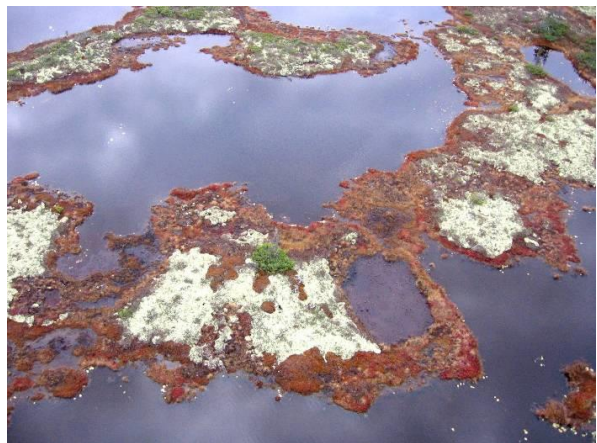


Sommaire des éléments probants relativement aux constatations clés pour l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier

Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010
Rapport sommaire des éléments probants relativement aux constatations clés n° 9
Publié par les Conseils canadiens des ministres des ressources



Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Sommaire des éléments probants relativement aux constatations clés pour l'écozone+ de la Taïga du Bouclier. [Ressource électronique]

Publ. aussi en anglais sous le titre :

Taiga Shield Ecozone+ evidence for key findings summary.

Monographie électronique en version PDF.

En14-43/0-9-2014F-PDF

978-0-660-22057-4

Le contenu de cette publication ou de ce produit peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins personnelles ou publiques, mais non commerciales, sans frais ni autre permission, à moins d'avis contraire.

On demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par le gouvernement du Canada et que la reproduction n'a pas été faite en association avec le gouvernement du Canada ni avec l'appui de celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales est interdite, sauf avec la permission écrite de l'auteur. Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec l'informathèque d'Environnement Canada au 1-800-668-6767 (au Canada seulement) ou 819-997-2800 ou par courriel à enviroinfo@ec.gc.ca.

Photos de la page couverture : Limite de la zone arborée, lac Singing, Territoires du Nord-Ouest, © C. O'Brien; et palses recouvertes de lichens et d'arbustes entourées d'un étang résultant de la fonte du pergélisol dans une tourbière oligotrophe près du village de Radisson, Québec, Serge Payette.

Ce rapport devrait être cité comme suit :

Secrétariat du RETE. 2014. Sommaire des éléments probants relativement aux constatations clés pour l'écozone+ de la Taïga du Bouclier. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport sommaire des éléments probants relativement aux constatations clés n° 9. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, (Ont.). ix + 93 p.

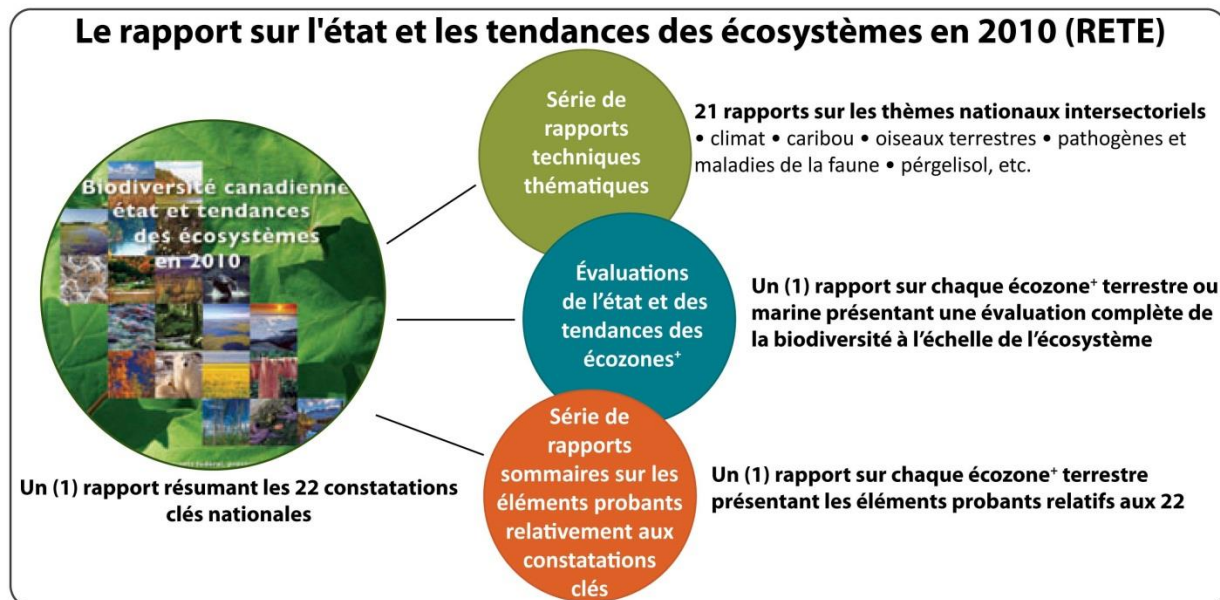
<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2014

Also available in English

PRÉFACE

Les Conseils canadiens des ministres des ressources ont élaboré un Cadre axé sur les résultats en matière de biodiversité¹ en 2006 pour mettre l'accent sur les mesures de conservation et de restauration conformément à la *Stratégie canadienne de la biodiversité*². Le rapport *Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010*³ a été le premier rapport rédigé suivant ce cadre. Il présente 22 constatations clés issues de la synthèse et de l'analyse de rapports préparés dans le cadre du présent projet. Ces rapports techniques présentent des renseignements et des analyses sur l'état et les tendances pour de nombreux thèmes nationaux intersectoriels (série de rapports techniques thématiques) et pour les écozones⁺ terrestres et marines du Canada (série de rapports techniques sur les écozones⁺). Plus de 500 experts ont participé à l'analyse des données ainsi qu'à la rédaction et à l'examen de ces documents de base. Des rapports sommaires ont également été élaborés pour chaque écozone⁺ terrestre afin de présenter les éléments probants propres à ces écozones relativement à chacune des 22 constatations clés nationales (série de rapports sommaires sur les éléments probants relativement aux constatations clés). Ensemble, l'intégralité du complément de ces produits constitue le rapport sur l'état et les tendances des écosystèmes en 2010 (RETE).



Ce rapport, *Sommaire des éléments probants relativement aux constatations clés pour l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier*, présente des éléments probants relativement aux 22 constatations clés nationales. Il n'est pas une évaluation exhaustive de tous les renseignements liés à l'écosystème. Le niveau de détails présenté sur chaque constatation clé varie et des enjeux ou des ensembles de données importants peuvent avoir été omis. Comme dans le cas de tous les produits du RETE, les périodes de référence utilisées pour l'évaluation des tendances varient – parce que la période permettant de dégager une tendance significative varie selon les divers aspects des écosystèmes et parce que l'évaluation s'appuie sur la meilleure information disponible, qui peut elle-même viser des périodes fort diverses.

Système de classification écologique – écozones⁺

Une version légèrement modifiée des écozones terrestres du Canada, décrite dans le *Cadre écologique national pour le Canada*⁴, a permis de déterminer les zones représentatives d'écosystèmes pour tous les rapports compris dans le présent projet. Les modifications comprennent : un ajustement des limites terrestres pour tenir compte des améliorations résultant des activités de vérification au sol; la fusion des trois écozones de l'Arctique en une seule écozone; l'utilisation de deux écoprovinces, à savoir le bassin intérieur de l'Ouest et la forêt boréale de Terre-Neuve; l'ajout de neuf zones marines représentatives d'écosystèmes; et l'ajout de l'écozone des Grands Lacs. Ce système de classification modifié est appelé « écozones⁺ » dans ces rapports afin d'éviter toute confusion avec les « écozones » mieux connues du cadre initial⁵. La limite nord de la partie ouest de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier a été ajustée en fonction de vérifications au sol des limites définies initialement.



Remerciements

Ce rapport est basé sur le document préliminaire de l'Évaluation de l'état et des tendances de l'écozone de la Taïga du Bouclier qui a été préparé par Anne Gunn et Joan Eamer. Des examens supplémentaires du présent rapport ont été effectués par des scientifiques et des gestionnaires de ressources des organismes pertinents des gouvernements provinciaux et fédéral, et deux examens d'experts externes ont également été réalisés. De l'information additionnelle au sujet de cet écozone se trouve dans les documents supplémentaires relatifs à l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier.

Les contributions à l'Évaluation préliminaire de l'état et des tendances se retrouvent ci-dessous.

Remerciements pour l'Évaluation préliminaire de l'état et des tendances de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier

Auteures principales : A. Gunn et J. Eamer

Auteures collaboratrices : D. Cantin et S. Carrière

Auteurs collaborateurs, sections ou sujets précis

Collectivités autochtones de la Taïga du Bouclier : A. Penn

Complexe hydroélectrique La Grande, poissons et mercure (Hydro-Québec) :

R. Verdon, R. Schetagne et R. Lussier

Auteurs des rapports techniques thématiques du RETE dont proviennent les renseignements

Oscillations climatiques à grande échelle ayant une incidence sur le Canada, de 1900 à 2008 : B. Bonsal et A. Shabbar⁶

Tendances climatiques au Canada, de 1950 à 2007 : X. Zhang, R. Brown, L. Vincent, W. Skinner, Y. Feng et E. Mekis⁷

Tendances des grands incendies de forêts au Canada, de 1959 à 2007 : C.C. Krezek-Hanes, F. Ahern, A. Cantin et M.D. Flannigan⁸

Pathogènes et maladies de la faune au Canada : F.A. Leighton⁹

Tendances relatives à la reproduction des sauvagines au Canada : M. Fast, B. Collins et M. Gendron¹⁰

Tendances relatives aux conditions du pergélisol et à l'écologie dans le nord du Canada : S. Smith¹¹

Tendances des populations de caribou des zones septentrionales du Canada : A. Gunn, D. Russell et J. Eamer¹²

Tendances de la population boréale du caribou des bois au Canada : C. Callaghan, S. Virc et J. Duffe¹³

Tendances relatives aux oiseaux terrestres au Canada, de 1968 à 2006 : C. Downes, P. Blancher et B. Collins¹⁴

Tendances relatives aux oiseaux de rivage canadiens : C. Gratto-Trevor, R.I.G. Morrison, B. Collins, J. Rausch et V. Johnston¹⁵

Surveillance à distance de la biodiversité : sélection de tendances mesurées à partir d'observations par satellite du Canada : F. Ahern, J. Frisk, R. Latifovic et D. Pouliot¹⁶

Biodiversité dans les rivières et lacs du Canada : W.A. Monk et D.J. Baird¹⁷

Examen effectué par des scientifiques et des gestionnaires de ressources renouvelables et de la faune d'organismes territoriaux et fédéraux concernés dans le cadre d'un processus recommandé par le Comité directeur du RETE. Un examen supplémentaire de sections précises

a été effectué par des chercheurs universitaires dans leur champ d'expertise à la demande des auteurs.

Orientation offerte par le comité directeur du RETE réunissant des représentants d'organismes fédéraux, provinciaux et territoriaux.

Révision, synthèses, contributions techniques, cartes et graphiques et production de rapports par le Secrétariat du RETE.

Connaissances traditionnelles autochtones compilées par D.D. Hurlburt à partir de sources accessibles au public.

Table des matières

PRÉFACE	ii
Système de classification écologique – écozones ⁺	iii
Remerciements	iv
Remerciements	iv
GÉNÉRALITÉS SUR L'ÉCOZONE ⁺	1
COUP D'ŒIL SUR LES CONSTATATIONS CLÉS À L'ÉCHELLE NATIONALE ET DE L'ÉCOZONE ⁺	4
THÈME : BIOMES	13
Forêts	13
Zone forêt-toundra	13
Ouest de la Baie d'Hudson	13
Est de la baie d'Hudson	13
La zone forêt-toundra à l'ouest de la baie d'Hudson	14
Milieux humides	15
Lacs et cours d'eau	15
Tendances régionales	16
Tendances dans l'écozone ⁺ – Cours d'eau avec régime d'écoulement naturel	16
Tendances dans l'écozone ⁺ – Cours d'eau avec régime d'écoulement aménagé	17
Zones côtières	18
La glace dans l'ensemble des biomes	21
Tendance liée à la glace lacustre	21
Tendances liées au pergélisol	21
THÈME : INTERACTIONS HUMAINS-ÉCOSYSTÈMES	25
Aires protégées	25
Intendance	27
Conversion des écosystèmes	28
Barrages et réservoirs	28
Changement écologique dans les réservoirs du complexe La Grande	30
Qualité de l'eau	31
Plancton et organismes benthiques	32
Poissons	33
Espèces non indigènes envahissantes	35
Contaminants	36
Caribou	36
Poissons	36
Le mercure dans les poissons affectés par les réservoirs	39
Charge en éléments nutritifs et efflorescences algales	42
Changements climatiques	42
Tendances climatiques	43
Connaissances des Autochtones en ce qui a trait aux tendances climatiques	46
Tendances climatiques et habitat du caribou : territoire d'hivernage de la harde de caribous de Bathurst	47
Services écosystémiques	48
Changements touchant la disponibilité des aliments traditionnels ou prélevés dans la nature	49

Diminution des populations animales.....	49
Changements environnementaux ayant une incidence sur l'accès aux secteurs de chasse et de pêche.....	49
Détérioration de la qualité ou de la salubrité des aliments.....	50
Changements touchant la faune.....	50
Quelle est la valeur d'une harde de caribous?.....	52
Approche globale pour l'évaluation économique de biens et services écosystémiques....	52
Petites industries.....	53
THÈME : HABITATS, ESPÈCES SAUVAGES ET PROCESSUS ÉCOSYSTÉMIQUES.....	54
Paysages terrestres et aquatiques intacts.....	54
Espèces présentant un intérêt économique, culturel ou écologique particulier.....	54
Caribou migrateur de la toundra.....	54
Caribou des bois – population boréale.....	58
Sauvagine.....	60
Oiseaux terrestres.....	62
Poissons.....	64
Plantes vasculaires.....	64
Déplacements majeurs des aires de répartition d'espèces indigènes au Canada.....	65
Productivité primaire.....	66
Perturbations naturelles.....	68
Tendances des feux de forêt.....	68
Infestations d'insectes.....	70
Réseaux trophiques.....	71
Cycles des populations.....	71
Espèces migratrices.....	72
THÈME : INTERFACE SCIENCE-POLITIQUE.....	73
Surveillance de la biodiversité, recherche, gestion de l'information et communication des résultats.....	73
Forces et lacunes en matière d'information, décelées durant la rédaction du présent rapport	73
Changements rapides et seuils.....	75
CONCLUSION : BIEN-ÊTRE HUMAIN ET BIODIVERSITÉ.....	76
RÉFÉRENCES.....	78

Liste des figures

Figure 1. Carte générale de l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier.....	1
Figure 2. Couverture terrestre de l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier, en 2005.....	2
Figure 3. Tendances de la population humaine dans l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier, de 1971 à 2006.....	3
Figure 4. Changements de végétation dans la zone de la limite des arbres, à l'ouest de la baie d'Hudson, durant la période 1985-2006.....	14
Figure 5. Débit annuel total des cours d'eau se déversant dans la baie d'Hudson et la baie James, 1964-2010.....	16

Figure 6. Changement du débit de la rivière Camsell, 1961-1982, comparé à la période 1983-2003. Analyse comparative de 73 périodes de 5 jours chacune, sur la durée du cycle annuel.	17
Figure 7. Diminution des zostères marines dans la baie James : exemple des résultats de surveillance pour la biomasse foliaire et la densité des pousses, station de Kakassituq, 1988-2009	20
Figure 8. Répartition du pergélisol, écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier	22
Figure 9. Variation des formes de relief constituées par le pergélisol, des étangs thermokarstiques et de l'étendue du pergélisol, selon trois études menées dans le Nord québécois	24
Figure 10. Expansion des aires protégées de l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier, 1922-2009.	26
Figure 11. Carte indiquant les aires protégées de l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier, mai 2009.	27
Figure 12. Complexe hydroélectrique La Grande	29
Figure 13. Superficie cumulative touchée par l'aménagement hydroélectrique du complexe La Grande, baie James, 1970-2005.....	30
Figure 14. Variation des paramètres chimiques de l'eau au cours de la première décennie, suivant la mise en eau, en raison de la décomposition de la matière organique submergée dans les réservoirs du complexe La Grande	32
Figure 15. Variation de la biomasse zooplanctonique : réservoir Robert-Bourassa	33
Figure 16. Abondance relative des poissons capturés dans le réservoir Robert-Bourassa, 1977-1996	34
Figure 17. Rendement des pêches dans le réservoir Robert-Bourassa, 1977-1996.....	34
Figure 18. Tendances dans les concentrations de mercure, de BPC et de HCH dans les poissons du Grand lac des Esclaves, 1993-2008.	38
Figure 19. Concentration de mercure chez le grand brochet dans les réservoirs du complexe La Grande, de 0 à 29 ans après la mise en eau	40
Figure 20. Tendances liées à la température par saison, 1950-2007	44
Figure 21. Variation de la quantité de précipitations, 1950-2007, par saison	45
Figure 22. Tendance du pourcentage d'années associées à une teneur élevée en glace de la neige, territoire d'hivernage de la harde de caribous de Bathurst, 1963-2006	48
Figure 23. Proportion de ménages consommant des aliments traditionnels ou prélevés dans la nature, 1999 et 2004, collectivités des Territoires du Nord-Ouest (T.N.-O.) au sein de l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier	49
Figure 24. Carte des sites de chasse utilisés pour la chasse printanière aux bernaches, Blackstone Bay, territoire Wemindji, 1979 et 2006.....	51
Figure 25. Trappeurs actifs dans la portion des Territoires du Nord-Ouest située dans la Taïga du Bouclier, 2001-2008	53
Figure 26. Aperçu de la répartition et de l'état des hardes de caribous migrateurs de la toundra dont l'aire de répartition s'étend à l'intérieur de l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier	56
Figure 27. Estimations du nombre d'individus de la harde de Bathurst, 1977-2009	56
Figure 28. Estimations du nombre d'individus de la harde de Beverly, 1971-2008.	57
Figure 29. Estimations du nombre d'individus de la harde de Qamanirjuaq, 1976-2008.....	57

Figure 30. Estimations du nombre d'individus de la harde de la rivière George, 1973-2010.	58
Figure 31. Estimations du nombre d'individus de la harde de la rivière aux Feuilles, 1975-2001.	58
Figure 32. Statut des populations locales de caribou boréal dans l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier (est).	59
Figure 33: a. Variation de l'abondance de Petit Garrot, de fuligules (<i>Aythya affinis</i> et <i>A. marila</i>), de Canard d'Amérique et de macreuses (<i>Melanitta deglandi</i> et <i>M. perspicillata</i>) et b. couples nicheurs de fuligules dans l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier ouest, pour la période 1970-2006.....	61
Figure 34. Nombre de couples nicheurs de Canard noir, de Sarcelle à ailes vertes, de fuligules (<i>Aythya affinis</i> et <i>A. marila</i>) et de Fuligule à collier dans l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier est, 1990-2006	62
Figure 35. Tendances de l'indice d'abondance annuelle pour le Quiscale rouilleux, 1966-2005.....	64
Figure 36. Tendances de l'indice de végétation par différence normalisée (IVDN), écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier, 1985-2006.....	67
Figure 37. Emplacement des grands incendies de forêt par décennies des années 1980 aux années 2000	68
Figure 38. Tendances des superficies brûlées totales par décennie dans l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier, décennie 1960 à décennie 2000.	69
Figure 39. Proportion des feux majeurs pour chaque mois de la saison des feux, par décennie.	70
Figure 40. Densité des lièvres dans trois sites de l'ouest de la Taïga du Bouclier, 1988-2008.	72

Liste des tableaux

Tableau 1. Aperçu de l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier	1
Tableau 2. Aperçu des constatations clés.....	4
Tableau 3. Augmentation et baisse des concentrations de mercure chez les poissons de niveaux trophiques différents, complexe La Grande	41
Tableau 4. Aperçu des tendances climatiques pour le Canada et pour l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier, 1950-2007	43
Tableau 5. Estimations de la valeur d'usage direct annuelle des hardes de caribous de Beverly et de Qamanirjuaq	52
Tableau 6. Tendances de l'abondance annuelle d'oiseaux terrestres sélectionnés dans les trois écozones ⁺ de la taïga,1966-2005	63



Figure 1. Carte générale de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier.

GÉNÉRALITÉS SUR L'ÉCOZONE⁺

La Taïga du Bouclier s'étend de part et d'autre de la baie d'Hudson, des Territoires du Nord-Ouest au Labrador. Cette vaste étendue peu peuplée est couverte de forêts ouvertes, de zones arbustives, de toundras et de terres humides recouvrant le bouclier précambrien. Les aménagements hydroélectriques, en particulier du côté est de la baie d'Hudson, constituent le principal facteur de stress local, malgré qu'il y a aussi des projets d'exploration et d'exploitation minières à l'échelle de l'écozone⁺. Les changements climatiques touchent l'écozone⁺ entière. Le tableau 1 donne un aperçu de l'écozone⁺.

Tableau 1. Aperçu de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier

Superficie	1 346 430 km ² (14 % du Canada)
Topographie	Forêt ouverte où dominant des conifères de petite taille, s'éclaircissant progressivement en zone arbustive et en toundra à mesure que la latitude augmente (figure 2) Environ 13 % de la superficie est couverte de terres humides ¹⁸
Climat	Le climat est très différent à l'est et à l'ouest de la baie d'Hudson, l'ouest étant plus froid et plus sec ¹⁹ : <ul style="list-style-type: none"> • Ouest : Température annuelle moyenne de -8 °C avec 200 à 500 mm de précipitations. • Est : Température annuelle moyenne de 0 °C avec 500 à 800 mm de précipitations.
Bassins fluviaux	L'ouest de la baie d'Hudson se jette dans : <ul style="list-style-type: none"> • l'océan Arctique en empruntant le bassin de la rivière Coppermine et le bassin du Mackenzie; • la baie d'Hudson en empruntant les rivières Thelon et Dubawnt et d'autres réseaux fluviaux; L'est de la Baie d'Hudson se jette dans : <ul style="list-style-type: none"> • les baies James et d'Hudson en empruntant la rivière La Grande et d'autres réseaux fluviaux; • la baie d'Ungava; • l'océan Atlantique.
Géologie	L'écozone ⁺ recouvre le bouclier précambrien; 75 % de sa surface terrestre est couverte de till La majeure partie de l'écozone ⁺ se situe entre 100 et 600 m au-dessus du niveau de la mer
Pergélisol	Pergélisol continu et discontinu à l'ouest de la baie d'Hudson Pergélisol sporadique sur la majeure partie de la Taïga du Bouclier à l'est de la baie d'Hudson
Peuplement	Région peu peuplée (42 000 habitants en 2006), comprenant un certain nombre de petites agglomérations (figure 3) L'agglomération la plus importante est Yellowknife (T.N-O.) (20 000 habitants en 2006) Les Autochtones forment environ 60 % de la population
Économie	La chasse, la pêche et le commerce de la fourrure constituent une part

	importante de l'économie salariée et non salariée de bon nombre de petites collectivités L'exploration et l'exploitation minières, les aménagements hydroélectriques, le transport et la prestation de services gouvernementaux constituent les piliers de l'économie salariée
Développement	Projets d'exploration et d'exploitation minière axés sur les métaux communs, l'or et les diamants Projets hydroélectriques en cours ou envisagés, surtout à l'est de la baie d'Hudson

Territoire : L'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier couvre les régions nordiques de cinq provinces (Terre-Neuve-et-Labrador, Québec, Manitoba, Saskatchewan et nord-est de l'Alberta) et de deux territoires (le sud du Nunavut et une partie importante des Territoires du Nord-Ouest). Environ 60 % des habitants sont des Autochtones : des nations algonquines sont établies dans la partie est (Cri de la baie James, Cri, Innu, Inuit du Labrador) et athapascanes (Inuit, Déné du Sahtu, Akaitcho, Tliche) et Métis dans l'ouest. Les structures gouvernementales autochtones et les pouvoirs qu'elles détiennent varient beaucoup d'une région à l'autre, selon le statut des ententes sur les revendications territoriales.

Division est-ouest : L'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier est séparée par la baie d'Hudson en une partie orientale et occidentale. Bien que les deux parties possèdent plusieurs caractéristiques communes, la vaste séparation géographique ainsi que la diversité du climat et l'influence des diverses instances gouvernementales nous amènent souvent à aborder chaque partie séparément.

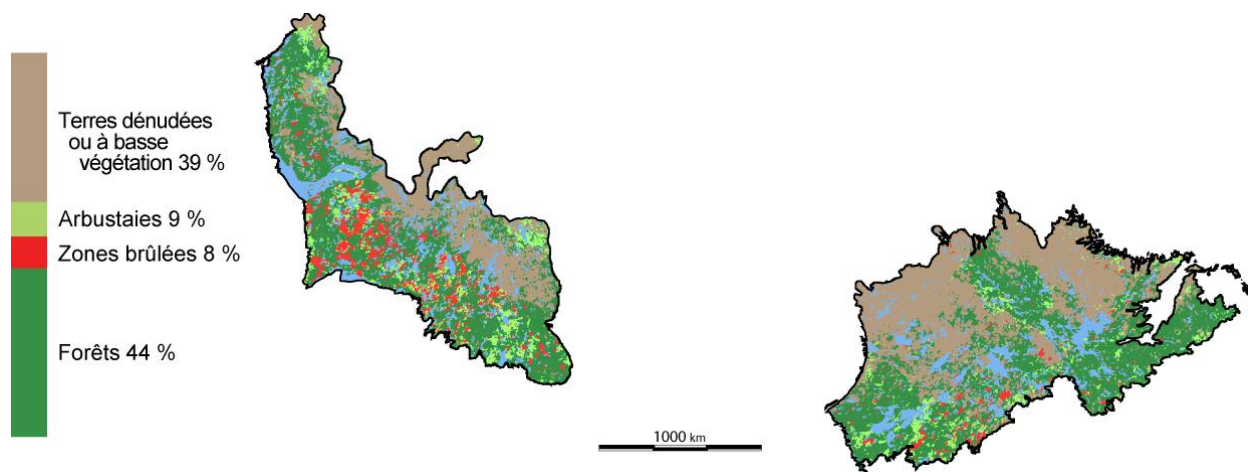


Figure 2. Couverture terrestre de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier, en 2005.
Les superficies classées zone urbanisée, zone agricole ou neige/glace/glacier sont négligeables (<0,01 %); il n'y a pas de prairies.
Les zones « perturbées » en rouge sont des brûlis récents (zones brûlées).
Source : Ahern et al., 2011¹⁶

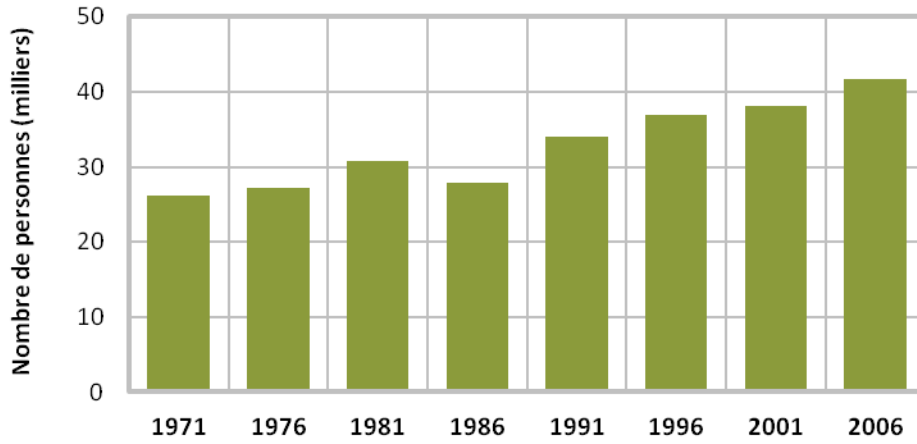


Figure 3. Tendances de la population humaine dans l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier, de 1971 à 2006.
Source : Environnement Canada, 2009²⁰

COUP D'ŒIL SUR LES CONSTATATIONS CLÉS À L'ÉCHELLE NATIONALE ET DE L'ÉCOZONE⁺

Le tableau 2 présente les constatations clés nationales tirées du rapport *Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010*³ ainsi qu'un résumé des tendances correspondantes dans l'écozone⁺ de la taïga des plaines. Les numéros de sujet renvoient aux constatations clés nationales tirées du rapport *Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010*³. Les sujets grisés ont été désignés comme étant des constatations clés au niveau national, mais elles n'étaient pas pertinentes ou n'avaient pas été évaluées pour cette écozone⁺ et n'apparaissent pas dans le corps du présent document. Les éléments probants des énoncés de ce tableau se trouvent dans le texte qui suit et sont organisées par constatation clé. Voir la préface à la page ii.

Tableau 2. Aperçu des constatations clés

Thèmes et sujets	Constatations clés : ÉCHELLE NATIONALE	Constatations clés : ÉCOZONE ⁺ DE LA TAÏGA DU BOUCLIER
THÈME : BIOMES		
1. Forêts	Sur le plan national, la superficie que couvrent les forêts a peu changé depuis 1990; sur le plan régional, la réduction de l'aire des forêts est considérable à certains endroits. La structure de certaines forêts du Canada, y compris la composition des espèces, les classes d'âge et la taille des étendues forestières intactes, a subi des changements sur des périodes de référence plus longues.	Bien qu'il y ait certaines preuves de l'expansion des forêts vers le nord et vers le sommet des versants dans l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier est, la majorité des changements observés touchent la structure et la composition des espèces végétales dans la zone forêt-toundra.
2. Prairies	L'étendue des prairies indigènes n'est plus qu'une fraction de ce qu'elle était à l'origine. Bien qu'à un rythme plus lent, la disparition des prairies se poursuit dans certaines régions. La santé de bon nombre de prairies existantes a également été compromise par divers facteurs de stress.	Sujet non pertinent
3. Milieux humides	La perte de milieux humides a été importante dans le sud du Canada; la destruction et la dégradation continuent sous l'influence d'une gamme étendue de facteurs de stress. Certains milieux humides ont été restaurés ou sont en cours de restauration.	Aucune information sur la tendance globale. Les étangs sont de plus en plus nombreux dans certaines parties du Québec et du Manitoba en raison de la fonte de tourbières gelées.

Thèmes et sujets	Constatations clés : ÉCHELLE NATIONALE	Constatations clés : ÉCOZONE⁺ DE LA TAÏGA DU BOUCLIER
4. Lacs et cours d'eau	<p>Au cours des 40 dernières années, parmi les changements influant sur la biodiversité qui ont été observés dans les lacs et les cours d'eau du Canada, on compte des changements saisonniers des débits, des augmentations de la température des cours d'eau et des lacs, la baisse des niveaux d'eau et la perte et la fragmentation d'habitats.</p>	<p>Les changements hydrologiques qui affectent les cours d'eau non aménagés varient sur l'ensemble de l'écozone⁺. Les cours d'eau de l'ouest de l'écozone⁺ font partie du bassin du fleuve Mackenzie, lequel a connu globalement une augmentation du débit liée au climat (1970-2000), alors que dans la partie est, la majorité des cours d'eau se déversent dans la baie d'Hudson et la baie James, lesquelles n'ont connu aucun changement net de l'apport total en eau douce (1964-2010). Depuis 1973, la construction de barrages et le détournement de cours d'eau ont entraîné des changements importants dans les modèles d'écoulement saisonniers de plusieurs rivières, en particulier celles qui se déversent dans la baie James.</p>
5. Zones côtières	<p>Les écosystèmes côtiers, par exemple les estuaires, les marais salés et les vasières, semblent sains dans les zones côtières moins développées, même s'il y a des exceptions. Dans les zones développées, l'étendue des écosystèmes côtiers diminue, et leur qualité se détériore en raison de la modification de l'habitat, de l'érosion et de l'élévation du niveau de la mer.</p>	<p>Les écosystèmes côtiers sont situés le long de la baie James, de la baie d'Hudson, de la baie d'Ungava et de l'océan Atlantique. On a trouvé peu d'information quant à l'état et aux tendances des écosystèmes côtiers aux fins du présent rapport. La région de la baie d'Hudson présente un taux élevé de relèvement isostatique, ce qui signifie que de nouveaux sols et de nouvelles zones de végétation sont en train de se former. Les herbiers à zostères, dont la présence était autrefois importante le long de la côte de la baie James, ont diminué rapidement à la fin des années 1990, quelque peu en voie de rétablissement jusqu'en 2011.</p>

Thèmes et sujets	Constatations clés : ÉCHELLE NATIONALE	Constatations clés : ÉCOZONE⁺ DE LA TAÏGA DU BOUCLIER
6. Zones marines	Les changements observés sur le plan de la biodiversité marine au cours des 50 dernières années sont le résultat d'une combinaison de facteurs physiques et d'activités humaines comme la variabilité océanographique et climatique et la surexploitation. Bien que les populations de certains mammifères marins se soient rétablies à la suite d'une surexploitation par le passé, de nombreuses espèces de pêche commerciale ne se sont toujours pas rétablies.	Sujet non pertinent
7. La glace dans l'ensemble des biomes	La réduction de l'étendue et de l'épaisseur des glaces marines, le réchauffement et le dégel du pergélisol, l'accélération de la perte de masse des glaciers et le raccourcissement de la durée des glaces lacustres sont observés dans tous les biomes du Canada. Les effets sont visibles à l'heure actuelle dans certaines régions et sont susceptibles de s'étendre; ils touchent à la fois les espèces et les réseaux trophiques.	On observe une fonte rapide des tourbières gelées dans les zones de pergélisol sporadique et discontinu du Québec et du Manitoba, et il y a eu un déplacement de 130 km vers le nord de la limite méridionale des caractéristiques des paysages façonnés par le pergélisol au Québec au cours des 50 dernières années environ.
THÈME : INTERACTIONS HUMAINS-ÉCOSYSTÈMES		
8. Aires protégées	La superficie et la représentativité du réseau d'aires protégées ont augmenté ces dernières années. Dans bon nombre d'endroits, la superficie des aires protégées est bien au-delà de la valeur cible de 10 % qui a été fixée par les Nations Unies. Elle se situe en deçà de la valeur cible dans les zones fortement développées et dans les zones océaniques.	En 2009, une portion de 7 % de l'écozone ⁺ était protégée, dont la quasi-totalité se trouvait dans des réserves et des parcs provinciaux et territoriaux.
9. Intendance	Les activités d'intendance au Canada, qu'il s'agisse du nombre et du type d'initiatives ou des taux de participation, sont à la hausse. L'efficacité d'ensemble de ces activités en ce qui a trait à la préservation et à l'amélioration de la biodiversité et de la santé des écosystèmes n'a pas été entièrement évaluée.	Les Autochtones représentent environ 60 % de la population de la Taïga du Bouclier, et nombre d'entre eux suivent des approches traditionnelles en matière d'intendance. Ces approches varient entre les cultures et les régions, mais elles ont en commun des systèmes fondés sur le respect des animaux et la connaissance approfondie du territoire.

