

Auto-agrégation de la convection dans CNRM-CM6 en RCE

David Coppin, Romain Roehrig



Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère, 9 mars 2021

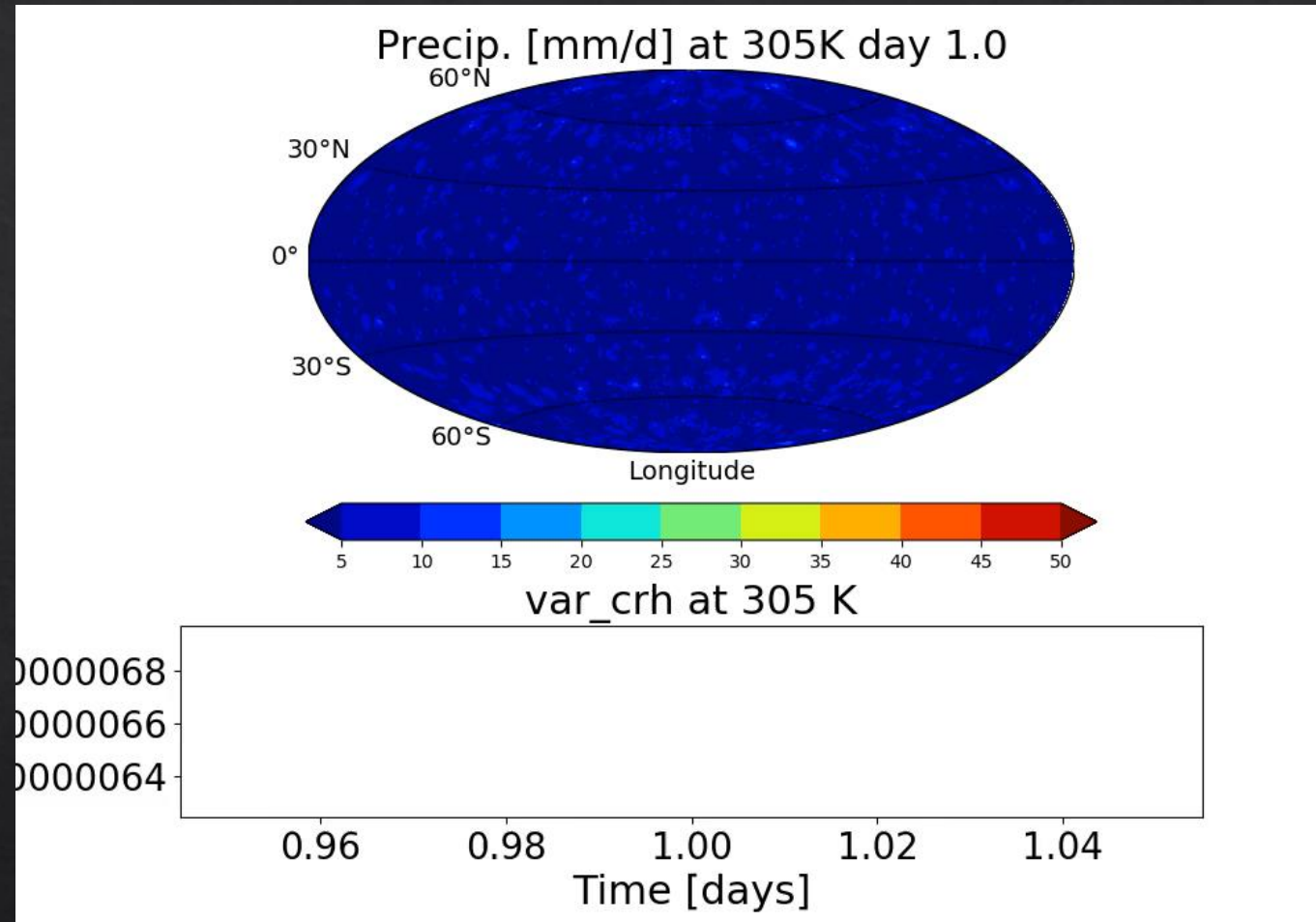
CONSTRAIN



Cadre RCE

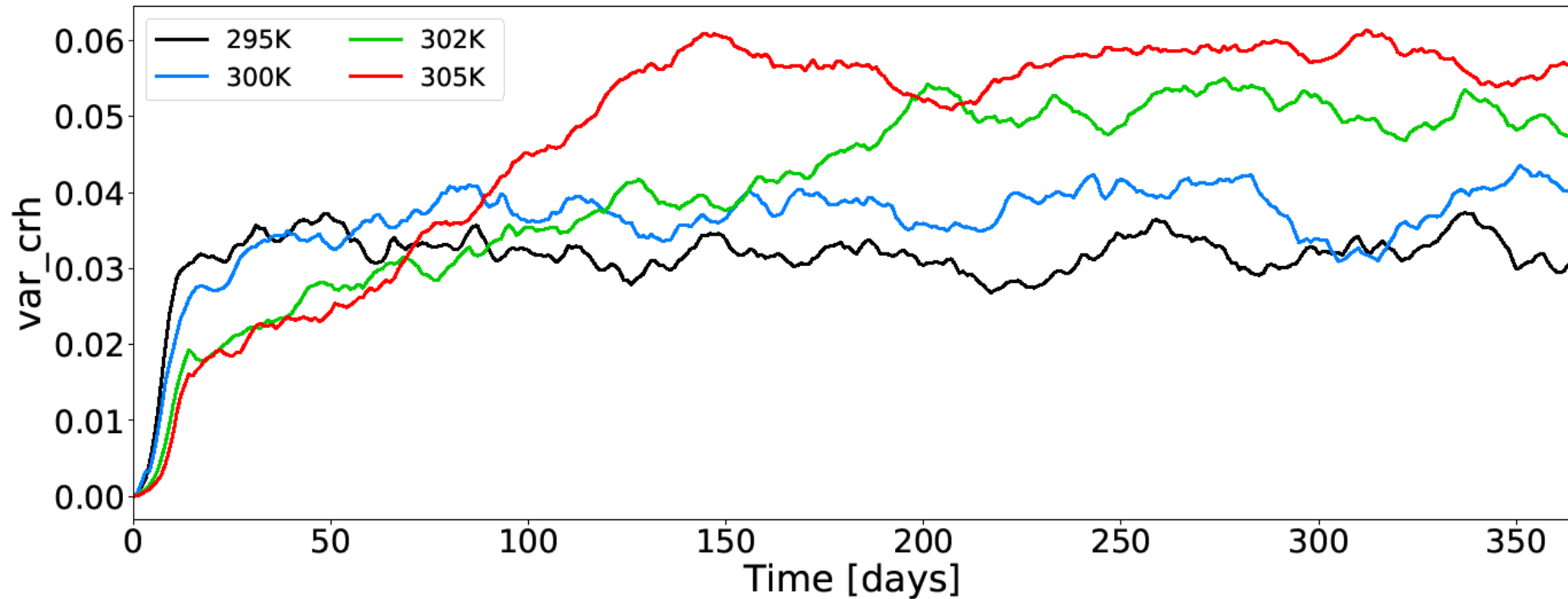
- Equilibre Radiatif-Convectif (RCE) :
 - Profil vertical de température résulte de l'équilibre entre flux radiatifs et convectifs.
 - Configuration bien adaptée aux tropiques où les gradients horizontaux sont faibles et les transports horizontaux sont négligeables par rapport aux transports verticaux.
 - Aquaplanète **sans rotation**
 - Ensoleillement uniforme et constant
 - Température de surface de la mer (SST) **fixe et uniforme**
- RCEMIP (*Wing et al., 2018, 2020*) :
 - Intercomparaison de GCM, CRM, LES et SCM en configuration RCE (total : 38)
 - Simulations à 295K, 300K et 305K
 - Vise notamment à **comprendre ce qui contrôle l'auto-agrégation de la convection** et son impact sur les rétroactions nuageuses et le climat
- CNRM-CM6 en RCE :
 - Simulations RCEMIP + SSTs supplémentaires
 - Tests de sensibilité aux effets radiatifs des nuages et au cycle diurne

