

**République Tunisienne
Ministère de l'Équipement, de l'Habitat
et de l'Aménagement du Territoire
Office de la Topographie et de la Cartographie**

LES APPLICATIONS DU POSITIONNEMENT

SPATIAL A L'OTC

(1982-2004)

Présentée

Au

**Colloque Scientifique International
Sur les Techniques Spatiales de Positionnement
Tunis, 25-26 juin 2004**

**Abdelmajid BEN HADJ SALEM
Ing. en Chef
Juin 2004**

LES APPLICATIONS DU POSITIONNEMENT SPATIAL A L'OTC : 1982-2004

Abdelmajid BEN HADJ SALEM, Ing. en Chef

**Office de Topographie et de la Cartographie
BP 156, 1080 Tunis-Cedex
Tél : (216) 71 808 874 – Fax : (216) 71 797 759
Email : abenhadjsalem@gmail.com**

1. Introduction

L'histoire de positionnement spatial avait commencé avec l'observation par l'homme des étoiles et des astres. Les principales étapes sont :

- la photographie des étoiles (1946),
- les tirs de Laser sur les satellites réflecteurs,
- les satellites Doppler (système NNSS ou TRANSIT),
- les satellites GPS et GLONASS,
- les satellites GALILEO (2008).

L'utilisation des techniques spatiales de positionnement à l'Office de la Topographie et de la Cartographie (OTC) remontent au début des années 80 par l'observation de cinq points Doppler du Réseau Géodésique Primordial Tunisien [1].

L'objet de cette communication est de relater les différentes campagnes de mesures par les techniques spatiales de positionnement comme le Doppler et le GPS depuis 1982 à nos jours.

2. La Technique Doppler (1982)

2.1.Principe de la Technique Doppler

Le principe du positionnement par Doppler est le suivant : le satellite Doppler émet une onde radio de fréquence f_s , celle-ci est reçue par le récepteur géodésique en un point terrestre à une fréquence f_D affectée par le décalage Doppler Δf dû au mouvement relatif du satellite par rapport à la station terrestre. L'expression de f_D est :

$$f_D = f_s - \Delta f$$

Le récepteur génère une fréquence stable f_R légèrement supérieure à f_D et réalise une fréquence de battement $f_R - f_D$ qui est intégrée entre deux instants t_1 et t_2 . Le récepteur mesure les temps t_1 et t_2 ainsi que le nombre de cycles intégrés N par :

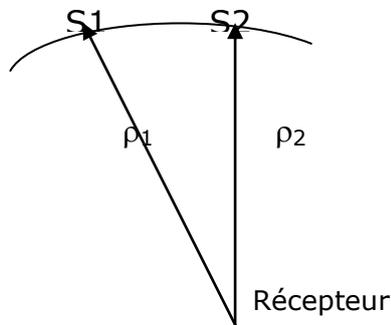
$$N = \int_{t_1}^{t_2} (f_R - f_D) dt$$

La théorie de l'effet Doppler montre que le décalage a pour expression :

$$\Delta f = f_S \cdot \frac{1}{c} \cdot \frac{d\rho}{dt}$$

où c est la vitesse de la lumière, ρ est la distance géométrique récepteur - satellite. D'où l'équation de base :

$$N = (f_R - f_S)(t_2 - t_1) + \frac{f_S}{c} |\rho(t_1) - \rho(t_2)|$$



2.2. Les Observations

Dans le cadre des travaux de revalorisation de la géodésie tunisienne, l'OTC a fait appel à la technique Doppler pour déterminer les coordonnées géocentriques (X, Y, Z) de cinq points du Réseau Géodésique Primordial Tunisien.

Les observations ont été faites à l'aide de cinq récepteurs JMR du 19 août au 3 septembre 1982 aux points de Jebel Hamid, Bou Rebeh, Jebel Semmama, Ain Abdour et Hinchir Hajar. Le mode de traitement des observations a été fait par la méthode des arcs courts.

Ces observations ont été par la suite calculées avec les éphémérides précises et ce dans le cadre du projet ADOS (Levés de l'Afrique par la méthode Doppler).

