

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : LACy – Laboratoire de l'Atmosphère et des Cyclones

Titre du stage : **Variabilité climatique du réservoir stratosphérique tropical**

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Thierry Portafaix – Maître de Conférences

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage :
0262 938215 / thierry.portafaix@univ-reunion.fr

Sujet du stage :

La stratosphère (10-50 km d'altitude) est une région de l'atmosphère particulièrement surveillée. Elle est directement impliquée dans deux des thématiques majeures de la recherche atmosphérique actuelle : surveillance du rétablissement de la couche d'ozone et changement climatique en lien avec l'augmentation des concentrations des gaz à effet de serre (GES). Ces deux problématiques sont étroitement liées.

Dans ce contexte, la stratosphère tropicale joue un rôle fondamental. C'est le point d'entrée des masses d'air en stratosphère et le lieu principal de production de l'ozone stratosphérique. L'air tropical est redistribué vers les moyennes et hautes latitudes par la circulation méridienne dite de Brewer-Dobson (BDC). La BDC est relativement mal documentée par manque d'observations directes. Elle n'est pas régulière en intensité au cours de l'année. En hiver, la stratosphère tropicale est partiellement isolée de la stratosphère des moyennes latitudes. Les échanges entre ces zones sont inhibés par des barrières dynamiques de mélange [barrière dynamique subtropicale (BDS)], impliquant de gradients importants de vorticité potentielle et de constituants chimiques. Ce confinement des masses d'air dans le Réservoir Stratosphérique Tropical (RST), est modulé par l'activité des ondes planétaires aux moyennes latitudes. La remontée progressive des niveaux d'ozone stratosphérique suite au protocole de Montréal, combinée à l'émission anthropique massive de gaz à effet de serre, influe sur les propriétés radiatives, chimiques et dynamiques de la basse stratosphère. De nombreux modèles numériques de climat prédisent une accélération de la BDC entre les tropiques et les moyenne/hautes latitudes, un élargissement du réservoir stratosphérique tropical, et une possible diminution des quantités d'ozone en basse stratosphère aux tropiques (SPARC CCMVal, 2010, WMO, 2018). Récemment Stiller et al. (2017) ont montré à partir d'observations satellitaires et de simulations, que les variations décennales de BDC, pendant la période 2002 – 2012 dans la basse et moyenne stratosphère, pourraient induire un déplacement vers le sud des barrières tropicales, pouvant atteindre 5 degrés de latitude suivant l'hémisphère et le niveau isentrope.

L'objectif du travail proposé est d'étudier la variabilité de la **barrière dynamique subtropicale, et son évolution à long terme**, grâce à divers outils numériques développés au LACy et au LATMOS (Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales – CNRS -Université de Versailles St Quentin). L'originalité de cette étude sera d'utiliser presque 70 années de données journalières du Centre Européen de Prévision Météorologique à moyen terme (ECMWF :le dernier jeu de ré-analyse **ERA5**, la cinquième produite par le centre qui couvre la période 1950- présent).

La stratégie proposée pour le projet consiste à utiliser plusieurs outils dynamiques complémentaires. La position des barrières sera déduite par différentes méthodes. Tout d'abord la méthode **DyBaL** développée au LACy et basée sur le formalisme dynamique de Nakamura (Nakamura et al., 1995). Cette méthode a déjà été appliquée avec succès pour différentes études (Portafaix et al., 2003, Begue et al., 2017). Le deuxième outil que l'on utilisera, s'appuie sur une méthode de classification permettant la localisation des barrières subtropicales en fonction des coordonnées réelles (Latitude×Longitude) dite **méthode des k-means (méthode des centres mobiles)**. Cette dernière est basée sur un outil mathématique performant et complétant l'approche classique (Borchi et Marengo, 2002 ; Kirgis, 2008).

Une fois les séries temporelles obtenues, l'analyse de la variabilité saisonnière, interannuelle et de long terme des barrières (intensité et position) sera réalisée grâce à l'utilisation de plusieurs techniques d'analyse de variance maîtrisées au LACy. D'une part, une méthode d'analyse de tendance par **régression multilinéaire**, qui permet de mettre en évidence l'implication des différents forçages dont, par exemple, l'oscillation quasi-biennale (QBO) ou le cycle solaire de 11 ans. D'autre part, l'utilisation de la technique dite **EEMD** (Décomposition auto-adaptative Modale Empirique) permettra de prendre en compte le caractère non stationnaire et non linéaire des séries temporelles

Mots clés : Basse stratosphère tropicale, barrière dynamique, transport méridien, variation climatologique

Possibilité de continuation en thèse

Données : Reanalyses ECMWF ERA 5

Lieu : Université de Réunion - Laboratoire de l'Atmosphère et des Cyclones – UMR 8105 CNRS/UR/MF

Prise en charge : gratification +billet d'avion A/R Paris- Réunion

