



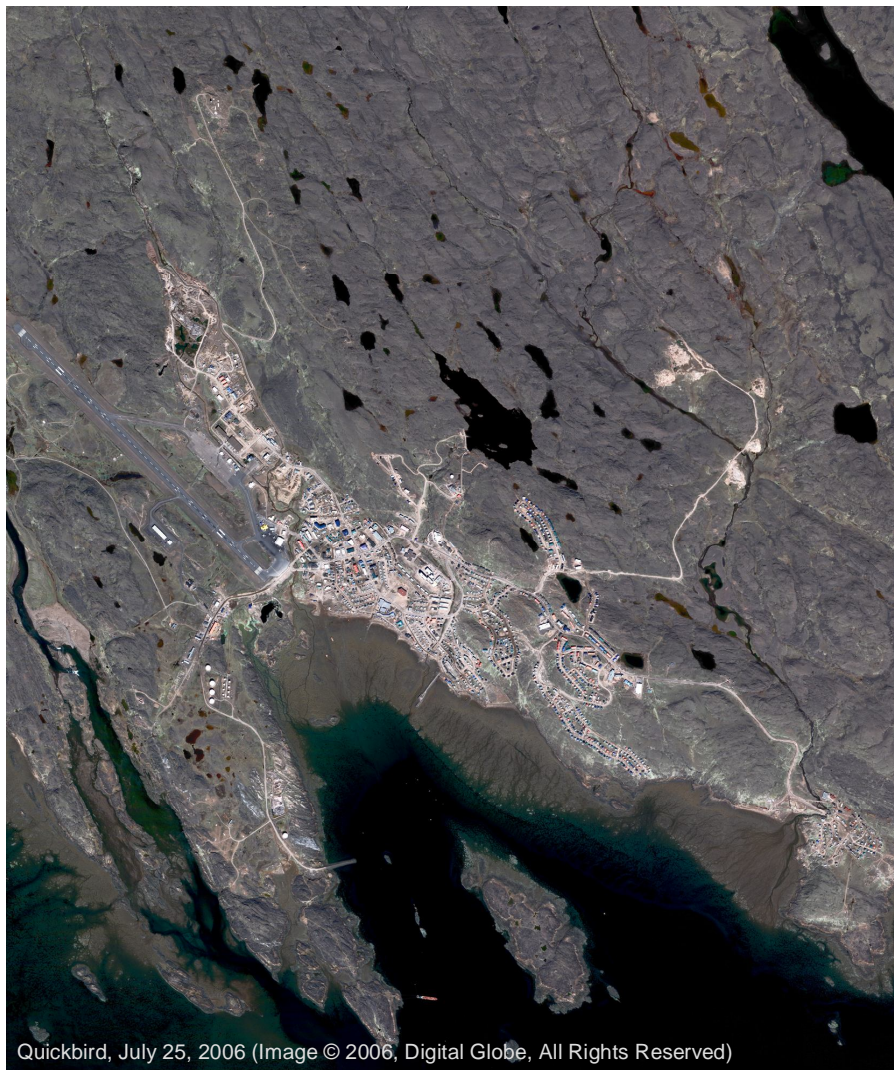
Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada



Enhancing Resilience in a Changing Climate
Building Resilience to Climate Change in Canadian Communities

Watershed Mapping and Monitoring for Northern Community Impact Assessment



Iqaluit, Nunavut



Table of Contents



Abstract	4
The Project Team.....	5
Project Partners.....	6
The Study Area.....	7
Background.....	8
High Resolution Satellite Imagery.....	9
Watershed Boundary	11
Bathymetric Mapping	13
Technology Transfer	16
Additional Information	17
Next Steps.....	20

Abstract



This report highlights the Iqaluit watershed assessment activity conducted by scientists from Natural Resources Canada. This activity included the use of high resolution satellite imagery and on-site field surveys to map Lake Geraldine's watershed boundary and lake depth. Lake Geraldine is the water supply source of the city of Iqaluit.

This activity was also used as a technology transfer exercise, whereby local members of the community and the Nunavut Government were trained to understand and use a set of tools and solutions for conducting small lake surveys and for collecting GPS locations.

This document is copyright of Natural Resources Canada and contains copyrighted material of Digital Globe Inc, the provider of the Quickbird high resolution satellite image shown in this report.

Digital computer files resulting from this project and described in this document, are available freely and are grouped under the same publication file. The digital files comprise of:

- Vector file of the watershed outline (ESRI shapefile.shp).
- Raster file illustrating the water depth model of Lake Geraldine (Geotiff.tif)
- Vector file illustrating the depth contours (isobaths) of Lake Geraldine (ESRI shapefile.shp).
- Tabular statistics featuring the water volume for Lake Geraldine.
- Lake volume statistics stored as .kml file (Keyhole Markup Language) viewable on tools such as Google Earth.
- Vector file illustrating the depth contours of Lake Geraldine stored as an .img file compatible with Garmin™ GPS map devices.
- Under water video camera footage (.avi/.asf)

Project Team



Natural Resources Canada

David Mate

Project Leader
Natural Resources Canada
490, rue de la Couronne
Québec, QC G1K 9A9
Telephone: (418) 687-6407
Fax: (418) 654-2615
Email: David.Mate@RNCan.gc.ca

Christian Prévost

Environmental Scientist
Natural Resources Canada
588 Booth St., Ottawa, ON K1A 0Y7
Telephone: (613) 996-7789
Fax: (613) 947-1385
Email: Christian.Prevest@RNCan.gc.ca

Paul Budkewitsch

Activity Team Leader
Natural Resources Canada
588 Booth St., Ottawa, ON K1A 0Y7
Telephone: (613) 947-1331
Fax: (613) 947-1385
Email: Paul.Budkewitsch@RNCan.gc.ca

Goran Pavlic

Environmental Scientist
Natural Resources Canada
588 Booth St., Ottawa, ON K1A 0Y7
Telephone: (613) 947-1225
Fax: (613) 947-1385
Email: Goran.Pavlic@RNCan.gc.ca

Iqaluit, Nunavut

LeeAnn Pugh

Climate Change Coordinator
Nunavut Department of Environment
P.O. Box 1000
Station 1360 Iqaluit, NU, X0A 0H0
Toll free: 1-866-222-9063
E-mail: lpugh@gov.nu.ca

Jason Carpenter

Nunavut Arctic College
PO Box 600
Iqaluit, NU X0A 0H0
Telephone: (867) 979-7285
E-mail: jcarpenter@nac.nu.ca

Jackie Bourgeois

Former Climate Change Coordinator
Nunavut Department of Environment
Iqaluit, NU



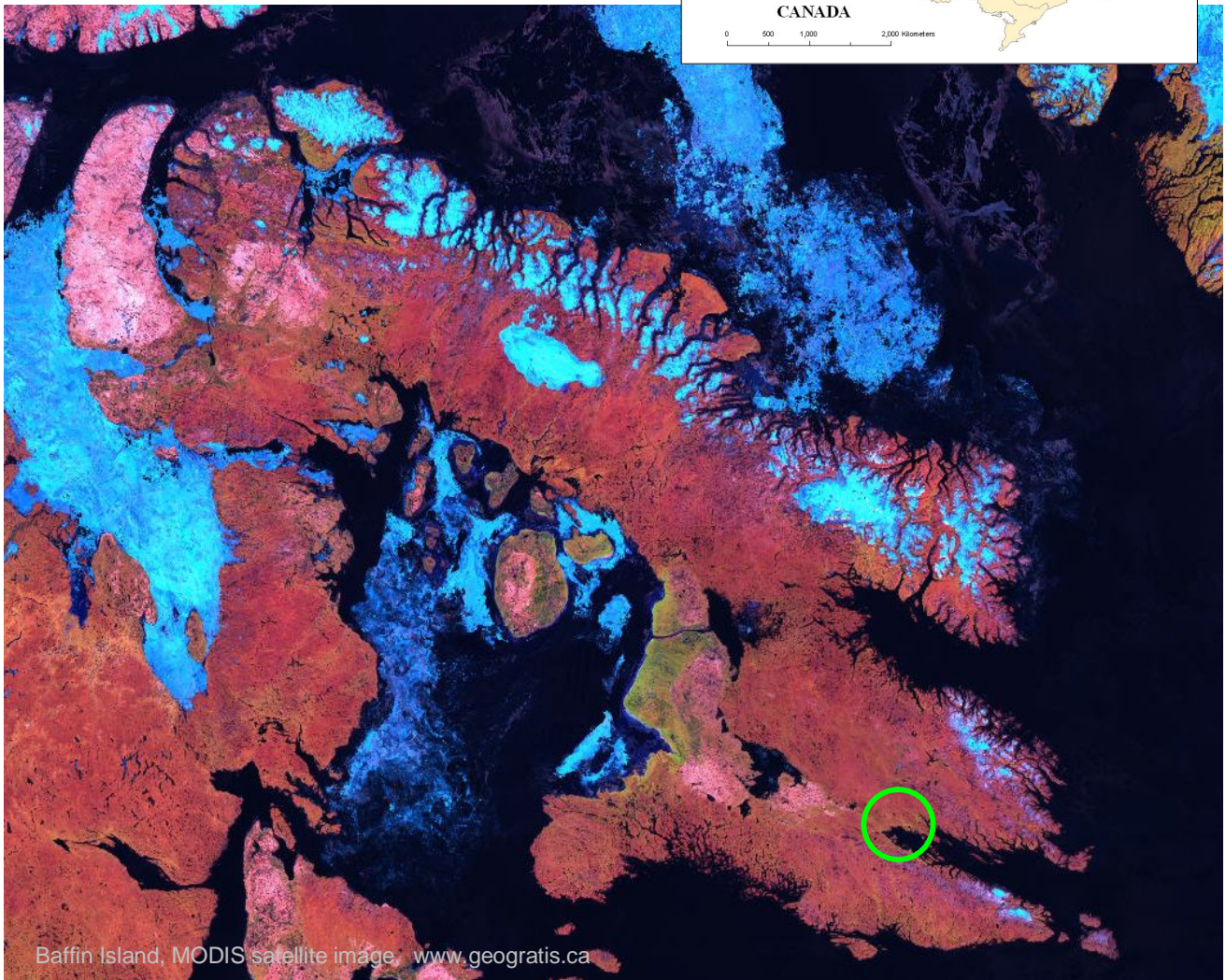
Project team members: Christian Prévost, Paul Budkewitsch, Jackie Bourgeois, LeeAnn Pugh and Goran Pavlic.
Missing: Jason Carpenter

The Study Area



Iqaluit, Nunavut

The capital of Nunavut, Iqaluit is located on the south coast of Baffin Island and is at the head of Frobisher Bay. Iqaluit has a population of approximately 6,200 people and is the largest in Nunavut. The area is surrounded by hills in the vicinity of the mountains of the Meta Incognita Peninsula. While the region is north of the tree line, it still has a number of shrubs known as Arctic Willow.



Background



Northern Canadian communities, like other communities in Canada, face numerous challenges in order to ensure access to safe, clean and plentiful water supplies. There are several factors that make this responsibility different in the North placing an additional strain on the limited resource of surface freshwater, such as:

- Reliance on exposed surface water due to the presence of continuous permafrost.
- Low precipitation.
- Rising consumption due to population growth.
- Uncertainty in the face of increasing changes in climate.

This research presents an example of bathymetric survey and watershed boundary mapping for the protection and evaluation of freshwater supplies for Iqaluit. In July 2007, an on-site field survey was conducted on Lake Geraldine by scientists from Natural Resources Canada, personnel from the Department of Environment in Nunavut, and a teacher from the Nunavut Arctic College. Lake Geraldine is the water supply reservoir for the city of Iqaluit. The on-site survey applied watershed mapping methods to support the monitoring of water supply reservoirs and community planning.

