

La Neige de Taïga

Atelier OSUG 'les manteaux neigeux à travers le globe'

Giulia Mazzotti, CEN, 22.03.2024

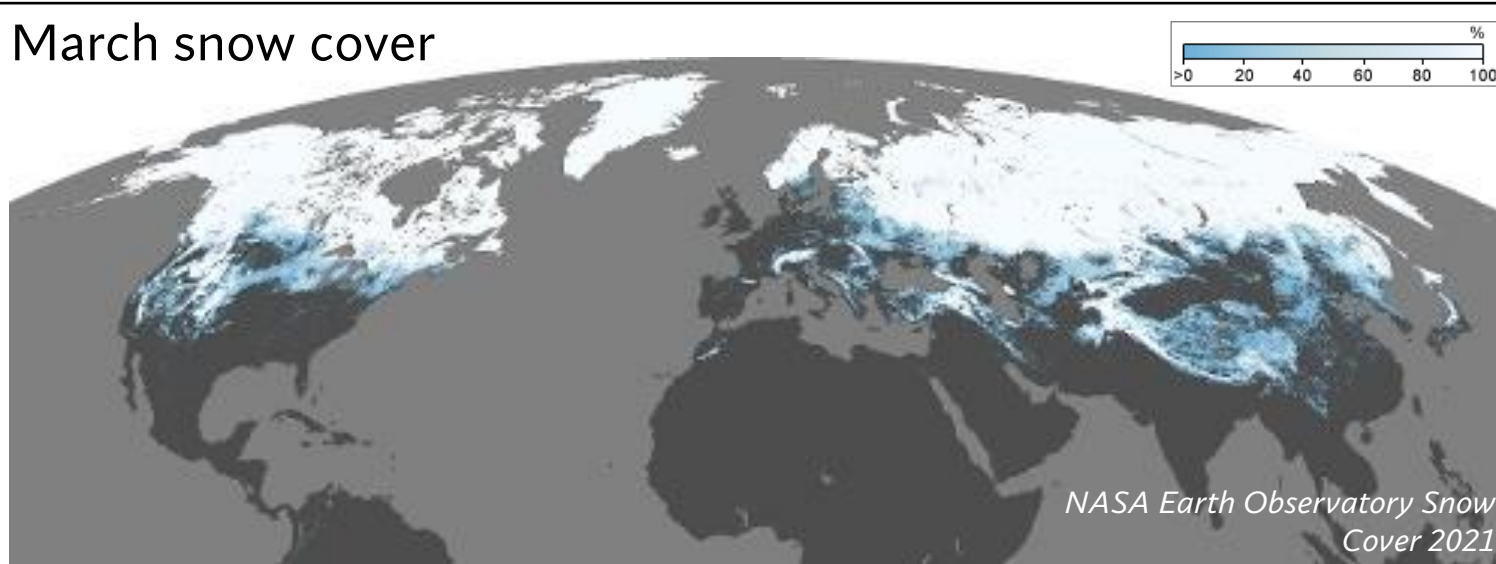


Observatoire des Sciences
de l'Univers de Grenoble

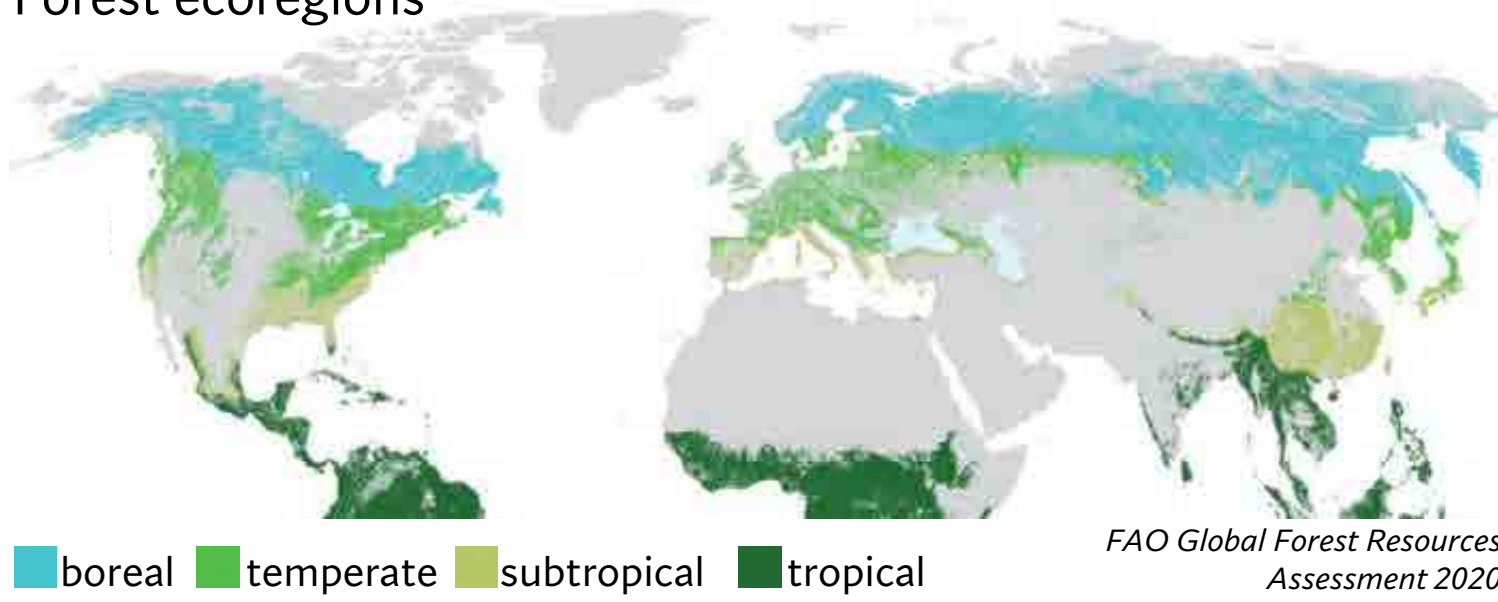


La Neige de Taïga – c'est où?

March snow cover



Forest ecoregions



- La taïga / forêt boréale occupe environ 12% de la surface terrestre
- La taïga est couverte de neige pendant environ 8 mois chaque année

La Neige de Taïga – pourquoi ça nous intéresse?

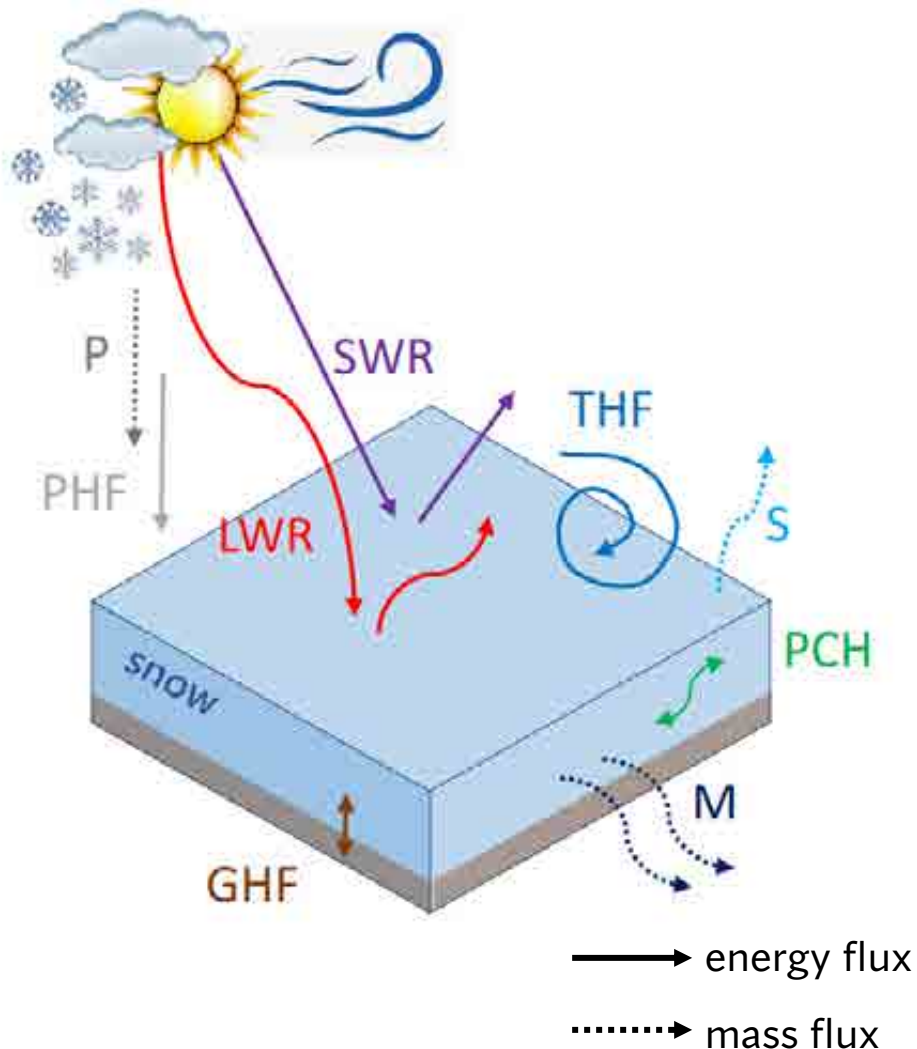


La Neige de Taïga – quels processus caractéristiques?



Bilan de masse et énergie du manteau neigeux en zone ouverte

Processus d'échange avec l'atmosphère, le sol, et dans le manteau neigeux



Changes in snow mass M_s and energy content Q_s :

$$dM_s/dt = P - S - M$$

Precipitation

Sublimation

Melt

$$dQ_s/dt = SWR_{net} + LWR_{net} + THF + PHF + PCH + GHF$$

Net shortwave radiation

Net longwave radiation

Turbulent heat fluxes (sensible and latent)

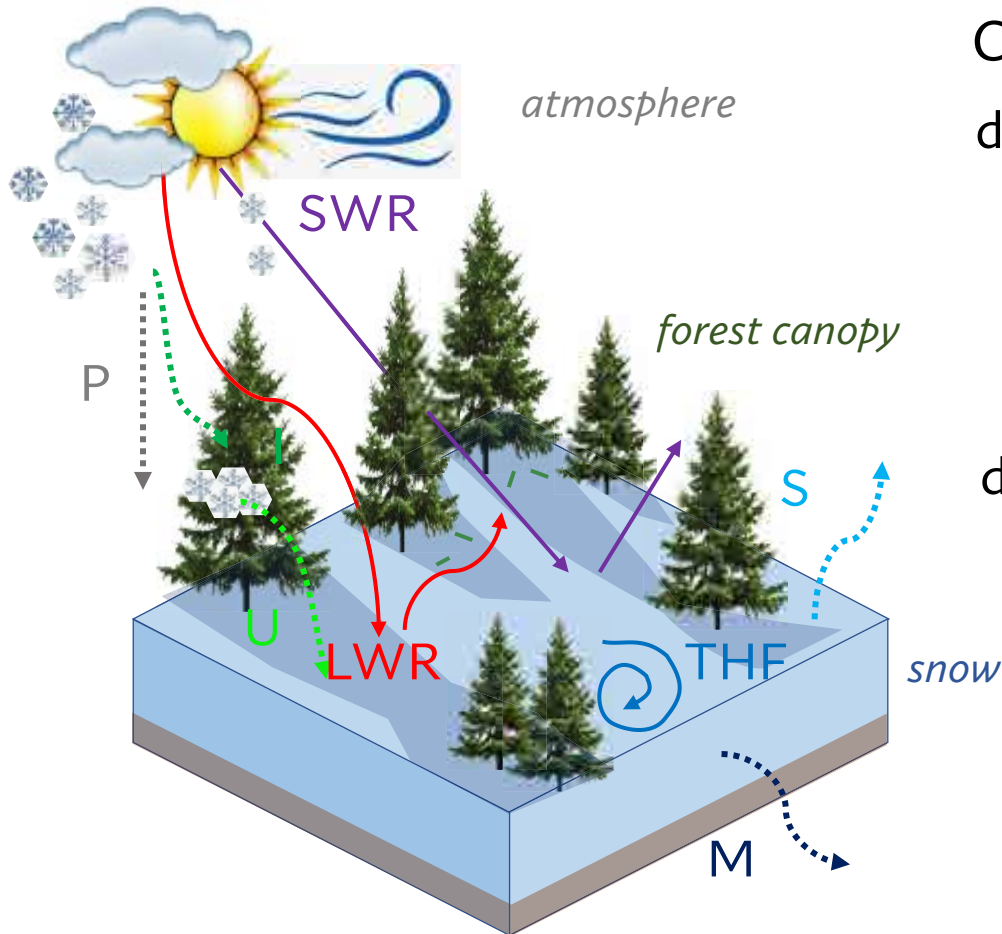
Heat advected by precipitation

Heat of phase changes within snowpack

Ground heat flux

Bilan de masse et énergie du manteau neigeux en forêt

Comment la canopée modifie-t-elle ces processus d'échange ?



