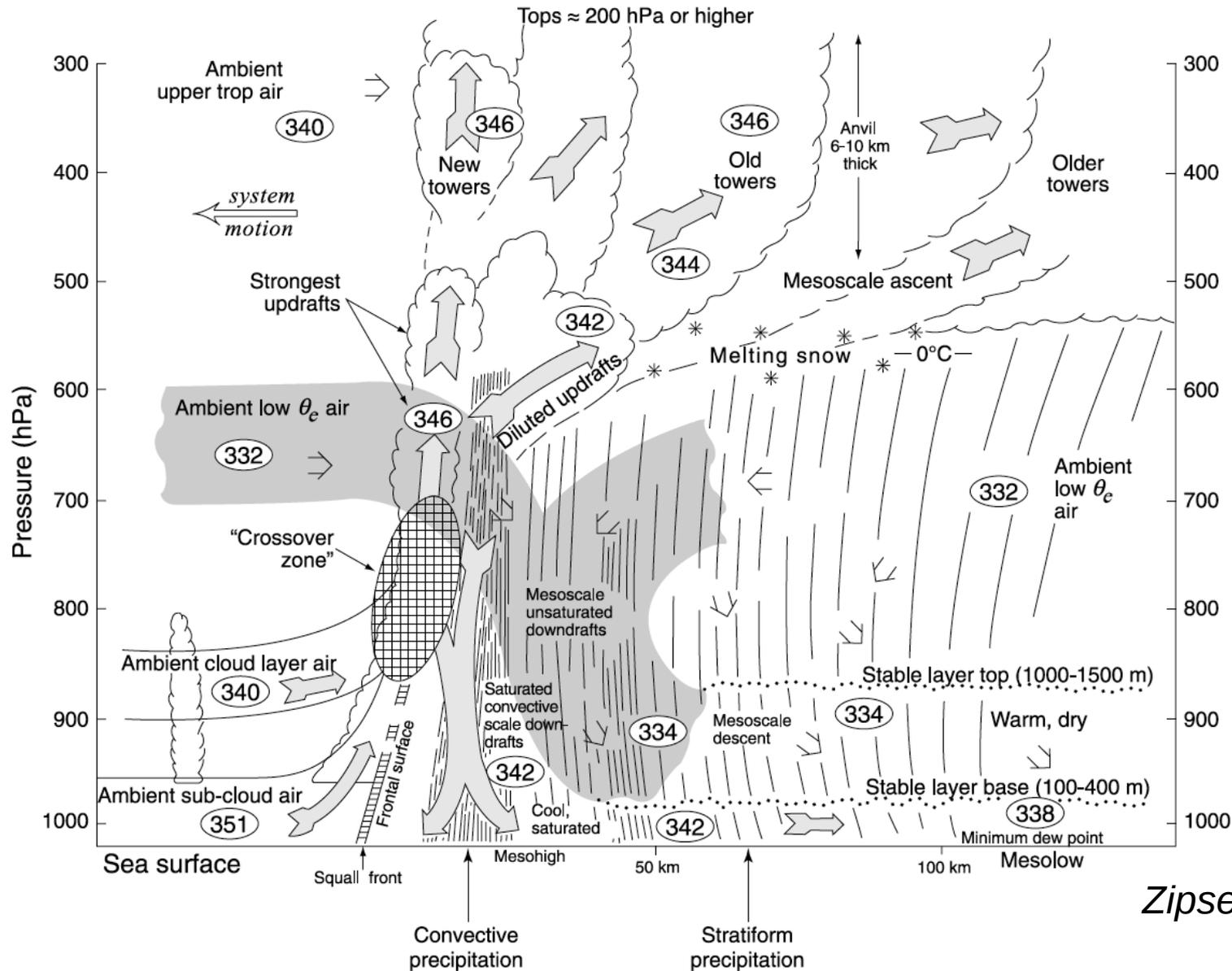


Rétroaction des descentes précipitantes sur l'intensité convective dans les paramétrisations de la convection

Rio C., Mrowiec A., Fridlind A., Del Genio A., Jam A., Grandpeix J.-Y.

Laboratoire de Météorologie Dynamique, CNRS, Paris, France
Goddard Institute for Space Studies, NASA, New-York, USA

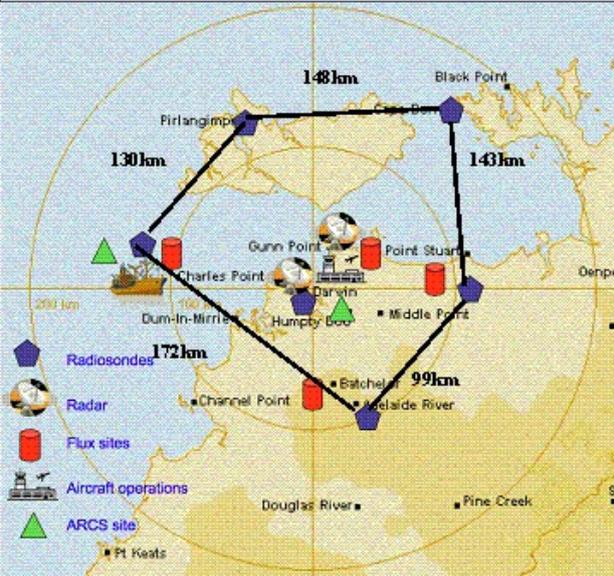
Structure des systèmes convectifs à méso-échelle



Existence d' updrafts et de downdrafts à l'échelle convective et à méso-échelle

Les downdrafts peuvent: humidifier via l'évaporation des pluies
assècher via le transport de θ_e faible

Le 23 janvier 2006 à Darwin pendant TWP-ICE



TWP-ICE: Darwin, Australie, 20 janvier-13 février 2006
Intercomparaison de CRMs sur la période du 19 janvier au 4 février
(Fridlind et al., 2012)

Le **23 janvier 2006**: développement d'un MCS sur Darwin

Déclenchement vers 10:00UTC

Maximum de convection vers 18:00UTC

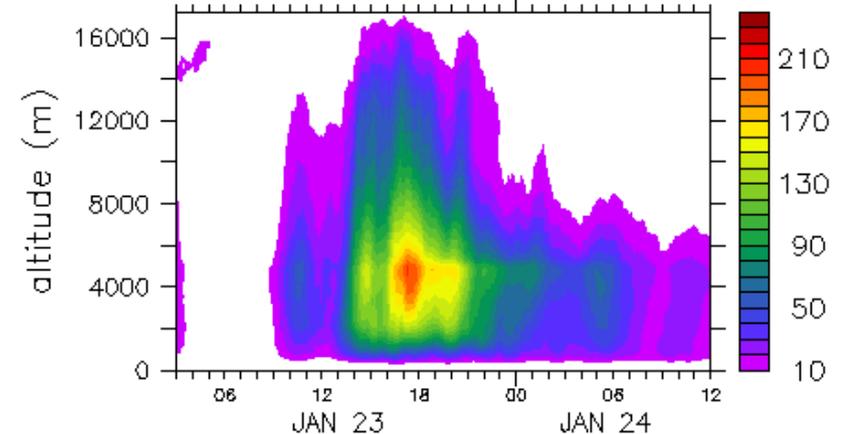
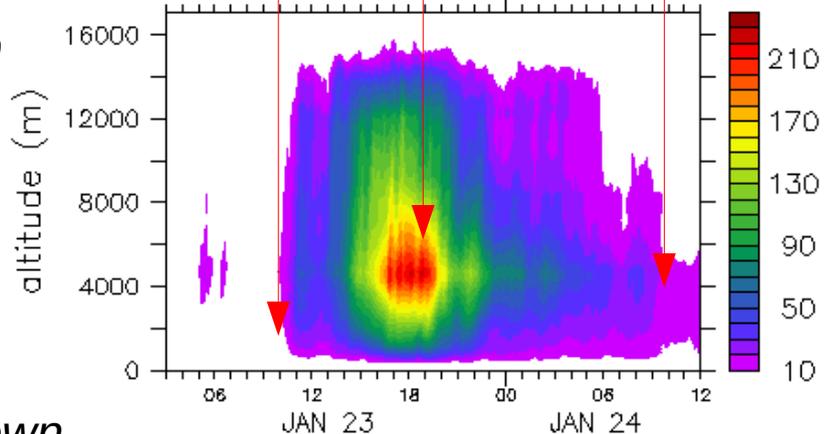
Maintien du système jusqu'à 10:00UTC

