

# INTRODUCTION AUX ÉTUDES SUR LES CONNAISSANCES TRADITIONNELLES À L'APPUI DES OUTILS GÉOSCIENTIFIQUES POUR L'ÉVALUATION DES MINES DE MÉTAUX DANS LE NORD DU CANADA

Grand lac  
des Esclaves

Jennifer M. Galloway<sup>1\*</sup> et R. Timothy Patterson<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Commission géologique du Canada, Calgary / Geological Survey of Canada Calgary, Alberta, Canada

<sup>2</sup> Département des sciences de la Terre et Institut Ottawa-Carleton de géosciences, Université Carleton, Ottawa, Ontario, Canada

\* [Jennifer.Galloway@canada.ca](mailto:Jennifer.Galloway@canada.ca)

**Le projet sur les outils géoscientifiques pour l'évaluation environnementale est codirigé par la Commission géologique du Canada et l'Université Carleton, en collaboration avec le Programme de surveillance des effets cumulatifs du gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, la Commission géologique des Territoires du Nord-Ouest, Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada, Environnement et Changement climatique Canada, le Musée canadien de la nature, l'Université Queen's, l'Université de Leeds, Seabridge Gold, TerraX Minerals Ltd., la Première Nation des Dénés Couteaux-Jaunes, l'Alliance des Métis de North Slave, le gouvernement de Tłı̨ch̨, le Tłı̨ch̨ Research and Training Institute et Hadlari Consulting Ltd. La zone à l'étude est la province géologique Slave, l'accent étant mis sur les zones aux alentours de Yellowknife et de Courageous Lake, dans les Territoires du Nord-Ouest.**

## Résumé

Nous avons appliqué une méthodologie de recherche multidisciplinaire pour reconstituer les variations du climat, de la géochimie, du pergélisol et de l'écologie au cours des 1 000 dernières années le long d'un transect nord-sud dans la province géologique Slave afin d'évaluer les effets cumulatifs des changements naturels et anthropiques sur le transport et le devenir des métaux et des métalloïdes et sur la santé des écosystèmes régionaux dans les régions présentant un grand potentiel de ressources dans le nord du Canada. L'étude s'est concentrée sur Yellowknife et Courageous Lake, deux régions qui ont des ressources aurifères connues et qui sont contaminées par l'exploitation minière passée. Grâce à la collecte et à l'analyse de carottes de sédiments lacustres et de tourbières pergélisolées, combinées à des données spatiales, à des connaissances traditionnelles et à l'Inuit Qaujimagatuqangit, les répercussions des changements climatiques et de la perturbation des sols sur le flux des métaux et des métalloïdes dans les systèmes aquatiques ont été évaluées.

Cette contribution sert d'introduction au projet, en mettant l'accent sur les connaissances traditionnelles développées dans le cadre de cette recherche. Plusieurs partenaires du projet ont mené des études sur les connaissances traditionnelles, notamment l'Alliance des Métis de North Slave, la Première Nation des Dénés Couteaux-Jaunes, le Tłı̨ch̨ Research and Training Institute et Hadlari Consulting Ltd., une entreprise appartenant aux Inuits et exploitée par eux. Les études fournissent un aperçu des changements climatiques et de l'utilisation des terres du passé qui ne sont pas discernables uniquement à partir des archives paléoclimatiques. Des renseignements précis sur la saisonnalité, la qualité de la glace, les niveaux d'eau des lacs, les conditions environnementales préindustrielles, l'utilisation traditionnelle des terres, l'étendue spatiale de la contamination associée à l'exploitation minière passée et les répercussions des changements climatiques sur l'utilisation des terres culturelles sont quelques exemples des types de renseignements tirés des études sur les connaissances

Citation suggérée :

Galloway, J.M., Patterson, R.T. 2018. Introduction aux études sur les connaissances traditionnelles à l'appui des outils géoscientifiques pour l'évaluation des mines de métaux dans le nord du Canada *Savoir polaire* : Aqhaliat 2018, *Savoir polaire Canada*, p. 92-98. Identificateur d'objet numérique : 10.35298/pkc.2018.28

traditionnelles. L'approche multidisciplinaire intégrée utilisée dans ce projet de recherche met en évidence l'utilité de combiner différents systèmes de connaissances pour générer un assemblage de connaissances qui intègre l'information contextuelle humaine et permet de mieux comprendre les effets cumulatifs de l'exploitation minière et des changements climatiques passés dans le Nord canadien.

