

Impact de l'organisation de la convection profonde sur l'humidité troposphérique

Félix Langot

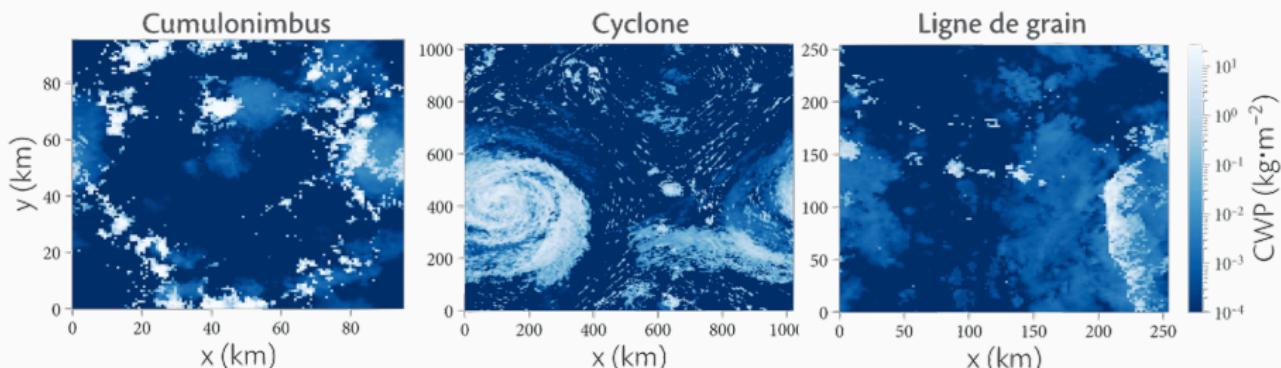
Supervisé par Dr. C. Risi
LMD - UVSQ/Paris-Saclay
17 juin 2021



Introduction

- Convection profonde = grands nuages, associés aux orages
- Différents types d'organisation de la convection profonde
- Organisation plus forte encouragée par réchauffement de SST
- + d'organisation → assèchement de la troposphère

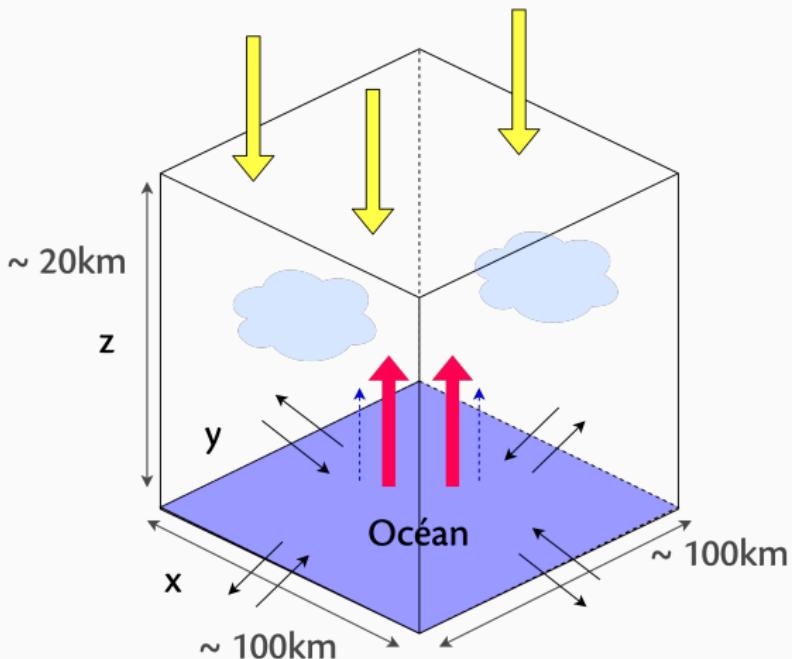
→ Potentielle rétroaction climatique



But du stage : développer un modèle théorique simple pour comprendre l'effet de l'organisation de la convection sur l'humidité de la troposphère

Introduction

Simulation en équilibre radiatif-convectif (RCE) avec le Cloud-Resolving Model (CRM) SAM :

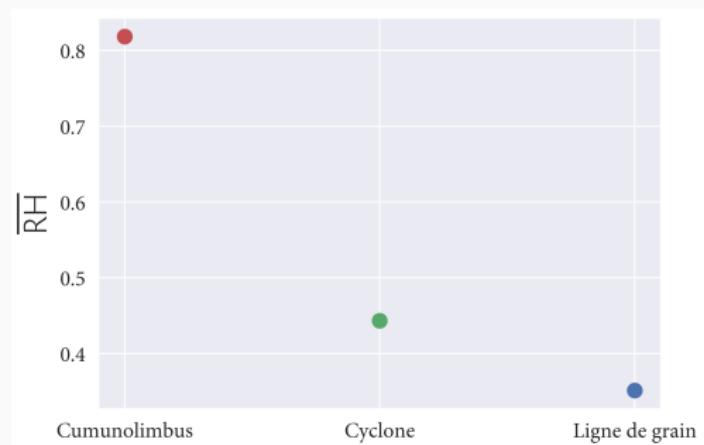


Introduction

Simulation en équilibre radiatif-convectif (RCE) avec le Cloud-Resolving Model (CRM) SAM :

