

## Titre du projet : **Méthodes pour l'estimation de la couverture nivale et sa caractérisation à partir des données de l'imageur MODIS à 250 m de résolution**

Volet : **Recherche**

Porteur du projet : **Mauro DALLA MURA**

Laboratoires impliqués : **GIPSA-lab, CEN, LTHE, LECA**

## Bilan du projet pour l'année/la période

### Bilan d'activité (1 page max)

Ce projet vise à développer une nouvelle méthode pour la détection de la neige en présence de pixels mixtes (i.e., ne contenant pas uniquement de la neige). Il est basé sur le démixage spectral d'images MODIS à 250m et vise à la production automatique de cartes journalière du couvert neigeux à 250 m de résolution sur différents sites dans les Alpes françaises. Le projet est composé de deux axes : (A1) le développement méthodologique visant à la détection subpixelaire de la neige par techniques de démixage spectrale et (A2) la création d'un jeu complet de données pour une évaluation spatiale de différents algorithmes de démixage.

La problématique principale abordée dans l'axe A1 est l'évaluation des différentes approches de démixage pour extraire la présence et le pourcentage de neige au sol. Le modèle de démixage considéré est linéaire c'est à dire que le spectre de chaque pixel est considéré comme une combinaison linéaire de mêmes matériaux purs (endmembers) avec de proportions différents (abondances).

Différentes approches existent pour estimer les endmembers et les abondances. Dans un premier temps les endmembers peuvent être pré-établis par exemple en prenant une bibliothèque existante ou estimés dans l'image. Dans ce dernier cas les endmembers ne sont pas directement liés à un matériau et ces correspondances doivent être retrouvées. Les travaux (*Masson et al 2016a*) et (*Masson et al 2016b*) explorent cet aspect et proposent une nouvelle approche pour extraire ces endmembers via une série temporelle d'images MODIS (*Masson et al 2017*).

L'estimation des abondances (proportions des matériaux purs dans chaque pixel et ainsi l'estimation de la fraction de neige) a été abordée dans (*Veganzones et al 2015*). Le choix du modèle et des techniques appropriées se base sur la connaissance du milieu. Pour cette raison il a été choisi d'explorer les rôles que topographie et atmosphère jouent dans les spectres de neige. Un stage M1 a été mené sur ce sujet en simulant des images de télédétection optique aériennes et satellitaires grâce au logiciel DART (CESBIO, Toulouse) en 2015. Un stage de niveau M2 a été proposé en 2017 pour explorer des méthodes basées sur une approche de décomposition tensorielle pour la séparation de sources dans des images multi- et hyperspectrales de télédétection (encadr. Mauro Dalla Mura et Pierre Comon). Le travail de ce

stage a montré l'intérêt de l'approche pour de problématiques telles que le démelange spectrale avec de potentialités d'application dans le cadre de l'estimation du couvert neigeux à partir d'images multi et hyperspectrales.

L'axe A2 est dédié à la mise en place d'un système d'évaluation spatiale des résultats. Cette composante est essentielle pour la correcte évaluation des produits de l'analyse (A1). Dans un premier temps, nous avons produit des séries continues de produits neige journaliers sur la partie des Alpes correspondant à la zone définie par le projet SPOT4 (i.e., Vercors, Chartreuse, Belledonne et Grandes Rousses) et le bassin de l'Arve (projet Arve/SM3A). Des données complémentaires ont également permis d'établir des zones de comparaison dans les Pyrénées et la chaîne de l'Atlas au Maroc. Ces séries ont été comparés au produits neiges haute définition produits par la chaîne LIS du CESBIO issus des satellites SPOT-4, Spot-5 et Landsat-8. Les résultats de ces comparaisons permettent de mettre en valeur le travail effectué sur l'estimation des endmembers mais également les limites liés principalement à la présence de végétation.

