

ENV 6003

CHANGEMENTS CLIMATIQUES :

impacts, adaptation, mitigation

MODULE 7

L'Arctique et les changements climatiques

par Sebastian Weissenberger

SOMMAIRE

Introduction

1. La description du milieu

1.1 La géographie

1.2 L'écologie

1.3 Les habitants de l'Arctique et leur histoire

1.3.1 Les peuples d'Amérique et du Groenland

1.3.2 Les peuples de la Sibérie

1.3.3 Les peuples de la Scandinavie

1.3.4 L'autonomie des peuples autochtones

2. Les changements physiques dans l'Arctique

2.1 Un réchauffement au-dessus de la norme

2.2 Les changements de l'environnement arctique

2.3 La disparition de la glace de mer

2.4 La fonte du pergélisol

2.5 L'augmentation du rayonnement ultraviolet

3. La vulnérabilité des écosystèmes

4. L'impact des changements climatiques sur les populations

4.1 L'impact du climat sur les activités traditionnelles

4.2 Le climat et la santé des populations

4.3 L'augmentation de l'érosion côtière

4.4 La perception des changements climatiques chez les peuples arctiques

4.5 L'avenir des peuples arctiques

5. L'ouverture du passage du Nord-Ouest

5.1 Survol historique de l'exploration du passage du Nord-Ouest

5.2 Le passage du Nord-Ouest et les routes maritimes mondiales

5.3 La richesse de l'Arctique

5.4 Les droits de souveraineté sur l'Arctique

5.4.1 La « guerre des drapeaux » entre le Canada, le Danemark et la Russie

5.5 Les risques pour l'environnement

Conclusion – Où s'en va l'Arctique?

INTRODUCTION

De toutes les régions du monde, c'est l'Arctique qui subit le réchauffement le plus important. Dans cette région inaccessible et quasiment désertique, les impacts sur les écosystèmes fragiles et les populations éparses ne manquent pas de se faire sentir. Le style de vie des populations autochtones, proche de la nature et de ses ressources, les rend particulièrement vulnérables à des changements dans leur environnement. Paradoxalement, l'Arctique, aussi reculé qu'il soit, risque de revêtir une position géopolitique de toute première importance à la suite de l'ouverture probable du passage du Nord-Ouest et en raison des vastes ressources pétrolières et minérales qu'on y suppose. Dans les années à venir, les yeux du monde seront donc braqués sur l'Arctique afin de suivre la profonde transformation que subira ce territoire à cause des changements climatiques.

1. La description du milieu

1.1 *La géographie*

Il existe plusieurs définitions de la région arctique. Historiquement, la région arctique est définie comme la région qui se situe à l'intérieur du cercle arctique; elle correspond à 66 degrés 30 minutes de latitude Nord. Plus récemment, selon une définition fondée sur des données climatiques, la région à l'intérieur de laquelle la température ne dépasse jamais 10 °C est considérée comme la région arctique (figure 1).

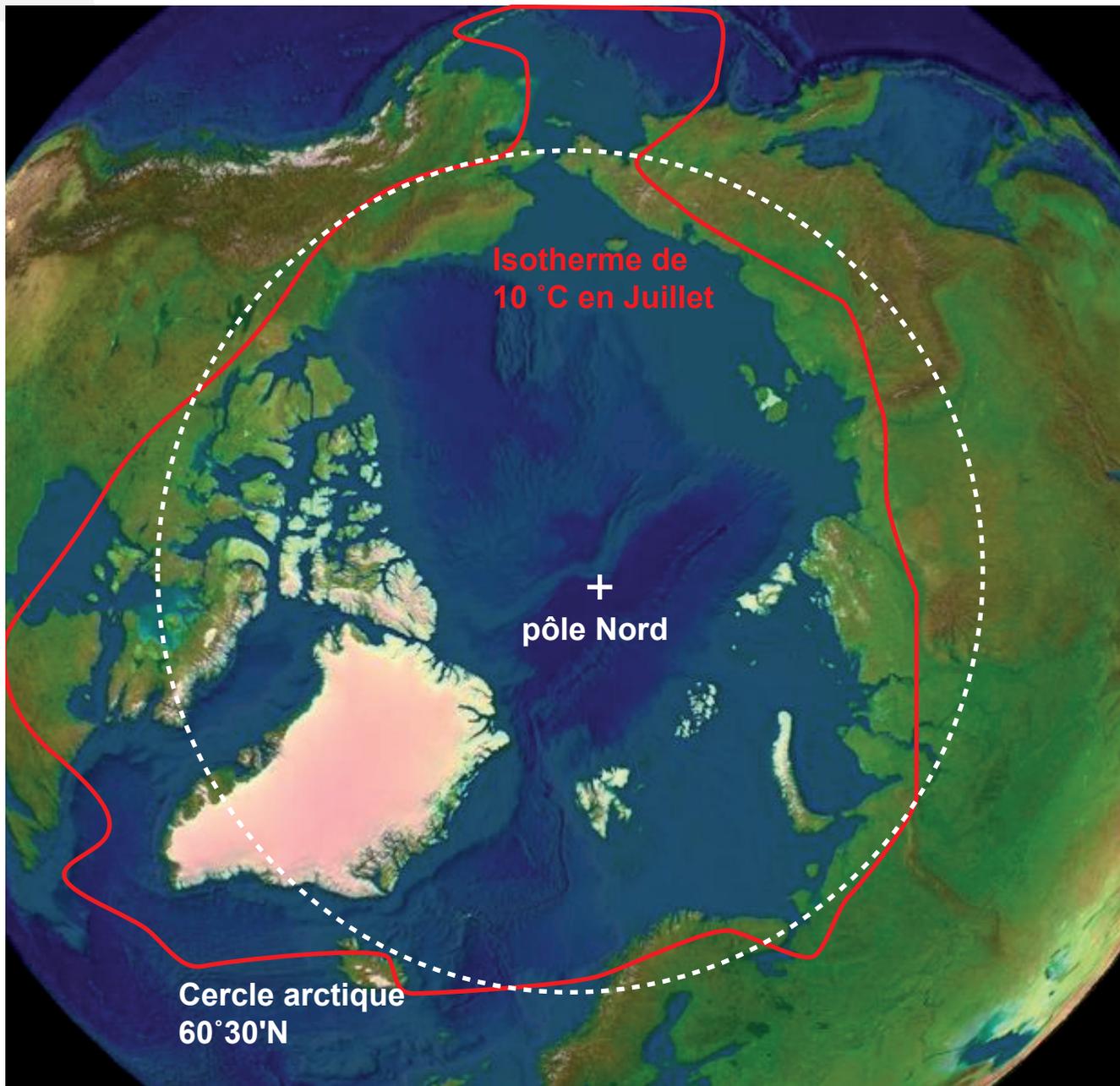


Figure 1

LA GÉOGRAPHIE DE L'ARCTIQUE.

Source : Wikipédia. Image satellite de NASA.

Sur le plan morphologique, l'Arctique est exactement à l'opposé de l'Antarctique. L'Antarctique est constitué d'un continent recouvert de glace, entouré par un immense océan. L'Arctique, au contraire, est formé d'un océan entouré par de vastes masses continentales. La présence de ces grandes étendues de terre explique que l'Arctique est moins froid que l'Antarctique. Une grande

partie de l'océan Arctique est recouverte d'une mince couche de glace d'environ trois mètres d'épaisseur. Cette banquise atteint son étendue maximale en hiver et son étendue minimale en été. Il ne s'agit pas de glaciers comme en Antarctique ou au Groenland, mais de glace de mer éphémère. La diminution possible de couvert de glace de l'océan Arctique représente une des conséquences anticipées du réchauffement du climat.

L'océan Arctique communique avec l'océan Pacifique à travers le détroit de Béring et avec l'océan Atlantique à travers le détroit de Davis, le détroit du Danemark et la mer de Norvège. Alors que le bassin océanique est profond (jusqu'à 4000 mètres), les détroits qui relient l'océan Arctique aux autres océans sont peu profonds. Le détroit de Béring, par exemple, ne fait que 45 mètres de profondeur, la mer de Barents et l'archipel canadien pas plus de 220 mètres. Seul le détroit de Fram, au large de la Norvège, descend à 2600 mètres de profondeur. L'océan Arctique est donc relativement isolé (figure 2).

Les pays limitrophes de l'Arctique sont :

- le Canada,
- les États-Unis dont fait partie l'Alaska,
- la Russie,
- la Norvège,
- la Finlande,
- la Suède,
- l'Islande,
- le Danemark dont fait partie le Groenland.



Figure 2

L'ORGANISATION POLITIQUE DE L'ARCTIQUE.

Source : Wikipédia.

Plusieurs grands fleuves se déversent dans l'océan Arctique (Gouvernement du Canada, 2007; R-ArcticNet, 2007).

- Du côté de la Sibérie, il s'agit des fleuves Dvina, Pechora, Ob, Yenisei, Lena et Kolyma.
- Du côté de l'Amérique du Nord, il s'agit des fleuves Mackenzie et Yukon.

Indirectement, des fleuves qui drainent une grande partie du Canada se déversent en partie dans l'océan Arctique, en passant par la baie d'Hudson qui débouche sur la mer du Labrador.

- Du côté du Québec, il s'agit des rivières Nottaway, Broadback, Rupert, Eastmain, La Grande, La Grande Rivière de la Baleine, La Petite Rivière de la Baleine.
- Du côté du Manitoba, il s'agit entre autres des rivières Nelson et Churchill.

Onze pour cent du débit fluvial mondial alimente l'océan Arctique qui ne représente que 5 % de la surface et 1 % du volume océanique mondial.

1.2 L'écologie

Plusieurs zones de végétation se succèdent du nord au sud de la région arctique (figure 3). Les régions septentrionales sont désertiques ou encore recouvertes de glace. Il n'y pousse que divers lichens et des champignons. Peu d'espèces animales y survivent, notamment l'ours polaire. Plus au sud apparaît la toundra, constituée d'herbes et de fleurs, de petits arbustes, de mousse et de lichens. Le sol y est gelé en permanence (pergélisol ou permafrost). La toundra abrite une certaine biodiversité comme entre autres les renards, les perdrix, les eiders, les bernaches, les oies des neiges, les lemmings, les bœufs musqués, les loups et surtout les grandes hardes de caribous ou de rennes, animaux emblématiques de cette région. En Amérique du Nord, les caribous sont sauvages tandis qu'en Europe et en Sibérie, ils ont été domestiqués.

Un peu plus au sud se trouve la taïga, région boisée de manière clairsemée de résineux, principalement des épinettes, avec des sols souvent recouverts de mousse et de lichens. La taïga comprend aussi des mélèzes, des épicéas, des pins et des sapins. Les sols sont acides et riches en substances humiques. De nombreux oiseaux habitent la taïga. Parmi les mammifères, l'élan ou orignal, le caribou ou renne, le lynx, le loup, le castor, le lièvre des neiges, le lemming ou encore la martre s'y sont établis. En raison de la topologie dénuée d'élévation, de grandes étendues de la taïga sont peu drainées et comportent de nombreux lacs et tourbières. Ces tourbières, formées de substances organiques hautement dégradées, ont emmagasiné des quantités considérables de carbone. La forêt boréale représente un des plus grands réservoirs de matière organique au

monde. Avec les sols de la toundra et les terres humides, la région arctique représente ainsi un réservoir primordial dans le cycle mondial du carbone. La déstabilisation de ces stocks de carbone contribuerait considérablement au réchauffement planétaire.

