

Une nouvelle configuration du système de prévision d'ensemble.

Peter Houtekamer, Guillem Candille, Martin Charron, Xingxiu Deng, Normand Gagnon, Herschel Mitchell, Gérard Pellerin, Lubos Spacek et Marcel Vallée.

Aux opérations, le filtre de Kalman d'ensemble (FKEn) livre les conditions initiales pour un ensemble de 16 prévisions de 16 jours. Pour le FKEn, nous utilisons uniquement le modèle GEM. Pour les prévisions de 16 jours, nous avons plusieurs configurations du modèle SEF et du modèle GEM. Pour le FKEn et pour les prévisions avec GEM, nous utilisons une grille de $300 \times 150 \times 28$. Le modèle SEF a la troncature $T_L 149L27$.

Nous avons maintenant une configuration expérimentale avec le modèle GEM comme **modèle unique** et une grille de $400 \times 200 \times 28$ partout. Nous avons développé des paramétrages stochastiques pour simuler l'erreur du modèle.

Le FKEn fait maintenant une **interpolation temporelle** et peut alors profiter de toutes les observations dans l'intervalle d'assimilation de 6 heures.

Nous ferons un survol détaillé de la configuration proposée.

Contenu de la présentation

- Introduction,
- la composante d' assimilation,
- le couplage entre les composantes d' assimilation et de prévision,
- la composante de prévision,
- le jour et la nuit,
- conclusion.

Chaque item sera discuté et pour le Système de Prévision d'Ensemble (SPE) opérationnel et pour la nouvelle configuration.

Problématique

Le SPE opérationnel a longtemps eu un cycle d'assimilation avec l'interpolation optimale (OI) pour la génération des analyses et le modèle SEF pour la génération des champs d'essai. Depuis janvier 2005, nous utilisons le modèle GEM et le FKEn pour l'assimilation.

Pour la composante de prévision, nous utilisons toujours (depuis août 1999) les modèles SEF et GEM.

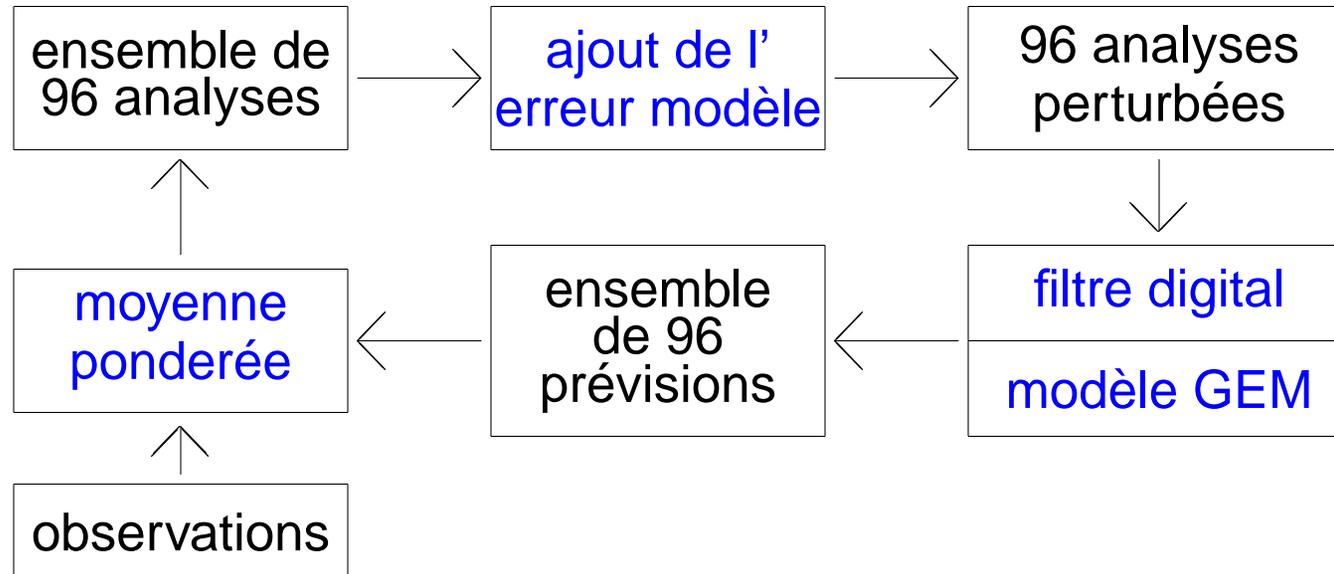
L'usage des différents modèles a mené à deux systèmes assez différents avec un couplage complexe.

Nous visons un système avec le modèle GEM comme modèle unique et avec une plus grande cohérence entre les composantes d'assimilation et de prévision. Pour y arriver (pour l'instant partiellement), nous avons fait des changements au niveau

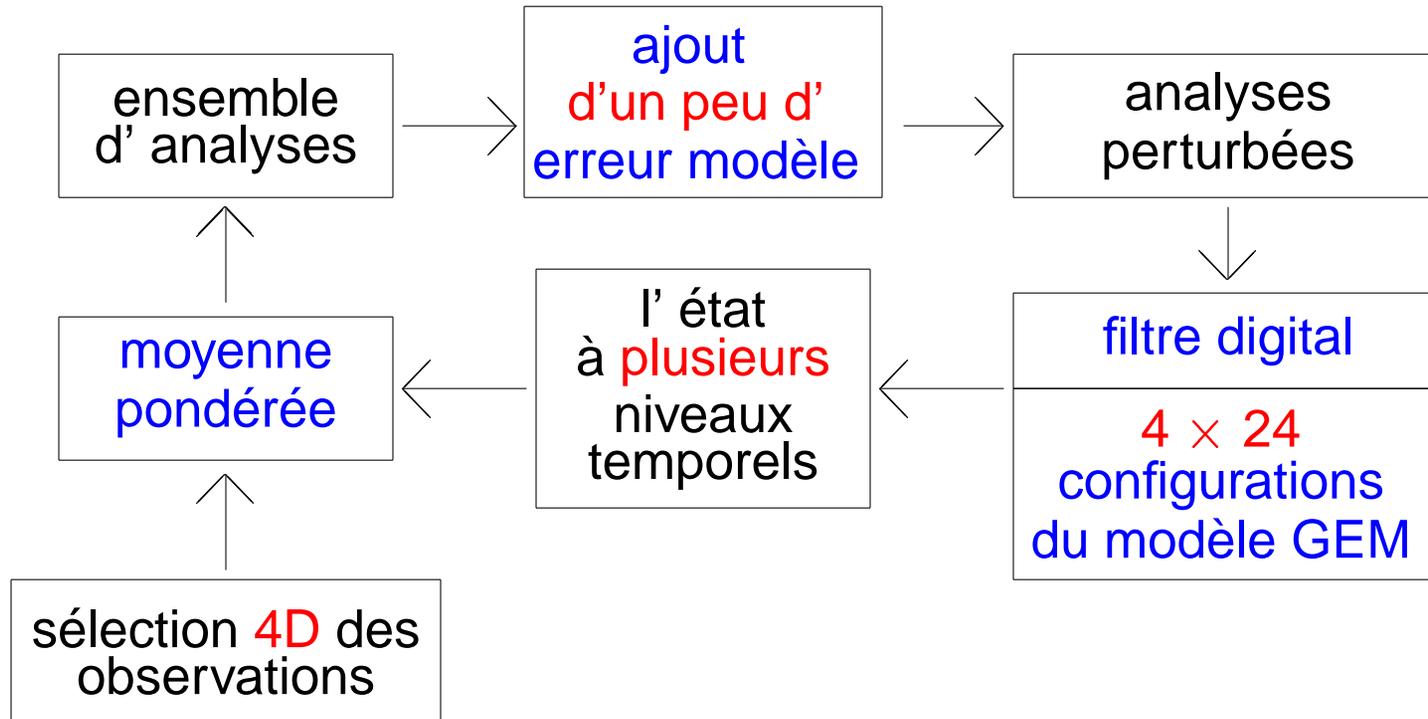
- du FKEn,
- du couplage entre le FKEn et la composante de prévision et
- de la composante de prévision.

La composante d' assimilation

Configuration du filtre de Kalman d'ensemble (depuis le 13 décembre 2005)



Nouvelle configuration du FKEn



L'usage de 24 configurations du modèle GEM permet une réduction de la composante homogène et isotrope de l'erreur du modèle. L'état du modèle à 3h, 4.5h, 6h, 7.5h et 9h est utilisé pour l'interpolation temporelle vers les observations.

Tableau de configuration pour le FKEn

#	convection profonde	schéma de surface	longueur de mélange	ratio de Bowen
1	Kain & Fritsch	ISBA	Bougeault	1.0
2	oldkuo	ISBA	Blackadar	0.85
3	Relaxed Arakawa Schubert	force-restore	Bougeault	0.85
4	Kuo Symétrique	force-restore	Blackadar	1.0
5	oldkuo	force-restore	Bougeault	1.0
6	Kain & Fritsch	force-restore	Blackadar	0.85
7	Kuo Symétrique	ISBA	Bougeault	0.85
8	Relaxed Arakawa Schubert	ISBA	Blackadar	1.0
9	Kain & Fritsch	ISBA	Blackadar	0.85
10	oldkuo	ISBA	Bougeault	1.0
11	Relaxed Arakawa Schubert	force-restore	Blackadar	1.0
12	Kuo Symétrique	force-restore	Bougeault	0.85
13	oldkuo	force-restore	Blackadar	0.85
14	Kain & Fritsch	force-restore	Bougeault	1.0
15	Kuo Symétrique	ISBA	Blackadar	1.0
16	Relaxed Arakawa Schubert	ISBA	Bougeault	0.85
17	Kuo Symétrique	force-restore	Bougeault	1.0
18	Kain & Fritsch	ISBA	Blackadar	0.85
19	oldkuo	ISBA	Bougeault	0.85
20	Relaxed Arakawa Schubert	force-restore	Blackadar	1.0
21	Relaxed Arakawa Schubert	ISBA	Blackadar	0.85
22	oldkuo	force-restore	Bougeault	1.0
23	Kain & Fritsch	force-restore	Blackadar	1.0
24	Kuo Symétrique	ISBA	Bougeault	0.85

Kain & Fritsch est combiné avec consun, conres et ktrsnt_mg

Relaxed Arakawa Schubert est combiné avec consun, conres et nil.

Le schéma oldkuo est combiné avec newsund, conres et nil.

Le schéma Kuo Symétrique est combiné avec consun, turwet et ktrsnt_mg.

Il y a deux configurations qui sont utilisées deux fois. 5 = 22, 7=24.

La nouvelle configuration du FKEn

Nous avons 24 configurations d' une version récente du modèle GEM. Alterner le schéma de convection entre 4 schémas disponibles et alterner le schéma de surface entre ISBA et Force-restore a beaucoup d'effet. La taille totale de l'ensemble reste 96 (soit 4×24).