Simulation	Résolution ($x \times y \times z$) (px)	Dimensions ($x \times y \times z$) (km)	Forçage	Ascendance
Cumulonimbus	$128 \times 128 \times 96$	$96 \times 96 \times 40$	Aucun	Non
Cumulonimbus + \bar{W}	$128 \times 128 \times 96$	$96 \times 96 \times 40$	Aucun	Oui
Cyclone	$256 \times 256 \times 96$	$1024 \times 1024 \times 40$	Coriolis	Non
Cyclone + \bar{W}	$256 \times 256 \times 96$	$1024 \times 1024 \times 40$	Coriolis	Oui
Ligne de grain	$128 \times 128 \times 64$	$256 \times 256 \times 27$	Cisaillement	Non
Ligne de grain + \bar{W}	$128 \times 128 \times 64$	$256 \times 256 \times 27$	Cisaillement	Oui

$$RH_a = \left. \frac{q_v}{q_{sat}} \right|_{z_{parcel}=5\text{km}}$$



Comment prédire la *RH* troposphérique ?

- **Hypothèse 1 :** Les changements d'humidité sont liés aux effets dynamiques de l'organisation de la convection
- **Hypothèse 2 :** Les effets microphysiques liés à l'évaporation de la pluie ou au détrainement de la convection gouvernent l'humidité

Comment prédire la RH troposphérique ?

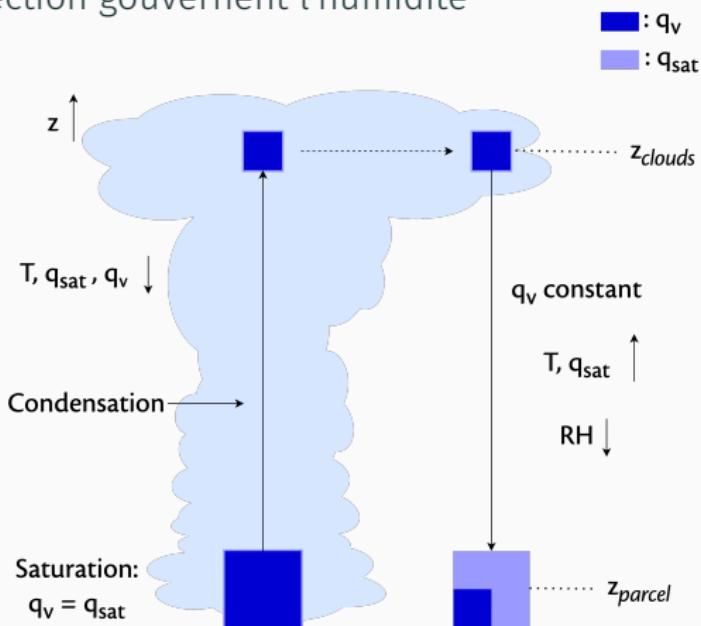
- Hypothèse 1 : Les changements d'humidité sont liés aux effets dynamiques de l'organisation de la convection
- Hypothèse 2 : Les effets microphysiques liés à l'évaporation de la pluie ou au détrainement de la convection gouvernent l'humidité

- Modèle d'advection-condensation (AC) (SHERWOOD 1996; BROGNIEZ et ROCA 2007)

- Prédiction de l'humidité :

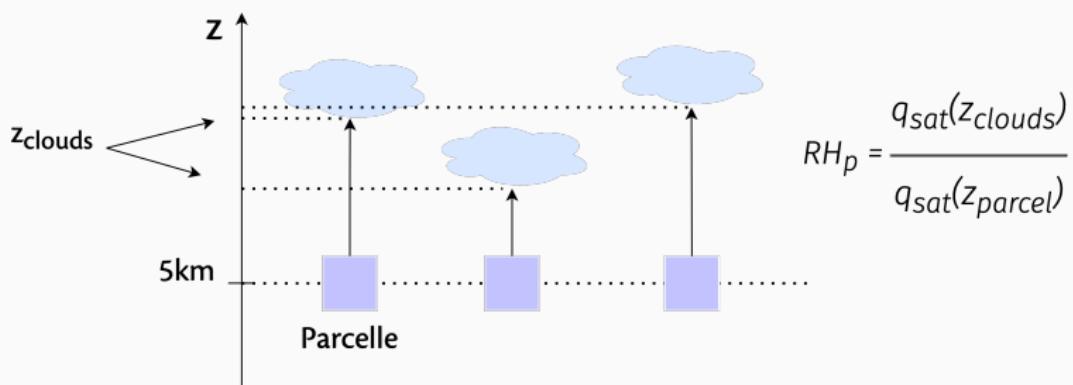
$$RH_p = \frac{q_{sat}(z_{clouds})}{q_{sat}(z_{parcel})}$$

