

*Rapport de stage effectué au CNRM/Météo France  
du 17 novembre au 15 décembre 2011*

# **ALADIN-DUST USER'S GUIDE**

*Présenté par :*

*Mr Mohamed MOKHTARI*

**Office National de la Météorologie (ONM), Algérie**



*Responsable de stage : Claude FISCHER*

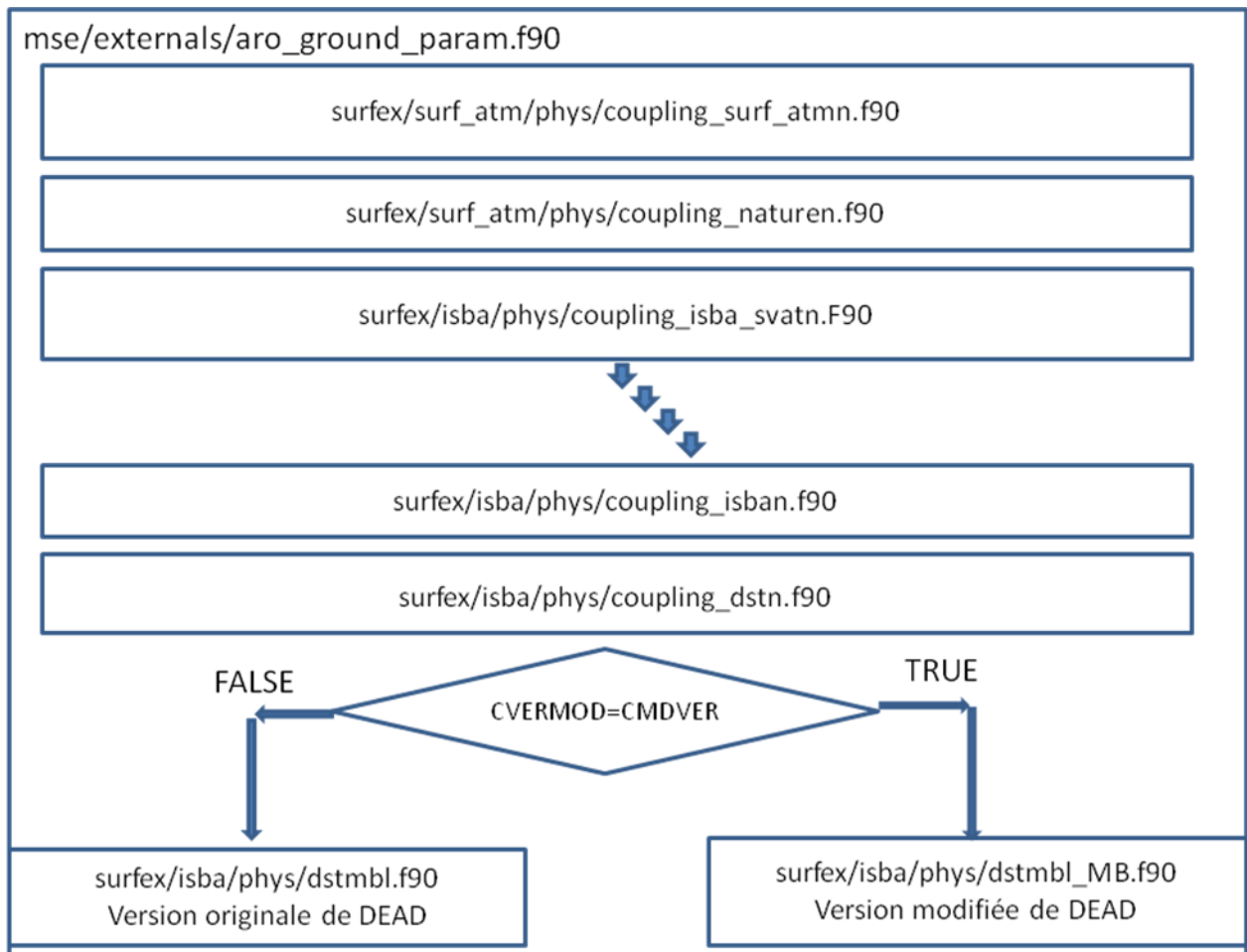
## **1. Introduction**

Ce rapport est présenté sous forme d'un « user guide » pour Aladin-dust dans l'intérêt de faciliter aux Aladinistes le branchement des routines relatives au dust dans Aladin. Il résume les tâches effectuées sur le modèle Aladin pour la prise en compte des aérosols désertiques dans les prévisions du temps. En outre, il montre les étapes à suivre, les arrangements à effectuer sur les namelists et les clés à activer pour réaliser une prévision Aladin-dust et le post traitement (fullpos) des dust. Dans ce rapport, on décrit d'abord les différents processus physiques liés aux aérosols désertiques traités par le modèle Aladin puis les parties du code et les modules ajoutés et enfin un organigramme du code sous **MF\_PHYS.F90** est explicité. Durant la campagne FENNEC, le modèle Aladin-dust a été mis activé, conjointement avec les modèles Arome et Méso-NH, de manière opérationnelle afin de fournir des prévisions des évènements de poussières au-dessus du Sahara et d'une partie du Sahel durant la période s'étendant du 1<sup>er</sup> au 30 juin 2011. Les prévisions Aladin-dust sont mises à disposition sur le site « Fennec Operational Center » (<http://fenoc.sedoo.fr/>) mis en place à l'Observatoire Midi-Pyrénées (OMP) par le Service de Donnée (SEDOO). On présente à la fin de ce rapport quelques produits d'Aladin-dust relatifs aux aérosols désertiques destinés à cette campagne pour les journées du 21 et du 22 juin 2011.

## **2. Traitement des processus d'émission de poussières désertiques dans SURFEX**

Les émissions de poussières désertiques sont gérées dans SURFEX grâce au module DEAD (Dust Entrainment and Deposition) développé par Zender et al. (2003) et codées dans SURFEX par Grini et al. (2005). Ce module a été amélioré par Mokhtari et al. (2011). Les deux versions de ce module (originale et modifiée) ont été intégrées dans la version 7 de SURFEX. On note que, durant la campagne FENNEC, la version modifiée de DEAD est celle qui est activée dans Aladin-dust, tandis que la version DEAD originale avait servi dans les modèles Arome et Méso-NH.

L'organisation du code sous **aro\_ground\_param.f90** (SURFEX) ainsi que celle des modules de mobilisation des poussières désertiques, sont comme suit :



Par défaut c'est la version DEAD originale qui est activée.

### 3. Traitement des aérosols désertiques dans Aladin

Pour le traitement des aérosols désertiques dans ALADIN, neuf (09) variables de type GFL (**NGFL\_EXT=9**) ont été attribuées à ces derniers et elles sont réparties, suivant leur nature, en trois(03) classes. La première (classe 1) représente les aérosols en suspension à l'état sec (poussière), la deuxième (classe 2) les aérosols incorporés dans les nuages et la troisième (classe 3) les aérosols incorporés dans les précipitations. Chaque classe contient 3 modes, et suivant leur ordre d'importance, ces modes sont classés comme suit : mode grossier, mode moyen et mode fin. Ces variables sont définies à la fin de la routine **sudefo\_gflattr.F90**, qui fait appel à la routine **aroini\_nsv0.f90**, en mettant les clés **LMDUST** et **LRDUST** à « TRUE ». Cette étape permet d'initialiser (dimensionner) les variables **NSV\_DSTBEG**, **NSV\_DSTEND**, **NSV\_DSTDEPBEG** et **NSV\_DSTDEPEND** allouées aux scalaires passifs et les archiver dans le module **arp/module/YOMNSV.F90**.

