

Québec, le 8 mars 2005

Café Chez Temporel, 25 rue Couillard, Vieux-Québec

Réchauffement de l'Arctique : impacts environnementaux et socio-économiques

Invité : M. Louis Fortier

Chers amis,

Mon nom est Jules Lamarre,

Au nom du Groupe de recherche en développement international, dirigé par le Professeur Frédéric Lasserre, ainsi que du département de géographie de l'Université Laval, permettez-moi de vous souhaiter la bienvenue à notre septième café géographique.

Ce soir, nous avons le plaisir d'accueillir le Professeur Louis Fortier, biologiste et océanographe, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur la réponse des écosystèmes marins arctiques au réchauffement climatique. Professeur à l'Université Laval, Monsieur Fortier a accepté de nous entretenir du thème : « Réchauffement de l'Arctique : impacts environnementaux et socio-économiques ».

Monsieur Fortier n'a pas vraiment besoin de présentation. En 2003-2004, les médias ont amplement fait état de la formidable expédition de recherche qu'il a dirigée dans l'Arctique canadien à bord du brise-glace océanographique Amundsen. Dans le cadre de CASES ([Canadian Arctic Shelf Exchange Study](#)), pendant une année entière 200 scientifiques de plusieurs pays se sont relayés à bord de l'Amundsen qui s'intéressaient aux impacts tant environnementaux, socio-économiques que géopolitiques liés au réchauffement de l'Arctique. Enfin, M. Fortier est directeur scientifique d'[ArcticNet](#) et directeur général de [Québec Océans](#).

Ce soir nous demandons à un chercheur reconnu mondialement de confondre les sceptiques en nous montrant qu'il existe bel et bien des preuves irréfutables d'un réchauffement de l'Arctique et que, malgré tout, le tableau n'est peut-être pas aussi sombre qu'il n'y paraît.

Sans plus tarder, je cède la parole à Monsieur Fortier.

Synthèse de la présentation de Monsieur Louis-Fortier

Depuis quelques temps déjà, on entend dire n'importe quoi à propos de la possibilité d'un réchauffement brusque de l'Arctique et de ses supposées conséquences catastrophiques pour l'humanité tout entière, une peur que le cinéma hollywoodien s'est d'ailleurs empressé d'exploiter. Ceci nous a donné un film catastrophe intitulé *The Day after Tomorrow*, une œuvre qui, heureusement, ne s'est pas méritée d'Oscar. Mais il est pratiquement établi que le

réchauffement climatique, en général, et celui de l'Arctique, en particulier, vont modifier à la longue les conditions de vie sur Terre d'une telle manière que les générations futures en seront parfois durement affectées. Alors, aussi bien chercher tout de suite à comprendre les processus qui régissent les changements climatiques, notamment dans l'Arctique, là où, pour le moment « c'est là que ça se passe », en vue de s'y préparer.

D'emblée, signalons que tout au long de son histoire la Terre a subi plusieurs périodes de réchauffement climatique et que celle qui vient de commencer ne sera probablement pas la dernière. Toutefois, depuis 8 000 ans le climat de la planète est relativement stable, ce qui aurait permis le développement nos civilisations historiques. Mais depuis quelques décennies, l'activité humaine en général est responsable d'un réchauffement climatique très rapide du globe parce qu'elle alimente l'effet de serre. Pour des raisons géographiques, la Terre ne se réchauffe pas partout au même rythme, même qu'à certains endroits elle aurait plutôt tendance à refroidir. C'est qu'à l'échelle régionale, des modalités spécifiques d'articulation des processus qui gouvernent le climat sont à l'œuvre qui occasionnent des différences marquées. L'Arctique, qui se réchauffe plus rapidement que partout ailleurs, est un exemple de cette situation.

L'effet de serre

Selon une étude déposée en 2001 par l'IPCC ([*Intergovernmental Panel on Climate Change*](#)), il est à peu près certain que les hausses de températures moyennes de la basse atmosphère terrestre observées depuis une trentaine d'années ne sont pas causées par la variabilité naturelle du climat, mais bien par l'activité humaine. Rappelons que l'IPCC a été créé en 1988 par le [Programme des Nations Unies pour l'Environnement](#) ainsi que l'[Organisation météorologique mondiale](#) qui sont deux organismes des Nations Unies.

Ces hausses de températures moyennes seraient dues à l'effet de serre qui agit de la façon suivante. Le soleil réchauffe la Terre qui absorbe une partie seulement de l'énergie qu'il lui communique, l'autre étant réfléchi vers l'espace. Mais les gaz à effet de serre présents dans la basse atmosphère, comme la vapeur d'eau, le CO₂, le méthane, etc. captent aussi de l'énergie solaire et contribuent à son réchauffement. Donc, plus l'atmosphère terrestre se charge de gaz à effet de serre et plus ceux-ci la réchauffent.

