

Les sciences hivernales appliquées aux Grands Lacs : Rapport sommaire

**Rapport soumis au
Conseil consultatif scientifique des Grands Lacs
de la Commission mixte internationale**

Mars 2025

Introduction et contexte

L'impressionnant corpus de preuves scientifiques constitué au fil des décennies, et qui ne cesse de prendre de l'ampleur, laisse peu de doute quant à l'effet négatif des activités anthropiques sur le climat de la planète. Cette constatation recoupe les connaissances traditionnelles acquises sur des millénaires et il s'avère que les régions septentrionales sont les plus touchées. Aux États-Unis, la région des Grands Lacs est celle qui se réchauffe le plus rapidement et, au Canada, les températures moyennes en surface augmentent deux fois plus vite que la moyenne mondiale. Les plus grands lacs du monde, dont les Grands Lacs laurentiens, se réchauffent très rapidement, et c'est en hiver que le réchauffement des lacs sous des latitudes septentrionales atteint son paroxysme.

Le comportement des lacs en période hivernale sous l'effet des changements climatiques — soit les augmentations de la température de l'eau, la diminution de la couverture de glace, la modification de la répartition des poissons et la diminution des concentrations d'oxygène en eaux profondes — est bien documenté. En revanche, les répercussions socioéconomiques et culturelles des conditions hivernales changeantes sont moins bien connues. L'augmentation de la durée de la saison de navigation et la diminution des coûts de déglacage en raison de l'allongement des périodes libres de glace peuvent se traduire en avantages économiques. Parmi les répercussions négatives possibles, mentionnons : l'érosion accrue des berges en raison de la diminution de la protection naturelle de la banquise riveraine (glace de rive) contre les tempêtes hivernales; la perte de vie ou les risques pour la sécurité associés aux noyades, aux changements dans des modes de transport sur des surfaces glacées; les changements d'effet de lac lors de tempêtes hivernales; l'évolution des tendances de recrutement des espèces halieutiques valorisées; la perte de possibilités sur le plan récréatif, et la perte des identités culturelles liées à l'hiver.

Bien que l'hiver soit la saison où les changements climatiques sont les plus perceptibles, presque toutes les activités d'observation et de recherche dans les Grands Lacs sont menées au printemps, à l'été et à l'automne, quand ces plans d'eau sont accessibles en toute sécurité et sans problème grâce à des plateformes de surveillance classiques. Jusqu'à tout récemment, outre les défis logistiques associés à l'équipement spécialisé, au personnel hautement qualifié et aux approches coordonnées nécessaires à la collecte de données en hiver, on appréciait peu l'importance de certaines données comme l'abondance et la diversité des processus écologiques sous la glace ou en eaux froides libres de glace. C'est la raison pour laquelle les décisions de gestion ont été généralement fondées sur des données et des modèles dérivés de l'observation des conditions hors glace.

Heureusement, un petit nombre (mais en progression) de scientifiques et de gestionnaires des ressources dans l'ensemble du bassin des Grands Lacs et ailleurs s'affairent pour que l'hiver ne soit plus une saison négligée. Pour parvenir à une meilleure compréhension des sciences hivernales et à une meilleure prise en compte de l'influence unique et évolutive de l'hiver sur la qualité des eaux et les processus écologiques des Grands Lacs, le Conseil consultatif scientifique des Grands Lacs (CCS) de la Commission mixte internationale a entrepris ce projet pour

documenter l'état des sciences hivernales dans les Grands Lacs. Le projet en question a consisté à formuler des recommandations visant à répondre aux priorités de recherche dont l'objet est de nous permettre d'acquérir une meilleure compréhension des impacts des changements climatiques sur les conditions hivernales et sur l'intégrité chimique, physique et biologique des Grands Lacs.

