



MÉRIDIEN

DANS CE NUMÉRO

Délimiter le plateau continental étendu du Canada dans l'Arctique	1
Impacts des tempêtes et du changement de climat de l'Arctique sur les processus océanographiques côtiers	8
Le modelage de l'écosystème nordique de demain : insectes, araignées et animaux apparentés de l'Arctique dans un climat changeant	12
D'étudiante à chercheure : leçons d'un stage en recherche nordique du CRSNG	17
Le programme de formation des enseignants du Nord de l'Université de Brandon : formation et apprentissage bilatéraux	22
Critique de livre	25
Nouveaux livres	27
Horizon	28

DÉLIMITER LE PLATEAU CONTINENTAL ÉTENDU DU CANADA DANS L'ARCTIQUE

Jacob Verhoef et Julian Goodyear

La Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS) a été parfois qualifiée de « constitution des océans ». Au total, elle compte 161 États parties, dont le Canada, qui l'a ratifiée en 2003, de sorte que la Convention est devenue l'un des traités les plus largement acceptés au monde. L'éventail de ses dispositions porte sur la recherche scientifique marine, la navigation, la mise en valeur des ressources, la protection de l'environnement marin, la gestion des pêches et le règlement des litiges.

La Convention établit une série de zones maritimes assorties de leurs droits et obligations. Tous les États côtiers, par exemple, ont droit à un plateau continental de 200 miles nautiques, ou davantage s'ils satisfont à certains critères, comme ce peut être le cas du Canada, et d'environ 60 à 70 autres États. Un État a des droits souverains sur les ressources naturelles sur ou sous le plancher océanique de son plateau continental et compétences sur certaines activités, par exemple la recherche scientifique marine. Le fond marin au-delà des plateaux continentaux est appelé la Zone et est administré par l'Autorité internationale des fonds marins.

L'UNCLOS ET L'ARTICLE 76

Les droits souverains d'un État sur les ressources de son plateau continental, y compris celles au-delà des 200 miles nautiques, sont exclusifs et ne dépendent pas de l'occupation ou de la proclamation. Toutefois, les États doivent délimiter avec

précision la zone dans laquelle ils peuvent exercer ces droits et l'article 76 de la Convention établit un processus à cette fin.

Pour prouver qu'il satisfait aux exigences de l'article 76, l'État côtier doit recueillir les données géologiques et géomorphologiques nécessaires pour délimiter son plateau continental étendu. L'article 76 précise les formules pour mesurer le plateau continental vers le large, et les contraintes au-delà desquelles ne peut s'étendre le plateau. La forme du fond marin, sa profondeur et l'épaisseur de la couche sédimentaire sous-jacente sont des facteurs essentiels. Les États côtiers appliquent ces formules ou contraintes pour établir les limites extérieures et déposent une demande à la Commission des limites du plateau continental (CLPC).

La CLPC, composée de spécialistes en géologie, géophysique ou hydrographie élus par les États parties à la Convention pour un mandat de cinq ans, étudie les demandes et répond en transmettant ses recommandations. Si l'État accepte ces recommandations, il prépare un règlement pour appliquer les coordonnées (latitude et longitude) du plateau et les présente à l'ONU. Seul l'État côtier peut fixer les limites extérieures de son plateau et lorsqu'il le fait d'après les recommandations de la CLPC, ces limites sont finales et exécutoires. Il est important de signaler que la CLPC n'a pas le mandat de régler les différends entre États et que les mesures de la CLPC sont prises sous toute réserve concernant la délimitation des frontières entre les États côtiers. Les litiges



Figure 1
Plateau continental étendu possible du Canada d'après une étude préliminaire menée au milieu des années 1990. Le trait brun marque la Zone économique exclusive (ZEE) du Canada et le trait vert, la limite extérieure préliminaire du plateau étendu. Le graphique vise uniquement des fins d'illustration.

doivent être réglés par les États concernés, par négociation ou au moyen d'un processus de règlement des différends.

Les États ont dix ans à compter de la date où ils sont devenus États parties à la Convention pour faire leur présentation à la CLPC. Chaque pays a son propre échéancier qui dépend du moment où il est devenu État partie. Le Canada a ratifié l'UNCLOS en décembre 2003 et doit donc présenter sa demande en décembre 2013.

PROGRAMME
SUR LE PLATEAU
CONTINENTAL
ÉTENDU DU CANADA

Au milieu des années 1990, le Canada a mené une étude théorique à l'aide des ensembles de données existants afin d'obtenir un indice préliminaire de son plateau continental étendu aux termes de

l'article 76 (figure 1). Il est ressorti de cette analyse que le Canada possédait peut-être un vaste plateau continental étendu – de la taille des trois provinces des Prairies – dans l'Atlantique et dans l'Arctique (LGC, 1994).

Après que le Canada ait ratifié l'UNCLOS, on a commencé à acquérir les données nécessaires pour transmettre à la CLPC un dossier défendable et scientifiquement fondé. Obtenir la reconnaissance internationale de la pleine étendue du plateau continental du Canada est une priorité du gouvernement canadien.

Le programme du plateau continental étendu (PCE) relève conjointement d'Affaires étrangères et Commerce international Canada (MAECI), de la Commission géologique du Canada (CGC), de Ressources naturelles Canada et du Service hydrographique du Canada (SHC), de même que de Pêches et Océans Canada. Le

MAECI est le conseiller et l'expert juridique et doit préparer et présenter la demande à la CLPC. Les CGC et le SHC entreprennent les travaux scientifiques et techniques nécessaires. Cela comprend les levés bathymétriques et sismiques afin de préciser le bas de pente du plateau continental, de cartographier le tracé à 2500 mètres de profondeur et de mesurer l'épaisseur des sédiments afin d'établir le point où l'épaisseur des sédiments

est à 1% de la distance du bas de pente. Il faut également des levés afin de préciser si les élévations submergées sont des prolongements naturels du plateau continental.

Nous avons mis au point un programme de levés du plateau continental pour les océans Atlantique et Arctique. Les levés dans l'Atlantique ont été menés en 2006, 2007 et 2008 et les données sont en cours d'analyse. Nous recueillons actuellement des données dans l'Est et l'Ouest de l'Arctique.

LE PROGRAMME DE L'ARCTIQUE

L'océan Arctique est l'un des océans les moins étudiés du monde. Son éloignement, son environnement difficile, l'imprévisibilité du temps et des glaces et la brièveté des campagnes saisonnières font de la recherche un défi technologique. Les conditions des glaces dans l'Ouest de l'Arctique permettent généralement le recours à des brise-glace lourds mais, dans l'Est de l'Arctique, c'est souvent très difficile, voire impossible. De la sorte, de vastes étendues de l'océan Arctique ne sont pas encore cartographiées (figure 2) et nous ne disposons pas de données suffisantes pour délimiter de façon fiable le plateau continental.

La géologie de l'océan Arctique est complexe. Le bassin canadien dans l'ouest se compose d'un fond marin couvert d'une épaisse couche de sédiments (figure 2) dont l'épaisseur, facteur clé, est déterminée par les levés sismiques et bathymétriques menés par des brise-glace. Par contre, l'Est de l'Arctique est dominé par deux immenses chaînes montagneuses sous-marines, les dorsales Lomonosov et Alpha-Mendeleev. Pour établir les limites extérieures du plateau continental dans l'Est de l'Arctique, la première étape est d'établir si ces caractéristiques sont des prolongements naturellement liés au plateau continental canadien. Nous étudions cette question à partir de camps de base extracôtiers construits sur la glace, en utilisant des hélicoptères, d'autres aéronefs et des véhicules sous-marins pour recueillir des données. Nous illustrons à la figure 3 le plan global quinquennal de levés.

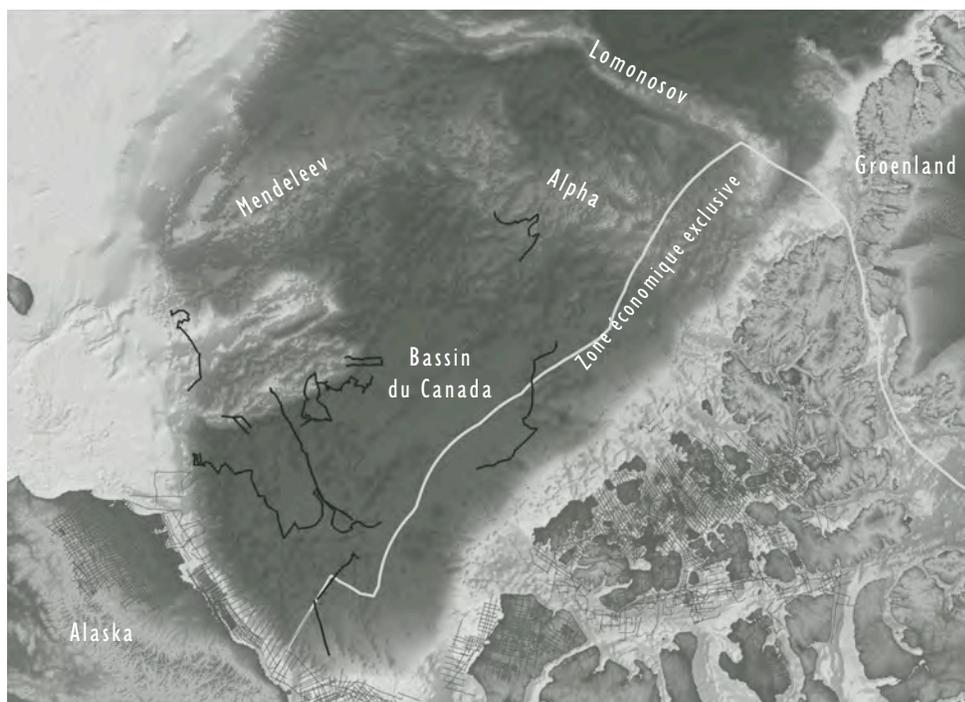
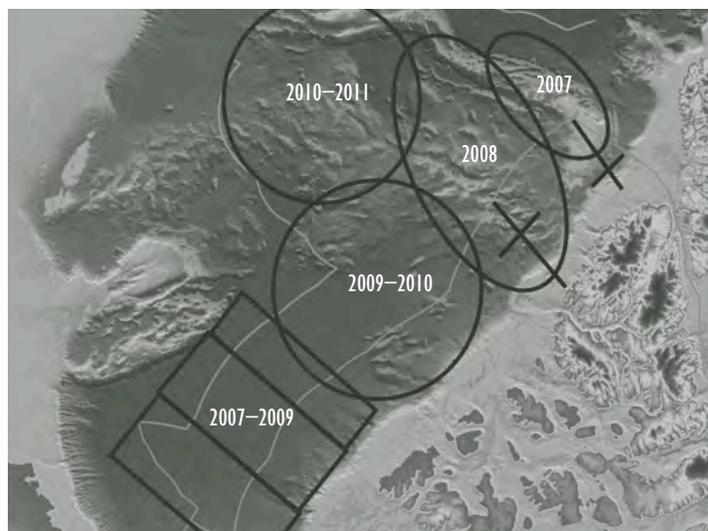


Figure 2
Bathymétrie générale de l'océan Arctique (d'après l'International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean, Jakobsson et al., 2000). Également illustrées : les données sismiques du bassin Canada et des environs, recueillies avant les levés du PCE.

COLLABORATIONS INTERNATIONALES

Les États côtiers qui sont nos voisins dans l'Arctique, à savoir la Russie, la Norvège, le Danemark et les É.-U., sont tous à des stades différents de délimitation de leur plateau continental étendu. La Russie a été le premier pays à déposer sa demande devant la CLPC en 2001. Et celle-ci a fait des recommandations de révision. La Russie recueille actuellement davantage de données et travaille à apporter les révisions; la Norvège a déposé sa demande en 2006 et obtenu des recommandations positives en 2009 et est maintenant au stade de l'établissement de ses limites extérieures. Pour le Danemark, l'échéance tombe

Figure 3
Plan des levés dans l'Arctique canadien. Les cercles indiquent les zones où les données seraient recueillies à l'aide de camps sur la banquise. Les rectangles indiquent les zones où on aurait recours à des brise-glace. Les lignes noires épaisses dénotent les levés par réfraction sur les dorsales Lomonosov et Alpha.



en novembre 2014 et ce pays a déjà présenté une demande partielle pour les zones entourant les îles Féroé et recueille et interprète des données pour les zones continentales entourant le Groenland. Les É.-U. ne sont pas État partie à l'UNCLOS, mais ce pays recueille néanmoins des données pour définir son plateau continental.

Tout comme le Canada, ses voisins travaillent également à la collecte de données dans l'Arctique. Puisque c'est une entreprise difficile et coûteuse, le Canada a cherché et établi des partenariats offrant un avantage mutuel pour recueillir les données nécessaires. Cette collaboration réduit les risques associés à la collecte de données nouvelles dans un environnement à haut risque en offrant davantage de possibilités de garantir l'exécution du travail. Cela réduit les coûts et les répercussions environnementales, tandis qu'une interprétation des données communes par des pays voisins augmente la probabilité de succès de la demande présentée.

Au cours des cinq dernières années, le Canada a travaillé de concert avec le Danemark sur sept levés conjoints du plateau continental au nord de l'île Ellesmere et du Groenland, ainsi que dans la mer du Labrador. Nous avons également interprété et publié les résultats conjointement avec nos partenaires danois. Dans l'Ouest de l'Arctique, le Canada a mené trois levés conjoints



avec les États-Unis (2008, 2009 et 2010) et un quatrième programme de levés est prévu pour 2011. Les deux pays ont interprété et présenté les données ensemble et les publications conjointes sont en préparation. Les représentants du Canada, du Danemark et de la Russie se sont en fait rencontrés annuellement depuis 2007 afin de discuter de leurs recherches sur leur plateau continental respectif et se sont joints à eux les représentants des États-Unis (à compter de 2009) et de la Norvège (à compter de 2010).



Figure 4

Photo des enregistreurs sismographiques utilisés dans les expériences LORITA et ARTA. Environ 150 enregistreurs ont été installés sur la glace, distancés de un à deux kilomètres et cette configuration a servi pour enregistrer les vitesses crustales. Photo : R. Jackson, GSC.

P R O G R A M M E
D U C A N A D A
D A N S L ' E S T
D E L ' A R C T I Q U E

Le Canada et le Danemark (Groenland) ont tous deux intérêt à prouver que la dorsale Lomonosov est un prolongement naturel du continent. Pour le Canada, il est important également d'établir qu'il en va de même de la dorsale Alpha. La bathymétrie fait ressortir un graben au nord de l'île Ellesmere qui semble séparer les dorsales du continent. Pour établir si les dorsales sont en fait séparées, il faut établir une image de la structure de la croûte terrestre sous le fond marin. On peut l'obtenir à l'aide de levés sismiques pour mesurer la vitesse sismique crustale des dorsales (figure 4) afin de les comparer à celles du continent adjacent. De plus, la forme du fond marin et des dorsales peut être mesurée à l'aide d'hélicoptères équipés de sondes bathymétriques faisant des relevés ponctuels.

Le Canada et le Danemark ont uni leurs efforts, au printemps de 2006, dans le projet LORITA (ou Lomonosov Ridge Test of Appurtenance [preuve d'appartenance de la dorsale Lomonosov Ridge]) et ont mené des levés sismiques et bathymétriques sur la dorsale Lomonosov à l'aide de la station Alert des Forces canadiennes comme base principale et en établissant un petit camp sur la glace à environ 100 km au large. On a atteint le principal objectif du projet et recueilli des données sismiques de grande qualité, malgré une perte de 67% à 70% des jours en raison du mauvais temps. La communication scientifique (Jackson *et al.*, 2010) résultant de l'interprétation conjointe com-

Figure 5

Image du camp sur la banquise au cours de l'expérience ARTA, situé au large de l'île Ellesmere. Également illustrée, la piste d'atterrissage construite pour permettre à l'aéronef d'apporter l'équipement et le matériel au camp. Photo : Jon Biggar, CHS.

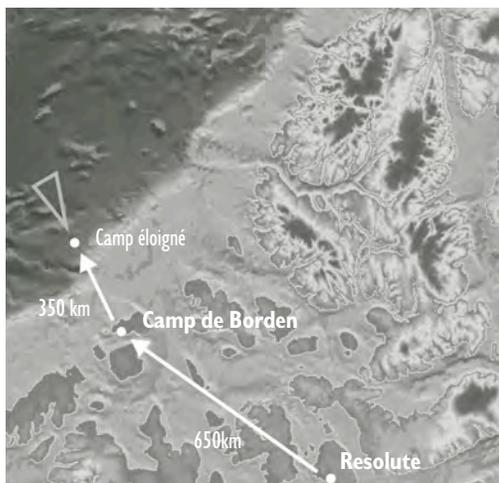


Figure 6A (à gauche)
Diagramme de localisation du principal camp sur la banquise Borden et du petit camp sur la banquise au large. Tout l'équipement a été transporté à Resolute et ensuite amené par avion dans les deux camps



Figure 6B (à droite)
Image du camp principal Borden. Le camp comportait 17 tentes et une population de plus de 40 personnes. Également illustrée dans le coin supérieur droit, la piste d'atterrissage. Photo : Janice Lang, DRDC.

portait la conclusion qu'il y a continuité de la croûte continentale des côtes de l'île Ellesmere et du Groenland au graben et jusqu'à la dorsale Lomonosov comprise et qu'il n'y a pas de croûte océanique intermédiaire.

