

Titre : nouvelles observations: SSM/I, GPS terrestre, AIRS, profileurs étendus.  
rééquilibrage des itérations du 4DVAR et cyclage des écarts-types d'erreurs d'ébauche  
(chaîne 2006\_02)

Date : 10.01.2007

**Titre :** nouvelles observations: SSM/I, GPS terrestre, AIRS, profileurs étendus. Ré-équilibrage des itérations du 4D-VAR et cyclage des écarts-types d'erreurs d'ébauche (chaîne 2006\_02).

**Service :** DPrévi/Compas/Equipe Contrôle et Monitoring

**Rédacteurs :** Joël Stein, Hervé Bénichou, Francis Pouponneau et Marc Tardy

**Confidentialité :** Diffusion Interne et disponible à l'adresse <http://controle> rubrique publications ; sous-rubrique Rapports de chaîne en double Arpege-Aladin ; lien pointant vers 2006\_02

**Résumé court :** Ce rapport expose la validation de la chaîne en double utilisant de nouvelles observations (SSM/I, GPS terrestre, AIRS, profileurs étendus selon la verticale). On teste aussi l'apport d'un ré-équilibrage des itérations du 4D-VAR entre les 2 grandes boucles de minimisation à basse et haute résolution. De plus, le cyclage des écarts-types d'erreurs d'ébauche pour le contrôle de qualité est inclus dans cette chaîne.

Ces changements n'entraînent pas de modifications des scores objectifs de forte amplitude et sont donc neutres vis à vis du modèle opérationnel. Par contre, le contrôle subjectif s'est montré en faveur de cette chaîne en double particulièrement sur le mois d'août marqué par des flux très zonaux et rapides. Enfin, le nombre d'Arpegades a été réduit pratiquement de moitié pour cette période. Cette chaîne est devenue opérationnelle le 19 septembre 2006.

**Mots clefs :** SSM/I, AIRS, GPS terrestre, erreurs d'ébauche, 4D-VAR

Nombre de pages : 17

### Diffusion:

CNRM/D	DPrévi/D
CNRM/GMAP	DPrévi/Compas/D
CNRM/GMAP/OBS	DPrévi/Compas/DAC
CNRM/GMME	DPrévi/LABO
CRC - La Réunion	DIRN/PREVI/D
<i>Copie: Chrono</i>	<i>Copie: DPrévi/Compas/F. Pouponneau</i>

J. Stein

H. Bénichou

F. Pouponneau

M. Tardy

DPrévi/COMPAS/COM

**Abstract :**

This note reports on the validation of the e-suite for the Arpège and Aladin models. This e-suite was composed by the following elements :

- Assimilation of the SSM/I radiances in area without clouds and over sea
- Assimilation of the GPS time delays (first operational implementation in the world)
- Assimilation of the 20 AIRS stratospheric radiances
- Increase of the vertical domain of the assimilation wind profilers to [850, 250] hPa
- New numbers of iterations (25 and 25) for the 2 inner loops of the 4D-VAR minimizations
- Use in the quality control of time-dependent standard deviations of the guess

The comparison of the scores of the operational model and the e-suites is neutral but the subjective control is in favor of the e-suite particularly for the forecast of rapid zonal flows. The e-suite became operational on the 19th September 2006.

## 1. Description des modifications de cette chaîne

### 2006\_02 : Nouvelles Observations+25ITER+SIGMAB

- **Assimilation des données SSM/I sur mer en ciel clair :**

Les données SSM/I sur mer et en ciel clair seront désormais assimilées. Les scores globaux sont légèrement positifs. Les impacts les plus significatifs sont l'humidification de la couche limite (autour de 850 hPa) de zones équatoriales réputées trop sèches dans le modèle actuel, le décalage vers le sud de la zone de convergence inter-tropicale au niveau de l'Afrique, et des précipitations plus stables en fonction de l'échéance dans les latitudes extra-tropicales de l'Hémisphère Nord. Le surcoût lié aux données SSM/I sera assez marginal puisqu'il représente 1% de l'ensemble des données de satellites.

- **Assimilation GPS sol :**

Les données européenne de GPS sol, en monitoring dans la précédente chaîne en double, seront désormais assimilées sur les réseaux assim et production. Une tâche de prétraitement (tri des stations, débiaisage) a été installée par DSI/OP. Le surcoût en CPU et en volume lié au GPS est négligeable (environ 500 obs par réseau). Impact attendu sur la zone Europe : légèrement positif. Signalons que nous sommes les premiers à introduire les données GPS sol dans un modèle de PN opérationnel.

- **Assimilation de 20 canaux AIRS + monitoring de 90 canaux :**

90 canaux AIRS seront monitorés, et parmi eux 20 canaux stratosphériques seront assimilés dans les réseaux assim et production. Le surcoût sera non négligeable dans l'analyse car nous disposons d'environ 1500 profils par réseau. Ce sont donc 30000 nouvelles données qui seront intégrées dans les minimisations et les trajectoires. L'impact est positif dans la stratosphère, surtout dans l'hémisphère sud et au-dessus des tropiques.

- **Extension de la prise en compte des profileurs de vent sur la verticale :**

Un examen récent du monitoring des profileurs de vent nous a conduits à réviser à la hausse leur prise en compte sur la verticale. Ils seront désormais utilisés entre 850 et 250 hPa (au lieu de 700-400 actuellement dans la chaîne opérationnelle). Malgré l'augmentation substantielle du nombre de données que cette modification génère (+ 70% sur l'Europe), le surcoût sera négligeable. Impact attendu : légèrement positif sur Europe et Amérique du Nord.

Titre : nouvelles observations: SSM/I, GPS terrestre, AIRS, profileurs étendus.  
rééquilibrage des itérations du 4DVAR et cyclage des écarts-types d'erreurs d'ébauche  
(chaîne 2006\_02)

Date : 10.01.2007

- **Ré-équilibrage du nombre d'itérations dans le 4D-Var :**

Les nombres d'itérations des deux minimisations du 4D-Var passent à 25/25 au lieu de 40/15 précédemment. Ce ré-équilibrage se fait à coût constant et apporte un léger gain en termes de scores. Il fait suite à un ensemble de tests menés sur ce point.

- **Cyclage des écarts-types d'erreur d'ébauche :**

Le 4D-Var inclut une tâche supplémentaire qui vise à obtenir des écarts-types d'erreur de prévision pour le contrôle de qualité cohérents avec les statistiques d'erreur de prévision utilisées dans la minimisation. Les écarts-types obtenus deviennent en particulier variables géographiquement et dépendants de l'écoulement. La tâche supplémentaire se place dans le cycle d'assimilation seulement, après la prévision 6h issue de l'analyse. Elle est basée sur une procédure de type Monte Carlo produisant un ensemble de réalisations aléatoires de l'erreur d'ébauche dont on calcule la variance dans l'espace des observations : cette procédure produit en particulier une carte d'écarts-types d'erreur d'ébauche pour chaque canal satellite utilisé dans l'analyse.

*Références :*

Documentation GCO complète :

<http://gco.meteo.fr/welcome/spip.php?article118>

## 2. Impact de la chaîne en double

### 2.0. Déroulement de cette chaîne

Cette chaîne a été basculée en opérationnel après 64 journées de comparaison avec l'opérationnel, elle a démarré le 11/07/2006 après un redémarrage de la chaîne lié au remplacement du nouveau fichier de débiaisage des ATOVS réalisé sur une période où le comportement de ces capteurs avait été très perturbé. Le retour au fichier de débiaisage opérationnel a permis de retrouver un comportement correct de la chaîne en double. De plus, la chaîne correspondante Aladin n'a été prête que 20 jours plus tard avec une départ effectif de la comparaison le 01/08/2006. La bascule a eu lieu le 19/09/2006.