La classe 1 d'aérosols est dimensionnée par **NSV\_DSTBEG=1** et **NSV-DSTEND=3**

Les chaînes de caractère attribuées à chaque mode de cette classe sont:

**YEXT\_NL%CNAME(NSV\_DSTBEG : NSV-DSTEND) : DSTM33, DSTM32, DSTM31**

Les classes 2 et 3 d'aérosols sont dimensionnées par **NSV\_DSTDEPBEG=1** et **NSV\_DSTDEPEND=6**

Les chaînes de caractère attribuées à chaque mode de ces deux classes sont:

**YEXT\_NL%CNAME(NSV\_DSTDEPBEG: NSV\_DSTDEPEND):**

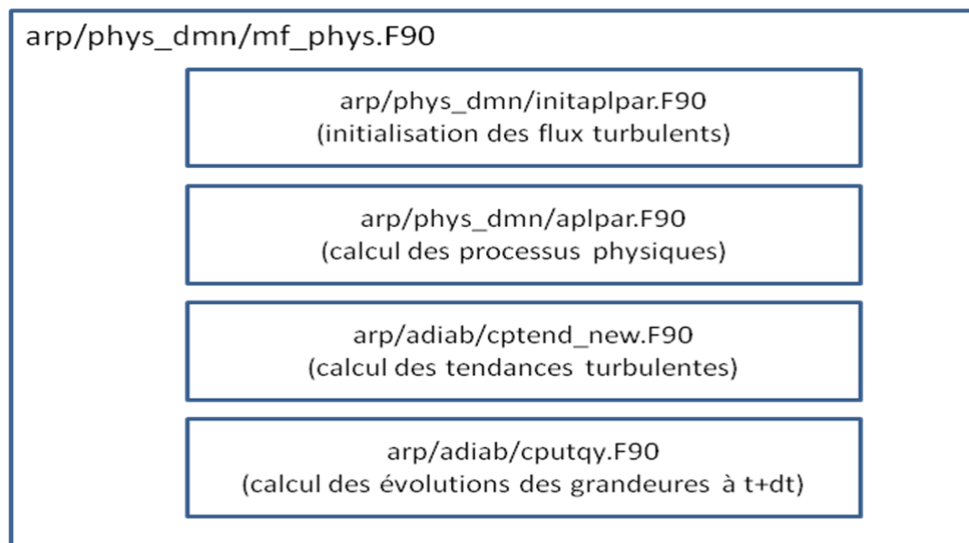
**DEDSTM33C, DEDSTM32C, DEDSTM31C (classe 2, Cloud)**

**DEDSTM33R, DEDSTM32R, DEDSTM31R (classe 3, Rain)**

L'arrangement du code sous **sudefo\_gflattr.F90** est comme suit :

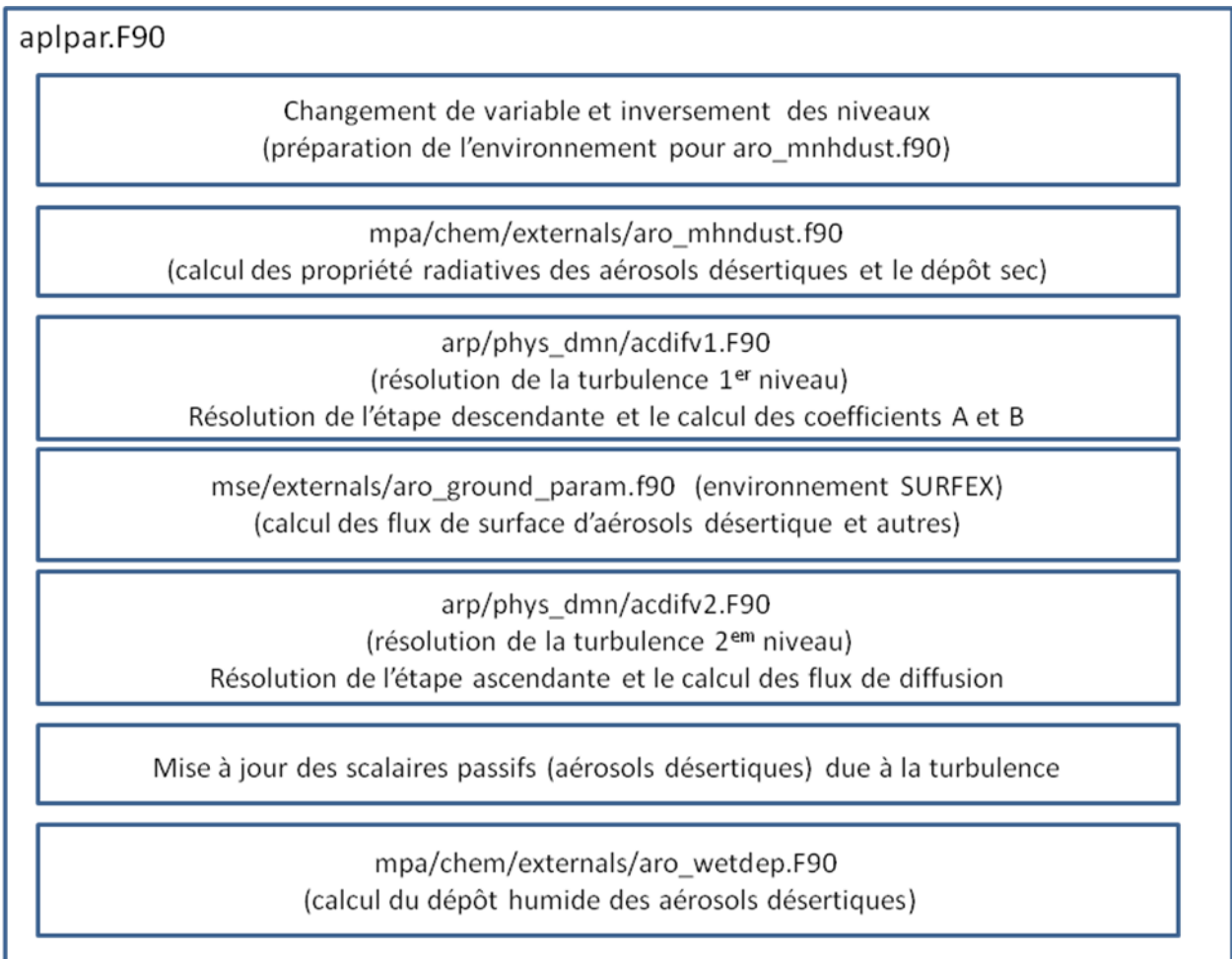


La physique du modèle Aladin est contrôlée par la routine **mf\_phys.F90** (physique Météo France). L'organisation du code sous cette routine est le suivant :



Sous **ap1par.F90**, l'enchaînement des processus physiques relatifs aux aérosols désertiques est comme suit : calcul des propriétés optiques des aérosols désertiques, calcul des dépôts secs, calcul des flux turbulents (diffusion verticale) et calcul des dépôts humides. Pour plus de détail sur les blocs de code ajoutés dans **ap1par.F90** et les noms des variables déclarées voire le rapport de stage de Mr M. Mokhtari effectué au CNRM/Météo France (Reports of ALADIN stay 2009 ; <http://www.cnrm.meteo.fr/aladin/spip.php?article156>).

