

# Nouvelle description de la formation des précipitations liquides dans le schéma d'Emanuel.

Jean-Yves Grandpeix, Catherine Rio, LMDZ Team

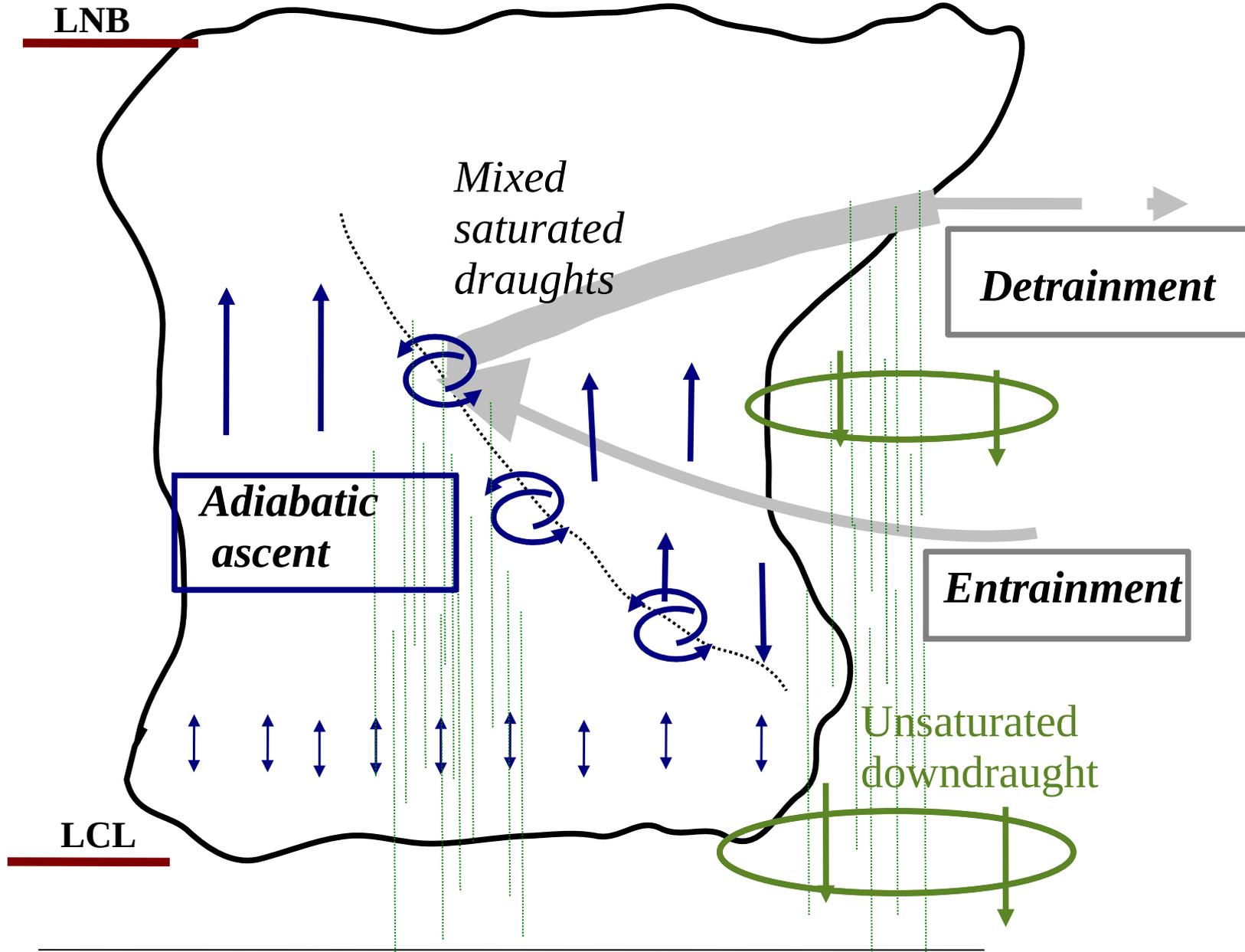
**Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère,  
DEPHY : 13 Mars 2019 ; Toulouse**

## Motivation et contexte

- Schéma d'Emanuel : courants convectifs profonds représentés par des ascendances adiabatiques et des courants mélangés (mélange de l'asc. diab. et de l'envt).
- Plusieurs possibilités pour le condensat dans l'asc. diab. : transporter tout le condensat ou seulement l'eau nuageuse ou pas de condensat du tout.
- LMDZ6A : tout le condensat est soulevé dans l'ascendance (à rapprocher de la constatation que, sur les océans tropicaux,  $T_v$  de l'environnement est proche de  $T_v$  d'une ascendance adiabatique gardant tout le condensat). Du coup, **la plus grande partie des précipitations convectives sont formées en phase glace**
- Contradiction avec simulations hautes résolutions et avec observations (private communication : J.P Lafore, F. Guichard, K. Emanuel).

