

CIFAR

LÀ OÙ L'AVENIR PREND SON ÉLAN

Panel sur l'avenir de l'Arctique du CIFAR



Table des matières

3	Sommaire exécutif
4	Contexte
7	Méthodes
7	Contexte des recherches futures
9	Idées de recherche émergentes
17	Conclusion
18	Annexe I : Membres du panel exploratoire et personnel du CIFAR
19	Annexe II: Aperçu des méthodes de prospective

Le Panel exploratoire sur l'avenir de l'Arctique du CIFAR a été créé en partenariat avec le Fonds national suisse (FNS) et rendu possible grâce à l'Initiative pour la découverte Ralph M. Barford du CIFAR.



Sommaire exécutif

En février 2026, un panel composé de 14 spécialistes interdisciplinaires s'est réuni pour explorer les orientations futures possibles de la recherche dans l'Arctique, en évaluant plus particulièrement l'utilité du modèle de collaboration internationale et interdisciplinaire du CIFAR pour la réalisation de recherche dans cette région. Au fil d'une série de réunions virtuelles et d'un atelier de deux jours à Genève (Suisse), le groupe a réalisé des exercices de prospective afin de définir de nouvelles priorités de recherche interdisciplinaire. Le présent rapport présente les résultats de ce travail.

Le rapport commence par un examen critique des enjeux majeurs et des tensions inhérentes à la recherche actuelle et future dans l'Arctique. Plusieurs questions fondamentales sont mises en évidence. Le rapport pose la question de savoir comment notre conception de la préparation doit évoluer au vu de l'incertitude profonde provoquée par des changements environnementaux sans précédent, et comment les cadres de recherche se transforment lorsque l'on considère l'Arctique comme un foyer dont il faut prendre soin, plutôt que d'un territoire à posséder. En outre, le panel souligne la nécessité d'élargir notre compréhension des interfaces terre-eau dans l'Arctique, en reconnaissant que la glace, la neige et le pergélisol constituent des infrastructures essentielles à la mobilité et à la survie. Enfin, le rapport s'interroge sur l'objectif principal de la recherche future dans l'Arctique, en opposant les modèles traditionnels axés sur la résilience aux cadres émergents de rupture et de renouveau.

Le rapport présente trois axes de recherche transformatrice pour l'Arctique qui reposent sur diverses formes de savoir et d'être. Ces thèmes, issus des discussions interdisciplinaires et exploratoires du panel, ouvrent des voies intéressantes et stimulantes susceptibles de nourrir à long terme des programmes de recherche. Le premier, « la mobilité en tant que lieu », remet en question les définitions traditionnelles et statiques de la géographie en appréhendant le lieu comme un champ de mouvement dynamique. Le deuxième, « les infrastructures relationnelles de l'Arctique », examine le potentiel transformateur de l'application de la relationnalité humaine, en particulier la parenté, à l'infrastructure de la région. Le troisième thème met l'accent sur la « modélisation de l'intégration des connaissances » et propose une méthode de synthèse des données multidisciplinaires en vue d'améliorer la gouvernance, de gérer les changements systémiques et de repérer les points de bascule environnementaux critiques.

En fin de compte, les constatations présentées dans le présent rapport suggèrent que l'avenir de la recherche dans l'Arctique ne tient pas à la maîtrise de sa complexité, mais plutôt à la mise en lumière des moyens d'y agir de manière responsable. Plutôt que de proposer une feuille de route rigide, le panel a exposé une série de tensions majeures et d'orientations de recherche destinées à habiliter les spécialistes à poser des questions plus profondes, de nature à définir l'avenir de l'Arctique.



Contexte

L'Arctique est une région qui connaît de plus en plus des changements profonds : transformation environnementale rapide sous l'effet des changements climatiques, lieu d'intérêt stratégique croissant à l'échelle mondiale en matière de développement économique et de sécurité, ainsi que multiplication du financement de la recherche dans la région.

Les changements environnementaux rapides, dont les plus visibles sont la fonte de la glace de mer, le réchauffement des températures et la modification des écosystèmes, transforment l'infrastructure physique et écologique de l'Arctique à un rythme sans pareil ailleurs sur la planète. Parallèlement, ces changements interviennent dans un contexte d'attention géopolitique et économique croissante. Les gouvernements et les industries examinent les possibilités liées aux voies maritimes, à l'exploitation des ressources naturelles, aux minéraux critiques, à la pêche et aux infrastructures, tandis que les États arctiques raffermissent leur présence et leurs cadres politiques en réaction aux questions de souveraineté et de sécurité en constante évolution. Collectivement, ces dynamiques ont suscité un intérêt accru à l'échelle internationale pour les connaissances et la gouvernance de l'Arctique. Par conséquent, la recherche scientifique dans l'Arctique s'est considérablement étendue au cours des dernières décennies, témoignant de l'importance de disposer de données solides pour comprendre les changements environnementaux, orienter un développement responsable et soutenir un avenir durable et équitable pour les communautés arctiques.

Cependant, d'un point de vue plus général, comment définir l'Arctique? Dans la pratique, on peut concevoir l'Arctique comme une région circumpolaire caractérisée par sa latitude nord, des conditions climatiques particulières et des systèmes écologiques, culturels et politiques interdépendants. Pour autant, il reste difficile de lui donner une définition claire et consensuelle. Certaines personnes y voient leur foyer. D'autres y voient des possibilités à saisir. D'autres encore y voient une frontière – un langage qui évoque les attitudes coloniales qui ont façonné l'Arctique au cours des deux derniers siècles et qui continuent de le faire.

Les caractéristiques qui définissent l'Arctique, ainsi que ses frontières, évoluent elles aussi, à mesure que des éléments autrefois marquants, comme l'étendue du pergélisol, changent et se déplacent. L'arrivée de nouveaux acteurs et de nouveaux intérêts, notamment des industries et des États-nations, complexifie les accords de coopération existants, tandis que les technologies émergentes permettent à des entités géographiquement éloignées d'exercer une influence et de mener des activités d'extraction.

Dans un tel contexte, les intérêts pour la recherche dans l'Arctique se multiplient. Le volume mondial des résultats de la recherche dans l'Arctique a plus que doublé depuis la fin des années 1990, atteignant environ 11 000 publications par an, ce qui témoigne de l'attention scientifique croissante portée aux changements environnementaux rapides et de l'intérêt géopolitique que suscite la région. Le financement mondial de la recherche dans l'Arctique dépasse aujourd'hui probablement 1 à 2 milliards de dollars américains par an, les États-Unis étant le principal contributeur, parallèlement à des investissements soutenus et croissants de la part de l'Union européenne, des pays nordiques et du Canada. Quelle pourrait être l'orientation de ces investissements dans un proche avenir? Comment les partenariats de recherche interdisciplinaires et transdisciplinaires mondiaux pourraient-ils concevoir des programmes de recherche susceptibles de soutenir un Arctique en mutation dans les décennies à venir?

Dans le présent rapport, un panel composé de 14 spécialistes de l'Arctique synthétise ses réflexions sur l'avenir de la recherche dans cette région à partir de méthodes de prospective décrites ci-dessous. Ce processus a mis en évidence des enjeux transversaux pour la recherche future, tout en approfondissant l'examen de trois programmes de recherche stimulants et prometteurs. En conclusion, le rapport souligne la nécessité de passer d'une recherche interdisciplinaire à une recherche transdisciplinaire pour favoriser la prospérité environnementale, économique, institutionnelle et socioculturelle de la région.



Positionnement du panel exploratoire

Ce rapport se fonde sur les travaux d'un panel composé de 14 spécialistes interdisciplinaires de l'Arctique (voir l'Annexe I pour le nom complet et l'affiliation des membres du panel). Parmi leurs domaines d'expertise figurent la gouvernance des pêches, la sécurité alimentaire, l'océanographie, la géologie, l'hydrologie, la télédétection, les études climatiques, les environnements extrêmes, la gouvernance polaire, le droit, l'économie, les systèmes de connaissances autochtones, les arts autochtones et la fiction spéculative. Bien que le panel représente une grande diversité de disciplines, nous reconnaissons que sa perspective collective est déterminée par sa composition : onze femmes et trois hommes, un profil professionnel principalement universitaire, trois membres autochtones et une concentration géographique limitée à l'Amérique du Nord et à l'Europe. Toutes les délibérations se sont déroulées en anglais.

Prenant conscience que de nombreuses voix n'étaient pas représentées, nous avons discuté du concept «Absence de voix» évoqué par Copper Joe Jack, ancien du Conseil Ta'an Kwäch'än. Il s'agit de la responsabilité d'inclure le point de vue des personnes qui sont absentes de la discussion, notamment les ancêtres, les générations futures et nos parents non humains. Bien que nous ayons tenté de garder ce concept à l'esprit, nous avons reconnu que nos discussions étaient inévitablement influencées par les personnes présentes.

