

Intitulé de la communication

CALCUL DES ALTITUDES ORTHOMETRIQUES A PARTIR DES OBSERVATIONS GPS : CAS D'ETUDE : NORD DE L'ALGERIE

Présentée par Mr S. A. Benahmed Dahou

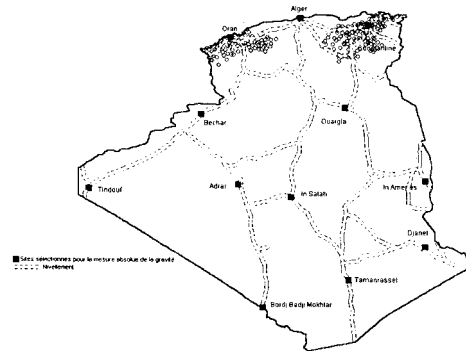
CNTS, BP 13, ARZEW - 31200 - ALGERIE

Email : d_benahmed@hotmail.com



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

Etat du réseau national de Nivellement



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

Objectif

☞ Evaluer avec quelle précision on pourra transformer une altitude ellipsoïdique, purement géométrique, issue d'observations et de traitement de données GPS en altitude orthométrique dans la partie nord de l'Algérie → **Nivellement par le GPS ?**



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

Plan d'exposé

1. DESCRIPTION DES DONNEES

→ Présentation des modèles de géoïde utilisés

→ Données GPS/Nivellement

2. COMPARAISON DES MODELES DE GEOIDE AVEC LES DONNEES GPS/NIVELLEMENT

3. **Application** : AUSCULTATION PAR GPS D'UN BAC DE STOCKAGE

Conclusion & Perspectives



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

Présentation des modèles de géoïde

Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes intéressés qu'aux modèles de géoïde dont l'emprise couvrait au moins la partie nord de l'Algérie. Il s'agit des modèles **QGALG2000** et **EANG1**.



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

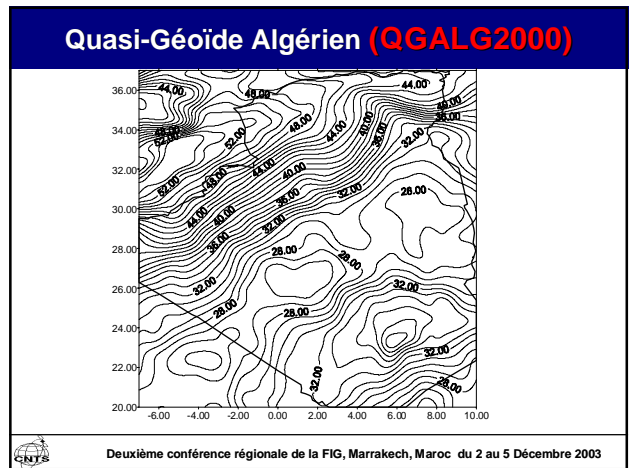
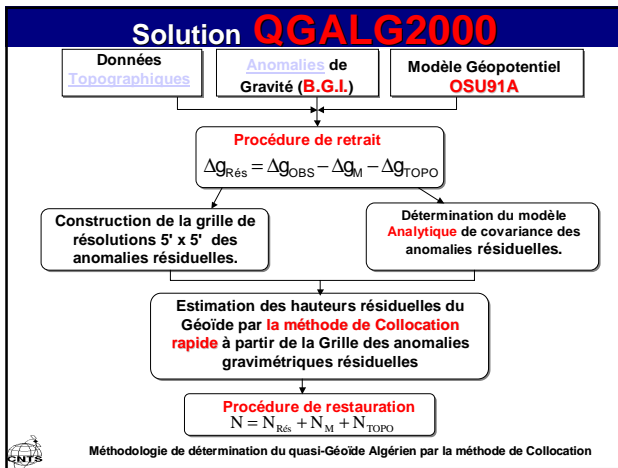
Présentation des modèles de géoïde :

Modèle **QGALG 2000**

→ **QGALG 2000** est un modèle de quasi-géoïde réalisé au Laboratoire de Géodésie du Centre National des Techniques Spatiales (Arzew/Algérie) à partir des données gravimétriques terrestres validées et fournies par le Bureau Gravimétrique International (B.G.I).



