

Uniformisation des Campagnes GPS Cas d'Etude : Ouest de l'Algérie

H. Taibi, R. Ait Ahmed Lamara, C.B Kadri
Centre National des Techniques Spatiales / Division de Géodésie
BP 13, Arzew, 31200, ALGERIE - Fax :041 47 36 65 - E-mail : taibih@cnts.dz.

N. Nabad
Faculté des Sciences Agronomiques et de Biologie, Université Hassiba Ben Bouali, Chlef.
Fax : (213) 027 72 10 65 - e-mail : nabad_nadir@yahoo.com

Résumé : La qualité interne des résultats de nombreuses campagnes GPS effectuées indépendamment les unes des autres à travers le territoire national est liée à la précision des points géodésiques ayant servi comme référence. Le problème majeur qu'on rencontre souvent dans ce type de positionnement réside dans la difficulté de passage du système GPS au système national ou local. Pour garantir une précision satisfaisante et homogène pour des besoins géodésiques, on devra tenir compte non seulement de la qualité des points d'appuis ayant servi de base, mais aussi des paramètres de transformation qui demeurent inconnus pour une partie du territoire national. Pour ce faire, une réflexion d'uniformisation de toutes ces campagnes est proposée et ce, en procédant à leur rattachement et à leur transformation dans le système national. Pour concrétiser cette réflexion, un projet test d'uniformisation des données GPS a été effectué à l'Ouest de l'Algérie sur deux campagnes GPS déjà observées et traitées. L'objectif assigné à ce test, consistera à adopter une méthodologie d'observation, de rattachement et de transformation qui remédiera aux problèmes rencontrés, tels que les distorsions pouvant apparaître lors des rattachements de ces campagnes.

Mots clés : GPS, rattachement, transformation, uniformisation.

Abstract : Many GPS campaigns are done locally and separately through the national territory. The internal quality of results for every GPS campaign depend essentially to the precision of reference points that served as support to survey new GPS points. The major problem confronted is to relay between these campaigns, considering the lack of parameters transformation between GPS and national system and distortions that can exist within these campaigns. In order to keep an adequate and homogeneous precision for geodetic needs, we must

not only take into account the order and quality of reference points, but also of parameters transformation which are not known yet. For urgent task, a reflection about unification and standardisation between these campaigns is imperative.

In order to concretise this idea, a project test of unification of GPS data has been done in west of Algeria on two different GPS campaigns, observed and treated in the past. The objective assigned, consist to adopt a methodology of observation, of connection to the national network and of transformation in order to remedy the encountered problem such as distortions that can exist in connecting between this different GPS campaigns.

Key words : GPS, Transformation parameters, Uniformisation.

1. Introduction

La géodésie a pour but principal la détermination de la forme et des dimensions de la terre. Il existe plusieurs techniques de détermination permettant de fournir ces résultats avec une précision qui dépendra de la stratégie d'observations et des traitements utilisée. Chaque technique adopte son propre système de référence géodésique. Le passage d'un système à un autre est réalisé grâce à la connaissance au préalable d'un certain nombre de paramètres permettant le passage entre les différents systèmes. En pratique, ces paramètres sont déterminés par la connaissance d'un jeu de coordonnées de points exprimées dans les deux systèmes, ce qui n'est pas toujours évident.

Le positionnement par satellite occupe une place prépondérante parmi les techniques modernes, telle le système GPS. L'avènement de ce système a donné un grand essor à la géodésie. Les utilisateurs ont su saisir les opportunités qu'offre ce dernier pour les équipements de base, la géodynamique, le génie civil, le cadastre, la navigation ...etc.

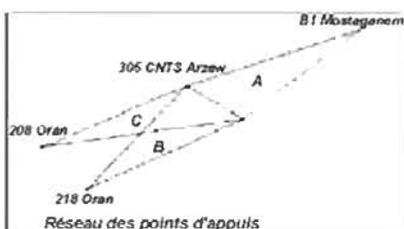
Les différents points géodésiques, servant de référence aux campagnes GPS, ne sont pas tous issus de la même technique de positionnement. En conséquence, les erreurs qui s'accumulent au fil des campagnes qui se succèdent sont dues au choix de l'origine (point de référence) et aux erreurs accidentelles et systématiques. Ainsi, l'hétérogénéité des points de calage (points de référence) est l'une des causes d'un mauvais positionnement. De ce constat, une uniformisation de toutes les campagnes GPS et leur rattachement entre elles s'impose afin d'assurer une précision homogène sur l'ensemble des canevas. Un test a été effectué dans les régions d'Oran, Arzew et Mostaganem, situées à l'ouest du pays. Dans cet article on présentera la méthodologie adoptée, les résultats des différents traitements effectués ainsi qu'une analyse des résultats obtenus. Enfin, une méthodologie d'uniformisation et des recommandations, sont proposées aux différents utilisateurs du système GPS.