The geomatics and remote sensing data collected led to the production of detailed maps and statistics, including:

- A high resolution satellite image, geocoded using precise ground control points.
- An accurate delineation of the watershed (catchment basin) of Lake Geraldine.
- Water depth contours and statistics to help determine the water supply budget of Lake Geraldine.

The technology transfer aspect of the activity was orientated towards training local personnel on how low-cost equipment can be used to provide basic, yet accurate information. This type of fieldwork may also be effectively reproduced in other Nunavut communities. Results provide a better estimate of water supply volume and watershed boundaries to assist with monitoring in a changing climate that is beginning to significantly affect the Arctic.

An experiment with a low cost under water video camera was also conducted by the project team to collect information regarding lake bottom conditions.

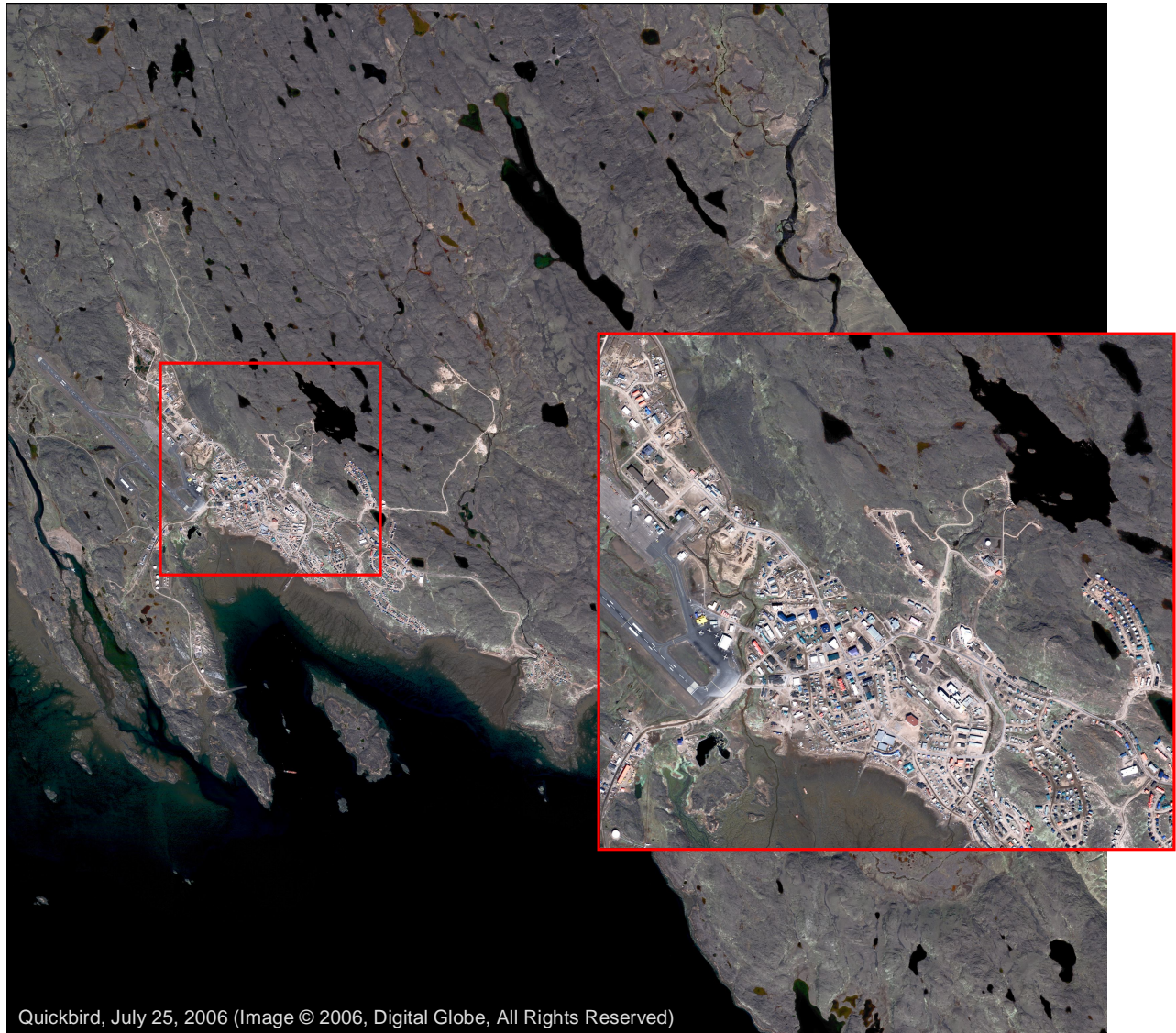


Satellite Imagery



High Resolution Satellite Imagery

A high resolution (QuickBird™) satellite image was acquired to be used as a geographic reference for community planning and development applications.



Quickbird, July 25, 2006 (Image © 2006, Digital Globe, All Rights Reserved)

This image was referenced to the Earth (georeferenced) using precise ground control points collected by the project team and from Natural Resources Canada's Geodetic Survey database. The georeferenced image was generated using specialized geomatics software. Once in this form, the image map can be opened and viewed in other GIS software packages or printed with correct map coordinates.



Ground Control Point (GCP) Collection

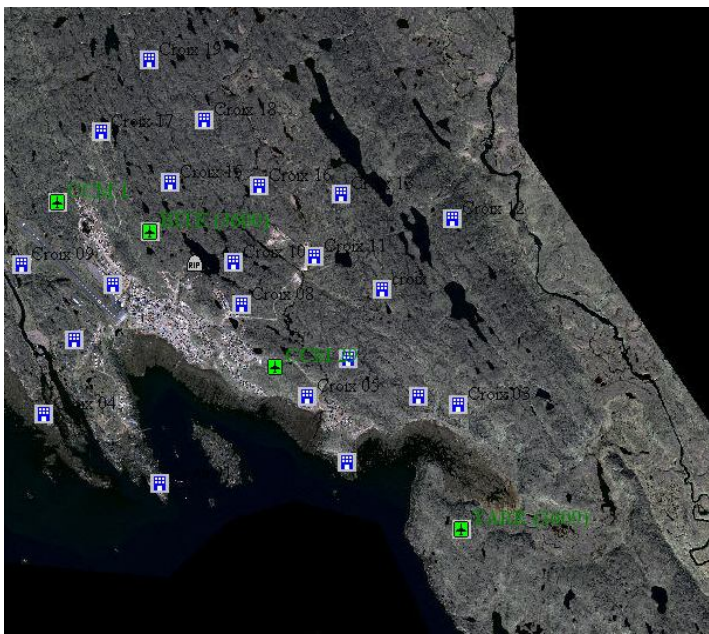
Several sources of ground control points were used to georeference the image, including high precision GPS and existing Geodetic Survey points characterized as painted crosses on the ground (shown in photo below). These points can also be used to georeference any new high resolution satellite imagery acquired over Iqaluit and its surroundings.



Geodetic Survey ground control points characterized as painted white crosses on the ground.



Painted white cross used as a Ground Control Point seen from a Quickbird Satellite image in Google Earth™.



Ground Control Points collected by the project team and from the Geodetic Survey of Canada database were used to georeference the Quickbird satellite image.

RESULT: A georeferenced, high resolution satellite image map.

Watershed Boundaries



Surveying the Watershed

The water budget of a reservoir is predominantly controlled by the surface area of its watershed, the amount of precipitation, evapotranspiration from vegetated surface, evaporation from the water surface, underground recharge, runoff, and the water volume removed for consumption. Some of these parameters are more difficult than others to evaluate. Climate change may also have an impact on the water budget of a lake due to fluctuations in the amount and distribution of precipitation.

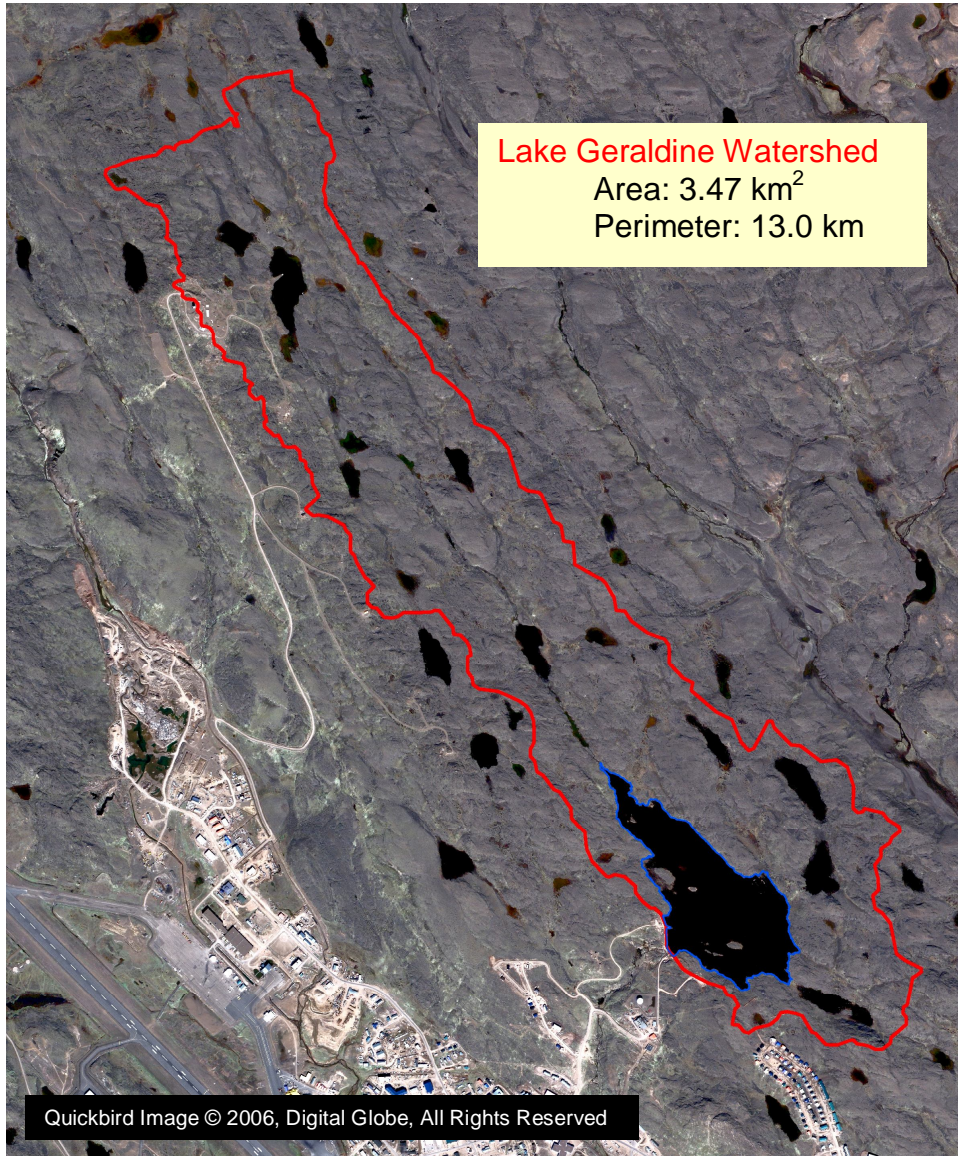
Lake Geraldine is fed by water from its catchment basin. Surveying Lake Geraldine's watershed boundary is one of the primary requirements for estimating its water budget and consequently estimating the available water resource for the community. The watershed survey was performed in two steps. In the first step, the watershed was estimated by using specialized computer software and two digital elevation models; one generated using the contour lines at one meter interval provided by the City of Iqaluit, and the other being the 1:50,000 digital elevation model from Natural Resources Canada (used in the northern part of the basin, where the higher definition elevation data is not available).

