

Téledétection de l'enneigement jusqu'à l'échelle de la piste de ski

Simon Gascoin¹, Manuel Grizonnet², Marine Bouchet², Tristan Klempka²,
Germain Salgues³, Olivier Hagolle^{1,2}

¹CESBIO, ²CNES, ³Magellium
Toulouse, France



Téledétection de l'enneigement

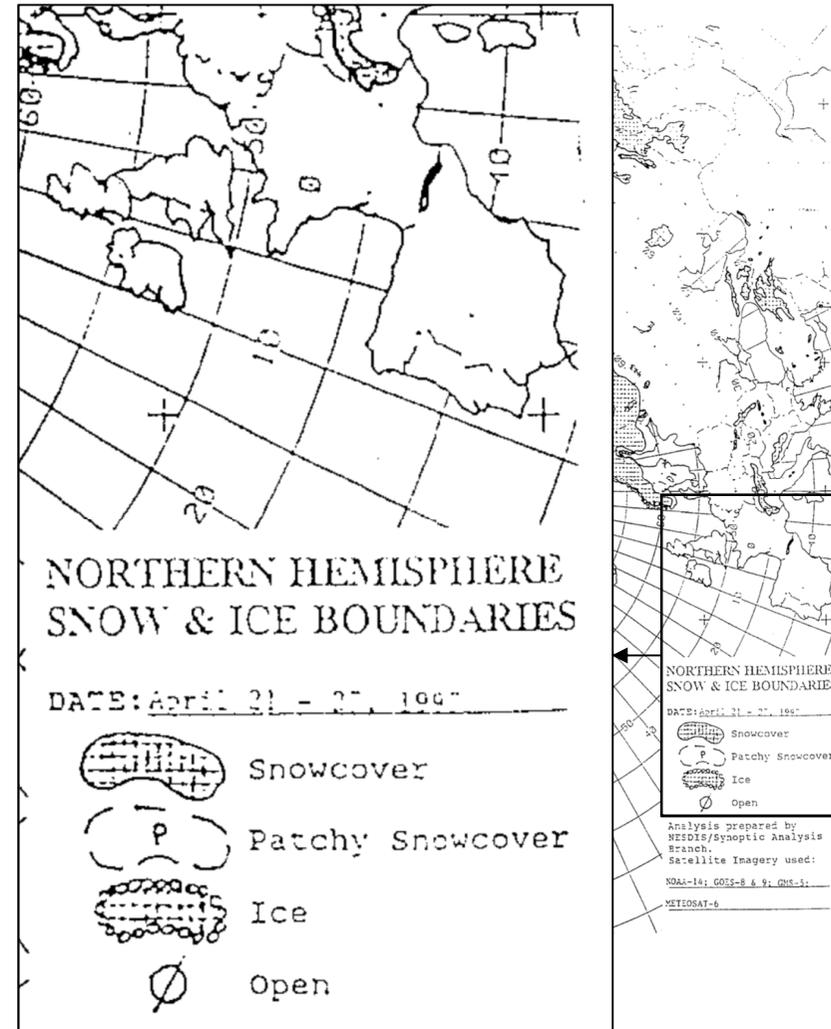
- 1966 première carte de l'enneigement de l'hémisphère nord (NOAA)
190 km, 7 jours



Ramsay 1998

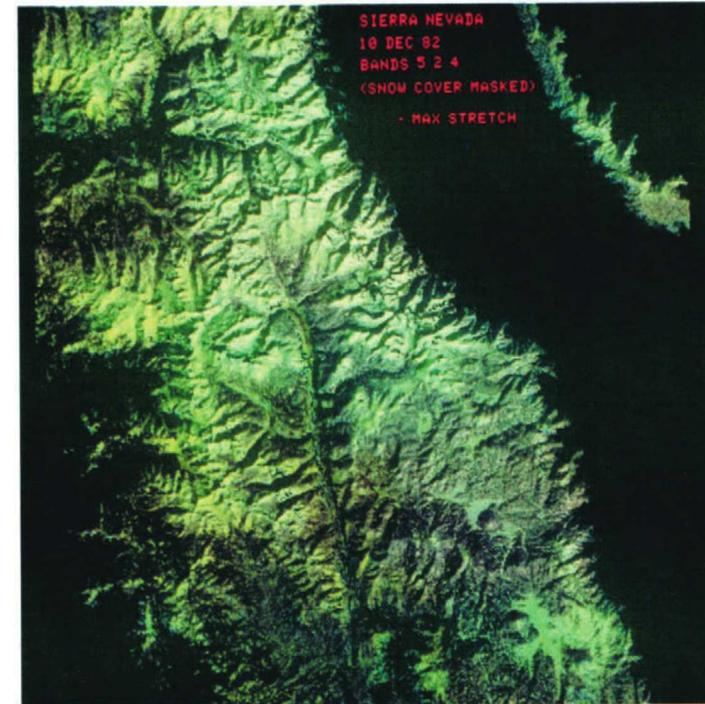
Téledétection de l'enneigement

- 1966 première carte de l'enneigement de l'hémisphère nord (NOAA)
190 km, 7 jours



Téledétection de l'enneigement

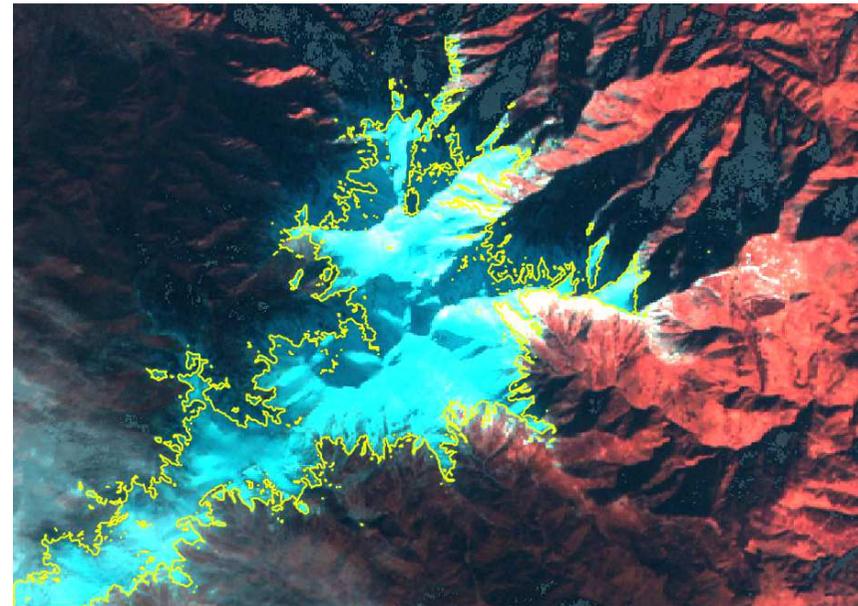
- 1966 première carte de l'enneigement de l'hémisphère nord (NOAA)
190 km, 7 jours
- 1980's: Landsat
30 m, 16 jours (au mieux)



Dozier & Marks 1987

Téledétection de l'enneigement

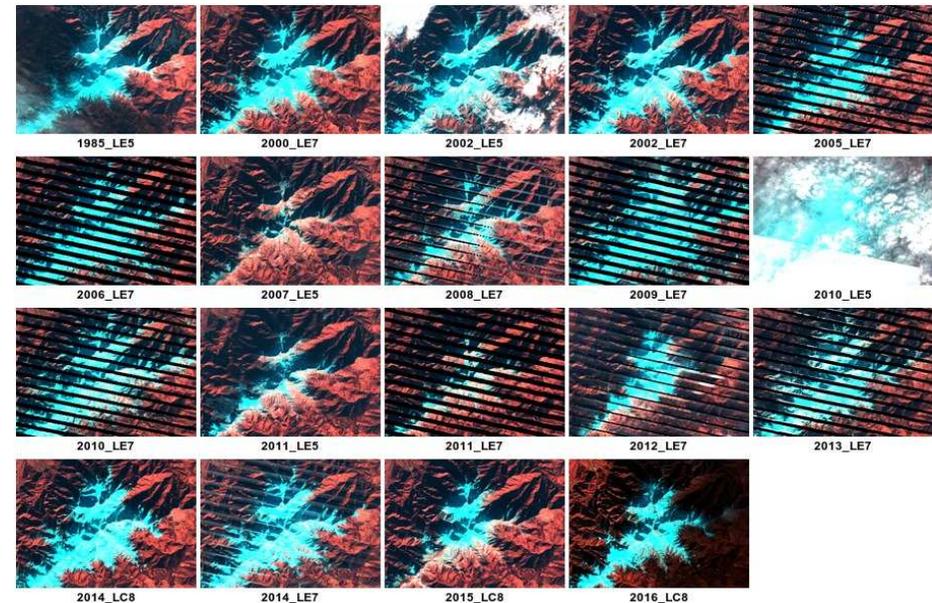
- 1966 première carte de l'enneigement de l'hémisphère nord (NOAA)
190 km, 7 jours
- 1980's: Landsat
30 m, 16 jours (au mieux)



Landsat-5 (Jan 1985)

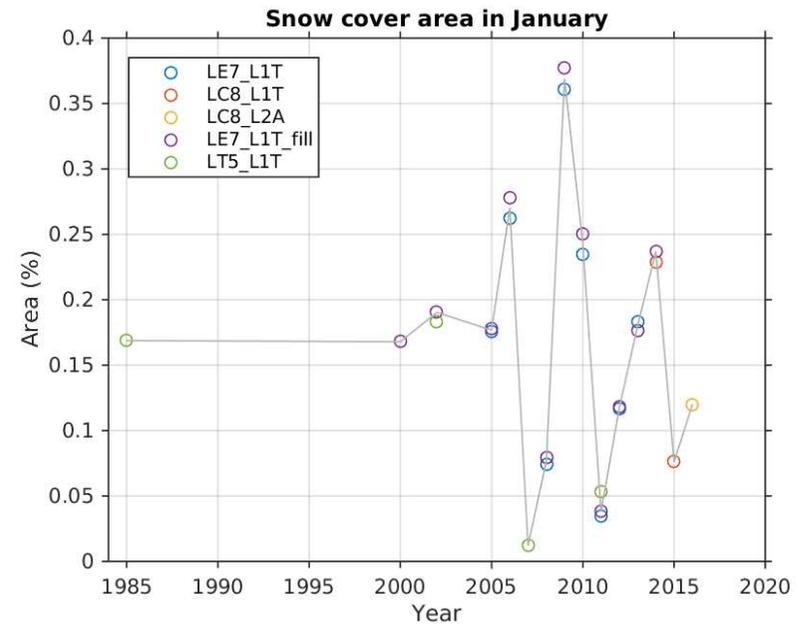
Téledétection de l'enneigement

- 1966 première carte de l'enneigement de l'hémisphère nord (NOAA)
190 km, 7 jours
- 1980's: Landsat
30 m, 16 jours (au mieux)



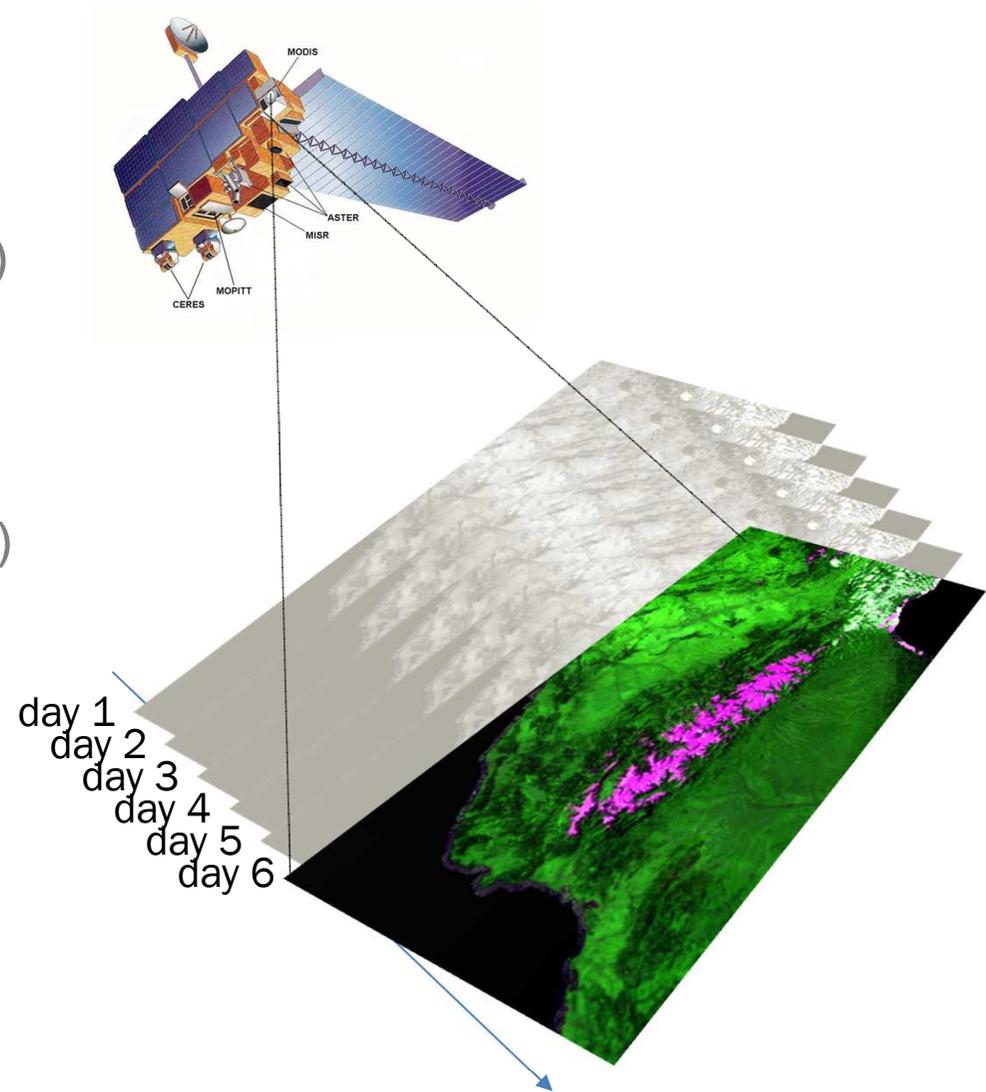
Téledétection de l'enneigement

- 1966 première carte de l'enneigement de l'hémisphère nord (NOAA)
190 km, 7 jours
- 1980's: Landsat
30 m, 16 jours (au mieux)



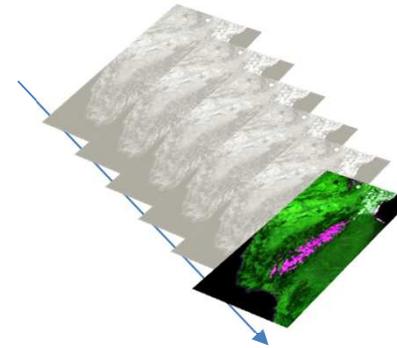
Téledétection de l'enneigement

- 1966 première carte de l'enneigement de l'hémisphère nord (NOAA)
190 km, 7 jours
- 1980's: Landsat
30 m, 16 jours (au mieux)
- 2000's: MODIS
500 m, 1 jour

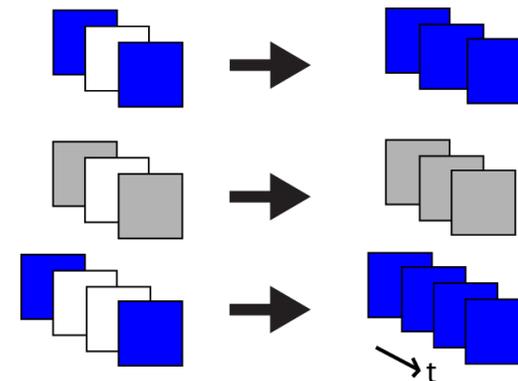


Téledétection de l'enneigement

- 1966 première carte de l'enneigement de l'hémisphère nord (NOAA)
190 km, 7 jours
- 1980's: Landsat
30 m, 16 jours (au mieux)
- 2000's: MODIS
500 m, 1 jour

