

# Importance de la fréquence de mesures du niveau de la mer pour l'étude des risques côtiers

Hemdane Yacine<sup>1</sup> et Zerrouki Chawki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>laboratoire Geo-Environnement, Faculte Des Sciences De La Terre, Geographie Et Amenagement Du Territoire, Universite Houari Boumediene, Bp 32, El-Alia, Algiers, Algeria

yhemdane@usthb.dz

**ملخص:** يتأثر الساحل الجزائري بعدة مخاطر ساحلية مثل الغمر البحري وتآكل السواحل. وتساهم مراقبة الأمواج البحرية مثل الأمواج/الانتفاخات وموجات الأشعة تحت الجاذبية والحبار في تحسين إدارة وتقليل المخاطر الساحلية الناجمة عن هذه الكائنات الهيدروديناميكية. كما أن هذه البيانات الهيدروديناميكية مهمة في أبعاد الهياكل الساحلية. والهدف من هذا العمل هو إظهار أهمية تواتر قياسات مقاييس المد في دراسة المخاطر الساحلية الناجمة عن تقلبات (الأمواج البحرية) لمستوى سطح البحر. وهكذا، تم تحليل إشارتي قياس المد المقيستين بترددات قياس 0.033 هرتز و 1 هرتز من أجل إظهار الإشارات التي اكتشفها هذان الترددان القياسان. وأظهرت النتائج أن قياسات قياس الترددات العالية ستكون أكثر إثارة للاهتمام لأنها، بالإضافة إلى الإشارات المنخفضة التردد، يمكنها أيضا تسجيل الموجات/الموجات المنخفضة التردد، ويمكنها أيضا تسجيل الموجات/الموجات المنخفضة التردد، ويمكنها أيضا تسجيل الموجات/الموجات المنخفضة التردد، ومن المهم التأكيد على أن هذه البيانات مهمة لكل من إدارة المخاطر الساحلية والحد من المخاطر والهندسة الساحلية.

**الكلمات الرئيسية:** مستوى سطح البحر، مقياس المد والجزر، وتيرة القياسات، المخاطر الساحلية.

**Résumé :** Le littoral Algérien est concerné par plusieurs risques côtiers comme la submersion marine et l'érosion côtière. L'observation des ondes marines comme les vagues/houles, les ondes infragravitaires et les seiches contribue à une meilleure gestion et réduction des risques côtiers induits par ces forçages hydrodynamiques. Aussi, ces données hydrodynamiques sont importantes dans le dimensionnement des ouvrages côtiers. L'objectif de ce travail est de montrer l'importance de la fréquence de mesures (fs) des marégraphes dans l'étude des risques côtiers induits par les fluctuations (ondes marines) du niveau de la mer. Ainsi, deux signaux marégraphiques mesurés à des fréquences de mesures de 0.033 Hz et 1 Hz ont été analysés en vue de montrer les signaux détectés par ces deux fréquences de mesures. Les résultats ont montré que les marégraphes à haute fréquence de mesures seraient plus intéressants car, en plus des signaux de basse fréquence, ils peuvent également enregistrer les vagues/houles et les ondes infragravitaires. Il est important de souligner que ces

données sont importantes aussi bien pour la gestion et la réduction des risques côtiers que pour l'ingénierie côtière.

**Mots clés :** Niveau de la mer, marégraphe, fréquence de mesures, risques côtiers

**Abstract:** The Algerian coast is concerned by several coastal risks such as marine submersion and coastal erosion. The observation of waves/swells, infragravity waves (IG) and seiches contributes to a better management and reduction of coastal risks induced by these hydrodynamic forcings. In addition, these hydrodynamic data are important in the design of coastal structures. This work aims to show the importance of the frequency sampling (fs) of tide gauges in the study of coastal risks induced by fluctuations of the sea-level. Thus, two tide gauge signals measured at sampling frequencies of 0.033 Hz and 1 Hz were analyzed to show the signals detected by these two sampling frequencies. Results showed that tide gauges with high sampling frequency would be more interesting because, in addition to low frequency signals, they can also record waves/swells and IG. It is important to emphasize that these data are important both for coastal risk management and reduction and for coastal engineering.

**Keywords :** Sea-level, tide gauge, sampling frequency, coastal risks

## 1. Introduction

Le littoral Algérien est concerné par plusieurs risques côtiers comme les tsunamis (*Alasset et al. 2006; Harbi et al. 2011*), l'érosion côtière (*Bouhmadouche et Hemdane, 2016*) et l'avancée dunaire (*SNGIZC, 2014*). En ce qui concerne les tsunamis, il est important de souligner que le dernier tsunami enregistré sur la côte Algérienne a été induit lors du séisme de Boumerdès (2003). Durant cet événement sismique, des vagues des tsunamis ont atteint des hauteurs de 2m au niveau des Iles Baléares (*Alasset et al. 2006*). D'autres ondes marines peuvent également causer une érosion et/ou une submersion marine comme les vagues (*Bouhmadouche et Hemdane, 2016*), les seiches et les ondes infragravitaires.

