

Rapport de stage

Développement et élaboration d'outils de vérification des modèles numériques en utilisant l'imagerie satellitaire

Siham SBII
Direction de la météorologie Nationale Marocaine

Mr. Joël STEIN
METEO-France DPREVI/COMPAS

Toulouse du 15/05/2005 au 30/06/2005

1 Introduction:

Dans le cadre de la coopération bilatérale entre la direction de la météorologie nationale Marocaine et Météo-France, j'ai eu l'occasion de passer un stage de 6 semaines au sein de l'équipe COMPAS sous la direction de Mr Joël STEIN. Le but de mon travail était de mettre en place une procédure de production d'images synthétiques prévues pour des fins de contrôle objectif des modèles opérationnels.

Le travail se base sur l'approche modèle vers satellite qui consiste en la reconstitution des radiances satellitaires pour différents canaux d'observation à partir des profils atmosphériques extraits des sorties de modèles numériques.

Cette approche a été intégrée dans la physique ARPEGE/ALADIN pour simuler des températures de brillance dans les canaux de METEOSAT7. Elle se base sur le code de transfert radiatif RTTOV développé initialement au Centre Européen pour la Prévision à Courte et Moyenne Echéance.

Lors de mon stage, on a mis en place une chaîne de traitement des sorties des modèles ARPEGE et ALADIN pour la production de ces températures de brillance, commençant par l'extraction de la donnée archivée et se terminant par un tracé via le logiciel graphique Metview de l'image satellitaire simulée.

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet de longue durée ayant pour but le développement d'un outil de

vérification objective. Cette chaîne nous permettra de traiter de façon quantitative des écarts de prévision par rapport à l'observation, et de juger de la qualité de la prévision à de très fines résolutions. C'est pourquoi, mon stage a commencé par une période d'études bibliographiques pour voir l'utilité des techniques statistiques de traitement des données satellitaires. La chaîne de traitement conçue doit être utilisable pour une production de masse pour permettre ces traitements statistiques.

Par ailleurs, le code RTTOV utilisé pour la simulation des températures de brillance nécessite une connaissance des angles de visée du point par rapport au satellite. Ces angles sont considérés nuls dans la version actuelle, et sont normalement variables en chaque point de grille du modèle. Cette limitation pourrait générer des erreurs surtout en s'éloignant du point subsatellite vu que la radiation qu'aurait mesurée le satellite s'il avait observé l'atmosphère du modèle est fortement dépendante du point en question. On a corrigé ceci en calculant l'angle zénithal de chaque point de grille en entrée du code RTTOV.

Le travail a été effectué sur le CY28t3 avec ajout des routines permettant la simulation des températures de brillance.

2 Etudes similaires:

Le dépouillement de quelques articles et documents m'a permis de voir quelques études similaires ainsi que le champ d'utilisation de cette approche et les techniques utilisables. Le paragraphe suivant trace les points jugés intéressants dans la liste d'articles figurant dans les références bibliographiques.

- L'idée de base est d'appliquer l'approche modèle vers observation qui consiste en la simulation du champ observé à partir des données prévues par un modèle numérique.
- Quelques modèles de transfert radiatif existent permettant d'effectuer cette simulation, mais ils génèrent quelques erreurs. Ces études montrent qu'ils restent faibles et souvent négligeables dans les interprétations des résultats.
- l'observation étant satellitaire, elle est donc généralement plus disponible en terme de temps et d'espace que les sorties des modèles. Ainsi pour des fins de comparaison, l'observation est moyennée ou échantillonnée sur la grille du modèle, et pour les échéances de prévision disponible.
- Les statistiques suivantes sont calculées sur les données observées et simulées: moyenne, écart type, corrélations spatiale et temporelle, courbes de fréquences.
- Quelques études font appel aux techniques de manipulation d'images pour étudier le déplacement des éléments relevés sur une image.
- Quand on se base sur l'approche modèle vers satellite pour des fins de validation des modèles, l'interprétation des écarts de prévision doit prendre en considération quelques sources probables des erreurs qui sont:
 1. le manque de description exacte dans le modèle de l'état de la surface et de l'atmosphère (température de surface, émissivité, température des niveaux supérieurs de la stratosphère, le profil de vapeur d'eau...etc)
 2. L'inexactitude dans la collocation dans le temps et dans l'espace entre les données satellitaires et les radiosondages.
 3. Problèmes des radiomètres à bord des satellites.
 4. Les limitations du modèle de transfert radiatif:
 5. Représentation limitée de l'émissivité de la surface.
 6. Description insuffisante des gaz à effet radiatif actif.
 7. Et aussi les limitations dans la théorie du rayonnement utilisée dans la construction d'un schéma de transfert radiatif.
- Les images satellitaires prévues peuvent donc parfaitement servir comme moyen de contrôle de la qualité de la prévision opérationnelle mais deux problèmes se posent: Le temps de calcul et la difficulté d'interpréter les résultats vu qu'il y a plusieurs sources d'erreurs.
- La technique 3I (Improved Initialization Inversion) permet de déduire quelques champs thermodynamiques en minimisant les écarts entre simulation et observation. Cette technique est parfois appliquée avant l'approche modèle vers satellite pour les points dont les champs thermodynamiques simulés s'approchent de ceux observés.

