

# Validation de la paramétrisation du schéma de neige opérationnel Arpege/Aladin dans SURFEX: schéma EBA

Adam Dziejdzic

Institut de la Météorologie et de Gestion des Eaux, Division de Cracovie  
à Météo France/CNRM/GMME

Novembre 2006

encadrement assuré par Patrick Le Moigne

## 1. Introduction

Le but de ce travail était de mettre le schéma de paramétrisation de la neige EBA, tel qu'il est dans le modèle ARPEGE, dans le code de SURFEX et de valider les résultats de la modélisation en utilisant les jeux des données des projets d'intercomparaison de modèles de neige SNOWMIP1 et SNOWMIP2 (en cours de réalisation). Le travail sur le code était la continuation du travail commencé par Andrey Bogatchev en septembre 2005 (travail non finalisé à l'époque). A la fin, on a effectué la validation, en comparant les résultats de SURFEX pour le schéma de neige EBA, avec les mêmes résultats obtenus avec le modèle ARPEGE pour le site Col de Porte lors de SNOWMIP1 et avec les observations disponibles pour les sites Alptal, BERMS et Fraser du projet SNOWMIP2.

## 2. Description du schéma de neige EBA

Le schéma de neige EBA développé par Eric Bazile est le suivant:

- deux variables pronostiques:  $W_n$  et  $\alpha_n$
- fraction de neige dépendante de la végétation (  $f_n$  et  $LAI$  ) et de l'âge de la neige estimée à partir de son albédo

$$f_n = f_v * (p_{mv} * f_n^0) + (1 - f_v) * f_n^0, \text{ où: } f_n^0 = \frac{W_n}{W_n + W_n^c} \quad (2.1)$$

$$p_{mv} = 1 - \frac{LAI}{LAI^1} * \frac{\alpha_n^1 - \max(\alpha_n^0, \alpha_n)}{\alpha_n^1 - \alpha_n^0}, \text{ pour } LAI > LAI^0, \text{ et } \quad (2.2)$$
$$p_{mv} = 1, \text{ pour } LAI \leq LAI^0$$

où:

$$W_n^c = 10 \frac{kg}{m_2}, \quad LAI^0 = 3, \quad LAI^1 = 7, \quad \alpha_n^1 = 0.87, \quad \alpha_n^0 = 0.84$$

- l'albédo total (le sol nu, la végétation et la neige) selon la formule

$$\alpha = (1 - f_v) * (\alpha_s * (1 - f_n^0) + \alpha_n * f_n^0) + f_v * (\alpha_v * (1 - p_{nv} * f_n^0) + \alpha_n * p_{nv} * f_n^0) \quad , \quad (2.3)$$

- comme dans le schéma de neige Douville, l'albédo de la neige peut évoluer de 2 façons différentes:

1. une décroissance linéaire pendant une période de vieillissement, sans une fonte:

$$\alpha_n(t + \Delta t) = \alpha_n(t) - \tau_{lin} \frac{\Delta t}{\tau} + \frac{P_n \Delta t}{W_{new}} * (\alpha_{max} - \alpha_{min}) \quad , \quad (2.4)$$

2. une décroissance exponentielle pendant une période de fonte:

$$\alpha_n(t + \Delta t) = (\alpha_n(t) - \alpha_{min}) \exp\left(-\tau_{exp} \frac{\Delta t}{\tau}\right) + \alpha_{min} + \frac{P_n \Delta t}{W_{new}} * (\alpha_{max} - \alpha_{min}) \quad , \quad (2.5)$$

où:

$$\tau_{lin} = 0.008 \quad , \quad \tau_{exp} = 0.24 \quad , \quad \tau = 86400s \quad , \quad W_{new} = 10 \frac{kg}{m_2} \quad , \quad \alpha_{min} = 0.5 \quad , \quad \alpha_{max} = 0.8$$

- l'inertie thermique et la longueur de rugosité sont identiques à l'ancien schéma de neige existant dans ARPEGE, comme décrit dans [D.G].