2. Mise en place du projet d'uniformisation

2.1 Analyse de l'archive

La mise en place d'un projet d'uniformisation des données GPS, nécessite la disponibilité et la collecte des fichiers d'observations brutes en format Rinex et les résultats du traitement des campagnes déjà réalisées. Ceci suppose que ces campagnes ont été bien archivées. On procédera ensuite à une analyse et à une vérification générale en prenant en considération les dates de réalisation, les récepteurs utilisés, les stratégies d'observations, les modes d'observations utilisés, le nombre de sessions observées, les points de base choisis, les distances qui séparent ces campagnes, la disponibilité des points de base et les rapports de mission.

2.2 Présentation du projet test d'uniformisation



Points d'appuis	Région	Projet à uniformiser	Année de mise en place
305	Arzew	Micro-triangulation	1996
235 B	Mersa El Hadjadj	Micro-triangulation	1996
B1	Mostaganem	Projet routier de Salamandre	2001
218	Oran	Projet cadastral	1995
208	Oran	Projet cadastral	1995

Les points observés pendant la campagne sont :

305 : situé au CNTS_ Arzew, stationné en continu pendant toute la campagne.

235Bis : situé à Mersa El Hadjadj, stationné en discontinu durant les trois sessions.

B1: situé à Mostaganem, stationné durant la session A.

218 : situé dans la région de Braya (Oran), stationné durant la session B.

208 : situé dans la région de Meserguine (Oran), stationné durant la session C.

Le point 305 est intégré dans le réseau TYRGEONET et il a été choisi comme référence pour le rattachement des zones à uniformiser. Les zones à rattacher dans le cadre de cette étude sont définies dans le tableau ci dessous.

2.3 Planification de la mission

L'utilisation du GPS pour des travaux de grande précision nécessite au préalable une bonne planification des observations. Les principales phases de la mission GPS sont : reconnaissance sur le terrain, modes d'observations et configuration des récepteurs GPS, et déroulement de la campagne d'observations GPS.

Le matériel utilisé lors de cette campagne d'observations GPS est composé de 04 récepteurs GPS de type "Ashtech ZXII3" et les données GPS sont traitées avec le logiciel "WINPRISM 2.0".

2.4 Observations et traitements

La phase des observations exige au préalable la reconnaissance sur le terrain pour localiser tous les obstacles pouvant interrompre les signaux émis par les satellites et choisir les sites assez dégagés qui peuvent être des stations de référence.

2.4.1 Stratégie d'observation

Les mesures de phase GPS ont été effectuées en mode statique avec une cadence d'enregistrement de 15 secondes.

Les paramètres météo sont pris par défaut, l'angle d'élevation minimal a été fixé à 15°. Trois (03) sessions d'observations ont été réalisées durant la journée du 08/05/2003 et qui sont fournies dans le tableau suivant :

Session	Triangles observés	Durée	Nombre de Satellites
A	305-235Bis-B1	59 mn	09
B	305-235Bis-218	68 mn	06
C	305-235Bis-208	55 mn	08

Le point 305 a été choisi comme un point de référence afin d'assurer une alimentation continue en électricité. Par contre, l'alimentation du récepteur GPS stationné au point 235bis a nécessité 3 batteries pour les trois sessions d'observations. Le point 235 Bis est situé presque au milieu du réseau de base.

2.4.2 Traitement des données

La mise en place d'un projet d'uniformisation requiert la disponibilité de données des campagnes d'observations bien archivées et des coordonnées de points de base. Ces campagnes nécessitent un traitement GPS bien spécifique relatif au rattachement des points d'appuis. Une fois que le calcul du rattachement est effectué, toutes les campagnes seront retraitées sur la base des nouvelles coordonnées obtenues lors du rattachement.

