

Mise en place et Expérimentation d'une Initialisation des Perturbations des Ébauches de l'Assimilation d'Ensemble

Par: Rachida EL Ouaraini¹
Supervision: Loïk Berre²
12 Jan - 20 Fév 2009

¹ elouaraini@gmail.com

² loik.berre@meteo.fr

1. Introduction

Pour démarrer un cycle d'assimilation, des observations perturbées (conformément à leurs statistiques d'erreurs) et une ébauche (first guess) sont utilisées.

Comme seules les observations sont perturbées, l'analyse perturbée qui en résulte diffère de l'analyse non perturbée seulement dans les endroits où les observations sont disponibles.

Ce sont ces analyses perturbées qui seront ensuite intégrées avec le modèle pour donner des prévisions P06 qui serviront comme ébauches perturbées pour le réseau prochain du cycle d'assimilation.

L'expérience a montré qu'en démarrant un cycle avec des perturbations initiales d'ébauches nulles, il faudrait attendre un cyclage de 3-4 jours avant de trouver des variances d'ébauches moyennées horizontalement stables.

L'objectif de cette étude est donc d'avoir des perturbations initiales d'ébauche non nulles cohérentes avec la matrice B spécifiée dès le début du cycle d'assimilation au lieu d'avoir des perturbations initiales nulles.

Ceci sera réalisé principalement grâce à une routine «bgvecs» qui crée des perturbations et un code d'ajout de ces perturbations à l'ébauche déterministe.

L'intérêt pratique de ce type d'initialisation est notamment de pouvoir lancer un ensemble dont les résultats (cartes de sigmab) soient exploitables dès le 1er réseau, plutôt qu'au bout de 3 jours, par exemple en cas de non disponibilité de l'ensemble oper depuis plusieurs jours.

Des études diagnostiques ont été effectuées afin de valider cette approche: des courbes d'évolution temporelle de moyennes horizontales des sigmab du tourbillon vers 500 hPa, ainsi que des courbes d'évolution temporelle de la corrélation globale entre les cartes de sigmab sans initialisation des perturbations d'ébauche et avec initialisation d'une part et des cartes de sigmab ayant des valeurs « matures » stables (après un cyclage de plusieurs jours) ont été tracées.

Les résultats sont encourageants et correspondent assez bien à nos attentes.

D'autres résultats comme la superposition des sigmab du jour avec la situation météorologique associée (par exemple le géopotentiel à 500 hPa de l'analyse) ainsi que des runs d'impact permettront de finir la validation de notre approche.

P.S.: un document plus complet et plus détaillé est en cours de rédaction en anglais, celui-ci contiendra tous les résultats y compris ceux issus des runs d'impact.

2. Études diagnostiques

Il s'agit de comparer 4 expériences, deux avec initialisation des perturbations des ébauches et deux autres sans initialisation:

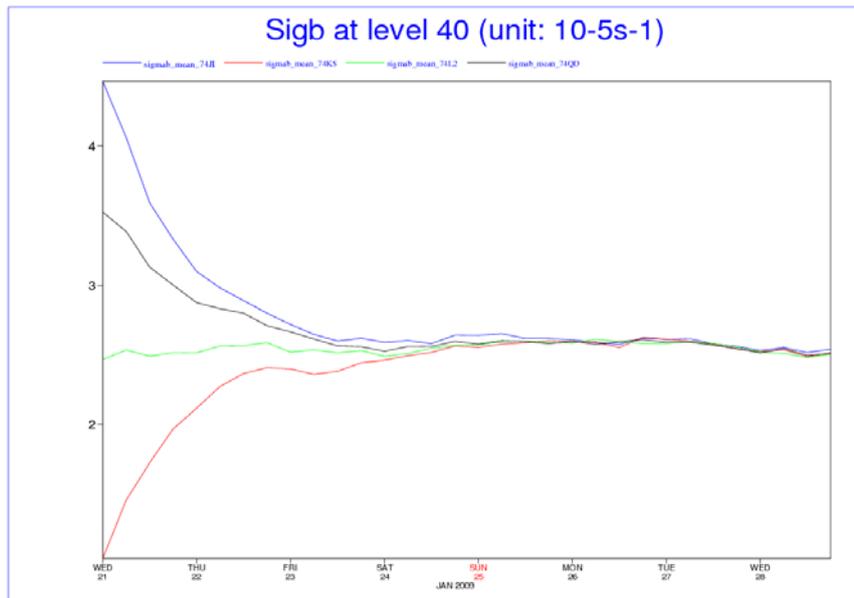
- 74JI: expérience démarrant le 20/01/2009 avec des perturbations d'ébauche non nulles et Rednmc=1.3.
- 74QD: clone de l'expérience 74JI avec Rednmc=1.0.
- 74KS: expérience démarrant le 20/01/2009 avec des perturbations d'ébauche nulles.
- 74L2: clone de l'expérience 74KS mais démarrant le 14/01/2009 et ayant donc des perturbations d'ébauche «matures» pour le 20/01/2009.