$$z0_n = z0_n + (z0_{cr} - z0_v) * \frac{f_n}{f_n + W_n^c * (1 + z0_{cn} * z0_v)} \quad (2.6)$$

où:

$$z0_{cr} = \frac{G}{0.001} \quad , \quad z0_{cn} = \frac{1}{G * 0.0025}$$

#### Description des variables:

$W_n$  - le contenu équivalent en eau de la couche de neige

$f_n^0$  - la fraction de neige sur le sol nu

$p_{nv} * f_n^0$  - la fraction de neige sur la végétation

$f_n$  - la fraction de neige totale ,  $f_v$  - la fraction de végétation

$\alpha_s$  - l'albédo du sol nu ,  $\alpha_n$  - l'albédo de la neige

$\alpha_v$  - l'albédo de la végétation,  $\alpha$  - l'albédo totale

$P_n$  - le taux de précipitations neigeuses

$\tau_{lin}$  - le taux quotidien de décroissance linéaire

$\tau_{exp}$  - le taux quotidien de décroissance exponentielle

$W_{new}$  - quantité de neige nécessaire pour que l'albédo puisse atteindre la valeur maximale  $\alpha_{max}$

$\alpha_{min}$  - la valeur minimale de l'albédo

$\alpha_{max}$  - la valeur maximale de l'albédo

$z0_n$  - la longueur de rugosité avec la neige

$z0_v$  - la longueur de rugosité

$G$  - la constante de gravité

### 3. Modifications dans le code SURFEX

La plus importante modification dans le schéma de neige EBA est liée à la fraction de neige sur la végétation. Cette fraction  $p_{nv} * f_n^0$  est calculée dans le schéma de neige EBA d'une manière différente, en prenant en compte le  $LAI$  et l'âge de la neige, comme décrit dans [E.B]. Dans SURFEX cette valeur (PPSNV\_A) est calculée dans la procédure « coupling\_isban.F90 » et après est utilisée dans la procédure « e\_budget.f90 » pour le calcul de l'albédo total  $\alpha$  (PALBT). Pour les autres calculs, on ne modifie pas la valeur de la fraction de neige sur la végétation (PSNV) et la fraction de neige totale (PPSN). Dans la formule pour l'albédo total on utilise aussi les valeurs de l'albédo du sol nu  $\alpha_s$  et l'albédo de la végétation  $\alpha_v$ , qui n'étaient pas présentes dans le code SURFEX, donc on a ajouté le calcul de ces variables (PSNOWFREE\_ALB\_SOIL et PSNOWFREE\_ALB\_VEG) dans la procédure « coupling\_isban.F90 ». Pour la fonte, on a mis la nouvelle formule qui prend en compte le profil de la température dans le sol (PMELT en fonction de PTG), dans la procédure « isba\_fluxes.f90 ». L'évolution de l'albédo est inchangé, parce que dans le schéma de neige EBA elle est identique au schéma Douville donc elle était déjà présente dans le code, dans « hydro\_snow .f90 ». Les extrêmes de l'albédo qui sont différents pour ces deux schémas ont été fixés dans la nameliste. Le calcul de la longueur de rugosité a été ajouté dans la procédure « z0eff.f90 » comme décrit dans [D.G].

### 4. Tests et les résultats

On a calculé avec le schéma de neige EBA de SURFEX pour les quatre sites pour lesquels on a disposé des jeux de données - Col de Porte du projet d'intercomparaison de modèles de neige SNOWMIP1, et les sites de forêt Alptal, BERMS et Fraser du projet SNOWMIP2. Pour le site Col de Porte on a comparé les résultats SURFEX avec les mêmes résultats du modèle ARPEGE, pour les sites Alptal, Berms et Fraser on a comparé les résultats SURFEX avec les observations (utiles pour la calibration). Les résultats montrant l'évolution du « contenu équivalent en eau de la couche de neige » en fonction du temps sont présentés sur la figure 1.

Pour le site Col de Porte (Figure 1a) on observe la même accumulation de neige, surtout au début de la période d'accumulation, mais la fonte est plus forte pour le schéma EBA SURFEX, que pour EBA ARPEGE.

Pour le site Alptal (Figure 1b) on observe une accumulation un peu plus forte et une fonte plus rapide, par rapport aux observations.