- Organisation → probabilité de saturation



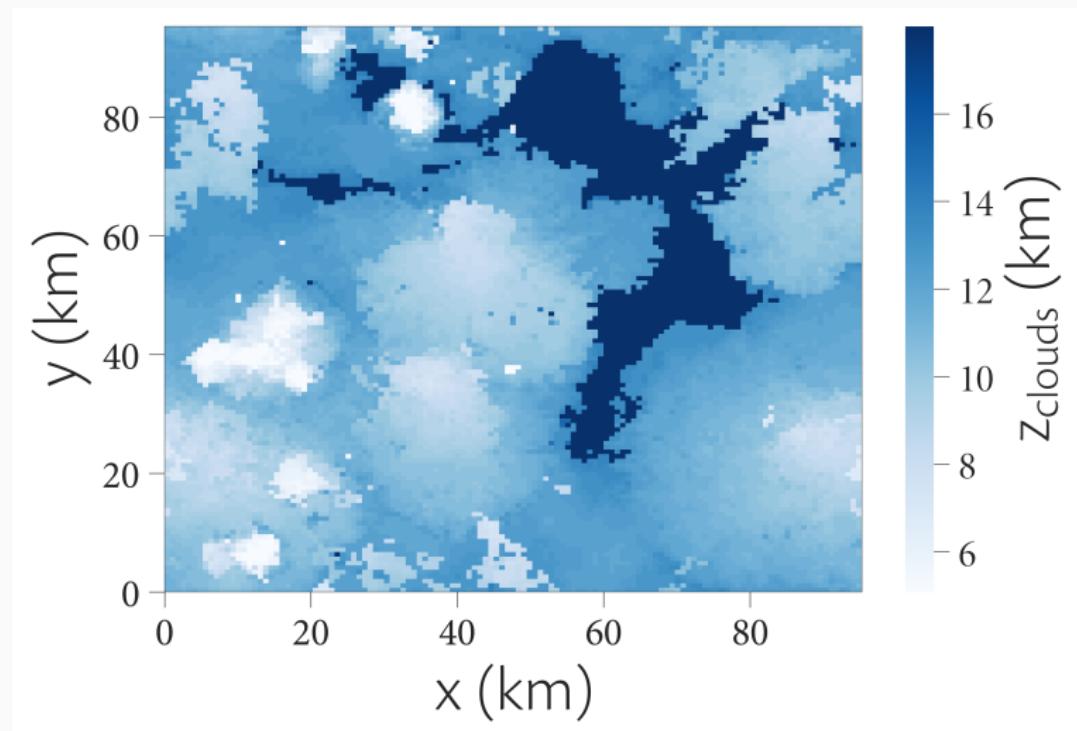
Altitude de dernière saturation - Approche statique

- **Approche statique :** L'altitude de dernière saturation d'une parcelle troposphérique correspond à l'altitude du nuage le plus proche au-dessus de la parcelle.
- SAM : $q_c + q_i > 10^{-6}$ alors le point de grille est dans un nuage (THAYER-CALDER et RANDALL 2015)

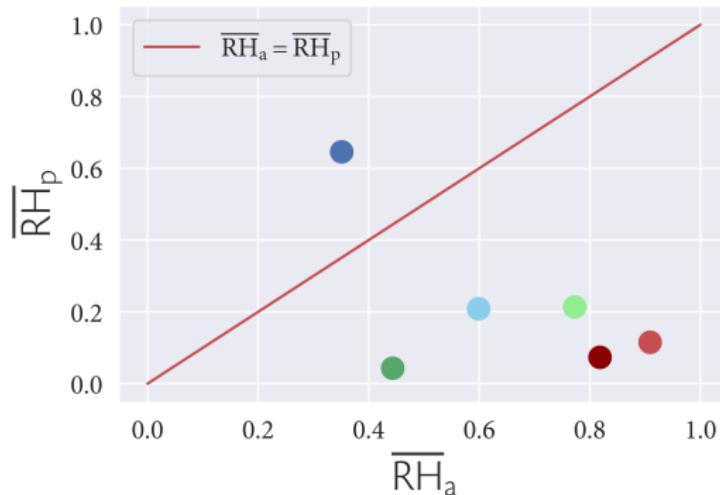


Altitude de dernière saturation - Approche statique

Altitude du nuage le plus proche de chaque point de grille à chaque pas de temps des simulations :



