

SNOUF

Institutions : IGE, CEN-MétéoFrance, IRSTEA Lyon et Grenoble.

Collaborations: Nick Rutter et Clare Webster (université de Northumbria) et Richard Essery (Université d'Edinburgh).

Financements : Labex Recherche (20 keuros), IGE (4 keuros), chercheur invité UGA.

Résumé du projet. Les forts effets des forêts sur la neige restent mal connus dans les études de climat et de ressources en eau en montagne. **L'objectif est d'étudier les processus de fonte nivale sous la forêt de conifères au site du CEN du Col de Porte.** Début 2017, des pyranomètres et pyrgéomètres seront déployés en surface de neige afin de documenter **les fortes variabilités spatiales et temporelles des rayonnements solaires et infrarouge.**

Résultats attendus

- Cartographie fine 3D du couvert forestier
- Mise en évidence des facteurs contrôlant les rayonnements et le couvert neigeux en site ouvert (référence CEN), en clairière et sous la canopée (à différentes distances des troncs).
- Evaluation des calculs de transmission du rayonnement solaire et d'émission du rayonnement infrarouge par la canopée selon différentes conditions climatiques (ciel clair / nuageux).
- Evaluation de modèles de transfert radiatif et de neige sous forêt, de différentes complexités : degré-jour J2000, ISBA-MEB, Snowpack/Alpine3D, UK Earth Surface Model.

Automne 2016 : préparation du site sous le suivi d'Yves et Erwan.

Novembre 2016 : un pluviomètre dans la trouée / station de micro-météorologie complète sous la canopée (Catherine et Guilhem) / perches à neige (Yves Lejeune)

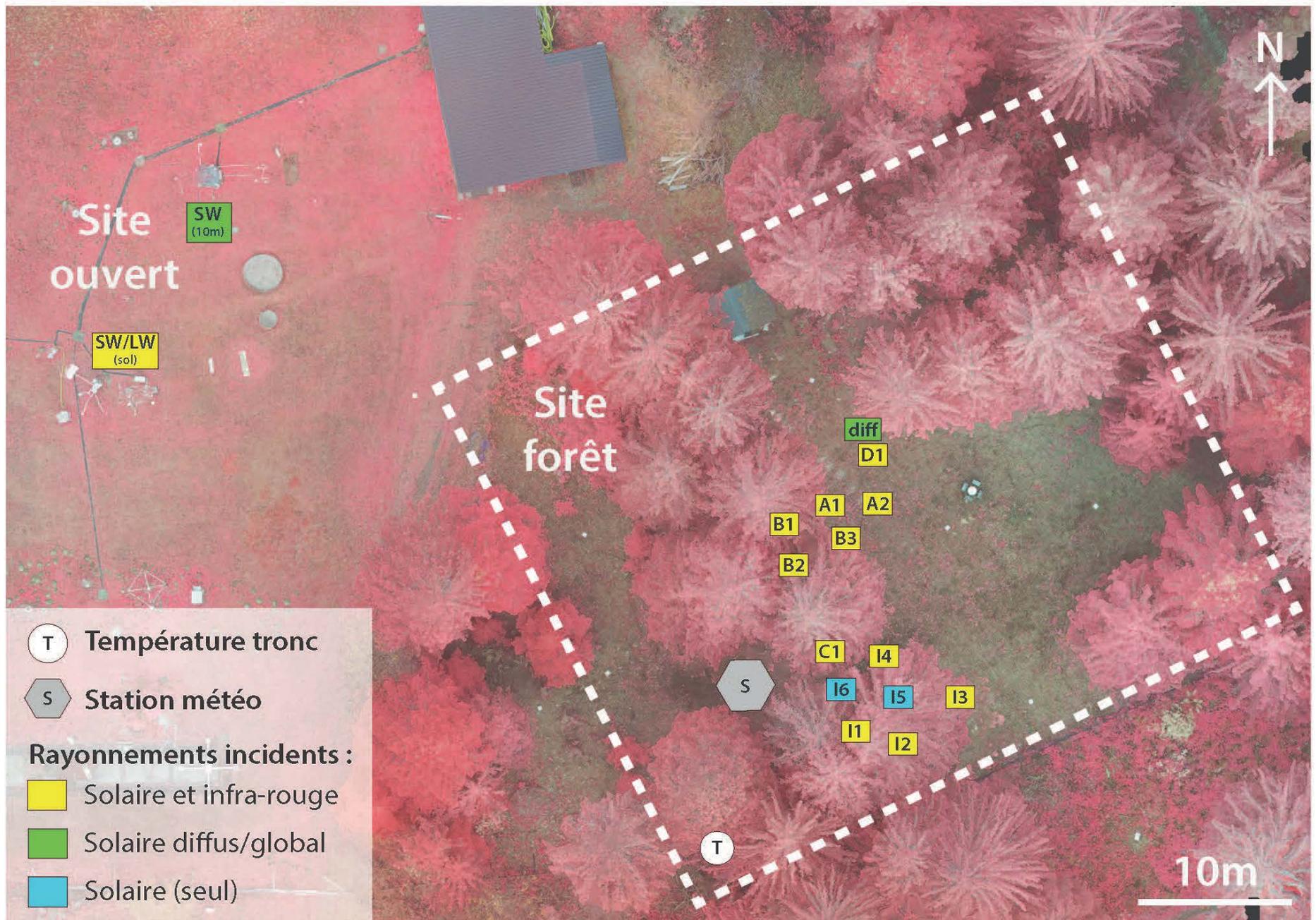
16 janvier: installation des radiomètres sous la canopée avec Nick Rutter et Clare Webster

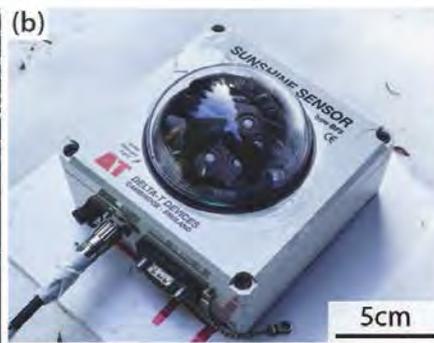
- 11 paires de pyranomètres (solaire) et pyrgeomètres (infrarouge thermique), dont 7 paires prêtées par l'université de Northumbria (UN)
- une mesure des rayonnements solaires diffus et direct (UN)
- une mesure infrarouge IR120 de la température d'émission d'un tronc.
- une webcam pour suivre l'état de la surface de neige et des capteurs

Hiver et printemps : Les équipes de Frédéric Berger et Laurent Bornier de l'IRSTEA ont effectué un relevé forestier du site et des vols de photogrammétrie de la canopée par drones + un vol Lidar sous hélicoptère.

Février : Laurent Arnaud et Ghislain Picard ont installé un « Rugged Laser Scan ».

Février – Juin : Victor Ramseyer (M2R) analyse les mesures de rayonnements + modélisation des transferts radiatifs avec Richard Essery en visite à l'IGE en avril.





A large, abstract graphic on the left side of the slide, consisting of several overlapping, rounded rectangular shapes in various shades of green, creating a sense of depth and movement.

Inventaire forestier et Lidar aéroporté Placette du Col de Porte

Monnet J.-M., Mermin É., Tardif P.

