

La neige dans SURFEX

E.Brun, A. Boone, V. Vionnet (CNRM/GAME Toulouse)
S.Morin (CNRM/GAME CEN Grenoble)
... et nombreux collègues au CNRM et ailleurs

Thèmes abordés

- **Principes généraux de SURFEX :**
 - ISBA, tiles, patches, bilan composite sol/végétation, couplage sol/neige
 - Couplage entre atmosphère et 4 modèles de neige
- **Quelques études en cours avec ES ou Crocus en mode forcé:**
 - Introduction du bilan d'énergie multiple MEB
 - Simulation de l'enneigement en Sibérie (ANR classique)
- **Etudes en mode couplé:**
 - Transport de neige par le vent en relief alpin
 - Interactions neige/atmosphère à Dôme C
- **Développements en cours propres à Crocus**
 - Rénovation du schéma de métamorphoses
 - Rénovation du transfert radiatif (albédo, pénétration, bilan d'énergie de surface)
 - Applications glaciologiques
 - Amélioration de la prise en main/ergonomie
 - Autres développements en cours/prévus

Principes généraux de SURFEX:

surface externalisée pour Meso-NH, AROME, CNRM-CM et HARMONIE

4 tiles dans chaque maille : nature, ville, lac, mer

1 bilan d'énergie et de masse séparé pour chacun des tiles

Couplage explicite ou implicite des échanges avec l'atmosphère

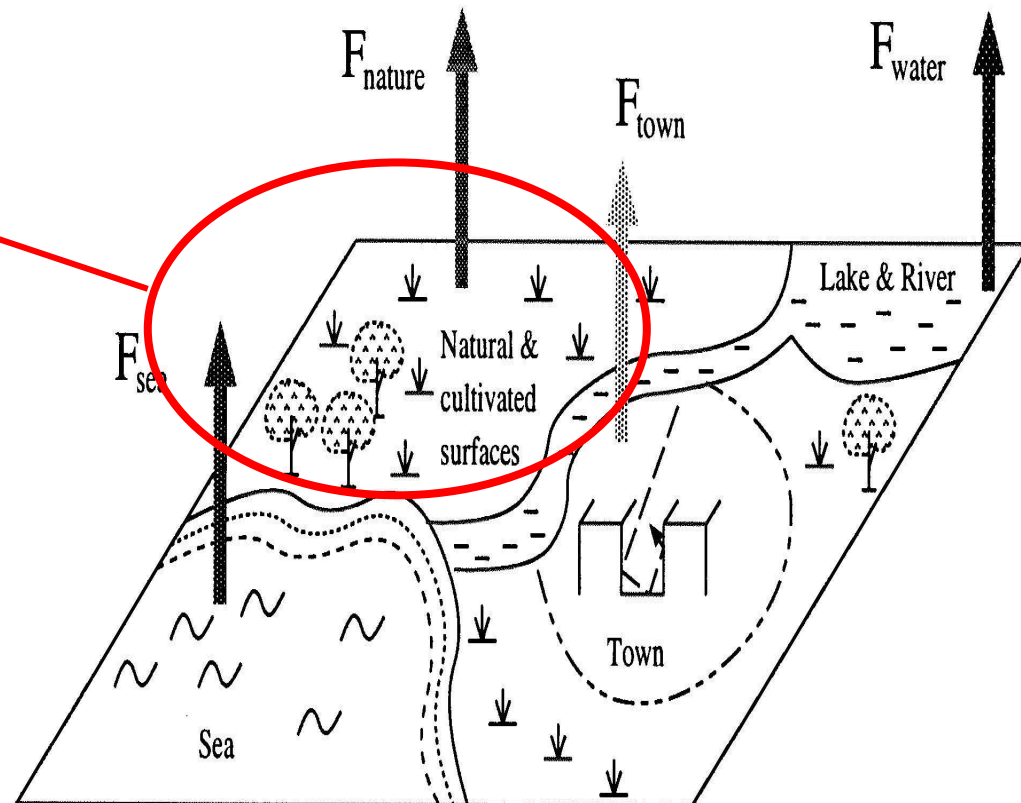
Pondération des échanges par la surface relative du tile

Tile « Nature »:

-1 à 12 patches en options

-Modèle de surface: ISBA

-Fonctionnalité multi-points



Développements principaux: P. Lemoigne, S. Faroux + très nombreux collègues CNRM

Le modèle de surface continentale ISBA

Coupage implicite ou explicite avec l'atmosphère

4 modèles de neige:

D95 et EBA : mono-couches composites

ES : multi-couches (nbre fixe)

Crocus: nbre de couches variable
+ métamorphoses ...

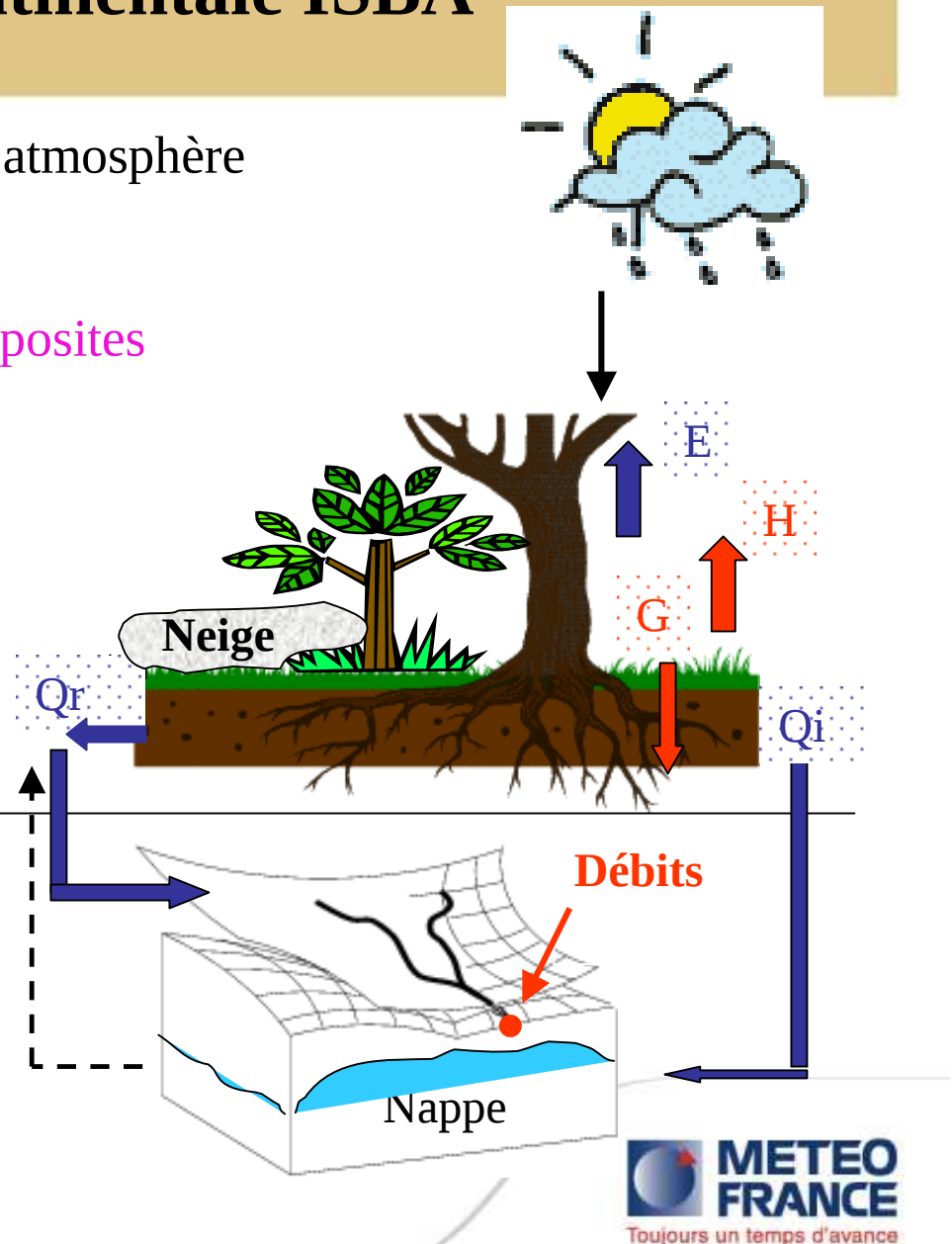
2 Modèles de sol:

2-L/3-L : sol/végétation composite

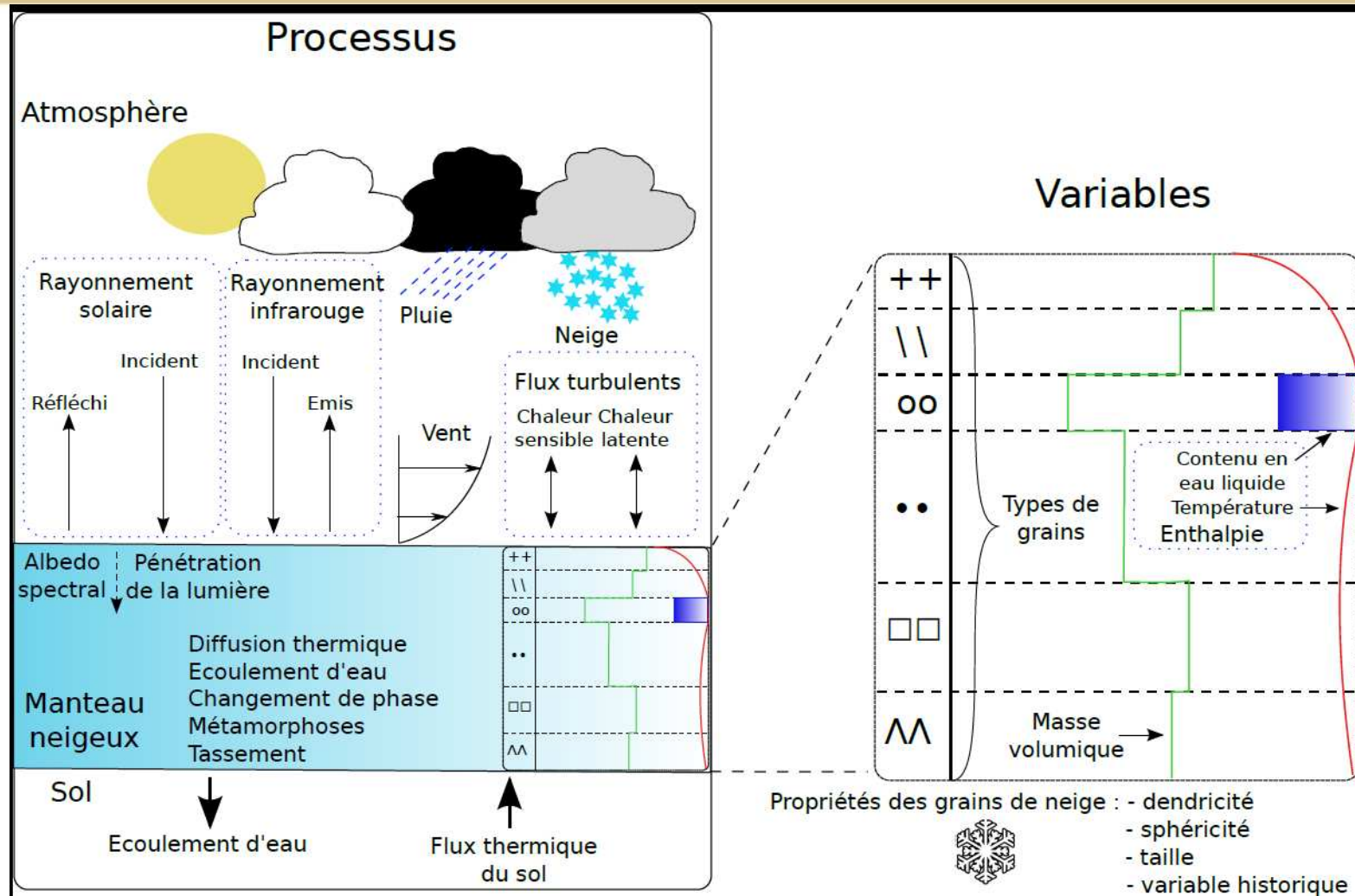
ISBA-DF : multi-couches et gel

+ Modèle de routage des fleuves :

TRIP (Decharme et al.)



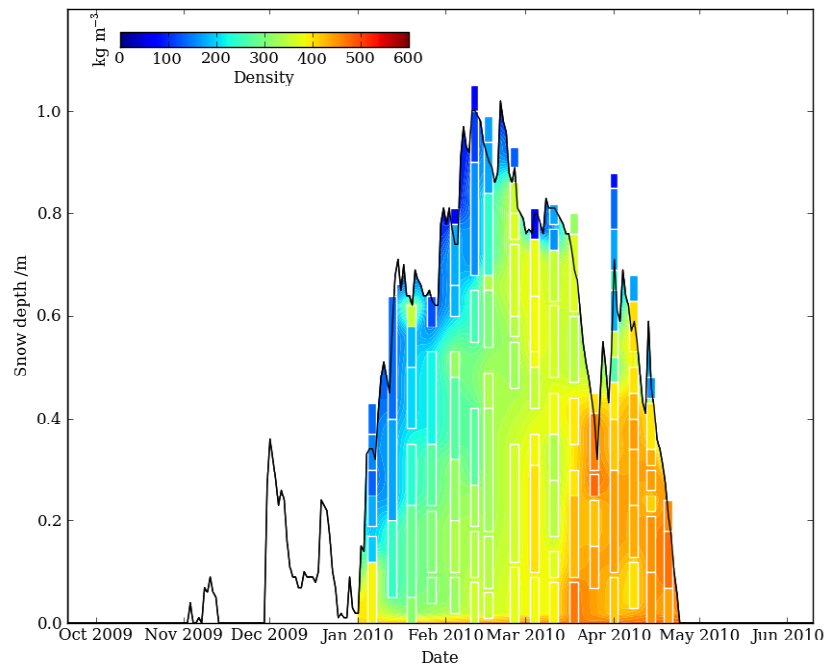
Processus simulés par Crocus et variables



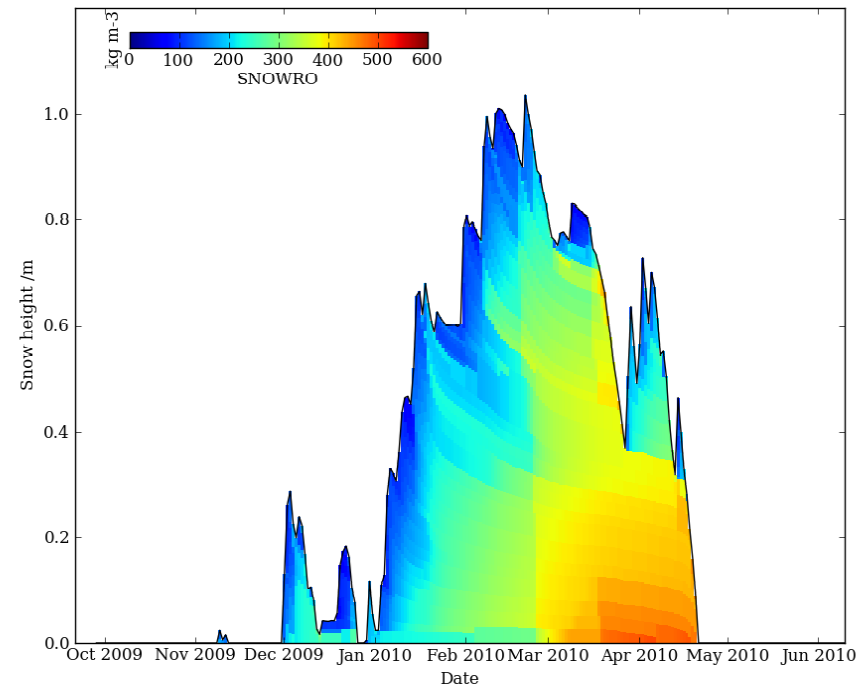
Pour ISBA-ES : idem en terme de processus sauf métamorphoses, effet du drifts et maillage adapté à la stratification

Processus simulés par Crocus et variables

Exemple sur masse volumique, comparaison obs/simul au col de Porte (2010)