En termes d'absorption de l'énergie solaire, de loin la vapeur d'eau est le gaz à effet de serre le plus efficace, et son volume dans l'atmosphère dépend de la température de celle-ci. Or, lorsque le volume de méthane – produit notamment par l'élevage de bovins et la culture du riz à grande échelle – et le CO₂ – qui provient de la vaporisation massive de combustibles fossiles dans l'atmosphère –, augmente dans la basse atmosphère, ces gaz à effet de serre réchauffent l'air qui retient alors davantage de vapeur d'eau. À son tour, le nouvel apport de vapeur d'eau relance les hausses de températures, et ainsi de suite. Une boucle de rétroaction positive entre en action à partir du moment où l'activité humaine produit un volume accru de gaz à effet de serre, comme le CO₂ et le méthane.

Les sceptiques et les escathologues

Selon Louis Fortier, la question du réchauffement climatique global constitue le débat scientifique du siècle. Participent activement à ce débat divers groupes dont ceux des inquiets, des sceptiques et des escathologues.

Les escathologues, pour commencer, comprennent des gens pour qui l'apocalypse climatique apparaît imminent et la table mise pour une vénusification de la Terre. L'atmosphère de Vénus est 92 fois plus lourde que celle de la Terre et elle est composée à 96% de gaz carbonique, de sorte que l'effet de serre y est extrêmement puissant. C'est ce qui explique que la température moyenne y soit de l'ordre des 482° centigrades. Selon les escathologues, c'est le sort inévitable qui attend notre planète si nous nous acharnons à salir son atmosphère.

Les sceptiques sont ceux qui, malgré les preuves qui s'accumulent, ne peuvent admettre qu'un réchauffement climatique soit bel et bien à l'ordre du jour. Ils partagent le point de vue du Président George W. Bush, ainsi que des producteurs d'automobiles et de pétrole selon lequel il ne se passera rien, à part un léger réchauffement de régions déjà trop glacées du globe. De plus, les modèles climatiques actuels seraient encore trop grossiers pour être fiables. Et comme la preuve hors de tout doute d'un désastre annoncé n'est toujours pas disponible, nous pourrions continuer à polluer en toute tranquillité d'esprit.

Enfin, il y a le groupe des inquiets qui inclut la grande majorité des spécialistes de la question. Ces gens constatent qu'en 2100, toutes choses demeurant égales par ailleurs, les concentrations de CO₂ et des autres gaz à effet de serre dans l'atmosphère auront atteint leur plus haut niveau depuis 50 millions d'années. Non seulement ces concentrations ne cessent d'augmenter mais elle le font aussi de plus en plus rapidement, ce qui expliquerait les hausses de températures que l'on observe depuis quelques dizaines d'années. C'est grâce à l'étude des climats du passé qu'il est possible d'établir une relation directe entre accroissement des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et augmentation de sa température moyenne.

Selon les inquiets, dans l'avenir le scénario Bush va s'appliquer de sorte que nous allons continuer à salir l'atmosphère. À l'heure actuelle, la charge de CO₂ qu'elle contient est de 720 gigatonnes, soit 720 milliards de tonnes. Les réserves actuelles de carburants fossiles étant estimées à 5 000 gigatonnes, en poursuivant sur notre lancée il est à prévoir que dans 250 ans la charge de CO₂ contenue dans l'atmosphère aura quadruplé. Cela devrait se traduire par une hausse moyenne des températures de l'ordre de 6-7 degrés Celsius. De nos jours, la température moyenne de la basse atmosphère terrestre est de 15,6 degrés Celsius et passerait alors à 22 degrés. Les impacts d'une telle hausse de la température moyenne seront considérables. Signalons que ces hausses de températures moyennes se traduiront par un plus grand nombre d'événements climatiques extrêmes, comme les sécheresses, les inondations, les ouragans, etc., dont l'intensité sera accrue, et par le relèvement du niveau des mers due à la dilatation des eaux ainsi que la fonte des inlandsis, c'est-à-dire les grands glaciers continentaux du Groenland et de l'Antarctique.

Les prévisions des modèles climatiques

Les modèles climatiques prévoient que l'Arctique sera touché en premier par le réchauffement climatique et qu'il subira les plus fortes hausses de température. L'évolution récente du climat de

l'Arctique montre que le processus est déjà enclenché, les observations confirmant les prévisions des modèles.

Du point de vue climatique, dans l'Arctique la situation se corse depuis les années 1990. Les températures moyennes y ont augmenté de façon marquée et 2003 a été l'année la plus chaude jamais enregistrée. Le débit des rivières augmente, les couverts de glace et de neige diminuent et il pleut même en hiver, ce qui est un phénomène nouveau. Le réchauffement du sol amène la réduction des masses de pergélisol, ce qui déforme les infrastructures comme les routes, les pistes d'atterrissage, les maisons. L'érosion s'accélère parce que le long des rivages les glaces se forment plus tard en automne, soit après le commencement des tempêtes. Durant l'été, la surface de fonte de l'immense inlandsis groenlandais s'accroît également (voir : [Arctic Climate Impact Assessment](#), ACIA).