IRSTEA Grenoble

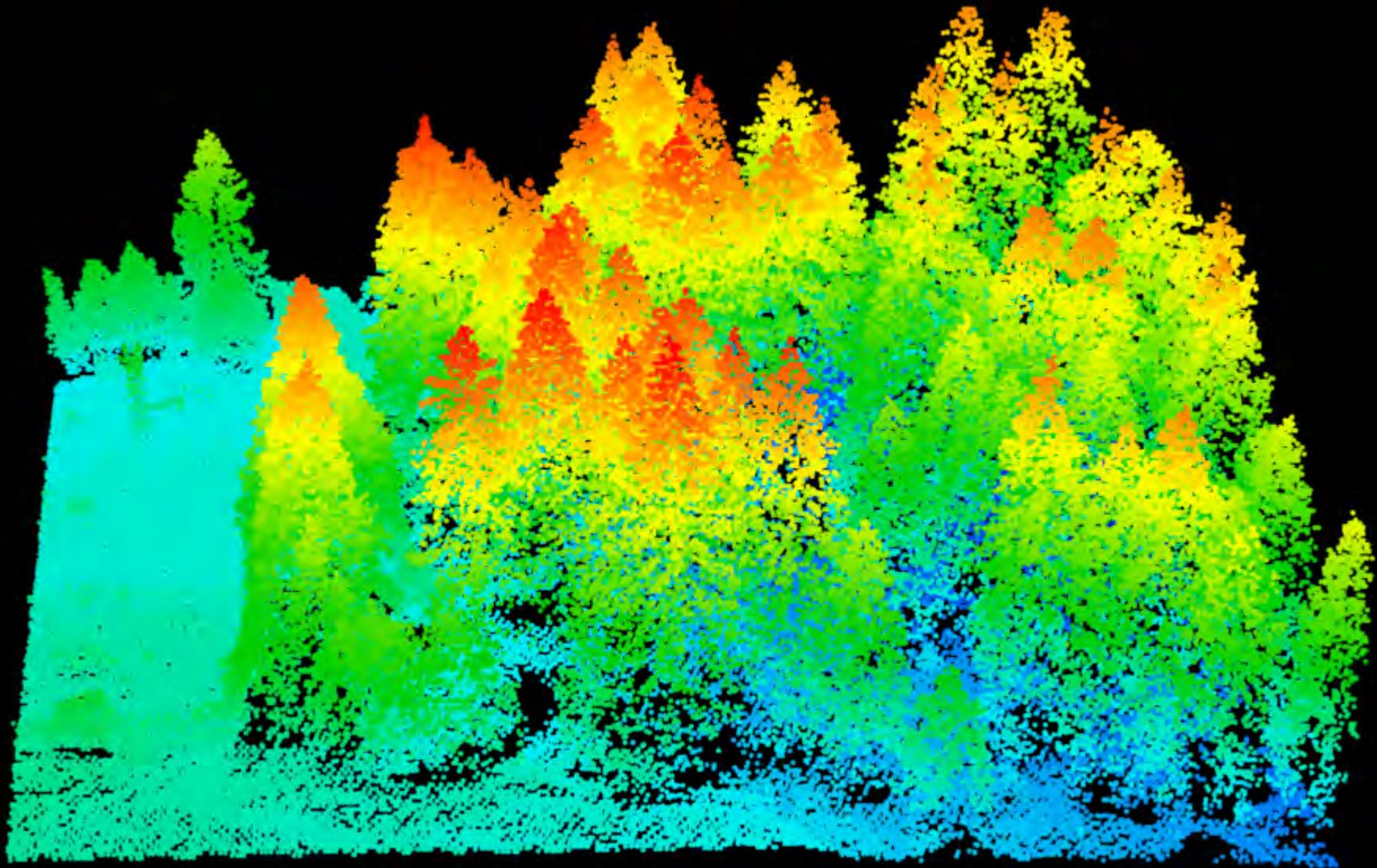
Réunion SNOUF - 14 avril 2017



Données Lidar

Acquisition

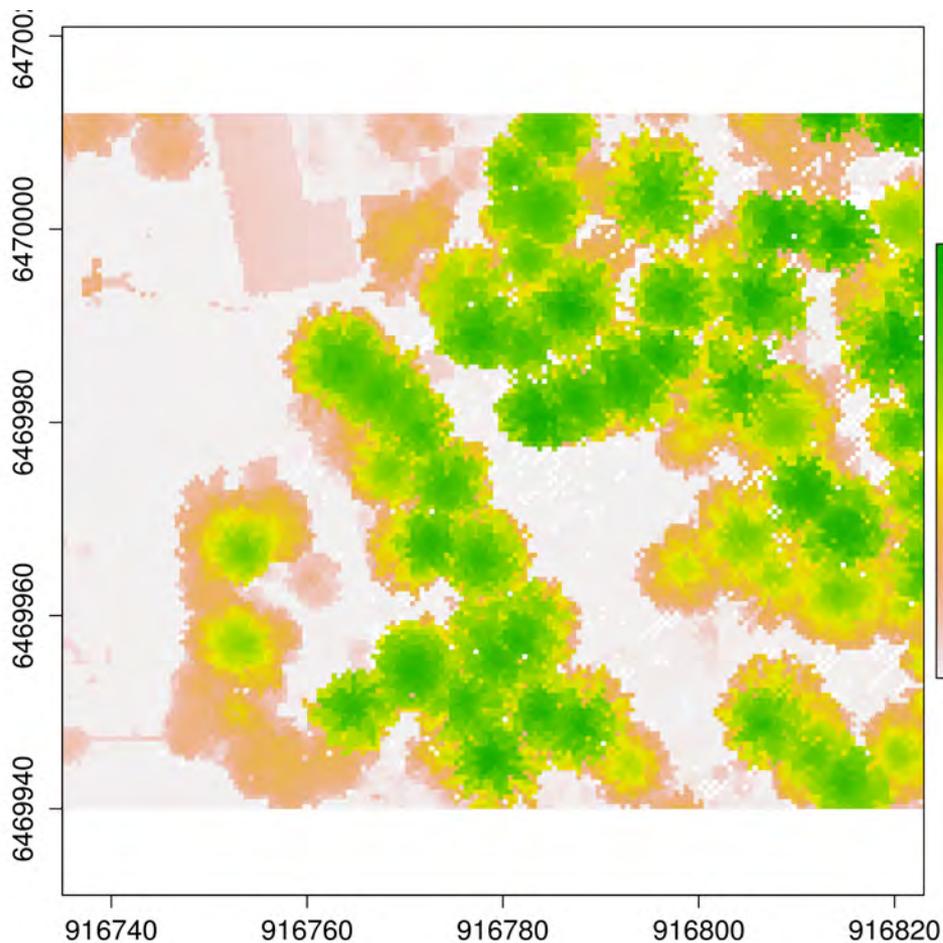
- Prestataire : Sintegra
- Date de vol : 30/08 au 02/09/2016 (mission plus large dans le cadre du projet OUI-GEF)
- Capteur : RIEGL LMS Q680i
- Paramètres de vol
 - Hauteur 750m
 - Vitesse 70 nœuds
 - Angle de scan 60°
 - Fréquence d'émission 300 kHz
 - Précision 10-25 cm (alti-plani)



Données Lidar

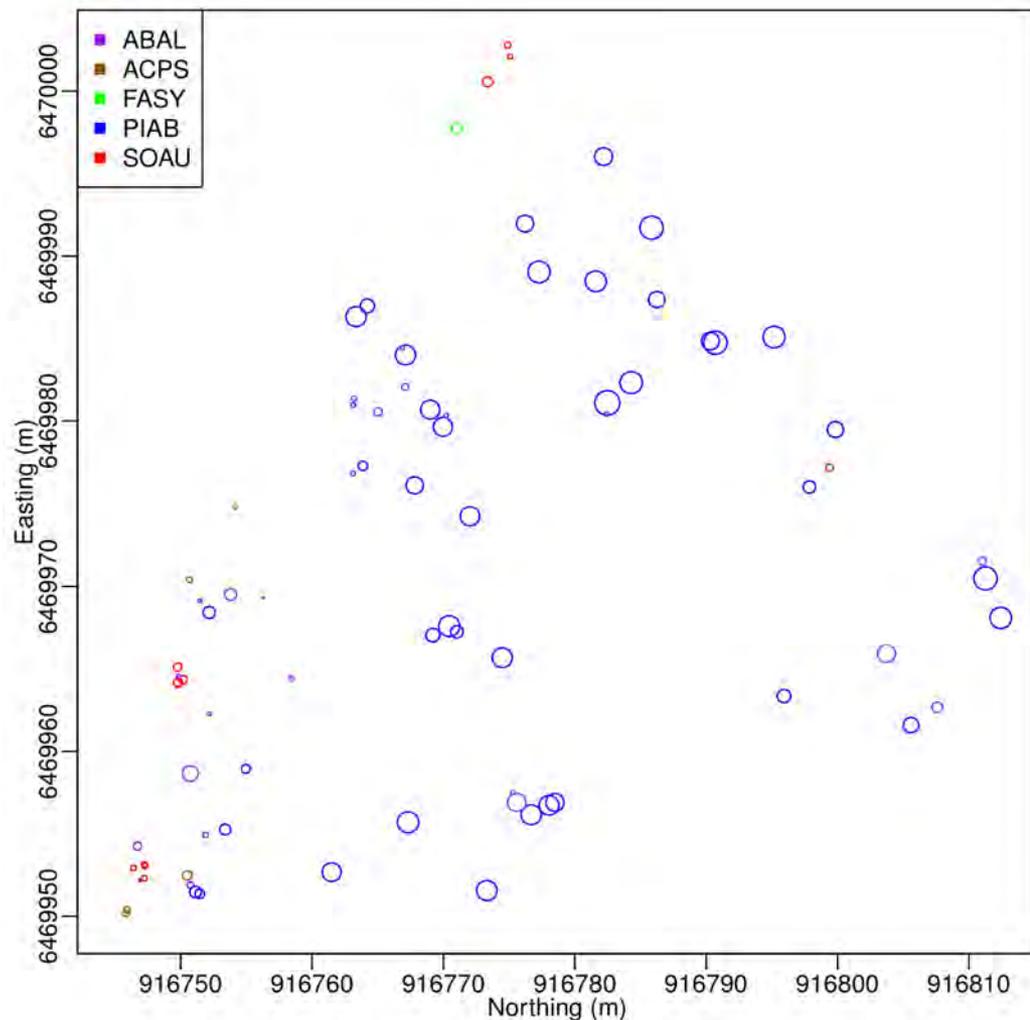
Sur la placette

- Surface ~ 0.2 ha
- Densité de points : 30/m²
- Classification sol/sursol réalisée par le prestataire
- Densité de points classés « sol » : 3/m²



