

Études sur des améliorations possibles du couplage latéral dans AROME

Karam Essaouini : Direction de la Météorologie Nationale, Maroc.

Encadré par Gwenaëlle Hello. Décembre 2007

0. Introduction

Ce travail consiste en des études de possibilités d'amélioration du couplage latéral dans AROME. Il fait suite au travail déjà commencé en juillet 2007. On a commencé tout d'abord par l'augmentation de la fenêtre de couplage (Zone I) pour prendre successivement 16 et 24 points dans la zone de relaxation au lieu des 8 points usuels (NBZONG et NBZONL). Ensuite il a été question de relaxer l'orographie dans la zone de couplage en utilisant le coefficient de relaxation ALFA calculé dans SUEBICU. La période utilisée pour les différentes expériences sur la France est du 05/02/2007 au 26/02/2007. Le modèle avait donné un cumul de précipitation de 125 mm en 16H le 1 décembre 2007 sur la France, cette situation a été aussi étudiée. On a traité aussi le cas du mois d'août 2005 sur l'Autriche où le run AROME avait donné un cumul de précipitation entre 300 et 600 mm, selon les options, en une journée.

1. Augmentation de la taille de la fenêtre de couplage (16 points et 24 points, 623O et 625P)

La taille de la zone I a été augmentée à 16 points puis à 24 points au lieu de 8 points. Dans les deux cas, l'augmentation de la taille de la fenêtre entraîne une diminution de l'EQM concernant le champ de précipitation et cela à partir de 12H de prévision.

Il faut noter que pour une zone de couplage avec 24 points, il y a une diminution relative du biais sur le champ de pression à partir de 06H d'échéance.

Pour les deux expériences les scores de précipitation à échéance 12H s'améliorent ou à la limite restent égaux à ceux de l'expérience de référence ; l'amélioration est beaucoup plus prononcée pour le 21 et le 24 Février. Néanmoins il faut souligner l'augmentation de l'EQM pour le seul cas du 7 février 2007.

Les scores de température, humidité et vent en surface restent pratiquement égaux à ceux de l'expérience de référence (624W).

PRESSION

21 cas, 05/02/2007__00UTC -> 26/02/2007__21UTC

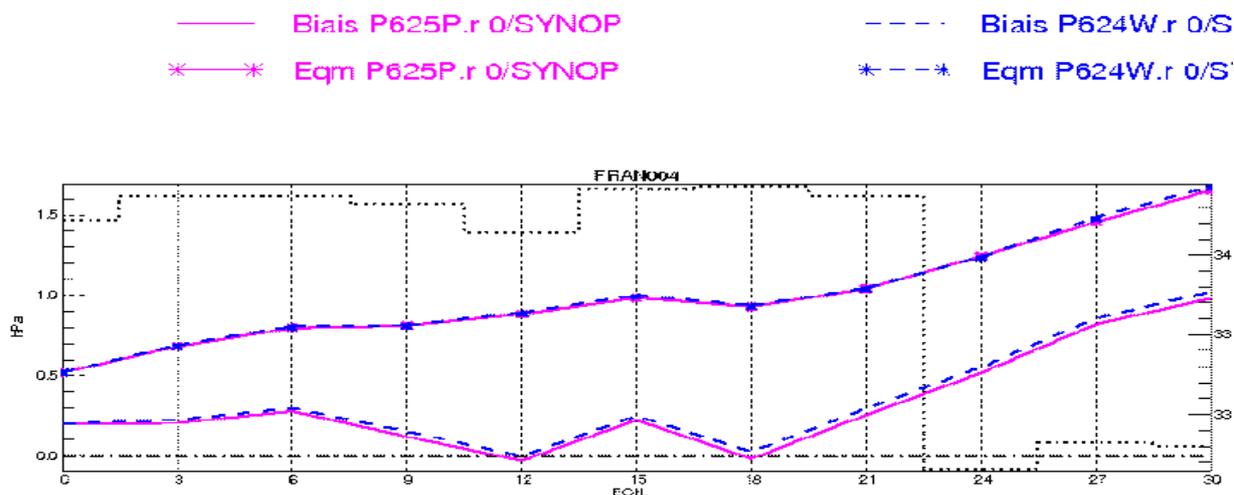


Figure 1 : Scores de Pression, 624W : Référence cy32t3, 625P : 24 points dans la zone I

PRESSION, ECH.= 12H
 05/02/2007_00UTC -> 26/02/2007_21UTC

— Biais P625P.r 0/SYNOP - - - - Biais P624W.r 0/S
 — Eqm P625P.r 0/SYNOP * - - * Eqm P624W.r 0/S'

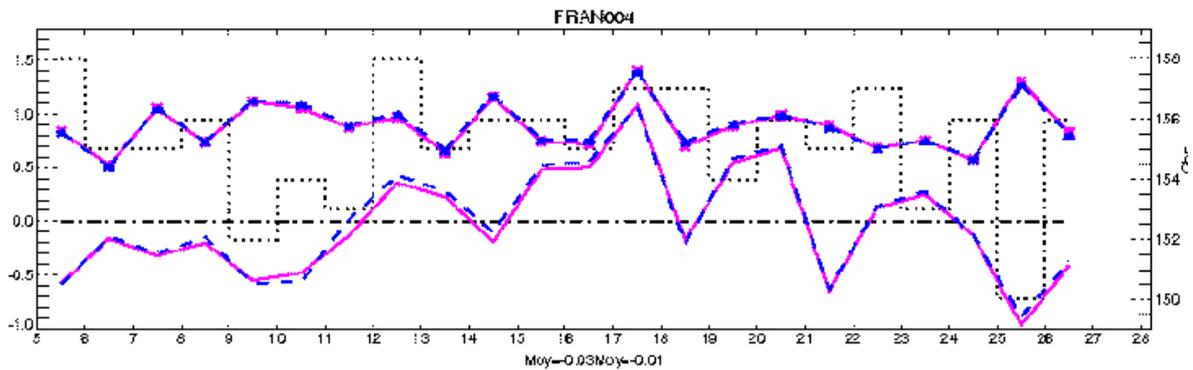


Figure 2 : Scores de Pression à 12H, 624W : Référence cy32t3, 625P : 24 points dans la zone I

PRECIPITATIONS, ECH.= 12H
 05/02/2007_00UTC -> 26/02/2007_21UTC

— Biais P625P.r 0/SYNOP - - - - Biais P624W.r 0/S
 — Eqm P625P.r 0/SYNOP * - - * Eqm P624W.r 0/S'

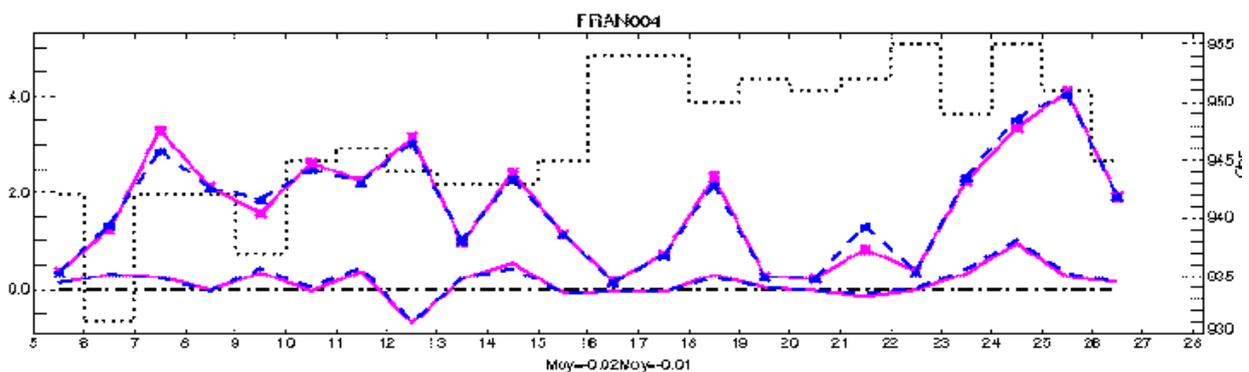


Figure 3 : Scores de Précipitation à 12H, 624W : Référence cy32t3, 625P : 24 points dans la zone I

2. Relaxation de l'orographie en utilisant le coefficient ALFA

L'orographie utilisée dans AROME dans la zone de couplage I est très différente de celle utilisée par le modèle ALADIN. Lors du couplage, on se retrouve donc dans la zone I avec des paramètres atmosphériques de grande échelle couplés avec une relaxation et une orographie brute de petite échelle (2.5 Km). L'idée est de fournir au modèle un relief relaxé dans la zone I qui soit plus en cohérence avec les champs eux-mêmes dans cette zone.

