

Avis de Soutenance

Madame Mariam TIDIGA

Sciences de l'Univers

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Contenu et variabilité des aérosols de la stratosphère : impact des éruptions volcaniques sur la période 2013-2019.

dirigés par Monsieur Gwenael BERTHET

Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU

Unité de recherche : LPC2E - Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace

Soutenance prévue le **lundi 13 décembre 2021** à 10h00

Lieu : 3A avenue de la Recherche Scientifique, 45071 Orléans

Salle : de conférence LPC2E

Composition du jury proposé

M. Gwenael BERTHET	CNRS Orléans	Directeur de thèse
M. Fabrice JEGOU	CNRS Orléans	Co-encadrant de thèse
M. Valéry CATOIRE	Université d'Orléans	Examineur
Mme Solène TURQUETY	LMD/IPSL	Examinatrice
M. Jean-Paul VERNIER	NASA Langley Research	Examineur
M. Patrick RAIROUX	Université Claude Bernard Lyon 1	Rapporteur
M. Slimane BEKKI	CNRS Guyancourt	Rapporteur

Mots-clés : Aérosols, basse stratosphère, haute troposphère, Climate, chimie de l'ozone, pollution

Résumé :

Le réchauffement de la planète au début du XXI^e siècle a été surestimé par presque toutes les simulations de l'évolution historique du climat dans la dernière phase du projet de comparaison des modèles couplés (CMIP6). Ces écarts entre les taux de réchauffement simulés et observés ont été attribués à plusieurs facteurs, dont les changements temporels des émissions naturelles et anthropiques, l'irradiation solaire et la variabilité de la charge en aérosols stratosphériques. Les éruptions volcaniques induisent une "variabilité persistante" dans la couche d'aérosols stratosphériques. Le dioxyde de soufre provenant d'éruptions volcaniques explosives forme des particules de sulfate qui réfléchissent la lumière solaire vers l'espace, exerçant un effet de réchauffement dans la stratosphère et de refroidissement dans la troposphère. Depuis la dernière éruption majeure du Mont Pinatubo en 1991, les observations ont montré que la stratosphère a été régulièrement impactée par des éruptions volcaniques de magnitude modérée à l'échelle de l'hémisphère, mais ces événements ont été plus faiblement documentés dans les tropiques. Les observations satellitaires sur la période 2013-2019 montrent une augmentation de l'épaisseur optique des aérosols dans la haute Troposphère et la basse Stratosphère (UTLS) tropicale. Cette période a été impactée par des événements volcaniques importants (Kelud, Calbuco, Ambae, Raikoke et Ulawun). Les observations seules ne permettent pas de répartir de manière concluante la source de cette augmentation entre les émissions volcaniques et autres (naturelles et anthropiques). Ainsi, des simulations par le modèle global WACCM-CARMA incluant les cycles chimiques et microphysiques du soufre, ont été effectuées durant nos travaux de thèse pour étudier la variabilité de la teneur en aérosols stratosphériques dans les tropiques sur cette période. Les simulations de base, utilisant les émissions anthropiques de SO₂ et naturelles d'OCS, montrent le cycle annuel de la couche d'aérosol de fond. Les comparaisons des simulations de base, avec les observations satellitaires montrent une concordance dans les profils d'extinction dans l'UTLS tropicale pour des années 2013 et 2017, années presque non impactées par les éruptions. Pour explorer les tendances décennales, les expériences du modèle sont guidées par les informations disponibles dans la littérature et par les observations des satellites. Le modèle reproduit l'occurrence et l'étendue verticale des panaches dérivés des observations satellitaires mais montre quelques divergences pour les valeurs absolues de l'extinction et de l'épaisseur

optique (SAOD), en particulier pour les éruptions d'Ambae, Raikoke et Ulawun. Des observations lidar au sol à l'Observatoire du Maïdo sur l'île de la Réunion (20.5°S, 55.5°E) et des instruments optiques lancés sous ballons depuis l'île de la Réunion et près de Darwin, au nord de l'Australie (12.4°S, 130.8°E) sont aussi utilisés pour évaluer les calculs du modèle en termes de contenu en aérosols, de distribution verticale, de propriétés optiques et microphysiques, de transport et de temps de résidence. Ces comparaisons montrent des résultats contrastés et illustrent notamment des problèmes de résolutions horizontales et verticales différentes entre les ensembles de données. Par exemple, un bon accord est obtenu avec les sondes de rétrodiffusion COBALD et le compteur de particules WOPC de l'Université du Wyoming pour cas du Kelud. Pour l'éruption du Calbuco, de fortes différences sont montrées entre les simulations et les mesures du compteur d'aérosols LOAC à un stade précoce de la propagation du panache (~4 semaines après l'injection initiale) alors qu'un bon accord est observé à la période où le panache s'est répandu dans l'hémisphère sud (~4 mois après). Les caractéristiques du transport méridional de panache extratropicale (Raikoke) sont simulées par le modèle mais pas de manière robuste en termes de valeurs absolues de SAOD.