### 2.1. Monitoring des nouvelles observations pour ARPEGE et ALADIN

- Diagnostic d'obs utilisées :
  - profileurs : extension de l'utilisation des obs de 400 hPa à 250 hPa => +45 % d'obs en + utilisées ds ARPEGE double et + 70% d'obs en + utilisées ds ALADIN double
  - obs SSMI et GPS sol utilisées ds ARPEGE et ALADIN double

	ARPEGE double	ALADIN double
ZTD GPS sol	dispo : 23820 util : 826 prop : 3.5 %	dispo : 21884 util : 188 prop : 0.9 %
Tb SSMI	dispo : 25693 util : 4590 prop : 17.9 %	dispo : 346 util : 125 prop : 36 %
Tb AIRS	dispo : 624188 util : 29143 prop : 4.7 %	

A noter que seul DMSP-F13 est utilisé aux niveau des analyses ALADIN double cut-off long car seulement présent aux réseaux de 06h et 18h UTC. DMSP-F15 est par contre présent à tous les réseaux sur le domaine ALADIN mais jamais utilisé. DMSP-F15 toujours non utilisable => aucune obs SSMI utilisées à l'analyse cut-off court de 00h UTC.

- Obs GPS sol :

3 centres de traitement GPS sont utilisés : ASI, MET et GFZ pour ARPEGE et LPT, GFZ, ASI et GOP pour ALADIN. A noter la très forte irrégularité au cours du temps des volumes d'observations disponibles par centre de traitement. KNM diffuse des données depuis le 17 août dernier. Données non utilisables pour le moment.

- Obs SSMI :

DMSP-F15 toujours inutilisable. Observations de DMSP-F13 correctement débiaisées

- Obs AIRS :

Observations uniquement stratosphériques et correctement débiaisées pointant vers 100 hPa, 85 hPa et 69 hPa. 20 canaux utilisés sur 93 disponibles. Attention aux observations « nuageuses » actuellement utilisées mais à ne pas utiliser sur on traitera dans le futur les canaux troposphériques. AIRS non extrait pour ALADIN. S'il l'était, AIRS AQUA serait pleinement utilisé à 00h et 12h UTC cut-off long mais quasiment pas aux réseaux intermédiaires.

## 2.2. Comparaison des scores objectifs des 2 versions d'ARPEGE

L'impression générale sur cette chaîne est la très grande neutralité. Les différences moyennées temporellement entre les EQM de chacune des 2 chaînes sont en général inférieures à la première des isolignes non nulles traditionnellement choisies. C'est pour cette raison que nous ne reproduisons pas ces figures classiques car elles sont vides. Ainsi, on retrouve cette neutralité pour chaque référence:

1. par rapport à l'analyse du CEPMMT (AC) : le géopotential (sauf une dégradation entre 150 et 100 hPa dans les Tropiques de 1m), la température, le vent (vectoriel et en module) et l'humidité relative.
2. par rapport aux données de radiosondages (TP) : le géopotential (sauf une amélioration de 1m sur l'Europe à 250 hPa entre 60 et 84 h), la température, le vent (vectoriel et en module), l'humidité relative
3. par rapport aux analyses Arpège (PAA): la température, le vent (vectoriel et module), l'humidité. Seul le géopotential présente des améliorations de l'ordre de 1 m au dessus de 50 hPa après 48 h ce qui reste extrêmement faible à ces altitudes.

Afin de regarder ces apports de faible amplitude, nous avons réduit l'écartement des isolignes (division par 4) afin de vérifier que l'inclusion des nouvelles observations agissait conformément aux attentes. La figure 1 reproduit les différences d'erreurs pour le géopotential par rapport aux radiosondages. On peut vérifier que l'impact est plutôt positif sur les domaines extra-tropicaux dans la troposphère et négatif dans la stratosphère. La maximum d'amélioration est situé sur l'Europe et atteint 1 m. Les isolignes d'humidité relative montrent que sur le domaine Europe, nous avons une amélioration des prévisions d'humidité relative par le double vraisemblablement liée à l'assimilation des données de GPS et de SMM/I. De la même façon, nous voyons une amélioration atteignant 0.1 m/s du vent vectoriel dans la troposphère dans les domaines extra-tropicaux (Figure 3) qui est à relier à l'amélioration des champs thermodynamiques (humidité et température entre autres) et aussi à l'assimilation de données supplémentaires de vents issues des profileurs.

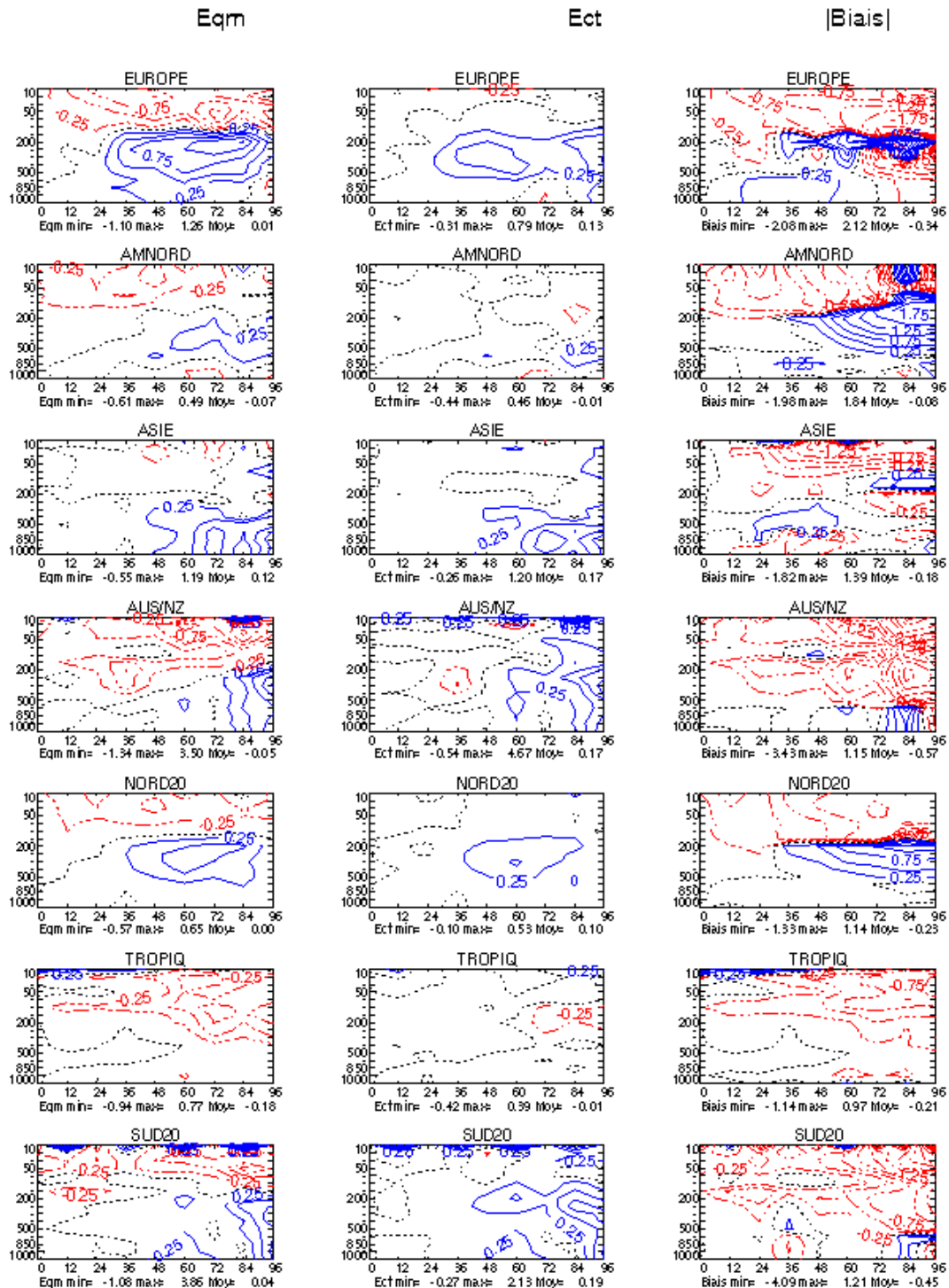
L'utilisation de l'analyse du CEPMMT permet de mettre en évidence ce qui se passe en plus sur les domaines incluant des parties maritimes. Sur la figure 4, on s'aperçoit que les erreurs de géopotential sont cohérentes avec celles trouvées par rapport à TP sur l'ensemble des domaines de vérification. Par contre, l'amélioration est beaucoup plus nette pour le champ d'humidité relative (comparer Figures 2 et 5). Cela montre que les données du satellite SSM/I apportent une correction pertinente utile à la prévision essentiellement sur mer et particulièrement dans la zone inter-tropicale. Enfin, l'amélioration sur le champ de vent vectoriel (Figure 6) est confirmée par rapport à AC et reste du même ordre de grandeur.

