous suivait ce modèle. Les résultats, présentés à la figure 34, indiquent que le molybdène est en majeure partie sous forme dissoute.

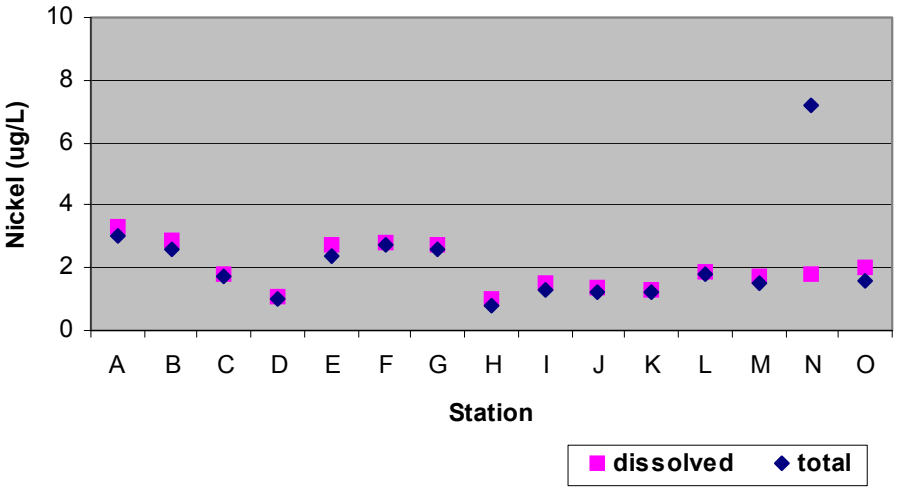
Nickel

On trouve rarement du nickel (Ni) à l'état pur, mais on peut en trouver associé à de nombreux minerais. Le nickel se retrouvant dans l'eau par altération atmosphérique est souvent insoluble; on le trouve toutefois sous forme de sels solubles, comme le sulfate d'ammonium et de nickel, le nitrate de nickel et chlorure de nickel (McNeely *et coll.,* 1979). Le nickel est requis comme cofacteur en

quantités infimes, mais est toxique pour la plupart des organismes à des concentrations relativement faibles. (CCREM, 1987).

La concentration prescrite dans les RQEPVA pour le nickel dépend de la dureté de l'eau puisque la toxicité du nickel augmente de manière inversement proportionnelle à celle-ci. D'après la dureté des eaux réceptrices du bassin de la rivière Peel, la valeur prescrite est de 110 µg/L. Dans la portion de la *rivière Peel qui se trouve en amont de Fort McPherson*, la concentration du nickel total va de la limite de détection (0,5 µg/L) jusqu'à 49,1 µg/L (n=140). En période de débit de base, la concentration médiane du nickel total était de 1,3 µg/L (n=79).

Toutes les concentrations de nickel total étaient considérablement inférieures à la limite prescrite dans les RQEPVA. La concentration maximale de nickel total mesurée sur le site N, *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo* (7,2 µg/L) et la concentration minimale, 0,8 µg/L, sur le site H, rivière *Wind près de Mouth*. La concentration du nickel dissous suit un modèle identique à celle de la concentration du nickel total, sauf sur le site N, où la concentration du nickel total dépasse celle du nickel dissous de 5,4 µg/L (figure 35).



A	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer
B	Rivière Ogilvie près de Mouth
C	Rivière Blackstone près du lac Champion
D	Rivière Blackstone près de Mouth
E	Rivière Peel en amont de la rivière Hart
F	Rivière Hart près du lac Hungry
G	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon
H	Rivière Wind près de Mouth
I	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume
J	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie
K	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth
L	Rivière Peel en amont de la rivière Snake
M	Rivière Snake en amont de Mouth
N	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo
O	Rivière Peel en amont de Fort McPherson

Figure 35. Concentration du nickel total et du nickel dissous pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

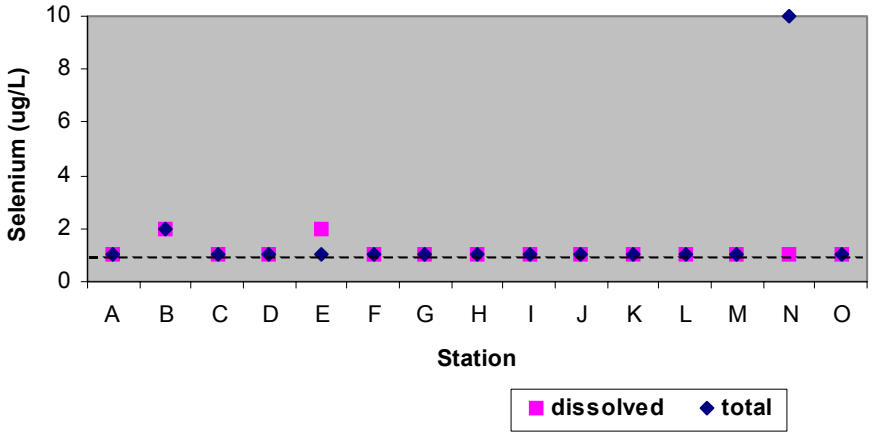
Traduction figure 35 : Dissolved = dissous

Sélénium

Généralement, le sélénium (Se) forme des composés inorganiques oxydés en solution aqueuse. Le sélénium élémentaire insolublepeut être adsorbé par une matière particulaire, puis transporté. Les sélénites et les sélénates sont les seules formes solubles du sélénium. Dans la nature, les phénomènes volcaniques et l'altération atmosphérique du shale, de la houille et du sulphure peuvent produire du sélénium. La combustion de combustibles fossiles et divers procédés de fabrication libèrent aussi du sélénium dans l'environnement (McNeely *et coll.*, 1979). La limite prescrite dans les RQEPVA pour le sélénium total a été fixée à 1 µg/L.

Les données sur la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* ne concernent que la forme dissoute du sélénium. La concentration du sélénium dissous variait de 0,3 à 1,2 µg/L, la moyenne étant de 0,6 µg/L (n=142).

La limite de détection du laboratoire pour le sélénium est de 1 µg/L, cette valeur est égale à celle prescrite dans les RQEPVA pour le sélénium total. La concentration de sélénium total était sous la limite de détection à 6 des 15 sites (et par conséquent, sous la limite prescrite dans les RQEPVA); elle était égale à 1 µg/L à 7 sites. Les sites faisant exception étaient celui de la *rivière Ogilvie près de Mouth* (A) et celui de la *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo* (N), où la concentration était considérablement supérieure à celle des autres sites (figure 36). Le seul site où le sélénium dissous dépassait la limite de détection était celui de la *rivière Peel en amont de la rivière Hart* (E) (figure 36).



