



HAL
open science

Glaces polaires et environnements extrêmes, entre représentations fictionnelles, enjeux juridiques et réalités scientifiques : l'Arctique, un laboratoire du futur ?

Frédérique Remy, Anthony Mémin

► To cite this version:

Frédérique Remy, Anthony Mémin. Glaces polaires et environnements extrêmes, entre représentations fictionnelles, enjeux juridiques et réalités scientifiques : l'Arctique, un laboratoire du futur ?. Revue Lexsociété, 2024, Les laboratoires sociaux de l'imaginaire face aux défis de l'anthropocène. hal-04584783

HAL Id: hal-04584783

<https://hal.science/hal-04584783>

Submitted on 23 May 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License



Glaces polaires et environnements extrêmes, entre représentations fictionnelles, enjeux juridiques et réalités scientifiques : l'Arctique, un laboratoire du futur ?

*in U. Bellagamba, Les laboratoires sociaux de l'imaginaire face aux défis de
l'anthropocène, Université de Nice, 2023.*

FREDERIQUE REMY

DR CNRS, Observatoire Midi-Pyrénées

et

ANTHONY MEMIN

M. de Conf, Géoazur, Université de Nice

Résumé : En dépit de quelques indices qui ont pu suggérer un climat tempéré aux pôles, celui-ci est extrêmement froid, mais se réchauffe deux fois plus vite que le reste du monde. L'Arctique devient un laboratoire du futur, les impacts se faisant sentir de façon précoce et exacerbée à cause de la fragilité des écosystèmes locaux. De nombreuses conséquences, déjà visibles, nous donnent une idée de ce qu'il arrivera dans les zones tempérées, engendrant notamment de nouveaux défis juridiques.

Mots-clés : Arctique, réchauffement, impact

I. Un mythe tenace et prémonitoire

Avant de décrire les conditions extrêmes des zones polaires, penchons-nous sur un mythe intemporel et d'une extraordinaire longévité, qui en dit long sur l'image qu'a l'homme, depuis l'antiquité, de ces zones polaires et sur tous les indices bizarres qui pointent vers les pôles. Le mythe de la mer polaire, libre de glace et entourée d'une barrière de glace infranchissable, est probablement né de ces indices et de mauvaises intuitions scientifiques¹.

Déjà, il n'est pas nécessaire de savoir que la Terre est ronde pour imaginer l'existence de pôles. Quand on regarde le ciel la nuit, on voit bien que toutes les étoiles tournent autour d'un point fixe. C'est le pivot du ciel des anciens. En 340 avant notre ère, Pythéas part plein Nord avec une flottille de 40 galères pour vérifier que la Terre est ronde et donc que la durée du jour l'été augmente en s'approchant des pôles. Il découvre vers Thulé, quelque chose d'aberrant, comme un « poumon » marin empêchant non seulement de marcher mais aussi de naviguer. Cette première description de glace de mer laisse perplexes les Grecs. Plus tard, les chinois découvrent qu'une petite brindille frottée et posée sur l'eau, pointe toujours vers les pôles. La boussole arrive en Europe vers 1300. Ce doigt de Dieu nous montre-t-il le paradis ? Ensuite, Copernic et Galilée comprennent que la Terre tourne autour du Soleil et donc doit tourner sur elle-même à une vitesse considérable. Son essieu doit alors s'échauffer. En 1621, a lieu une gigantesque aurore boréale observée dans toute l'Europe. Gassendi contacte ses correspondants et comprend que le phénomène a lieu très haut dans le ciel au-dessus du pôle. Pour Cyrano de Bergerac, élève de Gassendi, le pôle est alors le soupirail du ciel au travers duquel le Soleil et la Terre communiquent.

En parallèle, de nombreuses utopies se situent aux pôles, pôles merveilleux au climat constant. La première explication du mythe de la mer libre se trouve d'ailleurs dans un livre de Tyssot de Patot publié en 1720 : *La vie, les aventures et le voyage de Groenland du révérend Père cordelier Pierre de Mesange avec une relation bien circonstanciée de l'origine, de l'histoire, des mœurs et du paradis des habitants du pôle Arctique*. L'histoire est classique : un bateau est pris dans les glaces, une

¹ F. REMY, *Histoire des pôles, Mythes et réalités polaires au XVII et XVIII^e siècles*, Editions Desjonquères, 2009.

tempête éclate et alors que tous les marins pensent mourir, le soleil qui brille 24h sur 24h fait fondre les glaces et ils découvrent un lieu merveilleux. La mer serait donc libre de glace à cause de l'insolation permanente l'été, suggère Tyssot de Patot.