Si l'on prend comme dernière référence les analyses des versions opérationnelle et double d'Arpège, les conclusions sur l'amélioration due à ces modifications, sont maintenues. Seul le champ d'humidité relative déroge à cette règle. En effet, l'humidification de l'analyse amène une activation dans les premières échéances de la pluie qui entraîne une variation forte de l'humidité relative prévue par rapport à celle analysée par le double d'où la dégradation si cette référence est choisie (Figure 7). Un re-réglage de la physique pourrait donc s'avérer bénéfique dans le futur pour limiter cette oscillation.

Le signal d'amélioration troposphérique en altitude est significatif à 90 % par test de bootstrap de façon nette par rapport à AC et beaucoup moins par rapport à TP.

On analyse le comportement de cette chaîne en double par rapport aux données de surface. En prenant les SYNOP comme référence, on ne constate aucune différence entre les 2 chaînes en terme de performances près du sol ou en pression réduite au niveau de la mer, pour les domaines à haute ou basse résolution. De la même façon, on ne détecte pas de différence de comportement entre les 2 chaînes pour les précipitations au cours de la période de test.

**GÉOPOTENTIEL : PA.r 0/TP-PAD.r 0/TP**  
(/0.25m) Chaîne 2006\_02, Nouvelles Observations+25ITER+SIGMAB  
64 cas, 11/07/2006\_00UTC -> 18/09/2006\_12UTC



**Figure 1** : différence des scores des modèles opérationnel et double par rapport aux données de radiosondages pour les champs de géopotentiel donnée par les isolignes de différences d'EQM (à gauche), d'écarts-types (au centre) et de valeur absolue du biais (à droite) espacées de 1 m en fonction de l'échéance de la prévision en abscisse et de la pression en ordonnée. Ces résultats sont moyennés temporellement du 11/07/2006 au 18/09/2006. Le bleu signe une amélioration du double par rapport à l'opérationnel et le rouge le contraire.

HUMIDITE : P.A.F 0/1P-PAD.0/1P  
(/0.25%) Chaîne 2006\_02, Nouvelles Observations+25ITER+SIGMAB  
64 cas, 11/07/2006\_00UTC -> 18/09/2006\_12UTC

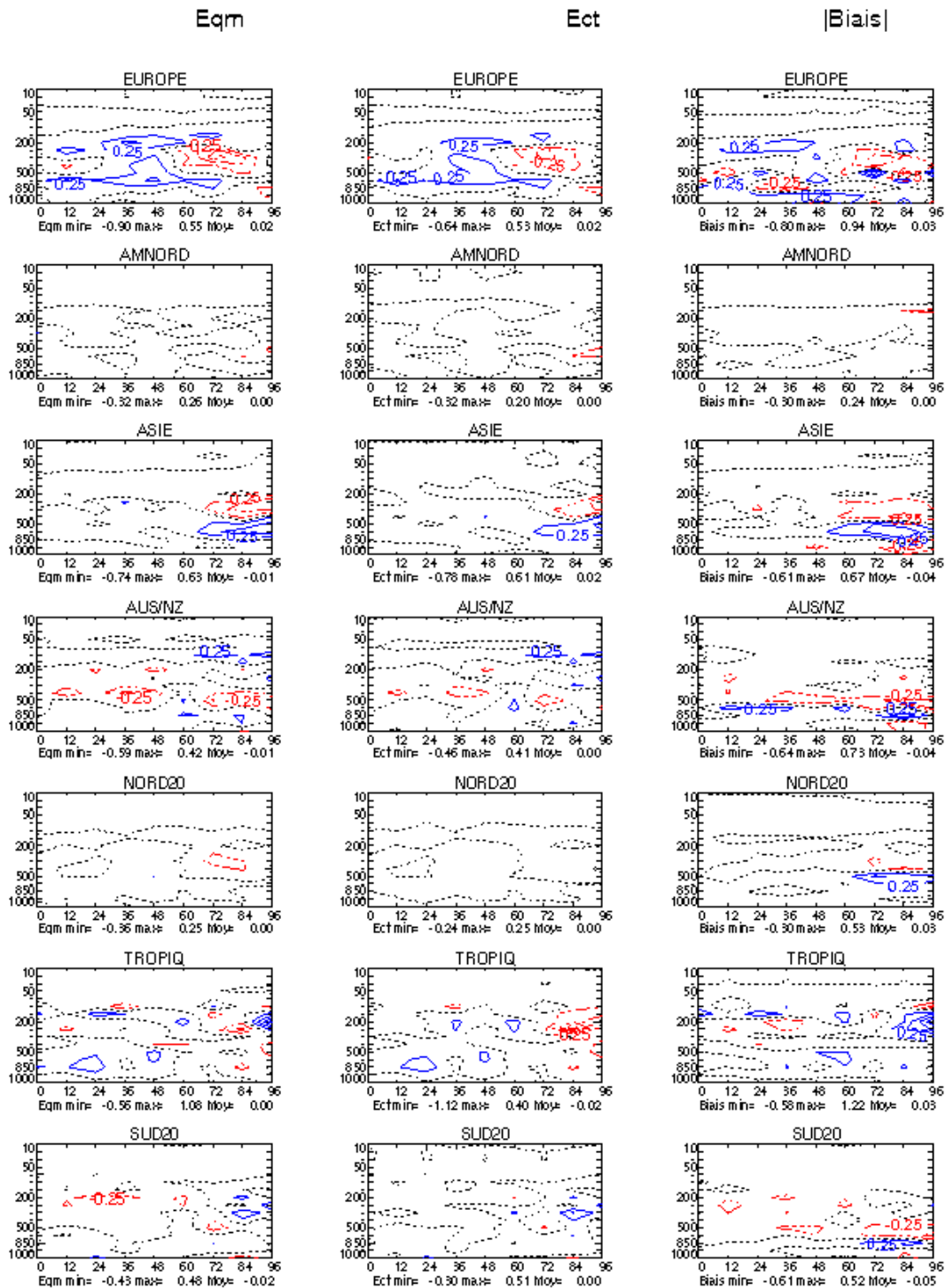


Figure 2 : même légende que pour la figure 1 mais pour l'humidité. Les isolignes sont alors espacées de 0.25 %.

