



**GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
OPEN FILE 6843**

**Watershed Mapping and Monitoring for Northern Community
Impact Assessment – Cape Dorset, Nunavut**

**Cartographie et suivi des bassins versants pour l'évaluation
d'impact dans les communautés nordiques – Cape Dorset,
Nunavut**

P. Budkewitsch, C. Prévost, G. Pavlic, and M. Pregitzer

2011



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada



**GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
OPEN FILE 6843**

Watershed Mapping and Monitoring for Northern Community Impact Assessment - Cape Dorset, Nunavut

Cartographie et suivi des bassins versants pour l'évaluation d'impact dans les communautés nordiques – Cape Dorset, Nunavut

P. Budkewitsch, C. Prévost, G. Pavlic, and M. Pregitzer

2011

©Her Majesty the Queen in Right of Canada 2011

doi:10.4095/288668

This publication is available from the Geological Survey of Canada Bookstore
(http://gsc.nrcan.gc.ca/bookstore_e.php).

It can also be downloaded free of charge from GeoPub (<http://geopub.nrcan.gc.ca/>).

Recommended citation:

Budkewitsch, P., Prévost, C., Pavlic, G., and Pregitzer, M., 2011. Watershed Mapping and Monitoring for Northern Community Impact Assessment - Cape Dorset, Nunavut/Cartographie et suivi des bassins versants pour l'évaluation d'impact dans les communautés nordiques - Cape Dorset, Nunavut; Geological Survey of Canada, Open File 6843, 44 p. doi:10.4095/288668

Publications in this series have not been edited; they are released as submitted by the author.



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



Quickbird, July 11, 2008 (Image © 2006, Digital Globe. All Rights Reserved)

Cape Dorset, Nunavut



Table of Contents



Abstract	4
Project Team.....	5
Project Partners.....	7
The Study Area.....	8
Background.....	9
Watershed Boundaries	11
Bathymetric Mapping	14
Additional Information	17

Abstract



This report highlights the Cape Dorset watershed assessment activity conducted by scientists from the Canada Centre for Remote Sensing at Natural Resources Canada and staff from the Nunavut Research Institute (NRI) and the Community and Government Services (CGS) of Nunavut. This activity included the use of high resolution satellite imagery, airphotos, and on-site field surveys to map the watershed boundaries and lake depths of the fresh water supply lakes for Cape Dorset.

This activity was also used as a technology transfer exercise, whereby staff from NRI and CGS of Nunavut 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 upon request by contacting the project leader or project members. The digital files comprise of:

- Vector files of the outlines of the watersheds for the primary lake (T-Lake) and a potential water source supply (Q-Lake) (ESRI shapefile.shp).
- Raster files illustrating the water depth model for the two lakes surveyed (Geotiff.tif)
- Vector files illustrating the depth contours (isobaths) for the two lakes surveyed (ESRI shapefile.shp).
- Tabular statistics featuring the water volume for the two lakes surveyed.
- Lake volume statistics stored as .kml files (Keyhole Markup Language) viewable on tools such as Google Earth™.
- Vector files illustrating the depth contours for the two lakes surveyed stored as .img files compatible with Garmin™ GPS map devices.
- Precise GPS location of a reference point established during the field survey.
- Underwater video camera footage acquired at T-Lake (.avi/.asf)



A panoramic view of the Cape Dorset area.

Project Team



Natural Resources Canada

Andy Rencz
Program Leader
Natural Resources Canada
601 Booth St., Ottawa, ON, K1A 0E8
Tel: (613) 995-4786
Email: Andy.Rencz@RNCan.gc.ca

David Mate
Project Leader
Natural Resources Canada
601 Booth St., Ottawa, ON, K1A 0E8
Tel: (613) 943-2973
Email: David.Mate@RNCan.gc.ca

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

Christian Prévost
Environmental Scientist
Natural Resources Canada
588 Booth St., Ottawa, ON, K1A 0Y7
Tel: (613) 996-7789
Email: Christian.Prevost@NRCan.gc.ca

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

Marilee Pregitzer
Physical Scientist
Natural Resources Canada
588 Booth St., Ottawa, ON, K1A 0Y7
Tel: (613) 996-7789
Email: Marilee.Pregitzer@NRCan.gc.ca

Government of Nunavut

Adule Chris
Senior Regional Planner
Community & Government Services
Baffin Region, Government of Nunavut
P.O. BOX 330, Cape Dorset, NU X0A 0C0
Tel: (867) 897-3621
E-mail: achris@gov.nu.ca

Corey Dimitruk
Senior Regional Planner
Community & Government Services
Kitikmeot Region, Government of Nunavut
Bag 200, Cambridge Bay, NU X0B 0C0
Tel: (867) 983-4012
Email: cdimitruk@gov.nu.ca

Bhabesh Roy
Municipal Planning Engineer
Community & Government Services
Baffin Region, Government of Nunavut
P.O. Box 379, Pond Inlet, NU X0A 0S0
Tel.: (867) 899-7314
Email: broy@gov.nu.ca



(Left to right): Craig Beardshall, Alex Flaherty, Adule Chris, Christian Prévost, Rick Armstrong, Paul Budkewitsch.

Project Team



Nunavut Research Institute

Rick Armstrong

Manager, Scientific Support Services
Nunavut Research Institute
Box 1720, Iqaluit, NU, X0A 0H0
Tel: (867) 979-7280
Email: rarmstrong@nac.nu.ca

Alex Flaherty

Nunavut Research Institute
Box 1720, Iqaluit, NU, X0A 0H0
Tel: (867) 979-7280
Email: Alex.flaherty@arcticcollege.ca

Craig Beardshall

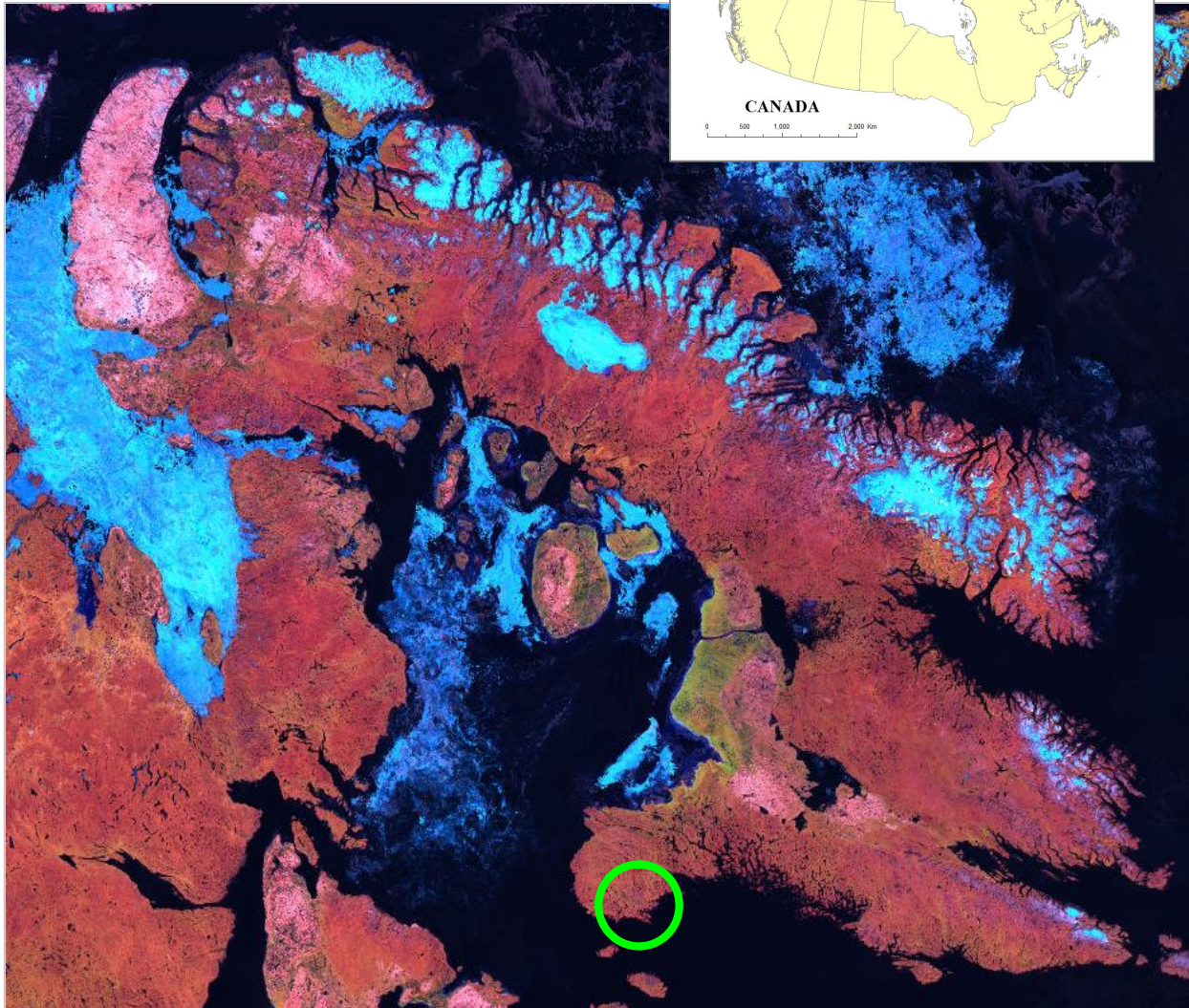
Nunavut Research Institute
Box 1720, Iqaluit, NU, X0A 0H0
Tel: (867) 979-7280

The Study Area



Cape Dorset, Nunavut

Cape Dorset is an Inuit hamlet located on Dorset Island near Foxe Peninsula at the southern tip of Baffin Island. The Inuktitut name of the village means "high mountains". Cape Dorset has a population of approximately 1,230 people.



