

**WOOD BUFFALO NATIONAL PARK
WATER QUALITY:
STATUS AND TRENDS FROM
1989-2006 IN THREE MAJOR RIVERS;
ATHABASCA, PEACE AND SLAVE**

Environment Canada
www.ec.gc.ca



**WOOD BUFFALO NATIONAL PARK WATER QUALITY:
STATUS AND TRENDS FROM 1989-2006 IN THREE MAJOR RIVERS;
ATHABASCA, PEACE AND SLAVE**

**QUALITÉ DE L'EAU AU PARC NATIONAL DU CANADA WOOD BUFFALO:
ÉTAT ET TENDANCES DE 1989 À 2006 POUR LES TROIS PRINCIPALES RIVIÈRES
DE LA PAIX, DES ESCLAVES ET ATHABASCA**

**Nancy E. Glozier, David B. Donald,
Robert W. Crosley and Douglas Halliwell**

**Prairie and Northern Office/ Bureau de la région des Prairies et du Nord
Water Quality Monitoring and Surveillance Division/ Division de la surveillance et
du contrôle de la qualité de l'eau
Water Science and Technology Directorate/ Direction des sciences et de la
technologie de l'eau
Environment Canada/ Environnement Canada**

May/ Mai 2009

Cover Photo Credits/ Références photographiques (page couverture):
Jim Syrgiannis, Environment Canada/ Environnement Canada

Acknowledgements

The authors express their gratitude to those who conducted the field work often under difficult conditions, Minzhen Su for drafting the map, Natasha Popoff, Jeremy Nichols and Nathan Weibe for reviewing the formatting and tables and for constructive scientific reviews of a previous draft; Brian Parker, Malcolm Conly and Dorothy Lindeman from Environment Canada, Stuart MacMillan and Rhona Kindopp from Parks Canada, and Thorsten Hebben and others from Alberta Environment. We acknowledge the support of Alberta Environment and the Government of the Northwest Territories for shared funding for the site on the Slave River at Fitzgerald.

We extend a special acknowledgement to Doug Halliwell's dedication to excellence in water quality in Canada's north as a co-author. Although not able to complete a review of this report he was integral to this monitoring program and continues to be missed by our monitoring community.

Remerciements

Les auteurs expriment leurs remerciements à toutes les personnes qui ont mené à bien le travail sur le terrain souvent dans des conditions difficiles; à Minzhen Su qui a réalisé la cartographie; à Natasha Popoff, Jeremy Nichols et Nathan Weibe qui ont révisé la mise en page et les tableaux et apporté leurs observations scientifiques constructives à une ébauche précédente; à Brian Parker, Malcolm Conly et Dorothy Lindeman d'Environnement Canada; à Stuart MacMillan et Rhona Kindopp de Parcs Canada, ainsi qu'à Thorsten Hebben et à tous les autres intervenants du ministère de l'Environnement de l'Alberta. Nous sommes reconnaissants envers le ministère de l'Environnement de l'Alberta et le gouvernement des Territoires du Nord-Ouest pour le financement à coûts partagés qui a été accordé au site sur la rivière des Esclaves, à Fitzgerald.

Nous remercions tout particulièrement Doug Halliwell, en sa qualité de coauteur, pour son dévouement à la cause de la qualité de l'eau dans le nord du Canada. Même s'il n'a pas été en mesure de mener à bonne fin la révision de ce rapport, il a joué un rôle de premier plan dans ce programme de surveillance et il manque, par son absence, à notre équipe de surveillance tout entière.

Copies of the Report can be obtained from:
Nancy E. Glozier, Environment Canada
11 Innovation Blvd, Saskatoon, SK S7N 3H5
Email: nancy.glozier@ec.gc.ca

Pour une copie du présent rapport, veuillez vous adresser à :
Nancy E. Glozier, Environnement Canada
11, boul. Innovation, Saskatoon (Saskatchewan) S7N 3H5
Courriel : nancy.glozier@ec.gc.ca

Executive Summary

In this report we have presented and interpreted water quality data collected on the Athabasca, Peace, and Slave rivers at the boundaries of Wood Buffalo National Park between August 1989 and December 2006. We have summarized the large amount of water quality data available and provide detailed statistical summaries for the period of record as a reference for further studies and monitoring programs (Appendix 2). Patterns in water chemistry among the three watersheds are discussed, including comparisons to upstream source waters. Parameters with national guidelines or site specific objectives for the protection of aquatic life are evaluated for excursions, including metals, major ions, and nutrients. We provide site specific regression analyses for several parameters with suspended sediment concentration as measured by non-filterable residue. We report on the results of statistical temporal trend analyses (seasonal and yearly) conducted for 39 water quality parameters and discuss their relationship to: 1) river discharge, 2) specific time periods, and 3) season. More specific analyses were conducted to examine two issue driven concerns; changes in metal concentration in the Athabasca River, and nutrient concentrations in relation to ecosystem functioning at all stations. Finally, the monitoring program was reviewed for scientific validity, gaps and emerging issues with recommendations provided for ongoing Parks monitoring programs.

