

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

**L'EVOLUTION DE LA GEODESIE TUNISIENNE:
DES POINTS DE LAPLACE AUX STATIONS GPS
PERMANENTES**

*Communication préparée à l'occasion
du 120^{ème} anniversaire de la création
du
Service Topographique Tunisien*

**Abdelmajid BEN HADJ SALEM
Ing. Général
Décembre 2006**

L'EVOLUTION DE LA GEODESIE TUNISIENNE: DES POINTS DE LAPLACE AUX STATIONS GPS PERMANENTES

Abdelmajid BEN HADJ SALEM, Ingénieur Général
Office de la Topographie et de la Cartographie
BP 156, 1080 Tunis Cedex
Tél: (216) 71 808 874 - Fax: (216) 71 797 359
Email: OTC2@Email.ati.tn - abenhadjsalem@gmail.com

I. Introduction

L'OTC fête cette année 2006 le 120^{ème} anniversaire de la création du Service Topographique Tunisien qui représente les origines de l'Office de la Topographie et de la Cartographie. A cette occasion, nous décrivons dans cette communication les progrès réalisés en géodésie depuis les premières opérations géodésiques sur le territoire tunisien jusqu'à l'installation récente des stations GPS permanentes.

II. Les Grandes Etapes de la Géodésie Tunisienne

1. Époque Précoloniale – Avant 1881

Les premiers travaux géodésiques ont été réalisés par les géodésiens italiens en 1876 en rattachant les points *Cap Bon*, *Sidi Bou Saïd* et *J. Bou Rukbah* au réseau géodésique italien (Figure 1). Ce rattachement a été effectué à travers l'île de Pantelleria. Ces travaux ont fait l'objet d'une première publication en 1902 par l'Institut Géographique Militaire Italien et d'une deuxième par le Professeur A. Marussi, en 1947, relative aux calculs de compensation [1].

Les travaux de géodésie réalisés par le Service Géographique de l'Armée Française (SGAF) ont débuté en 1878 par les observations des coordonnées astronomiques du point Carthage et l'azimut astronomique *Carthage – J. Bou Rukbah* [1].

2. Époque Coloniale: 1881-1954

Le début de cette époque était marqué par la promulgation de la loi foncière en juillet 1885, suivi de la création du Service Topographique Tunisien en juillet 1886, qui fut chargé de l'exécution des plans de propriété. Les premiers travaux topographiques étaient exécutés à l'isolé. C'est à partir de 1883 que le Service Géographique de l'Armée Française avait entamé un programme de géodésie primordiale prolongeant la géodésie algérienne. Ce programme fut achevé en 1910 avec les mesures des bases de Tunis et de Médenine au sud du pays [1]. Ce programme comportait (Figure 2):

- la chaîne parallèle Nord-Tunisie,
- la chaîne méridienne dite méridienne de Gabès,
- la chaîne parallèle Sud-Tunisie,
- une chaîne géodésique de reconnaissance liant la Tunisie à la Libye.

Pour les réseaux géodésiques terrestres, l'orientation se faisait à l'aide de l'observation d'un point de Laplace à savoir la détermination de (φ_A, λ_A) astronomiques et l'observation de l'azimut astronomique Aza d'une direction.

Les points de Laplace déterminés étaient:

- le point *Carthage*,
- le point *Médenine*,
- le point *Gafsa*.

Pour contrôler l'orientation du système, on appliquait l'équation de Laplace:

$$Azg - Aza = (\lambda_g - \lambda_a) \sin \varphi \quad (1)$$

Notons que pour les points *Kairouan* et *Sidi Ahmed* à Bizerte, on avait seulement déterminé les latitudes et longitudes astronomiques (φ_A, λ_A) .

Après avoir travaillé avec le système Voirol, la Tunisie a adopté le système géodésique **CARTHAGE34** défini par le point fondamental *Carthage*, avec azimut d'orientation l'azimut astronomique de la direction *Carthage- J. Bou Rukba* et les deux bases de Tunis et de Médenine.

