



MÉRIDIEN

DANS CE NUMÉRO

Rupture et changement de climat sur la côte nord du Parc national Quttinirpaaq	1
Le gras en tant qu'outil écologique: les ours et les phoques dans les écosystèmes tempérés et arctiques	6
Nouveau look pour le site Web de la Commission canadienne des affaires polaires	10
Quarante années de recherches polaires	11
La participation des femmes aux négociations pour l'autonomie gouvernementale	14
Horizon	16

RUPTURE ET CHANGEMENT DE CLIMAT SUR LA CÔTE NORD DU PARC NATIONAL QUTTINIRPAAQ

Warwick F. Vincent, Derek R. Mueller et Patrick Van Hove

Les prédictions des différents modèles de climat varient en ce qui a trait à la rapidité du réchauffement planétaire dans différentes régions, mais presque tous les modèles mènent à la conclusion suivante: la région polaire du Nord connaîtra de plus fortes augmentations de température que les autres régions, et le rythme de ces changements s'accroîtra vraisemblablement comme jamais auparavant à cause de la rétroaction positive de la fonte de la neige et des glaces. Ce scénario de changement hyper rapide fait du Nord canadien un endroit particulièrement important pour la surveillance du système climatique planétaire. Bien entendu, outre nos responsabilités internationales à cet égard, il faut mentionner notre propre intérêt d'une importance capitale sur la question de savoir à quelle vitesse se produisent les changements environnementaux au Canada.

L'un des aspects remarquables de la géographie canadienne: la masse continentale couvre 41 degrés de latitude, avec l'extrémité nord de l'île d'Ellesmere, au Nunavut, qui s'étend jusqu'à la latitude 83°N, à seulement quelques centaines de milles nautiques du pôle Nord (Fig. 1). Cette côte la plus septentrionale inclut le parc national Quttinirpaaq (sommet du monde en inuktitut) une vaste région qui abrite les plus hautes montagnes de l'est de l'Amérique du Nord, des champs de neige alpins, glaciers, fleuves, terres humides, des paysages de désert polaire saisissants, des lacs et de profonds fjords. Ces milieux et leurs communautés biologiques sont façonnés par le

froid extrême et seront vraisemblablement des indicateurs sensibles du climat. En outre, ils sont situés à la limite nord de l'Amérique du Nord, aux plus hautes latitudes continentales, là où les répercussions du changement planétaire devraient être les plus fortes.

Nos travaux sur l'île d'Ellesmere ont commencé au milieu des années 1990, sur le lac Hazen, la plus vaste étendue d'eau dans le parc et l'un des plus profonds lacs de l'Arctique circumpolaire. On a constaté que les eaux claires et glaciales de ce lac étaient bien mélangées jusqu'à au moins 100 m durant l'été, ce qui marque un net contraste avec les lacs situés plus au sud, où une couche tempérée à la surface recouvre l'eau froide durant l'été. Ce mélange en profondeur qui se produit en été dans le lac Hazen est susceptible d'avoir un effet régulateur sur son écologie, mais il pourrait s'affaiblir et même cesser si les températures se réchauffaient. Des études historiques menées dans le nord de la Finlande, par exemple, ont montré que le changement dans les lacs, c'est-à-dire le passage du mélange estival à une structure de couches, s'accompagne de changements majeurs dans la composition des espèces biologiques et leur chaîne alimentaire aquatique. Le lac Hazen est facile à surveiller à partir de l'espace, et les futurs changements dans la couleur de l'eau, la température et la durée de la couverture de glace fourniront des indications sur le rythme d'évolution de l'environnement.

