

Introduction

Présentation de Kangiqsualujjuaq et du Lac Tasikallak

Kangiqsualujjuaq, Nunavik, est une communauté dynamique de 650 âmes située à 160 km au nord-est de Kuujjuaq. La chasse et la pêche constituent la base de la vie économique de ce village. L'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) est une source importante de nourriture pour les Kangiqsualujjuaqmiut. Son faible prix par rapport aux aliments disponibles en épicerie et son importante valeur nutritive en font un produit alimentaire de choix (Power, Barton et Bray, 1989). La pêche de subsistance en milieu nordique exerce aussi une fonction culturelle très importante, agissant comme élément de cohésion sociale et familiale.

Le lac Tasikallak (photographie 1), petit lac en Inuktitut, est situé à 42.5 km au nord-est de Kangiqsualujjuaq. Il couvre une superficie de 1.25 km², pour une longueur maximale de 2.28 km et une largeur de 0.73 km. Une rivière de 350 mètres le relie à la Baie d'Ungava. Ce lac est un endroit de pêche très apprécié par la population locale. Cette popularité se justifie autant par la beauté du site que pour l'abondance et la qualité des poissons qui s'y trouve.



Photographie 1; Lac Tasikallak

Le Programme d'aide aux Inuits pour leurs activités de chasse, de pêche et de trappage (Hunter Support) fut établi suite à la Convention de la Baie-James et du Nord Québécois. Ce programme vise à assurer un approvisionnement en produits de la chasse et de la pêche aux Inuits incapables de chasser ou de pêcher. À Kangiqsuallujjuaq, cet organisme ne se procure pas de poissons provenant de Tasikallak. Ceci vise à protéger le stock de poissons et assurer la pérennité de la ressource.

Au cours de la saison estivale, aucun poisson adulte ne se trouve à Tasikallak. Cependant en automne un très grand nombre de poissons migrent à partir de la Baie pour y passer l'hiver. La quantité de poissons est alors telle, que leurs mouvements provoquent un amincissement de la glace, ce qui amène la présence de zones ouvertes sur le lac

autrement entièrement glacé. La population aquatique se compose principalement d'omble chevalier, *Salvelinus alpinus*.

Tasikallak semble être un point final dans la migration des ombles en provenance de la Baie d'Ungava. Un système de chutes relie ce lac au lac situé plus en amont et la hauteur des rapides prévient le passage de poisson d'un lac à l'autre. Les autres lacs du système supportent une population d'omble chevalier résident (d'eau douce) et de touladis (*Salvelinus namaycush*).

Description de l'évènement

Le 5 juillet 2002, Kudlusi Emudluk, pêcheur de Kangiqsualuujuaq, se rendit à Tasikallak. Il remarqua un nombre important de poissons morts flottant à la surface de l'eau de même qu'échoués sur les berges. Avec un bâton, il toucha quelques-uns des rares poissons toujours vivants, ceux-ci répondirent par une nage faible et erratique. Certains des poissons, aperçus à la surface, semblaient chercher à prendre de l'air à partir de l'interface. Lors de sa visite, Monsieur Emudluk remarqua que l'eau présentait une apparence laiteuse qu'il qualifia d'inhabituelle.

Immédiatement après le retour au village de Kudlusi, Johnny Adams, président de l'Administration Régionale Kativik (ARK), fut contacté. Dans la nuit du 7 juillet, Monsieur Adams communiqua avec Monsieur Geoffrey Klein, biologiste des pêches au Centre de Recherche du Nunavik (CRNv). Suite à une initiative de l'ARK, un hélicoptère fut nolisé le matin suivant pour amener 2 chercheurs du CRNv soit Monsieur Geoffrey Klein et le Dr Michael Kwan, toxicologiste analytique, sur les lieux du sinistre. Ils furent rencontrés à Kangiqsualuujuaq par Messieurs Kudlusi Emudluk, Bobby Baron, maire de l'endroit, et madame Magie Emudluk. Ces 5 personnes se rendirent par la suite à Tasikallak.

À leur arrivée sur le site, une multitude de poissons morts fut observée (photographie 2). Il fut estimé que plus de 3000 ombles adultes flottaient sans vie à la surface et sur les berges. L'eau semblait claire, cependant Messieurs Emudluk et Baron insistèrent sur le fait qu'elle leur apparaissait plus trouble qu'à l'habitude. Les mortalités semblaient s'être résorbées, les poissons les plus frais présentaient un état de conservation indiquant qu'ils étaient morts depuis plus de 24 heures. Alors que certains poissons semblaient être morts depuis plus de 7 jours.

Les poissons étaient dispersés sur toute la périphérie du lac. La concentration la plus élevée de poissons fut observée près de l'influent principal à l'extrémité sud-est et vers la baie plus au nord (respectivement site 2 et site 1, voir annexe 1). Les poissons les plus frais furent aperçus à ce dernier endroit, un nuage de pollen flottant à la surface indiquait que les poissons y furent probablement amenés par les vents. Plusieurs des poissons étaient déjà partiellement dévorés par les goélands. Des poissons furent aussi observés au fond du lac, la densité de ces derniers fut estimée être un poisson par 200 m².



Photographie 2; Le lac tel qu'aperçu le matin du 7 juillet

Plusieurs alevins (omble chevalier) furent aperçus nageant entre les roches près des berges. Un omble juvénile d'environ 15 cm fut aussi vu nageant plus en profondeur. Tous ces poissons paraissaient être en bonne santé. Les mortalités d'ombles adultes étaient limitées au lac, en effet des poissons en santé furent aperçus entre la petite baie située plus au nord et l'effluent.

De nombreuses branches utilisées pour suspendre des filets de pêche sous la glace furent aperçues au niveau de l'effluent (site 3, annexe 1). Kudlusi Emudluk et Bobby Baron rapportèrent avoir vu quelques filets enroulés sur eux-mêmes sous la glace.

Travail effectué

Cette mortalité massive fut très rapidement rapportée au CRNV qui entrepris immédiatement de se rendre sur place pour investiguer la situation; de plus les résidents du village se montrèrent très coopératifs autant dans la diffusion d'information que pour leur aide technique lorsque l'équipe du centre était sur place.

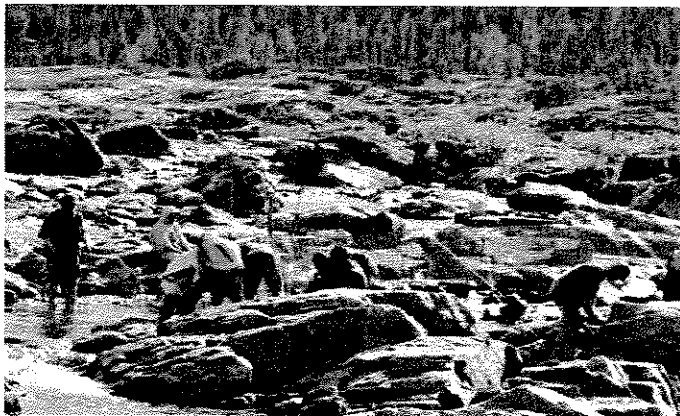
Suite à l'initiative de la corporation foncière de Kangiqsualuujuaq, les résidents de la municipalité entreprirent dès le 9 juillet de procéder au nettoyage du site. Plus de 3000 poissons adultes furent retirés des eaux et amenés sur les berges environnantes. La totalité des poissons furent mesurés (photographie 3) pour obtenir la biomasse. Cette mesure était essentielle pour estimer la quantité d'oxygène consommée par ces poissons (ces résultats sont présentés plus en détail à la page 9).



Photographie 3; pêcheurs mesurant les poissons

Par la suite, un suivi du lac fut effectué par les résidents du village. Un pêcheur de Kangiqsualuujuaq se rendit à Tasikallak le 26 juillet pour collecter des échantillons d'eau de même que des poissons. La mise en place d'un filet pendant une période de 12 heures permit de pêcher un omble adulte qui fut envoyé au CRNv.

En présence de mortalité massive, la possibilité d'une étiologie toxique ne peut être exclue. Il fut donc décidé par la corporation foncière de construire une clôture bloquant l'accès du lac aux poissons migrant à partir de la Baie. Treize résidents de la communauté s'appliquèrent à cette tâche (photographie 4). Le travail débuta le 6 août et fut complété 4 jours plus tard. Lorsque l'absence d'étiologie toxique fut reconnue au début du mois de septembre, la clôture fut démontée pour permettre le retour des poissons dans le lac.



Photographie 4; travailleurs fabricant la clôture bloquant l'accès au lac

Pour sa part, le Centre de Recherche effectua 2 visites sur les lieux. Une première visite eu lieu le 9 juillet pour constater l'ampleur des dégâts. Des échantillons d'eau et de poissons furent alors prélevés. Lors d'une seconde visite, en août, les chercheurs prirent des mesures d'oxygène dissout, effectuèrent le transfert de poissons de la Baie dans le lac

pour évaluer la présence d'un phénomène de toxicité aiguë et établir une carte bathymétrique.

Matériel et Résultats

Première investigation par le Centre de recherche (09/07/02)

Analyse de l'eau

Lors de leur première visite, le 9 juillet, les chercheurs du CRNv mesurèrent les paramètres de qualité de l'eau suivants : le pH, l'électroconductivité, la température et la quantité d'oxygène dissout. Les paramètres furent mesurés, sur le site, entre 11h30 et 1h30.

Un pHmètre Oakton fut utilisé pour les mesures de pH.¹ Des mesures effectuées à deux sites (identifiés par site 1 et site 2 sur la carte de l'annexe 1) montrèrent des valeurs de 5.45 et 5.32. Une eau présentant une telle acidité se situe à la limite inférieure pour la croissance et le maintien des salmonidés. Les normes directrices pour la majorité des salmonidés étant de 6.5 à 9. Il est cependant reconnu que les poissons adaptés aux eaux très froides tolèrent relativement bien des conditions acides. Un faible pH est représentatif d'un environnement de faible productivité (peu de végétation aquatique, phytoplancton et algues).