Les seiches et les météotsunamis peuvent contribuer à

l'élévation soudaine du niveau de la mer et causer une submersion marine qui est amplifiée sur les côtes à bas-relief. En ce qui concerne les ondes infragravitaires, elles contribuent significativement à l'érosion côtière durant les tempêtes (Masselink, 1995).

Il est en outre important de souligner les liens possibles entre ces différentes ondes. Dans une introduction sur les seiches, (Zerrouki 2021) mentionne, à titre d'exemple, que « les seiches peuvent être engendrées par les tsunamis (Rabinovich 1997), amplifiées par les ondes infragravitaires (Bertin et al. 2018) et initiées par les vagues et les houles (Rabinovich 2009) ».

Par conséquent, la compréhension des risques induits par les fluctuations du niveau de la mer passe par l'observation et l'identification de toutes ces ondes marines. A titre d'exemple, l'analyse spectrale de puissance PSD (Power Spectral Density) (Vaníček 1969) peut aider à identifier les différentes fréquences d'un signal marégraphique global. Ces fréquences sont ensuite utilisées pour l'isolation des différentes ondes marines à partir de l'application de filtres (ie, Filtre de Butterworth).

Cependant, il est important de souligner que l'identification de l'ensemble des ondes marines, qui pourraient se produire, en l'occurrence sur un littoral microtidal, est conditionnée par la fréquence de mesure instrumentale (marégraphe). C'est dans cette optique que s'inscrit ce travail qui présente plusieurs signaux marégraphiques mesurés à des fréquences de mesures de 0.033 Hz et 1 Hz.

## 2. Méthode

L'objectif de ce travail est de montrer l'importance de la fréquence de mesures (fs) dans l'étude des risques côtiers induits par les fluctuations (ondes marines) du niveau de la mer. Pour ce faire, deux signaux du niveau de la mer ont été analysés. Le premier signal du niveau de la mer a été enregistré par un marégraphe ayant une fréquence de mesures de 0.0033 Hz, installé au niveau du port d'Alger (ONSM). Le second signal a été mesuré par le marégraphe développé au niveau du laboratoire Géo-Environnement (FSTGAT-USTHB), installé au niveau du port de Tamentfoust (est d'Alger) et ayant une haute fréquence de mesures (ramenée à 1Hz). Les signaux originels ont, en premier lieu, été vérifiés pour éviter le problème des données manquantes. Le signal du marégraphe développé au niveau du laboratoire Géo-Environnement (FSTGAT-USTHB), installé au niveau du port de Tamentfoust (est d'Alger), a été mesuré avec une fréquence irrégulière supérieure à 1Hz. De ce fait, la fs relative à ce signal a été

organisée et réduite à une fs régulière de 1 Hz. Une analyse spectrale a été ensuite appliquée aux signaux avec la méthode de Welch (Welch 1967) et mise en œuvre à l'aide de l'environnement de programmation Octave GNU..

