

---

# On Tidal Resonance in the Global Ocean and the Back-Effect of Coastal Tides upon Open-Ocean Tides

Brian K. Arbic<sup>1,\*</sup>, Richard H. Karsten<sup>2</sup> and Chris Garrett<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Institute for Geophysics, Jackson School of Geosciences  
The University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA*

<sup>2</sup>*Department of Mathematics and Statistics, Acadia University, Nova Scotia*

<sup>3</sup>*Department of Physics and Astronomy, University of Victoria, British Columbia*

[Original manuscript received 29 October 2008; accepted 5 June 2009]

---

**ABSTRACT** *The resonance of semi-diurnal tidal elevations is investigated with a forward numerical forced damped global tide model and an analytical model of forced-damped tides in a deep ocean basin coupled to a shelf. The analytical model contains the classical half-wavelength and quarter-wavelength resonances in the deep ocean and shelf, respectively, as well as a forcing-scale dependence which depends on the ratio of the phase speed of open-ocean gravity waves to that of the astronomical forcing. In the analytical model, when the deep ocean and shelf resonate separately at the same frequency, the resonance in the coupled system shifts to frequencies slightly higher and lower than the original frequency, such that a 'double bump' is seen in plots of elevation amplitude versus frequency. The addition of a shelf to a resonant open ocean tends to reduce open-ocean tides, especially when the shelf is also near resonance. The magnitude of this 'back-effect' is controlled by shelf friction. A weakly damped resonant shelf has a larger back-effect on the open-ocean tide than does a strongly damped shelf. Numerical simulations largely bear out the analytical model predictions, at least qualitatively. Idealized simulations show that continents enhance tides by enabling the half-wavelength resonance. Simulations with realistic geometry and topography but varying longitudinal structure in the astronomical forcing display an influence of the forcing scale on tidal amplitudes somewhat similar to that seen in the analytical model. A frequency sweep in the semi-diurnal band in experiments with realistic geometry and topography reveals weakly resonant peaks in the amplitudes of several shelf regions and in the globally averaged open-ocean amplitudes. Finally, the back-effect of the shelf upon the open ocean is seen in simulations in which locations of resonant coastal tides are blocked out and open-ocean tidal elevations are significantly altered (increased, generally) as a result.*

**RÉSUMÉ** [Traduit par la rédaction] *Nous étudions la résonance des élévations des marées semi-diurnes à l'aide d'un modèle numérique direct des marées mondiales forcées-amorties et d'un modèle analytique de marées forcées-amorties dans un bassin océanique profond couplé à une plate-forme continentale. Le modèle analytique contient les résonances classiques de demi-longueur d'onde et de quart de longueur d'onde dans l'océan profond et sur la plate-forme continentale, respectivement, de même qu'une dépendance de l'échelle de forçage liée au rapport entre la vitesse de phase des ondes de gravité en haute mer et le forçage astronomique. Dans le modèle analytique, quand l'océan profond et la plate-forme résonnent séparément à la même fréquence, la résonance dans le système couplé se déplace vers des fréquences légèrement plus élevée et plus basse que la fréquence originale, de sorte qu'on observe une double bosse dans les tracés de l'amplitude de l'élévation en fonction de la fréquence. L'addition d'une plate-forme à une haute mer résonnante a tendance à réduire les marées en haute mer, en particulier quand la plate-forme aussi est proche de la résonance. L'ampleur de ce « rétro-effet » dépend du frottement contre la plate-forme. Une plate-forme résonnante avec faible friction produit un rétro-effet plus fort sur la marée en haute mer qu'une résonance de plate-forme avec forte friction. Les simulations numériques confirment dans une large mesure les prévisions du modèle analytique, du moins qualitativement. Des simulations idéalisées montrent que les continents accentuent les marées en permettant la résonance de demi-longueur d'onde. Des simulations avec une géométrie et une topographie réalistes mais avec une structure longitudinale variable dans le forçage astronomique montrent une influence de l'échelle du forçage sur l'amplitude des marées à peu près comparable à celle que l'on voit dans le modèle analytique. Un balayage de fréquence dans la bande semi-diurne dans les expériences avec une géométrie et une topographie réalistes révèle des pics faiblement résonnants dans les amplitudes de plusieurs régions de la plate-forme et dans la moyenne d'ensemble des amplitudes en haute mer. Finalement, le rétro-effet de la plate-forme sur la haute mer se voit dans les simulations dans lesquelles les endroits où se produisent les marées côtières résonnantes sont bloqués, ce qui a pour résultat de modifier (en général, d'augmenter) de façon importante l'élévation des marées en haute mer.*

---

\*Corresponding author's e-mail: [barbic@fsu.edu](mailto:barbic@fsu.edu); current affiliation Department of Oceanography and Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies, Florida State University, Tallahassee, Florida, 32306, USA

## **NOTE TO USER**

For the full text of this article, [click here](#).

-----

## **AVIS À L'USAGER**

Pour le texte intégral de cet article, [cliquez ici](#).