CRM DHARMA

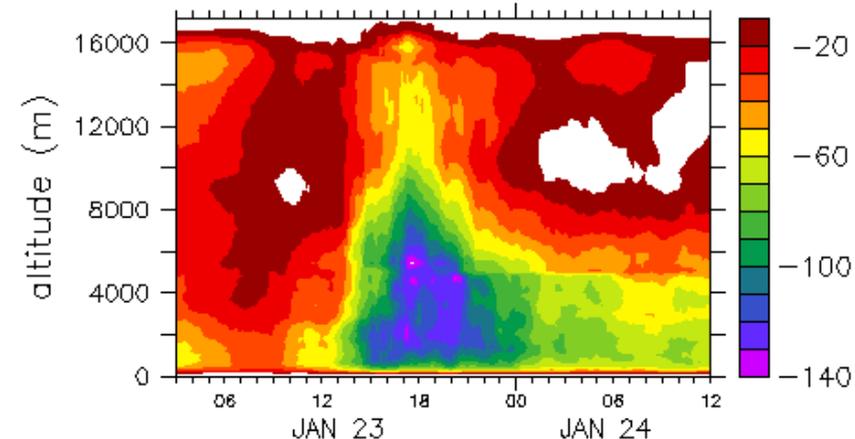
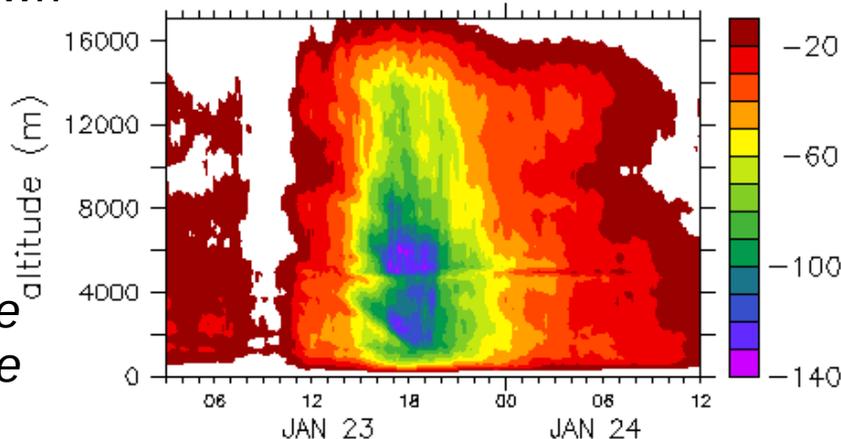
CRM SAM

Courtesy: Jiwen Fan

Flux de masse up
(g/kg/m²)



Flux de masse down
(g/kg/m²)



(critère basé sur le
transport d'énergie
statique humide)

Transport de vapeur d'eau dans les downdrafts

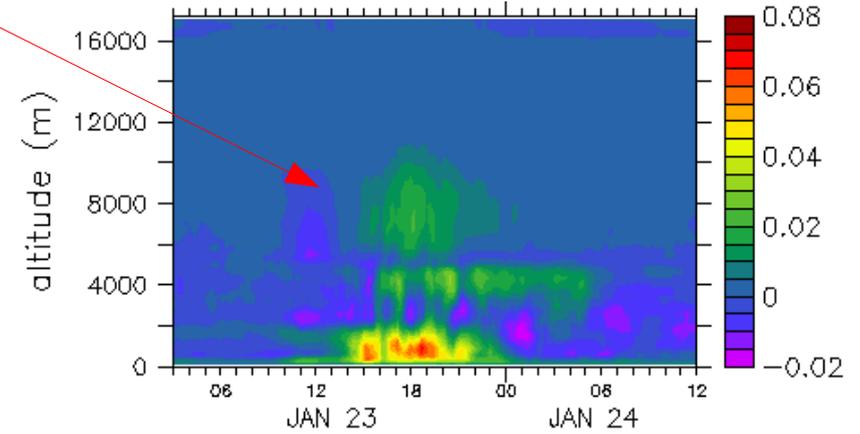
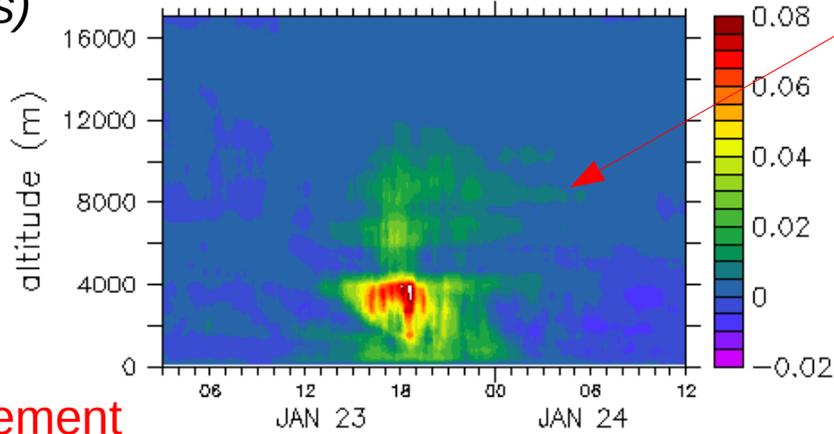
Flux de qv dans les downdrafts ($g/kg\ m/s$)

CRM DHARMA

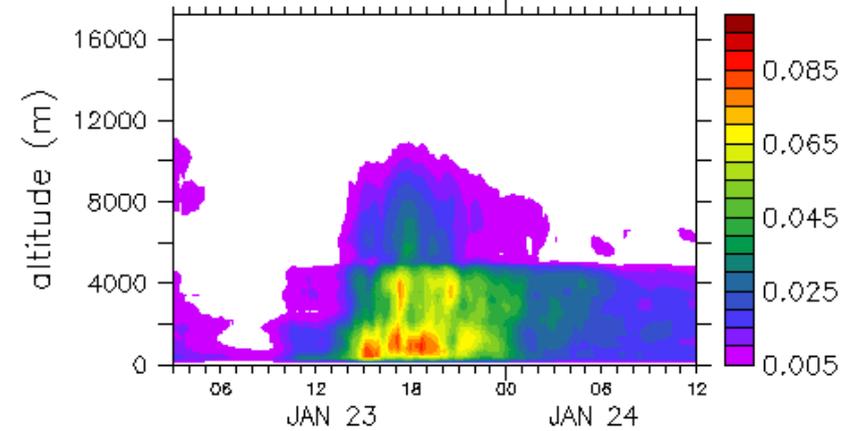
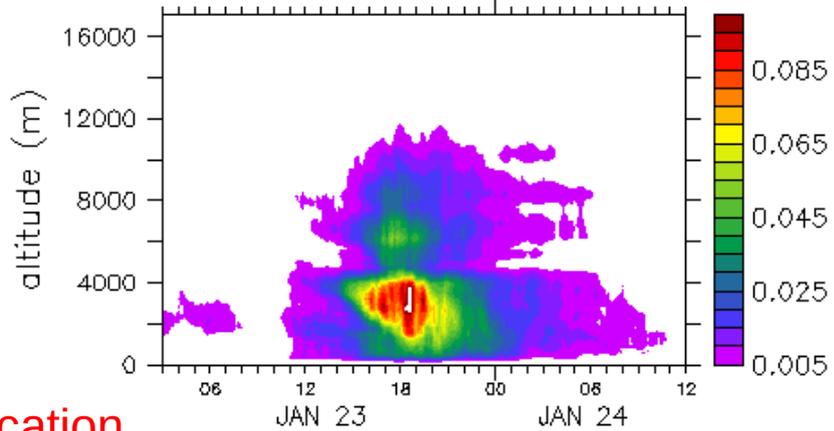
Combinaison de descentes sèches et humides