————→ energy flux

-----→ mass flux

Changes in snow mass M_s and energy content Q_s :

$$dM_s/dt = P - S - M$$

Precipitation

Sublimation

Melt

$$dQ_s/dt = SWR_{net} + LWR_{net} + THF$$

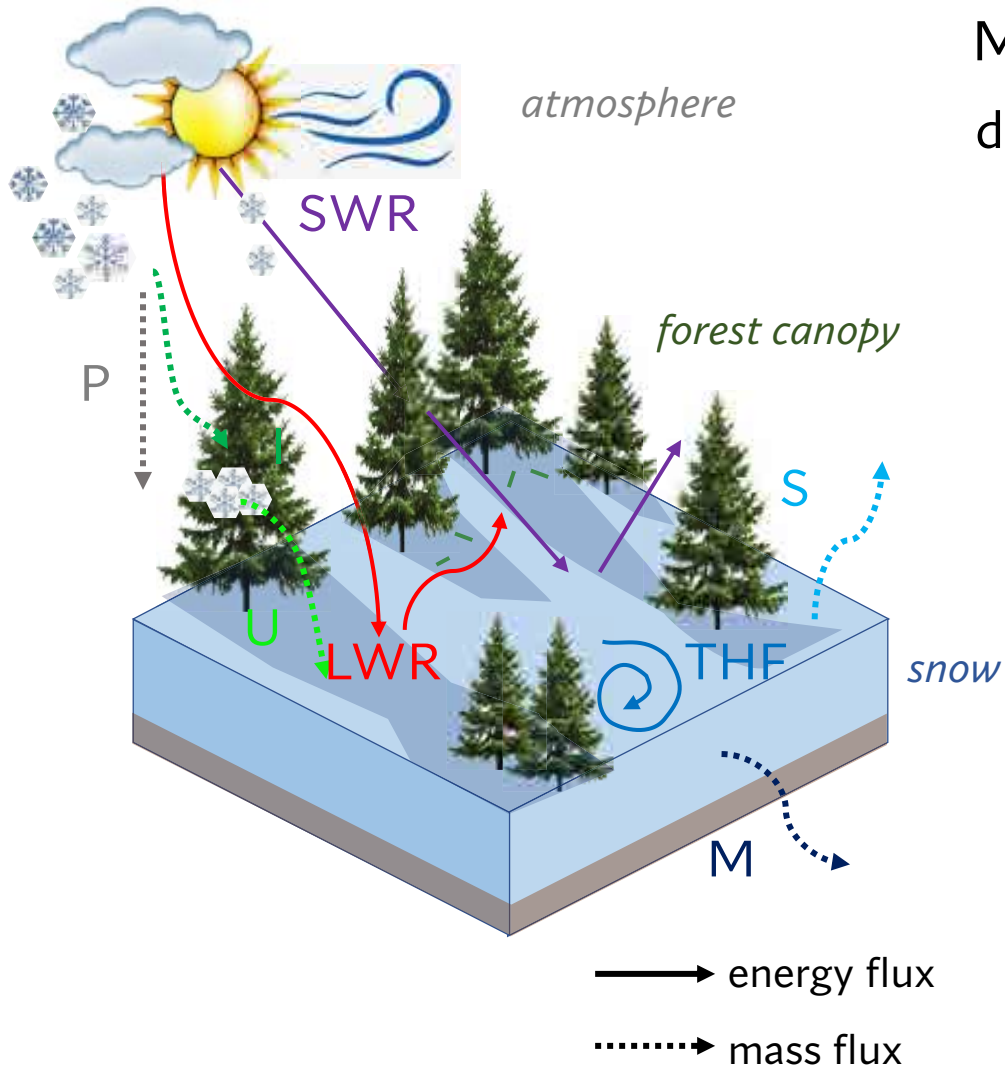
Net shortwave radiation

Net longwave radiation

Turbulent heat fluxes (sensible and latent)

Bilan de masse et énergie du manteau neigeux en forêt

Comment la canopée modifie-t-elle ces processus d'échange ?



Mass balance effects:

$$dM_s/dt = P - I + U - S - M$$

Precipitation

Interception

Unloading

Sublimation

Melt

additional processes

altered due to
impacts on energy
balance



Bilan de masse et énergie du manteau neigeux en forêt

Comment la canopée modifie-t-elle ces processus d'échange ?

Energy balance effects:

$$dQ_s/dt = \text{SWR}_{\text{net}} + \text{LWR}_{\text{net}} + \text{THF}$$

shading from SWR



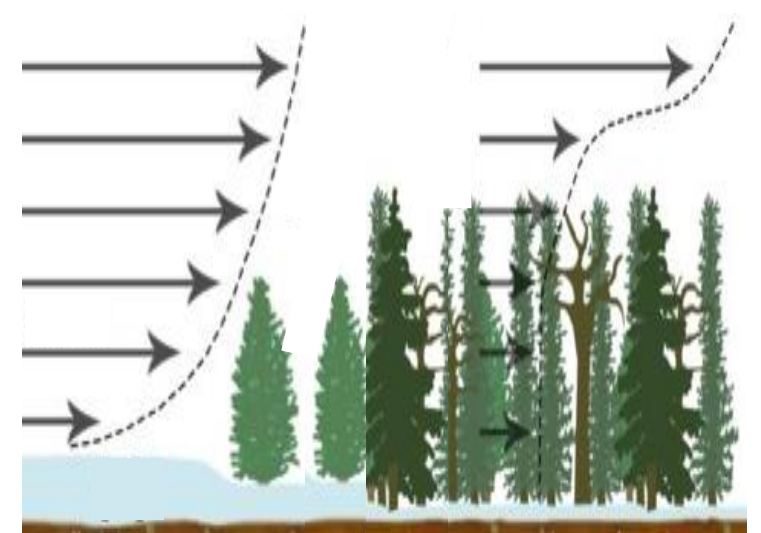
$$\text{SWR}_{\text{in}} = \tau \cdot \text{SWR}_{\text{atm}}$$

emission of LWR



$$\text{LWR}_{\text{can}} \sim \sigma \cdot T_{\text{can}}^4$$

wind attenuation



Bilan de masse et énergie du manteau neigeux en forêt

Comment la canopée modifie-t-elle ces processus d'échange ?

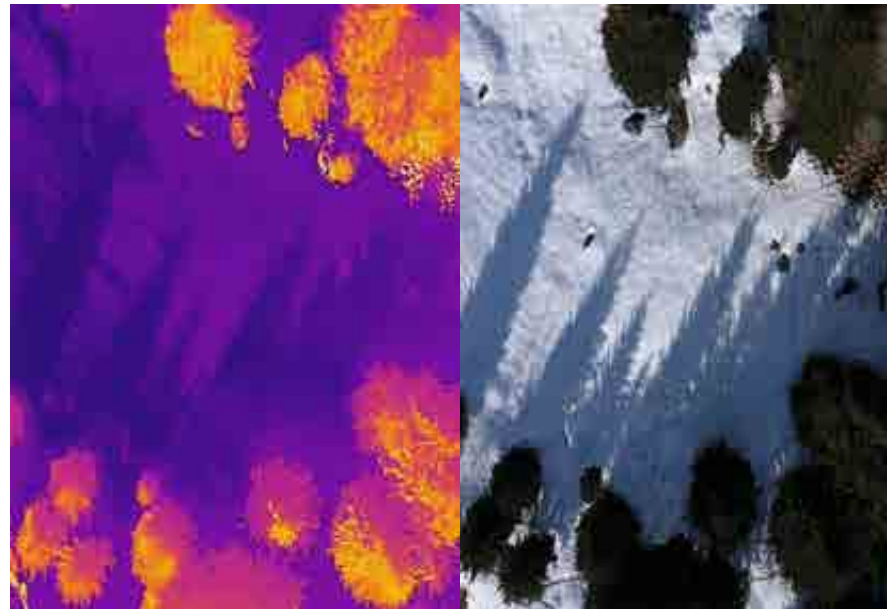
Energy balance effects:

$$dQ_s/dt = \text{SWR}_{\text{net}} + \text{LWR}_{\text{net}} + \text{THF}$$

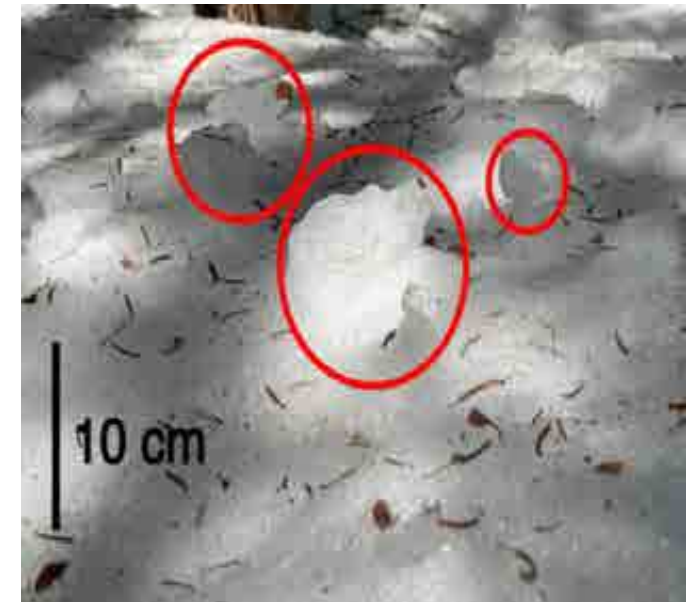
lower snow albedo
due to litter



altered snow surface
temperature dynamics

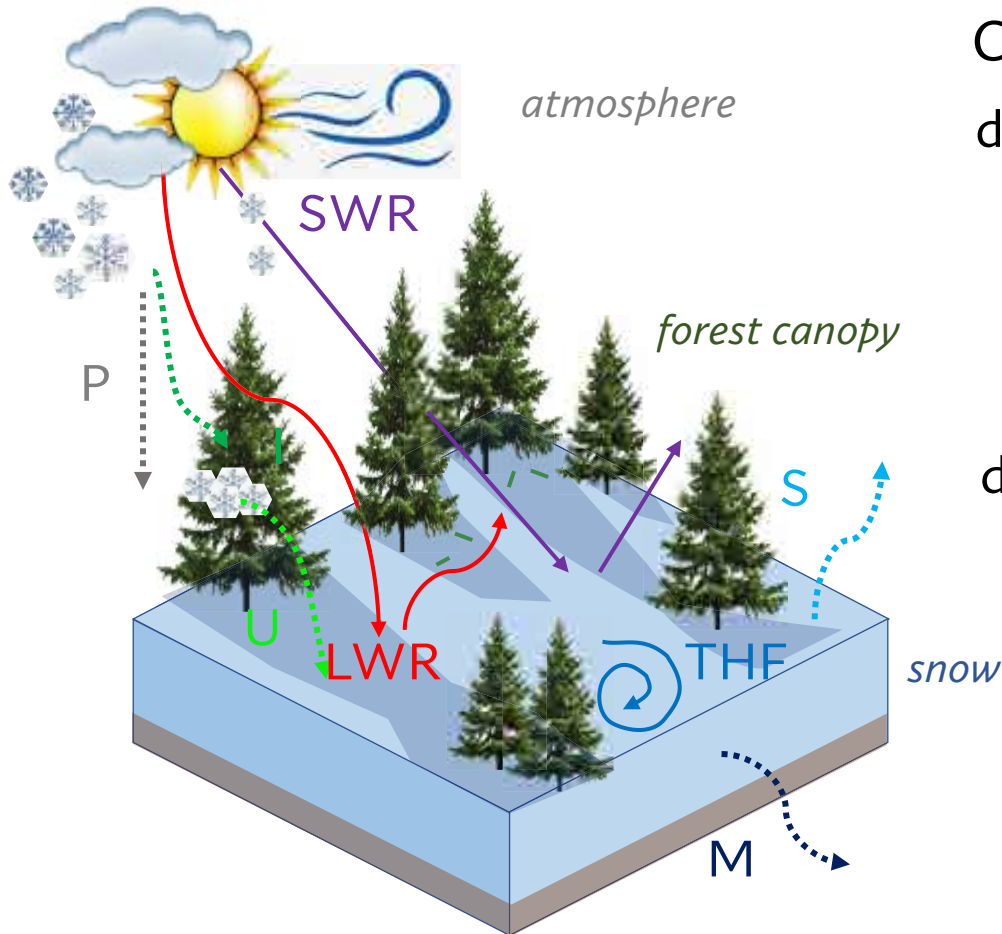


higher snow
roughness length



Bilan de masse et énergie du manteau neigeux en forêt

Comment la canopée modifie-t-elle ces processus d'échange ?



