



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

**GÉOMATIQUE CANADA
DOSSIER PUBLIC 40**

**Relevé GPS de cibles de référence au site test de Quinte,
Ontario, dans le cadre du projet d'évaluation de l'épaisseur de
neige par aéronef sans pilote**

C. Prévost, A. Langlois, X. Gervais-Gosselin et D. Kramer

2018

Canada

Relevé GPS de cibles de référence au site test de Quinte, Ontario, dans le cadre du projet d'évaluation de l'épaisseur de neige par aéronef sans pilote

C. Prévost¹, A. Langlois², X. Gervais-Gosselin² et D. Kramer²

¹ Centre canadien de télédétection, Centre canadien de cartographie et d'observation de la Terre, 560, rue Rochester, Ottawa (Ontario) K1A 0E4

² Département de géomatique appliquée, Université de Sherbrooke, 2500, boulevard de l'Université, Sherbrooke (Québec) J1K 2R1

2018

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018

Le contenu de cette publication ou de ce produit peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins personnelles ou publiques mais non commerciales, sans frais ni autre permission, à moins d'avis contraire.

On demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et le nom de l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par Ressources naturelles Canada (RNCAN) et que la reproduction n'a pas été faite en association avec RNCAN ni avec l'appui de celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales sont interdites, sauf avec la permission écrite de RNCAN. Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec RNCAN à rncan.copyrightdroitdauteur.rncan@canada.ca.

Lien permanent : <https://doi.org/10.4095/308409>

On peut télécharger cette publication gratuitement à partir de GEOSCAN (<http://geoscan.rncan.gc.ca/>).

Notation bibliographique conseillée

Prévost, C., Langlois, A., Gervais-Gosselin, X. et Kramer, D., 2018. Relevé GPS de cibles de référence au site test de Quinte, Ontario, dans le cadre du projet d'évaluation de l'épaisseur de neige par aéronef sans pilote; Géomatique Canada, Dossier public 40, 59 pages. <https://doi.org/10.4095/308409>

Les publications de cette série ne sont pas révisées; elles sont publiées telles que soumises par l'auteur.

Relevé GPS de cibles de référence au site test de Quinte, Ontario, dans le cadre du projet d'évaluation de l'épaisseur de neige par aéronef sans pilote

Nota :

Ce document, strictement orienté vers des relevés GPS/GNSS de précision, s'inscrit dans le cadre plus vaste d'un projet de suivi du retrait nival à partir d'un aéronef sans pilote (drone) de faible dimension. Le site est composé de deux sous-sites situés en terrain boisé près de Madoc et de Godfrey, Ontario, à environ 150 km au sud-ouest d'Ottawa.

Ce secteur à proximité est physiquement représentatif de la variabilité du couvert nival en milieu naturel et sert de point d'ancrage pour le développement de méthodes d'investigation du couvert nival applicable à des régions nordiques.

Lecteur critique : Dr Richard Fernandes, Centre canadien de télédétection

Mots-clé : GPS, GNSS, cibles de référence, rinex, neige

Table des matières

-Résumé	5
-Liste des figures & tableaux	6
-Sommaire des résultats	8
1) Introduction	10
2) Site de travail et matériel utilisé	12
3) Approche de positionnement des cibles de référence	17
4) Relevé GNSS	22
5) Conclusion	56
6) Publications connexes & références	56
Annexe - Au sujet du positionnement par différentiel de phase	58

Résumé

Ressources naturelles Canada a le mandat de fournir de l'information essentielle sur la géographie du pays. Une meilleure connaissance de notre environnement physique constitue l'une des bases de ce mandat. Cette information de base est en général associée au milieu terrestre tel qu'il apparaît en été. Cependant, les canadiens vivent sous un couvert de neige pour une période plus ou moins longue de l'année. Une meilleure compréhension des mécanismes associés à la neige, notamment ses processus de fonte, constitue une information essentielle de grande importance. Les gestionnaires, ingénieurs et chercheurs ont besoin d'avoir accès à un portrait actualisé du couvert nival : Son étendue, son épaisseur et son contenu en eau.

Le Département de géomatique de l'université de Sherbrooke gère pour sa part plusieurs projets reliés à la neige, allant de l'estimation des risques d'avalanche à l'évaluation de son contenu en eau, incluant le suivi du couvert nival. Un de ces projets vise à mettre en place une méthode de suivi dans les Territoires du Nord-Ouest en lien avec la fonte du pergélisol, dans le cadre de la Station de recherche du Canada dans l'extrême-arctique (*Canadian High Arctic Research Station-CHARS*).

A ce jour, l'évaluation de la surface du couvert nival, et le suivi de son retrait, étaient effectués par l'entremise d'imagerie satellitaire ou par des relevés au sol; les premiers fournissant une information souvent grossière, les seconds étant dispendieux et sporadiques. Fort heureusement, depuis quelques années des aéronefs sans pilote (ASP), aussi appelés drones, versatiles et peu dispendieux ont fait leur apparition et permettent désormais d'effectuer des relevés diachroniques, sur des sites de quelques dizaines d'hectares, avec facilité. Ces appareils ont la capacité d'acquérir des photos de manière telle qu'il est possible de produire des orthomosaïques très précises et aussi des modèles numériques de surface très fins en un seul survol.

Pour obtenir ces produits positionnés avec précision, il est nécessaire de mettre en place des cibles de référence qui seront visibles par la caméra de l'ASP et dont la position géographique sera connue avec précision. Pour ce faire, un relevé GPS de précision doit être effectué.

Ce document résume la méthode et les résultats du relevé GPS sur les cibles de référence utilisés pour la rectification des photos acquises par ASP dans le cadre d'une activité conjointe entre le Département de géomatique de l'Université de Sherbrooke, et le Centre canadien de télédétection du Centre canadien de cartographie et d'observation de la Terre. Le site d'étude est situé dans deux secteurs de terrain boisé situés respectivement à 120 km et à 160 km au sud-ouest d'Ottawa.

Liste des figures et tableaux:

Sommaire des résultats

Tableau i.	Position GPS en projection UTM des cibles de référence ...	8
Tableau ii.	Position GPS en latitude – longitude des cibles de référence...	9
Tableau 1	Temps d'acquisition des relevés GNSS	22
Tableau 2	Détails de l'acquisition GNSS du point Millbridge – centre	23
Tableau 3	Détails de l'acquisition GNSS du point Millbridge – nord-est	26
Tableau 4	Détails de l'acquisition GNSS du point Millbridge – nord-ouest	30
Tableau 5	Détails de l'acquisition GNSS du point Millbridge – sud-est	33
Tableau 6	Détails de l'acquisition GNSS du point Millbridge – sud-ouest	37
Tableau 7	Détails de l'acquisition GNSS du point Second Depot – centre	40
Tableau 8	Détails de l'acquisition GNSS du point Second Depot – nord-est	43
Tableau 9	Détails de l'acquisition GNSS du point Second Depot – nord-ouest	46
Tableau 10	Détails de l'acquisition GNSS du point Second Depot – sud	49
Tableau 11	Détails de l'acquisition GNSS du point Second Depot – sud-ouest	52
Figure 1.	Site test situé à environ 150 km au sud-ouest d'Ottawa	12
Figure 2.	Site test de Second Depot Lake	13
Figure 3.	Site test de Millbridge	13
Figure 4.	Détails du site test de Millbridge.	14
Figure 5.	Détails du site de Second Depot Lake	15
Figure 6.	Récepteurs GNSS et leurs composantes	16
Figure 7.	Exemple de cible de référence pour un survol par ASP	17
Figure 8.	Antenne GPS déposée directement sur le sol	18
Figure 9.	Position de la station du Système canadien de contrôle actif de RNCAN	18
Figure 10	Position de la station du SCCA	19
Figure 11.	Station de base de Millbridge	20
Figure 12.	Station de base de Second Depot Lake	21
Figure 13.	Site Millbridge - position du point "Centre" selon le Service PPP	24
Figure 14.	Photo terrain du point Millbridge-Centre	25
Figure 15.	Site Millbridge - position du point "Nord-Est" selon le Service PPP	27
Figure 16.	Photo terrain du point Millbridge-Nord-Est	28
Figure 17.	Photo terrain du point Millbridge-Nord-Est (suite)	29
Figure 18.	Site Millbridge - position du point "Nord-Ouest" selon le Service PPP	31
Figure 19-20.	Photo terrain du point Millbridge-Nord-Ouest	32
Figure 21.	Site Millbridge - position du point "Sud-est" selon le Service PPP	34
Figure 22-23.	Photo terrain du point Millbridge-Sud-Est	35

Figure 24. Photo terrain du point Millbridge-Sud-Est (suite)	36
Figure 25. Site Millbridge - position du point "Sud-ouest" selon le Service PPP	38
Figure 26. Photo terrain du point Millbridge-Sud-Ouest	39
Figure 27. Site Second Depot - position du point "Centre" selon le Service PPP	41
Figure 28. Photo terrain du point Second Depot – Centre	42
Figure 29. Site Second Depot - position du point "Nord-Est" selon le Service PPP	44
Figure 30-31. Photo terrain du point Second Depot – Nord-Est	45
Figure 32. Site Second Depot - position du point "Nord-Ouest" selon le PPP	47
Figure 33. Photo terrain du point Second Depot – Nord-Ouest	48
Figure 34. Site Second Depot - position du point "Sud" selon le Service PPP	50
Figure 35-36. Photo terrain du point Second Depot – Sud	51
Figure 37. Site Second Depot - position du point "Sud-Ouest" selon le Service PPP	53
Figure 38-39. Photo terrain du point Second Depot – Sud-Ouest	54
Figure 40-41. Photo terrain du point Second Depot – Sud-Ouest (suite)	55

Sommaire des résultats

Tableau i. Position GPS en projection UTM des cibles de référence établies dans le cadre du projet

Position UTM Zone 18 NAD-83-CSRS	Northing (mètres)	Easting (mètres)	Hauteur Ellipsoïdale (mètres)	Hauteur Orthométrique (mètres - CGVD28)
MCTR-PPP	4954957.421	294371.230	255.878	290.147
MCTR-Kingston	4954957.418	294371.238	255.872	
M-NE-PPP	4955181.489	294356.089	255.993	290.259
M-NE-Kingston	4955181.486	294356.086	256.019	
M-NE-MCTR-15 min	4955181.487	294356.095	256.027	
M-NW-PPP	4955135.884	294126.205	255.943	290.212
M-NW-Kingston	4955135.883	294126.207	255.930	
M-NW-MCTR-15 min	4955135.875	294126.208	255.905	
M-SE-PPP	4954959.838	294458.929	255.773	290.041
M-SE-Kingston	4954959.834	294458.940	255.754	
M-SE-MCTR-15 min	4954959.833	294458.938	255.752	
M-SW-PPP	4954845.277	294298.068	255.298	289.570
M-SW-Kingston	4954845.277	294298.079	255.285	
M-SW-MCTR 15 min	4954845.284	294298.090	255.278	
SCTR-PPP	4936472.353	361424.285	126.449	160.338
SCTR-Kingston	4936472.354	361424.279	126.429	
SCTR-S-NE 15 min	4936472.354	361424.285	126.438	
S-NE-PPP	4936493.982	361523.131	126.733	160.620
S-NE-Kingston	4936493.991	361523.128	126.734	
S-NW-PPP	4936593.702	361508.844	127.749	161.636
S-NW-Kingston	4936593.701	361508.830	127.717	
S-NW-S-NE 15 min	4936593.700	361508.831	127.712	
SSUD-PPP	4936291.627	361322.956	126.206	160.099
SSUD-Kingston	4936291.633	361322.948	126.209	
SSUD-S-NE 15 min	4936291.632	361322.939	126.201	
S-SW-PPP	4936432.175	361298.911	147.736	181.627
S-SW-Kingston	4936432.174	361298.912	147.702	
S-SW-S-NE- 15 min	4936432.190	361298.919	147.713	

Sommaire des résultats

Tableau ii. Position GPS en latitude – longitude des cibles de référence établies dans le cadre du projet.