La réduction massive de la calotte glaciaire constitue certainement le processus le plus spectaculaire et le plus préoccupant. La banquise arctique est une immense étendue de glace d'environ deux ou trois mètres d'épaisseur qui, en hiver, recouvre généralement de 12 à 13 millions de kilomètres carrés d'océan, soit l'ensemble du bassin arctique. Durant l'été, une partie seulement de cette banquise fond de sorte qu'il en reste toujours au moins sept millions de kilomètres carrés. Mais maintenant, ces chiffres vont en diminuant.

Les modèles climatiques prévoient que, non seulement l'épaisseur de la banquise va diminuer selon les secteurs, mais que, dans 80 ans, durant l'été il ne restera plus qu'une partie de la banquise qui sera centrée sur la région du pôle Nord. On doit donc s'attendre à ce que l'océan arctique soit alors pratiquement libre de glace durant les étés, ce qui aura des conséquences géopolitiques considérables. Une telle tendance à la réduction de la banquise s'observe déjà. Mais c'est d'un point de vue écosystémique que le retrait de la banquise posera des problèmes d'une portée jamais égalée. Voici les questions qui viennent à l'esprit des chercheurs qui observent ce processus :

« Est-ce qu'un océan arctique libre de glace sera un puits ou une source de gaz carbonique? La faune arctique exceptionnelle, et qui est unique, est-elle menacée par la fonte de son habitat glacé? La réduction de la banquise va-t-elle augmenter la production biologique et le rendement des pêches dans l'océan arctique? La réduction actuelle de la banquise est-elle sans précédent dans la séquence géologique récente? Cette réduction de la banquise va-t-elle accélérer le cycle des contaminants? Quel impact tout cela aura-t-il sur les genres de vie des populations nordiques? » (Louis Fortier)

Le programme de recherche CASES

L'objectif du programme international de recherche CASES ([Canadian Arctic Shelf Exchange Study](#)), un programme dirigé par M. Louis Fortier, est de se pencher précisément sur ces questions. Dans le cadre de CASES, en 2003-2004 après avoir effectué la traversée du Passage du Nord-Ouest – cent ans exactement après le Norvégien Roald Amundsen qui a été le premier à y parvenir en 1903-1904 –, le [brise-glace océanographique Amundsen](#) s'est rendu jusque dans la mer de Beaufort pour étudier un cycle annuel complet de l'écosystème arctique afin de mieux comprendre son fonctionnement. Arrivés dans la mer de Beaufort à l'automne de 2003, les

chercheurs de l'Amundsen ont procédé à des échantillonnages et ont ensuite laissé les glaces emprisonner le navire pour toute la durée de l'hiver. L'expédition de l'Amundsen a permis de confirmer que l'Arctique se réchauffe et que l'écosystème arctique, durant l'hiver, est beaucoup plus actif qu'on ne le croyait.

L'Amundsen est équipé d'un puits d'accès qui permet à des plongeurs d'aller sous la banquise pour prélever des échantillons et faire descendre des instruments de mesure dans la mer. Les échantillons recueillis – des planctons et des crustacés –, pouvaient être analysés dans les laboratoires ultramodernes du navire, et ceci, dans des conditions idéales.

Les chercheurs de l'expédition ont aussi prélevé des carottes de sédiments qui permettent de reconstituer jusqu'à 6-7 milles ans de l'histoire climatique de la région et ils ont étudié les formes de vie que l'on trouve sur la plate-forme continentale arctique ainsi que sous la banquise. Des chercheurs états-uniens de l'expédition s'intéressaient d'ailleurs à ces formes de vie parfois étonnantes en tant qu'exemples de ce que l'on pourrait bien retrouver sur Mars ou bien Europa, le satellite glacé de Jupiter.

Durant l'hiver de 2003-2004, des phoques ont également profité de la présence de l'Amundsen pour élire domicile dans son puits d'accès chauffé, éclairé et qui protège bien des ours polaires. Lors de leurs sorties, les plongeurs veillaient à ne pas trop les déranger...

Les impacts socio-économiques du réchauffement de l'Arctique

Le réchauffement de l'Arctique aura non seulement des impacts environnementaux considérables, mais également des conséquences géopolitiques, économiques et sociétales importantes et variées.

Ainsi, la faune (ours polaires, phoques, morses, etc.) pour qui la banquise est un élément écosystémique capital, sera grandement affectée par son retrait, voir sa disparition; une partie de la zone de toundra sera envahie depuis la sud par la forêt boréale; les hausses de températures amèneront davantage de feux de forêt en même temps que les moustiques et les maladies qu'ils transmettent. Tout comme les grands troupeaux de caribous, de nombreuses espèces d'oiseaux devront modifier leurs parcours migratoires annuels.