A	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer
B	Rivière Ogilvie près de Mouth
C	Rivière Blackstone près du lac Champion
D	Rivière Blackstone près de Mouth
E	Rivière Peel en amont de la rivière Hart
F	Rivière Hart près du lac Hungry
G	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon
H	Rivière Wind près de Mouth
I	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume
J	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie
K	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth
L	Rivière Peel en amont de la rivière Snake
M	Rivière Snake en amont de Mouth
N	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo
O	Rivière Peel en amont de Fort McPherson

Figure 36. Concentration du sélénium total et du sélénium dissous pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

La limite prescrite dans les RQEPVA (1 µg/L) est représentée par la ligne discontinue.

Traduction figure 36 : Selenium = sélénium Dissolved = dissous

Argent

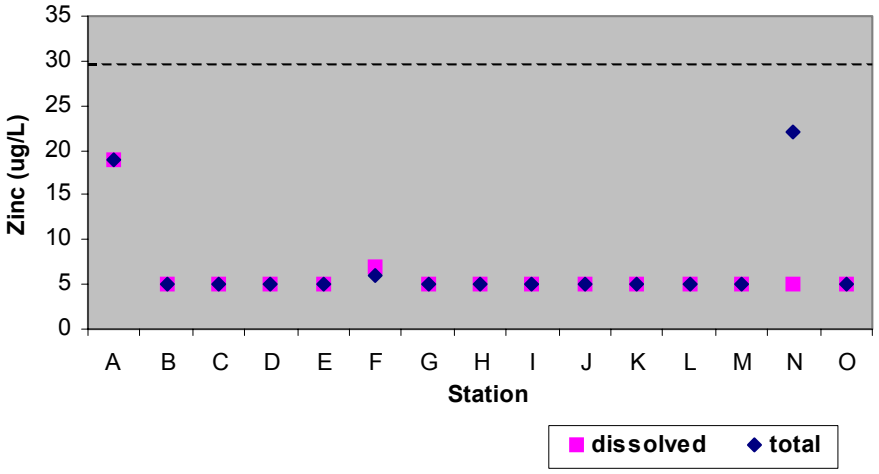
L'argent (Ag) n'abonde pas, mais on peut en trouver sous forme élémentaire ou combiné à d'autres minerais. Les composés de l'argent ne sont pas très solubles, c'est pourquoi on n'en trouve qu'en quantités infimes dans l'eau, la majeure partie étant absorbée dans le sol. Dans la nature, de l'argent est libéré par l'altération atmosphérique de minerais contenant du sulfure d'argent, de minerais de plomb ou de zinc argentifères et de la houille, des shales et des sols. L'argent est toxique pour les organismes aquatiques (McNeely *et coll.*, 1979).

La limite prescrite dans les RQEPVA pour l'argent est de 0,1 µg/L. La concentration d'argent total dans la *rivière Peel, en amont de Fort McPherson, était extrêmement basse, tous les valeurs détectables étant égales ou inférieures à la limite de détection, soit* 0,1 µg/L (Dans 88 % des échantillons, la concentration d'argent n'était pas détectable, n=16). Dans les sites du bassin de la rivière Peel, toutes les concentrations d'argent total et d'argent dissous étaient égales ou inférieures à la limite de détection.

Zinc

Le zinc (Zn) abonde dans la nature. Les chlorures de zinc et les sulfates de zinc sont hautement solubles dans l'eau, mais les oxydes de zinc ne sont que légèrement solubles. La toxicité du zinc peut être aigüe ou chronique pour les organismes aquatiques, en particulier les poissons. La toxicité du zinc augmente de manière inversement proportionnelle à la quantité d'oxygène dissous dans l'eau et à la dureté de l'eau. La toxicité du zinc augmente avec la température et en présence de fortes concentrations de cuivre ou de cadmium. Outre le zinc présent naturellement dans l'environnement, il y a le zinc provenenant des émissions des automobiles et de certains procédés industriels (McNeely *et al.*, 1979). La limite prescrite dans les RQEPVA pour le zinc est de 30 µg/L.

La concentration du zinc total dans la rivière Peel, *en amont de Fort McPherson, était comprise entre* 0,5 µg/L et 212 µg/L; elle dépassait la valeur prescrite dans les RQEPVA dans 19 % du temps (n=139). La concentration moyenne en période de débit de base était de 8 µg/L (n= 78). La concentration d'aucun des échantillons prélevés en mars 1999 ne dépassait la limite prescrite dans les RQEPVA. La concentration du zinc total dans la plupart des sites du bassin de la rivière Peel était égale ou inférieure à la limite de détection, soit 5 µg/L, sauf aux sites suivants : *rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer* (A), *rivière Hart près du lac Hungry* (F) et *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo* (site N, la concentration maximale étant de 22 µg/L). Le zinc dissous suivait un



A	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer
B	Rivière Ogilvie près de Mouth
C	Rivière Blackstone près du lac Champion
D	Rivière Blackstone près de Mouth
E	Rivière Peel en amont de la rivière Hart
F	Rivière Hart près du lac Hungry
G	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon
H	Rivière Wind près de Mouth
I	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume
J	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie
K	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth
L	Rivière Peel en amont de la rivière Snake
M	Rivière Snake en amont de Mouth
N	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo
O	Rivière Peel en amont de Fort McPherson

modèle similaire, bien que la concentration était plus basse au site N (figure 37).

Figure 37. Concentration du zinc total et du zinc dissous pour 15 sites du bassin hydrologique de la rivière Peel, mars 1999

La ligne discontinue représente la valeur prescrite dans les RQEPVA (30 µg/L).

Traduction figure 37 : Dissolved = dissous

Tableau 11. Variations saisonnières de la concentration des métaux dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson* (mediane et moyenne selon la période de l'année)

