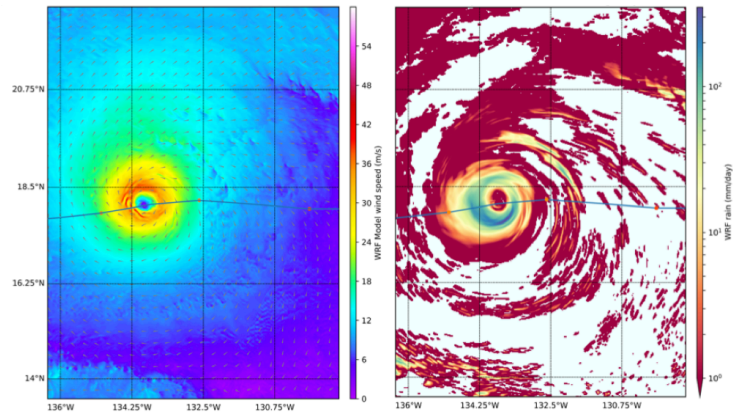


## Sujet de stage de Master 2

### Influence du couplage air-mer sur la structure fine échelle du champ de vent des cyclones tropicaux

#### Position du sujet

Les cyclones tropicaux sont un des phénomènes les plus énergétiques et destructeurs du système climatique. Leur prévision reste encore un challenge à l'heure actuelle du fait de leur dynamique de fine échelle complexe et encore mal connue, de leur interaction avec les conditions synoptiques, et de leur fort couplage à l'interface air-mer qui s'avère encore mal représenté dans les modèles numériques. Sous les vents extrêmes des cyclones, la direction et la vitesse du vent changent très rapidement, générant des houles croisées, des courants inertiels, un mélange intense des couches superficielles de l'océan. Dans quelle mesure cet état de la surface océanique affecte les échanges énergétiques entre l'océan et l'atmosphère, et de ce fait l'intensification et la dissipation des cyclones sont des questions ouvertes.

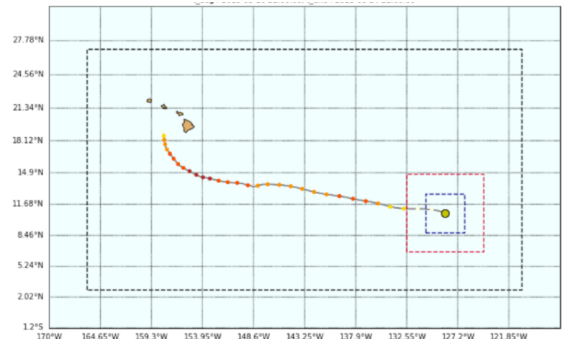


Grâce à des mesures récentes par satellite du champ de vent cyclonique à haute résolution (1km), il a récemment été mis en évidence des relations notables entre l'intensité des cyclones et leur structure à fine échelle autour de l'œil (Vinour et al. 2021). L'utilisation d'outils de classification statistique basés sur des modèles de machine learning a également permis de mettre en évidence l'apport de ces observations de structures de fine échelle dans le cœur du cyclone pour la caractérisation des phases d'intensification et déclin du cyclone (Vinour et al. 2021). Ces résultats sont prometteurs pour la prévision statistique, à condition de réussir à augmenter le nombre d'observations disponibles à haute résolution.

Les observations satellite à haute résolution ne permettant cependant pas à l'heure actuelle de suivre l'évolution d'un événement cyclonique avec une résolution temporelle suffisante (souvent une seule image par événement), et ne permettant d'accéder qu'à une information de champ de vent de surface, limite les possibilités d'analyse. Une alternative est donc la mise en place de simulations numériques d'événements observés afin justement d'accéder à leur évolution temporelle.

## Travail proposé

Plusieurs simulations de cas de cyclones tropicaux ont été réalisées avec le modèle Weather Research and Forecast (WRF) afin d'étudier l'évolution temporelle de la structure fine échelle des cyclones et de l'analyser en regard de leur intensification. Pour cela, une stratégie de simulation avec des zooms suivant le cyclone tout au long de sa trajectoire a été mise en place permettant de modéliser les cyclones à haute résolution. Ces simulations ont mis en évidence la prédominance de certains processus (asymétrie dans la répartition énergétique de la couronne de vent fort, propagation d'ondes de Rossby de vortex, pente du gradient radial dans le mur de l'oeil du cyclone) en fonction des échelles temporelles d'intensification étudiées (de l'heure à la journée). Cependant, ces simulations ont jusqu'à présent été réalisées uniquement en mode dit "forcé", c'est-à-dire sans prise en compte du couplage avec l'océan et les vagues.



Le travail proposé consiste donc à réaliser et analyser des simulations jumelles couplées et de les comparer aux simulations atmosphériques dites "forcées" afin d'étudier l'influence du couplage avec l'océan et/ou les vagues sur la structure fine échelle du champ de vent. Les résultats pourront alors être comparés aux résultats issus des observations satellites à haute résolution. Ils seront également évalués quand à leur apport potentiel pour la prévisibilité grâce au le système de classification statistique mis en place.

Le système de modélisation couplé utilisé dans le stage est un outil à l'état de l'art couplant les modèles WRF-WW3-CROCO (Weather Reserach and Forecast, WaveWatch III, Coastal and Regional Ocean COmmunity model) et dont l'équipe encadrante est le développeur principal. Il a déjà été mis en place et utilisé pour des applications autour des cyclones tropicaux (e.g. Pianezze et al. 2018, Jullien et al. 2014).

### Encadrement/équipe :

Le stage se se déroulera au Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale sous la supervision de Swen Jullien et Léo Vinour.

E-mail : [swen.jullien@ifremer.fr](mailto:swen.jullien@ifremer.fr)

### Compétences recherchées (à titre indicatif)

Niveau Bac+5

Connaissances en dynamique des fluides géophysiques (océanographie physique, météorologie, dynamique atmosphérique), mathématiques appliquées, méthodes numériques, modélisation

Environnement de programmation (Python, Linux, ...)

**Lieu du stage :** Ifremer, Plouzané

**Rémunération :** Le stage sera rémunéré selon les indemnités légales de Master ~600 euros/mois

**Durée :** 5 à 6 mois

## **Références**

Vinour Leo, Jullien Swen, Mouche Alexis, Combot Clement, Mangeas Morgan Observations of tropical cyclone inner-core fine-scale structure, and its link to intensity variations . *Journal of the Atmospheric Sciences* IN PRESS . <https://doi.org/10.1175/JAS-D-20-0245.1>

Pianezze J., Barthe C., Bielli S., Tulet P., Jullien Swen, Cambon Gildas, Bousquet O., Claeys M., Cordier E. (2018). A New Coupled Ocean-Waves-Atmosphere Model Designed for Tropical Storm Studies: Example of Tropical Cyclone Bejisa (2013-2014) in the South-West Indian Ocean . *Journal Of Advances In Modeling Earth Systems* , 10(3), 801-825 . Publisher's official version : <https://doi.org/10.1002/2017MS001177> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00428/53983/>

Jullien Swen, Marchesiello Patrick, Menkes Christophe E., Lefevre Jerome, Jourdain Nicolas C., Samson Guillaume, Lengaigne Matthieu (2014). Ocean feedback to tropical cyclones: climatology and processes . *Climate Dynamics* , 43(9-10), 2831-2854 . <https://doi.org/10.1007/s00382-014-2096-6>