Surtout, les populations qui habitent les régions nordiques devront modifier leurs genres de vie. Par exemple, l'environnement des Inuits sera transformé : le gibier risque de ne plus être le même, l'érosion des côtes obligera à déménager des villages vers l'intérieur des terres, etc. Par ailleurs, ces populations seront vite rejointes par la modernité parce qu'un océan libre de glace attirera les compagnies d'exploitation pétrolière et minière, les pêcheurs commerciaux, et suscitera une importante circulation maritime de transit.

Le contrôle de l'Arctique deviendra également un enjeu géopolitique considérable. Dans 20 ou 30 ans, durant l'été le Passage du Nord-Ouest sera complètement libre de glace. Il s'avérera alors une véritable aubaine pour les compagnies de navigation dont les navires n'auront plus à emprunter le canal de Panama pour passer de l'Atlantique au Pacifique, et vive versa, ou d'aller contourner le Cap Horn, dans le cas des grands pétroliers. En empruntant le Passage du Nord-Ouest, un navire allant de l'Europe vers l'Asie pourra sauver 11 000 kilomètres, s'il n'a plus à

emprunter le canal de Panama, et 19 000 kilomètres, s'il n'a plus à doubler le Cap Horn ou bien le Cap de Bonne-Espérance. D'ici-là, il faudra que les eaux navigables de l'Arctique canadien soient considérées comme des passages internationaux, au même titre que la Manche, entre la France et l'Angleterre. Pour le moment, le Canada considère les diverses voies navigables de son archipel arctique comme faisant partie de ses eaux intérieures.

Au cours des décennies qui viennent, de nombreux éléments physiques et humains vont se combiner qui changeront littéralement le visage du Grand-Nord, en général, et du Grand-Nord canadien, en particulier. Pour se pencher sur l'étude des aspects tant environnementaux que socio-économiques de ces changements qui s'en viennent, au Canada un réseau de chercheurs a été créé, [ArcticNet](#), le plus important du genre au pays. Il se donne pour mission d'accroître la synergie entre les chercheurs des divers centres de recherche canadiens et étrangers, tant en sciences naturelles et de la santé qu'en sciences sociales, que préoccupe le réchauffement de l'Arctique.

ArcticNet se veut une locomotive de la recherche canadienne et internationale dans un domaine où le Canada tire de l'arrière depuis une trentaine d'années, alors que le temps presse de formuler des politiques et des stratégies d'adaptation visant à maximiser les impacts positifs, s'il y en a, du réchauffement de l'Arctique et à minimiser ses impacts négatifs.

Les principaux thèmes de recherche du réseau ArcticNet

Premièrement, les chercheurs d'ArcticNet s'intéressent au réchauffement de l'Arctique selon ses régions, puisqu'il ne se réchauffe pas partout au même rythme. Deuxièmement, ils étudient les impacts du réchauffement des écosystèmes tant marins que terrestres qui s'étendent depuis le sud de la Baie d'Hudson, jusqu'à l'île d'Ellesmere. Troisièmement, ArcticNet étudie les conséquences du réchauffement du territoire de la Baie d'Hudson ([Voir carte de l'Amérique du Nord](#)).

Par ailleurs, en 2004 Arcticnet a établi un observatoire du changement climatique dans la mer de Beaufort. Cette année, il en créera un second dans le mer de Baffin, puis un troisième dans la Baie d'Hudson. Un autre observatoire du genre existe déjà au large des côtes russes, soit sur l'autre versant du bassin arctique, observatoire auquel ArcticNet est également associé.

L'Amundsen a également servi à réaliser des études dans le domaine de la santé des membres de communautés du Grand-Nord, notamment du Nunavik (Nord du Québec).

À l'aube de la mutation climatique qui s'amorce dans l'Arctique, des initiatives de recherche telles qu'ArcticNet vont aider le Canada à se repositionner parmi les leaders mondiaux en recherche nordique à un moment où les événements se précipitent. Depuis longtemps l'Université Laval est un chef de file reconnu en recherche nordique et arctique, et elle ouvre ses portes aux chercheurs canadiens et étrangers qui veulent se joindre à elle pour faire avancer notre connaissance du processus de réchauffement de l'Arctique et de tous ceux qui lui sont associés, tant physiques qu'humains.

Discussions

L'efficacité variable des gaz à effet de serre

Une intervenante de la salle : Il y a différents gaz à effet de serre qui ne possèdent pas tous la même capacité d'absorption de la chaleur. Pourriez-vous nous parler de ce phénomène?