La répartition géographique des membres du panel est indiquée sur la carte ci-dessous. Alors que les cartes standard situent souvent l'Arctique en périphérie, la projection circumpolaire le place au centre, reflétant ainsi plus fidèlement son importance dans les discussions du panel (voir Figure 1).

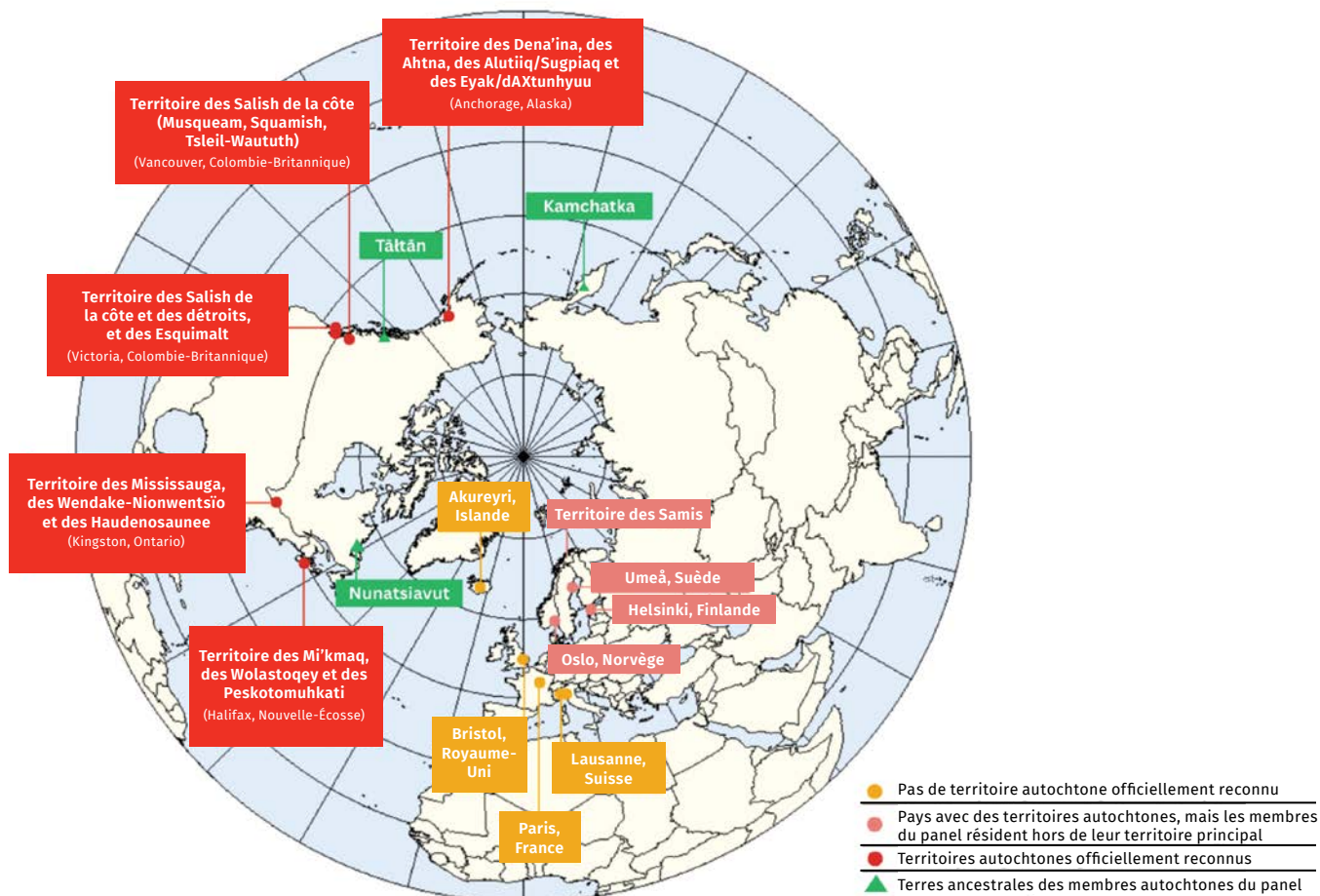


Figure 1. Répartition géographique des membres du panel (représentés par des points) sur une projection circumpolaire. La couleur des points indique le niveau de reconnaissance officielle des territoires autochtones dans chaque région. Les triangles verts représentent les terres ancestrales des membres autochtones du panel.

Valeurs du panel

Compte tenu de la diversité du panel, des répercussions tangibles de la recherche sur l'Arctique, ainsi que de l'esprit et de l'intention du travail interdisciplinaire axé sur la bienveillance, nous partageons ci-dessous les valeurs qui ont guidé nos discussions et nos travaux.

Générosité

Nous abordons cette conversation avec générosité en présumant de bonnes intentions, en écoutant pour comprendre avant de répondre et en partageant ouvertement nos connaissances et notre temps. Nous faisons place à des points de vue différents des nôtres et rejetons la pensée à somme nulle, car nous reconnaissons que la collaboration élargit le champ des possibles.

Vulnérabilité

Nous nous permettons de parler en toute franchise de l'incertitude, des limites et de notre expérience vécue. Nous reconnaissons ce que nous ignorons, les erreurs que nous avons commises et les responsabilités qui peuvent revenir à nos institutions ou à notre pays, sachant que la confiance se renforce lorsque nous faisons preuve d'honnêteté mutuelle.

Gratitude

Nous abordons ce dialogue avec gratitude envers les personnes, les lieux et les systèmes de connaissances qui le rendent possible, en particulier les communautés autochtones dont les terres ancestrales et l'avenir sont au cœur de l'histoire de l'Arctique. Nous reconnaissons et saluons activement toutes les contributions, car nous savons que la collaboration est un cadeau et non un droit.

Humilité

Nous considérons notre expertise avec humilité, car nous avons conscience qu'aucune discipline, nation, ni vision du monde ne peut à elle seule définir l'avenir de l'Arctique. Nous gardons l'esprit ouvert pour évoluer grâce à ce que nous entendons et nous nous engageons à placer au cœur de nos décisions les personnes les plus touchées.

Joie

Nous remarquons et relevons les moments porteurs de possibilités, de liens et de progrès, même au cœur de la complexité. Nous prenons le temps de célébrer les idées communes, la richesse culturelle et le privilège de travailler ensemble à l'atteinte d'un objectif qui compte.

Créativité

Nous gardons un esprit ouvert aux nouvelles combinaisons de connaissances, de disciplines et de visions du monde. Nous explorons différentes idées, nous posons des questions hypothétiques et nous ouvrons la voie à des approches qui ne s'inscrivent pas nécessairement dans les cadres politiques ou universitaires traditionnels.



Méthodes

Les panels exploratoires du CIFAR réunissent un petit groupe interdisciplinaire de chercheuses et chercheurs d'envergure internationale afin d'explorer les priorités de recherche futures sur un sujet donné. Par souci de clarté, le terme exploratoire fait référence au repérage de possibilités de recherche interdisciplinaire dans le domaine de l'Arctique, et non à l'Arctique lui-même, qui est depuis longtemps le foyer de communautés autochtones. Le CIFAR facilite cette exploration grâce à un certain nombre d'exercices structurés, notamment des méthodes de prospective, afin d'aider les membres du panel à dégager les tendances émergentes qui pourraient se révéler importantes, mais qui restent méconnues (les «incertitudes critiques»), ainsi que les possibilités de partage de connaissances et de recherche interdisciplinaires. L'objectif n'est pas de dresser une liste exhaustive de priorités de recherche, mais plutôt de mettre en évidence de nouvelles orientations de recherche éventuellement transformatrices

pour les 20 prochaines années sur un sujet d'importance cruciale pour la science et l'humanité.

Le CIFAR a sélectionné 14 spécialistes de l'Arctique provenant de disciplines variées, provenant d'Amérique du Nord et d'Europe, pour participer au panel. Le panel s'est réuni plusieurs fois sur une période de six semaines. Les deux premières séances se sont déroulées virtuellement, suivies de deux jours et demi de réunions en personne à Genève (Suisse).

Afin de cerner les domaines de recherche méritant d'être approfondis par le CIFAR, les membres ont participé à des cycles itératifs de remue-méninges exploratoires et de synthèse. Ces cycles comptaient des activités de prospective, y compris une matrice impact-incertitude et une réflexion fondée sur des scénarios (voir l'Annexe II). Les idées issues de ces activités constituent la base du présent rapport.