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

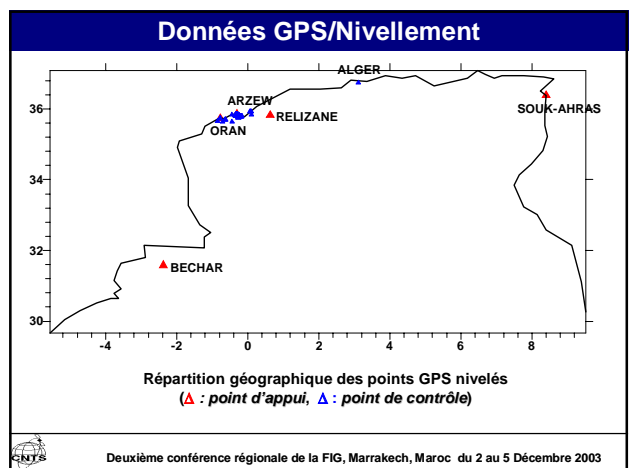
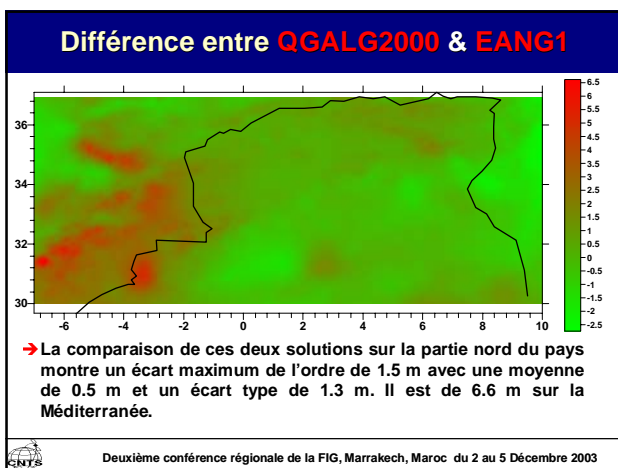
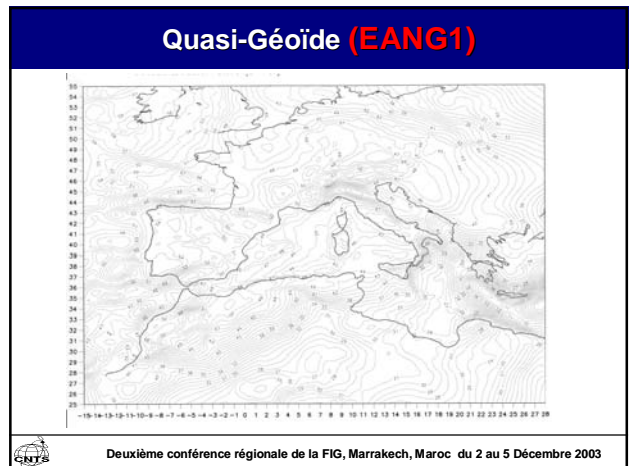


Présentation des modèles de géοide : Modèle EANG1

EANG1 (Europe - Afrique du Nord Géοide N°1) est une réalisation du B.G..I (Barriot, 1987) qui couvre largement la Méditerranée Occidentale ; zone comprise entre $-15^\circ \leq \lambda \leq 28^\circ$ et $25^\circ \leq \phi \leq 55^\circ$, avec un pas de 6' en Latitude et 10' en Longitude, calculé à partir des données suivantes :

- Anomalies gravimétriques à l'air libre obtenues à partir de données gravimétriques terrestres, maritimes et de données d'altimétrie satellitaire.
- Le modèle OSU81 a été adopté comme modèle de référence.
- Intégration numérique de la formule de Stokes jusqu'à une distance sphérique maximale de 6°.
- La précision absolue sur la hauteur du géοide est estimée à 1 mètre, (Barriot, 1987).

Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003



COMPARAISON DES MODELES DE GEOIDE AVEC LES DONNEES GPS/NIVELLEMENT (Avant Adaptation)

	Moyenne	Min.	Max.	EMQ
QGALG2000	-0.965	-2.144	0.306	1.044
EANG1	-0.447	-1.854	1.552	1.322

→ L'analyse des statistiques aux points d'appui montre l'existence des écarts importants d'ordre métrique, supérieurs aux précisions à la fois du GPS/nivellement et interne du géoïde gravimétrique. Ces écarts sont trop importants pour permettre d'utiliser directement ces modèles pour des applications géodésiques et topographiques.



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

Adaptation des Géoïdes aux points GPS-nivelés

$$\zeta_{\text{GPS-Niv}} - \zeta_{\text{GRAV}} = x_0 + x_1 \cos(\varphi) \cdot \cos(\lambda) + x_2 \cos(\varphi) \cdot \sin(\lambda) + x_3 \sin(\varphi) + v_i$$

	Moyenne	Min.	Max.	EMQ
QGALG2000	0.000	-0.043	0.059	0.075
EANG1	0.000	-0.120	0.162	0.206

Les statistiques des écarts après adaptation

→ Le modèle de géoïde QGALG2000 ajuste d'une façon optimale les données GPS/nivellement intégrées dans cette comparaison. On constate qu'après adaptation, le quasi-géoïde QGALG2000 présente un écart quadratique moyen aux points d'appui du NGA de **7.5 cm** contre **20.6 cm** pour EANG1.



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

Comparaison aux points de contrôle

Moyenne	Min.	Max.	EMQ
0.009	-0.167	0.499	0.075

→ L'analyse de ces statistiques montre, qu'on faisant abstraction des valeurs extrêmes, des forts pourcentages (plus de 89%) des écarts se trouvent dans l'intervalle [-5 à +5] cm.



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

Application : AUSCULTATION PAR GPS D'UN BAC DE STOCKAGE

Présentation du Bac : Ce réservoir en sol gelé du terminal méthanier du complexe SONATRACH GL4/Z d'Arzew construit en 1965 est le seul bac de stockage souterrain toujours en exploitation dans le monde.

