

Titre du projet : Couvert neigeux et rayonnements sous forêt : étude des processus et modélisation de la fonte au Col de Porte.

Volet :

Porteur du projet : Jean Emmanuel Sicart

Laboratoires impliqués : IGE, CEN, IRSTEA-Lyon, IRSTEA-Grenoble, Northumbria University, University of Edinburgh

Bilan du projet pour la période sept. 2016 – janvier 2018

Bilan d'activité (1 page max)

Les figures sont dans le document [osug_sicart_bilan_illustrations_final.pdf](#).

Le dispositif de mesures sous la canopée a été préparé au cours de l'automne 2016, consistant essentiellement à l'achat du matériel, au nettoyage du site et à la programmation des centrales de mesures. Les capteurs ont été installés en janvier lors de la visite de Nick Rutter et Clare Webster de l'université de Northumbria, Newcastle. Les mesures sous la canopée ont ainsi pu être conduites de janvier à fin mars, couvrant les deux chutes de neige importantes de l'hiver. L'implication des services techniques de l'IGE, du CEN et de l'IRSTEA a largement contribué au succès de la campagne de mesures.

En novembre 2016, nous avons installé un pluviomètre dans la trouée et une station de micro-météorologie complète sous la canopée. Yves Lejeune du CEN a mis en place un réseau de perches à neige pour suivre l'évolution du manteau neigeux. Nick Rutter et Clare Webster sont venus du 10 au 18 janvier. Ils ont apporté de nombreux capteurs dont une caméra infrarouge à hautes résolutions spatiale et temporelle. Ils ont donné un séminaire à l'IGE le 12 janvier.

Le 16 janvier nous avons installé les radiomètres sous la canopée : 11 paires de pyranomètres (solaire) et pyrgéomètres (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 et une webcam pour suivre l'état de la surface de neige et des capteurs (Figure 1). Les radiomètres ont été installés à la surface de la neige lors de campagnes intensives qui ont nécessité des missions presque tous les jours. 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 (Figure 2). Un vol Lidar sous hélicoptère a également été réalisé (Figure 2). Laurent Arnaud et Ghislain Picard (IGE) ont installé en février un « Rugged Laser Scan » afin de mesurer précisément et en continu l'évolution du manteau neige sous la canopée et dans la trouée (Figure 3). Une caméra de haute précision prêtée par l'université de Newcastle nous a permis de prendre des photos infrarouges de la canopée afin d'estimer la variabilité spatiale de la température de la végétation (Figure 4).

Richard Essery de l'université d'Edimbourg a effectué une visite à l'IGE en avril afin de mettre en place la modélisation des transferts radiatifs à travers la canopée. A cette occasion, il a donné un séminaire à l'IGE. Victor Ramseyer a analysé les mesures de rayonnements pour son stage de Master 2 soutenu en juin 2017 (Figure 5).

Nous avons initié en décembre 2017 une campagne de mesures complémentaires financées par l'A.O. de l'IGE (5 keuros). Le même dispositif de mesure a été déployé avec quatre nouveaux capteurs de rayonnement qui ont été financés par le SOERE CRYOBS-CLIM (4,16 k€). Cette campagne bénéficie de bien meilleures conditions d'enneigement que la campagne de 2016-17. Les exercices de modélisation et la publication des analyses des mesures sont prévus à la suite de la campagne de 2018.