Pour appuyer son analyse, le CCS a mis sur pied un groupe de travail¹ qui s'est acquitté des tâches suivantes :

- Recension de 151 articles parus dans des revues scientifiques pour dresser une synthèse des nouvelles connaissances publiées dans la foulée d'autres revues de la littérature et d'ateliers récents, et pour recenser les lacunes persistantes sur le plan des connaissances en sciences hivernales, en ce qui concerne les Grands Lacs laurentiens et leurs bassins hydrographiques (terminé en mars 2023).
- Établissement d'un relevé des bases de données publiques contenant des renseignements pertinents à l'hiver et aux sciences hivernales dans les Grands Lacs (achevé en mars 2023);
- Série d'entrevues réalisées auprès de 12 parties prenantes et ayants droit (personnel d'organismes gouvernementaux, chercheurs universitaires et représentants de l'industrie du transport maritime et d'autres industries dans les Grands Lacs) (terminées en avril 2023);
- Trois ateliers visant :
 - à recenser les lacunes, les besoins et les priorités scientifiques en situation hivernale (1^{er} atelier tenu virtuellement en mai 2023);
 - à recenser, à décrire et à évaluer les besoins de recherche en matière d'infrastructure, de formation et de coordination entre les organismes concernés (2^e atelier tenu virtuellement en septembre 2023);
 - à déterminer à quelles sciences hivernales accorder la priorité absolue au vu des capacités actuelles et futures, et à formuler des recommandations pour répondre durablement aux besoins scientifiques hivernaux (3^e atelier, tenu en personne en janvier 2024).

L'équipe de l'entrepreneur a produit des documents d'appui pour chaque tâche ainsi qu'un rapport de projet qui constitue d'ailleurs le fondement du présent rapport sommaire. Ce dernier donne un aperçu des principales lacunes et des principaux besoins sur le plan scientifique en lien avec la saison hivernale. Tous ces aspects ont été mis en exergue dans l'analyse de la CMI et dans ses recommandations aux gouvernements du Canada et des États-Unis. S'ils sont concrétisés par les gouvernements, ils donneront lieu à une amélioration de la gestion et de la pertinence stratégique des investissements scientifiques actuels et futurs en matière de qualité des eaux des Grands Lacs.

¹ Les membres du groupe de travail sont énumérés dans la section Remerciements du présent rapport.

1.0 Constatations

Afin de définir du mieux possible les changements qui se produisent en hiver et de comprendre leur incidence sur la limnologie saisonnière et annuelle des Grands Lacs, il a été décidé que la saison hivernale serait délimitée par des dates civiles photopériodiques (du 21 décembre au 20 mars). Cette définition s'applique non seulement à de multiples études, mais elle fournit des points de repère transférables grâce auxquels il devient possible d'évaluer les changements constatés dans les phénomènes et processus hivernaux d'une année à l'autre, ainsi que les changements qui se produisent dans les inter-saisons qui sont l'automne (novembre à décembre) et le printemps (mars à avril)².

Le CCS constate avec enthousiasme que les impacts du réchauffement climatique sur les Grands Lacs sont de mieux en mieux compris et reconnus, et que des sommets et des groupes de travail connexes sur la limnologie hivernale ont été organisés pour acquérir des connaissances et éclairer les réponses de gestion. Parmi les exemples les plus notoires, mentionnons le sommet parrainé par le Cooperative Institute for Great Lakes Research intitulé « Winter Limnology on the Great Lakes — Prospects and Research Needs » et la conférence Chapman intitulée « Winter Limnology in a Changing World » (les deux en 2019), ainsi qu'une communauté de pratiques en pleine croissance, comme l'ont établi le Groupe de travail sur la limnologie hivernale de l'International Society of Limnology, le réseau de limnologie hivernale financé par la National Science Foundation et le programme spécial collaboratif Great Lakes Winter Science (GLWin), ainsi que le travail concerté et coordonné d'échantillonnage hivernal, comme l'initiative Great Lakes Winter Grab de 2022. L'intérêt et la participation aux sciences hivernales n'ont cessé de croître; les conférences et ateliers, ainsi que d'autres activités et revues documentaires ont essentiellement consisté à résumer les connaissances actuelles sur les sciences hivernales et à mettre au jour tout un ensemble de lacunes dans nos connaissances relatives à la limnologie hivernale.

