

Évaluation d'un schéma couplé neige-végétation dans des climats contrastés

Matthieu Lafaysse¹, **Laure Vincent**¹, Yves Lejeune¹, Aaron Boone², Adrien Napoly², Théo-Luc Welfringer², Erwan Le Gac¹, Catherine Coulaud³, Guilhem Freche³, Jean-Emmanuel Sicart³

¹ Météo-France, Centre d'Études de la Neige, Grenoble, France

² CNRM, GMME, Toulouse, France

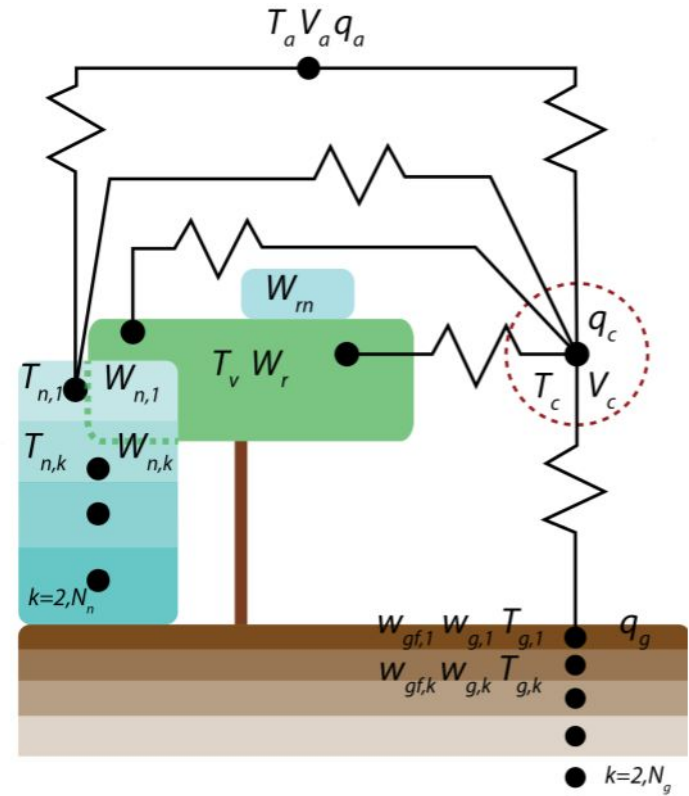
³ IGE, Grenoble, France

ENNEIGEMENT en zone forestière

- part importante de la géosphère
20% surface enneigée de l'hémisphère Nord
50% de la surface des Alpes > 600m
- impacts de la forêt conséquents sur l'évolution du manteau par des processus spécifiques
(Varhola et al., 2010)
- point de défaillance majeur dans les schémas de neige des modèles climatiques
(Rutter et al, 2009 ; Krinner et al, 2018)

