



Des femmes, des hommes, des régions, **nos ressources...**

Instructions

relatives à l'établissement de réseaux géodésiques

Avril 2012

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune



Québec 

Réalisation

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
Direction de la référence géodésique
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Téléphone : 418 627-6281
Télécopieur : 418 646-9424
Courriel : information.geographique@mrfn.gouv.qc.ca
Site Internet : www.mrfn.gouv.qc.ca

Diffusion

Cette publication est conçue pour une impression recto verso.

La reproduction des textes n'est autorisée qu'à des fins d'enseignement, avec mention de la source.

Table des matières

AVANT-PROPOS	III
1 INTRODUCTION	1
2 PLANIFICATION	3
2.1 PLANIFICATION.....	3
2.2 CHOIX DU SITE - GÉNÉRALITÉS.....	3
2.2.1 Assise.....	3
2.2.2 Accessibilité.....	3
2.2.3 Intervisibilité.....	4
2.2.4 Autres considérations.....	4
2.3 CHOIX DU SITE - PARTICULARITÉS	4
2.3.1 Réseaux de niveau A2.....	5
2.3.2 Réseaux de niveau A3.....	5
2.3.3 Réseaux de niveaux B1 et B2.....	6
2.3.4 Réseaux classiques en milieu urbain.....	7
2.4 DOCUMENTS À PRÉPARER.....	8
2.5 VÉRIFICATION DU SOUS-SOL ET AUTORISATIONS.....	8
2.6 DOCUMENTS À REMETTRE.....	9
2.7 MATÉRIALISATION	9
3 ÉQUIPEMENTS.....	11
3.1 ÉQUIPEMENT GPS	11
3.1.1 Récepteurs.....	11
3.1.2 Antennes.....	11
3.1.3 Embases.....	11
3.2 ÉQUIPEMENT CLASSIQUE	12
3.2.1 Station totale.....	12
3.2.2 Carnet de notes électronique.....	12
3.2.3 Embases.....	12
4 OBSERVATIONS GPS ET CALCULS	13
4.1 PLANIFICATION.....	13
4.1.1 Configuration.....	13
4.1.2 Sessions.....	13
4.2 OBSERVATIONS.....	15
4.3 PRÉPARATION DES DONNÉES	16
4.4 CALCUL DES VECTEURS.....	18
4.5 VALIDATION DES RÉSULTATS.....	19

4.6	COMPENSATION FINALE	20
4.7	RAPPORT ET DOCUMENTS À REMETTRE	20
5	OBSERVATIONS CLASSIQUES ET CALCULS	23
5.1	PLANIFICATION.....	23
5.2	OBSERVATIONS.....	23
5.3	PRÉPARATION DES DONNÉES	23
5.4	VALIDATION DES RÉSULTATS.....	24
5.5	COMPENSATION FINALE	25
5.6	RAPPORT ET DOCUMENTS À REMETTRE	25
	ANNEXE A FORMULAIRE « GRILLE D’OBSTACLES »	27
	ANNEXE B FORMULAIRE « OBSERVATIONS GPS » (AVEC CROQUIS D’ANTENNE).....	29
	ANNEXE C FORMULAIRE « OBSERVATIONS GPS » (SANS CROQUIS D’ANTENNE).....	31
	ANNEXE D EXEMPLE D’UN FICHER RINEX	33
	ANNEXE E FORMAT DIR.....	35
	ANNEXE F FORMAT ZEN.....	37
	ANNEXE G FORMAT DIS	39
	ANNEXE H FORMAT MET	41

Liste des tableaux

Tableau 1 : Infrastructure géodésique au Québec.....	1
Tableau 2 : Critères d’observation.....	14
Tableau 3 : Critères de fermeture.....	20

Liste des figures

Figure 1 : Structures classiques	7
Figure 2 : Exemple de sessions.....	15

Avant-propos

Les présentes instructions s'adressent principalement aux exécutants mandatés par la Direction de la référence géodésique (DRG) pour l'établissement de réseaux géodésiques. Tout mandataire d'autres organismes procédant à de tels travaux et désirant voir ses données intégrées au système d'information géodésique du Québec (GÉODEQ) devrait également se conformer à ces instructions. Le document peut aussi s'avérer utile à quiconque désirerait procéder à la planification, à la réalisation ou à l'étude des méthodes d'établissement d'un réseau géodésique.

Les procédures et méthodes édictées dans ces instructions couvrent principalement les réseaux de niveaux A et B établis uniquement à partir des signaux de la constellation GPS du GNSS (Global Navigation Satellite System). Les autres constellations du GNSS, telle que GLONASS, ne sont pas retenues par la DRG. Ces instructions couvrent aussi le niveau C4 établi en milieu urbain par la méthode classique (angles et distances). Le lecteur désirant plus d'information sur la structure géodésique maintenue par la DRG est invité à lire le *Guide sur les référentiels géodésiques et altimétriques au Québec*.

Toute personne qui, en consultant les présentes instructions, y découvrirait des erreurs ou aurait des suggestions ou des commentaires à soumettre est invitée à communiquer avec la DRG.

1 Introduction

Le réseau géodésique québécois résulte de la densification du Réseau de base canadien. Ce réseau, établi par la Division des levés géodésiques de Ressources naturelles Canada, compte quelque 160 piliers répartis à travers le Canada. Une trentaine de ces piliers couvrent le territoire québécois et ils constituent l'assise du réseau de grande précision (RGP), soit le niveau A1. Les niveaux A2 et A3 complètent le RGP. Les niveaux B1 et B2 densifient le RGP. Seuls les levés effectués à partir des signaux de la constellation GPS du GNSS, soit la méthode spatiale, sont autorisés pour l'établissement des réseaux de niveaux A et B.

Bien que la grande majorité des réseaux géodésiques du Québec soit maintenant mis en place à partir d'observations GPS, il est toujours possible d'établir un point géodésique avec des mesures d'angles et de distances à partir de points connus. Les nouveaux points ainsi établis seront de niveau C4, soit l'équivalent de l'ancienne structure de 4^e ordre. Cette méthode alternative aux observations GPS s'applique principalement en milieu urbain lorsque des immeubles, des arbres ou tout autre obstacle bloquent les signaux en provenance des satellites. Les publications *Guide d'utilisation du réseau géodésique en milieu urbain* et *Normes d'exécution relatives à l'établissement des canevas de 4^e ordre urbain* demeurent toujours valables au point de vue des méthodes et des équipements de cette époque.

Le tableau 1 résume les principales caractéristiques de l'infrastructure géodésique au Québec.

Tableau 1 : Infrastructure géodésique au Québec

Niveau	Distance entre les points	Méthode
Réseau de grande précision		
A1	100 à 500 km	Spatiale (GPS)
A2	environ 50 km	Spatiale (GPS)
A3	5 à 15 km	Spatiale (GPS)
Réseau de densification		
B1	plus de 5 km	Spatiale (GPS)
B2	moins de 5 km	Spatiale (GPS)
Réseau classique		
C4	200 à 500 m	Classique

2 Planification

2.1 Planification

La planification est la première étape du projet. Elle consiste à définir les besoins en considérant la superficie du territoire à équiper et le niveau de la structure à implanter.

Une étude technique sur carte, à une échelle appropriée, permet de montrer l'emplacement approximatif des nouveaux points géodésiques ainsi que les points existants qui serviront de points d'appui ou qui nécessitent un rattachement.

La reconnaissance sur le terrain permet de vérifier si les sites choisis pour les nouveaux points géodésiques respectent les caractéristiques demandées (section 2.2) et si les points existants sont en bon état. S'il y a lieu, de nouveaux sites seront choisis.

