

Adjustement des données GPS et terrestre a l'aide du module SNAP de WINPRISM: Application cadastrale

Abdelkader Nadir NABED, Habib TAIBI et Hakim ZOUAHRA, Algérie

Key words: Ajustement Tridimensionnel, Données GPS, Données Terrestre, SNAP, Winprism.

RÉSUMÉ

L'ajustement combiné des données spatiales et terrestres représente un thème intéressant et complexe, préoccupant les géodésiens depuis l'apparition de la géodésie spatiale notamment le positionnement par GPS. Bien que la performance du système GPS soit évidente et approuvée de nos jours, son résultat est rarement sous la forme souhaité par l'utilisateur local, cet utilisateur souvent confronté aux contraintes liées à la distorsion du système local et à un héritage géodésique et cadastral qui doit être maintenu. Une réflexion sur l'idée de développer une stratégie d'ajustement tridimensionnel combiné des données GPS et terrestres au moyen du module d'ajustement SNAP de Winprism, caractérise une investigation très intéressante pour la prise de décision dans l'avenir. Les données originales terrestres disponibles (angles horizontaux, distances) utilisés sont celle de la triangulation cadastrale de la ville d'Oran (Ouest de l'Algérie) et consolidés par quelques nouvelles lignes de bases GPS. Les résultats obtenus après un ajustement combiné sont des observations et des coordonnées ajustées et exprimées dans le système local (ellipsoïde Clarcke 1880). La précision et l'exactitude des résultats préliminaires sont tolérables pour les besoins du cadastre.

SUMMARY

Combined adjustment of GPS and conventional data is not a simple task to do. It represents an interesting and complicated problem that preoccupy geodetists since apparition of spatial geodesy such positioning by GPS. Now, with GPS technique we can achieve best results, but rarely in the form needed by local surveyor. This surveyor often confronted to constraints related to distortions of local system. Moreover, the important classical geodetic and cadastral heritage must be maintained when using GPS method. Idea of the paper is to develop an adjustment strategy of combined GPS and terrestrial data simultaneously in three-dimensional adjustment using SNAP module of Winprism package. This reflection characterise an interesting investigation in the future in order to make decision. We have used original data (horizontal angles, distances) of cadastral network of Oran city localised in west of Algeria and some new GPS baselines. The results after combined adjustment are the adjusted observations and coordinates expressed into local ellipsoid (Clarcke 1880). The Precision and accuracy of preliminary results remains sufficient for cadastral purposes.

Adjustement des données GPS et terrestre a l'aide du module SNAP de WINPRISM: Application cadastrale

Abdelkader Nadir NABED, Habib TAIBI et Hakim ZOUAHRA, Algérie

1. INTRODUCTION

Traditionnellement, les réseaux géodésiques sont réalisés par procédé de triangulation (mesure d'angles et de distances). Ils sont mis en place progressivement à partir de points connus fournissant une homogénéité très satisfaisante dans une région bien déterminée. En géodésie spatiale, les mesures entre les stations se font à partir d'objets connus dans l'espace, vu la relation physique qui existe entre les stations et ces objets observés (quasars, étoiles, satellites, ...ect). Notons que les techniques classiques de géodésie ont subi de profonds changements et plus particulièrement depuis la mise en service du système de positionnement GPS. Ces changements sont plus visibles actuellement, étant donné que l'ensemble des travaux topographiques sont exécutés aisément à l'aide de ce système ; Mais la question qui se pose :Est-ce que ces changements caractérisent une révolution ou évolution?.

Plusieurs raisons nous incitent à combiner les mesures GPS aux mesures traditionnelles, citons:

- Une mesure GPS dans certaines circonstances ne peut remplacer économiquement les mesures traditionnelles
- Les mesures GPS sont possibles seulement en terrain découvert, donc pas nécessairement ou les points sont requis
- Les rattachements au réseau national se font à partir des mesures de directions et de distances
- Les mesures effectuées dans le passé constituent un capital qui ne doit pas être oublié ou perdu
- La précision des mesures GPS est essentiellement relative, il faut donc continuer à concevoir des réseaux.

Ces raisons sont suffisantes pour réfléchir à proposer une stratégie d'ajustement combiné des mesures GPS avec des mesures conventionnelles (terrestre). Mais, il ne semble pas raisonnable d'abandonner les logiciels complexes qui sont à notre disposition pour commencer à écrire de nouveaux programmes d'ajustement combiné de mesures GPS et classiques. Par conséquent, le présent travail est basé essentiellement sur le module d'ajustement SNAP (Survey Adjustment Network Package) de Winprism version 2.10.

