

Évaluation systématique des produits climatiques post-traités à haute résolution

Éric Dupuis, Martin Leduc, Blaise Gauvin St-Denis

Ouranos

Problématique

- Services climatiques: Post-traitement statistique pour une information à fine échelle, débiaisée
- Changements climatiques (CC) : Statistiques des champs physiques modifiées
 - Cohérence inter-variable, temporelle?
 - Ajustement multivarié nécessaire?
- Stationnarité des biais supposée dans les ajustements: Quel impact de cette hypothèse?

Problématique

- Services climatiques: Post-traitement statistique pour une information à fine échelle, débiaisée
- Changements climatiques (CC) : Statistiques des champs physiques modifiées
 - Cohérence inter-variable, temporelle?
 - Ajustement multivarié nécessaire?
- Stationnarité des biais supposée dans les ajustements: Quel impact de cette hypothèse?

Cadre systématique pour l'évaluation de l'ajustement et la mise à l'échelle

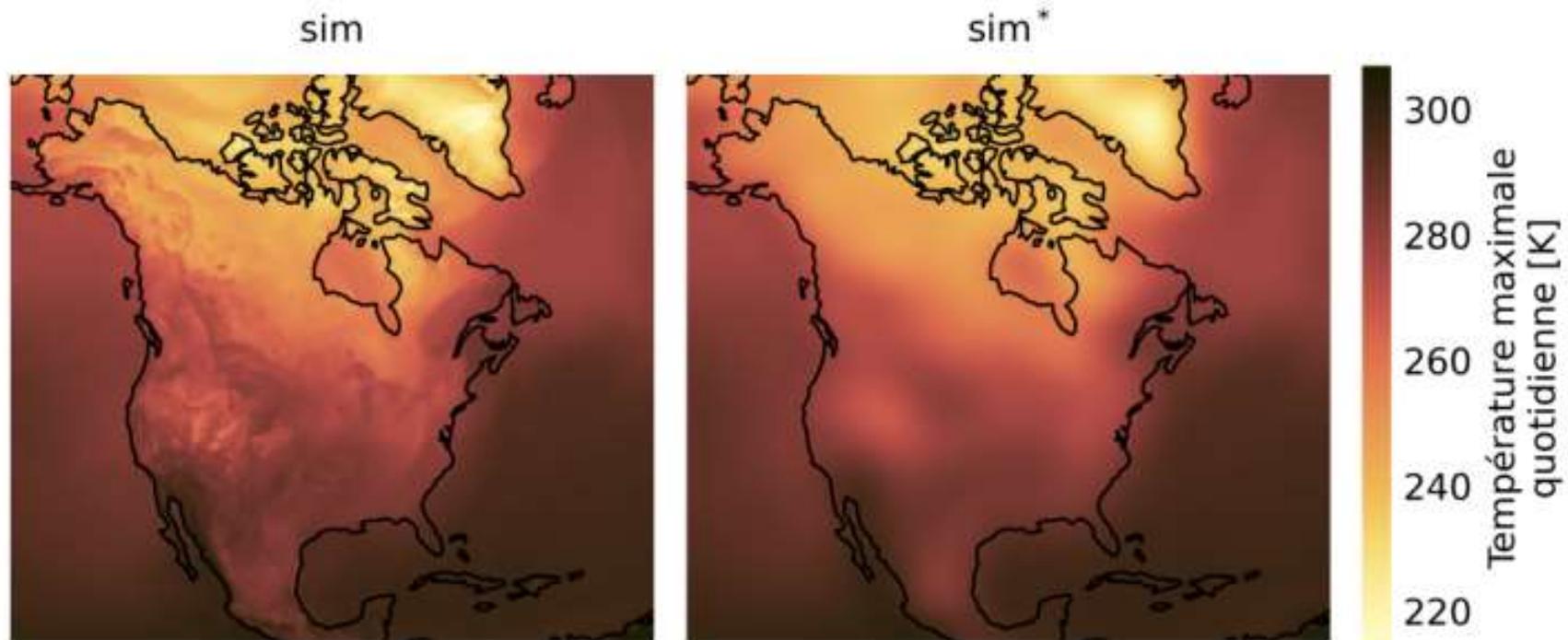
Approche du *modèle parfait* : *Simulation* climatique utilisée comme *pseudo-observations/reference*

1. Validation croisée dans le futur
2. Contrôle du degré de différence *sim* vs. *ref* (diversité des simulations climatiques)

Cadre proposé

- Simulation MRCC5 dont on retire les petites échelles spatiales

$\text{sim} \xrightarrow{\text{Filtre spectral}} \text{sim}^*$



Cadre proposé

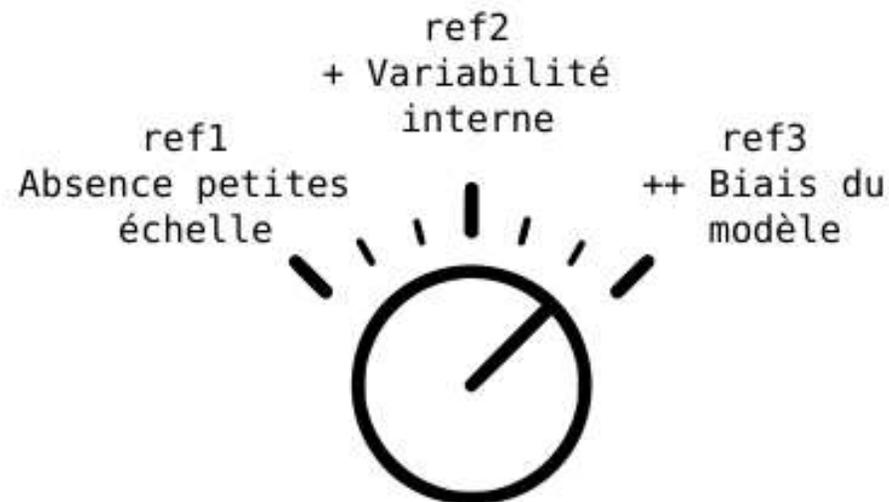
- Simulation MRCC5 dont on retire les petites échelles spatiales

$$\text{sim} \xrightarrow[\text{Filtre spectral}]{} \text{sim}^*$$

Ajuster cette simulation dégradée sim^* vers *trois références* (de plus en plus différentes):

	Modèle	Membre
sim^*	CCCma-CanESM2	r4i1p1f1
ref1	CCCma-CanESM2	r4i1p1f1
ref2	CCCma-CanESM2	r3i1p1f1
ref3	MPI-M-MPI-ESM-LR	r1i1p1f1

