

# Modélisation GCM du cycle des isotopes de l'eau à l'IPSL :

$H_2^{16}O$ ,  $H_2^{17}O$ ,  $H_2^{18}O$ , HDO : différentes formes de la molécule d'eau qui répondent différemment aux changements de phase (condensation, évaporation) :

fractionnement isotopique.

Les pionniers :

*Sylvie Joussaume, Robert Sadourny & Jean Jouzel*

*“A general circulation model of water isotope cycles in the atmosphere”*

*Nature, 311, 24-29, 1984.*

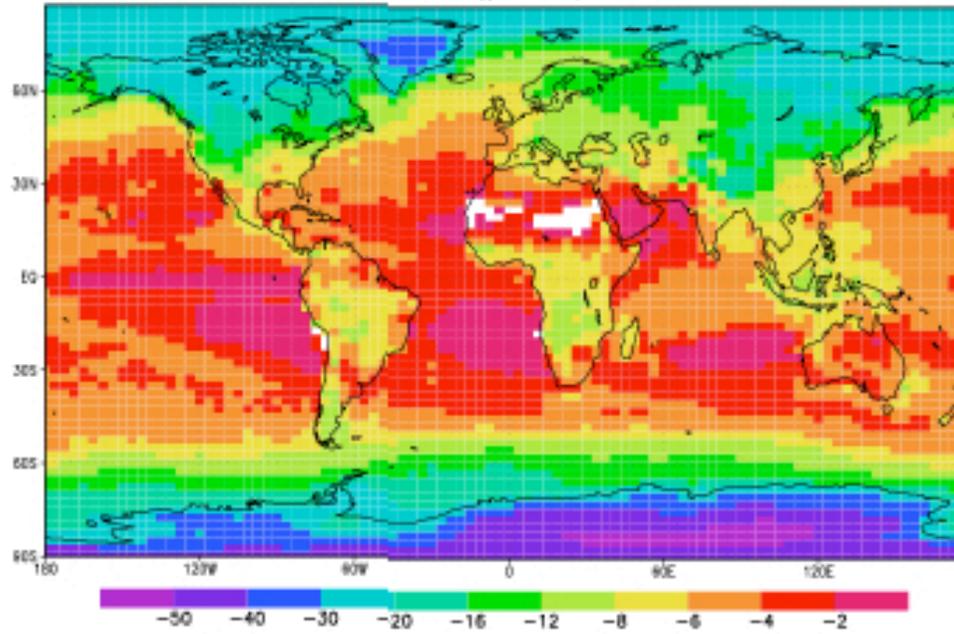
Les isotopes de l'eau sont ensuite introduits dans d'autres GCMs (GISS, ECHAM, etc) mais disparaissent du modèle du LMD.

Les isotopes de l'eau dans LMDZ !

