

# Détermination du Zéro Hydrographique par Traitement des Données Marégraphiques

T. Benkouider, A.Rami

Centre des Techniques Spatiales, Arzew, Oran - Algérie

**المخلص:** الهدف من هذا العمل تحديد الصفر الهيدروغرافي على مستوى الموانئ الثلاثة في الجزائر (الجزائر ووهران وجيجل) ، وهذا المستوى هو تقدير لمستوى أدنى مستوى ممكن من البحار الفلكية ، حسب توصيات وزارة الخارجية. (IHO المنظمة الهيدروغرافية الدولية).

يتم إدراجه في نظام مرجعي أرضي، إما فيما يتعلق بنقطة مرجعية مادة ثابت يقع بالقرب من مقياس المد الأرضي، أو فيما يتعلق بسطح مرجعي، وذلك لضمان الحفاظ عليه على المدى الطويل وبالتالي السماح باستخدام المسوحات التي تم إجراؤها باستمرار في فترات مختلفة. يجب أن يكون هذا السطح مرتبطاً بنظام مرجعي دولي مثل ITRF (الإطار المرجعي الأرضي الدولي).

معالجة البيانات من محطات المد والجزر الثلاث التي تغطي الفترة من 2011/12 إلى 2015/08 ، عن طريق التحليل التوافقي للمد والجزر من أجل تحديد الهيدروغرافيا الصفرية في كل محطة قياس المد والجزر.

**الكلمات الرئيسية:** المكونات التوافقية ، المد الفلكي.

**Résumé:** L'objectif de ce travail est de déterminer le Zéro Hydrographique au niveau des trois ports en Algérie (Alger, Oran et Jijel), ce niveau est une estimation du niveau des plus basses mers astronomiques possible, selon les recommandations de l'OHI (Organisation hydrographique internationale).

Il est coté dans un référentiel terrestre, soit par rapport à un repère matériel stable situé à proximité d'un marégraphe terrestre, soit par rapport à une surface de référence, de manière à assurer sa conservation sur le long terme et à permettre ainsi d'utiliser avec cohérence des levés effectués à des époques différentes. Cette surface devra être rapportée à un système de référence internationale tel que l'ITRF (International Terrestrial Reference Frame).

Un traitement des données issues des trois stations marégraphique couvrant la période du 12/2011 au 08/2015, par analyse harmonique de la marée à fin de déterminer le Zéro Hydrographique à chaque station marégraphique.

**Mots clés:** composantes harmoniques, marée astronomique.

**Abstract:** The objective of this work is to determine the Hydrographic Zero at the level of the three ports in Algeria (Algiers, Oran and Jijel), this level is an estimate of the level of the lowest astronomical seas possible, according to the recommendations of the IHO (International Hydrographic

Organization).

It is listed in a terrestrial reference system, either in relation to a stable material reference point located near a terrestrial tide gauge, or in relation to a reference surface, so as to ensure its conservation over the long term and thus allow to consistently use surveys taken at different times. This surface must be related to an international reference system such as the ITRF (International Terrestrial Reference Frame).

Processing of data from the three tide stations covering the period from 12/2011 to 08/2015, by harmonic analysis of the tide in order to determine the Hydrographic Zero at each tide gauge station.

**Keywords:** harmonic components, astronomical tide.

## 1. Introduction

Le Zéro Hydrographique ou Zéro des cartes marines est le niveau de référence commun aux cartes marines et aux annuaires de marée, à partir duquel sont comptées d'une part les profondeurs portées sur les cartes et d'autre part les hauteurs d'eau résultantes des calculs de marées (Wöppelmann, 1999). C'est un niveau de référence pour la mesure des profondeurs (sondes des cartes) et des dénivellations de marée (hauteurs de marée), il permet au marin de connaître la profondeur d'eau quelle que soit l'amplitude de la marée (Simon, 2007).

Le Zéro Hydrographique théorique est défini comme étant le niveau des plus basses mers astronomiques, il s'agit d'un niveau théorique sous lequel le niveau de la mer ne descend que très exceptionnellement.

