

Rapport de Stage

Titre du stage

Définir un domaine Arome-Tunisie, mettre en place cette configuration en mode adaptation dynamique et sous la forme de scripts Shell Unix

Réalisé par

Rahma BEN ROMDHANE

Institut National de la Météorologie, Tunisie

Sous l'encadrement de:

Ludovic AUGER, Alexandre MARY

CNRM /GMAP, Météo-France

Toulouse, 03/12/2012 - 14/12 /2012

Sommaire

1	Introduction	3
2	Présentation du modèle AROME et de ses configurations :	3
2.1	E923 :	3
2.2	PGD :	3
2.3	E927 :	4
2.4	E001 :	4
2.5	Fullpos :	4
3	Travail effectué :	4
3.1	Définition du domaine :	4
3.2	Configuration PGD :	5
3.3	Configuration e923 :	5
3.4	Configuration E927_surfex :	6
3.5	E001 et fullpos :	6
4	Présentation des résultats de quelques simulations :	7
4.1	Situation du 22 Février 2012 :	7
4.2	Situation du 30 Octobre 2011 :	9
5	Conclusions :	10
	ANNEXE	11

1 Introduction

Dans mon présent rapport que j'ai subdivisé en trois parties, j'ai consacré la première partie pour décrire brièvement le modèle AROME et ses configurations principales.

La deuxième partie est un résumé de mon travail que j'ai effectué durant les deux semaines de mon stage au CNRM/GMAP, dont le but était de définir un domaine AROME-Tunisie et de mettre en place cette configuration en mode adaptation dynamique et sous forme de scripts shell.

Dans la troisième partie et pour voir l'apport du modèle AROME, j'ai choisi deux situations marquées par de fortes précipitations et j'ai procédé à une comparaison des sorties du modèle AROME dans son nouveau domaine avec celles du modèle ALADIN-Tunisie opérationnel par rapport aux cumuls de précipitations enregistrés.

Je tiens à remercier mes deux encadrants Ludovic AUGER et Alexandre MARY pour leur précieuse contribution ainsi que toute l'équipe GMAP.

2 Présentation du modèle AROME et de ses configurations :

Les prévisionnistes de Météo-France disposent depuis décembre 2008 du modèle régional AROME (Applications de la Recherche à l'Opérationnel à Méso-Echelle) ; c'est le dernier né des modèles de prévision numérique du temps exploités en opérationnel à Météo-France.

Cet outil à maille très fine (2,5 Km) a été développé pour permettre une meilleure prévision des phénomènes convectifs dangereux et de la météorologie de basses couches.

Ce modèle est alimenté par les modèles de plus grande échelle, Arpège et Aladin. Il utilise la dynamique non-hydrostatique du modèle ALADIN et les paramétrisations physiques du modèle de recherche MESO-NH (Modèle de MESO échelle Non Hydrostatique).

Les configurations principales du modèle AROME sont :

2.1 E923 :

Cette configuration permet de créer les fichiers climatologiques du domaine pour deux types de projections ; Lambert et sur une grille régulière Latitude-Longitude.

2.2 PGD :

A partir de cette configuration on obtient un fichier contenant les données physiographiques de surface (orographie, couverture de surface...) obtenues à partir des bases de données telles que :

- FAO et HWSD
- GTOPO30
- ECOCLIMAP2

2.3 E927 :

Cette configuration permet de créer les fichiers des conditions aux limites du modèle AROME ; c'est une interpolation des prévisions d'un modèle de domaine plus grand (ALADIN, ARPEGE).

2.4 E001 :

C'est l'étape d'intégration pour produire les prévisions du modèle AROME.

2.5 Fullpos :

Le fullpos permet de convertir les sorties du modèle de la projection Lambert vers une grille régulière LAT-LON.

3 Travail effectué :

Avant de commencer mon travail, il était nécessaire qu'on me crée un compte utilisateur sur le serveur YUKI de météo-France. A partir de YUKI je peux accéder à la machine d'archivage COUGAR afin de pouvoir récupérer les fichiers coupleurs pour faire tourner le modèle AROME sur le nouveau domaine.

Sur mon compte et sous le répertoire AROME, on trouve tous les scripts et les namelists nécessaires pour exécuter les différentes configurations du modèle.