2. DESCRIPTION DU LOGICIEL SNAP

Winprism utilise le même processus de traitement et d'ajustement des données GPS que d'autres logiciels équivalents, il est caractérisé par ce qui suit:

- En général les solutions sont basées sur le principe de minimum de contraintes; les coordonnées d'une station dans le réseau (ou d'une ligne de base) étant défini fixe

- Les résultats sont sous forme, soit en coordonnées à trois dimensions dans le système cartésien (X,Y,Z), soit en coordonnées géographiques (λ, φ, h) rapporté au même système
- Les coordonnées résultantes sont référencées par rapport au système de référence WGS84 (au même niveau de précision que celui défini pour la station fixe)
- Winprism exécute la combinaison des différentes solutions de ligne de base (ou multilignes de base) dans un réseau GPS. Car il y a des redondances dans les observations GPS (par exemple, des occupations multiples de station, des observations répétées de ligne de base, ...etc), la meilleure manière d'obtenir une solution optimale des coordonnées est de combiner les différents résultats issus du traitement GPS (y compris la matrice variance-covariance associée) dans un programme d'ajustement et d'analyse de réseau
- Le module SNAP permet de combiner les observations terrestres (directions, distances, angles horizontaux et verticaux et différences d'altitudes) avec la solution GPS
- Combinaison des coordonnées locales de la station de référence dans l'ajustement de réseau GPS pour le rattachement de la solution GPS (exprimée dans le système WGS84) au système géodésique national. Ceci nécessite la disponibilité des paramètres de transformation entre le système GPS et le système géodésique national
- Conversion des hauteurs ellipsoïdiques GPS en hauteurs orthométriques par l'introduction d'informations relatives aux hauteurs du géoïde pour certaines ou toutes les stations observées
- Présentation des résultats sous forme de listes de coordonnées avec les résidus, de diagrammes de réseau avec ellipses d'erreurs, ...etc.

En plus, le module SNAP d'Ashtech fournit un ajustement rigoureux, ainsi une interface graphique simple à manipuler, dont plusieurs options d'ajustement sont possibles. En général SNAP permet:

- d'exécuter un pré-ajustement et à l'aide de la fonction ANALYSE et faire un vérification du réseau GPS (VERIFY NETWORK)
- d'exécuter un ajustement des vecteurs GPS et/ou des observations terrestres
- d'exécuter l'ajustement sur divers ellipsoïdes/datums
- de calculer automatiquement les ondulations du géoïde pendant l'importation des données ou après l'ajustement de réseau
- d'Analyser graphiquement la qualité d'ajustement, identifier et résoudre facilement les problèmes «the Blunders»
- de créer un rapport d'ajustement global, contenant les informations d'ajustement les plus importantes
- d'exécuter à partir du module ANALYSE la fonction calcul de fermeture de boucle.

2.1 Options d'Ajustement du module SNAP

Dans ce qui suit, est décrit les différents types d'ajustement de réseau qu'offre le module SNAP, à savoir:

2.1.1 Ajustement Rapide « Rapid »

Cette option permet de faire un ajustement libre d'un réseau GPS. L'ajustement RAPID peut fournir des coordonnées ajustées préliminaires très précises si les observations ont été collectées soigneusement en positionnement relatif. L'ajustement rapide est généralement utilisé pour:

- Contrôler la qualité des observations GPS après traitement.
- Utiliser les coordonnées ajustées comme données d'entrée dans un ajustement STANDARD ou ENHANCED.

2.1.2 Ajustement Standard « Standard »

Cette option effectue un ajustement complet de réseau GPS déjà ajusté en utilisant l'option rapide. Il permet également des ajustements dans différents systèmes locaux. L'ajustement STANDARD peut fournir des coordonnées ajustées très précises si les observations ont été collectées soigneusement en positionnement relatif.

2.1.3 Ajustement Terrestre « Terrestrial »

Cette option permet des ajustements tridimensionnels de réseaux terrestres. L'ajustement TERRESTRIAL utilise divers types d'observations terrestres (distances, angles horizontaux et verticaux et des différences d'altitude,...etc). L'ajustement TERRESTRE peut également être utilisé pour ajuster et/ou analyser les observations conventionnelles d'un réseau avant d'exécuter l'ajustement ENHANCED.