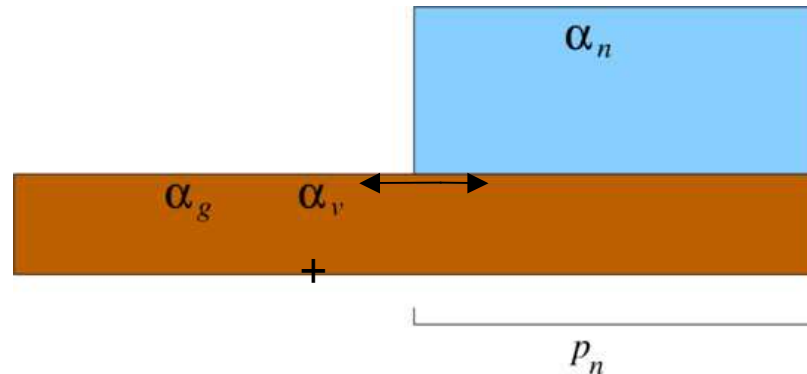


Obs



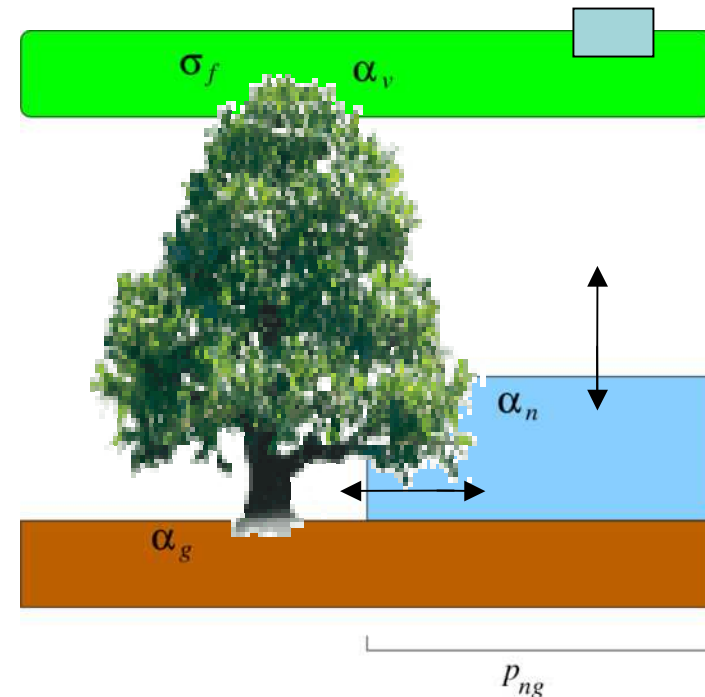
Simulation

Développement en cours d'un bilan d'énergie multiple (MEB)



MEB

Prise en compte explicite des transferts radiatifs et des flux turbulents dans la canopée

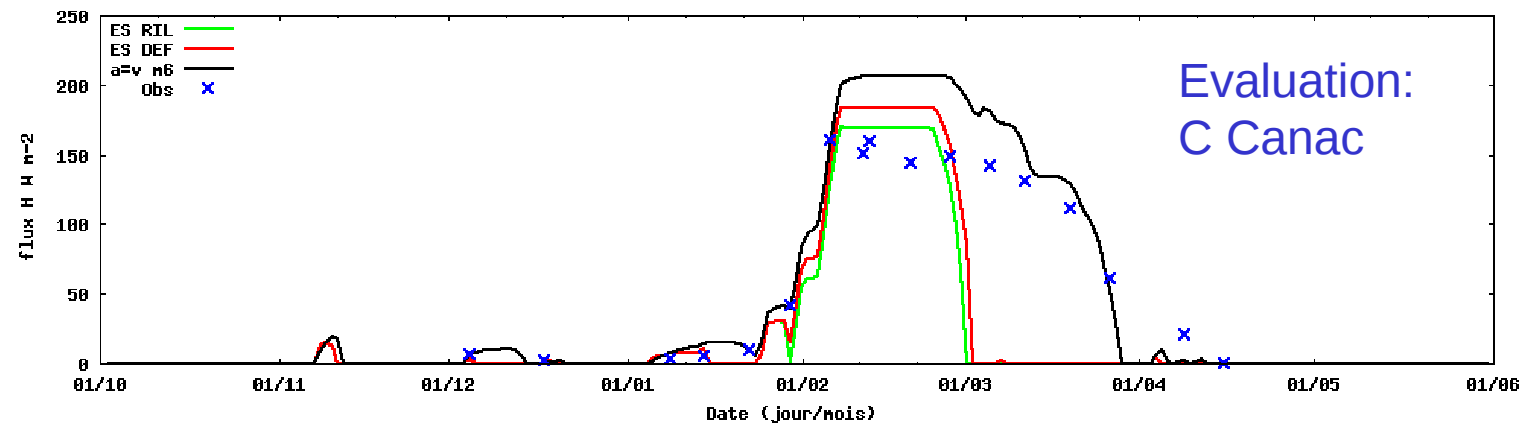


Aaron Boone + P. Samuelson + Stefan Golvik (SMHI) et collègues CNRM et SMHI

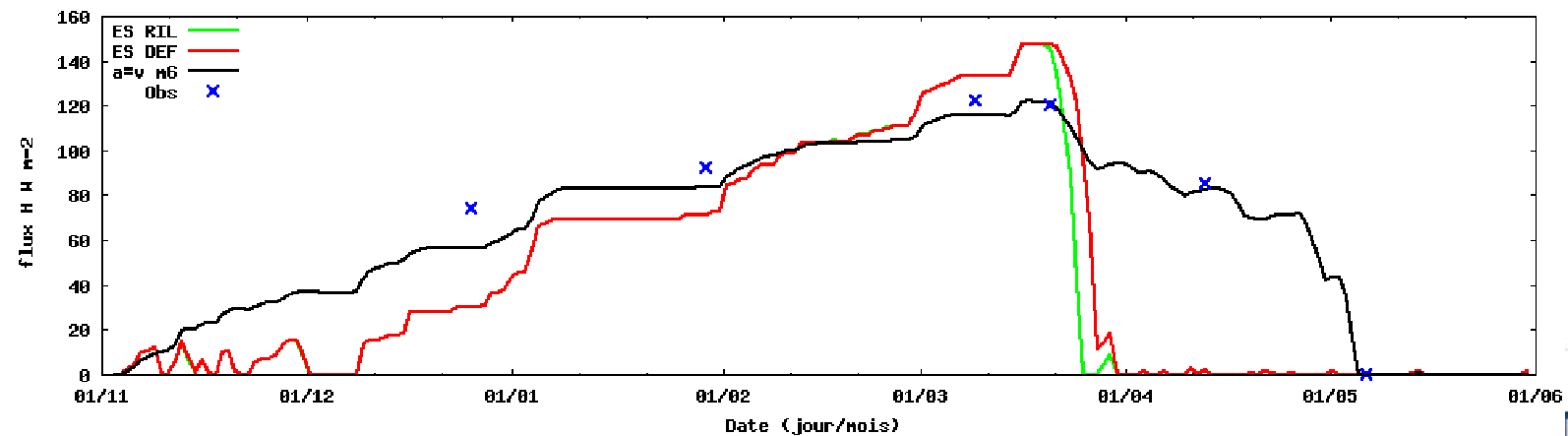
Recent Developments: Land

Two SnowMIP2 forest sites where snow interception matters (ISBA-MEB+ES+DF)