3.1 Définition du domaine :

La définition du domaine se fait par l'utilitaire « makdo » en introduisant les coordonnées du point central, le nombre de points (zonal,méridien) et la résolution (voir annexe)

Le domaine choisi couvre toute la Tunisie et une partie de la méditerranée, voilà ci-dessous les caractéristiques du nouveau domaine :

- Longitude du point central : 9
- Latitude du point central : 36
- Coordonnées du point SW : 3.86°,29.72°
- Coordonnées du point NE : 15°,42.02°
- Résolution : 2500 Km
- Nombre de points : 400*550
- Niveau verticaux : 60

3.2 Configuration PGD :

L'exécution de cette configuration, après l'insertion des caractéristiques du domaine dans les namelists &NAM_CONF_PROJ et &NAM_CONF_PROJ_GRID, permet de créer un fichier FA qui va être utilisé par la e923 pour la création des fichiers climatologiques.

On doit aussi créer le fichier LFI contenant les données physiographiques de surface qui va être utilisé dans le couplage.

3.3 Configuration e923 :

Avant l'exécution de la e923 il était tout d'abord nécessaire de modifier les chemins d'accès aux répertoires utilisés par les scripts. Puis insérer les caractéristiques du nouveau domaine obtenues par l'utilitaire « makdo » dans les namelists :

- &NAMDIM
- &NAMGEO

Ainsi on obtient les fichiers climatologiques du domaine sur la grille modèle pour chaque mois nommés tungp_pgd_m\$MM avec MM correspond au numéro du mois.

Pour le post-traitement nous avons besoin des fichiers climatologiques projetés sur une grille régulière latitude-longitude. Pour construire ces fichiers on doit insérer les caractéristiques du nouveau domaine lat-lon dans les namelists :

- &NAMDIM
- &NAMGEO

Les fichiers climatologiques projetés sur une grille régulière sont nommés TUNGP0025_pgd_m\$MM avec MM correspond au numéro du mois.

La figure ci-dessous présente l'indice terre-mer tracé sur le nouveau domaine à partir des fichiers de climatologie grille latitude-longitude.

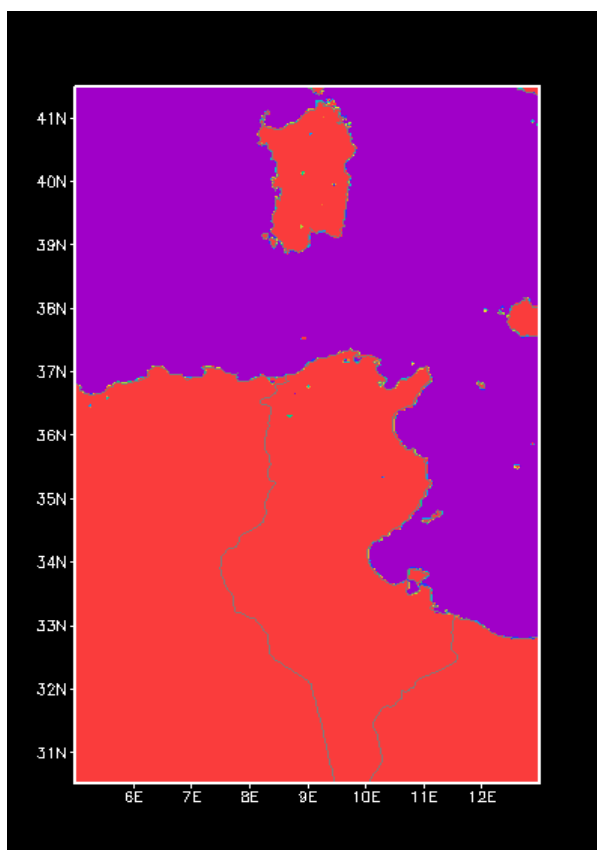


Figure 1 : Indice terre-mer

3.4 Configuration E927_surfex :

Les fichiers coupleurs sont les sorties du modèle ARPEGE opérationnel à MétéoFrance de résolution 10 kilomètres.

Les données d'entrées de cette configuration sont les fichiers climatologiques du modèle ARPEGE, ceux du nouveau domaine AROME, et le fichier LFI. Il faut aussi insérer les caractéristiques du domaine dans les namelists &NAMFPG et &NAMFPD avant d'exécuter le script de couplage.