————→ energy flux
.....→ mass flux

Changes in snow mass M_s and energy content Q_s :

$$dM_s/dt = P - I + U - S - M$$

Precipitation

Interception

Sublimation ↑

Unloading

Melt

$$dQ_s/dt = SWR_{net} + LWR_{net} + THF$$

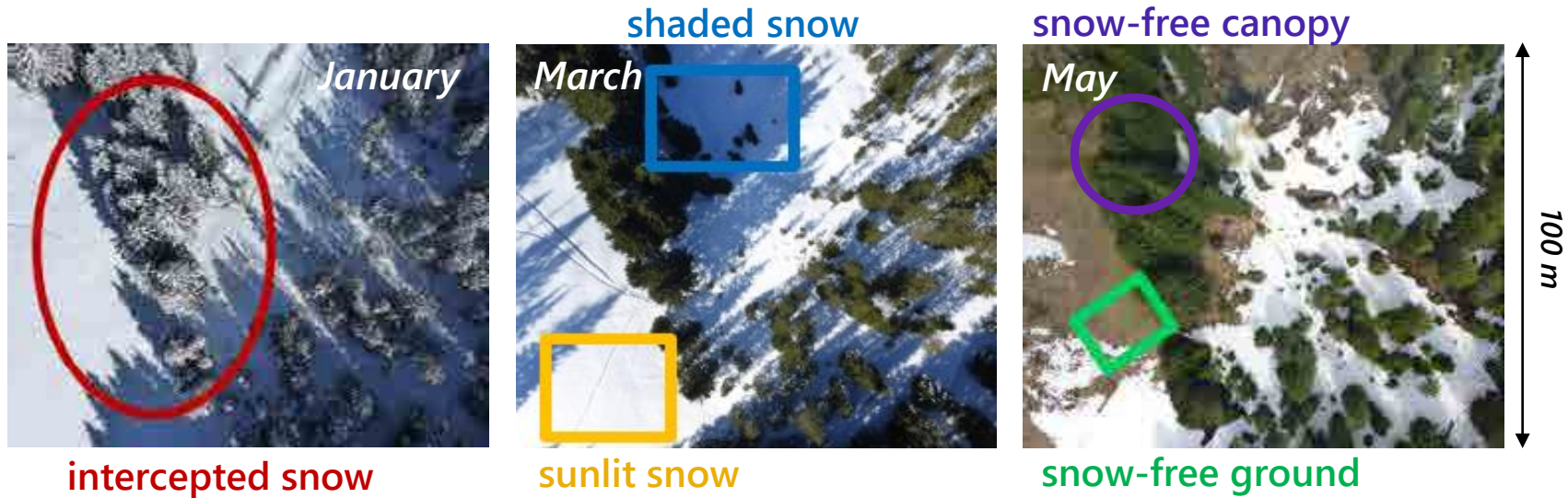
Net shortwave radiation ↓ (shading)

Net longwave radiation ↑ (emissions from trees)

Turbulent heat fluxes ↓ (wind attenuation)

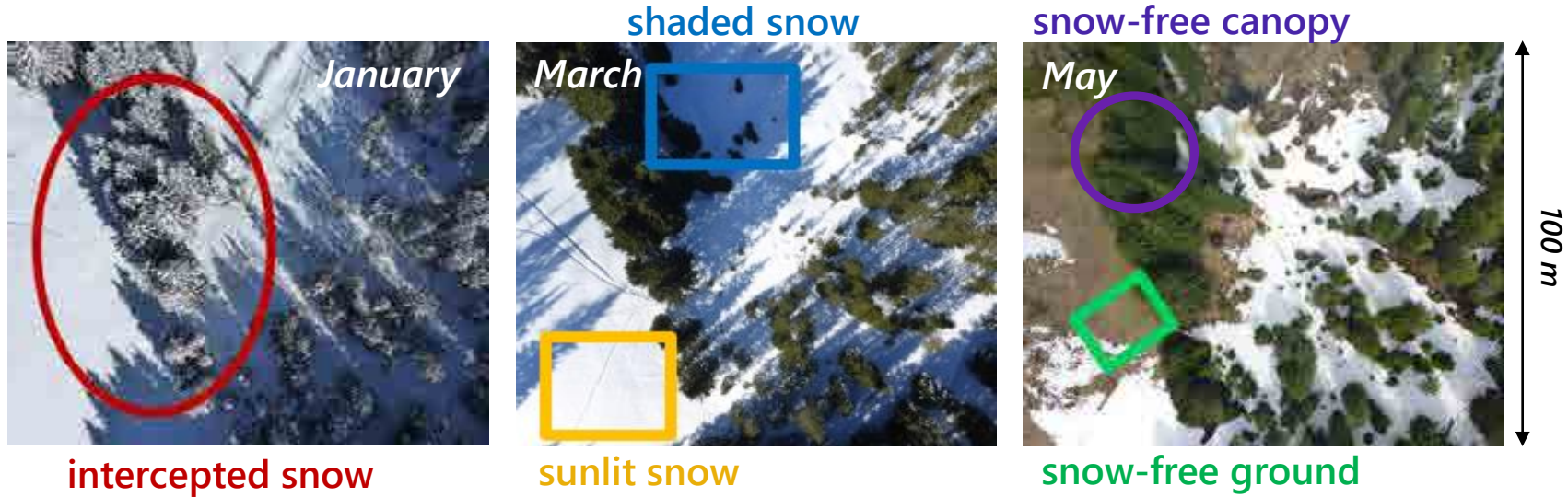
- Controlled by canopy structure
- Net effect relative to open terrain varies with climate

Thèmes de recherche: variabilité à petite échelle



- La variabilité spatiale de la structure de la canopée fait varier les processus d'échange d'énergie et de masse à l'échelle de quelques mètres
- En conséquence, nous constatons une forte variabilité spatio-temporelle du manteau neigeux sous la canopée

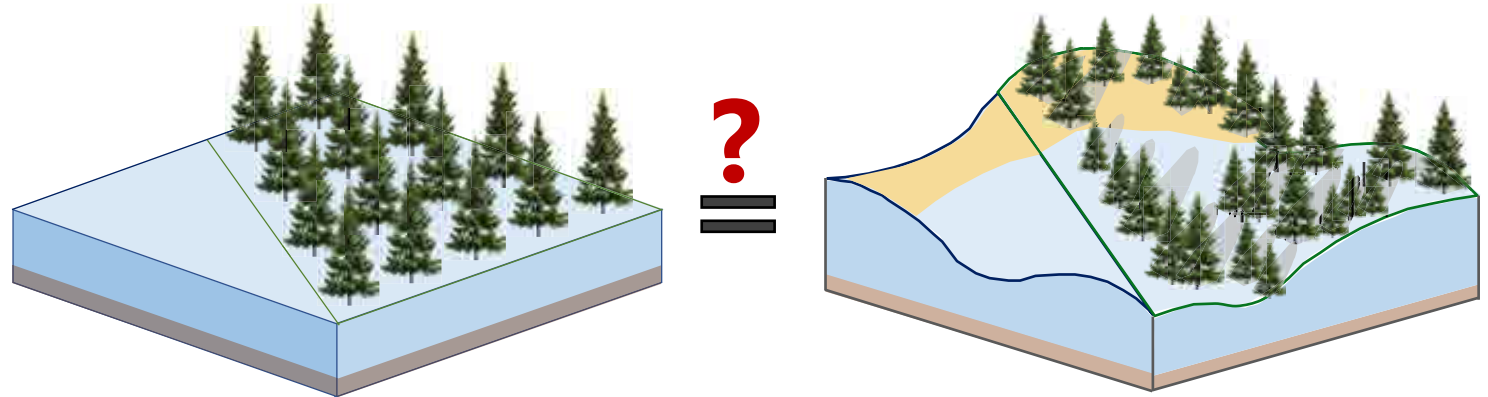
Thèmes de recherche: variabilité à petite échelle



mesures représentatives?

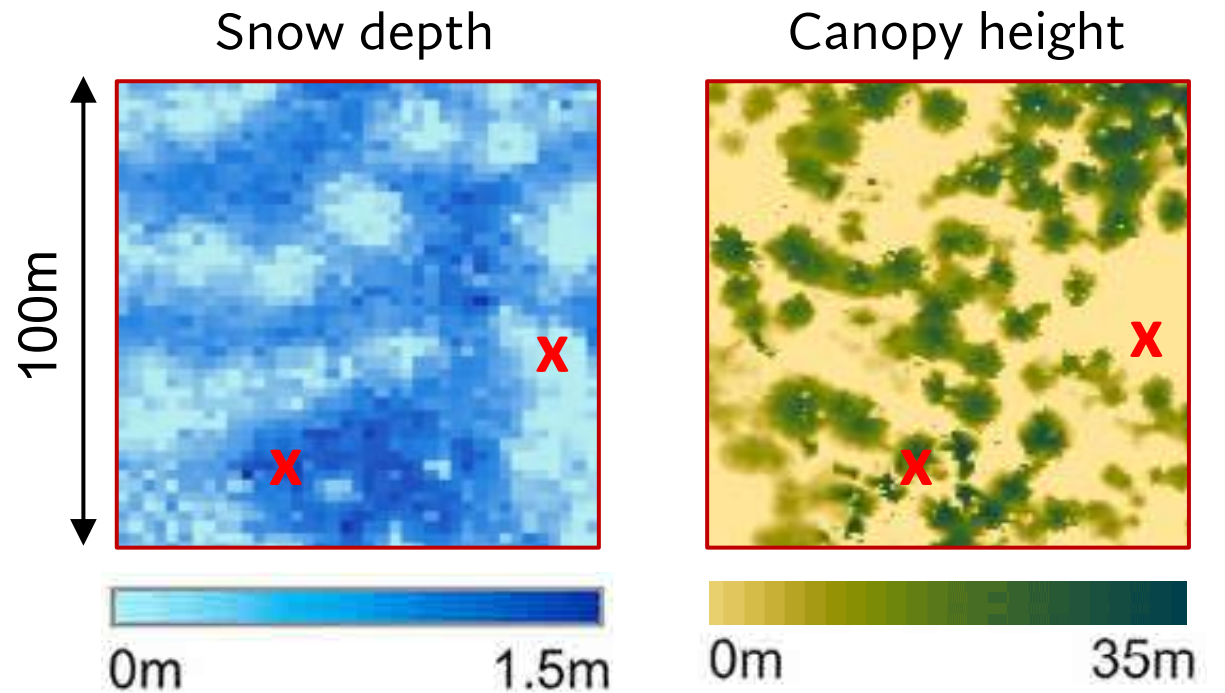
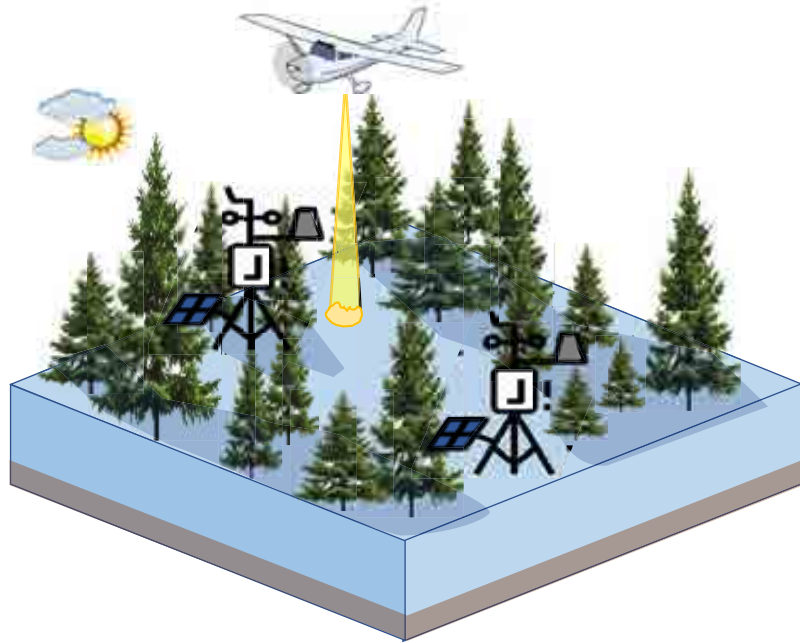


représentation des modèles?



