

# Échos de la recherche

*Une tribune pour les sciences naturelles, culturelles, et sociales*

## Surveillance de la diversité et de la régénération des communautés végétales du brûlis du col Vermilion

*Parcs nationaux Kootenay et Banff*

**Greg Chernoff**

Le feu est une force essentielle qui façonne le paysage écologique dans les régions subalpines des montagnes Rocheuses canadiennes. Dans une aire nouvellement brûlée, grâce au phénomène de régénération, l'évolution constante des communautés végétales en forêt mature – qui finira par brûler elle aussi – est un cycle essentiel de promotion et de maintien de la santé et de la diversité écologiques. Ce n'est que relativement récemment qu'on a commencé à changer d'attitude et à reconnaître l'importance du feu dans le maintien de l'équilibre écologique. Cette tendance résulte peut-être du fait que la régénération des communautés végétales naturelles après un incendie n'est pas un processus bien documenté ou compris, et qu'il est nécessaire de l'étudier davantage (Bailey 1996, Achuff *et al.* 1984, Harris 1976). Les parcs nationaux du Canada offrent l'environnement idéal pour chercher à mieux comprendre ce phénomène naturel.

Cet article fournit un aperçu de la répartition et de la composition actuelles (1999) des communautés végétales du col Vermilion – qui résultent de la régénération naturelle d'une aire brûlée en juillet 1968. On comparera l'état actuel de la régénération dans le brûlis à des modèles identifiés immédiatement après l'incendie de 1968 (Harris 1976) afin d'expliquer en partie comment la végétation du brûlis Vermilion change au fil des ans. Il peut être utile de mener des études longitudinales en vue de prédire les effets des feux dirigés, la variabilité des modèles de



Figure 1. Col Vermilion des Rocheuses canadiennes. Carte montrant l'emplacement relatif du col Vermilion et le point d'inflammation/l'étendue du brûlis.

régénération qui dépend du paysage, ainsi que l'incidence des facteurs anthropiques sur la régénération.

### LE BRÛLIS DU COL VERMILION

Le col Vermilion chevauche la ligne de partage des eaux et la limite entre les parcs nationaux Kootenay et Banff (figure 1). Il est situé parmi les hautes cimes des chaînons

orientaux principaux des montagnes Rocheuses. Les précipitations y sont abondantes, les températures peu élevées et la saison de croissance est courte (Achuff *et al.* 1984).

Le feu du col Vermilion a été allumé le 9 juillet 1968 par un foudroiement dans la vallée de la rivière Tokkum, sur l'épaule du mont Whympet. L'extrême sécheresse des matières combustibles et un vent soutenu de l'ouest ont rapidement propagé l'incendie, qui est devenu intense (communication du personnel de Parcs Canada, terrain de camping du canyon Marble, 1999). Au moment de son extinction le 13 juillet, le feu avait consumé au total 2 430 ha, à une altitude allant de juste au-dessus de 1 500 m à juste en-dessous de 2 400 m (figure 1). Le brûlis du col Vermilion était le deuxième en importance enregistré dans les écorégions subalpines des parcs nationaux Kootenay, Yoho et Banff entre 1961 et 1985 (Johnson et Miyanishi 1991). Grâce à son emplacement dans les parcs des Rocheuses, le phénomène de régénération naturelle peut suivre son cours sans intervention humaine.

### MÉTHODOLOGIE

La couverture végétale a été évaluée pendant l'été 1999 et enregistrée dans 217 placettes d'échantillonnage de 10 m x 10 m choisies au hasard. On a ensuite introduit ces données dans le SPSS pour effectuer une classification hiérarchique (d'après La Roi *et al.* 1988) qui regroupait les ensembles de données en 10 communautés végétales distinctes (figure 2, voir page 6).....*suite à la page 6*

# ÉDITORIAL

## ARTICLES

- 1 Surveillance de la diversité et de la régénération des communautés végétales du brûlis du col Vermilion  
*Greg Chernoff*
- 3 Les étangs alpins : des indicateurs du changement climatique?  
*Natalie McMaster*
- 9 Prédire les groupements de végétation du paysage dans le parc national de Prince Albert  
*S.R.J. Bridge et E.A. Johnson*
- 14 Le vent nous souffle la réponse : Évaluation des sources de particules dans le parc national Elk Island  
*Laurie Bates, Angela Treble, et Ross Chapman*
- 18 Chorologie, cycle vital et utilisation de l'habitat de l'omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*) dans le bassin récepteur de la Nahanni Sud  
*Neil Mochnacz, James Reist, et Douglas Tate*
- 22 Parcs Canada et la surveillance écologique : Prévoir pour l'avenir  
*John Wilmhurst*

## RUBRIQUES

- 2 Éditorial  
*Sal Rasheed*
- 3 À noter
- 12 Recherches marquantes
- 23 Parutions récentes
- 24 Réunions d'intérêt

## ENGLISH

This publication is also available in English. Contact information is included on the back cover (page 24).

Les écosystèmes sont incroyablement complexes et divers. Quand j'étais étudiant, un superviseur m'a dit qu'il aurait pu passer toute sa vie à étudier les rapports changeants d'une toute petite prairie de montagne, et en savoir toujours très peu au sujet de l'écologie de cet endroit particulier. Ses remarques deviennent importantes lorsque je pense aux gestionnaires des ressources qui essaient non seulement de comprendre l'écologie de systèmes beaucoup plus vastes et complexes, mais également de les gérer afin d'en préserver l'intégrité écologique.

Deux choses m'ont frappé après que Dianne m'a donné l'ébauche de ce numéro d'Échos de la recherche. Tout d'abord, ce dernier souligne la complexité et la diversité des écosystèmes en montrant l'envergure des recherches en cours dans les parcs et les lieux historiques nationaux. Les articles couvrent toute la gamme des activités écologiques, de la cartographie de la végétation terrestre à l'échantillonnage des vertébrés aquatiques en passant par le contrôle de la qualité de l'air.

Deuxièmement, ce numéro traite de thèmes importants du point de vue écologique, notamment le réchauffement du globe, la surveillance à long terme, la qualité de l'air et la modélisation. Plusieurs articles ont fait vibrer une corde sensible chez moi. Après avoir lu l'article de Natalie McMaster sur l'utilisation des étangs alpins comme indicateurs du réchauffement du globe, je me suis souvenu d'un commentaire récent de David Suzuki. Un journaliste lui demandait ce qu'il pensait du fait qu'on l'accusait d'être alarmiste et de « crier au loup » beaucoup trop souvent. Suzuki a répondu que dans la parabole, le loup finit par venir...

Lorsque j'ai siégé au comité d'examen de Greg Chernoff il y a plusieurs mois, Greg a notamment recommandé de continuer la surveillance à long terme du brûlis du col Vermilion. Ce type d'activité continue d'être un défi pour Parcs Canada. Dans ce numéro, John Wilmhurst commente l'avenir de la surveillance dans les parcs nationaux et recommande qu'on pose les bonnes questions a priori. Il est clair d'après ces exemples que la recherche menée dans nos parcs est souvent à la fine pointe des questions touchant la gestion des ressources.

L'intégration de telles quantités d'informations complexes dans la prise de décisions reste toutefois un défi, tel que le démontre le thème de l'assemblée scientifique de cette année du Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques (RÉSÉ) : « Pour une surveillance écologique plus efficace. » L'assemblée plénière portera sur le lien entre la surveillance, la recherche et l'évaluation des écosystèmes et la prise de décisions.

Les liens de causalité entre la science et la prise de décisions sont les pierres angulaires de la gestion de l'écosystème. Afin de pouvoir remplir leur mandat d'intégrité écologique, les gestionnaires des parcs doivent en connaître les conditions fondamentales et l'évolution au fil des ans. Parcs Canada a besoin d'une vision à long terme pour recueillir ce type de renseignements de façon constante. J'espère que les projets tels que ceux présentés dans ce numéro d'Échos de la recherche favoriseront la détermination et la vision nécessaires.

*Sal Rasheed*

*Rédacteur  
Échos de la recherche et spécialiste de la conservation des  
écosystèmes  
Centre de services de l'Ouest canadien, Calgary*

## Les étangs alpins : des indicateurs du changement climatique?

Natalie McMaster

Au cours du dernier siècle, le climat des chaînons frontaux des montagnes Rocheuses est devenu plus chaud et plus sec (Slaymaker 1990, Fyfe et Flato 1999). Les modèles climatiques prévoient que cette tendance se poursuivra en raison de l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (Hengeveld 2000). On s'attend à ce que la température augmente davantage dans les régions alpines que dans les régions à plus basse altitude suite à la diminution de la quantité de neige, ce qui entraînera une réduction de la réflexion du rayonnement incident et un accroissement de l'absorption de la chaleur par le sol (Fyfe et Flato 1999).

Les étangs alpins seront parmi les premiers écosystèmes alpins à réagir au changement climatique. Ces étangs sont généralement de petits bassins fermés peu profonds. Leur taille, leur profondeur et leur durée de vie sont variables et dépendent de leur morphologie et du bassin récepteur, ainsi que de variables telles que la température de l'air et la fréquence et l'abondance des précipitations. Étant donné cette dépendance envers la température et les précipitations, leur existence et leur environnement physique sont très sensibles au changement

### ÉTAT DE LA QUESTION

Bien que les étangs alpins soient les plus nombreux (le PNB en compte plus de 3 000) et constituent des écosystèmes aquatiques extrêmes dans le parc national Banff (PNB), on connaît beaucoup moins leur écologie que celle des plus grands plans d'eau. Les étangs alpins figurent également parmi les environnements aquatiques les plus extrêmes de la planète. En effet, la température peut passer de 0,2 à 28°C au cours de la même journée d'été; certains étangs s'assèchent tous les étés et un grand nombre d'entre eux gèlent entièrement tous les hivers.



(à gauche et plus haut)  
Échantillonnage d'étangs alpins dans le parc national Banff

En dépit de leur environnement physique extrême, les étangs alpins grouillent de vie. Leurs organismes doivent être adaptés aux extrêmes physiques et au dessèchement (Jefferies 1994). On ne sait cependant pas combien de stress ils peuvent supporter ni à quel point ils pourront résister au changement climatique puisqu'on sait peu de choses de leur écologie. Seuls des relevés occasionnels du zooplancton (Anderson 1971, Anderson 1974) et des communautés d'algues (Vinebrooke et Leavitt 1999) ont été menés au cours des trois dernières décennies.

En augmentant la fréquence des années chaudes et sèches, le changement climatique devrait rendre l'environnement des étangs alpins encore plus extrême dans l'avenir. Un climat plus chaud et plus sec entraînera en effet une plus forte évaporation (Schindler 1997) et des périodes sèches plus fréquentes. Bien que les communautés dans les étangs temporaires soient résistantes au dessèchement, tout changement au régime

que la température de leur corps est déterminée principalement par la température de l'eau; ils réagissent rapidement aux changements de température. De plus, en raison de leur petite taille, de leur courte vie et de leur haut taux de reproduction, le délai de réaction entre le changement environnemental et l'ajustement de la population aux nouvelles conditions est minimisé. Par conséquent, l'environnement physique et les organismes dans les étangs alpins devraient réagir rapidement au changement climatique.

Human Use Management in Mountain Areas (gestion de l'usage humain dans les régions des montagnes)  
*Conférence de juin 2001*

The Banff Centre for Mountain Culture  
*Banff, Alberta*

Les débats de cette conférence, publiés sous la direction de Leslie Taylor et Anne Ryall, sont maintenant disponibles auprès du Banff Centre et peuvent être commandés en ligne à : [https://secure.banffcentre.ca/mountain\\_culture/order\\_form.htm](https://secure.banffcentre.ca/mountain_culture/order_form.htm)

Rapport sur la recherche et la surveillance dans l'Arctique de l'ouest  
1999-2000 et 2001

Copies papier et versions PDF sur CD disponibles par courrier auprès de :  
Angus Simpson  
Directeur intérimaire du Secrétariat des écosystèmes  
Unité de gestion de l'Arctique de l'ouest,  
Parcs Canada

Tél. : (867) 777-8815  
Télec. : (867) 777-8820  
[angus\\_simpson@pch.gc.ca](mailto:angus_simpson@pch.gc.ca)

# Les étangs alpins : des indicateurs du changement climatique?

typique peut entraîner des changements dans la structure de la communauté. En outre, les communautés des étangs historiquement permanents seront très sensibles aux niveaux d'eau plus bas et au dessèchement saisonnier possible. La baisse des niveaux d'eau devrait entraîner à son tour une baisse des niveaux d'oxygène dissous, une plus forte concentration des sels dissous et une augmentation de la température de l'eau (Mackay 1984). Ces changements peuvent créer des conditions qui dépassent les limites biologiques de certaines espèces, réduisant ainsi la diversité. Parmi les effets non mortels de l'augmentation de la température de l'eau, notons peut-être une accélération du développement de certains invertébrés (Hogg et Williams 1996). Les effets de la sécheresse pourraient se traduire par une réorganisation radicale des écosystèmes des étangs.

Il est de plus en plus important d'étudier les effets de la sécheresse sur les systèmes et les organismes aquatiques car le changement climatique accroît la fréquence des années chaudes et sèches dans de nombreuses régions du monde. Puisque les étangs alpins sont situés dans une région où l'on s'attend à un réchauffement, ils peuvent jouer le rôle du canari dans la mine de charbon en servant d'indicateur hâtif du changement climatique et de ses effets sur les écosystèmes aquatiques. De plus, sans recherche immédiate, ces écosystèmes bien particuliers seront modifiés pour toujours sans que l'on connaisse leur écologie naturelle.

## MÉTHODOLOGIE

De 1998 à 2000, j'ai étudié 5 étangs alpins de taille (160 à 5 000 m<sup>2</sup>), de profondeur (0,3 à 0,9 m) et d'hydropériode (temporaires à permanents) différentes dans le PNB. J'ai mesuré la température de l'eau, les pertes en eau et l'hydrochimie, j'ai prélevé des échantillons de zooplancton et des communautés d'insectes une fois par semaine pendant la saison libre de glace (environ du 1<sup>er</sup> juin au 30 septembre). Au cours de l'hiver et du printemps 2000, j'ai utilisé une barrière pour capter la neige et accroître l'alimentation en eau d'un étang en vue de simuler une année humide. J'ai drainé lentement trois étangs temporaires afin de simuler une année sèche. Je me suis servi du dernier étang, historiquement permanent, comme système de référence, sans manipuler l'eau. Pour mettre le climat des années d'étude en contexte historique, j'ai analysé 113 années de données sur le climat pour la ville de Banff.

## RÉSULTATS ET EXAMEN DE LA QUESTION

Au cours des 113 dernières années, l'été de 1998 a été le 4<sup>e</sup> plus chaud, celui de 1999 le 15<sup>e</sup> plus frais et celui de 2000 le 23<sup>e</sup> plus frais. Pendant les trois ans de l'étude, l'été de 1998 a été le plus chaud et celui de 1999, le plus frais et le plus humide. Bien que l'été de 2000 ait été le plus sec si l'on se fonde sur les précipitations, la chaleur en 1998 a entraîné une forte évaporation et c'est en 1998 que les étangs étaient les plus secs.

Les trois étangs temporaires se sont asséchés au moins trois semaines plus tôt pendant les années de sécheresse naturelle (1998) et expérimentale (2000) que pendant l'année humide. L'étang ayant subi une

humidité simulée en 2000 ne s'est asséché que pendant l'année de sécheresse naturelle et contenait de l'eau pendant le gel au cours des deux années humides. L'étang de référence ne s'est pas complètement asséché au cours de l'étude. Les pertes d'eau accélérées des étangs pendant les années sèches, caractérisées par une diminution des précipitations et une augmentation de la température et de l'évaporation, démontrent que la persistance des étangs alpins relève directement du climat.

## RÉACTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE

L'environnement physique et chimique des étangs a également changé en raison des pertes d'eau accélérées pendant les années sèches. On a enregistré une température de l'eau de 0,2°C et de 28°C le même jour dans un étang pendant l'année sèche. Ce large écart de température diurne se produit car pendant le jour, le fond de l'étang absorbe le rayonnement solaire, ce qui réchauffe l'eau, puis l'évaporation et la perte de chaleur dans l'air rafraîchissent l'eau la nuit. L'amplitude de la température diurne de l'eau a généralement augmenté l'été au fur et à mesure que les niveaux d'eau ont baissé. L'augmentation a été la plus forte pendant les années sèches (figure 1).

Étant donné que l'évaporation constituait la principale source de pertes d'eau dans ces étangs, la concentration de sels dissous s'est accrue au fur et à mesure que les niveaux d'eau ont baissé ( $r^2 = 0,11$ ,  $p < 0,001$ ). L'augmentation des sels dissous ne devrait pas avoir une incidence importante sur les organismes des étangs car le petit changement (augmentation de la conductivité de 12 à 134  $\mu\text{Scm}^{-2}$ ) était insuffisant pour dérégler les mécanismes osmorégulateurs de la plupart des organismes.

Il peut y avoir une réaction des éléments nutritifs à la baisse des volumes d'eau. Les concentrations de phosphore total dissous (PTD) ont augmenté au fur et à mesure que les niveaux d'eau ont baissé ( $r^2 = 0,18$ ,  $p < 0,001$ ). L'augmentation du phosphore anoxique libéré par les sédiments réchauffés explique probablement l'accroissement des niveaux de PTD. Les concentrations d'azote inorganique dissous (AID) n'ont pas été mises en corrélation avec

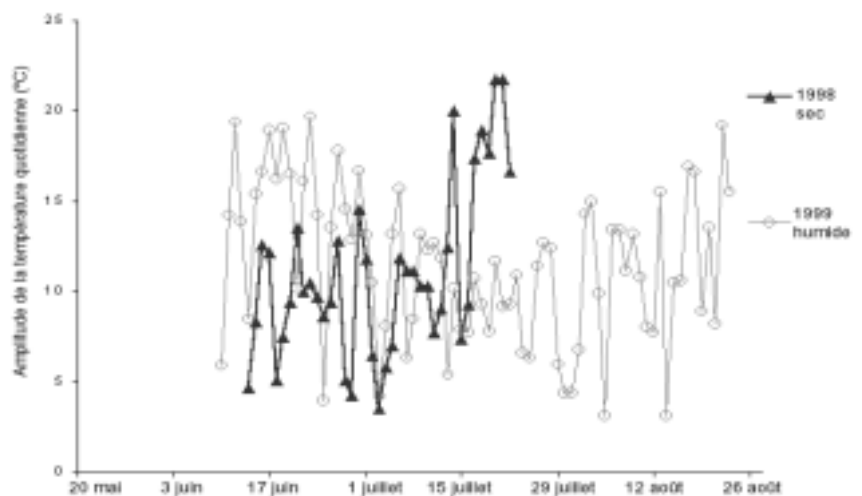


Figure 1. Tendances de l'amplitude de la température quotidienne de l'eau (écart entre le maximum et le minimum quotidien) pour P3, un étang temporaire. 1998 (triangle noir) était une année sèche et 1999 (cercle gris) était une année humide.

les pertes d'eau. Le rapport bas N:P et une relation importante ( $r^2 = 0,06$ ,  $p < 0,05$ ) entre l'azote et la biomasse algale donnent à penser que la communauté algale a une concentration d'azote limitée. Ses fortes exigences en azote empêchent l'AID d'augmenter avec les pertes d'eau.

