

**MINISTERE DES TRANSPORTS**

**OFFICE NATIONAL DE LA METEOROLOGIE  
Algérie**



## **RAPPORT DE STAGE**

Présenté par

**MOHAMED MOKHTARI**

**Sujet :**

***ETUDES PRELIMINAIRES SUR LA MODELISATION DU TRANSPORT DE SABLE  
DANS ALADIN.***

**Responsable du stage : M. Claude Fischer du GMAP (Groupe de Modélisation pour l'Assimilation et la Prévision).**

**Lieu du stage : METEO France - TOULOUSE**

**Période : 25 Septembre au 3 Novembre 2006**

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à remercier particulièrement Monsieur Claude Fischer, responsable de mon stage, pour m'avoir accordé sa confiance dans ce projet.

Merci également à Messieurs Pierre Tutet, Patrick Le Moigne et François Bouyssel, pour leur constante disponibilité.

Enfin, à l'ensemble du groupe du CNRM pour leur convivialité.

# TABLE DES MATIERES

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	1
<b>TABLE DES MATIERES</b> .....	2
<b>Introduction</b> .....	3
<b>I. Le modèle DEAD dans SURFEX</b> :.....	5
<b>I.1. Vue générale du code SURFEX</b> :.....	5
<b>I.1.1. Organigramme du code SURFEX</b> :.....	7
<b>I.2. Le modèle DEAD</b> :.....	9
<b>I.2.1. Les champs physiographiques</b> :.....	11
<b>I. 2.2. Les facteurs influant sur les émissions</b> :.....	13
<b>I.3. Flux de surface</b> :.....	15
<b>I.4. Fractionnement du flux vertical total en trois modes</b> :.....	17
<b>II. Simulations avec champs idéals</b> :.....	17
<b>II.1. Modification apportée au module DEAD</b> :.....	17
<b>II.2. Les champs de Forçage</b> :.....	17
<b>III. Résultats</b> :.....	18
<b>III.1. L'humidités du sol</b> :.....	18
<b>III.2. Flux vertical de poussière pour le mode intermédiaire</b> :.....	18
<b>III.2. a. Simulation avec la relation originale</b> :.....	18
<b>III.2.b. Simulation avec la relation modifiée</b> :.....	19
<b>III.3. comparaison entre les deux simulations</b> :.....	19
<b>III.4. Les champs Eta pour les vitesses de friction supérieures à 1. m/s</b> :.....	20
<b>IV. Simulation avec les champs réels</b> :.....	21
<b>IV.1. Les champs de forçage</b> :.....	22
<b>IV.2. Les flux de poussière prévus par Eta et SURFEX</b> :.....	24
<b>Conclusion</b> :.....	28
<b>Perspectives</b> :.....	29
<b>Références</b> :.....	29

# Introduction

L'intérêt porté à l'étude du cycle des aérosols désertiques résulte des nombreux impacts qu'ils ont sur leur environnement. En effet les aérosols désertiques en suspension dans l'atmosphère rétrodiffusent une partie du rayonnement terrestre, ce qui induit un refroidissement à la surface, ou absorbent une partie du rayonnement infrarouge tellurique, ce qui réchauffe l'atmosphère. Sur un plan plus pratique, à l'échelle régionale, les soulèvements de poussières désertiques peuvent bloquer la circulation autoroutière et aérienne et paralyser toutes les activités socio-économiques d'une région.

A travers ces différents impacts, on comprend qu'une connaissance précise du cycle des aérosols désertiques est une nécessité pour décrire et comprendre à la fois les échanges biogéochimiques et l'évolution du climat à grande échelle.

Mon séjour au GMAP rentre dans le cadre de l'étude préliminaire sur la modélisation du sable dans Aladin. Plus exactement, mise en évidence des flux de poussière renvoyés à l'atmosphère par le module DEAD (Dust Entrainment and Deposition) sous le forçage Aladin.

Ce travail s'effectuera en trois étapes essentielles. La première consiste en l'étude théorique du modèle DEAD et une lecture générale du code afin de positionner les différentes routines sable dans le code SURFEX et vérifier la concordance des formules saisies dans le code et celles existantes dans les différentes publications. Pour tirer profit des techniques de modélisation du cycle de vie du sable, utilisées dans le modèle Eta/Algérie, une étude comparative entre les deux modèles est réalisée. Cette étude nous a permis de mettre en évidence les différents éléments pris en compte dans les deux modèles, en particulier la détermination des sources potentielles de sable.

La deuxième partie de ce travail comporte deux parties : la première consiste en l'activation des aérosols désertiques dans le code après l'installation du module SURFEX, puis en la description des flux avec les différents champs diagnostiques de surface. Ce travail est réalisé avec le concours de Messieurs Pierre TULET et Patrick Le Moigne. La deuxième partie de ce travail, consiste en la réalisation de simulations avec les champs de forçages idéals. Afin de pouvoir prospecter l'effet de l'humidité des sols sur les émissions d'aérosols désertiques, deux expériences ont été réalisées; l'une avec précipitation et l'autre sans précipitation. La relation qui calcule le facteur qui tient compte de l'effet de l'humidité des sols a été quelque peu modifiée et des tests ont été réalisés grâce à deux simulations supplémentaires.

La troisième partie consiste à forcer SURFEX avec des champs Aladin/Algérie réels. Cette étape contient également deux volets : Après la préparation des champs de forçage dans fullpos, il y a lieu de récupérer les champs de prévision d'Aladin/Algérie, puis relancer le

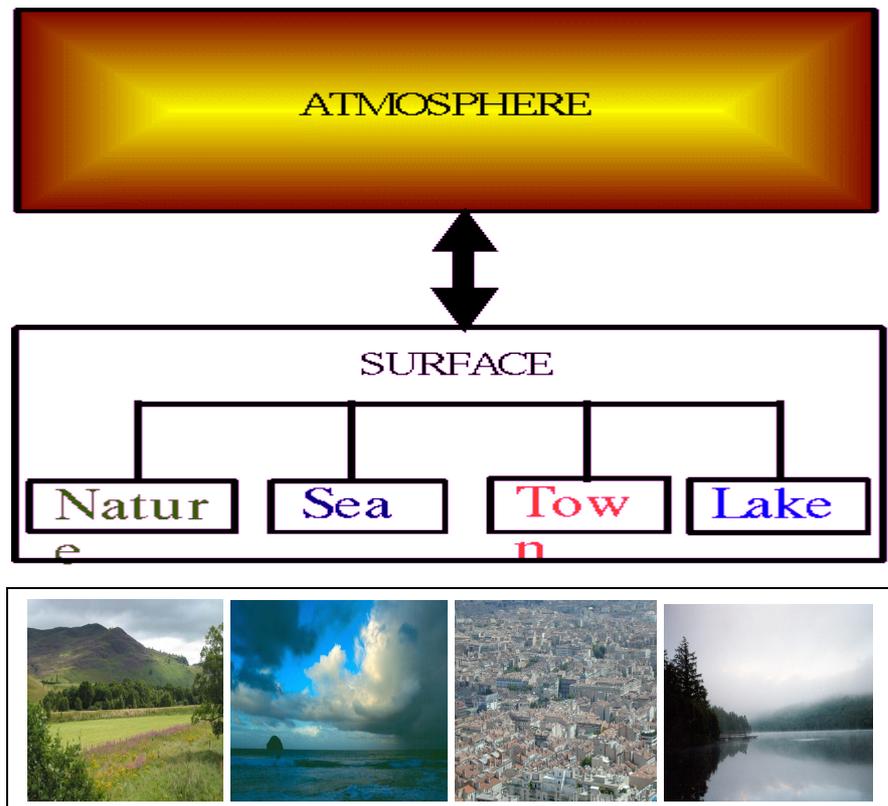
fullpos pour extraire les champs de forçage. Convertir ensuite les sorties fullpos en fichiers ASCII. Cette étape a été réalisée en collaboration avec Mr François Bouyssel. Le deuxième volet consiste en l'introduction de ces fichiers dans le code et l'interpolation des données dans la grille de travail, puis relancer les simulations.

### **I. Le modèle DEAD dans SURFEX :**

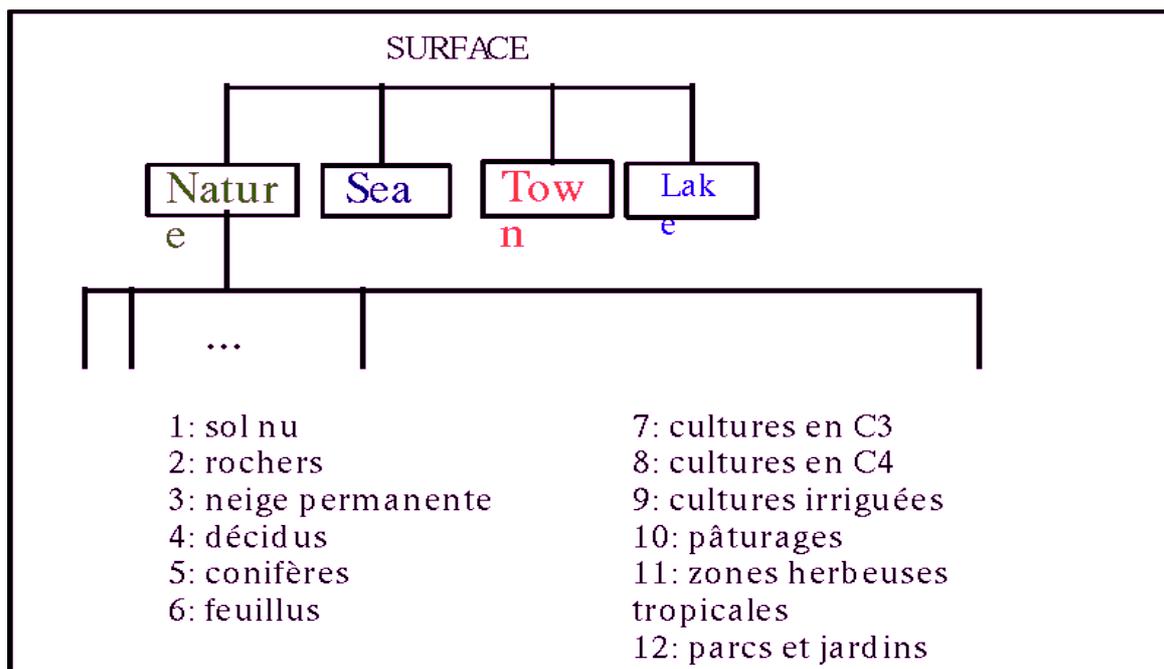
Dans cette première partie du stage, il sera décrit le principe général du code SURFEX ainsi que celui du modèle d'émission d'aérosols désertiques (DEAD). Pour identifier le code DEAD dans le code SURFEX, un organigramme simplifié du code SURFEX a été élaboré.