On obtient ainsi les fichiers coupleurs du modèle AROME nommés « ELSCFFCSTALBC0 » et un fichier LFI qui va être utilisé dans la prévision.

3.5 E001 et fullpos :

Le cycle AROME exécuté est celui opérationnel à Météo-France qui est le 37t1-op1.

Les namelists utilisés lors de l'exécution de la prévision définissent les options physiques du modèle AROME et les niveaux verticaux et activent la physique de surface.

La configuration E001 produit deux types de fichiers de prévision; ceux qui contiennent les données de surface (AROMEOUT.lfi) et les autres contiennent les autres paramètres météorologiques 2D et 3D (ICMSHFCST+00).

Pour le post-traitement des fichiers de prévision, nous avons besoin des fichiers climatologiques sur la grille modèle AROME et ceux projetés sur une grille régulière Latitude-Longitude. Ci-dessous les caractéristiques du domaine LAT-LON :

- Longitude du point central : 9
- Latitude du point central : 36
- Coordonnées du point SW : 5.01°,30.51°
- Coordonnées du point NE : 12.99°,41.49°
- Nombre de points : 400*550

Les fichiers post-procésés sont nommés « PFFCSTAREA+00 », et après leur conversion en GRIB on obtient les « GRIDAREA+00 »

4 Présentation des résultats de quelques simulations :

Pour voir le comportement du modèle dans des cas marqués par de fortes précipitations, j'ai choisi les situations du 22 Février 2012 et celle du 30 Octobre 2011. Dans ces situations nous avons enregistré de grandes quantités de précipitations sur presque tout le nord et le centre de la Tunisie.

4.1 Situation du 22 Février 2012 :

Afin de voir l'apport du modèle AROME par rapport au modèle ALADIN Tunisie opérationnel, je vais faire une comparaison entre les sorties des deux modèles et les quantités de précipitations enregistrées.

Les figures (2.a) et (2.b) présentent respectivement les cumuls de 24 heures de précipitations (entre les échéances 6 et 30 heures) prévus par ALADIN et AROME. Et la figure 3 présente les cumuls de précipitations enregistrés sur 24 heures.

En comparant les résultats des deux modèles avec ce qui a été enregistré, je peux dire que pour cette situation, ALADIN et AROME ont bien simulé l'évolution des cellules convectives et ont prévus des précipitations intenses sur le nord et le centre de la Tunisie dépassant les 120mm sur le nord Ouest. Je remarque aussi que par rapport aux sorties du modèle ALADIN, le modèle AROME décale le grand noyau de précipitations vers le sud couvrant plus une partie du centre ouest de la Tunisie ce qui est plus proche des observations.