2.4.3 Choix des paramètres de calcul

Les paramètres utilisés lors du traitement des observations sont les suivants :

- Type d'éphémérides : radiodiffusées.
- Modèle atmosphérique: modèle standard (Hopfield).
- Type de traitement : bifréquence (Automatique)
- L'écart type a priori est fixé à 10 mm.
- Point d'appui fixé lors du traitement : 305.

Après analyse des résultats, toutes les lignes de base relatives aux trois sessions ont été retenues. Les ambiguïtés sont fixées et les écarts types obtenus sont de l'ordre centimétrique. L'ajustement du réseau a été effectué à l'aide du module *FILLNET* intégré dans le logiciel *WINPRISM*. Ce module permet d'effectuer un ajustement tridimensionnel des réseaux.

Les coordonnées ajustées des points d'appuis (235bis, B1, 218, 208) ont été intégrées dans les jeux de données des anciennes campagnes GPS et un nouveau traitement a été effectué avec le logiciel *WINPRISM* (Process + Ajustement). Le traitement s'est réalisé par campagne et les résultats obtenus ont montré que la précision des nouvelles coordonnées WGS84 est homogène. Ceci nous conduira vers une analyse et une comparaison des nouvelles coordonnées avec celles obtenues antérieurement. Pour une meilleure exploitation des données, il est souhaitable que toutes les campagnes retraitées soient archivées en utilisant la base de données de *WINPRISM* (*SDBM*) ou un autre *SGBD*.

2.4.4 Transformation des coordonnées dans le système local

Toutes les campagnes retraitées ont été utilisées pour transformer leurs coordonnées dans le système local Nord Sahara à l'aide du programme de transformation WGS84NS disponible au niveau de la division de géodésie du CNTS d'Arzew. La méthode de transformation adoptée pour l'uniformisation est basée sur le transfert de la ligne géodésique qui lie chaque point GPS vers le point double initial qui est un point connu dans les deux systèmes (ex : WGS84 et Nord Sahara 1959). Cette transformation n'est valable qu'à l'intérieur d'une zone d'extension limitée de rayon inférieur à 50 km. En revanche, un seul point double suffirait pour transformer les coordonnées planimétriques GPS en coordonnées planimétriques locales et ce en résolvant le problème Inverse et Direct de la ligne géodésique (NABED A.N., GOURINE B., 2000).

3. Résultats et analyses

3.1 Résultats de la transformation

Dans ce qui suit, les résultats des transformations obtenus à l'aide du programme WGS84NS sont présentés par campagne :

Région d'Oran (projet cadastral)

Le tableau suivant illustre les différences en coordonnées géographiques GPS obtenues lors des campagnes (2003-1995) :

N° Point	$\Delta\lambda$ (m)	$\Delta\phi$ (m)	Δhe (m)
217	1.38	-1.85	-1.76
213	1.08	-1.79	-1.76
219	1.11	-1.85	-1.75
208	1.29	-2.01	-1.91
541	1.04	-1.92	-1.93
557	1.29	-2.02	-1.90
218	1.31	-2.04	-1.93
555	1.40	-2.05	-2.01
549	1.04	-1.58	-1.82

La précision moyenne de la transformation des nouvelles coordonnées dans le système local est de :

$$\Delta X_{\text{moy.}} = 0.030 \text{ m} \quad \text{et} \quad \Delta Y_{\text{moy.}} = 0.055 \text{ m}$$

Région de Mostaganem (projet routier) :

Le tableau ci-dessous illustre les différences en coordonnées GPS obtenues lors des campagnes (2003-2001) :

N° Point	$\Delta\lambda$ (m)	$\Delta\phi$ (m)	Δhe (m)
B1	0.016	0.17	-0.09
13	0.10	0.17	-0.09
15	0.10	0.17	-0.09
19	0.10	0.16	-0.10
21	-0.08	-0.121	-0.06
22	0.10	0.17	-0.09
30	0.10	0.17	-0.09
35	0.10	0.17	-0.37
39	0.10	0.17	-0.09
42	0.09	0.18	-0.09
47	0.11	0.17	-0.09
B8	-0.06	-0.26	0.20
T1	0.01	0.17	-0.09
500	-0.01	-0.11	0.05