The second step involved validating the watershed limit by walking the watershed divide and using a high precision GPS to refine the boundary position.



Validation of the watershed boundary is achieved by walking along the crest of the watershed divide.

As an additional confirmation, field transects were walked across the basin, and over the crest, to confirm the crest geographical position.



RESULT: Established watershed boundary for Lake Geraldine.

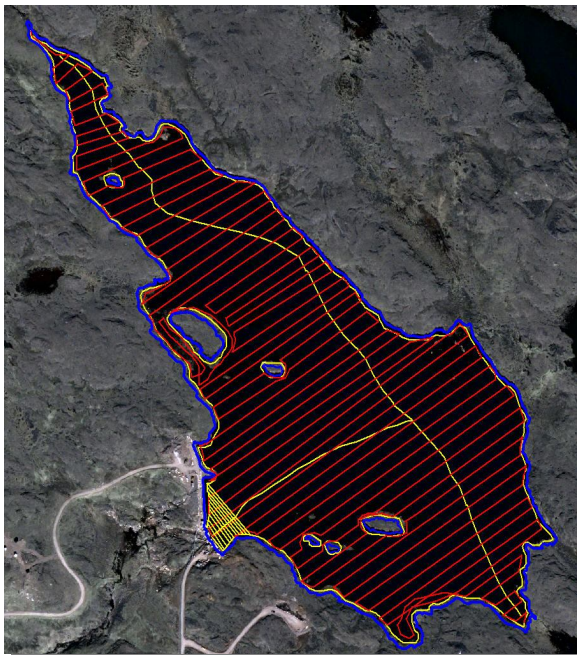
Bathymetric Mapping



Bathymetric Lake Survey

The detailed bathymetric survey of Lake Geraldine was completed in July 2007 by personnel from Natural Resources Canada and the Nunavut Department of Environment.

The overall method to conduct the survey was developed to obtain the best results possible with low cost, robust and easy to use equipment. The equipment includes a sonar fish finder and a standard consumer grade GPS receiver.



Bathymetric survey lines of Lake Geraldine (red) and survey of the lake shoreline and deepest area (yellow).



Collecting data on the lake for the bathymetric survey

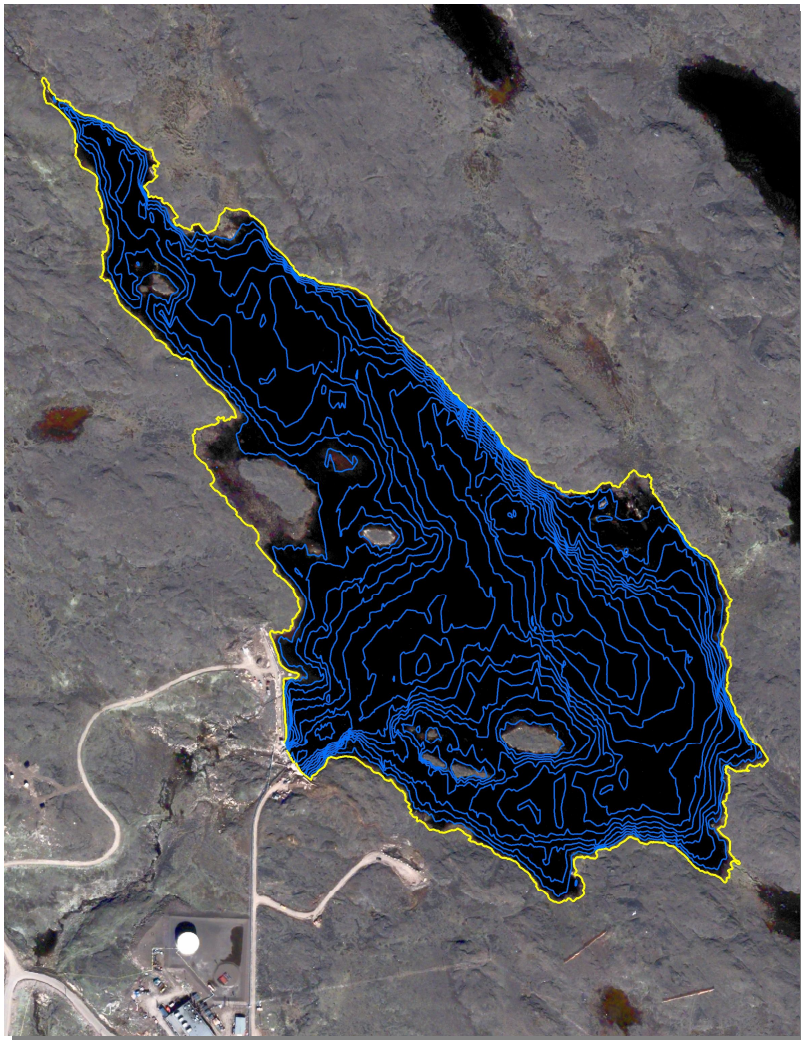


Close up view of the GPS receiver and sonar fish finder



Bathymetric contour lines (isobaths) were generated at 1 metre intervals. The bathymetric map in its printed version is at a scale of 1:2,000 and produced as shown in the figure below. Information derived from the bathymetric survey includes total lake volume, and water volume at various depth intervals.

Bathymetric survey of Geraldine Lake



Lake Geraldine Statistics Statistiques du lac Geraldine

Perimeter / périmètre :	3.52 km
Area / surface :	.29 km ²
Volume :	1361 x 10 ³ m ³
Depth / profondeur :	~ 12 m

Depth Profondeur	Volume 1000 m ³	Cumul. 1000 m ³
0 m - 1 m	274	274
1 m - 2 m	241	515
2 m - 3 m	209	724
3 m - 4 m	176	900
4 m - 5 m	140	1040
5 m - 6 m	110	1150
6 m - 7 m	86	1236
7 m - 8 m	57	1293
8 m - 9 m	33	1326
9 m - 10 m	20	1346
10 m - 12 m	11	1358
11 m - 12 m	3	1361
12 m +	~	1361

1 km² = 100 hectares

1m³ = 1000 litres



In early summer of 2007, Environment Canada installed a hydrometric station (#10UH013) close to the lake Geraldine outlet. This hydrometric station allows for the association of the “zero depth level” of the bathymetric survey to a reference level. According to the station data, the lake level increased during the survey period from 109.510 m to 109.646 m. As a first order estimation, the zero level of the bathymetric survey was established at **109.6 m**, which corresponds to the mean level of the station readings during the survey period. Water level statistics for this station can be found at Environment Canada website: http://www.wsc.ec.gc.ca/hydat/H2O/index_e.cfm?cname=graph.cfm



Location of Environment Canada's hydrometric station

RESULT: Bathymetric survey conducted and statistics generated for Lake Geraldine.

Technology Transfer



The watershed boundary mapping and bathymetric lake survey techniques were designed as a technology transfer activity, required to support the assessment of the water supply reservoir for the city of Iqaluit. These techniques provide a low cost and robust set of tools and solutions for conducting small lake surveys in order for Nunavut communities to better understand and gather information about their water supply lake and its surrounding watershed.



Christian Prévost teaches LeeAnn Pugh of the Nunavut Department of Environment bathymetric survey techniques.



Christian Prévost teaches Jason Carpenter of the Nunavut Arctic College bathymetric survey techniques.

RESULT: Low cost, robust, user friendly set of mapping tools that the community can use to monitor their environment.

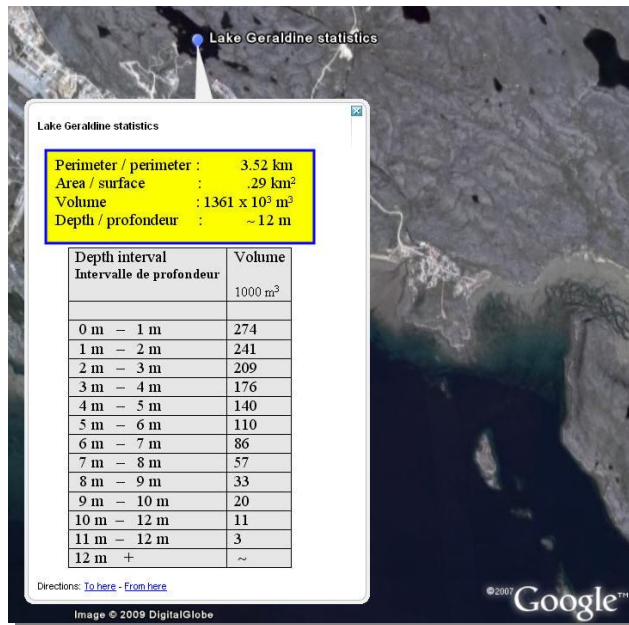
Additional Information



Geospatial Products

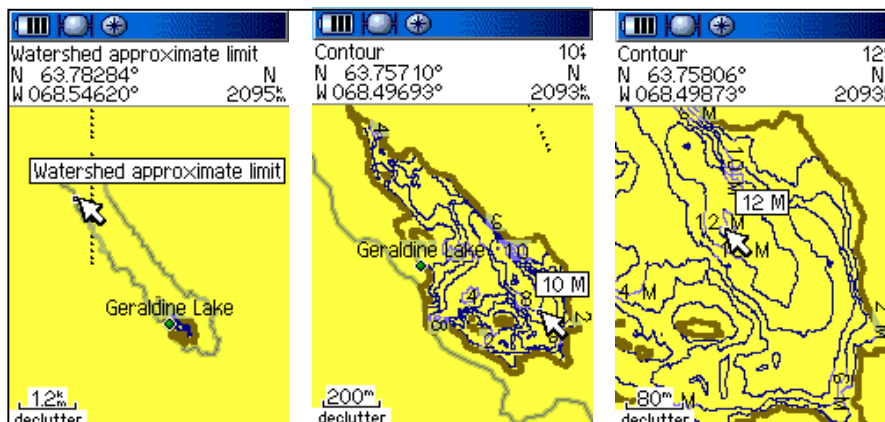
The geospatial products of this mapping and surveying activity were made compatible with low cost and accessible software.

A Keyhole Markup Language (.kml) file illustrating lakes statistics that can be opened by using public domain software such as Google Earth™.



Google Earth representation summarizing the major outputs for the summer of 2007.

A GPS compatible file (.img) illustrating the watershed outline (boundary) and lake depth contours can be opened and viewed directly on screen in a Garmin™ GPS Map.



Screen grabs from a Garmin76Map™ display featuring the bathymetric contours and the watershed outline of the Lake Geraldine.



Fact Sheet and Poster

A factsheet featuring this project is available on the Canada Centre for Remote Sensing web site www.ccrs.nrcan.gc.ca.

A poster illustrating the results of this project has also been produced. A limited number of large size printed copies are available upon request by contacting the project leader or the project members.

Geomatics information for the watershed serving Iqaluit, Nunavut, using EO data and ground surveys

P. Budkewitsch, C. Prévost, G. Pawlo
Natural Resources Canada, Earth Science Sector, Canada Centre for Remote Sensing

Northern Canadian communities, like other communities in Canada, face numerous challenges in order to ensure access to safe and plentiful water supplies. There are several factors that make this responsibility different in the North such as reliance on surface water only, presence of permafrost, low precipitation, rising coastlines and changes in climate, placing an additional strain on the limited resource of surface freshwater. This research presents an example of bathymetric survey and watershed boundary mapping for the protection and evaluation of freshwater supplies for the city of Iqaluit in Nunavut. The technology transfer aspect of the activity was oriented towards local personnel in a low-cost setting in order to provide basic, yet accurate information.

