

Détermination du Niveau Moyen de la Mer au Niveau du Port d'Alger à partir des Données Marégraphiques

M. Haddad

Institut National de Cartographie et de Télédétection
123, Rue de Tripoli. BP 430. Hussein-Dey 16040 - Alger.
Fax : (021) 23 43 81 & (021) 47 00 29

Résumé : La présente étude s'inscrit dans le cadre de définition d'une référence altimétrique nationale, et s'intègre naturellement dans tous les programmes de détermination du niveau moyen de la mer. Quel que soit son principe de mesure, un marégraphe est susceptible de fournir à tout instant une information locale de hauteur de la surface de la mer par rapport à une référence choisie de façon arbitraire.

Les principaux points de cet article ciblent l'étalonnage des données du marégraphe électronique d'Alger, la comparaison de ces données par rapport aux données issues du marégraphe analogique installé sur le même site, et la détermination préliminaire d'un niveau moyen de la mer par l'analyse harmonique.

Mots clés : marégraphe électronique, marégraphe analogique, étalonnage, niveau moyen, référence altimétrique.

Abstract: The present survey comes within the scope in the scope the definition of a national altimetric reference, and integrate naturally in all programs of determination of the mean level of the sea. Whatever is its measure principle, a tide gauge is susceptible to provide a local information of height of the surface of the sea at all times in relation to a reference chosen in an arbitrary way.

The main points of this article target the gauging of the data of the electronic tide gauge of Algiers, the comparison of these data in relation to the data resulted from the analogical tide gauge installed on the same site, and the preliminary determination of a mean level of the sea by the harmonic analysis.

Key words : electronic tide gauge, analogical tide gauge, gauging, mean level of sea, altimetric reference.

1. Introduction

Parmi tous les moyens d'observation de l'océan, la mesure marégraphique est l'une des techniques

majeures de l'océanographie. Les applications scientifiques liées à la mesure marégraphique couvrent largement le spectre temporel et spatial des variations de la surface océanique : établissement des annuaires des marées, estimation de l'élévation globale du niveau des mers, études de la circulation océanique, validation des résultats de l'altimétrie radar satellitaire, etc.

L'Institut National de Cartographie et de Télédétection a inscrit, dans le cadre de la détermination d'un nouveau référentiel altimétrique national en remplacement de la référence actuelle qui se trouvant en Tunisie, un projet visant l'installation de nouveaux marégraphes à acquisition automatique le long de la côte.

Au port d'Alger, le marégraphe à acquisition automatique (électronique) installé en mai 2003 n'a commencé à produire des données exploitables qu'après son ré-installation (fixation du puit marégraphique) en mai 2004, soit une année après.

Un autre marégraphe électronique a été installé en mars 2005 à Jijel situé à 350 km à l'Est d'Alger. Comme ce fut le cas à Alger, l'équipement est couplé avec un marégraphe analogique dans le but de confronter les observations issues des deux sources.

Dans cet article, sera abordé essentiellement l'analyse des données issues des marégraphes analogiques et électroniques d'Alger (fig. 1).

2. Description du marégraphe électronique

Le marégraphe à acquisition automatique installé près du marégraphe à enregistrement analogique au niveau du port d'Alger est un prototype conçu par le Dr. Michel Van Ruymbeke de l'Observatoire Royal de Belgique (ORB). Cet instrument enregistre toutes les minutes le niveau de la mer sous forme de fréquence engendrée par le capteur.

Les différentes composantes de cet appareil sont un capteur capacitif à base d'une capsule anéroïde, un module d'enregistrement électronique (nDAS), une alimentation électrique et un flotteur.



Fig. 1 Site marégraphique d'Alger abritant les deux marégraphes électronique et analogique.

3. Données marégraphiques

Les données du marégraphe électronique utilisées dans cette étude sont celles collectées dans la période du 01/04/04 à 0h TU au 31/12/04 à 23h TU (après la ré-installation du marégraphe), avec un échantillonnage d'une minute.

L'étalonnage de ces données s'exprimant en fréquence (Hz) est effectué en les ajustant aux mesures du niveau de la mer prises par une sonde lumineuse.