Modèle numérique de canopée,
résolution 0.5m

Données Forêt

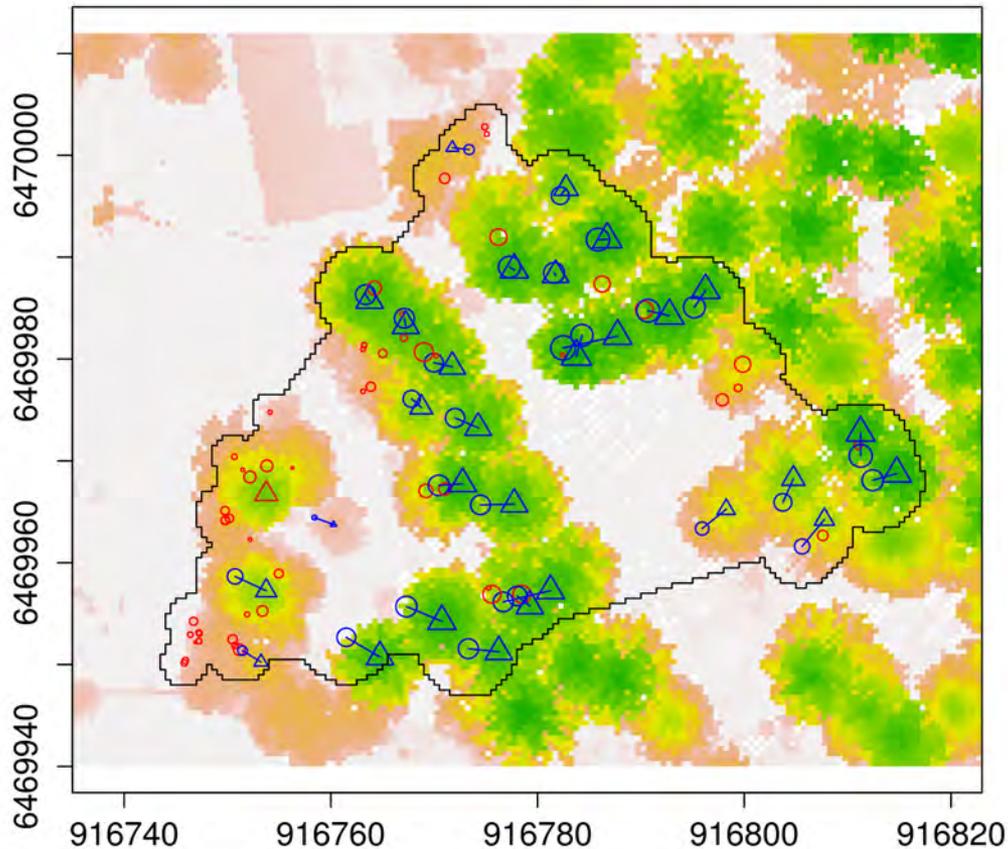


Résultat

- 141 arbres relevés dont
 - 128 vivants
 - 52 sapins
 - 42 épicéas
 - 12 érables
 - 20 sorbiers
 - 2 hêtres
 - 10 souches
 - 1 chandelle
 - 2 secs

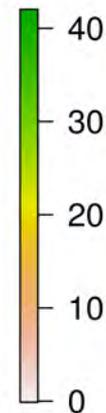
Plan des arbres inventoriés

Comparaison Lidar-Forêt



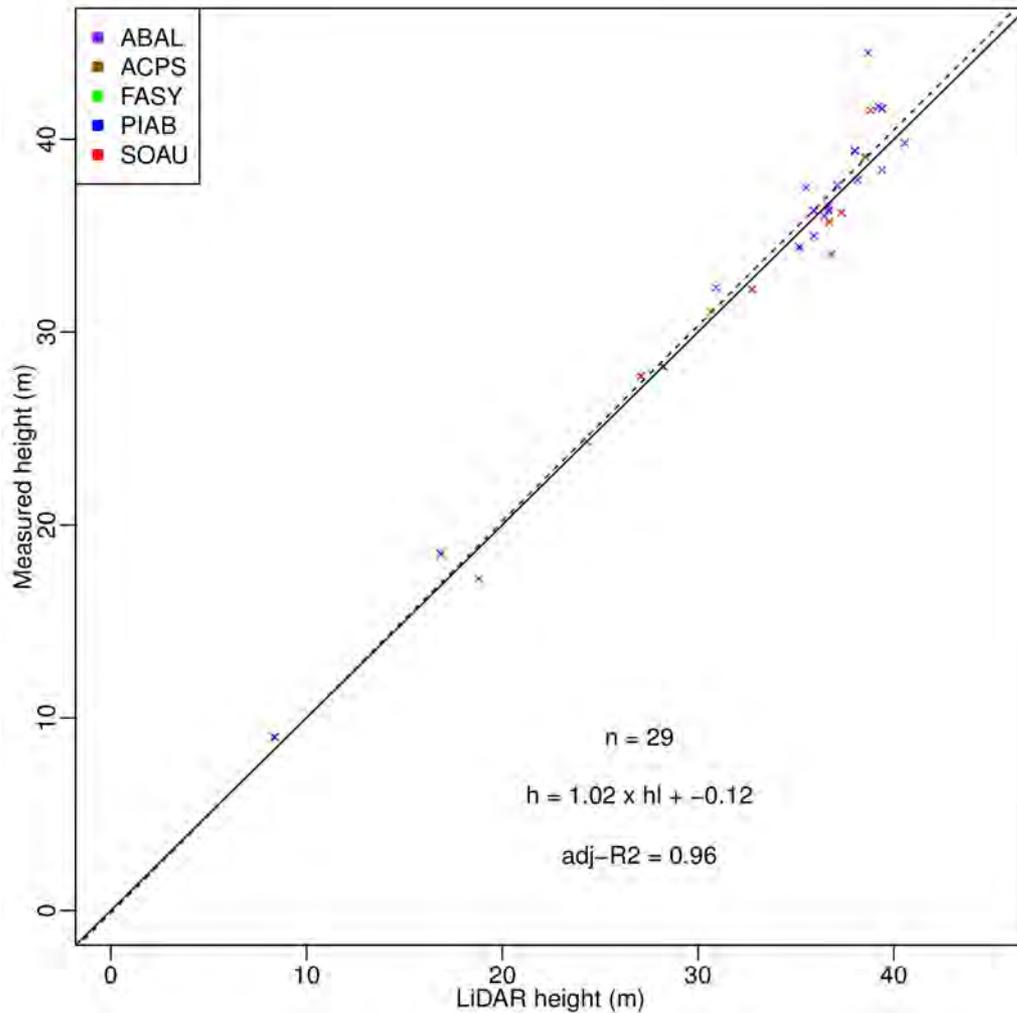
Détection d'arbre

- 29 arbres correctement détectés parmi les 82 arbres de plus de 7.5 cm de diamètre.



Arbres détectés (triangles) / arbres inventoriés (cercles). Bleu: bonne correspondance, rouge : pas d'appariement