Un électroconductivitémètre de marque Hana HI8733 permet de mesurer des valeurs de 18.66 et 20.20 uS à 2 sites différents.² Ces faibles valeurs sont caractéristiques d'une eau lacustre pauvre en nutriments (oligotrophique).

La température de l'eau fut mesurée à l'aide d'un thermomètre standard. Des valeurs de 7.25 et 9°C furent obtenues. À cette température, l'eau, lorsque saturée à 100%, peut supporter respectivement 12 mg/l et 11.5 mg/l d'oxygène dissout. Des mesures de surface pour l'oxygène dissout (Hach 0X-2P) montrèrent un taux de 12 mg/l.

Un test Petroflag^{md}, *Dexil*, fut effectué sur des échantillons d'eau prélevés aux 3 sites identifiés sur la carte (annexe 1) pour déterminer la présence d'hydrocarbures à longue chaîne tel que le diesel et le kérosène. Ce test peut être utilisé comme un test de dépistage et ce même si le type précis d'hydrocarbure en cause n'est pas connu. Un total de 4 échantillons furent analysés (2 échantillons pour le site 1, 1 pour le site 2 et un pour le site 3) en duplicata. Tous les tests se sont révélés négatifs.

¹ Le pH est une échelle logarithmique exprimant l'acidité d'une solution. La valeur neutre est de 7. Une valeur inférieure indique une solution acide, alors qu'une valeur supérieure indique une solution alcaline. Pour toute diminution de 1.0 de la valeur de pH, l'acidité augmente par un facteur de 10.

² L'électroconductivité évalue la capacité d'un échantillon d'eau de transporter un courant électrique. Puisque cette capacité augmente avec l'augmentation de la concentration des bases et des sels dissous, cette mesure peut aussi être utilisée pour estimer la quantité de solides dissous dans l'eau.

Des échantillons d'eau furent prélevés et envoyés au Dr Alan Cembella de l'Institut des Biosciences Marines situé à Halifax, Nouvelle-Écosse. Un compte direct d'algues utilisant des sous échantillons de 100 µl de même qu'une technique de transfert suivant la filtration et la congélation de l'échantillon (50 ml), furent effectués. Ces 2 tests ne permirent pas de détecter la présence d'algues inhabituelles ou reconnues pour produire des composés toxiques. Les échantillons furent conservés sans préservatifs durant un délai de plus de 7 jours avant leur analyse à l'Institut. Selon le Dr Cembella, un tel délai peut être responsable d'une diminution du nombre d'algues dans les échantillons. Cependant, même dans ce cas, un nombre minimal d'algues résiduelles auraient du être observées si leur concentration initiale était suffisante pour causer des problèmes.

Analyse des poissons

Lors de sa visite à Tasikallak le 5 juillet, Monsieur Emudluk préleva et congela 2 poissons. Ceux-ci furent remis au personnel du CRNv lors de leur première visite. Les poissons furent analysés par le Dr David Groman du Collège Vétérinaire de l'Atlantique, Ile du Prince Edward, qui n'y observa aucune lésion attribuable à une étiologie infectieuse (Le rapport complet du Dr Groman est joint en annexe 2).

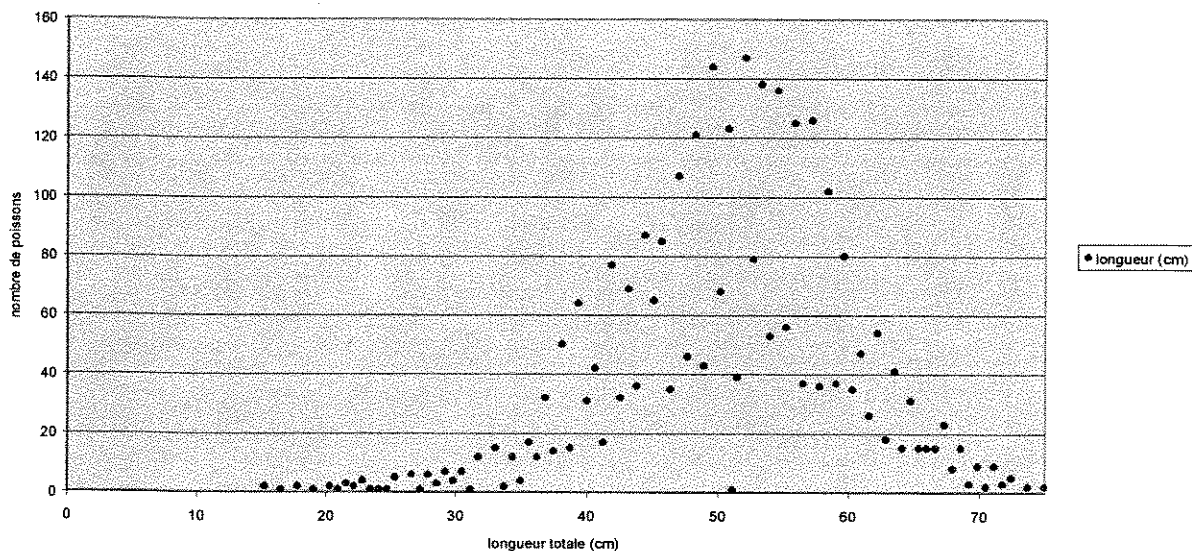
D'autres poissons, prélevés par Monsieur Klein, furent envoyés au Collège Vétérinaire de l'Atlantique: 4 congelés, un frais sur glace et 6 dans un liquide préservatif (formaldéhyde). Ces poissons présentaient une excellente condition de chair de même qu'une pigmentation adéquate. Aucune lésion attribuable à une maladie infectieuse ne fut observée chez ces animaux. Des cultures bactérienne et virale des reins furent faite pour les poissons conservés congelés, aucune croissance ne fut observée (résultat négatif).

Une analyse histologique de plusieurs sections de branchies chez 7 poissons permis d'observer une impaction par du matériel biologique et des débris minéraux. Certains de ces débris montraient une morphologie angulaire.

Investigation entreprise par la communauté

Suite à une initiative de la corporation foncière, des résidents de Kangiqsualluujuaq furent déployés à Tasikallak pour procéder au nettoyage du site. La totalité des poissons retirés du lac furent mesurés. Les résultats sont présentés dans le tableau de la page suivante.

Table 1: Taille des poissons trouvés morts à Tassikallak



Trois milles cent vingt cinq poissons furent retirés du lac. La longueur moyenne de ces derniers était de 50.9 cm. Les observations visuelles faites sur le site de même que l'examen approfondis des poissons envoyés au Collège Vétérinaire de l'Atlantique, nous permettent de présumer que la majorité des poissons présentaient un bon état de chair. Le poids moyen de 10 des poissons analysés par le personnel du CRNv était de 0.0399 kg/cm. En estimant que 15% des poissons présents dans le lac ne furent pas inclus dans le census. Nous obtenons une population totale de 3594 poissons pour un poids total de 7299 kg. En utilisant la formule décrite par Fivestad et Smith (1991) ces 7299kg de poissons requièrent un minimum de $8,80^{E9}$ mg d'oxygène pour toute la saison hivernale si la température de l'eau se maintient à 3°C.

Le matin du 26 juillet, un pêcheur de la communauté collecta des échantillons d'eau à 5 endroits différents sur le site. Un filet fut installé à proximité d'une petite île située au milieu du lac (annexe 4), ce qui permis la capture, d'un omble chevalier adulte qui fut conservé sur glace avant d'être envoyé au Centre de Recherche. Le poisson femelle de 49 cm pour un poids de 1.3 kg, ne présentait aucune anomalie à l'examen macroscopique. Les échantillons d'eau furent conservés au Centre de Recherche avant envoi à l'Institut des Biosciences Marines. Un examen approfondis de ces derniers ne permit pas de détecter la présence d'algues toxiques ou inhabituelles.

Un poisson fut trouvé mort et trois autres très faibles le matin du 6 août. Ces poissons furent aussi envoyés au CRNv. Un de ces poissons présentait une congestion marquée de l'épicarde qui pourrait expliquer son état de faiblesse. Des échantillons furent prélevés sur 2 de ces poissons et furent analysés au Collège Vétérinaire de l'Atlantique. Des analyses histopathologiques confirmèrent la présence de la lésion cardiaque de même que l'absence de d'autres lésions

Seconde investigation par le Centre de Recherche (07/08/02-10/08/02)

Du 7 au 10 août, le CRNv mena une seconde investigation à Tasikallak. Des mesures d'oxygène dissout furent prises à différents endroits du lac. Ces mesures furent prélevées à des profondeurs variant de 42 à 72 pieds montrèrent des taux d'oxygène près du niveau de saturation, et ce de façon constante.

Le personnel du CRNv décida aussi de transférer des poissons adultes provenant de la Baie dans le lac pour analyser l'effet de l'eau de Tasikallak sur ces animaux (des poissons de la baie furent choisis en raison de la quasi absence de poisson dans le lac à cette période de l'année). Sept poissons adultes provenant des filets de Monsieur Matthew Etok furent transportés dans le lac et placés dans une cage fabriquée sur place. Deux poissons furent échantillonnés au tout début de l'expérience en tant que control négatif alors que les autres furent prélevés à intervalles variables. Les 5 poissons moururent au cours des 24 heures suivant leur transfert dans le lac (voir rapport de pathologie en annexe 3). Aucune lésion consistante avec une toxicité aiguë ne fut cependant observée à l'analyse histologique des échantillons. La possibilité d'un choc osmotique, la différence de température et le stress relié au transport peuvent à eux-seuls expliquer ces mortalités.

Des trappes à vairons furent installées à l'extrémité sud du lac. Ces dernières permirent la capture de 50 épinoches adultes, 2 truites mouchetés et un omble chevalier juvénile. Vingt épinoches furent échantillonnées et envoyées à l'île du Prince Edwards. Aucune lésion histopathologique associée à une exposition chronique à des produits toxiques ne fut détectée chez ces poissons.

