

Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale
UMR6523 - CNRS-IFREMER-IRD-UBO
<http://www.umr-lops.fr>

Plouzané, le 16/10/2023

Pierrick Penven
Directeur de Recherche à l'Institut de Recherche pour le Développement,
Directeur adjoint du Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale,
Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale
(UMR 6523 : CNRS, Ifremer, IRD, UBO),
IUEM Technopole Brest Iroise Batiment D,
29280 Plouzané - France
Tel +33 (0)2 90 91 55 33
Email : Pierrick.Penven@ird.fr

Proposition de stage de M2 pour Janvier-Juin 2024

Contrôles de la boucle de recirculation du sous gyre de l'Océan Indien Sud Ouest

Responsable de stage :

Pierrick Penven (LOPS), pierrick.penven@ird.fr

Lieu du stage :

Laboratoire Oceanographie Physique et Spatiale

LOPS/UMR6523 (CNRS-IFREMER-IRD-UBO)

IUEM Technopole Brest Iroise Batiment D

Sujet de stage :

Le courant des Aiguilles est le courant de bord ouest du gyre subtropical de l'océan Indien Sud (Lutjeharms, 2006). Il transporte des eaux chaudes et salées vers le pôle. Au sud du continent africain, le courant des Aiguilles fait demi tour sur lui même (la rétroflexion du Courant des Aiguilles) pour revenir dans l'océan Indien sous la forme du courant de retour des Aiguilles (ARC, Agulhas Return Current). Cette région, parmi les plus tourbillonnaires au monde, est un point de passage clef pour le retour de la circulation thermohaline avec des implications pour le climat local et planétaire (Beal et al., 2011).

Une boucle de recirculation, appelée sous gyre de l'Océan Indien Sud Ouest se situe entre le courant des Aiguilles, Madagascar et l'ARC (Stramma et Lutjeharms, 1997). Malgré son importance pour la dynamique du courant des Aiguilles et de sa retroflexion, nous savons peu de chose sur ce processus (« (...) Closer inspection of the database used for these protrayals unfortunately indicates that most of these were drown with considerable artistic licence to fill gaps in the data coverage », Lutjeharms, 2006). De nouvelles simulations numériques réalistes à haute resolution, basées sur le modèle CROCO, reproduisent les différents éléments de la dynamique régionale autour du courant des Aiguilles (SWAG36 ; Figure 1). Elles seront utilisées, en lien avec des base de données, pour décrire cette boucle de

LOPS - Campus Ifremer - ZI de la Pointe du Diable - CS10070 - 29280 Plouzané
Tél 33 (0)2 98 22 48 50 - Fax 33 (0)2 98 22 44 96
IUEM, Rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané

recirculation et dériver les équilibres qui la contrôlent. Une attention sera portée sur les flux tourbillonnaires de vorticité venant du Canal du Mozambique, du Sud de Madagascar et de l'ARC, et s'échappant par la réflexion. On pourra s'inspirer des travaux effectués pour l'anticyclone de Zapiola, au Sud Est de l'Amérique du Sud (Volkov et Fu, 2008).

Les questions scientifiques posées sont les suivantes :

- Existe-t-il bien une boucle de recirculation du gyre subtropical de l'Océan Indien Sud-ouest ?
- Quelles sont sa structure moyenne et sa signature sur les propriétés océaniques (telle que le transport) ?
- Quels sont les contrôles de ce processus ? Le rôle du vent et des tourbillons ?
- Quelle est sa variabilité saisonnière et inter-annuelle ?