Ensuite, en 1749, Buffon écrit que la mer salée et secouée par le vent et les vagues ne peut pas geler². La glace que les marins rencontrent dans le nord provient forcément des grands fleuves qui se jettent dans l'océan arctique. Si on veut aller au pôle arctique, il faut donc s'éloigner au plus vite de la côte. D'Alembert, qui acquiesce les dires de Buffon, fait le calcul de l'insolation et montre, qu'en effet, au pôle, en été, il fait aussi chaud que sous nos latitudes en hiver. Plus tard, John Franklin, un explorateur anglais part en 1845 à la recherche du passage du nord-ouest et disparaît. Un géographe allemand, August Petermann pense que Franklin a malencontreusement franchi la barrière de glace infranchissable et navigue tranquillement dans la mer libre. Étonnement cette idée eut un succès inouï et tout le monde se mit à disserter sur la mer libre, d'autant plus qu'un hydrographe américain démontre que le Gulf Stream est un fleuve d'eau chaude qui conserve sa chaleur. Or, arrivé vers les côtes européennes, une branche de ce fleuve part plein nord et longe les côtes de la Norvège. Il imagine alors que le courant chaud passe sous la barrière de glace et ressort au pôle en réchauffant la mer. Seconde hypothèse pour expliquer cette mer libre.

L'engouement est considérable, de nombreuses expéditions partent alors à la recherche de la mer libre et surtout de nombreux écrivains envoient leurs héros à la recherche de cette mer³. Du milieu du XIX^e siècle au début du XX^e, plusieurs dizaines de romans traitent de ce sujet qui a tout pour plaire aux écrivains d'inspiration scientifique. Citons Verne, Jacolliot, Boussenard, Mael, Robida, Mael, Dex. Parfois il ne s'agit que d'allusions, comme dans Sand ou Salgari.

² G.L. BUFFON, *De la manière d'étudier l'histoire naturelle*, suivi de la *Théorie de la Terre*, Paris, Impr. Royale, 1749.

³ F. REMY, *Le monde givré*, Herman, coll. MétéoS, 2016.

II. Le climat de l'Arctique et de l'Antarctique

Et non, le climat polaire n'est pas tempéré. Les conditions climatiques sur Terre dépendent de l'équilibre entre l'énergie gagnée par le soleil et l'énergie perdue par la Terre. Au niveau des pôles, le bilan est en faveur d'un fort déficit énergétique, notamment en raison du faible ensoleillement et de la nature des surfaces terrestres dans ces régions⁴.

Le rayonnement solaire au niveau des pôles est oblique. Ainsi, pour atteindre la surface de la Terre dans ces régions, il doit traverser une plus large proportion d'atmosphère qu'au niveau de l'équateur par exemple. L'atmosphère agissant comme un filtre, le rayonnement qui atteint la surface est ainsi plus faible qu'ailleurs. Il est maximal au solstice d'été et, c'est unique sur Terre, complètement absent plusieurs mois par an en raison de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre par rapport à son plan orbital autour du Soleil.

La surface sur laquelle le rayonnement solaire arrive joue également un rôle primordial car selon sa nature, elle peut absorber et réfléchir une plus ou moins grande proportion d'énergie. L'océan est caractérisé par une surface sombre qui absorbe de l'énergie, ce qui favorise un réchauffement en surface. A l'inverse, la glace et la neige surtout fraîche, sont caractérisées par une surface claire qui permet de réfléchir, à l'instar d'un miroir, et de favoriser un refroidissement.

Ainsi, les deux pôles ne se comportent pas tout à fait de la même façon. Le continent antarctique quasi-centré sur le pôle sud, représente plus de 8 % des surfaces continentales et est encerclé par l'océan. Il est entièrement recouvert d'une calotte de glace, dont l'altitude moyenne est de 2000 m, ce qui permet d'y observer les températures les plus froides de la planète, en moyenne autour de -50°C et pouvant atteindre moins de -89°C, mesurés à Vostok en 1983⁵.

