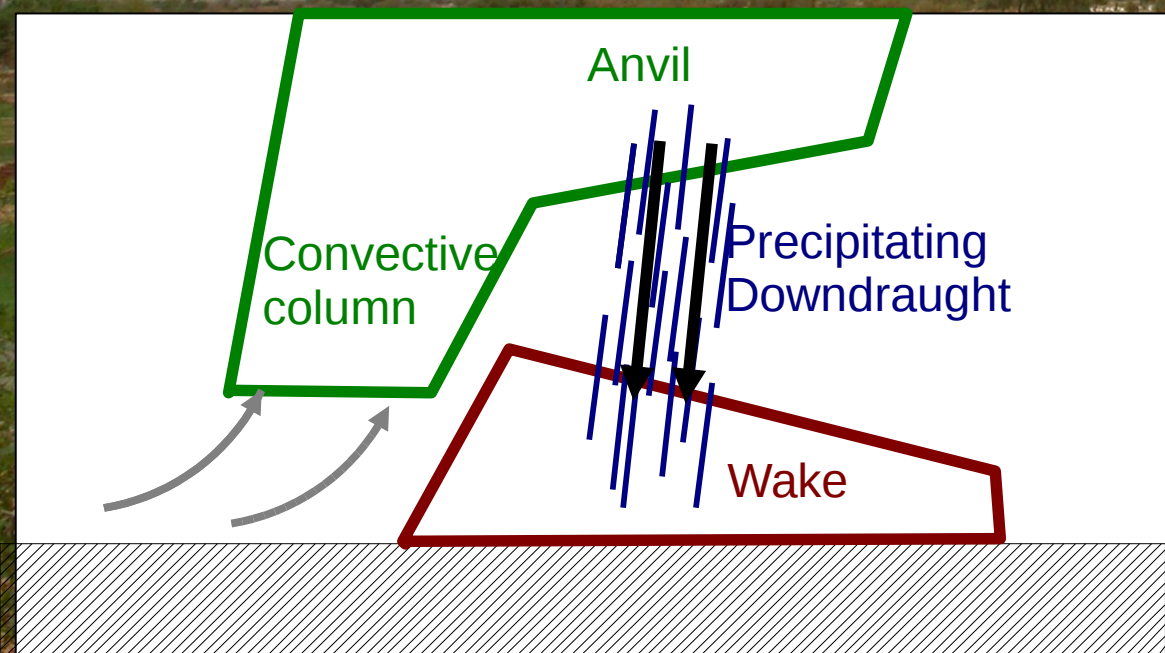
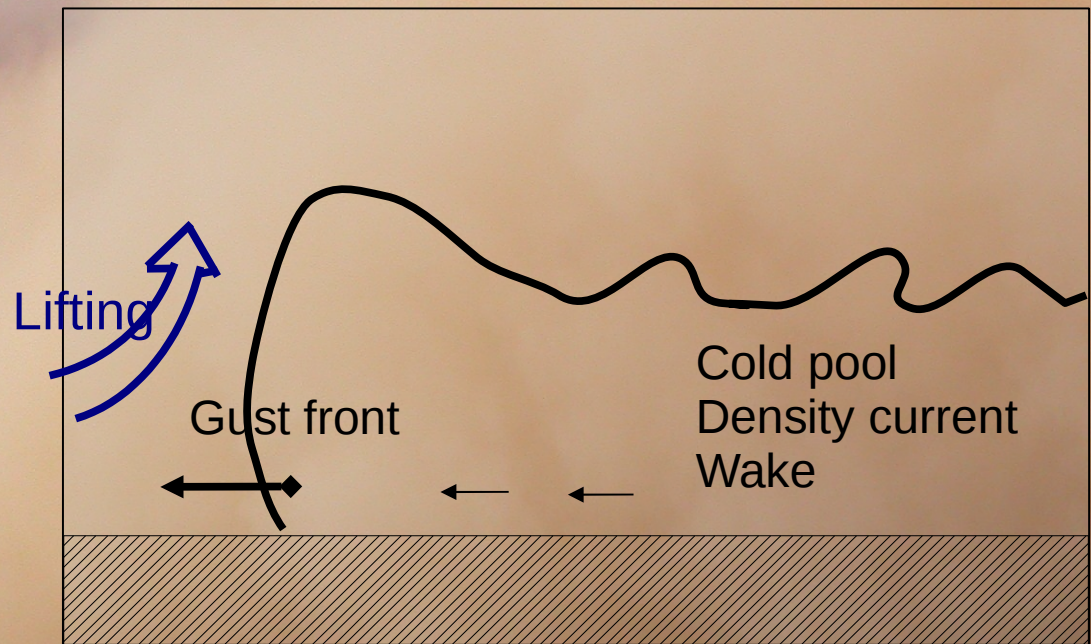
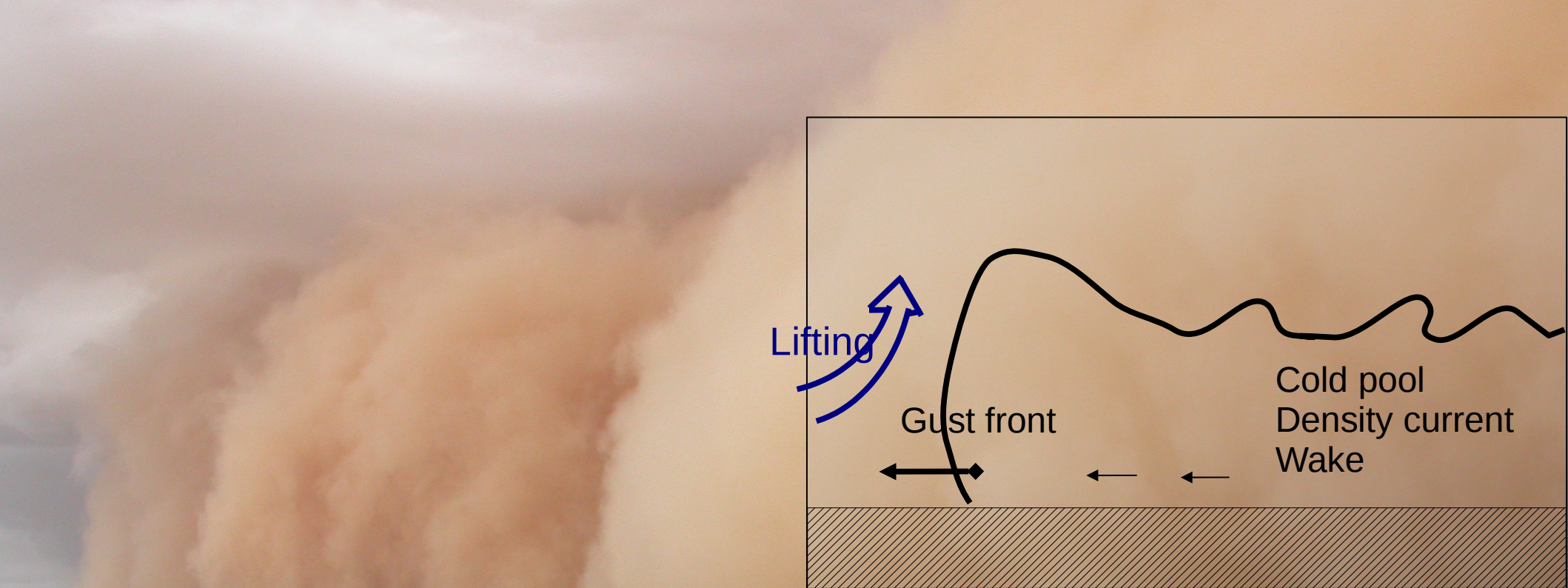