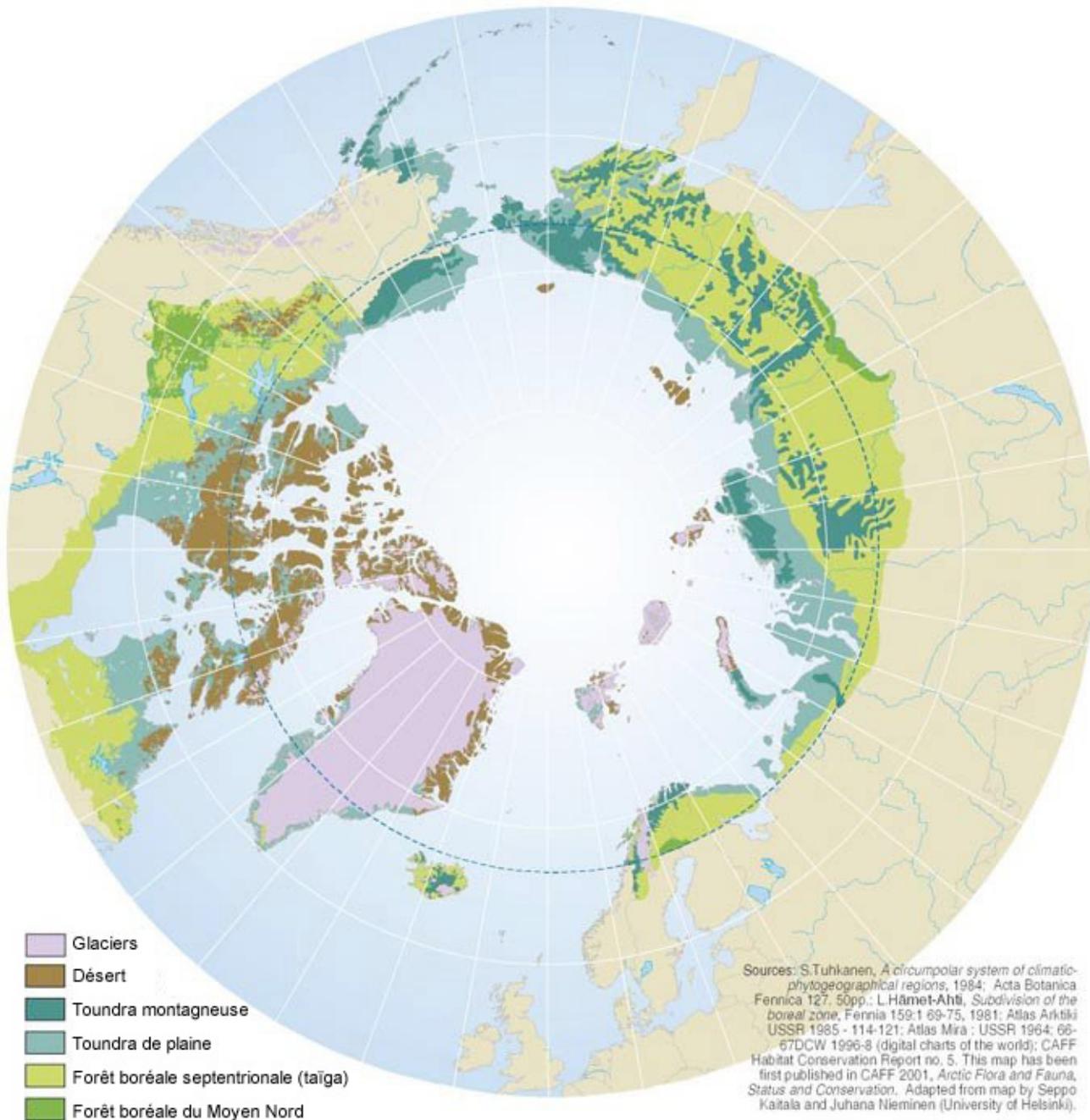


Figure 3

CARTE ÉCOLOGIQUE DE L'ARCTIQUE.

Source : UNEP/GRID.

1.3 Les habitants de l'Arctique et leur histoire

À l'origine, les régions arctiques étaient habitées par divers peuples sibériens et par des Inuits. Tandis que la Sibérie et la Scandinavie étaient peuplées de longue date, l'Amérique du Nord et le Groenland n'ont été colonisés par l'humain qu'après la dernière glaciation. En effet, à cette période, le niveau de la mer était tellement bas que le détroit de Béring était émergé, permettant ainsi aux populations néolithiques de le traverser à pied.

1.3.1 Les peuples d'Amérique et du Groenland

Les premiers Inuits, probablement issus de la région du Kamtchatka et des îles Aléoutiennes, étaient vraisemblablement plutôt des chasseurs que des pêcheurs et subsistaient grâce au caribou et au boeuf musqué (Musée canadien des civilisations, 2001). La chasse au harpon et l'utilisation du kayak ne seraient apparues que progressivement. L'apogée de l'évolution de la culture inuite dans l'est de l'Amérique du Nord fut la culture de Dorset, entre 500 et 1000 apr. J.-C., caractérisée par un haut niveau de développement artistique et la construction de maisons longues. Cette culture s'éteignit durant la période chaude médiévale et fut remplacée par la culture de Thulé.

Les cultures inuites de l'Alaska sont beaucoup moins connues et leurs traces peu nombreuses. Elles ont avec le temps développé des outils particuliers et des embarcations spéciales pour chasser la baleine en plus des autres mammifères marins. Aujourd'hui, les Aléoutes, les Athapaskans, les Inupiaqs et les Yup'iks sont les principaux représentants des Inuits d'Alaska.

Les Thuléens sont issus de ces Inuits d'Alaska et ont probablement migré à l'aide de leurs grandes embarcations, les umiaks. En plus de chasser les mammifères marins, ils chassaient le caribou et le boeuf musqué. Quant à la pêche, ils la pratiquaient au moyen du trident. Leurs habitations consistaient en des maisons semi-permanentes, construites avec des os de baleine, des peaux et de la tourbe, et en des igloos. Les Thuléens ont perfectionné la construction des traîneaux à chiens. Ils possédaient, à l'encontre des Inuits de Dorset, des arcs et des flèches. La culture thuléenne a été profondément bouleversée par les changements environnementaux du petit âge glaciaire. Les sites les plus septentrionaux ont été abandonnés. Les Inuits actuels sont les descendants de cette culture. Au XIX^e siècle, avec l'arrivée des Européens, entre autres des baleiniers, leur style de vie était destiné à être fondamentalement altéré.

Les premières rencontres entre Inuits et Européens ont eu lieu lors de l'établissement des deux colonies vikings au Groenland entre 1000 et 1450. Les contacts ont été rares et il existe peu de traces de ces échanges culturels et commerciaux. Les archéologues discutent encore des raisons

pour lesquelles les Vikings n'ont pas adopté les techniques de pêche sophistiquées des Inuits, lesquelles leur auraient permis de survivre au refroidissement du petit âge glaciaire, qui a rendu l'agriculture et l'élevage extrêmement précaires (Pringle, 2007).

Au XIX^e siècle, de célèbres explorateurs et ethnologues tels que Knud Rasmussen, Paul-Émile Victor et Jean Malaurie explorèrent le Groenland et firent découvrir le monde des Inuits aux Européens (Victor, 2007; Malaurie, 1954). Après la Deuxième Guerre mondiale, l'établissement de la base militaire américaine à Thulé a brisé considérablement l'isolement des Inuits du Groenland. Les communautés inuites en Amérique du Nord et au Groenland restent cependant relativement isolées. Néanmoins, l'adoption par la société inuite d'éléments matériels et culturels du monde moderne occidental est dorénavant irréversible. Une profonde transformation de la société inuite est déjà observée depuis quelques générations. Le Canada compte environ 40 000 Inuits, le Groenland un peu plus de dix mille.

D'autres peuples habitent la zone arctique canadienne. Dans le sud de la zone arctique, jusqu'à la limite septentrionale de la forêt boréale, des nations autochtones, dont les Cris de la Baie-James et les Innus du Labrador, sont encore établies dans leurs territoires traditionnels. Leur mode de vie a cependant grandement changé. Partant d'une économie de subsistance et d'un semi-nomadisme, la plupart ont délaissé les activités traditionnelles de chasse, de pêche et de trappage au profit d'activités rémunérées. En particulier au Québec, la construction du complexe hydroélectrique de la Baie-James dans les années 1970 a représenté une intrusion soudaine du monde occidental dans une société crie encore isolée à ce moment-là. Les peuples nomades des grandes plaines en Amérique du Nord ont, quant à eux, prospéré jusqu'au milieu du XIX^e siècle.

1.3.2 Les peuples de la Sibérie

L'évolution des peuples sibériens a été très différente de celle des Inuits d'Amérique du Nord (Musée canadien des civilisations et musée régional de Samara, 2006; Survival, 1998). Établis depuis plus longtemps et en contact avec les cultures asiatiques, les peuples sibériens ont développé de nombreux savoir-faire dont n'ont pas bénéficié les Inuits et les autres peuples d'Amérique du Nord, parmi lesquels figurent la domestication des rennes et d'autres animaux, ainsi que l'utilisation de la roue. Bien qu'ils aient été également migrants, leur migration s'est effectuée plus facilement, car ils ont pu utiliser des chariots à roue tirés par des bœufs au lieu des traîneaux à chiens.

Les peuples sibériens ont aussi été beaucoup plus tôt en contact avec les Européens. D'abord, au XV^e siècle, une partie de la Sibérie fut incorporée à l'Empire mongol (le khanat

de Sibirie). Ensuite, au XVII^e siècle, ce fut le début de l'exploration et de la colonisation de la Sibirie par la Russie. L'explorateur danois Vitus Jonasson Bering, au service de l'empereur de Russie Pierre le Grand, fut le premier à traverser en 1728 le détroit à l'extrême limite orientale de la Sibirie, détroit qui porte maintenant son nom, et, ainsi, à prouver la séparation de l'Asie et de l'Amérique. Cette expédition démontra aussi à quel point ce territoire était inhospitalier. En effet, cinq des enfants de l'explorateur succombèrent aux rigueurs du voyage et Bering lui-même ne survécut pas à sa seconde expédition. La colonisation russe a souvent provoqué des conflits, parfois armés, avec les peuples sibériens. Sous l'ère communiste, le gouvernement a essayé de sédentariser et d'assimiler les peuplades sibériennes, ce qui inclut la collectivisation des troupeaux de rennes et la confiscation des terres, épisode difficile pour des peuples habitués à une existence nomade ou semi-nomade. Aujourd'hui, seulement 10 % des peuples de Sibirie mènent encore une vie nomade ou semi-nomade.

Il existe une trentaine de peuples sibériens, certains comptant moins de 200 représentants, pour un total d'environ 200 000 habitants. Au contraire des Inuits, les peuples sibériens ont des origines très diverses et ils se répartissent entre plusieurs familles linguistiques, dont :

- les langues finno-ougriennes dans l'ouest de la Sibirie, le long de l'Ob, ainsi qu'en Scandinavie;
- les langues samoyèdes, altaïques, ces dernières regroupant les langues turques, mongo-liennes et tongouses ainsi que d'anciennes langues paléosibériennes.

Plusieurs langues sibériennes sont actuellement menacées. Au cours du XX^e siècle, certains peuples sibériens ont disparu. D'autres ont préservé leur intégrité culturelle et linguistique et, dans certains cas, une influence des croyances religieuses ancestrales comme le chamanisme. Les peuples les plus importants sont les Nenzys (41 000), les Ewenks (35 000), les Chantys (29 000), les Ewens (19 000), les Tchuktchis (16 000), les Schors (14 000), les Nanajs (12 000) et les Mansis (11 000).

1.3.3 Les peuples de la Scandinavie

Il y a environ 80 000 Samis (ou Lapons) qui sont répartis entre La Finlande (6 000), la Norvège (40 000), la Suède (20 000) et la Russie (2000) dans la péninsule de Kola. L'origine des Samis reste quelque peu mystérieuse. Leur langue appartient à la famille finno-ougrienne. En revanche, d'après les marqueurs génétiques, ils s'apparentent plutôt à d'anciennes populations ibériques paléolithiques. Ils se sont établis dans la péninsule scandinave il y a plusieurs milliers d'années. Plus tard, ils ont été refoulés dans le nord de la péninsule scandinave par

les Vikings et, durant longtemps, ils ont été soumis à des tentatives de christianisation et d'assimilation culturelle et linguistique. Jusqu'au XV^e siècle apr. J.-C., ils étaient principalement chasseurs, trappeurs et pêcheurs nomades. Après cette date, ils se sont convertis à l'élevage de rennes. Aujourd'hui, 10 % des Samis pratiquent encore cette activité.

1.3.4 L'autonomie des peuples autochtones

Au total, presque quatre millions de personnes autochtones et non autochtones habitent la région circumpolaire de l'Arctique (Giese, 1996; Inuit circumpolar council, 2007).

Encore aujourd'hui, peu d'Européens (désignant ici toutes personnes de descendance non autochtone) se sont établis dans les territoires des Inuits. Certains de ces territoires ont acquis un statut d'autonomie à divers degrés.

- Le Groenland appartient formellement au Danemark, mais de nombreuses compétences ont été transférées au gouvernement groenlandais depuis 1978. Ainsi, le Groenland à l'encontre du Danemark ne fait pas partie de l'Union européenne. Au Groenland, plus de 80 % de la population est d'origine inuite.
- Le Nunavut (« Notre terre » en inuktituk), créé en 1999, est le plus grand territoire du Canada. Sa population est de 29 500 habitants et est autochtone à 85 %. Il est dirigé par un premier ministre et par une assemblée de 19 députés ainsi que par un conseil des aînés, qui comprend 11 membres. Son budget est d'environ 700 millions de dollars. En 2004, l'exploitation des minerais a rapporté 150 millions de dollars au Nunavut. Les activités traditionnelles de chasse et de pêche sont néanmoins encore une partie importante de la vie des habitants et de l'économie du Nunavut (Nunavut Tunngavik, 2004; Gouvernement du Nunavut, 2007).
- Dans le nord du Québec, le Nunavik (« L'endroit où vivre » en inuktituk) représente une région partiellement autonome. Le Nunavik est issu des négociations autour de la Convention de la Baie-James et du Nord québécois de 1975. Il est séparé du territoire de la Baie-James par le 55^e parallèle. Il représente le tiers du territoire du Québec et compte 11 600 habitants dont 90 % sont Inuits. Le statut final du Nunavik et la création d'un gouvernement du Nunavik font encore l'objet de négociations. Une constitution a été approuvée par la population par référendum en 1991 (Gouvernement du Nunavik, 2007).
- Le Nunatsiavut (« Notre belle terre » en inuktituk) est depuis 2005 une région autonome dans le nord-est du Labrador, qui fait partie de la province de Terre-Neuve. Sa population compte 5000 Inuits (Gouvernement du Nunatsiavut, 2007).