Contexte des recherches futures

La recherche dans l'Arctique prend plusieurs formes. Pour certaines personnes, elle se fait sur leurs terres ancestrales et leur territoire, en s'appuyant sur des réseaux de parenté, et porte sur des thèmes ancrés dans l'expérience vécue. Pour d'autres, la recherche dans l'Arctique repose sur des technologies de télédétection qui recueillent et combinent de grandes quantités de données sur les conditions océaniques et atmosphériques. Des scientifiques travaillent dans des établissements du Sud et se rendent dans le Nord pour mener des projets en partenariat avec des communautés ou des gouvernements, tandis que d'autres réalisent leurs travaux à bord de navires en mer, passant parfois des mois sur l'eau à recueillir des échantillons et à étudier la vie dans certaines des régions les plus froides et les plus reculées du monde. D'autres encore travaillent et résident dans des stations universitaires et de recherche permanentes à travers l'Arctique.

Peu importe l'approche ou le paradigme de recherche adopté, il est de plus en plus impossible d'ignorer que ce travail s'effectue sur des terres ancestrales, qu'il a des répercussions pour les générations actuelles et futures, et que le financement des programmes de recherche peut soit perpétuer les inégalités en matière de recherche, soit contribuer à la capacité de recherche locale et régionale et à la souveraineté. Dans cette optique, le panel a synthétisé plusieurs considérations transversales importantes pour la réalisation de recherches dans l'Arctique, résumées ci-dessous. Bien sûr, il ne s'agit pas là des seules

considérations, mais ce sont celles que le panel a examinées le plus en profondeur et qu'il a jugées particulièrement pertinentes à inclure ici. Chaque thème transversal s'accompagne de questions illustratives soulevées par le panel. Celles-ci sont proposées comme matière à réflexion pour les personnes qui, comme nous, s'interrogent sur ce que signifie mener des recherches dans l'Arctique.

Changement et préparation

On dit fréquemment que l'Arctique subit des changements rapides, et ces changements sont souvent qualifiés d'inédits ou de disproportionnés. Cependant, il faut souligner que ces changements n'ont rien de nouveau pour les personnes dont l'Arctique est le foyer depuis des centaines, voire des milliers d'années. Ce qui est différent, c'est le rythme soutenu auquel ces changements se produisent actuellement. De multiples systèmes interconnectés subissent des transformations non linéaires, abruptes, qui se chevauchent. Les impacts cumulatifs et les événements combinés augmentent le risque d'un avenir profondément incertain. Tant dans le contexte actuel que dans la perspective de l'avenir de l'Arctique, la recherche doit préparer le terrain pour l'adaptation sous toutes ses formes – extrêmes ou non. Il est essentiel de déterminer ce à quoi nous nous préparons, pourquoi, et comment nous, en tant que scientifiques, faisons face à ces changements ou évoluons avec eux.

Exemples de questions : *Comment définir l'irréversibilité dans les systèmes arctiques où le rétablissement peut être possible ou non? Les événements combinés dans l'Arctique peuvent-ils être classés de manière pertinente en catégories (incendies, dégel du pergélisol, inondations) ou sont-ils fondamentalement indissociables?*

Éthique du soin

L'Arctique est un lieu, et les conceptualisations coloniales contemporaines du lieu sont souvent liées à la propriété. On pourrait donc se demander : à qui appartient l'Arctique? Mais d'autres ontologies ne souscrivent pas de cette manière à la propriété foncière; nous invitons donc les scientifiques à réfléchir plutôt dans les termes suivants : Qui l'Arctique concerne-t-il? Qui prend soin de l'Arctique et qui se soucie de l'Arctique? Ces questions amènent les scientifiques à s'interroger sur ce que signifie adopter une éthique du soin dans leur travail. Nous utilisons ici le terme «soin» au sens large, en notant que les principes CARE (avantage collectif, autorité de contrôle, responsabilité, éthique)¹ liés à la souveraineté des données autochtones peuvent se révéler pertinents pour la recherche dans l'Arctique, et qu'il existe également un riche ensemble de recherches sur le soin en tant qu'éthique spéculative².

Exemples de questions : *Quels sont les avènements imaginables en matière de gouvernance, de bien-être et de durabilité si le soin et la relationnalité orientent la façon dont nous planifions, bâtissons et préservons un Arctique diversifié? Si nous imaginons l'Arctique comme une région diversifiée, autodéterminée et productrice de connaissances, comment pourrions-nous aussi entrevoir les façons dont il est relié au reste de la planète par l'entremise du soin?*

Glace, neige et pergélisol

L'interface terre-eau, qui peut sembler plus absolue dans d'autres contextes de recherche, n'est pas toujours perçue comme telle dans l'Arctique. La glace de mer, de lac et de rivière sont autant de prolongements de la terre et peuvent faire office d'infrastructures routières qui facilitent la mobilité et l'existence. Le pergélisol constitue le fondement, tant pour les infrastructures artificielles que pour les systèmes écologiques, de nombreuses régions arctiques, et il disparaît rapidement, à un rythme fulgurant et disproportionné. Le dégel du pergélisol entraîne la libération de carbone stocké depuis des millénaires, contribuant à l'augmentation des émissions de gaz à effet

de serre et à l'accélération des changements climatiques. Il peut s'ensuire une cascade de répercussions interdépendantes où la réactivation de communautés microbiennes depuis longtemps en dormance accélère la décomposition de la matière organique auparavant gelée, libérant ainsi des quantités substantielles de gaz à effet de serre, comme le CO₂ et le CH₄. En retour, ces gaz peuvent amplifier le réchauffement et déstabiliser davantage les systèmes de pergélisol. Par conséquent, il est important que notre conception des terres ancestrales et du territoire soit suffisamment large pour englober les souverainetés autochtones et les réalités de ce qui constitue l'intégralité des terres ancestrales.

Exemples de questions : *Quelles sont les répercussions d'un océan Arctique exempt de glace en été? Comment la perte du pergélisol redessine-t-elle la connectivité dans l'Arctique – du point de vue de l'accès aux lieux traditionnels et des liens communautaires, ainsi que des pressions croissantes en faveur du développement des infrastructures?*

La science au service de la société

Toute recherche s'appuie sur des hypothèses et comporte, à sa manière, un biais implicite ou explicite. De plus, la recherche sert inévitablement des intérêts différents, que les scientifiques le reconnaissent ou non. Les scientifiques qui travaillent dans l'Arctique devraient se poser les questions suivantes : à qui ce travail sert-il? De quelle manière la recherche peut-elle et doit-elle être menée pour garantir sa pertinence et son soutien aux objectifs sociétaux? Qui est la société? Et pour revenir aux questions précédentes sur qui prend soin de l'Arctique et qui s'en soucie, quels sont les objectifs qui comptent? L'afflux croissant de fonds vers l'Arctique – l'économie de la recherche dans l'Arctique – offre une perspective supplémentaire à travers laquelle réfléchir à la science au service de la société. Lorsque la recherche s'inscrit dans le cadre de partenariats authentiques, pertinents et durables, et qu'elle prend en compte les rapports de force inhérents aux pratiques de recherche contemporaines, l'argent peut soutenir les capacités et l'autodétermination.

Exemples de questions : *De quelle manière la collaboration internationale en recherche peut-elle servir de modèle pour renforcer la coopération entre les différents niveaux de gouvernement et les communautés? À quoi pourrait ressembler un modèle de rendement de l'investissement pour l'économie de la recherche dans l'Arctique?*

¹Carroll, S. R., Garba, I., Figueroa-Rodríguez, O. L., Holbrook, J., Lovett, R., Materechera, S., ... et Hudson, M. (2020). The CARE Principles for Indigenous Data Governance. *Data Science Journal*, 19(1), 43. DOI: 10.5334/dsj-2020-043

²Puig de la Bellacasa, M. (2017). *Matters of care: Speculative ethics in more than human worlds*. University of Minnesota Press.

Résilience, rupture et renouveau

Une partie de la recherche actuelle porte sur le système tel qu'il existe aujourd'hui : le système terrestre, le système socioécologique et le système géopolitique. Elle tient compte des changements, des perturbations et des boucles de rétroaction positive, susceptibles de mener à des points de bascule écologiques et culturels. Cette réflexion va dans le sens des paradigmes de résilience : comment gérer le changement et se préparer aux perturbations. Mais certaines recherches peuvent aussi examiner la rupture, ou un changement fondamental qui s'éloigne du système actuel. Les spécialistes de l'Arctique pourraient donc se demander à quoi pourrait ressembler un système complètement différent et quelles formes de renouveau pourraient suivre une rupture.