Thèmes et sujets	Constatations clés : ÉCHELLE NATIONALE	Constatations clés : ÉCOZONE⁺ DE LA TAÏGA DU BOUCLIER
Conversion des écosystèmes*	La conversion des écosystèmes a été désignée initialement comme une constatation clé récurrente à l'échelle nationale, et des renseignements ont été compilés et évalués par la suite pour l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier. Dans la version définitive du rapport national ³ , des renseignements liés à la conversion des écosystèmes ont été intégrés à d'autres constatations clés. Ces renseignements sont conservés en tant que constatation clé distincte pour l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier.	La plus importante conversion de terres dans l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier est due à l'inondation de terres pour des aménagements hydroélectriques dans le Nord québécois. Pour l'aménagement du complexe La Grande, environ 2 000 km ² de zones lacustres et 11 000 km ² de terres ont été convertis en réservoirs depuis les années 1970. Environ 6 000 km ² de forêts ont été perdus en raison de la conversion en réservoirs ou en terres destinées aux infrastructures. Les réservoirs ont subi des changements sur le plan de la composition chimique de l'eau, du plancton et des populations de poissons, et une stabilisation a été observée après environ 10 ans. D'autres conversions de terres sont prévues pour des aménagements hydroélectriques.
10. Espèces non indigènes envahissantes	Les espèces non indigènes envahissantes sont un facteur de stress important en ce qui concerne le fonctionnement, les processus et la structure des écosystèmes des milieux terrestres, des milieux d'eau douce et d'eau marine. Leurs effets se font sentir de plus en plus à mesure que leur nombre augmente et que leur répartition géographique progresse.	L'accès routier limité ainsi que les hivers rigoureux et longs ont jusqu'à maintenant tenu la plupart des espèces envahissantes à l'écart de la Taïga du Bouclier. Quelques espèces d'oiseaux et de végétaux ont été trouvées, principalement à proximité de Yellowknife.
11. Contaminants	Dans l'ensemble, les concentrations d'anciens contaminants dans les écosystèmes terrestres et dans les écosystèmes d'eau douce et d'eau marine ont diminué au cours des 10 à 40 dernières années. Les concentrations de beaucoup de nouveaux contaminants sont en progression dans la faune; les teneurs en mercure sont en train d'augmenter chez certaines espèces sauvages de certaines régions.	Les concentrations d'anciens contaminants dans le Grand lac des Esclaves sont stables ou en baisse, tandis que la concentration de mercure a augmenté (1993-2008). La concentration de mercure dans le poisson a connu une augmentation de l'ordre de 3 à 8 fois après la création des réservoirs du complexe La Grande, atteignant un sommet après 5 à 13 ans avant de revenir aux concentrations de fond de 10 à 35 ans après l'inondation.

* Cette constatation clé n'est pas numérotée, car elle ne correspond pas à une constatation clé provenant du rapport national³.

Thèmes et sujets	Constatations clés : ÉCHELLE NATIONALE	Constatations clés : ÉCOZONE⁺ DE LA TAÏGA DU BOUCLIER
12. Charge en éléments nutritifs et efflorescences algales	Les apports d'éléments nutritifs aux systèmes d'eau douce et marins, et plus particulièrement dans les paysages urbains ou dominés par l'agriculture, ont entraîné la prolifération d'algues qui peuvent être nuisibles ou nocives. Les apports d'éléments nutritifs sont en hausse dans certaines régions et en baisse dans d'autres.	Les principaux apports anthropiques d'éléments nutritifs aux écosystèmes d'eau douce sont attribuables à l'inondation et à la création de réservoirs pour les aménagements hydroélectriques.
13. Dépôts acides	Les seuils d'incidence écologique des dépôts acides, notamment ceux des pluies acides, sont dépassés dans certaines régions; les émissions acidifiantes sont en hausse dans diverses parties du pays et la récupération sur le plan biologique ne se déroule pas au même rythme que la réduction des émissions dans d'autres régions.	Sujet non considéré comme étant une source de préoccupation pour cette écozone ⁺
14. Changements climatiques	L'élévation des températures partout au Canada ainsi que la modification d'autres variables climatiques au cours des 50 dernières années ont eu une incidence directe et indirecte sur la biodiversité dans les écosystèmes terrestres et dans les écosystèmes d'eau douce et d'eau marine.	La couverture et la distribution des données sur les tendances climatiques présentent des lacunes pour cette écozone ⁺ . Les températures ont affiché une tendance à la hausse, tandis que les tendances liées aux précipitations étaient variables; la durée d'enneigement a diminué aux trois stations où des mesures ont été prises. Les répercussions écologiques les plus évidentes sont associées aux changements touchant le pergélisol dans le sud et l'est de l'écozone ⁺ , ainsi qu'aux changements sur le plan de l'hydrologie. Certaines indications semblent pointer vers d'autres répercussions; par exemple, il est possible que les caribous soient touchés par l'augmentation de la teneur en glace de la neige.

Thèmes et sujets	Constatations clés : ÉCHELLE NATIONALE	Constatations clés : ÉCOZONE⁺ DE LA TAÏGA DU BOUCLIER
15. Services écosystémiques	Le Canada est bien pourvu en milieux naturels qui fournissent des services écosystémiques dont dépend notre qualité de vie. Dans certaines régions où les facteurs de stress ont altéré le fonctionnement des écosystèmes, le coût pour maintenir les écoservices est élevé, et la détérioration de la quantité et de la qualité des services écosystémiques ainsi que de leur accès est évidente.	Les services offerts sont importants pour les économies monétaire et non monétaire au sein de la Taïga du Bouclier ainsi que pour les cultures, l'alimentation et le bien-être général. Des cas de détérioration des services fournis ont été associés au déclin marqué de populations de caribous, aux changements environnementaux modifiant l'accès à la pêche et à la chasse, à la contamination du poisson par le mercure et aux changements comportementaux des espèces sauvages.
THÈME : HABITATS, ESPÈCES SAUVAGES ET PROCESSUS ÉCOSYSTÉMIQUES		
Paysages terrestres et aquatiques intacts*	Les paysages terrestres et aquatiques intacts ont été désignés initialement comme une constatation clé récurrente à l'échelle nationale, et des renseignements ont été compilés et évalués par la suite pour l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier. Dans la version définitive du rapport national ³ , des renseignements liés aux paysages terrestres et aquatiques intacts ont été intégrés à d'autres constatations clés. Ces renseignements sont conservés en tant que constatation clé distincte pour l'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier.	L'écozone ⁺ de la Taïga du Bouclier est un écosystème en grande partie intact. Compte tenu du taux actuel d'activité humaine, les changements liés à l'habitat sont locaux et se limitent à certains sites. Cependant, leur empreinte cumulative est de plus en plus importante et les préoccupations sont en hausse.
16. Paysages agricoles servant d'habitat	Le potentiel des paysages agricoles à soutenir la faune au Canada a diminué au cours des 20 dernières années, principalement en raison de l'intensification des activités agricoles et de la perte de couverture terrestre naturelle et semi-naturelle.	Sujet non pertinent

* Cette constatation clé n'est pas numérotée, car elle ne correspond pas à une constatation clé provenant du rapport national³.

Thèmes et sujets	Constatations clés : ÉCHELLE NATIONALE	Constatations clés : ÉCOZONE⁺ DE LA TAÏGA DU BOUCLIER
17. Espèces présentant un intérêt économique, culturel ou écologique particulier	De nombreuses espèces d'amphibiens, de poissons, d'oiseaux et de grands mammifères présentent un intérêt économique, culturel ou écologique particulier pour les Canadiens. La population de certaines espèces diminue sur le plan du nombre et de la répartition, tandis que chez d'autres, elle est soit stable ou en pleine santé ou encore en plein redressement.	La plupart des hardes migratrices de la toundra sont en déclin, et une harde (Bathurst) a diminué de façon importante au cours des dernières années. Trois populations locales de caribou boréal au Labrador sont en baisse, tandis que d'autres populations de l'écozone ⁺ sont associées à des tendances stables ou inconnues. Certaines espèces de sauvagine sont en déclin dans la Taïga du Bouclier ouest, en particulier les fuligules (diminution de 63 % depuis les années 1970) et le Canard d'Amérique, alors que les tendances sont plus stables dans la partie est de l'écozone ⁺ . Un déplacement de l'aire de répartition vers le nord a été observé dans la Taïga du Bouclier ouest pour plusieurs espèces, notamment le cerf de Virginie, le coyote et le bison des bois.
18. Productivité primaire	La productivité primaire a augmenté dans plus de 20 % du territoire végétalisé au Canada au cours des 20 dernières années et elle a également augmenté dans certains écosystèmes d'eau douce. L'ampleur et la période de productivité primaire changent dans tout l'écosystème marin.	La télédétection indique une augmentation de l'activité végétale, 36 % du territoire présentant une augmentation considérable (période 1986-2006) sur le plan de l'indice de végétation par différence normalisée (IVDN), un indice de productivité primaire.

Thèmes et sujets	Constatations clés : ÉCHELLE NATIONALE	Constatations clés : ÉCOZONE⁺ DE LA TAÏGA DU BOUCLIER
19. Perturbations naturelles	La dynamique des régimes de perturbations naturelles, notamment les incendies et les vagues d'insectes indigènes, est en train de modifier et de refaçonner le paysage. La nature et le degré du changement varient d'un endroit à l'autre.	La superficie brûlée a augmenté à partir des années 1960 jusqu'aux années 1990, avant de connaître une baisse (jusqu'à maintenant) dans les années 2000. Les variations décennales de la superficie brûlée peuvent être liées aux marées atmosphériques à grande échelle. Certaines observations semblent indiquer que les saisons des feux sont plus précoces : on a noté une augmentation des feux en mai, ceux-ci étant passés de zéro dans les années 1960 à 2,4 % des feux dans les années 1990. Peu de renseignements ont été trouvés sur le plan des infestations d'insectes, lesquelles représentent une perturbation forestière moins importante que les feux dans cette écozone ⁺ .
20. Réseaux trophiques	Des changements profonds dans les relations entre les espèces ont été observés dans des milieux terrestres et dans des milieux d'eau douce et d'eau marine. La diminution ou la disparition d'éléments importants des réseaux trophiques a considérablement altéré certains écosystèmes.	Les cycles des populations sont une composante importante de ce système. De nombreuses espèces sont migratrices ou à la limite de leur aire de répartition, ce qui les rend vulnérables aux pressions dans d'autres régions plus perturbées. La surveillance est insuffisante pour déterminer les tendances et pour suivre les effets des changements observés dans un groupe d'espèces sur d'autres composantes de l'écosystème.
THÈME : INTERFACE SCIENCE-POLITIQUE		
21. Surveillance de la biodiversité, recherche, gestion de l'information et communication des résultats	Les renseignements de surveillance recueillis sur une longue période, normalisés, complets sur le plan spatial et facilement accessibles, complétés par la recherche sur les écosystèmes, fournissent les constatations les plus utiles pour les évaluations de l'état et des tendances par rapport aux politiques. L'absence de ce type d'information dans de nombreux secteurs a gêné l'élaboration de la présente évaluation.	Il y a peu d'activités de surveillance sur le terrain ou à long terme des systèmes physiques au sein de la Taïga du Bouclier. La situation de certaines espèces clés (p. ex., caribou de la toundra) est surveillée, mais on en sait peu sur l'état et les tendances liés à la plupart des espèces animales et végétales; on en sait également peu sur la résilience aux facteurs de stress et sur les effets des changements sur de nombreux aspects des écosystèmes. Certaines forces et lacunes sont établies.

Thèmes et sujets	Constatations clés : ÉCHELLE NATIONALE	Constatations clés : ÉCOZONE⁺ DE LA TAÏGA DU BOUCLIER
22. Changements rapides et seuils	La compréhension grandissante des changements rapides et inattendus, des interactions et des seuils, en particulier en lien avec les changements climatiques, indique le besoin d'une politique qui permet de répondre et de s'adapter rapidement aux indices de changements environnementaux afin de prévenir des pertes de biodiversité majeures et irréversibles.	Deux exemples de changement rapide sont présentés : le déclin accéléré d'au moins une population de caribou migrateur de la toundra au cours des dernières années, et la fonte rapide du pergélisol dans les tourbières de la Taïga du Bouclier est.

THÈME : BIOMES

Constatation clé 1

Thème Biomes

Forêts

Constatation clé à l'échelle nationale

Sur le plan national, la superficie que couvrent les forêts a peu changé depuis 1990; sur le plan régional, la réduction de l'aire des forêts est considérable à certains endroits. La structure de certaines forêts du Canada, y compris la composition des espèces, les classes d'âge et la taille des étendues forestières intactes, a subi des changements sur des périodes de référence plus longues.

Zone forêt-toundra

La limite nord de la Taïga du Bouclier est définie par la limite des arbres, laquelle n'est pas une ligne nette où se terminent les arbres, mais plutôt une zone de transition allant de peuplements de plus en plus clairsemés jusqu'à la toundra. L'image qui émerge de cette zone de forêt-toundra, qui ne constitue pas un prolongement uniforme de la limite des arbres, en est une de changement.

Ouest de la Baie d'Hudson

En moyenne, la zone forêt-toundra atteint une largeur de 145 km dans la Taïga du Bouclier ouest²¹. La présence ou l'absence d'arbres à certains endroits dans cette zone de transition dépend du microclimat et de la topographie²² ainsi que des conditions climatiques dans le passé²³. Une analyse de la zone de la limite des arbres pour le Canada, à l'ouest de la baie d'Hudson (y compris la zone de la limite des arbres dans les écozones⁺ de la Taïga des plaines et de la Taïga de la Cordillère) ne montre aucune augmentation nette des conifères, mais des changements significatifs d'autres types de couverture terrestre (voir l'encadré ci-dessous).

Est de la baie d'Hudson

Dans la partie québécoise de la Taïga du Bouclier est, les arbres de la zone forêt-toundra ont poussé plus vite et davantage depuis les années 1970²⁴, mais la répartition des arbres n'a pas changé de façon significative²⁵, bien que les épinettes blanches soient depuis peu (au cours des 50 dernières années) présentes le long de la côte est de la baie d'Hudson²⁶. Au Labrador, les limites des arbres se sont déplacées au cours des 50 dernières années vers le nord et vers le sommet des versants, mais elles ne se sont pas déplacées vers les terres intérieures²⁷.

La zone forêt-toundra à l'ouest de la baie d'Hudson

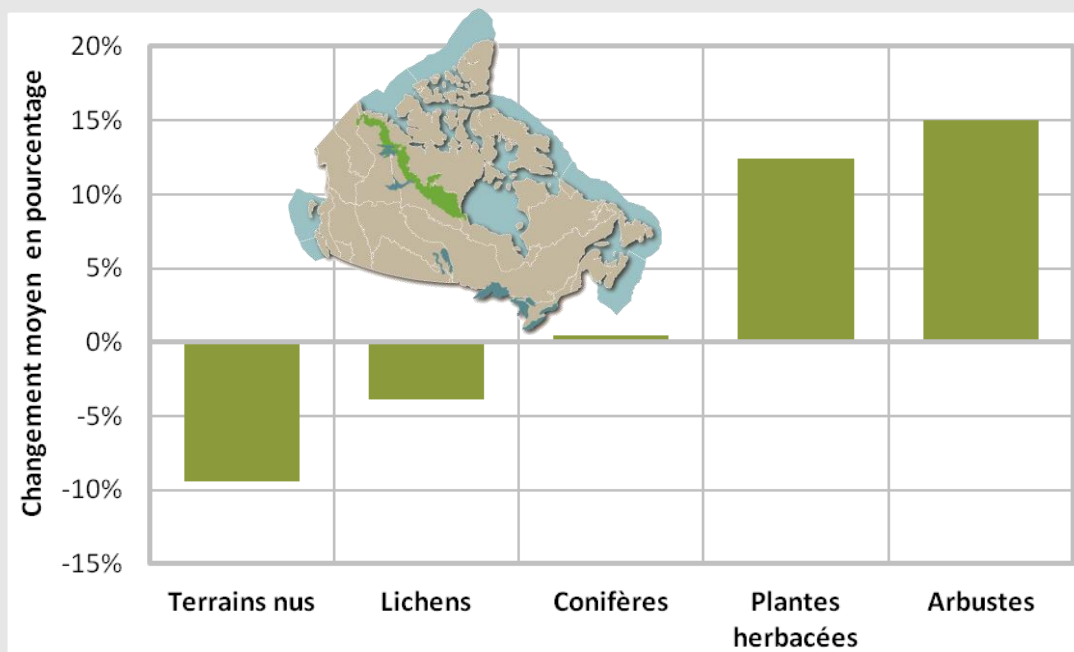


Figure 4. Changements de végétation dans la zone de la limite des arbres, à l'ouest de la baie d'Hudson, durant la période 1985-2006.

Changement moyen sur 22 ans basé sur l'analyse d'images obtenues par satellite au début du printemps et au cours de l'été.

La carte accompagnant le diagramme présente la région analysée; d'après Olthof et Pouliot²⁸.
Source : données de Olthof et Pouliot, 2010²⁸

Une étude réalisée à l'aide de l'imagerie satellitaire en vue d'examiner les tendances récentes dans la zone de la limite des arbres à l'ouest de la baie d'Hudson a permis d'observer une faible augmentation nette du couvert arboré, mais des changements importants ont été observés sur le plan de la couverture végétale (figure 4)²⁸. Le couvert arboré a augmenté dans la moitié septentrionale de la zone, mais cette augmentation a été en grande partie contrebalancée par une diminution du couvert arboré dans la moitié méridionale. Les changements étaient plus prononcés dans la partie ouest de la Taïga du Bouclier, en particulier à l'ouest du delta du Mackenzie, probablement en raison des conditions plus sèches dues à la tendance marquée au réchauffement observée dans ces régions²⁹. Les changements les plus importants qui ont été observés étaient une augmentation du couvert arbustif et, dans la partie nord-ouest de la zone de la limite des arbres, le remplacement du lichen et de la terre nue par de petits végétaux non ligneux (herbacées).

Milieus humides

Constatation clé à l'échelle nationale

La perte de milieux humides a été importante dans le sud du Canada; la destruction et la dégradation continuent sous l'influence d'une gamme étendue de facteurs de stress. Certains milieux humides ont été restaurés ou sont en cours de restauration.

Les terres humides couvrent environ 13 % de la superficie de la Taïga du Bouclier¹⁸. On ne connaît pas la tendance globale mais, dans certaines parties du Québec et du Manitoba, et probablement ailleurs dans la Taïga du Bouclier, on observe une expansion des étangs due à la fonte des tourbières gelées (voir la section Tendances liées au pergélisol à la page 21). Cette expansion est liée aux changements qui affectent les régimes de température et de précipitation. Par ailleurs, les aménagements hydroélectriques dans le nord québécois ont entraîné une certaine réduction des terres humides (voir Conversion des écosystèmes sur la page 28).

La contraction des tourbières oligotrophes (crêtes étroites et basses, des dépressions mouillées ou des mares étant intercalées entre celles-ci) à proximité du plateau lacustre du Québec est un des cas démontrés de changement lié à l'aménagement hydroélectrique à l'est de la baie James. Les terres humides de cette région procurent un habitat aux oiseaux de rivage et aux pygargues à tête blanche³⁰. Les projets d'expansion des complexes hydroélectriques de la baie James (Québec)³¹ et de la rivière Churchill (Terre-Neuve-et-Labrador)³² devraient se matérialiser au cours des prochaines années, ce qui aura sans doute un impact sur les terres humides de la partie est de la Taïga du Bouclier, d'autant plus que ces projets prévoient la construction de deux grands réservoirs et la dérivation de la moitié du débit de la rivière Rupert.

Lacs et cours d'eau

Constatation clé à l'échelle nationale

Au cours des 40 dernières années, parmi les changements influant sur la biodiversité qui ont été observés dans les lacs et les cours d'eau du Canada, on compte des changements saisonniers des débits, des augmentations de la température des cours d'eau et des lacs, la baisse des niveaux d'eau et la perte et la fragmentation d'habitats.

Les changements hydrologiques qui affectent les cours d'eau non aménagés varient sur l'ensemble de l'écozone⁺. Les cours d'eau de l'ouest de l'écozone⁺ font partie du bassin du fleuve Mackenzie, lequel a connu globalement une augmentation du débit liée au climat (1970-2000), alors que dans la partie est, la majorité des cours d'eau se déversent dans la baie d'Hudson et la baie James, lesquelles n'ont connu aucun changement net de l'apport total en eau douce (1964-2010). Depuis 1973, la construction de barrages et le détournement de cours d'eau ont entraîné des changements importants dans les modèles d'écoulement saisonniers de plusieurs rivières, en particulier celles qui se déversent dans la baie James.

Tendances régionales

Les tendances à grande échelle influant sur l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier sont les suivantes :

Bassin du fleuve Mackenzie – De 1970 à 2000, augmentation du débit hivernal annuel et du débit minimal annuel, et débit de pointe printanier plus hâtif. Légère baisse du débit au début de l'été et tard à l'automne, de même que du débit moyen annuel. Ces tendances correspondent à des hivers et à des printemps plus doux, à une diminution des chutes de neige et à une hausse de la pluviosité printanière³³.

Bassin de la baie d'Hudson – Les débits se déversant dans le bassin ont diminué du milieu des années 1960 au milieu des années 1980, cette période étant suivie par une période de débits relativement élevés et une tendance à la hausse (figure 5). Il n'est pas clair dans quelle mesure ces tendances sont liées aux changements climatiques et/ou aux oscillations climatiques décennales³⁴. Bien que le débit total n'ait présenté aucune tendance sur l'ensemble de la période, l'écoulement fluvial a augmenté pendant l'hiver et diminué pendant l'été, de 1964 à 2008. Ce décalage saisonnier est attribué à la forte influence qu'exerce une régularisation des débits de plus en plus grande dans ce bassin : l'eau stockée au printemps et à l'été est libérée pendant l'hiver pour la production d'énergie³⁴.

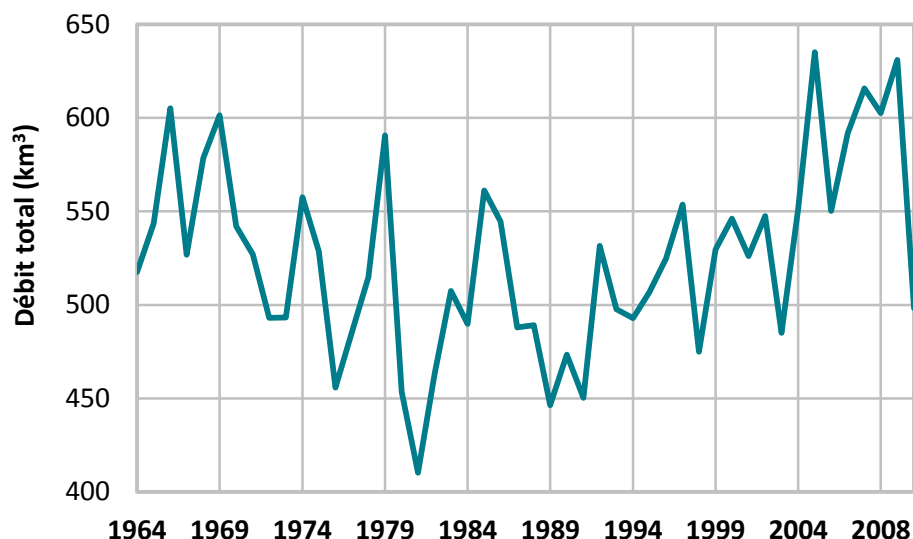


Figure 5. Débit annuel total des cours d'eau se déversant dans la baie d'Hudson et la baie James, 1964-2010. Le débit total est estimé d'après les données sur 23 rivières, y compris la rivière La Grande dont le débit est régularisé.

Source : Déry et al., 2011³⁴; les données de 2009 et 2010 ont été fournies par S.J. Déry

Tendances dans l'écozone⁺ – Cours d'eau avec régime d'écoulement naturel

Cette section est fondée sur les analyses à l'échelle du Canada effectuées par Cannon *et al.* 2011³⁵ pour le rapport sur l'état et les tendances des écosystèmes en 2010.

Dans les parties est et ouest de la Taïga du Bouclier, les registres hydrométriques sont rares et portent souvent sur des périodes trop courtes pour permettre de déceler des tendances. Seulement deux stations hydrométriques (Camsell River, dans les Territoires du Nord-Ouest, et Seal River, au Manitoba) ont enregistré des données sur les débits et les conditions climatiques (1961-2003) qui sont suffisantes pour nous permettre d'analyser les tendances du cycle annuel³⁵. Dans les deux cas, on observe une augmentation appréciable du débit au cours de l'année, sauf au printemps (la figure 6 montre le débit de la rivière Camsell). Ce changement pourrait être dû à l'augmentation des précipitations combinée à la hausse des températures hivernales et printanières enregistrées près de ces cours d'eau³⁵.

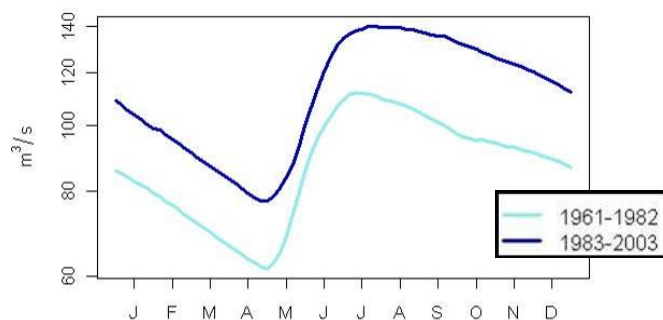


Figure 6. Changement du débit de la rivière Camsell, 1961-1982, comparé à la période 1983-2003. Analyse comparative de 73 périodes de 5 jours chacune, sur la durée du cycle annuel. Source : Whitfield et al. 2010³⁵

Tendances dans l'écozone⁺ – Cours d'eau avec régime d'écoulement aménagé

Plusieurs projets d'aménagement hydroélectrique, principalement dans la partie est de l'écozone⁺, ont modifié le régime d'écoulement des cours d'eau depuis les années 70. Le projet hydroélectrique québécois de La Grande (baie James) a modifié en profondeur un certain nombre de rivières de l'est de la Taïga du Bouclier. La construction du complexe s'est déroulée en deux phases, soit de 1973 à 1985, et de 1987 à 1996. Trois cours d'eau – l'Eastmain, l'Opinaca et la Caniapiscou – ont été détournés vers la rivière La Grande. Conséquemment, le débit moyen annuel à l'embouchure de La Grande a doublé et le débit hivernal moyen a été multiplié par plus de dix³⁰.

Les changements des milieux estuariens, côtiers et marins à cause de l'expansion du panache d'eau douce sous la glace de la rivière La Grande³⁶ (voir Zones côtières à la page 18) constituent une des principales répercussions de ces détournements.

Le rendement des pêches a fluctué après la mise en place des détournements, mais, de façon générale, le rendement s'est stabilisé à des niveaux supérieurs aux niveaux observés dans des conditions naturelles ou près de ces niveaux³⁷. Généralement, la composition et le taux de croissance des espèces de poissons dans les rivières à débit réduit étaient semblables avant et après que le débit ne soit réduit.

Voici quelques-uns des changements des populations de poissons dans les rivières où le débit a été modifié :

- rivière La Grande : déplacement d'espèces qui ne tolèrent pas l'eau froide – le doré jaune (*Sander vitreus*) et le cisco ou corégone (*Coregonus sp.*) – par des espèces qui tolèrent l'eau froide – le ménomini rond (*Prosopium cylindraceum*) et l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*)³⁷. La température maximale moyenne de l'eau de la rivière pendant l'été a baissé de 16 °C à 8 °C à la suite des aménagements³⁷.
- rivière Eastmain : le nombre d'esturgeons jaunes (*Acipenser fulvescens*) a diminué, en lien avec la baisse du débit et la fragmentation de l'habitat causées par les déversoirs^{37, 38}. La pression de la pêche pourrait aussi avoir été un facteur dans ce déclin³⁷. Selon l'évaluation du COSEPAC en 2005, qui a été confirmée en 2006, la situation de la population d'esturgeons jaunes de la baie James est considérée comme préoccupante³⁸. L'évaluation mentionne des déclin de l'habitat et des déclin possibles de l'abondance, en lien avec les aménagements hydroélectriques existants et projetés.

Les changements touchant les poissons dans les réservoirs sont abordés à la section Barrages et réservoirs (p. 28).

Constatation clé 5

Thème Biomes

Zones côtières

Constatation clé à l'échelle nationale

Les écosystèmes côtiers, par exemple les estuaires, les marais salés et les vasières, semblent sains dans les zones côtières moins développées, même s'il y a des exceptions. Dans les zones développées, l'étendue des écosystèmes côtiers diminue, et leur qualité se détériore en raison de la modification de l'habitat, de l'érosion et de l'élévation du niveau de la mer.

L'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier est présente des côtes le long de la baie James, de la baie d'Hudson, de la baie d'Ungava et de l'océan Atlantique. On a trouvé peu d'information quant à l'état et aux tendances des écosystèmes côtiers aux fins du présent rapport. La région de la baie James et de la baie d'Hudson présente un taux élevé de relèvement isostatique, ce qui signifie que de nouveaux sols et de nouvelles zones de végétation sont en train de se former. Les herbiers à zostères, dont la présence était autrefois importante le long de la côte de la baie James, ont diminué rapidement à la fin des années 1990, quelque peu en voie de rétablissement jusqu'en 2011³⁹.

Une réduction marquée des zostères marines (*Zostera marina*) le long de la côte de la baie James a été signalée en 1998 par les Cris qui habitent la région; cette réduction a aussi été détectée au cours de la surveillance réalisée par Hydro-Québec⁴⁰. En 2004, les données de surveillance indiquaient qu'un certain rétablissement était en cours, confirmé par plus de surveillance en 2009 (figure 7)⁴¹ et 2011³⁹.

Avant leur déclin rapide observé en 1998 en termes de densité et de biomasse, les herbiers à zostères étaient parmi les plus importants en Amérique du Nord; ils étaient distribués le long de la côte est de la baie James, occupaient une superficie de 250 km² et se retrouvaient à des

profondeurs de 0,5 à 4 m⁴² (figure 7). Les zostères marines de la baie James servent d'abri pour des petits poissons et des invertébrés, et elles fournissent un habitat et de la nourriture à certaines espèces de sauvagine en migration ou en hivernage (en particulier la Bernache du Canada [*Branta canadensis*] et la Bernache cravan [*Branta bernicla*]); de plus, les zostères marines représentent des aires d'alimentation pour la Sterne arctique^{43, 44, 45}. La répartition et la croissance de la zostère marine varient en fonction de la salinité⁴⁵; une faible salinité ou des températures élevées peuvent rendre les zostères marines vulnérables aux maladies⁴³.



Figure 7. Diminution des zostères marines dans la baie James : exemple des résultats de surveillance pour la biomasse foliaire et la densité des pousses, station de Kakassituq, 1988-2009.

Des échantillons ont été prélevés à plusieurs profondeurs à six sites – cette figure présente les résultats types obtenus à toutes les profondeurs pour cinq des six sites. Le sixième site (la baie Dead Duck, la station située le plus au sud de l'embouchure de la rivière La Grande) n'a mesuré aucun changement.

Source : GENIVAR, 2009⁴¹

Les hypothèses émises pour expliquer le déclin comprennent :

1. une épidémie déclenchée par des températures estivales et hivernales exceptionnellement élevées, ainsi que des changements sur la côte dus au relèvement isostatique et à d'autres changements liés au réchauffement climatique⁴⁰;
2. un taux de croissance et de survie altéré en raison d'une diminution de la salinité des eaux de la baie James découlant des déversements plus fréquents et plus importants d'eau douce en provenance de la rivière La Grande (dus aux détournements, voir la section Barrages et réservoirs Tendances dans l'écozone⁺ – Cours d'eau avec régime d'écoulement naturel à la page 28)⁴⁵.

À partir de 2011, vastes herbiers à zostères sont visibles à plusieurs endroits le long de la Baie James. Par contre, la distribution et l'abondance des zostères marines ne sont toujours pas rétablis comparé aux niveaux pré-déclin, et le rétablissement n'est pas uniforme le long de la côte³⁹.

Constatation clé 7

Thème Biomes

La glace dans l'ensemble des biomes

Constatation clé à l'échelle nationale

La réduction de l'étendue et de l'épaisseur des glaces marines, le réchauffement et le dégel du pergélisol, l'accélération de la perte de masse des glaciers et le raccourcissement de la durée des glaces lacustres sont observés dans tous les biomes du Canada. Les effets sont visibles à l'heure actuelle dans certaines régions et sont susceptibles de s'étendre; ils touchent à la fois les espèces et les réseaux trophiques.

Tendance liée à la glace lacustre

Une analyse réalisée entre 1970 et 2004 et portant sur sept grands lacs situés dans l'écozone⁺ ou en bordure de celle-ci a montré des tendances variables en ce qui a trait au moment de la prise de la glace et de la débâcle, avec peu de variations statistiquement significatives⁴⁶. Les tendances nationales traduisent une débâcle plus hâtive de la glace des lacs, tandis que les tendances liées au moment de la prise des glaces sont moins constantes (des années 1960 ou 1970 aux années 1990, quand une grande partie de la surveillance de la glace des lacs a été interrompue)¹⁷.

Tendances liées au pergélisol

Le pergélisol fond rapidement dans la Taïga du Bouclier est, ce qui entraîne un changement sur le plan du paysage, celui-ci passant d'un écosystème sec composé de bruyères à lichens, d'épinettes noires et d'étangs dispersés, à un écosystème plus humide composé d'étangs et caractérisé par une végétation de tourbière^{47, 48, 49}. En plus de modifier l'habitat, ces changements ont une incidence sur le flux de carbone puisque la fonte des tourbières et la formation d'étangs libèrent du carbone dans l'atmosphère, tandis que la transition subséquente en végétation de tourbière stocke du carbone. Le pergélisol se dégrade également dans le nord du Manitoba (d'après des enquêtes menées sur le terrain au cours de la deuxième moitié du XX^e siècle)⁵⁰. Il

est probable que cette tendance soit également de plus en plus répandue dans la Taïga du Bouclier ouest, bien qu'aucune donnée ne soit disponible à ce sujet.

La répartition du pergélisol à grande échelle dans l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier diffère entre les régions situées à l'est et à l'ouest de la baie d'Hudson, le pergélisol étant moins important à l'est (figure 8). Dans la Taïga du Bouclier est, la zone de pergélisol sporadique est caractérisée par des plateaux palsiques gelés et des paises (monticules de tourbe ou de sol contenant des pellicules de glace). La formation et la dégradation de ces formes de relief constituées par le pergélisol varient en fonction de la température de l'air et de l'isolation fournie par la couche de neige et la tourbe⁴⁷. Quand le pergélisol est dégradé, la glace fondue qui en résulte forme des étangs (appelés « étangs thermokarstiques »).