Altitude de dernière saturation - Approche statique



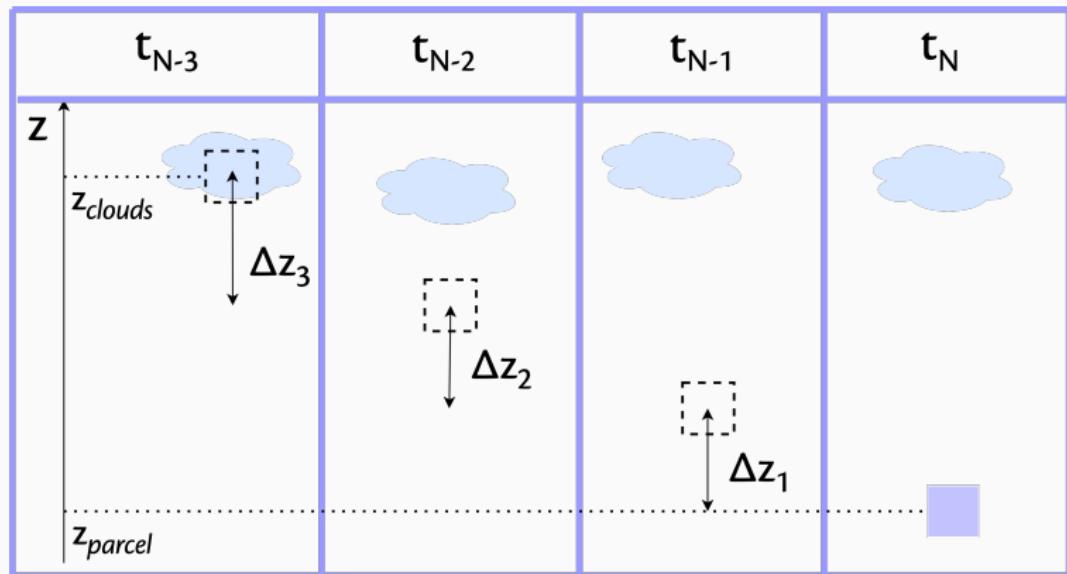
ρ	RMSE	NRMSE (%)
-0.58	0.56	130

- La RH ne peut pas être prédite par un modèle statique
- Intermittence des nuages + mouvement de la parcelle importants.

Altitude de dernière saturation - Approche dynamique

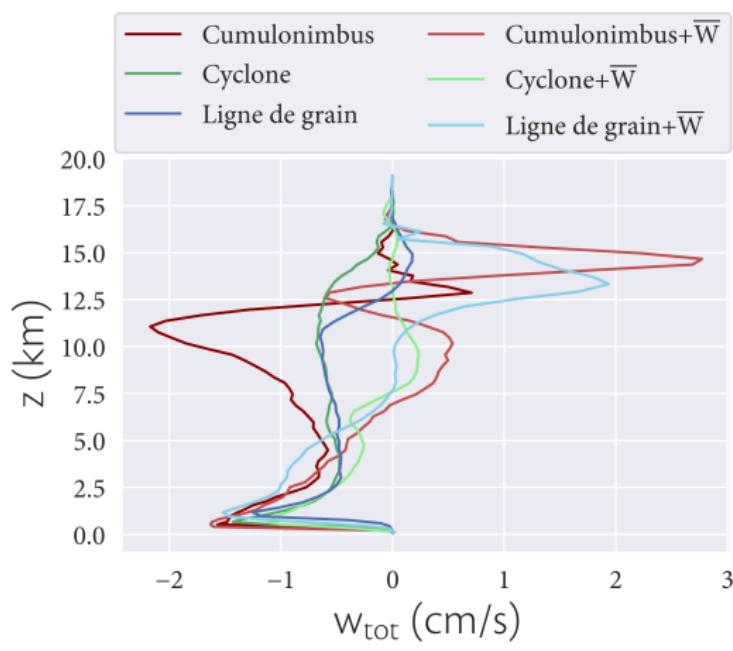
Approche dynamique : On considère le mouvement vertical d'une parcelle au-dessus de la troposphère.

→ L'altitude de dernière saturation z_{clouds} d'une parcelle à $z_{parcel} = 5\text{km}$ au pas de temps t_N est l'altitude à laquelle elle a rencontré un nuage pour la dernière fois le long de sa trajectoire à t_{N-i} .