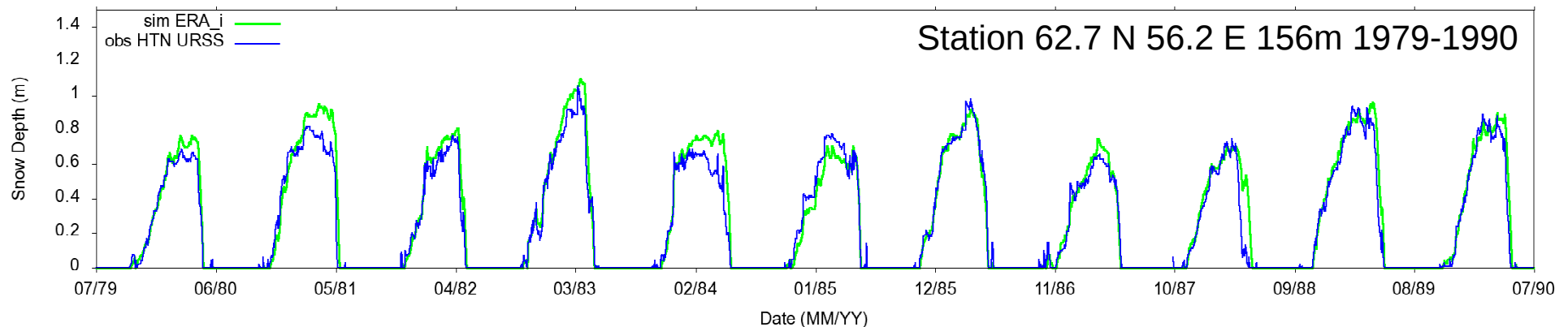
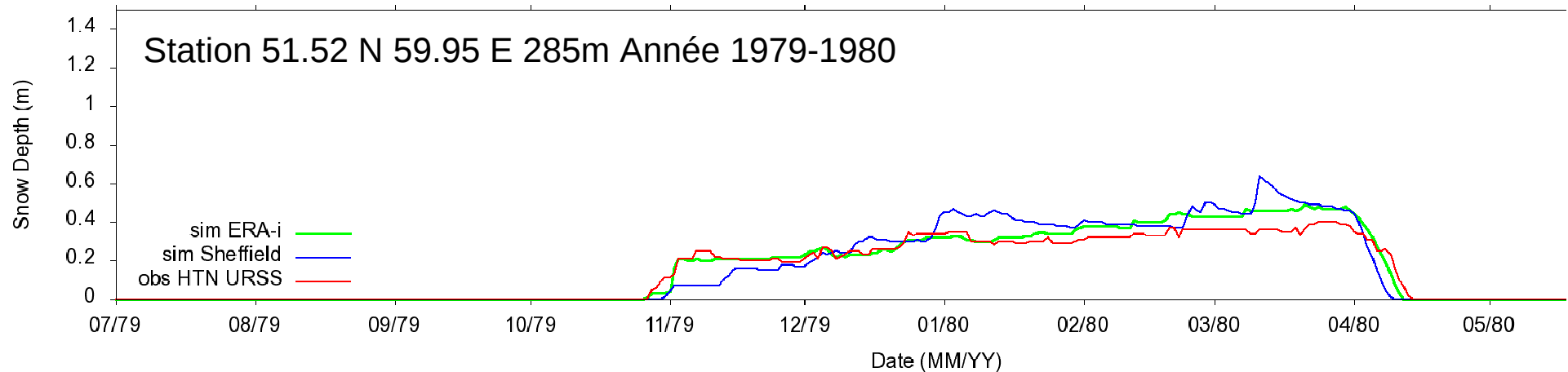
Alptal (Switzerland), 1185 m, trees: 25 m, LAI 4.2



Fraser (US Rockies), 2820 m, trees: 27 m, LAI 5



Simulation de l'enneigement en clairière sur la Sibérie : effets du jeu de forçage

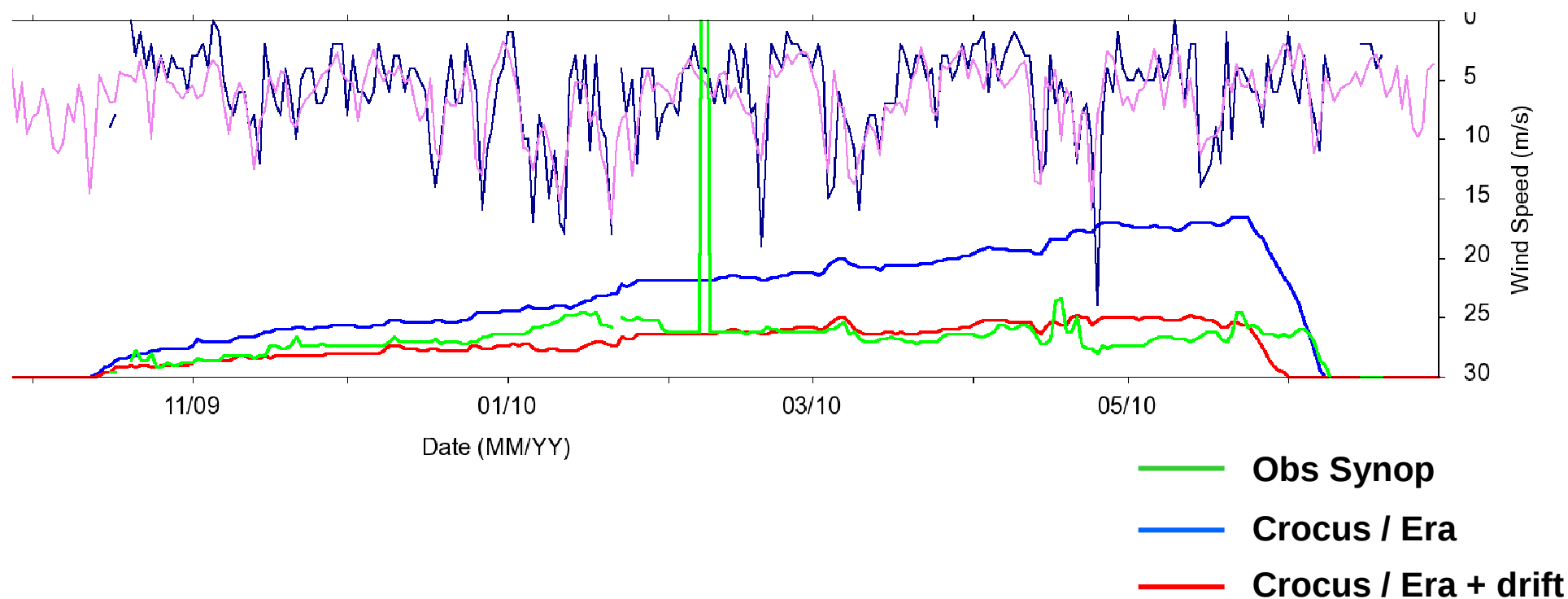


- en général forçage ERA interim plus fidèle aux événements quotidiens
- variabilité interannuelle très souvent correctement reproduite
- ... mais quelques stations mal simulées

E. Brun et collègues CNRM

Nécessité de prendre en compte sur certains points la sublimation associée au blizzard

Station 73.5 N 80.5 E 47 m Année 2009-2010

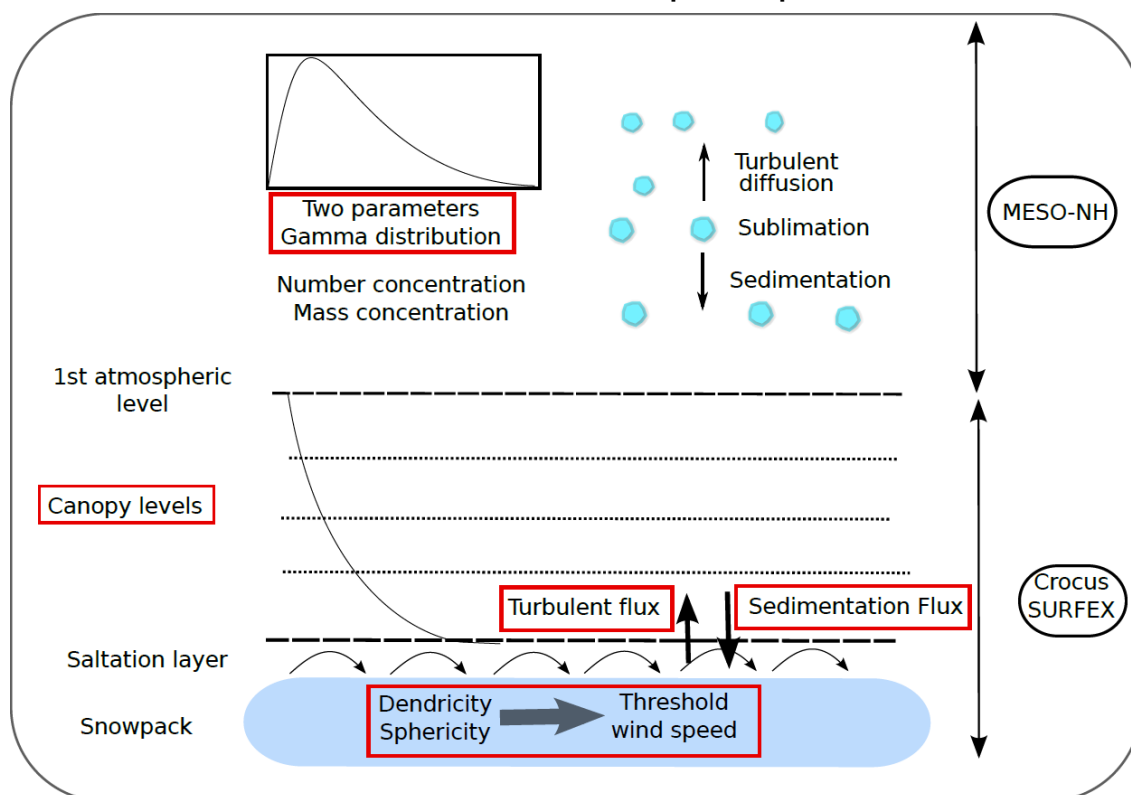


- ➔ important pour le cycle de l'eau en régions polaires
- ➔ fait en off-line dans Crocus (fn vent, type de grain, Qsat_ice) avec V. Vionnet
- ➔ Obs le plus souvent entre les 2 simulations
- ➔ à concevoir dans le cadre des couplages avec atmosphère