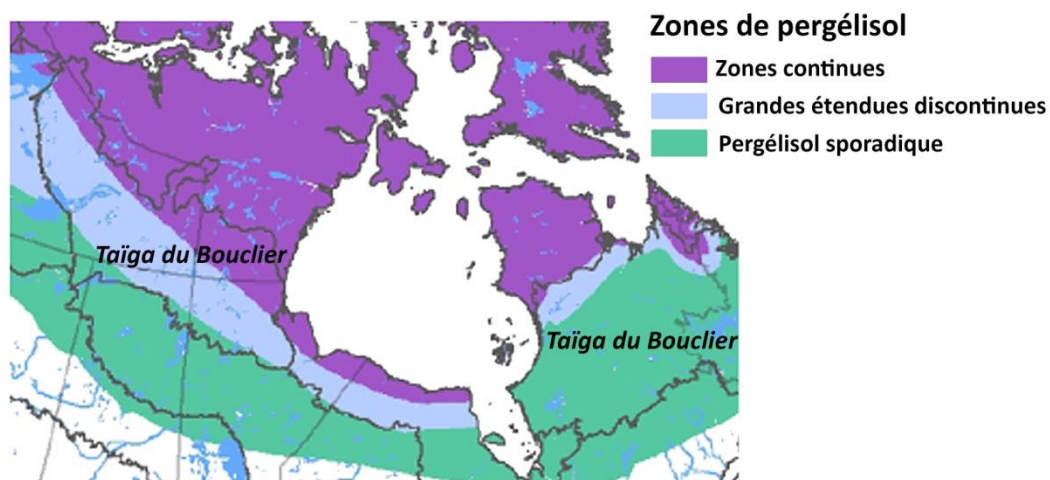


Figure 8. Répartition du pergélisol, écozone⁺ de la Taïga du Bouclier.
Source : d'après Smith, 2010¹¹

Trois études menées au Québec soulignent l'importance du changement sur le plan du pergélisol observé au cours des 50 dernières années (résumées à la figure 9).

- A. Une étude visant à cartographier les paises et les étangs thermokarstiques le long de la rivière Boniface dans la zone de pergélisol discontinu à la limite nord de l'écozone⁺ (site A, figure 9)⁴⁷ a montré que la superficie occupée par les paises avait diminué de 23 % entre 1957 et 2001, tandis que 76 % de la superficie actuelle des étangs thermokarstiques s'était formée après 1957. Aucune nouvelle paise n'est apparue le long de la rivière durant cette période. La dégradation du pergélisol a été le plus marquée à proximité de la rivière, soit à l'endroit où les fluctuations de l'eau avaient une grande incidence.
- B. Une étude visant à cartographier les changements touchant une tourbière située à l'est de la baie d'Hudson (site B, figure 9)⁴⁸ a montré que la zone était principalement gelée en 1957, alors qu'environ 18 % de la surface était couverte d'étangs thermokarstiques. Des paises bien drainées soutenaient la croissance de lichen et d'épinettes noires. En 2003, seulement 13 % de la superficie de la zone était toujours constituée de pergélisol, le reste de la superficie étant composé d'un mélange d'étangs thermokarstiques et de végétation

de tourbière (cypéracées et sphaignes). La végétation de tourbière était pratiquement absente en 1957, tandis qu'elle couvrait la moitié de la zone étudiée en 2003. Les épinettes sont mortes quand le pergélisol s'est dégradé et que leurs racines ont été immergées. Le taux annuel de dégradation du pergélisol a approximativement doublé au cours de la dernière décennie de l'étude, passant ainsi à -5,3 % par année; cette accélération du taux de fonte était probablement liée aux tendances à la hausse en ce qui a trait aux températures estivales et aux précipitations depuis le milieu des années 1990.

- C. Une étude portant sur une vaste zone de la région de la baie James⁴⁹ a montré que les changements documentés pour les sites décrits ci-dessus sont répandus. Le paysage de la zone de pergélisol sporadique est en transition, passant d'un écosystème sec composé de paises recouvertes de lichen et d'étangs intercalés, à un écosystème plus humide dominé par des étangs et des tourbières plus grands. La limite méridionale du pergélisol s'est déplacée d'environ 130 km vers le nord, principalement au cours de 50 dernières années. Au nord de la limite actuelle du pergélisol (aux environs de la lettre « C » sur la figure 9), le pergélisol est dans un état avancé de dégradation – les paises dans les tourbières observées et étudiées dans cette région jusqu'en 2004 avaient rétréci ou disparu en 2005.

Le lichen, une nourriture importante pour le caribou (*Rangifer tarandus*), est maintenu dans la région de la baie James par des feux périodiques et par le pergélisol, ces deux facteurs créant des micro-environnements secs. Si, comme on semble l'observer, le pergélisol continue à se dégrader et disparaît dans les prochaines années, les écosystèmes humides de tourbières qui en résulteront entraîneront une diminution à grande échelle du lichen⁴⁹.

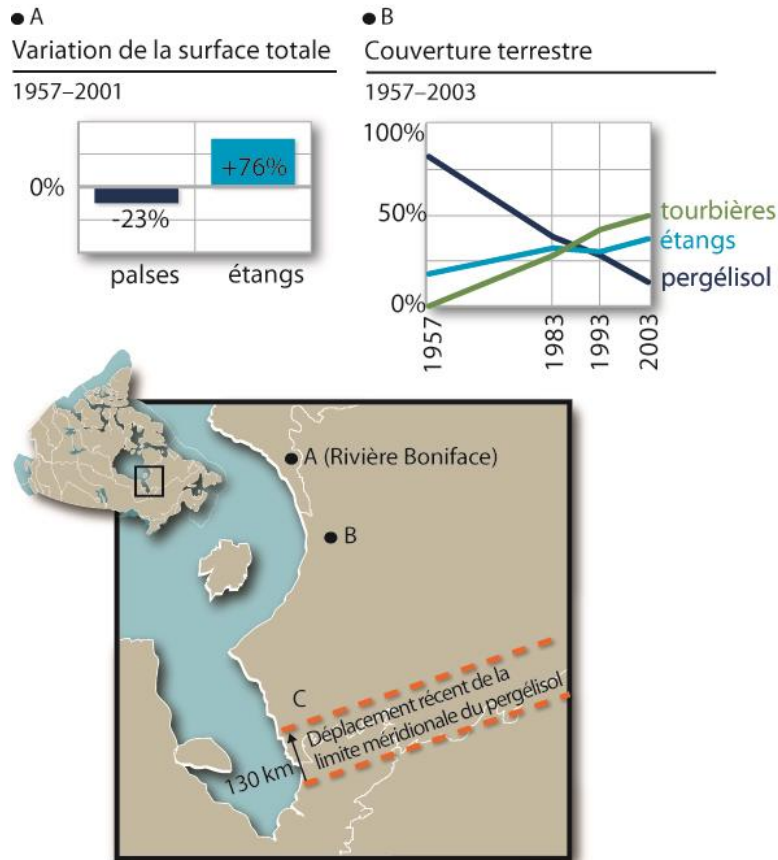


Figure 9. Variation des formes de relief constituées par le pergélisol, des étangs thermokarstiques et de l'étendue du pergélisol, selon trois études menées dans le Nord québécois. Les études A et B sont basées sur des relevés terrestres et des photos aériennes datant de 1957. Étude C. Des relevés réalisés par hélicoptère en 2004 et 2005 le long de deux transects nord-sud de 350 km, complétés par des relevés terrestres, ont permis de définir l'étendue septentrionale du pergélisol en fonction de la présence de palses, et l'étendue méridionale des étangs thermokarstiques (indiquant la présence de pergélisol au cours des 50 dernières années). La lettre « C » indique l'emplacement approximatif des palses et des étangs thermokarstiques étudiés.
Source : A. Vallée et Payette, 2007⁴⁷; B. Payette et al., 2004⁴⁸; C. Thibault et Payette, 2009⁴⁹

THÈME : INTERACTIONS HUMAINS-ÉCOSYSTÈMES

Constatation clé 8

Thème Interactions humains-écosystèmes

Aires protégées

Constatation clé à l'échelle nationale

La superficie et la représentativité du réseau d'aires protégées ont augmenté ces dernières années. Dans bon nombre d'endroits, la superficie des aires protégées est bien au-delà de la valeur cible de 10 % qui a été fixée par les Nations Unies. Elle se situe en deçà de la valeur cible dans les zones fortement développées et dans les zones océaniques.

Avant 1992 (signature de la Convention sur la diversité biologique), 1,1 % de la superficie de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier était protégé¹. En mai 2009, la superficie protégée était passée à 7 % (figure 10 et figure 11) et se répartissait de la manière suivante :

- 5,2 % (29 aires protégées) dans les catégories I-III de l'UICN. Ces catégories englobent les réserves naturelles, les aires de nature sauvage, et les autres parcs et réserves gérés à des fins de conservation des écosystèmes et des caractéristiques naturelles ou culturelles⁵¹
- 0,5 % (trois aires protégées) dans la catégorie V de l'UICN, axée sur l'utilisation durable par le biais de traditions culturelles établies⁵¹
- 1,4 % (cinq aires protégées établies depuis 2005) qui n'est pas classé selon les catégories de l'UICN.

¹ À noter qu'il y a 6 060 km² d'aires protégées dans l'écozone⁺ du bouclier de la taïga pour lesquelles nous ne connaissons pas l'année d'établissement. Si la totalité de cette superficie était protégée avant 1992, cela signifie que 1,6 % de l'écozone⁺ était protégée avant cette date.

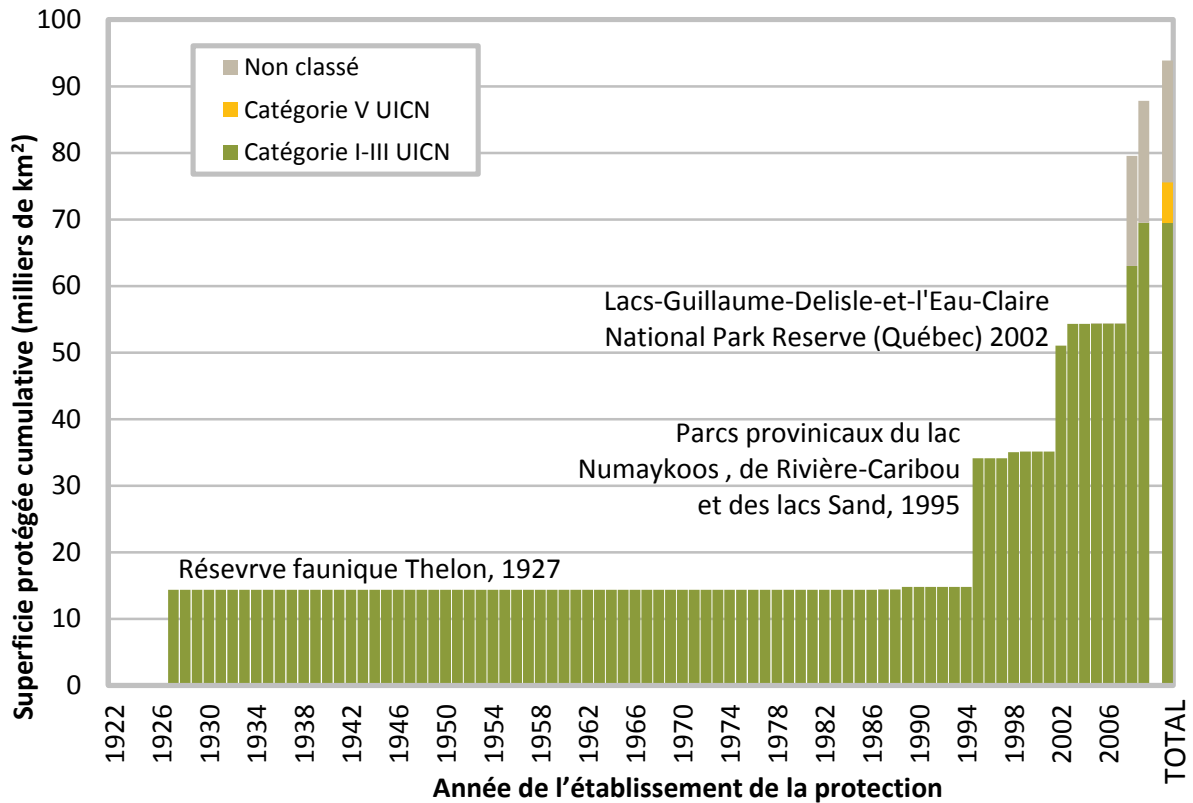


Figure 10. Expansion des aires protégées de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier, 1922-2009. Données fournies par les autorités fédérales, territoriales et provinciales et mises à jour jusqu'à mai 2009. Seules les aires protégées juridiquement sont incluses. Les catégories d'aires protégées de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature) reposent sur des objectifs de gestion primaires (voir le texte pour plus d'information). Il n'y a pas d'aires protégées de la catégorie IV dans l'écozone⁺. Nota : La catégorie « non classé » (en gris) regroupe les aires protégées pour lesquelles on n'a pas fourni de classement UICN. La dernière bande verticale (« TOTAL ») inclut également les aires protégées pour lesquelles on n'a pas fourni l'année d'établissement. Source : Environnement Canada, 2009⁵²; données du Système de rapport et de suivi pour les aires de conservation (SRSAC), v. 2009.05, 2009⁵³

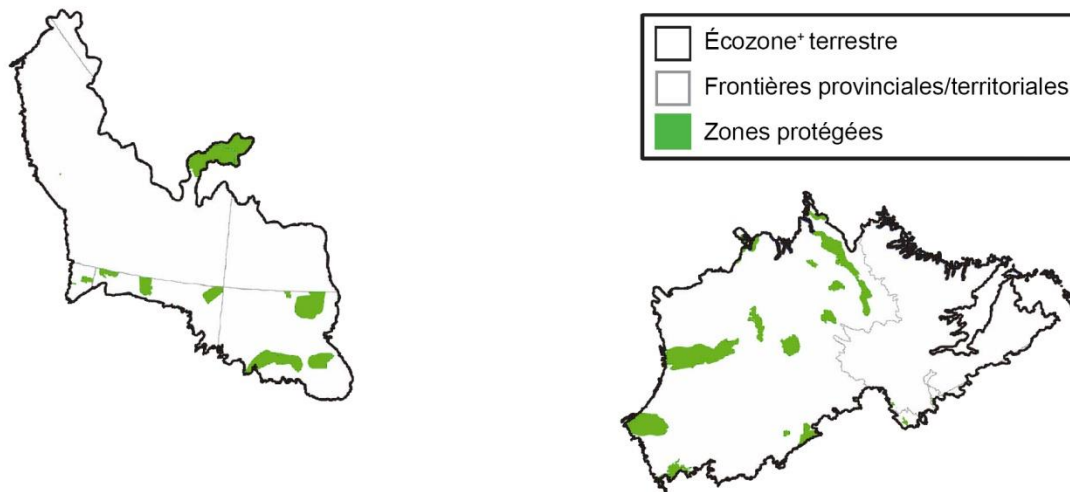


Figure 11. Carte indiquant les aires protégées de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier, mai 2009.
 Source : Environnement Canada, 2009⁵²; données du Système de rapport et de suivi pour les aires de conservation (SRSAC), v. 2009.05⁵³

Constatation clé 9

Thème Interactions humains-écosystèmes

Intendance

Constatation clé à l'échelle nationale

Les activités d'intendance au Canada, qu'il s'agisse du nombre et du type d'initiatives ou des taux de participation, sont à la hausse. L'efficacité d'ensemble de ces activités en ce qui a trait à la préservation et à l'amélioration de la biodiversité et de la santé des écosystèmes n'a pas été entièrement évaluée.

Bon nombre d'Autochtones de la Taïga du Bouclier continuent de tirer leurs moyens de subsistance de leur environnement naturel, en totalité ou en partie, comme le faisaient leurs ancêtres, et ils ont conservé les méthodes d'intendance traditionnelles des terres et de la faune. Les Autochtones de ces territoires entretiennent toujours un grand respect pour le caribou, une valeur fondée sur leur patrimoine spirituel et coutumier⁵⁴. Des aînés dénés attribuent souvent l'absence de caribous certaines années au manque de respect envers la nature et la faune. Selon eux, c'est par de bonnes pratiques de chasse et de préservation de la viande, entre autres, qu'on affiche le respect approprié^{54, 55, 56}.

Les Cris ont préservé un régime foncier coutumier qui assure la pérennité des ressources essentielle au maintien de l'économie de subsistance locale. Des pointeurs ou « chefs de chasse » agissent comme responsables de territoires de chasse dont ils ont la garde et, à ce titre, surveillent les activités de chasse et de trappage qui s'y déroulent⁵⁷.

Science et intendance traditionnelle

Une approche traditionnelle dans l'intendance du territoire peut parfois entrer en conflit avec une approche scientifique. Plusieurs aînés autochtones estiment que les techniques modernes de gestion de la faune, notamment en ce qui a trait à la capture et à la manipulation, sont irrespectueuses des animaux^{58, 59, 60}. Par exemple, 80 % des aînés dénés qui ont pris part à une série d'entrevues ne sont pas d'accord avec la pratique de suivre à la trace les caribous au moyen de colliers émetteurs⁶¹.

Thème Interactions humains-écosystèmes

Conversion des écosystèmes

La conversion des écosystèmes a été désignée initialement comme une constatation clé récurrente à l'échelle nationale, et des renseignements ont été compilés et évalués par la suite pour l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier. Dans la version définitive du rapport national³, des renseignements liés à la conversion des écosystèmes ont été intégrés à d'autres constatations clés. Ces renseignements sont conservés en tant que constatation clé distincte pour l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier.

La principale forme de conversion du système naturel dans l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier est l'inondation des terres dans le nord du Québec à des fins d'aménagement hydroélectrique.

Barrages et réservoirs

La construction des complexes des chutes Churchill au Labrador et de La Grande (baie James) au Québec a provoqué l'inondation de quelque 14 150 km² de terres³⁰, élargissant ainsi les plans d'eau existants et créant de vastes réservoirs. Le complexe La Grande (figure 12) a créé huit réservoirs, qui ont été remplis de 1979 à 1993, dont la taille varie de 70 à 4 275 km². Les superficies de lacs naturels convertis en réservoirs, des terres converties en réservoirs et les superficies déboisées (à cause de réservoirs et d'infrastructure) sont montrées à la figure 13. Un troisième projet, le complexe Churchill-Nelson au Manitoba, chevauche les écozones⁺ de la Taïga du Bouclier, des Plaines hudsoniennes, et du Bouclier boréal. Par ailleurs, d'autres aménagements hydroélectriques plus petits de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier n'entraînent pas la construction de réservoirs ni le détournement de rivières. La plupart (88 %) des 177 barrages qui se trouvent dans l'écozone⁺ ont été construits entre 1970 et 1990¹⁷.

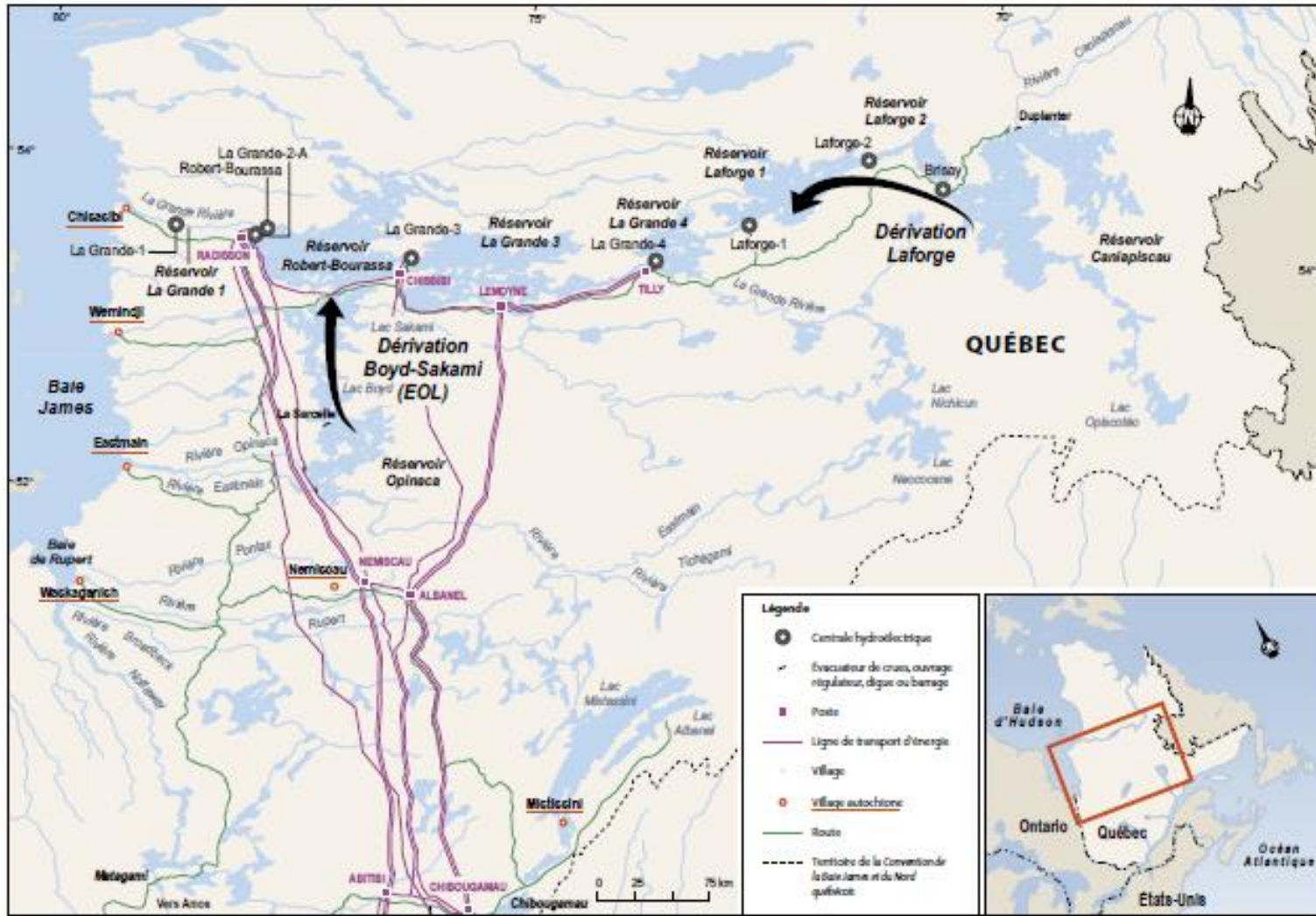


Figure 12. Complexe hydroélectrique La Grande.
 Source : Hayeur, 2001³⁰

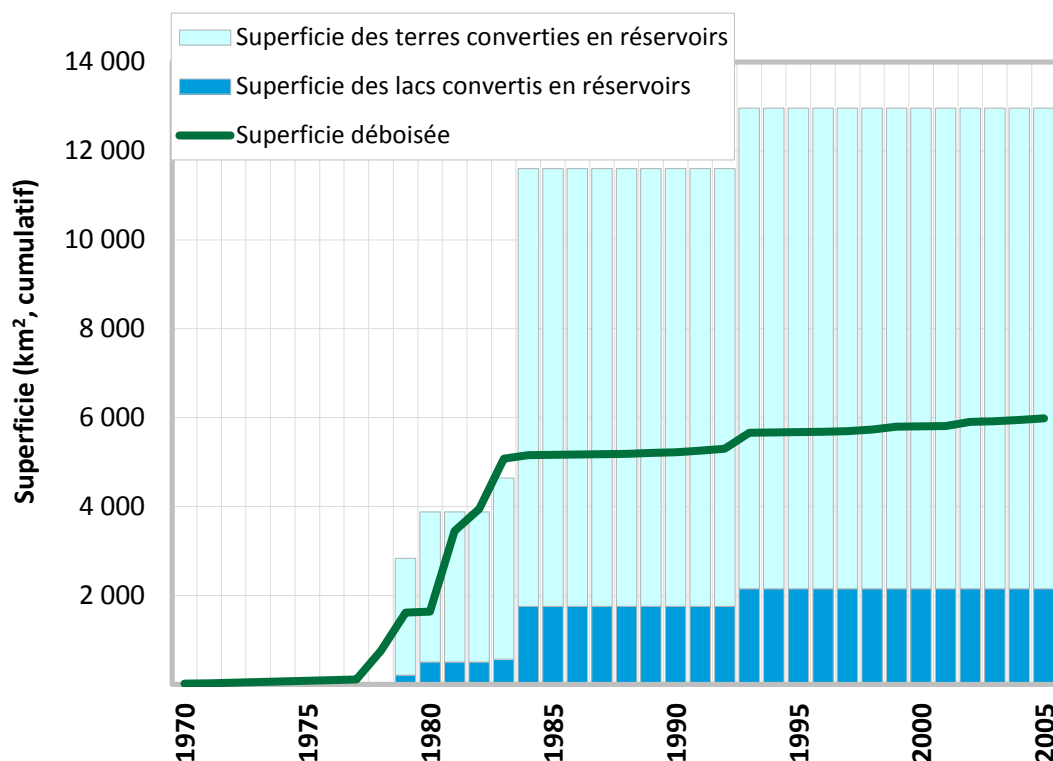


Figure 13. Superficie cumulative touchée par l'aménagement hydroélectrique du complexe La Grande, baie James, 1970-2005.

La taille de la superficie totale des terres converties en réservoirs est environ la moitié de celle du lac Winnipeg, ou deux fois celle de l'Île-du-Prince-Édouard. Les superficies déboisées étaient des terres couvertes d'arbres d'une hauteur d'au moins 5 m, et la fermeture du couvert forestier était de 25 % avant que les terres ne soient submergées. Des images Landsat et des photographies aériennes ont été utilisées pour l'analyse.

Source : Statistiques du SCF sur le déboisement tirées de Leckie et al., 2006⁶²; données sur la superficie totale des terres et des lacs convertis en réservoirs tirées de Hayeur, 2001³⁰

Les projets d'aménagement majeurs prévus dans la partie est de la Taïga du Bouclier comprennent l'aménagement du cours inférieur de Churchill, avec deux réservoirs couvrant ensemble une aire de 300 km² et les barrages et lignes de transmission connexes³², et la prochaine phase du complexe de la baie James, qui comprendra le détournement de la moitié du débit annuel de la rivière Rupert et la construction d'un réservoir de 600 km²⁶³.

Changement écologique dans les réservoirs du complexe La Grande

La création de réservoirs a causé un certain nombre de changements physiques : augmentation rapide de la surface d'eau, du volume d'eau ainsi que du temps de séjour de l'eau; passage de conditions de rivière à des conditions de lac dans les sections inondées des rivières; mélange des eaux provenant de différents bassins versants; changements sur le plan des cycles de crues; changements liés au moment du gel et de la fonte et baisse de la température des eaux de surface³⁷.

Les modèles basés sur les données provenant des réservoirs du complexe La Grande indiquent que la création de réservoirs a un effet net qui consiste en une augmentation à long terme des émissions de carbone (CO₂ et méthane) dans l'atmosphère, principalement en raison d'un prolongement de la durée pendant laquelle l'eau est stockée (une hausse d'environ deux ans pour le réservoir Robert-Bourassa)⁶⁴. Ce prolongement de la durée de stockage augmente les émissions provenant de la matière organique présente dans la colonne d'eau. Globalement, on estime que les réservoirs entraînent 4 % des émissions anthropiques de CO₂⁶⁴.

Les principaux résultats d'un programme complet de surveillance écologique de l'eau douce dans les réservoirs du complexe La Grande, qui a été réalisé par Hydro-Québec durant la période 1977-2000³⁰, sont présentés ci-dessous.

Qualité de l'eau

Les changements touchant les caractéristiques chimiques et physiques des réservoirs ont atteint un sommet dans les deux ou trois années suivant le remplissage, mais ces caractéristiques sont tout de même demeurées dans des plages de valeurs propices à la productivité biologique (figure 14). Les changements les plus importants sont survenus à la fin de l'hiver, sous la glace, avec la formation de zones d'eau profonde contenant peu d'oxygène. Après 9 à 10 ans, les principaux paramètres étaient revenus aux niveaux mesurés avant la construction, ou ils s'en étaient approchés, dans les réservoirs Opinaca et Robert-Bourassa; cependant, ce cycle, en particulier pour le phosphore et la silice, a été plus long dans le réservoir Caniapiscau.

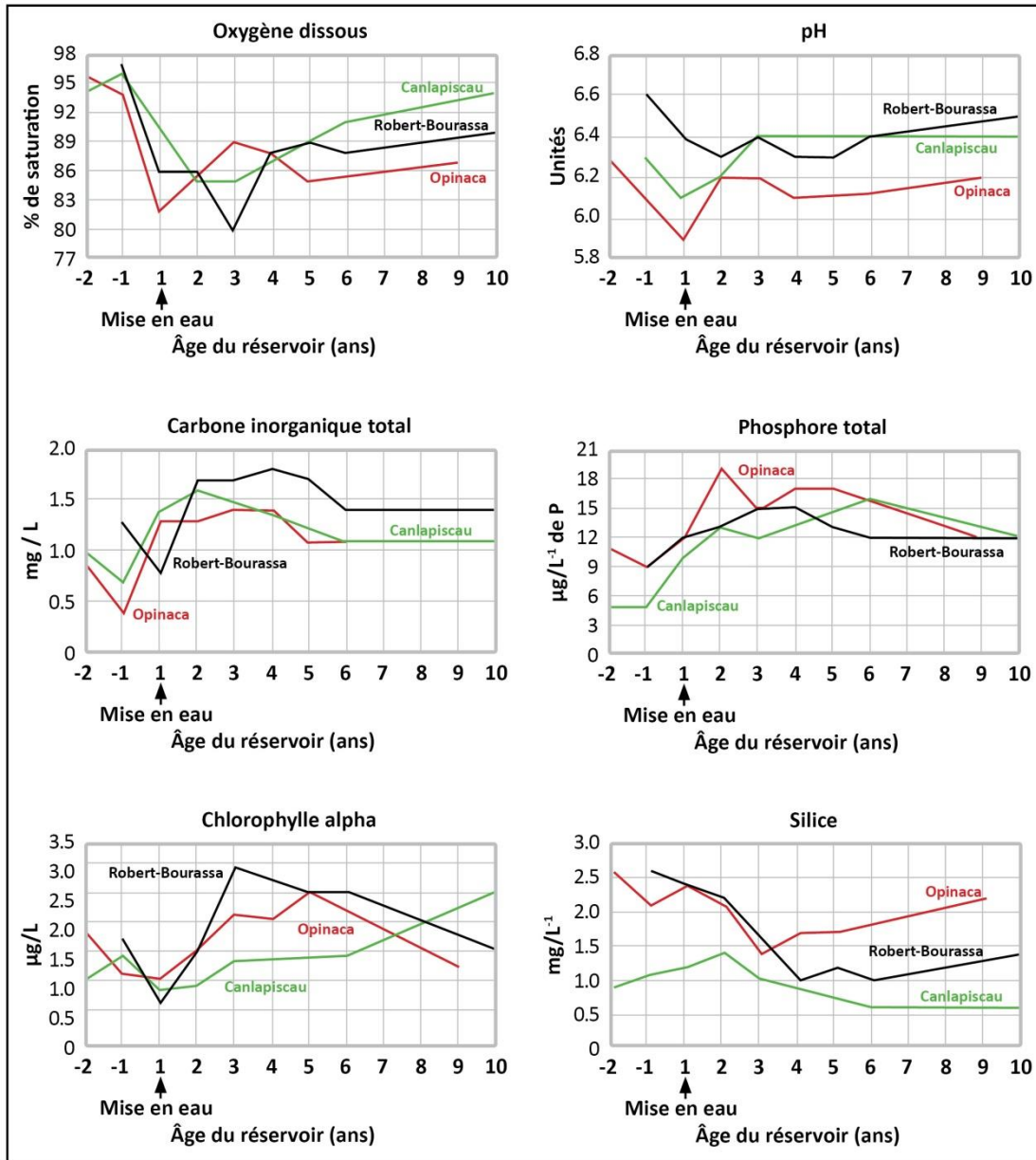


Figure 14. Variation des paramètres chimiques de l'eau au cours de la première décennie, suivant la mise en eau, en raison de la décomposition de la matière organique submergée dans les réservoirs du complexe La Grande.

Mesures prises dans la zone exposée à la lumière du soleil (environ les 10 premiers mètres) durant la période sans glace.

Source : Hayeur, 2001³⁰

Plancton et organismes benthiques

En plus de créer de nouveaux milieux aquatiques, l'inondation a modifié les écosystèmes planctoniques et benthiques – à court terme dans certains cas, mais apparemment de façon permanente dans d'autres.

- Les concentrations de phytoplancton, établies par la mesure du niveau de chlorophylle alpha (figure 14), ont augmenté rapidement après la mise en eau, puis ont diminué et se sont stabilisées à des niveaux comparables aux valeurs naturelles. Les hausses de la productivité primaire sont principalement attribuées à l'augmentation du phosphore.
- L'abondance et la biomasse du zooplancton ont augmenté dans tous les réservoirs en raison de l'augmentation des nutriments et de la matière organique générés par la décomposition des végétaux submergés (figure 15). Le cycle de variation a suivi les changements touchant la qualité de l'eau et le phytoplancton, avec un décalage d'environ un an.
- Les communautés benthiques ont connu des changements sur le plan des espèces. La diversité a diminué après la mise en eau, en raison de la disparition des espèces moins mobiles et des espèces adaptées aux eaux courantes rapides. Les réservoirs ont été rapidement colonisés par des espèces habitant les lacs.