Auto-agrégation dans CNRM-CM6



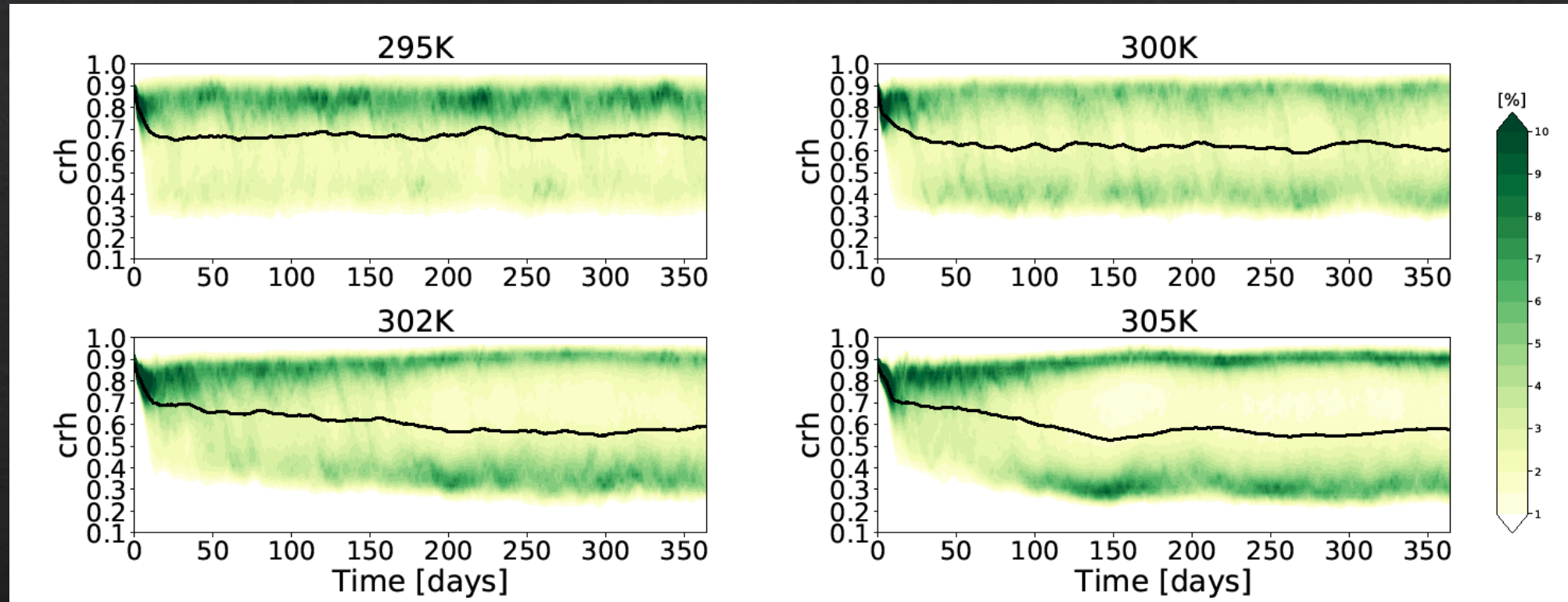
Auto-agrégation visible dans l'augmentation progressive de la variance d'humidité relative intégrée sur la colonne (CRH) = regroupement spontané de la convection

Dépendance à la SST



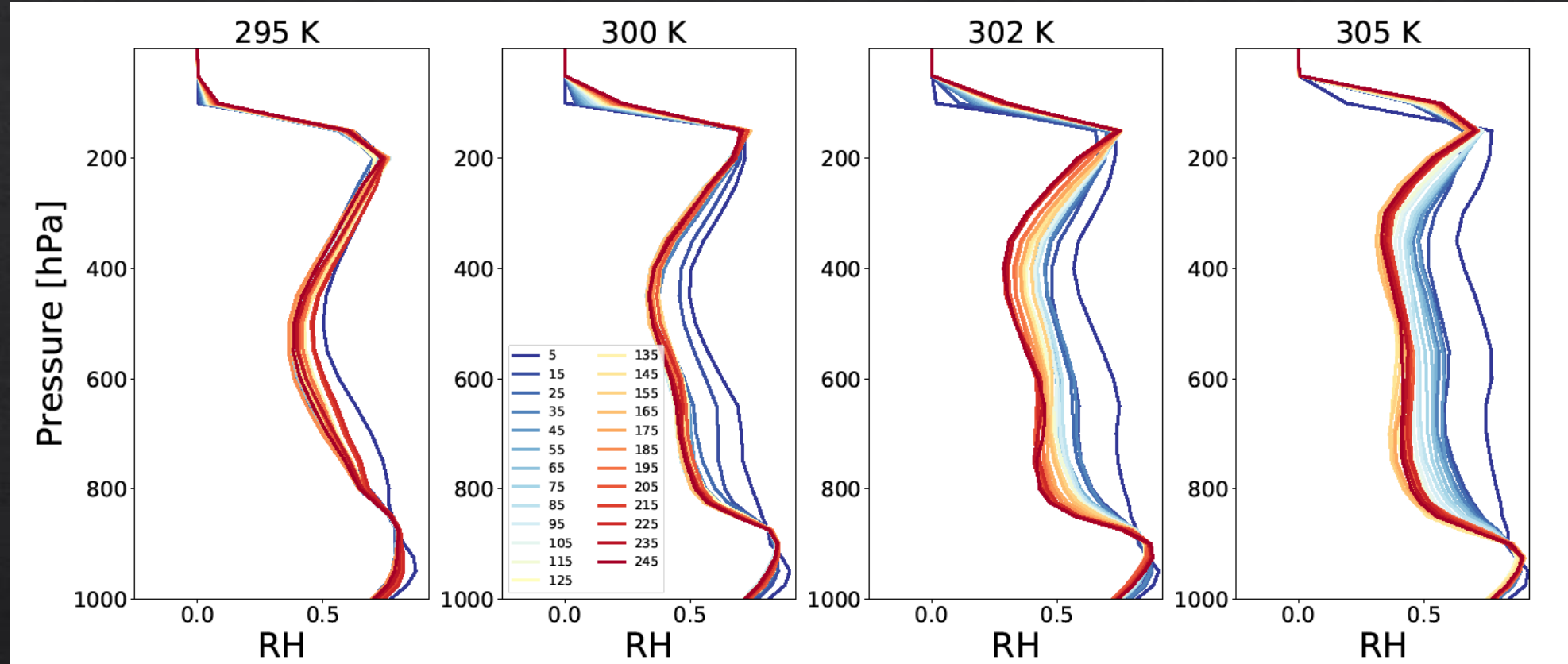
- Augmentation de l'agrégation avec la temperature de surface (SST)
 - Phase transitoire de durée variable