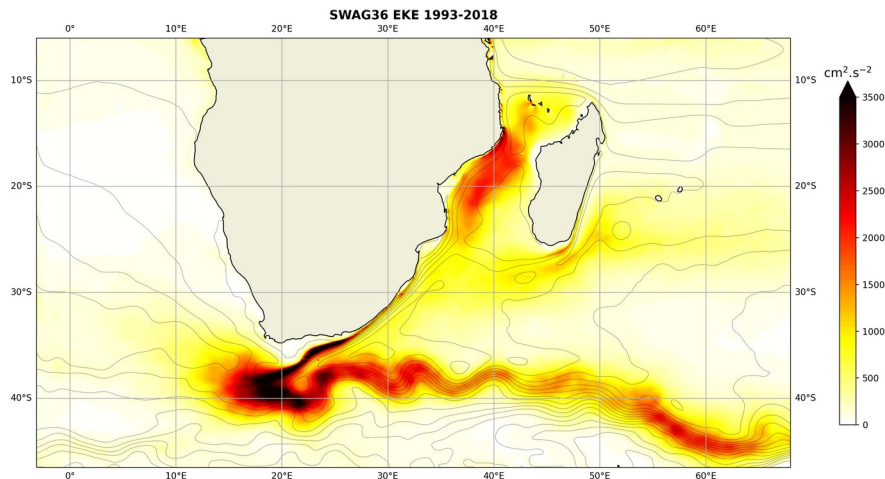


Figure 1 : Hauteur de la mer moyenne (1 contour / 10 cm) et énergie cinétique turbulente (couleurs) pour la simulation South West indian Gyre (SWAG36) à $1/36^\circ$ de résolution pour la période 1993-2018. Le sous gyre se situe entre le courant des Aiguilles et le courant de retour.

Déroulé du stage

- 1) Prise en main des sorties des configurations SWAG et des outils d'analyse sous Python
- 2) Représentation de la boucle de recirculation moyenne à partir des simulations SWAG, de la réanalyse océanique GLORYS12 et des observations in-situ. Ceci peut prendre la forme d'une boucle fermée d'une fonction courant barotrope moyenne calculée à partir des différents produits. Plusieurs méthodes d'intégration pourront être testées. D'autres champs, tels que la salinité et/ou la densité en profondeur pourront aider à la description de la boucle.
- 3) Comparaison entre les différents produits. La comparaison des simulations à $1/4^\circ$, $1/12^\circ$ et $1/36^\circ$ autorisera une analyse de sensibilité sur la résolution et la représentation de la topographie pour la boucle de recirculation.
- 4) Analyse de l'équilibre des termes de vorticité barotrope. En s'inspirant des travaux de Volkov and Fu (2008), on pourrait séparer simplement des forçages de la boucle de recirculation. Une attention particulière sera donnée aux flux turbulents associés aux tourbillons de méso-échelle. Les simulations SWAG4 et SWAG12 pourraient être rejouées en sauvant les termes des équations pour obtenir des résultats robustes.
- 5) Si le temps restant est suffisant, une analyse de la variabilité saisonnière et inter-annuelle pourra être faite en s'inspirant des travaux de Venaille et al. (2011) pour expliquer la variabilité interne du processus.

Profil de l'étudiant

Ceci est un stage en océanographie physique. L'accent se porte plutôt sur la dynamique des fluides géophysiques pour l'étude d'un processus spécifique. L'étudiant devra avoir une formation en océanographie physique, une connaissance de la modélisation numérique et de la programmation sous Python.

Compétences acquises pendant le stage

Démarche scientifique, analyse de grosses simulations numériques, analyse des contrôles de la dynamique océanique, comparaisons modèles / observations, dynamique océanique dans le Sud-Ouest Indien

Durée du stage

6 mois

Gratification

environ 550 euros/mois

Références

Beal, L., De Ruijter, W., Biastoch, A., Rainer, Z. et al. (2011). On the role of the Agulhas system in ocean circulation and climate. *Nature*, 472, 429-436.

Lutjeharms, J. (2006). *The Agulhas Current*. Berlin: Springer

Stramma, L. and J. R. E. Lutjeharms (1997), The flow field of the subtropical gyre of the South Indian Ocean, *J. Geophys. Res.*, 102, 5513-5530.

Venaille, A., J. Le Sommer, J.-M. Molines, and B. Barnier (2011), Stochastic variability of oceanic flows above topography anomalies, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L16611, doi:10.1029/2011GL048401

Volkov, D. L., and L.-L. Fu (2008), The role of vorticity fluxes in the dynamics of the Zapiola Anticyclone, *J. Geophys. Res.*, 113, C11015, doi:10.1029/2008JC004841