Pour cela, on a tout d'abord interpolé l'orographie ALADIN sur la grille AROME en utilisant la ee927 (expérience 626G). Sur la figure 4, on a représenté les différences entre cette orographie et celle utilisée dans AROME.

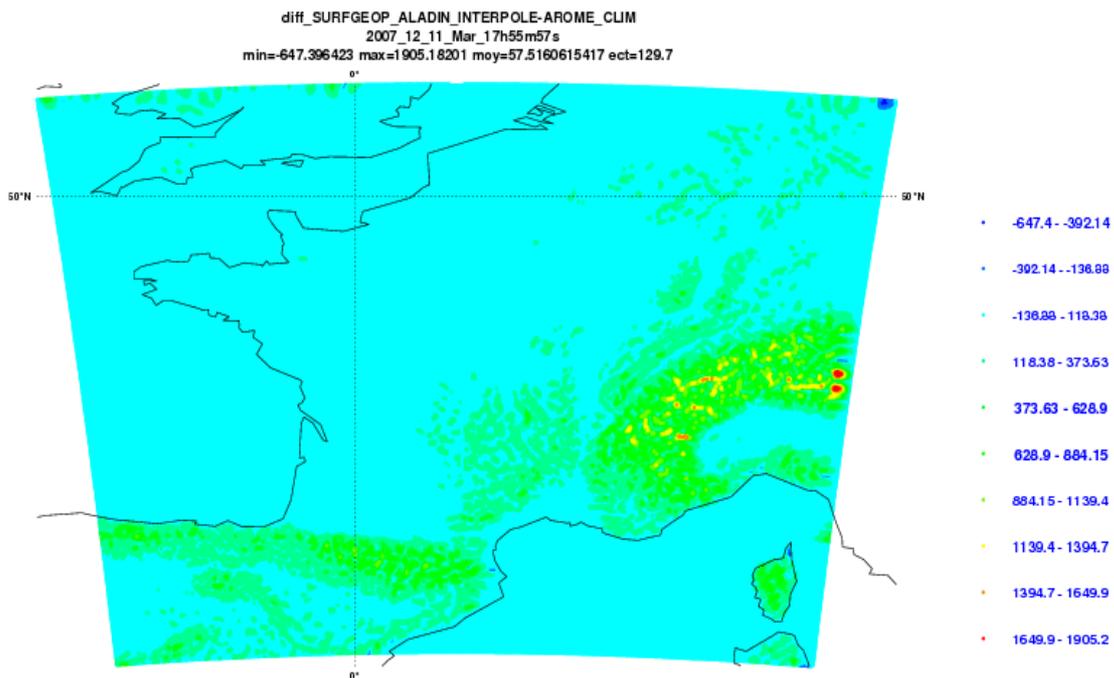


Figure 4 : Différence entre l'orographie interpolée d'ALADIN et l'orographie AROME

Construction du relief lissé dans la zone I.

On lance un setup du modèle dans lequel on lit l'orographie interpolé d'ALADIN et avec une combinaison avec l'orographie AROME, on calcule le nouveau champ dans SUEOROG.F90 (expérience 623P, tâche prévision sur 1 CPU !)
En effet :

$$\text{NEWOROG} = (1 - \text{EALFA}) * \text{ORAROM} + \text{EALFA} * \text{ORALAD}$$

où EALFA est le coefficient de relaxation déjà calculé dans SUEBICU.F90

Il faut noter que NEWOROG est un champ en point de grille et non spectral.

Après la construction du champ en points de grille, on lance une e923 pour avoir le relief spectral en utilisant le script `~mrpm618/scripts_util/relief_spectral`.

Sur la figure 5, on a représenté la différence entre le nouveau relief lissé dans la zone I et celui d'AROME. Les différences à l'intérieur de la zone ne dépassent pas 0.05 m et elles dépassent 1900 mgp dans la zone de couplage I.

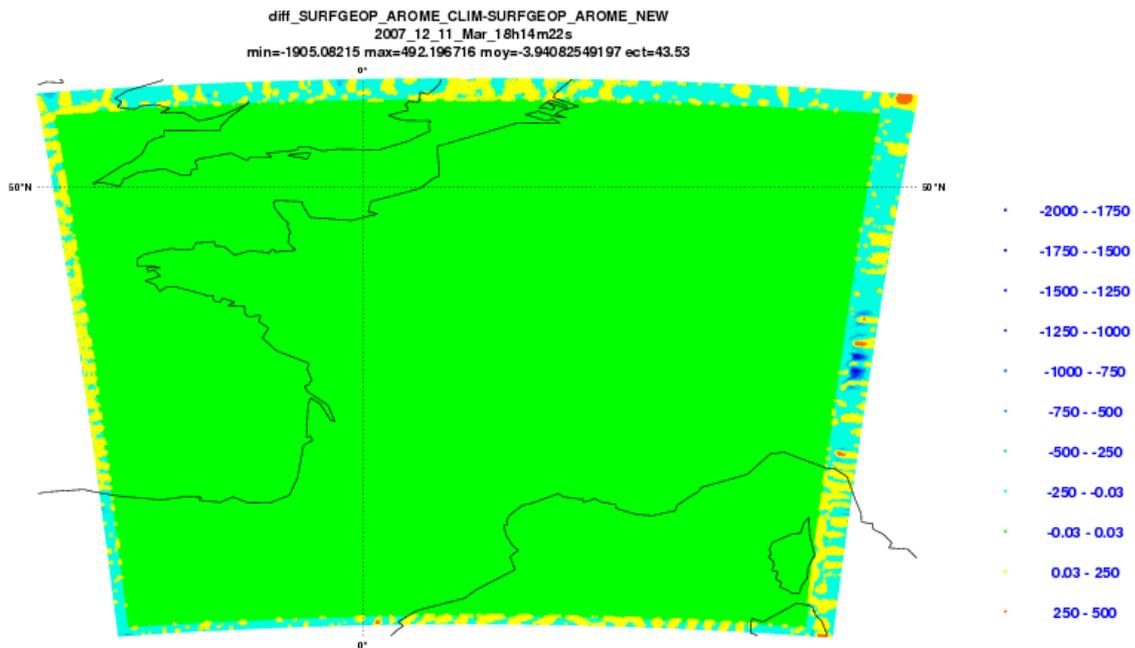


Figure 5 : Différence entre le relief AROME et le relief lissé dans la zone I

Expérience avec le relief lissé dans la zone I

On a lancé une prévision à 30H d'échéance sur la période étudiée (22jours) avec le relief lissé dans la zone de couplage (expérience 628P). Sur les figures 6-8, on a tracé les scores par rapport aux observations de cette expérience ainsi que ceux de l'expérience de référence (624W).

