

# INTEROPERABILITE

Mohamed Jidane

CNRM/SPN

Direction de la Météorologie Nationale

Casablanca, Maroc

stage au

CNRM/GMAP

METEO-FRANCE

Toulouse, mai 2009

## Introduction :

Dans le cadre de ses activités au sein d'EUMETNET et du SRNWP, le consortium Aladin est amené à effectuer un certain nombre de travaux pour le projet "Interopérabilité" (I-SRNWP). Il s'agit d'assurer une interopérabilité des données de sorties de modèle, autant pour du couplage inter-modèles, que pour une alimentation avale d'un système de production par des données produites par un autre consortium.

I-SRNWP vise à augmenter la collaboration et l'utilisation croisée des résultats et ressources de la PNT en Europe.

Dans ce cadre, le travail proposé consiste à établir, à partir des informations disponibles sur les autres modèles de prévision en Europe, les spécifications techniques pour la prise en compte de leurs caractéristiques en entrée des 901/e927/fullpos.

Notamment, il s'agit d'établir les spécifications pour pouvoir lire des entêtes de fichiers aux géométries et aux grilles "exotiques", et de réfléchir et proposer des solutions de "transferts de grilles".

les modèles concernés sont le CEP, UKMO LAM et Global, COSMO/LM, le global du DWD et HIRLAM.

## Contexte et évolution :

L'interopérabilité est donc un programme d'EUMETNET qui vise à être capable d'échanger les sorties de modèles avec les autres consortiums pour coupler les modèles à aire limitée ou en aval pour faire des post traitements à partir des autres modèles.

L'idée proposée au départ était que tout le monde passe par des convertisseurs maison vers un format standard et une géométrie et des types de champs communs.

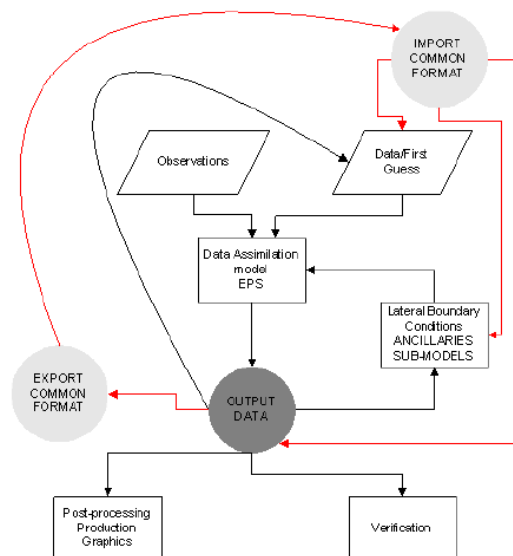


Figure 1 : une chaîne opérationnelle typique en plus de l'import ou de l'export des données dans un format commun

Depuis le workshop de Reading en décembre 2009, cette idée a évolué vers une nouvelle approche qui consiste à ce que chaque consortium adapte ces systèmes de changement de géométrie pour être capable de lire les géométries des autres.

Deux contraintes/objectifs sont à la base de ça :

- 1) ne pas faire une double interpolation (géométrie du modèle d'origine → géométrie standard → géométrie du modèle cible).
- 2) ne pas pénaliser certains modèles par rapport à d'autres (dont la géométrie pourrait être proche de la géométrie standard).

De plus, pour des raisons de vérifications (comparaisons par rapport aux observations), prendre la géométrie d'origine d'un modèle serait plus juste que d'imposer une pré interpolation vers une géométrie standard.

A la suite de ça, une feuille de route a été mise en place au niveau du GMAP dont la première action était de préparer un jeu de fichiers de sorties de modèles au format GRIB2 pour que les autres puissent tester leurs outils.

### **Consistance du travail technique :**

Vu que les autres consortiums n'ont toujours pas mis en ligne ni une documentation sur leur grilles et géométries, ni un jeu de fichiers test en GRIB2 (délai limite juillet 2009), on a du travailler avec le jeu de test en GRIB2 d'un fichier Arpège en troncature réduite.

Pour cela, il fallait étendre la configuration 901, qui prend un fichier GRIB1 du CEP pour le convertir au format FA, et faire en sorte qu'elle puisse lire le nouveau format GRIB2, le décoder et l'encoder en FA.

Le travail s'est fait sur poste Linux après installation des bibliothèques auxiliaires, de la bibliothèque lapack, de l'outil de compilation de code gmckpack, du cycle 35t2 bugfix03 et de la bibliothèque grib\_api.

Grib\_api est un ensemble d'outils et d'interfaces développés au CEP pour fournir un moyen supposé 'facile et fiable' pour l'encodage et le décodage des messages GRIB2 FM-92.