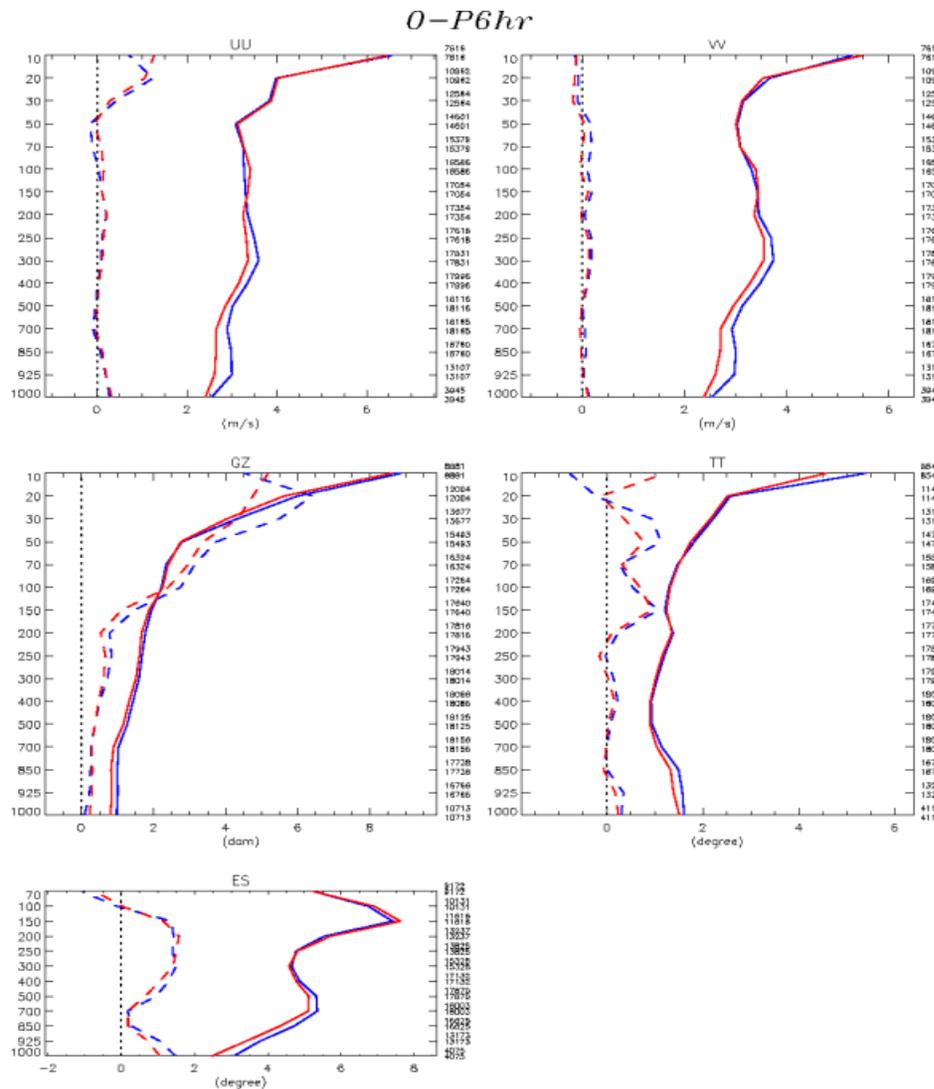
Nous n'avons pas trouvé d' autres modifications neutres au modèle qui modifient beaucoup les prévisions.

Nous avons réduit l' amplitude des perturbations aléatoires qui paramétrisent l'erreur du modèle. Ces perturbations ont une structure homogène et isotrope.

Nous utilisons maintenant une grille de $400 \times 200 \times 28$ au lieu de $300 \times 150 \times 28$.

Nous faisons une interpolation temporelle vers les observations. Nous pouvons alors aussi assimiler les observations au début et à la fin de l' intervalle d' assimilation de 6 heures.

Comparaison entre les versions opérationnelles et expérimentales du FKEn

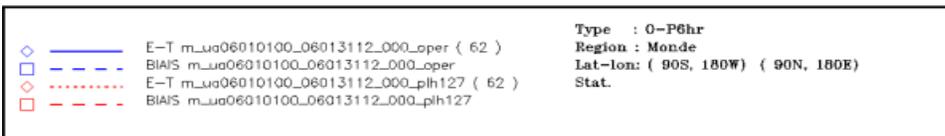


Période: Janvier 2006.

Référence: le FKEn opérationnel

Expérience: le FKEn modifié

La nouvelle version est supérieure en bas de 200 hPa pour les erreurs rms et en haut de 200 hPa pour les biais de GZ.



Conclusions au niveau du FKEn

Les changements:

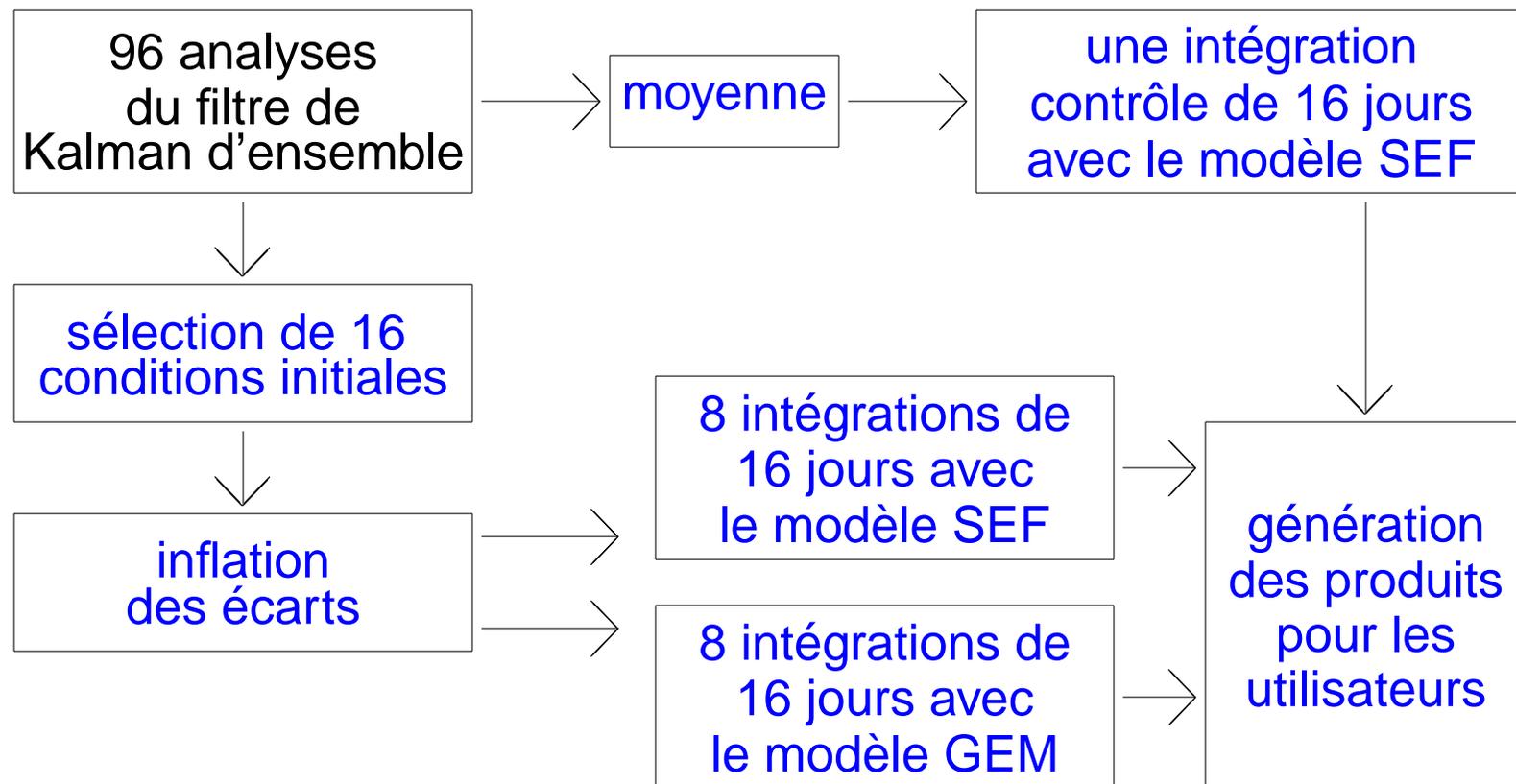
- la plus haute résolution horizontale,
- l' assimilation 4D,
- la meilleure simulation de l'erreur du modèle et
- la version plus récente du modèle,

vérifient très bien.

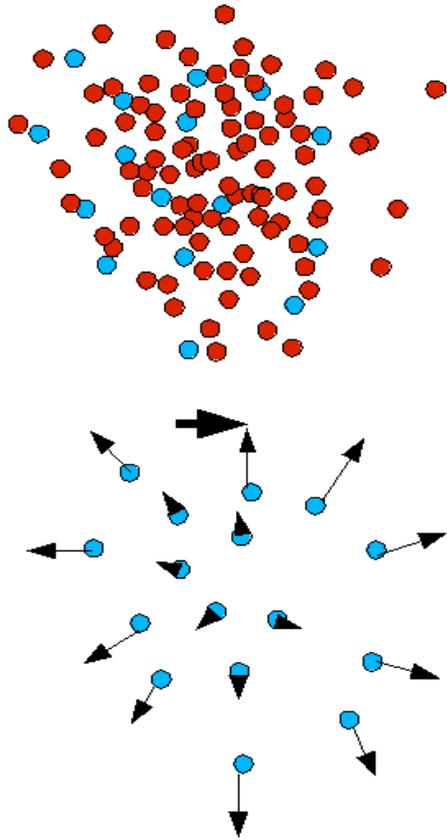
Il reste à livrer l' amélioration à la composante de prévision.

Le couplage entre l'assimilation et la prévision

Schéma pour la partie prévision (depuis le 13 décembre 2005)



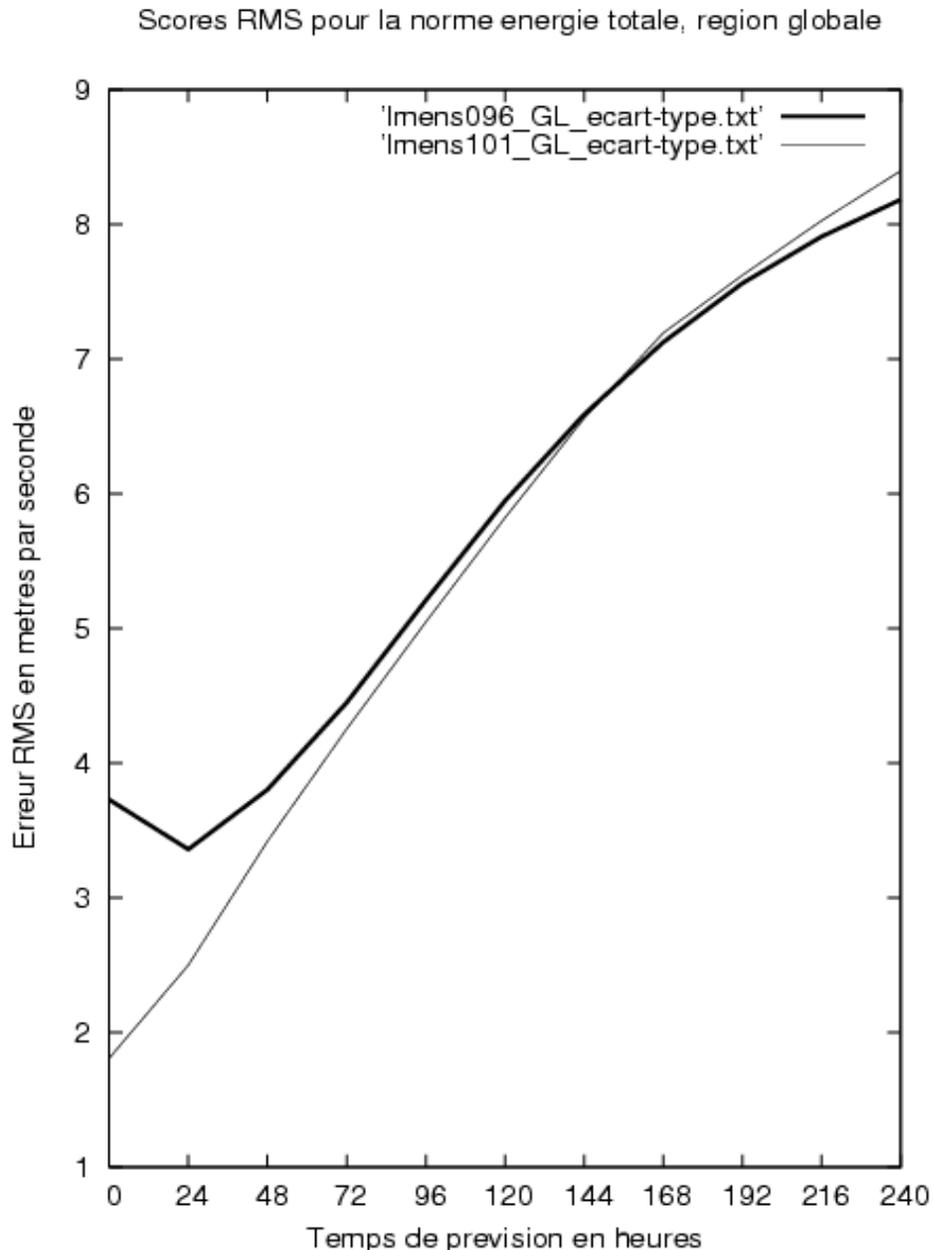
Nous faisons les prévisions deux fois par jour.



La recette pour obtenir 16 conditions initiales à partir d'un ensemble de 96 membres:

- 1) Éliminer $96-16=80$ membres d'ensemble en conservant la moyenne d'ensemble.
- 2) Multiplier la déviation standard par 1.8.
- 3) Corriger pour sursaturation ou humidité négative.