- Les Samis jouissent d'un statut particulier, entre autres d'un quasi-monopole sur l'élevage de rennes. Les parlements samis, fondés en Norvège (1989), en Suède (1993) et en Finlande (1973) sont officiellement reconnus par les pays scandinaves, mais ont des pouvoirs limités (Horn, 2004; Parlements Sami de Suède, 2007; de Finlande, 2007; de Norvège, 2007).
- La situation est différente en Russie, car en Sibérie les peuples autochtones ne forment qu'une petite fraction de la population et n'ont pas tous un statut comparable aux Inuits du Canada ou du Groenland (Survival, 1998; Giese, 1996).

2. Les changements physiques dans l'Arctique

2.1 *Un réchauffement au-dessus de la norme*

Le réchauffement en Arctique est plus rapide que dans le reste du monde, surtout dans l'ouest de l'Amérique du Nord (l'Alaska) et dans l'est de la Sibérie. En Alaska et dans le nord-ouest du Canada, les températures moyennes ont augmenté de 2 à 3 °C et les températures hivernales de 4 °C depuis les années 1950 (ACIA, 2005). Quelques rares zones dans le sud du Groenland, le détroit de Davis et l'est du Canada se sont au contraire refroidies. Pour les cent prochaines années, les modèles prévoient une autre augmentation des températures annuelles moyennes de 3 à 5 °C, et de 7 °C pour les océans. Les températures hivernales terrestres pourraient augmenter de 4 à 7 °C et celles des océans de plus de 10 °C (IPCC, 2001, 2007).

Le climat arctique a déjà subi des changements dans le passé. Les reconstructions climatiques (Gajewski et Atkinson, 2003) montrent que la période 1500 à 1800 était, en moyenne, relativement froide dans l'Arctique canadien. Les XVII^e et XIX^e siècles étaient plus froids et le XVIII^e siècle plus clément. La période actuelle connaît des températures plus élevées que celles des mille dernières années.

Ce réchauffement a plusieurs conséquences sur l'environnement physique et biologique.

2.2 *Les changements de l'environnement arctique*

En Sibérie, une disparition sur une vaste échelle des lacs est observée depuis le début des années 1970 (Smith *et al.*, 2005). Malgré une augmentation des précipitations, les images satellites de 10 000 lacs sibériens témoignent d'une diminution de la quantité et de la superficie des lacs. Cette évolution est attribuée à la dislocation du pergélisol, qui cause un drainage accéléré des lacs à mesure que leurs berges s'effritent.

Une des conséquences de ce réchauffement est un déplacement des zones de végétation et des écosystèmes vers le nord. Un « verdissement » généralisé de la toundra est constaté dans le Nord canadien et en Alaska (Goetz *et al.*, 2005), accompagné de changements dans la distribution des espèces (Walker *et al.*, 2006). Comme conséquence de l'avancée de la toundra vers le nord, la superficie de déserts arctiques pourrait diminuer de 18 % d'ici la fin du siècle (ACIA, 2005). Une expansion d'espèces d'arbustes et de petits arbres (aulne, saule, et bouleau nain) dans la toundra a déjà été observée à l'aide de photos aériennes et de photos satellites en Alaska, au Canada, en Scandinavie et en Russie (Tape *et al.*, 2006). Dans le Nord canadien, la frontière entre la toundra et la forêt se déplace même plus vite que prévu (Danby et Hik, 2007). Certains modèles prédisent une diminution globale de la superficie de toundra au profit de la forêt boréale de conifères (ACIA, 2005), particulièrement dans l'Arctique sibérien et, à un moindre degré, au Canada.

Ces changements écologiques renforcent le réchauffement local par la diminution de l'albédo qu'ils provoquent. L'effet local de la diminution de l'albédo, causée par l'augmentation du couvert végétal et du raccourcissement de la période d'enneigement, équivaut à un forçage radiatif supplémentaire d'environ 3 W.m^{-2} par décennie, comparable au forçage causé par un doublement du CO_2 atmosphérique (Chapin *et al.*, 2005, Sturm *et al.*, 2005). Cet effet combiné à la diminution de l'albédo dans la mer arctique est en partie responsable du réchauffement exceptionnel de l'Arctique.

Les changements écologiques ne sont pas limités au milieu terrestre, mais sont aussi observés dans l'océan. Les zones d'abondance des espèces phytoplanctoniques dans le nord-est de l'Atlantique se sont déplacées vers le nord au cours des 45 dernières années (Stokstad, 2004) de même que celles des espèces zooplanctoniques qui se nourrissent du phytoplancton. Cela montre qu'un réchauffement de l'océan aura des répercussions sur l'ensemble de la chaîne alimentaire (Richardson et Schoenman, 2004).

Dans l'Arctique, il existe un fort couplage entre les réseaux trophiques marins et terrestres. Les ours polaires dépendent essentiellement des phoques pour leur alimentation, surtout au printemps. Plusieurs espèces d'oiseaux migrateurs synchronisent, de la même manière que les mammifères marins, leur migration avec les épisodes de forte productivité océanique.

2.3 La disparition de la glace de mer

Durant les dernières décennies, la banquise arctique a perdu autour d'un million de km² à son minimum estival (figure 4). Sa superficie a diminué de 2,9 % par décennie entre 1978 et 1996, et son volume encore plus, jusqu'à 40 % entre les années 1950 et 1990, selon des mesures de sonars de sous-marins (ACIA, 2005). Les modèles prévoient un maintien de cette tendance. Une diminution de la glace arctique de six millions de km² à deux millions de km², au cours de la période estivale lorsque l'étendue de glace est à son minimum, d'ici 2040, est considérée comme un scénario plausible (Holland *et al.*, 2006). Cette diminution possible en raison du réchauffement climatique avait déjà été anticipée il y a presque trente ans (Flohn, 1979), mais la rapidité de la diminution du couvert de glace surprend les experts.

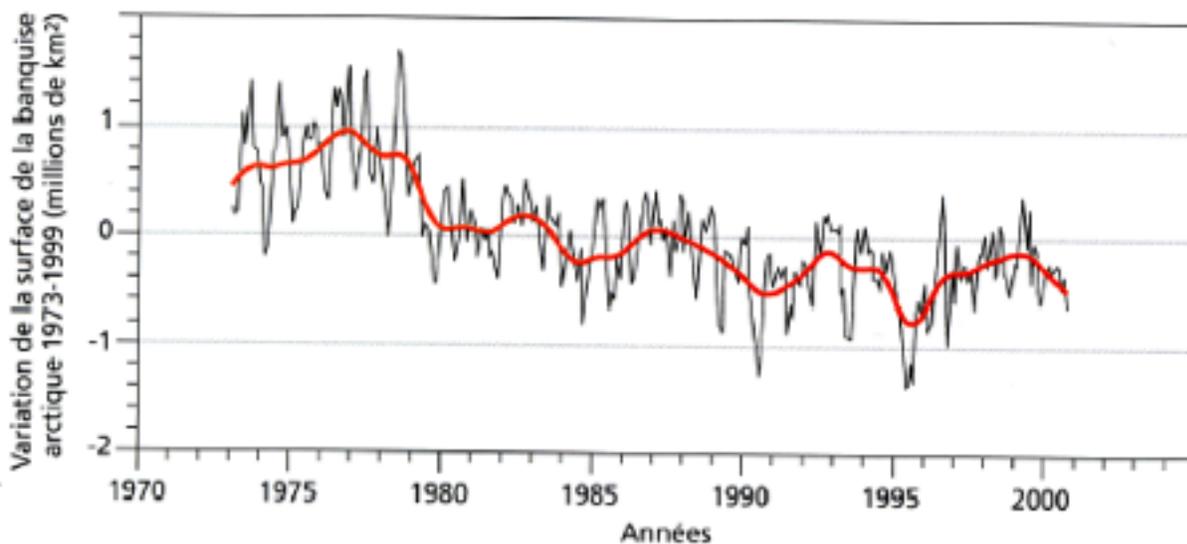


Figure 4

L'ÉVOLUTION DE LA SUPERFICIE DE LA BANQUISE ARCTIQUE.

Source : Ducroux, R. 2004. *L'effet de serre*. Paris, CNRS éditions, 95 p.

La diminution de la glace a entraîné des changements écologiques. Par exemple, dans la mer de Béring, la quantité de poissons pélagiques a augmenté tandis que celle des poissons benthiques a diminué (Grebmeier *et al.*, 2006). Le manque de glace solide affecte aussi les ours polaires, qui utilisent la banquise comme base pour la chasse, et les phoques qui en ont besoin pour donner naissance à leurs petits.

2.4 La fonte du pergélisol

L'augmentation des températures de surface entraîne la déstabilisation du pergélisol, cette couche de sol habituellement gelée en permanence. En Sibérie, on se réfère au permafrost, du préfixe « perma » pour permanent, et de *frost*, qui signifie gel en allemand. La déstabilisation du pergélisol, déjà observée au Canada, en Alaska et en Sibérie, a des conséquences importantes sur les infrastructures, sur le cycle du carbone ainsi que sur le régime d'écoulement des eaux. Selon les prévisions, la fonte du pergélisol se poursuivra et pourrait atteindre plusieurs mètres de profondeur dans certaines zones d'ici le milieu du siècle (Lawrence et Slater, 2005). Selon plusieurs modèles climatiques, la superficie occupée par le pergélisol pourrait diminuer d'ici la fin du siècle jusqu'à 10 à 80 % de sa superficie actuelle (ACIA, 2005).

Plusieurs communautés inuites ont construit leurs maisons sur le pergélisol. Ce substrat a une forte capacité porteuse, mais nécessite des techniques de construction spécifiques (Allard *et al.*, 2004). Les maisons sont construites sur des tétrapodes pour éviter tout transfert de chaleur du plancher de l'habitation vers le sol afin de ne pas déstabiliser ce dernier. Certaines maisons sont construites sur un socle de béton.

En cas de fonte, une partie de la glace qui est présente en excès dans les sols est libérée sous forme d'eau et le sol reprend sa porosité normale. La perte de volume associée à cette perte d'eau cause un tassement allant de dix centimètres à plus d'un mètre, selon la quantité de glace en excès et la profondeur du dégel. Par ailleurs, toute cette eau de fonte ne peut être drainée immédiatement, surtout sur des sols imperméables comme les sols argileux recouvrant les anciens bassins sédimentaires, provoquant ainsi des accumulations d'eau qui mènent à une liquéfaction du sol et à une réduction de sa capacité portante.

Le risque de glissements de terrain est également présent, d'autant plus que le sol sous-jacent encore glacé n'offre presque aucune friction. Il en résulte des dommages aux bâtiments à travers des tassements de maison et des fissures de stress (figure 5) ainsi que des dommages aux infrastructures comme les routes, les voies ferrées ou les canalisations (figure 6). Le ministère des Transports du Québec rapporte une dégradation précoce des aéroports, des routes et des bâtiments construits au Nunavik, où des affaissements et des crevasses apparaissent régulièrement (Cardinal, 2006; Teskrat, 2006). Le même type de dégâts est observé en Sibérie, où les routes et les pistes d'atterrissage sont en mauvais état et à certains endroits, comme dans la ville de Vorkuta, la moitié des bâtiments sont endommagés.



Figure 5

LES EFFETS DE LA FONTE DU PERGÉLISOL SUR DES IMMEUBLES EN SIBÉRIE.

Source : Photo de S. Yu. Parmuzin, UNEP/GRID-Arendal.

La fonte du pergélisol nécessite de repenser les modes et les lieux de construction des habitations. Les endroits propices à un réchauffement important sont à éviter ainsi que les terrains pentus qui représentent un plus grand danger de glissements de terrain. En revanche, des terrains trop plats et mal drainés pourraient plus vite perdre leur capacité portante. En ce qui concerne les méthodes de construction, l'utilisation de pieux, comme il est employé dans des villes construites sur des substrats peu porteurs comme Venise, peut être envisagée. Les pieux doivent pénétrer assez profondément dans un horizon n'étant pas susceptible d'être déstabilisé en cas de réchauffement progressif, idéalement dans le socle rocheux. Sur certains types de sols, comme les sols argileux, les pieux devraient atteindre le socle rocheux sous la couche d'argile, qui peut atteindre 50 m à certains endroits. Dans le contexte de communautés arctiques souvent en expansion à cause de la croissance démographique (par exemple, la population du Nunavik a augmenté de 19 % entre 1996 et 2006) et de la progression de l'urbanisation, la

recherche de terrains adéquats pour l'expansion des villages, en tenant compte de ces critères, devient plus difficile. L'augmentation des coûts de construction et d'études préliminaires et de préparation de terrain ainsi que l'entretien plus difficile des infrastructures représenteront un fardeau supplémentaire pour les communautés.