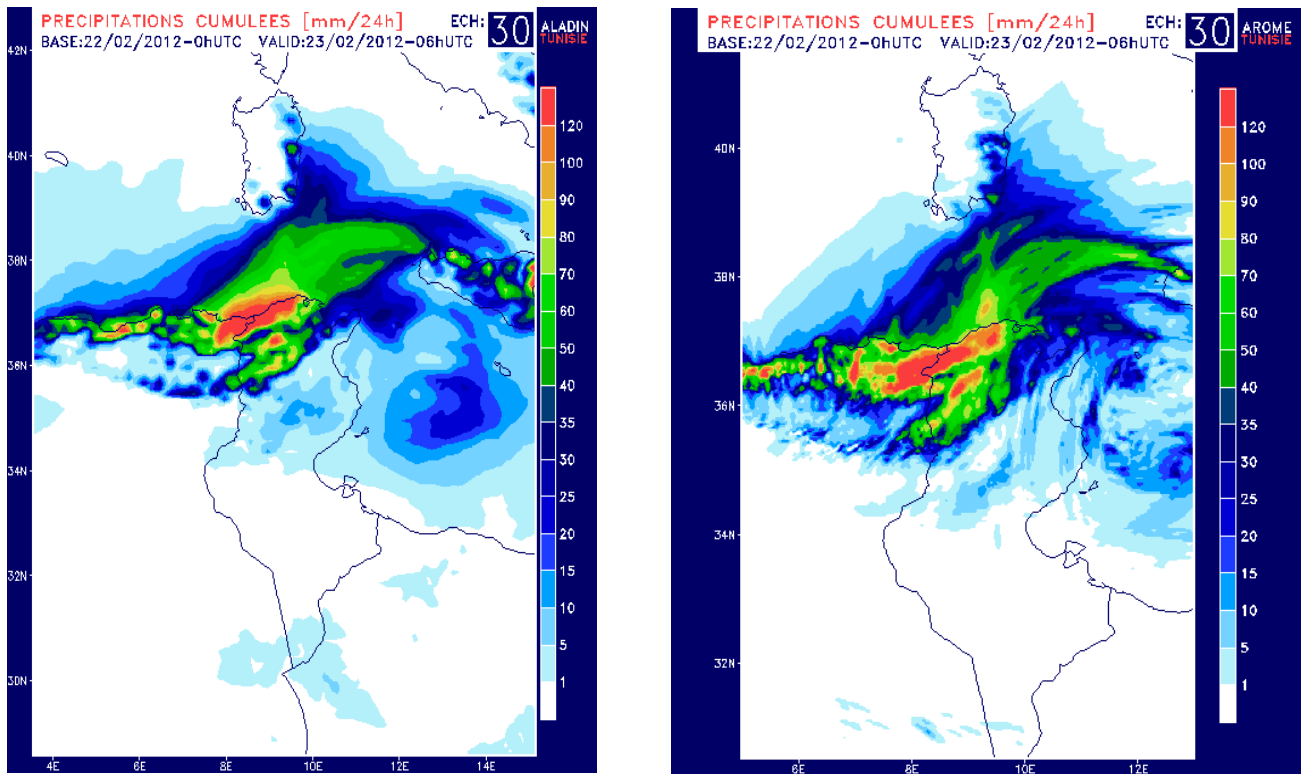


Figure 2 : Cumuls de 24 heures de précipitations entre le 22/02/2012 et le 23/02/2012 à 6h, prévus par le modèle opérationnel ALADIN-Tunisie (2.a) et le modèle AROME (2.b).

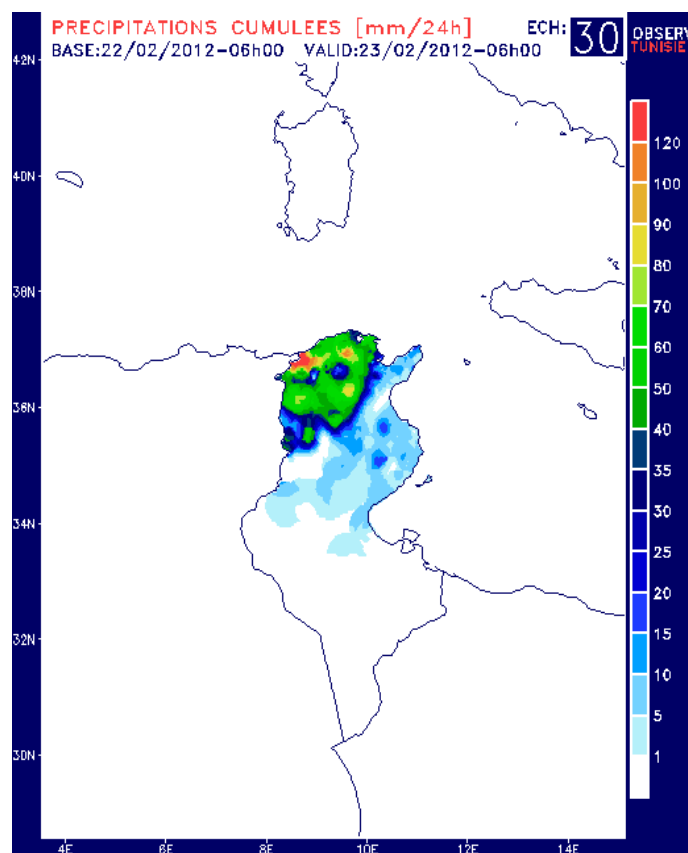


Figure 3 : Cumuls de précipitations enregistrés sur 24 heures entre le 22/02/2012 et le 23/02/2012 à 6h.