Manque d'efficacité de la procédure d'inflation

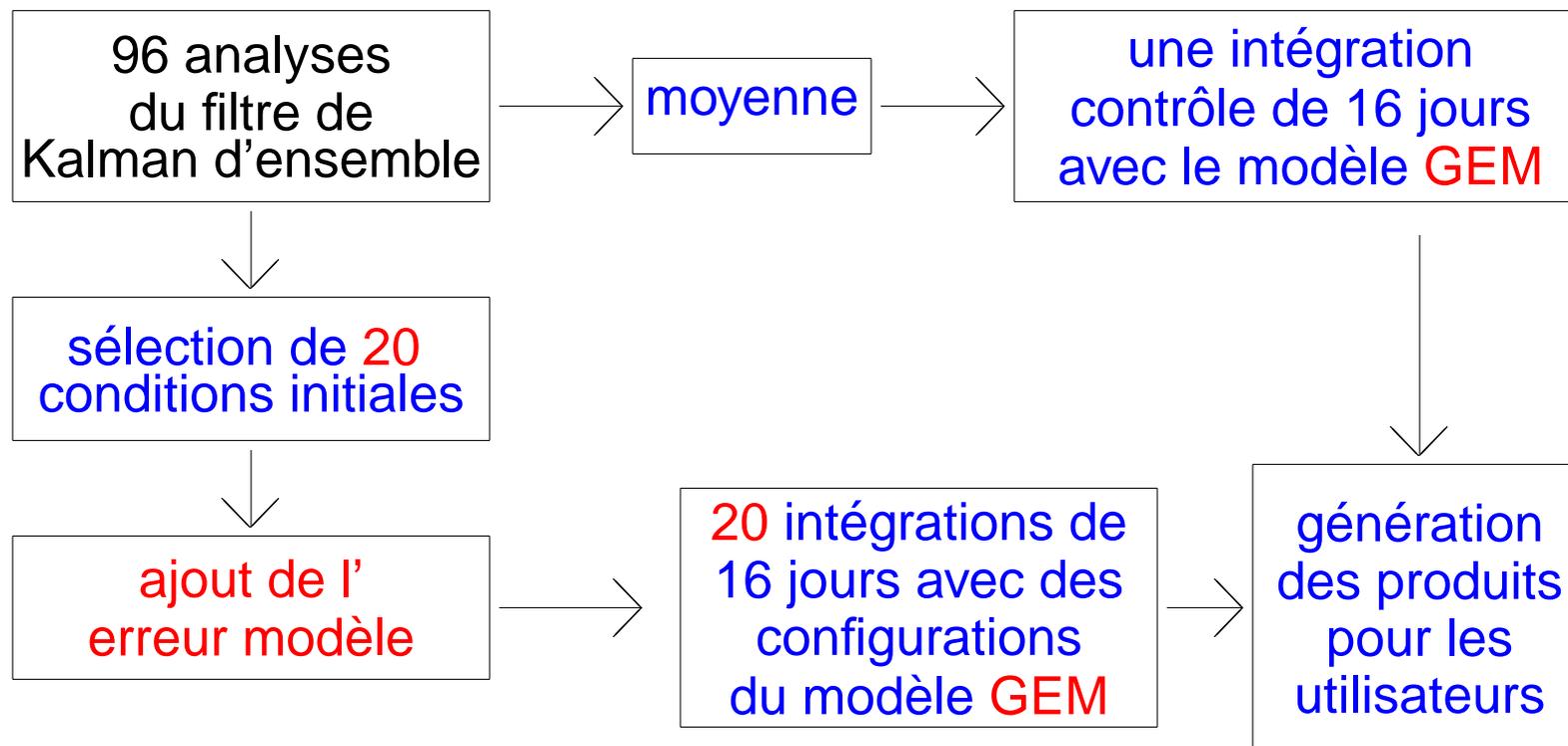


gris: écarts-types d' un ensemble de contrôle sans inflation initiale des différences entre les membres.

épais noir: écarts-types d' un ensemble avec inflation par un facteur 1.8.

Augmenter les écarts avec une procédure d'inflation n'est pas efficace parce que les écarts additionnels se dissipent rapidement.

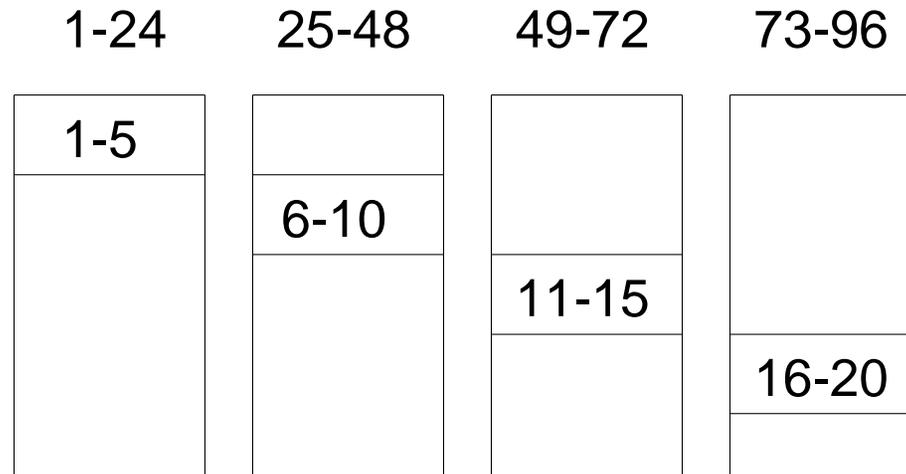
Nouvelle configuration pour la partie prévision



La procédure pour ajouter une erreur modèle est comme dans le cycle d'assimilation. Les configurations du modèle GEM sont comme dans le cycle d'assimilation mais avec des extensions.

Obtenir 20 membres à partir de 96

1. De chaque sous-ensemble, nous prenons 5 membres:

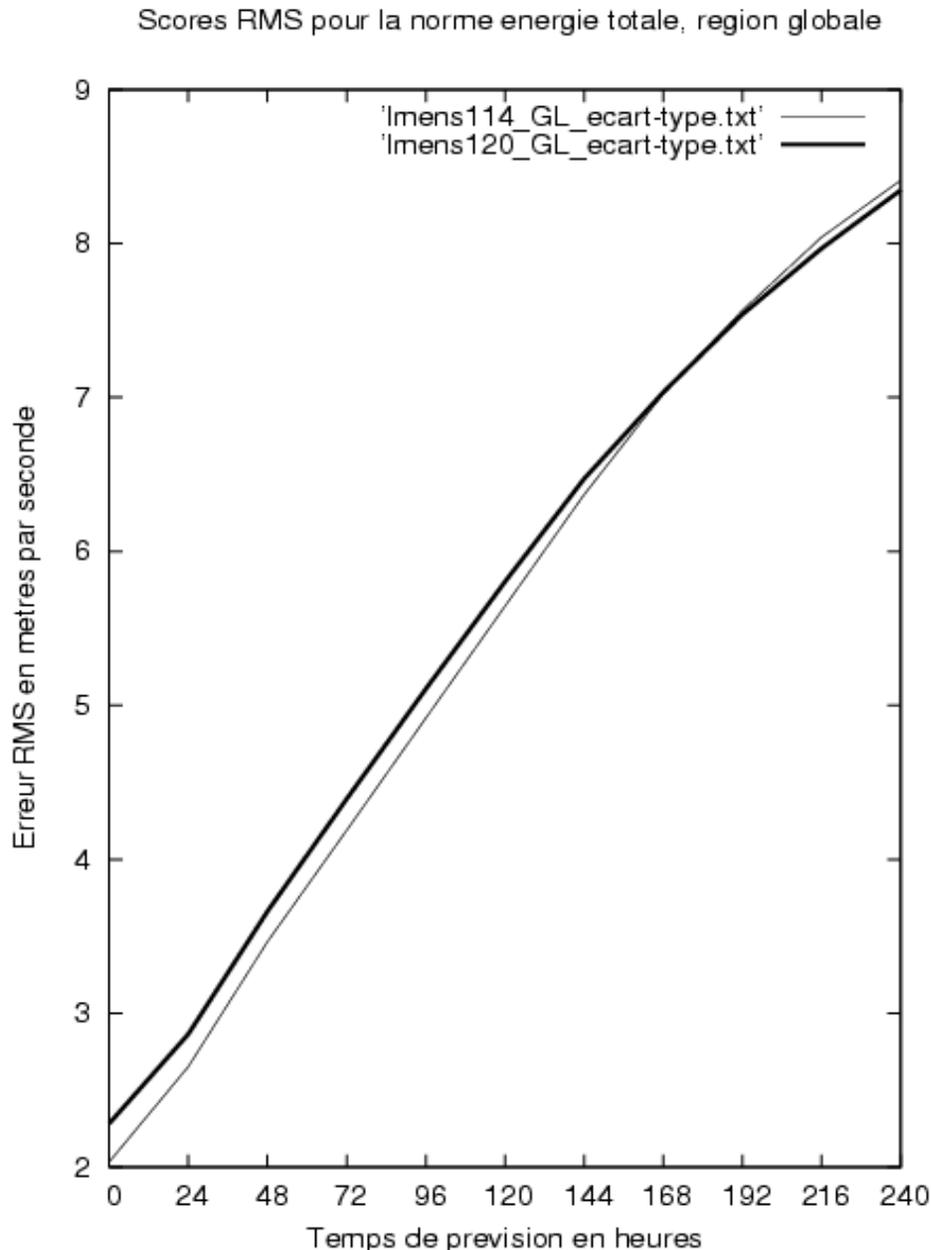


2. Nous imposons la moyenne de l'ensemble de 96 membres à l'ensemble de 20 membres. Cette moyenne est aussi utilisée comme condition initiale pour le membre contrôle.
3. Nous ajoutons une erreur aléatoire avec structure homogène et isotrope.
4. Pour les prévisions de 16 jours, nous utilisons les mêmes configurations du modèle GEM que dans le cycle d'assimilation mais avec des ajouts.

Tableau de configuration pour la composante de prévision

#	convection profonde, schéma de surface, longueur de mélange et β	le frottement dû aux ondes de gravité	rétro- diffusion active	physique stochastique active
0		standard	non	non
1	comme dans le FKEn configuration membre 0 = membre 1 \approx configuration méso	faible	oui	oui
2		intense	oui	oui
3		faible	oui	oui
4		intense	oui	oui
5		faible	oui	oui
6	comme dans le FKEn	intense	oui	oui
7		faible	oui	oui
8		intense	oui	oui
9		faible	oui	oui
10		intense	oui	oui
11	comme dans le FKEn	faible	oui	oui
12		intense	oui	oui
13		faible	oui	oui
14		intense	oui	oui
15		faible	oui	oui
16	comme dans le FKEn	intense	oui	oui
17		faible	oui	oui
18		intense	oui	oui
19		faible	oui	oui
20		intense	oui	oui

L'efficacité des perturbations aléatoires



la ligne mince: écarts-types d' un ensemble de contrôle.

la ligne **épaisse**: écarts-types d' un ensemble avec plus d' amplitude pour les perturbations aléatoires.

Il n' y a pas de décroissance initiale due à l' ajout des perturbations aléatoires (avec une structure principalement géostrophique). Cette procédure fonctionne alors mieux que la procédure d' inflation.

Résumé des changements au couplage

Nous avons une procédure complexe pour convertir les analyses du FKEn en conditions initiales pour les modèles SEF et GEM (nous devons notamment faire des prévisions de 0 heure pour obtenir les conditions initiales).

La procédure proposée actuellement est presque identique à la procédure utilisée dans le FKEn pour livrer des conditions initiales au modèle GEM. La seule différence d' algorithme est la sélection de 20 membres sur 96 possibles.

L' usage des mêmes algorithmes de base facilite l' entretien et le développement du SPE.

En norme d'énergie, nous obtenons une croissance continue des écarts-types. Ceci est souhaitable parce que les vraies erreurs de prévisions augmentent aussi de façon continue avec le temps. Nos chances sont alors meilleures d'avoir un accord entre l' erreur de la moyenne d' ensemble et les écarts-types de l' ensemble tout au long de l' intégration.