In general, water chemistry among the three sampling sites was similar, in that for all parameters, concentration ranges were overlapping. However, patterns between sites were apparent for many parameters and are discussed in detail in the body of the report. Dissolved oxygen was lowest, while total dissolved solids and most major ions were highest in the Athabasca River compared with the Peace and Slave rivers. Metals in the environment occur from natural sources in the soil, rocks and bottom sediments and therefore reflect the surrounding geology and hydrologic processing. In these rivers, total metal concentrations peak in May – July corresponding to the peak discharge and sediment loading. For all metals, ranges overlapped among sites, and for most, medians were similar.

A large component of this study focussed on evaluating trends through time to assess the chemical stability of these aquatic ecosystems over the previous two decades. For the physical and major ion parameters most analyses showed stability in concentration through time. Of the 50 analyses conducted over the entire period of record, only 16 showed changes in concentration and 5 of those showed no changes in the last decade. Changes in nutrient concentration were dependent on site and parameter. Carbon showed few changes through time. Trends in nitrogen concentration were similar in the Athabasca and Peace rivers; most dissolved forms displayed increasing concentrations, while in the Slave River, at least in the last decade, these parameters were showing decreasing trends. We detected no significant trends in phosphorus concentration in the Peace River but in both the Athabasca and Slave rivers, dissolved and total phosphorus concentrations increased over the period of record. The increases in nutrient concentration observed were largely driven by increases during winter months, under conditions of low flow, ice-cover. Finally, our results showed that, at least in part, the concentration trends in the Athabasca River are related to the changing discharge regime.

A more detailed summary of the results can be found in Section 5.0 however, the key findings and concerns raised in this study for these river reaches include;

- A change has occurred in the seasonal patterns of dissolved parameters in the Peace and Slave rivers which are due to the changes in river discharge patterns related to the construction of the William A. C. Bennett dam.
- Dissolved sulphate showed increasing trends at all sites but this is consistent with a broader regional change (Glozier et al., 2004b, Parker et al., 2009) for other northern rivers.

- Exceedences to CCME guidelines for total metal concentration were frequent but found to be directly related to the naturally high sediment loads in these rivers and probably have no negative effect on aquatic life.
- Total phosphorus and nitrogen showed exceedences to the Alberta guideline but, similar to total metals, all exceedences were associated with natural periods of high suspended sediment load.
- Site specific objectives for three parameters (dissolved oxygen, sulphate, total dissolved solids) developed under NREI (Donald et al., 2004) were met within the expected frequency.
- For the nine metal parameters for which trend analyses could be conducted on the Athabasca River, no increasing trends were evident.

Increasing nutrients along with decreasing river discharge appears to be the largest concern for the study reaches of the Athabasca and Slave rivers and downstream aquatic ecosystems. Increasing trends in phosphorus have resulted in a change in the trophic status (based on TP concentration) for these reaches by at least one and in some cases three trophic levels.

- A major short coming of the existing water quality monitoring program for Wood Buffalo National Park is the absence of data on some contaminants of concern. The monitoring program was established largely to assess general water chemistry and potential changes in nutrients due to point source inputs in upstream reaches. It is recommended that contaminants of concern be assessed in water samples in the future.

This joint Environment Canada – Parks Canada – Northwest Territories – Alberta Environment monitoring program has provided important data on water quality though time. However, some of the recommendations for future direction include:

- Establishment of a consistent sampling frequency of 8X per year with sampling distributed among the three hydrological seasons identified in this report as follows; 2 in Spring/Summer (May – July), 2 during fall (August – October) and 4 during the longer winter period (November – April).
- Establishment and maintenance of a consistent parameter list analyzed at all sites.
- Measurements of a broader range of contaminants of concern from industrial sources within the basins should be added to the suite of parameters measured in water and perhaps in sediments. Examples of potential contaminants from pulp and paper effluents include dioxins, furans and sulphur compounds and from oil and gas activities include polynuclear aromatic hydrocarbons, polycyclic aromatic hydrocarbons, naphthenic acid, chlorinated phenols.
- As downstream ecosystems are a concern (specifically the Peace Athabasca Delta), it is recommended that additional sampling locations be considered for water quality and biota sampling within the delta.
- With the completion of this report, regular, more focused assessments (e.g., nutrient trends) could be conducted to update the current long-term analyses presented in this report.
- Site-specific objectives for metals and nutrients should be established for routine reporting. This could lead to the development of water quality indicators which could be reported more frequently.
- Biota density and community composition should be considered for sites of interest.
- Metal levels in indicator fish such as goldeye and walleye should be considered.

