

Effet des seiches sur le signal de la marée d'un littoral microtidal. Cas du Port d'Alger

Zerrouki Chawki¹ et Hemdane Yacine¹

¹Laboratoire Géo-Environnement, Faculté des Sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, Université Houari Boumediene, BP 32, El-alia, Algiers, Algeria
¹czerrouki@usthb.dz

ملخص: يوفر تحليل بيانات قياس المد فهما أفضل للموجات البحرية المدرجة في إشارة مستوى سطح البحر العالمية. ويمكن أن يتعلق هذا الأخير بالموجات السطحية التي تتراوح بين الترددات العالية مثل الموجات والانتفاخات وموجات الترددات المنخفضة جدا (أي المد والجزر وفترات ترتيب الساعات والأيام). وقد أتاح هذا العمل تحليل بيانات قياس المد من مقياس المد في المكتب الوطني للإشارات البحرية، الذي تم تركيبه في ميناء الجزائر العاصمة، من أجل فهم تأثير اضطراب الغلاف الجوي على إشارة المد والجزر لساحل المد والجزر. وتتعلق الإشارات المختارة بفترة من الهياج المنخفض حيث كانت الأمواج الجوية ضعيفة وفترة أخرى اتسمت بهياج كبير. وقد أظهرت المراقبة والتحليل الطيفي لهذه الإشارات أنه بالنسبة للسواحل المدية الدقيقة ذات المد المنخفض جدا، قد يكون من الصعب تحديد إشارة المد والجزر أثناء الظروف الجوية. كما أظهرت النتائج أنه حتى أثناء الهياج المنخفض، لوحظ انخفاض الحبار على إشارة مستوى سطح البحر الإجمالية

الكلمات الأساسية: مستوى سطح البحر، مقياس المد والجزر، المد والجزر، الحبار، الاضطرابات الجوية.

Résumé: L'analyse des données marégraphiques permet de mieux comprendre les ondes marines comprises dans le signal global du niveau de la mer. Ce dernier peut concerner des ondes de surface allant des hautes fréquences comme les vagues et les houles aux ondes de très basses fréquences (ie, marée, périodes de l'ordre d'heures et de jours). Ce travail a permis l'analyse des données marégraphiques issues du marégraphe de l'Office National de la Signalisation Maritime (ONSM), installé au niveau du port d'Alger, en vue de comprendre l'impact de la perturbation atmosphérique sur le signal de la marée d'un littoral microtidal. Les signaux choisis concernent une période de faible agitation où les ondes météorologiques ont été faibles et une autre période caractérisée par une agitation considérable. L'observation et l'analyse spectrale de ces signaux ont permis de montrer que pour les côtes microtidales à très faible marnage, le signal de la marée pourrait être difficilement identifiable lors des conditions météorologiques. Aussi, les résultats ont permis de montrer que même lors d'une faible agitation, de faibles seiches sont observées sur le signal global du niveau de la mer.

Mots clés : Niveau de la mer, marégraphe, marée, seiches, perturbations atmosphériques.

Abstract: The analysis of tide gauge data allows a better understanding of the sea-level oscillations included in the global sea-level signal. These oscillations can concern surface waves ranging from high frequencies such as waves and swells to very low frequency waves (i.e., tides, periods of the order of hours and days). This work has allowed the analysis of sea-level data from the tide gauge of the Office National de la Signalisation Maritime (ONSM), installed at the port of Algiers, in view to understand the impact of the atmospheric disturbances on the tidal signal of a microtidal coast. The analyzed signals concern a period of low agitation and another period characterized by considerable agitation. The observation and spectral analysis of these signals showed that the tidal signal could be not easily identifiable during meteorological conditions. Also, results showed that even during low agitation, weak seiches are present on the global sea level signal.

Keywords: Sea-level, tide gauge, tide, seiches, atmospheric disturbances.