Simulation des épisodes de transport de neige par le vent en milieu alpin

Développement en cours d'un modèle couplé:

- Crocus/SURFEX : propriétés du manteau neigeux
- Meso-NH : modèle atmosphérique



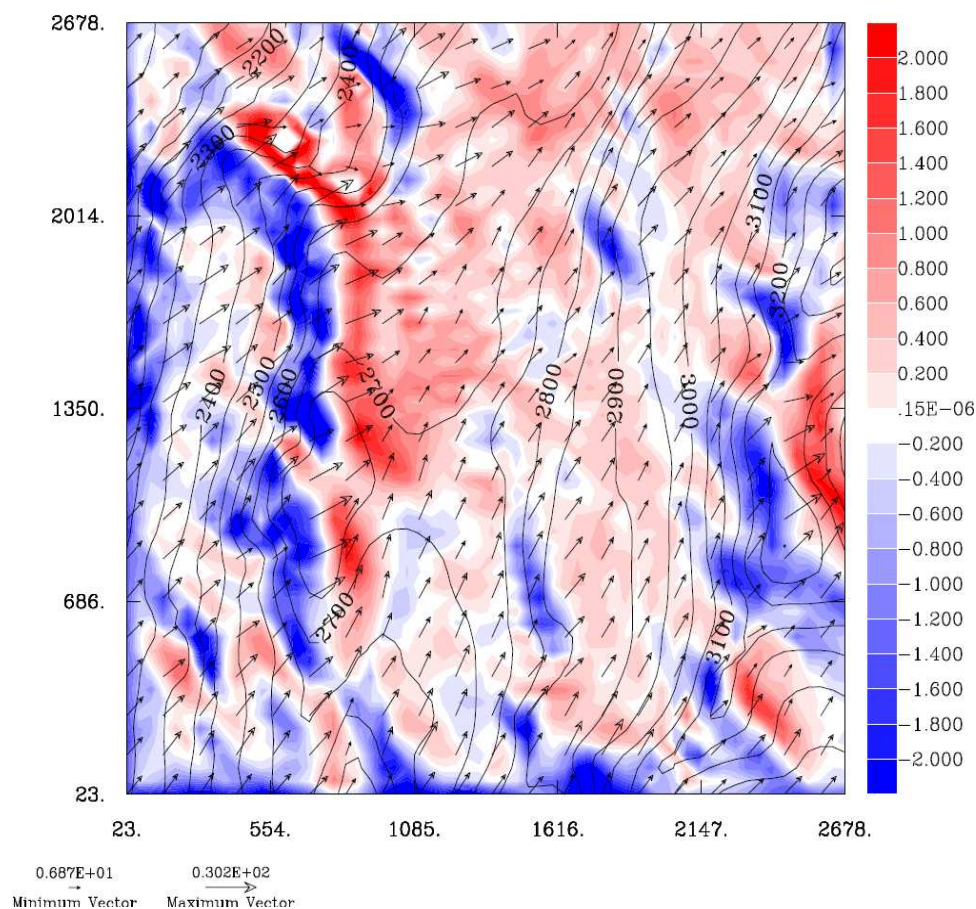
Couplage surface/atmosphère

Différences principales avec l'approche de MAR:

- échelle spatiale
- microphysique de la neige transportée

Illustrations de résultat du modèle sur les Grandes Rousses

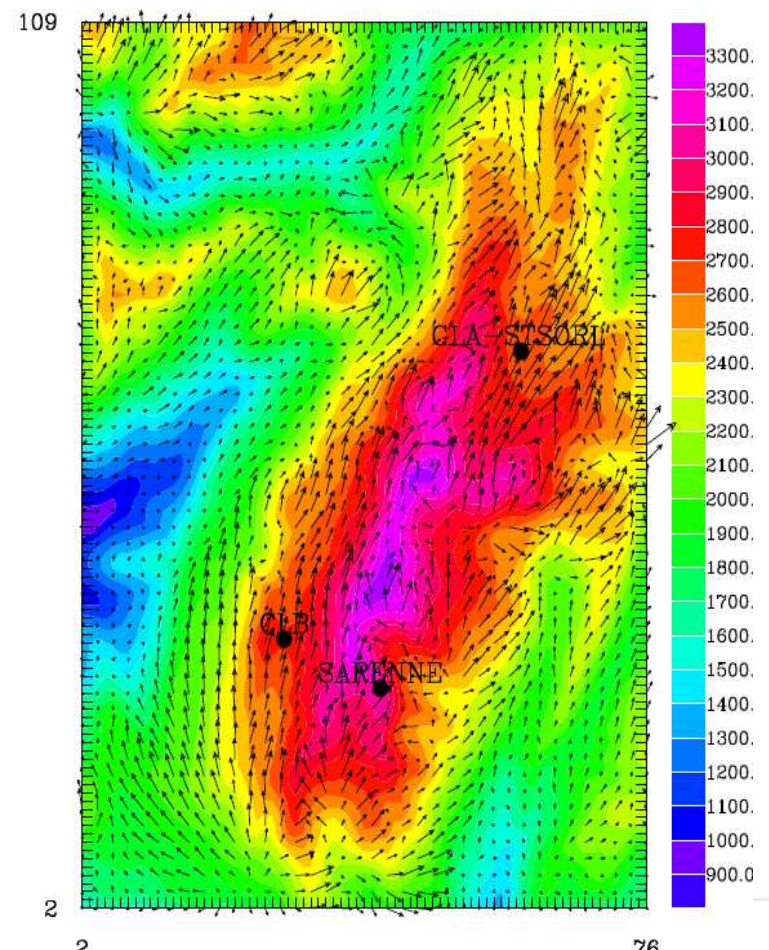
Cas idéalisé : Col du Lac Blanc



Champ de vent à 3 m et différence de SWE

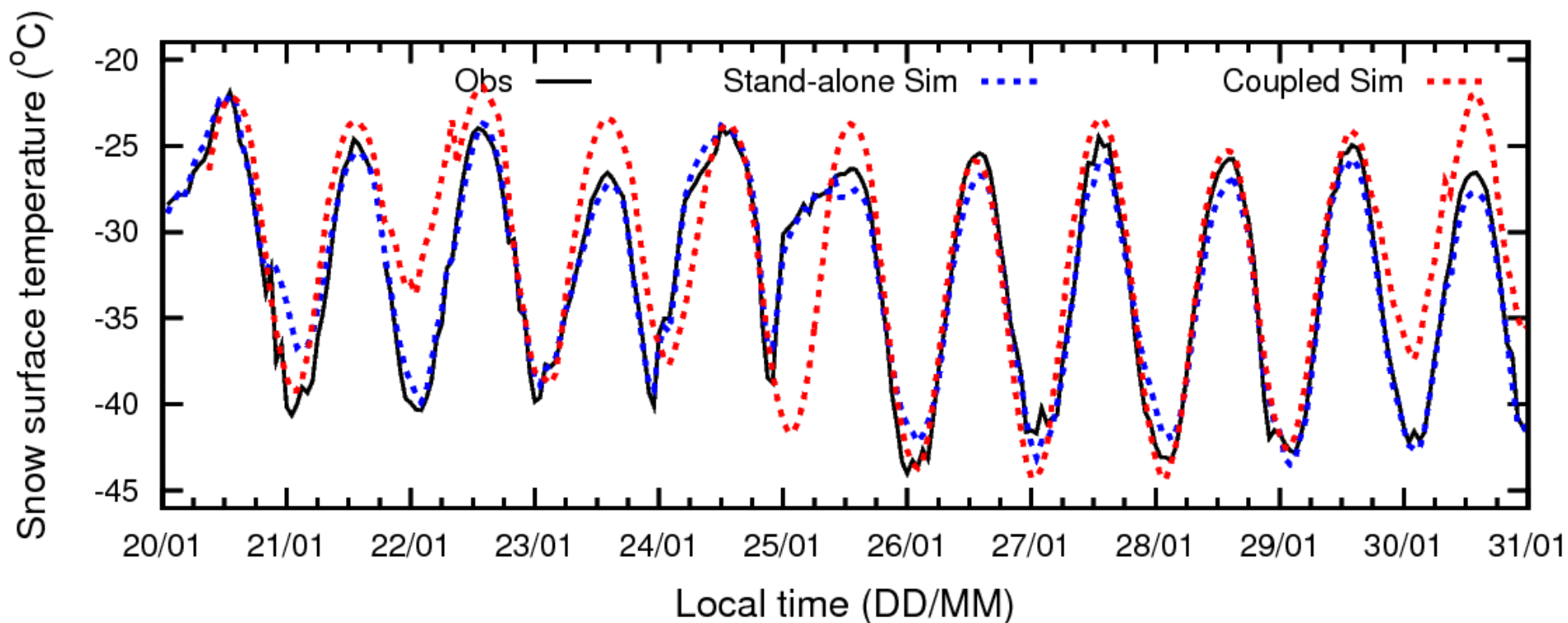
- Bleu : érosion
- Rouge : dépôt

Cas réel : Massif des Grandes Rousses

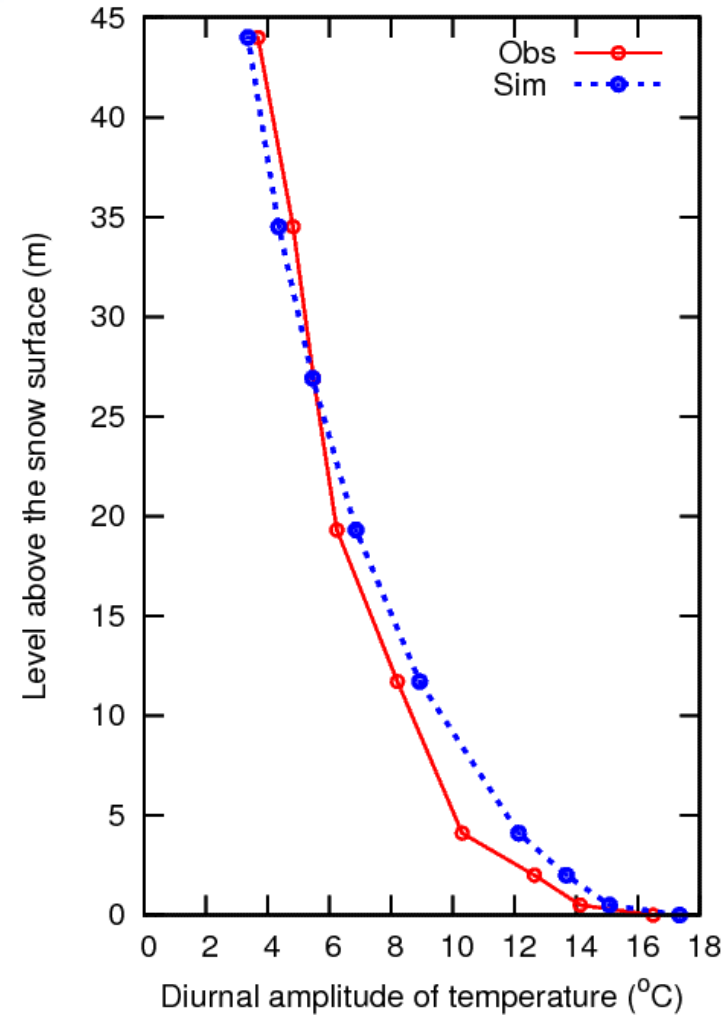
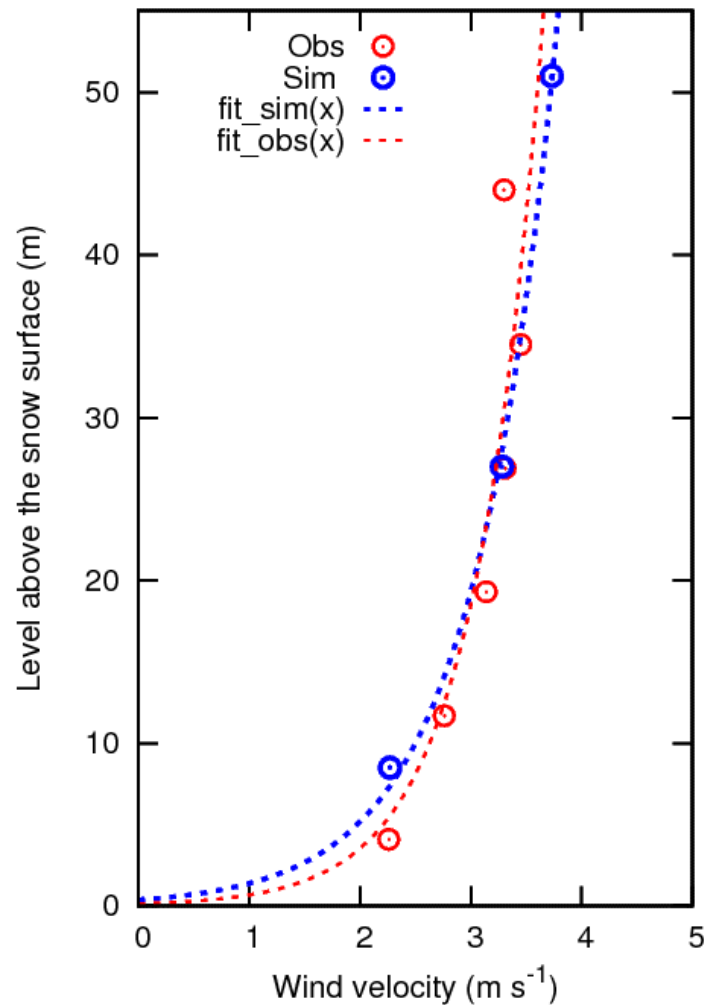


Champ de vent à 3 m le 14/02/11 à 21 TU
(résolution horizontale : 150 m)

Simulation off-line puis couplée AROME/Crocus à Dôme C: température de surface



Simulation couplée AROME/Crocus: profil du vent et de l'amplitude diurne (moyenne sur 10 jours)