En Arctique, c'est l'océan qui est centré sur le pôle nord et qui est entouré de surfaces continentales. Les zones les plus froides sont sur ces régions avec des températures qui ont pu descendre jusqu'à -70°C au Groenland ou en Sibérie,

⁴ M.A. MELIERES, C. MARECHAL, *Climat : Passé, présent, futur*, éditions Belin, 2020.

⁵ F. REMY, *L'Antarctique, la mémoire de la Terre vue de l'espace*, CNRS éditions, 192 pages, 2003.

mais non au pôle. En revanche, les conditions en période hivernale sont telles que l'océan gèle et que sa surface se recouvre d'une banquise plus ou moins pérenne et épaisse. Cette banquise permet, en période estivale, de limiter le réchauffement des océans et donc de sa surface.

Dans ces régions polaires, et notamment au niveau des calottes et surtout de la calotte antarctique, les vents sont très importants et peuvent être très violents. En moyenne en Antarctique les vents sont à 40 km/h avec une pointe enregistrée à 329 km/h, à comparer à la vitesse moyenne à Nice de 10 km/h ou celle d'une forte tempête, par exemple Xynthia en 2010 où l'on a mesuré jusqu'à 238 km/h. Le vent renforce la sensation de froid, par exemple à 72 km/h, un air à -5° est ressenti comme étant à -26° .

Enfin, les précipitations dans les régions polaires sont très variables, extrêmement faibles au cœur des calottes, et notamment sur le plateau antarctique où il neige moins que ce qu'il pleut au Sahara. En revanche, il neige relativement plus sur les littoraux polaires. En Arctique, les précipitations neigeuses forment une couche isolante sur la banquise, limitant ainsi son épaisseur à environ 3 m.

III. Le réchauffement des pôles

En effet, il est désormais clairement établi que l'on vit une période de réchauffement global⁶. Entre 2011 et 2020 la température moyenne à la surface de la Terre était de $1.09 \pm 0.14^{\circ}\text{C}$ au-dessus de celle estimée pour la période 1850-1900, soit une augmentation autour de 0.8°C par siècle. Il est à noter que les surfaces continentales se réchauffent plus rapidement ($1.59 \pm 0.25^{\circ}\text{C}$ pour 2011-2020 par rapport à 1850-1900) que les océans ($0.88 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$). Depuis quelques années, ce réchauffement s'emballe et atteint 0.34°C par décennies depuis la fin du siècle dernier, soit une augmentation d'un

⁶ IPCC, *Climate Change 2021 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report* of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press (eds.), Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2021.

facteur 3 ou 4. La région arctique connaît la plus forte progression avec une augmentation des températures de surface supérieure à 0.75°C par décennie.

Inévitablement, cette augmentation des températures impacte l'ensemble des glaces distribuées à la surface de la Terre. Les glaciers ont perdu 240 ± 40 Gt/an entre 2006 et 2019, la calotte antarctique a perdu 148 ± 54 Gt/an entre 2010 et 2016, et le Groenland 243 ± 47 Gt/an entre 2010 et 2019. Les calottes comptabilisent 21 % de la fonte, les glaciers en Alaska 25 %, et ceux de l'Arctique Canadien 21%. La banquise arctique est également touchée puisque sa surface diminue chaque année un peu plus en sortie d'hiver, période à laquelle elle est maximale, et en sortie d'été, période à laquelle elle est minimale. Par exemple entre 1979 et 1988, sa superficie moyenne en septembre était supérieure à 6 millions de km², alors qu'elle est inférieure à 4 millions de km² en moyenne entre 2010 et 2019.

En diminuant de taille, la blanche banquise laisse place au sombre océan, qui de fait va emmagasiner de l'énergie solaire, et ainsi se réchauffer. Le réchauffement de l'océan s'oppose à la formation de la banquise et ainsi un cercle d'intensification de l'augmentation de la température se met en place qui, dans quelques décennies, pourrait conduire à la disparition de la banquise arctique en été. Ces phénomènes d'auto-intensification jouent un rôle capital près des pôles. Notamment, on craint, avec le dégel du sol des zones continentales, des remontées de méthane, gaz à effet de serre vingt fois plus puissant que le CO₂. D'importantes bulles de méthane explosent déjà, laissant des cratères de plusieurs dizaines de mètres de profondeur.