Position NAD-83-CSRS	Latitude (dd.mm.sec.)	Longitude (dd.mm.sec.)	Hauteur Ellipsoïdale (mètres)	Hauteur Orthométrique (mètres - CGVD28)
MILLBRIDGE				
MCTR-PPP	44° 43' 06.5370"	-77° 35' 46.6923"	255.878	290.147
M-NE-PPP	44° 43' 13.7756"	-77° 35' 47.7045"	255.993	290.259
M-NW-PPP	44° 43' 12.0615"	-77° 35' 58.0772"	255.943	290.212
M-SE-PPP	44° 43' 06.7058"	-77° 35' 42.7136"	255.773	290.041
M-SW-PPP	44° 43' 02.8307"	-77° 35' 49.8519"	255.298	289.570
SECOND DEPOT LAKE				
SCTR-PPP	44° 34' 05.7270"	-76° 44' 42.6226"	126.449	160.338
S-NE-PPP	44° 34' 06.4961"	-76° 44' 38.1642"	126.733	160.620
S-NW-PPP	44° 34' 09.7166"	-76° 44' 38.9082"	127.749	161.636
SSUD-PPP	44° 33' 59.8023"	-76° 44' 47.0392"	126.206	160.099
S-SW-PPP	44° 34' 04.3386"	-76° 44' 48.2651"	147.736	181.627

1) Introduction

Ressources naturelles Canada (RNCAN) a le mandat de fournir de l'information essentielle sur la géographie du pays. Une meilleure connaissance de notre environnement physique constitue l'une des bases de ce mandat. Cette information de base est en général associée au milieu terrestre tel qu'il apparaît en été. Cependant, les canadiens vivent sous un couvert de neige pour une période plus ou moins longue de l'année. Une meilleure compréhension des mécanismes associés à la neige, notamment ses processus de fonte, constitue une information essentielle de grande importance. Les gestionnaires, ingénieurs et chercheurs ont besoin d'avoir accès à un portrait actualisé du couvert nival : Son étendue, son épaisseur et son contenu en eau. Ces éléments sont plus ou moins difficiles à cerner et toute initiative en ce sens se doit de procéder par étape; la surface du couvert nival et le suivi de son retrait printanier étant la première de ces étapes.

Le Département de géomatique de l'université de Sherbrooke gère pour sa part plusieurs projets reliés à la neige, allant de l'estimation des risques d'avalanche à l'évaluation de son contenu en eau, incluant le suivi du couvert nival. Un de ces projets vise à mettre en place une méthode de suivi dans les Territoires du Nord-Ouest en lien avec la fonte du pergélisol, dans le cadre de la Station de recherche du Canada dans l'extrême-arctique (*Canadian High Arctic Research Station-CHARS*).

A ce jour, l'évaluation de la surface du couvert nival, et le suivi de son retrait, étaient effectués par l'entremise d'imagerie satellitaire ou par des relevés au sol; les premiers fournissant une information souvent grossière, les seconds étant dispendieux et sporadiques.

Depuis quelques années des aéronefs sans pilote (ASP) ont fait leur apparition dans l'univers de la télédétection et permettent désormais d'effectuer des relevés diachroniques du couvert de neige. Ces appareils ont la capacité d'acquérir des photos de manière telle qu'il est possible de produire des orthomosaïques très précises et modèles numériques de surface très fins en un seul survol.

Pour obtenir des orthomosaïques et des modèles de surface fins et positionnés avec précision, il est nécessaire de mettre en place des points de contrôle qui seront visibles par la caméra de l'ASP et dont la position géographique sera connue avec précision. Pour ce faire, un relevé GNSS de précision doit être effectué.

En 2015, un projet de recherche en ce sens a donc été mis sur pied par des chercheurs du Centre canadien de cartographie et d'observation de la Terre de RNCAN. Un site test de quelques hectares a été sélectionné près d'Ottawa. En 2016, les acquis de ce

projet ont été validés par la mise sur pied d'une activité conjointe entre le Département de géomatique de l'Université de Sherbrooke et le Centre canadien de télédétection du Centre canadien de cartographie et d'observation de la Terre dans un secteur situé à environ 150 km au sud-ouest d'Ottawa, près des localités de Madoc et de Godfrey, et à l'intérieur des secteurs gérés par le *Quinte Conservation Authority*.

Les résultats du relevé GNSS constituent l'essentiel de cette publication. Des publications connexes couvrent d'autres aspects de ce type de projet.

Il est à noter que ces cibles de référence (points de contrôle) ne sont pas de calibre géodésique en ce sens qu'elles ne sont pas coulées dans le béton ou fixées sur du roc. Ceci dit, elles constituent néanmoins les meilleures estimations possibles dans ce contexte.

2) Site de travail et matériel utilisé

Le site de travail se divise en deux secteurs de quelques hectares chacun situés près de Godfrey et de Madoc, à environ 150 km au sud-ouest d'Ottawa. Le secteur de Godfrey porte le nom de *Second Depot Lake*. Le secteur de Madoc porte le nom de Millbridge. Les deux secteurs sont situés sur les hautes terres vallonnées entre les vallées de la rivière des Outaouais et du fleuve St-Laurent.

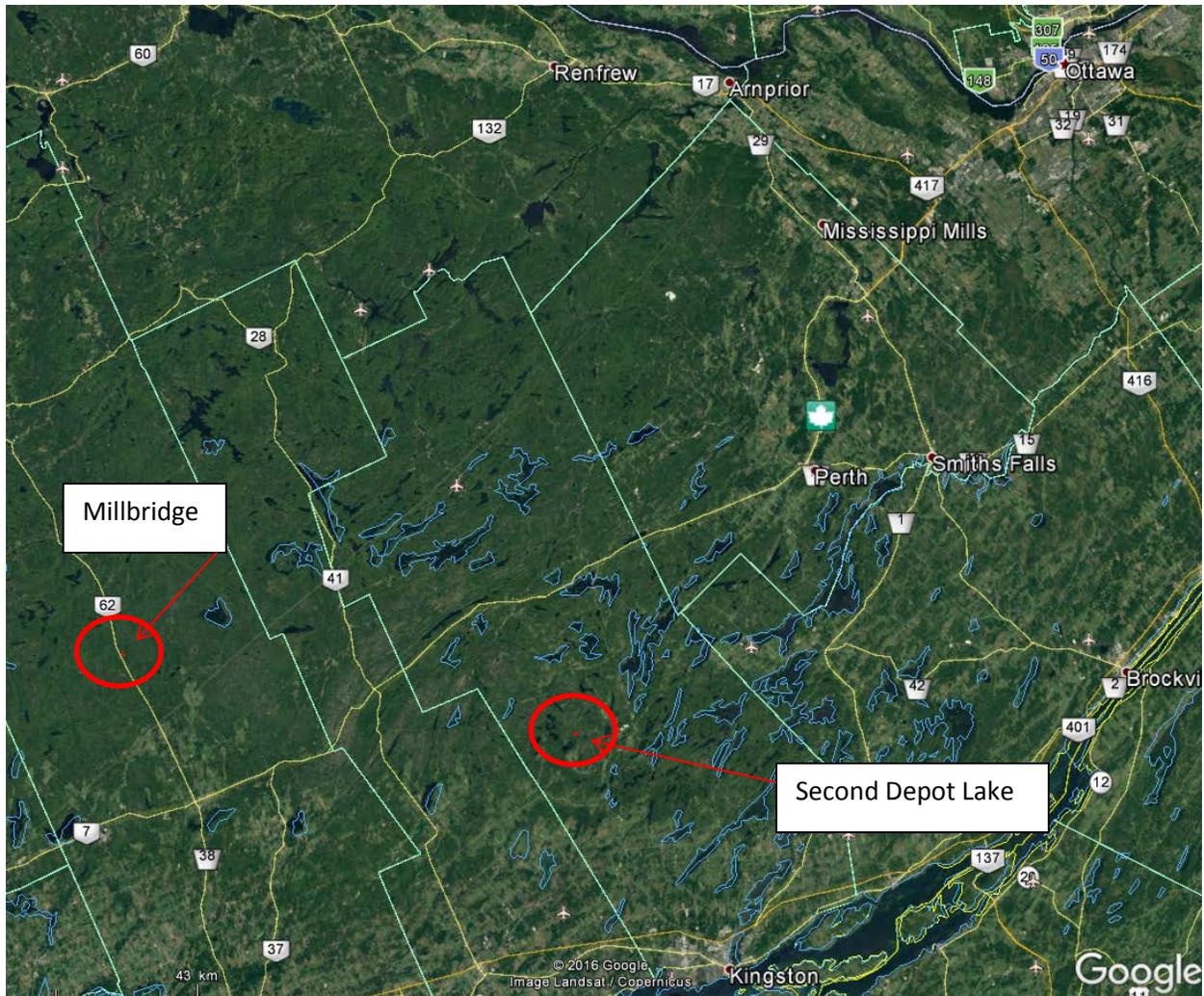


Figure 1. Site test situé à environ 150 km au sud-ouest d'Ottawa.