Lors des trois ateliers organisés à la faveur de ce projet, les participants ont examiné les lacunes et les besoins scientifiques mentionnés dans la littérature suivant leurs propres points de vue professionnels et leurs propres expériences en matière de recherche scientifique multi-saisonnière. Les discussions ont permis d'élucider quelles lacunes persistantes il convenait de combler en urgence, et de savoir où et comment affecter les ressources dans la région des Grands Lacs afin de combler ces lacunes.

Pour obtenir un compte rendu détaillé des lacunes et des besoins scientifiques en période hivernale, ainsi que des infrastructures, de la formation et des activités de coordination entre organismes gouvernementaux nécessaires pour les combler, le lecteur est invité à consulter le rapport de l'entrepreneur et les rapports d'atelier connexes. Un résumé général et de haut niveau

² Les inter-saisons sont caractérisées par l'ensemble des conditions à cause desquelles l'échantillonnage et les relevés applicables aux lacs sont difficiles ou dangereux en raison de la météorologie, de la formation des glaces et de la débâcle, et elles peuvent varier considérablement dans le temps selon leur emplacement dans le bassin et la variation des conditions d'une année à l'autre.

des lacunes et des besoins est présenté à l'annexe 1, et les principaux thèmes dégagés lors des activités du projet sont présentés ci-dessous.

1.1 Lacunes et besoins scientifiques

Les lacunes et les besoins en matière de sciences hivernales ont été examinés sous les angles de la chimie, de la physique et de la biologie, et il a été largement admis qu'une analyse interdisciplinaire — notamment pour ce qui est du savoir autochtone, dans le contexte des valeurs socio-économiques et culturelles — s'impose pour encadrer la poursuite des activités scientifiques. Les observations clés de l'atelier portaient sur un ou plusieurs des trois thèmes présentés ci-dessous.

Suivi et surveillance

Parmi toutes les lacunes et tous les besoins scientifiques relevés par les participants au projet, le manque de données hivernales est apparu comme l'une des préoccupations les plus courantes. La capacité du milieu scientifique actuel des Grands Lacs à conduire des observations hivernales est limitée par le peu de ressources scientifiques mobilisables durant cette saison, ce qui s'entend notamment des navires à coque renforcée, des véhicules sous-marins autonomes capables d'évoluer sous les glaces (AUV), des aéroglisseurs, des amarrages sous la glace, et des bouées résistantes aux glaces. Des investissements réalisés dans une capacité de surveillance supplémentaire permettraient d'accroître la surveillance à l'échelle spatiale et temporelle et de remédier au manque perçu de données biologiques par rapport aux données chimiques et physiques. Parmi les domaines où des investissements sont nécessaires, mentionnons l'observation accrue des courants, de la température, de la qualité de l'eau, de la structure thermique, des éléments nutritifs ainsi que du mouvement et de l'abondance du biote. Les observations hivernales bénéficieraient d'un renforcement des capacités axées sur la formation des étudiants et des chercheurs afin de permettre à ces derniers d'effectuer des échantillonnages et des recherches en hiver de façon sécuritaire et efficace, de normaliser les protocoles d'échantillonnage durant cette saison et d'élaborer de meilleures méthodes d'échantillonnage en hiver.

Comme l'accroissement de la capacité en sciences hivernales devrait progressivement permettre de renseigner la gestion des Grands Lacs en toutes saisons, une première mesure intéressante sur le plan des investissements pourrait consister à installer un réseau d'observatoires câblés permanents dans l'ensemble du bassin, dans des endroits stratégiques et à des profondeurs appropriées. Le déploiement toute l'année durant et la collecte continue de données devraient par ailleurs permettre de mieux comprendre les deux inter-saisons hivernales (début et fin de l'hiver) qui sont jugées importantes sur le plan écologique, mais aussi durant lesquelles il est difficile de prélever des échantillons à l'aide de plateformes de surveillance conventionnelles en raison des conditions dangereuses dans les périodes de formation des glaces et de débâcle. À mesure qu'apparaîtront des ressources scientifiques hivernales supplémentaires, d'autres technologies émergentes comme les moyens de télémétrie, les bouées et les capteurs d'observation, ainsi que des systèmes de télémétrie améliorés pourraient être mis à contribution pour combler les lacunes en matière de données et alimenter les bases de données en continu.