CRM SAM

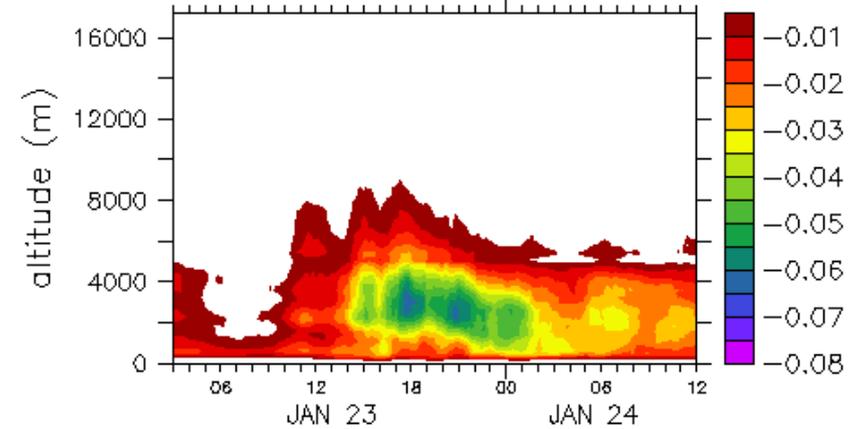
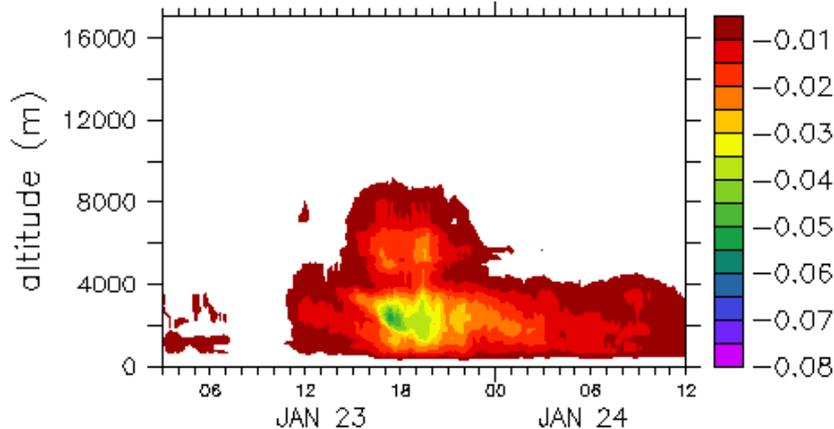
Courtesy: Jiwen Fan



Assèchement

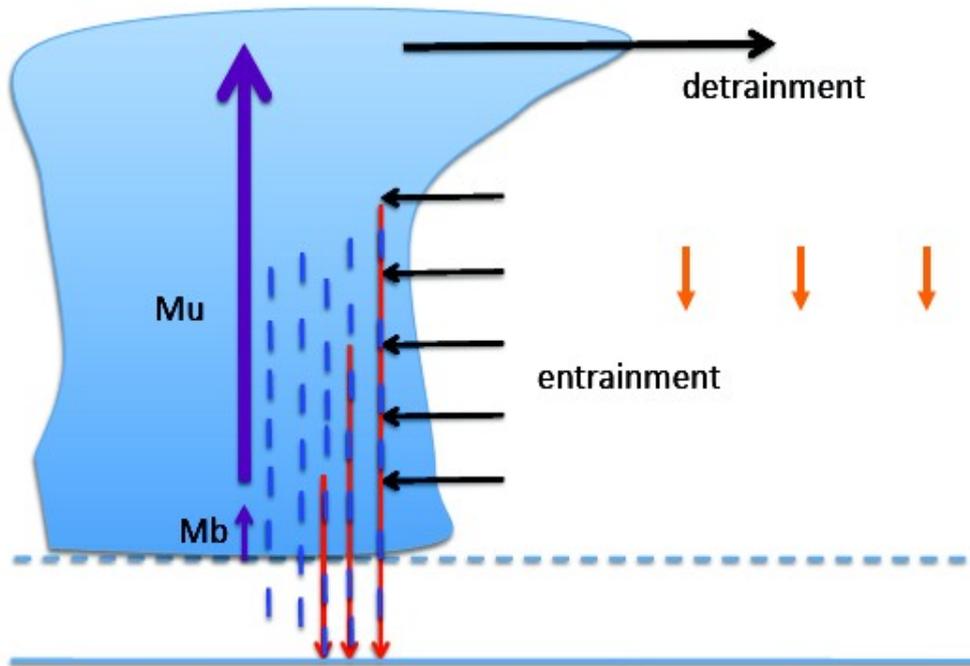


Humidification



La convection dans GISS modèle

Schéma de convection de Del Genio & Yao, 1993



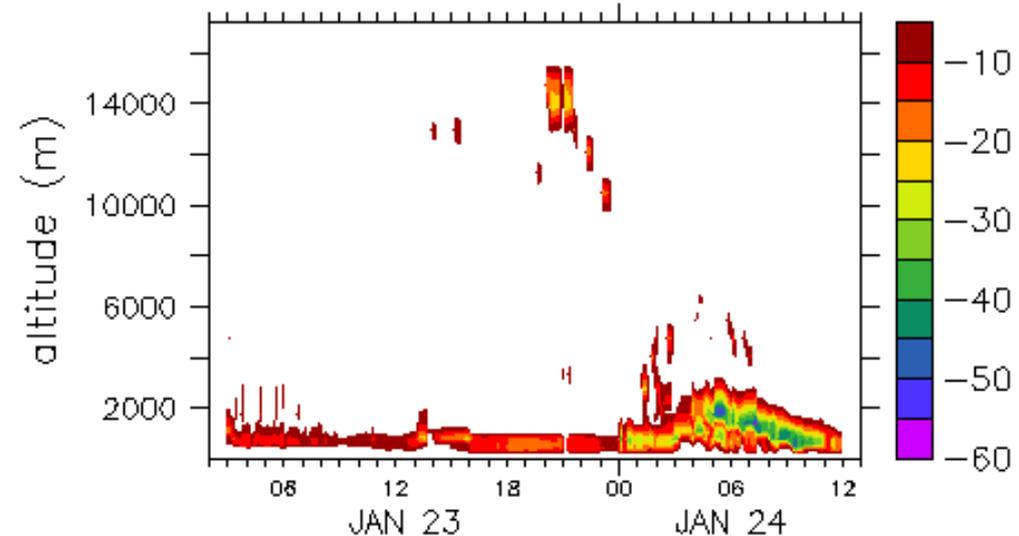
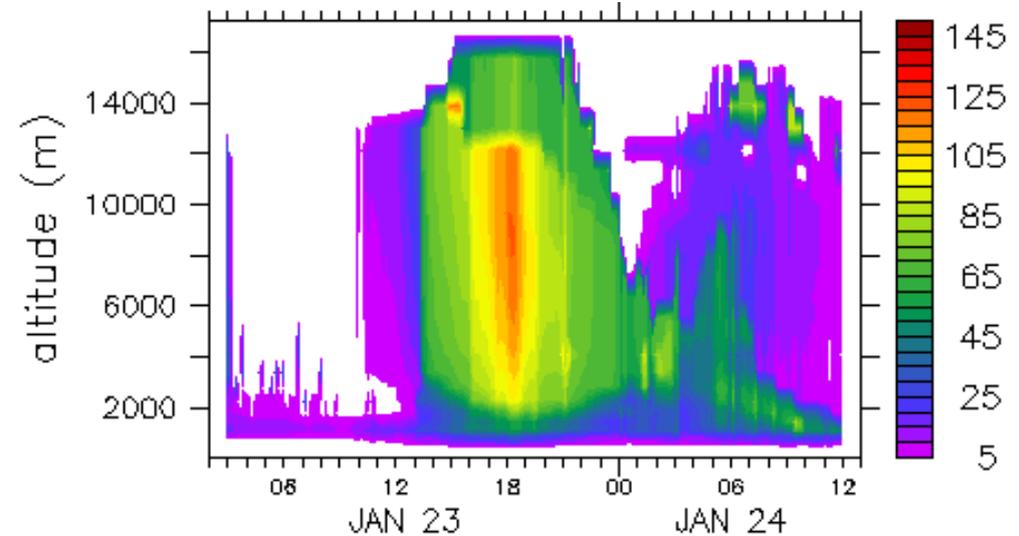
* Modèle de **panache entrainant/détrainant** (Arakawa & Schubert, 1974)