Variabilité interne et impact sur l'état moyen



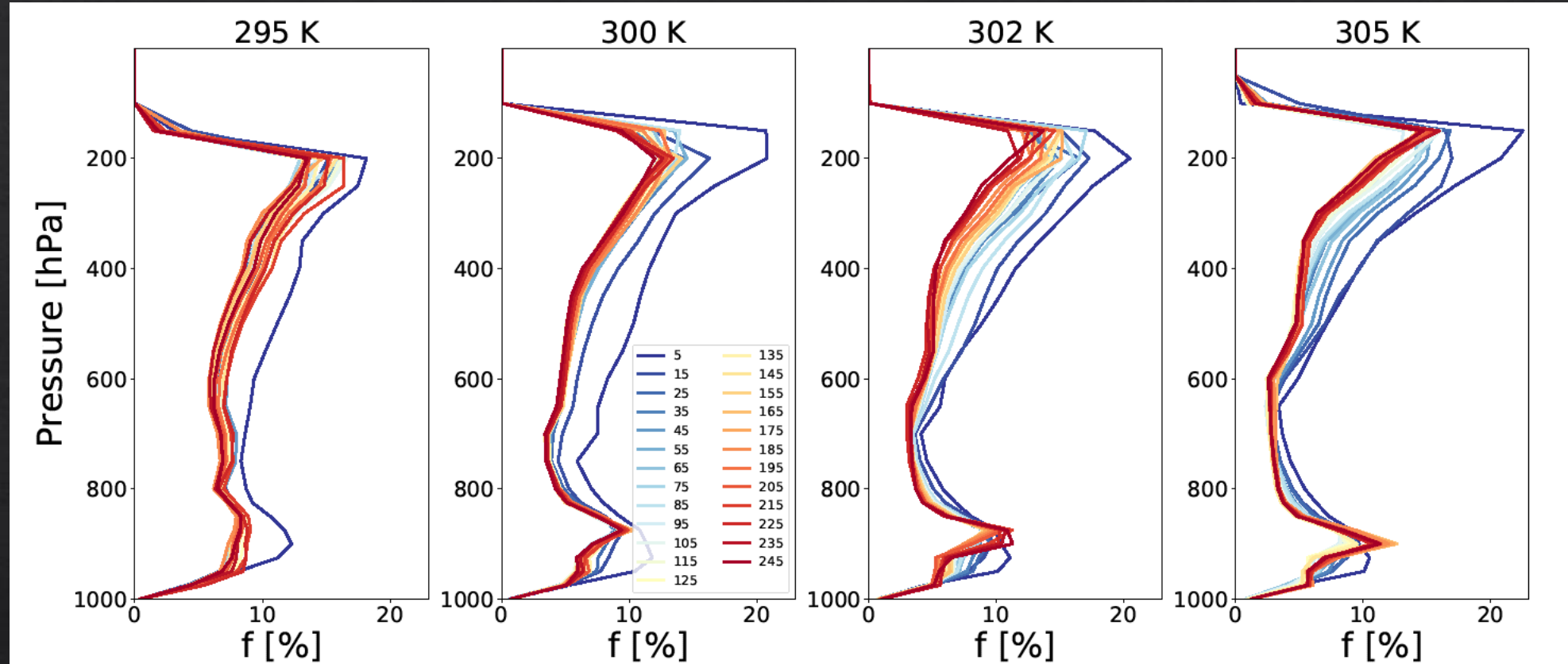
- Diminution de l'humidité relative intégrée sur la colonne (CRH) avec SST associée à une **distribution de plus en plus bimodale de CRH**
 - Proportion de zones très sèches augmente avec SST

Profils moyens



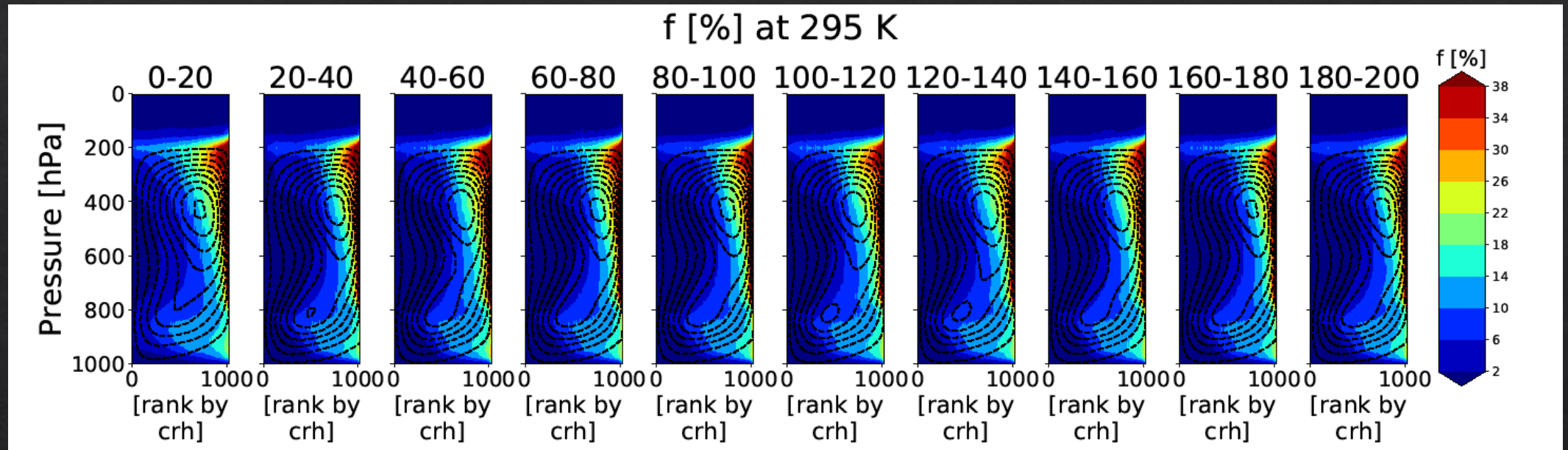
- Troposphère libre de plus en plus sèche avec SST croissante
- Durée de l'assèchement = durée de la phase transitoire

Profils moyens



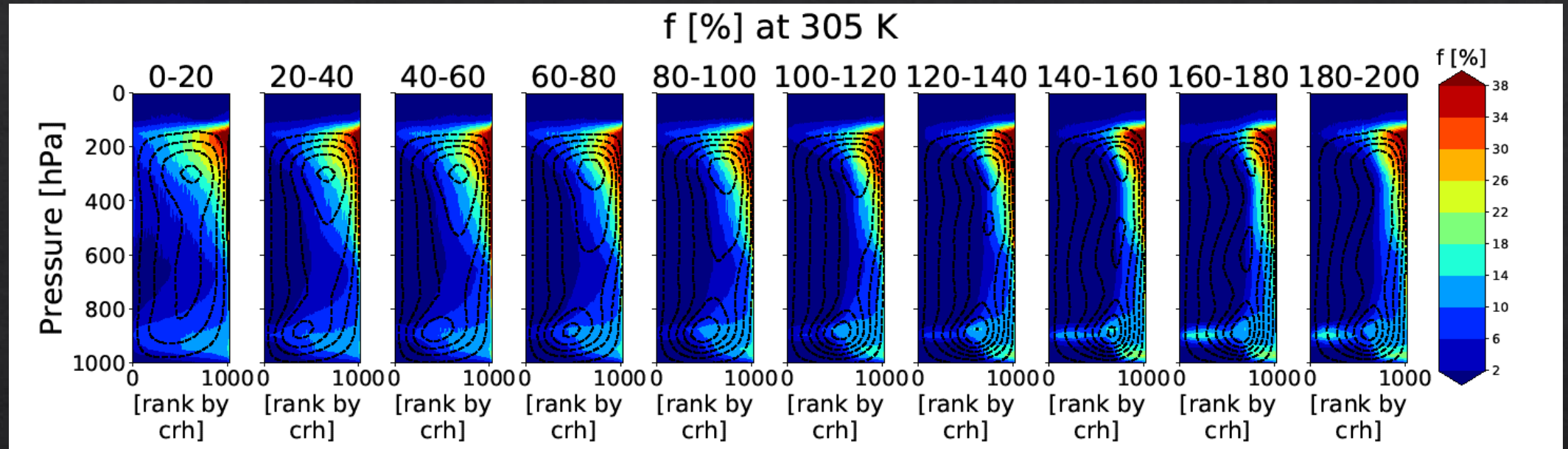
- Nuages hauts plus hauts et + de nuages bas avec SST croissante
- Pas de diminution notable de la fraction des nuages hauts avec la SST