Louis Fortier : Soit la vapeur d'eau, le méthane et le CO₂. La vapeur d'eau est un gaz qui possède des caractéristiques remarquables. En tant que gaz à effet de serre, la vapeur d'eau absorbe la chaleur et contribue dès lors au réchauffement de la planète. Mais elle modifie aussi l'albédo de l'atmosphère, donc la quantité d'énergie que celle-ci retient. Il y a énormément de vapeur d'eau dans l'atmosphère et l'activité humaine, comme telle, ne peut pas directement en modifier le volume. Par contre, d'autres gaz à effet de serre font changer le volume de vapeur d'eau dans l'atmosphère, comme le CO₂ et le méthane dont les concentrations dépendent de l'activité humaine.

Le méthane possède une capacité d'absorption de la chaleur dix fois supérieure à celle du CO₂, mais une durée de vie beaucoup plus courte. Toutefois, il n'y a pas encore beaucoup de méthane dans l'atmosphère. Les régions de toundra constituent une source importante de méthane. Si le réchauffement de la planète y accélère la fonte du pergélisol, dans l'avenir il faut s'attendre à ce qu'il s'en dégage davantage dans l'atmosphère. Mais alors des bactéries se mettent à l'œuvre qui le décomposent assez rapidement. Il y a aussi beaucoup de méthane contenu dans les sédiments marins des plates-formes continentales. À l'heure actuelle, le méthane en suspension dans l'atmosphère provient surtout de la culture du riz et de l'élevage bovin – des hamburgers...

Enfin, le CO₂, bien qu'il ne compte que pour 1 ou 2% du volume des gaz de l'atmosphère, qu'il ne soit pas toxique et qu'il ne produise pas beaucoup d'effet de serre, est néanmoins responsable des changements climatiques qui s'observent dans l'Arctique. L'augmentation de son volume résulte directement de l'activité humaine.

Diverses solutions techniques ont été imaginées pour réduire de façon marquée la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, comme l'ensemencement des grandes surfaces océaniques dans le but d'en accroître la teneur en fer. En effet, la faible teneur en fer du Pacifique central, par exemple, y limite la croissance des micro-algues capables, en se multipliant, d'absorber de grandes quantités de CO₂. Mais de telles expériences d'ensemencement s'avèrent extrêmement coûteuses et des études, comme celles réalisées dans le cadre de SOLAS ([Surface Ocean-LowerAtmosphere Study](#)) – recherches auxquelles Québec Océan est associé –, tendent à démontrer que leur efficacité demeure toute relative. Mais plusieurs compagnies se sont montrées intéressées à mettre au point de tels procédés, sachant qu'en retirant des milliers de tonnes de carbone de l'atmosphère, elles pourraient vendre ce crédit aux États-Unis, par exemple, qui seraient alors libres de polluer d'autant l'atmosphère.

Reinhard Pienitz : Je pense également que le coût de ces ensemencements est faramineux et que leur effet n'est que de très courte durée.

La prochaine géographie des climats régionaux

Jules Lamarre : Les modèles climatiques prévoient que les températures moyennes de la basse atmosphère terrestre augmenteront au cours des siècles à venir. Mais puisqu'il s'agit de températures moyennes, il faut donc s'attendre à ce que les diverses régions de la Terre ne se réchauffent pas toutes au même rythme. Pourriez-vous nous parler de ce prochain « paysage climatique » terrestre en formation?

Louis Fortier : Pour le moment, on observe que l'hémisphère nord se réchauffe en premier et que dans les décennies à venir c'est dans l'Arctique que ce réchauffement sera le plus prononcé. Mais il se traduira surtout par des événements climatiques extrêmes qui, régionalement, auront des fréquences et des ampleurs variables. Par exemple, le réchauffement de la planète va contribuer à l'assèchement du Middle-West états-unien et à sa désertification. Il faudra alors s'attendre à ce que les États-Uniens cherchent à mettre la main sur l'eau potable disponible ici au Canada. Le contrôle de l'eau potable risque alors de devenir un enjeu géopolitique nord-américain des plus importants. Ailleurs, le réchauffement climatique pourra être favorable à l'agriculture, etc.

Selon Louis Fortier, du point de vue scientifique à l'heure actuelle l'Arctique joue deux rôles importants. Premièrement, il sert de laboratoire où vérifier l'exactitude des prévisions des modèles climatiques. Deuxièmement, c'est un lieu où tester en premier l'efficacité de moyens d'intervention permettant de s'adapter aux divers impacts du réchauffement climatique, impacts qui frapperont ailleurs par la suite.

Une intervenante de la salle : Est-ce qu'il est possible d'expliquer pourquoi le Nord ne se réchauffe pas partout à la même vitesse?

Louis Fortier : Ce processus est difficile à expliquer. Alors que la région de la mer de Beaufort et celle du nord de la Baie d'Hudson se réchauffent rapidement, ce n'est pas le cas dans l'Arctique de l'Est ([Voir carte de l'Amérique du Nord](#)).