L'étape suivante était de mener un projet analogue pour la dorsale Alpha. En mars-avril 2008, nous avons exécuté le projet ARTA (ou Alpha Ridge Test of Appurtenance [preuve d'appartenance de la dorsale Alpha]), à savoir une expérience de réfraction sur la glace afin d'établir la structure de la dorsale. Nous avons comme base un vaste camp sur la glace (figure 5) près de l'embouchure du détroit de Nansen (île Ellesmere) et un petit camp à environ 100 km au large. Les résultats de l'expérience ne sont pas encore totalement analysés et publiés, mais les résultats préliminaires ont été présentés (Funck *et al.*, 2010).

Au printemps 2009, nous avons amorcé un projet de levés conjoints avec le Danemark et recueilli une vaste quantité de données bathymétriques afin de mesurer la forme du fond marin entre les dorsales Alpha et Lomonosov. Pour ce travail, encore une fois, il a fallu établir un grand camp sur la glace près des côtes. La construction d'un grand camp sur la glace, notamment l'aménagement d'une piste pour l'aéronef approvisionnement, prend du temps et est coûteux mais, de façon générale, cela fonctionne bien. La grande préoccupation pendant tous ces levés était la météo imprévisible: les chenaux libres de glace ont engendré un brouillard glacé qui a cloué au sol les hélicoptères, de sorte que nous avons recueilli moins de données. De plus, la zone plus au

large est devenue dangereuse en raison de la rupture des floes, provoquant en 2009 l'évacuation d'urgence du petit camp établi au large. Le travail en 2010 et 2011 dans l'Est de l'Arctique (figure 3) est encore plus éloigné des côtes, exigeant encore une fois la construction de grands camps. Compte tenu de l'expérience de 2009, on estimait généralement que cela serait très risqué.

L'une des solutions de rechange, soit le recours à des brise-glace, ne semblait pas possible: un levé conjoint avec les Danois en 2007, à l'aide du brise-glace danois *Oden* accompagné par un puissant brise-glace nucléaire russe n'a pas permis de rejoindre cette région. L'expérience nous a convaincu qu'il fallait pouvoir aller sous la glace, plutôt que simplement sur celle-ci ou à travers celle-ci, de sorte qu'en septembre 2008, nous avons amorcé un projet conjoint avec Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) afin de recueillir des données à l'aide de véhicules sous-marins autonomes.

V É H I C U L E S O U S -
M A R I N A U T O N O M E
(A U V)

L'AUV a été construit par une firme de Vancouver, International Submarine Engineering Ltd. D'une longueur d'environ sept mètres et animé par des batteries, il peut couvrir 400 km, plonger jusqu'à 5 000 mètres et transporter un système haute définition de bathymétrie multi-faisceaux. À la fin de chaque mission, les batteries peuvent être rechargées, les données téléchargées et l'AUV, envoyé dans une autre mission, le tout sans retirer le véhicule de l'eau.

L'AUV commence sa mission au camp principal, près de la terre ferme, et termine à un camp hauturier distant (figure 6A). Une mission type dure environ trois jours, pendant lesquels il n'y a aucune communication avec le véhicule. Pendant cette période, le camp au large, situé sur un floe de glace, a souvent dérivé de sa position initiale, parfois jusqu'à 10 ou 20 km. Cela nécessite la mise au point d'un système d'autoguidage afin que l'AUV puisse retrouver son chemin jusqu'à la nouvelle position du camp.

En avril 2010, l'AUV a été lancé d'un camp principal près de l'île Borden (figure 6) où l'on recueillait des données bathymétriques en hélicoptère à l'aide d'un sonar à faisceaux ponctuels. Les deux activités simultanées, les deux chacune avec sa propre équipe, justifiaient un grand camp composé de plus de 17 grandes tentes et réunissant plus de 40 personnes; le camp existant avait une population de 12 personnes. Le mauvais temps et le brouillard des grands chenaux libres de glace au nord de l'île Borden ont considérablement nui aux opérations par hélicoptère. Pendant tout le mois d'avril, il n'y a eu qu'une seule journée où le temps permettait un vol en bonne visibilité.

Par contraste, les opérations de l'AUV ont connu un succès retentissant (figure 6C). Le véhicule a parcouru plus de 1000 km au cours d'une période continue d'exploitation de 10 jours à des profondeurs de plus de 3300 mètres sous la glace, se guidant sans difficulté vers un camp de glace qui s'était déplacé d'une distance de 50 km et menant à bien environ 500 km de relevés bathymétriques dans les zones clés. Ces réalisations constituent un record mondial d'exploitation sous la glace dans l'Arctique.

PROGRAMME
DU CANADA
DANS L'OUEST
DE L'ARCTIQUE

Dans l'Ouest de l'Arctique, établir les limites extérieures du plateau continental étendu du Canada implique qu'il faut préciser l'épaisseur de la couche sédimentaire par levés sismiques. Cela suppose l'émission d'une onde sonore et le recours à des techniques perfectionnées pour analyser l'écho lorsqu'il revient du fond océanique et des couches sédimentaires sous-jacentes.

La collecte de données sismiques dans les eaux infestées par les glaces n'est pas facile. Pour la plus grande partie, les données sismiques antérieures dans l'Ouest de l'Arctique ont été obtenues près des côtes, et avec seulement quelques lignes traversant le bassin Canada (figure 2). Les levés doivent se faire en brise-glace, mais le bruit des puissants moteurs du navire interfèrent avec la source sonore du sismographe. De plus, le matériel standard de collecte des données sismiques doit être renforcé pour soutenir l'impact des fragments de glace dans le sillage du brise-glace. Par conséquent, nous avons mis au point un système sismographique modifié que nous avons mis à l'essai au cours de levés à bord du NGCC *Louis S. St-Laurent*.

En septembre 2007, à nouveau à bord du «*Louis*», nous avons recueilli 3 000 km de données sismographique de qualité dans la partie sud

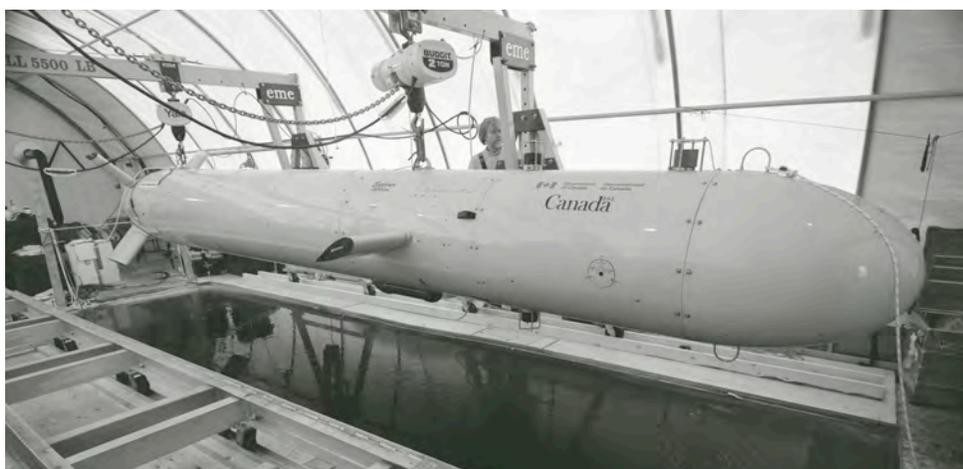


Figure 6C
Image de l'AUV au camp de glace Borden, avant son envoi en mission. Également illustré, le grand trou aménagé en retirant plus de 30 000 kg de glace. Photo : Janice Lang, DRDC.

du bassin Canada et plus de 7 500 km de données bathymétriques à faisceau unique. L'état des glaces variait mais était plus difficile au nord, où nous comptons mener des travaux l'année suivante. Nous avons constaté qu'il faudrait deux brise-glace pour ces levés.

Nos discussions avec les chercheurs et mandataires américains ont abouti à un accord de travail coopératif. Nous avons amorcé des levés conjoints en 2008, 2009 et 2010 à l'aide du NGCC *Louis S. St-Laurent* et du brise-glace américain USCGC *Healy*; les capacités combinées des

Figure 7
Image du NGCC *Louis S. St-Laurent* et de l'USCGC *Healy* (en tête et brisant la glace). Cette configuration permet au brise-glace canadien de recueillir des données sismiques de qualité
Photo : Jon Biggar, CHS.



deux brise-glace nous permettant de travailler de façon fructueuse dans des conditions glaciologiques difficiles. Là où les données sismographiques étaient importantes, le *Healy* rompait la glace et le «*Louis*» suivait avec son système sismographique; là où il fallait connaître la forme du fond marin, le navire canadien rompait la glace et le brise-glace américain suivant avec son système bathymétrique multifaisceaux haute définition. Puisque le navire suiveur n'avait pas à rompre la glace épaisse, la qualité des données était considérablement meilleure (figure 7). Ces levés ont permis de recueillir plus de 13 500 km de données sismographique de qualité et plus de 18 000 km de données bathymétriques.

Les quatre levés majeurs dans l'Ouest de l'Arctique ont permis de couvrir la plus grande partie de la zone sur laquelle nous avons besoin d'information (figure 8) et plus que triplé la couverture de données tout en améliorant considérablement notre connaissance de la région. Les interprétations initiales des données ont été présentées lors de conférences scientifiques (Mosher *et al.*, 2010; Shimeld *et al.*, 2010) et les publications sont en préparation. En bref, nous avons constaté que le bassin Canada est généralement couvert par une couche de sédiments de plus de 4 km d'épaisseur avec des amincissements au nord-ouest. Cette constatation permettra probablement au Canada de définir une vaste

zone comme étant son plateau continental étendu dans cette région.

CONCLUSIONS

Le volet Arctique du Programme du plateau continental étendu du Canada a été un projet difficile et court encore le risque de subir des retards en raison de la météo et de l'état des glaces. Avec la fermeture de la campagne 2010, nous disposons de la plus grande partie des données dont nous avons besoin dans l'Ouest de l'Arctique, mais il nous en faut davantage de l'Est de l'Arctique. Nous espérons recueillir ces données au cours du quatrième programme de levés conjoints Canada-États-Unis prévu pour août-septembre 2011.

La quantité et la qualité des données ont dépassé nos premiers espoirs. La collaboration efficace et continue entre les États côtiers de l'océan Arctique est un des grands facteurs positifs qui ont permis cela.

En plus d'offrir un appui solide à la demande du Canada à la Commission, la manne de données nouvelles permettra sans doute de mieux connaître l'origine et l'évolution tectonique de l'océan Arctique.

Actuellement, le Canada est dans les délais et se prépare à présenter à la Commission de l'ONU la demande concernant les limites ex-

térieures de son plateau continental étendu, et les données justificatives, d'ici l'échéance de décembre 2013.

Remerciements

Ce programme a sollicité de nombreux organismes et beaucoup d'employés dévoués pour recueillir et analyser l'information scientifique. Nous souhaiterions remercier tous ceux qui se sont occupés de la logistique des camps sur la glace (Programme du plateau continental polaire, Environnement Canada, Service canadien des glaces, tous les pilotes et le personnel technique); ceux qui ont participé aux opérations embarquées (Garde côtière canadienne, commandants et équipages du *NGCC Louis S. St-Laurent* et de l'*USCGC Healy*), notre personnel et les entrepreneurs qui sont allés dans les camps de glace et à bord des navires dans des conditions plutôt difficiles afin de recueillir les données. Nous souhaiterions également souligner l'apport de nos partenaires dans le travail scientifique au Canada, aux États-Unis et au Danemark.

Figure 8
Aperçu des données sismiques et bathymétriques clés recueillies de 2007 à 2010. Au total, plus de 13 500 km de données sismiques et plus de 18 000 km de données bathymétriques, triplant le corpus de données dont nous disposons dans l'Arctique.



Jacob Verhoef est directeur, programme UNCLOS, Ressources naturelles Canada; Julian Goodyear est directeur, projet du droit de la mer, Pêches et Océans Canada.

Bibliographie

- Commission des limites du plateau continental (CLPC), 1999. lignes directrices scientifiques et techniques de la Commission sur les limites du plateau continental. CLPC/11, 91 pages plus annexes.
- Funck, T, H.R. Jackson et J. Shimeld, 2010. The crustal structure of the Alpha Ridge, océan Arctique, Abstract T31A-2121, présenté à la réunion de l'automne 2010, AGU, San Francisco, Calif., 13 au 17 décembre.
- Levés géologiques du Canada, 1994. Le Canada et l'article 76 de la Convention sur le droit de la mer, Levés géologiques du Canada, dossier ouvert 3209.
- Jackson, H.R., T. Dahl-Jensen et le groupe de travail LORITA. Sedimentary and crustal structure from the Ellesmere Island and Greenland continental shelves onto the Lomonosov Ridge, Arctic Ocean; *Geophys. J. Int.* 182, 11–35, 2010
- Jakobsson, M., N.Z. Cherkis, J. Woodward, R. Macnab et B.J. Coakley, 2000. New grid of Arctic bathymetry aids scientists and map-makers, *EOS, Trans. Am. geophys. Un.*, 81, 89, 93, 96.
- Mosher, D.C., J. Shimeld, R. Jackson, D.R. Hutchinson, B. Chapman, D. Chian, J.R. Childs, L.A. Mayer, B.E. Edwards et J. Verhoef, 2010. Sedimentation in the western Arctic, Abstract T31A-2126, présenté à la réunion de l'automne 2010, AGU, San Francisco, Calif., 13 au 17 décembre.
- Shimeld, J.W., D. Chian, H.R. Jackson, D. Hutchinson, D.C. Mosher, J.A. Wade et C.B. Chapman, 2010. Evidence for an important tectonographic seismic marker across Canada Basin and southern Alpha Ridge of the Arctic Ocean, Abstract T31A-2127, présenté à la réunion d'automne de 2010, AGU, San Francisco, Calif., 13 au 17 décembre.

IMPACTS DES TEMPÊTES ET DU CHANGEMENT DE CLIMAT DE L'ARCTIQUE SUR LES PROCESSUS OCÉANOGRAPHIQUES CÔTIERS

Will Perrie, Eyad Atallah, Melanie Cooke, John Gyakum, Azurhal Hoque, Zhenxia Long, Ryan Mulligan, David Small, Steve Solomon, Charles Tang, Bechara Toulany, Fumin Xu et Biao Zhang

Les habitants des zones côtières de l'Arctique, pour lesquels la mer fait partie intégrante de la vie, connaissent bien le pouvoir destructif des tempêtes. Chaque communauté inuite a ses récits de tempêtes – chasseurs qui luttent pour leur vie quand la glace de mer se soulève et se disloque autour d'eux, bateaux et leurs occupants qui se perdent, infrastructure détruite, et côtes altérées. Les tempêtes en mer subissent l'influence de la chaleur, et à cause du réchauffement du climat elles sont maintenant plus fortes dans l'Arctique. Pour pouvoir nous adapter – notamment en vue de la forte probabilité d'exploitation du pétrole et du gaz au large – nous devons savoir comment l'océan réagit face aux tempêtes dans les zones côtières.

Notre groupe étudie les processus océanographiques côtiers – vagues, ondes de tempêtes et courants océaniques, vents marins, érosion des côtes et transport des sédiments – dans la mer de Beaufort Sud et l'Arctique canadien Ouest, une région dont les populations inuvialuites utilisent la mer pour la chasse, la pêche et leurs déplacements et devront sans doute composer avec l'extraction des hydrocarbures au large d'ici à une décennie.

Les changements et la variabilité dans la trajectoire et l'intensité des tempêtes, combinés au réchauffement dû au changement climatique dans la région de Beaufort-Chukchi, peuvent menacer les peuplements sur les côtes ainsi que l'activité humaine dans les milieux marins côtiers. La météorologie et le climat influent sur les processus de la dynamique des océans (vagues,

circulation et ondes de tempêtes), qui entraînent le transport de sédiments et l'érosion des côtes, affectant ainsi les populations des zones côtières, les espèces aquatiques et les opérations de forage au large. Nous nous intéressons aux échelles de temps allant de quelques jours ou moins (durée d'une seule tempête) jusqu'aux périodes saisonnières, interannuelles, décennales ou plus longues.

Comme pour une grande partie des sciences du climat, nous comptons sur des modèles mathématiques soigneusement élaborés pour expliquer comment se comporteront les tempêtes à mesure que changeront les éléments qui les provoquent. Nous construisons ces modèles numériques en utilisant les meilleures données disponibles sur le comportement des tempêtes. Dès qu'un modèle peut refléter avec précision les conditions observées, et inclut les particularités physiques pertinentes, nous pouvons modifier ses composantes – comme la quantité d'eau libre et de glace de mer – pour simuler des tempêtes et indiquer comment elles devraient évoluer et se comporter dans les futurs scénarios sur le climat.

Nous avons terminé nos simulations numériques et nos études des données de base, construit et utilisé des modèles couplés détaillés – modèles qui relient les sous-systèmes du système climatique de la Terre (atmosphère, hydrosphère, cryosphère, etc.), avec des composantes pour la dynamique de l'atmosphère, la neige, les vagues, la circulation des océans et un modèle de glace de mer multicatégoriques. Nous avons constitué une base de données sur les tempêtes surveillées au fil du temps, de la réanalyse du climat, des récentes observations, et mis au point des modèles d'analyses informatisés et les logiciels connexes. Nos modèles ont été testés en ce qui a trait aux échelles de temps allant des tempêtes particulières dans l'Arctique jusqu'au climat régional sur une échelle décadaire. Ils ont été améliorés grâce aux précisions obtenues par des

expériences menées sur le terrain et l'observation des tempêtes, et avec des ensembles de données de réanalyse du climat. Les vérifications de base de ces modèles utilisent des comparaisons avec les ensembles de données internationales sur l'Arctique, les données de réanalyse du climat et celles des récents travaux effectués sur le terrain.