L'organisation du code sous **ap1par.F90** est le suivant:



#### 4. Traitement du dépôt humide des aérosols désertiques dans Aladin

Le dépôt humide des aérosols désertiques est calculé par `aro_wetdep.F90`. Quatre processus physiques ont été traités par cette routine, à savoir : la collection des aérosols désertiques par les hydrométéores (nuages et les gouttelettes d'eau) sous l'effet d'impaction, interception et diffusion brownienne, la collection des aérosols désertiques par les gouttelettes d'eau précipitées (sédimentation humide), l'autoconversion des nuages en précipitation qui permet l'augmentation de la concentration des aérosols désertiques dans les précipitations et en contre partie leur diminution dans les nuages et l'évaporation des précipitations, ce qui relâche les aérosols désertiques dans l'atmosphère à l'état sec. Pour plus de détails sur les formules et l'aspect technique du code voir : H. Tost et al. (2006) et le rapport de stage de M. Mokhtari (2009).

mpa/chem/externals/aro\_wetdep.f90

mpa/chem/internals/aer\_wet\_dep.f90

**AER\_WET\_MASS\_TRANSFER\_DEP**

(collection des aérosols désertiques par les nuages et les gouttelettes d'eau)

**AER\_WET\_SEDIMENT\_DEP**

(collection des aérosols désertiques par les gouttelettes d'eau précipitées (sédimentation))

**AER\_WET\_WARM\_DEP**

(auto conversion des nuages en précipitation)

**AER\_WET\_EVAP\_DEP**

(évaporation des précipitations qui relâche les aérosols désertiques dans l'atmosphère)

L'étape d'initialisation des paramètres relatifs au dépôt humide s'effectue sous **suphmse.F90** qui fait appel à la routine **aroini\_wet\_dep.f90**, en mettant les clés **LMDUST** et **LRDEPOS** à **TRUE**, de la manière suivante.

```
IF (LMDUST.AND. (NGFL_EXT/=0) .AND.LRDEPOS) THEN  
CALL AROINI_WET_DEP  
ENDIF
```

```
arp/phys_dmn/suphmse.f90=>  
  mpa/micro/externals/aroini_wet_dep.f90=>  
    mpa/micro/internals/ini_wet_dep.f90=>
```

Les paramètres relatifs au dépôt humide calculés par **ini\_wet\_dep.f90** sont archivés dans les modules : **modd\_parameters\_dep.f90**, **modd\_wet\_dep\_descr.f90** et **modd\_wet\_dep\_param.f90**. Ces trois nouveaux modules sont déclarés dans : **mpa/micro/module**.

## 5. Branchement des Dust et arrangement des namelistes

Le branchement des dust dans Aladin est contrôlé par trois clés principales :

**LMSE** : contrôle le branchement de la surface externalisée SURFEX à Aladin qui permet le calcul des flux de surface des poussières désertiques.

**LMDUST** : nouvelle clé déclarée dans **namarphy.h**, elle contrôle le branchement des dust dans Aladin.

**NGFL\_EXT** : nombre de variables allouées aux scalaires passifs déclaré dans **namgfl.h**.

L'arrangement de la namelist **namarphy.h** pour activer les dust dans la configuration **e001** (forecast) est le suivant :

```
NAMARPHY  
LMSE=.TRUE.,  
LMDUST=.TRUE.,  
LRDEPOS=.TRUE.,  
LRDUST=.TRUE.
```

Les clés **LRDEPOS** et **LRDUST** permettent d'activer respectivement, le dépôt humide des aérosols désertiques et leur interaction avec le rayonnement.

La namelist **namgfl.h** contrôle le nombre de variables GFL déclarées et leurs types. Elle contrôle aussi le nombre de variables diagnostiques relatives aux dust post traités. Cette nameliste est arrangée dans la configuration **e001** selon le choix d'initialisation au démarrage.

Dans le cas de démarrage à froid (sans initialisation) **NAMGFL** est arrangée comme suit :

#### **NAMGFL**

**NGFL\_EXT=9**

```

YEXT_NL(1)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(2)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(3)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(4)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(5)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(6)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(7)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(8)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(9)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(1)%LT1=.TRUE.,
YEXT_NL(2)%LT1=.TRUE.,
YEXT_NL(3)%LT1=.TRUE.,
YEXT_NL(4)%LT1=.TRUE.,
YEXT_NL(5)%LT1=.TRUE.,
YEXT_NL(6)%LT1=.TRUE.,
YEXT_NL(7)%LT1=.TRUE.,
YEXT_NL(8)%LT1=.TRUE.,
YEXT_NL(9)%LT1=.TRUE.,
YEXT_NL(1)%LADV=.TRUE.,
YEXT_NL(2)%LADV=.TRUE.,
YEXT_NL(3)%LADV=.TRUE.,
YEXT_NL(4)%LADV=.TRUE.,
YEXT_NL(5)%LADV=.TRUE.,
YEXT_NL(6)%LADV=.TRUE.,
YEXT_NL(7)%LADV=.TRUE.,
YEXT_NL(8)%LADV=.TRUE.,
YEXT_NL(9)%LADV=.TRUE.,
YEXT_NL(1)%LQM=.TRUE.,
YEXT_NL(2)%LQM=.TRUE.,
YEXT_NL(3)%LQM=.TRUE.,
YEXT_NL(4)%LQM=.TRUE.,
YEXT_NL(5)%LQM=.TRUE.,
YEXT_NL(6)%LQM=.TRUE.,
YEXT_NL(7)%LQM=.TRUE.,
YEXT_NL(8)%LQM=.TRUE.,
YEXT_NL(9)%LQM=.TRUE.,
YEXT_NL(1)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(2)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(3)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(4)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(5)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(6)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(7)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(8)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(9)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(1)%LGPINGP=.TRUE.,
YEXT_NL(2)%LGPINGP=.TRUE.,
YEXT_NL(3)%LGPINGP=.TRUE.,
YEXT_NL(4)%LGPINGP=.TRUE.,
YEXT_NL(5)%LGPINGP=.TRUE.,
YEXT_NL(6)%LGPINGP=.TRUE.,
YEXT_NL(7)%LGPINGP=.TRUE.,

```

```

YEXT_NL(8)%LGPINGP= .TRUE.,
YEXT_NL(9)%LGPINGP= .TRUE.,
NGFL_EZDIAG=12,
YEZDIAG_NL(1)%CNAME='ZN_DST',      (concentration en nombre)
YEZDIAG_NL(2)%CNAME='ZM_DST',      (concentration en masse)
YEZDIAG_NL(3)%CNAME='ZRG_DST',     (rayon moyen de dispersion en nombre)
YEZDIAG_NL(4)%CNAME='ZRGM_DST',    (rayon moyen de dispersion en masse)
YEZDIAG_NL(5)%CNAME='SSA_DST',     (Single Scattering Albedo SSA)
YEZDIAG_NL(6)%CNAME='ASY_DST',     (facteur d'asymétrie)
YEZDIAG_NL(7)%CNAME='AOD_DST',     (épaisseur optique)
YEZDIAG_NL(8)%CNAME='EXT_DST',     (coefficient d'extinction)
YEZDIAG_NL(9)%CNAME='DDEP_DST',    (flux de dépôt sec)
YEZDIAG_NL(10)%CNAME='FLX_DST',    (flux d'émission)
YEZDIAG_NL(11)%CNAME='RDEP_DST',   (flux de dépôt humide)
YEZDIAG_NL(12)%CNAME='HDEP_DST',   (concentration dans les nuages)

```

Le nombre de variables diagnostiques relatives aux dust post traités dans ce cas est de 12

(**NGFL\_EZDIAG=12**).

Dans le cas d'initialisation, la configuration **e001** est précédée par une étape d'initialisation dite « PROAJOUT », qui permet la fabrication d'un fichier initial ICMSHALADINIT contenant les paramètres DUST (**DSTM31, DSTM32, DSTM33, DEDSTM31C, DEDSTM32C, DEDSTM33C, DEDSTM31R, DEDSTM32R et DEDSTM33R**) à partir d'un fichier Historique prévu (ICMSHALAD) et un fichier coupleur de démarrage.