VENT : PA.r 0/TP-PAD.r 0/TP  
(/0.05m/s) Chaîne 2006\_02, Nouvelles Observations+25ITER+SIGMAB  
64 cas, 11/07/2006\_00UTC -> 18/09/2006\_12UTC

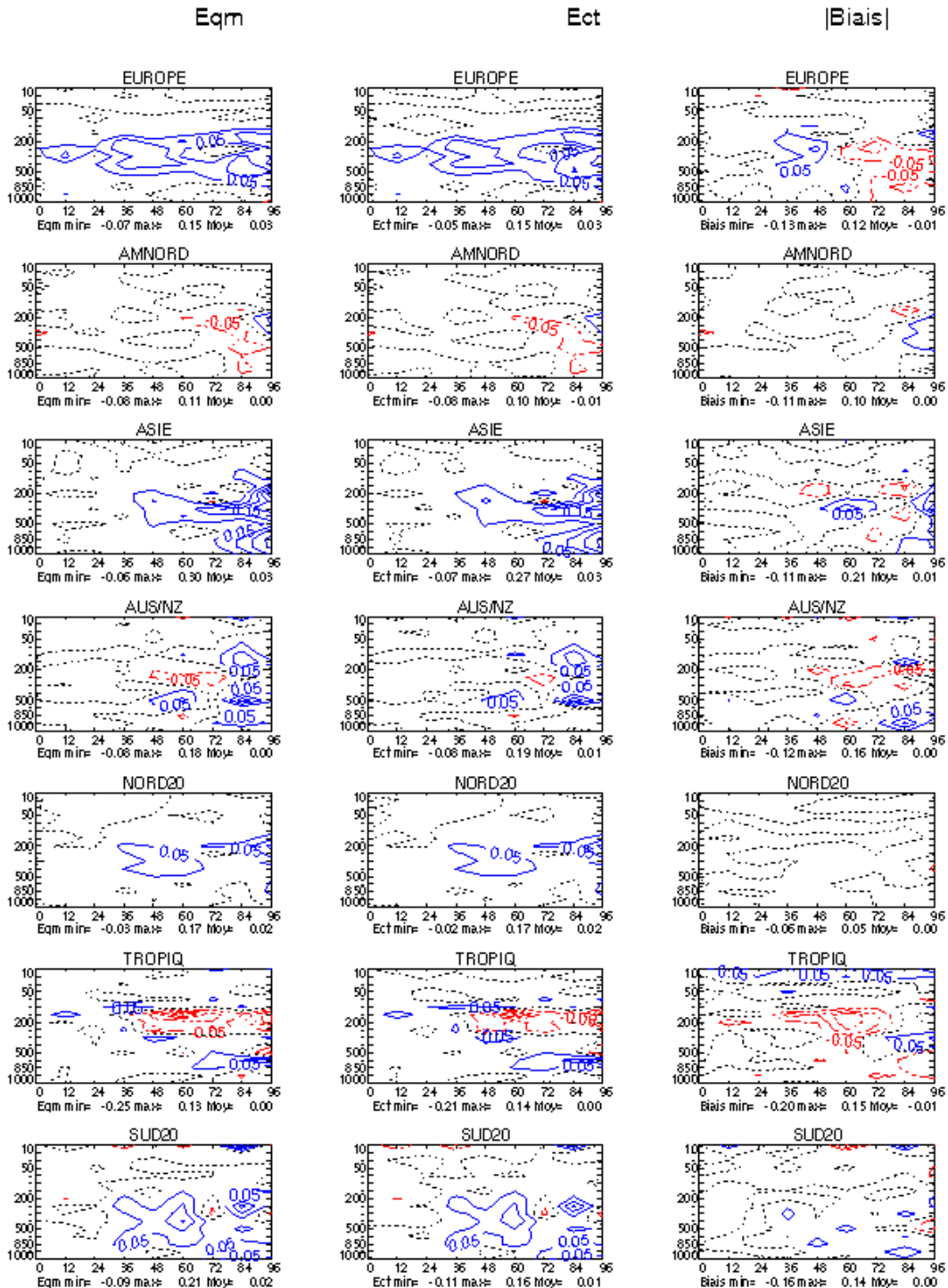
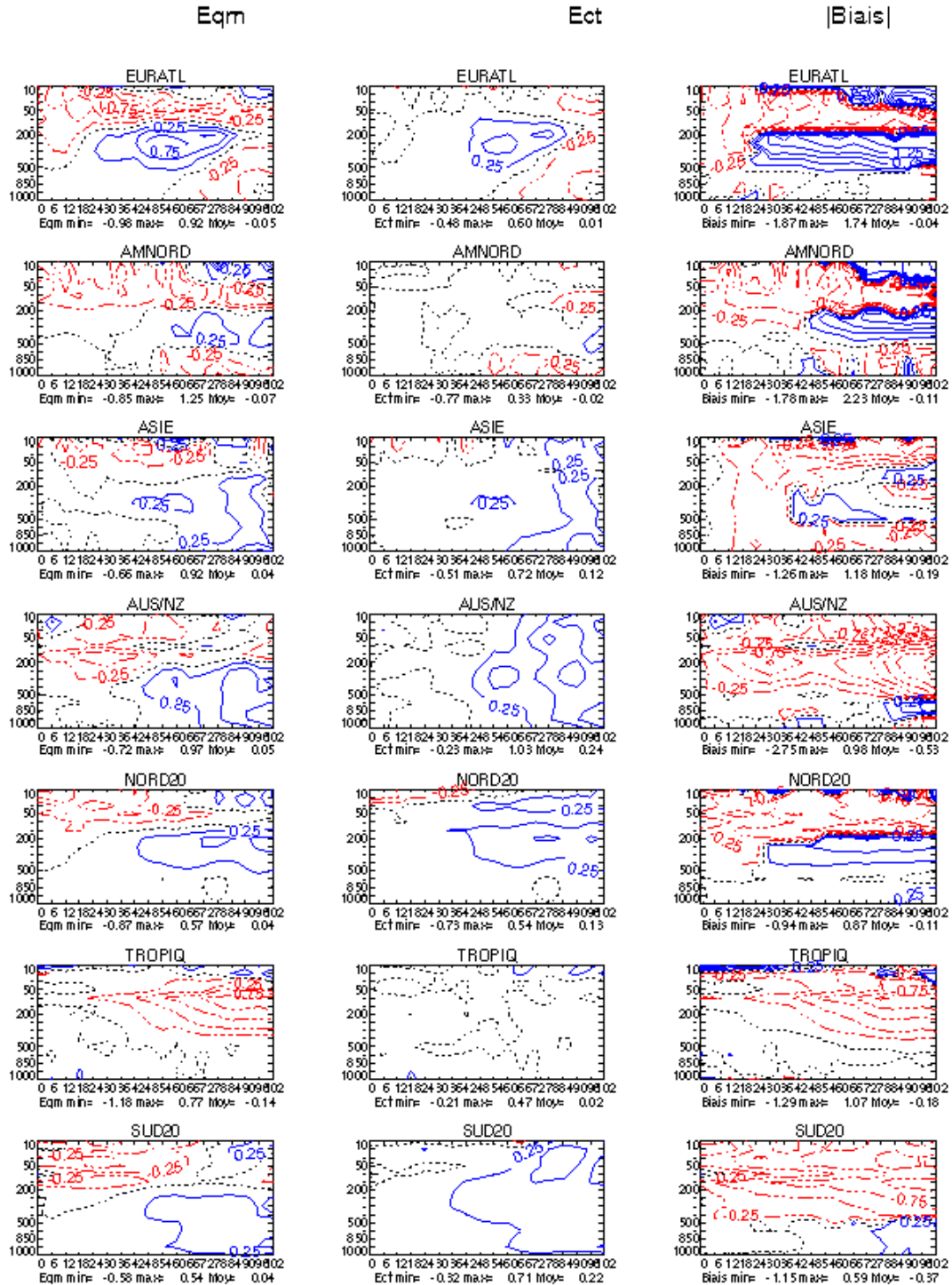


Figure 3 : même légende que la figure 1 mais pour le vent vectoriel. Les isolignes sont espacées de 0.25 m/s.