a. L'évolution temporelle des moyennes horizontales des sigmab du tourbillon vers 500 hPa

La courbe ci-dessous correspond à l'évolution temporelle des moyennes horizontales des sigmab du tourbillon vers 500 hPa (niveau 40).

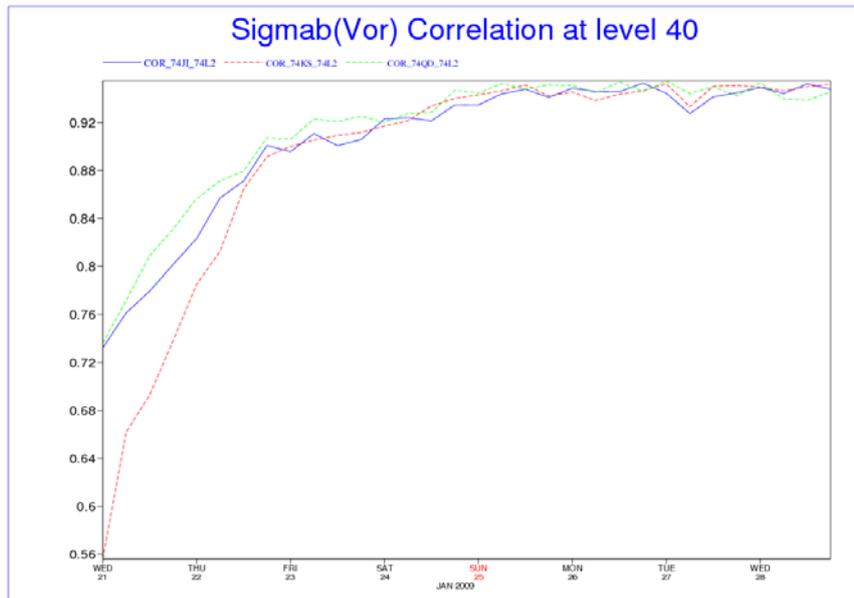
On constate que:

