

Utilisation de profils de neige observés dans la modélisation numérique du manteau neigeux

Léo VIALON-GALINIER

Encadrement : Pascal HAGENMULLER et Matthieu LAFAYSSE

Météo-France/CNRS, CNRM UMR3589, CEN, Grenoble, France

Vendredi 1 Septembre 2017

Stage : 27 Mars → 28 Juillet 2017



Plan

- 1 Introduction et contexte
- 2 Matériel et méthodes
- 3 Résultats et discussion
- 4 Conclusion

- 1 Introduction et contexte
- 2 Matériel et méthodes
- 3 Résultats et discussion
- 4 Conclusion

Contexte du stage

Météo-France/CNRS, CNRM UMR3589, CEN, Grenoble

Équipe MANTO :

- Modélisation du manteau neigeux
- Propriétés et microstructure de la neige



Contexte : le modèle SURFEX/ISBA/Crocus

- Modèle d'évolution du manteau neigeux :
Crocus [Brun et al., 1989]

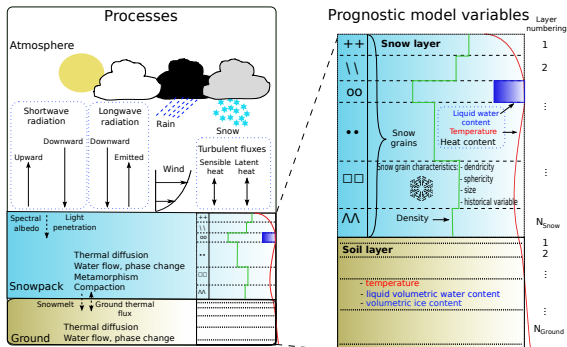


Schéma de principe du modèle Crocus. Source : [Vionnet et al., 2012]

Contexte : le modèle SURFEX/ISBA/Crocus

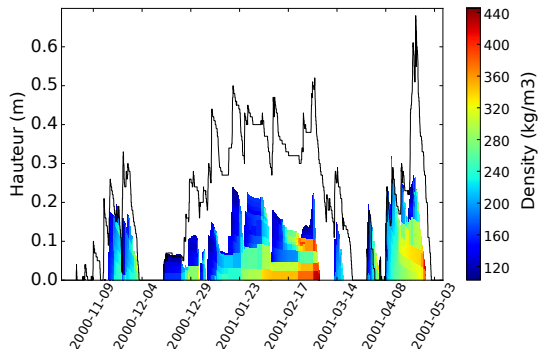


- Modèle d'évolution du manteau neigeux :
Crocus [Brun et al., 1989]
- Forçage météorologique
 - Modèle atmosphérique, pas horaire :
Vent, température, précipitation, humidité, rayonnement

Contexte : le modèle SURFEX/ISBA/Crocus

Problématiques du modèle numérique :

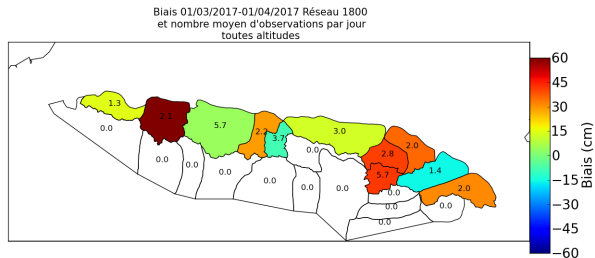
- Accumulation erreurs au cours de la saison
- Évaluation sur variables de surface ou intégrées sur la hauteur



Contexte : le modèle SURFEX/ISBA/Crocus

Problématiques du modèle numérique :

- Accumulation erreurs au cours de la saison
- Évaluation sur variables de surface ou intégrées sur la hauteur



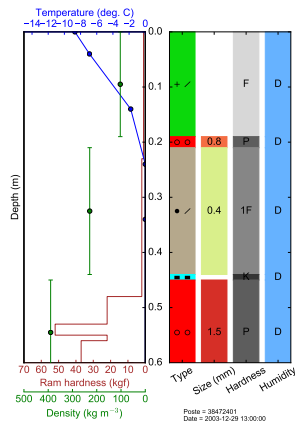
Chaine opérationnelle, Pyrénées, Mars 2017, biais hauteur totale