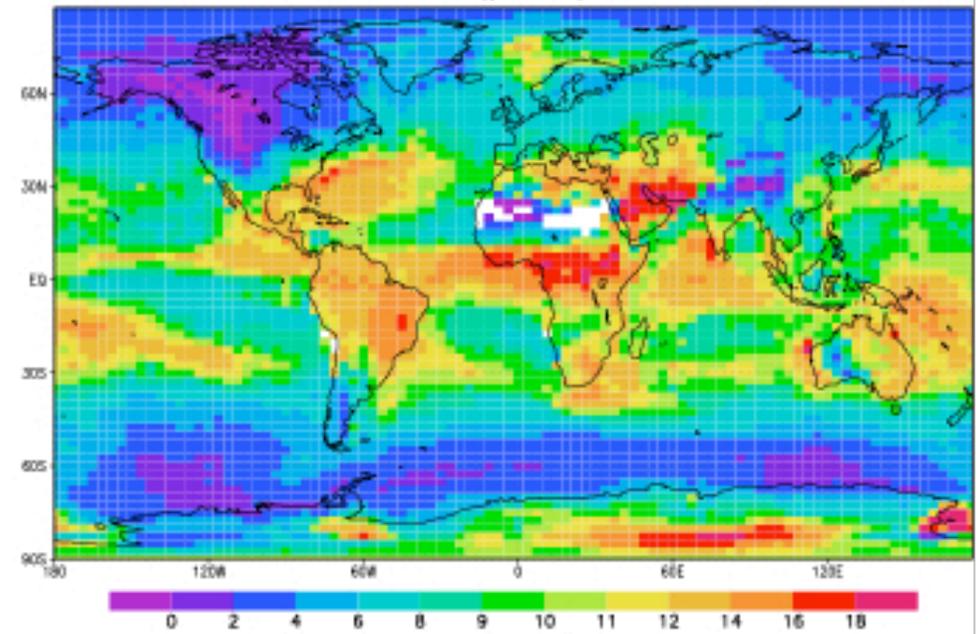
*Thèse de Camille Risi (LMD)*

# Simulations LMDZ-4

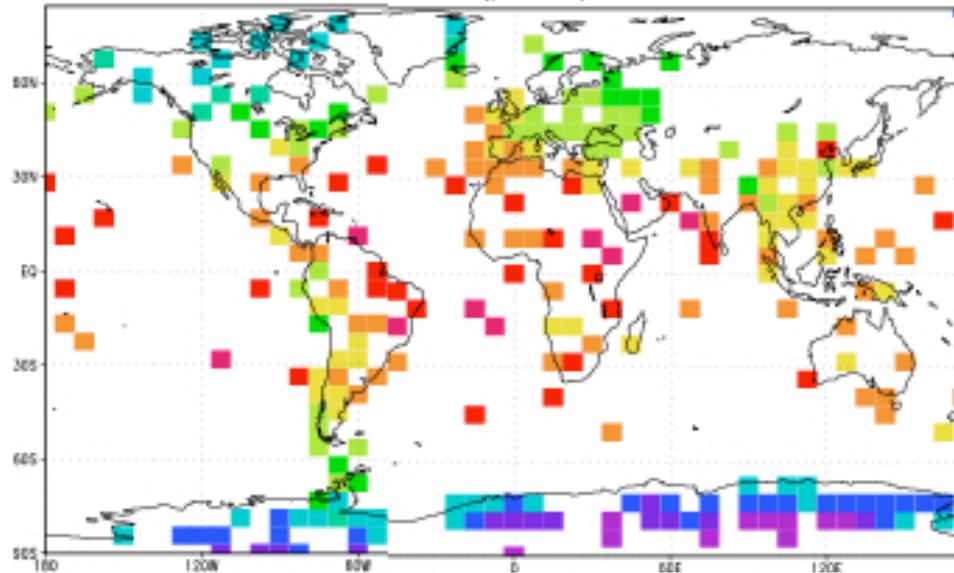
deltaO18 (permil) LMDZ



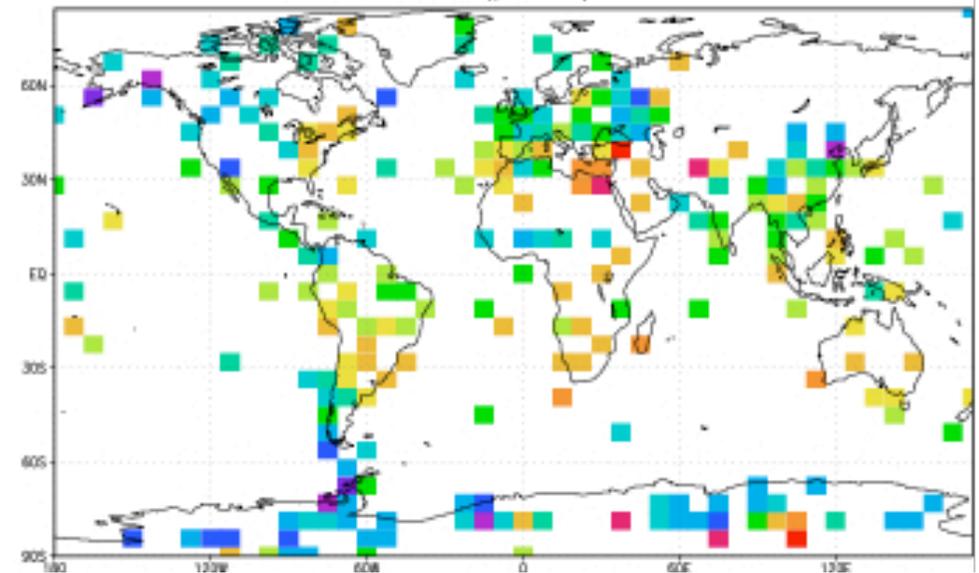
dexcess (permil) LMDZ



deltaO18 (permil) GNIP



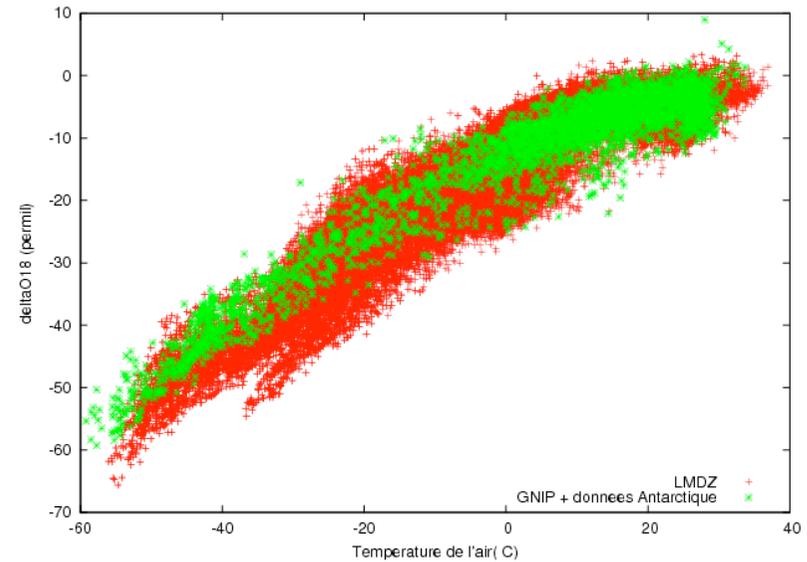
dexcess (permil) GNIP



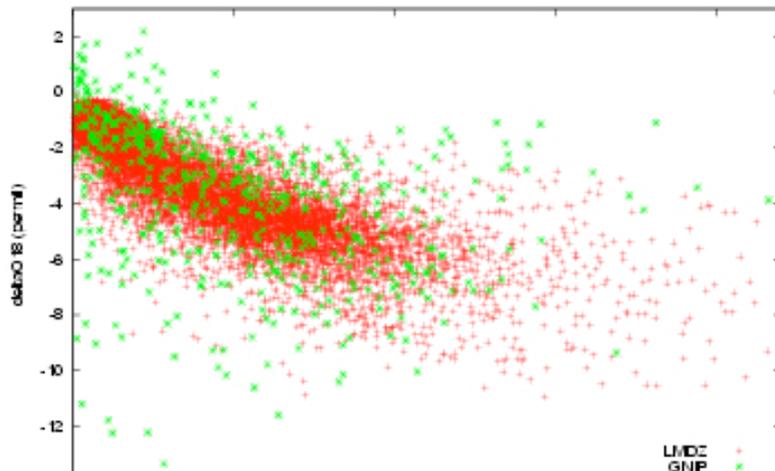
Evaluation des simulations  
par comparaison à des données  
de surface :

Réseau GNIP de l'AIEA  
Campagnes : Antarctique, AMMA..

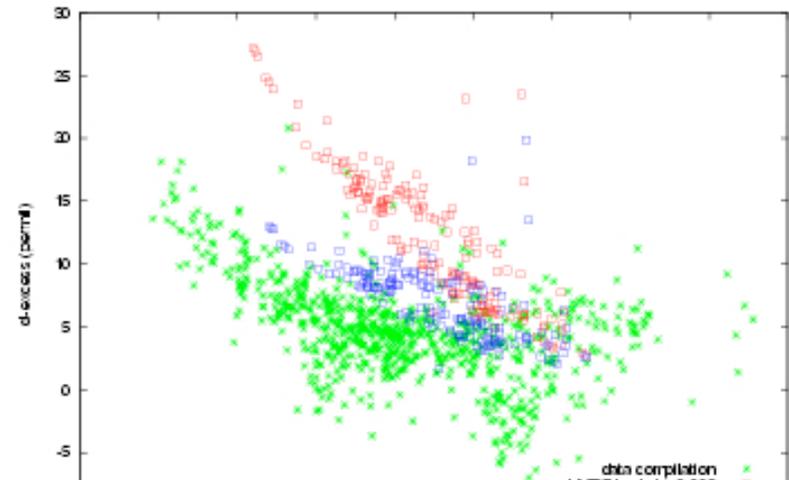
Relation  $\delta^{18}\text{O}$  – Température  
(Globe)



Relation  $\delta^{18}\text{O}$  – Précipitation  
(Tropiques)