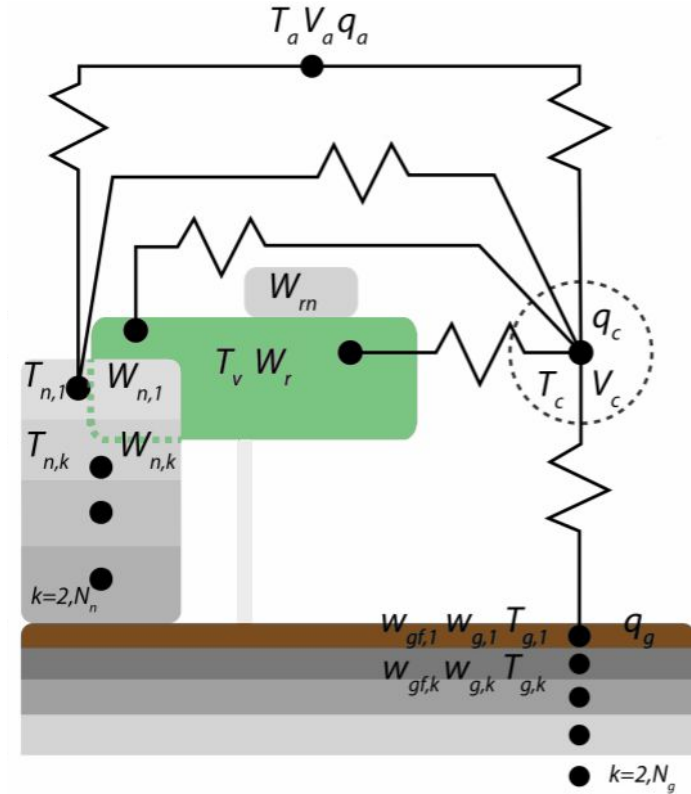


↳ modèle couplé



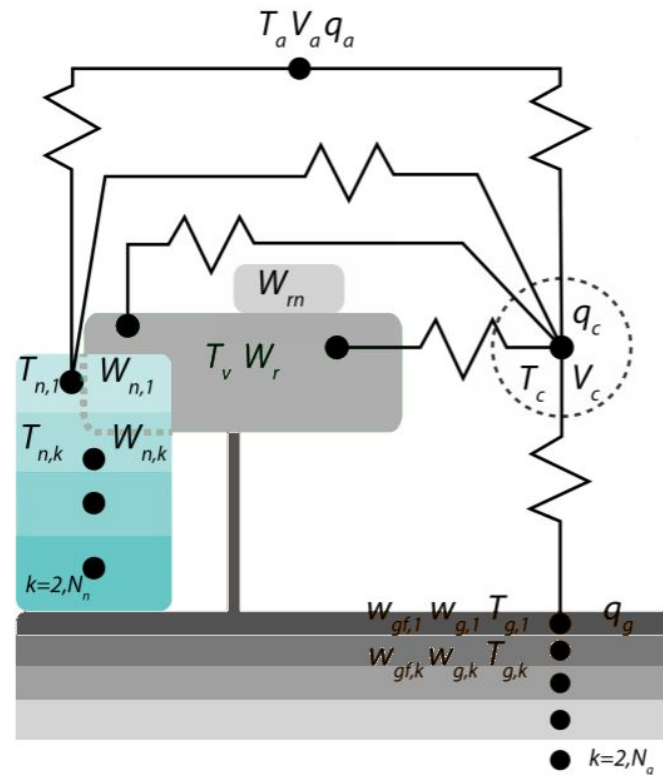
↳ modèle couplé

- Version ISBA : **Multiple Energy Balance** (Boone et al, 2017)
 - couche explicite de végétation haute
 - couche explicite de litière



↳ modèle couplé

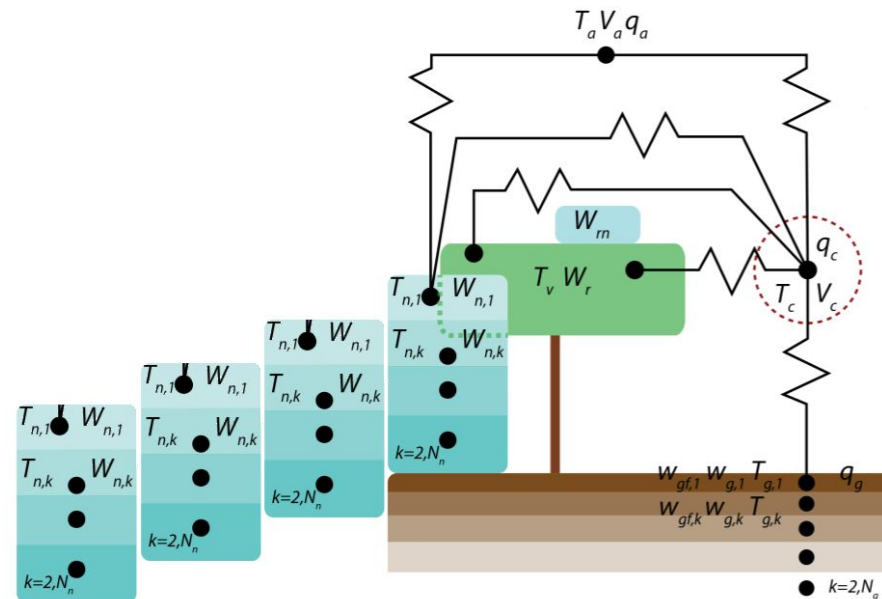
- Version ISBA : **Multiple Energy Balance** (Boone et al, 2017)
 - couche explicite de végétation haute
 - couche explicite de litière
- Modèle multicouches de manteau neigeux **Crocus** (Vionnet et al, 2012)
 - performant en zone ouverte (opérationnel)