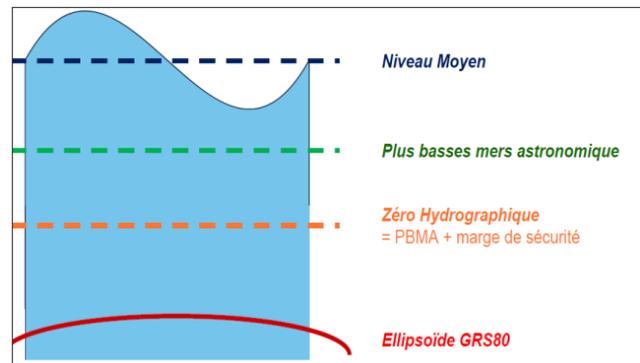


Fig.1 Zéro Hydrographique

En pratique, selon les recommandations de l'OHI, le Zéro Hydrographique est le niveau des plus basses mers astronomique plus une marge de sécurité varie entre 10 et 50cm. (SHOM, 2013)

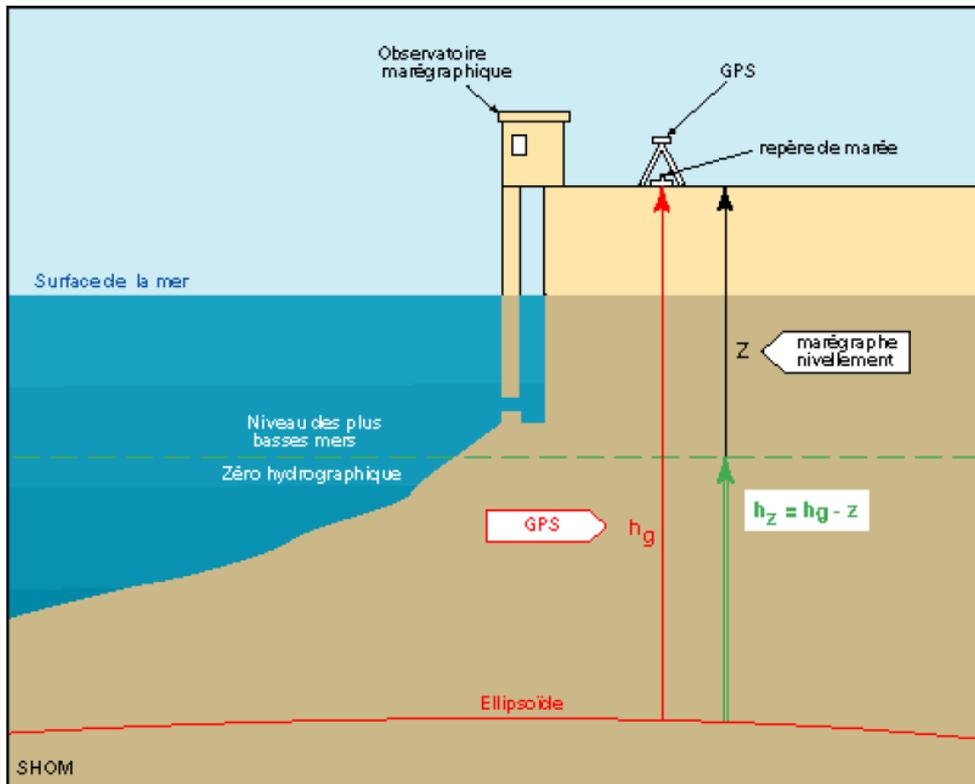
**2. Méthodologie**

Les techniques et les données nécessaires qui permettent à contribuer à l'accès au Zéro Hydrographique sont (SHOM, 2011) :

- Le marégraphe, qui est l'élément principal du processus

employé actuellement pour déterminer le Zéro Hydrographique.

- Le nivellement, pour rattacher les cotes des repères de marée dans une même référence verticale.
- Le GPS, pour exprimer la position des repères de marée par rapport à l'ellipsoïde.