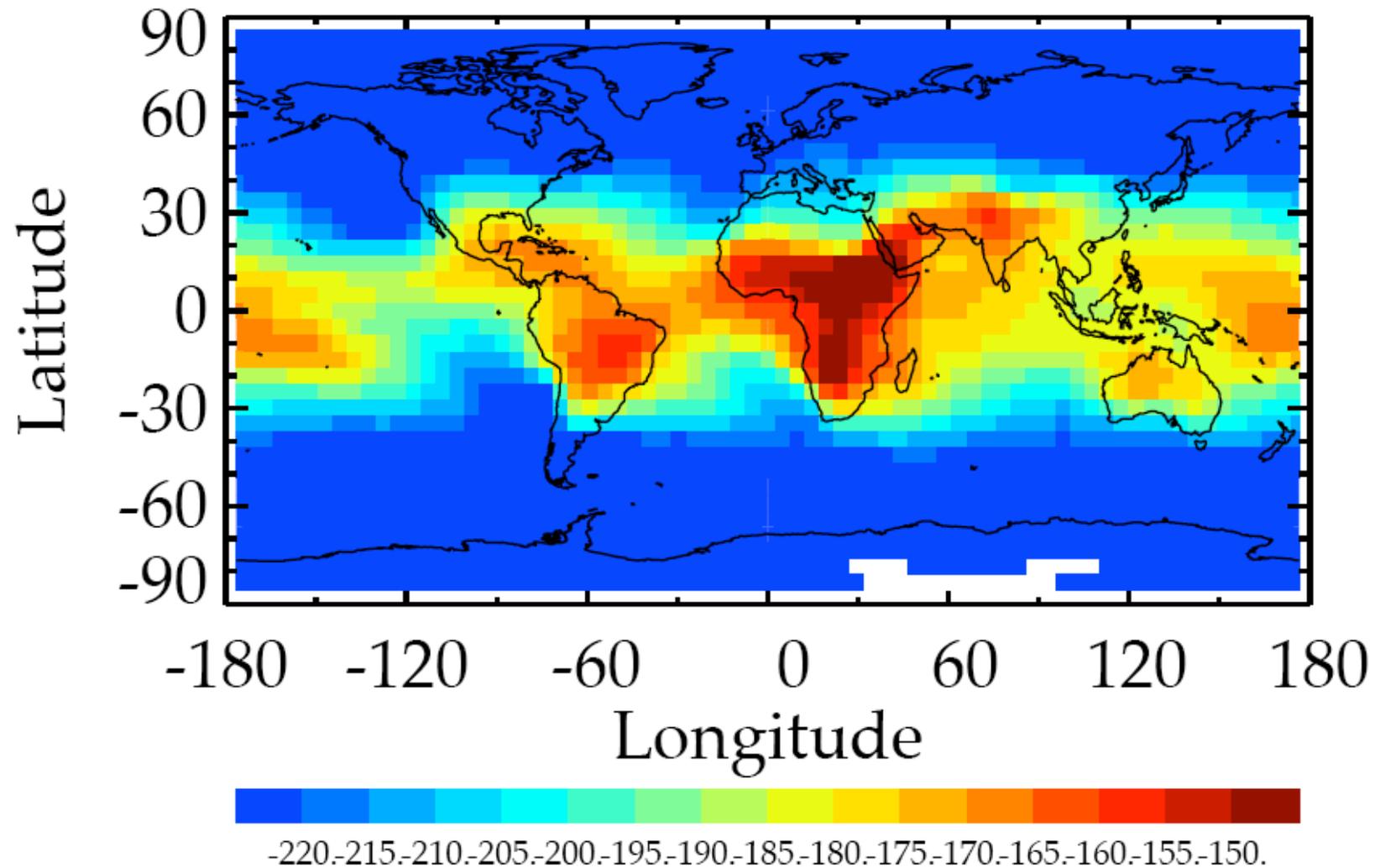


Relation d-excess –  $\delta\text{D}$   
(Antarctique)



... et bientôt avec des observations satellitales

## TES HDO Concentration



## A quoi les isotopes de l'eau peuvent-ils être utiles ?

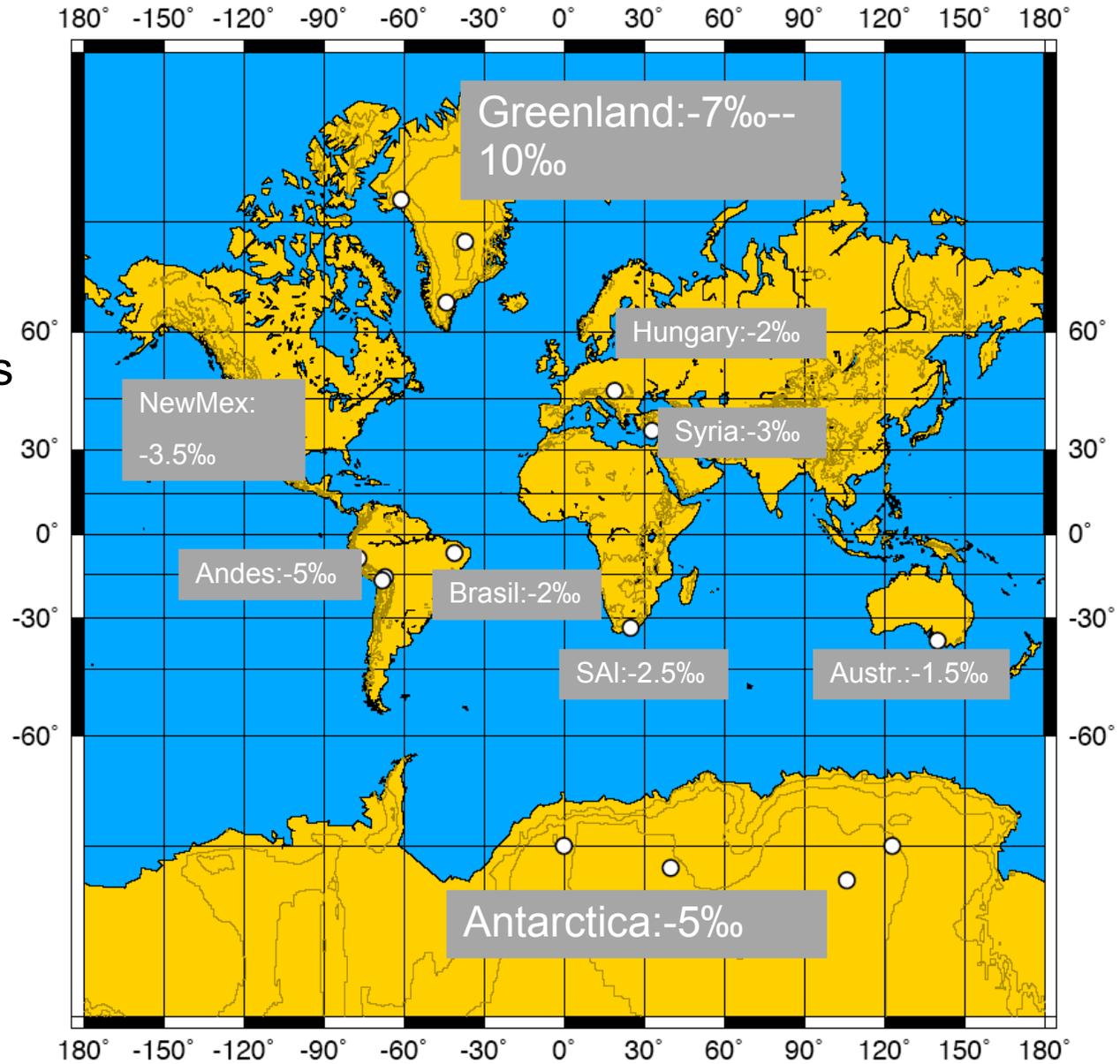
- Paléo-climats et sensibilité climatique

# Glacial Isotope Signals

Between 40°S and 40°N observations suggest only negative isotope anomalies during the LGM :

-1.5‰ : -5‰

*Georg Hoffmann et al.*  
(LSCE)



# ECHAM4 : Pas de changement de la composition isotopique de la pluie dans les tropiques et les subtropiques au Dernier Maximum Glaciaire