↳ modèle couplé

- Version ISBA : **Multiple Energy Balance** (Boone et al, 2017)
 - couche explicite de végétation haute
 - couche explicite de litière
- Modèle multicouches de manteau neigeux **Crocus** (Vionnet et al, 2012)
 - performant en zone ouverte (opérationnel)
 - version ensembliste disponible (Lafaysse et al., 2017)

multiphysique à 35 membres $\Rightarrow$ Crocus ne compte pas dans les incertitudes des processus liés à la végétation

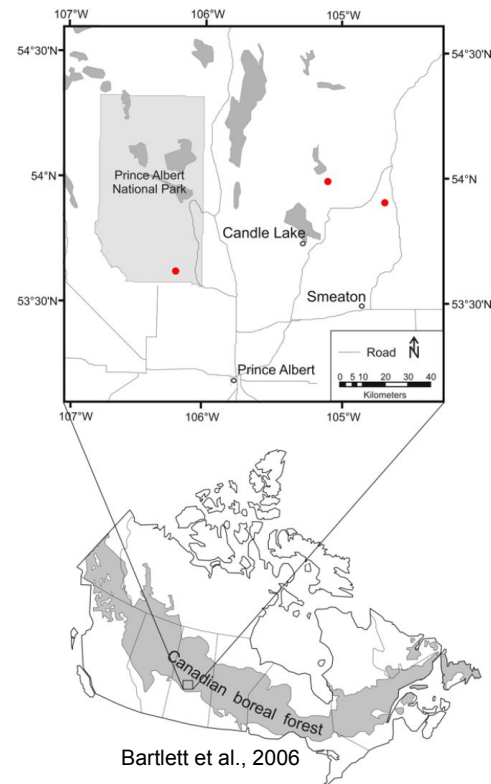


- 3 sites forestiers au Canada issus du projet BERMS (Bartlett et al., 2006)

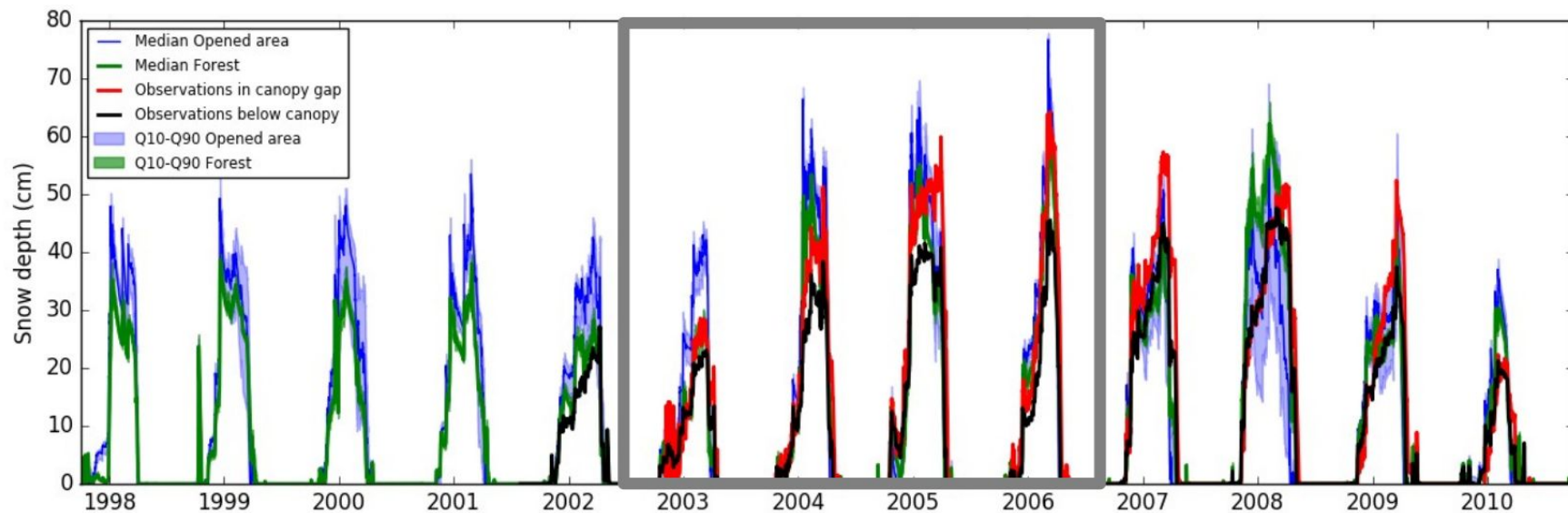
références pour les campagnes ESM-SnowMIP
(Rutter et al., 2009 ; Ménard et al., 2019)

