

Analyses comparées des modèles IPSL-CM4 et CNRM- CM3 aux moyennes latitudes au DMG et en $4\times\text{CO}_2$



Alexandre Laîné
Masa Kageyama
David Salas-Mélia
Gwendal Rivière

Introduction

- Intérêt de l'étude des paléoclimats:
 - Mieux **comprendre le climat** à différentes échelles de temps et sa sensibilité à différents facteurs (paramètres orbitaux, GES, calottes glaciaires...)
 - Permet de **tester la sensibilité des modèles** climatiques à ces différents facteurs avec comparaison possible aux **reconstructions** et des **modèles entre eux**

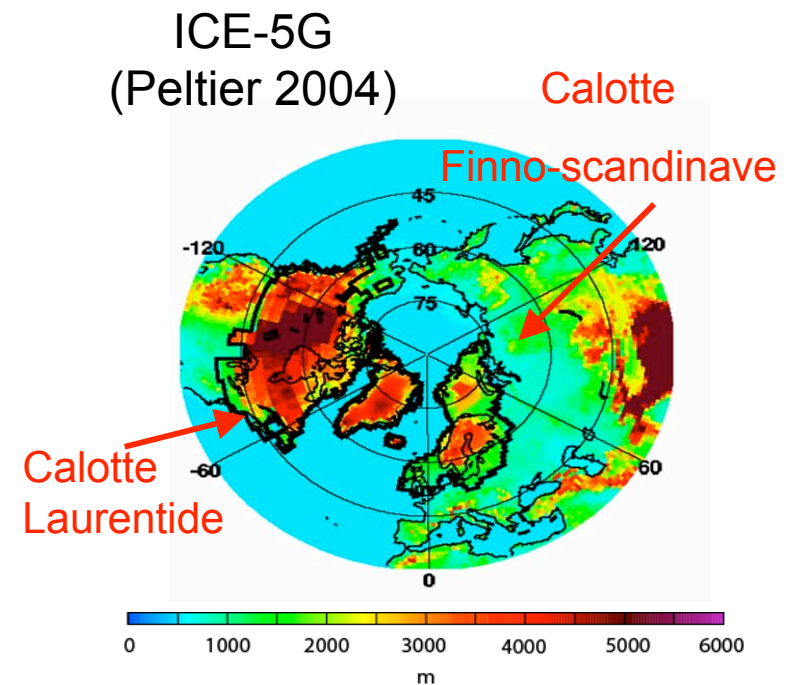
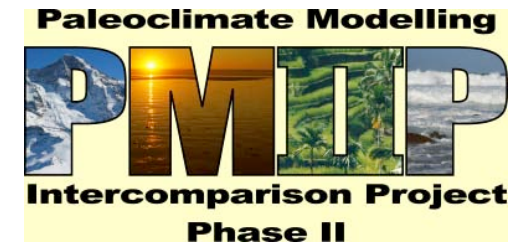
Introduction

- Intérêt de la comparaison de 2 modèles:
 - Résultats similaires: plus **robustes** que pour un modèle
 - Résultats différents: permet d'envisager les **différences** entre modèles
 - 2 modèles permettent des **analyses plus détaillées** que pour un grand nombre et l'accès à plus de sorties
- Exemples d'intercomparaison IPSL-CM4/CNRM-CM3 aux moyennes latitudes:
 - **Dernier Maximum Glaciaire**
 - **Climat 4xCO2**