La composante de prévision

Mise en situation

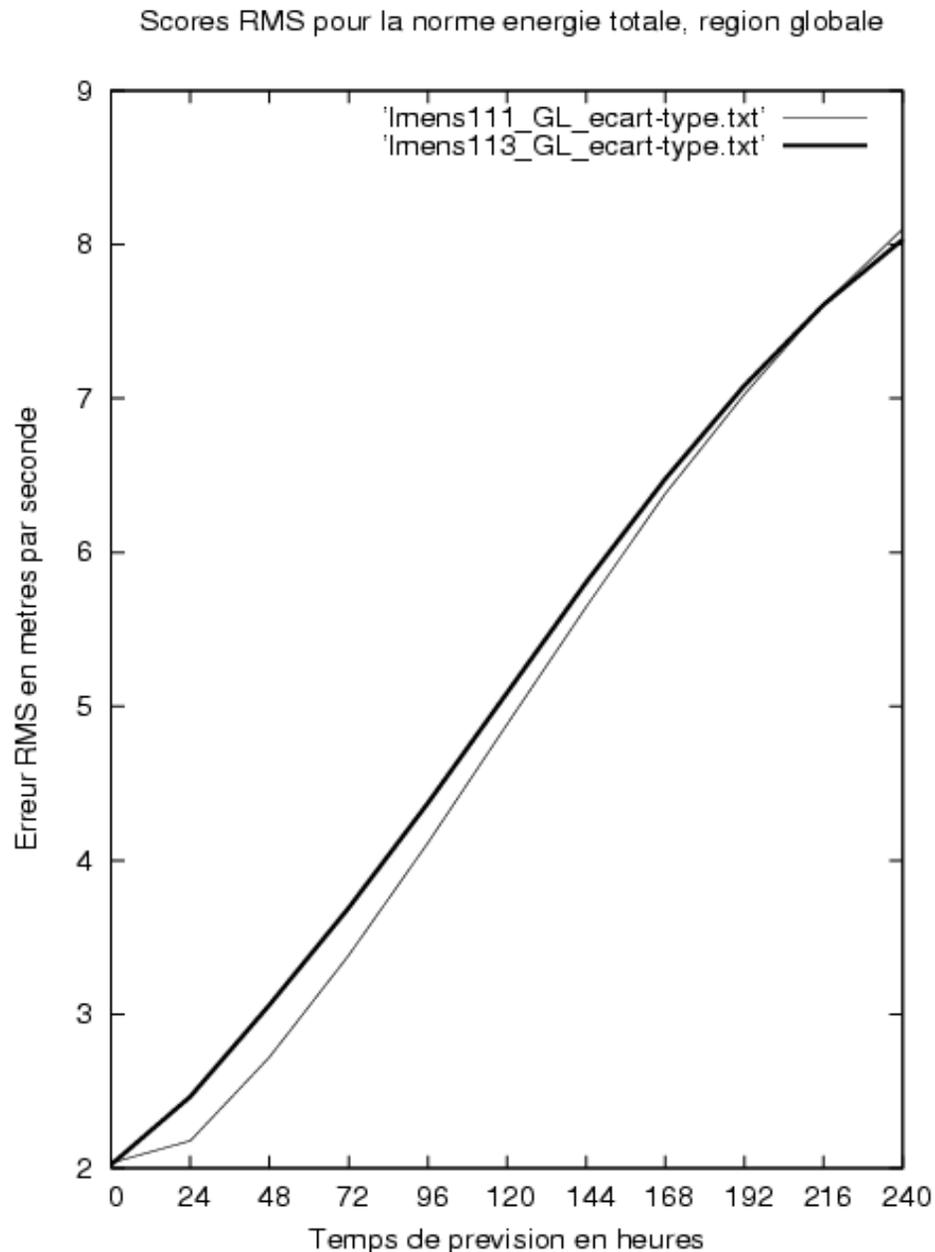
Pour la simulation des faiblesses du modèle de prévision, on aurait idéalement un ensemble de plusieurs modèles indépendants d' une qualité semblable. Nous avons pu profiter longtemps de la présence des modèles SEF et GEM.

Il est toutefois difficile de maintenir deux modèles au même niveau de qualité. De plus, l' usage de deux modèles donne une certaine complexité aux scripts du SPE.

Maintenant que nous réalisons des intégrations jusqu'au jour 16, il est important de s' assurer que les modèles ne dérivent pas trop d' un climat réaliste. La difficulté de la tâche est proportionnelle avec le nombre de configurations des modèles.

Pour le SPE, nous aimerions alors avoir un modèle stochastique où d' autres membres utilisent le même modèle avec d' autres nombres aléatoires. Nous aurions alors un seul modèle à développer et à entretenir.

L' effet de la rétro-diffusion

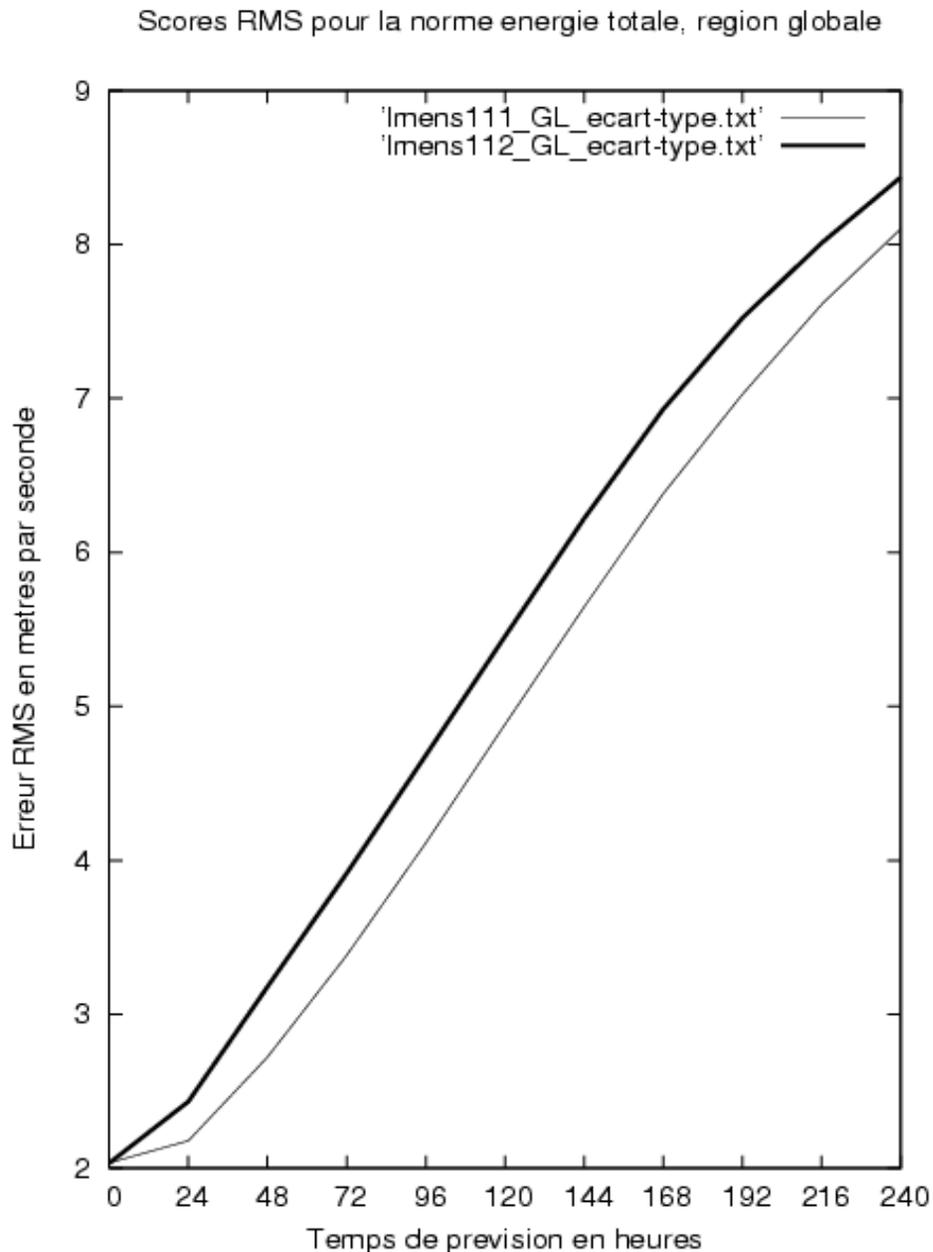


la ligne mince: les écarts-types d' un ensemble de contrôle.

la ligne **épaisse**: les écarts-types d' un ensemble qui utilise un algorithme de rétro-diffusion (Shutts, QJ, 2005). Ici, on remet de façon aléatoire l' énergie cinétique qui était dissipée dans les petites échelles du modèle.

Les écarts-types augmentent de façon significative pour les premiers 5 jours de l' intégration.

La physique stochastique



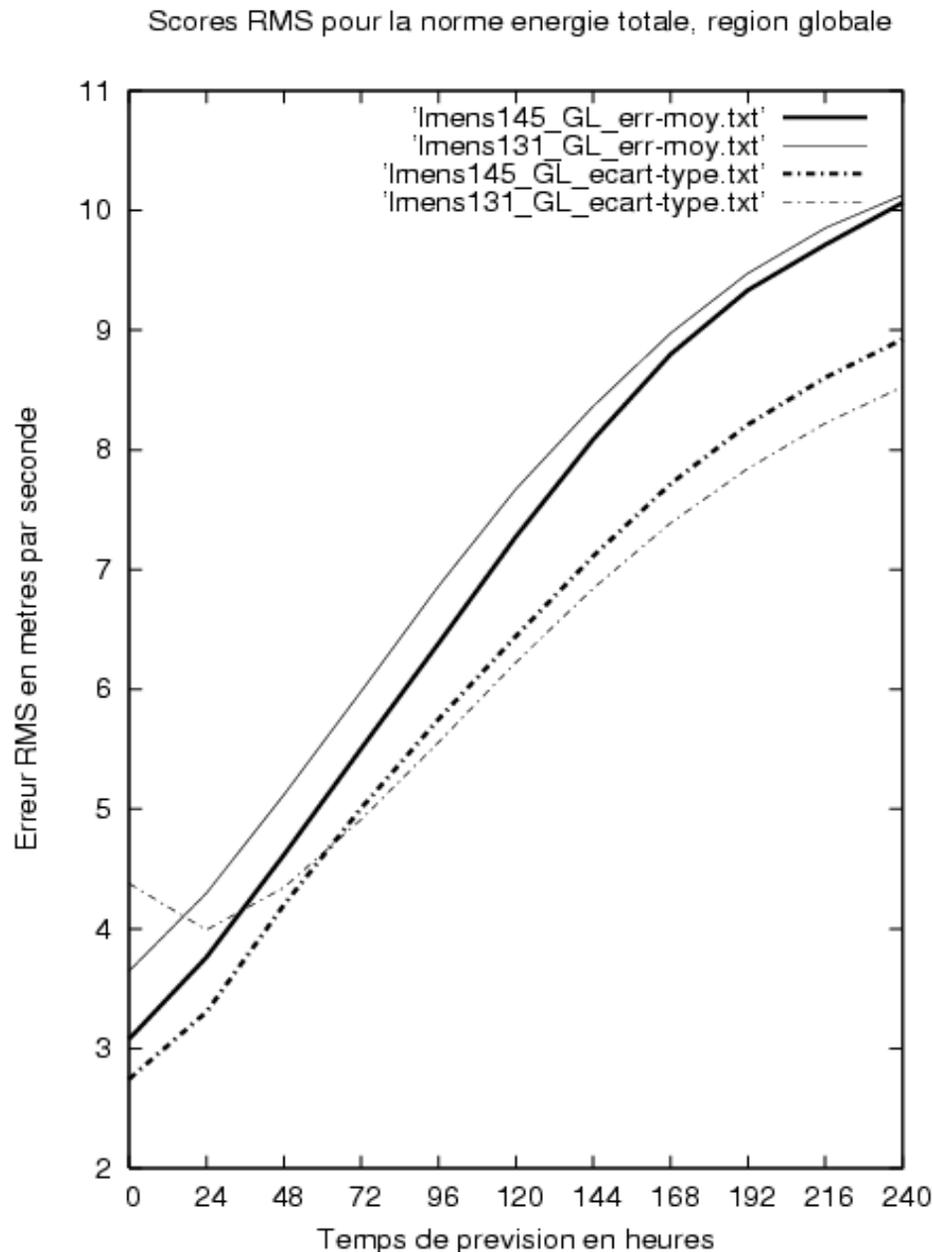
la ligne mince: les écarts-types d' un ensemble de contrôle.

la ligne **épaisse**: les écarts-types d' un ensemble qui utilise une physique stochastique où sont perturbées les tendances de la physique de façon aléatoire.

