

M2 OASC: Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : Météo-France / GMAP et GMEI (Groupe de Modélisation et d'Assimilation pour la Prévision et Groupe de Météorologie Expérimentale et Instrumentale).

Titre du stage : Vers une utilisation de variables thermodynamiques conservatives en assimilation de données

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage :

Jean-François MAHFOUF (Dr, HDR) ;
MONTMERLE Thibaut (Dr, HDR) ;

MARQUET Pascal (Dr, HDR) ;
MARTINET Pauline (Dr).

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

tph : 05.61.07.90.31 pauline.martinet@meteo.fr

tph: 05.61.07.84.70 thibaut.montmerle@meteo.fr

tph: 05.61.07.84.38 pascal.marquet@meteo.fr

tph: 05.61.07.84.78 jean-francois.mahfouf@meteo.fr

Sujet du stage :

Le modèle de prévision numérique à échelle convective AROME-France utilise un système d'assimilation de type « 3D-Var » (tri-dimensionnel variationnel) permettant d'initialiser les variables température, composantes du vent, contenu en vapeur d'eau et pression de surface, ceci en utilisant des observations caractéristiques de l'échelle des phénomènes à prévoir (radars météorologiques, réseaux de surface, données d'avions commerciaux, radiances satellites...).

Une limitation importante du système d'assimilation actuel est de ne pas permettre d'initialiser les hydrométéores caractérisant les nuages et les précipitations, qui sont pourtant à l'origine de phénomènes météorologiques à forts enjeux sociétaux et économiques (orages violents, brouillard, chutes de neige, ...). Les hydrométéores simulés s'ajustent simplement aux variables thermodynamiques analysées au cours des premières heures en début de prévision.

Des études préliminaires ont été réalisées avec une assimilation de type « 1D-Var » (uni-dimensionnel variationnel) pour ces hydrométéores, en utilisant comme observations les températures de brillance du sondeur infra-rouge hyper-spectral IASI dans des régions nuageuses. Ces études ont montré la nécessité de disposer d'une matrice de covariances d'erreurs de l'ébauche qui doit être adaptée à la structure verticale du système nuageux d'intérêt. Ces études ont également révélé une forte disparité des statistiques d'erreurs de l'ébauche (variances et corrélations) entre les zones nuageuses et en ciel clair, tant sur l'horizontale que sur la verticale.

Parallèlement, l'utilisation de la variable « entropie spécifique de l'air humide » a permis de définir une nouvelle température potentielle thermodynamique qui, associée au contenu total en eau, permet de définir un nouveau jeu de variables dite « conservatives ». Ces variables ont l'intérêt de conduire à des transitions moins abruptes à la fois sur la verticale (inversions au sommet de couches limites sèches ou nuageuses) et dans le temps (passages entre les régimes de couche limite sèche, puis nuageuse, puis aux divers stades de développements convectifs).

Le but du stage sera de tester l'utilisation de ces nouvelles variables « conservatives » pour caractériser les statistiques d'erreurs de l'ébauche, en espérant que ces variables puissent conduire à des matrices moins dépendantes à la forme du profil d'intérêt (améliorant ainsi leur robustesse) et permettant de prendre en compte de manière implicite les corrélations entre la température et l'eau sous ses différentes phases (qui sont conditionnées par la présence ou non d'un nuage).

Pour évaluer la pertinence de cette nouvelle approche, l'outil « 1D-Var » sera utilisé pour assimiler les températures de brillance d'un radiomètre micro-onde dans des bandes de fréquences sensibles à la vapeur d'eau, à la température et à l'eau liquide. Cette évaluation sera basée sur les données de deux campagnes dédiées à l'étude du brouillard : une existante (Bure, 2016-2017) et une autre à venir (SOFOG3D, qui se déroulera dans le Sud-Ouest de la France au cours de l'automne/hiver 2019-2020), des études préliminaires ayant déjà montré la très forte sensibilité des inversions 1D-Var aux statistiques d'erreurs d'ébauche lors de ces événements.