Résumé

Dans le présent rapport, nous avons présenté et interprété les données recueillies entre août 1989 et décembre 2006 sur la qualité de l'eau de la rivière de la Paix, la rivière des Esclaves et la rivière Athabasca qui se situent aux limites du Parc national du Canada Wood Buffalo. Nous avons résumé la grande quantité de données disponibles sur la qualité de l'eau et nous proposons des sommaires statistiques détaillés pour la période des relevés qui pourront servir de référence pour d'autres études et programmes de surveillance (annexe 2). Les tendances relatives aux propriétés chimiques de l'eau des trois bassins versants ont été étudiées, notamment en les comparant aux eaux sources d'amont. Des paramètres, basés sur des lignes directrices nationales ou des objectifs propres au site concernant la protection de la vie aquatique, ont été mesurés en fonction des excursions, notamment en ce qui a trait aux métaux, aux ions majeurs et aux éléments nutritifs. Nous présentons des analyses de régression propres au site pour plusieurs paramètres avec des concentrations de sédiments en suspension mesurées au moyen de résidus non filtrables. Nous recensons les résultats d'analyses statistiques des tendances temporelles (saisonniers et annuelles) réalisées pour 39 paramètres de la qualité de l'eau et nous étudions leur relation 1) au débit fluvial, 2) aux périodes de temps spécifiques et 3) à la saison. Des analyses plus précises ont été effectuées pour étudier deux enjeux préoccupants, à savoir les modifications de la concentration des métaux dans la rivière Athabasca et les concentrations en éléments nutritifs par rapport à l'écosystème présent à toutes les stations. Enfin, le programme de surveillance a été révisé pour mener une validation scientifique ainsi que pour définir les lacunes et les nouveaux enjeux, en tenant compte des recommandations prescrites pour les programmes actuels de surveillance des parcs.

D'une manière générale, les propriétés chimiques de l'eau étaient semblables aux trois sites d'échantillonnage, du fait que pour tous les paramètres, les fourchettes de concentration se recoupaient. Néanmoins, des tendances entre les différents sites étaient apparentes pour de nombreux paramètres, ce qui a été étudié en détail tout au long de ce rapport. C'est dans la rivière Athabasca, par rapport à la rivière de la Paix et la rivière des Esclaves, que la valeur de l'oxygène dissous était la plus basse et que, par contre, les valeurs étaient les plus hautes pour le total des solides dissous et la plupart des ions majeurs. Les métaux dans l'environnement proviennent de gisements naturels dans le sol, les roches et les sédiments benthiques et reflètent par conséquent la géologie environnante et le traitement hydrologique. Dans ces rivières, les concentrations totales en métaux atteignaient leur maximum entre les mois de mai et juillet, ce qui correspondait au débit de pointe et à la charge sédimentaire maximale. Pour tous les métaux, les fourchettes se recoupaient entre les sites et, pour la plupart, les médianes étaient semblables.

Une grande partie de cette étude était axée sur l'évaluation des tendances en fonction du temps pour mesurer la stabilité chimique de ces écosystèmes aquatiques pendant les deux précédentes décennies. En ce qui concerne les paramètres physiques et les ions majeurs, la plupart des analyses ont mis en évidence la stabilité de la concentration dans le temps. Sur les 50 analyses réalisées pendant toute la période des relevés, 16 seulement ont mis en évidence des modifications de concentration et cinq d'entre elles n'ont révélé aucune modification des concentrations au cours de la dernière décennie. Les modifications de la concentration en éléments nutritifs dépendaient du site et du paramètre. On n'a constaté que peu de changements en fonction du temps pour le carbone. Les tendances relatives aux concentrations en azote étaient semblables pour les rivières de la Paix et Athabasca; la plupart des formes dissoutes affichaient des concentrations à la hausse, tandis que pour la rivière des Esclaves, au moins au cours de la dernière décennie, ces paramètres suivaient des tendances à la baisse. Nous n'avons décelé aucune tendance significative des concentrations en phosphore dans la rivière de la Paix; par contre, dans la rivière Athabasca et la rivière des Esclaves, les concentrations de phosphore dissoute et totale ont augmenté au cours de la période des relevés. Les augmentations observées pour la concentration en éléments nutritifs résultent en grande partie d'augmentations ayant lieu pendant les mois d'hiver, dans des conditions de faible débit et de couverture de glace. En fin de compte, nos résultats ont montré qu'au moins en partie, les

tendances des concentrations dans la rivière Athabasca dépendent des variations du régime de débit.

