

Avis de Soutenance

Madame Rana EL ARAYEH

Mathématiques

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Développement d'une méthode innovante pour l'extraction des caractéristiques des vagues à partir d'imageries satellitaires.

dirigés par Monsieur Romain ABRAHAM et Monsieur Daniel RAUCOULES

Ecole doctorale : Mathématiques, Informatique, Physique Théorique et Ingénierie des Systèmes - MIPTIS

Unité de recherche : IDP - Institut Denis Poisson

Soutenance prévue le **lundi 01 juillet 2024** à 10h00

Lieu : Rue de Chartres, Bâtiment EGS, Salle des thèses (1er étage), 45067 ORLEANS

Salle : des thèses

Composition du jury proposé

M. Romain ABRAHAM	Université d'Orléans	Directeur de thèse
M. Emmanuel TRELAT	Sorbonne Université	Rapporteur
Mme Agnès DESOLNEUX	CNRS, ENS Paris Saclay	Examinatrice
M. Nicolas BAGHDADI	InRAE, Maison de la Télédétection	Examineur
Mme Beatrice PUYSEGUR	Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives Centre DAM / Ile de France	Examinatrice
M. Daniel RAUCOULES	BRGM Orléans	Co-directeur de thèse
M. Marcello DE MICHELE	BRGM Orléans	Co-directeur de thèse
M. Mounir HADDOU	INSA Rennes	Rapporteur
M. Adrien POUPARDIN	École spéciale des travaux publics, du bâtiment et de l'industrie	Invité
Mme Farid SMAI	BRGM ORLEANS	Invitée

Mots-clés : Images satellitaires, Bathymétrie côtière, traitement du signal,,

Résumé :

Pour comprendre les changements de la géomorphologie sous-marine, les informations bathymétriques régionales sont primordiales. Cette rareté peut être surmontée par des techniques satellitaires spatiales pour estimer la bathymétrie. Avec le développement de nouvelles missions à accès libre, les capteurs spatiaux représentent désormais une solution attractive pour un large public pour détecter à grande échelle les impacts côtiers à l'échelle locale. La relation de dispersion linéaire (1) peut être utilisée pour estimer une profondeur locale depuis les eaux intermédiaires jusqu'à la côte. $c^2 = g/k \tanh(kh) \Leftrightarrow h = \lambda/2\pi \operatorname{arctanh}(2\pi c^2/g\lambda)$. (1) dans laquelle c est la célérité des vagues, h est la profondeur de l'eau, g représente l'accélération de la gravité, k est le nombre d'onde et λ est la longueur d'onde. Des études, par exemple Holman et al. (2013), montrent que la direction des ondes peut être extraite à l'aide de la transformée de Radon. Ils obtiennent les caractéristiques physiques des ondes (λ , c) en appliquant la transformée de Fourier discrète 1D à l'espace de Radon (sinogramme) dans la direction d'onde la plus énergétique. Dans ce travail, nous avons effectué une recherche approfondie sur le traitement du signal contenu dans les images Sentinel-2 (capteur optique spatial ESA/Copernicus) et l'optimisation de ce signal. Ce travail est réalisé dans le but de l'extraction de la bathymétrie différentielle, avec intérêt pour la détection/évaluation des changements de la géomorphologie sous-marine. L'identification de tels changements a des applications potentielles dans l'analyse des risques liés à la sismotectonique, à la submersion, aux mouvements gravitationnels et morphodynamiques sous-marins, aux événements saisonniers ou extrêmes liés à la dynamique littorale. Ici, les bathymétries régionales sont dérivées sur le site d'Arcachon, France. Notre approche est basée sur le calcul du gradient autour de chaque point

de l'image. Cette approche sera source d'amélioration de la méthode développée par Almar et al. (2019) et de Michele et al. (2012) qui nous donnera une meilleure estimation de la direction de propagation des ondes et la possibilité de traiter deux régimes de vagues croisées. Lors de l'analyse de données directionnelles, il convient souvent de prêter attention uniquement à la direction de chaque donnée, sans tenir compte de sa norme. La distribution de von Mises–Fisher (vMF) est la distribution de probabilité la plus importante pour de telles données (Chen et al. (2013)). Avec cette nouvelle technique, nous extrayons la direction des vagues en estimant les paramètres de la distribution de von Mises–Fisher à partir des gradients locaux autour de chaque point (voir également Tanabe et al. (2007)). Par conséquent, les caractéristiques des ondes dérivées de l'imagerie Sentinel-2 sont extraites à l'aide d'une transformée de Hough unidirectionnelle. Une transformée discrète de Fourier (DFT) est ensuite appliquée au signal de Hough pour dériver le spectre des fréquences spatiales des ondes. Le décalage temporel entre les bandes d'une image Sentinel-2 est utilisé pour calculer le déphasage spectral des ondes. Finalement, nous estimons la profondeur à l'aide de la relation de dispersion linéaire (1). En conclusion, le développement du modèle théorique basé sur la distribution de von Mises – Fisher (vMF) est une méthode alternative pour effectuer le traitement afin de produire une bathymétrie côtière en comparant les résultats avec l'ensemble de données bathymétriques GEBCO Les objectifs ultimes sont de développer notre approche dans le but d'améliorer la méthode de détection des mélanges de modèle de la distribution de von Mises – Fisher. Mots clés : bathymétrie, traitement du signal, imagerie spatiale.