**GEPOTENTIEL : PA.r 0/AC-PAD.r 0/AC**  
(/0.25m) Chaîne 2006\_02, Nouvelles Observations+25ITER+SIGMAB  
64 cas, 11/07/2006\_00UTC -> 18/09/2006\_18UTC



**Figure 4 :** même légende que la figure 1 mais la référence est maintenant fournie par l'analyse du CEPMMT. Les isolignes sont espacées de 0.25 m

HUMIDITE : PA.r 0/AC-PAD.r 0/AC  
(/0.25%) Chaîne 2006\_02, Nouvelles Observations+25ITER+SIGMAB  
64 cas, 11/07/2006\_00UTC -> 18/09/2006\_18UTC

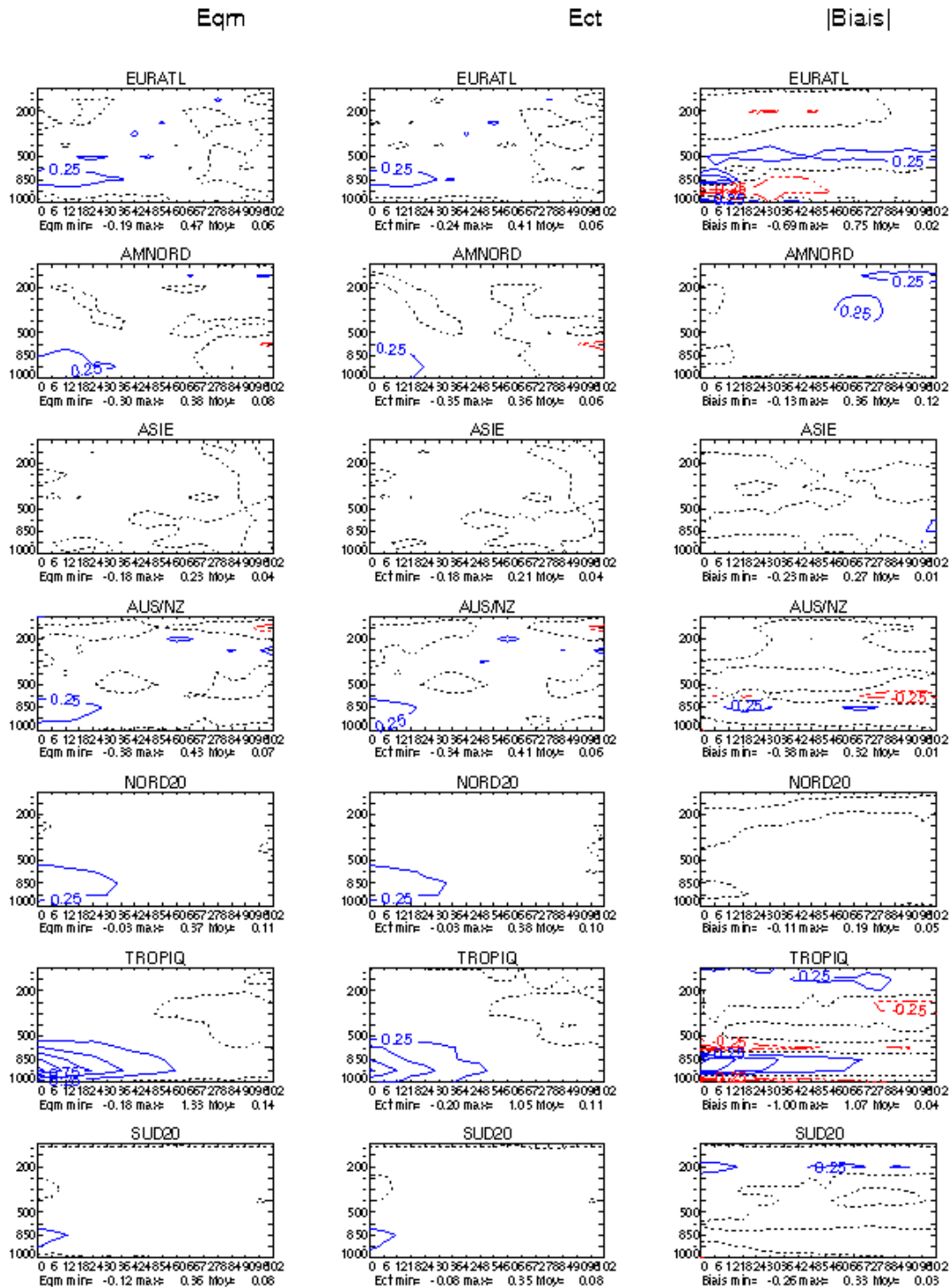


Figure 5 : même légende que la figure 2 mais la référence est maintenant fournie par l'analyse du CEPMMT.

**VENT : PA.r 0/AC-PAD.r 0/AC**  
(/0.05m/s) Chaîne 2006\_02, Nouvelles Observations+25ITER+SIGMAB  
64 cas, 11/07/2006\_00UTC -> 18/09/2006\_18UTC

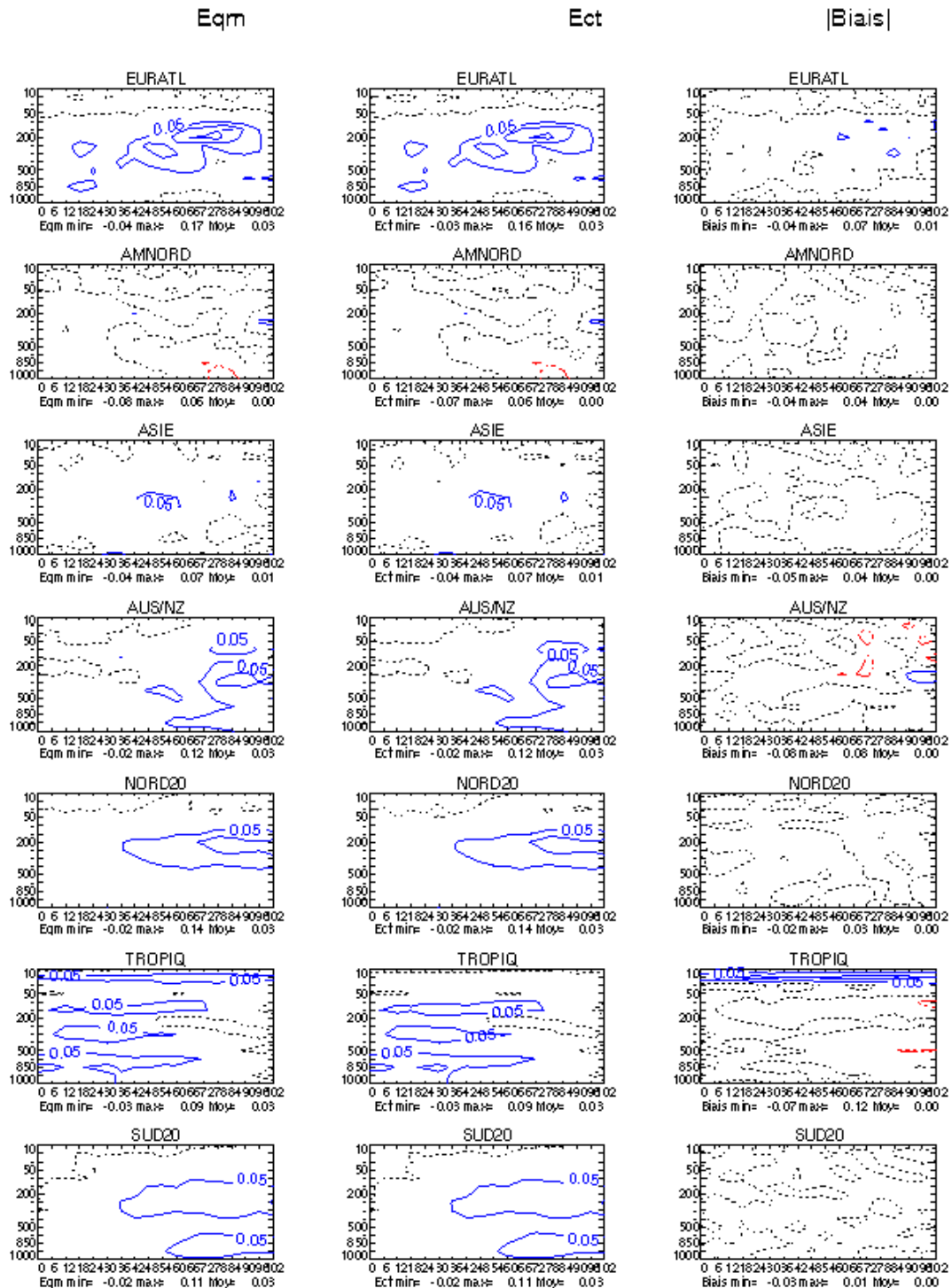


Figure 6 : même légende que la figure 3 mais la référence est maintenant fournie par l'analyse du CEPMMT.