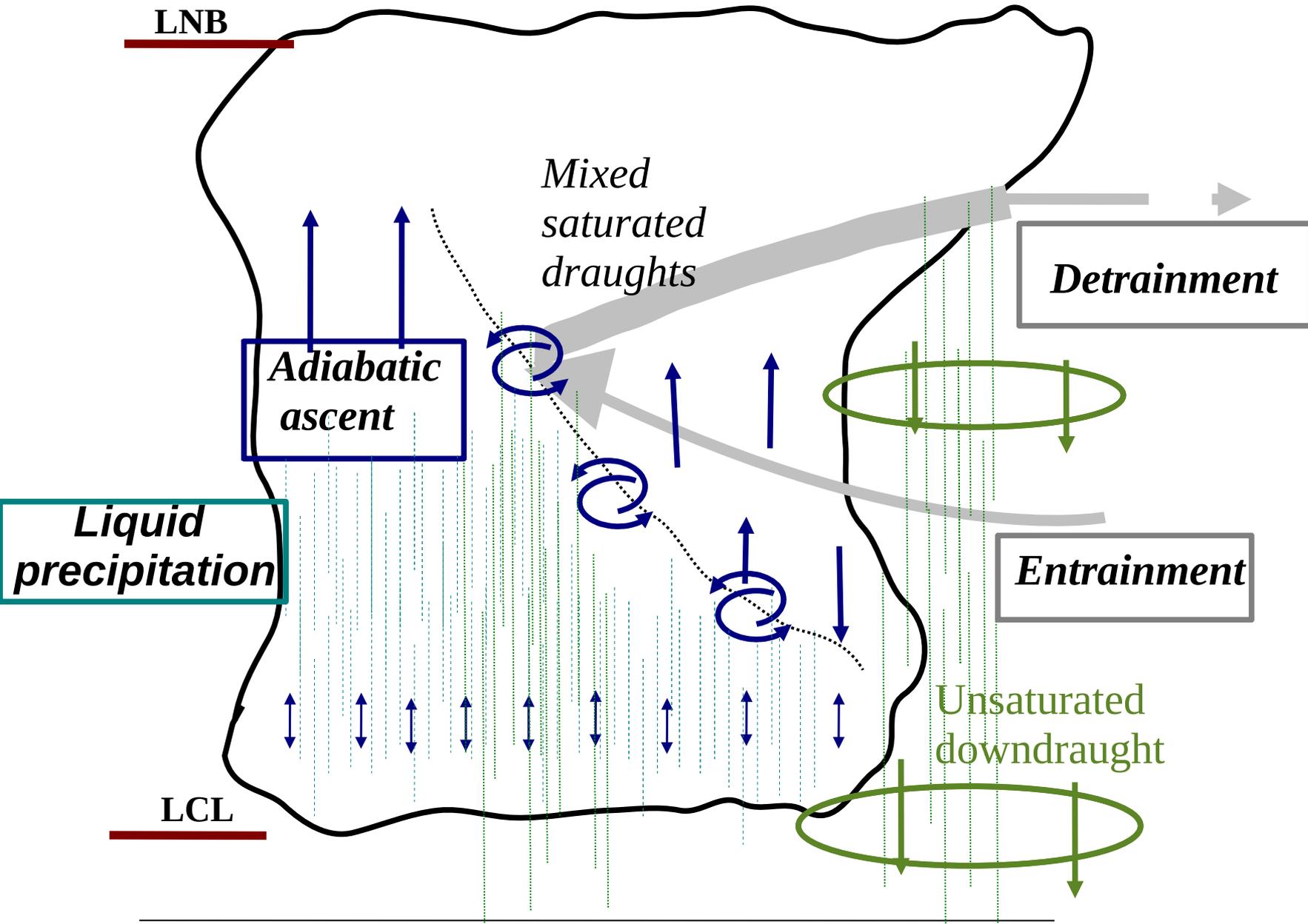
**Proposition** : Ejecter les précipitations liquides de l'ascendance adiabatique au fur et à mesure de l'ascension.

# Emanuel scheme in LMDZ6A



All large hydrometeors formed in the updraughts are carried up in the updraughts. Precipitation falls out only from mixing events (entrainment and detrainment).

# Emanuel scheme with new precipitation scheme



Large *liquid* hydrometeors formed in the adiabatic ascent fall out when they are formed. All remaining large hydrometeors fall out from mixing events.