Paramètre	Unités	Crue	Décrue	Débit de base
		médiane/moyenne	**médiane/moyenne**	**médiane/moyenne**
Aluminium * (n; et)	µg/L	5630/7817 (7; 6266)	1050, 2843 (10; 107)	34, 67 (30; 107)
Arsenic (Dissous) * (n; et)	µg/L	0,4/0,7 (24; 0,9)	0,4/0,4 (37; 0,2)	0,2/0,2 (81; 0,9)
Baryum * (n; et)	µg/L	211/216 (23; 92)	138, 138 (36; 56)	85/94 (80; 26)
Béryllium * (n; et)	µg/L	0,40/0,40 (7; 0,25)	0,08, 0,17 (10; 0,23)	0,05, 0,05 (31; 0)
Cadmium * (n; et)	µg/L	0,6/ 1,01 (23; 1,22)	0,60/0,65 (37; 0,71)	0,10/0,39 (80; 0,44)
Chrome * (n; et)	µg/L	10,2/ 12,7 (7; 9,6)	1,85/ 4,43 (10; 6,39)	0,30/0,47 (31; 0,45)
Cobalt * (n; et)	µg/L	5,2/ 5,3 (24; 3,5)	2,0/3,0 (37; 3,2)	0,5/1,3 (80; 1,8)
Cuivre * (n; et)	µg/L	14,0/16,5 (23; 12,8)	4,0/7,8 (37; 9,8)	1,0/1,5 (80; 1,4)
Fer * (n; et)	mg/L	13,2/20,2 (7; 21,7)	2,2/7,6 (10; 14,2)	0,09/0,18 (31; 0,27)
Plomb * (n; et)	µg/L	5,5/7,0 (23; 5,7)	2,4/3,4 (37; 3,6)	0,8/1,4 (80; 1,4)
Lithium * (n; et)	µg/L	22,8/26,3 (7; 14,6)	13,2/16,1 (10; 11,1)	8,6/8,4 (31; 1,6)
Manganèse * (n; et)	µg/L	245/228 (7; 128)	27/17 (9; 23)	11/17 (31; 18)
Mercure (n; et)	µg/L	Aucun résultat	0,02/0,03 (3; 0,01)	0,03/0,06 (4; 0,06)
Molybdène * (n; et)	µg/L	1,6/1,7 (7; 1,1)	1,2/1,2 (10; 0,3)	1,0/1,1 (31; 0,1)
Nickel * (n; et)	µg/L	16,0/ 17,3 (23; 12,0)	5,0/8,9 (37; 8,9)	1,3/1,9 (79; 1,5)
Sélénium (Dissolved) * (n; et)	µg/L	0,500, 0,513 (24; 0,123)	0,600/0,559 (37; 0,086)	0,700/0,681 (81; 0,128)
Vanadium * (n; et)	µg/L	13,3/14,9 (23; 13,0)	4,2/8,3 (37; 14,1)	0,5/0,6 (76; 0,7)
Zinc * (n; et)	µg/L	50,2/63,1 (23; 51,4)	15,0/27,3 (37; 32,0)	4,0/8,0 (78; 16,9)

* Valeur calculée significative pour le test de Kruskal-Wallis (intervalle de confiance de 95 %). Les médianes varient considérablement selon la période de l'année pour tous les métaux, sauf le mercure.

Conclusions

Le débit de la rivière et le fond géochimique sont les facteurs naturels les plus importants dans la détermination des changements temporels et spaciaux dans la qualité de l'eau. Le débit de la rivière est intimement lié à la saison. Il est à son maximum durant la crue printannière quand le niveau d'eau est élevé à cause de la fonte des neiges et du ruissellement. La charge sédimentaire est aussi maximale durant la crue à cause de l'érosion. Des niveaux d'eau élevés créent un effet de dilution pour les éléments qui sont apportés dans le système par dissolution de la matière du sol ou de la roche (Whitfield, 1996). Durant la décrue estivale, le débit d'eau est moindre parce que le ruissellement est moindre et qu'il n'y a plus de fonte des neiges. Les niveaux d'eau sont plus bas en période de débit de base. L'eau qui s'écoule en hiver, l'eau vive semble avoir une origine souterraine puisqu'il y a peu de lacs dans le bassin de la rivière Peel. Les sources souterraines sont prises entre la couche active gelée et le permafrost régional et sont pratiquement isolées des apports atmosphériques et des perturbations de surface. En hiver, la composition géologique de la couche sous-jacente est le facteur le plus important dans la détermination des constituants chimiques de l'eau. La plupart des constituants dissous atteignent leur concentration maximale pendant cette période de l'année, contrairement aux paramètres associés aux matières particulaires.

La *rivière Peel en amont de Fort McPherson* est le seul site du bassin où l'on trouve une station active de mesure de la qualité à l'on terme. Il s'agit d'un site important en raison de sa proximité de la frontière du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest et, par conséquent de sa pertinence dans les négociations transfrontières, relatives à l'eau, entre les gouvernements de ces deux territoires concernant l'eau. Ce site est situé dans le cours supérieur du bassin de la rivière Peel et est représentatif de toute l'eau du bassin s'écoulant vers le nord. L'échantillonnage sur ce site est effectué à chaque saison en vue d'observer la variabilité de la qualité de l'eau au cours de l'année. Toute méthode de surveillance nouvelle devrait aussi s'étendre à l'ensemble des saisons. La mesure du débit, qui est indispensable pour l'interprétation des données sur la qualité de l'eau, est effectuée en même temps que les échantillons sont prélevés. En général, les données antérieures de ce site indiquent que de nombreux constituants étaient présents à des concentrations très faibles ou n'étaient pas détectables. Les constituants dont la concentration dépassait la limite prescrite dans les RQEPVA sont probablement naturellement élevés. Étant donné que cette zone est peu développée, les métaux trouvés ont probablement une origine naturelle, comme l'altération atmosphérique de la roche et ne devraient pas être nocifs pour la vie aquatique.

La tendance saisonnière la plus couramment observée était les concentrations les plus élevées en période de crue, une diminution de celles-ci pendant la décrue et les concentrations les plus basses en période de débit de base. Les paramètres suivant cette tendance sont ceux qui sont généralement associés aux matières en suspension dans l'eau. Ils comprennent la turbidité, les solides en suspension totaux, les nutriments particulaires et les nutriments totaux et la plupart des métaux, y compris l'aluminium, l'arsenic, le baryum, le béryllium, le cadmium, le chrome, le cobalt, le cuivre, le fer, le plomb, le lithium, le manganèse, le molybdène, le nickel, le vanadium et le zinc. Cette tendance reflète l'effet de l'apport par érosion et ruissellement durant la crue printannière (WER Agra, 1993). Les coefficients de corrélations de Spearman ont révélés une forte corrélation positive entre les solides totaux en suspension et l'aluminium, le chrome, le cobalt, le cuivre, le fer, le plomb, le lithium et le nickel. Dans chaque cas, le coefficient de corrélation était supérieur à 0,8.

Les paramètres qui atteignent leur maximum en hiver et leur miniumum pendant la crue et la décrue sont reliés à l'état dissous; il comprennent la concentration du sélénium, du nitrate et du

nitrite, de la silice réactive, l'alcalinité, la concentration du calcium, du magnésium, du strontium, du sodium, du fluorure, chlorure, du sulfate, des solides totaux dissous et la conductivité. La concentration des constituents dissous, qui demeurent en solution, est à son plus bas en période de crue à cause du phénomène de dilution.