Réseau nivo-météo

- Réseau d'observateurs nivo-météo
- Sondages réguliers

Régions	Postes sondage
Alpes Nord	57
Alpes Sud	28
Corse	4
Pyrénées	29
Total	118

Postes actifs saison 2016-2017



*Observation, Col de Porte,
29/12/2003*

Buts du stage

- 1 Utiliser des observations pour recalibrer le modèle en cours de saison
- 2 Évaluer les résultats du modèle grâce aux observations

- 1 Introduction et contexte
- 2 Matériel et méthodes**
- 3 Résultats et discussion
- 4 Conclusion

Matières

Modèle

SAFRAN-SURFEX/ISBA/Crocus

Données d'observation

- **Base de donnée nivologique :**
postes réguliers, répartis sur différent massifs
 - Col de Porte (Chartreuse, 1325 m)
 - Tignes (Haute-Tarantaise, 2400 m)
 - La Plagne (Vanoise, 2160 m)
- Saisons 2000 → 2015
- Col de Porte 2011-2012 (SSA, pénétromètre)
(Données de Carlo Carmagnola)

Méthodes de réinitialisation

Forçage par les données d'observation

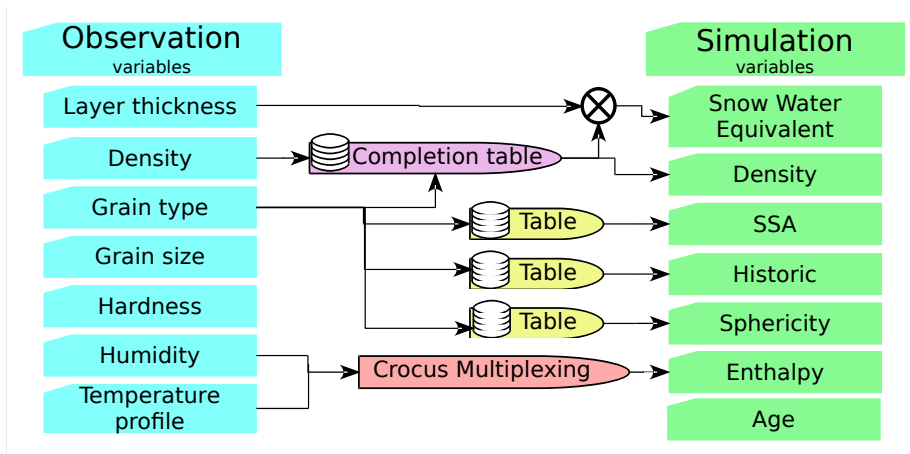
Réinitialisation complète

- + Redéfinition des couches numériques
- Variables non mesurables ou non mesurées (ex. : âge)

Réinitialisation partielle

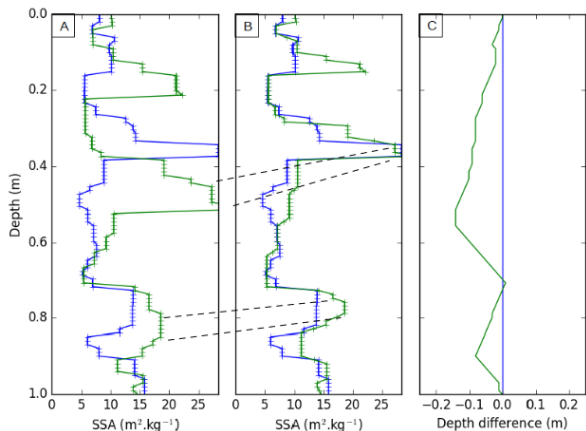
- + Réinitialisation des variables au choix, selon les observations
- Nécessité d'apparier la simulation avec l'observation disponibles

Méthode de réinitialisation



Appariement de profils

- Nécessaire pour réinitialisation partielle
- Algorithme DTW (Dynamic Time Wrapping), [Hagenmuller and Pilloix, 2016]



Recherche le meilleur appariement pour une distance donnée, avec une contrainte sur la variation d'épaisseur de couches (+100 %/-50 %).