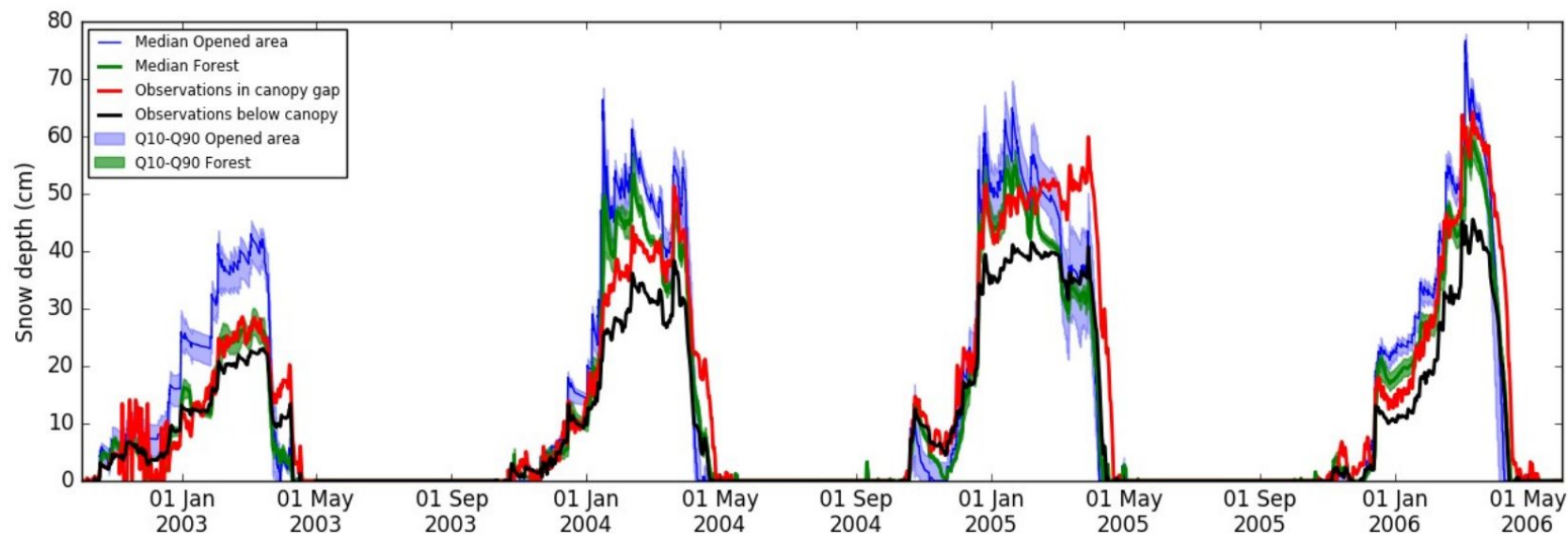
- peupliers (21 m ; LAI ~ 1 (hiver) - 4.5 (été))
- **épicéa noirs (12 m ; LAI ~ 3.7)**
- pins (14 m ; LAI ~ 2.5)

- Forçages météo au dessus de la canopée disponibles
- Données d'évaluations sous la canopée disponibles