Mesurer la neige en forêt

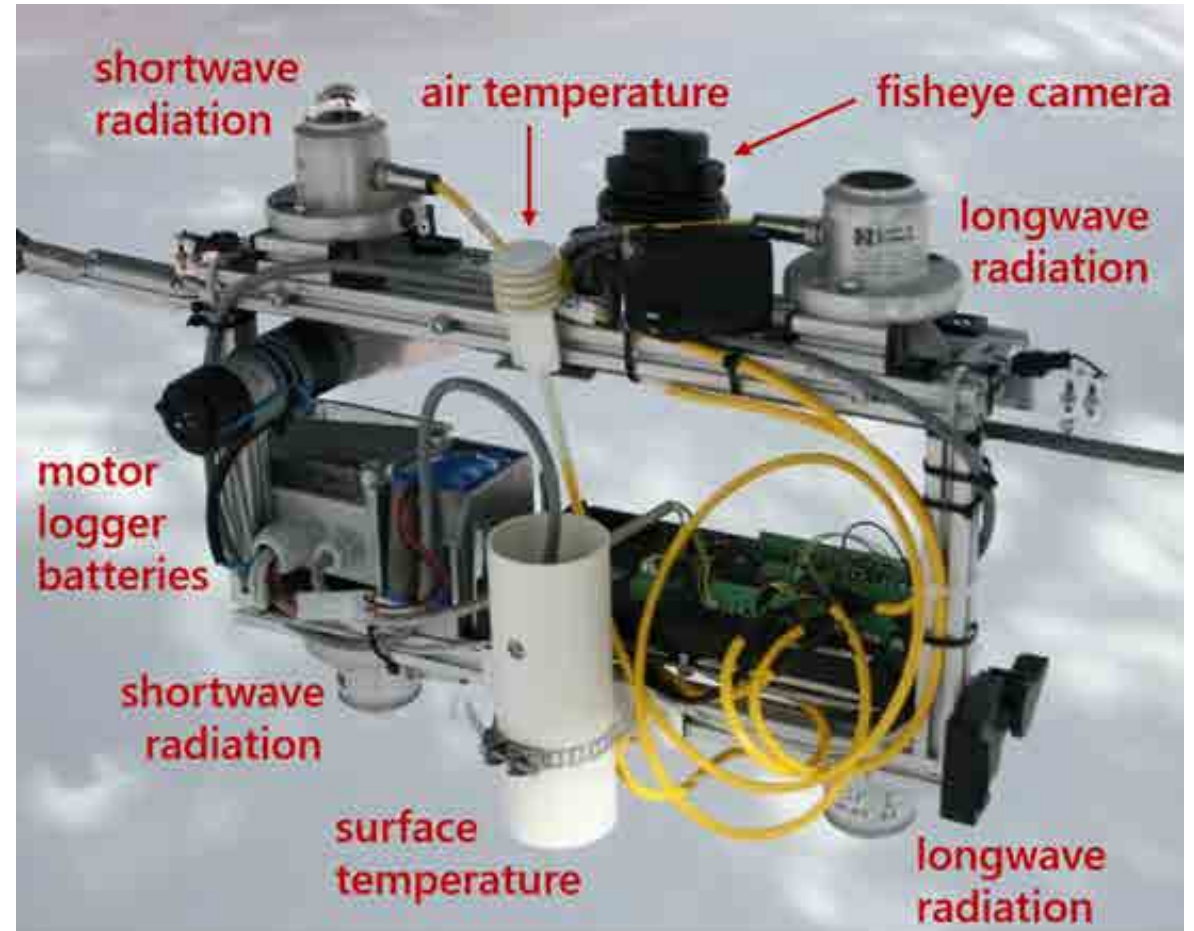
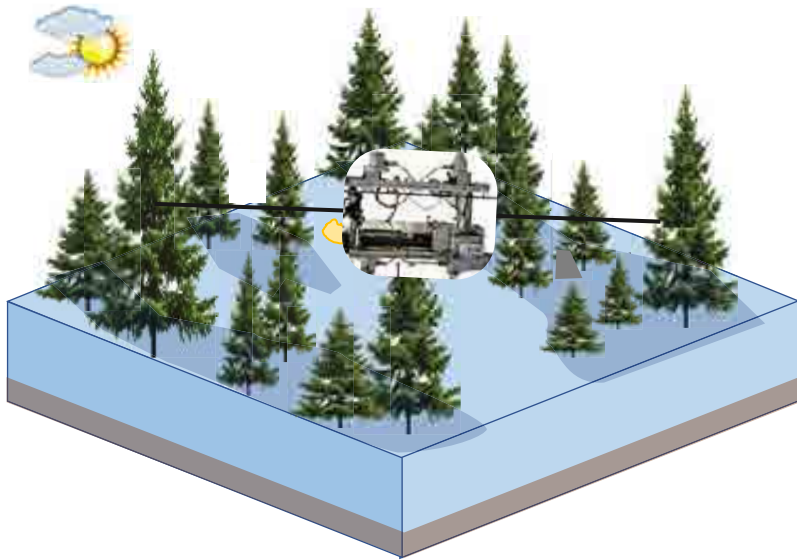
Télédétection par LiDAR



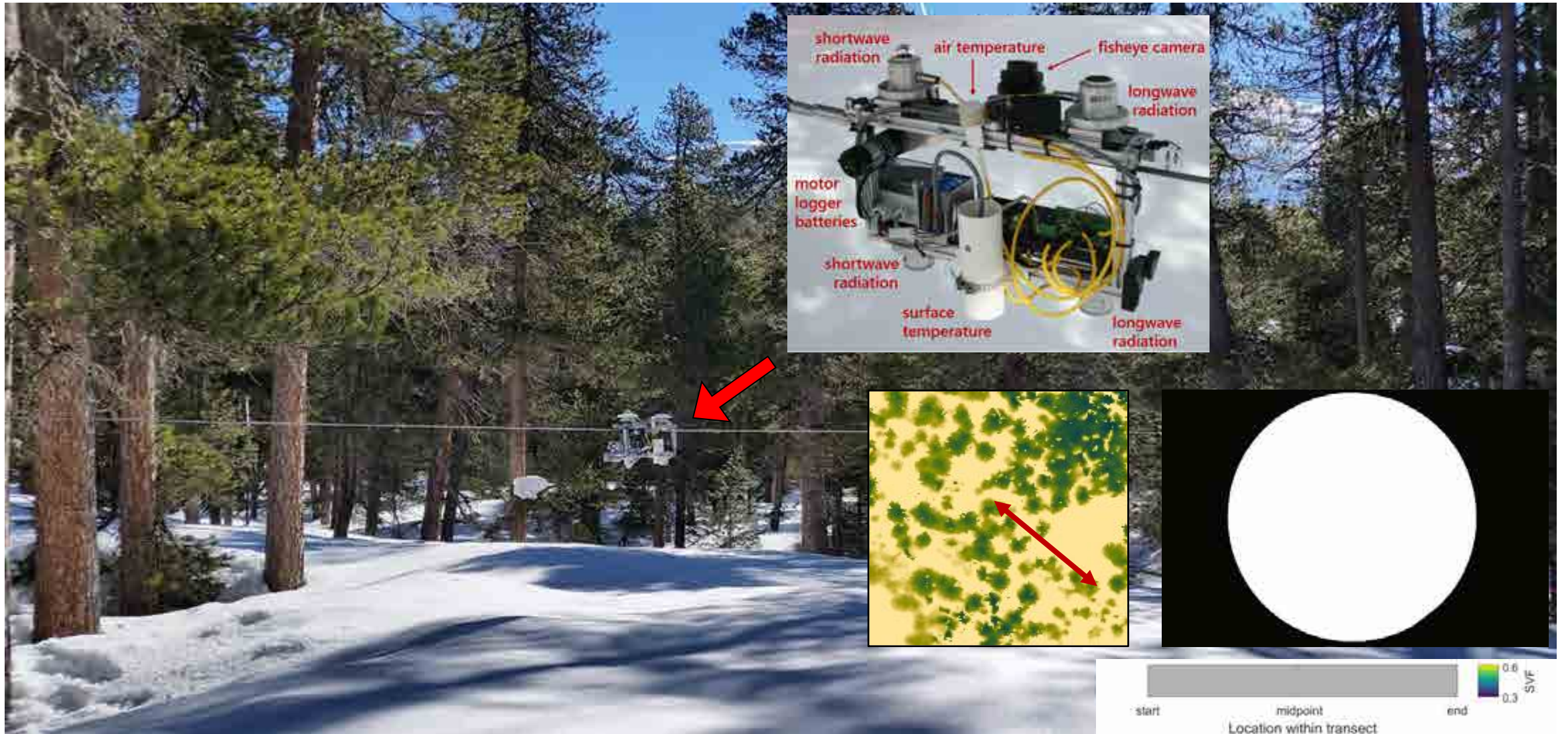
- Information sur la neige *et* la canopée
- Pas d'information sur les processus individuels

Mesurer les interactions entre neige et canopée

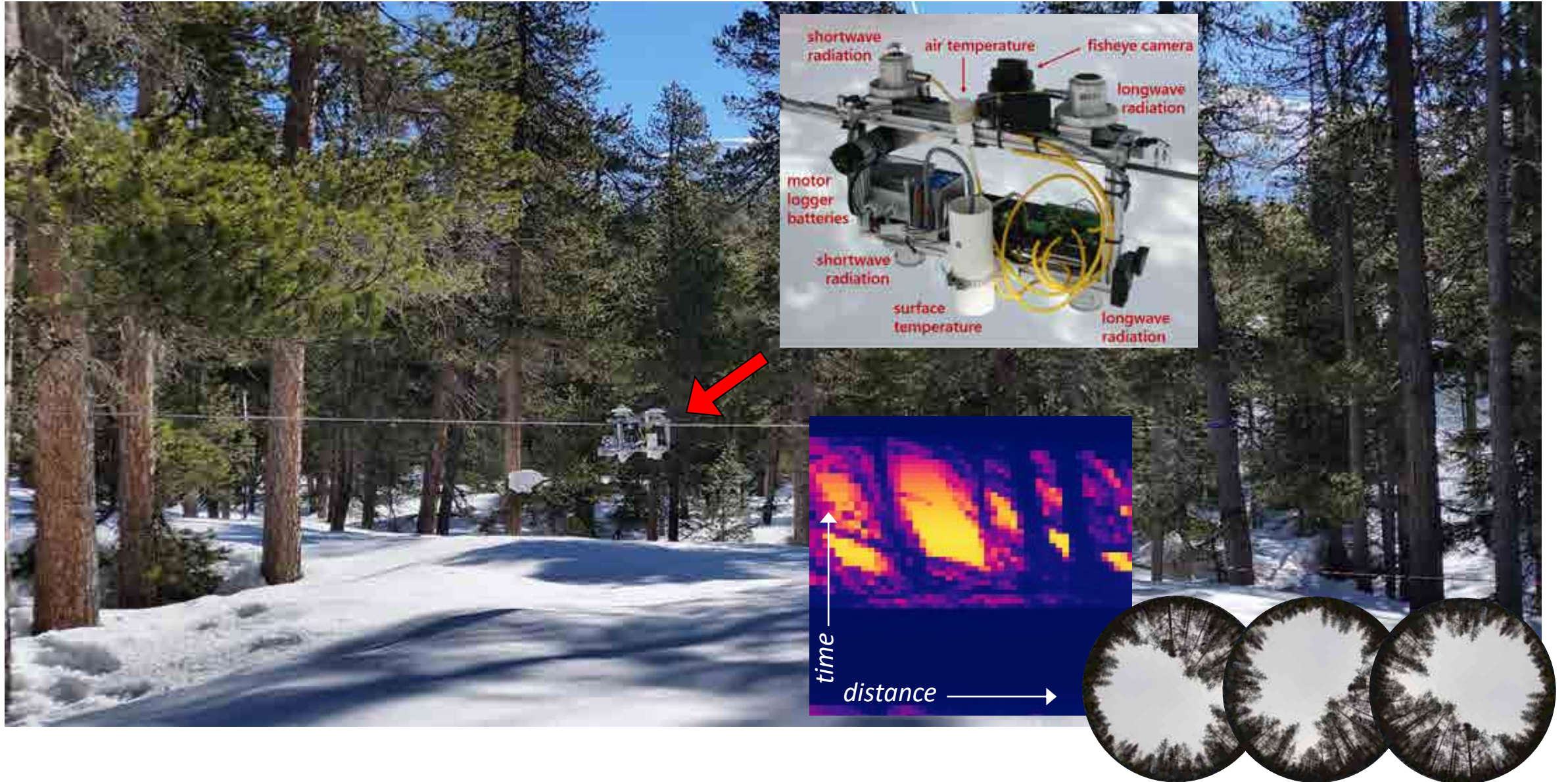
Capteurs sur système mobile ('cable car')



