

M2 / Ecole : Fiche de stage Année 19_20

Titre du stage : Identification et suivi des cyclones tropicaux dans les modèles de prévision du temps par des techniques de Deep Learning

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

Ghislain Faure, ITM

Laure Raynaud, ITM

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

ghislain.faure@meteo.fr, tel : 05 61 07 86 28

laure.raynaud@meteo.fr, tel : 05 61 07 96 48

Sujet du stage :

Depuis 2016 le modèle à maille fine AROME de Météo-France est opérationnel sur 5 domaines Outre-Mer, avec des attentes particulières pour la prévision cyclonique. La détection et le suivi des cyclones tropicaux à partir des champs prévus est une méthode de travail classique pour le prévisionniste mais aussi pour la vérification des prévisions. Elle permet d'examiner la trajectoire des cyclones et l'extension des zones de vent fort, et ainsi d'identifier les régions potentiellement en proie à des dégâts importants.

Les méthodes existantes de détection des cyclones tropicaux (Biswas et al.) s'appuient pour la plupart sur la recherche d'extrema locaux (pression, géopotential, tourbillon, vent) suivi d'un contrôle qualité (sur les gradients, la force du vent, la position). Ensuite une recherche des vent maximum et de leur distance au centre est effectuée (de manière globale, par cadran ou par azimuth). Ces techniques présentent plusieurs inconvénients. D'une part elles sont numériquement coûteuses, ce qui pourrait poser problème avec l'arrivée des systèmes de prévision d'ensemble haute-résolution. D'autre part elles fournissent une information discrétisée et donc partielle sur les extensions de vent, dont il est difficile de reconstituer des structures cohérentes.

Les méthodes basées sur des réseaux de neurones, dites de Deep Learning, sont désormais reconnues pour détecter et caractériser des formes dans des images par apprentissage automatique. Une première application de ces méthodes pour la détection des cyclones tropicaux dans AROME a été effectuée par Puig (2019). Les résultats ont montré qu'un réseau de neurones convolutionnels de type U-Net (Ronneberger et al., 2015) permet, à partir d'une base d'apprentissage limitée (construite manuellement), une détection prometteuse des structures cohérentes associées aux cyclones prévus, en particulier les zones de vent cyclonique et les zones de vent maximum.

Afin d'améliorer cet outil et d'explorer son potentiel pour la prévision opérationnelle plusieurs pistes seront étudiées au cours du stage. Il s'agira en premier lieu de travailler sur la base d'apprentissage en mettant en place une procédure systématique de labellisation des zones recherchées et en ajoutant des cas complexes (cyclones de faible intensité, en bord de domaine, etc.). Les questions de transfert d'apprentissage seront également abordées, afin de déterminer par exemple si un réseau entraîné sur des cyclones d'un bassin Outre-Mer peut être utilisé efficacement pour la détection de cyclones sur d'autres bassins.

Dans une deuxième partie on s'attachera à construire un algorithme de suivi temporel des objets cyclones détectés sur des échéances successives afin de reconstituer des trajectoires.

Enfin, la dernière partie du stage visera l'utilisation opérationnelle de l'outil de détection-suivi des objets cyclone. Il s'agira notamment d'optimiser les temps de calcul et de réfléchir à l'utilisation de ces objets pour la mise en place de produits de prévision probabiliste innovants.

Ce stage se déroulera dans l'équipe RECYF du Centre National de Recherche Météorologique (CNRM), à Toulouse. Des contacts avec l'équipe « Cyclones » du LACy (La Réunion) seront établis.

Compétences requises :

Le stage requiert un réel intérêt pour les sujets techniques, ainsi que de solides connaissances en informatique, algorithmique et statistiques.

Une bonne connaissance du langage Python est indispensable, des notions de deep learning ou une expérience en réseaux de neurones sont nécessaires.

Références

Ronneberger, O., P. Fischer and T. Brox, 2015 : U-net, convolutional networks for biomedical image segmentation.

M. Puig, 2019 : Application de méthodes d'apprentissage profond pour la détection d'objets météorologiques, rapport de stage de 2ème année, INP ENSEEIHT.

Biswas M. K., S. Abarca, L. Bernardet, I. Ginis, E. Grell, M. Iacono, E. Kalina, B. Liu, Q. Liu, T. Marchok, A. Mehra, K. Newman, J. Sippel, V. Tallapragada, B. Thomas, W. Wang, H. Winterbottom, and Z. Zhang, 2018: Hurricane Weather Research and Forecasting (HWRF) Model: 2018 Scientific Documentation, Available at <https://dtcenter.org/HurrWRF/users/docs/index.php>