### I.1. Description générale du code SURFEX :

SURFEX est un logiciel écrit en fortran 90 qui traduit sous forme de code informatique les différentes équations mathématiques qui gouvernent les processus de surface. Il permet de simuler et de calculer les différents échanges d'énergie et interactions entre la surface et l'atmosphère. Il possède 5 fonctionnalités : préparation des champs physiographiques à partir d'Ecoclimap, initialisation possible à partir de différents formats, simulation proprement dite, diagnostic et écriture. Il est basé sur le principe d'externalisation de la surface et du tiling. L'externalisation de la surface permet de séparer la surface du modèle atmosphérique, donc la possibilité de l'utiliser à plusieurs modèles, et le tiling permet de traiter les différents phénomènes et processus avec plus de réalisme. Ces deux principes sont illustrés dans la figure ci-dessous :



La fraction nature est divisée en 12 sous-fractions représentant les différents types de végétation.



Les outils intégrés de la surface externalisée :

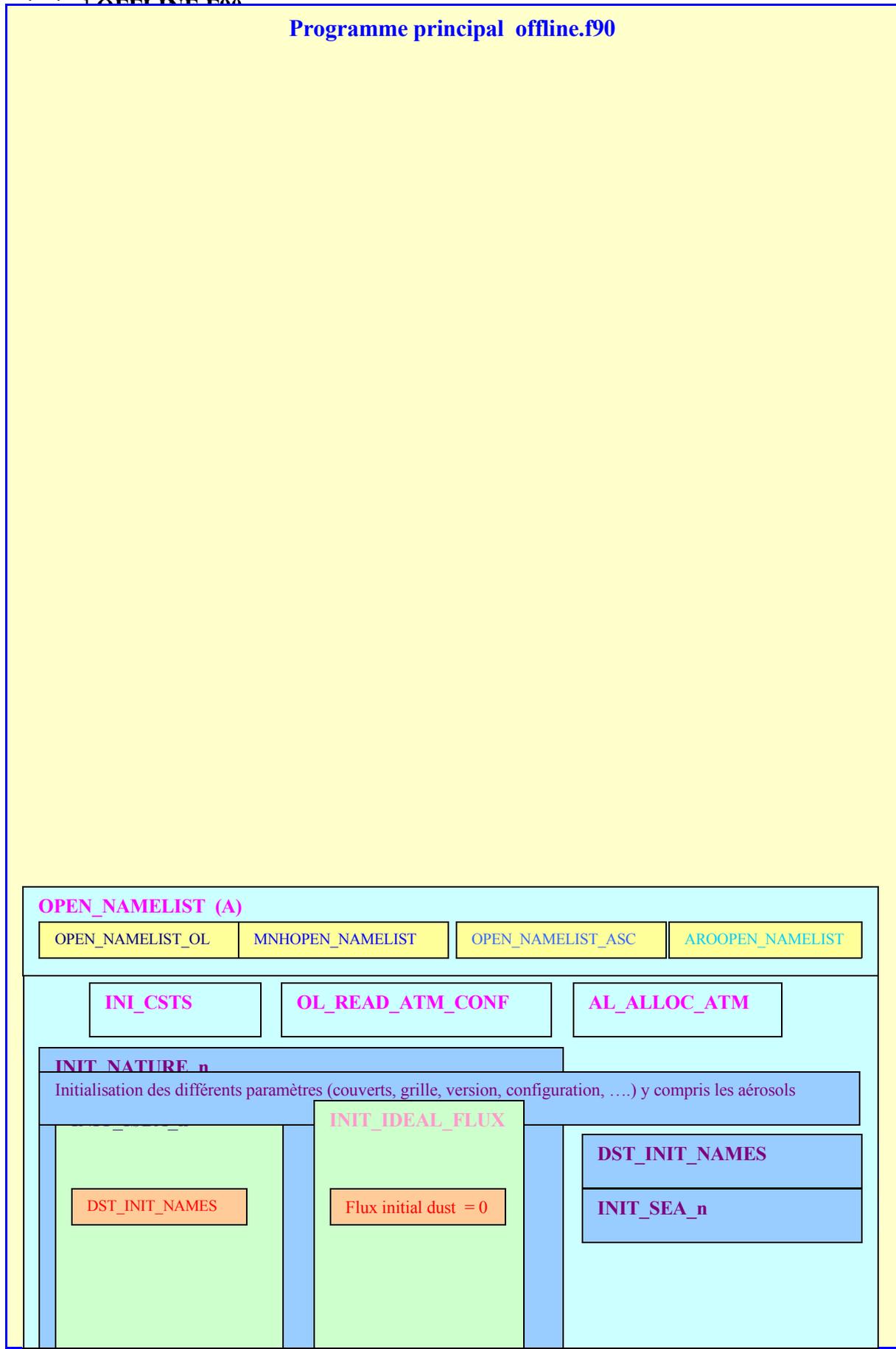
- a. **PGD** (*routine pgd\_surf\_atm.f90*) : Cette routine permet d'élaborer les fichiers de données physiographiques, à partir des bases de données ECOCLIMAP, FAO et GTOPO30. Le dossier résultant contient les caractéristiques spatiales de la surface et de toutes les données physiographiques nécessaires pour exécuter SURFEX.
- b. **PREP** (*routine prep\_surf\_atm\_n.f90*) : Cette routine initialise les variables pronostiques de la surface ; comme les profils de température de l'eau et de la glace, le contenu du réservoir d'interception, les caractéristiques du manteau neigeux, la température de la route, des murs et des toits et les réservoirs d'eau et de neige.
- c. **Coupling** (*routine coupling\_surf\_atm\_n.f90*) : Cette routine permet de calculer l'évolution physique des différentes variables de SURFEX. Cette partie du code, contrairement aux deux précédentes, doit être couplée et forcée. Ceci est réalisé soit par fonctionnement en mode offline, soit par couplage avec un modèle d'atmosphère.
- d. **DIAG** (*routine diag\_surf\_atm\_n.f90*) : Cette routine calcule les variables diagnostiques liées à la surface (les flux, les différents champs à 2m, etc.....). En outre, afin de lire ou écrire les variables pronostiques ou les variables diagnostiques, respectivement, dans des fichiers extérieurs, les sous-programmes suivants sont utilisés: *init\_surf\_atm\_n.f90*, *write\_surf\_atm\_n.f90* et *write\_diag\_surf\_atm\_n.f90*.

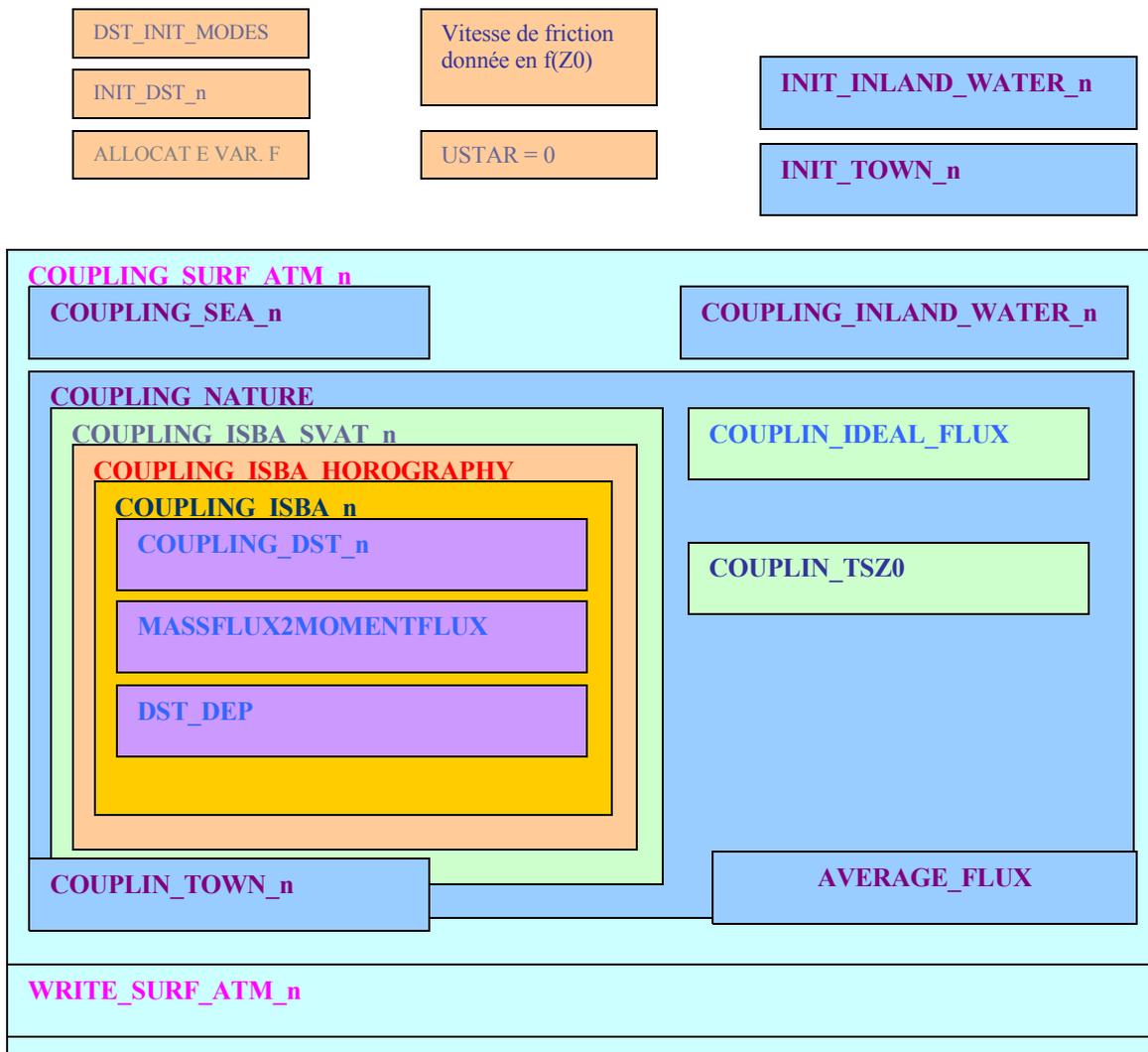
La version OFFLINE pourrait être forcée par les données en temps réel ou par des sorties de modèles.

