

GPS au pôle nord

contrôle des mouvements de la banquise

Tom Morris - Topographe (*Trimble Navigation Ltd*)

INTRODUCTION

Le Pôle Nord géographique flotte, sur une vaste calotte de glace polaire, à environ 4200 mètres au dessus du fond de l'Océan Arctique. Cette épaisse couche de glace est en mouvement à cause des effets des marées, du vent et des courants océaniques. Lors d'une extraordinaire expédition vers le Pôle Nord en avril 1995, le GPS fut utilisé avec succès pour caractériser de façon précise le mouvement de la banquise polaire au niveau du Pôle Nord et démontrer le fabuleux potentiel de traitement de très longues lignes de bases avec la technique et les outils GPS en cinématique. L'expédition nous a donné l'opportunité de mettre en place et défier les limites des techniques topographiques.

EXPÉRIENCES

L'expédition de topographie était parrainée par la chaîne de télévision japonaise NHK pour un programme éducatif, destiné à coïncider avec la journée mondiale 1995 au Japon. Un groupe de six personnes était réuni avec comme but de se faire déposer par avion près du Pôle, marche vers le Pôle Nord en utilisant la navigation

par satellites, et accomplir le travail topographique par GPS pendant deux jours. L'équipe était composée de trois collaborateurs de NHK, un guide professionnel de l'arctique, moi-même et un autre scientifique *Trimble*. Kozaki était le guide de la délégation japonaise, vétéran de nombreuses aventures filmée pour la télévision. L'année précédente, il avait filmé sous l'eau dans l'Antarctique. Il était accompagné par son assistant Nara



Camp de base - Avec le Trimble 4000ssi pour enregistrer les mouvements de la banquise

et son cameraman Tagagi. Chris Lott et moi-même représentations Trimble en tant que consultants en topographie par GPS et en navigation par satellites pour l'expédition. Tous l'équipement de topographie et de navigation était fourni par Trimble Navigation. Notre guide canadien, Hector McKenzie avait l'expérience d'autres expéditions dans les zones polaires aussi bien nord que sud. Nous formions un groupe de différentes cultures, nationalités et expériences.



Déchargement de l'équipement au camp de base

NAVIGATION VERS LE PÔLE

L'avion privé utilisé pour la dernière partie du vol vers le Pôle Nord était spécialement équipé pour la navigation d'un système Trimflight 2000. Nous avons atterri à environ 2 km du Pôle Nord à 9H00 UTC le matin du 14 avril. Notre point d'arrivée se situait dans l'hémisphère Est sur le coté Russe du Pôle. Après avoir mis en place notre camp de base, l'avion est reparti et nous avons commencé notre marche en direction du Pôle Nord. J'étais équipé d'un nouveau récepteur Trimble 4000SSi et d'un Trimble PathFinder Basic Plus pour la navigation par GPS. Chris Lott utilisait de son côté un récepteur Trimble GLONASS expérimental. GLONASS est un système russe de positionnement par satellites en cours de développement.

Nos récepteurs nous permettaient de suivre le mouvement de la banquise tout en maintenant le cap vers le Pôle. En naviguant, nous voulions nous arrêter le plus souvent possible afin d'enregistrer la vitesse affichée sur chacun de nos récepteurs. Comme nous les utilisions de façon autonome pour la navigation, les positions GPS observées montrèrent les effets aléatoires attendus de la sélective availability (SA). Les vitesses observées ont été contrôlées par le post traitement des données GPS collectées sur la banquise. La vitesse initiale estimée en mode GPS autonome étaient de l'ordre de 230 mètres par heure! C'était en accord avec les vitesses estimées précédemment en utilisant d'autres techniques. En utilisant les méthodes GPS, nous étions capables de nous approcher à mieux que 400 mètres du Pôle Nord géographique. Malheureusement en considérant les dangereuses conditions climatiques qui se sont levées durant notre marche, nous n'avons pas pu nous en rapprocher plus. Vu la vitesse de mouvement de la couche de glace et les mauvaises conditions climatiques, nous étions dans l'incapacité de retenter une marche vers l'exacte position du Pôle Nord.