Résumé stage M2 Victor Ramseyer. Les données collectées durant la campagne de mesure menée sous la forêt de conifères du Col de Porte de janvier à mars 2017 dans le cadre du programme SNOUF (IGE, LabEx OSUG@2020) ont permis de documenter les variabilités spatiale et temporelle des rayonnements solaire et infrarouge en milieux forestiers et d'étudier l'impact de la canopée sur le transfert radiatif. Ce genre d'étude est primordiale afin d'améliorer les modèles de transfert radiatif et les simulations de la dynamique de la fonte sous couvert forestier. Les rayonnements solaire et infrarouge incidents dépendent des conditions météorologiques, en particulier de la présence de nuages. Les différents types de temps (ciel clair, temps partiellement ou complètement nuageux) ont été caractérisés par un indice basé à la fois sur les propriétés radiatives solaires et infrarouges des nuages. En conditions de ciel clair, l'atténuation du rayonnement solaire a atteint 96%. Les différences spatiales du rayonnement solaire ont fréquemment dépassé 100 W.m^{-2} . Pour ces conditions, les écarts d'intensités du rayonnement infrarouge ont atteint environ 30 W.m^{-2} entre les parties les plus denses et les plus ouvertes de la canopée; ces différences spatiales sont reliées au facteur de vue du ciel. Par temps couvert, les variabilités spatiales des rayonnements solaire et infrarouge sont fortement réduites. Les différences d'intensité du rayonnement solaire sont cohérentes avec le facteur de vue du ciel. Le modèle utilisé n'a pas permis de reproduire les variabilités spatiale et temporelle du rayonnement solaire par ciel clair. Les écarts entre le modèle et les mesures résultent de la mauvaise reconstitution de la trajectoire du rayonnement solaire direct à travers la canopée à partir des photographies hémisphériques. Les simulations ont aussi mis en évidence que la meilleure estimation du facteur de ciel provient des valeurs de la transmissivité de la canopée par temps complètement couvert plutôt que de celles calculées à partir des photographies hémisphériques. Les données concernant la distribution spatiale de température de la canopée acquise sur le terrain et les résultats des simulations du rayonnement infrarouge par temps clair montrent que la température de la végétation est relativement proche de celle de l'air sous la forêt et ne semble pas associée à un fort réchauffement des troncs à proximité des radiomètres occasionné par le rayonnement solaire direct.

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

Cf. osug_sicart_bilan_illustrations_final.pdf

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

- Présentation orale à la conférence AGU décembre 2017 : "*Spatial and Temporal Variabilities of Solar and Longwave Radiation Fluxes below a Coniferous Forest in the French Alps*" J. E. Sicart, V. Ramseyer, Y. Lejeune, R. Essery, N. Rutter, C. Webster, C. Coulaud, G. Frèche, J. Monnet, E. Mermin, P. Tardif, F. Ousset, I. Gouttevin.
- *Étude des variabilités spatiale et temporelle des rayonnements solaire et infrarouge sous la canopée (Col de Porte, France)*, rapport de stage M2 recherche de Victor Ramseyer, encadré par J.E. Sicart et Richard Essery (University of Edinburgh)

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

Ce projet a été financé en 2016 par le programme Labex OSUG@2020 (20 keuros) avec un complément de 4 keuros de l'IGE. Richard Essery de l'université d'Edinburg a bénéficié de l'UGA d'un séjour scientifique d'un mois pour l'aspect modélisation du stage de Master 2 de Victor Ramseyer qu'il a co-encadré. Ce sujet d'étude a suscité l'intérêt et les fortes implications des universités de Newcastle et d'Edinburg (prêt de matériel d'une valeur de 22 keuros, échanges d'expertises), du CEN et de l'Unité Ecosystèmes Montagnards de l'IRSTEA. Le tableau ci-dessous présente un bilan financier succinct et provisoire.

	prix unitaire (euros)	quantité	achats (euros)
voyage Essery	500	1	500
Pyranomètre CMP3 (ray. solaire global)	700	6	4200
Pyrgeomètre CG3 (ray. Infrarouge thermique)	1380	4	5520
batteries	24	4	96
webcam	600	1	600
Jalons	78	10	780
connecteur USB / RS232	30	2	60
adapteur électrique 220/12V	80	1	80
participation rugged laserscan	1000	1	1000
Acquisition lidar aéroporté par Sintegra pour la canopée	4000	1	4000
Gratifications stagiaire M2	560	5	2800
Mission rutter et webster	3127	1	3127
			22763

Le budget a été bouclé avec le financement de la présentation par J.E. Sicart des résultats de la première campagne de mesures à la conférence AGU de décembre 2017.

Annexes si besoin ou lien sur des sites existants et pérennes jusqu'à la fin du Labex (2020)