Évaluation au Saskatchewan : résultats





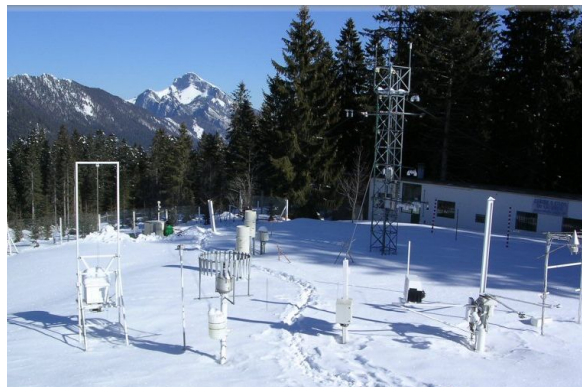
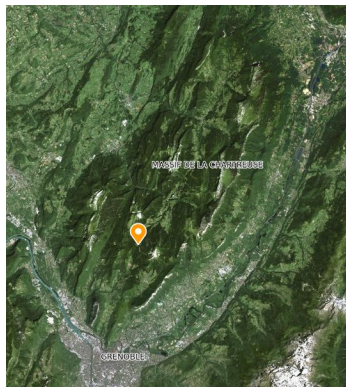
Impact simulé de la forêt cohérent avec les observations

Décroissances de masses significatives comparées aux **incertitudes du modèle manteau neigeux**

Pas de biais systématique

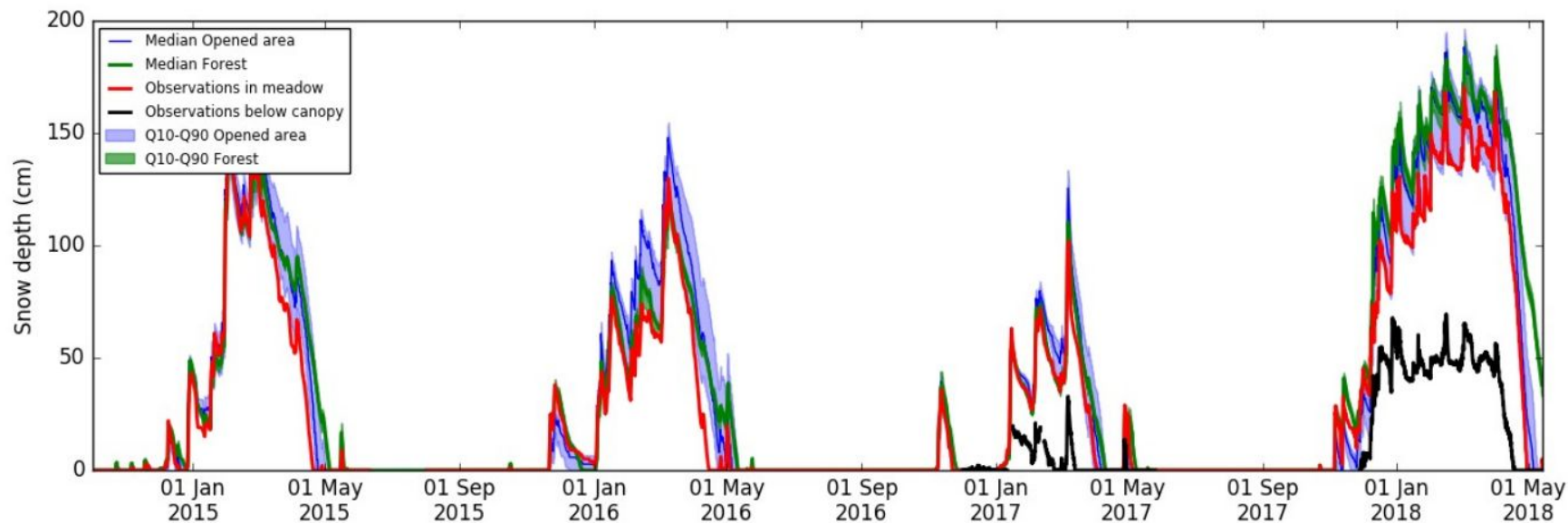
Évaluation au Col de Porte : le site

- Forêt adjacente à un site ouvert instrumenté de longue date principalement épicéas (hauteur ~ 35 m ; LAI ~ 4)