HUMIDITE : PA.r 0/PAA-PAD.r 0/PAAD  
(/0.25%) Chaîne 2006\_02, Nouvelles Observations+25ITER+SIGMAB  
64 cas, 11/07/2006\_00UTC -> 18/09/2006\_18UTC

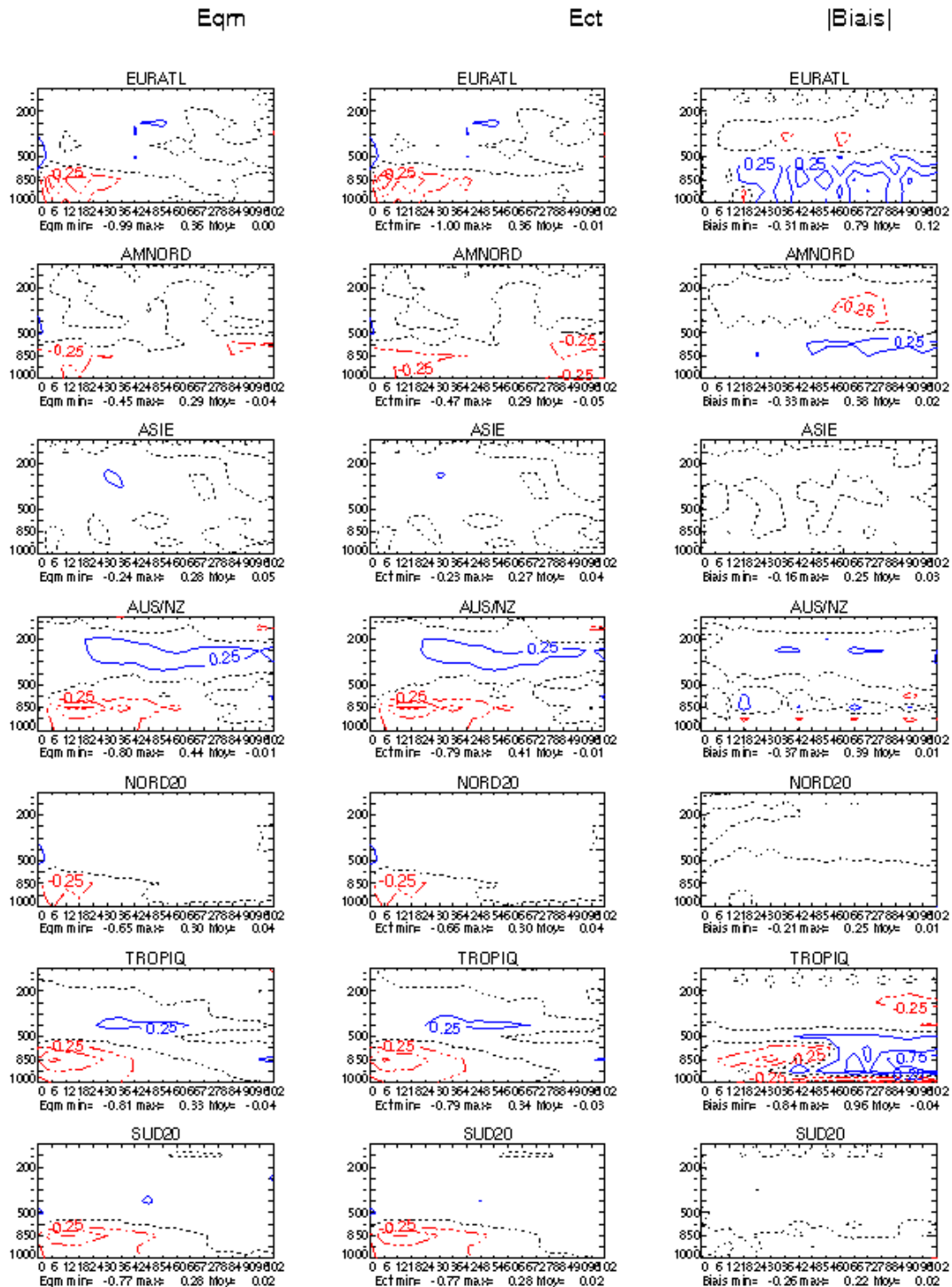


Figure 7 : même légende que la figure 2 mais la référence est fournie par les analyses des versions opérationnelle et double d'Arpège.

### 2.3. Contrôle subjectif

*Double/Oper*, du 11 juillet au 10 septembre 2006

	00,30	30,54	54,78	78,102	
++	2	1	2	3	8
+	1	8	12	8	29
=	3	11	15	39	68
-	2	2	3	4	11
--	1	1	2	2	6

Les résultats portent sur une validation de **62 prévisions**.

Seules deux prévisions ont été jugées identiques sur l'ensemble des échéances.

Contrairement aux scores objectifs qui concluent à une pseudo-neutralité, la validation subjective montre que sur les paramètres de pression mer et force de vent au niveau 1.5 PVU sur le domaine préiso une amélioration de la qualité de la prévision.

Durant le mois de juillet, la situation est restée bloquée avec un anticyclone qui a rejeté le flux perturbé bien au nord du 50<sup>ème</sup> nord, les différences entre les deux modèles étaient minimales et peu significatives.

De plus, les prévisions des épisodes convectifs qui ont traversé la France n'ont subi aucune dégradation ou amélioration significative.

Le mois d'août a amené un changement radical de temps. D'une situation estivale, nous sommes passés à une situation automnale avec un courant jet bien marqué et circulation zonale persistante.

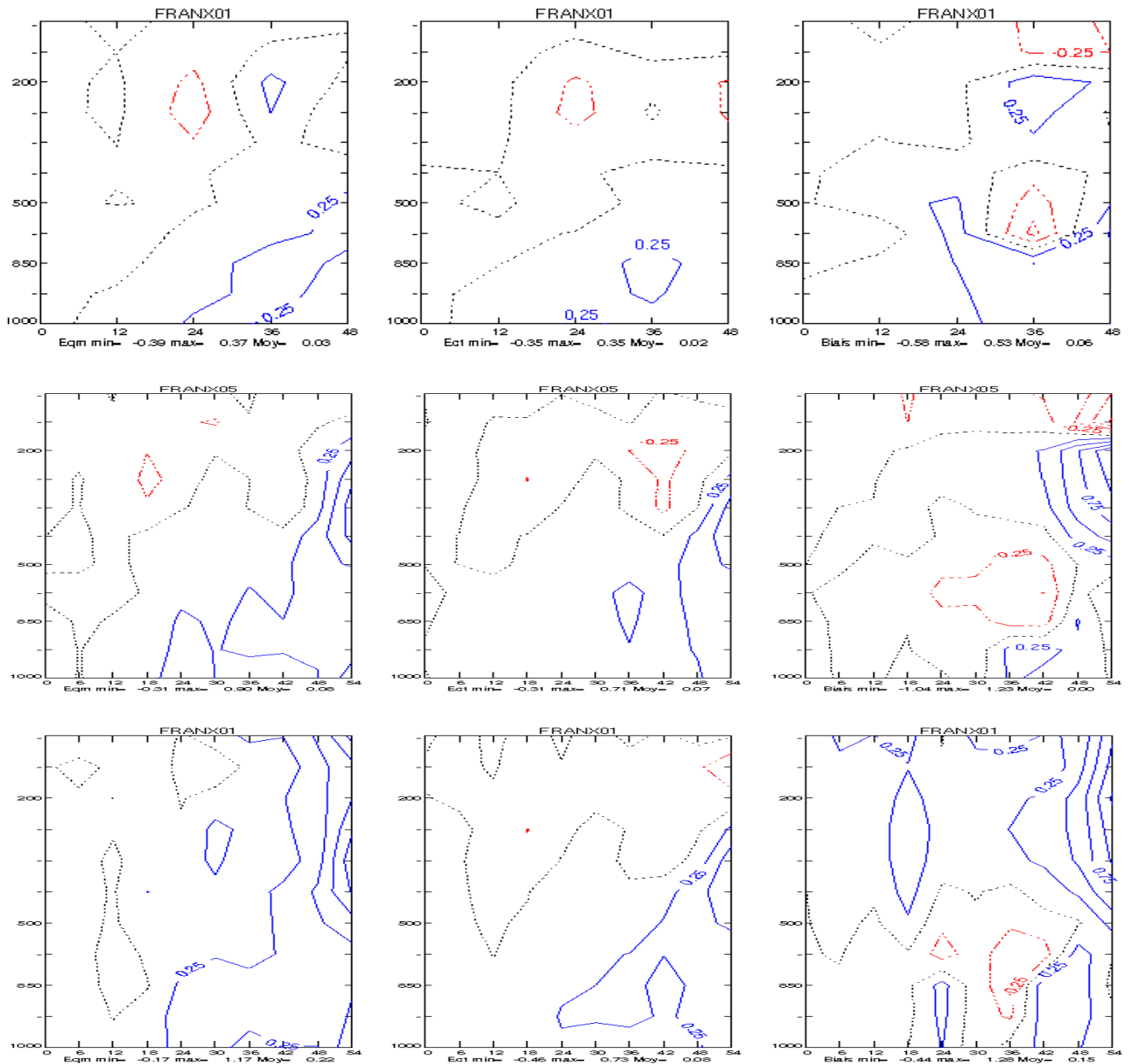
Dans ce courant perturbé, des nombreuses cyclogénèses se sont produites et ont été généralement mieux prévues par la chaîne TEST.

