



## BULLETIN POUR LE

# Réseau canadien de recherches antarctiques

## Intérieur

Accord Canada–Argentine	1
Sublimation de la neige sur la plate-forme de glace Ekström	2
Arctic Kingdom étend son activité à la logistique polaire dans l'Antarctique	3
Protocole d'entente Canada–Royaume-Uni	4
Mesure des gaz à effet climatique dans les glaces marines de l'Antarctique au début du printemps, le projet SIMBA	5
Artistes canadiens en Antarctique	11
Le détroit de Toomey – nouveau nom canadien en Antarctique	13
L'Antarctique est-il menacé par l'accroissement du CO <sub>2</sub> ?	15
Les nouvelles en bref	18

## Accord Canada–Argentine

Le 4 août 2010, des représentants du Canada et de l'Argentine se sont rencontrés à Buenos Aires pour être témoins de l'adoption de la lettre d'entente (texte ci-dessous) sur la coopération de ces pays dans des travaux scientifiques en Arctique et en Antarctique. Cette lettre d'entente a été signée par Steven C. Bigras, au nom de la Commission canadienne des affaires polaires, et Mariano A. Memolli, au nom de l'Instituto Antártico Argentino.

«La Commission canadienne des affaires polaires, le Comité canadien de la recherche antarctique (CCRA) et l'institut antarctique de l'Argentine ont mené des pourparlers sur des questions d'intérêt mutuel et convenu que la coopération accrue entre les scientifiques canadiens et argentins qui s'intéressent aux enjeux arctiques et antarctiques favoriserait la recherche polaire dans les deux pays. Cette entente vise à faciliter cette coopération.

«Vu que les liens bipolaires relient les systèmes communs à toute la Terre et que l'intégration des résultats de travaux scientifiques dans les domaines complémentaires de la science arctique et antarctique facilitera la compréhension de ces systèmes;

«Vu que l'Année polaire internationale a fait ressortir la nécessité de poursuivre la coopération internationale et de maintenir les programmes de recherche et surveillance polaires;

«Vu que les scientifiques des affaires polaires du Canada et de l'Argentine ont des intérêts et une expérience complémentaires ainsi que des ressources opérationnelles dans les régions polaires;

«Vu que l'actuel degré de coopération entre les scientifiques des affaires polaires du Canada et de l'Argentine et que les deux groupes de scientifiques souhaitent accroître les échanges et la collaboration dans une variété de domaines, notamment le pergélisol, la paléontologie, limnologie, paléolimnologie,

paléobiogéographie, le changement climatique, l'étude des océans et des glaciers, la biorestauration environnementale, l'écologie, la biologie, la surveillance des écosystèmes et la gestion des données;

«Vu les possibilités d'utilisation, par les scientifiques des deux pays, des services logistiques et de l'infrastructure du réseau canadien pour la recherche arctique et subarctique et du réseau argentin d'infrastructure et de logistique pour la recherche antarctique;

«La Commission canadienne des affaires polaires et l'Instituto Antártico Argentino ont conclu ce qui suit:

«Mettre sur pied un cadre général pour la coopération entre les scientifiques des affaires polaires de l'Argentine et du Canada. Cette action servira à stimuler et à encourager les échanges entre les scientifiques, et favorisera l'accès aux installations, ressources et services polaires ainsi que le partage pour les projets de recherche et de surveillance arctiques, antarctiques et bipolaires d'intérêt mutuel.

«La Commission canadienne des affaires polaires contribuera à faciliter l'utilisation des services logistiques et de

l'infrastructure arctique par les scientifiques de l'Argentine. Sous la direction de Sergio Marensi, l'Instituto Antártico Argentino coordonnera cette entente, en Argentine, et il facilitera l'utilisation des services logistiques et de l'infrastructure antarctique par les scientifiques canadiens. L'accès aux installations polaires, ressources et services de chaque pays ainsi que leur partage est prévu selon un système de contributions en nature. Celles-ci seront négociées par les responsables du programme scientifique, pour chaque projet.

«À une réunion annuelle conjointe organisée par la Commission canadienne des affaires polaires et l'Instituto Antártico Argentino, les scientifiques évalueront les activités réalisées en vertu de cette entente et parleront des résultats de la recherche et des plans pour l'avenir.

«Cette lettre d'entente vise à faciliter la coopération entre les scientifiques des affaires polaires du Canada et de l'Argentine, mais elle ne constitue pas un instrument juridiquement contraignant. Elle pourra être modifiée ou annulée par consentement mutuel». [Traduction]

## Sublimation de la neige sur la plate-forme de glace Ekström

Stephen J. Déry

Un travail de collaboration a été entrepris par l'Institute for Marine and Atmospheric Research (IMAU), Université d'Utrecht, l'Institut Alfred Wegener pour la recherche polaire et marine, et l'Université du Nord de la Colombie-Britannique pour améliorer la compréhension du rôle (soufflage) de la sublimation de la neige sur le bilan de masse surfacique de l'inlandsis antarctique. En fait, la recherche s'intéresse à l'effet de la sublimation de la neige accumulée sur le bilan de masse surfacique à Neumayer, sur la plate-forme de glace Ekström, dans l'Antarctique Est. À cette fin, les spécialistes utilisent une version à une seule colonne d'un modèle atmosphérique («RACMO2/ANT») pour interpoler les mesures de radiosonde et les mesures météoro-

logiques de surface prises entre 1993 et 2007. Les profils verticaux des conditions atmosphériques ainsi obtenus servent ensuite de données de forçage dans un modèle de neige soufflée, pour estimer les taux de transport de masse horizontaux et la sublimation par le vent. Neumayer se caractérise par son climat relativement doux et venteux et ses fréquentes chutes de neige qui favorisent les amoncellements de neige récurrents. La chronologie et la fréquence simulées des amoncellements de neige correspondent bien avec les observations. Les simulations révèlent que les taux de sublimation par le vent dépendent surtout de la vitesse des vents; l'humidité relative et la température de l'air sont des facteurs secondaires. Lorsque le vent souffle fort, la

sublimation des amoncellements de neige refroidit et humidifie l'air, ce qui montre des propriétés « d'autolimitation ». On estime que la sublimation de la neige soufflée érode  $16\% \pm 8\%$  de la neige accumulée de la surface. Ce processus montre un cycle saisonnier intense ainsi qu'une variabilité interannuelle marquée (Lenaerts et autres, 2010).

#### Références

Lenaerts, J.T.M., M.R. van den Broeke, S.J. Déry, G. König-Langlo, J. Ettema et P. Kuipers Munneke, 2010. Modelling snowdrift sublimation on an Antarctic ice shelf. *Cryosphere* (TC), 4(2), 179–190.

Stephen J. Déry (sdery@unbc.ca) est professeur adjoint et titulaire d'une chaire de recherche du Canada en hydrométéorologie nordique dans le cadre du programme de science et génie de l'environnement, à l'Université du Nord de la Colombie-Britannique, Prince George, C.-B.

---

## Arctic Kingdom étend son activité à la logistique polaire dans l'Antarctique

Graham Dickson

Arctic Kingdom ([www.polarlogistics.net](http://www.polarlogistics.net)) est une entreprise canadienne qui organise des expéditions et fournit un soutien logistique en zone éloignée, dans tout l'Arctique, depuis 1999. Elle possède des magasins de matériel dans plusieurs localités de l'Arctique et exerce son activité dans presque tout l'hémisphère Nord, y compris l'Alaska, les Territoires du Nord-Ouest, le Nunavut, le Nunavik, le Groenland et le Svalbard. En 2009, elle a mis le cap sur l'Antarctique et depuis lors, elle achemine de l'équipement aux scientifiques, équipes de tournage et voyageurs via Ushuaia et Cape Town.

Avec Katabatic Medical Consultants, Arctic Kingdom a assuré le soutien d'une équipe d'ingénieurs de Kenn Borek chargée de récupérer un avion à 3 300 m au-dessus du niveau de la mer à Dronning Maud Land, Antarctique. Avec l'industrie du tourisme, Arctic Kingdom a participé à des opérations conjointes d'établissements terrestres et d'exploitants de navires, dans le cadre d'un certain nombre de programmes antarctiques de l'Amérique du Sud. Ce type de collaboration permet d'épargner grâce à l'efficacité et aux économies d'échelle.

Avec ses services allant de l'aménagement de camps

mobiles avec du matériel léger jusqu'à la mise en place d'installations techniques luxueuses, et du soutien aux hélicoptères en zones éloignées jusqu'à l'utilisation d'avions de grande capacité pour livrer le matériel crucial, Arctic Kingdom a montré ce qui est réalisable. L'entreprise a fait la démonstration de nouvelles technologies. Exemples : hydroglisseurs propulsés par des hélices d'avions, utilisés quand les glaces de mer se disloquent; générateurs d'oxygène pour appareils de respiration à circuit fermé servant à la plongée; et déploiement de gros zodiacs à partir de Twin Otters. Les plus hauts niveaux de sécurité sont assurés par son personnel bien formé, son matériel de pointe et ses moyens modernes de communication. Dernièrement, Arctic Kingdom a été mise en évidence pour ses meilleures pratiques dans une étude de cas d'Intel Canada sur ses technologies. Arctic Kingdom a travaillé avec de nombreux radiodiffuseurs nationaux et éminentes maisons de production spécialisées dans l'histoire naturelle et les actualités, comme National Geographic, OLN, Discovery, BBC (R.-U.), NDR (Allemagne), Globo (Brésil), Quatro España, TF1 (France) et MBC (Corée). Elle a géré toutes les installations de tournage dans l'Arctique pour le

récent long métrage de Disney intitulé « Oceans » et continuera de fournir un soutien pour la deuxième campagne PANARCMEP (projet de mesures panarctiques et de modélisation du climat régional de l'Arctique).