Modélisation et prévisions

L'un des grands thèmes qui est ressorti tout au long du projet est celui de la nécessité de mettre à jour les méthodes et les concepts de modélisation en vue de régler les problèmes en matière de sciences hivernales. Comme la modélisation et les prévisions physiques sont plus évoluées que les modèles biogéochimiques et écologiques appliqués aux Grands Lacs, les participants ont fixé des priorités immédiates dans le cas des prévisions de la couverture maximale annuelle de glace. Pour cela, ils ont établi un lien entre les modèles et le contrôle de la qualité des eaux de sorte à mieux prévoir les événements hydrologiques extrêmes, ils ont amélioré les modèles d'aléas d'inondation associés à l'augmentation du volume de ruissellement hivernal en fonction du moment de la survenue des épisodes de crue, et ont amélioré les biais du modèle pour accroître la crédibilité scientifique des extrants modélisés.

Il est en outre acquis que des modèles physiques, biogéochimiques et écologiques couplés sont nécessaires, qu'il conviendrait d'appliquer un ensemble d'approches pour parvenir à réduire au minimum la dépendance à l'égard d'un seul modèle, et qu'une gamme d'approches de modélisation a été adoptée par ceux qui élaborent les modèles appliqués aux Grands Lacs.

Il y a lieu d'optimiser les activités de surveillance et de modélisation de sorte à pouvoir utiliser des ensembles de données à court et à long terme susceptibles d'améliorer les modèles mécanistes et corrélacionnels et ainsi de bonifier les prévisions hivernales tant en matière de météorologie, de couverture de glace que d'effet de lac.

Gestion, accessibilité et communication des données

Deux préoccupations en matière de gestion des données ont souvent été évoquées à propos du projet, soit que les données recueillies en saison hivernale sont rarement utilisées au niveau espéré, à cause d'un faible niveau de sensibilisation, et que, malgré l'abondance de bases de données hivernales sur les Grands Lacs, il est parfois difficile de les identifier et d'y accéder. Pour commencer à répondre à ce besoin, les concepteurs du projet ont dressé un tableau sommaire des programmes de surveillance connus et des bases de données faisant état des observations hivernales (voir l'annexe 2 [en anglais seulement]). La plupart des programmes et bases de données existants touchent aux caractéristiques physiques en fonction de périodes de relevé qui remontent souvent à plusieurs décennies, notamment en ce qui concerne le couvert de glace, les températures, les précipitations et le niveau d'eau des lacs. Il n'y a là rien de surprenant, puisque ces données sont, entre autres, nécessaires pour établir des prévisions météorologiques exactes et pour déterminer si les conditions de navigation sont sûres, de même que pour agir sur la production d'hydroélectricité. De plus en plus d'ensembles de données disponibles portent sur la qualité de l'eau des Grands Lacs, et beaucoup concernent les prises d'eau des usines de traitement. Les exploitants de ces usines, qui sont installées en grand nombre le long des rives des Grands Lacs et qui fonctionnent toute l'année, pourraient être des partenariats particulièrement intéressants pour nous aider à mieux comprendre les paramètres physiques et biogéochimiques des eaux côtières des lacs en toutes saisons.

Un autre besoin scientifique fondamental concerne les bases de données centralisées et interdisciplinaires, l'intégration des données et les canaux de partage de données qui favorisent les progrès en sciences hivernales. Au cours des discussions en atelier, les participants ont fait

remarquer que les expériences précédentes avaient permis d'en apprendre beaucoup sur ce qui n'a pas fonctionné, notamment en ce qui concerne les limites des bases de données non couplées et l'absence d'une base de données centrale, le manque d'engagement à l'égard de la gestion des données après l'achèvement des projets de recherche, la capacité limitée d'une base de données unique à inclure plusieurs types de données (p. ex., les données ponctuelles, les données suivies, et les données en sciences sociales et en savoirs autochtones), et le fait que la propriété des bases de données ou des modèles par une seule entité financière peut avoir une incidence sur les mises à jour. À l'inverse, il existe des systèmes d'archivage de données à long terme qui ont bien fonctionné, comme celui de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Les National Centers for Environmental Information sont un exemple d'organisation disposant d'un niveau élevé d'assurance et de contrôle de la qualité de données accessibles au public.