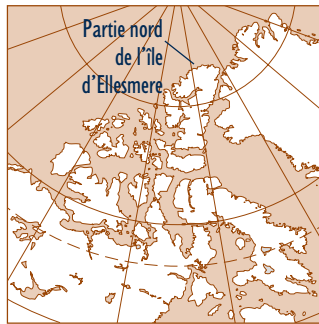
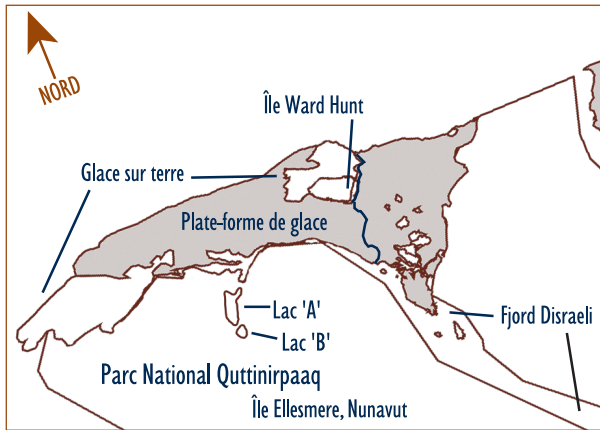
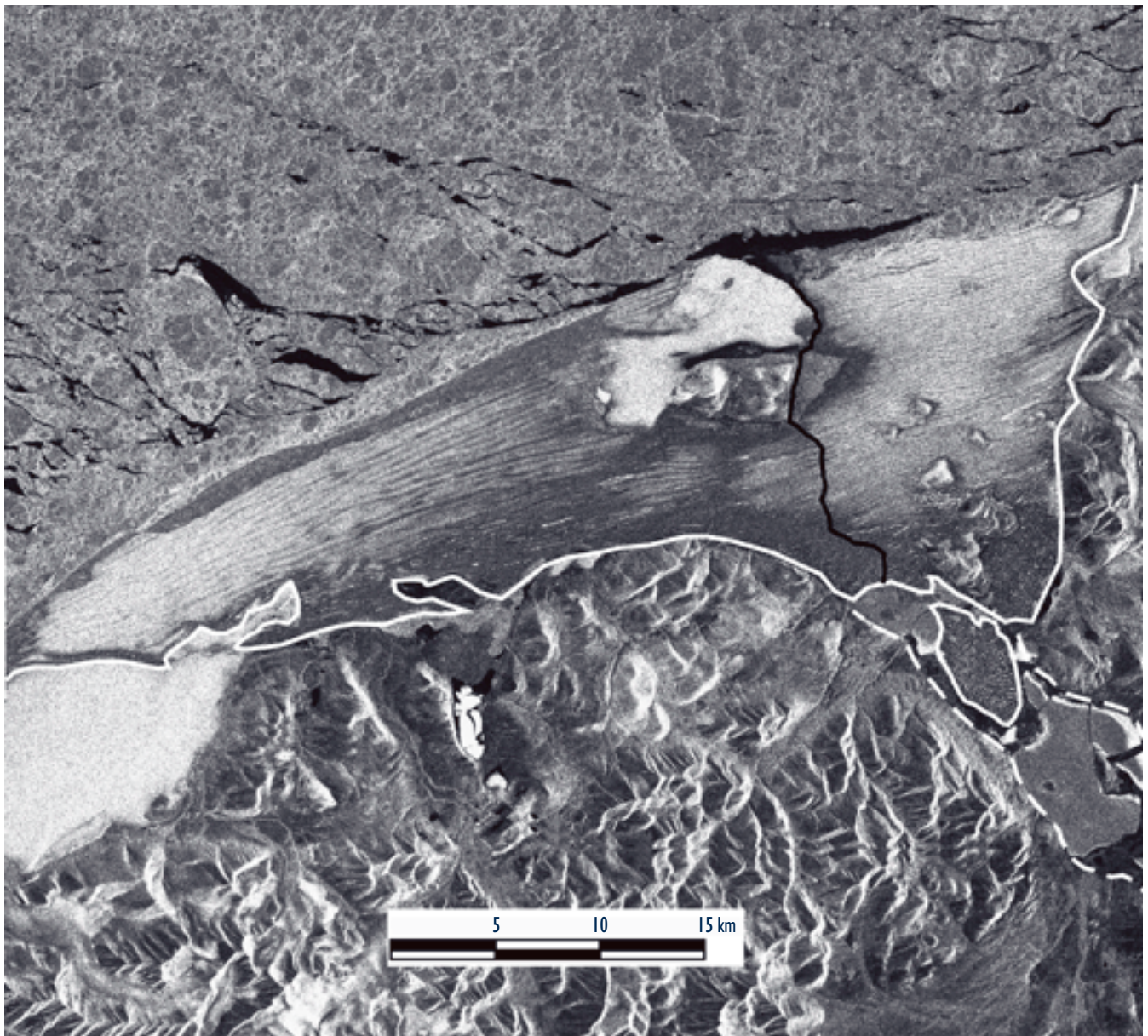