Arctic Kingdom est une entreprise canadienne unique qui donne des conseils, assure la planification, fournit du matériel et

coordonne les opérations pour les travaux dans les deux régions polaires.

Graham Dickson ([graham@arctickingdom.com](mailto:graham@arctickingdom.com)) est le président d'Arctic Kingdom Polar Logistics, une entreprise de Toronto, Ontario.

---

## Protocole d'entente Canada–Royaume-Uni

Georgina Lloyd

En 2009, le Canada et le Royaume-Uni ont annoncé la signature d'un protocole d'entente (PE) sur la coopération en recherche polaire. Ce PE constitue le cadre du partage futur des installations et infrastructures polaires. Il amènera de nouvelles possibilités de renforcement des capacités, formation, communication et sensibilisation du public, permettra de réaliser des études conjointes sur le terrain et donnera accès aux installations et à l'expertise scientifique.

L'Année polaire internationale (2007–2008) a suscité un énorme intérêt pour l'activité scientifique, la recherche et la surveillance dans les régions arctiques et antarctiques. Au cours de l'API, le Canada et le R.-U. ont bénéficié de l'infrastructure et du soutien logistique et échangé des renseignements scientifiques. Le PE, qui s'appuie sur ce partenariat, utilise à des fins scientifiques et opérationnelles les forces complémentaires du Canada et du R.-U. dans les régions polaires.

Au moment où les environnements et les collectivités polaires font face à des changements à un rythme imprévu et doivent composer avec des projections croissantes de changements, la collaboration au sein de la communauté scientifique internationale est essentielle, si l'on veut améliorer notre connaissance collective de ces régions et réaliser des économies aux chapitres de la logistique et de l'infrastructure.

Le PE vise à encourager la coopération dans un sens scientifique large et sur un plan plus détaillé, dans le cadre de projets. Il est administré par les autorités nationales dans chacun

des pays. La participation par les ministères et organismes des deux pays prendra la forme d'annexes de projets.

Les autorités nationales sont le principal point de contact pour les activités coopératives générales décrites dans le PE. Elles sont chargées d'administrer et de coordonner la coopération à un haut niveau. À cet égard, les autorités nationales encouragent et facilitent l'établissement de contacts direct et la coopération entre les organismes gouvernementaux, les groupes d'Autochtones du Nord, les universités, les centres de recherche, les institutions, les entreprises privées et d'autres entités dans leur pays respectif. D'après ce PE, l'autorité nationale désignée pour le Canada est le ministère des Affaires indiennes et du Nord, et au Royaume-Uni, c'est le ministère chargé des entreprises, de l'innovation et des compétences (auparavant appelé ministère de l'Innovation, des Universités et des Compétences).

Les annexes de projets sont gérées par les organismes qui entreprennent une activité collective. Actuellement, une annexe de projet impliquant l'Étude du plateau continental polaire (EPCP) au Canada et le Natural Environment Research Council (NERC) au R.-U. a été mise en branle. L'annexe de projet concernant les locaux et le soutien logistique est valide de 2009 à 2011. Les deux pays ont eu la possibilité de collaborer en vertu de cette annexe de projet. L'EPCP a assuré le soutien logistique à partir de Resolute, au Nunavut, à un certain nombre de chercheurs du R.-U. qui s'intéressaient à l'Arctique, et les deux organismes ont travaillé à des réunions conjointes Canada–R.-U.

dans l'Extrême-Arctique avec des participants du NERC et du gouvernement du Canada. Un avion de la British Antarctic Survey a joué un rôle direct dans cette activité en 2009. On prépare actuellement d'autres annexes de projets auxquels participeront des établissements canadiens, dont le Centre d'études nordiques (CEN) de l'Université Laval.

En outre, les autorités nationales des deux pays sont en train d'établir une feuille de route pour étayer le PE. Le but est de fournir un aperçu général et de guider les chercheurs scientifiques intéressés des différents pays en ce qui concerne les initiatives de recherche en cours, les mécanismes de financement de la recherche et les éventuels partenariats. Qui plus est, la feuille de route fournira des renseignements sur le soutien logistique offert dans le Nord canadien, les mesures de sécurité et de

sensibilisation, le processus de consultation avec les gens du Nord et les exigences pour les licences de recherche canadiennes. On devrait pouvoir envoyer ce document à l'hiver 2010–2011.

Pour de plus amples renseignements sur le protocole d'entente Canada–Royaume-Uni, veuillez communiquer avec la Section des politiques scientifiques de l'Arctique à Affaires indiennes et du Nord Canada, en utilisant l'adresse de courriel [dpsa-aspd@ainc-inac.gc.ca](mailto:dpsa-aspd@ainc-inac.gc.ca).

Georgina Lloyd ([georgina.lloyd@ainc-inac.gc.ca](mailto:georgina.lloyd@ainc-inac.gc.ca)) est analyste de politiques principale à la Direction de l'intégration des politiques scientifiques de l'Arctique au ministère des Affaires indiennes et du Nord.

---

## Mesure des gaz à effet climatique dans les glaces marines de l'Antarctique au début du printemps, le projet SIMBA

Gauthier Carnat, Frédéric Brabant, Lisa Miller, Nicolas-Xavier Geilfus, W. Keith Johnson, Jeroen de Jong, Florence Masson, Isabelle Dumont, Martin Vancopenolle, Bruno Delille, Jean-Louis Tison, Steven Ackley, Christian Fritsen et Tim Papakyriakou

Au début du printemps 2007, le R/V *Nathaniel B. Palmer* a quitté Punta Arenas (Chili) avec environ 20 scientifiques (dont deux Canadiens) à bord qui effectuaient une croisière de recherche de deux mois dans la mer de Bellingshausen, en Antarctique, pour la réalisation du projet Sea Ice Mass Balance in Antarctica (SIMBA) de l'API. Les travaux dirigés par Steven Ackley (Université du Texas, San Antonio) ont été accomplis par des scientifiques américains, belges et canadiens. Les équipes canadiennes se sont concentrées sur les échanges de CO<sub>2</sub> entre l'air et la glace de mer (Tim Papakyriakou et Gauthier Carnat, Centre for Earth Observation Science, Université du Manitoba) et la dynamique du système des carbonates dans la glace de mer (Lisa Miller et Keith Johnson, Centre for Ocean Climate Chemistry, Institute of Ocean Sciences). Les scientifiques de ces centres faisaient leur première excursion en Antarctique.

Nous savons depuis des décennies que dans les hautes latitudes les océans sont de grands puits de carbone. Mais jusqu'à tout récemment on ne s'était pas soucié de l'influence de la glace de mer sur la dynamique du carbone dans les océans et sur les échanges à l'interface air-mer (Delille et autres, 2007; Rysgaard et autres, 2007; Papakyriakou et Miller, en cours d'impression). On sait peu de choses sur les processus biogéochimiques et physiques qui régissent la dynamique du système des carbonates dans la glace de mer et sur la magnitude des flux air-glace de mer de CO<sub>2</sub>. Il a été constaté qu'en plus de contribuer aux échanges de carbone entre l'air et les océans, la glace de mer est une importante source de sulfure de diméthyle (SDM) pour l'atmosphère, lorsque de très fortes concentrations de son précurseur, le diméthylsulfoniopropionate (DMSP), ont été retrouvées dans des communautés d'algues dans la glace (Kirst et