PRESSION

21 cas, 05/02/2007_00UTC -> 26/02/2007_21UTC

——— Biais P628P.r 0/SYNOP - - - - - Biais P624W.r 0/S
 — Eqm P628P.r 0/SYNOP * - - * Eqm P624W.r 0/S

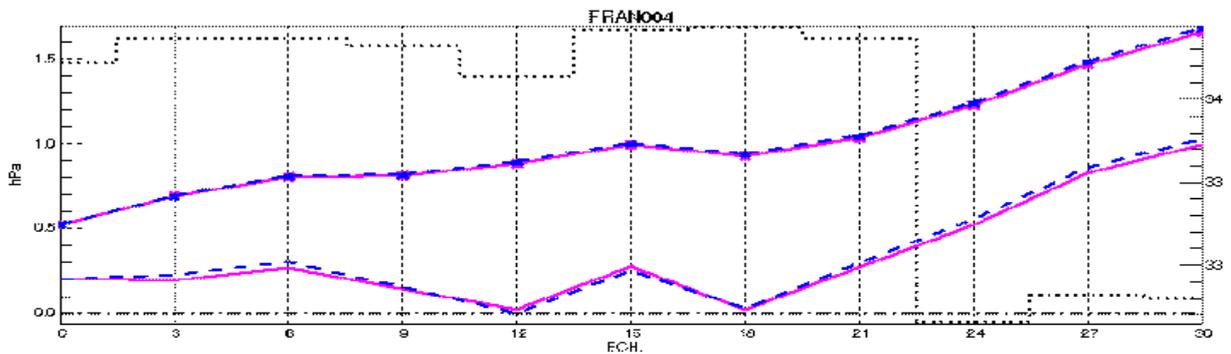


Figure 6 : Scores de Pression, 624W : Référence cy32t3, 628P : relief lissé dans la zone I

PRESSION, ECH.= 12H
 05/02/2007_00UTC -> 26/02/2007_21UTC

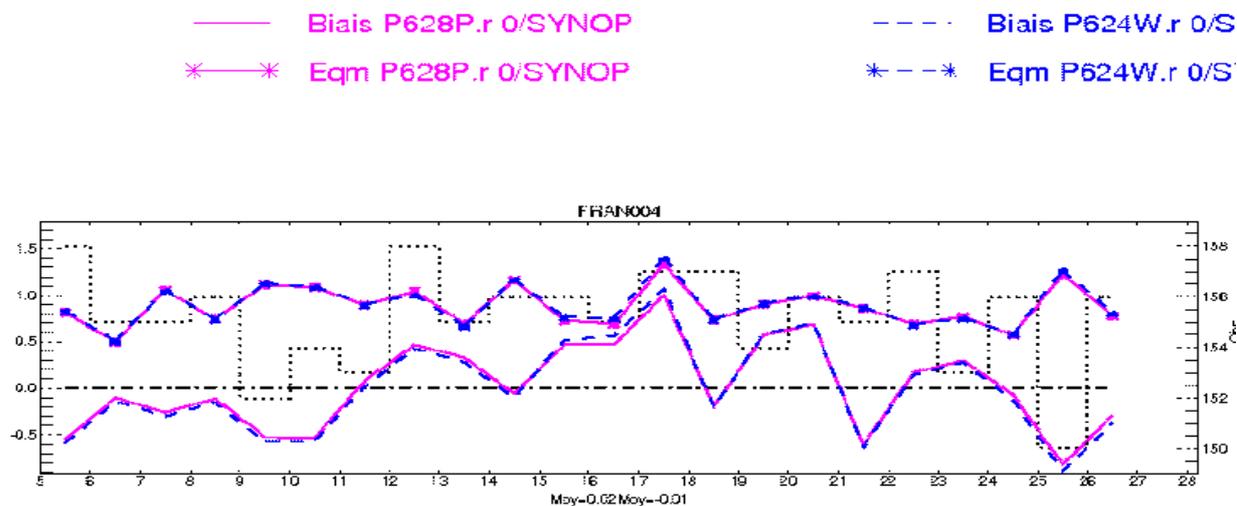


Figure 7 : Scores de Pression à 12H, 624W : Référence cy32t3, 628P : relief lissé dans la zone I

PRECIPITATIONS, ECH.= 12H
 05/02/2007_00UTC -> 26/02/2007_21UTC

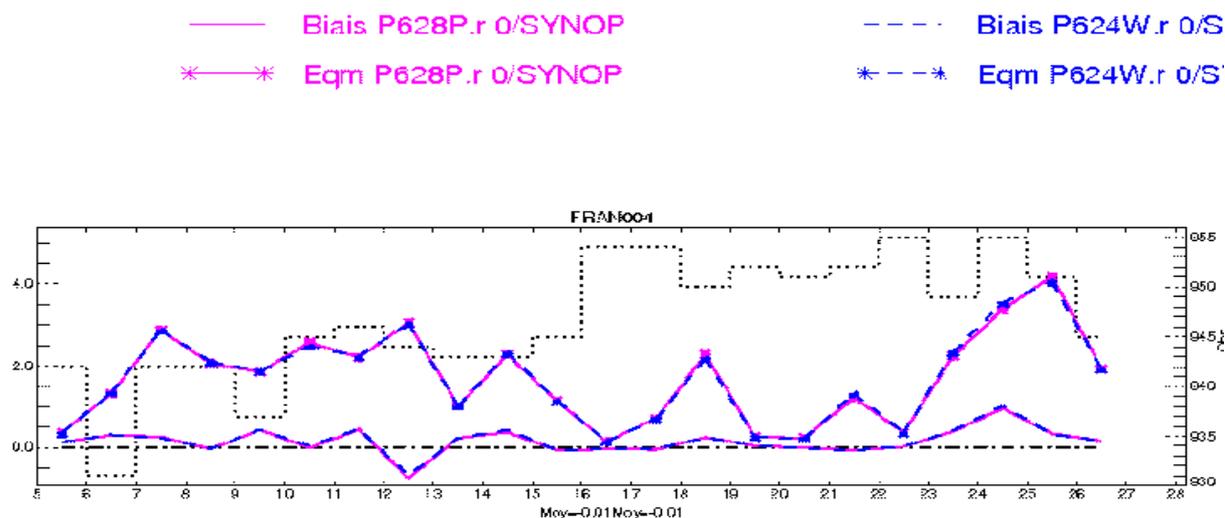


Figure 8 : Scores de Précipitation à 12H, 624W : Référence cy32t3, 628P : relief lissé dans la zone I

On remarque une amélioration relative des scores de pression (réduction du biais). Pour les précipitations on ne remarque pas de grandes différences sauf pour le 24 Février où il y a une diminution relative de l'erreur quadratique moyenne.

Le lissage du relief dans la zone I n'a pas eu de grand effet sur le champ des précipitations pour la période étudiée. En effet, le domaine est assez grand (FRAN04) et la situation météorologique se caractérise par un défilement de perturbations classiques d'ouest. On note aussi que la partie ouest du domaine est essentiellement constituée de la mer, le lissage du relief est très faible dans cette zone.

Moyenne des précipitations sur 22 jours.

Sur la figure 9 on a tracé les différences dans la moyenne des précipitations (moyenne calculée sur 22 jours) entre l'expérience de référence et l'expérience avec le relief lissé dans la zone I à 06H et 24H d'échéance.

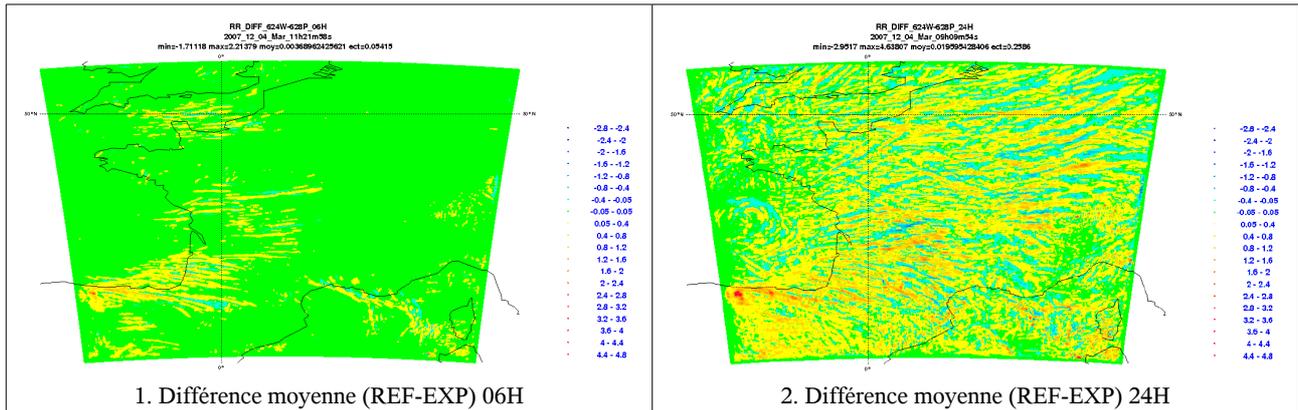


Figure 9 : différences dans la moyenne sur 22 jours des précipitations

On remarque que l'influence de la relaxation de l'orographie dans la zone I sur le champ de précipitation est de plus en plus importante que l'on avance en échéance. Les différences se propagent dans tout le domaine (FRAN04) et elles sont plus importantes sur le relief (nord de l'Espagne par exemple).

