M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : LAERO

Titre du stage : Détrainement dans les systèmes convectifs tropicaux : observations spatiales et simulations numériques

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Rémy ROCA (DR CNRS) et Léna ARTHUR (IR CNRS)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage : remy.roca@cnrs.fr ; lena.arthur@cnrs.fr

Sujet du stage : Niveau d'émission radiative et altitude de maximum de detrainement dans les systèmes convectifs tropicaux

Les nuages de glace tropicaux issus de la convection profonde ont un rôle important dans le bilan radiatif de la terre. En fonction de leurs propriétés optiques, leur effet peut être dominé par leur interactions avec le rayonnement solaire (effet de refroidissement) ou bien leur effet de serre (réchauffement). Cette ambivalence est au cœur des incertitudes sur la rétroaction climatique des ces nuages (Sherwood et al 2020) et résulte d'une compréhension encore incomplète des processus physiques qui régissent ces nuages.

Dans ce contexte, nous avons récemment développé un modèle conceptuel d'étude des taux de croissance des boucliers nuageux des systèmes convectifs : MANTA pour Minimal ANvil growTh Analytic model. Ce modèle simple permet de résumer les processus importants pour la formation des enclumes tel que le détrainement (Roca et al., 2026). MANTA repose sur l'hypothèse que l'altitude du maximum de détrainement correspond à la couche nuageuse telle que décrite par l'imagerie infrarouge géostationnaire.

L'objet du stage est d'explorer cette hypothèse en regardant comment le niveau d'émission radiative des nuages se positionne par rapport au maximum de détrainement. Pour cela, nous utiliserons des simulations idéalisées d'équilibre radiatif convectif de plusieurs modèles (MesoNH, SAM et ICON) ainsi que des observations tirées de la mission Global Precipitation Mission en plus de la banque de données de systèmes convectifs de l'algorithme d'identification et de suivi des boucliers nuageux glacés TOOCAN. Nous explorerons comment les quantités intégrées de glace évoluent au cours du cycle de vie des systèmes convectifs. En particulier, on s'attachera à relier ces variations temporelles à celles du niveau de maximum de détrainement. Ensuite, nous établirons la sensibilité de ces relations au réchauffement de la température de surface océanique, autant grâce aux simulations ou la température est augmentée qu'avec les températures de surface observées. L'ensemble des simulations et des observations spatiales nécessaires à la réalisation de ce stage sont déjà disponibles dans l'équipe.

Si le temps le permet, on analysera aussi des simulations plus récentes de Méso-NH qui bénéficient de nouvelles implémentations du schéma de microphysique visant à renforcer la cohérence entre les propriétés de la glace et des particules interagissant avec le rayonnement. Ce dernier aspect sera mené en collaboration avec Christelle Barthe, experte en modélisation microphysique. Des interactions avec Thomas Fiolleau, expert en suivi lagrangien des systèmes convectifs, sont aussi prévues dans le cadre de ce stage. Ces travaux se placent dans le contexte français très dynamique autour de la convection profonde atmosphérique ainsi que dans le cadre de la préparation de la future mission spatiale WIVERN portée par l'Agence Spatiale Européenne.

Un intérêt pour le changement climatique et les rétroactions climatiques serait un plus en complément de bonnes connaissances en météorologie et/ou physique de l'atmosphère. L'environnement de travail repose sur Python et des serveurs déportés et une bonne aptitude à l'informatique scientifique est souhaitable. Ce travail pourra déboucher sur un sujet de thèse.

Roca R, T Fiolleau L. Arthur, N Asfaw, C Hohenegger, G S. Elsaesser, C J. Muller, J-P Chaboureau and R Fiévet (2026), The contribution of mesoscale dynamics to the tropical anvil cloud growth rate, to be submitted to ACP

Sherwood, S. C., Webb, M. J., Annan, J. D., Armour, K. C., Forster, P. M., Hargreaves, J. C., et al. (2020). An Assessment of Earth's Climate Sensitivity Using Multiple Lines of Evidence. Reviews of Geophysics, 58(4), e2019RG000678. https://doi.org/10.1029/2019RG000678