

Erreurs à éviter en positionnement

Bernard FLACELIÈRE, France

Key words: Positioning, Errors

SUMMARY

Mistakes to be avoided in positioning

The last decades have seen an extraordinary evolution of positioning methods. Formerly using the classic methods of geometric calculations in three-dimensional space, based on measurements of distances, horizontal and vertical angles and height differences, the surveyor is currently handling fixed or mobile total stations equipped with satellite receivers that can also be supplemented with LiDAR and photogrammetric acquisition resources. Despite these technological refinements, it happens that errors make survey work fruitless, useless, to be redone or even dangerous when the results are intended to be integrated into successive studies. This article shows the main mistakes to avoid in positioning.

Mots clés : Positionnement, Erreurs

RÉSUMÉ

Erreurs à éviter en positionnement

Les dernières décennies ont vu une extraordinaire évolution des méthodes de positionnement. Utilisant jadis les classiques méthodes de calculs géométriques dans l'espace en trois dimensions, basées sur des mesures de distances, d'angles horizontaux et verticaux et de dénivelées, le topographe est actuellement pourvu de stations totales fixes ou mobiles, équipées de récepteurs satellitaires pouvant également être complétés de moyens d'acquisition LiDAR et photogrammétrique. Malgré ces raffinements technologiques, il arrive que des erreurs (on parle plutôt des fautes en topographie) entachent des travaux de levés les rendant infructueux, inutile, à refaire, voire dangereux quand les résultats sont destinés à être intégrés dans les études successives. Cet article montre les principales erreurs à éviter en positionnement.

CONTACTS

Mr Bernard FLACELIÈRE
French Speaking Association of Surveying
Association francophone de topographie
73 avenue de Paris
94165 Saint-Mandé Cedex
FRANCE

Mistakes to Be Avoided in Positioning (12258)
Bernard Flaceliere (France)

FIG Working Week 2023
Protecting Our World, Conquering New Frontiers
Orlando, Florida, USA, 28 May–1 June 2023

Tel. : +33 1 43 98 84 80

Courriel : bernard.flaceliere@orange.fr

Site Internet : <http://www.aftopo.org>

Mistakes to Be Avoided in Positioning (12258)
Bernard Flaceliere (France)

FIG Working Week 2023
Protecting Our World, Conquering New Frontiers
Orlando, Florida, USA, 28 May–1 June 2023

Erreurs à éviter en positionnement

Bernard FLACELIÈRE, France

1. INTRODUCTION

Les dernières décennies ont vu une extraordinaire évolution des méthodes de positionnement. Utilisant jadis les classiques méthodes de calculs géométriques dans l'espace en trois dimensions, basées sur des mesures de distances, d'angles horizontaux et verticaux et de dénivelées, le topographe est actuellement pourvu de stations totales fixes ou mobiles, équipées de récepteurs satellitaires pouvant également être complétés de moyens d'acquisition LiDAR et photogrammétrique. Malgré ces raffinements technologiques, il arrive que des erreurs (on parle plutôt des fautes en topographie) entachent des travaux de levés les rendant infructueux, inutile, à refaire, voire dangereux quand les résultats sont destinés à être intégrés dans les études successives. Cet article montre les principales erreurs à éviter en positionnement, sans entrer dans les procédures et méthodologies spécifiques, qui évolueront suivant les techniques employées et les équipements.

2. QUELLES SONT LES PRINCIPALES ERREURS QUE L'ON RENCONTRE EN TOPOGRAPHIE

Les erreurs peuvent être rencontrées depuis la définition des paramètres géodésiques, à la mise en œuvre des équipements de mesure et de levé et jusqu'à la restitution des données. Nous donnons là une liste non exhaustive des points critiques, qui seront développés ensuite.

2.1. Paramètres géodésiques

Ce type d'erreurs intervient quand on met en place un chantier à l'intérieur d'un système de référence qui peut être officiel pour un pays ou bien à l'échelle d'un chantier. Si on ne respecte pas l'intégralité des paramètres en usage, il se produira des décalages dans les coordonnées planimétriques et altimétrique. L'ordre de grandeur des erreurs peut être de quelques décimètres à plusieurs hectomètres.

2.2. Équipement utilisé

2.2.1. Étalonnages, réglages, vérifications

Les équipements ne doivent pas être utilisés sans avoir été étalonnés, "*calibrés*", vérifiés sur valeurs connues. Ils peuvent présenter des erreurs systématiques ("*biais*") constantes ou proportionnelles aux mesures.