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.

In August 2010, scientists from the Canada Centre for Remote Sensing at Natural Resources Canada trained staff from the Nunavut Research Institute (NRI) and the Department of Community and Government Services (CGS) of Nunavut on the procedures used to conduct on-site field surveys near Cape Dorset. The technology transfer aspect of the activity was orientated towards the use of low-cost equipment and how it can be used to provide basic, yet accurate information.

The on-site surveys applied watershed boundary and bathymetric mapping methods to support the monitoring and protection of fresh water supply reservoirs as well as community planning. Training also took place on how to install a GPS base station for acquiring high precision reference points for uses such as to

monitor post glacial isostatic uplift.

Two lakes were surveyed; the primary reservoir (T-Lake) and a secondary reservoir (Q-Lake) for Cape Dorset. The geomatics and remote sensing data collected led to the production of detailed maps and statistics, including:

- Accurate watershed (catchment basin) delineation for both fresh water supply lakes for Cape Dorset.
- Water depth contours and statistics to help determine the fresh water supply budget.
- Long term high precision reference points to monitor post glacial isostatic uplift.



Background



Following this technology transfer, on-site watershed delineation and bathymetric mapping surveys can be effectively carried out by the participants in other Nunavut communities. This indeed occurred following the training in Cape Dorset in August 2010. Work was carried out in Pond Inlet and began in Cambridge Bay by CGS.

Results of this mapping provides a better estimate of the volume of available fresh water and watershed boundaries to assist with monitoring and community planning in a changing climate that is beginning to significantly affect the Arctic.

Watershed Boundaries



The water budget of a reservoir is predominantly controlled by the surface area of its watershed, the amount of precipitation, evapotranspiration from the 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.

Surveying the watershed boundary is one of the primary requirements for estimating the water budget of a lake and consequently estimating the available water resource for a community.

Three days were spent training staff from NRI and CGS on watershed delineation techniques. The watershed boundaries for Cape Dorset's primary and secondary fresh water supply lakes were initially mapped using airphotos at 1:20,000 and a mirror stereoscope in order to gain an understanding of the watershed terrain.

Trainees were exposed to their first use of stereophoto interpretation, which requires some period of practice before skills are mastered. Nevertheless, the purpose of the photo interpretation was to create a generalized outline of the watershed limit, or "height of the land" as it appeared to the individual. The three results of the trainee's work which were completed independently are illustrated on next page. All three are in close agreement along most of the north margin of the watershed. Differences in interpretation were greatest along the eastern margin where the terrain



Training on the use of airphotos and stereoscopes for watershed delineation.



Training on using low-cost mapping software and the uploading of watershed data into a GPS.

relief was less pronounced and more difficult to follow. With practice of the techniques learned, however, the departures between individuals become less remarkable and greater agreement of where the boundary should be is apparent.

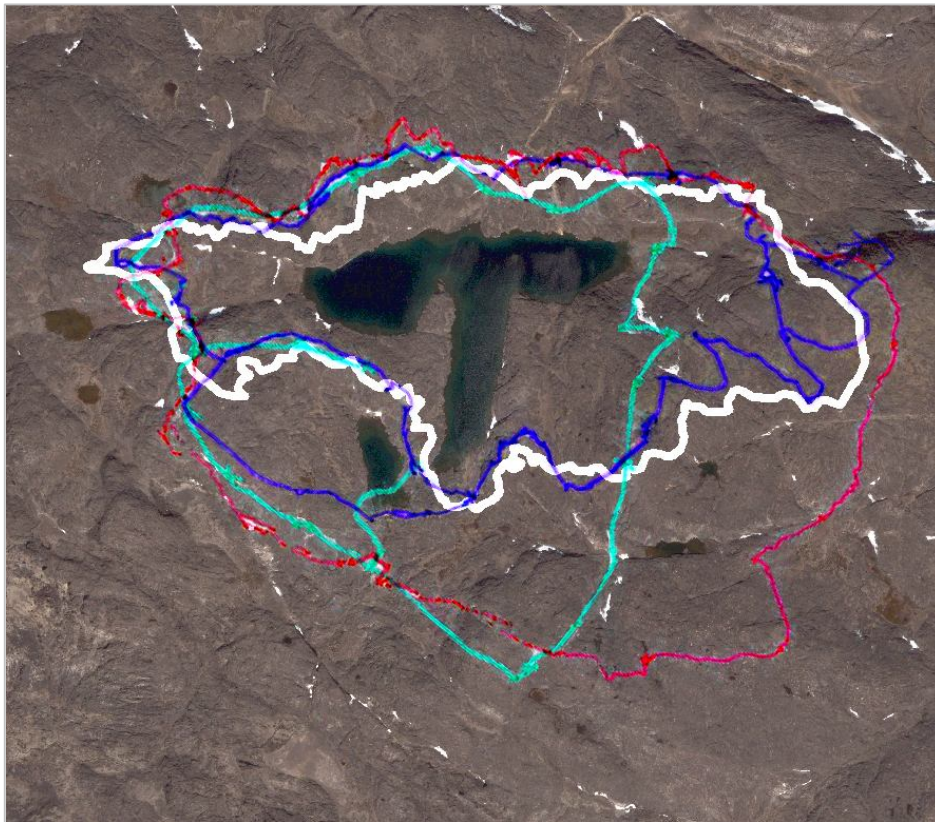
Watershed Boundaries



The main purpose of this step is to provide an approximate path of the watershed limit to follow in the field during the field surveying. The approximate boundary line was then transferred on screen to a low-cost map software and digital track was then uploaded into the GPS.

We find that a much more rapid survey of the watershed boundary is carried out in the field when an approximate determination of the outline is available and used as a directional guide. The precise location of the watershed boundary is collected by the GPS track log function. In our case, location points were recorded automatically every 10 m.

Where relief is rugged, this ground survey method is relatively rapid to perform. In areas of low relief or relatively flat areas, more reading of the landscape is required and lateral checking across the watershed boundary may be required. (These deviations in the track log are edited out later). The watersheds were then validated by walking along the crest of the watershed divide, using a GPS to refine and record the definite watershed boundary position.



First attempts at tracing the watershed outline from aerial photo interpretation. Results from student 1, 2 and 3 shown in red, blue and green lines. The actual watershed outline surveyed is illustrated in white.

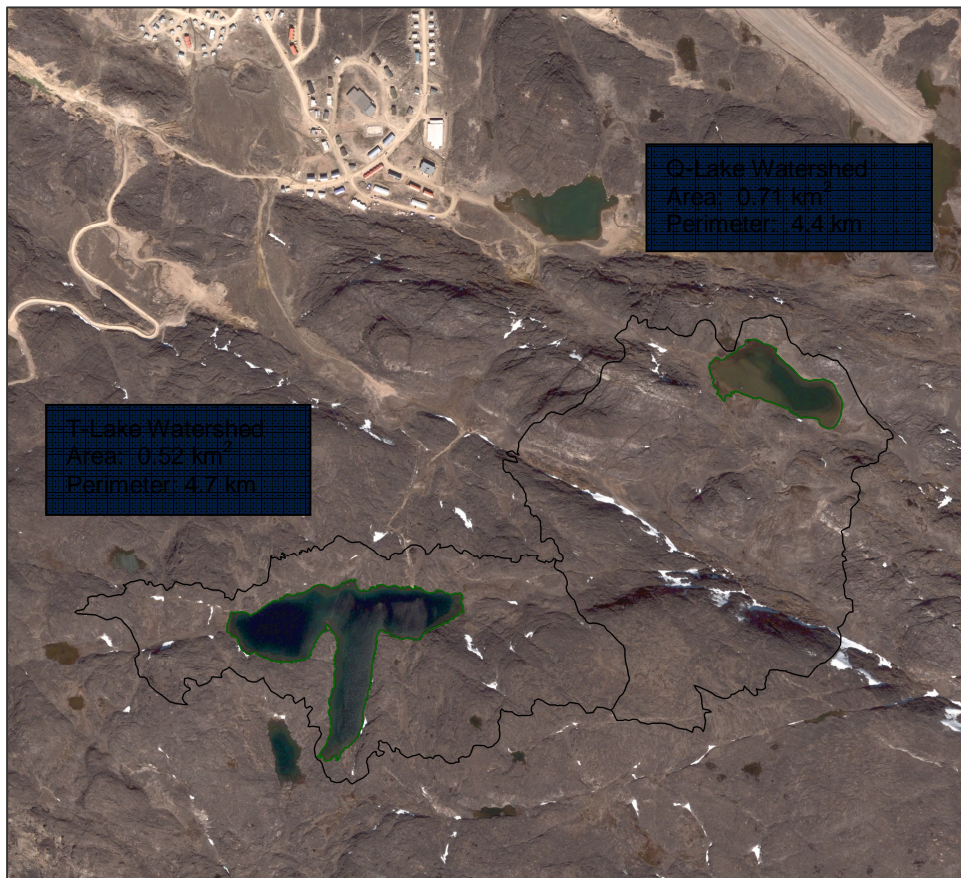
Watershed Boundaries



Validating the watershed outline and recording the exact trace of the watershed boundary position.