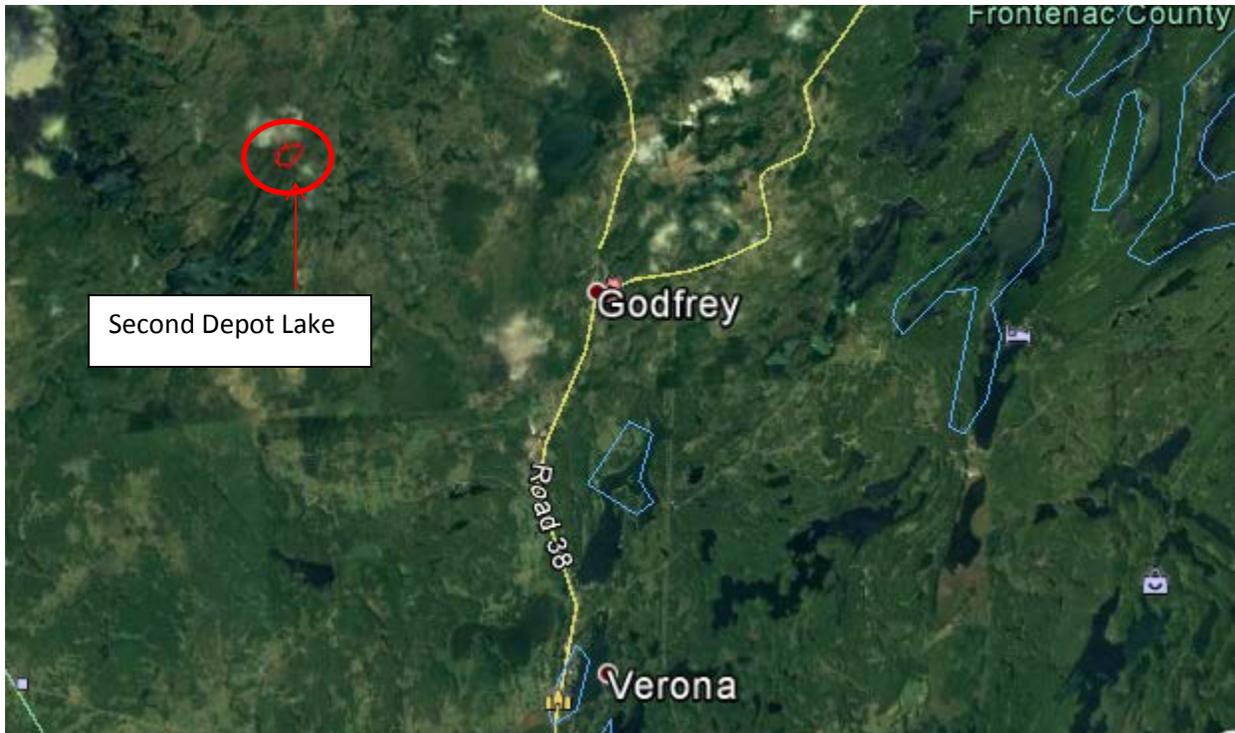


Figure 2. Site test de Second Depot Lake.



Figure 3. Site test de Millbridge.

La figure 4 montre le détail du site de Millbridge. Le tracé en rouge correspond au trajet suivi lors des travaux de terrain. Le rectangle vert identifie la zone prévue de survol aérien par l'ASP. Les cinq points de référence sont identifiés.

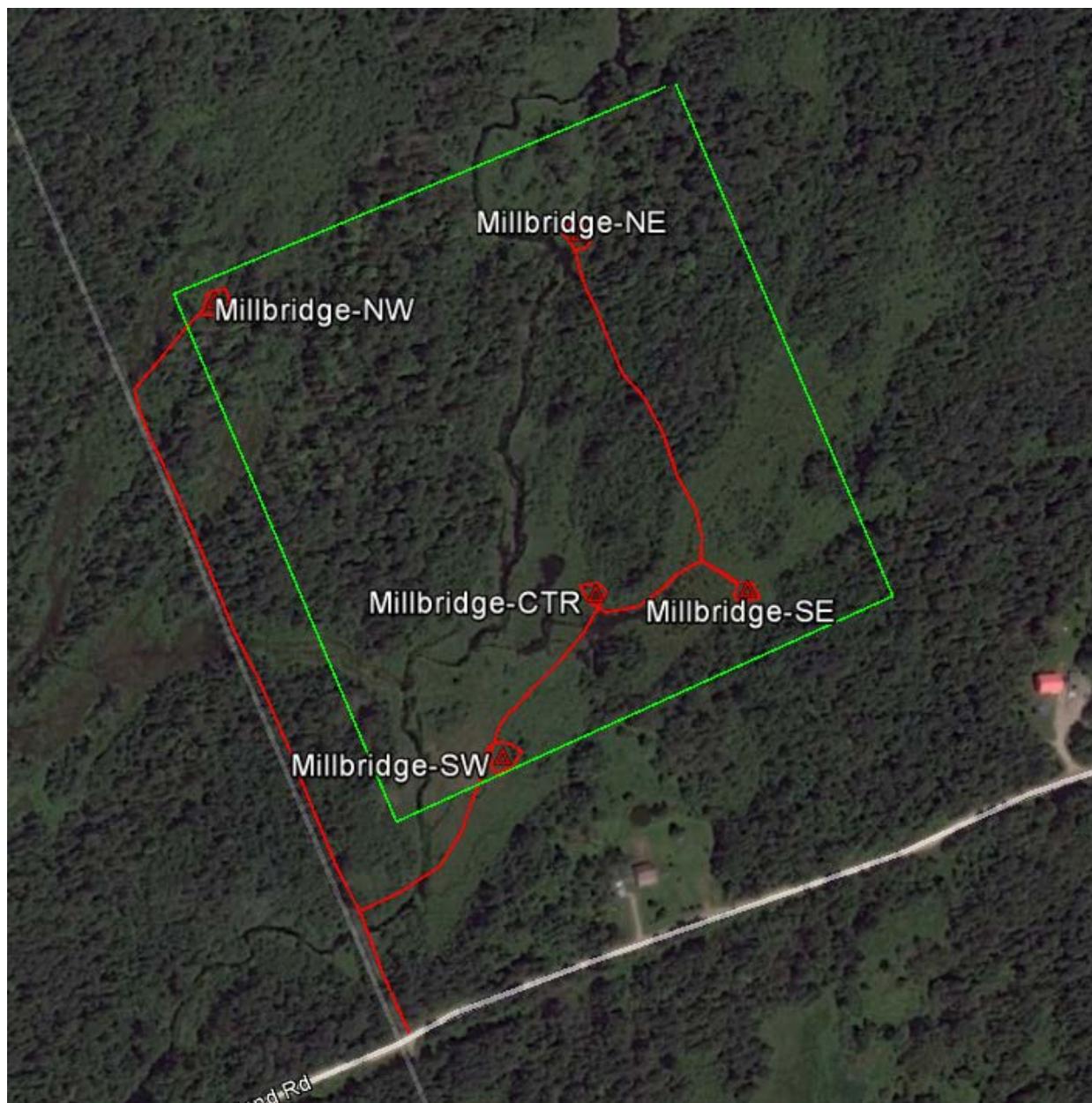


Figure 4. Détails du site test de Millbridge.

La figure 5 montre le détail du site de Second Depot Lake. Le tracé en rouge correspond au trajet suivi lors des travaux de terrain. Le rectangle vert identifie la zone prévue de survol aérien par l'ASP. Les cinq points de référence sont identifiés.



Figure 5. Détails du site de Second Depot Lake.

Les points de localisation GNSS ont été acquis avec divers récepteurs à double fréquence selon leur disponibilité soit :

- Récepteurs Ashtech Zxtreme^{mc} couplés à des antennes Ashtech^{mc} pinwheel.
- Récepteurs Novatel^{mc} DLV-3 couplés à des antennes Novatel^{mc} pinwheel
- Récepteurs Trimble Net-R9^{mc} avec des antennes Trimble Zephyr Geodetic Model 2.

L'autonomie électrique de ces appareils étant limitée, une pile externe a toujours été utilisée pour allonger la période d'acquisition. Toutes les données ont été acquises en mode statique avec une période continue d'acquisition oscillant entre 17-27 heures (Voir Tableau 1).



Figure 6. Récepteurs GNSS et leurs composants.

3) Approche de positionnement des cibles de référence

Les données obtenues ont toutes été traitées par l'entremise du Service en ligne PPP (Positionnement Ponctuel Précis) de Ressources naturelles Canada. La précision de localisation en planimétrie est d'environ 1-3 cm @ 95 % de probabilité.

<http://www.rncan.gc.ca/sciences-terre/geomatique/systemes-referance-geodesique/outils-applications/10926>

Un rapport de traitement est inclus pour chacun des 10 points. Les points sont localisés sur du terrain semi-stable i.e sol nu, marécage, etc. Aucun des points n'est ancré sur du substrat rocheux ou du béton. Les positions planimétriques doivent être utilisées avec précaution. En ce qui concerne l'altimétrie, quelques considérations doivent être gardées en mémoire. Pour minimiser les erreurs de manipulation, les antennes des récepteurs ont été placées directement sur le sol. Ainsi, lors des calculs de position, la hauteur d'antenne est toujours de "0". **En bref, la position 3D de ces points n'est pas de précision géodésique mais constitue la meilleure estimation possible dans ce type d'environnement, pour la localisation des cibles de référence du survol par ASP.**



Figure 7. Exemple de cible de référence pour un survol par ASP.



Figure 8. Antenne GPS déposée directement sur le sol.

Dans le but d'illustrer diverses méthodes de positionnement qui pourraient être utilisées en milieu Arctique, la position des cibles a aussi été estimée par la méthode de différentiel de phase en relation avec une station du Système canadien de contrôle actif. RNCAN gère plusieurs de ces stations disséminées à travers le pays incluant le Haut Arctique <https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/data-donnees/cacs-scca.php?locale=fr>

Le positionnement à partir de la station SCCA de Kingston (longue base) s'appuie sur un calcul en double fréquence. Le site de Second Depot Lake est situé à 44 km et le site de Millbridge est situé à 102 km de la station de Kingston.