Dernier Maximum Glaciaire

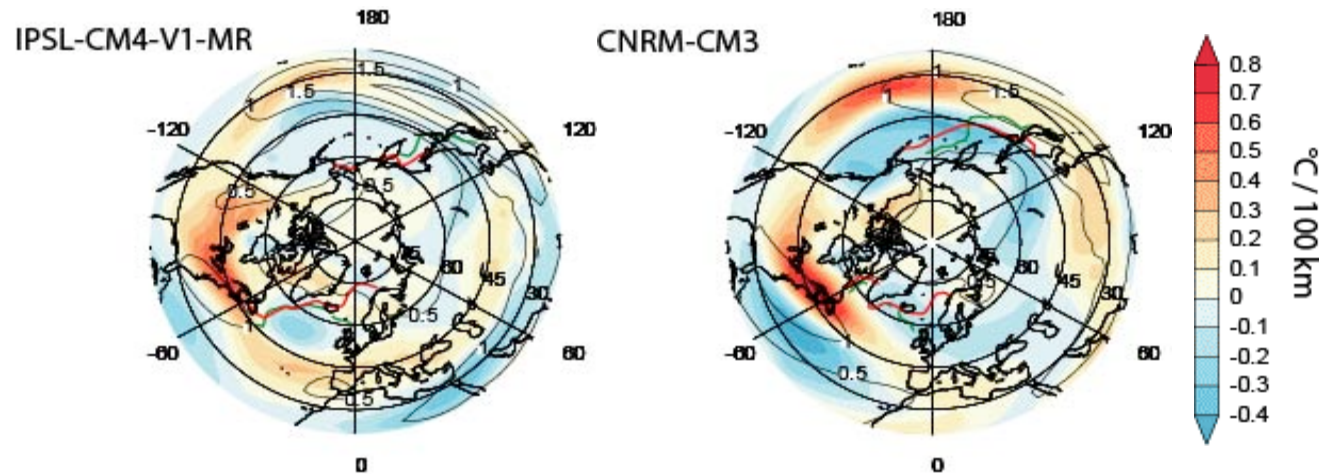
- ~ 21 000 ans
- Paramètres orbitaux ~ similaires à l'actuel
- **Taux de GES réduits:**
 - CO₂ : 185 ppm (préind. 280 ppm)
 - CH₄ : 350 ppb (préind. 760 ppb)
 - N₂O : 200 ppb (préind. 270 ppb)
- **Calottes de glaces** Laurentide et Fennoscandienne
- **Niveau marin:** -120 m
- Etude au sein du projet **PMIP2**

(Laîné et al., 2008)



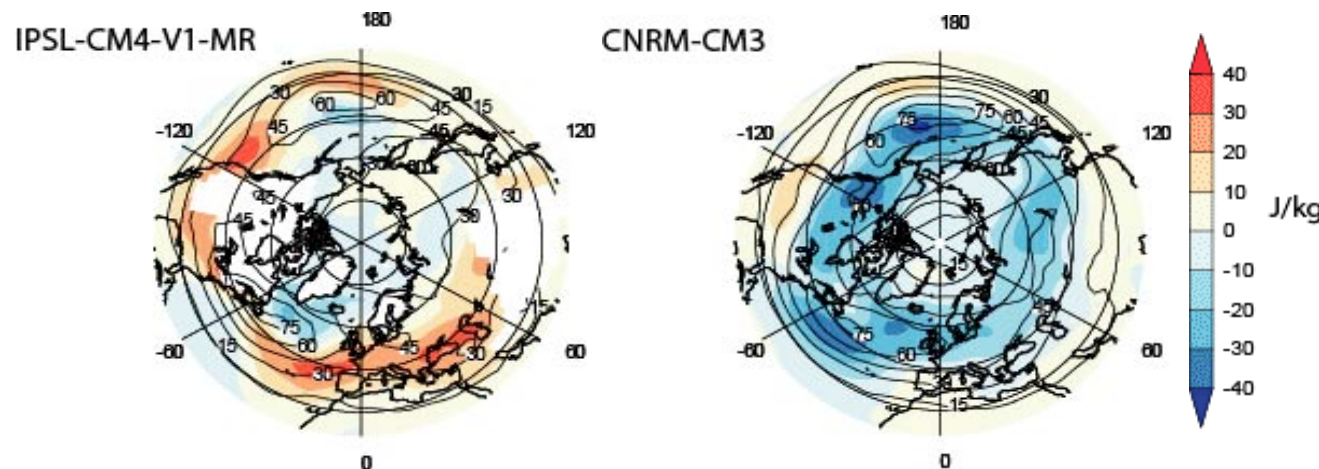
Activité dépressionnaire au DMG

Changement de **gradient horizontal de température** à 500 hPa (DJF).