**Illustrations** - avec légende et crédit (à envoyer également séparément)

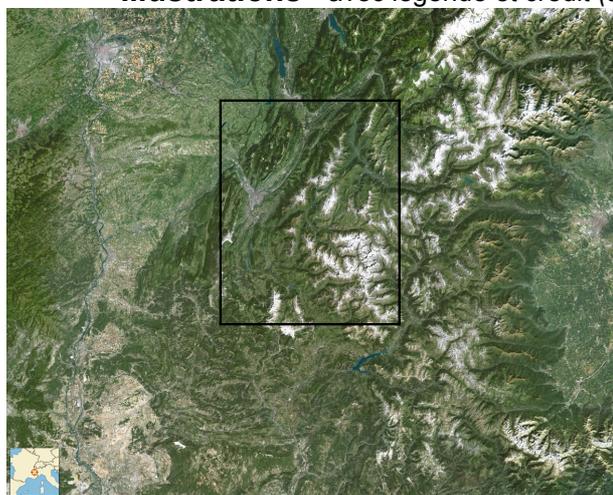


Figure 1: Principale zone d'étude centrée sur les alpes. La ville de Grenoble se situe sur la gauche, les hauts massifs de Belledonne, et de l'Oisans à l'Est. Le massif des écrins culminant à 4100 m au Sud.

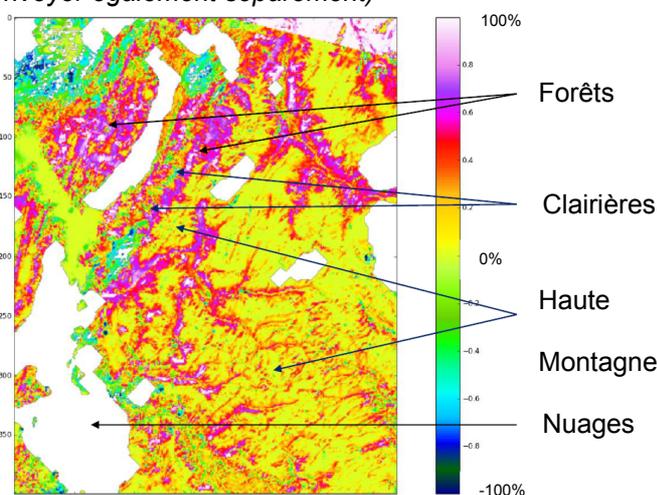


Figure 2: Exemple de carte d'erreur pour une date donnée. Celle-ci met en évidence l'impact des zones boisées sur les erreurs induites par les algorithmes.

