

PROJET DE FIN D'ETUDES

INGENIEURS DE L'ECOLE NATIONALE DE LA METEOROLOGIE

FICHE DE PROPOSITION DE SUJET

Titre du sujet proposé : Préviation immédiate par IA d'objets orageux

Organisme ou service proposant le sujet : Météo-France, Département Préviation Immédiate (DirOP/PI)

Responsable principal du stage :

NOM : Montmerle
téléphone : 05 61 07 86 31

Prénom : Thibaut
Mél : thibaut.montmerle@meteo.fr

Autres responsables :

Jean-Marc Moisselin, DirOP/PI/DA, jean-marc.moisselin@meteo.fr

Nicolas Merlet, DirOP/PI, nicolas.merlet@meteo.fr

Léa Berthomier, DSM/LabIA, lea.berthomier@meteo.fr

Le stage présente-t-il un caractère de confidentialité ? : Non

Le stage peut-il être effectué à distance ?: Non

1) Objectifs scientifiques et/ou techniques poursuivis – livrable(s) attendu(s)

Outre les avertissements sur observations, le département DirOP/PI a en charge la préviation jusqu'à 6h d'échéance de phénomènes météorologiques sensibles, comme les orages ou les précipitations intenses. Il s'appuie pour cela sur le traitement d'images radar ou satellite, sur la préviation numérique et sur les préviationes statistiques par IA, cette dernière thématique étant réalisée en étroite collaboration avec le département DSM/LabIA.

En ce qui concerne les orages, l'approche objet OPIC (Objet pour la Préviation Immédiate de la Convection) est en particulier utilisée. Là où la mesure radar est disponible, elle s'appuie sur les étapes suivantes, effectuées toutes les 5 min : (i) détection des objets par segmentation d'images de réflectivités radar, (ii) caractérisation des aléas et de la sévérité par appariement d'observations co-localisées (données foudre, de précipitations, observations de surface ...), (iii) suivi des objets détectés dans les images successives espacées de 5 min, (iv) extrapolation jusqu'à 1h des objets par le vecteur de déplacement déduit de l'étape précédente, avec ou sans dilatation progressive du contour l'objet pour prendre en compte une partie de l'incertitude spatiale.

En parallèle, DirOP/PI poursuit des travaux de R&D sur la préviation par IA d'images de réflectivités et de lames d'eau déduites des mesures radar sur la métropole. Ces travaux ont notamment permis de montrer que les préviationes statistiques résultantes arrivaient particulièrement bien à représenter certains effets de terrain, comme les blocages

orographiques ou les effets de Foehn, sur l'évolution des systèmes précipitants.

Le stage proposé vise à faire progresser l'étape de prévision des objets OPIC correspondant à différents niveaux de sévérité grâce à des méthodes d'apprentissage profond. L'advection appliquée aux objets détectés reste en effet largement empirique, et aucun effet local n'est pris en compte.

Un rapport présentant l'approche et les différents résultats à diverses étapes sera rédigé. Le stage se conclura par une présentation générale.

2) Méthodologie envisagée

Une première étape de ce travail consistera à effectuer un apprentissage des principales caractéristiques statistiques des OPIC observés en exploitant l'archive conséquent des objets détectés toutes les 5 min sur plus de 10 ans. Ces objets y seront considérés comme des masques binaires, de manière analogue aux masques nuageux considérés dans le produit PI-Nébul développé par DSM/LabIA. Les trois niveaux de sévérité des OPIC seront considérés conjointement.

L'utilisation d'un modèle convolutif de type U-Net permettra, après cette phase d'apprentissage, de générer des prévisions de probabilité d'occurrence des objets pour chacun des niveaux de sévérité jusqu'à 2h d'échéance. Un seuillage sur ces probabilités pourra ensuite être appliqué pour restituer une prévision binaire de la localisation des objets orageux. Une étude de sensibilité des résultats à divers hyper-paramètres du réseau de neurones sera entreprise.

Les performances de l'algorithme seront ensuite quantifiées par rapport aux objets OPIC effectivement détectés grâce à des scores objectifs basés sur des tables de contingences avec ou sans voisinage, ainsi qu'avec des scores objets (Jaccard, MMI). Ces scores seront calculés séparément pour chaque niveau de sévérité.

3) Plan de travail prévisionnel

- 2 premiers mois : études bibliographiques, prise en main de l'environnement et des outils utilisés à DirOP/PI et au LabIA, constitution des bases d'entraînement, de validation et de test à partir des archives OPIC.

- 3^{ème} mois : Apprentissage du réseau de neurones, étude de sensibilité aux hyper-paramètres.

- 4^{ème} mois : Application du modèle à des cas réels d'intérêt, interprétation des résultats. Lancement de prévision statistiques sur plusieurs semaines.

- Derniers mois : évaluation du produit sous forme de scores objectifs par rapport aux OPIC observés, rédaction du rapport, préparation de la soutenance.

4) lieu du stage, durée ou période

Le stage durera 6 mois à partir de février et se déroulera dans les locaux de DirOP/PI à Toulouse.