3 Introduction de la géométrie de la mesure:

Le code RTTOV7 tel qu'il est intégré dans la physique ARPEGE/ALADIN considère des angles de visée nuls du satellite METEOSAT pour tous les points de grille du modèle.

Cette approximation n'est plus valable quand on s'éloigne du point subsatellite, et peut générer des erreurs de calculs. En effet, la profondeur optique de la radiation émise qu'aurait mesuré le satellite s'il avait observé l'atmosphère du modèle est affectée par ces angles là.

3.1 Définition des angles de visée du satellite:

Pour un point de grille P donné, les différents angles nécessaires au code RTTOV pour la simulation des températures de brillance correspondantes à METEOSAT sont définis comme suit:

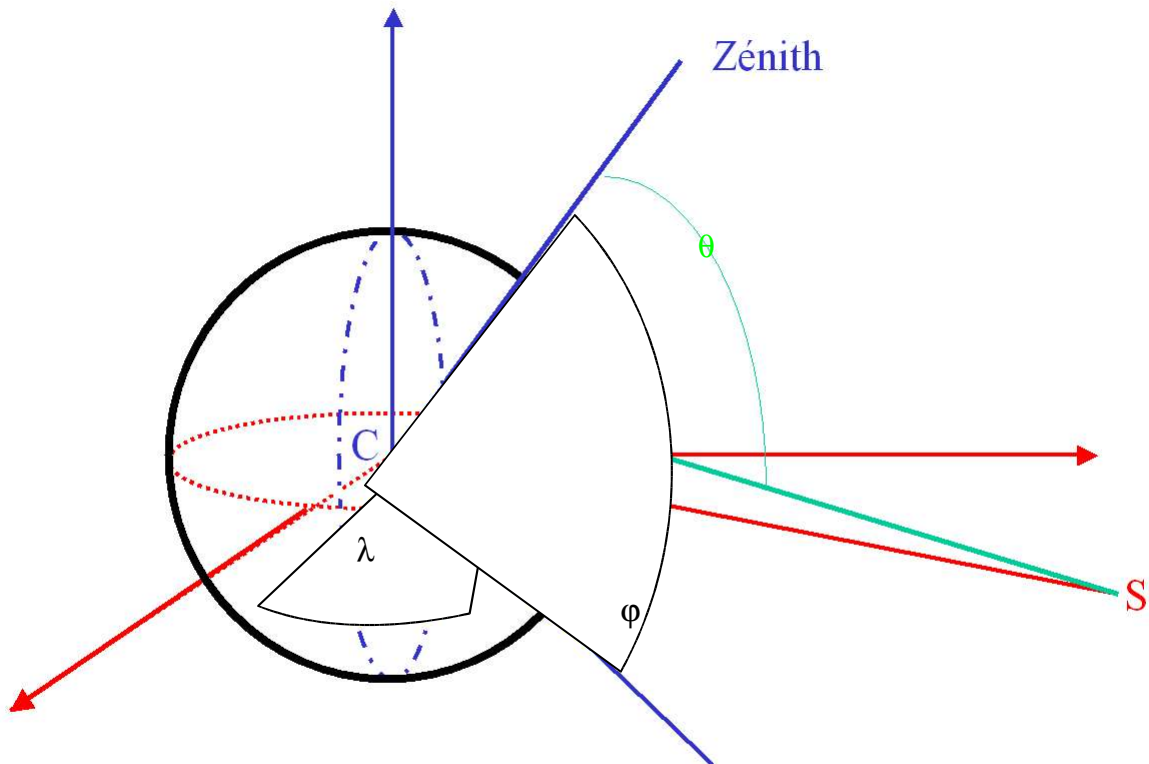


figure1 : La géométrie de la mesure.