Un manque d'oxygène étant un des diagnostics possibles, il fut entrepris de déterminer la quantité d'eau présente dans le lac de même que le taux de renouvellement de cette dernière. Une carte bathymétrique du lac fut dressée (annexe 5). Le volume du lac fut estimé être de 18 810 000 m³. En présence d'une température moyenne de 3C, l'eau contient, lorsque saturée à 100%, 13.4mg/l d'oxygène dissout (Stirling, 1999). Suite au recouvrement du lac par les glaces plus aucun apport d'oxygène n'a lieu. Il en résulte qu'au début de la saison hivernale 2.52^{E11} mg d'oxygène sont présent dans le lac (soit 13.4 mg/l). Un taux d'oxygène de moins de 6 mg/l (soit 1.12^{E11} mg pour la totalité du lac) est très stressant pour les ombles chevalier pouvant résulter en un taux de mortalité important.

Discussion

Les mortalités massives de poissons peuvent se produire autant chez les poissons d'élevage que dans des conditions naturelles. Les causes de tels événements sont multiples mais peuvent se résumer en 3 grandes catégories soit: les maladies infectieuses, la présence de substances toxiques (soit naturelles ou d'origine humaine) dans l'environnement ou encore une eau de mauvaise qualité.

Les mortalités massives se produisant très rapidement sont cependant rarement reliées à une cause d'origine infectieuse. Une épidémie virale ou bactérienne mettant en cause des organismes très virulents s'étendra sur une période d'environ une semaine. Nonobstant quelques poissons présentant des lésions d'étiologie infectieuse probable (1 myocardite et plusieurs cas de parasitisme), aucun des poissons prélevés ne présentait de lésions pouvant indiquer une maladie infectieuse fulgurante.

Un déversement de produits toxiques d'origine humaine semble peu probable considérant l'éloignement de Tasikallak de toute activité industrielle et minière. Les tests effectués à l'aide de Pétroflag^{md} nous permettent d'exclure une contamination massive par des combustibles fossiles.

Il arrive à l'occasion que certaines algues causent des mortalités. Des changements brusques et rapides dans la qualité de l'eau peuvent amener certaines espèces d'algues à se reproduire de façon incontrôlée. Les mortalités sont alors causées par une diminution importante d'oxygène dissout ou encore par la production de composés toxiques par les algues. Ce phénomène de vague d'algues toxiques est cependant excessivement rare en eau douce, occurring beaucoup plus fréquemment en eau salée. Les analyses effectuées ne permirent pas de détecter d'algues inhabituelles ou reconnues pour produire des composés toxiques. Les échantillons d'eau furent prélevés à la surface de l'eau il est donc possible, mais peu probable que des algues situées dans les couches d'eau plus profondes aient été manquées.

Plus couramment, les mortalités hivernales surviennent dans des lacs où la surface entièrement glacée ne permet pas d'échange gazeux entre l'eau et l'air environnant. Les poissons et la végétation aquatique consomment de l'oxygène durant tout l'hiver. En présence d'un volume limité d'eau et d'une population aquatique très abondante, des conditions hypoxiques peuvent se développer; le résultat possible étant une mortalité massive de poissons. Ces mortalités deviennent particulièrement apparentes à la fonte des glaces.

Les résultats obtenus semblent indiquer une quantité adéquate d'oxygène dans le lac pour supporter la population d'ombles présente tels que rapportée par nos estimations. Il est cependant possible que la quantité de poissons présents dans le lac ait été grandement sous-estimée.

Le lac Tasikallak étant un lieu de pêche très apprécié, un nombre important de poissons furent pêchés au cours de l'hiver. Des poissons morts se sont retrouvés dans le fond du lac et par le fait même étaient non disponibles pour les personnes chargées de faire le nettoyage. Si la densité, estimé visuellement, de 1 poisson par 200 m² s'avérait exacte, c'est plus de 5000 poissons qui auraient été ainsi exclus de nos calculs. Il est aussi possible que la formule utilisée pour la consommation d'oxygène, établie à l'aide d'études effectuées chez les saumons de l'Atlantique, ait sous-estimé les besoins réels d'oxygène par les ombles chevaliers. La présence de d'autres espèces de poisson (tel les épinoches et autres vairons) de même que des plantes aquatiques ne fut pas non plus prise en considération.

Conclusion

Les observations faites sur le site de même que l'examen approfondi des poissons envoyés au Collège Vétérinaire de l'Atlantique, nous permettent de présumer que la majorité des poissons présentaient un bon état de chair. Le poids moyen de 10 des poissons prélevés par le personnel du centre de recherche était de 0.0399 kg/cm. Chez l'omble chevalier anadrome, le muscle ou filet représente 60% du poids total (Jobling, Tveiten et Hatlen, 1998). Il en résulte donc qu'au moins 6340.9 kg de poissons furent perdus soit 3804.5 kg de viande comestible (en utilisant le chiffre très conservateur de 3115 poissons).

La décomposition d'une telle quantité de matière organique aurait grandement pollué le lac. L'action entreprise par la communauté de nettoyer les berges fut par conséquent la meilleure qui aurait pu être prise à ce moment. Bien que la cause exacte de cette mortalité massive ne soit pas connue, il nous est possible d'affirmer que les actions entreprises par la communauté de Kangiqsuallujuaq furent adéquates.

Je tiens à remercier la population de Kangiqsuallujuaq pour son support et son aide lors de notre visite à Tasikallak. Ce rapport n'aurait pu être écrit sans l'aide de Messieurs Geoffrey Klein, Adam Lewis et Michael Kwan qui ont participé de façon importante à son élaboration.

Références

Fivelstad S. et Smith M.J. (1991) The oxygen consumption rate of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) reared in a single pass landbased seawater system. *Aquaculture engineering*, 10 : 227-235

Power G., Barton D., et Bray. (1989) La gestion de l'omble chevalier. Kuujjuaq: Centre de Recherche du Nunavik, Société Makivik

Stirling H. (1999) Chemical and biological methods of water analysis for aquaculturists. Stirling: Pisces Press Ltd

Annexes

Annexe 1: Carte du Lac Tasikallak

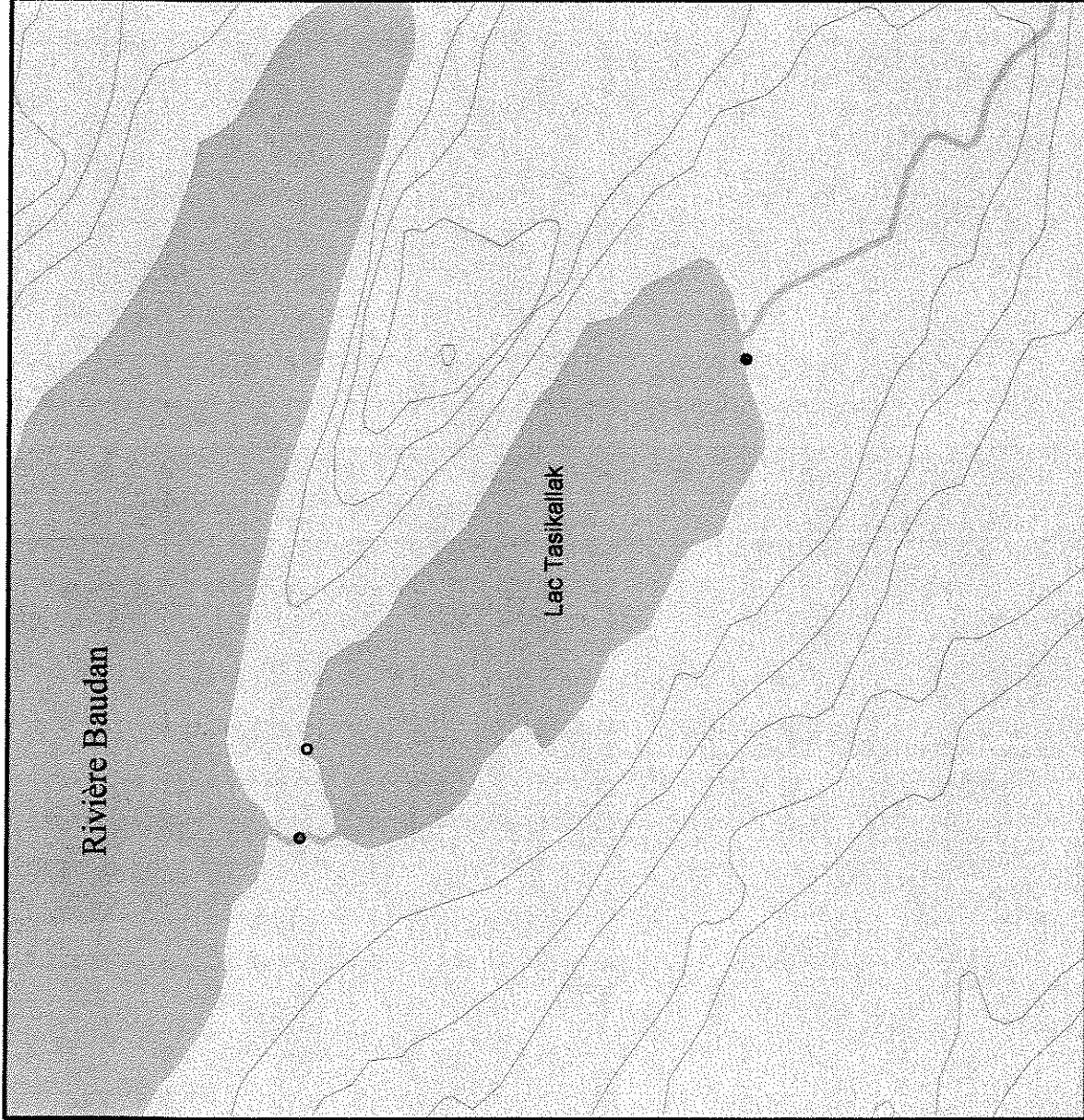
Annexe 2 : Rapport de pathologie du Dr David Groman

Annexe 3 : Rapport de pathologie du Dr Les Gabor

Annexe 4 : Échantillons d'eau prélevés par Monsieur Daniel Annanack le 26 juillet.