2.2.2. Précision

Également, il faudra évaluer la précision de la mesure et la comparer à la valeur nominale publiée par le constructeur. Les valeurs publiées peuvent souvent être optimistes, ou bien varier fortement suivant la méthodologie utilisée et les conditions d'environnement locales.

2.3. Algorithmes, logiciels et constantes intégrés

Les équipements modernes comportent des algorithmes, des logiciels et constantes intégrés. Souvent qualifiés de "boîtes noires", ces équipements n'offrent guère de moyens ni même de possibilités externes de contrôles. Des tests doivent pouvoir mettre en évidence la réalité des constantes et algorithmes intégrés. L'étude approfondie de la documentation doit permettre de comprendre ce qu'il est possible de régler.

2.4. Stockage, restitution et utilisation des données acquises

Des erreurs peuvent également survenir dans le stockage interne des données et leur restitution vers l'utilisateur principalement à cause des algorithmes utilisés, des variations des versions de format d'échange. De même l'import dans les stations de travail, les logiciels de DAO peut déformer les données suivant les constantes internes de ces stations.

3. PARAMÈTRES GÉODÉSIQUES

Les coordonnées ne définissent une position sans ambiguïté que lorsque le système de référence de coordonnées auquel ces coordonnées appartiennent a été identifié, donc ses paramètres connus précisément et utilisés sans erreurs.

3.1. Système de référence

Historiquement basés sur un point fondamental (ou sur un ensemble de stations) les systèmes de référence sont actuellement plutôt basés sur des réalisations proches du système international ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*) utilisé en géodésie spatiale. Les différences entre les systèmes historiques locaux et les systèmes spatiaux peuvent atteindre plusieurs hectomètres tandis que les différences entre les systèmes spatiaux sont de quelques décimètres ou mètres suivant les versions et les approximations locales. Les paramètres de transformation entre systèmes, exprimés en coordonnées tridimensionnelles 3D, sont publiés (exemple translation, rotation, changement d'échelle) mais doivent être maîtrisés et leur application contrôlée. Des inversions de signes sont possibles suivant les conventions des logiciels, des tests avec des valeurs témoins sont nécessaires. Il existe toutefois des systèmes locaux, différents des systèmes de référence classiques. Utilisés pour des besoins spécifiques très locaux (zone industrielle, usine, cadastre de petite

ville), ces systèmes devront être parfaitement identifiés, avoir des valeurs de coordonnées clairement différentes de celles de possibles coordonnées issues de systèmes de références mondiaux pour éviter les confusions. Il sera préférable de rattacher ultérieurement ces systèmes locaux à un système général et de publier des algorithmes de conversion (exemple transformation de Helmert, translation, rotation et changement d'échelle) entre les deux systèmes.

Dans le cas de positionnement GNSS par rapport à des stations de références, ces stations doivent être dans le système de référence officiel ou bien du chantier. Un test sur un ou des points connus est nécessaire avant de commencer l'acquisition et mettre en évidence un éventuel décalage. Un exemple peut être des stations positionnées au PPP (positionnement précis du point) donc ITRF (année, époque) et un chantier dans le système national (ITRF différent ou bien système historique ancien).

3.2. Ellipsoïde

L'ellipsoïde est une figure géométrique dont les paramètres, grand axe, petit axe, aplatissement et excentricité, sont publiés. Il en existe des centaines mais la principale source d'erreur est le nombre de versions voisines d'un même ellipsoïde nominal. Donnons par exemple les ellipsoïdes Clarke 1880 et ceux nommés Everest et leurs versions de dimensions différentes, liées aux conversions d'unités et à l'historique des définitions. Les écarts, de l'ordre de quelques centimètres à quelques hectomètres entachent les conversions de coordonnées entre rectangulaires et géographiques.

3.3. Altimétrie

Le chantier devrait être rattaché au système officiel altimétrique. S'il ne l'est pas, pour éviter les confusions, la valeur de l'altitude fictive sera très différente de la valeur terrain possible et une note claire et détaillée sera jointe aux plans ou aux dossiers numériques.

Il faut éviter la confusion entre la hauteur ellipsoïdale et l'altitude. Faute de modèle de géoïde précis des approximations sont souvent faites occasionnant des erreurs sur les altitudes et les pentes.

4. ÉQUIPEMENT UTILISÉ

4.1. Étalonnages, réglages, vérifications

Il sera nécessaire d'apporter une différence entre l'équipement de génération ancienne et celui moderne. Pour le premier on peut encore vérifier ou étalonner chaque partie de l'équipement et les données entrée et sorties sont en général manuelles ou enregistrées séparément. Des modes opératoires permettent également de contrecarrer les dérèglages ou d'améliorer la précision. Des contrôles simples et connus de tous devront être menés sur les équipements : embases, niveaux etc. Pour le deuxième cas, les équipements modernes, la complexité et l'hybridation des équipements font que guère de possibilités d'interventions s'offrent au

topographe pour intervenir sur ces "boîtes noires". Il faudra s'assurer que les réglages, les étalonnages et les métrologies sont effectués par le constructeur (ou le vendeur), que les résultats sont disponibles et que la périodicité des contrôles est correcte.