1. L'angle zénithal de visée: c'est l'angle que fait la droite (CS), qui relie le centre de la terre au satellite, avec le zénith (CP).
2. L'angle azimutal : dans le plan tangent à la terre au point P, c'est l'angle qui relie la droite au satellite avec l'azimut.
3. L'angle zénithal du soleil en surface: c'est l'angle que fait la droite qui relie au soleil avec le zénith.
4. l'angle solaire azimutal relatif au satellite: c'est l'angle qui relie la droite au soleil avec l'azimut.

On considère par ailleurs que tous les points de grille ont une altitude nulle étant donnée qu'elle est négligeable devant la distance liant le point en question au satellite.

3.2 Introduction de la géométrie de la mesure dans la simulation des températures de brillance:

- L'angle zénithal de visée g est calculé comme suit:

Si l et j sont respectivement la latitude et la longitude du point P, l'angle zénithal de visée se déduit de l'angle q défini comme étant l'angle liant le zénith (CP) avec la droite au satellite (P S), par la formule suivante:

$$\tan(\theta - \gamma) = \frac{R \sin \gamma}{R + H - R \sin \gamma} \quad (1)$$

- L'angle g est donné par :

$$\cos(\gamma) = \cos(\varphi) * \cos(\lambda) \quad (2)$$

On calcule les coordonnées des points P et S dans le repère (e_1, e_2, e_3)

$$P(R \cos \varphi \cos \lambda; R \cos \varphi \sin \lambda; R \sin \varphi)$$

$$S((R + H) \cos \lambda_s; (R + H) \sin \lambda_s, 0)$$

de même on calcule le vecteur unitaire porté par CP

$$e_r(\cos \varphi \cos \lambda; \cos \varphi \sin \lambda; \sin \varphi)$$

Les angles q et g sont déduits des formules suivantes :

$$\cos(\theta) = e_r \cdot \frac{PS}{\|PS\|} \quad \cos \gamma = e_r \cdot \frac{CS}{\|CS\|}$$

puis on calcule $\|PS\|^2 = (R+H)^2 + R^2 - 2R(R+H)\cos \varphi \cos(\lambda - \lambda_s)$

donc on trouve le résultat suivant en effectuant les produits scalaires grâce aux composantes des vecteurs

$$\cos \theta = \frac{(R+H)\cos \varphi \cos(\lambda - \lambda_s) - R}{\sqrt{(R+H)^2 + R^2 - 2R(R+H)\cos \varphi \cos(\lambda - \lambda_s)}}$$

$$\cos \gamma = \cos \varphi \cos(\lambda - \lambda_s)$$

Par ailleurs,

- L'angle zénithal du soleil en surface est pris à partir des variables du modèle.
- Les deux autres angles étant toujours considérés nuls vu que leur influence est négligeable.

Les différents calculs sont effectués pour les points de grille effectivement vus par le satellite, donc pour trier les points se trouvant dans le disque de METEOSAT, on a fait un test sur l'angle q :

Si $\text{abs}(q) \leq 90^\circ$ on considère le point

Sinon, un appel au code RTTOV est effectué pour des angles nuls, mais les températures de brillance de ces points de grille sont mises à la valeur indéfinie.

3.3 Modifications effectuées dans le code pour la prise en considération de la géométrie de la mesure:

Les modifications effectuées ont touché les routines :

arp/phys_dmn/mts_phys.F90,

arp/phys_dmn/aplpar.F90

La version du code utilisée est le cycle 28t3 en ajoutant des modifications des routines :

arp/setup/sumts.F90

sat/rttov/phrtsetup.F90

Ces deux dernières routines sont rajoutées pour pouvoir effectuer le calcul de RTTOV à partir de la physique ALADIN/ARPEGE en activant les clés de namelist LMTS et LMTSCL. Ceci n'était pas encore faisable dans le cycle 28t3 même s'il était déjà codé.