Effet des flux de surface sur
l'évolution des poches froides
liées à la convection profonde dans
le GCM LMDZ

Jean-Yves Grandpeix, L.M.D./I.P.S.L.

Nicolas Rochetin, Romain Roehrig, CNRM

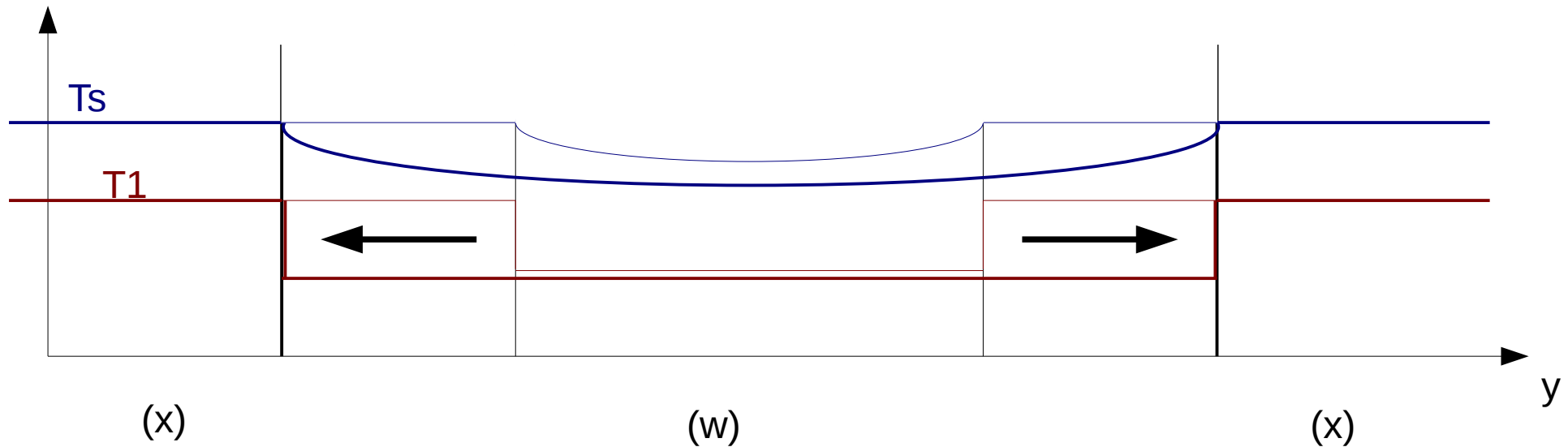
**Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère,
DEPHY2 : 1-2 Février 2017 ; Toulouse**