Un sommaire plus détaillé de ces résultats se trouve au chapitre 5.0. Cependant, les conclusions essentielles et les questions soulevées par cette étude pour ces sections de rivières comprennent (...);

- Il y a eu une modification des tendances saisonnières des paramètres dissous de la rivière de la Paix et la rivière des Esclaves, en raison de variations dans les tendances de débit des rivières attribuables à la construction du barrage William A. C. Bennett.
- Pour les sulfates dissous, on a montré les tendances à la hausse sur tous les sites, mais c'est tout de même en cohérence avec un changement plus général au niveau régional (Glozier *et al.*, 2004b, et Parker *et al.*, 2009) qui touche d'autres rivières du Nord.
- Des dépassements par rapport aux lignes directrices du CCME en ce qui concerne les concentrations totales en métaux étaient fréquents, mais il s'est avéré qu'ils étaient directement liés aux charges sédimentaires naturellement élevées dans ces rivières et qu'ils n'avaient probablement aucune incidence négative sur la vie aquatique.
- On a mis en évidence des dépassements pour le phosphore total et l'azote total, par rapport aux lignes directrices du ministère de l'Environnement de l'Alberta; mais, comme pour le total des métaux, tous les dépassements étaient associés à des périodes où les charges sédimentaires de matières en suspension sont naturellement élevées.
- Les objectifs propres au site pour trois paramètres (l'oxygène dissous, le sulfate et le total des solides dissous) définis au titre de l'Initiative des écosystèmes des rivières du Nord (EIRN) (Donald *et al.*, 2004) ont été atteints à la fréquence attendue.
- En ce qui concerne les neuf paramètres relatifs aux métaux pour lesquels des analyses de tendance ont pu être faites dans la rivière Athabasca, aucune augmentation n'a été mise en évidence.

L'augmentation des éléments nutritifs tout comme la diminution du débit des rivières semblent la plus grande préoccupation pour les sections d'étude des rivières des Esclaves et Athabasca ainsi que pour les écosystèmes aquatiques en aval. Les tendances à la hausse concernant le phosphore ont occasionné une modification du statut trophique (basé sur la concentration totale de phosphore) pour ces éléments d'au moins un niveau trophique et, dans certains cas, trois niveaux trophiques.

- Une lacune majeure concernant le programme actuel de surveillance de la qualité de l'eau du Parc national Wood Buffalo est l'absence de données sur certains contaminants préoccupants. Le programme de surveillance a été établi en grande partie pour évaluer les propriétés chimiques générales et les variations potentielles en éléments nutritifs résultant d'un apport de pollution ponctuelle sur les sections en amont. Il est recommandé qu'à l'avenir les contaminants préoccupants soient évalués dans des échantillons d'eau.

Ce programme de surveillance mené en commun par Environnement Canada, Parcs Canada, les Territoires du Nord-Ouest et le ministère de l'Environnement de l'Alberta a fourni des données importantes sur la qualité de l'eau en fonction du temps. Cela dit, voici quelques recommandations à suivre pour les orientations futures :

- Établissement d'une fréquence systématique de huit échantillonnages par an, les échantillonnages se répartissant entre les trois saisons hydrologiques déterminées dans

- ce rapport comme suit : deux au printemps/été (de mai à juillet), deux à l'automne (d'août à octobre) et quatre durant la période d'hiver plus longue (de novembre à avril).
- Établissement et mise à jour d'une liste de paramètres pertinents analysés sur tous les sites.
 - Il faudrait ajouter à la série des paramètres mesurés dans l'eau et peut-être dans les sédiments des mesures d'un spectre plus large de contaminants préoccupants issus de sources industrielles présentes dans les bassins. Les contaminants possibles provenant des effluents des usines de pâtes et papiers comprennent les dioxines, les furanes et les composés sulfurés; ceux provenant des installations de production pétrolière et gazière comprennent les hydrocarbures aromatiques polynucléaires, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les acides naphthéniques et les phénols chlorés.
 - Étant donné que les écosystèmes en aval sont une source de préoccupation (en particulier le delta des rivières de la Paix et Athabasca), il est recommandé de recourir à des sites d'échantillonnage supplémentaires pour mesurer la qualité de l'eau et le biote dans le delta.
 - Après la rédaction de ce rapport, des évaluations régulières et plus ciblées (p. ex. les courbes des éléments nutritifs) pourraient être réalisées pour actualiser les analyses à long terme qui sont présentées dans ce rapport.
 - Il conviendrait de fixer des objectifs propres aux sites concernant les métaux et les éléments nutritifs à utiliser pour la rédaction des rapports de routine. Cela pourrait aboutir à la mise au point d'indicateurs de la qualité de l'eau, lesquels pourraient être consignés plus fréquemment.
 - La densité du biote et la composition des communautés devraient être prises en compte pour les sites d'intérêt.
 - Les niveaux des métaux dans les poissons indicateurs, par exemple la laquaiche aux yeux d'or ou le doré jaune, doivent être pris en compte.