### I.1.1. Organigramme simplifié du code SURFEX :

**Remarque :**

Les routines situées dans un même bloc mais qui sont écrites avec des couleurs différentes sont appelées sous test. Dans le bloc A, par exemple, une seule routine est appelée. Le choix d'exécution de telle ou telle routine est effectué dans les déclarations, au début du programme





## I.2. Le modèle DEAD :

Le modèle de transport et de dépôt de la poussière (DEAD) est un modèle d'érosion de vent et de transport de la poussière. Ce modèle peut être autonome, comme un modèle de boîte (BXM), ou comme module minéral de la poussière incorporé dans un modèle atmosphérique à grande échelle. Actuellement, le modèle DEAD est intégré dans le modèle chimique de transport (CTM), Université d'Oslo CTM2, UC Irvine CTM et dans NCAR CCM, un modèle général de circulation (GCM).

En mode BXM, le modèle DEAD permet une entrée flexible des spécifications des paramètres environnementaux (comme la vitesse de vent) et des paramètres microphysiques. Ce mode est très utile pour des études de sensibilité, la prévision de l'érosion dans des tunnels et des régions source, et la comparaison avec les données des stations. En mode CTM, DEAD prévoit l'évolution réaliste des tempêtes de sable et le transport de la poussière. Ce mode est utile pour des prévisions des événements de la poussière à court terme. En mode GCM, DEAD fournit les

rétroactions radiatives. Ce mode est utile pour l'analyse de l'effet de la poussière sur le climat, et la sensibilité à la poussière des changements passés, présents, et futurs du climat.

### I.2.1. Les champs physiographiques :

Plusieurs bases de données précises sont utilisées pour déterminer les champs physiographiques dans SURFEX telles que :

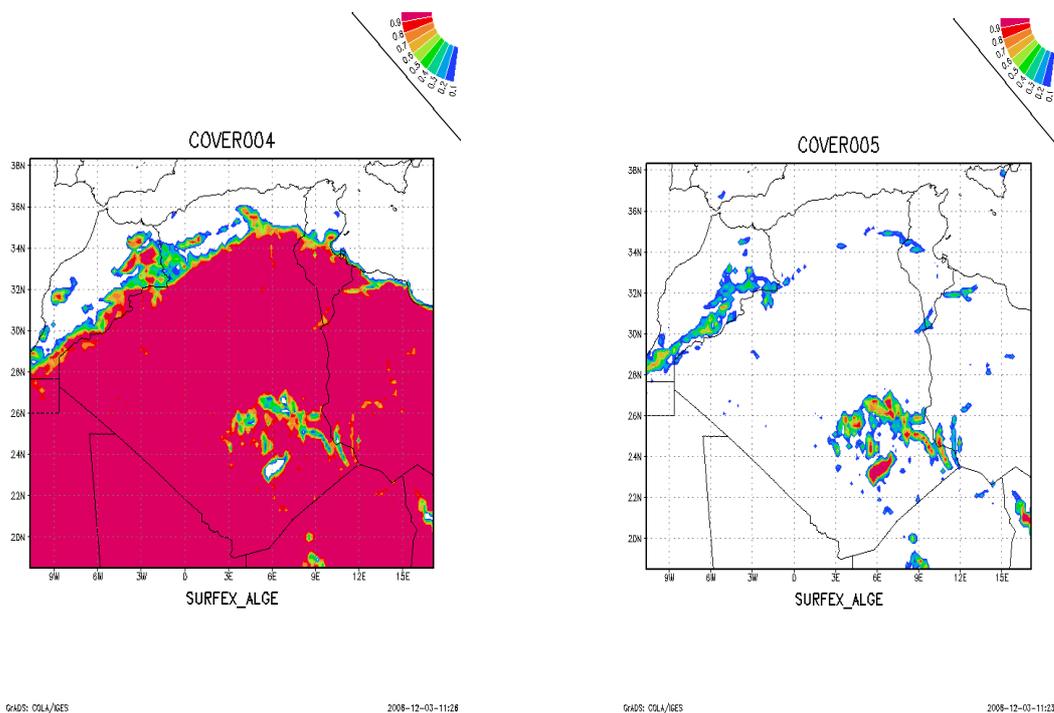
**GTOPO30** : Pour l'orographie à 1 km de résolution,

**FAO** : Pour la texture du sol à 10 km de résolution

**ECOCLIMAP** : Les paramètres de surface à 1 km de résolution.

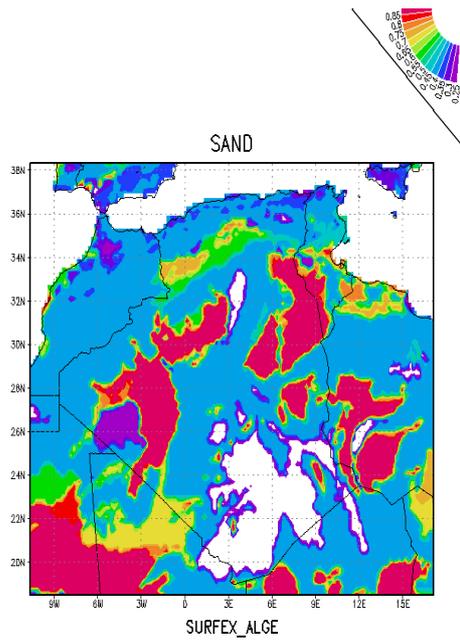
Ces fichiers sont utilisés comme des paramètres d'entrée dans le programme PGD, qui est l'équivalent de la configuration e923 dans ALADIN, pour construire les 215 Ecosystèmes et les couverts végétaux et autres.

Les routines traitant les émissions d'aérosols dans SURFEX sont utilisées pour deux types de couvert, cover004 et cover005, représentant les sols nus et les sols rocailloux. Les figures ci-dessous représentent les fractions de ces couverts végétaux et autres dans le domaine choisi.



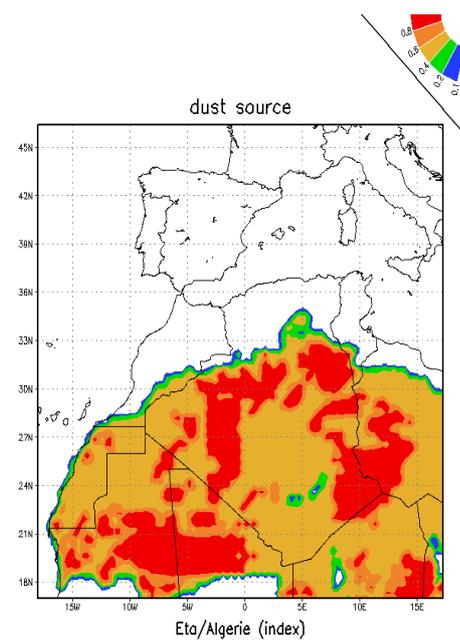
Les sources potentielles de sable, dans DEAD, sont représentées par le pourcentage de sand.

La comparaison de ce fichier avec celui utilisé dans Eta/Algérie, nous montre que les sources potentielles importantes se situent dans les mêmes zones pour les deux modèles et sont de même intensité. Ce qui est illustré par les deux figures ci-dessous :



GHGS: COLA/GES

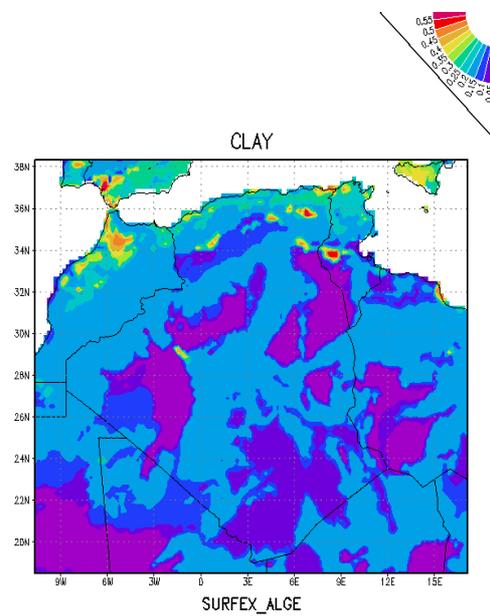
2008-12-03-11:10



GHGS: COLA/GES

2008-04-18-10:47

Le flux vertical est contrôlé par les fractions de l'argile dans le sol. Celle-ci est représentée par la figure ci-dessous.



GHGS: COLA/GES

2008-12-03-11:19

## I. 2.2. Les facteurs influant sur les émissions :

### a) Vitesse de friction seuil :

L'érosion éolienne sur la surface du sol est contrôlée par la vitesse de friction de surface,  $U_*$ . Cette vitesse dépend de la vitesse du vent et de la rugosité de la surface. Par ailleurs, la résistance de la surface à la mise en mouvement est représentée par la vitesse de friction seuil  $U_{*t}$ . En effet, la vitesse de friction seuil  $U_{*t}$  contrôle à la fois la fréquence et l'intensité des émissions d'aérosols désertiques, donc il est primordial de bien paramétrer  $U_{*t}$  et d'apporter une attention particulière à l'obtention des grandeurs dont elle dépend.

