

Comprendre la distribution de l'humidité troposphérique en fonction de l'organisation de la convection et de la circulation de grande échelle

Félix Langot

LMD - UVSQ/Paris-Saclay

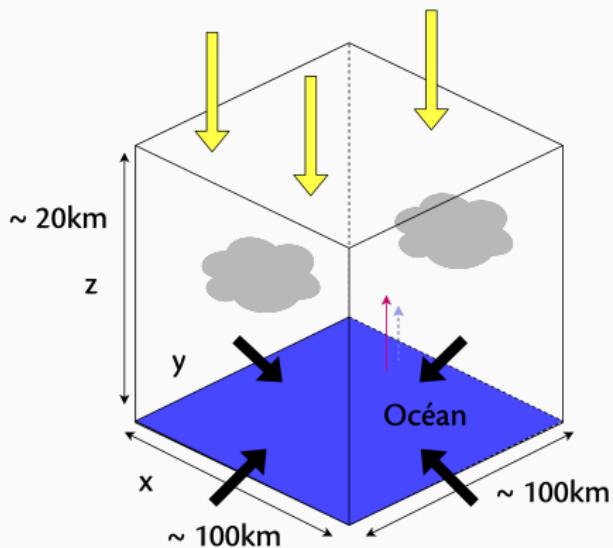
18 mai 2021

Introduction

- **But du stage :** développer un modèle théorique simple pour quantifier l'effet de l'organisation de la convection et de la circulation de grande échelle sur l'humidité de la troposphère
- Utilisation de simulations CRMs → vérifier les hypothèses du modèle simple + évaluer son réalisme.
- Différentes distributions de l'humidité relative (RH) dans la troposphère, dues à :
 - l'agrégation de la convection : fait baisser la RH (TOBIN, BONY et ROCA 2012)
 - l'ascendance : humidifie la troposphère (DUFaux 2021)

Introduction

- Simulation en équilibre radiatif-convectif (RCE) sur Cloud-Resolving Model (CRM) :



- Obtention de différents types d'organisation : On ajoute au RCE un forçage différent en fonction du type d'organisation que l'on veut favoriser