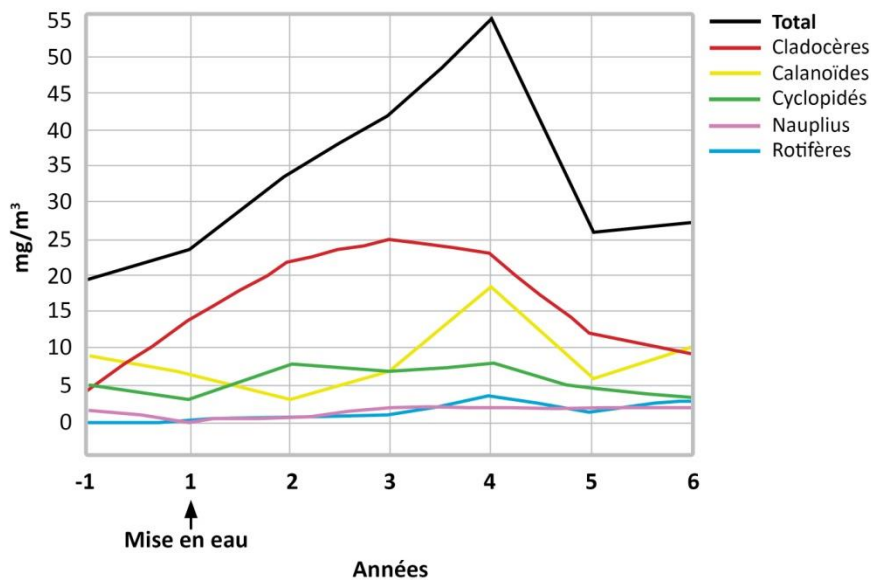


Figure 15. Variation de la biomasse zooplanctonique : réservoir Robert-Bourassa.
Source : Hayeur, 2001³⁰

Poissons

La surveillance des communautés de poissons a été effectuée au cours d'une période de plus de 20 ans à compter de 1977, soit deux ans avant la création du premier réservoir, et jusqu'en 2000; elle comprenait la surveillance de lacs non altérés en tant que sites témoins. De façon générale, on a noté une augmentation du rendement total des pêches suivie d'un retour graduel, après environ une douzaine d'années, à des valeurs comparables à celles mesurées avant la construction. Le rendement total des pêches a chuté rapidement après la mise en eau, et cette baisse a été suivie d'une augmentation rapide quand les nutriments ajoutés durant la période de décomposition des végétaux submergés ont modifié les réseaux trophiques (figure 16).

Certains changements ont été observés sur le plan de la composition des espèces. Le grand corégone (*Coregonus clupeaformis*), la principale espèce présente dans tous les réservoirs, a vu ses effectifs augmenter. Le grand brochet (*Esox lucius*) s'est aussi multiplié et son nombre a augmenté dans certains réservoirs, tandis que le touladi (*Salvelinus namaycush*) a connu des difficultés en termes de recrutement, possiblement en raison de l'abaissement de la surface de l'eau durant l'hiver (faibles niveaux d'eau). Dans le réservoir Robert-Bourassa, 17 ans après la mise en eau, il y avait relativement moins de meuniers noirs (*Catostomus commersonii*) et de dorés et plus de brochets, de corégones et de lottes (figure 17).

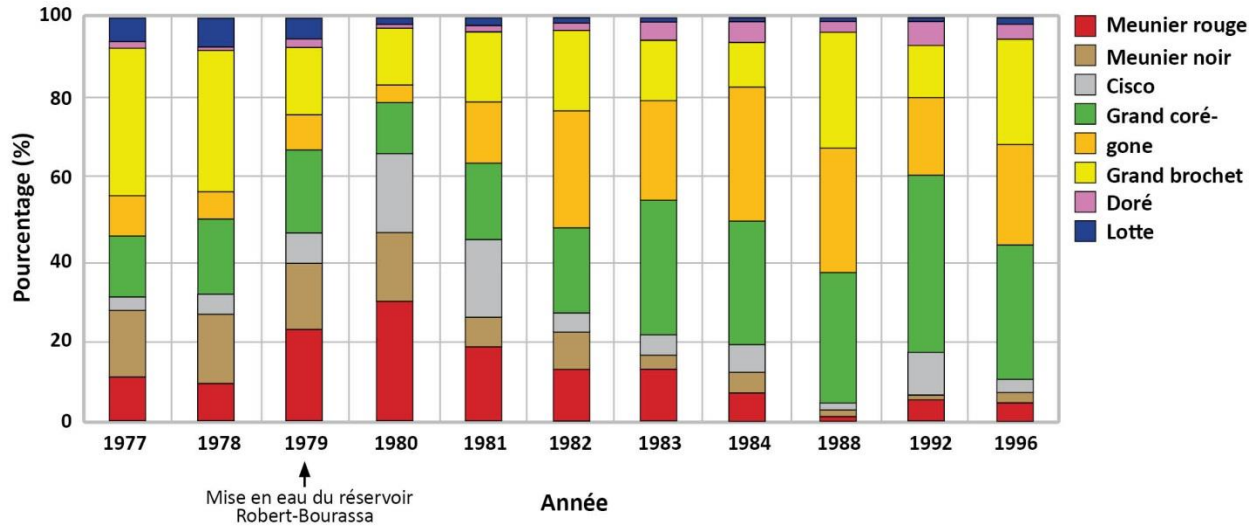


Figure 16. Abondance relative des poissons capturés dans le réservoir Robert-Bourassa, 1977-1996. Source : Therrien et al., 2004³⁷

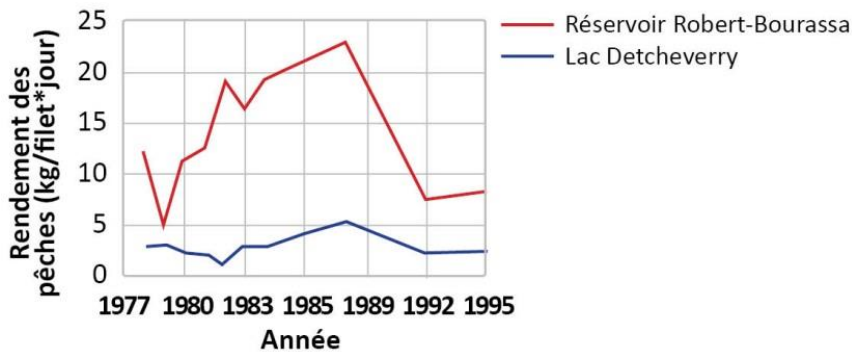


Figure 17. Rendement des pêches dans le réservoir Robert-Bourassa, 1977-1996. Les données sur le rendement des pêches dans le Detcheverry, un lac naturel, sont présentées aux fins de comparaison. Source : Therrien et al., 2004³⁷

Espèces non indigènes envahissantes

Constatation clé à l'échelle nationale

Les espèces non indigènes envahissantes sont un facteur de stress important en ce qui concerne le fonctionnement, les processus et la structure des écosystèmes des milieux terrestres, des milieux d'eau douce et d'eau marine. Leurs effets se font sentir de plus en plus à mesure que leur nombre augmente et que leur répartition géographique progresse.

Les espèces envahissantes sont encore peu présentes dans la Taïga du Bouclier. L'absence de routes freine la migration de nombreuses espèces et l'extrême rigueur du milieu naturel peut nuire à la survie de certaines espèces. Les espèces associées aux établissements humains, comme le Moineau domestique (*Passer domesticus*), se rencontrent rarement, mais sont présentes dans la partie occidentale de la Taïga du Bouclier (à Yellowknife). La pénétration des plantes envahissantes non indigènes est généralement tributaire des axes routiers et des autres perturbations anthropiques. Lors d'une étude de 2006 effectuée le long des routes dans la partie ouest de la Taïga du Bouclier⁶⁵, on a répertorié 39 espèces de plantes vasculaires non indigènes, y compris des espèces susceptibles de devenir envahissantes au Canada⁶⁶.

Le milieu aquatique de la Taïga du Bouclier pourrait être particulièrement vulnérable aux espèces envahissantes en raison du nombre relativement restreint d'espèces indigènes qu'on y trouve. L'aire de répartition d'espèces de poissons telles que l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*), espèce prédatrice dont on sait qu'elle modifie les assemblages d'espèces, se déplace vers le nord dans la partie orientale de l'Amérique du Nord, en raison du réchauffement climatique⁶⁷, ce qui augmente le risque d'introduction. L'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) et la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) ont été introduites près de Yellowknife, aussi récemment qu'en 1990, pour enrichir la pêche sportive⁶⁸, mais ces espèces ne se sont pas répandues⁶⁹.

Quelques espèces nuisibles non indigènes des forêts ont été introduites dans la partie ouest de l'écozone⁷⁰, notamment la tenthrède du mélèze (*Pristiphora erichsonii*), et deux espèces de mineuses du bouleau : la *Scolioneura betuleti* et la *Profenusa thomsoni*. La tenthrède du mélèze s'attaque à des peuplements de mélèzes laricins depuis la fin des années 1960, alors que les deux espèces de mineuses, qui ont d'abord été découvertes dans la partie ouest de la Taïga du Bouclier (1994-2003), sont maintenant communes à proximité des collectivités. On trouve maintenant la tenthrède mineuse de Thomson (*Profenusa thomsoni*) à Yellowknife jusque dans les peuplements de bouleaux sauvages des environs, surtout le long des routes.

Contaminants

Constatation clé à l'échelle nationale

Dans l'ensemble, les concentrations d'anciens contaminants dans les écosystèmes terrestres et dans les écosystèmes d'eau douce et d'eau marine ont diminué au cours des 10 à 40 dernières années. Les concentrations de beaucoup de nouveaux contaminants sont en progression dans la faune; les teneurs en mercure sont en train d'augmenter chez certaines espèces sauvages de certaines régions.

La présence de la plupart des contaminants dans cette écozone⁺ est liée à l'activité humaine. Ils ont été transportés sur de longues distances puis déposés sur la neige ou la végétation. De là, ils s'infiltrèrent dans la chaîne alimentaire. Certains métaux lourds, comme le cadmium qui, à une concentration donnée, sont considérés des contaminants, existent localement à l'état naturel. Le mercure que l'on trouve dans l'écozone⁺ provient de trois sources : 1) comme le cadmium, il existe à l'état naturel dans l'environnement; 2) étant une composante des émissions industrielles partout dans le monde, il est transporté dans la région par voie atmosphérique; 3) le mercure présent dans l'environnement atteint des concentrations plus fortes dans les écosystèmes d'eau douce à la suite de la submersion des terres lors de la construction de réservoirs.

Caribou

Dans le cadre du Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord, on exerce depuis une vingtaine d'années une surveillance continue des polluants organiques persistants (POP) et des métaux lourds, notamment au sein de plusieurs hardes de caribous, dont l'aire de répartition comprend l'écozone⁺⁷¹.

Des POP, comme le DDT, les BPC, les dioxines et les furanes, ont été détectés à de très faibles concentrations dans des caribous de la toundra. Ils ne représentent pas une menace tant pour la santé des caribous que pour celle des humains qui mangent du caribou. Comparativement à d'autres hardes, la concentration de cadmium est relativement élevée dans les reins et le foie des caribous Beverley, présents dans la Taïga du Bouclier en hiver et en automne. La source probable est le cadmium provenant des roches sous-jacentes, qui s'accumule dans le lichen que les caribous consomment. On constate que la concentration de mercure dans un certain nombre de hardes en divers points du pays varie avec le temps. Toutefois, les résultats ne sont pas concluants. On poursuit la surveillance de certaines hardes, dans le cadre du Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord, en vue de déceler la tendance du mercure provenant de sources industrielles, et de déterminer le taux d'assimilation du mercure dans les chaînes alimentaires terrestres.

Poissons

Les contaminants s'infiltrèrent également dans le milieu aquatique et se concentrent dans les prédateurs qu'on retrouve au sommet de la chaîne alimentaire, comme certaines espèces de poissons. La concentration de mercure augmente de façon significative dans les lottes de rivière

et les touladis pêchés dans le bassin occidental et dans les lottes de rivière pêchées dans le bras oriental (bras est) du Grand lac des Esclaves. Cette tendance est peu prononcée dans le cas du touladi du bras est (figure 18). En comparant ces résultats avec les résultats d'analyses de la concentration du mercure dans les poissons des plus petits lacs de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier, on a constaté que l'augmentation de la concentration du mercure est plus prononcée dans les lacs plus petits et moins profonds que dans le Grand lac des Esclaves⁷². On n'observe aucune corrélation nette entre l'augmentation de la concentration de mercure dans les poissons du Grand lac des Esclaves et des facteurs climatiques, comme la température moyenne de l'air ou les précipitations. Il est possible que les plus récentes hausses de concentrations de mercure soient dues à l'augmentation des émissions de mercure industrielles mondiales. En Asie par exemple, les activités industrielles émettrices de mercure, comme les centrales au charbon et les aciéries sont de plus en plus nombreuses, une tendance qui devrait se poursuivre au cours des prochaines décennies⁷³.

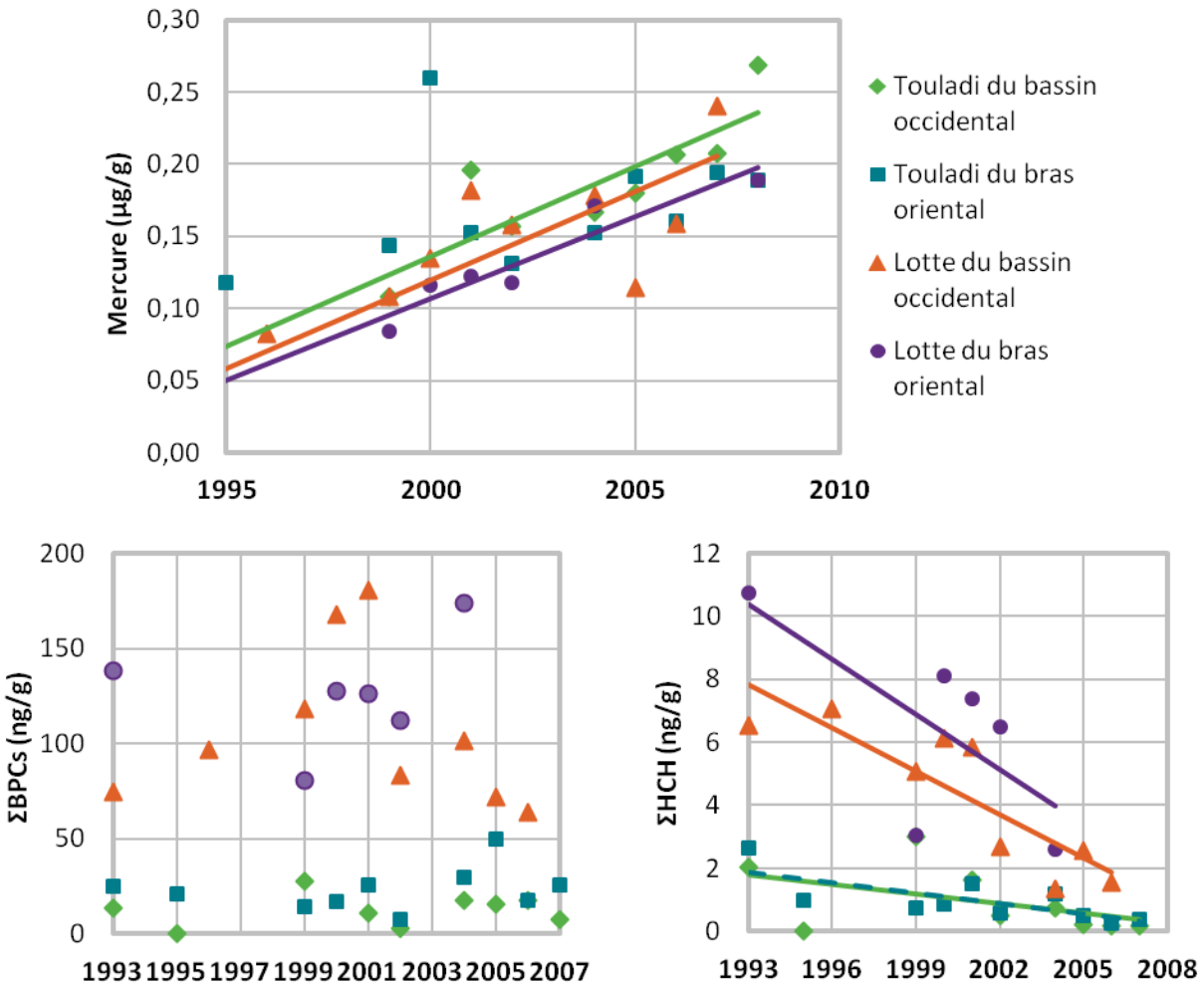


Figure 18. Tendances dans les concentrations de mercure, de BPC et de HCH dans les poissons du Grand lac des Esclaves, 1993-2008.

Le bras oriental du Grand lac des Esclaves se trouve dans l'écozone+ de la Taïga du Bouclier. Les échantillons ont été prélevés dans le secteur Lutsel K'e. Le bassin occidental du lac se trouve dans l'écozone+ de la Taïga des plaines. Les échantillons ont été prélevés dans le secteur de la rivière Hay (touladi) et dans l'émissaire de la rivière des Esclaves (lotte de rivière). Les lignes représentent des tendances prononcées ($p < 0.05$). Les concentrations totales de DDT et de BPC n'indiquent pas de tendances significatives.

Source : Evans, 2009⁷²

Les concentrations de POP liées à l'activité humaine demeurent inchangées ou diminuent dans les poissons du Grand lac des Esclaves. Les concentrations de BPC et de DDT sont demeurées constantes de 1992 à 2007, alors qu'elles étaient fortement à la baisse dans le cas du HCH dans trois des quatre groupes d'échantillons (figure 18). Les changements affectant l'écosystème lacustre ou la structure trophique des poissons du Grand lac des Esclaves pourraient accentuer ou masquer les tendances liées aux contaminants. Par exemple, les contaminants organiques sont plus susceptibles de s'accumuler dans les tissus adipeux, mais on a constaté que le volume de ces tissus a diminué dans le touladi au cours des dernières années, ce qui pourrait être lié à la

variation du nombre relatif d'espèces différentes dans le lac, ou à d'autres changements dans l'écosystème lacustre⁷².

D'après les conclusions d'une étude sur la lotte de rivière dans le fleuve Mackenzie⁷⁴, la tendance à la hausse des concentrations de mercure et de BPC pourrait être liée à la croissance de la productivité dans le milieu aquatique en raison de changements climatiques. Les contaminants peuvent circuler plus aisément au sein du réseau trophique lorsque la productivité est plus grande. La complexité du tableau pourrait être accrue par des changements du régime des feux de forêt. Kelly *et al*, 2006⁷⁵ ont démontré, dans une étude effectuée dans la région de Jasper, en Alberta, que les poissons des lacs dont les bassins versants avaient récemment subi des feux de forêt présentaient des concentrations élevées de mercure, ce qui était attribué aux augmentations de l'apport de mercure dans les lacs et aux augmentations de nutriments qui ont favorisé la productivité et modifié les réseaux trophiques.

Le mercure dans les poissons affectés par les réservoirs

Les végétaux des zones inondées par l'aménagement de nouveaux réservoirs se décomposent, augmentant la charge en mercure, créant des conditions de faibles teneurs en oxygène et augmentant la source de carbone pour les bactéries qui convertissent le mercure inorganique en méthylmercure, substance absorbée ensuite par les organismes aquatiques, y compris le plancton, les insectes et les poissons. Après l'aménagement d'un réservoir, on observe habituellement une augmentation rapide de la concentration de mercure dans la chaîne trophique, puis une lente diminution de la concentration de méthylmercure à mesure que diminuent les végétaux submergés en décomposition⁷⁶.

Dans la région de la baie James, dans la partie est de la Taïga du Bouclier, la construction du complexe hydroélectrique La Grande a influé sur la concentration de mercure dans les cours d'eau et les terres humides. Depuis la fin des années 1970, on surveille la concentration du mercure dans les poissons présents dans le complexe⁷⁷. Dans tous les réservoirs du complexe, on observe la même tendance à la hausse de la concentration de mercure suivie d'une baisse dans les poissons (figure 19). En général, les concentrations atteignent un pic entre la cinquième et la treizième année suivant l'inondation. Les plus fortes concentrations sont de trois à huit fois supérieures aux concentrations de fond. Les teneurs en mercure diminuent ensuite graduellement, de 10 à 35 ans après l'inondation, pour atteindre celles observées dans les lacs naturels de la région. L'intervalle de temps est étendu, compte tenu des différentes espèces, des différents niveaux trophiques (tableau 3) et des différents réservoirs qui sont étudiés. Le grand brochet, comme prédateur supérieur, est l'espèce qui affiche les concentrations de mercure les plus élevées et chez qui ces concentrations prennent le plus de temps à retourner aux niveaux de fond.

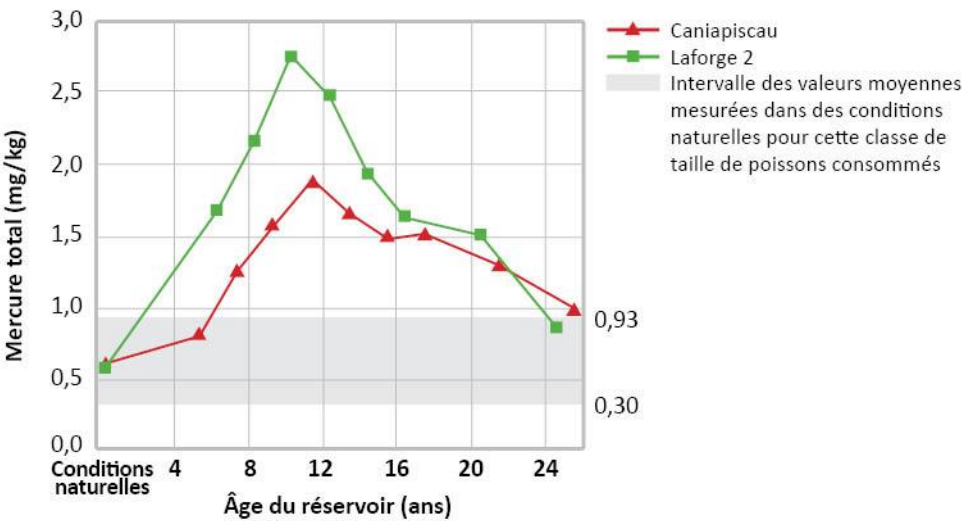
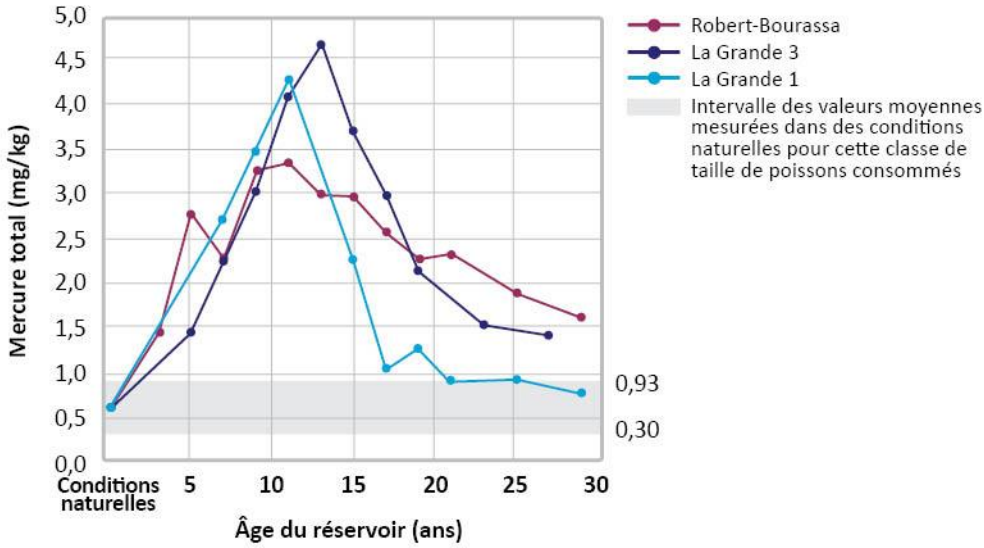



Figure 19. Concentration de mercure chez le grand brochet dans les réservoirs du complexe La Grande, de 0 à 29 ans après la mise en eau.

La classe de taille des poissons est de 700 mm (longueur). Notez que la limite de mercure pour le marché est de 0,5 mg/kg.

Dates de mise en eau (début de la période de remplissage) : Robert-Bourassa-1978, La Grande 3-1981, La Grande 1-1993, Caiapiscau-1981, Laforge 2-1983.

Source : Mise à jour d'après Schetagne et al., 2003⁷⁷ compte tenu de données fournies par Hydro-Québec

Tableau 3. Augmentation et baisse des concentrations de mercure chez les poissons de niveaux trophiques différents, complexe La Grande

Augmentation du niveau trophique	Espèces	Concentrations maximales de mercure	Moment du pic	Retour aux concentrations de fond
	Espèces non piscivores (meunier rouge et grand corégone)	0,3-0,7 mg/kg (3 à 6 fois les concentrations de fond)	5 à 10 ans après l'inondation	10 à 20 ans après l'inondation
	Espèces piscivores (doré et touladi)	2,4-3,1 mg/kg (4 à 6 fois les concentrations de fond)	10 ans après l'inondation	20 à 30 ans après l'inondation
	Grand brochet (espèce piscivore qui, dans certains réservoirs, se nourrit d'autres poissons piscivores)	1,9-4,7 mg/kg (3 à 8 fois les concentrations de fond)	10 à 13 ans après l'inondation	20 à 35 ans (prévision) après l'inondation

Source : Therrien et Schetagne, 2008, 2009^{78, 79, 80}

L'augmentation de la concentration de mercure liée à la mise en eau et à l'inondation des terres a eu une incidence sur les cours d'eau et les lacs en aval des réservoirs. Le mercure transporté en aval était principalement dissout dans l'eau ou dans les particules solides en suspension, mais il a aussi été transporté dans le plancton⁸¹. Le mercure provenant des sols inondés a été absorbé par le plancton dans les réservoirs, un processus qui a été favorisé par les concentrations élevées de carbone et de nutriments libérés par les végétaux submergés en décomposition⁸². La principale voie de transfert du mercure chez les poissons en aval a été le zooplancton qui dérivait en provenance des eaux de retenue⁸¹. Les grands corégones capturés dans le lac Cambrien, à 275 km en aval du réservoir Caniapiscau, présentaient des concentrations élevées de mercure, mais aucun effet n'a été observé chez les poissons capturés 355 km en aval du réservoir⁸¹. Dix ans après la mise en eau, les concentrations de mercure chez les grands corégones du lac Cambrien étaient revenues aux niveaux mesurés avant les travaux d'aménagement.

Charge en éléments nutritifs et efflorescences algales

Constatation clé à l'échelle nationale

Les apports d'éléments nutritifs aux systèmes d'eau douce et marins, et plus particulièrement dans les paysages urbains ou dominés par l'agriculture, ont entraîné la prolifération d'algues qui peuvent être nuisibles ou nocives. Les apports d'éléments nutritifs sont en hausse dans certaines régions et en baisse dans d'autres.

La principale cause anthropique de l'apport de nutriments dans les systèmes d'eau douce de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier est l'aménagement hydroélectrique, par l'intermédiaire de l'inondation des terres et la construction de réservoirs. Cette question est abordée à la page 28, dans la section Barrages et les réservoirs.

Changements climatiques

Constatation clé à l'échelle nationale

L'élévation des températures partout au Canada ainsi que la modification d'autres variables climatiques au cours des 50 dernières années ont eu une incidence directe et indirecte sur la biodiversité dans les écosystèmes terrestres et dans les écosystèmes d'eau douce et d'eau marine.

La couverture et la distribution des données sur les tendances climatiques présentent des lacunes pour cette écozone⁺. Les températures ont affiché une tendance à la hausse, tandis que les tendances liées aux précipitations étaient variables; la durée d'enneigement a diminué aux trois stations où des mesures ont été prises⁷. Les répercussions écologiques les plus évidentes sont associées aux changements touchant le pergélisol dans le sud et l'est de l'écozone⁺, ainsi qu'aux changements sur le plan de l'hydrologie. Certaines indications semblent pointer vers d'autres répercussions; par exemple, il est possible que les caribous soient touchés par l'augmentation de la teneur en glace de la neige (voir page 47).

Les changements climatiques auront des répercussions à grande échelle sur la Taïga du Bouclier, car le climat joue un rôle très important dans la structure et les processus écologiques de la région. Cependant, en raison du peu de surveillance assurée actuellement dans l'écozone⁺, la plupart des prévisions liées aux répercussions pour la Taïga du Bouclier sont fondées sur des données obtenues ailleurs. La couverture terrestre est composée principalement de forêt boréale et de forêt-toundra. On prévoit que les écosystèmes de la forêt boréale et les régimes de feux changeront à mesure que les tendances climatiques modifieront la végétation ou les combustibles, la foudre et la gravité des feux. Les changements climatiques réduiront probablement la superficie de la forêt boréale et en augmenteront la fragmentation⁸³. De plus, les températures plus élevées pourraient aussi favoriser l'introduction de nouveaux organismes nuisibles et de nouvelles maladies touchant les espèces sauvages.

Tendances climatiques

Les températures à la hausse et la durée d'enneigement réduite sont les tendances les plus prononcées observées aux stations climatiques de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier (tableau 4).

Tableau 4. Aperçu des tendances climatiques pour le Canada et pour l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier, 1950-2007

Variable climatique	Tendances depuis 1950	Représentativité des tendances
Température	<p>Canada : les températures annuelles moyennes ont augmenté d'avantage (> 2 °C) dans le nord et le nord-ouest du Canada, tandis que l'augmentation a été moindre (< 1 °C) dans l'est du Canada.</p> <p>Taïga du Bouclier : les températures annuelles moyennes ont généralement augmenté; Yellowknife et Kuujjuarapik (sur la côte de la baie d'Hudson) ont connu des hausses significatives de > 1,5 °C. Les tendances saisonnières sont présentées à la figure 20.</p>	<p>L'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier est composée de deux régions climatiques distinctes de part et d'autre de la baie d'Hudson, et on y retrouve une faible distribution de stations permettant le calcul d'une moyenne pour l'écozone⁺. Il y a peu de stations dans la Taïga du Bouclier ouest, tandis que les stations situées à l'est de la baie d'Hudson se trouvent pour la plupart sur la côte. Les tendances sont donc décrites pour certains endroits précis.</p>
Précipitations	<p>Canada : les précipitations annuelles totales ont généralement augmenté, bien que peu de stations aient affiché une tendance significative.</p> <p>Taïga du Bouclier : les précipitations annuelles totales ont peu changé à la plupart des stations – Fort Reliance étant l'exception, car on y a mesuré une augmentation significative des précipitations. Les tendances saisonnières étaient assez variables; elles étaient principalement à la hausse, mais des diminutions significatives ont été mesurées durant certaines saisons à deux stations du Labrador (figure 21).</p>	
Neige	<p>Canada : la durée de l'enneigement a connu la diminution la plus prononcée au printemps, particulièrement dans les stations situées à l'ouest et au nord.</p> <p>Taïga du Bouclier : des diminutions significatives de la durée d'enneigement (1950-2006) ont été mesurées au printemps (février-juin) aux trois stations ayant assez de données pour en permettre l'analyse :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yellowknife (11 jours) • Kuujjuarapik (13 jours) • Kuujjuaq (36 jours) 	

Ce tableau présente les faits saillants d'une analyse de données climatiques canadiennes, lesquelles ont été vérifiées et corrigées compte tenu de sources d'erreurs systématiques; les stations subissant d'importants effets de réchauffement urbain ont été exclues.

Source : Zhang et al., 2011⁷ et données fournies par les auteurs

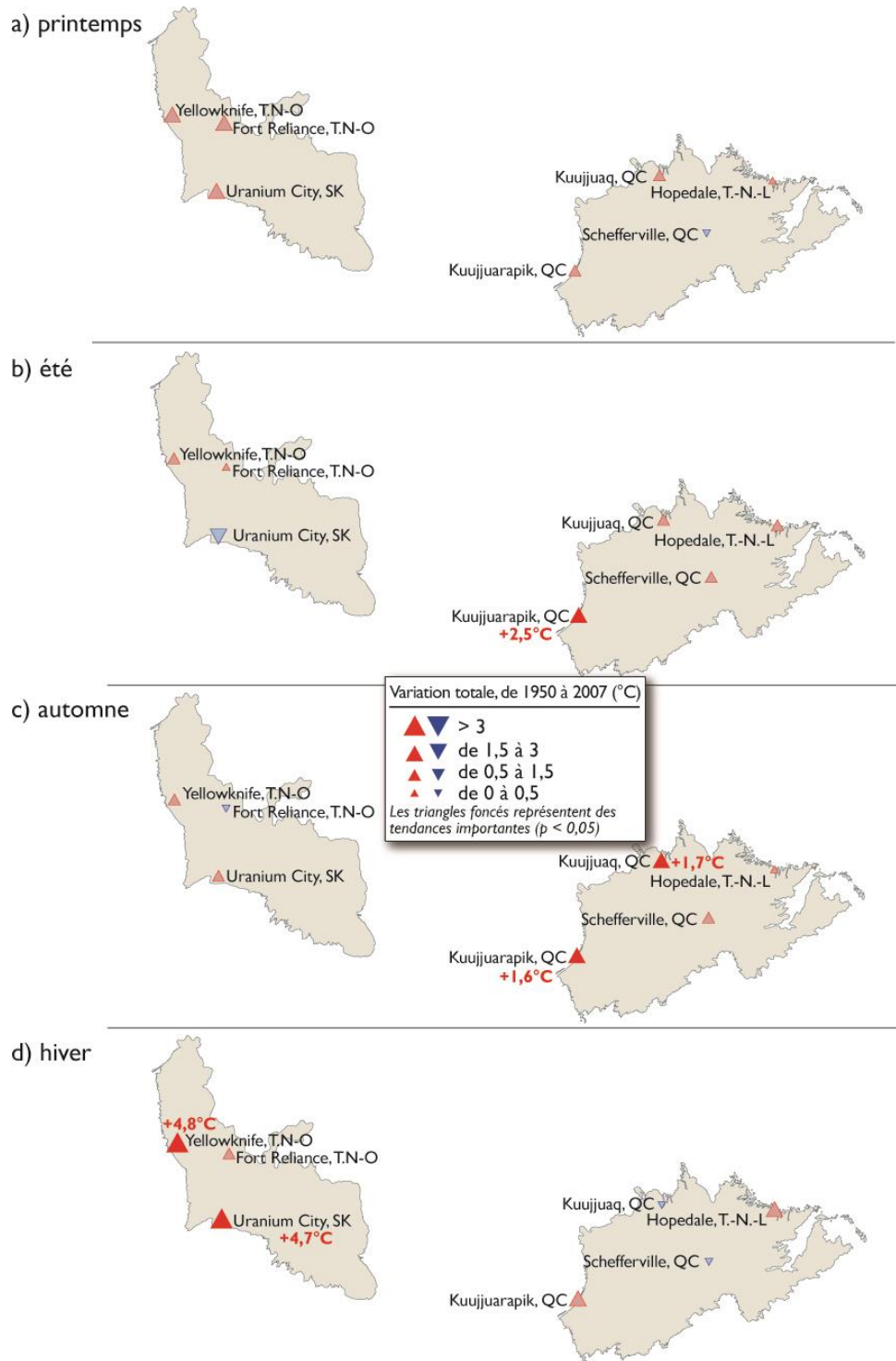


Figure 20. Tendances liées à la température par saison, 1950-2007. La variation totale sur le plan de la température au cours de la période de 58 ans est indiquée pour les sites où la tendance est statistiquement significative. Définition des saisons – printemps : mars-mai; été : juin-août; automne : septembre-novembre; hiver : décembre-février. Source : Zhang et al., 2011⁷

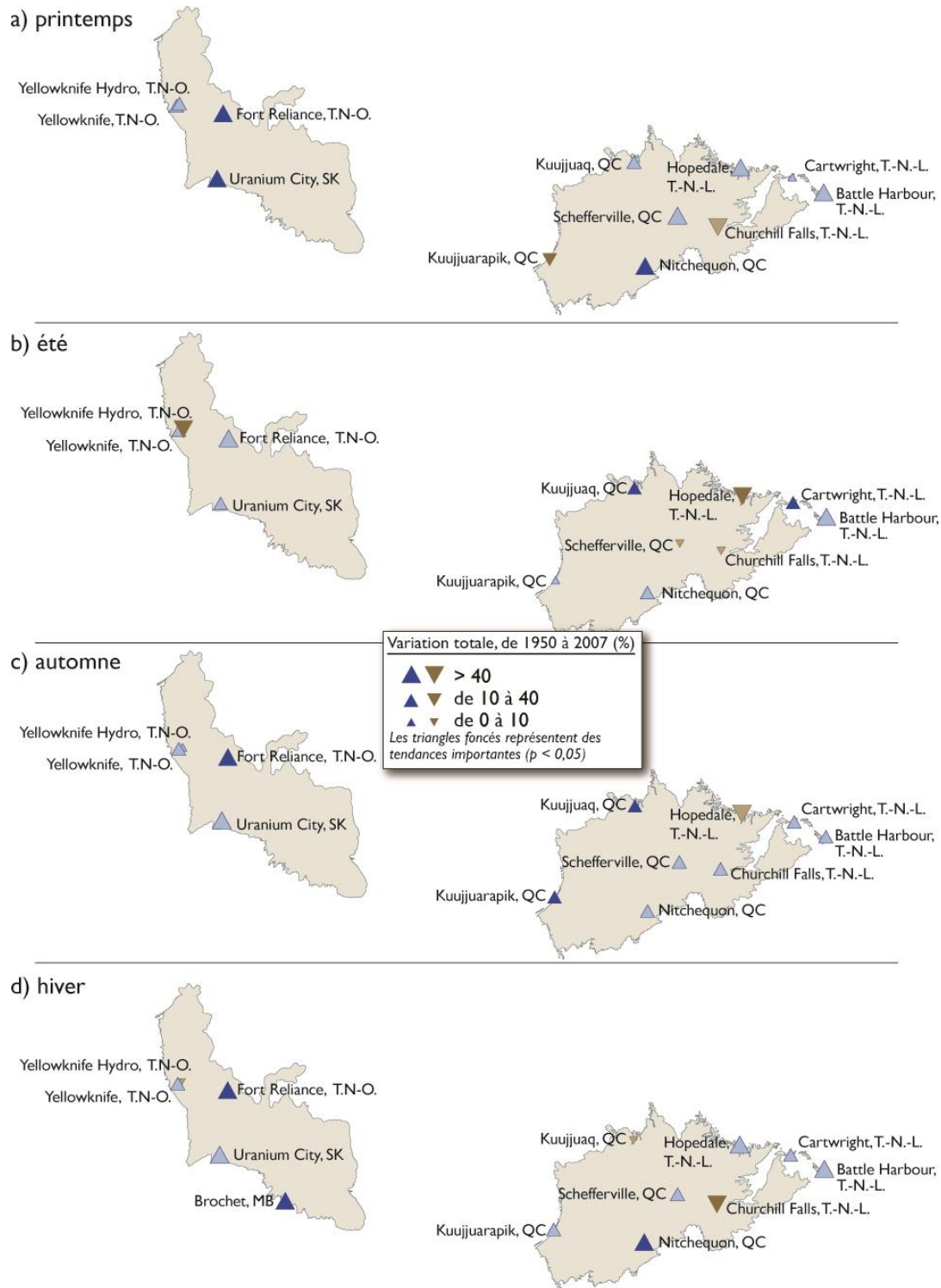


Figure 21. Variation de la quantité de précipitations, 1950-2007, par saison. La variation est exprimée en pourcentage de la moyenne calculée pour la période 1961-1990. Définition des saisons – printemps : mars-mai; été : juin-août; automne : septembre-novembre; hiver : décembre-février.