Selon Louis Fortier, l'inertie thermique de l'Est pourrait s'expliquer par la présence de l'inlandsis du Groenland. Mais ce phénomène d'un réchauffement plus lent de la partie est de l'Arctique est anticipé par les modèles climatiques les plus récents.

Reinhard Pienitz : Il y a 18 000 ans, à la fin de la dernière période glaciaire, le retrait des glaces s'est effectué plus rapidement dans le Nord-Ouest canadien. Il a commencé il y a 14 000 ans, dans la région du Mackenzie, alors que les dernières glaces se sont retirées du Nouveau-Québec et du Labrador il y a à peine 6-7 000 ans. Il existe une hypothèse selon laquelle la physiographie particulière de la région expliquerait ce délais dans le réchauffement de l'Est de l'Arctique : forme péninsulaire du Québec-Labrador qui est entourée d'eaux froides, présence de l'immense Baie d'Hudson parcourue par des vents froids venant de l'ouest, etc.

Gervais Carpin : Le réchauffement de l'Arctique va entraîner la fonte des glaces. Quel en sera l'impact sur le niveau des mers du monde?

Louis Fortier : À la manière d'un glaçon qui fond dans un verre d'eau, comme telle la disparition de la banquise n'aura aucun effet sur le niveau des mers du globe. Mais la fonte des grands glaciers situés au dessus de la terre ferme provoquera assurément un relèvement considérable du niveau des mers. Et puis toute la mer monte également parce que le réchauffement de la planète provoque une dilatation des eaux de mer.

La fonte complète de l'inlandsis du Groenland, épais de trois kilomètres par endroits, fera monter le niveau moyen des mers d'environ sept mètres. Quant à la fonte des deux inlandsis de l'Antarctique, elle fera monter les océans de 70 mètres! Toutes les populations vivant le long des littoraux du globe devront alors déménager plus loin. De tels événements se sont déjà produits dans un passé géologique récent. Mais de tels sommets ne seront pas atteints avant 10 000 ans. Toutefois, le niveau des océans a déjà commencé à monter de quelques centimètres, par dilatation des eaux, de sorte que certaines îles du Pacifique sont en train de disparaître et que le Bangladesh ainsi que les Pays-Bas sont sur le qui-vive.

Paradoxalement, le réchauffement de l'Arctique pourrait-il déclencher la prochaine ère glaciaire?

Simon Mélançon : Est-ce que vous croyez que la fonte accélérée des glaces arctiques pourrait changer le taux de salinité de l'eau dans l'Atlantique Nord et ralentir la bouche thermohaline terrestre. Et si tel était le cas, est-ce que le réchauffement de l'Arctique pourrait avoir des répercussions sur le climat à l'échelle de la planète via la dynamique des eaux thermoalines?

Louis Fortier : La disparition du couvert de glace dans l'océan arctique activera une première boucle de rétroaction. Le retrait des glaces va d'abord accélérer la production de la faune à carbone composée de tous les organismes végétaux minuscules ou microscopiques, des algues, qui vivent dans l'eau et qui se « nourrissent » de carbone. Sans son couvert de glace, l'océan arctique deviendra une véritable pompe à carbone par le biais de l'explosion de sa faune à carbone, ce qui diminuera d'autant l'effet de serre causé par le CO₂ en suspension dans l'air. Bien sûr, il y aura également plus de nourriture de disponible pour toute la chaîne alimentaire arctique. C'est donc toute la biomasse de l'océan arctique qui enflera à la suite de la fonte de la banquise.

Toutefois, c'est ici que l'effet d'albédo entre en jeu. La glace retourne vers l'espace 90% de l'énergie solaire qu'elle reçoit, ce qui n'est pas le cas des eaux libres qui en absorbent environ 50%, et se réchauffent. Dès lors, un cercle vicieux est à l'œuvre. En effet, plus les eaux libres se réchauffent en absorbant l'énergie solaire et plus elles accélèrent la fonte des glaces. L'effet d'albédo va réchauffer l'eau de l'océan contribuant ainsi au réchauffement de la basse atmosphère de l'Arctique. Ce réchauffement de la basse atmosphère sera plus grand que celui qu'aurait pu causer à lui seul l'effet de serre dû au CO₂ en suspension au dessus de la banquise.

Ensuite, la fonte de la banquise arctique affectera la circulation des eaux à la grandeur des océans du monde, circulation qui est alimentée par des différences de température et de salinité des eaux, selon les lieux. En d'autres termes, la fonte de la banquise aura un impact direct sur la boucle thermohaline.