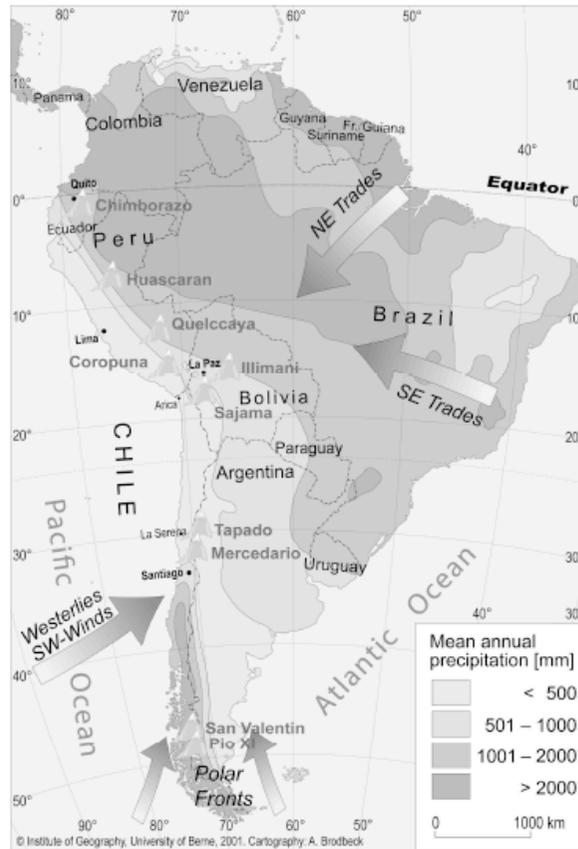
*Georg Hoffmann (LSCE)*

- sensibilité climatique, amplification polaire, changts du cycle hydrologique

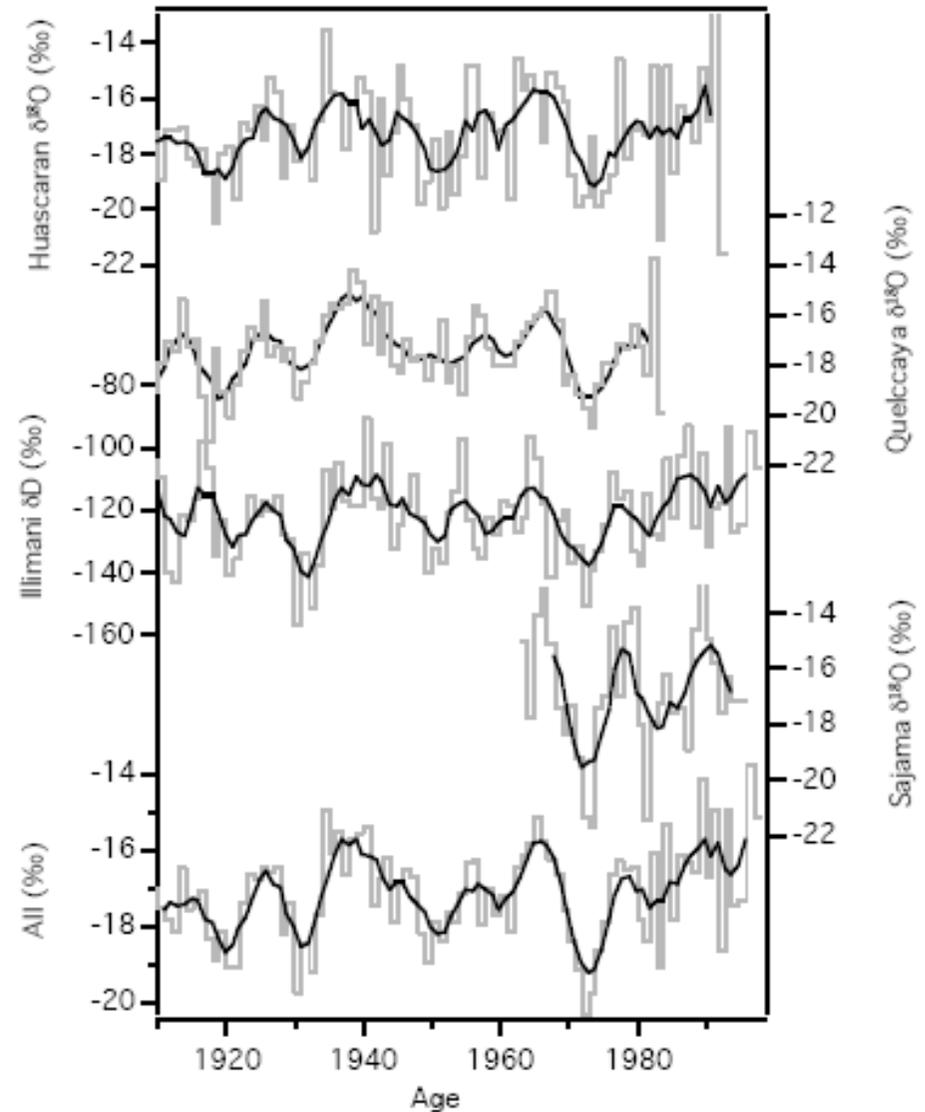
## A quoi les isotopes de l'eau peuvent-ils être utiles ?