Un algorithme semblable est utilisé au ECMWF (QJ, Buizza et al, 1999).

Les écarts-types ont une croissance initiale plus rapide grâce à la physique stochastique.

Fiabilité de l'ancien et du nouveau SPE



les courbes minces: le SPE opérationnel.

les courbes **épaisses**: le SPE proposé.

les courbes en bas avec les écarts-types simulent les courbes en haut avec l'erreur rms de la moyenne d'ensemble.

Le SPE opérationnel souffre d'une décroissance initiale des écarts-types.

Comme le SPE proposé montre une erreur rms de la moyenne d'ensemble plus petite, et ainsi plus proche de la courbe pour les écarts-types, il semble être meilleur que le SPE opérationnel.

Résumé pour la composante de prévision

Avec

1. l'ajout des perturbations aléatoires au début de l'intégration,
2. la physique stochastique et
3. la rétro-diffusion

nous sommes capables d'avoir autant d'écart-types que dans le SPE opérationnel qui utilise

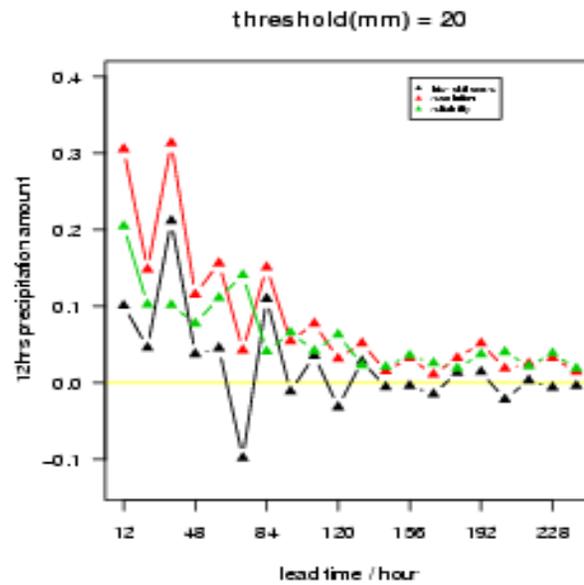
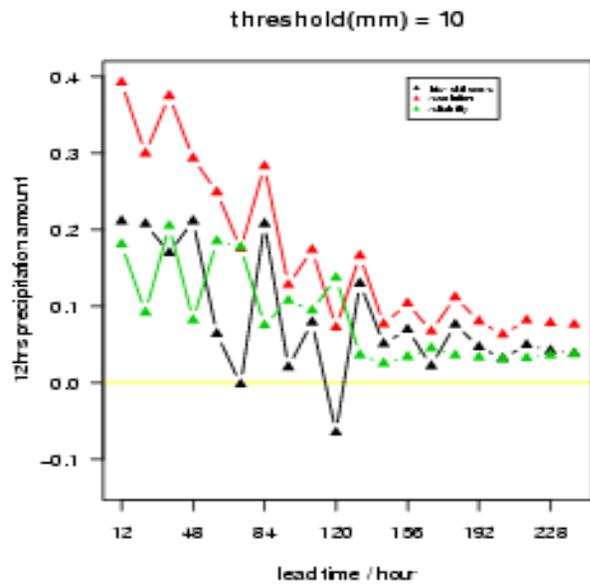
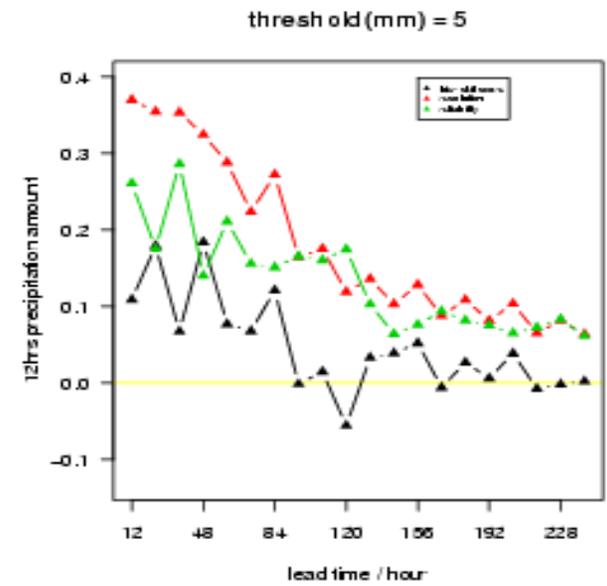
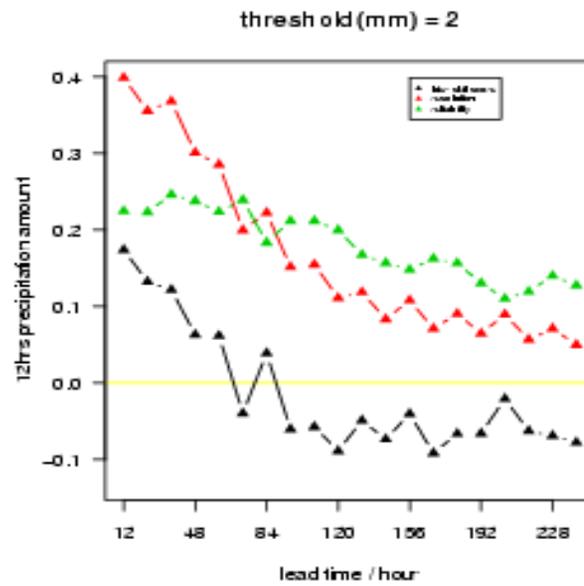
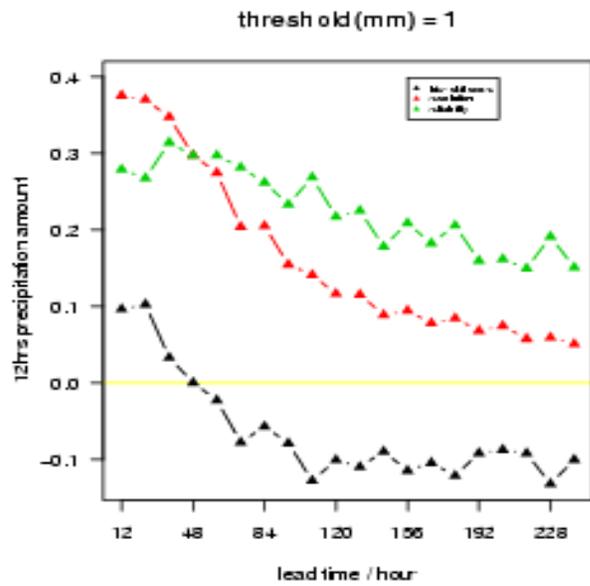
1. une procédure d'inflation et
2. deux modèles dynamiques.

Nous maintenons le gain de qualité pour la moyenne d'ensemble que nous héritons des changements au FKEn.

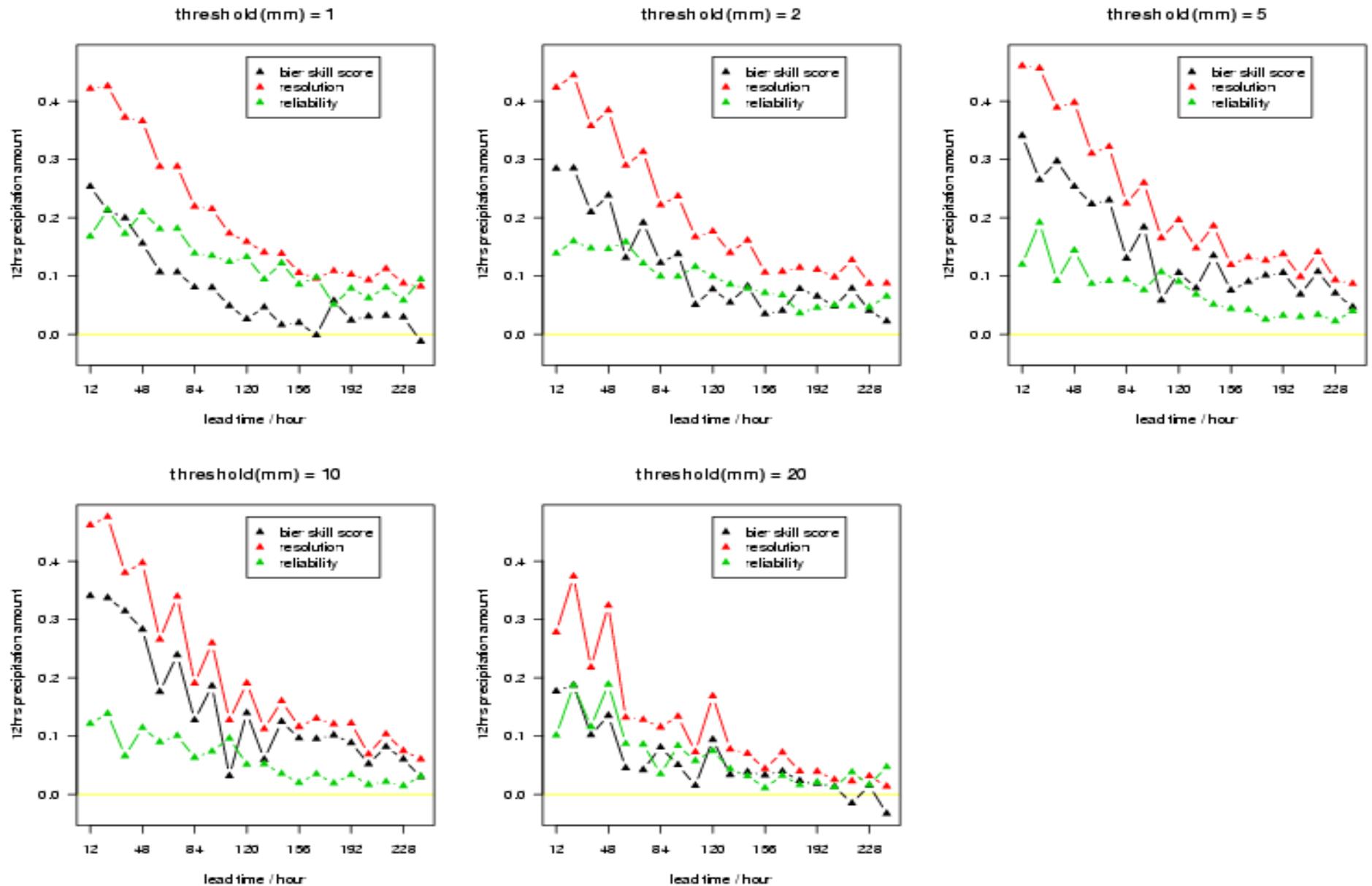
Nous avons alors commencé à préparer l'ensemble de vérifications pour une proposition de test parallèle avec la nouvelle configuration du SPE à CPOP.