Dans ce cas, on spécifie dans la namelist **namgfl.h** que les variables GFL sont initialisées par l'ajout du bloc des paramètres suivants, dans **NAMGFL** :

```

YEXT_NL(1)%NREQIN=1,
YEXT_NL(2)%NREQIN=1,
YEXT_NL(3)%NREQIN=1,
YEXT_NL(4)%NREQIN=1,
YEXT_NL(5)%NREQIN=1,
YEXT_NL(6)%NREQIN=1,
YEXT_NL(7)%NREQIN=1,
YEXT_NL(8)%NREQIN=1,
YEXT_NL(9)%NREQIN=1,

```

Concernant l'étape « PROAJOUT » on spécifie le nombre de variable à ajouter, les noms des variables, le type de variables (surface/altitude) et le nombre de niveau dans la namelist.

**NAML:**

**NAML**

```

NBC=9,
LOPC(1)=.TRUE.,
CDPREFM(1)='S',
NBNIV(1)=70,
CDSUFM(1)='DSTM31',
LOPC(2)=.TRUE.,
CDPREFM(2)='S',
NBNIV(2)=70,
CDSUFM(2)='DSTM32',
LOPC(3)=.TRUE.,
CDPREFM(3)='S',
NBNIV(3)=70,
CDSUFM(3)='DSTM33',

```



```

LOPC (4) = .TRUE. ,
CDPREFM (4) = 'S' ,
NBNIV (4) = 70 ,
CDSUFM (4) = 'DEDSTM31C' ,
LOPC (5) = .TRUE. ,
CDPREFM (5) = 'S' ,
NBNIV (5) = 70 ,
CDSUFM (5) = 'DEDSTM32C' ,
LOPC (6) = .TRUE. ,
CDPREFM (6) = 'S' ,
NBNIV (6) = 70 ,
CDSUFM (6) = 'DEDSTM33C' ,
LOPC (7) = .TRUE. ,
CDPREFM (7) = 'S' ,
NBNIV (7) = 70 ,
CDSUFM (7) = 'DEDSTM31R' ,
LOPC (8) = .TRUE. ,
CDPREFM (8) = 'S' ,
NBNIV (8) = 70 ,
CDSUFM (8) = 'DEDSTM32R' ,
LOPC (9) = .TRUE. ,
CDPREFM (9) = 'S' ,
NBNIV (9) = 70 ,
CDSUFM (9) = 'DEDSTM33R' ,

```

La namelist **NAM\_DUST** contrôle un groupe de paramètres relatifs aux dust déclarés sous le projet **mpa** (Arome) :

#### **NAM\_DUST**

```

LDUST = .TRUE. ,      clé pour activer les dust
LRGFIX_DST = .TRUE. , clé pour fixer le rayon moyen de dispersion RG
LVAR SIG      = .FALSE. , clé pour maintenir la dispersion (sigma) fixe
LSEDIMDUST = .TRUE. , clé pour contrôler la sédimentation sèche
LDEPOS_DST = .TRUE. , clé pour contrôler la sédimentation humide
NMODE_DST = 3      nombre de mode

```

En surface, la version du module de mobilisation et le choix de la paramétrisation qui définissent la fraction de chaque mode est spécifiée dans la nameliste **NAM\_SURF\_DST**, comme suit :

#### **NAM\_SURF\_DST**

```

CEMISPARAM = 'AMMA' ,
CVERMOD = 'CMDVER'

```

La clé « **CVERMOD = CMDVER** » permet d'activer la version modifiée de DEAD dans SURFEX.

## **6. Post traitement des Dust**

Le post traitement des dust est contrôlé par trois namelists principales, **NAMAFN**, **NAMFPC** et **NAMGFL**. L'arrangement de ces namelists est comme suit :

#### **NAMAFN**

```

TFP_EXT (1) %CLNAME = 'AOD_DST' ,
TFP_EXT (1) %IBITS = 16 ,
TFP_EXT (2) %CLNAME = 'EXT_DST' ,

```

```

TFP_EXT(2)%IBITS=16,
TFP_EXT(3)%CLNAME='FLX_DST',
TFP_EXT(3)%IBITS=16,
TFP_EXT(4)%CLNAME='ZM_DST',
TFP_EXT(4)%IBITS=16,
TFP_EXT(5)%CLNAME='ASY_DST',
TFP_EXT(5)%IBITS=16,

```

#### NAMFPC

```

CFP3DF(1)='AOD_DST',
CFP3DF(2)='EXT_DST',
CFP3DF(3)='FLX_DST',
CFP3DF(4)='ZM_DST',
CFP3DF(5)='ASY_DST'
RFP3P(1)=10000.,
RFP3P(2)=20000.,
RFP3P(3)=30000.,
RFP3P(4)=40000.,
RFP3P(5)=50000.,
RFP3P(6)=60000.,
RFP3P(7)=70000.,
RFP3P(8)=85000.,
RFP3P(9)=92500.,
RFP3P(10)=100000.

```

#### NAMGFL

```

NGFL_EXT=5,
YEXT_NL(1)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(2)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(3)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(4)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(5)%LGP=.TRUE.,
YEXT_NL(1)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(2)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(3)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(4)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(5)%LREQOUT=.TRUE.,
YEXT_NL(1)%LGPINGP=.TRUE.,
YEXT_NL(2)%LGPINGP=.TRUE.,
YEXT_NL(3)%LGPINGP=.TRUE.,
YEXT_NL(4)%LGPINGP=.TRUE.,
YEXT_NL(5)%LGPINGP=.TRUE.,
YEXT_NL(1)%NREQIN=1,
YEXT_NL(2)%NREQIN=1,
YEXT_NL(3)%NREQIN=1,
YEXT_NL(4)%NREQIN=1,
YEXT_NL(5)%NREQIN=1,
YEXT_NL(1)%CNAME='AOD_DST',
YEXT_NL(2)%CNAME='EXT_DST',
YEXT_NL(3)%CNAME='FLX_DST',
YEXT_NL(4)%CNAME='ZM_DST',
YEXT_NL(5)%CNAME='ASY_DST',

```

On note que le nombre maximal des dust à post traiter est limité à 5. Donc, il fallait refaire plus d'une fois le post traitement pour avoir en sortie toutes les variables diagnostiques relatives aux dust déclarées dans **NAMGFL** lors de l'étape e001 (forecast).

#### Remarque

L'étape post traitement (fullpos) est effectuée indépendamment de l'étape prévision (e001). Donc, ne pas confondre entre (NGFL\_EXT =9) dans NAMGFL de l'étape prévision qui définit le nombre total de scalaires passifs (dust) à traiter et (NGFL\_EXT =5) de l'étape fullpos qui désigne le nombre total de variables diagnostiques relatives aux dust à post traiter.

