

# Projections climatiques des indices de neige au sol sur le sud du Québec

---

**Émilie Bresson**

**Éric Dupuis**

**Pascal Bourgault**

Spécialistes en Science du climat et services climatiques, Ouranos

# Contexte

---



# Pourquoi aurait-on besoin de scénarios climatiques du couvert de neige ?

- **Intérêt général :**
  - De nombreux domaines (tourisme, transports, infrastructures, gestion des villes, inondations...) ont besoin d'informations pour s'adapter au mieux;
  - Aujourd'hui tout ce qui est disponible : différences passé récent / futur;
  - Personne ne fournit de projections climatiques ajustées statistiquement et à haute résolution pour le manteau neigeux.
- **Demande spécifique :** Association des stations de ski du Québec (ASSQ).
- **Projet « Portrait des indices de neige au sol » :**
  - Développer les indices adaptés au secteur du ski au Québec, et utiles aux autres secteurs;
  - Produire des portraits climatiques du couvert de neige avec un ajustement de biais sur le Québec;
  - Rendre l'information disponible publiquement.

# Méthodologie

---



# Méthodologie

---

## Variable d'intérêt

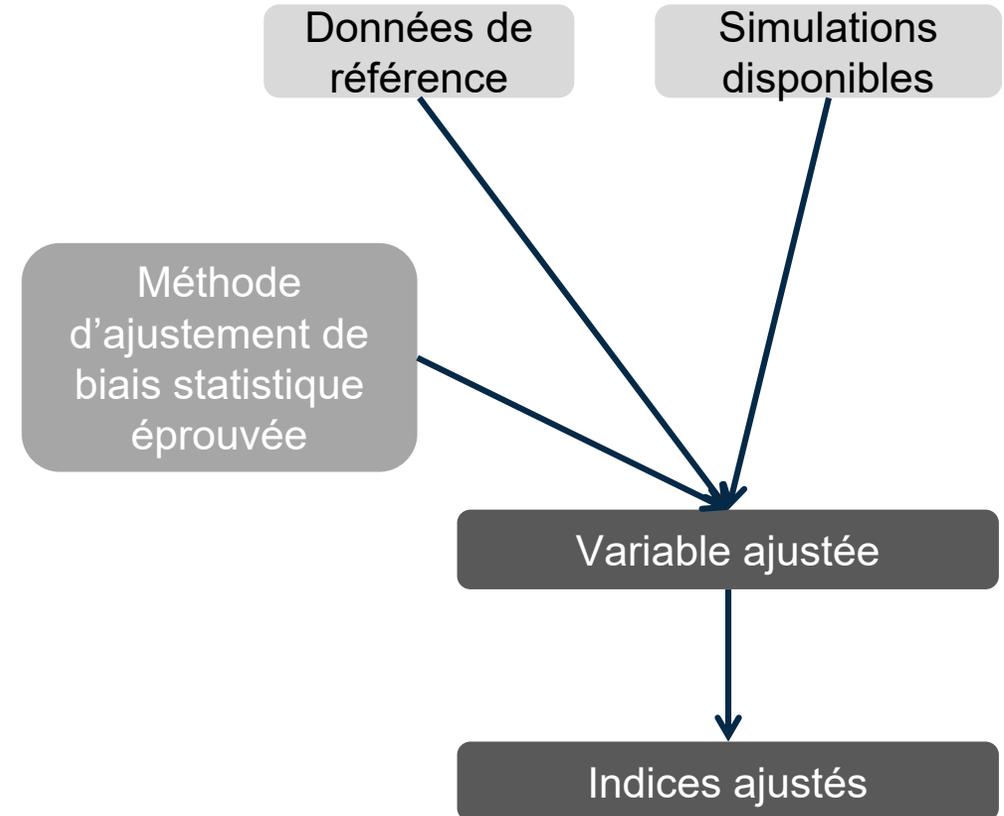
Le manteau neigeux peut être décrit avec

- La hauteur de neige;
- **L'équivalent en eau de la neige (ÉEN).**



Quelques embûches...