Changement de circulation avec SST



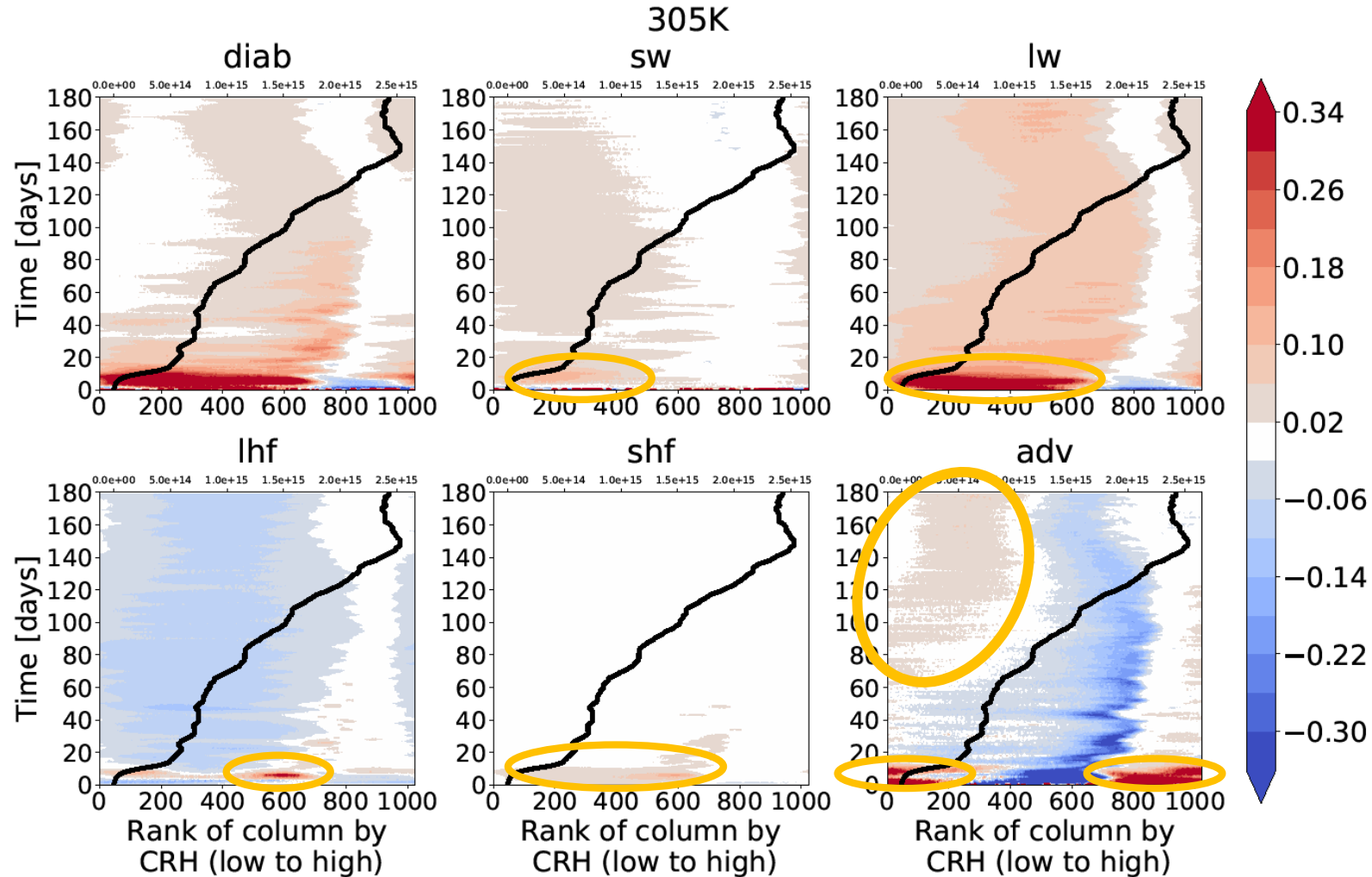
- Circulation haute domine et se met en place dès les premiers jours
 - Maximum local autour de 800 hPa

Changement de circulation avec SST

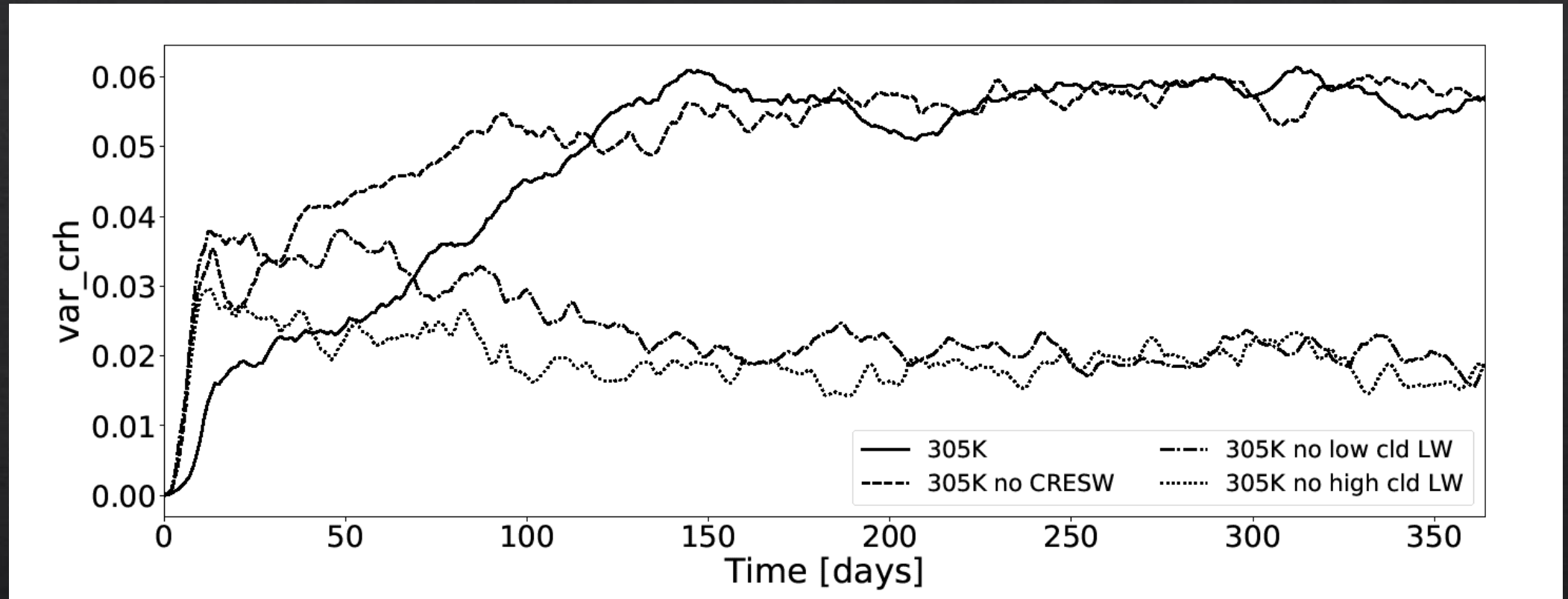


- Circulation haute beaucoup plus faible qu'à 295 K domine au début
- Maximum local autour de 900 hPa devient dominant autour de 90 J
- Augmentation progressive des nuages bas à mesure que la circulation basse s'intensifie