## 7. Etude du cas des 21-22 juin 2011

La situation des 21 et 22 juin 2011, caractérisée par une dépression de 1005 hpa localisée au centre du Mali, a généré des vents cycloniques relativement forts et modérés de l'ordre de 9 à 15 m/s (Fig. 1). Ces vents ont été à l'origine de soulèvements du sable sur le sud ouest de l'Algérie (Bourdj Badji Mokhtar, le long des frontières Algéro-Malienne et Algéro-Mauritanienne (Fig. 2), durant, durant les journées du 21 et 22 juin 2011. Le flux de surface de poussière désertique estimé par le modèle Aladin (Fig. 3) pour ces deux journées ont atteint 10 g/m<sup>2</sup> au sud de la Mauritanie, 4 à 5 g/m<sup>2</sup> au centre de la Mauritanie, au centre du Mali et les régions du sud ouest Algérien vers l'Erg Chech. Au sud du Niger, le modèle Aladin a prévu des cumuls de 6 à 8 g/m<sup>2</sup> lié au flux de mousson (12 m/s). Au-dessus du grand Erg Oriental, Aladin a prévu un cumul de 4 à 5 g/m<sup>2</sup> lié à des vents de l'ordre de 9 à 12 m/s venant de la méditerranée. Au-dessus de la dépression de Bodélé, Aladin a prévu un cumul de 4 à 5 g/m<sup>2</sup> lié au flux d'Harmattan de 9 à 12 m/s de magnitude. Les concentrations de poussières désertiques à la surface prévues par Aladin (Fig. 4) oscillent entre 400 et 1000 µg/m<sup>3</sup> la journée du 21 juin 2011 et sont localisées autour de système dépressionnaire à l'exception de la dépression de Bodélé où les concentrations atteignent 1800 µg/m<sup>3</sup>. La journée de 22 juin 2011, Aladin a prévu trois noyaux de 1800 à 2000 µg/m<sup>3</sup> au centre du Mali, au centre de la Mauritanie et au sud du Niger. En termes d'épaisseurs optiques (AOD) (Fig. 5), Aladin a prévu des épaisseurs relativement modérées (0.6 à 1) la journée du 21 et atteignent 1.5 à 2 la journée du 22 au centre du Mali. Les cartes des coefficients d'extinction à 925 hpa (Fig. 6) prévues par Aladin, les journées du 21 et 22 juin, reproduisent parfaitement les traces des ces AOD aussi bien en localisation qu'en intensité.

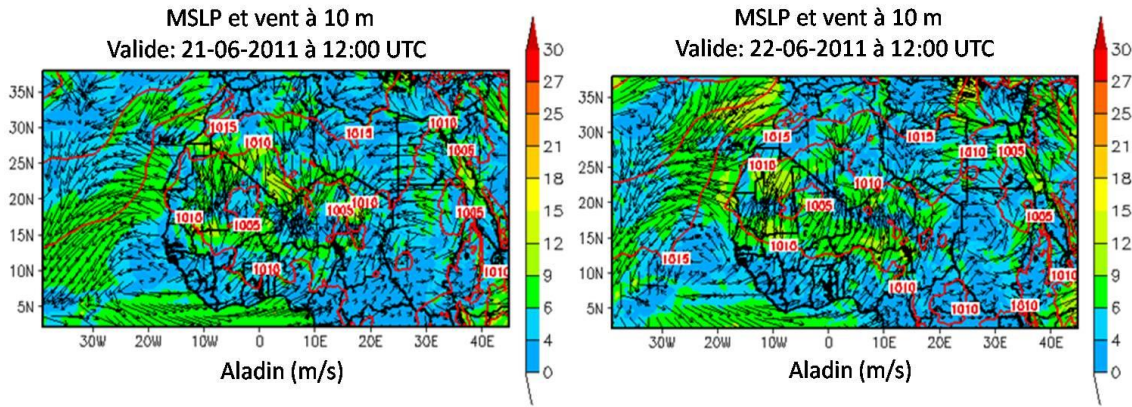


Figure 1 : pression réduite au niveau de la mer (MSLP en hpa) et vitesse et direction du vent à 10m (en m/s) simulés par Aladin pour les journées 21-06-2006 (à gauche) et 22-06-2011 (à droite) à 12 :00 UTC

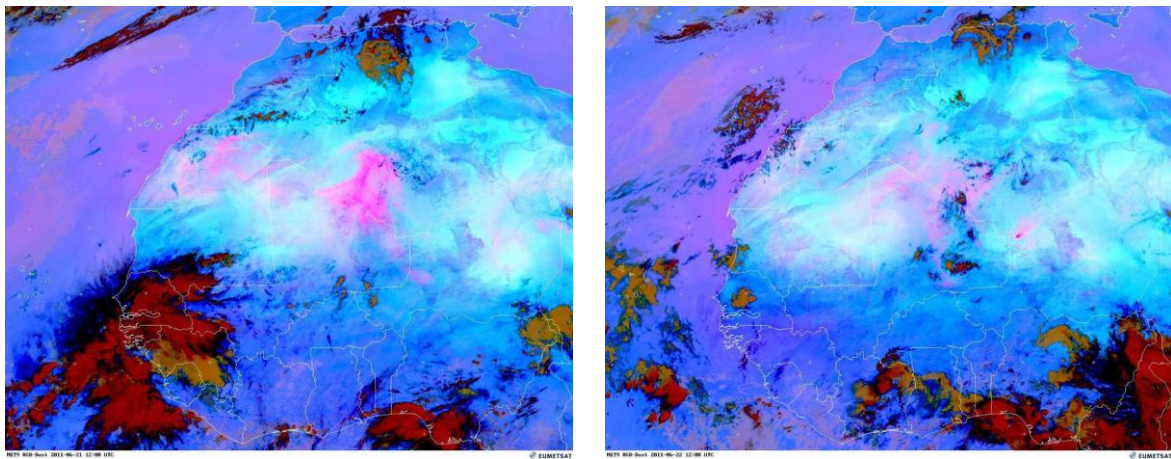


Figure 2: Images satellites MSG-SEVIRI sur l'ouest africain prises le 21 (à gauche) et 22(à droite) juin 2011 à 12 :00 UTC :les aérosols désertiques sont représentés par la couleur rose

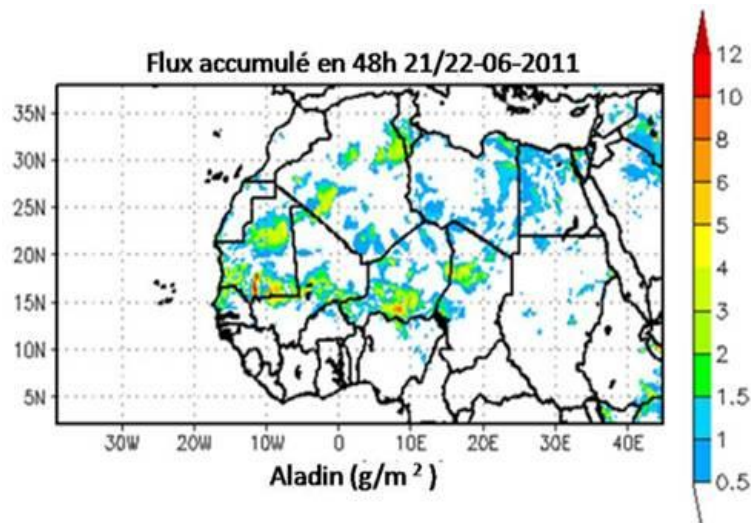


Figure 3 : Flux de poussière désertique en (g/m<sup>2</sup>) accumulés en 48h (du 21-06-2006 à 00 :00 UTC au 23-06-2011 à 00 :00 UTC) simulés par Aladin