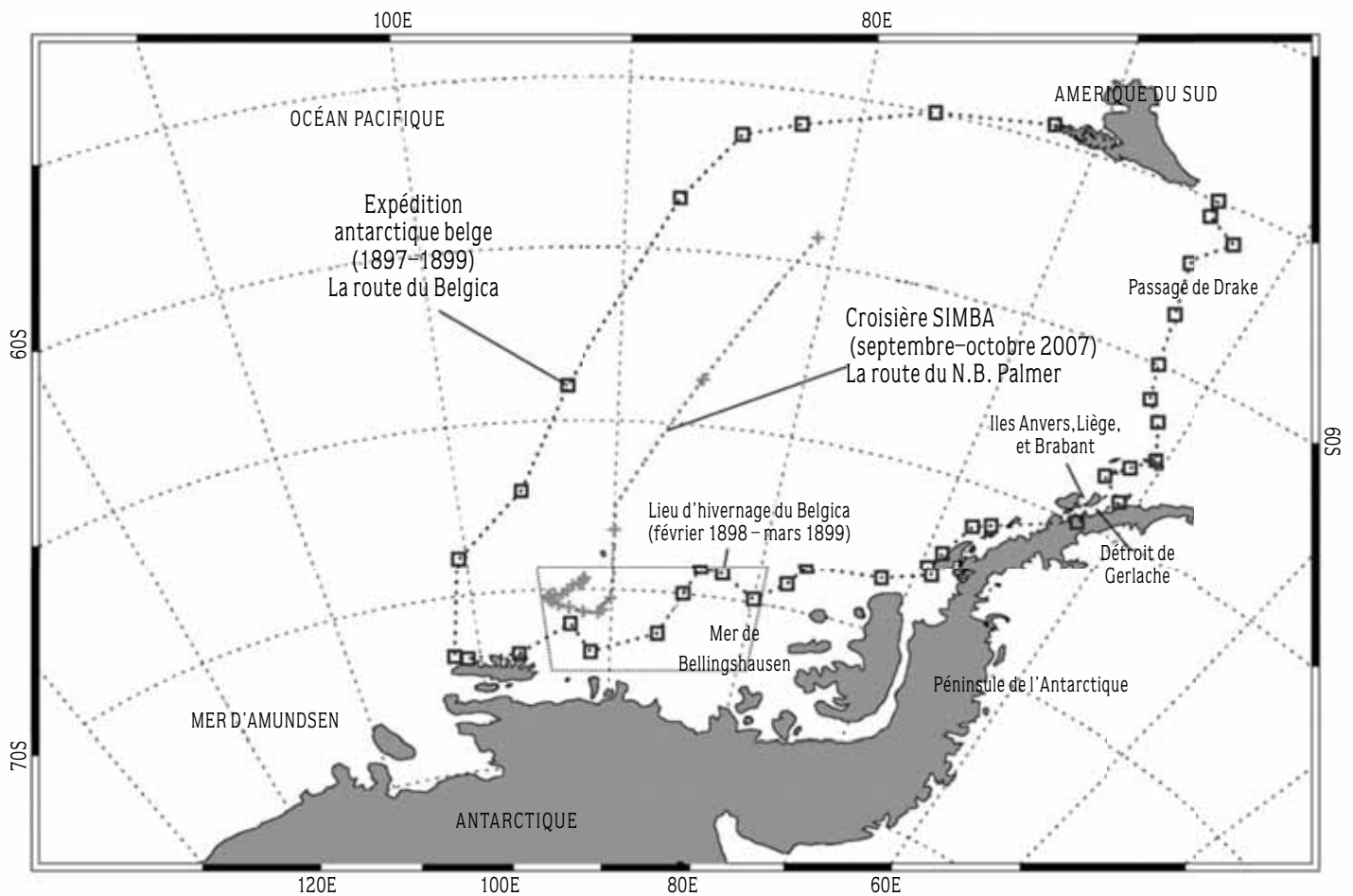


Figure 1

Carte montrant le site d'échantillonnage et le parcours du R/V *N.B. Palmer* durant le projet SIMBA ainsi que celui du R/V *Belgica* pour la période de 1897-1899 (gracieuseté de M. Vancopenolle).

autres, 1991). Le SDM est l'un des principaux éléments du cycle du soufre et la principale source d'aérosols sulfatés d'origine marine qui jouent un rôle important dans le bilan radiatif Terre-atmosphère (Andreae, 1990). Cependant, les observations et expériences menées sur les facteurs régissant la production et la dynamique du SDM et des composés apparentés sont peu nombreuses. À signaler, par exemple, que jusqu'ici personne n'a mesuré les concentrations en diméthylsulfoxyde (DSO), un composé organosulfuré agissant comme source et puits de SDM du fait des processus bactériens et photochimiques dans la glace de mer de l'Antarctique.

Compte tenu de toutes ces lacunes, les spécialistes ont établi un protocole d'échantillonnage en collaboration avec un consortium d'experts en biogéochimie et physique de la glace de mer de la Belgique dirigé par Jean-Louis Tison de l'Université

Libre de Bruxelles et Bruno Delille, de l'Université de Liège. Deux sites d'échantillonnage aux caractéristiques opposées ont été délimités sur la banquise de la mer de Bellingshausen pour l'expérience qui a duré quatre semaines. On leur a donné les noms de deux villes de la Belgique, Bruxelles et Liège. Le site Bruxelles se distinguait par son épaisseur de glace relativement mince (50-70 cm) et sa couche de neige relativement faible (7-25 cm), alors que le site Liège avait une épaisseur de glace plus importante (100-120 cm) et une plus haute couche de neige (28-38 cm). La neige est un paramètre important dans la biogéochimie de la glace de mer, vu son influence sur la thermo-

dynamique et la croissance de la glace de mer, l'apport lumineux nécessaire aux communautés algales et la perméabilité de la glace (Sturm et Massom, 2010). Par coïncidence, l'étude a été réalisée à l'endroit où l'explorateur belge Adrien de Gerlache et son équipage embarqués sur le R/V *Belgica* ont été les premiers à passer l'hiver en Antarctique durant la dernière décennie du XIX<sup>e</sup> siècle (fig. 1). On a recueilli des échantillons sur chaque site à intervalles de quatre jours pendant environ un mois, pour pouvoir obtenir une série temporelle de données. Des carottes de glace, de l'eau de mer, de la neige et des échantillons de saumure ont été prélevés et amenés sur le bateau pour y être analysés. Un ensemble d'échantillons a servi aux mesures des variables biogéochimiques de base, dont la température et la

salinité, la microstructure de la glace, les nutriments et la chlorophylle a (chl<sub>a</sub>). Un autre ensemble d'échantillons a servi à déterminer les concentrations de SDM, de DMSP et de DMSO. On a recouru à une technique novatrice de « broyage à froid » pour extraire le SDM de la matrice de glace (Stefels et autres, en préparation). Grâce à cette technique, on peut traiter la glace dans un contenant d'acier inoxydable étanche, dans un laboratoire dont la température est de  $-30^{\circ}\text{C}$ , ce qui permet d'éviter les biais, dus à la fonte des échantillons, sur les mesures du SDM. Le gaz extrait de la glace est traité selon le système traditionnel de purge et piégeage, avec un chromatographe doté d'un détecteur à photométrie de flamme.

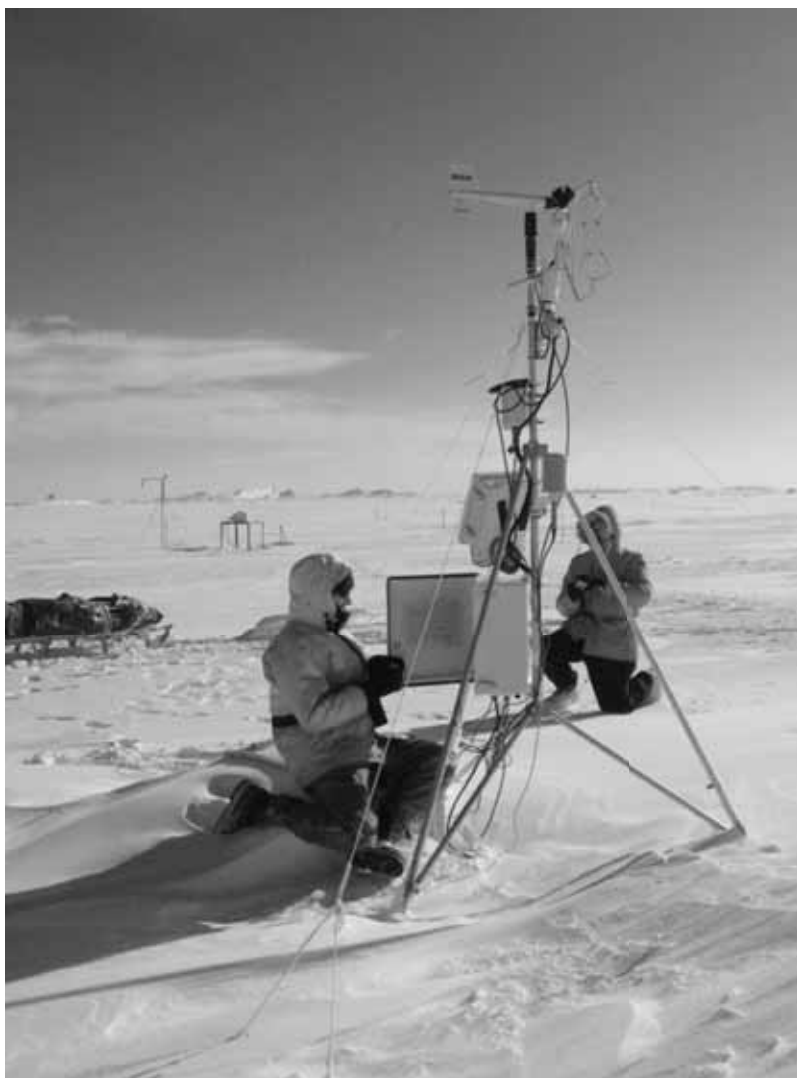
L'un des objectifs du projet était de comparer les proto-

Figure 2

Chambre en silicone appelée « peeper » pour les mesures de la  $p\text{CO}_2$  dans la glace de mer.

Figure 3

Tour de mesure des corrélations turbulentes utilisée au site Bruxelles.