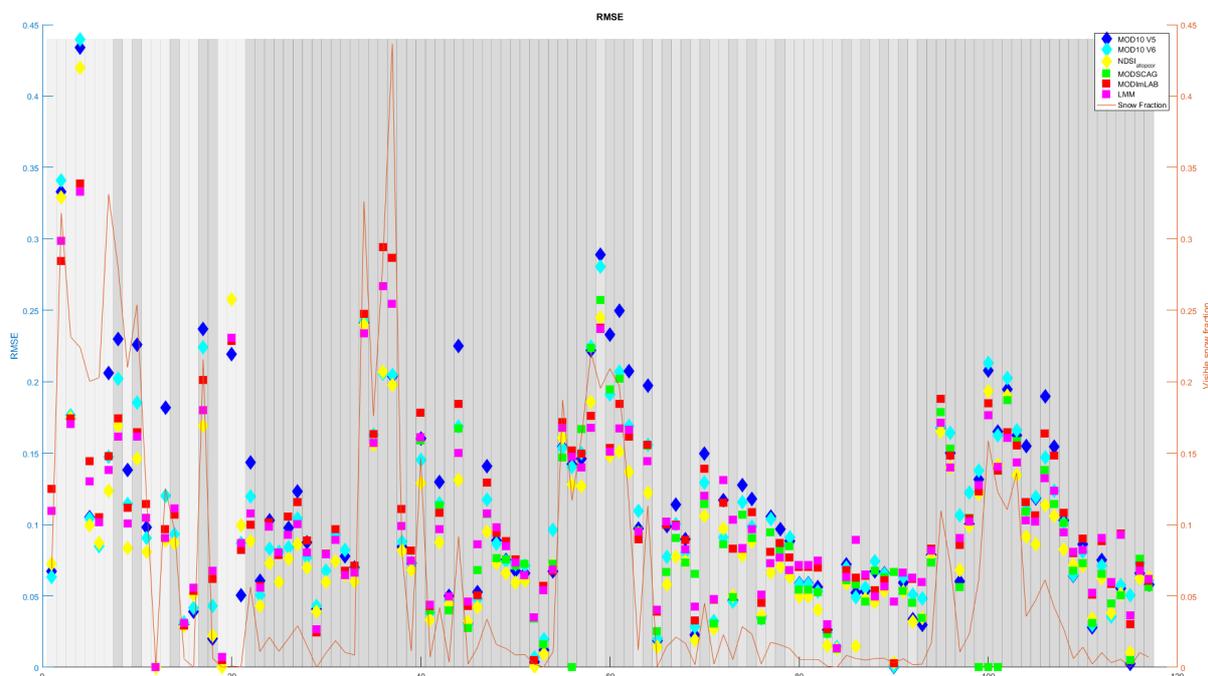


Figure 3: Exemple de calculs d'erreur (RMSE) sur une série temporelle longue comportant 3 type de satellites en référence (Spot4, Spot5 et Landsat-8, fond du plus clair au plus foncé respectivement) et comparant les résultats de différentes approches d'estimation de la neige via MODIS sur la zone Alpes.

Sources:

Figure 1, 2: T. Masson, M. Dalla Mura, M. Dumont, P. Sirguey, M.A Veganzones J. Chanussot, J.-P. Dedieu, « Snow cover estimation based on spectral unmixing », *IEEE Workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing: Evolution in Remote Sensing (WHISPERS 2016)*, 2016

Figure 3: T. Masson, M. Dalla Mura, M. Dumont, P. Sirguey, S. Gascoin, J. Chanussot, J.-P. Dedieu J.-P. Dedieu, "Assessment of existing methodologies to retrieve snow cover fraction from MODIS data", *In Prep*

### **Production scientifique** (articles scientifiques, actes de congrès...)

Ci-dessous la production scientifique liée au projet. Le Labex et l'OSUG sont explicitement remerciés dans chaque publication.

- Conférences internationales avec comité de relecture
  - T. Masson, M. Dalla Mura, M. Dumont, P. Sirguey, M.A Veganzones J. Chanussot, J.-P. Dedieu, « Snow cover estimation based on spectral unmixing », *IEEE Workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing: Evolution in Remote Sensing (WHISPERS 2016)*, 2016
  - M. Veganzones, M. Dalla Mura, M. Dumont, I. Zin, and J. Chanussot, "Improved subpixel monitoring of seasonal snow cover: A case study in the Alps" in *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 2014, Jul. 2014, pp. 3976–3979.
  - T. Masson, M. Dalla Mura, M. Dumont, J. Chanussot, « Using time series to improve endmembers estimation on multispectral images for snow monitoring in *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 2017
- Conférences nationales sans actes
  - T. Masson, M. Dalla Mura, M. Dumont, P. Sirguey, M.A Veganzones J. Chanussot, J.-P. Dedieu, « Snow cover estimation based on spectral unmixing », 4e colloque du Groupe SFPT-GH, 11-13 mai 2016, Grenoble

### Articles de revue international en préparation

- T. Masson, M. Dalla Mura, M. Dumont, P. Sirguey, S. Gascoin, J. Chanussot, J.-P. Dedieu J.-P. Dedieu, "Assessment of existing methodologies to retrieve snow cover fraction from MODIS data"
- T. Masson, M. Dalla Mura, M. Dumont, J. Chanussot, "Snow cover estimation from image time series based on spectral unmixing", *IEEE GRSL*, under review
- T. Masson, M. Dumont, S. Gascoin M. Dalla Mura, J. Chanussot, "Data Fusion For Sentinel 2 Snow Cover Recovery"



**Bilan financier succinct** (avec suivant les cas : co-financements éventuels, équipements achetés, missions, recrutements divers, fonctionnements divers...)

Montant obtenu : 8350 € (4500 en équipement ; 3850 en fonctionnement).

Dépenses

	Montant
Équipement (montant transféré au LECA)	4500.00
Gratification stage M1 2015	1131.90
Gratification stage M2 2017	2892.60