2.1.4 Ajustement Combiné « Enhanced »

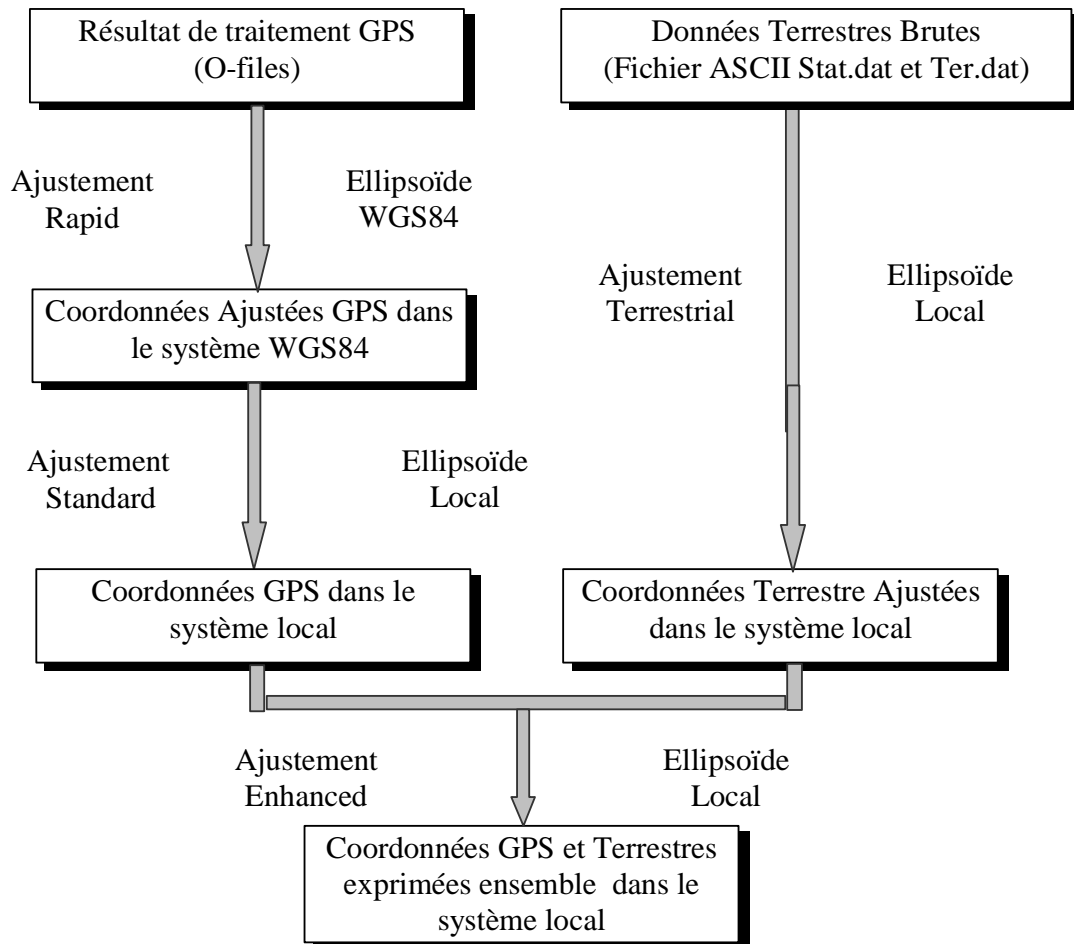
Cette option permet d'exécuter un ajustement combiné dans le système WGS84 et dans n'importe quel système local. L'ajustement ENHANCED peut ne pas nécessairement fournir les meilleurs résultats possibles, à cause de la qualité non homogénéité des observations dans les divers groupes de données. L'ajustement ENHANCED est utile quand :

- la méthode GPS est utilisée pour densifier un réseau terrestre
- des observations terrestres et/ou une partie du réseau ou un cheminement ou le réseau entier sont rattachés à un réseau GPS
- des observations classiques (angles, distances) sont utilisées pour consolider la géométrie d'un réseau GPS

3. PROCESSUS D'EXECUTION D'UN AJUSTEMENT COMBINE

En première étape il est nécessaire d'ajuster les réseaux GPS et terrestres séparément. Ces ajustements préliminaires doivent être exécutés avec le plus grand soin possible afin de filtrer les mauvaises observations GPS et terrestre. Dans le cas où il existerait d'observations GPS ou terrestres suspectes, on doit décider soit de retraiter soit de réobservé par GPS ces points. Une fois la qualité des observations GPS et terrestres deviennent meilleures, on procède à un

ajustement combiné. Dans ce qui suit est décrit un organigramme mentionnant les étapes nécessaires de l'ajustement combiné tout en spécifiant à chaque étape les options à utiliser.



4. APPLICATION CADASTRALE

4.1 Description des données disponibles

4.1.1 Données terrestres

Les données terrestres disponibles relatives à la triangulation cadastrale de la ville d'Oran, comportant les coordonnées approchées et définitives, les observations brutes (angles et distances) et les écarts types associés, Il est à noter que cette dernière a été mise en place en 1988 par les ingénieurs du cadastre d'Oran et compensée au niveau du laboratoire de géodésie. Les figures suivantes illustrent la répartition géographique des points du réseau Cadastral à compenser dans un ajustement combiné.

