



Travail préliminaire à la mise en oeuvre d'une méthodologie de tuning ciblant les observations du SIRTA

Maëlle Coulon--Decorzans, Frédéric Hourdin

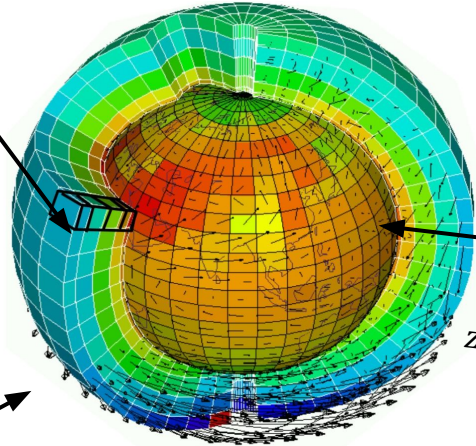
PEDALONS Tuning 29 Janvier 2024

**Mât de mesure de l'observatoire du SIRTA
(banlieu parisienne)**

Objectif : Améliorer les bilans d'eau et d'énergie à la surface des continents grâce au tuning en ajoutant un étape de tuning ciblant les observations du SIRTA



Large-Eddy Simulation (8 m grid) vs SCM



water and energy surface budget vs zoomed-nudge

LMDZ



SIRTA observatory
48.7°N ; 2.2°E



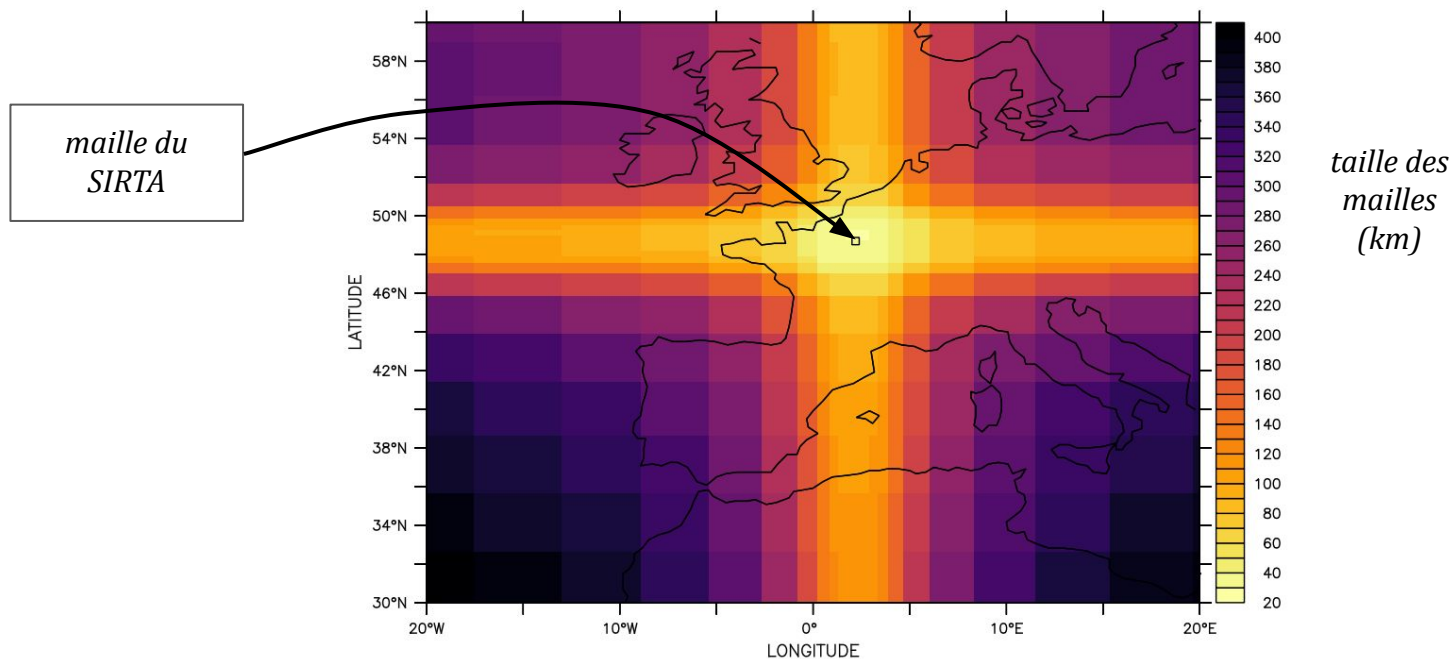
Aqua satellite, 2022

global TOA radiation vs 3D AMIP

Couvreux et al, 2021
Hourdin et al, 2021

1. Travail sur la configuration de LMDZ au SIRTA

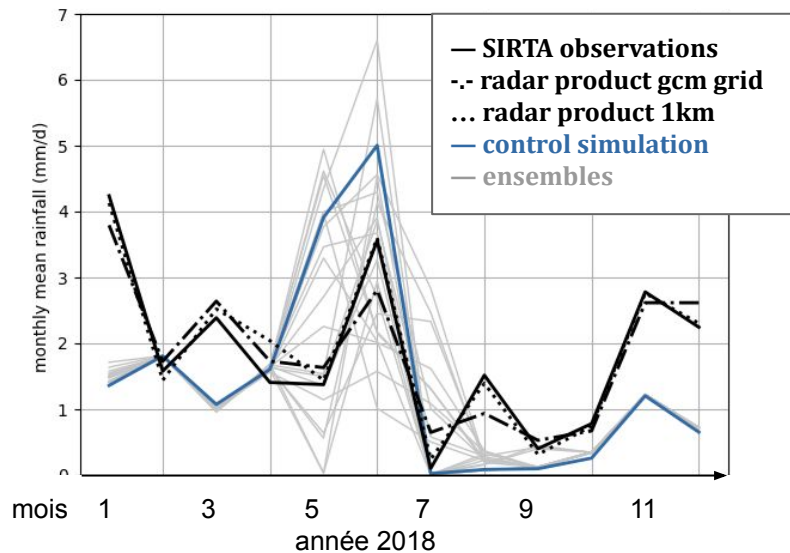
CMIP6 LMDZ+ORCHIDEE **guidé** (u,T,q) avec grille **zoomée** pour l'année 2018
albédo imposé sur la maille du SIRTA



1. Travail sur la configuration de LMDZ au SIRTA

Problème de **variabilité interne** de la configuration liées aux **précipitations convectives** !