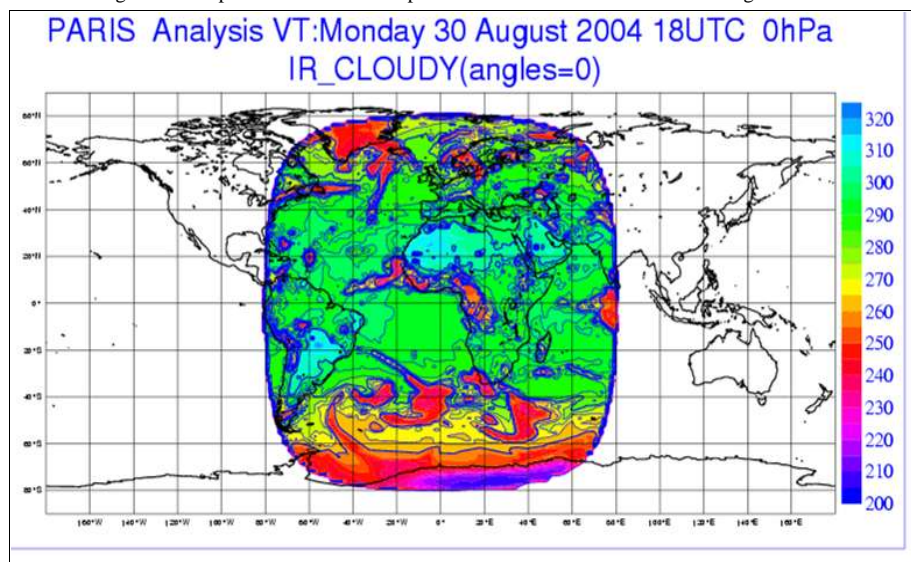
Les différentes routines se trouvent dans le répertoire:

/u/gp/mrpm/mrpm621/mai_2005/pack/sources_modif

3.4 Résultats de l'introduction de la géométrie de la mesure:

Les deux images ci-après tracent les températures de brillance en ciel nuageux dans le canal IR de METEOSAT pour la situation du 30-08-2004 à 18h

Figure2 : Températures de brillance prévues dans l'IR calculées avec des angles de visée nuls



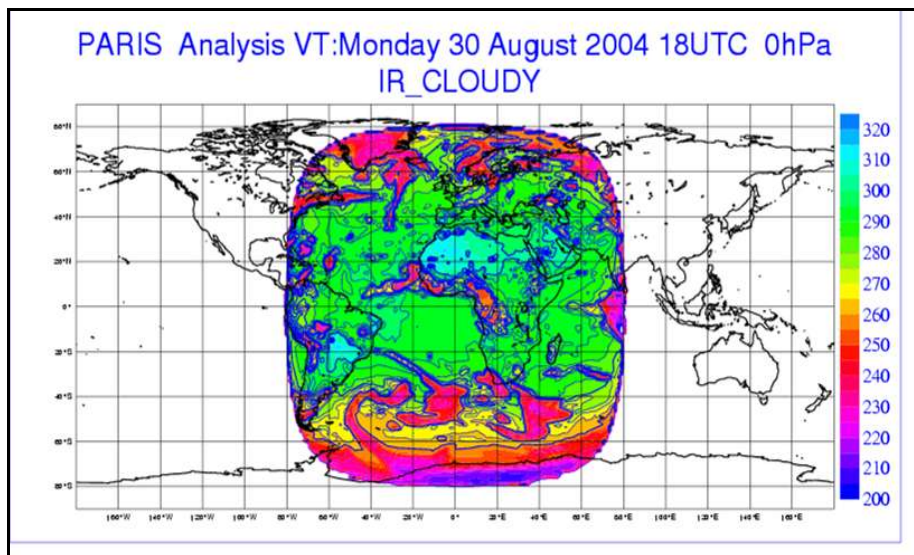


Figure3 : Températures de brillance prévues dans l'IR calculées avec introduction du calcul des angles de visée

4 Etapes à suivre pour la production des ISP:

Pour produire une image satellitaire simulée à partir du modèle ALADIN ou ARPEGE, on applique l'approche modèle vers satellite déjà codée dans la physique ARPEGE/ALADIN. Cette approche se base sur le code de transfert radiatif RTTOV7 qui nécessite en entrée un ensemble de champs thermodynamiques de chaque profil vertical au dessus de chaque point de grille. Le calcul des températures de brillance se fait donc dans la partie prévision et est activé par des clés en Namelist.

4.1 Etape 1 : Préparation des exécutable ALADIN et ARPEGE permettant le calcul des températures de brillance.

- La version du modèle utilisée est celle correspondant au cycle 28t3, dans cette version le calcul des températures de brillance n'était pas activé même si déjà codé. Il a fallu rajouter quelques modifications, en plus de l'introduction de la géométrie de la mesure. Ceci a été fait en créant un pack via « *gmkpack* ». Les deux exécutable correspondant à ALADIN et ARPEGE se trouvent sur COUGAR:
- /u/gp/mrpm/mrpm621/xpout/60MY/20041015/00/production/ALDODB
- /cnrm2_a/mrpm/mrpm621/mai_2005/bin_av_angle/ARPODB
- Les sources modifiées permettant de créer ces deux exécutable se trouvent sur le VPP dans les packs respectifs :
- /u/gp/mrpm/mrpm621/mai_2005/pack/mts_aladin
- /u/gp/mrpm/mrpm621/mai_2005/pack/mts_arp

4.2 Etape 2 : Préparation des sorties des modèles :

Les fichiers archivés des modèles ALADIN et ARPEGE ne contiennent pas les températures de brillance prévues car leur calcul étant cher, il n'est pas fait en mode opérationnel.

