

**Rapport de stage effectué au CNRM/GMAP**

**Du 10 Septembre au 24 Octobre 2007**

**Couplage de la surface externalisée SURFEX à ALADIN**

**Présenté par**

**MOKHTARI Mohamed**

**Office national de la Météorologie (Algérie)**

**Responsable de stage : Claude FISCHER**

**METEO/France SEPTEMBRE 2007**

## Remerciements

A l'issue de mon stage, qui s'est déroulé dans de très bonnes conditions, je tiens à remercier tout particulièrement Mr Claude Fischer, responsable de mon stage,

Je remercie également, tous ceux qui ont contribué à faire de ce stage une réussite sur tous les plans, en particulier :

François Bouyssel

Yves Boutloup

Pierre Tulet

Jean Maziejewski

## Préambule

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'approfondissement de celui réalisé l'an dernier sur la modélisation des transports de poussières désertiques dans Aladin. Après mon installation, mon stage a débuté par la reproduction des expériences effectuées par SURFEX en mode offline.

Après la présentation de mon rapport, en deuxième semaine de mon séjour, sur les résultats des simulations réalisées en mode offline et les modifications apportées au code SURFEX concernant les émissions des aérosols désertiques, une réunion a été tenue. Au cours de cette dernière, il a été arrêté le plan de charge durant mon séjour, qui consiste en le couplage de la surface externalisée SURFEX au modèle 3D (ALADIN) et de faire en sorte que ces modifications soient activées par une clé dans la version 3.0 de SURFEX.

## Introduction

Comme il a été recommandé lors de la réunion tenue après la présentation, l'objectif principal de ce travail est de réaliser un couplage de la surface externalisée au modèle 3D (Aladin) et d'activer les émissions d'aérosols désertiques dans SURFEX à partir d'Aladin.

Dans ce qui suit, les différents arrangements effectués sur les namelist et le code Aladin pour réaliser un tel couplage sont décrits.

### 1. Couplage de la surface externalisée à Aladin

Le couplage de la surface externalisée SURFEX à Aladin est réalisé suivant les trois étapes suivantes : **PGD**, **PREP** et la **prévision**, qui seront explicitées ci-après. Cette partie est réalisée avec l'aide de Mr François Bouyssel.

#### 1.1. PGD

Cette étape est qualifiée de pré-processing, elle sert à fabriquer le fichier climatologique nécessaire pour un RUN du modèle Aladin avec couplage de la surface externalisée. Contrairement à la configuration e923 où il est construit un fichier climatologique pour chaque mois de l'année, dans le cas PGD un seul fichier climatologique est construit pour les douze mois de l'année.

Plusieurs bases de données ont été utilisées pour cette opération à savoir : les bases de données FAO relatives à la distribution spatiale des paramètres Sand et Clay, la topographie à 30 secondes de résolution (GTOPO30) et ECOCLIMAP. Ces bases de données sont définies et déclarées dans les namelist : **NAM\_COVER**, **NAM\_ZS** et **NAM\_ISBA**. Par ailleurs, il est aussi recommandé de définir dans la namelist **NAM\_PGD\_SCHEMES**, les différents schémas de paramétrisation à utiliser pour les quatre TILES (nature, mer, lac et ville) et dans **NAM\_ISBA** le nombre de PATCH « **NPATCH** » à utiliser pour la fraction nature et le nombre de couches de sol « **NGROUND\_LAYER** ».

Les namelists sont consignées dans le fichier **PRE\_PGD1.nam**, sous la forme suivante :

```

NAM_FRAC          LECOCLIMAP = T,

NAM_PGD_SCHEMES  CNATURE = 'ISBA '

                   CSEA   = 'SEAFIX' ,

                   CTOWN  = 'TEB ' ,

                   CWATER = 'WATFIX'

NAM_COVER        YCOVER   = 'ecoclimats_v2' ,

                   YFILETYPE = 'DIRECT',

                   LRM_TOWN  = T

NAM_ZS           YZS     = 'gtopo30' ,

                   YFILETYPE = 'DIRECT'

NAM_ISBA         YCLAY    = 'clay_fao' ,

                   YCLAYFILETYPE = 'DIRECT' ,

                   YSAND     = 'sand_fao' ,

                   YSANDFILETYPE = 'DIRECT' ,

                   XUNIF_RUNOFFB = 0.5 ,

                   CISBA    = '2-L' ,

                   CPHOTO   = 'NON' ,

                   NPATCH  = 1 ,

                   NGROUND_LAYER = 2

NAM_PGDFILE      CPGDFILE='PGDFILE'

```

### 1.1.1. Définition du domaine de travail

Comme dans le cas de la configuration e923, le domaine est défini par les coordonnées de son centre, le type de projection **XRPK** et l'angle **XBETA**.