3. Époque de l'Indépendance

3.1. Époque 1954 - 1978

Durant cette période, la géodésie tunisienne n'a pas connu de grands travaux. Signalons les travaux d'observations et de calculs du réseau du 1^{er} ordre du nivellement général de précision de la Tunisie avec quelques travaux géodésiques exécutés au nord et au sud, sans oublier de noter la mission d'expertise de l'Institut Géographique National Français sur la géodésie tunisienne en 1969 [2].

Au début des années 70, deux missions astronomiques ont été exécutées au sud du pays avec l'observation de 31 points astronomiques pour les besoins de la carte au 1/200 000 (Figure 3) avec les moyens propres de la Direction de la Topographie et de la Cartographie.

Avec la création de l'OTC en décembre 1974, on a pris conscience de l'importance des réseaux géodésiques et on a commencé à faire des missions de diagnostic sur le terrain de l'état des points géodésiques.

3.2. Époque 1978 - 1985

C'est dans cette période que la géodésie tunisienne a connu un essor important. Un appel d'offres international a été lancé pour l'exécution de travaux géodésiques notamment [3]:

- l'observation de 8 points de Laplace,
- les mesures de 24 bases ou distances,
- l'observation et le calcul de 5 points par la géodésie spatiale en utilisant la technique des satellites Doppler.

- le calcul par compensation des observations angulaires du réseau géodésique de base appelé Réseau Géodésique Primordial composé de 312 points (Figure 4).
- Le calcul des altitudes de ces points.

Le système géodésique ainsi obtenu est appelé **Système Géodésique 1984**. Lors de la comparaison des nouvelles coordonnées avec celles de **CARTHAGE34**, on a obtenu une rotation de 27 dmgr dans le sens des gisements en un point fictif au centre du pays (Figure 5). Cette rotation a été mise en évidence par des mesures GPS [4].

3.3. Époque 1985 - 1998

3.3.1. Densification du Réseau Géodésique Secondaire Tunisien

Durant cette période, un programme de densification de la géodésie secondaire a été entamé. 50 feuilles à l'échelle 1/50000 ont été exécutées. Soit un total de 5000 points géodésiques couvrant le territoire du nord au 34° au sud. Les techniques sont celles de la géodésie classique à l'aide de la triangulation en utilisant les théodolites T3 (figure 6).

3.3.2. Le Réseau GPS Tunisien de Référence Spatiale

C'est à partir de 1998, que l'OTC a introduit les techniques de la géodésie spatiale dans sa production. En effet 4 récepteurs GPS bi-fréquences géodésiques de type Ashtec ont été acquis pour les observations du Réseau GPS Tunisien de Référence Spatiale (RGTRS). Celui-ci est constitué de 28 points. Les observations étaient étalées sur environ 4 mois avec des sessions de 3 fois 24 heures. Le traitement des observations était effectué à l'aide du logiciel scientifique Bernese. La qualité des observations et des calculs était excellente [5]. Notons que des campagnes GPS ont été faites auparavant notamment dans le cadre du projet de la station géodynamique avec le concours du Centre de Recherches spatiales de l'Académie Polonaise des Sciences en juin 1996 [6].

3.4. Époque 1999 -

3.4.1. Le Réseau GPS de Base

Après la création du RGTRS, le Réseau GPS de Base a été observé soit un total d'environ 600 points GPS (Figure 8). Les observations sont faites à l'aide de récepteurs bi-fréquences en utilisant les points du RGTRS. Parmi les points du Réseau de Base, on y trouve des anciens points géodésiques secondaires ce qui a permis de calculer les paramètres de passage du système GPS au système national.

3.4.2. Unification des Systèmes Géodésiques Terrestres

Une commission technique de géodésie a été créée à l'OTC pour la mise à niveau de la géodésie tunisienne comprenant notamment la mise en place d'un référentiel spatial, l'unification des systèmes géodésiques terrestres, l'adoption d'une nouvelle représentation plane et la détermination d'un géoïde de précision. Dans sa réunion extraordinaire du 23 mars 2004, la Commission a décidé d'adopter comme nouveau système géodésique terrestre le système issu des calculs de 1984 à savoir **le Système Géodésique 1984** appelé ' **La**

Nouvelle Triangulation Tunisienne- NTT' [7]. De même, la représentation UTM est retenue comme nouvelle représentation plane [7].