# **1 - Principe du changement de schéma**

## Micro-physique standard du schéma d'Emanuel dans LMDZ

La "micro-physique" est représentée par deux processus à seuils :

- La conversion de l'eau nuageuse en précipitation : tout le condensat en excès du seuil de conversion est transformé en gros hydrométéors susceptibles de tomber.

Seuil  $\simeq 0.3$  g/kg lorsque la température est  $> 0^\circ\text{C}$ , décroissant jusqu'à 0 à  $-55^\circ\text{C}$ .

- Les phases liquide, mixte et solide sont délimitées par les températures  $-20^\circ\text{C}$  et  $-40^\circ\text{C}$ . La fraction de glace varie linéairement entre  $-20^\circ\text{C}$  et  $-40^\circ\text{C}$ .

Schéma de conversion en précipitation  $\simeq$  schéma à la Kessler

$$\partial_t q_p = k \left( q_\nu - \frac{q_{\nu t}}{\rho} \right) \quad (q_{\nu t} = \text{seuil de conversion})$$

où  $k \rightarrow \infty. \implies q_\nu = \frac{q_{\nu t}}{\rho}$

## Schéma LMDZ6A

(tout le condensat est transporté dans l'ascendance)

air	vap	nu gl	prec glace
-----	-----	----------	---------------

air	vap	nu. liq gl	pr gl	pr liq
-----	-----	---------------	----------	-----------

air	vapeur	nu. liq gl	pr gl	pr liq
-----	--------	---------------	----------	-----------

air	vapeur	Eau nu.	pr liq
-----	--------	------------	-----------

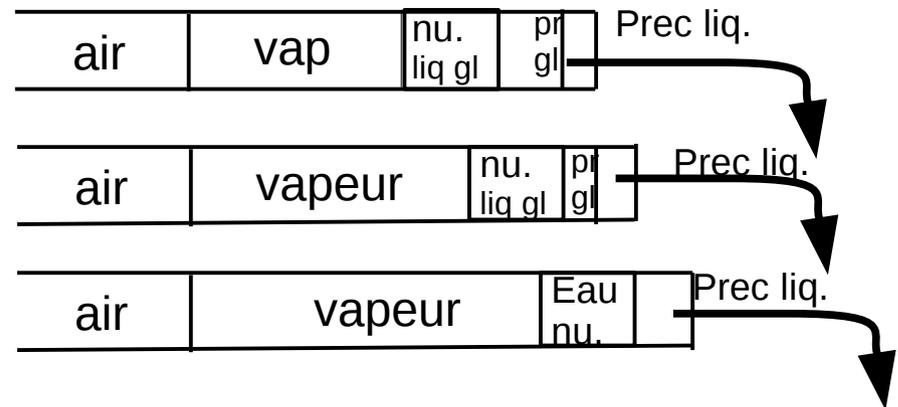
air	vapeur	Eau nu.
-----	--------	------------

air	vapeur
-----	--------

## Schéma avec éjection

(les précipitations liquides sont éjectées de l'ascendance)