Le seuil d'érosion est principalement fonction du diamètre des grains du sol  $D_p$ , de la rugosité de surface ( $Rug$ ) et de l'humidité du sol ( $w$ ).

La vitesse de friction seuil s'exprime alors :

$$U_{*t} = U_{*t}(D_p) \cdot F(Rug) \cdot F(w)$$

$U_{*t}(D_p)$  : dépendance de la vitesse de friction avec le diamètre des grains du sol

$F(Rug)$  et  $F(w)$  : fonctions de pondération de l'influence de la rugosité et de l'humidité des sols.

### b) Paramétrisation de la vitesse $U_{*t}(D_p)$ dans DEAD :

La vitesse de friction seuil est paramétrée dans DEAD en utilisant la formulation de Marticorina et Bergamatti (1995), qui consistait en l'ajustement d'une expression empirique en fonction du diamètre de la particule. En se plaçant dans des conditions atmosphériques classiques ( $\rho_a = 0.00123 \text{ g.cm}^{-3}$ ,  $\rho_p = 2.65 \text{ g.cm}^{-3}$ ), la vitesse de friction seuil  $U_{*t}(D_p)$  est donnée par :

$$\text{Pour } 0.03 < R_t < 10 \quad U_{*t}(D_p) = 0.129 \frac{\left(\frac{\rho_p g D_p}{\rho_a}\right) \left(1 + \frac{6 \cdot 10^{-7}}{\rho_p g D_p^{2.5}}\right)^{0.5}}{\left(1.928 \left(1331 \times 100 \cdot D_p^{1.56} + 0.38\right)^{0.092} - 1\right)^{0.5}}$$

Pour  $R_t > 10$  :

$$U_{*t}(D_p) = 0.12 \left(\frac{\rho_p g D_p}{\rho_a}\right)^{0.5} \left(1 + \frac{6 \cdot 10^{-7}}{\rho_p g D_p^{2.5}}\right) \left[1 - 0.0858 \exp\left(\left(1331 \cdot 100 \cdot D_p^{2.5} + 0.38\right) - 10\right)\right]$$

La vitesse de friction seuil est calculée dans la subroutine: « *wnd\_frc\_thr\_sl\_t\_get* » dans le module « *mode\_dstmblutl.F90* ». Le diamètre optimal la particule est égal à 75  $\mu\text{m}$ .

Dans le modèle DREAM/ETA, la vitesse de friction seuil est considérée constante et est égale à 0.3 m/s.

### c) Influence de l'humidité des sols sur la vitesse de friction seuil:

La présence d'eau interstitielle entre les grains du sol induit l'augmentation de la cohésion du sol, et donc l'augmentation de la vitesse de friction seuil. Cette augmentation est intégrée dans le modèle DEAD à partir de la paramétrisation développée par Fecan et al. (1999). L'équation proposée exprime l'augmentation du seuil en condition humide  $U_{*rw}$  par comparaison à celui dans des conditions sèches  $U_{*td}$ .

$$\text{Pour } w < w' : U_{*rw} = U_{*td}$$

$$\text{Pour } w > w' : U_{*rw} = U_{*td} \left[ 1 + 1.21(w - w')^{0.68} \right]^{0.5}$$

Avec :

$w$  : humidité du sol en masse (% masse d'eau/masse de sol sec).

Et :

$$w' = 0.17 (\%clay) + 0.14 (\% clay)^2$$

L'effet de l'humidité du sol sur la vitesse de friction seuil est calculé dans la routine :

« *frc\_thr\_ncr\_wtr\_get* » dans le module « *mode\_dstmblutl.F90* ».

La même paramétrisation est utilisée dans le modèle ETA sauf que l'humidité seuil est donnée par une relation un peu différente :

$$w' = 0.17 (\%clay) + 0.0014 (\% clay)^2$$

### d) Hauteur de rugosité Aérodynamique:

Les effets de la couche limite interne (CLI), dus à la présence de cailloux, sur la vitesse de friction seuil sont paramétrés dans DAED par le schéma de Marticorina et Bergametti (1995). La répartition de l'énergie est définie dans cette paramétrisation comme étant le rapport de la friction de cisaillement de la CLI sur la friction de cisaillement total de la couche limite de surface (CLS). Ce rapport est donné par :

$$f_{eff}(Z_0, Z_{0s}) = 1 - \left[ \ln(Z_0/Z_{0s}) / \ln(0.35 (10/Z_{0s})^{0.8}) \right]$$

$Z_0 = 33.3 \cdot 10^{-6} \text{ m}$  : Smooth roughness length

$Z_{0s} = 100.0 \cdot 10^{-6}$  : Roughness length momentum for erodible surfaces

La vitesse de friction seuil est exprimée comme :

$$U_{*t}(D_p, Z_0, Z_{0s}) = \frac{U_{*t}(D_p)}{f_{eff}(Z_0, Z_{0s})}$$

Ce rapport est calculé dans la routine « *frc\_thr\_ncr\_drg\_get* » dans le module : « *mode\_dstmblutl.F90* ».

Les effets de la couche limite interne, sur la vitesse de friction seuil sont plutôt prises en compte dans le modèle ETA dans le traitement de la sous couche visqueuse.

### I.3. Flux de surface:

Le flux horizontal de saltation (G) est calculé dans DEAD à l'aide de la relation de White, 1979.

$$G = c \cdot \frac{\rho}{g} U_*^3 \left( 1 - \frac{U_{*t}}{U_*} \right) \left( 1 + \frac{U_{*t}^2}{U_*^2} \right) \quad \text{avec} \quad c = 2.61$$

Le rapport du flux vertical sur le flux horizontal est fonction des teneurs en argile.

Pour des teneurs comprises entre 0 et 20% , ce rapport vaut :

$$\alpha = \frac{F}{G} = 100 \exp[ (13.4\% \text{clay} - 1) \cdot \ln 10 ]$$

DEAD considère la fraction de l'argile constante et est égale à 20%.

Pour tenir compte de la non homogénéité de la répartition des sources potentielles et le réalisme des flux émis, le flux vertical est multiplié par le facteur d'accord du flux de masse global qui vaut 0.0021 et la fraction du sand (sources potentielles).

Dans le cas de modèle ETA, le flux total est considéré comme une contribution de quatre flux de particules différentes, ces particules sont classées suivant leurs tailles (voir le tableau ci-dessous).

k	type	Rayon de la particule	Densité de la particule	$\gamma_k$
		$R_k (\mu m)$	$\rho_{pk} (g.cm^{-3})$	
1	Argile (clay)	0.73	2.50	0.08
2	Fins alluvions	6.1	2.65	1.00
3	Gros alluvions	18	2.65	1.00
4	Poussières (Sand)	38	2.65	0.12

Le calcul des flux s'effectue à l'aide de la relation de Shao (1993), de manière explicite pour chaque classe de particule. Ce traitement permet de bien simuler les effets de la taille et de la nature des particules sur l'érosion. Le flux vertical est contrôlé par un facteur régulateur « delta » spécifique à chaque particule.

**alpha** : facteur qui tient compte des zones sources (équivalent de la fraction du sand dans DEAD).

**beta** : fraction de chaque particule dans le sol.

**gamma** : fraction de sable susceptible d'être soulevée.

**delta** = **alpha . beta . gamma**

Les facteurs d'accord de flux de masse utilisés dans Eta pour les quatre particules sont :

0.0024, 0.00024, 0.00024 et 0.0024.

#### **I.4 . Fractionnement du flux vertical total en trois modes :**

Le flux vertical total calculé pour une particule de diamètre optimal, est fractionné en trois modes : mode fin, mode intermédiaire et mode grossier.

Chaque mode est relatif à une distribution, qu'il faut choisir dans la routine *init\_dstn.f90*.

Le type des distributions varie selon la Paramétrisation souhaitée.

**Pour « CEMISPARAM="She84" »** : les fractions massiques sont les suivantes:

Mode fin : **2.6 e-6**, mode intermédiaire : **0.781** et mode grossier : **0.219**.

Les rayons moyens pour chaque mode sont, respectivement : **0.5d6. \* ( 0.0111e-6, 2.524e-6, 42.10e-6)**

**Pour « CEMISPARAM="PaG77" »** : les fractions massiques sont les suivantes:

Mode fin : **0.036**, mode intermédiaire : **0.957** et mode grossier : **0.007**.

Les rayons moyens pour chaque mode sont, respectivement : **0.5d6. \* (0.27e-6, 5.6e-6, 57.6e-6)**.

**Pour CEMISPARAM="Dal87"** : les fractions massiques sont les suivantes:

Mode fin : **0.036**, mode intermédiaire : **0.957** et mode grossier : **0.007**.

