

Analyse du fonctionnement de la paramétrisation stochastique du déclenchement de la convection profonde dans LMDZ

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

Nicolas Rochetin, Catherine Rio, CNRM

**DEPHY aux AMA 2016,
21 - 22 Janvier 2016 ; Toulouse**

Déclenchement

Le problème : Franchissement de l'inhibition convective par les thermiques \Rightarrow déclenchement de la convection profonde

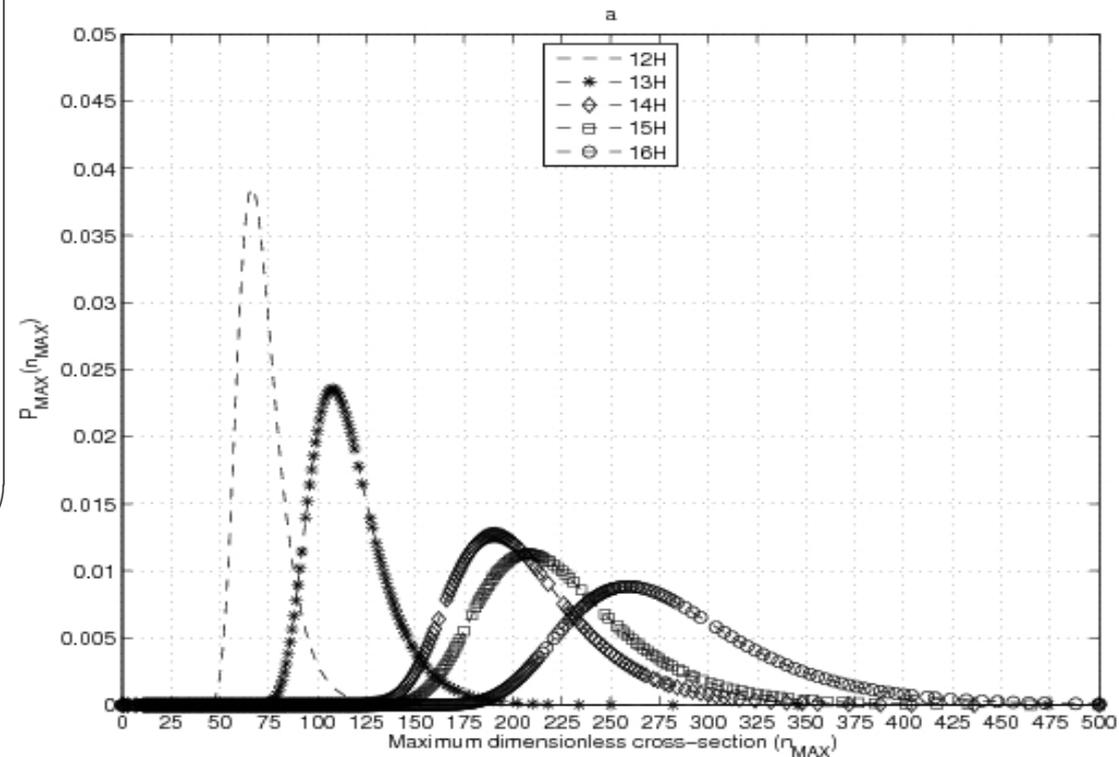
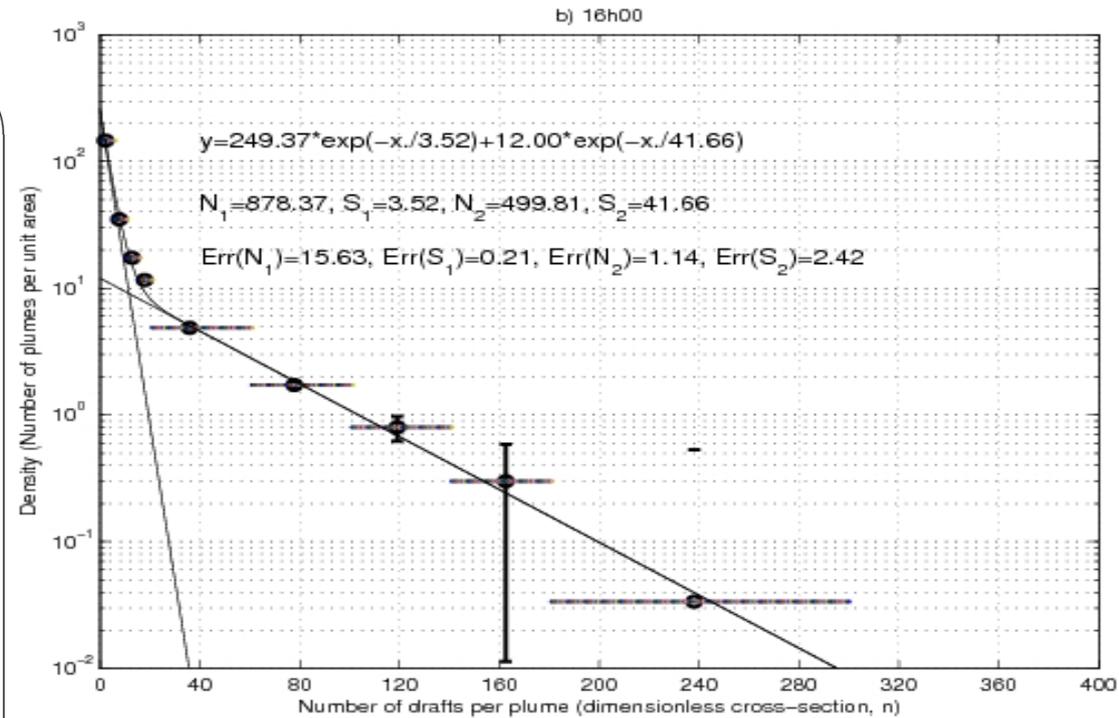
\Rightarrow déclenchement trop fréquent de la convection profonde (presque tous les jours au Sahel pendant la saison de mousson, contrairement aux observations).

