

Optimisation de l'utilisation du GPS pour des missions terrestres et bathymétriques sur la région Rhône-Alpes

Société d'accueil : Campenon Bernard Régions
PFE présenté par : Alban Vuillemey
Directeur du PFE : Bruno Chabal
Correcteurs : Tania Landes
Jacques Ledig



Introduction

L'utilisation du théodolite sur certains chantiers pose des problèmes. Le service topographique de la société Campenon Bernard Régions voulait donc remplacer le théodolite par des récepteurs GPS. Il a choisi des récepteurs capables de capter à la fois les signaux des satellites GPS et GLONASS ce qui pourrait être un avantage lors de la présence des masques.

Il m'a été demandé dans un premier temps d'appréhender la précision de ces récepteurs en temps réel et en post-traitement.

Afin de travailler plus facilement sur Lyon, nous devons mettre en place une station permanente.

Enfin après ces tests, nous devons mettre au point une procédure d'utilisation des récepteurs GPS.

Présentation des systèmes GPS et GLONASS

Le système GPS (Global Positioning System) est composé de 24 satellites et le système GLONASS (Global Navigation Satellite System) comporte actuellement 11 satellites. Ces deux systèmes respectivement américain et russe fonctionnent de la même manière.

L'intérêt de combiner l'utilisation des satellites GPS et GLONASS est d'augmenter le nombre de satellites visibles simultanément lors des mesures de points. Ceci permet également d'effectuer des mesures lors de la présence de masques.

Lors des mesures de points, nous pouvons rencontrer diverses sources d'erreurs :

- les erreurs physiques : orbites, ionosphère, troposphère.
- les erreurs liées à l'environnement : masques, multitrajets.
- les erreurs liées au matériel : centre de phase, sauts de cycle, horloge

Les types de missions

Le service topographique de la société Campenon Bernard Régions effectue essentiellement trois types de missions :

- des relevés topographiques terrestres et bathymétriques
- des implantations
- des contrôles de points

Ces missions demandent des précisions différentes. Certaines peuvent être effectuées par GPS mais d'autres doivent être réalisées par théodolite.

Le problème le plus souvent rencontré lors de ces missions est la perte de temps. Les engins circulant sur les chantiers posent des problèmes à l'utilisation du théodolite qui peut être remplacé par le GPS.

Mis en place de points pour effectuer des tests de précision

Pour effectuer des tests de précision avec les récepteurs TRIMBLE R8 GNSS, nous avons mis en place huit points fixes. Nous avons placé quatre points avec des platines à centrage forcé sur le toit du siège social de Campenon Bernard Régions. Les quatre autres points ont été placés à moins d'un mètre d'un deuxième bâtiment. Celui-ci va alors créer des masques importants lors de la mesure de ces points.

Ces points ont été déterminés en faisant un cheminement polygonal avec un théodolite par double retournement.

Tests de précision en temps réel et en post-traitement

- En temps réel.

Les récepteurs ayant la capacité de recevoir les satellites GPS et GLONASS, nous avons décidé dans un premier temps de comparer la précision des points enregistrés uniquement avec les satellites GPS puis dans un deuxième temps d'enregistrer ces mêmes points en utilisant les satellites GPS et GLONASS.

Lors des deux séries de mesures des points de la polygonale, nous avons obtenu les mêmes écarts en Est et en Nord allant jusqu'à 10 mm. En revanche, le PDOP et le HDOP sont différents. Pour les mesures d'un point effectuées avec le système GPS, les PDOP et HDOP sont supérieurs aux PDOP et HDOP obtenus lors de la mesure de ce même point avec le système GPS et le système GLONASS.

En utilisant les deux systèmes satellitaires, les valeurs des PDOP et HDOP diminuent mais cette diminution n'entraîne pas d'augmentation de la précision.

L'implantation d'axes occupe une partie de l'activité du service topographique de la société Campenon Bernard Régions. Celle-ci peut être facilitée par l'utilisation du GPS lors de grands chantiers. Nous avons effectué des tests sur l'implantation d'axes de file avec deux récepteurs GPS sur le chantier d'une plateforme de 50 000m².

La première tâche de ce chantier a été d'effectuer la calibration du site. Lors de cette calibration, nous avons obtenu des résidus sur les points ne dépassant pas 14 mm.

Ensuite, nous avons implanté des axes de file. Afin d'implanter et de relever correctement ces axes, nous avons toujours utilisé un trépied.

Nous avons obtenu des écarts horizontaux ne dépassant pas 15 mm ainsi qu'un écart moyen quadratique de 9 mm.

Nous avons souhaité faire les mêmes implantations d'axes de file en utilisant un récepteur GPS avec un réseau GPS. Pour cela nous avons utilisé le réseau de S@t-info qui est un réseau VRS (Virtual Reference Station). Nous avons effectué la même calibration sur les mêmes points et nous avons obtenu des résidus sur les points ne dépassant pas 14 mm.