Méthodologie « classique » pour produire des projections climatiques d'indices avec un ajustement de biais statistique



# Méthodologie

## Variable d'intérêt

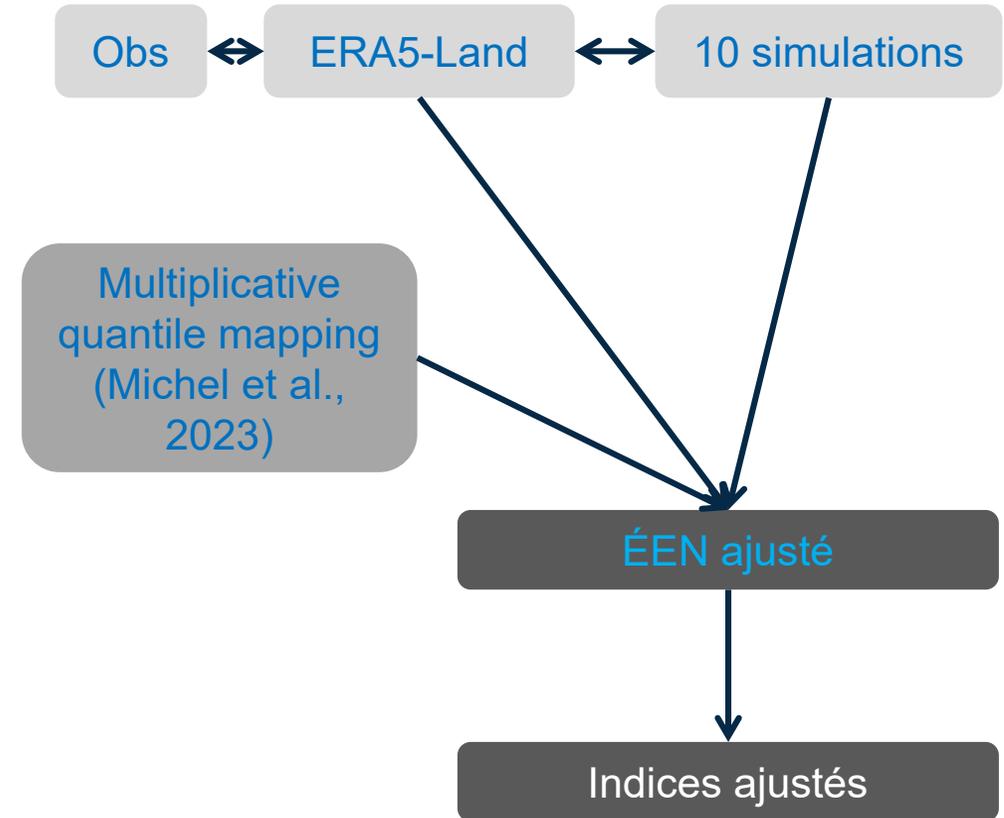
Le manteau neigeux peut être décrit avec

- La hauteur de neige;
- **L'équivalent en eau de la neige (ÉEN).**



**Quelques embûches...**

- Pas de base de données qui soit la référence absolue;
- Peu de simulations disponibles (archivage et qualité des données);
- Une seule méthode d'ajustement de biais testée sur l'ÉEN.