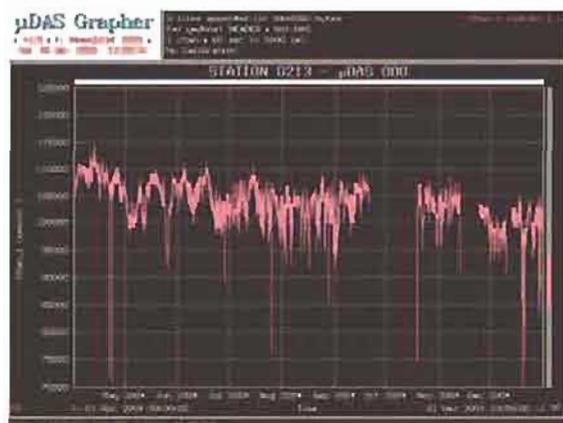


Fig. 2 Enregistrements bruts du marégraphe électronique d'Alger (Période : Avril-Décembre 2004).

4. Etalonnage des données du marégraphe électronique

L'expression du modèle utilisée pour le calcul des paramètres d'étalonnage s'exprime sous une forme linéaire comme suit :

$$h = a_0 + a_1 f$$

Où a_0 et a_1 sont les paramètres d'étalonnage, f la fréquence enregistrée et h la hauteur de la mer observée par rapport à la référence du zéro hydrographique, déduite des lectures effectuées par la sonde lumineuse.

Le niveau de la mer par rapport au Zéro Hydrographique (figure 2.) se calcule selon l'une des équations suivantes :

$$N_1 + N_3 - \text{Lecture de la sonde intérieure}$$

$$N_2 + N_3 - \text{Lecture de la sonde extérieure}$$

Où N_1 représente l'altitude du sommet du puit du marégraphe par rapport au Niveau Général Algérien (NGA), N_2 est l'altitude de la plate-forme du marégraphe par rapport au NGA et N_3 est l'altitude du Zéro du NGA par rapport à l'altitude du Zéro Hydrographique et qui est fixé à 34 cm.

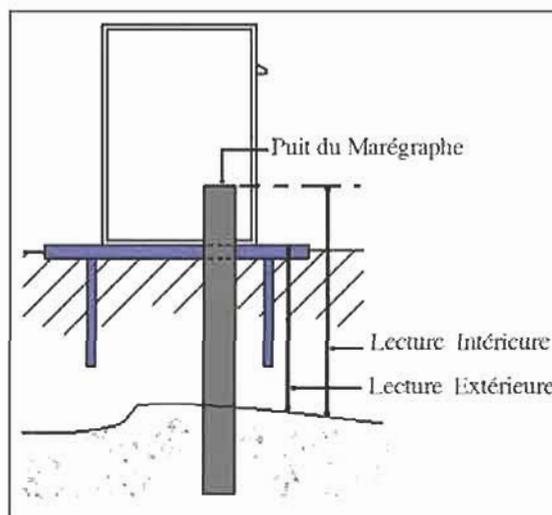


Fig. 3 Principe d'étalonnage des données marégraphiques.

Les paramètres d'étalonnage ont été déterminés à partir des lectures de la sonde lumineuse effectuées le long de la période d'étude :

Tableau 1. Facteurs d'étalonnage du marégraphe électronique.

Mois	a_0 (cm)	a_1
Avril	542.653	-4.671 E-003
Mai	470.012	-4.115 E-003
Juin	386.158	-3.348 E-003
Juillet	84.644	-4.639 E-004
Août	-62.462	1.063 E-003
Septembre	200.322	-1.498 E-003
Octobre	296.410	-2.343 E-003
Novembre	235.479	-1.827 E-003
Décembre	202.371	-1.578 E-003

5. Vérification par rapport aux données du marégraphe analogique

Une comparaison externe a été effectuée entre les données du marégraphe électronique sur toute la durée d'observation (avril-décembre 2004) et celles issues du marégraphe analogique à acquisition horaire installé sur le même site.

Pour mener cette opération, un filtrage des données du marégraphe électronique a été appliqué avec une cadence de 60 données (équivalent d'une heure d'observations) avec le logiciel d'édition des données μ DAS Grapher (ORB) :



Fig. 4 Ecart (en vert) entre les données du marégraphe électronique étalonnées (en rouge) et celles du marégraphe analogique (en jaune).

Les résultats statistiques de cette comparaison sont énumérés dans le tableau suivant :

Tableau 2. Comparaison entre les données issues du marégraphe électronique et du marégraphe analogique.