- Paléo-climats et sensibilité climatique
- Variabilité du climat

# Composition isotopique de la glace des glaciers Andins



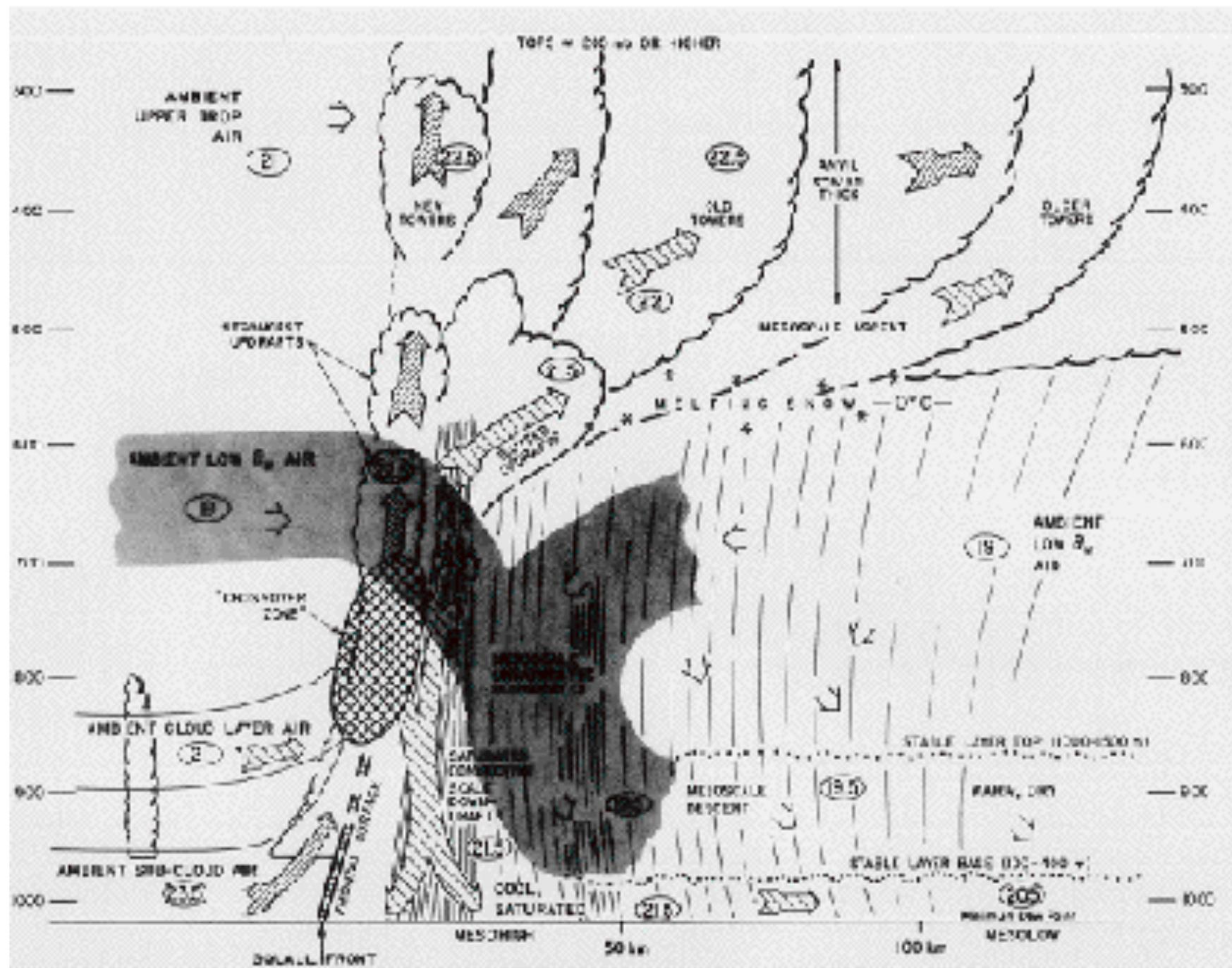
*Vimeux et al. (2008)*



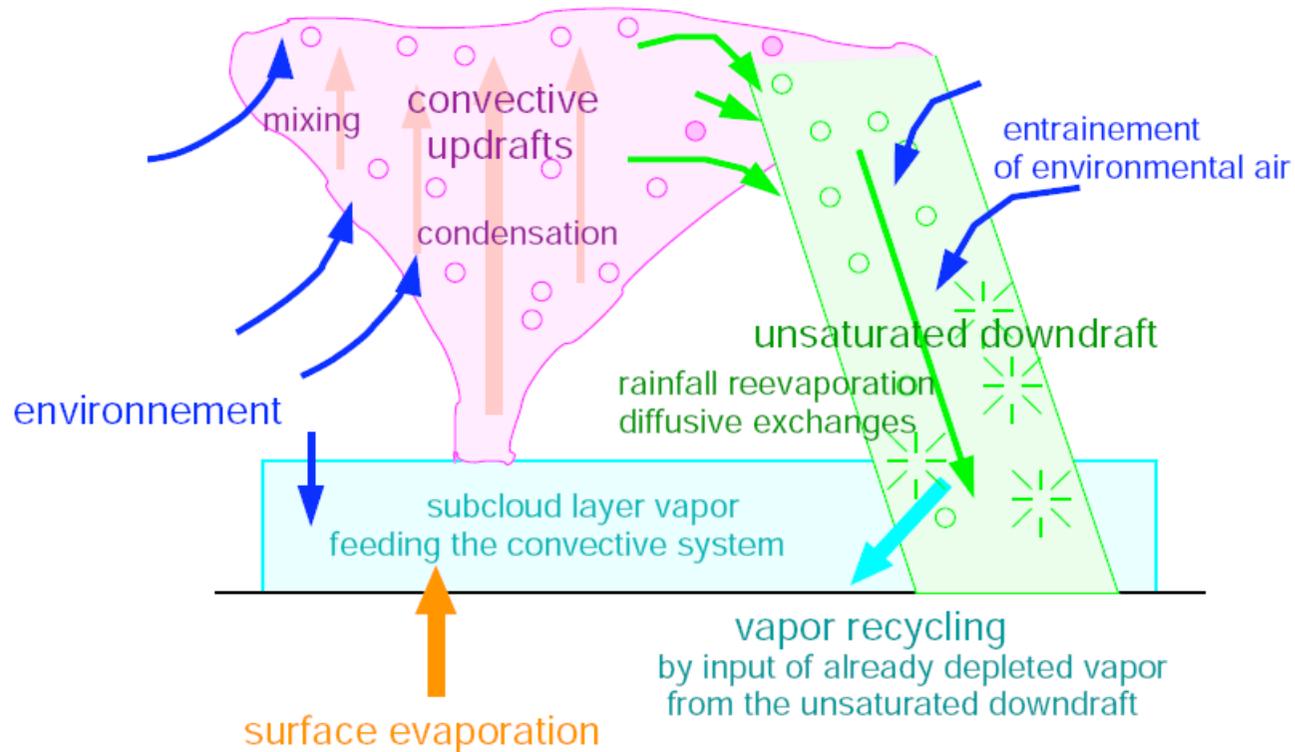
- cohérence des variations décennales des signaux isotopiques dans les Andes
- indicateurs des variations décennales du climat tropical ? (e.g. précipitation)

## A quoi les isotopes de l'eau peuvent-ils être utiles ?

- Paléo-climats et sensibilité climatique
- Variabilité du climat
- Convection et systèmes convectifs



# Facteurs contrôlant la composition isotopique de la pluie convective



(Risi, Bony & Vimeux, 2008)

La composition isotopique de la pluie dépend principalement :

- de la réévaporation de la pluie et des échanges diffusifs avec la vapeur dans les downdrafts
- du recyclage par les downdrafts de la vapeur alimentant le système convectif

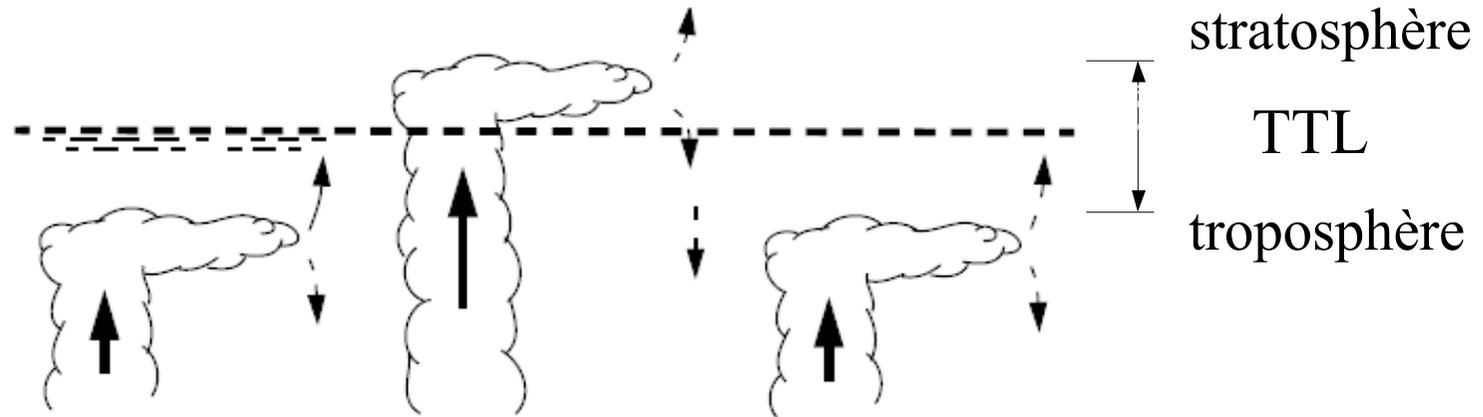
Intérêt des isotopes de l'eau :

- traceurs de l'activité convective (amount effect, cycle de vie, recyclage)
- traceur de la circulation atmosphérique et de la variabilité climatique (intrasais à décennal)

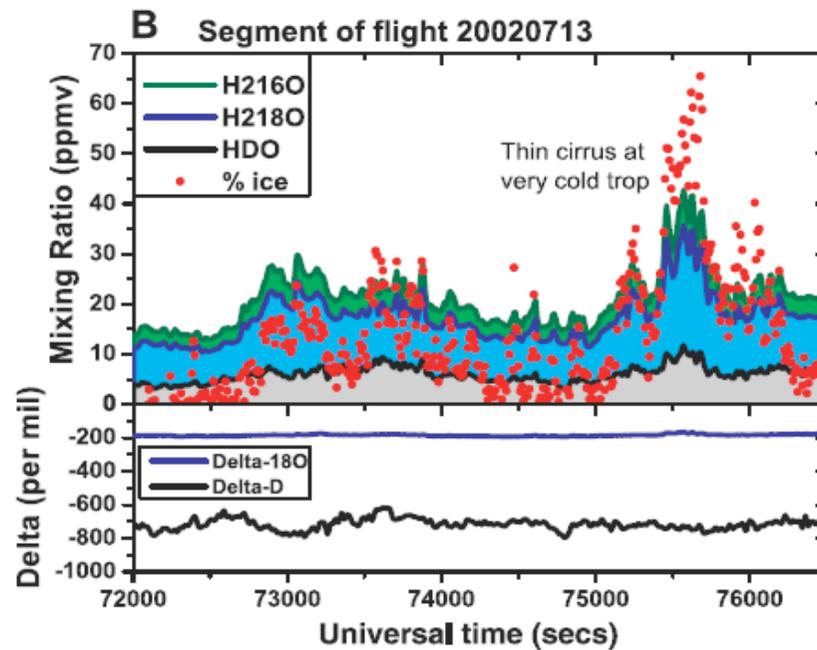
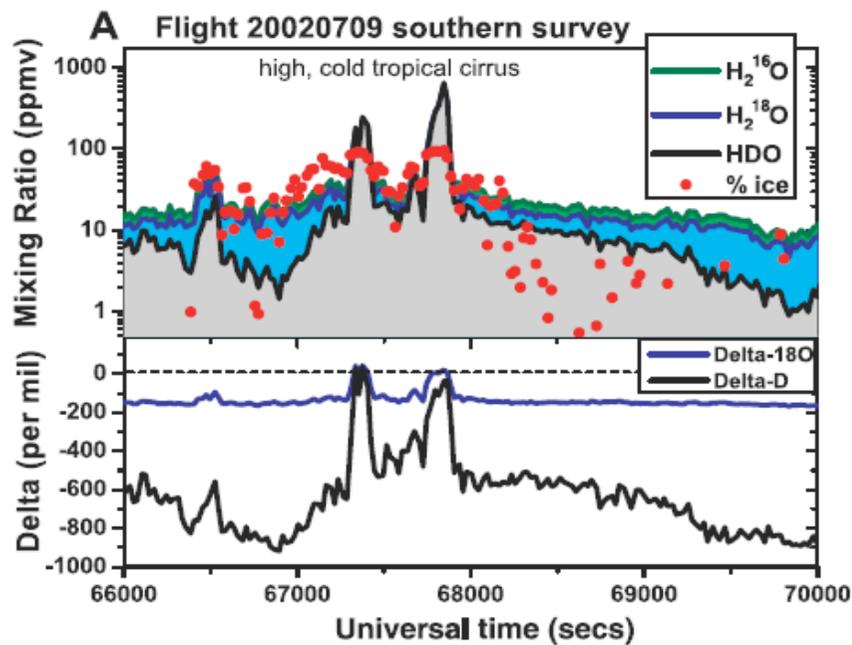
## A quoi les isotopes de l'eau peuvent-ils être utiles ?