Comme il a été mentionné, les échantillons ponctuels contiennent de l'eau et des sédiments. Dans la *rivière Peel en amont de Fort McPherson,* seuls les résultats des métaux totaux ont été analysés, puis commentés; c'est pourquoi, la concentration des métaux biodisponibles est inconnue. Il serait pertinent d'employer une centrifugeuse pour la station de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson*. Une centrifugeuse sépare les sédiments de l'eau (centrifugat). Les résultats du centrifugat pourraient être comparés à ceux des échantillons ponctuels pour étudier et quantifier la disponibilité des métaux et d'autres paramètres pour les organismes aquatiques. Il s'agit d'une tâche importante certes, mais il serait intéressant d'avoir une idée des constituants dissous présents dans la rivière à ce site.

L'étude de mars 1999 portant sur la qualité de l'eau en hiver dans le bassin de la rivière Peel a permis d'obtenir de précieux renseignements sur la concentration de constituants donnés partout dans le bassin en période de débit de base. Pour la plupart des sites étudiés, la qualité de l'eau satisfaisait aux exigences des RQEPVA et des RQEPC. Des exceptions ont été observées dans le cas du cadmium, du chrome et du sélénium, où la valeur prescrite dans les RQEPVA était dépassée au moins une fois. La valeur prescrite dans les RQEPVA pour l'ammoniac, l'aluminium et le fer et celle prescrite dans les RQEPC pour le fer, le manganèse et la turbidité étaient dépassées dans la *rivière Peel en amont de la rivière Cariboo* (N). La concentration du cuivre dépassait la valeur prescrite dans la rivière *Ogilvie en amont du ruisseau Engineer.* Dans l'avenir, on devrait utiliser des méthodes ayant une limite de détection plus basse pour les analyses où la concentration des métaux dissous est supérieure à celle des métaux totaux et pour les paramètres dont la limite de détection est égale ou supérieure à la limite prescrite dans les recommandations sur la qualité.

Les données de mars 1999, recueillies sur divers sites, fournissent un bon aperçu de la qualité de l'eau du bassin, mais il ne s'agit qu'un d'un aperçu. Tout au long du présent rapport, les données de mars on été comparées aux données à long terme recueillies dans la portion de la *rivière Peel située en amont de Fort McPherson*. Les différences entre la qualité de l'eau du site pour lequel des données antérieuressont disponibles et celle des autres sites étaient évidentes, la valeur de certains paramètres se situant à l'extérieur de la plage historique. La rivière Peel présente des caractéristiques géographiques propres à son site, distinctes de celles de ses affluents amonts de plus petite taille; et, de ce fait, son hydrologie et la composition géologique de sa couche sous—jacente diffèrent également. Afin de mieux comprendre la variabilité saisonnière de la qualité de l'eau du bassin, on devrait recueillir des échantillons pendant la crue et la décrue à certains ou à tous les sites visés par l'étude de mars 1999.

On peut considérer que l'eau du bassin de la rivière Peel est de bonne qualité puisqu'elle n'a pratiquement pas été touchée par le développement. Whitfield *et coll.,* (1995, 1996) ont étudiés, en hiver, certains paramètres chimiques des rivières du Yukon, y compris des rivières du bassin de la rivière Peel. Des échantillonnages répétés ont permis d'observer que les paramètres chimiques en hiver étaient constants d'une année à l'autre. En l'absence de développement important, cette constance donnerait l'occasion de surveiller la qualité de l'eau du bassin de la rivière Peel à long terme. Pour des facteurs, comme le réchauffement de la planète et l'exploitation pétrolière imminente, il y a lieu de mieux comprendre ces paramètres chimiques de base. Nous espérons que le présent rapport contribuera à la compréhension de la qualité de l'eau de cet important bassin hydrologique du nord.

Recommandations pour travaux futurs :

- Échantillonnage dans le bassin pendant la crue et la décrue pour mieux décrire la relation entre le débit et la période;
- Échantillonnage de sédiments de la *Rivière Peel en amont de Fort McPherson* afin d'étudier l'effet de la sédimentation sur la qualité de l'eau et d'estimer la charge sédimentaire;
- Échantillonnage visant l'analyse qualitative et quantitative des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des composés organiques, avant que ne soient mises en œuvre une quelconque initiative pétrolière et pour distinguer la présence naturelle de ces composés de celle amenée par le développement;
- Compilation des données disponibles de longue date pour la station de la rivière à *Fort McPherson*, qui n'est plus exploitée actuellement et de celles de la station de la *rivière Peel en amont de Fort McPherson*;
- Étudier la production d'un rapport condensé sur le milieu aquatique, de nature similaire à ceux produits pour la rivière des Esclaves et la rivière Liard, en combinant les résultats des recherches antérieures réalisées par l'AINC (Yukon et Territoires du Nord-Ouest) à ceux des travaux actuels effectués par Pêches et Océans Canada.

Références

CCME. 2001. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux au Canada. Le Conseil canadien des ministres de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa (Ontario).

CCME, 2001. Recommandation provisoire pour la qualité des sédiments. Les Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique. Le Conseil canadien des ministres de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa.

CCMRE, 1987. Recommandations pour la qualité des eaux au Canada. Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement, Winnipeg (Manitoba).

Ecoatlas[MD], 2001. La Banque nationale des données sur la qualité de l'eau. Division des sciences hydrologiques et atmosphériques, Service météorologique du Canada, Environnement Canada.

Evironnement Canada – La Voie verte (VV), 2001. Écozones terrestres du Canada, Taïga des plaines. (septembre 2001) Environnement Canada
http://www.ec.gc.ca/soer-ree/Francais/vignettes/Terrestrial/terr.cfm

Environnement Canada, 2001. HYDEX : données sur les eaux de surface et sur les sédiments jusqu'en 2000. WSC/MSC
(V.99-2.00)]

Freund, R.J et W.J Wilson. 1993. *Statistical Methods. Academic Press Inc*. Harcourt Brace Jovanovich, Academic Press Inc., San Diego, CA 92101

Gartner Lee Limited, 2001. *Slave River State of the Aquatic Ecosystem: Characterization of the Ambient Environmental Conditions*. Préparé pour la Division des ressources hydrauliques, ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien, Yellowknife, T.N.-O.

Halliwell, Douglas. 1998. *Protecting the Aquatic Quality of Nahanni National Park Reserve*, T.N.-O. Direction de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada, Yellowknife, T.N.-O.

MacDonald Environmental Sciences Ltd. 1994. *A Discussion Paper on the Development of Ecosystem Maintenance Indicators for the Transboundary River Systems within the Mackenzie River Basin: Slave, Liard, and Peel Rivers*. MacDonald Environmental Sciences, Ladysmith, Colombie-Britannique.