**Fig.2** Détermination du Zéro hydrographique.

**2.1 Détermination du niveau moyen de la mer par rapport à l'ellipsoïde de référence WGS84**

La hauteur ellipsoïdale du niveau moyen de la mer  $H_{e\_NM}$  déterminée par GPS est rapportée à la référence altimétrique par la formule suivante:

$$H_{e\_NM} = H_{e\_RM} + \Delta h - H_{TG} \quad (1)$$

$H_{e\_RM}$  : Hauteur ellipsoïdale du repère de la marée : déterminer avec un rattachement géodésique du repère de la marée dans un système de référence mondial par GPS.

$\Delta h$  : Dénivelée entre le repère de marée et le capteur du marégraphe : calculé par nivellement de précision.

$H_{TG}$  : Niveau moyen de la mer par rapport au capteur du marégraphe, issue du traitement des observations marégraphe (Rami et al., 2016).

**2.2 Calcul du Zéro Hydrographique**

La hauteur ellipsoïdale du Zéro Hydrographique  $H_{e\_ZH}$  représente la différence entre la hauteur ellipsoïdale du Niveau de la mer et la valeur minimale de la marée, soit (Wöppelmann, 1999):

$$H_{e\_ZH} = H_{e\_NM} - Tide_{PBM} \quad (2)$$

$H_{e\_ZM}$ : Hauteur ellipsoïdale du Zéro Hydrographique.  
 $H_{e\_ZM}$  : Hauteur ellipsoïdale du Niveau de la mer.  
 $Tide_{PBM}$  : Valeur minimale de la marée calculée par analyse spectrale des composantes.

**3. Données utilisées**

Les données marégraphe utilisées pour ce travail est essentiellement constitué des mesures brutes enregistrées, par les marégraphe installés à Alger, Oran et Jijel et fournies par l'institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT).

Ces données s'étalent sur des différentes périodes d'observation continues, du 13/12/2011 au 11/05/2015 pour la station d'Alger, du 10/05/2013 au 10/06/2014 pour la station d'Oran et du 22/05/2012 au 27/02/2015 pour la station de Jijel. Toutes ces données sont échantillonnées à 1 minute d'intervalle.

**4. Résultats et analyse**

Les observations brutes de niveau de la mer sont corrigées des mesures aberrantes en appliquant le filtre Hampel qui utilise une fenêtre coulissante de largeur configurable pour parcourir les données en tenant compte du nombre

d'observations de chaque côté (Rami et al., 2016).

Par exemple, la figure 3 représente les données brutes et les données corrigées des observations aberrantes de la station d'Alger.

Toutes ces données sont par la suite, échantillonnées sur une heure et corrigées de l'effet du baromètre inverse.

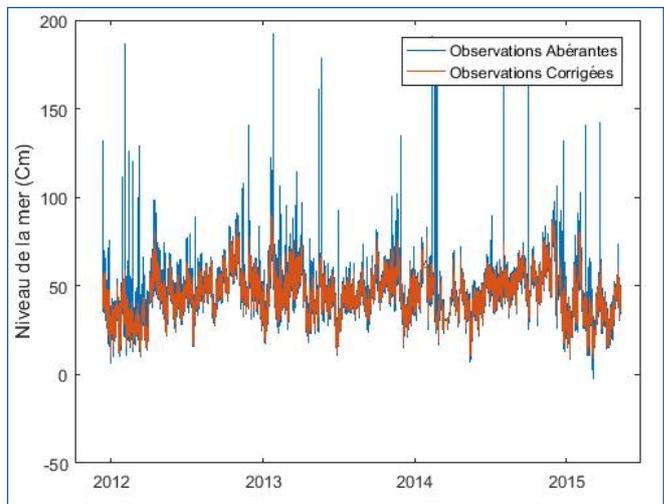


Fig. 3 Correction des mesures brutes de la station marégraphiques d'Alger des observations aberrantes.

Le traitement des données marégraphique par T-tide (Classical tidal harmonic analysis) nous permet de calculer le niveau moyen de la mer et les différentes composantes harmoniques (Pawlowicz et al.c, 2002).

La reconstruction de la marée astronomique à partir descomposantes harmoniques identifiées pour chaque station marégraphiques et représentées dans les figures ci-dessous, nous permet de calculer la valeur des plus basses mers.