Often the highest peaks easily define the watershed crest line.



RESULT: Established watershed boundaries for the primary and secondary fresh water supply for Cape Dorset.

Bathymetric Mapping



Bathymetric Surveys

Detailed lake outlines and bathymetric surveys of the primary and secondary water supply lakes for Cape Dorset were conducted by scientists from the Canada Centre for Remote Sensing and staff from NRI and CGS. The lake outlines were captured by walking the perimeter of the lakes with a GPS. The bathymetric survey was conducted by using low cost, robust and easy to use equipment, including a sonar fish finder, a standard consumer grade GPS receiver, and a small inflatable water craft.



Craig Beardsall surveying the lake outline on a foggy day.



Equipment used for collecting bathymetric data: sonar fish finder and GPS receiver.



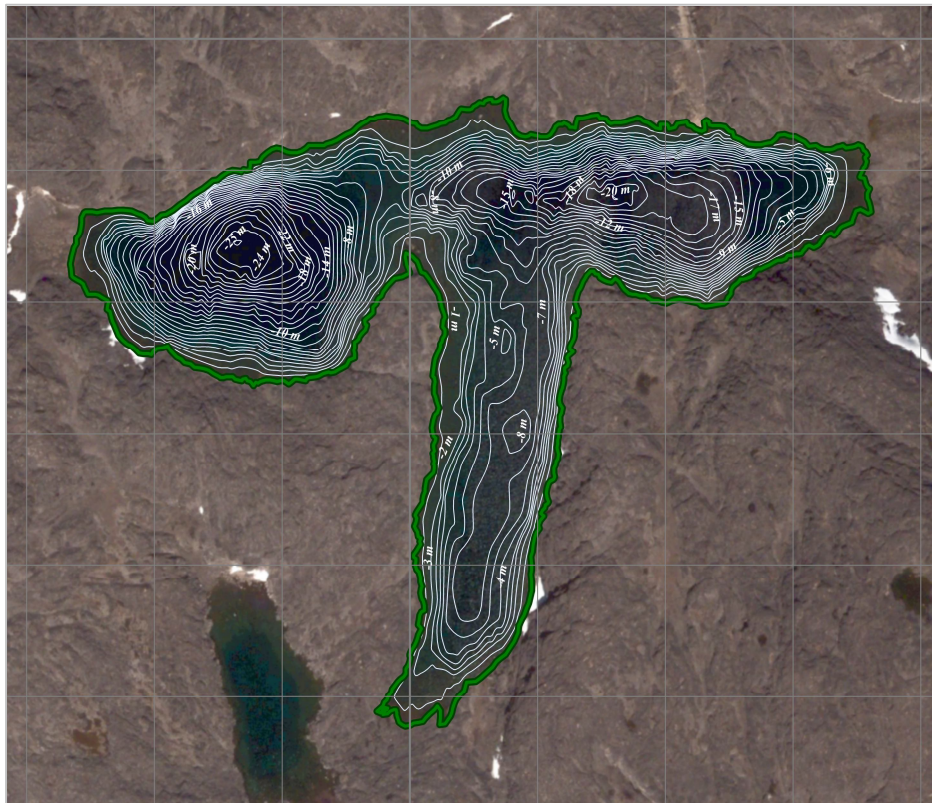
Training on data collection for the bathymetric survey at T-lake.

Bathymetric Mapping



Bathymetric contour lines (isobaths) were generated at 1 metre intervals. The bathymetric map was produced using an orthorectified 2008 Quickbird™ satellite image as the base map with the lake outlines and bathymetric lines draped on top. Information derived from the bathymetric survey includes total lake volume, and water volume at various depth intervals.

Cape Dorset T-Lake reservoir statistics as of August 17-19, 2010
 Statistiques du réservoir T-Lake de Cape Dorset, 17-19 août 2010



Depth Profondeur m	Volume 1000 m ³	Cumul. volume 1000 m ³
0 - 1 m	99	99
1 - 2 m	88	187
2 - 3 m	79	266
3 - 4 m	73	339
4 - 5 m	68	407
5 - 6 m	61	467
6 - 7 m	53	520
7 - 8 m	43	563
8 - 9 m	36	598
9 - 10 m	32	630
10 - 11 m	28	659
11 - 12 m	25	684
12 - 13 m	22	706
13 - 14 m	19	725
14 - 15 m	16	742
15 - 16 m	13	755
16 - 17 m	11	766
17 - 18 m	8	774
18 - 19 m	6	780
19 - 20 m	5	784
20 - 21 m	3	788
21 - 22 m	3	790
22 - 23 m	2	793
23 - 24 m	1	794
24 - 25 m	.4	794
25 - + m	-	794

Perimeter / Périmètre:	2.4 km
Area / Surface:	105 km ²
Volume:	794 x 10 ³ m ³
Depth / Profondeur:	~ 25 m

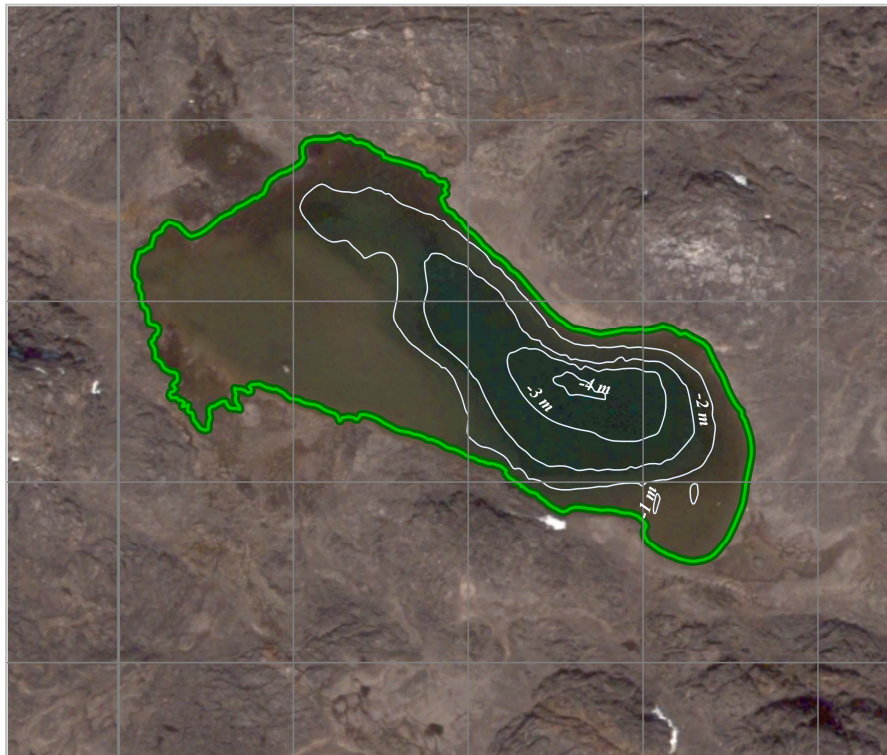
Depth survey points/ Points de sondage:	1760
Lake outline vertices/ Points de pourtour:	746
Deepest point recorded/ Point le plus profond enregistré: UTM 424863 / 7121847	25.1 m

Bathymetric survey of the primary freshwater supply lake for Cape Dorset (T-Lake).

Bathymetric Mapping



Cape Dorset Q-Lake reservoir statistics as of August 21, 2010
 Statistiques du réservoir Q-Lake de Cape Dorset, 21 août 2010



Depth Profondeur m	Volume 1000 m ³	Cumul. volume 1000 m ³
0 - 1 m	24.9	24.9
1 - 2 m	11.9	36.8
2 - 3 m	6.1	42.9
3 - 4 m	1.5	44.4
4 - + m	-	44.4

Depth survey points/ Points de sondage :	902
Lake outline vertices/ Points de pourtour :	450
Deepest point recorded/ Point le plus profond enregistré: UTM: 426255 / 7122458	4.15 m

Perimeter / Périmètre:	1.05 km
Area / Surface:	04 km ²
Volume :	44.4 x 10 ³ m ³
Depth / Profondeur :	~ 4 m

Bathymetric survey of the secondary freshwater supply lake for Cape Dorset (Q-Lake).

