

Titre du sujet de stage :

## Observation des mouvements de l'atmosphère claire autour des orages tropicaux

Description du sujet :

**a) Contexte scientifique :**

La compréhension de la dynamique interne des orages présente des enjeux à la fois météorologiques et climatiques. Météorologiques parce que les pluies générées par les orages peuvent avoir des impacts sociétaux importants et climatiques parce que la convection verticale est un moyen puissant de transport vertical de matière et d'énergie depuis la surface jusque vers la basse stratosphère, impactant ainsi le bilan énergétique et les processus chimiques. La mission du CNES C<sup>2</sup>OMODO (Convective core observations through microwave derivatives in the tropics, Brogniez et al, 2022) se propose de contribuer à la caractérisation de la dynamique des orages avec deux instruments identiques, observant dans le domaine micro-ondes (MO, raies H<sub>2</sub>O à 183GHz et 325GHz), placés sur deux satellites légèrement décalés dans le temps (30s à 145s). Les variations de rayonnement mesurées successivement par les instruments rendent compte des mouvements verticaux des hydrométéores glacés produits par la convection profonde. L'objectif de C<sup>2</sup>OMODO vise donc directement la dynamique interne des orages. En parallèle, des travaux récents (Poujol & Bony, 2024) ont montré qu'il est possible d'accéder aux mouvements verticaux de l'air clair en analysant le lien entre les variations de rayonnement et l'altitude d'émission de la vapeur d'eau. Ces travaux ont été uniquement appliqués au domaine infra-rouge (IR, bande H<sub>2</sub>O à 7,3 $\mu$ m) et ont notamment révélé des structures ondulatoires dans la moyenne troposphère (ondes de gravité) dont l'amplitude est modulée par l'intensité convective.

**b) Objectif scientifique :**

L'objectif de ce stage est de tester l'approche développée par Poujol & Bony (2024) pour l'IR (application aux instruments des satellites géostationnaires METEOSAT, Himawari, ...) aux canaux d'observations MO du projet C<sup>2</sup>OMODO. Il s'agit donc avant tout d'une étude de faisabilité, qui doit tenir compte de la précision radiométrique attendue des mesures de C<sup>2</sup>OMODO et qu'il faut mettre en regard de l'amplitude des vitesses verticales recherchées (qqes hPa/hr). L'avantage des mesures de C<sup>2</sup>OMODO porte sur le fait qu'il y aura 9 canaux MO sensible à la distribution de la vapeur d'eau, alors que l'approche développée par Poujol & Bony (2024) portait sur un seul canal de mesure IR.

L'exploitation de C<sup>2</sup>OMODO pour l'estimation des vitesses verticales depuis l'air clair jusqu'au cœurs convectifs permettrait d'avoir une image continue de la dynamique atmosphérique.

Le tandem d'instrument C<sup>2</sup>OMODO étant une innovation d'observation, des simulations numériques de fine résolution spatiale seront utilisées afin d'accéder à un observatoire virtuel C<sup>2</sup>OMODO.

**c) Moyens mis à disposition :**

La méthode développée par Poujol & Bony sera mise à disposition (collaboration LSCE / LMD)

Les outils du méso-centre de l'IPSL seront utilisés, tant sur les moyens de calculs et les langages de programmations que pour les données numériques qui seront exploitées.

Responsable du stage (Nom/prénom/statut) :

Hélène Brogniez (UVSQ, LSCE/IPSL) [helene.brogniez@lsce.ipsl.fr](mailto:helene.brogniez@lsce.ipsl.fr)

Laboratoires concernés :

LSCE

Niveau du stage (Licence, M1, M2) : Master 2

Durée du stage : 4 mois – jusqu'à 6 mois possibles

Période : février - juin

Ce stage s'adosse-t-il à des projets préexistants : projet C<sup>2</sup>OMODO/CNES

Est-il prévu une thèse dans le prolongement du stage ? non, pas actuellement

Références :

Brogniez H., R. Roca, F. Auguste, JP Chaboureau, Z. Haddad, S.J Munchak, X. Li, D. Bouniol, A. D.p.e and T. Fiolleau (2022) *Time-delayed tandem microwave observations of tropical deep convection : Overview of the C<sub>2</sub>OMODO mission*. Front. Remote Sens., doi:10.3389/frsen.2022.854735

Poujol B. and S. Bony (2024) *Measuring clear-air vertical motions from space*, AGU Advances, 5, doi:10.1029/2024/AV001267