Mackenzie River Basin Committee, Water Quality. 1985. *Mackenzie River Basin Study Report Supplement 9*.

McNeely, R.N., V.P. Neimanis et L. Dwyer. 1979. Références sur la qualité des eaux. Guide des paramètres de la qualité des eaux. Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa.

Mueller, P., M. Hugdahl et T. Wambolt. décembre 24-27, 2001. *Water Quality Monitoring: Developing Data Quality Objectives for Gibraltar Mine*. Actes du 25[e] symposium annuel sur la restauration des mines de Colombie-Britannique à Campbell River.

Province de la Colombie-Britannique, 1994. *Groundwater Resources of British Columbia*. Section des eaux souterraines, Service de gestion des eaux. Ministère de l'Environnement.

Prowse, T.D. 2000. *River-Ice Ecology*. Institut national de recherche sur les eaux, Environnement Canada, Saskatoon, Sask.

Puznicki, Kathleen. Analyste de laboratoire, Laboratoire environnemental sur la Taïga. Communication personnelle, 4 octobre 2001.

Sanderson *et coll.,* 1997. *Slave River Environmental Quality Monitoring Program – Final Five Year Study Report.* Division des ressources hydrauliques, ministère des Affaires indiennes et du Nord, Yellowknife, (T.N.-O).

Taylor *et coll.*, 1998. *Liard River Environmental Quality Monitoring Program – Final Study Report*. Division des ressources hydrauliques, ministère des Affaires indiennes et du Nord, Yellowknife, T.N.-O.

United States Environmental Protection Agency (US EPA): Office of Water. (12 avril 2001). *National Primary Drinking Water Regulations Technical Factsheet on Barium*. (5 novembre 2001) Site Web Drinking Water and Health de l'EPA
http://www.epa.gov/safewater/dwh/t-ioc/barium.html

WER Agra Ltd. 1993. *Data review of water quality monitoring at the Alberta/NWT boundary*. Préparé pour : Alberta Environmental Protection.

Wetzel, Robert G. 1983. *Limnology*, 2e éd. Saunders College Publishing.

Whitfield, Paul H.et W. G. Whitley. Juillet 1986. *Water Quality-Discharge Relationships in the Yukon River Basin, Canada*. American Water Resources Association, Symposium sur l'hydrologie des régions froides à Fairbanks (Alaska).

Whitfield, Paul H., W. Gerry Whitley et Norman L. Wade. 1995. *Stream Water Chemistry During Winter in the Yukon Territory*, rapport non publié sur la stratégie environnementale de l'Arctique.

Whitfield, Paul H., W. G. Whitley et Norman L. Wade. 1996. *Chemistry of Low Winter Flows in the Yukon Territory*, rapport non publié sur la stratégie environnementale de l'Arctique.

Annexe A

Données sur l'AQ/CQ concernant le programme d'échantillonnage réalisé en mars 1999 dans le bassin de la rivière Peel

Des échantillons en double ont été prélevés à 5 des 15 sites visités :

Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer (A);
Rivière Ogilvie près de Mouth (B);
Rivière Hart près du lac Hungry (F);
Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume (I);
Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie (M).

Un triplicat a été recueilli dans la *Rivière Peel en amont de Fort McPherson* (O).

Trois bouteilles de blanc de terrain ont été remplies avec de l'eau fournie par le Laboratoire environnemental sur la taïga et transportés sur le terrain avec les bouteilles d'échantillonnage pour avoir une représentation des conditions sur le terrain.

On a analysé certains paramètres physiques, la concentration des ions importants, des nutriments et des métaux totaux et dissous dans les duplicats, les triplicats et le blanc. Les résultats sont présentés aux tableaux X, Y et Z.

Les trois blancs étaient généralement similaires, la pluparts des paramètres de ceux-ci étant égaux ou inférieurs à la limite de détection. Le blanc numéro 3 (990304) faisait exception; on y a mesuré une valeur plus élevée que dans les deux autres blancs pour la conductivité, la turbidité et la concentration du sodium.

Les concentrations du baryum dissous, du chrome total et du chrome dissous, du cuivre total du manganèse total et du manganèse dissous, du titane total et du titane dissous ainsi que du strontium dissous étaient légèrement au-dessus de la limite de détection dans les blancs.

Les résultats des blancs étaient similaires à ceux des échantillons pour ce qui est de l'azote ammoniacal, du phosphore, du cuivre total et dissous, du plomb total et dissous et de l'antimoine total et dissous. Les résultats obtenus pour ces paramètres devraient être utilisés avec prudence après un examen des données.

Les résultats des duplicats et triplicats concordaient mal dans le cas du sulfate, du titane dissous, du plomb total et du plomb dissous et de l'antimoine dissous.

Annexe A

Résumé des données pour l'AQ/CQ receuillies dans le cadre du programme d'échantillonnage de mars 1999 dans le bassin de la rivière Peel,