air	vap	nu gl	prec glace
-----	-----	----------	---------------



air	vapeur	nu. liq gl	pr gl
-----	--------	---------------	----------

air	vapeur	Eau nu.
-----	--------	------------

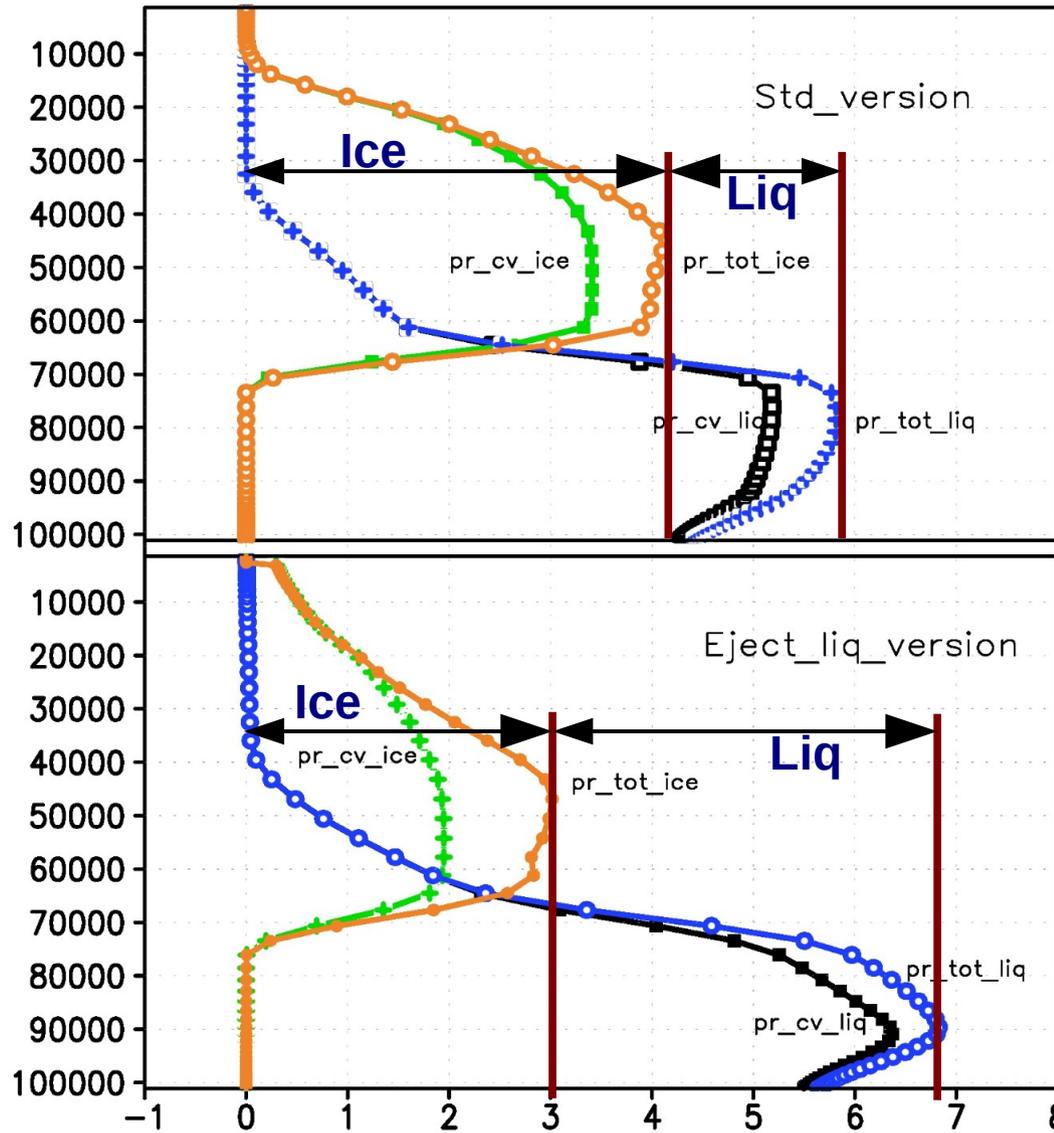
air	vapeur	Eau nu.
-----	--------	------------

air	vapeur
-----	--------

## **2 - Effet sur les profils verticaux de précipitations**



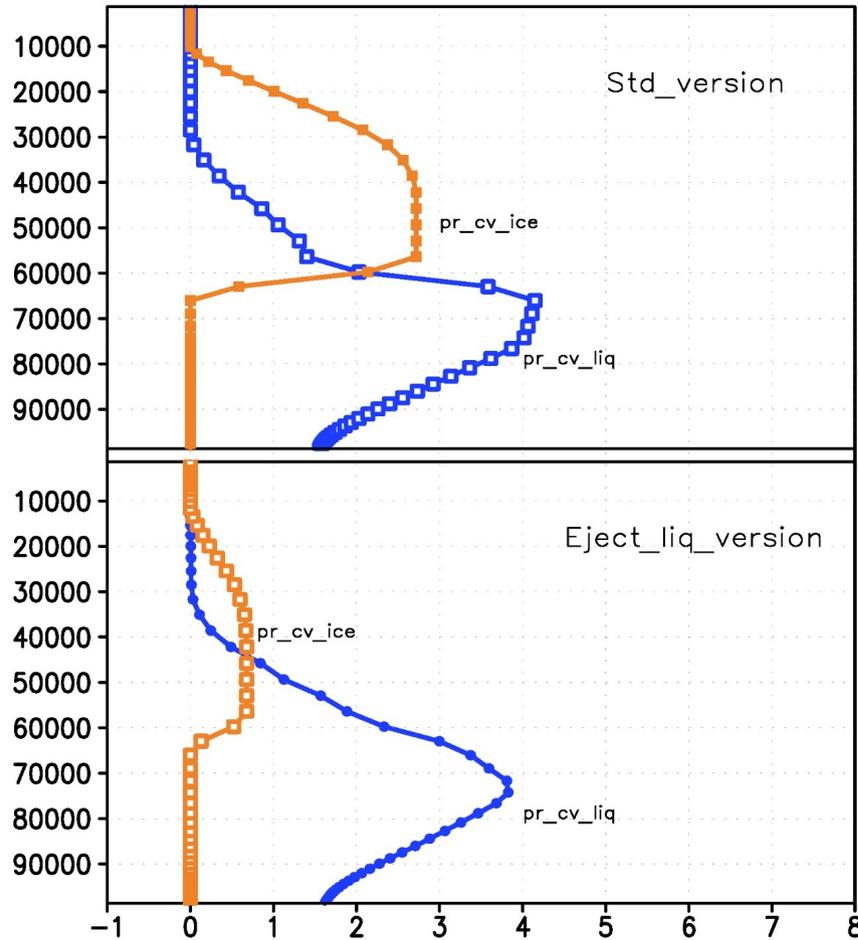
# TOGA (Nov): Vertical profiles of precipitation