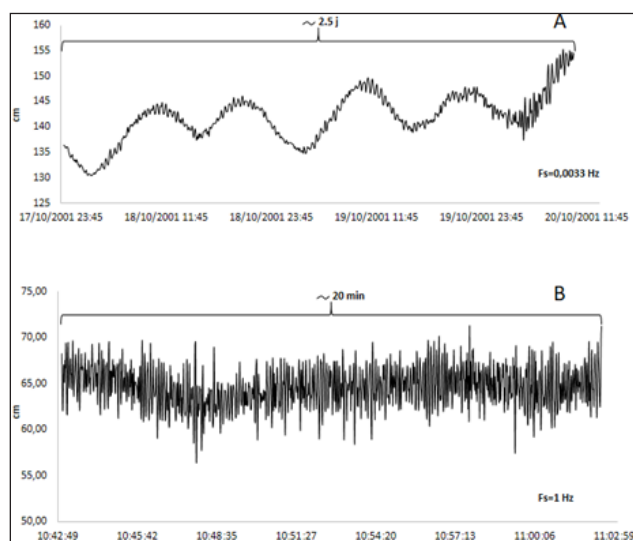


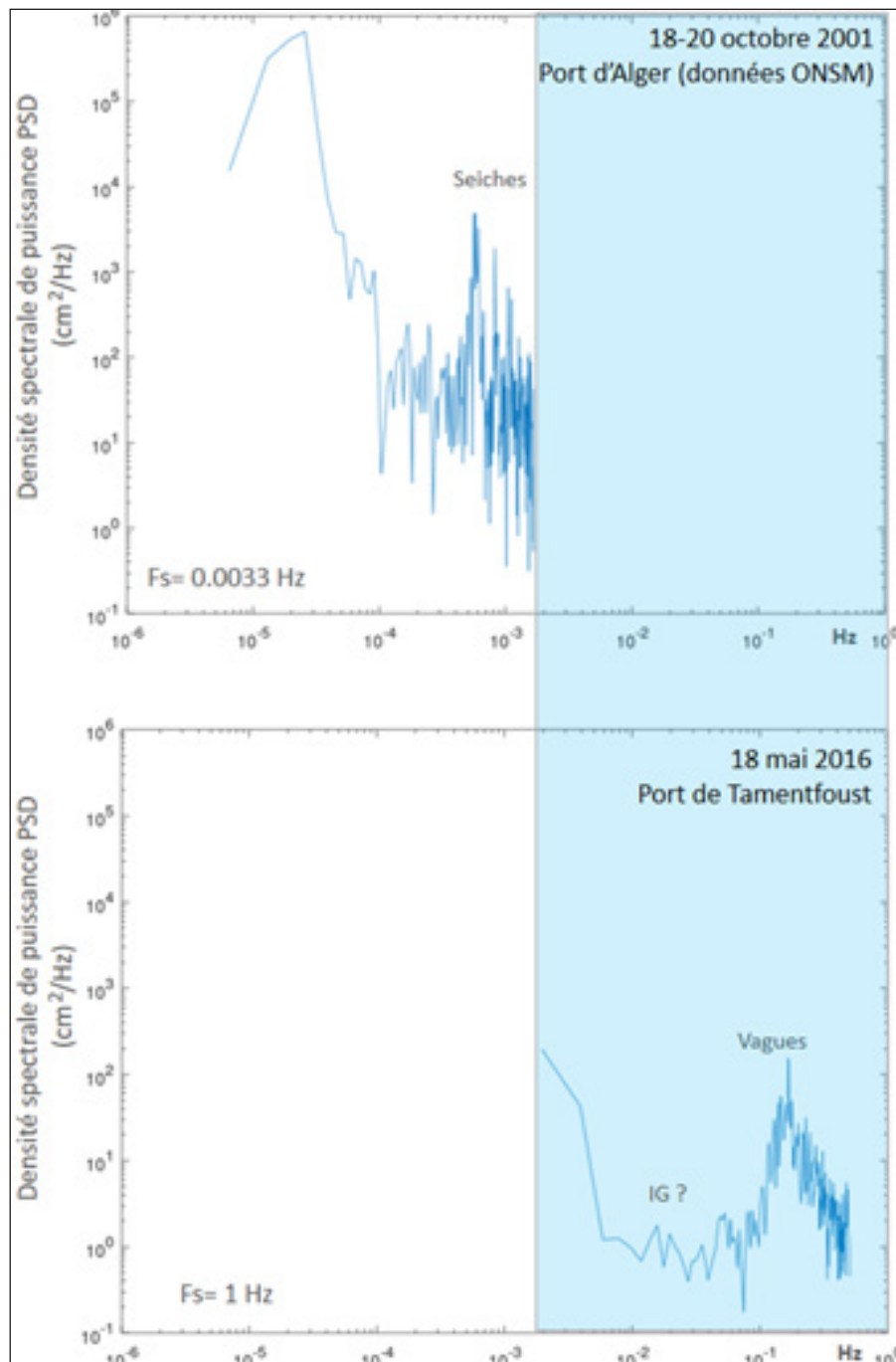
Fig. 1 Signaux marégraphiques du 5-8 août 2001 et du 14 au 21 août 2001. Port d'Alger (Source des données : ONSM)

## 3. Résultats et discussion

L'observation des résultats obtenus dans ce travail montre que la fréquence de mesure (fs) de 0.0033 Hz est suffisante pour l'analyse des seiches et de la marée. Cependant, les résultats montrent que cette fréquence de mesures ne permet pas de mesurer les ondes infragravitaires (IG) et les vagues/houles. En effet, le court signal (d'environ 20 min) enregistré à une fs de 1Hz à Tamentfoust comprend des fréquences relatives aux vagues et de certains petits pics de fréquences qui pourraient être liées aux IG. Parce que ces ondes pourraient avoir des liens avec les seiches, il serait préférable de s'intéresser à la mesure des hautes fréquences. Il est important de souligner que la connaissance des vagues et des houles peut contribuer à mieux comprendre certains risques côtiers comme l'érosion côtière. A ce sujet, les marégraphes à haute fréquence de mesures peuvent, en outre, fournir cette donnée qui est importante pour le domaine des géosciences marines. Il en est de même pour le domaine de l'ingénierie côtière où le dimensionnement des ouvrages côtiers requiert, entre autres, les données de vagues et des houles à la côte.

## 4. Conclusion

Ce travail a permis de montrer l'importance de la



**Fig.2** Densité spectrale de puissance (PSD) appliquée aux signaux marégraphiques mesurés à des fréquences de mesures de 0.033 Hz (Port d'Alger. ONSM) et 1 Hz (Port de Tamentfoust).

fréquence de mesures ( $f_s$ ) dans l'étude des risques côtiers induits par les fluctuations (ondes marines) du niveau de la mer. Ainsi, les marégraphes à haute fréquence de mesures seraient plus intéressants car, en plus des signaux de basse fréquence, ils peuvent également enregistrer les vagues/

houles et les ondes infragravitaires. Ces données sont, pour rappel, importantes aussi bien pour la gestion et la réduction des risques côtiers que pour l'ingénierie côtière (dimensionnement des ouvrages côtiers).