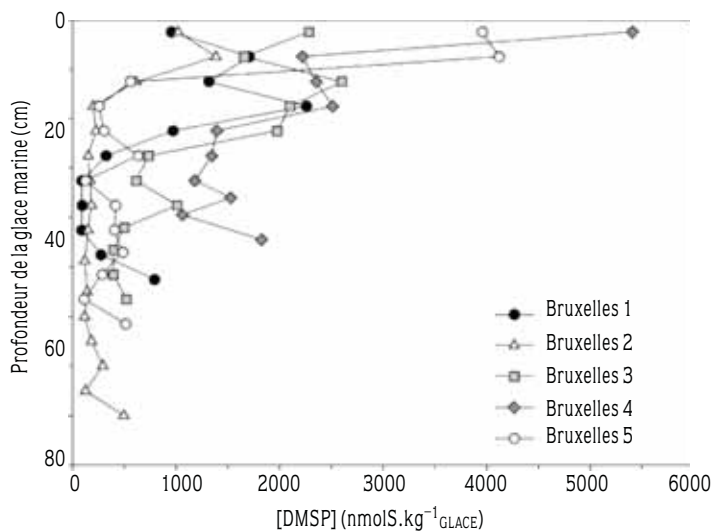


Figure 4a  
Profils de concentration en DMSP dans la glace au site Bruxelles.

coles de mesure. On a placé, à différentes profondeurs dans la glace, des chambres en silicone de 4,3 cm de diamètre appelées «peepers» raccordées à la surface par des tubes en acier inoxydable, pour mesurer la quantité de dioxyde de carbone ( $pCO_2$ ) contenue dans la glace (fig.2) (Miller et autres, en préparation). La membrane en silicone est perméable aux échanges gazeux, et l'air présent dans les peepers s'équilibre avec la  $pCO_2$  de la glace. L'air est ensuite pompé du peeper et analysé à l'aide d'un analyseur de gaz LICOR 6262. Les peepers ont été testés et comparés aux mesures directes de  $pCO_2$  dans les saumures (Delille et autres, 2007) pour qu'on puisse évaluer leur capacité à déterminer la  $pCO_2$  de la glace. Au site Bruxelles, on a installé une tour de mesure des corrélations turbulentes dotée d'un analyseur à champ ouvert pour déterminer les flux de  $CO_2$  entre la glace de mer et l'atmosphère, ainsi que les flux thermiques et cinétiques (fig. 3).

Au site Liège, l'épaisse couche de neige avait créé un «freeboard», c.-à-d. la hauteur moyenne de la surface de la banquise au-dessus de la surface de la mer, négatif. Quand le freeboard est négatif, la surface de la glace est déprimée sous le niveau de l'eau, ce qui entraîne des infiltrations d'eau de mer dans la neige en surface. Ce processus peut créer une commu-

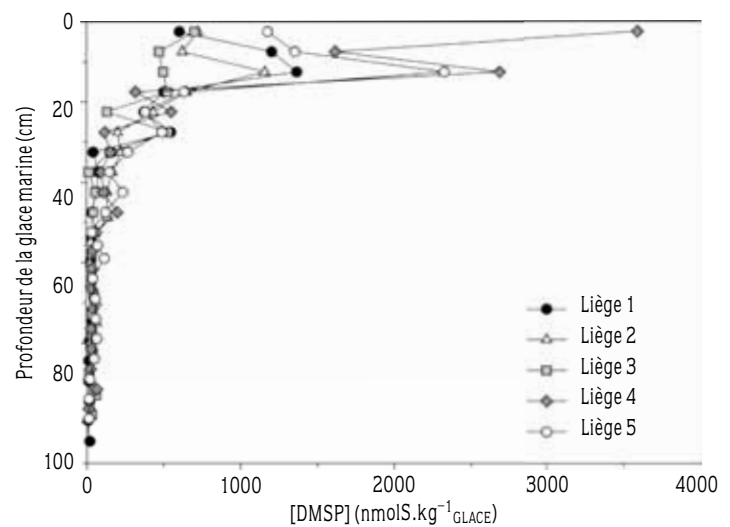


Figure 4b  
Profils de concentration en DMSP dans la glace au site Liège.

nauté biologique de surface dans la couverture de glace (Ackley et Sullivan, 1994), ce qu'on a constaté dans les profils de chl a et de nutriments au site Liège.

### Dynamique du SDM, du DMSP et du DMSO

Comme les algues présentes dans la glace de mer produisent du DMSP qui, entre autres, sert de cryoprotecteur et d'osmorégulateur (Stefels et autres, 2007), les sites où la glace renferme une biomasse algale abondante favorisent les concentrations élevées en DMSP, SDM et DMSO. Le processus d'infiltration d'eau de mer dans la neige en surface, mentionné ci-dessus, avait créé un important capital de DMSP à la surface de la glace. Une analyse approfondie des profils de SDM, de DMSP et de DMSO obtenus aux deux stations a révélé des concentrations importantes dans les couches internes et basales de la glace correspondant à deux autres profondeurs de glace où d'importantes communautés algales avaient été également observées (fig. 4a et b). Nous avons observé des concentrations de DMSP allant jusqu'à 5400  $nmolS\ kg^{-1}_{GLACE}$ , des concentrations de SDM allant jusqu'à 3000  $nmolS\ kg^{-1}_{GLACE}$  et des concentrations de DMSO allant jusqu'à 1202  $nmolS\ kg^{-1}_{GLACE}$ . Ces valeurs sont particulièrement élevées vu que la concentration moyenne de SDM dans les océans est de  $\sim 3\ nmolS\ L^{-1}$  (Andreæ, 1990). Les résultats des



observations indiquent que la glace de mer peut jouer un rôle important dans le cycle du soufre marin des régions polaires. L'évolution temporelle des profils de SDM, de DMSP et de DMSO était clairement régie par la thermodynamique de la glace, et donc, indirectement par le budget thermique de surface. Au cours de la période d'échantillonnage, il y a eu des phases de réchauffement et de refroidissement (fig. 5). La température de la glace de mer, et donc indirectement un réchauffement des températures atmosphériques de surface, influe sur la perméabilité de la glace et, par conséquent, sur la mobilité des composés, du fait des cycles convectifs entre les chenaux de saumure et l'eau de mer en dessous de la glace. L'une des conséquences visibles était la libération de DMSP dans l'eau en dessous de la glace résultant du mouvement descendant de la saumure. On a constaté des concentrations étonnamment élevées de DMSP (jusqu'à  $80 \text{ nmolS L}^{-1}$ ) dans des échantillons d'eau prélevés sous la glace.

### Système des carbonates de la glace de mer

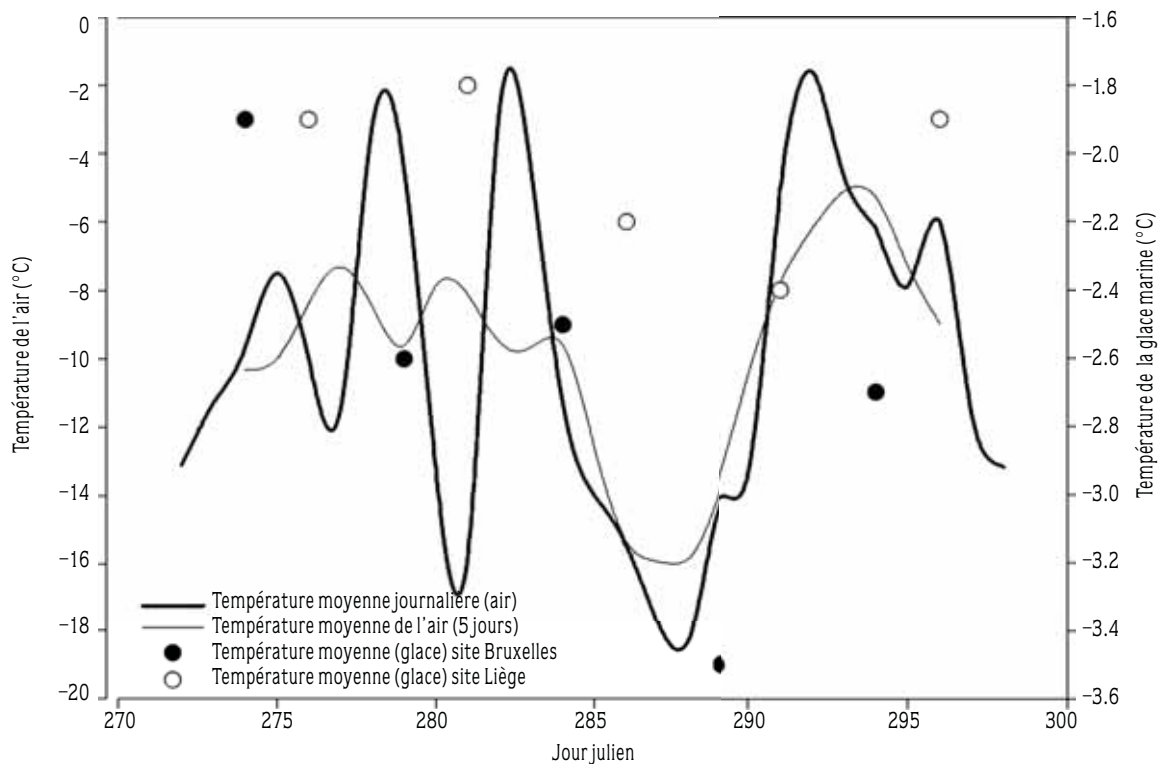
Au début, le prélèvement d'échantillons à l'aide de peepers installés dans l'eau de mer regelée a donné des niveaux élevés

de  $p\text{CO}_2$  (jusqu'à 1200 ppm), ce qui laisse supposer que la glace était sursaturée par rapport à l'atmosphère. Des  $p\text{CO}_2$  si élevées dans les chenaux de saumure n'ont pas été confirmées par les échantillons prélevés selon la technique habituelle de mesure directe consistant à creuser des trous dans la glace laissant s'y accumuler la saumure (Delille et autres, 2007), où les valeurs atteignent habituellement de 77 à 377 ppm, (c.-à-d. sous-saturé par rapport à l'atmosphère). Les différences ont été attribuées à l'expulsion rapide de saumure et de  $\text{CO}_2$  associée au gel rapide de la glace de mer autour du peeper. En outre, les mesures de la  $p\text{CO}_2$  prises avec des peepers placés dans des trous dans la glace concordait mieux avec les mesures directes.

