

## PROPOSITION DE STAGE – MASTER 2 DET

Dynamique des fluides, Énergétique et transferts

Université Toulouse 3 Paul Sabatier - Toulouse INP - INSA Toulouse - ISAE SUPAERO – IMT Mines Albi

**Titre :** Modélisation et comparaison avec des observations de la marée interne océanique

**Responsable(s) :** Cécile Le Dizès, Doctorante – [cecile.ledizes@imft.fr](mailto:cecile.ledizes@imft.fr)

Matthieu Mercier, Chargé de Recherche CNRS - 05.34.32.28.64 - [matthieu.mercier@imft.fr](mailto:matthieu.mercier@imft.fr)

**Lieu du stage :** Institut de mécanique des fluides de Toulouse (IMFT). 2 allée Pr. Camille Soula, 31400 Toulouse.

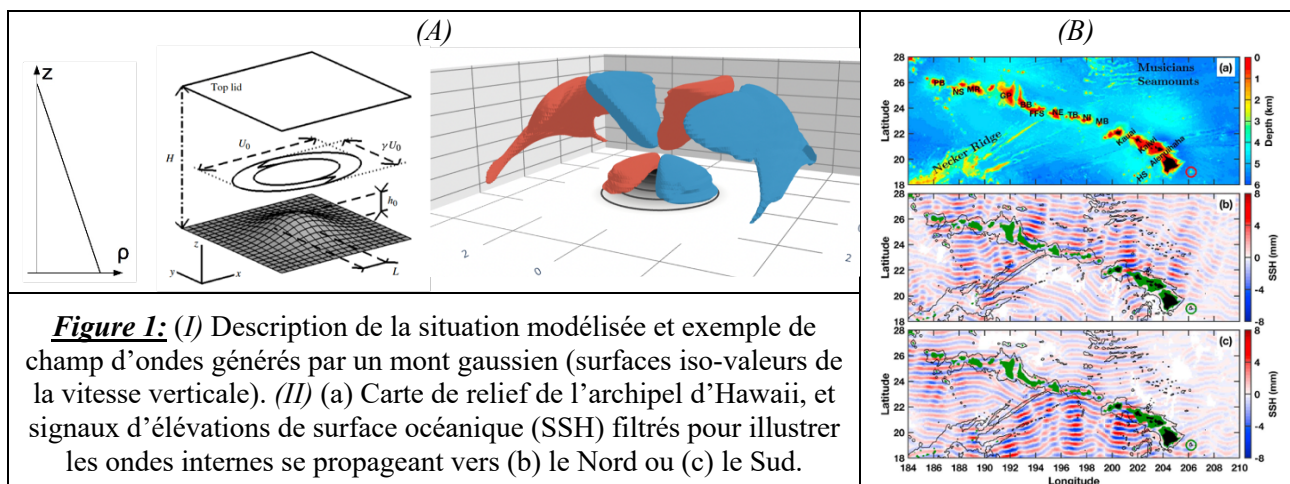
**Durée / période :** 5-6 mois à partir de Février, flexible selon exigence formation Master 2.

**Candidature** [CV, lettre de motivation, références] à envoyer à : [matthieu.mercier@imft.fr](mailto:matthieu.mercier@imft.fr)

### Sujet

La marée interne océanique (ou marée barocline) correspond à des ondes de gravité, générées au sein des océans par l'interaction de la marée barotrope avec de reliefs sous-marins. Ces ondes ont des longueurs d'ondes allant jusqu'à 100 km et peuvent se propager sur des milliers de km. Elles sont associées à des déplacements verticaux très importants. Une fois générées, elles représentent une source d'énergie importante qui contribue au mélange en profondeur. La prise en compte de ces ondes de façon fiable dans les modèles océaniques est importante afin de mieux comprendre et modéliser le transport et la dissipation d'énergie dans l'océan, ainsi que le mélange induit qui peut avoir une influence sur la circulation océanique, les écosystèmes (transport de nutriments et sédiments) et le climat.

La génération de la marée interne a fait l'objet de nombreuses études et modèles analytiques [1], pour la plupart à deux dimensions. Le nombre de travaux analytiques à trois dimensions restent limités [2,3] et présentent toujours des contraintes (pente faible ou forte seulement, de faible hauteur comparée à la profondeur de l'océan, périodique ou isolé). Une thèse est aujourd'hui en cours à l'IMFT pour étendre un modèle 2D basé sur les fonctions de Green [4] à la génération de la marée interne à des reliefs isolés tridimensionnels, comme illustré à la figure 1(A). L'avantage de ce modèle est qu'il peut traiter tout type de topographie, permettant ainsi des comparaisons quantitatives avec des cas océaniques réels, comme autour d'Hawaii par exemple [5], à la figure 1.(B).



L'objectif principal de ce stage est la confrontation des premiers résultats du modèle 3D à des cas océaniques réels. L'un des premiers enjeux consiste à identifier les reliefs océaniques appropriés pour l'étude, pour cibler des régions spécifiques où la confrontation du modèle 3D aux données réelles sera pertinente. Une fois les sites d'étude sélectionnés, le candidat devra extraire de base de données globales la bathymétrie, la stratification, ainsi que des informations sur les marées barotropes et baroclines. Un objectif secondaire sera l'adaptation du modèle existant pour la prise en compte de stratification quelconque, ou encore en adaptant les sorties pour la comparaison avec des données d'altimétrie.

Nous recherchons des candidat.e.s motivé.e.s et ayant un intérêt pour la modélisation océanique et l'océanographie physique. Des compétences en programmation (Python), ainsi qu'un goût pour la théorie et la manipulation de bases de données sont également un atout précieux.

### **Références**

- [1] Garrett, C. & Kunze, E. Internal tide generation in the deep ocean. *Annual Review of Fluid Mechanics*, **2007**, 39, 57-87.
- [2] Llewellyn Smith, S., & Young, W. Conversion of the barotropic tide. *Journal of Physical Oceanography*, **2002**, vol. 32, no 5, p. 1554-1566
- [3] Pollmann, F., Nycander, J., Eden, C., & Olbers, D. Resolving the horizontal direction of internal tide generation. *Journal of Fluid Mechanics*, **2019**, 864, 381-407
- [4] Echeverri, P., & Peacock, T. Internal tide generation by arbitrary two-dimensional topography. *Journal of Fluid Mechanics*, **2010**, 659, 247-266.
- [5] Alford, M. H., MacKinnon, J. A., Zhao, Z., Pinkel, R., Klymak, J., and Peacock, T. Internal waves across the Pacific, *Geophys. Res. Lett.*, **2007**, 34, L2