Annexe 5 : Carte bathymétrique du lac

Annexe 1: Carte du Lac Tasikallak



Sites d'échantillonnages

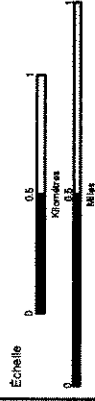
Lac Tasikallak

Légende

- Site 1
- Site 2
- Site 3

— Lignes de contour
 — Influent / effluent

Les données ne sont pas projetées
 Données présentées de façon géographique (latitude et longitude)
 Données de profondeur recueillies par GPS (WGS 84)
 Données rectifiées du 7 au 10 août 2002



L'échelle est approximative
 L'échelle et la configuration de toute l'information présentée
 sont approximatives et ne sont pas destinées à être utilisées
 pour guider des excursions sur le terrain



Créé par les Services Cartographiques
 Toute reproduction est interdite
 Des reproductions de cette carte
 peuvent être obtenues des
 Services Cartographiques



Annexe 2 : Rapport de pathologie du Dr David Groman

ATLANTIC VETERINARY COLLEGE
550 University Avenue, Charlottetown
Prince Edward Island, Canada C1A 4P3

DIAGNOSTIC SERVICES

(902) 566-0863 (Laboratories)
(902) 566-0864 (Post Mortem)
Fax # (902) 566-0871

Bureau 902 566 0830

Groman@upe.i.ca

Makivik, NRC
Box 179, Kuujuaq
Q.C J0M 1C0

Lab No: U-16505
Clinic No: FH00287
Date: July 12/02
Phone:

Clinician/Clinic: submitted by Geoff Klein

Species: Arctic Char Breed: Age: Sex:

At Risk: Sick: Dead:

Submitted by: G. Klein Specimen: Whole fish

History: Type of Facility - wild. All measures are for surface water: pH - 5.32 - 5.45; EC - 18.66 - 20.20 uS; Temp - 7.25 - 9. The lake measures 2 x 0.5 km, depth unknown. Not known when the ice went off the lake, but near Kuujuaq the ice only went off the lakes a week beforehand. We arrived Monday. Saturday and Sunday were very warm (in the 20s) and sunny days. Before that, the days were overcast and around 10. Kudlusi saw the fish on Friday. There were dead fish around the lake and some swimming on the surface. When he prodded them with a stick they swam off lazily. When we were there on Monday, there were no dying fish. Most looked like they had been dead for between a day and a week, but a couple of fishermen who were there on June 10 said they saw a dead fish through their hole laying on the bottom and its skin was sloughing off.

What you'll receive is a cooler with a couple fish in a tan-coloured garbage bag. These fish were collected by Kudlusi when he saw the lake on Friday. He froze them. There are another four or five fish in clear bags in non-buffered 10% formalin that I collected, the remaining fish I also collected in clear bags but froze. There is one small fish that wasn't frozen because it was the freshest I found.

Gross Findings:

Group-1	Fish #1 (fresh)	FL=37.5cm	F
	Fish #2 (fresh/frozen)	FL=49 cm	M
	Fish #3 (fresh/frozen)	FL=55 cm	F


This group represented fish which were either frozen or held on ice.

External - Fish showed excellent body condition and pigmentation. The large one (F3) had evidence of a gill net scar caudal to the dorsal fins. Fish-3 also showed bilateral red hemoglobin discoloration of the cartilage surrounding the eye.

Internal - All 3 fish had empty digestive tracts. Fish-3 was a maturing female. I could find NVL consistent with an infectious etiology.

Group II	Opposite shore of		
	Fish-4	FL 44.5 cm	F
	Fish-5	FL 54 cm	F

External & Internal - NVL, good body condition. Maturing female fish. Sample frozen for toxicology.



David Groman, MSc. Ph.D

Diagnostic Fish
Pathologist

Please Consult Your Veterinarian for Interpretation of Results



Group III - Collected by Kudlusi.

Fish-6	FL=58 cm	F
Fish-7	FL=59 cm	M

External & Internal - NVL, good to excellent body condition. One male and one female fish frozen for toxicology.

Tentative Diagnosis: Sudden Death due to Anoxia and/or Toxin Exposure

Further Tests:

Bacteriology, Virology, Histology


Comments: I could find no clear evidence of an infectious process in any of the fish. A few fish show external gill net markings which had healed. I still have to examine the fixed specimens and await results from the other testing before I can

Bacteriology: (refer to attached report) The kidney of 3 fish was culture using Blood Agar at both 15 and 22 C. No growth was recorded after 5 days incubation.

Virology: (refer to attached report) PENDING.

Histology: (Tissues from 1 fresh, 2 frozen and 6 fixed fish coded **George River Fish Kill** were evaluated)

<u>Slide</u>	<u>Fish</u>	<u>Tissue - Comment</u>
A1	Fresh	<u>Gill</u> - Moderate diffuse autolysis. The respiratory surface is heavily impacted by clusters of debris containing angular retractile particles, plant/algal organisms and diatoms. Both intra-lamellar and extra-lamellar there is a large amount of golden-brown material morphologically and tinctorially consistent with haematein as would be formed in acidic condition during formalin fixation.



 David Groman, MSc. Ph.D

Diagnostic Fish Pathologist

Please Consult Your Veterinarian for Interpretation of Results

ATLANTIC VETERINARY COLLEGE
550 University Avenue, Charlottetown
Prince Edward Island, Canada C1A 4P3

DIAGNOSTIC SERVICES

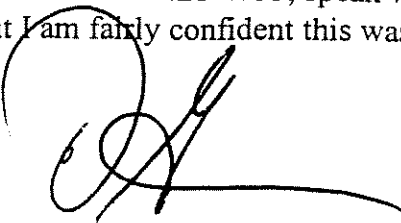
(902) 566-0863 (Laboratories)
(902) 566-0864 (Post Mortem)
Fax # (902) 566-0871

- Oesophagus - Mucosal surface shows moderate frequency occurrence of a highly eosinophilic body, similar in staining to the sarsiform cells of charr.
- Liver, Ovary - Moderate vascular congestion, otherwise no significant morphologic findings (NSF).
- A2 Fresh Heart, Spleen, Kidney - Mild autolysis, moderate congestion, otherwise NSF.
- A3 Fresh Brain, Intestine, Stomach, Pyloric caeca, Pancreas - Mild autolysis, lumen of intestine atrophied and empty of food.
- B1-3 Frozen All Tissues - Severe autolysis and freezing damage, non-diagnostic specimens.
- C1-4 Frozen All Tissues - Severe autolysis and freezing damage, non-diagnostic specimens.
- D1-3 Fixed Gill (6 sections) - Moderate to marked autolysis, but changes as noted for Fish-01 gill are present. On polarizing light there is a tremendous deposition over the surface of the gill and within necrotic tissue of retractile debris, some angular in morphology.

Morphologic Diagnosis:

Necrotizing branchitis, with association of algal fauna and mineralized debris.

Comment - The tissues from fresh, frozen and fixed specimens were all either marginally or severely impacted by autolysis and / or freezing damage, making histologic interpretation of the tissues difficult. The one fresh moribund sample (FISH-01) which arrived on ice did, however, reveal that the gill had been impacted by biological material and mineralized debris. This finding is consistent with a possible algal and/or diatom bloom in the lake which may have affected the fish directly through toxins or mechanical damage or indirectly by causing anoxic conditions or interfering with translamellar exchange of oxygen. It is my understanding that you have some water sample saved in the refrigerator. I would suggest you contact the NRC Institute of Biosciences in Halifax to have the water check for algae. The direct line is 1-902-426-4735, speak with Alan. Bacteriology from 3 fish was negative and we await virology results but I am fairly confident this was not an infectious disease event.



David Groman, MSc. Ph.D
Diagnostic Fish
Pathologist

Please Consult Your Veterinarian for Interpretation of Results





550 University Avenue, Charlottetown
Prince Edward Island C1A 4P3

Diagnostic Services

(902) 566-0863 (Laboratories)
(902) 566-0864 (Post Mortem)
(902) 566-0723 (FAX)

DIAGNOSTIC BACTERIOLOGY REPORT
Routine Aerobic

UNIVERSITY of
PRINCE EDWARD ISLAND

AVC Lab No.: 1650E
Year: 2002

Hospital No.: FH00287 Ref. No./ID: GEORGE RIVER-KILL

Received: 12-JUL-02 Birth Date: Sex: UN Species: Aquatic
Owner: MAKIVIK, G. KLEIN

Request by Dr. GEOFF KLEIN ADS-OUTSIDE ATLANTIC CANADA (Clinic # 500)
, DAC

Samples Received	Tests Requested	Completed	Reported
SWABS(DG) x 3	AEROBIC BACT.	18-JUL-02	18-JUL-02

isolates (* prefixes isolate with sensitivity results)

Specimen	Organism
KIDNEY SWAB #1-3	NO MICROBIAL GROWTH

Annexe 3 : Rapport de pathologie du Dr Les Gabor

ATLANTIC VETERINARY COLLEGE
550 University Avenue, Charlottetown
Prince Edward Island, Canada C1A 4P3

DIAGNOSTIC SERVICES
(902) 566-0863 (Laboratories)
(902) 566-0864 (Post Mortem)
Fax # (902) 566-0871

Makivik Corporation Nunavik Research Centre P.O. Box 179, Kuujjuag, QC J0M 1C0	Lab No: U-19582 Clinic No: Date: Aug. 15/02 Phone:
Clinician/Clinic:	
Species: Arctic Char Breed: Age: Sex: At Risk: Sick: Dead: Submitted by: Above Specimen: Tissue	

History:

Arctic Char, fish kill from Nunavik

Gross findings:

see attached listing from submitter.