De plus des modes opératoires appropriés pourront mettre en évidence des défauts, mais la meilleure façon de qualifier la justesse des mesures sera de prévoir des points de contrôle par des moyens externes et d'analyser statistiquement les résultats.

Par points de contrôles on entend des points matérialisés, ou vus par l'appareil, connus en coordonnées, et qui n'entrent pas dans le calage initial du chantier.

4.2. Algorithmes, logiciels et constantes intégrés

Ce point est crucial dans les appareils modernes. Il est nécessaire de comprendre la façon dont sont réduites les observations brutes, quels types ou versions d'algorithmes sont employés, quels modèles ou constantes sont intégrés. Si la documentation est muette, il faut se tourner vers le constructeur, vers les autres utilisateurs, vers les forums. Les points de contrôle, là aussi, permettront de mettre en évidence les constantes erronées (constantes de prisme), les corrections absentes (par exemple le facteur d'échelle ou la convergence des méridiens de la projection non appliqués).

4.3. Stockage, restitution et utilisation des données acquises

C'est un sujet délicat, dans les systèmes "boîte noire" de pouvoir suivre le cheminement des données, de l'acquisition à la restitution, en passant par le stockage. Les données brutes ne le restent guère longtemps, puisque déjà prétraitées en interne. Là aussi, un des moyens de conforter la qualité des mesures acquises est de comparer les coordonnées d'échantillons de données stockées avec celles obtenues par des moyens indépendants. Quand c'est possible, et avec la collaboration des constructeurs et spécialistes, on retrace les traitements des données et leurs modifications éventuelles (réductions) et on s'assure qu'ils sont conformes à la théorie et aux normes de la profession.

5. CONCLUSION

Il faut garder à l'esprit que les mesures de positionnement en topographie sont basées sur des infrastructures géodésiques, terrestres ou spatiales, sur des références dans lesquelles sont exprimées les coordonnées, sur des appareils utilisant des lois de la physique accompagnés d'algorithmes d'acquisition, de traitement, de stockage et de restitution. Pour éviter les erreurs, il faut se contraindre à ce que chaque étape ci-dessus soit comprise, contrôlée et validée. Pour les systèmes "boîte noire" il faut arriver à disposer de points de contrôle externes pour valider au mieux les phases de travail.

RÉFÉRENCES

Mistakes to Be Avoided in Positioning (12258)
Bernard Flaceliere (France)

FIG Working Week 2023
Protecting Our World, Conquering New Frontiers
Orlando, Florida, USA, 28 May–1 June 2023

1. Surveying and Positioning Guidance Note I, Geodetic awareness guidance note, International Association of Oil & gas Producers, 1.1 August 2008.
2. Geomatics Guidance Note 5 Coordinate reference system definition – recommended practice, International Association of Oil & gas Producers, Report 373-05, November 2018.

BIOGRAPHIE

Diplômé de l'ENSAIS (actuellement l'INSA Strasbourg), a commencé sa carrière en Afrique dans les années 70 (topographie, cadastre au Niger et topographie, géodésie, photogrammétrie et bathymétrie au Maroc). Il enchaîne sur le positionnement en mer pour l'industrie pétrolière et la construction (Égypte, Congo, France) et poursuit sa carrière chez Elf puis Total, avec des expatriations de longue durée au Congo et au Gabon, entrecoupées de développements informatiques et de missions d'expertise et de supervision dans une soixantaine de pays. Responsable de la fonction topographie, géodésie et positionnement du groupe, il a été *chairman* de l'EPSG (*European Petroleum Survey Group*) de 2004 à 2006, lors de son absorption par IOGP (*International Oil & Gas Producers*). Retraité en 2011, il est élu au conseil de l'Association francophone de topographie et assure actuellement les rôles de vice-président, de rédacteur en chef de la revue XYZ et de correspondant avec la FIG et la FGF (Fédération des géomètres francophones).

CONTACTS

Mr Bernard FLACELIÈRE
French Speaking Association of Surveying
Association francophone de topographie
73 avenue de Paris
94165 Saint-Mandé Cedex
FRANCE
Tel. : +33 1 43 98 84 80
Courriel : bernard.flaceliere@orange.fr
Site Internet : <http://www.aftopo.org>