Réponse **similaire** en terme de changement de gradient horizontal de température (et de jet)

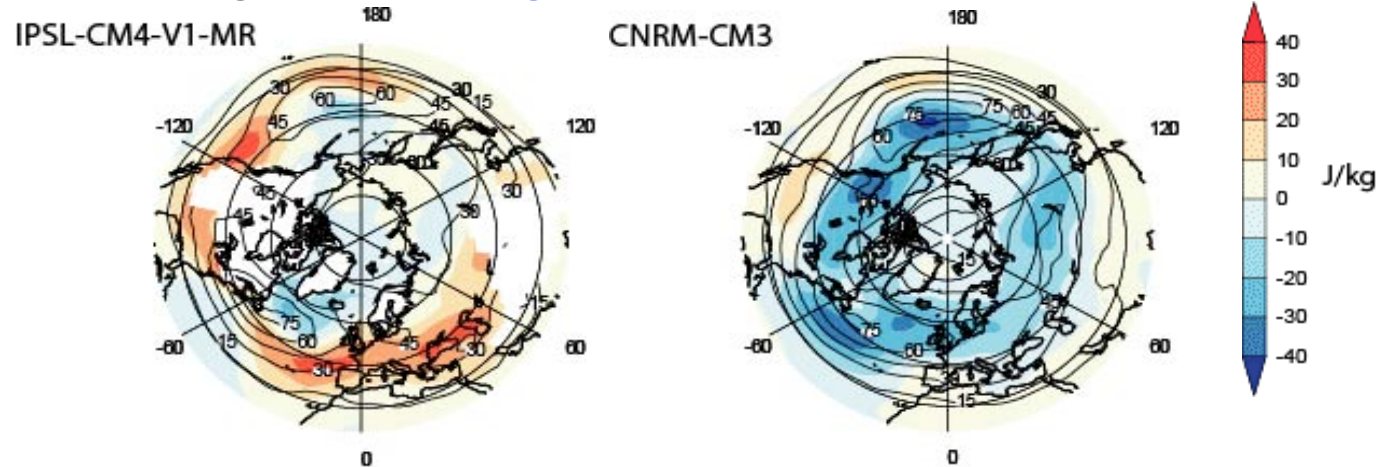
Changement d'**énergie transitoire totale** à 500 hPa (DJF)



- Réponse **très différente** en terme d'activité dépressionnaire

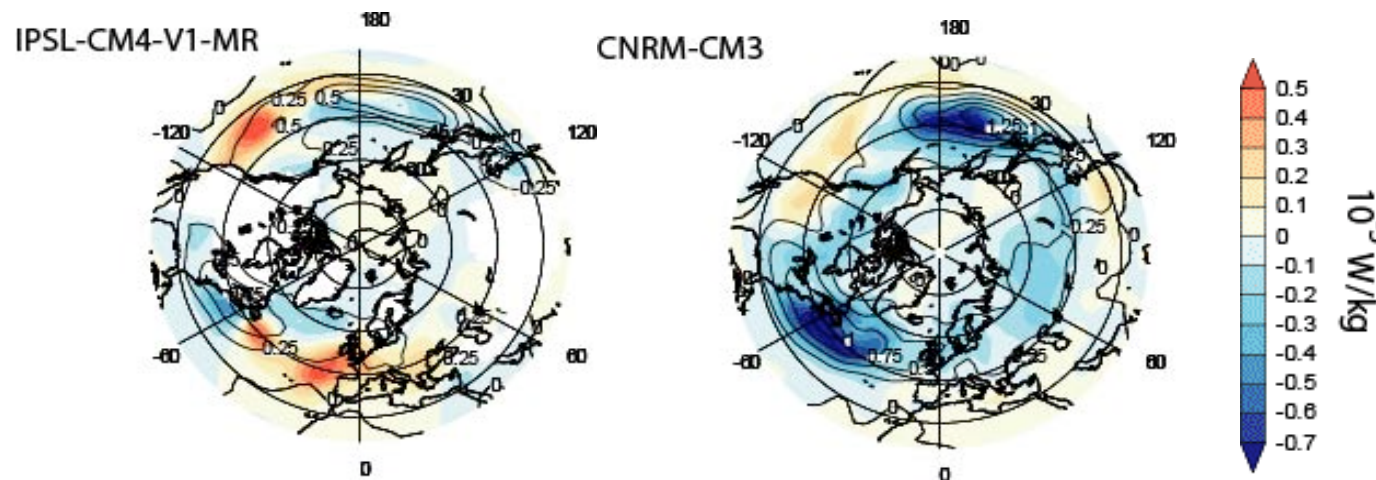
Activité dépressionnaire au DMG

Changement d'énergie transitoire totale à 500 hPa (DJF)