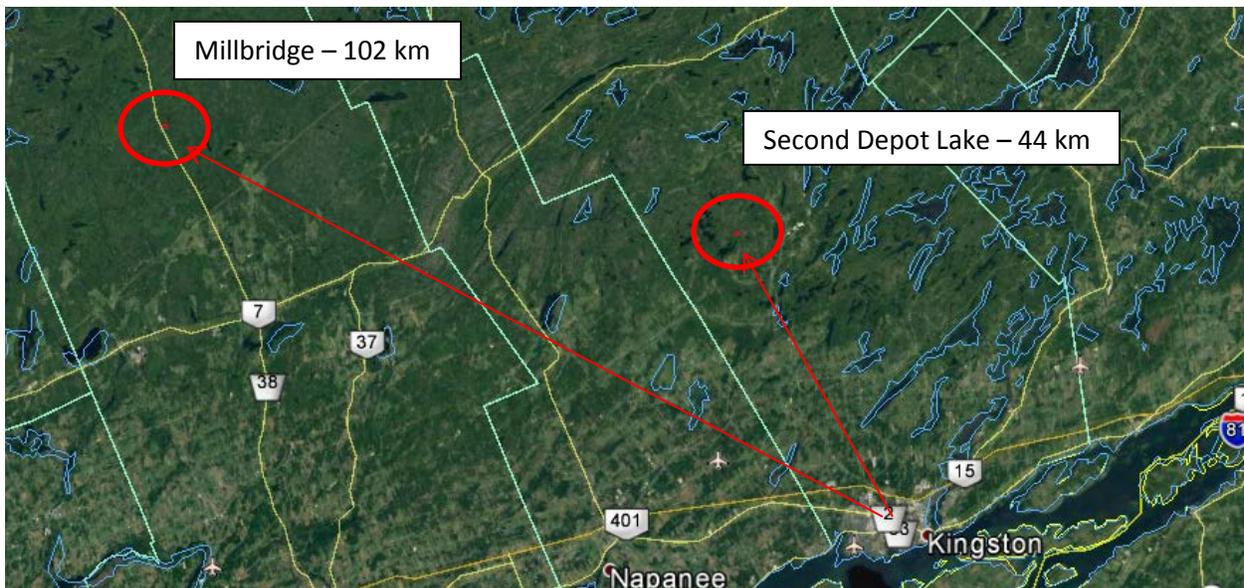


Figure 9. Position de la station du Système canadien de contrôle actif de RNCAN

Nom	Province	Carte du SNRC	Numéro unique	Numéro provincial	Network
KNGS RACS-GLCORS	Ontario	031C02	M023003	KNGS	REGIONAL

Coordonnées du repère

✔ CGG2013 est le nouveau géoïde par défaut

❗ La coordonnée de la station ci-dessous sera automatiquement mise à jour après un changement de ces champs.

Coordonnées	Géoïde	Cadre de référence	Époque	Date (YYYY-MM-DD)
<input type="text" value="UTM"/>	<input type="text" value="HT2_0"/>	<input type="text" value="NAD83(SCRS)"/>	<input type="text" value="Choisir par la de"/>	<input type="text" value="12/21/2016"/>
Zone <input type="text" value="UTM18"/>	Abscisse (mètres) <input type="text" value="378802.166 ± 0.0005"/>	Ordonnée (mètres) <input type="text" value="4897281.040 ± 0.0010"/>		
h (mètres) <input type="text" value="49.929 ± 0.0010"/>	Échelle <input type="text" value="0.999781"/>	Échelle combinée <input type="text" value="0.999773"/>		
Convergence <input type="text" value="1° 03' 29.75"/>				
N (mètres) <input type="text" value="-34.245"/>	H (mètres) <input type="text" value="84.174"/>	Date publié et ID du projet <input type="text" value="2013-04-18 M12701"/>		

Figure 10. Position de la station du Système canadien de contrôle actif de RNCAN utilisée pour illustrer le processus de calcul par différentiel de phase.

De plus, la position des cibles a aussi été estimée par la méthode de différentiel de phase en relation avec une des cibles utilisées à titre de station de base locale.

Le positionnement à partir d'une des cibles vise à simuler l'utilisation d'un point de référence local à titre de station de base pour l'évaluation des positions à partir d'une base courte. Le calcul à partir d'une base courte se fait en monofréquence. Cette dernière méthode s'adapte bien au milieu nordique ou éloigné.

Au site de Millbridge, le récepteur placé au point central (MCTR) a été utilisé à titre de station de base. Au site de Second Depot Lake, le récepteur placé au Nord-Est (S-NE) a été utilisé à titre de station de base.

Pour effectuer une simulation réaliste, on a extrait une période de 15 minutes des acquisitions sur chaque cible.

Cette dernière méthode **montre des résultats comparables au PPP mais en n'effectuant qu'un relevé de 15 minutes par site**. Les bases pour leur part (MCTR et S-NE pour cette simulation) doivent néanmoins acquérir des données sur une longue période pour établir leur position avec précision.

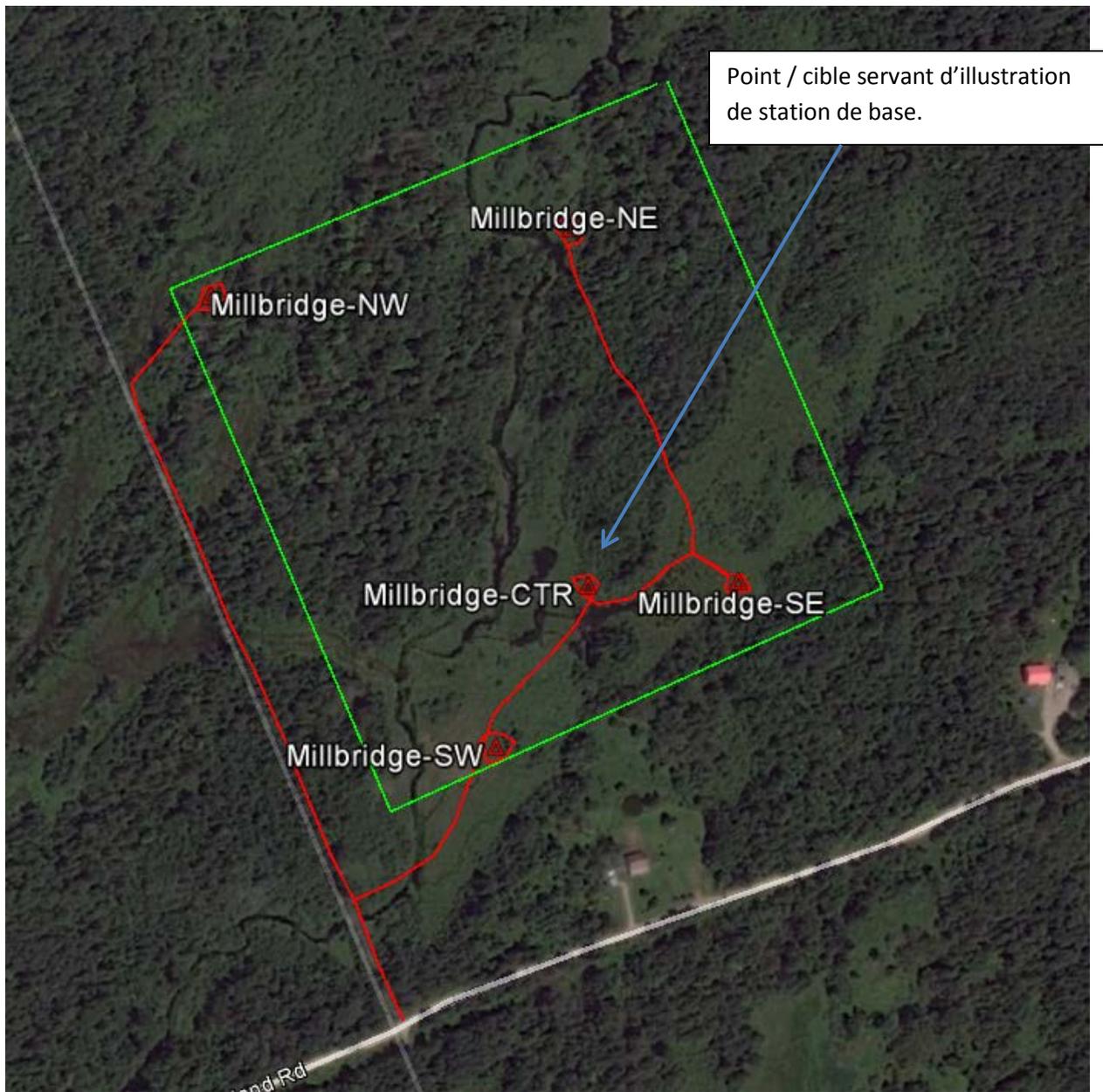


Figure 11. Station de base de Millbridge.



Figure 12. Station de base de Second Depot Lake.

Les calculs à partir d'une base longue ou courte impliquent que les récepteurs fonctionnent simultanément. Une discussion plus approfondie est présentée en Annexe.

4) Relevé GPS

Le lecteur trouvera ci-après la localisation précise (selon les limites décrites plus haut) des 10 cibles de référence.

-Latitude, Longitude, Altitude (ellipsoïdale) et Altitude (orthométrique – niveau de la mer)

-Zone UTM, *Easting* et *Northing*

-Les positions planimétriques sont en NAD 83 CSRS

-Modèle du géoïde : CGVD28

-Variation du géoïde : 33.9 m. à Second Depot Lake, et 34.27 m. à Millbridge

-Les points ont été acquis en décembre 2016

Tableau 1. Temps d'acquisition des relevés GNSS

Point	Temps (Arrondi à l'heure)	Constellation	Ellipse d'erreur selon PPP
MCTR	17 h	GPS + Glonass	.36 - .95 cm
M-NE	18 h	GPS + Glonass	.6 - .56
M-NW	18 h	GPS	.76 - 1.9
M-SE	18 h	GPS	.6 - 1.5
M-SW	18 h	GPS	.6 - 1.5
SCTR	26 h	GPS + Glonass	.5 - 1.5
S-NE	26 h	GPS + Glonass	.27 - .62
S-NW	26 h	GPS + Glonass	1.1 - 3.0
SSUD	27 h	GPS + Glonass	.5 - 1.4
S-SW	26 h	GPS + Glonass	.31 - .72

Tableau 2. Détails d'acquisition GNSS du point **Millbridge - Centre**

Site :	MCTR			
Type d'installation	Point de référence de l'antenne directement sur le sol (Voir photos)			
Récepteur GNSS	Trimble NetR9 (GPS # CCRS-06)			
Antenne	Trimble Zephyr Geodetic model 2 (TRM57971.00)			
Hauteur d'antenne	0 (Voir note ci-haut)			
Début d'acquisition	2016 12 21 20 h 06 min. 30 sec. (jour 356)			
Fin d'acquisition	2016 12 22 13 h 32 min 00 sec.			
Durée	17h 25 m 30 sec.			
Intervalle d'acquisition	30 seconds			
Fichier GNSS bruts	03523560C.T02			
Fichiers Rinex	03523560C.16O 03523560C.16g, .16h,.16n			
Position établie par PPP	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
Géographique	44° 43' 06.5370"	-77° 35' 46.6923"	255.878	290.147
UTM	4954957.421	294371.230		
Ellipse d'erreur @95%	0.36 cm	0.95 cm		

Position établie par ligne de base - Kingston	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4954957.418	294371.238	255.872	

Position établie par ligne de base MCTR-15 min.	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	n/a	n/a	n/a	n/a



SCRS-PPP (V 1.05 11216)



MCTR

Début des données	Fin des données	Durée des observations
2016-12-21 20:06:30.000	2016-12-22 13:32:00.000	17h 25m 30.00s
Dév. std. a priori / apost - Porteuse		Dév. std. a priori / apost - Pseudo-distances
0.015m / 0.015m		2.0m / 2.297m
Observations	Fréquence	Mode
Porteuse et pseudo-distances	L1 et L2	Statique
Coupure d'élévation	Données rejetées	Intervalle des observations & estimés
10.000 degrés	0.14 %	30.00 sec / 30.00 sec
Antenne	CPA au PRA	PRA au Repère
TRM57971.00	L1= 0.067 m L2= 0.058 m	0.000 m

(CPA = centre de phase de l'antenne; PRA = point de référence de l'antenne)

Positions estimées pour 03523560C.16o

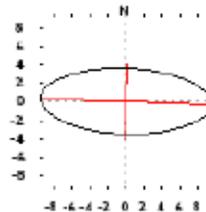
	Latitude (+n)	Longitude (+e)	Hauteur Ell.
NAD83(SCRS) (2016)	44° 43' 06.5370''	-77° 35' 46.6923''	255.878 m
Sigmas(95%)	0.003 m	0.008 m	0.017 m
Apriori	44° 43' 06.594''	-77° 35' 46.714''	255.212 m
Position calculée - Apriori	-1.756 m	0.470 m	0.665 m

H Ortho CGVD28 (HTv2.0)

290.147 m

(lien pour la référence altimétrique)

Ellipse d'erreur 95% (mm)
semi-majeur: 9.496mm
semi-mineur: 3.610mm
azimut de l'axe semi-majeur: 91° 53' 26.91''



UTM (Nord) Zone 18

4954957.421m (N) 294371.230m (E)

Facteurs échelle
1.00011999 (point)
1.00007982 (combiné)

(Position a priori initialisée à partir des coordonnées du fichier RINEX)

Figure 13. Site Millbridge - position du point "Centre" selon le Service PPP de RNC. Les encadrés en jaune représentent les informations les plus fréquemment requises.