Cas du 1 Décembre 2007

Le cas du 1 décembre 2007 met en évidence un problème de forte précipitation dans la zone de couplage au nord du domaine FRAN04, sur le relief du Pays de Galle. La figure 10 illustre les plots de cumul de précipitation à 16TU pour un run AROME.

Le plot en zone C indique un maximum de 95mm sur le bord, en zone I, on passe à un maximum de 125mm (idem en zone E). On a donc un maximum très aberrant en zone I qui déborde sur plusieurs points en zone C.

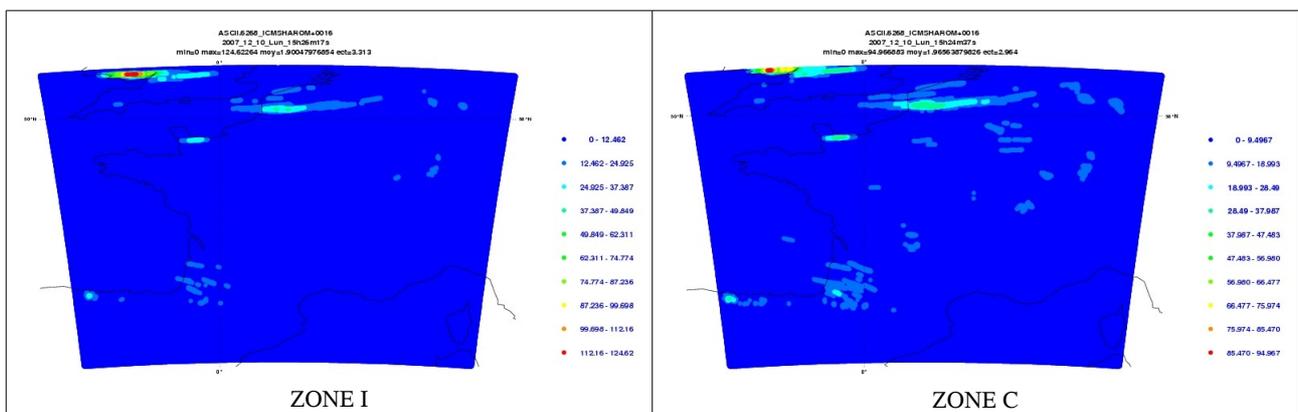


Figure 10 : Cumul de précipitations à 16H, le 1 décembre 2007.(61ER)

On a lancé une expérience (62AM) sur ce cas avec une relaxation du relief dans la zone de couplage I. La figure 11 illustre les plots de cumuls de précipitation à 16H. Sur la zone C on a un maximum de 81 mm sur le bord, en zone I, on passe à un maximum de 95 mm (idem en zone E). On a donc une nette amélioration dans le cumul des précipitations sur le relief du Pays de Galle.

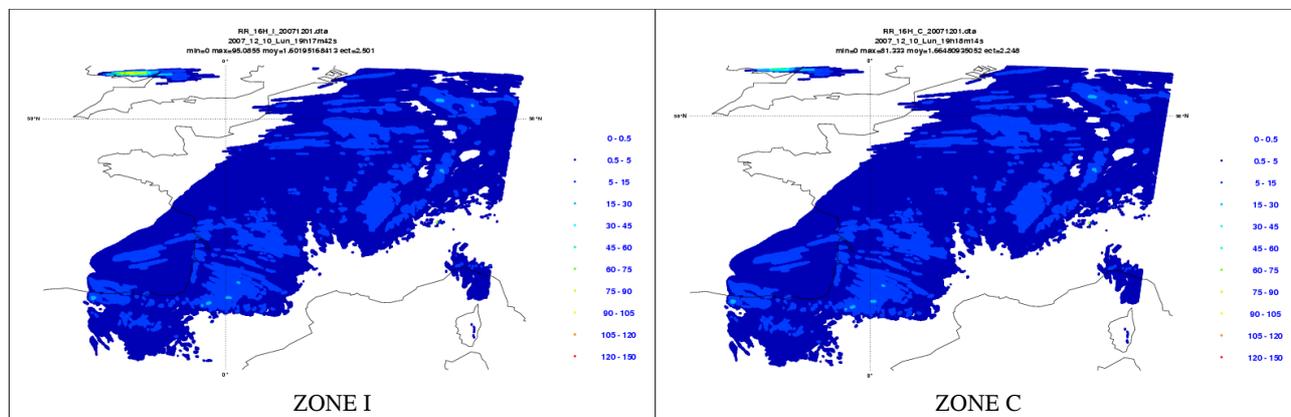


Figure 11 : Cumul de précipitations à 16H, le 1 décembre 2007 (62AM).

On a lancé une deuxième expérience (62AQ) sur ce cas avec une extension de la zone I à 24 points. La figure 12 illustre les plots de cumuls de précipitation à 16H. Sur la zone C on a un maximum de 74 mm sur le bord, en zone I, on passe à un maximum de 86 mm. Il faut dire qu'avec 24 points dans la zone I, la zone C se trouve rétrécie de 16 points justement là où il y a les fortes précipitations. L'impact sur la zone I peut être aussi dû au fait qu'on couple le champs de pluie RAIN avec zéro sur plus de points et donc, ça atténue également les pluies.

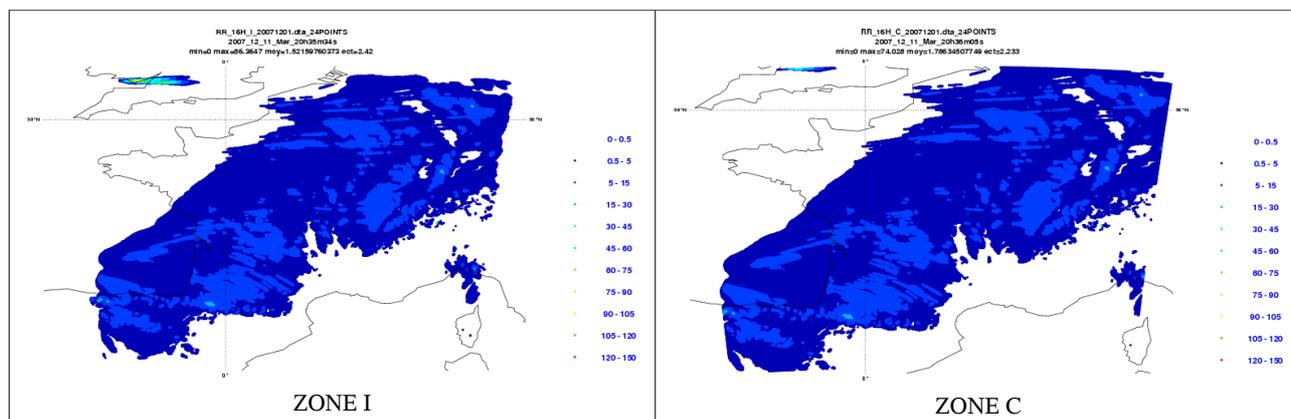


Figure 12 : Cumul de précipitation à 16H, le 1 décembre 2007 (62AQ).

Comparaison par rapport au run quotidien 61ER et aux pluviomètres

Sur la figure 13 (62AM) et la figure 14 (62AQ) on a tracé le cumul des précipitations de 1H à 16H des deux expériences ainsi que le cumul des précipitations observées. Il y a aussi le graphe illustrant la probabilité de détection ainsi que les fausses alarmes.

