

Stage de recherche au LACy - 2023

Laboratoire de l'Atmosphère et des Cyclones

UMR8105 - Université de La Réunion, 97490 Saint-Denis de La Réunion

Titre du stage : Prévisibilité des ondes équatoriales dans un modèle d'eau peu profonde

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Sylvie Malardel (LACY), Philippe Peyrillé (CNRM)

Coordonnées du (des) responsable (s) de stage : Sylvie Malardel : sylvie.malardel@meteo.fr
Philippe Peyrillé : philippe.peyrille@meteo.fr

Sujet du stage :

La convection profonde et les pluies de la ceinture tropicale sont modulées à différentes échelles spatio-temporelles. Aux échelles saisonnières, allant de 2 à 90 jours, les modulations observées de l'atmosphère et des pluies sont pilotées par les ondes équatoriales (Kiladis et al. 2009). Ces ondes se développent le long de l'équateur et modulent l'environnement des systèmes convectifs. On compte des ondes à caractère plus divergent (ondes de Kelvin) et plus rotationnel (ondes de Rossby, ondes Mixte Rossby Gravité). Ces ondes sont bien décrites par un cadre théorique simple, le modèle en « eau peu profonde » qui représente l'atmosphère par une seule couche d'une épaisseur prescrite (Gill 1980). Deux modes de variabilité d'importance sont toutefois observés sans être solutions de ce cadre simplifié : l'Oscillation de Madden Julian (MJO, Madden et Julian, 1972) à des échelles de 30-90 jours et les ondes d'est synoptiques. Dans ce cadre théorique, les solutions d'ondes équatoriales obtenues dépendent de l'état de base sur lequel elles se développent, (ici état de base au repos) et de l'épaisseur de la couche d'atmosphère, appelée hauteur équivalente, qui pilote la propagation et le rayon d'action des ondes.

Une attention croissante est donnée aux ondes équatoriales car elles représentent une source de prévisibilité de la convection profonde. Li et Stechman (2017) montrent par exemple à partir de filtrage de données de pluies que les ondes apportent de la prévisibilité au signal de précipitation. Des travaux en cours montrent que des paramètres dynamiques ou thermodynamiques ont plus de prévisibilité que la pluie et que la configuration de l'état de base sur lequel les ondes se développent joue sur leur propriété, notamment selon les phases de la MJO ou à plus basse fréquence de la phase de l'ENSO (Zhu et Li 2021, Wang et al. 2020).

La plupart des études sur les ondes utilisent les solutions en « eau peu profonde » (relation de dispersion, hauteur équivalente) pour appliquer des techniques de filtrage spatio-temporel dont la pertinence peut être questionnée. Les solutions connues ont été obtenues dans un état de base au repos, centré sur l'équateur dont les résultats ont été étendus à des états de base en environnements plus réalistes (Webster et Chang 1997). L'interaction entre ondes équatoriales et convection est cependant complexe si bien que les modèles de prévision du temps actuel ont des performances encore limitées aussi bien à courte échéance (< 48h) qu'à plus longue échéance (> 1 semaine).

Le stage proposé a pour objectif d'étudier le rôle de l'état de base sur la structure des ondes équatoriales et la prévisibilité associée. On utilisera pour cela le modèle de prévision global de Meteo-France, ARPEGE, adapté dans une configuration « peu profonde » proche du cadre théorique classique. Une première étape sera de reproduire l'expérience historique de Gill (1980) en forçage stationnaire puis d'explorer la sensibilité des ondes équatoriales aux états de base obtenus sur différentes régions du monde (Océan Indien, Pacifique, Afrique) qui varient notamment dans leur vent zonal de basses couches, cisaillement vertical, etc. La deuxième étape consistera à prescrire une solution d'onde équatoriale dans l'état initial (onde de Kelvin) puis analyser sa propagation et la prévisibilité quelle apporte dans les tropiques et extra-tropiques à partir de métriques simples. Enfin un état de base moins stationnaire modulé par un environnement de type MJO sera exploré.

Bibliographie :

Gill M : Some simple solutions for heat-induced tropical circulation, *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, 106, 449,

<https://doi.org/10.1002/qj.49710644905>, 447- 462 , 1980

Li, Y, Stechmann, SN. Predictability of tropical rainfall and waves: Estimates from observational data. *Q J R Meteorol Soc.* 2020; 146: 1668–1684. <https://doi.org/10.1002/qj.3759>

B. Wang, G. Chen, F. Liu, Diversity of the Madden-Julian Oscillation. *Sci. Adv.* 5, eaax0220 (2019).

Peter J. Webster, Hai-Ru Chang, Atmospheric wave propagation in heterogeneous flow: basic flow controls on tropical—extratropical interaction and equatorial wave modification, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 27, 1998, 91-134, ISSN 0377-0265,

[https://doi.org/10.1016/S0377-0265\(97\)00003-1](https://doi.org/10.1016/S0377-0265(97)00003-1).