## Introduction

La publication *Outils géoscientifiques pour l'évaluation environnementale des mines de métaux* était un projet triennal (2015-2018) dirigé par la Commission géologique du Canada (GCG) et l'Université Carleton et financé par Savoir polaire Canada (projet no 1516-149) et la GCG. Le projet, codirigé par Jennifer Galloway (GCG) et Timothy Patterson (Université Carleton), était un effort de collaboration visant à étudier les répercussions des changements climatiques sur le transport et le devenir de l'arsenic à deux sites contaminés par l'exploitation d'anciens sites miniers et le traitement de minéraux : mine Giant, Yellowknife, et mine Tundra dans la région de Courageous Lake (fig. 1; Galloway et coll. 2012, 2015, 2017; Palmer et coll. 2015). Ces renseignements peuvent servir à évaluer l'efficacité des travaux d'assainissement et à établir des points de repère permettant de déterminer et de réglementer, au besoin, les répercussions éventuelles de l'exploitation prévue des ressources, de l'utilisation des terres et des changements climatiques.

Les concentrations de fond et de référence de l'arsenic avant l'exploitation minière ont été déterminées au moyen d'analyses d'échantillons d'interface sédiments-eau des lacs et d'échantillons d'eau de surface provenant de 100 lacs de la région de Yellowknife (Galloway et coll. 2012, 2017; Palmer et coll. 2015) et d'une centaine d'autres lacs couvrant un gradient latitudinal de Hay River à Lac de Gras (fig. 1; Galloway et coll. 2015). La deuxième phase de la recherche, qui est en cours, est axée sur les mécanismes de transport et du devenir de l'arsenic dans les milieux aquatiques (Galloway et coll. 2017) et la reconstruction du climat fondée sur des preuves — au cours des quelque 1 000 dernières années au moyen d'analyses des sédiments lacustres et des carottes de tourbe. Cette approche de prévision permet d'évaluer plus en profondeur l'hypothèse selon laquelle le climat agit comme médiateur du changement chimique en se fondant sur des études sur les périodes de chaleur passées (p. ex., l'Hypsithermal

