

## **PROJET DE FIN D'ETUDES**

### **INGENIEURS DE L'ECOLE NATIONALE DE LA METEOROLOGIE**

#### **FICHE DE PROPOSITION DE SUJET**

**Titre du sujet proposé : Prévision d'ensemble des conditions de brouillard basée sur la méthode des analogues**

**Organisme ou service proposant le sujet :**

Direction Générale de la Météorologie - CNRM/SMN  
Boulevard du complexe Administratif  
B.P. 8106, Casa-Oasis 20220  
Casablanca, Maroc

**Responsables du stage :**

NOM : Dr Bari Driss  
téléphone : +212 6 60 07 80 79  
Mél : bari.driss@gmail.com

NOM : Dr Bergot Thierry - DESR/CNRM – Toulouse  
téléphone : +33 5 61 07 93 13  
Mél : [thierry.bergot@meteo.fr](mailto:thierry.bergot@meteo.fr)

NOM : Badreddine Alaoui - CNRM/SMN – Casablanca - Maroc  
téléphone : +212 6 60 19 94 66  
Mél : alaoui.badreddine.abe@gmail.com

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

Le stage peut-il être effectué à distance ?: Oui en cas de contraintes sanitaires fortes (confinement), mais une présence sur les sites de Toulouse et Casablanca serait préférable

#### **1) Description du sujet – livrables attendus**

Les prévisions météorologiques sont entachées d'incertitudes en raison des différentes sources d'erreurs inhérentes au système de prévision numérique (en particulier conditions initiales et paramétrisations physiques). La quantification de la confiance accordée au risque d'occurrence d'un événement dangereux comme le brouillard est alors une information précieuse qui permet de faciliter la prise de décision et de limiter l'impact sociétal. La rareté des conditions de basses visibilités et les incertitudes inhérentes à la prévision numérique, plaident pour une approche probabiliste de la prévision de telles conditions, qui permettra de fournir l'incertitude sur la prévision, ainsi que l'estimation du risque de leur occurrence. Ce projet s'inscrit dans une activité présente à la Direction Générale de la Météorologie Marocaine (DGM) et au DESR/CNRM de Météo France, qui vise à développer, valider scientifiquement et valoriser les prévisions d'ensemble.

Le but de ce stage est d'étudier la prévisibilité des conditions de basses visibilités sur deux zones aéroportuaires de caractéristiques topographiques et climatiques différentes (Paris-CdG en France et Casablanca-Nouasseur au Maroc), en construisant un système de prévision d'ensemble (EPS) local basé sur les observations météorologiques standards issues des METARs et les sorties du modèle méso-échelle opérationnel AROME. L'approche adoptée sera basée sur la méthode des analogues (Delle Monache et al., 2013) qui utilise les observations équivalentes aux analogues comme membres de notre EPS. Les résultats pour les deux sites seront comparés entre eux pour des prévisions ensemblistes horaires de 24 heures issues du réseau de 00UTC. Ensuite, plusieurs études de sensibilité de la méthode à certains facteurs seront réalisées à savoir :

- Le réseau de prévision du modèle opérationnel AROME
- La variabilité spatio-temporelle des mesures de visibilité à l'échelle hectométrique sur une zone aéroportuaire sera évaluée en fonction du nombre de points de grille qui entourent l'aéroport et en utilisant les observations issues des capteurs disponibles à chaque site (12 à Paris-CDG et 3 à Casablanca-Nouasseur).
- La métrique de similarité pour le choix des analogues. Une nouvelle technique sera implémentée (Junk et al., 2015 ; Gensler et al., 2016) et la performance sera évaluée.
- Le type de brouillard étudié tenant en compte du fait que le brouillard radiatif est dominant à Paris CDG (Roquelaure et al., 2009) et que le type advection-radiation et l'affaissement de stratus sont les plus fréquents à Casablanca-Nouasseur (Bari et al., 2016).

Enfin, les sorties du système de prévision d'ensemble opérationnel PE AROME et celui basé sur la méthode d'analogues seront comparés. A l'issue des résultats trouvés, certaines recommandations pourront être élaborées pour la mise en place de ce système de prévision d'ensemble pour la prévision des conditions de basses visibilités à Maroc Météo.

### **Références bibliographiques :**

Delle Monache, L., Eckel, F. A., Rife, D. L., Nagarajan, B., & Searight, K. (2013). Probabilistic weather prediction with an analog ensemble. *Monthly Weather Review*, 141(10), 3498-3516.

Junk, C., Delle Monache, L., Alessandrini, S., Cervone, G., & Von Bremen, L. (2015). Predictor-weighting strategies for probabilistic wind power forecasting with an analog ensemble. *Meteor. Z*, 24, 361-379.

Gensler, A., Sick, B., & Pankraz, V. (2016, October). An analog ensemble-based similarity search technique for solar power forecasting. In *2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)* (pp. 002850-002857). IEEE.

Roquelaure, S., Tardif, R., Remy, S., & Bergot, T. (2009). Skill of a ceiling and visibility Local Ensemble Prediction System (LEPS) according to fog-type prediction at Paris-Charles de Gaulle Airport. *Weather and Forecasting*, 24(6), 1511-1523.

Bari, D., Bergot, T., & El Khlifi, M. (2016). Local meteorological and large-scale weather characteristics of fog over the Grand Casablanca region, Morocco. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 55(8), 1731-1745.

### **2) lieu du stage, durée ou période**

Le stage, de durée de 5 mois, se déroulera en trois étapes dont la première et la dernière s'effectueront au CNRM de Météo France (Toulouse) et la deuxième au CNRM de Maroc Météo (Casablanca).