* **Microphysique:**
répartition entre précipitation et détrainement
fonction de w (Del Genio & al., JC, 2005)

* **Descentes précipitantes**

- initiation: 50-50 updraft – environnement
- hypothèse: $M_d = 1/3 M_u$
- pas d'équation du w
- entrainement = 20%
- détraîne qd $B > 0$

Flux de masse up (g/m²/s)



Flux de masse down (g/m²/s)

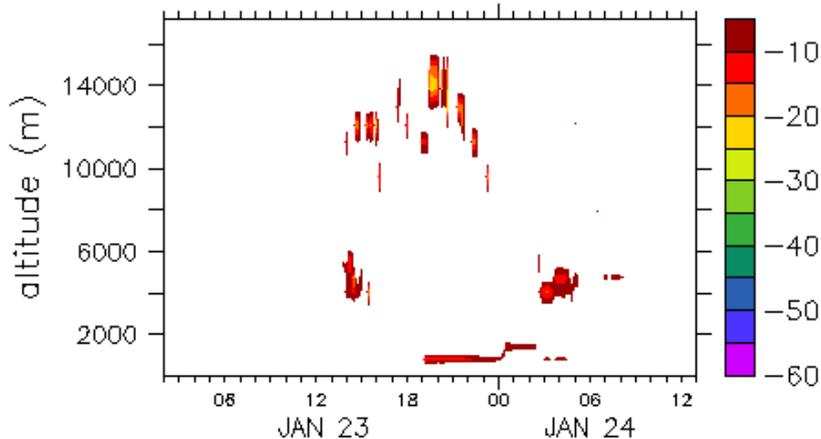
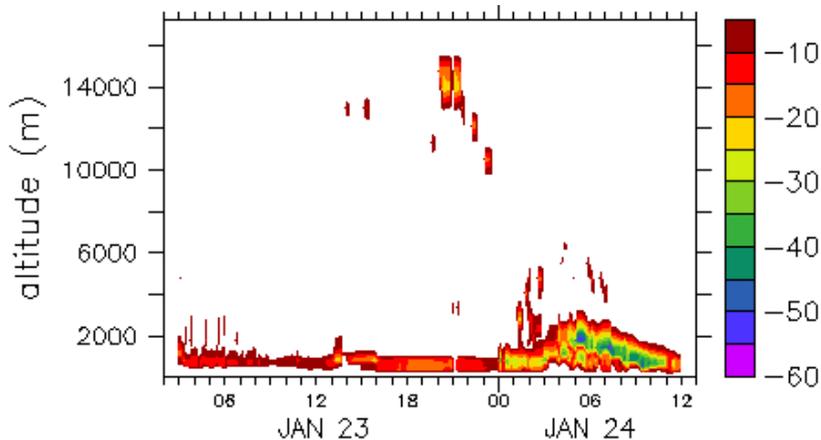
Impact des downdrafts sur l'intensité convective dans GISS modèle

Test de sensibilité à la fraction d'eau condensée disponible pour l'évaporation

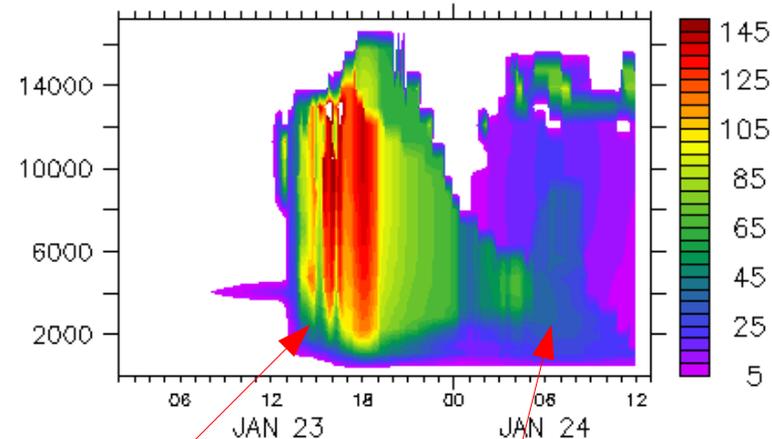
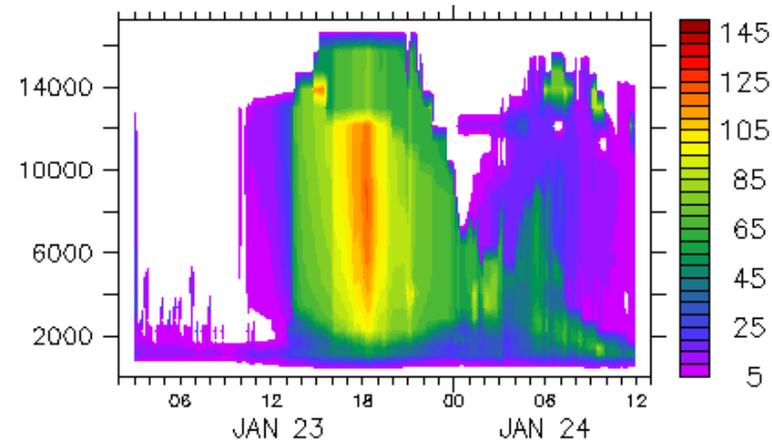
FDDRT=1

FDDRT=0.1

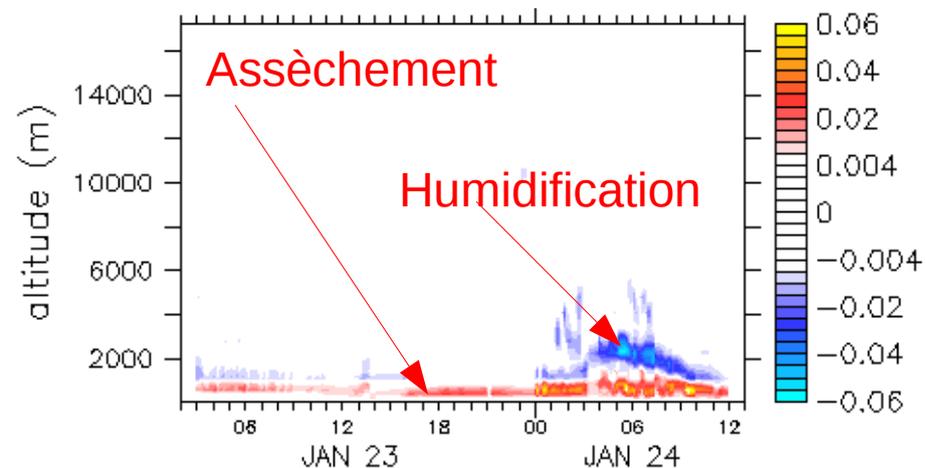
Flux de masse down ($g/m^2/s$)



Flux de masse up ($g/m^2/s$)



Flux de qv dans les downdrafts ($g/kg m/s$)



Convection profonde renforcée

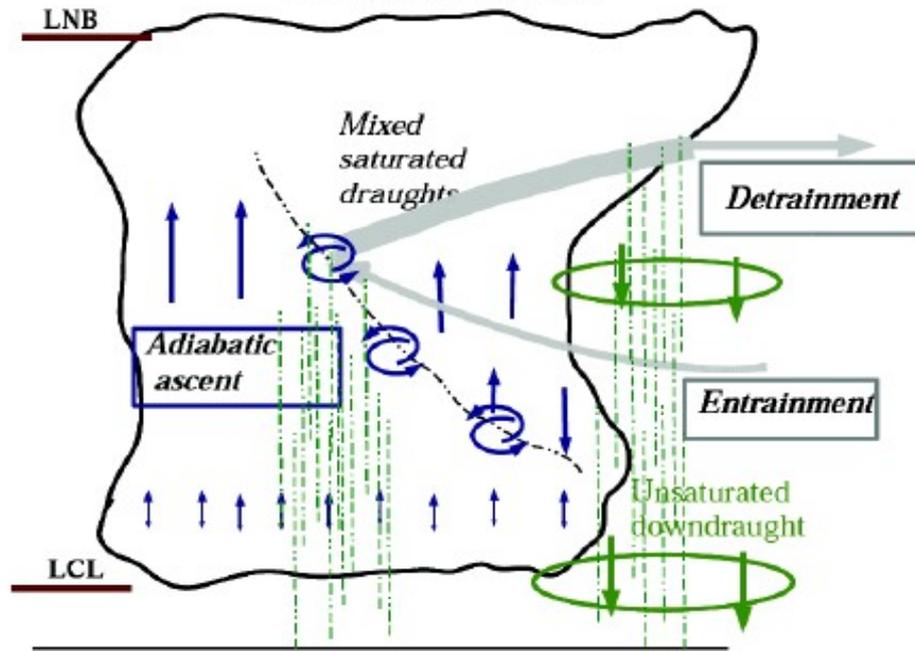
Convection peu profonde diminuée

Les downdrafts:

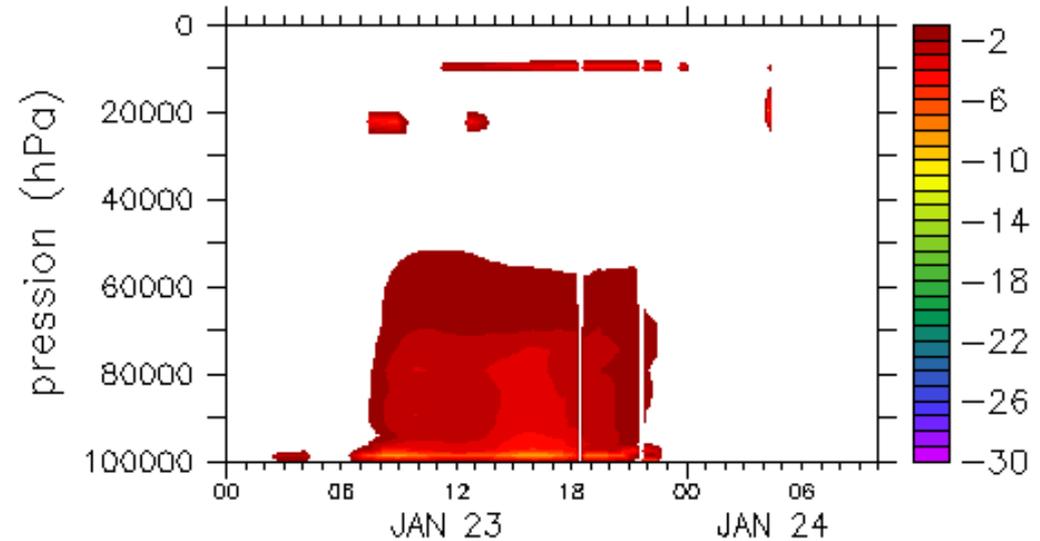
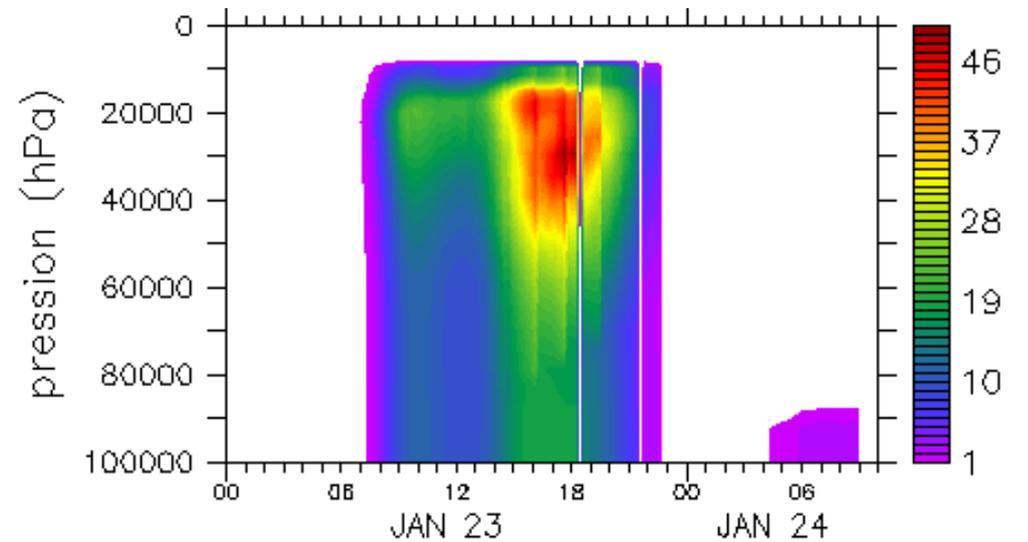
- diminuent l'intensité convective profonde
- augmentent l'intensité convective peu profonde

La convection dans LMDZ5A

Le schéma de convection d'Emanuel, 1991



Flux de masse up (g/m²/s)



Flux de masse down (g/m²/s)

* “Episodic Mixing and Buoyancy Sorting”

* **Microphysique:**

Efficacité de précipitation, fraction de pluie qui tombe hors du nuage, pas de glace.

* **Descentes précipitantes**

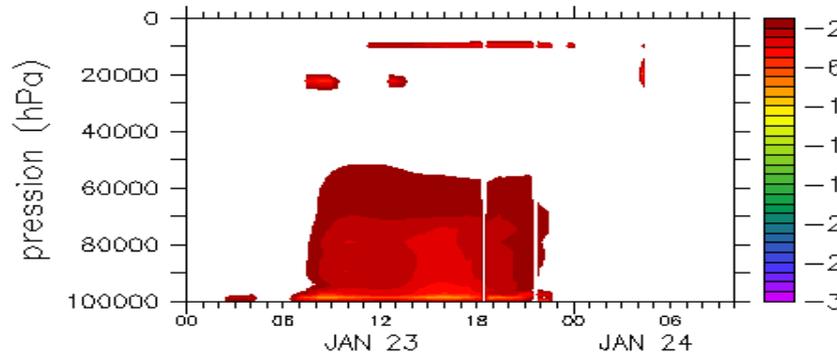
- initiation: pluie à l'extérieur du nuage
- hypothèse: $\sigma_d = 1\%$
- équation de w basée sur la flottabilité

Impact des downdrafts sur l'intensité convective dans LMDZ5A

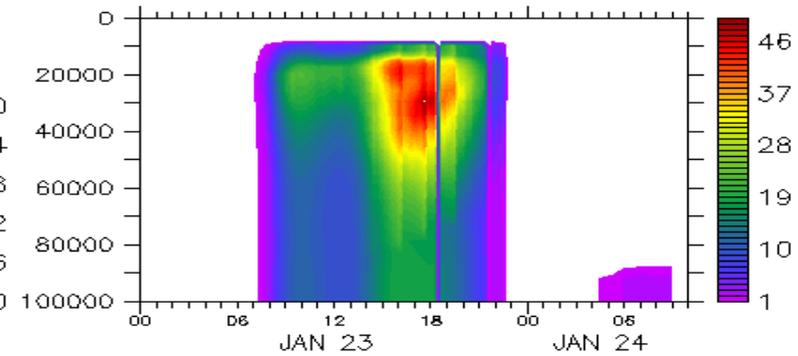
Test de sensibilité à la fraction couverte par les descentes précipitantes