Histological findings:

Fish 1A (GR02AC-1)

Occasional vascular thrombi noted in gill tips, small focus of crypt epithelium hyperplasia with 2 adjacent filaments blunted and in process of fusing, ciliated protozoan noted between secondary filaments, no cellular reaction associated.

Liver unremarkable, apical vacuole in most hepatocytes, no significant findings.

Metazoan within intestinal lumen, pancreas ok, spleen, kidney, hematopoietic tissue ok. Ovaries no significant findings. Attenuation of cutaneous epithelium.

Fish 2 (GR02AC-2)


one focal region of gill basal epithelium hyperplasia, otherwise no significant findings. Liver as above, The reticular pattern of the spleen is accentuated due to mature fibrous tissue, generalised oedema. Renal hematopoietic tissue displays profound melanocyte presence, small focal region of intestinal mucosa present with luminal nematode parasite present. Marked focal mononuclear cell accumulation in the cardiac sinusoids, with reticuloendothelial proliferation, hypercellularity of the pericardium due to mononuclear cell accumulation.

Lamina propria of the pyloric caecae are hypercellular with diffuse lymphocytic infiltration. The intestinal serosa is thickened due to increased dense connective tissue heavily infiltrated with mononuclear inflammatory cells.

This inflammatory connective tissue is confluent with the pancreas, at times appearing to be infiltrating the peripheral lobules. A trematode organism is surrounded by this connective tissue.

Fish 3 (GR02AC-3)

testicular tissue present, active. Two focal secondary gill filament is dilated and thrombosed. Nematodes within the intestinal lumen, similar changes to pyloric caecae and adjacent pancreas. Significant heterophil accumulation in the cardiac sinuses, moderate melanomacrophages in head kidney. Marked lymphoid depletion in spleen, prominent reticular pattern and reticuloendothelial hyperplasia. Focal attenuation of cutaneous epithelium.


Les Gabor, B.V.Sc. Ph.D

Pathologist

Please Consult Your Veterinarian for Interpretation of Results



Fish 4 (GRO2AC-4)

gill ok, splenic reticular sheath hyperplasia, some degree of mature cell depletion. Increased hemosiderin/melanocytes present. Diffuse hepatic vacuolation (likely physiologic). Head kidney hematopoietic tissue no significant findings.

Mild hypercellularity of cardiac sinus monocytes, pancreas ok, parasites within intestinal lumen.

Fish 7 (GR02AC-7)

gills autolytic, hypercellularity of connective tissue between pyloric caecae and pancreas, congested intertubular tissue, active hematopoietic tissue with abundant melanomacrophages. Cardiac mononuclear lining cells swollen hypercellular. Pericardium hypercellular. Spleen depleted, accentuated reticular pattern with oedema, congestion and very cellular thickened peritoneal covering. Ovaries ok. Liver, skin no significant findings.

Fish 8 (GR02AC-8)

moderate gill autolysis, attenuated cutaneous epithelium, no significant findings.

selected special stains failed to reveal any bacterial elements within affected tissue.

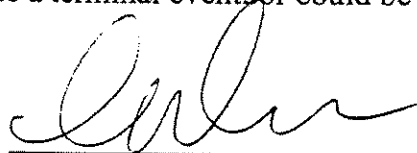
Diagnosis:

changes not consistent with acute toxicity or algal bloom.

Comments:

There are consistent findings throughout the fish examined. There is a general loss of body condition, suggested by the decreased pancreatic fat, loss of fatty hepatic vacuolation etc. One would suggest that the presence of tapeworm elements within the abdominal cavity is not unusual for wild animals and this may also reflect the state of the life cycle.

The most striking changes histologically are the splenic reactivity (chronic), and the marked hematopoietic hyperplasia in the renal tissue. Together these are consistent with an previous infectious insult. The consistent, heavy growth of *Pseudomonas fluorescens* could indicate a terminal event, or could be the cause of death in animals otherwise compromised.



Les Gabor, B.V.Sc. Ph.D

Pathologist

Please Consult Your Veterinarian for Interpretation of Results



University of Prince Edward Island
550 University Avenue, Charlottetown
Prince Edward Island C1A 4P3

Diagnostic Services
(902) 566-0863 (Laboratories)
(902) 566-0864 (Post Mortem)
(902) 566-0723 (FAX)

DIAGNOSTIC BACTERIOLOGY REPORT
Routine Aerobic

AVC Lab No.: 1958E
Year: 2002

Hospital No.: FH00297 Ref. No./ID: TASSIKALAK FISH KILL

Received: 15-AUG-02 Birth Date: Sex: UN Species: Aquatic
Owner: MAKIVIK, S. KLEIN

Request by Dr. I. COTE ; Phone
ADS-OUTSIDE ATLANTIC CANADA (Clinic # 500)

BAC

Sample Received	Tests Requested	Completed	Reported
SWAB(LS) # 1	AEROBIC BACT.	23-AUG-02	23-AUG-02

isolates (* predefined isolates with sensitivity results)

Specimen	Organism
KIDNEY SWAB #1 (GRD 2AC-1)	NO MICROBIAL GROWTH
KIDNEY SWAB #2 (GRD 2AC-2)	HEAVY GROWTH PSEUDOMONAS FLUORESCENS
KIDNEY SWAB #3 (GRD 2AC-3)	HEAVY GROWTH PSEUDOMONAS FLUORESCENS
KIDNEY SWAB #3 (GRD 2AC-3)	LIGHT GROWTH PSEUDOMONAS, NOS
KIDNEY SWAB #4 (GRD 2AC-4)	LIGHT GROWTH PSEUDOMONAS, NOS
KIDNEY SWAB #4 (GRD 2AC-4)	HEAVY GROWTH PSEUDOMONAS FLUORESCENS
KIDNEY SWAB #5 (GRD 2AC-5)	LIGHT GROWTH FLAVOBACTERIUM, NOS
KIDNEY SWAB #6 (GRD 2AC-6)	NO MICROBIAL GROWTH
KIDNEY SWAB #7 (GRD 2AC-7)	HEAVY GROWTH PSEUDOMONAS FLUORESCENS



550 University Avenue, Charlottetown
Prince Edward Island C1A 4P3

Diagnostic Services
(902) 566-0863 (Laboratories)
(902) 566-0864 (Post Mortem)
(902) 566-0723 (FAX)

DIAGNOSTIC BACTERIOLOGY REPORT
Routine Aerobic

UNIVERSITY of
PRINCE EDWARD ISLAND

AVC Lab No.: 19584
Year: 2002

Hospital No.: FH00287 Ref. No./ID: TASSIKALAK FISH KILL

Received: 15-AUG-02 Birth Date: Sex: UN Species: Aquatic
Owner: MAKIVIK, G. KLEIN

Isolates (* prefixes isolate with sensitivity results)

Specimen	Organism
----------	----------

KIDNEY SWAB #8 GROWTH CONTAMINATION
(GRO 2AC-8) NOTE: 5-6 DIFFERENT ORGANISMS

Annexe 4 : Échantillons d'eau prélevés par Monsieur Daniel
Annanack le 26 juillet.

Short Lake Sample

July 26-0

South Side

Upper River Side
No# 1

tried fishing with
fishing rod no luck.
per River lower River
each side of the
lake, the fish we caught.
I'd see us walking
around the pool we made
The fish pool