Pour tenir compte des limites découlant de l'absence d'une base de données centrale, et fort des leçons apprises, le CCS invite les Parties à tester une base de données en sciences hivernales qui serait fondée sur les données existantes et serait destinée à servir efficacement à plusieurs entités pour éclairer la prise de décisions en gestion, cela avant d'investir dans une structure de plus grande envergure. Afin d'assurer la responsabilité globale de la gestion et des mises à jour des données, il faudrait s'en remettre à une organisation responsable comme le Great Lakes Observing System, voire à un centre d'excellence comme celui qui a été proposé par la CMI dans sa Stratégie scientifique des Grands Lacs pour la prochaine décennie (en anglais seulement). Un projet pilote à cet égard devrait permettre de résoudre la façon dont les données sont stockées pour répondre aux besoins des utilisateurs (p. ex., données résumées par rapport à données brutes) parce qu'il y aura des répercussions sur les coûts (comme pour le stockage des données), sur l'efficacité (p. ex. sur le plan de la vitesse de traitement des données), sur les outils de partage des fichiers de données (chaque organisme ayant, par exemple, son propre pare-feu) et sur l'utilité (données pour les modèles, analyse des tendances, etc.).

1.2 Possibilités sur le plan de la coordination de la recherche

Les modalités de gouvernance en matière de qualité de l'eau des Grands Lacs sont parmi les plus évoluées au monde. Les activités scientifiques et de gestion connexes bénéficient de la coordination et de l'harmonisation multinationales prévues par l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. À partir de cette position enviable, les activités du projet ont permis d'évaluer les besoins en recherche afin d'améliorer davantage l'infrastructure, la formation et la coordination entre les organismes gouvernementaux pour aider à combler les lacunes scientifiques persistantes dans le domaine des sciences hivernales.

Coordination et interdisciplinarité

Les participants au projet ont tous convenu que les mesures les plus prometteuses et structurantes qui pourraient découler de l'amélioration des sciences hivernales sont la collaboration de haut niveau et la gestion coordonnée et coopérative axée sur l'écosystème. Les répondants ont regretté le manque général d'objectifs collectifs liés aux efforts de surveillance hivernale et souligné que la coordination officielle des activités en sciences hivernales aiderait à unifier le milieu. Tout simplement, le domaine des sciences hivernales ne peut plus fonctionner selon un modèle où les entités de surveillance et d'évaluation sont cloisonnées, tandis qu'il serait possible de mieux travailler ensemble pour surmonter ce qui fait obstacle à l'atteinte de bons résultats.

Il existe de nombreux exemples prometteurs de coordination entre les organismes et les entités pour faire progresser les sciences hivernales, des exemples qui pourraient être officialisés et élargis. On peut songer aux multiples projets de collaboration avec la garde côtière américaine, qui ont permis à des navires de la Garde côtière de recueillir des échantillons en hiver, d'offrir du même coup des possibilités de formation scientifique au personnel de cette agence, et de coordonner l'échantillonnage à l'échelle du bassin par plus d'une douzaine d'universités et d'organismes américains et canadiens dans le cadre de la campagne d'échantillonnage coordonnée de base (édition 2022), appelée Great Lakes Winter Grab.

Il serait donc possible de tirer immédiatement parti des collaborations existantes et de les officialiser afin d'améliorer l'échantillonnage en période hivernale en misant sur les navires de la Garde côtière américaine et des Gardes côtes canadiens, et en formant le personnel pour la collecte et le stockage des échantillons. Mentionnons aussi la possibilité de recourir à l'exécution (ou à l'élargissement) de la surveillance des prises d'eau potable pour accéder, 12 mois sur 12, aux données sur les zones littorales selon un ensemble élargi de paramètres et la conclusion d'ententes ou d'accords de collaboration entre le secteur de la pêche commerciale et celui de la pêche sur glace, cela pour augmenter le nombre d'échantillons prélevés en mer et de lieux de prélèvements.