Dans nos simulations des tempêtes, nous avons réalisé et testé des modèles à haute résolution des vagues, de la glace, des courants, du transport des sédiments et des processus côtiers pertinents pour les zones côtières de la mer de Beaufort Sud. Nous nous intéressons en particulier aux tempêtes qui se déchaînent le long du delta du Mackenzie, près de Tuktoyaktuk, et qui affectent les populations de cette région. Nous avons évalué les avantages des études couplées à haute résolution sur la glace, les océans et les vagues et détaillé les interactions air-mer, à l'aide de modèles de vagues pour simuler les conditions propres à la région sublittorale du delta du Mackenzie.

Sur de plus courtes échelles de temps, il faudrait pousser plus à fond le travail sur les mécanismes qui déterminent comment les vagues se brisent, se dissipent et, dans les régions sublittorales, érodent le fond et influent sur le transport des sédiments, pour améliorer nos modèles, et donc notre compréhension des impacts des tempêtes et du changement de climat. Sur de plus longues échelles de temps, nous pouvons simuler les variations décennales dans la glace, y compris la rapide diminution de la glace des dernières années (figure 1) et les variables des longues échelles de temps telles que le minimum de salinité dans la mer de Beaufort, la couche d'eau chaude de l'Atlantique dans l'océan Arctique et la teneur maximum en eau douce dans la mer de Beaufort, ainsi que ses variations enregistrées d'une année à l'autre depuis plusieurs décennies.

Nous avons déterminé les principaux

Zhenxia Long, Charles Tang, Bechara Toulany, Fumin Xu et Biao Zhang sont à l'Institut océanographique de Bedford de Pêches et Océans Canada, Dartmouth, Nouvelle-Écosse. Eyad Atallah, Melanie Cooke, John Gyakum et David Small sont au Département des Sciences Atmosphériques et Océaniques, Université McGill, Montréal, Québec. Azurhal Hoque est au Water Control System Management Branch, Manitoba Water Stewardship, Winnipeg, Manitoba. Ryan Mulligan est à l'Université East Carolina, Greenville, Caroline du Nord, E-U. Steve Solomon est à l'Institut océanographique de Bedford.

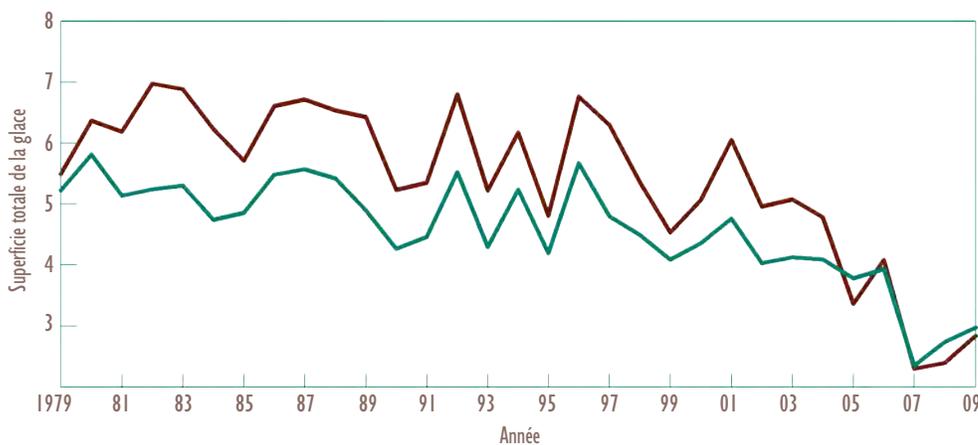
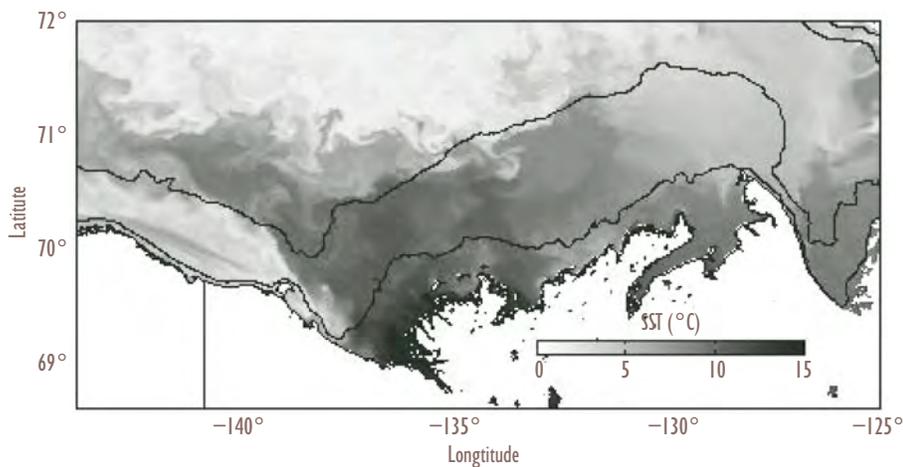


Figure 1
Superficie totale de la glace simulée en septembre d'un modèle glace-océans (brun) et données du Hadley Centre (vert). Les unités sont en 10^6 km^2 (axe y).

mouvements atmosphériques associés aux vents forts qui soufflent le long de la côte de la mer de Beaufort. Nous avons aussi abondamment documenté la climatologie des vents durant la saison chaude, à la station côtière, à Tuktoyaktuk. Les processus météorologiques qui contribuent aux considérables ondes de tempêtes sont à l'étude. Nous faisons des études minutieuses sur les interactions entre la zone du delta du Mackenzie et la mer de Beaufort durant les tempêtes, notamment les ondes de tempêtes et les inondations des côtes. La répartition des températures de surface de la mer (TSM), en août 2007, observée par satellite MODIS (spectroradiomètre imageant à résolution modérée) est présentée à la figure 2. Elle montre les interactions entre l'eau chaude des fleuves, les eaux côtières, et plus loin au large, la vaste étendue d'eau qui circule lentement appelée tourbillon de Beaufort. Ces caractéristiques sont aussi affectées par le vent. Nous utilisons des données de projets complémentaires dont les spécialistes ont mesuré la température et la salinité à environ 25

Figure 2
Les températures de la mer en surface (SST) indiquées par des observations satellitaires MODIS le 25 août 2007, montrent l'étendue du panache du fleuve Mackenzie, dans la mer de Beaufort. Les vents d'est amènent une remontée d'eau froide, un mixage plus prononcé et un panache plus froid (panneau du haut); les vents légers avec mixage minimal et entraînement de l'eau du plateau au-dessous permettent au panache plus chaud de se répandre comme une mince couche de surface (panneau du bas). Les côtes et les contours bathymétriques de 20 m et 200 m sont indiqués. Les instabilités sont visibles près de la rupture du plateau (contour de 200 m) à l'endroit où le flux vers l'est dominé par l'effet de Coriolis sur le plateau rencontre le tourbillon de Beaufort coulant vers l'ouest, dans le bassin Canada.



km au nord des côtes du delta et plus loin, ainsi que des modèles informatiques à haute résolution pour simuler la répartition de la salinité semblable aux variations de température montrées dans la figure 2. Une réanalyse récente portant sur 40 ans (1970–2008) pour le vent et les vagues de la mer de Beaufort faite par Environnement Canada (EC) apporte une importante contribution à ce projet.

Nous devons faire d'autres études pour éclaircir la question du rôle des eaux libres accrues durant l'été. En été, les tempêtes sont plus fréquentes dans le bassin Canada que dans toute autre zone côtière de l'océan Arctique. Il y a eu environ 14 tempêtes par saison de tempêtes (juin–novembre). C'est en octobre que leur fréquence est la plus élevée et en juillet qu'elle l'est le moins. Les systèmes de cyclones balaiant souvent cette région depuis la côte de la Sibérie pour ensuite se désamorcer dans la mer de Beaufort. Les intenses tempêtes jouent un rôle important dans les variations des bilans de chaleur et de sel dans le Haut-Arctique. Au printemps et en hiver, quand les stratifications thermiques (thermocline) et de salinité (halocline) dans la mer de Beaufort sont moins distinctes, la turbulence causée par les intenses tempêtes entraîne un mélange des eaux en profondeur qui peut pénétrer dans l'halocline et la thermocline arctiques. Quand les tempêtes brisent de grandes masses de glace flottante et exposent de plus grandes étendues d'eau libre, l'échange de chaleur entre l'air et l'eau augmente.

Exemple : une intense tempête s'est produite dans la mer de Beaufort à la fin de l'été 2008 (figure 3), à une période où il y avait une grande étendue d'eau libre. Les eaux libres ont influé sur l'évolution de la tempête et les vents à la surface qu'elles ont causés, car les eaux libres modifient les interactions et les transferts d'énergie entre l'air et la mer. D'un autre côté, la tempête a provoqué des courants de surface et modifié les températures de l'océan en surface. Mais à cause de l'albédo élevé de la glace de mer – sa forte capacité de refléter l'énergie solaire du fait de sa couleur blanche, comparativement aux eaux foncées qui absorbent l'énergie solaire – les températures de l'eau en surface étaient beaucoup plus chaudes

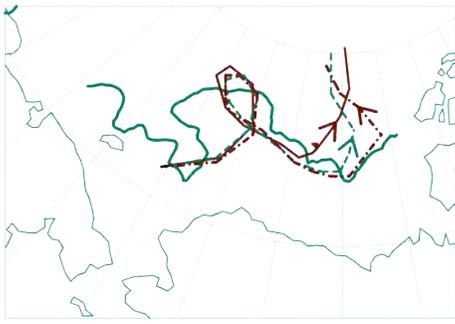
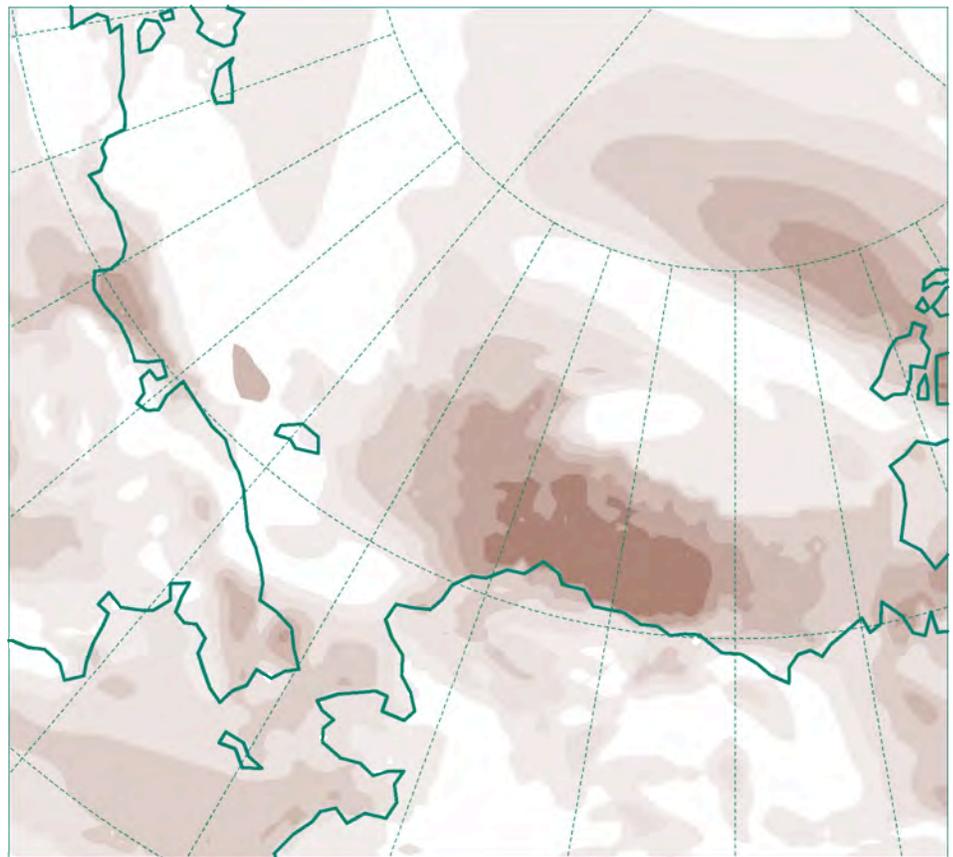
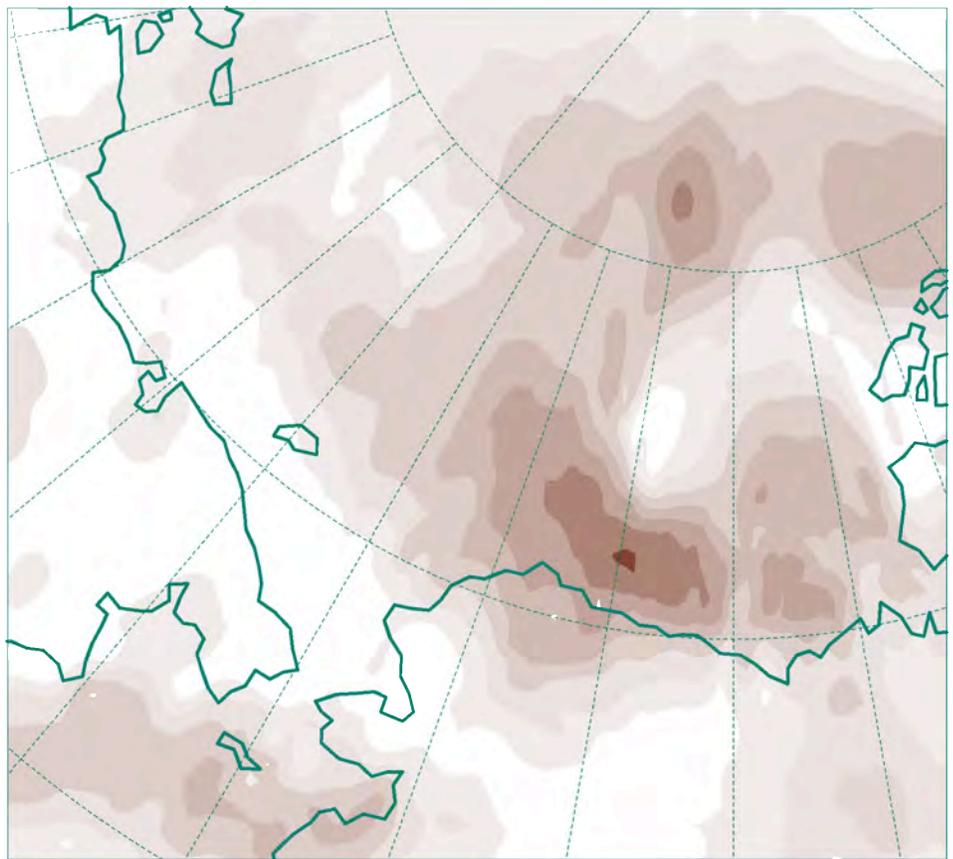


Figure 3 (en haut)

Comparaisons des trajectoires de tempêtes et suivant une tempête, qui montrent un modèle couplé, (ligne brune pointillée) un modèle non couplé (ligne verte pointillée), des analyses de la pression au niveau de la mer du Centre météorologique canadien (ligne brune solide). La ligne verte solide représente le bord de la glace estimé par le National Snow and Ice Data Center. Les flèches indiquent la direction du mouvement de la tempête.

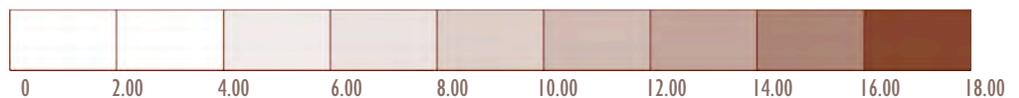
Figure 4 (à droite)

Vitesse du vent à 12 h le 31 juillet pour a) QSCAT-NCEP (données de satellite et de stations météorologiques) b) modèle couplé. Les unités sont des m/s.



qu'elles l'auraient été dans un océan complètement recouvert de glace. L'air chaud ascendant, poussé vers le bas par les courants d'air turbulent de la tempête, a apporté une énergie supplémentaire à la tempête. Comparativement aux scénarios où la couverture de glace aurait été plus grande, les eaux libres ont engendré une tempête plus intense et augmenté la vitesse des vents d'environ 3–4 mètres par seconde.

Les plus forts vents de surface le long de la côte de Beaufort Sud soufflent à partir du nord-ouest ou du sud-est, en automne et en hiver. À l'avenir, nous comptons analyser le cycle de vie des régimes de circulation atmosphérique à l'échelle planétaire qui sont affectés par ces vents forts, ainsi que les tendances observées durant les 60 dernières années. À ce jour, nous avons constaté que les tempêtes qui provoquent des ondes majeures le long de la côte de Beaufort sont associées à une série d'événements de forçage de la haute atmosphère couvrant l'hémisphère le long des 70°N. Les études en cours visent entre autres à déterminer si ces tempêtes représentent un régime de flux unique, mais non pas climatolo-



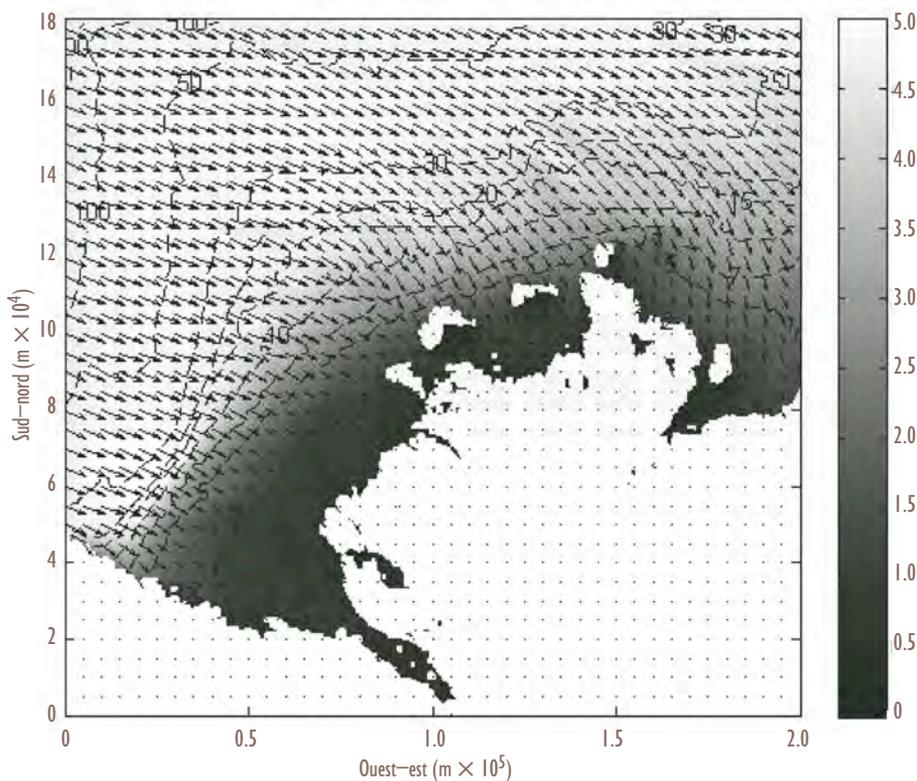


Figure 5
Hauteurs significatives des vagues (m) à 05 h (temps universel coordonné) le 8 octobre 2008, au plus fort de la tempête; les vents ont soufflé du nord-ouest pendant plus de 50 heures à 50 km/heure, les vagues causent des dommages le long de la côte sud de la mer de Beaufort.