Source : Zhang et al., 2011⁷

Connaissances des Autochtones en ce qui a trait aux tendances climatiques

Les peuples autochtones reconnaissent les tendances à la hausse des températures, et ils notent que les températures sont plus variables et moins prévisibles que par le passé⁸⁴. Des différences régionales sont également apparentes et montrent combien les tendances climatiques varient à l'échelle locale. Voici certains changements climatiques observés en ce qui a trait aux vents dans la Taïga du Bouclier :

- Les vents sont plus forts et changent de direction plus souvent (Lutsel K'e⁵⁴).
- Les vents les plus forts se produisent plus tard à l'automne (Nunutsiavut⁸⁵).
- Du milieu des années 1980 au milieu des années 1990, les vents mesurés en avril et en mai provenaient le plus souvent du nord, entraînant une réduction de la taille des bandes de Bernaches du Canada, ralentissant la fonte printanière et contribuant aux tendances au refroidissement observées durant le printemps et l'été à l'est de la baie d'Hudson⁸⁶.

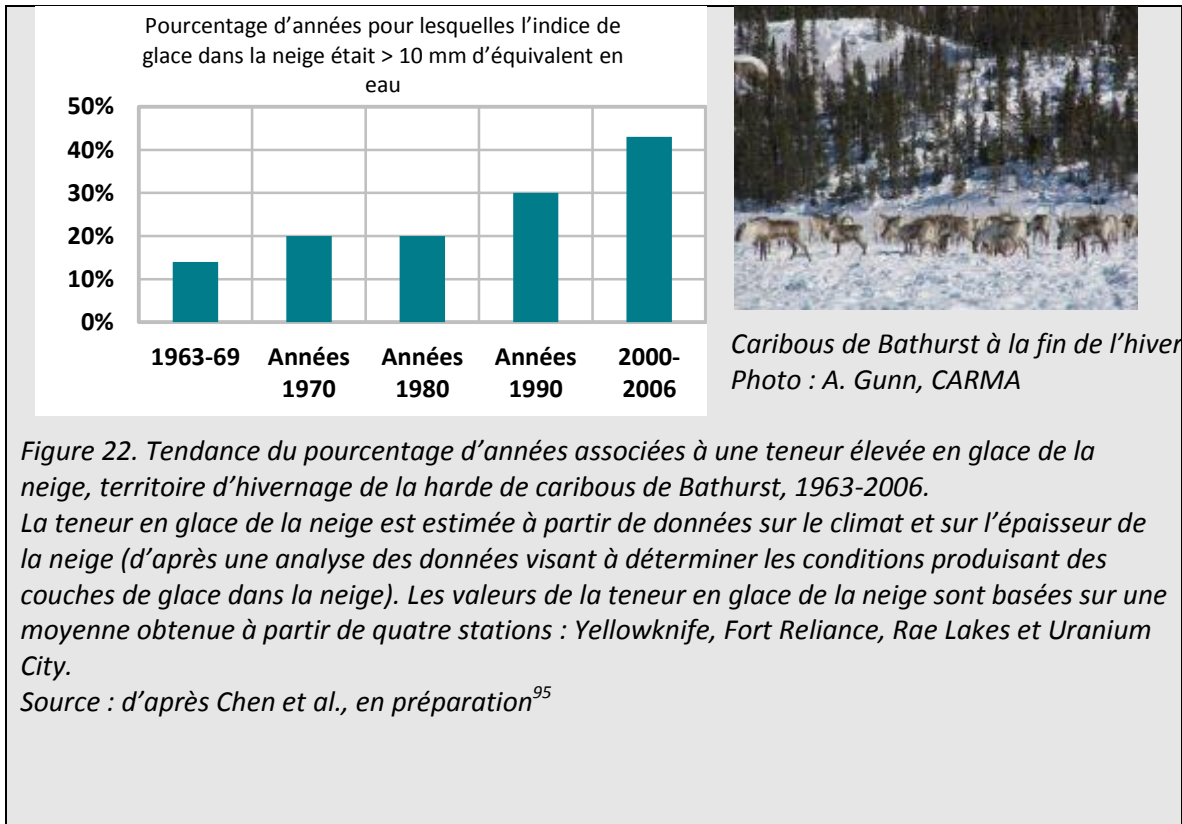
Les Autochtones font état d'une diminution des chutes de pluie dans certaines régions (nord de la Saskatchewan, 2006⁸⁷, Nunutsiavut, 2007⁸⁵, baie James, 2008⁸⁸).

Une série de changements similaires liés aux chutes de neige a été signalée dans plusieurs régions de la Taïga du Bouclier est. La neige arrive plus tard dans la saison, et il y en a habituellement moins. Les chutes de neige importantes sont rares et la neige fond plus rapidement, ce qui entraîne une diminution de l'accumulation, peut-être en raison des vents plus importants (Nunutsiavut, 2007⁸⁵, régions de la baie d'Hudson et de la baie James, 2007-2008^{89, 88}).

Tendances climatiques et habitat du caribou : territoire d'hivernage de la harde de caribous de Bathurst

Le territoire d'hivernage de la harde de caribous de Bathurst est situé dans la Taïga du Bouclier ouest. Le recensement de la harde réalisé en 2009 sur le terrain de mise bas indique un récent déclin marqué de la population (figure 27), dont les causes sont inconnues. Une étude des changements écologiques liés aux conditions migratoires des hardes durant l'hiver et avant la période de mise bas a révélé des changements en ce qui a trait à deux importants indicateurs de l'habitat liés au climat.

1. Le caribou a tendance à traverser rapidement ou à éviter les territoires ayant été récemment brûlés, car ils présentent peu de lichen^{90, 91}. La superficie des forêts matures (plus de 50 ans) a diminué de façon significative sur le territoire d'hivernage depuis 1959 en raison de l'augmentation des feux, cette augmentation étant elle-même corrélée positivement à l'augmentation des températures estivales (juin-septembre). L'analyse est fondée sur les données provenant de la base de données sur les grands incendies de forêt, dont il est question dans la section Tendances des feux de forêt à la page 68, ainsi que sur l'analyse de l'imagerie satellitaire et des données climatiques.
2. Durant l'hiver, le caribou creuse des trous dans la neige pour accéder au lichen. Les conditions de neige défavorables forcent le caribou à utiliser davantage d'énergie pour y parvenir, ce qui entraîne des changements sur le plan de l'état corporel, ou de la survie des faons au printemps suivant ou, dans les cas extrêmes, un état d'inanition^{92, 93}. Il est possible que l'accès au lichen durant l'hiver se soit détérioré pour le caribou de Bathurst, puisque la neige est plus dure qu'avant. La teneur en glace de la neige, estimée à partir de données sur le climat et la neige, a augmenté significativement durant la période 1963-2006. La glace provenait principalement (90 %) des cycles printaniers de gel-dégel, tandis que les épisodes de pluie sur la neige étaient responsables, en moyenne, de 10 % de la teneur en glace. Les chercheurs ont suggéré une valeur seuil pour les impacts majeurs sur le caribou, cette valeur étant une teneur en glace de la neige équivalant à environ 10 mm d'eau⁹⁴. La figure 22 illustre la tendance à la hausse en ce qui a trait au pourcentage d'années durant lesquelles la dureté de la neige a dépassé ce seuil. Les données d'observation indiquant que la neige est de plus en plus « dure » ou que la croûte glacée est plus importante concordent avec le savoir traditionnel autochtone sur le sujet, de même qu'avec les prévisions des modèles de changement climatique mondial.



Constatation clé 15

Thème Interactions humains-écosystèmes

Services écosystémiques

Constatation clé à l'échelle nationale

Le Canada est bien pourvu en milieux naturels qui fournissent des services écosystémiques dont dépend notre qualité de vie. Dans certaines régions où les facteurs de stress ont altéré le fonctionnement des écosystèmes, le coût pour maintenir les écoservices est élevé, et la détérioration de la quantité et de la qualité des services écosystémiques ainsi que de leur accès est évidente.

Par le passé, les services écosystémiques de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier ont assuré la subsistance des peuples autochtones, et la nourriture et les ressources traditionnelles ou prélevées dans la nature demeurent importantes, particulièrement dans les petites et moyennes collectivités (figure 23). Nombre de résidents non autochtones utilisent aussi abondamment les aliments prélevés dans la nature. Il y a toutefois des variations culturelles et régionales. Par exemple, les bernaches représentent jusqu'à 25 % de la viande sauvage consommée par les Cris de la baie James^{96, 97, 57}, tandis que le caribou de la toundra représente un aliment traditionnel important pour les Dénés et les Innus^{98, 54, 99, 84}. Le poisson est aussi un aliment traditionnel important dans l'ensemble de l'écozone⁺. Parmi les autres usages traditionnels et contemporains des plantes et des animaux, on compte la fabrication de médicaments et¹⁰⁰ et l'artisanat¹⁰¹.

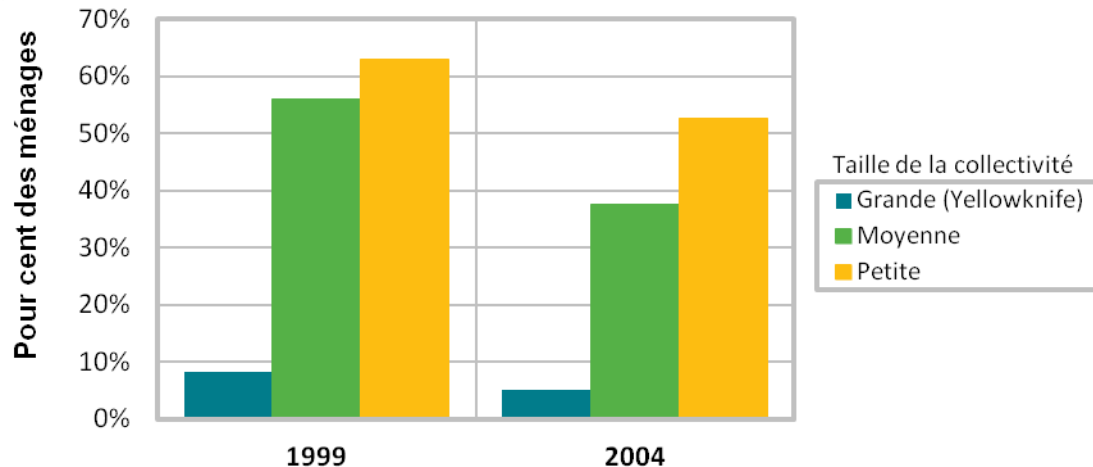


Figure 23. Proportion de ménages consommant des aliments traditionnels ou prélevés dans la nature, 1999 et 2004, collectivités des Territoires du Nord-Ouest (T.N.-O.) au sein de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier.

Pourcentage de ménages déclarant que plus de 75 % de leur viande et de leur poisson a été obtenu dans les T.N.-O. Collectivités étudiées : Behchokò (Rae-Edzo), Detah, Gamètì (Rae Lakes), Lutselk'e, Wekweètì, Yellowknife.

Source : données du Bureau de la statistique des T.N.-O. et de l'enquête régionale menée en 2002 aux T.N.-O. sur l'emploi et la récolte, lesquelles données ont été présentées dans un rapport du ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles du gouvernement des T.N.-O., 2009⁶⁹

Changements touchant la disponibilité des aliments traditionnels ou prélevés dans la nature

Il ne suffit pas de maintenir des populations fortes d'espèces ciblées pour assurer un approvisionnement et un accès continu à des aliments traditionnels ou prélevés dans la nature. En effet, les facteurs socio-économiques sont également importants, tout comme un ensemble de caractéristiques écosystémiques. Les exemples ci-dessous illustrent certaines catégories de menaces pour l'approvisionnement continu en biens et services écosystémiques au sein de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier.

Diminution des populations animales

Dans la Taïga du Bouclier ouest, les hardes de caribous de la toundra sont en déclin depuis le milieu des années 1990. La harde de Bathurst (qui hiverne dans la Taïga du Bouclier ouest) a diminué de façon particulièrement marquée au cours des dernières années (voir la section Caribou migrateur de la toundra à la page 54). Cette situation a entraîné la mise en œuvre de mesures de gestion d'urgence qui ont un effet direct sur la chasse dans l'écozone⁺.

Changements environnementaux ayant une incidence sur l'accès aux secteurs de chasse et de pêche

Les réseaux de sentiers qui relient les collectivités et les secteurs de récolte dans les régions ne comptant pas de routes permettent l'accès aux secteurs de chasse et de pêche. Les changements

climatiques observés dans le Nord québécois ont modifié la période durant laquelle il est possible d'avoir accès de façon sécuritaire à certains milieux locaux et à des ressources alimentaires clés le long de ces réseaux de sentiers traditionnels¹⁰².

Détérioration de la qualité ou de la salubrité des aliments

Les contaminants provenant du transport atmosphérique à grande distance (voir la section Contaminants à la page 36) soulèvent des préoccupations continues quant à la salubrité des aliments dans l'ensemble de l'écozone⁺. Dans la région de la baie James, les collectivités autochtones ont été touchées par l'augmentation des concentrations de mercure provenant des réservoirs du complexe La Grande (voir la section Le mercure dans les poissons affectés par les réservoirs à la page 39). Le mercure mesuré chez les Cris a atteint des concentrations préoccupantes, puis ces concentrations sont redescendues alors que les concentrations mesurées chez les poissons ont diminué et que les gens ont modifié leurs méthodes de pêche traditionnelles et réduit leur consommation de poisson¹⁰³. Les avis sur la santé liés aux contaminants ont des répercussions sur l'économie locale, l'alimentation ainsi que le bien-être sur le plan social et psychologique. La crainte de tomber malade à cause d'un aliment traditionnel provoque une anxiété et des répercussions sociales intenses et persistantes¹⁰⁴.

Changements touchant la faune

Bien que les populations de bernaches du Canada aient augmenté depuis le milieu des années 1990 dans la Taïga du Bouclier est¹⁰⁵, le taux de succès de chasse a diminué chez les Cris de la baie James¹⁰⁶. Les chasseurs disent^{106, 107} qu'un certain nombre de changements de comportement chez les bernaches et chez les chasseurs sont la cause de ce problème. Par exemple, les schémas migratoires des bernaches ont changé : les bernaches volent plus haut et la période de migration est plus courte; les bernaches ont aussi changé leur voie migratoire, passant d'avantage à l'intérieur des terres comparativement à ce qu'elles avaient l'habitude de faire. Selon les chasseurs, plusieurs causes expliquent ces phénomènes, notamment des changements liés aux régimes climatiques, le déclin des zostères marines, les répercussions des aménagements hydroélectriques et des changements sur le plan des pratiques de chasse. Par ailleurs, certaines modifications sur le plan des pratiques de chasse sont liées à des changements environnementaux. En effet, la chasse traditionnelle mise beaucoup sur l'utilisation en alternance de nombreux sites de chasse afin de perturber le moins possible les bernaches en migration, mais à certains endroits, les changements environnementaux ont entraîné la diminution du nombre de sites de chasse utilisés (figure 24), ce qui réduit le taux de succès de chasse.

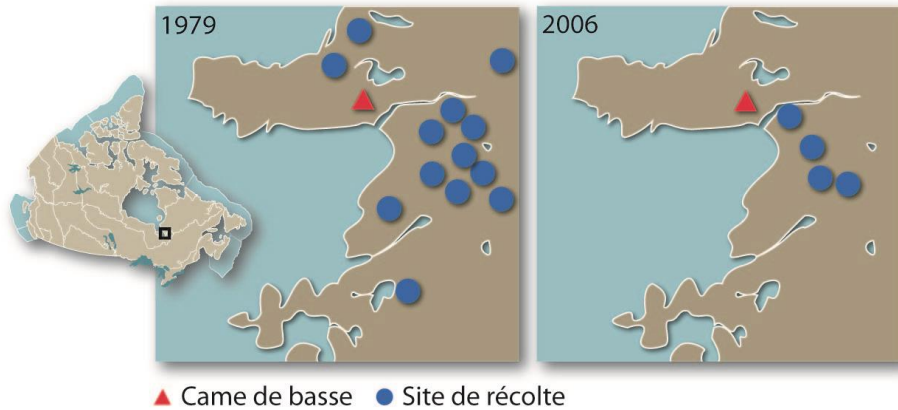


Figure 24. Carte des sites de chasse utilisés pour la chasse printanière aux bernaches, Blackstone Bay, territoire Wemindji, 1979 et 2006.

La réduction du nombre de sites utilisés et leur regroupement autour d'un point central étaient liées à deux causes : 1) des changements environnementaux observés à certains sites ont fait en sorte que ces sites ne représentaient plus un habitat adéquat pour la bernache; 2) certains sites ne pouvaient plus être atteints, car la glace sur la baie était devenue trop mince et non sécuritaire au printemps.

Le triangle indique l'emplacement du camp.

Source : Scott, 1983 dans Peloquin, 2007¹⁰⁷

Quelle est la valeur d'une harde de caribous?

Approche globale pour l'évaluation économique de biens et services écosystémiques

Une étude menée en 2008 pour le Conseil de gestion des caribous de Beverly et de Qamanirjuaq¹⁰⁸ a examiné la valeur des biens et services culturels fournis par les hardes de Beverly et de Qamanirjuaq. Cette étude a été conçue selon un modèle considérant la valeur de ces services afin d'inclure les éléments suivants :

- valeurs d'usage direct : principalement la viande, mais aussi les peaux et les bois pour utilisation dans les arts, l'artisanat et les produits culturels;
- valeurs indirectes;
- valeur des expériences et d'autres bienfaits non tangibles, comme les plaisirs liés aux loisirs, la famille et les liens et la transmission des modes de vie traditionnels;
- valeur de l'existence du caribou : en tant que legs pour les générations futures et pour avoir la possibilité de chasser dans l'avenir.

Seules les valeurs d'usage direct peuvent être quantifiées en termes de valeur commerciale (tableau 5). La valeur d'usage direct estimée pour la harde de Beverly était de 4,9 millions de dollars en 2005-2006, principalement (4,1 millions de dollars) au titre de la chasse domestique, 76 % des prises réalisées cette année-là ayant été faites par des collectivités autochtones du nord de la Saskatchewan.

Tableau 5. Estimations de la valeur d'usage direct annuelle des hardes de caribous de Beverly et de Qamanirjuaq

Valeur d'usage direct estimée pour les hardes de caribous de Beverly et de Qamanirjuaq (total de 19,9 millions de dollars/année)		
	millions de dollars/année	Pourcentage
Par administration		
Nunavut	11,8	59
Manitoba	3,8	20
Saskatchewan	3,4	17
T.N.-O.	0,8	4
Par type de capture		
Domestique (Autochtone)	14,7	74
Pourvoirie	4,1	21
Entreprise commerciale et agréée	1,0	5
Par harde		
Qamanirjuaq	15	76
Beverly	4,8	24

Valeur calculée pour les captures domestiques et par des résidents (agréés), par des pourvoiries

et des entreprises commerciales, d'après la valeur du remplacement de la viande et des peaux (en tenant compte des coûts de la chasse et des différences régionales en termes de coûts, comme pour le transport). Les pourvoiries ont été considérées comme une activité économique, et leur contribution annuelle nette au PIB a été calculée. Les estimations sont basées sur les statistiques de 2005-2006.

Source : données provenant de InterGroup Consultants Ltd, 2008¹⁰⁸

Les valeurs indirectes ont été examinées à la lumière d'études précédentes menées dans la région ainsi que de questionnaires et d'entretiens. Les auteurs ont conclu que la chasse au caribou et les activités connexes (comme la préparation et le partage de la viande et les fêtes communautaires) étaient perçues par les personnes vivant dans l'ensemble de l'aire de répartition des deux hardes comme essentielle au maintien et au transfert des connaissances, des habiletés et des normes culturelles. De nombreuses personnes interrogées ont souligné l'importance de la chasse au caribou pour leur identité et pour la revitalisation de leur collectivité.

Petites industries

Le piégeage d'animaux à fourrure, qui a déjà constitué une partie importante de l'économie de la Taïga du Bouclier, est toujours pratiqué, mais par un nombre relativement faible de résidents (figure 25). Malgré le déclin de cette industrie, dû à des changements sur le plan des valeurs sociales et des habitudes de consommation, le piégeage d'animaux à fourrure demeure une source de revenus importante pour plusieurs petites collectivités.

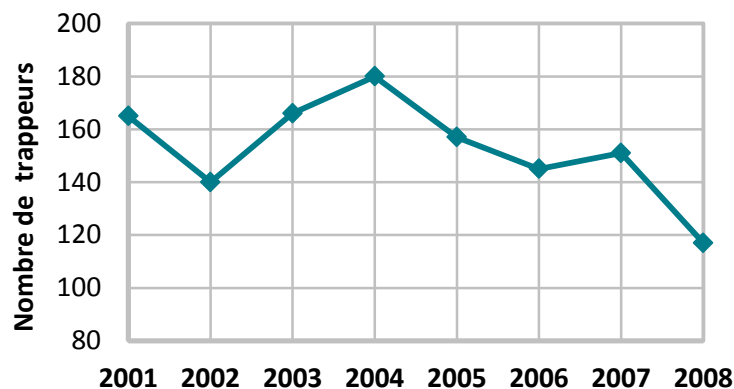


Figure 25 Trappeurs actifs dans la portion des Territoires du Nord-Ouest située dans la Taïga du Bouclier, 2001-2008.

Source : base de données de la Récolte de fourrure des Territoires du Nord-Ouest, présentées dans un rapport du ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles du gouvernement des T.N.-O., 2009⁶⁹

La récolte du bois à petite échelle est une autre source de consommation modeste des services écosystémiques de la Taïga du Bouclier. La majeure partie du bois est récoltée pour servir de bois de chauffage, ou est récoltée par de petites entreprises locales vendant du bois d'œuvre et du combustible. Le niveau de récolte est trop faible pour avoir des répercussions graves sur la

forêt boréale de la Taïga du Bouclier, et il s'agit d'une activité qui contribue de façon importante à l'économie monétaire et non monétaire de nombreuses petites collectivités⁶⁹.

THÈME : HABITATS, ESPÈCES SAUVAGES ET PROCESSUS ÉCOSYSTÉMIQUES

Thème Habitats, espèces sauvages et processus écosystémiques

Paysages terrestres et aquatiques intacts

Les paysages terrestres et aquatiques intacts ont été désignés initialement comme une constatation clé récurrente à l'échelle nationale, et des renseignements ont été compilés et évalués par la suite pour l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier. Dans la version définitive du rapport national³, des renseignements liés aux paysages terrestres et aquatiques intacts ont été intégrés à d'autres constatations clés. Ces renseignements sont conservés en tant que constatation clé distincte pour l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier.

À l'intérieur des limites de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier, le niveau de perturbation anthropique est relativement faible. Les établissements humains sont dispersés, le développement industriel est relativement faible et le réseau routier est peu développé. Compte tenu du taux actuel d'activité humaine, les changements liés à l'habitat sont locaux et se limitent à certains sites. Cependant, leur empreinte cumulative est de plus en plus importante et les préoccupations sont en hausse. Par exemple, la Première nation des Dénés, près du Grand lac des Esclaves, signale que les lieux fréquentés par les caribous ont changé au fil des ans et que les animaux évitent les zones habitées⁵⁴.

Constatation clé 17

Thème Habitats, espèces sauvages et processus écosystémiques

Espèces présentant un intérêt économique, culturel ou écologique particulier

Constatation clé à l'échelle nationale

De nombreuses espèces d'amphibiens, de poissons, d'oiseaux et de grands mammifères présentent un intérêt économique, culturel ou écologique particulier pour les Canadiens. La population de certaines espèces diminue sur le plan du nombre et de la répartition, tandis que chez d'autres, elle est soit stable ou en pleine santé ou encore en plein redressement.

Caribou migrateur de la toundra

Cette section est fondée sur le document intitulé *Tendances des populations de caribou des zones septentrionales du Canada*¹², un rapport technique thématique préparé pour le rapport sur l'état et les tendances des écosystèmes en 2010. Selon ce rapport, le caribou du nord regroupe trois sous-

espèces de caribou migrateur de la toundra : le caribou de la toundra (*Rangifer tarandus groenlandicus*), dont l'aire de la répartition se trouve à l'est du fleuve Mackenzie, le caribou de Grant (*R.t.granti*), que l'on trouve à l'ouest du fleuve Mackenzie, et certaines hardes de caribou des bois (population de forêt-toundra) (*R. t. caribou*) (soit les deux grandes hardes de l'Ungava et deux petites hardes allant mettre bas sur la côte sud de la baie d'Hudson).

Le caribou migrateur de la toundra est une espèce essentielle sur le plan écologique ainsi que pour les humains; par conséquent, sa répartition est bien surveillée au moyen de relevés aériens ou de télémessures satellitaires. Le caribou utilise principalement la Taïga du Bouclier de l'automne jusqu'au printemps, bien que le territoire utilisé varie d'une année à l'autre. Le nombre de caribous migrants a généralement diminué depuis sa période d'abondance maximale au milieu des années 1990, et le nombre d'individus dans certaines hardes a diminué de façon marquée au cours des dernières années. Il est possible que ces diminutions fassent partie des cycles naturels et qu'elles soient amplifiées par les effets cumulatifs de divers facteurs de stress, notamment les changements climatiques, la pression liée à la chasse et l'augmentation de la présence humaine dans certaines parties de l'aire de répartition. Les maximums et minimums historiques depuis le début du 19^e siècle ont pu être déterminés à partir de la fréquence des marques de sabots sur les racines d'épinettes, à tout le moins pour les hardes de Bathurst et de la rivière George^{109, 110}.

Les hardes suivantes, qui étaient toutes t en déclin en 2010, utilisent d'importantes portions de la Taïga du Bouclier ouest au cours de leur cycle annuel (figure 26) : Bathurst (figure 27), Beverly (figure 28) et Qamanirjuaq (figure 29). Pour la harde Bluenose-est, le recensement de 2010 a démontré une augmentation de population entre 2006 et 2010¹², mais the recensement de 2013 a démontré une baisse de population¹¹¹. Le statut de la harde Lorillard est inconnu, et la harde Ahiak est en déclin basé sur des données provisoires. Dans la Taïga du Bouclier est, la harde de la rivière George (figure 30) passe l'été et l'hiver dans l'écozone⁺, tandis que la harde de la rivière aux Feuilles (figure 31) utilise ce territoire uniquement durant l'hiver. Ces deux hardes sont en déclin.

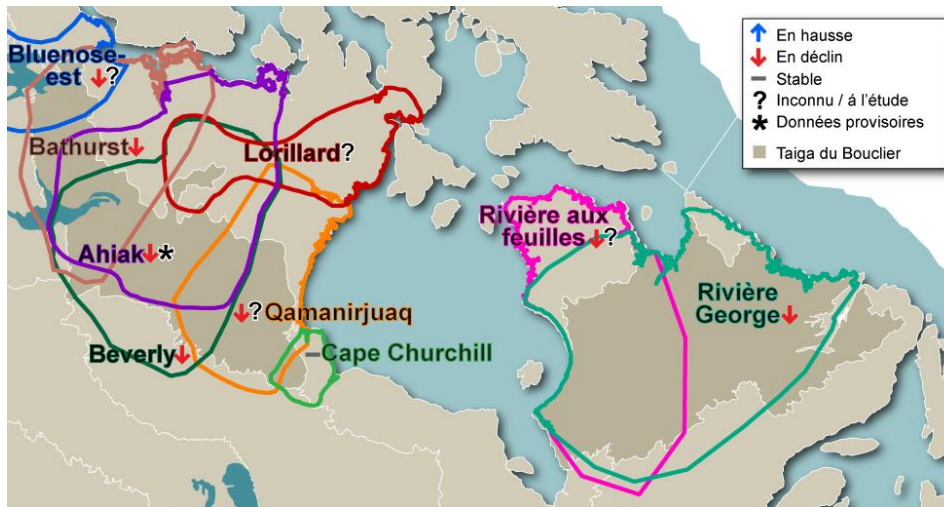
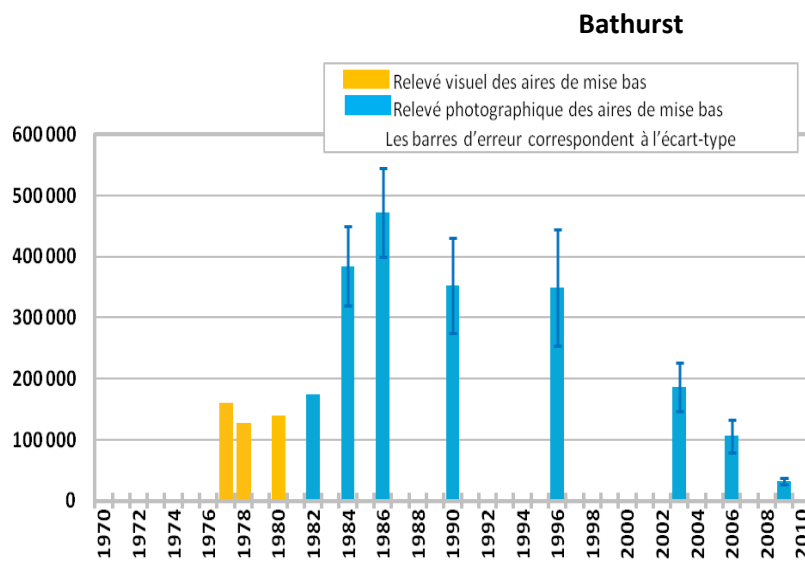


Figure 26. Aperçu de la répartition et de l'état des hardes de caribous migrateurs de la toundra dont l'aire de répartition s'étend à l'intérieur de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier.

Source : basé sur Gunn et al., 2011¹²; information sur la harde Bluenose-est a été mise-à-jour avec l'information du recensement de 2013 du Gouvernement des Territoires-du-Nord-Ouest, Environnement et Ressources Naturelles¹¹¹

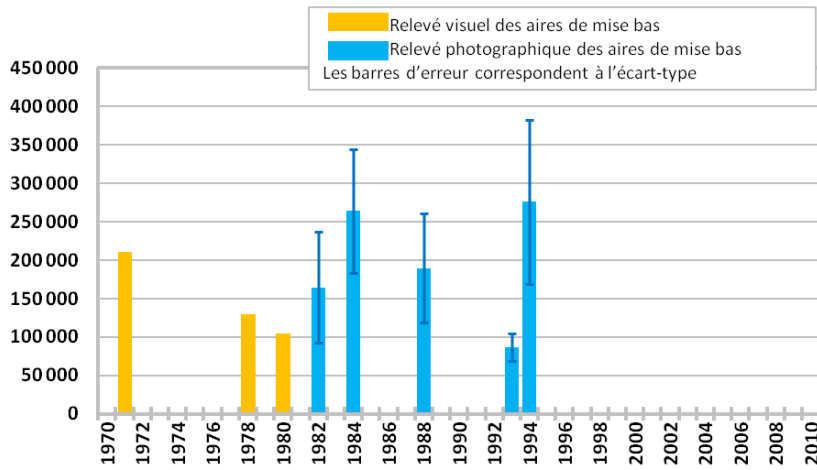


La harde de Bathurst fréquente l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier en automne et en hiver. La tendance historique est basée sur les souvenirs des aînés du peuple tlicho : nombre suffisant de caribous dans les camps de chasse d'automne, nombre élevé de caribous durant les années 1940, nombre plus faible de caribous durant les années 1950 et augmentation du nombre de caribous au cours des années 1970 et 1980. Depuis 1998, la partie sud de l'aire de répartition hivernale a rétréci.