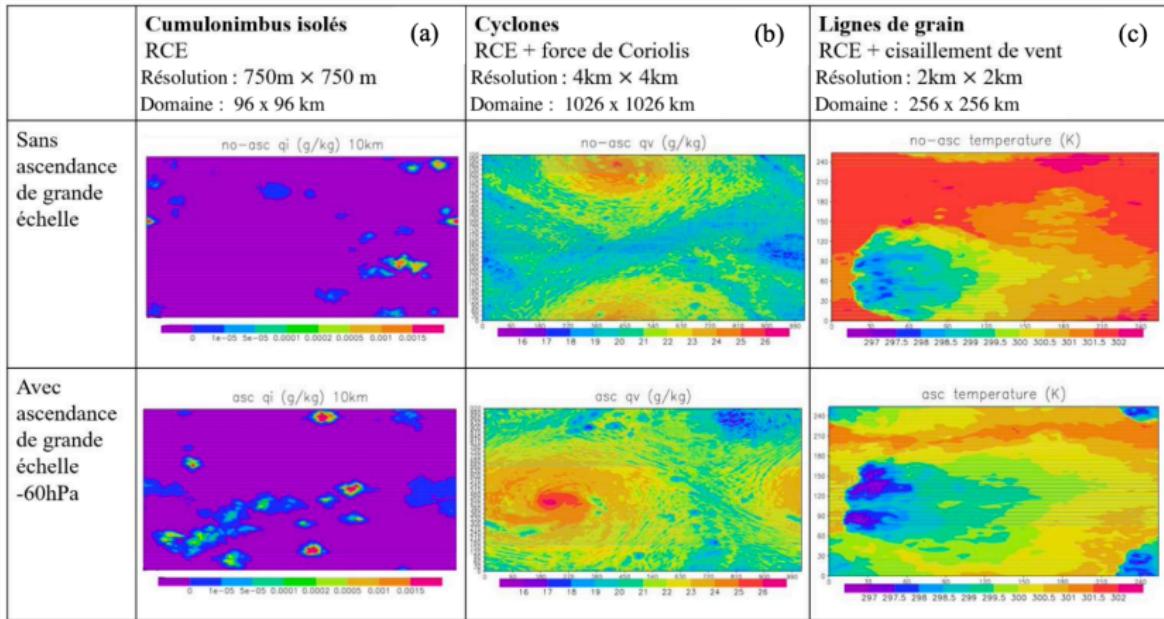
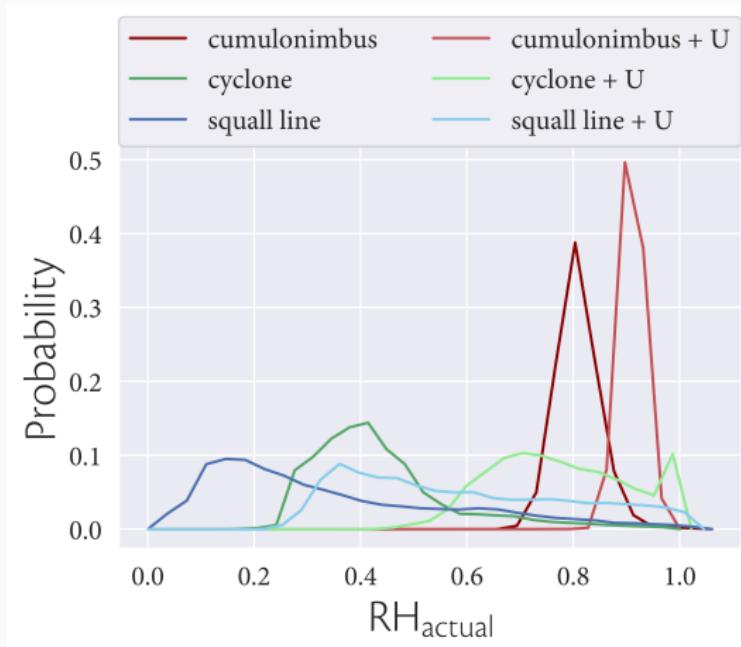


Figure issue de DUFAUX (2021)

Introduction

- Effets vérifiés par le CRM SAM, avec lequel on calcule l'humidité

$$RH_{actual} = \frac{q_v}{q_{sat}} \Big|_{z_{parcel}=5km}$$

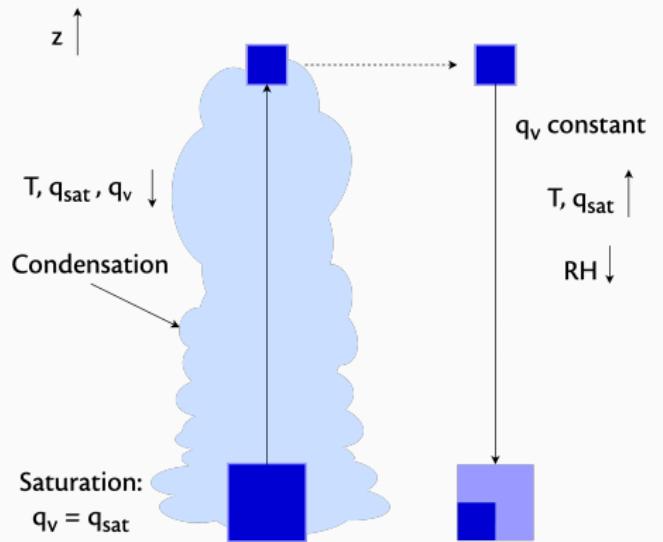


Comment prédire les distributions de RH?