3.4.3. Le Réseau GPS du détail

Ayant achevé le Réseau GPS de Base, l'OTC a entamé depuis 2005 un vaste programme pour densifier les réseaux GPS existants par le Réseau GPS de détail comprenant environ 6000 points géodésiques.

3.4.4. Installation des Stations GPS Permanentes

Dans le cadre du développement de l'utilisation du GPS dans les divers travaux de l'OTC (introduction des Pens-Computers pour dans les travaux de levés topographiques et cartographiques), l'OTC a acquis en 2005 trois stations GPS permanentes qu'il a installées successivement à Tunis (siège de l'OTC), à Monastir (siège de l'arrondissement) et à Sfax (siège de la Direction Régionale du Sud). Ces stations sont actuellement opérationnelles (Figure 9).

4. Les Perspectives

Avec le développement des satellites GPS et la mise en place du futur système spatial européen Galiléo, le positionnement et la géo-localisation seront de plus en plus réalisés à l'aide des systèmes cités ci-dessus. Les stations GPS permanentes couvriront tout le pays permettant ainsi un positionnement en temps réel avec une précision centimétrique et la mise en place de nouvelles applications.

5. Conclusions

Au cours des 120 années écoulées, la géodésie tunisienne est restée un élément fondamental de l'infrastructure géographique du pays. Elle a évolué des méthodes terrestres classiques comme l'observation des points de Laplace pour l'orientation des systèmes géodésiques aux techniques spatiales les plus modernes comme l'utilisation des données en temps réel des stations GPS permanentes.

6. Références

- [1]. **C. Fezzani.** 1979. Analyse de la structure des Réseaux Astro-Géodésiques Tunisiens. Thèse de Docteur Ingénieur en Sciences Géographiques. ENSG. IGN France, septembre 1979.
- [2]. **A. Fontaine.** 1969. La Géodésie en Tunisie.
- [3]. **M. Charfi.** 1984. Les Travaux de Modernisation de la Géodésie Tunisienne.
- [4]. **A. Ben Hadj Salem.** 2001. Contrôle de l'azimut d'orientation du système géodésique tunisien Carthage34. Publiée dans la revue *Géo-Top* de l'OTC, n°4 février 2002, pp 63-68.
- [5]. **A. Ben Hadj Salem.** 2002. Validation des coordonnées GPS du Réseau GPS Tunisien de Référence Spatiale.
- [6]. **A. Ben Hadj Salem.** 1999. Etude des calculs de la campagne GPS 19 juin-3 juillet 1996 observée par l'OTC et le Centre de Recherches Spatiales de l'Académie Polonaise des Sciences.
- [7]. **A. Ben Hadj Salem.** 2006. Les Procès-verbaux de la Commission Technique Permanente de la Géodésie, Février 2002- Mars 2006. 37p.