Mali, August 2004
F. Guichard, L. Kergoat

Introduction

Developpement d'une poche froide --> refroidissement du sol

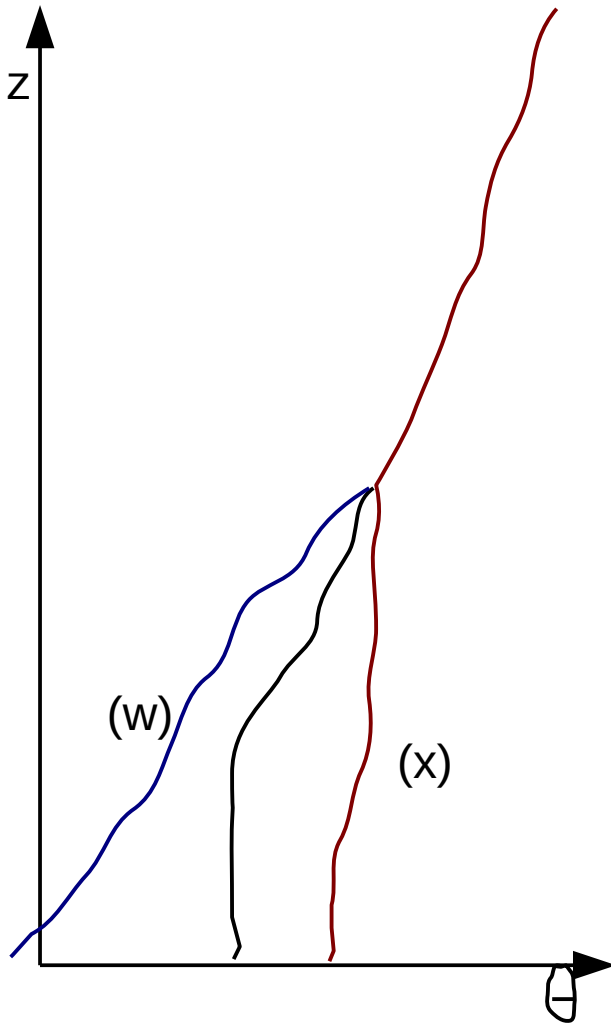


Il s'agit de représenter l'effet sur la poche froide de cette chute de température de surface

Divers niveaux d'approximation :

- Wake + chauffage convectif différent dans (w) et (x) + diff. Turb. Et thermiques homogènes.
- Wake + chauffage convectif différent dans (w) et (x) + diff. Turb. Et thermiques différents Dans (w) et (x) + T_s homogène.
- Wake + chauffage convectif différent dans (w) et (x) + diff. Turb. Et thermiques différents Dans (w) et (x) + T_s différente dans (w) et (x).

Splitting - 1



(w) = interieur des poches froides.

(x) = exterieur des poches.

$$\begin{cases} \theta = \sigma_w \theta^w + \sigma_x \theta^x \\ \delta\theta = \theta^w - \theta^x \end{cases} \quad (1)$$

σ_w est la fraction surfacique couverte par la region (w) et σ_x celle couverte par (x).

Modèle d'atmosphère : deux profils distincts de température et d'humidité.
Modèle de sous-surface : suppose une atmosphère homogène horizontalement.
But du "splitting" : gérer l'interface entre ces deux mondes.