RESULT: Bathymetric surveys conducted and statistics generated for the primary and secondary fresh water supply lakes of Cape Dorset.

Additional Information



High Precision GPS Reference Points

A GPS medallion was installed in the vicinity of Cape Dorset to provide a long-term high precision reference point for various applications including the monitoring of post-glacial isostatic uplift. Several staff from NRI and the CGS Department in Nunavut were trained on how to install a GPS reference point and how to acquire raw GPS data in order to establish 3D coordinates of the reference point. The Geodetic Survey Division of Natural Resources Canada processed the raw data and generated the precise location of the reference point.



Adule Chris drills into solid bedrock to prepare for the GPS medallion installation.



GPS medallion installed.



Installation of the high precision choke ring GPS antenna.



The GPS station ready to start collecting raw data, to be processed later by the Geodetic Survey of Canada.

NAD83CSRS Lat.: 64° 13' 02.41895" N Long.: 76° 32' 42.98782" W Ellipsoid. Ht. 144.792 m
CGVD28 Ht.: 173.710 Coordinate Epoch: 2010.627
NRCan/Geodetic Survey Division Project M10-713

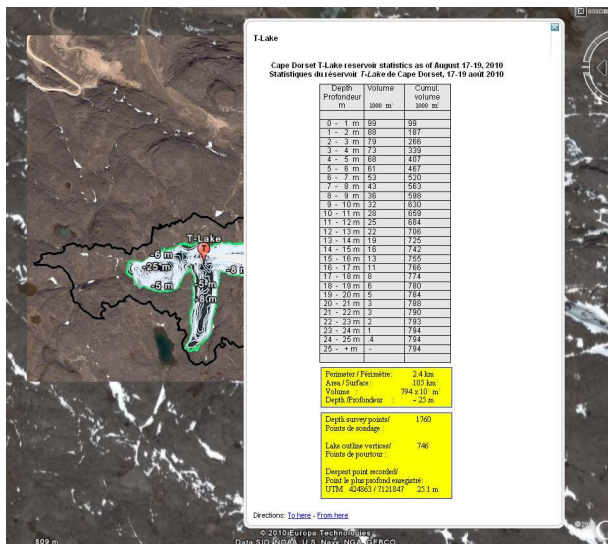
Additional Information



Geospatial Products

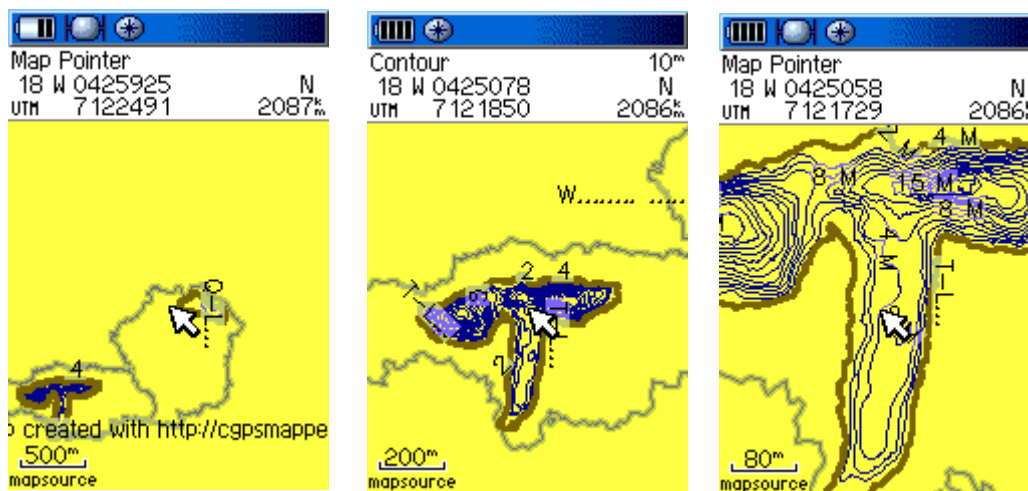
The geospatial products of this mapping and surveying activity were made compatible with low cost and accessible software.

-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 main characteristics of the watershed and lake area, and water volume statistics.

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



Screen grabs from Garmin76Map™ display featuring the bathymetric contours of T-lake (and Q-Lake) and their associated watershed.

Additional Information



Image Maps

Two large size image maps illustrating the techniques and results of this project have also been produced. The first image map displays the watershed and water volume information. The second image map features three dimensional views of Cape Dorset, which can be used to help understand the landscape of the area.

A limited number of printed copies are available upon request by contacting the project leader or the project members.

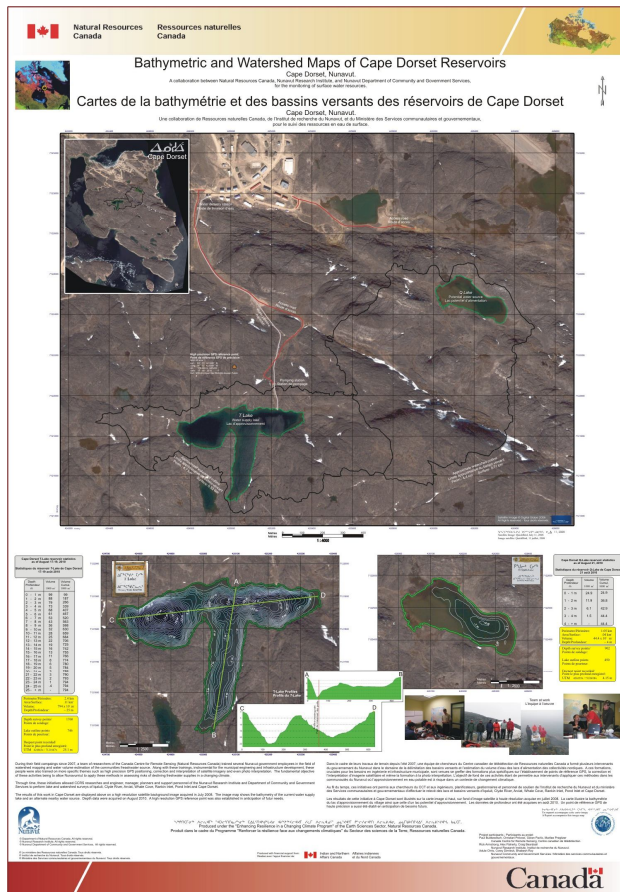


Image map featuring the project results.

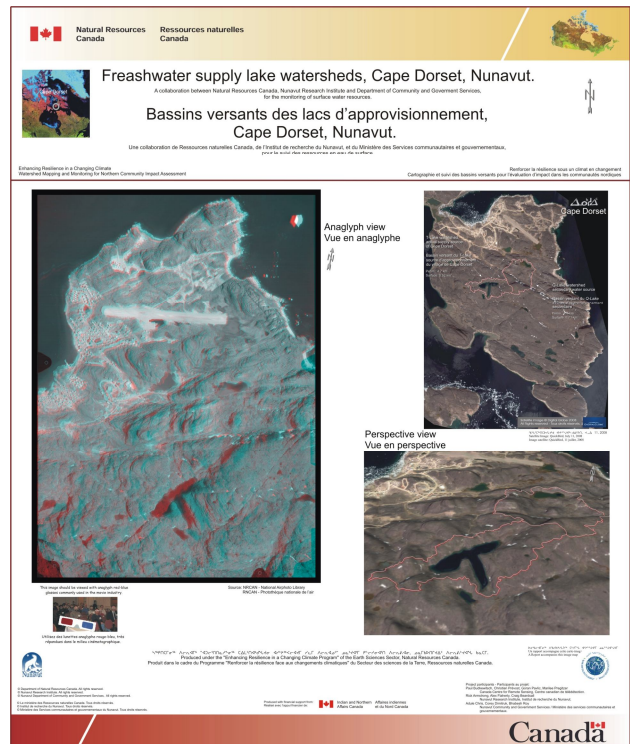


Image map featuring 3D views of the primary and secondary freshwater lake watersheds.

Additional Information



Experimentation with an Underwater Video Camera

During the course of the bathymetric survey, the project team acquired footage of the water intake of the water supply lake with an underwater video camera. This is an inexpensive camera used primarily for sport fishing. The purpose of this equipment is that it provides an opportunity to conduct an inexpensive general inspection of the water intake infrastructure below the water line and examine the characteristics of the natural lake bottom surface while a watercraft is on site for the bathymetry work. Approximately seventeen minutes of footage was recorded.



Acquiring underwater video camera footage at T-Lake intake pipe.

Additional Information



Underwater footage of the water intake pipes at T-Lake.



Underwater video camera equipment used to observe T-Lake intake pipes.