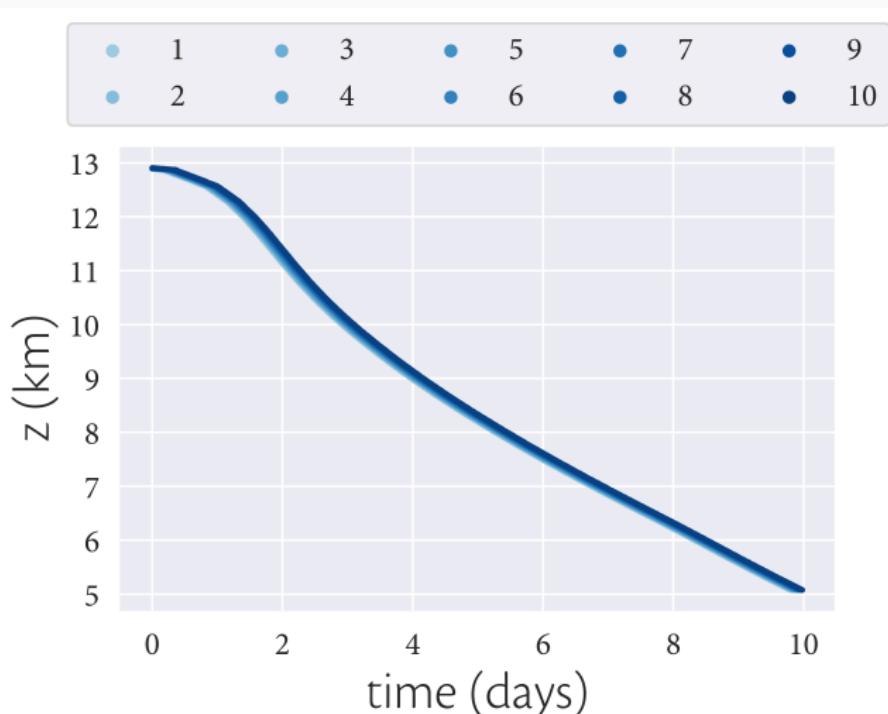
Altitude de dernière saturation - Approche dynamique

- SAM $\rightarrow w(t, x, y, z) \rightarrow w_{env}(z)$
- Simulations avec ascendance : $w_{tot} = w_{env} + w_{LS}$, où w_{LS} est l'ascendance imposée.



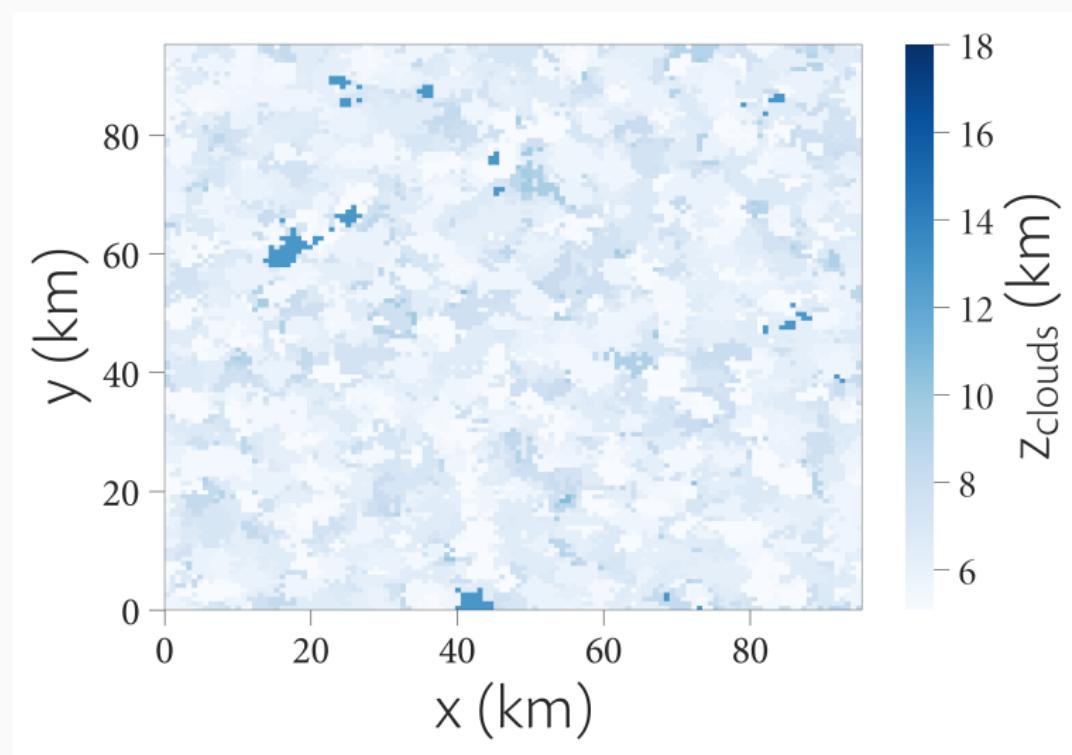
Altitude de dernière saturation - Approche dynamique

- Pas de temps simulation = 30min
- On trace la trajectoire de la parcelle, gouvernée par w_{tot} .