CONTROLE PAR MESURES GPS DU MOUVEMENT DE LA BANQUISE

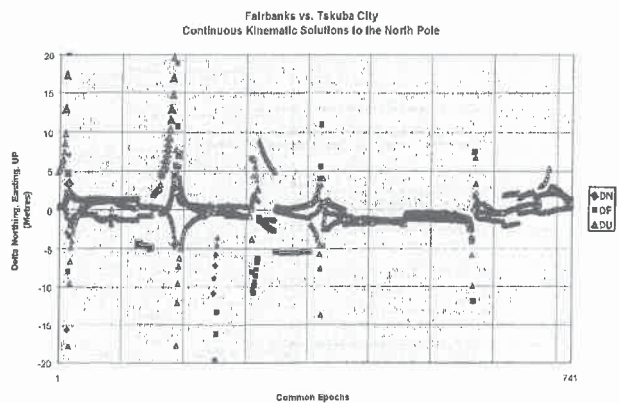
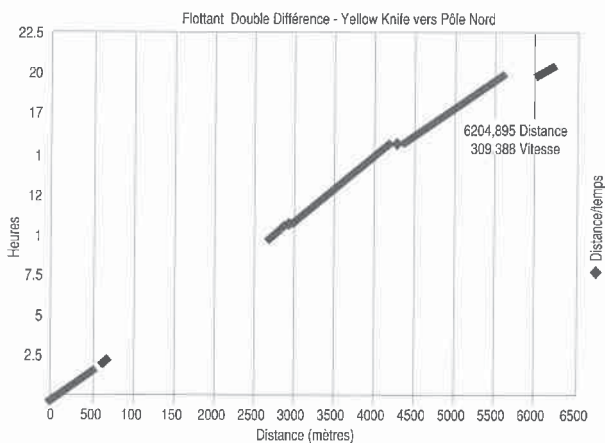
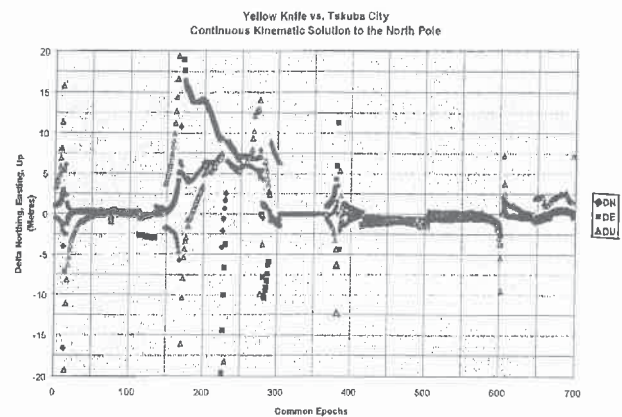
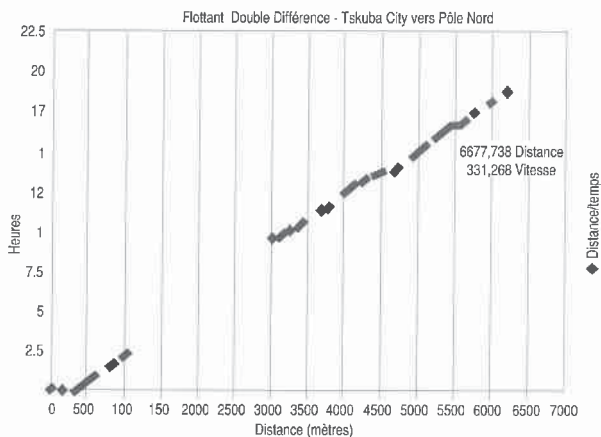
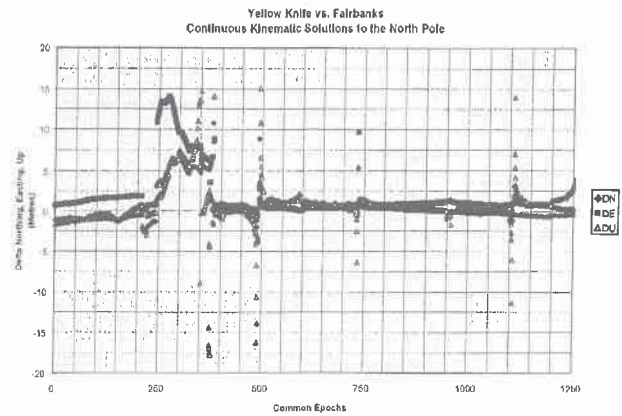
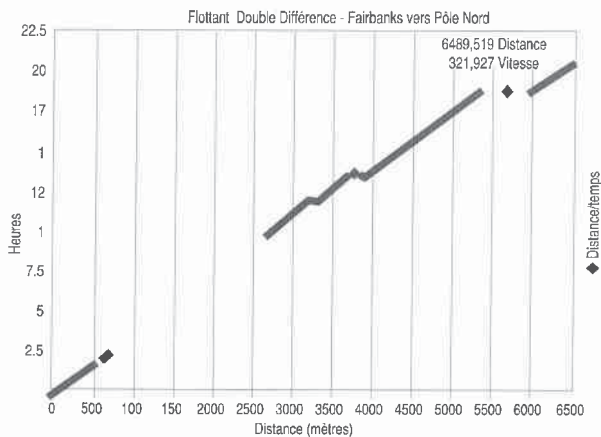
Les mesures de phases (sur L1 et L2) étaient enregistrées par un récepteur Trimble 4000SSi pendant toute la durée de notre séjour sur la banquise. L'antenne était montée sur un trépieds de hauteur constante fixé en bordure de notre campement. Les données étaient enregistrées de manières continues, exception faite des période de test RTK. A notre retour les données en provenances de trois stations de poursuite permanentes furent obtenues par Internet. Les sites utilisés étaient Tskuba City (Japon), Fairbanks (Alaska) et Yellow Knife (Canada). Trois jeux de données de 24 heures de ces stations furent traités et forcés de façon minimum dans un ajustement par les moindres carrés, afin d'affiner leurs positions relatives. Leurs positions ont été ensuite utilisés en tant que référence pour le calcul des données enregistrées au Pôle. Elles sont reprises ci-dessous.