Les rayons moyens pour chaque mode sont, respectivement : **0.5d6. \* ( 0.832e-6, 4.82e-6, 19.38e-6)**

Comme le modèle Méso-NH utilise les moments, les flux calculés sont convertis en trois moments pour chaque mode. Ce calcul se fait dans la routine *mode\_dst\_surf.f90* :

DSTM01 => moment 0 mode intermédiaire

DSTM31 => moment 3 mode intermédiaire

DSTM61 => moment 6 mode intermédiaire

DSTM02 => moment 0 mode grossier

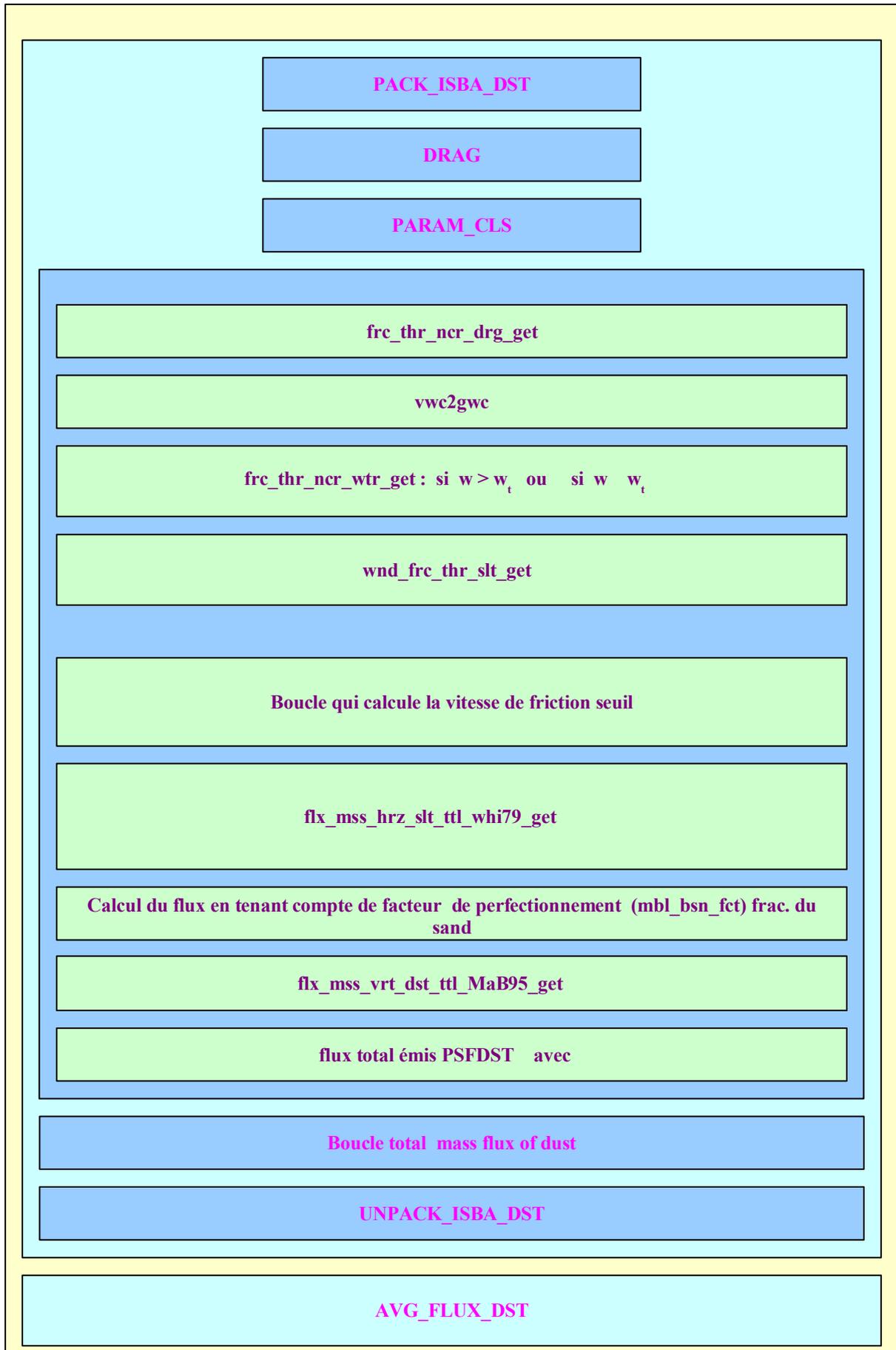
DSTM32 => moment 3 mode grossier

DSTM62 => moment 6 mode grossier

DSTM03 => moment 0 mode fin

DSTM33 => moment 3 mode fin

DSTM63 => moment 6 mode fin



## **II. Les simulations réalisées avec les champs idéals :**

### **II.1. Modification apportée au module DEAD :**

Un petit réaménagement a été apporté dans le code DEAD au niveau du calcul du facteur qui tient compte de l'humidité des sols.

***La relation utilisée par Alf :***

$$w' = 0.17 + 0.14 (\% \text{ clay})^2$$

***la relation après modification :***

$$w' = 0.17 (\% \text{ clay}) + 0.14 (\% \text{ clay})^2 \quad \text{ref: FMB99 p. 155 (14)}$$

***la relation utilisée dans le modèle Eta/Algérie:***

$$w' = 0.17 (\% \text{ clay}) + 0.0014 (\% \text{ clay})^2$$

Alf, dans la première relation, a augmenté l'humidité seuil. Donc il a augmenté la marge favorable des déclenchements des émissions et pénalisé l'effet de l'humidité. Alors, la relation après modification et celle utilisée dans ETA sont presque de même ordre de grandeur, puisque le deuxième terme de la relation est petit devant le premier (fraction de l'argile élevée au carré). C'est cette dernière relation qui est la plus usitée, dans les études sur le sable.

### **II.2. Les champs de forçage :**

**Première expérience :**

$$T = 310 \text{ °K}$$

$$U = 25 \text{ m/s}$$

$$V = 25 \text{ m/s}$$

$$\text{RAIN} = 0$$

La vitesse de frottement équivalente au champ de vent est de l'ordre de 1.1 m/s

**Deuxième expérience :**

$$T = 310 \text{ °K}$$

$U = 25 \text{ m/s}$

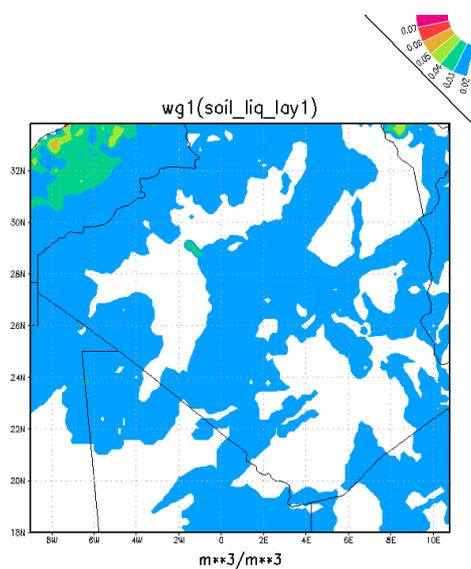
$V = 25 \text{ m/s}$

$\text{RAIN} = 20 \text{ kg/m}^2/\text{s}$

La vitesse de frottement équivalente au champ de vent est de l'ordre de  $0.9 \text{ m/s}$

### III. Résultats :

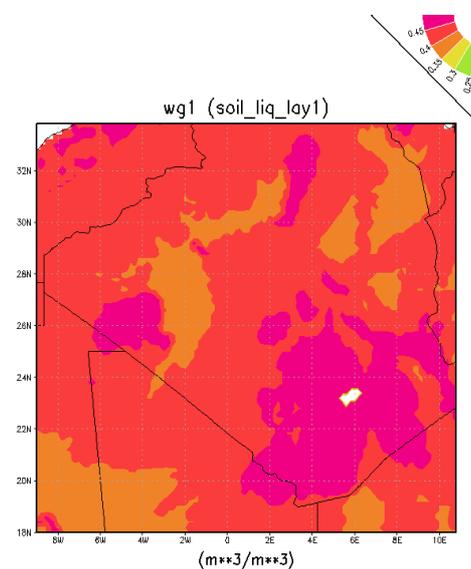
#### III.1. L'humidités du sol :