- **polar-stereographic** (**XRPK=1**),

- **lambert conformal** ( $0 < \text{XRPK} < 1$ ),

- **mercator** (**XRPK=0**).

**XBETA** : ANGLE BETWEEN X-AXIS AND LATITUDE AT LONG. **XLON0R**

Pour le domaine Aladin/Algérie, ces paramètres sont définis dans la namelist **NAM\_CONF\_PROJ** comme suit :

```
NAM_CONF_PROJ  XLAT0=32.50000000000000,  
                  XLON0=3.2500000000000000,  
                  XRPK=0.537299608346824,  
                  XBETA=0.00
```

La résolution horizontale et le nombre de point sont définis dans la namelist **NAM\_CONF\_PROJ\_GRID**, comme suit :

```
NAM_CONF_PROJ_GRID XLONCEN = 3.2500000000000000,  
                  XLATCEN = 32.5000000000000000,  
                  NIMAX = 289 ,  
                  NJMAX = 289 ,  
                  XDX = 12000.000000000000,  
                  XDY = 12000.000000000000
```

### 1.1.2. Exécutable et bases de données

L'exécutable qui sert à générer le fichier climatologique est indépendant de celui du cycle Aladin utilisé, il est disponible sur la machine **TORI** sous le répertoire suivant:

**/mf/dp/marp/marp009/MESONH/masdev4\_6.ABSPREP\_PGD.exe**

Les données servant à initialiser le fichier climatologique sont disponibles sous les répertoires suivants :

**/cnrm/ge/mrmh/mrmh005/mesonh/PGD/sand\_fao.hdr sand\_fao.hdr**

`/cnrm/ge/mrmh/mrmh005/mesonh/PGD/sand_fao.dir sand_fao.dir`

`/cnrm/ge/mrmh/mrmh005/mesonh/PGD/clay_fao.hdr clay_fao.hdr`

`/cnrm/ge/mrmh/mrmh005/mesonh/PGD/clay_fao.dir clay_fao.dir`

`/cnrm/ge/mrmh/mrmh005/mesonh/PGD/gtopo30.hdr gtopo30.hdr`

`/cnrm/ge/mrmh/mrmh005/mesonh/PGD/gtopo30.dir gtopo30.dir`

`/cnrm/ge/mrmh/mrmh005/mesonh/PGD/ecoclimats_v2.hdr ecoclimats_v2.hdr`

`/cnrm/ge/mrmh/mrmh005/mesonh/PGD/ecoclimats_v2.dir ecoclimats_v2.dir`

Le fichier résultant de cette opération est : **PGDFILE.lfi**

## 1.2. PREP

Cette étape consiste à initialiser les différentes variables pronostiques relatives à la surface. Elle a les mêmes fonctionnalités que la configuration e927, mais elle est lancée uniquement pour l'échéance **0h**.

Pour réaliser cette étape, quatre fichiers sont nécessaires :

**icmsharpe+0000** pour les conditions initiales, le fichier clim-arpège du mois considéré « **clim\_arpege.tl358.08.m\${MM}** », le fichier clim du domaine de travail « **clim\_algerie.m\${MM}** » dans notre cas et le fichier « **PGDFILE.lfi** » issu de l'opération **PGD**.

