

## PROPOSITION DE STAGE/THESE

**Resposable** Tseitline (Zeitlin) Vladimir, professeur.  
Laboratoire de Météorologie Dynamique, Ecole Normale Supérieure,  
24, rue Lhomond, 75005 Paris Cedex 05,  
tél: 01 44 32 22 20, fax 01 43 36 83 92,  
email: zeitlin@lmd.ens.fr

**Titre:** *Ondes équatoriales océaniques et atmosphériques: génération, interactions et effets topographiques*

**Thèmes d'étude:**

Génération des ondes équatoriales. Relaxation des anomalies de pression, de température et de vitesse dans la région équatoriale comme source d'ondes. Rôle des effets nonlinéaires et de topographie dans la propagation des ondes équatoriales. Interactions onde – écoulement moyen dans la région équatoriale.

Etude avec des volets théorique, numérique et d'analyse des données. L'accent sera mis sur la partie qui conviendra le mieux au candidat. La partie numérique sera basée sur les nouveaux codes à volumes finis élaborés au Département des Mathématiques Appliquées de l'ENS.

**Motivation scientifique:**

Toute perturbation dans la région équatoriale produit des ondes spécifiques (ondes de Kelvin, de Rossby, de Poincaré et de Yanai) qui se propagent le long de l'équateur. Le rôle des ondes équatoriales est déterminant pour des phénomènes importants spécifiquement équatoriaux, comme Oscillation QuasiBiennale (QBO) dans l'atmosphère ou oscillation El-Nino dans l'océan.

La dynamique des ondes équatoriales est très riche, et quasiment tout archétype de la dynamique nonlinéaires a été trouvé dans les études théoriques des cas idéalisés sur l'équateur: solitons, modons, solitons de modulation, chocs (fronts), Boyd, 1980, 1983, 1985, Ripa, 1982 . Les études récentes menées au LMD (Le Sommer, Reznik & Zeitlin, 2003) sur la relaxation des perturbations équatoriales localisées dans le cadre du modèle le plus simple de l'eau peu profonde en rotation (rotating shallowwater) ont montré comment ces comportements-types se réalisent à partir des conditions initiales arbitraires. L'approche théorique a consisté en utilisation des développements

asymptotiques multiéchelle en nombre de Rossby et/ou rapport d'échelles des perturbations. Ces résultats ont été vérifiés et confirmés par les simulations numériques directes utilisant le nouveau code à volumes finis permettant de bien résoudre le déferlement des ondes et la formation des fronts. Les études numériques ont révélé aussi les nouveaux phénomènes, en ce qui concerne, notamment la formation des fronts et modons, déferlement des ondes de Yanai, ou (non)interaction des ondes de Rossby et de Kelvin de forte amplitude.

Le travail proposé consistera en étude théorique et analytique de ces nouveaux phénomènes, ainsi qu'en recherche des leurs manifestations dans les données océaniques et atmosphériques. Simultanément, les modifications à cause des effets topographiques, de l'écoulement moyen (courant équatoriaux océaniques), ou de la présence des bords seront étudiés. Un autre volet du travail consistera en généralisation des résultats théoriques et numériques pour le cas plus réaliste du modèle shallowwater à deux couches permettant d'inclure les effets baroclines. Pour la partie numérique le travail sur le code à deux couches se fera en étroite collaboration avec le Département des Mathématiques Appliquées de l'ENS, où les méthodes pionnières des volumes finis ont été développées.

#### **Références:**

- Boyd, J.P. , 1980a, "Equatorial solitary waves. Part 1. Rossby solitons", *J. Phys. Oceanogr.*, **10** , p. 1-11.
- Boyd, J.P. , 1980b, "The nonlinear equatorial Kelvin waves", *J. Phys. Oceanogr.*, **10** , p. 1699-1717.
- Boyd, J.P. , 1983, "Equatorial solitary waves. Part 2. Envelope solitons", *J. Phys. Oceanogr.*, **13**, p. 428-445.
- Boyd, J.P. , 1985, "Equatorial solitary waves. Part 3. Westward travelling modons", *J. Phys. Oceanogr.*, **15**, p. 46-54. Ripa, P., 1982, "Nonlinear wave-wave interactions in a 1-layer reduced-gravity model on the equatorial beta-plane", *J. Phys. Oceanogr.*, **12**, p. 97-111.
- Le Sommer, J., G. Reznik, and V. Zeitlin, 2003, "Nonlinear geostrophic adjustment of longwave disturbances in the shallow-water model on the equatorial beta-plane", - under consideration in *J. Fluid Mech.*