Pour les sites BERMS et Fraser les résultats sont meilleurs. Pour BERMS (Figure 1c) on a une accumulation plus faible et une fonte un peu plus rapide par rapport aux observations, mais les points caractéristiques sont bien marqués. Pour le site Fraser (Figure 1d) on observe une accumulation plus faible au début de la période, plus forte au milieu et une fonte un peu plus rapide à la fin de la période.

### 5. Conclusions et perspectives

Dans ce travail on a présenté les résultats obtenus pour les sites « forêts » où il y a beaucoup de végétation et d'arbres. Ils montrent que le schéma de paramétrisation de neige EBA dans SURFEX pour ces sites donne des résultats satisfaisants. Mais il serait très utile de refaire les expériences pour les autres sites de clairières où la fraction de végétation est petite, et de les comparer avec les mêmes résultats obtenus avec ARPEGE. Pour l'instant les résultats ARPEGE ne sont disponibles que pour le site Col de Porte « forêt ».

## 6. Bibliographie

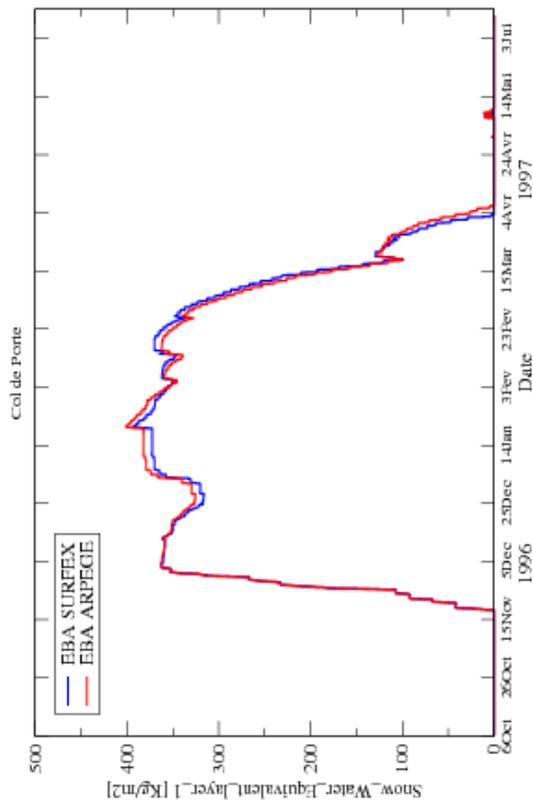
[E.B] E.Bazile, M. EL Haiti, A.Bogatchev and V.Spiridonov: Improvement of the snow parameterization in ARPEGE/ ALADIN. *Proceedings of SRNWP / HIRLAM Workshop on Surface Processes, Turbulence and Mountain Effects; Madrid, 22-24 October 2001*. January 2002.

[H.D] H.Douville, J.F.Royer, J.F Mahfouf: A new snow parameterization for the Météo-France climate model, Part I: Validation in stand-alone experiments. Part II: Validation in a 3D GCM experiment. *Climate Dyn*, 12, 21-52.

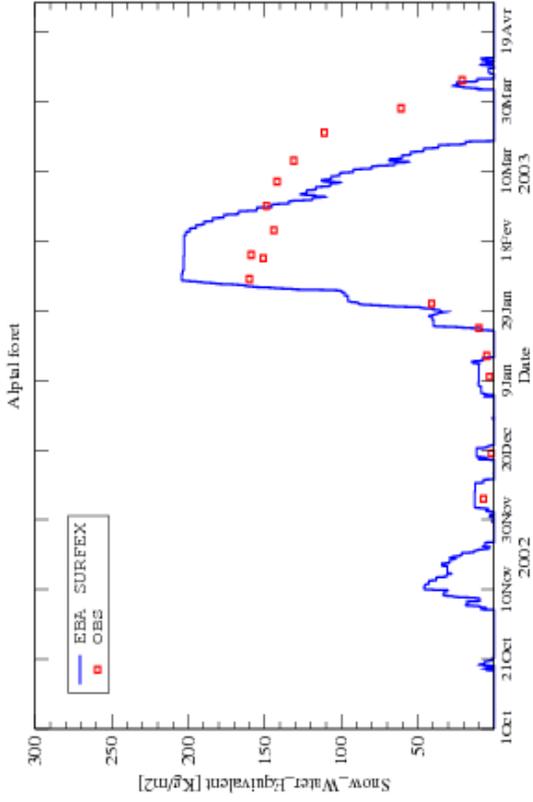
[D.G] D.Giard, on behalf of the French, Bulgarian, Maroccan and Polish ARPEGE/ALADIN teams (i.e. E.Bazile, F.Bouyssel; ABogatchev, V.Spiridonov; A.Dziedzic; M. EL Haiti)