3. La Technique GPS (1986-)

3.1. Le Principe

Le système de positionnement global (Global Positioning System GPS), appelé aussi NAVSTAR (Navigation System by Timing And Ranging), est un système de navigation par repérage du temps et mesurages des distances, et c'est un système mondial de positionnement par satellites conçu et mis en service par le

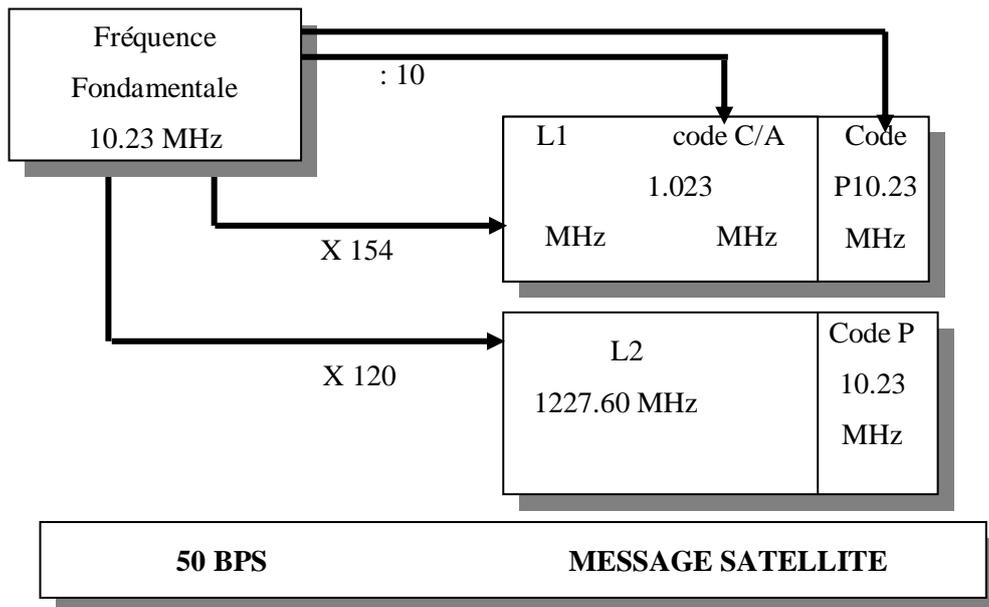
Département Américain de la Défense (DoD). Il détermine la position de points au sol équipés de récepteurs enregistrant des mesures d'origine satellitaire.

Il a été développé en vue du remplacement du système de positionnement TRANSIT(Doppler) qui présentait deux défauts importants :

- une couverture satellitaire insuffisante,
- une faible précision en navigation.

Les satellites sont répartis sur 6 plans orbitaux, ayant tous une inclinaison d'environ 55° sur l'équateur. L'orbite des satellites est quasi-circulaire, leur altitude est d'environ 20 000 km et leur période d'environ 12 heures.

Les satellites émettent des signaux qui sont reçus, interprétés par des récepteurs au sol. A partir d'une fréquence fondamentale (10.23 MHz), l'émetteur génère deux ondes L1 et L2 de fréquence respective 1575.42 MHz et 1227.60 MHz.



3.2. Les Travaux de la Cartographie 1/50000 de la Région Centrale de Tunisie(1990)

Dans le cadre du Projet de coopération tuniso-japonais de la cartographie 1/50000 de la Région Centrale de la Tunisie, des travaux de levés de GPS de 11 points ont été effectués dans la période du 8 janvier au 26 février 1990 à l'aide de récepteurs bi-fréquence de l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA). Des techniciens et ingénieurs de l'OTC ont participé à ces travaux. Ces points ont servi pour l'aérotriangulation [2].

3.3. Les Travaux de mise en place d'un Réseau de Contrôle du Projet de la Station Géodynamique à Médénine (1996)

Dans le cadre du projet Tuniso-Polonais pour la mise en place d'une station Géodynamique commune de tirs Laser sur satellites, au sud dans la région de Médénine, une campagne GPS a été effectuée durant la période 19 juin au 3 juillet 1996 utilisant 4 récepteurs géodésiques bi-fréquences du Centre de Recherches Spatiales de l'Académie Polonaise des Sciences avec la participation des techniciens et ingénieurs de l'OTC. 21 points géodésiques ont été rattachés au système ITRF93(WGS84).

Les calculs ont été faits en utilisant un logiciel commercial GPSurvey de Trimble et le logiciel scientifique Bernese Software v4.0. Les résultats ont été concluants [3].

3.4. Les Travaux de mise en place du Réseau Géodésique GPS Tunisien de Référence Spatiale (RGGTRS) (1998)

Dans le cadre du programme de mise à niveau de la géodésie tunisienne, l'OTC a mis en place en 1998 une unité de géodésie spatiale par l'acquisition de récepteurs géodésiques bi-fréquences. Cette unité a exécuté les travaux de terrain et de calculs du Réseau Géodésique GPS de Référence Spatiale (RGGTRS) d'août à décembre 1998. Les travaux concernent 28 points géodésiques du premier ordre distribués sur l'ensemble du territoire tunisien.