In July 2007, on-site field surveys were conducted by scientists from Natural Resources Canada, a Nunavut government technologist and a local college teacher, to apply watershed mapping methods to support the monitoring of Lake Caribou, the water supply reservoir of the city of Iqaluit, and for community planning.

Several geomatics information datasets resulted from this initiative:

- The outline of the watershed of Lake Caribou was carefully mapped, using various techniques. The result is illustrated (inset) in the adjacent figure.
- The initiative also included a detailed bathymetric survey of the lake itself. Bathymetric contour lines (isobaths) were generated at 1 metre intervals and a map at a scale of 1:2000 was produced as shown in the figure (left). Detailed information is included on the map, such as total lake volume, and water volume at various depth intervals. (A limited number of copies are available upon request).
- In addition to the watershed and bathymetric survey, precise ground control points were acquired to georeference a high resolution, cloudless satellite image. This corrected, georeferenced image is used as a geographic reference for several development applications and has been distributed to registered partners.
- Several sources of ground control points were used to rectify the image, including high precision GPS and existing Ground Control Points characterized as painted crosses on the ground shown in the figure below. These points will also be used for the orthorectification of a newly acquired high resolution (WorldView-1) stereo image dataset for the production of a detailed digital elevation model of the Iqaluit catchment.

Within the scope of the project Building Resilience to Climate Change in Nunavut Settlements (<http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/brrcc>), the technology transfer activity in geomatics and remote sensing led to the production of a detailed map and datasets related to the surface freshwater resource, and the training of local personnel. All team members recognized how effectively this initiative can be reproduced in other communities of Nunavut equipped with basic EO, water, vegetation, volume, and watershed boundaries products. Important information which assists with monitoring a changing climate that is beginning to affect the Arctic more significantly.

Project factsheet available on the CCRS web site.

Iqaluit, Nunavut

Project poster featuring the project results. The poster displays a large satellite image of Lake Caribou with overlaid bathymetric contours and watershed boundaries. It includes a legend, scale bar, and various data tables. The bottom of the poster features the Canada logo and project details.

Project poster featuring the project results.

Experimentation with Under Water Video Camera

During the course of the bathymetric survey, the project team gained some experience with an underwater video camera. This is an inexpensive camera, mainly used by ice fisherman. Approximately 50 minutes of video was acquired at the dam face, and another 20 minutes were acquired by dragging the camera at the bottom of the lake at two locations. Small swimming organisms were observed in the lake, possibly amphipods or some other type of crustacean.



Underwater camera equipment used to observe Lake Geraldine.



Image of Geraldine lake bottom conditions.

Next Steps

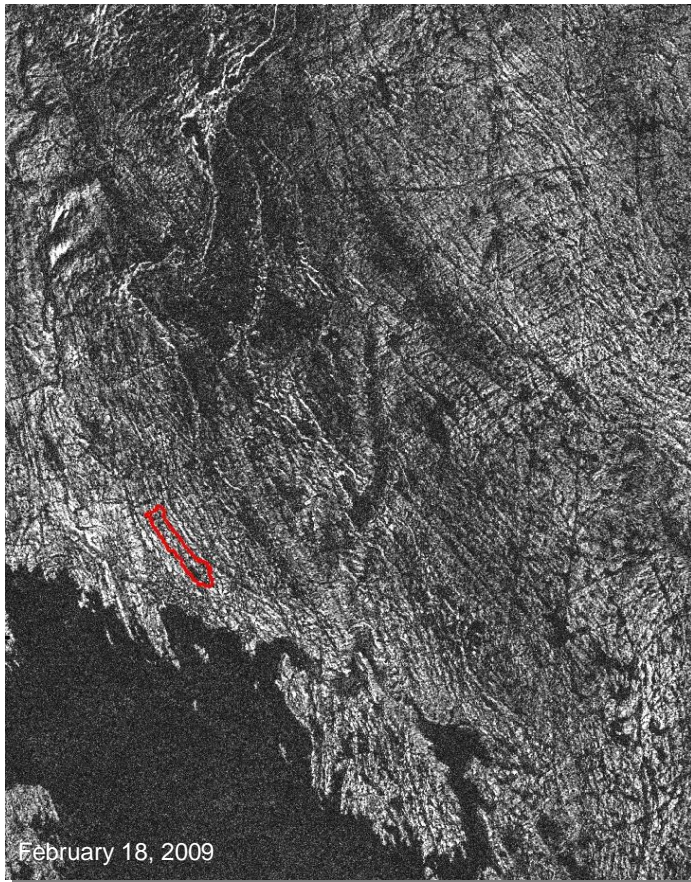


Technology Transfer

- Investigate other potential low cost tools and techniques amenable to enhance project outputs.

Snow Cover Estimation

- Investigate and develop methods to use Canada's RADARSAT-2 satellite data for estimating snow depth accumulation in the reservoir watershed and other areas of interest. This information can be used to provide better input parameters in calculating the water budget.



Prototype product to provide spatial estimation of snow cover accumulation from radar satellite data. Iqaluit watershed in red.





ዲጋዊ ልማት ልማት ስራዎች 24

ለ ስራ ስራ ስራ 25

ለ ስራ ስራ ስራ ስራ 26

የ ኮሎኒያል ልማት ስራዎች 27

ጋራ ስራ ስራ ስራ 28

ርዕዕ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ 30

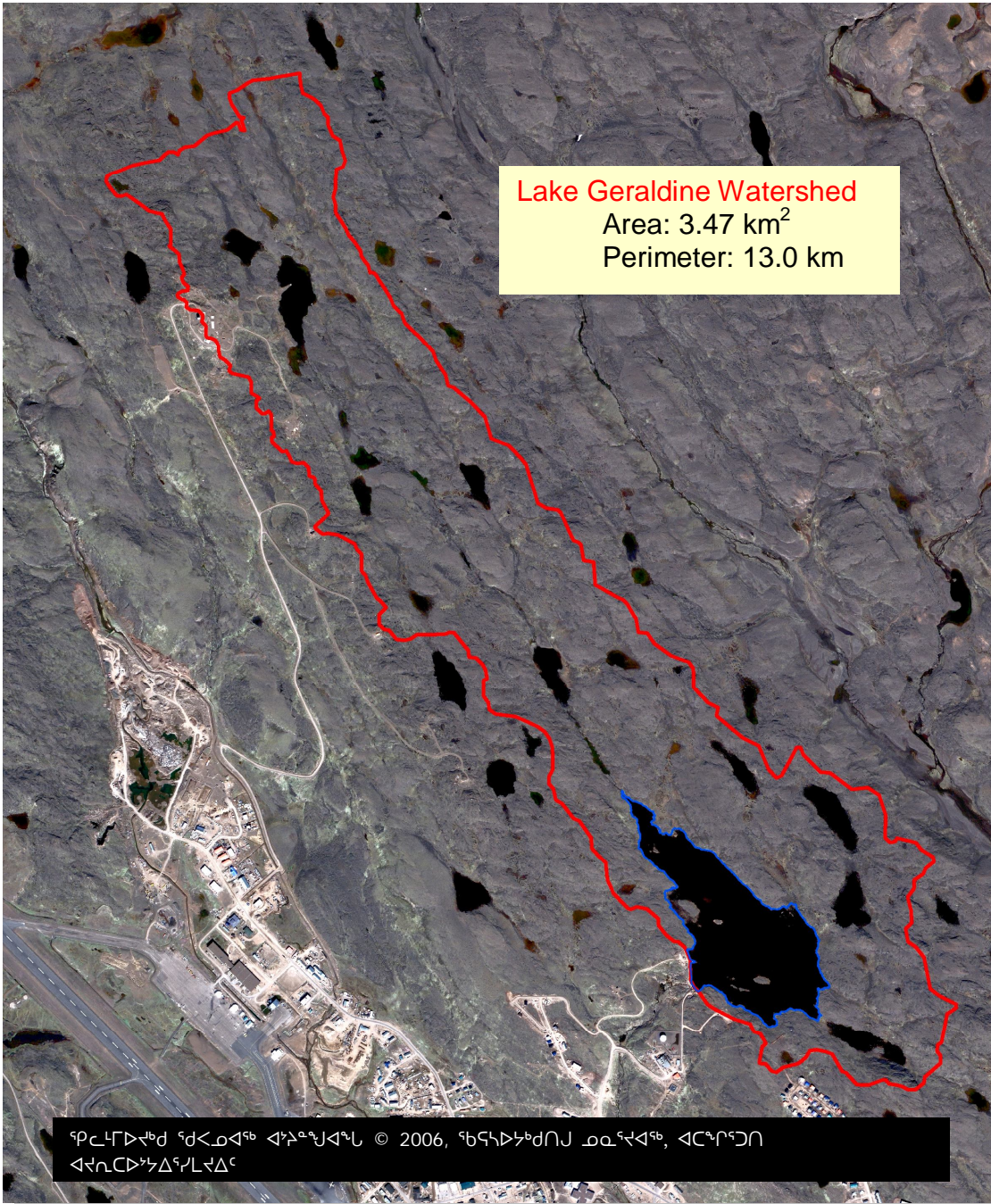
ልማት ስራ ስራ ስራ ስራ 32

ልማት ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ 34

የ ኮሎኒያል ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ 37

ልማት ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ 38

የ ኮሎኒያል ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ ስራ 41



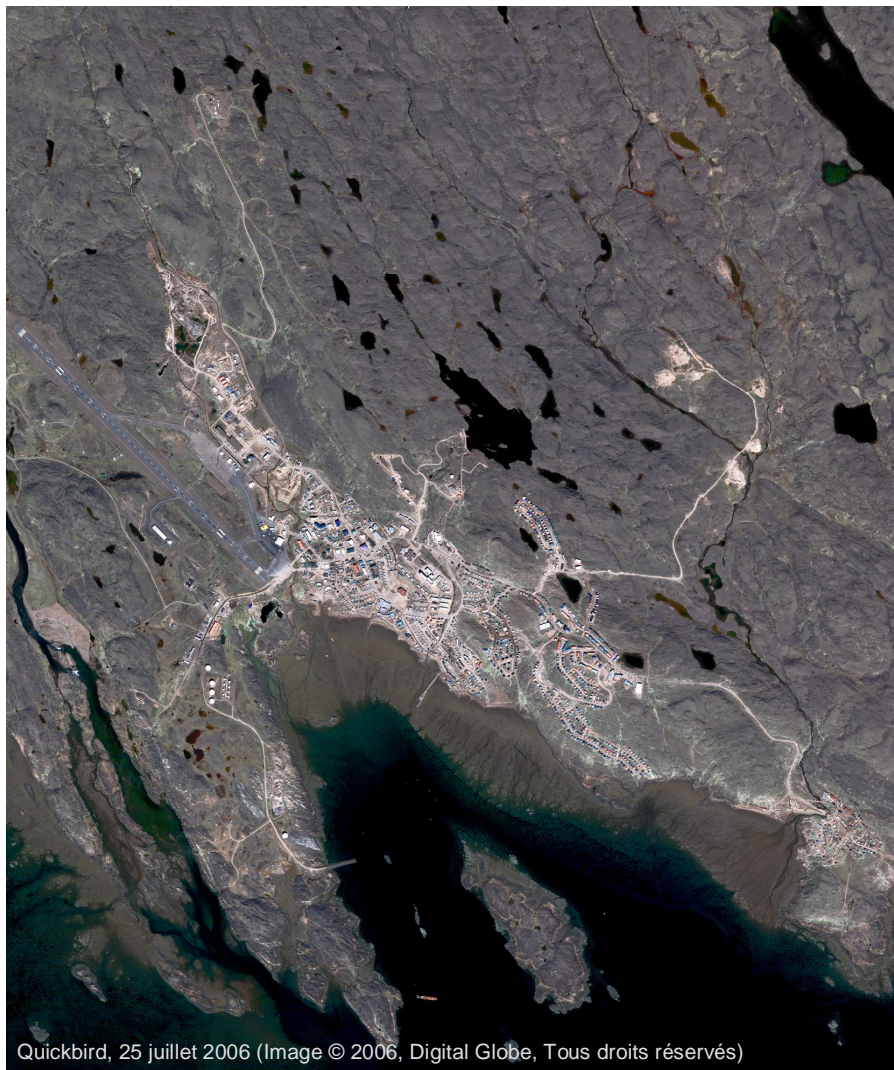
የፖሊቲካል ማዕከላዊ ልማት ማህበረሰብ © 2006, የኮንታክት ማህበረሰብ ልማት, ልማት ማህበረሰብ ልማት