### Échanges de $\text{CO}_2$ air-glace de mer

Les flux de  $\text{CO}_2$  qu'on a mesurés par la méthode des corrélations turbulentes se situaient entre  $-5$  et  $5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (fig. 6). Ces flux sont de un ou deux ordres de grandeur plus élevés que les mesures antérieures rapportées pour la glace de mer (Semiletov et autres, 2004; Zemmeling et autres, 2006; Delille et autres, 2007). Les mesures des flux ont été rectifiées pour éviter les biais dus à l'échauffement des capteurs (p. ex., Burba et autres,

Figure 5  
Évolution de la température de l'air et de la glace aux sites d'échantillonnage



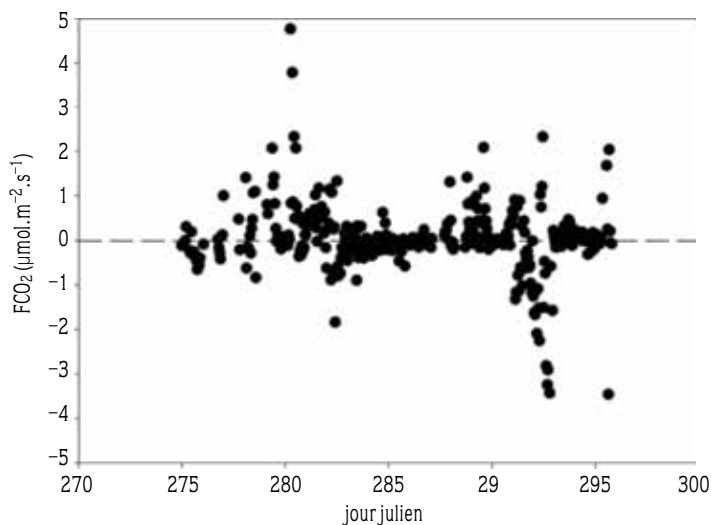


Figure 6  
Flux de CO<sub>2</sub> au site Bruxelles durant la période d'échantillonnage.

2008), mais les rectifications sont empiriques et n'ont pas été validées pour les mesures au-dessus de la glace de mer. Les résultats devraient donc être considérés comme préliminaires. Deux importants événements de flux sont évidents dans le relevé d'échantillonnage. Le premier, caractérisé par un intense flux positif (p. ex., de la glace à l'atmosphère), s'est produit vers le 280<sup>e</sup> jour, alors que le deuxième, caractérisé par un intense flux négatif, s'est produit vers le 292<sup>e</sup> jour. Les résultats indiquent que les échanges de CO<sub>2</sub> entre la glace de mer et l'atmosphère sont bien réels. On ne sait pas encore quels sont les mécanismes responsables de ces flux. Nous avons noté des changements dans les flux, qui sont liés aux cycles de réchauffement et de refroidissement des températures atmosphériques. Des travaux ont été entrepris pour faire concorder les méthodes de mesure des flux avec la spéciation du carbone dans la neige et la glace de mer.

Dans l'ensemble, le projet a été très fructueux; il a ouvert des portes, en a fermé certaines et soulevé des questions intéressantes. Il a, entre autres, montré l'importance de la collaboration entre les différents groupes de recherche si l'on veut faire la lumière sur un système complexe et dynamique.

## Références

- Ackley, S.F. et C.W. Sullivan, 1994. Physical controls on the development and characteristics of Antarctic sea ice biological communities – a review and synthesis. *Deep-Sea Res. I*, 41(10), 1583–1604.
- Andreæ, M.O., 1990. Ocean–atmosphere interactions in the global biogeochemical sulfur cycle. *Mar. Chem.*, 30(1–3), 1–29.
- Burba, G.G., D.K. McDermitt, A. Grelle, D.J. Anderson et L. Xu, 2008. Addressing the influence of instrument surface heat exchange on the measurements of CO<sub>2</sub> flux from open-path gas analyzers. *Global Change Biol.*, 14(8), 1854–1876.
- Delille, B., B. Jourdain, A.V. Borges, J.-L. Tison et D. Delille, 2007. Biogas (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dimethylsulfide) dynamics in spring Antarctic fast ice. *Limnol. Oceanogr.*, 52(4), 1367–1379.
- Kirst, G.O., C. Thiel, H. Wolff, J. Nothnagel, M. Wanzek et R. Ulmke, 1991. Dimethylsulfoniopropionate (DMSP) in ice algae and its possible biological role. *Mar. Chem.*, 35(1–4), 381–388.
- Papakyriakou, T. et L. Miller. En cours d'impression. Springtime CO<sub>2</sub> exchange over seasonal sea ice in the Canadian Arctic Archipelago. *Ann. Glaciol.*, 52(57).
- Rysgaard, S., R.N. Glud, M.K. Sejr, J. Bendtsen et P.B. Christensen, 2007. Inorganic carbon transport during sea ice growth and decay: a carbon pump in polar seas. *J. Geophys. Res.*, 112(C3), C03016. (10.1029/2006JC003572.)
- Semiletov, I., A. Makshtas, S.-I. Akasofu et E.L. Andreas, 2004. Atmospheric CO<sub>2</sub> balance: the role of Arctic sea ice. *Geophys. Res. Lett.*, 31(5), L05121. (10.1029/2003GL017996.)
- Stefels, J., M. Steinke, S. Turner, G. Malin et S. Belviso, 2007. Environmental constraints on the production and removal of the climatically active gas dimethylsulphide (DMS) and implications for ecosystem modelling. *Biogeochem.*, 83(1–3), 245–275.
- Sturm, M. et R.A. Massom, 2010. Chapter 5. Snow and sea ice. Dans Thomas, D.N. et G.S. Dieckmann, éd. *Sea ice, Second edition*. Chichester, etc., Wiley-Blackwell, 153–204.
- Zemmelink, H.J., B. Delille, J.L. Tison, E.J. Hints, L. Houghton

et J.W.H. Dacey, 2006. CO<sub>2</sub> deposition over the multi-year ice of the western Weddell Sea. *Geophys. Res. Lett.*, 33(13), L13606. (10.1029/2006GL026320.)

Gauthier Carnat (gauthier.carnat@gmail.com) est doctorant au Centre for Earth Observation Science, Université du Manitoba, où il travaille avec Tim Papakyriakou (tim\_papakyriakou@umanitoba.ca). Il est venu au Canada de la Belgique après

avoir terminé sa thèse de maîtrise en géographie physique à l'Université Libre de Bruxelles. Lisa Miller (millerli@pac.dfo-mpo.gc.ca) et Keith Johnson (johnsonk@dfo-mpo.gc.ca) sont membres du groupe de Pêches et Océans Canada qui s'intéresse à la productivité du plancton à l'Institut des sciences de la mer, à Sidney, C.-B. Les intéressés peuvent obtenir de plus amples renseignements sur le projet SIMBA et les autres auteurs en consultant le site [www.utsa.edu/lrsg/Antarctica/SIMBA](http://www.utsa.edu/lrsg/Antarctica/SIMBA).

## Artistes canadiens en Antarctique

C. Simon L. Ommanney

Avant l'arrivée de la photographie, la participation aux expéditions polaires de personnes capables d'illustrer ou d'artistes accomplis était essentielle. Ces personnes étaient chargées d'enregistrer une grande partie de ce qui avait été étudié, pour les rapports scientifiques, les comptes rendus des expéditions et la postérité. Même si leur participation n'est plus nécessaire vu les méthodes d'enregistrement visuel utilisées de nos jours, certains ont reconnu l'importance de continuer à donner aux artistes la possibilité de faire l'expérience de ces zones éloignées. Pat Baird, qui a organisé plusieurs expéditions dans l'île de Baffin, avait emmené A.Y. Jackson avec lui en 1965. Lorsque la conjoncture économique s'était quelque peu améliorée, la Société géographique royale du Canada a été en mesure d'offrir de modestes subventions à des personnes qui souhaitaient établir un dossier de leurs expériences dans la nature sauvage au moyen de divers médias.

Certains organismes qui jouent un rôle à l'égard de l'Antarctique ont reconnu qu'il était parfaitement convenable de soutenir ce qu'on pourrait appeler la « recherche expérimentale ». Jusqu'à tout récemment, la British Antarctic Survey avait un programme consacré aux artistes et aux écrivains, qui permettait aux participants d'utiliser leurs talents pour interpréter l'Antarctique. Elle a même demandé à Peter Maxwell Davies de composer, avec la collaboration de l'orchestre philharmonique, une

symphonie antarctique pour souligner le 50<sup>e</sup> anniversaire du film *Scott of the Antarctic*, qui a incité Ralph Vaughan Williams à produire sa *Sinfonia Antartica*.

En 2005, la Dirección Nacional del Antártico (DNA) a lancé un projet de promotion de l'art et de la culture avec la collaboration d'Andrea Juan, professeure d'arts visuels à l'Universidad Nacional de Tres de Febrero et maintenant directrice de projets culturels pour la DNA. Ce projet visait à amener des « artistes en résidence » aux bases de l'Argentine, en Antarctique, pour enregistrer leurs impressions sur le travail des scientifiques dans la région et sur les enjeux examinés, comme les changements à l'échelle de la planète. Au début, il s'adressait aux



Figure 2  
Drapeaux (Lorraine Beaulieu)

Figure 1  
Chronique atmosphérique 2008  
(Lorraine Beaulieu)



artistes de l'Argentine, puis en 2006 il a été étendu à ceux de l'Espagne et du Canada.