- Paléo-climats et sensibilité climatique
- Variabilité du climat
- Convection et systèmes convectifs
- Processus à l'interface troposphère – stratosphère (UTLS)

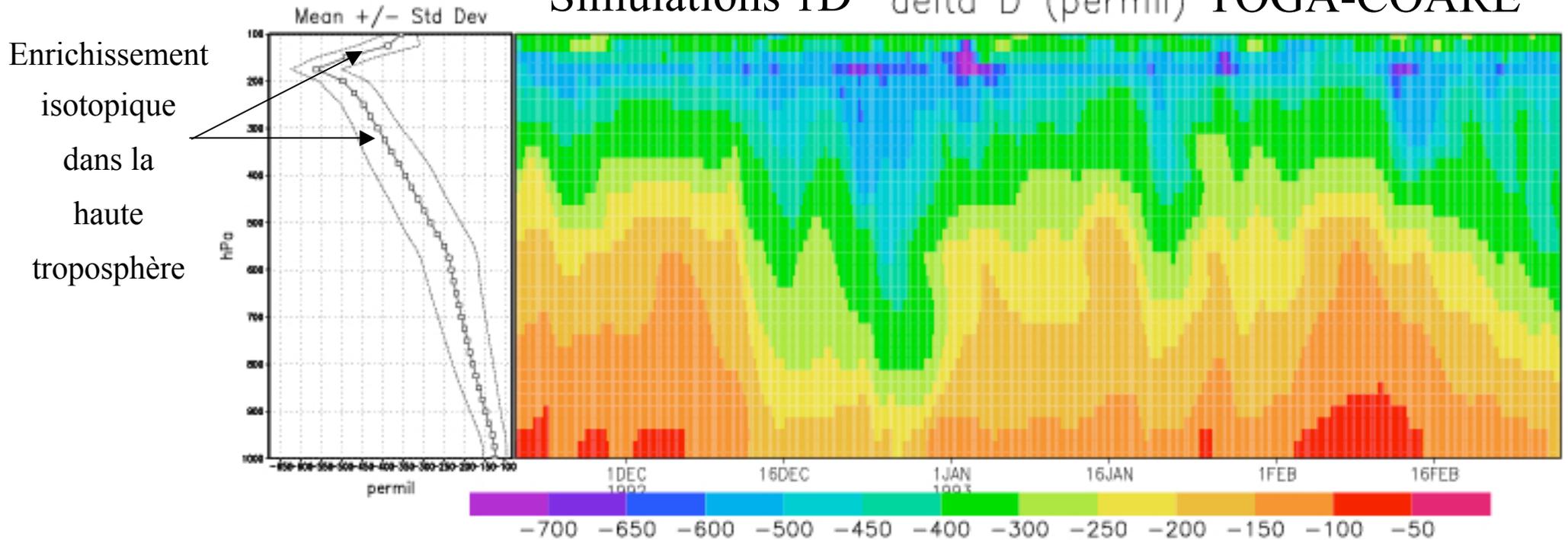
# Mécanisme(s) d'entrée de l'eau dans la stratosphère ?



La composition isotopique renseigne sur l'origine (convective ou non) des masses d'air :



# Simulations 1D delta D (permil) TOGA-COARE



*(Bony, Risi & Vimeux, 2008)*

Composition isotopique de la haute troposphère très sensible :

- au profil de détrainement des systèmes convectifs
- à l'efficacité de précipitation

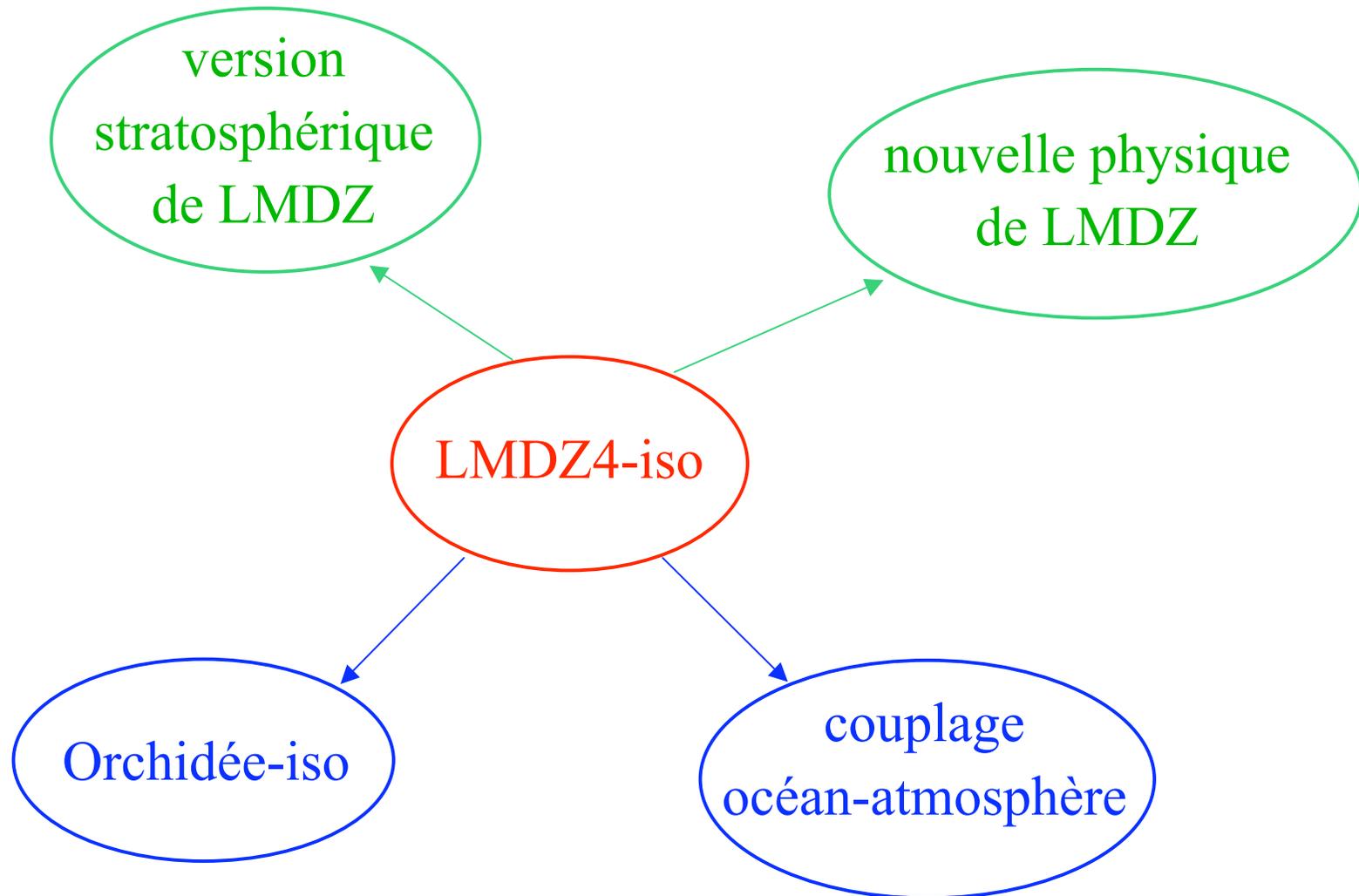
Intérêt des isotopes de l'eau pour :