En fin du mois d'août et début du mois de septembre, le cyclone tropical ernesto a interagi avec le flux perturbé et dans ces conditions la chaîne TEST n'a plus présenté régulièrement d'amélioration dans un flux toujours rapide mais basculant au sud-ouest sur l'Europe.

Au niveau des ARPEGEADES, au cours de ces deux mois on a noté 9 cas pour la chaîne oper contre 5 cas pour la chaîne test. Ceci pourrait s'expliquer par une meilleure prévision des jets d'altitude.

**2.4. Contrôles objectifs sur ALADIN**

Les scores d'Aladin sont neutres et le même traitement que pour Arpège sur les isolignes a été appliqué à Aladin. Du fait de la faible étendue du domaine de vérification, les différences de scores sont plus bruitées que celles d'Arpège. Pour le géopotentiel, on observe que le changement de référence modifie les scores et que le double permet un gain en basses couches pour le seconde journée de prévision

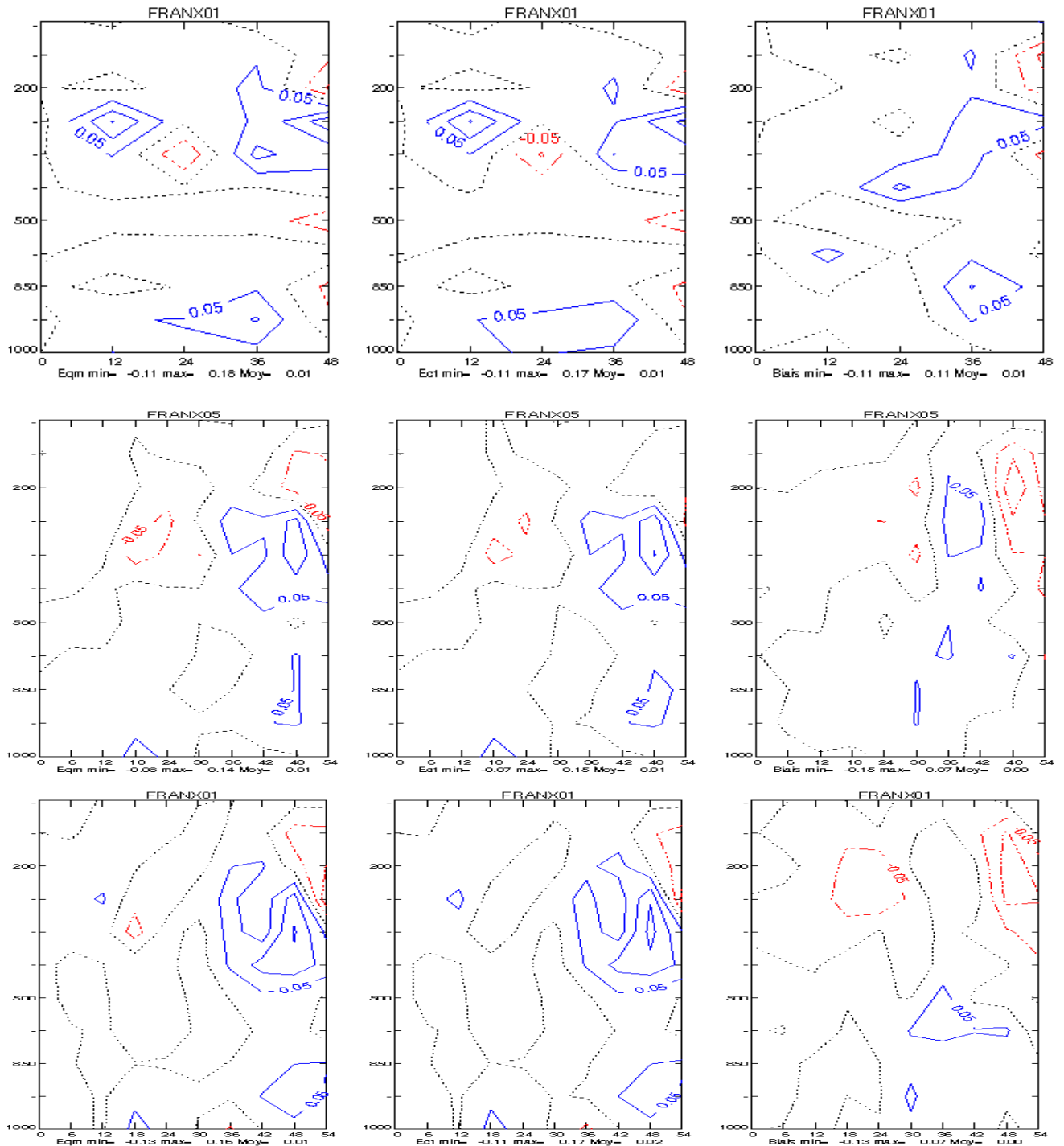


**Figure 8 :** différence des scores des modèles opérationnel et double pour les champs de géopotentiel donnée par les isolignes de différences d'EQM (à gauche), d'écarts-types (au centre) et de valeur absolue du biais (à droite) espacées de 1 m en fonction de l'échéance de la prévision en abscisse et de la pression en ordonnée. Ces résultats sont moyennés temporellement du 1/08/2006 au 18/09/2006. Le bleu signe une amélioration du double par rapport à l'opérationnel et le