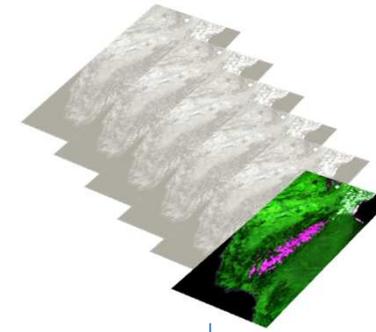


Gap-filling (cloud removal)

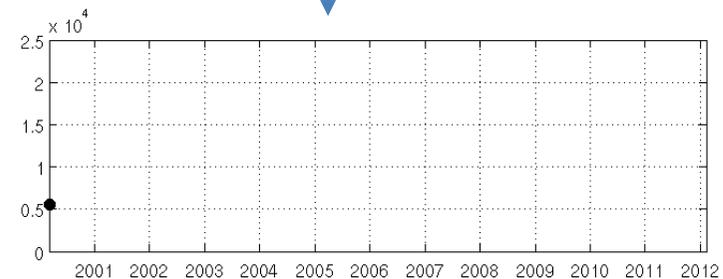
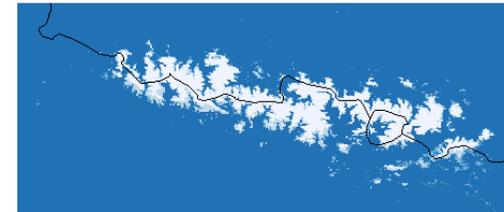


Téledétection de l'enneigement

- 1966 première carte de l'enneigement de l'hémisphère nord (NOAA)
190 km, 7 jours
- 1980's: Landsat
30 m, 16 jours (au mieux)
- 2000's: MODIS
500 m, 1 jour

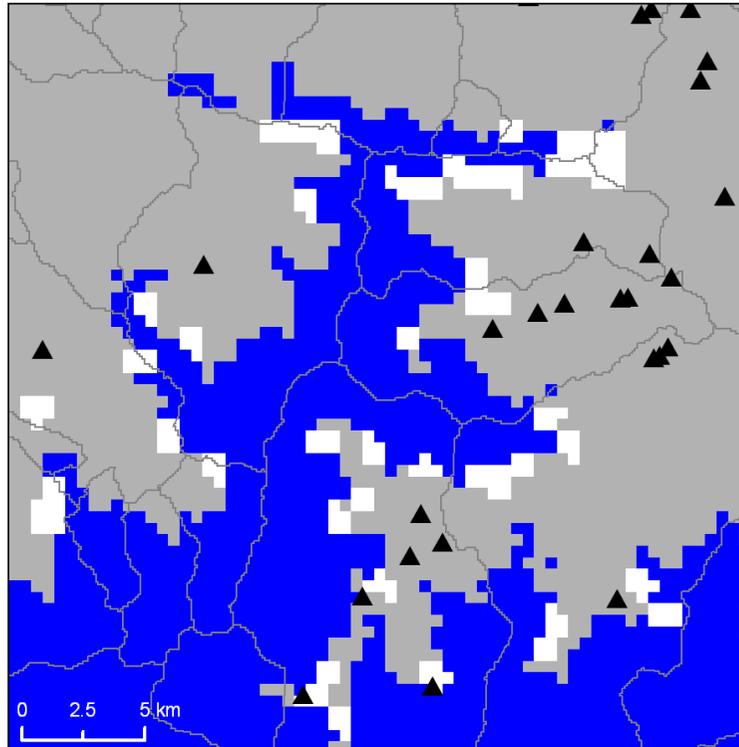


Mar-2000

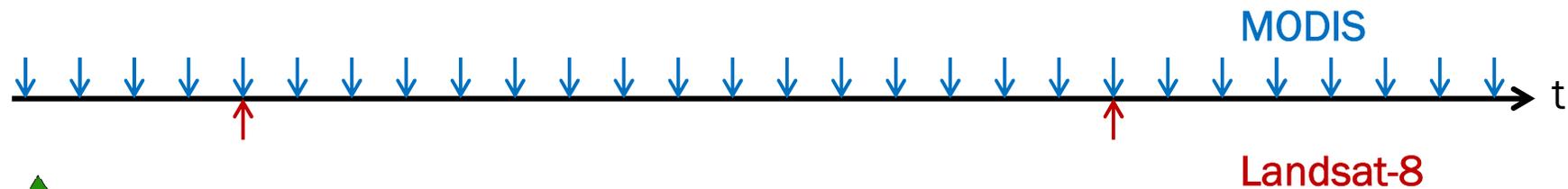
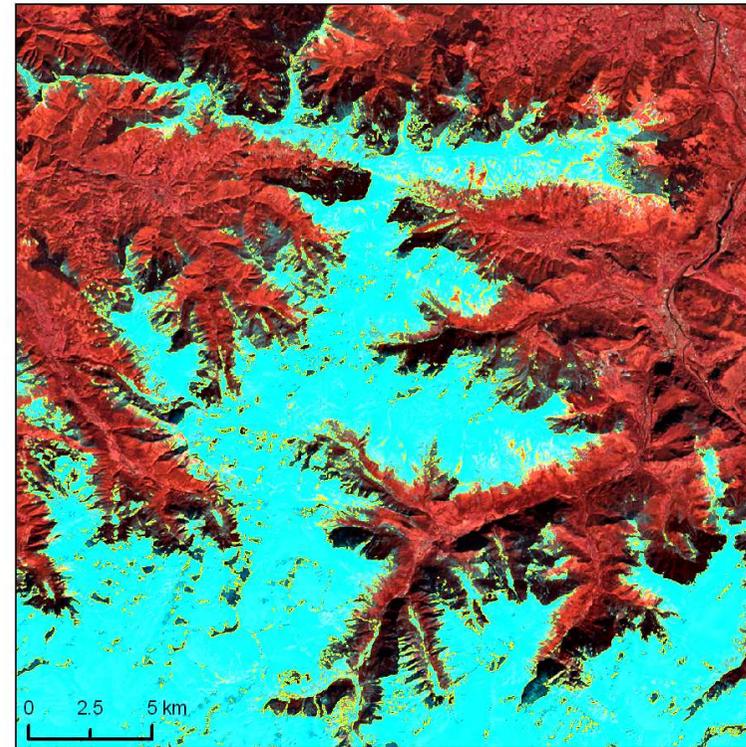


MODIS vs. Landsat

MODIS 500 m, 1 jour

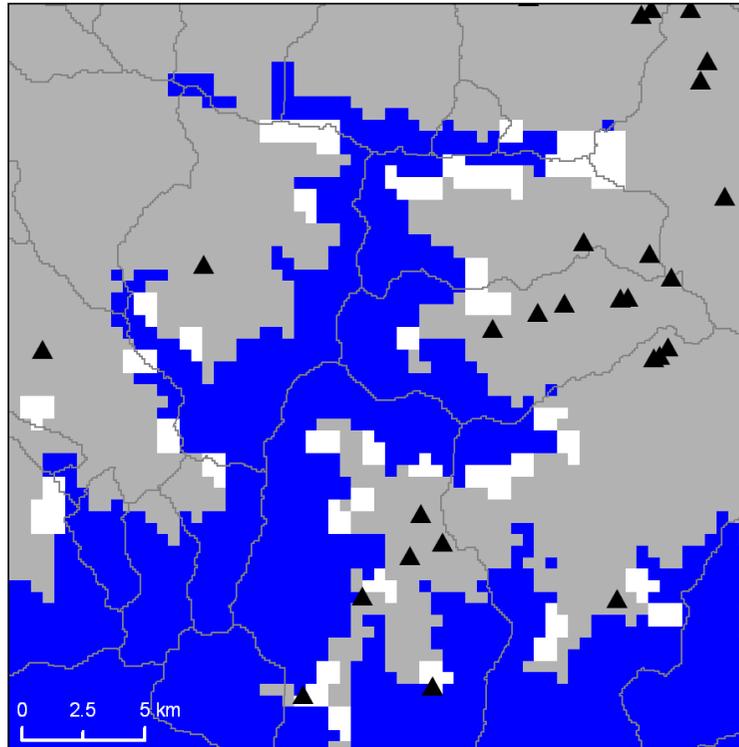


Landsat-8 30 m, 16 jours

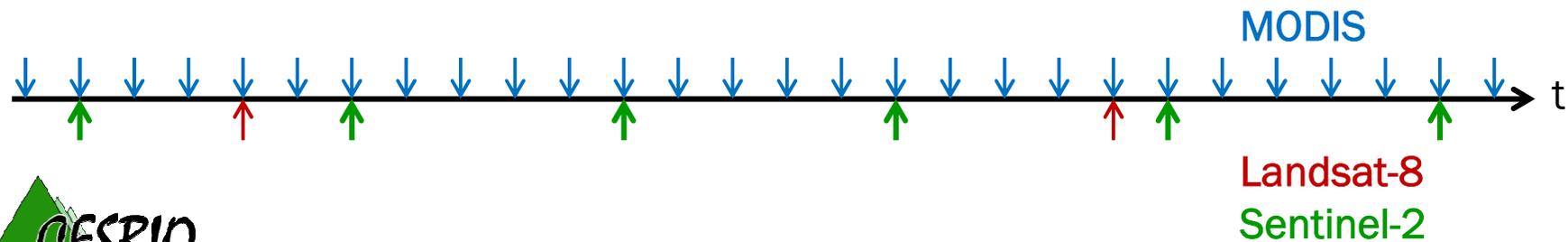
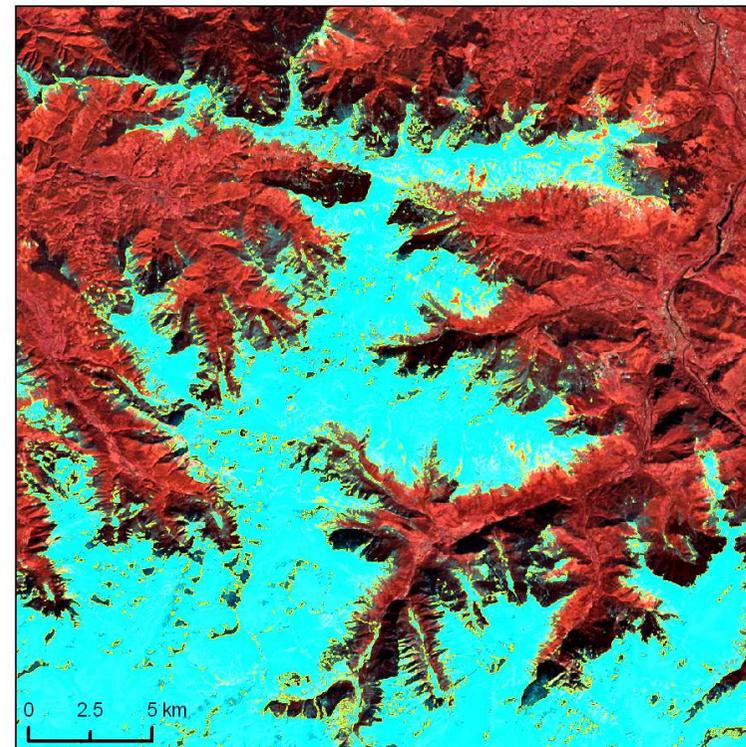


MODIS vs. Landsat

MODIS 500-m, 1 day

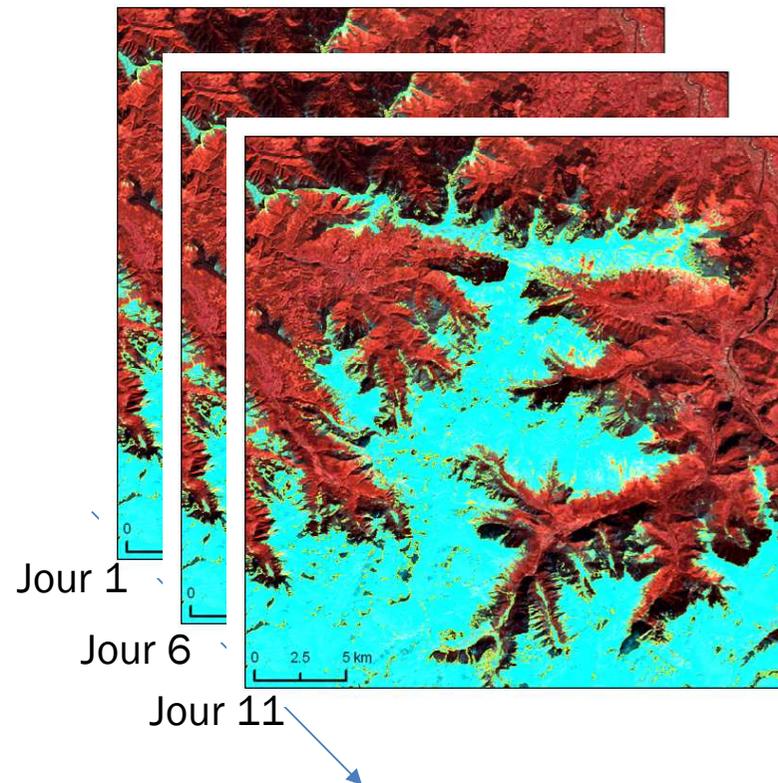


Landsat-8 30-m, 16 days



Téledétection de l'enneigement

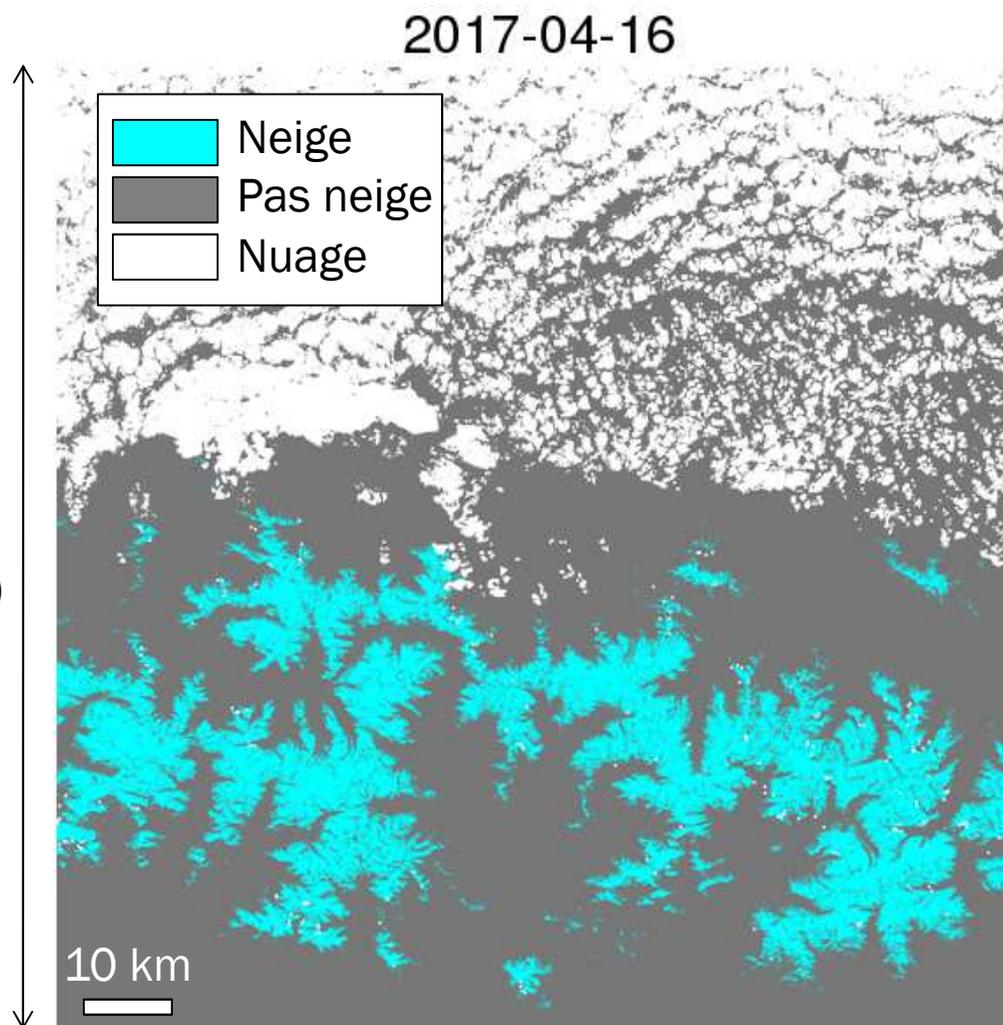
- 1966 première carte de l'enneigement de l'hémisphère nord (NOAA)
190 km, 7 jours
- 1980's: Landsat
30 m, 16 jours (au mieux)
- 2000's: MODIS
500 m, 1 jour
- 2015: Sentinel-2
20 m, 5 days