Toutes des simulations MRCC5, mais **différents pilotes** (CMIP5)



Méthodes d'ajustement et paramètres de l'étude

Variables

tasmax, tasmin journalier

Méthodes d'ajustement

- Scaling (Correction d'une moyenne temporelle)
- Detrended Quantile Mapping (DQM)
- n-dimensional Multivariate Bias Correction (MBC_n)

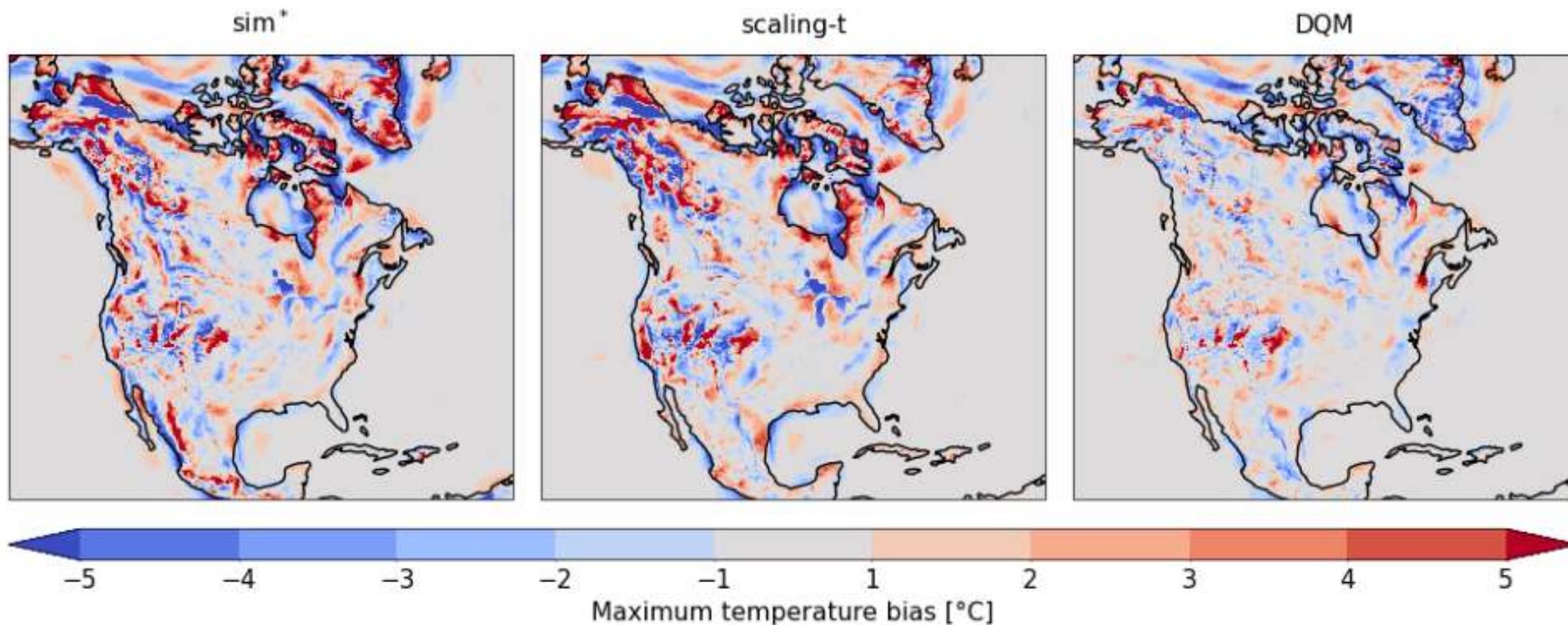
Entraînement (1980-2009)

Deux groupements considérés:

1. Période complète (noté e.g. DQM-t)
2. Fenêtre roulante de 31 jours (simplement e.g. DQM)

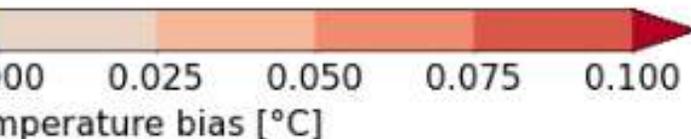
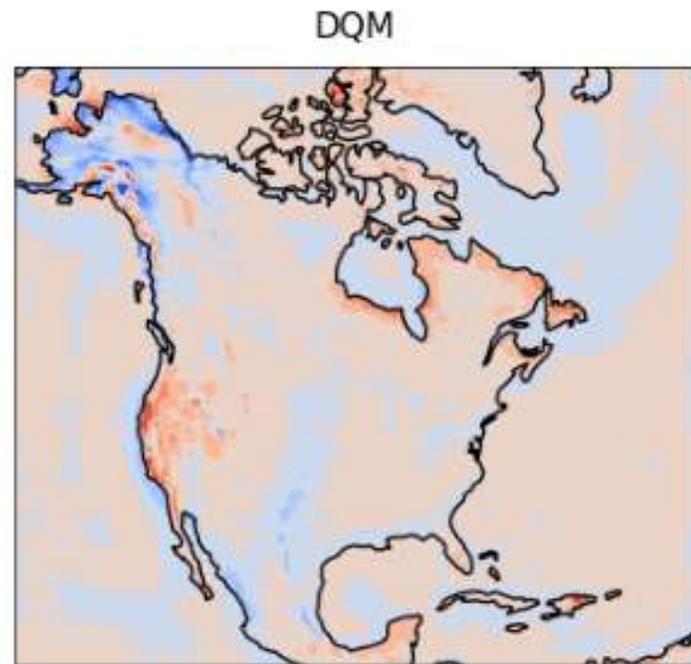
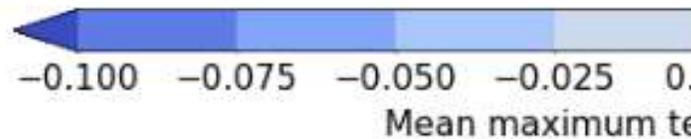
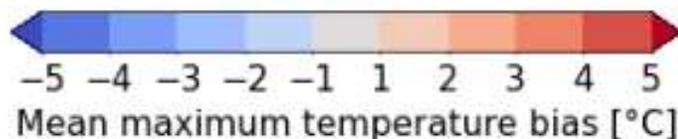
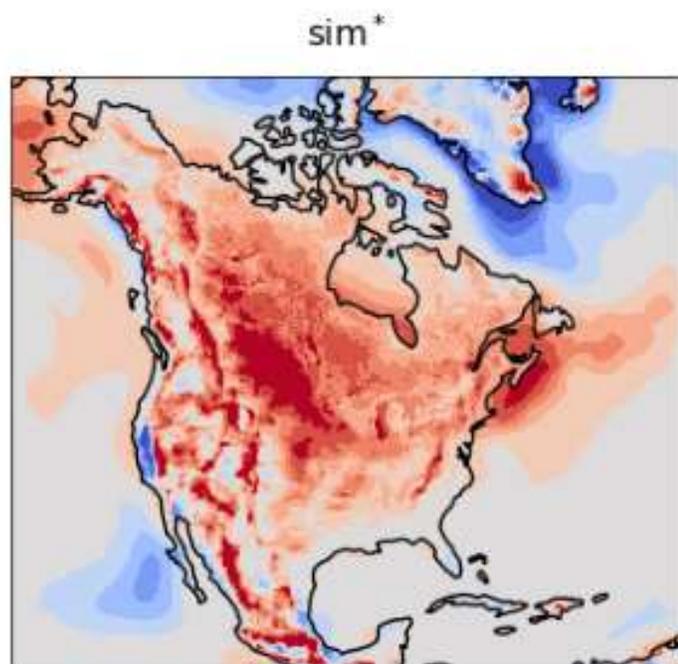
Première expérience ref1