Le réchauffement des régions polaires modifie, d'une part la nature des surfaces, notamment par des variations de la couverture neigeuse et de celle de la banquise, et, d'autre part la quantité de glace stockée sur les régions polaires continentales qui se retrouve dans les océans. Cela perturbe les circulations atmosphériques et océaniques. Or ces circulations participent à l'équilibre énergétique planétaire. Ce réchauffement polaire a ainsi la capacité d'induire des modifications sur le climat global.

IV. L'Arctique peut-il être un mini-laboratoire du futur ?

L'élévation des températures en Arctique est, nous l'avons dit, beaucoup plus rapide que dans le reste du monde et la variabilité climatique dans les régions polaires y est très forte. Les modèles prévoient la disparition de la banquise estivale d'ici quelques décennies ainsi qu'un recul accéléré du pergélisol et un bouleversement des écosystèmes et des biomes. De toutes les parties du monde, l'Arctique est donc celle où les impacts, négatifs ou positifs, du réchauffement climatique sur les glaces, les milieux naturels et les activités humaines devraient apparaître de la façon la plus précoce et la plus évidente⁷. Par ailleurs, l'écosystème y est extrêmement fragile, si bien que la moindre perturbation y est très vite perçue.

La hausse des températures entraîne une augmentation de l'évaporation, donc des sécheresses d'un côté, un excédent de précipitations de l'autre. Le cycle hydrologique est renforcé, ce qui va provoquer des événements extrêmes dans une région où la variabilité, rappelons-le, est déjà très forte. En 2023, des centaines de feu de forêt, dont des dizaines incontrôlables, ont éclaté au Canada. Un quart de la superficie de la France part en fumée, des milliers de personnes sont évacuées, une pollution importante sévit au Québec et sur la côte est des Etats-Unis touchant 100 millions de personnes. À l'inverse, il y a quelques années, des pluies torrentielles ont accéléré la fonte du pergélisol, ce qui a entraîné un immense canyon dans lequel de nombreux arbres sont tombés. L'eau coule au fond de ce canyon et continue à éroder le pergélisol. Alors des bâtiments s'enfoncent dans ce sol dégelé et menace de s'effondrer. On a tout lieu de penser qu'il en sera de même sous nos latitudes d'ici quelques années. On assiste déjà en 2024 à la désertification de certaines zones, par exemple dans les Pyrénées-Orientales et en même temps à des inondations dans d'autres, par exemple dans le Pas-de-Calais. On pourrait ajouter les feux violents qui dévastent actuellement, en février 2024, le Chili.

La disparition de la biodiversité est aussi notable en Arctique. Cependant, n'oublions pas que la chasse et la pêche, alimentaire ou financière, le changement de l'utilisation des sols et la pollution autre que celle engendrée

⁷ C. [KERGOMARD](#), « L'Arctique face au changement climatique », [Annales de géographie n° 653](#), 2021, p. 3- 22

par les gaz à effet de serre conduisent aussi à l'extinction de nombreuses espèces. Le changement climatique ne fait qu'aggraver un phénomène depuis longtemps initié.

Le changement climatique affecte gravement les terres humides arctiques. Or celles-ci offrent un habitat à de nombreux oiseaux migrateurs. Une soixante d'entre eux sont menacés. Et cette menace touche la biodiversité du monde entier⁸.

En 2019, les saumons n'ont pas pu remonter les rivières de l'Alaska car les eaux étaient trop chaudes. Depuis, le phénomène perdure et les saumons pondent moins. Les copépodes, maillon de la chaîne alimentaire, sont perturbés par la fonte précoce des glaces. Les morues de l'Atlantique migrent vers les eaux plus froides et remplacent celles de Norvège, nourriture du phoque, lui-même nourriture de l'ours blanc, raconte Thomas Reverdy⁹.

L'ours blanc flottant sur son glaçon fut l'image empruntée par Bernardin de Saint-Pierre pour décrire le déluge. Et maintenant cet ours blanc amaigri et mourant sur son glaçon est devenu l'image la plus médiatique du réchauffement climatique. Il risque en effet de disparaître, remplacé par l'ours noir et l'ours brun qui migrent vers des terres moins chaudes.