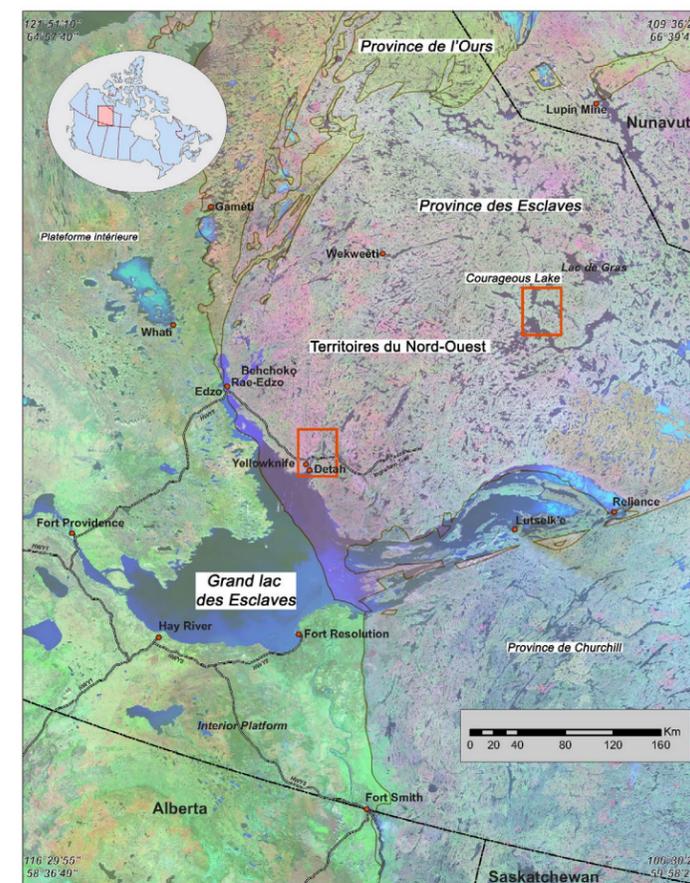


Figure 1 : Carte du centre des Territoires du Nord-Ouest montrant l'emplacement des zones d'étude.

de l'Holocène et la période de réchauffement médiéval) comme analogues du XXI<sup>e</sup> siècle et du réchauffement à venir.

Les connaissances traditionnelles (CT) et l'Inuit Qaujimagatuqangit (IQ) représentent d'importantes sources d'information sur le climat passé et les environnements préindustriels des régions étudiées. En collaboration avec les partenaires du projet, l'Alliance des Métis de North Slave (AMNS), le Tłı̨ch̨ Research and Training Institute (TRTI), la Première Nation des Dénés Couteaux-Jaunes (PNDY) et Hadlari Consulting Ltd., on s'attend à ce que des renseignements précis sur les changements climatiques passés permettent de mieux comprendre les conditions environnementales passées que ce qu'on pourrait obtenir uniquement des données scientifiques occidentales. L'étude générée par l'AMNS est incluse dans ce volume; les autres rapports pourraient être publiés ailleurs dans le futur.

## Connaissances traditionnelles

Les connaissances traditionnelles (CT) peuvent être décrites comme de l'information pertinente sur le plan culturel et

Tableau 1 : Certaines caractéristiques des connaissances traditionnelles et des systèmes de connaissances scientifiques occidentaux (après Berneshawi 1997; Moller et coll. 2004).

	Connaissances traditionnelles	Connaissances occidentales scientifiques
Mode de pensée dominant	Intuitif, holistique, « interprétation du fonctionnement du monde d'un point de vue culturel particulier » <sup>a</sup>	Analytique, segmenté, spécialisé, compartimenté
Communication et apprentissage	Oral dans certains cas <sup>b,c</sup> d'observation, de récits <sup>c-f</sup>	Alphabétisé, expérimental
Échelle de temps	Synchronisé; tend à être de longues périodes dans une région donnée; offre une expérience approfondie dans un contexte local propre à la culture	Diachronique; tend à être des données à court terme sur de grandes régions; offre un contexte général au-delà du nivellement local
Caractéristique	Subjectif, spirituel, éthique, moral dans certains cas	Réductionniste, objectif
Asymétrie	Se concentrer sur les extrêmes <sup>h</sup>	Se concentrer sur les moyennes
Création et transmission de données	Inclusive, générationnel, "transferred from generation to generation through daily social and cultural events" <sup>i</sup>	Sélectif
Capacités de prévision	Qualitatif	Quantitatif, dans certains cas
Type d'explication	Spirituel dans certains cas, analogique	Hypothèses, théories, lois
Systèmes de gestion des connaissances	À long terme, décentralisé et fondé sur le consensus	Centralisé, réglementé
Évaluation de l'incertitude	Pas explicité <sup>h</sup>	Mis en relief
Évaluation de l'autorité	Fiabilité ou crédibilité du titulaire du savoir déterminée en fonction de son expérience de vie et de sa réputation de posséder de solides connaissances sur un sujet par les membres de la collectivité; examen communautaire	Examen par les pairs et mesures connexes, déterminés par la communauté scientifique
Similarités	Les deux améliorent notre compréhension du monde et sont fondées sur des processus répétés d'observation, d'inférence, de vérification et de prédiction <sup>j,k</sup> Les deux sont dynamiques; les nouvelles connaissances sont intégrées à de l'information qui ne peut pas nécessairement être comprise dans l'isolation <sup>l</sup>	