Splitting - 2

Les 12 variables

$$\Phi_i, \Phi_i^w, \Phi_i^x, \delta\Phi_i,$$

$$T_{1,i}, T_{1,i}^w, T_{1,i}^x, \delta T_{1,i},$$

$$T_{s,i}, T_{s,i}^w, T_{s,i}^x, \delta T_{s,i}$$

sont reliées par les 11 équations :

$$\left\{ \begin{array}{l} \phi_i^w = K_i^w C_p (T_{1,i}^w - T_{s,i}^w) \\ \phi_i^x = K_i^x C_p (T_{1,i}^x - T_{s,i}^x) \\ \phi_i = \sigma_w \phi_i^w + (1 - \sigma_w) \phi_i^x \\ \delta\phi_i = \phi_i^w - \phi_i^x \\ T_{s,i} = \sigma_w T_{s,i}^w + (1 - \sigma_w) T_{s,i}^x \\ \delta T_{s,i} = T_{s,i}^w - T_{s,i}^x \\ \boxed{C_p \delta T_{s,i} = a_{h,i} C_p \delta T_{1,i} + b_{h,i} \delta\phi_i} \\ T_{1,i} = \sigma_w T_{1,i}^w + (1 - \sigma_w) T_{1,i}^x \\ T_{1,i}^w = \frac{1}{C_p} (A_i^w + B_i^w \phi_i^w \Delta t) \\ T_{1,i}^x = \frac{1}{C_p} (A_i^x + B_i^x \phi_i^x \Delta t) \\ \delta T_{1,i} = T_{1,i}^w - T_{1,i}^x \end{array} \right. \quad (5)$$

Résolution → relation linéaire entre ϕ_i et $T_{s,i}$: condition à la limite mixte pour le modèle de sous-surface.

$$\left\{ \begin{array}{l} \phi_i = K_i^a C_p (T_i^a - T_{s,i}) \\ T_i^a = \frac{1}{C_p} (A_i^a + B_i^a \phi_i \Delta t) \end{array} \right. \quad (6)$$

La résolution consiste à exprimer par identification K_i^a , A_i^a et B_i^a ainsi que la valeur de T_i^a au début du pas de temps.

Formulation usuelle : $T_i^a = T_{1,i}$. Ici :

$$T_i^a = T_{1,i} + \sigma_w \sigma_x \delta T_{1,i} \frac{(1 - a_{h,i}) \delta K_i}{K_i + b_{h,i} K_i^x K_i^w} \quad (7)$$

Modele de changement de temperature de surface associe aux poches froides

Passage d'une poche froide \implies refroidissement du sol (i.e. flux de chaleur négatif $\delta\Phi_g$) \implies variation négative de température de surface δT_s :

$$\delta T_s = \frac{\sqrt{\tau}}{I} \delta\Phi_g \quad (2)$$

(τ : temps pour parcourir le rayon r des poches ($\sigma_w = \pi r^2 D_w$) avec la vitesse C_* d'étalement : $\tau = (1/C_*)\sqrt{\sigma_w/(\pi D_w)}$; I : inertie du sol).

$$\delta\Phi_g = \underbrace{\delta\Phi_s}_{\text{sensible}} + \underbrace{\delta\Phi_l}_{\text{latent}} + \underbrace{\delta R_n}_{\text{rayonnement net}} \quad (3)$$

- **Flux latent** : $\delta\Phi_l = L_v \rho C_d \|V\| \beta [\delta q_a - \partial_{T_s} q_{sat} \delta T_s]$

Approx. : $\delta q_a \simeq 0$

- **Rayonnement net** : $\delta R_n = \delta R_{Sn} + \delta R_{Ld} - 4\sigma T_s^3 \delta T_s$

Approx. : $\delta R_{Sn} \simeq 0$ et $\delta R_{Ld} \simeq 4\epsilon_1 \sigma T_1^3 \delta T_1$

Alors :

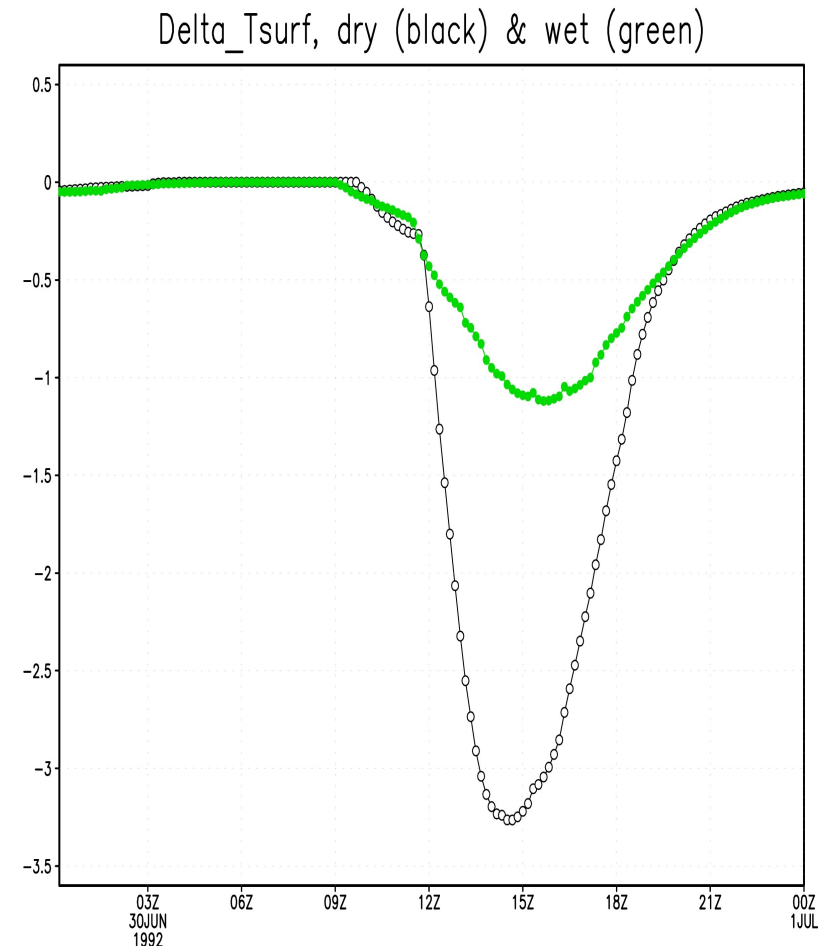
$$\delta T_s = \frac{\sqrt{\tau}}{I} [\delta\Phi_s - L_v \rho C_d \|V\| \beta \partial_{T_s} q_{sat} \delta T_s + 4\epsilon_1 \sigma T_1^3 \delta T_1 - 4\sigma T_s^3 \delta T_s]$$