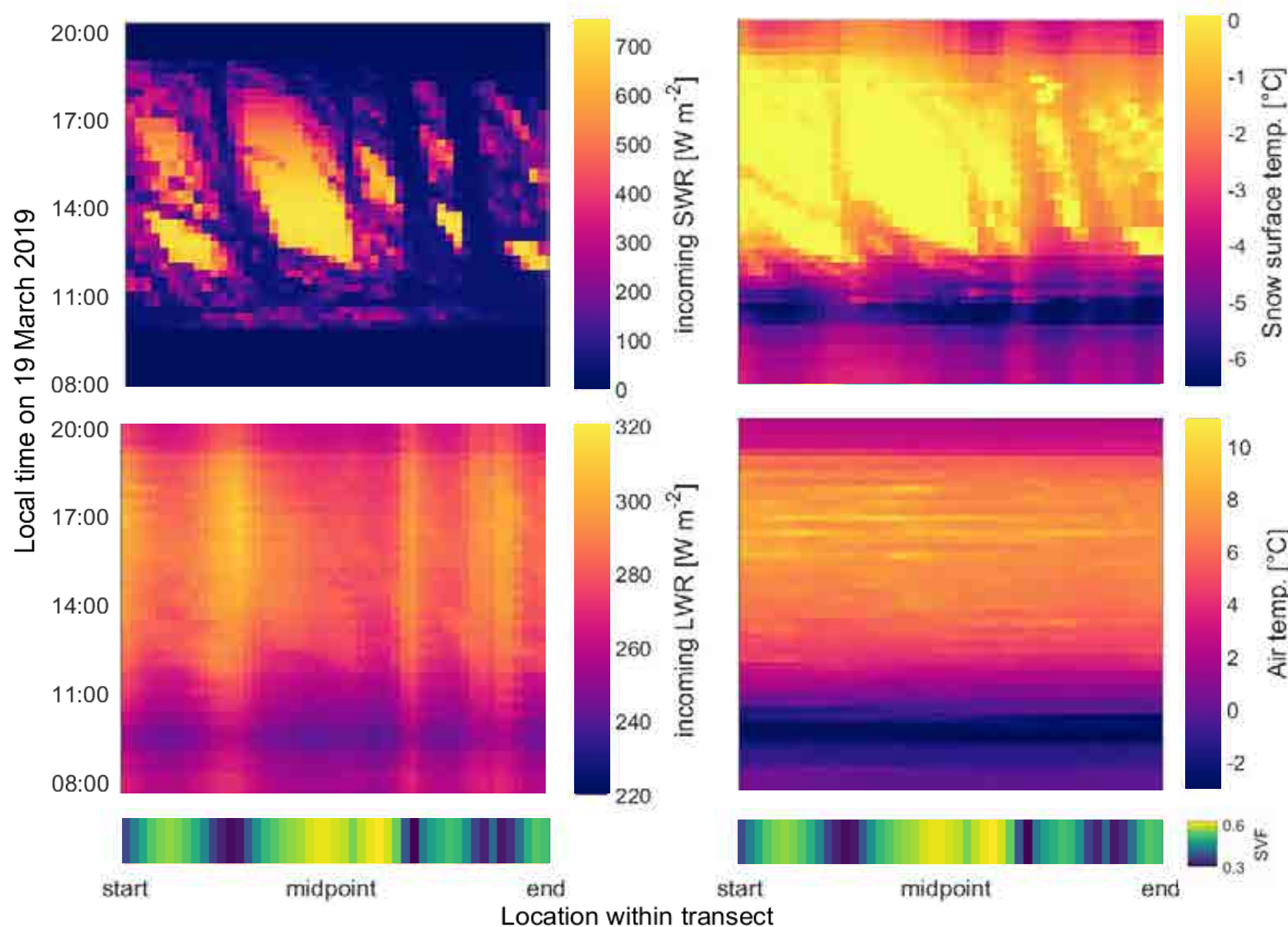
Mesurer les interactions entre neige et canopée



Mesurer les interactions entre neige et canopée

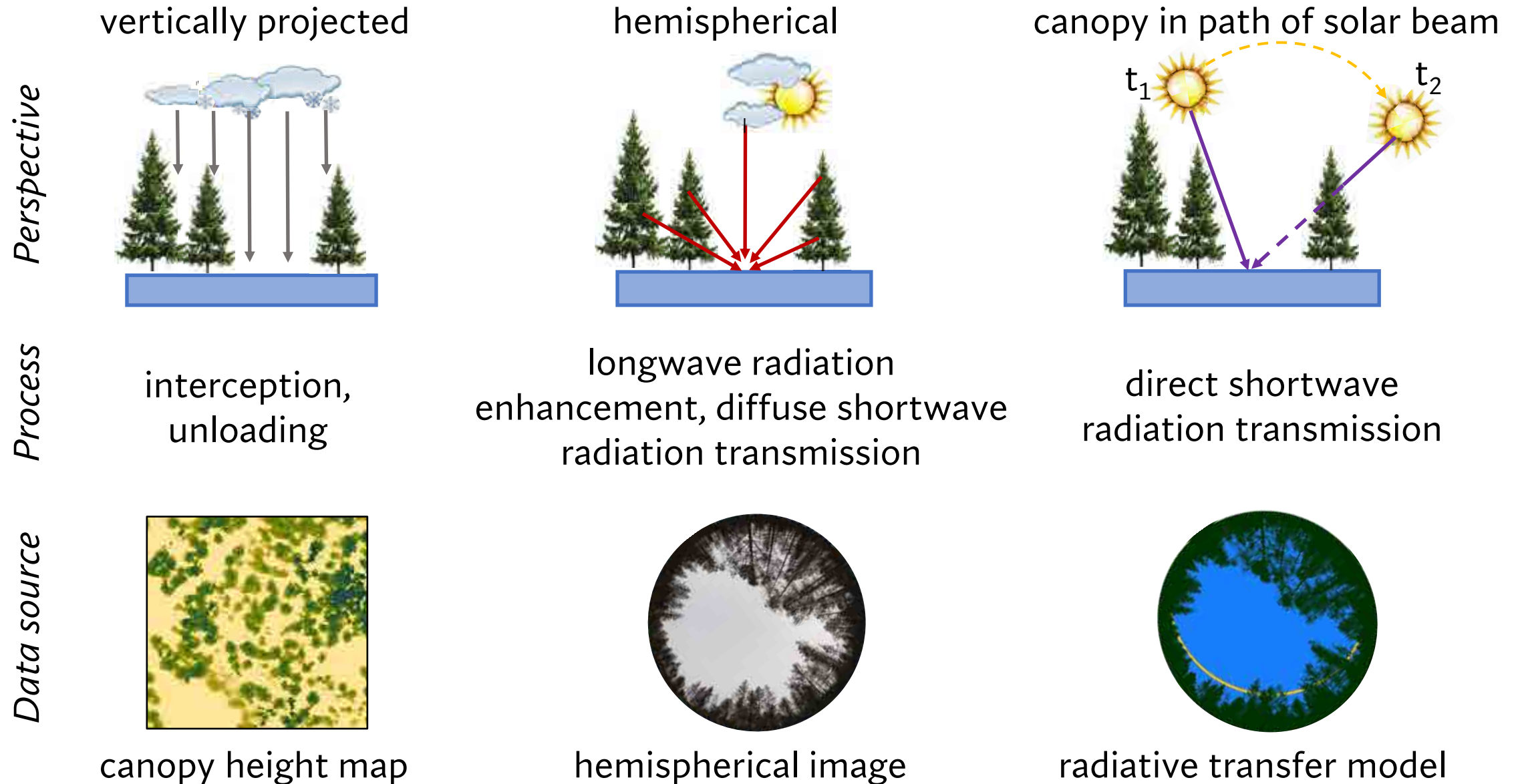


Mesurer les interactions entre neige et canopée



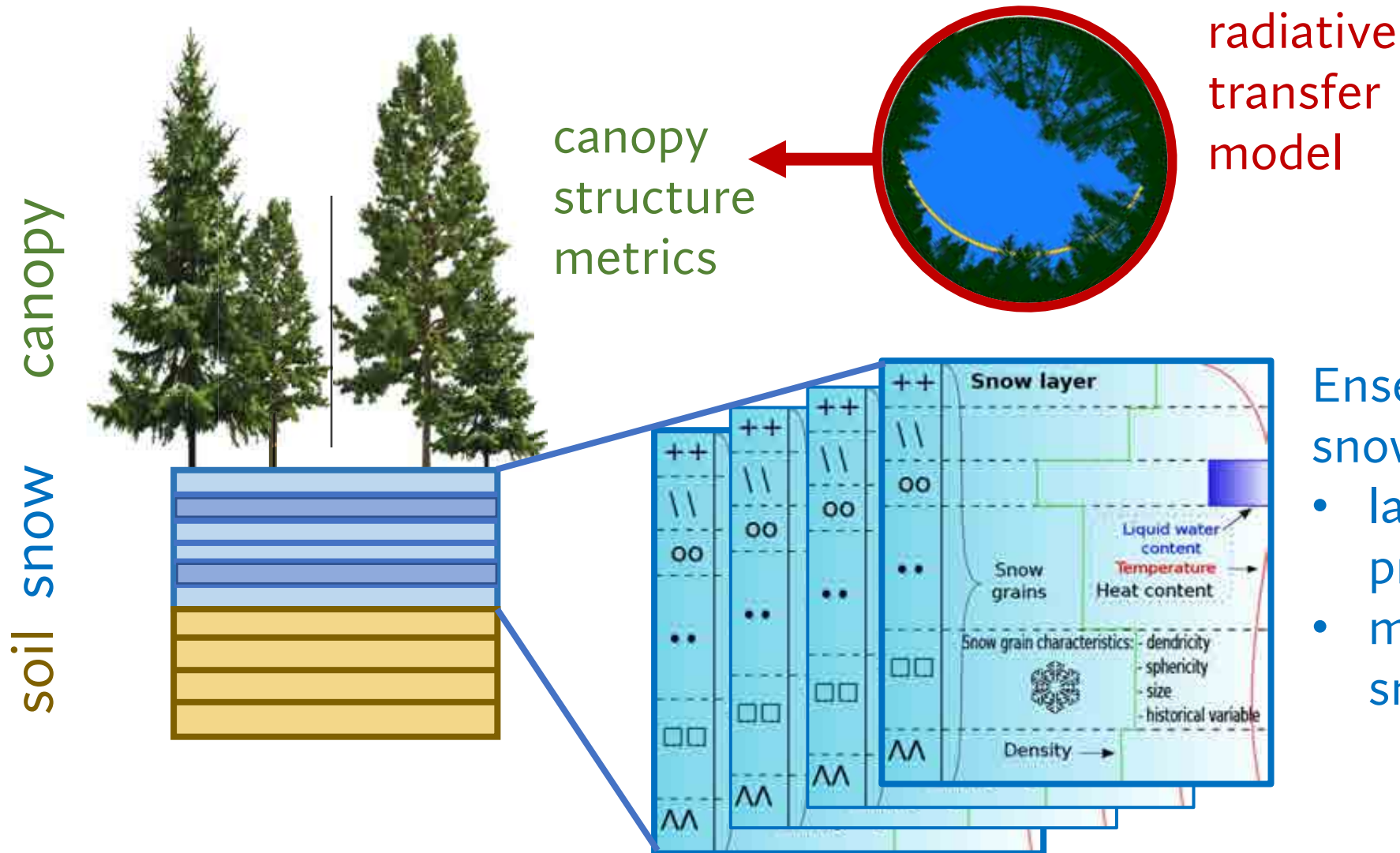
- Les différents termes du bilan énergétique dépendent différemment de la structure de la canopée
- Il faut utiliser des descripteurs détaillés de la canopée pour en tenir compte dans les modèles