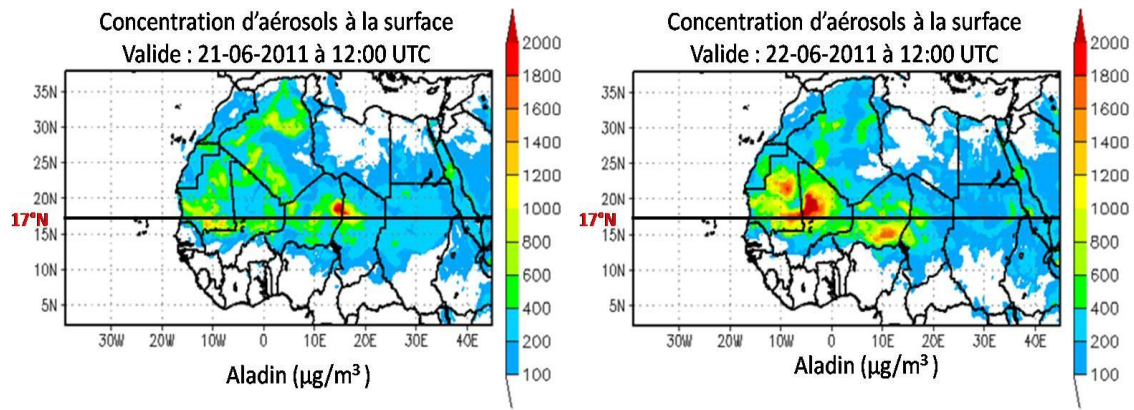


Figure 4 : Concentration d'aérosols désertiques à la surface (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour les journées 21-06-2006 (à gauche) et 22-06-2011 (à droite) à 12 :00 UTC

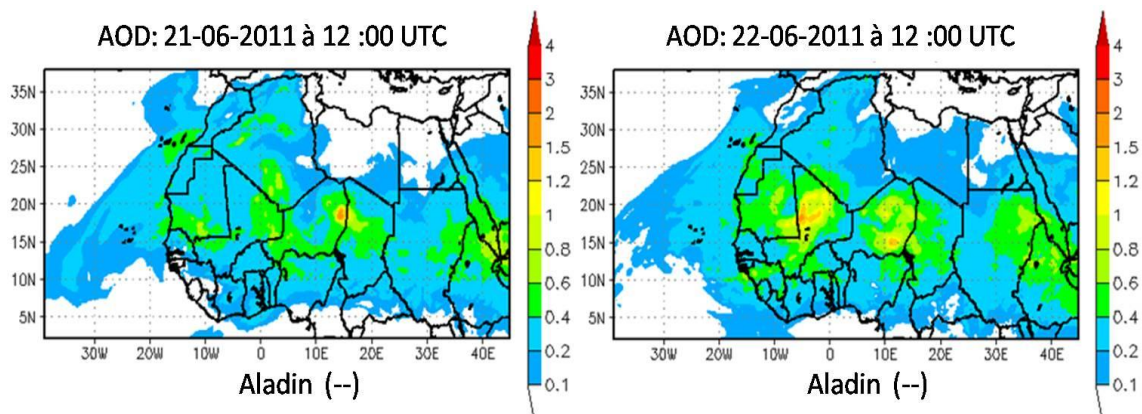


Figure 5 : Épaisseurs optiques (AOD) simulées par Aladin pour les journées 21-06-2006 (à gauche) et 22-06-2011 (à droite) à 12 :00 UTC

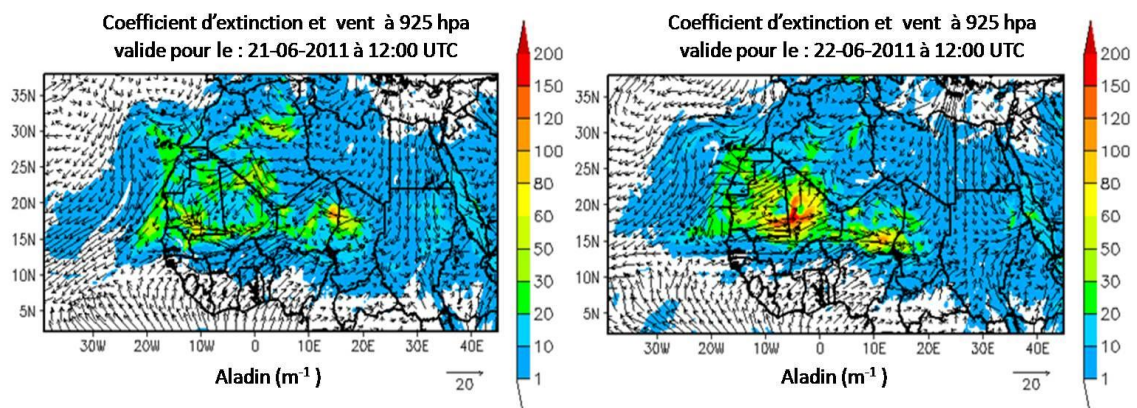


Figure 6 : Coefficient d'extinction (en  $\text{m}^{-1}$ ) et vent à 925 hpa simulés par Aladin pour les journées 21-06-2006 (à gauche) et 22-06-2011 (à droite) à 12 :00 UTC

## 8. Stratification verticale de l'aérosol désertique

Les figures 7, 8 et 9 montrent respectivement, les concentrations d'aérosols désertiques aux niveaux standards 850, 700 et 500 hpa. On remarque que, jusqu'au niveau 850 hpa ( $\approx 1500$  m)

on retrouve les traces des forts noyaux de concentrations enregistrés à la surface sur les zones sources d'émissions mais avec un degré moindre en intensité. Ceci est d'ailleurs très perceptible sur la coupe verticale effectuée à la latitude 17° nord (Fig. 10) les journées du 21 et 22 juin 2011. Au niveau 700 hpa ( $\approx 3000\text{m}$ ), ces forts noyaux disparaissent mais on y trouve encore des panaches de poussières de faibles concentrations ( $100$  à  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) au-dessus des zones sources et des zones proches de ces dernières. Au niveau 500 hpa ( $\approx 5500\text{m}$ ), quelques traces des panaches de poussière de très faibles concentrations ( $\approx 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) persistent au-dessus des zones d'émission mais la plupart sont transportées vers le sud loin des zones sources.

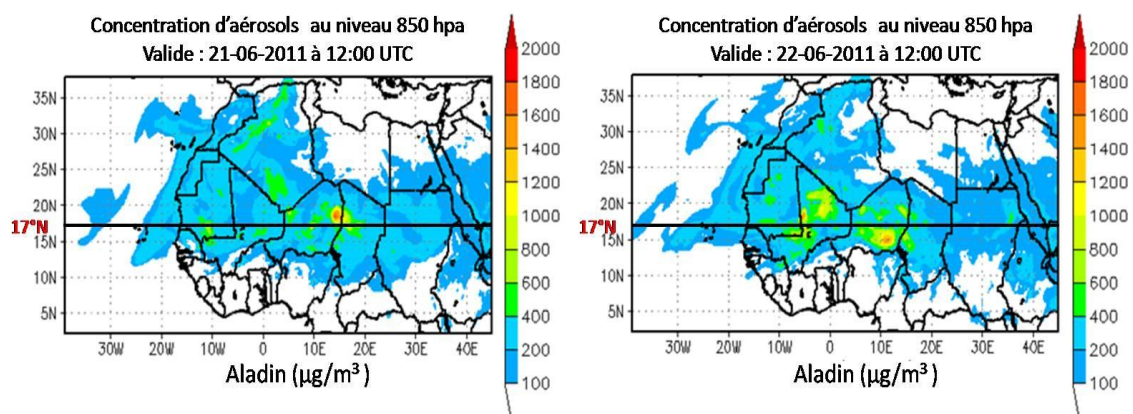


Figure 7 : Concentration d'aérosols désertiques (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) au niveau 850 hpa pour les journées 21-06-2006 (à gauche) et 22-06-2011 (à droite) à 12 :00 UTC