Figure 14. Photo terrain du point Millbridge-Centre.

Tableau 3. Détails d'acquisition GNSS du point **Millbridge – Nord-Est**

Site :	M-NE			
Type d'installation	Point de référence de l'antenne directement sur le sol (Voir photos)			
Récepteur GNSS	Trimble NetR9 (GPS # CCRS-07) CCMED-NETRQ-07			
Antenne	Ashtech Pinwheel 5428			
Hauteur d'antenne	0 (Voir note ci-haut)			
Pile	Cape Dorset # 3 (7 amps)			
Début d'acquisition	2016 12 21 20 h 07 min. 00 sec. (jour 356)			
Fin d'acquisition	2016 12 22 14 h 03 min 00 sec.			
Durée	17h 56 m 30 sec.			
Intervalle d'acquisition	30 seconds			
Fichier GNSS bruts	01263560C.T02			
Fichiers Rinex	01263560C.16O 01263560C.16g, .16h,.16n			
Position établie par PPP	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
Géographique	44° 43' 13.7756"	-77° 35' 47.7045"	255.993	290.259
UTM	4955181.489	294356.089		
Ellipse d'erreur @95%	0.6 cm	1.56 cm		

Position établie par ligne de base - Kingston	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4955181.486	294356.086	256.019	

Position établie par ligne de base MCTR-15 min.	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4955181.487	294356.095	256.027	



SCRS-PPP (V 1.05 11216)



M-NE

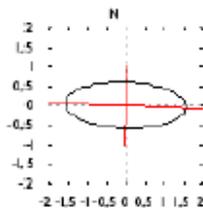
Début des données	Fin des données	Durée des observations
2016-12-21 20:07:00.000	2016-12-22 14:03:00.000	17h 56m 0.00s
Dév. std. a priori / a posteriori - Porteuse		Dév. std. a priori / a posteriori - Pseudo-distances
0.015m / 0.010m		2.0m / 2.041m
Observations	Fréquence	Mode
Porteuse et pseudo-distances	L1 et L2	Statique
Coupeure d'élévation	Données rejetées	Intervalles des observations & estimés
10.000 degrés	0.05 %	30.00 sec / 30.00 sec
Antenne	CPA au PRA	PRA au Repère
TRM57971.00	L1= 0.067 m L2= 0.058 m	0.000 m

(CPA = centre de phase de l'antenne; PRA = point de référence de l'antenne)

Positions estimées pour 01263560C.16o

	Latitude (+n)	Longitude (+e)	Hauteur Ell.
NAD83(SCRS) (2016)	44° 43' 13.7756''	-77° 35' 47.7045''	255.993 m
Sigmas(95%)	0.005 m	0.013 m	0.021 m
Apriori	44° 43' 13.842''	-77° 35' 47.744''	253.892 m
Position calculée - Apriori	-2.049 m	0.859 m	2.101 m

H Ortho CGVD28 (HTv2.0)	Ellipse d'erreur 95% (cm) semi-majeur: 1.562cm semi-mineur: 0.598cm azimut de l'axe semi-majeur: 91° 47' 9.98''	UTM (Nord) Zone 18
290.259 m (lien pour la référence altimétrique)		4955181.489m (N) 294356.089m (E)



Facteurs échelle
1.00012006 (point)
1.00007988 (combiné)

(Position a priori initialisée à partir des coordonnées du fichier RINEX)

Figure 15. Site Millbridge - position du point "Nord-Est" selon le Service PPP de RNC.



Figure 16. Photo terrain du point Millbridge-Nord-Est.



Figure 17. Photo terrain du point Millbridge-Nord-Est (suite).

Tableau 4. Détails d'acquisition GNSS du point **Millbridge – Nord-Ouest**

Site :	M-NW			
Type d'installation	Point de référence de l'antenne directement sur le sol (Voir photos)			
Récepteur GNSS	Ashtech ZXtreme (GPS # 2)			
Antenne	Ashtech Pinwheel Mod: ASH701975.01A			
Hauteur d'antenne	0 (Voir note ci-haut)			
Pile	# CP # 2 – (13 amps)			
Début d'acquisition	2016 12 21 19 h 55 min. 00 sec. (jour 356)			
Fin d'acquisition	2016 12 22 13 h 53 min 30 sec.			
Durée	17h 58 m 30 sec.			
Intervalle d'acquisition	30 seconds			
Fichier GNSS brut	B__A16.356			
Fichiers Rinex	__3561.16O			
	__3561.16N			
Position établie par PPP	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
Géographique	44° 43' 12.0615"	-77° 35' 58.0772"	255.943	290.212
UTM	4955135.884	294126.205		
Ellipse d'erreur @95%	0.76 cm	1.9 cm		

Position établie par ligne de base - Kingston	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4955135.883	294126.207	255.930	

Position établie par ligne de base – MCTR-15 min.	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4955135.875	294126.208	255.905	

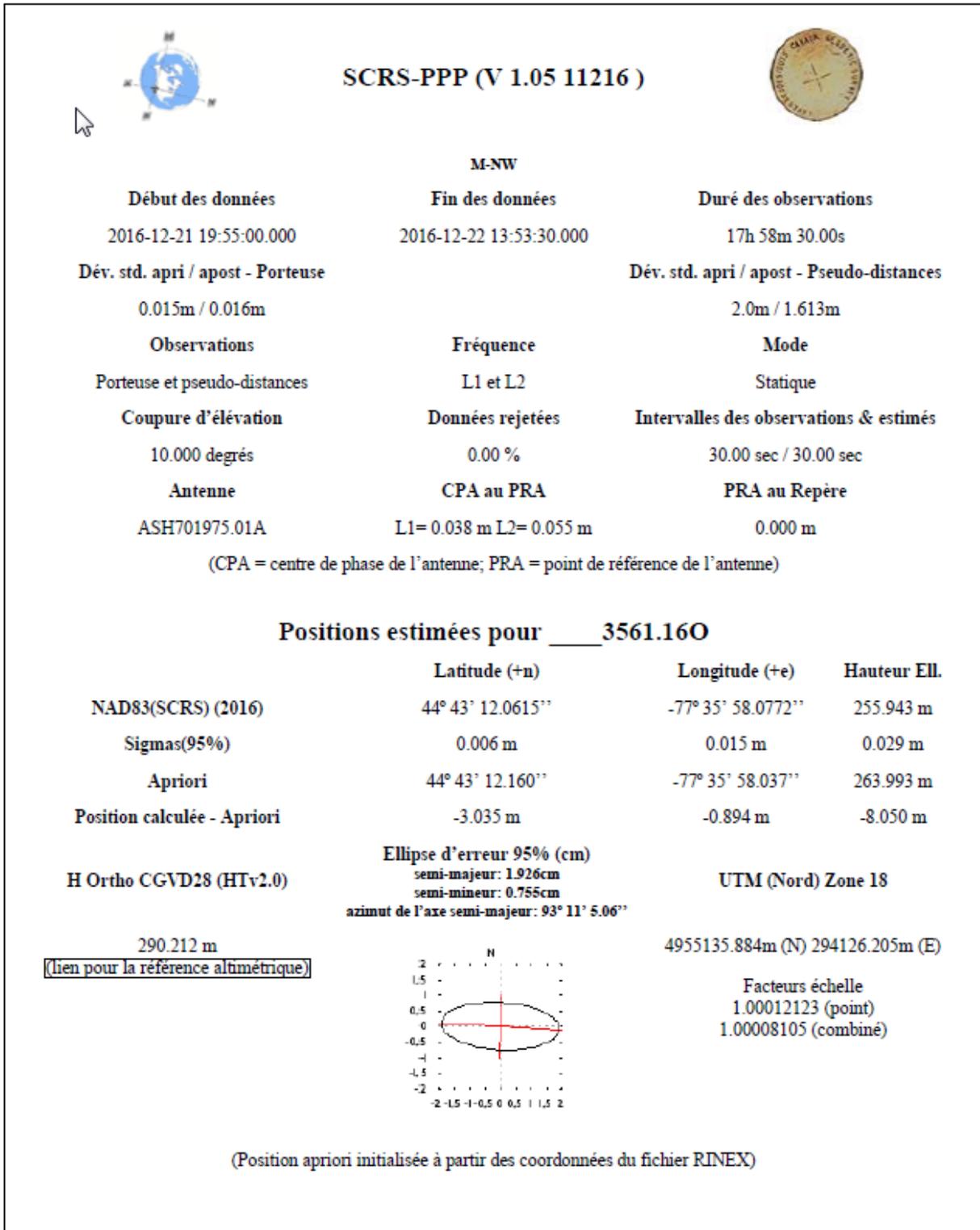


Figure 18. Site Millbridge - position du point "Nord-Ouest" selon le Service PPP de RNCAN.



Figure 19. Photo terrain du point Millbridge-Nord-Ouest.



Figure 20. Photo terrain du point Millbridge-Nord-Ouest.