Version standard :  
les précipitations n'ayant pas  
connu de phase glace  
représentent 30% du total.

Avec ejection des  
précipitations liquides, les  
précipitations n'ayant pas  
connu de phase glace  
représentent 55% du total

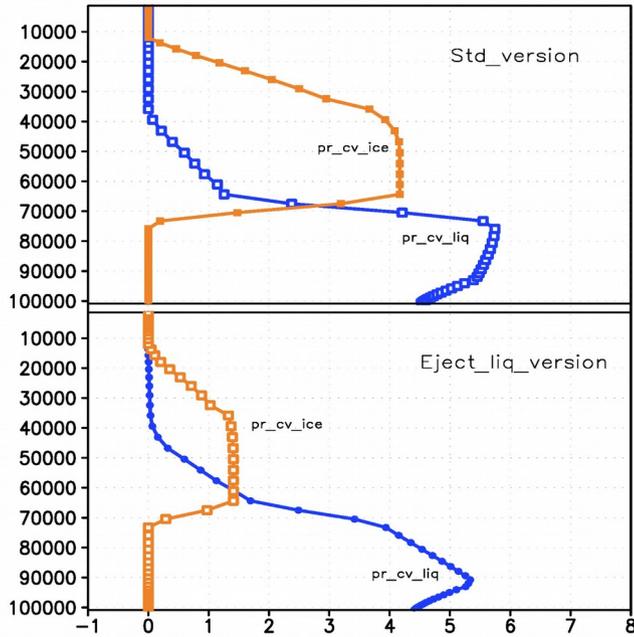
# AMMA (10 July): Vertical profiles of precipitation



37% des précipitations formées en phase chaude

75% des précipitations formées en phase chaude

RCE\_oce: Vertical profiles of precipitation



## Equilibre radiatif-convectif sur ocean

30% des précipitations formées en phase chaude

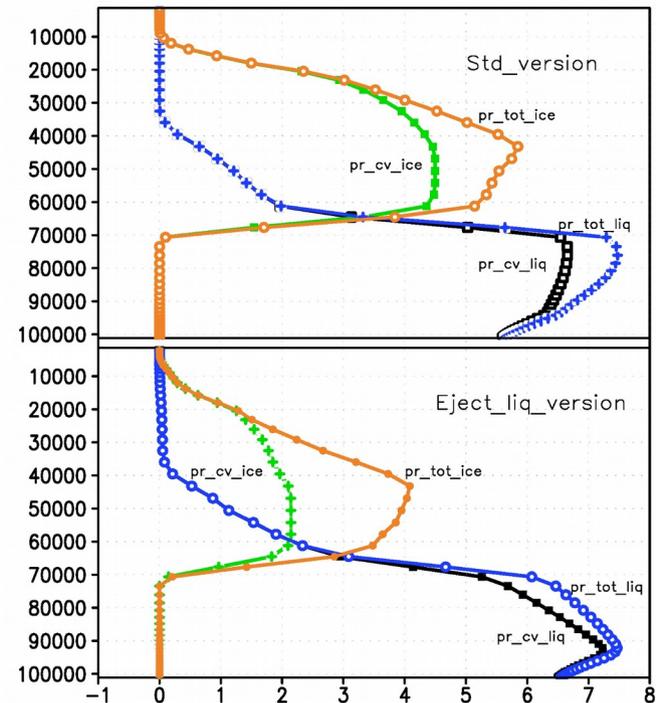
70% des précipitations formées en phase chaude