En effet, et pour illustrer le désagrément de travailler avec grib\_api, je cite deux exemples :

- pour le setup de la grille et récupérer des choses de type coordonnées du pôle de stretching ainsi que son facteur, il faut charger en mémoire, et décharger par la suite, les différents messages du fichier GRIB2 l'un après l'autre jusqu'à obtenir l'information voulue, si elle existe bien sûr ;
- les différents paramètres ne sont plus reconnus par un seul et unique numéro comme dans GRIB1. La norme GRIB2 définit trois niveaux pour les champs : la discipline, la catégorie et finalement le paramètre. Certes, cela permet de renseigner encore plus de champs, mais cela multiplie par trois les tests sur le type du champs.

Exemple d'ancien code :

```
IF(IPARAM == 138) THEN
! Vorticity.
  CLPREF='S'
  INIVEAU=ILEVEL
  CLSUFF='FONC.COURANT'
  LL3DMOD=.TRUE.
```

Nouveau code :

```
IF (idiscipline==0 .AND. icategory==2 .AND. ISEC1(6)==4 ) THEN
```

...

Le fichier de configuration de gmckpack du site a été modifié pour prendre en compte les bibliothèques grib\_api et jasper ainsi que leur fichiers d'INCLUDE.

Pour ce qui est du code source du modèle, deux routines ont été modifiées pour passer de gribex à grib\_api. Il s'agit des deux routines :

- arp/setup/suarg.F90
- arp/control/cprep1.F90

La lecture du fichier GRIB2 et son encodage en fichier FA se passe sans grande difficulté, néanmoins quelques problèmes subsistent quant à la création du fichier GRIB2 lui même.

En effet, la latitude et la longitude du pôle de stretching ainsi que son facteur sont mis en tant que valeur entière dans le GRIB2. Cela concerne les clés grib\_api suivants :

- LatitudeOfThePoleOfStretching
- LongitudeOfThePoleOfStretching
- stretchingFactor

Du coup et pour le test, on a dû les coder en dur dans SUARG.

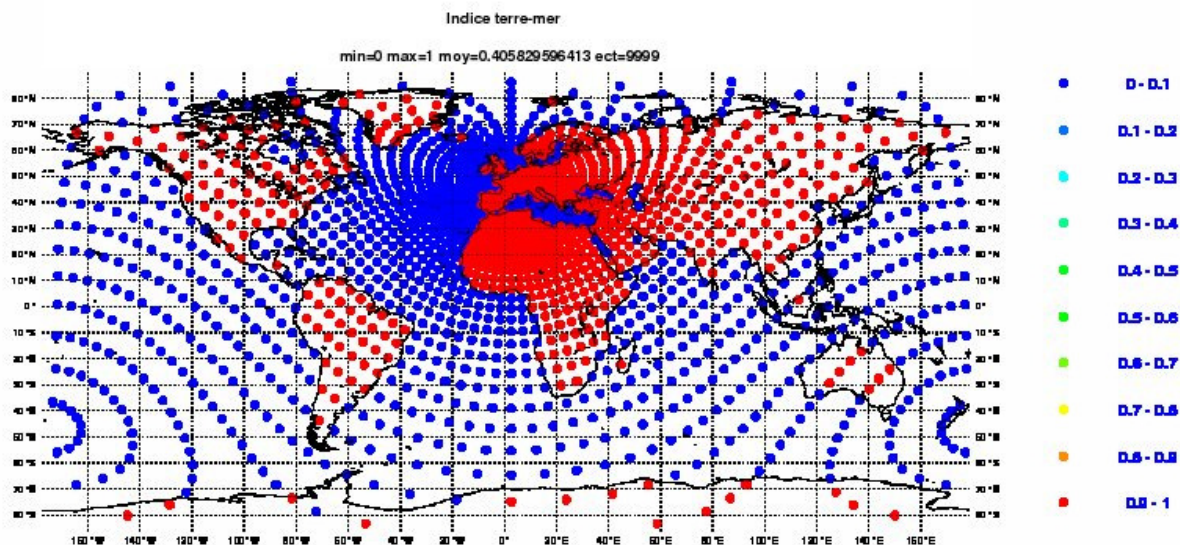


Figure 2 : Indice terre/mer issu du fichier FA en sortie de la 901

L'autre problème était celui des réservoirs d'eau dont la nomenclature dans FM 92 GRIB2 est pour le moins confuse (voir WMO FM 92 GRIB code table 4.2 Parameter number by product discipline and parameter category).