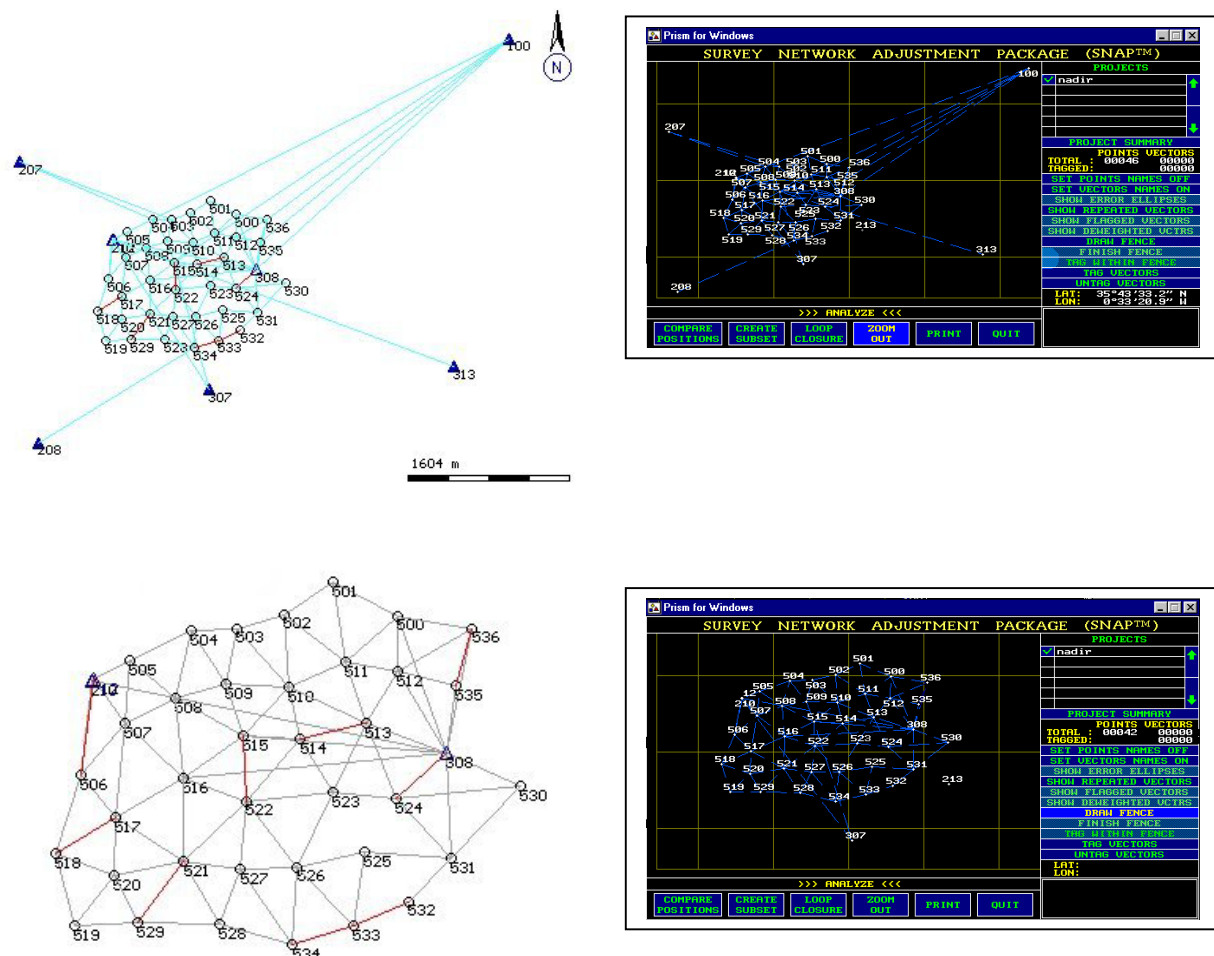
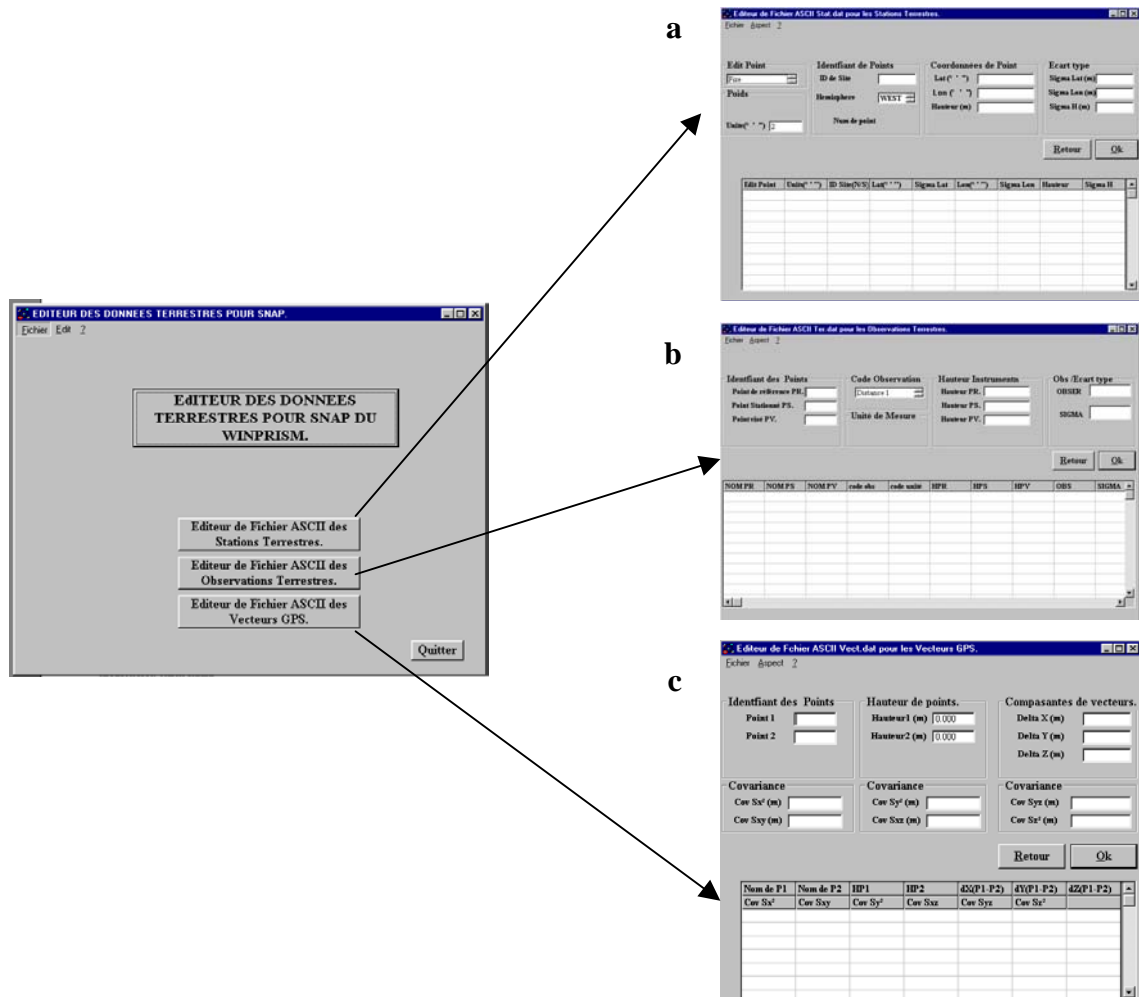