### RÉACTION BIOLOGIQUE

En raison de son influence sur le taux des réactions biochimiques, la température exerce une influence sur presque toutes les fonctions d'un écosystème. Par exemple, le copépode calanoïde *Diatomus nudus*, un organisme dominant du zooplancton, a exigé deux à trois semaines de moins pour atteindre sa maturité pendant les années chaudes et sèches. De plus, pendant les années sèches, le temps de développement des insectes émergents était accéléré; l'émergence avait lieu plus tôt et durait moins longtemps (figure 2). Une émergence plus hâtive et plus courte pourrait réduire dans l'ensemble le taux de survie des insectes en raison de la probabilité accrue de neige et de température de l'air sous zéro tôt dans la saison. La diversité des espèces d'insectes émergents a diminué après l'année sèche dans les trois étangs possédant la plus longue hydropériode. Ceci donne à penser que certaines espèces étaient perdues, au moins temporairement, en raison de l'écart au régime typique de dessèchement.

Les résultats de cette étude démontrent que l'environnement physique des étangs alpins deviendra plus extrême en réaction au changement climatique futur possible, ce qui entraînera un changement de la composition et des rapports de la communauté biologique.

### CONSÉQUENCES POUR LA GESTION

On connaît peu les étangs alpins, bien qu'ils constituent l'écosystème aquatique le plus commun dans le PNB et présentent une diversité des espèces relativement forte dans une écorégion autrement pauvre sur ce plan. Bien que profitable, cette étude visait moins de 0,2 % des étangs alpins du PNB. Au fur et à mesure que le changement climatique continue, des milliers d'étangs alpins temporaires dans les Rocheuses canadiennes peuvent s'assécher de façon permanente; des étangs aujourd'hui permanents seront temporaires demain. De nombreux invertébrés aquatiques qui n'habitent que les étangs permanents ou qui ne peuvent pas compléter leur cycle biologique pendant la phase humide plus courte des étangs temporaires seront peut-être éliminés de l'écorégion alpine. Il est essentiel que les gestionnaires appuient des relevés biologiques détaillés des étangs alpins dans toutes les montagnes Rocheuses canadiennes avant que ces étangs ne changent à jamais.

Les régions alpines feront l'objet d'un réchauffement et l'on pourrait considérer les étangs alpins comme des indicateurs du changement climatique ou des changements futurs dans d'autres systèmes. Bien que le changement climatique soit un problème mondial causé par des facteurs largement hors des parcs, cette étude démontre qu'il peut avoir des effets biologiques importants sur les écosystèmes à l'intérieur des parcs. Par conséquent, on devrait continuer de gérer les parcs nationaux comme un élément du plus grand écosystème plutôt que comme des écosystèmes distincts définis par des limites. De plus, les stratégies de gestion des parcs devraient s'adapter au stress changeant à l'intérieur et à l'extérieur des parcs.

Natalie McMaster est étudiante du doctorat au département des sciences biologiques de l'Université de l'Alberta, à Edmonton.  
Tél. : (780) 492-1292; courriel : nlm2@ualberta.ca.

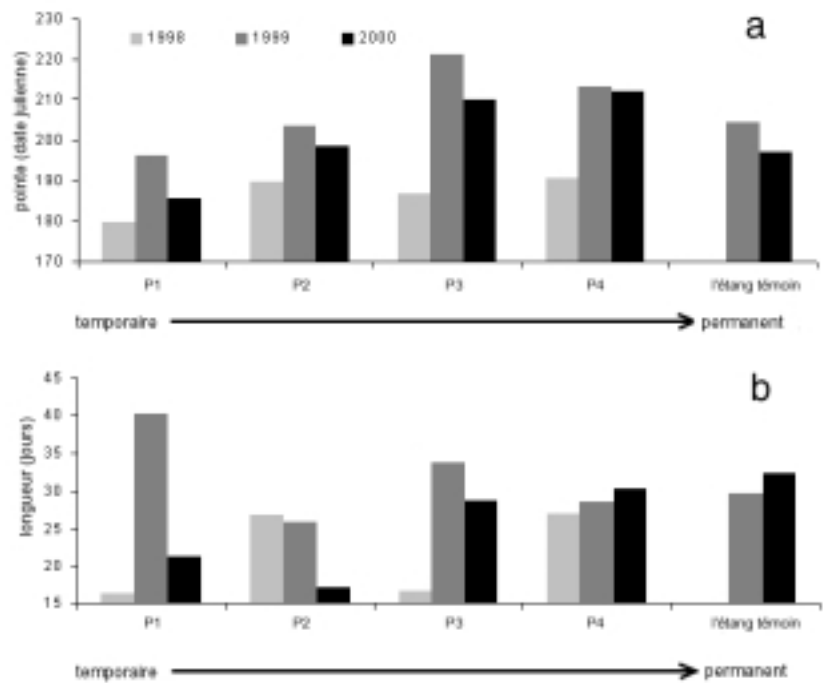


Figure 2. Tendances de : a) la date de l'émergence maximale des insectes; et b) la longueur de l'émergence moyenne des insectes dans chaque étang de l'étude. 1998 était une année humide et 2000 était une année sèche pour les trois premiers étangs, une année humide pour P4 et une moyenne des trois années pour l'étang témoin. Les étangs sont en ordre croissant de permanence.

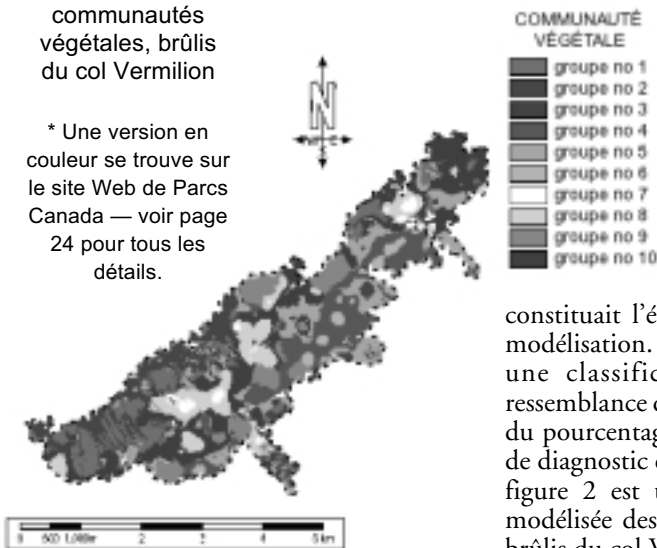
### OUVRAGES CITÉS

- Anderson, S.R. 1971. Crustacean plankton of 146 alpine and subalpine lakes and ponds in Western Canada. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 28 :311-321.
- Anderson, S.R. 1974. Crustacean plankton communities of 340 lakes and ponds in and near the National Parks of the Canadian Rocky Mountains. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 31 :855-869.
- Fyfe, J.C. et Flato, G.M. 1999. Enhanced climate change and its detection over the Rocky mountains. *Journal of Climate* 12 :230-243.
- Hogg, I.D. et Williams, D.D. 1996. Response of stream invertebrates to a global-warming thermal regime : an ecosystem-level manipulation. *Ecology* 77 : 395-407.
- Hengeveld, H.G. 2000. Le changement climatique au Canada - Climat futur. Environnement Canada.
- Jeffries, M. 1994. Invertebrate communities and turnover in wetland ponds affected by drought. *Freshwater Biology.* 32 :603-612.
- Mackay, R.J. 1984. Survival strategies of invertebrates in disturbed aquatic habitats. *Journal of the Minnesota Academy of Science* 50 :28-30.
- Slaymaker, O. 1990. Climate change and erosion processes in mountain regions of Western Canada. *Mountain Research and Development* 10 :171-182.
- Schindler, D.W. 1997. Widespread effects of climate warming on freshwater ecosystems in North America. *Hydrological Processes* 11 :1042-1067.

## Surveillance de la diversité et de la régénération des communautés végétales du brûlis du col Vermilion

Figure 2.\*  
Répartition des communautés végétales, brûlis du col Vermilion

\* Une version en couleur se trouve sur le site Web de Parcs Canada — voir page 24 pour tous les détails.



On a utilisé un modèle altimétrique numérique à échelle de 1/20 000 (MAN) et une imagerie satellite de l'aire d'étude afin de déterminer les limites du brûlis et d'autres caractéristiques physiques. Le MAN a également servi à un ensemble de variables topographiques ancillaires (c.-à-d. pente, aspect, courbure transversale et descendante) qui seraient utilisé pour modéliser la distribution de la végétation (d'après Peddle et Duguay 1995, et Eyton 1991). On a créé un point de couverture consistant en endroits de placettes d'échantillonnage et mis en place des valeurs variables ancillaires pour chaque placette.

On a déterminé que trois espèces de diagnostic – le pin tordu (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud.), la menziézie ferrugineuse (*Menziesia ferruginea* Sm.) et l'airelle à tige mince (*Vaccinium scoparium* Leib. ex Coville) – étaient les plus utiles pour décider de l'appartenance à une communauté végétale. On a choisi ces espèces selon les trois critères suivants : ubiquité, forte corrélation avec les variables topographiques ancillaires, et meilleure différenciation de la communauté. On a modélisé la répartition de chaque espèce de diagnostic à l'aide d'un processus comportant trois étapes (d'après Lister *et al.* 2000). Tout d'abord, on a calculé la régression du pourcentage de couverture de l'espèce par rapport aux variables ancillaires de forte corrélation afin d'obtenir une courbe de régression générale. Ensuite, on a exécuté un krigeage ordinaire des variances résiduelles aux emplacements

des placettes d'échantillonnage pour générer une surface résiduelle continue. Enfin, on a combiné la courbe de régression et la surface résiduelle obtenue par krigeage en superposition additive.

La cartographie de la chorologie des dix communautés végétales constituait l'étape finale du processus de modélisation. Pour ce faire, on a effectué une classification par maximum de ressemblance de l'aire d'étude en se servant du pourcentage de répartition des espèces de diagnostic en tant que voie d'entrée. La figure 2 est une carte de la répartition modélisée des communautés végétales du brûlis du col Vermilion.

### COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES DU BRÛLIS DU COL VERMILION

Le tableau 1 (page en regard) fournit une brève description de chacune des 10 communautés végétales du brûlis du col Vermilion. Le nombre à côté de chaque communauté correspond au numéro du groupe dans la légende de la figure 2 (au-dessus à gauche).

### SURVEILLANCE LONGITUDINALE DU BRÛLIS VERMILION

La recherche décrite ici fournit la deuxième « tranche de temps » de ce que l'on perçoit comme un projet de surveillance longitudinale enregistrant l'état de la végétation au brûlis du col Vermilion à intervalles réguliers, pendant un cycle d'incendie complet. Elle fournit donc une base pour mieux comprendre la dynamique spatiale et temporelle des communautés végétales régénérées après un incendie. La répartition et la composition actuelles des communautés végétales du col Vermilion sont comparées à celles de 1972, telles que rapportées par Harris (1976).

Les aires de semis de pin tordu en 1972 sont maintenant parmi les aires les plus denses. De nouvelles aires de forte densité ont vu le jour, particulièrement sur les versants du mont Whympfer, à l'embouchure de la vallée suspendue du glacier Stanley, et à l'extrémité sud-ouest du brûlis. Les semis

d'épicéa et de sapin étaient rares en 1972 et restreints aux aires immédiatement adjacentes aux limites du brûlis, ou à des parcelles de forêt mature. Ces espèces sont maintenant presque entièrement répandues dans le brûlis. Les plus fortes concentrations d'épicéa et de sapin se trouvent actuellement à l'est et juste à l'ouest de la ligne de partage des eaux.

En 1972, la plus grande partie du brûlis était dominée dans la strate arbustive par la menziézie ferrugineuse, exception faite du « complexe d'avalanche » sur les pentes du mont Whympfer, de certaines aires non végétalisées à haute altitude et d'un assemblage divers d'arbustes à l'extrémité nord-est du brûlis. Depuis lors, les arbustes se sont rétablis partout, et la diversité des espèces s'est accrue (on a identifié deux autres espèces d'arbustes en 1999, soit 17 au total). La prédominance a également évolué : tandis que la menziézie ferrugineuse continue de dominer de grandes aires (particulièrement du côté sud-est de la vallée Vermilion), la shepherdie argentée domine maintenant une grande partie du côté nord-ouest de la vallée et en co-domine le fond avec la menziézie ferrugineuse.

Les couloirs d'avalanche sont dominés par la shepherdie argentée et les espèces de saule, et la communauté végétale d'airelle à tige mince de la montagne Storm est dominée par des krummholz de pin souple (*Pinus flexilis* James)<sup>1</sup> et de mélèze subalpin (*Larix lyallii* Parl.).

Les figures 3 et 4 (page 8) illustrent l'évolution de la prédominance dans la strate herbacée au cours des trois dernières décennies, et donnent un exemple des progrès techniques et scientifiques survenus dans le domaine de la biogéographie et de la cartographie de la végétation.

En 1972, Harris (1976) parlait de grande lutte de dominance dans la strate herbacée entre l'épilobe à feuilles étroites (*Epilobium angustifolium*) et l'arnica à feuilles cordées. Parmi les autres herbes dominantes, notons un assemblage de graminées et, dans de petites aires à l'extrémité nord-est du brûlis, la vergerette décorative (*Erigeron speciosus* (Lindl.) DC.) et l'épervière (*Hieracium* L.) (figure 3).

En 1999, la lutte a pris fin, et la diversité des espèces s'est accrue (7 nouvelles espèces pour un total de 62 plantes herbacées). L'airelle à tige mince est de loin la plus dominante, avec l'épilobe à feuilles étroites (sous-dominant du côté sud-est de la vallée),

<sup>1</sup> Achuff *et al.* [1984] identifient le pin blanc d'Amérique (*Pinus albicaulis* Englm.) comme l'espèce d'arbre la plus commune dans cette région.

Table 1. Communautés végétales du brûlis du col Vermilion

Nom (n° de groupe)	Remarques générales	Alt. moy. (étendue)	Pente moy. (étendue)	Végétation dominante par strate*		
				A	B	C
<b>Mont Whympet Pin ouvert/ shepherdie argentée (n° 1)</b>	Forêt de pin ouvert, se trouve surtout sur le côté nord-ouest de la vallée Vermilion, jouxtant des couloirs d'avalanche.	1,760m (1,554-2,068)	25° (7-35)	pin tordu	shepherdie argentée	ray-grass, linnée boréale
<b>Prairies subalpines et couloirs d'avalanche (n° 2)</b>	Aires peu végétalisées, surtout sur les versants du mont Whympet - probablement une combinaison de 2 communautés végétales distinctes.	1,930m (1,586-2,246)	31° (8-51)	très peu d'arbres	assemblage hétérogène d'herbes et d'arbustes bas et résistants	
<b>Montagne Storm Airelle à tige mince (n° 3)</b>	Anormal et hautement localisée, exclusivement sur l'épaulement S-SE du mont Whympet.	2,208m (2,196-2,232)	19° (16-20)	très peu d'arbres	krummholz de conifères	airelle à tige mince**
<b>Pin ouvert, côté sud/ menziézie (n° 4)</b>	Forêt de pin-d'épinette ouverte, côté de la vallée Vermilion, plus commun au SE près de la ligne de partage des eaux.	1,767m (1,590-2,066)	18° (5-34)	pin tordu, épinette d'Engelmann	menziézie ferrugineuse	airelle à tige mince, épilobe à feuilles étroites
<b>Pin ouvert/ menziézie Cornouiller du Canada-airelle à tige mince (n° 5)</b>	Forêt de pin très ouverte, répartie partout dans le brûlis par petits endroits, fréquemment à l'extrémité d'un couloir d'avalanche et au fond de la vallée.	1,789m (1,565-2,170)	19° (7-30)	pin tordu	menziézie ferrugineuse, espèces de saule	assemblage hétérogène d'espèces
<b>Ruban de menziézie (n° 6)</b>	Hautement localisé et anormal, restreint à une bande étroite le long du côté SE de la vallée Vermilion. Peut être lié à une résurgence localisée des eaux souterraines.	1,788m (1,659-1,898)	21° (10-38)	pin tordu, épinette d'Engelmann	menziézie ferrugineuse**	airelle à tige mince, épilobe à feuilles étroites
<b>Pin tordu dense (n° 7)</b>	Forêt de pin impénétrable, seulement dans quelques endroits isolés du brûlis.	1,656m (1,570-1,849)	18° (3-28)	pin tordu**	shepherdie argentée	linnée boréale, airelle à tige mince
<b>Pin dense Basses terres (n° 8)</b>	Forêt de pin fermée de régénération typique, très répandue à plus basse altitude et au fond de la vallée.	1,696m (1,537-1,942)	16° (3-42)	pin tordu	menziézie ferrugineuse, shepherdie argentée, épinette d'Engelmann juvénile	airelle à tige mince, linnée boréale, cornouiller du Canada, épilobe à feuilles étroites, arnica à feuilles cordées
<b>Pin fermé Mi-pente/ Menziézie (n° 9)</b>	Forêt de pin fermée avec un sous-étage très homogène, à moyenne altitude dans tout le brûlis.	1,735m (1,673-1,847)	15° (10-19)	pin tordu	menziézie ferrugineuse	airelle à tige mince
<b>Pin fermé/ shepherdie argentée/ airelle à tige mince-linnée boréale (n° 10)</b>	Forêt de pin fermée, la plus commune de toutes les communautés végétales, très répandue à moyenne altitude dans tout le brûlis.	1,678m (1,549-1,903)	15° (1-34)	pin tordu	shepherdie argentée	airelle à tige mince, linnée boréale

\* Les noms communs des espèces végétales viennent du Système d'information taxonomique intégré (ITIS<sup>Ca</sup>). Les noms scientifiques ont été omis pour des raisons d'espace.