4.2 Situation du 30 Octobre 2011 :

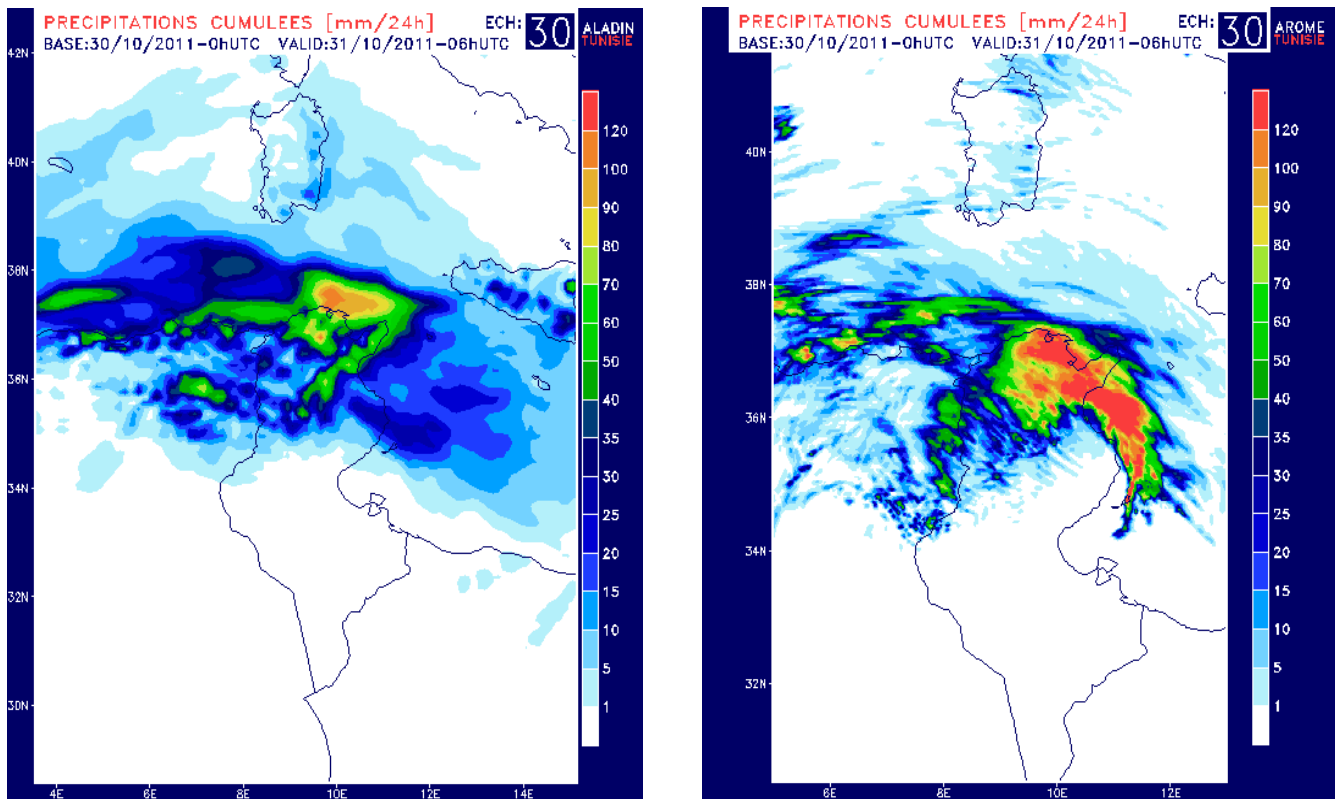


Figure 4 : Cumuls de 24 heures de précipitations entre le 30/10/2011 et le 31/10/2011 à 6h, prévus par le modèle opérationnel ALADIN-Tunisie (4.a) et le modèle AROME (4.b).