አጠቃላይ: አጠቃላይ ልማት ማህበረሰብ ልማት ማህበረሰብ ልማት



Renforcer la résilience sous un climat en changement
Renforcer la résilience des communautés canadiennes face aux changements climatiques

Cartographie et suivi des bassins versants pour l'évaluation d'impact dans les communautés nordiques



Iqaluit, Nunavut



Table des matières



Résumé	45
Équipe de projet	46
Partenaires de projet.....	47
La zone d'étude	48
Introduction	49
Imagerie satellitaire	50
Limites du bassin versant.....	52
Cartographie bathymétrique.....	54
Transfert technologique.....	57
Information additionnelle	58
Prochaines étapes.....	61

Résumé



Ce rapport porte sur une activité d'évaluation du bassin versant d'Iqaluit menée par des scientifiques de Ressources naturelles Canada. L'activité a inclu l'utilisation d'imagerie satellitaire à haute résolution, et des relevés de terrain pour cartographier la limite du bassin versant du lac Geraldine et l'évaluation du volume d'eau du lac. Le lac Geraldine est la source d'alimentation en eau de la ville d'Iqaluit.

Cette activité a aussi été utilisée à titre d'exercice de transfert technologique par lequel des membres de la communauté locale et du gouvernement du Nunavut ont été formés à comprendre et à utiliser divers équipements et solutions pour effectuer le relevé bathymétrique de lacs de faible dimension et pour acquérir des données géographiques par GPS.

Les Droits d'auteurs de ce document appartiennent à Ressources naturelles Canada. Il contient aussi du matériel dont les Droits appartiennent à Digital Globe Inc, fournisseur de l'image à haute résolution Quickbird présentée dans ce rapport.

Les fichiers numériques issus de ce projet, et décrits dans ce document, sont disponibles gratuitement et sont colligés sous ce même dossier de publication. Les fichiers numériques comprennent:

- Fichier vectoriel de la limite du bassin versant (ESRI shapefile.shp).
- Fichier matriciel illustrant le modèle bathymétrique du lac Geraldine (Geotiff.tif)
- Fichier vectoriel illustrant les courbes bathymétriques (isobathes) du lac Geraldine (ESRI shapefile.shp).
- Tableau décrivant les statistiques de volume d'eau du lac Geraldine.
- Statistiques de volume d'eau du lac sauvegardées en format .kml (*Keyhole Markup Language*), permettant un affichage à l'aide d'outils tel GoogleEarth^{mc}.
- Fichier vectoriel illustrant les courbes bathymétriques du lac Geraldine sauvegardées en format .img, compatible avec les GPS cartographiques Garmin^{mc}.
- Piétage acquis par une caméra vidéo sous-marine (.avi/.asf)

Équipe de projet



Resources naturelles Canada

David Mate

Chef de projet
Ressources naturelles Canada
490, rue de la Couronne
Québec, QC. G1K 9A9
Téléphone: (418) 687-6407
Télécop.: (418) 654-2615
Courriel: David.Mate@RNCan.gc.ca

Christian Prévost

Scientifique en environnement
Ressources naturelles Canada
588 rue Booth, Ottawa, ON. K1A 0Y7
Téléphone: (613) 996-7789
Télécop.: (613) 947-1385
Courriel: Christian.Prevost@RNCan.gc.ca

Paul Budkewitsch

Chef d'activité
Ressources naturelles Canada
588 rue Booth, Ottawa, ON. K1A 0Y7
Téléphone: (613) 947-1331
Télécop.: (613) 947-1385
Courriel: Paul.Budkewitsch@RNCan.gc.ca

Goran Pavlic

Scientifique en environnement
Ressources naturelles Canada
588 rue Booth, Ottawa, ON. K1A 0Y7
Téléphone: (613) 947-1225
Télécop.: (613) 947-1385
Courriel: Goran.Pavlic@RNCan.gc.ca

Iqaluit, Nunavut

LeeAnn Pugh

Coordonnatrice – Changement climatiques
Ministère de l'Environnement du Nunavut
C.P. 1000
Station 1360, Iqaluit, NU, X0A 0H0
Tél. (Sans frais): 1-866-222-9063
Courriel: lpugh@gov.nu.ca

Jason Carpenter

Collège arctique du Nunavut
(*Nunavut Arctic College*)
C.P. 600
Iqaluit, NU X0A 0H0
Téléphone: (867) 979-7285
Courriel: jcarpenter@nac.nu.ca

Jackie Bourgeois

(Anciennement) Coordonnatrice –
Changement climatiques
Ministère de l'Environnement du Nunavut
Iqaluit, NU



Membres de l'équipe de projet: Christian Prévost, Paul Budkewitsch, Jackie Bourgeois, LeeAnn Pugh et Goran Pavlic.
Absent : Jason Carpenter

Partenaires de projet



Reconnaissance de l'implication de nos partenaires:

- Gouvernement du Nunavut : Ministère de l'Environnement et Ministère des Services communautaires et gouvernementaux.
- Bureau géoscientifique Canada-Nunavut
- Institut Canadien des urbanistes
- Ville d'Iqaluit
- Ministère des Affaires indiennes et du Nord Canada



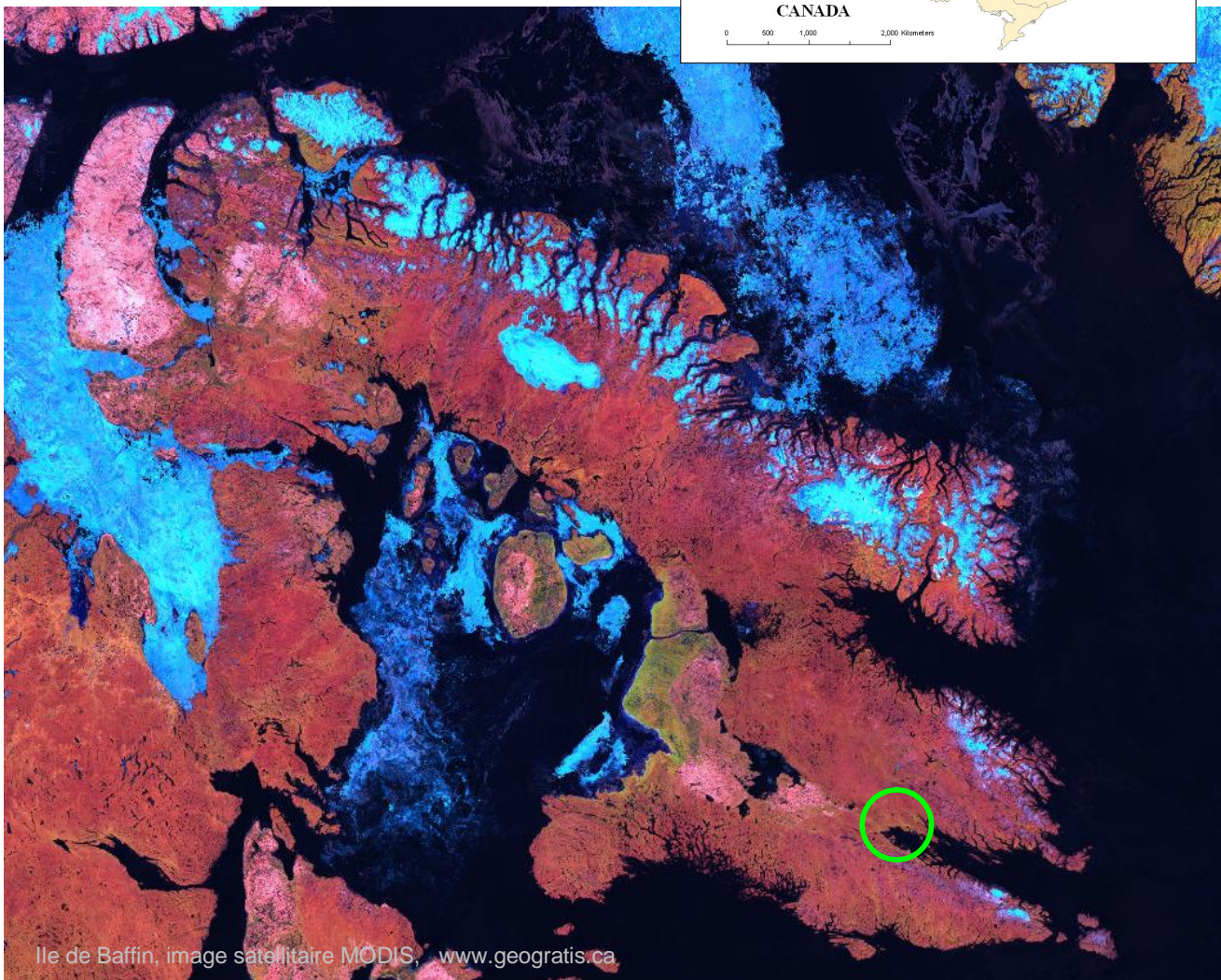
Affaires indiennes et du Nord Canada Indian and Northern Affairs Canada

La zone d'étude



Iqaluit, Nunavut

Capitale du Nunavut, Iqaluit est située sur la côte sud de l'île de Baffin, à la tête de la baie de Frobisher. Iqaluit a une population d'environ 6,200 personnes, la plus importante du Nunavut. La région est entourée de collines, à proximité des montagnes de la *Meta Incognita Peninsula*. Bien que la région soit au nord de la limite des arbres, on y retrouve plusieurs types de buissons connus sous le nom de Saule arctique.



Ile de Baffin, image satellitaire MODIS, www.geogratias.ca

Introduction



Les collectivités du Nord canadien, comme d'autres collectivités du Canada, font face à de nombreux défis lorsqu'il s'agit d'assurer l'accès à des ressources en eau suffisantes et salubres. Plusieurs facteurs font en sorte que cette situation est particulière dans le Nord, et convergent vers un accroissement de la pression sur les réserves limitées d'eau de surface:

- Dépendance à l'égard des eaux de surface due à la présence de pergélisol continu.
- Faibles précipitations.
- Augmentation de la consommation due à l'accroissement de la population.
- Incertitude face à l'accroissement des variations climatiques.

La présente recherche illustre l'utilisation de levés bathymétriques et la cartographie des limites de bassins versants, comme moyen facilitant la protection et l'évaluation de l'approvisionnement en eau potable de la ville d'Iqaluit. En juillet 2007, des scientifiques de Ressources naturelles Canada, une technologue du Ministère de l'Environnement du Nunavut et un enseignant du Collège Arctique au Nunavut ont réalisé des levés de terrain du lac Geraldine. Le lac Geraldine est le réservoir d'approvisionnement en eau de la ville d'Iqaluit. Le levé de terrain a permis d'appliquer des méthodes de cartographie de bassin versant dans le but d'améliorer le suivi du lac et la planification municipale.