Illustration :
C. BOUCHAYER

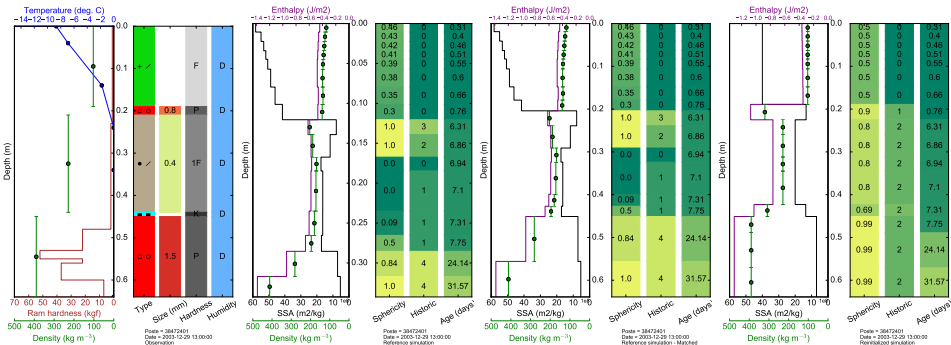
Appariement de profils

- Nécessaire pour réinitialisation partielle
- Algorithme DTW (Dynamic Time Wrapping), [Hagenmuller and Pilloix, 2016]

Distance

- Multivariable
 - Densité
 - SSA
 - Température
 - LWC
 - Type de grains (Lehning, 2001)
- Écart au profil initial

Bilan des méthodes



(a) Observation

(b) Référence

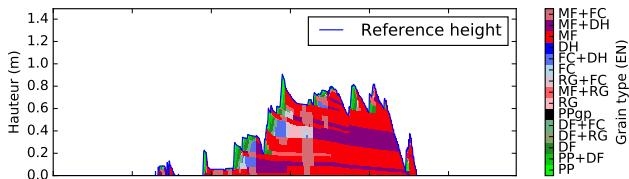
(c) Appariement

(d) Réinitialisé

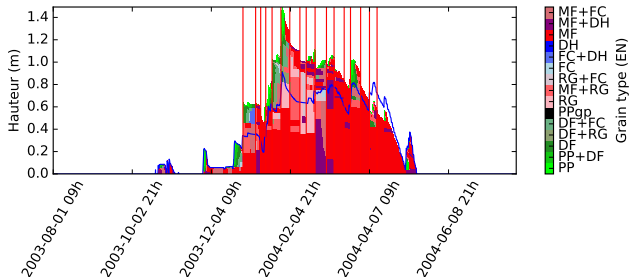
- 1 Introduction et contexte
- 2 Matériel et méthodes
- 3 Résultats et discussion**
- 4 Conclusion