On commence par un désarchivage de ces fichiers. Puis il faut distinguer 2 cas pour les dates avant et après le 19/10/2004. En effet, cette date correspond au changement suivant dans la chaîne opérationnelle :

- Utilisation d'une climatologie mensuelle et spatiale de la concentration en ozone dans l'atmosphère. La climatologie d'ozone de l'UGAMP (Université de Reading) a été utilisée pour ajuster une fonction analytique à trois paramètres donnant le profil vertical d'ozone. Trois nouveaux champs 2D ont été ajoutés dans les fichiers climatologiques : SURFA.OF.OZONE, SURFB.OF.OZONE, SURFC.OF.OZONE
- Utilisation d'une climatologie mensuelle et spatiale des aérosols (Tegen, 1997). Quatre nouveaux champs 2D ont été ajoutés dans les fichiers climatologiques : SURFAEROS.SEA, SURFAEROS.LAND, SURFAEROS.SOOT, SURFAEROS.DESERT pour les dates antérieures au 19/10/2004, les fichiers ne les contiennent pas

Ainsi, pour les dates avant le 19/10/2004, il faut modifier les fichiers d'entrée (fichiers historiques d'ARPEGE et d'ALADIN) pour y rajouter les variables correspondantes à l'ozone et la distribution d'aérosols : (SURFA.OF.OZONE, SURFB.OF.OZONE, SURFC.OF.OZONE, SURFAEROS.SEA, SURFAEROS.LAND, SURFAEROS.SOOT, SURFAEROS.DESERT)

Un utilitaire a été conçu pour rajouter ces champs là dans les fichiers d'ARPEGE. C'est un exécutable construit à partir des routines de lecture et d'écriture de fichiers ARPEGE, il nécessite le fichier climatologique du mois en question.

Quelques modifications de ce code m'ont permis de construire un exécutable similaire applicable sur les fichiers ALADIN. (/u/gp/mrpm/mrpm621/util/ADDOZOER)

Ceci devant s'effectuer pour chaque fichier à part, j'ai donc construit un script qui les exécute sur les fichiers en question après avoir fait un test sur la date. Le traitement est effectué pour ALADIN et ARPEGE. Les scripts sont nommés respectivement *chaîne_aladin* et *chaîne_arpege*, ils se trouvent sur le VPP sous le répertoire: /u/gp/mrpm/mrpm621/mai_2005/scripts

Pour permettre une automatisation de la chaîne de désarchivage et de production des ISP, et grâce à l'utilitaire *olive/Miscellaneous Exec Container*, j'ai introduit ces scripts dans la liste des tâches d'*olive* effectuant le couplage, la prévision et le post-processing. Ils sont donc automatiquement appelés par *olive* et génèrent les fichiers en fonction de la date et les mettent au bon endroit demandé par les tâches qui les suivent.

4.3 Etape 3 : Lancement de la prévision à un pas de temps :

Comme indiqué précédemment, le calcul de températures de brillance se fait lors de l'étape prévision, et étant donné qu'il demande quelques champs qui ne sont cependant pas archivés dans les fichiers historiques, on a eu besoin de lancer la prévision pour un pas de temps. Les sorties sont donc mises dans un fichier qui correspond à l'instant T+dt, mais dans lequel les températures de brillance sont calculées sur la base de champs à T. Ce qui rend toute comparaison entre différents modèles utilisant différents pas de temps possible.

A ce niveau, on fait la distinction entre la prévision d'ARPEGE et celle d'ALADIN.

- ARPEGE :

Pour une prévision d'ARPEGE on n'exécute que 2 tâches: *forecast* et *fullpos*

Une fois les fichiers récupérés à l'étape 2, la tâche *forecast* d'olive est modifiée pour :

1. prendre le fichier initial préparé à l'étape 2.
2. modifier les Namelists pour exécuter un pas de temps et générer un fichier historique pour le premier pas de temps.
3. modifier les Namelists pour activer le calcul des températures de brillance
(&NAMMTS
LMTS=.TRUE.,
LMTSCL=.TRUE.,
NHLIM=-24,
/)
4. rapatrier un fichier des coefficients de METEOSAT.
(cougar : /cnrm2_mrupa/mrupa/mrupa648/Data/rt_coef_meteosat_newpred.dat)
5. et exécuter l'exécutable d'ARPEGE construit à l'étape 1.