\*\* Dénote des espèces végétales qui dominent très largement une communauté végétale donnée.

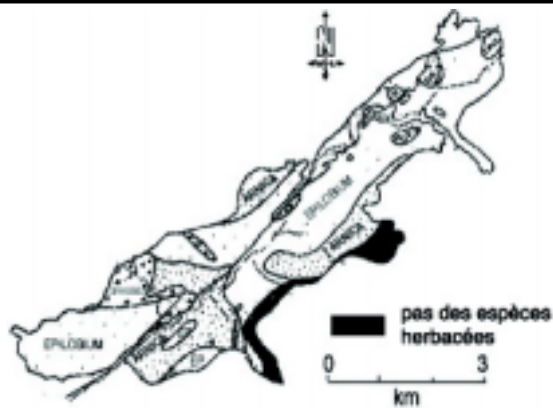


Figure 3. Carte de 1972 indiquant la répartition des espèces herbacées dominantes après l'incendie au brûlis du col Vermilion. Source : Harris, 1976.

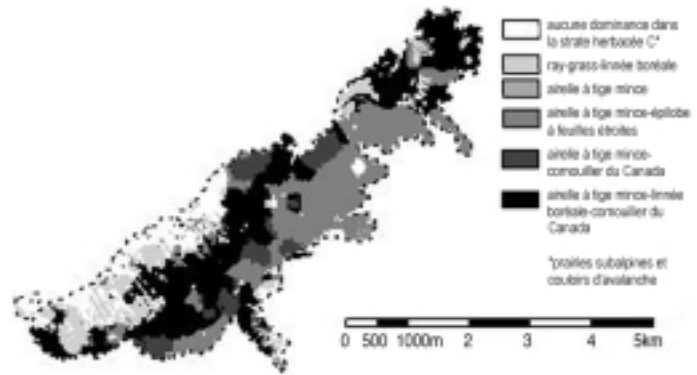


Figure 4. Répartition généralisée en 1999 des espèces de la strate herbacée C au brûlis du col Vermilion.

et le plus souvent la linnée boréale et le cornouiller du Canada (de basse à moyenne altitude et au fond de la vallée). Le ray-grass et la linnée boréale co-dominent dans les forêts de pin ouvertes du côté nord-ouest de la vallée, tandis que les prairies subalpines et les couloirs d'avalanche sont trop hétérogènes pour qu'une espèce domine.

## RECOMMANDATIONS CONCERNANT LA SURVEILLANCE FUTURE ET CONCLUSIONS

La description des communautés végétales du brûlis du col Vermilion et la cartographie de leur répartition appartiennent au domaine de la biogéographie. Les cartes de végétation générées par cette recherche seront peut-être les plus utiles en tant que données de référence à interpréter par les écologues, les biologistes de la faune, les gestionnaires du territoire et le personnel de Parcs Canada.

Il est recommandé de mener une étude semblable de la végétation dans 25 ans au plus et de continuer à surveiller régulièrement la régénération du brûlis du col Vermilion pendant le reste du cycle d'incendie actuel. De plus, on devrait entreprendre des études semblables dans d'autres aires de feu dirigé et de feu naturel, tant dans les parcs nationaux qu'ailleurs, afin de déterminer la variabilité des modèles de régénération pouvant être attribuée aux stratégies de gestion, au climat, à l'étendue du brûlis et à d'autres facteurs naturels et anthropiques d'importance locale.

Au chapitre des suggestions visant à améliorer le procédé de modélisation, notons l'intégration de données sur les précipitations, le sol, la faune et d'autres variables reliées à la topographie qui peuvent influencer la répartition des communautés végétales.

L'énoncé de mission de Parcs Canada met l'accent sur la préservation de l'intégrité écologique en déclarant que les écosystèmes du parc Kootenay et les espèces indigènes et

phénomènes naturels qui les composent doivent être libres de s'épanouir et d'évoluer. Bien qu'il soit valable en soi de préserver ces processus naturels, nous profiterions peut-être davantage d'une meilleure connaissance de ces derniers. Afin de comprendre des phénomènes qui s'exercent et évoluent pendant des périodes de temps qui dépassent la durée d'une vie humaine, les chercheurs ont besoin de patience, d'humilité et de vision.

Cette recherche a reçu un appui généreux de Parcs Canada (grâce à Rob Walker), ainsi que des subventions de la province de l'Alberta et de la Faculté des études supérieures de l'Université de Calgary.

Greg Chernoff a récemment obtenu sa maîtrise ès sciences de l'Université de Calgary. Il habite à Front Royal, en Virginie, où il effectue un stage au Spatial Analysis Lab du Smithsonian Institution's Conservation and Research Centre. Tél. : (804) 798-2131; gchernoff@wildmail.com

## OUVRAGES CITÉS

Achuff, P.L., W.D. Holland, G.M. Coen et K. Van Tighem (direction). 1984. Ecological Land Classification of Kootenay National Park, British Columbia – vol. 1 : Integrated Resource Description; Alberta Institute of Pedology, Edmonton, Alberta, Canada.

Bailey, R.G. 1996. Ecosystem Geography; Springer-Verlag Inc., New York, New York, É.-U.

Chernoff, G.W. 2001. Modeling Plant Diversity and Post-Fire Regeneration in a 31-Year-Old Burn – Vermilion Pass, Canadian Rockies; thèse de maîtrise ès sciences, département de géographie, Université de Calgary, Alberta, Canada.

Eyton, J. R. 1991. Rate-of-Change Maps; in Cartography and Geographic Information Systems, vol.18 n° 2, p. 87.

Harris, S.A. 1976. The Vermilion Pass Fire – The First Seven Years; Harris Environmental Research Ltd., Calgary, Alberta, Canada.

SITI<sup>™</sup>. 2001. Système d'information taxonomique intégré (version canadienne) – Système d'information biologique par taxon; gouvernement du Canada, Agriculture et Agro-alimentaire Canada. URL : [http://sis.agr.gc.ca/pls/itisca/taxaget?p\\_ifx=aaaf](http://sis.agr.gc.ca/pls/itisca/taxaget?p_ifx=aaaf)

Johnson, E.A. et K. Miyanishi. 1991. Fire and Population Dynamics of Lodgepole Pine and Engelmann Spruce Forests in the Southern Canadian Rockies; in Coniferous Forest Ecology from an International Perspective, pp. 77-91; SPB Academic Publishing, La Haye, Pays-Bas.

La Roi, G.H., W.L. Strong et D.J. Pluth. 1988. Understory Plant Community Classifications as Predictors of Forest Site Quality for Lodgepole Pine and White Spruce in West-Central Alberta; in the Canadian Journal of Forest Research, vol.18, pp.875-887.

Lister, A., R. Riemann et M. Hoppus. 2000. Use of Regression and Geostatistical Techniques to Predict Tree Species Distributions at Regional Scales; from proceedings of the 4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling (GIS/EM4) : Problems, Prospects and Research Needs; Banff, Alberta, Canada, du 2 au 8 septembre 2000. URL : <http://www.colorado.edu/research/cires/banff/upload/218/>

Parcs Canada. 2000. Plan directeur du parc national du Canada Kootenay; ministre des Travaux publics et des services gouvernementaux du Canada.

Peddle, D.R. et C.R. Duguay. 1995. Incorporating Topographic and Climatic GIS Data into Satellite Image Analysis of an Alpine Tundra Ecosystem, Front Range, Colorado Rocky Mountains; in Geocarto International, vol. 10 n° 4, pp. 43-60; Geocarto International Centre, Hong Kong



# Prédire les groupements de végétation du paysage dans le parc national de Prince Albert

S.R.J. Bridge et E.A. Johnson

L'un des objectifs de l'écologie est de prédire la répartition et la composition des espèces dans le paysage. Compte tenu des ressources limitées actuelles et du besoin de gérer l'écosystème, comprendre et prédire avec exactitude les groupements de végétation revêt une nouvelle importance. Les phytocéologues ont réussi à définir les changements dans l'abondance des espèces en fonction de gradients environnementaux abstraits (p. ex. humidité) (Whittaker et Gauch 1973). Cependant, le défi consiste à mettre ces gradients en rapport avec le terrain et les phénomènes physiques de pente et de géomorphologie des bassins. Cette étude établit un lien entre les changements de végétation le long d'une pente et les principes géomorphologiques qui régissent le développement d'un bassin récepteur. Ce lien peut servir à expliquer de façon générale les groupements de végétation spatiaux à l'échelle du paysage ( $10^1$  à  $10^3$  km). Si la relation entre la végétation et la géomorphologie est une chaîne et que cette approche de modélisation est exacte, alors les groupements de végétation du paysage peuvent être modélisés ailleurs de façon semblable.

## Relation entre les gradients de la végétation et la position de la pente

L'humidité et les substances nutritives sont deux gradients communs qui régissent la répartition et l'abondance de la végétation dans divers types de végétation (p. ex. Chabot et Mooney 1985, Barbour et Billings 1988). Sur les pentes, l'humidité et les substances nutritives sont contrôlées principalement par la topographie (p. ex. Anderson et Burt 1977, Harr 1977, Sinai *et al.* 1981 et autres). Les pentes du sommet ont tendance à être sèches et pauvres en éléments nutritifs, tandis que les pentes du fond ont tendance à être humides et riches en nutriments. La végétation reflète souvent ce contrôle topographique sur les gradients de l'humidité et des substances nutritives (p. ex. Johnson 1981, Marks et Harcombe 1981, Allen et Peet 1990, Bridge et Johnson 2000). Des phénomènes d'érosion divergents tels que l'érosion pluviale, la solifluxion et le mouvement en masse des pentes agissent de telle façon que les pentes d'un même substratum ont tendance à avoir un profil semblable dans le paysage. De plus, des profils semblables possèdent des gradients d'humidité et de nutriments quantifiables et prévisibles le long de la pente. Par conséquent, on peut établir un rapport entre la composition de la végétation et une caractéristique de la pente telle que la distance de la ligne de crête (Bridge et Johnson 2000) (figure 1).

Dans cette étude, nous prévoyons la composition de la végétation dans le paysage du parc national

de Prince Albert (PNPA). Des prévisions exactes des groupements de la végétation actuels et futurs le long des pentes faciliteront l'élaboration de stratégies de gestion judicieuses. On pourrait par exemple obtenir ainsi des indices précieux sur les exigences au niveau du paysage, notamment la biodiversité (Chipman et Johnson 2002).

## MÉTHODOLOGIE

### ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été menée dans le PNPA. Ce parc de 4 000 km<sup>2</sup> possède un terrain légèrement ondulé et une altitude allant de 500 à 800 m au-dessus du niveau de la mer. Les matériaux de surface consistent principalement en till déposé directement par la glace de l'ère glaciaire, avec des quantités importantes de matériaux fluvio-glaciaires et de petites quantités de formations glacio-lacustres laissées par les eaux de fusion glaciaires. La zone d'étude fait partie de la forêt boréale mixte (Rowe 1972) et les grands incendies dus à la foudre qui détruisent la plupart des arbres du couvert constituent la principale perturbation (Weir *et al.* 2000).

### MÉTHODOLOGIE

Nous avons établi un rapport entre les groupements de végétation spatiaux et les principes géomorphologiques qui régissent la formation de bassins récepteurs selon les quatre étapes suivantes. Par souci de brièveté, nous nous limitons ici à la répartition de la végétation dans les bassins de till, bien que les groupements de végétation dans les bassins fluvio-glaciaires soient semblables.

#### 1. Description de la forme du bassin récepteur dans le PNPA à l'aide d'allométrie

Nous avons établi une carte des bassins récepteurs en les délimitant à partir d'un modèle altimétrique numérique (MAN) du parc en utilisant un logiciel d'analyse d'images (PCI<sup>mc</sup> version 5.2, PCI inc. West Wilmot St. Richmond Hill, Ont.). Le logiciel a permis de limiter les bassins récepteurs de taille et d'emplacement semblables à plusieurs bassins de premier ordre délimités visuellement à partir de cartes topographiques 1:50 000 de la zone d'étude.

On peut considérer les bassins récepteurs comme un système de pentes assemblées autour d'un cadre de réseaux de chenaux. Dans de nombreux bassins partout dans le monde et dans des environnements très divers, la longueur du bassin se rapporte à l'aire du bassin par la relation allométrique suivante :  $\text{LONGUEUR DU BASSIN} = 1,4 (\text{AIRE DU BASSIN})^{0,6}$  (p. ex. Hack 1957, Shreve 1974, Newton 1978). Puisque l'exposant est supérieur à 0,5, la longueur du bassin augmente à un taux plus élevé et disproportionné par rapport à l'aire du bassin. En d'autres mots, les plus grands bassins tendent à être plus longs et plus étroits que les plus petits bassins (figure 2, page 10). La longueur moyenne de la pente reste toutefois constante. Puisque les pentes d'un même substratum ont le même profil et environ la même longueur, les proportions moyennes de divers types de végétation devraient demeurer constantes dans les bassins, quelle que soit leur taille. De plus, ceci devrait constituer un modèle commun de groupement de végétation puisque les bassins se développent de la même façon dans tout un nombre d'environnements différents.

On a choisi 89 bassins dominés par des formations morainiques à l'aide d'une carte géologique des dépôts meubles du parc (Padbury 1978). On en a calculé l'aire et la longueur (la plus courte distance

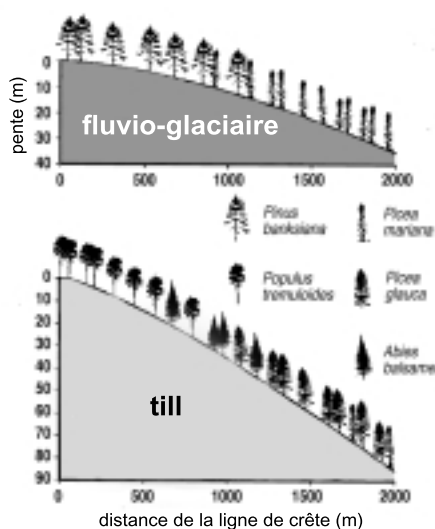


Figure 1. Composition générale des groupements de végétation dans le parc national de Prince Albert. La forme des pentes dans la figure décrit le profil de la plupart des pentes dans le parc. Les symboles d'arbres décrivent le changement général dans les espèces dominantes du couvert le long de la pente en se fondant sur la relation entre la position des peuplements sur les gradients abstraits d'humidité et de nutriments et la distance des peuplements de la ligne de crête (Bridge et Johnson 2000).

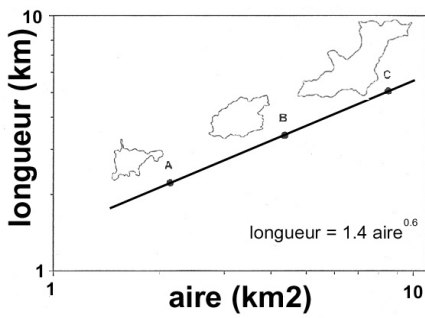


Figure 2. Relation allométrique de Hack (1957) entre la longueur et l'aire du bassin récepteur avec 3 exemples de bassins récepteurs dans le PNPA qui confirment la relation.

Afin de déterminer la répartition de la végétation réelle dans le paysage, on a classifié une image Landsat (capteur TM) du parc. On a dressé la carte de la végétation d'aire sèche par l'entremise de la classification supervisée d'une image Landsat obtenue lorsqu'il n'y avait aucun nuage le 12 juillet 1990. Outre les bandes du capteur TM 1 à 7, une version numérisée de la carte du parc depuis l'incendie (Weir *et al.* 2000) a fourni de l'information supplémentaire sur la classification. On a effectué une classification de vraisemblance maximale sur les quatre premiers canaux propres d'une analyse des composantes principales des bandes du capteur TM 1 à 7 et de l'image depuis l'incendie à l'aide de PCI<sup>mc</sup>. Des relevés de terrain de 101 parcelles de forêt sèche ont montré qu'à l'exception des peuplements dominés dans le couvert par l'épinette blanche (*Picea glauca*) et le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*), la plupart des peuplements étaient dominés par une seule des cinq grandes espèces d'arbres de la forêt boréale du parc. Ceci nous a permis de classer la végétation de la forêt en six classes s'excluant mutuellement en nous fondant sur le fait que l'abondance des principales espèces du couvert est >40 % (tableau 1). La moitié des parcelles a servi à effectuer la classification et l'autre moitié a été conservée pour évaluer l'exactitude de la carte.

### 3. Prédiction de la répartition de la végétation dans le paysage

Nous avons prédit la répartition de la végétation dans le parc à l'aide des relations quantitatives entre la composition de la végétation et la position topographique de la pente dérivée par Bridge et Johnson (2000) (voir aussi la figure 1) et le MAN du parc. Nous avons prédit la répartition de la végétation dans la forêt sèche en générant d'abord une carte tramée des lignes de crête à partir de la carte des bassins récepteurs. On a défini les lignes de crête comme les limites entre les bassins. Pour chaque pixel de la carte, on a calculé la distance à la ligne de crête la plus proche à l'aide de PCI<sup>mc</sup>. On a classé les pixels en types de forêt sèche fondés sur le matériau de surface sous-jacent et la distance à partir de la ligne de crête (tableau 2) (Bridge et Johnson 2000). Les valeurs de référence des diverses classes de végétation ont été dérivées en définissant d'abord les gradients d'humidité et d'éléments nutritifs par une analyse de gradient de la végétation du parc. Puisque la composition de la végétation est mise en rapport avec les gradients et que les gradients sont mis en rapport avec la distance à partir de la ligne de crête, on peut dériver les points critiques le long de ces gradients là où la composition des espèces du couvert change relativement à la distance à partir de la ligne de crête. Le point le long des gradients où

entre le point où le cours d'eau s'écoulait du bassin et le point le plus éloigné du bassin (cf. Morisawa 1958). On a dérivé les relations allométriques entre la longueur et l'aire du bassin à l'aide d'une régression de moyenne géométrique du log de la longueur du bassin sur le log de l'aire du bassin.