Figure 6

LA SUBSIDENCE DU SOL DUE AU DÉGEL DU PERGÉLISOL À GILLAM DANS LE NORD DU MANITOBA.

Source : Photo Ressource naturelles Canada.

La fonte du pergélisol menace aussi des infrastructures économiques, les mines, les aéroports, les routes d'accès et les pipelines. En Alaska, qui fournit 20 % de la production de pétrole des États-Unis, le transport se fait par des grands pipelines telles que l'oléoduc Transalaska qui transporte 700 000 barils de pétrole par jour du nord à la côte sud de l'Alaska. En Sibérie, dans la région de Khanty-Mansi, 1702 déversements se sont produits en 2005 et plus de 640 km² de terre ont été déclarés non utilisables à cause de la contamination par les produits pétroliers (Arctic Council, 2007).

2.5 L'augmentation du rayonnement ultraviolet

Le réchauffement climatique contribue à la diminution de la couche d'ozone arctique en provoquant un refroidissement de la stratosphère (Aldhous, 2000). Jusqu'alors, la diminution de la couche d'ozone au-dessus de l'Arctique était beaucoup plus modeste qu'au-dessus de l'Antarctique, car la stratosphère arctique est moins froide que celle en Antarctique. La diminution de la couche d'ozone ajoute un élément de fragilisation aux écosystèmes. L'effet nocif des rayons ultraviolets B (UVB) sur les organismes marins est bien documenté (Aldhous, 2000). Le refroidissement croissant de la stratosphère – peut-être 8 à 10 degrés d'ici 2020 – pourrait faire

doubler la perte d'ozone au-dessus de l'Arctique (Shindell *et al.*, 1998). De plus, la diminution du couvert de neige et de glace augmente la période d'exposition de la faune et de la flore marines et terrestres au rayonnement UV. L'augmentation future du rayonnement UVB, sur l'horizon 2010-2020, pourrait atteindre 20 à 90 % (ACIA, 2005).

Les plantes arctiques et subarctiques sont particulièrement sensibles à la radiation UVB. Les températures basses ralentissent les processus de réparation de l'ADN. La flore et la faune marines sont d'autant plus sensibles aux dommages de l'ADN qu'en plus de l'augmentation de l'intensité du rayonnement UVB, la diminution de la durée du couvert nival et glacial allonge la période d'exposition (Perin et Lean, 2004).

3. La vulnérabilité des écosystèmes

Les écosystèmes sont vulnérables aux changements de températures, de précipitations ainsi qu'aux changements morphologiques tels que la fonte du pergélisol ou les épisodes de gel et de dégel fréquents. La fonte de la glace de mer et le réchauffement des eaux ont un impact non seulement sur les écosystèmes marins, mais aussi sur des espèces terrestres qui dépendent d'espèces marines pour leur alimentation.

Les populations d'ours polaires ont diminué de manière générale. Par exemple, au Manitoba, un recensement a établi une diminution du nombre d'ours de 17 % en dix ans, leur nombre passant de 1200 à moins de 1000. Un des éléments qui expliquent ce déclin est la diminution de la banquise dont l'ours polaire a besoin comme plateforme pour chasser le phoque au printemps. Le poids des ours polaires du Manitoba a diminué de 15 % en trente ans (Stirling et Derocher, 1993). Cette perte de poids concorde avec la fonte précoce de la banquise, qui intervient trois semaines plus tôt qu'autrefois. Cela réduit la durée de la saison de chasse de l'ours polaire, ce qui provoque chez lui des carences alimentaires. En tout, l'Arctique compte 20 000 à 25 000 ours polaires, dont 60 % vivent au Canada. L'avenir de l'ours polaire apparaît fort incertain.

Les caribous qui entreprennent des migrations souvent étendues peuvent être perturbés par le déplacement des écosystèmes et la diminution possible de la quantité de toundra, si ces changements s'opèrent trop rapidement pour que les hardes puissent adapter leurs routes migratoires. De plus, l'augmentation de la fréquence des cycles de gel-dégel et des épisodes de verglas rend la nourriture plus difficilement accessible lorsqu'elle se trouve sous une couche de glace, ce qui entraîne une détérioration de la forme physique et réduit les chances de survie des caribous les plus jeunes et les plus faibles. Des effondrements de populations de cervidés à cause de gels ont déjà été observés (Klein, 1967).

De la même manière, les oiseaux migrateurs devront s'adapter – et le font déjà – à une modification du rythme des saisons, notamment des périodes de gel et de dégel, de fonte des neiges, d'éclosion de la végétation, d'apparition d'insectes, de blooms planctoniques ainsi qu'au déplacement des zones climatiques. L'érosion des côtes et la perte de plages réduisent pour eux les aires de nidification. Beaucoup d'espèces aviaires, incluant des espèces déjà menacées, risquent de perdre jusqu'à 50 % de leur territoire d'accouplement au cours de ce siècle (ACIA, 2005).

Comme nous venons de le voir, les écosystèmes du Nord se caractérisent par une grande vulnérabilité vis-à-vis des changements climatiques et des changements de leur environnement. Ces écosystèmes se sont établis dans des conditions extrêmes et en très étroite dépendance des conditions environnementales, à l'exemple de la dépendance de l'ours à la présence de banquise au printemps. La faible biodiversité des écosystèmes arctiques les rend vulnérables à tout changement s'opérant à une espèce. Il n'existe généralement pas d'autre espèce capable de remplir la même niche écologique. L'incapacité d'une ou de quelques espèces à s'adapter aux conditions changeantes peut être extrêmement préjudiciable à l'ensemble de l'assemblage écologique.

La situation géographique contribue aussi à leur vulnérabilité puisque les écosystèmes sont limités dans leur déplacement vers les plus hautes latitudes, ne laissant donc aucune possibilité de migration pour ceux situés à la limite nord des continents. De plus, la rapidité des changements observés dans l'environnement physique de l'Arctique risque de dépasser la capacité de migration ou d'adaptation d'un certain nombre d'espèces, surtout les espèces végétales au cycle de vie très lent.

Les enseignements historiques ne permettent pas nécessairement de prédire jusqu'à quel point une adaptation pourra s'effectuer. Il est vrai que la colonisation des territoires par les forêts à la fin de la dernière déglaciation et lors d'événements climatiques précédents a été relativement rapide. Cependant, la vitesse du réchauffement, observée dans certaines parties de l'Arctique, dépasse actuellement les gradients observés dans le passé. Il faut aussi noter que toutes les espèces n'ont pas toujours surmonté les changements climatiques. L'extinction d'une importante partie de la grande faune du pléistocène à la fin de la dernière glaciation est souvent attribuée à l'effet du climat combiné à l'apparition de chasseurs humains à la conquête de ces nouveaux territoires. Il est donc difficile de se prononcer sur les changements qui s'effectueront à moyen et à long terme dans les écosystèmes arctiques.

4. L'impact des changements climatiques sur les populations

La situation des populations autochtones de l'Arctique relève d'une certaine contradiction. D'un côté, ils sont citoyens de certains des pays les plus industrialisés et technologiquement développés comme le Canada, les États-Unis, la Russie, les pays scandinaves et, d'un autre côté, ils vivent dans des conditions souvent problématiques et restent extrêmement vulnérables aux influences environnementales.

La vulnérabilité des populations autochtones aux influences de l'environnement et en particulier des changements climatiques est, de manière générale, beaucoup plus élevée que celle de la moyenne de la population des pays concernés. Cela s'explique d'une part par leur situation géographique, dans le cas des populations de l'Extrême Nord, et d'autre part par leur dépendance aux ressources de l'environnement dans l'exercice de leurs activités traditionnelles (même si leur importance est bien moindre qu'elle l'était il y a encore peu de temps). Mais il ne faut pas oublier le contexte socio-économique et culturel particulier des communautés et des nations autochtones, qui fait en sorte que leur structure sociale est déjà fragilisée et plus à risque d'être affectée par les perturbations externes.

4.1 L'impact du climat sur les activités traditionnelles

La pêche représente depuis toujours une activité primordiale pour la plupart des peuples arctiques. Les changements climatiques provoquent des changements au sein des écosystèmes marins et une migration vers le nord de plusieurs espèces. Ces changements sont appelés à s'accroître dans les décennies à venir. Ils ont des répercussions positives autant que négatives sur l'activité de la pêche. D'un côté, certaines espèces comme la morue ou le hareng pourraient devenir plus abondantes dans les eaux arctiques. D'un autre côté, d'autres espèces, comme le cisco arctique, le corégone blanc ou l'omble de l'Arctique risquent de péricliter.

La migration de certaines espèces modifiera aussi la dynamique des réseaux trophiques. Les nouvelles espèces peuvent faire concurrence aux espèces locales ou s'insérer dans la chaîne alimentaire. Les effets sur les réseaux trophiques ne sont pas toujours prévisibles. Les pêcheurs devront inévitablement s'adapter à de nouvelles espèces et à de nouveaux lieux de pêche. En ce qui a trait à la pêche commerciale, cette adaptation est relativement aisée, les pêcheurs profitant d'instruments modernes et de bateaux puissants. Cela n'est pas nécessairement le cas pour ceux qui pratiquent la pêche traditionnelle qui repose souvent sur l'expérience, les connaissances locales et les savoirs transmis de génération en génération.

Les Inuits ont cependant démontré dans le passé récent qu'ils sont capables de s'adapter. Par exemple, au cours des dernières décennies, le réchauffement des eaux a entraîné l'apparition de bancs de morue sur la côte ouest du Groenland. Les Groenlandais qui étaient des chasseurs de phoques et de baleines se sont alors convertis en pêcheurs de morue. Tandis que la pêche du phoque et de la baleine pratiquée autrefois était essentiellement une pêche de subsistance, la pêche à la morue est principalement une activité commerciale. En conséquence, les habitants des petits villages se sont regroupés dans des villages un peu plus grands. Dans les années 1960, des variations du climat en conjonction avec une pêche excessive, comme dans beaucoup de régions du monde, ont mené à une diminution des stocks de morue et compromis cette activité de pêche. Par ailleurs, des crevettes ont fait leur apparition et certains villages se sont adaptés à cette nouvelle situation. Ainsi, le village de Qasigiannguit s'est muté d'une petite localité de 343 habitants en un centre de pêche et de transformation de la crevette, regroupant 1800 habitants. Cependant, les crevettes ont disparu sur la côte au cours des années 1990. Elles sont maintenant pêchées et transformées au large dans de grands bateaux-usines, laissant la municipalité aux prises avec une fermeture d'usine, un déclin de la population et un taux de chômage de 14,4 % (ACIA, 2005).

L'élevage de cerfs et de rennes représente une activité importante pour plusieurs peuples du Nord. L'augmentation des épisodes de glace et le déplacement des zones de végétation menacent ces animaux domestiqués autant que leurs congénères sauvages. Un changement des pratiques d'élevage comme de prévoir des réserves de nourriture pourra s'avérer nécessaire, mais sera difficile à implémenter. Les changements morphologiques du terrain, comme la déstabilisation du pergélisol ou la disparition et la fragilisation des routes de glace, rendent la transhumance et le déplacement des troupeaux ainsi que des humains plus difficiles. L'évolution du couvert de neige, des températures, des vents et des populations d'insectes sera importante pour l'activité d'élevage. En Finlande, certaines aires d'élevage souffrent déjà d'une utilisation excessive et quelques éleveurs de rennes ont abandonné cette activité (ACIA, 2005).

4.2 Le climat et la santé des populations

Si la pratique des activités de pêche et de chasse diminue, les populations devront acheter des aliments de substitution. Ceux-ci, en plus d'être chers, puisqu'ils sont importés du Sud, sont de plus mauvaise qualité que les aliments traditionnels et causent des problèmes de santé aux populations autochtones. Déjà, à la suite du changement de mode de vie et d'alimentation, des maladies cardiovasculaires, l'obésité et le diabète sont devenus fort répandus parmi les habitants du nord du Canada (AMAP, 2002). Au cours des cinquante dernières années, la prévalence

du diabète a augmenté chez les Autochtones d'Amérique du Nord et est maintenant de trois à cinq fois plus élevée que chez la population canadienne en général (Santé Canada, 2007).

Chez les Cris du nord du Québec, le taux de diabète est passé de 1,9 à 13 % entre 1983 et 2003, par rapport à un taux de 5,1 % dans le reste de la province (Maberley *et al.*, 2000; MDDEP, 2002; 2006). Le taux de mortalité par maladies respiratoires est presque trois fois supérieur à la moyenne québécoise (MDDEP, 2002; 2006). Le taux de diabète chez les Inuits n'est pas aussi élevé que celui d'autres peuples autochtones, mais augmente également (Santé Canada, 2007). Ces problèmes de santé s'ajoutent à ceux causés par la situation socio-économique et culturelle complexe et difficile dans laquelle se trouvent plusieurs populations arctiques et qui se traduisent par une forte consommation d'alcool et d'autres drogues (autrefois inexistantes) et des taux de suicide élevés.