2.2 Choix du site - Généralités

Le choix du site est déterminé en considérant les caractéristiques générales qui suivent.

2.2.1 Assise

Une assise stable assure la pérennité du repère. Il faut tenir compte du type de matérialisation prévue pour le niveau du réseau à implanter (section 2.3) et éviter les accotements de routes étant donné leur tendance à s'affaisser.

Les propriétés du domaine public sont des lieux à privilégier pour l'implantation d'un repère. Si un repère doit être implanté sur une propriété privée, il faut obtenir les autorisations nécessaires et s'assurer qu'il sera accessible.

2.2.2 Accessibilité

Le point géodésique doit être accessible en tout temps.

2.2.3 Intervisibilité

Selon le niveau du réseau, il faudra prévoir des intervisibilités vers des points voisins ou des points hauts connus afin de permettre des visées d'orientation.

2.2.4 Autres considérations

La sécurité de l'observateur est primordiale. Tous les sites retenus doivent en tenir compte. Il faut aussi s'assurer que la mise en station des instruments y soit facile.

Pour chaque site retenu, il faut évaluer le temps d'accès (marche ou véhicule) à partir de la voie publique. Les sites où le temps d'accès est supérieur à 10 minutes doivent être évités.

Pour les réseaux de niveaux A et B, le site doit, dans la mesure du possible, être exempt de structure métallique, de pylône de ligne à haute tension ou de surface verticale ou horizontale pouvant réfléchir les signaux des satellites à l'intérieur d'un rayon de 50 mètres. La présence de lampadaires suffisamment espacés n'affecte pas, ou très peu, ces signaux.

Il faut localiser l'emplacement du nouveau repère avec le plus d'exactitude possible en y laissant des marques distinctives – par exemple une tige de métal, un piquet de bois ou une trace de peinture – qui guideront ultérieurement l'équipe qui procédera à la matérialisation du repère. Il est important de veiller à ce que ces marques ne soient pas permanentes et qu'elles n'endommagent pas la propriété.

Il est important de s'enquérir auprès de la municipalité ou du propriétaire du lieu de l'existence de projets de construction pouvant rendre le site inexploitable à brève échéance ou mettre en danger la pérennité même du repère.

2.3 Choix du site - Particularités

À partir des exigences d'ordre général précédemment énoncées, des particularités sont à considérer en fonction du type de réseau à implanter. Le document *Instructions relatives à la matérialisation de repères* peut s'avérer utile pour le choix de l'assise en fonction du type de repère qui sera implanté.

2.3.1 Réseaux de niveau A2

2.3.1.1 Espacement entre les points

La distance entre les points du réseau de niveau A2 est d'environ 50 km.

2.3.1.2 Visibilité des satellites

Le site doit être dégagé au-dessus d'un angle d'élévation de 15° sur un horizon de 360°. Le dégagement requis sera confirmé par la grille d'obstacles.

Il est impératif de s'assurer auprès des autorités concernées (municipalité, ministère des Transports ou propriétaire) qu'il n'y aura pas de construction à moyen terme (considérer une période de dix ans) pouvant affecter le dégagement du site.

2.3.1.3 Assise

Il faut trouver sur le site du roc ou une structure de béton pouvant recevoir un médaillon, un médaillon sur tuyau de fixation ou un médaillon sur tuyau avec plaque d'ancrage.

2.3.1.4 Intervisibilité

L'intervisibilité avec d'autres points n'est pas requise.

2.3.2 Réseaux de niveau A3

2.3.2.1 Espacement entre les points

La distance entre les points dans un réseau de niveau A3 varie d'environ 5 km en milieu urbain à environ 15 km en milieu rural.

2.3.2.2 Visibilité des satellites

Le site doit être dégagé au-dessus d'un angle d'élévation de 15° sur un horizon de 360°. Le dégagement requis sera confirmé par la grille d'obstacles.

Il est impératif de s'assurer auprès des autorités concernées (municipalité, ministère des Transports ou propriétaire) qu'il n'y aura pas de construction à moyen terme (considérer une période de dix ans) pouvant affecter le dégagement du site.

2.3.2.3 Assise

Il faut trouver sur le site du roc ou une structure de béton pouvant recevoir un médaillon, un médaillon sur tuyau de fixation ou un médaillon sur tuyau avec plaque d'ancrage, ou un sol stable permettant d'y enfoncer un tuyau double.

2.3.2.4 Intervisibilité

L'intervisibilité avec d'autres points n'est pas requise.

2.3.3 Réseaux de niveaux B1 et B2

2.3.3.1 Espacement entre les points

La distance entre les points d'un réseau de niveau B1 peut varier de 5 km à 40 km. Dans un réseau de niveau B2, la distance entre les points peut varier de 200 m en milieu urbain jusqu'à 5 km en milieu rural.

2.3.3.2 Visibilité des satellites

Il faut choisir un site qui offre la meilleure visibilité avec un minimum d'obstacles au-dessus d'un angle d'élévation de 15° sur un horizon de 360°. Le dégagement requis sera confirmé par la grille d'obstacles.

2.3.3.3 Assise

Il faut trouver sur le site du roc ou une structure de béton pouvant recevoir un médaillon, un médaillon sur tuyau de fixation ou un médaillon sur tuyau avec plaque d'ancrage, ou un sol stable permettant d'y enfoncer un tuyau double ou un tuyau simple de 1,8 m. La DRG préconise l'utilisation du tuyau double, car il offre une plus grande stabilité que le tuyau simple.

2.3.3.4 Intervisibilité

En général, les points du réseau B2 sont établis par paire de points intervisibles. Dans le cas contraire, il faut rechercher des intervisibilités au sol avec des points adjacents ou des points hauts connus de classe acceptable.

2.3.4 Réseaux classiques en milieu urbain

2.3.4.1 Structure et espacement entre les points

Lors de la planification de la structure, il faut, dans la mesure du possible, obtenir des parcours rectilignes entre les points d'appui ou les points nodaux et favoriser des visées équilibrées. Sur chaque point d'appui, il est important de trouver une orientation sur un autre point du réseau. La distance entre les points d'un réseau de niveau urbain peut varier de 0,2 km à 0,4 km afin d'obtenir une densité moyenne de 10 points au km². Un maximum de huit côtés est permis entre les points d'appui ou nodaux. Si un parcours compte plus de huit côtés, l'ajout d'une ou de plusieurs visées d'orientation vers d'autres points connus est exigé pour contrôler son orientation. La figure 1 résume ces notions.

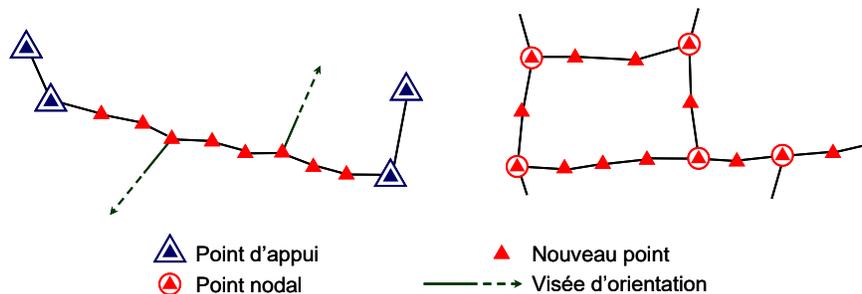


Figure 1 : Structures classiques

2.3.4.2 Assise

Il faut trouver sur le site du roc ou une structure de béton pouvant recevoir un médaillon, un médaillon sur tuyau de fixation ou un médaillon sur tuyau avec plaque d'ancrage, ou un sol stable permettant d'y enfoncer un tuyau double ou un tuyau simple de 1,8 m. La DRG préconise l'utilisation du tuyau double, car il offre une plus grande stabilité que le tuyau simple.