Exemples de questions : *Une transformation de l'Arctique est-elle inévitable? Le cas échéant, s'agit-il d'une transformation vers un nouveau mode de fonctionnement ou d'un rétablissement des modes antérieurs? Quand privilégions-nous la résilience plutôt que la rupture? Qui décide de ces priorités?*

Les membres du panel ont abordé ces thèmes transversaux de manière différente, sans parvenir à un consensus clair sur la façon dont il convient de les considérer ou de les intégrer dans la recherche. Cependant, il a été largement convenu qu'il faudra probablement prendre en compte ces tensions dans les futures recherches dans l'Arctique.

Idées de recherche émergentes

Au fil de séances de remue-méninges et de synthèse itératives, le panel a peaufiné trois thèmes de recherche interdisciplinaires et transdisciplinaires. Bien que non exhaustifs, ces thèmes sont proposés à titre d'exemples de recherche transformatrice misant nécessairement sur de multiples modes de connaissance et d'existence et qui, selon le panel, sont suffisamment convaincants et stimulants pour alimenter à long terme des programmes de recherche. Il importe de souligner que ces idées ne sont le fruit que de quelques jours de discussion au sein d'un groupe particulier de personnes et ne doivent pas être considérées comme limitant l'étendue de la créativité intellectuelle requise des spécialistes de l'Arctique.

Chacune des trois idées est d'abord présentée sous la forme d'un scénario qui en expose le thème en langage clair. Les scénarios ci-dessous proposent un avenir possible qui pourrait advenir si le thème de recherche en question venait à évoluer. Suivent une articulation plus approfondie du concept, une discussion sur sa pertinence pour l'Arctique, une explication de la manière dont il pourrait modifier les paradigmes existants, ainsi qu'une série de questions de recherche spéculatives.



Thème 1 : La mobilité en tant que lieu dans l'Arctique

Scénario d'avenir possible

Les territorialités, les rivalités nationales, les forçages climatiques, les frontières géophysiques et les pressions coloniales qui définissent actuellement les lignes imaginaires de l'Arctique sont remis en question, déconstruits et reconfigurés. Le concept de souveraineté et de propriété centrées sur l'humain, qui s'est manifesté par le passé à travers le contrôle et la domination, est ébranlé par un système de valeurs multicentrique fondé sur des relations et des responsabilités collectives et mutuelles. Le collectif englobe ici à la fois les êtres humains et les êtres plus qu'humains. Il subsiste des difficultés et des tensions en 2050, mais il est possible d'y remédier grâce à un engagement constructif en faveur de la représentation, de la responsabilité et de la reconnaissance des acteurs dépourvus de voix politique officielle. Ce changement n'élimine pas les conflits ni les malentendus, mais il les recadre au sein d'un Arctique mobile et relationnel qui s'efforce sans relâche de créer les conditions d'un épanouissement multiespèces.

Concept

La mobilité dans l'Arctique est une réalité constante et constitutive. L'Arctique, en tant que lieu, se construit à travers le mouvement : le déplacement des écorégions, l'avancée et le recul des limites forestières, ainsi que le dégel et le regel du pergélisol. Ce mouvement est à son tour rendu possible par ces lieux mêmes, au fil des migrations humaines et animales sur terre et en mer. Le concept de « mobilité en tant que lieu » décentre fondamentalement l'humain, créant un espace non hiérarchique qui permet de reconnaître les multiples axes de mouvement qui s'entrecroisent dans une région en perpétuelle mutation. Cette idée met de l'avant une tension productive, une contradiction apparente entre mouvement et lieu, qui offre une compréhension plus nuancée de l'Arctique en tant qu'espace caractérisé par la contradiction, la tension et la coexistence de forces dynamiques.

La perspective de la mobilité en tant que lieu remet en question notre compréhension des pratiques coloniales existantes de délimitation des frontières, tant sur le plan horizontal que vertical. Horizontalement, par le tracé des frontières étatiques et municipales, des zones maritimes et des divisions présumées entre terre et mer.

Verticalement, par les distinctions entre le sous-sol, la surface et les structures bâties; entre la croûte terrestre, le plancher océanique, la colonne d'eau et la surface de l'eau; et entre l'espace aérien, l'atmosphère et l'espace. La mobilité en tant que lieu nous oblige à confronter l'irréalité du tracé des frontières à travers des espaces fondamentalement mobiles, déterminés jadis et aujourd'hui par des conceptions des relations entre l'humain, la Terre et la nature fondées sur la domination. Des quotas sont établis pour les stocks de poissons, les mammifères marins et les personnes réfugiées, comme s'il était possible de les confiner dans des espaces prédéterminés. Le capital circule librement, jusqu'à l'imposition de sanctions.

Une dimension critique de la mobilité en tant que lieu dans l'Arctique se trouve sous la surface de l'océan. Selon la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (CNUDM), des frontières horizontales et verticales sont tracées dans les zones maritimes : la surface, où prévaut la liberté de navigation; les eaux territoriales (jusqu'à 12 milles marins à partir des lignes de base côtières); les zones économiques exclusives (ZEE) dans la colonne d'eau (jusqu'à 200 milles marins); et le régime du plateau continental pour le fond océanique et la croûte terrestre, s'étendant au-delà de 200 milles marins là où il est possible de démonter la continuité géologique. Au sein de ces zones, les États exercent des ensembles de droits différents : la souveraineté dans les eaux territoriales; les droits souverains d'exploration et d'exploitation dans les ZEE et sur le plateau continental; et des compétences particulières relatives à la colonne d'eau, au fond océanique et au sous-sol. Il ne s'agit pas simplement de procédures juridiques techniques. Ces éléments reflètent l'évolution des territorialités sous-marines, en fonction des interprétations géologiques et des résultats scientifiques en évolution présentés à la Commission des limites du plateau continental. Parallèlement, la géographie physique de l'océan Arctique se transforme en raison de la fonte de la glace de mer, du réchauffement des eaux et du déplacement des courants. Le recul de la glace modifie les voies de navigation, les pouvoirs des États côtiers en matière d'application de normes environnementales plus strictes, la viabilité économique et les calculs stratégiques. Le fond océanique lui-même, cartographié, recartographié et interprété à l'aide de nouvelles données, devient partie intégrante d'une géographie juridique et économique dynamique qui s'articule autour d'ensembles juridico-géophysiques en mouvement, et non de contenants territoriaux stables.

Aborder l'Arctique à travers le prisme de la mobilité en tant que lieu ouvre la voie à une conception qui dépasse une vision statique de l'espace géographique pour le percevoir comme un champ dynamique de mouvements, marqué par des orientations, des motivations et des forces multiples. Dans ce contexte, l'Arctique devient un lieu en constante transformation, influencé par l'expérience vécue, plutôt qu'une région statique et isolée. Ses frontières dépassent le simple tracé sur une carte; elles sont juridiquement

subordonnées, scientifiquement définies et politiquement négociées. La mobilité en tant que lieu cherche à saisir ces conditions fluides dans leur intégralité.

Contribution à l'Arctique

L'Arctique est souvent appréhendé à travers des catégories statiques : souveraineté, territoire, ressources, résilience et stabilité. Pourtant, les réalités de l'Arctique sont définies par la circulation et la transformation. Les modes d'établissement autochtones, l'expansion coloniale, l'extraction des ressources, le développement des infrastructures et le positionnement militaire se sont tous produits par vagues. Aujourd'hui, les changements climatiques amplifient ces processus.

La perspective de la mobilité en tant que lieu est en phase avec les visions autochtones du monde, menant à une transformation des pratiques d'intendance et de subsistance qui privilégient le bien-être et la protection de toutes les relations dans l'Arctique, lesquelles sont profondément interdépendantes et interconnectées. Les frontières autochtones ne sont pas définies par les États, mais par des systèmes socioécologiques et les mouvements qui s'y opèrent, ainsi que par des liens solides entre les humains et des réseaux étendus de parents non humains (baleines, saumons, rennes, rivières et autres). Par conséquent, la mobilité en tant que lieu peut s'ancrer dans les systèmes juridiques, les langues, les observations à long terme et l'expérience vécue des peuples autochtones, en les plaçant au premier plan des discussions sur le passé, le présent et l'avenir de l'Arctique.

En matière de sécurité arctique, ce nouveau cadre revêt une grande importance. La cartographie du plateau continental étendu, l'ouverture de voies maritimes, la ruée vers les ressources et la concurrence stratégique se déploient dans une région où le substrat géophysique lui-même est en transformation. Il est impossible de comprendre pleinement la sécurité sans reconnaître que le lieu territorial est le fruit de la mobilité.

La reconnaissance de l'Arctique comme un espace constitué de mobilités plurielles, où les déplacements humains ne priment pas sur les courants océaniques, les espèces migratrices, les infrastructures en mutation ou la glace en mouvement, remet en cause l'hypothèse selon laquelle la résilience équivaut à la stabilité. Au contraire, elle met l'accent sur la constance du changement et oblige à reconsidérer ce qui est défendu, par qui et à quelle échelle temporelle.

