

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Formulaire demande de financement: ARED - ISblue -  
ETABLISSEMENTS - ...

*pour dépôt sur le serveur <https://theses.u-bretagne.fr/sml> au format  
PDF*

**NB: ce dossier ne vous dispense pas de déposer en parallèle votre dossier à la Région**

### Identification du projet

Acronyme du projet (8 caractères *maximum*) : TRUTHS

Intitulé du projet *en langue française* : Formes des spectres des vagues de gravité courtes : analyse combinées de données spatiales et télédétection à partir de navires et avions.

Intitulé du projet en langue anglaise : The reconciliation of a universal family of shapes for the short gravity wave spectrum: from Elf-truths to a full truths ?

### Présentation de l'établissement porteur (bénéficiaire de l'aide régionale)

Établissement porteur du projet : CNRS

Ecole Doctorale : EDSML x SPI ou MATHSTIC pour les projets ISblue

### Identification du responsable du projet (futur directeur de thèse)

Nom du laboratoire d'accueil : LOPS

Code du laboratoire (U/UMR/USR/EA/JE/...) : UMR 6523

Directeur<sup>1</sup> du Laboratoire : Jérôme Paillet

Nom de l'équipe de recherche : SIAM

Nombre HDR dans le laboratoire :                      Nombre de thèses en cours :                      Nombre de post-docs en cours :

**Nom et prénom du directeur\* de thèse (HDR), porteur du projet :**

- e-mail : [fabrice.ardhuin@univ-brest.fr](mailto:fabrice.ardhuin@univ-brest.fr)

- Téléphone : 0652866441

- Publications récentes du directeur de thèse :

58 publications dans des revues à comité de lecture sur la période 2016-2020, dont :

De Carlo, M., F. Ardhuin, A. Le Pichon, Atmospheric infrasound radiation from ocean waves in finite depth: a unified generation theory and application to radiation patterns, Geophys. J. Int. , 2020, doi:10.1093/gji/ggaa015

<sup>1</sup>Ce formulaire est rédigé en style épïcène

Ardhuin, F., S. Merrifield, M. Otero, A. Grouazel, E. Terrill, Ice break-up controls dissipation of wind-waves across Southern Ocean sea ice Geophys. Res. Lett., 2020, <https://doi.org/10.1029/2020GL087699>

Ardhuin, F., J. E. Stopa, B. Chapron, F. Collard, R. Husson, R. E. Jensen, J. Johannessen, A. Mouche, M. Passaro, G. D. Quartly, V. Swail, I. Young, Observing Sea States, Frontiers in Marine Science, 2019, doi: 10.3389/fmars.2019.00124

Peureux, C., A. Benetazzo, F. Ardhuin, Note on the directional properties of meter-scale gravity waves, Ocean Science, 14, 41-52, 2018, doi :10.5194/os-14-41-2018

Boutin, G., F. Ardhuin, D. Dumont, C. Sévigny, F. Girard-Ardhuin, M. Accensi, Floe Size Effect on Wave-Ice Interactions: Possible Effects, Implementation in Wave Model, and Evaluation, J. Geophys. Res., 2018. doi :10.1029/2017JC01362

### **- Expériences d'encadrement et co-encadrement de doctorants (passées et en cours)**

#### **Etudiants encadrés, thèses en cours :**

- **Gwendal Marechal** (thèse débutée en janvier 2019), financement ARED (quota GIS Bretel) et CNES, sujet : interactions vagues-courants

#### **Etudiants encadrés, thèses soutenues entre 2015 et 2020 :**

- **Marine De Carlo**, étude des infrasons atmosphériques, financement CEA, début de thèse février 2018, soutenance en décembre 2020, actuellement encore sous contrat de thèse CEA.

- **Guillaume Boutin**, interactions vagues-glace de mer, financement DGA+projet ANR, soutenance en octobre 2018, actuellement post-doc en Norvège (NERSC, Bergen)

- **Lucia Pineau-Guillou**, interactions air-mer et tension de vent, financement Ifremer, soutenance en 2018. Actuellement ingénieur à l'Ifremer (CDI).