# Méthodologie

## Indices de neige au sol

NOM	DESCRIPTION
Maximum annuel de l'ÉEN du couvert de neige	Maximum annuel d'ÉEN (mm)
Date de début du couvert continu de la neige	Premier jour à partir duquel l'ÉEN > 4 mm durant 14 jours consécutifs
Date de fin du couvert continu de la neige	Dernier jour à partir duquel l'ÉEN > 4 mm durant 14 jours consécutifs
Durée du couvert continu de neige	Nombre de jours entre le début et la fin du couvert continu de neige
Jours sans couvert de neige	Nombre de jours avec un ÉEN < 4 mm
Jours avec une augmentation en une journée de 10 mm ou plus d'ÉEN	Nombre de jours avec une augmentation journalière de l'ÉEN > 10 mm
Jours avec un couvert de neige pendant le congé de Noël	Nombre de jours avec un ÉEN > 4 mm entre le 19 décembre et le 3 janvier inclusivement
Jours avec un couvert de neige pendant le congé de la relâche	Nombre de jours avec un ÉEN > 4 mm entre le 19 février et le 20 mars inclusivement

# Résultats

---

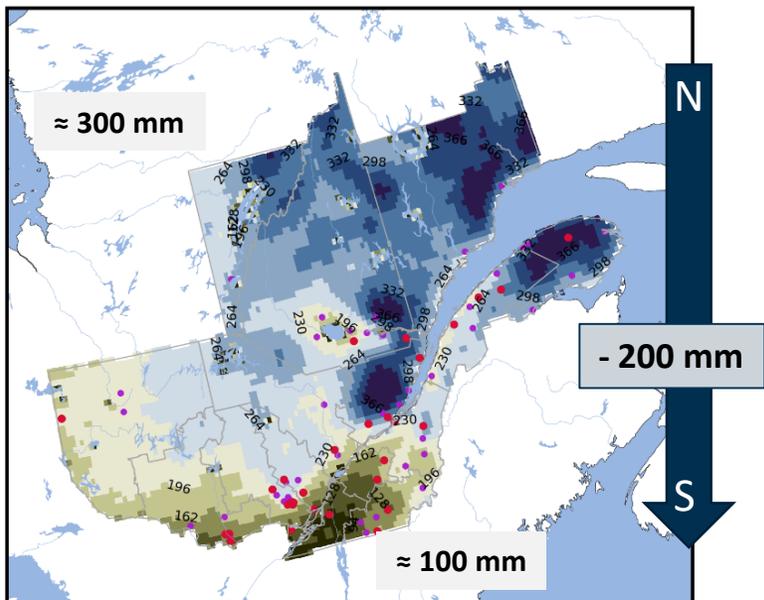


# Résultats

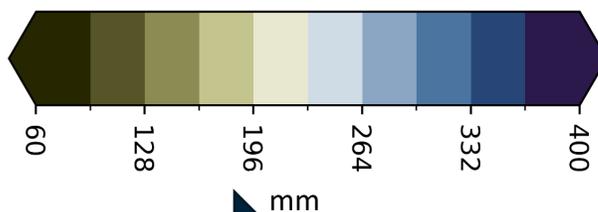
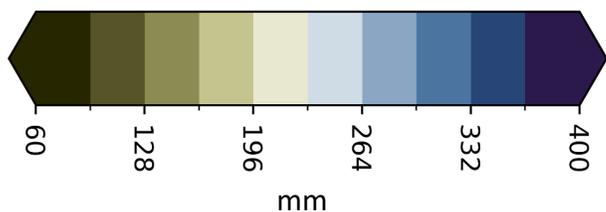
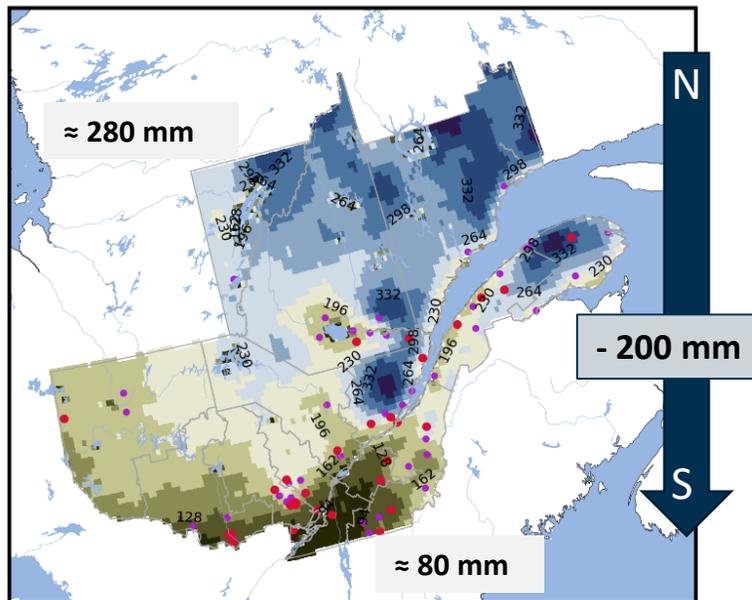
## Maximum annuel d'ÉEN