t_{asmax}: Détails spatiaux peu ou partiellement recouverts sur un jour donné

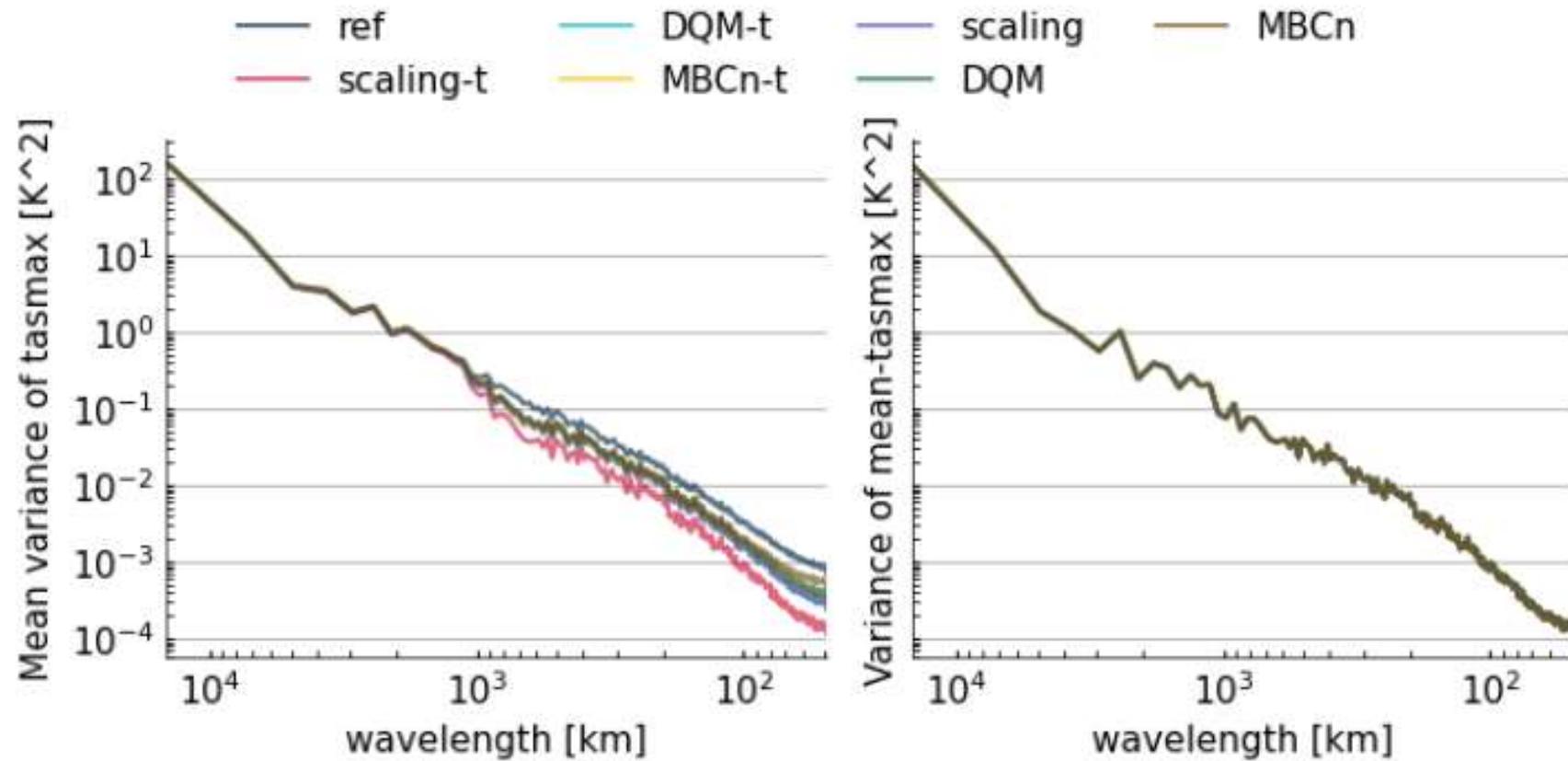


Première expérience ref1

mean-tasmax (moyenne 1980-2009) : Ajustement efficace

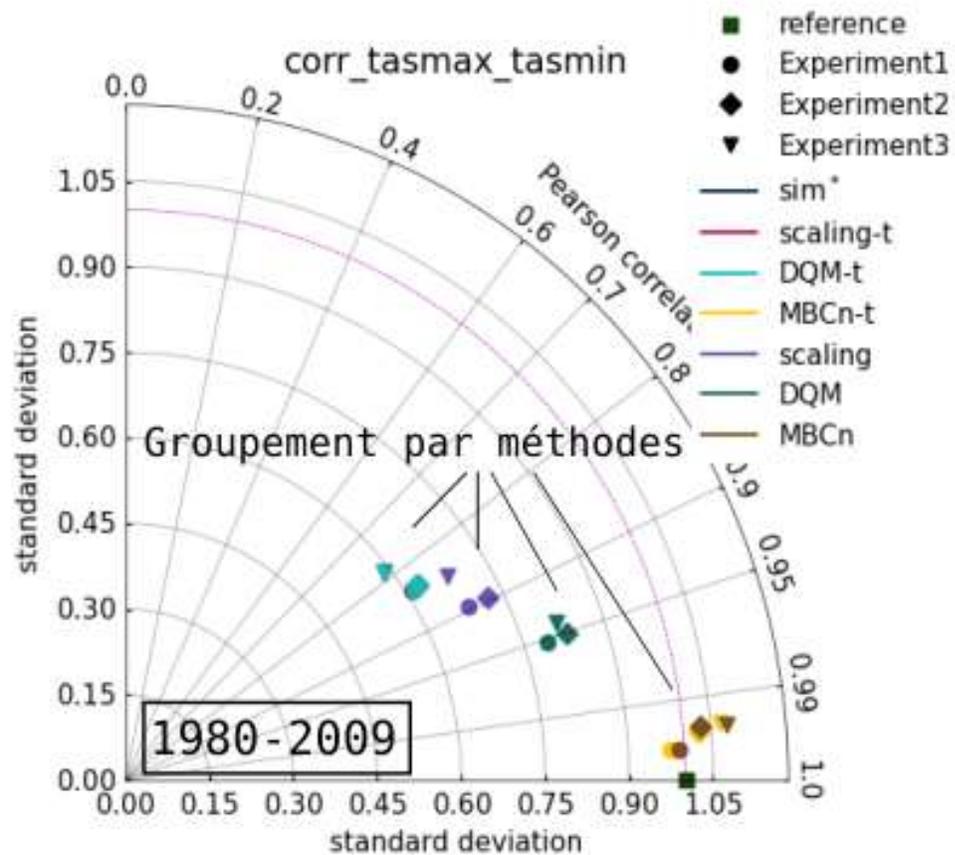


Spectre de la variance spatiale comme diagnostique