Le jour et la nuit

La nuit (SPE opérationnel)

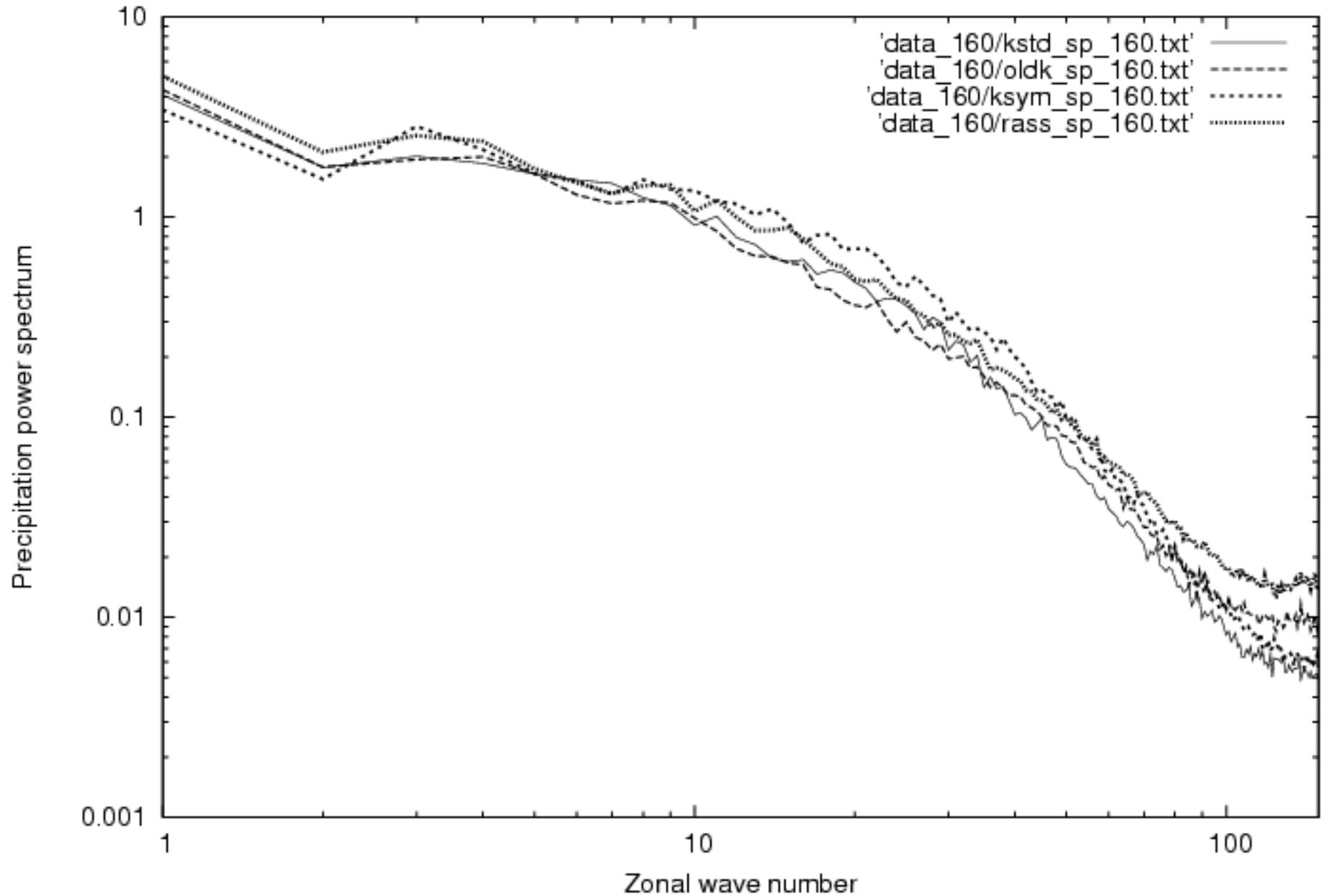


Le jour (SPE proposé)



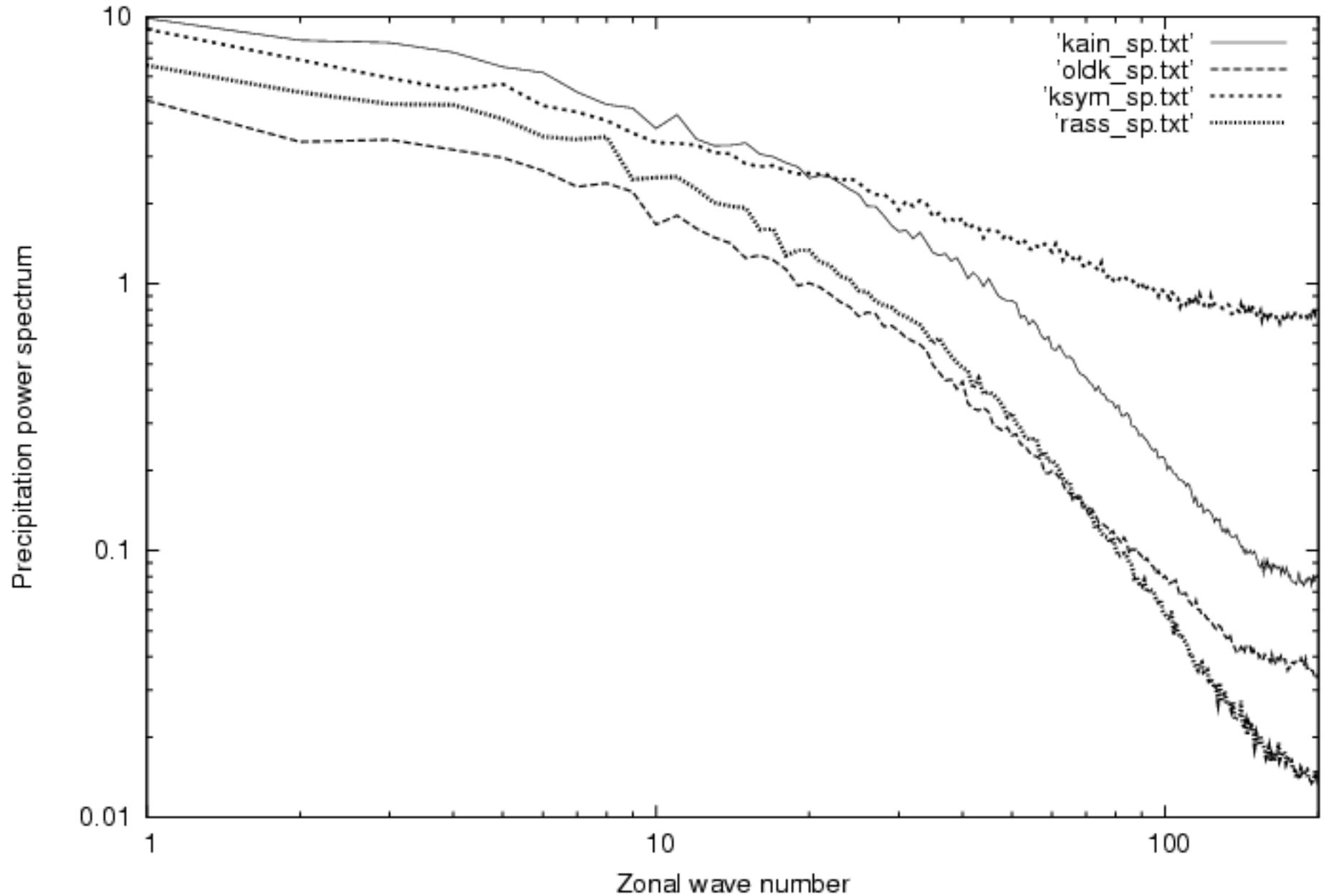
Des petites échelles peu actives (SPE opérationnel).

Precip. power spectrum with 4 conv. schemes - 10-day avg. - Tropics - Jan - Accum. from day 4 to day 5



Des petites échelles actives (SPE proposé)

Precip. power spectrum with 4 conv. schemes - 10-day avg. - Tropics - Jan - Accum. from day 4 to day 5



Analyse de précipitation

Pour le futur, afin de vérifier nos prévisions de précipitation dans les tropiques, nous envisageons d' utiliser l' analyse de précipitation basée sur les données TRMM.

(voir: http://precip.gsfc.nasa.gov/rain_pages/3hrly.html)