Andrea Juan a depuis longtemps des liens avec le Canada. Depuis 2000, elle a exposé ses œuvres dans des galeries à Trois-Rivières, Toronto, Québec, Montréal, Saint-Jean-sur-Richelieu, et en 2007 elle a obtenu une subvention du programme de bourses de recherche (PBR) du gouvernement canadien qui lui a permis de continuer à travailler avec des artistes du Québec. Une grande partie de ses œuvres font ressortir les régions polaires et la question du changement climatique.

En 2006, Andrea Juan a formé un collectif avec Philippe Boissonnet, professeur et directeur de l'Unité de Recherche en Arts Visuels à l'Université du Québec à Trois-Rivières (philippe.

boissonnet@uqtr.ca), et Lorraine Beaulieu, une artiste indépendante vivant à Trois-Rivières (info@lorrainebeaulieu.com), pour mettre en valeur les régions polaires. Ce groupe a été appelé LAP (Liaisons Artistiques Polaires); son nom utilise les initiales des trois artistes concernés.

On n'est guère surpris d'apprendre qu'en mars 2007, Lorraine et Philippe ont été invités à devenir les premiers participants non argentins du projet Arte en Antártida.

Pendant huit jours, ils ont fait l'expérience de la vie sauvage et des paysages de l'océan Austral et de la péninsule antarctique. Ils ont côtoyé les scientifiques qui travaillaient dans la région, ayant voyagé à bord du brise-glace A.R.A. Almirante Irizar pour se rendre aux bases Marambio Esperanza et Petrel de

l'Argentine. Lors de la récente réunion du CSRA, à Buenos Aires, une exposition intitulée «Sur Polar: arte en Antártida / Polar South: art in Antarctica Intervención urbana / Urban intervention» (Juan, 2010, fig. 1–3) a fait connaître leurs impressions à propos de l'impact du changement climatique sur l'environnement antarctique et, comme l'a dit Andrea Juan, montré leur sensation d'être dans un autre monde sur la même planète. Les populations locales ont été mises au courant des expériences des artistes grâce à la partie de l'exposition qui présentait des œuvres reproduites sur des acétates posées aux fenêtres d'un bâtiment désaffecté et rétroéclairées la nuit (fig. 4). Les images créées par le collectif LAP avaient été présentées en février 2010, à une exposition intitulée «Antarctica: espace(s) de fragilité» à la Galerie d'art du Parc, à Trois-Rivières (Beaulieu et autres 2010). Pour voir d'autres images et obtenir des renseignements,



Figure 3  
Calvitie : le désenchantement d'Atlas (Philippe Boissonnet)

veuillez consulter le site [www.flickr.com/photos/uqtart/sets](http://www.flickr.com/photos/uqtart/sets) ou [www.lorrainebeaulieu.com](http://www.lorrainebeaulieu.com).

### Références

Beaulieu, L., A. Juan et P. Boissonnet, 2010. *Antarctica: espace(s) de fragilité*. Galerie d'art du Parc. Trois-Rivières, Qué., Université du Québec à Trois-Rivières. Arts visuels, 54 p.

Juan, A., éd., 2010. *Sur Polar: arte en Antártida/Polar South: art in Antarctica. Intervención urbana/Urban inter-vention. Du 7 août au 30 octobre 2010*. Buenos Aires, Dirección Nacional del Antártico, 36 p.



Figure 4  
Exposition d'une intervention urbaine dans le quartier San Telmo de Buenos Aires. Photo : Simon Ommanney.

## Le détroit de Toomey – nouveau nom canadien en Antarctique

C. Simon L. Ommanney

Le 22 octobre 2010, la Commission de toponymie du Canada a approuvé une proposition de John Spletstoesser, président sortant de l'American Polar Society, géologue de l'Antarctique et conférencier de croisières en Antarctique depuis 1983. Celui-ci demandait qu'on reconnaisse la contribution d'un capitaine à la retraite de la Garde côtière canadienne.

Patrick R. M. Toomey est né à Sussex, Angleterre, et il vit maintenant à Kingston, Ontario. Sa carrière d'homme de la mer a débuté en 1951, quand il avait 15 ans. Il était alors élève-officier/apprenti dans la Marine Marchande britannique. Il a fait son apprentissage sous la direction de Furness Withy et pendant les trois années suivantes il a navigué partout dans le monde à bord de cargos. Entre 1954 et 1964, en tant que membre de la Marine Marchande britannique, il a navigué sur des cargos et un paquebot de croisière, ayant obtenu son certificat de maître (voyages de long cours) en 1960.

En 1964, il s'est installé avec sa famille au Canada où il s'est joint à la Garde côtière canadienne dans la région de l'Atlantique, à Dartmouth, Nouvelle-Écosse. En 1965, il a été nommé premier cadet-superviseur/sous-directeur du nouveau collège de la Garde côtière canadienne à Sydney, Nouvelle-

Écosse. Il a occupé ce poste jusqu'en 1967. Il est ensuite retourné sur les navires de la Garde côtière, dans la région du Québec, et il a été commandant de 10 différents navires de la Garde côtière dans l'Arctique, sur la côte Est et sur les Grands lacs avant de prendre sa retraite en tant que capitaine de haut rang de la flotte de la Garde côtière canadienne en 1991. M.Toomey a pris pour la première fois les commandes d'un navire en 1970, sur le NGCC *Simcoe* qui partait de Prescott, en Ontario, pour sillonner les Grands lacs et la Voie maritime du Saint-Laurent. Entre 1987 et 1989, il a été officier principal chargé du projet de brise-glace «*Polar 8*» et capitaine désigné du plus puissant brise-glace au monde (on a mis fin au programme après avoir consacré deux années au design du navire qui n'a jamais été construit).

Les 27 années qu'il a passées dans la Garde côtière canadienne comprennent 21 saisons de navigation (18 comme capitaine) dans l'Arctique canadien à bord de brise-glaces canadiens. Il a fait quatre parcours complets du passage du Nord-Ouest. La première fois n'était que la 17<sup>e</sup> traversée dont il existe un compte rendu. Depuis 1992, le capitaine Toomey a été pilote spécialisé en navigation dans les glaces à bord de brise-glaces russes et pilote de navires à passagers de divers pays. Il compte au moins

50 voyages dans l'Arctique et au moins 25 dans l'Antarctique. Ses périple dans l'Arctique incluent 11 parcours complets du passage du Nord-Ouest (six en direction est, cinq en direction ouest), trois voyages au pôle Nord et un parcours complet de la route maritime du Nord. Ceux qu'il a effectués dans l'Antarctique incluent : 16 voyages comme pilote spécialisé en navigation dans les glaces à bord de navires de la Holland America Line (*Rotterdam, Amsterdam et Prinsendam*) à partir de l'Argentine, de la Nouvelle-Zélande et de l'Australie. Il a fait son 26<sup>e</sup> voyage dans les eaux antarctiques en février 2009, et le tour complet du continent antarctique sur un brise-glace russe.

En tant que spécialiste de la navigation dans les glaces, il a souvent comparu devant les tribunaux à titre de témoin expert et d'évaluateur dans des procédures de litige relevant de ce domaine. En tant que consultant, il s'est acquitté d'autres tâches, notamment la formation à la navigation dans les glaces pour le compte de la Garde côtière canadienne, de la Marine chilienne et d'entreprises privées. Des représentants de l'industrie, des deux côtés de l'Atlantique, font appel à ses services de conseil dans des affaires de navigation dans les glaces; et il a contribué à l'élaboration de règlements internationaux pour la navigation dans les glaces. Il a participé à la rédaction de livres sur l'Arctique et l'Antarctique ainsi qu'à la réalisation d'émissions de télévision présentées sur le Discovery Channel, à CBC, Radio-Canada et sur le History Channel. Dernièrement, il a corédigé un manuel sur la navigation dans les glaces. Une liste de ses publications les plus pertinentes est fournie ci-après.

Le détroit de Toomey est un plan d'eau situé du côté ouest de la péninsule antarctique; il sépare les îles Fridtjof et Wiencke, à 64° 53' S, 63° 24' O (fig. 1). Il est adjacent au détroit de Gerlache que le capitaine Toomey a maintes fois parcouru.

#### Références

Dickins, D.F. et P.R.M. Toomey, 1998. *A study of the technical aspects of deep draft shipping to the western Arctic: final report*. Yellowknife, T. N.-O., gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. Ministère des Transports, Division de la planification.

House, D.J., M. Lloyd, capitaine, P.R.M. Toomey, capitaine, et D. Dickins, 2010. *The ice navigation manual*. Livingston, R.-U., Witherby Seamanship International Ltd.



Délimitation du détroit de Toomey (Google Earth©).

- Spletstoesser, J., P. Toomey et J.P. Harris, 2003. Antarctic Circle crossed by large cruise vessel. *Polar Geogr.*, 27(3), 272–275.
- Toomey, P.R.M., 1973. Icebreakers to control ice jams. Dans Williams, G.P., éd. *Seminar on Ice Jams in Canada, University of Alberta, 7 mai 1973*. Ottawa, Ont., Conseil national de recherches du Canada. Comité associé de recherches géotechniques. Sous-comité sur la neige et la glace, juillet, 96–101. (Document technique 107 du CARG.)
- Toomey, P.R.M., 1994. Master mariner's perspective on the performance of icebreakers. *ICETECH '94, cinquième conférence internationale sur les navires et les ouvrages dans les régions froides, 16–18 mars 1994, hôtel Westin, Calgary, Alberta, Canada. Compte rendu*. Calgary, Alb., Society of Naval Architects and Marine Engineers. Section de l'Arctique, V1–V16.
- Toomey, P.R.M., 2001. Explanation for the reported thinning of sea ice at the North Pole. *Polar Rec.*, 37(201), 171–172.
- Toomey, P.R.M., capitaine, 2007. Global warming: Arctic shipping. *Méridien*, automne-hiver 2007, 19–25.
- Toomey, P.R.M., 2008. Critique de livre. « Unknown Waters: A First-Hand Account of the Historic Under-Ice Survey of the Siberian Continental Shelf by USS Queenfish (SSN-651) » par Alfred S. McLaren, capitaine, marine américaine (retraité). Tuscaloosa: The University of Alabama Press, 2008. ISBN 978-0-8173-1602-0. xxii + 243 p., cartes, illust. b. et n., glossaire, bib., index. Couverture rigide. 29,95 \$US. *Arctic*, 61(3), 338–339.