2.3.4.3 Intervisibilité

Il faut choisir un site qui offre le meilleur emplacement avec un minimum d'obstacles. Étant donné la nature des mesures, la recherche de l'intervisibilité au sol avec des points adjacents, un embranchement ou des points hauts connus de classe acceptable est obligatoire.

2.4 Documents à préparer

Un plan final montrant les sites retenus et tous les autres points compris dans le projet doit être dressé sur un fond de carte à une échelle appropriée. Sur ce plan, tous les points doivent être identifiés par leur matricule respectif.

Dans un projet où la méthode spatiale (GPS) est utilisée, le formulaire « Grille d'obstacles » (annexe A) doit être rempli pour chaque point du projet. En plus du croquis du dégagement, les faits ou les circonstances pouvant affecter la planification des observations – par exemple la limitation à l'accès, l'autorisation à obtenir au préalable ou le temps d'accès – doivent être mentionnés dans le champ « Remarques ».

Pour chaque nouveau point, il faut rédiger une description en bonne et due forme (consulter le *Guide de rédaction du formulaire « Description d'un repère »* pour savoir comment faire). Il est important d'y mentionner les intervisibilités avec d'autres repères ou points hauts (section 2.2.3).

2.5 Vérification du sous-sol et autorisations

Le responsable du projet a l'obligation de vérifier la présence d'infrastructures souterraines telles que, entre autres, le téléphone, les conduites de gaz et l'aqueduc. Il doit obtenir les certifications ou autorisations des responsables concernés. Les documents attestant de ces démarches seront transmis en même temps que les descriptions des nouveaux repères.

Lorsque des repères sont implantés sur des propriétés privées, le consentement du propriétaire ou de son représentant est requis. Si une entente écrite est nécessaire, il faut préparer la *Lettre d'entente relative à l'implantation d'un repère*. La DRG fournira un modèle de cette lettre.

Le responsable du projet doit aviser les autorités municipales de son intention d'implanter des repères sur leur territoire et leur fournir un plan montrant les sites reconnus et les copies des descriptions des nouveaux points. Des ententes devront être convenues entre les municipalités et la DRG avant de procéder à l'implantation des repères.

2.6 Documents à remettre

Une fois la planification, l'inspection et le choix des sites terminés, les documents suivants sont remis à la DRG :

- les grilles d'obstacles (annexe A);
- les descriptions des nouveaux points;
- les cartes montrant les nouveaux repères et, s'il y a lieu, les lignes d'intervisibilité.

S'il s'agit d'un mandat de la DRG, les documents suivants sont nécessaires :

- les lettres d'entente avec les propriétaires privés concernés, s'il y a lieu;
- les documents attestant des autorisations ou des certifications obtenues pour l'implantation des repères.

2.7 Matérialisation

La matérialisation des repères doit être faite conformément aux *Instructions relatives à la matérialisation de repères*.

3 Équipements

3.1 Équipement GPS

3.1.1 Récepteurs

L'utilisation de récepteurs bifréquences (L1 et L2) est recommandée pour les travaux d'établissement de réseaux géodésiques. La DRG les exige pour les vecteurs de plus de 5 km.

Il appartient à l'exécutant de s'assurer que les récepteurs et les logiciels utilisés permettront de répondre aux exigences formulées à la section 4.5. Les systèmes de collecte et de traitement de données GPS peuvent être évalués sur les réseaux d'étalonnage GPS situés dans les régions de Québec et de Montréal (www.mrnf.gouv.qc.ca/territoire/outils/outils-reseaux.jsp) ou d'Ottawa (www.geod.nrcan.gc.ca/stand/gpsbase_f.php).

3.1.2 Antennes

La DRG exige l'utilisation d'antennes de type géodésique. Ces antennes minimisent les multitrajets et offrent une plus faible variation de la position du centre de phase. Seules les antennes calibrées par la National Geodetic Survey des États-Unis sont acceptées. Le site Internet www.ngs.noaa.gov/ANTCAL contient la liste des antennes calibrées.

Étant donné que le comportement du centre de phase varie d'un modèle d'antenne à l'autre, la DRG demande qu'un seul modèle d'antenne soit utilisé lors des travaux afin de minimiser les erreurs lors du traitement des données. Les antennes intégrées dans les récepteurs ne sont pas acceptées pour l'établissement de réseaux géodésiques de niveau A.

3.1.3 Embases

Les embases à vis calantes dotées d'un dispositif de centrage précis (plomb optique) pour la mise à niveau de l'équipement sont requises.

3.2 Équipement classique

3.2.1 Station totale

Peu importe le fabricant, les instruments utilisés devront être calibrés depuis moins d'un an et vérifiés sur une base d'étalonnage du MRNF (www.mrnf.gouv.qc.ca/territoire/outils/outils-etalonage.jsp) avant le début des travaux. Pour assurer une bonne précision aux nouveaux points, les instruments devront avoir au minimum les caractéristiques suivantes :

- mesures d'angles : 3" (ISO 17123-3 ou DIN 18723);
- mesures de distances : 2 mm + 2 ppm (ISO 17123-4 ou DIN 18723).

3.2.2 Carnet de notes électronique

L'utilisation d'un carnet de notes électronique est fortement recommandée, parce qu'elle réduit le temps d'observation et la possibilité d'erreurs grossières.

3.2.3 Embases

Les embases à vis calantes dotées d'un dispositif de centrage précis (plomb optique) pour la mise à niveau de l'équipement sont requises.

4 Observations GPS et calculs

4.1 Planification

L'étape qui précède les observations est la planification des sessions d'observation. Elle doit tenir compte de plusieurs éléments comme le nombre de récepteurs, les obstacles à chaque point et le niveau du réseau.

4.1.1 Configuration

Quel que soit le niveau du réseau à établir, il doit s'appuyer sur un minimum de trois points de niveau supérieur ou équivalent dont les coordonnées tridimensionnelles sont connues (latitude, longitude et altitude géodésique). Les points d'appui doivent être uniformément répartis en périphérie et à l'intérieur du nouveau réseau, s'il y a lieu.

Les schémas d'observation sont généralement planifiés de façon à observer une série de vecteurs formant des figures le moins aplaties possible. Ainsi, de chaque point, il y aura au moins trois vecteurs dont les orientations se trouvent dans trois quadrants différents (sauf les points en périphérie). Les principaux facteurs déterminant le temps d'observation sont la précision recherchée, la géométrie des satellites (très importante pour les courtes sessions) et la distance séparant les récepteurs. Il faut favoriser les courtes distances, car la résolution des ambiguïtés de phase est meilleure sur de petits vecteurs que sur de longs vecteurs.

Le nombre de récepteurs a une influence sur la forme de la figure. Pour les travaux de géodésie, seule la technique de positionnement relatif permet d'atteindre le degré de précision désiré. Il est possible d'utiliser deux récepteurs seulement pour réaliser un projet de levés. Cependant, il est plus avantageux de procéder avec un plus grand nombre de récepteurs pour des raisons économiques (rythme de production) et de qualité des réseaux (meilleure structure). Pour ces raisons, la DRG recommande d'utiliser au moins quatre récepteurs.

Tout autre type de structure de réseaux géodésiques devra être approuvé par la DRG.

4.1.2 Sessions

Les grilles d'obstacles de tous les sites, un fichier d'almanach GPS récent et un logiciel de planification constituent des outils essentiels à une bonne planification des observations GPS.