La situation de la santé des peuples arctiques souffre déjà de la contamination du milieu arctique. Comme nous l'avons expliqué précédemment, la circulation atmosphérique et océanique transporte certains types de polluants vers les hautes latitudes. L'impact environnemental de substances telles que les métaux lourds et les polluants organiques persistants (POP) est particulièrement élevé dans ces milieux à cause de leur résistance et de leur potentiel de bioaccumulation et de bioamplification dans les chaînes alimentaires (AMAP, 2002; CARC, 1990). La pollution atmosphérique formée de particules fines, d'hydrocarbures et de sulfates se traduit par la présence d'un voile atmosphérique (*arctic haze*) vers la fin de l'hiver et le début du printemps, depuis les années 1950, mais des effets sur la santé n'ont pas pu être mis en évidence (AMAP, 2006).

Parmi les métaux lourds, le mercure et son dérivé neurotoxique, le méthylmercure, posent des problèmes relatifs au développement et aux capacités neuromotrices des enfants (AMAP, 2002). En Amérique du Nord, une proportion importante, mais très variable, des habitants (jusqu'à 90 % dans certaines communautés) présentent des taux de mercure qui dépassent les normes définies par l'EPA et aussi celles moins strictes de Santé Canada (AMAP, 2006). En Sibérie, cette proportion est moins élevée. En comparant les taux de mercure dans les momies du XV^e siècle avec les taux actuels, on s'aperçoit que la contamination humaine au mercure a triplé durant cette période. Une des principales sources de mercure sont les centrales au charbon.

La situation est semblable pour les biphényles chlorés (BPC) qui freinent le développement physique et neuromoteur des enfants et qui s'accumulent dans les mammifères marins. Au Nunavut, les concentrations dépassaient le seuil de danger établi par Santé Canada chez 16 à 73 % des femmes et, au Groenland, chez 50 à 95 % des femmes (AMAP, 2006). D'autres contaminants fréquemment trouvés en milieu arctique sont le cadmium (présent dans les cigarettes),

le DDT (pourtant abandonné en Amérique du Nord et en Europe depuis les années 1970) ou les pesticides organochlorés. Les concentrations de ces derniers sont 4 à 15 fois plus élevées dans les populations du Nord que dans la population générale, ce qui est expliqué par leur capacité à s'accumuler dans la chair des mammifères marins, qui représente une source d'alimentation importante des populations du Nord. Les changements climatiques ont le potentiel d'altérer la circulation de ces contaminants (AMAP, 2002). Des températures plus élevées peuvent augmenter la mobilité physico-chimique et biologique de certains contaminants, mais peuvent aussi accélérer leur dégradation. La fonte du pergélisol et des glaciers peut remettre en circulation des contaminants d'origine naturelle ou anthropique comme le mercure lié à la matière organique des sols ou le DDT déposé sur les glaciers. L'alimentation reste cependant la source principale des contaminants. Des changements dans les écosystèmes et dans les habitudes alimentaires auront donc un grand impact sur l'exposition de la population humaine à ces substances.

4.3 L'augmentation de l'érosion côtière

L'érosion côtière et la dégradation du pergélisol ont un impact parfois dramatique sur les villages. L'exemple de Shishmaref, un village de l'Alaska, est souvent cité. Cette communauté de 600 habitants, située à 1000 km d'Anchorage et habitée depuis 4000 ans, a tellement souffert de l'érosion qu'à la suite de l'écroulement de plusieurs maisons, causé par la disparition du sol porteur, le reste du village a été entièrement déplacé vers l'intérieur des terres (figure 7). Ce déménagement forcé a provoqué un bouleversement du rythme de vie des habitants et occasionné des coûts évidemment bien au-delà du budget d'une telle municipalité.

Plusieurs segments de la côte de la mer arctique figurent parmi les côtes les plus menacées par l'érosion, en raison de la nature meuble des berges. Ces berges, hautes de quelques mètres, s'effritent et s'effondrent sous l'effet des vagues en raison de l'augmentation du niveau de la mer, de la fréquence des tempêtes et des périodes d'absence de glace de mer qui protège la côte des vagues durant les tempêtes hivernales.



Figure 7

L'EFFONDREMENT DE MAISONS À SHISHMAREF, ALASKA.

Source : Photo de Curtis Nayokpuk. ACIA 2005.

4.4 La perception des changements climatiques chez les peuples arctiques

Les peuples arctiques sont très conscients des changements qui s'opèrent dans leur environnement. Leur capacité d'observation leur permet de faire des observations qualitatives de grande valeur pour comprendre les changements climatiques dans l'Arctique et proposer des mesures d'adaptation.

Voici quelques-unes des observations faites par des Inuits du Canada. Elles ont été recueillies par Ashford et Castleden (2002) lors de deux ateliers de travail :

- Le climat devient de plus en plus imprévisible; le paysage n'est plus le même.
- La glace de mer d'hiver est mince et se brise, rendant la chasse très dangereuse.
- Les tempêtes d'automne sont plus fréquentes et plus violentes, ce qui rend la navigation difficile.
- L'invasion de mouches et de moustiques rend la vie des humains et des animaux difficile.
- Dans les eaux proches de Sachs Harbour, on a pris des saumons pour la première fois.
- Les fondations des immeubles se déplacent en raison de la fonte du pergélisol.
- Les hivers sont plus courts, et les étés plus longs.
- La glace commence à disparaître des glaciers et des fjords. Le pergélisol fond. Il pousse de la végétation là où il y avait autrefois de la glace.
- Les rayons solaires sont plus forts; les Inuits ont besoin de crèmes solaires plus puissantes.

- Nous voyons maintenant des oiseaux et des espèces sauvages que nous n'avons jamais vus auparavant. Les corbeaux sont partout; les oies des neiges sont trop nombreuses.
- Les vents forts peuvent être dangereux. À cause du réchauffement planétaire, nous pourrions subir des catastrophes telles que les ouragans.
- La viande de caribou a un goût différent. Nous nous inquiétons des contaminants et des maladies qu'elle peut transporter. La peau des caribous est plus mince.
- La glace d'automne se forme plus tard; il peut être dangereux de se déplacer dessus avant Noël.
- Les niveaux de l'eau baissent.
- Un plus grand nombre de bateaux naviguent dans le passage du Nord-Ouest à cause de la couverture de glace qui est plus petite ces dernières années.
- Les niveaux d'eau sont plus bas dans certains cours d'eau, et des ruisseaux et lacs se sont asséchés.
- La glace se brise plus tôt et semble plus mince.
- On voit plus de caribous malades.
- Il y a moins de neige sur la glace.
- Les glaciers du Nord sont en train de fondre.
- Les tempêtes d'automne sont plus violentes.
- Les changements dans les conditions météorologiques entraînent des périodes de temps doux imprévisibles.
- La terre est beaucoup plus sèche.

4.5 L'avenir des peuples arctiques

En tenant compte de l'évolution actuelle des habitudes de vie des populations nordiques, il peut être anticipé qu'un des réflexes d'adaptation par rapport à un environnement de plus en plus changeant et de moins en moins adapté au style de vie traditionnel sera une sédentarisation et un regroupement des populations autochtones dans des centres de plus en plus grands et de plus en plus urbanisés. Un tel repli dans un contexte d'urgence et d'absence de solutions de rechange ne saurait cependant générer des communautés en santé.

La dépendance vis-à-vis du financement étatique risque d'augmenter à court et à moyen terme. Il est certain que la capacité des pays riches comme le Canada ou les États-Unis de financer des mesures d'adaptation ne représente pas une limite en soi. Cependant, la dépendance grandissante des communautés autochtones au financement externe risque de leur poser des problèmes. Les impacts sociaux liés à une forte dépendance des ressources financières extérieures sont bien documentés dans le cas de nombreuses communautés autochtones et s'avèrent souvent désastreux.

L'impact des changements climatiques et des mesures d'adaptation que ceux-ci rendent nécessaires doit être vu de pair avec l'impact culturel, social et identitaire des bouleversements rapides qu'ont déjà connus la plupart des populations autochtones. La transition qui s'est effectuée chez les Inuits et d'autres peuples du Nord d'un style de vie qui perpétuait l'héritage de leurs ancêtres néolithiques vers un style de vie moderne leur ouvre beaucoup de nouvelles possibilités, mais crée aussi un débalancement social et culturel. Leurs habitudes se sont modifiées à bien des égards. Par exemple, les traîneaux à chiens ont été remplacés par des motoneiges, les armes blanches par des fusils, les igloos par des maisons construites et chauffées. Les nouvelles technologies et les moyens de communication modernes se sont répandus et diminuent l'importance des savoirs traditionnels, du rôle des aînés et des langues autochtones comme vecteurs culturels.

Il est difficile de pleinement appréhender les impacts sociaux, culturels et psychologiques de cette rapide transition culturelle. Néanmoins, les peuples autochtones ont fait preuve d'une grande capacité d'adaptation dans le passé. Ils ont su s'accommoder de l'intrusion récente du monde occidental, des changements du climat lors du petit âge glaciaire ou de la disparition des baleines au XIX^e et au XX^e siècle. De manière générale, ces peuples ont su pendant des millénaires s'adapter et prospérer dans un territoire caractérisé par des conditions climatiques extrêmes. En ce faisant, les Inuits ont su adapter leur société en abolissant par exemple les conflits armés, qui auraient été l'équivalent d'un suicide collectif dans leur contexte, et en sachant préserver des savoir-faire et des éléments de leur culture malgré l'intrusion de la modernité.

5. L'ouverture du passage du Nord-Ouest

La rapide diminution de la banquise arctique observée durant les dernières décennies laisse planer la possibilité d'une ouverture généralisée du passage du Nord-Ouest entre autres à la navigation commerciale. Certaines études estiment que la saison de navigation pourrait augmenter actuellement de 20 à 30 jours à 120 jours d'ici la fin du siècle (ACIA, 2005). Cette possibilité

suscite beaucoup de convoitises et de controverses. Certains y voient une conséquence bénéfique des changements climatiques et une opportunité économique de grande ampleur tandis que d'autres y voient une boîte de Pandore remplie de dangers potentiels.

5.1 Survol historique de l'exploration du passage du Nord-Ouest

Dans le passé, beaucoup d'explorateurs ont essayé de trouver et de franchir le passage du Nord-Ouest (figure 8). Les pêcheurs et les marins portugais, basques et bretons ont été les premiers à s'aventurer dans les eaux de Terre-Neuve et du Groenland. Dès le XV^e siècle, les navigateurs portugais tentèrent de se frayer un chemin à travers ce labyrinthe d'îles et de glace. Parmi ceux-ci, Joao Fernandes Labrador (à qui l'on attribue le nom du Labrador et de la mer homonyme) et Pedro de Barcelos ont longé, entre 1492 et 1495, la péninsule du Labrador, mais ne se sont pas aventurés plus loin dans le passage du Nord-Ouest.

Par la suite, les explorateurs anglais n'ont pas connu plus de succès dans leur expédition pour trouver le passage du Nord-Ouest. Ils ont découvert cependant plusieurs lieux géographiques jusque-là inconnus auxquels ils ont donné leur nom.

- Martin Frobisher (baie de Frobisher) a effectué des expéditions en Arctique en 1575 et en 1577. C'est au cours de cette expédition qu'il ramena trois Inuits, appelés Esquimaux à l'époque, en Europe.
- John Cabot (détroit de Cabot) a effectué une expédition de 1497 à 1498, durant laquelle il est décédé.
- Henry Hudson (baie d'Hudson) a effectué plusieurs expéditions, en 1606, 1610 et 1611. Il fut abandonné par son équipage avec son fils et sept marins en 1611 et disparut à jamais.
- John Davis (détroit de Davis) a effectué une expédition en 1585.
- William Baffin (Terre de Baffin) a effectué des expéditions en 1615 et 1616.
- Thomas James (baie James) a effectué des expéditions en 1631 et 1632.
- Luke Fox (bassin de Fox) a effectué une expédition en 1631.
- James Cook, le plus prolifique explorateur de l'histoire maritime, n'arriva pas plus loin que le détroit de Béring en remontant le Pacifique lors de son dernier voyage effectué de 1776 à 1779.

- Sir John Franklin et ses 128 hommes d'équipage disparurent en 1845 en explorant le passage du Nord-Ouest. Pendant dix ans, des recherches furent effectuées pour le retrouver entre autres par l'Américain Charles Francis Hall. Celui-ci apprit auprès des Inuits leurs techniques de déplacement et recueillit leurs traditions orales. Mais lui aussi décéda au cours de ses expéditions.



Figure 8

DIFFÉRENTES ROUTES À TRAVERS LE PASSAGE DU NORD-OUEST.

Roald Amundsen emprunta la route Sud, mais celle-ci n'est commercialement pas viable, car la profondeur de l'eau y est par endroits de seulement un mètre.

Source : Wikipédia.

La première traversée du passage du Nord-Ouest fut finalement effectuée par l'explorateur norvégien Roald Amundsen qui sera quelques années plus tard, en 1911, le premier homme à atteindre le pôle Sud. Celui-ci mit trois ans, de 1903 à 1906, pour réussir cet exploit.