## L'Antarctique est-il menacé par l'accroissement du CO<sub>2</sub> ?

Hardy B. Granberg

La participation du Centre d'applications et de recherches en télédétection (CARTEL), Université de Sherbrooke, à la recherche antarctique de la Finlande a commencé avec la première expédition antarctique de ce pays dans la mer de Weddell, en 1989 (FINNARP-89). Notre système de profilage au laser adapté aux hélicoptères nous a permis de mesurer des profils de l'épaisseur de la glace jusqu'à 150 km du navire d'expédition, le R/v *Aranda* (Granberg et Leppäranta, 1999).

Le processus de gel-fonte requiert environ 13 % de l'énergie que nécessite l'évaporation-condensation si l'on veut tirer une quantité égale d'eau douce de chacun de ces processus. Dans le premier cas, les produits finals (eau douce et saumure enrichie en sel) sont froids, et dans le second, ils sont plus chauds. Donc, quand la glace de mer a commencé à se former en Antarctique, ce nouveau mécanisme de densité-séparation, plus économe en énergie, a commencé à modifier non seulement le régime thermique et la circulation de l'océan, mais aussi le climat de la Terre. Des animations d'imagerie hyperfréquence passive montrent comment la glace qui se forme dans les polynies côtières est continuellement poussée vers le nord par les vents catabatiques froids de l'anticyclone glaciaire antarctique, créant une véritable « machine à glace ». Cependant, la saumure enrichie en sel remplit le fond des océans adjacents. Selon les saisons, la couverture de glace de mer varie dans une proportion d'environ 1,4 fois la superficie du Canada. Il est important de connaître le volume de glace qui se forme car la fonte, à la marge nord de la glace, alimente les courants froids en surface, comme le courant de Humboldt et son extension, le courant équatorial du Pacifique Sud, modulant ainsi leur étendue, et donc la température de la surface des océans. Ceux-ci influent sur l'humidité de l'air qui entre dans la convection profonde intertropicale, le système de dessiccation de l'air le plus important au monde, qui accélère et décélère en conséquence, créant ainsi, par exemple, le cycle El Niño – La Niña. À mesure que les précipitations se forment, la teneur en humidité de l'air diminue, et sa température potentielle augmente, ce qui détermine la densité de l'air, à n'importe

quelle pression. Sous l'influence de la gravité, plus l'humidité de l'air entrant dans la convection profonde intertropicale est élevée, plus sa température potentielle et l'altitude à laquelle il sera déplacé augmentent. À cause de la force centrifuge exercée par la rotation de la Terre, l'air humide à la surface, dont la température potentielle est basse, converge vers l'Équateur, ce qui pousse vers les pôles l'air dont la température potentielle s'est élevée dans les zones de convection profonde intertropicale. L'air qui est poussé le plus loin vers les pôles par ce mécanisme de séparation est donc le plus sec. À mesure qu'il descend, pour remplacer l'air à basse température potentielle qui se déplace vers l'Équateur, la sublimation de l'humidité de cet air très sec garde les surfaces polaires froides et permet à la neige d'alimenter les « moteurs à post-combustion catabatique » (Fig. 1) de l'anticyclone glaciaire de l'Antarctique, qui actionne la machine à glace. Le plus grand système de dessiccation de l'air au monde et les machines à glace sont donc interdépendants.

L'air sec refroidit non seulement les pôles et le thermomètre mouillé des psychromètres, mais aussi toutes les surfaces humides. Comme elle régit la température à la surface, l'humidité de l'air se trouve à déterminer la ligne de sublimation, qui fait la séparation entre sublimation et fonte. La fonte requiert moins de 12 % de l'énergie nécessaire à la sublimation pour enlever au bout du compte une égale quantité de glace. On peut donc dire que la ligne de sublimation délimite à peu près la cryosphère. Les gels radiatifs, les couvertures de neige saisonnières et les glaciations dépendent tous de ses aléas qui contrôlent aussi l'accélérateur des anticyclones glaciaires. Au-dessus de la ligne, la sublimation de la neige soufflée actionne les moteurs à post-combustion catabatique, mais au-dessous la neige fondante désactive les systèmes d'injection de carburant, ce qui crée un « interrupteur du soufflage de la neige » de sorte que les variations de l'humidité atmosphérique peuvent accélérer ou arrêter les anticyclones glaciaires. Sur un terrain bien englacé, les changements peuvent être rapides, comme l'indiquent les cycles signalés par Dansgaard-Eschger. Le démarrage d'un anti-



Figure 1  
Le moteur à post-combustion catabatique en train d'accélérer.

cyclone glaciaire sans rétroaction catabatique est un processus lent. Nous ne devons donc pas nous soucier du refroidissement soudain. Cependant, l'élévation rapide du niveau des mers et le réchauffement soudain sont possibles, si les hypothèses de rétroaction positive de la vapeur d'eau d'Arrhenius sont valides. Dans ce cas, l'accroissement du  $\text{CO}_2$  devrait accroître l'humidité de l'air et élever la ligne de sublimation. Les crevasses, qui habituellement refroidissent le substrat des glaciers, se rempliraient d'eau, le réchaufferaient et le lubrifieraient. Le glacier antarctique, qui s'adapterait au nouveau régime de friction, produirait d'innombrables icebergs dans le cadre d'un événement Heinrich de grande envergure. La fonte de ces icebergs refroidirait les océans aux basses latitudes, élevant ainsi davantage la ligne de sublimation, ce qui arrêterait l'anticyclone glaciaire. Durant l'interglaciaire antérieur, l'Antarctique a connu une telle séquence d'événements. Les températures étaient alors plus chaudes, et le niveau des mers était de 4 à 6 m plus haut qu'à l'heure actuelle. Donc, la proposition que nous avons ensuite présentée à l'académie de la Finlande posait la question suivante: l'Antarctique est-il menacé par l'accroissement du  $\text{CO}_2$ ?

En 1999 et 2000, les expéditions se sont déroulées à Aboa, la station finnoise située sur Basen, un nunatak près de l'extrémité inférieure de la zone catabatique que notre équipe a par-

courue à partir d'un point sur Amundsenisen ( $75^\circ\text{S}$ ,  $10^\circ\text{O}$ , élévation 2,9 km), via Basen ( $72^\circ 03'\text{S}$ ,  $13^\circ 24'\text{O}$ ) jusqu'à Ramppi, à la bordure de la plate-forme de glace ( $72^\circ 30'\text{S}$ ,  $16^\circ 20'\text{O}$ ). Pour évaluer la situation, nous avons analysé les propriétés de la neige, les contaminants et la composition isotopique dans des trous percés dans la neige le long du territoire parcouru (Kanto, 2006). À l'aide d'un géoradar à haute résolution, nous avons cherché, et trouvé, des indications de déplacement vers le haut (au moins 980 m) de la ligne de sublimation, notamment durant les années 1930 et 1940. Durant les deux étés de nos expéditions, la ligne est demeurée au niveau de la mer.

Des mesures synchrones de la température et de la profondeur de la neige ont été prises par des détecteurs automatisés mis au point au CARTEL (Granberg et autres, 2009). Les températures potentielles annuelles moyennes varient entre un sommet local allant de  $-8$  à  $-9^\circ\text{C}$  à la crête de la zone catabatique et un minimum d'environ  $-18^\circ\text{C}$  à son extrémité inférieure pour ensuite s'élever à environ  $-16^\circ\text{C}$  sur la côte. Ces chiffres sont des moyennes annuelles; les mesures instantanées montrent une réduction bien plus marquée de la température potentielle du jet catabatique. La descente de l'air sec, à mesure que le jet catabatique accélère vers le bas, pourrait expliquer la température potentielle élevée près de la crête et le rapide refroidissement, et indiquer pourquoi la neige fonctionne comme un carburant dans les anticyclones glaciaires.

La question de savoir si l'Antarctique est menacé par l'accroissement du  $\text{CO}_2$  a été examinée au CARTEL. Les détails seront publiés ailleurs, mais la réponse sommaire est NON. Une supposition cruciale de l'actuel paradigme, c'est-à-dire que les interactions radiantes concernant le  $\text{CO}_2$  réchauffent l'atmosphère, ne tient pas la route. Les résultats d'études radiométriques minutieuses montrent le contraire. Comme le  $\text{CO}_2$  refroidit l'atmosphère au lieu de la réchauffer, l'explication actuelle de l'effet de serre va à l'encontre de la deuxième loi de la thermodynamique. En outre, l'idée de Tyndall que le  $\text{CO}_2$  influe sur le climat et l'hypothèse d'Arrhenius sur la rétroaction positive de la vapeur d'eau vont à l'encontre de la première loi. Cela a incité les spécialistes à examiner plus à fond l'effet de serre comme tel.