Produit neige Theia

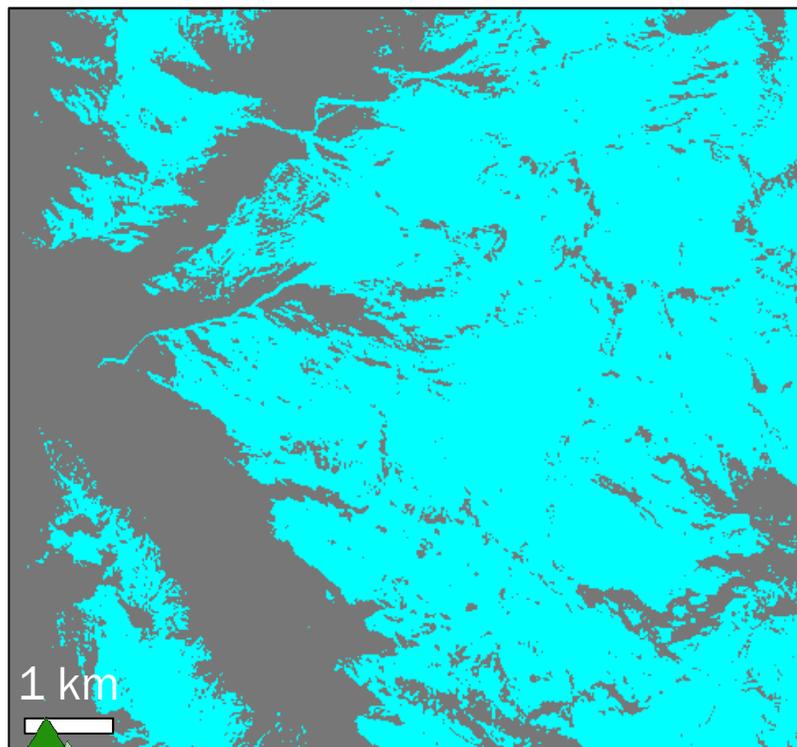
- Des cartes d'enneigement

Tuile Sentinel-2 (110 km)



Produit neige Theia

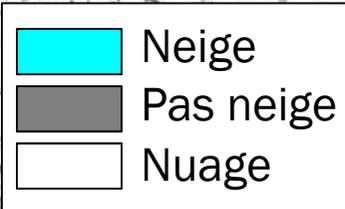
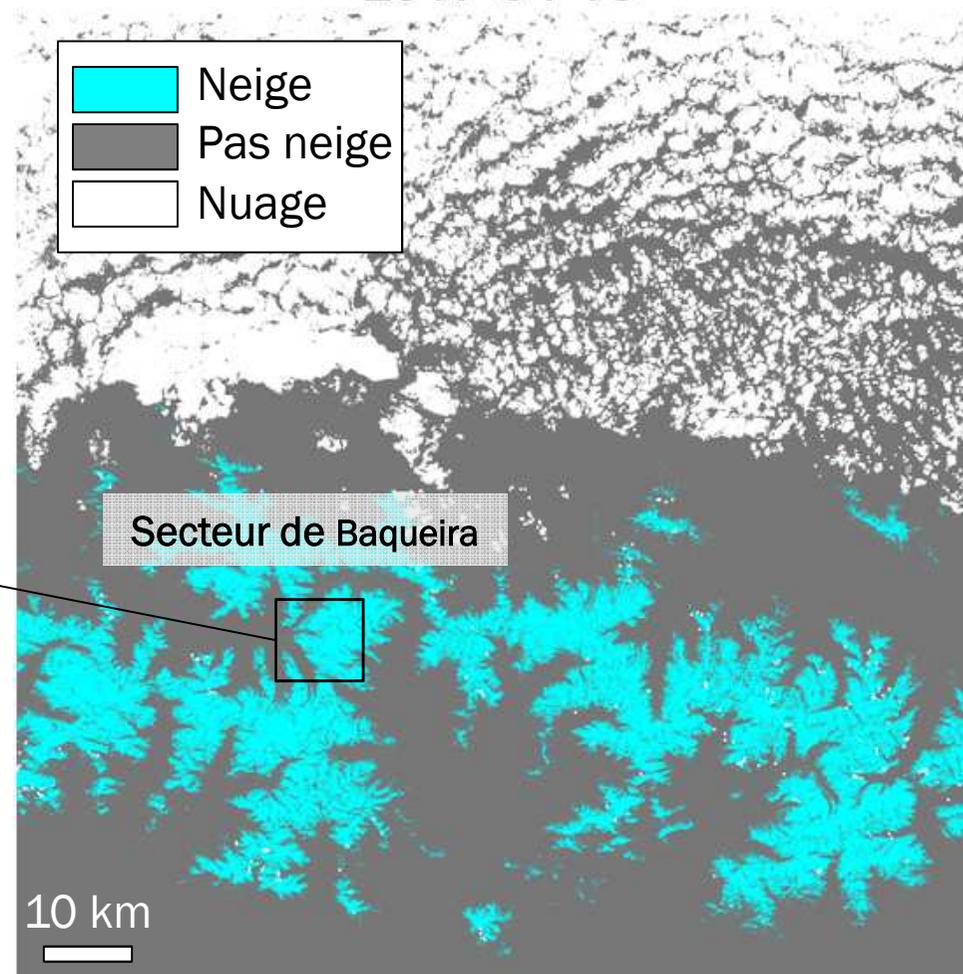
- Des cartes d'enneigement à 20m de résolution spatiale



1 km

CESBIO

2017-04-16

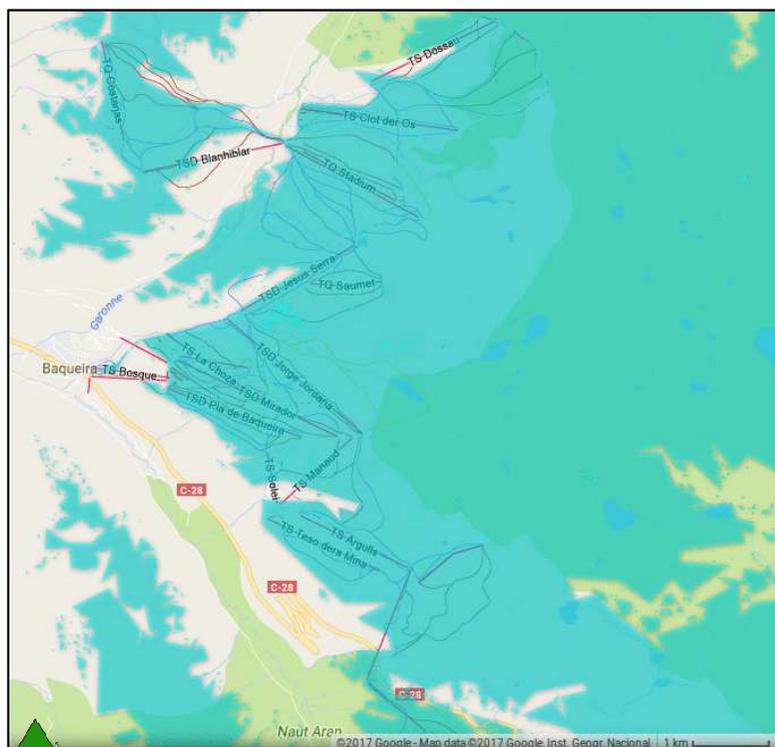


Secteur de Baqueira

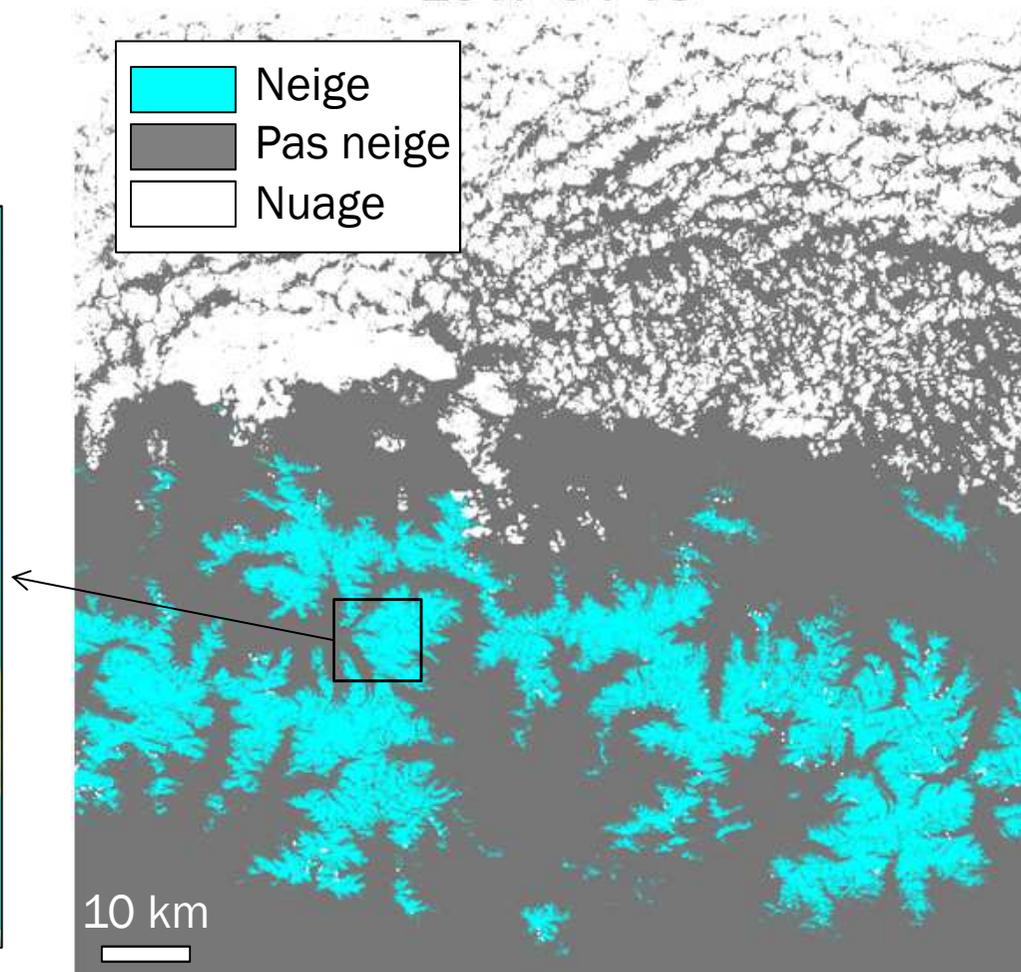
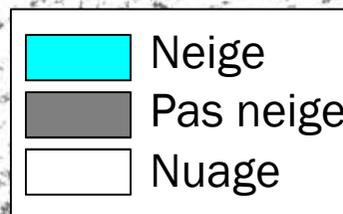
10 km