La tâche *fullpos* est modifiée pour produire des gribs relatifs aux domaines GLOB15, GLOB25, EURO15, ATOUR10 et EURO25. Les modifications concernent les Namelists : *selectfp* et *namelistfp* et sont respectivement :

```
(&NAMFPHY
CLXFU(9)='SOMMTB_IR_CLOUDY',
CLDXFU(9)='ATOUR10:GLOB15:EURAT5:EUROC25:GLOB25',
CLXFU(10)='SOMMTB_IR_CLEAR',
CLDXFU(10)='ATOUR10:GLOB15:EURAT5:EUROC25:GLOB25',
CLXFU(11)='SOMMTB_WV_CLOUDY',
CLDXFU(11)='ATOUR10:GLOB15:EURAT5:EUROC25:GLOB25',
CLXFU(12)='SOMMTB_WV_CLEAR',
CLDXFU(12)='ATOUR10:GLOB15:EURAT5:EUROC25:GLOB25',
/)
(&NAMFPC
CFPDOM(1)='GLOB25',
CFPDOM(2)='GLOB15',
CFPDOM(3)='ATOUR10',
CFPDOM(4)='EURAT5',
CFPDOM(5)='EUROC25',
CFPXFU(9)='SOMMTB_IR_CLOUDY',
CFPXFU(10)='SOMMTB_IR_CLEAR',
CFPXFU(11)='SOMMTB_WV_CLOUDY',
CFPXFU(12)='SOMMTB_WV_CLEAR',
/)
```

L'application de ces modifications est rendue possible par l'utilitaire *olive/gnam*

La production d'une ISP ARPEGE consomme en terme de temps et de mémoire les quantités figurant dans le tableau suivant :

	Nombre de processeurs	Mémoire par processeur	Max total CPU utilisé par proc
Forecast	3	~288	~11.984
Fullpos	2	~288	~113.259

Un exemple d'expérience olive avec toutes ces étapes est la suivante: ~mrpm621/60MY sur le serveur sxalgo1.cnrm.meteo.fr

- ALADIN :

Pour ALADIN, quelques autres étapes s'ajoutent, pour construire les deux fichiers de couplage correspondant aux échéances T et T+3h, et pour récupérer le fichier de prévision d'ALADIN à T.

Ainsi, dans la tâche couplage d'olive, les étapes suivantes sont suivies :

1. Ramener les fichiers créés par le script *chaîne_aladin*
2. Produire deux fichiers de couplage (T et T+3h) à partir des fichiers historiques d'ARPEGE, c'est-à-dire créer dans *olive* un autre objet pour le deuxième fichier, et attribuer des noms explicites: ELSCFALAD_france+0000, ELSCFALAD_france+0003 aux deux fichiers produits par le couplage.
3. Changer l'endroit à partir duquel le fichier initial est censé être rapatrié par *olive*, car par défaut, il n'est programmé que pour faire des prévisions à partir de l'un des réseaux de production actuels.
4. La partie *forecast* subit les mêmes modifications que dans ARPEGE. En plus du fait qu'il faut aussi désactiver l'initialisation en rajoutant :

```
(&NAMINI
NEINI=0
/)
```

5. Par contre la partie *fullpos* n'est modifiée que pour rajouter les modifications de namelist pour demander l'extraction aussi des températures de brillance :

```
(&NAMFPC
CFPXFU(9)='SOMMTB_IR_CLOUDY'
CFPXFU(10)='SOMMTB_IR_CLEAR'
CFPXFU(11)='SOMMTB_WV_CLOUDY'
CFPXFU(12)='SOMMTB_WV_CLEAR'
/)
```

6. Pour la production des grib, dans le cycle 28t3 , il y avait deux petites erreurs dans les noms des variables relatives aux températures de brillance dans le programme *procor2.F*, cette erreur est corrigée dans les cycles qui suivent, mais pour des raisons de compatibilités, on l'a corrigée dans ce même cycle, et on a créé un nouvel exécutable PROGRID. Il est créé dans le pack /u/gp/mrpm/mrpm621/mai_2005/pack/grib1/

L'exécutable ainsi construit se trouve sous :

/cnrm2_a/mrpm/mrpm621/mai_2005/bin_av_angle/PROGRID

Cet exécutable doit donc être spécifié dans la tâche *fullpos* de façon explicite.