$$\langle \text{Var}(\text{tasmax}) \rangle \neq \text{Var}(\langle \text{tasmax} \rangle)$$

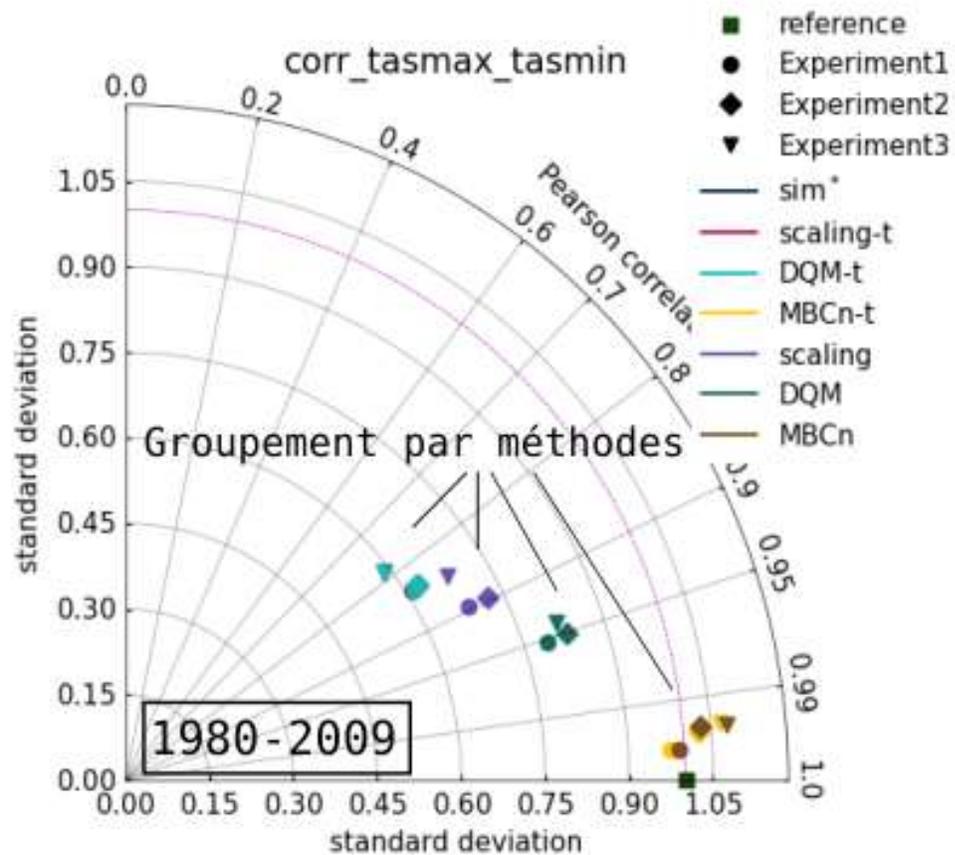
Corrélations & déviations standard



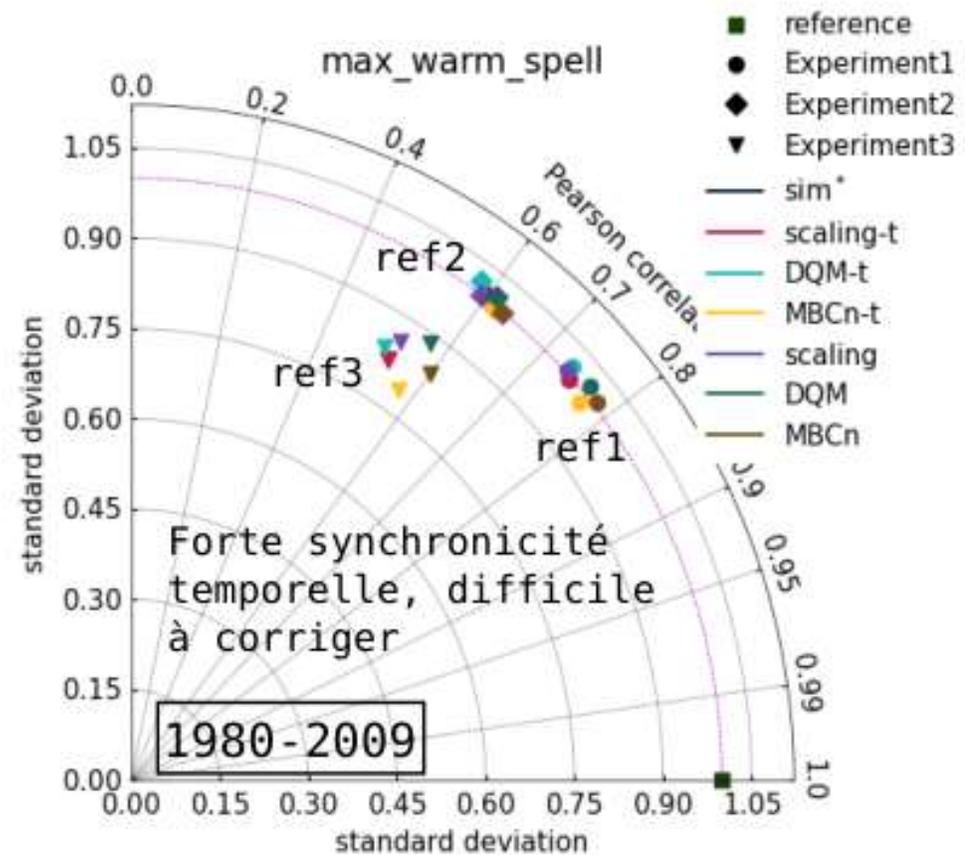
Multivarié : Corrélation intervariable de Spearman