En outre, il est impératif de mettre à **TRUE** la variable logique **LMSE** dans la namelist **NAMARPHY**, pour activer les schémas de paramétrisation de la surface externalisée SURFEX, consignés sous le projet « **mse = Méso-NH** », tel que :

**NAMARPHY LMSE=.TRUE.**

Il est aussi exigé d'inclure la variable logique **NFPSURFEX=1** dans la namelist **NAMFPC**. Ce qui revient à transformer les champs extérieurs d'arp/ald en champs de SURFEX :

**NFPSURFEX : Subcontract surface fields to SURFEX**

**NFPSURFEX = 0 => no subcontract**

**NFPSURFEX = 1 => transform native arp/ald surface fields to surfex fields and write out by surfex**

**NAMFPC** **NFPSURFEX=1,**

```
NFPCLI=1,  
LTRACEFP=.TRUE.,  
CFP3DF(1)='TEMPERATURE',  
CFP3DF(2)='WIND.U.PHYS',  
CFP3DF(3)='WIND.V.PHYS',  
CFP3DF(4)='HUMI.SPECIFIQUE',  
CFP2DF(1)='SURFPRESSION',  
CFP2DF(2)='SPECSURFGEOPOTENTIEL',  
CFPPHY(1)='SURFTEMPERATURE',  
CFPPHY(2)='PROFTEMPERATURE',  
CFPPHY(3)='SURFRESERV.EAU',  
CFPPHY(4)='PROFRESERV.EAU',  
CFPPHY(5)='PROFRESERV.GLACE',  
CFPPHY(6)='SURFRESERV.GLACE',  
CFPPHY(7)='SURFRESERV.NEIGE',  
CFPPHY(8)='SURFPROP.ARGILE',  
CFPPHY(9)='SURFPROP.SABLE',  
CFPPHY(10)='SURFEPAIS.SOL',  
CFPPHY(11)='SURFGEOPOTENTIEL',  
CFPPHY(12)='SURFIND.TERREMER',
```

**NAM\_FILE\_NAMES** HPGDFILE='PGDFILE',

CINIFILE='INIT\_SURF',

**NAM\_FRAC** LECOCLIMAP = T,

**NAM\_PREP\_ISBA\_SNOW** CSNOW='D95',

Les namelist sont lues sous le fichier **PRE\_REAL1.nam**.

L'exécutable utilisé pour réaliser cette étape est celui du **cycle 32t1**.

Le fichier de sortie résultant de cette opération est **INIT\_SURF.lfi**

### 1.3.La prévision

La prévision est réalisée en utilisant en input le fichier **INIT\_SURF.lfi** généré par PREP et les fichiers coupleurs. Les fichiers coupleurs doivent être copiés dans le répertoire de travail sous les noms suivants :

```
ELSCF${CNMEXP}ALBC000  
ELSCF${CNMEXP}ALBC001  
ELSCF${CNMEXP}ALBC002 .....
```

Le fichier **ELSCF\${CNMEXP}ALBC000** est renommé en : **ICMSHALADINIT**

Le fichier **INIT\_SURF.lfi** issu de l'opération PREP est copié dans le répertoire de travail sous le nom **TEST.lfi**

Les namelist sont arrangées de la façon suivante :

```
NAM_ISBA  CCPSURF="HUM",
          CROUGH="Z01D"

NAM_DIAG_SURF  N2M=2,
               LSURF_BUDGET=.T.,
               LCOEF=.T.,
               LSURF_VARS=.T. /

NAM_DIAG_ISBA  LSURF_EVAP_BUDGET=.T.,
               LSURF_MISC_BUDGET=.T., LPGD=.T. /

NAM_FRAC

NAMINI  NEINI=0

NAMARPHY  LMSE=.TRUE.,
          CCOUPLING='E'

NAMPARAR  NDIAGFR=4,
          NSWB_MNH=2
```

Les namelist sont consignées dans le fichier **EXSEG1.nam**.

Les données prévues de la surface externalisée sont écrites dans les fichiers **AROMOUT\_{ech}.lfi**, tandis que celles du modèle Aladin sont écrites, comme à l'accoutumée, dans les fichiers **ICMSH**.

## 2. Activation des processus d'émission dans ALADIN

Les scalaires passifs sont activés dans SURFEX en fonction des déclarations faites dans le modèle atmosphérique. Comme cette étape est codée pour le projet Arome, les routines d'initialisation des variables scalaires du projet Arome ont été utilisées pour Aladin.