Snively et Corsiglia (2000, p. 3); <sup>b</sup>Aronowitz, 1998; <sup>c</sup>Ignas, 2004; <sup>d</sup>MacLean et Wason-Ellam, 2006; <sup>e</sup>Mitchell et coll., 2008; <sup>f</sup>Sutherland, 2002; <sup>g</sup>Becker et Ghimire (2003); <sup>h</sup>Huntington et coll. (2004); <sup>i</sup>Ogawa (1997, p. 586); <sup>j</sup>Menzies et Bulter (2006); <sup>k</sup>Hoaglund (2017)

transmises de génération en génération, ce qui fait partie de l'identité culturelle d'un peuple. On définit couramment les connaissances écologiques traditionnelles (CET), un sous-ensemble des CT, comme « un ensemble cumulatif de connaissances, de pratiques et de croyances, évoluant par des processus adaptatifs et transmis de génération en génération par la transmission culturelle, et [il s'agit] de

la relation entre les êtres vivants (y compris les humains) les uns avec les autres et avec leur environnement » (Berkes, 1999). Les connaissances traditionnelles, ou IQ, comprennent des systèmes de connaissances holistiques; le savoir ne peut pas être compartimenté ou séparé des personnes qui le détiennent, et à cet égard, le savoir traditionnel diffère nettement du système de connaissances

scientifiques occidentales. Le savoir traditionnel est, en général, abstrait, qualitatif, inclusif, intuitif, diachronique et formé à partir de connaissances communales acquises au fil du temps par la pratique et l'application (tableau 1).

On reconnaît de plus en plus la valeur de l'inclusion des CT dans la compréhension des changements climatiques, la gestion des ressources naturelles, l'évaluation environnementale, ainsi que l'assainissement et la remise en état des sites industriels (Usher, 2000; Alexander et coll. 2011; Sandlos et Keeling 2016; Hoaglund 2017). Les CT conviennent bien pour être incluses aux stratégies de planification de l'utilisation des terres, car ces systèmes de connaissances répondent aux besoins de gestion holistique et adaptative de multiples ressources et écosystèmes (Berkes et coll. 2000). Les CT offrent également la possibilité de déterminer et de surveiller les effets cumulatifs des changements climatiques et de l'utilisation des terres en fournissant des descriptions à long terme de la variabilité climatique et de ses effets sur les écosystèmes, ainsi que des renseignements contextuels humains, qui comblent les lacunes en matière de connaissances et de compréhension que la science occidentale ne peut combler (Johannes 1998; Usher 2000; Huntington et coll. 2004; Baker et communauté de Mutitjulu 2009). Les CT et les études paléoécologiques sont particulièrement bien adaptées à l'intégration, car les connaissances acquises grâce à ces deux approches sont habituellement locales ou régionales à l'échelle spatiale, mais couvrent une vaste période de temps (des décennies à des millénaires).

Il faut comprendre les différences et les similitudes entre les CT et les connaissances scientifiques occidentales pour les réunir (Bohensky et Maru, 2011; tableau 1). Et il existe des moyens d'aborder les limites de la comparaison directe. Parmi ces moyens, on compte le poids de la preuve pour l'information quantitative et qualitative (Good 1991; Chapman 2007; Suter et Cormier 2011) et les mesures bayésiennes fondées sur les statistiques (Good 1991).

## Résultats et discussion

Des études sur les CT visant à aborder le thème de recherche et les lacunes en matière de connaissances cernées par chaque collectivité ont été élaborées et dirigées par les partenaires du projet, l'AMNS, la TRTI, la PNDY et Hadlari Consulting Ltd. Un résumé du rapport produit par l'AMNS et la TRTI est fourni ici.