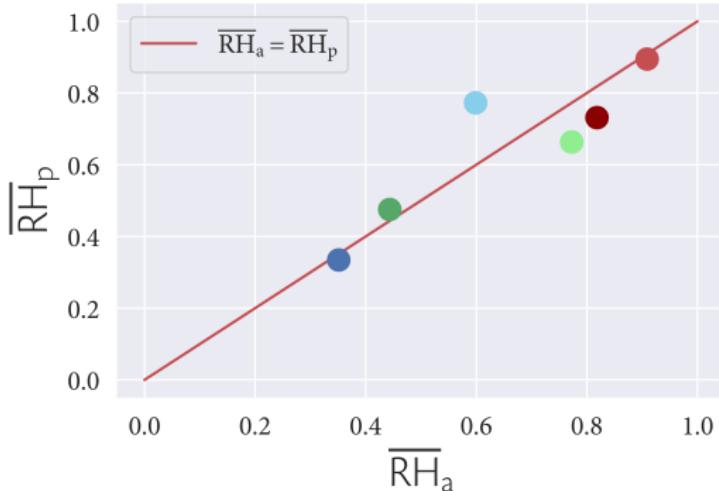


Altitude de dernière saturation - Approche dynamique

En utilisant les mêmes conditions pour détecter les nuages, on obtient les altitudes de dernières saturations suivantes :



Résultats

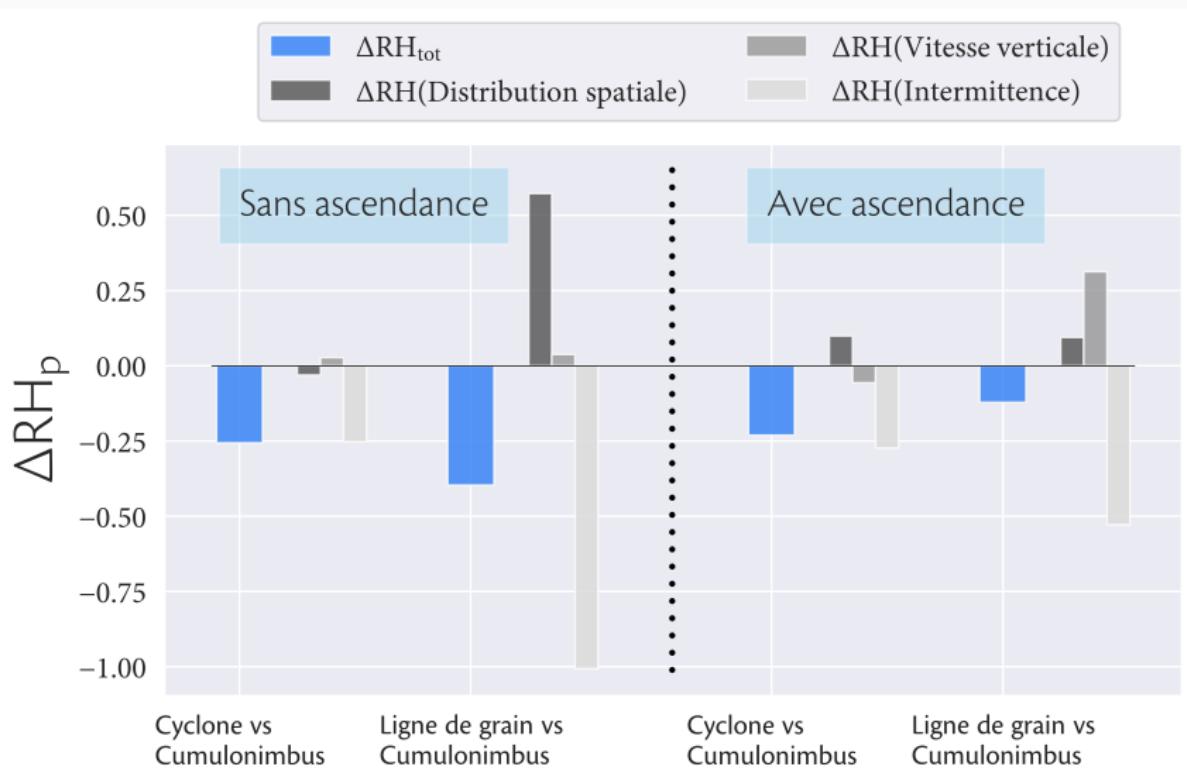


ρ	RMSE	NRMSE (%)
0.89	0.09	14.3

→ \overline{RH} prédite par le modèle AC correspond à \overline{RH} du CRM
→ hypothèse valide : \overline{RH} prédite à partir de la dynamique seulement.