### 2. Cartographie de la répartition de la végétation réelle dans le paysage

l'abondance des principales espèces du couvert était inférieure à 40 % était considéré comme le point de démarcation entre les classes de végétation. On a également utilisé une carte depuis le feu (Weir *et al.* 2000) pour aider à séparer les groupements de sapin baumier de ceux de peuplier faux-tremble et d'épinette blanche.

### 4. Test des résultats du modèle

Enfin, nous avons calculé la proportion réelle et prévue des différentes classes de végétation de la forêt sèche dans les 89 bassins récepteurs ayant servi à déterminer la relation allométrique entre l'aire et la longueur du bassin. Nous avons comparé la proportion réelle et prévue afin d'évaluer à quel point notre modèle avait saisi la relation entre la topographie et la répartition de la végétation le long de la pente.

## RÉSULTATS

Nous avons choisi 89 bassins dominés par des formations morainiques à l'aide d'une carte géologique des dépôts meubles du parc (Padbury 1978). Nous avons tracé le log de la longueur du bassin sur le log de l'aire du bassin et estimé la relation allométrique à l'aide d'une régression de la moyenne géométrique (GMR). L'exposant de l'équation allométrique des données était supérieur à 0,5 et semblable à celui de l'équation de Hack (1957) (figure 3).

L'exactitude générale de la classification supervisée de l'image du capteur TM avec l'information depuis l'incendie était de 74,1 %. Dans les aires boisées sèches, la plupart des erreurs de classification se sont produites dans les pixels où l'abondance d'au moins deux espèces du couvert était semblable. Par conséquent, la confusion avait lieu lorsque les exigences en humidité et en éléments nutritifs des espèces du couvert se chevauchaient.

On a divisé la zone d'étude en deux parties (nord et sud) en se fondant sur les différences dans l'histoire des peuplements européens et des régimes de perturbation subséquents (Weir et Johnson 1998, Weir *et al.* 2000). Le peuplement européen aux alentours de la limite sud du parc a donné lieu à de nombreux feux qui se sont propagés vers le nord dans le parc entre 1890 et 1945. De plus, la partie sud était caractérisée par un cycle d'incendie (le temps nécessaire pour brûler une superficie égale à celle de la zone d'étude) plus court. La partie sud a également fait l'objet d'une coupe sélective d'épinette blanche. La partie nord est toutefois encore entourée par une forêt presque continue qui n'a jamais été exploitée.

Dans le nord, la proportion moyenne prévue des classes de végétation de la forêt sèche dans les bassins de till était, dans la plupart des cas, identique aux proportions réelles de ces classes de végétation (figure 4a). Dans le sud, il y avait moins d'épinette blanche et plus de peuplier faux-tremble que prévu (figure 4b).

Tableau 1. Six classes <<forêt>> sèche s'excluant mutuellement utilisées pour classer les images du capteur TM

matériau de surface	classes de végétation forêt sèche
till	<i>Populus tremuloides</i>
till	<i>Populus tremuloides</i> / <i>Picea glauca</i>
till	<i>Abies balsamea</i>
till	<i>Picea mariana</i>
fluvio-glaciaire	<i>Pinus banksiana</i>
fluvio-glaciaire	<i>Picea mariana</i>

Tableau 2. Distances de référence de la ligne de crête utilisées pour prévoir la classe de végétation sur les pentes de till

Distances de la ligne de crête (m)	la classe de végétation
0-108	<i>Populus tremuloides</i>
108-400	<i>Populus tremuloides</i> / <i>Picea glauca</i>
400-800	<i>Abies balsamea</i>
>800	<i>Picea mariana</i>

## EXAMEN DE LA QUESTION

Il semble qu'une grande partie de la variance dans la répartition de la végétation peut s'expliquer si l'on comprend les principes géomorphologiques de la forme de la pente, de l'humidité et de l'écoulement souterrain de nutriments, ainsi que l'arrangement spatial des pentes autour des réseaux récepteurs. Étant donné que ces processus se produisent de la même façon dans la plupart des écosystèmes, cette approche de

modélisation peut s'appliquer ailleurs, sur un terrain semblable ou différent.

Dans la forêt boréale mixte du sud, les phénomènes géomorphologiques ont un effet sur les groupements de végétation à deux niveaux : la pente et le bassin récepteur. À l'échelle de la pente, des processus d'érosion divergents (p. ex. solifluxion) modifient le matériau de surface et produisent des pentes possédant le même profil sur le même matériau de surface. Étant donné que la topographie régit l'humidité et les éléments nutritifs disponibles, la composition de la végétation dépend de la distance à partir de la ligne de crête. À l'échelle du bassin récepteur, le ruissellement régit la longueur de la pente et la formation de chenaux. L'uniformité de la forme de la pente (p. ex. convexe) et du matériau de surface fait en sorte que la saturation en surface et le ruissellement se produisent à une distance à peu près constante de la ligne de partage des eaux.

Ainsi, ces deux ensembles de processus, qui fonctionnent à différentes échelles, produisent une répartition caractéristique de l'humidité et des éléments nutritifs dans tout le paysage. Toute tentative pour comprendre les groupements de végétation doit donc tenir compte de ces processus géomorphologiques. En reliant les groupements de végétation dans les bassins récepteurs aux principes géomorphologiques de remplissage d'espace par les bassins, il est peut-être possible de prédire les modèles de la répartition et de l'abondance de la végétation dans le paysage.

En comprenant bien les processus qui régissent les groupements de végétation, nous sommes beaucoup mieux placés pour prédire les changements de végétation – dus notamment au changement climatique – qu'en nous fondant sur une description statistique des tendances du passé. Nous pouvons également constater l'incidence d'autres processus tels que les perturbations anthropiques sur des systèmes particuliers.

En séparant la zone d'étude en deux parties (nord et sud), nous avons pu comprendre l'incidence des perturbations anthropiques sur la végétation dans le PNPA. La partie sud du parc possède une plus grande proportion de peupliers faux-trembles que prévu en raison de l'ancienne exploitation forestière et des incendies du peuplement à l'extérieur du parc qui se sont propagés dans le parc au début du 20<sup>e</sup> siècle (Weir et Johnson 1998). La coupe d'écrémage d'épinette blanche a détruit une grande partie de l'origine des graines de cet arbre dans la partie sud du parc et les incendies de peuplement fréquents ont empêché les jeunes épinettes blanches d'atteindre leur maturité. Tout ceci a donné lieu à une diminution considérable de l'épinette blanche. Réciproquement, le peuplier faux-tremble, dont la multiplication végétative se fait à partir de drageons, domine les endroits où l'épinette blanche existait auparavant, ce qui est évident dans la répartition réelle de la végétation.

La technologie (p. ex. SIG, télédétection) et les méthodes de modélisation appliquées à cette étude peuvent être utilisées dans d'autres parcs au relief semblable ou plus complexe. Cette approche procure aux gestionnaires et aux écologues une méthode rentable pour prévoir avec exactitude et comprendre la répartition de la végétation à l'échelle du paysage.

Figure 3. Relation entre la longueur et l'aire du bassin récepteur pour les bassins de till. On montre également la régression de la moyenne géométrique pour les données et la relation de Hack (1957). La régression est un ajustement par les moindres carrés qui présume que la longueur et l'aire sont sujettes aux erreurs.

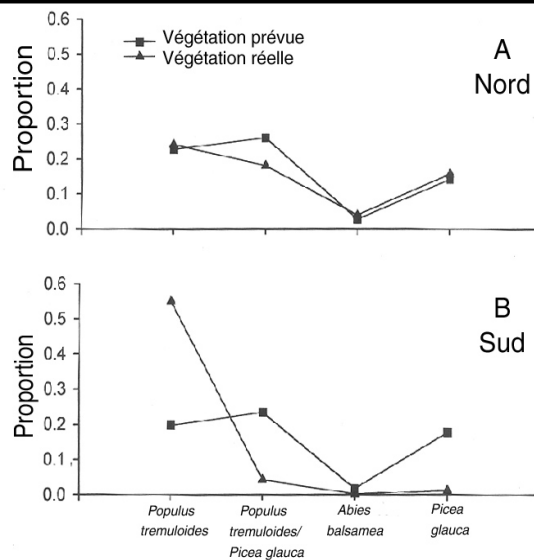
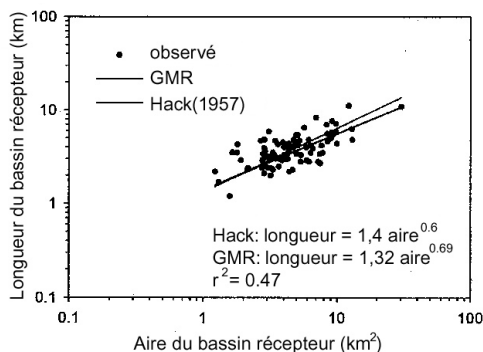


Figure 4. Proportion moyenne de la végétation réelle et prévue des classes « forêt » sèche dans les bassins récepteurs de till pour (a) la partie nord du parc et (b) la partie sud du parc. Les erreurs-types sont trop petites pour être indiquées.

Simon Bridge est conseiller en politiques, critères et indicateurs, à Forêts Canada. Tél. : (613) 947-9034; sbridge@nrnc.gc.ca.

Ed Johnson est professeur au département des sciences biologiques de l'Université de Calgary et directeur de la station expérimentale Kananaskis. Courriel : johnsone@ucalgary.ca.

## OUVRAGES CITÉS

- Allen, R.B. et R.K. Peet. 1990. Gradient analysis of forests of the Sangre de Cristo Range, Colorado. *Canadian Journal of Botany* 68:193-201
- Anderson, M.G. et T.P. Burt. 1977. Automatic monitoring of soil moisture conditions in a hillslope spur and hollow. *Journal of Hydrology* 33:27-36
- Barbour, M.G. et W.D. Billings. 1988. *North American Terrestrial Vegetation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bridge, S.R.J. et E.A. Johnson. 2002. Geomorphic principles of terrain organization and vegetation gradients. *Journal of Vegetation Science*, 11:57:70
- Chabot, B.F. et H.A. Mooney. 1985. *Physiological Ecology of North American Plant Communities*. Chapman and Hall, New York.
- Chipman, S.J. et E.A. Johnson. 2002. Understanding vascular plant species richness in the mixedwood boreal forest. *Ecological Applications* (sous presse).
- Franklin, S.E. 1992. Satellite remote sensing of forest type and land cover in the subalpine forest region, Kananaskis Valley, Alberta. *Geocarto* 7:25-35
- Hack, J.T. 1957. *Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland*. US Geological Survey Professional Paper 294-B. United States Government Printing Office, Washington.
- Harr, R.D. 1977. Water flux in soil and subsoil on a steep forested slope. *Journal of Hydrology* 33:37-58
- Johnson, E.A. 1981. Vegetation organization and dynamics of lichen woodland communities in the Northwest Territories, Canada. *Ecology* 62:200-215
- Marks, P.L. et P.A. Harcombe. 1981. Forest vegetation of the Big Thicket, southeast Texas. *Ecological Monographs* 51:287-305
- Morisawa, M.E. 1958. Measurements of drainage basin outline form. *Journal of Geology* 66:587-590
- Newson, M.D. 1978. Drainage basin characteristics, their selection, derivation and analysis for a flood study of the British Isles. *Earth Surface Processes* 3:277-293
- Padbury, G.A., W.K. Head et W.E. Souster. 1978. *Biophysical Resource Inventory of the Prince Albert National Park Saskatchewan*. Saskatchewan Institute of Pedology Publication S185. Université de la Saskatchewan, Saskatoon, Canada.
- Rowe, J.S. 1972. *Les régions forestières du Canada*. Publication numéro 1300, Forêts Canada, Environnement Canada, Ottawa, Canada.
- Shreve, R.L. 1969. Stream lengths and basin areas in topologically random channel networks. *Journal of Geology* 77:397-414.
- Shreve, R.L. 1974. Variation of mainstream length with basin area in river networks. *Water Resources research* 10:1167-1177.
- Sainai, G., D. Zaslavsky et P. Golany. 1981. The effect of soil surface curvature on moisture and yield - Beer Sheba observation. *Soil Science* 132:367-375
- Weir, J.M.H. et E.A. Johnson. 1998. Effects of escaped settlement fires and logging on forest composition in the mixedwood boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research* 28:459-467.
- Weir, J.M.H., E.A. Johnson et K. Miyaniishi. 2000. Fire frequency and the spatial age mosaic of the mixedwood boreal forest in western Canada. *Ecological Applications* 10:1162-1177.
- Whittaker, R.H. et H.G. Gauch. 1973. Direct gradient analysis. *Handbook of Vegetation Science* 5:9-51. Junk, La Haye.

## Rapport d'atelier : GÉOINDICATEURS POUR LA SURVEILLANCE DES ÉCOSYSTÈMES DANS LES PARCS ET LES AIRES PROTÉGÉES Du 10 au 14 septembre 2001, parc national du Gros-Morne

# RECHE

Vingt-cinq spécialistes intéressés à surveiller les effets des changements géologiques rapides sur les écosystèmes protégés se sont réunis pour discuter comment on peut utiliser les géoindicateurs dans une vaste gamme de cadres naturels, et pour établir des directives concernant les nouvelles initiatives de surveillance, y compris les protocoles et les méthodes relatifs aux travaux sur le terrain et en laboratoire. La réunion était présidée par Tony Berger au nom de l'International Union of Geological Sciences (IUGS) et a attiré des délégués canadiens de Parcs Canada, de la Commission géologique du Canada, du bureau de coordination du Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques, de Forêts Canada, de la Newfoundland Geological Survey et des Universités Memorial et Brock. Les délégués américains représentaient le National Park Service (US.NPS), la Geological Survey, la Geological Society of America et la Newkirk, Engler and May Foundation. Les intérêts européens étaient représentés par le directeur adjoint de la commission géologique de Lituanie, également co-directeur avec Tony Berger de l'initiative de l'IUGS sur les géoindicateurs. L'IUGS définit les géoindicateurs comme des mesures des processus et des phénomènes géologiques qui se produisent à la surface de la Terre ou à proximité et qui sont sujets à des changements importants pour comprendre les changements environnementaux sur des périodes de 100 ans ou moins. On peut en apprendre davantage au sujet des géoindicateurs sur le site Web du US Global Change Research Information Office à <http://www.gcric.org/geo/intro.html>.

Les exposés présentés dans le cadre de l'atelier ont donné un aperçu des géoindicateurs et fourni des exemples des parcs nationaux du Mont-Revelstoke, de l'Île-du-Prince-Édouard et du Gros-Morne, ainsi que du parc

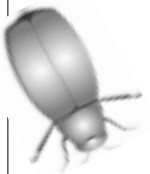
national Glacier et de la Lituanie. On a aussi présenté une analyse de la façon dont ces exemples pourraient s'intégrer au cadre de surveillance de l'intégrité écologique de Parcs Canada et au cadre de gestion de l'écosystème du parc national du Gros-Morne. Les représentants du US.NPS ont expliqué comment ils avaient adopté la démarche des géoindicateurs pour aider à élaborer des programmes de surveillance dans le cadre du programme *Parks Vital Signs*, et comment les géoindicateurs les ont aidés à tester des modèles de changement climatique. Les Américains et les Canadiens qui ont fait des exposés ont expliqué comment des étudiants et des bénévoles peuvent participer aux programmes de surveillance environnementale. Deux jours de l'atelier ont été consacrés à des excursions dans le parc national du Gros-Morne afin d'examiner les lieux d'intérêt géologique et de déterminer dans chaque cas si la surveillance présenterait un intérêt pratique pour le parc et l'ensemble de la collectivité. Malheureusement, l'excursion du 11 septembre a été annulée compte tenu des événements tragiques à New York et à Washington.

Le US.NPS élabore des plans de surveillance des géoindicateurs dans chaque parc avec un inventaire des ressources géologiques. En 2002, il accomplira cette tâche dans le parc national Glacier au Montana. On a recommandé que le bureau national de Parcs Canada et le parc national des Lacs-Waterton soient invités à participer à cet exercice, au moins en tant qu'observateurs, afin d'évaluer les avantages d'une liste de contrôle des géoindicateurs aux fins de gestion de l'écosystème des parcs. Guidés par l'expérience du US.NPS,

les participants de l'atelier ont simulé un exercice de sélection des géoindicateurs pour le parc du Gros-Morne et ont recommandé que le parc envisage d'organiser un atelier afin de déterminer les géoindicateurs qui devraient être surveillés, et comment. Ils ont également convenu de plusieurs recommandations à l'IUGS, notamment élargir la portée de certains géoindicateurs tels que décrits actuellement; en ajouter plusieurs autres; adopter la méthode de sélection des géoindicateurs du US.NPS pour la surveillance des aires protégées; et élaborer des protocoles.

Les débats seront affichés à <http://www.igt.lt/geoin/>. Ils seront peut-être également publiés par Parcs Canada.

David Welch, Direction de l'intégrité écologique,  
Parcs Canada. Tél.:(819)994-5532;  
[david\\_welch@pch.gc.ca](mailto:david_welch@pch.gc.ca)



# RECHES MARQUANTES

## LES DENDROCTONES DU PIN SONT-ILS ATTIRÉS PAR LES PINS TORDUS ENDOMMAGÉS PAR LE FEU?



Le dendroctone du pin, *Dendroctonus ponderosae*, attaque les pins matures en masse et détruit leurs défenses. Lorsque les populations sont denses, ces coléoptères peuvent tuer des millions d'arbres.