## Alliance des Métis de North Slave

### Changement continu et réchauffement progressif : résumé des connaissances culturelles consignées de l'Alliance des Métis de North Slave sur les changements climatiques et environnementaux

Les membres de l'Alliance des Métis de North Slave sont détenteurs d'information détaillée et quantitative sur les conditions climatiques passées, et ils ont recensé de la documentation accessible au public et pertinente sur le plan culturel, dont les journaux de la Compagnie de la Baie d'Hudson (p. ex., des journaux de Old Fort Rae de 1888 à 1912), les récits de voyage de Warburton Pike dans Barren Grounds (publiés en 1892), les documents d'expédition de John Franklin (y compris des journaux météorologiques de 1825 à 1827), et les documents du Conseil météorologique de la Grande-Bretagne (qui comprennent des relevés de températures consignés par John Rae à Fort Confidence de 1850 à 1851 et de W.J.S. Pullen à Fort Simpson de 1849 à 1851). Cette recension des écrits a été combinée à une revue de nombreuses sources secondaires contenues dans la base de données de l'AMNS, dans les transcriptions des entrevues de l'AMNS et les journaux des membres de l'AMNS. Le rapport résume l'information quantitative sur le climat au cours des 200 dernières années et donne un aperçu précis des changements quant au cycle de saisons, à la force et à la direction du vent, aux niveaux d'eau et au manteau neigeux, et de l'impact des changements climatiques sur l'utilisation des terres par les membres de l'AMNS.

## Institut de recherche et de formation Tłjchq

### Tout semble avoir changé

La TRTI a mené des entrevues auprès de détenteurs de CT dans un contexte communautaire afin de compiler de l'information sur le climat passé et de documenter certaines des façons de faire influencées par le récent réchauffement climatique qui a eu des répercussions sur l'utilisation traditionnelle des lacs. Le point de vue sur le cycle de saisons et l'hydrologie était particulièrement intéressant sur le plan paléoclimatique, car ces aspects importants du système climatique sont difficiles à reconstituer au moyen d'une étude paléoécologique par procuration. Les détenteurs CT de Tłjchq ont signalé un retard d'environ deux semaines dans l'englacement des lacs du début/de la mi-octobre au début de novembre. En outre, ils ont

signalé que la durée de l'englacement n'est plus abrupte et comprend maintenant plusieurs événements de gel et de dégel qui ont une incidence sur la qualité de la glace. Les détenteurs de CT ont également déclaré des précipitations tombées sous forme de pluie avant l'englacement du sol à l'automne, ce qui a une incidence sur la fonte printanière, et entraîne des feux de forêt plus intenses et plus fréquents pendant la saison estivale, lesquels sont liés à la réduction rapide de l'accumulation de neige au printemps. Le rapport inclut également certaines conséquences culturelles des changements climatiques du XXI<sup>e</sup> siècle.

## Intégration des connaissances traditionnelles et des connaissances scientifiques occidentales

L'objet de l'étude plus vaste, Outils géoscientifiques pour l'évaluation des risques environnementaux des mines de métaux, est de déterminer si, et comment, les changements climatiques ont, et peuvent avoir, une incidence sur le transport et le devenir des métaux/métalloïdes. Il s'agit d'un point très pertinent dans les sites contaminés du nord du Canada, où l'on s'attend à ce que les changements climatiques du XXI<sup>e</sup> siècle modifient profondément le cycle biogéochimique. L'acquisition de connaissances scientifiques occidentales au moyen d'études micropaléontologiques et géochimiques combinées des archives paléocologiques se poursuit. Les points de vue paléoclimatologiques puisés dans les études sur les CT seront comparés aux connaissances scientifiques occidentales afin de combiner les connaissances. On s'attend à ce que chaque mode de connaissance donne un aperçu unique des changements climatiques et environnementaux passés, ce qui peut être utilisé pour mieux prédire les changements chimiques futurs.