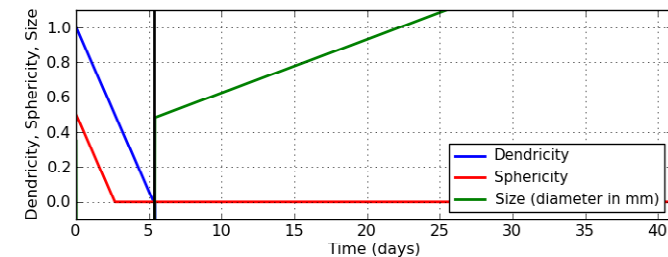
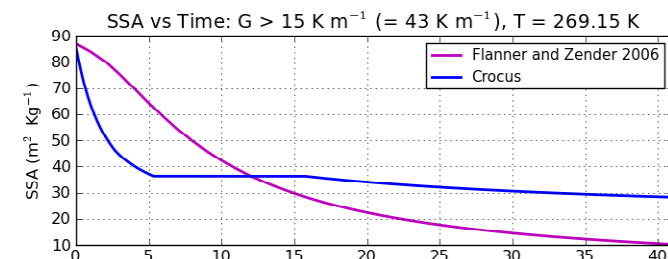
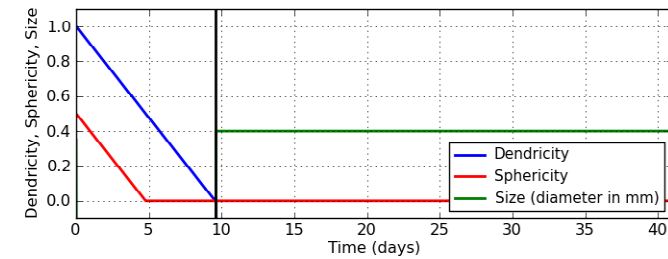
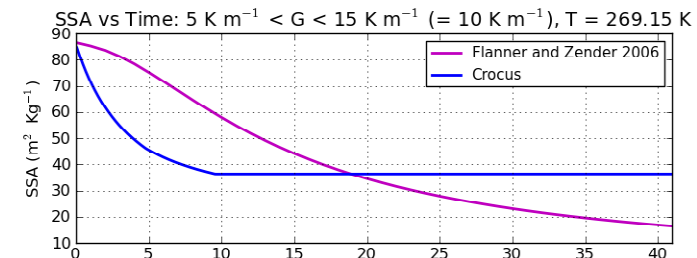
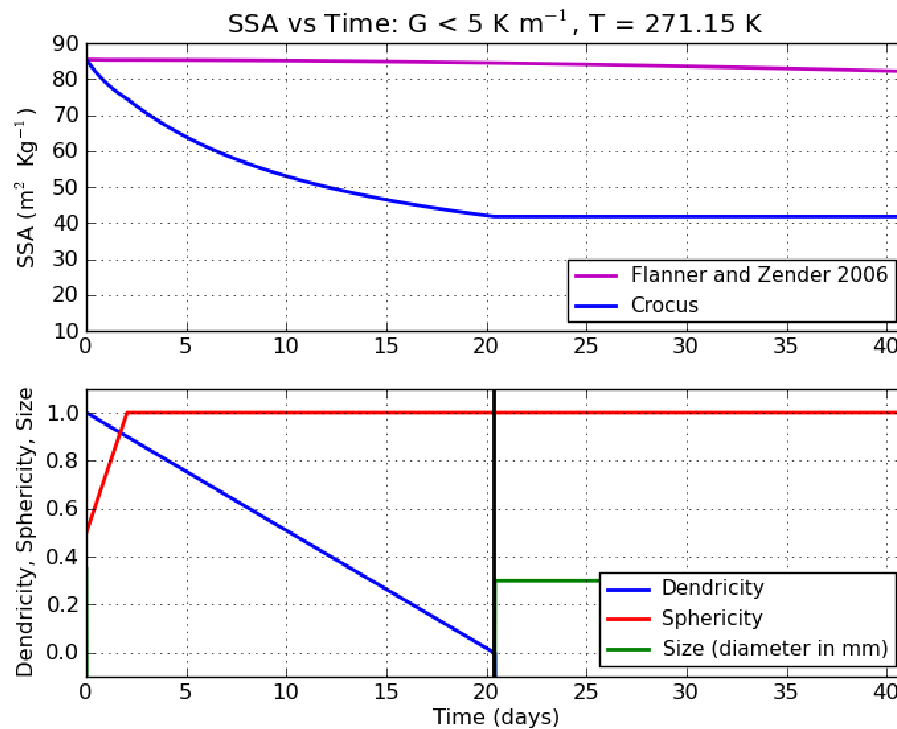
➔ Validation du couplage explicite Crocus/AROME (idem couplage ES)

Perspectives d'évolution propres à Crocus

- **Représentation de la microstructure**
 - **Objectif : disposer de variables plus facilement comparables à l'observation (ouverture vers comparaison plus facile avec données de terrain, assimilation, télédétection ...)**
 - Remplacement des variables semi-quantitatives dendricité, sphéricité, taille par des variables définies sans ambiguïté, objectives, et idéalement mesurables sur le terrain.
 - Candidats retenus :
 - SSA (en remplacement de dendricité/taille)
 - Anisotropie de conductivité thermique (en remplacement de sphéricité)
 - Travaux en cours (thèse Carlo Carmagnola)

Perspectives d'évolution propres à Crocus

- Exemple: surface spécifique :
paramétrisation Crocus vs. variable
prognostique (Flanner et Zender
2006)

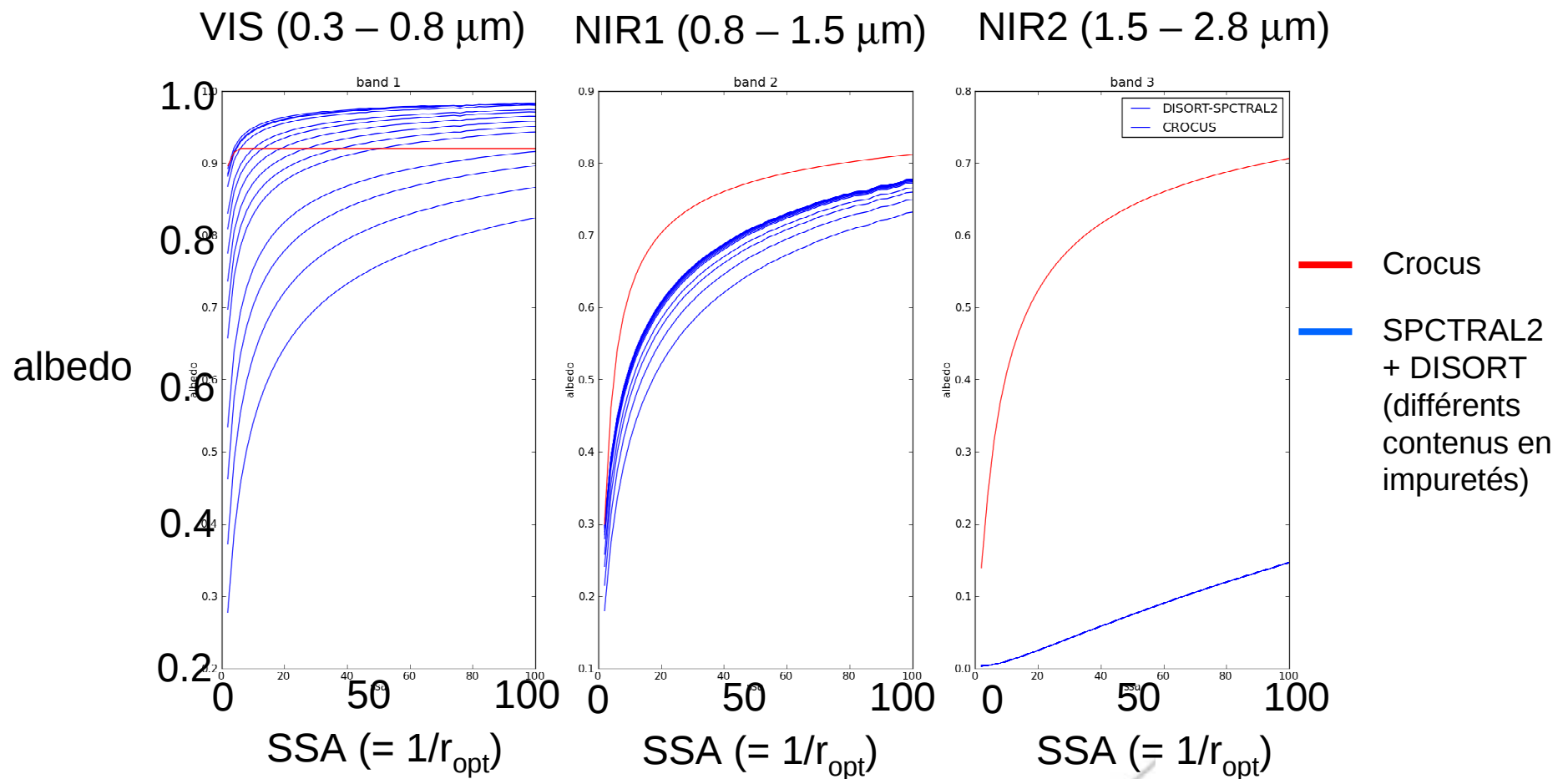


Perspectives d'évolution propres à Crocus

- **Nouveau schéma(s) optique(s)**
 - **Objectif : améliorer le bilan d'énergie en surface et la pénétration du rayonnement dans le manteau neigeux**
 - Passage à 6 bandes spectrales pour le calcul de l'albédo (cohérence avec ARPEGE et AROME)
 - Paramétrisation de l'albédo spectral (sur 6 bandes) à revoir ; inclusion de l'angle d'illumination (= convolution angle zénithal/angle de pente/orientation) (Marie Dumont et collègues Grenoble)
 - Mise en place d'un calcul « deux-flux » (Q. Libois, thèse LGGE encadrement G. Picard/G. Krinner et collègues CNRM)
 - Ajout de variables dans le code pour représenter les impuretés dans chaque couche (CEN et collègues Grenoble)
 - Pour l'instant : impuretés « inertes » (BC, dust, etc.) déposées en surface et sédimentation.

Perspectives d'évolution propres à Crocus

- Nouveau schéma(s) optique(s) – besoin !