tasmax – tasmin

Corrélations & déviations standard

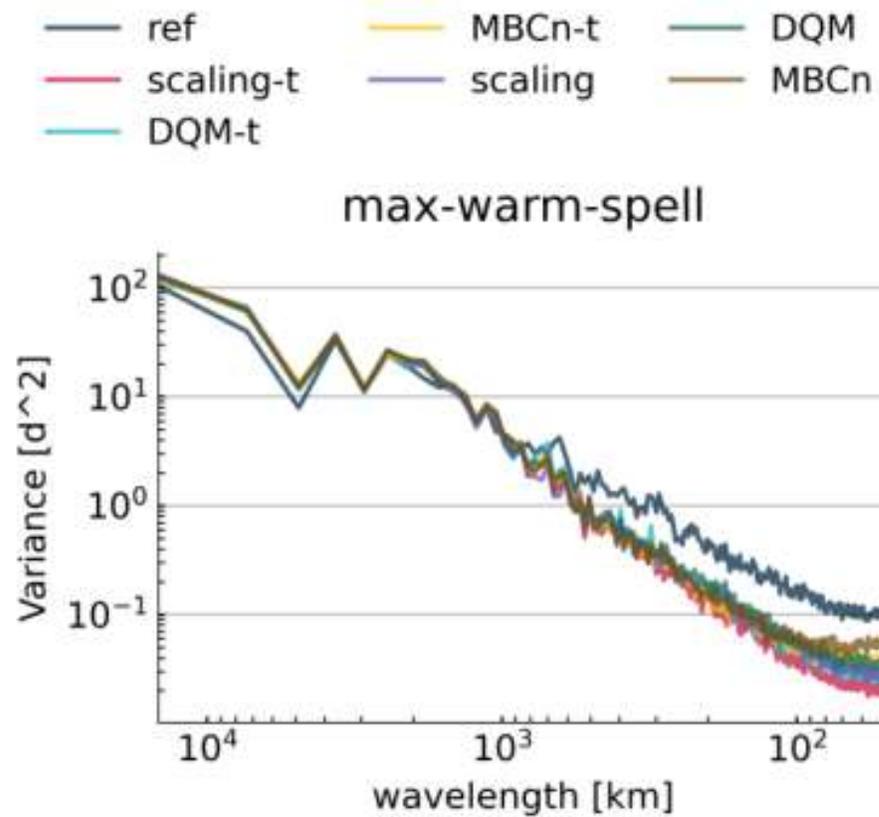


Multivarié : Corrélation intervariable de Spearman
tasmax - tasmin

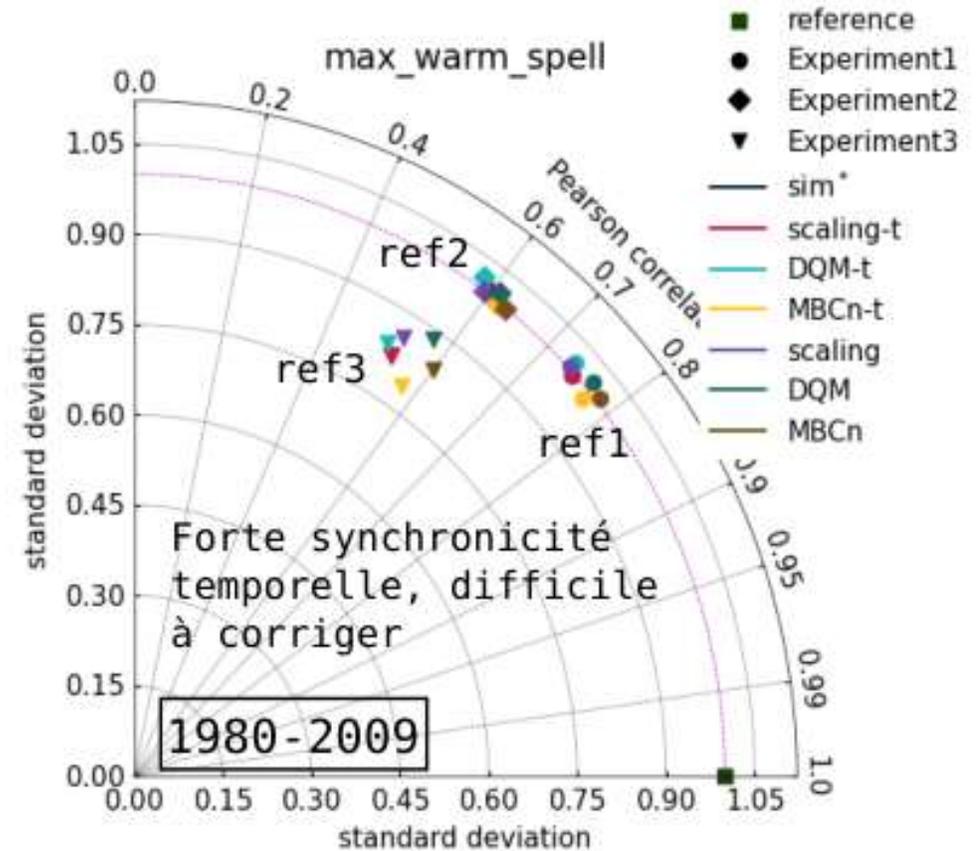


Temporel : Plus longue séquence d'au moins 5 jours
au-dessus du 90e quantile tasmax