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



Cape Dorset, Nunavut



Table des matières



Résumé	25
Équipe de projet	26
Partenaires de projet.....	28
La zone d'étude	29
Introduction	30
Limites des bassins versants	32
Cartographie bathymétrique.....	35
Information additionnelle	38

Résumé



Ce rapport porte sur une activité d'évaluation de bassins versants à Cape Dorset menée par des scientifiques du Centre canadien de télédétection de Ressources naturelles Canada, et du personnel de l'Institut de recherche du Nunavut (IRN) et du ministère des services communautaires et gouvernementaux du Nunavut (SCG). Cette activité a inclus l'utilisation d'imagerie satellitaire à haute résolution, de photographies aériennes, et de relevés de terrain pour cartographier la limite des bassins versants et l'évaluation du volume d'eau de deux lacs l'alimentation de Cape Dorset.

Cette activité a aussi été utilisée à titre d'exercice de transfert technologique par lequel le personnel de l'IRN et de SCG a été formé à comprendre et à utiliser divers équipements pour effectuer le relevé bathymétrique de lacs de faible dimension et pour acquérir des données 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^{mc} présentée dans ce rapport.

Les fichiers numériques issus de ce projet, et décrits dans ce document, sont disponibles sur demande en contactant le chef ou les membres du projet. Ils comprennent:

- Fichier vectoriel de la limite des bassins versants du lac d'approvisionnement actuel (*T-Lake*) et d'une source potentielle d'alimentation (*Q-Lake*) (ESRI shapefile.shp).
- Fichier matriciel illustrant le modèle bathymétrique des deux lacs (Geotiff.tif)
- Fichier vectoriel illustrant les courbes bathymétriques (isobathes) des deux lacs (.shp).
- Tableau décrivant les statistiques de volume d'eau des deux lacs.
- Statistiques de volume d'eau des lacs, sauvegardées en format .kml (*Keyhole Markup Language*), permettant un affichage à l'aide d'outils tel GoogleEarth^{mc}.
- Fichier vectoriel illustrant les courbes bathymétriques des deux lacs sauvegardées en format .img, compatible avec les GPS cartographiques Garmin^{mc}.
- Position d'un point de référence GPS de haute précision établi durant le relevé
- Piétage acquis avec une caméra vidéo sous-marine dans le *T-Lake* (.avi/.asf).



Vue panoramique de la région de Cape Dorset.

Équipe de projet



Ressources naturelles Canada

Andy Rencz

Gestionnaire de Programme
Ressources naturelles Canada
601 rue Booth, Ottawa, ON, K1A 0E8
Tél: (613) 995-4786
Courriel: Andy.Rencz@RNCan.gc.ca

David Mate

Chef de projet
Ressources naturelles Canada
601 rue Booth, Ottawa, ON, K1A 0E8
Tél: (613) 943-2973
Courriel: David.Mate@RNCan.gc.ca

Paul Budkewitsch

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

Christian Prévost

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

Goran Pavlic

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

Marilee Pregitzer

Chercheur en environnement
Ressources naturelles Canada
588 rue Booth, Ottawa, ON, K1A 0Y7
Tél: (613) 996-7789
Courriel: Marilee.Pregitzer@RNCan.gc.ca

Gouvernement du Nunavut

Adule Chris

Planificateur régional senior
Ministère des Services communautaires et
Gouvernementaux
Région de Baffin, Gouvernement du Nunavut
B.P. 330, Cape Dorset, NU, X0A 0C0
Tél: (867) 897-3621
Courriel: achris@gov.nu.ca

Corey Dimitruk

Planificateur régional senior
Ministère des Services communautaires et
Gouvernementaux
Région du Kitikmeot, Gouvernement du Nunavut
Sac 200, Cambridge Bay, NU, X0B 0C0
Tél: (867) 983-4012
Courriel: cdimitruk@gov.nu.ca

Bhabesh Roy

Planificateur & ingénieur municipal
Ministère des Services communautaires et
Gouvernementaux
Région de Baffin, Gouvernement du Nunavut
B.P. 379, Pond Inlet, NU, X0A 0S0
Tél.: (867) 899-7314
Courriel: broy@gov.nu.ca



(Gauche à droite): Craig Beardshall, Alex Flaherty, Adule Chris, Christian Prévost, Rick Armstrong, Paul Budkewitsch.

Équipe de projet



Institut de recherche du Nunavut

Rick Armstrong

Gestionnaire, Services de support scientifique

Institut de recherche du Nunavut

B.P. 1720, Iqaluit, NU, X0A 0H0

Tél: (867) 979-7280

Courriel: rarmstrong@nac.nu.ca

Alex Flaherty

Institut de recherche du Nunavut

B.P. 1720, Iqaluit, NU, X0A 0H0

Tél: (867) 979-7280

Courriel: Alex.flaherty@arcticcollege.ca

Craig Beardshall

Institut de recherche du Nunavut

B.P. 1720, Iqaluit, NU, X0A 0H0

Tél: (867) 979-7280

Partenaires de projet



Reconnaissance de l'implication de nos partenaires:



- Gouvernement du Nunavut : Ministère des services communautaires et gouvernementaux (SCG)



- Institut de recherche du Nunavut (IRN)



Affaires indiennes
et du Nord Canada

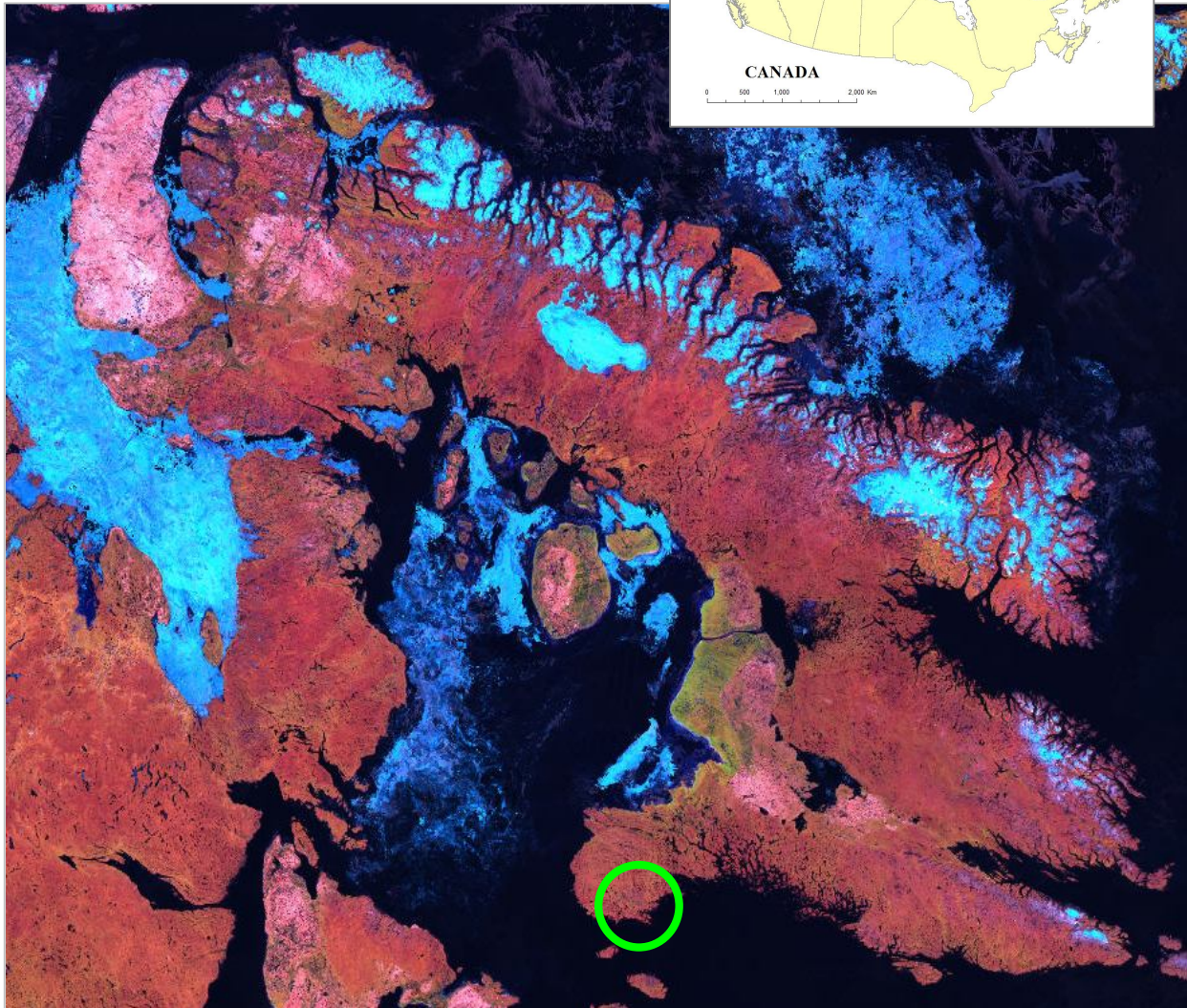
Indian and Northern
Affairs Canada

La zone d'étude



Cape Dorset, Nunavut

Cape Dorset est un village Inuit situé sur l'île Dorset, dans la Péninsule de Foxe, à l'extrême sud-ouest de l'île de Baffin. La version Inuktitut de son nom signifie "hautes montagnes". Cape Dorset a une population d'environ 1,230 personnes.



