

Prévisions saisonnières avec un modèle couplé Arpège-Climat – NEMO: impact de la résolution et de la méthode de génération des ensembles

Lauriane Batté¹ (lauriane.batte@meteo.fr), Michel Déqué¹

¹ Centre National de Recherches Météorologiques, CNRM-GAME, Météo-France

Introduction

Plusieurs configurations du modèle ARPEGE-Climat (version 5.2) couplé avec le modèle d'océan NEMO (version 3.2) ont été testées en prévision saisonnière de la saison d'hiver (décembre à février). Les ensembles sont de neuf membres initialisés début novembre. On évalue les rôles relatifs de la résolution horizontale et verticale et la méthode de génération des ensembles dans l'amélioration des scores déterministes et probabilistes des rétro-prévisions des hivers 1979-1980 à 2010-2011. L'impact sur les biais est également vérifié.

Dynamique stochastique

La dynamique stochastique consiste à perturber des variables prognostiques du modèle ARPEGE-Climat en ajoutant des incréments tirés aléatoirement parmi une population de corrections d'erreurs de tendance initiale du modèle (Guldberg et al. 2005) (cf. présentation AMA 2012, session « Climat des moyennes latitudes »).

$$\mathbf{X}'(t) = \mathbf{X}(t) + \lambda \cdot \delta\mathbf{X}$$

Les incréments sont calculés au cours d'une simulation du modèle couplé guidé faiblement vers les réanalyses ERA-Interim.

En mode prévision on tire aléatoirement un jeu d'incrémentes pour T, q et Ψ toutes les 6 heures parmi la population correspondant au mois courant.

En théorie, l'aspect aléatoire des tirages vise à augmenter la dispersion d'ensemble des prévisions, tandis que le mode d'obtention des incréments devrait corriger (en moyenne) certaines erreurs systématiques du modèle ARPEGE-Climat en prévision saisonnière.

Configurations testées

Résolution horizontale

- ARPEGE-Climat grille gaussienne réduite t63 (environ 2.8°) couplé à NEMO 2°, glace climatologique et ISBA
- ARPEGE-Climat grille gaussienne réduite t127 (environ 1.4°) couplé à NEMO 1°, GELATO et SURFEX

Résolution verticale d'ARPEGE-Climat

- 31 ou 91 niveaux

Méthodes de génération d'ensembles

- « lagged-average » (LAG) : décalage des conditions initiales atmosphériques d'une journée pour chaque membre
- perturbations initiales (PI) : perturbation des champs de vorticité, humidité spécifique et température pour chaque membre
- dynamique stochastique (DS) : méthode développée au CNRM-GAME, perturbation stochastique des champs de vorticité, humidité spécifique et température en cours de simulation

Scores

- Corrélation des anomalies, RMS et dispersion d'ensemble
- Ranked probability skill score (moyenne des scores de Brier pour les terciles)
- Référence : ERA-Interim pour T et Z, GPCP (jusqu'en 2008-2009) pour les précipitations

Résultats

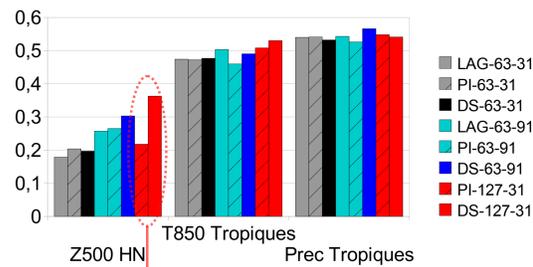


Fig. 1 : mACC (Déqué et Royer, 1992) des prévisions DJF de Z500, T850 et précipitation pour les différentes configurations du modèle

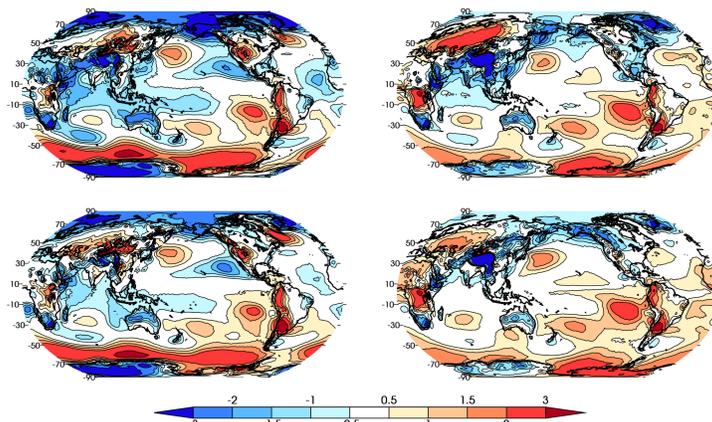


Fig. 4 : Biais moyen des prévisions DJF de T850 pour les prévisions t63 91 niveaux (colonne de gauche) et t127 31 niveaux (colonne de droite), en perturbations initiales (en haut) et avec dynamique stochastique (en bas)