Figure 1: Réseau cadastral de la ville d'Oran

Editeur de données terrestres:

Afin de faciliter l'introduction des données terrestres dans SNAP en respectant les différents formats exigés, un programme nommé Editeur de Données Terrestres (réalisé dans le cadre de ce travail) a été développé en langage Visuel Basic. Il comporte trois éditeurs :



- Editeur des Stations Terrestres (λ , ϕ , h) permettant d'avoir un fichier ASCII (Stat.dat).
- Editeur des Observations Terrestres (angles et distances, ...ect) fournissant un fichier ASCII (Ter.dat).
- Editeur des Données de Vecteurs GPS (composantes et poids) permettant d'avoir un fichier ASCII (Vec.dat).

Avant d'effectuer un ajustement terrestre, les deux fichiers ASCII (Stat.dat) et (Ter.dat) doivent être chargés dans le projet d'ajustement. Le troisième fichier (Vec.dat), il est utile dans le cas où on veut intégrer des résultats GPS issus de différents logiciels de traitement tel que SKI-Pro de Leica, GPSurvey de Trimble ou autre dans le module SNAP.

4.1.2 Données GPS

L'acquisition des données GPS nécessite en général les trois étapes suivantes :

- Reconnaissance et planification de la mission GPS.
- Stratégie d'observation et choix du matériel à utiliser.
- Transfert des données et pré-traitement.

L'acquisition des données GPS a nécessité une campagne d'observation GPS sur quelques points appartenant au réseau décrit précédemment. La phase préparation et planification de la mission a été soigneusement préparée, en particulier la phase reconnaissance des points à observer par GPS. Ces points ont été sélectionnés de telle sorte qu'on peut effectuer les tâches offertes par l'option d'ajustement ENHANCED.

Cette présente recherche est faite en parallèle avec " Unification des campagnes GPS dans l'Ouest de l'Algérie". Pour cela, deux campagnes d'observations GPS ont été planifiées par le laboratoire de géodésie dans les trois régions Arzew, Mostaganem et Oran pendant les jours 08 et 12 mai 2003.

1^{ère} campagne GPS

La première campagne a été effectuée le 08 mai 2003 ; 4 récepteurs bifréquences de type Ashtech Z-12 dont trois ont été utilisé simultanément pendant trois sessions d'observation en mode statique et le quatrième récepteur a servi comme secours (en cas de panne d'un récepteur). Les points observés pendant cette première campagne sont illustrés dans la figure 2 ; dans le tableau 1 sont présentés, les sessions d'observations, les triangles observés et la durée de l'observation.

Session	Triangles Observés	Durée d'observation
A	305-235bis- B1	1 heure
B	305-235Bis-218	1 heure
C	305-235Bis-208	1 heure

Tableau 1: Sessions d'observation

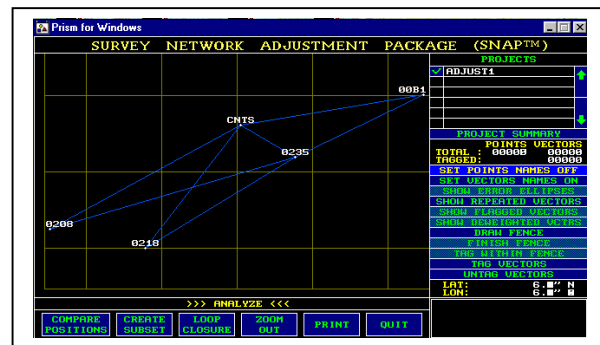


Figure 2: Réseau GPS de base

Les paramètres d'observation utilisés pendant la campagne sont :

- Mode d'observation statique relative.
- Angle d'élévation 15°.
- La cadence d'enregistrement est de 15 secondes.
- La durée d'observation : en moyenne 1 heure.
- Paramètres météo pris par défaut.

- Mesure de hauteur d'antenne effectuée sur chaque site avant et après l'observation.

Il est à noter que la station 305 situé au CNTS, a fait l'objet de mesures en continue durant toute la mission. La station 235bis a été stationnée en trois sessions différentes, en suivant un planning établi au préalable. Tous les points choisis ont un accès facile et parfaitement identifiables. Un pré-traitement de la campagne a été fait et dont les résultats sont concluants.

2^{ème} campagne:

Une deuxième campagne a été organisée le 12 mai 2003 en utilisant le même matériel et le même mode d'observation, seulement cette fois-ci on a travaillé sur une seule session composée de trois points. L'identification des points de la triangulation cadastrale lors de la reconnaissance se faisait en collaboration avec les ingénieurs de l'Agence Régionale du Cadastre (A.R.C) d'Oran. Il a été décidé à observer seulement deux points (507,517) de la triangulation cadastrale et de rajouter les préalables observations GPS réalisées par l'équipe chargée des missions GPS de l'ARC d'Oran. Il s'agit des points suivants:

Point 534 : Ancien point de la triangulation cadastrale observé par GPS.

