

**Titre en français : Étude des vagues scélérates 3D en utilisant les données de CFOSAT**

**Titre en anglais : Study of 3D rogue waves using CFOSAT data**

**Nom du directeur de thèse :** Malek ABID

**Tel :** 04 13 55 20 76

**E-Mail :** [malek.abid@univ-amu.fr](mailto:malek.abid@univ-amu.fr)

**Laboratoire :** Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Équilibre (IRPHE, UMR 7342)

**Financement :** demandé

**Type de financement :** Contrat doctoral (bourse MESRI)

**Résumé en français :**

Le sujet de thèse porte sur l'étude des vagues scélérates (rogue waves) qui sont des vagues géantes surgissant soudainement au milieu d'une mer agitée avant de disparaître très rapidement [1]. Ces ondes océaniques apparaissent aussi bien en eau profonde qu'en zone côtière. La présente étude concernera les vagues extrêmes en eau d'une profondeur arbitraire, en commençant par une eau profonde. Ces vagues représentent un réel danger pour la navigation et ont un impact significatif sur les activités humaines, provoquant des décès, des blessures et des dommages importants aux navires et plates-formes. Cette thèse offre l'opportunité d'utiliser les spectres directionnels des vagues océaniques fournis par le satellite d'océanographie "Chinese-French Oceanic SATellite" (CFOSAT) pour améliorer notre compréhension de la formation vagues scélérates tridimensionnelles dues à la présence de mers croisées et, en fin de compte, proposer un indicateur de vagues scélérates basé sur les données de CFOSAT.

L'IRPHE développe une collaboration avec le CNES, Météo-France, Le MIO (Toulon) et le LJAD (Nice) sur le sujet.

**Missions :**

1. Effectuer une étude numérique des propriétés et de la dynamique des vagues tridimensionnelles à courte crête (Short Crested Waves) de toute amplitude résultant de l'interaction non linéaire de deux systèmes de vagues planes se propageant dans des directions différentes, eau profonde. Dans un premier temps, des amplitudes faibles seront considérées et un modèle faiblement non linéaire utilisant deux équations de Schrödinger non linéaires couplées sera utilisé [2,3,4,5,6]. Dans un second temps le code numérique basé sur une méthode spectrale d'ordre élevé (HOS) disponible au laboratoire sera étendu au cas tridimensionnel pour considérer des amplitudes plus élevées. Ensuite, étendre l'étude au cas d'une eau avec une profondeur finie arbitraire.
2. Utiliser les spectres de CFOSAT pour générer des conditions limites ou initiales réalistes pour la simulation numérique mentionnée ci-dessus.
3. Développer des simulations rétrospectives (hindcast) de vagues scélérates en utilisant les spectres de CFOSAT.

**Résumé en anglais:**

The thesis topic focuses on the study of rogue waves, which are sudden, giant waves emerging in the midst of rough seas before rapidly disappearing. These oceanic waves occur both in deep water and in coastal areas. This study will specifically address extreme waves in water of arbitrary depth,

beginning with deep water. These waves pose a real danger to navigation and have a significant impact on human activities, leading to fatalities, injuries, and substantial damage to ships and platforms.

This thesis provides an opportunity to utilize the directional spectra of ocean waves provided by the Chinese-French Oceanic SATellite (CFOSAT) to enhance our understanding of the formation of three-dimensional rogue waves due to the presence of cross seas and, ultimately, to propose a rogue wave indicator based on CFOSAT data.

IRPHE is developing a collaboration with CNES, Météo-France, MIO (Toulon), and LJAD (Nice) on the subject.

### **Objectives:**

1. Conduct a numerical study of the properties and dynamics of short-crested three-dimensional waves, of any amplitude, resulting from the nonlinear interaction of two systems of plane waves propagating in different directions, deep water. Initially, low amplitudes will be considered, and a weakly nonlinear model using two coupled nonlinear Schrödinger equations will be employed [2,3,4,5,6]. In a second step, the numerical code based on a high-order spectral method (HOS) available in the laboratory will be extended to the three-dimensional case to consider higher amplitudes. Subsequently, extend the study to the case of water with arbitrary finite depth.
2. Utilize CFOSAT spectra to generate realistic boundary or initial conditions for the aforementioned numerical simulation.
3. Develop retrospective simulations (hindcast) of rogue waves using CFOSAT spectra.

### **Profil du candidat recherché :**

- Étudiant ayant obtenu un 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.

### **Publications sur le sujet :**

[1] C. Kharif, E. Pelinovsky & A. Slunyaev, *Rogue Waves in the Ocean*. Advances in Geophysical and Environmental Mechanics and Mathematics. Springer. 2009.

[2] M. Onorato, A. R. Osborne, and M. Serio, *Modulational Instability in Crossing Sea States: A Possible Mechanism for the Formation of Freak Waves*, Phys. Rev. Lett. 96, 2006

[3] P. K. Shukla, I. Kourakis, B. Eliasson, M. Marklund, and L. Stenflo, Instability and Evolution of Nonlinearly Interacting Water Waves, *Phys. Rev. Lett.* 97, 2006

[4] Hsu, H. C., Abid, M., Chen, Y. Y., & Kharif, C. (2021). Transformation of the Peregrine breather into gray solitons on a vertically sheared current. *Frontiers in Physics*, 9, 631993.

[5] Abid, M., Kharif, C., Hsu, H. C., & Chen, Y. Y. (2019). Transverse instability of gravity–capillary solitary waves on deep water in the presence of constant vorticity. *Journal of Fluid Mechanics*, 871, 1028-1043.

[6] Hsu, H. C., Kharif, C., Abid, M., & Chen, Y. Y. (2018). A nonlinear Schrödinger equation for gravity–capillary water waves on arbitrary depth with constant vorticity. Part 1. *Journal of Fluid Mechanics*, 854, 146-163.

**Insertion professionnelle après thèse :**

- Publique : enseignement et/ou recherche dans les universités, écoles d'ingénieur, organismes de recherche (CNRS, Météo-France, CNES, etc.).

- Privée : Cadre en recherche & développement et/ou en bureau d'études dans les entreprises du secteur socio-économique (CMACGM, VINCI, etc.).