En effet, des paramètres, entre autres, tels que Soil moisture content (discipline=2, category=0, parameter=3), Soil moisture (discipline=2, category=0, parameter=22), Upper layer soil moisture (discipline=2, category=3, parameter=2) et Lower layer soil moisture (discipline=2, category=3, parameter=3) ont des significations très proches.

Pour l'instant le fichier test d'Arpège en GRIB2 ne contient pas les réservoirs d'eau.

En ce qui concerne la réhabilitation d'une configuration e901 qui devrait prendre en entrée un fichier LAM points de grille en GRIB2 et l'encoder en FA, la routine ETGBSEC2 n'est plus disponible (nécessaire pour les nouveaux paramètres de définition du domaine LAM).

On a essayé de combler certaines des variables définissant le domaine LAM avec grib\_api mais ça plante dans SUEMP (ABORT! 1 LEQ\_REGIONS=T NOT ALLOWED IN ALADIN).

En forçant LEQ\_REGIONS=FALSE. dans la nameliste cela permet déjà d'aller un peu plus loin (plantage dans SUHDIR WRONG HORIZONTAL RESOLUTION). AFFAIRE A SUIVRE ...

Toutes les modifications sont sur lxgmap56 : ~jidane/pack/35\_t2.01.GNU440.x/

Le script pour faire les tests est : ~jidane/dev/job\_c901

### **Discussion générale :**

Le grand challenge d'Interopérabilité pour le consortium Aladin est d'être capable de gérer des géométries et des grilles « exotiques » non encore connues du modèle. Parmi les grilles à prendre en compte il y a les grilles du global DWD basées sur des icosaèdres, les grilles rotated lat/lon de HIRLAM et les grilles de COSMO/LM.

Il y a aussi la question de la nature des champs, surtout pour la surface, et qui peuvent être différents de ceux d'Arpège ainsi que de la coordonnée verticale utilisée (non hybride).

La philosophie générale pour le traitement de ces nouvelles grilles est de conserver ce qui est fait pour les GRIB1 du CEP (conf 901) : on convertit les GRIB1 du CEP au format FA, puis le fichier FA est convertit à la géométrie voulue grâce aux configurations 927/e927/ee927.

L'idée est de garder cette même philosophie avec une 901 étendue capable d'ingurgiter des GRIB2 et des géométries exotiques et leurs encodage sous forme de fichier FA.

De la même manière, réhabiliter une e901 capable de lire et de décoder un GRIB2 en points de grille aire limitée et d'encoder en sortie un fichier FA.

La consigne à garder en esprit est de ne pas faire une double interpolation entre la 901 et la 927/Fullpos au risque de dégrader la qualité de l'information en provenance du fichier inter opérable.

On peut illustrer le problème de « regriding » étape qui consiste à prendre un GRIB2 d'un modèle donné et à le mettre sous forme d'une autre grille connue d'Arpège/Aladin par le problème des grilles du rotated lat/lon dans lesquelles traditionnellement le vent est sur une grille Arakawa-C (décalé d'un demi pas par rapport à la grille A) alors que dans Arpège/Aladin tout les champs sont sur la grille A.

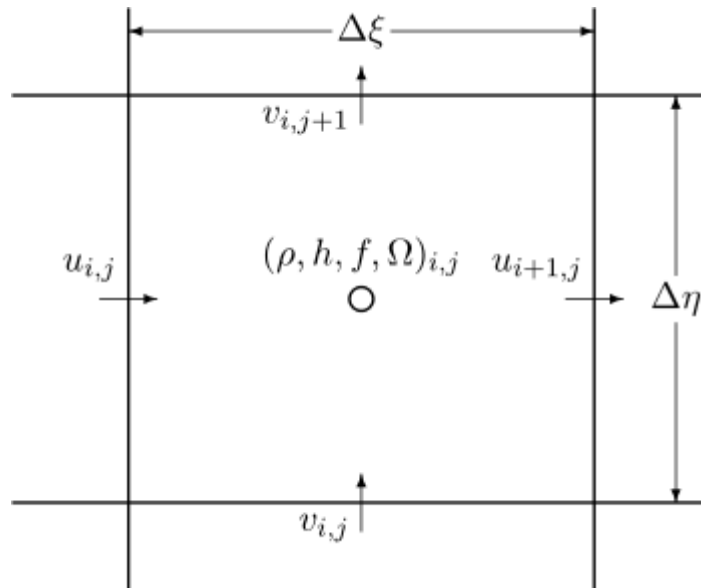


Figure 3 : Placement des variables sur une grille d'Arakawa C

Comment faire pour ces champs qui sont sur une grille C au départ et au final avoir une interpolation sur une grille A ?