1. Introduction

Les ondes marines de surface concernent l'ensemble des oscillations de la mer qui peuvent être observées en surface. Ces ondes peuvent aller des hautes fréquences comme les vagues et les houles aux ondes de très basses fréquences (ie, périodes de l'ordre d'heures et de jours). La marée océanique est définie comme les variations périodiques du niveau de la mer dues à l'attraction de la lune et aux effets du soleil (Rami et al. 2016). La variation verticale de la marée, marnage, varie significativement à l'échelle du globe. Les côtes peuvent, en l'occurrence, être classées en fonction de leur marnage. Ainsi, les côtes microtidales, mésotidales et macrotidales ont respectivement des marnages < 2 m, entre 2-4 m et > 4 m (Short 1991). Bien que le marnage soit très faible (<< 2 m) sur les côtes Algériennes, d'autres ondes marines non-tidales peuvent s'y produire (Zerrouki and Hemdane 2021) et engendrer possiblement une submersion marine. D'une manière générale, ces ondes peuvent concerner les tsunamis, les météotsunamis/seiches et les ondes infragravitaires (Zerrouki and Hemdane 2021). En effet, présence, notamment simultanée, des seiches, ondes infragravitaires et vagues/houles peuvent engendrer une augmentation significative du niveau de la mer. Cette dernière pourrait causer, par exemple au niveau des bassins portuaires, une submersion marine potentiellement dangereuse. Les seiches et les tsunamis ont les mêmes

échelles temporelles et spatiales, mais liées respectivement aux conditions météorologiques et des forçages sismiques (Rabinovich and Monserrat 1998).

Les ondes d'infragravité (IG) sont des ondes océaniques de surface ayant des fréquences comprises entre 0.004 et 0.04 Hz (Bertin et al. 2018). Les ondes infragravitaires sont principalement générées par les interactions non linéaires des vagues de courtes périodes (Munk 1946 in Henderson and Bowen 2002). Les ondes infragravitaires peuvent contribuer à l'élévation soudaine du niveau de la mer qui pourrait être observées notamment au niveau des côtes à bas-relief et des bassins portuaires. En effet, les IG contribuent significativement à l'érosion côtière durant les tempêtes (Masselink 1995) et peuvent, dans certaines conditions, induire une submersion marine.

Ce travail vise à analyser les données marégraphiques issues du marégraphe de l'Office National de la Signalisation Maritime (ONSM), installé au niveau du port d'Alger, en vue de montrer l'effet des ondes météorologiques sur le signal de la marée d'un littoral microtidal.

2. Méthode

La méthodologie appliquée dans ce travail s'est basée sur l'analyse et le traitement de trois signaux marégraphiques issus du marégraphe de l'ONSM installé au niveau du port d'Alger avec une fréquence de mesures est de 0.0033 Hz.

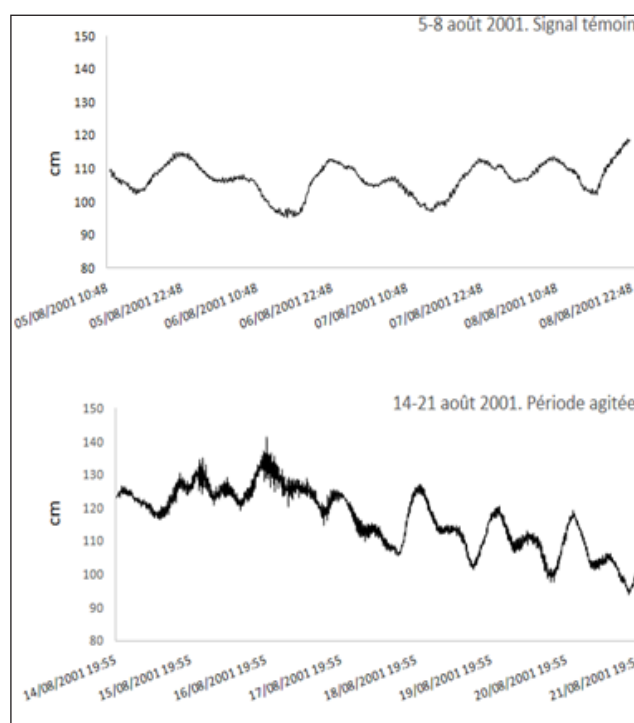


Fig. 1 Signaux marégraphiques du 5-8 août 2001 et du 14 au 21 août 2001. Port d'Alger (Source des données : ONSM).