	Nombre de processeurs	Mémoire par processeur	Max total CPU utilisé par proc.
Coupling	2	~2848	~47.937
Forecast	2	~2624	~100
Fullpos	1	~2400	~97.478

Un exemple d'expérience olive avec toutes ces étapes est la suivante: ~mrpm621/60MZ sur le serveur sxalgo1.cnrm.meteo.fr

4.4 Etape 4 : tracé des images satellitaires prévues :

Une fois les fichiers grib produits, le tracé se fait via le logiciel graphique METVIEW installé sous linux sur « *darkstar.meteo.fr* ». Distinction faite entre les différentes températures de brillance à tracer, et entre les différents fichiers d'entrée (GLOB15, GLOG25, ALADIN ...).

Un script est donc conçu pour cette fin, et permet de :

1. ramener le fichier grib en question
2. construire une macro metview
3. exécute la macro en mode batch.

La macro permet de

- lire la variable à partir du fichier. il est à signaler que les variables ne sont pas enregistrées dans

les fichiers ALADIN et ARPEGE de la même manière,

- construire la palette de couleur, le titre et le domaine

Le script se trouve sur « *darkstar.meteo.fr* » sous le nom *script_metview* dans le répertoire :
/home/mctm999/metview/siham/propre

Dans ce script, il suffit de spécifier le chemin du fichier grib d'entrée, le domaine et la variable à tracer parmi la liste définie.

Le domaine doit être choisie parmi : GLOB15, GLOB25 et France

4.5 **Choix de la date :**

Les étapes précédemment citées sont applicables pour n'importe quelle date, n'importe quel réseau de production, et toutes les échéances de prévision. On peut aussi définir un intervalle dans le temps pour lequel on désire produire les images satellitaires prévues.

Pour définir donc une date (ou un intervalle) les étapes sont à suivre dans les tâches d'*olive*

- Pour ARPEGE :

Les dates sont définies dans *EDIT_NOW* sous la forme : AAAAMMJJ

e.g : 20040830

ou 20041015 – 20041101

Il faut aussi rajouter les réseaux de production dans : *base hours*

- Pour ALADIN :

Les dates sont définies de la même manière dans *EDIT_NOW* mais il faut commencer par définir *time range production* et retourner une deuxième fois dans *EDIT_NOW* pour définir la date.

La situation choisie pour notre premier test est celle du 30-08-2004. Notre choix provient du choix de cette situation lors d'une étude menée au CNRM par A. Kasmi encadrée par M. Nuret, avec pour but de voir l'impact de l'introduction des données MSG-1 pour initialiser et simuler des systèmes convectifs sur l'Afrique de l'ouest, avec le modèle ALADIN sur le domaine d'AMMA (Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine). Lors de cette étude, la comparaison des températures de brillance simulées par ALADIN dans les canaux de METEOSAT7 avec l'observation, montrait que le modèle sous-estimait de façon significative les nuages élevés. Cette conclusion ne peut pas être cependant confirmée que si on connaît le biais généré par l'outil de validation lui même.

4.6 **Récapitulatif des étapes à suivre :**

Pour faire une production de masse à partir de la chaîne ainsi conçue, on peut copier les expériences 60MY et 60MZ (respectivement pour ALADIN et ARPEGE), et y rajouter les dates désirées ou les modifier. Sinon, pour concevoir une nouvelle expérience, le schéma suivant est à suivre.

- Pour ARPEGE

1. créer une nouvelle expérience dans olive qui correspond à *arpege-forecast*
2. dans l'expérience ainsi créée, ajouter une nouvelle variable : HOUR et lui affecter l'échéance de prévision pour laquelle on veut produire des ISP
3. ajouter une nouvelle variable : RES et lui affecter le réseau de départ de cette prévision.
4. définir la ou les date(s).
5. dans la partie *forecast*, ajouter via *olive/Miscellaneous Exec Container* l'exécutable / u/gp/mrpm/mrpm621/mai_2005/scripts/ chaine_arpege
6. changer dans l'état initial le nom de fichier par *with explicit path* et lui affecter : *remote='./\$YYYYMMDD/r\$RES/icmsharpe+\$HOUR'*
7. changer l'exécutable de la prévision en spécifiant dans *edit* un appel explicite du chemin de l'exécutable ARPODB construit à l'étape 1
8. créer un *gnam* (à partir d'*olive/plugings*) et y rajouter les modifications de Namelists correspondantes à la mise en route du calcul des températures de brillance.
9. spécifier un pas de temps dans *setup forecast terms*. (mettre t1) et demander une sortie tous les pas de temps (0-1)
10. rajouter dans l'environnement de l'expérience un appel au fichier des coefficients de METEOSAT. Cet appel doit être effectué avant l'exécution du modèle.
11. dans la partie *fullpos*, il suffit de rajouter les modifications de Namelists correspondantes.