## Conclusions

Une conception de recherche collaborative qui comprenait des détenteurs de connaissances des collectivités des Premières Nations, des Métis et des Inuits; du gouvernement; de l'industrie; et du milieu universitaire démontre que des façons complémentaires d'analyser l'information peuvent donner un aperçu des changements climatiques, de la météo, de la variabilité environnementale, des effets cumulatifs, des changements dans l'utilisation des terres, de la contamination, des changements dans le cycle de saisons, de la qualité des glaces, des feux de forêt et de l'étendue de la contamination. Grâce à cette

approche, de nouveaux renseignements sur les domaines d'intérêt dans les Territoires du Nord-Ouest sont produits.

## Remerciements

Le financement de ce projet a été fourni par la Commission géologique du Canada (Programme géoscientifique de l'environnement), Savoir polaire Canada (projet no 1516-149), le Programme de surveillance des effets cumulatifs du gouvernement des Territoires du Nord-Ouest et la Commission géologique des Territoires du Nord-Ouest (CGTNO). Ce projet n'aurait pas été possible sans le soutien en nature inestimable de Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada, d'Environnement et Changement climatique Canada, du Musée canadien de la nature, de l'Université Queen's, de l'Université de Leeds, de Seabridge Gold, de TerraX Minerals Ltd., de la Première Nation des Dénés Couteaux-Jaunes, de l'Alliance des Métis de North Slave, du gouvernement de Tłı̄chǫ, du Tłı̄chǫ Research and Training Institute, et de Hadlari Consulting, Ltd. Nous tenons également à remercier Douglas Lemay (CGC) de son aide à la rédaction pour la production de la figure 1. Nous remercions Scott Cairns (CGTNO) et Keith Dewing (CGC) pour leurs commentaires constructifs et utiles, qui ont grandement amélioré le manuscrit. Cet article représente le numéro de contribution de Ressources naturelles Canada (RNCAN-NRCAN) : 20180128.

## Références

- Aronowitz, S. 1988. Preface to Science as power: Discourse and ideology in modern society. University of Minnesota Press, Minneapolis, MN.
- Baker, L.M. and Mutijulu Community. 1992. Comparing two views of the landscape: Aboriginal traditional ecological knowledge and modern scientific knowledge. *Rangeland Journal* 14: 174–187. doi.org/10.1071/RJ9920174.
- Becker, C.D. and Ghimire, K., 2003. Synergy between traditional ecological knowledge and conservation science supports forest preservation in Ecuador [online]. *Conservation Ecology* 8 (2):1. Available from <http://www.consecol.org/vol8/iss1/art1>.
- Berkes, F. 1999. Scared ecology: Traditional ecological knowledge and resource management. Taylor and Francis Publishing Company, Philadelphia, PA.

Berkes, F., Colding, J., and Folke, C. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10:1251–1262.

Berneswahi, S. 1997. Resource management and the Mik'maq nation. *Canadian Journal of Native Studies* 17:115–148.

Bohensky, E.L. and Maru, Y. 2011. Indigenous knowledge, science, and resilience: What have we learned from a decade of international literature on integration? *Ecology and Society* 16:6. doi.org/10.5751/ES-04342-160406.

Chapman P.M. 2007. Traditional ecological knowledge (TEK) and scientific weight of evidence determination. *Marine Pollution Bulletin* 54:1839–40.

Galloway, J.M., Macumber, A., Patterson, R.T., Falck, H., Hadlari, T., and Madsen, E. 2010. Paleoclimatological assessment of the southern Northwest Territories and implications for the long-term viability of the Tibbitt to Contwoyto winter road: Part 1 - core collection. Northwest Territories Geoscience Office, NWT. Open Report 2010-002, 21 pp.