La migration vers le nord reste relativement limitée. Certes, les modèles prévoient un déplacement de la « tree line », la limite entre la forêt et la toundra, de quelques centaines de kilomètres, mais guère plus. Même si l'Arctique se réchauffe, son climat n'est pas encore propice à la vie humaine. Les inuits ne migrent pas, ils s'adaptent mais leur condition de vie se complique. Entre autres, la chasse au phoque devient périlleuse à cause de la faible épaisseur des glaces de mer, les phoques et le poisson se déplacent vers le nord, l'élévation du niveau de la mer accentue les effets de la marée, la neige fond plus vite au printemps... si bien que l'intuition météorologique

⁸ T. MINAYEVA et A. SIRIN, « Terres humides- écosystèmes arctique en danger : vulnérabilité au changement climatique et options d'adaptation », Développement durable de la région Arctique, défis scientifiques, sociaux, culturels et éducatifs, UNESCO, 2010, p. 88-96

⁹ T. REVERDY, *Climax*, Paris, Flammarion, 2021.

ancestrale des inuits ne leur permet plus de prévoir quelle glace offre le plus de sécurité¹⁰.

V. Défis juridiques

Avec la fonte des glaces, le paysage de l'Arctique change. Notamment, toutes les ressources deviennent accessibles. Des ressources halieutiques, énergétiques avec de l'hydrocarbure, minières, touristiques ou logistiques avec le passage du Nord-Ouest. L'Arctique subit de plein fouet deux des maux de notre société, la mode et la spéculation.

Le premier, la mode du tourisme de masse entraîne de plus en plus de brise-glaces vers les pôles. Parfois, ils embarquent avec eux des scientifiques pour se donner bonne conscience. Mise à part le risque d'accident et de pollution, les écosystèmes si fragiles sont fortement perturbés. Autre mode, faire venir des glaçons du Groenland. Une start-up, l'Arctic ice, apporte des glaçons du Groenland à Dubai pour rafraichir les cocktails des milliardaires. Elle promet de n'extraire la glace que des icebergs, déjà sortis du Groenland, et d'essayer de ne pas envoyer trop de CO₂ dans l'atmosphère pendant les 17 000 km de voyage... D'ailleurs, joli problème juridique : à qui appartiennent les icebergs qui dérivent ? Le Canada veut récupérer les icebergs qui traversent ses eaux territoriales pour fabriquer de l'eau douce mais le Groenland conteste, ce qui part de chez lui est à lui. Quant à l'Afrique du Sud, elle veut récupérer ceux qui partent de l'Antarctique.

Le second : la spéculation. Qui va profiter de ces richesses maintenant disponibles ? Les états riverains : le Danemark à travers le Groenland, les Etats-Unis, le Canada, la Norvège, la Russie et l'Islande. Mais la Chine et l'Europe aimeraient aussi en profiter. Le Groenland est assis sur une mine d'or, avec notamment du pétrole qui représenterait 13% des ressources mondiales non découvertes, le gaz naturel qui, lui, représenterait 30 % de ces ressources et des mines d'uranium. Le gouvernement local en refuse

¹⁰ A. LYNGE, « Face aux impacts du changement climatique global », Développement durable de la région Arctique, défis scientifiques, sociaux, culturels et éducatifs. UNESCO, 2010, p. 130-141.

l'exploitation en dépit des bénéfices, pour des raisons environnementales. Le conseil de l'Arctique qui comprend les états riverains ainsi que la Suède et la Finlande a été créé en 1996 pour s'assurer du développement durable de la région et empêcher des dérives sociales, économiques ou environnementales. Mais ce conseil est à l'arrêt depuis la guerre de l'Ukraine.

L'exploitation entraîne aussi des revendications territoriales. Par exemple le Canada et le Danemark se sont longuement disputés l'île Hans¹¹, une petite île de 1.5km². En 2022, un accord a partagé l'île en deux. Les tensions entre les pays riverains se réglaient depuis longtemps, comme cela, à l'amiable mais il est clair que la guerre en Ukraine a ravivé certaines tensions.