Les observations ont été traitées par le logiciel scientifique Bernese v4.0 en utilisant les éphémérides précises de l'International GPS Service (IGS) de l'Association Internationale de Géodésie. Le réseau a été rattaché à l'*International Terrestrial Reference Frame* (ITRF) par le biais de 4 stations GPS permanentes européennes introduites dans le calcul [4].

Grâce à ces travaux, l'OTC a acquis une expérience dans les observations et les calculs des données issues des méthodes spatiales de positionnement à savoir le GPS.

3.5. Les Travaux de Rattachement des Aéroports Tunisiens au Système WGS84(1998)

A la demande de l'Organisation Internationale de l'Aviation Civile internationale, tous les aéroports civils de la Tunisie ont été rattachés au système WGS84. En premier temps, c'est un bureau français qui a commencé les travaux en 1997 avec la participation de l'OTC dans les travaux de calculs et des observations. Par suite, l'Office de l'Aviation Civile et des Aéroports a fait appel à l'OTC pour le rattachement du reste des aéroports et de ses différents signaux.

3.6. Les Travaux du Projet GEONAT (2001)

Le Projet GEONAT (Géomatisation Nationale) comprend la réalisation d'un plan numérique du Grand-Tunis (120000 ha) ainsi que la structuration des données géographiques y afférentes.

La première phase du projet consiste à la réalisation d'un canevas géodésique de 1200 points à raison d'un point par km² connus en x,y et z.

Pour réaliser ce canevas, L'OTC a fait appel à la technique GPS. En première étape, 13 points de base ont été déterminés dans l'ensemble du périmètre du projet ce qui a permis de calculer les paramètres de passage du système spatial au système géodésique national avec un écart-type centimétrique.

En deuxième phase, les points du canevas ont été observés en mode GPS différentiel avec des sessions de deux heures, permettant de déterminer leurs coordonnées avec les précisions demandées.

3.7. Les Travaux de Densification du Réseau GPS de Base (2003-2004)

A la suite des travaux du Réseau Géodésique GPS Tunisien de Référence Spatiale et dans le but de moderniser les travaux de l'OTC en faisant appel aux techniques de positionnement spatial, l'OTC a réalisé incessamment les travaux de densification du réseau par le Réseau GPS de Base avec 600 points GPS observés par les équipes OTC de l'Unité de Géodésie Spatiale avec des récepteurs géodésiques bi-fréquences. Actuellement, c'est la phase des calculs de ce réseau. Ainsi, les paramètres de passage entre le système GPS et le système géodésique National seront déterminés au niveau d'une feuille au 1/50000 ou au 1/25000.

4. Perspectives

Dans le cadre de ses programmes de développement de l'utilisation des techniques spatiales pour répondre aux besoins nationaux, l'OTC a entamé l'acquisition de 3 stations GPS permanentes et il est en train de développer l'utilisation des techniques GPS dans les travaux de cadastre et de stéréopréparation ainsi que la mise à jour de son système géodésique, sans oublier l'Unité des Levers Marins qui dispose aussi de récepteurs GPS pour le positionnement en mer pour les divers travaux de bathymétrie.

5. Conclusions

De ce qui précède, l'OTC a connu une évolution progressive dans l'utilisation des techniques spatiales de positionnement dans les travaux topographiques, géodésiques et cartographiques depuis une

vingtaine d'années. Ce-ci a permis à l'OTC d'acquérir une grande expérience dans le traitement des données GPS ce qui lui permettra de satisfaire toute demande de travaux ou d'expertises dans ce domaine.

6.Références

[1]. Mohamed CHARFI. Modernisation du Réseau Géodésique de la Tunisie. Rapport présenté au 3ème Symposium sur la Géodésie en Afrique. Yamoussoukro – Cote d'Ivoire, 10-17 avril 1986.

[2]. Agence Japonaise de Coopération Internationale. Rapport Général de l'Etude de la Cartographie Topographique de la Région Centrale de la République Tunisienne. Mars 1994.

[3]. Régional Geodetic Network in Tunisia, GPS campaign 19 june – 3 july 1996. Rapport des calculs. Space Research Centre, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland / Office de la Topographie et de la Cartographie.

[4]. Kamel NAOUALI. Le Réseau de Référence Spatiale Tunisien, campagne GPS, 11 Août - 03 Novembre 1998. 8p.