$\sigma_d=1\%$

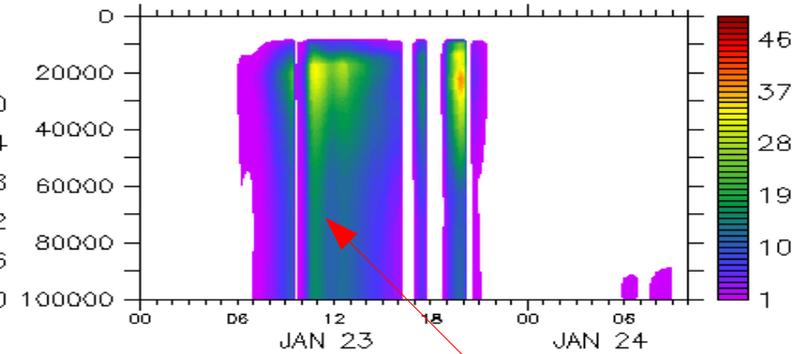
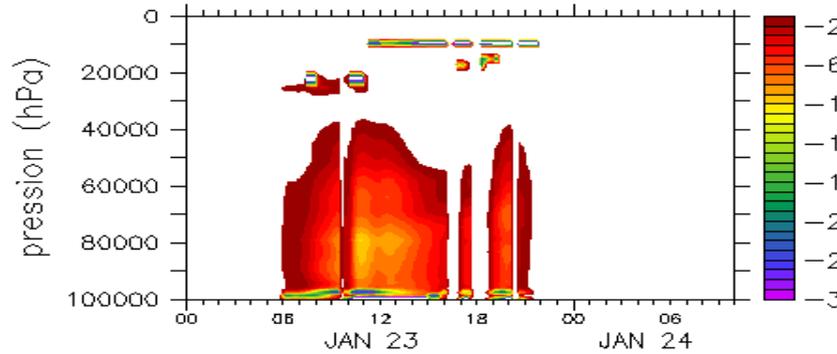
Flux de masse down (g/m²/s)



Flux de masse up (g/m²/s)

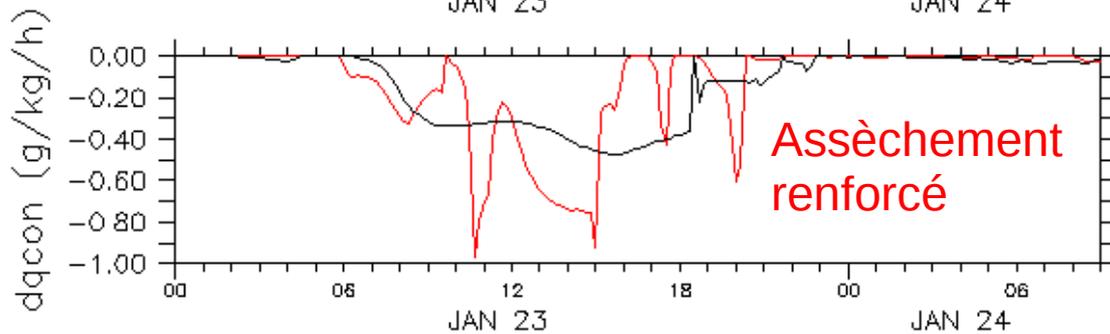
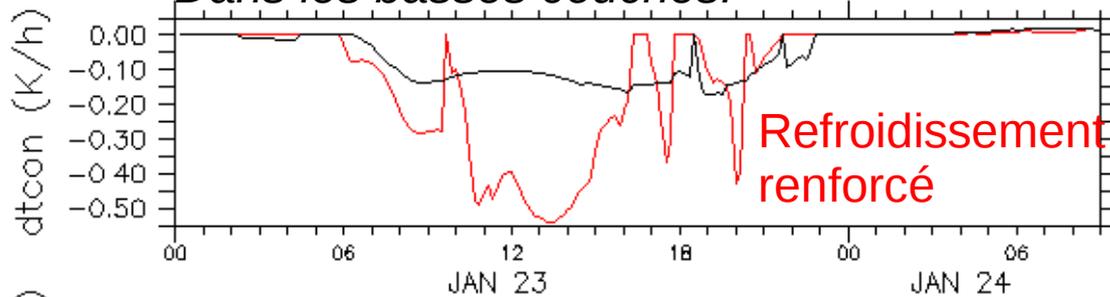


$\sigma_d=10\%$



— $\sigma_d=1\%$
— $\sigma_d=10\%$

Dans les basses couches:

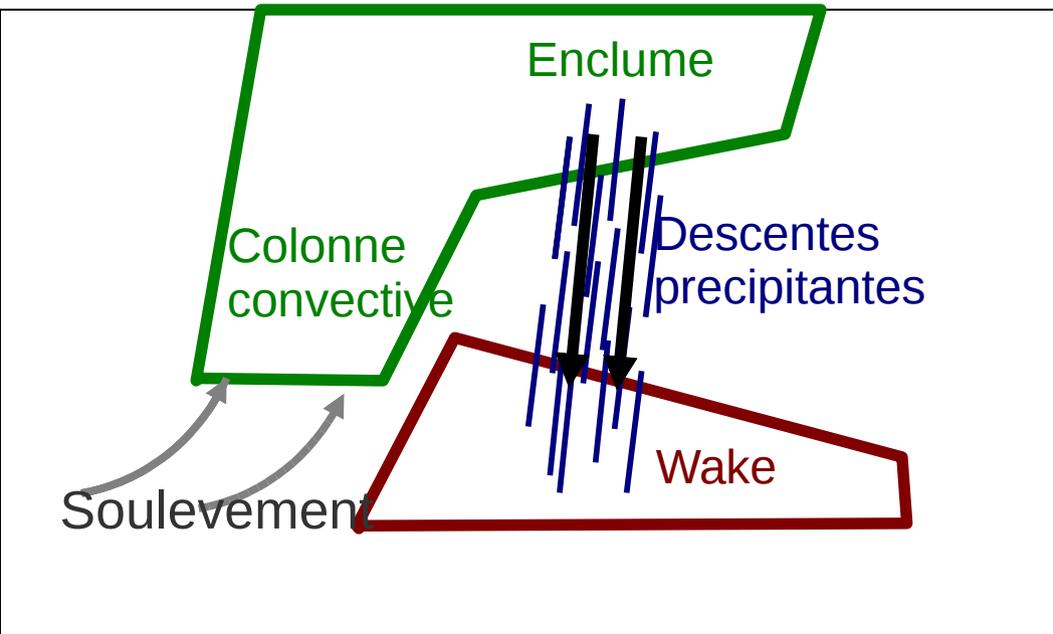


Convection profonde diminuée

Les downdrafts stabilisent les basses couches et affaiblissent la convection profonde.

La convection dans LMDZ5B

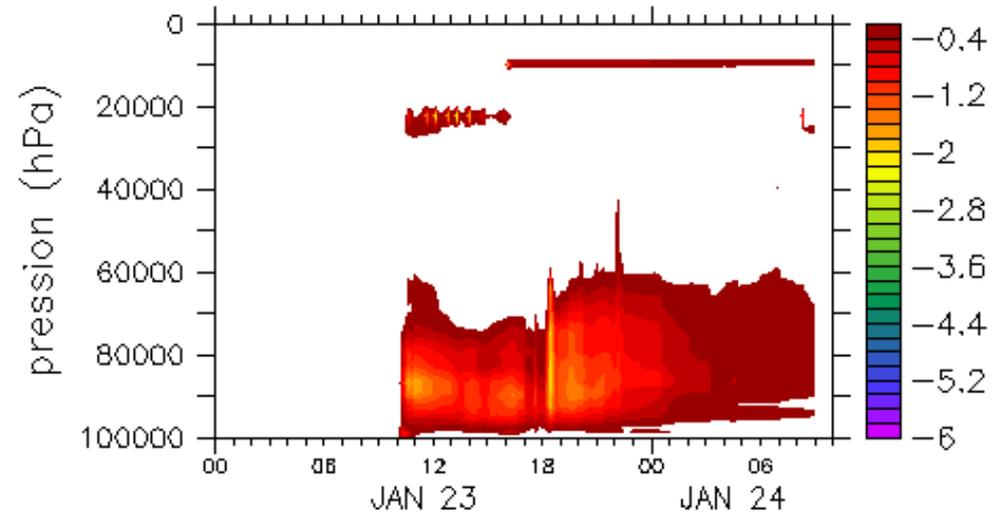
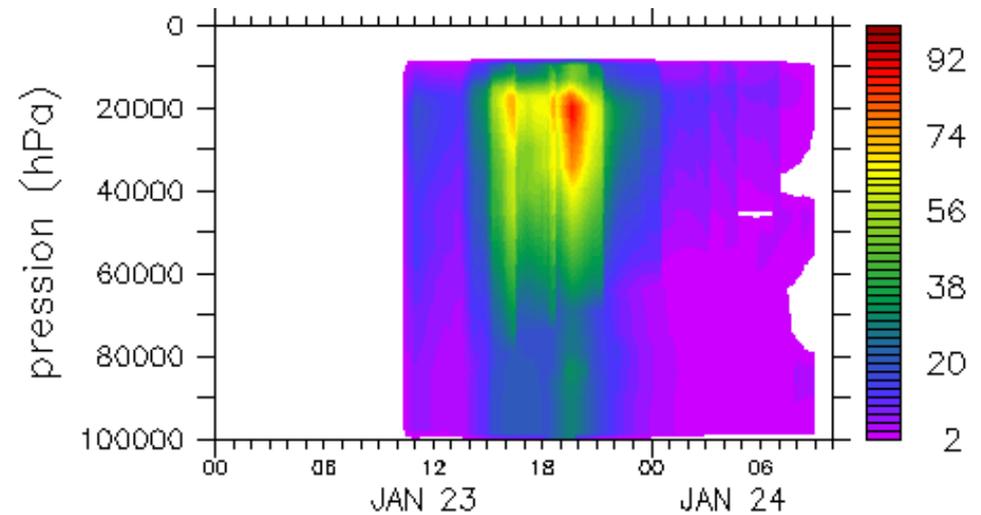
Le schéma de convection d'Emanuel, 1991 couplé à la paramétrisation des poches froides de Grandpeix et Lafore (2010) via la fermeture en ALP