Produit neige Theia

- Des cartes d'enneigement à 20m de résolution spatiale

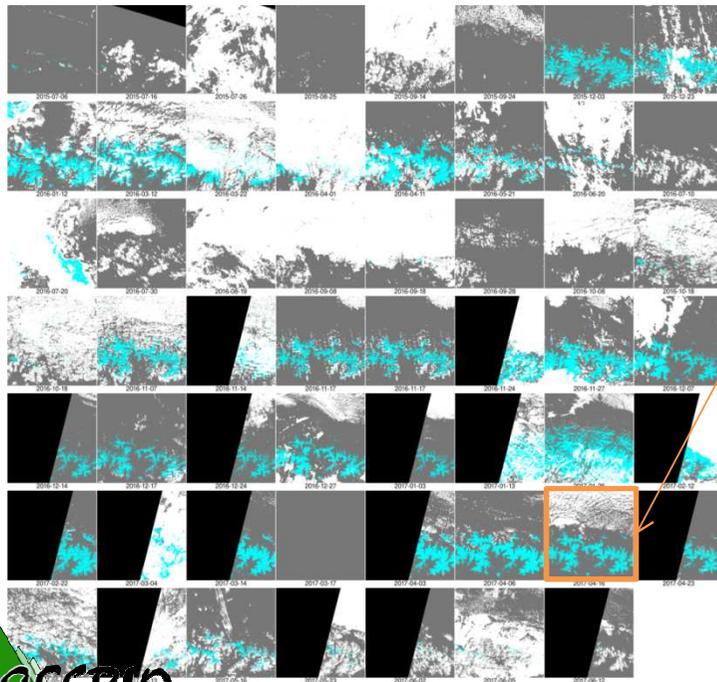


2017-04-16

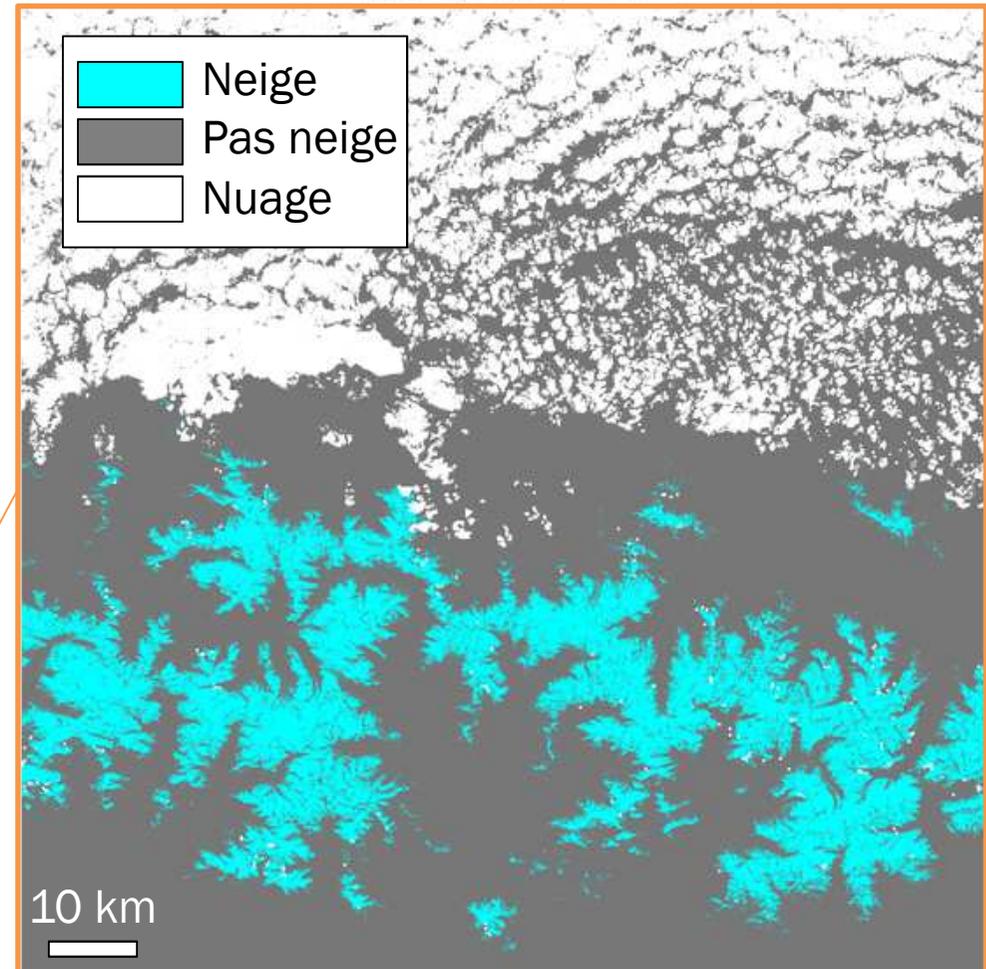


Produit neige Theia

- Des cartes d'enneigement à 20m de résolution spatiale tous les 5 (10) jours

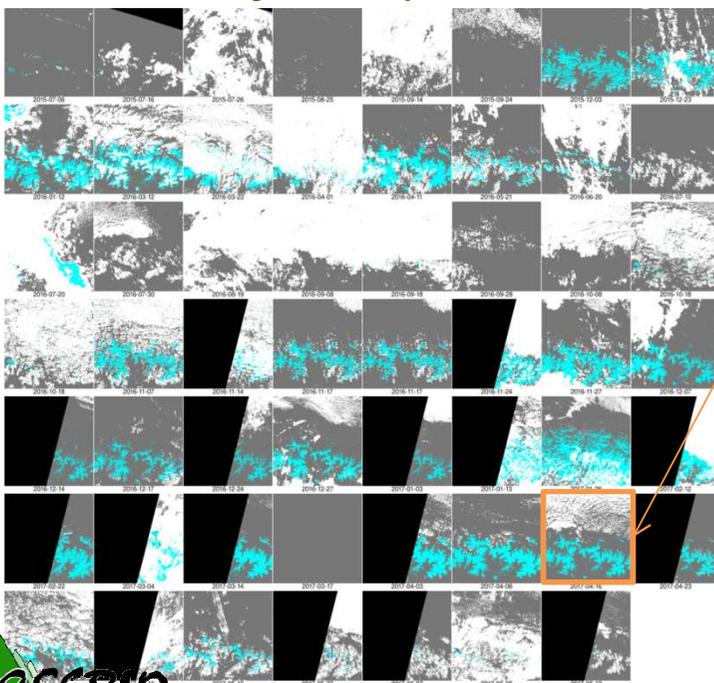


2017-04-16



Produit neige Theia

- Des cartes d'enneigement à 20m de résolution spatiale tous les 5 (10) jours mises à jour rapidement



Last Sunday's snow cover map from Sentinel-2

20/04/2017 Simon Gascoin 3 Comments Edit

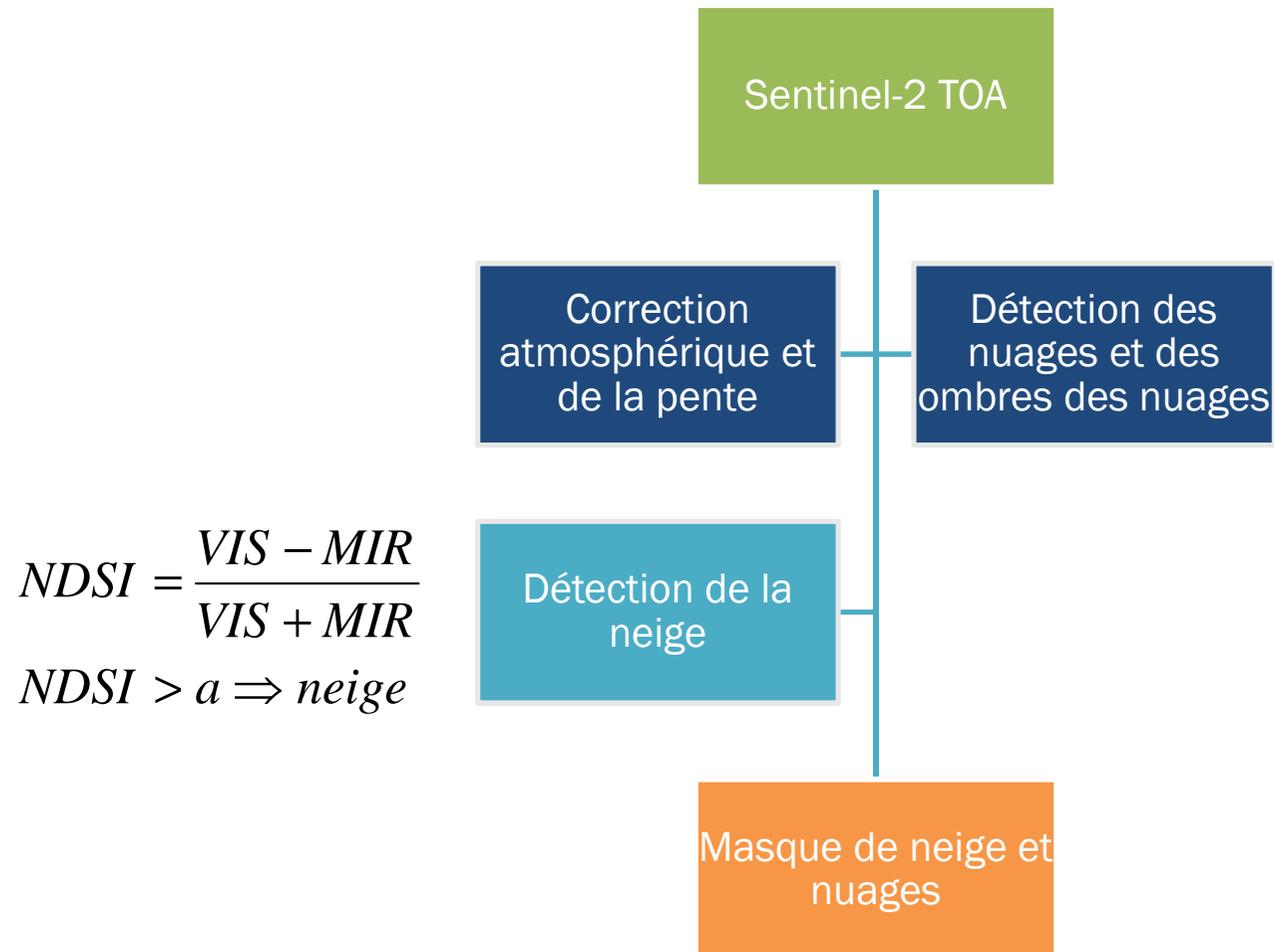
We know that fast distribution of satellite products is critical for many applications, including the planning of your next weekend.

Olivier just announced that Theia is now delivering Sentinel-2 Level 2A data in near real time. This is great because today I was able to make the snow cover map of the Pyrenees on Sunday at 20-m resolution.

2017-04-16



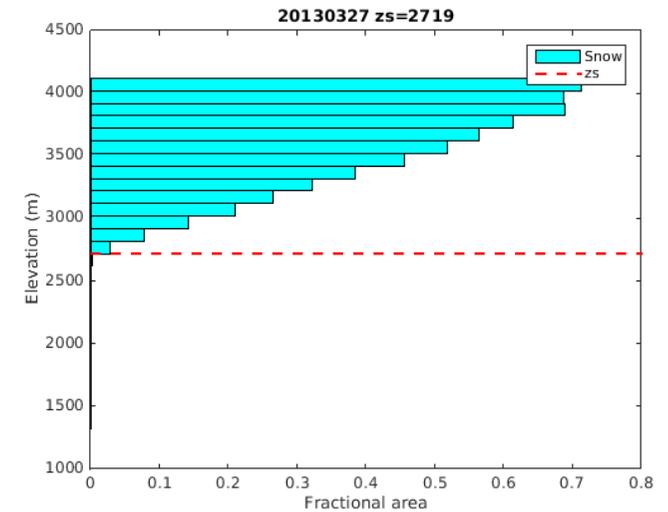
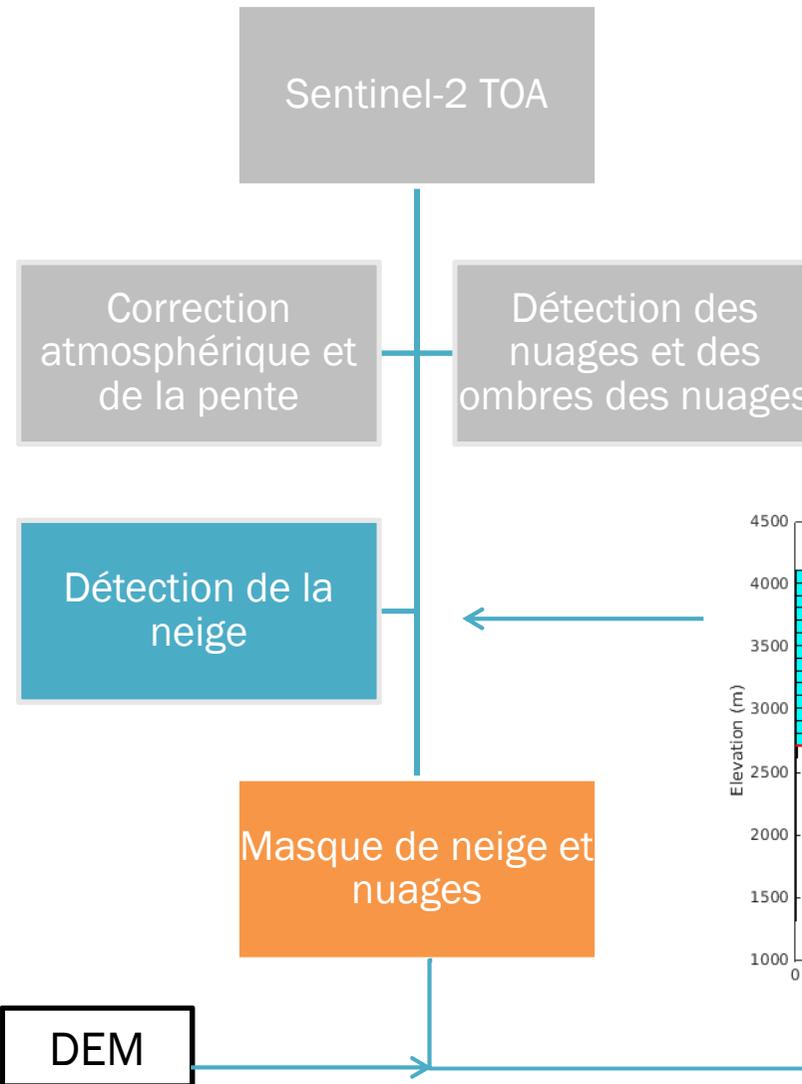
Chaine de traitement



$$NDSI = \frac{VIS - MIR}{VIS + MIR}$$
$$NDSI > a \Rightarrow \text{neige}$$

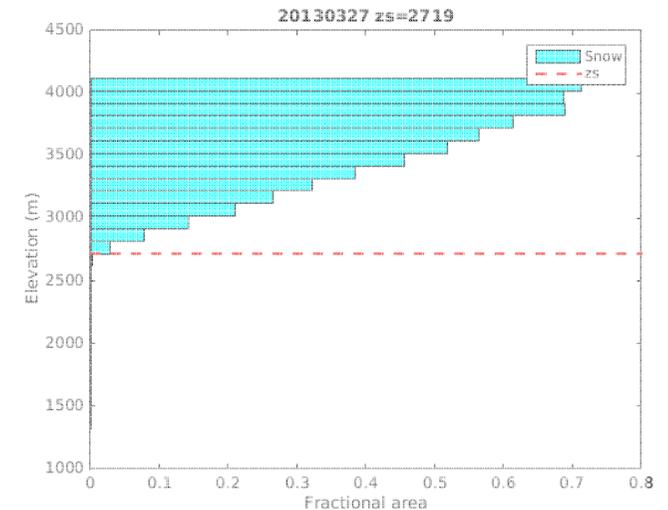
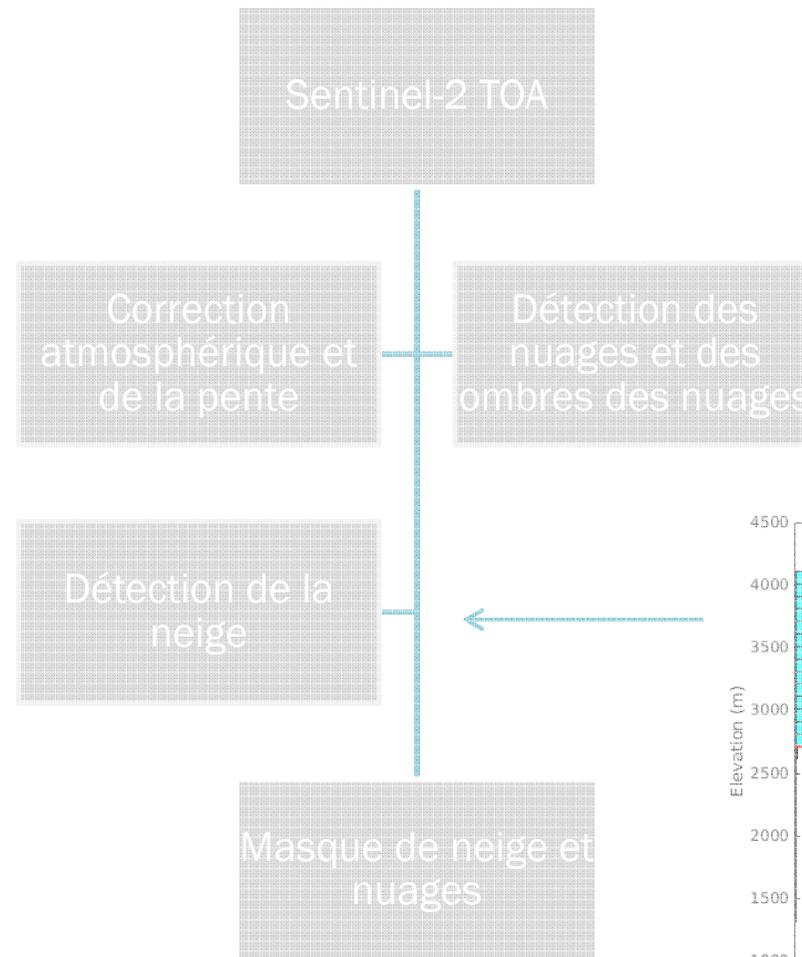
Chaine de traitement