### 2.1. Activation des variables scalaires dans le modèle atmosphérique :

La routine qui sert à initialiser les différentes variables scalaires dans Arome est **aroini\_nsv0.mnh**. Elle est appelée sous **sudim1.f90** après le test suivant :

```
IF (LMPA .AND. (LUSECHEM) .OR. (LRDUST) ) THEN

CALL AROINI_NSV0(LUSECHEM ,LORILAM ,LRDUST ,JPGFL , NGFL_EXT,&
&      NSV_CHEMBEG, NSV_CHEMEND, NSV_DSTBEG, NSV_DSTEND, &
&      NSV_AERBEG, NSV_AEREND,CLNAME)

IF (LUSECHEM) THEN

YEXT_NL(NSV_CHEMBEG:NSV_CHEMEND)%CNAME(1:15) = &
&      CLNAME(NSV_CHEMBEG:NSV_CHEMEND)(1:15)
```

```

ENDIF

IF (LRDUST) THEN

  YEXT_NL(NSV_DSTBEG:NSV_DSTEND)%CNAME(1:15) = &

    &CLNAME(NSV_DSTBEG:NSV_DSTEND)(1:15)

ENDIF

IF (LORILAM) THEN

  YEXT_NL(NSV_AERBEG:NSV_AEREND)%CNAME(1:15) = &

    & CLNAME(NSV_AERBEG:NSV_AEREND)(1:15)

ENDIF

ENDIF

```

Avec :

LMPA : clé qui active le modèle Arome si elle est à TRUE

LRDUST : contrôle les aérosols désertiques

LUSECHEM : contrôle le schéma des gaz chimiques

LORILAM : contrôle le schéma des aérosols chimiques

Et selon l'arborescence suivante:

```

arp/control/master.f90 =>
  arp/control/cnt0.f90=>
    arp/setup/su0yoma.f90 =>
      arp/setup/sudim1.f90 =>
        mpa/chem/externals/aroini_nsv0.mnh

```

En sortie de la routine **aroini\_nsv0.mnh**, on aura tous les paramètres nécessaires pour le dimensionnement du vecteur **YEXT\_NL**, relatif au groupe de scalaires passifs.

**NGFL\_EXT** : nombre total de scalaires passifs déclarés dans le module **yom\_ygfl.f90**

et :

**NSV\_CHEMBEG** : premier indice chimie gazeux

**NSV\_CHEMEND** : dernier indice chimie gazeux

**NSV\_AERBEG** : premier indice chimie aérosol

**NSV\_AEREND** : dernier indice chimie aérosol

**NSV\_DSTBEG** : premier indice poussières désertiques

**NSV\_DSTEND** : dernier indice poussières désertiques

Tous ces paramètres sont archivés dans le module **yomnsv.f90**.

Pour initialiser les scalaires passifs dans Aladin, tâche qui n'était pas codée auparavant, nous avons utilisé la routine **aroini\_nsv0.mnh**, sans aucune modification. A la différence d'Arome, cette routine sera appelée dans Aladin sous un nouveau test qui permet d'activer, uniquement les scalaires passifs relatifs aux aérosols désertiques. De ce fait, une nouvelle clé appelée LDSTALD relative à Aladin ayant les mêmes fonctionnalités que LRDUST, est déclarée sous la routine **sudim1.f90** pour réaliser cette tâche.

Un tel test est obtenu en désactivant les clés LUSECHEM, LRDUST et LORILAM et en activant la clé LDSTALD comme suit :

```
IF (LDSTALD .AND. (.NOT.LUSECHEM) .AND. (.NOT.LRDUST) .AND. (.NOT.LORILAM)) THEN  
  
CALL AROINI_NSV0( LUSECHEM ,LORILAM,LDSTALD , JPGFL , NGFL_EXT,&  
  
& NSV_CHEMBEG, NSV_CHEMEND, NSV_DSTBEG, NSV_DSTEND, &  
  
& NSV_AERBEG, NSV_AEREND,CLNAME)  
  
YEXT_NL(NSV_DSTBEG:NSV_DSTEND)%CNAME(1:15) = &  
  
&CLNAME(NSV_DSTBEG:NSV_DSTEND)(1:15)  
  
ENDIF
```