- Parmi les différents termes de création et de destruction d'énergie des transitoires, **conversion barocline** incriminée

Changement de conversion barocline à 500 hPa (DJF)



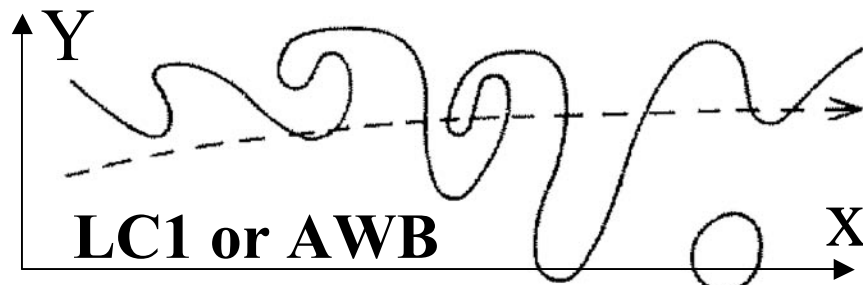
$$\mathcal{P} = \mathfrak{R} \left\{ \begin{matrix} u'\theta' \\ v'\theta' \end{matrix} \right\} = \left(\frac{\partial}{\partial p} \overline{\theta_0} \right)^{-1} \left\{ \begin{matrix} \frac{\partial}{\partial x} \overline{\theta} \\ \frac{\partial}{\partial y} \overline{\theta} \end{matrix} \right\}$$

Efficacité des perturbations à convertir l'énergie de l'écoulement moyen

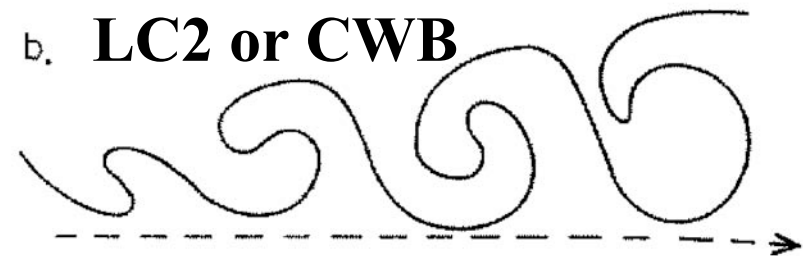
Déplacement du jet au DMG

- Accord entre les modèles sur déplacement du jet **en fin de rail dépressionnaire plus au sud** par rapport à l'actuel: un lien avec le **déferlement** ?
(Rivière et al., en préparation)

Thorncroft et al. (1993): 2 types de déferlement (wave-breaking)