Voici comment fonctionne ce mécanisme. Lorsque la banquise se forme, le sel contenu dans l'eau de mer est rejeté par la glace. L'eau qui est en contact avec la banquise est alors tout près du point de congélation et de plus en plus saturée de ce sel qu'expulse la glace en formation. La couche d'eau de surface acquiert alors une densité considérable, parce que très froide et chargée de sel, ce qui la fait littéralement couler vers le fond de l'océan pour être remplacée à la surface par de l'eau moins froide, moins dense, que la banquise refroidira et chargera de sel jusqu'à ce qu'elle coule à son tour, et ainsi de suite. L'eau très froide et saturée de sel s'enfonce par convection dite [thermohaline](#).

Ce sont des quantités colossales d'eau froide et salées qui s'enfoncent ainsi dans les profondeurs de l'océan arctique, et qui rampent ensuite sur les fonds des bassins océaniques. Le même phénomène de convection thermohaline se produit également dans la mer de Weddell, dans l'Antarctique. Bien sûr, ces eaux froides finissent un jour par remonter vers la surface en se réchauffant et à revenir à leur point de départ où elles apportent de la chaleur dans l'Atlantique Nord et vers l'Europe.

Toutefois, avec la fonte de la banquise occasionnée par le réchauffement de l'Arctique, c'est plutôt de l'eau douce qui sera libérée par la glace, de l'eau douce qui ne s'enfoncera plus dans les profondeurs de l'océan arctique cessant dès lors d'alimenter le fonctionnement de la grande boucle thermohaline. Au total, le ralentissement de la circulation thermohaline procurera moins de chaleur à l'Europe, en bout de ligne, sans pour autant plonger l'hémisphère Nord dans la prochaine ère glaciaire... Ainsi, le ralentissement de la boucle thermohaline n'arrêtera pas le *Gulf Stream*, par exemple, qui fournit de 10 à 15% de la chaleur que l'Atlantique apporte vers l'Europe. Tout comme le *Kouro Chivo*, son équivalent du Pacifique, le *Gulf Stream* est un courant d'amplification à la marge ouest des bassins océaniques qui est occasionné par la rotation terrestre.

Les accords de Kyoto et la réduction des gaz à effet de serre

Jules Lamarre : Que doit-on penser des accords de Kyoto sur la limitation de la production des gaz à effet de serre? Croyez-vous qu'ils seront d'une efficacité quelconque?

Louis Fortier : À l'heure actuelle, les accords de Kyoto sur la réduction des gaz à effet de serre n'empêcheront pas les changements climatiques annoncés de se produire. Il faudrait 20, et même 30 Kyotos pour y parvenir. Sans les accords de Kyoto, les modèles climatiques prévoient que le volume de CO₂ contenu dans l'atmosphère terrestre aura doublé en 2070. En appliquant les accords de Kyoto de façon très stricte, c'est-à-dire en ramenant d'ici quelques années nos émissions de CO₂ à leur niveau de 1990, il faut s'attendre à ce que le volume de CO₂ contenu dans l'atmosphère aura doublé, non pas en 2070, mais bien en 2074...

Kyoto n'est qu'un premier pas, mais un pas important pour sensibiliser les gens et les politiciens à ce qui s'en vient et à les encourager à faire davantage. Pour obtenir des résultats satisfaisants en matière de réduction de gaz à effet de serre, c'est tout un mode de vie, celui des pays développés, qu'il faudrait repenser. Donc, selon Louis Fortier il vaudrait mieux se préparer à affronter les changements climatiques puisque les tendances dont on parle sont particulièrement lourdes. Il cite le cas de l'Inde et de la Chine, des pays qui ont amorcé un décollage économique fulgurant et

qui vient de les catapulter dans le peloton de tête des nations les plus polluées du monde, là où elles talonnent de près les États-Unis.

Gervais Carpin s'interroge ensuite sur la position adoptée par les États-Unis dans ce domaine, sur le calcul qui leur permet de refuser d'entériner les accords de Kyoto.

Louis Fortier : Les États-Unis soutiennent qu'ils ne peuvent signer les accords de Kyoto parce qu'ils causeraient trop de dommages à leur économie. En réalité, ils sont convaincus que les accords de Kyoto sont parfaitement inutiles. Mais de l'admettre ouvertement les obligerait à reconnaître du fait même leur incapacité à contrôler la situation, ce qui est contraire à l'esprit états-unien. Par contre, les États-Unis ont investi des sommes importantes en vue de mettre au point des technologies capables de réduire la production de gaz à effet de serre, notamment dans le développement d'un moteur à hydrogène. L'adoption d'un moteur à hydrogène pourrait renverser à coup sûr la tendance à la production démesurée de gaz à effet de serre sans mettre en péril le mode de vie des pays industrialisés, mode de vie que cherchent à imiter les pays en développement.