Figure 27 Estimations du nombre d'individus de la harde de Bathurst, 1977-2009.

Source : Gunn et al., 2011¹²

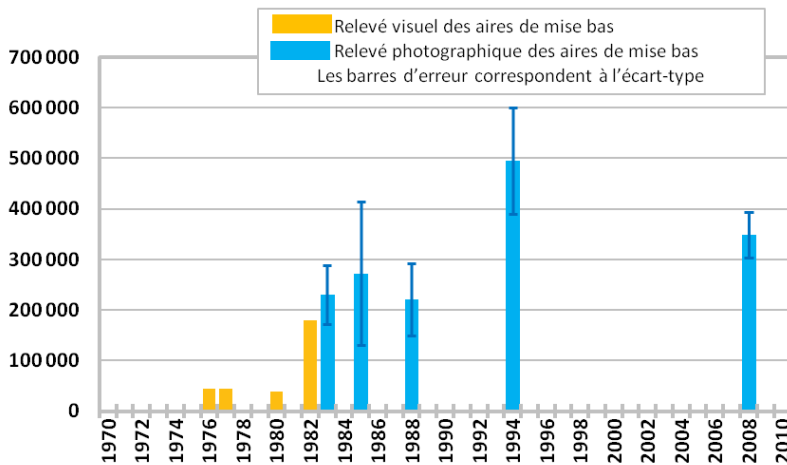
Beverly



L'aire de répartition hivernale et automnale de cette harde se trouve dans l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier. On n'a pas analysé les tendances de l'abondance et de l'indice vital de la harde entre 1994 et 2008. Par contre, il y eu une évaluation de reconnaissance systématique en 2002 qui détermina des densités de caribou plus basses que les densités en 1994. Entre 2006 et 2009, quatre recensements de délimitation d'aire de mise bas ont retrouvé seulement quelques femelles gravides et encore moins de petits. Cette information suggère un déclin de la population. Par contre, des estimations du nombre d'individus de la harde n'ont pas pu être déterminées avec ces données et n'apparaissent pas dans la figure 28.

Figure 28. Estimations du nombre d'individus de la harde de Beverly, 1971-2008.
Source : Gunn et al., 2011¹²

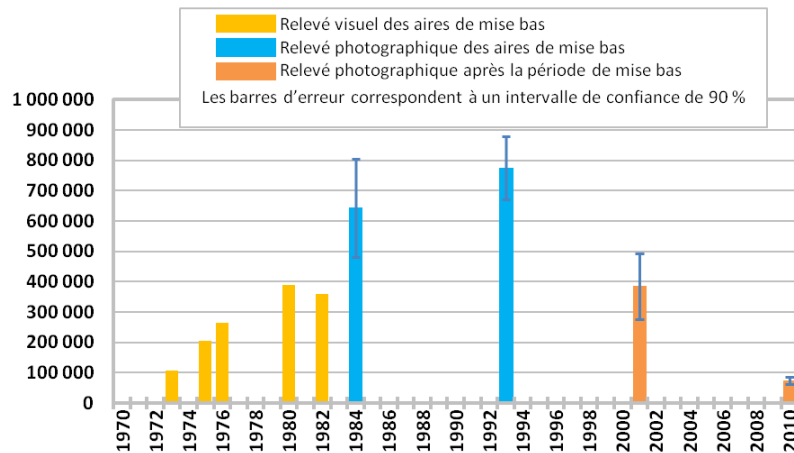
Qamanirjuaq



L'aire de répartition hivernale et automnale de cette harde se trouve dans l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier. L'effectif était très faible au cours des années 1970, puis a augmenté jusqu'en 1994 au moins. Un relevé des lieux de mise bas effectué par le Nunavut en 2008 a déterminé que la harde avait diminué mais que la tendance n'était pas statistiquement significative¹¹².

Figure 29. Estimations du nombre d'individus de la harde de Qamanirjuaq, 1976-2008.
Source : Gunn et al., 2011¹²

Rivière George

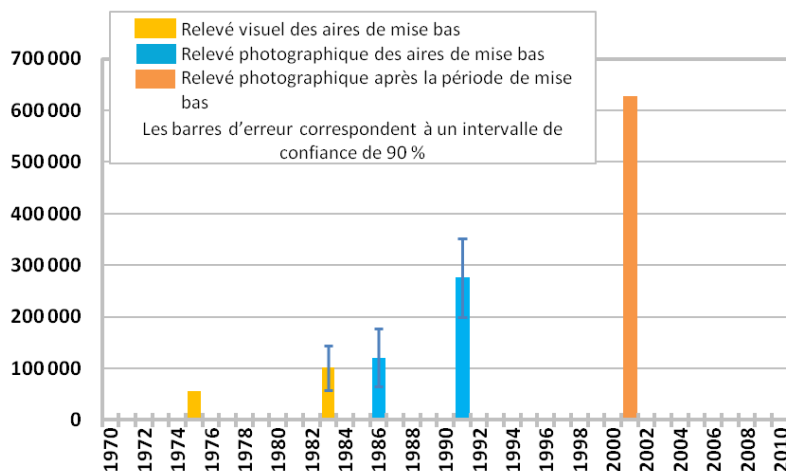


La population de la harde a connu une croissance entre les années 1950 et le milieu des années 1990. La dégradation de l’habitat estival a par la suite provoqué une baisse du nombre d’individus, qui se chiffrait à environ 74 100 en 2010.

Figure 30. Estimations du nombre d’individus de la harde de la rivière George, 1973-2010.

Source : Gunn et al., 2011¹²

Rivière aux Feuilles



La population de la harde s’est accrue de 1975 à 2001, date du dernier recensement. Selon les observations de l’état corporel et du recrutement des petits de 2007 et 2008, la population a probablement diminué depuis 2001.

Figure 31. Estimations du nombre d’individus de la harde de la rivière aux Feuilles, 1975-2001.

Source : Gunn et al., 2011¹²

Caribou des bois – population boréale

Le caribou des bois de la population boréale (c.-à-d. le caribou boréal) a été inscrit comme espèce menacée en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) en 2003¹¹³. La classification du caribou utilisée dans ce rapport suit le système de classification actuel de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). En 2011, le COSEPAC a adopté 12 unités désignables pour le caribou au Canada qui seront utilisées pour les évaluations de caribou et les décisions d’inscription subséquentes en vertu de la LEP en 2014. Cette section sur le caribou boréal est basée sur l’*Évaluation scientifique aux fins de la désignation de l’habitat essentiel* de 2011¹¹⁴ et le *Programme de rétablissement du caribou*

des bois (*Rangifer tarandus caribou*) de la population boréale du Canada de 2012¹¹⁵. Les renseignements contenus dans ce rapport ont été mis à jour depuis la publication du rapport thématique national du RETE, *Tendances de la population boréale du caribou des bois au Canada*¹³.

Les aires de répartition de six populations locales de caribou boréal se trouvent en totalité ou en partie dans l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier. De très petites portions des aires de répartition dans les Territoires du Nord-Ouest et dans le Nord de la Saskatchewan, dont on ne connaît pas le statut des populations, se trouvent le long de la limite occidentale de l'écozone⁺¹³. Dans l'est de la Taïga du Bouclier, les aires de répartition de quatre populations locales s'étendent dans l'ensemble du sud de l'écozone⁺. La population locale du Québec est considérée comme stable, alors que trois autres populations locales au Labrador sont en déclin (figure 32).

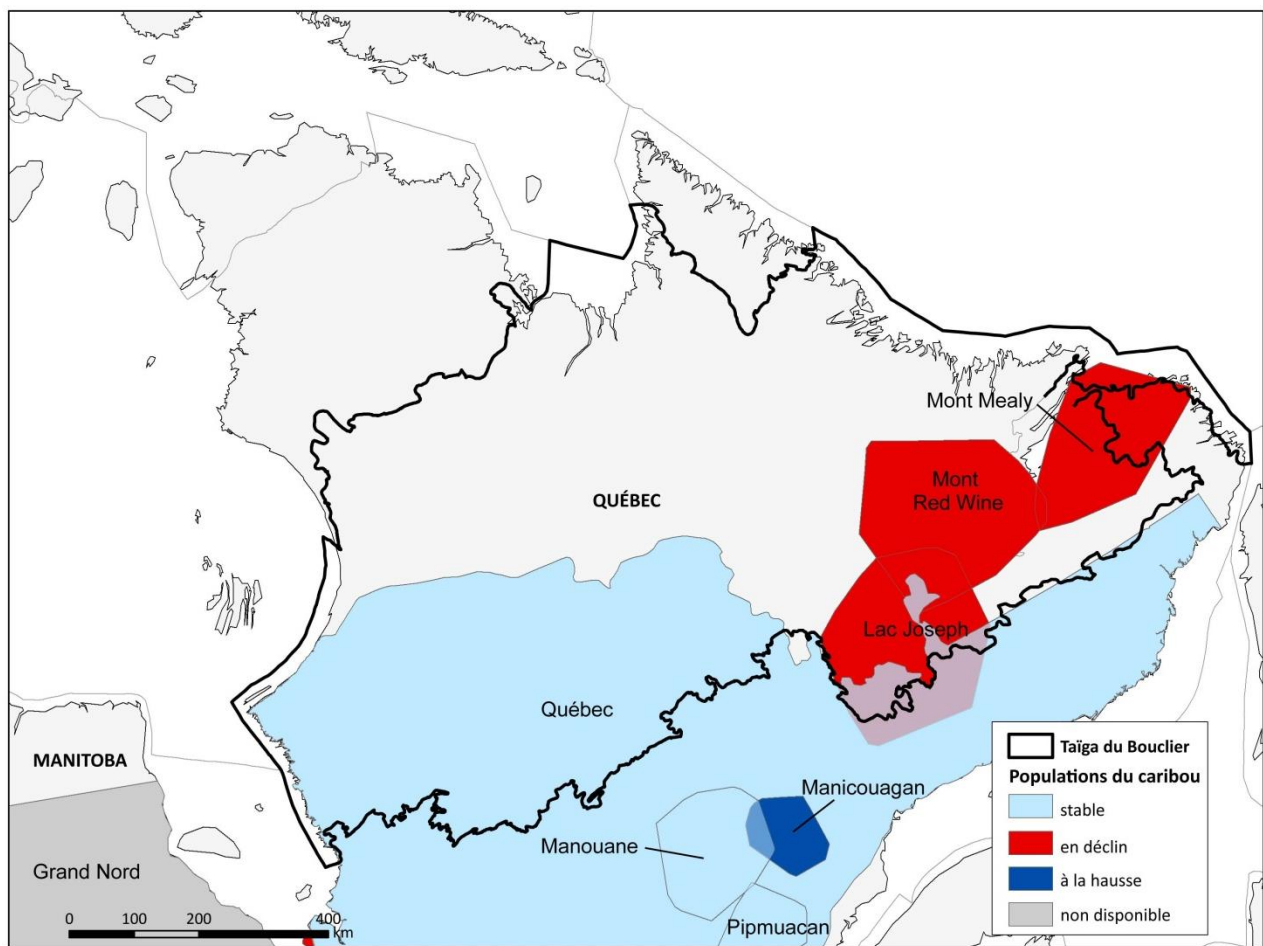


Figure 32. Statut des populations locales de caribou boréal dans l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier (est). Source : mise-à-jour à partir de Callaghan et al., 2011¹³, basé sur Environnement Canada¹¹⁵

Le rétrécissement à grande échelle de l'aire de répartition et le déclin démographique de la population boréale de caribous des bois au Canada résultent de la perte et de la dégradation des forêts de conifères matures¹³. L'effet le plus immédiat de cette diminution des forêts matures est

l'expansion des jeunes forêts qui favorise d'autres ongulés, comme l'orignal (*Alces americanus*) et le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*). Ce changement provoque l'augmentation du nombre de prédateurs et du taux de prédation sur les caribous¹¹⁴⁻¹²⁷. L'abondance de chevreuils dans la Taïga du Bouclier est en augmentation et la distribution d'originaux est en changement (voir Déplacements majeurs des aires de répartition d'espèces indigènes au Canada à la page 65).

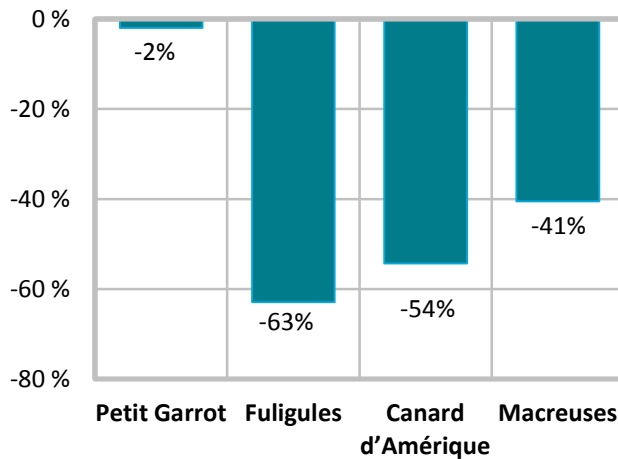
Les perturbations humaines peuvent aussi faciliter le mouvement des prédateurs. Ceci peut augmenter le nombre de confrontations entre prédateurs et caribous et conséquemment augmenter le taux de prédation¹²⁸. La population boréale du caribou des bois est étroitement associée aux forêts de conifères de fin de succession et aux tourbières¹²⁹, qui leur servent de refuges, où ils se mettent à l'abri des fortes densités de prédateurs et s'éloignent des autres proies^{120, 122, 124, 130, 131}. On ne saisit pas encore l'ampleur de la menace que représente la chasse dans la plupart des régions du Labrador. L'analyse des tendances démographiques historiques, les données tirées des animaux munis de colliers émetteurs et les données démographiques actuelles semblent indiquer que la chasse est responsable d'une part importante de la mortalité des femelles adultes et, par conséquent, constitue une menace importante pour certaines populations locales¹³². La chasse constitue la principale menace pour la population boréale du caribou des bois au Labrador¹³. La chasse aux caribous par les humains et leurs prédateurs (comme les loups) est facilitée par la construction de routes et d'autres structures linéaires et par l'utilisation de véhicules hors route qui permettent d'accéder à des régions autrefois inaccessibles¹²⁸.

Sauvagine

Cette section est fondée sur le document intitulé *Tendances des populations reproductrices de sauvagine au Canada*¹⁰, un rapport technique thématique préparé pour le rapport sur l'état et les tendances des écosystèmes en 2010. Les analyses des tendances en fonction de l'écozone⁺ dans le rapport sur la sauvagine portaient sur des données allant jusqu'en 2006 et n'ont pas été mises à jour dans cette section.

Les populations de fuligules (*Aythya* spp.), de Canard d'Amérique (*Anas americana*) et de macreuses (*Melanitta* spp.) connaissent des diminutions dans la partie ouest de la Taïga du Bouclier (figure 33). Des tendances à la baisse ont aussi été observées dans les écozones voisines pour la plupart de ces espèces, ce qui semble indiquer que des facteurs communs sont présents. Il est possible que les changements climatiques jouent un rôle dans certaines de ces baisses de population. Le Petit Fuligule (*A. affinis*), la Macreuse à ailes blanches (*M. deglandi*) et le Canard d'Amérique sont des nicheurs relativement tardifs¹³³⁻¹³⁵, et DeVink *et al.*¹³⁶ suggèrent que si la photopériode constitue un élément déclencheur pour la reproduction de ces espèces, il est possible qu'il y ait un écart grandissant entre le moment de la nidification et la disponibilité de la nourriture. En effet, il se peut que la période de disponibilité des invertébrés qui leur servent de source alimentaire ne soit plus la même en raison des changements de températures, ce qui entraînerait une baisse de la survie des canes et des canetons.

a. Variation de l'abondance, 1970-2006



b. Tendances liées aux couples nicheurs de fuligules, 1970-2006

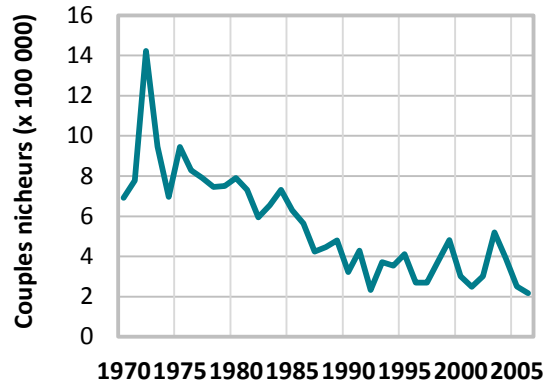


Figure 33: a. Variation de l'abondance de Petit Garrot, de fuligules (*Aythya affinis* et *A. marila*), de Canard d'Amérique et de macreuses (*Melanitta deglandi* et *M. perspicillata*) et b. couples nicheurs de fuligules dans l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier ouest, pour la période 1970-2006. Les variations sont significatives ($p < 0,05$) pour les espèces indiquées par un astérisque. Espèces : fuligules, Canard d'Amérique et macreuses.

Source: Fast et al., 2011¹⁰

Les relevés réalisés depuis 1991 dans l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier est indiquent une variation importante d'une année à l'autre, mais les tendances indiquent que les populations sont stables pour le Fuligule à collier (*Aythya collaris*), les fuligules, le Canard noir (*Anas rubripes*) et la Sarcelle à ailes vertes (*Anas carolinensis*) (figure 34).

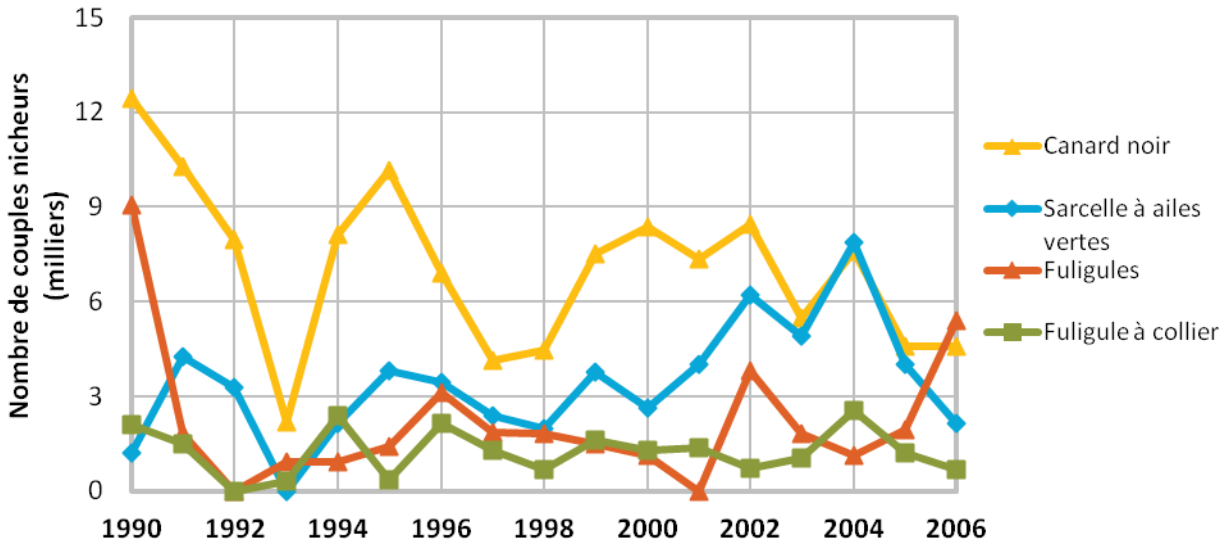


Figure 34. Nombre de couples nicheurs de Canard noir, de Sarcelle à ailes vertes, de fuligules (*Aythya affinis* et *A. marila*) et de Fuligule à collier dans l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier est, 1990-2006. Il n'y eu aucune tendance significative. Source: Fast et al., 2011¹⁰

Oiseaux terrestres

Comme il y a peu de données sur les oiseaux terrestres nichant dans la taïga, on a regroupé l'information sur ces oiseaux pour toutes les écozones⁺ de la taïga¹⁴. On a recours au Recensement des oiseaux de Noël (CBC) pour surveiller les populations de certaines espèces dans leurs aires d'hivernage aux États-Unis et dans le sud du Canada. Les tendances en Amérique du Nord de six espèces d'oiseaux terrestres dont l'aire de nidification chevauche les trois écozones⁺ de la taïga sont indiquées ci-après (tableau 6). Le Canada a une importante responsabilité en matière d'intendance à l'égard de ces espèces, car c'est sur son territoire que se trouve une grande partie des populations nicheuses de l'hémisphère occidentale.

Tableau 6. Tendances de l'abondance annuelle d'oiseaux terrestres sélectionnés dans les trois écozones⁺ de la taïga, 1966-2005

Espèces	Aire de nidification principale	Tendance de la population (%/an)	P	Indice d'abondance du Recensement des oiseaux de Noël				Changement
				Années 1970	Années 1980	Années 1990	Années 2000	
Quiscale rouilleux (<i>Euphagus carolinus</i>)	Basses-terres de la baie d'Hudson, taïga et région boréale	-5,46 %	*	1,5	0,7	0,4	0,3	-78 %
Mésange à tête brune (<i>Poecile hudsonicus</i>)	Taïga et région boréale	-1,73 %	*	1,6	1,3	1,2	1,2	-29 %
Pie-grièche grise (<i>Lanius excubitor</i>)	Taïga	-0,79 %	*	1,1	1,0	1,0	0,8	-29 %
Durbec des sapins (<i>Pinicola enucleator</i>)	Taïga et région boréale	-0,78 %		5,1	3,4	2,8	2,5	-52 %
Bruant de Smith (<i>Calcarius pictus</i>)	Taïga	-0,32 %		0,05	0,06	0,07	0,08	57 %
Bruant de Lincoln (<i>Melospiza lincolnii</i>)	Taïga et région boréale	-0,08 %		1,5	1,5	1,7	1,6	8 %

Le tableau montre le taux de changement annuel et l'indice d'abondance moyen du Recensement des oiseaux de Noël par décennie. L'astérisque (*) indique que la tendance est significative (à $P < 0,05$).
 Source : D'après les données du Recensement des oiseaux de Noël (D. Niven, Audubon) tel que rapporté dans Downes et al., 2011¹⁴

Trois des six espèces connaissent un déclin à long terme statistiquement significatif. Plus précisément, le Quiscale rouilleux (*Euphagus carolinus*), oiseau migrateur des régions tempérées qui hiverne aux États-Unis, a subi une baisse de 78 % entre les années 1970 et les années 2000 (figure 35). Ce déclin était corroboré par des relevés¹³⁷ effectués dans d'autres parties de son aire de répartition qui ont montré que le déclin était encore plus marqué à l'échelle du Canada. Des données circonstanciées suggèrent que le déclin n'a pas été aussi dramatique dans le nord¹³⁸. Le déclin de la Mésange à tête brune (*Poecile hudsonicus*) et du Durbec des sapins (*Pinicola enucleator*) a aussi été étayé par des signes de déclin décelés lors de relevés effectués dans d'autres parties de leurs aires de répartition¹⁴.

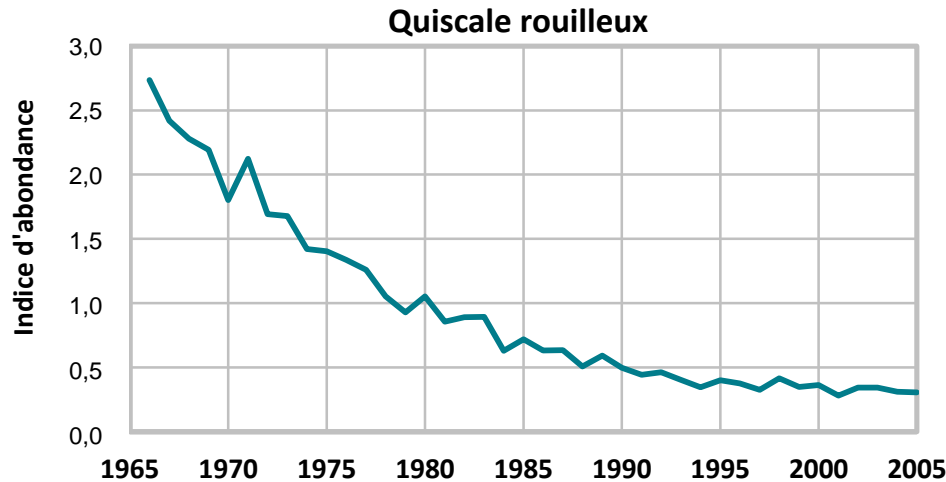


Figure 35. Tendence de l'indice d'abondance annuelle pour le Quiscale rouilleux, 1966-2005.

Ce déclin est statistiquement significatif ($p < 0,05$).

Source : D'après les données du Recensement des oiseaux de Noël (D. Niven, Audubon) tel que rapporté dans Downes et al., 2011¹⁴

Poissons

L'information sur la santé générale des poissons provenant du savoir traditionnel autochtone dans la partie ouest de la Taïga du Bouclier fait état de changements variables. Les Dénés signalent une diminution du nombre de poissons dans la région du fleuve Mackenzie¹³⁹ et à proximité du Grand lac des Esclaves, alors que d'autres témoignages indiquent que les populations de poissons dans ce lac sont au moins aussi importantes que dans le passé^{54, 84, 140}. Dans la région de la baie d'Hudson, on relate qu'il y a eu des changements dans le comportement et la santé des poissons, que les habitudes migratoires ont changé et que les barrages et les fluctuations du niveau de l'eau entravent la remontée des poissons vers les lacs⁸⁸.

Dans la partie est de la Taïga du Bouclier, les projets hydroélectriques ont eu un impact majeur sur plusieurs bassins fluviaux. Les changements qui touchent les poissons sont abordés à la page 28, dans la section Barrages et réservoirs.

Plantes vasculaires

Les Autochtones signalent de nombreux changements dans la végétation :

- Région de la baie Anaktalak (Nunutsiavut, au sud de Nain), 2007 – Une augmentation de la croissance et de l'abondance de certaines plantes, p. ex. des arbustes à petits fruits, qui constituent une bonne source de nourriture⁸⁵.
- Wemindji, Baie James, 2005 – La végétation terrestre remplace la végétation aquatique; des saules et des arbustes couvrent maintenant des surfaces auparavant dénudées. Ces changements ont des répercussions sur les oies. Des arbres poussent maintenant là où poussaient des arbustes à petits fruits⁵⁷.

- Près du Grand lac des Esclaves, 2002 – Des cerisiers de Pennsylvanie, des arbres qui poussent communément sur un sol perturbé, sont apparus après l’aménagement d’une nouvelle route⁹⁹.

Déplacements majeurs des aires de répartition d’espèces indigènes au Canada

Une expansion des aires de répartition jusque dans l’écozone⁺ de la Taïga du Bouclier à partir d’écozones plus au sud a été observée à certains endroits depuis les années 1960. Parmi les espèces nouvellement arrivées figurent : le cerf de Virginie dans les Territoires du Nord-Ouest¹⁴¹ et en Alberta¹⁴², le coyote (*Canis latrans*) dans les Territoires du Nord-Ouest¹⁴³ et le Labrador¹⁴⁴, le bison des bois (*Bison bison athabasca*)¹⁴³, et la Pie bavarde (*Pica pica*)¹⁴⁵.

Plusieurs déplacements d’aires de répartition ont été directement liés à des activités humaines¹⁴³. Le cerf de Virginie, le coyote et le bison des bois ont probablement suivi le corridor de la route Yellowknife vers le nord jusque dans la Taïga du Bouclier¹⁴⁶. Des aînés autochtones rapportent que, lorsque les populations de bisons étaient nombreuses dans les basses terres de la rivière des Esclaves (écozone⁺ de la Taïga des plaines), il y avait un certain débordement vers l’ouest jusque dans la Taïga du Bouclier, mais, parce que les parcelles d’habitat y étaient petites, les animaux ne restaient pas¹⁴⁶. Certaines espèces, comme le coyote et la Pie bavarde, s’aventurent rarement au-delà des limites de la ville de Yellowknife^{146, 145}. On s’attend à ce que les changements climatiques rendent de vastes zones plus accueillantes aux espèces nouvellement arrivées, et ces dernières ainsi que d’autres espèces pourraient se répartir encore plus^{147, 148}.



Photo de James Sangris avec une biche de Virginie à Wool Bay, Grand Lac des Esclaves, Taïga du Bouclier ouest, octobre 2007 © GTNO-D-Cluff.

Ce sont souvent les résidents locaux et les chasseurs qui remarquent, en premier, les changements en ce qui concerne les aires de répartition. Les mentions d’observations inhabituelles sont un bon moyen pour déceler les changements de la répartition des espèces¹⁴². Voici quelques exemples de ces changements fondés sur les connaissances locales :

- On rapporte l'expansion de l'aire de répartition, ou des cas de nomadisme, pour le grizzli (*Ursus arctos*) et le bœuf musqué (*Ovibos moschatus*), du nord vers la partie ouest de la Taïga du Bouclier^{142, 145}.
- Les Dénés signalent que le nombre d'orignaux et d'ours a augmenté le long de la limite de la zone arborée dans la région du lac Artillery¹⁴⁰.
- Le long de la côte du Labrador, des Inuits ont remarqué des orignaux (dans les environs de la baie Anaktalak), et ils croient que ces orignaux se déplacent vers le nord à cause des changements climatiques⁸⁵.
- Les collectivités autochtones à l'est de la baie James ont constaté une baisse du nombre d'orignaux, une perte de leur habitat et une détérioration de leur état corporel^{86, 149}.

Constatation clé 18

Thème Habitats, espèces sauvages et processus écosystémiques

Productivité primaire

Constatation clé à l'échelle nationale

La productivité primaire a augmenté dans plus de 20 % du territoire végétalisé au Canada au cours des 20 dernières années et elle a également augmenté dans certains écosystèmes d'eau douce. L'ampleur et la période de productivité primaire changent dans tout l'écosystème marin.

Cette section est fondée sur les analyses et interprétations fournies dans *Surveillance à distance de la biodiversité : sélection de tendances mesurées à partir d'observations par satellite du Canada*¹⁶. Des renseignements supplémentaires ont été ajoutés en ce qui concerne la relation entre la productivité primaire et les feux de forêt.

Plus de 36 % du territoire de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier a présenté une augmentation significative sur le plan de l'IVDN (un indice de productivité primaire calculé à partir de données de télédétection) durant la période 1986-2006 (figure 36). Moins de 1 % du territoire a présenté une tendance à la baisse. L'augmentation observée dans cette écozone⁺, l'une des plus fortes au Canada¹⁶, était plus prononcée dans l'est, en particulier au sud de la baie d'Ungava (une zone dominée par la végétation typique de la toundra), et dans le sud du Labrador (forêt de conifères et arbustales). Le IVDN dans le territoire situé entre ces deux « points chauds » a également présenté une tendance positive, mais elle était moins prononcée. Un territoire appréciable de la portion nordique de la Taïga du Bouclier ouest a connu une augmentation de l'IVDN. Ce territoire, caractérisé par le sol le plus productif dans la partie ouest de la Taïga du Bouclier²², est principalement recouvert de forêts de conifères, mais les arbustes et la végétation typique de la toundra y sont également bien présents.

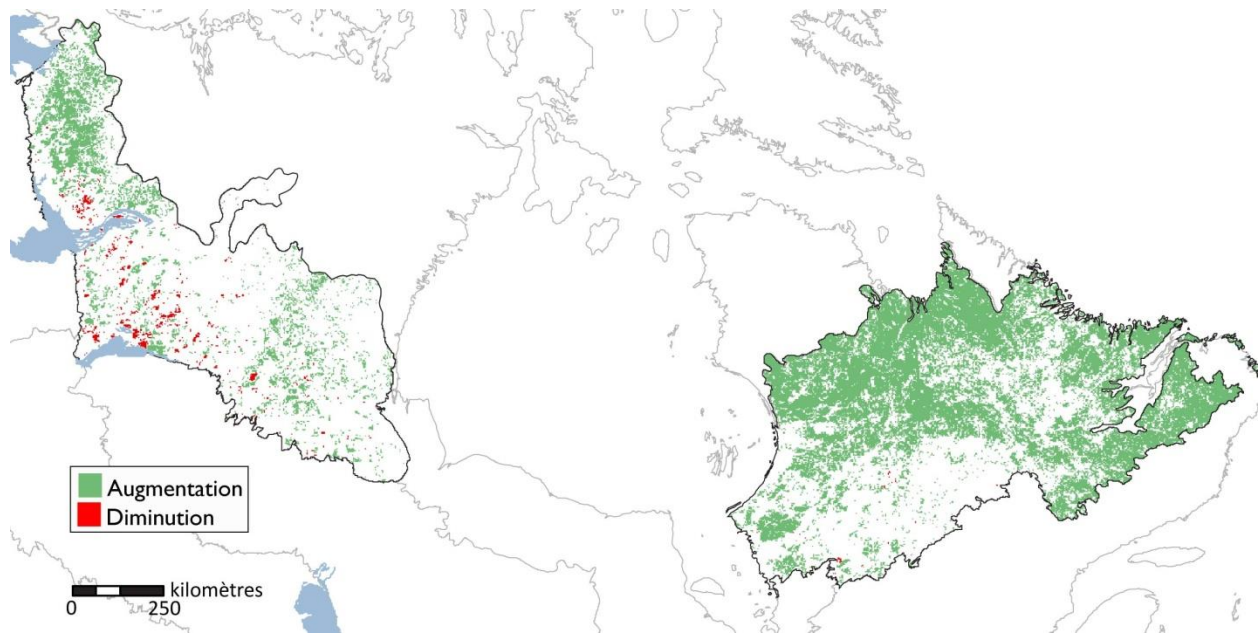


Figure 36. Tendances de l'indice de végétation par différence normalisée (IVDN), écozone⁺ de la Taïga du Bouclier, 1985-2006.