Fig. 1
 Image à faisceau à haute résolution de RADARSAT-I montrant l'extrémité nord du parc national Quttinirpaaq, Nunavut (27 septembre 2003). La principale fente sur la plate-forme glaciaire Ward Hunt est marquée en noir et l'extrémité sud est marquée en blanc. La ligne pointillée marque le littoral du fjord Disraeli qui s'étend sur 20 km en dehors de l'image. À noter la glace qui se disloque dans le fjord Disraeli et le lac A (nom non officiel).
 Photo : © Agence spatiale canadienne 2003, reçu par le Centre canadien de télédétection, traité et distribué par RADARSAT International.



La côte nord de l'île d'Ellesmere a été d'abord explorée par des Européens durant l'expédition britannique en Arctique de 1875–1876. Le lieutenant Pelham Aldrich a mené un groupe de membres de cette expédition qui ont longé en traîneau la frange côtière de glace ondulante et nommé bon nombre des éléments qui actuellement font partie de la limite nord du parc national Quttinirpaaq. L'île Ward Hunt, au large de la côte nord de l'île d'Ellesmere, a été nommée en l'honneur de George Ward Hunt, premier lord de l'Amirauté, alors que le fjord Disraeli porte le nom du premier ministre de l'Angleterre de l'époque, Benjamin Disraeli. Toutefois, plusieurs éléments importants de cette région éloignée n'ont pas encore été nommés. Par exemple, le remarquable ensemble de lacs salins profonds situés le long de la côte nord, qui furent découverts il y a seulement quelques décennies, et qui portent encore les codes lac A, lac B et lacs C1, C2 et C3.

Aldrich avait des commentaires défavorables à faire à propos des ondulations dans la glace côtière (« de gros hummocks gênants dans la neige et la glace ») et plus tard, l'explorateur américain Robert Peary a étudié plus à fond cette région et confirmé que les déplacements y étaient pénibles. De nos jours, on peut distinguer nettement ces ondulations dans les magnifiques images à haute résolution produites par le satellite canadien RADARSAT (Fig. 1). Nous avons visité pour la première fois cette région en 1998 et découvert que les ondulations étaient formées par des crêtes entre des lacs d'eau de fonte allongés et parallèles qui renfermaient des communautés d'organismes microscopiques florissantes. Celles-ci sont si abondantes qu'elles produisent des amas de glace rouge. Quand on les examine de plus près, on constate qu'ils se composent de virus, de bactéries, d'algues et même de minuscules animaux. Ces mondes microscopiques autonomes sont des laboratoires naturels qui nous aident à comprendre comment les organismes vivants ont survécu, proliféré et évolué durant les principales périodes d'englacement qu'a connues la Terre dans le passé (Vincent et al., 2004). Cependant, ces

écosystèmes à base glaciaire (« cryo-écosystèmes ») semblent régresser rapidement.