- 1ère solution envisagée : à travers la 901, on prend les champs sur la grille C et on les laisse sur cette grille, mais derrière le post-processing doit savoir faire les bonnes interpolations. Cela induit un développement conséquent et pas très évident dans Fullpos.
- 2ème solution possible : faire une interpolation à la volée dans la 901 et mettre tous les champs sur la grille A.
- 3ème solution proposée : partir sur le fait que le modèle Aladin est spectral, et donc bi-périoriser les champs qui sont sur la grille C, et les convertir en champs spectraux en prenant en compte le petit décalage d'un demi pas de grille puis revenir en champs points de grille et se retrouver sur la grille A et comme ça se passer de l'interpolation de la solution 2.

Le défi de l'interopérabilité est que chaque consortium doit faire au maximum en sorte que en mode lecture, qu'il soit capable de lire et de traiter les grilles des autres.

Pour l'instant la configuration 901 ne sait traiter que les grilles du CEP (gauss globale) par contre on ne sait pas traiter les grilles globales type DWD ou grille aire limitée lat/lon HIRLAM ainsi que les grilles globales de Met-Office.

Cela soulève une question légitime : quel genre d'informations des géométries ou des grilles on voudrait avoir ou on aurait besoin qu'il y est dans les entêtes des futurs fichiers interopérables ?

Une question à laquelle il est difficile de répondre sans l'appui des consortiums concernés en plus de leurs parties de code qui permettent de renseigner et de caractériser les spécificités de ces grilles.

Néanmoins, comme stratégie de changement de grilles pour l'interopérabilité, on peut décider que la 901 prend en charge la transformation de toutes ces grilles, une fois elles sont bien caractérisées, en grilles de gauss.

L'inconvénient est que cela revient à faire une double interpolation (901 + 927) et donc une dégradation de l'information.

La solution préconisée est d'étendre le cadre FA avec entête renseignant une grille globale, de type DWD par exemple, et si on est capable de la décoder, on devrait être capable d'interpoler les champs dans la 927.

Par conséquent, dans le fichier FA issu de la 901, il doit y avoir des informations sur la géométrie qui permettent de calculer les coordonnées de chaque point et donc des routines analytiques à développer (de type EGGX : GEOGRAPHY OF GRID-POINTS), en se basant sur les parties de codes qui vont être fournies par les différents consortiums, pour calculer les coordonnées lat/lon des points à partir de la caractérisation de la grille en question dans le cadre FA.

Le cadre FA doit donc être étendu pour recevoir les renseignements qui caractérisent chaque grille concernée par l'interopérabilité et il faut faire le nécessaire pour que le setup de Fullpos/927 puisse lire ce fichier FA étendu, reconnaître ces grilles nouvelles et faire appel aux différentes routines analytiques pour marquer la position lat/lon des points de la grille.

La coordonnée verticale ne devrait pas poser un problème étant donné que, à priori mais pas sûr, tout le monde utilise la coordonnée verticale hybride.

En ce qui concerne les problèmes des champs de surface, pour l'instant on préconise d'écraser dans la 901 la surface du modèle inter opérable avec celle d'Arpège/Aladin.

**Some information given by Toon Moene :**

Parameters used by HIRLAM:

- 1 PRESSURE
- 2 PRESSURE REDUCED TO MSL
- 3 PRESSURE TENDENCY
- 4 ISENTROPIC POTENTIAL VORTICITY
- ....
- 6 GEOPOTENTIAL
- 7 GEOPOTENTIAL HEIGHT
- 8 GEOMETRIC HEIGHT
- ....
- 11 TEMPERATURE
- 12 VIRTUAL TEMPERATURE
- 13 POTENTIAL TEMPERATURE
- 14 PSEUDO-ADIABATIC POTENTIAL TEMPERATURE
- 15 MAXIMUM TEMPERATURE
- 16 MINIMUM TEMPERATURE
- 17 DEW POINT TEMPERATURE
- 18 DEW POINT DEPRESSION (OR DEFICIT)
- 19 LAPSE RATE
- ....
- 21 RADAR SPECTRA (1)
- 22 RADAR SPECTRA (2)
- 23 RADAR SPECTRA (3)
- ....
- 25 TEMPERATURE ANOMALY
- 26 PRESSURE ANOMALY
- 27 GEOPOTENTIAL HEIGHT ANOMALY
- 28 WAVE SPECTRA (1)
- 29 WAVE SPECTRA (2)
- 30 WAVE SPECTRA (3)
- 31 WIND DIRECTION
- 32 WIND SPEED
- 33 U-COMPONENT OF WIND
- 34 V-COMPONENT OF WIND
- 35 STREAM FUNCTION
- 36 VELOCITY POTENTIAL
- 37 MONTGOMERY STREAM FUNCTION
- 38 SIGMA COORD. VERTICAL VELOCITY
- 39 PRES. COORD. VERTICAL VELOCITY
- 40 GEOMETRIC VERTICAL VELOCITY
- 41 ABSOLUTE VORTICITY
- 42 ABSOLUTE DIVERGENCE
- 43 RELATIVE VORTICITY
- 44 RELATIVE DIVERGENCE
- 45 VERTICAL U-COMPONENT SHEAR
- 46 VERTICAL V-COMPONENT SHEAR
- 47 DIRECTION OF CURRENT



