

Titre: Quantification de l'influence de la convection sur la composition chimique (vapeur d'eau/ozone) de la troposphère tropicale au-dessus de l'océan Indien.

Nom des responsables de stage: Jean-Pierre Cammas (DR1, CNRS, jean-pierre.cammass@univ-reunion.fr), Stéphanie Evan (CR2, CNRS, stephanie.evan@univ-reunion.fr), Jérôme Brioude (MCF, Université de la Réunion, stephanie.evan@univ-reunion.fr)

La vapeur d'eau est sans doute l'un des plus importants gaz à effet de serre et ses variations en haute troposphère jouent un rôle dans l'équilibre thermique de la planète (en piégeant le rayonnement infrarouge terrestre). Bien comprendre et quantifier les mécanismes régulant la vapeur d'eau en troposphère et plus particulièrement dans la haute troposphère tropicale est important pour les prévisions quant au futur du climat terrestre.

La convection contrôle en partie le transport de vapeur d'eau ainsi que d'autres constituants chimiques dans le système climatique. La convection tropicale transporte rapidement l'air de la couche limite vers les hautes altitudes. Cependant l'impact de la convection sur le contenu en vapeur d'eau troposphérique est encore très incertain. Dans les modèles climatiques, les biais associés aux phénomènes convectifs vont être source d'incertitudes dans la composition chimique troposphérique et le bilan radiatif terrestre. Or l'élargissement de la circulation d'Hadley lors du changement climatique, la position de la zone de convergence intertropicale et la convection organisée (i.e. l'oscillation de Madden-Julian dans l'océan Indien) sont des phénomènes encore mal représentés dans les modèles climatiques (Bony et al., 2015).

La distribution de l'humidité de la haute troposphère tropicale serait influencée plus ou moins directement par l'activité convective. Soden et Fu (1995) ont constaté qu'une augmentation de la convection tropicale est associée à un accroissement de l'humidité relative de la haute troposphère. De même, l'étude de Sun et Oort (1995) révèle une structure bimodale de la distribution de l'humidité relative dans la haute troposphère interprétée en terme d'humidification par les processus de dissipation et mélange du nuage avec l'environnement, et un assèchement des zones environnantes par les subsidences provoquées par refroidissement radiatif. Le lien entre vapeur d'eau troposphérique et convection demeure donc complexe. Il faut mieux le comprendre pour mieux représenter les mécanismes régissant la distribution de l'humidité dans la moyenne et haute troposphère tropicale dans les modèles climatiques.

Dans l'hémisphère sud, le site de la Réunion (21°S, 55°E) est particulièrement adapté à l'étude de la composition chimique de la troposphère tropicale du fait de la position géographique et météorologique de l'île. Selon la saison de l'année, le site de la Réunion peut être sous l'influence de phénomènes tropicaux comme les cyclones. L'île accueille également l'observatoire de haute-altitude (2200m) du Maïdo, site multi-instrumenté de l'INSU.

Dans le cadre de ce stage, nous proposons d'utiliser les mesures LIDAR et de radiosondages de vapeur d'eau/ozone de l'observatoire du Maïdo sur la période 2013-2016 pour (1) Caractériser la saisonnalité de la vapeur d'eau/ozone dans la troposphère tropicale de l'hémisphère sud, (2) Comparer cette saisonnalité à celle observée par les satellites (AIRS, IASI) et voir si les mesures de la Réunion sont bien représentatives des tropiques sud de l'océan Indien, (3) Utiliser une base de données de trajectoires du modèle Lagrangien FLEXPART à haute résolution pour estimer le transport convectif et quantifier l'impact de la convection sur les mesures de vapeur d'eau/ozone de l'Observatoire du Maïdo.

Il s'agira notamment de documenter sur la période 2013-2016 l'influence de la convection sur la composition chimique de la troposphère tropicale observée au Maïdo. On reliera les variations de vapeur d'eau et d'ozone observées aux différents processus de transport convectif illustrés sur la Figure 1. Par exemple, la Figure 2 (à droite) montre les profils de vapeur d'eau mesurés le 18 Novembre 2014 par l'instrument CFH sous ballon météorologique et le lidar (pour un temps d'intégration de 40 min). On observe un bon accord entre les deux profils et on note notamment la présence d'une couche «humide» vers 10 km. Une analyse lagrangienne (Figure 2, milieu) et les images de satellite géostationnaire METEOSAT-7 dans le canal infrarouge (Figure 2, à gauche) indiquent que cette couche humide observée à 10 km le soir du 18 Novembre 2014 est associée à une masse d'air issue de l'outflow convectif d'un système convectif qui s'est développé sur Madagascar le 17 Novembre vers 16 UTC.