On a proposé d'utiliser des feux dirigés pour perturber les systèmes naturels afin de modifier le risque et l'ampleur des infestations. Les feux de forte intensité tuent les dendroctones adultes et les larves, mais on ne comprend pas encore exactement comment les dendroctones du pin réagissent aux arbres endommagés par des feux de faible intensité comme il peut s'en produire en périphérie d'un feu dirigé. Les recherches donnent à penser que le dendroctone du pin est attiré par les arbres endommagés par le feu car leurs défenses sont affaiblies. Nous avons mené des expériences dans les parcs nationaux Banff et Kootenay en 2001 afin de déterminer si les dendroctones du pin attaquent de préférence les arbres endommagés par le feu. Nous avons choisi les emplacements en fonction des diverses densités de population des dendroctones afin de pouvoir vérifier si leur réaction aux arbres endommagés par le feu dépend de leur densité.

Nous avons étudié les effets du feu en brûlant 0/3, 1/3, 2/3 et 3/3 de la circonférence du tronc d'un arbre. Les dendroctones n'ont pas attaqué de préférence les arbres endommagés. La densité et le taux des attaques étaient également indépendants des dommages causés par le feu. Nous avons noté que les attaques des arbres endommagés par le feu étaient plus susceptibles de produire des galeries de ponte fertiles, mais seulement chez les populations de faible densité. Chez les populations de forte densité, il y avait suffisamment de dendroctones pour détruire les défenses dans tous les cas. Par conséquent, nous avons conclu que chez les populations de dendroctones de faible densité, la plus grande réussite des attaques d'arbres endommagés par le feu peut maintenir la population ou faciliter la transition d'une population endémique à une population d'infestation.



Au cours de l'été 2002, nous mesurerons le succès de reproduction des dendroctones dans les arbres endommagés par le feu. Nous obtiendrons ainsi une mesure directe et nous pourrions déterminer si ces arbres favorisent le développement des larves. Si le succès de reproduction des dendroctones est plus élevé dans ce type d'arbre, il est possible que les feux dirigés en tant qu'outil de réduction du nombre de dendroctones soient moins efficaces. Nos résultats aideront les aménagistes et les gestionnaires des parcs à mieux évaluer où et comment utiliser le feu pour diminuer le risque d'infestation de dendroctones, et à comprendre comment ceux-ci réagissent aux feux naturels.

Ché Elkin, Mary Reid et Dan Lux,  
Département des sciences biologiques,  
Université de Calgary, [cmelkin@ucalgary.ca](mailto:cmelkin@ucalgary.ca)

## SURVEILLANCE DES AMPHIBIENS DANS LE PARC NATIONAL ELK ISLAND

Les chercheurs de l'Université de l'Alberta et du parc national Elk Island (PNEI) ont terminé récemment la troisième année de surveillance des cinq espèces d'amphibiens que l'on trouve dans le PNEI et la région de Beaver Hills. On a surveillé les amphibiens dans le PNEI pendant trois ans dans des milieux secs associés à des parcelles faisant l'objet de biosurveillance à long terme; en 2001, on a prélevé des échantillons dans un certain nombre d'étangs de reproduction dans le cadre d'un projet de maîtrise ès sciences. On peut utiliser les données de ces étangs pour suivre les changements à long terme dans l'abondance des amphibiens relativement aux modèles régionaux, tandis que les données sur les milieux secs nous renseignent sur les changements dans l'utilisation de l'habitat des amphibiens en réaction à l'emploi d'outils de gestion tels que le feu.

La plupart de l'échantillonnage a été effectué par piégeage dans des trappes (qui offre un échantillon efficace d'adultes et de juvéniles nouvellement métamorphosés) à l'aide de dispositifs composés de seaux enfouis et de barrières en plastique. Les amphibiens capturés dans ces trappes ont été mesurés, pesés, marqués et examinés



Photo: Andrew Dickinson

Grenouille des bois dans le PNEI

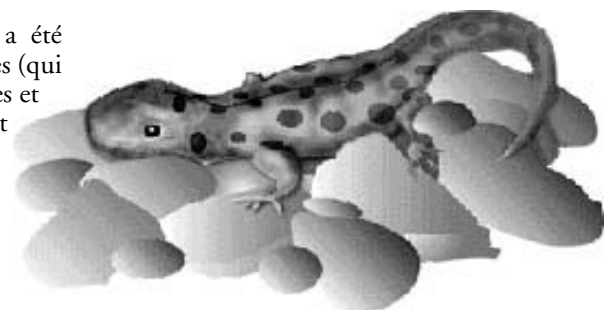
afin de déterminer toute déformité, puis relâchés au même endroit. Dans le cas des échantillons en milieu sec, on a installé neuf ensembles de barrières et de trappes à cinq emplacements dans le PNEI en 2001. On a également effectué des relevés des cris au printemps dans le PNEI en 2001; bien que peu coûteuse et rapide, cette méthode exclut les femelles et les espèces qui n'ont pas de cris telles que la salamandre tigrée.

Les activités de surveillance seront reliées dans l'avenir à un programme plus vaste de surveillance du parc et aideront les chercheurs à comprendre le remplacement apparent du crapaud du Canada par le crapaud de l'Ouest dans le parc au cours des 15 dernières années. Les données seront également étudiées afin d'établir des liens avec les initiatives de grande envergure (p. ex. RÉSE) et les exigences futures de Parcs Canada d'un point de vue national.

Cindy Paszkowski, Département de biologie, Université de l'Alberta,  
[cindy.paszkowski@ualberta.ca](mailto:cindy.paszkowski@ualberta.ca)

Brian Eaton, Département de biologie, Université de l'Alberta, [eaton@ualberta.ca](mailto:eaton@ualberta.ca)

Ross Chapman, Parc national Elk Island,  
[ross\\_chapman@pch.gc.ca](mailto:ross_chapman@pch.gc.ca)



# Le vent nous souffle la réponse

## Évaluation des sources de particules dans le parc national Elk Island

Laurie Bates, Angela Treble et Ross Chapman

Les particules de moins de 2,5 micromètres de diamètre ( $P_{2,5}$ ) peuvent être émises dans l'air lors de phénomènes naturels tels que les feux de forêt et les tempêtes de poussière, ou provenir des émissions des véhicules, de la poussière de la route, des activités agricoles et des émissions industrielles. La coagulation de plus petites particules et (ou) de réactions chimiques de gaz précurseurs tels que l'anhydride sulfureux, les oxydes d'azote et l'ammoniac peut également entraîner la formation de  $P_{2,5}$ . Ces poussières fines peuvent diffuser la lumière et donc réduire grandement la visibilité (US EPA 1995, Pryor 1996). Elles ont également été liées à divers troubles respiratoires chez les humains

et sont assez petites pour pénétrer profondément dans les poumons (HC et EC 1999, US EPA 1996a, US EPA 1996b, NRDC 1996). Les produits chimiques qu'elles contiennent peuvent en outre avoir une incidence négative sur la végétation naturelle et changer l'acidité des plans d'eau, ce qui peut rendre la tâche plus difficile pour Parcs Canada quand il



Figure 1. Secteurs de source de polluants atmosphériques du parc national Elk Island

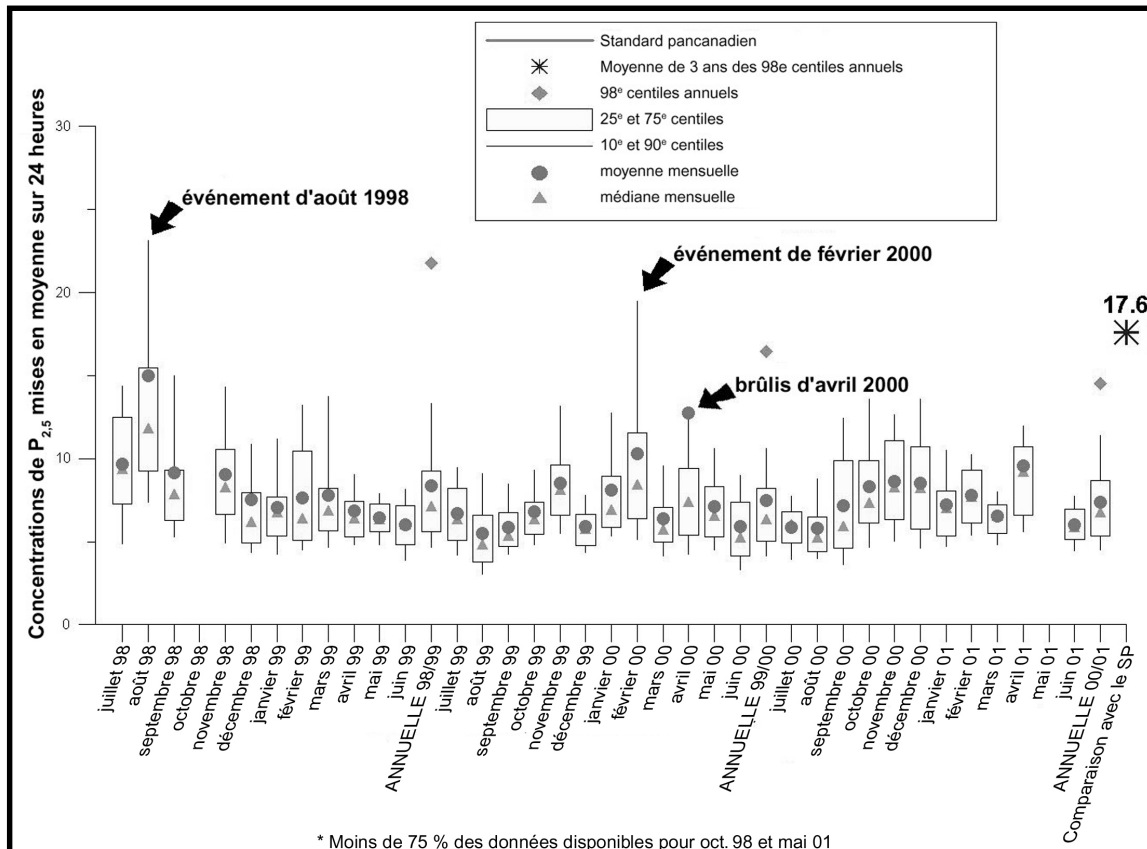


Figure 2. Statistiques sur la masse de  $P_{2,5}$  mise en moyenne quotidiennement pour le parc national Elk Island (juillet 1998 à juin 2001)

s'agit de remplir son mandat de préservation de l'intégrité écologique. Des études récentes sur le transport des polluants anthropiques dans les zones vierges (Welch 1998; Schindler 1999; Köchy et Wilson 2001) ont incité Environnement Canada et le parc national Elk Island (PNEI) à lancer une étude visant à déterminer les principales sources de  $P_{2,5}$  qui pénètrent dans le PNEI. Les chercheurs espèrent finalement déterminer si les niveaux de particules ont un rapport avec les changements dans les plantes vasculaires et avasculaires du parc.

### MÉTHODOLOGIE

Le PNEI est situé à 40 km à l'est de la ville d'Edmonton, à 37 km à l'est de la zone industrielle de Strathcona et à 20 km

Tableau 1. Statistiques quotidiennes moyennes sur les  $P_{2,5}$  de trois sites en Alberta : Edmonton nord-ouest (urbain), parc national Elk Island (influence rurale) et Esther (éloigné)

Période de temps	nord-ouest d'Edmonton				parc national Elk Island				Esther			
	médiane	moyenne	stdev	98 <sup>e</sup> centile	médiane	moyenne	stdev	98 <sup>e</sup> centile	médiane	moyenne	stdev	98 <sup>e</sup> centile
juillet 98-juin 99	13.0	14.6	8.7	35.0	7.1	8.4	5.1	21.8	3.7	4.7	3.1	12.1
juillet 99-juin 00	10.6	11.6	5.0	25.1	6.3	7.5	8.5	16.5	n/a	n/a	n/a	n/a
juillet 00-juin 01	10.5	11.6	5.9	26.6	6.7	7.4	3.0	14.5	4.6	5.0	3.0	11.5
Comparaison sur 3 ans avec le SP de 30 $mg/m^3$				<b>28.9</b>				<b>17.6</b>				<b>11.8</b>

au sud-est de nombreux complexes industriels, y compris des usines chimiques et pétrochimiques et des usines d'engrais près de Fort Saskatchewan. Le PNEI est également entouré par de nombreuses entreprises agricoles.

On a mesuré les concentrations de poussières fines à l'aide d'une microbalance oscillante à élément conique (MOEC) standard munie d'un orifice d'échantillonnage de  $P_{2,5}$ . Cet instrument échantillonnait continuellement l'air ambiant et fournissait instantanément une mesure de la concentration de particules. Il a été installé sur le toit du bureau du garde du PNEI en juillet 1998. On s'est servi de la vitesse du vent et des données directionnelles de la station de l'est d'Edmonton d'Alberta Environment pendant cette étude plutôt que des données mesurées au parc national Elk Island car on a déterminé que la girouette du parc n'était pas calibrée correctement relativement à l'influence de la végétation locale. En se fondant sur les inventaires des émissions actuels, on a identifié quatre secteurs de source dans les environs du PNEI : agricole ( $0^{\circ}$ - $140^{\circ}$ ), propre ( $141^{\circ}$ - $230^{\circ}$ ), urbain ( $231^{\circ}$ - $270^{\circ}$ ) et industriel ( $271^{\circ}$ - $360^{\circ}$ ) (figure 1).

On doit noter que le secteur « propre » est en fait une fausse appellation. Bien qu'il renferme la partie sud du PNEI, de petites sources d'agriculture et de pétrole et de gaz sont également éparpillées dans la forêt-parc au sud du parc. Certaines activités dans le PNEI constituent également des sources de poussières fines, notamment les feux dirigés, la circulation de véhicules et la poussière de la route. Les apports des sources locales ont été mesurés pendant les périodes de vent calme (moins de 1 km/h) et de conditions atmosphériques stables.

## RÉSULTATS ET EXAMEN DE LA QUESTION

Les statistiques sur la concentration de  $P_{2,5}$  dans le PNEI sont présentées sur une

base mensuelle et annuelle à la figure 2. En général, le quartile inférieur des données peut être considéré typique des niveaux régionaux, tandis que les concentrations au-dessus du quartile supérieur se rapportent à divers épisodes. Les concentrations importantes observées en août 1998 peuvent être attribuées au transport à grande distance de particules de feux de forêt dans le nord de l'Alberta. Les valeurs relativement élevées observées en février 2000 coïncident avec des vents très calmes. Les épisodes de poussières fines en hiver peuvent résulter d'une combinaison d'émissions anthropiques accrues et de conditions météorologiques propices (c.-à-d. vents calmes et basses hauteurs de mélange). En avril 2000, le site a connu un maximum quotidien de  $222,7 mg/m^3$  pendant un épisode de feu dirigé dans le parc. Par conséquent, la concentration moyenne pour avril 2000 avait tendance à être plus élevée.

On peut comparer les résultats aux normes nationales. En 1999, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a ratifié un standard pancanadien (SP) pour la concentration de fond de  $P_{2,5}$  fondé sur des considérations sociales, économiques et de santé. Ce SP de  $30 mg/m^3$  est basé sur

une période de mise en moyenne quotidienne. Selon ce standard, les niveaux acceptables sont fondés sur le 98<sup>e</sup> centile des mesures mises en moyenne quotidiennement, dont la moyenne est calculée annuellement sur trois années consécutives (CCME 1999). De juillet 1998 à juin 2001, la concentration de  $P_{2,5}$  mise en moyenne quotidiennement du 98<sup>e</sup> centile au parc national Elk Island était de  $17,6 mg/m^3$ , ce qui respecte le SP. Cette concentration est typique des sites subissant l'influence d'activités rurales, qui ont tendance à être moins importantes que dans les centres urbains, mais plus importantes que dans les régions éloignées, plus loin des grandes sources. Le tableau 1 compare les statistiques de  $P_{2,5}$  de la station du nord-ouest d'Edmonton d'Alberta Environment, du PNEI et du site rural éloigné d'Esther, dans le sud de l'Alberta. Dans le nord-ouest d'Edmonton, la concentration de  $P_{2,5}$  mise en moyenne quotidiennement du 98<sup>e</sup> centile était de  $28,9 mg/m^3$  de juillet 1998 à juillet 2001, tandis que celle d'Esther n'était que de  $11,8 mg/m^3$ . Ces statistiques donnent à penser que les sources régionales exerçaient une grande incidence sur le PNEI, mais les trois sites respectaient le SP (Table 1).

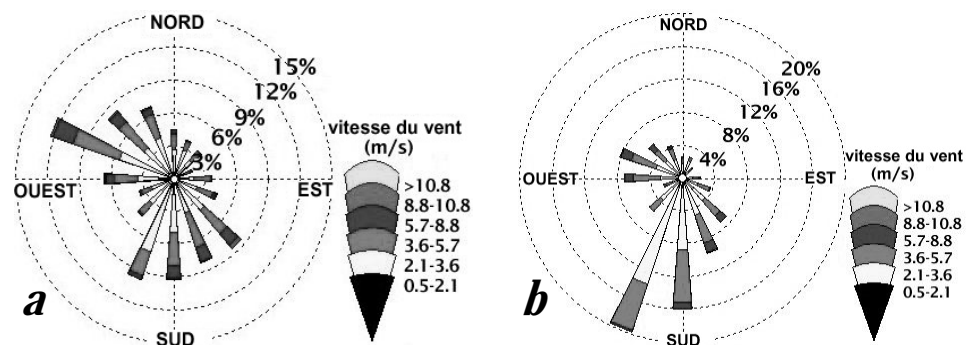


Figure 3. Roses des vents saisonnières, station de l'est d'Edmonton :  
Direction = soufflant de; pourcentages = fréquences;  
ombrage = intervalles de vitesse du vent (m/s) tel que noté

a) été = avril à septembre, 1998-01; vents calmes = 2,6 %; vitesse moyenne du vent = 3,2 m/s  
b) hiver = octobre à mars, 1998-01; vents calmes = 3,4 %; vitesse moyenne du vent = 3,1 m/s

# Évaluation des sources de particules dans le parc national Elk Island

D'où viennent donc ces  $P_{2,5}$ ? Connaître les sources régionales possibles nous donne un point de départ, mais en faisant le tracé graphique de la fréquence et de la force des vents d'une certaine direction, on peut déterminer qualitativement la fréquence et la vitesse de transport par le vent de ces poussières fines vers le parc (figure 3). Pendant l'été de 1998 à 2001, les vents venaient le plus souvent de l'ouest-nord-ouest (secteur « industriel ») et du sud (secteur « propre »), mais la composante ouest-nord-ouest (secteur « industriel ») était considérablement réduite pendant l'hiver. On peut déterminer à partir de ces analyses qu'avec une vitesse du vent moyenne de 3 m/s, les P d'Edmonton auraient pris environ quatre heures pour parvenir au parc.