- Pour prédire les distributions de RH, on utilise le modèle d'advection-condensation (BROGNIEZ et ROCA 2007; VALLIS 2017)

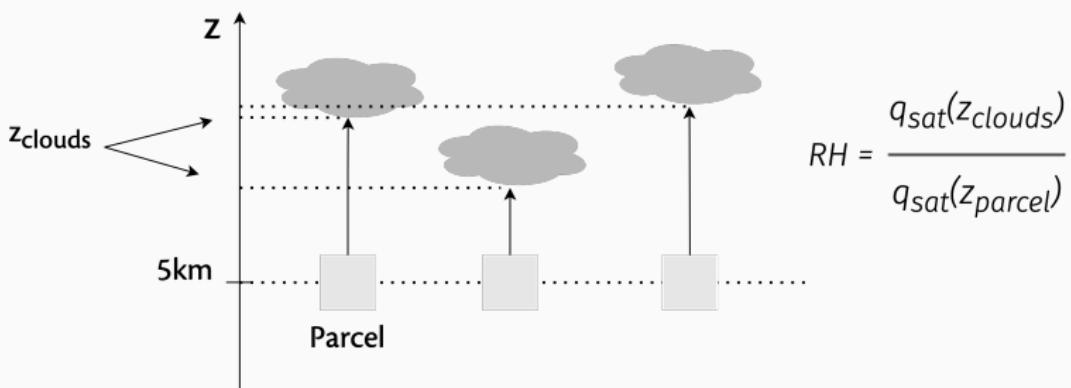
■ : q_v
■ : q_{sat}

- Ascendance + Organisation
→ probabilité d'humidification



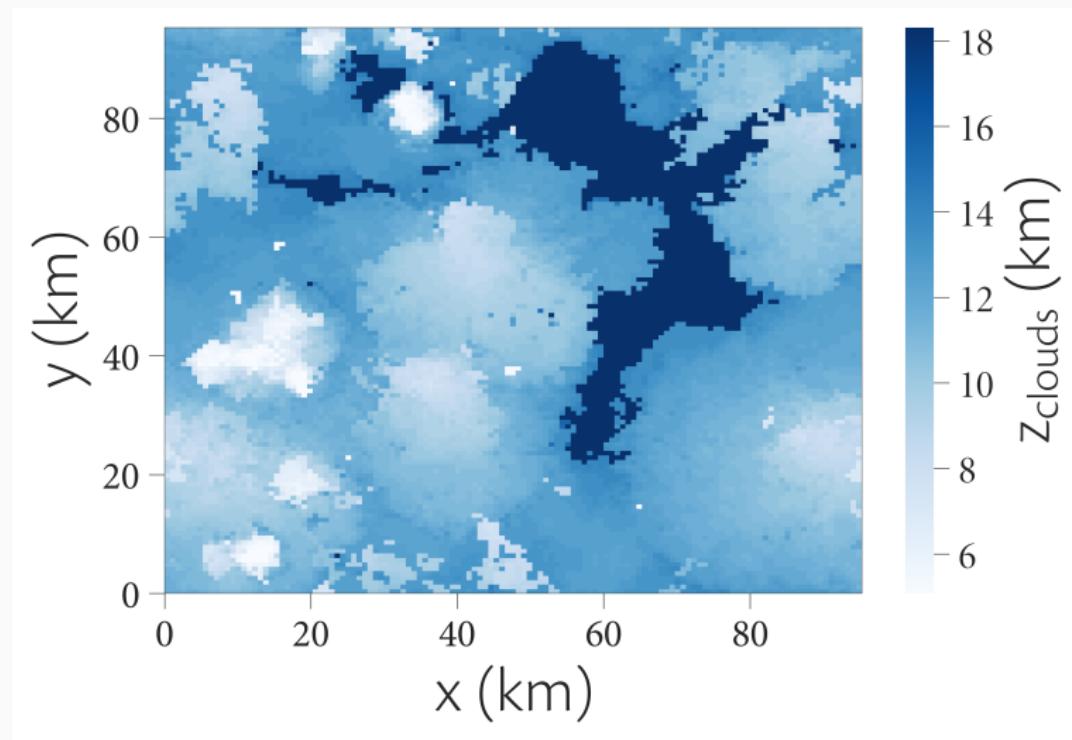
Altitude de dernière saturation - Approche statique

- **Hypothèse 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 (RISI, MULLER et BLOSSEY 2021)