Tableau A1: données sur les métaux totaux pour l'AQ/CQ

N° de lab.	990299	990300	990281	990282	990285	990286	990289	990290	990293	990294	990296	990297	990298	990302	990303	990304
Emplacement du site	A	A	B	B	F	F	I	I	M	M	O	O	O	BLANC	BLANC	BLANC
Description	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer		Rivière Ogilvie près de Mouth		Rivière Hart près du lac Hungry		Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume		Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie		Rivière Peel en amont de Ft. McPherson					
Métaux totaux	Duplicat		Duplicat		Duplicat		Duplicat		Duplicat		Triplicat			Blancs de terrain(3)		
Aluminium (µg/L)	L 10	L 10	L	L 10	10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	12	10	11	L 10	L 10	L 10
Antimoine (µg/L)	1	1.3		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
Baryum (µg/L)	92.1	91.2		105	103	102	91.2	91.1	58.3	55.6	83.2	79.8	82	0.1	L 0.1	L 0.1
Béryllium (µg/L)	L 0.1	L 0.1	L	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1
Bismuth (µg/L)	L 0.1	L 0.1	L	L 0.1	L 0.1	L 0.1	0.1	0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1
Cadmium (µg/L)	0.05	0.05		0.04	0.1	0.08	0.02	0.03	0.02	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01
Césium (µg/L)	0.01	0.01	L	L 0.01	0.02	0.02	L 0.01	L 0.01	0.01	0.01	L 0.01	0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01
Chrome (µg/L)	0.9	0.8		2.4	1	0.9	0.9	0.8	1	0.9	0.8	1	0.7	0.3	L 0.1	0.1
Cobalt (µg/L)	L 0.1	L 0.1	L	0.1	0.1	0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1	L 0.1
Cuivre (µg/L)	3.2	3.4		0.4	0.7	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	1.4	11.6	2.6
Fer (mg/L)	0.03	0.02	L	L 0.02	L 0.02	0.03	L 0.02	L 0.02	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	L 0.02	L 0.02	L 0.02
Plomb (µg/L)	0.69	0.67		0.15	0.35	0.31	0.19	0.15	0.08	0.34	0.2	0.3	0.19	0.13	0.33	0.37
Lithium (µg/L)	22.7	23.3		8.9	5.4	5.3	4	4	6.6	6.5	4.4	4.2	4.4	L 0.1	L 0.1	L 0.1
Manganèse (µg/L)	3.2	3.2		2.5	0.8	0.7	L 0.1	0.1	15.4	15.5	7.8	7.5	7.5	0.2	0.2	0.3
Molybdène (µg/L)	3.1	3		1.6	1.6	1.5	1.1	1.1	0.7	0.7	1.1	1.2	1.2	L 0.1	L 0.1	L 0.1
Nickel (µg/L)	3	3		2.5	2.7	2.5	1.3	1.3	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	L 0.1	L 0.1	L 0.1
Sélénium (µg/L)	L 1	L 1		2	1	L 1	1	1	1	1	1	1	1	L 1	L 1	L 1
Argent (µg/L)	L 0.01	0.02	L	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01	L 0.01
Thallium (µg/L)	0.05	0.05		0.06	L 0.05	L 0.05	0.05	L 0.05	L 0.05	L 0.05	L 0.05	L 0.05	L 0.05	L 0.05	L 0.05	L 0.05
Titanium (µg/L)	0.94	1.14		0.8	0.48	0.43	0.49	0.42	1.64	1.67	0.96	1.05	0.97	0.05	L 0.05	0.06
Uranium (µg/L)	3.25	3.22		1.82	1.81	1.84	1.38	1.35	0.77	0.77	1.13	1.11	1.13	L 0.05	L 0.05	L 0.05
Vanadium (µg/L)	0.5	0.5		0.9	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.1	L 0.1	L 0.1
Zinc (µg/L)	19	19	L	L 5	6	5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	0	L 5	L 5	L 5	L 5

Tableau A2: données sur les métaux dissous pour l'AQ/CQ

N° de lab.	990299	990300	990281	990282	990285	990286	990289	990290	990293	990294	990296	990297	990298	990302	990303	990304
Emplacement du site	A	A	B	B	F	F	I	I	M	M	O	O	O	BLANC	BLANC	BLANC
Description	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer		Rivière Ogilvie près de Mouth		Rivière Hart près du lac Hungry		Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume		Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie		Rivière Peel en amont de Fort McPherson					
Métaux dissous	Duplicat		Duplicat		Duplicat		Duplicat		Duplicat		Triplicat			Blancs de terrain(3)		
Aluminium (µg/L)	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	10	10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10
Antimoine (µg/L)	0,8	0,8	0,8	0,8	1,3	0,7	0,6	0,8	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9
Baryum (µg/L)	89,3	91,3	103	101	107	104	93,4	92,1	56,9	56,9	81,1	79,6	81,6	0,4	0,3	1,3
Béryllium (µg/L)	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1
Bismuth (µg/L)	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1
Cadmium (µg/L)	0,06	0,04	0,03	0,03	L 0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01
Césium (µg/L)	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	0,02	0,02	L 0,01	0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01
Chrome (µg/L)	1,3	1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,1	1,2	1,4	1	0,9	0,6	0,7	0,5	0,2	0,1
Cobalt (µg/L)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1
Cuivre (µg/L)	2,8	2,6	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	1,6	1,7
Fer (mg/L)	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02
Plomb (µg/L)	0,38	0,35	0,13	0,15	0,34	1,11	0,13	0,19	0,18	0,16	0,18	0,14	0,15	0,08	0,07	0,34
Lithium (µg/L)	25,8	24,9	9,5	10	6,1	6,2	4,7	4,6	7,5	7,3	5,4	4,9	4,7	L 0,1	L 0,1	L 0,1
Manganèse (µg/L)	2,6	2,5	2,5	2,6	1,1	1,1	0,3	0,4	15,6	15,4	7,9	6,9	6,9	0,3	0,3	0,5
Molybdène (µg/L)	3,1	3,1	1,8	1,8	1,6	1,7	1,2	1,2	0,7	0,8	1,2	1,1	1,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1
Nickel (µg/L)	3,3	3,2	2,9	2,7	2,8	2,8	1,5	1,6	1,7	1,7	2	1,7	1,7	L 0,1	L 0,1	L 0,1
Sélénium (µg/L)	1	L 1	2	1	L 1	L 1	1	1	L 1	1	1	1	1	L 1	L 1	L 1
Argent (µg/L)	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01
Thallium (µg/L)	L 0,05	L 0,05	L 0,05	0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05
Titanium (µg/L)	1,03	0,97	0,67	0,9	0,59	0,52	0,54	0,48	1,56	1,52	0,72	0,71	0,6	L 0,05	L 0,05	0,06
Uranium (µg/L)	2,76	2,55	1,55	1,65	1,69	1,67	1,18	1,31	0,7	0,72	0,99	1,03	1,07	L 0,05	L 0,05	L 0,05
Vanadium (µg/L)	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	L 0,1	L 0,1	L 0,1
Zinc (µg/L)	19	17	L 5	L 5	7	6	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5

Tableau A3: données sur des paramètres physiques, des ions importants et des nutriments en rapport à l'AQ/CQ