## Equilibre radiatif-convectif sur continent

25% des précipitations formées en phase chaude

50% des précipitations formées en phase chaude

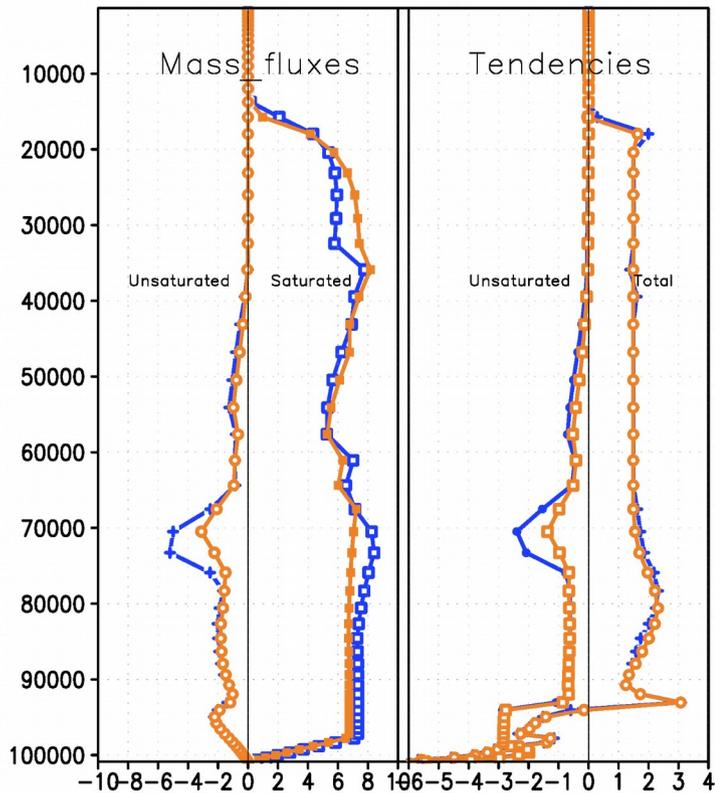
RCE\_land: Vertical profiles of precipitation



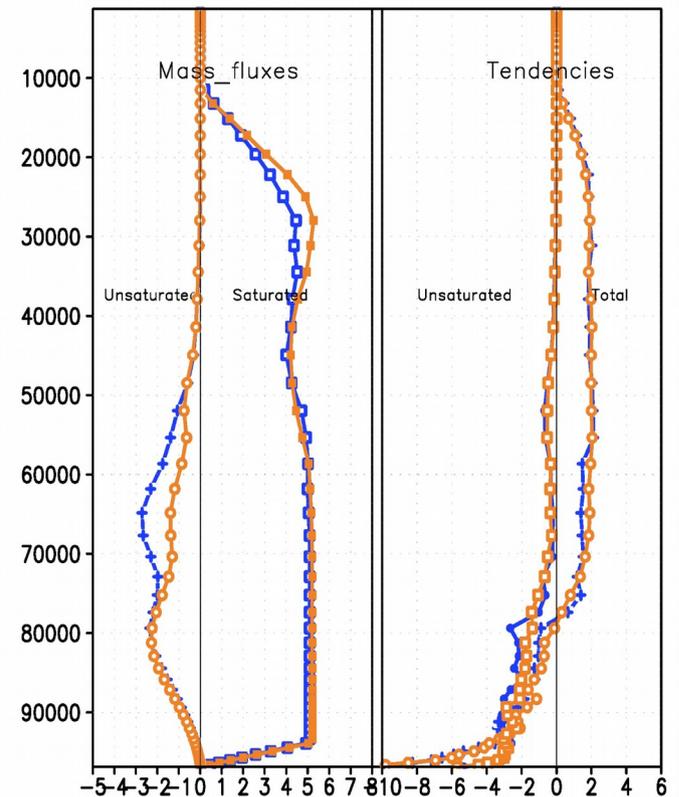
### 3 – Effet modéré sur la convection profonde :

Flux de masse saturés un peu augmentés au-dessus de 400 hPa  
Descente précipitante renforcée au front de fusion mais pas dans  
la couche limite. ==> poches froides inchangées

RCE\_oce: std(blue) & eject(orange)