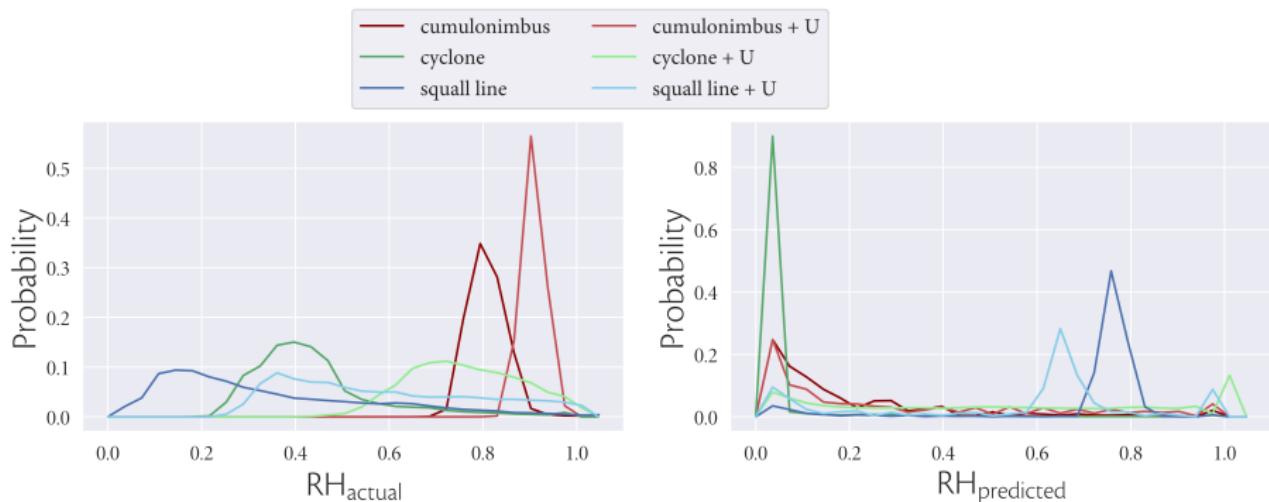
Altitude de dernière saturation - Approche statique

On peut donc mesurer l'altitude du nuage le plus proche de chaque point de grille à chaque pas de temps des simulations



Altitude de dernière saturation - Approche statique

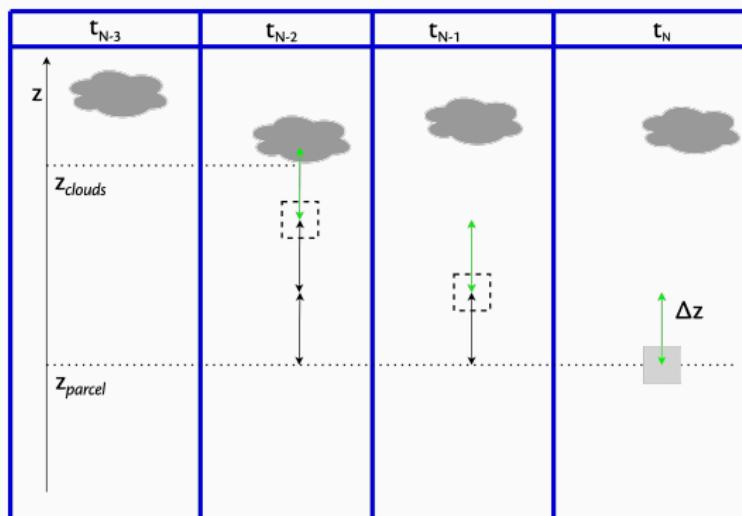
On peut comparer la distribution obtenue avec cette méthode à la distribution réelle de la RH



