

## **M2 / École Nationale de la Météorologie : Fiche de stage Année 2019 – 2020**

**Titre du stage : Impact des erreurs d'analyse et de modélisation sur la prévisibilité des cyclones tropicaux**

**Nom des responsables de stage : CNRM/GMAP/RECYF**

Carole Labadie (carole.labadie@meteo.fr)

Pierrick Cébron (pierrick.cebron@meteo.fr)

Laurent Descamps (laurent.descamps@meteo.fr)

**Sujet de stage :**

Deux principales sources d'incertitude coexistent et interagissent au cours d'une prévision numérique du temps : incertitudes sur les conditions initiales et sur les lois de l'écoulement. Un rôle majeur de la prévision d'ensemble est de les quantifier.

La PEARP (Prévision d'Ensemble ARPEGE) est le système de prévision d'ensemble global de Météo-France, sa résolution horizontale est de 7,5 km sur la France et 15 km à 35 km sur les DOM/TOM tropicaux. PEARP possède 35 membres et effectue des prévisions 4 fois par jour, jusqu'à 108 h (respectivement 90 h) d'échéance pour le réseau de 18 h (respectivement 06 h), 48 h pour les réseaux de 0 h et de 12 h.

Les perturbations des conditions initiales de l'ensemble sont issues de l'ensemble d'assimilation global de Météo-France et d'une combinaison de vecteurs singuliers calculés sur plusieurs zones. L'erreur de modélisation est représentée par plusieurs jeux de physiques comportant différentes paramétrisations ou variantes de celles-ci pour représenter les phénomènes physiques sous-maille (convection, turbulence...).

La méthode de perturbation par vecteurs singuliers a été l'une des premières méthodes utilisées pour rendre compte de l'incertitude sur les conditions initiales. Les vecteurs singuliers sont des perturbations qui, calculées avec une norme donnée et sous hypothèse linéaire, croissent le plus vite sur une durée déterminée. Leur calcul nécessite l'utilisation d'un modèle linéaire tangent qui s'appuie sur une dynamique linéarisée et une version simplifiée de quelques paramétrisations physiques. Cette méthode, économe en coût numérique, vise à cibler des zones météorologiques instables.

Bien que plus récente, l'utilisation d'un ensemble d'analyses pour représenter l'incertitude dans les conditions initiales est aujourd'hui quasi-généralisée dans les systèmes opérationnels de prévision d'ensemble. Cette approche, coûteuse numériquement, a l'avantage de chercher à représenter le plus fidèlement possible l'incertitude des conditions initiales issues du processus d'assimilation de données.

Aujourd'hui ces deux approches coexistent dans PEARP comme dans la prévision d'ensemble du Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme. Leurs intérêts ou efficacités respectifs restent un sujet de recherche et de débat et l'objet principal de ce stage sera d'évaluer leur apport dans la prévision des

cyclones tropicaux. Dans cet esprit, et avec pour objectif une amélioration de la prévision d'ensemble cyclonique, une série d'expériences devra être mise en place. L'utilisation séparée de l'une ou de l'autre technique de perturbations initiales sera testée. Des modifications dans le calcul des vecteurs singuliers (choix de la norme, période d'optimisation, zone de ciblage) seront également essayées. Enfin, et en fonction du temps disponible, la sensibilité au choix de la technique de représentation de l'erreur de modélisation pourra être envisagée.

#### Méthodologie envisagée :

La ou le stagiaire travaillera à partir de données de prévisions numériques et d'observations. On utilisera les données de la PEARP sur l'année 2019 et sur l'ensemble des bassins cycloniques. Une première période du stage sera consacrée à un peu de bibliographie et à une prise en main des données. On s'attachera ensuite à mettre en place différentes expériences numériques afin d'évaluer l'une ou l'autre des techniques de représentation de l'erreur initiale. Les évaluations impliqueront le calcul de scores « orientés objets » ainsi qu'une critique et une analyse météorologique des résultats. Si des résultats positifs sont obtenus, une stratégie différente de l'actuelle pourra être proposée pour de futures modifications dans PEARP.

#### Compétences requises :

Solides compétences en python (manipulation de données scientifiques)  
Connaissances en prévision numérique et en prévision météorologique