→ Ensemble aux états initiaux perturbés (20 membres)

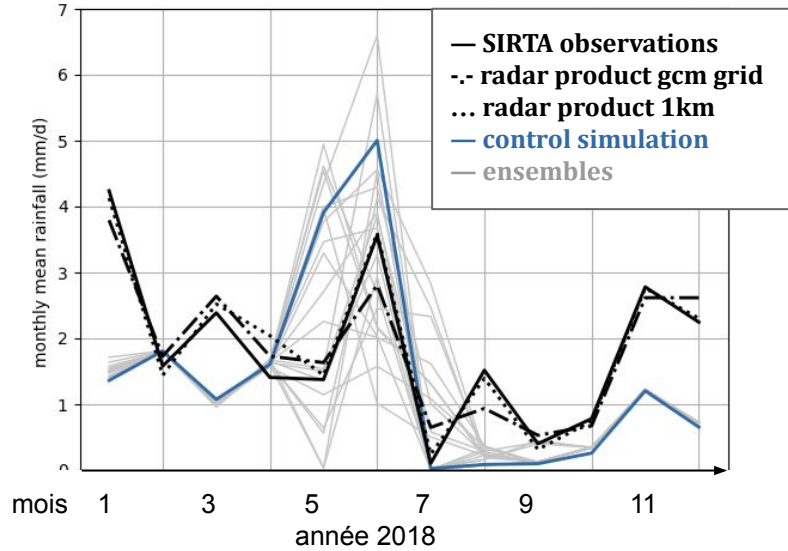


Précipitations en moyenne mensuelle pour 2018 (mm/d)

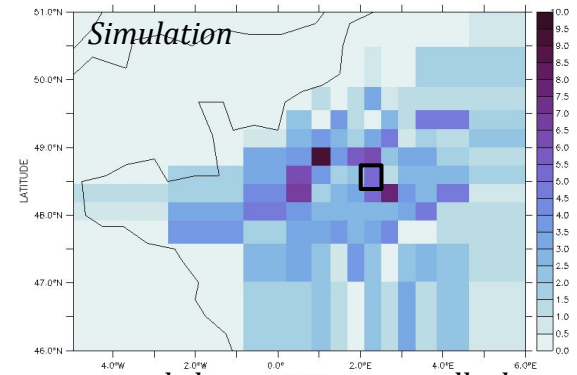
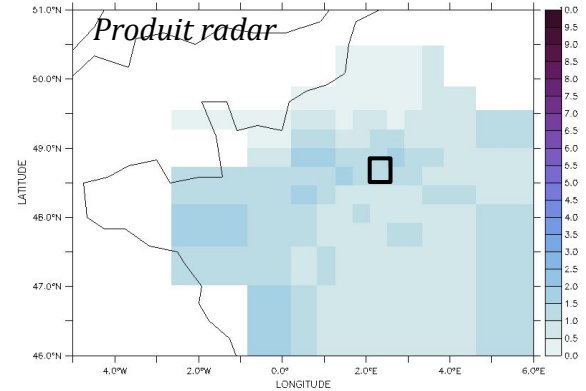
1. Travail sur la configuration de LMDZ au SIRTa

Problème de **variabilité interne** de la configuration liées aux **précipitations convectives** !

→ Ensemble aux états initiaux perturbés (20 membres)



Précipitations en moyenne mensuelle pour 2018 (mm/d)

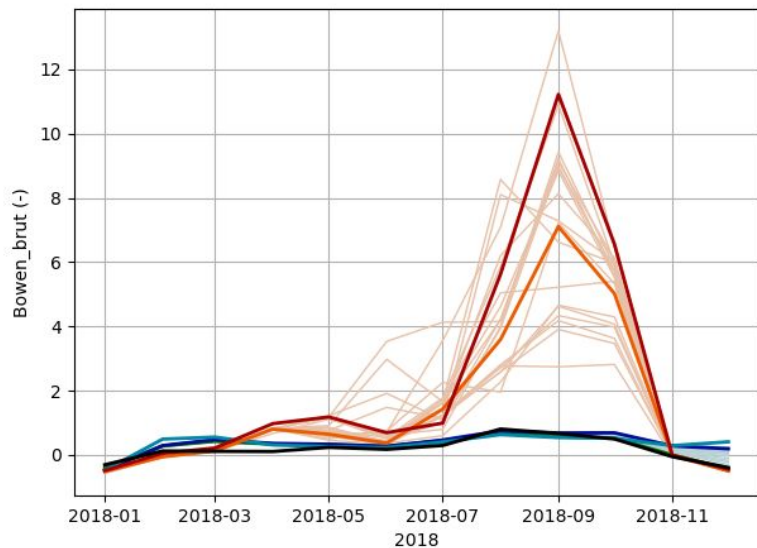


carte de la moyenne mensuelle des précipitations pour juin 2018 (mm/j)

Répercussion sur toutes les variables de surface via couplage avec orchidee !!!

1. Travail sur la configuration de LMDZ au SIRTA

- **albédo imposé** sur la maille du SIRTA
- Ensemble aux état initiaux perturbés
- **Observations du SIRTA**



$$\text{rapport de Bowen} = \frac{\text{sensible}}{\text{latent}}$$

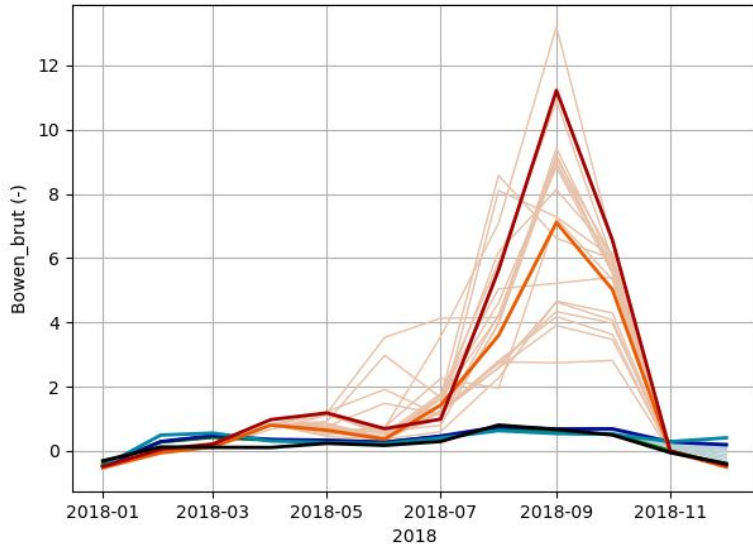
*Moyenne mensuelle du **rapport de Bowen** pour 2018*