Diagnostic de rétroactions

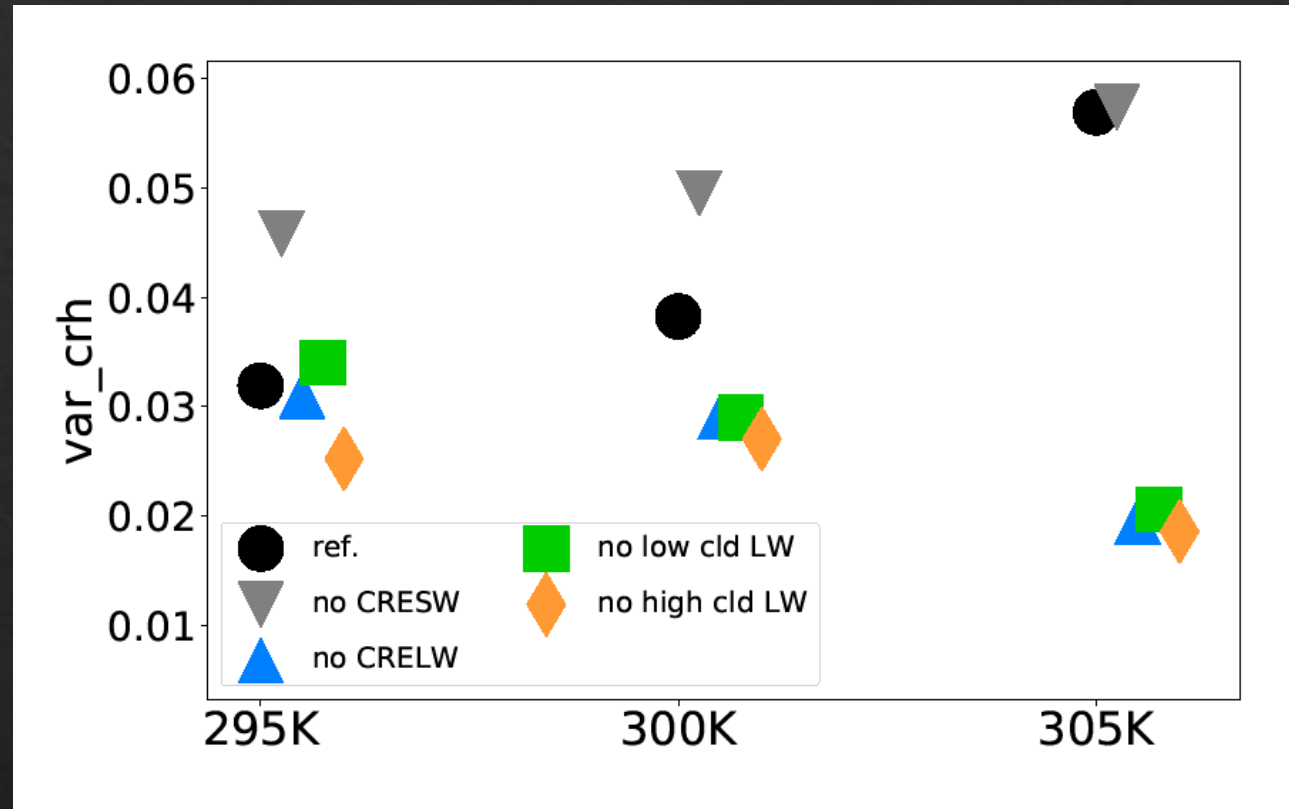


Sensibilité aux effets radiatifs des nuages à 305K



- CRESW inhibe l'agrégation
- CRELW des nuages hauts : indispensable à l'agrégation
- CRELW des nuages bas : indispensable à l'agrégation

Sensibilité aux effets radiatifs des nuages

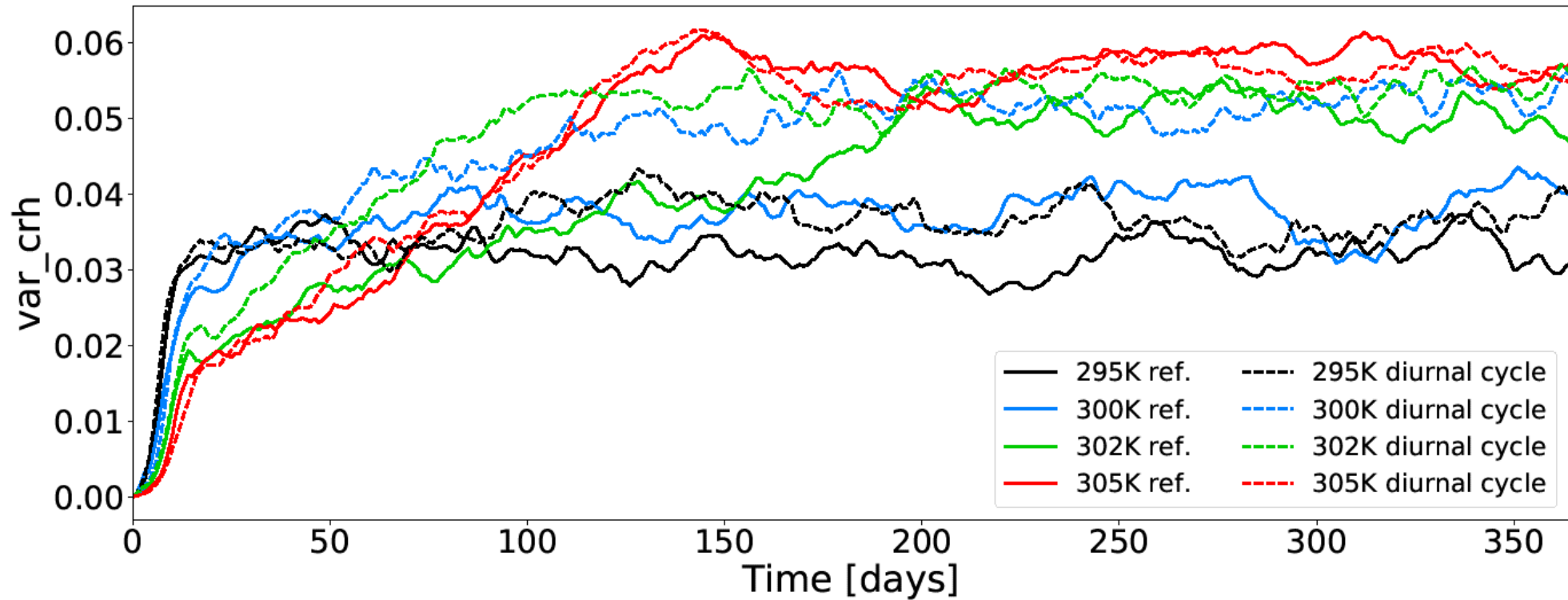


- CRESW inhibe l'agrégation et module l'état final pour les basses SSTs
 - CRELW des nuages hauts : indispensable à l'agrégation
- CRELW des nuages bas : neutre/inhibe à 295 K, indispensable à 300 K et 305 K