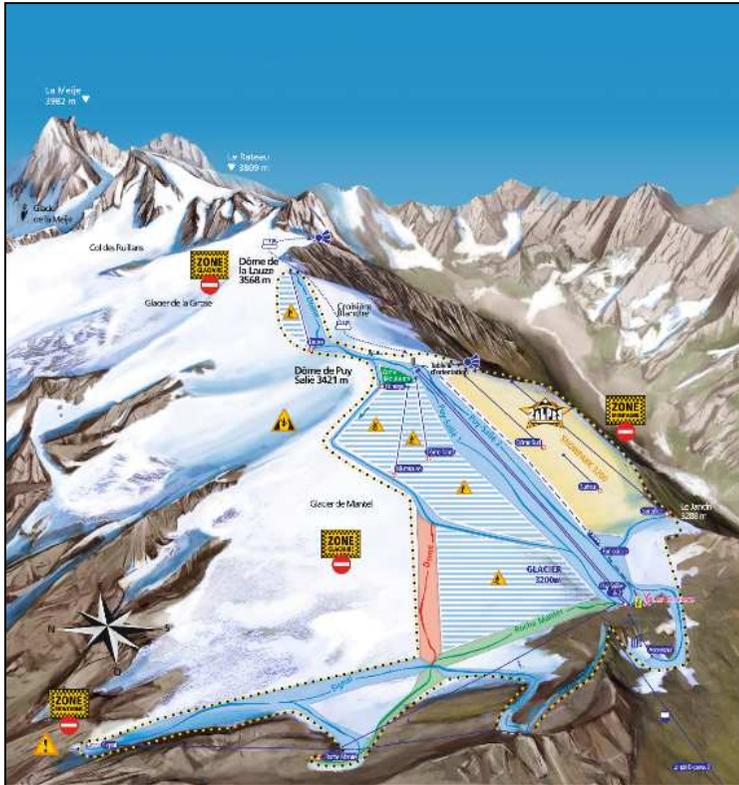
$$NDSI = \frac{VIS - MIR}{VIS + MIR}$$
$$NDSI > a \Rightarrow \text{neige}$$



Chaîne de traitement

Doc et code : <http://tully.ups-tlse.fr/grizonnet/let-it-snow>



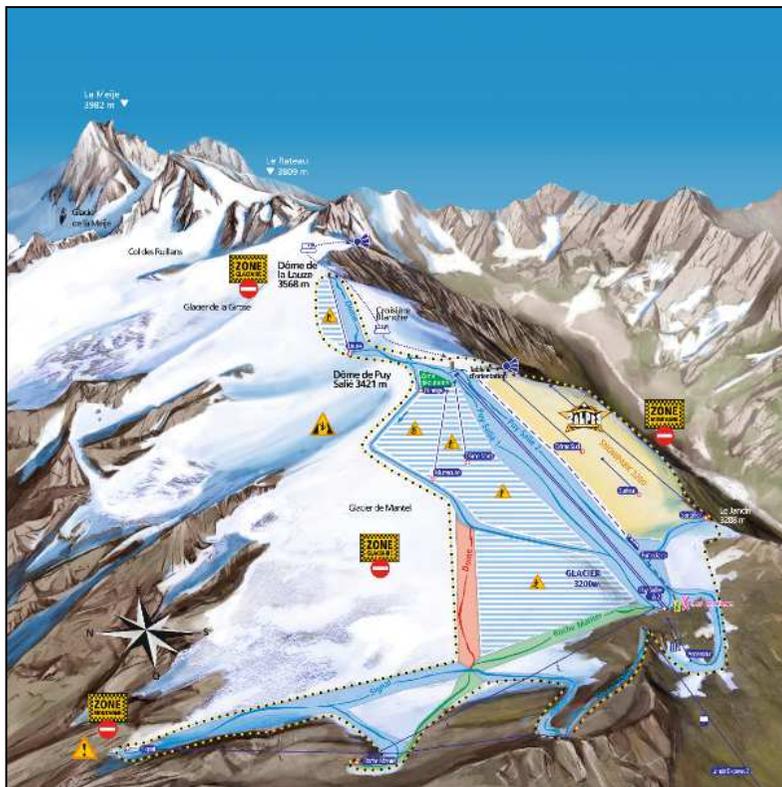


Produit surface enneigée Theia

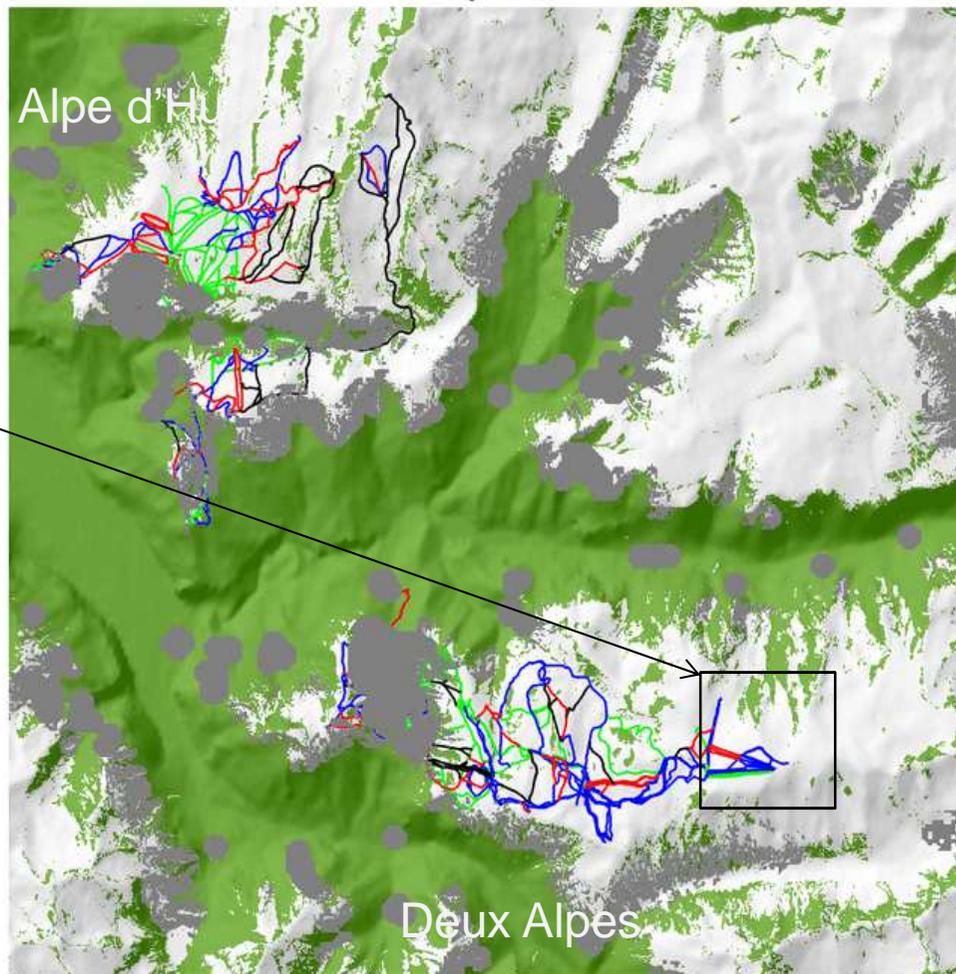
EXEMPLES D'APPLICATION

Suivi des stations de ski

Domaine ski d'été des Deux Alpes



11-Apr-2015



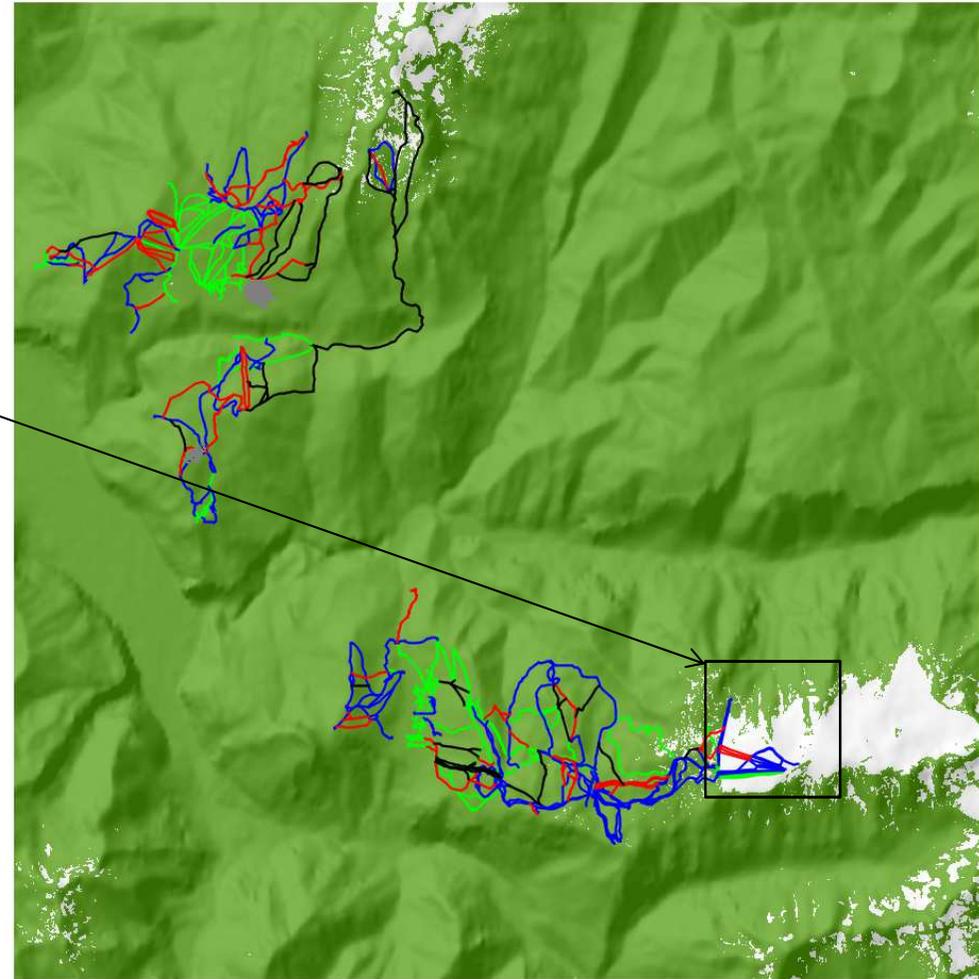
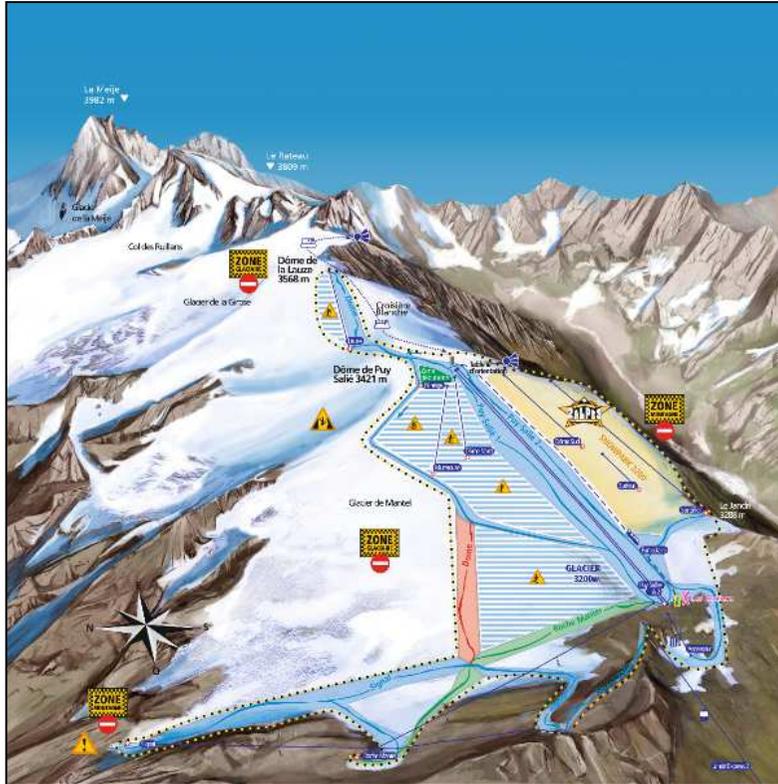
SPOT-5 Take5 image time series



Suivi des stations de ski

Domaine ski d'été des Deux Alpes

10-Jul-2015



Suivi des stations de ski

Deux Alpes: situation au 27 septembre

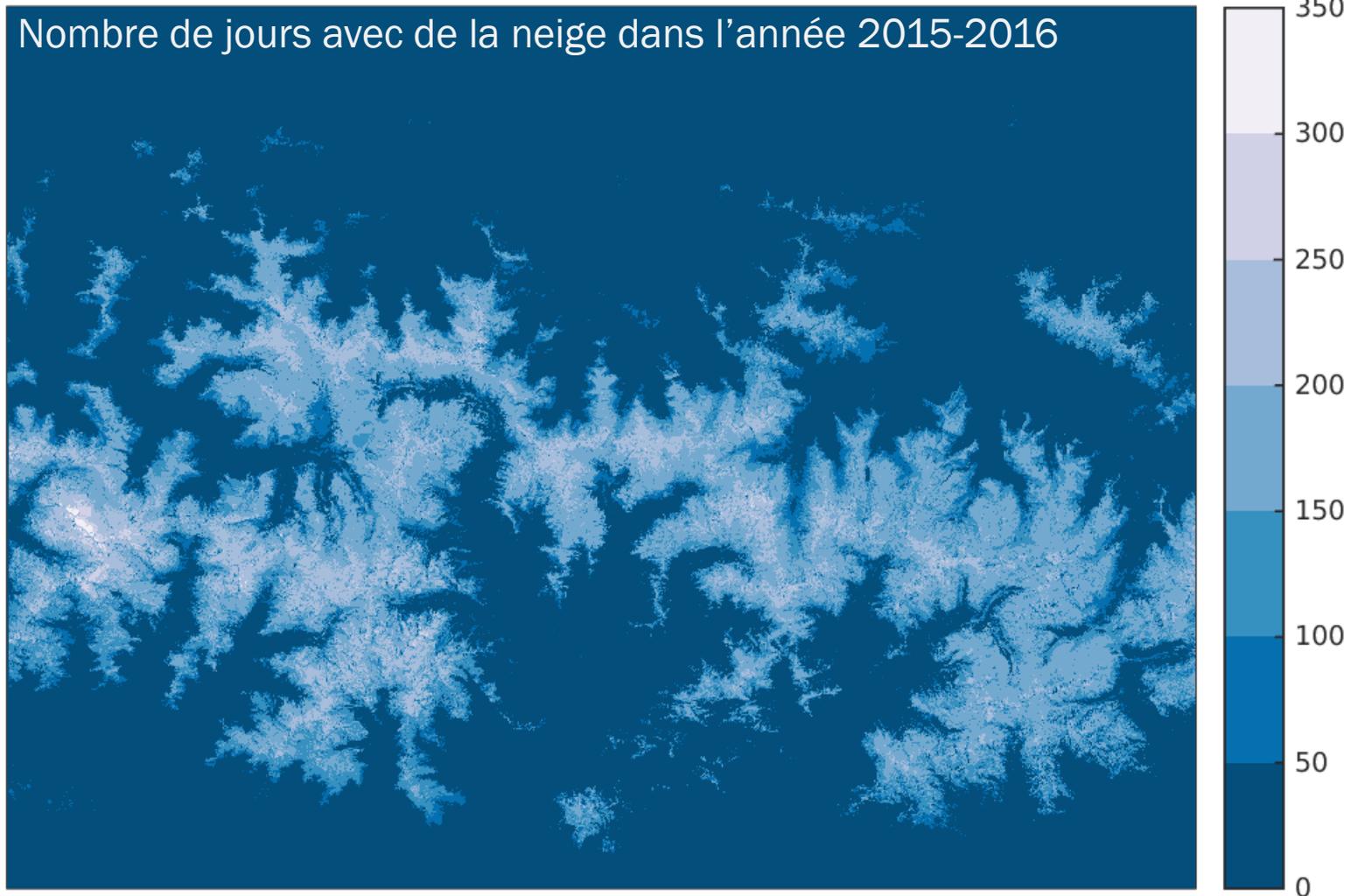


Suivi des stations de ski

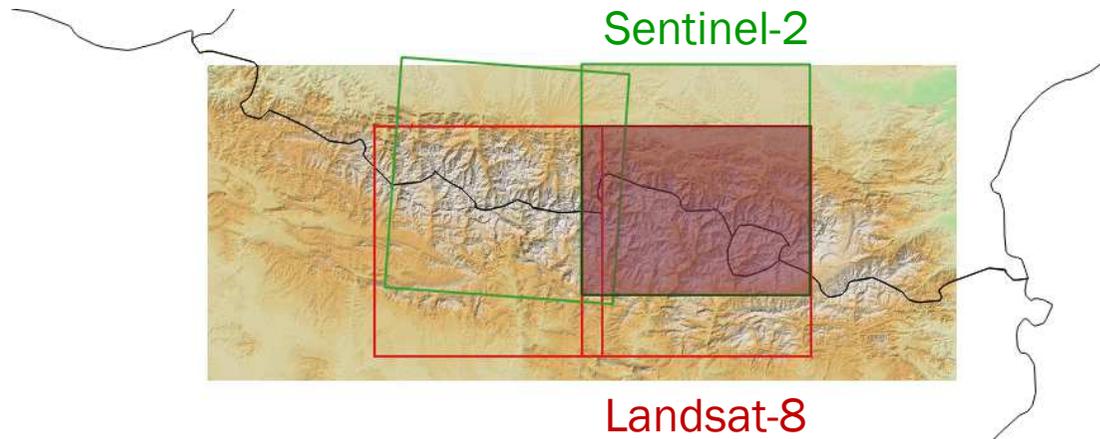
Deux Alpes: situation de mardi 17 octobre