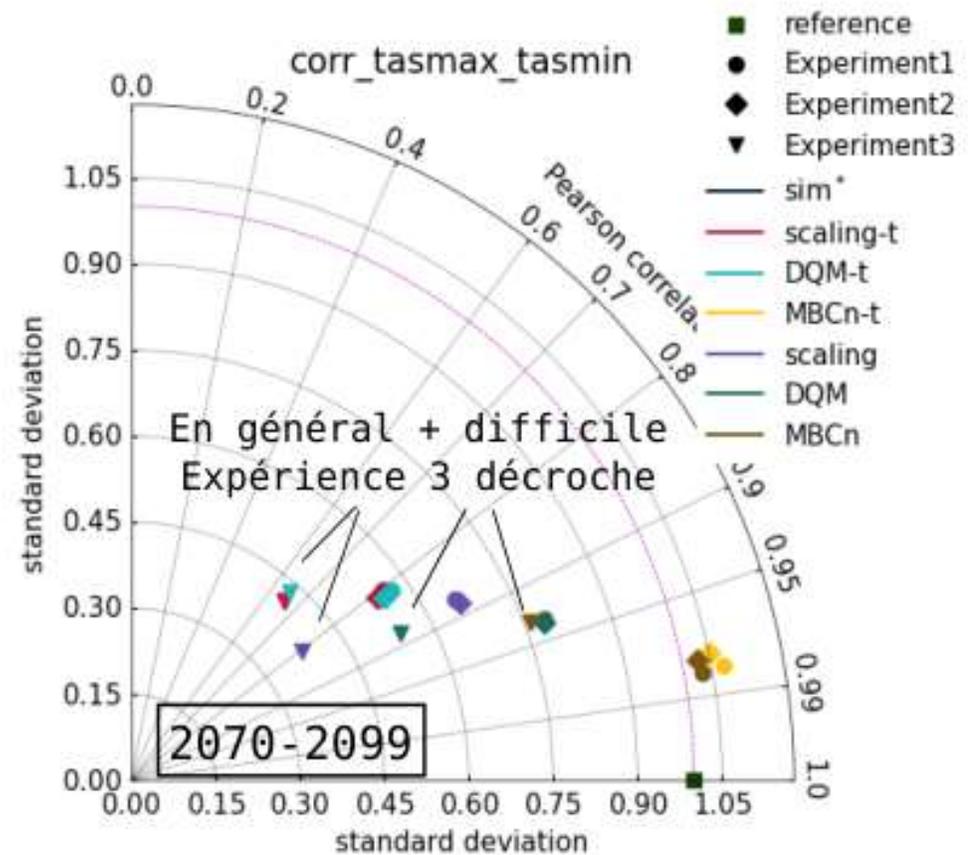
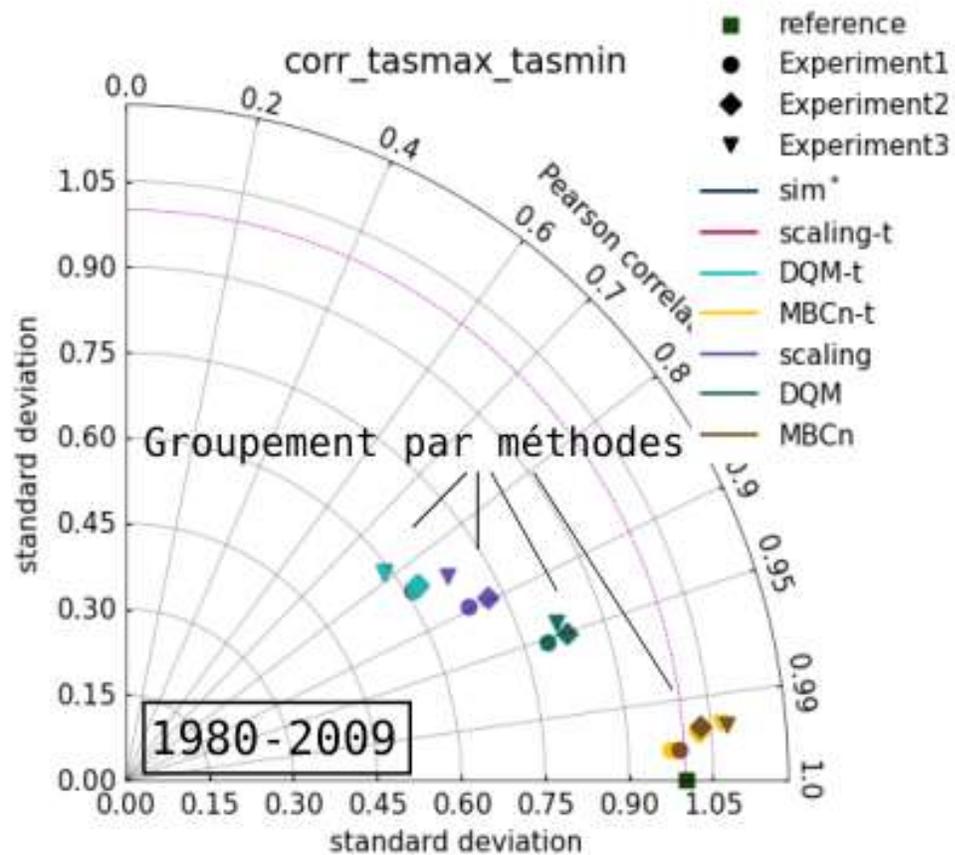
Corrélations & déviations standard