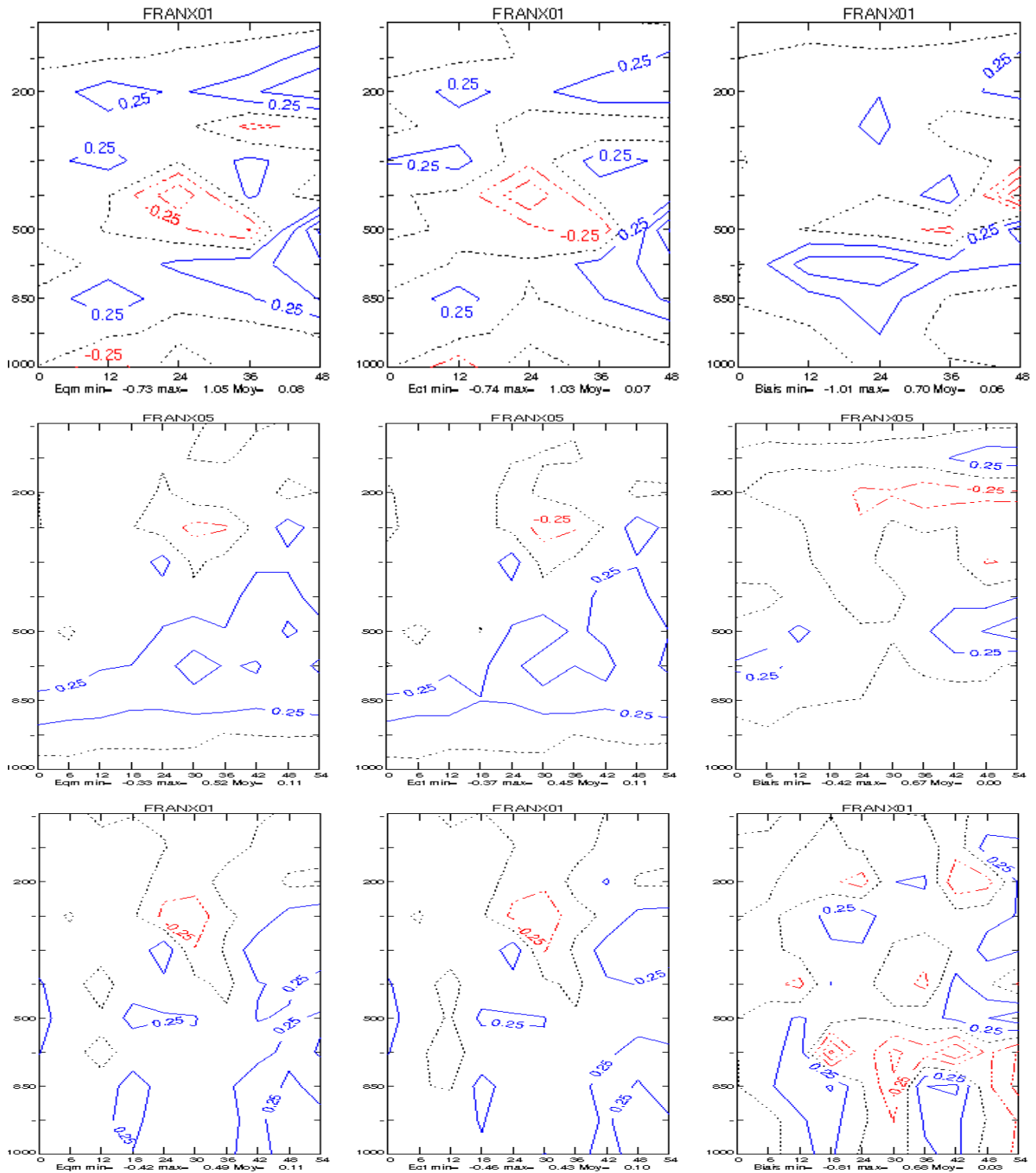


rouge le contraire. La première ligne correspondant à une référence fournie par les données de radiosondages, la seconde par l'analyse du CEPMMT et la troisième à l'analyse Aladin.

Les scores de vent (Figure 9) sont instables d'une référence à l'autre, le point commun le plus visible est une amélioration du vent à la tropopause entre 36 et 48 h.



**Figure 9 :** même légende que la figure 8 mais pour les erreurs de vent vectoriel (les isolignes sont espacées de 0.05 m/s)



**Figure 10 :** même légende que la figure 8 mais pour les erreurs d'humidité relative (les isolignes sont espacées de 0.25 %)

On observe une amélioration de l'ordre de 0.25 % pour le champ d'humidité relative (Figure 10) en fin de simulation dans la moitié basse de la troposphère.

De plus, les scores par rapport aux données de surface ne montrent pas de différences entre les 2 versions comme c'était déjà le cas pour Arpège.

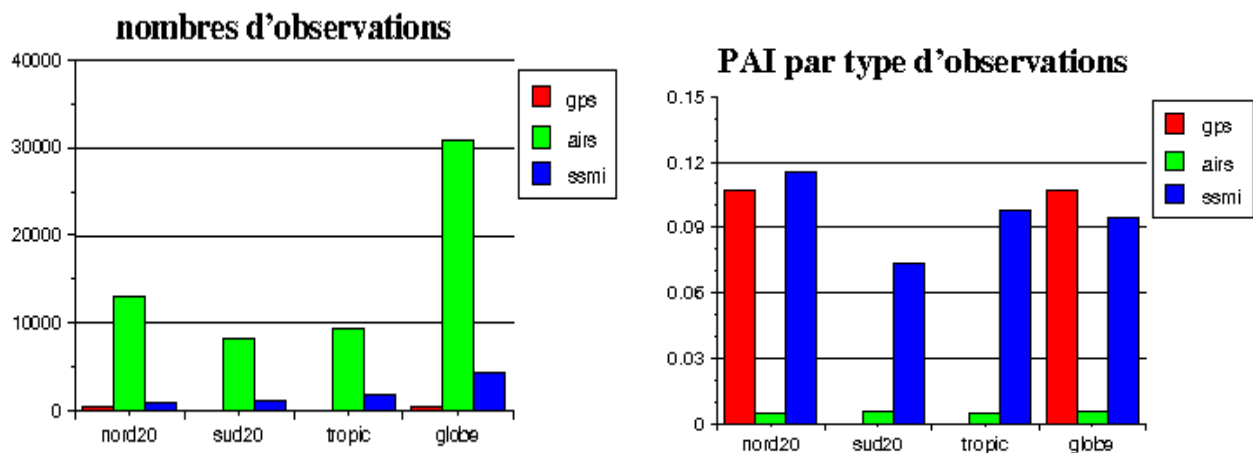


## 2.5. Informativité des nouvelles observations

Le but de cette section est d'utiliser un nouveau diagnostic d'informativité des observations pour juger de l'apport exact des observations dans le cycle d'assimilation. Le lecteur peu habitué à ces notions trouvera des explications et des références plus spécialisées dans Rinck (2005) disponible sur notre site [http://controle/modeles/etudes/STAGIT\\_06\\_2006/stage\\_IT\\_rinck\\_juin2006.pdf](http://controle/modeles/etudes/STAGIT_06_2006/stage_IT_rinck_juin2006.pdf).

La date choisie est le 01/09/2006 pour comparer le modèle opérationnel et double. Pour cette date, le nombre d'observations assimilées par le modèle Arpège a cru de 354635 à 394406 soit de 11 % en variation relative.

L'informativité globale est quant à elle passée de 22835 à 23465, soit une croissance de 3 %. En fait on s'aperçoit que l'informativité par observation a décliné en passant de 0.0644 à 0.0595 soit une décroissance de 8%. Ceci est en fait dû à la très faible confiance accordée aux nombreuses données AIRS (Figure 11) lors de leur inclusion dans l'assimilation 4DVAR qui est sensiblement 10 fois plus faible que celle accordée en moyenne aux observations assimilées (0.006). Ceci n'est pas le cas pour les autres nouveaux types d'observations i.e. SSM/I et GPS, qui se classent parmi les observations auxquelles on fait le plus confiance (Figure 11) mais leur nombre est relativement faible pour l'instant du fait de l'écrémage pour SSM/I et de la sélection très rigoureuse des stations GPS terrestres. On peut donc s'attendre à un impact plus fort de ces données dans le futur surtout pour AIRS quand la confiance pourra être augmentée dans l'assimilation



**Figure 11 :** Nombres d'observations et Influences Partielles (PAI) des différents types d'observations : GPS en rouge, AIRS en vert et SSM/I en bleu selon la zone géographique NORD20, SUD20, TROPIQUES et sur le globe entier. Le PAI moyen de l'ensemble des observations pour la version double d'Arpège est de 0.0595. Ces diagnostics ont été calculés à partir d'assimilations sur le réseau de 0 h du 01/09/2006.

## 3. Conclusion

La chaîne 2006\_02 mélange l'assimilation de nouvelles observations (GPS, AIRS, SSMI), une extension du domaine pris en compte pour les profileurs de vent et des modifications de l'algorithmique du 4DVAR. Elle a permis d'améliorer les scores d'humidité relative dans les basses couches tropicales avec un maximum de 1 %. Cependant les améliorations restent faibles et on peut surtout parler de neutralité des scores objectifs. Par contre, le résultat du contrôle subjectif est positif et a permis la bascule de cette chaîne le 19 septembre 2006.