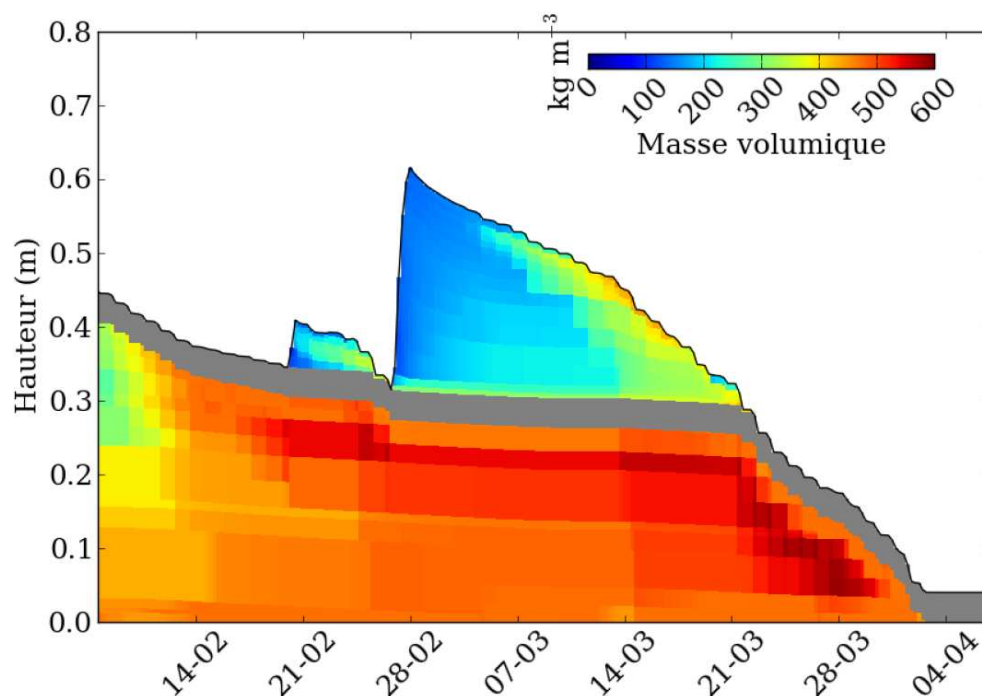
Perspectives d'évolution propres à Crocus

- Applications glaciologiques
 - **Objectif : amélioration de bilan de masse et d'énergie des glaciers alpins**
 - Prise en compte des glaciers couverts
 - Gestion plus fine de la glace sous-jacente
 - Collabs CEN/LGGE/Glacioclim

Perspectives d'évolution propres à Crocus

■ Applications glaciologiques

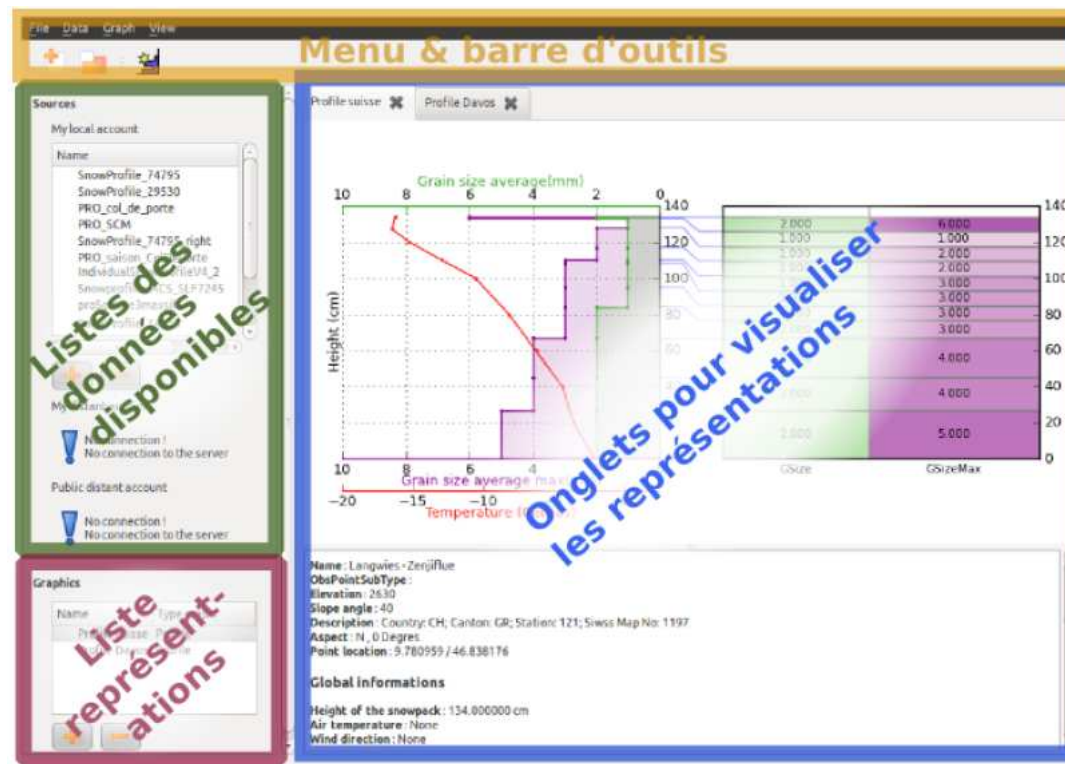
- **Objectif : amélioration de bilan de masse et d'énergie des glaciers alpins**
- Prise en compte des glaciers couverts
- Gestion plus fine de la glace sous-jacente
- Collabs CEN/LGGE/Glacioclim



CROCUS-Deb
En cours de devel
Y. Lejeune, P. Wagnon
M2R JM Bertrand
Et collègues CNRM & CEN

Perspectives d'évolution propres à Crocus

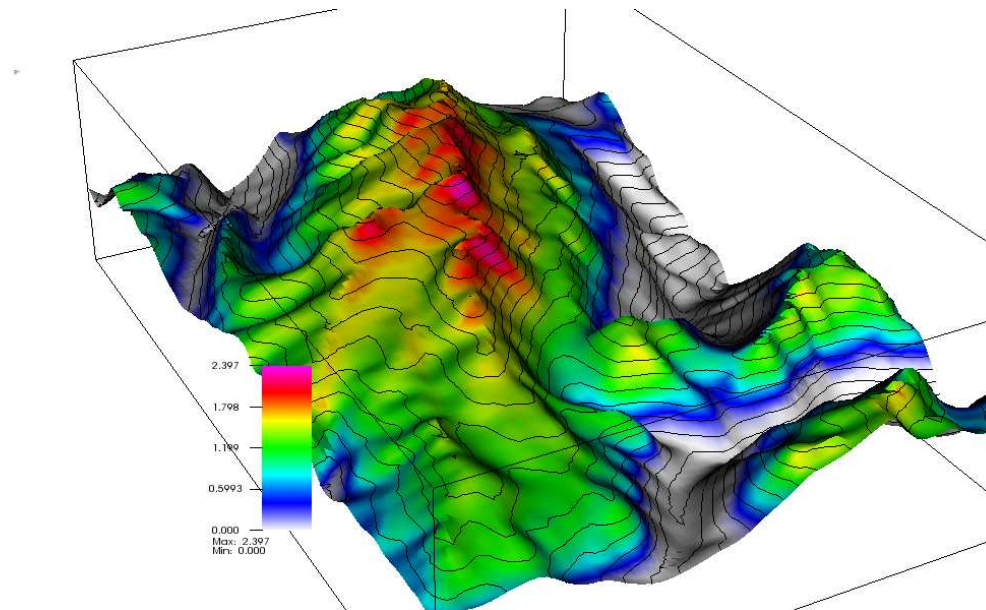
- Améliorations « ergonomiques »
 - Objectif : faciliter la prise en main du modèle et l'analyse des résultats.
 - Mise en place d'outils de visualisation (snowtools_gui)



M. Lacroix, CEN

Perspectives d'évolution propres à Crocus

- **Améliorations « ergonomiques »**
 - **Objectif : faciliter la prise en main du modèle et l'analyse des résultats.**
 - Mise en place d'une plateforme de simulation pour études sur petits BV (ou glaciers), sur MNT réel avec forçage offline (SAFRAN ou autre).



Grande Rousses, vue du Nord (avril 2011) ; V. Vionnet, collègues CNRM
Dével ultérieurs : M. Lafaysse (CEN)

Perspectives d'évolution propres à Crocus

- Pour la suite (après ces étapes)
 - Dépôt d'impuretés depuis modèle atmosphérique (CNRM-CCM)
 - Développement chimie réactive ? (codes et structures compatibles ; collab. LGGE indispensable)
 - Raffinement de la représentation des métamorphoses
 - Raffinement des processus (givre de surface, wind-pumping etc.)
 - ...