De façon plus générale, il serait possible d'encourager la collaboration entre les organismes en intégrant des points de vue interdisciplinaires au niveau du personnel de l'organisme et des programmes de recherche. On pourrait ainsi préparer des propositions conjointes entre secteurs d'activités et faire de la collaboration interdisciplinaire une priorité dans le financement que les organismes accordent aux universités et aux partenaires de l'industrie. Les organismes pourraient aussi promouvoir l'engagement interdisciplinaire au sein de leur personnel et en faire une priorité à l'embauche. Il sera peut-être nécessaire de faire preuve de plus d'ouverture sur le plan du financement. Par exemple, les propositions de programme des centres scientifiques d'adaptation climatique du United States Geological Service (USGS) exigent que les approches multidisciplinaires soient directement applicables aux processus de gestion.

Il serait possible d'optimiser l'utilisation des plateformes de surveillance hivernale par un travail de faisant intervenir tous les acteurs, de sorte qu'un seul type de plateforme d'amarrage ou autre permette d'accueillir de nombreux capteurs et de servir à de multiples projets, expériences, organismes et universités. De même, il faudrait créer un répertoire centralisé des navires et de l'équipement d'échantillonnage conçus pour la période hivernale afin de rendre les ressources d'échantillonnage plus accessibles. Cette tâche pourrait être réalisée grâce à des ajouts au portail de la Great Lakes Association of Science Ships.

Les expériences vécues dans le nord du Canada, en Nouvelle-Zélande, en Amérique du Sud et ailleurs dans le monde ont démontré la validité d'appliquer parallèlement des approches scientifiques traditionnelles et des systèmes de savoirs traditionnels pour parvenir à mieux comprendre l'écosystème et les relations connexes. Les participants à l'atelier ont souligné l'importance de dialoguer avec les communautés autochtones et de leur rendre visite pour entendre ce qu'elles ont à dire du monde naturel, et pour comprendre en quoi elles peuvent éclairer la science. De plus, les organisations autochtones devraient recevoir un soutien financier

pour conduire leurs propres recherches en fonction de leurs priorités, plutôt que de simplement les mobiliser à l'appui des programmes de recherche existants.

Les discussions sur le projet ont attiré l'attention sur une réalité inquiétante : les changements socioculturels constatés dans les loisirs d'hiver (comme le patinage et la pêche sur glace), les célébrations communautaires et le sentiment d'appartenance sont conséquents sous l'effet de la diminution de la couverture de glace, tandis que les répercussions socio-culturelles et économiques de ces changements sur les collectivités riveraines des Grands Lacs sont nettement sous-étudiées. Un engagement à l'égard de l'interdisciplinarité s'impose si l'on veut comprendre les questions de recherche complexes, dont la collecte et l'analyse de données interdisciplinaires et l'intégration des sciences sociales, de l'économie et du savoir traditionnel.

Capacité et financement

L'analyse du CCS a révélé que le financement de la recherche hivernale (ce qui s'entend du financement d'une surveillance accrue, du partage des données et de la collaboration interdisciplinaire) est essentiel. Pour remédier à la pénurie de données hivernales, il faudra réaliser des investissements supplémentaires, en plus d'optimiser les activités déjà en cours. Les gouvernements sont invités à prioriser la collecte de données en toutes saisons en améliorant la mise à disposition de navires à coque renforcé et de technologies émergentes comme les AUV, et en faisant en sorte qu'un nombre suffisant d'employés de recherche et de scientifiques aient accès aux lacs en hiver et soient formés aux méthodes scientifiques et aux protocoles de sécurité durant cette saison.