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.

En août 2010, des chercheurs du Centre canadien de télédétection de Ressources naturelles Canada ont formé du personnel de l'Institut de recherche du Nunavut, et du ministère des services communautaires et gouvernementaux du Nunavut sur l'application de méthodes de levés de terrain dans la région de Cape Dorset. Le volet de transfert technologique du projet a été axé l'utilisation d'équipement peu coûteux pour acquérir de l'information de base, mais néanmoins exacte.

Le levé de terrain a permis d'appliquer des méthodes de cartographie de bassin versant et de cartographie bathymétrique dans le but d'améliorer le suivi des lacs et la planification municipale. De la formation a aussi été dispensée sur l'installation d'une station de base GPS et l'acquisition de données de haute précision pour référence future notamment pour le suivi du relèvement isostatique post glaciaire.

Les relevés de terrain ont porté sur deux lacs : *T-Lake*, le réservoir actuel d'alimentation en eau du village de Cape Dorset, et *Q-Lake*, une source d'eau secondaire potentielle. Les données de télédétection et de géomatique recueillies ont conduit à la production de cartes détaillées et de statistiques, incluant :

- Une délimitation précise des bassins versants (bassins de drainage) des deux lacs.
- Des courbes bathymétriques et des statistiques pour aider à déterminer le bilan hydrique de l'approvisionnement en eau du village.
- L'acquisition de données GPS de haute précision à titre de donnée de référence pour le suivi du relèvement isostatique post glaciaire.



Introduction



Suite à ce transfert technologique, la délimitation de bassins versants et la cartographie bathymétrique peuvent être poursuivies efficacement par les participants dans d'autres collectivités du Nunavut. Une telle poursuite a d'ailleurs eu lieu à Pond Inlet en septembre 2010, et a aussi été initié par le SCG à Cambridge Bay.

Les résultats obtenus, qui fournissent une meilleure estimation des réserves d'eau et des limites des bassins versants, procurent des données importantes pour la planification des infrastructures municipales et pour assurer une meilleure surveillance des changements climatiques, dont les incidences sont de plus en plus notables, particulièrement dans l'Arctique.

Limites des bassins versants



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.

Délimiter la surface d'un bassin versant est un prérequis à l'estimation de son bilan hydrique et à l'estimation du volume d'eau disponible pour la communauté.

Trois jours ont été investis à former le personnel de l'IRN et du SCG sur les techniques de délimitation de bassin versant. Les limites du bassin du lac d'approvisionnement actuel et du lac secondaire ont d'abord été photo-interprétées, à l'aide de photos aériennes au 1 :20,000 et d'un stéréoscope à miroir. L'objectif étant d'acquérir une connaissance générale du terrain.

Les participants ont ainsi effectué leur première photo-interprétation, ce qui requiert une certaine période de pratique avant de maîtriser la technique. Néanmoins, le but de la photo interprétation est de créer une délimitation générale du bassin, et d'en établir les "points hauts". L'interprétation indépendante de chacun des trois participants est illustrée à la page suivante. On remarque que les trois résultats se rapprochent dans la partie nord du bassin. De plus grandes différences sont visibles dans la partie est où le relief est moins prononcé et plus difficile à suivre. La technique s'acquiert avec la pratique, et les différences individuelles s'estompent au fil de l'expérience. Cette cartographie préliminaire devient ainsi de plus en plus raffinée.



Formation à l'utilisation de photos aériennes et d'un stéréoscope à miroir pour la délimitation de bassins versants.



Formation à l'utilisation de logiciels cartographiques peu dispendieux et au téléchargement des tracés dans un GPS

Limites des bassins versants

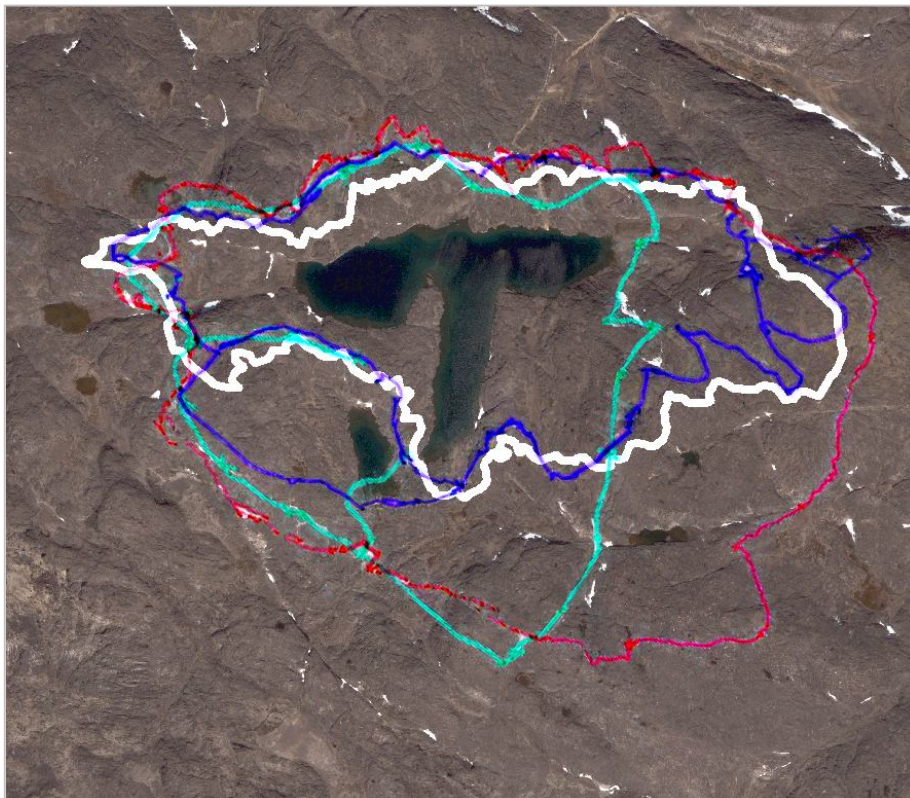


Le but premier de cette étape est de fournir une piste de départ, à suivre durant le levé de terrain, qui lui, sert à établir de façon définitive la limite du bassin. Pour se faire, on transpose, à l'oeil, le tracé interprété dans un logiciel cartographique peu dispendieux. Ce tracé, sous forme numérique, est ensuite téléchargé dans un GPS.

L'expérience démontre que le levé de terrain est beaucoup plus rapide lorsque l'utilisateur a déjà en main une délimitation approximative du bassin. La délimitation définitive est acquise par l'enregistrement du tracé dans la mémoire du GPS. Les points sont enregistrés automatiquement à intervalle de 10 mètres.

Cette méthode de terrain est relativement rapide là où le relief est accidenté. Dans les secteurs de faible relief, ou sans relief, une meilleure lecture du paysage est requise et des vérifications latérales de part et d'autres de la ligne de crête sont requises. Ces déviations du tracé sont éditées ultérieurement.

En bref, la délimitation du bassin versant est validée par un levé de terrain le long de la ligne de crête en utilisant un GPS pour enregistrer la position définitive de la limite du bassin.



Premières tentatives de délimitation du bassin versant par interprétation de photos aériennes. Le résultat de chacun des trois étudiants est représenté par un trait rouge, bleu et vert. La limite réelle du bassin est illustrée en blanc.