Etude du cas AMMA du 10 Juillet 2006 (Rochetin et al, JAS, 2014)

- Observations (Lothon et al., 2011) : déclenchement de la convection profonde associé aux plus grandes tailles des structures de couche limite.
- Distribution exponentielle de la section horizontale des cumulus à leur base.

Description statistique du déclenchement

- Déclenchement de la convection profonde lorsque la section d'au moins un cumulus excède un seuil s_t .
- Probabilité de déclenchement = probabilité qu'un cumulus dans la maille dépasse ce seuil.



Principe du déclenchement stochastique

But : Représenter l'intermittence de la convection.

Formulation Maille d'aire S_m . Section moyenne des cumulus à leur base \bar{s} .

Densité spatio-temporelle de naissances des cumulus D_0 .

Nombre moyen de naissances de cumulus déclenchants dans la maille pendant δt :

$$\bar{n}_{\text{trig}} = D_0 \exp\left(-\frac{s_t}{\bar{s}}\right) S_m \delta t$$

Loi de probabilité du nombre n de naissances de cumulus déclenchants dans la maille pendant δt :

$$P(n) = \exp(-\bar{n}_{\text{trig}}) \frac{(\bar{n}_{\text{trig}})^n}{n!} \quad (1)$$

Probabilité d'absence de déclenchement :

$$P(0 \text{ Trigger}) = \exp(-\bar{n}_{\text{trig}}) \quad (2)$$

Couplage avec le modèle du thermique Fraction surfacique des thermiques α_t ; durée de vie des cumulus τ .

$$\begin{cases} D_0 &= 0.7 \frac{\alpha_t}{\tau \bar{s}} \\ \bar{s} &= [a(z_{\text{top}} - z_{\text{lcl}}) + b z_{\text{lcl}}]^2 \quad a = 1, \quad b = 0.3 \end{cases} \quad (3)$$