On peut combiner les données sur le vent et la masse de  $P_{2,5}$  en graphiques saisonniers, ce qui permet la résolution des concentrations de P venant de chaque direction (figure 4). Chaque concentration de  $P_{2,5}$  mise en moyenne sur une base horaire a été désignée comme venant d'une direction particulière en établissant la direction moyenne du vent de l'heure et en confirmant la convergence de ce vecteur vent au cours

des quatre heures précédentes. Bien qu'il ne soit pas infaillible, ce critère a diminué la possibilité d'influence entre les secteurs. Dans la figure 4, la concentration moyenne de  $P_{2,5}$  (gris foncé) est entourée par les concentrations de  $P_{2,5}$  (gris clair) du 98<sup>e</sup> centile de chaque direction à intervalles de 45 degrés. Les concentrations dans le PNEI par vent calme (moins de 1 km/h) sont également présentées dans le coin inférieur gauche de chaque tracé graphique. Bien que les concentrations de P puissent augmenter périodiquement d'une direction donnée, il se peut que l'apport général de ce secteur ne soit pas important en raison de vents rares. Par conséquent, dans la figure 5, les concentrations sont multipliées par la fréquence directionnelle afin de pondérer l'apport relatif de chaque direction.

On peut tirer un certain nombre de conclusions de ces tracés graphiques :

- Tel que montré à la figure 4, les concentrations moyennes de chaque secteur étaient relativement semblables, bien que les 98<sup>e</sup> centiles étaient légèrement plus prononcés dans les secteurs « propre » et « industriel ».
- Les figures 5a et 5b renforcent l'influence de la plus grande fréquence des

vents du nord-ouest et du sud sur l'apport global à la charge de particules dans le parc. En hiver (figure 5b), une pointe distincte vient du secteur « propre ». Bien qu'il existe plusieurs petites sources de P dans ce secteur, les analyses préliminaires des rétrotrajectoires ont montré que plus de quatre heures avant les événements de la plus forte concentration en hiver, les vents venaient fréquemment des secteurs « urbain » et « industriel ». Au cours de ces événements, les conditions atmosphériques stagnantes (c.-à-d. vents légers et hauteurs de mélange réduites) auraient emprisonné les émissions associées à la chaleur accrue d'Edmonton et de Fort Saskatchewan.

- Tel que noté à la figure 4, les 98<sup>e</sup> centiles les plus élevés ont été observés pendant les périodes de vent calme (moins de 1 km/h) lorsque la dispersion était également bloquée. En avril 2000, les plus fortes valeurs ont été observées pendant les feux dirigés du PNEI qui coïncidaient avec des périodes de vent calme. Toutefois, ces conditions calmes se produisaient moins de 2 % du temps et, tel que noté à la figure 5, l'apport comparatif à la charge totale de P dans le PNEI était relativement peu important.

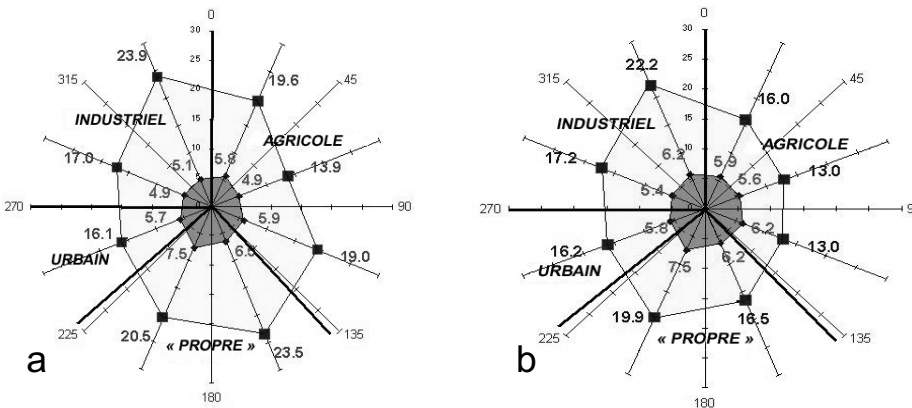


Figure 4. Pollution saisonnière, PNEI  
Roses des vents :

a) été = avril à septembre, 1998-01

Médiane CALME = 7,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

98<sup>e</sup> centile = 72,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

b) hiver = octobre à mars, 1998-01

Médiane CALME = 7,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

98<sup>e</sup> centile = 75,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

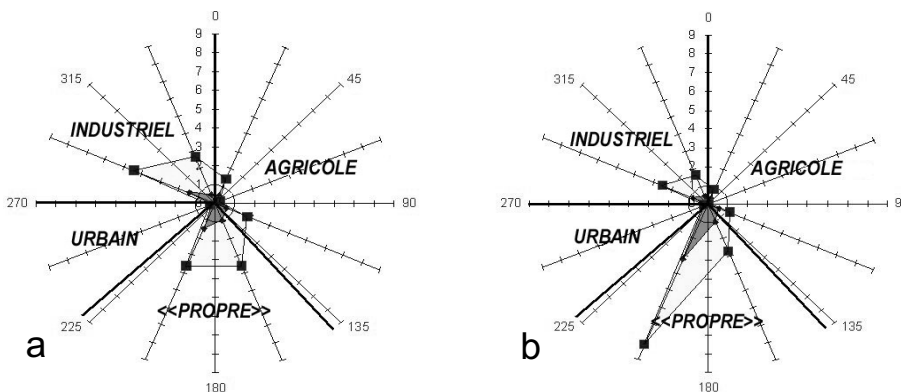


Figure 5. Pollution fréquentielle, PNEI  
Roses des vents :

a) été = avril à septembre, 1998-01

Médiane CALME = 0,05  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

98<sup>e</sup> centile = 0,24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

b) hiver = octobre à mars, 1998-01

Médiane CALME = 0,04  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

98<sup>e</sup> centile = 0,43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



## CONCLUSIONS

Cette étude préliminaire a permis de mieux comprendre les secteurs de source et leur apport possible à la masse de  $P_{2,5}$  mesurée dans le PNEI. Il est clair que la proximité de sources anthropiques externes exerce une grande incidence sur la concentration de fond de  $P_{2,5}$ . Le PNEI connaît des concentrations relativement élevées de poussières fines des secteurs « propre » et « industriel » mais les moyennes quotidiennes restent bien en-deçà du standard pancanadien de  $P_{2,5}$ . Les sources locales telles que les feux dirigés ont également un effet sur la qualité de l'air du parc.

Les employés d'Environnement Canada et du parc national Elk Island ont lancé la deuxième phase de l'étude sur les particules présentée ici. Celle-ci comprend l'analyse chimique des échantillons de  $P_{2,5}$  recueillis pendant l'hiver et l'été 2001. Si ces analyses produisent des concentrations supérieures aux limites de détection analytique, on aura recours à des analyses des rétrotrajectoires et à des modèles de répartition des sources pour isoler les types de sources individuelles dans les secteurs identifiés. On s'entretient actuellement avec des chercheurs pour voir s'il est possible d'établir un rapport entre la qualité de l'air et les effets possibles sur les plantes vasculaires et avasculaires dans le parc. Cette recherche pourrait permettre de déterminer finalement les répercussions potentielles sur l'intégrité écologique du parc.

Laurie Bates est spécialiste des questions atmosphériques à Environnement Canada, 4999, 98 Avenue, bureau 200, Edmonton (Alberta), T6B 2X3; Laurie.Bates@ec.gc.ca

Angela Tremble est étudiante de l'Université de l'Alberta; elle a effectué un stage en sciences physiques environnementales à Environnement Canada en 2000-2001.

Ross Chapman est biologiste de conservation au parc national Elk Island; ross\_chapman@pch.gc.ca

## OUVRAGES CITÉS

*Schindler, D.W. 1999.* From acid rain to toxic snow (Volvo Environmental Prize Lecture). *Ambio* 28, 350-355.

*Conseil canadien des ministres de l'Environnement.* 1999. Standards pancanadiens pour les particules et l'ozone. Site Web : [www.ccme.ca/pdfs/pm\\_ozone/pm\\_cws\\_e.pdf](http://www.ccme.ca/pdfs/pm_ozone/pm_cws_e.pdf)

*Santé Canada et Environnement Canada.* 1999. *Rapport d'évaluation scientifique sur les particules*, Rapport du Groupe de travail CEPA/FPAC sur les objectifs et les lignes directrices de la qualité de l'air, Santé Canada et Environnement Canada, 300 pp, ISBN 0-662-26715-X, Cat. N° H46-2/98-220-1F. Disponible actuellement à : [http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/ehd/catalogue/bch\\_pubs/99ehd220-1.htm](http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/ehd/catalogue/bch_pubs/99ehd220-1.htm)

*Köchy, M et S. Wilson.* 2001. Nitrogen deposition and forest expansion in the northern Great Plains, *Journal of Ecology*, 89, 807-817.

*NRDC.* 1996. *Breath-taking : Premature mortality due to particulate air pollution in 239 American cities.* National Resources Defense Council.

*Pryor, S.* 1996. Assessing public perception of visibility for standard setting exercises, *Atmos. Environ.* 30, pp. 2705.

*US EPA.* 1995. *Interim Finding on the Status of Visibility Research*, US Environmental Protection Agency EPA/600/R-95/021.

*US EPA.* 1996a. *Air Quality Criteria for Particulate Matter*, US Environmental Protection Agency EPA/600/P-95/001cF.

*US EPA.* 1996b. *Review of the National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter : Policy Assessment of Scientific and Technical Information*, US Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards Staff Paper, EPA-452 \ R-96-013.

*Welch, D.* 1998. Air Issues and Ecosystem Protection, a Canadian National Parks Perspective. *Environ Monitor Assess.* 49, no. 2-3, 251-263

### PRÉVISIONS D'INDICE DE VENTILATION DISPONIBLES

Afin de réduire la probabilité de qualité d'air médiocre lors de feux dirigés, Environnement Canada recommande d'intégrer des prévisions d'indice de ventilation aux plans de gestion des brûlis. L'indice de ventilation donne une mesure de l'efficacité de dispersion ou de dilution d'un polluant libéré dans l'air.

La région des Prairies et du Nord d'Environnement Canada distribue actuellement des bulletins de prévision d'indice de ventilation pour l'Alberta, la Saskatchewan, le Manitoba, les Territoires du Nord-Ouest et le Nunavut.

Pour ajouter votre nom au serveur qui produit ces bulletins quotidiens, veuillez envoyer un message par courriel à :

**majordomo@cmc.ec.gc.ca**

avec le texte suivant dans le message:  
*abonnement pnr\_vi [your.email@goes.here](#)*

# Chorologie, cycle vital et utilisation de l'habitat de l'omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*) dans le bassin récepteur de la Nahanni Sud

Neil J. Mochnac, James D. Reist et Douglas P. Tate

L'omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*), un omble-chevalier indigène de l'Amérique du Nord, fait partie à l'heure actuelle des espèces « menacées » dans les territoires adjacents aux États-Unis, et des espèces « très sensible » en Alberta, en Colombie-Britannique et dans le Territoire du Yukon (U. S. Fish and Wildlife Service, 1999; Conseil canadien de conservation des espèces en péril (CCCEP), 2001). On considère que l'omble à tête plate constitue une espèce qui risque l'extinction ou la disparition dans les Territoires du Nord-Ouest (TNO) et qui par conséquent devrait faire l'objet

d'une évaluation des risques détaillée dans cette région (Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, ministère des Ressources, de la Faune et du Développement économique, 2000). On retrouve aussi le Dolly Varden (*Salvelinus malma*), étroitement apparenté à l'omble à tête plate, dans la partie nord-ouest des TNO. Par le passé, le Dolly Varden (*Salvelinus malma*) a souvent été confondu avec l'omble à tête plate à cause de l'apparence similaire des deux espèces (Reist et coll., 1997, Reist et coll., 2002, sous presse). Malgré la confirmation de l'existence de populations d'ombles à tête plate autonomes dans les TNO (Reist et coll. 2002, sous presse, Mochnac et coll., présenté), on comprend mal la chorologie, le cycle biologique et les besoins sur le plan de l'habitat de cette espèce dans la région.

Une telle incertitude est problématique pour les gestionnaires de ressources halieutiques des TNO, car les populations d'ombles à tête plate vivant dans le sud manifestent une vulnérabilité inhérente aux perturbations causées par les activités humaines. De nombreuses populations vivant dans la partie méridionale de l'aire de répartition de l'espèce ont subi des déclinés importants et, dans certains cas, ont disparu à l'échelle locale (McPhail et Baxter, 1996, McCart, 1997, Baxter et coll., 1999). Les impacts contribuant au déclin des populations méridionales d'ombles à tête plate comprennent : la fragmentation et l'isolement des populations causés par des structures anthropiques telles que les barrages; la pêche excessive; la perturbation des habitats causée par des activités comme la foresterie, l'exploitation minière et l'exploration et la mise en valeur pétrolières et gazières; et enfin, l'interaction avec des espèces exotiques (Goetz, 1989, McPhail et Baxter, 1996, McCart, 1997; Baxter et coll., 1999).

Puisque de nombreux spécialistes considèrent l'omble à tête plate comme un bio-indicateur de la qualité de l'eau (Goetz, 1989, McPhail et Baxter, 1996, Baxter et coll., 1999), la compréhension et la surveillance des populations trouvées dans la réserve de parc national Nahanni (RPNN) contribuent directement au mandat de Parcs Canada de préserver l'intégrité écologique des parcs nationaux canadiens. L'environnement à l'extérieur des limites d'un parc exerce une grande influence sur son écologie, particulièrement en ce qui concerne les systèmes fluviaux dont les eaux d'amont ne sont pas protégées, comme c'est le cas de la rivière Nahanni Sud. En outre, la possibilité de se servir de l'omble à tête plate pour surveiller la qualité de l'eau à l'intérieur et à l'extérieur de la RPNN devrait être étudiée, car dans l'avenir, elle pourrait devenir un excellent outil de gestion écologique pour les gestionnaires de parcs. Dans cet article, nous rendons compte de la chorologie, de la biologie, du cycle vital et de l'utilisation de l'habitat des populations d'ombles à tête plate vivant dans le bassin récepteur de la Nahanni Sud.

## MÉTHODOLOGIE

Pendant l'été et l'automne 2001, des études halieutiques ont été effectuées dans des sites sélectionnés de la RPNN et des portions adjacentes du bassin récepteur de la Nahanni Sud (figure 1). La pêche à la ligne et à l'électricité a été utilisée à différents endroits de la partie inférieure du bassin récepteur pour recueillir des échantillons de poisson. La présence d'ombles à tête plate et d'espèces associées dans chaque type d'habitat (mouilles, ruisselets



N. Mochnac et K. Bourassa effectuant des échantillonnages à Marengo Falls (Photo : D.P. Tate). Plus bas: Omble à tête plate de la rivière Nahanni Sud (Photo : N. Mochnac).

et seuils) a été documentée dans tous les biefs échantillonnés. L'espèce des ombles capturés a été identifiée avant de relâcher les poissons. La longueur à la fourche et le poids de tous les ombles à tête plate ont été consignés et des Floy-tags, placés sous la nageoire dorsale de tous les poissons de plus de 150 mm afin de pouvoir les identifier ultérieurement. Une partie de la nageoire adipeuse et les deux premiers rayons de la nageoire pelvienne ont été prélevés pour des études génétiques et le vieillissement moléculaire non mortel. Dix-neuf ombles chevaliers ont été conservés pour un échantillonnage biologique, le vieillissement et la confirmation de l'identité de l'espèce. Une fonction discriminante linéaire, dont l'efficacité pour distinguer l'omble à tête plate du Dolly Varden a été prouvée à 100 %, a été utilisée pour confirmer l'identité des ombles chevaliers capturés (Haas et McPhail, 1991).

Des évaluations d'habitats ont été effectuées dans les rivières Funeral, Jorgenson et Marengo (figure 1), dans des biefs de 200 à 400 m situés dans les sections inférieures et supérieures de chaque rivière après la pêche dans les biefs. Dans chaque bief de ruisseau, l'habitat a été divisé en mouilles, ruisselets et seuils, semblables à ceux décrits par Arend (1999). Une fois l'habitat catégorisé, la profondeur, la vitesse du courant, le substratum, la température et le couvert de fuite ont été consignés sur neuf points également répartis dans chaque type d'habitat.

## RÉSULTATS

### CHOROLOGIE

Des ombles à tête plate ont été capturés à différents endroits du bassin récepteur inférieur de la Nahanni Sud (figure 1). C'est dans la rivière Funeral que l'on a capturé le plus grand nombre d'ombles à tête plate. Il convient toutefois de noter que la pêcherie s'est concentrée dans cette région car la rivière avait été identifiée comme site de frai et d'élevage probable. En outre, des développements d'exploitation minière proposés pour la région peuvent avoir un impact sur la qualité de l'eau et l'habitat des poissons. La fréquence des captures d'ombles à tête plate dans d'autres emplacements de la région était relativement faible et peut indiquer la présence de petites populations très dispersées dans la partie inférieure du bassin récepteur de la Nahanni Sud.