Modélisation des interactions entre neige et canopée



Modélisation de la neige en forêt

Modèles physiques à l'échelle du point: un util de recherche

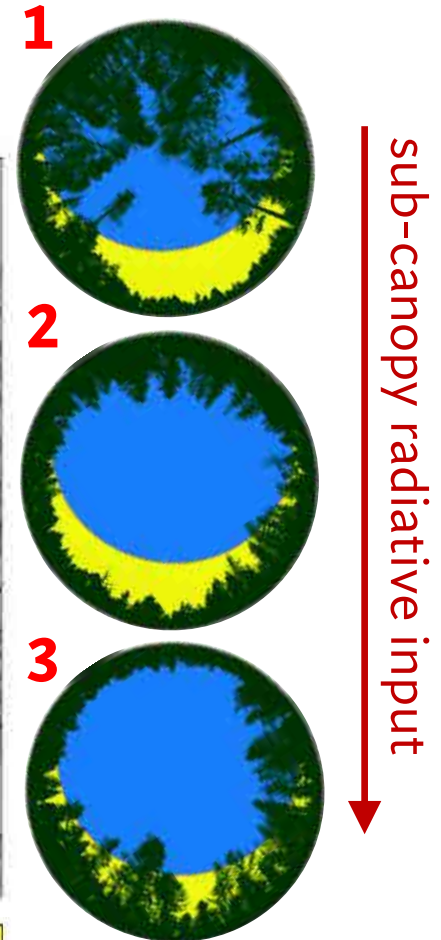
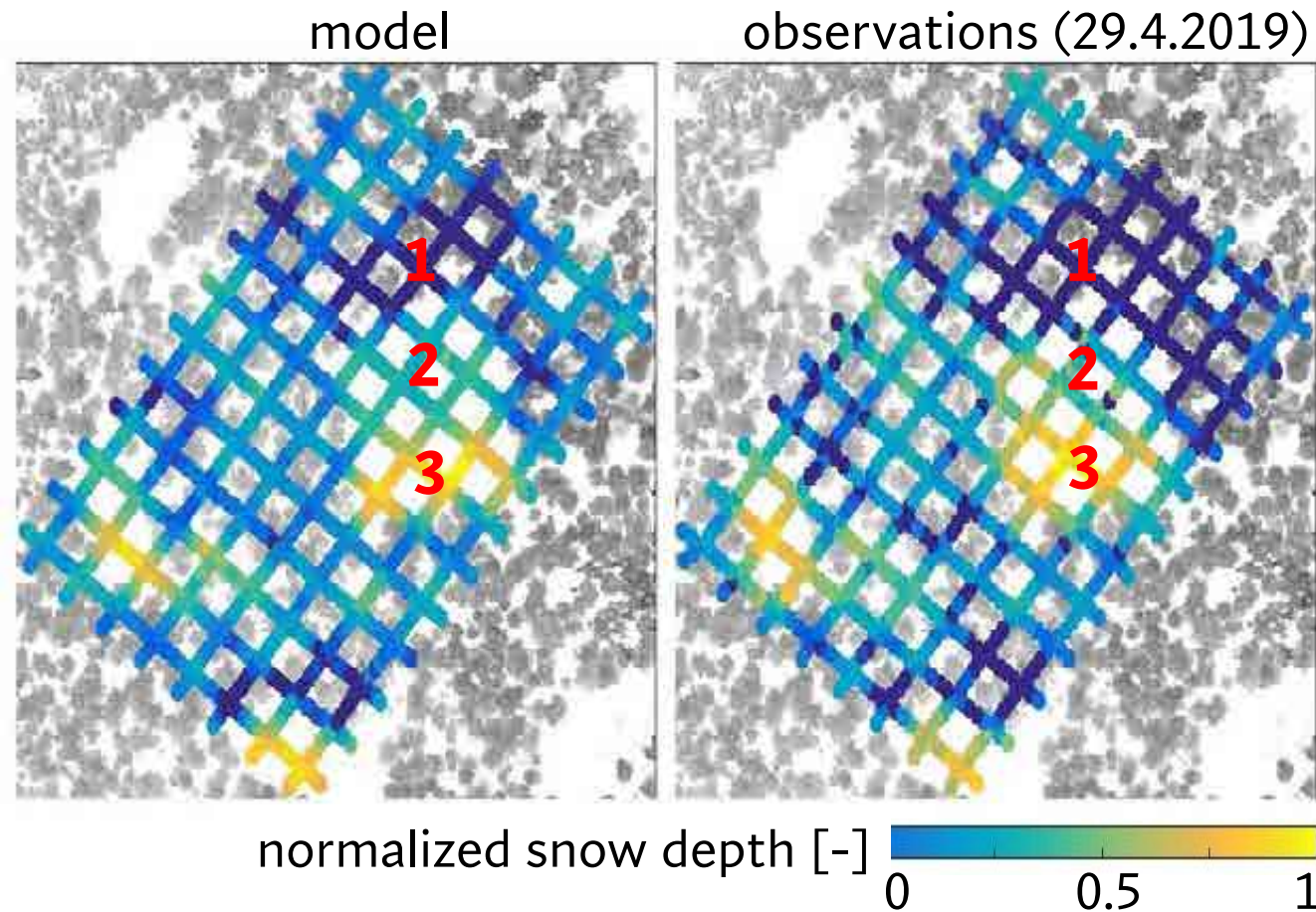


Ensemble system Crocus snow model:

- layer-scale snowpack properties
- multiple options for snowpack processes

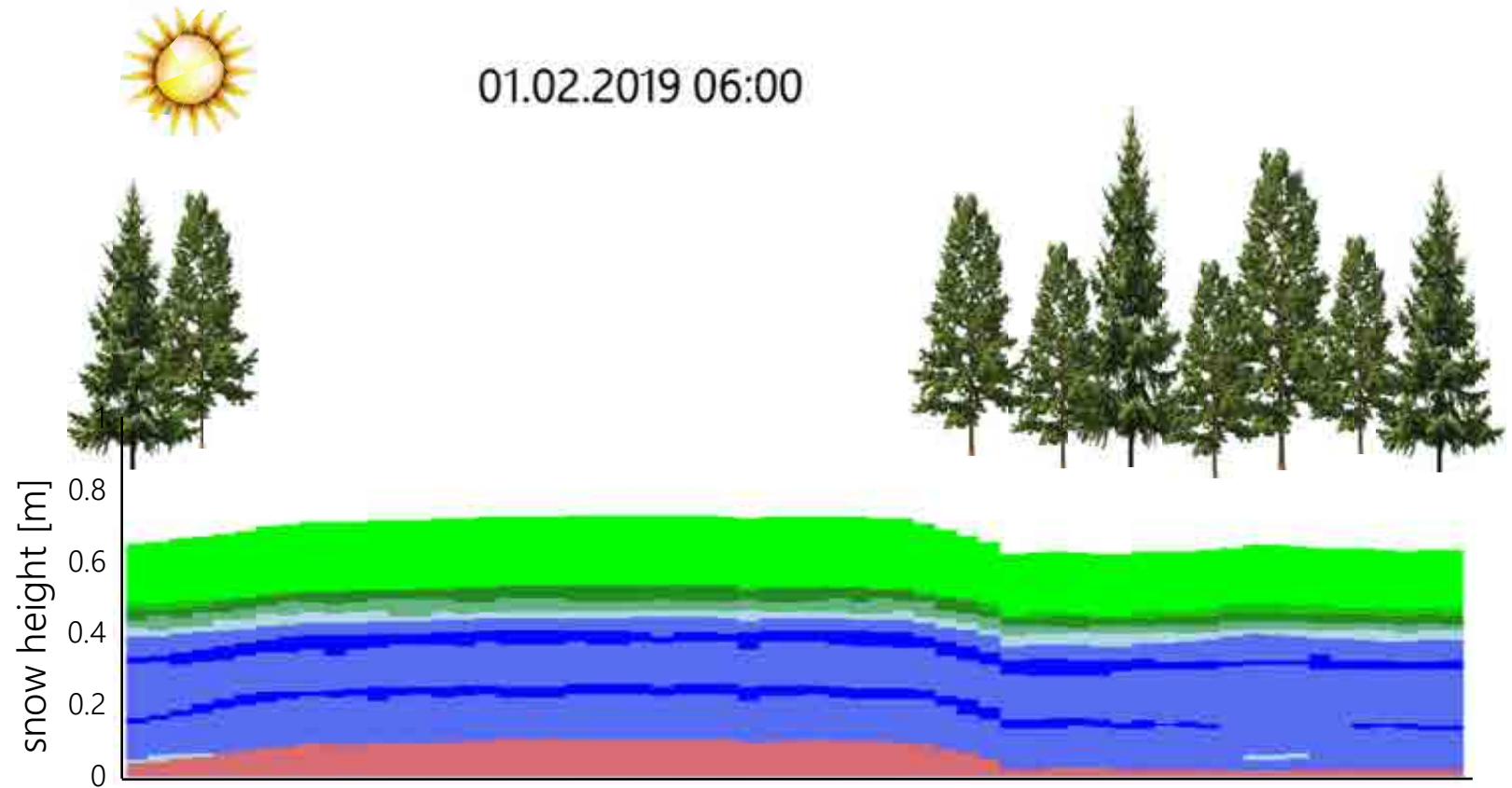
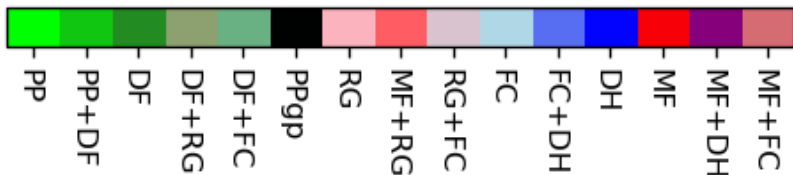
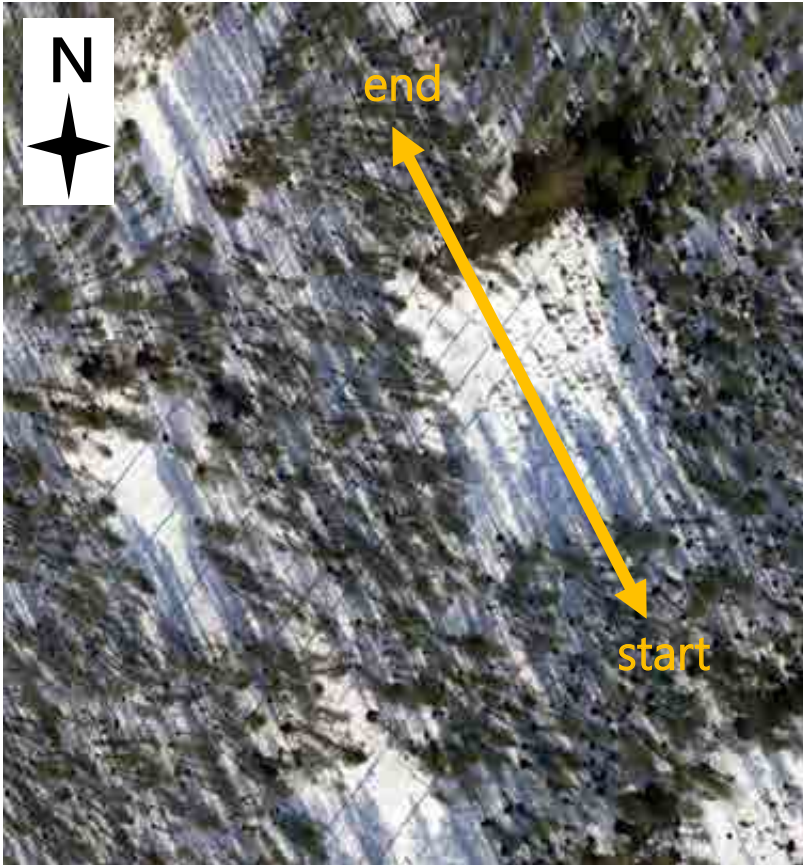
Modélisation de la neige en forêt