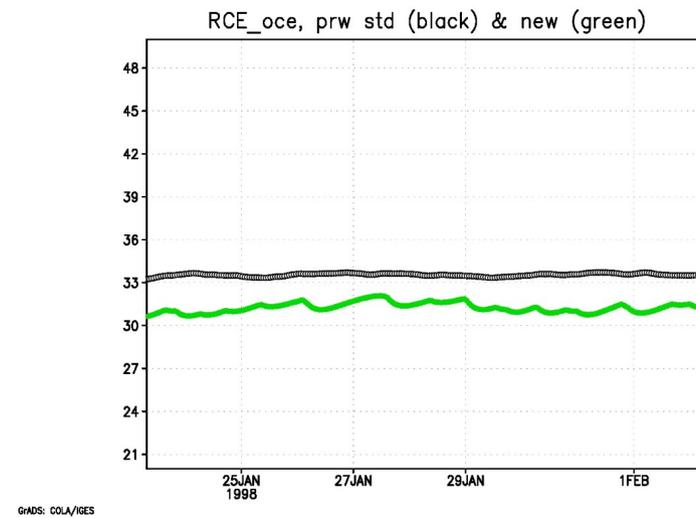
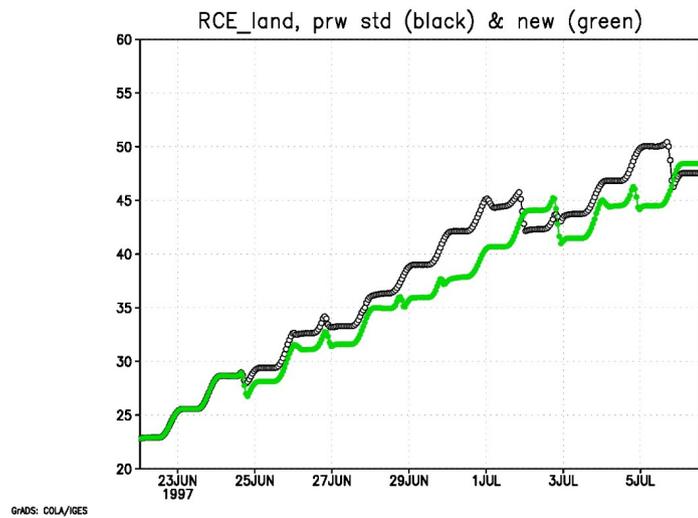
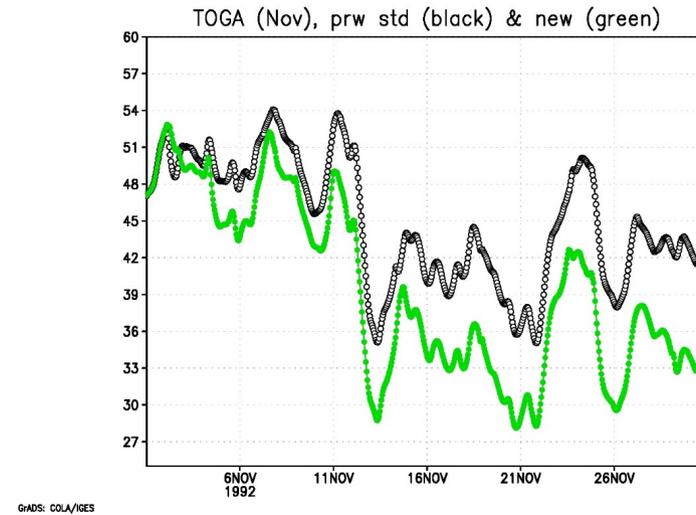
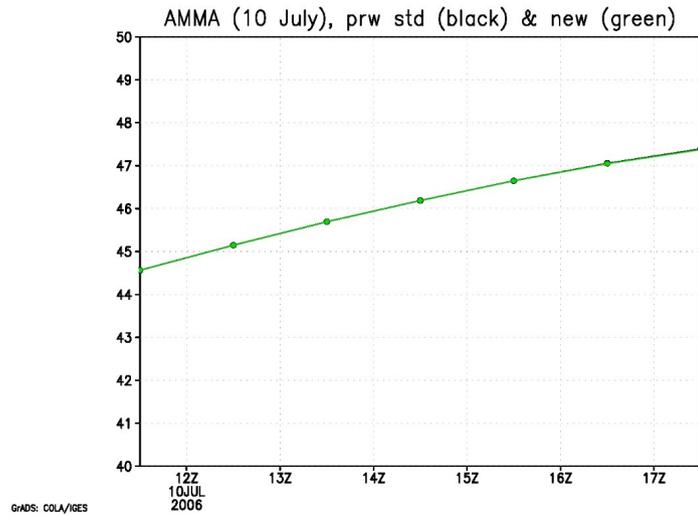


RCE\_land: std(blue) & eject(orange)