Station	Position- WGS84	Distance approximative au Pôle Nord
Fairbanks	64 58' 40.806685" N 147 29' 57.245147" W -6.779	2793 KM
Tskuba City	36 06' 20.475531" N 140 05' 15.002287" E 67.0451	6005 KM
Yellow Knife	62 28' 51.224000 N 114 28' 50.509000 W 180.814	3071 KM

Les données ont été traitées avec le logiciel Trimble GPSurvey en cinématique continue avec l'utilisation d'éphémérides précises. Le calcul mettait en oeuvre une solution flottante double différence à cause de la longueur des vecteurs cinématiques continus. En raison de la grande distance séparant les stations de bases et le récepteur situé au Pôle Nord, le nombre de satellites communs était minimum. Les graphes suivants montrent le mouvement de la distance de la banquise en fonction du temps pour chacune des solutions. La moyenne de la vitesse pour les trois solutions est 321 mètres par heure, donnant crédible les vitesses autonomes que nous avons observées lors de notre marche vers le Pôle. La direction générale du mouvement de la glace était sud-est, du Pôle vers l'hémisphère est. Les périodes dépourvues d'informations représentent le temps où l'équipement était utilisé pour d'autres tests.



Le camp de base et le GPS



LOGISTIQUE

La concordance entre les solutions a été faite en comparant les positions d'époque en époque pour chacune des trois solutions. Les comparaisons sont résumées dans les graphiques suivants. Les différences de position pour chaque époque sont représentées comme des différences en composante nord, est et élévation. Les différences sont en générales faibles avec quelques exceptions où les composantes diffèrent d'une vingtaine de mètres. Une analyse détaillée des solutions révèle que durant ces périodes de mesures, les satellites communs suivis, nécessaires pour le post traitement, étaient minimum. Les RDOP de ces solutions sont élevés indiquant une mauvaise configuration géométrique pour les Satellites communs de la constellation.

Comme je m'y attendais, la logistique de cette expédition était un peu différente comparé aux autres chantier dans lesquels j'avais été impliqué précédemment. Excepté notre guide, aucun de nous n'avait l'expérience de l'environnement Arctique.

Le groupe avait rendez-vous le 13 avril 1995 à Resolute Baie dans les territoires du nord ouest Canadien. Chris et moi, nous avons fait étape à Montréal pour la première partie de notre voyage. Nous avons été rejoint par le reste du groupe à Resolute, dernière escale des lignes commerciales. Notre équipement polaire avait été chargé sur un avion équipé de



skis afin d'atterrir sur la banquise. Nous avons entamé les dix heures de vol pour le pôle, arrêt à Euréka sur l'île Ellesmere pour faire le plein, puis atterrissage à environ 2km du pôle à 9 heure U.T.C. le 14 avril. Du fait de notre position et de la saison, il faisait jour 24 heures par jour. En effet le soleil ne descendait jamais en dessous de 15 degrés par rapport à l'horizon. La température de l'air était de -30°C, heureusement il n'y avait ni vent ni nuage. Après avoir mis en place notre camp de base, nous avons commencé notre marche vers le Pôle.