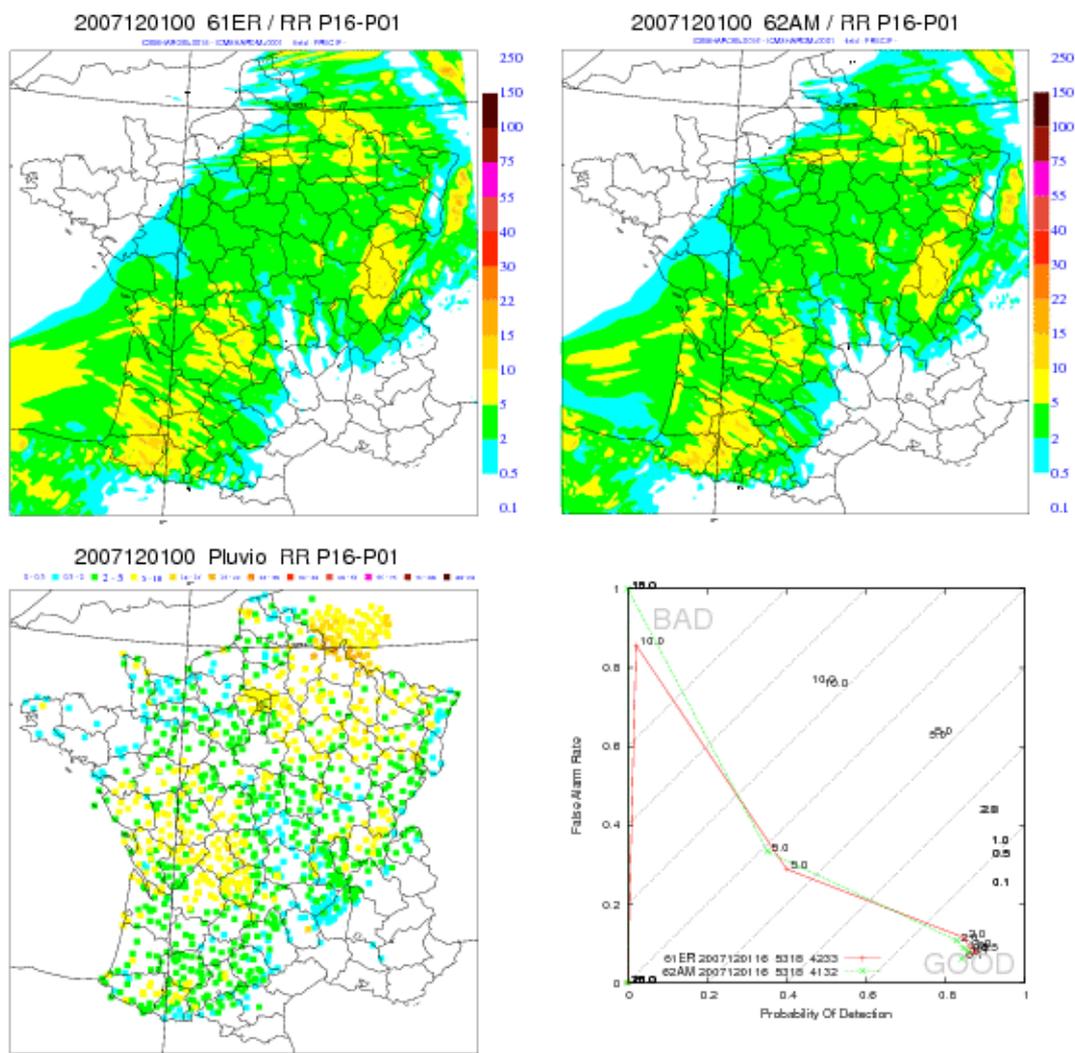


Figure 13 : Cumul des précipitations 16H-1H, expérience de référence (61ER), expérience avec le relief lissé dans la zone I (62AM) et l'observation (Pluviomètres)

Pour cette situation, en plus de l'amélioration dans la zone I citée auparavant, on a une réduction globale des intensités des précipitations sur la France. On réduit les fausses alarmes et on est plus proche de l'observation surtout dans la partie sud-ouest de la France.

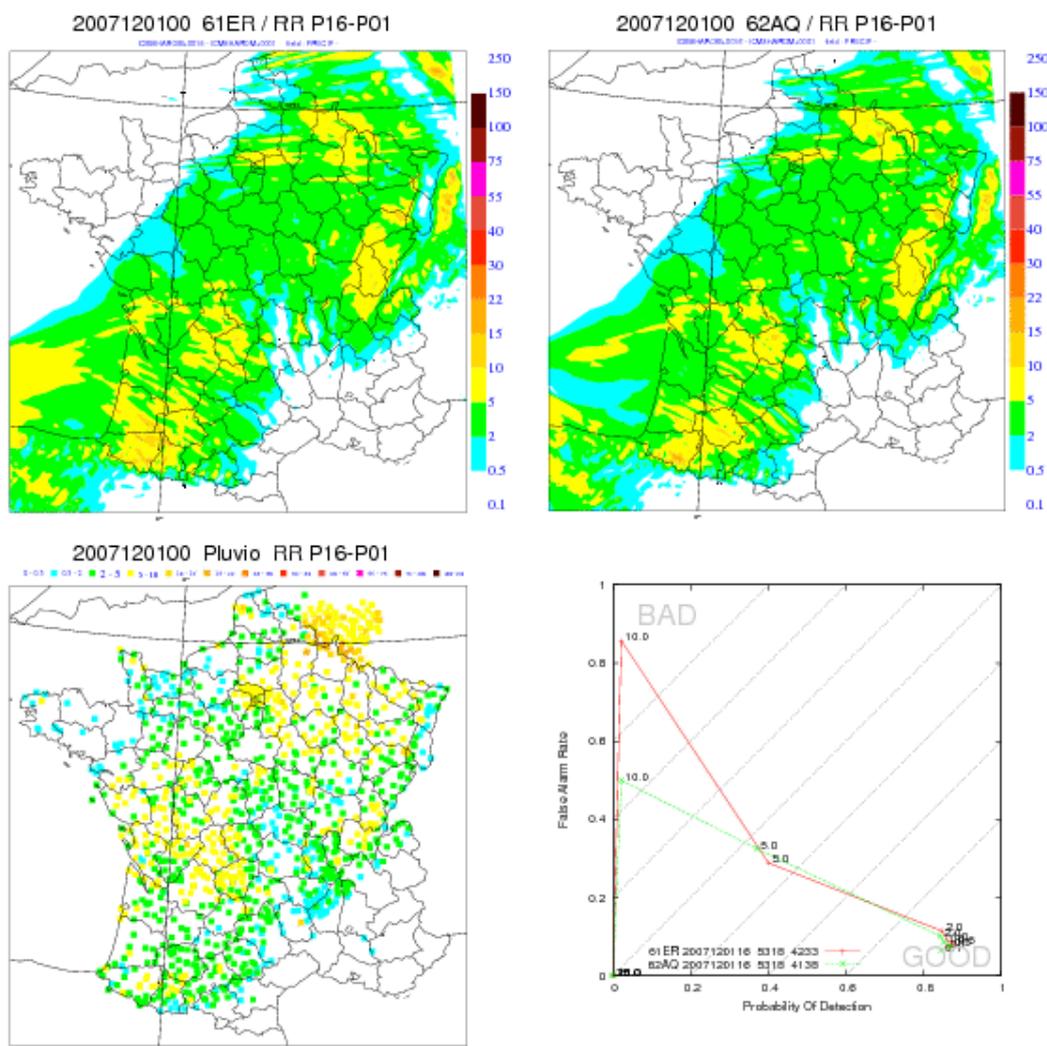


Figure 14 : Cumul des précipitations 16H-1H, expérience de référence (61ER), expérience avec le relief lissé dans la zone I (62AM) et l'observation (Pluviomètre)

L'expérience avec l'augmentation de la taille de la zone de couplage à 24 points a permis aussi une réduction globale des intensités des précipitations sur la France (qui peuvent être aussi dû au couplage de RAIN par 0 sur plus de points). On réduit les fausses alarmes d'une façon plus importante que dans le cas du lissage de l'orographie. On est aussi plus proche de l'observation surtout dans la partie sud-ouest de la France par rapport au run quotidien (61ER).

Le domaine FRAN04 étant assez grand, mise à part les améliorations consécutive dans la zone de couplage I, le lissage de l'orographie n'a pas eu des effets importants sur les précipitations à l'intérieur du domaine. Il faut donc essayer de voir l'influence de la relaxation de l'orographie sur des domaines plus petits et plus concernés par un relief sur les bords.