Les tendances sont calculées en fonction des pics annuels de l'IVDN, lesquels correspondent à la moyenne des trois valeurs les plus élevées établies à partir d'images composites de dix jours prises au cours des mois de juillet et août de chaque année. La résolution spatiale est de 1 km, moyennée à 3 km pour l'analyse. Seuls les points associés à un changement statistiquement significatif ($p < 0,05$) sont indiqués. Source : Analyse de la tendance de l'IVDN réalisée par Pouliot et al., 2009¹⁵⁰; Analyse de l'écozone⁺ réalisée par Ahern et al., 2011¹⁶

Pouliot *et al.* (2009)¹⁵⁰ ont observé que les brûlis peuvent être associés à des tendances positives, négatives ou nulles sur le plan de l'IVDN, selon l'âge du brûlis. Ainsi, l'analyse d'emplacements brûlés et non brûlés dans la forêt boréale du centre du Canada¹⁵¹ a permis d'observer une augmentation significative de l'IVDN à tous les emplacements ayant subi des incendies depuis 1984, et à 50 % des emplacements n'ayant pas subi d'incendies. Cependant, les incendies ne peuvent pas être responsables de l'ensemble de la hausse importante de l'IVDN observée dans la Taïga du Bouclier. Une comparaison de la carte de tendance de l'IVDN avec la carte des grands incendies de forêt survenus depuis les années 1980 (figure 37) montre que les principales zones où l'on a observé une augmentation de l'IVDN ne sont pas les zones ayant été récemment brûlées. Les régions dans la partie ouest de la Taïga du Bouclier présentant des tendances de l'IVDN négatives pourraient être des forêts d'épinettes noires à lichens ayant brûlé récemment, se trouvant sur des sols pauvres. Sur des sols de meilleure qualité, les lichens ne peuvent pas opposer une compétition efficace aux plantes vasculaires du sous-étage. Après qu'un feu se produit dans une forêt d'épinettes à lichens, la surface du sol peut rester noircie pendant de nombreuses années, car l'épinette noire et les lichens se rétablissent très lentement^{145, 146}.

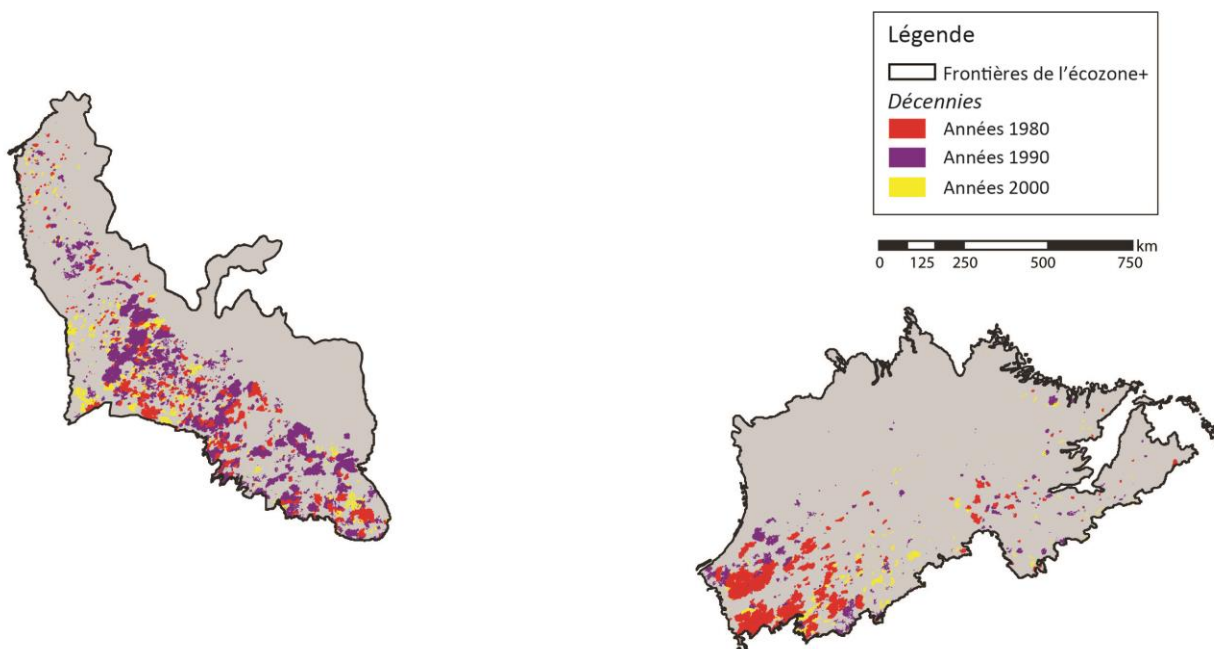


Figure 37. Emplacement des grands incendies de forêt par décennies des années 1980 aux années 2000.
Source : Krezek-Hanes et al., 2011⁸

Constatation clé 19

Thème Habitats, espèces sauvages et processus écosystémiques

Perturbations naturelles

Constatation clé à l'échelle nationale

La dynamique des régimes de perturbations naturelles, notamment les incendies et les vagues d'insectes indigènes, est en train de modifier et de refaçonner le paysage. La nature et le degré du changement varient d'un endroit à l'autre.

Les feux de forêt, les conditions météorologiques extrêmes et les maladies façonnent et modifient la flore et la faune de l'écozone+ de la Taïga du Bouclier. Des perturbations telles que les feux de forêts peuvent être de faible étendue et fréquentes tout comme elles peuvent être de grande étendue et rares. Le calcul de tendances de ces perturbations requiert donc des données étendues sur une plus grande échelle temporelle. Sauf dans le cas des feux de forêt, on possède peu de données précises sur les perturbations dans la Taïga du Bouclier.

Tendances des feux de forêt

Cette section est basée sur des analyses et interprétations dans *Tendances des grands incendies de forêts au Canada, de 1959 à 2007*⁸ et *Surveillance à distance de la biodiversité : sélection de tendances mesurées à partir d'observations par satellite du Canada*¹⁶.

Le régime des feux dans la Taïga du Bouclier se caractérise par la gravité et l'ampleur des incendies^{152, 153, 154}. Les arbres et autres plantes de la Taïga du Bouclier ont évolué dans un

environnement où les feux sont courants, et un changement du régime des feux aura une incidence sur la répartition des espèces et des communautés végétales. Par exemple, les feux jouent un rôle plus important que le climat pour ce qui est de déterminer la limite nord de l'aire de répartition du pin gris (*Pinus banksiana*)¹⁵⁵.

Les superficies de la Taïga du Bouclier (figure 38) touchées par les feux de forêt ont augmenté à partir des années 1960 jusqu'aux années 1990. Cette tendance est due à l'adoption de nouvelles méthodes de détection et à la hausse des températures^{156, 157}. La baisse observée depuis les années 1990 correspond à la baisse observée dans l'écozone⁺ de la Taïga des plaines. En outre, l'ampleur de la baisse correspond aux variations observées au cours des décennies précédentes. Cette baisse pourrait être liée à d'importantes marées atmosphériques⁸.

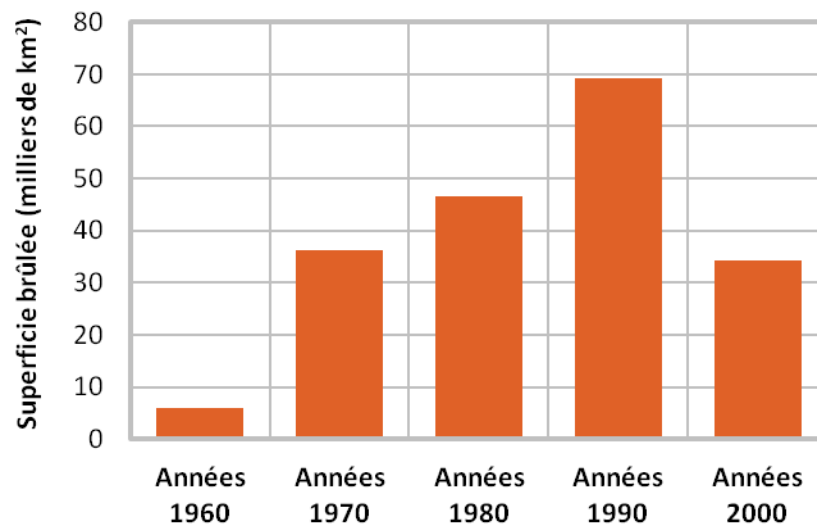


Figure 38. Tendence des superficies brûlées totales par décennie dans l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier, décennie 1960 à décennie 2000.

La valeur pour la décennie 2000 a été répartie proportionnellement sur 10 ans d'après la moyenne pour la période 2000-2007.

Source: Krezek-Hanes et al., 2011⁸

La durée moyenne de la saison des feux de forêt, soit environ 75 jours, n'a pas changé de façon significative au cours de la période pour laquelle on possède des données⁸. Les feux surviennent le plus souvent de juin à août, avec un pic en juillet. Toutefois, des années 1960 aux années 1990, on a observé une augmentation significative des feux en mai. Toutefois, un petit nombre seulement de ces feux ont été répertoriés; le bilan qui en résulte est donc relativement court. Il n'existe aucun bilan comparable, par exemple, pour les feux qui se sont produits dans les années 1940, une décennie caractérisée par un temps chaud et sec pendant laquelle il y a fort probablement eu des feux en mai. Les feux dans la partie est de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier sont survenus généralement avant ceux dans la partie ouest¹⁵⁸.

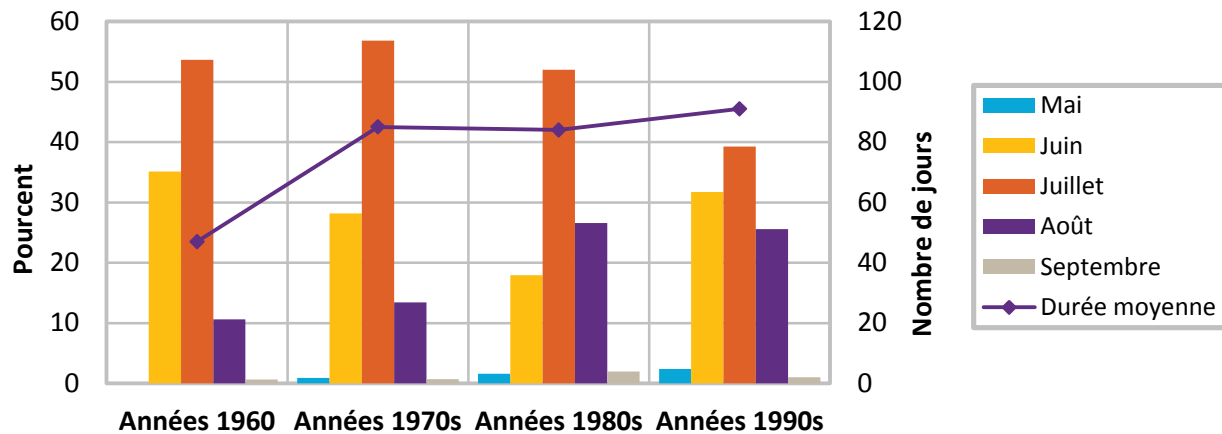


Figure 39. Proportion des feux majeurs pour chaque mois de la saison des feux, par décennie.
 Nota : Cette tendance des feux est basée sur le nombre de feux de plus de 200 ha. Le pourcentage par mois correspond au pourcentage du nombre total de feux survenus durant le mois.
 Source : Krezek-Hanes et al., 2011⁸

La foudre est à l'origine de 92 % en moyenne des feux majeurs dans la Taïga du Bouclier. La proportion des feux causés par la foudre a augmenté au cours des 40 dernières années en raison de la baisse du nombre de feux causés par l'homme. Le nombre absolu de feux causés par la foudre a aussi augmenté au cours de la même période, mais pas à un degré significatif sur le plan statistique⁸.

Infestations d'insectes

On dispose de peu d'information sur les infestations d'insectes propres à la Taïga du Bouclier. Dans la partie est de la Taïga du Bouclier, les perturbations causées par les insectes semblent jouer un rôle moins important que dans la partie nord-ouest du continent plus sèche¹⁵⁹.

Le dendroctone de l'épinette (*Dendroctonus rufipennis*), le plus grand ennemi de l'épinette blanche dans le nord de sa répartition, semble être présent de manière sporadique dans la partie est de la Taïga du Bouclier. Une grande partie de la forêt des basses terres le long de la baie Napaktok, au Labrador, a été touchée par un taux de mortalité très élevé dans la période 1989-1991, probablement causée par une infestation du dendroctone de l'épinette²⁷. Une étude fondée sur l'analyse des anneaux de croissance dans la région de Kuujjuarapik (baie James) a permis de relever des signes d'un faible taux d'activité du dendroctone de l'épinette, mais pas d'infestations régionales, remontant environ 400 ans (l'âge des arbres)¹⁵⁹. Dans un des trois sites étudiés, une infestation a causé une mortalité importante des arbres à la fin du 20^e siècle.

Les infestations de dendroctones de l'épinette pourraient, à l'avenir, devenir plus importantes dans la Taïga du Bouclier, avec l'augmentation des températures estivales et hivernales. Les infestations sont normalement liées aux perturbations des forêts, tels le déracinement des arbres par le vent, le feu ou le déboisement. Une infestation majeure s'est produite récemment dans l'écozone* de la Cordillère boréale; elle a, toutefois, été attribuée à une augmentation de

l'assèchement des épinettes pendant l'été (ce qui les rend plus vulnérables aux attaques du dendroctone) et à une augmentation du succès de reproduction des dendroctones pendant les étés plus chauds, combinée à une diminution de leur mortalité pendant les hivers plus doux¹⁶⁰.

Constatation clé 20

Thème Habitats, espèces sauvages et processus écosystémiques

Réseaux trophiques

Constatation clé à l'échelle nationale

Des changements profonds dans les relations entre les espèces ont été observés dans des milieux terrestres et dans des milieux d'eau douce et d'eau marine. La diminution ou la disparition d'éléments importants des réseaux trophiques a considérablement altéré certains écosystèmes.

Cycles des populations

La détection des changements dans des écosystèmes dominés par des fluctuations saisonnières et la variabilité climatique nécessite habituellement une surveillance à long terme, ce qu'on fait rarement dans cette écozone⁺. Qui dit faible diversité spécifique dit vulnérabilité aux fluctuations de l'abondance de nourriture tant des prédateurs que des herbivores, ce qui accentue les impulsions naturelles dans l'écosystème. La plupart des mammifères de la Taïga du Bouclier sont soumis à une dynamique cyclique, les principales exceptions étant des mammifères de grande taille comme l'orignal et le bœuf musqué. Dans l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier, ces mammifères se trouvent à la limite de leurs aires de répartition, mais leurs effectifs sont en train de croître dans l'écozone⁺¹⁴⁵.

Les variations de haute densité dans les populations de lièvres d'Amérique ont été liées à des variations de fréquence des feux dans l'ensemble de leur aire de répartition en Amérique du Nord. Les feux créent une abondance de plantes de début de succession dont les lièvres se nourrissent pendant l'hiver¹⁶¹. Les densités les plus élevées de lièvres, pendant les années records, ont été mesurées dans les endroits où la fréquence des feux est la plus élevée, y compris dans la partie ouest de la Taïga du Bouclier¹⁶².

Selon de plus en plus de faits probants, les variables climatiques, en particulier la neige et les températures d'hiver, sont des moteurs de la dynamique cyclique. Par exemple, on signale que la baisse d'amplitude de la dynamique cyclique et l'effondrement des cycles observés chez les campagnols, les lagopèdes et la tordeuse du mélèze (*Zeiraphera diniana*) dans le nord de la Fennoscandie coïncidaient avec des changements climatiques¹⁶³. La variabilité de l'amplitude des cycles des petits mammifères dans la Taïga du Bouclier (figure 40) oblige toutefois de disposer d'une plus longue série de données que celles dont nous disposons maintenant pour détecter les tendances.

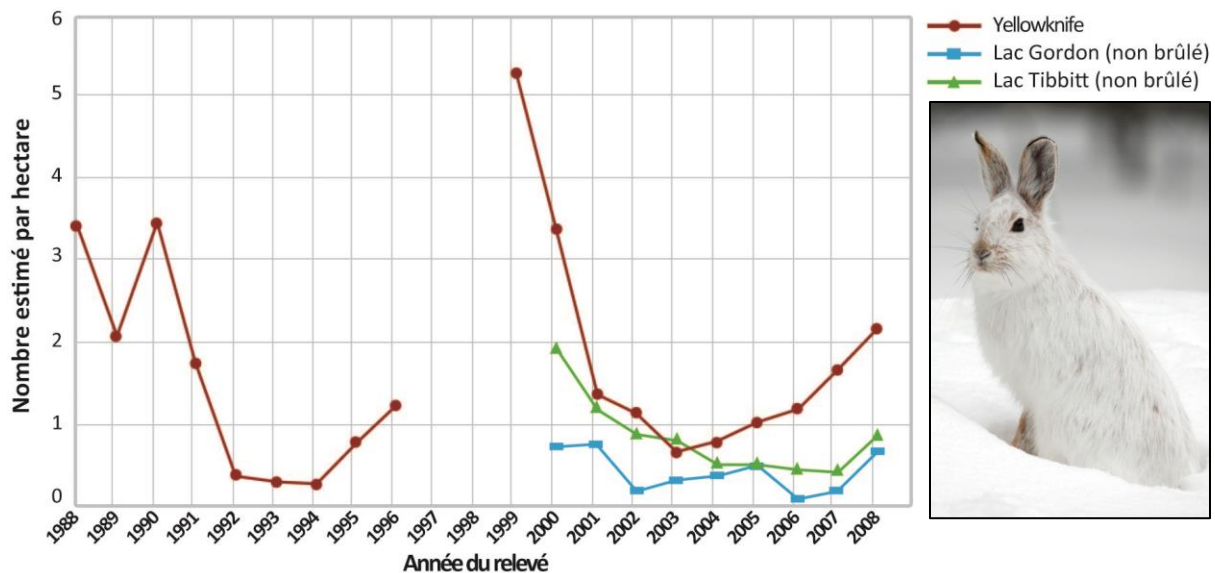


Figure 40. Densité des lièvres dans trois sites de l'ouest de la Taïga du Bouclier, 1988-2008.

On ne dispose pas de données pour 1997 et 1998, mais des témoignages provenant de la région font état d'une augmentation rapide du nombre de lièvres au cours de ces années.

Source : Données fournies par S. Carrière, Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. Photo : © iStock.com

Espèces migratrices

La présence d'un grand nombre d'espèces migratrices est une autre caractéristique distincte de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier. La plupart des espèces qui se nourrissent d'insectes sur les feuilles ou les attrapent au vol, notamment les chauves-souris, migrent en hiver vers des écozones plus au sud. La forêt boréale sert de halte migratoire à 29 espèces d'oiseaux¹⁶⁴. Par ailleurs, la Taïga du Bouclier est la destination saisonnière de migrants en provenance d'écozones situées plus au nord, notamment les lagopèdes (*Lagopus* sp.) et le caribou de la toundra.

Beaucoup d'incertitudes entourent les répercussions, y compris les effets en cascade, liées aux variations dans la dynamique des populations des espèces migratrices. Ainsi, nombre d'espèces d'oiseaux insectivores migrants connaissent un déclin de leur population, dans certains cas, à cause de changements survenus dans leur aire d'hivernage. On ignore jusqu'à quel point ce déclin est lié à la dynamique des populations d'insectes dont ils se nourrissent et s'il exerce une incidence sur les infestations d'insectes et la santé des arbres de la Taïga du Bouclier; cette chaîne d'effets a, toutefois, été prouvée dans d'autres régions^{165, 166}.

THÈME : INTERFACE SCIENCE-POLITIQUE

Constatation clé 21

Thème Interface science-politique

Surveillance de la biodiversité, recherche, gestion de l'information et communication des résultats

Constatation clé à l'échelle nationale

Les renseignements de surveillance recueillis sur une longue période, normalisés, complets sur le plan spatial et facilement accessibles, complétés par la recherche sur les écosystèmes, fournissent les constatations les plus utiles pour les évaluations de l'état et des tendances par rapport aux politiques. L'absence de ce type d'information dans de nombreux secteurs a gêné l'élaboration de la présente évaluation.

L'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier étant très peu peuplée et souvent difficile d'accès en raison du nombre limité de routes, les activités de recherche et de surveillance sont difficiles et coûteuses. Peu de programmes de surveillance écologique sont conçus pour les écozones où l'accès est limité et où la population, pouvant fournir des bénévoles, est petite. Nous manquons donc de données sur la plupart des aspects de l'écosystème de cette écozone, qu'il s'agisse des débits fluviaux ou des populations animales. De plus, nous ne saisissons pas parfaitement comment les écosystèmes réagissent aux changements et si l'effet cumulatif de ces changements déclenche une transition rapide (catastrophique) ou graduelle vers un nouvel état¹⁶⁷. Compte tenu du manque d'information sur les écosystèmes mêmes, il est difficile de reconnaître les seuils critiques dans les écozones telles que la Taïga du Bouclier.

L'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier se caractérise par un nombre relativement élevé d'espèces qui se trouvent à la limite de leur aire de répartition, par une abondance cyclique et par la présence d'espèces migratrices. Pour prévoir les tendances démographiques dans cette écozone, il faut d'abord comprendre les facteurs qui limitent la répartition des espèces. Les populations périphériques et migratrices sont vulnérables aux changements environnementaux qui surviennent dans les parties de leur aire de répartition se trouvant à l'extérieur de l'écozone. Par conséquent, il est essentiel de poursuivre les recherches tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la Taïga du Bouclier pour être en mesure de détecter et d'expliquer les tendances.

Forces et lacunes en matière d'information, décelées durant la rédaction du présent rapport

Du point de vue de la surveillance et de la recherche, les forces comprennent notamment des études qui aident à comprendre l'écologie des grandes populations migratrices restantes de caribous du Canada, par exemple la harde de la rivière George dans l'est de la Taïga du Bouclier et la harde de Bathurst dans l'ouest de la Taïga du Bouclier (voir le rapport technique thématique sur les tendances des populations de caribous de zones septentrionales du Canada¹²). Des travaux de recherche qui relient les répercussions des changements climatiques, des activités d'aménagement et de la présence humaine accrue dans la Taïga du Bouclier, ainsi

que la surveillance des effectifs et de la répartition des hardes et de la santé et de l'état corporel des caribous, sont nécessaires de façon continue.

L'information existante sur l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier est répartie entre plusieurs administrations et groupes de recherche universitaires – il y a peu de surveillance écologique en cours. La majorité de l'information disponible fait partie de la « littérature grise », non pas de la littérature scientifique publiée. Cela a pour inconvénient que les interprétations des résultats ne sont pas toujours examinées minutieusement, et les données ne sont pas toujours facilement accessibles, particulièrement celles à long terme.

La couverture de l'écozone⁺ par des stations climatologiques est faible. En effet, la couverture actuelle ne permet pas la généralisation en tendances régionales.

Nos connaissances vis-à-vis les processus des écosystèmes forestiers sont essentielles pour une bonne compréhension de la biodiversité de la taïga. Il existe un manque de connaissances (surtout pour la portion ouest de l'écozone⁺) relié aux processus des forêts, particulièrement en relation avec les changements climatiques et l'écologie relative aux feux de forêt, incluant l'importance écologique, l'état et les tendances des invertébrés, des champignons et d'autres assemblages d'espèces peu étudiés.

On manque d'information concernant les causes du déclin des zostères marines, et une surveillance continue des tendances est nécessaire. (La question de l'état des herbiers à zostères dans la baie James a été soumise au Comité permanent des pêches et des océans qui, en 2008, a présenté un rapport à la Chambre des communes recommandant la réalisation d'une recherche approfondie sur les effets des changements environnementaux sur les herbiers à zostères, de même que la mise en place d'une surveillance à grande échelle dans la baie James et la baie d'Hudson⁴³).

L'information sur les cycles des populations, les perturbations naturelles et l'impact anthropique provient de séries chronologiques trop courtes pour donner un bon aperçu de ceux-ci. La collecte de données historiques à partir des premières mentions, des études du paysage et des études indirectes, donnerait une meilleure vue d'ensemble des tendances.

On ne comprend pas bien les seuils écologiques et les causes des changements rapides dans la forêt boréale. Il est particulièrement important de comprendre les seuils liés aux conditions météorologiques – par exemple, pour l'expansion des aires de répartition des espèces, les épidémies touchant les espèces sauvages et les infestations d'insectes dans les forêts – dans le but de prévoir et de déceler les premiers signes d'importantes répercussions écologiques découlant des changements climatiques dans l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier.

Changements rapides et seuils

Constatation clé à l'échelle nationale

La compréhension grandissante des changements rapides et inattendus, des interactions et des seuils, en particulier en lien avec les changements climatiques, indique le besoin d'une politique qui permet de répondre et de s'adapter rapidement aux indices de changements environnementaux afin de prévenir des pertes de biodiversité majeures et irréversibles.

Voici deux exemples clairs de changement rapide dans cette écozone⁺ :

1. le déclin accéléré d'au moins une population de caribou migrateur de la toundra au cours des dernières années (voir la section Caribou migrateur de la toundra à la page 54 et la section Changements touchant la disponibilité des aliments traditionnels ou prélevés dans la nature à la page 49).
2. la fonte rapide du pergélisol dans les tourbières de la Taïga du Bouclier est (voir la section Tendances liées au pergélisol à la page 21).

Les perturbations combinées peuvent être assez pour entraîner des populations jusqu'en état où ils n'ont plus l'habileté de se rétablir¹⁶⁸. Par exemple, la forêt boréale peut résister aux tendances climatiques jusqu'à un seuil critique : l'interaction de changements provoqués par l'homme tels que l'introduction d'espèces exotiques et de maladies ou les changements dans le régime des feux, de même que les dépôts atmosphériques d'azote ou de métaux lourds¹⁶⁹.

En outre, la diversité des espèces est très limitée dans la Taïga du Bouclier, et un nombre relativement restreint d'espèces régulent l'écosystème. La faible diversité spécifique, combinée à l'abondance cyclique de certaines espèces, laisse croire que les changements à la structure de l'écosystème pourraient être de grande envergure et relativement imprévisibles.

CONCLUSION : BIEN-ÊTRE HUMAIN ET BIODIVERSITÉ

La majeure partie de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier est un milieu sauvage intact composé d'une vaste étendue de forêt boréale dont la densité diminue progressivement pour se transformer en toundra à sa limite nordique. Séparée en deux par la baie d'Hudson, cette écozone⁺ traverse plusieurs frontières politiques et englobe une partie ou l'ensemble des territoires traditionnels des Inuits et d'un certain nombre de Premières Nations. Autrefois, les ressources biologiques de la Taïga du Bouclier étaient l'unique moyen de subsistance des humains qui l'habitaient.

Aujourd'hui, ces ressources sont toujours importantes pour les résidents, en particulier pour les peuples autochtones. La biodiversité de la Taïga du Bouclier soutient l'économie non monétaire de la région et fournit des éléments essentiels comme de la nourriture, des vêtements et du combustible. Cette biodiversité sert aussi d'assise culturelle pour les peuples qui vivent sur ce territoire depuis des millénaires. Le nombre grandissant de parcs et d'aires protégées dans l'écozone⁺ offre des occasions de développement de l'économie monétaire grâce au tourisme et aux services connexes.

La Taïga du Bouclier est également importante pour les personnes à l'extérieur de l'écozone⁺. En effet, elle constitue la limite méridionale de l'aire de répartition des grandes hardes de caribous migrants qui assurent la subsistance de nombreuses personnes et collectivités situées plus au nord. Cette écozone⁺ correspond aussi à la limite septentrionale de l'habitat de l'orignal, et elle contribue à soutenir une espèce importante pour les personnes et les écosystèmes situés plus au sud. De plus, la Taïga du Bouclier assure la subsistance d'un large éventail d'oiseaux migrants durant certaines parties de leur cycle annuel, offrant un milieu relativement peu perturbé pour des espèces qui pourraient être soumises à des pressions ailleurs dans leur aire de répartition.

Les plus grandes menaces pour la biodiversité de l'écozone⁺ de la Taïga du Bouclier proviennent de l'activité humaine, tant à l'échelle locale qu'à l'échelle mondiale. Les ressources physiques de la Taïga du Bouclier – principalement sa capacité hydroélectrique et ses ressources minières – ont représenté un attrait pour le développement, et d'autres projets sont planifiés dans un futur rapproché. Les aménagements hydroélectriques dans la Taïga du Bouclier ont inondé de grandes superficies de terres et modifié de façon importante les régimes hydrologiques de plusieurs réseaux hydrographiques importants, ce qui a eu des conséquences sur la biodiversité terrestre et aquatique. La mise en valeur des ressources minérales – particulièrement dans la Taïga du Bouclier ouest – est toujours en grande partie en phase d'exploration, mais une découverte importante pourrait entraîner une augmentation rapide de la perturbation linéaire pour la mise en place de corridors de transport et de communication, ce qui augmenterait la fragmentation des grandes étendues de forêt boréale de la Taïga du Bouclier.

Le changement climatique mondial représente l'autre menace importante pour la biodiversité dans la Taïga du Bouclier. Déjà, l'écozone⁺ affiche certains effets associés au réchauffement, et elle sera vulnérable aux répercussions graves à mesure que cette tendance s'accroîtra. L'impact cumulatif des changements climatiques et des activités humaines à l'échelle locale

peut être particulièrement important. Par exemple, dans la partie est de l'écozone⁺, une décomposition importante du pergélisol a été documentée, de même que la présence accrue d'étangs thermokarstiques.

Le maintien de la biodiversité de la Taïga du Bouclier et du caractère intact de son milieu sauvage représente un élément important pour les personnes qui vivent à l'intérieur et à l'extérieur des frontières de l'écozone⁺. Ce territoire fait partie du mécanisme naturel complexe propre à la forêt boréale qui constitue l'un des principaux écosystèmes de la Terre et est une composante importante – bien que non entièrement comprise – des systèmes physiques et biologiques mondiaux.

Références

1. Environnement Canada. 2006. Un cadre axé sur les résultats en matière de biodiversité pour le Canada. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. 8 p. <http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=F14D37B9-1>.
2. Groupe de travail fédéral-provincial-territorial sur la biodiversité. 1995. Stratégie canadienne de la biodiversité : réponse du Canada à la Convention sur la diversité écologique. Environnement Canada, Bureau de la Convention sur la biodiversité. Hull, QC. 80 p. <http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=560ED58E-1>.
3. Les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada. 2010. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. vi + 148 p. <http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=83A35E06-1>.
4. Groupe de travail sur la stratification écologique. 1995. Cadre écologique national pour le Canada. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Direction générale de la recherche, Centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques et Environnement Canada, Direction générale de l'état de l'environnement, Direction de l'analyse des écozones. Ottawa, ON/Hull, QC. 144 p. Rapport et carte nationale 1/7 500 000.
5. Rankin, R., Austin, M. et Rice, J. 2011. Système de classification écologique pour le Rapport sur l'état et les tendances des écosystèmes. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 1. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. ii + 18 p. <http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.
6. Bonsal, B. et Shabbar, A. 2011. Oscillations climatiques à grande échelle ayant une incidence sur le Canada, de 1900 à 2008. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 4. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. iii + 15 p. <http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.
7. Zhang, X., Brown, R., Vincent, L., Skinner, W., Feng, Y. et Mekis, E. 2011. Tendances climatiques au Canada, de 1950 à 2007. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 5. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. iv + 22 p. <http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.
8. Krezek-Hanes, C.C., Ahern, F., Cantin, A. et Flannigan, M.D. 2011. Tendances des grands incendies de forêts au Canada, de 1959 à 2007. Biodiversité canadienne :

- état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 6. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. vi + 56 p.
<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.
9. Leighton, F.A. 2011. Pathogènes et maladies de la faune au Canada. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 7. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. v + 59 p. <http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.
 10. Fast, M., Collins, B. et Gendron, M. 2011. Tendances des populations reproductrices de sauvagine au Canada. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 8. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. vi + 42 p.
<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.
 11. Smith, S. 2011. Tendances relatives aux conditions du pergélisol et à l'écologie dans le Nord du Canada. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 9. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. iii + 23 p.
<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.
 12. Gunn, A., Russell, D. et Eamer, J. 2011. Tendances des populations de caribou des zones septentrionales du Canada. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 10. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. v + 78 p.
<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.
 13. Callaghan, C., Virc, S. et Duffe, J. 2011. Tendances de la population boréale du caribou des bois au Canada. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 11. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. v + 41 p.
<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.
 14. Downes, C., Blancher, P. et Collins, B. 2011. Tendances relatives aux oiseaux terrestres au Canada, de 1968 à 2006. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 12. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. xi + 118 p.
<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.
 15. Gratto-Trevor, C., Morrison, R.I.G., Collins, B., Rausch, J. et Johnston, V. 2011. Tendances relatives aux oiseaux de rivage canadiens. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 13. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. iv + 33 p.
<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.

16. Ahern, F., Frisk, J., Latifovic, R. et Pouliot, D. 2011. Surveillance à distance de la biodiversité : sélection de tendances mesurées à partir d'observations par satellite du Canada. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 17. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON.
<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.
17. Monk, W.A. et Baird, D.J. 2011. Biodiversité dans les rivières et lacs du Canada. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 20. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. <http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.
18. Wiken, E., Moore, H. et Latsch, C. 2004. Peatland and wetland protected areas in Canada. Wildlife Habitat Canada Science Report. Habitat Faunique Canada. Ottawa, ON. 18 p.
19. Peckham, S.D., Ahl, D.E., Serbin, S.P. et Gower, S.T. 2008. Fire-induced changes in green-up and leaf maturity of the Canadian boreal forest. *Remote Sensing of Environment* 112:3594-3603.
20. Environnement Canada. 2009. Analyse inédite des données de population par écozone* tirée de la série L'activité humaine et l'environnement de Statistique Canada, de 1971 à 2006. Gouvernement du Canada. Ottawa, ON. Les données sur le profil des collectivités ont servi à faire les adaptations nécessaires par suite de la modification des limites des écozones*.
21. Timoney, K.P., Roi, G.H.L., Zoltai, S.C. et Robinson, A.G. 1992. The high Subarctic forest-tundra of northwestern Canada: position, width, and vegetation gradients in relation to climate. *Arctic* 45:1-9.
22. Timoney, K.P. 1995. Tree and tundra cover anomalies in the Subarctic forest-tundra of northwestern Canada. *Arctic* 48:13-21.
23. Nichols, H. 1976. Historical aspects of the northern Canadian treeline. *Arctic* 29:38-47.
24. Gamache, I. et Payette, S. 2004. Height growth response of tree line black spruce to recent climate warming across the forest-tundra of eastern Canada. *Journal of Ecology* 92:835-845.
25. Gamache, I. et Payette, S. 2005. Latitudinal response of Subarctic tree lines to recent climate change in eastern Canada. *Journal of Biogeography* 32:849-862.
26. Laliberte, A.C. et Payette, S. 2008. Primary succession of Subarctic vegetation and soil on the fast-rising coast of eastern Hudson Bay, Canada. *Journal of Biogeography* 35:1989-1999.