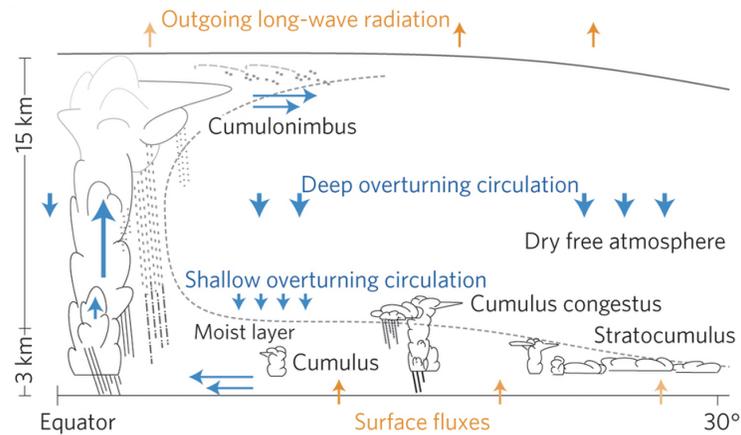


Figure 1: Schématisation des différents processus convectifs susceptibles d'influencer la concentration de vapeur d'eau dans la troposphère tropicale (issue de Bony et al., 2015).

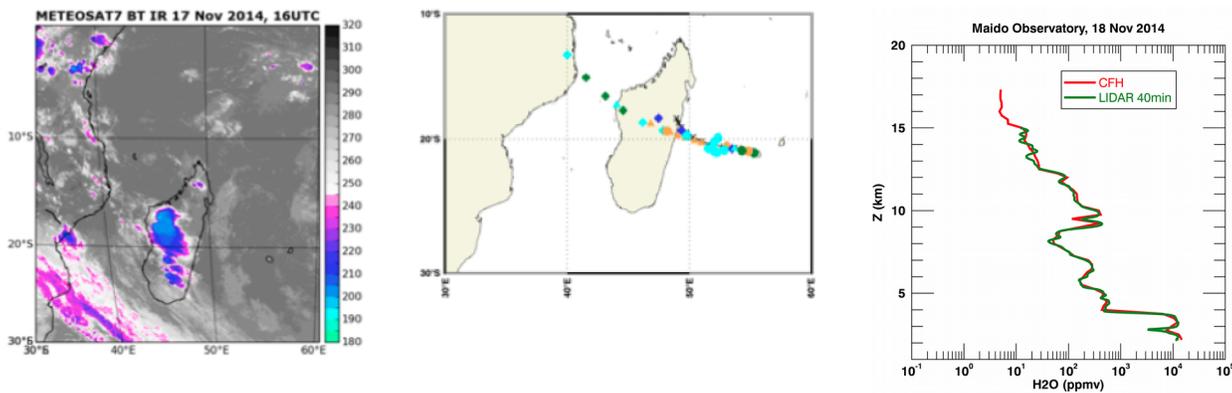


Figure 2: A droite, Profils de rapport de mélange de vapeur d'eau mesurés par la sonde CFH (rouge) et le lidar (vert, temps d'intégration de 40min). Au milieu: Analyse lagrangienne de l'origine de la masse d'air humide observée à 10km par la sonde CFH et le lidar le 18/11/2014 et image de METEOSAT 7 dans le canal infrarouge (à gauche) montrant un système convectif au-dessus de Madagascar le 17/11/2014 à 16 UTC.

Attendus de l'équipe d'encadrement et environnement de travail:

L'équipe d'encadrement accueillera un(e) étudiant(e) motivé(e) pour continuer sur un doctorat. Des possibilités existent pour obtenir un contrat doctoral (Ecole doctorale Sciences, Technologies et Santé, Université de La Réunion) ou une bourse doctorale de La Région Réunion. Pour le déroulement du stage, un bon point pour l'étudiant(e) sera sa relative autonomie dans la compréhension de langages de programmation pour le traitement, l'analyse et l'affichage graphique des données.

L'étudiant(e) sera basé dans les locaux du LACy (Laboratoire de l'Atmosphère et des Cyclones, UMR 8105) sur le campus universitaire de Saint Denis et sera amené à participer à des observations (lidar et ballons sondes) à l'observatoire atmosphérique du Maïdo. Possibilités de logement sur le site universitaire via le CROUS ou par agences de location dans les secteurs proches de l'Université. Le billet d'avion métropole - Réunion aller/retour est pris par le laboratoire d'accueil.