À l'aide de données obtenues par le RADARSAT en 1998 et 1999, nous avons estimé à environ 850 km² l'étendue de glace ondulante. Cette glace a une épaisseur de plusieurs dizaines de mètres et forme une série de plates-formes qui flottent sur la mer et sont soulevées et abaissées par les marées, alors qu'elles sont rattachées à l'île d'Ellesmere à leur extrémité sud. D'après le compte rendu détaillé que Peary avait fait de son périple le long de la côte qui l'a mené de Cape Sheridan à l'île Axel Heiberg, nous avons estimé à environ 8 900 km² la superficie totale de la plate-forme de glace. On pense que celle-ci a commencé à se former il y a environ 4 500 ans et qu'elle s'est entièrement fixée à cet endroit (supposition basée sur la datation au carbone 14 de bois flotté qui s'était immobilisé sur le côté de la glace faisant face à la terre) il y a environ 3 000 ans (Jeffries, 2002). D'après nos

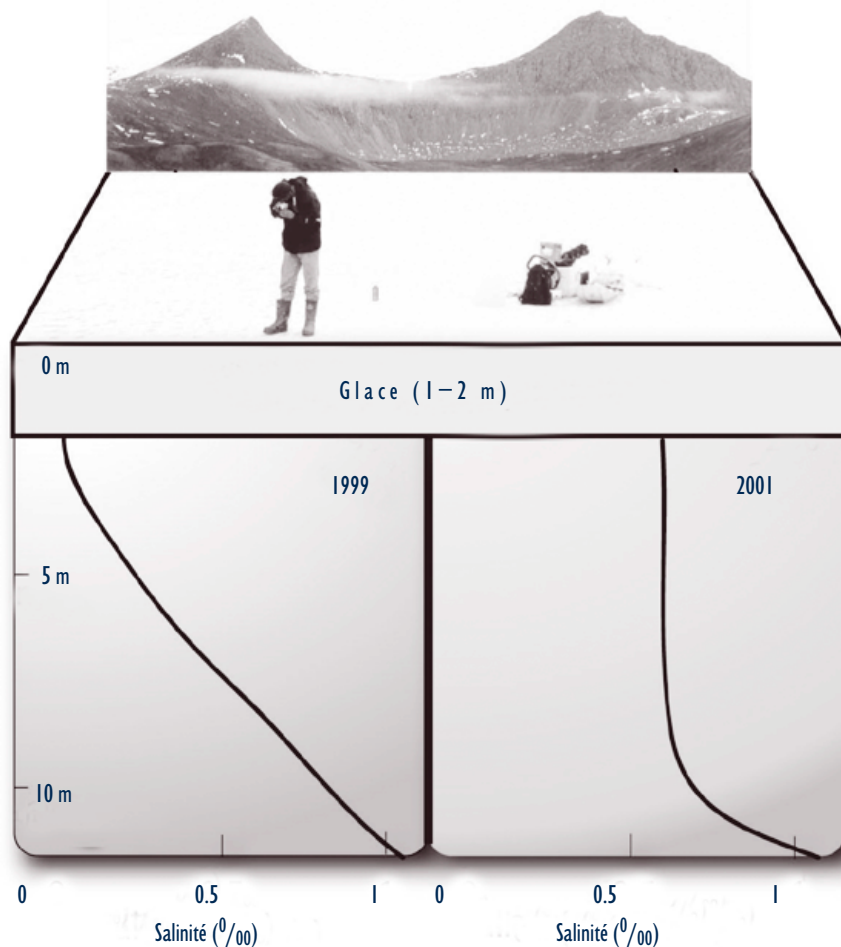


Fig. 2
Changements de salinité dans les eaux de surface du lac A entre 1999 et 2001. La disparition inhabituelle de la glace vue par RADARSAT à la fin de l'été 2000 a permis le mélange des eaux salines profondes dans la surface sous l'effet du vent et éliminé l'habitat d'eau douce en surface. Photo : Warwick Vincent.