Ce n'est pas avant 1945 que l'explorateur norvégien-canadien Henry Asbjörn Larsen traversa le détroit d'un seul trait.

En 1969, le pétrolier américain Manhattan réussit à traverser le détroit en quatre semaines, mais les difficultés du voyage et les importants dommages au bateau prouvèrent – à l'encontre de l'objectif de l'expédition – que le transport de pétrole à travers le détroit du Nord-Ouest n'était pas économiquement viable.

À la suite de la diminution progressive du couvert de glace de mer, la navigation devient plus facile, même si ce terme reste relatif, puisque la navigation par des températures glaciales à travers les plaques de glace de mer et les icebergs reste un exercice périlleux comme en témoigne l'expédition effectuée par Sébastien Roubinet en 2007 à bord du catamaran Babouche (figure 9).



Figure 9

VOYAGE DU CATAMARAN BABOUCHE EN 2007.

Le tracé rouge suit la route à travers le passage du Nord-Ouest, empruntée d'est en ouest, de Vancouver à Montréal, par l'expédition du catamaran Babouche de Sébastien Roubinet en 2007, premier voilier non motorisé à réussir cette traversée.

Source : Babouche.

Ce survol historique de la découverte du passage du Nord-Ouest met en évidence la difficulté de la navigation dans les eaux de ce passage. Il est donc aisé de comprendre pourquoi il n'a jusqu'à maintenant jamais servi à des fins commerciales. Il est principalement utilisé par des navires militaires et scientifiques.

5.2 Le passage du Nord-Ouest et les routes maritimes mondiales

L'intérêt potentiel du passage du Nord-Ouest pour le transport maritime est considérable (figure 10). L'utilisation du passage du Nord-Ouest permettrait de raccourcir les trajets maritimes entre l'Europe et l'Asie. Ainsi, le trajet de Rotterdam à Tokyo ne serait que de 15 900 km de long par le passage du Nord-Ouest au lieu de 21 100 km par le canal de Suez ou 23 300 km par le canal de Panama. Cependant, le passage du Nord-Est serait encore plus court pour relier Rotterdam et Tokyo, avec 14 100 km de long. Le trajet de New York à San Francisco, quant à lui, serait équivalent en longueur en empruntant le passage du Nord-Ouest (10 000 km) que le canal de Panama (9 500 km), mais offrirait la possibilité d'utiliser de plus gros navires, et ce, sans avoir à acquitter des droits de passage. Autrefois, ce trajet obligeait les bateaux à contourner le cap Horn, pour une longueur totale de 25 900 km. Cette mythique « Route de l'or » fait aujourd'hui l'objet de tentatives de record à la voile.

Actuellement, environ 14 000 navires utilisent le canal de Panama chaque année, ce qui représente 6 % du commerce mondial et 68 % du transport maritime vers les États-Unis. En empruntant le passage du Nord-Ouest, les navires pourraient non seulement raccourcir le trajet, d'où une économie de temps et de carburant, mais ils éviteraient aussi les droits de passage du canal de Panama, qui s'élèvent à 48 000 \$ par navire et à 150 000 \$ pour les grands bateaux de la classe Panamax.

L'histoire des deux canaux les plus importants de la navigation internationale, le canal de Suez et le canal de Panama, donne une idée de l'ampleur des enjeux autour des routes maritimes les plus rapides (figure 10).

Le canal de Suez a été construit, entre 1859 et 1869, par la compagnie de Suez sous les ordres de l'ingénieur français Ferdinand de Lesseps. Sa construction coûta la vie à 125 000 des 1,5 million d'ouvriers égyptiens qui y participèrent, principalement à cause du choléra. Le canal de Suez représente aujourd'hui la troisième source de devises de l'Égypte et rapporte sept millions de dollars américains par jour. En 1956, à la suite de la nationalisation du canal par le président égyptien Nasser, les armées israélienne, française et britannique se sont emparées du canal, provoquant ainsi une crise internationale. La force israélo-franco-britannique a fini par se retirer sous la pression des États-Unis et de l'Union soviétique, soucieux d'éviter le risque d'une escalade nucléaire. En 1956, Les Casques bleus des Nations unies effectuèrent leur première mission sous l'impulsion de Lester B. Pearson, ministre canadien des Affaires étrangères, ce qui lui valut le prix Nobel de la paix.

La construction du canal de Panama a débuté en 1880, sous la direction Ferdinand de Lesseps, l'architecte du canal de Suez, puis, après la faillite de sa compagnie en 1889, s'est terminée en 1914 sous celle du gouvernement américain. Les travaux coûtèrent la vie à plus de 27 000 travailleurs, décimés par les maladies tropicales et les accidents dus aux pluies torrentielles et aux glissements de terrain. La faillite de la Compagnie de Suez en 1889 reste un des plus grands scandales financiers de l'histoire.

Le conflit militaire est également présent tout au long de l'histoire du canal de Panama. Au cours du XIX^e siècle, l'armée américaine est intervenue à au moins six reprises pour garantir l'accès au canal. En 1903, la marine des États-Unis a soutenu une révolte au Panama, révolte qui a mené à son indépendance vis-à-vis de la Colombie. Les États-Unis ont reçu en contrepartie de leur aide les droits sur le canal de Panama, qu'ils ont tenu jusqu'à sa rétrocession au Panama, en 1999, et défendu lors de nouvelles interventions militaires dans les années 1920 et 1960.

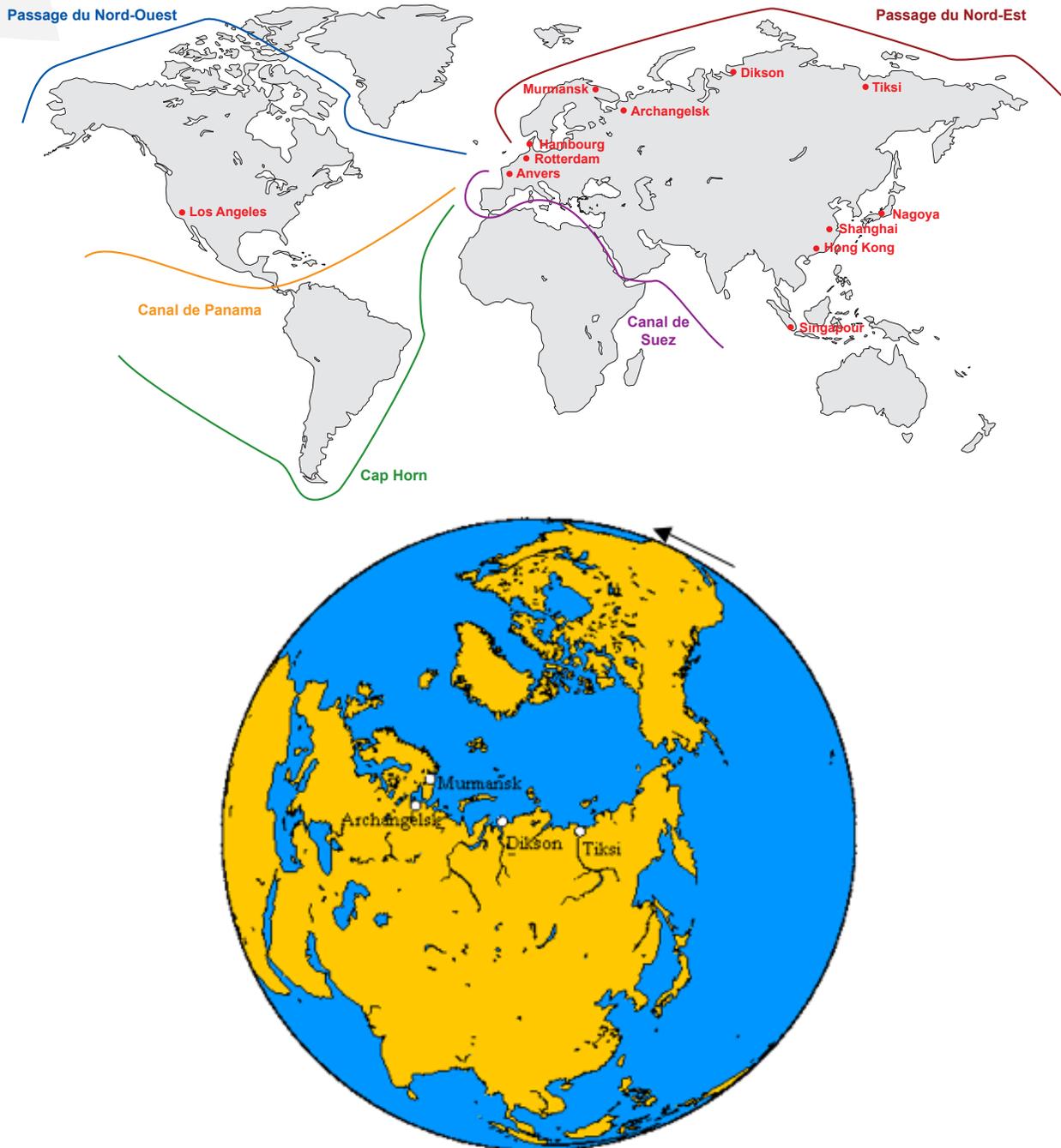


Figure 10

CARTE DES ROUTES MARITIMES MONDIALES AINSI QUE LES PLUS IMPORTANTS PORTS AU MONDE.

Les routes passant par le canal de Suez et le canal de Panama permettent d'éviter les redoutables cap Horn et cap de Bonne-Espérance pour atteindre l'Asie ou la côte ouest de l'Amérique à partir de l'Europe ou de la côte est de l'Amérique. Les passages du Nord-Ouest et du Nord-Est permettraient de raccourcir sensiblement les routes maritimes dans l'hémisphère Nord. Les ports les plus importants se situaient autrefois principalement en Europe et en Amérique du Nord. Signe des temps, 7 des 13 plus importants ports commerciaux se trouvent aujourd'hui en Chine.

Il est moins souvent question du passage du Nord-Est qui pourrait pourtant gagner une importance comparable à celui du Nord-Ouest à la suite du réchauffement climatique et de la fonte de la banquise dans le nord de la Sibérie. Il a été traversé une première fois en 1879 par le Suédois Adolf Erik Nordenskjöld et, une deuxième fois, 40 ans plus tard, par le Norvégien Roald Amundsen, de 1918 à 1920. L'exploitation commerciale du passage du Nord-Est a commencé sous le régime soviétique en 1935, après la première traversée effectuée en un seul été, en 1932, par l'expédition du professeur Otto Yulievich Schmidt. La voie maritime du Nord-Est est également empruntée par la marine soviétique pour rejoindre le Pacifique. Le passage est géré par l'Administration de la route maritime du Nord, qui fut créée en 1932. Actuellement, tout navire désirent emprunter la route maritime du Nord-Est doit être accompagné d'un brise-glace russe, ce qui rend le voyage très onéreux. Avec la diminution des glaces, cette obligation pourrait cependant être levée dans un avenir proche. L'avantage pour le transport maritime serait indéniable. Par exemple, le trajet de Rotterdam à Tokyo est long de 14 100 km par le passage du Nord-Est, de 15 900 km par le passage du Nord-Ouest, de 21 100 km par le canal de Suez et de 23 300 km par le canal de Panama.

5.3 La richesse de l'Arctique

En plus de la navigation commerciale, l'autre grand attrait d'un accès plus aisé aux eaux arctiques est la richesse présumée de l'Arctique en ressources minérales - pétrole, diamants et minéraux. Les roches sédimentaires qui constituent le socle continental comportent d'importants gisements de pétrole et de gaz naturel. Le U. S. Geological Survey estime que l'Arctique pourrait renfermer jusqu'à 25 % des ressources de pétrole et de gaz naturel non découvertes. Leur quantité pourrait atteindre 100 ou 200 milliards de barils de pétrole et plus de 50 trillions de mètres cubes de gaz naturel (Killaby, 2005). En 2007, les États-Unis ont approuvé l'attribution de 21 baux pour des forages offshore, dont huit sur la côte de l'Alaska. L'accessibilité de ces sites et le transport par pétrolier présenteraient de grands avantages pour l'exploitation de ces gisements, puisque le transport continental de pétrole par les pipelines est onéreux et que les écoulements de pétrole inévitables soulèvent la question des risques environnementaux.

5.4 Les droits de souveraineté sur l'Arctique

Les intérêts économiques énoncés en matière de navigation et de ressources naturelles soulèvent la question des droits de souveraineté sur l'Arctique. Ces droits se situent dans un flou juridique, car plusieurs interprétations sont invoquées par les différents pays riverains.

Le Canada revendique la souveraineté du passage du Nord-Ouest en vertu de la troisième Convention des Nations unies sur le droit de la mer de 1982, en vigueur depuis 1994, qui fixe la limite des eaux territoriales et entre autres celle des eaux archipélagiques. Son argumentation repose sur la prise en compte des nombreux îlots arctiques appartenant au Canada en interprétant à sa manière l'article 7 qui décrit la méthode des « lignes de base droites », c'est-à-dire « là où la côte est profondément échancrée et découpée, ou s'il existe un chapelet d'îles le long de la côte, à proximité immédiate de celle-ci » (Killaby, 2005).