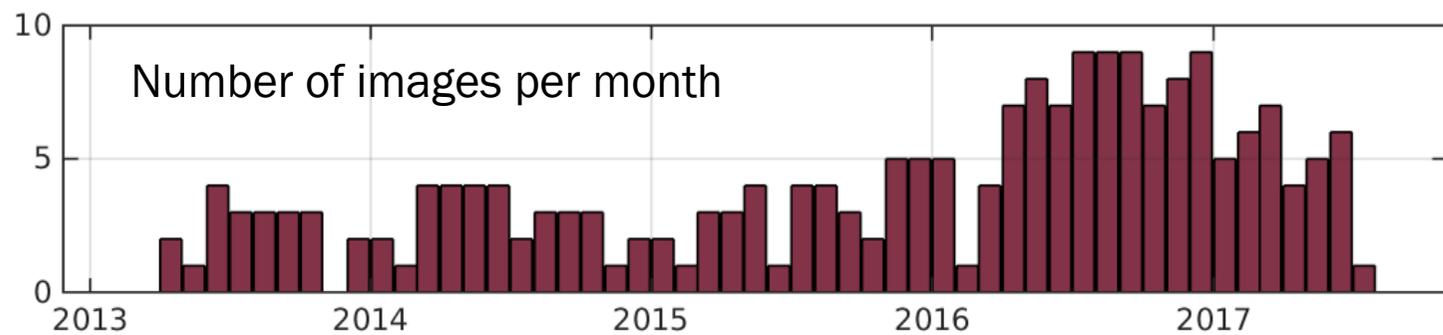
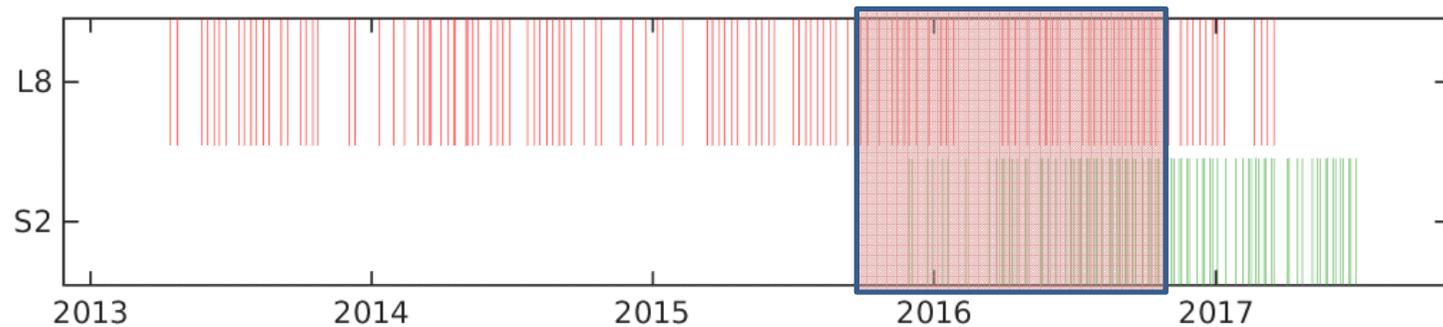
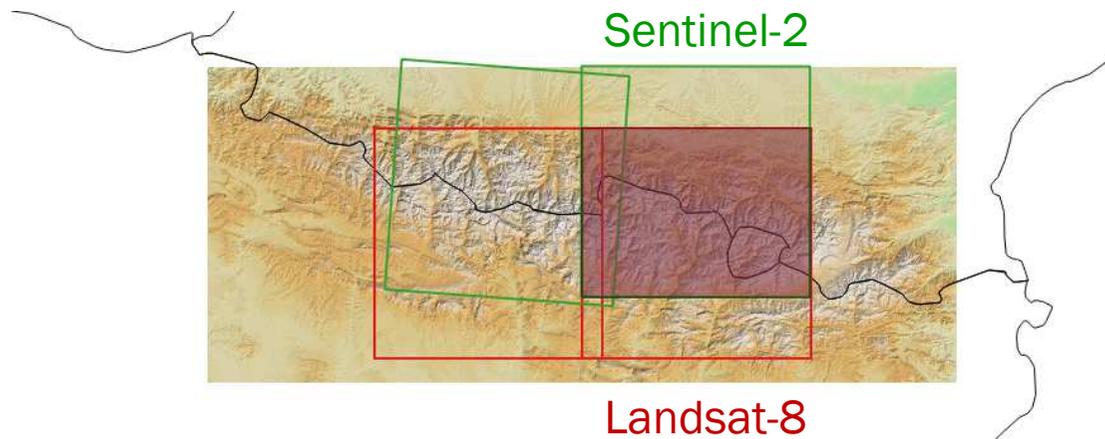
Cartes de la durée de l'enneigement



Cartes de la durée de l'enneigement

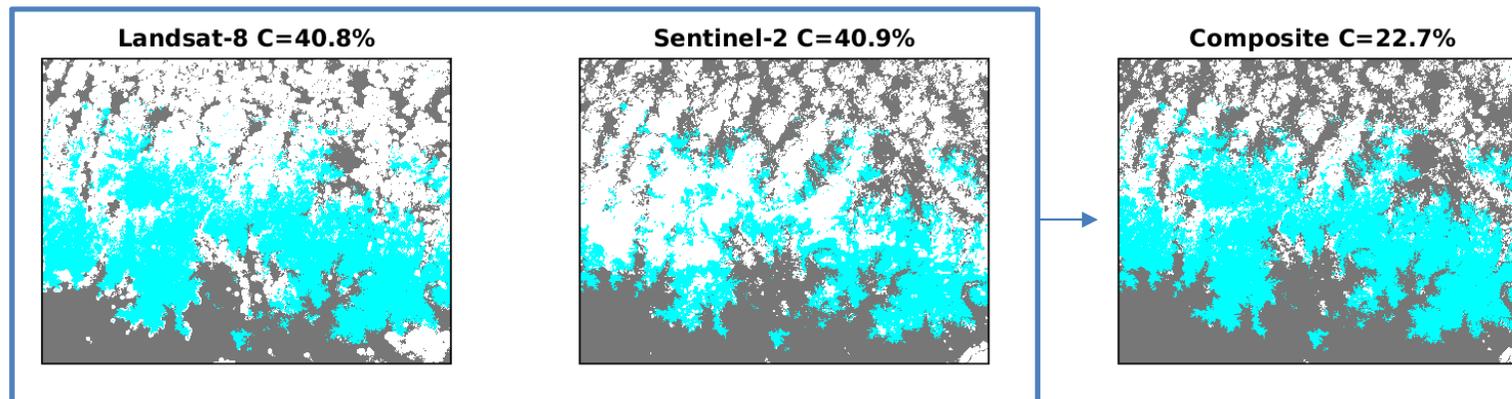


Cartes de la durée de l'enneigement



Cartes de la durée de l'enneigement

1) If both on the same date



Cartes de la durée de l'enneigement

Interpolation temporelle linéaire



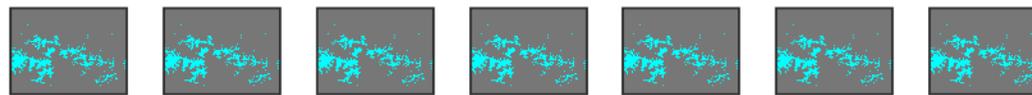
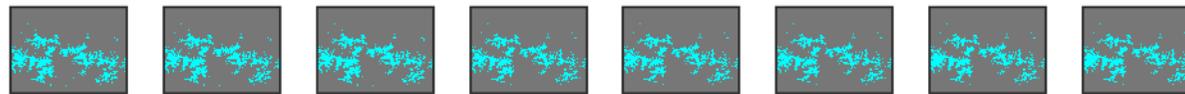
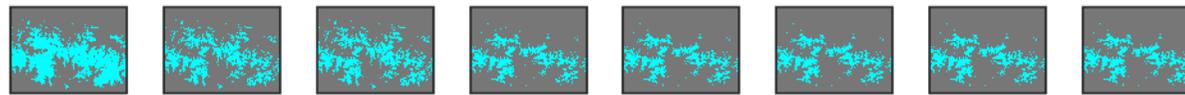
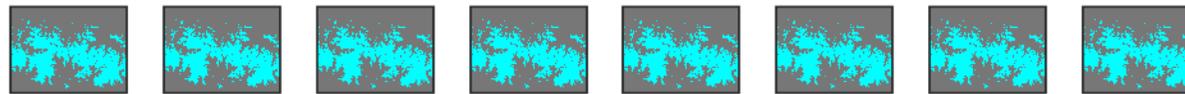
Cartes de la durée de l'enneigement