- Maximum annuels d'ÉEN plus importants dans le nord du domaine et les montagnes
- Pas de changements dans le patron spatial
- Diminution de l'ordre de 20 mm sur le domaine Québec-ski

1991-2020



RCP 8.5 : 2041-2070

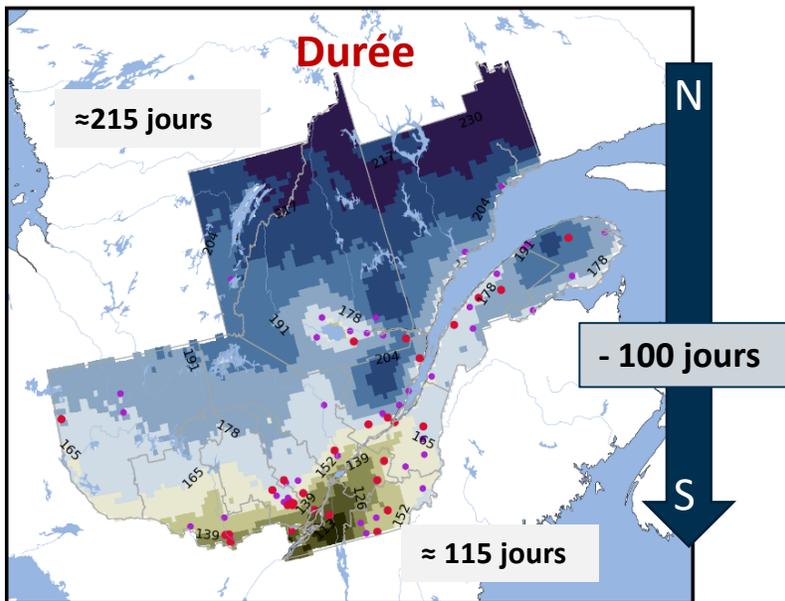


# Résultats

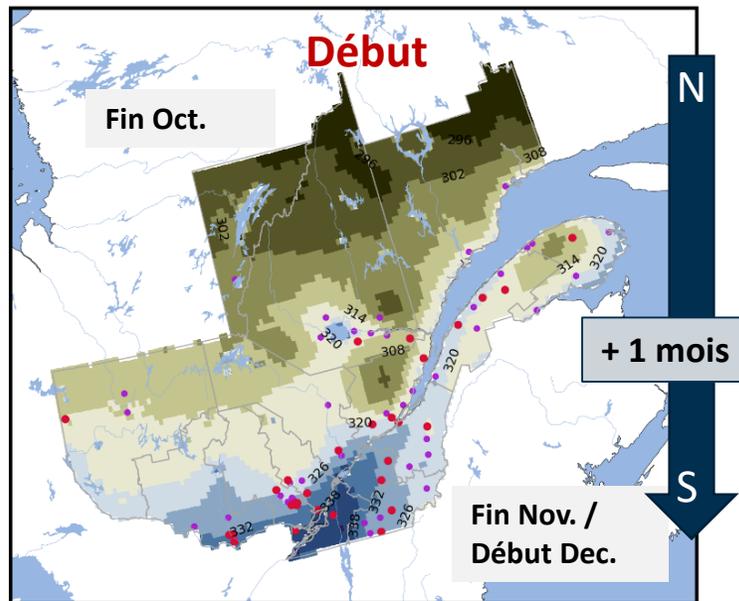
## Couvert de neige

- Pour la période historique
  - Gradient nord-sud présent dans tous les indices
  - Saison de neige commençant 1 mois plus tard et finissant 2 mois plus tôt dans le sud que dans le nord du domaine