No de lab.	990299	990300	990281	990282	990285	990286	990289	990290	990293	990294	990296	990297	990298	990302	990303	990304
Emplacement du site	A	A	B	B	F	F	I	I	M	M	O	O	O	BLANC	BLANC	BLANC
Description	Rivière Ogilvieenen amont du ruisseau Engineer		Rivière Ogilvie près de Mouth		Rivière Hart près du lac Hungry		Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume		Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie		Rivière Peel en amont de Ft. McPherson					
	Duplicat		Duplicat		Duplicat		Duplicat		Duplicat		Triplicat			Blancs de terrain(3)		
Paramètres physiques																
pH	8,28	8,24	7,9	7,93	8,12	8,1	8,06	8,08	8,07	8,14	8,14	8,18	8,21	5,57	5,69	4,43
Couleur	L 5	L 5	L 5	5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5
Conductivité (uS/cm)	561	559	536	534	406	392	400	400	602	600	440	439	440	1,6	1,5	16,1
Sulfate (mg/L)	98	98	85	85	48	48	98	51	154	160	68	71	69	3	3	3
Sol. tot. diss. (mg/L)	321	107	302	308	212	215	210	221	370	357	241	243	249	10	10	10
Sol. tot. en susp. (mg/L)	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Turbidité (NTU)	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,5	1	0,7	0,9	1	0,1	0,1	0,2
Ions importants																
Alcalinité (mg/L)	193	192	198	197	160	156	162	162	163	162	158	158	158	L 0,3	L 0,3	L 0,3
Calcium (mg/L)	86,4	83,6	74,8	75,6	54,5	52,4	51,4	51,2	74,6	74,6	56,5	57,5	60,4	0,05	0,05	0,05
Chlorure (mg/L)	8,5	8,5	3,5	3,6	2,6	2,6	4	4	0,7	0,7	4,5	4,6	4,5	L 0,2	L 0,2	L 0,2
Fluorure (mg/L)	0,09	0,08	0,11	0,1	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Magnésium (mg/L)	28,2	28,4	17,3	17,2	15,8	15,2	15,2	15,1	26	26,7	17,8	17,6	20,8	L 0,01	L 0,01	L 0,01
Potassium (mg/L)	0,61	0,6	0,48	0,48	0,37	0,36	0,38	0,38	0,57	0,57	0,53	0,52	0,52			
Sodium (mg/L)	11,4	11,7	8,49	8,5	3	2,52	3,71	3,66	5,34	5,3	5,16	5,09	5,09	0,02	0,02	0,19
Strontium Dissolved (mg/L)	261	276	256	257	177	177	158	160	366	373	171	174	169	1,8	1,7	4,5
Strontium Total (mg/L)	280	277	259	258	173	169	157	154	364	366	173	171	170	L 0,1	L 0,1	0,1
Dureté (mg/L CaCO3)	332	326	258	260	201	193	191	190	293	296	214	216	236			
Nutriments																
Ammoniac-N (mg/L)	0,004	0,011	L 0,002	0,002	L 0,002	0,002	L 0,002	0,003	L 0,002	L 0,002	0,007	0,003	L 0,002	0,005	L 0,002	L 0,002
Nitrate-N (mg/L)	0,135	0,103	0,194	0,193	0,236	0,231	0,279	0,254	0,139	0,103	0,18	0,189	0,185	L 0,008	0,01	L 0,008
NO3-N+NO2-N (mg/L)	0,135	0,103	0,194	0,193	0,236	0,231	0,279	0,254	0,139	0,103	0,18	0,189	0,185	L 0,008	0,01	L 0,008
Phosphore tot.(mg/L)	0,015	0,014	0,02	0,014	0,013	0,012	0,014	0,014	0,015	0,015	0,015	0,014	0,015	0,013	0,014	0,012

Annexe B

Résumé des données concernant l'AQ/CQ recueillies dans le cadre du programme d'échantillonnage de mars 1999 dans le bassin de la rivière Peel

Tableau B1 : Données brutes sur les métaux totaux

N° de lab	990299	990281	990301	990283	990284	990285	990287	990288	990289	990291	990305	990292	990293	990295	990296
Emplacement du site	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer	Rivière Ogilvie près de Mouth	Rivière Blackstone River près du lac Champion	Rivière Blackstone River près de Mouth	Rivière Peel en amont de la rivière Hart	Rivière Hart près du lac Hungry	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon	Rivière Wind rprès de Mouth	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth	Rivière Peel en amont de la rivière Snake	Rivière Snake en amont de Mouth	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo	Rivière Peel en amont de Fort, McPherson
Aluminium (µg/L)	L 10	L 10	10	L 10	L 10	10	L 10	L 10	L 10	10	L 10	10	L 10	6870	12
Antimoine (µg/L)	1	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,7	0,5
Baryum (µg/L)	92,1	103	89,9	130	120	103	95,3	111	91,2	71,4	72,5	91,4	58,3	255	83,2
Béryllium (µg/L)	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1
Bismuth (µg/L)	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	0,1	0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1
Cadmium (µg/L)	0,05	0	0,02	L 0,01	0,02	0,1	0,05	L 0,01	0,02	0,01	L 0,01	0,02	0,02	0,4	L 0,01
Césium (µg/L)	0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	0,02	0,01	0,01	L 0,01	0,01	L 0,01	L 0,01	0,01	1	L 0,01
Chrome (µg/L)	0,9	1,6	0,5	1,4	1,3	1	1	0,9	0,9	0,8	0,6	0,6	1	10	0,8
Cobalt (µg/L)	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	0,1	0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	0,1	L 0,1	0,1	L 0,1	2,3	L 0,1
Cuivre (µg/L)	3,2	0,5	0,2	0,2	0,5	0,7	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	2,7	0,2
Fer (mg/L)	0,03	L 0,02	0,05	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	0,05	0,04	5,43	0,04
Plomb (µg/L)	0,69	1,81	0,18	0,14	0,22	0,35	1,25	0,13	0,19	0,13	0,35	0,2	0,08	2,3	0,2
Lithium (µg/L)	22,7	9,5	3,9	3,5	7,1	5,4	5,4	2,4	4	4,5	2,4	3,6	6,6	14,8	4,4
Manganèse (µg/L)	3,2	2,4	3,4	0,5	1	0,8	0,6	0,4	L 0,1	1,9	0,5	3,3	15,4	453	7,8
Molybdène (µg/L)	3,1	1,8	1,1	1,1	1,5	1,6	1,5	0,6	1,1	0,6	0,6	1	0,7	1,7	1,1
Nickel (µg/L)	3	2,6	1,7	1	2,4	2,7	2,6	0,8	1,3	1,2	1,2	1,8	1,5	7,2	1,6
Sélénium (µg/L)	L 1	2	L 1	1	1	1	L 1	L 1	1	L 1	L 1	1	1	10	1
Argent (µg/L)	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,1	L 0,01
Thallium (µg/L)	0,05	0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	0,05	0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	0,1	L 0,05
Titanium (µg/L)	0,94	0,82	0,88	0,35	0,69	0,48	0,5	0,22	0,49	1,41	0,71	0,58	1,64	137	0,96
Uranium (µg/L)	3,25	1,79	1,38	1,51	1,65	1,81	1,65	1,04	1,38	1,5	1,52	1,26	0,77	1,7	1,13
Vanadium (µg/L)	0,5	0,6	0,3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	30,1	0,4
Zinc (µg/L)	19	L 5	L 5	L 5	L 5	6	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	22	L 5

