

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM)
Groupe de Modélisation et d'Assimilation pour la Prévision (GMAP), Equipe OBS
42, avenue Gaspard Coriolis
31057 Toulouse

Titre du stage : Vers l'utilisation de petits satellites pour la prévision des orages tropicaux dans le modèle AROME

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Philippe Chambon (chercheur), Ghislain Faure (ingénieur), Jean-François Mahfouf (chercheur)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage :

Philippe Chambon : Téléphone: 05 61 07 85 78 Email : philippe.chambon@meteo.fr
Ghislain Faure : Téléphone: 05 61 07 86 28 Email : ghislain.faure@meteo.fr
Jean-François Mahfouf : Téléphone: 05 61 07 84 78 Email : jean-francois.mahfouf@meteo.fr

Sujet du stage :

Les technologies disponibles pour l'observation de la Terre depuis l'espace évoluent rapidement. En particulier, l'émergence d'instruments miniaturisés permet d'envisager leur utilisation à bord de petits satellites. Ces derniers, moins coûteux que les plateformes satellitaires classiques, peuvent être lancés par grappes et former ainsi des constellations de systèmes d'observations. Plusieurs projets de ce type sont à l'étude dans certaines agences spatiales afin d'observer l'atmosphère dans différentes longueurs d'ondes.

Un projet initié au MIT (Massachusetts Institute of Technology) a notamment été sélectionné par la NASA en 2016 et s'intitule TROPICS pour Time-Resolved Observations of Precipitation structure and storm Intensity with a Constellation of Smallsats (<http://tropics.ll.mit.edu>). Il s'agit de placer en orbite une constellation de douze petits satellites d'environ 30cm x 10cm x 10cm, chacun équipé d'un radiomètre micro-ondes miniaturisé. Grâce à des canaux dans les bandes d'absorption de la vapeur d'eau (183.31GHz) et de l'oxygène (118GHz), ces radiomètres amèneront des observations informatives sur la vapeur d'eau, la température ainsi que les hydrométéores au sein des zones nuageuses. Les cubesats de cette constellation étant au nombre de douze, la revisite temporelle de ces données pour un endroit donné des Tropiques se trouve être proche de la revisite temporelle obtenue grâce à un satellite géostationnaire. Le premier prototype sera lancé fin 2017.

Ce type de mission spatiale est donc prometteuse pour la prévision numérique du temps dans les Tropiques, en particulier à Météo-France qui a récemment mis en place un système de prévision à échelle kilométrique pour les territoires d'Outre-Mer sur cinq domaines. Celui-ci est basé sur le modèle non hydrostatique AROME qui permet notamment une représentation explicite de la convection. Il est actuellement initialisé grâce aux analyses du Centre Européen pour ce qui est de la prévision opérationnelle. En outre, un système d'assimilation de type 3D-Var est à l'état de prototype. Ce type de système d'assimilation permet d'obtenir des conditions initiales adaptées au modèle AROME, grâce à une combinaison optimale d'observations et d'une prévision AROME à courte échéance. En particulier, un des défis actuels est de proposer les meilleurs états initiaux possibles pour les systèmes précipitants. C'est sur cet aspect que l'on se propose de travailler au cours de ce stage. Un bon contexte de réflexion qui préparerait une exploitation des données TROPICS est d'utiliser un radiomètre existant pourvu de fréquences proches. Le radiomètre MWHS2, à bord du satellite chinois FY3C qui dispose également des fréquences 183 et 118GHz, est déjà utilisé dans les chaînes opérationnelles de prévision numérique du temps à Météo-France mais uniquement en ciel clair. L'équipe OBS acquiert actuellement une expertise sur l'assimilation de données en ciels pluvieux/nuageux, pour les fréquences de type 183GHz comme pourraient le fournir TROPICS afin d'y contraindre les profils d'humidité. En revanche, l'utilisation des canaux de type 118GHz permettant de contraindre les profils de température au sein des nuages pourrait se révéler également très utile pour améliorer la prévision des orages tropicaux car les variations de température sont notamment associées aux processus de changements de phase de l'eau dans les nuages.

Le travail proposé consistera tout d'abord à s'approprier la méthode permettant d'assimiler des observations à 183GHz sous forme de profils d'humidité, puis d'en réaliser le pendant pour les profils de température dans les nuages. Il s'agira alors d'étudier la synergie multifréquence qui permettrait de mieux contraindre les états initiaux des prévisions du modèle AROME. On s'intéressera à des cas d'études d'orages tropicaux et on analysera l'apport des canaux de température à 118GHz pour l'assimilation en ciels nuageux/pluvieux. Si les données sont disponibles avant la fin du stage, on pourra également analyser les données du premier prototype TROPICS et appliquer les enseignements dérivés de l'utilisation de MWHS2.