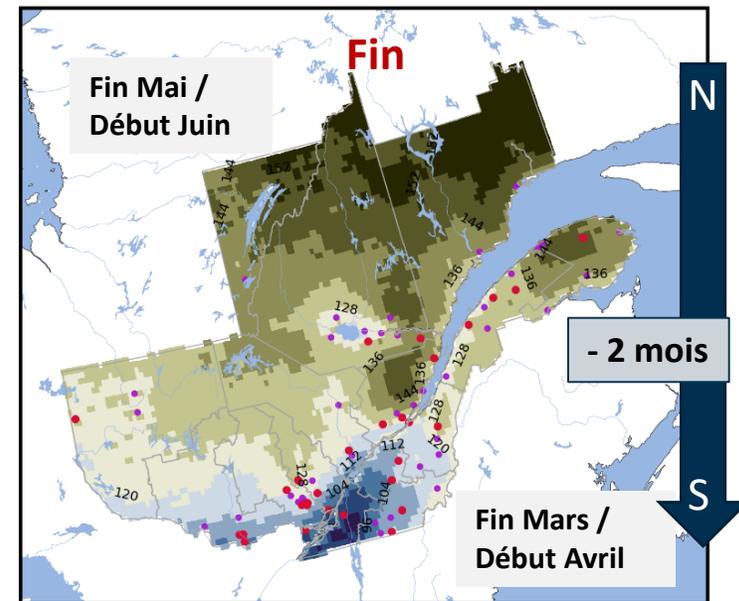
1991-2020



1991-2020



1991-2020

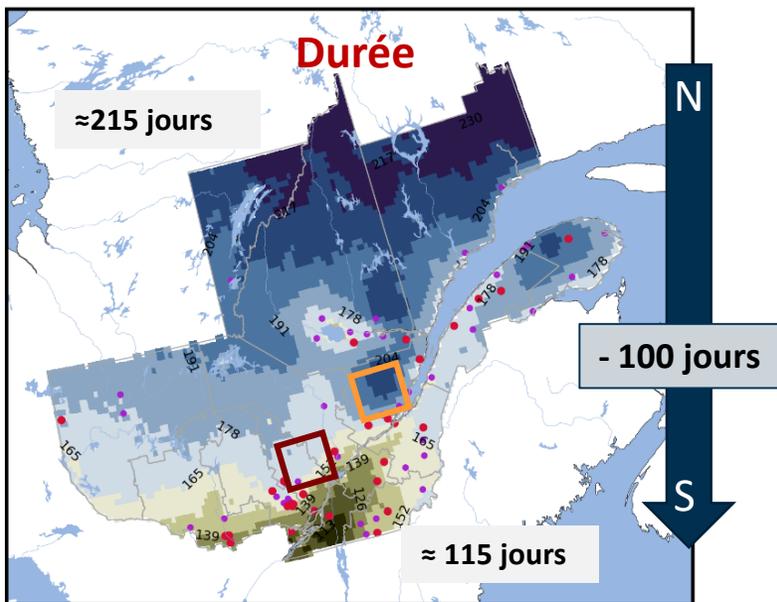


# Résultats

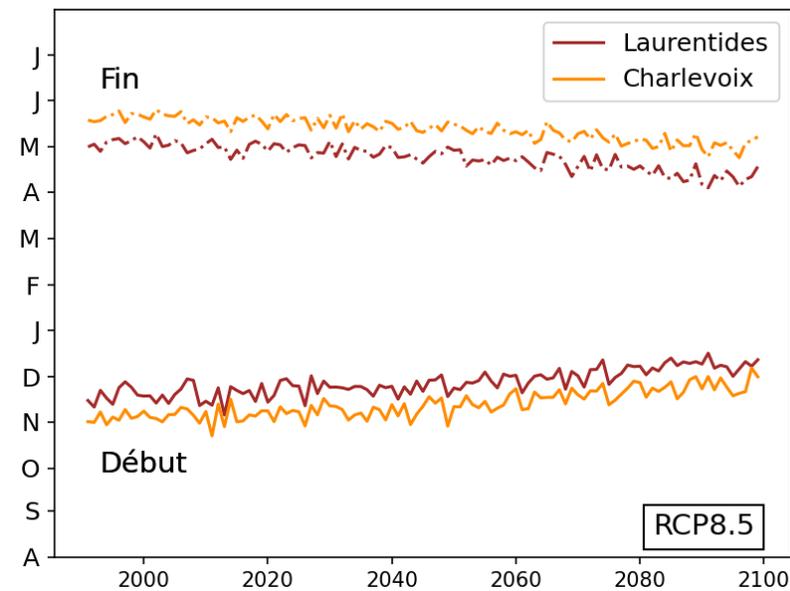