Incidence sur le paradigme actuel

La tension entre mobilité et lieu saisit une réalité fondamentale de l'Arctique. Elle nous permet de transcender la pensée binaire, en jetant des ponts entre les sciences et les arts, la nature et la culture, les initiés et les étrangers, la stabilité et la perturbation, et en remettant

en question les notions simplistes du « bien » ou du « mal ». Le changement est constant. Le temps agit à plusieurs échelles, du cycle de vie d'une espèce aux époques géologiques. Le pouvoir d'agir s'étend au-delà des acteurs humains pour englober des systèmes plus qu'humains.

La perspective de la mobilité en tant que lieu permet également de rapprocher des sujets qui ne seraient pas habituellement associés dans les recherches sur l'Arctique. Une étude sur une mine dans l'Arctique, par exemple, pourrait retracer les mobilités qui entrent et qui sortent de ce site. Les mineurs venant de l'extérieur de la région peuvent introduire des traditions syndicales qui, à leur tour, façonnent les relations incarnées, humaines et plus qu'humaines, qui constituent le lieu. Dans le même temps, le minerai lui-même est retiré des cycles géologiques lents pour être intégré au commerce mondial, éventuellement au détriment de l'environnement qui l'entoure.

De même, les études sur la matière gelée – glace, neige, pergélisol, air gelé – réalisées en collaboration par des spécialistes du pergélisol, des hydrologues, des météorologues, des détenteurs de savoirs autochtones et des spécialistes des sciences sociales deviennent précieuses dans la lutte contre les changements climatiques et pour éclairer le processus décisionnel. La matière gelée n'est pas statique; elle se transforme constamment et influence les pratiques de mobilité humaine. À titre d'exemple, une rivière ou un lac peut se révéler une source abondante de nourriture en été et constituer un élément essentiel des infrastructures et de la mobilité en hiver.

Même les expéditions de cartographie sous-marine qui étayaient les soumissions relatives au plateau continental à la Commission des limites du plateau continental des Nations Unies constituent des formes de mobilité qui créent de nouveaux lieux juridiques. Les données scientifiques deviennent des arguments territoriaux. Les formations géologiques se transforment en revendications de droits souverains.

Les études sur la mobilité ont exploré les systèmes socio-écolo-technologiques à travers les domaines sociaux, écologiques, biophysiques et infrastructurels. Les spécialistes des sciences sociales ont mené des travaux d'envergure sur le sentiment d'appartenance à un lieu, les relations entre lieu, espace et pouvoir, la migration humaine, ainsi que la création d'espace et d'appartenance. Les études autochtones ont examiné la colonialité, les pratiques juridiques, l'intendance et les systèmes de gouvernance qui sous-tendent les mobilités et la création de lieux. L'accent mis sur la mobilité en tant que lieu dans l'Arctique élargit la portée de ces travaux grâce à une interdisciplinarité radicale et à une perspective juridique et géophysique verticale.

En démantelant la dichotomie entre lieu fixe et mobilité fluide, ce cadre encourage, voire exige, une recherche interdisciplinaire et transdisciplinaire. Il pourrait faciliter

la collaboration entre juristes et océanographes, le dialogue entre climatologues et théoriciens politiques, la collaboration entre analystes de la sécurité et spécialistes des sciences sociales, ainsi que l'intégration des systèmes de connaissances autochtones à travers les disciplines.

À titre d'exemples, mentionnons :

- La mobilité atmosphérique étudiée par les climatologues qui façonne le sentiment d'appartenance à un lieu exploré par les écrivains;
- Les flux énergétiques analysés par les économistes qui influencent la stratégie militaire;
- La géologie des fonds océaniques interprétée par les scientifiques qui devient le fondement des droits souverains;
- La recherche réalisée et dirigée par des Autochtones, en collaboration avec des collègues de multiples disciplines, afin d'élaborer des réponses concrètes et pertinentes à la transformation des systèmes alimentaires.

La mobilité en tant que lieu intègre de multiples échelles temporelles et acteurs, reconnaissant que le lieu se construit au fil des générations à travers des cycles continus de mouvement, de transfert de connaissances et de reconfiguration. Elle offre une nouvelle perspective sur la sécurité et le bien-être dans l'Arctique en montrant que la souveraineté, les frontières et les revendications territoriales ne sont pas des finalités stables, mais des processus continus modelés par les mobilités géologiques, climatiques, juridiques, coloniales et politiques.

Questions de recherche spéculative

- Comment reconnaître l'agentivité, humaine et plus qu'humaine, dans le contexte des migrations? À quel point ces mobilités sont-elles volontaires?
- Que signifie qualifier une espèce ou un acteur d'« envahissant » dans une région caractérisée par la mobilité?
- Dans un Arctique en constante mutation, qu'est-ce qui vaut la peine d'être préservé et à quelle échelle temporelle?
- Comment les modèles et les prévisions peuvent-ils intégrer la mobilité juridique et géophysique (p. ex., les points de bascule, les frontières maritimes, les sphères de compétence et le recul des glaces)?
- Quels sont les seuils temporels qui définissent le moment où un système peut être considéré comme stationnaire?
- Comment une perspective de la mobilité en tant que lieu redéfinit-elle notre compréhension de la souveraineté dans l'océan Arctique, en particulier en ce qui concerne les plateaux continentaux étendus?
- Comment les formations géologiques sous-marines prennent-elles une dimension politique à travers la mobilité (expéditions de cartographie, interprétation scientifique, soumission juridique)?
- Quelle est la relation entre la mobilité et les infrastructures relationnelles?

Thème 2 : Infrastructures relationnelles dans l'Arctique

Scénario futur possible

En 2050, les liens de parenté guident la prise de décision. Si une mine est considérée à la manière d'un parent, elle ne peut être simplement surexploitée, abandonnée ou ramenée à un simple site d'extraction. Il faut pouvoir la restituer à la Terre, et tout au long de sa création et de son exploitation, elle doit respecter des normes rigoureuses dans ses relations avec les terres, les eaux, les êtres non humains et les communautés humaines qui l'entourent, de près ou de loin. Il faut la concevoir comme un habitat passé et futur d'organismes à plusieurs échelles, méritant qu'on en prenne soin. Dans cette optique, les humains portent une responsabilité plus grande en matière d'utilisation, d'extraction, de gestion et de remise en état. Il nous faut penser non seulement aux générations humaines actuelles et futures, mais aussi aux générations futures de nos proches et à la façon dont elles pourraient interagir avec la mine. L'objectif dépasserait la réduction des dommages pour tendre vers la coexistence et l'épanouissement mutuel.

Concept

Nous nous inspirons en partie des travaux d'universitaires qui ont montré les liens entre la pensée et la science autochtones et les études sur les liens de parenté environnementaux. Kanngieser et Todd (2020) nous rappellent que ces études portent sur le développement des relations et l'attention qu'on leur porte. Les relations sont des liens et des interactions entre les personnes, les environnements et les êtres à travers le temps et l'espace, qui se vivent à travers le corps et les sens. Dans ce cadre, les relations sont fondamentales pour mieux comprendre notre appartenance à la Terre et notre lien indissoluble avec elle. Être en relation, c'est accepter de prendre soin d'autrui et s'y engager. C'est une intention de réciprocité. Nous élargissons ce cadre relationnel pour remettre en question les notions traditionnelles de développement et l'importance privilégiée accordée à l'environnement bâti.

Nous mettons aussi en dialogue les idées et les recherches autochtones sur la parenté avec le rôle et l'importance des infrastructures dans le discours sur le climat. Le rapport spécial sur le réchauffement de la planète de 1,5 °C du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a souligné qu'une transformation majeure des infrastructures est nécessaire pour éviter les effets

catastrophiques des changements climatiques. Nous sommes particulièrement intéressés par l'idée selon laquelle les questions relatives à la transformation des infrastructures sont aussi des questions sur ce qui constitue une infrastructure. Les communautés autochtones qui luttent contre les effets des changements climatiques, par exemple, ont montré comment on peut considérer les forêts comme une forme d'infrastructure vivante.

Traditionnellement, le terme « infrastructure » désigne les structures et installations physiques et organisationnelles nécessaires au fonctionnement d'une société ou d'une entreprise. L'infrastructure relationnelle part de prémisses différentes : que la parenté est le fondement de toutes les relations et possibilités relationnelles, et que cela devrait déterminer les structures physiques et organisationnelles nécessaires à l'épanouissement d'une société qui inclut les non-humains au même titre que les humains. L'infrastructure relationnelle nous fait donc passer de l'individualisme au collectivisme et de l'accent mis uniquement sur les structures matérielles à des modes de pensée organisationnels, éthiques et relationnels.