Le passage du Nord-ouest, comme l'explique Michel Serres, est un immense archipel, un dédale de golfes, chenaux, bassins, détroits, le tout recouvert de glace l'hiver jusqu'à présent, passage délicat mais qui permet de gagner plusieurs semaines de navigation pour joindre l'Europe et l'Amérique du nord¹². Ce passage est entièrement dans les eaux intérieures du Canada, comme d'ailleurs le passage du Nord-Est est dans les eaux territoriales russes. Les deux pays entendent donc conserver leur souveraineté. Mais la Chine et les Etats-Unis revendiquent un droit de passage. Pour le moment, il n'y a pas de problème car le détroit est encore peu utilisé. D'autant plus que beaucoup de compagnies maritimes ne veulent pas passer par cette route, pour plusieurs raisons : l'écosystème est fragile, le temps de dégel estival très court, le regel peut arriver subitement, le tirant d'eau est faible... N'oublions pas, non plus, que le passage d'un bateau pollue et peut provoquer l'arrivée de plantes invasives type algues.

L'Arctique se dégèle, certes, mais pour le moment les eaux polaires restent peu navigables et dangereuses. Les bénéfices envisagés restent négligeables devant le danger et l'investissement : la pêche n'est pas rentable, l'extraction du pétrole reste cher, le coût de l'entretien du matériel est prohibitif. Les pétroliers reculent, car ce qu'ils pensaient être une terre promise, est des plus hostiles¹³. Après plusieurs accidents, seuls quelques pétroliers s'obstinent à forer au grand dam des locaux, des écologistes et de quelques gouvernements.

¹¹ J. NOUGIER, « *îles-fantômes et récifs de nulle part* », Jeune Marine, juil. -sept.2017, p. 38-40

¹² M. SERRES, *Le passage du Nord-Ouest*, Hermès V, Les éditions de minuit, Coll. Critique, 1980.

¹³ D. COSNARD et A. GARRIC, « Les pétroliers qui ont reculé face à l'Arctique », Le Monde, 28 septembre 2015

De même, le tourisme reste stable car les zones sont dangereuses et les locaux ne veulent pas devenir un musée ; les risques de pollution ou de marée noire freine l'ardeur des agences de tourisme.

Enfin, la recherche minière est prometteuse. On trouve près du Groenland du zinc, du fer, du plomb, du nickel, de l'étain, du platine, de l'uranium, des diamants, de l'or ou encore des terres rares.... La Chine se dit prête à forer mais, en 2019, les Etats-Unis ont proposé d'acheter le Groenland ! Ce n'est d'ailleurs pas la première fois, qu'une telle démarche avait été suggérée ; déjà en 1867 par le président Johnson, ce qui a probablement inspiré Jules Verne pour son roman *Sans dessus dessous*¹⁴, puis en 1945 par le président Truman qui en a tenté l'achat pour construire la Dew Line, leur ligne de défense qu'ils ont faite sans demander son avis au Groenland¹⁵.

VI. Pour finir

Les hommes ont toujours été intrigués par les pôles, à la fois attirés et effrayés. Les explorateurs qui en revenaient, du moins ceux qui avaient la chance d'en revenir, affirmaient avoir vu des merveilles effrayantes, d'une beauté sinistre. Autant d'oxymores repris à l'envi par les écrivains.

Buffon va familiariser ses contemporains avec les glaces polaires¹⁶. Il pensait que la Terre était un morceau de Soleil arraché par une comète, morceau qui se refroidissait en commençant par les pôles. C'est donc là que la vie avait débuté, en témoignent ces « éléphants » congelés retrouvés en Sibérie. Ces régions sont donc le passé de la Terre et son futur aussi, car un jour, notre globe sera entièrement glacé. Buffon demande alors à tous les géographes, explorateurs, historiens, naturalistes ou écrivains de compter tous les icebergs qui viennent des pôles, de compiler les données sur la limite des glaces rencontrées par les marins ou les moindres détails indiquant une anomalie climatique.

¹⁴ J. VERNE, *Sans dessus dessous*, Hetzel, 1889.

¹⁵ J. MALAURIE, *Les derniers rois de Thulé*, Plon, coll.Terre Humaine, 1976.

¹⁶ F. REMY, 2009, *Op. cit.*

Surveiller les pôles pour anticiper notre futur, n'est-ce pas cela que nous sommes en train de faire ?