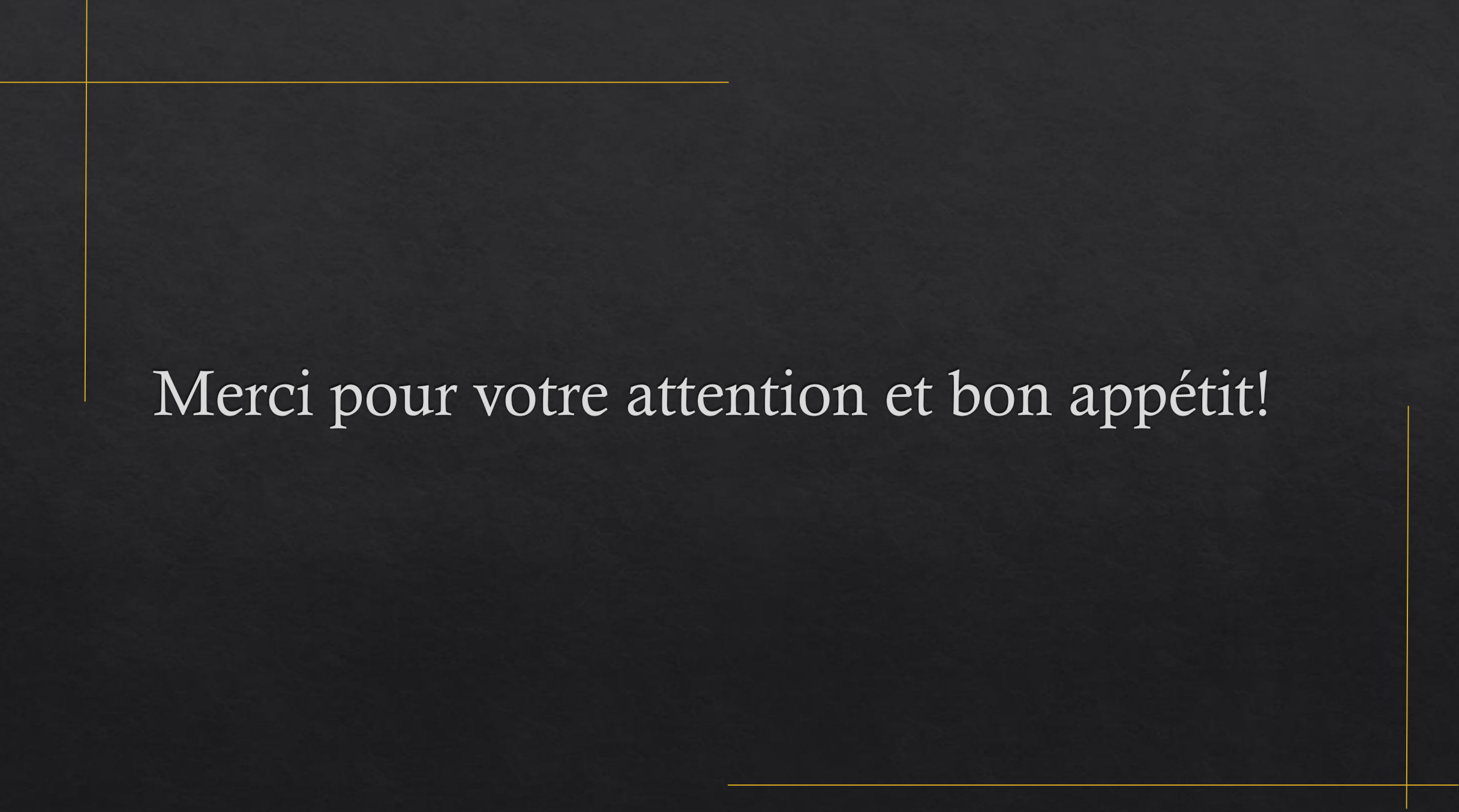
Conclusions

- Auto-agrégation de la convection dans CNRM-CM6 **dépend de la SST**
- On observe :
 - certains effets sur l'état moyen mis en évidence dans la littérature : **assèchement de la tropo. libre mais pas de dépendance de la fraction de nuages hauts à la SST**
 - plusieurs mécanismes mis en évidence : **rôle des effets radiatifs des nuages hauts et bas, rôle des flux de surface**
 - quelques nouveautés : **transition d'une circulation top heavy → bottom heavy avec SST, transition lente pour haute SST et rétroaction positive progressive de l'advection**

Perspectives : configurations plus réalistes

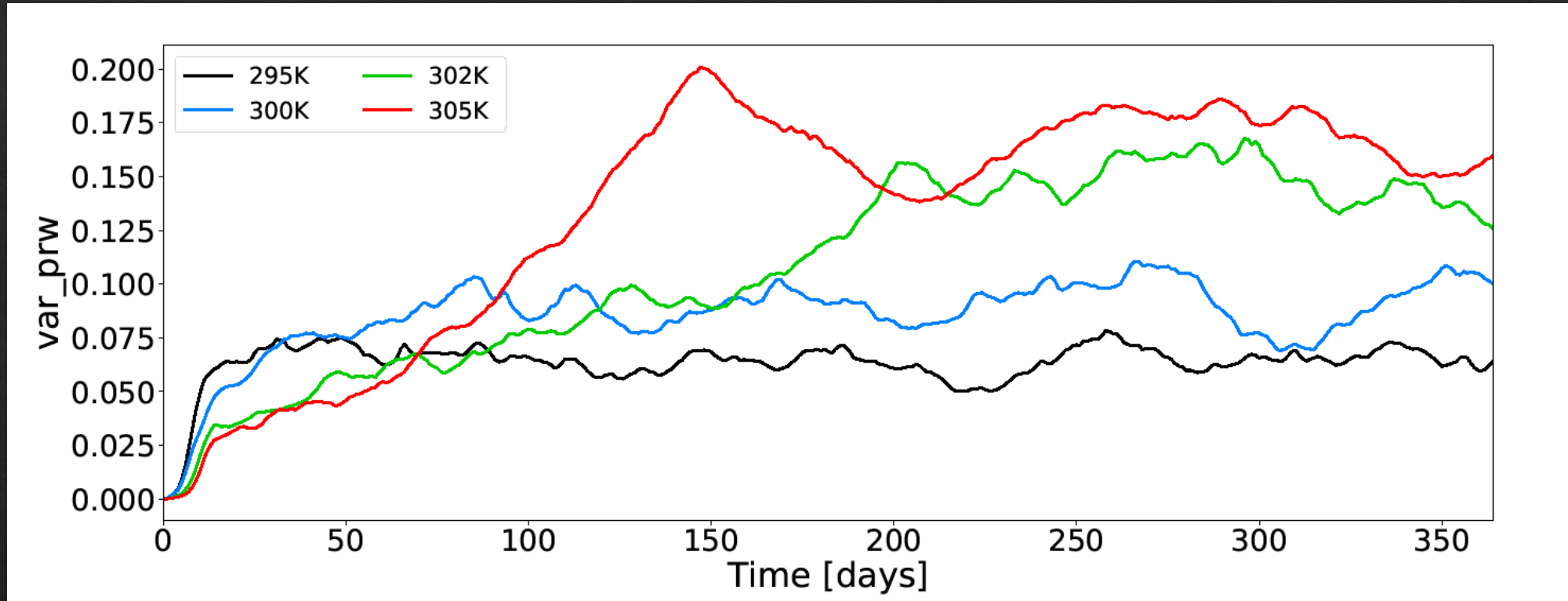


Modification possible de l'état d'équilibre et des vitesses de transition par l'ajout d'un cycle diurne



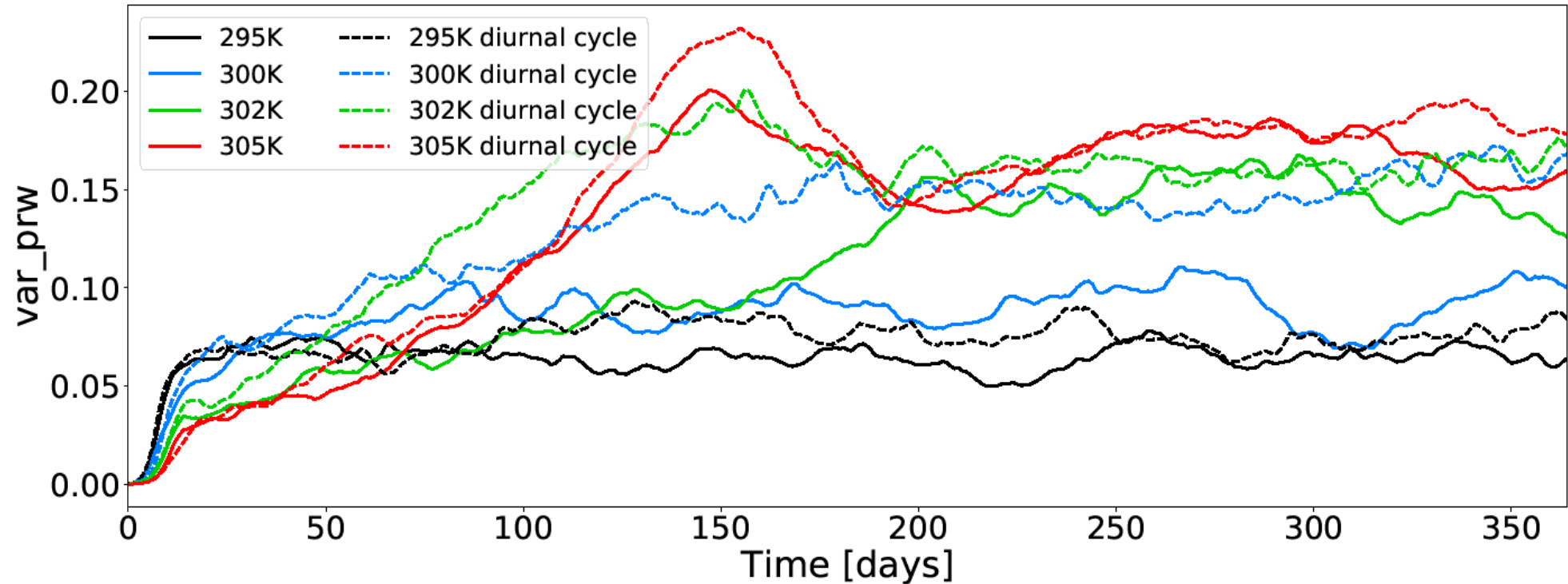
Merci pour votre attention et bon appétit!