Figure 6

La photo montre, à la base de la falaise, un exemple de changement morphodynamique dans une coche de thermo-érosion constituée de sable fin gelé et de limon avec des pierres et des roches éparpillées : a) développement de la niche, et b) rupture ultérieure du bloc de la même falaise.



giquement prévalent, ou si elles marquent des transitions dans les régimes de flux comme l'oscillation nord-atlantique ou la téléconnexion Pacifique-Amérique du Nord. Nous avons constaté que de tels événements sont plus fréquents à la fin de l'été et au début de l'automne, lorsque l'air froid piégé au nord de la chaîne de Brooks engendre les vents forts du nord-ouest favorisant les ondes de tempêtes. Nous documentons d'autres phénomènes météorologiques de diverses tailles et durées et dont le degré de prévisibilité varie, phénomènes qui pourraient jouer un rôle significatif relativement aux vents du nord-ouest responsables de ces événements extrêmes.

Dans le cadre d'études préliminaires, les spécialistes ont examiné l'érosion des côtes, le transport des sédiments et les changements morphodynamiques – notamment ceux du plancher océanique – dans les zones sublittorales, le long des côtes de Beaufort. Quand il y a une tempête,

les niveaux d'eau s'élèvent, et les vagues viennent frapper la falaise gelée dont elles enlèvent graduellement des morceaux au moyen d'un processus de fonte et hydrodynamique (érosion thermique et mécanique). Les ondes de tempêtes, des élévations et baisses à la fois soudaines et anormales du niveau de la mer, sont surtout visibles dans les eaux peu profondes et le long de la côte; elles sont provoquées par les forts vents associés aux tempêtes touchant la terre. Tuktoyaktuk, sur la côte du delta du Mackenzie, est un endroit particulièrement vulnérable aux dommages attribués aux ondes de tempêtes, causées par les tempêtes qui proviennent de la mer de Beaufort.

Au plus fort d'une tempête, en octobre 2008, des vagues dominantes venues du nord-ouest ont exercé leurs plus fortes répercussions sur la côte fragile du delta du MacKenzie (figure 5). La face nord de l'île de Tuktoyaktuk est à l'entrée du port de Tuktoyaktuk; elle assure une protection naturelle contre les vagues. Des niches se forment à la longue; elles peuvent faire des creux de 10 m dans la falaise et atteindre jusqu'à 2 m de hauteur (figure 6). Quand la niche est assez enfoncée dans la base de la falaise, la corniche formée en surplomb s'effondre à cause de la rupture du bloc. Les falaises gelées sont aussi découpées à partir du haut par des terrains réticulés, des polygones de toundra créés par les coins de glace enfouis. Des jours, des semaines ou des mois après la formation des niches, les blocs se brisent, habituellement le long des lignes de moindre résistance définies par les coins de glace. Ces dernières années, la face nord de l'île de Tuktoyaktuk s'est érodée à un rythme moyen d'environ 2 m par année (jusqu'à 7 m en un seul événement pluvio-hydrologique). À ce rythme, l'île sera à peu près réduite à un écueil sur une grande partie de sa longueur d'ici à 2050, ce qui permettra aux grosses vagues d'entrer dans le port. Tuktoyaktuk est le seul port aménagé sur une zone mesurant des centaines de kilomètres.

Le projet se terminera le 31 mars 2011. Nous aurons alors terminé nos études plus poussées et les tests sur nos modèles. Les simulations et notre compréhension seront améliorées grâce à l'utilisation des données obtenues sur le terrain

LE MODELAGE DE L'ÉCOSYSTÈME NORDIQUE DE DEMAIN : INSECTES, ARAIGNÉES ET ANIMAUX APPARENTÉS DE L'ARCTIQUE DANS UN CLIMAT CHANGEANT

Louise Leborgne, Crystal Ernst et Christopher M. Buddle

durant l'API. Les essais en cours porteront sur certaines tempêtes ainsi que sur des échelles de temps saisonnières, interannuelles et décennales. Le projet tentera d'établir des liens entre le changement de climat, la couverture de glace changeante, les processus océanographiques des zones côtières, l'érosion des côtes et le transport des sédiments.

Nous espérons que Tuktoyaktuk et d'autres localités de la zone côtière de l'Arctique bénéficieront de la meilleure compréhension des tempêtes qui résultera de nos recherches, et que cela les aidera à s'adapter aux particularités et à l'intensité changeantes des tempêtes le long de la côte arctique.

La Division des sciences océanologiques du MPO prend part également à trois projets de réseau approuvés dans le cadre de l'API : 1) IAOOS, integrated Arctic Ocean Observing System; 2) THORPEX, prévisions météorologiques et simulations du climat numériques améliorées par l'exploitation de données in situ, de télédétection aéroportée et de satellites, de systèmes de modélisation perfectionnés et par la recherche de base sur les processus polaires et les interactions polaires-planétaires; et 3) ACCO-net, le réseau d'observatoires côtiers circumpolaires de l'Arctique. Un important soutien est également accordé par les projets de l'API réalisés sur le terrain et d'autres programmes, notamment le Groupe interministériel de recherche et d'exploitation énergétiques, qui recueillent des données sur le vent, les vagues, les courants et les variables connexes de la couche limite des océans pour les zones côtières. Nous voulons souligner le rôle qu'a joué le Groupe interministériel de recherche et d'exploitation énergétiques (GIREE) pour appuyer les expériences sur le terrain qui sont cruciales à la compréhension des processus des zones côtières de Beaufort.

Le principal auteur, Will Perrie, est chercheur scientifique à l'Institut océanographique de Bedford de Pêches et Océans Canada, Dartmouth, Nouvelle-Écosse.

Le changement de climat modifie le paysage de l'Arctique et l'écosystème de la toundra. Nous entendons souvent parler des effets sur les animaux comme l'ours polaire et d'autres bêtes plus grosses, mais en réalité le changement de climat affecte aussi d'autres créatures. Insectes, araignées et animaux apparentés – les arthropodes – jouent dans l'Arctique un rôle important puisqu'ils servent de nourriture aux oiseaux, pollinisent les fleurs et recyclent les matières organiques. Notre climat changeant a d'importantes répercussions sur le cycle biologique, la répartition ainsi que la diversité des arthropodes arctiques indigènes et de ceux qui ont été introduits dans le milieu. Et ces changements viennent modeler l'écosystème arctique. Quels sont ces effets et leurs conséquences? Dans cet article, nous apporterons quelques réponses à ces questions en présentant les principaux enjeux et en signalant certaines lacunes dans la connaissance ainsi que les besoins pour les études à l'avenir.

LE CHANGEMENT DE CLIMAT DANS L'ARCTIQUE

Dans l'Arctique, la température annuelle moyenne augmente à un rythme équivalant à deux ou trois fois celle de la moyenne observée pour la planète au cours des 150 dernières années. Le dégel printanier se produit plus tôt, et les hivers ne sont pas aussi froids que dans le passé. On note aussi des changements dans la couverture de glace et de neige; les chutes de neige anormalement abondantes et les pluies verglaçantes sont plus fréquentes. Nous pouvons fort bien mesurer ces changements, mais à cause des interactions complexes entre les processus climatiques, hydrogéologiques et écologiques il est difficile de prédire leurs répercussions sur l'environnement.

Sachant que les espèces fauniques de l'Arctique ont survécu aux changements climatiques au fil du temps géologique, nous supposons qu'elles jouissent d'une relative adaptabilité. Cependant, nous ne savons pas si elles peuvent s'adapter à l'actuel rythme de changement, sensiblement plus élevé – auquel s'ajoutent des facteurs comme la pollution, l'extraction des ressources et les différentes utilisations des terres.

LES ARTHROPODES ARCTIQUES : ADAPTÉS AU FROID

Les arthropodes constituent le groupe d'organismes le plus diversifié de l'Arctique, soit plus de 2000 espèces connues vivant au-delà de la limite des arbres.

Tous les arthropodes sont ectothermiques : ils ne peuvent produire leur propre chaleur. Dans l'Arctique, ils ont acquis une gamme remarquable de moyens d'adaptation physiologique et comportementale, pour pouvoir supporter le rigoureux climat. Bon nombre d'arthropodes se chauffent au soleil pour élever leur température; leur couleur foncée (mélanisme) améliore leur absorption de la chaleur solaire et aide à les protéger contre les rayons UV-B. En outre, les arthropodes règlent leur activité de manière à profiter des périodes les plus chaudes de la journée.

Souvent, ils choisissent des microhabitats favorables pour compenser les conditions ambiantes extrêmes – zones humides faisant contrepoids à la sécheresse des étés arctiques, ou sites dont l'épaisse couche de neige isolante les empêche de geler en hiver. Ils ont acquis plusieurs moyens physiologiques de supporter le gel : certains arthropodes peuvent produire et conserver un « antigel » – lactate, glycols et autres substances chimiques qui empêchent la formation de glace

dans leur corps et l'altération de leurs cellules. D'autres moyens permettent la formation de cristaux de glace qui demeurent toutefois confinés à des parties extérieures aux parois cellulaires.

Les modèles de croissance et de développement des arthropodes arctiques reflètent leur adaptation au froid. Bon nombre ont besoin de températures continuellement faibles pour pouvoir franchir les étapes de leur cycle de vie. Durant les mois les plus froids, ils doivent demeurer au repos, c'est-à-dire entrer en diapause, une période où leur développement ralentit ou s'arrête. Donc la plupart des arthropodes du Nord se développent lentement; ils mettent plusieurs années à compléter leur cycle biologique. Bon nombre d'invertébrés répertoriés dans le monde ont un cycle biologique flexible et peuvent s'adapter aux changements environnementaux ou climatiques. Mais le cycle biologique des arthropodes arctiques suit habituellement une structure et une chronologie plus rigides, peut-être pour que les événements cruciaux (comme l'arrivée au stade adulte) se produisent durant les courtes périodes favorables, quand les ressources sont le plus abondantes. L'augmentation de l'intensité et la prolongation de ces périodes plutôt limitées pourraient donner une chance de survie aux arthropodes.

C O M M E N T
L E C H A N G E M E N T
D E C L I M A T
A F F E C T E - T - I L
L E S A R T H R O P O D E S
D A N S L E N O R D ?

Répartition

Le changement de climat a un effet direct sur les sols, la végétation, l'eau et les autres caractéristiques de l'habitat des arthropodes. Au fur et à mesure de l'élévation des températures, les endroits auparavant inaccessibles ou inhospitaliers peuvent devenir des habitats viables; des régions situées à la limite sud des écosystèmes de l'Extrême-Arctique, par exemple, présentent maintenant des caractéristiques d'un milieu subarctique. Ces habitats modifiés peuvent accueillir des espèces dont l'aire s'étend plus au sud. On sait, par exemple, que la structure des communautés d'araignées du Yukon est influencée par la lati-

tude, et à l'aide de ce type de renseignements, nous pouvons prédire la façon dont ces communautés se réassembleront lorsque des zones situées plus au nord commenceront à ressembler à celles des plus basses latitudes (Bowden et Buddle, 2010). Une étude menée par Parmesan et Yohe (2003), a permis d'observer un déplacement moyen en direction nord de 6,1 km à l'échelle mondiale pour une variété de végétaux, d'animaux et de microorganismes. Ce changement correspondait à une avance des événements printaniers de 2,3 jours par décennie. Quand des espèces se déplacent vers le nord, elles concurrencent les arthropodes qui y sont déjà ou viennent combler une niche inoccupée. D'autres espèces dont le cycle biologique dépend des températures froides sont probablement davantage confrontées au risque de contraction de leur aire ou, dans des cas extrêmes, de disparition ou même d'extinction. Quoiqu'il en soit, les changements propres aux communautés d'arthropodes affecteront directement les communautés avoisinantes.

Les répercussions du changement de climat sur la stabilité de l'habitat, à court terme, peuvent influencer la répartition des arthropodes. Exemple: certains chercheurs ont prédit de plus fréquentes perturbations du milieu (réchauffements, sécheresses inondations, gels, etc.) qui auraient pour effet de modifier l'épaisseur de la surface de glace. Des expériences réalisées sur des bancs de glace ont montré qu'une couverture de glace plus épaisse, qui dure plus

longtemps, peut entraîner une diminution considérable de certains microarthropodes.

R e p r o d u c t i o n e t d é v e l o p p e m e n t

Dans l'Arctique, les températures plus chaudes et l'arrivée précoce du printemps affecteront vraisemblablement la reproduction et le développement de certains arthropodes. Une étude en laboratoire effectuée par Birkmoe et Leinaas (2000) a montré que le rythme de développement d'un collembole arctique appelé *hypogastrura tullbergi* augmente avec la température. Ces collemboles, qui pullulent dans l'île Devon, au Nunavut, sont devenus plus gros (ce qui peut influencer sur leur fécondité) et ont atteint leur maturité sexuelle plus rapidement à des températures élevées. Ces changements peuvent stimuler l'accroissement des populations. De même, les aphidés appelés *acyrthosiphon svalbardicum* se sont reproduits plus rapidement dans des climats plus chauds: leurs populations ont augmenté en quelques jours lorsqu'on les a exposés à des températures plus élevées, et ils ont produit une génération supplémentaire par année, en plus des deux habituelles (Hodkinson *et al.*, 1998). Dans le nord-est du Groenland, Hoyer *et al.* (2009) ont constaté que l'arrivée plus tôt du printemps influe sur la taille et le rythme de croissance des araignées. Les plus grosses femelles peuvent pondre de plus grandes masses d'œufs ou des œufs

Araignée-loup, *alopocosa hirtipes*, dans la toundra de l'île Bylot, Nunavut. Photo : Christopher M. Buddle.



plus gros. L'arrivée plus tôt du printemps accroît aussi la capacité de reproduction des mâles, en augmentant la fréquence de leurs mues durant une saison, ce qui leur donne plus de temps pour chercher des femelles.

INTERACTIONS AVEC LES AUTRES ESPÈCES

Les espèces d'arthropodes réagissent différemment aux changements dans leur habitat. Leurs réactions influent sur celles d'autres organismes et vice versa. La connaissance de la biologie des espèces particulières et de leurs interactions avec leur communauté est essentielle si l'on veut évaluer et prédire les effets du changement de climat. Les arthropodes fournissent de nombreux services écologiques cruciaux dans le Nord en tant que décomposeurs, pollinisateurs, herbivores, prédateurs et parasites. Et ils représentent une importante source de nourriture pour bon nombre d'autres organismes, notamment les petits mammifères et les oiseaux migrateurs. Les changements dans leur communauté peuvent avoir d'énormes répercussions sur les espèces qui dépendent d'elle, et sur les services qu'elle fournit à l'écosystème.

Décomposeurs du sol

Les arthropodes du sol jouent un rôle majeur dans la décomposition et le cycle du carbone, deux processus essentiels à la croissance des végétaux. L'accélération de la décomposition de la couche de feuilles mortes et du mélange des sols par les arthropodes apporte plus rapidement la quantité d'éléments nutritifs des végétaux dans le sol. Mais si la décomposition accrue libère le carbone à un rythme plus rapide que celui auquel il peut être absorbé par les plantes qui poussent, elle peut contribuer au rythme de changement climatique. En outre, la décomposition plus rapide peut rétrécir la couche de feuilles mortes qui protège les arthropodes et les racines des plantes contre le froid sibérien de l'Arctique, en hiver.

Dans le Svalbard, Coulson *et al.* (2000) ont noté que des communautés de microarthropodes du sol se nourrissent de cyanobactéries, qui transportent l'azote atmosphérique vers le sol et le préparent ainsi pour la succession des communautés végétales. Ces sols sont habituellement très épars et bon nombre d'arthropodes du sol sont limités aux endroits où la couche de glace de surface est mince. Si les populations de microarthropodes

Papillon de l'Arctique, photographié dans l'île Bylot, Nunavut. Photo : Christopher M. Buddle.



brouteurs pullulent suite au réchauffement des températures, à certains endroits elles peuvent vider le sol de ses éléments nutritifs importants, comme l'azote, ce qui le rend moins fertile que d'autres pour la succession des communautés végétales. Comme le changement de climat influe simultanément sur les microarthropodes, les cyanobactéries, les nutriments et les végétaux, le paysage arctique pourrait garder cette configuration de zones éparpillées pendant longtemps après la composition des changements dans l'écosystème. Le résultat pourrait être un nouveau paysage.