Les signaux choisis concernent une période de faible agitation du 5-8 août 2001 où les ondes météorologiques ont été faibles, désignée dans cette étude comme période témoin, et une autre période allant du 14 au 21 août 2001 caractérisée par une agitation visible sur le signal du niveau de la mer (Fig.1). En effet, la première observation est effectuée visuellement afin d'identifier les périodes d'étude. Puis, le signal est analysé pour vérifier les éventuelles données manquantes. Une fois ces deux étapes terminées, les signaux sont analysés en leur appliquant l'analyse spectrale de puissance PSD. Cette dernière est effectuée en utilisant la méthode de Welch (Welch 1967).

La méthode d'analyse de densité spectrale de puissance (PSD) utilisée en astronomie, en géophysique, et en océanographie (Vaníček 1969, in Zerrouki 2021) a été adoptée pour l'analyse spectrale de la donnée marégraphique acquise (Zerrouki 2021). Le traitement du signal a été effectué à l'aide de l'environnement de programmation GNU Octave.

3. Résultats et discussion

L'analyse visuelle des résultats (Fig.1) montre que la marée est mieux distinguée durant la période du 5-8 août 2001. En revanche, le signal du niveau de la mer relatif à la période du 14 au 21 août 2001 comprend des perturbations de « hautes » fréquences qui pourraient être liées à une perturbation atmosphérique. Les résultats montrent en outre que la marée est nettement perturbée, notamment entre le 16 et le 17 août 2001.

Les résultats de l'analyse de densité spectrale de puissance (PSD) appliquée aux signaux marégraphiques du 5-8 août 2001 et du 14 au 21 août 2001 montrent qu'en effet pendant la période du 5 au 8 août 2001 la marée est nettement visible dans l'analyse spectrale (Fig.2).

Il est important de souligner que même durant cette période, considérée dans ce travail comme période de faible agitation, des traces de seiches (faibles) sont présentes. Par ailleurs, lors de la période agitée du 14-21 août 2001, les pics fréquentiels relatifs à la marée observée auparavant sont moins prononcés. Les seiches sont, quant à elles, plus prononcées avec des pics fréquentiels relatifs aux périodes de 20 min et 30 min. Ces résultats ont été également obtenus par Zerrouki and Hemdane (2021) et Zerrouki (2021) qui ont attribué ces pics fréquentiels aux seiches induites potentiellement par la résonance portuaire et de celle du plateau continental. Les résultats obtenus dans ce travail ont permis de montrer que pour les côtes microtidales à très faible marnage, le signal de la marée pourrait être difficilement apparent lors des conditions météorologiques. Il est enfin important de souligner que l'érosion côtière est accentuée sur ces littoraux à faible marnage (Bouhmadouche and Hemdane 2016).