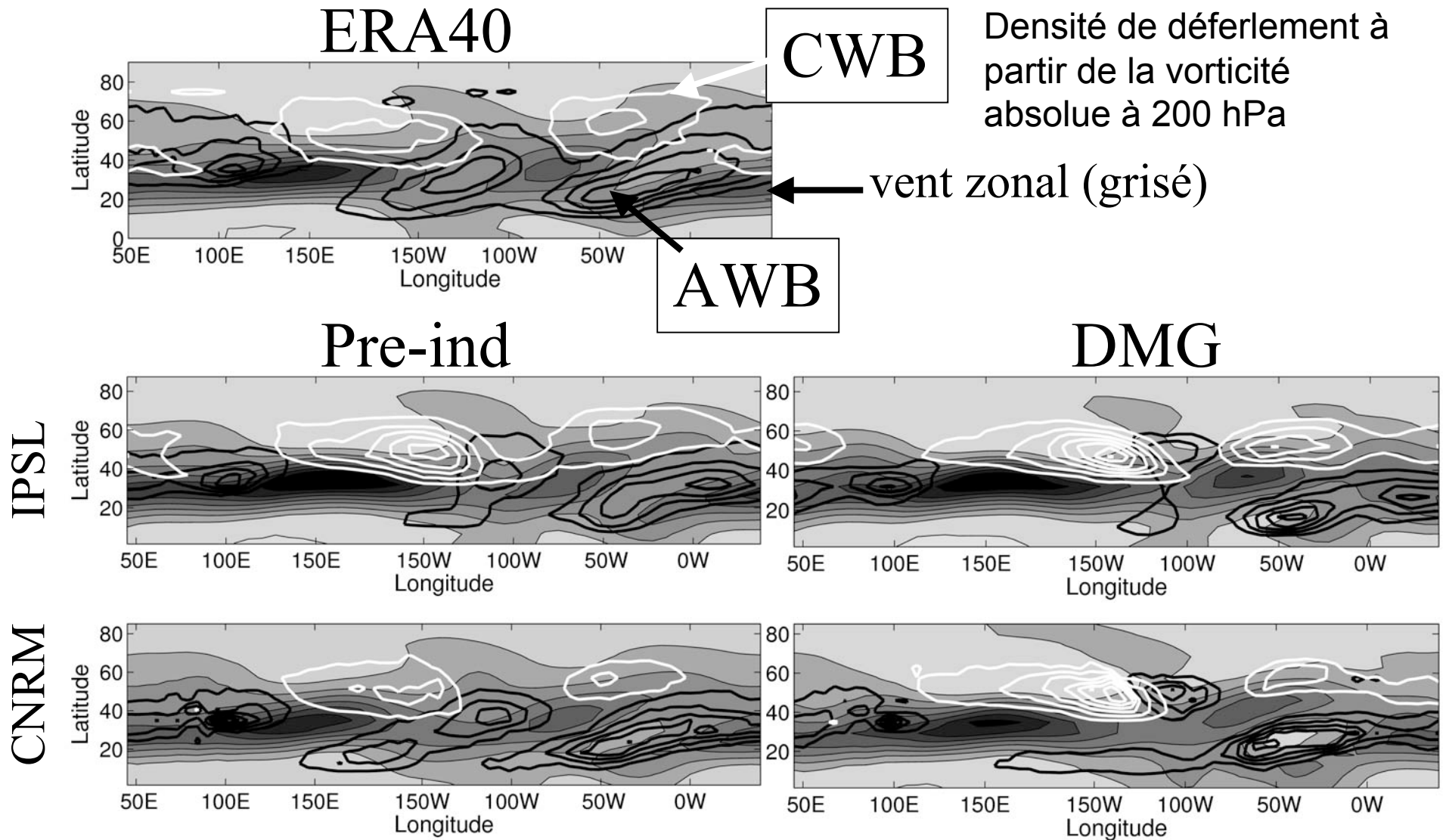
Déferlement **Anticyclonique (AWB)**:
jet déplacé au **nord**



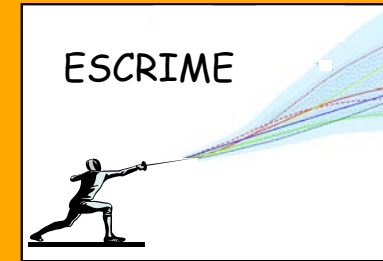
Déferlement **Cyclonique (CWB)**: jet
déplacé au **sud**

- Mécanisme à l'œuvre à l'actuel pour les variations latitudinal de jet (NAO, PNA...)

Déplacement du jet au DMG



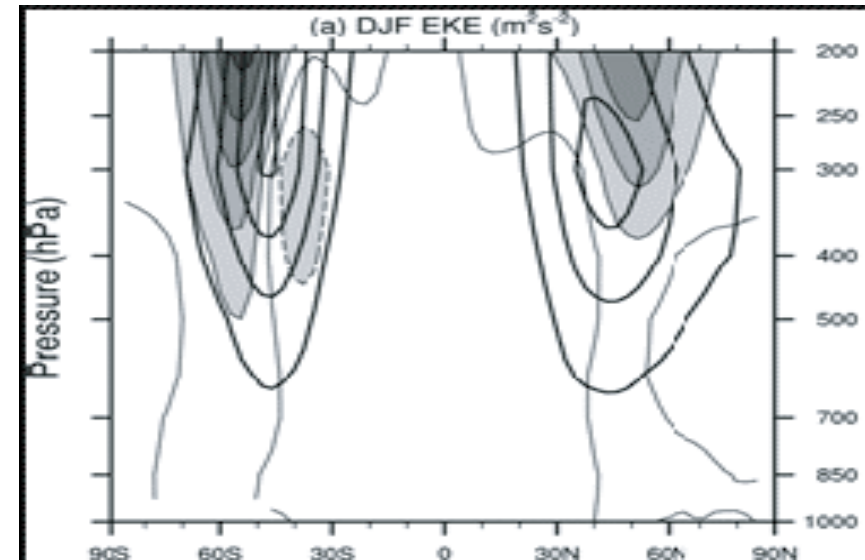
Activité dépressionnaire en climat 4xCO₂