Après la transformation des nouvelles coordonnées dans le système local, la précision moyenne obtenue est de : $\Delta X_{\text{moy.}} : 0.005\text{m}$ et $\Delta Y_{\text{moy.}} : 0.005\text{m}$

3.2 Analyse des résultats

L'analyse des différents résultats a montré que les coordonnées de chaque région uniformisée ont subi presque le même écart par rapport aux nouvelles coordonnées obtenues après rattachement. Ces écarts sont de même ordre de grandeur pour chaque région. Notons par ailleurs, que le projet réalisé dans la région de Mostaganem qui comporte des points

déterminés par le mode cinématique, les écarts sont moins importants que ceux de la région d'Oran. Ceci est dû essentiellement au choix du point de référence : le projet réalisé dans la région de Mostaganem a comme référence le point 305 (CNTS) qui appartient au réseau TYRGEONET, par contre, le point de référence du projet de la région d'Oran est le point 305 mais connu en anciennes coordonnées (avant le projet TYRGEONET). Les autres points étaient déterminés en absolu. Les écarts obtenus après traitement dans la région de Mostaganem sont de l'ordre centimétrique, alors que dans la région d'Oran sont de l'ordre métrique. Nous pouvons conclure que le choix de la référence joue un rôle essentiel dans la qualité des résultats.

Grâce à l'intégration des nouvelles lignes de base ayant servi au rattachement et au nouveau traitement des données du projet de Mostaganem, la précision des résultats s'est améliorée. En plus de l'intégration des nouvelles lignes de base, il est à noter que ce projet comporte des points observés en mode statique avec une précision meilleure que celle des points observés en mode cinématique. La méthodologie adoptée a permis de consolider ce projet.

Le rattachement des deux zones a permis d'assurer une précision homogène sur l'ensemble des points constituant les deux projets (Oran et Mostaganem). Concernant la transformation des coordonnées dans le système local, nous avons remarqué que les coordonnées obtenues dans la région de Mostaganem, lors de la transformation vers le Nord Sahara (système local) en 2003, sont presque identiques à celles transformées en 2001. Ceci, peut s'expliquer par l'ordre de grandeur des écarts obtenus entre ces coordonnées en WGS84 qui est de l'ordre millimétrique. Ceci est dû essentiellement à la bonne répartition des points d'appuis entourant le projet. Ce qui nous a permis de valider la méthode de transformation (2D) qui ne s'applique que dans une zone de rayon inférieur ou égal à 50 Km. L'étendue de la zone de travail influe sur les résultats de la transformation.

4. Recommandations

Les tests effectués ont porté sur l'uniformisation des campagnes GPS réalisées à Mostaganem et à Oran. Les discordances déterminées lors des traitements des observations GPS des deux zones sont dues essentiellement à la qualité des points d'appuis (qualité du système local). Pour une meilleure uniformisation des campagnes GPS effectuées sur

une grande étendue, nous recommandons les points suivants :

- Disponibilité des données et des résultats de traitement des campagnes réalisées antérieurement
- Conversion de tous les fichiers de données dans un format standard.
- Analyse des fichiers (détermination des points fixes (points de liaison), calcul des distances séparant les zones et identification des sessions d'observations).
- Planification de la mission (détermination des facteurs DOP et des fenêtres de visibilité à partir des fichiers Almanach, reconnaissance sur le terrain tenant compte de la matérialisation actuelle des points et de la contrainte des masques, etc., et calcul de la durée d'observation adéquate).
- Evaluation du matériel indispensable et du personnel nécessaire.
- Observation et rattachement des points d'appuis des campagnes GPS avec des points de référence connus, choix d'une stratégie d'observation soit par session avec des cotés homogènes ou par ligne de base).
- Traitement des observations (Intégration de tous les points géodésiques déterminés dans le cadre des projets nationaux et internationaux). Le traitement dépend du type des éphémérides et du mode de combinaison.
- Ajustement des nouvelles coordonnées des points d'appuis.
- Retraitement des campagnes.
- Analyse des résultats avec utilisation de points de contrôle.
- Transformation des coordonnées dans le système local, tenant compte de la configuration des points d'appuis et de leurs précisions dans le système local ainsi que de la qualité du point initial.

Le tableau ci - dessous illustre les différents modes de traitement recommandés par *Ashtech* (*Winprism*).