Avant de commencer la planification, il est recommandé de vérifier l'état présent et futur des satellites. Ces renseignements sont disponibles sur le site du Coast Guard Navigation Center des États-Unis (www.navcen.uscg.gov). Cette vérification doit se faire avant chaque journée d'observation, car un changement dans la disponibilité des satellites peut modifier les périodes d'observation.

La planification des sessions se fait avec un angle d'élévation des satellites de 15° au-dessus de l'horizon. Le tableau 2 présente les autres critères à prendre en compte, soit le PDOP (Positional Dilution of Precision) maximum à ne pas dépasser et la durée de la période d'observation en minutes. Pour cette dernière, la durée minimale demandée s'applique sur la distance la plus longue de la session. Généralement en GPS, plus la période d'observation est longue, meilleure sera la solution, surtout s'il y a beaucoup d'obstructions. Le nombre minimum de satellites communs à observer durant une session est cinq. Quel que soit le niveau du réseau à implanter, seule la méthode de positionnement statique est retenue par la DRG.

Tableau 2 : Critères d'observation

Niveau	PDOP maximum	Temps d'observation (minute)
A2	7	130 + 2 D (minimum 180 min)
A3	7	60 + 2 D (minimum 80 min)
B1, B2	5	15 + 2 D (minimum 25 min)

D = longueur en kilomètres du plus long vecteur de la session

Une fois l'étape de planification franchie, un programme d'observation quotidien sera dressé. La DRG ne saurait trop insister sur l'importance de cette étape cruciale dans l'établissement de réseaux géodésiques par méthode spatiale.

Particularités pour le niveau A

Chaque figure du niveau A doit être observée deux fois : les journées et les périodes de la journée doivent être différentes. De plus, il faut effectuer une permutation des équipements et des opérateurs afin d'isoler les vices de procédure ou d'équipement. Cette permutation permet de repérer facilement les erreurs dans la mise en station de l'antenne, particulièrement celles liées à la mesure de sa hauteur. Par exemple, la figure A est observée une première fois le lundi de 10 h à 12 h et ensuite le mercredi de 15 h à 17 h. L'opérateur qui était sur le point 1 le lundi occupera le point 2 le mercredi.

Particularités pour le niveau B

Pour isoler les vices de procédure ou d'équipement, les figures du niveau B doivent être agencées de façon à ce que tous les points du projet, à l'exception des points d'appui, soient stationnés deux fois. La DRG recommande qu'un plus grand nombre possible de points d'appui soient stationnés deux fois. Si le projet le permet, il est suggéré d'avoir quelques figures contiguës (figure 2). Le vecteur commun à deux figures sert à contrôler la qualité des observations et des calculs. La DRG recommande d'effectuer une permutation des équipements et des opérateurs afin d'isoler les vices de procédure ou d'équipement. Ces occupations multiples, ces vecteurs communs ainsi que la permutation permettent de repérer facilement les erreurs dans la mise en station de l'antenne, particulièrement celles liées à la mesure de sa hauteur.

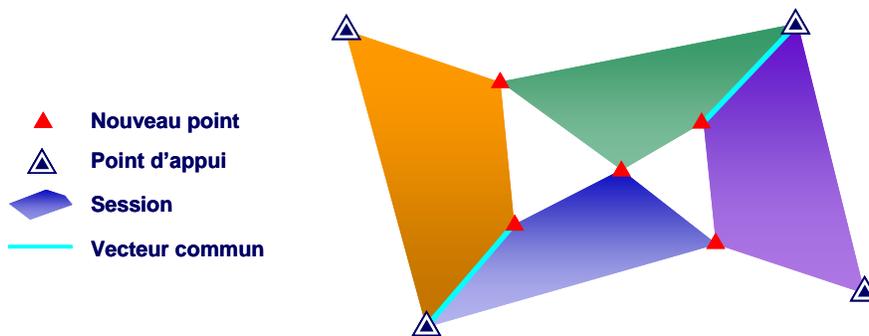


Figure 2 : Exemple de sessions

4.2 Observations

La mise en station de l'antenne et la mesure de sa position par rapport au point géodésique peuvent constituer une des causes majeures d'erreurs grossières dans la détermination d'une position par méthode spatiale. Par conséquent, un soin minutieux doit y être apporté.

L'utilisation d'embases à vis calantes dotées d'un dispositif optique de centrage précis pour la mise à niveau de l'antenne constitue un préalable incontournable. Afin de satisfaire en tout temps le critère de précision de ± 1 mm, il faut vérifier les embases avant d'entreprendre les levés, et le faire périodiquement par la suite.

Qu'il s'agisse de points géodésiques au sol ou coïncidant avec une vis de centrage forcé au sommet d'un pilier, il faut d'abord orienter l'antenne conformément aux spécifications du manufacturier avant de procéder à la mesure de sa hauteur. S'il n'y a pas d'information à cet effet, la DRG demande que toutes les antennes aient la même orientation par rapport au nord.

Pour tout type d'antenne, il est important de se référer aux notes du fabricant pour mesurer adéquatement la hauteur selon la situation rencontrée. La hauteur doit être mesurée au millimètre près au début de la session. Si la mesure est oblique ou si l'antenne est placée sur une vis de centrage forcé, la hauteur doit être prise en trois points également répartis sur l'antenne. Il faut indiquer, sur le formulaire « Observations GPS » (annexe B), si la hauteur mesurée est oblique ou verticale. Certains types d'antennes demandent d'ajouter une constante à la mesure de la hauteur. Cette constante doit être indiquée sur le formulaire. À des fins de vérification, une hauteur d'antenne supplémentaire doit être prise en mesures anglaises (pouces ou pieds). Pour détecter une anomalie dans la stabilité de l'antenne, il est recommandé de prendre des mesures supplémentaires et, dans le cas d'une mise en station sur un trépied, de vérifier le centrage de l'embase à la fin de la session. Le formulaire « Observations GPS » de l'annexe C s'emploie dans le cas où celui de l'annexe B ne peut s'appliquer à l'antenne utilisée. Dans ce cas, il faut remplir le plus fidèlement possible la section « Croquis de l'antenne ».

Si pour des raisons particulières l'antenne doit rester sur le même point pour plus d'une session d'observation consécutive, il faut obtenir l'approbation de la DRG avant de procéder. Dans ce cas, l'antenne doit être repositionnée à chaque session. Il faut mesurer à nouveau la hauteur au début de chaque session.

Pour l'enregistrement des données, la DRG recommande d'utiliser un angle de captage des signaux de 13° au-dessus de l'horizon. Le taux d'enregistrement est de 15 secondes pour le niveau A et de 5 secondes pour le niveau B.

Tous les champs du formulaire « Observations GPS » (annexe B ou C) doivent être remplis avec soin, principalement en ce qui concerne l'identification de la station et de la séance d'observation, les modèles de récepteur et d'antenne ainsi que les numéros de série. Les heures de début et de fin de la session doivent être inscrites en **heure locale** sur les feuilles d'observation. Pour l'enregistrement des données par les récepteurs, **les points stationnés doivent être identifiés par leur matricule complet en lettres majuscules.**

Il est recommandé de noter sur le formulaire « Observations GPS » les satellites captés par le récepteur à intervalles réguliers en ajoutant, au besoin, des commentaires pertinents concernant les problèmes d'équipement ou le captage des signaux.

4.3 Préparation des données

Tous les fichiers de données brutes doivent être remis à la DRG dans leur forme originale sans modification de leur contenu ni de leur identification. Étant donné que chaque fabricant a sa propre méthode pour classer ses fichiers, ceux-ci devront être remis dans un ordre suffisamment clair pour minimiser les incertitudes quant à leur contenu. De plus, tous les fichiers

de données brutes doivent aussi être livrés en format RINEX¹ (Receiver Independent Exchange Format). Ils devront être classés et identifiés de la façon ci-après décrite.