Dépendance à l'indice d'agrégation

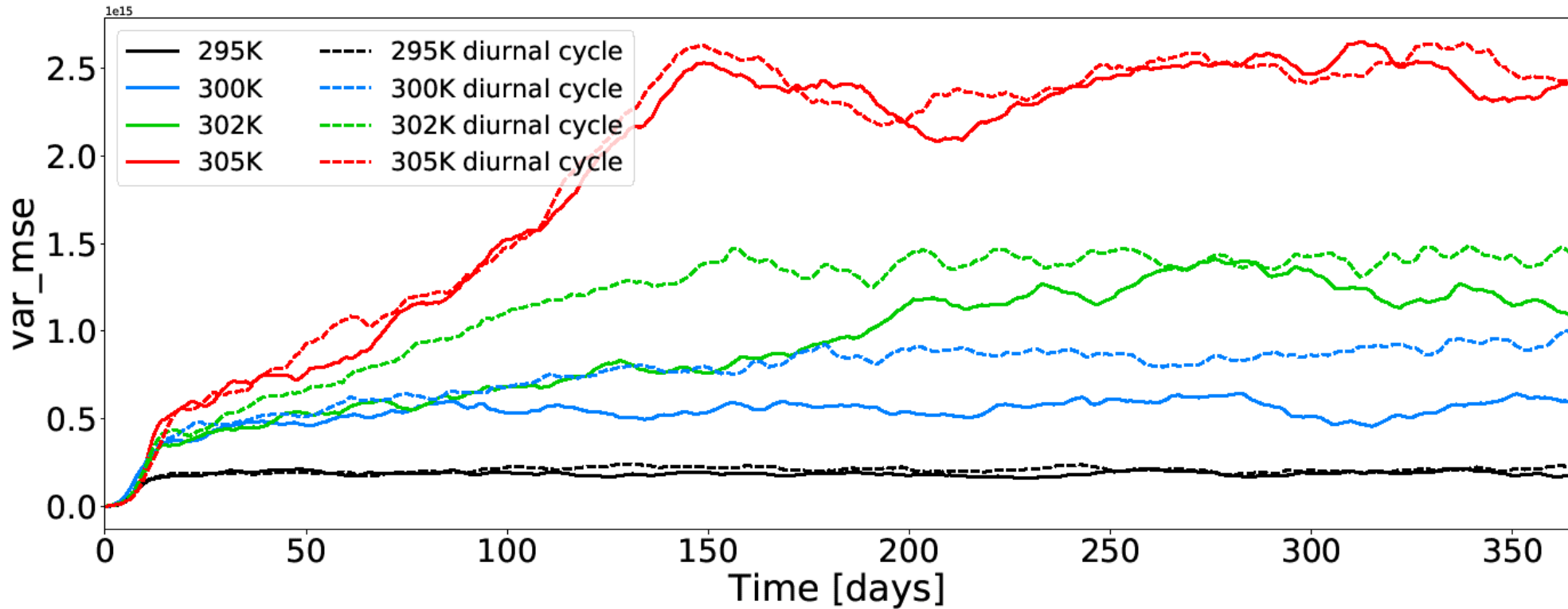


- Avec autre indice (variance d'eau précipitable), **saturation de l'agrégation à partir de 302K**
 - Périodes transitoires identiques à la variance de MSE