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

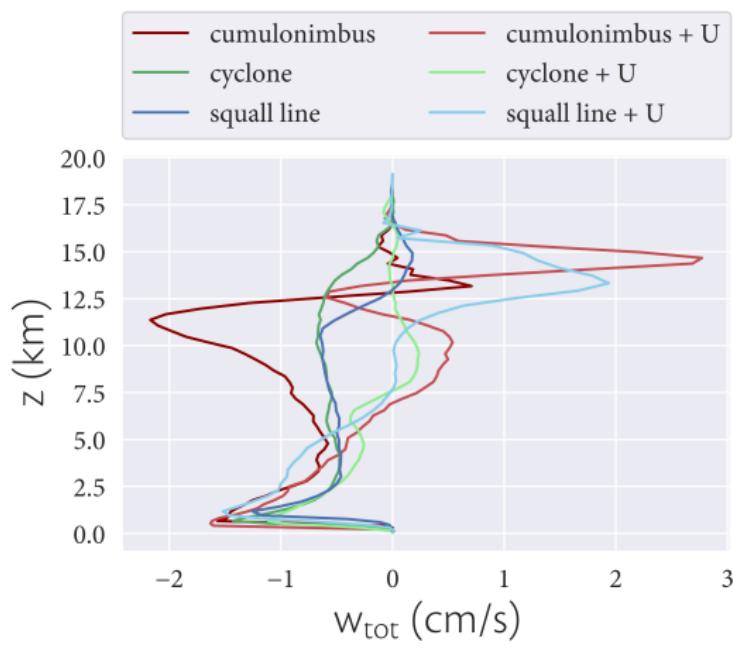
Altitude de dernière saturation - Approche dynamique

Approche dynamique : On considère le mouvement vertical d'une parcelle au-dessus de la troposphère. L'altitude de dernière saturation d'une parcelle à 5km au pas de temps t est l'altitude à laquelle elle a rencontré un nuage pour la dernière fois le long de sa trajectoire à $t - \Delta T$.



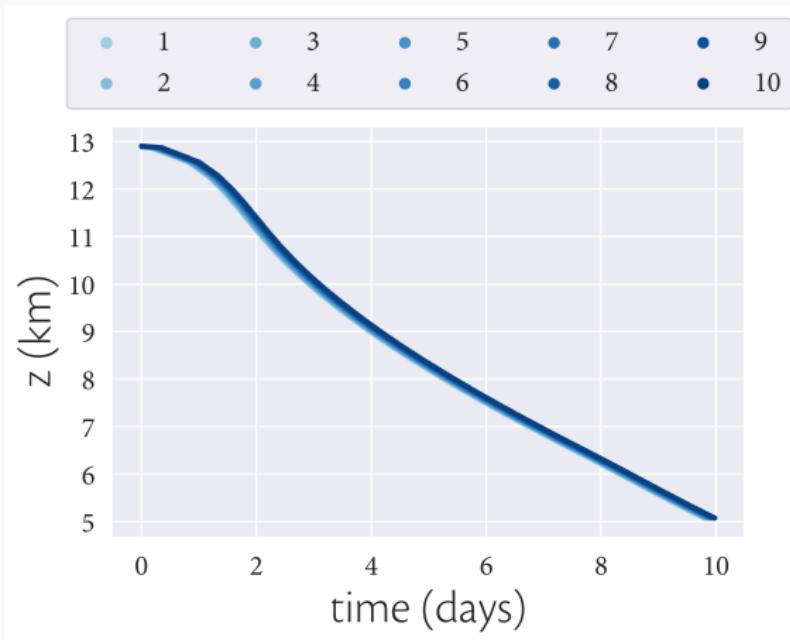
Altitude de dernière saturation - Approche dynamique

- 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.