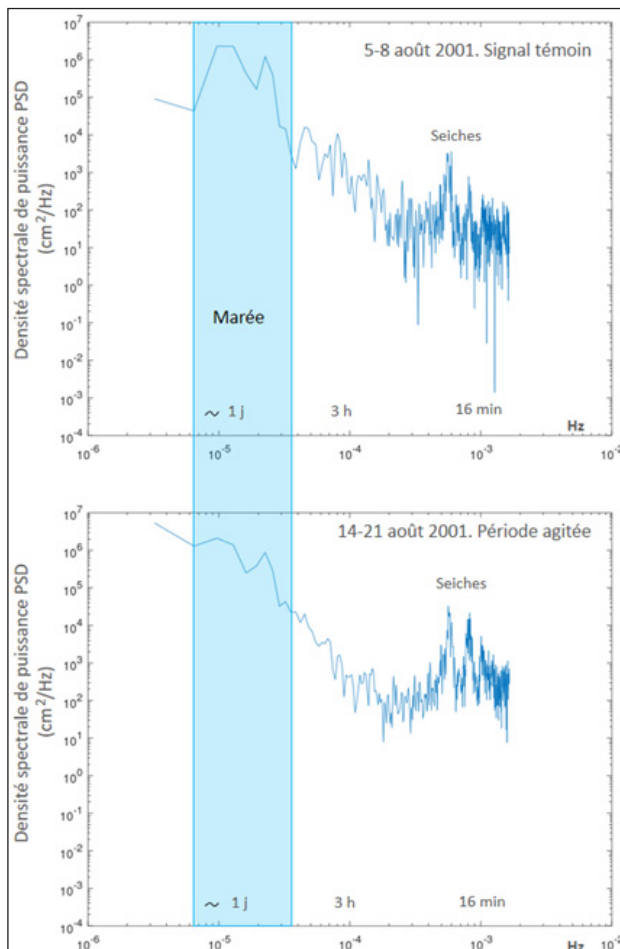


Fig.2 Résultats de l'analyse spectrale des données marégraphiques durant des périodes calme (5-8 août 2001) et agitée (14 au 21 août 2001)

4. Conclusion

La côte Algérienne se caractérise par un marnage très faible (côte microtidale), mais est exposée aux ondes marines induites par les perturbations atmosphériques. Ces dernières peuvent engendrer l'élévation soudaine du niveau de la mer et causer des dégâts au niveau de la côte. Ce travail a mis en exergue l'effet de la perturbation météorologique sur le signal de la marée. En effet, parce que la marée est très faible sur le littoral de la zone d'étude, les seiches pourraient rendre difficile l'observation de la marée. Aussi, ce travail a permis de montrer que même lors des conditions météorologiques faibles, des traces de seiches sont identifiées au niveau du port d'Alger. Enfin, il est important de souligner l'effet des seiches et des ondes infragravitaires sur l'érosion côtière et la submersion marine.

Références bibliographiques

- Bertin X, De Bakker A, Van Dongeren A, et al (2018) Infragravity waves: From driving mechanisms to impacts. *Earth-Science Rev* 177:774–799.
- Bouhmadouche M, Hemdane Y (2016) Erosion of a sandy coast: continuous follow-up of the coastal groynes of protection in Boumerdes (Algeria). *Environ Earth Sci* 75:866.
- Henderson SM, Bowen AJ (2002) Observations of surf beat forcing and dissipation. *J Geophys Res Ocean* 107:. <https://doi.org/10.1029/2000jc000498>.
- Masselink G (1995) Group bound long waves as a source of infragravity energy in the surf zone. *Cont Shelf Res* 15:1525–1547.
- Rabinovich AB, Monserrat S (1998) Generation of meteorological tsunamis (large amplitude seiches) near the Balearic and Kuril Islands. *Nat hazards* 18:27–55.
- Rami A, Nechimi M, Maârouf S, Benkouider T (2016) Tidal Signal Processing by Harmonic Analysis for the Algerian Vertical Reference Determination. *ATINER's Conf Pap Ser*.
- Short AD (1991) *Macro-meso tidal beach morphodynamics: an overview*. *J Coast Res* 417–436.
- Vaníček P (1969) Approximate spectral analysis by least-squares fit - Successive spectral analysis. *Astrophys Space Sci* 4:387–391. <https://doi.org/10.1007/BF00651344>.
- Welch P (1967) The use of fast Fourier transform for the estimation of power spectra: a method based on time averaging over short, modified periodograms. *IEEE Trans audio Electroacoust* 15:70–73.
- Zerrouki C (2021) Etude des mouvements du niveau de la mer, dans une zone portuaire. Cas du littoral centre (Algérie). Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene.
- Zerrouki C, Hemdane Y (2021) The study of low-frequency sea-level oscillations: case of Algiers harbor (Algeria). *Arab J Geosci* 14:528. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-06921-x>.