3. Cas de l'Autriche, août 2005

Le relief sur l'Autriche.

Pour la fabrication de l'orographie ALADIN interpolé sur la grille AROME on a utilisé l'expérience 629V. L'expérience 62A0 a été utilisée pour la fabrication du relief lissé dans la zone I sur 8 points et l'expérience 62AB pour construire le relief lissé dans la zone I sur 24 points.

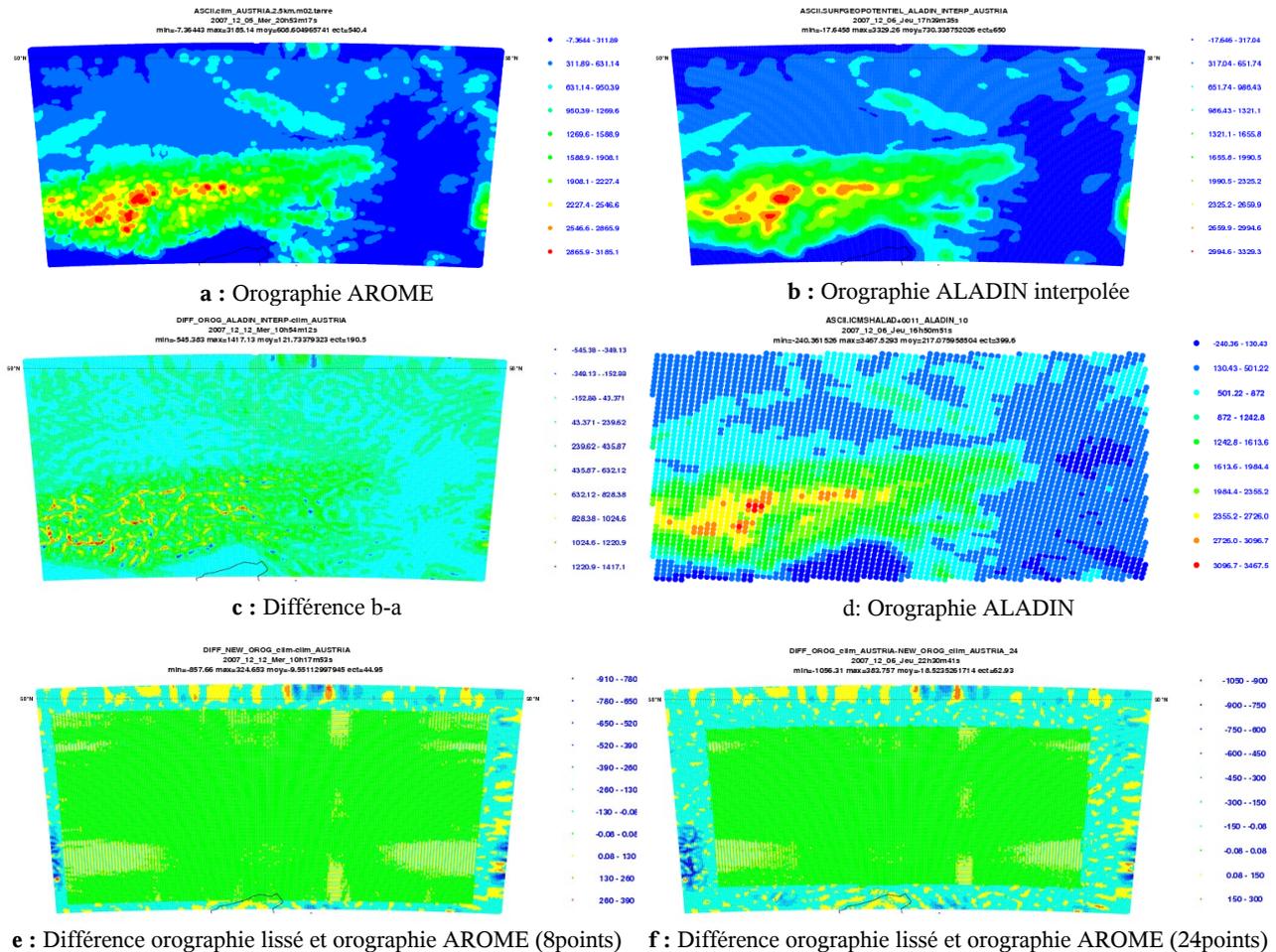


Figure 15 : Les différents reliefs sur l'Autriche, zone E

Situation du 24 Août 2005.

Le run AROME sur l'Autriche du 24 août 2005 avait donné, suivant les options utilisées, un cumul de précipitations entre 300 et 600 mm en 24 heures. Tout particulièrement sur un point dans la zone de couplage à l'ouest, alors qu'ailleurs les précipitations sont beaucoup plus faible.

On a lancé une expérience avec le relief lissé sur 8 points dans la zone I (expérience 62A5) et une autre avec un relief lissé sur 24 points dans la même zone (expérience 62AC). Sur le graphe 16, on a représenté le cumul des précipitations à 24H d'échéance et les différences par rapport à l'expérience de référence 625I fournie par Sylvie Malardel.

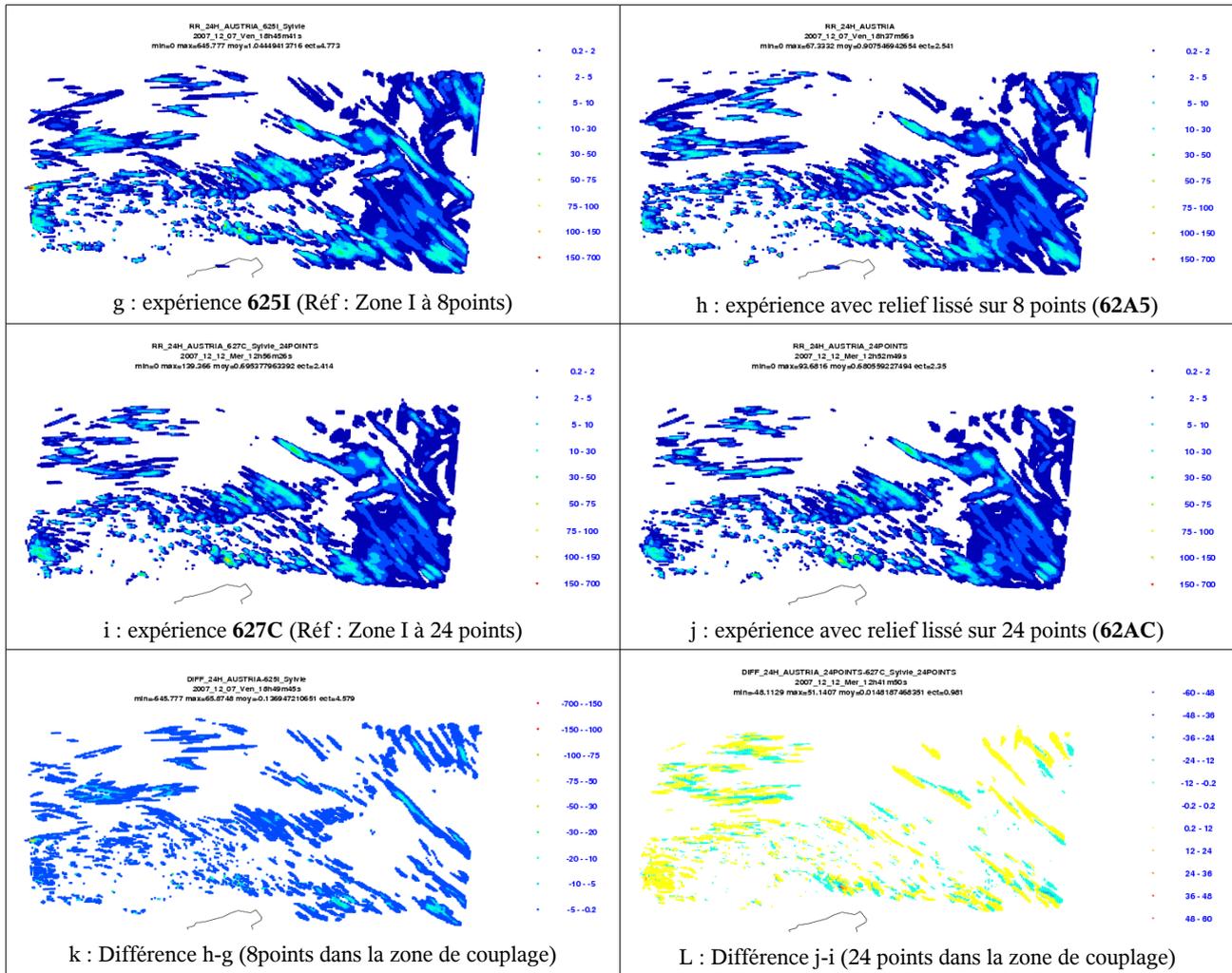


Figure 16 : Le cumul des précipitations 24H sur l'Autriche ainsi que les différences par rapport à la référence 24 Août 2005

On remarque que le problème des fortes précipitations dans la zone de couplage a été résolu par le relief lissé (graphe g et h, figure 16). Le maximum de pluie est de 67 mm au lieu de 645 mm.