Les données de télédétection et de géomatique recueillies ont conduit à la production de cartes détaillées et de statistiques, incluant :

- Une image satellitaire à haute résolution rectifiée rigoureusement avec des points de contrôle au sol
- Une délimitation précise du bassin versant du lac Geraldine.
- Des courbes bathymétriques et des statistiques pour aider à déterminer le bilan hydrique du lac Geraldine.

Le volet de transfert technologique du projet a été axé sur la formation de personnel local à l'utilisation d'équipement peu coûteux pour acquérir de l'information de base, mais néanmoins exacte. Ce type de relevé de terrain pourrait être répété efficacement dans d'autres collectivités du Nunavut. Une meilleure estimation des réserves d'eau et des limites des bassins versants procure des données importantes qui aident à assurer la surveillance des changements climatiques, dont les incidences sont de plus en plus notables, particulièrement dans l'Arctique.

L'équipe de projet a aussi expérimenté l'utilisation d'une caméra sous-marine peu dispendieuse pour colliger de l'information relative aux conditions de fond du lac.

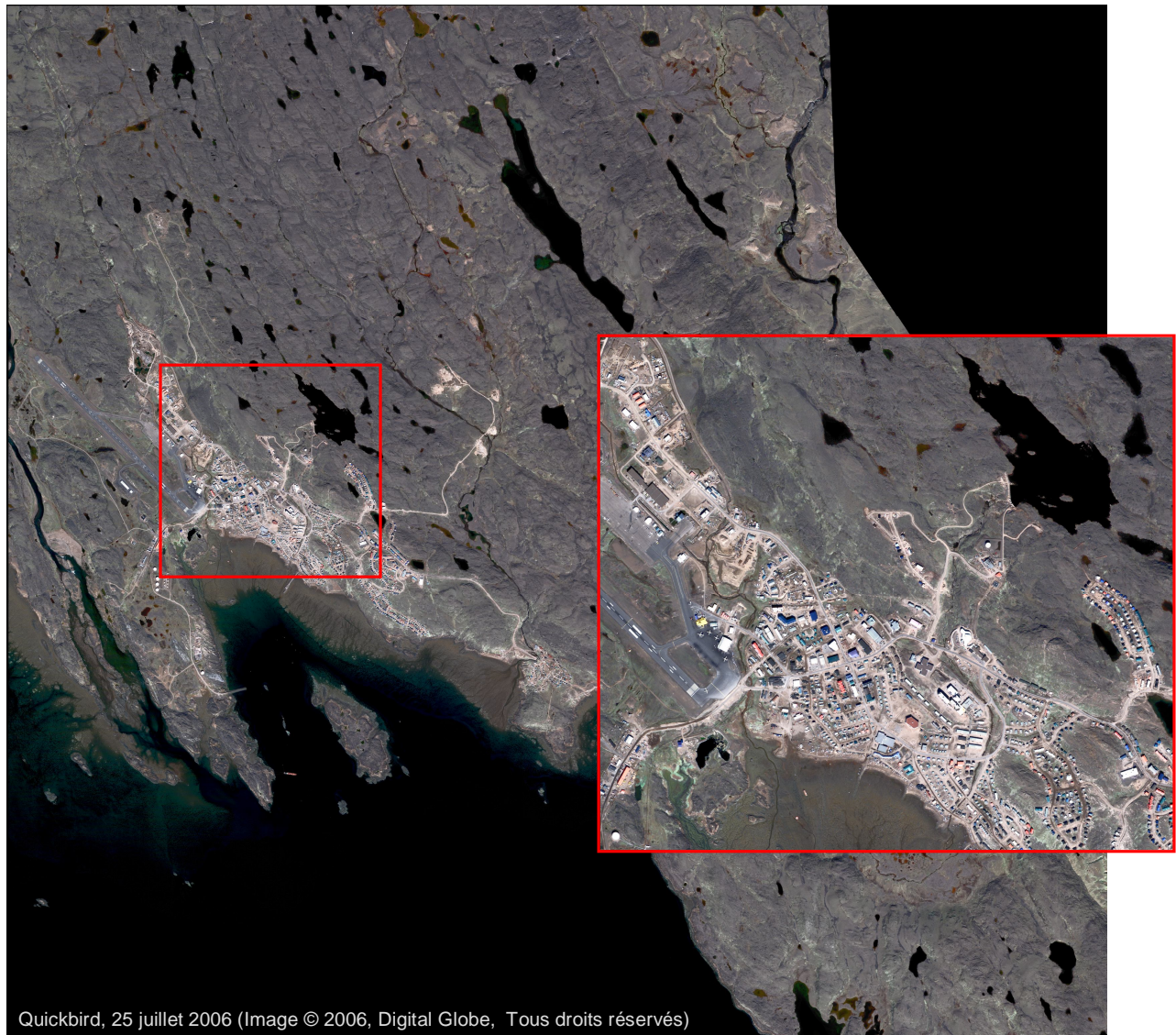


Imagerie satellitaire



Imagerie satellitaire à haute résolution

Une image satellitaire à haute résolution (QuickBird^{MC}) a été acquise et utilisée à titre de référence géographique pour la planification municipale et le développement d'applications.



Quickbird, 25 juillet 2006 (Image © 2006, Digital Globe, Tous droits réservés)

Cette image a été géoréférencée (référencée au sol) en utilisant des points de contrôle précis, colligés par l'équipe de projet et/ou extraits de la base de données de la Division des Levés géodésiques de Ressources naturelles Canada. L'orthorectification a été exécutée à l'aide de logiciels spécialisés. Une fois rectifiée, l'image peut être visualisée en utilisant divers logiciels de géomatique ou reproduite sur papier avec les coordonnées cartographiques exactes.



Acquisition de points de contrôle au sol

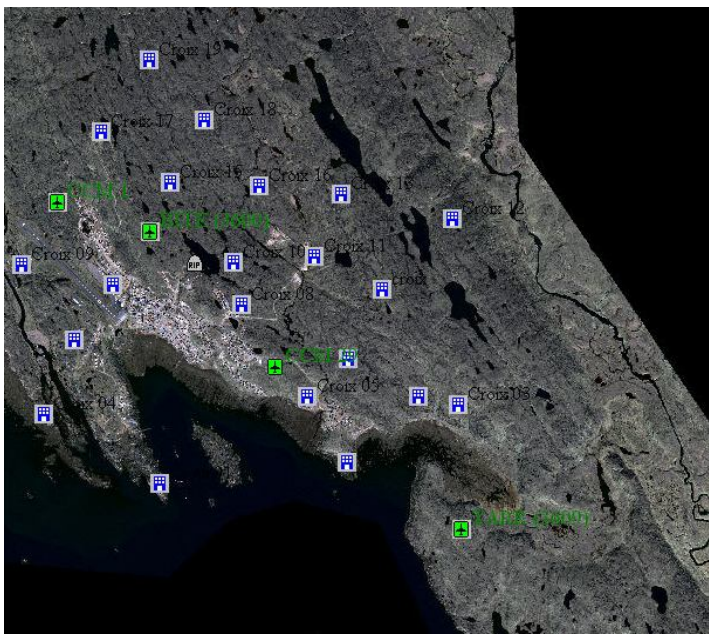
Plusieurs sources de points de contrôle ont servi à rectifier l'image, y compris des points GPS de haute précision et des points du réseau géodésique représentés par des croix peintes au sol (voir figure ci-dessous). Ces points peuvent aussi être utilisés pour géoréférencier de nouvelles images à haute résolution acquises au-dessus d'Iqaluit et de ses environs.



Point de contrôle géodésique matérialisé par une croix peinte au sol.



Croix blanche peinte au sol tel que visualisée sur une image à haute résolution Quickbird dans Google Earth^{MC}.



Des points de contrôle au sol colligés par l'équipe de projet, et des points extraits de la base de données de la Division des levés géodésiques du Canada ont servi à géoréférencier l'image satellitaire Quickbird.

RÉSULTAT: Une carte image satellitaire à haute résolution et géoréférenciée.

Limites du bassin versant



Limites du bassin versant

Délimitation du bassin versant

Le bilan hydrique d'un réservoir est principalement contrôlé par la surface de son bassin versant, la quantité de précipitation, l'évapotranspiration des végétaux, l'évaporation des surfaces d'eau, la recharge aquifère, le ruissellement, et le volume d'eau extrait pour la consommation. Certains de ces paramètres sont plus difficiles à évaluer que d'autres. Les changements climatiques peuvent aussi avoir un impact sur le bilan en eau d'un réservoir dû aux fluctuations dans la quantité et la distribution des précipitations.

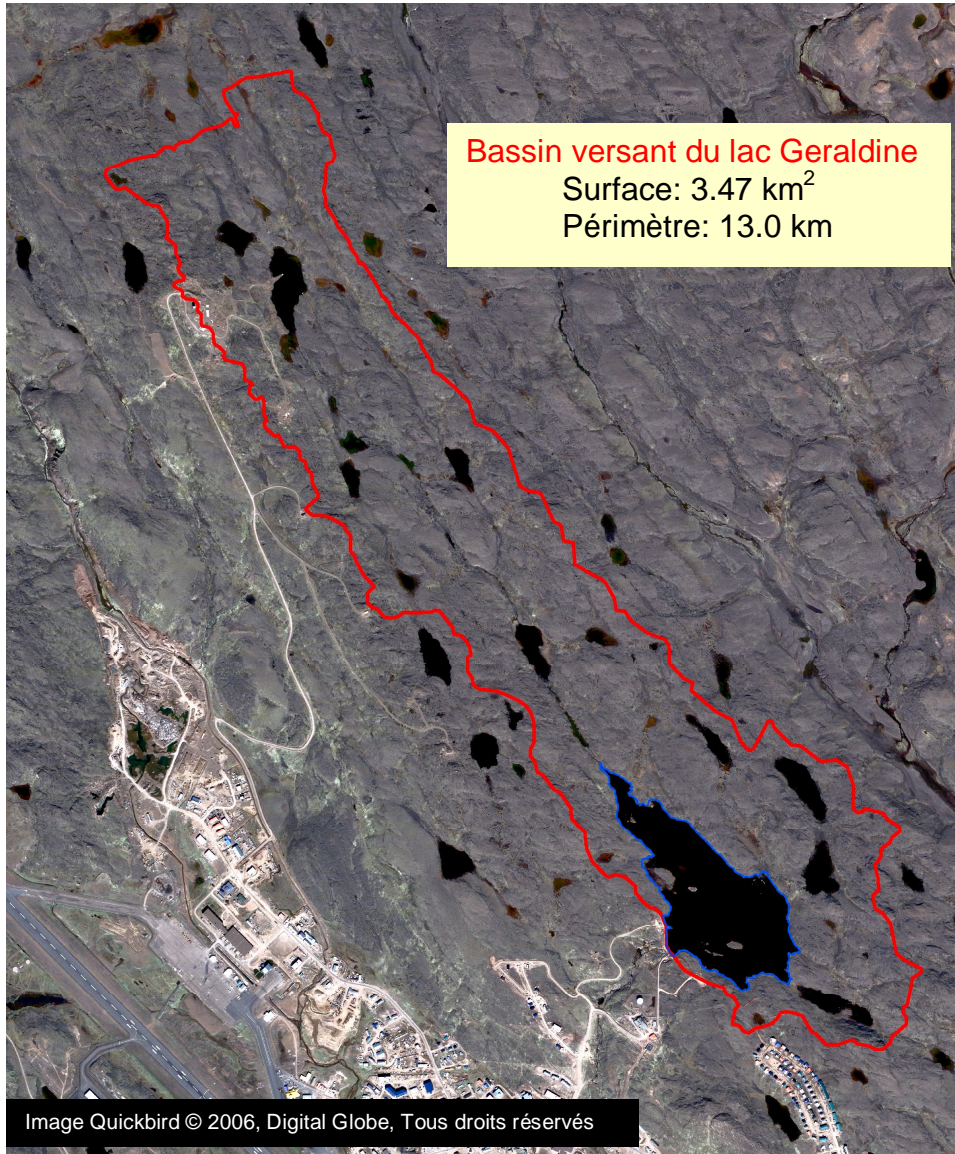
Le lac Geraldine est alimenté par son bassin versant. Délimiter la surface du bassin versant est un prérequis à l'estimation de son bilan hydrique et à l'estimation du volume d'eau disponible pour la communauté. La délimitation du bassin versant s'est effectuée en deux étapes. Dans un premier temps, le bassin versant a été délimité en utilisant un logiciel spécialisé et deux modèles numériques d'altitude (MNA); le premier généré à partir des courbes de niveau à un intervalle de 1 m. fourni par la ville d'Iqaluit, et le second à partir des modèles au 1:50,000 produits par Ressources naturelles Canada. Ces derniers ont été utilisés dans la partie nord du bassin, au-delà des limites du MNA de la ville d'Iqaluit.