Mode de traitement	Description
L1	Utilisé pour le traitement des données L1 seulement.
L2	Pour des buts de recherche seulement (non recommandé).
L1C	Généralement utilisé sur très longues base où les ambiguïtés ne peuvent pas être fixées.
L1-L2	Pour la recherche seulement (non recommandé).
L1+L2	Pour la recherche seulement (non recommandé).
L1&L2	Généralement utilisées pour les courtes lignes de base où les perturbations ionosphérique ne changent pas significativement.
L1&L2C	Généralement utilisé pour les lignes de base de longueurs (>10 Km) où l'erreur ionosphérique est significative.
AUTO	Solution AUTOMATIQUE et dépend de la longueur de la ligne de base

5. Conclusion

Les travaux d'uniformisation et d'unification des campagnes GPS restent l'un des problèmes majeurs en Algérie. En effet, pour réaliser une telle opération, il faudrait avoir une couverture suffisante en points d'appui couvrant la partie nord du pays pour servir de zones à unifier. Cette méthode est pour le moment difficile à réaliser dans le sud du pays en raison de la faible densité des points de référence et de l'hétérogénéité des techniques de positionnement utilisées. Ce sont les principales causes des décalages et des discordances apparaissant lors d'un quelconque rattachement.

Le système GPS s'avère très rentable et efficace pour les travaux de rattachement et de densification. L'utilisation de cette technique pour des travaux de rattachement des campagnes GPS entre elles devient donc nécessaire mais insuffisante pour l'exploiter dans le système local à cause du manque de paramètres de transformation entre le système local et le système WGS84.

Afin de contourner tous ces inconvénients, les utilisateurs du GPS ont recours à des méthodes de transformation locales. En revanche, ces méthodes restent valables que pour des zones de dimensions réduites.

L'ordre de grandeur de la précision obtenue lors des rattachements des campagnes GPS est de l'ordre millimétrique (région de Mostaganem), cas où les points de référence sont déterminés par des méthodes précises, et métrique dans le cas où la précision des points de référence est faible.

Le mode d'observations GPS (statique, cinématique) influe aussi sur la précision de l'uniformisation. A partir des analyses faites précédemment sur les écarts obtenus entre les différentes campagnes, nous avons remarqué que dans le cas où le mode statique a été utilisé, la précision de l'uniformisation est homogène sur l'ensemble des zones à rattacher. Il est bien entendu que l'étendue de la zone ainsi que la répartition des points d'appui influent aussi sur la qualité de la précision.

Références

- Chorfa. B., Haddouf B. 2001: *Mise en place d'une méthodologie pour l'étude d'un projet de route par GPS*, Mémoire d'ingénieur, CNTS juillet 2001.
- Clifford J., 2001: *Grid and datums. Democratic and popular Republic of Algeria*.
- E. Groten, R. Straib, 1988 :*GPS-Techniques Applied to Geodesy and Surveying*.

- El-Kedrouci Kamel, Seddiki Yacine, 2002: *Guide GPS pour l'établissement des réseaux géodésiques*, mémoire d'ingénieur, CNTS.
- Ghali Manar , Messaoudi Hind : *Rattachement géodésique NORD-SUD à partir des sites Tyrgonnet en vue d'une densification*, mémoire d'ingénieur, CNTS juin 1999
- Leick .A .1990 :*GPS Satellite Surveying*, Wiley, New Work.
- Levallois J.J.: *Mesurer la terre, 300 ans de la géodésie française*.
- Milles Serge , Logofun Jean: *Topographie et Topométrie Moderne*.
- Nabed Abdelkader N. , Gourine Bachir, 2000: *2D transformation of GPS coordinates into national coordinates using Forward and Inverse problem of geodetic lines*. Communication presented in the Seminar "The Mediterranean Surveyor in the new Millennium" , Malta, September 2000, 18-21.
- Nabed Abdelkader Nadir, 1996: *Apport du GPS aux travaux cadastraux*, Thèse de magister en techniques spatiales, CNTS, mai 1996.
- Reyt A.: *Les principales étapes de la géodésie en Afrique du nord et leur incidence cartographique*.
- Zeggai Ali . 1992: *Etablissement d'un logiciel de transformation et de détermination de paramètres de passage entre référentiels*, mémoire d'ingénieur, CNTS juin 1992.