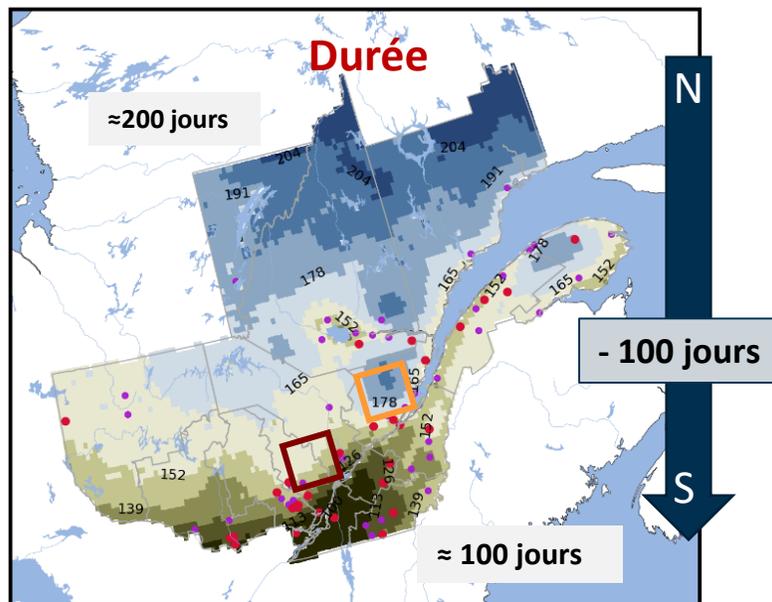
## Couvert de neige

- Diminution de la durée du couvert de neige d'environ 2 semaines en 2041-2070
- Symétrie dans le raccourcissement de la saison