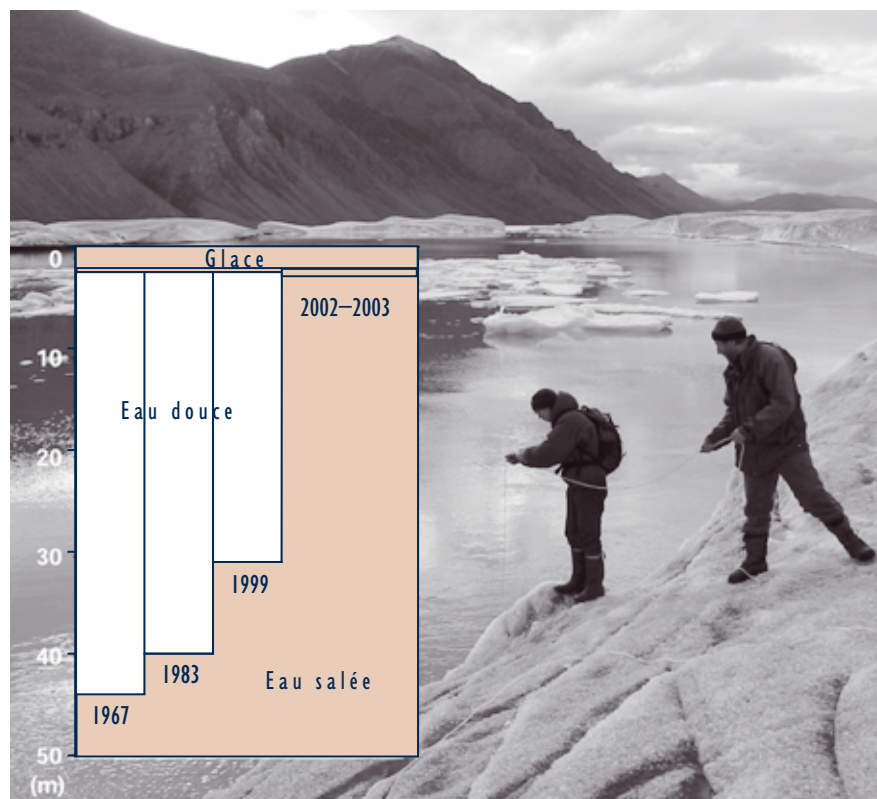
analyses, ce vestige des temps passés a perdu 90% de sa masse au cours du 20^e siècle.

Plusieurs autres composantes du nord de l'île d'Ellesmere fournissent les preuves d'un changement notable. Les lacs salins de la série A, B et C sont recouverts d'une épaisse couche de glace pendant la plus grande partie de l'année, et nos premières données de profils obtenues pour le lac A, en 1999, étaient très semblables aux mesures prises des décennies plus tôt, ce qui laisse supposer que ce lac a rarement perdu sa couverture de glace. Ces lacs recouverts font voir les effets du lent réchauffement par les rayons solaires qui a duré des centaines, voire des milliers, d'années. Les rayons pénètrent la surface de glace des lacs,

réchauffant graduellement leur eau saline à la mi-profondeur pour la porter à des températures surprenantes. L'absence de mélange signifie que cette chaleur n'est pas retournée à la surface pour se perdre dans l'atmosphère, mais qu'elle peut s'accumuler lentement. Les températures moyennes de l'air dans cette région tournent aux alentours de -20°C , mais l'eau du lac A atteint une température stable de $8,5^{\circ}\text{C}$ à la mi-profondeur, et celle du lac C1 atteint une température étonnante de 12°C qui peut probablement demeurer assez constante pendant toute l'année malgré des températures atmosphériques hivernales de -40°C . En 2001, nous avons remarqué pour la première fois que cette inhabituelle structure composée d'une couche d'eau douce froide qui recouvre l'eau salée plus chaude se désintégraît et qu'il y avait des preuves de mélange

Fig. 3

Prélèvement d'échantillons à l'extrémité sud du fjord Disraeli, à partir du glacier Disraeli, août 2003. Le graphique de l'encart montre la couche d'eau douce au-dessus de l'eau salée, à l'extrémité nord du fjord (un lac d'épibanquise) et la disparition de la couche d'eau douce observée en 2002, due à la rupture de la plate-forme glaciaire Ward Hunt (de Mueller et al., 2003). Photo: Derek Mueller.