1. Travail sur la configuration de LMDZ au SIRTA

- **albédo imposé** sur la maille du SIRTA
- Ensemble aux état initiaux perturbés
- **Observations du SIRTA**

- β **imposé** dans un rayon de 100 km autour du SIRTA
- Ensemble aux état initiaux perturbés

$$\beta = \text{Facteur d'évaporation} = \frac{\text{Evaporation}}{\text{Evaporation potentielle}}$$



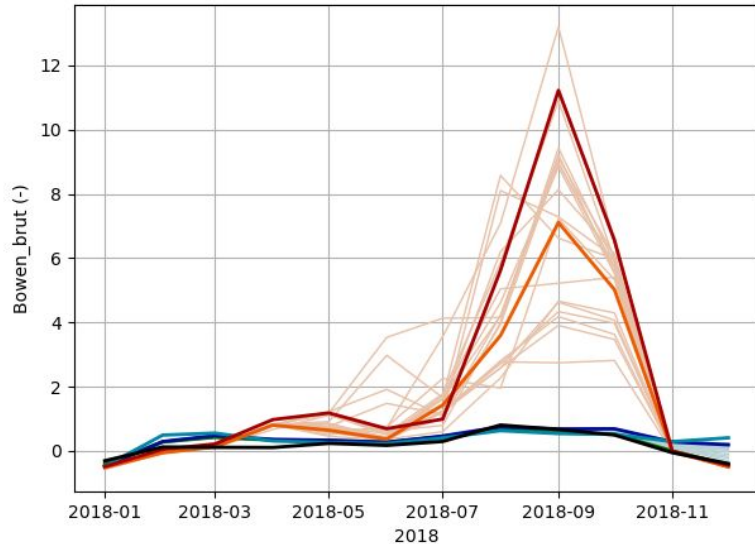
Moyenne mensuelle du **rapport de Bowen** pour 2018

- spécificité hydrologique du site
(thèse Aurélien Campoy, 2013)
- coupe la rétroaction du sol sur l'eau
On évalue plus orchidée !!!

$$\text{rapport de Bowen} = \frac{\text{sensible}}{\text{latent}}$$

1. Travail sur la configuration de LMDZ au SIRTA

- **albédo imposé** sur la maille du SIRTA
- Ensemble aux état initiaux perturbés
- **Observations du SIRTA**
- **Humidité** du sol saturée < 1,3 m + **LAI** imposé (*Campoy et al 2013*)
→ Impact de l'eau sur l'inertie thermique du sol



Moyenne mensuelle du **rapport de Bowen** pour 2018

- **β imposé** dans un rayon de 100 km autour du SIRTA
- Ensemble aux état initiaux perturbés

$$\beta = \text{Facteur d'évaporation} = \frac{\text{Evaporation}}{\text{Evaporation potentielle}}$$

- spécificité hydrologique du site (*thèse Aurélien Campoy, 2013*)
- coupe la rétroaction du sol sur l'eau
On évalue plus orchidée !!!

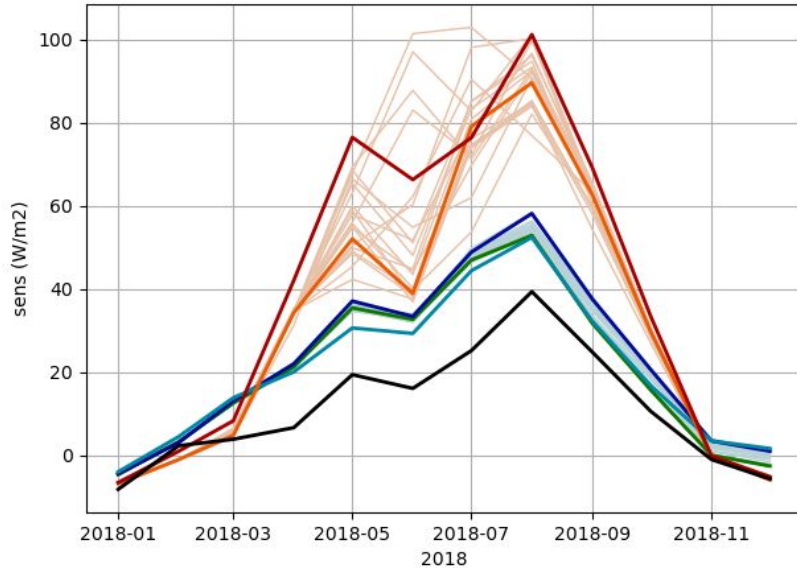
$$\text{rapport de Bowen} = \frac{\text{sensible}}{\text{latent}}$$

1. Travail sur la configuration de LMDZ au SIRTA

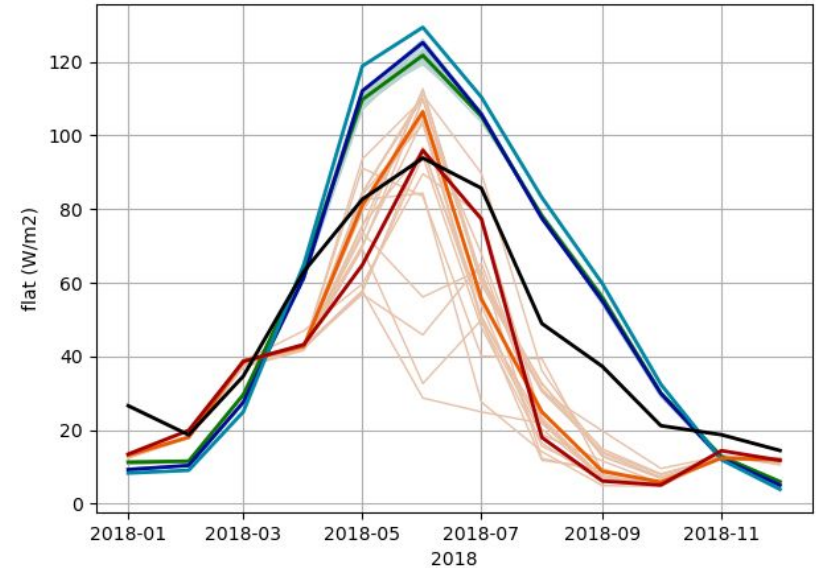
- **albédo imposé** sur la maille du SIRTA
 - Ensemble aux état initiaux perturbés
 - **Observations du SIRTA**
 - **Humidité** du sol saturée < 1,3 m + **LAI imposé** (*Campoy et al 2013*)
- Impact de l'eau sur l'inertie thermique du sol