### BIOLOGIE

Les ombles à tête plate capturés dans la rivière Funeral représentaient un certain nombre de groupes d'âge différents (tableau 1). De nombreux poissons de petite taille (de 35 à 80 mm) ont été capturés en amont de barrages infranchissables pour les alevins mais pas pour les adultes. La capture d'alevins en amont de barrières infranchissables démontre que ces poissons ont éclos dans ce cours d'eau, puisque les jeunes ombles à tête plate demeurent dans leur cours d'eau natal 3 à 5 ans avant de rejoindre les adultes provenant des populations frayères. Les adultes capturés pendant l'été étaient soit des géniteurs se préparant à frayer ou des adultes au repos qui seront prêts à frayer dans les années ultérieures. Le frai se produisant pendant des années non consécutives constitue un trait commun à presque toutes les populations d'ombles à tête plate vivant dans l'aire de répartition de l'espèce (McPhail et Baxter,

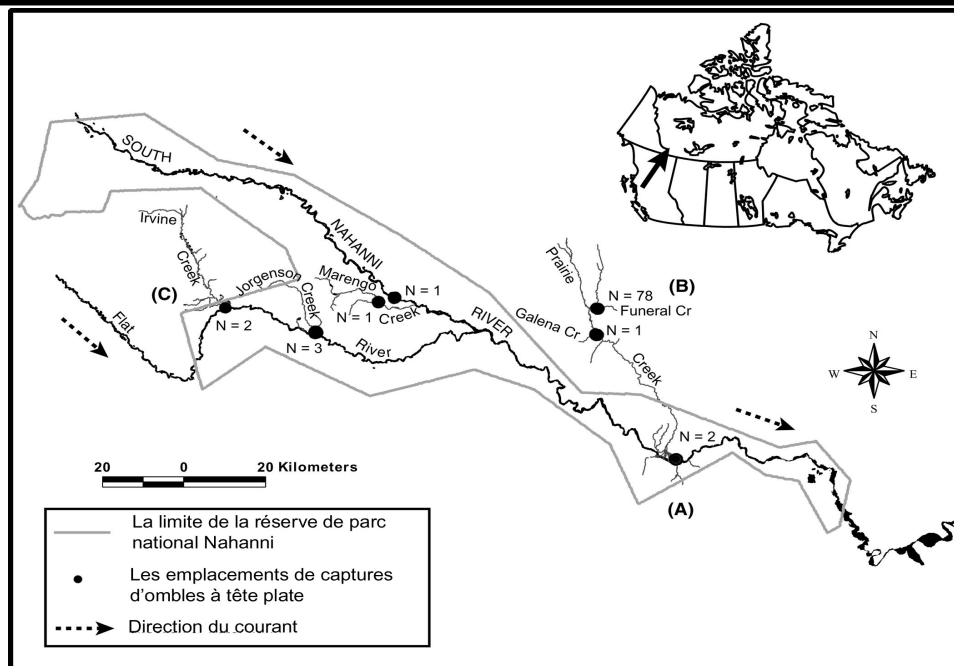


Figure 1. Emplacement de captures d'ombles à tête plate dans le bassin récepteur de la Nahanni Sud, dans les Territoires du Nord-Ouest, pendant les échantillonnages de l'été et de l'automne 2001. À noter que certains poissons provenant de ces endroits (lettres A à C, tableau 1) ont été sacrifiés afin de fournir des données biologiques cruciales; les autres ont été relâchés vivants.

1996). Huit ombles à tête plate adultes ont été capturés dans la rivière Funeral pendant l'été et marqués de Floy-tags numérotés individuellement. Trois de ces huit poissons ont été capturés de nouveau dans la rivière Funeral pendant l'automne, après le frai. Ces individus effectuent peut-être une migration annuelle à l'automne pour frayer dans la rivière Funeral ou demeurent dans la rivière à longueur d'année, frayant en automne.

Les populations d'ombles à tête plate qui occupent le bassin récepteur de la Nahanni Sud peuvent déployer des stratégies de cycles vitaux caractéristiques des résidents de fleuves ou ruisseaux. Les populations fluviales frayent et élèvent leur progéniture dans de petits affluents et passent l'hiver dans des rivières plus importantes. Les populations résidant dans les ruisseaux passent toute leur vie dans les confins de leur ruisseau natal malgré qu'elles aient accès à de plus grands affluents formant un habitat adéquat. Les adultes provenant de populations vivant dans les ruisseaux sont généralement à croissance lente et atteignent une plus petite taille, lorsqu'ils sont devenus géniteurs, que les individus provenant de populations fluviales (Goetz, 1989, McPhail et Baxter, 1996). La petite taille des adultes capturés dans la rivière Funeral et l'habitat potentiellement disponible à longueur d'année dans ce cours d'eau semblent supposer que ces individus font partie d'une population vivant dans les ruisseaux. Les ombles à tête plate capturés dans les rivières Flat et Nahanni Sud par le passé et pendant la présente étude sont considérablement plus gros que les individus du même âge provenant de la rivière Funeral, ce qui donne à penser que ces individus pourraient appartenir à une ou des populations fluviales vivant dans le bassin récepteur (tableau 1). De telles différences de taille entre les ombles à tête plate fluviaux, lacustres ou vivant dans les ruisseaux sont communes (Goetz, 1989, McPhail et Baxter, 1996).

### HABITAT

La rivière Funeral, identifiée comme un affluent de frai probable, fournit un habitat à longueur d'année pour les ombles à tête plate du bassin récepteur. La rivière Funeral est un cours d'eau relativement petit qui afflue vers la rivière Prairie. Elle comporte une largeur humide de 2,5 mètres et se compose de nombreuses

# Chorologie, cycle vital et utilisation de l'habitat de l'omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*)

Tableau 1. Collecte des données biologiques des ombles à tête plate capturés et sacrifiés pour cette étude

Numéro du poisson	Date (J/M/A)	Emplacement et code de la carte pour la figure 1 (A,B,C)	Longueur à la fourche (mm)	Poids (g)	Sexe <sup>1</sup>	État d'âge <sup>2</sup>	Âge <sup>3</sup> (années)
47325	17/08/01	rivière Nahanni Sud (61°14'57.8"N, 124°24'29.3"W)	(A) 281.0	236.0	M	en repos	11
47263	14/08/01	ruisseau Funeral (61°36'37.5"N, 124°44'12.3"W)	(B) 72.0	2.8	IN	immature	1
47264			65.0	2.3	IN	immature	1
47265			323.0	397.0	M	géniteur	11
47266			289.0	297.0	M	géniteur	9
47267	13/08/01	ruisseau Funeral	(B) 168.0	56.0	M	immature	4
47268			266.0	204.0	F	en repos	7
47269			354.0	506.0	F	en repos	---
47270			185.0	72.0	M	immature	5
47330	11/09/01	ruisseau Funeral	(B) 272.0	246.0	F	en repos	11
47331			101.0	10.0	IN	immature	2
47332			67.0	3.0	IN	immature	1
47333			61.0	2.0	F	immature	1
47334			35.0	1.0	F	pea	0
47335			38.0	1.0	IN	pea	0
47336			99.0	14.0	F	immature	2

1. Légende : M = mâle; F = femelle; IN = inconnu

2. Légende : en repos = poisson géniteur qui ne frayera pas cette année; géniteur = poisson géniteur qui va frayer cette année; immature = poisson dont les organes sexuels n'ont pas atteint leur plein développement; pea = poisson éclos cette année.

3. Les âges sont basés sur les otolithes.

marmites torrentielles de taille moyenne (0,5 à 1 m), suivies de rapides sur hauts-fonds en cascades et de ruisselets. De nombreuses marmites torrentielles plus grosses (environ 1 à 2 m) sont infranchissables pour les petits alevins (35 à 80 mm) mais pas pour les adultes de plus grande taille. Les gros rochers, les galets moyens, les rives érodées et la turbulence procurent un abri adéquat aux alevins et adultes. La vitesse du courant est en moyenne de 0,42 m/s, ce qui est relativement rapide pour la grandeur du cours d'eau. Toutefois, les eaux de ruissellement offrent aux alevins toutes sortes d'occasions pour s'abriter pendant les périodes de crue des eaux au printemps. Le substratum dans le ruisseau est dominé par les galets (de 16 à 65 m de diamètre) et semble avoir des infiltrations d'eaux souterraines pendant toute l'année. Les populations frayères d'ombles à tête plate manifestent une préférence marquée pour les endroits à infiltration d'eau souterraine, car ces sites procurent un environnement d'incubation idéal pour les œufs pendant tout l'hiver, ce qui habituellement augmente les chances de survie de l'œuf jusqu'à son éclosion (Baxter et McPhail, 1999). En outre, la rivière Funeral possède un bon nombre des conditions d'habitat requises caractérisant habituellement un habitat de frai et d'élevage de haute qualité (Baxter et McPhail, 1996).

Malgré le nombre restreint de captures d'ombles à tête plate dans les rivières Flat et Nahanni Sud, tout comme dans les ruisseaux Prairie, Marengo et Jorgenson, tous ces cours d'eau possèdent une grande proportion d'habitat convenant aux ombles à tête plate. En outre, parce que les rivières Nahanni Sud, Flat et Prairie ne gèlent pas en profondeur et continuent de couler pendant l'hiver, elles

peuvent être considérées comme des habitats de poissons à longueur d'année. Par conséquent, les populations d'ombles à tête plate les utilisent vraisemblablement comme 1) corridors migratoires vers des sites de frai, 2) habitat d'alimentation saisonnier et (ou) 3) habitat d'hivernage.

## GESTION

Étant donné que les populations d'ombles à tête plate frayent généralement pendant des années non consécutives, atteignent leur maturité tard et se montrent vulnérables aux impacts sur leur habitat (McPhail et Baxter, 1996, Baxter et coll., 1999), tout développement devant être entrepris dans ou près de plans d'eau abritant des ombles à tête plate devrait être évité si possible. Même de petites incidences sur l'habitat (par exemple, la construction fautive d'une route praticable l'hiver) pourraient avoir un impact important sur les sites de frai en réduisant le taux de survie des œufs jusqu'à leur éclosion, ce qui menacerait de disparition les petites populations à croissance lente, comme celle de la rivière Funeral. Les répercussions subies par les habitats de poissons feront l'objet de réflexions importantes dans l'évaluation environnementale des impacts, sur place et en aval, des activités industrielles actuellement proposées pour les biefs supérieurs des rivières Funeral et Prairie.

Il est également essentiel de reconnaître le fait que les populations d'ombles à tête plate sont généralement petites et très dispersées en certains points locaux de l'aire de répartition de l'espèce (Goetz, 1989, McPhail et Baxter, 1996). Toutefois, l'apparente isolation de petites populations dans les affluents individuels, tels la rivière

Funeral, résulte fréquemment de l'errance, comportement commun chez les salmonidés. On peut parler d'errance lorsqu'une certaine proportion d'adultes provenant de populations reproductrices se déplacent et frayent dans des cours d'eau dans lesquels ils n'ont pas éclos. Ce genre d'errance crée des métapopulations, c'est-à-dire de petites populations locales dans des affluents individuels reliées à de plus grandes populations reproductrices individuelles grâce à un échange d'individus. Les métapopulations, causées par une isolation incomplète et l'adaptation locale, maintiennent une certaine variabilité génétique en s'écartant d'autres populations reproductrices. Ainsi, l'errance renforce les populations régionales en recréant et protégeant la diversité génétique nécessaire pour survivre dans des environnements en évolution constante, ce qui favorise la régénération et la longévité à long terme de populations de ce genre (Quinn et coll., 1991, NRC, 1996, Policansky et Magnuson, 1998).

Puisqu'on a observé la présence d'un petit nombre d'ombles à tête plate dans tout le bassin récepteur de la Nahanni Sud, aussi bien durant cette étude que dans le passé, et qu'il n'existait aucune barrière infranchissable de la rivière Nahanni Sud, à la chute Virginia, jusqu'à la rivière Virginia, selon toute vraisemblance ce sont des métapopulations qui occupent la rivière. La connectivité possible entre les populations d'ombles à tête plate dans le bassin récepteur de la Nahanni Sud doit être prise en considération lors de décisions de gestion parce que la fragmentation pourrait créer un groupe de populations de plus en plus isolées et décroissantes, plus vulnérables à la disparition. Les futures études des ombles à tête plate du bassin récepteur de la Nahanni Sud devraient se concentrer sur l'utilisation de l'habitat, la connectivité et la grosseur de la population pour s'assurer que les populations sont gérées adéquatement. Un échantillonnage non mortel et périodique effectué grâce à des efforts de pêche standardisés (par exemple, l'électricité dorsale et les barrières) dans des zones spécifiques, tels les sites de frai, pourrait être utilisé pour surveiller au fil du temps les populations de tout le bassin fluvial. Il faudrait aussi envisager la possibilité d'utiliser l'omble à tête plate comme bio-indicateur de la qualité de l'eau à l'intérieur et à proximité de la RPNN. Les gestionnaires pourraient associer la présence de populations d'ombles à tête plate aux classes d'âge bien structurées (c'est-à-dire une population saine) à une excellente qualité de l'eau. Inversement, des pertes de classes d'âge et un déclin des populations pourraient indiquer une qualité d'eau médiocre, reflétant une incidence subie par le bassin

récepteur. L'utilisation de l'omble à tête plate dans ce contexte pourrait permettre à Parcs Canada de mieux détecter les incidences sur les écosystèmes et favoriser une gestion plus efficace de ces derniers.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier la réserve de parc national Nahanni, Pêches et Océans Canada, le Nahanni Butte Renewable Resource Council, Environnement Canada, le Programme de formation scientifique dans le Nord, la Manitoba Wildlife Federation et le Natural Resources Institute pour leur assistance pendant le projet. Les commentaires précieux de G. Tomy et de P. Cott ont contribué à améliorer le manuscrit. Nous remercions tout spécialement K. Bourassa, M. Vital, B. Vital, S. Weaver, J. Demers, G. Sibbeston et K. Hickling pour leur assistance sur le terrain.

Neil J. Mochnacz est candidat à la maîtrise en gestion des ressources naturelles au Natural Resources Institute, Université du Manitoba, Winnipeg. Tél. : (204) 984-2425; mochnacz@dfo-mpo.gc.ca

James D. Reist est chercheur scientifique et se spécialise en recherche sur les poissons de l'Arctique. Il est aussi chef de la Section de l'écologie et de l'évaluation des poissons de l'Arctique de Pêches et Océans Canada, Winnipeg. Tél. : (204) 983-5032; reistj@dfo-mpo.gc.ca.

Douglas P. Tate est biologiste de la conservation à la réserve de parc national Nahanni, Fort Simpson. Tél. : (867) 695-3151; doug\_tate@pch.gc.ca

## OUVRAGES CITÉS

- Arend, K. K. 1999. Macrohabitat identification. *In* Aquatic habitat assessment: common methods. Publié sous la direction de M. B. Bain et de N. J. Stevenson. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. pp. 75-93.
- Baxter, C. V., C. A. Frissell et F. R. Hauer. 1999. Geomorphology, logging roads, and the distribution of bull trout spawning in a forested river basin: implications for management and conservation. *Transactions of the American Fisheries Society* 128:854-867.
- Baxter, J. S. et J. D. McPhail. 1999. The influence of redd site selection, groundwater upwelling, and over-winter incubation temperature on survival of bull trout (*Salvelinus confluentus*) from egg to alevin. *Canadian Journal of Zoology* 77:1233-1239.
- Baxter, J. S. et J. D. McPhail. 1996. Bull trout spawning and rearing habitat requirements:

summary of the literature. Fisheries Technical Circular No. 98, Département de zoologie, Université de la Colombie-Britannique, 25p.

Conseil canadien de conservation des espèces en péril (CCCEP). 2001. Espèces sauvages 2000 : Situation générale des espèces au Canada. Ministère des Travaux publics et des Services gouvernementaux du Canada, Ottawa, 2001.

Goetz, F. 1989. Biology of the bull trout, *Salvelinus confluentus*, a literature review. U.S. Forest Service, Willamette National Forest, Eugene, Oregon, 53 p.

Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, ministère des Ressources, de la faune et du développement économique. 2000. NWT Species 2000: General status ranks of wild species in the Northwest Territories. Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, ministère des Ressources, de la faune et du développement économique.

Haas, G. R. et J. D. McPhail. 1991. Systematics and distributions of Dolly Varden (*Salvelinus malma*) and bull trout (*Salvelinus confluentus*) in North America. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 48: 2191-2211.

McCart, P. J. 1997. Bull trout in Alberta: a review. *In* Friends of the Bull Trout Conference Proceedings. Sous la direction de W. C. Mackay, M. K. Brewin et M. Monita. Bull Trout Task Force (Alberta), a/s Trout Unlimited Canada, Calgary. pp. 191-208.

McPhail, J. D. et J. S. Baxter. 1996. Bull trout spawning and rearing habitat requirements: summary of the literature. Fisheries Technical Circular No. 98, Département de zoologie, Université de la Colombie-Britannique, 25p.

Mochnacz, N. J., J. D. Reist, G. Low et K. Ditz. Submitted. Capture of bull trout, *Salvelinus confluentus*, in three new locations within the central and southwestern Northwest Territories. *Canadian Field Naturalist*.

NRC (National Research Council). 1996. Upstream: salmon and society in the Pacific Northwest. National Academy Press, Washington D. C., USA.

Policansky, D. et J. J. Magnuson. 1998. Genetics, metapopulation, and ecosystem management of fisheries. *Ecological Applications* 8(1) Supplement: S119-S123.

Quinn, T. P., R. S. Nemeth et R. O. McIsaac. 1991. Homing and straying patterns of fall chinook salmon in the Lower Columbia River. *Transactions of the American Fisheries Society* 120:150-156.

Reist, J. D., J. D. Johnson et T. J. Carmichael. 1997. Variation and specific identity of char from northwestern Arctic Canada and Alaska. *American Fisheries Society Symposium* 19:250-261.

Reist, J. D., G. Low, J. D. Johnson et D. McDowell. 2002 (sous presse). Range extension of bull trout, *Salvelinus confluentus*, to the central Northwest Territories, with notes on char identification and distribution in the western Canadian Arctic.

U.S. Fish and Wildlife Service. 1999. Endangered and threatened wildlife and plants; determination of threatened status for bull trout in the coterminous United States; Final Rule. *Federal Register* 64(210):58910-58933.

# Parcs Canada et la surveillance écologique : Prévoir pour l'avenir

En janvier 2002, le groupe de travail des biologistes de parcs des Prairies s'est réuni au parc national Elk Island afin de s'entretenir des enjeux relatifs à la surveillance écologique, et particulièrement sur la surveillance écologique à long terme. La réunion comptait des participants des parcs nationaux suivants : Mont-Riding (Doug Bergeson), Lacs-Waterton (Cyndi Smith), Prairies (Adrian Sturch, Rob Sissons), Prince Albert (Norm Stolle, Dan Frandsen, Jeff Weir), Elk Island (Steve Otway, Ross Chapman, Norm Cool, Kalya Brunner); du Centre de services de l'Ouest canadien (David Poll, John Wilmshurst); et du bureau de l'intégrité écologique d'Ottawa (Steve McCanny), ainsi qu'un conférencier invité du Alberta Research Council (Garry Scrimgeour). Nous présentons ici les idées discutées au cours de l'atelier, ainsi que des solutions possibles.