site SNOWMIP: <http://www.cnrm.meteo.fr/snowmip/>

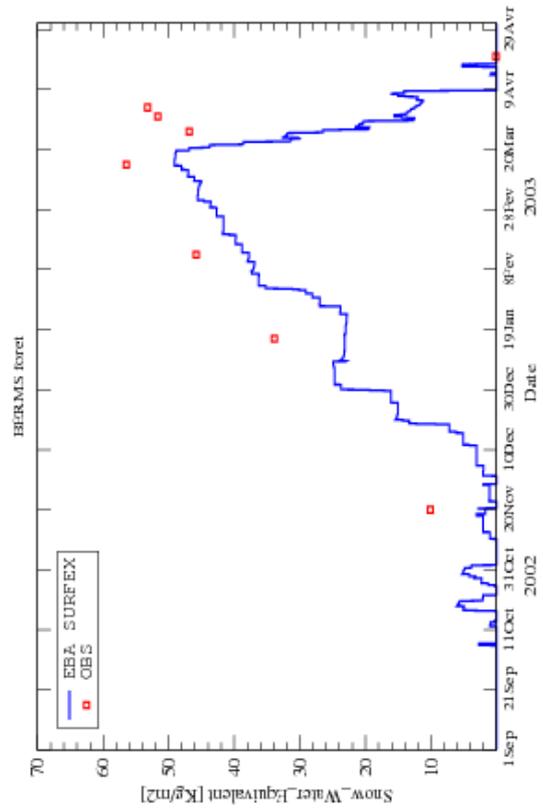
SNOWMIP1: Snow\_Water\_Equivalent



SNOWMIP2: Snow\_Water\_Equivalent



SNOWMIP2: Snow\_Water\_Equivalent



SNOWMIP2: Snow\_Water\_Equivalent

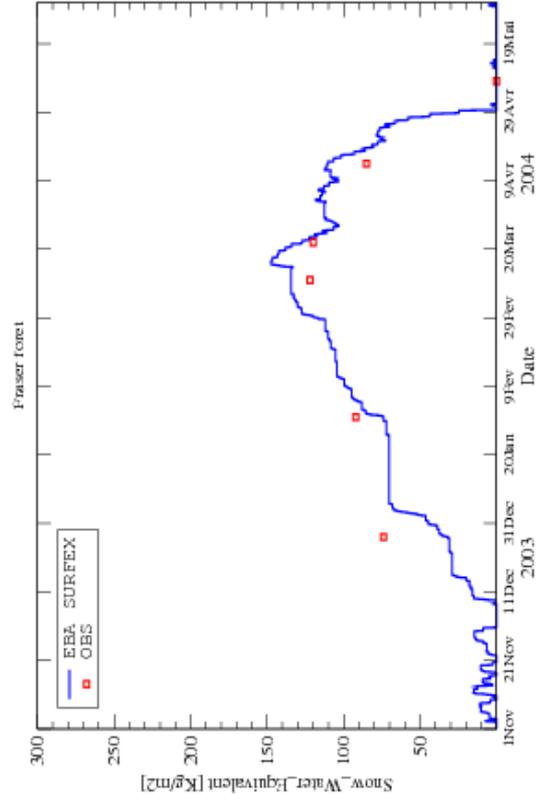


Figure 1. Contenu équivalent en eau de la couche de neige pour les sites: Col de Porte (a) du projet SNOWMIP1; Aptal (b), BERMS (c) et Fraser (d) du projet SNOWMIP2. Résultats de SURFEX, d'ARPEGE et observations