- évaluer/contraindre schémas de convection (détrainement, overshoots, microphysique...)
- étudier les mécanismes de transport de l'eau dans la TTL et la basse stratosphère

## A quoi les isotopes de l'eau peuvent-ils être utiles ?

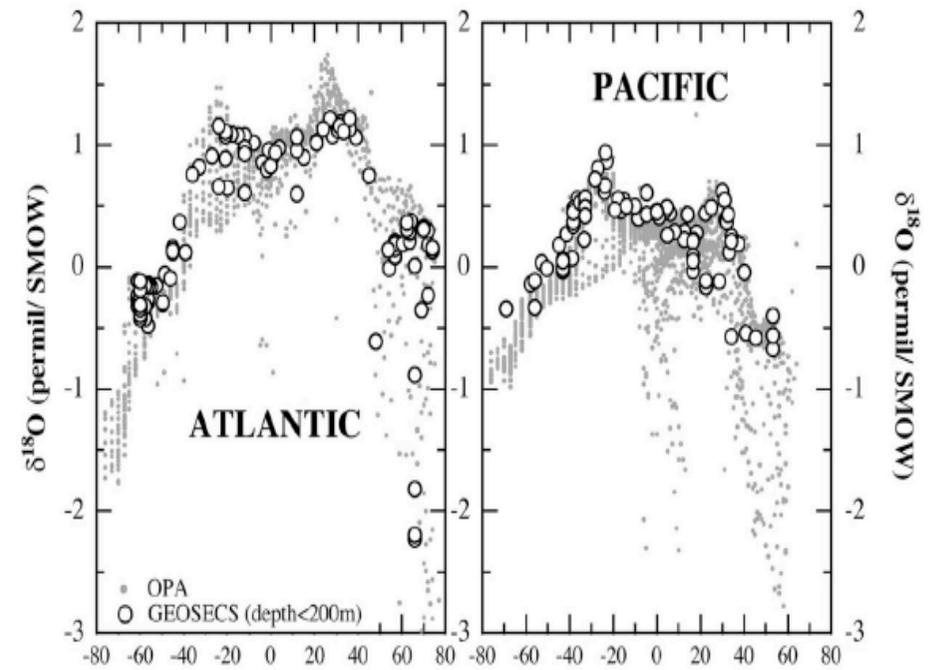
- Paléo-climats et sensibilité climatique
- Variabilité du climat
- Convection et systèmes convectifs
- Processus à l'interface troposphère – stratosphère (UTLS)
- Hydrologie continentale