Galloway, J.M., Palmer, M., Jamieson, H.E., Patterson, R.T., Nasser, N.A., Falck, H., Macumber, A.L., Goldsmith, S.A., Sanei, H., Normandeau, P., Hadlari, T., Roe, H.M., Neville, L.A., and Lemay, D. 2015. Geochemistry of lakes across ecozones in the Northwest Territories and implications for the distribution of arsenic in the Yellowknife region: Part 1 - sediments. Geological Survey of Canada. Open File 7908, 50 pp. + appendix, 1.zip file. doi:10.4095/296954.

Galloway, J.M., Swindles, G.T., Jamieson, H.E., Palmer, M., Parsons, M.B., Sanei, H., Macumber, A.L., Patterson, R.T., and Falck, H. 2017. Organic matter control on the distribution of arsenic in lake sediments impacted by ~65 years of gold ore processing in Subarctic Canada. *Science of the Total Environment* 622–623:1668–1679. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.048.

Good I.J. 1991. Weight of evidence and the Bayesian likelihood ratio. In The use of statistics in forensics science, Aitken, C.G.G. and Stoney, D. (eds.), CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 85–106.

Huntington, H.P. 2000. Using traditional ecological knowledge in science: Methods and applications. *Ecological Applications* 5:1270–1274.

Ignas, V. 2004. Opening doors to the future: Applying local knowledge in curriculum development. *Canadian Journal of Native Education* 28:49–60.

Johannes, R.E. 1998. The case for data-less marine resource management: Examples from tropical nearshore fisheries. *Trends in Ecology and Evolution* v13:243–246. doi.org/10.1016/SO169-5347(98)01384-6.

MacLean, M. and Wason-Ellam, L. 2006. When Aboriginal and Métis teachers use storytelling as an instructional practice. Available from <http://www.education.gov.sk.ca/Storytelling> [accessed 1 May 2011].

Menzies, C. and Butler, C. 2006. Introduction: Understanding ecological knowledge. In Traditional ecological knowledge and natural resources management, Menzies, C. (ed). p. 127.

Mitchell, H., Vizinia, Y., Augustus, C., and Sawyer, J. 2008. Learning Indigenous science from place. University of Saskatchewan, Aboriginal Education Research Centre, Saskatoon, SK.

Moller, H., Berkes, F., Lyver, P.O., and Kislalioglu, M. 2004. Combining science and traditional ecological knowledge: Monitoring populations for co-management [online]. *Ecology and Society* 9:2 Available from <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss3/art2>.

North Slave Métis Alliance community members Shiga, S., Evans, P., King, D., and Keats, B. 2017. Continual change and gradual warming: A summary of the North Slave Métis Alliance's recorded cultural knowledge on climate and environmental change. Report prepared for the Geological Survey of Canada's Geoscience Tools for Environmental Assessment of Metal Mining, compiled by Galloway, J.M. and Patterson, R. T. Project Number #1519-149. *Polar Knowledge: Aqhaliat 2018*, Polar Knowledge Canada, p. p. 99-116

Ogawa, M. 1995. Science education in a multiscale perspective. *Science Education* 79:583–593. doi: 10.1002/sce.3730790507.

Palmer, M., Galloway, J.M., Jamieson, H.E., Patterson, R.T., Falck, H., and Kokelj, S.V. 2015. The concentration of arsenic in lake waters of the Yellowknife area 15 years after the end of gold ore processing. Northwest Territories Geological Survey. Open File 2015–16, 29 pp. doi: 10.13140/RG.2.1.2582.5041.

Snively, G. and Corsiglia, J. 1998. Discovering Indigenous science: Implications for science education. *Science Education*. Retrieved October 2010. ERIC database.

Suter, G.W. and Cormier, S.M. 2011. Why and how to combine evidence in environmental assessments: Weighing evidence and building cases. *Science of the Total Environment* 409:1406–1417.

Sutherland, D. 2002. Exploring culture, language, and the perception of the nature of science. *International Journal of Science Education* 24:1–25. doi:10.1080/09500690110067011.

Usher, P.J. 2000. Traditional ecological knowledge in environmental assessment and management. *Arctic* 53:183–193.