M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : Laboratoire d'Aérologie (LAERO)

Titre du stage :

Rôle de la convection et de la microphysique dans la composition de l'atmosphère en Amazonie

Nom et statut des responsables de stage : Thibaut Dauhut, Physicien adjoint CNAP
Christelle Barthe, Directrice de recherche CNRS
Pierre Tulet, Directeur de recherche CNRS

Coordonnées des responsables de stage :
thibaut.dauhut@utoulouse.fr christelle.barthe@cnrs.fr pierre.tulet@cnrs.fr

Sujet du stage :

La convection se développe quotidiennement au-dessus du bassin amazonien, et les systèmes convectifs organisés à méso-échelle y contribuent à 70 % des précipitations (Rehbein et al., 2019). Lors de la campagne CAFE-BRAZIL (2022-2023), de fortes concentrations en aérosols ont été observées au-dessus de ces systèmes (Curtius et al., 2024). La composition chimique des aérosols suggère qu'ils sont issus de la condensation de gaz produits par la réaction de l'isoprène émis par la forêt avec les oxydes d'azote émis par les éclairs. Les aérosols ainsi formés peuvent ensuite impacter le bilan radiatif et la formation de nuages dans la région. Cependant le rôle des processus convectifs sur la production de ces aérosols n'est pas encore clair.

Le rôle de la convection dans ces mécanismes physico-chimiques est en cours d'analyse au LAERO (projet *AeroAmazon*) à partir de simulations 3D avec le modèle Méso-NH représentant explicitement la convection profonde et l'émission des réactifs (Lac et al., 2018), et de simulation CLEPS représentant une large gamme de réactions chimiques, en phase gazeuse et aqueuse, le long de la trajectoire de masses d'air (Mouchel-Vallon et al., 2017). L'enjeu du stage est de comprendre le rôle des ascendances et subsidences, et notamment des processus dynamiques et microphysiques, dans le transport, le mélange et les réactions de l'isoprène et des oxydes d'azote.

À partir de la simulation Méso-NH d'une ligne de grains, une première partie du travail consistera à identifier les ascendances et subsidences, en mettant en évidence les lieux et mécanismes de formation, ainsi que le rôle joué par les subsidences qui atteignent la surface et forment des courants de densité. La représentation de ces circulations sera comparée aux observations du site instrumenté d'ATTO-Campina doté de radar profileurs de vent et de mâts instrumentés pour les mesures de micrométéorologie et de composition chimique. Les flux verticaux seront ensuite quantifiés, permettant ainsi d'identifier les circulations contribuant le plus au transport des réactifs. Dans un deuxième temps, il s'agira d'identifier les processus microphysiques impactant les réactions chimiques. Pour cela des tests de différentes concentrations en hydrométéores sur les simulations chimiques CLEPS le long des trajectoires seront effectuées. Si le temps le permet, des simulations avec Méso-NH représentant la chimie en 3D permettront de déterminer la distribution spatiale et la temporalité de l'influence de la microphysique sur la chimie de l'atmosphère.

Références :

Curtius, J., Heinritzi, M., Beck, L. J., Pöhlker, M. L., Tripathi, N., Krumm, B. E., ... & Lelieveld, J. (2024). Isoprene nitrates drive new particle formation in Amazon's upper troposphere. Nature, 636(8041), 124-130.

Lac, C., Chaboureau, J. P., Masson, V., Pinty, J. P., Tulet, P., Escobar, J., ... & Wautelet, P. (2018). Overview of the Meso-NH model version 5.4 and its applications. Geoscientific Model Development, 11(5), 1929-1969.

Mouchel-Vallon, C., Deguillaume, L., Monod, A., Perroux, H., Rose, C., Ghigo, G., ... & Chaumerliac, N. (2017). CLEPS 1.0: A new protocol for cloud aqueous phase oxidation of VOC mechanisms. Geoscientific Model Development, 10(3), 1339-1362.

Rehbein, A., Ambrizzi, T., Mechoso, C. R., Espinosa, S. A. I., & Myers, T. A. (2019). Mesoscale convective systems over the Amazon basin: The GoAmazon2014/5 program. International Journal of Climatology, 39(LLNL-JRNL-769922).