- Pour ALADIN :

Pour ALADIN les mêmes étapes sont à suivre avec ajout de la partie *coupling* et quelques modifications dans la

partie *forecast*, donc les étapes suivantes sont à suivre :

1. créer une nouvelle expérience dans olive qui correspond à *mf-forecast*
2. dans l'expérience ainsi créée, ajouter deux nouvelles variables : HOUR et HOUR2 et leur donner respectivement l'échéance de prévision pour laquelle on veut produire des ISP et l'échéance suivante de prévision (eg : HOUR=18 et HOUR2=21)
3. ajouter une nouvelle variable : RES et lui affecter le réseau de départ de cette prévision.
4. changer les cycles utilisés par défaut par *olive* pour créer l'environnement par les deux cycles : *al28t3-op1.03* et *cy28-op1.12*.
5. définir la ou les date(s).
6. dans la partie *coupling*, ajouter via *olive/Miscellaneous Exec Container* l'exécutable / u/gp/mrpm/mrpm621/mai_2005/scripts/chaine_aladin
7. dupliquer le fichier *coupling_file* pour demander un couplage explicite pour deux fichiers sortis du script *chaine_aladin* ; la demande explicite se fait dans *edit* de chaque fichier en spécifiant le nom du fichier local et le nom de fichier d'entrée au couplage.

```
local="ICMSHFPOS+0000"  
remote="./$YYYYMMDD/r$RES/icmsharpe+$HOUR
```

```
local="ICMSHFPOS+0003" \  
remote="./$YYYYMMDD/r$RES/icmsharpe+$HOUR2
```

8. dans la tâche *forecast* il faut rajouter un autre objet pour spécifier de façon explicite les deux fichiers ARPEGE nécessaire pour faire le couplage de notre prévision à un pas de temps.
9. changer dans l'état initial le nom de fichier par *with explicit path* et lui affecter : *remote="./\$YYYYMMDD/r\$RES/ICMSHALAD+00+\$HOUR"*
10. changer l'exécutable de la prévision en spécifiant dans *edit* un appel explicite du chemin de l'exécutable ALDODB,
11. créer un *gnam* (à partir d'*olive/plugins*) et y rajouter les modifications de Namelists correspondantes à la mise en route du calcul des températures de brillance.
12. spécifier un pas de temps dans *setup forecast terms*. (mettre t1) et demander une sortie tous les pas de temps (0-1)
13. dans la partie *fullpos* créer un *gnam* pour rajouter les modifications des namelist de post-processing.
14. définir de façon explicite l'exécutable PROGRID à utiliser pour la production des grib.

Les grib ainsi créés sont transmis sur «*darkstar.meteo.fr*» pour exécuter dessus le script de tracé via METVIEW.

Les sorties sont des images *post script* correspondantes à chaque fichier et à chaque variable.

5 Conclusions et perspectives:

Ce travail m'a permis de construire une chaîne de production des images satellitaires prévues à partir des sorties des modèles ALADIN et ARPEGE en version recherche. Les images sont directement comparables entre elles car elles sont tracées avec les mêmes palettes de couleurs pour chaque variable étudiée.

Ce travail constitue un point de départ pour la mise en place d'un outil de validation des modèles via l'imagerie satellitaire. En effet, les prochaines actions à entretenir pour arriver à cette fin sont les suivantes:

A court terme :

- décoder les images observées, et introduire ce décodage dans la chaîne ainsi construite pour arriver à manipuler des données numériques correspondantes à la prévision et à l'observation.
- Construire des programmes (en fortran 90 et en shell) pour le calcul des scores. Les premiers scores à calculer seront des statistiques générales du type : biais, EQM, corrélation.

Cette première partie sera effectuée sur la situation du 30-08-2004 en comparant ARPEGE avec plusieurs ALADIN (France, MAROC, AMMA), ce qui permettra d'analyser l'impact de la résolution des modèles sur la partie commune de leur domaine de simulation. L'intérêt de faire des moyennes spatiales avant le traitement sera aussi analysé.

A long terme :

Traiter de longues séries climatologiques pour faire de l'outil ainsi élaboré un indicateur global de la qualité des modèles. On profitera ainsi de leur très forte résolution des données satellites pour avoir des diagnostics adaptés aux modèles à haute résolution (AROME entre autres).