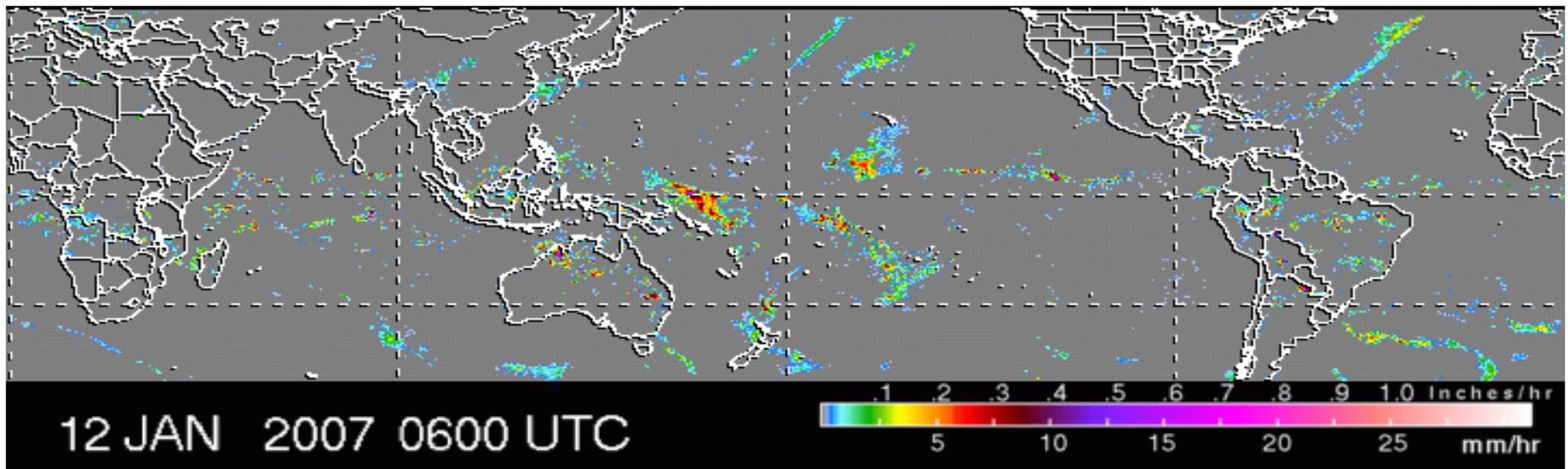


Diagramme de Talagrand à 24 h

période: janvier 2006, variable: GZ 850 hPa, région: extra-tropiques nord

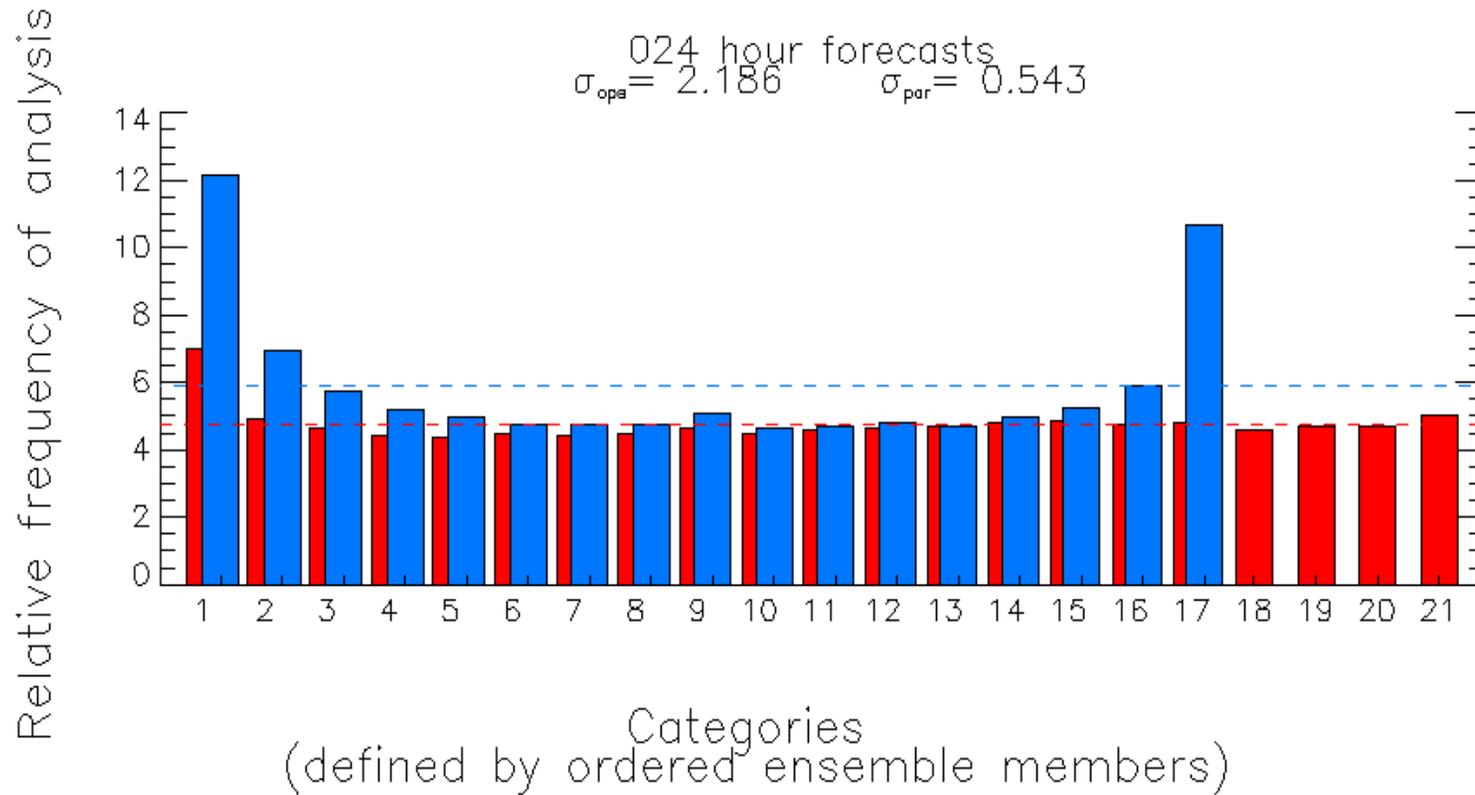
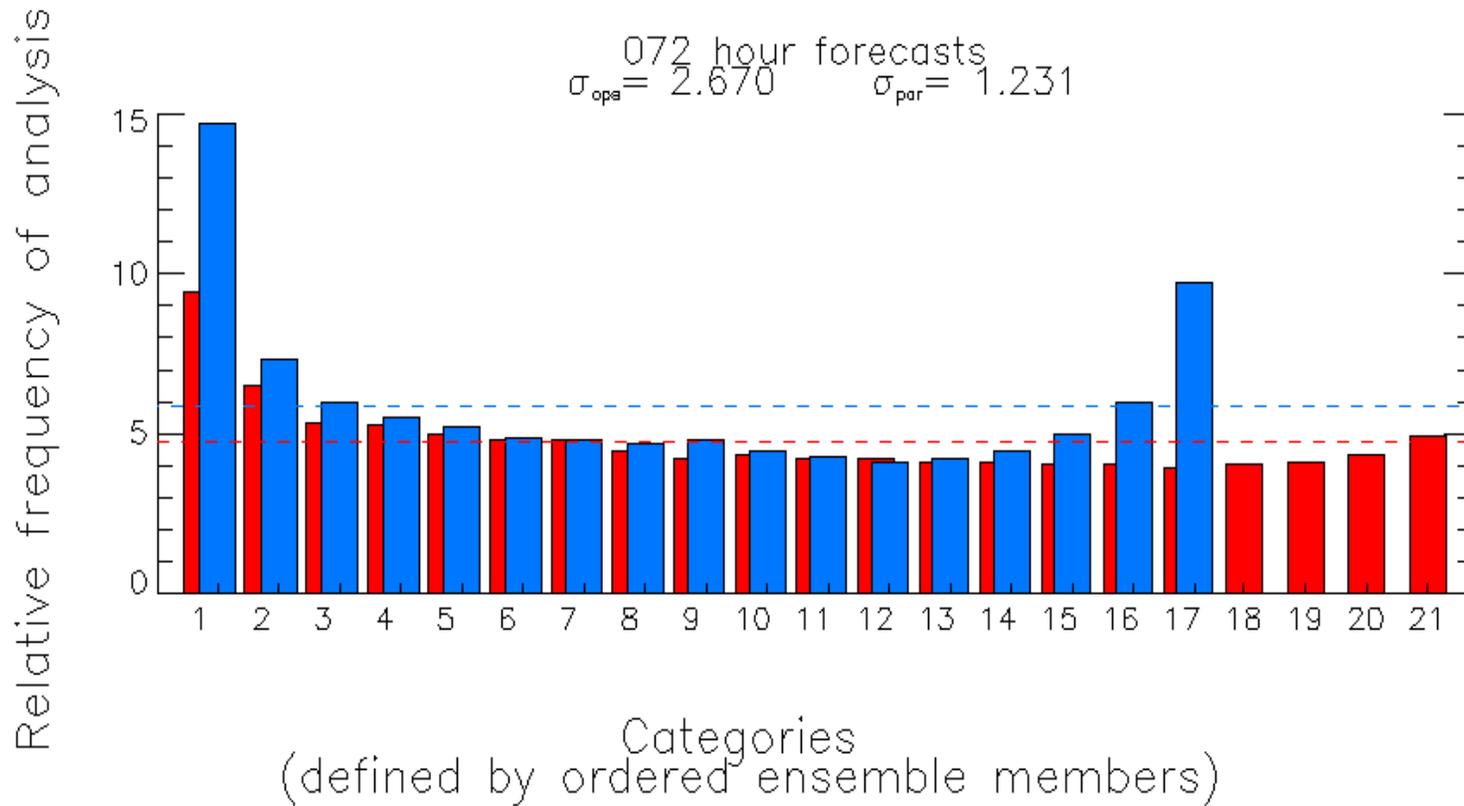