Les fichiers doivent être classés dans un répertoire correspondant au jour d'observation et un sous-répertoire correspondant au numéro de la session. Le format RINEX recommande de nommer les fichiers de la façon suivante, MMMMJJJN, où :

- MMMM : est l'identifiant unique de quatre caractères de chaque point du projet. En général, il correspond aux deux premiers et aux deux derniers caractères du matricule du point stationné. Le rapport devra contenir une liste de correspondance entre le code à quatre caractères et le matricule. Si une autre méthode est utilisée pour identifier le point, elle devra être clairement expliquée dans le rapport;
- JJJ : correspond au jour de l'année (001 à 366);
- N : correspond au numéro séquentiel de la session dans la journée d'observation (1 à 9 ou A à Z).

Les extensions caractérisant les fichiers RINEX sont YYO pour les fichiers des mesures et YYN pour les fichiers des éphémérides. YY est l'année des observations.

Ainsi, selon ce mode de classement, les mesures recueillies sur le point 96K1234 durant la quatrième session du 7 septembre 2009 (jour 250) seraient, sur le disque C, classées et identifiées de l'une des façons suivantes :

- C : \ 250 \ 4 \ 96342504.09O
- C : \ 250 \ D \ 9634250D.09O

Avant de commencer les calculs, il est très important de vérifier que le matricule du point stationné est inscrit au long **en lettres majuscules** dans l'en-tête du fichier RINEX (annexe D : lignes MARKER NAME et MARKER NUMBER). Si le carnet de notes ou l'instrument ne le permet pas, l'exécutant devra le faire manuellement dans l'en-tête du fichier. Il est aussi très important de vérifier que le type et la hauteur de l'antenne inscrits dans l'en-tête du fichier RINEX (annexe D : lignes ANT # / TYPE et ANTENNA: DELTA H/E/N) correspondent bien aux renseignements présents sur la feuille de prise de notes des observations (formulaire « Observations GPS »). Il faut s'assurer que la correction de la hauteur de l'antenne a été appliquée correctement dans le fichier RINEX. Le format RINEX exige que la hauteur d'antenne

1. Pour plus d'information sur le format RINEX, consulter le document disponible à l'adresse suivante : <ftp://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/data/format/rinex211.txt>.

correspondre à la distance verticale entre le repère et la base de l'antenne. En cas de doute, il faut communiquer avec la DRG.

4.4 Calcul des vecteurs

Il existe plusieurs logiciels de traitement des données GPS. Chaque fabricant de récepteurs fournit son logiciel.

Le logiciel utilisé pour le calcul doit produire des vecteurs sous forme de différences de coordonnées cartésiennes géocentriques (ΔX , ΔY et ΔZ) et accompagnés de leur matrice de variances-covariances respective. Il doit également produire les informations pertinentes à l'analyse qualitative des vecteurs : nombre de satellites utilisés, angle de masquage, sauts de cycles, données rejetées, hauteur d'antenne, solution utilisée et critères de précision. Le calcul des vecteurs se fait avec un angle de masquage de 15° au-dessus de l'horizon.

La solution des vecteurs dépend du type de récepteur et de la longueur du vecteur. Dans tous les cas, le logiciel doit résoudre les ambiguïtés de phase, c'est-à-dire qu'il doit les fixer à leur valeur entière. Ces ambiguïtés sont fixées sur la fréquence L1 (solution communément appelée *L1 FIXED* en anglais) ou sur la combinaison des fréquences L1 et L2, qui élimine le délai ionosphérique (solution communément appelée *IONO FREE FIXED* en anglais).

Lorsque les observations ont été saisies par des récepteurs à simple fréquence, seule la solution *L1 FIXED* est acceptée.

Si les observations ont été saisies par des récepteurs à double fréquence et que tous les vecteurs du réseau sont de moins de 10 km, il est préférable d'utiliser la solution *L1 FIXED*. Mais dans le cas où tous les vecteurs ou certains vecteurs du réseau sont de 10 km ou plus, il faut alors utiliser seulement la solution *IONO FREE FIXED*. En cas de doute sur le traitement des données ou si les vecteurs ont plus de 100 km, il suffit de communiquer avec la DRG.

Les éphémérides précises doivent être utilisées pour le traitement de tous les vecteurs du niveau A2 et pour les vecteurs de plus de 100 km. La DRG recommande l'utilisation des éphémérides précises pour le niveau A3. Dans tous les cas, il faut utiliser les éphémérides précises finales calculées dans la structure NAD83 (SCRS) par la Division des levés géodésiques de Ressources naturelles Canada (www.geod.nrcan.gc.ca).

4.5 Validation des résultats

La DRG recommande d'effectuer le traitement des observations session par session et de procéder à la compensation libre (contrainte minimum) du réseau par l'ajout d'une session à la fois, et cela, chaque jour d'observation. De cette manière, il est plus facile d'identifier les sessions à réobserver au besoin. La plupart du temps, une hauteur d'antenne erronée est la cause du rejet d'une session.

La majorité des logiciels de traitement de données GPS incluent un module de compensation par moindres carrés. Le logiciel utilisé par l'exécutant doit lui permettre de valider son travail.

Les données doivent être validées de trois façons différentes.

a) Par des boucles

Les logiciels de traitement de données GPS permettent de vérifier les vecteurs en formant des figures fermées. Cette méthode est efficace pour détecter les points dont la mesure de la hauteur de l'antenne est erronée.

b) Par la comparaison des solutions d'un même vecteur observé plusieurs fois

Certains logiciels de traitement de données GPS peuvent analyser les vecteurs communs. Toutefois, la DRG demande d'utiliser la feuille de calcul qu'elle a développée dans l'application Microsoft Excel pour faire cette analyse. L'approche utilisée par la DRG pour l'analyse des vecteurs communs repose sur la transformation de la différence entre le vecteur de la solution A ($\Delta X_A, \Delta Y_A, \Delta Z_A$) et celui de la solution B ($\Delta X_B, \Delta Y_B, \Delta Z_B$) en coordonnées géodésiques locales (N, E, h). L'équation de transformation utilisée est la suivante :

$$\begin{pmatrix} N \\ E \\ h \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\sin \phi \cos \lambda & -\sin \phi \sin \lambda & \cos \phi \\ -\sin \lambda & \cos \lambda & 0 \\ \cos \phi \cos \lambda & \cos \phi \sin \lambda & \sin \phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta X_B - \Delta X_A \\ \Delta Y_B - \Delta Y_A \\ \Delta Z_B - \Delta Z_A \end{pmatrix}$$

où ϕ et λ sont la latitude et la longitude centrales du territoire couvert par le projet de densification.

Le tableau 3 présente la limite maximale permise par la DRG pour les composantes géodésiques locales N, E et h en fonction de la longueur du vecteur.

Tableau 3 : Critères de fermeture

Composante	Moins de 100 km	100 km et plus
N et E	$0,011 + L \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$	0,021 m
h	$0,020 + L \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$	0,030 m

L = longueur (m) du vecteur commun

c) Par la compensation libre du projet

La compensation libre regorge d'indices sur la qualité métrique des vecteurs. Le premier indice provient de la valeur résiduelle des composantes de chaque vecteur. Ces valeurs ne doivent pas excéder le seuil de 0,015 m pour les composantes géodésiques locales N et E et de 0,025 m pour la composante h. Si la valeur résiduelle excède ces seuils, plusieurs facteurs peuvent en être la cause. La principale source d'erreur provient de la mise en station et, plus particulièrement, de la mesure de la hauteur de l'antenne.