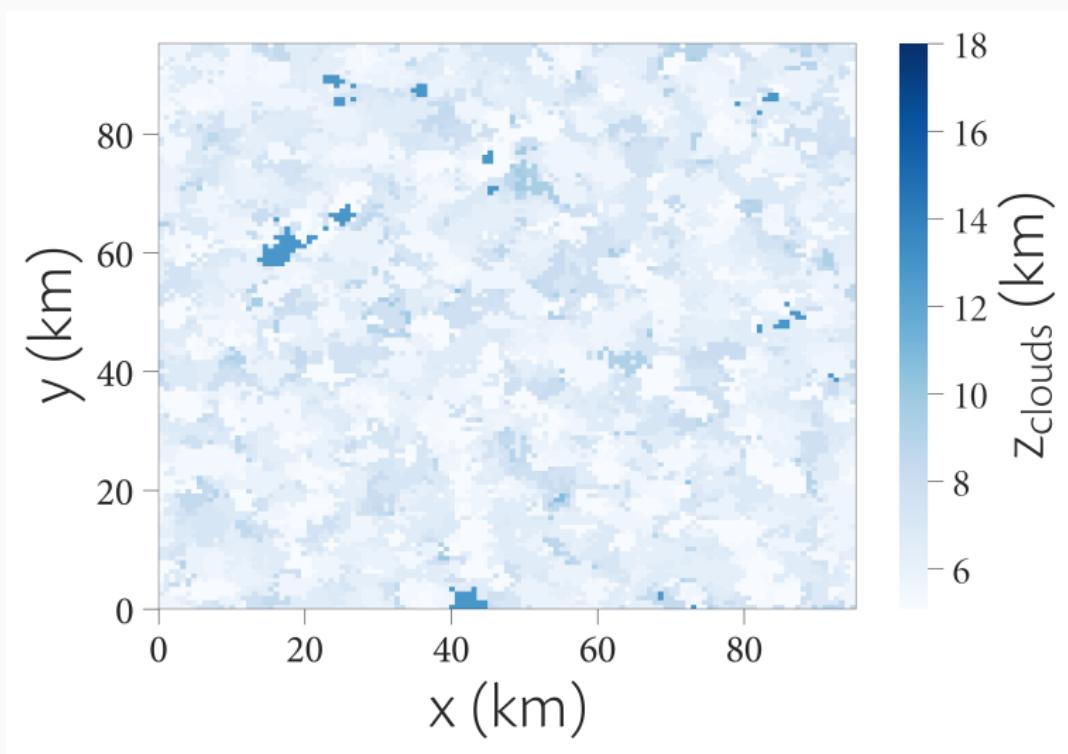
Altitude de dernière saturation - Approche dynamique

- Le pas de temps est réduit à 30min
- On trace la trajectoire de la parcelle, gouvernée par w_{tot} .



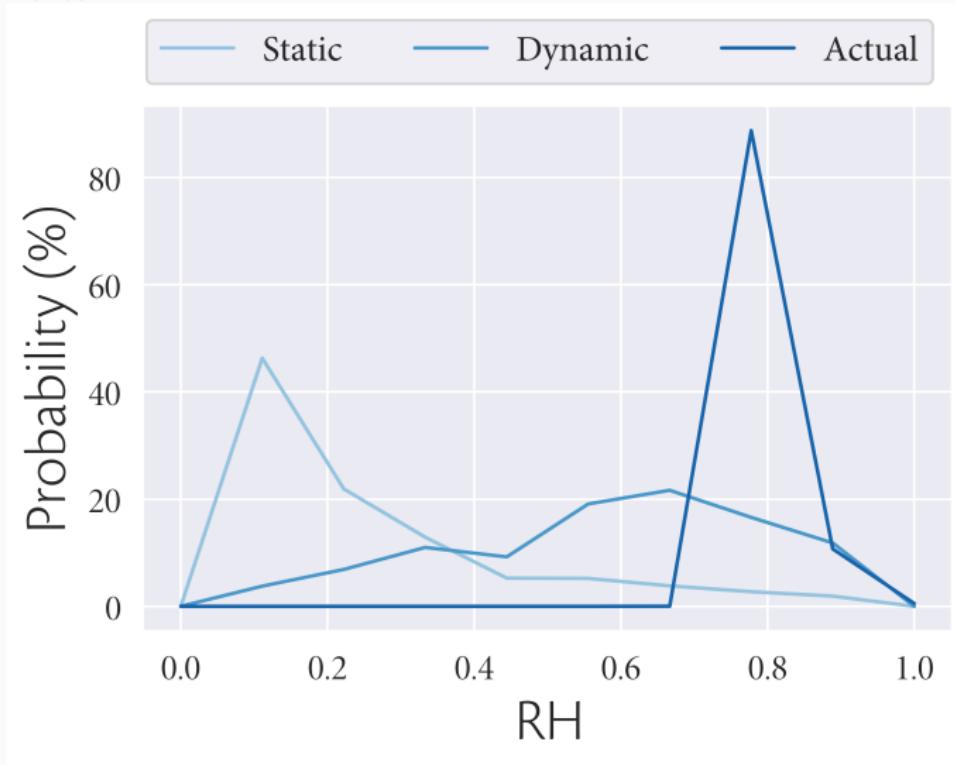
Altitude de dernière saturation - Approche dynamique