- β imposé dans un rayon de 100 km autour du SIRTA
- Ensemble aux état initiaux perturbés

$$\beta = \text{Facteur d'évaporation} = \frac{\text{Evaporation}}{\text{Evaporation potentielle}}$$



moyenne mensuelle du **flux de chaleur sensible** pour 2018 (W/m^2)



moyenne mensuelle du **flux de chaleur latente** pour 2018 (W/m^2)

1. Travail sur la configuration de LMDZ au SIRTA

— **albédo imposé** sur la maille du SIRTA

— Ensemble aux état initiaux perturbés

— **Observations du SIRTA**

— **Humidité** du sol saturée < 1,3 m + **LAI** imposé
(Campoy et al 2013)

→ Impact de l'eau sur l'inertie thermique du sol

— **β imposé** dans un rayon de 100 km autour du SIRTA

— Ensemble aux état initiaux perturbés

$$\beta = \text{Facteur d'évaporation} = \frac{\text{Evaporation}}{\text{Evaporation potentielle}}$$

- obligé de **couper les rétroactions du sol**
- **stratégie de tuning** : tuner les paramètres de LMDZ avec le bon sol puis tuner les paramètres d'ORCHIDEE ?
- Qu'est ce que ça implique pour **la modélisation régional** ?



2. Quantification des incertitudes liées à la variabilité interne du modèle et identification des métriques possibles

Mât de mesure de l'observatoire du SIRT
(banlieue parisienne)

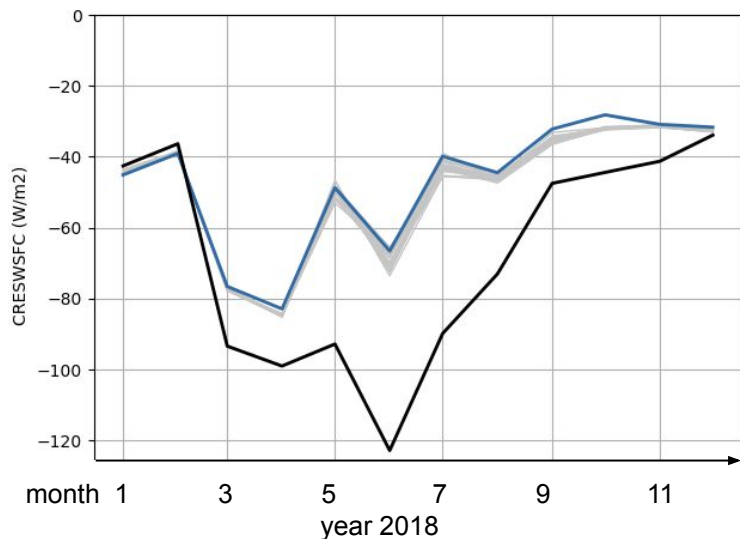
2. Quantification des incertitudes liées à la variabilité interne du modèle

Effet radiatif SW des nuages à la surface

Ensemble paramétrique (PPE) :

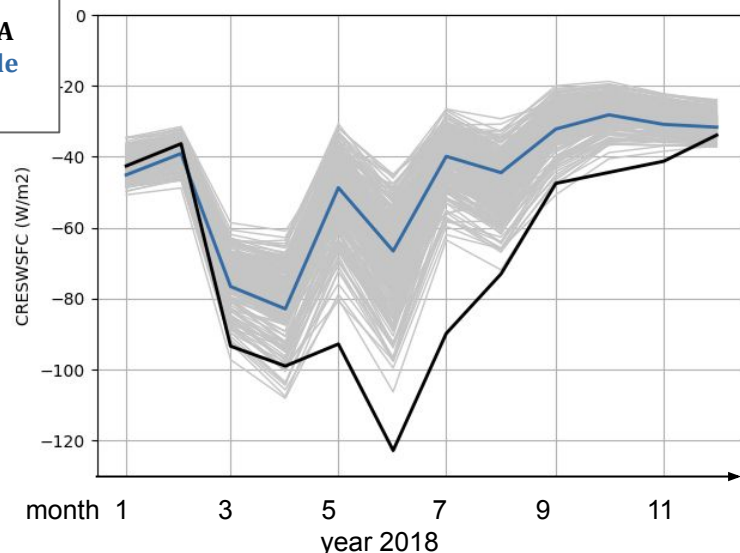
- 24 paramètres libres de LMDZ
- 250 simulations
- préconditionnement 1D vs LES

Ensemble aux états initiaux perturbés



*Effet radiatif SW des nuages à la surface (W/m^2)
moyenne mensuelle sur l'année 2018*

Ensemble paramétrique

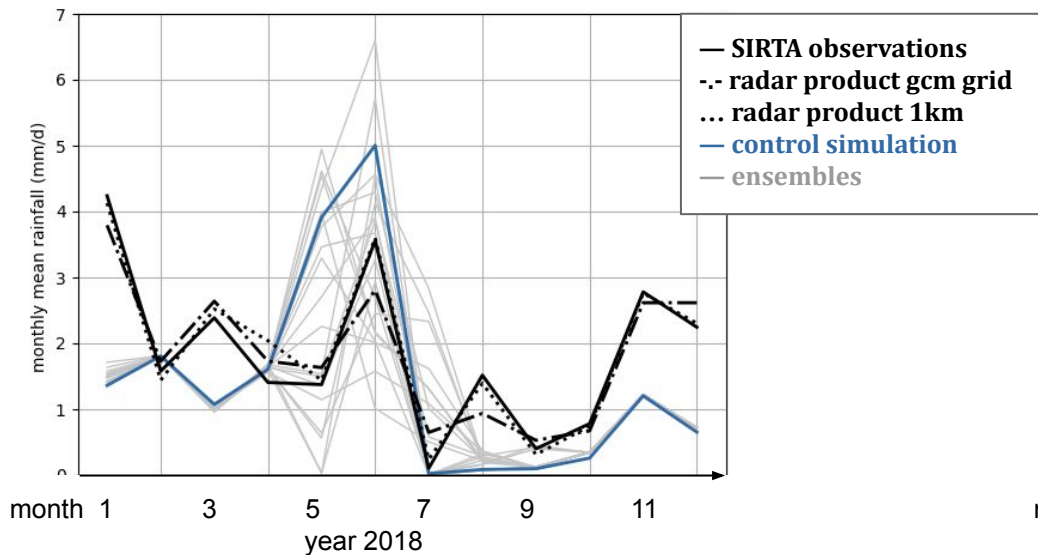


*Effet radiatif SW des nuages à la surface (W/m^2)
moyenne mensuelle sur l'année 2018*