Pollinisateurs de végétaux

Les végétaux dont les pollinisateurs dépendent pour s'alimenter et, dans certains cas se réchauffer, sont eux aussi affectés par le changement climatique. Si les pollinisateurs ne peuvent plus atteindre ces végétaux à cause des changements dans leurs aires, le risque d'extinction de l'espèce s'en trouve accru. Il y a aussi le risque que l'occasion d'interaction entre végétaux et pollinisateurs soit ratée si, à cause des changements de température, la floraison a lieu avant que les pollinisateurs apparaissent ou atteignent leur maturité. Ceux-ci peuvent être confrontés à des pénuries de nourriture, et les plantes demeurer non fertilisées, ce qui entraînerait l'extinction des deux éléments. La dynamique des écosystèmes peut changer au fur et à mesure de la rupture des liens entre les espèces et de la formation de nouveaux liens.

Les pollinisateurs exercent un effet indirect sur d'autres espèces clés dans l'Arctique. Il faut savoir, par exemple, que les lemmings – principale nourriture des renards arctiques, belettes, harfangs des neiges, labbes et autres – se nourrissent exclusivement de végétaux, dont certains dépendent de la pollinisation par les insectes.

Végétaux-herbivores

Les températures plus élevées et la plus grande fertilité des sols peuvent accroître la productivité des végétaux, mais à cause de la croissance accélérée et de la production de plus grosses plantes, celles-ci peuvent contenir moins de substances nutritives. Leur concentration en eau, azote, substances allélochimiques – pouvant repousser les arthro-

podés – et en fibres est plus élevée. Cela risque de nuire à l'activité des arthropodes herbivores.

Les aires géographiques des arthropodes herbivores spécifiques d'hôtes (spécialistes) sont restreintes aux zones où poussent les plantes dont ils se nourrissent. La réaction de ces plantes au changement climatique dépend beaucoup de celle de leurs hôtes : leurs aires se rétrécissent ou s'élargissent en fonction de celles de leurs ressources essentielles.

Prédateurs-proies :

indices des régions subantarctiques

Les arthropodes sont une importante source de nourriture pour les oiseaux qui, en été, migrent vers l'Arctique pour s'y reproduire. Comme le changement climatique modifie la phénologie (chronologie des stades de la vie) des arthropodes, les oiseaux migrateurs n'ont aucun moyen de prédire les nouvelles périodes de pointe pour la disponibilité des proies. La maturation ou l'émergence précoce des arthropodes pourrait être favorable aux oiseaux qui migrent plus tôt durant la saison. Ceux qui arrivent plus tard pourraient constater que la nourriture dont ils dépendent est moins abondante, voire inexistante, durant la période cruciale où ils élèvent leurs petits. Même les oiseaux qui arrivent tôt risquent de souffrir s'ils dépendent de proies affectées par le climat aux endroits où ils font une halte quant ils se dirigent vers leur destination arctique.

Nombre de petits mammifères, notamment les rongeurs, dépendent eux aussi des arthropodes. Il existe peu de textes concernant les effets du changement climatique sur la relation arthropodes-mammifères dans l'Arctique, mais on peut tout de même trouver des indices dans les régions subantarctiques où le changement pousse la souris commune à étendre son aire. En fait, Callaghan *et al.* (1992) ont constaté que celle-ci «empêche» la décomposition d'au moins 1 000 kg de litière végétale par hectare parce qu'elle mange les invertébrés du sol qui accomplissent habituellement cette tâche. Les animaux qui font des arthropodes leurs proies pourraient donc compenser les effets de l'augmentation des populations d'arthropodes du sol (fertilité, éléments nutritifs du sol et libération de carbone accrus). Si un

mammifère insectivore étendait son aire vers le nord, cela pourrait amener des répercussions semblables sur l'écosystème arctique.

Les arthropodes prédateurs, comme les guêpes et coléoptères, ont un effet neutre ou stabilisateur sur la dynamique des populations d'arthropodes dont ils font leurs proies. Cependant, les températures plus élevées peuvent relever la capacité de chasser d'un prédateur. Dans le Svalbard, un staphylinidé (*atheta graminicola*) chasse seulement sur les falaises chaudes exposées au sud, malgré la disponibilité de proies sur d'autres falaises. À mesure que le climat se réchauffe, le coléoptère peut acquérir la capacité de coloniser les falaises exposées au nord et ainsi atteindre une plus grande partie de ses proies. Ces changements dans la dynamique prédateur-proie pourraient entraîner un déséquilibre des populations, sauf si la proie est elle aussi capable de s'adapter.

Parasites

Les étés plus chauds pourraient accroître le harcèlement des insectes et le parasitisme pour les caribous. Exemple : Hughes *et al.* (2009) ont noté l'augmentation du nombre d'hypodermes, un parasite des caribous, au Nunavut. Ils ont constaté que l'épaisseur de la couche de graisse du dos des caribous et la probabilité de grossesse diminuent quand les hypodermes sont moins nombreux. Si leur couche de graisse est insuffisante, les caribous risquent de ne pas pouvoir se reproduire à l'automne ou de mourir de faim en hiver. Par ailleurs, l'augmentation du parasitisme pourrait être l'un des facteurs à l'origine des déplacements en direction nord qui ont été notés dernièrement dans les aires des caribous – qui peut-être se dirigent vers le nord pour échapper aux insectes nuisibles.

B E S O I N S E N R E C H E R C H E

Jusqu'à la fin des années 1990, la plupart des rapports sur l'étude des arthropodes de l'Arctique étaient descriptifs et s'attachaient surtout à l'identification et à la répartition des espèces. Toutefois, dans ces rapports qui constituent un important bloc de connaissances, rien ne permet

de savoir comment les arthropodes de l'Arctique pourraient réagir face au changement climatique. Même si on a souvent fait valoir la nécessité de combler nos lacunes concernant la biologie, le cycle d'évolution et l'influence des arthropodes arctiques sur l'écologie, les travaux dans ce sens ont à peine commencé. Comme le coût élevé de la recherche sur le terrain dans l'Arctique et les défis logistiques qu'elle présente limitent l'activité, il importe que les chercheurs se concentrent sur les points et les organismes cruciaux – qui apporteront les données les plus précieuses au moment opportun.

Il faut étendre les études sur la biologie et le cycle d'évolution des arthropodes arctiques. Un très petit nombre des centaines d'espèces arctiques a été étudié en détail. Pour pouvoir faire des prévisions justes sur les effets du changement de climat sur les arthropodes, nous devons disposer d'études de base sur la compréhension de l'histoire naturelle des espèces et des communautés. Même si les arthropodes sont particulièrement adaptables, nous ne savons pas s'ils seront capables de réagir face au rapide changement de climat. S'ils n'ont pas cette capacité, cela pourrait entraîner d'énormes conséquences pour les services écosystémiques, depuis la pollinisation



Diptère de l'Extrême-Arctique (mouche), photographié dans l'île Bylot, Nunavut. Photo : Christopher M. Buddle.

jusqu'à l'alimentation d'espèces fauniques très précieuses.

Nous proposons d'accroître l'effort visant à encourager la recherche collaborative qui nécessite l'intervention d'experts de différentes disciplines, y compris des entomologues, climatologues et écologues. Cela nous donnerait une perspective holistique de l'environnement complexe de l'Arctique et augmenterait notre capacité de prédire (donc, de planifier en conséquence) les changements environnementaux ainsi que les réactions de la faune qui modèleront les systèmes arctiques à l'avenir. Idéalement, nous devrions avoir un réseau d'établissements de recherche, d'acquisition de données à long terme et de programmes de suivi semblable au réseau EXAMINE consacré à la surveillance des aphides partout en Europe.

Dernièrement, on a noté un certain progrès pour la mise en place d'un réseau panarctique, notamment durant la quatrième année polaire internationale. Le projet ArcticWOLVES (www.cen.ulaval.ca/arcticwolves/fr_intro.html), qui s'intéresse aux espèces fauniques, prévoit également l'étude des éléments importants du réseau trophique, y compris les liens qui existent entre la phénologie des arthropodes et les oiseaux insectivores. Le Programme sur la Biodiversité Nordique (www.northernbiodiversity.com), qui

réalise des sondages à grande échelle sur 12 sites dans le Nord boréal, la zone subarctique et l'Extrême-Arctique, s'appuie sur l'Inventaire des insectes du Nord de 1947–1963, dont les données historiques élaborées pour tout le Nord pourraient nous aider à comprendre les effets du changement de climat sur les arthropodes de l'Arctique.

Nous devons faire des études non seulement pour déterminer comment les espèces particulières réagissent au changement de climat, mais aussi sur les réactions de celles avec lesquelles elles interagissent – notamment celles concernées par une relation spécifique d'hôte – et sur les effets des processus et services écosystémiques. Les arthropodes sont un élément crucial des réseaux trophiques des écosystèmes arctiques. On devrait les étudier conjointement avec les végétaux, les oiseaux, les mammifères et les autres organismes importants qui se trouvent affectés par le changement de climat.

Bref, les arthropodes de l'Arctique sont fascinants, importants sur le plan écologique et représentent une grande proportion de la biodiversité dans le Nord. Ils présentent une gamme d'adaptations des cycles biologiques qui les rend particulièrement aptes à vivre dans des condi-

L'étudiante diplômée Anna Solecki utilise un filet fauchoir à Iqaluit, Nunavut. Photo : Christopher M. Buddle.



tions environnementales rigoureuses et forment la base de nombreux réseaux trophiques dans l'Arctique. Ils seront probablement très affectés par le changement de climat, et nous devrions nous intéresser de près à leur sort.

Louise Leborgne (étudiante du premier cycle, biologie de la faune), Crystal Ernst (candidate au doctorat, écologie des insectes) et Christopher M. Buddle (professeur associé, écologie des insectes) sont au Département des sciences des ressources naturelles à l'Université McGill.

Références

- Birkmoe, T., et H.P. Leinaas, 2000. Effects of temperature on the development of an arctic Collembola (*Hypogastrura tullbergi*). *Functional Ecology* 14: 693–700.
- Bowden, J.J., et C.M. Buddle, 2010. Spider assemblages across elevational and latitudinal gradients in the Yukon Territory, Canada. *Arctic*: 63 261–272.
- Callaghan, T.V., *et al.*, 1992. Responses of terrestrial plants and invertebrates to environmental change at high-latitudes. *PTRSLBS* 338: 279–288.
- Coulson, S.J., *et al.*, 2000. Experimental manipulation of the winter surface ice layer: the effects on a high arctic soil microarthropod community. *Ecography* 23: 299–306.
- Hodkinson, I.D., *et al.*, 1998. Global change and arctic ecosystems: conclusions and predictions from experiments with terrestrial invertebrates on Spitsbergen. *Arctic and alpine research* 30: 306–313.
- Hoye, T.T., *et al.*, 2009. Climate change and sexual size dimorphism in an arctic spiders. *Boil Lett.* 5: 542–544.
- Hughes, J., *et al.*, 2009. Is there a cost of parasites to caribou? *Parasitology* 136: 253–265.
- Parmesan, C., et G. Yohe, 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37–42.

Pour obtenir la liste complète des références, veuillez communiquer avec Christopher M. Buddle (chris.buddle@mcgill.ca).

D'ÉTUDIANTE À CHERCHEURE : LEÇONS D'UN STAGE EN RECHERCHE NORDIQUE DU CRSNG

Jana Tomdu

Même si je suis nouvelle parmi les chercheurs nordiques, je ne suis pas une nouvelle venue dans le Nord et je sais à quel point il est important que les chercheurs établissent des liens solides avec les gens des collectivités nordiques. De longs séjours dans le Nord sont nécessaires pour établir la confiance, créer des partenariats de collaboration et ouvrir des perspectives d'échange de connaissances.

Paul Nadasdy illustre dans son ouvrage *Hunters and Bureaucrats*, de quelle façon naissent les difficultés et les luttes si la confiance n'a pas été établie entre les chercheurs et les membres des Premières nations locales, aboutissant finalement à un échec de l'intégration des connaissances et à une perte de confiance. Le succès du nouveau paradigme de la recherche nordique, dans lequel on insiste sur la recherche coopérative et reflétant les priorités nordiques, dépendra du niveau de confiance établi entre les chercheurs et les collectivités locales. Wolfe *et al.* (2011) précisent comment les participants à un projet de recherche nordique multidisciplinaire financé par le programme du Canada pour l'Année polaire internationale (API) et intitulé « Environmental Change and Traditional Use of the Old Crow Flats in Northern Canada » ont travaillé de concert avec la collectivité d'Old Crow, au Yukon, pour établir la confiance et intégrer les priorités nordiques dans la conception de la recherche.

Toutefois, le temps et le coût font qu'il est difficile de passer de longues périodes dans le Nord. Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) du Canada a créé le Programme de stages en recherche nordique (SRN) afin de permettre aux nouveaux chercheurs nordiques de demeurer plusieurs mois dans des collectivités du Nord. Il y a plusieurs années, Ann Balasubramaniam, qui faisait partie de mon groupe de laboratoire, a obtenu une bourse pour un SRN à Old Crow. Son expérience, qu'elle a décrite dans un article du *Méridien* (Balasub-

ramaniam, 2009) a renforcé les relations entre les chercheurs et la collectivité et a eu des aspects positifs durables tant sur ses progrès en recherche que dans les relations avec la collectivité. Inspirée par son exemple, j'ai posé ma candidature au programme et obtenu par la suite une bourse de SRN à Whitehorse de mai à septembre 2010. Cette bourse supposait la collaboration avec Parcs Canada, un partenariat avec le Collège du Yukon et un échange de connaissances avec la collectivité d'Old Crow.

COLLABORATION AVEC PARCS CANADA

Mon projet, qui faisait partie du projet de l'API mentionné précédemment, comprend la mise en œuvre d'un programme de surveillance hydro-écologique nordique dans les plaines d'Old Crow (faisant partie du Parc national Vuntut) qui recevra l'appui de Parcs Canada et du gouvernement des Gwitchin Vuntut (GGV) dans l'avenir. Comme la majorité des collectivités nordiques, la Première nation des Gwitchin Vuntut s'inquiète de l'intégrité écologique de son territoire traditionnel et des répercussions du changement climatique sur la santé et l'avenir de ses membres. Au centre de ces préoccupations se retrouvent des observations récentes de baisse des niveaux des lacs et d'accélération du taux de changement dans les plaines d'Old Crow. Pour Parcs Canada, en raison de lacunes importantes dans ses programmes de surveillance actuels, il est impossible d'établir la façon effective l'état de l'écosystème aquatique et d'évaluer de quelle façon il change au fil du temps. Le programme de surveillance fait appel à une approche en trois volets pour répondre à ces questions en analysant ce qui suit : 1) les isotopes de l'eau pour mesurer l'équilibre hydrique des lacs; 2) les algues pour surveiller les conditions limnologiques et 3) la paléolimnologie pour préciser de quelle façon les conditions hydrologiques et écologiques ont changé au fil du temps.

Le personnel de Parcs Canada (principal intéressé) et le GGV ont exprimé la nécessité d'un programme de surveillance répondant aux besoins spécifiques des deux organismes, tout en surmontant les défis logistiques que suppose la surveillance dans le Nord. Dans les régions éloignées comme les plaines d'Old Crow, l'accès au site ne peut se faire que par hélicoptère et bateau (pourvu que les niveaux d'eau soient suffisamment élevés). La plupart des quelque 2 700 petits lacs thermokarstiques ne sont accessibles que par hélicoptère, de sorte que cela est très coûteux. Faire voyager des chercheurs des institutions du Sud pour se rendre dans le Nord est également coûteux financièrement et en temps, particulièrement dans le contexte d'un programme de surveillance annuelle; toutefois, les partenariats entre les universités, les organismes nordiques et les collectivités peuvent permettre de surmonter ces difficultés. Permettre aux organismes et collectivités du Nord de mettre en œuvre leurs propres programmes de surveillance, simples et scientifiquement enrichissants, renforce davantage la capacité d'assumer localement l'intendance des terres.

Ma première campagne sur le terrain – deux courts voyages à Old Crow en juin et en août 2010 pour recueillir des échantillons – m'a difficilement laissé assez de temps pour collaborer efficacement avec mes partenaires locaux, surtout le personnel de Parcs Canada. La mise en œuvre d'un programme solide de surveillance à long terme exigerait davantage de temps et d'engagement. J'espérais laisser un véritable « héritage de savoir » afin d'aider les gens du Nord à mieux comprendre les changements dans l'écosystème et élaborer une stratégie efficace d'intendance des écosystèmes à cet égard pour réunir l'information nécessaire à des décisions stratégiques avisées. En même temps, j'espérais élargir mon réseau de collègues dans le Nord, rétablir des liens antérieurs et en apprendre davantage sur la collectivité d'Old

Crow. Pour parvenir à ces objectifs, j'ai décidé de passer du temps supplémentaire dans le Nord en travaillant avec Ian McDonald, l'écologiste surveillant le Parc national Vuntut, pour mettre en œuvre le programme de surveillance.

Ian travaille à partir du bureau principal à Whitehorse et malgré nos horaires très différents pour la campagne sur le terrain à Old Crow – en fait, des horaires diamétralement opposés – nous avons pu nous entendre et planifier des stratégies de mise en œuvre du programme de surveillance, particulièrement pour ce qui est de se préparer au défi éventuel des fluctuations budgétaires. Au cours de l'été, j'ai élaboré un cadre d'analyse dégageant les principaux intervenants, les buts, les solutions de rechange logistique à l'échantillonnage et les coûts et avantages connexes du programme de surveillance hydroécologique. Ce cadre permettra de veiller à ce que les gestionnaires disposent des connaissances dont ils ont besoin pour prendre des décisions éclairées si les changements dans les priorités gouvernementales ont des répercussions sur leur financement.