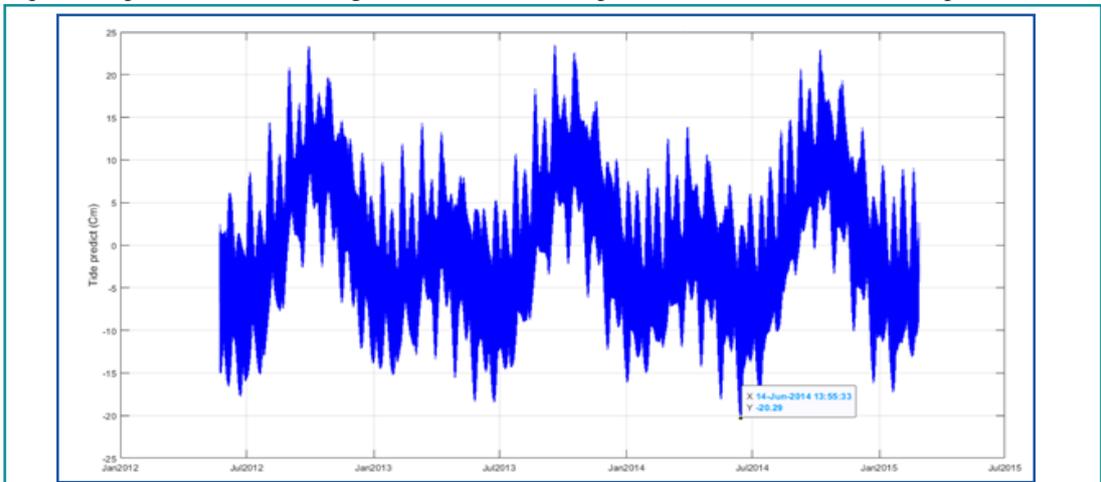


Fig. 4 Reconstruction de la marée - Station d'Alger.

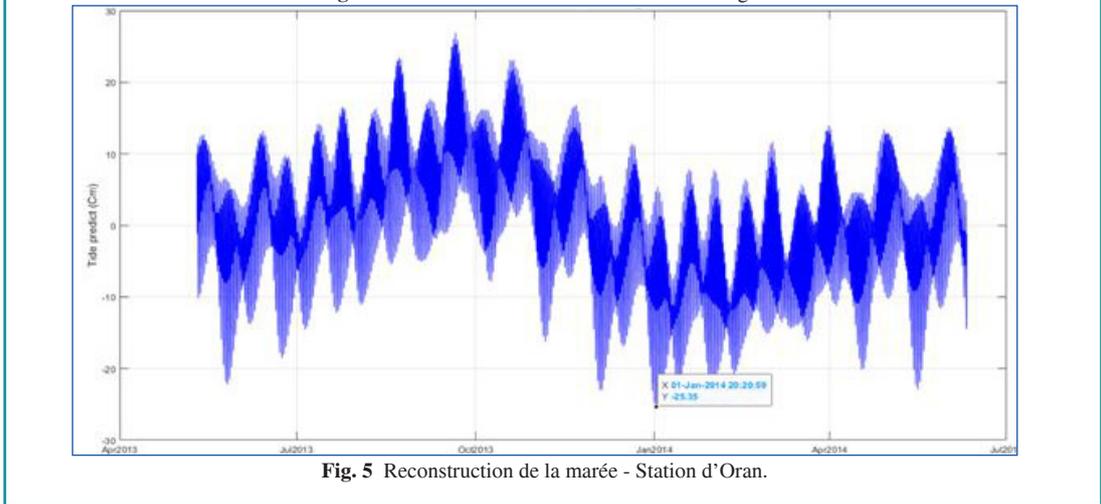


Fig. 5 Reconstruction de la marée - Station d'Oran.