Les opérations d'échantillonnage hivernal dans les plus grands lacs de la planète présente des défis uniques, comme le besoin d'adopter des méthodes d'échantillonnage normalisées et une formation sur les méthodes scientifiques hivernales spécialisées. Les protocoles de sécurité, la formation et l'équipement sont essentiels, car la couverture de glace et sa résistance sont de moins en moins prévisibles, ce qui pose de nouveaux risques de sécurité, comme l'instabilité ou l'absence de glace due à un allongement des inter-saisons quand ce phénomène est combiné à des températures d'eau très froides.

Le CCS invite les gouvernements à établir des liens clairs entre les priorités des sciences hivernales et l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs — qui ne fait pas expressément référence à l'hiver — en particulier à l'occasion de la révision des objectifs liés à l'écosystème lacustre, des objectifs relatifs aux substances et des priorités binationales en matière de science et d'action. Le fait de mettre l'accent sur les lacunes scientifiques en hiver peut justifier des investissements supplémentaires qui sont nécessaires pour éclairer les mesures et les progrès dans le sens de l'atteinte des objectifs généraux énoncés dans l'Accord.

Communication et sensibilisation

Les praticiens des sciences hivernales s'entendent généralement pour dire qu'il faut sensibiliser davantage la population à l'importance de ces sciences, en particulier aux conséquences qui pourraient découler du fait que les principales lacunes dans les connaissances ne soient pas comblées. Il va falloir mobiliser de multiples auditoires, et les praticiens devront tenir compte des différents auditoires cibles et modifier en conséquence la façon dont les résultats de leurs recherches devront être communiqués. On sait, par exemple, que les articles des revues

spécialisées s'adressent au milieu universitaire, que les données ouvertes sont utiles aux modélisateurs et aux statisticiens, que tout ce qui traite des cérémonies aquatiques autochtones est pertinent tant pour les communautés autochtones que pour les non-Autochtones, et que les infographies et les communications dans les médias sociaux peuvent s'avérer utiles pour mobiliser l'auditoire. Les activités de sensibilisation devraient comprendre une solide justification des démarches empruntées ou un énoncé de mission commun pour justifier l'appui à apporter aux sciences hivernales, ainsi que les répercussions sur la sécurité publique et les services écosystémiques advenant que les questions scientifiques restent sans réponse.

Les médias manifestent un grand intérêt pour les reportages sur le réchauffement de nos hivers, et il faudra absolument s'appuyer sur eux pour vulgariser l'importance de répondre aux besoins des sciences hivernales. L'attention soutenue des médias pourrait être mise à profit par l'élaboration d'une stratégie que le personnel des communications des organismes et institutions partenaires pourrait mettre en œuvre en travaillant de façon coordonnée. Il serait possible de rehausser le profil des sciences hivernales en organisant des événements comme des courses de chiens de traîneaux ou de motoneiges, ou encore des activités scientifiques comme le Great Lakes Winter Grab, qui pourrait également comprendre un volet scientifique participatif. Pour rehausser le profil des sciences hivernales, il faudra mobiliser directement les collectivités. Il serait possible d'améliorer la collaboration interdisciplinaire en organisant un forum régional sur les sciences hivernales dans les Grands Lacs, semblable au Mississippi River Science Forum organisé par l'USGS, qui a réuni des parties prenantes de l'ensemble du bassin pour discuter des lacunes et des besoins scientifiques.

2.0 Conclusions et recommandations

Le groupe de travail du projet constate que :

1. Les conditions hivernales varient beaucoup dans les Grands Lacs, mais notre capacité à déterminer les tendances climatiques s'améliore grâce à des ensembles de données suffisamment fournis.
2. Il existe de multiples bases de données qui comprennent des données hivernales sur les Grands Lacs, mais elles peuvent être difficiles à repérer et à consulter, et elles pèchent souvent sur le plan de l'interopérabilité.
3. Il est nécessaire d'étudier les processus écologiques de la glace hivernale, à la surface et sous la glace, non seulement dans les eaux libres et près des rives des Grands Lacs, mais aussi dans leurs tributaires et dans l'ensemble de leurs bassins hydrographiques respectifs.
4. L'absence d'intégration entre les différentes disciplines peut être un frein à l'acquisition d'une compréhension holistique des changements hivernaux actuels et futurs dans les Grands Lacs.
5. Les répercussions sociales découlant des conditions hivernales changeantes dans les lacs et dans leurs périphéries sont importantes et comprennent à la fois des éléments positifs et des éléments négatifs.