Points (555, 557): Nouveaux points de la triangulation cadastrale, servant de base pour le projet de la stéréo-préparation observé par GPS.

Points (541,549): Nouveau point de l'extension de la triangulation cadastrale, observé par GPS.

Dans le tableau 2, sont présentés, la session d'observation, le triangle observé et la durée de l'observation. Il est à noter que les mêmes paramètres utilisés dans la première campagne ont été utilisés dans cette campagne ainsi que les mêmes étapes de traitement.

Session	Triangle observé	Durée d'observation
A	305-507-517	1 h 30 min

Tableau 2: Session d'observation

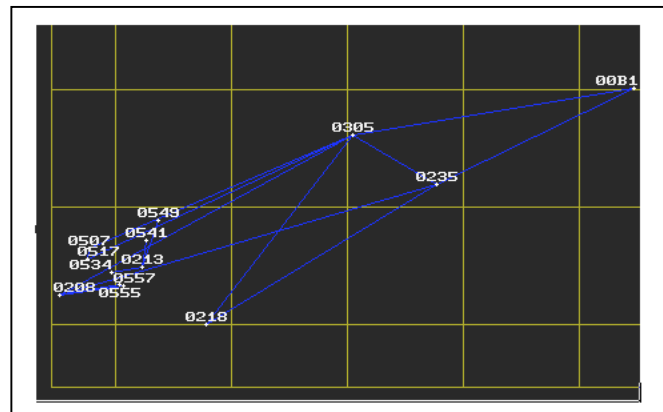


Figure 3: Réseau GPS Final introduit dans l'ajustement

4.2 Ajustements et analyses

4.2.1 Ajustement du réseau GPS (Option Rapid et Standard)

Afin de répondre aux exigences de la méthodologie adoptée pour effectuer un ajustement combiné des données GPS et terrestre et par commodité des données disponibles ; un ensemble de points (points d'appui et cadastraux) ont été choisis pour l'observation par GPS.

Les fichiers (O-files), résultats issues du traitement des données de ce réseau ont été importés dans un projet d'ajustement du module SNAP, ce qui a permis d'effectuer un ajustement de réseau GPS en utilisant l'option d'ajustement RAPID. En fixant les coordonnées du point 305, les résultats obtenus sont les coordonnées GPS (λ, ϕ, h) exprimées dans le système WGS84. L'objectif de ce premier ajustement est de fournir des coordonnées GPS connues dans le système WGS84, qui seront réajustées dans un nouveau projet en utilisant l'option d'ajustement STANDARD mais en choisissant l'ellipsoïde Clarke 1880.

Les points 208, 213 (points appartenant au réseau national et connu en coordonnées GPS) et le point 305 ont été pris comme des points de références tout en fixant leur coordonnées (λ, ϕ, H_{ortho}) dans le système local. Finalement, on obtient des coordonnées GPS (λ, ϕ, H_{ortho}) exprimées dans le système local. Notant ici que les hauteurs orthométriques obtenues ont été calculées avant d'effectuer l'ajustement Standard à partir du modèle de géoïde OSU91A, intégré dans le module SNAP.

Après analyse du premier projet (Ajustement Rapide des données GPS dans le système WGS84), la variance est proche de 1 (≈ 1.22), le test du *Khi2* est positif et aucune observation n'a été signalée par le test de *Tau* comme étant observation suspecte. Le test de *Tau* contrôle si les résidus normalisés répondent aux critères de *Tau*, s'il sont hors tolérance, l'observation est signalée par un astérisque (*) comme une mauvaise observation. Dans notre cas, les valeurs des résidus normalisés sont inférieures à 3 et le ppm (Part Per Million) pour la ligne de base (507-517) est sensiblement grand ; ceci est dû aux longueurs des lignes de bases du réseau qui ne sont pas du même ordre de grandeur. Le test de Goodness of Fit est négatif, probablement dû aux non-redondance des données, mais ça ne signifie pas que l'ajustement est mauvais.

L'analyse du deuxième ajustement (Ajustement Standard des données GPS dans le système local) indique que la variance est sensiblement plus importante (≈ 1.42) et le test du *khi2* est positif. Les observations présentant des anomalies sont marquées par un astérisque (*), d'une part, ceci est dû au fait qu'on a ajouté des lignes de base dans le réseau et d'autre part, l'existence de distorsions dans le système local.

4.2.2 Ajustement des données terrestres (Option Terrestrial)

Les observations terrestres (angles, distances) et les coordonnées des points approchées de la triangulation cadastrale ont été saisies en utilisant l'éditeur des données terrestres ; ce qui permet d'avoir deux fichiers ASCII : fichier observations terrestres (Ter.dat) et fichier station

(Stat.dat) ; le premier fichier comprend des angles horizontaux et quelques distances, notant ici que ce type de fichier peut contenir aussi d'autres types d'observations (angles verticaux, différence de hauteur...etc.) ; le deuxième fichier contient les coordonnées géographiques approchées (λ, ϕ, H_{ortho}) de tous les points du réseau. Ces deux fichiers seront chargés dans un projet d'ajustement du module SNAP afin d'effectuer l'ajustement terrestre. L'option d'ajustement utilisée dans ce cas est TERRESTRIAL ; En choisissant l'ellipsoïde Clarcke 1880 sur lequel les coordonnées seront ajustées et en fixant les coordonnées des points d'appui et les deux types d'observations : angle horizontal et distance seulement (ce choix justifie les non-disponibilité des données verticales) ; le résultat obtenu est sous forme d'observations et coordonnées ajustées dans le système local (ellipsoïde Clarcke 1880).