* **Les descentes précipitantes** alimentent des poches d'air froid en surface qui s'évalent comme des courants de densité.

* **Les poches froides** fournissent une énergie et une puissance de soulèvement qui alimentent la convection profonde dans leur environnement.

Flux de masse up (g/m²/s)



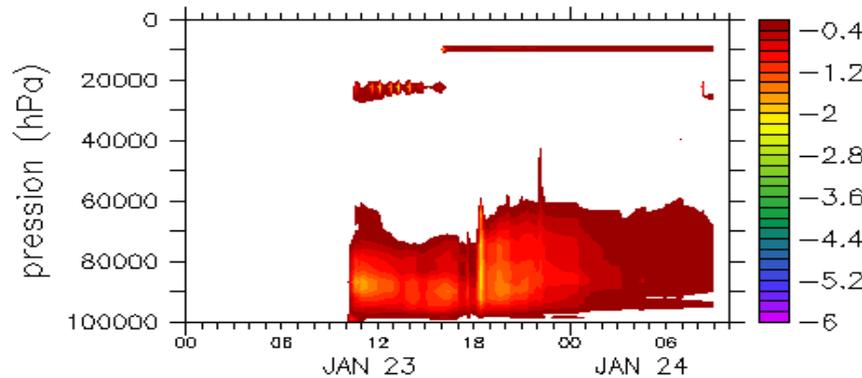
Flux de masse down (g/m²/s)

Impact des downdrafts sur l'intensité convective dans LMDZ5B

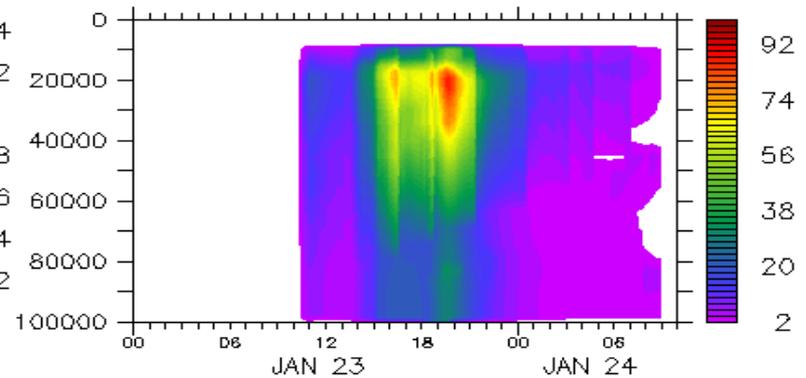
Test de sensibilité à la fraction couverte par les descentes précipitantes

$\sigma_d=1\%$

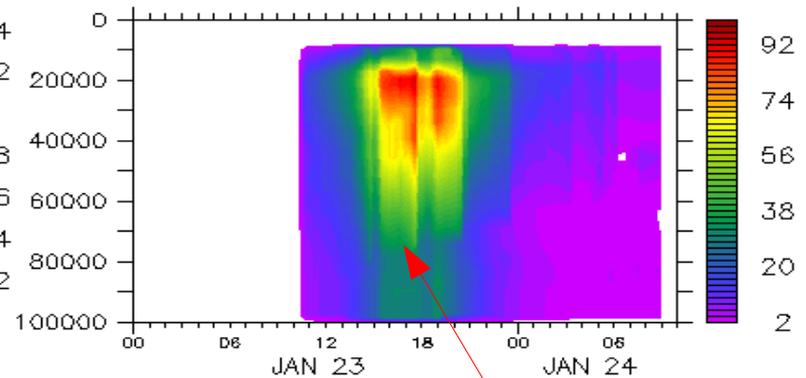
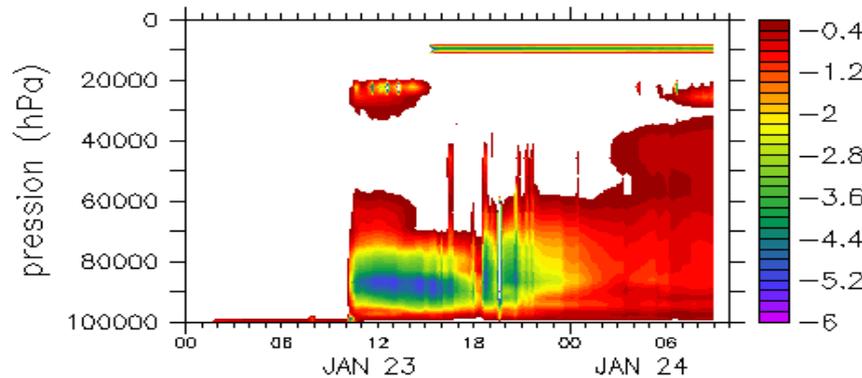
Flux de masse down (g/m²/s)



Flux de masse up (g/m²/s)

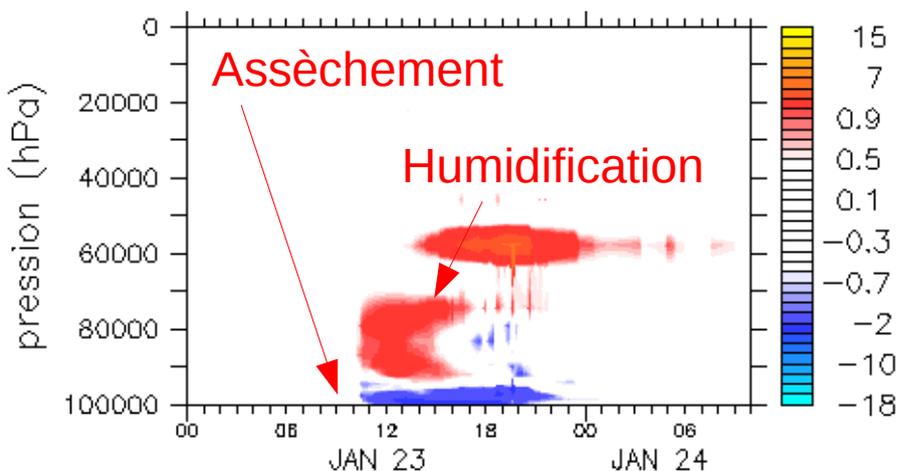


$\sigma_d=10\%$

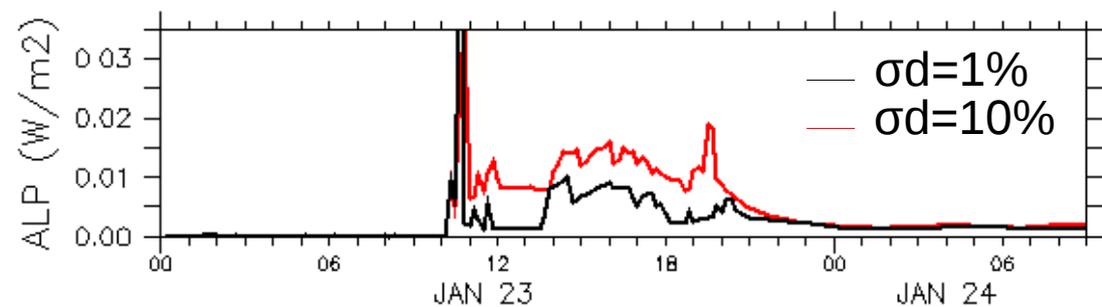


Convection profonde renforcée

Tendance en qv due aux descentes et aux poches froides (g/kg/j)