- **Charles Peureux**, forme du spectre des vagues, financement ENS Lyon, soutenance novembre 2017, actuellement ingénieur en CDI chez CLS division radar (Plouzané).

- **Arshad Rawat**, ondes infragravitaires, financement CNES + projet ERC, soutenance mars 2015, actuellement chercheur (CDI) au Mauritius Institute of Oceanography, Ile Maurice.

### **Co-directeur de thèse (HDR ou équivalent étranger) éventuel :**

**Laboratoire de recherche :** University of New Hampshire

- **e-mail :** [doug.vandemark@unh.edu](mailto:doug.vandemark@unh.edu)

- **Téléphone :** +1 (03 862-0195)

### **- Expériences d'encadrement et co-encadrement de doctorants (passées et en cours)**

Amanda Plagge (2012) <https://scholars.unh.edu/dissertation/656/> « [Observational studies of scatterometer ocean vector winds in the presence of dynamic air-sea interactions](#) »

### **Et/ou co-encadrant-e scientifique :**

**Laboratoire de recherche co-encadrant :** LOPS

- **e-mail :** peter.sutherland@ifremer.fr

- **Téléphone :**

### **- Expériences d'encadrement et co-encadrement de doctorants (passées et en cours)**

Luc Barast, thèse en cours sur les interactions vagues-glace-turbulence, financement ERC +DGA.

## Financement du projet de thèse

**En cas de financement à 50 %, le cofinancement est-il déjà identifié (oui/non) :** oui

**Si oui, préciser la nature du cofinancement (ANR, partenaire privé, Ademe, etc.) :**  
financement CNES

**Si le cofinancement n'est pas encore confirmé, date prévue de réponse du cofinancier :** le cofinancement est déjà confirmé

**En cas de non-obtention du cofinancement demandé, une autre source de cofinancement est-elle identifiée (oui/non) :**

**Si oui, laquelle :**

**Sollicitez-vous un co-financement Is-Blue ( y compris ARED Is-Blue) (oui/non) ?**  
oui

**Important :** Veillez à bien compléter les différents co financements sollicités sur le serveur Thèses en Bretagne Loire lors du dépôt de votre dossier.

## Projet de thèse en cotutelle internationale

**S'agit-il d'un projet de thèse en cotutelle internationale dans le cadre d'une convention (oui/non) :** non

**Si oui, préciser l'établissement pressenti (et le pays de rattachement) :**

**Ce projet de thèse fera-t-il l'objet d'un cofinancement international (oui/non) :** non

*(Rémunération du doctorant par l'établissement implanté sur le territoire régional (18 mois sur 36 mois), et l'établissement étranger, qui s'engage également à rémunérer le doctorant dans le cadre de son séjour à l'étranger, soit durant 18 mois -a minima-)*

**En cas de cofinancement international, préciser -si vous en avez connaissance- l'organisation du calendrier des périodes de séjour :** sans objet

## Présentation du projet (en langue française ou anglaise, 2 à 3 pages)

**merci de respecter ce format maxi compatible avec extranet région**

**Résumé du projet (4000 caractères maxi espaces compris) :**

The space-time properties of wind waves determine many processes at the ocean surface and their measurement with remote sensing techniques.