Après analyse du troisième projet (Ajustement des données terrestres dans le système local), il est indiqué que les observations qui ont un lien avec le point 12 (point appartenant au canevas cadastral) ont été signalées comme observations suspectes étant donné que leurs résidus normalisés respectifs dépassent la valeur 3 ; Car ce point a été déterminé par «excentrement» et avec un matériel différent de celui qui a été utilisé pour les autres points ; le point 12 et quelques distances ont été éliminées de l'ajustement final.

Après cela, la variance devienne alors proche de 1 (≈ 0.98) et le test du khi2 est positif. Le ppm est sensiblement grand pour quelques distances, nous pensons que ceci provient du fait que les distances introduites sont des distances réduites au plan, par contre SNAP requiert des distances brutes, ce qui signifie que le programme a procédé à la réduction d'observations déjà réduites.

4.2.3 Ajustement combiné (Option Enhanced)

Les coordonnées et les observations ajustées dans les deux précédents ajustements (Standard et Terrestre), seront introduites comme observations et coordonnées approchées dans un projet final d'ajustement combiné. Les points appartenant au réseau GPS et au réseau classique simultanément ont deux coordonnées différentes, les coordonnées prises dans cet ajustement sont celles du réseau GPS. Dans ce cas l'option d'ajustement utilisé est ENHANCED ; les points qui ont été pris comme références restent toujours fixes et l'ellipsoïde Clarcke 1880 est l'ellipsoïde sur lequel les coordonnées seront ajustées. Finalement, on obtient des coordonnées GPS et terrestres exprimées ensemble dans le système local.

La remarque la plus importante constatée après analyse du projet d'ajustement ENHANCED (Ajustement combiné des données GPS et terrestres dans le système local), est que les grandes valeurs des résidus dans les observations commencent à diminuer, par conséquent l'option ENHANCED améliore la qualité globale de l'ajustement final.

Les écarts types des coordonnées ajustées fournissent une indication sur la précision de ces coordonnées. Les coordonnées GPS ajustées dans le système local ont une précision qui varie de 1 à 9 cm en latitude, de 1 à 24 cm en longitude et de 1 à 15 cm en altitude. La précision des coordonnées terrestres exprimées dans le système local n'est pas homogène. Les coordonnées

des points d'appui appartenant au premier et deuxième ordre ont une précision qui s'étale de 46cm à 66 cm en latitude et de 78 cm à 91 cm en longitude, par contre les coordonnées de la triangulation cadastrale ont une précision entre 15 et 20 cm en latitude et entre 15 et 18 cm en longitude.

Pour les hauteurs orthométriques la précision est 96 cm ; ceci est dû aux non-disponibilité des observations «verticales» (angles verticaux et différence de hauteur) et les hauteurs orthométriques des points d'appui.

Ces remarques nous ont obligé de fixer les hauteurs dans l'ajustement combiné. Pour les deux autres coordonnées l'intervalle de précision pour les coordonnées GPS est réduit à [1,4] cm en latitude et [3,14] cm en longitude, bien que l'intervalle de précision des coordonnées terrestres devient [24,34] cm ; Car les points d'appui terrestres ont été pris fixes dans ce cas.

A priori, l'interprétation de ces résultats n'est pas facile, puisqu'ils sont influencés par plusieurs paramètres, à savoir :

- Les coordonnées terrestres brutes introduites sont à l'origine des coordonnées planes converties en coordonnées géographiques.
- L'absence des données verticales et hauteurs orthométriques de quelques points influent sur les résultats car SNAP effectue un ajustement tridimensionnel.
- L'ajustement tridimensionnel est influencé par l'hétérogénéité des types de mesure.
- La discordance dans le réseau local provoque des distorsions dans l'ajustement.
- Les paramètres de transformation utilisés par SNAP pour chaque ajustement pose un problème de l'uniformité de ces paramètres.
- Les hauteurs orthométriques GPS sont calculées à partir de modèle de géoïde global.
- La notion du système Nord Sahara 1959 n'est pas prise en considération par le logiciel, c'est les paramètres de l'ellipsoïde Clarcke 1880 qui sont intégrés.

5. CONCLUSION

L'idée de combiner des données terrestres avec des données spatiales caractérise l'un des aspects géodésiques les plus intéressants et à la fois très complexes. Dès le début de la géodésie spatiale et l'avènement du système de positionnement GPS, les géodésiens sont souvent confrontés aux problèmes de l'hétérogénéité de ces deux types de données à plusieurs niveaux ; le premier type impose son existence comme une base fondamentale pour les travaux de géodésie et de topographie et considéré comme un héritage qui ne doit pas être délaissé, l'autre se caractérise par sa performance et sa globalité.

En général, le traitement et l'ajustement des mesures GPS sont assez simple, du moment que les observations ont été collectées soigneusement, par contre l'ajustement combiné des données GPS et terrestre engendre des problèmes dus à la distorsion du système local.