Le deuxième indice provient des écarts entre les coordonnées des points qui serviront d'appui dans la compensation finale et leurs coordonnées diffusées.

Si ces différentes validations révèlent des anomalies, une vérification supplémentaire des données doit être effectuée. Le calcul des sessions qui posent problème peut être refait en modifiant les paramètres de calcul, par exemple l'angle de masquage, ou en retirant en totalité ou en partie les données d'un satellite. Si les résultats demeurent inacceptables, une vérification de la grille d'obstacles du site peut expliquer le résultat. Il peut s'avérer utile de reprendre les observations en planifiant une nouvelle période d'observation et d'augmenter la durée d'observation de la session. Avant de reprendre les observations, il faut communiquer avec la DRG.

4.6 Compensation finale

La compensation finale est effectuée par la DRG à partir des données d'observation transmises par l'exécutant et calculées par la DRG.

4.7 Rapport et documents à remettre

Le rapport doit inclure les documents suivants :

- le formulaire « Rapport des observations GPS » (fourni par la DRG) contenant :
 - le nom du chargé de projet,

- le nom du personnel affecté aux observations,
- le nombre de points stationnés (nouveaux, intégrés, d'appui),
- le modèle et le numéro de série des récepteurs,
- le modèle et le numéro de série des antennes,
- le mode opératoire,
- les logiciels utilisés;
- le formulaire « Tableau-résumé des sessions GPS » (fourni par la DRG) contenant :
 - la date,
 - le jour de l'année,
 - le numéro de la session dans la journée,
 - les heures du début et de la fin de chaque session,
 - les matricules des points stationnés regroupés par sessions;
- un schéma du réseau où sont illustrés les vecteurs contours des figures observées, lesquelles sont numérotées;
- les formulaires « Observations GPS » originaux dûment remplis et regroupés par sessions d'observation;
- les données brutes dans leur forme originale et dans le format RINEX, classées et identifiées selon le mode décrit dans la section 4.3 sur un support informatique approprié;
- le formulaire « Tableau des vecteurs communs » (fourni par la DRG);
- un plan de compilation de tous les vecteurs validés;
- la sortie imprimée de la compensation libre.

5 Observations classiques et calculs

5.1 Planification

À cette étape, il convient de mettre en place les moyens à prendre pour gérer toutes les activités permettant de déplacer le personnel le plus efficacement possible sur le terrain. Comme il s'agit la plupart du temps de réseaux en milieu urbain, il est préférable d'éviter les heures de grande circulation, tant automobile que piétonnière. Une inspection des points la journée précédant la prise d'observations est recommandée. Les instruments d'observation devront être vérifiés et calibrés ainsi que les équipements de sécurité.

5.2 Observations

Durant les observations, en plus de l'opérateur de l'instrument, une personne devra demeurer à côté de chaque point visé afin d'éviter le déplacement du signal par les curieux.

L'utilisation d'embases à vis calantes dotées d'un dispositif optique de centrage précis pour la mise à niveau des instruments constitue un préalable incontournable. Afin de satisfaire en tout temps le critère de précision de ± 1 mm, il faut vérifier les embases avant d'entreprendre les levés, et le faire périodiquement par la suite.

La hauteur de l'instrument et des prismes doit être mesurée deux fois au millimètre près.

La mesure des angles, tant horizontaux que verticaux, doit être réalisée avec quatre séries. La méthode du double pointé sur chaque point est recommandée. Idéalement, la lecture de la visée arrière doit être mise à zéro sur l'appareil.

Les distances doivent être mesurées à chacune des séries. La température ainsi que la pression atmosphérique doivent être prises lors de la mesure des distances.

5.3 Préparation des données

L'exécutant doit préparer les données dans les formats requis par la DRG. Chaque type de données est associé à un fichier numérique, soit :

- *PROJET.DIR* : fichier pour les angles horizontaux (annexe E);

- *PROJET.ZEN* : fichier pour les angles verticaux (annexe F);
- *PROJET.DIS* : fichier pour les distances brutes (annexe G).

Le fichier DIS contient les distances en pente non corrigées pour la météo. Si les distances ont été corrigées pour la météo lors de la prise de mesure, il faut fournir un fichier *PROJET.MET* (annexe H). Pour faciliter la préparation de ces fichiers, il est suggéré d'utiliser la police Courier.

5.4 Validation des résultats

Avant de passer au calcul des coordonnées finales, il est nécessaire de s'assurer que les observations ne sont pas entachées d'erreurs grossières et parfois systématiques dans le cas des distances.

La plupart des logiciels de traitement de données classiques incluent un module de compensation par moindres carrés. Le logiciel utilisé par l'exécutant doit lui permettre de valider son travail et d'effectuer les reprises le cas échéant.

En général, cette vérification se fait en utilisant les fermetures angulaires et les fermetures en position. Il en est de même pour le nivellement trigonométrique.

En planimétrie, la compensation devrait répondre aux critères suivants :

- écart-type standard en position : 2 cm
- erreur standard sur les directions : 3,4"
- erreur standard sur les distances : 1 cm
- critère de fermeture angulaire : $8\sqrt{N+1}$ "
- critère de fermeture en position : 1/15 000

où N est le nombre de côtés dans la polygonale.

En altimétrie (nivellement trigonométrique), la compensation devrait répondre aux critères suivants :

- écart-type standard en altitude : 2 cm
- erreur standard sur les angles verticaux : 5"
- critère de fermeture sur les boucles : $7\sqrt{N}$ mm

- critère de fermeture sur les cheminements : $10\sqrt{N}$ mm

5.5 Compensation finale

La compensation finale est effectuée par la DRG à partir des données transmises par l'exécutant et calculées par la DRG.

5.6 Rapport et documents à remettre

Le rapport doit inclure les documents suivants :

- le schéma du réseau;
- les fichiers numériques des observations compilées (fichiers *PROJET.DIR*, *PROJET.ZEN*, *PROJET.DIS* ou *PROJET.MET*);
- les fermetures et les coordonnées préliminaires;
- le rapport des observations (mesures d'angle et de distance) (document fourni par la DRG);
- les fichiers des notes originales (manuscrites ou numériques) des observations (direction, distance, angle zénithal).

Annexe A

Formulaire « Grille d'obstacles »