La philosophie sous-jacente à ce concept trouve son reflet chez Lewis et coll. (2018), qui écrivent dans *Making Kin With Machines* que l'humain n'est ni le sommet ni le centre de la création. Ce principe est au cœur de nombreuses épistémologies autochtones et sous-tend des modes de connaissance et d'expression qui reconnaissent des réseaux de parenté qui s'étendent aux animaux et aux plantes, au vent et aux roches, aux montagnes et aux océans. Les communautés autochtones du monde entier ont conservé des langues et des protocoles qui permettent le dialogue avec les proches non humains, créant ainsi des relations intelligibles au-delà des différences de matérialité, de vitalité et de généalogie. L'infrastructure relationnelle s'appuie sur cette orientation et se demande ce qui pourrait changer si cette relationnalité était traitée non pas comme une métaphore, mais comme une logique de gouvernance.

Cela mène à des questions fondamentales, notamment : comment notre recherche pourrait-elle évoluer si nous considérons l'Arctique, sous toutes ses formes, comme un parent? Quels sont les avènements envisageables en matière de gouvernance, de soins et de durabilité sous un régime d'infrastructures relationnelles qui nous permettent de faire un bon travail? Nous trouvons qu'il est pertinent de se demander si la reconceptualisation de l'infrastructure en infrastructure relationnelle pourrait proposer des voies de rupture vers le maintien d'un Arctique diversifié et prospère.

Contribution à l'Arctique

L'histoire du colonialisme dans l'Arctique a souvent été marquée par un développement industriel incontrôlé, s'inscrivant dans des cadres géopolitiques qui privilégient

l'influence et le pouvoir de l'État, tout en ignorant les vulnérabilités fondamentales et les événements complexes. Une approche d'infrastructure relationnelle offre un autre point de départ. Elle reconnaît la diversité des systèmes de connaissances plutôt que de privilégier uniquement les modes scientifiques pour appréhender à la fois la stabilité et le changement.

Dans l'Arctique, ce changement conceptuel pourrait contribuer à mettre au premier plan les savoirs autochtones dans l'intendance des systèmes sociaux et écologiques, en tirant parti des travaux de spécialistes autochtones qui utilisent la parenté comme cadre de recherche. Cela pourrait également ouvrir de nouvelles voies de gestion des systèmes sociaux et écologiques en centrant les relations plus qu'humaines, une intervention d'autant plus importante dans une région à la fois vulnérable et contestée. Cette approche s'interroge sur la nature de la prospérité lorsque la communauté inclut les terres, les eaux, les habitants humains et les êtres non humains en relation les uns avec les autres. Elle crée également des possibilités de réunir les savoirs autochtones, la science de l'environnement, la santé, le droit, le travail social et les arts au sein d'un cadre conceptuel commun.

Incidence sur le paradigme actuel

Le passage à des infrastructures relationnelles vient directement répondre aux modes non durables de perception et d'organisation du monde. Il peut modérer notre façon de penser et d'agir dans un vaste éventail de décisions, qu'il s'agisse du développement industriel et de la production de connaissances, de la gestion et de la souveraineté des données, de la lutte contre les changements climatiques, du jugement éthique ou de nos responsabilités plus larges envers le monde plus qu'humain.

À titre d'exemple, les approches inuites de gestion des terres, notamment l'*Avatittinnik Kamatsiarniq* – le respect et le soin apportés à la Terre, aux animaux et à l'environnement – constituent une des assises d'un tel changement. Il en va de même pour *Ná t'sin t'ra*, une expression des Tutchones du Nord souvent traduite par « respecter tout ce qui existe », que les anciens du Yukon ont décrite comme le fait de traiter la Terre comme on traiterait sa propre mère, de garder l'eau propre pour les générations futures et de comprendre que la Terre, l'eau et tous les habitants sont liés par l'esprit. Chez les Itelmens du Kamtchatka, les poissons sont considérés non seulement comme une espèce, mais aussi comme des proches. Comme l'a expliqué Tatiana Degai, membre du panel, lorsque la rivière se libère de la glace, le peuple Itelmen organise une cérémonie pour remercier la rivière et accueillir les poissons, offrant des présents aux esprits de la rivière dans l'espoir d'une bonne saison. Selon la pensée des Samis du Nord, *luonddu oassi*, qui signifie « faire partie de la nature », reflète une vision du monde où les humains sont vus comme faisant partie de la nature, et non supérieurs à elle, et où cette appartenance constitue le fondement des valeurs et des savoirs traditionnels.

Dans ce paradigme, il incomberait aux scientifiques et aux spécialistes de rendre compte non seulement des répercussions de leurs travaux, mais aussi des questions fondamentales de savoir qui en tire profit et comment cela influence les relations entre les différents membres de la parenté. D'un point de vue scientifique, cette approche pourrait à la fois élargir et relier la pensée néo-matérialiste et les études sur la parenté, tout en proposant un cadre conceptuel pour la souveraineté, l'autodétermination et l'autorité des savoirs autochtones et écologiques.

De plus, les institutions et les systèmes de gouvernance devraient mettre en place des processus qui tiennent les promoteurs de projets de développement, les communautés et les constructeurs responsables envers ceux qui n'ont pas de voix et les autres membres des réseaux de parenté. Il faudrait que les communautés autochtones soient des participantes et des co-créatrices à part entière de ces systèmes, ainsi que des projets de recherche qui les éclairent. Au cœur de ce changement de paradigme figure la reconnaissance de la nature constante du changement et de l'importance de préserver les relations et le bien-être au sein des réseaux de parenté. Cette perspective pourrait également redéfinir la compréhension qu'a le public de la relation entre l'environnement bâti et le soi-disant environnement naturel. Elle pourrait aider la société à adopter une réflexion plus critique sur ce qui est bâti, pour qui, qui s'en trouve déplacé et dans quel but. Elle privilégie la vie quotidienne dans l'Arctique et s'intéresse aux relations vécues sur le terrain. Comme le soulignent Kanngieser et Todd (2020), il s'agit là d'un tournant essentiel dans les études centrées sur la parenté : à une époque où tant d'attention est accordée à l'effondrement mondial, il est facile d'oublier la manière dont nous vivons tous au quotidien dans notre environnement.

Questions de recherche spéculative

- Si nous considérons le pergélisol comme une infrastructure relationnelle, en quoi cela changerait-il notre relation à celui-ci et les gestes que nous posons?
- Si nous envisageons les ponts, les mines et les bâtiments comme des infrastructures relationnelles, en quoi cela modifierait-il notre approche du développement civique et industriel?
- En quoi les infrastructures relationnelles pourraient-elles changer notre façon de concevoir la production de connaissances et la gestion des données?
- Comment les infrastructures relationnelles influencent-elles les décisions éthiques au sujet de la vie quotidienne dans l'Arctique et nos responsabilités envers les générations futures?
- Comment les infrastructures relationnelles pourraient-elles prendre en compte le concept « Absence de voix » et comment cela pourrait-il modifier notre sens des responsabilités?
- Comment notre compréhension de la gouvernance, du

soin et de la durabilité pourrait-elle être remodelée sur le plan épistémologique et politique grâce à une transition vers les infrastructures relationnelles?

- Ce concept pourrait-il offrir de nouvelles possibilités de réflexion sur une expansion plus large des infrastructures relationnelles afin d'inclure la famille, la culture et les pratiques de souveraineté alimentaire comme aspects génératifs de l'épanouissement de l'Arctique?

Thème 3 : Intégrateur de connaissances – Modélisation de la gouvernance préparatoire, du changement systémique et des points de bascule

Scénario futur possible

Les changements rapides dans l'environnement arctique, ainsi que dans les conditions de vie des humains et des animaux, ont rendu accessibles des zones jusqu'alors inexplorées, ouvert de nouvelles possibilités économiques et intensifié les intérêts géopolitiques dans la région. En 2050, ces tendances s'accélérent et, dans un système en évolution aussi rapide, le processus décisionnel se complexifie. L'Arctique est un environnement étroitement interconnecté où les facteurs écologiques, économiques, sociaux et géopolitiques s'influencent continuellement les uns les autres; et pourtant, au début du XXI^e siècle, les travaux ont continué à modéliser les systèmes socioécologiques de l'Arctique comme si chaque secteur, chaque lieu et chaque problème étaient isolés. Mais les actions dans un domaine peuvent rapidement avoir des répercussions sur de nombreux autres. Dans ce contexte d'accélération des changements et de profonde interdépendance, les risques de conséquences imprévues et de mauvaises décisions ont augmenté au point de nécessiter des outils nouveaux et intégrés. Le passage d'un paradigme de modélisation réductionniste à un paradigme holistique a contribué à l'élaboration d'outils pouvant intégrer diverses formes de données – environnementales, sociales, autochtones, économiques et politiques. Ces atouts essentiels au processus décisionnel ont permis à l'humanité de faire face à la complexité, d'anticiper les risques et de favoriser des choix plus judicieux et plus résilients pour l'avenir de l'Arctique.