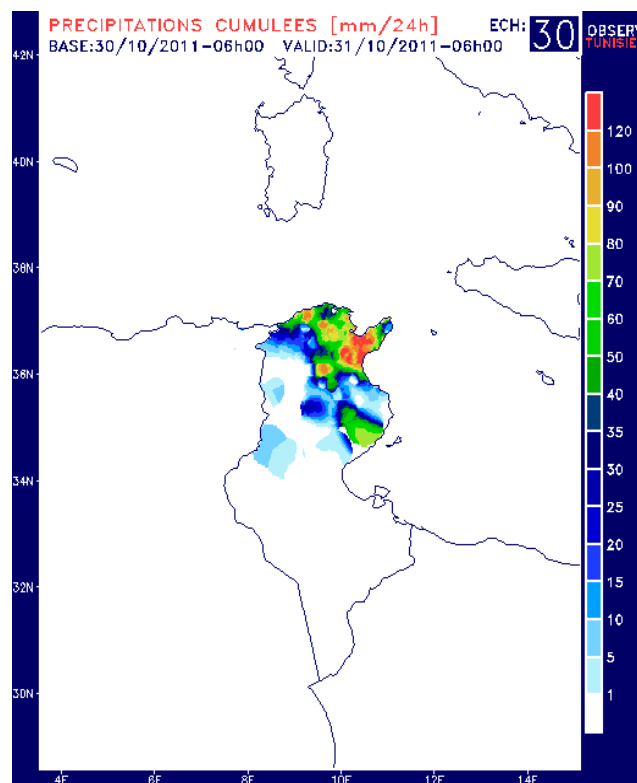


Figure 5 : Cumuls de précipitations enregistrés sur 24 heures entre le 30/10/2011 et le 31/10/2011 à 6h.

Les précipitations engendrées par le modèle ALADIN-TUNISIE en sa version opérationnelle déclenchent un noyau de précipitations centré sur la méditerranée et prévoit des cumuls de 24 heures ne dépassant pas en moyenne les 60mm sur le nord et le centre de la Tunisie comme le montre la figure (4.a).

D'après la figure (4.b), le modèle AROME prévoit un noyau de précipitation centré sur le Nord Est de la Tunisie, avec des précipitations intenses dépassant les 120mm. Ce qui est très proche des observations, surtout au niveau du golf de Tunis et de Hammamet où on a enregistré des cumuls de 24 heures de précipitations dépassant les 120mm (voir figure5)

En résumé le comportement du modèle AROME est meilleur que la simulation du modèle opérationnel ALADIN-TUNISIE surtout pour la situation du 30 Octobre 2011.

AROME apporte un plus par sa physique non-hydrostatique, sa maille très fine et par son schéma explicite de la convection.

5 Conclusions :

Ce stage sur le modèle AROME m'a permis d'apprendre les mesures nécessaires pour exécuter le modèle pour la première fois ainsi que d'exécuter ses configurations gérées par des scripts et des namelists.

A partir des résultats obtenus, j'ai pu constater l'apport du modèle AROME dans son nouveau domaine couvrant toute la Tunisie, par rapport au sorties du modèle ALADIN Tunisie dans sa version opérationnelle, pour deux situations marquées par de fortes précipitations.

Une étude sur l'architecture du modèle AROME sera nécessaire pour comprendre les sous-routines qui gèrent le schéma de convection afin de pouvoir mieux expliquer le comportement du modèle dans des situations pareilles.

ANNEXE

```
*****
* PROGRAM : makdo
*****
--1-- Enter Localization area : Center (1) or Corners (2) :
1
--1-----> You've choosen CENTER, then indicate coordinates :
--2-- Enter CENTER (in degrees) a) LONGitude :
9
                                     b) LATitude :
36
  IMYTID, INUMTIDS=          1          1
MPL_INIT : LMPLUSERCOMM not used
Communicator : *****
--3-- Select your projection (ranked from the most to the least suitable)
:
--3-- 1) Lambert Conic Conform
--3-- 2) Mercator Rotated Tilted
--3-- 3) Polar Stereographic
--3-- 4) Mercator
1
--3-----> You've choosen Lambert Conic Conform
--4-- Enter REFerence (in degrees) a) LONGitude :
9
                                     b) LATitude :
36
--4-----> =====
--4-----> Coordonnees en Degres du point de reference :
--4-----> =====
--4-----> REF%LON = 9.000000000 REF%LAT = 36.000000000
--4-----> =====
--4-----> Coordonnees en Degres du centre recalculees :
--4-----> =====
--4-----> CEN%LON = 9.000000000 CEN%LAT = 36.000000000
--5-- Enter RESOLUTION (in meters) a) ZONAL :
2500
                                     b) MERIDIEN :
2500
--5-- Enter Number of Points a) ZONAL :
400
                                     b) MERIDIEN :
550
```

```
-----
| SPECTRAL LIMITS ( closer best value is => ) |
| Your value is: 400, best limit is: 432, delta is : 32/11 |
-----
| IX || Value | Limit | 2**n | 3**m | 5**p |
-----
| 32 || 239 | 250 | 1 | 0 | 3 |
| 33 || 245 | 256 | 8 | 0 | 0 |
-----
```