Résultats

On utilise la simplicité du modèle AC pour décortiquer les différences d'humidités entre simulations désorganisées et organisées



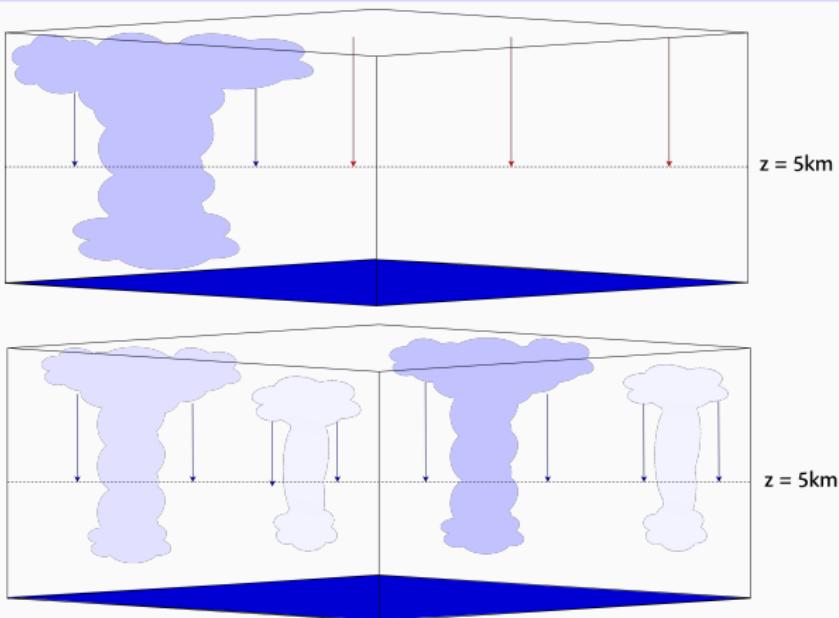
Conclusion

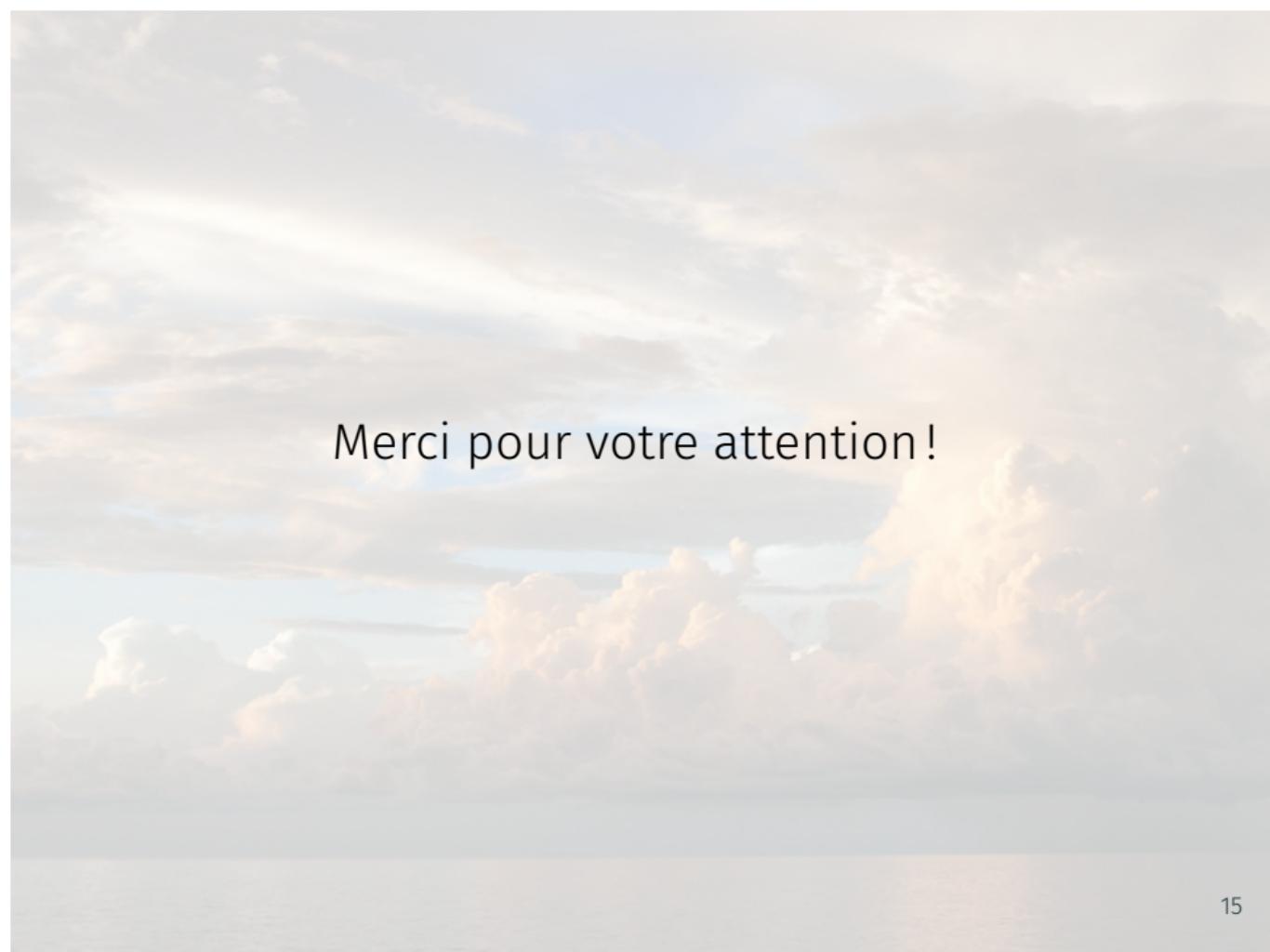
L'assèchement moyen de la troposphère avec l'organisation est prédit avec un modèle sans considérations microphysiques