East side → No# 4

Center of the lake

→ No# 3

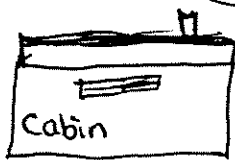
No# 2 ← West Side



Island
catch one fish
with a nets
this Area



Island



Cabin

lower River
North
Side
No# 5

Annexe 5 : Carte bathymétrique du lac

Bathymétrie

du Lac Tasikallak

Légende

Lignes de contour

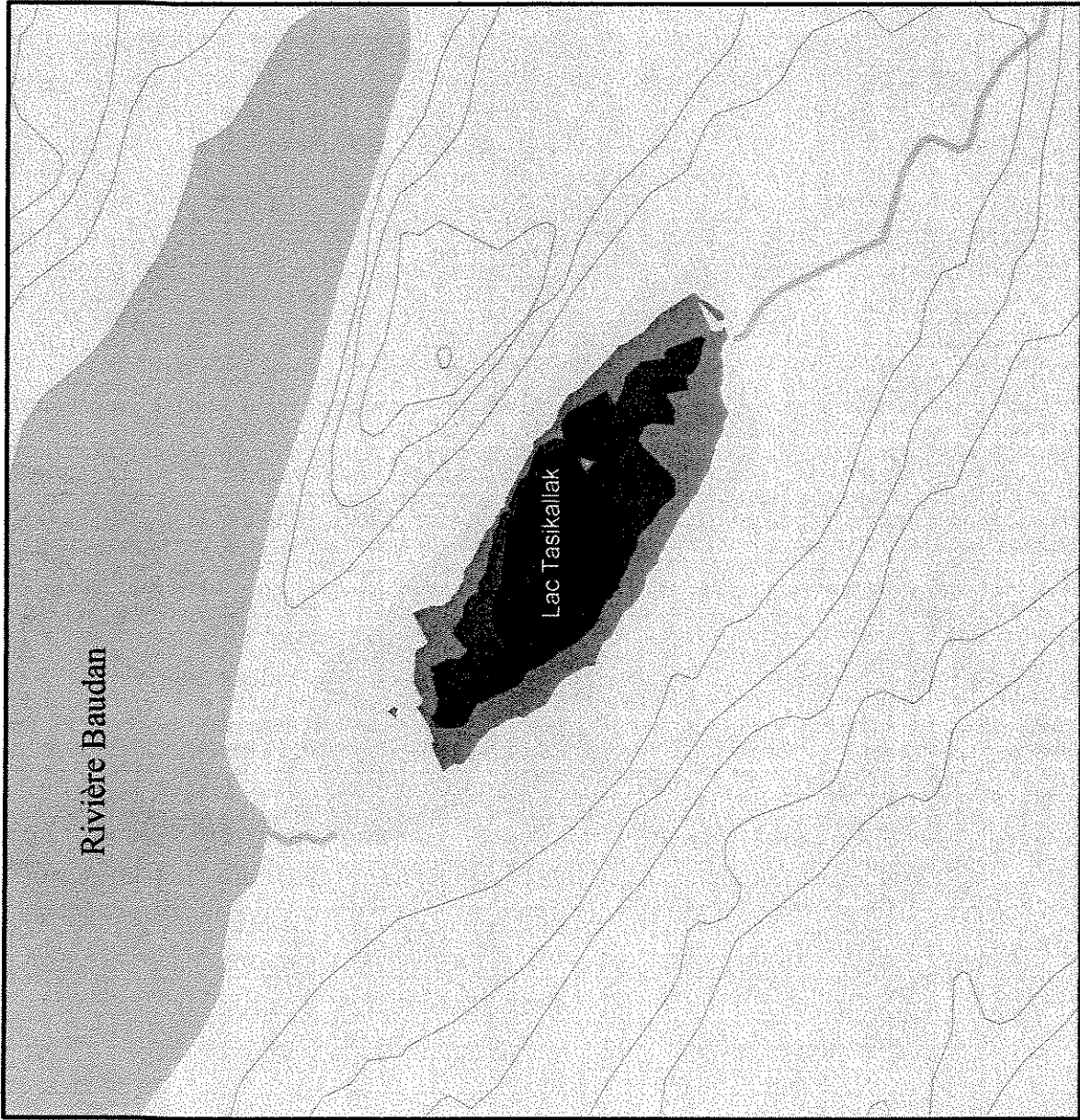
Influent / effluent

0 à 6 m

7 à 13 m

14 à 20 m

21 à 28 m



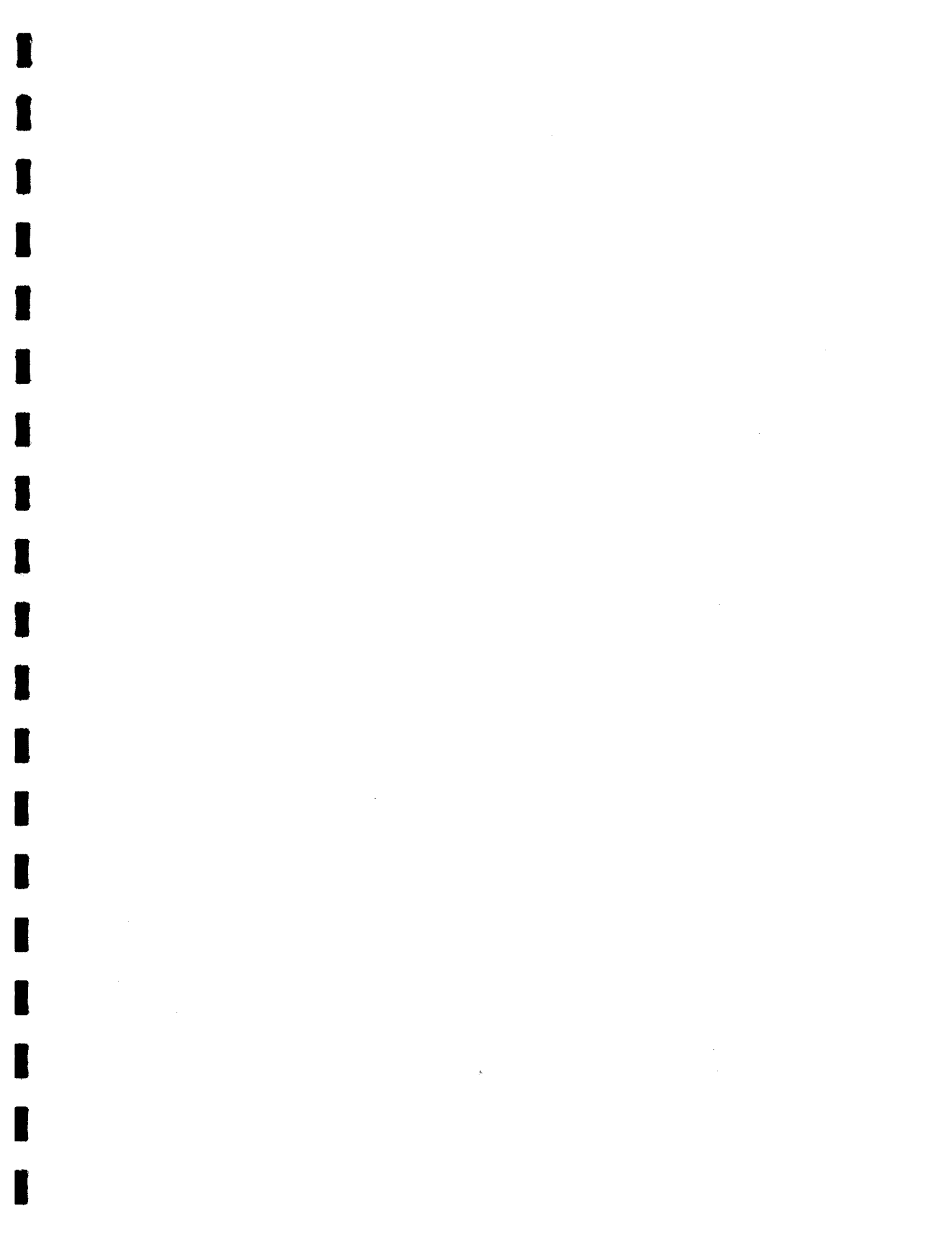
Les données ne sont pas projetées
 Données présentées de façon géographique (latitude et longitude)
 Données de profondeur recueillies par GPS (WGS 84)
 Données recueillies du 7 au 10 août 2002



L'échelle est approximative
 L'échelle et la configuration de toute l'information présentée sont approximatives et ne sont pas destinées à être utilisées pour guider des excursions sur le terrain

LPA d'INAT
 Société
 Inuvialuk
 Corporation

Créé par les Services Cartographiques
 Toute reproduction est interdite
 Des reproductions de cette carte
 peuvent être obtenues des
 Services Cartographiques



Massive Fish-Kill at Lake Tasikallak, Nunavik
Final Report



By
Isabelle Côté
Wildlife Veterinarian

Kuujuaq
October 8, 2002

Introduction

Kangiqsualujjuaq and Lake Tasikallak

Kangiqsualujjuaq, Nunavik, is a dynamic community of 650° inhabitants located 160° km north-east of Kuujjuaq. Hunting and fishing form the economic base of this community. Arctic Char (*Salvelinus alpinus*) is an important source of food for the Kangiqsualujjuaqmiut. Its low cost by comparison to food sold at the grocery store, and its high nutritive value make it a preferred dietary choice (Power, Barton et Bray, 1989). Subsistence fishing in the North plays a very important cultural role in strengthening social and family cohesion.

Tasikallak means small lake in Inuktitut. Lake Tasikallak (Photo°1) is located 42.5° km north-east of Kangiqsualujjuaq, and covers a surface area of 1.25° km². Its maximum length is 2.28° km and its width is 0.73° km. A 350-metre river links it to Ungava Bay. The lake is much appreciated by the local population as a fishing ground. Its popularity is justified both by the beauty of the site and the abundance and quality of fish found in the lake.

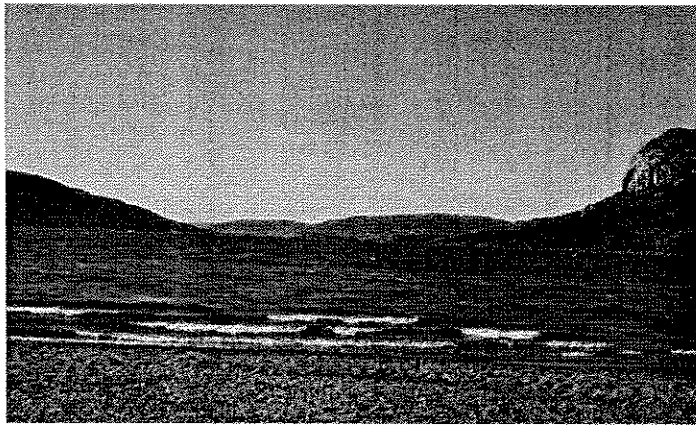


Photo 1: Lake Tasikallak

The Inuit Hunter Support Program was established following the coming into force of the *James Bay and Northern Quebec Agreement* to ensure Inuit hunters and fishermen have access to wildlife resources. However, the hunters and fishermen of Kangiqsualujjuaq do not use Lake Tasikallak for the purpose of the Support Program in order to protect its fish population and ensure the sustainability of the resource.

In summer, there are no adult fish in Lake Tasikallak, but in fall, a very large number of fish migrate from Ungava Bay to overwinter in the lake. At that time, the number of fish is so high that their movement causes the ice to thin, which creates ice-free areas in an otherwise entirely iced over lake. The fish population is mainly comprised of Arctic Char, *Salvelinus alpinus*.

Lake Tasikallak appears to be a final destination for the Arctic Char migrating from Ungava Bay. A series of waterfalls links this lake to another one upstream, but the chute height prevents the movement of fish from one lake to the other. The other lakes in the system have a population of Land-locked Char and Lake Trout (*Salvelinus namaycush*).

The event

On July 5th, 2002, Kudlusi Emudluk, a fisherman from Kangiqsualujjuaq, went to Lake Tasikallak where he noticed a large number of dead fish floating on the surface or strewn along the banks. With a stick, he touched some of the few fish that were still alive, which responded with weak and erratic movements. Some fish seen on the surface appeared to be trying to gulp air. While he was there, Emudluk noticed that the water had a milky appearance which he qualified as unusual.

