

SOUTENANCE DE THESE CNRM / GAME

N° 2014_04

jeudi 3 juillet 2014 à 14h

UTILISATION D'UNE ASSIMILATION D'ENSEMBLE POUR MODELISER DES COVARIANCES D'ERREUR D'EBAUCHE DEPENDANTES DE LA SITUATION METEOROLOGIQUE A ECHELLE CONVECTIVE

par **Benjamin MENETRIER (CNRM/GMAP)**

en salle de conférences Joël Noilhan

Résumé :

L'assimilation de données vise à fournir aux modèles de prévision numérique du temps un état initial de l'atmosphère le plus précis possible. Pour cela, elle utilise deux sources d'information principales : des observations et une prévision récente appelée "ébauche", toutes deux entachées d'erreurs. La distribution de ces erreurs permet d'attribuer un poids relatif à chaque source d'information, selon la confiance que l'on peut lui accorder, d'où l'importance de pouvoir estimer précisément les covariances de l'erreur d'ébauche. Les méthodes de type Monte-Carlo, qui échantillonnent ces covariances à partir d'un ensemble de prévisions perturbées, sont considérées comme les plus efficaces à l'heure actuelle. Cependant, leur coût de calcul considérable limite de facto la taille de l'ensemble. Les covariances ainsi estimées sont donc contaminées par un bruit d'échantillonnage, qu'il est nécessaire de filtrer avant toute utilisation. Cette thèse propose des méthodes de filtrage du bruit d'échantillonnage dans les covariances d'erreur d'ébauche pour le modèle à échelle convective AROME de Météo-France. Le premier objectif a consisté à documenter la structure des covariances d'erreur d'ébauche pour le modèle AROME. Une assimilation d'ensemble de grande taille a permis de caractériser la nature fortement hétérogène et anisotrope de ces covariances, liée au relief, à la densité des observations assimilées, à l'influence du modèle coupleur, ainsi qu'à la dynamique atmosphérique. En comparant les covariances estimées par deux ensembles indépendants de tailles très différentes, le bruit d'échantillonnage a pu être décrit et quantifié. Pour réduire ce bruit d'échantillonnage, deux méthodes ont été développées historiquement, de façon distincte : le filtrage spatial des variances et la localisation des covariances. On montre dans cette thèse que ces méthodes peuvent être comprises comme deux applications directes du filtrage linéaire des covariances. L'existence de critères d'optimalité spécifiques au filtrage linéaire de covariances est démontrée dans une seconde partie du travail. Ces critères présentent l'avantage de n'impliquer que des grandeurs pouvant être estimées de façon robuste à partir de l'ensemble. Ils restent très généraux et l'hypothèse d'ergodicité nécessaire à leur estimation n'est requise qu'en dernière étape. Ils permettent de proposer des algorithmes objectifs de filtrage des variances et pour la localisation des covariances. Après un premier test concluant dans un cadre idéalisé, ces nouvelles méthodes ont ensuite été évaluées grâce à l'ensemble AROME. On a pu montrer que les critères d'optimalité pour le filtrage homogène des variances donnaient de très bons résultats, en particulier le critère prenant en compte la non-gaussianité de l'ensemble. La transposition de ces critères à un filtrage hétérogène a permis une légère amélioration des performances, à un coût de calcul plus élevé cependant. Une extension de la méthode a ensuite été proposée pour les composantes du tenseur de la hessienne des corrélations locales. Enfin, les fonctions de localisation horizontale et verticale ont pu être diagnostiquées, uniquement à partir de l'ensemble. Elles ont montré des variations cohérentes selon la variable et le niveau concernés, et selon la taille de l'ensemble. Dans une dernière partie, on a évalué l'influence de l'utilisation de variances hétérogènes dans le modèle de covariances d'erreur d'ébauche d'AROME, à la fois sur la structure des covariances modélisées et sur les scores des prévisions. Le manque de réalisme des covariances modélisées et l'absence d'impact positif pour les prévisions soulèvent des questions sur une telle approche. Les méthodes de filtrage développées au cours de cette thèse pourraient toutefois mener à d'autres applications fructueuses au sein d'approches hybrides de type EnVar, qui constituent une voie prometteuse dans un contexte d'augmentation de la puissance de calcul disponible.

Jury :

Rapporteurs : M. Andrew LORENC (UK Met Office), M. Marc BOCQUET (Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique) Examineurs : M. Thomas AULIGNE (National Center for Atmospheric Research), M. Serge GRATTON (Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique) ; Directeur de thèse : M. Thibaut MONTMERLE (CNRM) Co-encadrants : M. Yann MICHEL (CNRM) ; M. Loïk BERRE (CNRM)

Pour tout renseignement, contacter Y. Poirier (05 61 07 96 55) ou J.L. Sportouch (05 61 07 93 63)

Centre National de Recherches Météorologiques
42, Avenue G. Coriolis - 31057 Toulouse Cedex