Comparaison Lidar-Forêt

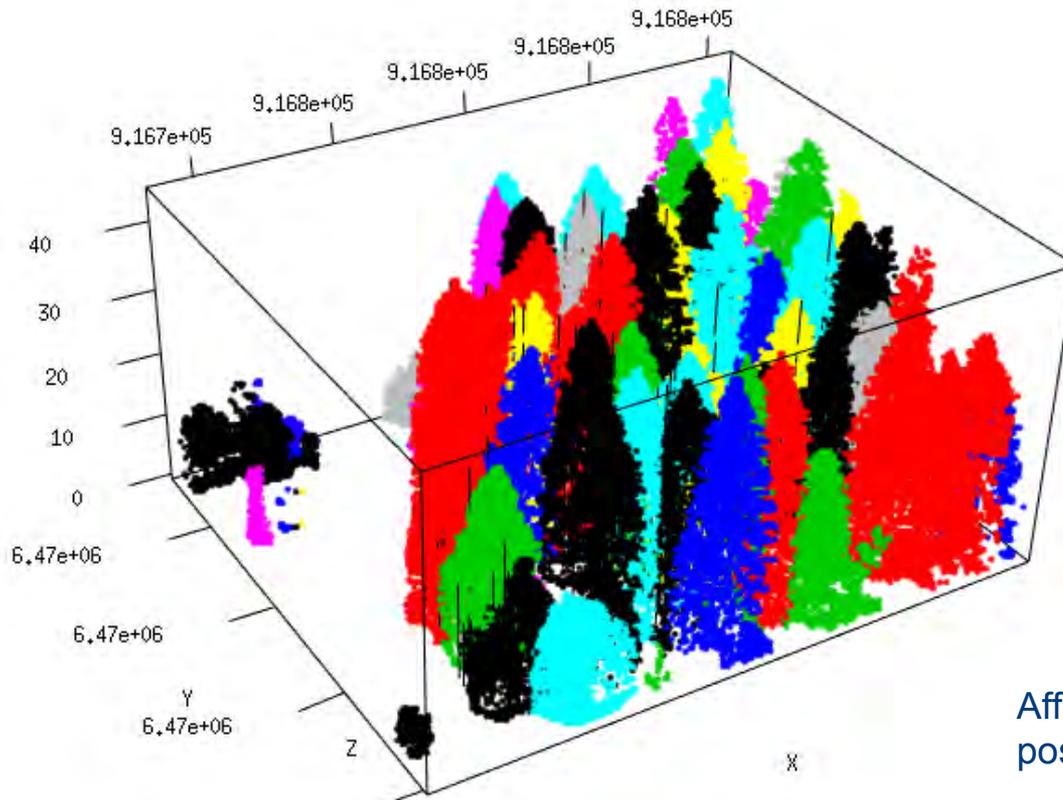


Détection d'arbre

- Leur hauteur est bien estimée

Hauteur mesurée / hauteur estimée par Lidar pour les arbres détectés

Comparaison Lidar-Forêt

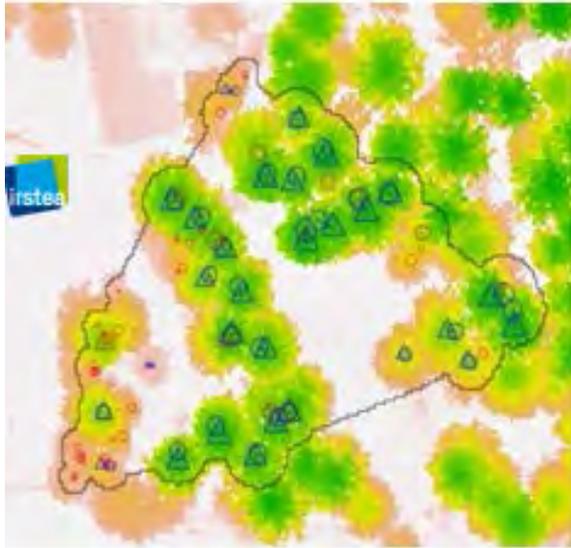


Détection d'arbre

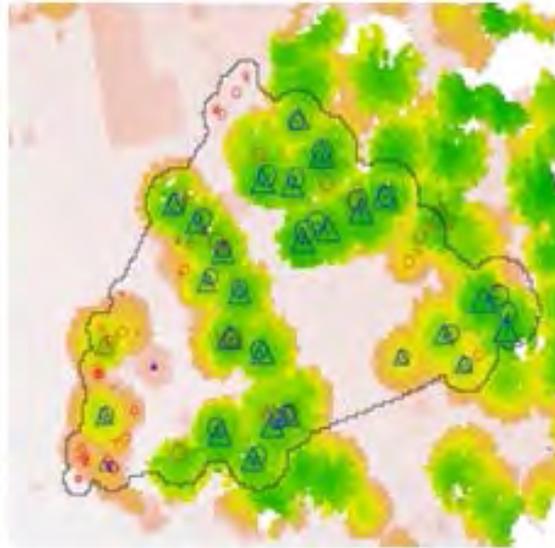
- Emprise de couronne
- Intensité moyenne du signal reçu
- Extraction dans le nuage de points

Affectation des points Lidar aux couronnes, position des arbres (lignes noires)

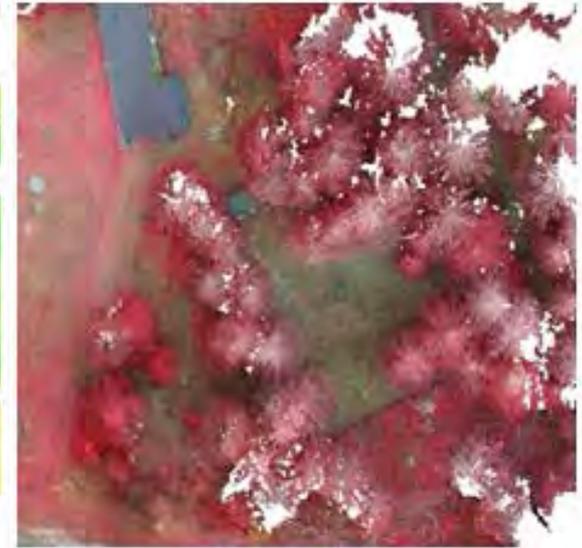
Placette Irstea / CEN du Col de Porte. Projet OSUG SNOUF



a) Arbres détectés sur un modèle de hauteur Lidar



b) Arbres détectés sur un modèle de hauteur SfM



c) Orthophoto après traitement SfM

Arbres détectés (triangles) à partir de données Lidar (a) et SfM (b) et positions inventoriées (cercles). Placette Col de Porte.

Rugged laserscan (RLS)