- Forçages météo dans la prairie supposés identiques au sommet de la canopée
- Plus chaud et humide que les sites canadiens

Évaluation au Col de Porte : résultats

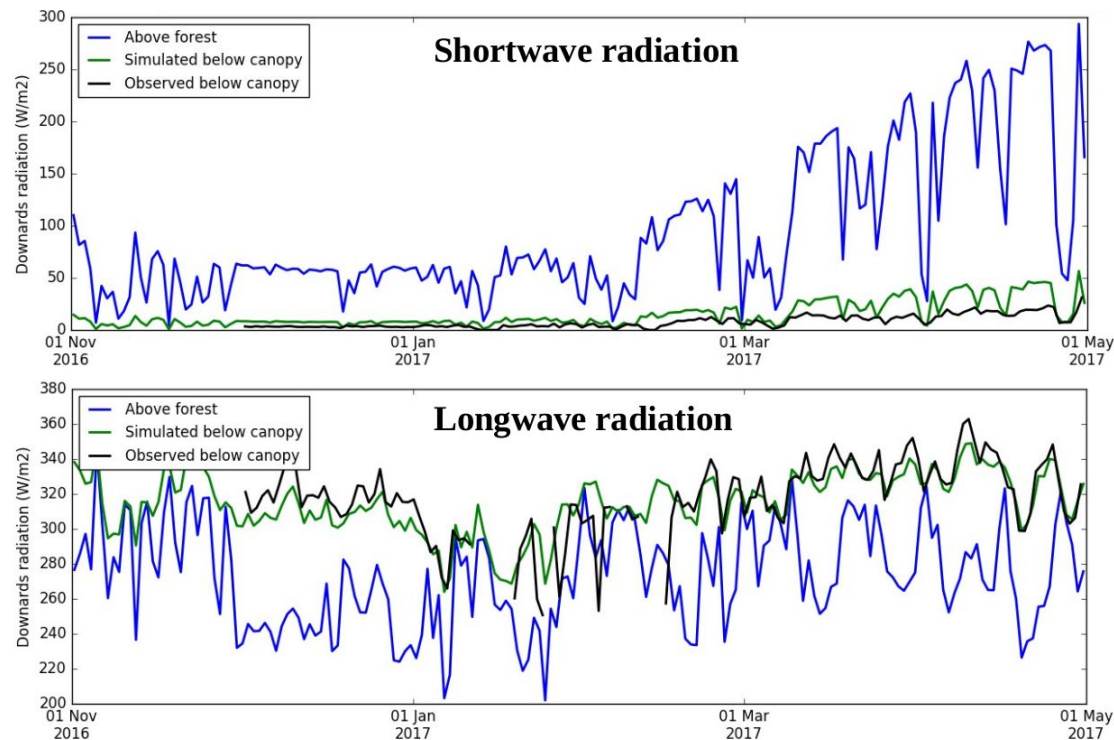


Impact simulé de la forêt incohérente avec les observations

Biais majeur sous la forêt

Inexpliqués par les processus propres au modèle de manteau neigeux

Évaluation au Col de Porte : résultats



Rayonnements réalistes sous la forêt

⇒ n'expliquent pas le biais de masse

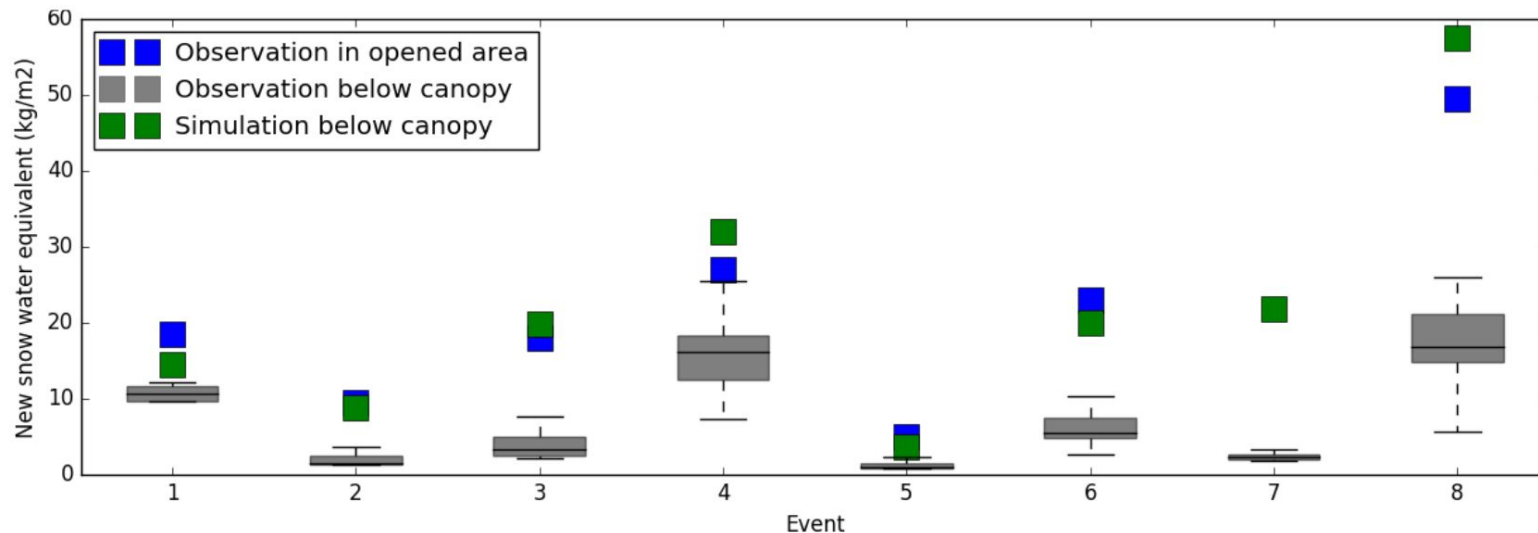
Évaluation au Col de Porte : résultats



Observations complémentaires des masses de neige sous les arbres après chaque précipitation

⇒ quantité de neige en moins sous les arbres comparé à la prairie : ~ **60 %** (min 5% ; max 90%)

Évaluation au Col de Porte : résultats



- Biais cohérent de la **quantité de nouvelle neige** au sol **après la décharge** de chaque précipitation
- **Simulations insensibles** aux **paramètres contrôlant la quantité** de neige interceptée
⇒ **évolution de la neige interceptée** sur les branches incorrecte

- Fonte de la neige interceptée = $k \cdot T_{veg}$ avec $k \sim 0,5 \text{ kg.m}^{-2}.\text{K}^{-1}.\text{jour}^{-1}$
 - paramétré au Saskatchewan (Hedstrom and Pomeroy, 1998)