Quand on augmente la taille de la zone I à 24 points, on a moins de précipitations (129 mm pour l'expérience de référence et 93 mm pour l'expérience avec le relief lissé), graphe i et j. L'impact du relief lissé semble beaucoup moins fort avec 24 points que avec 8 points. Mais ça peut aussi être dû au fait qu'on couple le champs de pluie RAIN avec zéro sur plus de points et donc, ça atténue également les pluies.

Expérience sur le mois d'août 2005 (62AE)

Moyenne des précipitations sur 31 jours.

Sur la figure 17, on a tracé les différences dans la moyenne des précipitations (moyenne calculée sur 31 jours) entre l'expérience de référence et l'expérience avec le relief lissé dans la zone I à 06H et 24H d'échéance.

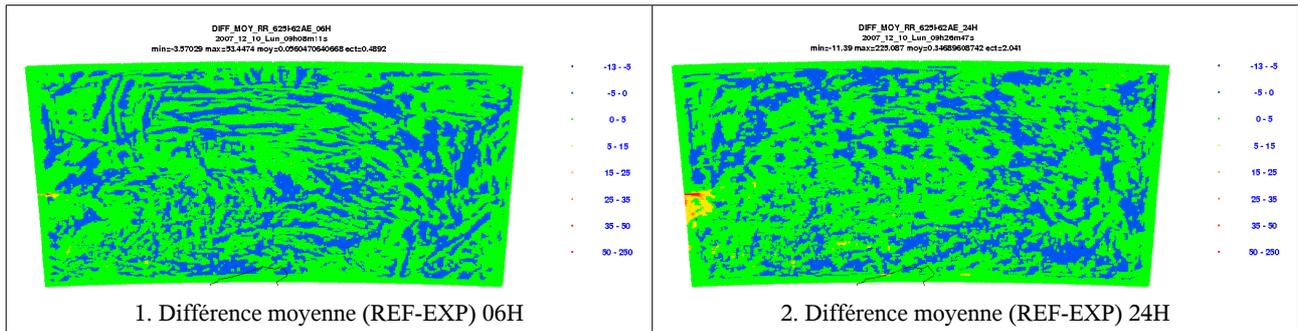


Figure 17 : différences dans la moyenne sur 31 jours des précipitations

On remarque que l'influence de la relaxation de l'orographie dans la zone I sur le champ de précipitation est de plus en plus importante qu'on avance dans l'échéance. Mais, à 06H d'échéance, on est déjà à 53mm de différence en moyenne ce qui est plus important que ce que l'on avait sur le domaine FRAN04. Les différences sont dans tout le domaine et sont toujours plus importantes sur le relief (partie ouest du domaine).

Scores sur l'Autriche et comparaison avec différents run d'AROME

On a calculé les cumuls des précipitations à 24 heure sur les 31 jours pour deux expériences. Sur le graphe 18 est illustré le plot de ces cumuls, AROME_v7_625J pour le run quotidien et 62AE pour l'expérience avec le relief lissé sur 8 points.

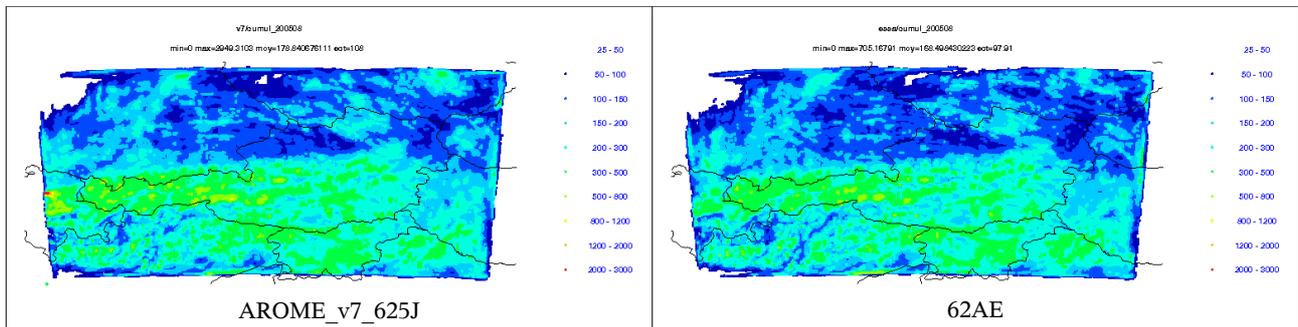


Figure 18 : cumuls des précipitations sur les 31 jours.

On a un maximum de 2949 mm pour l'expérience AROME_v7_625J alors qu'il n'est que de 705 mm avec le lissage de l'orographie dans la zone I. On constate une diminution des fortes pluies engendrées par les précipitations aberrantes dans zone I.

Ensuite, les scores ETS, FAR, HSS et POD ont été calculé par Eric Bazile. C'est une comparaison par rapport à une analyse de précipitation qui utilise les SYNOP et les radars. Les résultats sont présentés dans la figure 19.