Diagramme de Talagrand à 72 h

période: janvier 2006, variable: GZ 850 hPa, région: extra-tropiques nord



Parallele

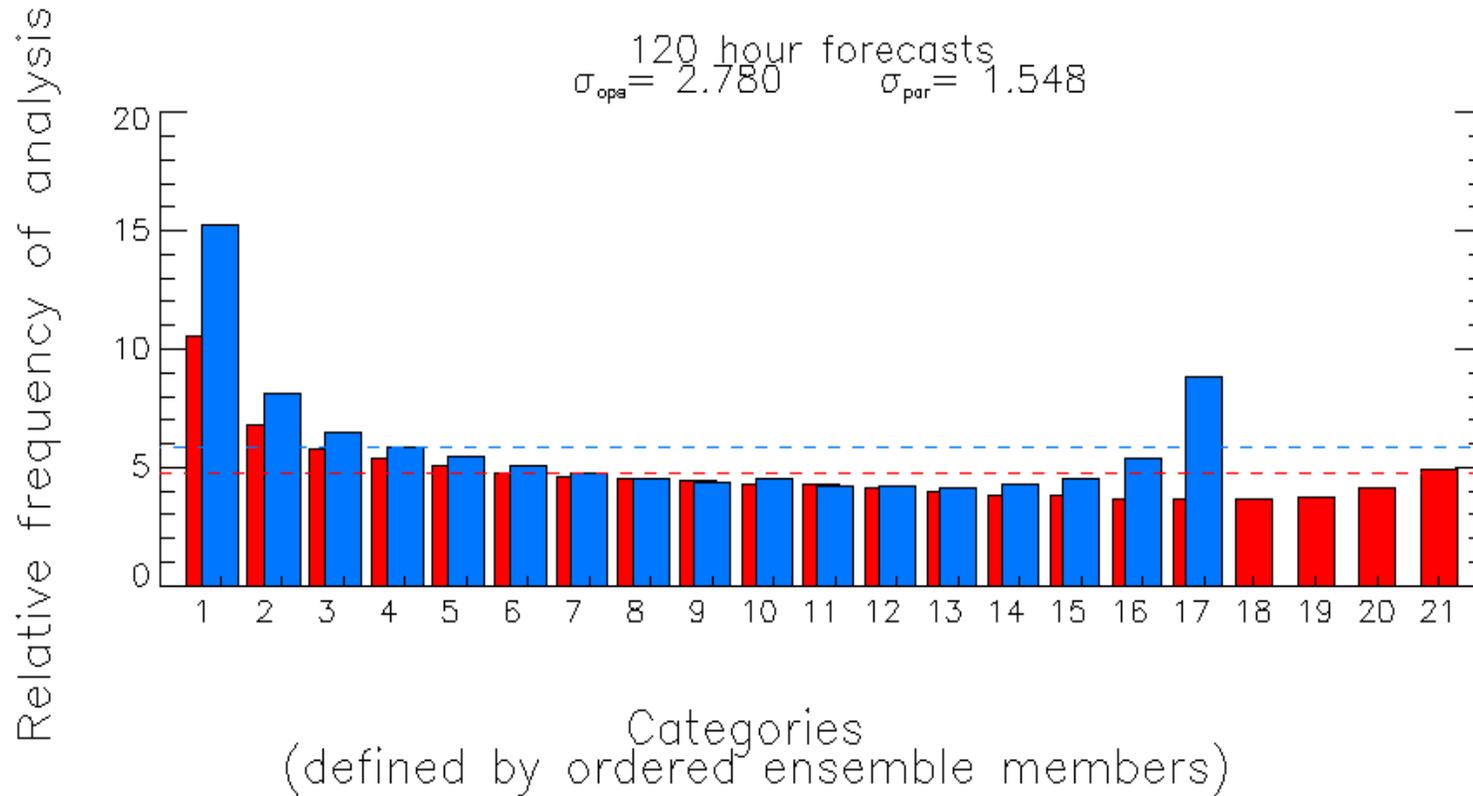


Operations



Diagramme de Talagrand à 120 h

période: janvier 2006, variable: GZ 850 hPa, région: extra-tropiques nord



Parallele



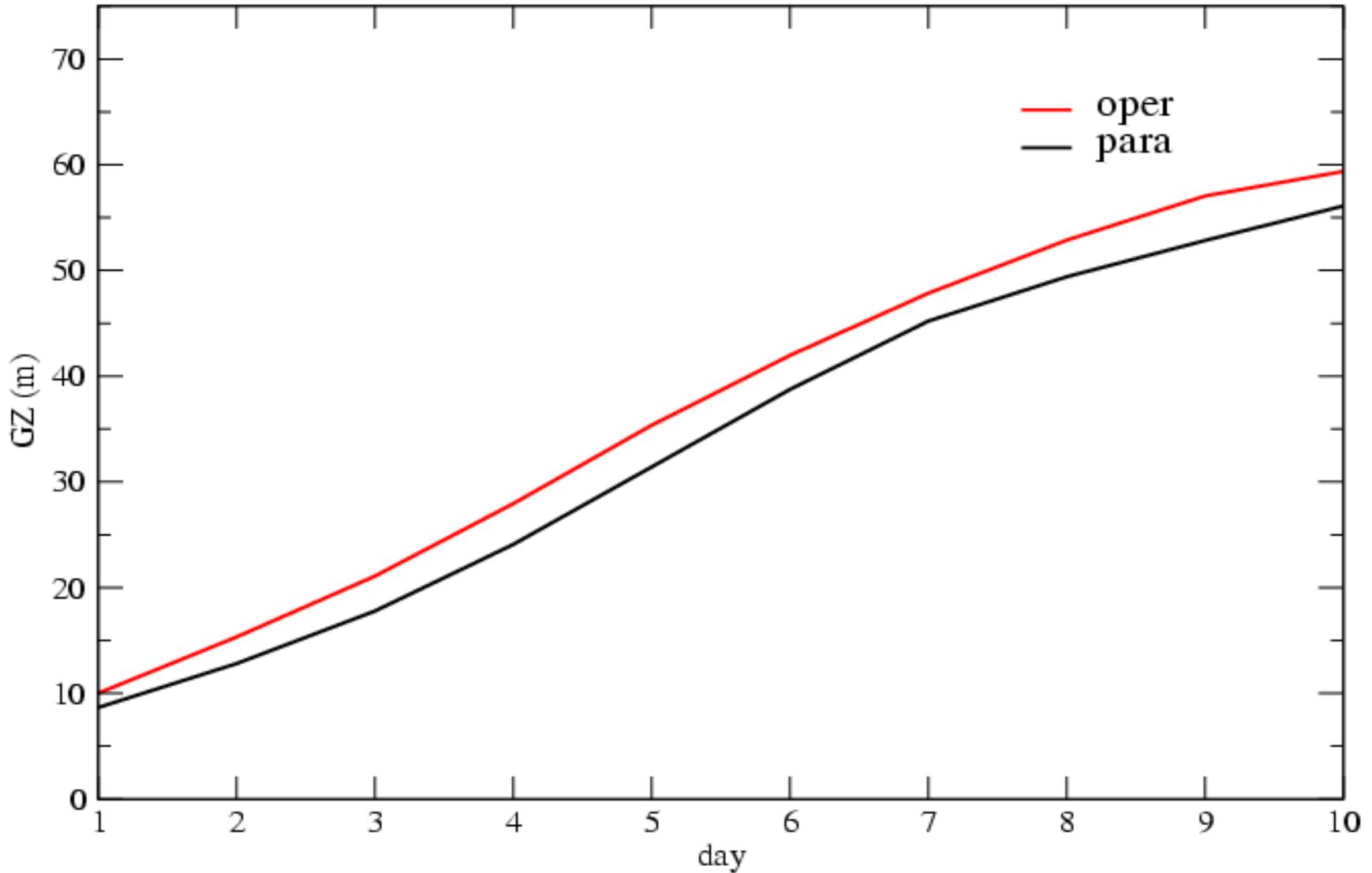
Operations



Vérification contre sondages

CRPS (GZ -500) Janvier 2006 12Z

31 days

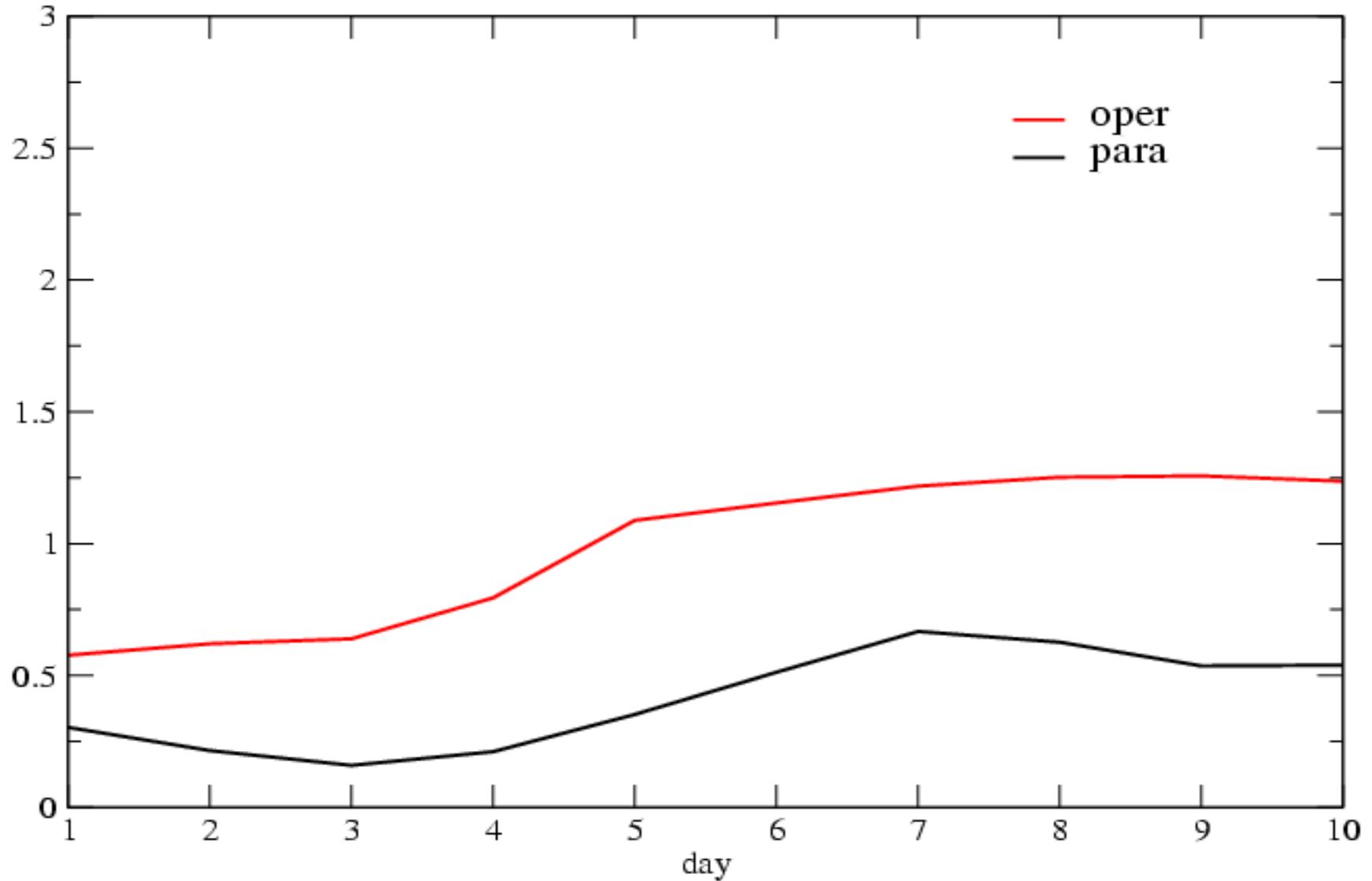


Le gain est d' environ 12 heures.

La fiabilité

RELI (GZ - 500) Janvier 2006 12Z

31cas

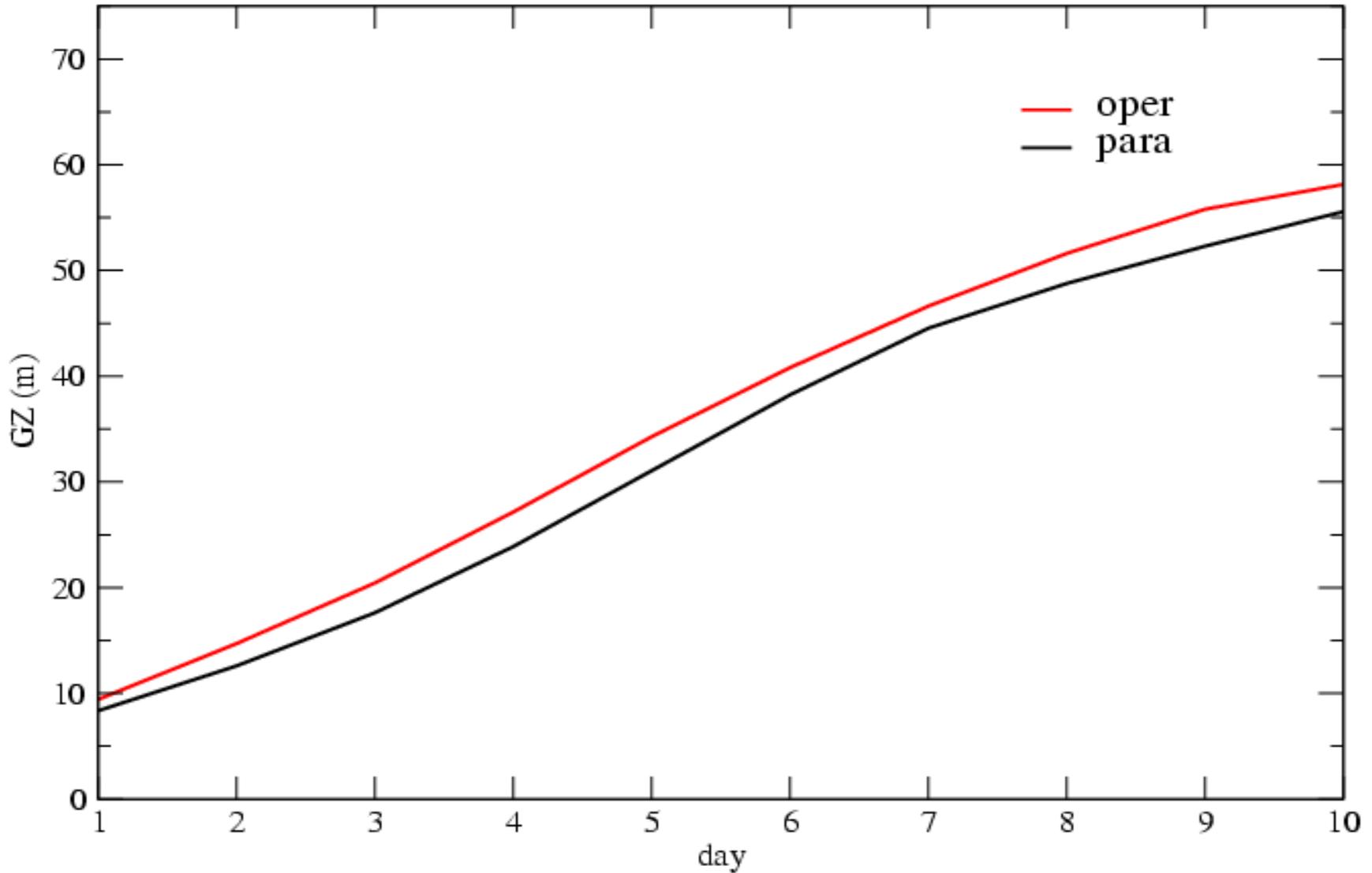


Les problèmes de fiabilité ont été divisés par un facteur deux.

La résolution

RESOL (GZ - 500) Janvier 2006 12Z

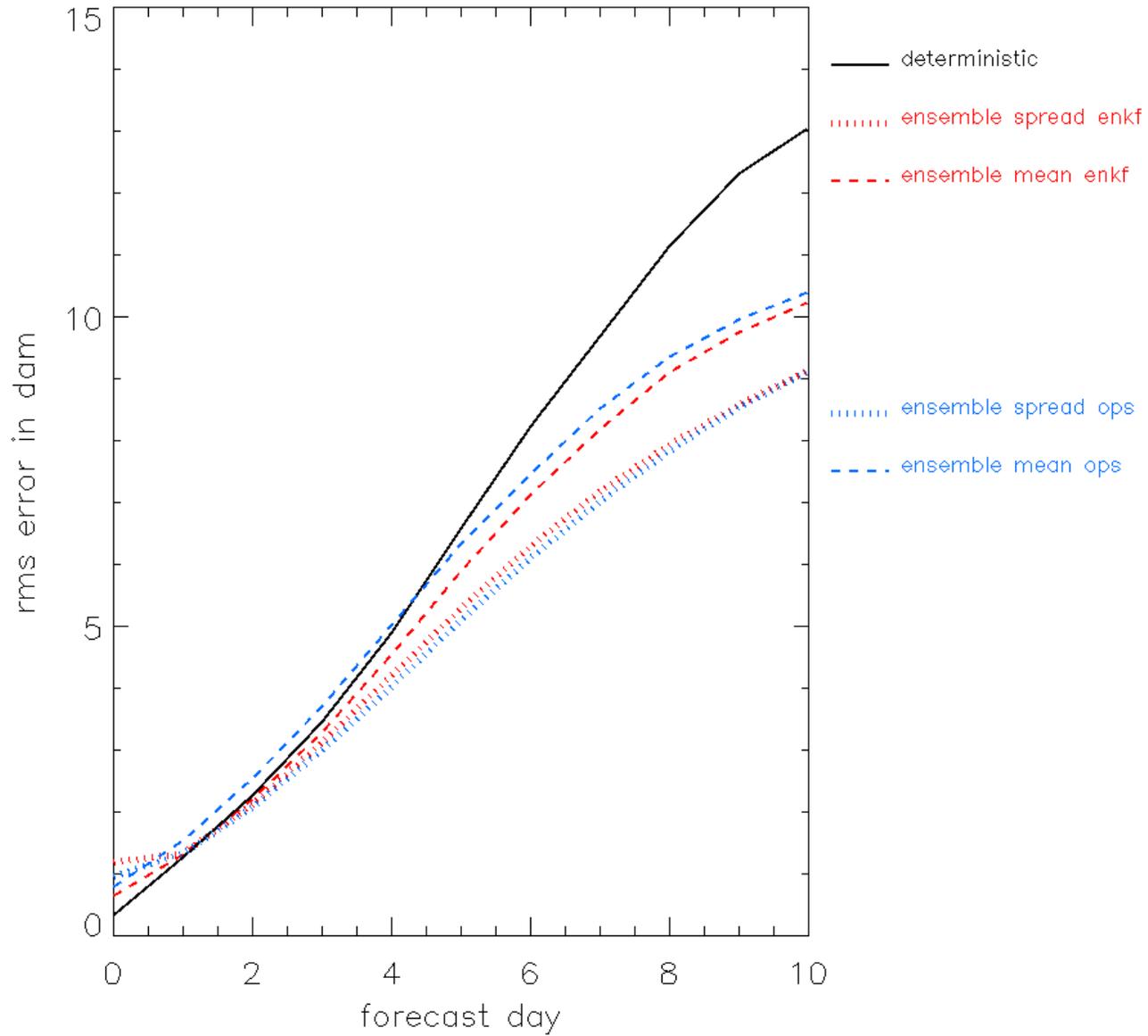
31cas



Le gain est encore une fois d' environ 12 heures.

Vérification traditionnelle de GZ 500 hPa

période: janvier 2006, région: extra-tropiques nord



Résumé des vérifications

Nous avons commencé à produire des vérifications objectives pour justifier le transfert aux opérations d' une nouvelle configuration du SPE.

Généralement, nous observons des améliorations significatives par rapport au SPE opérationnel dans la fiabilité et la résolution.

L' amélioration semble être très grande pour la précipitation. Toutefois, ici, nous souhaitons développer une capacité de vérifier contre observations dans la région tropicale (peut-être en important une analyse basée sur les données TRMM).

Nous continuons de travailler vers une proposition à CPOP pour le transfert de la nouvelle configuration aux opérations.

Merci!