Scanned area: $\sim 150 \text{ m}^2$

Elevation range: 19° to 62°

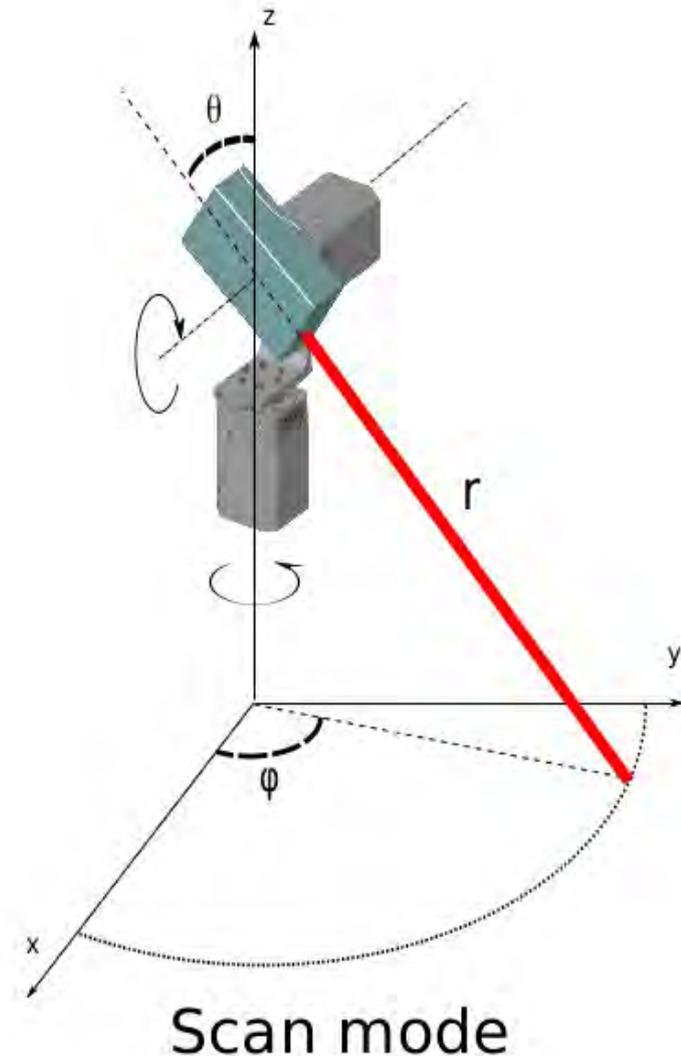
Azimuth range: -180° to $+180^\circ$

Acquisition rate: 20 Hz

Nb points per scan: $\sim 100,000$ - 200,000

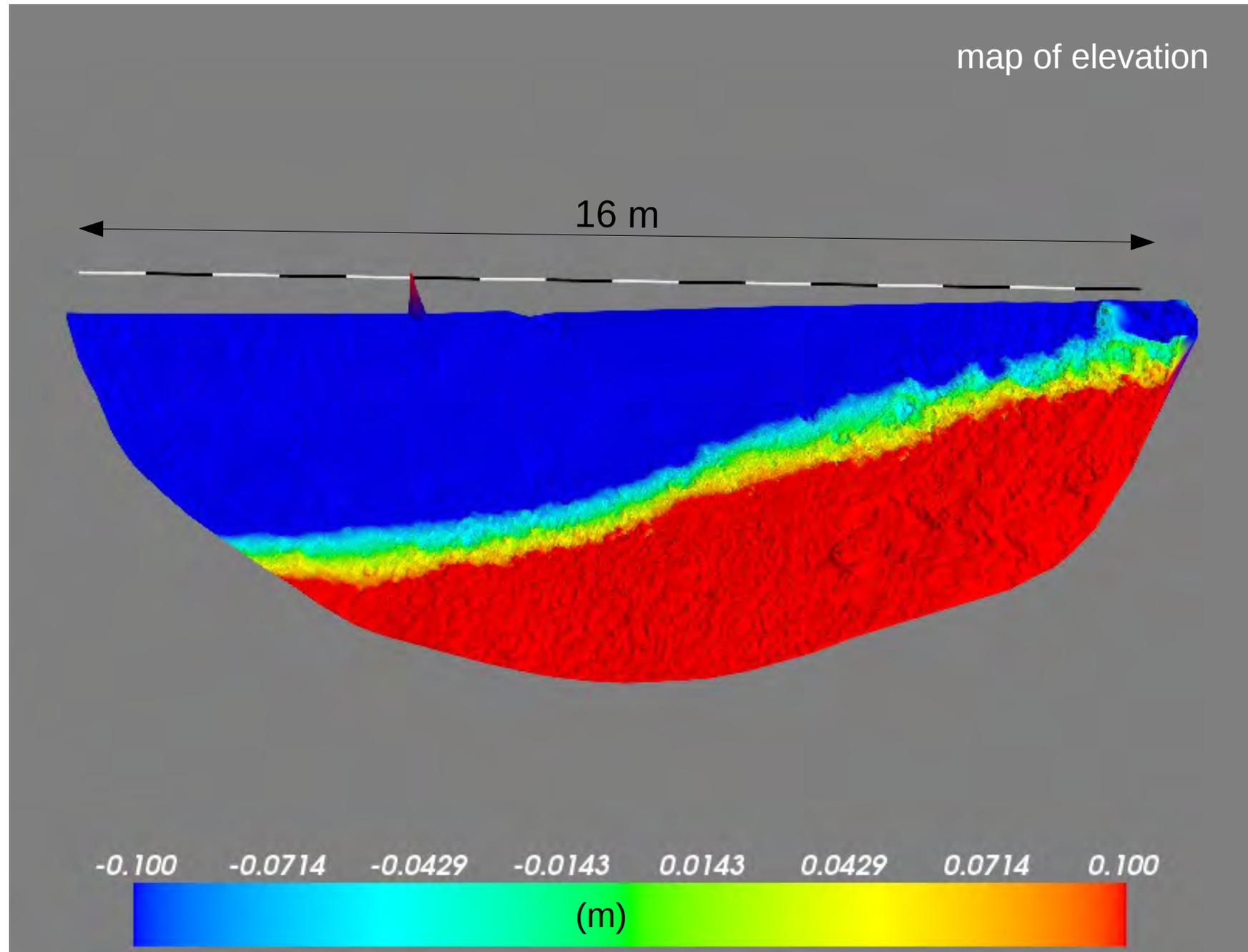
Precision: $< 1 \text{ cm}$

Accuracy: 1-5cm ?



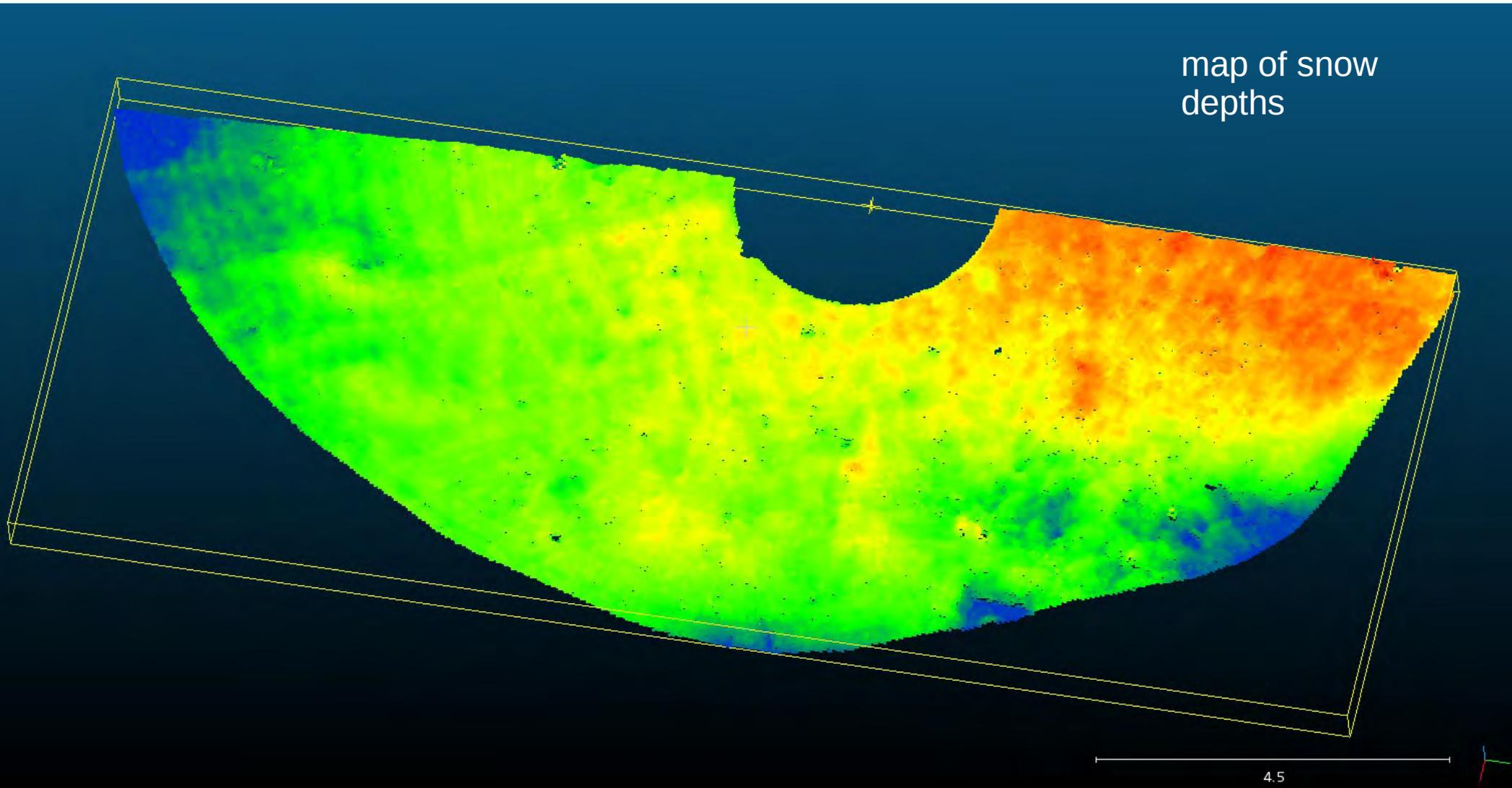


First scan (22 feb):



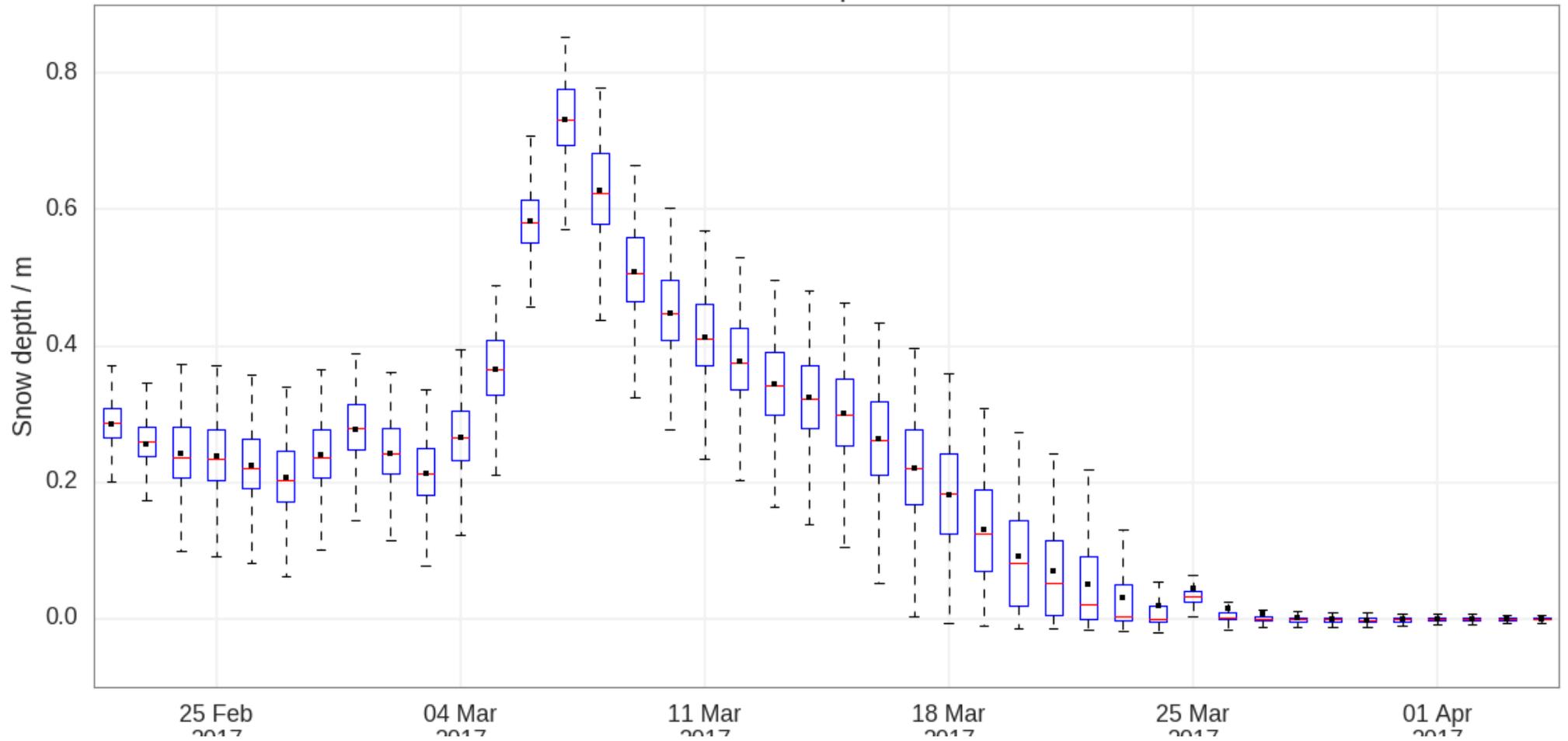
Elevation relative to an arbitrary horizontal plan