Dans ce contexte, l'idée de réfléchir sur le problème relatif à la combinaison de données GPS et terrestre d'une part et de se familiariser avec les différentes options d'ajustement qu'offre le module SNAP de Winprism d'autre part, a permis de dégager un processus d'ajustement

combiné. Les données disponibles sont celles de la triangulation cadastrale de la ville d'Oran, consolider par quelques lignes de base GPS, bien que ces dernières présentent une insuffisance dans l'ensemble, elles peuvent être utilisées comme des données à introduire dans le logiciel SNAP et d'effectuer les différents ajustements.

Les résultats préliminaires des ajustements obtenus sont présentés sous la forme de coordonnées et observations ajustées. Bien que SNAP ait effectué l'ajustement combiné et la vérification des données ainsi que les tests statistiques qui sont positifs ; l'analyse de la précision et de l'exactitude des points ajustés incite certaines interrogations entourant les problèmes classiques liés à la géodésie locale (distorsion provoquée par le système local, méconnaissance des paramètres de transformation), cette exactitude qui dépend essentiellement des données disponibles, des besoins de l'utilisateur et de l'objectif souhaité.

En inspectant les résultats obtenus, on note que les tests statistiques sont positifs ; la précision des points est de l'ordre de quelques centimètres pour les points GPS et de quelques dizaines de centimètres pour les points terrestres, il est prévu d'observer par GPS les points d'appui présentant un grand écart afin d'avoir une précision meilleure que celle qui a été obtenue.

Pour atteindre un bon ajustement combiné des données GPS et terrestres, il s'avère capital de détecter et de minimiser les erreurs présentes dans le réseau national, puis introduire si possible des corrections dans le logiciel (par exemple, ajouter des corrections de l'ondulation du géoïde sur les hauteurs orthométriques) afin d'utiliser d'une façon optimale le module SNAP de Winprism.

REFERENCES

- AARIZOU.M, 1984: Stratégie d'Utilisation des Données Doppler en Géodésie : Combinaison de la Géodésie Terrestre et Spatiale, Mémoire d'ingénieur. ENSG - juin 1984.
- BELBEY. A., 1997 : Méthodologie de Traitement et d'Intégration des Observations GPS dans une Compensation Tridimensionnelle, Mémoire d'ingénieur. CNTS - Juin 1997.
- BONNEL.THOMAS, 1999 : Combinaison de Jeux de Coordonnées de Stations Terrestres en Norme L1. Mémoire d'ingénieur. ESGT - Juillet 1999.
- CAROSIO.A. : Intégration de Mesures GPS dans les Réseaux Terrestres avec LTOP. Extrait d'un cours sur GPS.
- CHERIGUENE.N. , 1989: Transformation entre Système de Référence Géodésique. Mémoire d'ingénieur. CNTS-Juin 1989.
- DUQUENNE.F. : Les Techniques de Positionnement Précis par GPS.
- DUQUENNE.F. ,1979: Activités de L'IGN dans le Domaine de la Géodésie Doppler Sur Satellite. Présentée à la 2^{ème} conférence cartographique des nations unies à Mexico. Septembre-1979.
- LEICK. Alfred,1990: GPS Satellite Surveying. Wiley, New Work.1990.
- NABED.A.N. ,1996: Apport de GPS Aux Travaux Cadastraux. Thèse de magister en techniques spatiales. CNTS-Mai1996.

TEFALI.A. ,1996 :Compensation d'un Réseau Géodésique par le Modèle Tridimensionnel.
Mémoire d'ingénieur. CNTS-Juin 1996.
USER's guide. Manuel de l'Utilisation de Module SNAP de WinPrism.

Site Internet : <http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/>
The University Of New South Wales.Sydney.Australia.
Satellite Navigation And Positioning. document publié sur Internet. Mai1999.
<http://www.esgt.cnam/>

NOTES BIOGRAPHIQUES

Mr. Abdelkader Nadir NABED, He works as researcher in the geodetic laboratory of National Center of Spatial techniques (CNTS –Arzew –Algeria), has his post-graduate Magister diploma in Geodetic Sciences since 1996, he have presented his research about GPS Techniques and Cadastre. The main tasks of his actual research is articulated on positioning by GPS techniques for large scale applications (cadastre, road survey, auscultation, etc...) on methods of observations (Static, Rapid Static, Kinematic, OTF technique, ...), on treatments of GPS data, and on problem of transformation from GPS coordinates into national coordinates. He teach GPS courses for engineer and Magister students since 1996.

Mr. Habib TAIBI, has his Magister diploma in geodesy since 2000. He works at the National Center of Spatial Techniques (CNTS - Arzew- Algeria) as researcher to the laboratory of geodesy. Except the teaching that he dispenses in the CNTS since 1988. His main activity is in geodesy, particularly in geodetic network processing and adjustment, in GPS and auscultation, in signal processing using wavelet transformation (satellite imagery domain) and in the VLBI for cycle slip detection.

Mr. Hakim ZOUAHRA, Student engineer has his diploma in geodetic science in July 2003. The topic of his works was about combination of GPS and terrestrial data in three-dimensional adjustment using SNAP software.

CONTACT

Abdelkader Nadir Nabed
National Center of Spatial Techniques, Laboratory of Geodesy
1 Avenue de la Palestine BP 13
Arzew - 31200
ALGERIA
Tel. + 213 41 47 22 17
Fax + 213 41 47 36 65
Email: nabedn@cnts.dz