De plus, nos rencontres avec le personnel de Parcs Canada et du gouvernement des Vuntut Gwichin ont fait ressortir un grand besoin de transfert de connaissances des chercheurs au personnel qui s'occupera de l'échantillonnage. Nous avons invité le personnel de Parcs Canada sur le terrain pour acquérir une expérience directe du programme de surveillance. Nous avons utilisé un bateau de Parcs Canada pour aller au lac Mary Netro et invité le personnel à nos voyages en hélicoptère de juin et d'août à destination des plaines d'Old Crow, pour apprendre à maîtriser les méthodes d'échantillonnage (figure 1). Ces voyages ont grandement facilité le transfert des connaissances au personnel actuel de Parcs Canada, mais un taux de roulement élevé du personnel signifie que, souvent, le savoir se perd lorsque l'employé s'en va. Il fallait une source plus tangible d'information pour aider les nouveaux employés à acquérir les méthodes appropriées d'échantillonnage sur le terrain et maintenir la continuité. J'ai mis au point un manuel des méthodes de terrain en collaboration avec l'écologiste contrôleur, qui s'est assuré que le



Figure 1
Diplômées de l'Université de Waterloo (Jana Tondou et Ann Balasubramaniam) et employés de Parcs Canada (David Frost) au lac Mary Netro, préparant le déploiement des échantillonneurs d'algue. Les moustiques étaient également de la partie, ce jour-là, mais nous étions prêts, bien que David n'ait pas semblé être ennuyé. Photo : Leila Sumi, Parcs Canada.

guide répondait aux besoins du public visé. Le manuel, intitulé *Northern hydroecological monitoring in the Old Crow Flats (Vuntut National Park): A guide to field methods*, a été publié dans la base de données interne du centre d'information sur les écosystèmes (CIE) de Parcs Canada. Le fait de travailler avec l'écologiste contrôleur à la préparation de ce manuel a grandement augmenté ma capacité à concevoir des documents transmettant des méthodes de terrain scientifiques dans une langue facile à comprendre. Le résultat final était un document qui sera utile au personnel du parc, non seulement dans le Parc national Vuntut, mais également dans d'autres parcs nordiques.

É T A B L I S S E M E N T
D ' U N P A R T E N A R I A T
A V E C L E C O L L È G E
D U Y U K O N

L'une des exigences du programme SRN est un partenaire nordique qui offrira le soutien en nature. Le Northern Research Institute (NRI), qui fait partie du Collège du Yukon, a accepté d'être mon partenaire nordique, pour faciliter et soutenir le stage. À titre d'ancienne élève du Collège du Yukon, établir un lien entre un projet de recherche nordique et le NRI, à savoir un partenariat mutuellement avantageux qui se poursuivra probablement, a été enrichissant pour moi. Lors-

que les résultats du projet de recherche seront disponibles, j'agirai comme conférencière en classe, à l'école des sciences, des métiers et de la technologie du Collège et je donnerai une présentation publique à l'Institut des sciences du Yukon.

Le fait de demeurer et de travailler au Collège du Yukon au cours du stage m'a donné une perspective plus large de la recherche dans le Nord. Un professeur et deux diplômés de mon *alma mater* – l'Université Wilfrid Laurier – qui font de la recherche dans la région de Kluane, m'ont invitée à une expédition en voiture le long de la route de l'Alaska, pour m'entretenir de leurs recherches et d'autres projets. J'ai eu la chance de visiter le camp archéologique établi dans la collectivité (Little John) pour en savoir davantage sur la recherche ethnographique et archéologique dans le bassin hydrographique du Upper Tanana. Situé à la frontière entre l'Alaska et le Yukon juste à l'extérieur du village de Beaver Creek, l'anthropologue du Collège du Yukon, Norm Easton, a travaillé et collaboré efficacement avec la Première nation de White River afin de

documenter la culture et l'histoire de la région. Il était pour moi évident que les liens solides entre les chercheurs et la collectivité locale ne s'étaient pas créés du jour au lendemain, mais étaient plutôt le fruit de plus de 20 ans de recherche persistante, de consultations de la collectivité et de participation des chercheurs dans les activités locales.

É C H A N G E
D E C O N N A I S S A N C E S
A V E C
L A C O L L E C T I V I T É
D ' O L D C R O W

Parmi toutes les expériences enrichissantes que j'ai eues pendant mon stage, la plus mémorable a été de travailler dans un camp scientifique pour les enfants à Old Crow. L'objet du camp scientifique est d'établir des liens entre les manières traditionnelles de savoir et la science par l'apprentissage direct et axé sur la terre. Les élèves sont guidés vers des méthodes pertinentes d'apprentissage afin de pouvoir devenir de futurs meneurs de la collectivité et des intendants de la terre. Depuis quatre ans, le gouvernement des gv a financé et coordonné ce camp pour les enfants de neuf à 14 ans d'Old Crow. Le camp se tient à l'extérieur du village afin d'offrir aux élèves la

possibilité de constater que la science n'est pas aussi ardue qu'ils le croient et qu'elle peut être appliquée à ce qu'ils savent déjà.

Puisque j'habitais à Whitehorse, le coordonnateur du camp scientifique m'a demandé si j'étais intéressée à participer à la coordination du camp et à me charger de la partie « sciences ». J'ai accepté avec enthousiasme, mais je n'avais jamais participé à un camp scientifique auparavant et ne savais absolument pas quoi faire. Fort heureusement, le camp Science Quest du Collège du Yukon se poursuivait et le moteur de recherche Google m'a aidé à trouver les Water Source Books de l'Agence américaine de protection de l'environnement, d'où j'ai pu tirer quelques excellentes idées. J'ai préparé un atelier scientifique et de petites activités, par exemple fabriquer des lampes de lave et des fours solaires et des structures techniques avec de la guimauve et des spaghettis, pour divertir et renseigner. Les préparatifs pour toutes ces activités se sont déroulés à Whitehorse,

Figure 2
Collecte d'invertébrés d'eau douce dans un étang près du camp. Les élèves ont appris comment utiliser une épaisseur pour recueillir des échantillons et se servir des pincettes pour capturer des spécimens à ramener pour analyse au laboratoire du camp. Photo : Jana Tondou.



car la plus grande partie de ce dont j'avais besoin n'était pas disponible à Old Crow et j'ai pu placer tout cela à bord de l'avion (Merci, Air North!). J'ai également fait appel au Collège du Yukon en tant que promoteur : l'École des sciences, des métiers et de la technologie a prêté du matériel de terrain et le Centre d'innovation technologique, la Librairie du Collège et le Service des relations et du développement du Collège ont donné des prix.

Cette année, le camp scientifique a eu lieu sur la rivière Porcupine, aux cabanes de l'école, connues sous le nom de Caribou Lookout. Les garçons et les filles sont divisés en deux groupes distincts et séjournent au camp quatre jours et trois nuits. Les enfants campent tous dans la cabane avec un conseiller de camp (un jeune plus âgé qui apporte son aide dans le camp) et les coordonnateurs du camp, le cuisinier et l'intendant du camp s'installent dans des sacs de couchage, dans des tentes. Les garçons et les filles participent aux mêmes activités scientifiques, mais acquièrent des formes différentes de savoir traditionnel pendant le camp. Ainsi, les filles ont appris diverses choses concernant les petits fruits et la façon de parer le poisson et les garçons ont appris comment ramasser des perches sur la rivière et monter des tentes de toile.

L'intégration du savoir traditionnel des membres de la collectivité locale dans les activités scientifiques que j'ai fournies était un véritable symbole de partage de connaissances. Ainsi, au cours d'une journée, avec les filles, nous avons remonté la rivière Porcupine jusqu'au camp de Mary-Jane et George Moses pour apprendre comment parer le poisson, cuire du pain bannock, apprendre à connaître les plantes médicinales et cueillir des petits fruits (le fruit de la ronce remarquable ou baie à saumon est de loin mon préféré maintenant). Le jour suivant, nous avons discuté des autres formes d'énergie et les enfants en savaient déjà beaucoup à ce propos. Nous avons fait des fours solaires à l'aide de cartons à pizza vides et fait des pita-pizzas que nous avons placées dans les cartons en laissant le soleil faire le reste. La plupart doutaient de cette idée et auraient plutôt voulu une véritable pizza mais, oh surprise, l'expérience était un succès... et le fromage a même fondu!

Tandis que nous attendions que les pizzas cuisent, nous avons commencé un atelier de bio-surveillance que j'avais conçu et avons discuté de la façon dont les invertébrés benthiques et autres organismes, par exemple les algues que je recueille pour mes recherches de maîtrise en sciences, peuvent servir à mesurer la santé des écosystèmes aquatiques. Au départ, nous allions évaluer l'état de santé de la Porcupine en prélevant des échantillons de divers types de macro-invertébrés, toutefois, le niveau des eaux inhabituellement élevé en raison de fortes précipitations a inondé la rive, rendant le prélèvement d'échantillons impossible. Avec un peu de chance et un peu de planification pour éventualités, nous avons trouvé un étang juste derrière le camp, où nous avons pu prendre des échantillons afin de préciser les types d'invertébrés benthiques qui habitent la région d'Old Crow.

Les élèves ont eu beaucoup de plaisir à apprendre comment utiliser l'époussette pour recueillir des spécimens à analyser (figure 2). Les garçons ont été vivement intéressés en observant les relations prédateur-proie, s'exclamant à quel point c'était «cool» tandis qu'ils observaient une très grosse larve de dytique chasser et capturer des nymphes de libellule. Après avoir cueilli nos échantillons, nous sommes retournés au labora-

toire du camp où nous avons appris comment identifier les invertébrés que nous avons trouvés (figure 3). Cette activité s'est vraiment bien déroulée et les élèves étaient très étonnés d'apprendre que l'énorme prédateur, la larve de dytique, deviendrait, à l'état adulte, un insecte très petit et d'aspect très différent. Je m'étais munie de fioles et d'agents de conservation afin que chaque élève puisse conserver un des invertébrés qu'il avait trouvés et j'ai également donné un échantillon de chaque invertébré au professeur de sciences de la collectivité pour les mettre en montre à l'école.

Tout au long du camp scientifique, les gens d'Old Crow venaient en visite et partageaient certaines de leurs connaissances avec les élèves ou s'arrêtaient simplement pour casser la croûte et prendre le thé. Je me souviens avec attendrissement de l'interaction entre l'un des enfants les plus jeunes du camp et un visiteur. Le garçon s'escrimait pour fabriquer un arc, comme les autres garçons plus âgés, jusqu'à ce qu'on lui montre comment trouver la branche appropriée et comment la sculpter. Le séjour au camp était une excellente façon d'apprendre à connaître les gens de la collectivité et de préparer la scène pour le partage des connaissances. Plus particulièrement, j'ai beaucoup appris sur l'histoire de la région d'Old Crow. J'ai même trouvé certains arte-

facts archéologiques sur l'escarpement près du camp et un membre de la collectivité a découvert une pointe de flèche. L'une des choses les plus pratiques que j'ai apprises au camp des sciences était la considération de la collectivité pour les chercheurs et à quel point ils apprécient les connaissances qu'ils peuvent transférer à la collectivité. J'ai été étonnée de constater que la collectivité me percevait comme un «chercheur», terme que je réservais généralement à mon surveillant.

En tant que nouvelle diplômée, je m'étais étiquetée «étudiante» et n'avais pas beaucoup réfléchi à l'idée que, en fait, j'étais une chercheuse. Ce concept s'était installé en moi progressivement lorsque quelques membres du Conseil des ressources renouvelables sont venus au camp. L'un des membres a expliqué à quel point les plaines d'Old Crow (Old Crow Flats) sont importantes pour les Gwitchin Vuntut, le «peuple des lacs». Il a précisé à quel point les chercheurs sont vraiment les bienvenus sur leurs terres et dans la collectivité, pour les aider à comprendre de quelle façon les plaines changent. Il a insisté auprès des jeunes pour rappeler à quel point la scolarité est importante, pour qu'ils puissent apprendre à connaître la terre et, un jour, devenir chercheurs, comme moi. Avant ses propos, je ne me sentais pas vraiment à ma place mais, par la suite, j'ai

Figure 3
Identification des invertébrés aquatiques au laboratoire du camp. Nous avons utilisé des contenants à œufs en plastique et des plateaux à glaçons comme porte-insectes et des loupes manuelles pour observer la structure des spécimens individuels. Les élèves ont relevé six familles différentes : nymphes de libellule (*odonatidés*, *libellulidés*), les larves prédatrices de dytique et les adultes (*dytiscidae*), les moucherons verts (*chaoboridae*), les araignées d'eau (*gerridae*) et les larves de demoiselles. Photo : Jana Tondou.





Figure 4

De gauche à droite : les chercheuses Jana Tondou et Ann Balasubramaniam, avec l'employée de Parcs Canada, Leila Sumi, à l'endroit où elles ont fait escale pour recueillir des données sur le climat dans une station météorologique lors des travaux sur le terrain, en juin, dans la plaine Old Crow. Photo : Jana Tondou.

constaté que j'avais été invitée à Old Crow parce que je possédais des connaissances que je pourrais transmettre aux élèves. J'étais arrivée au camp des sciences en me sentant étudiante et j'en suis sortie en me voyant comme un chercheur.

Le fait de séjourner pendant une longue période dans le Nord et de passer du temps avec les gens de l'endroit en dehors de mes propres recherches a prouvé à la collectivité que j'étais engagée et dévouée à l'égard du projet. En retour, les membres de la collectivité ont été très accueillants et réceptifs à mon projet. Quand je suis allée discuter avec l'un des membres du Conseil des ressources renouvelables venu au camp des sciences parce que sa cabane est située à proximité de l'un des lacs où j'ai prélevé des échantillons, il m'a appris que le lac, que je connaissais sous le nom de OCF 49, s'appelait en fait le lac Marten, et il m'a généreusement offert d'entreposer son canoë à proximité pendant l'hiver afin que je puisse l'utiliser l'été prochain.

Je crois fermement que les séjours prolongés dans le Nord sont essentiels pour les chercheurs. Les contacts interpersonnels, dans le Nord, sont un aspect important et essentiel du tissu culturel et ne peuvent être développés qu'en personne. Passer du temps dans la collectivité et collaborer avec les gens du Nord qui ont un intérêt véritable pour la recherche nordique laissera un

legs précieux pour les futurs chercheurs et citoyens du Nord. Le programme des SRN est l'une des seules ressources dont disposent les étudiants pour les aider à effectuer des séjours prolongés dans le Nord, mais il se terminera probablement en mars 2011. Il sera donc encore plus difficile de mener à bien des recherches coopératives reflétant véritablement les priorités du Nord. La nécessité de former des chercheurs (étudiants) nordiques hautement qualifiés a été clairement établie par l'API – l'un des grands objectifs de l'API était de former une nouvelle génération de chercheurs polaires – et la Stratégie du Canada pour le Nord, publiée en 2009, met l'accent sur le leadership en sciences et en technologie. Nous sommes une nation nordique et les ressources comme le programme SRN sont nécessaires pour veiller à ce que se poursuivent dans le Nord des recherches de calibre mondial.

Remerciements

Sur tous les plans, je suis reconnaissante au CRSNG de consacrer des fonds aux programmes de stage en recherche nordique et je remercie Clint Sawicki du Northern Research Institute pour avoir fourni du soutien en nature. J'aimerais également remercier Ian McDonald de Parcs Canada pour son appui au stage et pour avoir pris le temps de me rencontrer. J'aimerais adresser un gros merci à Jessica Peters, qui m'a invitée à participer au camp des sciences et qui m'a laissée habiter chez elle. Merci aussi au GGV qui a appuyé ma participation au camp des sciences et payé mon vol de juillet à destination d'Old Crow. De vifs remerciements au Collège du Yukon pour m'avoir à nouveau accueillie, m'avoir prêté le



Figure 5

Discussion sur les bonnes méthodes d'échantillonnage et la façon d'assembler les appareils de prélèvement d'algues, au lac Mary Netro. De gauche à droite : David Frost (Parcs Canada), les chercheuses Jana Tondou et Ann Balasubramaniam, Jeffrey Peter (Parcs Canada). Photo : Leila Sumi, Parks Canada.

matériel et avoir donné des prix. J'adresse également mes remerciements à Scott Slocombe, qui m'a conduite à Beaver Creek et au Northern Research Institute. Enfin, mais non les moindres, merci à mes superviseurs, Brent Wolfe et Roland Hall, qui m'ont encouragée à faire un stage de recherche dans le Nord.

Jana Tondou est étudiante en maîtrise à la faculté de biologie de l'Université de Waterloo.

Bibliographie

- Balasubramaniam, A.M., 2009. Points saillants d'un stage en recherche nordique à Old Crow, Yukon, *Méridien*, printemps-été : 14–18.
- Nadasdy, P., 2003. Hunters and Bureaucrats: Power, knowledge, and aboriginal state relationships in the southwest Yukon. Vancouver, UBC Press.
- Wolfe, B.B., M.M. Humphries, M.F.J. Pisaric, A.M. Balasubramaniam, C.R. Burn, L. Chan, D. Cooley, D.G. Froese, S. Graupe, R.I. Hall, T. Lantz, T.J. Porter, P. Roy-Léveillé, K.W. Turner, S.D. Wesche et M. Williams, 2011. Environmental change and traditional use of the Old Crow Flats in Northern Canada: An IPY opportunity to meet the challenges of the new northern research paradigm. *Arctic* (sous presse).