Recommandations du Groupe de travail du projet :

1. Dans le cadre des prochaines priorités binationales pour la science et le cycle d'action, l'annexe 10 de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (Sciences) devrait effectuer une analyse binationale pour établir quelles lacunes statistiques propres à l'hiver pourraient être comblées par la surveillance et pourraient limiter l'élaboration de politiques et la prise de décisions en matière de gestion des Grands Lacs.
2. Dans le cadre du prochain cycle des priorités binationales en matière de science et d'action, les parties devraient élaborer un plan binational coordonné pour améliorer la modélisation et la prévision des propriétés relatives aux glaces à court et à long terme au moyen de la validation ciblée des données hivernales.
3. Les parties devraient charger les principaux organismes de coordination de l'Initiative des sciences coopératives et de la surveillance (ISCS) d'élaborer un texte d'orientation et d'arrêter des approches programmatiques pour tenir compte des quatre saisons et combler les écarts entre les années où l'ISCS fait ses échantillonnages en garantissant l'accès à longueur d'année à toute eau prise par les glaces, à des navires à coque renforcée et à d'autres plateformes de surveillance appropriées pour appuyer les activités scientifiques menées sur les Grands Lacs et dans leurs eaux connexes.

4. D'ici 2027, les parties, y compris leurs organismes de financement des sciences, devraient développer une architecture pour une base de données principale ouverte sur les sciences hivernales fondée sur l'intelligence artificielle afin de regrouper l'information des bases de données existantes et de rendre les données recueillies en hiver plus conformes aux principes dits F.A.I.R. en anglais (pour Repérable, Accessible, Interopérable et Réutilisable), tout en veillant au respect des normes relatives à la qualité des données.
5. La CMI et les parties devraient améliorer la collecte de données hivernales grâce au soutien continu du réseau naissant Great Lakes Winter Science (GLWin) ou d'une entité de coordination semblable, afin d'améliorer la coordination et l'infrastructure de surveillance scientifique hivernale (extracôtière, côtière et fondée sur le bassin versant) et de réduire les obstacles à la participation à la surveillance scientifique hivernale.
6. D'ici 2027, les conseils consultatifs de la CMI devraient collaborer à l'élaboration d'un court document d'orientation sur le rôle de l'hiver dans la prestation des services écosystémiques dans les Grands Lacs et son bassin versant.
7. Le prochain Plan scientifique (du CCS) pour les Grands Lacs devrait permettre de faire progresser les mesures de soutien visant à renforcer la capacité en sciences hivernales par le biais d'une réduction des obstacles à l'admission en insistant sur la formation en début de carrière, sur les stages, ainsi que sur la sensibilisation et une embauche inclusive par les gouvernements du Canada et des États-Unis, par les organismes fédéraux de financement des sciences ainsi que par les principaux établissements de recherche de la région.

La communauté scientifique et de gestion des Grands Lacs a élaboré un ensemble très évolué de programmes de surveillance, de contrôle et de gestion qui reposent sur des données principalement recueillies pendant les périodes où les eaux sont libres de glace. La compréhension récente des processus biologiques, chimiques et physiques hivernaux, diverses et importants, conjuguée à l'évolution rapide des technologies et de l'équipement permettant la collecte sécuritaire et fiable de données pendant cette saison sous-étudiée, est très prometteuse pour ce qui est de la prise en compte de l'influence de toutes les saisons dans le processus décisionnel. Le CCS espère que l'analyse et les recommandations contenues dans ce rapport permettront des collaborations plus efficaces et aideront à orienter d'autres investissements dans les sciences hivernales afin d'éclairer les décisions stratégiques et de gestion relatives aux Grands Lacs.