L'effet de serre mensuel moyen le plus marqué, soit environ 60°C, est constaté au-dessus des forêts tropicales où les valeurs instantanées, dues aux hauts nuages, dépassent régulièrement les 100°C. Les valeurs moyennes diminuent en direction des pôles jusqu'à moins de 20°C au Canada, près de zéro au pôle Nord et environ -6°C dans l'arrière-pays en Antarctique. Des spectres à haute résolution couvrant une période où la quantité de CO<sub>2</sub> avait augmenté d'à peu près la moitié de sa variation au cours du cycle glaciaire-interglaciaire montrent que son effet de serre par temps clair a légèrement diminué. À des longueurs d'onde inférieures à environ 14,5 micromètres, les températures de brillance se sont légèrement refroidies. Cependant, les températures de brillance entre 14,5 et 15,5 micromètres, où le CO<sub>2</sub> entraîne la majeure partie de son effet de serre, ont augmenté d'environ 1,5 K, réduisant ainsi l'effet de serre dû au CO<sub>2</sub>. Cet effet de serre est fonction de la différence entre la température de brillance de n'importe quel émetteur au-dessous du niveau d'où le CO<sub>2</sub> émet vers l'espace et la température de brillance du CO<sub>2</sub> à la même longueur d'onde. Donc, l'effet de serre est négatif au-dessus des émetteurs d'une température de brillance plus froide. On trouve cet effet de serre négatif à l'intérieur du continent antarctique et au-dessus des hauts nuages.

À noter qu'au lieu du mécanisme de piégeage du rayonnement expliqué dans nos manuels d'enseignement, les capteurs à bord des satellites observent un effet de serre hautement dynamique qui varie de plus du double de sa valeur moyenne de 33°C sur toute la planète en seulement une ou deux heures. Les capteurs voient un mécanisme de pompe thermique actionnée à la vapeur. Son côté chaud à la surface, il refroidit et module la température des parties qui rayonnent vers l'espace, créant la différence entre la température de la surface de la Terre et sa température de rayonnement. Un ciel dégagé est créé par le cycle de compression de la pompe, et la chaleur nocturne, au-dessous, est essentiellement un effet de chinook. La pompe thermique accélère et décélère selon le rapport de mélange de son carburant, ce qui abaisse et élève la ligne de sublimation. La végétation à racines profondes des basses latitudes, notamment les forêts pluviales en zone montagneuse, produit le ratio de

mélange le plus élevé. Elle devient donc un centre pour la plus profonde convection qui produit l'air le plus sec. Ce système de pompe thermique peut être contrôlé par la gestion de l'utilisation des terres, comme le montrent nos animaux dans les pâturages qui semblent l'avoir fait pendant des millénaires. En protégeant les déserts contre le verdissement, ils ont empêché l'accélération de la pompe thermique et l'expansion des glaciers. Dernièrement, l'expansion des déserts et la destruction des végétaux à racines profondes ont rendu l'atmosphère plus humide, élevant les températures de surface ainsi que la ligne de sublimation, comme le montre la diminution de la cryosphère et l'élévation du niveau des mers. Si cette tendance se maintient, un cycle Heinrich-Dansgaard-Eschger sera déclenché dans l'Antarctique.

L'Antarctique n'est donc pas menacé par l'accroissement du CO<sub>2</sub>. Cependant, quelques contre-mesures au réchauffement par le CO<sub>2</sub>, comme l'accroissement de l'albédo, la production de bio-carburants et même la production d'énergie éolienne, amèneraient toutes une élévation supplémentaire de la ligne de sublimation.

### Références

- Granberg, H.B. et M. Leppäranta, 1999. Observations of sea ice ridging in the Weddell Sea. *J. Geophys. Res.*, **104**(C11), 25,735–25,745.
- Granberg, H.B., P. Cliche, O.-P. Mattila, E. Kanto et M. Leppäranta, 2009. A snow sensor experiment in Dronning Maud Land, Antarctica. *J. Glaciol.*, **55**(194), 1041–1051.
- Kanto, E., 2006. Snow characteristics in Dronning Maud Land, Antarctica. Thèse de doctorat, Université d'Helsinki, Helsinki. (<http://helda.helsinki.fi/handle/10138/23169>.)
- Hardy B. Granberg ([hardy.granberg@usherbrooke.ca](mailto:hardy.granberg@usherbrooke.ca)), diplômé de l'Université McGill, est professeur au Département de géomatique appliquée, à l'Université de Sherbrooke, et affilié au Centre d'applications et de recherches en télédétection. Il est membre du GEC3 et membre invité de l'Académie des sciences et lettres de la Finlande.

## Les nouvelles en bref

La 31<sup>e</sup> biennale du CSRA s'est tenue à Buenos Aires, Argentine, du 30 juillet au 11 août 2010. On compte 29 présentations de contributeurs ayant une affiliation avec le Canada. La liste complète de ces présentations paraîtra dans le prochain numéro du bulletin du RCRA avec les rapports de la réunion que fourniront **Steven Bigras** et **Simon Ommanney**, respectivement principal délégué canadien et suppléant. ■

La deuxième **expédition universitaire antarctique de Students on Ice** aura lieu du 14 au 27 février 2011. Elle devrait compter environ 70 étudiants ainsi que 20 enseignants, scientifiques, experts et éducateurs. Les participants s'embarqueront

sur le MV *Ushuaia* à Ushuaia, Argentine, après avoir exploré certaines régions environnantes et l'arrière-pays de la Terre de feu. Le navire suivra le canal de Beagle, franchira le passage Drake et se dirigera vers les îles Shetland Sud. Les escales le long de la péninsule antarctique dépendront du climat; elles incluront sans doute des visites à la Station Esperanza de l'Argentine, aux îles Deception et Danco, à Neko Harbour, à l'île Goudier, peut-être à Port Lockroy, puis à Yalour et aux îles Pleneau, ainsi qu'à la station Vernadsky de l'Ukraine. La dernière journée, les excursionnistes débarqueront aux environs de l'île Cuverville et des îles Melchior avant de retourner à Ushuaia. ■

### Membres et conseillers du CCAR/CCRA

Marianne Douglas, directrice  
(présidente)  
Institut circumpolaire canadien  
Université de l'Alberta  
15 - 112 Street  
Edmonton (Alberta) T6G 0H1  
Tél. : 780 492-0055  
Télé. : 780 492-1153  
msdougl@ualberta.ca

Kathy Conlan  
Musée canadien de la nature  
C.P. 3443, succursale D  
Ottawa (Ontario) K1P 6P4  
Tél. : 613 364-4063  
Télé. : 613 364-4027  
kconlan@mus-nature.ca

Thomas S. James  
Commission géologique du Canada  
Ressources naturelles Canada  
9860 West Saanich Road  
P.O. Box 6000, Sidney  
(Colombie-Britannique) V8L 4B2  
Tél. : 250 363-6403  
Télé. : 250 363-6565  
tjames@nrcan.gc.ca

Émilien Pelletier  
Institut des sciences de la mer de  
Rimouski (ISMER)  
310, allée des Ursulines, C.P. 3300  
Rimouski (Québec) G5L 3A1  
Tél. : 418 723-1986 x 1764  
Télé. : 418 724-1842  
emilien\_pelletier@uqar.qc.ca

Peter L. Pulsifer  
Centre de géomatique et de recherche  
cartographique  
Université Carleton, et  
National Snow and Ice Data Center  
449 UCB, University of Colorado  
Boulder, CO, 80309, É.-U.  
Tél. : 613 620-7195  
Télé. : 613 249-7067  
pulsifer@nsidc.org

Martin Sharp  
Sciences de la Terre et de l'atmosphère  
Université de l'Alberta  
1-26 Earth Sciences Building  
Edmonton (Alberta) T6G 2E3  
Tél. : 780 492-4156  
Télé. : 780 492-2030  
martin.sharp@ualberta.ca

Dave Williams  
McMaster Centre for Medical Robotics  
St. Joseph's Healthcare  
50 Charlton Avenue East  
Hamilton (Ontario) L8N 4A6  
Tél. : 905 521-6197  
willd@mcmaster.ca

Fred Roots (conseiller sur l'Antarctique  
CCAP)  
Environnement Canada  
351, boul. St-Joseph, 1<sup>er</sup> étage  
Ottawa (Ontario) K1A 0H3  
Tél. : 819 997-2393  
Télé. : 819 997-5813  
fred.roots@ec.gc.ca

Wayne Pollard (président sortant)  
Département de géographie  
Université McGill  
805, rue Sherbrooke ouest  
Montréal (Québec) H3A 2K6  
Tél. : 514 398-4454  
Télé. : 514 398-7437  
pollard@felix.geog.mcgill.ca



### Bulletin du Réseau canadien de recherches antarctiques

Tous droits réservés  
© Commission canadienne des affaires polaires/  
Réseau canadien de recherches antarctiques

Simon Ommanney (secrétaire du CCRA)  
56 Spinney Road, P.O. Box 730  
R.R. #1, Glenwood, Yarmouth County  
Nouvelle-Écosse B0W 1W0  
Tél. : 902 643-2527  
simon.ommanney@ns.sympatico.ca

Rédacteur : C. Simon L. Ommanney  
Veuillez envoyer votre contribution à :  
C. Simon L. Ommanney  
Rédacteur, Bulletin du RCRA  
Adresse ci-dessus.

Commission canadienne des affaires polaires  
Suite 1710, 360, rue Albert  
Ottawa (Ontario) K1R 7X7  
Tél. : 613 943-8605  
Télé. : 613 943-8607  
mail@polarcom.gc.ca  
www.polarcom.gc.ca/ccarhome.htm