LE PROGRAMME DE FORMATION DES ENSEIGNANTS DU NORD DE L'UNIVERSITÉ DE BRANDON : FORMATION ET APPRENTISSAGE BILATÉRAUX

Lynn Whidden

Après avoir passé plusieurs décennies à voyager et enseigner dans le Nord canadien, ma réflexion sur le programme de formation des enseignants du Nord de l'Université Brandon (BUNTEP) me semble étrange. À mon avis, les lacunes du programme peuvent être considérées comme ayant contribué à sa réussite.

La principale caractéristique de ce programme (nombre d'étudiants qui le suivent sont autochtones) est le fait qu'il soit offert dans les collectivités locales, au nord du Manitoba. Nous discernons des diplômés de premier cycle en arts et en éducation à des étudiants qui souvent ne répondent pas aux exigences des universités pour l'admission aux cours. Mais comme on leur offre un soutien supplémentaire, à la fin de leurs études ils ont censément acquis des aptitudes égales à celles des diplômés d'établissements conventionnels.

Eh bien oui, lorsqu'ils terminent leurs études les jeunes ont des connaissances et aptitudes considérables, mais les critiques ont raison quand ils signalent les lacunes du programme, notamment en ce qui concerne les aptitudes à la communication. Je leur réponds que nombre de ces lacunes sont en réalité des différences culturelles et que, tant que nous offrirons nos cours dans les collectivités, ces différences existeront. Certains rétorqueront que la culture autochtone dans le Nord est surtout une culture de pauvreté résultant d'un siècle et demi de colonialisme et que les normes sur l'éducation doivent être universelles. En fait, la vérité en ce qui concerne la vie des Autochtones dans notre monde moderne se situe probablement quelque part entre ces pôles d'opinion : les particularités de la vie des Autochtones et des non-Autochtones sont maintenant intimement liées, et pour être efficace un programme d'éducation doit tenir compte de cette réalité. Pour expliquer pleinement la question, voici quelques points que j'ai notés lors de mes contacts avec un groupe de Cris, les *Iiyíyuu* du Nord du Québec.

Pendant des générations, les Cris ont vécu dans la région subarctique en groupes familiaux propices à la chasse, qui parlaient surtout la langue algonquienne. Dans les années 1970, l'un de ces groupes établis à Fort George a été réinstallé à Chisasibi, au Québec, à cause de l'aménagement d'une centrale hydroélectrique sur la rivière La Grande. Mais j'ai remarqué que même après avoir été transplantés dans un milieu moderne, les gens parlaient surtout des animaux et de la chasse. Pourtant, comme on pouvait s'y attendre, ils connaissaient bien le mode de vie des gens du Sud puisqu'ils avaient côtoyé des commerçants de fourrures, des missionnaires et des fonctionnaires des gouvernements (Whidden, 2007).

Même s'ils chassent encore beaucoup pour s'alimenter, le piégeage ne leur permet plus de gagner leur vie, et dans les années 1980 leur ancien mode de vie n'avait plus la cote. Maintenant, le nord des provinces du Canada est sillonné par des routes (bon nombre sont des voies toutes saisons). La plupart des collectivités bénéficient des services aériens quotidiens, et les moyens modernes de communication relient toutes les collectivités au monde extérieur. Les biens et services venant du Sud sont fort recherchés, et les gens y vont souvent. Avec des collègues, je suis allée à Winnipeg, à environ 600 milles au sud, en roulant sur des routes qui n'étaient pas toujours à la hauteur. Souvent, les voyageurs partent le vendredi, après les cours, et reviennent tard le dimanche, pour pouvoir aller travailler le lundi. Certains jeunes sont envoyés à l'extérieur de leur réserve pour faire leurs études secondaires, et beaucoup vont à l'université, à Winnipeg et dans d'autres villes. Souvent, les personnes qui ont été formées dans le Sud restent dans le Sud.

L'enseignement dans les réserves n'est pas conforme aux normes nationales (Bureau du vérificateur général du Canada, 2000). Pourtant,

même après l'énorme déception à l'égard des pensionnats, les gens estiment encore que les écoles et les enseignants de leur localité travaillent pour leur bien. Ils souhaitent aller à l'école et à l'université. Dans la déclaration historique de 1971 intitulée *Wahbung – Our Tomorrows*, la Manitoba Indian Brotherhood a affirmé que les peuples autochtones du Manitoba croient en l'éducation (p. 116), et on constate cet intérêt pour l'éducation quand on sait que les bandes consacrent une grande part de leur budget aux étudiants qui fréquentent l'université, y compris ceux qui suivent les programmes d'accès de l'Université de Brandon. Résultat : dans le Nord du Manitoba, une grande partie des enseignants du niveau élémentaire (jusqu'à 60% dans certaines collectivités) sont des diplômés d'un programme d'accès de l'Université de Brandon.

Pourquoi cette très petite université (environ 3 000 étudiants) a-t-elle tant de succès dans la formation d'enseignants autochtones pour les écoles du Nord du Manitoba? À l'évidence, les professeurs de l'université de Brandon (comme leurs homologues partout dans le monde) sont animés de l'esprit d'activisme social qui a commencé à paraître dans les années 1960. Cet intérêt s'est manifesté tôt : dans les années 1970, ils appliquaient un programme menant à un diplôme appelé IMPACTE (le précurseur du BUNTEP) conçu à l'intention des Autochtones des endroits éloignés, presque inaccessibles. Mais je pense que l'université doit en grande partie son succès à sa petite taille : elle est en mesure de personnaliser ses produits et de répondre avec souplesse aux besoins et demandes extraordinaires des étudiants des collectivités.

Je note que les étudiants du Nord gardent, d'une manière subtile mais primordiale pour leur éducation, leur personnalité autochtone qui est différente de celle des non-Autochtones. Ils sont calmes quand ils entrent dans les salles de cours et

en sortent (plus souvent!). Contrairement aux habitudes de la société non autochtone où le temps est primordial, pour les Autochtones les périodes de cours sont fixées de manière à convenir à tout le monde. Les étudiants regardent et écoutent sans faire de bruit, parlent à voix basse, et il n'y a guère de réactions visibles. En deux décennies, je n'ai jamais entendu d'exclamations bruyantes. On note le désir de faire juste le nécessaire pour réussir, une économie d'efforts dans tous les domaines. La tolérance à l'égard des faiblesses humaines est grande, mais pas illimitée. Le soutien à ceux qui en ont fort besoin, sur le plan émotionnel et matériel, est considérable.

D'un autre côté, en ce nouveau millénaire, les étudiants autochtones sont aussi à la mode, voire davantage, que les étudiants non autochtones, même s'ils préfèrent encore les couleurs sobres. Ils ont tous un téléphone cellulaire et un ordinateur portable. En fait, je pense qu'ils figurent parmi les étudiants les plus branchés au monde. Ils ne sont pas enracinés dans l'histoire occidentale. La plupart des foyers ne possèdent qu'un petit nombre de livres, qui proviennent de la sélection limitée parfois offerte dans le magasin local.

Mais tous les ménages ont la télévision, et de plus en plus de gens souscrivent au service internet. En réalité, l'écart d'alphabétisation entre les étudiants autochtones et leurs homologues non autochtones (dont le niveau de compétences diminue) s'amenuise, car partout les jeunes veulent explorer leur milieu par des moyens technologiques, et non par la lecture. Et enfin, ils peuvent faire preuve d'humour dans presque toutes les situations. En somme, on peut dire que les salles de cours montrent un système non hiérarchique, qui cadre parfaitement avec les termes utilisés par Colin Scott pour décrire la société crie, mentionnée ci-dessus, comme étant moins hiérarchique et dépourvue du système de contrôle centralisé des sociétés non autochtones (Scott, 1996).

J'estime que l'environnement physique demeure le principal impulsor de la personnalité des gens du Nord. En fait, s'ils sont privés de leurs terres, ils perdent les qualités précitées, qui les distinguent en tant qu'Autochtones. Si de nos jours la chasse n'est peut-être plus attrayante pour les jeunes générations, on peut dire que les jeunes entretiennent des liens avec la terre, grâce à leur connaissance permanente des anciennes cou-

tumes et à leur croyance à cet égard. Cette connaissance est en grande partie une connaissance mentale présumée dont on ne parle guère, mais l'intérêt pour les récits et les pratiques de l'ancien temps demeure, comme pour la langue. La science occidentale et les avantages observables de la technologie exercent un attrait dans les collectivités, mais les gens hésitent à s'engager pleinement si ces avantages vont à l'encontre du savoir traditionnel sur l'environnement local. On peut se demander si de telles vérités sont nécessaires à la survie dans cet environnement. En tout cas, je constate que les gens réagissent avec scepticisme à mes déclamations sur la valeur de la science et j'estime cette réaction valable.

Grâce aux cours offerts dans les collectivités, le BUNTEP maintient cet héritage implicite. Pourtant, je l'ai rarement entendu dire. Cela contraste avec le programme de l'Université de Brandon pour les Huttériens (BUHEP) qui défend énergiquement la volonté de maintenir le mode de vie des colonies et, dans une certaine mesure, applique ce principe. La vision du monde des Autochtones (exposée ci-dessus) est peut-être en grande partie plus difficile à concrétiser. Et il ne



fait aucun doute que chaque fois qu'ils en avaient l'occasion les non-Autochtones ont essayé d'intégrer les Autochtones dans l'ensemble de la société occidentale, souvent par la contrainte. Certaines tentatives d'éloigner des gens de leur patrimoine autochtone ont été fructueuses. À preuve, l'accroissement de la classe moyenne dans les villes, du taux d'emprisonnement des Autochtones et de leur recours aux services sociaux.

Les chefs autochtones et les politiciens reconnaissent bien les différences, mais bon nombre défendent la survie et le bien-être de leur peuple en recourant à des tactiques populistes – manifestations de pouvoir et d'agressivité. Ils appuient les manifestations externes grandioses, comme les powwows, les casinos et les tenues flamboyantes qui, pour les Autochtones du Nord, ne présentent aucun intérêt, en plus de provoquer la moquerie. Même si j'admets la nécessité d'engager une action politique, j'estime qu'il existe un moyen plus efficace de demeurer autochtone, comme le montre le BUNTEP dans son message: bâtissez votre collectivité et éduquez-y vos enfants. Quand les étudiants autochtones demeurent dans leur milieu pour y faire leurs études, leur vision du monde se manifeste dans les qualités précitées, souvent intangibles, qui sont transmises d'une génération à l'autre.

Mais les éducateurs doivent chercher à savoir s'il vaut la peine de préserver les qualités autochtones traditionnelles, si différentes de celles des sociétés modernes. Et surtout se demander si ces qualités donnent aux jeunes la possibilité de bien vivre, compte tenu de l'oppression de l'extérieur qui a duré si longtemps. J'estime qu'il vaut la peine de s'y attacher. La dominance des non-Autochtones s'atténue avec l'amplification de la crise environnementale, car les occidentaux envisagent sérieusement d'autres façons de vivre sur la planète. Le fait que cette vision nordique du monde se maintient malgré la douleur causée par le choc des cultures prouve bien sa force et son

avantage adaptatif pour le long terme. En dehors de l'environnement créé par la modernité, les Autochtones du Nord ont vécu leur vie en étant tout à fait conscients de l'environnement naturel local (en fragile équilibre) auquel ils estimaient appartenir. Lisez les textes sur les mythes de la création! Compte tenu de leurs constantes humilité et résilience (qui s'oppose au désir de dominer), du changement vs la stase, et vu les liens qu'ils entretiennent avec leur famille et leur milieu, ces populations pourraient être celles de l'avenir.

On constate leur attachement à l'ancienne mentalité dès qu'on s'approche d'une réserve. À ce jour, malgré la construction d'au moins un nouveau gros bâtiment (l'école de la localité) l'architecture humaine ne domine pas encore l'environnement naturel. Il n'y a pas d'anciens bâtiments solides, ni de clôture de fer ou de monuments consacrés aux héros du passé. Leur milieu n'affiche pas la similitude monotone due aux rigides codes du bâtiment, et on n'y trouve pas de rectangles de gazon vert. Les bâtiments semblent en tout temps pouvoir se confondre avec la forêt, les rivières et les roches. En réalité, peu de gens considèrent leur domicile comme l'endroit où ils passeront toute leur vie, ce qui rappelle qu'autrefois il fallait chaque année construire une nouvelle maison avec les matériaux de la forêt, lorsqu'on suivait les animaux. À certains endroits, on voit des chevaux (et depuis quelque temps des porcs) circuler dans le voisinage, ce qui semble plutôt insolite. Partout on voit des chiens, et je pense que les gens les considèrent comme des animaux sauvages ratés (les animaux sauvages sont très estimés) dont ils détestent la dépendance à l'égard des humains. En peu de temps, même les bâtiments officiels deviennent des signes du milieu. Le weekend qui a suivi le 11 septembre 2001, pendant que nous attendions sur tarmac dans une localité du Nord, nous regardions les grands corbeaux qui ouvraient des sacs de croustilles qu'on n'avait pas encore pu livrer. Au-dessus du comptoir d'enregistrement, il y avait des icônes du saint chrétien de la localité, et on entendait continuellement des gens qui riaient ou faisaient des blagues.

Dans quelle mesure le BUNTEP, à des centaines de milles au sud, a-t-il modelé la vision du monde dans cette région? À mon avis, il l'a fait en grande partie par inadvertance. Et quand on le constate on n'en parle guère, car nous ne sommes pas fiers du fait que, malgré nos efforts, nombre de nos diplômés, même s'ils possèdent le savoir, ne se sont jamais pliés aux protocoles d'enseignement du Sud.

Les employés sont presque tous des non Autochtones (cela me semble révélateur de la réticence des Autochtones à s'intégrer au monde non autochtone). Pourtant, en général les professeurs du BUNTEP qui ont du succès sont non-conformistes (souvent des personnes issues de groupes minoritaires ou des femmes qui ne s'adaptaient pas aux campus des années 1970 et 1980). À tout le moins, on peut dire qu'ils acceptent davantage les différences, et bon nombre d'entre eux font plus que le nécessaire pour comprendre leurs étudiants et leur rendre service.

La plupart recherchent le savoir-faire local pour l'intégrer à leurs cours – la forme des paysages pour la géologie, les audiences juridiques et les assemblées politiques pour les études autochtones, les récits oraux pour les cours d'anglais, etc. Le vocabulaire utilisé pour l'enseignement change, tout comme le contenu des cours. Le professeur David Westfall, par exemple, a compilé un recueil d'idiomes non autochtones incompréhensibles pour les gens du Nord (Westfall, 1995). Comme je l'ai déjà dit, en peu de temps les professeurs apprennent qu'il vaut mieux commencer à enseigner quand tous les élèves sont présents, et non pas à une heure arbitraire. Ils apprennent à adapter l'horaire des cours selon les conditions climatiques extrêmes et en fonction des pénuries de carburant qui paralysent le transport, mais surtout en tenant compte des veilles mortuaires et funéraires, auxquelles tous doivent assister pour se soutenir mutuellement. Si les aléas des horaires de cours sont faciles à accepter, les inconvénients physiques, comme l'absence d'installations sanitaires à l'intérieur (ou plus

souvent, les pannes du matériel) le sont moins. Mais on parle de ces sujets avec beaucoup d'humour, et on vient même à bien connaître les gens qui vivent dans des conditions semblables.

Par ailleurs, des coordonnateurs des centres universitaires sont chargés de s'occuper des installations et d'aider les étudiants à étudier et les enseignants à enseigner. Le contraste entre les centres qui ont un coordonnateur local et ceux qui recourent à un coordonnateur de l'extérieur saute aux yeux. Les coordonnateurs locaux ne se soucient guère de l'apparence du centre, et souvent la station radio locale apporte une continue ambiance sonore. On sait quelle heure il est quand on écoute la musique présentée sur les ondes – les aînés animent les émissions du matin, et les jeunes prennent l'antenne plus tard. Les coordonnateurs locaux créent une ambiance informelle, décontractée, où l'on fait face calmement à toutes sortes de problèmes pour ensuite les résoudre d'une manière mesurée et réfléchie (ou non). À l'inverse, les coordonnateurs de l'extérieur se soucient beaucoup de l'ordre, de l'organisation pour ce qui est des livres et ouvrages de référence et aussi des cartes géographiques et messages éducatifs sur les murs. D'habitude, ils ont une attitude plus critique et ils agissent rapidement pour résoudre les problèmes. Malgré le comportement informel des coordonnateurs locaux, le bâtiment du BUNTEP est un lieu solitaire, et j'ai remarqué que les gens de la réserve ne visitent pas les centres.

J'estime qu'en quatre décennies les programmes d'accès de l'Université de Brandon ont eu du succès parce qu'ils sont éloignés du lieu de supervision et parce que les règles ne sont pas assujetties à la nécessité de gérer un grand nombre de personnes. Les exigences locales demandent des ajustements à tous les niveaux si l'on veut que nos étudiants réussissent. Les employés de bureau du BUNTEP sont régulièrement appelés à servir de médiateurs dans les questions qui relèvent du personnel administratif d'un campus, comme l'inscription des étudiants, les notes fournies trop tard ou manquantes (et les étudiants!). Quand les factures demeurent impayées ou ne sont pas

payées à temps, le système vacille. Au début, quand le personnel du BUNTEP avait hâte de montrer des résultats aux collectivités, souvent les nouveaux cours étaient offerts avant que le sénat de l'université les ait approuvés et parfois les étudiants terminaient ces cours avant d'y être inscrits (Nicol, 2006).