1991-2020



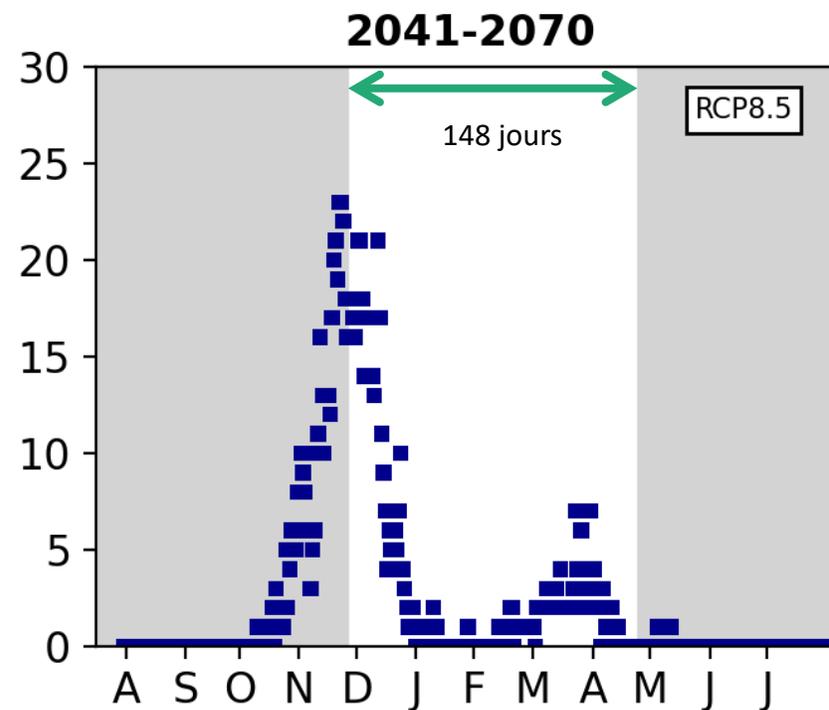
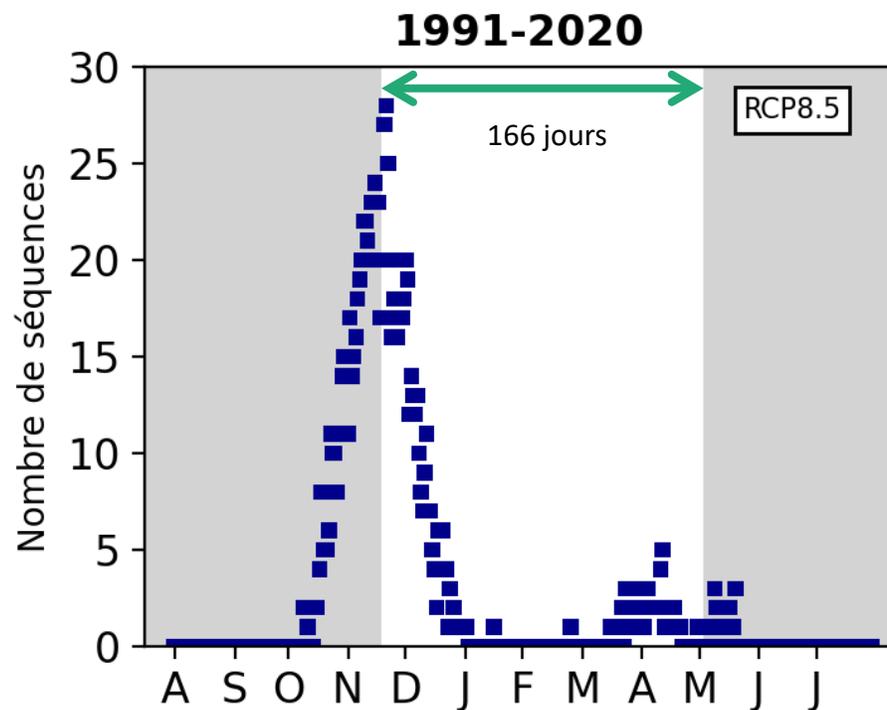
RCP 8.5 : 2041-2070



# Résultats

## Fragmentation du couvert continu de neige

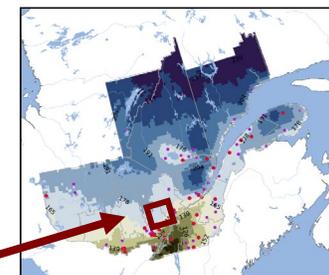
- A-t-on des moments durant la saison du couvert de neige continu sans couvert de neige et ce pour plusieurs jours d'affilée ?
- Pour les Laurentides, la période continue de couvert de neige sans interruption réduit avec le temps.



