

STAGE DE RECHERCHE de MASTER 2^{ème} ANNEE

Master SOAC / WAPE

Année Universitaire 2024-2025

LABORATOIRE : LOCEAN, Institut Pierre Simon Laplace, 4 place Jussieu, 75005 Paris

SUJET DU STAGE : Impact de la méga éruption volcanique du Toba, pendant la dernière transition vers un climat glaciaire

COORDONNEES DU RESPONSABLE :

Nom – Prénom : KHODRI Myriam

Adresse: LOCEAN/IPSL, 4 place Jussieu, 75005 Paris

Téléphone : 06 87 47 61 11

E-mail : myriam.khodri@locean.ipsl.fr

NATURE DU SUJET :

Théorie	Un peu
Modélisation num.	Un peu
Expérimentation	Un peu
Analyse de données	Beaucoup
Instrumentation	Pas du tout

SUJET :

Les éruptions volcaniques importantes, par les émissions d'aérosols et de composés chimiques, perturbent le bilan radiatif de la troposphère et de la stratosphère, et par la suite leur circulation atmosphérique et les températures. Ainsi, l'éruption récente et bien documentée du Mont Pinatubo aux Philippines, en 1991, a perturbé le climat terrestre pendant plusieurs années. Les éruptions historiques comme celle du Tambora (1815) ont également eu des impacts documentés par les chroniques historiques, qui ont pu être mieux compris grâce à des simulations climatiques intégrant une représentation de la chimie atmosphérique et de la microphysique des aérosols.

Ce stage adressera les impacts des épisodes éruptifs les plus forts du Quaternaire, ceux du Mont Toba, situé dans l'archipel indonésien, dont la puissance est estimée à 5 fois celle du Tambora et 10 fois celle du Pinatubo. Ces épisodes, datés d'il y a environ 74000 ans (Marine Isotopic Stage 4, MIS4; Shackleton et al, 2021), surviennent en pleine transition vers la dernière période glaciaire (Khodri et al, 2001). Il s'agira ici de prendre en main les outils de modélisation de l'IPSL permettant de simuler et d'analyser les impacts de cette éruption, tant sur la stratosphère et troposphère que sur les conditions de surface, grâce aux modèles LMDZ-STRATAER (pour la microphysique des aérosols) et LMDZ-REPROBUS (pour l'impact sur la chimie stratosphérique) ainsi que leur couplage. Un ensemble de simulations en conditions idéalisées permettra d'investiguer si les impacts de telles éruptions majeures dépendent de l'état de référence : glaciaire ou interglaciaire. Une comparaison aux résultats obtenus pour l'éruption du Pinatubo, permettra aussi d'étudier les processus

chimiques et microphysiques communs aux éruptions d'amplitudes variées et d'identifier les spécificités associées aux supers éruptions du Toba. La comparaison des résultats des expériences aux observations instrumentales (notamment satellites pour Pinatubo) et aux reconstructions paléoclimatiques disponibles sera également initiée afin d'une part de valider le modèle et d'autre part établir plus finement des scénarios éruptifs réalistes du stade MIS4 grâce à des collaborations avec des projets en cours sur le sujet. Nous recherchons un.e étudiant.e motivé.e par la réalisation et l'analyse de simulations atmosphère-chimie-aérosols, intéressé.e par l'étude des mécanismes des changements climatiques passés à l'aide de modèles couplés océan-atmosphère et la comparaison aux données paléoclimatiques.

REMARQUES :

Stage de 5 à 6 mois, impliquant des collaborations entre les laboratoires LOCEAN, LSCE et LATMOS à l'IPSL. Ce travail posera les jalons d'un projet de thèse visant à investiguer les impacts des méga-éruptions sur la dernière grande transition climatique du Quaternaire.

Contacts : myriam.khodri@locean.ipsl.fr, marion.marchand@latmos.ipsl.fr, slimane.bekki@latmos.ipsl.fr, masa.kageyama@lsce.ipsl.fr.

Références:

Boucher O., Servonnat, J., Albright, A. L., Aumont, O., Balkanski, Y., Bastrikov, V., et al. (2020). Presentation and evaluation of the IPSL-CM6A-LR climate model. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 12, e2019MS002010. <https://doi.org/10.1029/2019MS002010>.

Christoph Kleinschmitt, Olivier Boucher, Slimane Bekki, François Lott, and Ulrich Platt: The Sectional Stratospheric Sulfate Aerosol module (S3A-v1) within the LMDZ general circulation model: description and evaluation against stratospheric aerosol observations, *Geosci. Model Dev.*, 10, 3359–3378, 2017, <https://doi.org/10.5194/gmd-10-3359-2017>.

Khodri M., Y. Leclainche, Ramstein G., Braconnot P., Marti O., Cortijo E. (2001), « Simulating the amplification of orbital forcing by ocean feedbacks in the last glaciation », *Nature* 410, p. 570 - 574.

Lefèvre, F., Brasseur, G. P., Folkins, I., Smith, A. K., and Simon, P.: Chemistry of the 1991–1992 stratospheric winter: Three-dimensional model simulations, *J. Geophys. Res.-Atmos.*, 99, 8183–8195, <https://doi.org/10.1029/93JD03476>, 1994.

Lefèvre, F., Figarol, F., Carslaw, K. S., and Peter, T.: The 1997 Arctic Ozone depletion quantified from three-dimensional model simulations, *Geophys. Res. Lett.*, 25, 2425–2428, <https://doi.org/10.1029/98GL51812>, 1998.

Marchand, M., Keckhut, P., Lefebvre, S., Claud, C., Cugnet, D., Hauchecorne, A., et al. (2012). Dynamical amplification of the stratospheric solar response simulated with the Chemistry-Climate Model LMDz-Reprobus. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 75–76, 147–160. <https://doi.org/10.1016/j.jastp.2011.11.008>

Shackleton et al, 2021. <https://doi.org/10.5194/cp-17-2273-2021>