# Développements en cours, prévus ou souhaités : (LMD, LSCE, LGGE)



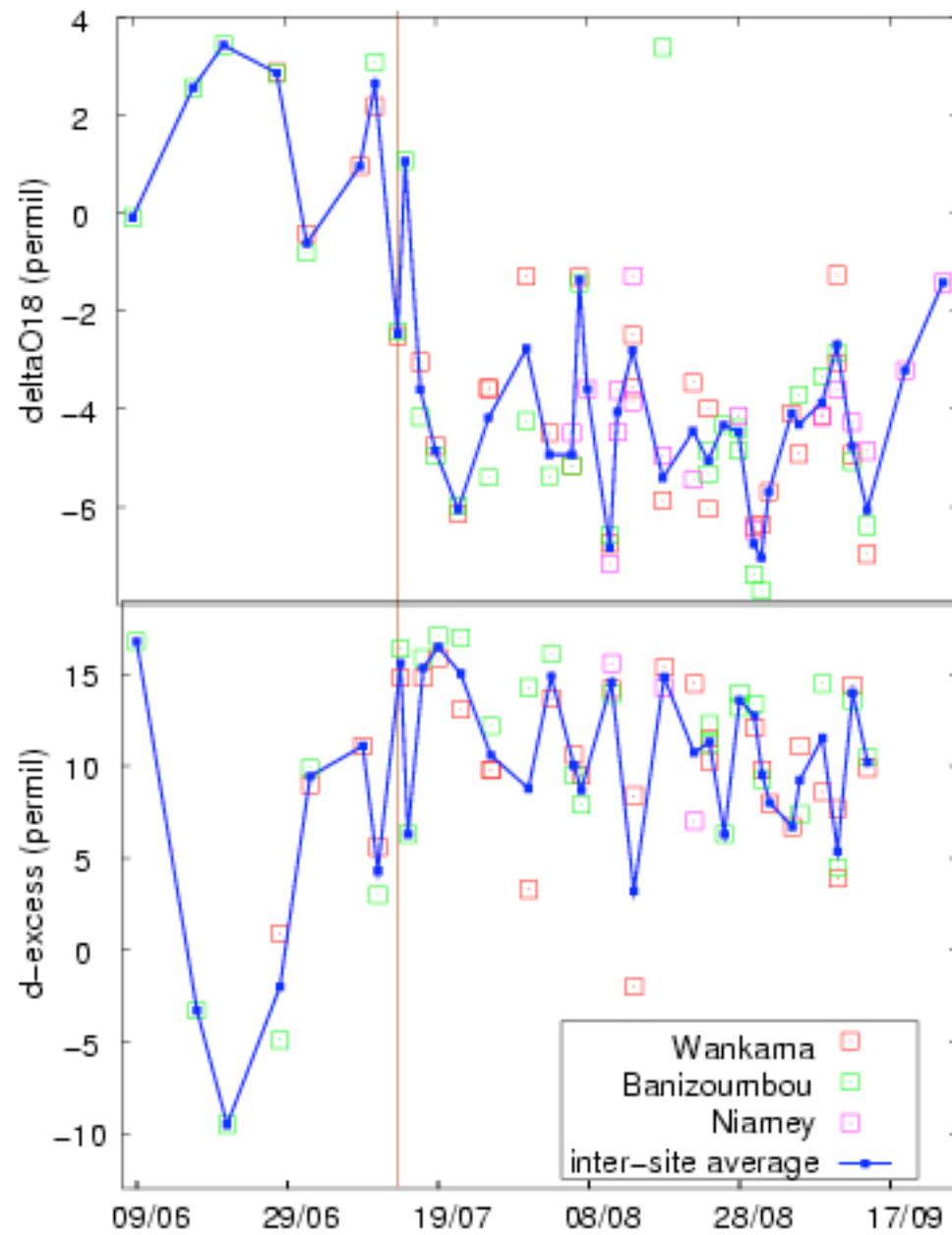
# $\delta^{18}\text{O}$ dans OPA

Delaygue et al., EPSL, 2000

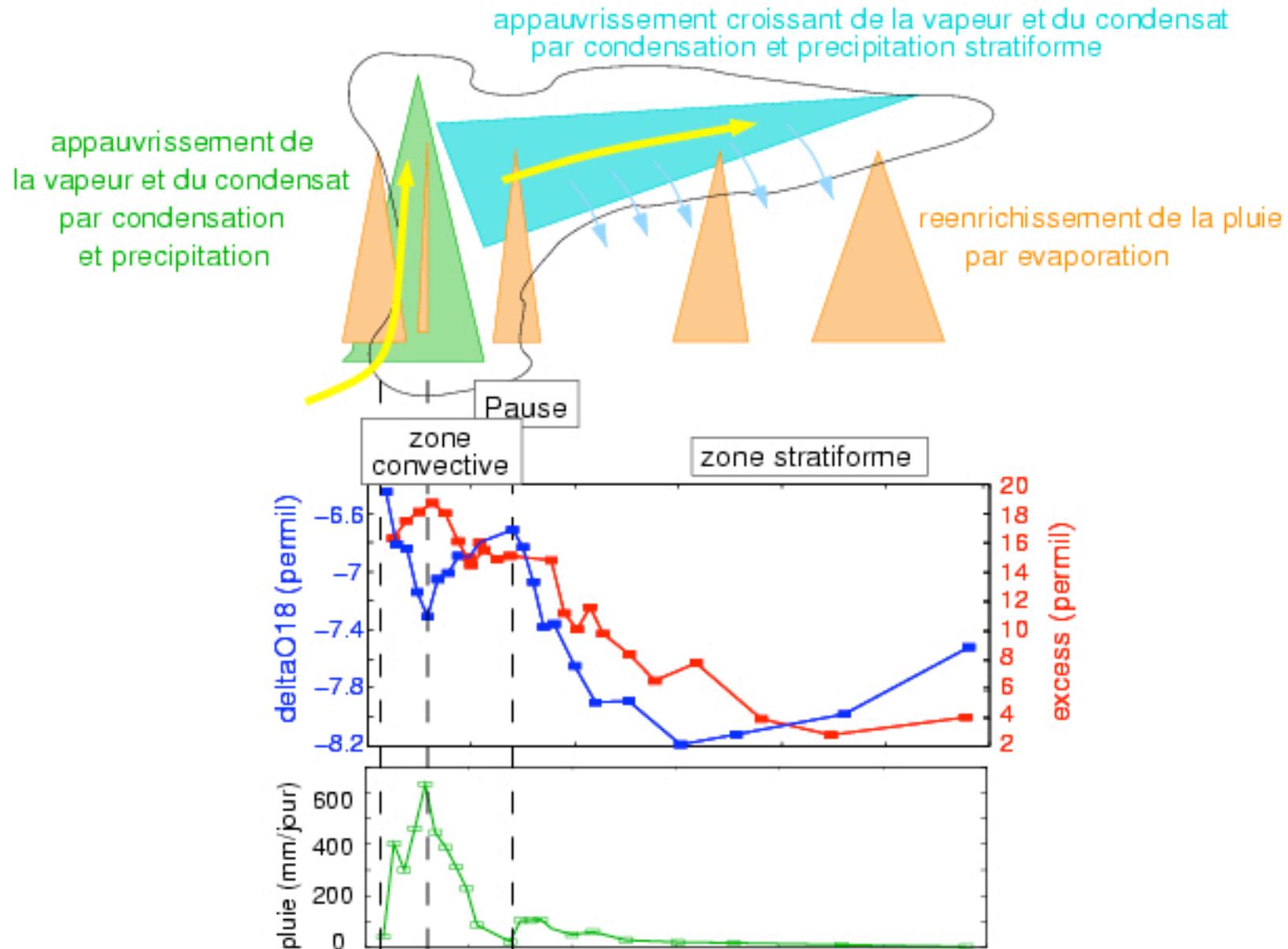




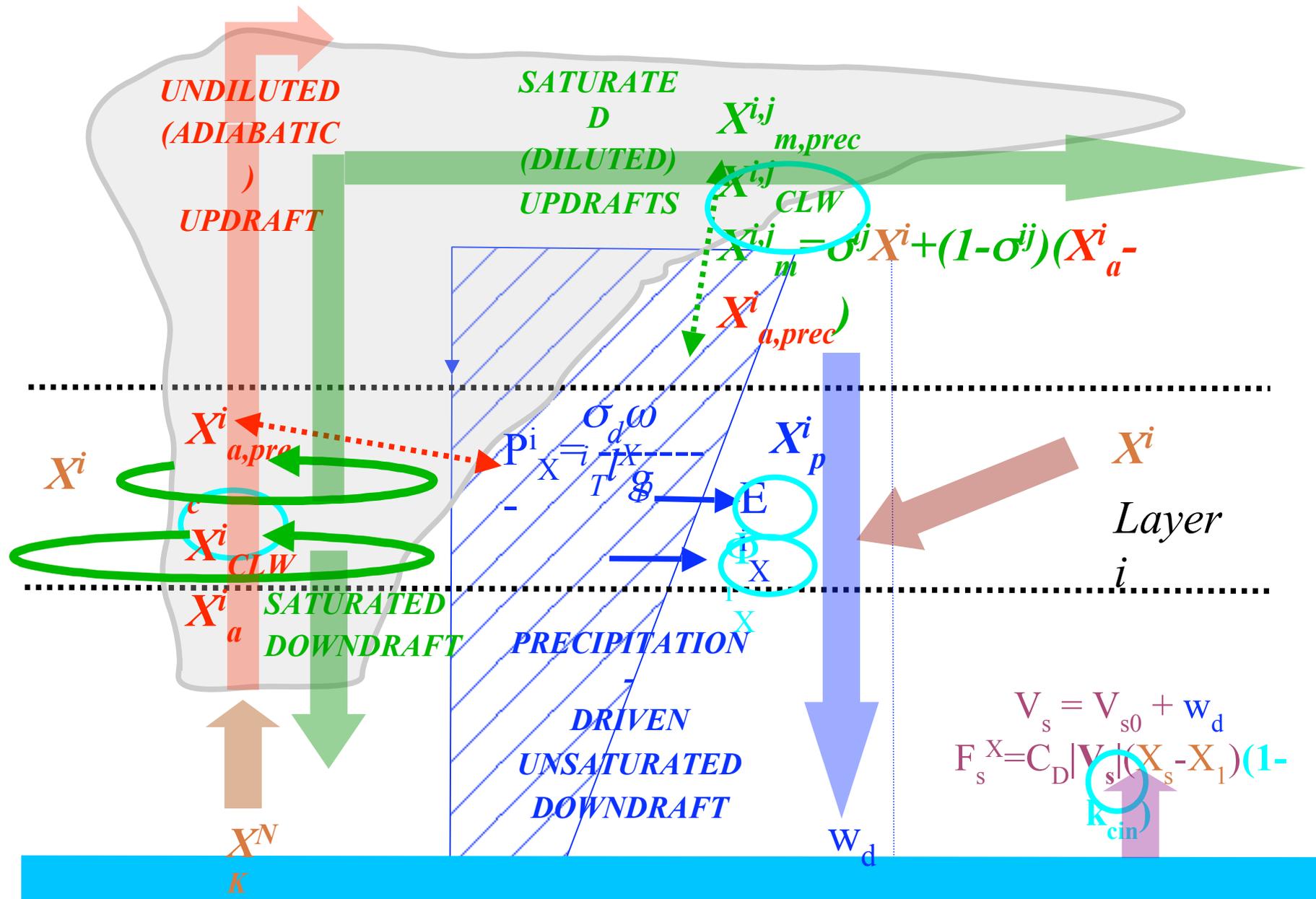
# Variations Intrasaisonnnières de la convection pendant AMMA



# Evolution de la composition isotopique de la pluie au cours du passage d'une ligne de grain au Sahel (AMMA) :



# Schéma de convection de Kerry Emanuel



Projet européen d'étude des processus d'échanges entre  
troposphère et stratosphère au-dessus de la mousson indienne  
(projet de campagne IMPACTS)