## 2.2. Activation des processus d'émission dans SURFEX

Les processus d'émissions sont activés dans SURFEX en remplissant la chaîne de caractères **CSV**, relative aux noms des scalaires passifs via la routine **aroini\_nsv.mnh**. Cette routine est appelée par **suphmse.f90**, selon l'arborescence suivante:

```
CALL AROINI_NSV (NSV_CHEMBEG, NSV_CHEMEND, NSV_AERBEG, NSV_AEREND, &  
& NSV_DSTBEG, NSV_DSTEND)
```

```
arp/control/master.f90 =>  
  arp/control/cnt0.f90=>  
    arp/setup/su0yomb.f90 =>  
      arp/setup/suphy.f90 =>  
        arp/setup/suphmf.f90 =>  
          arp/setup/suparar.f90 =>
```

```
arp/phys_dmn/suphmse.f90 =>
mpa/chem/externals/aroini_nsv.mnh
```

Les arguments d'entrée de la routine **aroini\_nsv.mnh** sont déjà définis dans l'étape précédente. A la sortie de la routine **aroini\_nsv.mnh**, on aura la chaîne de caractères **CSV**, relative aux noms des scalaires passifs qui est archivée dans le module **modd\_nsv.mnh**.

Le dimensionnement des variables scalaires dans SURFEX s'effectue par la routine **init\_surf\_atm\_n.mnh**, qui est appelée par **aroini\_surf.mnh** selon l'arborescence suivante :

```
arp/control/master.f90 =>
  arp/control/cnt0.f90=>
    arp/setup/su0yomb.f90 =>
      arp/setup/suphy.f90 =>
        arp/setup/suphmf.f90 =>
          arp/setup/suparar.f90 =>
            arp/phys_dmn/suphmse.f90 =>
              mse/externals/aroini_surf.mnh =>
                mse/internals/init_surf_atm_n.mnh
```

### 3. Adaptation des modifications effectuées dans SURFEX à la version couplée à Aladin

Après avoir couplé la surface externalisée au modèle Aladin et activé les processus d'émission dans ce dernier, nous avons introduit les modifications apportées à SURFEX à la version couplée à Aladin. Quatre routines ont été concernées par ces modifications : **coupling\_isba\_n.mnh**, **coupling\_dst\_n.mnh**, **mode\_dstmbl.mnh** et **mode\_dstmbult.mnh**. Ces routines sont sous le projet **mse**.

La surface externalisée est appelée par **aplpar.f90** via la routine **aro\_ground\_param.mnh** sous l'arborescence suivante :

```
arp/phys_dmn/mf_phys.f90 =>
  arp/phys_dmn/aplpar.f90=>
    mse/externals/aro_ground_param.mnh
```