Les États-Unis en revanche considèrent ces eaux comme un détroit international selon l'article 37 de cette même convention (Charron, 2005). D'ailleurs, actuellement, ses navires et sous-marins y circulent librement sans demander l'autorisation au Canada (les autorités canadiennes sont simplement « informées »), ce qui a provoqué des tensions à certaines occasions, comme lors du passage du brise-glace américain USCGC Polar Sea, au milieu des années 1980, ou plus récemment celui de sous-marins nucléaires de la marine américaine (Plouffe, 2007). L'incapacité de la garde côtière canadienne d'intercepter ces navires avait fait germer plusieurs plans de renforcement de cette unité, entre autres par des brise-glaces plus modernes ou des sous-marins nucléaires, qui ne seront cependant pas mis en œuvre (Huebert, 2005).

La Russie, quant à elle, veut faire valoir le fait que, selon elle, la dorsale Lomonosov serait en fait un prolongement géologique du plateau continental sibérien, ce qui signifierait que toute cette partie de l'océan Arctique ferait partie des eaux territoriales de la Russie (plus précisément de sa zone économique exclusive) en vertu de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer de 1982.

La proposition du Canada faite à moment d'appliquer le principe des secteurs (figure 11) comme en Antarctique n'a jamais été acceptée par les autres pays circumarctiques (Killaby, 2005).



Figure 11

LE SECTEUR CANADIEN DE L'ARCTIQUE.

Les revendications du Canada ont été fondées sur la théorie des secteurs jusque dans les années 1980, mais les autres nations arctiques (États-Unis, Russie, Norvège, Danemark) n'ont jamais accepté cette méthode appliquée dans le Traité sur l'Antarctique de 1959. Les quatre emplacements d'opérations qui assurent aux chasseurs canadiens la maîtrise du ciel dans le Nord sont indiqués sur la carte.

Source : Collection de la RMC. *Revue militaire canadienne*.

5.4.1 La « guerre des drapeaux » entre le Canada, le Danemark et la Russie

Durant la guerre froide, la question de la souveraineté jouait un rôle subordonné à celle de la défense commune des pays de l'OTAN, dont font partie les États-Unis ainsi que le Canada. Depuis la fin de la guerre froide et la diminution de la présence militaire américaine et canadienne, les intérêts du Canada se situent plus par rapport à la souveraineté que par rapport à la sécurité et il désire depuis le début des années 1990 (on peut supposer un lien avec les changements climatiques) réaffirmer une souveraineté sur le territoire arctique. D'autres pays arctiques s'appuient sur un droit d'usage établi depuis des décennies. En particulier, la présence russe, à travers les activités militaires ainsi que scientifiques, a toujours été particulièrement importante.

Des drapeaux sur l'îlot de Hans

La guerre diplomatique autour de l'île Hans entre le Canada et le Danemark figure comme précédent de conflits territoriaux autour des eaux arctiques (Killaby, 2005). Ce petit îlot inhabité de 1,3 km² de diamètre ne représente aucun intérêt sauf pour le fait qu'il est situé à l'entrée est du passage du Nord-Ouest et donne ainsi accès à la voie navigable ainsi qu'aux ressources pétrolières présumées présentes en grande quantité dans cette région. En 1984, le ministre danois des Affaires groenlandaises plante un drapeau danois sur l'îlot. En 2005, c'était au tour du ministre canadien de la Défense, Bill Graham, de planter le drapeau canadien sur l'île de Hans (figure 12). Depuis, les deux pays se sont entendus sur un règlement diplomatique.



Figure 12

MILITAIRES CANADIENS CONSTRUISANT UN INUKSHUK ET PLANTANT UN DRAPEAU CANADIEN APRÈS AVOIR ÔTÉ LE DRAPEAU DANOIS DE SON MAT (EN BLANC, À DROITE).

Source : Photo du MDN 2005-0114-42a prise par le caporal David McCord, Centre d'imagerie interarmées des Forces canadiennes, sur la carte. Collection de la RMC. *Revue militaire canadienne*.

Une autre indication de l'importance grandissante des eaux territoriales du Canada est la commande par le gouvernement canadien, en 2007, de six à huit nouvelles vedettes pour un coût de huit milliards de dollars. La présence militaire canadienne en Arctique avait été renforcée, dès 2002, lorsque la première manœuvre militaire eut lieu depuis vingt ans, suivie d'autres manœuvres en 2005 et 2006 (Huebert, 2005).

Un drapeau russe au fond de l'océan

La « guerre des drapeaux » a été poursuivie par la Russie de manière fort originale. En juillet 2007, lors d'une mission scientifique, la Russie a planté, à partir d'un sous-marin, un drapeau en titane à 4261 mètres de profondeur au fond de l'océan Arctique à la hauteur de la dorsale Lomonosov (figure 13) (Mandeveille, 2007, Anon, 2007a). Loin de n'être qu'une prouesse technologique et un accomplissement scientifique, ce geste matérialise la revendication de la Russie d'une large part du territoire arctique. En effet, si la Russie parvient à prouver que la dorsale est une extension géologique du plateau continental sibérien, ce territoire pourrait être considéré comme une partie intégrale du territoire russe en vertu de la Convention des Nations unies. En 2002, la Commission des Nations unies sur la limite des marges continentales avait débouté une revendication de la Russie d'une large partie de l'océan Arctique, qui était basée sur l'hypothèse de l'appartenance des dorsales Lomonosov et Mendeleev au plateau continental sibérien (CLCS, 2004). Actuellement, dans le cadre de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer, la zone autour du pôle Nord est considérée comme des eaux internationales, car les marges continentales des pays riverains ne s'étendent pas jusqu'à ce point. Comme la dorsale Lomonosov s'étend au-delà du pôle Nord, presque jusqu'au Groenland et à l'île d'Ellesmere, le territoire maritime en question est gigantesque. L'importance de cette question géologique sur le statut légal de l'Arctique explique ainsi les expéditions russes, canadiennes et danoises (Anon, 2005; 2007b). Les États-Unis, de leur côté, n'ont pas signé cette convention et ne peuvent donc pas l'invoquer pour réclamer des eaux au large de l'Alaska (UNDOA/LOS, 2007).

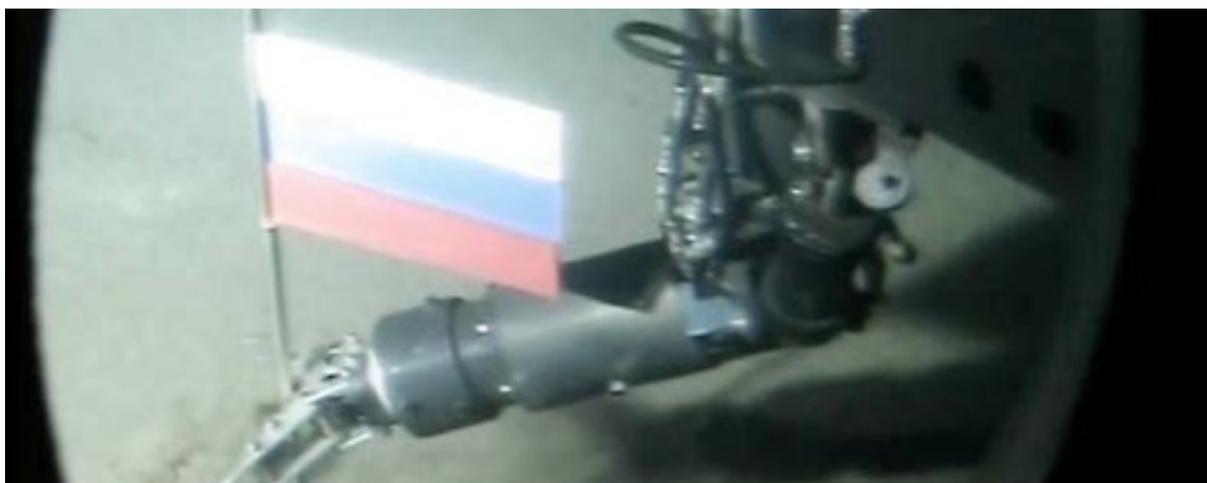


Figure 13

LE DRAPEAU RUSSE SUR LA DORSALE LOMONOSOV À 4261 MÈTRES DE PROFONDEUR.

Source : Design is yourfriend.

5.5 Les risques pour l'environnement

La circulation de navires transportant des substances nocives, l'exploration et l'exploitation du pétrole et d'autres ressources soulèvent la question des risques environnementaux dans les milieux fragiles de l'Arctique. La catastrophe de l'Exxon Valdez, en 1989, a démontré la vulnérabilité des écosystèmes arctiques. Les répercussions environnementales sont encore mesurables, même quinze ans après le naufrage (Peterson *et al.*, 2003). Cet événement indique aussi l'ordre de grandeur des dommages environnementaux. Dans le cas de l'Exxon Valdez, environ deux milliards de dollars américains ont été dépensés pour nettoyer des plages. En plus, les tribunaux ont imposé à la compagnie fautive des paiements de dommage de cinq milliards de dollars américains. Cette somme reste encore impayée en 2007 et fait l'objet d'un appel devant les tribunaux. L'immensité du territoire arctique minimise l'impact des activités humaines (figure 14). Par contre, les distances énormes et la difficulté d'accès ainsi que l'absence d'infrastructures rendraient une intervention en cas d'incident environnemental beaucoup plus difficile que dans d'autres régions du monde.



Figure 14

LA SUPERPOSITION DE L'OUEST DE L'EUROPE À L'ARCTIQUE NORD-AMÉRICAIN.

Source : Collection de la RMC. *Revue militaire canadienne*.

CONCLUSION – OÙ S'EN VA L'ARCTIQUE?

Comme nous avons pu le constater, les changements climatiques dans l'Arctique offrent des perspectives économiques intéressantes, mais avec des conséquences peut-être indésirables. L'ouverture du passage du Nord-Ouest, l'accessibilité aux ressources pétrolières et minérales ont le potentiel de générer des revenus importants. Cependant, les activités de navigation et d'extraction minière entraînent aussi des risques environnementaux importants dans leur sillage. Sur le plan de la mitigation des changements climatiques, l'accès à de nouvelles sources de pétrole et de gaz naturel n'est certainement pas souhaitable dans la mesure où la rareté grandissante de ces ressources représente un des incitatifs les plus importants pour en réduire la consommation.

Sur le plan politique, la richesse présumée du territoire arctique et l'importance des passages navigables commencent déjà à créer des tensions et interpellent les pays de la zone arctique. Les droits sur le territoire ne sont pas réglés et nécessiteront des négociations multilatérales. Les conventions existantes permettent des interprétations assez larges pour donner des arguments à plusieurs des pays riverains.

Des transformations profondes s'annoncent pour les peuples cirumarctiques autochtones. Dans un environnement en mutation et dans la perspective d'une présence de la civilisation du Sud de plus en plus forte, il est difficile de prévoir comment ils vont s'adapter. L'expérience historique démontre que l'adaptation à un monde moderne est accompagnée de beaucoup de difficultés. Le mode de vie traditionnel sera sans doute de plus en plus relégué au second rang. Les nations autochtones savent cependant aussi faire preuve d'une grande capacité d'adaptation. La mise en place d'entités territoriales munies d'un certain degré d'autonomie permettra à ces peuples de mieux prendre leur propre aspiration en compte dans le développement du territoire arctique qu'ils habitent. Il est certainement à prévoir que la quête de la préservation de l'identité culturelle entrera souvent en conflit avec l'intérêt à court terme d'un développement commercial et industriel, surtout lorsque celui-ci apporte une réponse rapide aux problèmes engendrés par la transformation de l'environnement.

L'avenir des écosystèmes arctiques, quant à lui, est compromis à long terme. Le réchauffement, jumelé à la diminution du couvert de glace, la fonte du pergélisol et l'augmentation du rayonnement UV aura des répercussions importantes sur les écosystèmes du Grand Nord. Puisque ceux-ci ne peuvent pas migrer plus au nord vers des contrées plus froides, ils seront graduellement confinés dans des espaces de plus en plus réduits et remplacés par les zones écologiques situées

aujourd'hui plus loin au sud. Ainsi, l'image d'Épinal que nous avons du Grand Nord pourrait ainsi que l'ours blanc, le « seigneur de la banquise », devenir un simple souvenir dans un avenir qui n'est pas si lointain si le réchauffement de l'Arctique se poursuit à un rythme inchangé.