GRADS: COLA/GES

**Cas sec**

2008-10-16-14:37



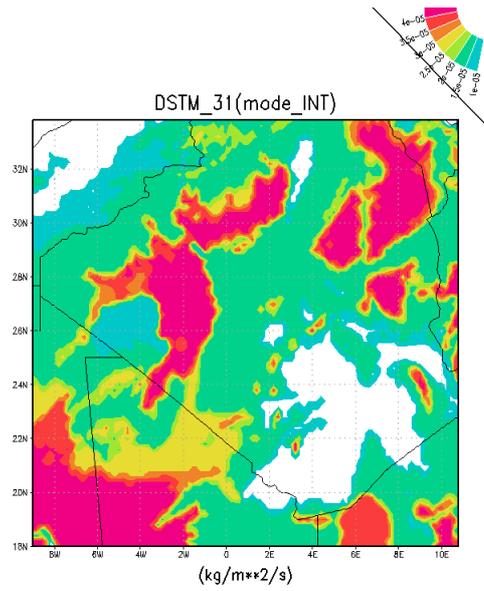
GRADS: COLA/GES

**Cas humide**

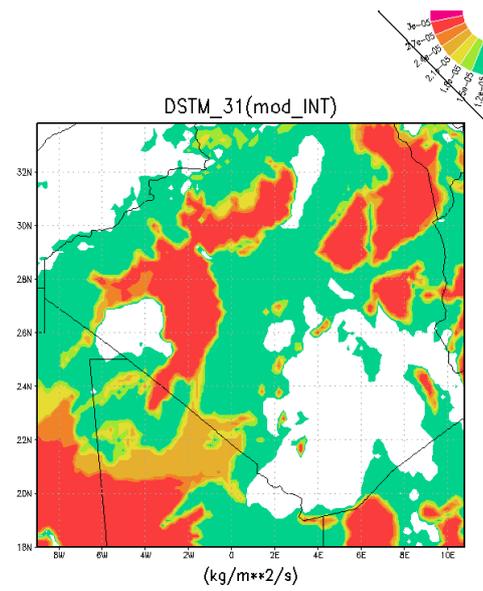
2008-10-16-13:22

#### III.2. Flux vertical de poussière pour le mode intermédiaire :

##### a). Simulation avec la relation originale :

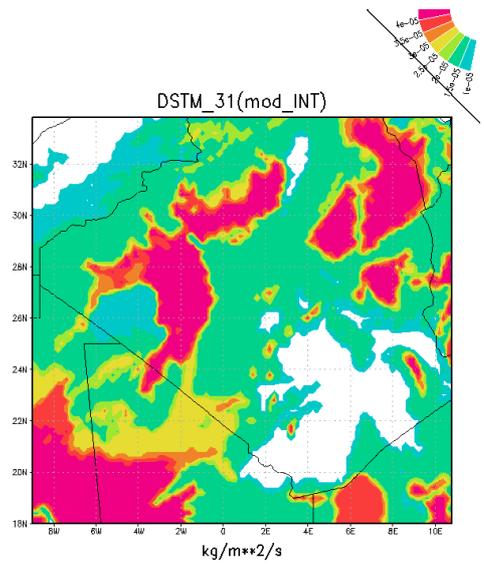


GHAS: COLA/GES **Cas sec** 2008-10-16-14:43

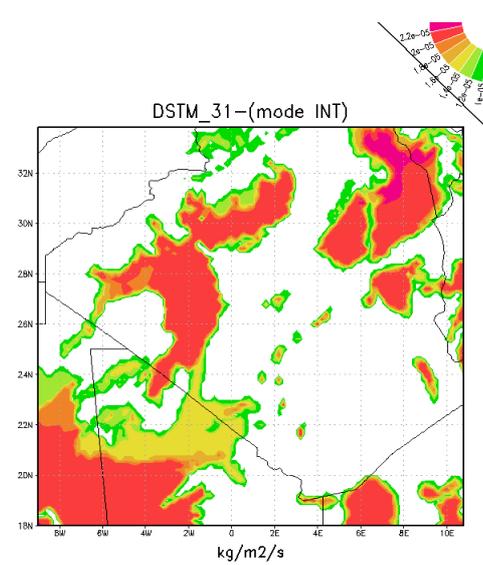


GHAS: COLA/GES **Cas humide** 2008-10-16-13:30

**b). Simulation avec la relation modifiée :**

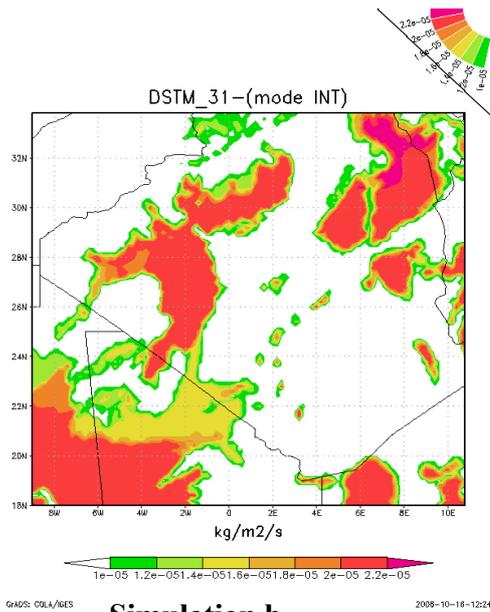


GHAS: COLA/GES **Cas sec** 2008-10-16-14:25

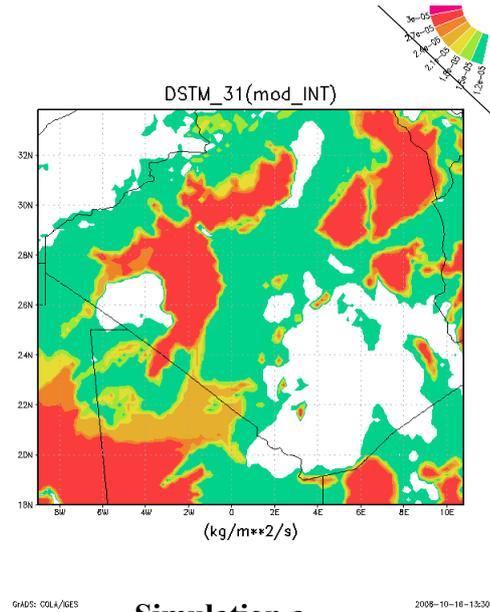


GHAS: COLA/GES **Cas humide** 2008-10-16-12:24

**III.3. Comparaison entre les deux simulations (cas humide):**

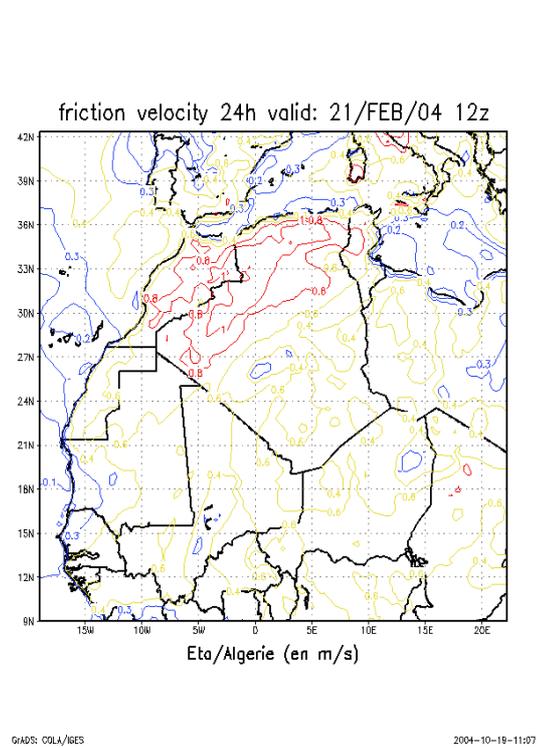
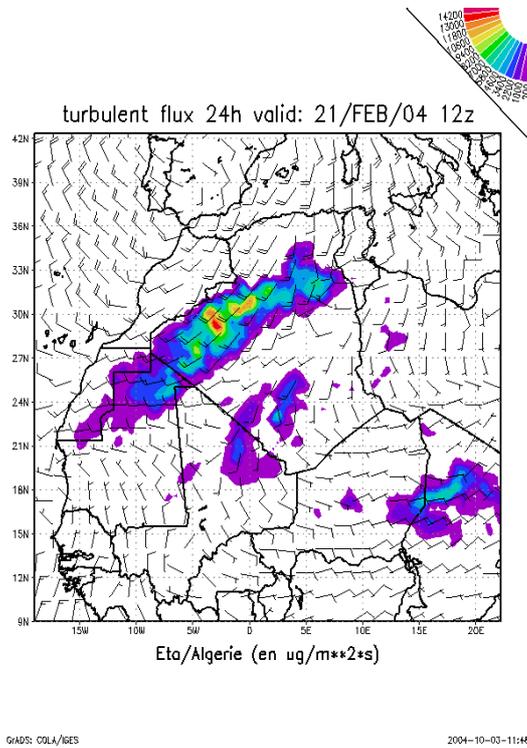


**Simulation b**



**Simulation a**

### III.4. Les champs Eta pour les vitesses de friction supérieures à 1. m/s :



#### **IV. Simulation avec les champs réels :**

La troisième partie de ce stage est consacrée à la réalisation de simulations avec les champs de forçage Aladin/Algérie. Cette partie consiste à récupérer les fichiers historiques de la chaîne opérationnelle Aladin/Algérie, puis relancer le fullpos en ayant pris le soin d'avoir intégré les champs de forçage dans la namelist. Les fichiers résultants de cette opération sont convertis en fichiers ASCII à l'aide du programme « **edf** » pour pouvoir les utiliser dans SURFEX.

Dans cette étape, le domaine d'intégration est choisi suivant les deux critères ci-après:

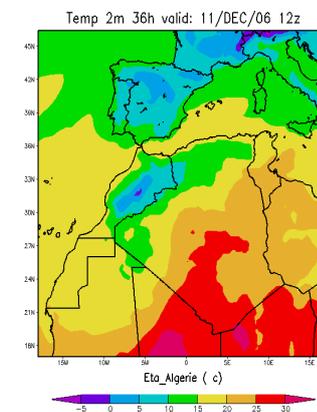
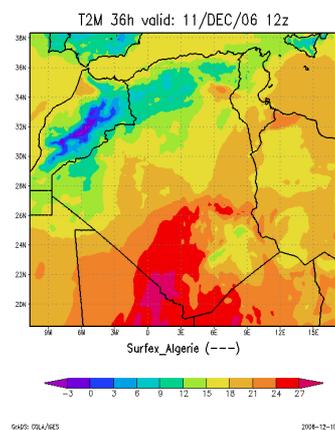
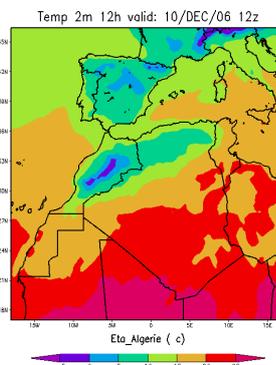
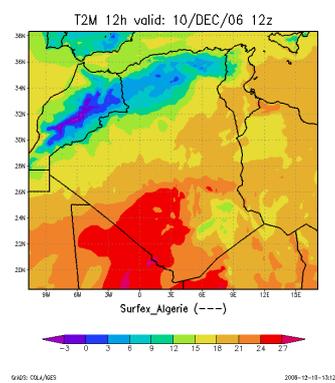
- Englober toute l'Algérie pour faciliter la comparaison avec les sorties Eta/Algérie.
- Une résolution égale au double de celle du modèle opérationnel ALADIN/Algérie ( $0.1^\circ$ ) pour minimiser le coût de calcul.

Les résultats exposés dans ce rapport sont relatifs à la situation du 10 Décembre 2006. Cette situation a été caractérisée par de vent relativement forts avec des rafales et des visibilités réduites sur toute la région du Sud-Ouest Algérien, suite aux fortes émissions de poussière.

Le pas de temps de forçage est de 3 heures et le pas de temps d'intégration est de 300 secondes.