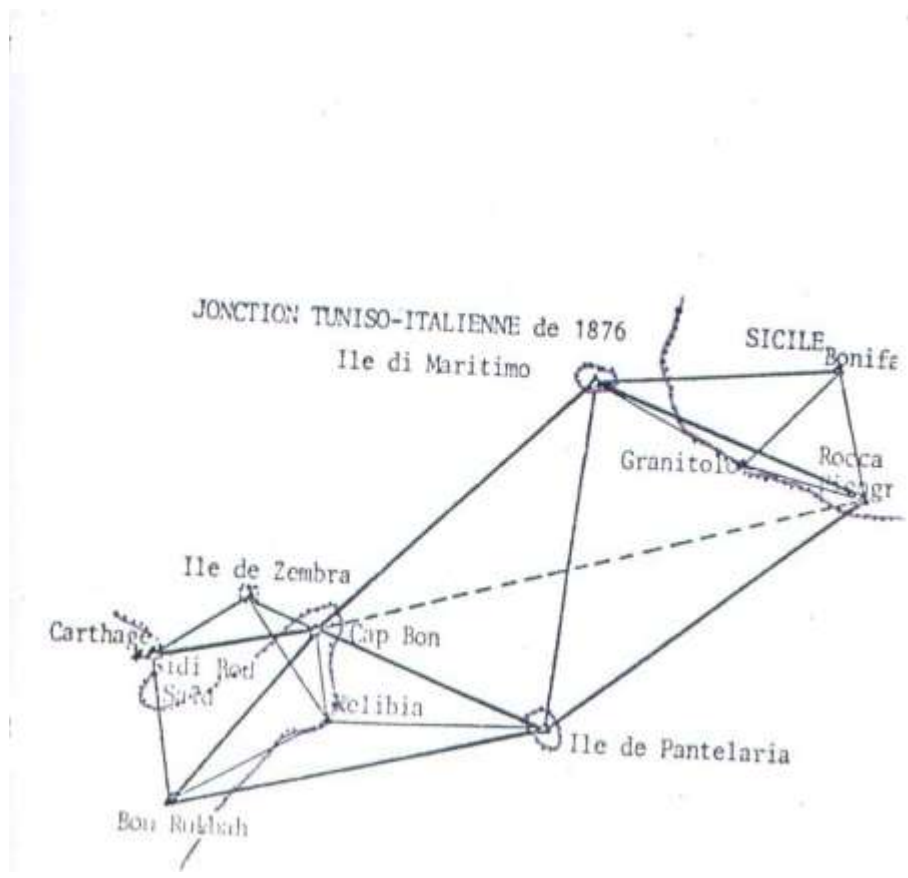


Figure 1 : Extrait de C. Fezzani, 1979

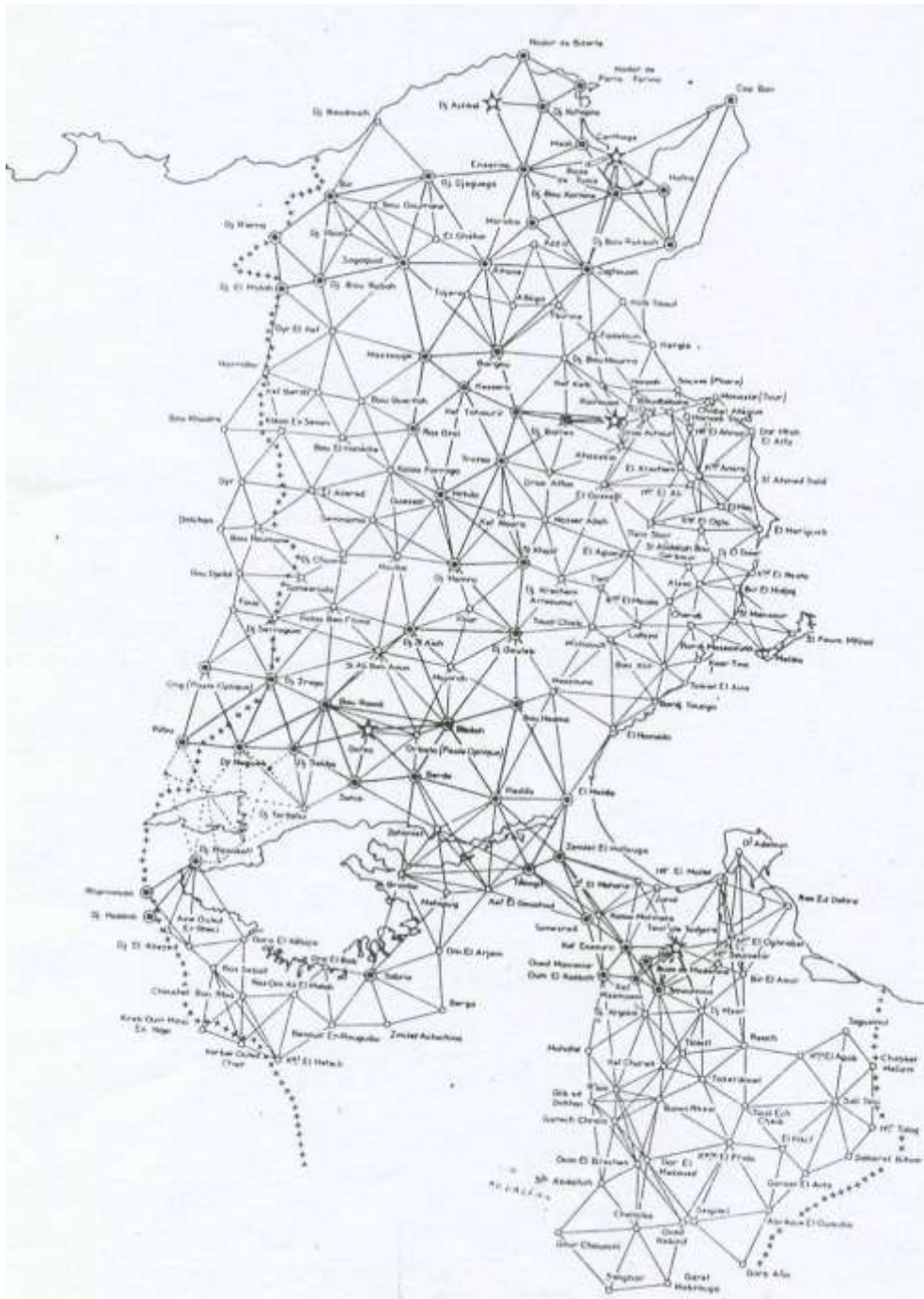


Figure 2 : la structure des réseaux géodésiques avant 1978