Comme je le mentionnais précédemment, la banquise est en mouvement constant. Ces mouvements proviennent des pressions qui oblige la glace à se dilater et à casser en formant des "pics de pression". Celles-ci forment le relief du paysage environnant. Quand la pression se relâche la glace se fend séparément laissant des zones d'eau glacée et de pics de glace. Notre marche vers le pôle nous forçait à négocier pics de pression et mares glacées.

Nous étions à moins de 400m du pôle lorsque nous descendîmes un pic et commençâmes à marcher au dessus d'une mare d'eau glacé. Kozaki et Chris Lott étaient en avant du groupe. Soudain, la glace céda. Ils la traversèrent se trouvant d'un seul coup dans l'océan Arctique. Je m'élançais pour aider Chris à sortir du trou dans lequel il était tombé. Deux autres tirèrent Kozaki de l'endroit où il était tombé dans l'eau glacée. Tandis que j'aidais Chris à sortir de l'eau glacée, je tombais moi-même dans le même piège. Tous les membres du groupe se précipitèrent alors pour m'extraire. Nous fûmes contraint de nous replier vers notre camp de base, en effet ceux d'entre nous qui avaient touché l'eau glacé étaient en danger avec une température de -30°C. Nara et Takagi enlevèrent certains de leurs vêtements afin de les prêter en remplacement des vêtements mouillés.

Une fois de retour au camp de base, nous nous sommes changés, réchauffés et avons récupéré avec deux heures de sommeil. Un peu tremblant, mais toujours déterminés, nous avons repris le cours de notre mission. Nous avons mis en fonctionnement les récepteurs 4000SSi afin d'enregistrer les données GPS code

et phase sur les deux fréquences. Ces mesures ont confirmé plus tard, les observations de vitesses et leurs directions concernant le mouvement de la banquise. Nous avons aussi travailler en cinématique temps réel (RTK). Hélas la température était inférieure aux spécifications de nos radios, et nous avons réalisé notre RTK en connectant les récepteurs base et mobile par un câble de dix mètres. Malgré la faible longueur de ligne de base, nous ne doutions pas d'être la première équipe à réaliser un travail de topographie GPS temps réel au Pôle Nord.

Notre groupe a été récupéré par avion l'après midi du 15 avril. Notre guide avait décidé de raccourcir notre séjour à cause du séjour non prévu dans l'eau glacée et ses conséquences médicales. Notre vol de retour passa par la station météo

Eureka pour ravitailler en carburant. Le système hydraulique atterrissage refusait de fonctionner alors que nous étions en approche sur la piste d'Eureka. Le pilote, 15 ans d'expérience de vol en région polaire, nous fit atterrir sur les skis. Nous avons passé la nuit du 15 avril à Eureka en attendant un autre avion pour Resolute. Le repos fut le bienvenu car nous n'avions fait qu'un léger somme au Pôle où le soleil ne se couche jamais à cette saison. La douche brûlante, la nourriture chaude, et l'accueil de l'équipe d'Eureka resteront des souvenirs inoubliables.

Le décalage de notre emploi du temps nous obligea à rester trois jours à Resolute en attendant le premier vol commercial après le week end de Pâques. Nous avons utilisé ce temps pour une première analyse de nos données polaires et pour des tests complémentaires à Resolute. Chris et moi en avons profité pour présenter le système GPS à quelques Inuits. Beaucoup d'entre eux utilisent des récepteurs portables lors des expéditions de chasse afin de retrouver les réserves de nourritures et de carburants.

CONCLUSION

Cette mission sur la banquise polaire était une opportunité d'utiliser le GPS à la fois comme instrument de navigation et de topographie dans l'environnement le plus difficile qui puisse exister sur terre. L'utilisation comme instrument de navigation dans une région dépourvu de repère naturel fut indispensable pour la mission. Le post traitement a confirmé nombre d'observations faite lorsque nous étions sur la banquise polaire. Les résultats post traités étaient excellent en considérant que ce sont des solutions cinématique continues sur de longues lignes de base dans une région connue pour ses effets ionosphérique sur les données GPS.

Cette expédition fut aussi une opportunité sur le plan personnel. J'ai eu la chance de réaliser une mission unique en son genre et je garderais ce souvenir pour le reste de mes jours en attendant la possibilité de revivre une autre mission aussi fantastique.