2. Quantification des incertitudes liées à la variabilité interne du modèle

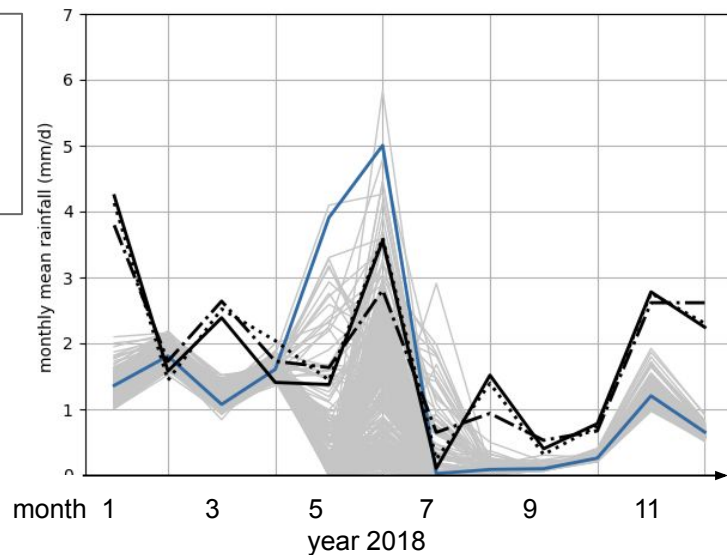
Précipitations sur la maille du SIRTA

Ensemble aux états initiaux perturbés



moyenne mensuelle des précipitations pour 2018 (mm/d)

Ensemble paramétrique



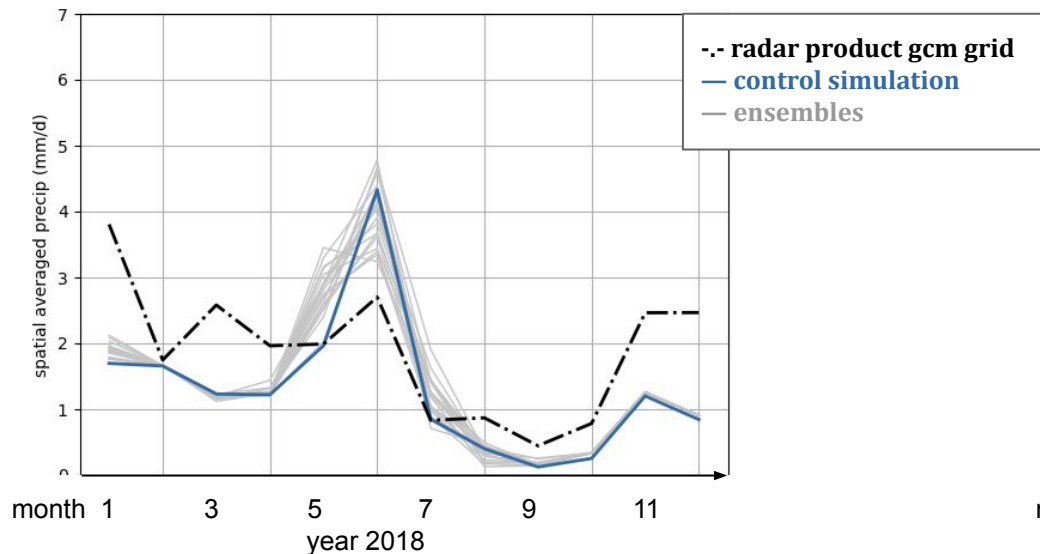
moyenne mensuelle des précipitations pour 2018 (mm/d)

- Représentativité des précipitations du site en comparant les différents produits
- variabilité paramétrique ~ variabilité interne

2. Quantification des incertitudes liées à la variabilité interne du modèle

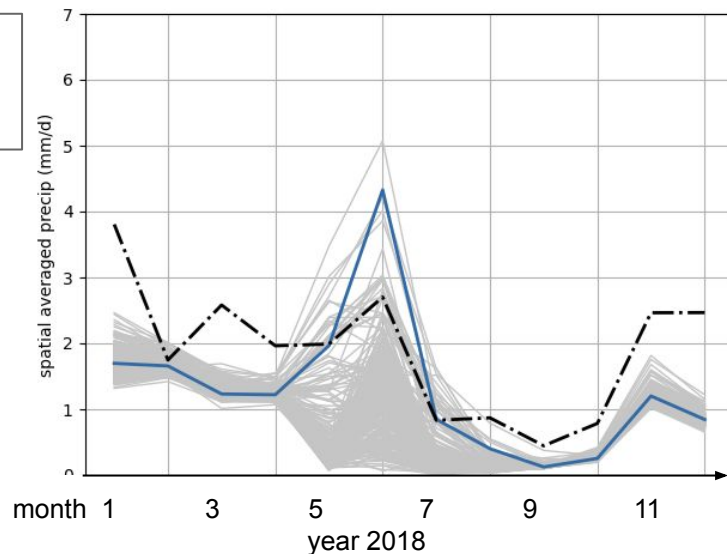
Précipitations moyennes sur 9 mailles (90x90km²)

Ensemble aux états initiaux perturbés



moyenne mensuelle des précipitations pour 2018 (mm/d)

Ensemble paramétrique



moyenne mensuelle des précipitations pour 2018 (mm/d)

↘ variabilité interne ➔ évaluation et tuning possible

Conclusions

1. **Stratégie de tuning de LMDZ-ORCHIDEE :**
→ Il faut séparer les question : **tuning paramètres de LMDZ avec sol imposé** autour du SIRTAs
2. **Variabilité interne importante même avec du guidage !** surtout pour les **précipitations convectives**
Pourquoi les précipitations convectives sont-elles si sensible à l'état initial ?
Est-ce que leur variabilité spatiale est dépendante de la résolution ?
3. Choix des métriques et des tolérances à l'erreur sur deux périodes du mois du juin
Vagues de tuning en cours !

Merci de votre attention !