Figure 3 : Missions Astronomiques au Sahara 1970-1972

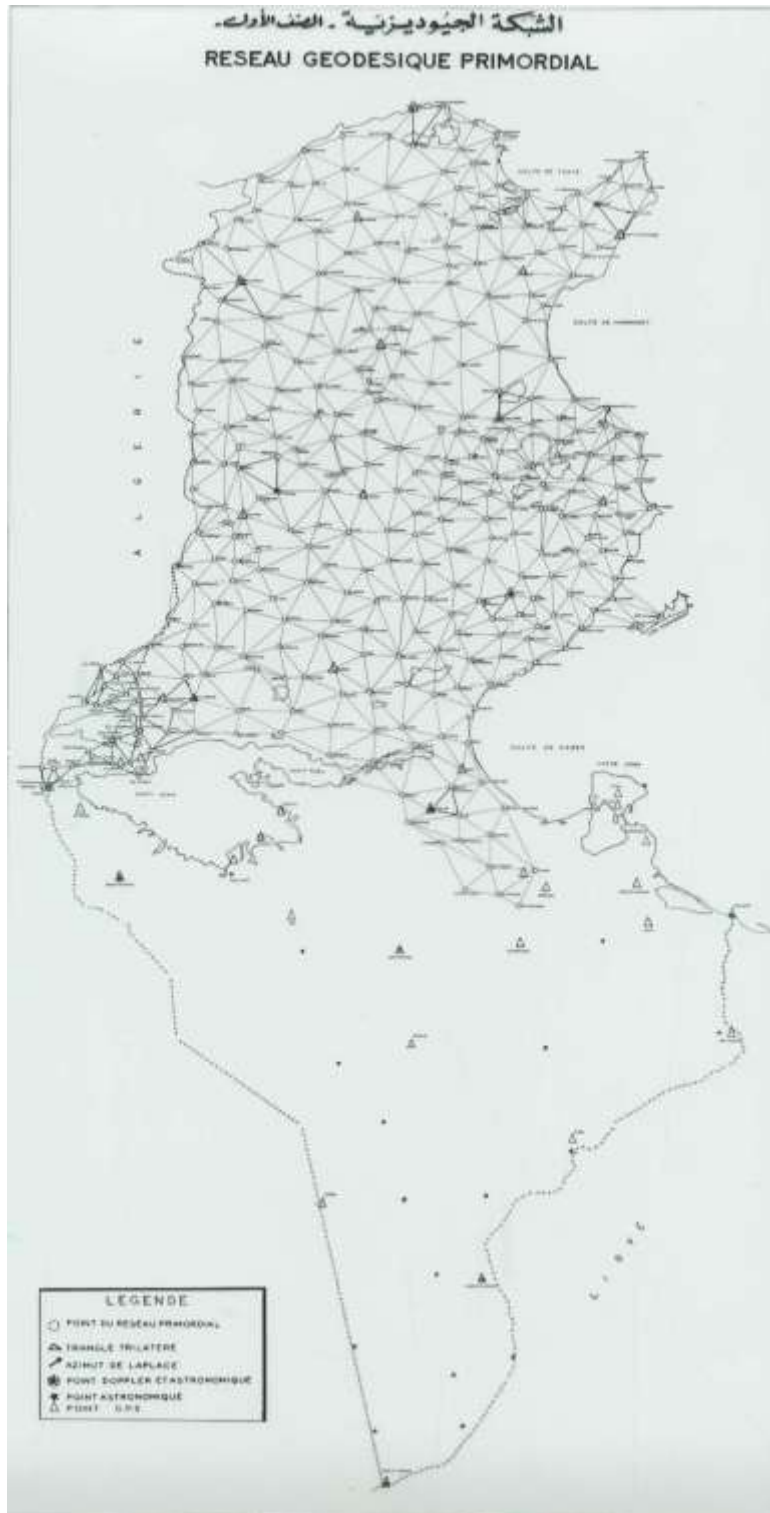


Figure 4 : Le Réseau Géodésique Primordial Tunisien