Nous avons allumé un feu que nous cherchons maintenant à éteindre en essayant de contrôler le climat de la planète, rien de moins. Et dans cette équation on oublie toujours de mentionner un élément capital, soit le fait que l'augmentation exponentielle de notre combustion de carburants fossiles est directement liée à l'accroissement de la population humaine. En bref, les émissions de CO₂ augmentent à une vitesse vertigineuse tout simplement parce que la population de la Terre en fait autant. Dans ces conditions Louis Fortier estime que l'humanité risque de se retrouver bien mal en point dans quelques dizaines de générations, si les grandes tendances se maintiennent.

Mais que dire aussi des « surprises » que la nature nous réserve? Nous voulons « gérer » le climat en toute connaissance de causes alors qu'avant 1985 nous ne savions même pas qu'il y avait un trou béant dans la couche d'ozone (qui nous protège des rayons ultraviolet du soleil). Combien de surprises du genre nous attendent encore? De là l'urgence de demeurer vigilants et de se préparer à ce qui s'en vient tout en faisant de notre mieux pour éviter le pire des scénarios possibles.

Maud Damiron : Selon Maud Damiron, le point de vue de Louis Fortier serait trop empreint de fatalisme. N'y aurait-il pas moyen d'infléchir la tendance actuelle au réchauffement de la planète en modifiant nos pires comportements, en faisant dès aujourd'hui les efforts qu'il faut sur une base à la fois individuelle et collective pour y arriver? Par exemple, Maud Damiron fait référence au recyclage, une pratique prometteuse parmi bien d'autres.

Louis Fortier : Louis Fortier reconnaît que le recyclage constitue en soi une bonne habitude à prendre. Mais que peut faire le recyclage contre une vaporisation de quantités astronomiques de carbone dans l'atmosphère par les voitures et les centrales thermiques? Parce que 65% des gaz à effet de serre proviennent de la combustion de carburants fossiles. Dans ces conditions, il n'y a que l'avènement du moteur à hydrogène qui pourrait changer les règles du jeu. Les Islandais auraient une bonne longueur d'avance dans ce domaine. Sauf qu'il faut s'attendre à ce que les puissants lobbies de producteurs d'automobiles et de pétrole fassent tout chavirer.

Les incidences géopolitiques du réchauffement de l'Arctique

Jean Cloutier : Est-ce que la présence de l'Amundsen dans l'Arctique canadien peut avoir des conséquences géopolitiques? Par exemple, permet-elle au Canada de mieux faire valoir sa souveraineté sur les eaux intérieures de son archipel nordique?

Louis Fortier : La souveraineté du Canada sur les îles de l'Arctique est une question réglée depuis les années 1930. Par contre, les États-Unis ont toujours laissé entendre que les détroits de l'Arctique ne les intéresseraient pas, tant qu'ils seraient recouverts de glace durant 11 mois de l'année. Sauf qu'avec le réchauffement de l'Arctique, les choses sont en train de changer. Et à partir du moment où ces détroits deviendront plus facilement navigables, alors les États-Unis les considéreront comme un territoire international. Des pays d'Europe surveillent aussi les choses de près. Selon Louis Fortier, le Canada aura bien de la difficulté à faire valoir sa souveraineté sur des eaux intérieures qui sont en fait de larges détroits reliant les océans atlantique et pacifique, soit deux plans d'eau internationaux. Par contre, si le Canada ne s'interpose pas d'une quelconque façon et que le Passage du Nord-Ouest devient une voie de circulation maritime achalandée, alors le moindre désastre écologique aura des conséquences catastrophiques et cumulatives sur les écosystèmes très fragiles du Nord. Parce qu'il y aura d'autres [Exxon Valdez](#).

Par ailleurs, il est certain que le Canada n'est pas suffisamment présent dans son Nord et que les voyages de l'Amundsen permettent de remédier en partie à cette situation. L'Amundsen, lorsqu'il fait le Passage du Nord-Ouest avec 50 chercheurs internationaux à son bord, procure plus de visibilité sur la scène internationale que 50 militaires canadiens qui patrouillent le Nord en motoneiges... « Et puis, le bateau, il est rouge et blanc, avec une grosse feuille d'érable... il est très rouge et blanc... »

Un intervenant de la salle : Est-ce que les Danois pourraient s'opposer à la présence de l'Amundsen dans le Grand-Nord?

L'Amundsen n'a pas à sortir des eaux canadiennes lorsqu'il se rend dans le Grand-Nord. Mais il existe bien un contentieux entre le Canada et le Danemark (Groenland) au sujet de l'île de Hans, un petit rocher situé dans un détroit séparant les deux pays. À l'occasion d'un voyage de recherche précédent à bord du navire Radisson, il est arrivé que les Danois n'apprécient pas la présence des chercheurs internationaux dans l'espace groenlandais, ce qui a causé un incident diplomatique particulièrement déplorable. Depuis ce temps, des navires de guerre danois patrouillent le long des côtes du Groenland...

Merci, Monsieur Fortier, d'avoir animé ce café-géo avec autant d'énergie et de passion!