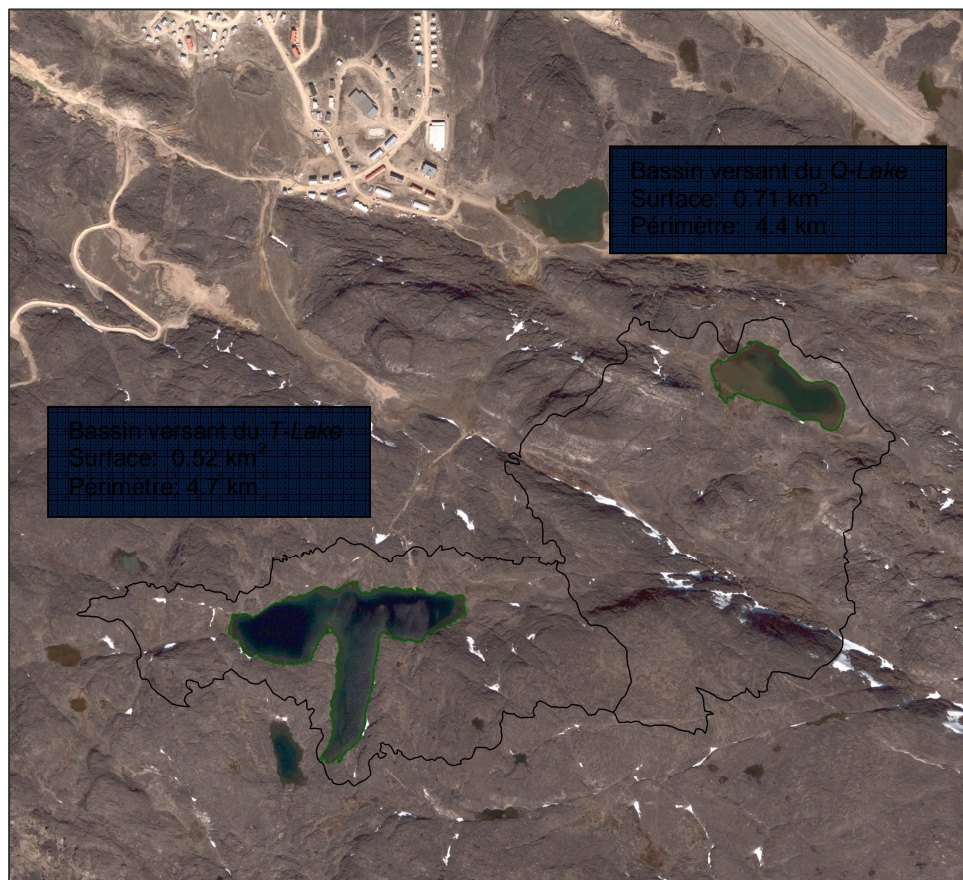
Limites des bassins versants



Validation de la limite du bassin versant et enregistrement du tracé dans la mémoire d'un GPS.



Les pics les plus hauts définissent souvent et aisément la ligne de crête



RÉSULTAT: Cartographie de la limite des bassins versants du lac d'approvisionnement, et d'un lac secondaire, de Cape Dorset.

Cartographie bathymétrique



Relevés bathymétriques

Le relevé bathymétrique détaillé du lac d'approvisionnement de Cape Dorset, et d'un lac secondaire, a été réalisé par des chercheurs du Centre canadien de télédétection et du personnel de l'IRN et du SCG. Le périmètre du lac a été cartographié en marchant sur le ravinage avec un récepteur GPS. Le levé bathymétrique a été réalisé en utilisant des outils robustes, peu dispendieux et conviviaux, incluant un échosondeur de pêcheur, un récepteur GPS de qualité consommateur et un canot pneumatique.



Craig Beardsall délimitant le périmètre du lac un jour de brume.



Equipement utilisé pour l'acquisition des données bathymétriques: échosondeur de pêcheur et récepteur GPS.



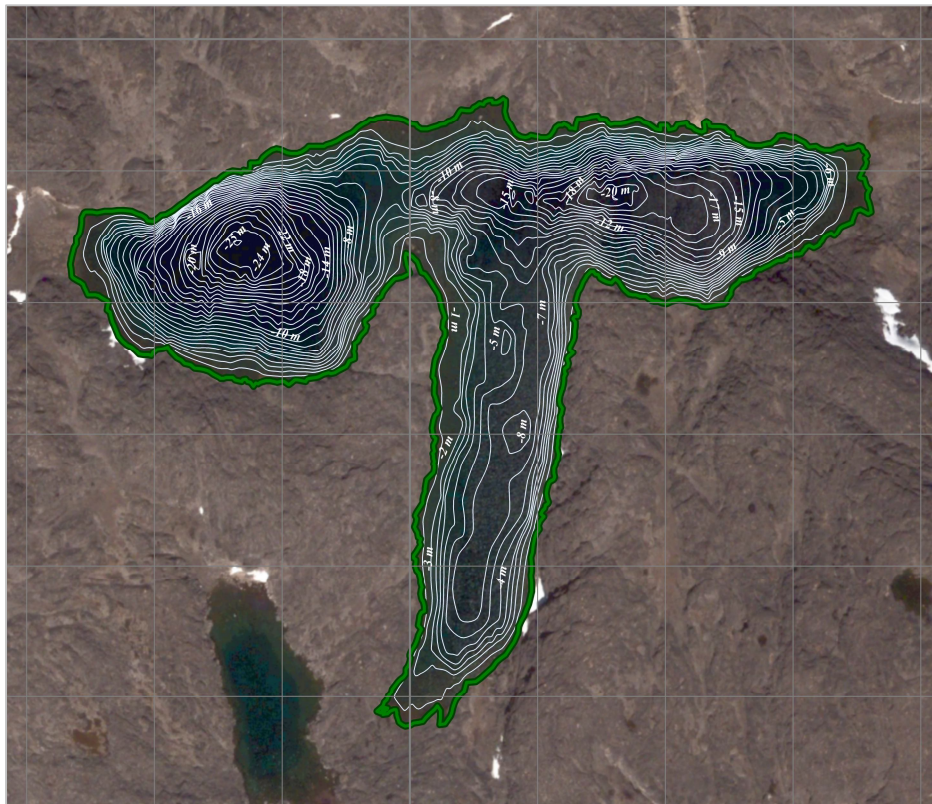
Formation sur l'acquisition de données bathymétriques au T-Lake.

Cartographie bathymétrique



Les courbes bathymétriques (isobathes) ont été générées à un intervalle de 1 m. La carte-image a été produite en utilisant une orthoimage satellitaire Quickbird^{mc} de 2008 à titre de fond de carte, avec le pourtour du lac et les courbes bathymétriques en surimpression. L'information dérivée du relevé bathymétrique inclut le volume d'eau total, ainsi que les volumes à divers intervalles de profondeur.

Cape Dorset T-Lake reservoir statistics as of August 17-19, 2010
Statistiques du réservoir T-Lake de Cape Dorset, 17-19 août 2010



Depth Profondeur m	Volume 1000 m ³	Cumul. volume 1000 m ³
0 - 1 m	99	99
1 - 2 m	88	187
2 - 3 m	79	266
3 - 4 m	73	339
4 - 5 m	68	407
5 - 6 m	61	467
6 - 7 m	53	520
7 - 8 m	43	563
8 - 9 m	36	598
9 - 10 m	32	630
10 - 11 m	28	659
11 - 12 m	25	684
12 - 13 m	22	706
13 - 14 m	19	725
14 - 15 m	16	742
15 - 16 m	13	755
16 - 17 m	11	766
17 - 18 m	8	774
18 - 19 m	6	780
19 - 20 m	5	784
20 - 21 m	3	788
21 - 22 m	3	790
22 - 23 m	2	793
23 - 24 m	1	794
24 - 25 m	.4	794
25 - + m	-	794

Perimeter / Périmètre:	2.4 km
Area / Surface:	105 km ²
Volume :	794 x 10 ³ m ³
Depth / Profondeur :	~ 25 m

Depth survey points/ Points de sondage :	1760
---	------

Lake outline vertices/ Points de pourtour :	746
--	-----

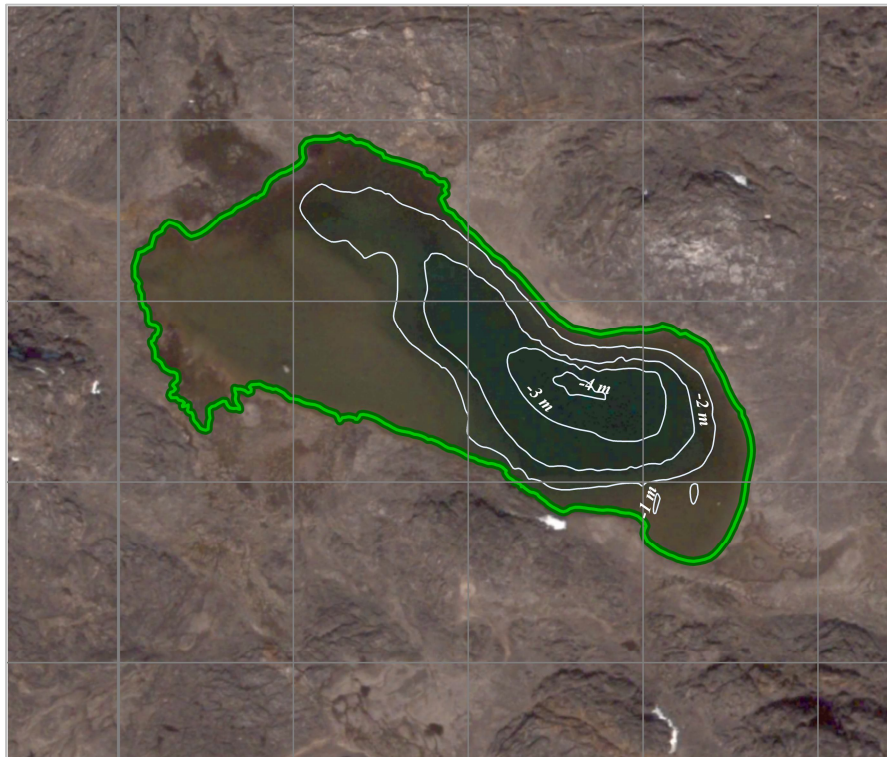
Deepest point recorded/ Point le plus profond enregistré:	UTM 424863 / 7121847 25.1 m
--	-----------------------------

Relevé bathymétrique du lac d'approvisionnement actuel de Cape Dorset (T-Lake).