L'objectif officiel du BUNTEP est de donner une perspective de l'éducation centrée sur les collectivités, mais personne n'aurait pu prédire à quel point la présence des Autochtones allait changer le contenu et la structure des programmes de l'université malgré les efforts déployés pour appliquer un système qui respecte les horaires et les règles. En 2007, j'ai écrit ce qui suit : « Chaque promotion de diplômés autochtones change le système ainsi que l'approche utilisée par leurs professeurs (Whidden, 2007) » [traduction]. Cela me rappelle Robert Pirsig qui, dans son livre intitulé *Lila*, affirmait que c'est grâce à la population autochtone que l'Amérique du Nord est différente de l'Europe :

Les fiches indiquaient continuellement les différences entre la culturelle européenne et celle des Indiens ainsi que leurs effets, et avec l'augmentation du nombre de fiches, une thèse corollaire secondaire a pris forme: ce processus de diffusion et d'assimilation des valeurs indiennes n'est pas terminé. Il est à l'origine d'une bonne partie de l'inquiétude et de l'insatisfaction constatées en Amérique de nos jours. Ces valeurs opposées s'affrontent encore dans l'esprit de chaque Américain. [traduction].

Même si cette citation est maintenant désuète, j'estime que les différences demeurent et que les Autochtones qui veulent s'instruire dans les institutions non autochtones ainsi que les éducateurs de ces institutions seront toujours confrontés au dilemme qu'implique le désir de satisfaire les deux populations. Mais il est évident que

les programmes flexibles comme le BUNTEP constituent un modèle valable : les étudiants obtiennent leur diplôme, et à la collation des grades, parents et amis, avec les leaders des collectivités, contents d'avoir des enseignants dans leur milieu, viennent en grand nombre pour célébrer leur réussite.

Lynn Whidden est ethnomusicologue et professeure du programme de formation des enseignants du Nord de l'Université de Brandon.

Références

- Manitoba Indian Brotherhood. *Wahbung – Our Tomorrows*. Winnipeg, 1971.
- Mendelson, Michael. *Improving education on Reserves: A First Nations Education Authority Act*. Caledon Institute 2008.
- Nicol, Garry D. *BUNTEP An Historical and Theoretical Study of the Brandon University Northern Teacher Education Project from Infancy through Maturity, 1974 to 1990*. Dissertation de doctorat, Université de Brandon, Brandon Manitoba, 2006.
- Bureau du vérificateur général du Canada, 2000. *Rapport du vérificateur général du Canada, 2000*. www.oag-bvg.gc.ca.
- Pirsig, Robert. *Lila: An Inquiry into Morals*. Bantam Books, New York, 1991
- Scott, Colin. Science for the West, Myth for the Rest? The Case of James Bay Cree Knowledge Construction. Dans: *Naked Science*. Laura Nader, éd. Routledge, New York, 1996.
- Westfall, David. *English-Island Lake Dictionary of Idioms*. Blue Sky Publishing, Brandon, Manitoba, 1995.
- Whidden, Lynn. *Essential Song Three Decades of Northern Cree Music*. Presses de l'Université Wilfred Laurier, Waterloo, 2007.

CRITIQUE DE LIVRE

Bernard J. Brister

The Canadian Forces and Arctic Sovereignty: Debating Roles, Interests, and Sovereignty 1968–1974, par Whitney Lackenbauer et Peter Kikkert, éd. Wilfrid Laurier University Press, 2010. 398 p., 34,95 \$, couverture souple. ISBN : 9781926804002.

Dans la présente critique, je suis passé par diverses phases, notamment enthousiasme et déception, depuis que j'ai accepté de l'écrire à l'automne de 2010. L'enthousiasme initial pour cet critique d'un nouveau travail sur un thème touchant vraiment mon intérêt professionnel et personnel s'est transformé en déception quand le livre est arrivé par le courrier et que j'ai constaté qu'il se composait surtout de documents de recherche extraits d'archives. Après plus ample examen, toutefois, mon intérêt a été stimulé, car je souhaitais mener une évaluation de la contribution intellectuelle et universitaire que ce travail pouvait apporter au corpus des connaissances. Je me dois de dire que mon sentiment initial de déception et de doute concernant cette contribution n'est pas fondé et que l'œuvre constitue un ajout intéressant et de valeur aux connaissances sur ce thème.

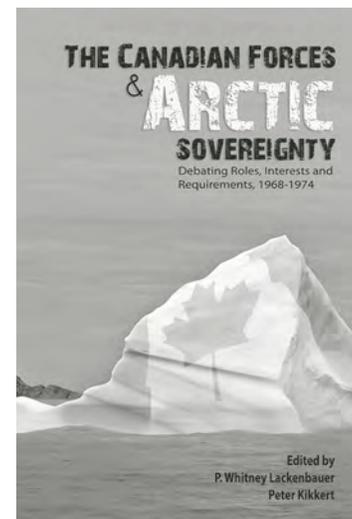
Le livre contient une mine de renseignements et d'orientations, tant pour les néophytes de l'Arctique que les chercheurs d'expérience. On ne peut trouver la véritable valeur du travail sans soigneusement tenir compte de chacun de ses composants principaux. De la sorte, la critique et l'analyse du livre porteront sur chacun des principaux chapitres de l'ouvrage, de l'introduction aux documents de recherche eux-mêmes, sans oublier la postface, le chapitre des lectures supplémentaires et l'index.

L'orientation principale de l'ouvrage, l'introduction et les documents de recherche eux-mêmes établissent un excellent contexte historique et des liens clés et des comparaisons avec les préoccupations contemporaines qui reflètent, comme le mentionnait M. Huebert dans sa postface, de quelle façon exactement des choses sans

importance ont changé au fil des ans. L'introduction soulève et analyse dans un ordre approximativement chronologique et thématique, les principaux aspects du rôle des forces militaires dans l'Arctique correspondant aux documents eux-mêmes dans les chapitres qui suivent. L'introduction contribue également à la mine de renseignements et à la bibliographie de recherche au moyen de nombreuses notes de pied de page appuyant les observations et l'analyse de l'époque.

L'introduction s'amorce par un aperçu de l'historique des préoccupations canadiennes en matière de souveraineté. Cela comprend l'absence de ces préoccupations dans la période suivant immédiatement l'après-guerre, qui a par la suite donné naissance à de graves préoccupations tandis que se développait l'époque de la Guerre froide et que les capacités des sous-marins nucléaires des grandes puissances faisaient des eaux de l'Arctique des zones d'importance stratégique. Les débats sur les modalités exactes à retenir pour faire valoir la souveraineté ont amené à des discussions sur la contribution des militaires à cet objectif. Inévitablement sont venues des discussions à savoir quelle était exactement l'utilité que les militaires pouvaient avoir dans cette situation, car une confrontation directe avec n'importe quelle grande puissance n'était pas perçue comme une solution viable par aucun gouvernement canadien.

L'auteur de l'ouvrage documente bien l'évolution des intérêts et de la rhétorique des Américains concernant les revendications canadiennes et leur influence sur les relations globales Canada-États-Unis en matière de sécurité et les liens de cela avec les préoccupations de sécurité géopolitique et stratégique des deux pays. Est également abordée dans ce chapitre la genèse des préoccupations canadiennes actuelles concernant la pollution de l'environnement, l'exploitation des ressources stratégiques et l'immense potentiel économique de la région à titre de route de passage du commerce mondial. Un aspect particulièrement intéressant, en ce qui a trait à l'évolution de la réflexion militaire sur la souveraineté dans l'Arctique, est l'évolution parallèle, mais pas nécessairement congrue, des efforts diploma-



tiques et des stratégies du Canada. Sur l'horizon visé par l'étude et dans l'évolution subséquente de la politique canadienne, cela allait de négociations calmes à des déclarations publiques plus visibles et à l'engagement de ressources et à la modification des priorités de dépenses du gouvernement. Cette plus grande visibilité de la réaction canadienne est perçue avant tout comme une réponse au développement d'une tendance plus affirmative, voire agressive des mesures et politiques des Américains à mesure que grandissaient leurs intérêts dans l'Arctique, qui passaient de négligeables à appréciables, englobant la sécurité stratégique, la mobilité et le titre sur les ressources.

Lorsque cette réaction plus bruyante n'a pas permis au Canada d'atteindre ses objectifs, il y a eu changement, sous le gouvernement du premier ministre Trudeau, vers une protection environnementale, à savoir protéger l'Arctique à titre de gardien de l'environnement de la région au nom du monde. Ce changement a évolué en une recherche de souveraineté fonctionnelle : contrôle sur l'utilisation des eaux, par opposition à une déclaration pure et simple de propriété. Cette approche est répercutée aujourd'hui dans la présentation du Canada aux termes de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS), qui doit être déposée en 2013, pour préciser la superficie de son plateau continental étendu et il semble que ce soit une stratégie tenace et pouvant tenir.

Même le changement de stratégie, de l'approche purement souverainiste à celle de gardien de l'environnement mondial, a entretenu le dé-

bat national non résolu sur le rôle des militaires canadiens. Cela était particulièrement problématique compte tenu du fait qu'à l'époque, le plus grand contestataire semblait être les États-Unis, dont les intérêts régionaux et environnementaux sont semblables à ceux du Canada. Dans cet embrouillamini, les rédacteurs ont inséré une mise en doute du concept global du recours à la force militaire pour atteindre les objectifs canadiens, signée par Eric B. Wanger, qui prétend que l'usage de la force militaire peut même nuire à la cause de la souveraineté canadienne.

Le sous-texte de l'ensemble de l'analyse fait ressortir le message global qu'essaient de transmettre les rédacteurs, à savoir que la stratégie canadienne et son volet militaire, quel qu'il soit, devraient faire l'objet d'un processus prudent de réflexion. La combinaison d'un exposé introductif et de la documentation justificative qui suit répond certainement à l'objectif déclaré d'offrir une source partielle, mais révélatrice, de renseignements sur les enjeux entourant le rôle des militaires dans la souveraineté sur l'Arctique canadien, pendant cette période critique.

Ma première réaction, en constatant qu'une postface de Rob Huebert avait été insérée, était que c'était une façon originale d'obtenir une critique avant la critique par l'une des grandes autorités du domaine et en fait, c'était exactement cela. Cette conclusion tirée, j'ai résolu de ne pas lire ses réflexions, observations et recommandations avant d'avoir fait ma propre critique et ma propre évaluation. Je dois dire avec plaisir que les réflexions de M. Huebert sont assez différentes des miennes que nous faisons tous deux ressortir les points forts de l'ouvrage, sans nous répéter, et suffisamment analogues pour que je ne me sente pas obligé de réévaluer mes propres observations et réflexions. Je ne sais pas pour quelle raison ses recommandations n'ont pas été intégrées en avant-propos, mais leur présence dans l'ouvrage sert sans le moindre doute la fin visée, à savoir recommander le livre au lecteur.

Le chapitre sur les lectures supplémentaires est une contribution à la fois intéressante et précieuse à l'utilité globale de l'ouvrage. Les rédacteurs ont offert aux étudiants de premier cycle

et autres nouveaux venus dans ce domaine un résumé de base mais précieux de ce qui s'est publié de pertinent. Ces ouvrages sont un excellent point de départ pour ceux qui étudient sérieusement l'Arctique canadien et qui veulent inclure dans leurs programmes de recherche la question de la souveraineté dans l'Arctique.

L'index de l'ouvrage est un élément essentiel à son utilité globale en tant que ressource de recherche pour les lecteurs, quels que soient leur niveau d'intérêt et leur compétence. Nombre de lecteurs compulsent l'ensemble de l'ouvrage pour avoir un aperçu général du thème et de l'époque, mais ces mêmes personnes et un important groupe d'autres se reporteront à l'index pour localiser les documents de référence qui touchent leur propre intérêt en recherche scientifique, la question du jour ou leur projet. De la sorte, le fait que l'index soit complet et détaillé a été un aspect essentiel de mon évaluation globale de l'ouvrage.

À la lecture de plusieurs des notes bibliographiques et à l'examen de leur traitement dans l'index, j'ai pu voir clairement que les rédacteurs ont fait du bon travail en indexant les mots clés du document. La valeur et l'utilité de l'ouvrage auraient toutefois pu être meilleures s'ils avaient choisi d'aller au-delà des normes rigides de l'index et inséré des renvois aux concepts, aux idées, aux politiques mentionnés ou abordés dans les articles. Étendre l'index au-delà de ces limites quelque peu traditionnelles aurait ajouté de la valeur à un aspect déjà précieux de l'ouvrage.

Dans l'ensemble, le livre de Lackenbauer et Kikkert est une contribution importante au corpus des connaissances en pleine évolution sur l'Arctique canadien en général et en particulier les aspects militaires de cette question. L'introduction offre un résumé efficace de la politique et des activités canadiennes dans une époque qui est essentielle pour comprendre ce qui a transpiré au cours des 36 années écoulées depuis. Le choix des documents de recherche offre aux nouveaux venus et aux chercheurs chevronnés un aperçu efficace de ce qui est disponible dans les archives et un document de référence pratique pour certains des enjeux et points de vue clés de l'époque.

Les éléments présentés après les docu-

ments de recherche ajoutent à la valeur essentielle de l'ouvrage. La postface du M. Huebert donne un point de vue de plus et le chapitre des lectures supplémentaires et l'index offrent tous deux des recherches et une bibliographie précieuses reliant l'information du livre à son contexte global et faisant en sorte qu'il deviendra un document de référence pratique et d'usage courant. L'ouvrage *The Canadian Forces and Arctic Sovereignty* est un livre précieux qui apporte une contribution importante à la recherche sur l'Arctique canadien.

Le major Bernard J. Brister est professeur adjoint, Politiques et économie et détenteur de la chaire des études militaires et stratégiques au Collège militaire royal du Canada.

NOUVEAUX LIVRES

La femme de la mer : Sedna dans le chamanisme et l'art inuits de l'Arctique de l'Est, par Frédéric Laugrand et Jarich Oosten. Les Éditions Liber. ISBN : 978-2-89578-209-4. 40\$.

« Cet ouvrage se penche sur [les chamans] et sur le monde non humain avec lequel ils entretiennent en contact. Parmi les êtres « imaginaires » qui peuplent ce monde, il y a Sedna, la femme de la mer, personnage central de nombreux récits inuits, dont les auteurs examinent ici les variantes et les épisodes. Ils accompagnent leur parcours de nombreuses oeuvres d'artistes inuits contemporains qui donnent forme aux multiples transformations de Sedna et qui attestent en même temps de la profonde influence qu'exerce encore l'ancestrale tradition chamannique. »

(Les Éditions Liber)

Making a Living: Food, Place, and Economy in an Inuit Community, par Nicole Gombay. Purich Publishing. ISBN : 9781895830-590.

« [L'auteure], qui cite les propos de résidents des localités et s'inspire de textes didac-

tiques se demande comment certains Inuits vivent l'inclusion du concept de marché dans leur économie basée sur le partage. Son étude vise la communauté inuite de Puvirnituq, mais les sujets qu'elle traite concernent aussi nombre de collectivités autochtones aux prises avec la question de savoir comment intégrer les particularités d'une économie monétisée à leurs propres notions sur la façon d'évoluer en tant que société. Ainsi elles créent de nouvelles façons d'assurer leur subsistance, même en s'efforçant de maintenir les méthodes appliquées depuis longtemps.» [traduction] (Purich Publishing)

Acts of Occupation: Canada and Arctic Sovereignty, 1918–25, par Janice Cavell et Jeff Noakes. Presses de l'Université de la Colombie-Britannique. ISBN : 9780774818674.

«*Acts of Occupation* décortique le récit fort absorbant qui explique comment l'ambition égocentrique de l'explorateur Vilhjalmur Stefansson a amené le Canada à concevoir et à défendre une politique décisive concernant ses revendications sur l'Arctique. Les historiens Janice Cavell et Jeff Noakes, qui ont consulté une multitude d'archives jamais utilisées, notamment les textes privés des explorateurs Shackleton, Rasmussen et Stefansson, montrent comment la paranoïa non justifiée à propos des aspirations des Danois relativement au Nord, entretenue par le fait que Stefansson avait délibérément occulté ses propres motifs et les peurs du fonctionnaire James Harkin, a été le catalyseur de l'occupation de l'Arctique par le Canada à des fins administratives.» [traduction] (Presses de l'UCB.)



H O R I Z O N

68^e Assemblée annuelle du Colloque de l'Est sur la neige

Montréal, Québec

14–16 juin 2011

www.easternsnow.org/annual_meeting.html

7^e conférence de l' International Arctic Social Sciences Association (ICASSVII) – perspectives circumpolaires en dialogue mondial :

les études sociales au delà de l'API

Akureyri, Islande

22–26 juin 2011

iassa.org/icass-vii

«POAC 2011» :

21^e conférence internationale sur la génie portuaire et océanique dans les conditions arctiques

Montréal, Québec

10–14 juillet 2011

poac11.com

13^e Conférence sur les ongulés arctiques : défis de la gestion des ongulés nordiques

Yellowknife, Territoires du Nord-Ouest

22–26 août 2011

www.auc2011.ca

MÉRIDIEN

est publié par la Commission canadienne des affaires polaires.

ISSN 1492-6245

© 2011 Commission canadienne des affaires polaires

Rédacteur : John Bennett

Traduction : Gérard-R. Verreault, Suzanne Rebetez, John Bennett

Conception graphique : Eiko Emori Inc.

Commission canadienne des affaires polaires
Bureau 1710, Constitution Square
360 rue Albert
Ottawa, Ontario K1R 7X7

Tél. : (613) 943-8605

Sans frais : 1-888-765-2701

Télec. : (613) 943-8607

Courriel : mail@polarcom.gc.ca

www.polarcom.gc.ca

Le *Méridien* est imprimé sur du papier certifié par le Forestry Stewardship Council.

Les opinions exprimées dans ce bulletin ne reflètent pas nécessairement celles tenues par la Commission canadienne des affaires polaires.

L'abonnement à *Méridien* est gratuit. Pour vous faire inscrire sur la liste des envois postaux, veuillez communiquer avec la rédaction.