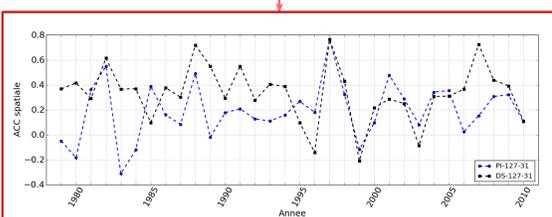


Fig. 2 : ACC spatiale des prévisions DJF de Z500 sur l'hémisphère Nord (30°N-75°N) du modèle en configuration CNRM-CM5, avec PI (en bleu) ou DS (en noir)

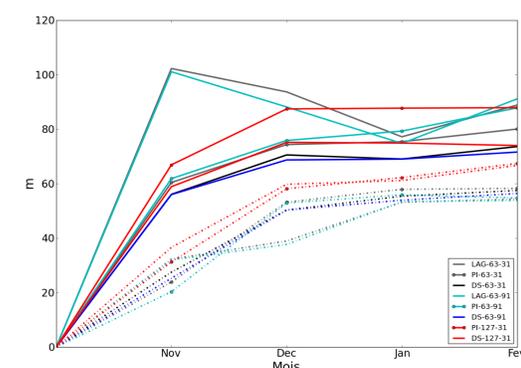


Fig. 3 : Evolution de l'erreur quadratique moyenne (en traits pleins) et de la dispersion d'ensemble (en pointillés) des prévisions DJF de Z500 sur l'hémisphère Nord (30°N-75°N)

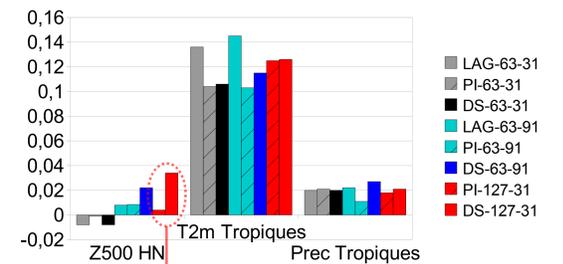


Fig. 5 : RPSS des prévisions DJF de Z500, T2m et précipitation pour les différentes configurations du modèle

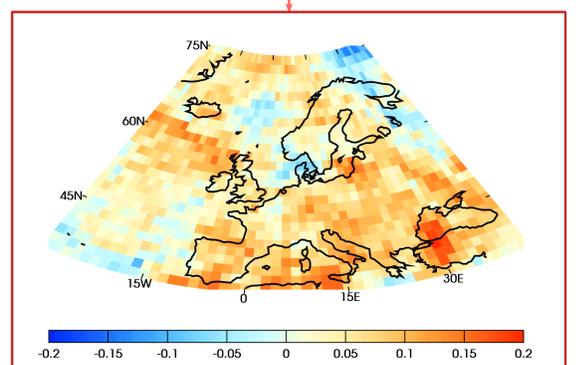


Fig. 6 : Différence entre les RPSS des prévisions DJF de Z500 sur l'Europe du modèle en configuration CMIP-CM5 (DS - PI)

Principaux résultats

Les différents scores de mean-ACC sont très proches sur les tropiques (fig. 1). Les prévisions de Z500 sur l'hémisphère Nord (30°N à 75°N, noté HN) sont généralement meilleures avec la méthode DS.

En configuration CNRM-CM5, la corrélation spatiale des anomalies de Z500 sur HN (fig. 2) est meilleure avec DS qu'avec PI pour la plupart des années de la période.

La dynamique stochastique permet de réduire l'erreur quadratique moyenne de Z500 sur HN (fig. 3). Elle augmente la dispersion d'ensemble par rapport aux méthodes PI et LAG principalement au cours des deux premiers mois de prévision.

Certains biais de T850 sont réduits dans les simulations DS par rapport à PI (fig. 4).

Les prévisions probabilistes de T2m sur les Tropiques sont meilleures avec la méthode LAG. Pour le Z500 HN, on observe encore un gain avec la méthode DS pour les configurations t63 91 niveaux et t127 31 niveaux (fig. 5), entre autres sur l'Europe (fig. 6).

Perspectives

- Simulations t127 91 niveaux (haute résolution horizontale et verticale)
- Amélioration de la méthode DS avec classement statistique des populations d'incrémentes (en fonction des SST sur le Pacifique Nord, de types de temps)
- Impact de la constante de temps de DS

Références :

Déqué, M. and Royer, J.-F. 1992. The skill of extended-range extratropical winter dynamical forecasts. *Journal of Climate* 5, 1346–1356
 Doblas-Reyes, F., Weisheimer, A., Déqué, M., Keenlyside, N., MacVean, M. et al. 2009. Addressing model uncertainty in seasonal and annual dynamical ensemble forecasts. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 135, 1538–1559
 Epstein, E. 1969. A scoring system for probability forecasts of ranked categories. *Journal of Applied Meteorology* 8, 985–987
 Guldberg, A., Kaas, E., Déqué, M., Yang, S. and Vester Thorsen, S. 2005. Reduction of systematic errors by empirical model correction : impact on seasonal prediction skill. *Tellus* 57A, 575–588