**Présentation détaillée du projet :**

**1 - Hypothèse et questions posées, état de l'art, identification des points de blocages** scientifiques (4000 caractères maxi espaces compris)

Ocean waves properties are observed as integrated parameters : radar back-scatter or

brightness temperature as a function of the observation angles (elevation and azimuth), and, for waves longer than about 3 m, a decomposition of surface motion time series can provide some estimates of the spectral distribution of wave energy for these long waves. Because waves are driven by winds and influenced by currents, some of the wave properties can be analyzed as a function of wind speed. The measured remote sensing properties are most easily interpreted in terms of the distribution of the ocean surface slopes, and the statistics of these slopes exhibit some striking « inconvenient sea truths » (Munk 2009) : the cross-wind slopes are of the same order of the down-wind slopes, the latter increasing faster than the former for growing wind speeds, the skewness and kurtosis of the surface slopes also exhibit specific behaviours. All of these « truths » are solidly established from millions of collocated wind speed and sun reflection data (Bréon and Henriot 2006), yet none of these is explained by the measured properties of the long waves, and they are thus *inconvenient* because they could not be explained by measurements of ocean waves that would resolve the necessary scales (presumably from 10 cm to 10 m) that give rise to these (and other) properties. Understanding and knowledge of wave properties on these scales is key for the interpretation of all ocean remote sensing data that are otherwise parameterized by empirical Geophysical Model Functions (GMFs) giving estimates of sea level bias, surface salinity bias, wave-induced surface velocity... as a function of only a few parameters. These GMFs are probably correct in the mean, but they generally fail to take into account surface currents or other factors controlling the sea state (fetch geometry, time history of the wind ...). At best, these GMFs are consistent with an empirical family of shapes of the wave spectrum, such as given by Elfouhaily et al. (1997) and known sensor physics. Over the past decade, new techniques for measuring the properties of the relevant wave scales have emerged, in particular stereo video (which can resolve wavelengths down to about 1 m) and polarimetry or the use of ocean surface brightness (Kosnik and Dulov 2010, Mironov et al. 2012) that may resolve waves down to a few millimeters, in addition to other techniques specific to laboratory waves. Although records of such measurements are very few, they can suggest wave spectra shapes that are distinct from Elfouhaily et al. (1997), in particular around 1 m wavelength, with a possible large effect of the dominant wind-sea waves.

One of the critical aspects for going forward is the quantitative use of polarimetric data : how well does the polarization need to be calibrated ? What about the knowledge of the incident polarization of sunlight by clouds and clear-sky diffusion ?

Similar issues on the small scale limit to the application of stereo video remain : how exact is the matching of surface patterns when observed from different angles in a stereo pair ?

Finally, using « inverted » or estimated spectra, can we explain remote sensing properties and their variability : radar backscatters, Doppler velocities, brightness temperatures ? How well can we model the sensors even if we know the full statistics of the surface geometry and velocities perfectly ?

Besides the fundamental question on the properties of ocean waves, this work has a wide range of practical applications. One of them that will be pursued as part of this PhD is the question of the calibration of wind speed measurements from different sensors, in particular using satellite altimeters working in different radar bands (C, Ku and Ka bands), for which no satisfactory climate record exists.

References :

Elfouhaily, T., Chapron, B., Katsaros, K., & Vandemark, D. (1997). *A unified directional spectrum for long and short wind-driven waves*. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 102(C7), 15781–15796. doi:10.1029/97jc00467

Mironov, A. S., M. V. Yurovskaya, V. A. Dulov, D. Hauser, and C. A. Guérin (2012), Statistical characterization of short wind waves from stereo images of the sea surface, *J. Geophys. Res.*, 117, C00J35, doi:10.1029/2011JC007860.

Munk, W. (2009). An Inconvenient Sea Truth: Spread, Steepness, and Skewness of Surface Slopes. *Annual Review of Marine Science*, 1(1), 377-415. doi:10.1146/annurev.marine.010908.163940

## **2 - Approche méthodologique et techniques envisagées :** (4000 caractères maxi espaces compris)

The candidate will start his work by examining the feasibility to recover surface slope properties from polarimetry data acquired during the BB-WAVES (2017) and SUMOS (2020) campaigns, or other data sources.

A second step will be the use of the Radar remote Sensing Simulator (Nouguier et al. 2019) to evaluate the sensitivity to the details of the short gravity wave spectrum shape of radar backscatter and possibly also mean wave-induced Doppler shifts in near nadir measurements.