(Fig. 2). Les images de RADARSAT ont confirmé la diminution du volume de glace sur tous les lacs en 2000, et à la fin de l'été 2003, le lac A a montré encore une fois que la glace qui recouvrait sa surface se disloquait (Fig. 1). Ce changement abrupt dans la température et le degré de salinité transformera vraisemblablement la structure et l'écologie de ces écosystèmes uniques.

Le changement récent le plus spectaculaire que nous ayons vu s'est produit au fjord Disraeli. Quand nous avons entrepris pour la première fois de mesurer ce profond fjord de 30 km de long, nous avons constaté que sa surface renfermait une épaisse couche d'eau douce prise entre une calotte glaciaire de 2,5 m au-dessus et la mer au-dessous. Le plancton était composé d'un inhabituel mélange d'espèces aquatiques d'eau douce et d'eau saumâtre (Van Hove et al., 2001); il constituait un autre fascinant système modèle pour la compréhension des processus d'évolution des organismes vivants en milieu polaire. Ce lac qu'on appelle « lac d'épibanquise » s'est formé parce que la plate-forme glaciaire de l'île Ward Hunt jouait le rôle d'un barrage en travers de l'embouchure du fjord Disraeli (Fig.

1) et permettait l'écoulement d'eau douce seulement au-dessous, à la base de sa masse de glace de 40–50 m d'épaisseur. Nos observations de 1999 ont confirmé deux indices antérieurs de cette situation, soit ceux de 1967 et 1983. Cependant, une comparaison de nos mesures de la profondeur de l'eau douce avec les données antérieures a révélé une diminution de plus 10 m de la profondeur de la couche d'eau douce, ce qui laisse supposer un amincissement récent substantiel de cette plate-forme glaciaire qui existe depuis des millénaires.

Quand nous avons volé au-dessus de la plate-forme glaciaire, en 2001, nous avons noté une fissure centrale, mais nous ne connaissions pas son étendue. En 2002, nous sommes retournés au site et avons vu tout de suite que la fissure était énorme, qu'elle s'était élargie de sorte qu'il y avait une fente de 15 km sur toute la longueur nord-sud de la plate-forme. De nombreuses fissures secondaires s'étendaient sur une grande distance en direction est-ouest. Avec notre collaborateur, Martin Jeffries, et le ROS de l'Université de Fairbanks en Alaska, nous avons pu obtenir des images RADARSAT à haute résolution et confirmer que la plate-forme de glace se désintégraît (Fig. 1). Un fait étonnant, les profils de salinité-température pour cette saison au fjord Disraeli (Fig. 3) montraient que l'eau saumâtre s'étendait jusqu'au-dessous de la glace de surface et que plus de 3 milliards de mètres cubes d'eau douce du lac avaient été évacués par la fente centrale de la plate-forme Ward Hunt qui s'était brisée. Nos mesures prises pour établir des profils en 2003 ont confirmé la disparition totale de l'écosystème d'eau douce en surface qui, d'après nos analyses RADARSAT, s'est produite en 2001.

Cette impressionnante rupture et la perte de la plate-forme glaciaire formée il y a des millénaires avec son lac d'épibanquise a suscité un grand intérêt dans les médias. La nouvelle a fait les manchettes dans les journaux du monde entier. La plate-forme glaciaire Ward Hunt, qui n'était guère connue auparavant, a été soudainement propulsée sur les pages de plus de 200 sites Web. Un éditorial



Figure 4
Rupture de la plate-forme glaciaire Ward Hunt. Photo : Warwick Vincent.

qui commentait l'événement a peut-être saisi la source de ce degré inattendu d'intérêt à l'échelle internationale. En voici un extrait : « Une pléthore d'études de chercheurs ont confirmé l'élévation graduelle des températures de la planète au cours du siècle écoulé. Pourtant, les nouvelles-éclaircies occasionnelles provenant d'un coin éloigné du monde à propos de changements spectaculaires dans le paysage qu'on croyait auparavant immuable sont imbattables pour focaliser l'attention sur le réchauffement planétaire et ses éventuelles conséquences [Traduction] » (New York Times, 25 septembre 2003).