Tableau 5. Détails d'acquisition GNSS du point **Millbridge – Sud-Est**

Site :	M-SE			
Type d'installation	Point de référence de l'antenne directement sur le sol (Voir photos)			
Récepteur GNSS	Ashtech ZXtreme (GPS # CCRS- 4) GGA-A051425			
Antenne	Ashtech Pinwheel 3421 Mod: ASH701975.01A			
Hauteur d'antenne	0 (Voir note ci-haut)			
Pile	Enerwatt 7amps – sans indication			
Début d'acquisition	2016 12 21 19 h 43 min. 00 sec. (jour 356)			
Fin d'acquisition	2016 12 22 13 h 42 min 30 sec.			
Durée	17h 59 m 30 sec.			
Intervalle d'acquisition	30 seconds			
Fichier GNSS brut	B__A16.356			
Fichiers Rinex	__3561.16O			
	__3561.16N			
Position établie par PPP	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
Géographique	44° 43' 06.7058"	-77° 35' 42.7136"	255.773	290.041
UTM	4954959.838	294458.929		
Ellipse d'erreur @95%	0.6 cm	1.5 cm		

Position établie par ligne de base - Kingston	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4954959.834	294458.940	255.754	

Position établie par ligne de base – MCTR 15 min.	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4954959.833	294458.938	255.752	



SCRS-PPP (V 1.05 11216)



M-SE

Début des données	Fin des données	Durée des observations
2016-12-21 19:43:00.000	2016-12-22 13:42:30.000	17h 59m 30.00s
Dév. std. apri / apost - Porteuse		Dév. std. apri / apost - Pseudo-distances
0.015m / 0.008m		2.0m / 0.799m
Observations	Fréquence	Mode
Porteuse et pseudo-distances	L1 et L2	Statique
Coupure d'élévation	Données rejetées	Intervalles des observations & estimés
10.000 degrés	0.05 %	30.00 sec / 30.00 sec
Antenne	CPA au PRA	PRA au Repère
ASH701975.01A	L1= 0.038 m L2= 0.055 m	0.000 m

(CPA = centre de phase de l'antenne; PRA = point de référence de l'antenne)

Positions estimées pour 3561.160

	Latitude (+n)	Longitude (+e)	Hauteur Ell.
NAD83(SCRS) (2016)	44° 43' 06.7058''	-77° 35' 42.7136''	255.773 m
Sigmas(95%)	0.005 m	0.012 m	0.021 m
Apriori	44° 43' 06.818''	-77° 35' 42.670''	263.751 m
Position calculée - Apriori	-3.453 m	-0.957 m	-7.978 m

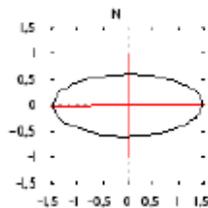
H Ortho CGVD28 (HTv2.0)

Ellipse d'erreur 95% (cm)
 semi-majeur: 1.461cm
 semi-mineur: 0.599cm
 azimut de l'axe semi-majeur: 89° 37' 26.85''

UTM (Nord) Zone 18

290.041 m
[\(lien pour la référence altimétrique\)](#)

4954959.838m (N) 294458.929m (E)



Facteurs échelle
 1.00011954 (point)
 1.00007939 (combiné)

(Position apriori initialisée à partir des coordonnées du fichier RINEX)

Figure 21. Site Millbridge - position du point "Sud-est" selon le Service PPP de RNCAN



Figure 22. Photo terrain du point Millbridge-Sud-Est.



Figure 23. Photo terrain du point Millbridge-Sud-Est (suite).



Figure 24. Photo terrain du point Millbridge-Sud-Est (suite).

Tableau 6. Détails d'acquisition GNSS du point **Millbridge – Sud-Ouest**

Site :	M-SW			
Type d'installation	Point de référence de l'antenne directement sur le sol (Voir photos)			
Récepteur GNSS	Ashtech ZXtreme (GPS # 1)			
Antenne	Ashtech Pinwheel Mod: ASH701975.01A			
Hauteur d'antenne	0 (Voir note ci-haut)			
Pile				
Début d'acquisition	2016 12 21 19 h 46 min. 00 sec. (jour 356)			
Fin d'acquisition	2016 12 22 13 h 19 min 00 sec.			
Durée	17h 33 m 00 sec.			
Intervalle d'acquisition	30 seconds			
Fichier GNSS brut	B__A16.356			
Fichiers Rinex	__3561.16O			
	__3561.16N			
Position établie par PPP	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
Géographique	44° 43' 02.8307"	-77° 35' 49.8519"	255.298	289.570
UTM	4954845.277	294298.068		
Ellipse d'erreur @95%	0.6 cm	1.5 cm		

Position établie par ligne de base - Kingston	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4954845.277	294298.079	255.285	

Position établie par ligne de base – MCTR-15 min	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4954845.284	294298.090	255.278	



SCRS-PPP (V 1.05 11216)



M-SW

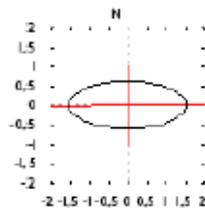
Début des données	Fin des données	Durée des observations
2016-12-21 19:46:00.000	2016-12-22 13:19:00.000	17h 33m 0.00s
Dév. std. a priori / apost - Porteuse		Dév. std. a priori / apost - Pseudo-distances
0.015m / 0.008m		2.0m / 0.584m
Observations	Fréquence	Mode
Porteuse et pseudo-distances	L1 et L2	Statique
Coupure d'élévation	Données rejetées	Intervalles des observations & estimés
10.000 degrés	0.80 %	30.00 sec / 30.00 sec
Antenne	CPA au PRA	PRA au Repère
ASH701975.01A	L1= 0.038 m L2= 0.055 m	0.000 m

(CPA = centre de phase de l'antenne; PRA = point de référence de l'antenne)

Positions estimées pour 3561.160

	Latitude (+n)	Longitude (+e)	Hauteur Ell.
NAD83(SCRS) (2016)	44° 43' 02.8307''	-77° 35' 49.8519''	255.298 m
Sigmas(95%)	0.005 m	0.012 m	0.024 m
Apriori	44° 43' 02.929''	-77° 35' 49.846''	260.418 m
Position calculée - Apriori	-3.040 m	-0.132 m	-5.120 m

H Ortho CGVD28 (HTv2.0)	Ellipse d'erreur 95% (cm) semi-majeur: 1.524cm semi-mineur: 0.612cm azimut de l'axe semi-majeur: 89° 47' 9.54''	UTM (Nord) Zone 18
289.570 m (lien pour la référence altimétrique)		4954845.277m (N) 294298.068m (E)



Facteurs échelle
1.00012036 (point)
1.00008028 (combiné)

(Position a priori initialisée à partir des coordonnées du fichier RINEX)

Figure 25. Site Millbridge - position du point "Sud-ouest" selon le Service PPP de RNCan



Figure 26. Photo terrain du point Millbridge-Sud-Ouest.

Tableau 7. Détails d'acquisition GNSS du point **Second Depot - Centre**

Site :	SCTR			
Type d'installation	Point de référence de l'antenne directement sur le sol (Voir photos)			
Récepteur GNSS	Novatel DVL-3 (# 7180)			
Antenne	Novatel Pinwheel (NOV702GGL_1.01)			
Hauteur d'antenne	0 (Voir note ci-haut)			
Pile	7880			
Début d'acquisition	2016 12 21 15 h 30 min. 30 sec. (jour 356)			
Fin d'acquisition	2016 12 22 17 h 18 min 30 sec.			
Durée	25h 48 m 30 sec.			
Intervalle d'acquisition	30 seconds			
Fichier GNSS bruts	00133560.PDC			
Fichiers Rinex	00133560.16O 00133560.16g, .16h,.16n			
Position établie par PPP	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
Géographique	44° 34' 05.7270"	-76° 44' 42.6226"	126.449	160.338
UTM	4936472.353	361424.285		
Ellipse d'erreur @95%	0.5 cm	1.5 cm		

Position établie par ligne de base - Kingston	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4936472.354	361424.279	126.429	

Position établie par ligne de base - S-NE 15 min.	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4936472.354	361424.285	126.438	



SCRS-PPP (V 1.05 11216)



Second Depot - CTR

Début des données	Fin des données	Durée des observations
2016-12-21 15:30:29.994	2016-12-22 17:18:30.000	25h 48m 0.01s
Dév. std. aperi / apost - Porteuse		Dév. std. aperi / apost - Pseudo-distances
0.015m / 0.020m		2.0m / 4.115m
Observations	Fréquence	Mode
Porteuse et pseudo-distances	L1 et L2	Statique
Coupure d'élévation	Données rejetées	Intervalles des observations & estimés
10.000 degrés	0.00 %	30.00 sec / 30.00 sec
Antenne	CPA au PRA	PRA au Repère
NOV702GGL_1.01	L1= 0.064 m L2= 0.066 m	0.000 m

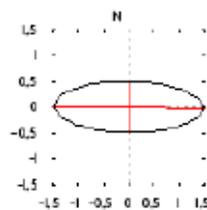
(CPA = centre de phase de l'antenne; PRA = point de référence de l'antenne)

Positions estimées pour 00133560.160

	Latitude (+n)	Longitude (+e)	Hauteur Ell.
NAD83(SCRS) (2016)	44° 34' 05.7270''	-76° 44' 42.6226''	126.449 m
Sigmas(95%)	0.004 m	0.012 m	0.029 m
Apriori	44° 34' 05.767''	-76° 44' 42.629''	128.459 m
Position calculée - Apriori	-1.232 m	0.141 m	-2.010 m

H Ortho CGVD28 (HTv2.0)	Ellipse d'erreur 95% (cm) semi-majeur: 1.461cm semi-mineur: 0.499cm azimut de l'axe semi-majeur: 90° 44' 18.45''	UTM (Nord) Zone 18
160.338 m		4936472.353m (N) 361424.285m (E)

[\(lien pour la référence altimétrique\)](#)



Facteurs échelle
 0.99983615 (point)
 0.99981631 (combiné)

(Position apriori initialisée à partir d'une solution de pseudo-distances)

Figure 27. Site Second Depot - position du point "Centre" selon le Service PPP de RNCAN



Figure 28. Photo terrain du point Second Depot - Centre

Tableau 8. Détails d'acquisition GNSS du point **Second Depot - Nord-Est**

Site :	S-NE			
Type d'installation	Point de référence de l'antenne directement sur le sol (Voir photos)			
Récepteur GNSS	Novatel DVL-3 (# 7220)			
Antenne	Novatel Pinwheel (NOV702GGL_1.01)			
Hauteur d'antenne	0 (Voir note ci-haut)			
Pile	7950			
Début d'acquisition	2016 12 21 14 h 43 min. 30 sec. (jour 356)			
Fin d'acquisition	2016 12 22 17 h 02 min 00 sec.			
Durée	26h 18 m 30 sec.			
Intervalle d'acquisition	30 seconds			
Fichier GNSS bruts	00113561.PDC			
Fichiers Rinex	00113561.16O 00113561.16g, .16h,.16n			
Position établie par PPP	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
Géographique	44° 34' 06.4961"	-76° 44' 38.1642"	126.733	160.620
UTM	4936493.982	361523.131		
Ellipse d'erreur @95%	0.27 cm	.62 cm		