- Simulations: **quadruplement** du taux de CO₂ préind
- Simulations réalisées dans le cadre du quatrième rapport du **GIEC, 2007**

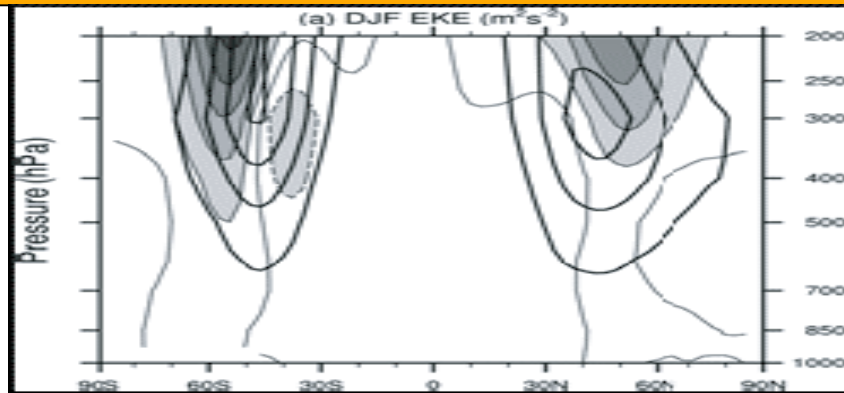
(Laîné et al., 2009)

- **Yin, 2005** montre:
 - un déplacement vers les pôles des rails des dépressions dans les deux hémisphères
 - Attribuable à un changement équivalent du paramètre de Eady

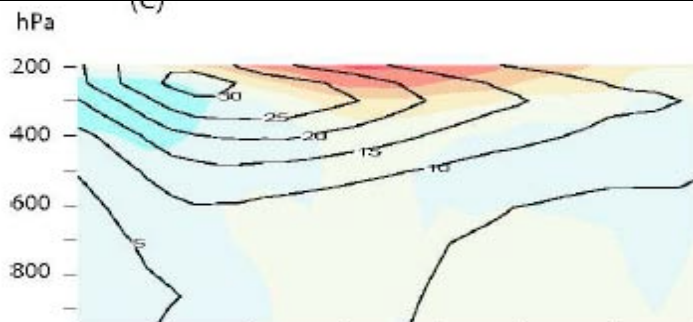


Activité dépressionnaire en 4xCO₂

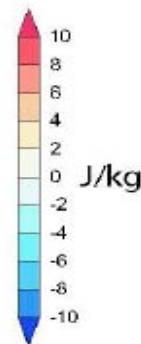
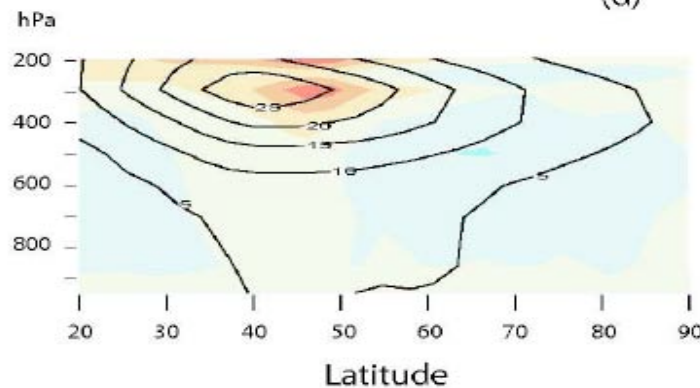
Multi-modèles