Nous avons observé des écarts horizontaux plus importants que précédemment. Ceux-ci atteignent 35 mm au maximum. Pour ce type de chantier, la précision demandée étant centimétrique, nous ne pourrions donc pas utiliser ce réseau GPS.

Sur ces chantiers, nous avons observé la présence de masques importants. Ceux-ci pouvaient être d'origine naturelle tel que le relief ou artificielle tel qu'un engin de chantier se trouvant à proximité d'un point à implanter.

Nous avons donc mesuré une centaine de fois les quatre points se trouvant à moins d'un mètre du bâtiment. Celui-ci a créé alors des masques ayant quatre orientations différentes.

Nous avons obtenu des précisions différentes lors de la mesure de ces points. Sur le point 21, nous avons eu une précision centimétrique tandis que pour les points 20, 40 et 44, la précision a diminué car nous avons obtenu des écarts sur les coordonnées pouvant aller jusqu'à 1.20 m.

Lors de la mesure du point 21, nous avons eu une répartition de points formant trois groupes distincts. Les précisions de ces groupes de mesures ont varié entre 15 mm et 1.2 m.

Ces récepteurs permettent donc un gain de productivité sur les chantiers par rapport à l'utilisation du théodolite.

La capacité de ces récepteurs à capter les satellites GPS et les satellites GLONASS permet de faire des observations de points en présence de masques mais dans ce cas la précision diminue fortement.

- En post-traitement

Nous avons réalisé également des tests en post-traitement sur les points que nous avons mis en place sur le toit du siège social de Campenon Bernard Régions.

Nous avons commencé à faire des tests avec des lignes de base très courtes : environ 30 mètres. Nous avons effectué dans un premier temps des observations d'une heure sur chaque point. En comparant les résultats obtenus par GPS avec ceux obtenus à l'aide du théodolite, nous avons observé des écarts horizontaux ne dépassant pas 4 mm.

Dans un deuxième temps, nous avons refait les mêmes observations avec des sessions de trente minutes : nous avons obtenu des écarts ne dépassant pas 3 mm.

A la suite de ces résultats, nous avons décidé d'augmenter la longueur des lignes de base. En effet la précision des coordonnées des points est fonction du temps d'observation ainsi que de la longueur des lignes de base.

Nous avons placé le pivot sur le toit de la filiale Tournaud afin d'obtenir une ligne de base d'environ 7600 mètres. A partir de là, nous avons fait à nouveau des sessions d'une heure, de trente minutes et de quinze minutes sur les points de notre polygonale.

Lors des temps d'observation d'une heure, nous avons obtenu des écarts ne dépassant pas 5 mm sur les coordonnées des points calculés. Nous avons eu également lors des sessions de trente minutes les mêmes écarts sur les coordonnées. Pour les observations de quinze minutes, nous avons observé des écarts allant de 5 mm à 11 mm.

Nous avons donc obtenu une précision de 5 mm pour des temps d'observation de 30 minutes pour des lignes de base inférieures à 7 kilomètres.

Nous avons décidé de valider ces tests en vérifiant une polygonale se trouvant sur le chantier du projet LEO. Nous avons dans un premier temps relevé cette polygonale à l'aide d'un théodolite. Puis nous avons observé ces points deux fois pendant trente minutes et une heure avec des récepteurs GPS.

Les écarts sur les coordonnées obtenues lors de ces deux sessions de trente minutes et d'une heure sont similaires. L'utilisation de temps d'observation de trente minutes suffit donc pour les petits chantiers que nous avons eu effectuer.

Mise en place d'une station permanente

La société Campenon Bernard Régions a souhaité mettre en place une station permanente pour faciliter l'utilisation du GPS sur la périphérie de Lyon ; celle-ci a été installée, en raison du relief de la région lyonnaise, sur le toit de siège social de Campenon Bernard Régions (à l'Est de Lyon).

L'antenne placée, les ondes radio n'ont pas pu être captées sur toute la périphérie de Lyon ; en effet certaines collines ont empêché la réception des ondes radio par les récepteurs.

L'utilisation de cette station facilite le travail sur les chantiers couverts par les ondes radio.

Mise en place de procédures

Les procédures d'utilisation du GPS mises en place insistent sur :

- l'analyse du chantier en s'attachant à la précision demandée et à la présence de masques
- la mise en place du pivot
- la calibration du site
- les précautions à prendre lors des mesures par GPS en temps réel et en post-traitement

Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence que l'utilisation de récepteurs GPS en temps réel permet un gain de temps par rapport à l'utilisation du théodolite mais qu'ils ont une moins bonne précision.

Le post-traitement permet d'obtenir une précision demi-centimétrique lors d'observations de trente minutes avec des lignes de base courtes (7 kilomètres).

L'utilisation de la station permanente va permettre de faciliter les chantiers se trouvant à la périphérie de Lyon.

Les procédures mises au point sont donc nécessaires au bon déroulement des chantiers à venir.