48 SPEED OF CURRENT  
49 U-COMPONENT OF CURRENT  
50 V-COMPONENT OF CURRENT  
51 SPECIFIC HUMIDITY  
52 RELATIVE HUMIDITY  
53 HUMIDITY MIXING RATIO  
54 PRECIPITABLE WATER  
55 VAPOR PRESSURE  
56 SATURATION DEFICIT  
57 EVAPORATION  
58 CLOUD ICE WATER CONTENT  
59 PRECIPITATION RATE  
60 THUNDERSTORM PROBABILITY  
61 TOTAL PRECIPITATION  
62 LARGE SCALE PRECIPITATION  
63 CONVECTIVE PRECIPITATION  
64 SNOWFALL RATE WATER EQUIVALENT  
65 WATER EQUIVALENT OF ACCUMULATED SNOW DEPTH  
66 SNOW DEPTH  
67 DEPTH OF THE PBL  
68 TRANSIENT THERMOCLINE DEPTH  
69 MAIN THERMOCLINE DEPTH  
70 MAIN THERMOCLINE ANOMALY  
71 TOTAL CLOUD COVER  
72 CONVECTIVE CLOUD COVER  
73 LOW CLOUD COVER  
74 MEDIUM CLOUD COVER  
75 HIGH CLOUD COVER  
76 CLOUD LIQUID WATER CONTENT  
....  
78 CONVECTIVE SNOWFALL  
79 LARGE SCALE SNOWFALL  
....  
81 FRACTION OF LAND (1=LAND; 0=SEA)  
82 DEVIATION OF SEA LEVEL FROM MEAN  
83 SURFACE ROUGHNESS  
84 BASIC ALBEDO  
85 SOIL TEMPERATURE  
86 SOIL MOISTURE CONTENT  
87 VEGETATION  
88 SALINITY  
89 DENSITY  
90 SURFACE WATER RUN-OFF  
91 ICE CONCENTRATION (ICE=1; NO ICE=0)  
92 ICE THICKNESS  
93 DIRECTION OF ICE DRIFT  
94 SPEED OF ICE DRIFT  
95 U-COMPONENT OF ICE DRIFT  
96 V-COMPONENT OF ICE DRIFT  
97 ICE GROWTH

98 ICE DIVERGENCE

....

100 SIGN. HEIGHT OF COMB. WIND WAVES AND SWELL

101 DIRECTION OF WIND WAVES

102 SIGNIFICANT HEIGHT OF WIND WAVES

103 MEAN PERIOD OF WIND WAVES

104 DIRECTION OF SWELL WAVES

105 SIGNIFICANT HEIGHT OF SWELL WAVES

106 MEAN PERIOD OF SWELL WAVES

107 PRIMARY WAVE DIRECTION

108 PRIMARY WAVE MEAN PERIOD

109 SECONDARY WAVE DIRECTION

110 SECONDARY WAVE MEAN PERIOD

111 NET SHORTWAVE RADIATION (SURFACE)

112 NET LONGWAVE RADIATION (SURFACE)

113 NET SHORTWAVE RADIATION (TOP OF ATMOS.)

114 NET LONGWAVE RADIATION (TOP OF ATMOS.)

115 DOWNWELLING LONG WAVE RADIATION

116 SHORT WAVE RADIATION

117 DOWNWELLING GLOBAL SW RADIATION SFC

118 DOWNWELLING DIFFUSE SW RADIATION SFC

119 MESOSCALE OROGRAPHY DRAG X-COMPONENT

120 MESOSCALE OROGRAPHY DRAG Y-COMPONENT

121 LATENT HEAT FLUX

122 SENSIBLE HEAT FLUX

123 BOUNDARY LAYER DISSIPATION

124 TURBULENT MOMENTUM FLUX U-COMPONENT

125 TURBULENT MOMENTUM FLUX V-COMPONENT

126 SMALL SCALE OROGR MOM FLUX U-COMP

127 SMALL SCALE OROGR MOM FLUX V-COMP

128 TURBULENT MOMENTUM FLUX SCALAR

129 for local use

130 for local use

131 CLOUD TOP TEMPERATURE

132 WATER VAPOUR TEMPERATURE

133 WATER VAPOUR TEMPERATURE(2)

134 CLOUD REFLECTIVITY

135 MAXIMUM 10M WIND SPEED

136 MINIMUM 10M WIND SPEED

137 TOTAL CLOUD CONDENSATE CONTENT

....