Finally the candidate will explore the possibility to use both passive (e.g. SMOS / Aquarius) and active microwave measurements (altimeters, Aquarius scatterometer, GPM ...) to help refine the mean shape of the short wave spectrum for a given long wave spectrum, and its variability in the presence of surface currents.

## **3 - Positionnement et environnement scientifique dans le contexte régional, national et international :**

This topic is central to ocean radar remote sensing and air-sea interactions. Few other laboratories in France are addressing this issue (possibly MIO / IRPHE with laboratory measurements in the Luminy air-sea tank) and other groups at RSMAS (Miami) , SIO (San Diego) or LDEO (Columbia, New York) have performed theoretical and near-range remote sensing work relevant to the analysis of the short wave spectrum. LOPS and its partner UNH are uniquely qualified to combine a wide range of remote sensing data from space-borne missions with theory and close-range remote sensing.

## **4 - Contexte scientifique et partenarial : éléments généraux (ERC, CPER, FEDER, Breizhcop ...) (4000 caractères maxi espaces compris)**

The general improvement of the knowledge on ocean waves properties will benefit ocean remote sensing applications using both radar and optical techniques. This will generally enhance the added value of work performed by all LOPS partners in this context, in particular in private companies such as CLS or OceanDataLab.

## **Vous sollicitez un financement ISblue, ou une ARED ISblue :**

Better observing the ocean and being able to better interpret different sensors is key to building seamless data records for climate or other applications. This is one of the key themes of ISBlue.

**Précisez le lien du sujet avec les thèmes ISblue**

Thème ISblue	Thème principal	Thème secondaire (si nécessaire)	Autre (si nécessaire)
la régulation du climat par l'océan			
les interactions entre la Terre et l'océan			
la durabilité des systèmes côtiers			
l'océan vivant et les services écosystémiques			
les systèmes d'observation à long terme	X		

**Expliquez/précisez en quelques lignes dans quelle mesure votre demande correspond à l'un ou plusieurs des critères ISblue ci-dessous :**

**1- Originalité, impact potentiel du projet** (4 lignes maxi)

This is a fundamental and cross-cutting effort that goes beyond looking at a single sensor type and single instrument, and is not typically funded in applied projects with a narrow scope.

**2- Positionnement international du sujet, cotutelle ou co-encadrement international** (4 lignes maxi)

Doug Vandemark (then at NASA) was already a co-author on the Elfouhaily et al. (1997) landmark paper (773 citations according to Wiley, 1230 according to Google scholar), together with K. Katsaros and B. Chapron. We are now collaborating on the SWOT mission (a NASA - CNES mission) due to be launched in 2021, and for which wave properties will be key to better interpret Doppler and backscatter data.

**3- Effet intégrateur entre unités de recherche et / ou interdisciplinarités** (4 lignes maxi)

This work is mainly a ocean remote sensing work in physics. However, the large amount of remote sensing data that can be used could harness some of the techniques developed in data science as part of the Odyssey joint Inria-IMTA-Ifremer team.

**4- Potentiel d'insertion à un haut niveau dans la communauté académique ou non académique du docteur**

(4 lignes maxi)

Understanding the details of ocean surface waves and how they are observed by radars or other sensors is a key know-how that is now in high demand for the analysis and interpretation of new satellite missions such as CFOSAT, SWOT and Sentinel 1. We expect that the graduated student will easily find employment in the academic sector or in remote sensing (e.g. at the CLS branch in Plouzané, ...)

**Le candidat**

**Profil souhaité du candidat (spécialité/discipline principale, compétences scientifiques et techniques requises) :**

The candidate is expected to hold a M. Sc. In either physics, oceanography, meteorology, applied mathematics,

**ATTENTION :**

**Tout dossier non déposé sur le serveur dans les délais indiqués, ne pourra être pris en compte notamment par les instances ISblue, conseil de l'EDSML.**