Tableau B2 : Données brutes sur les métaux dissous

N° de lab.	990299	990281	990301	990283	990284	990285	990287	990288	990289	990291	990305	990292	990293	990295	990296
Emplacement du site	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer	Rivière Ogilvie près de Mouth	Rivière Blackstone près du lac Champion	Rivièrr Blackstone près de Mouth	Rivière Peel en amont de la rivière Hart	Rivière Hart près du lac Hungry	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon	Rivière Wind près de Mouth	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth	Rivière Peel en amont de la rivière Snake	Rivière Snake en amont de Mouth	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo	Rivière Peel en amont de Fort McPherson
Aluminium (µg/L)	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10
Antimoine (µg/L)	0,8	0,8	0,7	0,6	0,8	1,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6
Baryum (µg/L)	89,3	103	87,5	131	119	107	95,7	110	93,4	71,6	73,6	89,3	56,9	84,5	81,1
Béryllium (µg/L)	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1
Bismuth (µg/L)	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1	L 0,1
Cadmium (µg/L)	0,06	0,03	0,02	L 0,01	0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	0,02	0,02	L 0,01	0,02	0,01	L 0,01	L 0,01
Césium (µg/L)	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	0,02	L 0,01	0,01	L 0,01	0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01
Chrome (µg/L)	1,3	1,1	0,9	2	1,5	1,5	1,2	1,3	1,1	1	0,7	0,9	1,4	0,8	0,9
Cobalt (µg/L)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	L 0,1	0,1	0,1	L 0,1	0,1
Cuivre (µg/L)	2,8	0,9	0,4	0,8	0,9	0,8	0,5	0,5	0,6	0,5	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6
Fer (mg/L)	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02	L 0,02
Plomb (µg/L)	0,38	0,13	1,17	0,18	0,34	0,34	0,15	0,23	0,13	0,12	0,17	0,17	0,18	0,14	0,18
Lithium (µg/L)	25,8	9,5	4,1	3,9	7,8	6,1	6	2,9	4,7	5,4	2,6	4,2	7,5	4,6	5,4
Manganèse (µg/L)	2,6	2,5	3,3	0,8	1,2	1,1	0,8	0,5	0,3	2,2	0,6	3,3	15,6	1,8	7,9
Molybdène (µg/L)	3,1	1,8	1,2	1,1	1,5	1,6	1,5	0,7	1,2	0,6	0,5	1	0,7	1,1	1,2
Nickel (µg/L)	3,3	2,9	1,8	1,1	2,7	2,8	2,7	1	1,5	1,4	1,3	1,9	1,7	1,8	2
Sélénium (µg/L)	1	2	1	1	2	L 1	L 1	L 1	1	1	L 1	1	L 1	1	1
Argent (µg/L)	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01	L 0,01
Strontium (µg/L)	261	256	147	172	243	177	189	81,6	158	199	137	144	366	172	171
Thallium (µg/L)	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05	L 0,05
Titanium (µg/L)	1,03	0,67	0,46	0,48	0,73	0,59	0,41	0,38	0,54	1,31	0,62	0,6	1,56	0,67	0,72
Uranium (µg/L)	2,76	1,55	1,27	1,32	1,52	1,69	1,36	0,92	1,18	1,3	1,35	1,25	0,7	1,08	0,99
Vanadium (µg/L)	0,6	0,5	0,3	0,8	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3
Zinc (µg/L)	19	L 5	L 5	L 5	L 5	7	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5

Tableau B3 : Données brutes sur les paramètres physiques, les ions importants et les nutriments

N° de lab.	990299	990281	990301	990283	990284	990285	990287	990288	990289	990291	990305	990292	990293	990295	990296
Emplacement du site	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Description	Rivière Ogilvie en amont du ruisseau Engineer	Rivière Ogilvie près de Mouth	Rivière Blackstone près du lac Champion	Rivière Blackstone près de Mouth	Rivière Peel en amont de la rivière Hart	Rivière Hart près du lac Hungry	Rivière Peel en amont du ruisseau Canyon	Rivière Wind près de mouth	Rivière Peel en amont de la rivière Bonnet Plume	Rivière Bonnet Plume en amont du ruisseau Gillespie	Rivière Bonnet Plume en amont de Mouth	Rivière Peel en amont de la rivière Snake	Rivière Snake en amont de Mouth	Rivière Peel en amont de la rivière Cariboo	Rivière Peel en amont de Ft McPherson
Paramètres physiques															
pH	8,28	7,9	8,23	8,05	7,97	8,12	8,07	8,14	8,06	8,19	8,27	8,16	8,07	8,15	8,14
Couleur	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5
Conductivité (uS/cm)	561	536	397	409	502	406	410	352	400	528	384	395	602	433	440
Sulfate (mg/L)	98	85	45	35	65	48	49	16	98	133	31	52	154	69	68
Solides totaix dissous (mg/L)	321	302	210	220	295	212	225	179	210	316	204	210	370	230	241
Solides totaux en suspension (mg/L)	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	135	3
Turbidité (NTU)	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,5	127	0,7
Ions importants															
Alcalinité (mg/L)	193	198	150	177	196	160	160	155	162	157	133	150	163	156	158
Calcium (mg/L)	86,4	74,8	50,1	58,2	70,8	54,5	55,4	43,4	51,4	68,4	45,4	48,2	74,6	53,3	56,5
Chlorure (mg/L)	8,5	3,5	5,2	1,5	2,8	2,6	2,5	4,2	4	0,5	5,9	5,2	0,7	5	4,5
Fluorure (mg/L)	0,09	0,11	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05
Magnésium (mg/L)	28,2	17,3	16	14,8	16,4	15,8	15	15,4	15,2	38,2	17,1	16,1	26	17,4	17,8
Potassium (mg/L)	0,61	0,48	0,47	0,37	0,53	0,37	0,37	0,41	0,38	0,51	0,5	0,47	0,57	0,56	0,53
Sodium (mg/L)	11,4	8,49	4,36	2,27	7,15	3	3,31	3,32	3,71	2,16	4,38	4,28	5,34	4,94	5,16
Strontium Dissolved	261	256	147	172	243	177	189	81,6	158	199	137	144	366	172	171
Strontium Total (µg/L)	280	259	145	171	239	173	187	80,4	157	188	134	140	364	200	173
Dureté (mg/L CaCO3)	332	258	191	206	244	201	200	172	191	328	184	187	293	205	214
Nutriments															
Ammoniac-N (mg/L)	0,004	L 0,002	0,004	0,003	0,002	L 0,002	L 0,002	0,002	L 0,002	L 0,002	0,004	L 0,002	L 0,002	0,08	0,007
Nitrate-N (mg/L)	0,135	0,194	0,223	0,265	0,217	0,236	0,288	0,241	0,279	0,151	0,174	0,209	0,139	0,18	0,18
NO3-N+NO2-N (mg/L)	0,135	0,194	0,223	0,265	0,217	0,236	0,288	0,241	0,279	0,151	0,174	0,209	0,139	0,19	0,18
Phosphore tot.(mg/L)	0,015	0,02	0,016	0,012	0,014	0,013	0,014	0,013	0,014	0,015	0,011	0,015	0,015	0,13	0,015