Position établie par ligne de base - Kingston	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4936493.991	361523.128	126.734	

Position établie par ligne de base - S-NE 15 min.	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	n/a	n/a	n/a	n/a



SCRS-PPP (V 1.05 11216)



Second Depot NE

Début des données	Fin des données	Durée des observations
2016-12-21 14:43:30.000	2016-12-22 17:02:00.000	26h 18m 30.00s
Dév. std. a priori / apost - Porteuse		Dév. std. a priori / apost - Pseudo-distances
0.015m / 0.010m		2.0m / 1.081m
Observations	Fréquence	Mode
Porteuse et pseudo-distances	L1 et L2	Statique
Coupure d'élévation	Données rejetées	Intervalles des observations & estimés
10.000 degrés	0.03 %	30.00 sec / 30.00 sec
Antenne	CPA au PRA	PRA au Repère
NOV702GGL_1.01	L1= 0.064 m L2= 0.066 m	0.000 m

(CPA = centre de phase de l'antenne; PRA = point de référence de l'antenne)

Positions estimées pour 00113561.160

	Latitude (+n)	Longitude (+e)	Hauteur Ell.
NAD83(SCRS) (2016)	44° 34' 06.4961''	-76° 44' 38.1642''	126.733 m
Sigmas(95%)	0.002 m	0.005 m	0.013 m
Apriori	44° 34' 06.537''	-76° 44' 38.188''	126.222 m
Position calculée - Apriori	-1.267 m	0.536 m	0.511 m

H Ortho CGVD28 (HTv2.0)

Ellipse d'erreur 95% (mm)
semi-majeur: 6.246mm
semi-mineur: 2.744mm
azimut de l'axe semi-majeur: 91° 27' 8.87''

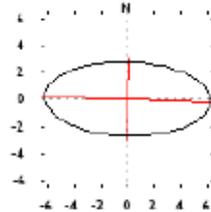
UTM (Nord) Zone 18

160.620 m

[\(lien pour la référence altimétrique\)](#)

4936493.982m (N) 361523.131m (E)

Facteurs échelle
0.99983582 (point)
0.99981593 (combiné)



(Position a priori initialisée à partir d'une solution de pseudo-distances)

Figure 29. Site Second Depot - position du point "Nord-Est" selon le Service PPP de RNCan



Figure 30. Photo terrain du point Second Depot – Nord-Est



Figure 31. Photo terrain du point Second Depot – Nord-Est

Tableau 9. Détails d'acquisition GNSS du point **Second Depot - Nord-Ouest**

Site :	S-NW			
Type d'installation	Point de référence de l'antenne directement sur le sol (Voir photos)			
Récepteur GNSS	Novatel DVL-3 (# 7365)			
Antenne	Novatel Pinwheel (NOV702GGL_1.01)			
Hauteur d'antenne	0 (Voir note ci-haut)			
Pile	7800			
Début d'acquisition	2016 12 21 15 h 02 min. 30 sec. (jour 356)			
Fin d'acquisition	2016 12 22 17 h 16 min 00 sec.			
Durée	26h 13 m 30 sec.			
Intervalle d'acquisition	30 seconds			
Fichier GNSS bruts	00183560.PDC			
Fichiers Rinex	00183560.16O 00183560.16g, .16h,.16n			
Position établie par PPP	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
Géographique	44° 34' 09.7166"	-76° 44' 38.9082"	127.749	161.636
UTM	4936593.702	361508.844		
Ellipse d'erreur @95%	1.1 cm	3.0 cm		

Position établie par ligne de base - Kingston	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4936593.701	361508.830	127.717	

Position établie par ligne de base - S-NE 15 min.	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4936593.700	361508.831	127.712	



SCRS-PPP (V 1.05 11216)



Second Depot NW

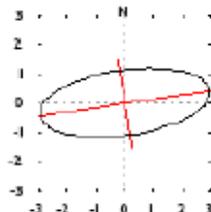
Début des données	Fin des données	Durée des observations
2016-12-21 15:02:29.997	2016-12-22 17:16:00.000	26h 13m 30.00s
Dév. std. apri / apost - Porteuse		Dév. std. apri / apost - Pseudo-distances
0.015m / 0.022m		2.0m / 4.337m
Observations	Fréquence	Mode
Porteuse et pseudo-distances	L1 et L2	Statique
Coupure d'élévation	Données rejetées	Intervalles des observations & estimés
10.000 degrés	0.00 %	30.00 sec / 30.00 sec
Antenne	CPA au PRA	PRA au Repère
NOV702GGL_1.01	L1= 0.064 m L2= 0.066 m	0.000 m

(CPA = centre de phase de l'antenne; PRA = point de référence de l'antenne)

Positions estimées pour 00183560.160

	Latitude (+n)	Longitude (+e)	Hauteur Ell.
NAD83(SCRS) (2016)	44° 34' 09.7166''	-76° 44' 38.9082''	127.749 m
Sigmas(95%)	0.009 m	0.024 m	0.046 m
Apriori	44° 34' 09.777''	-76° 44' 38.923''	130.734 m
Position calculée - Apriori	-1.862 m	0.319 m	-2.985 m

H Ortho CGVD28 (HTv2.0)	Ellipse d'erreur 95% (cm)	UTM (Nord) Zone 18
	semi-majeur: 2.996cm semi-mineur: 1.112cm azimut de l'axe semi-majeur: 82° 12' 29.06''	
161.636 m (lien pour la référence altimétrique)		4936593.702m (N) 361508.844m (E)



Facteurs échelle
 0.99983587 (point)
 0.99981582 (combiné)

(Position apriori initialisée à partir d'une solution de pseudo-distances)

Figure 32. Site Second Depot - position du point "Nord-Ouest" selon le Service PPP de RNCan



Figure 33. Photo terrain du point Second Depot – Nord-Ouest

Tableau 10. Détails d'acquisition GNSS du point **Second Depot - Sud**

Site :	SSUD			
Type d'installation	Point de référence de l'antenne directement sur le sol (Voir photos)			
Récepteur GNSS	Novatel DVL-3 (# 7205)			
Antenne	Novatel Pinwheel (NOV702GGL_1.01)			
Hauteur d'antenne	0 (Voir note ci-haut)			
Pile	8005			
Début d'acquisition	2016 12 21 16 h 14 min. 00 sec. (jour 356)			
Fin d'acquisition	2016 12 22 18 h 58 min 30 sec.			
Durée	26h 44 m 30 sec.			
Intervalle d'acquisition	30 seconds			
Fichier GNSS bruts	00093560.PDC			
Fichiers Rinex	00093560.16O 00093560.16g, .16h,.16n			
Position établie par PPP	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
Géographique	44° 33' 59.8023"	-76° 44' 47.0392"	126.206	160.099
UTM	4936291.627	361322.956		
Ellipse d'erreur @95%	0.5 cm	1.4 cm		

Position établie par ligne de base - Kingston	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4936291.633	361322.948	126.209	

Position établie par ligne de base - S-NE 15 min.	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4936291.632	361322.939	126.201	



SCRS-PPP (V 1.05 11216)



Second Depot_SUD

Début des données	Fin des données	Durée des observations
2016-12-21 16:13:59.996	2016-12-22 18:58:30.000	26h 44m 30.00s
Dév. std. a priori / apost - Porteuse		Dév. std. a priori / apost - Pseudo-distances
0.015m / 0.020m		2.0m / 3.788m
Observations	Fréquence	Mode
Porteuse et pseudo-distances	L1 et L2	Statique
Coupure d'élévation	Données rejetées	Intervalles des observations & estimés
10.000 degrés	0.03 %	30.00 sec / 30.00 sec
Antenne	CPA au PRA	PRA au Repère
NOV702GGL_1.01	L1= 0.064 m L2= 0.066 m	0.000 m

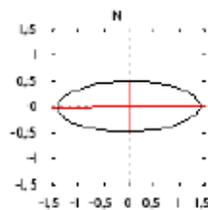
(CPA = centre de phase de l'antenne; PRA = point de référence de l'antenne)

Positions estimées pour 00093560.160

	Latitude (+n)	Longitude (+e)	Hauteur Ell.
NAD83(SCRS) (2016)	44° 33' 59.8023''	-76° 44' 47.0392''	126.206 m
Sigmas(95%)	0.004 m	0.011 m	0.032 m
Apriori	44° 33' 59.841''	-76° 44' 47.061''	127.507 m
Position calculée - Apriori	-1.187 m	0.491 m	-1.301 m

H Ortho CGVD28 (HTv2.0)	Ellipse d'erreur 95% (cm) semi-majeur: 1.399cm semi-mineur: 0.487cm azimut de l'axe semi-majeur: 89° 35' 4.35''	UTM (Nord) Zone 18
160.099 m		4936291.627m (N) 361322.956m (E)

[\(lien pour la référence altimétrique\)](#)



Facteurs échelle
 0.99983650 (point)
 0.99981669 (combiné)

(Position a priori initialisée à partir d'une solution de pseudo-distances)

Figure 34. Site Second Depot - position du point "Sud" selon le Service PPP de RNC



Figure 35. Photo terrain du point Second Depot – Sud



Figure 36. Photo terrain du point Second Depot – Sud

Tableau 11. Détails d'acquisition GNSS du point **Second Depot - Sud-Ouest**

Site :	S-SW			
Type d'installation	Point de référence de l'antenne directement sur le sol (Voir photos)			
Récepteur GNSS	Novatel DVL-3 (# 7185)			
Antenne	Novatel Pinwheel (NOV702GGL_1.01)			
Hauteur d'antenne	0 (Voir note ci-haut)			
Pile	7980			
Début d'acquisition	2016 12 21 15 h 37 min. 30 sec. (jour 356)			
Fin d'acquisition	2016 12 22 17 h 33 min 30 sec.			
Durée	25h 56 m 00 sec.			
Intervalle d'acquisition	30 seconds			
Fichier GNSS bruts	00083560.PDC			
Fichiers Rinex	00083560.16O 00083560.16g, .16h,.16n			
Position établie par PPP	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
Géographique	44° 34' 04.3386"	-76° 44' 48.2651"	147.736	181.627
UTM	4936432.175	361298.911		
Ellipse d'erreur @95%	0.31 cm	.72 cm		

Position établie par ligne de base - Kingston	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4936432.174	361298.912	147.702	

Position établie par ligne de base - S-NE 15 min.	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale	Hauteur orthométrique
UTM	4936432.190	361298.919	147.713	



SCRS-PPP (V 1.05 11216)