With the reference it is possible to compute snow depth in every pixel
e.g. 17 March
More snow remains on the right side



Timeseries of stats of the heights

Col de Porte - Experience Snouf



Hemispherical sky images



Make sky mask using brightness threshold

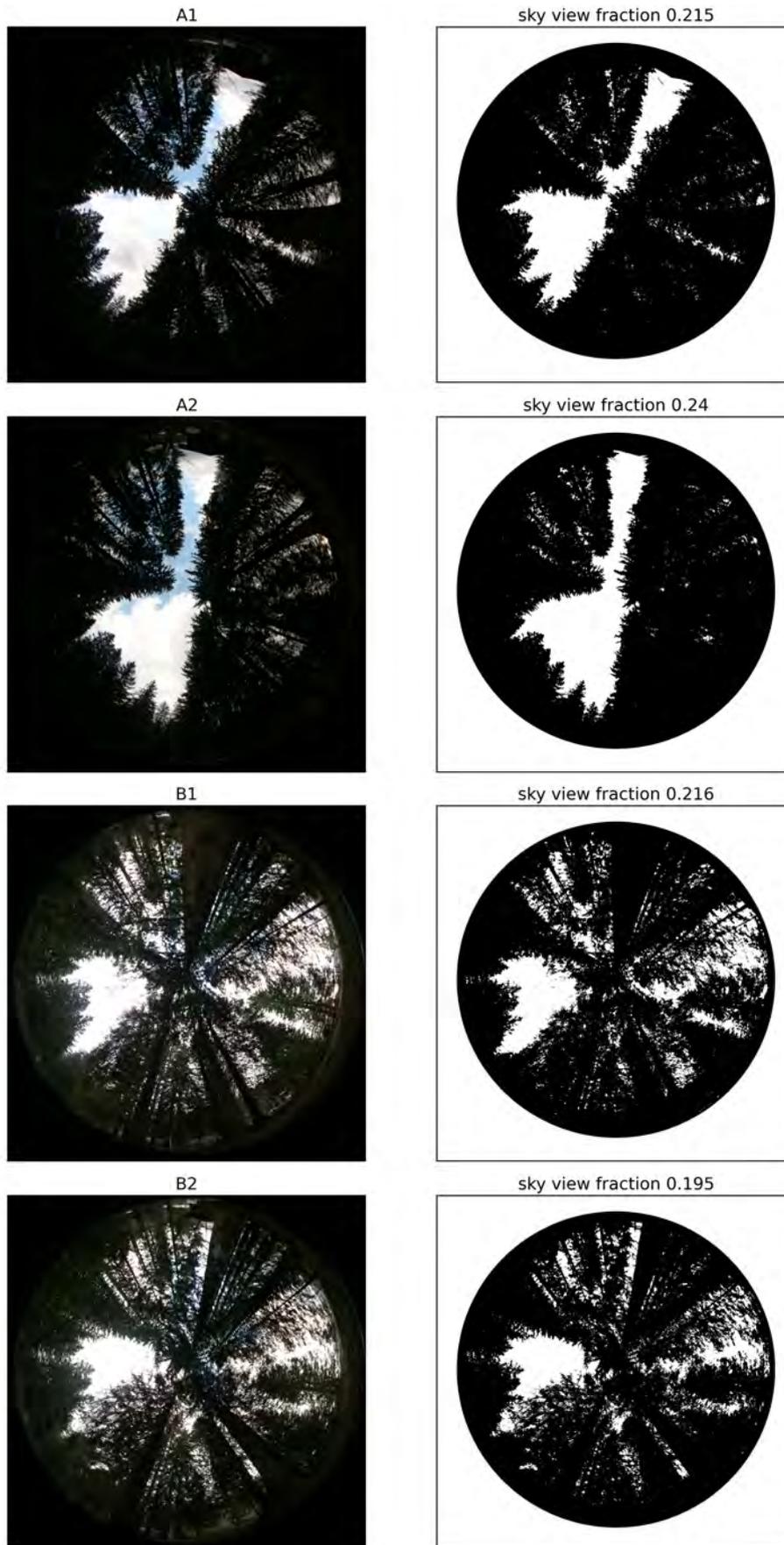
– requires overcast sky or low sun

Add sun track

– requires accurate camera alignment and levelling

Calculate cosine weighted sky view fraction f_{sky}

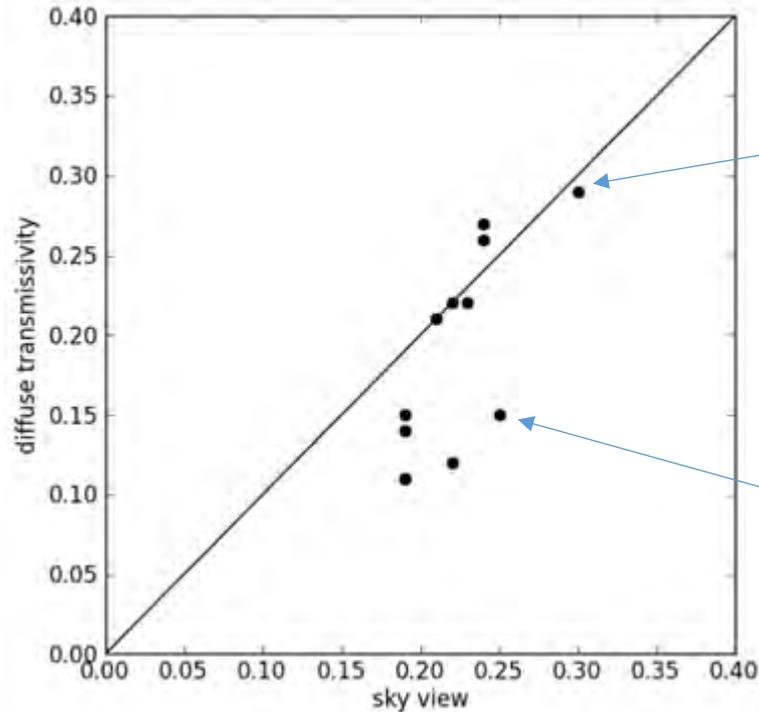
Annexe 3



Photos hémisphériques (gauche) et masques de végétation (droite) des paires de radiomètres A1 à B2.

Transmission of diffuse SW radiation

Hypothesis: transmission $\tau = SW_{below}/SW_{above}$ is equal to f_{sky} when overcast



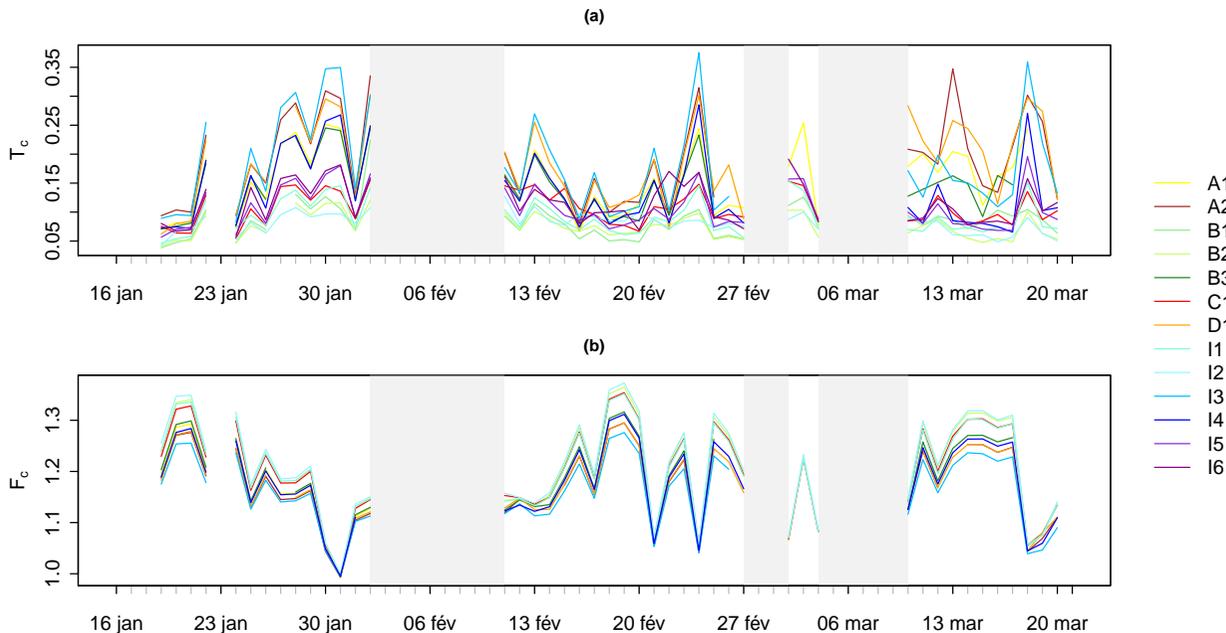


FIGURE 13 – Transmissivité journalière de la canopée τ_c (a) et facteur d'émission journalier de la canopée F_c (b). Les zones grisées correspondent aux périodes où les radiomètres ont été recouverts par les chutes de neige.