La seconde étape a été réalisée en marchant sur la crête du bassin et en enregistrant le tracé à l'aide d'un GPS de haute précision pour raffiner la limite du



La validation de la limite du bassin versant est obtenue en marchant sur la crête du bassin.

bassin. A titre de confirmation additionnelle, des traverses ont été effectués à pied en travers du bassin, et au-delà de la limite du bassin, pour confirmer la position géographique de la crête.



RÉSULTAT: Cartographie de la limite du bassin versant du lac Geraldine.

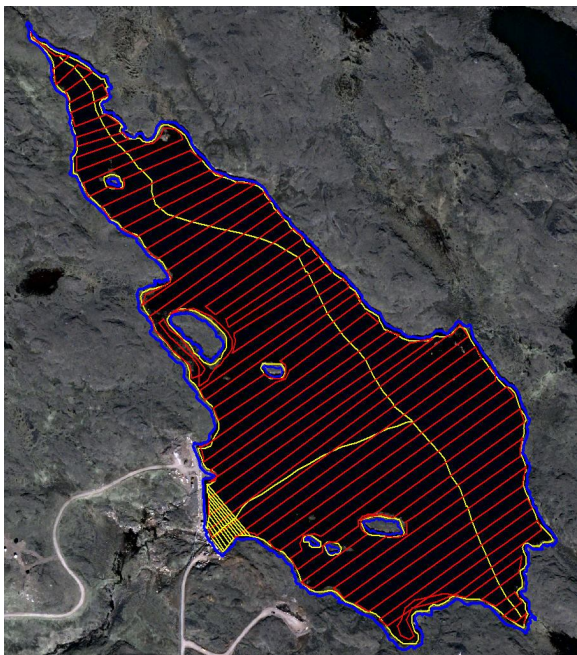
Cartographie bathymétrique



Relevé bathymétrique du lac

Le relevé bathymétrique détaillé du lac Géraldine a été réalisé en juillet 2007 par le personnel de Ressources naturelles Canada et du ministère de l'Environnement du Nunavut.

L'ensemble de la méthode de réalisation a été optimisée pour obtenir les meilleurs résultats possibles en utilisant un appareillage robuste, facile à utiliser et peu dispendieux. L'équipement inclut un échosondeur de pêcheur et un récepteur GPS de qualité consommateur.



Lignes de relevé bathymétrique du lac Geraldine (en rouge) et relevé de la périphérie et des zones profondes (jaune).



Acquisition des données bathymétriques du lac

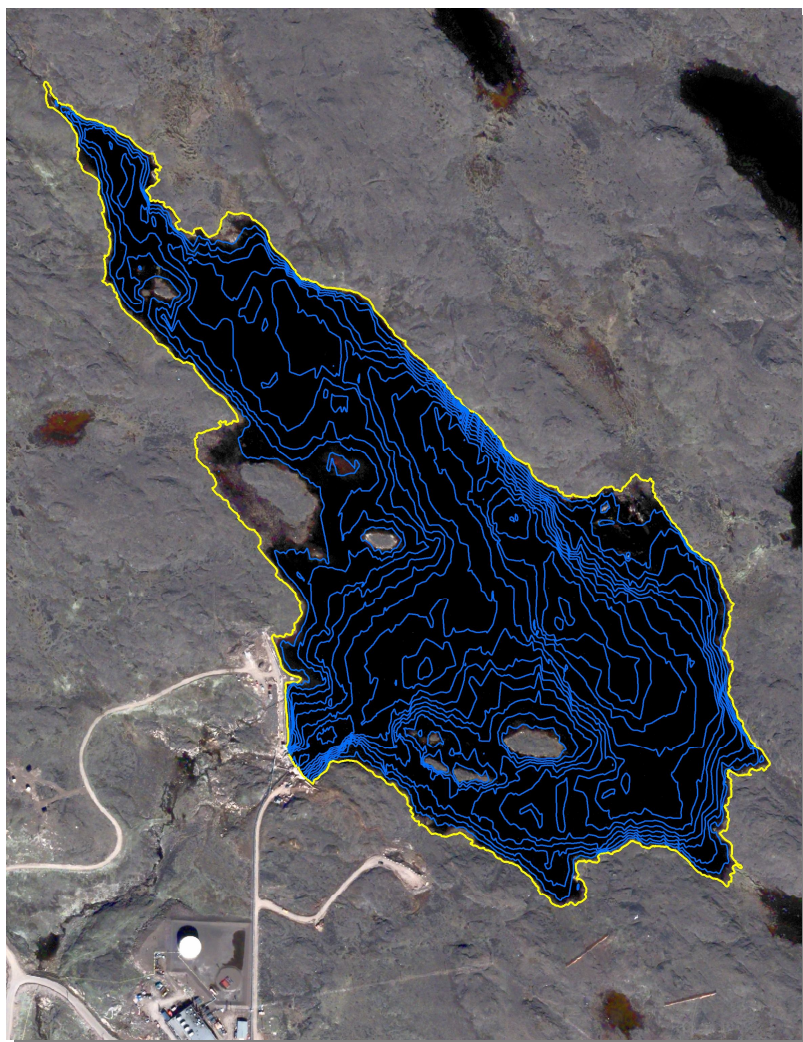


Vue rapprochée du récepteur GPS et de l'échosondeur de pêcheur.



Les courbes bathymétriques (isobathes) ont été générées à un intervalle de 1 m. La carte bathymétrique, dans sa version imprimée, est à une échelle de 1:2,000 et est représentée dans la figure ci-jointe. L'information dérivée du relevé bathymétrique inclut le volume d'eau total, ainsi que les volumes à divers intervalles de profondeur.

Relevé bathymétrique du lac Geraldine



Lake Geraldine Statistics Statistiques du lac Geraldine

Perimeter / périmètre :	3.52 km
Area / surface :	.29 km ²
Volume :	1361 x 10 ³ m ³
Depth / profondeur :	~ 12 m

Depth Profondeur	Volume 1000 m ³	Cumul. 1000 m ³
0 m - 1 m	274	274
1 m - 2 m	241	515
2 m - 3 m	209	724
3 m - 4 m	176	900
4 m - 5 m	140	1040
5 m - 6 m	110	1150
6 m - 7 m	86	1236
7 m - 8 m	57	1293
8 m - 9 m	33	1326
9 m - 10 m	20	1346
10 m - 12 m	11	1358
11 m - 12 m	3	1361
12 m +	~	1361

1 km² = 100 hectares

1m³ = 1000 litres



Au début de l'été 2007, Environnement Canada a installé une station hydrométrique (#10UH013) près de l'exutoire du lac Geraldine. Cette station hydrométrique permet d'associer le "niveau zéro" du relevé bathymétrique à une valeur de référence publiée. Selon les données de la station, le niveau du lac a augmenté durant la période de relevé bathymétrique de 109.510 m. à 109.646 m. A titre d'estimation de base, le "niveau zéro" du relevé bathymétrique a été établi à **109.6 m**, ce qui correspond au niveau moyen à la station durant la période de relevé. Les statistiques de niveau d'eau de cette station peuvent être visualisées au site web d'Environnement Canada:

http://www.wsc.ec.gc.ca/hydat/H2O/index_f.cfm?cname=graph.cfm



Localisation de la station hydrométrique d'Environnement Canada.

RÉSULTAT: Relevé bathymétrique du lac Geraldine effectué et statistiques calculés.

Transfert technologique



La cartographie des limites du bassin versant et la technique de relevé bathymétrique ont été conçues dans une optique de transfert technologique pour appuyer l'évaluation du plan d'eau d'approvisionnement de la ville d'Iqaluit. Ces techniques fournissent des outils robustes, conviviaux et peu dispendieux pour réaliser des relevés sur des lacs de petite dimension, dans le but de permettre aux communautés du Nunavut de mieux comprendre leurs lacs et d'acquérir de l'information sur leur bassin versant.



Christian Prévost montre les techniques de relevé bathymétrique à LeeAnn Pugh du ministère de l'Environnement du Nunavut.



Christian Prévost montre les techniques de relevé bathymétrique à Jason Carpenter du Collège arctique du Nunavut (*Nunavut Arctic College*).

RÉSULTAT: Des outils robustes, conviviaux et peu dispendieux de cartographie que la communauté peut utiliser pour la surveillance de son environnement.

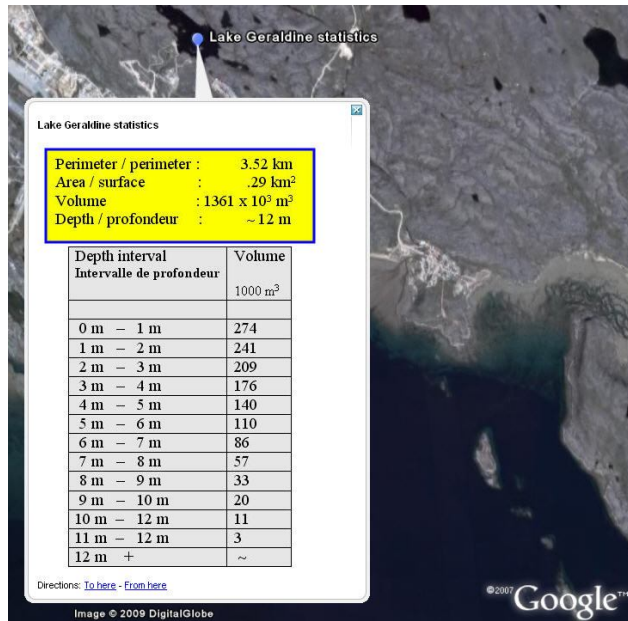
Information additionnelle



Produits géomatiques

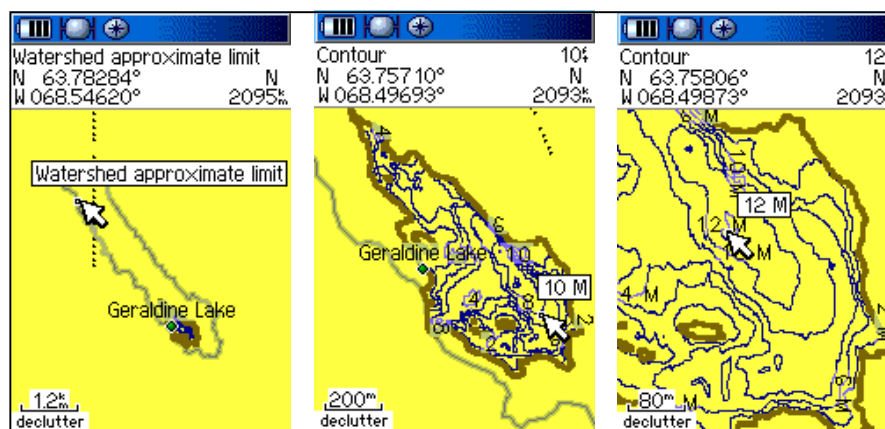
Les produits géomatiques résultant de cette activité de cartographie et de relevés au sol ont été rendu compatibles avec des logiciels d'usage courant.