Second Depot_SW

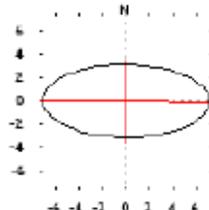
Début des données	Fin des données	Durée des observations
2016-12-21 15:37:30.000	2016-12-22 17:33:30.000	25h 56m 0.00s
Dév. std. apri / apost - Porteuse	Dév. std. apri / apost - Pseudo-distances	
0.015m / 0.015m	2.0m / 3.078m	
Observations	Fréquence	Mode
Porteuse et pseudo-distances	L1 et L2	Statique
Coupure d'élévation	Données rejetées	Intervalles des observations & estimés
10.000 degrés	0.00 %	30.00 sec / 30.00 sec
Antenne	CPA au PRA	PRA au Repère
NOV702GGL_1.01	L1= 0.064 m L2= 0.066 m	0.000 m

(CPA = centre de phase de l'antenne; PRA = point de référence de l'antenne)

Positions estimées pour 00083560.16O

	Latitude (+n)	Longitude (+e)	Hauteur Ell.
NAD83(SCRS) (2016)	44° 34' 04.3386''	-76° 44' 48.2651''	147.736 m
Sigmas(95%)	0.003 m	0.006 m	0.016 m
Apriori	44° 34' 04.377''	-76° 44' 48.291''	148.098 m
Position calculée - Apriori	-1.198 m	0.569 m	-0.362 m

H Ortho CGVD28 (HTv2.0)	Ellipse d'erreur 95% (mm) semi-majeur: 7.244mm semi-mineur: 3.121mm azimut de l'axe semi-majeur: 90° 40' 34.59''	UTM (Nord) Zone 18
181.627 m (lien pour la référence altimétrique)		4936432.175m (N) 361298.911m (E)



Facteurs échelle
0.99983658 (point)
0.99981340 (combiné)

(Position apriori initialisée à partir d'une solution de pseudo-distances)

Figure 37. Site Second Depot - position du point "Sud-Ouest" selon le Service PPP de RNCan



Figure 38. Photo terrain du point Second Depot – Sud-Ouest



Figure 39. Photo terrain du point Second Depot – Sud-Ouest (suite)



Figure 40. Photo terrain du point Second Depot – Sud-Ouest (suite)

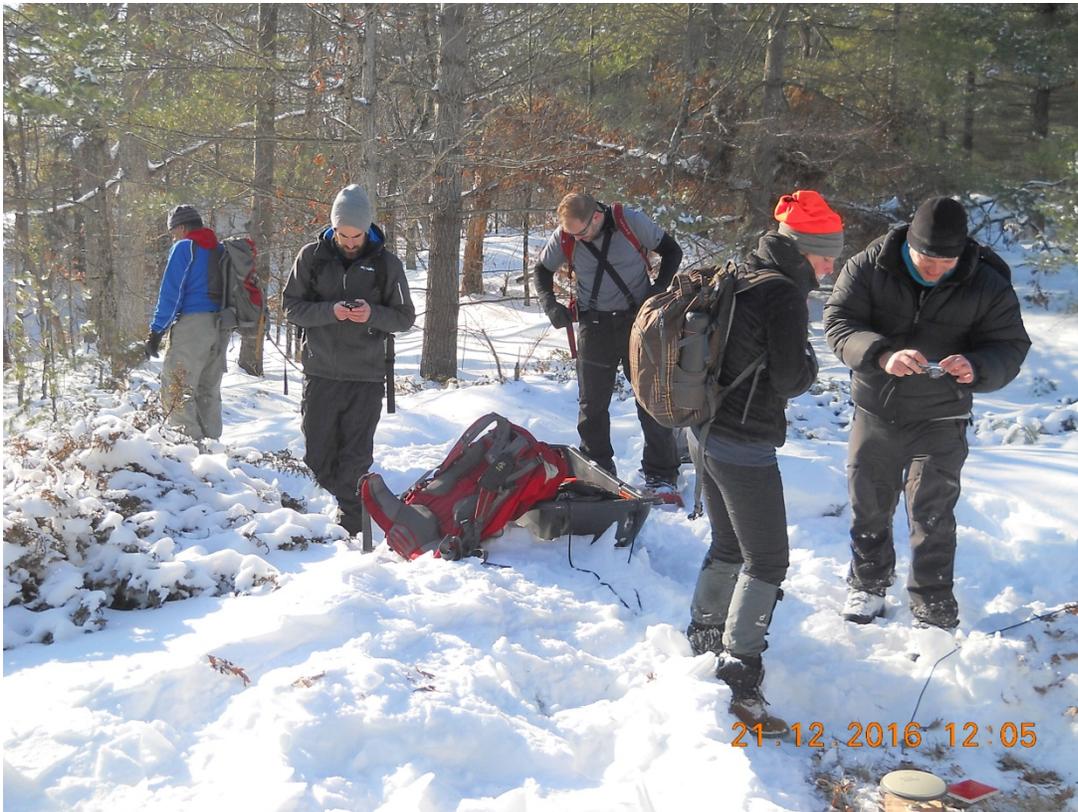


Figure 41. Photo terrain du point Second Depot – Sud-Ouest (suite)

6) Conclusion

Des cibles de référence ont été établies avec précision à l'aide de relevés GNSS en mode statique de longue durée. La qualité du positionnement planimétrique et altimétrique permet de géocoder avec précision les séries de photos acquises par ASP. Les techniques de calcul par différentiel de phase ont aussi été illustrées.

7) Publications connexes et références

Cette activité s'inscrit dans le cadre plus large d'une série d'initiatives visant à développer l'utilisation des aéronefs sans pilotes pour le suivi des terres humides et le suivi du couvert nival.

Prévost, C., R. Fernandes, 2016. Relevé GPS de cibles de référence au site test de Gatineau, Québec, dans le cadre du projet d'évaluation de l'épaisseur de neige par aéronef sans pilote; Géomatique Canada, Dossier public 26, 67 pages.
doi:10.4095/299047

Prévost, C., Fernandes, R., and Canisius, F., 2016. Ground control point acquisition for Acadia forest, New Brunswick, during winter 2016, in support of Canada Centre for Mapping and Earth Observation snow depth from unmanned aerial vehicle activities, Geomatics Canada, Open file 27, 42 pages, doi:10.4095/299101

Prévost, C., H.P. White, 2016. Mer Bleue Arctic Surrogate Study Site Project - 2015-GPS Survey Report; Geomatics Canada, Dossier public # 44

Maloley, M., Leblanc, S., Canisius, F., Fernandes, R., 2016. Operations manual for Phantom 3 Professional UAV surveys of Gatineau and Acadia in Support of CCMEO Snow Depth from UAV Activities, Geomatics Canada, Dossier public en revue

Oakes, S., Fernandes, R.A., Canisius, F., 2016. Protocol for photographic survey of snow depth stakes in Support of CCMEO Snow Depth from UAV Activities, Geomatics Canada, Dossier public en revue

Prévost, C., M. Bérubé, 2016. Test de précision de diverses méthodes de relevés GPS pour l'orthorectification de photos acquises par drone. Géomatique Canada, Dossier public en revue.

Ashtech Precision Product. Z-Xtreme GPS Receiver-System Guide for Post Process Surveying. November 2000, 49 pages,

[http://sup.xenya.si/sup/info/magellan\(thalesnavigation\)/z-xtreme/Manuals/630845-01-Post-ProcessSurveying.pdf](http://sup.xenya.si/sup/info/magellan(thalesnavigation)/z-xtreme/Manuals/630845-01-Post-ProcessSurveying.pdf)

Trimble NetR9 GNSS Reference Receiver User Guide , Ver. 4.15, May 2010
http://toolik.alaska.edu/gis/gps/images/gpsbase/NetR8_UserGuide.pdf

GNSS Solutions processing software.

http://ashgps.com/mirror/master/GNSS%20Solutions/manuals/English/GNSSSolutions_RM_F_en.pdf

Ressources naturelles Canada, Système Canadien de Référence Spatiale –
Positionnement Ponctuel Précis, Outils et applications,
<http://www.rncan.gc.ca/sciences-terre/geomatique/systemes-referance-geodesique/outils-applications/10926#ppp>

Annexe : Au sujet du positionnement par différentiel de phase
(Extrait de Prévost et Bérubé, 2016)

Relevés GPS par différentiel de phase

“La méthode par différentiel de phase implique que l'utilisateur utilise deux récepteurs et qu'ils fonctionnent simultanément. Dans un premier temps, l'utilisateur établit la position précise d'une borne de référence (près du campement par exemple). Dans un second temps, il place un des appareils sur cette borne et se sert du second appareil pour acquérir des données sur le point à déterminer. Le traitement, à partir d'un logiciel spécialisé, de ces deux ensembles de données acquises simultanément permet d'établir un vecteur tridimensionnel entre la borne de référence et le point à déterminer. Ce vecteur 3D est ensuite combiné à la position de la borne de référence pour établir la position du point à déterminer.

Il faut préciser que la position par différentiel de phase est empreinte de deux types d'imprécisions. La première est causée par l'imprécision de positionnement de la borne de référence. La seconde imprécision, qui s'additionne à la première, est liée à la distance entre la borne de référence et le point à déterminer.

Le principal avantage de cette méthode est sa précision, et elle permet un relevé rapide. Par contre cette technique implique l'utilisation de deux récepteurs, qui doivent fonctionner simultanément. Sur le terrain, en région éloignée, l'utilisateur pourra établir la borne de référence près du camp là où l'alimentation électrique est disponible. Le second récepteur pourra être déplacé de point en point dans le secteur de travail.

Dans le cadre des tests effectués par les auteurs (Prévost & Bérubé), une période d'observation de 6 h 30 à la borne de référence, et des observations de 3 à 15 minutes sur le point à déterminer, ont donné des résultats de très bonne qualité.

Il existe diverses variantes de cette méthode, notamment l'utilisation des stations du Système canadien de contrôle actif (SCCA) à titre de station de base. Leur grand avantage est qu'il n'est plus nécessaire d'établir une borne de référence puisque la position des stations du SCCA est connue avec précision et que ces stations acquièrent en continu les données GPS que l'on peut télécharger à partir du site web des Levés géodésiques de Rncan. En bref, l'avantage de cette variante est sa précision et la rapidité du relevé.

Par contre, il est rare en milieu nordique que le site de travail soit près d'une de ces stations. Dès lors, l'imprécision du positionnement est liée à la distance entre la borne de référence (SCCA) et le point à déterminer.

Les données acquises selon la méthode en différentiel de phase peuvent être traitées à l'aide de logiciels tel GNSS Solutions^{Mc}. Les données d'entrée du logiciel sont les données de pseudo distances et de phase (fichiers RINEX) acquis simultanément à la station de base et par l'unité mobile. Les fichiers d'éphémérides et d'horloge sont aussi requis de même que la position de la base. Le produit de sortie est le vecteur tridimensionnel entre la base et l'unité mobile, la position calculée de l'unité mobile, et un indicateur de la qualité de la solution par le code "fixe" ou "float". Les résultats avec l'indicateur "float" ne sont pas retenus."