## John Wilmshurst

La fondation théorique de la surveillance écologique est claire. Dans son ouvrage précurseur, Noss (1990) décrivait comment élaborer des programmes de surveillance, Woodley (p. ex. 1994 et références dans les présentes) a créé un large cadre de surveillance à Parcs Canada et la surveillance écologique est un point central de discussion à Parcs Canada (Skibicki *et al.* 1994, Agence Parcs Canada 2000). Grâce en outre à une vaste documentation sur les indicateurs potentiels, on devrait savoir pourquoi, comment ou (en grande partie) quoi surveiller.

Pourquoi la surveillance continue-t-elle d'être si médiocre (Vérificateur général du Canada 1998)? Peut-être est-ce en raison du financement inadéquat, de la rotation et de la pénurie de personnel, ainsi que du manque de vision à long terme ou de contrôle par les pairs. Ou cela pourrait-il être parce que nous continuons à mettre en oeuvre des programmes de surveillance sans questions de recherche ou objectif précis? L'absence de questions bien définies ne découle pas d'un manque (Noss 1990) ni du fait que nous ne reconnaissons pas le rôle central qu'elles jouent dans la surveillance écologique.

### Les parcs en tant que points de référence

Nombreux sont ceux qui affirment que les parcs nationaux sont des points de référence écologiques qui servent à comparer les changements découlant du développement anthropique. Cette notion donne aux parcs une hypothèse claire sur laquelle fonder des programmes de surveillance sans direction précise :

*Les différences observées au-delà des limites des parcs découlent de méthodes de gestion différentes.*

De plus, cette hypothèse transforme les questions de surveillance simplistes telles que «La densité des espèces exotiques augmente-t-elle dans les parcs?» (la réponse est presque sans aucun doute, oui) en questions beaucoup plus inspirante : «La densité des espèces exotiques augmente-t-elle dans les parcs à un autre rythme qu'ailleurs?». En outre, on ne peut surveiller et atténuer l'incidence des visiteurs qu'en comprenant les attentes de ces derniers par rapport aux occasions semblables de loisirs

ailleurs. De telles comparaisons suscitent des questions claires et essentielles qui peuvent guider les programmes de surveillance.

### La grande échelle

La majorité des membres de notre groupe de travail ont convenu que la surveillance doit dépasser les limites des parcs pour être efficace et qu'elle est par nature un exercice comparatif à long terme. Les questions qui dictent la surveillance deviennent claires en identifiant expressément des aires à l'extérieur des parcs. En fait, un grand nombre de parcs effectuent une surveillance en partie pour contribuer à des entreprises nationales ou internationales de plus grande envergure, y compris des relevés des oiseaux nicheurs et des initiatives de surveillance de la qualité de l'air et du climat. Sur le plan de l'investissement dans ces programmes, le fait que *souvent*, l'échantillonnage ne soit pas reproduit dans le parc constitue un défi et ne laisse pas beaucoup de place aux questions auxquelles on peut répondre à l'échelle du parc. À l'échelle nationale et internationale, les questions sont claires et les données des aires protégées servent de points de référence écologiques qui permettent d'évaluer les effets anthropiques.

### Le long terme

Bien qu'ils soient difficiles à maintenir, les projets de surveillance à long terme représentent un apport remarquable et sans précédent de Parcs Canada à la recherche écologique. L'ampleur de cette contribution augmente avec le temps et lorsque le programme dépasse les limites des parcs. Combinée à la collecte d'organisations externes, l'accumulation lente de données par les parcs peut fournir une réponse aux questions à court terme (souvent provisoires), tout en jetant les bases nécessaires pour répondre aux questions à long terme. En effet, même les comparaisons locales, au sein des écosystèmes, de simples tendances de données dans les régimes de gestion peuvent être extrêmement précieuses. L'enjeu immédiat consiste peut-être à créer et maintenir des programmes de surveillance qui officialisent les liens avec les énoncés sur l'intégrité écologique et les plans directeurs des parcs et qui bénéficient de liens avec des organisations externes.

### Surveillance de l'intégrité écologique

Parcs Canada définit l'intégrité écologique à l'aide des caractéristiques écologiques de la région naturelle de chaque parc. Par conséquent, nous ne pouvons pas toujours évaluer notre réussite ou notre échec sur le plan de l'intégrité écologique en comparant les conditions uniquement dans les limites des parcs. Il est clair que nous devons plutôt comprendre les modèles et les phénomènes écologiques dans l'ensemble d'une région importante du point de vue écologique. De plus, étant donné que les activités aux environs des parcs auront une incidence sur l'intégrité écologique dans les parcs, nous ne pourrions pas quantifier les changements dans l'intégrité écologique sans surveiller à l'extérieur et à l'intérieur de nos limites. Pour atteindre l'intégrité écologique dans les parcs, les initiatives futures devront promouvoir et *mesurer* l'intégrité écologique dans l'écosystème qui dépasse les limites des parcs. Plusieurs parcs ont déjà adopté cette approche. En fait, les programmes de surveillance qui stipulent des mesures précises et font appel à des partenaires extérieurs auront une meilleure chance d'être reconnus dans les plans directeurs. Il s'agit d'une étape nécessaire de la mise en oeuvre.

### Partenariats

Il est probable que Parcs Canada ne recevra jamais des fonds suffisants pour exécuter son mandat de surveillance, et on pourrait avancer que l'établissement de partenariats peut être une condition nécessaire à la réussite de la surveillance à long terme. Dans une certaine mesure, les parcs établissent des partenariats (p. ex. McCanny et Henry 1995), mais nous devons redoubler d'efforts. Les parcs nationaux Elk Island et de Prince Albert ont également profité de l'établissement de comités consultatifs sur la science tandis que d'autres, comme les parcs nationaux des Lacs-Waterton et des Prairies, ont établi des relations avec des parcs et d'autres organismes américains afin de surveiller efficacement les espèces envahissantes. Des liens solides avec l'industrie et les ministères provinciaux ont aidé les parcs nationaux de Prince Albert et du Mont-Riding à élaborer des programmes de surveillance forestière intégrés.

Toutefois, les parcs sont responsables au bout du compte de prendre les mesures

décrites dans les plans directeurs des parcs et nous devons faire en sorte que les projets de surveillance soient conçus dans ce but. De plus, la surveillance implique un engagement à long terme envers la collecte et la communication de données. Les programmes de surveillance sont souvent conçus pour dépendre d'importantes données sur séries temporelles, sans réplique minimale annuelle. Lorsque nous établissons des partenariats, nous devrions veiller à ce que la perte d'un partenaire ne compromette pas les éléments essentiels du programme de surveillance.

### Conclusion

Pour être efficace, la surveillance écologique doit être fondée sur des principes scientifiques fondamentaux qui comprennent la vérification d'hypothèses. Au cours de nos débats est apparue l'idée que les partenariats et les projets sectoriels peuvent aider à éclaircir ces questions. Cette observation appuie également le zonage efficace dans les limites des parcs. Les programmes de surveillance voguent souvent à la dérive en raison d'un manque d'orientation claire, et nous implorons les autres de déterminer les questions fondamentales avant de mettre en œuvre des programmes de surveillance écologique. Ce n'est pas facile, mais c'est essentiel.

John Wilmshurst, écologue des prairies,  
Parcs Canada, Winnipeg. Tél. : (204)  
984-6228; john\_wilmshurst@pch.gc.ca

### Ouvrages cités

- Vérificateur général du Canada. 1998.* Parcs Canada - La protection du patrimoine naturel du Canada. Pages du chapitre 31, texte mis au point par R. Flageole. 1998 Rapport du Vérificateur général du Canada. Gouvernement du Canada, Ottawa.
- McCanny, S. et D. Henry. 1995.* Ecological monitoring : a handbook for prairie and northern national parks. Centre des services professionnels et techniques, Patrimoine Canada, Winnipeg, Canada.
- Noss, R. F. 1990.* Indicators for monitoring biodiversity : a hierarchical approach. Conservation Biology 4:355-364.
- Agence Parcs Canada. 2000.* Intacts pour les générations futures : préserver l'intégrité écologique des parcs nationaux du Canada. Volume 2. Une nouvelle orientation pour les parcs nationaux du Canada. Ministère des Travaux publics et des services gouvernementaux, Ottawa, Canada.
- Skibicki, A., A. Stadel, D. Welch et J. G. Nelson, eds. 1994.* Ecological monitoring and national parks : Proceedings of a workshop held at the University of Waterloo. Centre des ressources du patrimoine, Waterloo, Canada.
- Woodley, S. 1994.* Monitoring for ecosystem integrity in Canadian national parks. Université de Waterloo (Canada) Document de travail, Centre des ressources du patrimoine, 6:1-128.

# parutions récentes

- Apps, C.D. 2000.* Space use, diet, demographics, and topographic associations of lynx in the southern Canadian Rocky Mountains. Pp. 351-371. Sous la direction de L.P. Ruggiero, K.B. Aubrey, S.W. Buskirk, G.M. Koehler, C.J. Krebs, K.S. McKelvey et J.R. Squires. Ecology and Conservation of Lynx. University Press of Colorado, Boulder, Colorado.
- Chernoff, G.W. 2001.* Modeling Plant Diversity and Post-Fire Regeneration in a 31-Year-Old Burn – Vermilion Pass, Canadian Rockies. Thèse de maîtrise ès sciences, département de géographie, Université de Calgary.
- Clevenger, A.P., M. Mclvor, D. Mclvor, B. Chruszcz et K. Gunson. 2001.* Tiger Salamander, *Ambystoma tigrinum*, Movements and Mortality on the Trans-Canada Highway in Southwestern Alberta. The Canadian Field Naturalist 115(2):199-204
- Clevenger, A.P., B. Chruszcz et K. Gunson. 2001.* Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. Journal of Applied Ecology 38:1340-1349
- Mayhood, D.W. 2000.* Provisional Evaluation of the Status of Westslope Cutthroat Trout in Canada. Sous la direction de L.M. Darling. Débats d'un colloque sur la biologie et la gestion des espèces et des habitats en péril, Kamloops, C.-B., du 15 au 19 févr. 1999, volume deux. BC Ministry of Environnement, Lands and Parks, Victoria, BC et University College of the Cariboo, Kamloops, BC. 520 pp.
- Mayhood, D.W. 2001.* Conceptual Framework and an Action Plan for Conserving Westslope Cutthroat Trout in Canada. Sous la direction de M. K. Brewin, A.J. Paul, M. Monita. Débats du colloque sur l'omble à tête plate. 265 pp.
- Parker, S. et M. Munawar (direction). 2001.* Ecology, Culture and Conservation of a Protected Area : Fathom Five National Marine Park, Canada. Backhuys Publishers, Leiden, Pays-Bas. ISBN 90-5782-098-6 (livre relié)
- Wierchowski, J., M. Heathcott et M. D. Flannigan. 2002.* Lightning and lightning fire, central cordillera, Canada. International Journal of Wildland Fire 22 : 41-51

**Dick, L. 2001. Muskox Land : Ellesmere Island in the Age of Contact. University of Calgary Press. 631 pp. ISBN 1-55238-050-5 (communication)**

« Lyle Dick est historien à Parcs Canada depuis de nombreuses années. Il vit à Vancouver, en C.-B., où il occupe actuellement le poste d'historien de la côte ouest pour le Centre de services de l'Ouest canadien de Parcs Canada. Il a mené de nombreuses recherches et publié de nombreuses communications dans le domaine de l'histoire de l'Arctique et de l'histoire et de l'historiographie de l'Ouest canadien. Muskox Land est une étude approfondie du contact entre Européens et Inuits dans l'Extrême Arctique, y compris le rôle du milieu naturel, de la culture, des circonstances et du changement historique survenu pendant la période d'exploitation. »  
- University of Calgary Press, communiqué de presse, novembre 2001.

« [Ce livre]... constitue sans aucun doute un apport important à l'histoire et l'anthropologie de l'Arctique. Je suis convaincu que les Inuits du Canada et les Inughuits du Groënland seront heureux de finalement se faire entendre! Aucun autre ouvrage ne plonge aussi profondément dans le cœur du sujet. »  
- Rick Riewe, département de zoologie, Université du Manitoba

COMITÉ DE RÉDACTION

**Gail Harrison**

Écoservices, Centre de services de l'Ouest canadien, Calgary

**Micheline Manseau**

Écologue boréale, Centre de services de l'Ouest canadien, Winnipeg

**Mary Reid**

Écologue, Département des sciences biologiques, Université de Calgary

**Sharon Thomson**

Spécialiste, collections archéologiques, Centre de services de l'Ouest canadien, Calgary

PRODUCTION

**Dianne Dickinson**

Chef de production

**Barbara Ainslie**

Graphiste

RÉDACTEUR,  
PARCS CANADA

**Sal Rasheed**

Spécialiste de la conservation des écosystèmes, Centre de services de l'Ouest canadien, Calgary

ÉCRIRE À :

Échos de la recherche  
Parcs Canada  
220, 4 Ave SE, bureau 150  
Calgary (Alberta)  
T2G 4X3  
Research\_Links@pc.gc.ca

ISSN 1496-6034

(version imprimée)

ISSN 1497-004X

(version électronique)

# RÉUNIONS D'INTÉRÊT

**avril 3-6, 2002** **GORGEous WILDLIFE : réunion annuelle de la Society for Northwestern Vertebrate Biology (SNVB).** Hood River, Oregon. Parmi les conférenciers, notons Jim Agee, College of Forest resources, University of Washington; Edmund Brodie, Département de zoologie, Utah State University; et Charlie Crisafulli, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Olympia, Washington. On discutera notamment de l'utilisation et de la préservation de l'habitat, des menaces pour les amphibiens dans le Pacific Northwest, des chauves-souris, des ombles à tête plate, des carnivores des forêts, des invertébrés et des oiseaux de la steppe arbustive. Personne-ressource : Kelley Jorgensen, trésorier, SNVB, Tél. : (503) 621-9785; jorgenk@wsdot.wa.gov; <http://www.cou.edu/snvb>.

**avril 9-13, 2002** **Assemblée scientifique nationale du Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques (RÉSÉ).** Gatineau, Québec. Le thème cette année est Pour une surveillance écologique plus efficace. On discutera notamment des sujets suivants : gestion du savoir (formation et symposium sur les métadonnées), cartographie de l'Internet, normalisation et coordination des protocoles de surveillance de l'écosystème, rôle des réseaux de biodiversité dans la prise de décision et la gestion adaptative. Assemblée plénière sur le thème suivant : Relier la surveillance, la recherche et l'évaluation écosystémiques aux prises de décision. Personne-ressource : EMAN, Environnement Canada, tél. : (905) 336-4414; téléc. : (905) 336-4499; [eman@ec.gc.ca](mailto:eman@ec.gc.ca); <http://www.eman-rese.ca/eman/events/intro.html>.

**mai 8-11, 2002** **Réunion annuelle de la Société canadienne de zoologie.** Université de Lethbridge. Ce colloque offrira les symposiums suivants : biodiversité des prairies - processus, modèles et pratique; physiologie et biochimie comparatives - la géonomie en tant qu'outil d'évaluation; parasitisme - l'évolution et l'écologie de l'interaction arthropode-hôte; et écologie, évolution et éthologie - prévoir les effets de l'environnement sur les populations animales au Canada. Information et inscription en ligne : C.P. Goater, tél. : (403) 329-2752; téléc. : (403) 329-2082; <http://home.uleth.ca/~goatcp/csz/english/index.html>.

**juillet 7-12, 2002** **International Society of Behaviour Ecology. Université du Québec à Montréal (UQÀM). La 9<sup>e</sup> assemblée annuelle de l'International Society for Behavioural Ecology** comprendra des échanges scientifiques formels et informels ainsi que excursions à Montréal et dans les environs. Outre plusieurs plénières, le colloque présentera un symposium sur l'écologie et le système nerveux central, des communications en après-midi et des présentations par affiches en soirée. Information et inscription en ligne : [isbe2002@uqam.ca](mailto:isbe2002@uqam.ca); tél. : (514) 398-6466; <http://www.isbe2002.uqam.ca>.

**juillet 11-14, 2002** **Congrès de la Society of American Naturalists (ASN).** Banff, Alberta. Symposiums prévus jusqu'à maintenant : jeunes chercheurs de l'ASN, écologie spatiale, et des exposés sur les frontières de la recherche par d'anciens et de nouveaux gagnants des prix Sewall Wright et E.O. Wilson. Les excursions comprendront une randonnée aux schistes de Burgess et un voyage guidé en autocar le long d'un transect écologique dans la vallée des rivières Bow et Kananaskis. Personne-ressource : Patricia Williams, [pat@zoo.utoronto.ca](mailto:pat@zoo.utoronto.ca).

**août 9-14, 2002** **4<sup>th</sup> International Workshop on Disturbance Dynamics in Boreal Forests : Disturbance Processes and Their Ecological Effects in Boreal Forests.** Université du nord de la Colombie-Britannique, Prince George, C.-B. Dans le cadre de cet atelier, on s'attardera à comprendre les phénomènes de perturbation et leurs incidences écologiques. On cherche à mieux comprendre le fonctionnement des perturbations, les effets des différents types de perturbations et les mécanismes par lesquels les perturbations influencent les forêts boréales. L'atelier comprend quatre journées pleines d'exposés et une journée d'excursion. Personne-ressource : S. Ellen Macdonald, tél. : (780) 492-3070, téléc. : (780) 492-1767, [BorealDist@afhe.ualberta.ca](mailto:BorealDist@afhe.ualberta.ca) pour obtenir des renseignements ou Jennifer Studney, tél. : (250) 960-5520, téléc. : (250) 960-6432, [studney@unbc.ca](mailto:studney@unbc.ca) pour s'inscrire. Visitez aussi [www.res.unbc.ca/borealdisturbance](http://www.res.unbc.ca/borealdisturbance).

Échos de la recherche en format PDF dans le site principal de Parcs Canada :  
<http://parkscanada.pch.gc.ca>, sous <<Bibliothèque>> dans <<Télécharger documents>>