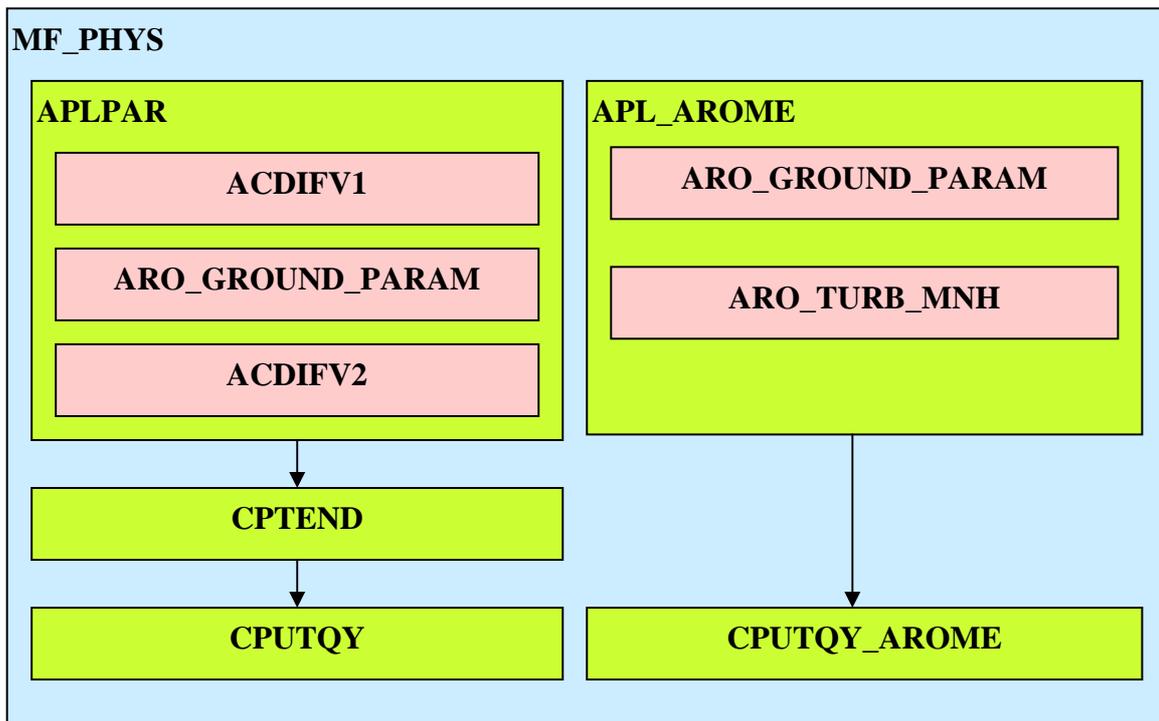
A la sortie de la surface externalisée, les flux remontent au modèle atmosphérique via les routines turbulence. Cette dernière est traitée dans Aladin suivant deux niveaux, le premier est appelé avant la surface externalisée via la routine **acdifv1.f90** pour le calcul des coefficients d'échanges turbulents et le deuxième est appelé après la surface externalisée via la routine **acdifv2.f90** pour le calcul de la diffusion verticale à tous les niveaux du modèle. La routine **aplpar.f90** permet le traitement de la physique du modèle et le calcul des différents flux. Les tendances des différentes variables atmosphériques sont calculées par la routine

**cptend.f90** et leur évolution à l'instant **t+dt** par la routine **cputqy.f90**. Les nouvelles variables issues de **cputqy.f90** remontent en argument à la routine **mf\_phys.f90**.

Dans le cas du modèle Arome, la turbulence est traitée après la surface externalisée sur un seul niveau, via la routine **aro\_tub\_mnh.mnh**. La physique du modèle est appelée dans ce cas via la routine **apl\_arome.f90**. En sortie de cette routine, on aura les tendances des différentes variables atmosphériques et leur évolution à l'instant **t+dt** est calculée par la routine **cputqy\_arome.f90**. Les nouvelles variables issues de cette dernière remontent en argument à la routine **mf\_phys.f90**.

L'organigramme ci-dessous **schématise** l'enchaînement des étapes principales d'intégration des modèles Aladin et Arome, décrites précédemment dans la routine **mf\_phys.f90**.

**Organigramme sous MF\_PHYS:**



Comme la partie diffusion dans le cas d'Aladin, n'est pas codée pour les scalaires passifs, alors rien ne sort de la routine **aplpar.f90** en termes de flux des scalaires passifs. Donc

le travail immédiat est de réaliser la partie diffusion des scalaires passifs et les faire remonter jusqu'à la routine **mf\_phys.f90**.

## **Conclusion**

Ce stage est doublement bénéfique puisque il nous a permis de réaliser à la fois un couplage de la surface externalisée SURFEX au modèle Aladin et aussi d'activer les processus d'émission des aérosols désertiques dans ce dernier. En outre, un environnement pour des simulations avec SURFEX en mode inline a été préparé, ce qui permettra de poursuivre le travail de validation commencé en mode offline. Ce stage a également permis d'acquérir une certaine maîtrise de l'outil gmkpack permettant la compilation du modèle Aladin et la création de bibliothèques.

Dans ce présent rapport, sont décrites les trois étapes nécessaires pour coupler SURFEX à Aladin, qui consistent en : PGD, PREP et la prévision. Aussi, les différents arrangements effectués sur les namelists pour réaliser un tel couplage sont présentés. Nous avons également mis en évidence, dans la deuxième partie de ce travail, les routines permettant d'activer les scalaires passifs dans SURFEX et Aladin.

Enfin je tiens à relever la constante disponibilité de Messieurs François Bouyssel et Yves Boutloup, non seulement pour la réalisation de ce travail mais aussi pour préparer la suite qui consistera en le traitement de la diffusion verticale des scalaires passifs dans Aladin.