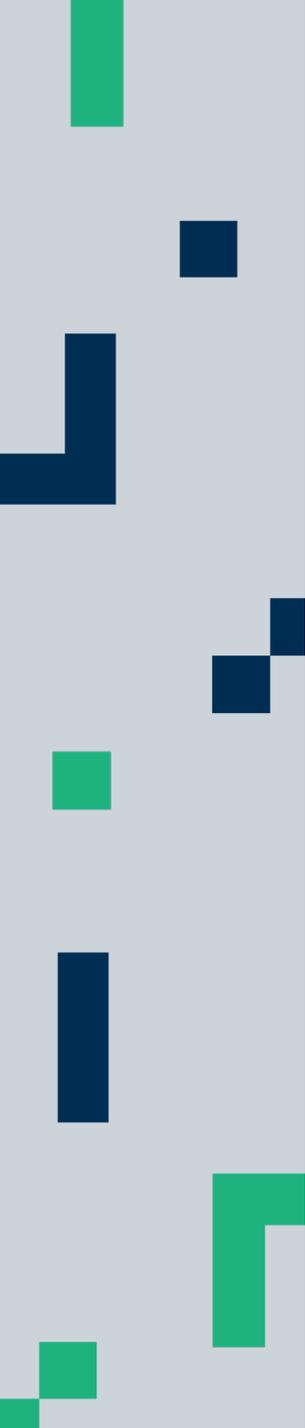
Jours consécutifs sans couvert de neige

■ [2;14[ jours

↔ Durée moyenne du couvert de neige



Exemple des Laurentides



# Conclusions et perspectives

---



# Conclusions et perspectives

---

## Conclusions

- **Domaine Québec-ski** - Diminution générale du couvert de neige pour le domaine Québec-ski; des maximums annuels d'ÉEN plus faibles; raccourcissement de la période avec un couvert de neige, début plus tardif et fin plus hâtive.
- **Sud et vallée du St-Laurent** - Diminution du couvert de neige s'accroissant plus la période s'approche de la fin du siècle, et aussi, plus importante avec les simulations avec le RCP 8.5 que le RCP 4.5.
- **Reste du domaine** - Diminution du couvert de neige moins marquée, avec des régions moins affectées vers le nord du domaine et sur certains reliefs, dont les massifs de Charlevoix, des Monts-Valin et des Chic-Chocs.
- Le patron des jours avec une forte augmentation du couvert de neige naturelle en 24 heures changeant peu, quel que soit le RCP ou l'horizon temporel considéré.
- Diminution de la période de couvert continu durant la saison de neige.

## La suite...

- Données disponibles sur l'ensemble du Québec, mise à disposition au public sous peu.
- Travaux en cours sur l'évolution des caractéristiques du couvert de neige (durée, fragmentation, début et fin, fortes accumulations) sur plusieurs régions à travers la province.

# Merci de votre attention

---

Projet PINS



## Références

Aschauer, J., Michel, A., Jonas, T., & Marty, C. (2023). An empirical model to calculate snow depth from daily snow water equivalent: SWE2HS 1.0. *Geoscientific Model Development*, 16(14), 4063–4081. <https://doi.org/10.5194/gmd-16-4063-2023>

Michel, A., Aschauer, J., Jonas, T., Gubler, S., Kotlarski, S., & Marty, C. (2023). SnowQM 1.0: A fast R Package for bias-correcting spatial fields of snow water equivalent using quantile mapping. *Geosci. Model Dev. Discuss.*, 2023, 1–28. <https://doi.org/10.5194/gmd-2022-298>

Mudryk, L., Mortimer, C., Derksen, C., Elias Chereque, A., & Kushner, P. (2024). Benchmarking of swe products based on outcomes of the snowpex+ intercomparison project. *EGUsphere*, 2024, 1–28. Retrieved from <https://egusphere.copernicus.org/preprints/2024/egusphere-2023-3014/>