 - faible comparé aux facteurs de fonte de la neige au sol des modèles hydrologiques pour la neige (Hock, 2003) $\sim 5 \text{ kg.m}^{-2}.\text{K}^{-1}.\text{jour}^{-1}$
 - analyse de sensibilité : seulement $\sim 50 \text{ kg.m}^{-2}.\text{K}^{-1}.\text{jour}^{-1}$ permet de s'extraire du biais
- Une paramétrisation plus physique requise pour une meilleure transférabilité spatiale ?
 - bilan d'énergie de la neige interceptée ?



- MEB-Crocus est un **nouveau modèle couplé** pour les interactions neige-végétation
- L'impact simulé de la forêt est **significatif comparé aux incertitudes du modèles**
- Les premières évaluations montrent une **large surestimation** en forêt de moyenne latitude alors même que le bilan d'énergie est correct
- On soupçonne que la **paramétrisation de la fonte de la neige interceptée** pour des climats froids d'être hautement sous-estimé pour des environnements tempérés
- Une résolution explicite du **bilan d'énergie de la neige interceptée** devrait aider à trouver une représentation robuste de ce processus dans des environnements variés ?
- **Challenges**
 - manque d'observations
 - haute variabilité spatiale
 - forme complexe de la neige interceptée, échanges complexes d'énergie

Merci de votre attention