Perspectives : configurations plus réalistes

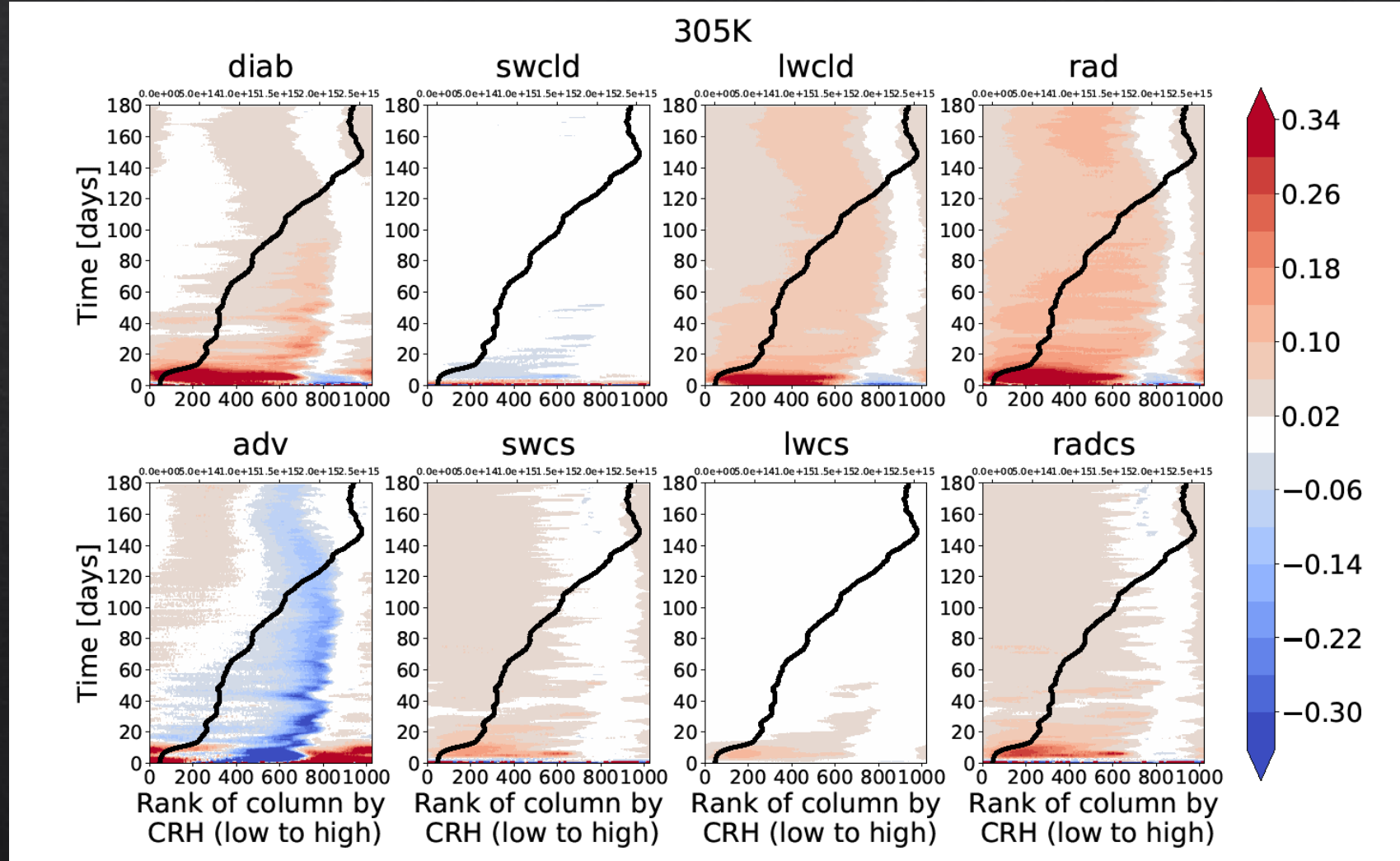


Perspectives : configurations plus réalistes

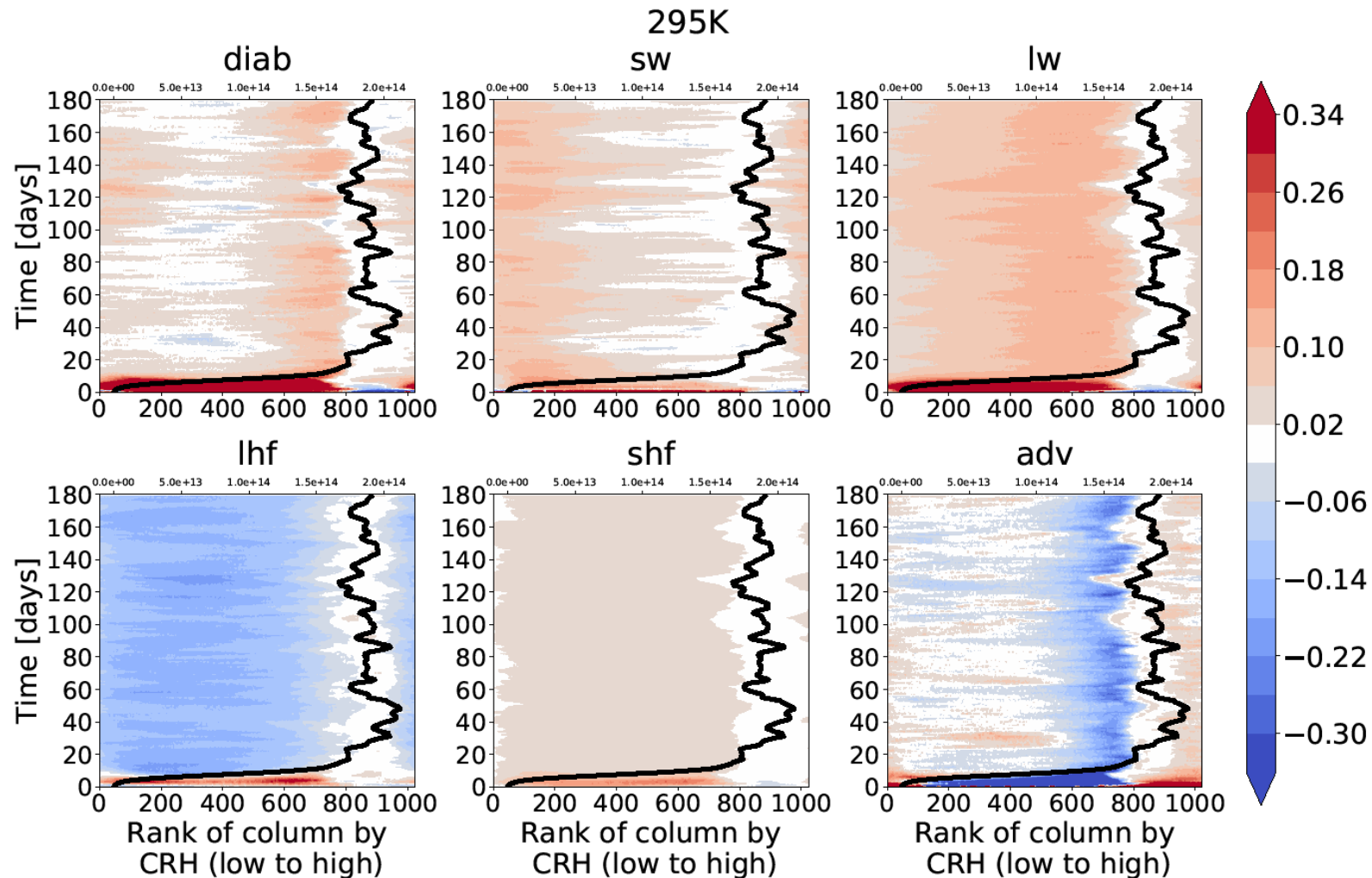


Modification possible de l'état d'équilibre et des vitesses de transition par l'ajout d'un cycle diurne

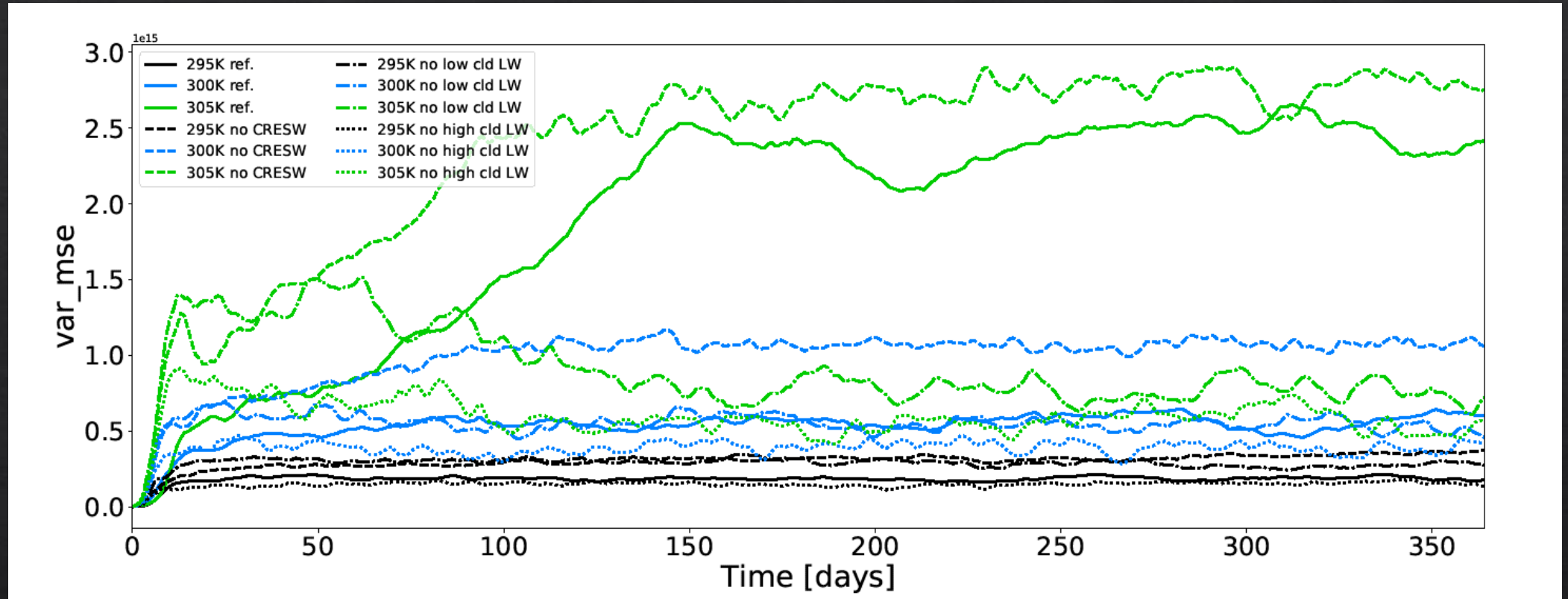
Diagnostic de rétroactions



Diagnostic de rétroactions



Sensibilité aux effets radiatifs des nuages



- CRESW inhibe l'agrégation
 - CRELW des nuages hauts : indispensable à l'agrégation
- CRELW des nuages bas : neutre/inhibe à 295 K, indispensable à 305 K