GRILLE D'OBSTACLES

DÉCLINAISON UTILISÉE : _____ °

N° TEMP : _____

MATRICULE : _____

LIEU : _____

PRÉPARÉ PAR : _____

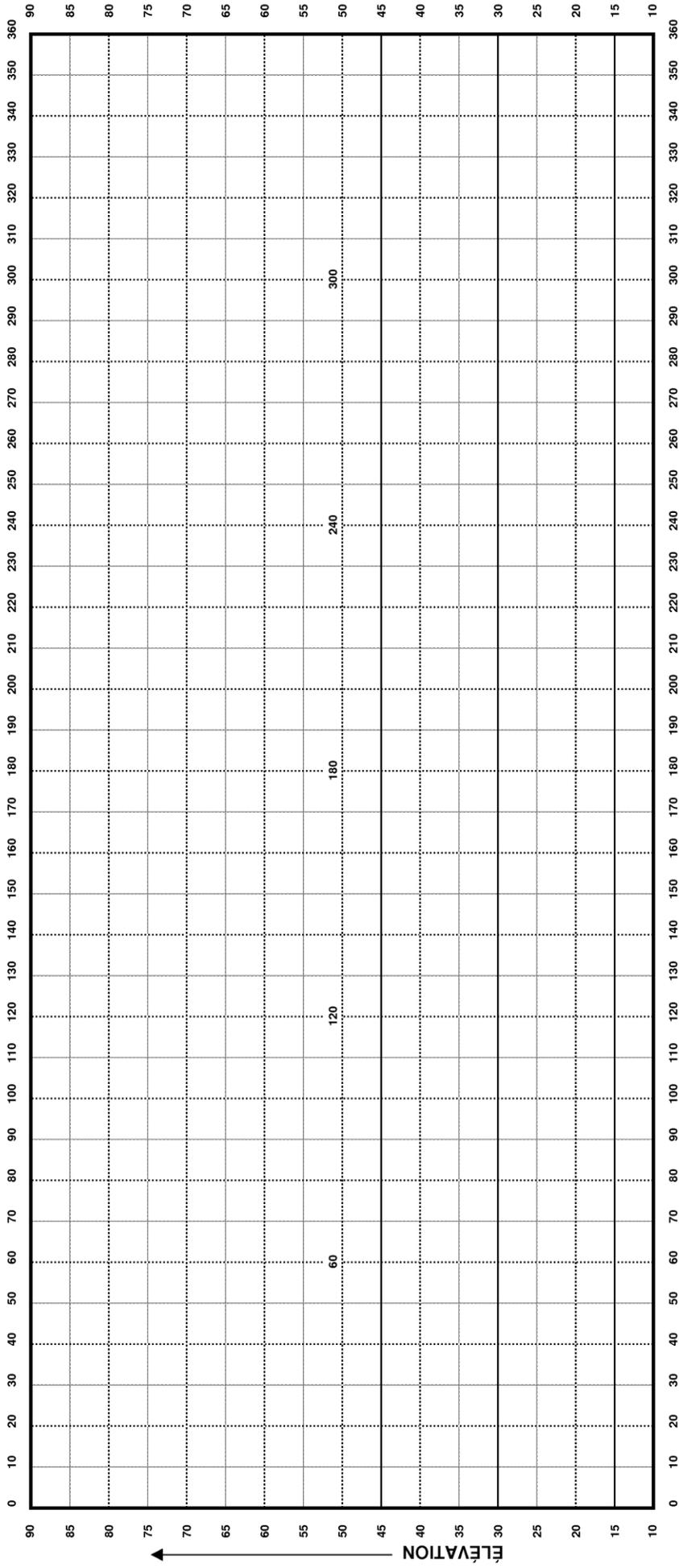
PROJET : _____

FEUILLET : _____

200

DATE: _____

AAAA MM JJ



REMARQUES : _____

↑ AZIMUT ASTRONOMIQUE

ACCÈS AUTO

MARCHÉ

AUTRES

HAUTEUR DU TRÉPIED

NORMALE

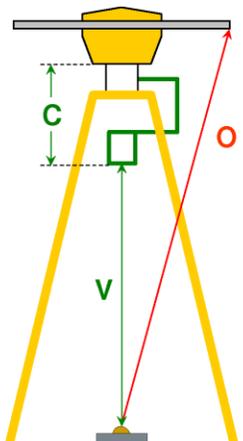
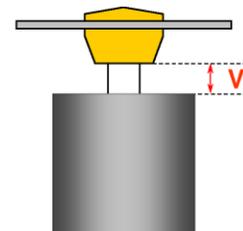
OU _____ MÈTRES

Annexe B

Formulaire « Observations GPS » (avec croquis d'antenne)

OBSERVATIONS GPS

Projet n° : _____	Fabricant : _____
Jour GPS / N° session : _____ / _____	Récepteur : _____
Matricule : _____	Modèle N° série
Nom du fichier : _____	Antenne : _____
Opérateur : _____	Modèle N° série
Échantillonnage (sec.) : <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 15 Autre : _____	Début : _____ h Fin : _____ h (heure locale)
Angle de masquage : _____	Date : _____ - _____ - _____
	AAAA MM JJ

<input type="checkbox"/> Trépied 	<input type="checkbox"/> Pilier 	<p style="text-align: center;">Hauteur d'antenne</p> <input type="checkbox"/> Mesure oblique (O) <input type="checkbox"/> Mesure verticale (V) $h_1 =$ _____ m $h_2 =$ _____ m $h_3 =$ _____ m Mesure moyenne = _____ m
<p>Vérification</p> $h_4 =$ _____		<p style="text-align: center;">Antenne avec constante</p> Constante (C) = _____ m Mesure totale = _____ m
<input type="checkbox"/> Pied × 0,3048 = _____ m <input type="checkbox"/> Pouce × 0,0254 = _____ m		

Heures	Commentaires
_____ h	_____

Annexe C

Formulaire « Observations GPS » (sans croquis d'antenne)

Annexe D

Exemple d'un fichier RINEX

```

2.11          OBSERVATION DATA      G (GPS)          RINEX VERSION / TYPE
teqc 2000Feb29          20070927 17:24:17UTCPGM / RUN BY / DATE
97K0240                                MARKER NAME
97K0240                                MARKER NUMBER
DRG          MRNF - Geodesie          OBSERVER / AGENCY
463560       LEICA GRX1200           5.00/2.125      REC # / TYPE / VERS
20335594    TRM29659    TCWD          ANT # / TYPE
0.0680    0.0000    0.0000      ANTENNA: DELTA H/E/N
1260434.5633 -4293328.4814 4530112.0379  APPROX POSITION XYZ
1 1          WAVELENGTH FACT L1/2
6 C1 L1 D1 P2 L2 D2 # / TYPES OF OBSERV
30.0000     INTERVAL
2007 9 10 0 0 0.0000000 GPS TIME OF FIRST OBS
END OF HEADER

07 9 10 0 0 0.0000000 0 6G 4G 9G11G17G20G28
22825008.101 119946250.171 8 3420.785 22825007.834 93464612.64246
2665.543
23600050.263 124019101.972 7 1473.405 23600049.625 96638265.05845
1148.105
22321357.817 117299556.379 8 -2910.711 22321355.869 91402260.84947
-2268.089
20500270.632 107729672.972 9 881.554 20500268.733 83945203.42449
686.922
22311589.899 117248221.934 8 1606.477 22311587.855 91362256.74747
1251.796
20547342.850 107977034.804 9 -1135.593 20547340.173 84137945.66449
-884.883

07 9 10 0 0 30.0000000 0 6G 4G 9G11G17G20G28
22805503.420 119843752.541 8 3412.296 22805503.264 93384744.40546
2658.929
23591696.775 123975205.222 7 1453.027 23591696.424 96604059.81545
1132.226
22337996.033 117386990.731 8 -2918.304 22337994.109 91470391.50447
-2274.008
20495265.927 107703372.883 9 871.706 20495263.963 83924709.85449
679.250
22302467.263 117200281.442 8 1589.429 22302464.884 91324900.55047
1238.512
20553873.354 108011353.492 9 -1152.266 20553870.787 84164687.49949
-897.870

```


Annexe E

Format DIR

```
M06KM074:95KM560 : 000 00 03.10 5 1203 070206
M06KM074:95KM561 : 094 56 08.60 5 1203 070206
M06KM074:M06KM066: 211 52 40.00 5 1203 070206
95KM560 :M06KM075: 000 00 02.60 5 1203 070206
95KM560 :M06KM074: 175 34 32.80 5 1203 070206
M06KM075:93KM779 : 359 59 56.70 5 1203 070206
M06KM075:95KM560 : 182 53 37.50 5 1203 070206
93KM779 :M06KM064: 359 59 58.30 5 1203 070206
93KM779 :93KM778 : 087 30 08.40 5 1203 070206
93KM779 :M06KM075: 176 07 47.70 5 1203 070206
M06KM064:93KM781 : 359 59 57.10 5 1203 070206
M06KM064:93KM779 : 226 07 50.50 5 1203 070206
93KM781 :M06KM063: 000 00 04.00 5 1203 070206
93KM781 :M06KM064: 176 00 11.80 5 1203 070206
93KM781 :93KM795 : 263 09 41.40 5 1203 070206
M06KM063:93KM781 : 000 00 02.60 5 1203 070206
M06KM063:93KM783 : 122 54 08.20 5 1203 070206
```