34	259	270	1	3	1
35	277	288	5	2	0
36	289	300	2	1	2
37	309	320	6	0	1
38	313	324	2	4	0
39	349	360	3	2	1
40	373	384	7	1	0
41	389	400	4	0	2
=> 42	421	432	4	3	0
43	439	450	1	2	2
44	469	480	5	1	1
45	475	486	1	5	0
46	489	500	2	0	3
47	501	512	9	0	0
48	529	540	2	3	1
49	565	576	6	2	0
50	589	600	3	1	2
51	629	640	7	0	1
52	637	648	3	4	0

SPECTRAL LIMITS (closer best value is =>)
Your value is: 550, best limit is: 576, delta is : 26/11

IX	Value	Limit	2**n	3**m	5**p
39	349	360	3	2	1
40	373	384	7	1	0
41	389	400	4	0	2
42	421	432	4	3	0
43	439	450	1	2	2
44	469	480	5	1	1
45	475	486	1	5	0
46	489	500	2	0	3
47	501	512	9	0	0
48	529	540	2	3	1
=> 49	565	576	6	2	0
50	589	600	3	1	2
51	629	640	7	0	1
52	637	648	3	4	0
53	709	720	4	2	1
54	739	750	1	1	3
55	757	768	8	1	0
56	789	800	5	0	2
57	799	810	1	4	1
58	853	864	5	3	0
59	889	900	2	2	2

```
--5-----> =====
--5-----> Valeurs ND LON,NDGL,ND.UN,ND.UX,NMSMAX q&l,NSMAX q&l,PDELX,PDELY :
--5-----> =====
--5-----> ND LUN   =   1  ND LUX =   400  ND LON =   432  PDELX =  2500.0
--5-----> ND GUN   =   1  ND GUX =   550  ND GL  =   576  PDELY =  2500.0
--5-----> NMSMAX_Q =  143          NSMAX_Q =  191
--5-----> NMSMAX_L =  215          NSMAX_L =  287
--5-----> =====
```

Retry resolution-number of points - part 5 (O/N) ? :

N

Retry projection type - part 3 (O/N) ? :

N

Retry from beginning - part 1 (O/N) ? :

N

***** INFO of Input data in EGGX_N *****

```
PLON0 (rd) = 0.15707963267948966      PLON0 (dg) = 9.0000000000000000
PLAT0 (rd) = 0.62831853071795862      PLAT0 (dg) = 36.0000000000000000
PLONC (rd) = 0.15707963267948966      PLONC (dg) = 9.0000000000000000
PLATC (rd) = 0.62831853071795862      PLATC (dg) = 36.0000000000000000
PLON1 (rd) = 0.00000000000000000      PLON1 (dg) = 0.0000000000000000
PLAT1 (rd) = 0.00000000000000000      PLAT1 (dg) = 0.0000000000000000
PLON2 (rd) = 0.00000000000000000      PLON2 (dg) = 0.0000000000000000
PLAT2 (rd) = 0.00000000000000000      PLAT2 (dg) = 0.0000000000000000
PDELX      = 2500.0000000000000000
PDELY      = 2500.0000000000000000
KROTEQ     = -1
```

KROTEQ < 0 : New Eggx domain

KROTEQ = -1 LLMRT = F

Begining of Makin Domain MAKDO subroutine

```
INFO      : return value = 1 ; test number = 1 : Test OK, subroutine go
ahead !
INFO      : return value = 1 ; test number = 2 : Test OK, subroutine go
ahead !
INFO      : return value = 1 ; test number = 6 : Test OK, subroutine go
ahead !
INFO      : return value = 1 ; test number = 7 : Test OK, subroutine go
ahead !
```

```
=====
===  Informations about Parameters Projection Structure  ===
=====
```

-Reference Point Coordinates :

```
          Degrees      Radians
Longitude : 9.00      0.1570796327
Latitude  : 36.00     0.6283185307
```

-Projection Characteristics :

```
          ERPK or KL      Type of Projection
          0.5877852523      L
```

-Distance between Equator and Pole of projection on
projection plane (in meters) :

13034241.13

-Pole of projection (-1.0 for South, 1.0 for North, 0.0 for
Mercator projection : no sense) :

1.0

```
=====
===  Informations about Domain Information Structure  ===
=====
```

-Size of Domain (in points) :

```
          On X      On Y
          400      550
```

-Most important points informations :

Points	Longitude	Latitude	Map Factor
Center	9.00	36.00	1.000000000
Refer.	9.00	36.00	1.000000000
S.West	3.86	29.72	1.005879501
S.East	14.14	29.72	1.005879501
N.East	15.01	42.02	1.005699479
N.West	2.99	42.02	1.005699479

```
=====
Subroutine last status when finished :
```

OK : return value = 0 ; test number = 9 : Subroutine finished
 successully.