References :

Chiriaco, M., Dupont, J.-C., Bastin, S., Badosa, J., Lopez, J., Haeffelin, M., Chepfer, H., and Guzman, R.: ReOBS: a new approach to synthesize long-term multi-variable dataset and application to the SIRTAs supersite, *Earth Syst. Sci. Data*, 10, 919–940, <https://doi.org/10.5194/essd-10-919-2018>, 2018.

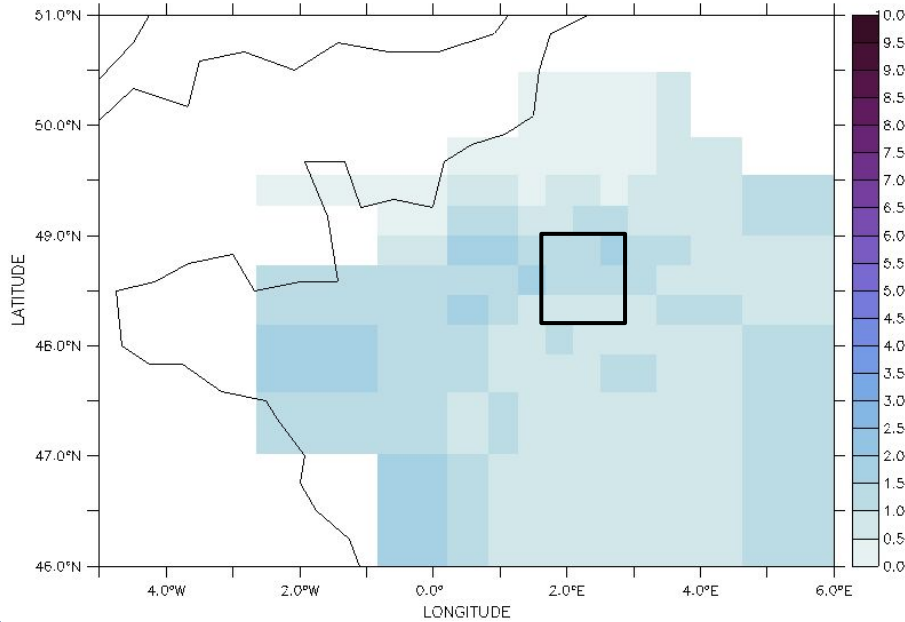
Campoy, A., A. Ducharne, F. Cheruy, F. Hourdin, J. Polcher, and J. C. Dupont (2013), Response of land surface fluxes and precipitation to different soil bottom hydrological conditions in a general circulation model, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 10,725–10,739, doi:10.1002/jgrd.50627

Couvreux, F., Hourdin, F., Williamson, D., Roehrig, R., Volodina, V., Villefranque, N., et al. (2021). Process- based climate model development harnessing machine learning: I. A calibration tool for parameterization improvement. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 13, e2020MS002217. <https://doi.org/10.1029/2020MS002217>

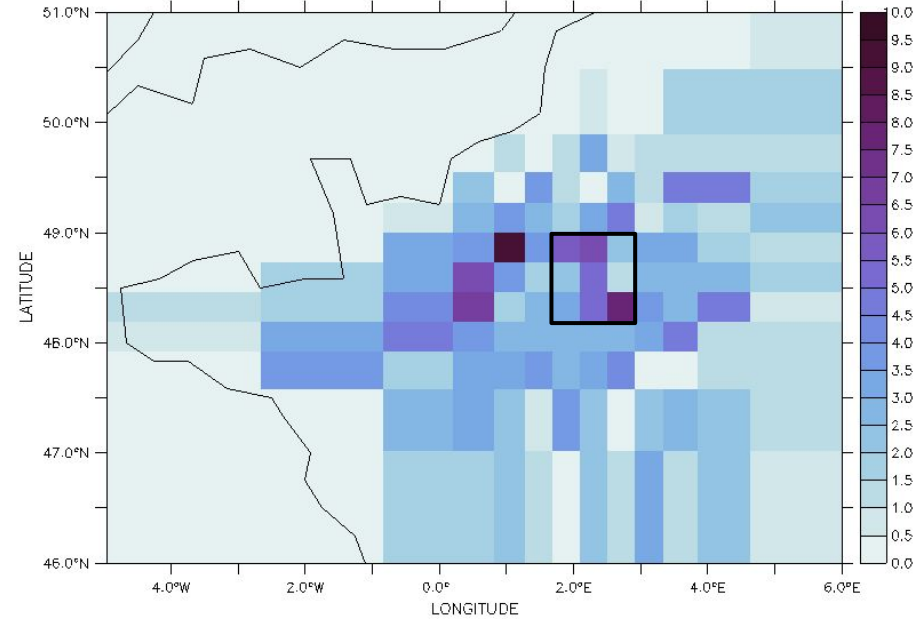
Hourdin, F., Williamson, D., Rio, C., Couvreux, F., Roehrig, R., Villefranque, N., et al. (2021). Process-based climate model development harnessing machine learning: II. Model calibration from single column to global. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 13, e2020MS002225. <https://doi.org/10.1029/2020MS002225>

2019. METEO-FRANCE, RADAR COMEPHORE Hourly Precipitation Amount Composite. [Dataset]. Aeris. <https://doi.org/10.25326/360>

Precipitation on 9 grid cells (90x90km² area)



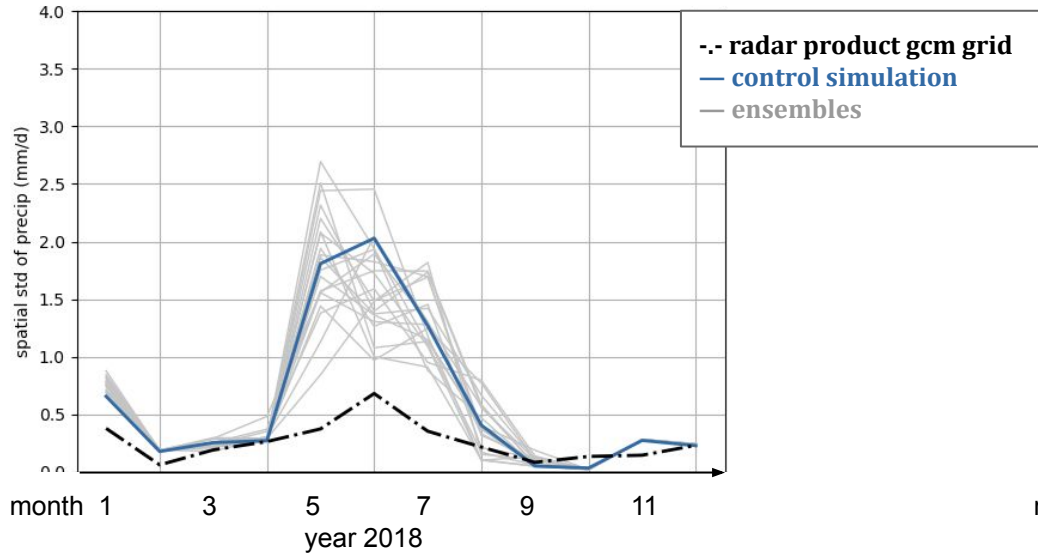
*map of the monthly mean precipitation (mm/d) for June 2018
in the aeris radar product*



