

Traitements

Estimation des coordonnées et de leur précision

1 Principe

Le but du traitement des observations est d'obtenir des coordonnées les plus *exactes* possibles, et de déterminer leur *précision* et la *fiabilité* de la solution fournie par le schéma d'observation.

L'exactitude est conditionnée par la connaissance des erreurs systématiques (biais de mesure), qui, si elles ne sont pas éliminées par le mode opératoire, font partie des paramètres à déterminer.

La précision est évaluée à partir de l'estimation des erreurs accidentelles (considérées comme variables aléatoires d'espérance nulle), sous réserve d'une *redondance* suffisante du schéma (degrés de liberté) et de la meilleure appréciation du comportement statistique de ces erreurs de mesure (modèle stochastique amenant à la *pondération* la plus efficace des observations).

La fiabilité consiste en l'aptitude de l'ensemble schéma et traitement à détecter les fautes ou les systématismes non identifiés. Son appréciation est conditionnée par la redondance géométrique du schéma d'observation.

2 Résultats

Les résultats du calcul sont : les paramètres estimés (coordonnées, paramètres auxiliaires, biais systématiques), les résidus (estimation des erreurs de mesure), la matrice variance-covariance des paramètres (et donc des coordonnées), les écarts-types des résidus a posteriori ainsi que divers indicateurs statistiques. Tous ces éléments permettent une analyse critique des résultats au travers des trois thèmes cités plus haut: exactitude, précision, fiabilité.

On notera que l'issue favorable de l'estimation est plus particulièrement conditionnée par la validité du modèle stochastique, c'est à dire de la juste appréciation de la précision *a priori* des observations.

3 Mise en œuvre

A- Prétraitement des observations

Il s'agit de la réduction des mesures de terrain: moyennes de tours d'horizon au théodolite, correction d'étalonnage, corrections météorologiques des mesures de distances, obtention et validation des lignes de base pour les observations GPS etc... A ce niveau, tous les biais systématiques connus sont éliminés, ceux dont la magnitude reste incertaine (réfraction par exemple) sont identifiés en tant que paramètres du traitement ultérieur.

B- Pondération

Le choix du modèle stochastique est effectué. Tout type de mesure est associé à un écart-type dépendant de l'appareil et le plus souvent de la distance mise en jeu. Les centrages et hauteurs d'appareil sont également considérés comme des mesures et donnent lieu à une relation d'observation de jeu de coordonnées associé à une matrice variance-covariance dépendant du processus de centrage.

Les lignes de base GPS sont également regroupées par sessions et la relation d'observation correspondante est également un jeu de coordonnées tridimensionnelles, associé à une matrice variance-covariance. Cette matrice variance-covariance est établie à partir de critères objectifs représentatifs des conditions réelles d'observation (les éléments statistiques issus des logiciels de calcul GPS, reconnus comme irréalistes, ne sont pas pris en compte).

C- Ajustement libre

L'estimation des paramètres et des erreurs aléatoires est effectuée dans un premier temps par une procédure d'ajustement par moindres carrés selon le mode dit de contrainte minimale, afin d'évaluer la cohérence interne du réseau. A ce niveau, l'étude des résidus informe sur l'efficacité du modèle stochastique *a priori*, et une démarche interactive de détection des fautes peut être entreprise.

D- Mise au système de référence

Celle-ci est effectuée soit par ajustement contraint sur points d'appui, soit par combinaison de jeux de coordonnées (le jeu de coordonnées des points d'appui étant alors fortement contraint). Le résultat en est un jeu de coordonnées finales, associé à une matrice variance-covariance. De l'information issue de cette matrice, et sous réserve de l'identification des coordonnées à des variables aléatoires normales, on tire des régions de confiance pour chaque point du réseau, sous la forme d'ellipses (2D) de confiance selon un niveau de probabilité donnée. Ces résultats sont le plus souvent donnés sous forme d'ellipses de confiance à 95% (2.45σ) pour la planimétrie.