Marégraphe	Valeur min. (cm)	Valeur max. (cm)	Moy. (cm)	Ecart-type (cm)
Electronique	8	69	41.996	8.692
Analogique	18	68	41.842	9.374
Différence	-21	36	0.1534	8.664

6. L'analyse harmonique

La marée peut être considérée comme la superposition d'une série de fonctions périodiques et d'une fonction aléatoire appelée surcotes-décotes (SD). La notation habituelle est la suivante :

$$h(t) = Z_0 + \sum_i A_i \cos(V_i - G_i) + SD$$

Dans cette expression, Z_0 est le niveau moyen, A_i l'amplitude, V_i l'argument du cosinus dans le développement harmonique du potentiel générateur de la marée, et G_i la « situation » de la composante i . La situation d'une composante harmonique de la marée représente son retard exprimé en angle, par rapport à la composante correspondante du potentiel. Pour obtenir son retard exprimé en temps, il suffit de la diviser par la vitesse angulaire dV_i/dt Où Z_0 , A_i et G_i sont les constantes harmoniques en un lieu donné.

Seul V_i dépend du temps et s'exprime à l'aide des éléments astronomiques suivants :

Tableau 6. Eléments astronomiques

Paramètre en fonction du temps	Période
Temps lunaire moyen $\tau = 15t + h - s$	24.8412 h
Longitude moyenne de la Lune $s = 218.3165 + 481267.880 \cdot 4 \cdot T - 0.0016 \cdot T^2$	27.3216 jours
Longitude moyenne du Soleil $h = 280.4661 + 36000.7698 \cdot T + 0.0003 \cdot T^2$	365.2422 jours
Longitude moyenne du périégée lunaire $p = 83.3535 + 4069.0215 \cdot T - 0.103 \cdot T^2$	8.8475 ans
Longitude moyenne du nœud ascendant $N = 234.555 + 1934.1363 \cdot T + 0.0021 \cdot T^2$	18.6134 ans
Longitude moyenne du périégée solaire $P = 282.9384 + 1.7195 \cdot T + 0.0005 \cdot T^2$	209.40 siècles

T est la date comptée en siècles juliens de 36525 jours à partir de J2000 et t est l'heure exprimée en temps civil local.

7. Niveau moyen

La détermination préliminaire du niveau moyen de la mer au niveau du port d'Alger par l'analyse harmonique a été effectuée en utilisant le Pack IOS Tidal du Dr M.G.G. Foreman de l'Institut des Sciences Océaniques - Canada.

Les résultats obtenus à partir des données des marégraphes électronique et analogiques de la période avril-décembre 2004, ont fait ressortir des écarts par rapport à la référence du Zéro Hydrographique actuelle assez proches, 7.49 cm et 8.16 cm, respectivement.

Tableau 7. Niveau moyen et décalage par rapport à la référence du Zéro Hydrographique (Avril-Décembre 2004).

Marégraphe	Niveau moyen (cm)	Différence (cm)
Electronique	41.49	7.49
Analogique	42.16	8.16

L'utilisation de la série annuelle 2004 de mesures du marégraphe analogique, nous a permis d'avoir un niveau moyen de 39.89 cm, soit une différence de 5.89 cm par rapport à la référence du Zéro Hydrographique actuelle.

8. Conclusion

L'objectif de cette étude était de déterminer le niveau moyen de la mer au niveau du port d'Alger à partir des données marégraphes.

L'étalonnage des données du marégraphe à acquisition automatique, opération d'une grande

importance, a révélé la nécessité de densifier les mesures du niveau de la mer par l'utilisation de la sonde lumineuse ou de l'échelle de marées. La vérification de la qualité de ces mesures devrait être faite avec soin.

Le niveau moyen préliminaire de la mer déterminé à partir de la série annuelle 2004 de mesures du marégraphe analogique a fait ressortir un décalage de 5.89 cm par rapport à la référence du Zéro Hydrographique actuelle.

L'intégration des données de plus d'un an et l'utilisation de modèle physique tenant compte des corrections astronomiques séculaires nous permettra d'avoir des résultats plus précis.

Remerciements

L'auteur tient à remercier le Service Hydrographique des Forces Navales, pour avoir mis à sa disposition les données du marégraphe analogique d'Alger.

Références

- Commission portant sur la détermination de la référence altimétrique et l'installation de marégraphe le long de la côte : *Première partie : Analyse des données issues du marégraphe électronique*, Mai 2004.
- F. Beauducel : *μDAS Grapher Help File*, 2000.
- G. Woppelmann : *rattachement géodésique des marégraphes dans un système de référence mondial par techniques de géodésie spatiale* - Thèse de doctorat de l'Observatoire de Paris.
- M.G.G. Foreman : *Manual for tidal heights - Analysis and prediction*, Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay Sidney, B.C.
- Michel Van Ruymbeke, et al. : *Enregistrement par un marégraphe prototype, des variations de niveau de la mer à Alger durant le séisme du 21 mai 2003* - Bulletin des Sciences Géographiques n° 12, Octobre 2003. ISSN-1112-3745.