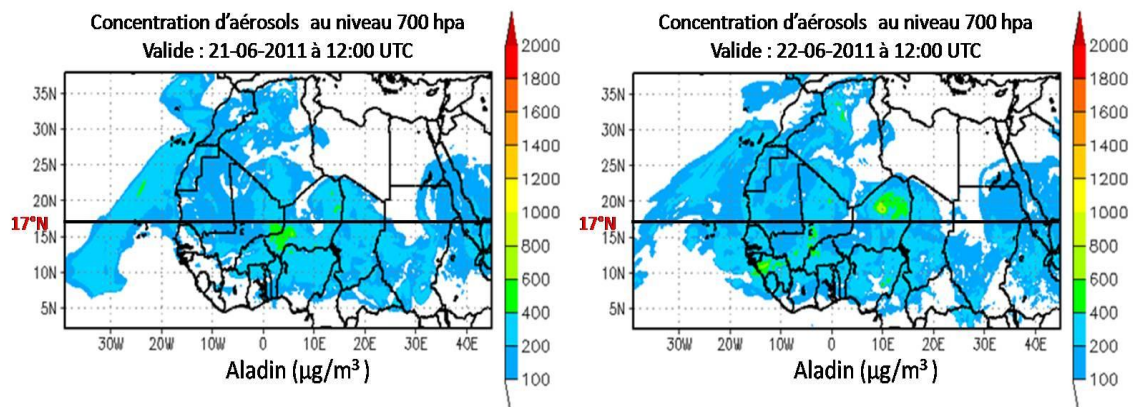


Figure 8 : Concentration d'aérosols désertiques (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) au niveau 700 hpa pour les journées 21-06-2006 (à gauche) et 22-06-2011 (à droite) à 12 :00 UTC

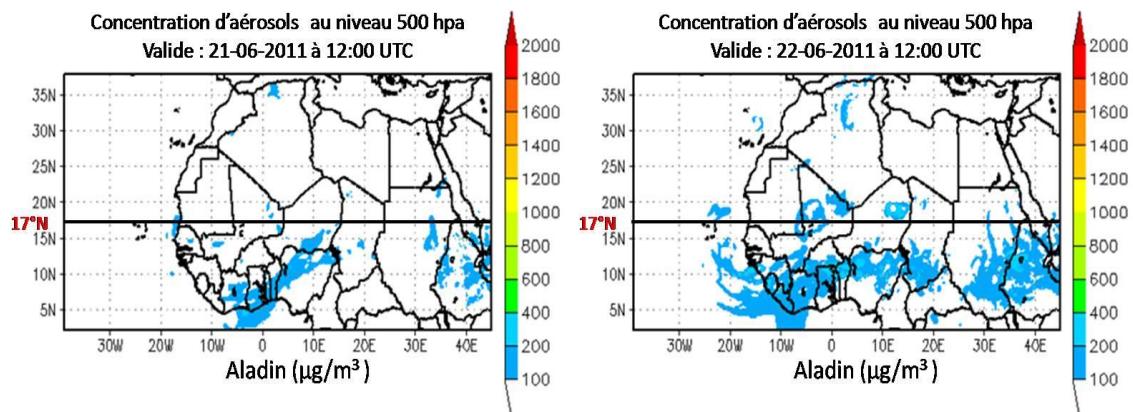


Figure 9 : Concentration d'aérosols désertiques (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) au niveau 500 hpa pour les journées 21-06-2006 (à gauche) et 22-06-2011 (à droite) à 12 :00 UTC

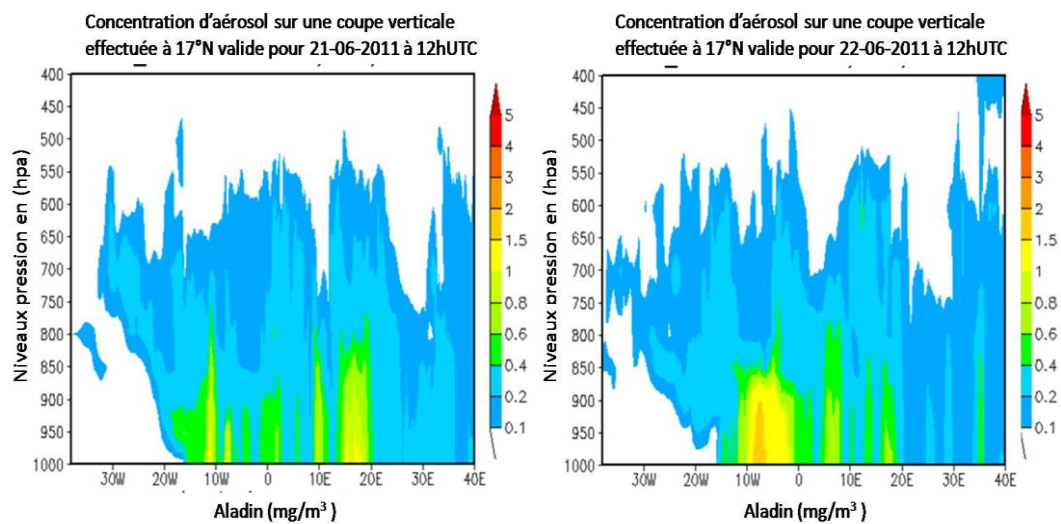


Figure 10 : Concentration d'aérosols désertiques (en  $\text{mg}/\text{m}^3$ ) sur une section verticale effectuée à la latitude  $17^\circ\text{N}$  pour les journées 21-06-2006 (à gauche) et 22-06-2011 (à droite) à 12 :00 UTC

## 9. Flux de dépôt

La figure 11 montre les flux de dépôts sec et humide accumulés en 48 heures. Aladin-dust prévoit des cumuls de dépôts secs de l'ordre de 2 à 4  $\text{g}/\text{m}^2$  localisés aux endroits de forts flux d'émissions. En ce qui concerne le dépôt humide, Aladin-dust prévoit un seul noyau de 6  $\text{g}/\text{m}^2$  localisé au centre du Mali.

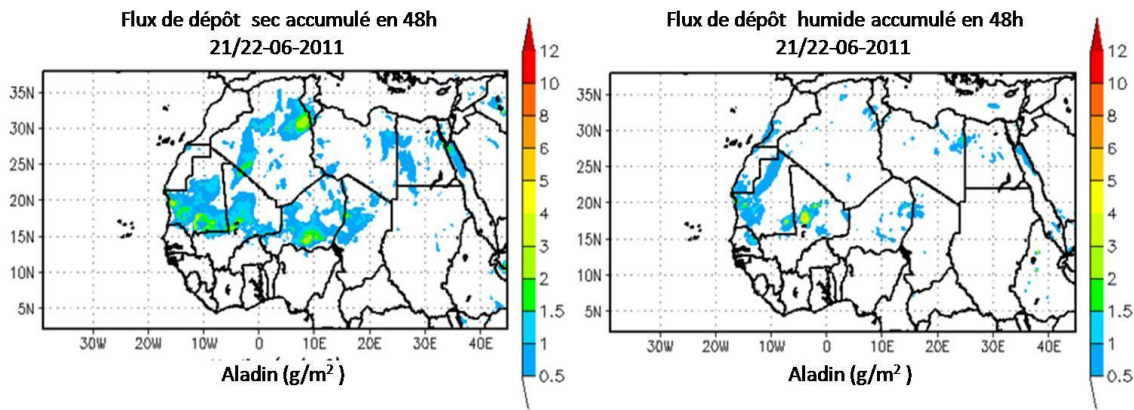


Figure 11 : Flux de dépôt sec de poussière désertique en ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) accumulés en 48h (du 21-06-2006 à 00 :00 UTC au 23-06-2011 à 00 :00 UTC) simulés par Aladin (à gauche) et flux de dépôt humide de poussière désertique en ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) accumulés en 48h (du 21-06-2006 à 00 :00 UTC au 23-06-2011 à 00 :00 UTC) simulés par Aladin (à droite)

### 10. Concentration d'aérosol dans les nuages

En plus des champs de dépôts sec et humide, les nuages représentent un autre puits pour la poussière désertique. Les figures 12, 13 et 14 représentent les concentrations instantanées de poussières dans les nuages aux niveaux 500, 700 et 850 hpa.