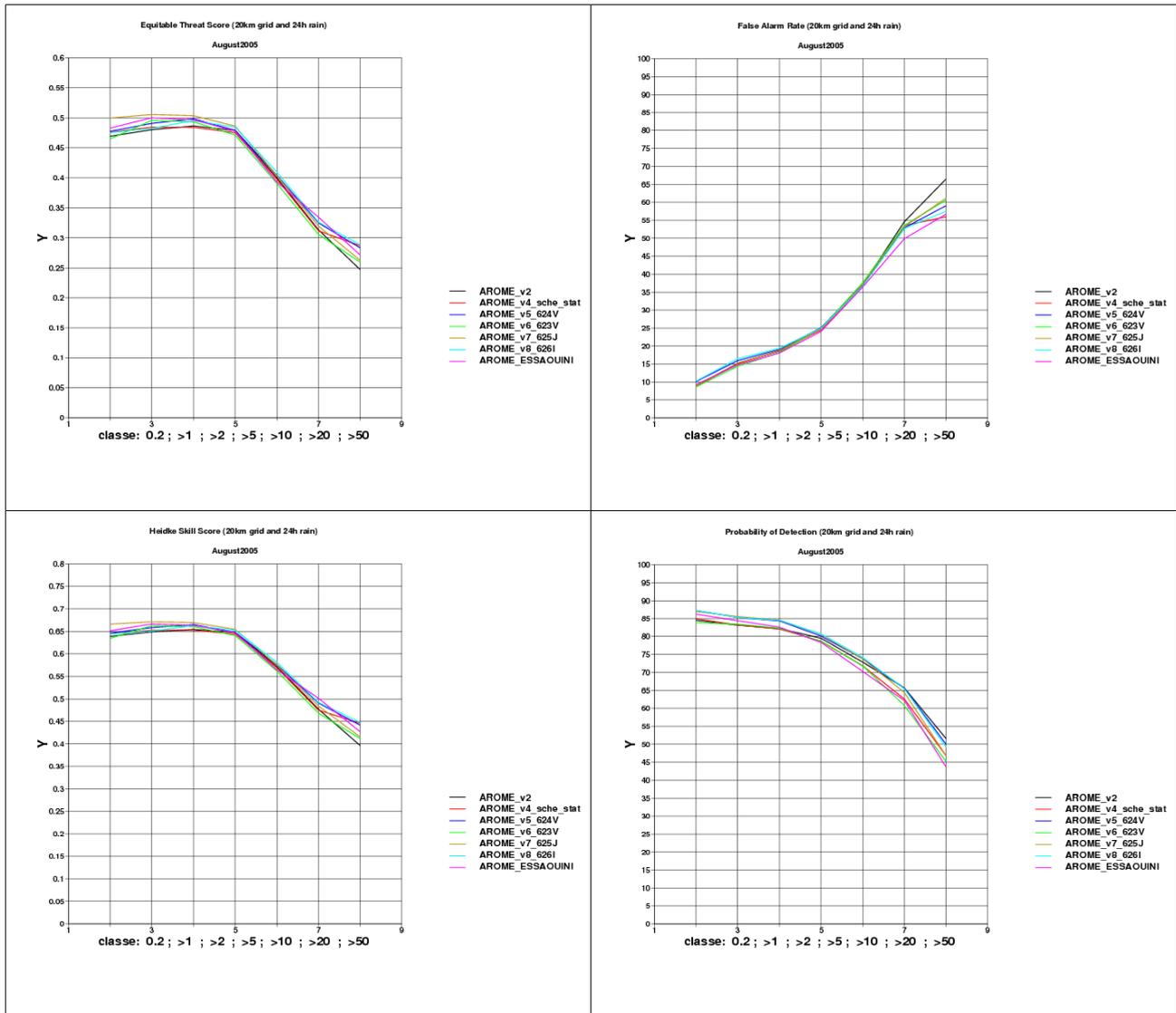


Figure 19 : Scores calculés par rapport a une analyse de précipitation utilisant les SYNOP et les radars

L'expérience avec le relief lissé a permis une réduction sensible des fausses alarmes par rapport à toutes les expériences.

Il y a eu une amélioration pour les scores de l'ETS concernant les fortes précipitations par rapport à AROME_v7_625J. On a aussi eu une amélioration du scores HSS pour les fortes précipitations par rapport à AROME_v7_625J. Il faut noter la dégradation relative dans la probabilité de détection par rapport à AROME_v7_625J.

4. Conclusion

L'extension de la zone de couplage sur le domaine FRAN04 a permis l'amélioration des scores de précipitation à 12H.

La relaxation de l'orographie dans la zone I n'a pas eu d'effet remarquable sur les scores du champ de précipitation. Le lissage du relief à l'ouest du domaine étant très faible vu la présence de la mer dans toute cette partie. Il faut dire aussi que la situation météorologique traitée (défilement de perturbation essentiellement d'ouest) n'a pas été un bon cas d'étude pour ce genre de modifications. Les scores de pression ont été amélioré relativement dans les deux expériences (extension de la zone I et relaxation de l'orographie).

Le cas du 1 décembre 2007 présentait des précipitations aberrantes sur le relief du Pays de Galles dans la zone de couplage. Le lissage du relief dans la zone I nous a permis de résoudre ce problème.

La dernière expérience concernait le lissage du relief sur un domaine plus petit que celui de FRAN04 et plus concerné par un relief au bord, notamment sur l'Autriche. Le run AROME du 24 août 2005 avait donné, suivant les options utilisées, un cumul de précipitations entre 300 et 600 mm en 24 heures. En effet, il s'agissait de fortes précipitations dans la zone de couplage I qui débordaient sur la zone C. Le lissage du relief sur 8 points a résolu ce problème de fortes précipitations.

Les scores calculés par Eric Bazile sur le mois d'août nous ont montré une réduction sensible des fausses alarmes dans le cas de la relaxation de l'orographie dans la zone I. On a amélioré aussi les scores ETS et HSS concernant les fortes précipitations par rapport à AROME_v7_625J. Par contre il y avait une dégradation relative dans la probabilité de détection par rapport à AROME_v7_625J.

Packs sur tori : ~mrpm618/pack

Le cycle avec lequel on a travaillé est le *cy32t3_main.02*

Pour l'augmentation de la taille de la fenêtre on a utilisé le pack *cy32t3_main.02_32POINTS*.

Le pack a été changé au niveau de SUEDIM dans arp/setup pour changer NBZONG et NBZONL

Pour le calcul de l'orographie relaxée on a utilisé le pack *cy32t3_main.02_OROG*

Pour le calcul de l'orographie relaxée sur 24 points on a utilisé le *cy32t3_main.02_OROG_24POINTS*

Les packs pour le calcul de l'orographie relaxée ont été modifiés principalement lors de l'initialisation de l'orographie au niveau de SUEOROG, les routines modifiées sont :

ald/setupald/setup/suegeo2.F90

ald/setup/sueorog.F90

arp/module/yomgc.F90

arp/setup/sugem2.F90

arp/utility/deallo.F90

+ ald/setup/suedim.F90, dans le cas de la relaxation sur 24 points (pack *cy32t3_main.02_OROG_24POINTS*).

Expériences OLIVE (mrpm618 sur sxalgo1)

Orographie

629V : expérience pour l'interpolation du relief ALADIN sur l'Autriche (ee927).

62A0 : expérience pour calculer le nouveau relief lissé sur 8 points sur l'Autriche (tache forecast).

62AB : expérience pour calculer le nouveau relief lissé sur 24 points sur l'Autriche (tache forecast).

626G : expérience pour l'interpolation du relief ALADIN sur la France (ee927, FRAN04).

623P : expérience pour calculer le nouveau relief lissé sur 8 points sur la France (tache forecast).

Une fois le nouveau relief calculé en points de grille SURFGEOPOTENTIEL_AROME_NEW, on le passe dans la 923 pour calculer le champ spectral à travers le script fourni par Françoise Taillefer qui se trouve sur tori dans *~mrpm618/scripts_util/relief_spectral*. On obtient alors le fichier

SPECSURFGEOPOTENTIEL_AROME_NEW qui contient la nouvelle orographie en points de grille et en spectrale. Il faut prendre après ces champs et écraser leur équivalent dans les fichiers climatologiques. Ces fichiers se trouvent sur tori dans **~mrpm618/clim**.

Expériences sur la France (FRAN04)

61R4 : expérience ALADIN avec laquelle on a effectué le couplage dynamique.

624W : expérience de référence 05/02/2007-26/02/2007 (cy32t3_main.02).

623O : expérience avec 16 points dans la zone de couplage I (05/02/2007-26/02/2007).

625P : expérience avec 24 points dans la zone de couplage I (05/02/2007-26/02/2007).

628P : expérience avec le relief lissé sur 8 points dans la zone de couplage (05/02/2007-26/02/2007).

62AQ : expérience avec 24 points dans la zone de couplage I (01/12/2007).

62AM : expérience avec relief lissé sur 8 points dans la zone de couplage (01/12/2007).

Expériences sur l'Autriche

62A5 : run sur l'Autriche avec relief lissé sur 8 points dans la zone de couplage (24/08/2007).

62AC : run sur l'Autriche avec relief lissé sur 24 points dans la zone de couplage (24/08/2007).

62AE : run sur l'Autriche avec relief lissé sur 8 points dans la zone de couplage (Août 2005).

Diagnostic

Les diagnostics « scores calculés » pour les expériences sur la France (FRAN04) sont :

scores_060624 : Modèle 1 : 624W, Modèle 2 : 623O ==> couplage avec 16 points dans la zone I

scores_060631 : Modèle 1 : 624W, Modèle 2 : 625P ==> fenêtre de couplage à 24 points

scores_060640 : Modèle 1 : 624W Modèle 2 : 628P ==> relaxation de l'orographie dans la zone I

les fichiers postscripts contenant les graphiques des différents diagnostics se trouvent sur delage dans **~mrpm618/diagnostic/**

Références

[1] Liviu DRAGULANESCU, ARPEGE/ALADIN : Double-periodicization and coupling, February 1995.

[2] Tamas Szabo, Tendency coupling of the surface pressure and related modification in the code, April 2001.