Puissance de soulèvement due aux poches froides

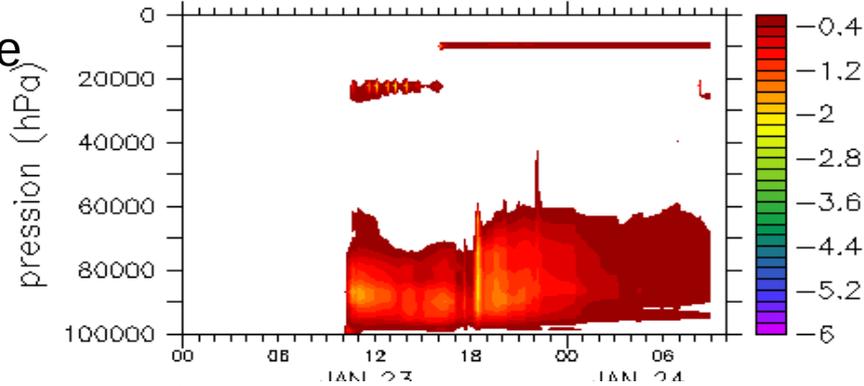


Rétroaction positive des downdrafts sur l'intensité de la convection profonde

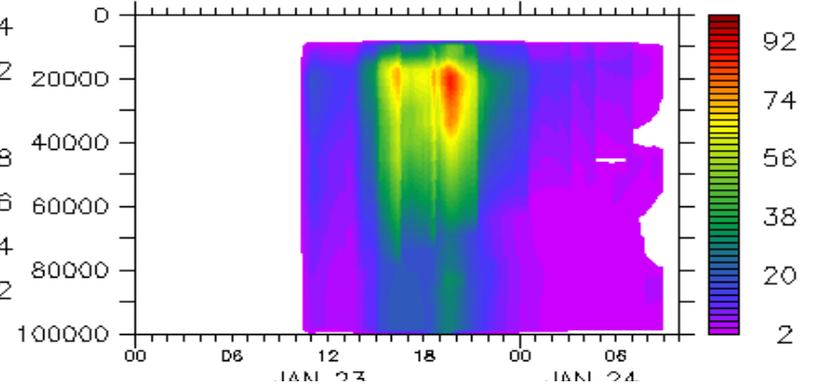
Thermodynamique de la glace et intensité des downdrafts

Test de sensibilité à l'introduction de la thermodynamique de la glace dans le schéma de convection sans glace

Flux de masse down (g/m²/s)

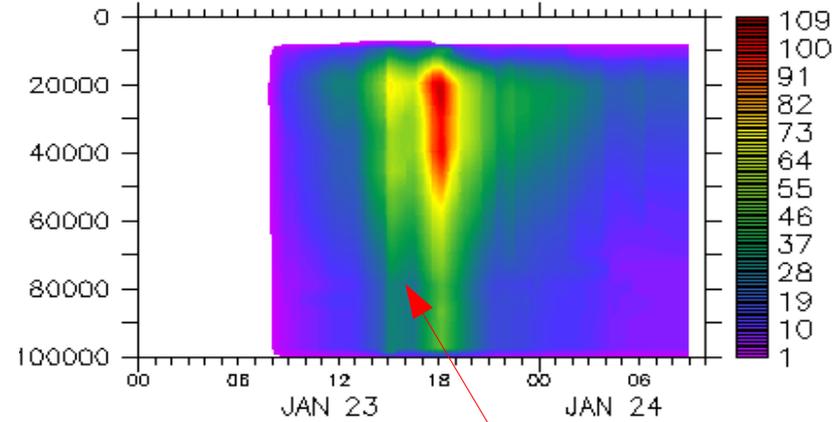
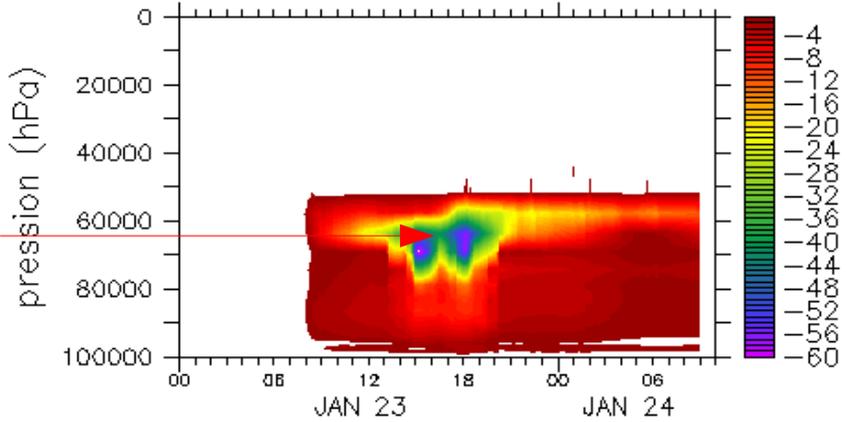


Flux de masse up (g/m²/s)



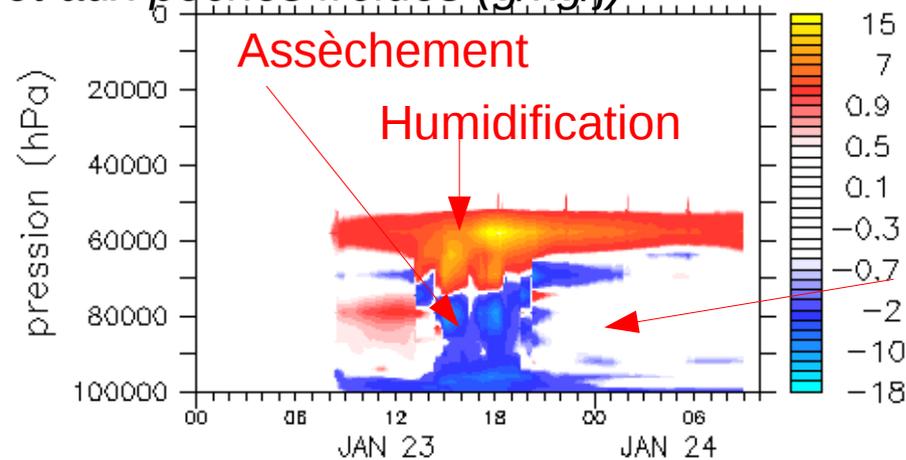
avec glace

Descentes précipitantes renforcées



Convection profonde renforcée et maintenue plus longtemps

Tendance en q_v due aux descentes et aux poches froides (g/kg/j)



La prise en compte de la thermodynamique de la glace intensifie l'intensité convective via l'intensification des descentes précipitantes par la fonte.

Forte humidification sous 600hPa au lieu d'un assèchement par les downdrafts de méso-échelle.

Conclusions

Deux effets antagonistes des downdrafts sur la convection:

- Ils stabilisent les basses couches en apportant de l'air froid et sec en surface, ce qui inhibent la convection,
- Ils alimentent des courants de densité en surface qui en s'étalant soulèvent de l'air et alimentent de nouvelles cellules convectives.

La plupart des schémas de convection incluant les downdrafts ne prennent en compte que le premier effet, au risque d'introduire une rétroaction négative des downdrafts sur l'intensité convective.

D'où l'importance de prendre en compte l'effet des poches froides afin d'introduire une rétroaction positive des downdrafts sur la convection.

La prise en compte de la thermodynamique de la glace permet d'amplifier la rétroaction positive par l'effet de la fonte de la glace.

Cela ne suffit pas pour représenter l'assèchement par les downdrafts à méso-échelle.