Expérience 1, 1980-2009



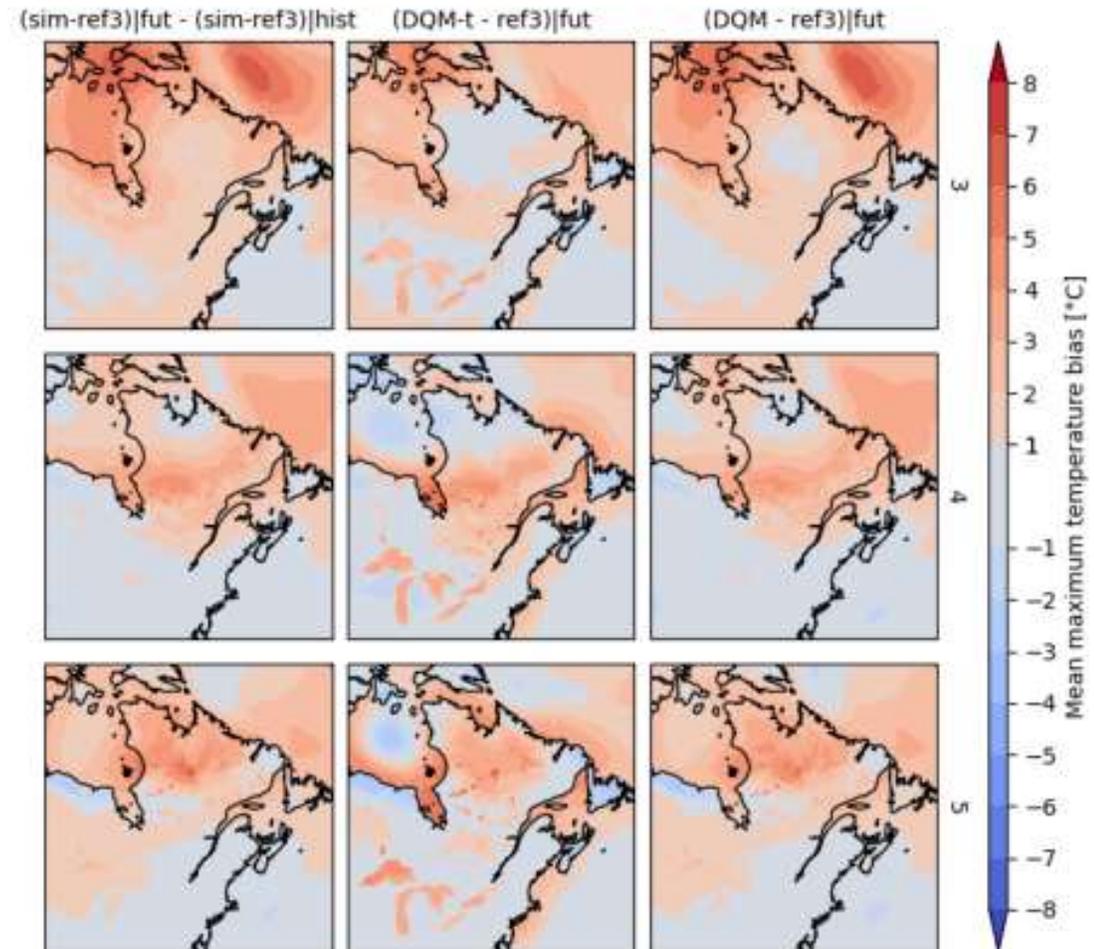
Corrélations & déviations standard (évolution)



Température maximale: Moyenne climatique sur Mars, Avril, Mai

Le biais relatif à **ref3** de la méthode plus puissante **DQM** (droite) reproduit l'évolution du biais de **sim*** (gauche).

Détails spatiaux manquants dans **DQM-t** (centre)



Sommaire

- Cadre: Simulation dégradée spatialement, ajustée vers trois références de plus en plus différentes
- Limites sur la production d'une fine information spatiale (difficile notamment pour les indicateurs à forte synchronicité temporelle)
- Possible de savoir quels indicateurs sont plus sensibles à un biais initial, lesquels dépendent plus de la méthode employée

Futures explorations

- Inclusion de l'humidité relative, les précipitations (transformée de Haar ou simple rééchantillonnage)
- Des indicateurs multivariés réalistes, mais plus difficiles à corriger (e.g. Fraction de précipitation solide)
- Autres comparaisons de modèles, e.g. plusieurs RCMs.