As soon as Kudlusi Emudluk returned to the village, Johnny Adams, President of the Kativik Regional Government (KRG) was contacted. During the night of July 7, Johnny Adams contacted Geoffrey Klein, Fisheries Biologist at the Nunavik research Center (NRC). On the initiative of KRG, a helicopter was chartered the following morning to bring two NRC researchers, Geoffrey Klein and Dr. Michael Kwan, an analytical toxicologist, to the site of the incident. They were met at Kangiqsualujjuaq by Kudlusi Emudluk, Mayor Bobby Baron, and Maggie Emudluk, and all five proceeded to Lake Tasikallak.

On arrival, they observed a high number of dead fish (Photo 2). An estimated 3,000 Arctic Char were floating on the surface or lying on the banks. The water seemed calm, but Emudluk and Baron insisted that it appeared more turbid than usual. The die-off seemed to be subsiding. The condition of some fish indicated that they had been dead for over 24 hours while others seemed to have perished more than seven days before.

Fish were dispersed all around the lake. The highest concentration was observed near the main inlet at the south-eastern end, and towards Ungava Bay to the north (site 2 and 1 respectively, see Appendix 1). The least decomposed fish were seen close to the Bay, where a cloud of pollen on the water surface indicated that fish had been blown there by the winds. Several fish had been partially eaten by gulls. Fish were also observed on the bottom of the lake, at an estimated density of one per 200 m².

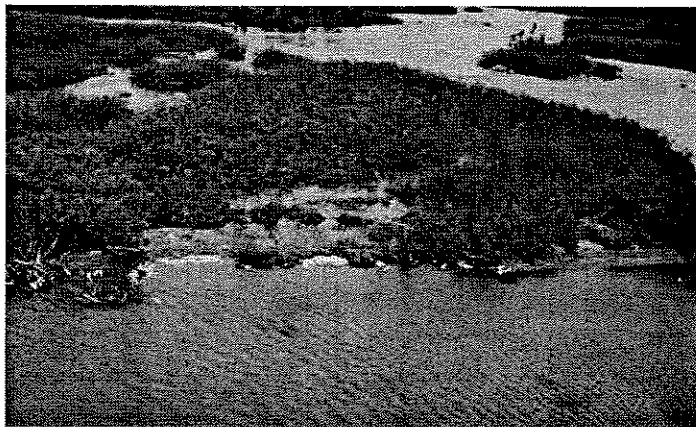


Photo 2: The lake as it appeared on the morning of July 7, 2002

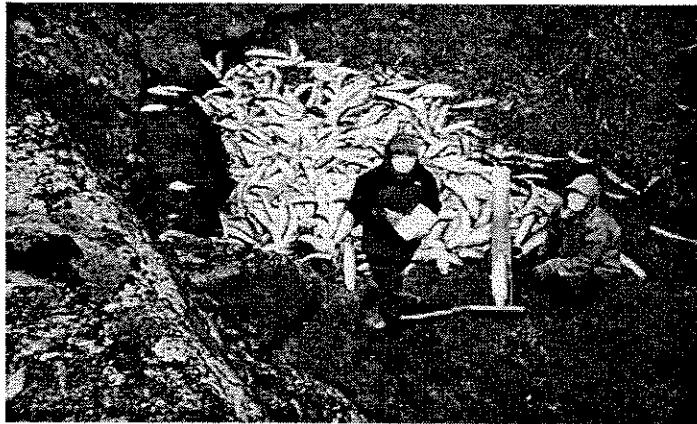
Several Arctic Char fry were seen swimming between rocks near the banks. One juvenile Arctic Char measuring about 15°cm was also observed swimming a little deeper. All appeared to be in good health. Mortality among adult Arctic Char was limited to those in the lake, since healthy fish were observed between the inlet and the little bay to the north.

Numerous branches used to hang fish nets under the ice were observed at the inlet (Site°3, Appendix°1). Kudlusi Emudluk and Bobby Baron reported having seen a few nets entangled under the ice.

Work Carried Out

This massive mortality was very quickly reported to the Nunavik Research Center (NRC), which immediately made arrangements to travel to the site in order to investigate. The residents of the community were very cooperative both in disseminating the information and extending technical assistance to the team on the site.

Under an initiative of the Kangiqsualujjuaq Landholding Corporation, residents of the municipality started cleaning the site as early as July 9, 2002. Over 3,000 fish were removed from the water and piled on the surrounding banks, where each was measured in order to obtain the biomass (Photo°3). This step was essential to estimate the quantity of oxygen used by these fish (results are given in more detail on page°9).

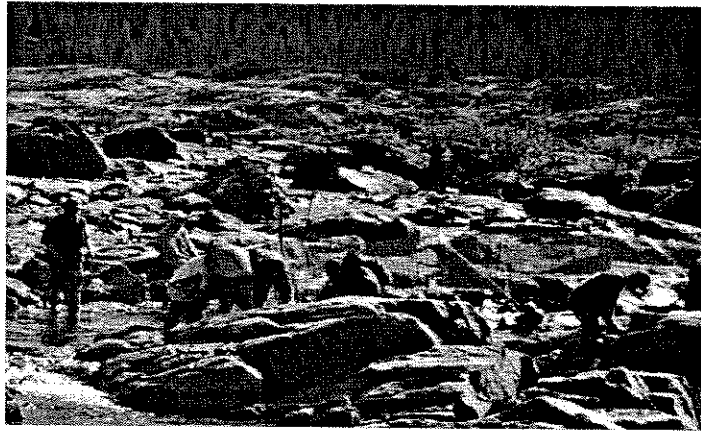


Photo°3: Fishermen measuring fish

Thereafter, the lake was monitored by residents of the community. On July°26, a fisherman collected water samples and fish specimens. A net set for a 12-hour period yielded one adult Arctic Char, which was sent to the Nunavik Research Center.

When such massive mortality occurs, the possibility of toxic contamination cannot be excluded. Hence, the Landholding Corporation decided to install a fish-fence to cut off lake access to fish migrating up from the Ungava Bay. Thirteen community residents took up this task (Photo°4). The work started on August°6, 2002 and was completed within four days. At the beginning of

September, toxic contamination was eliminated as a cause of the incident, and the fish-fence was dismantled to allow fish to return into the Lake.



Photo⁴: Workers installing a fish-fence to block access to the lake

The site was visited twice by NRC staff. The first visit was made on July⁹, 2002 to survey the extent of damage. Water and fish samples were taken. On their second visit to the site, in August, researchers measured dissolved oxygen, drafted a bathymetric map, and transferred fish from the Bay into the lake to check its water for toxic contamination.

Methods and Results

First Investigation by Nunavik Research Center Staff (09/07/02)

Water Analysis

Between 11:30 to 13:30 on July⁹, 2002, researchers from the NRC measured the following water quality parameters on site: pH,¹ electroconductivity,² temperature, and quantity of dissolved oxygen.

The pH was measured using an Oakton pHmeter. Measurements taken from two sites (Site¹ and Site² on the map of Appendix¹) had pH values of 5.45 and 5.32. Water with such acidity is at the lower end of the scale with respect to growth and maintenance of salmonids, the accepted standard values for most salmonids being^{6.5 to 9}. However, it is recognized that fish adapted to very cold water are relatively tolerant of acidic conditions. A low pH is indicative of an environment with low productivity (little aquatic vegetation such as phytoplankton and algae).

¹ pH is a logarithmic scale expressing the acidity of a solution. The neutral value is ⁷. A value inferior to⁷ indicates an acidic solution, whereas a value over⁷ indicates an alkaline solution. Each diminution of 1.0 on the pH scale corresponds to a tenfold increase in acidity

² Electroconductivity is the capacity of water to carry an electrical current. Since this capacity increases as the bases and dissolved salts concentrations increase, this measure can also be used to estimate the quantity of dissolved solids in water.

Values of 18.66 and 20.20 uS were obtained using a Hana HI8733 electroconductivity meter at the two sites. Such low values are characteristic of oligotrophic waters, that is, water poor in nutrients.

Water temperatures taken with a standard thermometer read 7.25°C and 9°C. At these temperatures, water at 100% saturation can carry 12 mg/l and 11.5 mg/l of dissolved oxygen respectively. Surface measurement of dissolved oxygen (Hach 0X-2P) showed a level of 12 mg/l.

A Petroflag^{md}, *Dexil* test was carried out on water samples taken from the three sites identified on the map (Appendix 1) to determine whether straight-chain hydrocarbons such as diesel or kerosene were present. This test can serve as a screening test even though the specific type of hydrocarbon is unknown. A total of four samples were analyzed twice (2 samples, from site 1 and 1 sample each from sites 2 and 3). All test results were negative.

Water samples were taken and sent to Dr. Alan Cembella at the Institute for Marine Biosciences in Halifax, Nova-Scotia. A direct algae count was done using a 100 µl sub-sample, as well as a count using a transfer method following filtration and freezing of a 50 ml sample. These two tests did not detect the presence of any unusual algae known to produce toxic compounds. Samples were kept without preservatives for a period of over seven days prior to being analyzed at the Institute. According to Dr. Cembella, such a delay could explain a decrease in the number of algae in the samples. However, even in this case, a minimal number of residual algae should have been observed had their initial concentration been sufficient to cause a problem.

Fish Analysis

During his July 5th visit to Lake Tasikallak, Emudluk took and froze two fish, which were handed over to the staff of the NRC on their first visit. These fish were analyzed by Dr. David Groman of the Atlantic Veterinary College, Prince-Edward Island, who observed no lesions attributable to infectious diseases. (The complete report of Dr. Groman is provided in Appendix 2).