## **4 - Effet sur variables pertinentes pour bilans d'énergie**

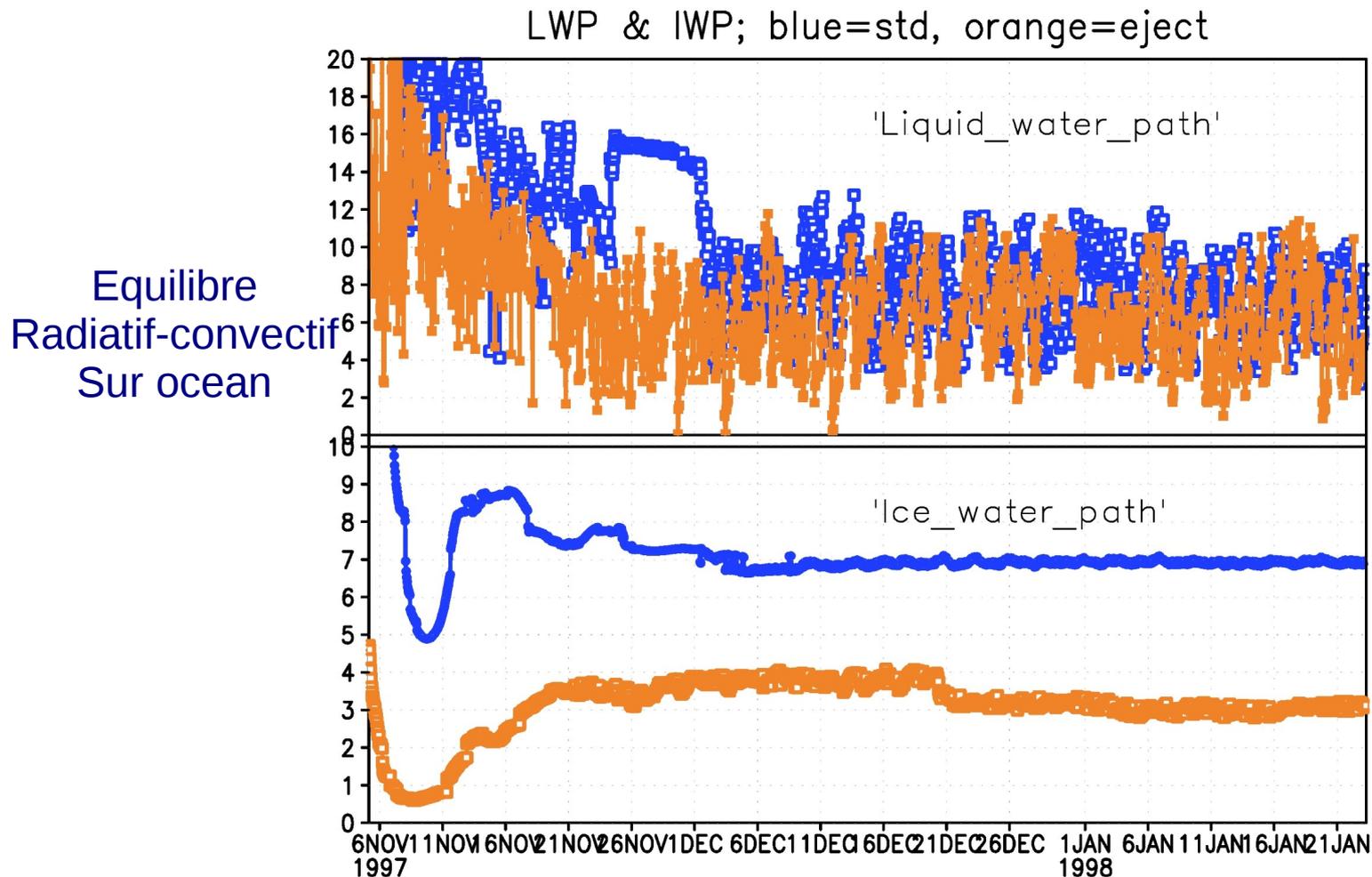
L'eau précipitable est plus faible dans les simulations avec éjection liquide :  
l'atmosphère est plus sèche.



**Equilibre radiatif-convectif sur océan** : le "Liquid water path" et surtout le "Ice water path" sont plus faibles dans la simulation avec éjection.

OLR : environ 242W/m<sup>2</sup> pour la simulation std ; 265 W/m<sup>2</sup> pour la simulation avec éjection.

**Sur continent** : effet négligeable sur LWP et IWP; écart de 8W/m<sup>2</sup> pour l'OLR.



## 5 - Conclusion

### Ne pas transporter les précipitations liquides dans les ascendances convectives amène :

- Modification forte du profil vertical de précipitation.
- Modification modérée des flux de masse convectifs saturés et des tendances associées.
- Modification forte des descentes précipitantes entre le front de fusion et le sommet de la couche limite mais effet faible dans la couche limite : les poches froides sont peu changées.
- Atmosphère plus sèche : eau précipitable plus faible, nébulosité (surtout haute) réduite significativement, OLR plus élevée.

**Résultats très préliminaires : le passage par le tuning sera un test crucial.**