



Stage de recherche au LACy Laboratoire de l'Atmosphère et des Cyclones

UMR8105 - Université de La Réunion, 97490 Saint-Denis de La Réunion

Titre du stage : Caractérisation des ondes de gravité dans la moyenne atmosphère et la basse thermosphère

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage :

Fabrice Chane Ming MC HDR (LACy, La Réunion), responsable local

Christophe Bellisario, CR (ONERA, Paris)

Alain Hauchecorne, DR CNRS émérite (LATMOS, Paris)

Philippe Keckhut, Physicien, Vice-president recherche de l'UVSQ (LATMOS)

Pierre Simoneau, Ingénieur Physicien (ONERA, Paris)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage :

Fabrice Chane Ming, fchane@univ-reunion.fr - 0262938239

Alain Hauchecorne, alain.hauchecorne@latmos.ipsl.fr - 0643649456

Philippe Keckhut, philippe.keckhut@latmos.ipsl.fr - 0180285250

Pierre Simoneau, pierre.simoneau@onera.fr - 0033180386390

Christophe Bellisario, christophe.bellisario@onera.fr - 0033180386364

Sujet du stage :

La région comprenant la mésosphère et la thermosphère inférieure, entre 50 km et 150 km d'altitude, demeure la moins connue de l'atmosphère, principalement dû au manque d'observations expérimentales et de connaissances sur le couplage dynamique avec les couches voisines notamment piloté par les ondes de gravité (OG). L'étude du couplage vertical ondulatoire par les OG est une priorité actuelle pour la communauté scientifique internationale afin d'améliorer significativement les modèles GCM de la haute atmosphère ainsi que les connexions entre couches atmosphériques dans les différents modèles (modèle de la moyenne atmosphère, modèle de prévision climatique en surface). Aussi, les projets européens ARISE (Atmospheric dynamics Research InfraStructure in Europe), ont permis de créer une infrastructure collaborative d'observation de ces régions en Europe. Dans le cadre de l'observatoire du Maïdo (OPAR), les équipes du LaCy à la Réunion avec celles du laboratoire LATMOS et du DOTA de l'ONERA ont déployé des instruments et des outils numériques innovants pour étudier en détail les mécanismes de couplage dynamique. De nombreux travaux sur les OG ont déjà été réalisés par ces équipes mais aujourd'hui, il est proposé de mettre en synergie tous les outils afin d'aborder cette question nouvelle de la propagation et des interactions avec le milieu depuis les sources d'OG dans les basses couches jusqu'à la basse thermosphère, faisant l'objet du projet LEFE « CONBAT ».

Le stage proposé initie ce projet afin de documenter le couplage vertical ondulatoire par les OG dans la bande subtropicale de l'hémisphère austral au-dessus de la Réunion (21°S, 55°E). Il propose l'analyse des caractéristiques des OG à partir des données lidar Rayleigh et airglow acquises de 2016 à 2018 à l'OPAR sur le site du Maïdo. Ce travail s'intéressera en particulier à la variabilité (spatiale, temporelle) des caractéristiques spectrales des OG, le rôle du filtrage lié aux observations et du milieu sur les OG pour les différentes couches, les effets des OG sur le milieu (inversions mésosphériques) et aux sources d'OG (convection, cyclone, relief, l'interaction onde-onde...) à partir des études de cas et une climatologie. Il s'appuiera sur le cas d'étude en cours des nuits 9-10 octobre 2017. Les outils de traitement du signal Lidar et des images airglow feront appel aux techniques en ondelettes pour l'analyse, l'extraction et la classification des données.

Références bibliographiques :

- Bellisario, C., P. Simoneau, P. Keckhut, A. Hauchecorne: Comparisons of spectrally resolved nightglow emission locally simulated with space and ground level observations *Journal of Space Weather and Space Climate*, EDP sciences, 10, pp.21. 2020.
- Blanc, E., L. Ceranna, A. Hauchecorne, A. Charlton Perez, E. Marchetti, L. Evers, T. Kvaerna. J. Lastovicka, L. Eliasson, N. Crosby, P. Blanc Benon, A. Le Pichon, N. Brachet, C. Pilger, P. Keckhut. J. Assink, P. Smets, C. Lee, J. Kero, T. Sindelarova, N. Kämpfer, R. Rüfenacht, T. Farges, C. Millet, P. Näsholm, S. Gibbons, P. Espy, R. Hibbins, P. Heinrich, M. Ripepe, S. Khaykin, N. Mze, J. Chum: Towards an improved representation of the middle atmospheric dynamics thanks to the Arise project, *Surveys in Geophysics*, Springer Verlag (Germany), , 39 (2), pp.171-225, 2018.
- Chane-Ming, F., F. Molinaro, J. Leveau, P. Keckhut et A. Hauchecorne: Analysis of gravity wave in the tropical middle atmosphere over La Reunion island (21°S, 55°E) with lidar using wavelet techniques, *Ann. Geophys.*, 18, 485-498, 2000.
- Chane Ming, F., Ibrahim, C., Barthe, C., Jolivet, S., Keckhut, P., Liou, Y.-A., and Kuleshov, Y., Observation and a numerical study of gravity waves during tropical cyclone Ivan (2008), *Atmos. Chem. Phys.*, 14, 641-658, 2014.
- Hauchecorne, A., S. Khaykin, P. Keckhut, N. Mzé, G. Angot, and C. Claud, Le Pichon et al.: Recent dynamic studies on the middle atmosphere at mid-and low-latitudes using Rayleigh lidar and other technologies, *Infrasound Monitoring for Atmospheric Studies*, Springer, pp.757, 2019.
- Hauchecorne, A., P. Keckhut and M.-L. Chanin: Dynamics and transport in the middle atmosphere using remote sensing techniques from ground and space, in: *Infrasound monitoring for atmospheric studies*, A. Le Pichon, E. Blanc and A. Hauchecorne (eds), Springer, 665-683, 2010.