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

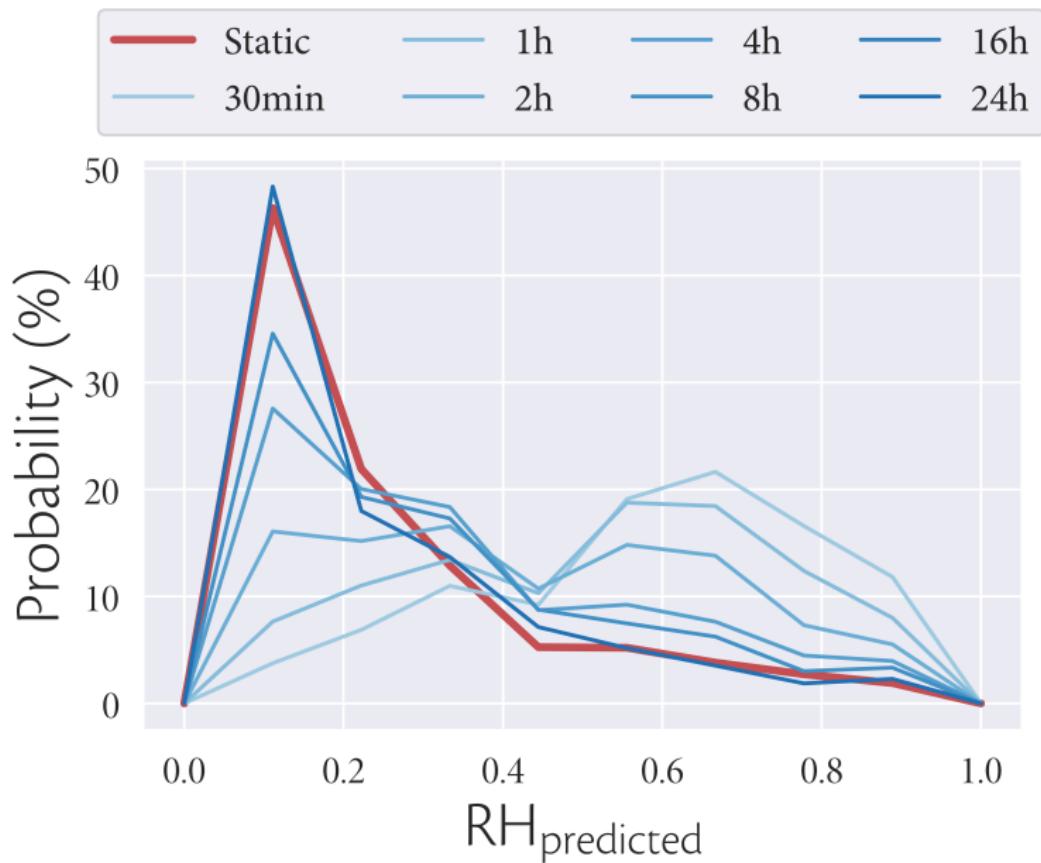


Résultats

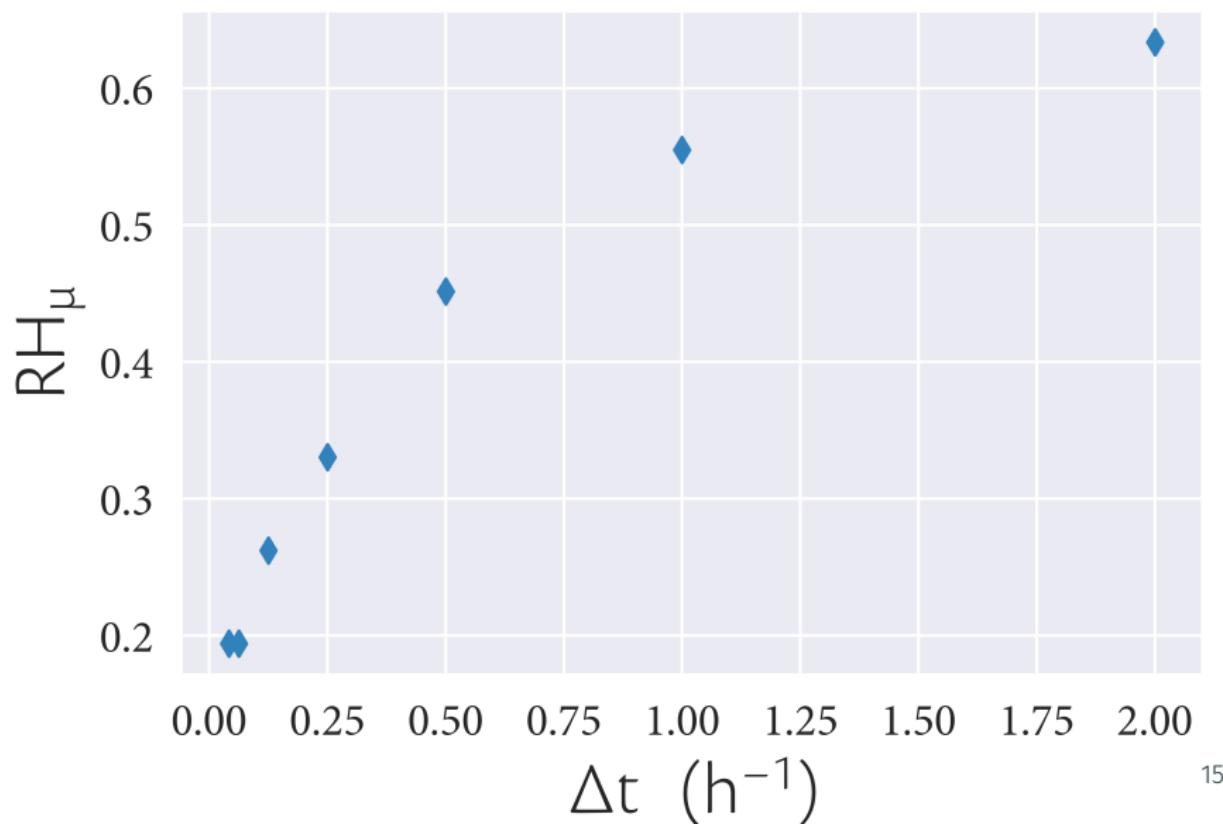
On compare les distributions obtenues avec les différents calculs d'humidité



Influence du pas de temps



Influence du pas de temps



- Convergence : → Réduction du pas de temps
 - Cas de convection + organisée
- RH sous-estimée : Pourquoi ? Comment corriger ?
On ne considère pas :
 - Les mouvements horizontaux → diminution de la probabilité de rencontrer un nuage
 - L'évaporation des hydrométéores
 - + Trajectoire discrétisée
- Considérer une frange d'humidification autour des nuages ?
 - Probabilité fixe sur une certaine distance/exponentielle décroissante avec la distance au nuage ?
 - Prédire la RH avec quelques paramètres d'agrégation ?

Commentaires

- Figure CRM : Ascendance couvre tout le domaine
- 5km = exemple. Le but c'est de regarder la moyenne trop. dans son ensemble (Trop libre)
- L'advec-cond. marche dans la trop. libre
- Enclume horizontale
- prob. d'humidification → de saturation
- Seuil nuage : article original

- z_{clouds} pour les autres simulations
- Ne pas dire que ça ne marche pas. On s'attend à ce que ça ne marche pas. On vérifie que l'intermittence des nuages est importante.
- Résultat intéressant car simple à comprendre.