Paramètres du modèle

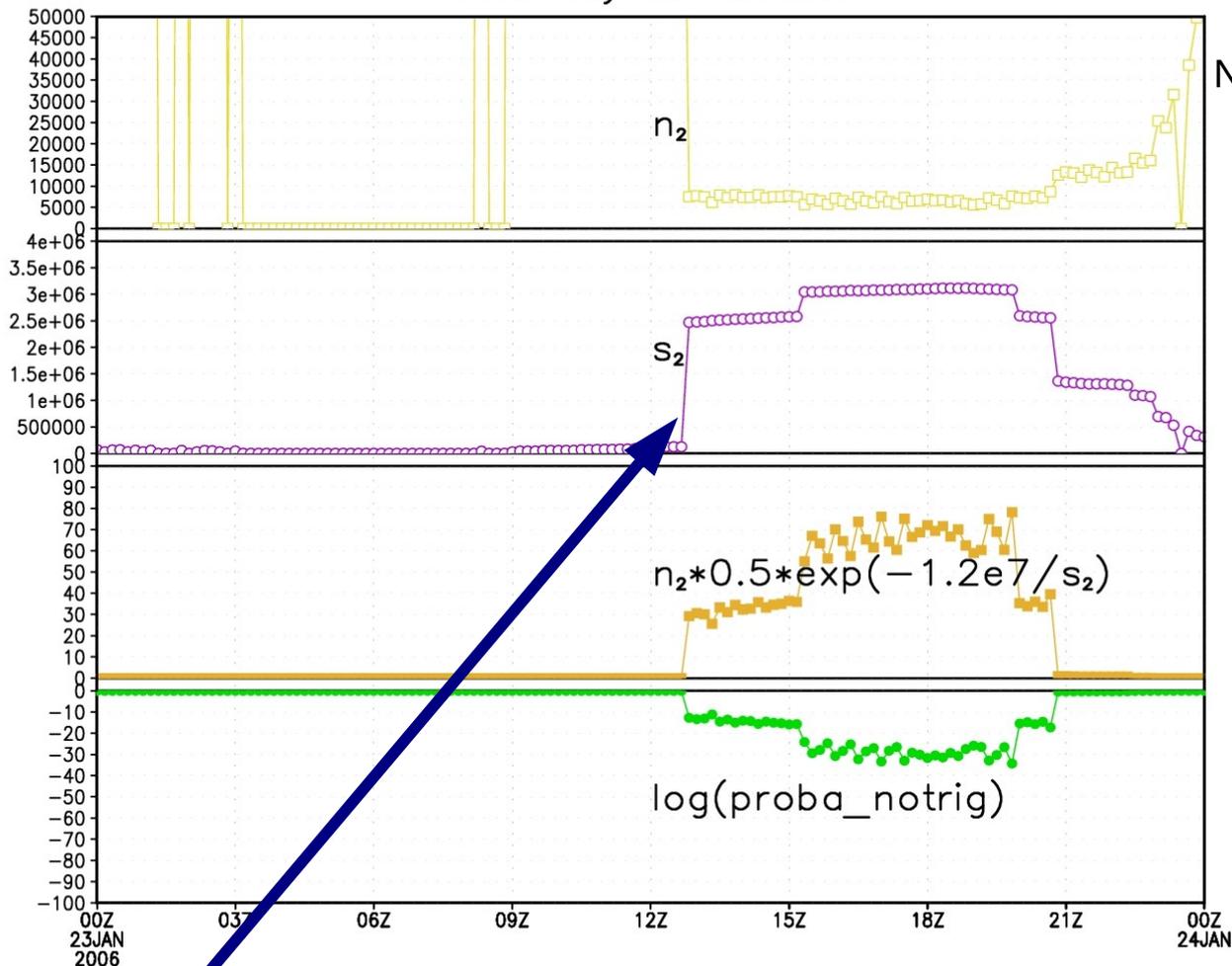
Le modèle dépend de quatre paramètres :

- a et b permettant de passer de la hauteur des thermiques à la section moyenne des thermiques individuels.
- τ : durée de vie des thermiques ou temps de décorrélation des scènes de cumulus.
- s_t : section seuil au-dessus de laquelle un cumulus engendre un cumulonimbus.

Les valeurs de ces paramètres (ainsi que les hypothèses relatives aux distributions statistiques des cumulus) ont été déterminées sur la seule simulation LES du cas AMMA du 10 Juillet 2006. Par manque d'information nous les appliquons sur tout le globe.

⇒ **Nécessité d'autres simulations de référence.**

One day in TWPICE



Nombre de cumulus dans la maille (500x500 km²)

Section moyenne des cumulus (en m²)