-Un fichier.kml (*Keyhole Markup Language*) illustrant les données statistiques du lac Geraldine peut être affiché en utilisant des logiciels publics tel GoogleEarth^{MC}.



Représentation GoogleEarth regroupant quelques résultats de la campagne de 2007.

-Un fichier .img, compatible avec les GPS cartographiques Garmin^{MC}, et illustrant la limite du bassin versant et les courbes bathymétriques du lac Geraldine peut être visualisé directement à l'écran du GPS.



Copie d'écran d'un GPS Garmin76Map^{MC} illustrant la limite du bassin versant et les courbes bathymétriques du lac Geraldine.



Fiche d'information et affiche

Une fiche d'information résumant cette initiative est disponible au site web du Centre canadien de télédétection www.cct.rncan.gc.ca.

Une affiche illustrant les résultats de ce projet a aussi été produite. Un nombre limité de copies papier grand format sont disponibles sur demande en contactant le chef ou les membres du projet.

Information géomatique sur un bassin versant d'Iqaluit, Nunavut, utilisant des données d'observation de la Terre et des levés de terrain

P. Budenzkitch, C. Péron, G. Paris
 Personnel des Ressources naturelles Canada, Secteur des Sciences de la Terre, Centre canadien de télédétection

Les collectivités du Nord canadien, comme d'autres collectivités du Canada, tentent de relever de nouveaux défis liés à l'assèchement d'un des réseaux en eau (L'Arctic et L'Arctic). Plusieurs facteurs sont en cause, ce qui est particulièrement évident dans le Nord, notamment la diminution du régime des eaux de surface, la présence de pergélifs, les écoulements souterrains, l'augmentation de la consommation et le changement climatique. Tous ces éléments convergent vers un assèchement de la surface qui a des effets néfastes sur l'économie, la santé et le bien-être des habitants. Pour ce projet, nous avons combiné les données d'observation de la Terre et des levés de terrain pour produire une carte hydrologique à l'échelle de 1:2000, la plus précise jamais produite pour le bassin versant d'Iqaluit au Nunavut. Le site Web interactif technologique du projet a été créé pour la livraison de données et l'utilisation d'équipement personnalisé pour acquérir de l'information de base, mais également exacte.

En juillet 2007, des scientifiques de Ressources naturelles Canada, un technicien du gouvernement du Nunavut et un enseignant au collège local ont étudié les levés de terrain et les données de cartographie de bassin versant dans le but d'analyser le sud du lac Oudiniak. Les données d'observation de la Terre et les levés de terrain ont été combinés.

Dans le cadre de ce projet, plusieurs données ont été produites :

- Le contour du bassin versant du lac Oudiniak a été redéfini cartographiquement à l'aide de plusieurs techniques, comme l'usage de la photographie.
- Le profil longitudinal également le long du lac Oudiniak a été créé. Les données de terrain ont été combinées avec les données de la carte hydrologique à l'échelle de 1:2000, et appliquées sur le terrain. La carte présente également de l'information détaillée, notamment la surface d'eau, la profondeur, les courbes de niveau et les données de terrain.
- En plus du levé du bassin versant et du levé hydrologique, l'équipe a procédé à l'acquisition de points d'appui afin de géoréférencer une image satellite géométriquement précise. Ce levé géométrique a été utilisé comme référence géométrique pour plusieurs applications en aménagement, et a été remis aux partenaires impliqués.
- Plusieurs sources de points d'appui ont été utilisées. L'équipe a complété des points GPS de haute précision et des points au sol de haute précision, mesurés par des codes de couleur au sol (color-coded). Ces points ont été utilisés pour géoréférencer les données de la carte hydrologique à l'échelle de 1:2000, et pour la production d'une image satellite géométriquement précise.

Dans le cadre du projet, l'identification de la présence des écoulements souterrains a été effectuée. Cette tâche a été réalisée en combinant les données de la carte hydrologique à l'échelle de 1:2000, les données de la carte géométriquement précise et les données de la carte géométriquement précise. Les données de la carte géométriquement précise ont été utilisées pour géoréférencer les données de la carte hydrologique à l'échelle de 1:2000, et pour la production d'une image satellite géométriquement précise.

Canada

Fiche d'information disponible au site www.cct.rncan.gc.ca du Centre canadien de télédétection.

Information géomatique sur un bassin versant d'Iqaluit, Nunavut

P. Budenzkitch, C. Péron, G. Paris
 Personnel des Ressources naturelles Canada, Secteur des Sciences de la Terre, Centre canadien de télédétection

Les collectivités du Nord canadien, comme d'autres collectivités du Canada, tentent de relever de nouveaux défis liés à l'assèchement d'un des réseaux en eau (L'Arctic et L'Arctic). Plusieurs facteurs sont en cause, ce qui est particulièrement évident dans le Nord, notamment la diminution du régime des eaux de surface, la présence de pergélifs, les écoulements souterrains, l'augmentation de la consommation et le changement climatique. Tous ces éléments convergent vers un assèchement de la surface qui a des effets néfastes sur l'économie, la santé et le bien-être des habitants. Pour ce projet, nous avons combiné les données d'observation de la Terre et des levés de terrain pour produire une carte hydrologique à l'échelle de 1:2000, la plus précise jamais produite pour le bassin versant d'Iqaluit au Nunavut. Le site Web interactif technologique du projet a été créé pour la livraison de données et l'utilisation d'équipement personnalisé pour acquérir de l'information de base, mais également exacte.

En juillet 2007, des scientifiques de Ressources naturelles Canada, un technicien du gouvernement du Nunavut et un enseignant au collège local ont étudié les levés de terrain et les données de cartographie de bassin versant dans le but d'analyser le sud du lac Oudiniak. Les données d'observation de la Terre et les levés de terrain ont été combinés.

Dans le cadre de ce projet, plusieurs données ont été produites :

- Le contour du bassin versant du lac Oudiniak a été redéfini cartographiquement à l'aide de plusieurs techniques, comme l'usage de la photographie.
- Le profil longitudinal également le long du lac Oudiniak a été créé. Les données de terrain ont été combinées avec les données de la carte hydrologique à l'échelle de 1:2000, et appliquées sur le terrain. La carte présente également de l'information détaillée, notamment la surface d'eau, la profondeur, les courbes de niveau et les données de terrain.
- En plus du levé du bassin versant et du levé hydrologique, l'équipe a procédé à l'acquisition de points d'appui afin de géoréférencer une image satellite géométriquement précise. Ce levé géométrique a été utilisé comme référence géométrique pour plusieurs applications en aménagement, et a été remis aux partenaires impliqués.
- Plusieurs sources de points d'appui ont été utilisées. L'équipe a complété des points GPS de haute précision et des points au sol de haute précision, mesurés par des codes de couleur au sol (color-coded). Ces points ont été utilisés pour géoréférencer les données de la carte hydrologique à l'échelle de 1:2000, et pour la production d'une image satellite géométriquement précise.

Dans le cadre du projet, l'identification de la présence des écoulements souterrains a été effectuée. Cette tâche a été réalisée en combinant les données de la carte hydrologique à l'échelle de 1:2000, les données de la carte géométriquement précise et les données de la carte géométriquement précise. Les données de la carte géométriquement précise ont été utilisées pour géoréférencer les données de la carte hydrologique à l'échelle de 1:2000, et pour la production d'une image satellite géométriquement précise.

Canada

Affiche grand format regroupant les résultats du projet.



Expérimentation avec une caméra vidéo sous-marine

Durant l'exécution du relevé bathymétrique, l'équipe de projet a pu expérimenter l'utilisation d'une caméra vidéo sous-marine peu dispendieuse, utilisée principalement par les pêcheurs sur glace. Environ 50 minutes de vidéo ont été acquises sur la face du barrage et un autre 20 minutes ont été acquises en draguant la caméra à deux endroits au fond du lac Geraldine. De petits organismes nageurs ont été observés dans le lac, possiblement des amphipodes ou autre type de crustacés.



Caméra sous-marine utilisée pour observer le lac Geraldine.



Image du fond du lac Geraldine.

Prochaines étapes

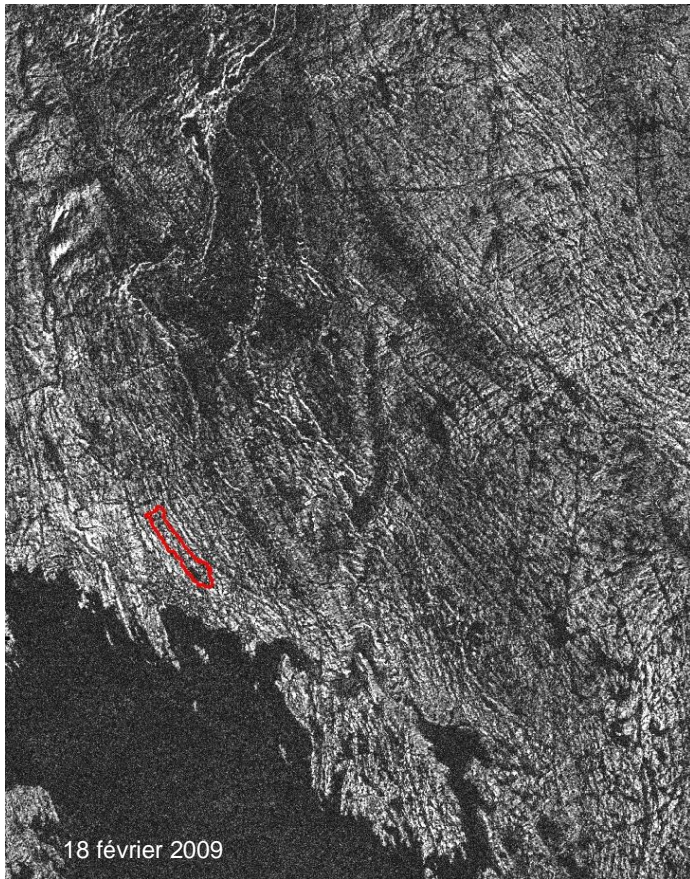


Transfert technologique

- Rechercher d'autres techniques et outils robustes et peu dispendieux d'intérêt pour accroître les retombées du projet.

Estimation du couvert de neige

- Investiguer et développer des méthodes pour tirer profit des images satellitaires canadiennes de RADARSAT-2 pour estimer l'épaisseur de neige accumulée dans les bassins versants et autres régions d'intérêt. Cette information peut être utilisée pour améliorer les paramètres d'entrée dans le calcul du bilan hydrique d'un lac d'approvisionnement.



Prototype géospatial d'estimation de l'épaisseur du couvert nival à partir d'une image satellite radar. Le bassin versant d'Iqaluit est illustré en rouge.