***** INFO before Return out of EGGX_N *****

PLON0 (rd) = 0.15707963267948966 PLON0 (dg) = 9.0000000000000000
 PLAT0 (rd) = 0.62831853071795862 PLAT0 (dg) = 36.0000000000000000
 PLONC (rd) = 0.15707963267948966 PLONC (dg) = 9.0000000000000000
 PLATC (rd) = 0.62831853071795862 PLATC (dg) = 36.0000000000000000
 PLON1 (rd) = 6.74239765790494300E-002 PLON1 (dg) = 3.8631092959684428
 PLAT1 (rd) = 0.51876026128699704 PLAT1 (dg) = 29.722773550848757
 PGELAM(KDLUN,KDGUN):SW (rd) = 6.74239765790494300E-002
 PGELAM(KDLUN,KDGUN):SW (dg) = 3.8631092959684428
 PGELAT(KDLUN,KDGUN):SW (rd) = 0.51876026128699704
 PGELAT(KDLUN,KDGUN):SW (dg) = 29.722773550848757
 PLON2 (rd) = 0.26192317452340724 PLON2 (dg) = 15.007092456859722
 PLAT2 (rd) = 0.73341854087091196 PLAT2 (dg) = 42.021787008546326
 PGELAM(KDLUX,KDGUX):NE (rd) = 0.26192317452340724
 PGELAM(KDLUX,KDGUX):NE (dg) = 15.007092456859722
 PGELAT(KDLUX,KDGUX):NE (rd) = 0.73341854087091196
 PGELAT(KDLUX,KDGUX):NE (dg) = 42.021787008546326
 PRPK = 0.58778525229247314
 PGM(KDLUN,KDGUN) (SW) = 1.0058795008273484
 PGNORX(KDLUN,KDGUN) (SW) = 5.26738843621620129E-002
 PGNORY(KDLUN,KDGUN) (SW) = 0.99861176735816681
 PDELX = 2500.0000000000000
 PDELY = 2500.0000000000000

 | SPECTRAL LIMITS (closer best value is =>) |
Your value is: 400, best limit is: 432, delta is : 32/11

IX	Value	Limit	2**n	3**m	5**p
32	239	250	1	0	3
33	245	256	8	0	0
34	259	270	1	3	1
35	277	288	5	2	0
36	289	300	2	1	2
37	309	320	6	0	1
38	313	324	2	4	0
39	349	360	3	2	1
40	373	384	7	1	0
41	389	400	4	0	2
=> 42	421	432	4	3	0
43	439	450	1	2	2
44	469	480	5	1	1
45	475	486	1	5	0
46	489	500	2	0	3
47	501	512	9	0	0
48	529	540	2	3	1
49	565	576	6	2	0
50	589	600	3	1	2
51	629	640	7	0	1
52	637	648	3	4	0

 | SPECTRAL LIMITS (closer best value is =>) |
Your value is: 550, best limit is: 576, delta is : 26/11

IX	Value	Limit	2**n	3**m	5**p
39	349	360	3	2	1

40	373	384	7	1	0
41	389	400	4	0	2
42	421	432	4	3	0
43	439	450	1	2	2
44	469	480	5	1	1
45	475	486	1	5	0
46	489	500	2	0	3
47	501	512	9	0	0
48	529	540	2	3	1
=> 49	565	576	6	2	0
50	589	600	3	1	2
51	629	640	7	0	1
52	637	648	3	4	0
53	709	720	4	2	1
54	739	750	1	1	3
55	757	768	8	1	0
56	789	800	5	0	2
57	799	810	1	4	1
58	853	864	5	3	0
59	889	900	2	2	2

==> CREATE :NAM.NEW.INTERACTIVE_MODE

 * PROGRAM FINISHED *
 * WITH NO ERROR *