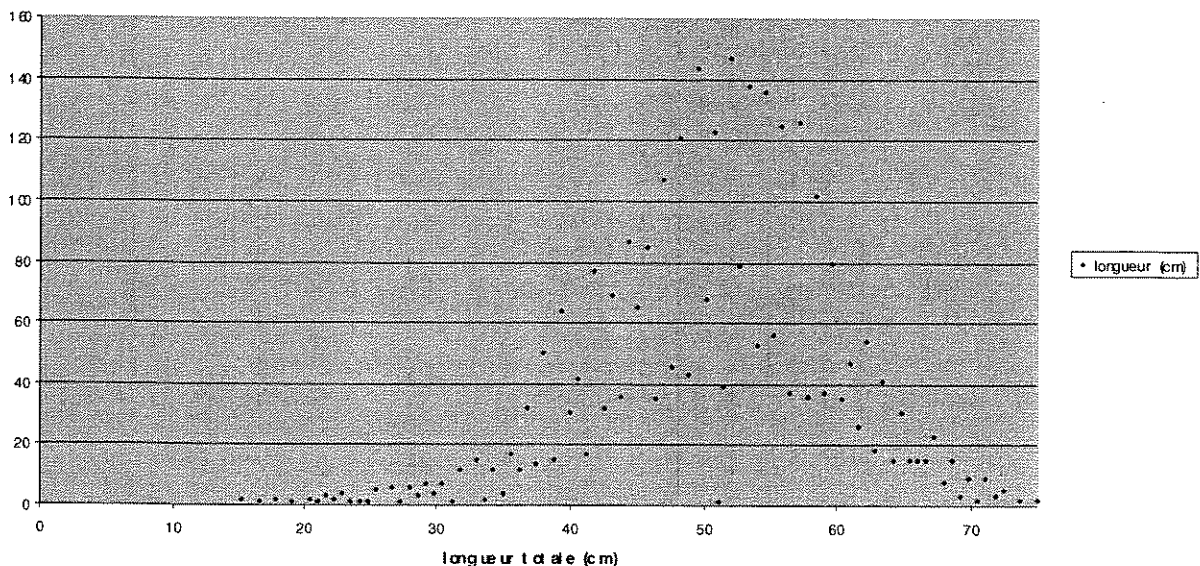
Other fish taken by Klein were also sent to the Atlantic Veterinary College: four frozen, one fresh on ice and six in formaldehyde. The flesh of these fish was in excellent condition and their pigmentation was adequate. No lesions attributable to infectious diseases were observed. Bacterial and viral cultures of the kidneys of the frozen fish were negative, that is, they revealed no bacterial or viral growth.

The histological analysis of several gill sections sampled from seven fish revealed impingement of biological material and mineral debris, some of which was of angular form.

Investigation Carried out by the Community

Under the initiative of the Landholding Corporation, residents of Kangiqsualujjuaq undertook to clean up the site at Lake Tasikallak. All fish were removed from the lake and measured. Results are shown in the table below.

Table 1: Taille des poissons trouvés morts à Tassikallak



The Kangiqsualujjuaq residents removed 3,125 fish from the lake, the average length of which was 50.9 cm. Visual observations as well as the results of in-depth examination performed at the Atlantic Veterinary College allow us to conclude that the flesh of the majority of these fish was in good condition. The average weight of 10 of the fish examined by the NRC staff was 0.0399 kg/cm. Given that an estimated 15% of the fish present in the lake were not accounted for, the total population of the lake was estimated to be 3,594 fish for a total weight of 7,299 kg. Using the Fivestad and Smith formula (1991), a minimum of 8.80^{E9} mg of oxygen would be required for that total weight for the whole winter season, presuming the water temperature was stabled at 3°C.

On the morning of July 26, 2002, a fisherman from the community collected water samples at five location. A net was set close to a small island in the middle of the lake (see Appendix 4), and one adult Arctic char was taken and preserved on ice before being sent to the Nunavik Research Center. This female specimen, measuring 49 cm and weighing 1.3 kg, showed no anomalies upon macroscopic examination. The water samples were kept at the Nunavik Research Center prior to being sent to the Institute for Marine Biosciences. An in-depth examination of these samples revealed no toxic or unusual algae.

On the morning of August⁶, 2002, one fish was found dead and three others in a very weak condition. These fish were also sent to the NRC. One of them presented a marked congestion of the epicardium, which could explain its feeble condition. Samples were taken from two of these fish and analyzed at the Atlantic Veterinary College. Histopathological analysis confirmed the presence of a cardiac lesion but showed no other types of lesions.

Second Investigation by Nunavik Research Center Staff (07/08/02-10/08/02)

The Nunavik Research Center carried out a second investigation from August^{7th} to the^{10th} at Lake Tasikallak. Dissolved oxygen was measured at various locations and at depths ranging between⁴² and ⁷⁴feet. These measurements consistently showed oxygen levels close to saturation.

The NRC staff also decided to transfer adult fish from Ungava Bay to the lake to assess the effect of the lacustrine water upon them. Fish were taken from the Bay because there are few Arctic Char in lakes at this time of year. Seven adult fish caught in Matthew Etok's nets were carried into the lake and placed in a cage built on site. Two fish were sampled at the beginning of the experiment as control, whereas the others were sampled at various intervals. All five fish died within 24^{hours} following their transfer into the lake (see pathology report in Appendix³). No lesions consistent with acute toxicity were observed in the histological analysis of these samples. The possibility of osmotic shock, the temperature difference, and the stress related to transportation are enough on their own to explain this mortality.

Minnow traps set at the southern end of the lake caught 50^{adult} Stickleback, two Speckled Trout and one juvenile Arctic Char. Twenty Stickleback were sampled and sent to Prince-Edward Island. No histopathological lesions associated with chronic exposure to toxic products were detected on these fish.

A lack of oxygen being one of the possible diagnoses, researchers undertook to determine the quantity of water and flushing rate of the lake. A bathymetric map of the lake was drafted (Appendix 5). The volume of the lake was estimated at 18,810,000^{m³}. With a mean temperature of 3^{°C}, water saturated at 100[%] contains 13.4^{mg/l} of dissolved oxygen (Stirling, 1999). At the beginning of winter, oxygen present in the lake measures 2.52^{mg} (or 13.4^{mg/l}). Once the lake is frozen over, there is no new oxygen uptake. An oxygen level of less than 6^{mg/l} (or 1.12^{mg} for the lake as a whole) is very stressful for Arctic Char, and could result in a high mortality rate.

Discussion

Massive fish mortality may occur among farmed fish as well as in the wild. The causes of such events are many, but can be summarized in three broad categories: infectious diseases, toxic contamination of the environment either from natural or human sources, and poor water quality.

Massive mortality occurs very quickly but is rarely related to infectious diseases. A viral or bacterial epidemic caused by extremely virulent organisms would extend approximately over one week. Notwithstanding the few sampled fish showing lesions caused by infectious diseases (one myocarditis and a few cases of parasite infection), none of the fish sampled showed lesions indicative of a fulgurant infectious disease.

A toxic spill of human origin seemed unlikely given the distance of Lake Tasikallak from any industrial or mining activity. Tests carried out using the Petroflag^{md} allowed us to exclude massive contamination by fossil fuels.

Occasionally, certain algae cause mortality. Sudden and quick changes in the quality of water can bring about the unchecked reproduction of some algae species. Mortality is then caused by a substantial diminution of dissolved oxygen or by algae producing toxic compounds. Such a wave of toxic algae, however, is exceedingly rare in fresh water, occurring much more often in salt water. Analyses results showed no unusual algae nor algae species known to produce toxic compounds. Since water samples were taken from the surface, it is possible, albeit unlikely, that algae located at deeper levels were missed.

More frequently, winter mortality occurs in lakes where the surface is entirely iced-over, which prevents gas transfer between water and air. Fish and aquatic flora consume oxygen throughout the winter. Within a limited volume of water where the aquatic population is abundant, hypoxia can develop and result in massive mortality among fish. Such mortality becomes particularly visible as the ice melts.

Results obtained seem to indicate that there was enough oxygen in the lake to support its estimated Arctic Char population. However, the quantity of fish present in the lake may have been greatly under-estimated.

Lake Tašikallak being a much appreciated fishing ground, a considerable number of fish were taken during winter. Dead fish which sank to the bottom of the lake were not removed by the clean-up crew. Assuming the visually estimated density of one fish per 200m² is correct, over 5000 fish were excluded from our calculations. The formula used to estimate oxygen consumption, which was established for Atlantic Salmon, may also underestimate Arctic Char's reel oxygen need. The presence of other species Sticklebacks, minnows, aquatic plants was not taken in consideration either.

Conclusion

According to on-site observations and the in-depth examination of fish conducted at the Atlantic Veterinary College, the flesh of most fish is believed to have been in good condition. The average weight of 10 of the fish sampled by the Nunavik Research Center staff was 0.0399 kg/cm. Since the muscle or filet of an anadromous Arctic Char makes up 60% of its total weight (Jobling, Tveiten and Hatlen, 1998), and using the very conservative figure of 3,115 fish, it is estimated that 3,805.5 kg of edible weight was lost from a total loss of 6,340.9 kg of fish.

The decomposition of such a quantity of organic matter would have greatly polluted the lake. The action taken by the community in cleaning up the banks was therefore the best step that could have been undertaken at the time. Although the exact cause of this massive mortality remains unknown, the steps taken by the community of Kangiqsualujjuaq were certainly adequate.

Thanks are due to the population of Kangiqsualujjuaq for their help and support at Lake Tasikallak. This report could not have been written without the important contribution of Geoffrey Klein, Adam Lewis and Michael Kwan.

References

Fivelstad S. and Smith M.J. (1991) The oxygen consumption rate of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) reared in a single pass landbased seawater system. *Aquaculture engineering*, 10: 227-235

Power G., Barton D., and Bray. (1989) *Management of Arctic Charr*. Kuujjuaq: Nunavik Research Center, Makivik Corporation

Stirling H. (1999) *Chemical and biological methods of water analysis for aquaculturists*. Stirling, Pisces Press Ltd

Appendices

Appendix 1: Map of Lake Tasikallak

Appendix 2: Pathology Report of Dr. David Groman

Appendix 3: Pathology Report of Dr. Les Gabor

Appendix 4: Water Samples Taken by Daniel Annanack on July 26, 2002.

Appendix 5: Bathymetric Map of Lake Tasikallak