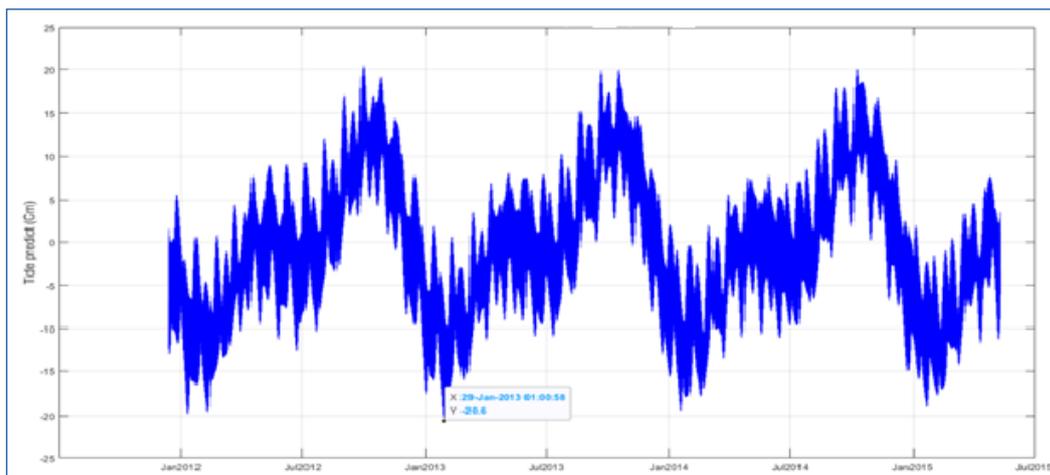


Fig. 6 Reconstruction de la marée - Station de Jijel.

La hauteur ellipsoïdale du Zéro Hydrographique  $H_{e-ZH}$  calculée pour chaque station en se basant sur l'équation 1 et 2 est représentée dans le tableau suivant.

Tab. 1 Zéro Hydrographique par rapport à l'ellipsoïde de référence.

Station marégraphique	$\varphi_{RM}$	$\lambda_{RM}$	$H_{e-RM}$ (m)	$H_{e-NM}$ (m)	$Tide_{PBM}$ (m)	$H_{e-ZH}$ (m)
Alger	36° 47' 04.20''N	3° 04' 04.59''E	46.875	45.775	-0.206	45.569
Oran	35° 43' 29.82''N	0° 42' 11.68''E	50.532	48.563	-0.254	48.309
Jijel	36° 49' 33.54''N	5° 46' 17.93''E	45.981	44.178	-0.203	43.975

Les résultats obtenues aux trois stations marégraphiques montre que le Zéro Hydrographique est situé à 20.6 cm, à 25.4 et à 20.3 cm au-dessous du niveau moyen de la mer, respectivement à Alger, Oran et Jijel.

### 5. Conclusion

Dans ce travail, l'exploitation des données marégraphiques est basée sur une estimation précise de la position du Zéro Hydrographique dans trois zones différentes, en s'appuyant sur la technique de l'analyse harmonique.

L'analyse des résultats a montré que le niveau des plus basses mers astronomiques par rapport au niveau moyen est situé à -20.6 cm au port d'Alger, à -25.4 cm au port d'Oran et à -20.3 au port de Jijel.

Ces résultats pourraient être réajustés en fonction de l'évolution du niveau de la mer.

Notons également que notre estimation dépend de la marée. Par contre il est assez sensible aux conditions météorologiques, en particulier au vent et à la pression atmosphérique persistants peut engendrer des marnages beaucoup plus importants que la marée astronomique.

En perspective, la collaboration CTS/INCT, pourrait également envisager d'analyser des séries de données marégraphiques de longue durée qui permettra la définition du Zéro Hydrographique le long de la bande littorale de l'Algérie.

### Références bibliographiques

Pawlowicz R., B. Beardsley and S. Lentz (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in Matlab using T-tide. Computers and Geosciences 28(8)929-937.

Rami, A., Nechimi, M., Benkouider, T., 2016. Traitement du signal marégraphique par analyse harmonique pour la détermination d'une référence altimétrique pour l'Algérie. Bull. Sci. Géographiques 30, 2–10.SHOM (2013).

SHOM (2011). Références Altimétriques Maritimes. Côtes du Zéro Hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée.

Simon, B. (2007). La marée océanique côtière, Paris: Institut océanographique.

Wöppelmann G, Allain S, Bahurel P, Lannuzel S, Simon B, Zéro hydrographique vers une détermination globale ,Revue XYZ-N°79-2° Trimestre 1999.