La caractéristique principale de ce type de stockage est l'absence d'isolation et de barrière d'étanchéité sur les parois verticales et le fond. Seul le gel de l'eau contenue dans le sol assure son imperméabilité. Ce type de stockage ne peut être réchauffé sans se détruire.



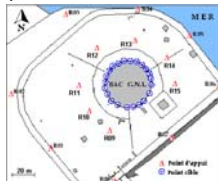
Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

Processus d'auscultation

1 Observation par GPS :

- Etablissement d'un réseau d'auscultation composé de 15 points d'appuis éloignés de quelques dizaines de mètres du bac et de 42 points cibles répartis sur l'ossature du bac et de 57 repères en béton implantés sur le terrain selon des profils en long
- Campagne d'observation GPS en modes statique pour le réseau d'appui et statique rapide pour les points cibles utilisant des récepteurs bi-fréquences ASHTECH Z12 avec un taux d'échantillonnage de 20 secondes et une durée de chaque session d'observation est comprise entre 15 et 45 minutes.
- Les traitements des lignes de base ont été exécutés par le logiciel WIN PRISM en utilisant des éphémérides précises.
- La précision obtenue sur les coordonnées est millimétrique.

2 Nivellement : niveler l'ensemble des points constituant le réseau.



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

Traitement & Résultats

Point d'appui	H_Observé (m)	H_Calculé (m)	Différence(m)
R01	2.977	2.972	-.005
R02	2.930	2.924	-.006
R03	4.275	4.265	-.010
R04	4.490	4.482	-.008
R05	4.277	4.274	-.003
R06	3.105	3.102	-.003
R07	2.770	2.758	-.012
R08	3.963	3.961	-.002
R09	2.727	2.725	-.002
R10	3.366	3.360	-.006
R11	3.848	3.855	.007
R12	3.553	3.557	.004
R13	4.315	4.312	-.003
R14	3.235	3.236	.001
R15	4.284	4.286	.002

Moyenne	Min.	Max.	EMQ
-0.003	-0.012	0.007	0.006

Statistiques des ces différences aux points d'appuis

Ecarts entre les altitudes observées et celles calculées aux points d'appuis

→ L'analyse de ces statistiques permet de conclure que les altitudes orthométriques sur les points d'appuis peuvent être déduites des observations GPS avec une précision mieux que de 2 cm, et elle est de 3 cm en moyenne sur les autres points du réseau.



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

CONCLUSION

- 1 Les résultats obtenus sur la zone test prouvent clairement que l'utilisation combinée des mesures GPS et du modèle de géoïde **QGALG2000** est capable de fournir des altitudes orthométriques avec une précision acceptable pour la densification du réseau de nivellement d'ordres inférieurs mais **jamais assez bonne pour concurrencer le nivellement de précision** ni même suffisant pour servir de contrôle indépendant et que cette alternative reste le seul moyen à envisager pour couvrir, dans un avenir proche, l'ensemble de territoire national en repère de nivellement compte tenu de l'état actuel du réseau national.
- 2 La comparaison des ondulations du géoïde prédites à partir des modèles de géoïde **QGALG2000** et **EANG1** avec celles obtenues par colocation GPS/Nivellement a fourni, après adaptation, en utilisant le modèle de transformation spatiale à quatre paramètres, des EMQ de **7.5** et **20.6 cm** respectivement, et prouve que le modèle **QGALG2000** ajuste d'une façon optimale les données GPS/nivellement et ceci malgré l'imperfection des données de gravité et la qualité des modèles numériques de terrain (MNT) intégrés dans sa détermination.



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

CONCLUSION

- 3 Les résultats obtenus restent tributaires de la qualité et de la densité des données utilisées, particulièrement les données GPS nivelés dont leur **configuration actuelle** constitue un **handicap majeur** qui ne permettra pas de **généraliser la précision obtenue sur toute la partie nord du pays**.
- 4 Aujourd'hui, il ne paraît pas possible de remplacer le nivellement de précision par le Nivellement par le GPS, au moins pour des courtes distances, mais avec un mode d'observation raffiné et des techniques d'analyse des données plus strictes, il est certain que l'alternative du Nivellement par le GPS sera prometteuse et indispensable dans l'avenir.



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003

Perspectives

- ☛ En améliorant la précision du modèle du quasi-géoïde gravimétrique QGALG2000, ceci par :
 - Utilisation des Modèles Numériques de Terrain plus fin,
 - La collecte et l'analyse de l'information gravimétrique sur l'ensemble du territoire national,
 - Densification de la couverture gravimétrique et en tenant en compte, **dans la mesure du possible**, des données gravimétriques des pays limitrophes,
 - Validation de la donnée collectée en définissant de nouveaux critères plus stricts.
- ☛ Densification du réseau GPS,

il ne semble pas impossible d'atteindre une précision acceptable dans la détermination du Géoïde Gravimétrique à l'échelle nationale



Deuxième conférence régionale de la FIG, Marrakech, Maroc du 2 au 5 Décembre 2003