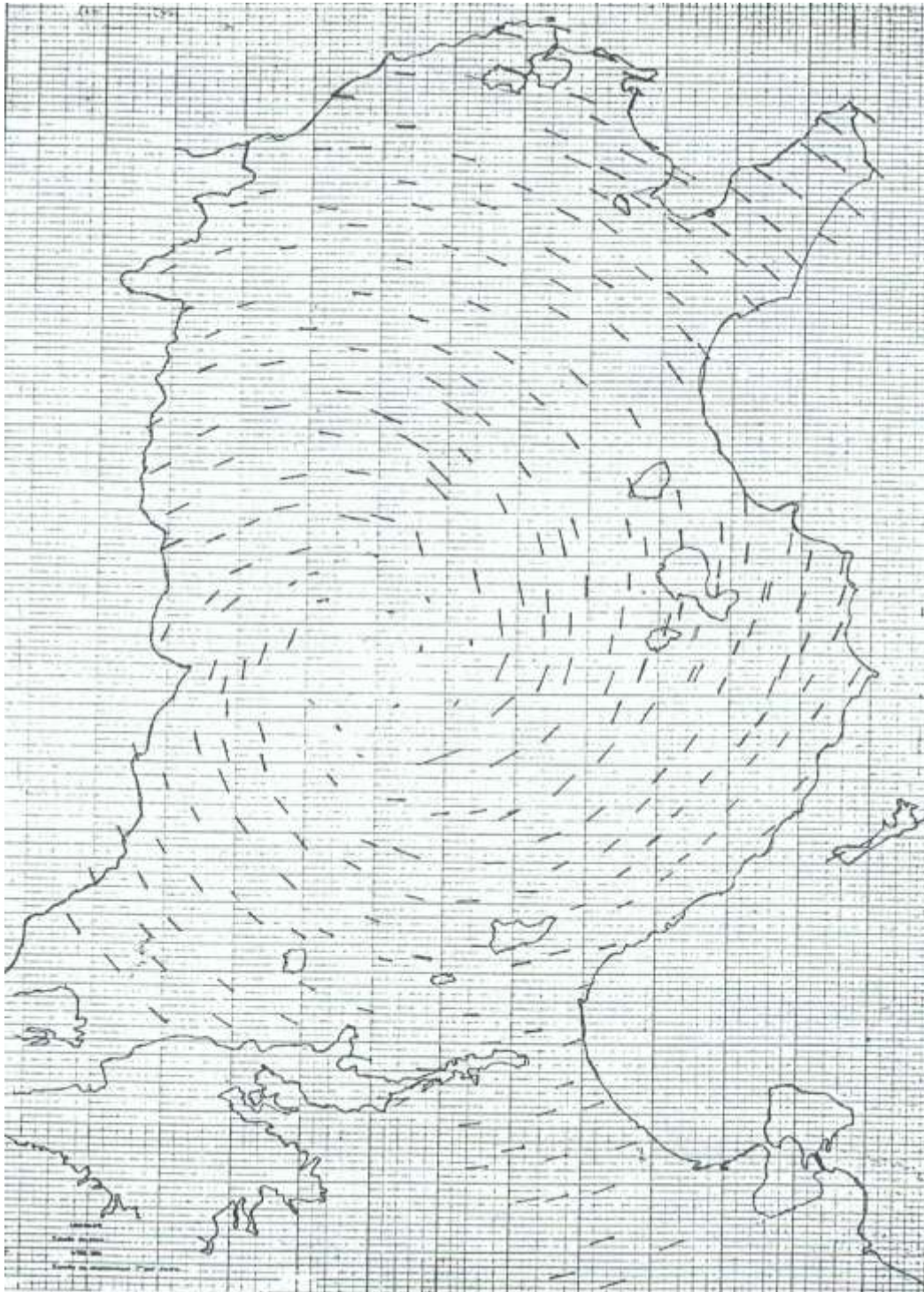


Figure 5 : Déplacements planimétriques entre les coordonnées Carthage34 et celles du Système Géodésique 1984