soit : $C_p \delta T_s = a_h C_p \delta T_1 + b_h \delta\Phi_s$, avec :

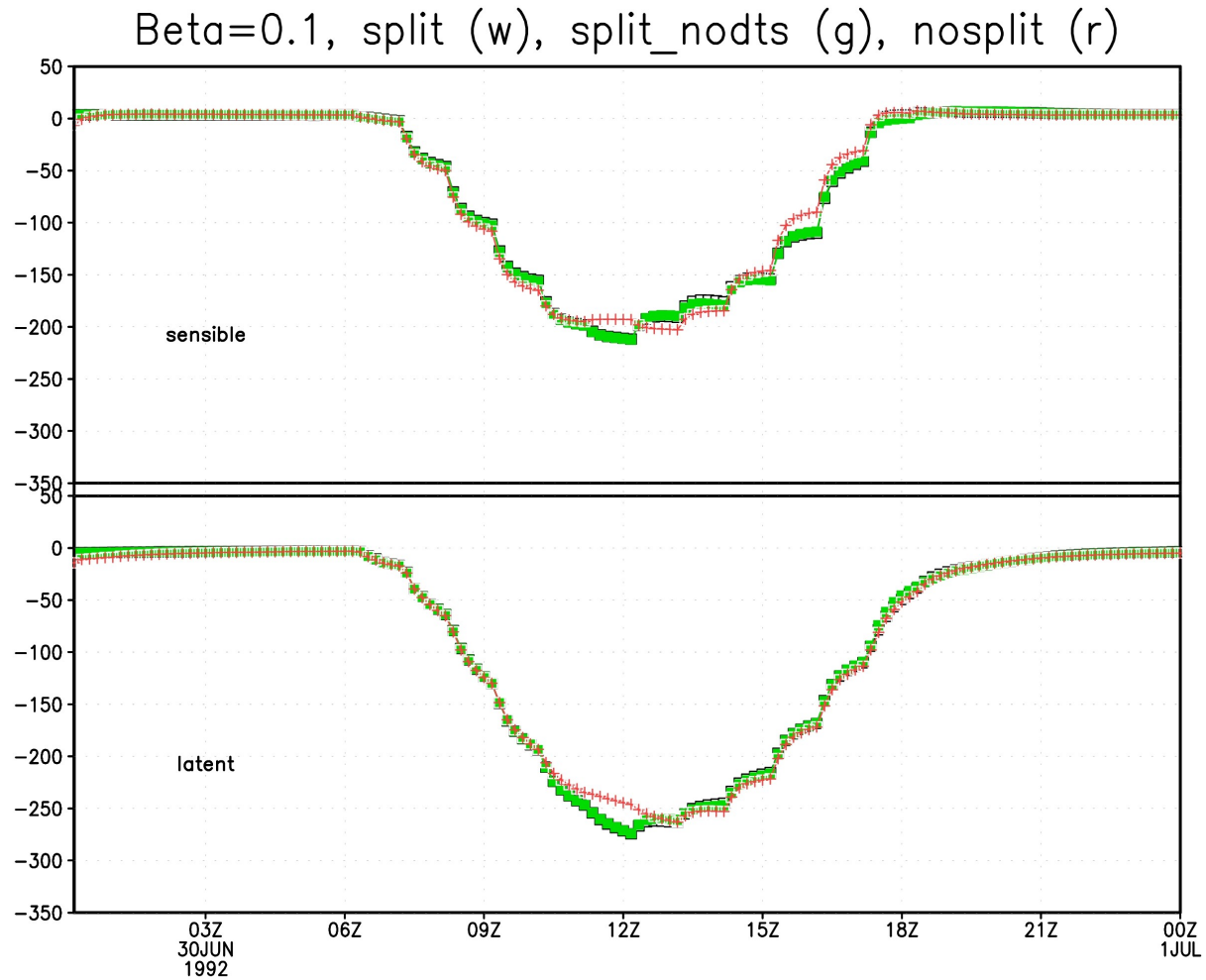
$$\begin{cases} a_h = \frac{\frac{\sqrt{\tau}}{I} 4\epsilon_1 \sigma T_1^3}{1 + \frac{\sqrt{\tau}}{I} (L_v \rho C_d \|V\| \beta \partial_{T_s} q_{sat} + 4\sigma T_s^3)} \\ b_h = \frac{\frac{\sqrt{\tau}}{I} C_p}{1 + \frac{\sqrt{\tau}}{I} (L_v \rho C_d \|V\| \beta \partial_{T_s} q_{sat} + 4\sigma T_s^3)} \end{cases} \quad (4)$$