Règle

```
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
      1           2           3           4           5           6           7           8
```

Description des champs

- 1- 8 : Numéro du point stationné
- 9 : Séparateur (:)
- 10-17 : Numéro du point visé
- 18 : Séparateur (:)
- 19 : Espace
- 20-31 : Direction moyenne (DDD MM SS.SS)
- 32 : Espace
- 33-34 : Nombre de mesures (séries ou répétitions)
- 35 : Espace
- 36-40 : Instrument de mesure (code fourni par la DRG)
- 41 : Espace
- 42-47 : Date de l'observation (AAMMJJ)

Annexe F

Format ZEN

```
M06KM074: 1.516:95KM560 : 1.610: 89 37 58.70 5 1203 070206
M06KM074: 1.516:95KM561 : 1.403: 89 49 47.00 5 1203 070206
M06KM074: 1.516:M06KM066: 1.834: 89 33 09.50 5 1203 070206
95KM560 : 1.526:M06KM075: 1.658: 90 02 05.80 5 1203 070206
95KM560 : 1.526:M06KM074: 1.534: 90 21 12.80 5 1203 070206
M06KM075: 1.573:93KM779 : 1.732: 89 55 01.10 5 1203 070206
M06KM075: 1.573:95KM560 : 1.553: 89 57 21.50 5 1203 070206
93KM779 : 1.526:M06KM064: 1.910: 90 09 16.30 5 1203 070206
93KM779 : 1.526:93KM778 : 1.560: 90 02 29.00 5 1203 070206
93KM779 : 1.526:M06KM075: 1.674: 90 00 46.00 5 1203 070206
M06KM064: 1.824:93KM781 : 1.842: 90 01 32.30 5 1203 070206
M06KM064: 1.824:93KM779 : 1.584: 89 49 41.00 5 1203 070206
93KM781 : 1.875:M06KM063: 1.663: 90 01 33.20 5 1203 070206
93KM781 : 1.875:M06KM064: 1.825: 89 59 13.50 5 1203 070206
93KM781 : 1.875:93KM795 : 2.174: 89 48 37.40 5 1203 070206
M06KM063: 1.700:93KM781 : 1.880: 89 59 06.40 5 1203 070206
M06KM063: 1.700:93KM783 : 1.405: 90 05 19.70 5 1203 070206
```

Règle

```
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
      1           2           3           4           5           6           7           8
```

Description des champs

1- 8 : Numéro du point stationné
9 : Séparateur (:)
10-15 : Hauteur de l'instrument au point stationné
16 : Séparateur (:)
17-24 : Numéro du point visé
25 : Séparateur (:)
26-31 : Hauteur du signal au point visé
32 : Séparateur (:)
33 : Espace
34-45 : Distance zénithale moyenne au point stationné (DDD MM SS.SS)
46 : Espace
47-48 : Nombre de séries
49 : Espace
50-54 : Instrument de mesure des angles verticaux (code fourni par la DRG)
55 : Espace
56-61 : Date de l'observation (AAMMJJ)

Annexe G

Format DIS

```
80K0265 : 1.562:85K0266 : 1.890: 1194.6929 4 DI5 850917 757 20.0 8 0
80K0265 : 1.562:85K0268 : 1.755: 650.1844 4 DI5 850917 757 20.0 8 0
85K0268 : 1.746:80K0265 : 1.565: 650.1852 4 DI5 850917 756 21.0 8 0
85K0268 : 1.746:85K0720 : 1.906: 517.3605 4 DI5 850917 763 21.0 8 0
85K0268 : 1.746:85K0269 : 1.320: 321.1078 4 DI5 850917 763 21.0 8 0
85K0267 : 1.660:85K0266 : 1.890: 801.7356 4 DI5 850917 763 20.0 7 0
85K0267 : 1.660:85K0720 : 1.906: 355.0134 4 DI5 850917 763 20.0 7 0
```

Règle

```
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
      1           2           3           4           5           6           7           8
```

Description des champs

1- 8 : Numéro de point stationné
9 : Séparateur (:)

10-15 : Hauteur de l'instrument au point stationné
16 : Séparateur (:)

17-24 : Numéro du point visé
25 : Séparateur (:)

26-31 : Hauteur du signal au point visé
32 : Séparateur (:)
33 : Espace

34-43 : Moyenne des lectures de la distance
44 : Espace

45-46 : Nombre de déterminations de la distance
47 : Espace

48-51 : Instrument de mesure de la distance (code fourni par la DRG)
52 : Espace

53-58 : Date de l'observation (AAMMJJ)
59 : Espace

60-62 : Pression atmosphérique en mmHg
63-67 : Température en °C
68-70 : PPM atmosphérique appliquée
71-73 : Correction instrument/prismes en mm

Annexe H

Format MET

```
M06KM074: 1.516:95KM560 : 1.610: 304,2860 2 1103 070206
M06KM074: 1.516:95KM561 : 1.403: 280,2397 2 1103 070206
M06KM074: 1.516:M06KM066: 1.834: 129,0184 2 1103 070206
95KM560 : 1.526:M06KM075: 1.658: 425,6409 2 1103 070206
95KM560 : 1.526:M06KM074: 1.534: 304,2928 2 1103 070206
M06KM075: 1.573:93KM779 : 1.732: 237,4274 2 1103 070206
M06KM075: 1.573:95KM560 : 1.553: 425,6447 2 1103 070206
93KM779 : 1.526:M06KM064: 1.910: 363,0383 2 1103 070206
93KM779 : 1.526:93KM778 : 1.560: 310,0789 2 1103 070206
93KM779 : 1.526:M06KM075: 1.674: 237,4264 2 1103 070206
M06KM064: 1.824:93KM781 : 1.842: 209,1623 2 1103 070206
M06KM064: 1.824:93KM779 : 1.584: 363,0376 2 1103 070206
93KM781 : 1.875:M06KM063: 1.663: 369,4515 2 1103 070206
93KM781 : 1.875:M06KM064: 1.825: 209,1534 2 1103 070206
93KM781 : 1.875:93KM795 : 2.174: 275,2665 2 1103 070206
M06KM063: 1.700:93KM781 : 1.880: 369,4466 2 1103 070206
M06KM063: 1.700:93KM783 : 1.405: 133,6905 2 1103 070206
```

Règle

```
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
      1           2           3           4           5           6           7           8
```

Description des champs

- 1- 8 : Numéro de point stationné
- 9 : Séparateur (.)
- 10-15 : Hauteur de l'instrument au point stationné
- 16 : Séparateur (.)
- 17-24 : Numéro du point visé
- 25 : Séparateur (.)
- 26-31 : Hauteur du signal au point visé
- 32 : Séparateur (.)
- 33 : Espace
- 34-43 : Moyenne des lectures de la distance
- 44 : Espace
- 45-46 : Nombre de déterminations de la distance
- 47 : Espace
- 48-51 : Instrument de mesure de la distance (code fourni par la DRG)
- 52 : Espace
- 53-58 : Date de l'observation (AAMMJJ)

cœur

avenir

intelligence

loisirs

équilibre

vision

richesse

talent

emplois

Ressources naturelles
et Faune

Québec 