Références

- Aldhous, P. 2000. Global warming could be bad news for Arctic ozone layer. *Nature*, 404, 531.
- Allard, M., Fortier, R., Gagnon, O., Michaud, Y. 2004. *Problématique du développement du village de Salluit, Nunavik*. Rapport final, Centre d'études nordiques, Université Laval.
- Anon. 2005. Denmark hopes to claim North Pole. *BBC News*, 5 octobre, [En ligne]. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/3716178.stm> (Consulté le 5 décembre 2007)
- Anon. 2007a. Russia plants flag under North Pole. *BBC News*, 2 août, [En ligne]. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/6927395.stm> (Consulté le 5 décembre 2007)
- Anon. 2007b. Canada to map Arctic seabed to boost sovereignty. *Reuters AlertNet*, 17 octobre, [En ligne]. <http://www.alertnet.org/thenews/newsdesk/N16233938.htm> (Consulté le 5 décembre 2007)
- Arctic Climate Impact Assessment (ACIA). 2005. *Arctic climate impact assessment*. Cambridge University Press, 1042 p. [En ligne]. <http://www.acia.uaf.edu> (Consulté le 5 décembre 2007)
- Arctic Monitoring and Assessment Program (AMAP). 2006. *Arctic pollution 2006. Acidification and Arctic haze*. Oslo, Arctic Monitoring and Assessment Programme, 28 p.
- Arctic Monitoring and Assessment Program (AMAP). 2003. *The influence of global change on contaminant pathways to, within, and from the Arctic*. Oslo, Arctic Monitoring and Assessment Programme, 65 p.
- Arctic Monitoring and Assessment program (AMAP). 2002. *Arctic pollution 2002*. Oslo, Arctic Monitoring and Assessment Programme, 112 p.
- Arctic Council. 2007. *Arctic Council*, [En ligne]. <http://www.arctic-council.org/> (Consulté le 5 décembre 2007)
- Ashford, G., Castleden, J. 2002. *Inuit observations on climate change*. Institut international du développement durable, juin 2001, Elders Conference on Climate Change, Cambridge Bay, Nunavut, 29-31 mars, 2001.

- Canadian Arctic Resources Committee (CARC). 1990. Arctic pollution : How much is too much?, *Northern Perspectives*, 18, 3.
- Cardinal, F. 2006. Même le pergélisol ramollit. *La Presse*, 28 septembre.
- Chapin, F. S., Sturm, M., Serreze, M. C., McFadden, J. P., Key, J. R., Lloyd, A. H., McGuire, A. D., Rupp, T. S., Lynch, A. H., Schimel, J. P., Beringer, J., Chapman, W. L., Epstein, H. E., Euskirchen, E. S., Hinzman, L. D., Jia, G., Ping, C.-L., Tape, K. D., Thompson, C. D. C., Walker, D. A., Welker, J. M. 2005. Role of land-surface changes in Arctic summer warming. *Science*, 310, 657-660.
- Charron, A. 2005. Le passage du nord-ouest. *Revue militaire canadienne*, 6, [En ligne]. http://www.journal.forces.gc.ca/frgraph/Vol6/no4/06-North3_f.asp (Consulté le 5 décembre 2007)
- Commission on the Limits of the Continental Shelf (CLCS). 2004. *Outer limits of the continental shelf beyond 200 nautical miles from the baselines : Submissions to the Commission : Submission by the Russian Federation*, [En ligne]. http://www.un.org/depts/los/clcs_new/submissions_files/submission_rus.htm (Consulté le 5 décembre 2007)
- Danby, R. K., Hik, D. S. 2007. Variability, contingency and rapid change in recent subarctic alpine tree line dynamics. *Journal of Ecology*, 95, 352-363.
- Flohn, H. 1979. Notre avenir climatique : un océan Arctique libre de glaces? *La Météorologie*, VI, série 16, 35-51.
- Gajewski, K., Atkinson, D. A. 2003. Climate change in the Canadian Arctic. *Environmental Review*, 11, 69-102.
- Giese, P. 1996. *Inuit and Arctic peoples*, [En ligne]. http://www.kstrom.net/isk/canada/images/can_arct.htm (Consulté le 5 décembre 2007)
- Goetz, S. J., Bunn, A. G., Fiske, G. J., Houghton, R. A. 2005. Satellite-observed photosynthetic trends across boreal North America associated with climate and fire disturbance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, 13521-13525.
- Gouvernement du Canada. 2007. *Freshwater website*, [En ligne]. http://www.ec.gc.ca/water/e_main.html (Consulté le 5 décembre 2007)
- Gouvernement du Nunatsiavut. 2007. *Nunatsiavut*, [En ligne]. <http://www.nunatsiavut.com/> (Consulté le 5 décembre 2007)

- Gouvernement du Nunavik. 2007, *Le site des négociations du gouvernement régional du Nunavik*,
[En ligne]. <http://www.nunavikgovernment.ca> (Consulté le 5 décembre 2007)
- Gouvernement du Nunavut. 2007. *Gouvernement du Nunavut*,
[En ligne]. <http://www.gov.nu.ca/> (Consulté le 5 décembre 2007)
- Grebmeier, J. M., Overland, J. E., Moore, S. E., Farley, E. V., Carmack, E. C., Cooper, L. W., Frey, K. E., Helle, J. H., McLaughlin, F. A., McNutt, S. L. 2006. A major ecosystem shift in the northern Bering Sea. *Science*, 311, 1461-1464.
- Holland, M. M., Bitz, C. M., Tremblay, B. 2006. Future abrupt reductions in the summer Arctic sea ice. *Geophysical Research Letters*, 33, doi :10.1029/2006GL028024.
- Horn, F. 2004. *National Minorities of Finland*. The Sámi. Ministry for Foreign Affairs of Finland, Department for Communication and Culture.
- Huebert, R. 2005. Un regain d'intérêt pour la sécurité de l'Arctique canadien? *Revue militaire canadienne*, 6,
[En ligne]. http://www.journal.forces.gc.ca/frgraph/Vol6/no4/04-North1_f.asp
(Consulté le 5 décembre 2007)
- Inuit Circumpolar Council. 2007. *Inuit Circumpolar council*,
[En ligne]. <http://www.inuit.org/> (Consulté le 5 décembre 2007)
- IPCC. 2001. *IPCC Third assessment report : Climate change 2001*.
- IPCC. 2007. *IPCC fourth assessment report*.
- Killaby, G. 2005. Le grand jeu dans le Grand Nord : remise en question de la souveraineté du Canada dans l'Arctique. *Revue militaire canadienne*, 6,
[En ligne]. http://www.journal.forces.gc.ca/frgraph/vol6/no4/05-North2_f.asp
(Consulté le 5 décembre 2007)
- Klein, D. R. 1967. The introduction, increase, and crash of reindeer on St. Matthew island. *Journal of Wildlife Management*, 32, 350-367.
- Lawrence, D. M., Slater, A. G. 2005. A projection of severe near-surface permafrost degradation during the 21st century. *Geophysical Research Letters*, 32, L24401, doi :10.1029/2005GL025080.
- Maberley, D. A. L., King, W., Cruess, A. F. 2000. La prévalence du diabète chez les Cris de l'ouest de la baie James. *Maladies chroniques au Canada*, 21, 3.

Malaurie, J. 1954. *Les derniers rois de Thulé*, Plon.

Mandeville, L. 2007. La Russie plante son drapeau au fond de l'océan Arctique. Le Figaro, 14 octobre, [En ligne]. http://www.lefigaro.fr/international/20070803.FIG000000108_la_russie_plante_son_drapeau_au_fond_de_l_ocean_arctique.html (Consulté le 5 décembre 2007)

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). 2006. *Projet hydroélectrique Eastmain-1-A et dérivation Rupert. Les impacts sociaux pour la société crie*. Rapport du comité provincial d'examen à l'administrateur du chapitre 22 de la Convention de la Baie-James et du Nord québécois, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/evaluations/eastmain-rupert/rapport-comexfr/impacts.htm> (Consulté le 5 décembre 2007)

Musée canadien des civilisations 2001. L'Odyssée des Inuits du Canada, une histoire de mille ans. *Société du Musée canadien des civilisations*, [En ligne]. http://www.civilization.ca/educat/oracle/modules/dmorrison/page02_f.html (Consulté le 5 décembre 2007)

Musée canadien des civilisations et Musée régional de Samara, Russie. 2006. Maîtres des plaines. Exposition 1^{er} décembre 2006 au 3 septembre 2007, *Société du Musée canadien des civilisations*, [En ligne]. <http://www.civilization.ca/cmcmaitres/mastersf.html> (Consulté le 5 décembre 2007)

Nunavut Tunngavik. 2004. *Nunavut'99*, [En ligne]. <http://www.nunavut.com/nunavut99/> (Consulté le 5 décembre 2007)

Parlement Sami de Finlande. 2007. *Finnish Sámi Parliament*, [En ligne]. <http://www.samediggi.fi/> (Consulté le 5 décembre 2007)

Parlement Sami de Norvège. 2007. *Sámediggi – Sametinget*, [En ligne]. <http://www.samediggi.no/> (Consulté le 5 décembre 2007)

Parlement Sami de Suède. 2007. *Sametinget*, [En ligne]. <http://www.sametinget.se/> (Consulté le 5 décembre 2007)

Perin, S., Lean, D. R. S. 2004. The effects of ultraviolet-B radiation on freshwater ecosystems of the Arctic : Influence from stratospheric ozone depletion and climate change. *Environmental Review*, 12, 1-70.

- Peterson, C. H., Rice, S. D., Short, J. W., Esler, D., Bodkin, J. L., Ballachey, B. E., Irons, D. B. 2003. Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill. *Science*, 302, 2082-2086.
- Plouffe, J. 2007. Washinton et Ottawa à l'épreuve des changements climatiques en Arctique. *Options Politiques*, mai 2007, 65-68.
- Pringle, H. 1997. Death in Norse Greenland. *Science*, 275, 924-926.
- R-ArcticNet. 2007. *A database of Pan-Arctic river discharge*, [En ligne]. <http://www.r-arcticnet.sr.unh.edu/main.html> (Consulté le 5 décembre 2007)
- Richardson, A. J., Schoeman, D. S. 2004. Climate impact on plankton ecosystems in the Northeast Atlantic. *Science*, 305, 1609-1612.
- Santé Canada. 2002. *Le changement climatique, la santé et le bien-être dans le Nord Canadien*. Rapport sur l'Atelier de planification en santé publique sur le changement climatique, la santé et le bien-être dans le Nord, les 6 et 7 juillet 2002, Yellowknife (T. N.-O.).
- Santé Canada. 2007. *Santé des Premières nations et des Inuits*, [En ligne]. http://www.hc-sc.gc.ca/fnih-spni/index_f.html (Consulté le 5 décembre 2007)
- Shindell, D. T., Rind, D., Lonergan, P. 1998. Increased polar stratospheric ozone losses and delayed eventual recovery owing to increased greenhouse-gas concentrations. *Nature*, 392, 589-592.
- Smith, L. C., Sheng, Y., MacDonald, G. M., Hinzman, L. D. 2005. Disappearing Arctic lakes. *Science*, 308, 1429.
- Stirling, I., Derocher, A. E. 1993. Possible impacts of climatic warming on polar bears. *Arctic*, 46, 240-245.
- Stokstad, E. 2004. Changes in planktonic food web hint at major disruptions in Atlantic. *Science*, 305, 1548 -549.
- Strum, M., Douglas, T., Racine, C., Liston, G. E. 2005. Changing snow and shrub conditions affect albedo with global implications. *Journal of Geophysical Research*, 110, doi : 10.1029/2005JG000013.

- Survival. 1998. Petits peuples de Sibérie. *Survival*,
[En ligne]. http://www.survivalfrance.org/tribes.php?tribe_id=177
(Consulté le 5 décembre 2007)
- Tape, K., Sturm, M., Racine, C. 2006. The evidence for shrub expansion in Northern Alaska and the Pan-Arctic. *Global Change Biology*, 12, 686.
- Teskrat, N. 2006. Warming melting Arctic forces native Alaskan village to move. *Terra Daily*,
[En ligne]. http://www.terradaily.com/reports/Warming_Melting_Arctic_Forces_Native_Alaskan_Village_To_Move_999.html (Consulté le 5 décembre 2007)
- UN Division for Ocean Affairs and the Law of the Sea (UNDOA/LOS). 2007. *United Nations Convention on the Law of the Sea*,
[En ligne]. http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/convention_agreements.htm (Consulté le 5 décembre 2007)
- Victor, S. 2007. *Paul-Émile Victor, site officiel*,
[En ligne]. <http://www.paulemilevictor.fr/> (Consulté le 5 décembre 2007)
- Walker, M. D., Wahren, C. H., Hollister, R. D., Henry, G. H. R., Ahlquist, L. E., Alatalo, J. M., Bret-Harte, M. S., Calef, M. P., Callaghan, T. V., Carroll, A. B., Epstein, H. E., Jónsdóttir, I. S., Klein, J. A., Magnússon, B., Molau, U., Oberbauer, S. F., Rewa, S. P., Robinson, C. H., Shaver, G. R., Suding, K. N., Thompson, C. C., Tolvanen, A., Totland, Ø., Turner, P. L., Tweedie, C. E., Webber, P. J., Wookey, P. A. 2006. Plant community responses to experimental warming across the tundra biome. *Proceedings of the National Academy of Science*, 103, 1342-1346.