Concept

Nous proposons la mise au point d'un modèle intégré du système arctique dans le but de prévoir avec fiabilité différents scénarios d'avenir pour l'Arctique dans un contexte de changements environnementaux et socio-économiques en accélération. L'Arctique subit actuellement certaines des transformations les plus rapides de la planète, sous l'effet de processus étroitement liés dans l'ensemble du système climatique, notamment la cryosphère, l'océan et l'atmosphère, les écosystèmes terrestres et l'activité humaine. Les changements sont de plus en plus composés et potentiellement non linéaires, et les pressions en interaction risquent d'entraîner des transitions abruptes, des effets en cascade et des trajectoires irréversibles. Dans ce contexte, la préparation en matière de connaissances et la prévision deviennent des conditions préalables essentielles à une gouvernance efficace.

Le modèle proposé intégrerait diverses observations spatiales, en associant des données environnementales, comme des variables climatiques, la dynamique de la glace de mer et du pergélisol, la circulation océanique, le forçage atmosphérique, les processus terrestres et les réactions de la biosphère, à des données socio-économiques, notamment la démographie, les infrastructures, l'utilisation des terres, la pression sur les ressources et les changements géopolitiques. Grâce à l'association de ces domaines, le modèle permettrait la réalisation d'analyses de scénarios, l'évaluation des risques et le repérage des vulnérabilités critiques à différentes échelles spatiales et temporelles. Sa conception faciliterait la recherche à différents niveaux de granularité, offrant à la fois une synthèse panarctique et une vision pertinente à l'échelle locale.

Un des principaux objectifs est de traduire cette capacité de modélisation en un outil d'aide à la décision en libre accès qui renforce l'élaboration de politiques fondées sur les résultats probants et la gouvernance proactive. Cet outil pourrait soutenir la planification des mesures d'atténuation et d'adaptation en aidant les décideurs à gérer les compromis entre le développement, l'intégrité des écosystèmes et le stockage du carbone, tout en cernant les conséquences imprévues et les rétroactions du système. Plus important encore, il permettrait une évaluation holistique de la manière dont les politiques climatiques mondiales et les modes d'intervention entraînent des conséquences propres à l'Arctique en matière d'écosystèmes, d'infrastructures, de moyens de subsistance et de systèmes culturels. Cela fournirait aux nations et aux communautés arctiques un fondement scientifique plus solide, et potentiellement une voix plus claire, dans les négociations internationales sur le climat, où il est nécessaire de mieux représenter les risques régionaux et les seuils d'irréversibilité.

Compte tenu des profondes incertitudes inhérentes à l'avenir de l'Arctique, le cadre de modélisation devrait

prendre explicitement en compte l'incertitude à l'aide de méthodes probabilistes, notamment des ensembles de paramètres perturbés et des approches bayésiennes. Cela permettrait d'explorer de façon systématique les plages d'incertitude, la sensibilité aux hypothèses clés et la robustesse des trajectoires projetées. Il faudrait accorder une attention particulière aux rétroactions et au comportement des points de bascule, où des perturbations relativement faibles pourraient déclencher des réponses systémiques disproportionnées.

En outre, au-delà des prévisions, le modèle pourrait servir d'instrument stratégique de hiérarchisation des priorités de recherche en repérant les lacunes en matière de données et de connaissances qui limitent le plus fortement la capacité de prévision. Il se révélerait essentiel de maintenir ce cadre sous forme de système dynamique, continuellement mis à jour par de nouvelles observations, une meilleure compréhension des processus et l'évolution des besoins des parties prenantes, afin d'en préserver la pertinence et l'utilité au fil du temps. Dans l'ensemble, cette approche intégrée de jumeau numérique de l'Arctique offre une base opportune et éventuellement transformatrice à une gouvernance résiliente dans une région qui est sur la ligne de front du changement mondial.

Contribution à l'Arctique

Le modèle intégré du système arctique proposé répond directement au décalage croissant entre le rythme du changement dans la région et la capacité des politiques, des institutions et des communautés à l'anticiper. Les cadres décisionnels existants sont encore insuffisants pour faire face aux risques composés, aux rétroactions intersectorielles et aux conséquences à long terme des interventions dans une région où de petites perturbations peuvent produire des effets disproportionnés. Grâce à l'intégration de diverses observations environnementales et socio-économiques, y compris les savoirs autochtones, dans une architecture de modélisation unifiée, cet outil pourrait permettre une évaluation holistique des futurs de l'Arctique dans le cadre de multiples scénarios, dont ceux comportant des points de bascule et d'autres dynamiques non linéaires.

Une des contributions particulièrement importantes de ce modèle serait sa capacité d'évaluation intégrée des interventions climatiques et des choix politiques. L'Arctique est à la fois un moteur et un récepteur sensible des stratégies climatiques mondiales, mais les conséquences régionales des voies d'atténuation, des mesures d'adaptation et des interventions émergentes demeurent mal quantifiées. L'intégration d'hypothèses relatives aux politiques climatiques et de trajectoires socio-économiques permettrait au modèle d'éclaircir comment les décisions mondiales peuvent avoir des répercussions propres à l'Arctique en matière d'écosystèmes, d'infrastructures, de moyens de subsistance et de systèmes culturels.

Cette capacité pourrait fournir aux nations et aux communautés arctiques un fondement scientifique plus robuste et une voix plus claire dans les négociations internationales sur le climat. Les résultats du modèle pourraient étayer des discours solides fondés sur les données scientifiques concernant les enjeux, les risques qui approchent des seuils d'irréversibilité et les voies politiques les plus susceptibles de favoriser la résilience à long terme. Au-delà des prévisions, le projet pourrait permettre une gouvernance proactive, renforcer la préparation, réduire la maladaptation et favoriser une action plus rapide face aux changements systémiques rapides.

Incidence sur le paradigme actuel

Ce projet constitue un changement de paradigme dans la recherche sur les systèmes arctiques, car il met au point un cadre de modélisation intégré qui, contrairement à de nombreuses approches existantes, regroupe les dimensions physiques, biogéochimiques, écologiques et socio-économiques en une seule architecture prédictive. Les modèles actuels considèrent généralement ces domaines séparément, ce qui limite leur capacité à saisir les rétroactions couplées, les risques composés et la pleine importance sociétale des changements environnementaux. En réunissant les observations environnementales avec des données démographiques, géopolitiques, infrastructurelles et d'utilisation des terres, le projet dépasse les projections centrées sur le climat pour s'orienter vers un modèle véritablement socioécologique du système arctique.

Une nouveauté majeure réside dans la possibilité de recourir à un cadre de référence dynamique qui suit les communautés et les écosystèmes en mouvement – établissements humains, espèces migratrices et évolution de l'utilisation des ressources –, permettant ainsi de cerner les répercussions de ces changements sur les populations et la biodiversité plutôt que de se limiter à des grilles géographiques fixes. Ce nouveau cadre permet des évaluations plus concrètes de la vulnérabilité, de la résilience et des voies d'adaptation.

Ce projet favorise également l'assimilation multidimensionnelle et multidisciplinaire des données en imposant une démarche fondamentalement interdisciplinaire face à l'incertitude, qui concerne à la fois les systèmes naturels et sociaux. Enfin, il comble un fossé crucial entre les connaissances et l'action grâce à l'intégration, au sein même du modèle, de mécanismes d'aide à la décision et de transposition, ce qui permet de garantir que les résultats complexes se transforment en connaissances exploitables pour les responsables politiques et les autres parties prenantes et, à terme, de soutenir une gouvernance proactive et des interventions en temps opportun.