- Validation: simulations sur 900 points, grille de 120 x 80 m
- Canopée variable, gradients de rayonnement
- Variabilité spatiale de la hauteur de neige



Modélisation de la neige en forêt

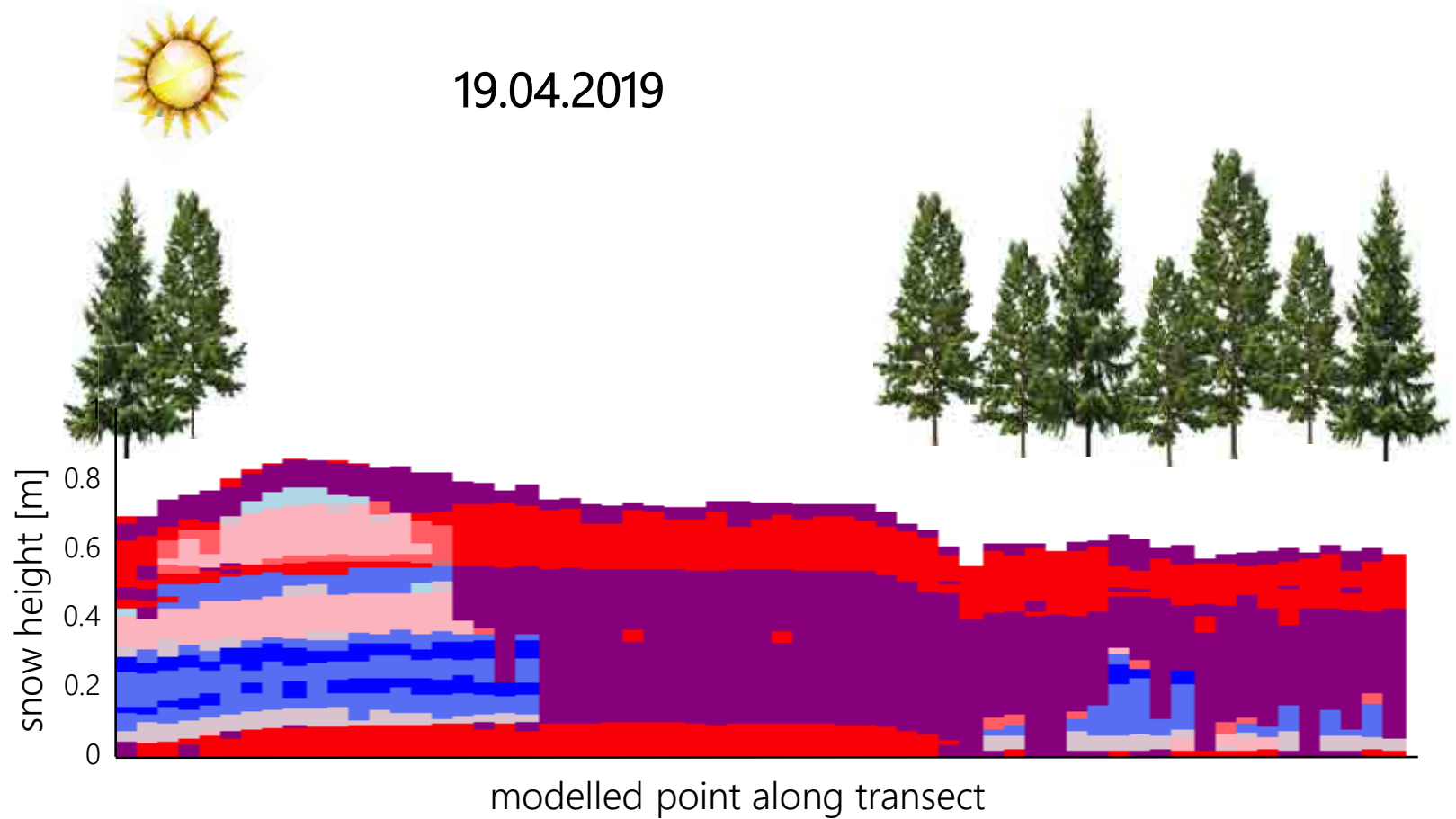
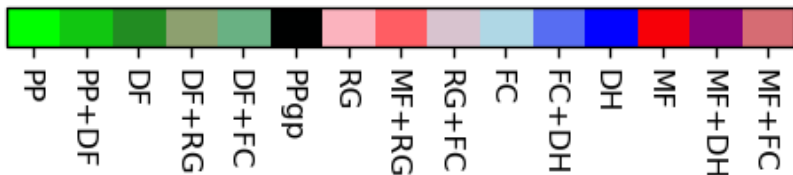
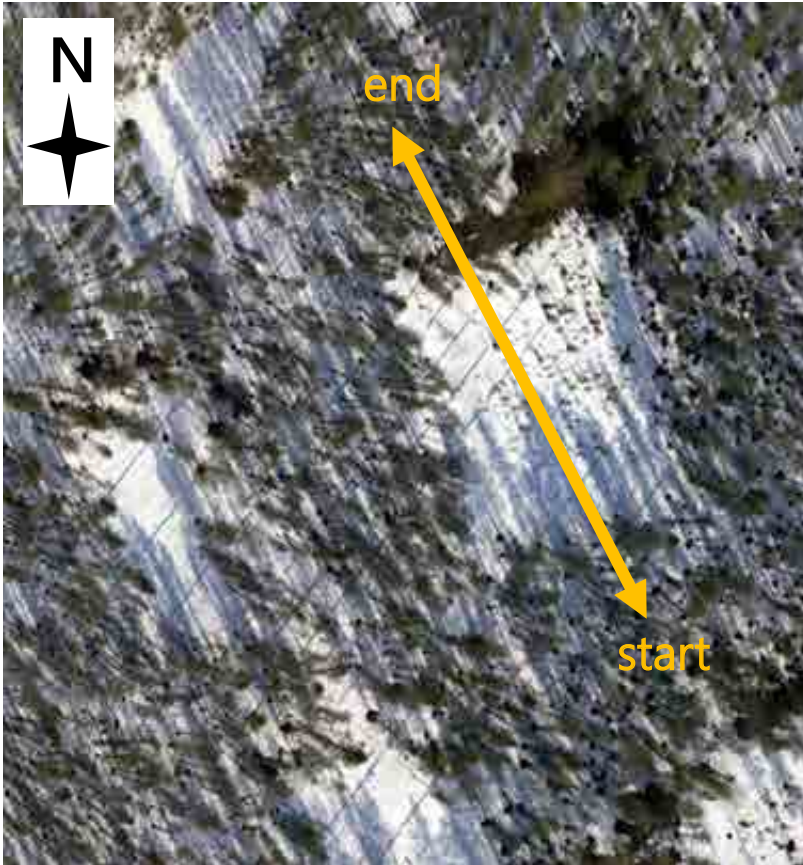
- Dynamique de la stratigraphie
- 60 points, transect à travers une clairière



modelled point along transect

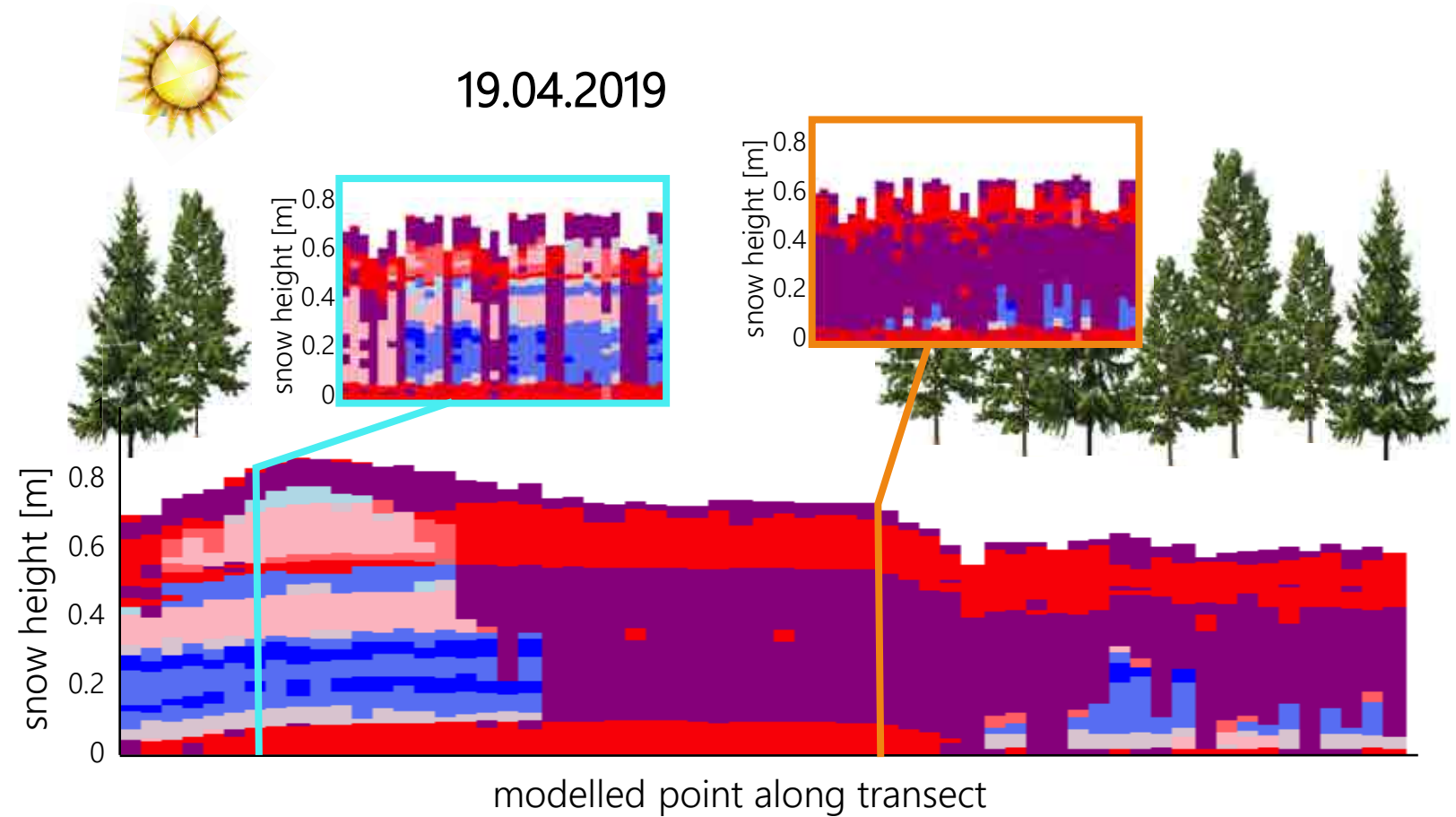
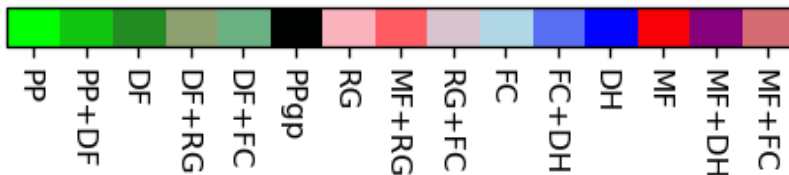
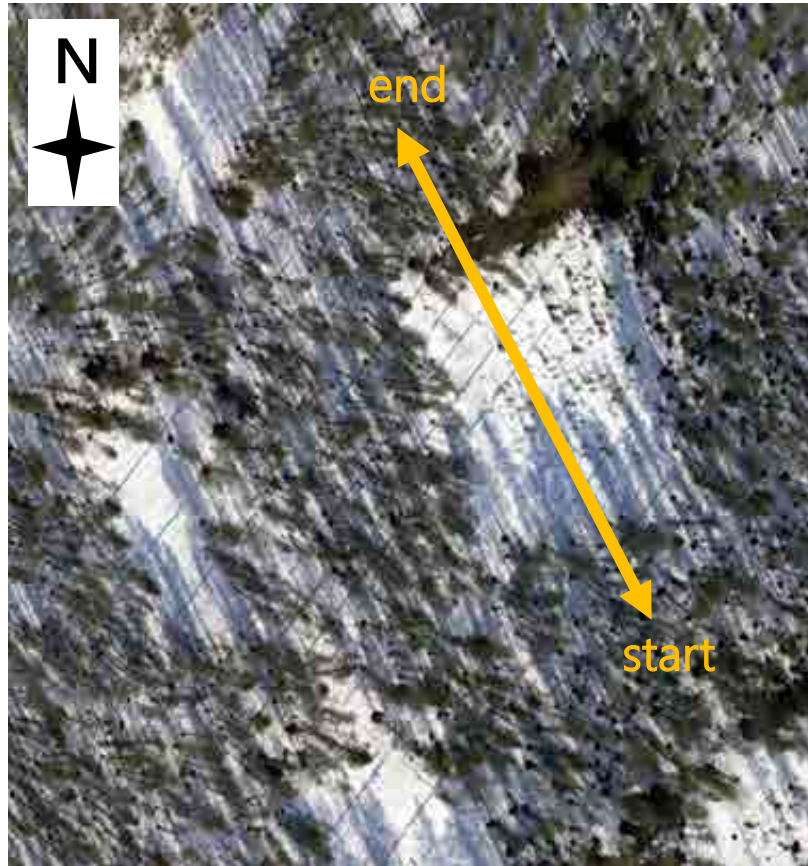
Modélisation de la neige en forêt