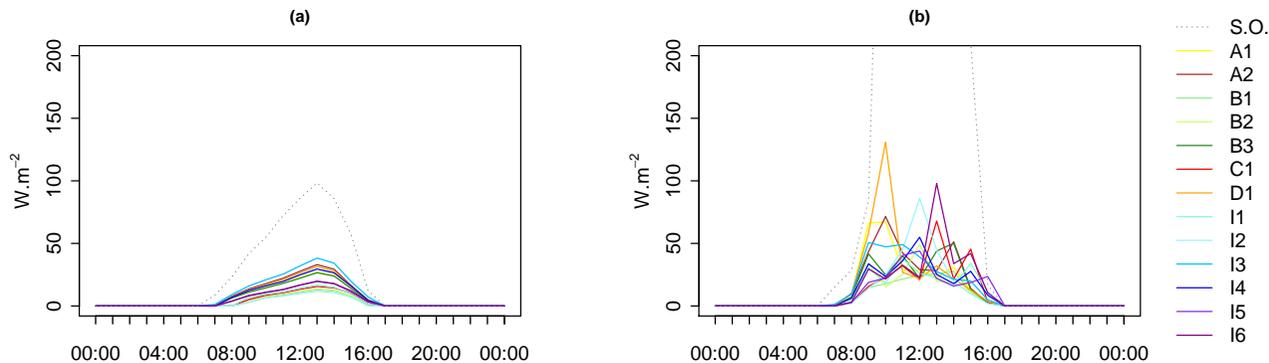


FIGURE 14 – Mesures horaires au sol du rayonnement solaire descendant transmis sous la canopée $\downarrow SW_{\text{canopée}}$ pour chaque pyranomètre par temps complètement couvert le 31/01 (a) et par ciel clair le 18/02 (b) ($W.m^{-2}$). Le rayonnement $\downarrow SW_{\text{global}}$ mesuré à 10m au site ouvert, noté S.O., correspond au rayonnement solaire arrivant au sommet de la canopée.

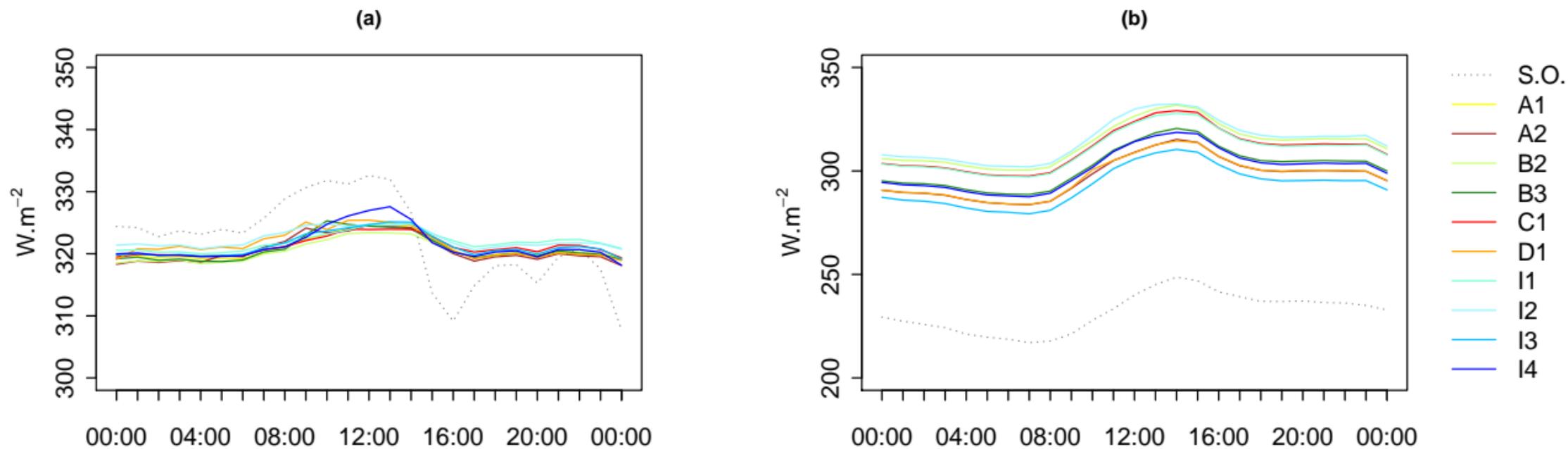


FIGURE 17 – Mesures horaires au sol du rayonnement infrarouge descendant $\downarrow LW_{\text{canopée}}$ sous la canopée pour chaque pyrgéonmètre par temps complètement couvert le 31/01 (a) et par ciel clair le 18/02 (b) ($W.m^{-2}$). Attention, les échelles d'intensité de rayonnement sont différentes et ont été adaptées afin de mieux visualiser les écarts entre capteurs. Le rayonnement $\downarrow SW_{\text{global}}$ mesuré à 10m au site ouvert, noté S.O., correspond au rayonnement solaire arrivant au sommet de la canopée.

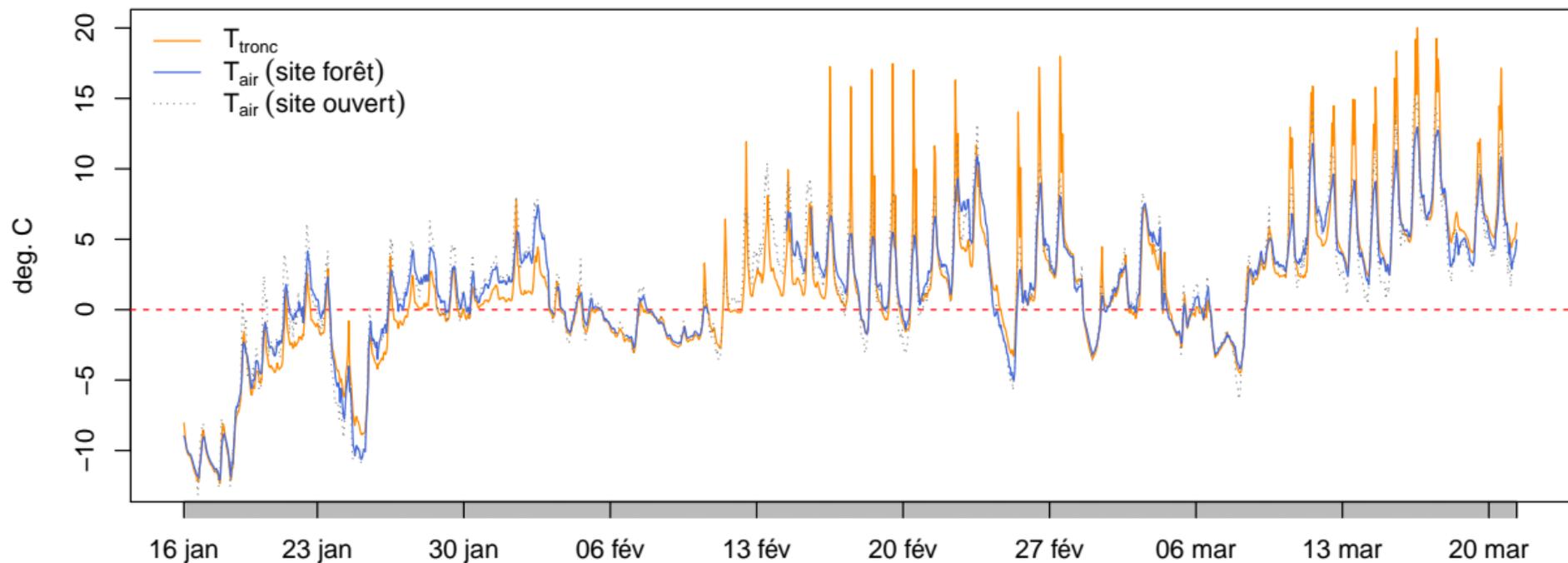
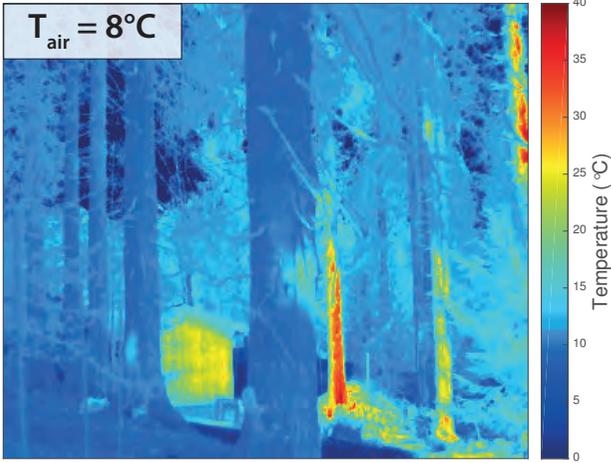
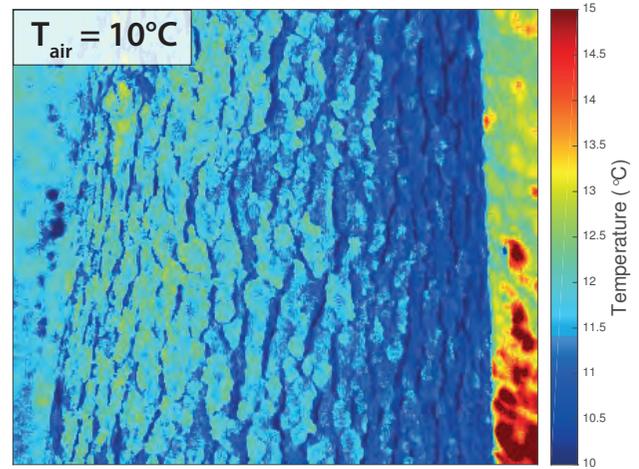