Bien entendu, tous les journalistes voulaient savoir dans quelle mesure la rupture de la plate-forme glaciaire et la disparition de l'écosystème peuvent être attribués à l'accroissement de l'effet de serre causé par l'activité humaine. La réponse réduite à sa plus simple expression : nous ne le savons pas. Nous savons que l'île d'Ellesmere change depuis longtemps, qu'elle s'est modifiée tout au long du 20^e siècle, comme le montrent les enregistrements sur les plates-formes glaciaires, et que les changements les plus récents correspondent à une période de réchauffement accéléré de 30 ans, comme l'ont indiqué l'indice

climatique d'Environnement Canada, à Alert (Mueller et al., 2003), et les observations sur les changements environnementaux survenus dans l'ensemble de l'Arctique circumpolaire

(Serreze et al., 2000). Des études paléo-écologiques effectuées à Cape Herschel, à peu près à mi-chemin sur la côte est de l'île d'Ellesmere, ont montré qu'au milieu du 19^e siècle des changements soudains s'étaient produits au niveau des fossiles de diatomées (des indicateurs de climat), ce qui laisse supposer qu'un réchauffement important a commencé à se produire à cette période (Douglas et al., 1994). Certains chercheurs estiment que même ce changement survenu tôt pourrait indiquer à quel moment les effets de l'industrialisation de la société sur le climat mondial ont commencé à se faire sentir. Il faut tenir compte d'importantes sources naturelles de variabilité, notamment l'oscillation arctique (OA) qui fait fluctuer le climat et la circulation océanique à diverses périodes. Des spécialistes ont affirmé que l'actuelle augmentation des

Figure 5
Îles de glace qui se séparent de la plate-forme glaciaire. Photo : Warwick Vincent.



gaz à effet de serre pourrait avoir forcé l'OA à l'extrême, ce qui expliquerait pourquoi ces dernières années le climat a été anormalement chaud dans l'Extrême-Arctique (Shindell et al., 1999).

Le débat continu sur la question de savoir à quelle vitesse notre monde se réchauffera et dans quelle mesure les actuelles fluctuations du climat peuvent être attribuées aux effets naturels ou aux effets anthropiques ne devrait pas obscurcir les faits convenus : les gaz à effet de serre s'accumulent dans notre environnement planétaire à un rythme sans précédent, et le milieu circumpolaire est vulnérable aux changements relativement mineurs dans les températures qui franchissent le point de fusion de la glace. Les écosystèmes des milieux froids, qui dépendent des glaces, sur la côte nord du Canada fournissent des preuves péremptoires du changement. Le parc national Quttinirpaaq joue des rôles multiples précieux, non seulement en tant que réserve faunique et milieu sauvage à vocation récréative, mais aussi comme lieu de surveillance mondiale qui a commencé à donner des signes des transformations majeures à venir.

Remerciements

Nos travaux de recherche sont appuyés par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, le Fonds du Québec de recherche sur la nature et les technologies et le Programme de formation scientifique dans le Nord. Nous tenons aussi à remercier les responsables de l'Étude du plateau continental polaire pour leur soutien logistique et l'Agence Parcs Canada pour son encouragement continu et l'autorisation d'utiliser ses installations dans le parc national Quttinirpaaq.

Références

- Douglas, M.S.V., J.P. Smol et W. Blake Jr, 1994. Marked post-18th century environmental change in High-Arctic ecosystems. *Science*, 266: 416–419.
- Jeffries, M.O., 2002. Ellesmere Island Ice Shelves and Ice Islands, dans *Satellite Image Atlas of Glaciers of the World: Glaciers of North America*, pp. J147–J164. Éditeurs, R.S. Williams et J.G. Ferrigno. United States Geological Survey, Washington D.C.
- Mueller, D.R., W.F. Vincent et M.O. Jeffries, 2003. Break-up of the largest Arctic ice shelf and associated loss of an epishelf lake. *Geophys. Res. Lett.* 30: 2031, doi: 10.1029/2003GL017931.
- Serreze, M.C., J.E., Walsh, F.S. Chapin, T. Osterkamp, M. Dyurgerov, V. Romanovsky, W.C., Oechel, J. Morison, T. Zhang, et R.G. Barry, 2000. Observa-

tional evidence of recent change in the northern high-latitude environment. *Climatic Change*, 46: 159–207.