140 TEMPERATURE, LAND FRACTION AVERAGE

141 SPECIFIC HUMIDITY, LAND FRACTION AVERAGE

142 RELATIVE HUMIDITY, LAND FRACTION AVERAGE

143 DEW POINT TEMPERATURE, LAND FRACTION AVERAGE

....

160 SLOPE FACTOR (ACC.DIAG) FOR RADIATION

161 SHADOW FACTOR (ACC.DIAG) FOR RADIATION

162 SHADOW COEFFICIENT A FOR RADIATION (8)

163 SHADOW COEFFICIENT B FOR RADIATION (8)

164 MOMENTUM VEGETATION ROUGHNESS  
 165 SLOPE OF SUBORO FOR RADIATION (8+mean)  
 166 SKY VIEW FACTOR DUE TO SUBORO  
 167 DIRECTIONAL FRACTION OF SUBORO ASPECT (8)  
 168 HEAT ROUGHNESS  
 169 REAL ALBEDO FROM MODEL  
 170 FOREST: CLEARING; FRACTION  
 171 FOREST: CONIFERIOUS, DENSE; FRACTION  
 172 FOREST: CONIFERIOUS, SPARSE; FRACTION  
 173 FOREST: DECIDIOUS, DENSE; FRACTION  
 174 FOREST: DECIDIOUS, SPARSE; FRACTION  
 175 FOREST: MIXED (= CONIF. & DECID.); FRACTION  
 176 FOREST: BUSH LAND; FRACTION  
 ....  
 179 FOREST: UNDEFINED FOREST; FRACTION  
 180 OPEN LAND: AGRICLT/VEGTATD, NON-IRRIGATED; FRCTN  
 181 OPEN LAND: BARE MOUNTAIN; FRACTION  
 182 OPEN LAND: BARE SOIL; FRACTION  
 183 OPEN LAND: MARSH, WET; FRACTION  
 184 OPEN LAND: MARSH, DRY; FRACTION  
 185 OPEN LAND: ICE/SNOW (PERMANENT); FRACTION  
 186 OPEN LAND: AGRICLT/VEGTATD, IRRIGATED; FRACTION  
 187 OPEN LAND: GRASS LAND; FRACTION  
 188 OPEN LAND: URBAN AREA; FRACTION  
 189 OPEN LAND: UNDEFINED OPEN LAND; FRACTION  
 190 SNOW ALBEDO  
 191 SNOW DENSITY  
 192 ON CANOPY LAYER WATER  
 193 SOIL ICE CONTENT  
 194 FRACTIONS OF SURFACE SUBTYPES 1..5  
 195 SOIL TYPE (CODE NUMBER : 1,2 .... 9)  
 196 LAKE; FRACTION  
 197 FOREST; FRACTION  
 198 OPEN LAND; FRACTION  
 199 VEGETATION TYPE  
 200 TURBULENCE KINETIC ENERGY  
 201 free turbulence parameter  
 202 free turbulence parameter  
 203 free turbulence parameter  
 204 STD DEV OF MESOSCALE OROGRAPHY  
 205 ANISOTROPY MESOSCALE OROGRAPHY  
 206 X-ANGLE OF MESOSCALE OROGRAPHY  
 207 MESOSCALE SLOPE PARAMETER  
 208 MAXIMUM SLOPE OF SMALLEST SCALE OROGRAPHY  
 209 STD DEV OF SMALLEST SCALE OROGRAPHY  
 210 DTD T DUE TO ALL PARAMETRIZATIONS  
 211 DTD T DUE TO TURBULENCE  
 212 DTD T DUE TO RADIATION  
 ....  
 219 DTHDT DUE TO ALL PARAMETRIZATIONS