## IV.1. Les champs de forçage :

### IV.1.1 - Les températures :

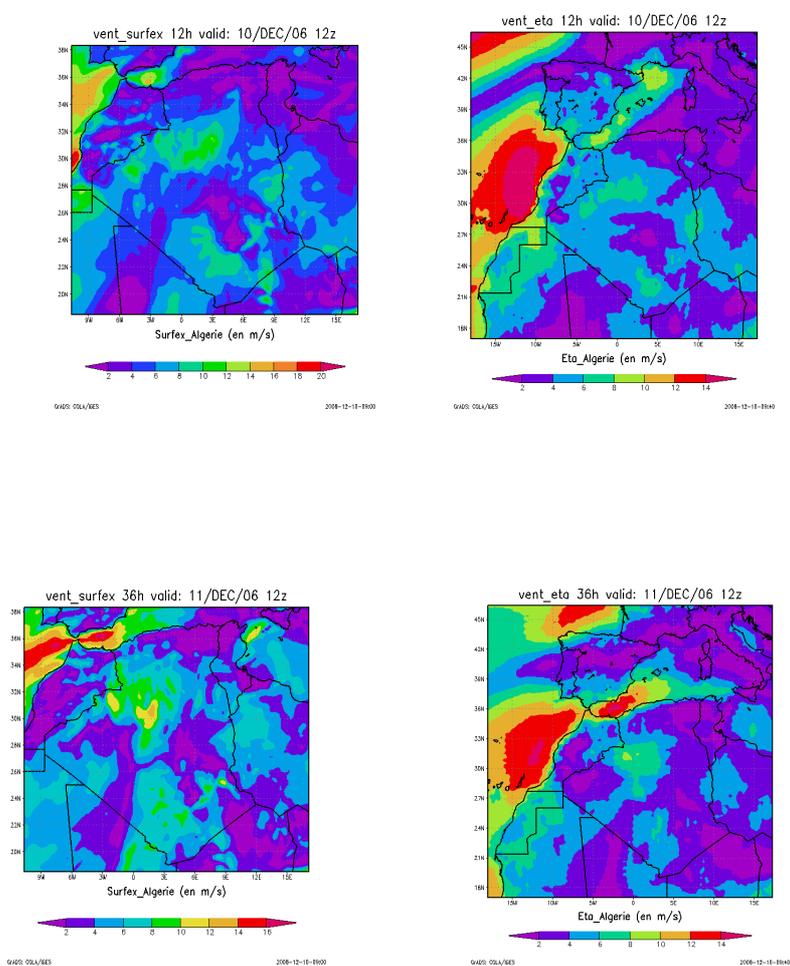


Les figures ci-dessous illustrent les champs de températures à 2 mètres prévues par les modèles ALADIN/Algérie et ETA/Algérie aux échéances de 12 et 36 heures.

L'analyse des résultats des deux modèles révèle qu'à 12 heures d'échéance, les deux modèles sont très proches l'un de l'autre aussi bien dans les fourchettes prévues (-5 à 25 °C pour ETA et -3 à 27 pour ALADIN) que dans la distribution spatiale (faibles températures sur l'atlas Marocain et les hauts plateaux Algériens et fortes températures sur l'extrême sur Algérien).

Pour l'échéance de 36 heures, les températures maximales prévues par ETA atteignent les 30 °C alors que celles prévues par ALADIN n'ont pas évolué comparées à celles de la veille, soit 27 °C.

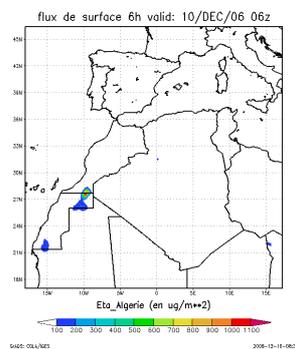
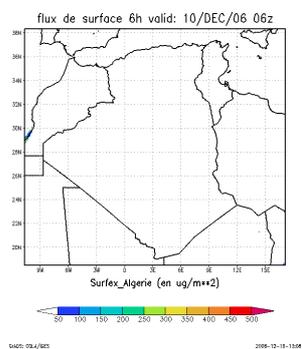
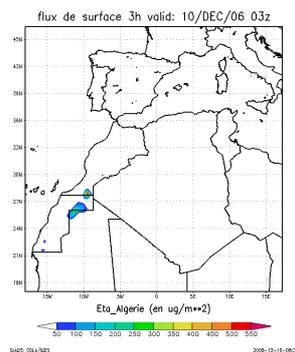
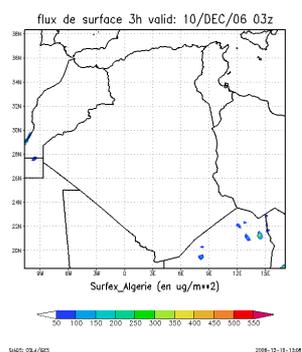
#### IV.1.2- Le vent à 10 ms

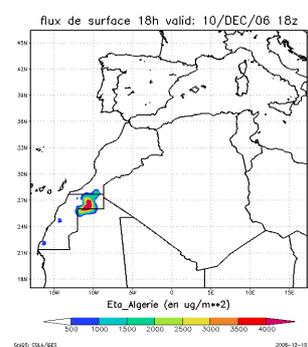
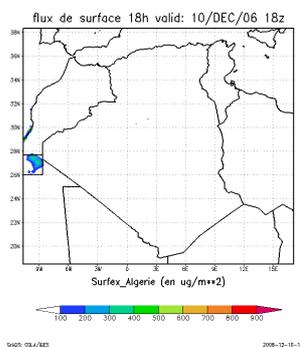
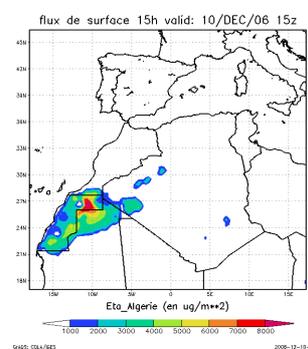
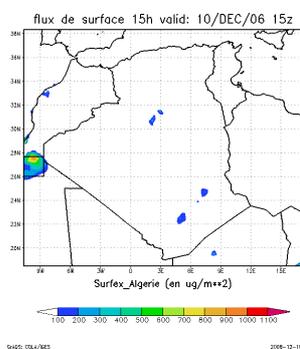
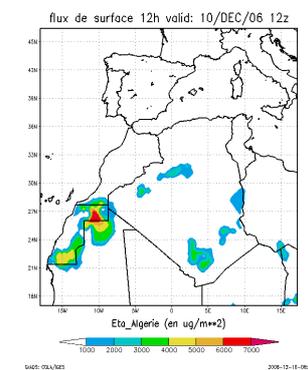
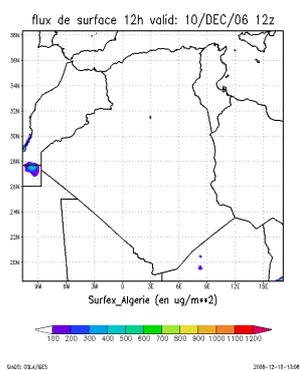
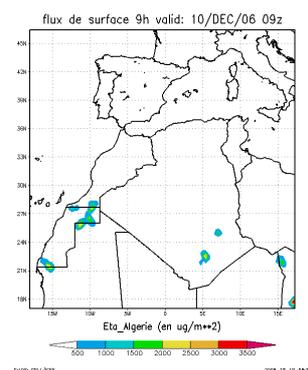
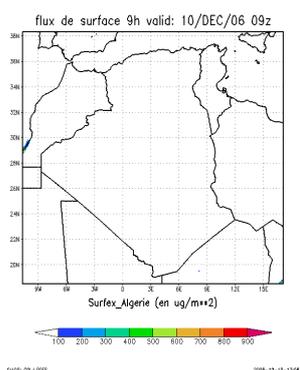


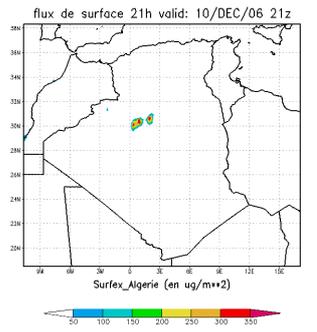
Les figures précédentes illustrent les champs de vent à 10 mètres prévus par les modèles ALADIN/Algérie et ETA/Algérie aux échéances de 12 et 36 heures.

L'analyse de ces champs révèle que du point de vue force les champs de vent prévus par le modèle ETA n'ont pas évolué entre 12 et 36 heures avec une fourchette comprise entre 2 et 14 m/s, alors que les vents prévus par ALADIN ont diminué d'intensité en 12 et 36 heures, passant de 20 à 16 m/s. Toutefois, du point de vue distribution spatiale, les deux modèles ont prévu le renforcement des vents sur la mer d'Alboran à 36 heures d'échéance.