Ordre de grandeur:

Tau \sim qq heures, Inertie \sim 1000 a 2000
beta \sim 0.1 a 1, epsilon1 \sim 0.1 a 1,
ah \sim 0.01 a 0.1, bh \sim qq 10 a qq 100.

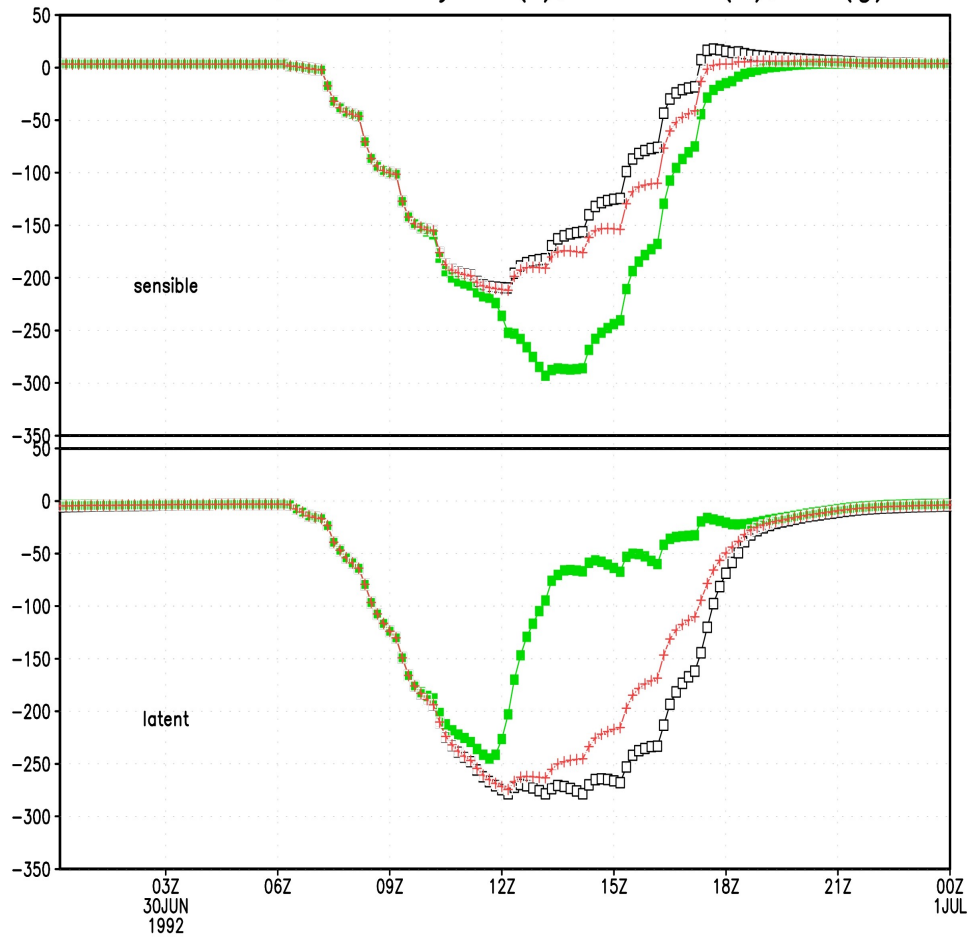


Les flux surfaciques moyens ne sont pas modifiés par le splitting

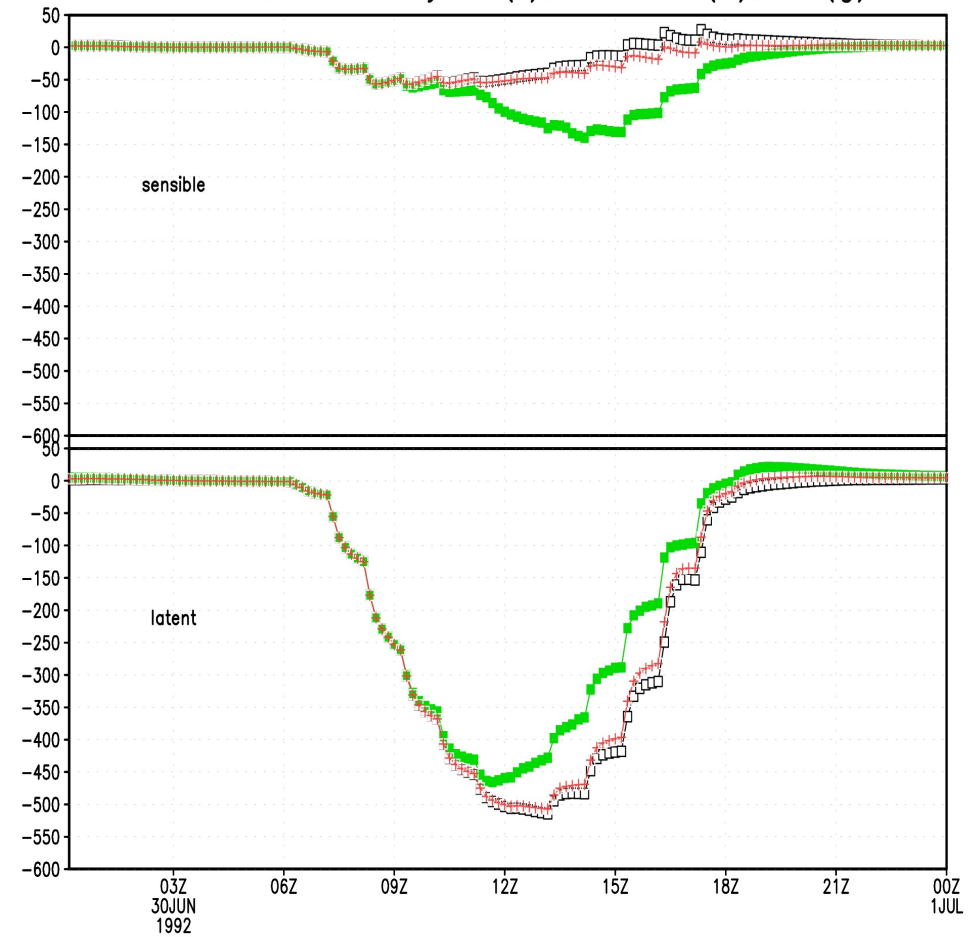