220 DQDT DUE TO ALL PARAMETRIZATIONS  
 221 DQDT DUE TO TURBULENCE  
 222 LIFTING CONDENSATION LEVEL  
 223 LEVEL OF NEUTRAL BUOYANCY  
 224 CONVECTIVE INHIBITION  
 225 CONVECTIVE AVAILABLE POT ENERGY  
 226 PRECIPITATION TYPE  
 227 FRICTION VELOCITY  
 228 MAXIMUM WIND GUST  
 ....  
 230 DCWDT DUE TO ALL PARAMETRIZATIONS  
 231 DCWDT DUE TO TURBULENCE  
 ....  
 235 DKDT DUE TO ALL PARAMETRIZATIONS  
 236 DKDT DUE TO TURBULENCE  
 237 DKDT DUE TO OROGRAPHIC TURBULENCE  
 ....  
 240 DUDT DUE TO ALL PARAMETRIZATIONS  
 241 DUDT DUE TO TURBULENCE  
 242 DUDT DUE TO OROGRAPHIC TURBULENCE  
 ....  
 245 DVDT DUE TO ALL PARAMETRIZATIONS  
 246 DVDT DUE TO TURBULENCE  
 247 DVDT DUE TO OROGRAPHIC TURBULENCE  
 ....

Precision of parameters:

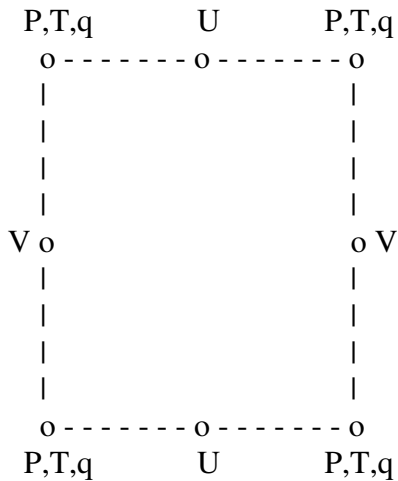
1	Surface pressure	0.5 Pa
6	Geopotential (if P > 1000 hPa)	0.5 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
6	Geopotential (if P < 1000 hPa)	5.0 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
11	Temperature	0.05 K
33/34	Wind components	0.01 m/s
39	Omega	0.0001 Pa/s
51/53	Mixing ratio	16 bits
52	Relative humidity	0.005
58	Cloud ice	16 bits
61/62/63	Precipitation	0.01 kg/m <sup>2</sup>
65/78/79	Snow fall	0.01 kg/m <sup>2</sup>
66	Snow cover	0.00005 m
71	Cloud cover	0.001
76	Cloud water	16 bits
86	Soil wetness	0.00005 kg/m <sup>2</sup>
83	Roughness	0.00005 m
84	Albedo	0.01
81/91	Land/Ice cover	0.00005

All others are encoded in 12 bits.

**The HIRLAM grid :**

HIRLAM uses a rotated lat/lon grid horizontally (data representation type 10), with the U and V wind components staggered with respect to P, T and q.

Staggering of the HIRLAM grid:



The P,T,q are the "central", or "mass" points - U is defined 1/2 delta x eastward of the central point and V is defined 1/2 delta y northward of the central point (in practice, for HIRLAM, delta x = delta y).

In GRIB 1 this is indicated by the latitude (resp. longitude) of the first and last grid point for these fields (octets 11-13, 14-16 and 18-20, 21-23).

In the vertical, HIRLAM uses a hybrid coordinate (like ECMWF), where the pressure of the coordinate plane is defined as a constant pressure A(n) plus a fraction B(n) of the surface pressure.

For a 60-layer model atmosphere, the A's and B's are as follows:

-----A-----	-----B-----
1000.0319824219	0.0000000000
3016.7302246094	0.0000001875
5053.9062500000	0.0001183500
7087.0195312500	0.0005798100
9093.7656250000	0.0015856801
11053.9804687500	0.0033146150
12949.5664062500	0.0059234686
14764.4101562500	0.0095481388
16484.2968750000	0.0143043809
18096.8476562500	0.0202886350
19591.4375000000	0.0275788829
20959.1328125000	0.0362354666
22192.5976562500	0.0463019088
23286.0468750000	0.0578057691
24235.1679687500	0.0707594752
25037.0507812500	0.0851610899

25690.1171875000	0.1009953022
26194.0625000000	0.1182339787
26549.7695312500	0.1368374228
26759.2617187500	0.1567547321
26825.6250000000	0.1779249310
26752.9335937500	0.2002778053
26546.1953125000	0.2237346172
26211.2734375000	0.2482088208
25754.8164062500	0.2736073136
25184.1992187500	0.2998307943
24507.4335937500	0.3267748952
23733.1054687500	0.3543309569
22870.3203125000	0.3823868036
21928.6054687500	0.4108275175
20917.8359375000	0.4395365119
19848.1875000000	0.4683961272
18730.0273437500	0.4972884655
17573.8554687500	0.5260964036
16390.2265625000	0.5547043085
15189.6640625000	0.5829988718
13982.5742187500	0.6108700037
12779.1875000000	0.6382114887
11589.4687500000	0.6649221182
10423.0156250000	0.6909061670
9288.9921875000	0.7160745263
8196.0468750000	0.7403453588
7152.2109375000	0.7636450529
6164.8281250000	0.7859090567
5240.4648437500	0.8070823550
4384.8242187500	0.8271209002
3602.6484375000	0.8459920287
2897.6315917969	0.8636753559
2272.3486328125	0.8801637292
1728.1508789062	0.8954639435
1265.0822753906	0.9095976353
881.7836914062	0.9226020575
575.4243164062	0.9345310330
341.5979003906	0.9454555511
174.2324371338	0.9554649591
65.5194854736	0.9646674395
12.3686571121	0.9731910229
0.0000000000	0.9811843634
0.0000000000	0.9888177514
0.0000000000	0.9962835312