- Shindell, D.T., R.L. Miller, G.A. Schmidt et L. Pandolfo, 1999. Simulation of recent northern winter climate trends by greenhouse gas forcing. *Nature*, 399: 452–55.
- Van Hove, P., K. Swadling, J.A.E. Gibson, C. Belzile et W.F. Vincent, 2001. Farthest north lake and fjord populations of calanoid copepods in the Canadian High Arctic. *Polar Biology*, 24: 303–307.
- Vincent, W.F., J.A.E. Gibson et M.O. Jeffries, 2001. Ice shelf collapse, climate change and habitat loss in the Canadian High Arctic. *Polar Record*, 37: 133–142.
- Vincent, W.F., D. Mueller, P. Van Hove et C. Howard-Williams, 2004. Glacial periods on early Earth and implications for the evolution of life. Dans : Seckbach, J. (Ed.), *Origins: Genesis, Evolution and Biodiversity of Life*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Pays-Bas (en cours d'impression).

Warwick Vincent est professeur de biologie et titulaire d'une chaire de recherche du Canada pour les études sur les écosystèmes aquatiques au Centre d'études nordiques, Université Laval. Derek R. Mueller et Patrick Van Hove suivent le programme de doctorat en biologie à l'Université Laval.

LE GRAS EN TANT QU'OUTIL ÉCOLOGIQUE : LES OURS ET LES PHOQUES DANS LES ÉCOSYSTÈMES TEMPÉRÉS ET ARCTIQUES

Sara Iverson

La plupart des gens ont une opinion négative à l'égard du gras. Ils le considèrent comme une « chose » presque sinistre, un mal nécessaire avec lequel ils doivent composer. Après tout, les aliments que nous devons manger contiennent du gras, et les autres substances nutritives (hydrates de carbone et protéines) quand on en consomme trop (excès de calories) produisent du gras. Pourtant, l'excès de gras dans notre corps peut présenter un risque pour la santé et même mettre notre vie en danger. Bon nombre de gens ont horreur du gras et des tissus primaires, c'est-à-dire les tissus adipeux, où le gras s'accumule. Cependant, dans le règne animal le gras peut être l'un des plus importants éléments qui entretiennent la

vie. En fait, dans de nombreuses espèces animales, les grandes quantités de gras sont cruciales pour la survie. Vu le rôle essentiel du gras dans la vie animale, la compréhension des aspects du gras et de son métabolisme peut fournir des éclaircissements sur une vaste gamme de sujets, depuis les mécanismes de l'adaptation évolutive jusqu'à la question de savoir comment certains animaux vivent dans la nature.

Par exemple, dernièrement nous avons conçu une méthode qui utilise les constituants de base du gras, les acides gras, pour étudier le régime et les stratégies d'alimentation des animaux qui vivent en liberté. La relation entre le prédateur et sa proie ainsi que les échelons

spatiaux et temporels de la recherche de nourriture dans les populations d'animaux sauvages sont les éléments centraux de l'écologie et de la préservation et gestion des animaux et des écosystèmes dont ils dépendent. Le gras nous apporte certaines de nos premières connaissances détaillées sur le régime et les habitudes alimentaires de nombreuses espèces, y compris les mammifères marins de l'Arctique. Exemple : même si nous savons que les ours polaires mangent des phoques, nos connaissances antérieures sur l'écologie alimentaire des ours polaires proviennent de la collecte des restes de phoques tués par des ours et de l'observation directe faite surtout à un seul endroit. Par ailleurs, des sous-populations dis-