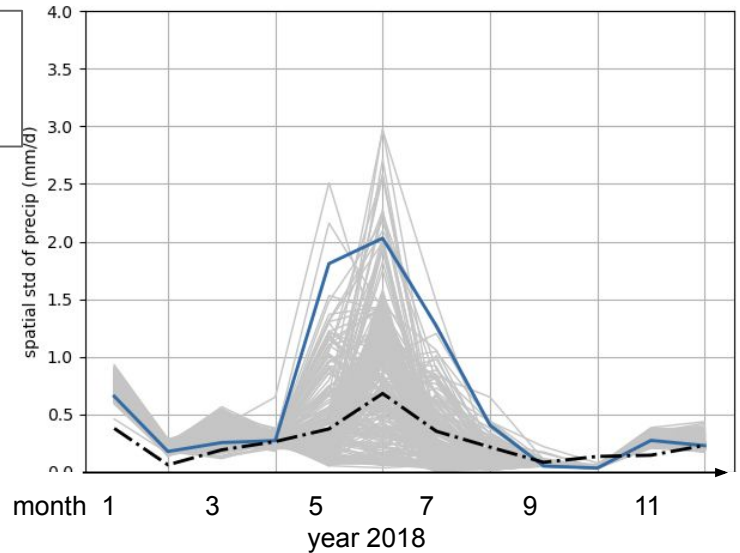
*map of the monthly mean precipitation (mm/d) for June 2018
in the control simulation*

Precipitation spatial variability on 9 grid cells (90x90km² area)

Perturbed Initial State ensemble (PIS)

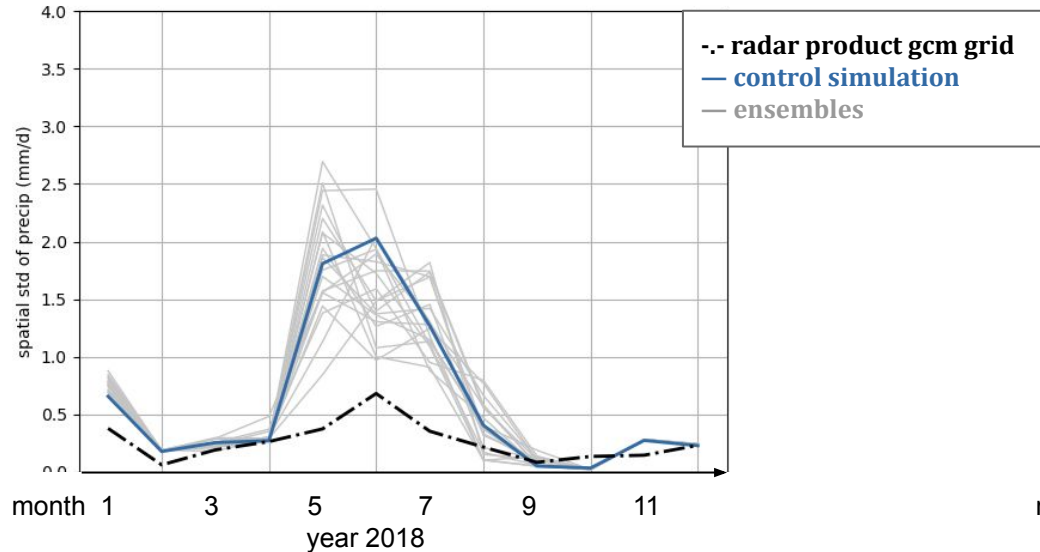


Perturbed Physics Ensemble (PPE)



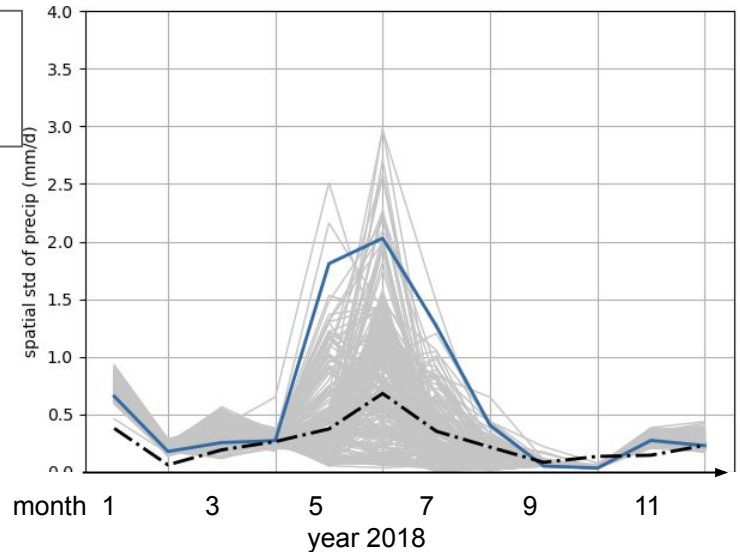
Precipitation spatial variability on 9 grid cells (90x90km² area)

Perturbed Initial State ensemble (PIS)



*spatial standard deviation of mensural mean precipitation
for 2018 (mm/d)*

Perturbed Physics Ensemble (PPE)