Data on model levels has level type 109, data with respect to the surface has level type 105, data on pressure levels has level type 100 and data at Mean Sea Level is encoded with level type 103 and level 0.

## Quelques informations tirées du site Hirlam :

### HIRLAM Model Domains ¶

#### Definition of HIRLAM model domains

HIRLAM model is formulated on *hybrid coordinates in the vertical* and prepared for a general conformal horizontal coordinate system or map-projection. Rotated or un-rotated spherical coordinates in the horizontal have so far been used in HIRLAM operational and research community. The forecast system has been prepared to use spectral and/or semi-Lagrangian techniques. For physical parameterisation, it has been made more independent of the dynamic part and operates on subareas which consists of a number of grid-columns. *The reference forecast model is formulated in grid-point space*, whereas the model version in spectral representation exists (using earlier physics package). HIRLAM variational data assimilation has been formulated using spectral version of the HIRLAM system.

Following variables are needed to define a HIRLAM area,

NLON	# number of gridpoints in x-direction
NLAT	# number of gridpoints in y-direction
NLEV	# number of model full levels
SOUTH	# southern boundary in degrees
WEST	# western boundary in degrees
NORTH	# northern boundary in degrees
EAST	# eastern boundary in degrees
POLON	# longitude position of rotated south pole
POLAT	# latitude position of rotated south pole

Note that in the above, the chosen nlon must satisfy that  $nlon-2-2*npbpts$  being factors of 2, 3 and 5 for the Fourier transform routine used in the Helmholtz solver. npbpts in the expression is number of extra passive lines with full weight to the boundary fields, used in the semi-lagrangian scheme in order to prevent the trajectories from going outside the integration area. npbpts is a fixed parameter for each model domain, Note the prime-factors listed above may be different for different computer platforms. e.g., in the ECMWF IBM HPCF, prime-factors of 7,11 are allowed.

### HIRLAM Model Level Definitions ¶

#### HIRLAM vertical coordinate ¶

HIRLAM model is constructed for a general pressure based and *terrain following vertical coordinate*  $n(p,ps)$ , where :

$$n(0,Ps) = 0 \text{ and } n(ps,ps) = 1$$

The formulation corresponds to the ECMWF hybrid system with some modifications, because the continuity equations is integrated upwards in the HIRLAM model. The model is formulated for a spherical coordinate system ( $\lambda, \theta$ ), but in the code two metric coefficients ( $h_x, h_y$ ) have been introduced. This is done to prepare the model for any orthogonal coordinate system or map projection with axes  $(x, y)$ . However, this is not fully implemented in all parts of the dynamics.

To represent the vertical variation of the dependent variables (U, V, T and Q), the atmosphere is divided into "nlev" layers. These layers are defined by the pressures at the interfaces between them (the 'half-levels'). From the general expression :

$$p_{k+1/2} = A_{k+1/2(n)} + B_{k+1/2(n)} * p_s(x,y) \text{ for } k=0,1,\dots,nlev$$

the vertical surfaces for half-levels are defined. Pure pressure surfaces are obtained for B=0 and pure sigma surfaces for A=0. 'full-level' pressure associated with each model level (middle of two half layers) is then determined accordingly.

## **Hirlam System Documentation ¶ Boundary Interpolation ¶**

### Input data ¶

1. Host (ECMWF) full or frame fields containing U,V,T,Q,LNPS, SST with orographic fields included or separated, on lat/long or rotated coordinate and Arakawa-a (ECMWF) or ARAKAWA-C (coarser resolution HIRLAM) grid, in ECMWF grib format or HIRLAM ASIMIF grib format
2. Host model (ECMWF etc.) orographic field corresponding to the retrieval resolution in case the data above does not already contain so
3. climate file of the month for the guest model

### Output data ¶

1. Interpolated host model fields in the guest model grid mesh, on *ARAKAWA-C grid*. The data includes the interpolated information plus those copied directly from climate records of the guest model