- Les courbes convergent bien l'une vers l'autre au bout de 3 jours vers une valeur asymptotique.
- Les valeurs initiales de sigmab de 74KS augmentent lors des 3 premiers jours pour atteindre une limite asymptotique: la perturbation de l'ébauche initialement nulle dans cette expérience s'amplifie avec l'intégration du modèle.
- Les valeurs des sigmab moyens de 74JI et 74KS convergent vers 74L2 à peu près à la même vitesse, ce qui paraît logique compte tenu des processus et équations mis en jeu.
- Les valeurs initiales du sigmab moyen de 74JI sont plus fortes que sa valeur asymptotique. En effet, 74JI inclut le facteur Rednmc=1.3 (tâche Olive diag_sigmab) que 74KS et 74L2 n'incluent pas.
- Les amplitudes initiales de sigmab sont plus réalistes dans le cas d'initialisation des perturbations (facteur en sigmab de 1.7 pour 74JI et 1.4 pour 74QD) que dans le cas de non initialisation (facteur en sigmab de 2.4 pour 74KS).
- La dispersion initiale donnée par l'initialisation (bgvecs) est un peu plus forte que prévu par rapport à l'asymptote finale. Les facteurs en sigmab de 1.7 pour 74JI et 1.4 pour 74QD devraient être ~1.3 (Rednmc) pour 74JI et ~1.0 pour 74QD. Or, on s'est rendu compte que les expériences avec initialisation (74JI et 74QD) sont basées sur des fichiers stabal qui contiennent des covariances « climatologiques » calculés sur une période de septembre 2007, tandis que 74KS est calculée avec une configuration « double » en janvier 2009. Cette différence entre facteurs prévus et facteurs trouvés est liée, au moins partiellement, à cette différence de date où le modèle Arpège ainsi que le système d'observation et d'assimilation ont connu pas mal d'évolution.



b. L'évolution temporelle de la corrélation globale

La courbe ci-dessous correspond à l'évolution temporelle de la corrélation globale entre la carte de sigmab du tourbillon vers ~500 hPa (niveau 40) de 74L2 et respectivement les cartes de sigmab de 74JI, 74KS et 74QD.



Les corrélations pour les expériences avec initialisation (74JI et 74QD) sont nettement supérieures à celles sans initialisation (74KS) au cours des 2 premiers jours: par exemple la valeur initiale de corrélation des cartes de sigmab de 74QD et 74JI avec la carte de 74L2 est environ 0.73 alors qu'elle est de 0.55 pour la carte 74KS.

L'initialisation des perturbations d'ébauche permet donc d'obtenir plus rapidement des cartes réalistes.

3. Conclusion et Perspectives

Les quelques résultats obtenus ont été encourageants, d'où l'intérêt de finir les tests de validation de l'initialisation des perturbations des ébauches.

Des runs d'impact seront lancés bientôt. On s'attend à trouver un impact légèrement positif voire neutre au niveau des scores étant donné que les cartes ne diffèrent que sur les 3 premiers jours.

Cette étude réalisée pourra aussi servir de bonne base pour un travail ultérieur consistant à produire localement des conditions aux limites latérales perturbées pour un ensemble Aladin (approche Bgvecs + addition de perturbation).

Cela reviendrait moins cher et plus rapide que le transfert de CLL perturbées d'un centre tournant un ensemble globale vers un centre tournant un ensemble à aire limitée. Toutefois, on se pose la question de savoir si la nouvelle approche reviendrait moins coûteuse que la solution consistant à envoyer des fichiers coupleurs sous formes de cadre (frames). Cette dernière approche n'est pas encore réalisée et testée dans la communauté Aladin, toutefois, l'un doit prendre la décision sur laquelle des deux méthodes il vaudrait mieux investir.

On pourrait également adapter le code (bgvecs + addition) à la géométrie Aladin (appliquée à des fichiers coupleurs Arpege), afin de permettre aux centres de PN Aladin d'utiliser du code (bgvecs+addition) Aladin, plutôt que du code (bgvecs+addition) Arpege.

Annexe A: Création de pack et modification du code

Pour la perturbation du first guess, j'ai créé sous «~mrpa667/pack» un nouveau pack "guess_pert" via la commande :

```
gmkpack -r cy33t1 -b op1B -v 01 -u guess_pert -l SX8RV20 -o x -p masterodb
```

Dans ce pack, les routines et namelist qui ont été modifiées sont :

- arp/dia/inifaout.F90 : pour écrire les vecteurs randomisés des perturbations d'ébauche dans un fichier FA quand LTWBGV=.TRUE.

- arp/namelist/namvar.h : pour définir la nouvelle clé "LADD_PERTURB2BG" qui permet d'ajouter les perturbations d'ébauche à l'ébauche déterministe.