Cartographie bathymétrique



Cape Dorset Q-Lake reservoir statistics as of August 21, 2010
 Statistiques du réservoir Q-Lake de Cape Dorset, 21 août 2010



Depth Profondeur m	Volume 1000 m ³	Cumul. volume 1000 m ³
0 - 1 m	24.9	24.9
1 - 2 m	11.9	36.8
2 - 3 m	6.1	42.9
3 - 4 m	1.5	44.4
4 - + m	-	44.4

Depth survey points/ Points de sondage :	902
Lake outline vertices/ Points de pourtour :	450
Deepest point recorded/ Point le plus profond enregistré: UTM: 426255 / 7122458	4.15 m

Perimeter / Périmètre:	1.05 km
Area / Surface:	04 km ²
Volume :	44.4 x 10 ³ m ³
Depth / Profondeur :	~ 4 m

Relevé bathymétrique du lac secondaire d'approvisionnement de Cape Dorset (Q-Lake).

RÉSULTAT: Relevé bathymétrique des deux lacs d'approvisionnement de Cape Dorset et statistiques calculées.



Point de référence GPS de précision.

Un point GPS (médaillon) a été installé près du village de Cape Dorset à titre de référence de précision pour diverses applications incluant le suivi du relèvement isostatique post glaciaire. Plusieurs personnes de l'IRN et du SCG ont été initiées à l'implantation physique d'un médaillon et à l'acquisition de données GPS brutes dans le but d'en établir les coordonnées 3D précises. La Division des Levés géodésiques de Ressources naturelles Canada a traité les données brutes et a extrait la position précise de ce point de référence.



Adule Chris fore dans du roc solide pour préparer l'installation du médaillon.



Installation du médaillon GPS.



Installation de l'antenne GPS de haute précision.



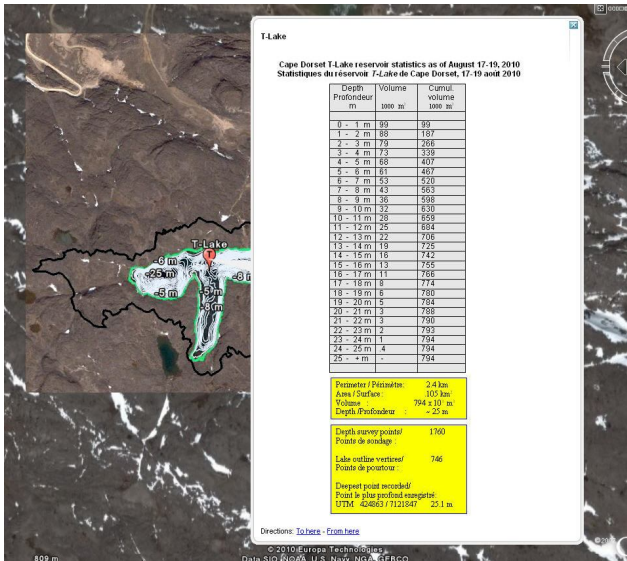
Station GPS prête pour l'acquisition de données brutes, qui seront traitées ultérieurement par la Division des Levés géodésiques.

NAD83CSRS Lat.: 64° 13' 02.41895" N Long.: 76° 32' 42.98782" W Hauteur Ellip. 144.792 m
CGVD28 Ht.: 173.710 Époque des coordonnées: 2010.627
RNCan/Division des levés géodésiques, Projet M10-713

Produits géomatiques

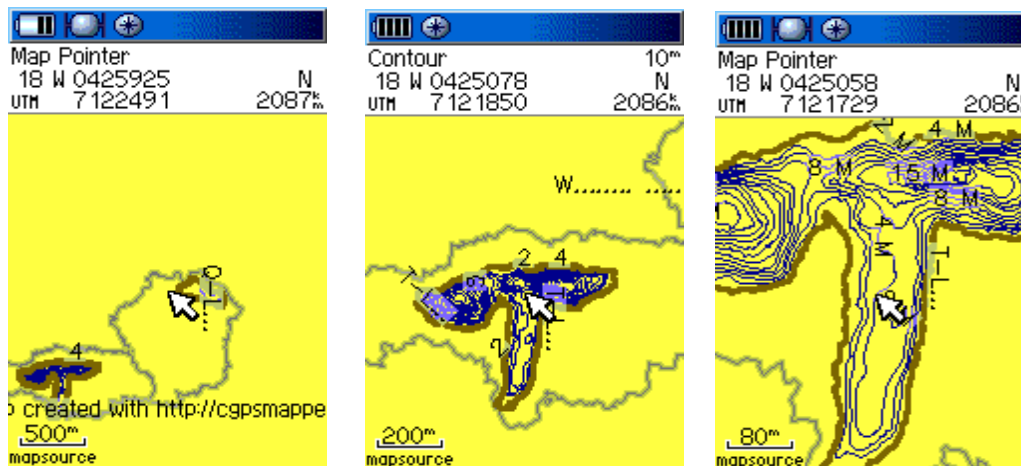
Les produits géomatiques résultant de cette activité de cartographie et de relevés au sol ont été rendu compatibles avec des logiciels d'usage courant.

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



Représentation GoogleEarth regroupant les caractéristiques principales des bassins, des lacs, et des statistiques volumétriques.

-Un fichier .img, compatible avec les GPS cartographiques Garmin^{MC}, et illustrant la limite des bassins versants et les courbes bathymétriques. Il peut être visualisé directement à l'écran du GPS.

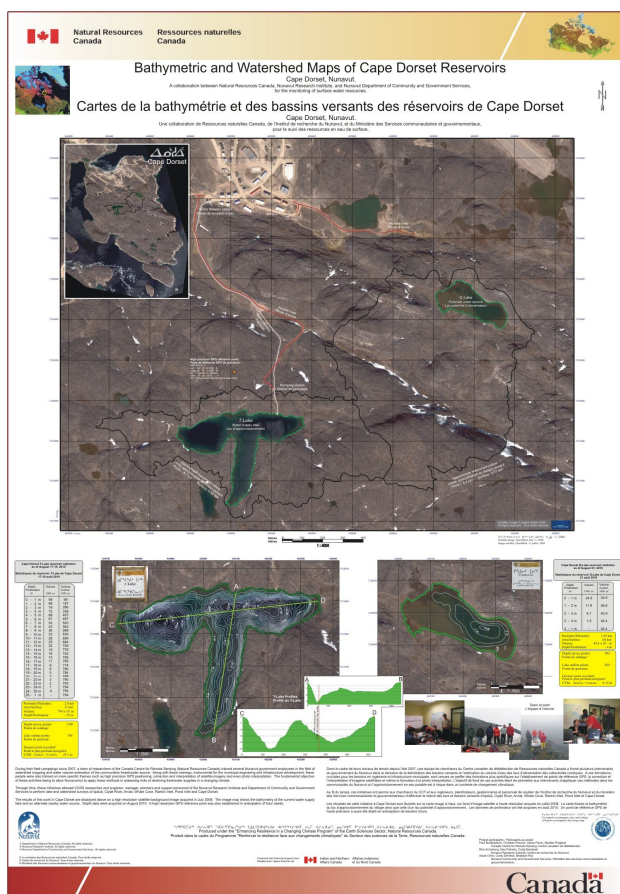


Copie d'écran d'un GPS Garmin76Map^{mc} illustrant la limite du bassin versant et les courbes bathymétriques du T-Lake et du Q-Lake.

Cartes-images

Deux cartes-images grand format illustrant les techniques et les résultats de cette activité ont été produites. La première se concentre sur les bassins versants et la bathymétrie. La seconde carte-image se concentre sur des vues tridimensionnelles de Cape Dorset. Cette dernière peut être avantageusement utilisée pour mieux comprendre la force et les particularités du relief de la région.

Un nombre limité de copies papier grand format sont disponibles sur demande en contactant le chef ou les membres du projet.



Carte-image grand format regroupant les résultats du projet.



Carte-image illustrant des vues tridimensionnelles des bassins versants des lacs d'alimentation.



Expérimentation avec une caméra vidéo sous-marine

Durant l'exécution du relevé bathymétrique, l'équipe a acquis du piétage de l'entrée d'eau de l'aqueduc au *T-Lake* à l'aide d'une caméra vidéo sous-marine peu dispendieuse, utilisée principalement par les pêcheurs sportifs. Cet équipement permet d'effectuer à peu de frais une inspection générale de l'infrastructure d'entrée d'eau sous la surface et examiner les caractéristiques naturelles du fond du lac au moment où une embarcation est disponible dans le cadre d'un levé bathymétrique. Environ 17 minutes d'acquisition ont été enregistrées.



Acquisition de données video sous-marine à l'entrée du tuyau d'amenée d'eau au *T-Lake*.



Piétage video acquis près de la conduite d'entrée d'eau au *T-Lake*.



Équipement de video caméra sous marine utilisé pour observer la conduite d'entrée d'eau du *T-Lake*.