Le flux sensible est plus fort dans les poches
Le flux latent est plus fort hors des poches

Beta=0.1, Flux moyen (r), dans x (b), w (g)



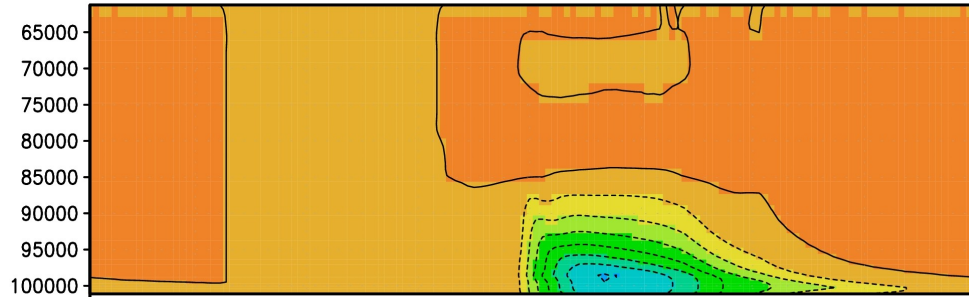
Beta=1, Flux moyen (r), dans x (b), w (g)



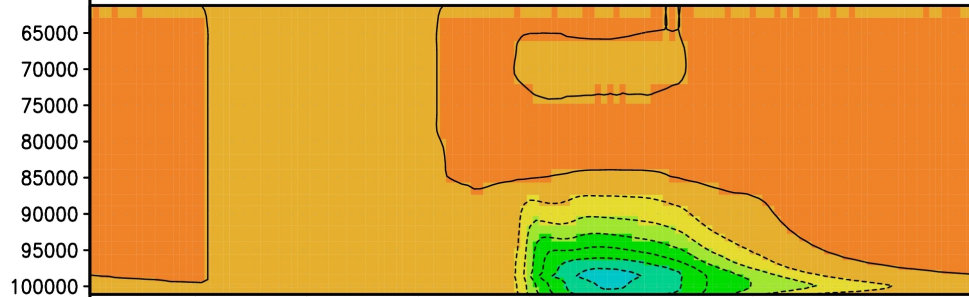
Ecart de temperature (w) - (x)