- Dynamique de la stratigraphie
- 60 points, transect à travers une clairière



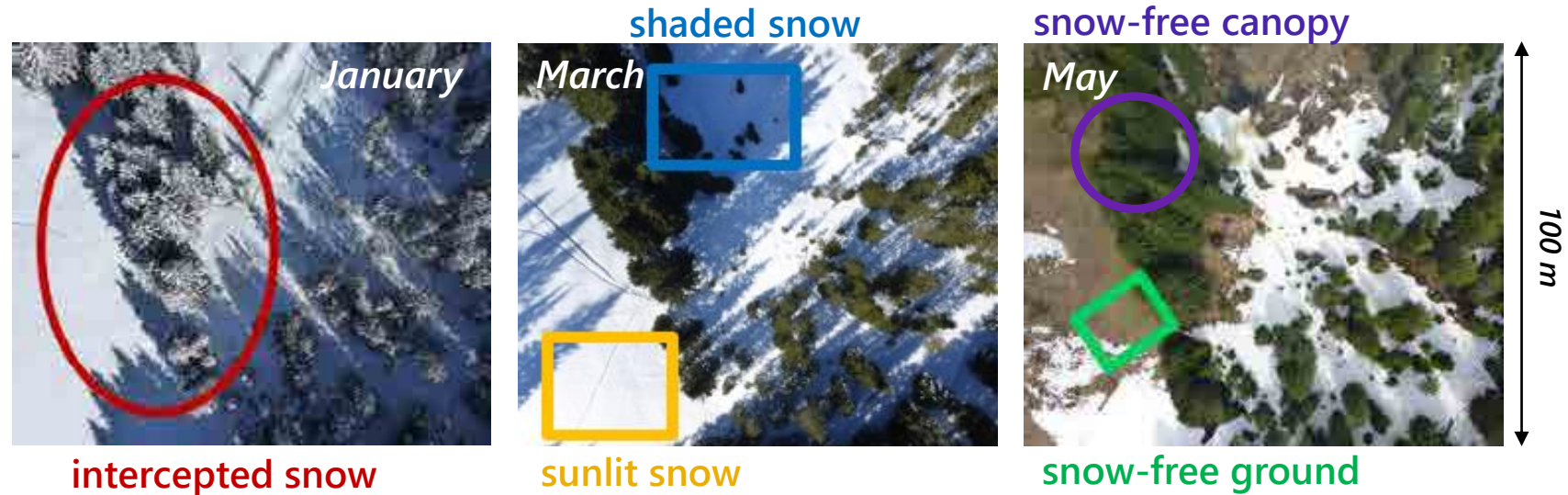
Modélisation de la neige en forêt

- Dynamique de la stratigraphie
- 60 points, transect à travers une clairière



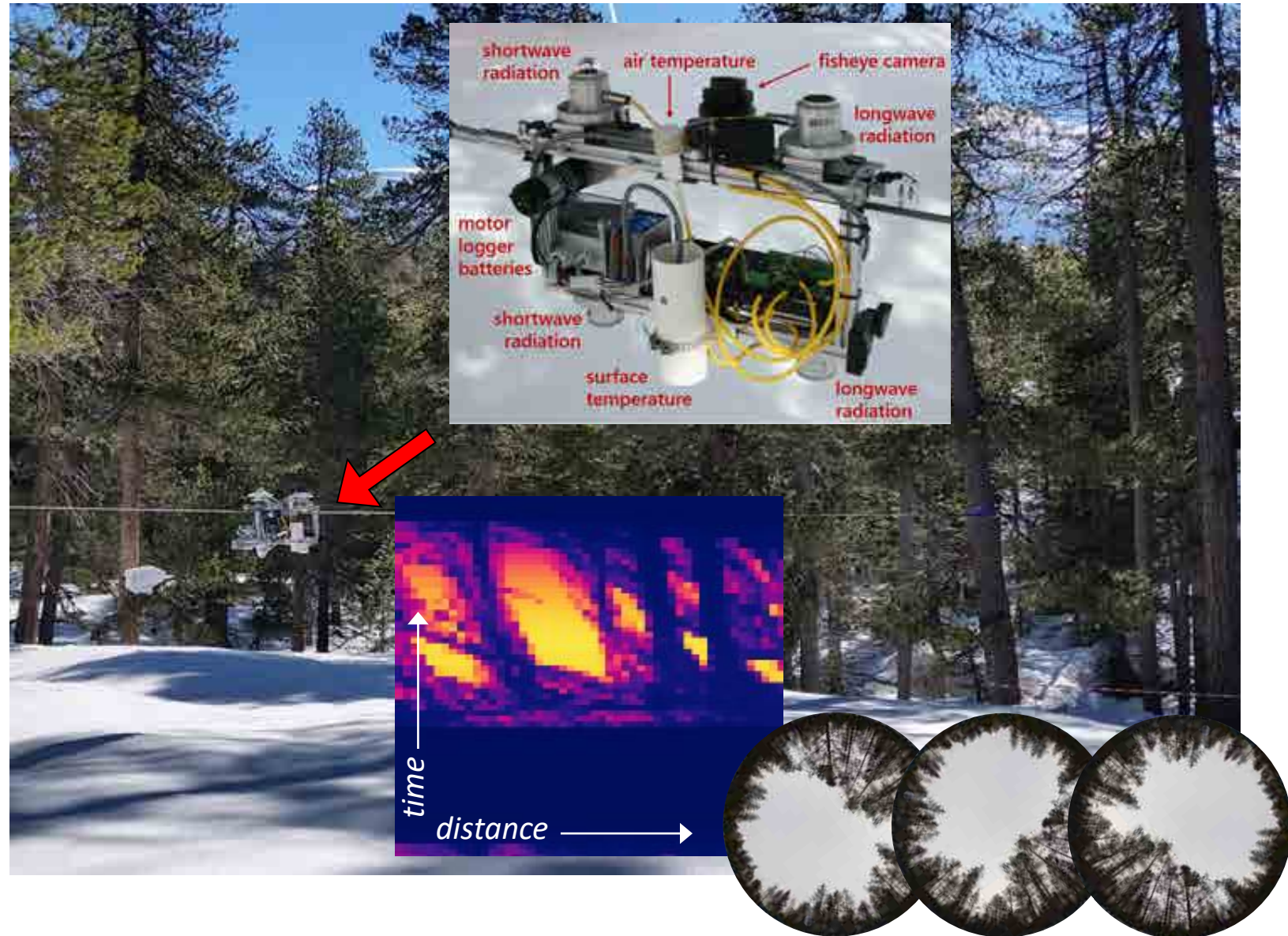
La neige de taïga: à retenir

- La structure de la forêt a une influence importante et complexe sur l'évolution du manteau neigeux.



La neige de taïga: à retenir

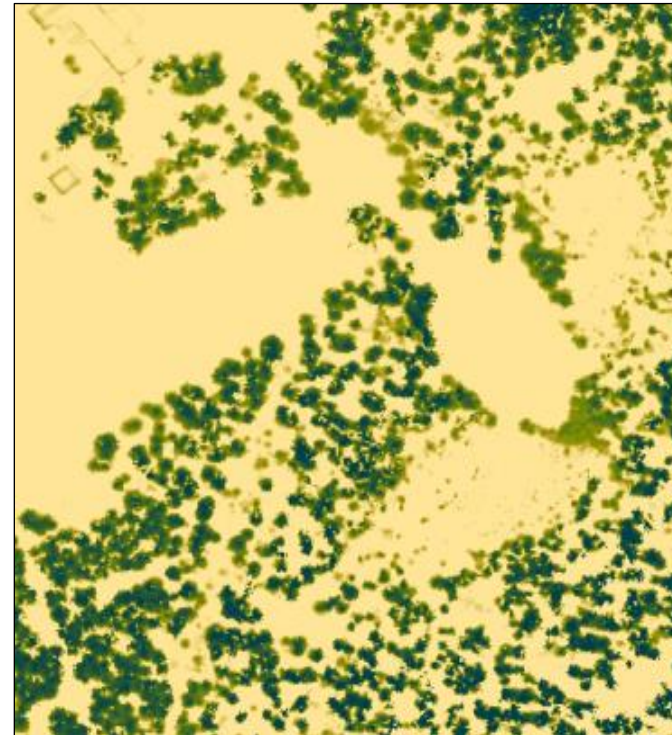
- La structure de la forêt a une influence importante et complexe sur l'évolution du manteau neigeux.
- Des nouvelles approches pour l'observation des interactions entre canopée et neige ont aidé au développement de modèles à petite échelle spatiale.



La neige de taïga: à retenir

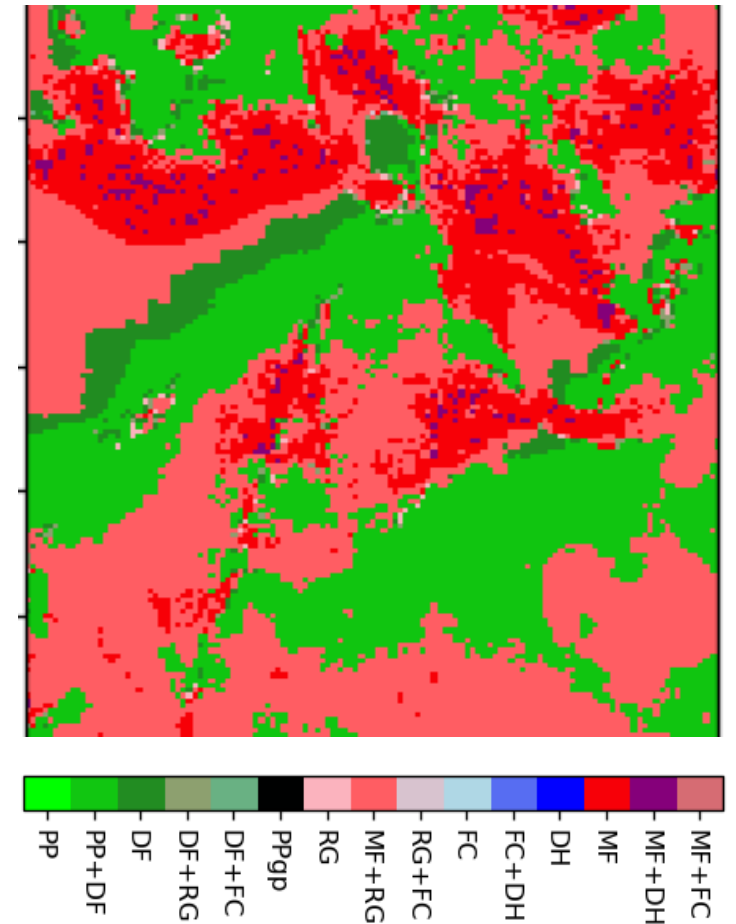
- La structure de la forêt a une influence importante et complexe sur l'évolution du manteau neigeux.
- Des nouvelles approches pour l'observation des interactions entre canopée et neige ont aidé au développement de modèles à petite échelle spatiale.
- Ces modèles nous servent comme outils de recherche pour mieux comprendre la dynamique spatio-temporelle de la neige en forêt

canopy height map



200m

snow grain type, 14.02.2019



Merci!

Contributions: Tobias Jonas, Clare Webster, Matthieu Lafaysse, Johanna Malle, Jari-Pekka Nousu;

Images: <https://alaskaphotographics.photodeck.com>, www.wallpaperflare.com, www.hdwallpapers.com



Observatoire des Sciences
de l'Univers de Grenoble