Questions de recherche spéculative

- Comment un jumeau numérique du système arctique peut-il intégrer des formes hétérogènes de connaissances – physiques, biogéochimiques, écologiques, socio-économiques et autochtones –, tout en représentant rigoureusement les multiples formes d'incertitude?
- Quels nouveaux comportements systémiques pourraient émerger dans un Arctique de plus en plus libre de glace, et comment les rétroactions non linéaires et les points de bascule pourraient-ils redessiner l'avenir de l'Arctique en matière d'environnement, de société et de gouvernance?
- Quelle est la vulnérabilité des infrastructures arctiques face à des changements brusques et cumulés, et comment des cadres quantitatifs de tests de résistance peuvent-ils définir des seuils de résilience dans des scénarios extrêmes?
- Quelles sont les architectures de modèles hybrides capables de combiner de manière responsable des modèles mécanistes du système terrestre avec des émulateurs basés sur l'IA, tout en maintenant l'interprétabilité, la robustesse et la confiance?
- Comment valider et légitimer les jumeaux numériques du système arctique à travers une coproduction avec les systèmes de connaissances locaux et autochtones, ainsi qu'avec des données de référence et des observations, afin de garantir la crédibilité pour les communautés touchées par des changements rapides?
- Qui régit l'accès aux modèles prédictifs de l'Arctique ainsi que leur propriété et leur utilisation, et quelles garanties faut-il mettre en place pour assurer la souveraineté des données, prévenir les abus et transposer les résultats en soutien décisionnel concret?
- Vu l'ampleur de la tâche, comment réaliser de façon progressive une initiative de modélisation aussi ambitieuse, à l'aide de stratégies de mise en œuvre réalistes et d'une ambition croissante par itérations? À quoi pourrait ressembler une feuille de route de développement?
- Comment concevoir, mettre à l'essai et réviser les politiques grâce au recours à un système de jumeau numérique?

Conclusion

Les thèmes de recherche énoncés ci-dessus constituent une réflexion brève, mais approfondie menée par des spécialistes qui ont eu la liberté, la diversité interdisciplinaire et l'accompagnement professionnel nécessaires pour voir grand. Nous reconnaissons toutefois, comme indiqué précédemment, que ces visions ne représentent qu'un instant parmi tant d'autres dans les nombreux avenir possibles que la recherche sur l'Arctique pourrait imaginer. Notamment, de nombreuses entités non représentées dans ce panel, cette multitude d'entités évoquées dans le concept « Absence de voix », pourraient avoir d'autres visions pour l'avenir de l'Arctique. Le panel est revenu à répétition sur l'importance de l'intentionnalité quant à savoir si la recherche dans l'Arctique est conceptualisée, financée et mise en œuvre de manière ascendante ou descendante. Cette discussion était indissociable du fait que l'Arctique est avant tout une terre ancestrale habitée par divers peuples autochtones depuis des millénaires, même s'il est également considéré comme un lieu de contestation et de concurrence par des acteurs externes.

Le panel a aussi souligné l'importance non seulement des partenariats interdisciplinaires, mais aussi, transdisciplinaires. La transdisciplinarité est une approche qui transcende le milieu universitaire. Elle reconnaît que les avancées et l'impact de la recherche requièrent non seulement plusieurs disciplines, mais aussi plusieurs modes de connaissance, y compris ceux des titulaires de droits, des parties prenantes et des responsables politiques.

La transdisciplinarité exige également que la recherche soit menée au profit de la société et soit motivée par un moteur social rendant le partenariat nécessaire et utile. La question de savoir quelle est la société, et les sociétés, au cœur de ces partenariats demeure.

Globalement, les réflexions présentées dans le présent rapport pointent vers un avenir de la recherche dans l'Arctique dont l'enjeu sera moins de maîtriser la complexité que d'apprendre à la gérer de manière responsable. Plutôt que de tracer une feuille de route ferme, le panel a cerné un ensemble de tensions, de concepts et d'axes de recherche susceptibles d'aider les spécialistes à poser de meilleures questions sur le changement, la préparation, le soin, la mobilité, la gouvernance et l'épanouissement dans l'Arctique. Par conséquent, ce rapport propose quelque chose de plus constructif qu'un simple consensus : un cadre de recherche transdisciplinaire fondé sur l'humilité, la créativité et l'attention envers les multiples mondes qui composent l'Arctique. Pour les spécialistes dont le travail transcende les disciplines, les secteurs et les systèmes de connaissances, notre contribution consiste à promouvoir des formes de recherche collaboratives et éthiques, à même de considérer l'Arctique non pas comme une frontière abstraite, mais comme une région vivante, contestée et profondément relationnelle, dont l'avenir dépendra de la qualité des questions que nous posons et des partenariats qui nous permettent d'y répondre.



Annexe I

Membres du panel exploratoire

DOAA ABDEL-MOTAAL

Professeure invitée, études polaires
Sciences Po, Paris

MEGAN BAILEY

Professeure et vice-doyenne chargée de la recherche,
Faculté des sciences; Université Dalhousie

CANDIS CALLISON

Professeure, École des politiques publiques et des affaires
mondiales et Institut d'études autochtones critiques
Université de la Colombie-Britannique

LENA CAPPELEN ENDRESEN

Conseillère spéciale
Conseil norvégien de la recherche

TATIANA DEGAI

Professeure adjointe, anthropologie
Université de Victoria

ÉLISE DEVOIE

Professeure adjointe, génie civil
Université Queen's

ADRIAN HOWKINS

Maître de conférences, histoire de l'environnement
Université de Bristol

LEE HUSKEY

Dans l'impossibilité d'assister en personne au panel,
mais a fait une contribution préalable.
Professeur émérite, économie
Université de l'Alaska à Anchorage

HEATHER IGLOLIORTE

Professeure agrégée, histoire de l'art
Université de Victoria

SAMUEL JACCARD

Professeur agrégé, géologie marine et géochimie
Université de Lausanne

RACHAEL LORNA JOHNSTONE

Professeure, droit
Université d'Akureyri

MARIA LINDGREN LEAVENWORTH

Professeure, littérature anglaise moderne
Université d'Umeå

JULIA SCHMALE

Professeure adjointe, Laboratoire de recherche sur les
environnements extrêmes
EPFL (École polytechnique fédérale de Lausanne)

JOHANNA TAMMINEN

Professeure, télédétection atmosphérique
Institut météorologique finlandais

Personnel du CIFAR

KATE GEDDIE

Directrice générale, Recherche

LAUREN GOLDSTEIN

Directrice, Initiatives à l'intention
de la prochaine génération

NEERJAH SKANTHARAJAH

Agente principale,
Recherche et initiatives stratégiques



Annexe II

Aperçu des méthodes de prospective

La matrice impact-incertitude a servi de cadre de référence pour la deuxième réunion virtuelle. Les membres du panel ont participé à une séance de deux heures afin de hiérarchiser les principaux signaux, tendances et facteurs de changement liés à l'Arctique pour les 20 à 30 prochaines années. Avant l'atelier, les membres du panel ont recensé les changements émergents susceptibles de redessiner la région. Grâce à une cartographie collaborative de ces facteurs, le groupe a cerné les domaines à fort impact et à forte incertitude qu'il convient d'approfondir. La matrice a constitué un outil essentiel pour favoriser le dialogue et révéler des perspectives diverses, aidant ainsi le panel à dégager un consensus de base sur les signaux à explorer plus en profondeur.



Au cours de la première journée en personne, les membres du panel ont pris connaissance de deux scénarios très différents pour l'Arctique à l'horizon 2050. Chaque scénario reposait sur un sous-ensemble des incertitudes critiques relevées, l'un décrivant un avenir divergent, où la gouvernance est fragmentée et où le pouvoir dans l'Arctique est de plus en plus contesté, et l'autre, un avenir convergent, où des cadres de gouvernance solides et collectifs rallient les acteurs autour d'un système arctique coopératif. Ces scénarios sont le fruit du travail du groupe-conseil berlinois futurehain. Nous reconnaissons le recours à l'IA générative dans la mise au point de ces scénarios. Ceux-ci ont servi d'outil pour dégager un vaste éventail d'idées laissant entrevoir des frontières de recherche éventuellement transformatrices. Plus précisément, les membres ont été invités à cerner les défis et les possibilités dans chaque scénario. Les discussions se sont ensuite étendues à l'examen des besoins de recherche émergents.

Dans la foulée de ces deux activités de prospective, les membres du panel ont participé à des exercices créatifs de jeux de rôle afin de définir des thèmes généraux, de découvrir de nouvelles possibilités interdisciplinaires et de mettre en évidence des questions fondamentales émergentes. Les idées issues de ces échanges constituent l'assise de ce rapport.

CIFAR

L'Institut canadien de recherches avancées (CIFAR) est une organisation de recherche d'influence mondiale fièrement basée au Canada. Nous mobilisons les plus brillants personnes du monde, dans toutes les disciplines et à tous les stades de carrière, pour faire progresser les connaissances transformatrices et résoudre ensemble les plus grands problèmes de l'humanité. Nous recevons l'appui des gouvernements du Canada, de l'Alberta et du Québec, ainsi que de fondations, de particuliers, d'entreprises et d'organisations partenaires du Canada et du monde entier.

CIFAR.CA/FR

Numéro d'enregistrement d'organisme de bienfaisance : 11921 9251 RR0001