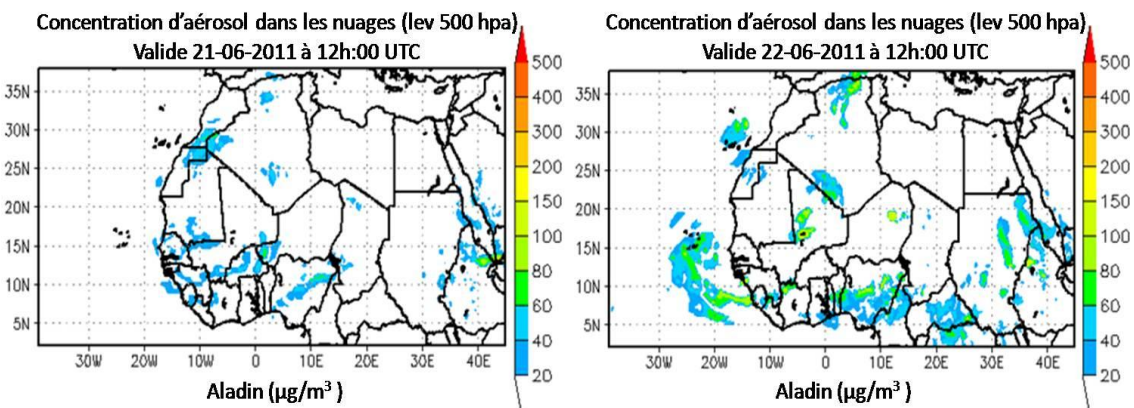


Figure 12 : Concentration d'aérosols désertiques (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dans les nuages au niveau 500 hpa pour les journées 21-06-2006 (à gauche) et 22-06-2011 (à droite) à 12 :00 UTC

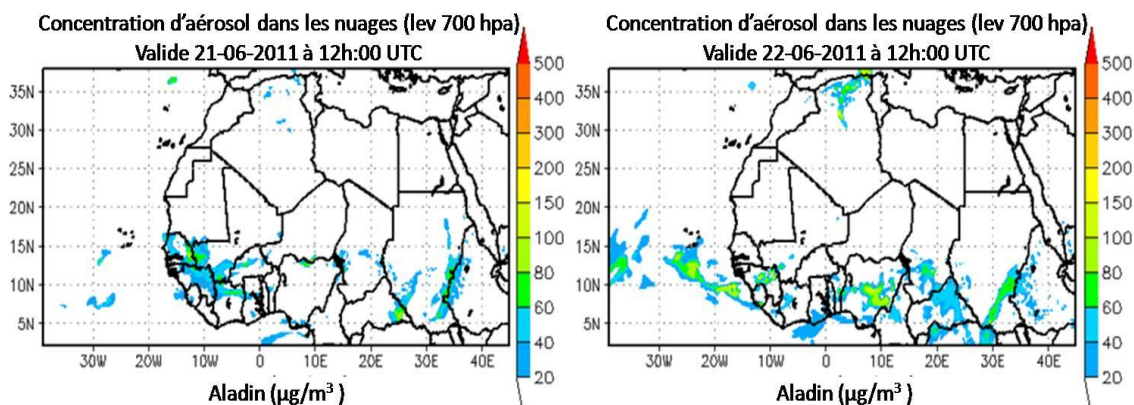


Figure 13 : Concentration d'aérosols désertiques (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dans les nuages au niveau 700 hpa pour les journées 21-06-2006 (à gauche) et 22-06-2011 (à droite) à 12 :00 UTC



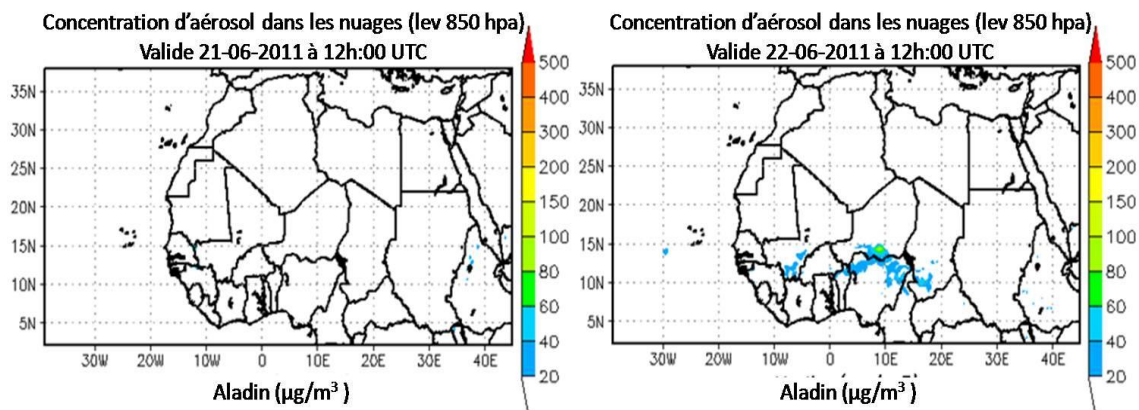


Figure 14 : Concentration d'aérosol désertique (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dans les nuages au niveau 850 hpa pour les journées 21-06-2006 (à gauche) et 22-06-2011 (à droite) à 12 :00 UTC

## 11. Conclusion

Ce manuel s'ajoute à la documentation technique du modèle Aladin. Il met l'accent sur les différents processus physiques liés aux aérosols désertiques codés dans Aladin. Il marque les arrangements à effectuer sur les namelists et pointe les clés principales qui permettent le branchement des dust dans la prévision Aladin et leur post traitement.

Durant la campagne Fennec, Aladin-dust a été mis en run, sans interruption pendant plus de 30 jours consécutifs et aucun bug n'a été signalé. Les sorties de modèle ont été utiles durant cette campagne et les opérateurs de la campagne se sont servis des sorties du modèle pour la rédaction de leurs briefings et rapports journaliers et aussi dans la préparation des plans de vol. La situation exposée dans ce rapport est un exemple, elle est bien simulée par le modèle Aladin-dust, aussi bien en intensité qu'en extension spatiale.

## Références bibliographiques

- C. S. Zender, H. Bian, and D. Newman, Mineral Dust Entrainment and deposition (DEAD) model: Description and 1990s dust climatology, *J. Geophys. Res.*, VOL. 108, NO. D14, 4416, doi:10.1029/2002JD002775, 2003.
- Grini, P. Tulet and L. Gomes, Dusty weather forecasts using the MesoNH mesoscale atmospheric model, *J. Geophys. Res.*, VOL. 111, D19205, doi:10.1029/2005JD007007, 2006.
- H. Tost, P. Jöckel, A. Kerkweg, R. Sander, and J. Leliveld, Technical note: A new comprehensive SCAVenging submodel for global atmospheric chemistry modelling. *Atmos. Chem. Phys.*, 6, 565-574, 2006
- Mohamed Mokhtari: « Modélisation des émissions et du transport des poussières désertiques dans Aladin » Reports of ALADIN stay 2009  
<http://www.cnrm.meteo.fr/aladin/spip.php?article156>
- M. Mokhtari, L. Gomes, P. Tulet, and T. Rezoug, Importance of the surface size distribution of erodible material: an improvement of the Dust Entrainment And Deposition DEAD, *Geosci. Model Dev. Discuss.*, 4, 2893-2936, 2011