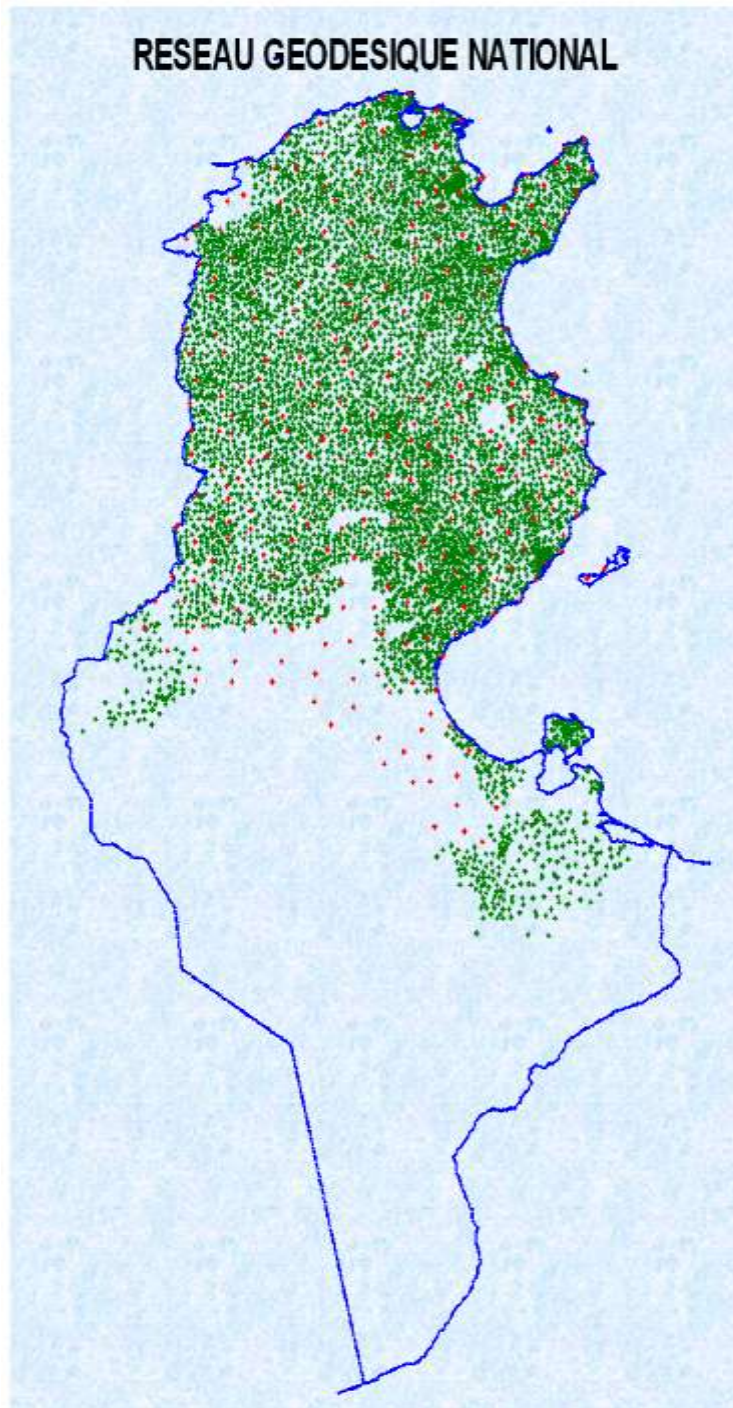


figure6. Le Réseau Géodésique Secondaire



Figure 7 : la Station GPS Permanente de Monastir