Résultats

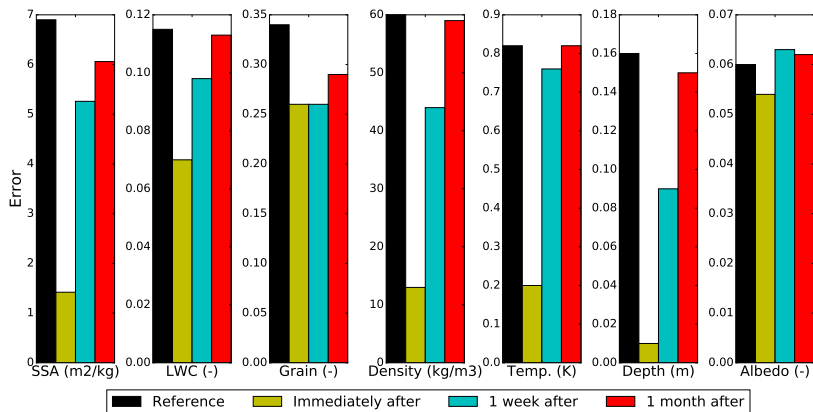
Référence



Recalé



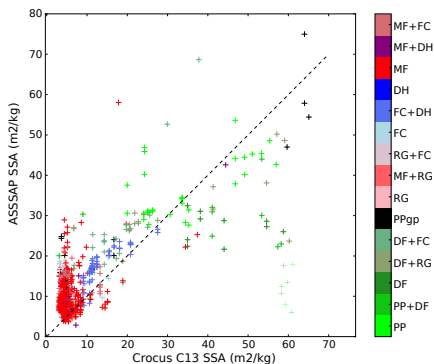
Résultats



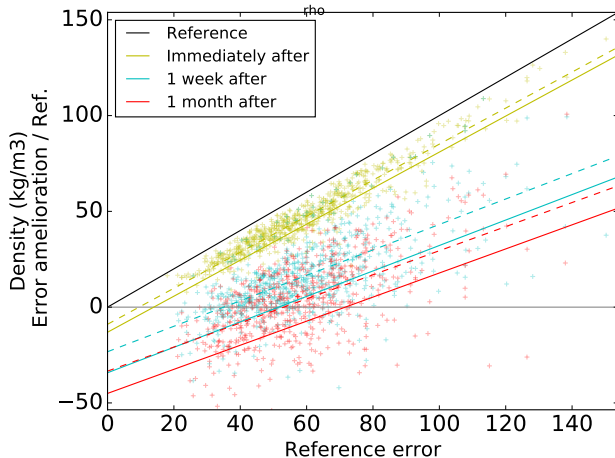
- Amélioration plus ou moins parfaite selon la variable
- Érosion temporelle de l'amélioration

Discussion : Adéquation des variables

- Réinitialisation fonctionne si variables mesurées correspondent à ce que simule le modèle
- Cas extrême : SSA mesurée par ASSSAP :



Quand réinitialiser ?



Amélioration selon l'erreur modèle, 3 postes, 2000-2015

- 1 Introduction et contexte
- 2 Matériel et méthodes
- 3 Résultats et discussion
- 4 Conclusion**

Conclusion

Avancées

- Amélioration des simulations Crocus Postes si :
 - Erreurs du modèle suffisantes
 - Observations suffisamment rapprochées
- Méthode d'interpolation d'observations
- Évaluation du modèle
- Identification des variables pertinentes de l'observation

Limites

- Choix des distances
- Appariement des profils (DTW)
- Tenue dans le temps
- Qualité des observations disponibles
- On peut dégrader la modélisation

Perspectives

- Évaluation futures du modèle grâce aux observations détaillées
- Repérage des biais du modèle et points amélioration
- Assimilation (filtre à particules)

Bilan du stage

- Immersion en recherche
- Publication à venir
- Découverte du CNRM, employeur d'IPEF

Perspectives :

M2R Approche Multiéchelle des Matériaux et Structures

(École des Ponts – Université Paris-Est Marne-la-Vallée)

Thèse



Merci de votre attention

Bibliographie

- Brun, E., Martin, E., Simon, V., Gendre, C., and Coleou, C. (1989). An energy and mass model of snow cover suitable for operational avalanche forecasting. *Journal of glaciology*, 35(121) :333–342.
- Hagenmuller, P. and Pilloix, T. (2016). A new method for comparing and matching snow profiles, application for profiles measured by penetrometers. *Frontiers in Earth Science*, 4 :1–13.
doi :10.3389/feart.2016.00052.
- Vionnet, V., Brun, E., Morin, S., Boone, A., Faroux, S., Moigne, P. L., Martin, E., and Willemet, J.-M. (2012). The detailed snowpack scheme crocus and its implementation in surfex v7.2. *Geoscientific model development*, 5 :773–791. doi :10.5194/gmd-5-773-2012.