#### IV.2. Les flux de poussière prévus par SURFEX et Eta :

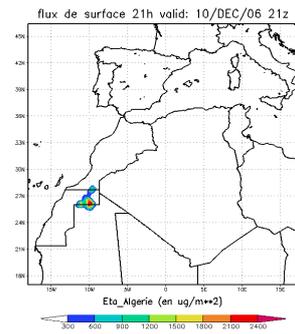






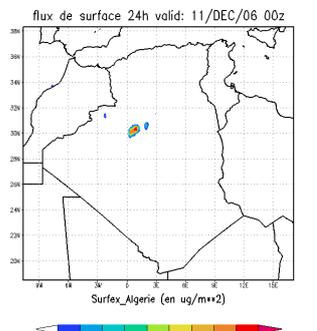
G405: OLA/SES

2006-12-10-13:08



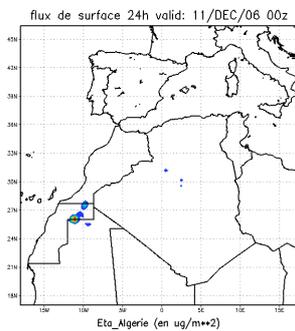
G405: OLA/SES

2006-12-10-18:29



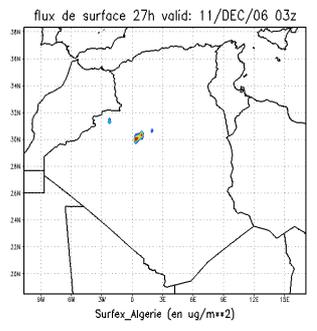
G405: OLA/SES

2006-12-10-13:04



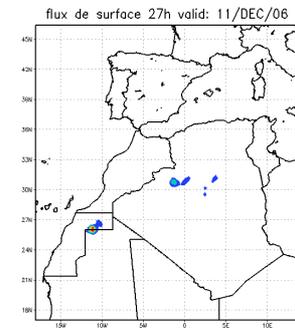
G405: OLA/SES

2006-12-10-18:29



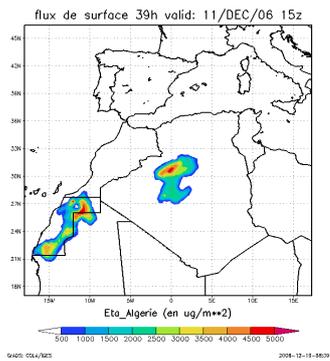
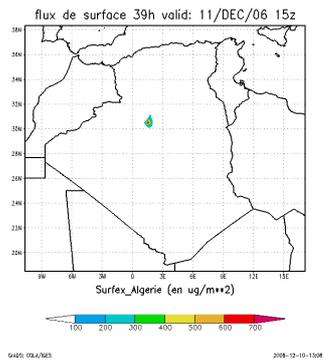
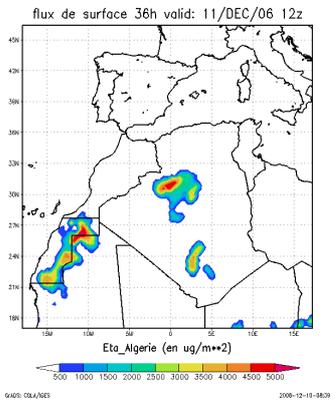
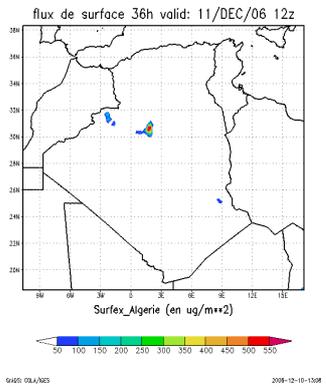
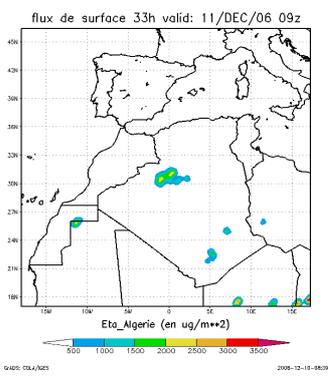
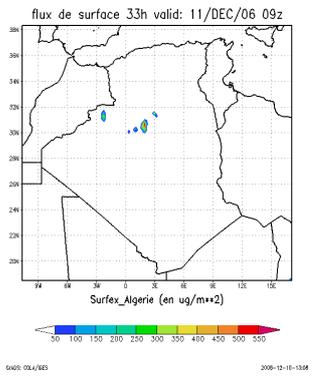
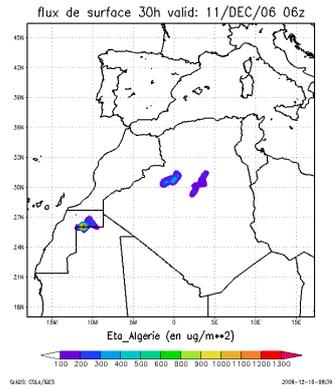
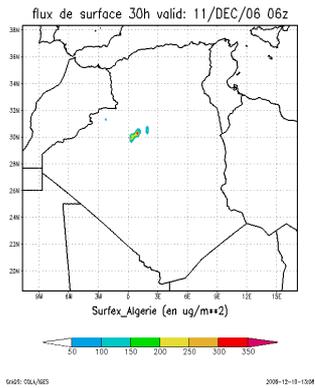
G405: OLA/SES

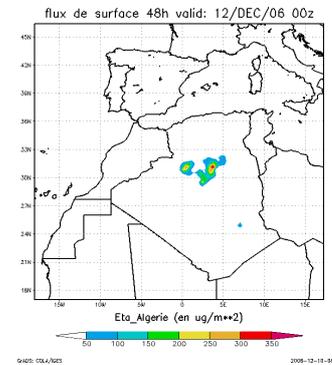
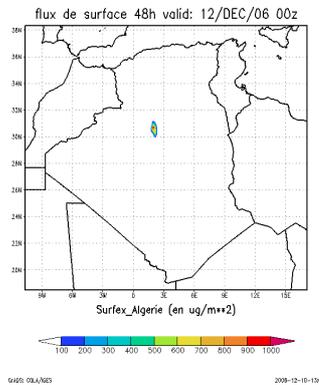
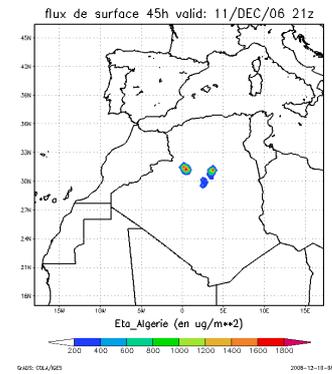
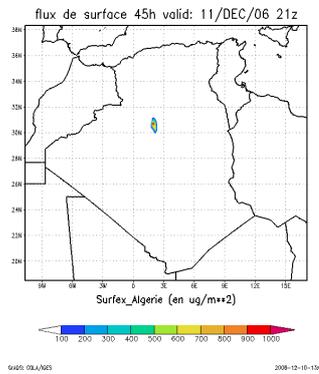
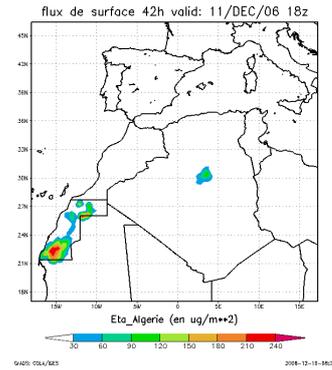
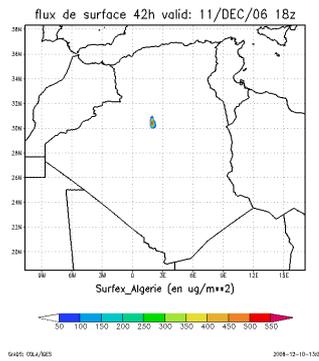
2006-12-10-13:08



G405: OLA/SES

2006-12-10-18:29





L'analyse des figures précédentes illustrant des champs de concentration de sable totales prévus respectivement par SURFEX/Algérie et ETA/Algérie conduit aux remarques suivantes: A la différence du modèle ETA, le modèle SURFEX prévoit des flux sur les côtes Ouest Marocaines et même sur les côtes nord Algériennes et ce jusqu'à l'échéance de 21 heures et même au-delà (situations non présentées dans ce rapport). Ceci est probablement du au fait que le fichier sources potentielles utilisés par SURFEX ne sont pas filtrés (sand : cover004 et cover005). Dans le cas du modèle ETA, les sources potentielles sont filtrées et ne s'étendent pas

au-delà de la latitude 35 degrés. Ce qui a pour effet d'éliminer ou d'atténuer de façon appréciable les émissions de sable ou de poussière issues de ces zones.

En ce qui concerne la localisation (distribution spatiale), les flux dépendent beaucoup plus des champs des vents, alors que pour l'intensité et l'extension horizontale, ces derniers dépendent du schéma de paramétrisation des émissions utilisé par les deux modèles. Les flux du modèle ETA sont plus extensifs dans la plupart des cas traités et ceci est probablement dû à la souplesse du schéma utilisé.

Les émissions prévues par les deux modèles sont confirmées par les visibilités observées dans ces régions (sud-ouest et centre de l'Algérie).

### **Conclusion :**

Ce stage a été doublement bénéfique car il a permis de réaliser des tests grâce à de nombreuses techniques de programmation et aussi de réaliser des manipulations avec un nouveau modèle de prévision d'aérosol, et fait découvrir toute la conception d'un nouveau projet de recherche scientifique. L'objectif principal de ce stage, était de définir une stratégie de travail et de prendre contact avec les scientifiques travaillant dans ce domaine au niveau du CNRM et du GMAP afin de tirer bénéfice de leur expérience.

Les progrès réalisés pendant ce stage ont été encourageants, puisque qu'on a réussi à activer le processus d'émission des aérosols et aussi à réaliser des simulations réelles avec les champs Aladin/Algérie, ce qui permettra dans un proche avenir de réaliser des études comparatives, traitant tous les facteurs influant sur les émissions.

Cependant, les objectifs principaux d'installation, de manipulation du code SURFEX et de mise en place des outils nécessaires pour la suite de ce projet, ont été réalisés.

### **Perspectives**

Comme les champs de forçages réels sont préparés dans la troisième partie de ce stage, des simulations réelles seront réalisées avec le modèle Eta/Algérie. Ce qui permettra d'effectuer une étude comparative des émissions d'aérosols des deux modèles.

### **Références bibliographiques:**

*Charles S. Zender, Huisheng Bian, and David 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.*

*Alf Grini, Pierre Tulet and Laurent Gomes, Dusty weather forecasts using the MesoNH mesoscale atmospheric model.*

*Pierre Tulet, Vincent Crassier, Fredric Cousin, Karsten Suhre, and Robert Rosset, ORILAM, a three-moment lognormal aerosol scheme for mesoscale atmospheric model: Online coupling into the Meso-NH-C model and validation on the Escompte campaign, J. Geophys. Res., VOL. 110, D18201, doi:10.1029/2004JD005716, 2005.*

*Slobodan Nickovic, Model for prediction of desert dust cycle in the atmosphere, U. of Athens, Depar. Of Applied Physics, Panepistimioupolis Bldg, phys-V, Athens 15784, Greece.*

*Benoit Laurent, simulation des émissions d'aérosols désertiques à l'échelle continentale : Analyse climatologiques des émissions du nord-est de l'Asie et du nord de l'Afrique, Thèse de doctorat, LISA, 14.12.2005*

### **Les sites Internet :**

<http://Intra/surfex/>

<http://dust.ess.uci.edu/dead/>