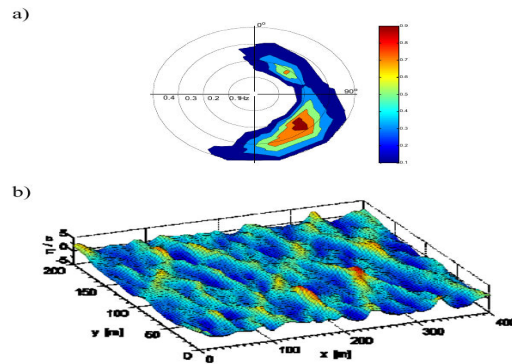
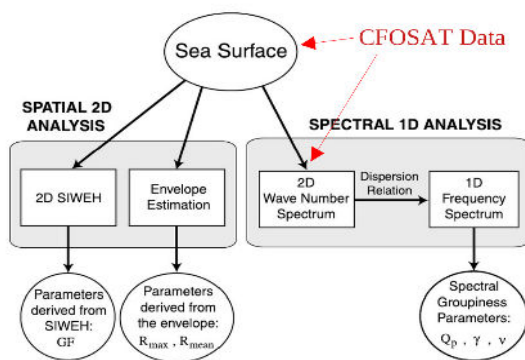


Vagues scélérates en état de mer croisée

Encadrant : Francius Marc (Bureau : X096, email : francius@univ-tln.fr)

Les événements de vagues extrêmes, appelés en français "vagues scélérates" et en anglais "freak or rogue waves", représentent un réel danger pour la navigation maritime. Par le passé, ces événements ont eu des conséquences dramatiques lors d'accidents maritimes concernant des navires et des plates-formes [1].

Durant les deux dernières décennies, des progrès significatifs ont été réalisés dans la compréhension et la modélisation de la formation de ces vagues extrêmes via divers mécanismes physiques (focalisation dispersive, instabilité modulationnelle, interaction vagues-courants, etc...). La majorité des études entreprises reposent sur l'hypothèse que les états de mer, en particulier avec une forte probabilité d'occurrence de vagues géantes, sont associés à un spectre d'énergie unimodale, c'est-à-dire à un seul système de vagues (un seul pic dominant). Plus récemment, des études théoriques [2] ont démontré que les états de "mer croisée", caractérisés par plus d'un pic dans le spectre d'énergie et des directions de propagation différentes pour chaque pic, peuvent aussi, dans certaines configurations, expliquer une augmentation de la probabilité d'occurrence des vagues scélérates.



Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet de recherche CROSSEAS mené par le laboratoire MIO (financement CNES), qui vise à améliorer notre compréhension de la formation des vagues scélérates tridimensionnelles dues à la présence de mers croisées et, en fin de compte, proposer un indicateur de risque d'occurrence de vagues scélérates calculé à partir de données satellitaires.

Missions :

- Étendre au domaine spatial l'étude réalisée par Janssen [4,5], qui décrit une analyse statistique intéressante des séries temporelles basée sur le concept d'enveloppe, une mesure courante pour caractériser les événements extrêmes. Une attention particulière sera portée sur la prise en compte des non linéarités du champ de vagues dans cette théorie.
- Utiliser les spectres d'énergie des vagues, mesurés par le satellite CFOSAT, pour générer des conditions initiales réalistes pour la simulation numérique de champ de vagues aléatoires avec un modèle faiblement non linéaire utilisant deux équations de Schrödinger non linéaires couplées (CNLS) [2,3]. Cette tâche nécessitera d'étudier différentes techniques d'estimation des enveloppes du champ de vagues en deux dimensions spatiales. En effet, dans le cas de deux systèmes de vagues croisées, deux enveloppes sont nécessaires pour initialiser une simulation avec le modèle CNLS.
- À l'aide d'une méthode de Monte-Carlo, générer un vaste ensemble d'enveloppes spatiales aléatoires associées à un état de mer caractérisé par un spectre de vagues CFOSAT. À partir de cet ensemble, on cherchera à estimer la fonction de densité de probabilité (pdf) et la probabilité de dépassement des hauteurs de vague définies à partir de l'enveloppe. Les résultats obtenus seront comparés aux distributions théoriques proposées par Janssen.

Profil recherché :

- Étudiant en Master 2 recherche en Mécanique, physique, océanographie, physique de l’océan ou domaine connexe.
- Solides compétences en modélisation numérique et en traitement de données.
- Connaissance de la physique des vagues marines et des phénomènes océanographiques, appréciées.
- Capacité à travailler de manière autonome et à mener des projets de recherche.
- Bonnes compétences en programmation (Python, MATLAB, etc.).
- Motivation pour contribuer à l’avancement de la compréhension des vagues scélérates dues à des mers croisées et de leur impact.

Conditions :

Ce stage sera rémunéré conformément aux normes en vigueur pour les stages de Master 2 recherche. Le financement est acquis et sera assuré par le Centre National des Études Spatiales (CNES) dans le cadre du projet CFOSAT. Le laboratoire mettra à disposition l’équipement informatique nécessaire et fournira une supervision étroite pour mener à bien les missions du stage.

Références :

1. A. Toffoli, J.M. Lefèvre, E. Bitner-Gregersen & J. Monbaliu (2005). Towards the identification of warning criteria : Analysis of a ship accident database, *Applied Ocean Research*, 27(6), 281–291.
2. M. Onorato , A. Osborne, A. and M. Serio (2006b). Modulation instability in crossing sea states : A possible mechanism for the formation of freak waves, *Phys. Rev. Lett.* 96, 014503.
3. O. Gramstad and K. Trulsen (2011). Fourth-order coupled nonlinear Schrödinger equations for gravity waves on deep water. *Phys. Fluids*, 23, 062102, <https://doi.org/10.1063/1.3598316>.
4. P. Janssen (2014). On a random time series analysis valid for arbitrary spectral shape, *J. Fluid Mech.* 759, p. 236–256.
5. P. Janssen (2009). On some consequences of the canonical transformation in the Hamiltonian theory of water waves, *J. Fluid Mech.* 637, 1–44.