Conclusion

L'assèchement moyen de la troposphère avec l'organisation est prédict avec un modèle sans considérations microphysiques

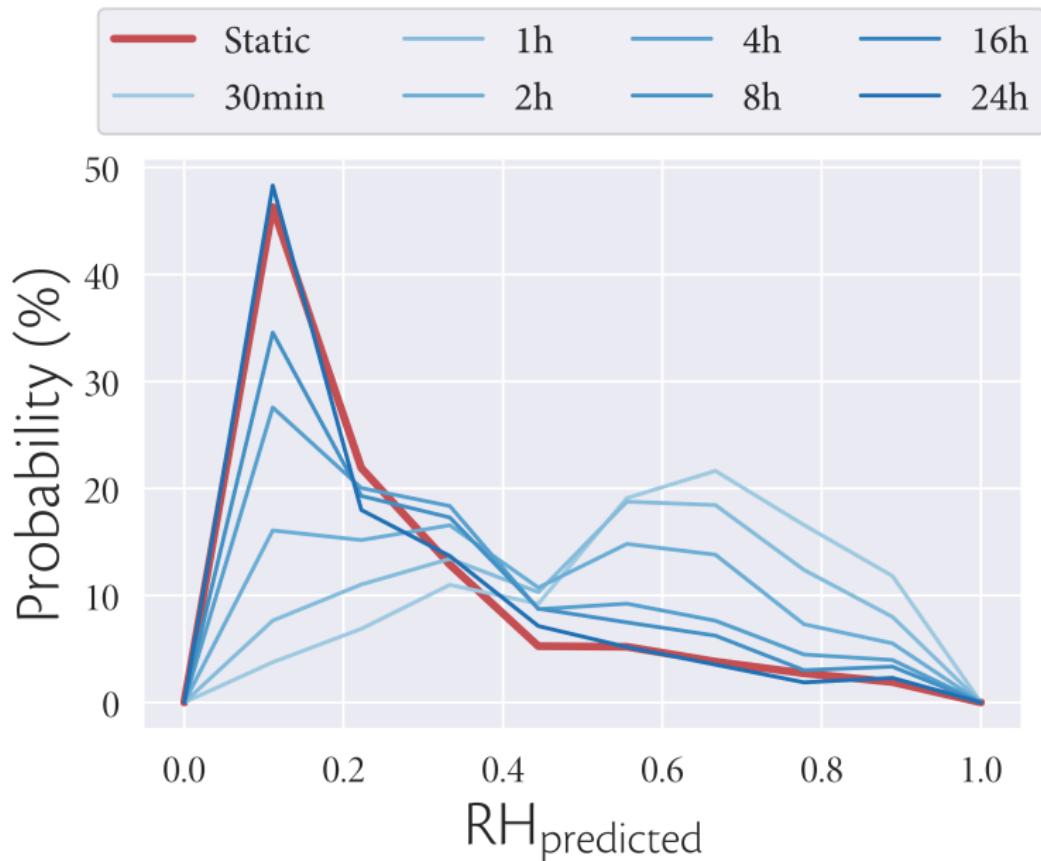
Le changement d'intermittence des nuages est le principal facteur d'assèchement de la troposphère



A landscape photograph of a cloudy sky over water at sunset. The sky is filled with various types of clouds, from wispy cirrus to large, billowing cumulus. The colors range from deep blue at the top to warm orange and yellow near the horizon, where the sun is partially visible. The water in the foreground is calm, reflecting the light from the sky.

Merci pour votre attention!

Influence du pas de temps



Influence du pas de temps