- arp/module/yomvar.F90 : pour y ajouter la clé "LADD_PERTURB2BG"

- arp/var/suvar.F90 : pour le setup de la nouvelle clé : LADD_PERTURB2BG=.FALSE. par défaut.

- arp/obs_preproc/obadat.F90 : pour commenter les lignes:
! CALL ABOR1('SUBROUTINE OBADAT')
! LECFIO = .FALSE.

- arp/obs_preproc/readoba.F90 : pour commenter la ligne:
! CALL ABOR1('READOBA: Undefined ODB_CMA')

- arp/var/bgvecs.F90 : pour activer l'écriture des vecteurs randomisés des perturbations d'ébauche. J'ai changé l'appel à la routine "call wrmlpp (?)" par : "call wrmlpp ('A')".

- arp/var/add_perturb2bg.F90 : routine nouvellement créée dont l'objectif est d'ajouter les perturbations d'ébauche calculées par "bgvecs" à l'ébauche de l'oper :

$$x_i^b = x^b + e_i^b$$

Cette routine est inspirée de "rdfpinc.F90".

- arp/canari/canari.F90 : pour appeler la nouvelle routine : "add_perturb2bg.F90" :
IF (LADD_PERTURB2BG) THEN
CALL ADD_PERTURB2BG
ELSE
CALL RDFPINC
ENDIF

Annexe B: Description des expériences OLIVE créées et bugs trouvés

1. Expérience OLIVE: 74JI

Expérience démarrant le 20/01/2009, utilisée pour créer des perturbations d'ébauche initiales non nulles.

Le cycle utilisé est: cy33t1_op1.09.

L'exécutable Arpège utilisé: /cnrm/gp/mrpa/mrpa667/SXbin/guess_pert/bin/MASTERODB

La période de l'expérience est du 20/01/2009 r18 au 31/01/2009 r12.

N.B. on utilise dans cette expérience un errgrib "climatologique", afin de simuler le cas "défavorable" où la carte de sigmab "oper" du jour n'est pas disponible.

Les principales tâches modifiées de cette expérience OLIVE sont:

--> fc_init/fph2l: j'ai utilisé une ébauche P03 et P06 de la chaine double.

-->* fc_init/diag_sigmab* : il s'agit d'une pseudo-minimisation qu'on a utilisée pour calculer les perturbations du guess.

pour cette tâche on a appliqué un gnam qui contient:

```
&NAMVAR
```

```
LBGOPS=.FALSE.,           pour demander de travailler dans l'espace du modèle et non des obs.
```

```
LWRIBVEC=.TRUE.,         pour écrire les perturbations/erreurs de guess.
```

```
/
```

```
&NAMJG
```

```
LCORCOSU_VCOR=.TRUE.,    pour éviter le plantage de diag_sigmab.
```

```
/
```

En effet, sans forcer cette clé à .TRUE. le diag_sigmab plante et l'erreur affichée est :

```
SUJBCOSU: ZMAT has at least one real eigenvalue < 0.
```

```
[STDERR] : for total wavenumber = 131
```

```
[STDERR] : ABORT! 1 SUJBCOSU: ABOR1 nr 1a
```

Il s'agit d'un problème de valeurs propres négatives , pour la matrice d'auto-covariance de q.

L'option "LCORCOSU_VCOR=.TRUE." permet de calculer et de manipuler les valeurs propres de la matrice d'auto-corrélation.

Par rapport aux covariances, les corrélations incluent une normalisation par les écarts types. Cela conduit à des valeurs diagonales qui sont toutes égales à 1, et donc plus faciles à traiter numériquement (pour des calculs de valeurs propres) que des valeurs diagonales variant de plusieurs ordres de grandeur sur la verticale.

--> fc_init/ensemble/add_eb2xb: Il s'agit d'une pseudo-canari qu'on a utilisée pour ajouter les 6 perturbations d'ébauche au guess déterministe afin d'avoir 6 ébauches perturbées.