IPSL



CNRM



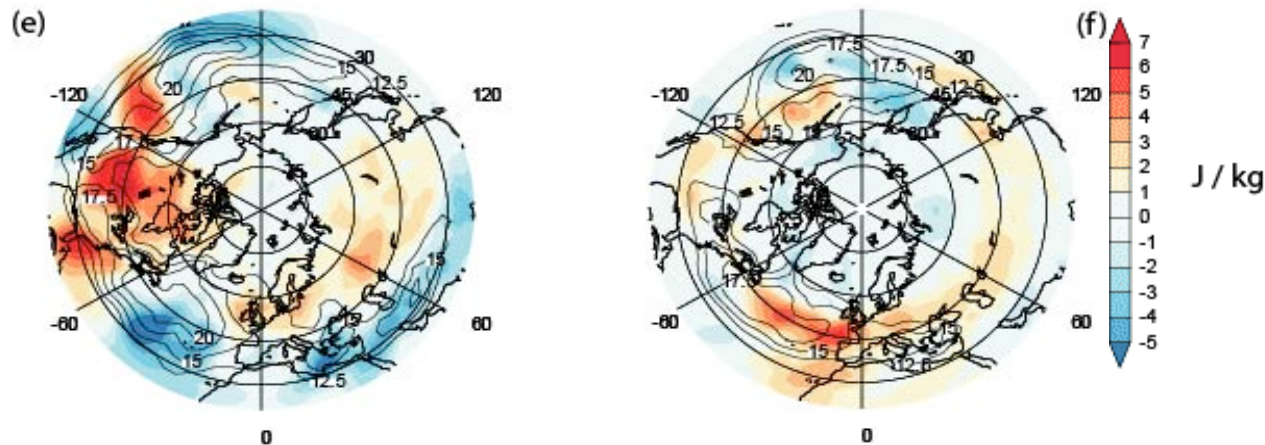
- Réponse **similaire** à la réponse d'ensemble des modèles en **moyenne zonale**
- Mais **très différente** en terme de changements locaux...

Activité dépressionnaire en 4xCO₂

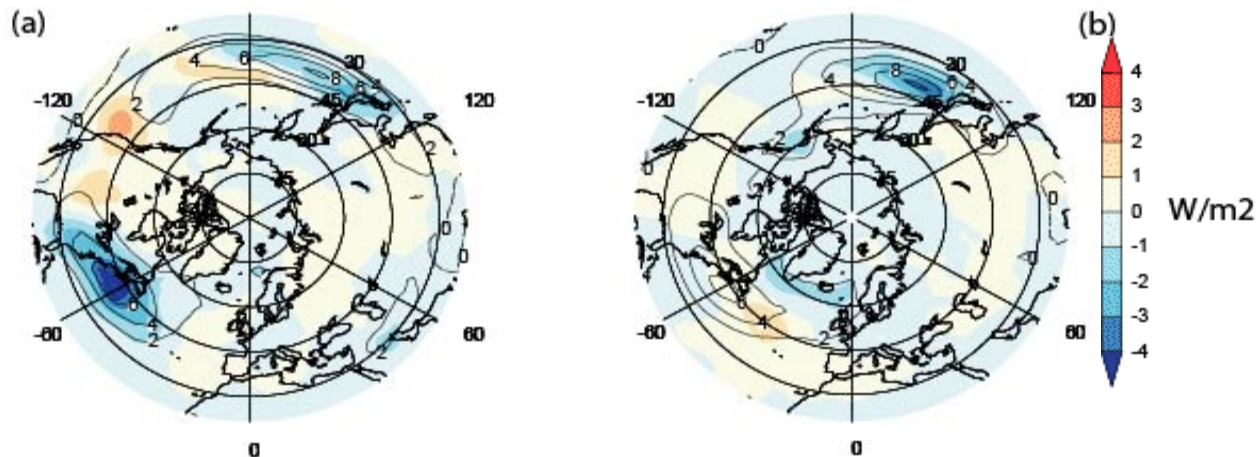
Changement d'énergie cinétique des transitoires (925-200 hPa)

IPSL-CM4

CNRM-CM3



Changement de conversion barocline (925-200 hPa)



Au 1er ordre, expliqué par les **changements de conversion barocline**, en bonne partie expliquées par des **changements de température de surface** (dans l'Atlantique Nord), amplifiée par des **changements d'efficacité et d'intensité de conversion** par les perturbations

Conclusions

- **IPSL-CM4** et **CNRM-CM3** intéressants à comparés pour leurs différences
- **Au DMG:**
 - Réponse non triviale de l'activité dépressionnaire à la baroclinie moyenne: **changement d'efficacité** des perturbations à convertir l'énergie de l'écoulement moyen
 - **Déplacement latitudinal** du jet en fin de rail dépressionnaire cohérent avec plus de **déferlement** cyclonique
- **4xCO2:**
 - Réponse en partie liée à la baroclinie moyenne + efficacité et amplitude de la conversion par les perturbations