Ecart de temperature (w) - (x)

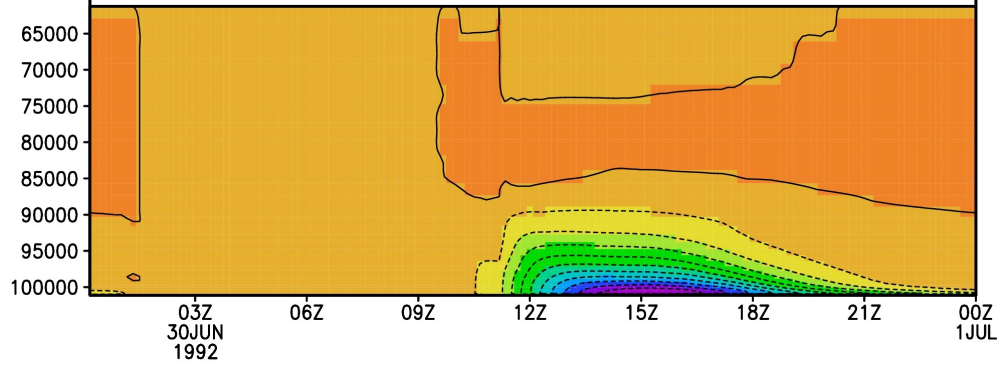
Split et DTS



Split



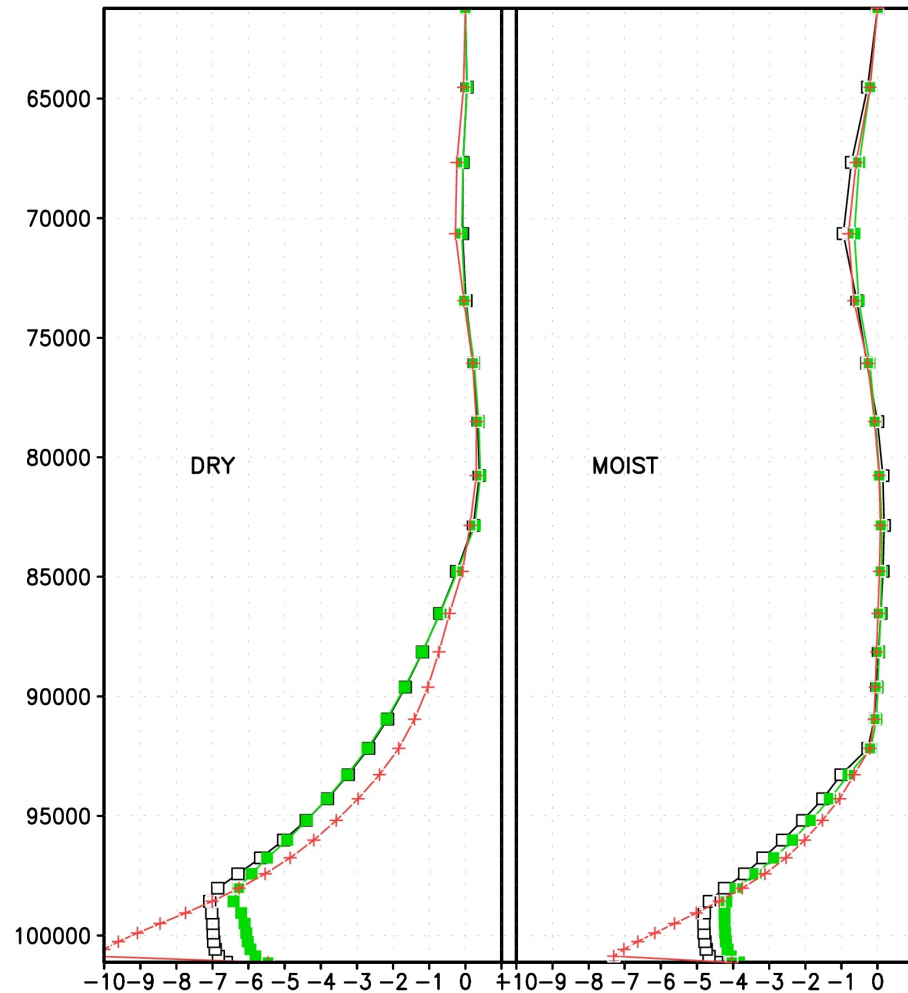
No Split



Les poches sont plus renforcées par la réaction de la surface dans le cas sec que dans le cas humide.

Ecart tempe. $(w)-(x)$ a 14h

Red : no split
Green : split, no DTs
Black : split



L'effet du splitting sur les thermiques est net mais semble faible.

Q1 des thermiques, cas sec