Interpolation temporelle linéaire

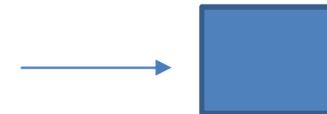


Cartes de la durée de l'enneigement

Interpolation temporelle linéaire



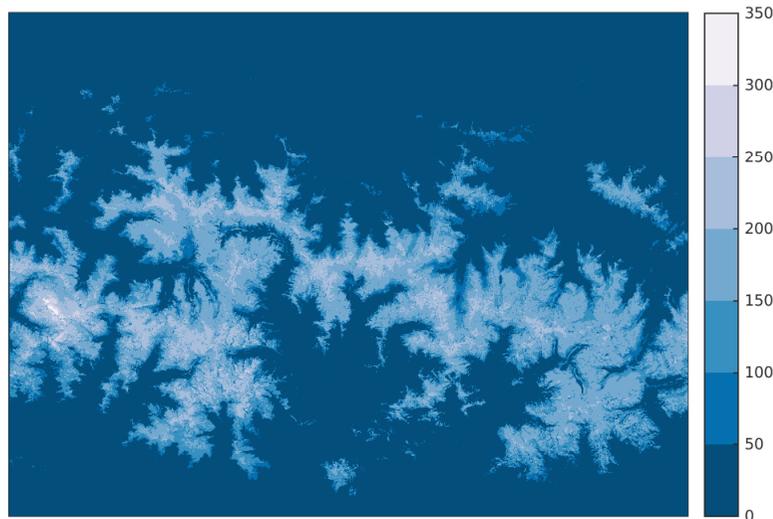
Nombre de jours
avec de la neige



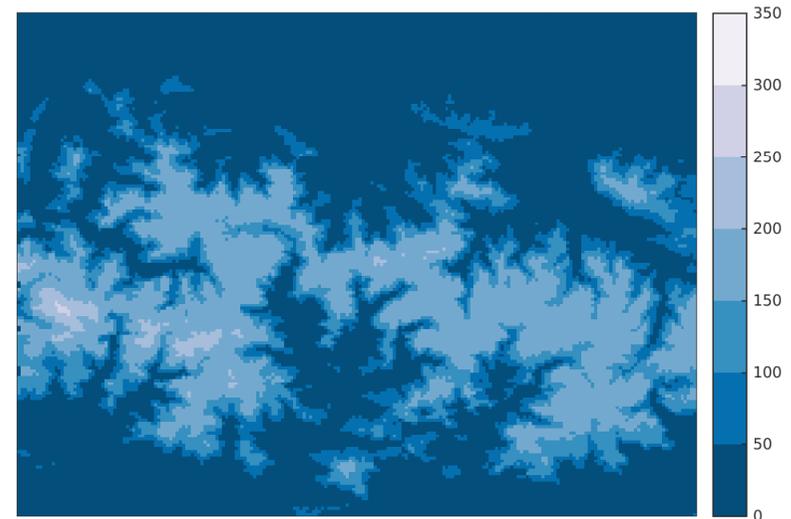
Cartes de la durée de l'enneigement

Nombre de jours avec de la neige dans l'année 2015-2016

Sentinel-2 + Landsat-8

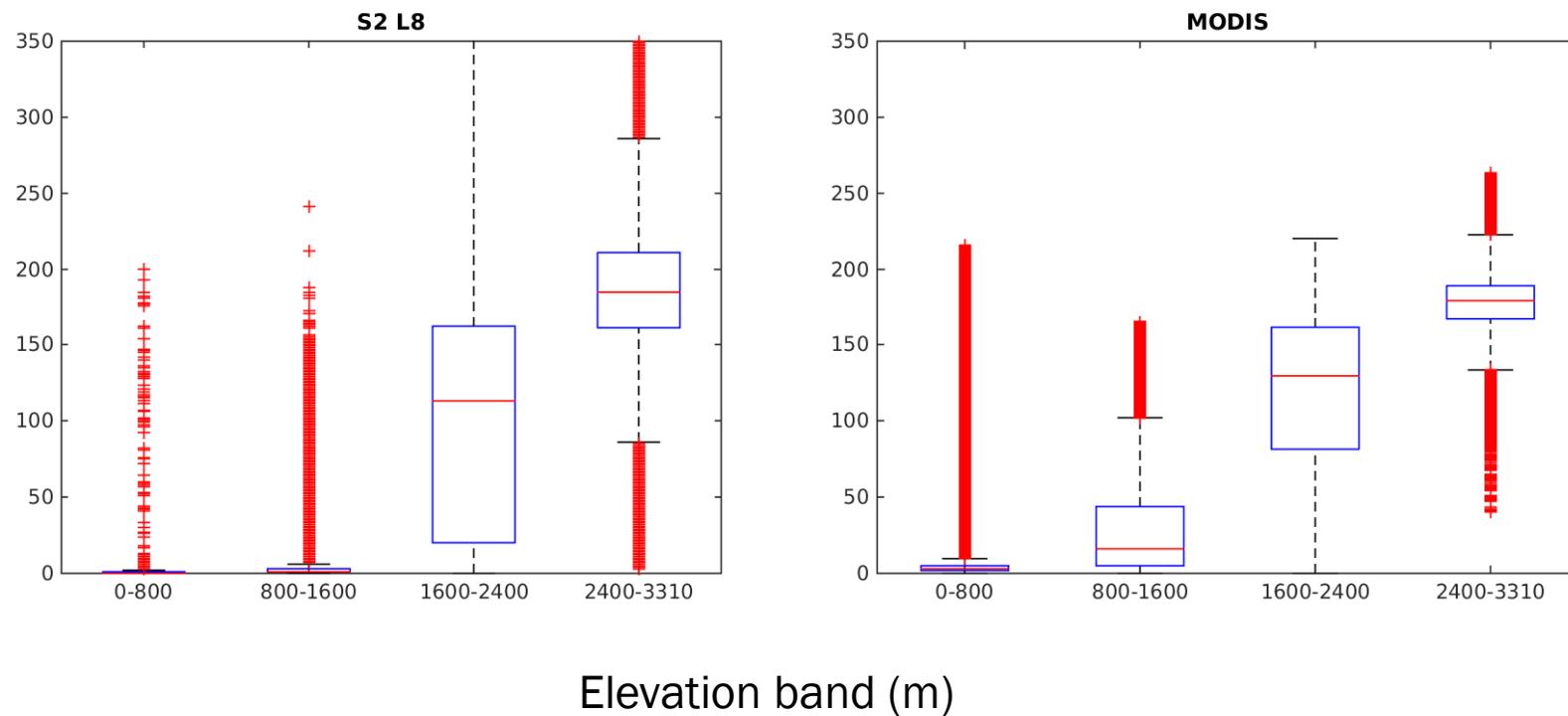


MODIS Aqua + Terra



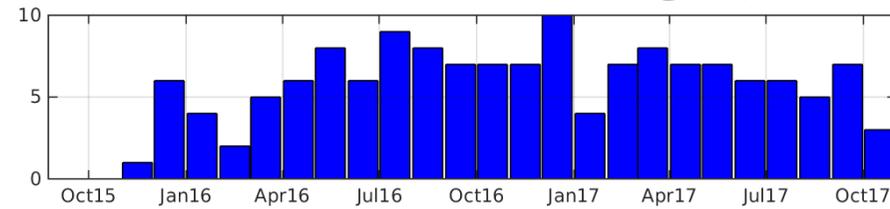
Cartes de la durée de l'enneigement

Nombre de jours avec de la neige dans l'année 2015-2016



Enneigement des glaciers

Secteur de Zermatt: nombre d'images par mois

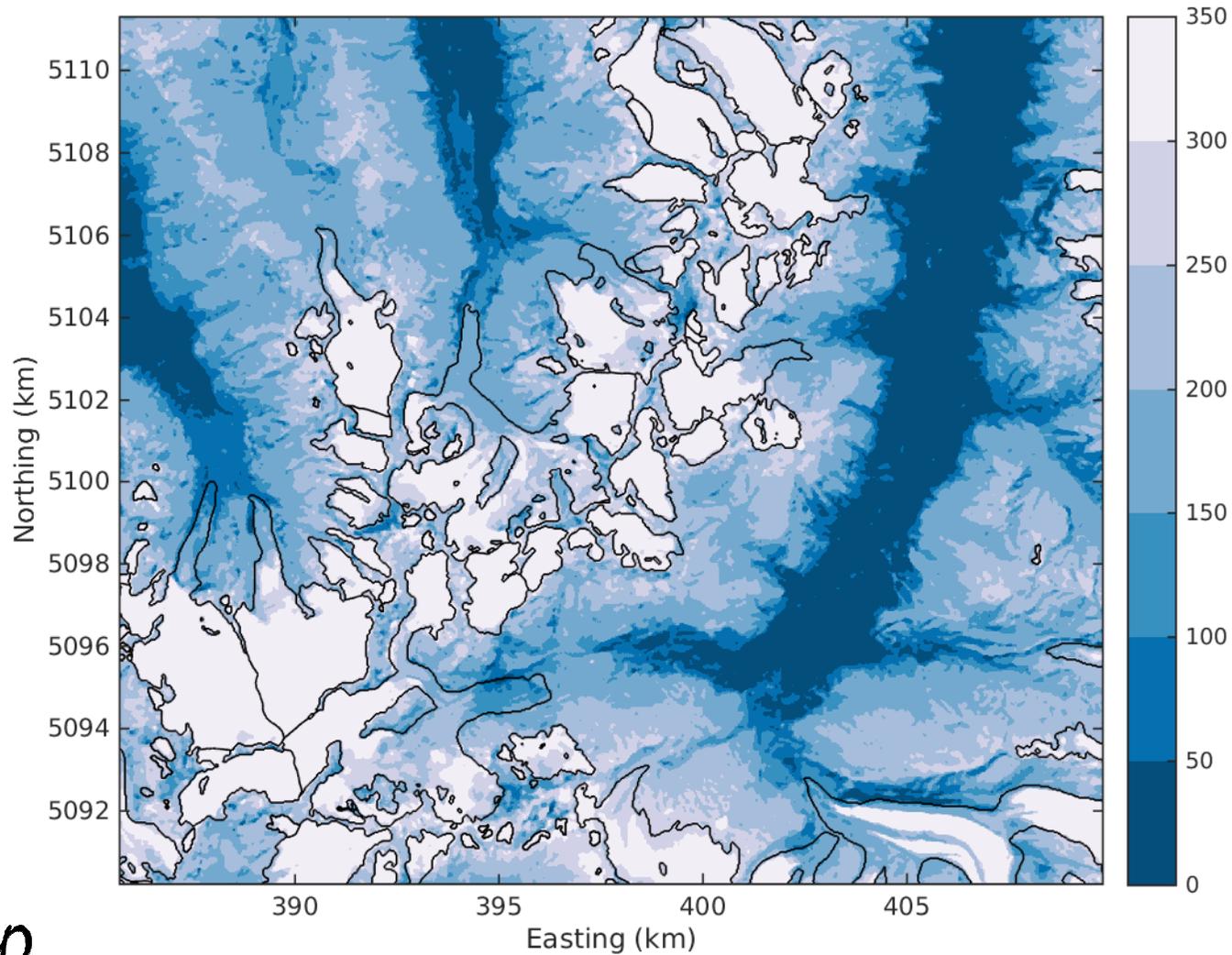


04-Dec-2015



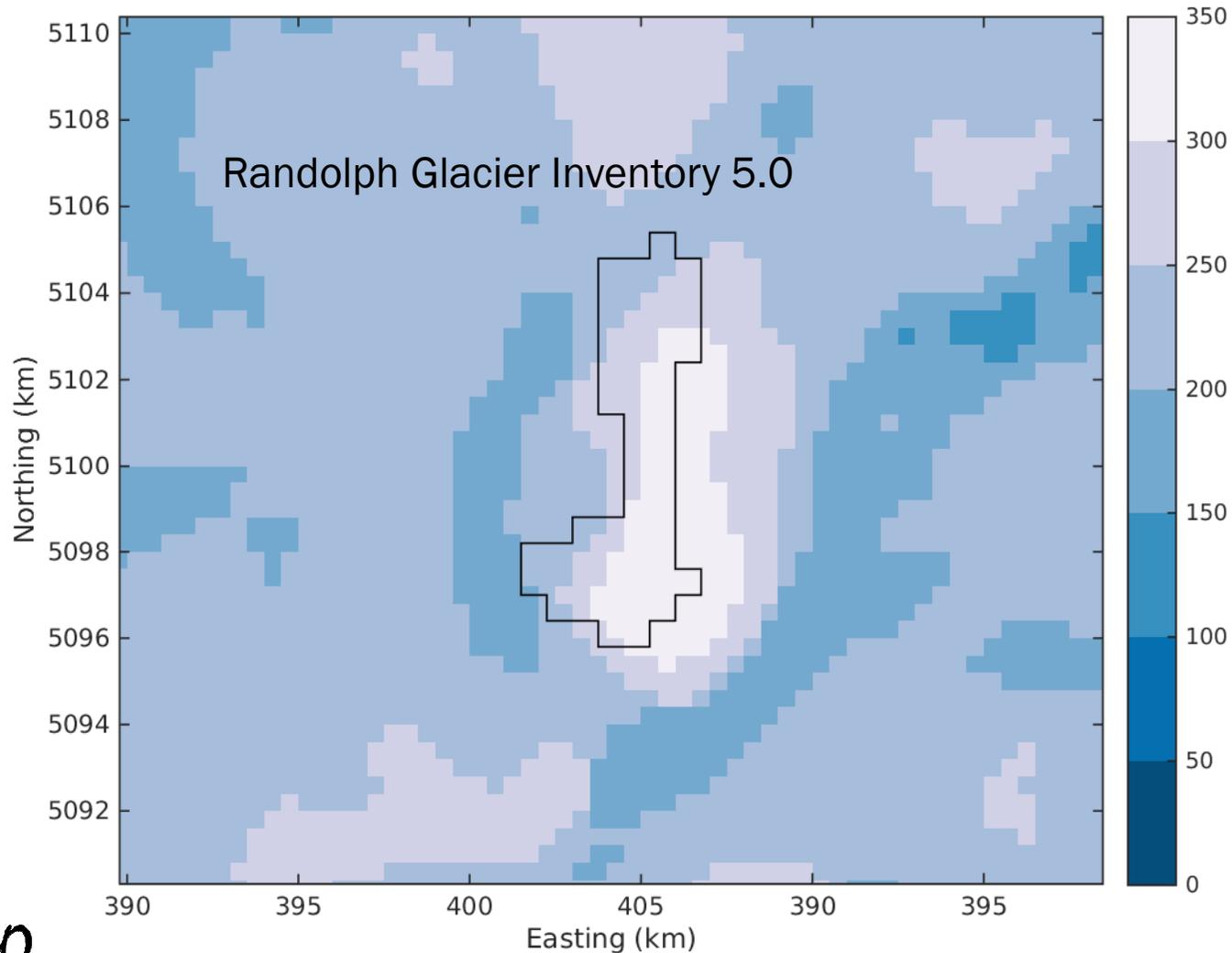
Enneigement des glaciers

Nombre de jours avec de la neige dans l'année 2016-2017



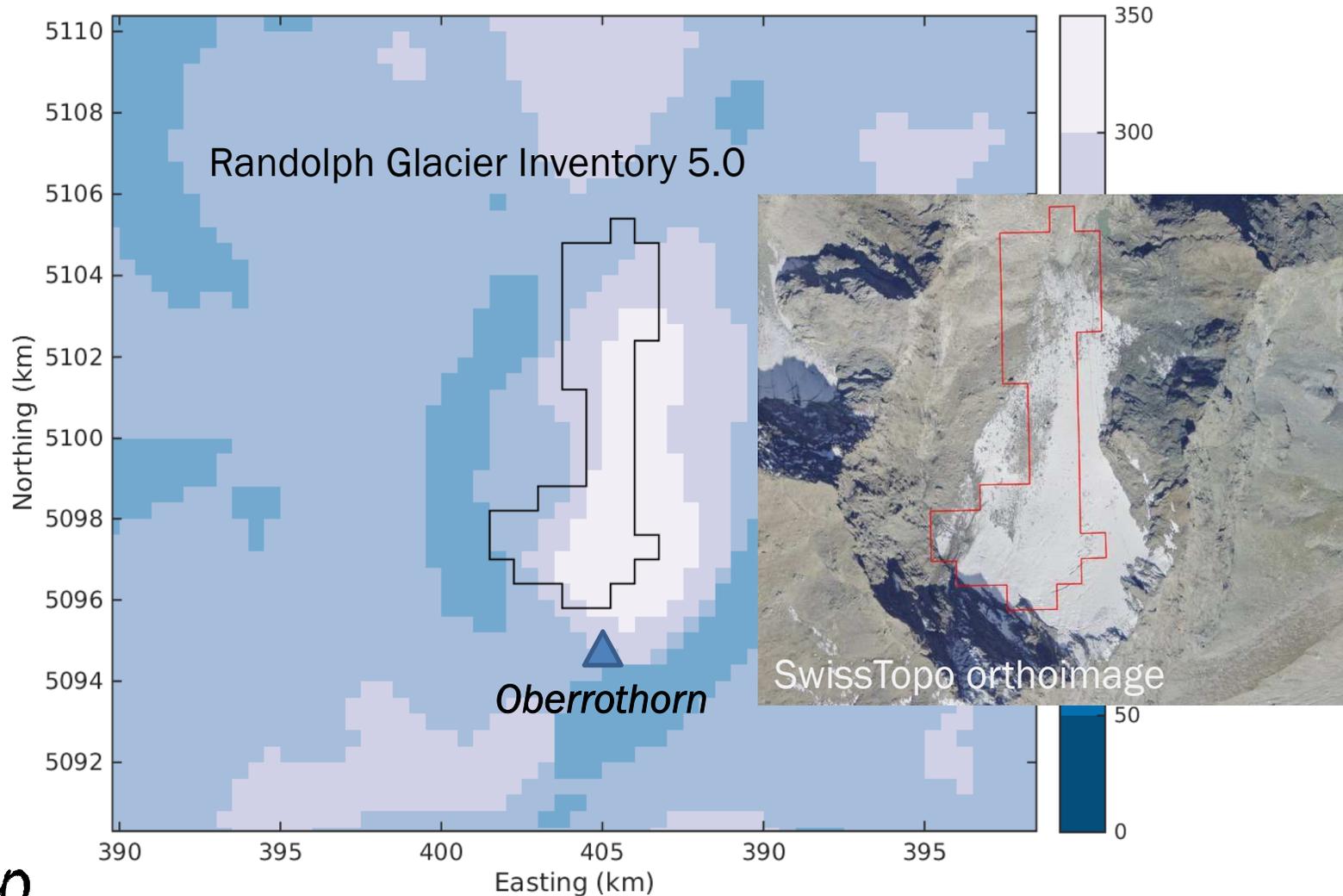
Enneigement des glaciers

Nombre de jours avec de la neige dans l'année 2016-2017



Enneigement des glaciers

Nombre de jours avec de la neige dans l'année 2016-2017

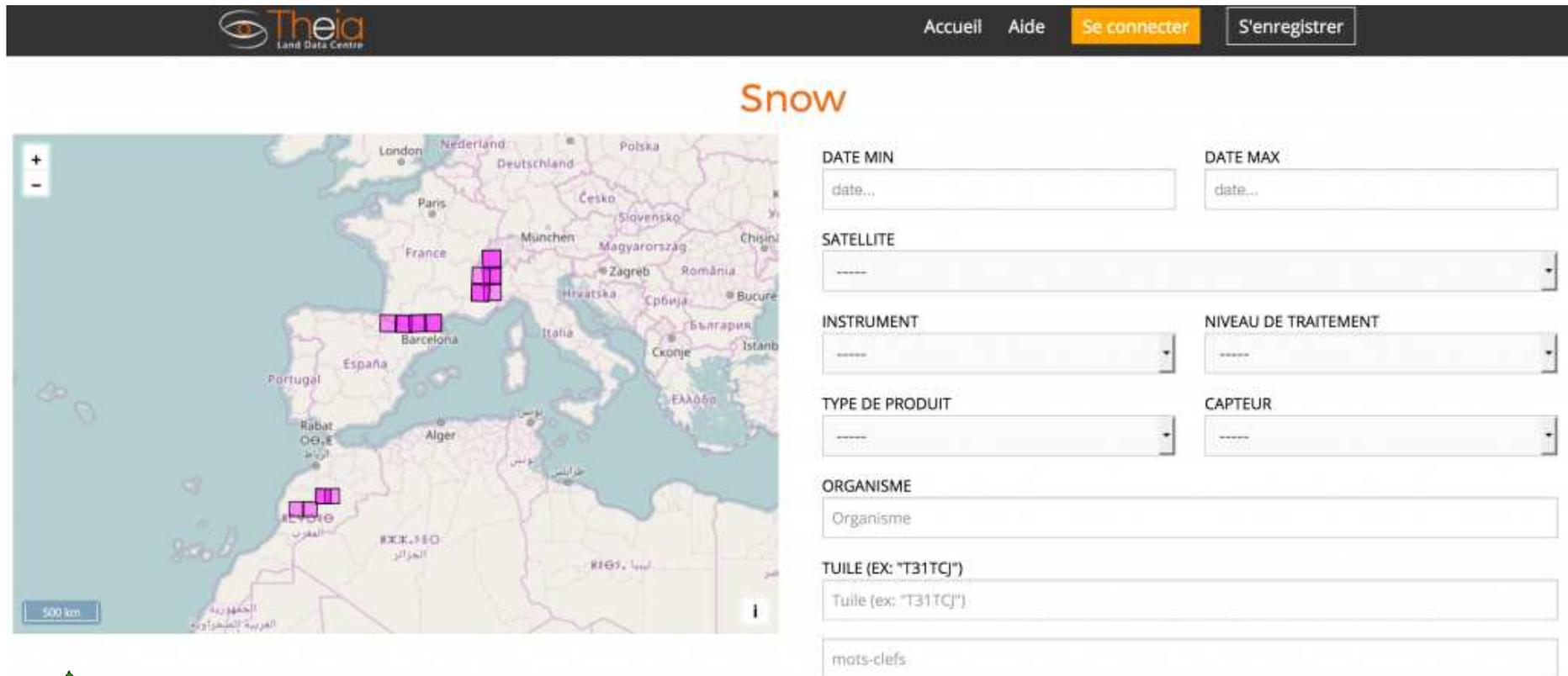


Conclusion

Téléchargement libre → <http://theia.cnes.fr/>

Production en temps réel : cet hiver

Extension à l'arc Alpin complet prévu



The screenshot shows the 'Theia Land Data Centre' website interface. At the top, there is a navigation bar with 'Accueil', 'Aide', 'Se connecter', and 'S'enregistrer'. The main heading is 'Snow'. On the left, a map of Europe is displayed with several pink rectangular markers indicating data collection areas in France, Spain, and North Africa. On the right, there is a search form with the following fields:

- DATE MIN:
- DATE MAX:
- SATELLITE:
- INSTRUMENT:
- NIVEAU DE TRAITEMENT:
- TYPE DE PRODUIT:
- CAPTEUR:
- ORGANISME:
- TUILE (EX: "T31TCJ"):
- mots-clefs:

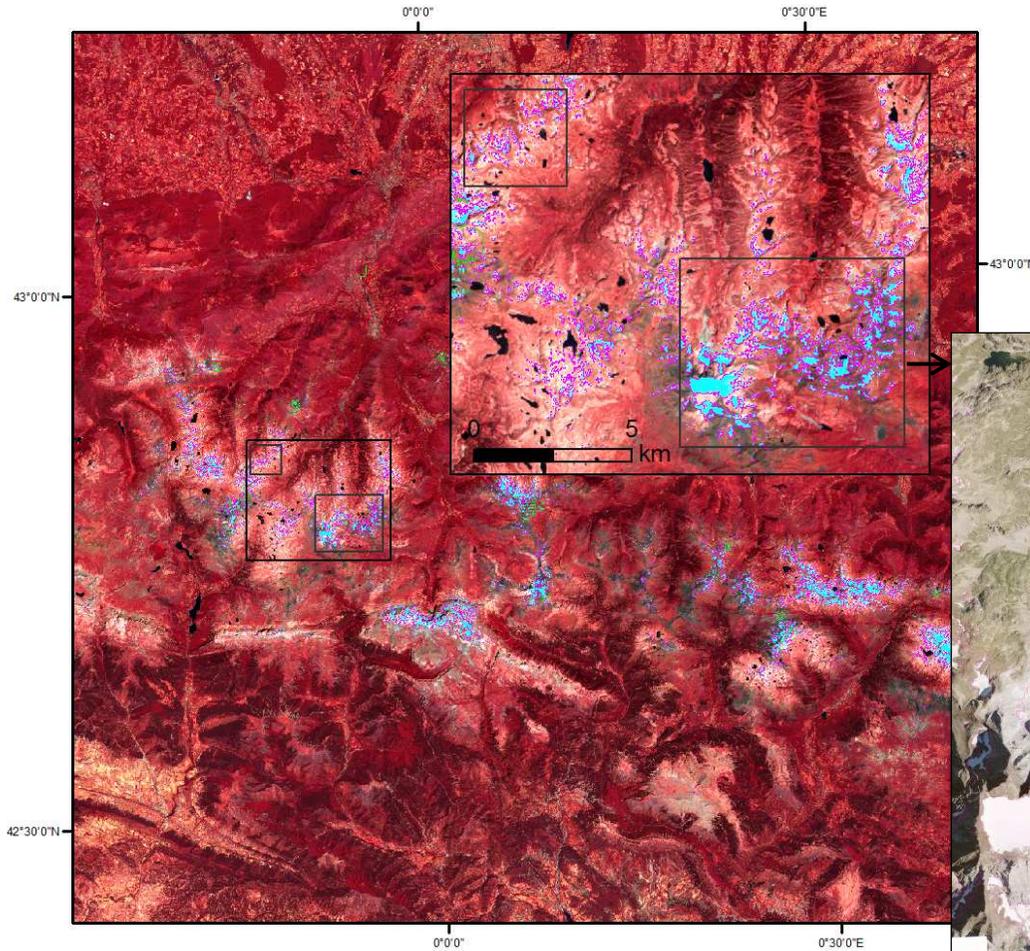


simon.gascoin@cesbio.cnes.fr

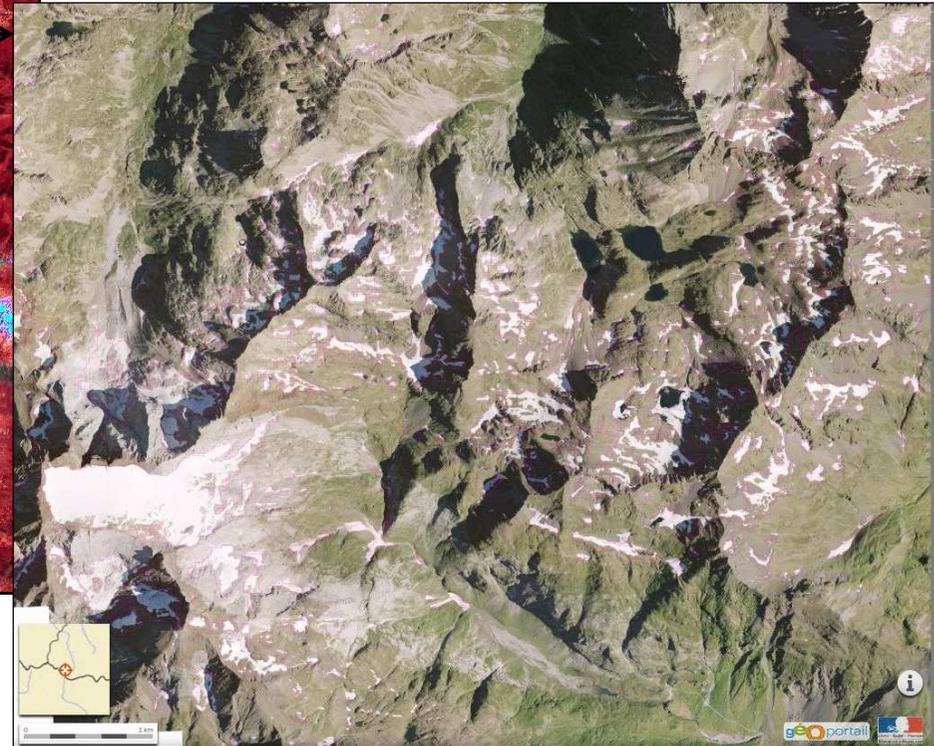
(Pixel) size does matter!



First Sentinel-2 snow map



Central Pyrenees
06-Jul-2015 vs. Aug-2013...

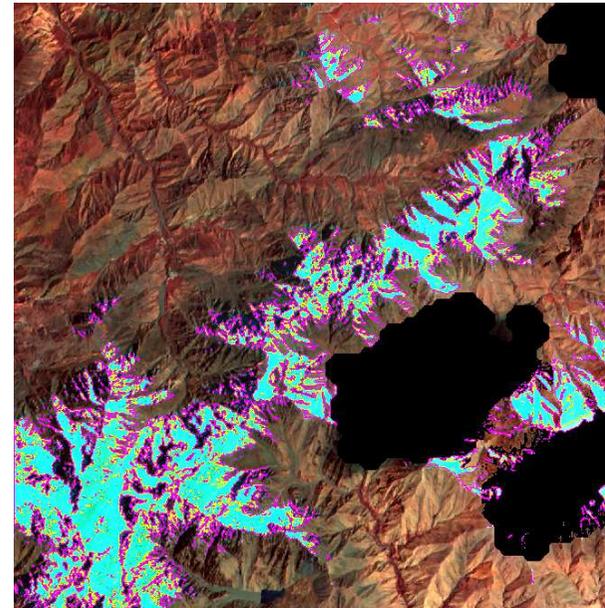
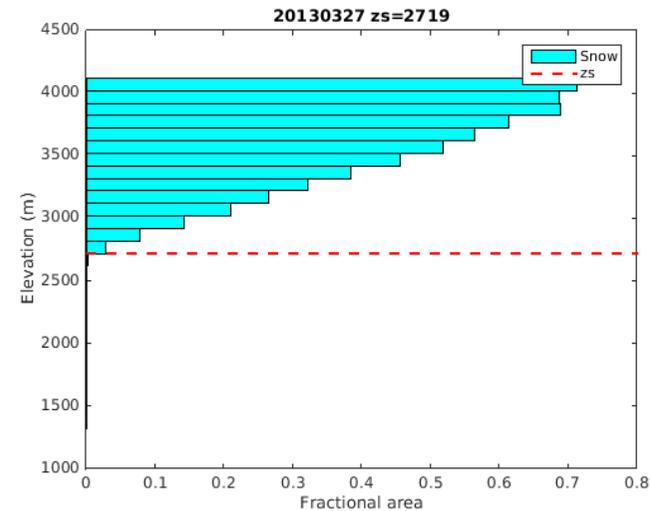


- Premier passage : on détecte la neige avec un seuil assez strict pour établir la limite basse d'enneigement z_s

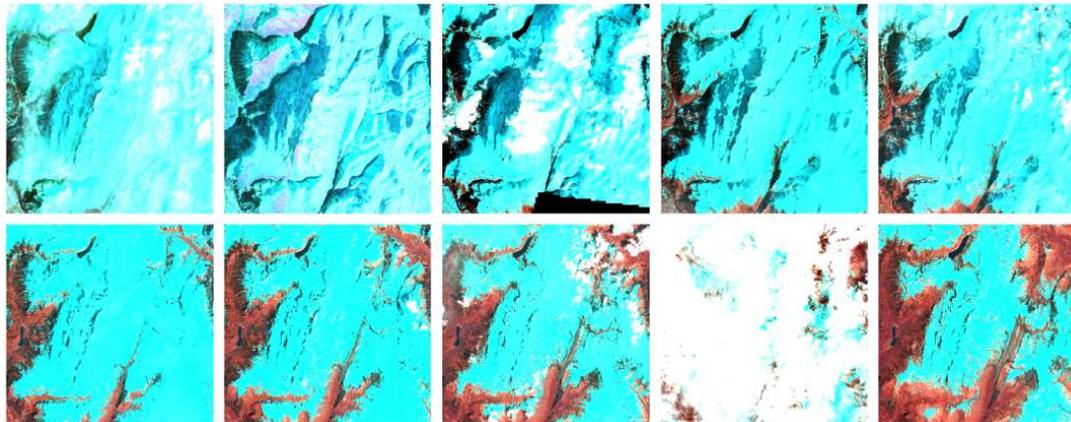
$NDSI > 0.4$ & $Rouge > 0.2$

- Deuxième passage : on se permet d'abaisser le seuil de détection au-dessus de cette altitude pour récupérer un maximum de pixels enneigés

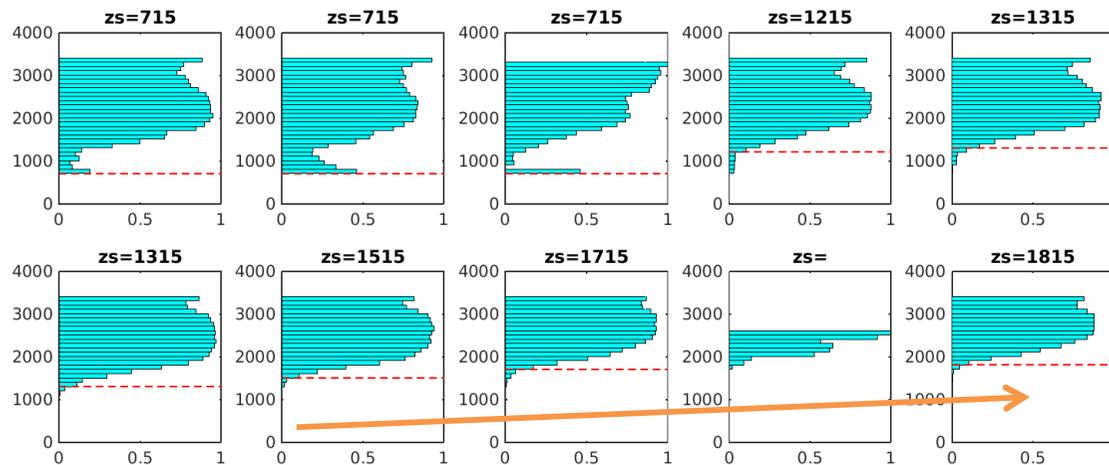
$Altitude > z_s$ & $NDSI > 0.2$ &
 $Rouge > 0.12$



Série Alpes SPOT4-Take5

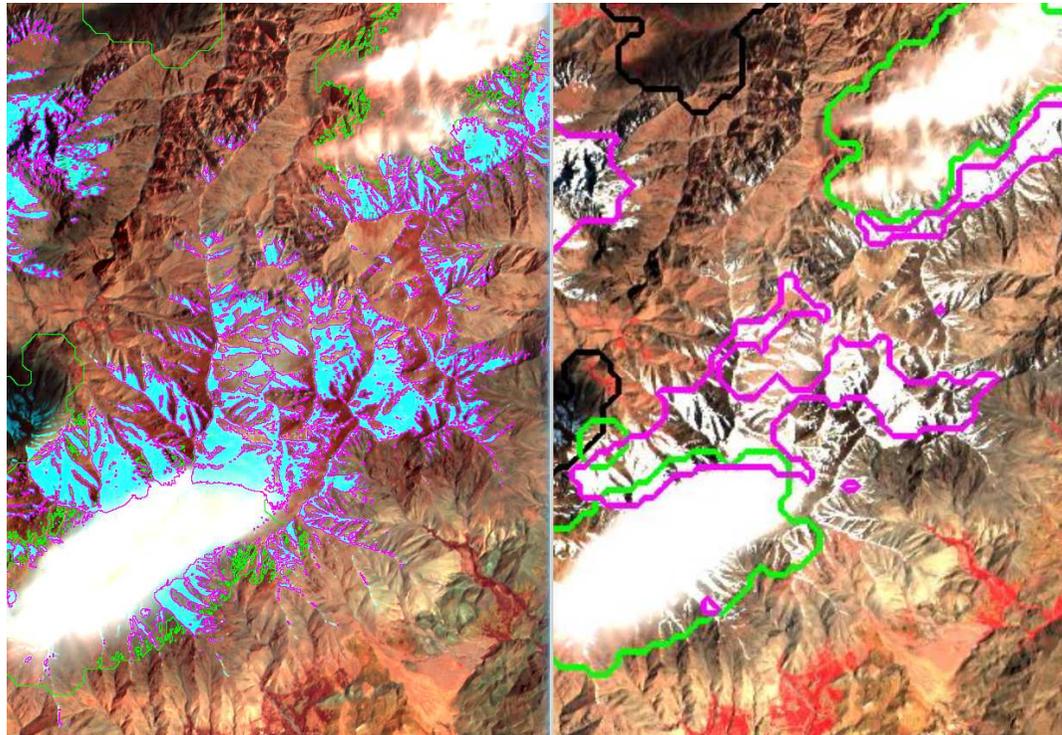


Fraction
enneigée
par tranche
d'altitude



Remontée de la ligne de neige

- On revisite le masque de nuage L2A afin de récupérer un maximum de pixels neige / pas neige



Plus d'infos sur le blog « Séries temporelles »

<http://www.cesbio.ups-tlse.fr/multitemp/>