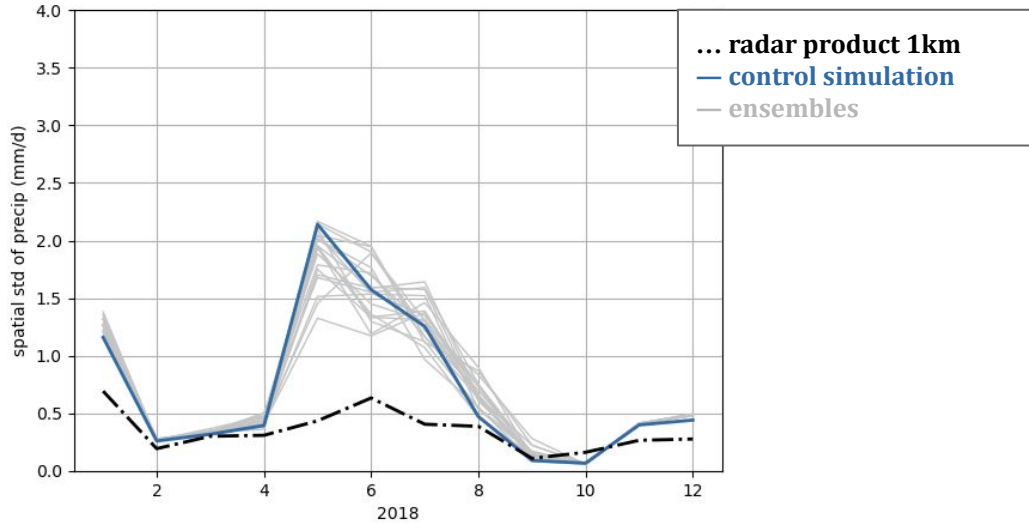
*spatial standard deviation of mensural mean precipitation
for 2018 (mm/d)*

- convective month have a larger spatial variability (simulations and radar)
- spatial variability is **largely overestimated** in the simulations : too local precipitations

Precipitations

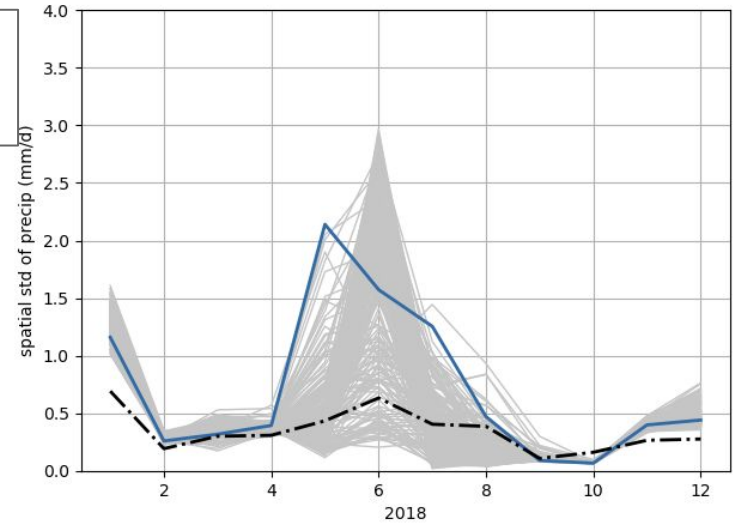
spatial variability on 25 grid mesh (150km side area)

Perturbed initial state ensemble



*spatial standard deviation of mensural mean precipitation
for 2018 (mm/d)*

Perturbed physical ensemble



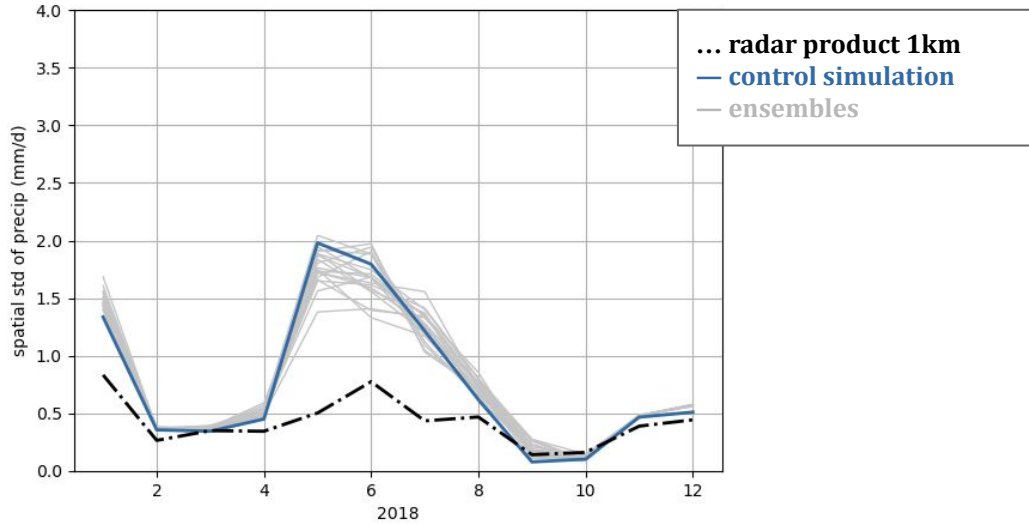
*spatial standard deviation of mensural mean precipitation
for 2018 (mm/d)*

$$\sigma_{PIS} < \sigma_{PPE}$$

Precipitations

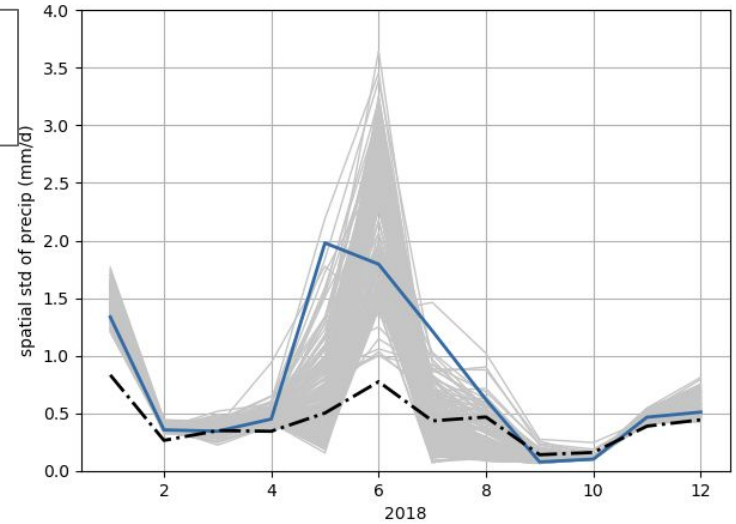
spatial variability on 49 grid mesh (210km side area)

Perturbed initial state ensemble



*spatial standard deviation of mensual mean precipitation
for 2018 (mm/d)*

Perturbed physical ensemble



*spatial standard deviation of mensual mean precipitation
for 2018 (mm/d)*

$$\sigma_{PIS} < \sigma_{PPE}$$