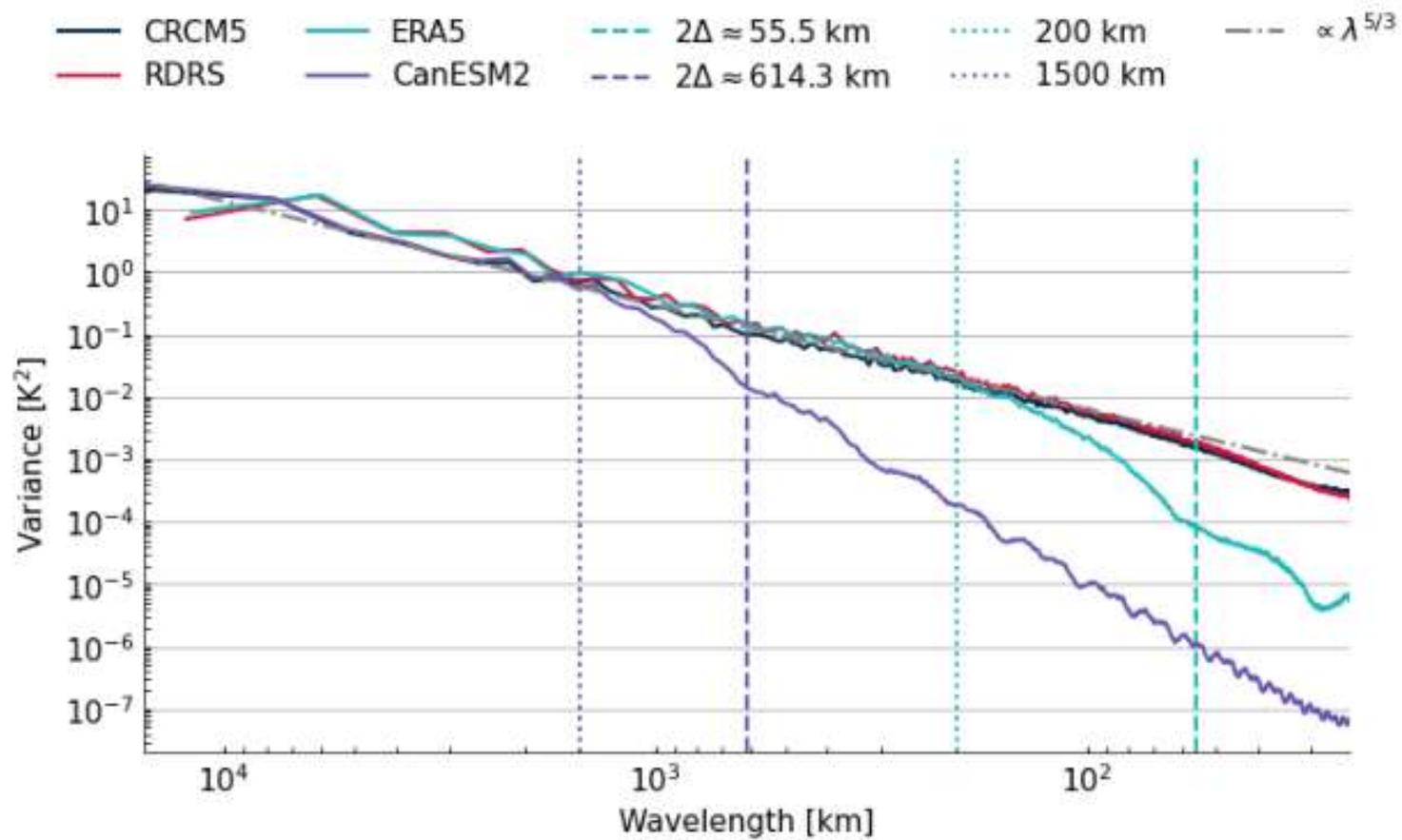
Merci pour votre attention

 **SYMPOSIUM**
OURANOS 2025

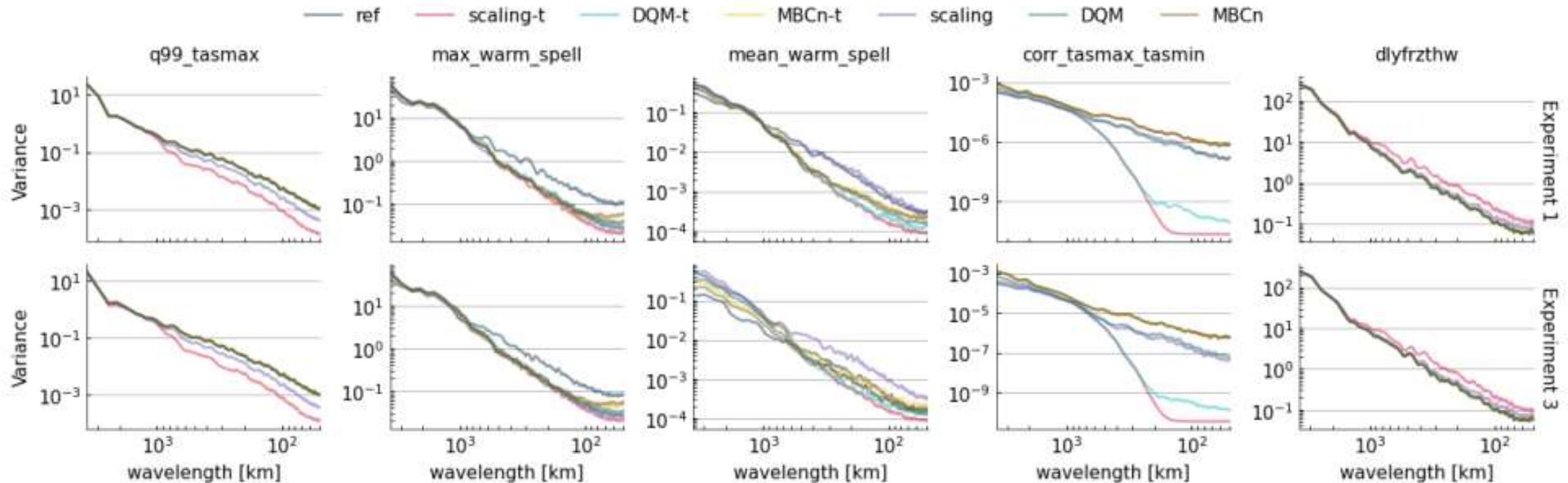


Filtre spectral $sim \Rightarrow sim^*$

Décrochage spectral dans la variance spatiale (de τ_{asmax}) -> Filtre aux petits longueurs d'onde



Variances ref1 vs. ref3



Marginal

99e quantile `tasmax`

Temporel

Vagues de chaleurs 5 jours+ > 90e quantile `tasmax`

Multivarié

Corr. Spearman `tasmax` – `tasmax`
Jours de gel-dégel

Références

- Cannon, Alex J. 2018. "Multivariate Quantile Mapping Bias Correction: An N-dimensional Probability Density Function Transform for Climate Model Simulations of Multiple Variables." *Climate Dynamics* 50 (1): 31–49. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3580-6>.
- Cannon, Alex J., Stephen R. Sobie, and Trevor Q. Murdock. 2015. "Bias Correction of GCM Precipitation by Quantile Mapping: How Well Do Methods Preserve Changes in Quantiles and Extremes?" *Journal of Climate* 28 (17): 6938–59. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00754.1>.
- Chow, Kenneth Kin Cheung, Housseyni Sankaré, Emilia P. Diaconescu, Trevor Q. Murdock, and Alex J. Cannon. 2024. "Bias-Adjusted and Downscaled Humidex Projections for Heat Preparedness and Adaptation in Canada." *Geoscience Data Journal*, February, gdj3.241. <https://doi.org/10.1002/gdj3.241>.
- Denis, Bertrand, Jean Côté, and René Laprise. 2002. "Spectral Decomposition of Two-Dimensional Atmospheric Fields on Limited-Area Domains Using the Discrete Cosine Transform (DCT)." *Monthly Weather Review* 130 (7): 1812–29. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(2002\)130<1812:SDOTDA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(2002)130<1812:SDOTDA>2.0.CO;2).
- Gasset, Nicolas, Vincent Fortin, Milena Dimitrijevic, Marco Carrera, Bernard Bilodeau, Ryan Muncaster, Étienne Gaborit, et al. 2021. "A 10 km North American Precipitation and Land-Surface Reanalysis Based on the GEM Atmospheric Model." *Hydrology and Earth System Sciences* 25 (9): 4917–45. <https://doi.org/10.5194/hess-25-4917-2021>.
- Gennaretti, Fabio, Lorenzo Sangelantoni, and Patrick Grenier. 2015. "Toward Daily Climate Scenarios for Canadian Arctic Coastal Zones with More Realistic Temperature-Precipitation Interdependence." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 120 (23). <https://doi.org/10.1002/2015JD023890>.
- Maraun, Douglas, Martin Widmann, José M. Gutiérrez, Sven Kotlarski, Richard E. Chandler, Elke Hertig, Joanna Wibig, Radan Huth, and Renate A. I. Wilcke. 2015. "VALUE: A Framework to Validate Downscaling Approaches for Climate Change Studies." *Earth's Future* 3 (1): 1–14. <https://doi.org/10.1002/2014EF000259>.
- Vrac, M., M. L. Stein, K. Hayhoe, and X.-Z. Liang. 2007. "A General Method for Validating Statistical Downscaling Methods Under Future Climate Change." *Geophysical Research Letters* 34 (18). <https://doi.org/10.1029/2007GL030295>.