27. Payette, S. 2007. Contrasted dynamics of northern Labrador tree lines caused by climate change and migrational lag. *Ecology* 88:770-780.
28. Olthof, I. et Pouliot, D. 2010. Treeline vegetation composition and change in Canada's western Subarctic from AVHRR and canopy reflectance modeling. *Remote Sensing of Environment* 114:805-815.
29. Pisaric, M.F.J., Carey, S.K., Kokelj, S.V. et Youngblut, D. 2007. Anomalous 20th century tree growth, Mackenzie Delta, Northwest Territories, Canada. *Geophysical Research Letters* 34, L05714, 5 p.
30. Hayeur, G. 2001. Synthèse des connaissances environnementales acquises en milieu nordique de 1970 à 2000. Hydro-Québec. Montréal, QC. 110 p.
31. Hydro-Québec. 2010. Projet de l'Eastmain-1-A--Sarcelle--Rupert [en ligne]. Hydro-Québec. <http://www.hydroquebec.com/rupert/fr/index.html> (consulté le Dec. 2010).
32. Nalcor Energy et Gouvernement du Terre-Neuve-et-Labrador. 2011. Rapport de la commission d'examen conjoint sur le projet de centrale hydroélectrique dans la partie inférieure du fleuve Churchill. Gouvernement du Canada et Gouvernement du Terre-Neuve-et-Labrador. Ottawa, ON et St. John's, NL. 391 p.
33. Abdul Aziz, O.I. et Burn, D.H. 2006. Trends and variability in the hydrological regime of the Mackenzie River Basin. *Journal of Hydrology* 319:282-294.
34. Déry, S.J., Mlynowski, T.J., Hernández-Henríquez, M.A. et Straneo, F. 2011. Interannual variability and interdecadal trends in Hudson Bay streamflow. *Journal of Marine Systems* 88:341-351.
35. Cannon, A., Lai, T. et Whitfield, P. 2011. Tendances dictées par le climat dans les écoulements fluviaux au Canada, de 1961 à 2003. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 19. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON.
<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>.
36. Messier, D. 2002. Suivi environnemental des projets La Grande-2-A et La Grande-1. Rapport synthèse pour la période 1987-2000. Le panache de la Grande Rivière. Direction Barrages et Environnement, Hydro-Québec Production. Montréal, QC. 73 p. et annexes.
37. Therrien, J., Verdon, R. et Lalumière, R. 2002. Suivi environnemental du complexe La Grande. Évolution des communautés de poissons. Rapport synthèse 1977-2000. Groupe conseil GENIVAR inc. et Direction Barrages et Environnement, Hydro-Québec Production. 131 p. + annexes.

38. COSEPAC. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) au Canada - Mise à jour. Comité sur la situation de espèces en péril au Canada. Ottawa, ON. xi + 124 p.
39. Consortium Waska-GENIVAR. 2011. Centrales de l'Eastmain-1-A et de la Sarcelle et dérivation Rupert. Suivi de la zostère marine de la côte nord-est de la baie James. Rapport d'étude 2011. Rapport du Consortium Waska-GENIVAR inc. pour Hydro-Québec Production. 57 p. + annexes.
40. Lalumière, R. et Lemieux, C. 2002. Suivi environnemental des projets La Grande-2-A et La Grande-1. La zostère marine de la côte nord-est de la baie James. Rapport synthèse pour la période 1988-2000. Rapport du Groupe conseil GENIVAR inc. pour la Direction Barrages et Environnement, Hydro-Québec Production. 92 p. + annexes.
41. GENIVAR. 2010. Centrales de l'Eastmain-1-A et de la Sarcelle et dérivation Rupert. Suivi de la zostère marine de la côte nord-est de la baie James. État de référence 2009. Rapport de GENIVAR Société en commandite pour Hydro-Québec et la Société d'énergie de la Baie James. 54 p. + annexes.
42. Lalumière, R., Messier, D., Fournier, J.J. et Mcroy, C.P. 1994. Eelgrass meadows in a low Arctic environment, the northeast coast of James Bay, Québec. *Aquatic Botany* 47:303-315.
43. Comité permanent des pêches et des océans. 2008. Cinquième rapport du Comité permanent des pêches et des océans présenté à la Chambre des Communes. Gouvernement du Canada. Ottawa, ON.
<http://www2.parl.gc.ca/HousePublications/Publication.aspx?DocId=3562841&Language=E&Mode=1&Parl=39&Ses=2>.
44. Hanson, A.R. 2004. Status and conservation of eelgrass (*Zostera marina*) in eastern Canada. Série de rapports techniques n° 412. Service canadien de la faune, région de l'Atlantique. Sackville, NB. 40 p.
45. Short, F.T. 2008. Report to the Cree Nation of Chisasibi on the status of eelgrass in James Bay. Jackson Estuarine Laboratory. Durham, NH. 30 p.
46. Latifovic, R. et Pouliot, D. 2007. Analysis of climate change impacts on lake ice phenology in Canada using the historical satellite record. *Remote Sensing of Environment* 106:492-507.
47. Vallée, S. et Payette, S. 2007. Collapse of permafrost mounds along a Subarctic river over the last 100 years (northern Québec). *Geomorphology* 90:162-170.
48. Payette, S., Delwaide, A., Caccianiga, M. et Beauchemin, M. 2004. Accelerated thawing of Subarctic peatland permafrost over the last 50 years. *Geophysical Research Letters* 31:1-4.

49. Thibault, S. et Payette, S. 2009. Recent permafrost degradation in bogs of the James Bay area, northern Québec, Canada. *Permafrost and Periglacial Processes* 20:383-389.
50. Camill, P. 2005. Permafrost thaw accelerates in boreal peatlands during late-20th century climate warming. *Climatic Change* 68:135-152.
51. UICN. 1994. Lignes directrices pour les catégories de gestion des aires protégées. Commission des parcs nationaux et des aires protégées avec l'assistance du Centre mondial de surveillance continue de la conservation de la nature, Union internationale pour la conservation de la nature. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. x + 261 p.
52. Environnement Canada. 2009. Analyse des données par écozone+ non publiée de : Système de rapport et de suivi des aires de conservation (SRSAC), v.2009.05 [en ligne]. Conseil canadien des aires écologiques. http://ccea.org/fr_main.html (consulté le 5 Nov. 2009).
53. CCEA. 2009. Système de Rapport et de Suivi pour les Aires de Conservation (SRSAC), v.2009.05 [en ligne]. Conseil canadien des aires écologiques. http://ccea.org/fr_cartes.html (consulté le 5 Nov. 2009).
54. Lutsel K'e Dene First Nation, Parlee, B., Basil, M. et Casaway, N. 2001. Final report: Traditional Ecological Knowledge in the Kaché Tué study region. Lutsel K'e Dene First Nation. 87 p.
55. Berkes, F. et Turner, N. 2005. Knowledge, learning and the resilience of social-ecological systems. *Dans* *Managing the commons: conservation of biodiversity*. Merino, L. et Robson, J. (éd.). Instituto Nacional de Ecologia. Mexico City, Mexico. pp. 21-31.
56. Parlee, B., Manseau, M. et Lutsel K'e Dene First Nation. 2005. Using traditional knowledge to adapt to ecological change: Denesoline monitoring of caribou movements. *Arctic* 58:26-37.
57. Bussi eres, V. 2005. Towards a culturally-appropriate locally-managed protected area for the James Bay Cree community of Wemindji, northern Québec. Thèse (Master of Public Policy and Public Administration). Concordia University, Department of Geography, Planning and Environment. Montréal, QC. 125 p.
58. Byers, T. 1999. Perspectives of Aboriginal peoples on wildlife research. *Wildlife Society Bulletin* 27:671-675.
59. Van Kessel, J.C. 2002. Taking care of bison: community perceptions of the Hook Lake Bison Recovery Project in Fort Resolution, NT, Canada. Thèse (M.Sc.). University of Alberta, Department of Renewable Resources. Edmonton, AB. 155 p.

60. Spak, S. 2005. The position of Indigenous Knowledge in Canadian co-management organizations. *Anthropologica* 47:233-246.
61. Kendrick, A., Lyver, P.O.B. et Lutsel K'e Dene First Nation. 2005. Denesoline (Chipewyan) knowledge of barren-ground caribou (*Rangifer tarandus groenlandicus*) movements. *Arctic* 58:175-191.
62. Leckie, D., Burt, W., Johnson, L., Hardman, D., Hill, D., Paradine, D. et Tammadge, D. 2006. Deforestation mapping activity summaries for Canada's national deforestation estimate 2006. Canadian Forest Service. Victoria, BC. 25 p.
63. Hydro-Québec. 2004. Centrale de l'Eastmain-1-A et dérivation Rupert. Sommaire de l'étude d'impact sur l'environnement. Hydro-Québec Production. ii + 17 p.
64. Weissenberger, S., Lucotte, M., Houel, S., Soumis, N., Duchemin, E. et Canuel, R. 2010. Modeling the carbon dynamics of the La Grande hydroelectric complex in northern Quebec. *Ecological Modelling* 221:610-620.
65. Oldham, M.J. 2007. 2006 Survey of exotic plants along Northwest Territories highways. Environment and Natural Resources, Government of the Northwest Territories. 44 p.
66. Le Réseau Canadien pour la Conservation de la Flore. 2008. Invasive plant lists [en ligne]. http://archive.rbg.ca/cbcn/en/projects/invasives/i_list.html (consulté le 7 Aug. 2009). Site web archivé.
67. Jackson, D.A. et Mandrak, N.E. 2002. Changing fish biodiversity: predicting the loss of cyprinid biodiversity due to global climate change. *Dans* Fisheries in a changing climate. McGinn, N.A. (éd.). American Fisheries Society Symposium 32. American Fisheries Society. Bethesda, MD. pp. 89-98.
68. Crossman, E.J. 1991. Introduced freshwater fishes: a review of the North American perspective with emphasis on Canada. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48:46-57.
69. Environment and Natural Resources. 2009. Northwest Territories State of the Environment Report [en ligne]. Government of the Northwest Territories. http://www.enr.gov.nt.ca/live/pages/wpPages/SOE_Welcome.aspx (consulté le 6 Oct. 2011).
70. Digweed, S.C. et Langor, D.W. 2004. Distributions of leafmining sawflies (*Hymenoptera: Tenthredinidae*) on birch and alder in northwestern Canada. *Canadian Entomologist* 136:727-731.
71. Gamberg, M. 2009. Arctic Caribou and Moose Contaminant Monitoring Program. *Dans* Synopsis of research conducted under the 2008-2009 Northern Contaminants Program. Smith, S., Stow, J. et Edwards, J. (éd.). Affaires indiennes et du Nord Canada. Ottawa, ON. pp. 179-184.

72. Evans, M.S. 2009. Spatial and long-term trends in the persistent organic contaminants and metal in the lake trout and burbot from the Northwest Territories. *Dans* Synopsis of research conducted under the 2008-2009 Northern Contaminants Program. Smith, S., Stow, J. et Edwards, J. (éd.). Affaires autochtones et Développement du Nord Canada. Ottawa, ON. pp. 152-163.
73. Wong, C.S.C., Duzgoren-Aydin, N.S., Aydin, A. et Wong, M.H. 2006. Sources and trends of environmental mercury emissions in Asia. *Science of the Total Environment* 368:649-662.
74. Carrie, J., Wang, F., Sanei, H., Macdonald, R.W., Outridge, P.M. et Stern, G.A. 2010. Increasing contaminant burdens in an arctic fish, Burbot (*Lota lota*), in a warming climate. *Environmental Science & Technology* 44:316-322.
75. Kelly, E.N., Schindler, D.W., St Louis, V.L., Donald, D.B. et Vlaclicka, K.E. 2006. Forest fire increases mercury accumulation by fishes via food web restructuring and increased mercury inputs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103:19380-19385.
76. Schetagne, R., Plante, M. et Babo, S. 2006. Fiche synthèse 1: la question du mercure dans les réservoirs hydroélectriques. Hydro-Québec. 14 p.
77. Schetagne, R., Therrien, J. et Lalumière, R. 2002. Suivi environnemental du complexe La Grande. Évolution des teneurs en mercure dans les poissons. Rapport synthèse 1978-2000. Groupe conseil GENIVAR inc. et direction Barrages et Environnement, Hydro-Québec Production. Québec, QC. 193 p. + annexe.
78. Therrien, J. et Schetagne, R. 2008. Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande (2007). Évolution du mercure dans la chair des poissons dans le secteur est. Rapport conjoint d'Hydro-Québec et de GENIVAR Société en commandite. 55 p. + annexes.
79. Therrien, J. et Schetagne, R. 2008. Aménagement hydroélectrique de L'Eastmain-1. Suivi environnemental en phase d'exploitation (2007). Suivi du mercure dans la chair des poissons. Rapport conjoint d'Hydro-Québec et de GENIVAR Société en commandite. 45 p. + annexes.
80. Therrien, J. et Schetagne, R. 2009. Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande (2008). Évolution du mercure dans la chair des poissons dans le secteur ouest. Rapport conjoint d'Hydro-Québec et de GENIVAR Société en commandite. 50 p. + annexes.
81. Schetagne, R., Doyon, J.F. et Fournier, J.J. 2000. Export of mercury downstream from reservoirs. *Science of the Total Environment* 260:135-145.
82. Tremblay, A., Lucotte, M. et Schetagne, R. 1998. Total mercury and methylmercury accumulation in zooplankton of hydroelectric reservoirs in northern Québec (Canada). *Science of the Total Environment* 213:307-315.

83. Weber, M.G. et Flannigan, M.D. 1997. Canadian boreal forest ecosystem structure and function in a changing climate: impact on fire regimes. *Environmental Reviews* 5:145-166.
84. Lutsel K'e Dene Community Members, Krieger, M., Catholique, H., Drygeese, D., Casaway, N., Lantz, A., Desjarlais, P., Boucher, E., Michel, P., Catholique, S., Lockhart, J. et Catholique, L. 2005. Ni hat'ni - watching the land: results of 2003-2005 monitoring activities in the traditional territory of the Lutsel K'e Denesoline - final report. Lutsel K'e Dene First Nation. 109 p.
85. Davies, H. 2007. Inuit observations of environmental change and effects of change in Anaktalak Bay, Labrador. Thèse (Master of Environmental Studies). Queen's University, School of Environmental Studies. Kingston, ON. 156 p.
86. McDonald, M., Arragutainaq, L. et Novalinga, Z. (compilers). 1997. Voices from the bay: Traditional Ecological Knowledge of Inuit and Cree in the Hudson Bay bioregion. Canadian Arctic Resources Committee and Environmental Committee of the Municipality of Sanikiluaq. Ottawa, ON. xiii + 98 p.
87. Ermine, W., Nilson, R., Sauchyn, D., Sauve, E. et Smith, R.Y. 2005. Isi askiwan - the state of the land: Prince Albert Grand Council Elders' Forum on Climate Change. Prairie Adaptation Research Collaborative. 40 p.
88. Municipality of Sanikiluaq et Nunavuummi Tasiujarjuamiuguatigiit Katutjiqatigiingit (NTK). 2008. Community Environmental Monitoring Systems (CEMS) workshop summary report, January 17, 2008-January 21, 2008. Update of Voices from the Bay. Municipality of Sanikiluaq. Sanikiluaq, NU. 41 p.
89. Inuit Circumpolar Council (Canada). 2007. Table 2: regional environmental changes observed by Inuit and Cree [en ligne]. Inuit Circumpolar Council (Canada). <http://www.inuitcircumpolar.com/index.php?ID=269&Lang=En> (consulté le 8 Dec. 2007).
90. Thomas, D.C. et Kiliaan, H. 1998. Fire-caribou relationships: (IV) recovery of habitat after fire on the winter range of the Beverly Herd. Série de rapports techniques n° 312. Service canadien de la faune, région des Prairies et du nord. Edmonton, AB. 115 p.
91. Rupp, T.S., Olson, M., Adams, L.G., Dale, B.W., Joly, K., Henkelman, J., Collins, W.B. et Starfield, A.M. 2006. Simulating the influences of various fire regimes on caribou winter habitat. *Ecological Applications* 16:1730-1743.
92. Russell, D.E., White, R.G. et Daniel, C.J. 2005. Energetics of the Porcupine Caribou Herd: a computer simulation model. Série de rapports techniques n° 431. Service canadien de la faune. Ottawa, ON. 64 p.
93. Griffith, B., Douglas, D.C., Walsh, N.E., Young, D.D., McCabe, T.R., Russell, D.E., White, R.G., Cameron, R.D. et Whitten, K.R. 2002. The Porcupine Caribou Herd.

- Dans* Arctic refuge coastal plain terrestrial wildlife research summaries. Douglas, D.C., Reynolds, P.E. et Rhode, E.B. (éd.). U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, Biological Science Report USGS/BRD/BSR-2002-0001. pp. 8-37.
94. Putkonen, J., Grenfell, T.C., Rennert, K., Bitz, C., Jacobson, P. et Russell, D. 2009. Rain on snow: little understood killer in the North. *EOS* 90:221-222.
 95. Chen, W., Russell, D.E., Gunn, A., Croft, B., Chen, W., Fernandes, R., Zhao, H., Li, J., Zhang, Y., Koehler, K., Olthof, I., Fraser, R.H., Leblanc, S.G., Henry, G.R., White, R.G. et Finstad, G.L. 2009. Habitat indicators for migratory tundra caribou under a changing climate: winter and pre-calving migration ranges [en ligne]. Unpublished report.
http://wrrb.ca/sites/default/files/public_registry/Chen.2009.CaribouWinterHabitat-txt-v6.pdf (consulté le 7 July 2013). Draft report available through Wek'eezhii Renewable Resources Board. <http://wrrb.ca/public-information/public-registry/habitat-indicators-migratory-tundra-caribou-under-changing-clima-1> (accessed 17 May, 2011).
 96. Belinsky, D.L. 1998. Nutritional and sociocultural significance of *Branta canadensis* (Canada goose) for the eastern James Bay Cree of Wemindji, Quebec. Thèse (M.Sc.). McGill University, School of Dietetics and Human Nutrition. Montréal, QC. 194 p.
 97. Belinsky, D.L. et Kuhnlein, H.V. 2000. Macronutrient, mineral, and fatty acid composition of Canada goose (*Branta canadensis*): an important traditional food resource of the eastern James Bay Cree of Quebec. *Journal of Food Composition and Analysis* 13:101-115.
 98. Petch, V., Larcombe, L., Pettipas, L. et Tester, S. 1998. Manitoba Model Forest: archaeological and Anishinabe Pimadaziwin database project. vi + 106 p.
 99. Lutsel K'e Dene Elders, Ellis, S., Catholique, B., Desjarlais, S., Catholique, B., Catholique, H., Basil, M., Casaway, N., Catholique, S. et Lockhart, J. 2002. Traditional knowledge in the Kache Tué study region: phase three - towards a comprehensive environmental monitoring program in the Kakinjyne region - final report. Lutsel K'e Dene First Nation. 86 p.
 100. Fraser, M., Cuerrier, A., Haddad, P.S., Arnason, J.T., Owen, P.L. et Johns, T. 2007. Medicinal plants of Cree communities (Québec, Canada): antioxidant activity of plants used to treat type 2 diabetes symptoms. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* 85:1200-1214.
 101. Woodward, K.E. 1999. Contemporary Cree art in northern Quebec: a northern artist's look at the impact of James Bay hydroelectric development on the art and craft of the James Bay Cree. *Dans* Social and environmental impacts of the James

- Bay hydroelectric project. Hornig, J.F. (éd.). McGill-Queen's University Press. Montréal, QC. Chapitre 7. pp. 141-158.
102. Tremblay, M., Furgal, C., Larivée, C., Annanack, T., Tookalook, P., Qiisik, M., Angiyou, E., Swappie, N., Savard, J.-P. et Barrett, M. 2008. Climate change in northern Quebec: adaptation strategies from community-based research. *Arctic* 61:27-34.
 103. Dumont, C., Girard, M., Bellavance, F. et Noel, F. 1998. Mercury levels in the Cree population of James Bay, Quebec, from 1988 to 1993/94. *Canadian Medical Association Journal* 158:1439-1445.
 104. Rosenberg, D.M., Berkes, F., Bodaly, R.A., Hecky, R.E., Kelly, C.A. et Rudd, J.W.M. 1997. Large-scale impacts of hydroelectric development. *Environmental Reviews* 5:27-54.
 105. Harvey, W.F. et Rodrigue, J. 2009. A breeding pair survey of Canada geese in northern Québec - 2009. Maryland Department of Natural Resources and Canadian Wildlife Service. 12 p.
 106. Peloquin, C. et Berkes, F. 2009. Local knowledge, subsistence harvests, and social-ecological complexity in James Bay. *Human Ecology* 37:533-545.
 107. Peloquin, C. 2007. Variability, change and continuity in social-ecological systems: insights from James Bay Cree cultural ecology. Thèse (Master of Natural Resources Management). University of Manitoba, Natural Resources Institute. Winnipeg, MB. 155 p.
 108. InterGroup Consultants Ltd. 2008. Economic valuation and socio-cultural perspectives of the estimated harvest of the Beverly and Qamanirjuaq caribou herds. InterGroup Consultants Ltd. Winnipeg, MB. 28 p. + 3 appendices. Report prepared for the Beverly and Qamanirjuaq Caribou Management Board.
 109. Payette, S., Boudreau, S., Morneau, C. et Pitre, N. 2004. Long-term interactions between migratory caribou, wildfires and Nunavik hunters inferred from tree rings. *Ambio* 33:482-486.
 110. Zalatan, R., Gunn, A. et Henry, G.H.R. 2006. Long-term abundance patterns of barren-ground caribou using trampling scars on roots of *Picea mariana* in the Northwest Territories, Canada. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 38:624-630.
 111. Environment and Natural Resources. 2014. Bluenose East Herd [en ligne]. Government of Northwest Territories. http://www.enr.gov.nt.ca/live/pages/wpPages/Bluenose-East_herd.aspx (consulté le 5 Jan. 2014).
 112. Campbell, M. 2008. Communication personnelle. Ministère de l'Environnement, gouvernement du Nunavut.

113. COSEPAC. 2002. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le caribou des bois (*Rangifer tarandus caribou*) au Canada - Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa, ON. xii + 112 p.
114. Environnement Canada. 2011. Évaluation scientifique aux fins de la désignation de l'habitat essentiel de la population boréale du caribou des bois (*Ranger tarandus caribou*) au Canada : mise à jour 2011. Environnement Canada. Ottawa, ON. xvi + 116 p.
115. Environnement Canada. 2012. Programme de rétablissement du caribou des bois (*Rangifer tarandus caribou*), population boréale, au Canada. *Loi sur les espèces en péril*, série de programmes de rétablissement. xi + 138 p.
116. Bergerud, A.T. et Elliot, J.P. 1986. Dynamics of caribou and wolves in northern British Columbia. *Revue canadienne de zoologie* 64:1515-1529.
117. Bergerud, A.T. et Mercer, W.E. 1989. Caribou introductions in eastern North America. *Wildlife Society Bulletin* 17:111-120.
118. Ferguson, S.H., Bergerud, A.T. et Ferguson, R. 1988. Predation risk and habitat selection in the persistence of a remnant caribou population. *Oecologia* 76:236-245.
119. Seip, D.R. 1992. Factors limiting Woodland caribou populations and their interrelationships with wolves and moose in southeastern British Columbia. *Revue canadienne de zoologie* 70:1494-1503.
120. Cumming, S.G., Burton, P.J. et Klinkenberg, B. 1996. Boreal mixedwood forests may have no "representative" areas: some implications for reserve design. *Ecography* 19:162-180.
121. Stuart-Smith, A.K., Bradshaw, C.J.A., Boutin, S., Hebert, D.M. et Ripplin, A.B. 1997. Woodland caribou relative to landscape patterns in northeastern Alberta. *Journal of Wildlife Management* 61:622-633.
122. Rettie, W.J. et Messier, F. 1998. Dynamics of woodland caribou populations at the southern limit of their range in Saskatchewan. *Revue canadienne de zoologie* 76:251-259.
123. Schaefer, J.A., Veitch, A.M., Harrington, F.H., Brown, W.K., Theberge, J.B. et Luttich, S.N. 1999. Demography of decline of the Red Wine Mountains caribou herd. *Journal of Wildlife Management* 63:580-587.
124. Racey, G.D. et Armstrong, T. 2000. Woodland caribou range occupancy in northwestern Ontario: past and present. *Rangifer* 12:173-184.
125. Courtois, R. 2003. La conservation du caribou forestier dans un contexte de perte d'habitat et de fragmentation du milieu. Thèse (Ph. D.). Université du Québec.

126. Courtois, R., Ouellet, J.P., Breton, L., Gingras, A. et Dussault, C. 2007. Effects of forest disturbance on density, space use, and mortality of woodland caribou. *Écoscience* 14:491-498.
127. Vors, L.S., Schaefer, J.A., Pond, B.A., Rodgers, A.R. et Patterson, B.R. 2007. Woodland caribou extirpation and anthropogenic landscape disturbance in Ontario. *Journal of Wildlife Management* 71:1249-1256.
128. Whittington, J., Hebblewhite, M., DeCesare, N.J., Neufeld, L., Bradley, M., Wilmshurst, J. et Musiani, M. 2011. Caribou encounters with wolves increase near roads and trails: a time-to-event approach. *Journal of Applied Ecology* 48:1535-1542.
129. Rettie, W.J. et Messier, F. 2000. Hierarchical habitat selection by woodland caribou: its relationship to limiting factors. *Ecography* 23:466-478.
130. Bergerud, A.T., Butler, H.E. et Miller, D.R. 1984. Antipredator tactics of calving caribou: dispersion in mountains. *Revue canadienne de zoologie* 62:1566-1575.
131. Bergerud, A.T. 1985. Antipredator strategies of caribou: dispersion along shorelines. *Revue canadienne de zoologie* 63:1324-1329.
132. Schmelzer, I., Brazil, J., Chubbs, T., French, S., Hearn, B., Jeffery, R., LeDrew, L., Martin, H., McNeill, A., Nuna, R., Otto, R., Phillips, F., Mitchell, G., Pittman, G., Simon, N. et Yetman, G. 2004. Recovery strategy for three woodland caribou herds (*Rangifer tarandus caribou*; boreal population) in Labrador. Department of Environment and Conservation, Government of Newfoundland and Labrador. Corner Brook, NL. 51 p.
133. Austin, J.E., Custer, C.M. et Afton, A.D. 1998. Lesser scaup (*Aythya affinis*). Dans *The birds of North America online*. Poole, A. (éd.). Cornell Lab of Ornithology. Ithaca, NY. <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/338>.
134. Mowbray, T.B. 1999. American wigeon (*Anas americana*). Dans *The birds of North America online*. Poole, A. (éd.). Cornell Lab of Ornithology. Ithaca, NY. <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/401>.
135. Brown, P.W. et Fredrickson, L.H. 1997. White-winged scoter (*Melanitta fusca*). Dans *The birds of North America online*. Poole, A. (éd.). Cornell Lab of Ornithology. Ithaca, NY. <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/274>.
136. De Vink, J.M.A., Clark, R.G., Slattery, S.M. et Trauger, D.L. 2008. Are late-spring boreal lesser scaup (*Aythya affinis*) in poor body condition? *Auk* 125:297-298.
137. Breeding Bird Survey. 2008. North American Breeding Bird Survey [en ligne]. U.S. Geological Survey, Patuxent Wildlife Research Center. <http://www.pwrc.usgs.gov/bbs> (consulté le 23 Oct. 2009).

138. Machtans, C.S., Van Wilgenburg, S.L., Armer, L.A. et Hobson, K.A. 2007. Retrospective comparison of the occurrence and abundance of rusty blackbird in the Mackenzie Valley, Northwest Territories. *Avian Conservation and Ecology/Écologie et conservation des oiseaux* 2:1-14. doi:10.1007/s10531-007-9244-9.
139. Cobb, D., Berkes, M.K. et Berkes, F. 2005. Ecosystem-based management and marine environmental quality in northern Canada. *Dans* Breaking ice: renewable resource and ocean management in the Canadian North. Berkes, F., Huebert, R., Fast, H., Manseau, M. et Diduck, A. (éd.). University of Calgary Press. Calgary, AB. pp. 71-93.
140. Parlee, B., Manseau, M. et Lutsel K'e Dene First Nation. 2005. Understanding and communicating about ecological change: Denesoline indicators of ecosystem health. *Dans* Breaking ice: renewable resource and ocean management in the Canadian North. Berkes, F., Huebert, R., Fast, H., Manseau, M. et Diduck, A. (éd.). University of Calgary Press. Calgary, AB. pp. 165-182.
141. Veitch, A.M. 2001. An unusual record of a white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in the Northwest Territories. *Canadian Field-Naturalist* 15:172-175.
142. Latham, A.D.M., Latham, M.C., Nicole, A.M. et Boutin, S. 2011. Invading white-tailed deer change wolf-caribou dynamics in northeastern Alberta. *Journal of Wildlife Management* 75:204-212.
143. Hansell, R.I.C., Chant, D.A. et Weintraub, J. 1971. Changes in the northern limit of spruce at Dubawnt Lake, Northwest Territories. *Arctic* 24:233-234.
144. Chubbs, T.E. et Phillips, F.R. 2005. Evidence of range expansion of eastern Coyotes, *Canis latrans*, in Labrador. *Canadian Field-Naturalist* 119:381-384.
145. Ecosystem Classification Group. 2008. Ecological regions of the Northwest Territories: Taiga Shield. Northwest Territories Department of Environment and Natural Resources. Yellowknife, NT. viii + 146 p.
146. Chowns, T.J. 2012. Communication personnelle. Observations écrites après consultation de l'ébauche du rapport.
147. Environment and Natural Resources. 2012. State of the Environment Report, Indicator 15.5. Change in wildlife distribution. [en ligne]. Government of the Northwest Territories.
http://www.enr.gov.nt.ca/live/pages/wpPages/soe_wildlife_biodiversity.aspx#5
(consulté le Jan. 2013).
148. Environment and Natural Resources. 2008. NWT climate change impacts and adaptation report. Government of the Northwest Territories. Yellowknife, NT. 31 p.

149. Huntington, H.P., Fox, S., Berkes, F. et Krupnik, I. 2005. The changing Arctic: Indigenous perspectives. *Dans Arctic Climate Impact Assessment*. Symon, C., Arris, L. et Heal, B. (éd.). Cambridge University Press. New York, NY. Chapitre 3. pp. 61-98.
150. Pouliot, D., Latifovic, R. et Olthof, I. 2009. Trends in vegetation NDVI from 1 km AVHRR data over Canada for the period 1985-2006. *International Journal of Remote Sensing* 30:149-168.
151. Alcaraz-Segura, D., Chuvieco, E., Epstein, H.E., Kasischke, E.S. et Trishchenko, A. 2010. Debating the greening vs. browning of the North American boreal forest: differences between satellite datasets. *Global Change Biology* 16:760-770.
152. Burton, P.J., Parisien, M.A., Hicke, J.A., Hall, R.J. et Freeburn, J.T. 2008. Large fires as agents of ecological diversity in the North American boreal forest. *International Journal of Wildland Fire* 17:754-767.
153. Parisien, M.A., Peters, V.S., Wang, Y., Little, J.M., Bosch, E.M. et Stocks, B.J. 2006. Spatial patterns of forest fires in Canada, 1980-1999. *International Journal of Wildland Fire* 15:361-374.
154. Stocks, B.J., Mason, J.A., Todd, J.B., Bosch, E.M., Wotton, B.M., Amiro, B.D., Flannigan, M.D., Hirsch, K.G., Logan, K.A., Martell, D.L. et Skinner, W.R. 2003. Large forest fires in Canada, 1959-1997. *Journal of Geophysical Research* 108:8149-8161.
155. Asselin, H., Payette, S., Fortin, M.-J. et Vallée, S. 2003. The northern limit of *Pinus banksiana* Lamb. in Canada: explaining the difference between eastern and western distributions. *Journal of Biogeography* 30:1709-1718.
156. Gillett, N.P., Weaver, A.J., Zwiers, F.W. et Flannigan, M.D. 2004. Detecting the effect of climate change on Canadian forest fires. *Geophysical Research Letters* 31:1-4. doi:10.1029/2004GL020876.
157. Podur, J., Martell, D.L. et Knight, K. 2002. Statistical quality control analysis of forest fire activity in Canada. *Canadian Journal of Forest Research/Revue canadienne de recherche forestière* 32:195-205.
158. Kasischke, E.S. et Turetsky, M.R. 2006. Recent changes in the fire regime across the North American boreal region - spatial and temporal patterns of burning across Canada and Alaska. *Geophysical Research Letters* 33:1-5. doi:1029/2006GL025677.
159. Caccianiga, M., Payette, S. et Filion, L. 2008. Biotic disturbance in expanding Subarctic forests along the eastern coast of Hudson Bay. *New Phytologist* 178:823-834.
160. Forest Management Branch. 2010 Forest health report. Government of Yukon, Energy, Mines and Resources.

161. Ferron, J. et St-Laurent, M.-H. 2008. Forest-fire regime: the missing link to understand snowshoe hare population fluctuations? *Dans* Lagomorph biology: evolution, ecology, and conservation. Alves, P.C., Ferrand, N. et Hacklander, K. (éd.). Springer-Verlag. Berlin and Heidelberg, Germany. pp. 141-152.
162. Bryant, J.P., Clausen, T.P., Swihart, R.K., Landhausser, S.M., Stevens, M.T., Hawkins, C.D.B., Carriere, S., Kirilenko, A.P., Veitch, A.M., Popko, R.A., Cleland, D.T., Williams, J.H., Jakubas, W.J., Carlson, M.R., Bodony, K.L., Cebrian, M., Paragi, T.F., Picone, P.M., Moore, J.E., Packee, E.C. et Malone, T. 2009. Fire drives transcontinental variation in tree birch defense against browsing by snowshoe hares. *American Naturalist* 174:13-23.
163. Ims, R.A., Henden, J.A. et Killengreen, S.T. 2008. Collapsing population cycles. *Trends in Ecology & Evolution* 23:79-86.
164. Blancher, P. et Wells, J. 2005. La Région Boréale: la crèche d'oiseaux de l'Amérique du nord. Initiative Boréale canadienne et la Boreal Songbird Initiative. Ottawa, ON et Seattle, WA. 9 p. et annexe.
165. Mooney, K.A. 2007. Tritrophic effects of birds and ants on a canopy food web, tree growth, and phytochemistry. *Ecology* 88:2005-2014.
166. Marquis, R.J. et Whelan, C.J. 1994. Insectivorous birds increase growth of white oak through consumption of leaf-chewing insects. *Ecology* 75:2007-2014.
167. Scheffer, M. et Carpenter, S.R. 2003. Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observation. *Trends in Ecology & Evolution* 18:648-656.
168. Paine, R.T., Tegner, M.J. et Johnson, E.A. 1998. Compounded perturbations yield ecological surprises. *Ecosystems* 1:535-545.
169. Chapin, F.S., Callaghan, Y., Bergeron, M., Johnstone, J.F., Juday, G. et Zimov, S.A. 2004. Global change and the boreal forest: thresholds, shifting states or gradual change? *Ambio* 33:361-365.