Pour cette tâche aussi, on a dû appliquer un gnam qui contient:

```
&NAMVAR
```

```
LADD_PERTURB2BG=.TRUE.,  pour ajouter les perturbations d'ébauche eb(i), i:1,6 au guess déterministe.
```

--> assim/ensemble/update_1/fph2l: changement de la troncature du fichier (Xb+eb) en sortie de la

tâche add_eb2xb de T359 à T107.

A ce niveau là, on a découvert un bug concernant l'orographie. L'erreur affichée dans le listing est:

```
HPOS: SOURCE AND MODEL OROGRAPHIES MISMATCH
MAX. DIFFERENCE BETWEEN SOURCE AND MODEL OROGRAPHIES : 21245.20 J/kg
ALLOWED DIFFERENCE : 2941.99 J/kg
TOO MUCH DIFFERENCE >> RERUN CONFIGURATION 923
OR INCREASE RFPCCORR IN NAMELIST NAMFPC
ABOR1 CALLED
```

En effet, dans la routine add_perturb2bg, on force la clé LREASUR à .FALSE. afin de ne pas perturber les champs de surface. Or, il s'est avéré qu'à priori le champ Orographie (SPECSURFGGEOPOTEN) n'est pas influencé par cette clé et donc dans le fichier (Xb+eb), on se retrouve avec une orographie égale au double de ce qu'elle est réellement :

Orographie(Xb): 0.713169518715683E+04

Orographie(eb): 0.713169518715683E+04

Orographie(Xb+eb): 0.713169518715683E+04 + 0.713169518715683E+04=0.142633903747E+05

Ce qui signifie que l'opération d'addition de l'erreur d'ébauche à l'ébauche additionne également le champs orographie. Pour ne plus additionner le champs orographie, on a dû changer la routine "add_perturb2bg.F90" afin d'appliquer une orographie nulle (SPOR(1:NSPEC2) = 0.0_JPRB) au fichier eb.

--> assim/ensemble/surfan/canari:

On a eu un problème à ce niveau. En effet, add_eb2xb(6) est une conf pseudo-canari : canari écrit que la date du fichier est celle de la date finale et que l'échéance est égale à 0h, ce qui fait planter le "vrai canari" ultérieur. => Il faut plutôt que le pseudo-canari écrive d'une part la date du réseau d'analyse de départ, et d'autre part que l'échéance est égale à 6h.

Une modification "à la main" de la date a permis de résoudre ce problème. Toutefois, nous avons opté pour une solution "pérenne" qui consiste à lancer une prévision 03h à partir de la prévision 03h initiale perturbée.

2. Expérience OLIVE: 74QD

Il s'agit d'un clone de l'expérience 74JI avec un Rednmc=1.0 au lieu de Rednmc=1.3 dans 74JI.

Le cycle utilisé est: cy33t1_op1.09.

L'exécutable Arpège utilisé: /cnrm/gp/mrpa/mrpa667/SXbin/guess_pert/bin/MASTERODB

La période de l'expérience est du 20/01/2009 r18 au 29/01/2009 r00.

3. Expérience OLIVE: 74KS

Expérience démarrant le 20/01/2009 avec des perturbations d'ébauche initiales nulles.

Le cycle utilisé est: cy33t1_op1.09.

L'exécutable Arpège utilisé: /cnrm/gp/mrpa/mrpa667/SXbin/guess_pert/bin/MASTERODB

La période de l'expérience est du 20/01/2009 r18 au 31/01/2009 r18.

4. Expérience OLIVE: 74L2

Cette expérience est un clone de 74KS, elle démarre le 14/01/2009 avec des perturbations d'ébauche initiales nulles, et a donc des perturbations d'ébauches «matures» pour le 20/01/2009 r18.

Le cycle utilisé est: cy33t1_op1.09.

L'exécutable Arpège utilisé: /cnrm/gp/mrpa/mrpa667/SXbin/guess_pert/bin/MASTERODB
La période de l'expérience est du 14/01/2009 r18 au 01/02/2009 r00.