

ABSTRACT

This study addresses the role of oceanic small-scale processes in the formation and transformation of subsurface waters that participate in the Indo-Atlantic interocean exchange. We focus on the Cape Basin dynamics, characterized by a highly non-linear turbulence. We provide qualitative and quantitative evidence of the direct impact that meso- and submesoscale structures, their dynamical interactions and their seasonal variability have on the local thermocline and intermediate waters. A sequence of numerical simulations, ranging from 'eddy-permitting' to 'submesoscale resolving', underlines the importance of an adequate vertical resolution to correctly depict the water masses properties.

We point out that Agulhas eddies are mainly generated through baroclinic instabilities and are marked by a clear seasonality. This is linked to the seasonal occurrence of distinct meso-submesoscale instabilities in the upper layers: symmetric instabilities are at play during summer, while mixed-layer instabilities prevail in winter. We also found that Charney baroclinic instability connects these two submesoscale regimes and plays a major role in the seasonal formation of a newly-identified type of mode waters: Agulhas Rings Mode Water. Finally, we show that eddies of both polarity advect, stir and mix Antarctic Intermediate Water, via the mesoscale strain field producing filaments and T-S fine-scale structures.

Our results suggest the existence of two dynamical regimes affecting the upper and intermediate layers of the Cape Basin. Near the surface, the submesoscale-driven frontogenesis and their enhanced energetics lead to a predominance of ageostrophic dynamics. The intermediate depths are, instead, characterised by a quasi-geostrophic regime due to the prevailing mesoscale effects.

RESUMÉ

Nous étudions le rôle des processus océaniques à petite échelle dans la formation et transformation des eaux de surface et intermédiaires qui participent à l'échange Indo-Atlantique à travers le Bassin du Cap. La dynamique de cette région est caractérisée par une forte turbulence et nous montrons l'impact que les structures de meso- ou de sous-meso-échelle, leur interactions dynamiques et leur variabilité saisonnière ont sur les eaux locales de la thermocline. Une série des simulations numériques, allant de 'eddy-permitting' à 'submesoscale resolving', souligne l'importance d'une résolution verticale adéquate pour bien représenter les propriétés des masses d'eau.

Les tourbillons de Aiguilles sont principalement générés par des instabilités baroclines, et sont caractérisés par une saisonnalité, liée aux différentes instabilités dans les couches supérieures. En été, les instabilités symétriques sont plutôt en jeu, tandis qu'en hiver les instabilités de la couche de mélange prédominent. L'instabilité barocline de Charney connecte ces deux régimes de la sous-meso-échelle et joue un rôle majeur dans la formation saisonnière d'un nouveau type d'eaux modales: l'Agulhas Rings Mode Water. Enfin, on montre que tant les cyclones que les anticyclones transportent et mélangent l'Antarctic Intermediate Water, l'étirement de la meso-échelle produisant des filaments et structures thermohalines très fines.

Nos résultats suggèrent l'existence des deux régimes dynamiques qui affectent les couches supérieures et intermédiaires du Bassin du Cap. Près de la surface, la frontogénèse et une énergique sous-mesoéchelle conduisent à un régime agéostrophique. Les profondeurs intermédiaires sont caractérisées par un régime quasi-géostrophique due à l'action prédominante de la mesoechelle.