FIGURE 19 – Variations horaires de la température de surface du tronc T_{tronc} et de la température de l'air T_{air} au site ouvert et au site forêt (deg. C). T_{air} au site forêt a été mesurée au niveau de la station météorologique et T_{tronc} avec l'IR120 (figure 1). Attention, T_{tronc} n'est pas représentative de la température des troncs à proximité desquels a été déployé le réseau de radiomètres.

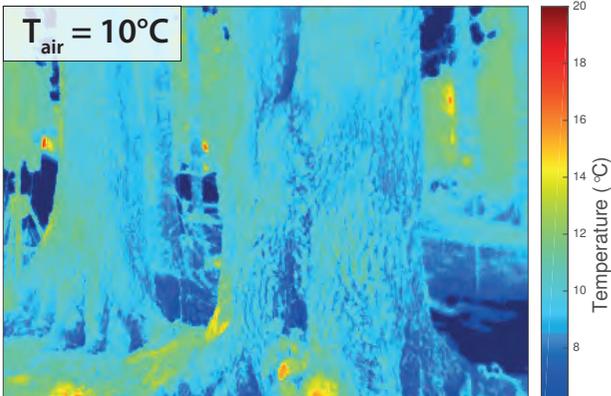
(a)



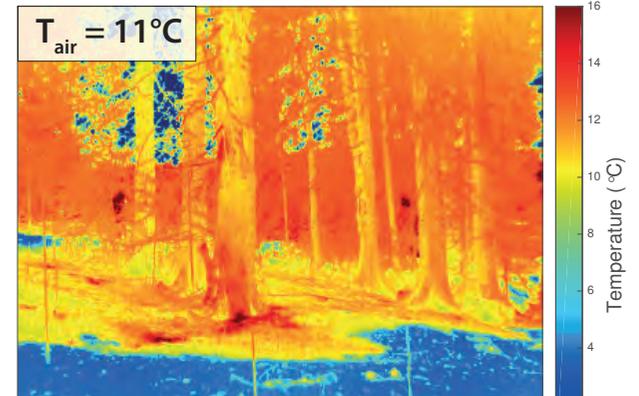
(b)



(c)



(d)



Clichés infrarouge thermique de la végétation réalisées le 13/03 par temps clair à 9h30 (a), 10h45 (b), 10h50 (c) et 11h (UTC) (d). Les arbres de gauche le cliché (a) sont proches de B1, B2 et C1. L'arbre fortement réchauffé ($T_{\text{tronc}} > 25^{\circ}\text{C}$) ne se situe pas dans la zone de déploiement des radiomètres. Le cliché (b) montre l'hétérogénéité de la température de surface du tronc mesuré par l'IR120. Les arbres du cliché (c) correspondent à celui mesuré par l'IR120 (gauche) et celui proche de I1 et I2 (droite). Ce cliché indique un réchauffement très local au pied des arbres provoqué par les tâches solaires. Les arbres du cliché (d) correspondent à celui déployé proche de B2 et C1 (centre) et de B1 (droite). Ces clichés montrent que la température de surface des troncs était relativement proche de celle de l'air ambiant mesuré à la station météorologique (T_{air}). Attention, chaque image a sa propre échelle de couleur.

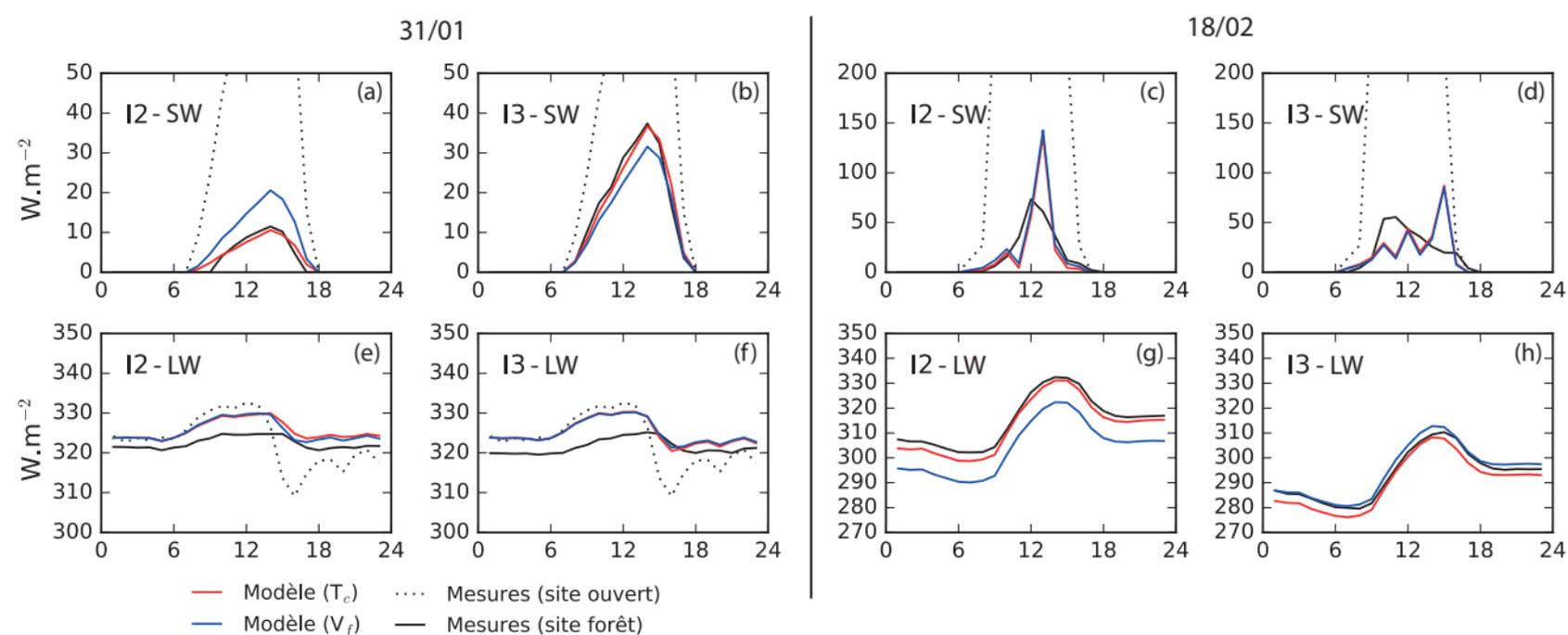


FIGURE 21 – Modélisation à l'échelle horaire des rayonnements descendants solaire $\downarrow SW_{\text{canopée}}$ (a à d) et infrarouge $\downarrow LW_{\text{canopée}}$ (e à h) (W.m^{-2}) au niveau des paires de radiomètres I2 et I3 d'après le modèle *Essery et al.* (2008) et l'équation 16 (*Sicart et al.*, 2004; *Webster et al.*, 2017). Les simulations ont été effectuées pour les deux journées de référence; le 31/01 par temps complètement couvert et le 18/02 pour des conditions de ciel clair. Le modèle a été testé avec les valeurs de facteur de vue du ciel V_f (bleu) et avec celles de τ_c par temps complètement couvert (rouge). $\downarrow LW_{\text{canopée}}$ a été calculé en considérant que la température de la canopée était identique à celle de l'air mesurée par la station météorologique.