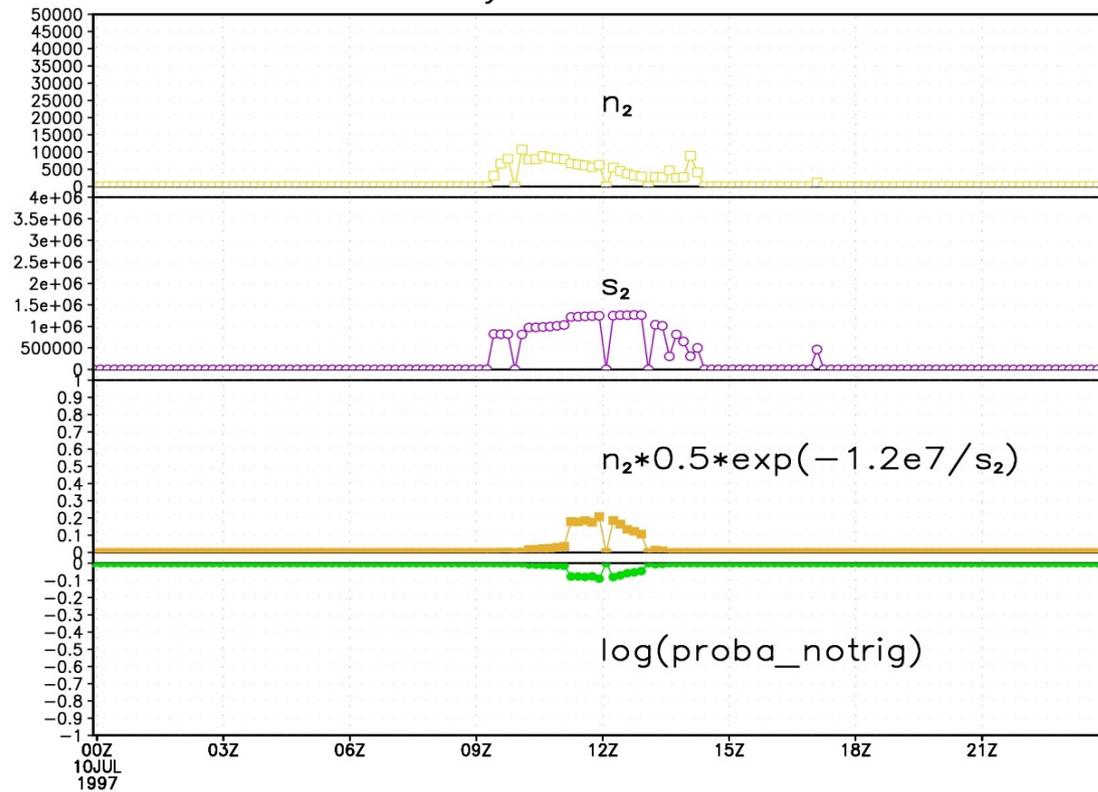
Nombre moyen de CuNimb naissant par pas de temps dans la Maille. (tau = 1200s ; dt = 600s)

Log décimal de la probabilité de non déclenchement

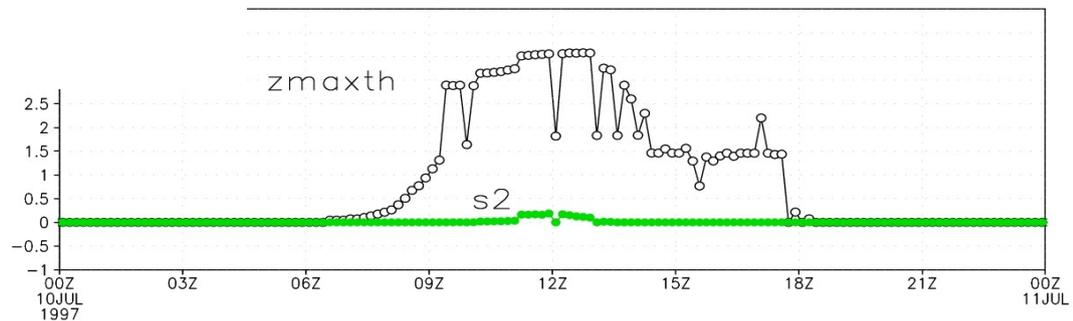
Le sommet des thermiques passe de 1000m a 6000m

Souvent sur océan, la convection déclenche lorsque les thermiques montent brusquement jusque vers le niveau de congélation : le déclenchement stochastique a peu d'effet.

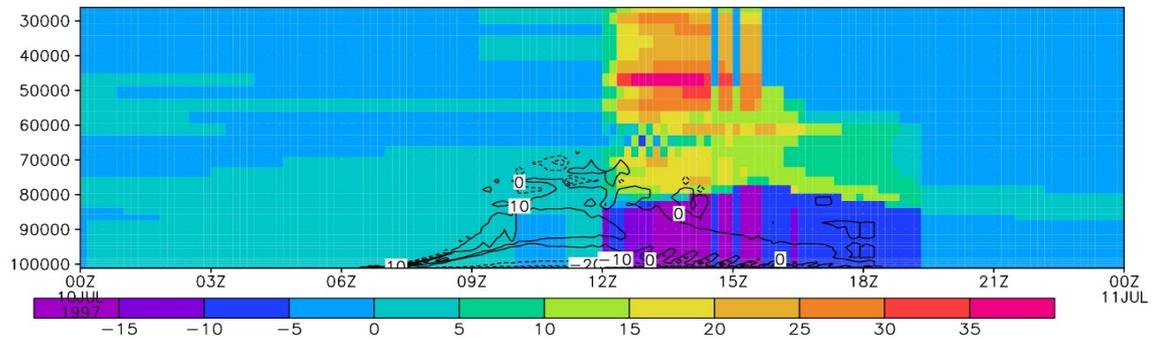
One day in RCE over land



One day in RCE over land



GrADS: COLA/IGES

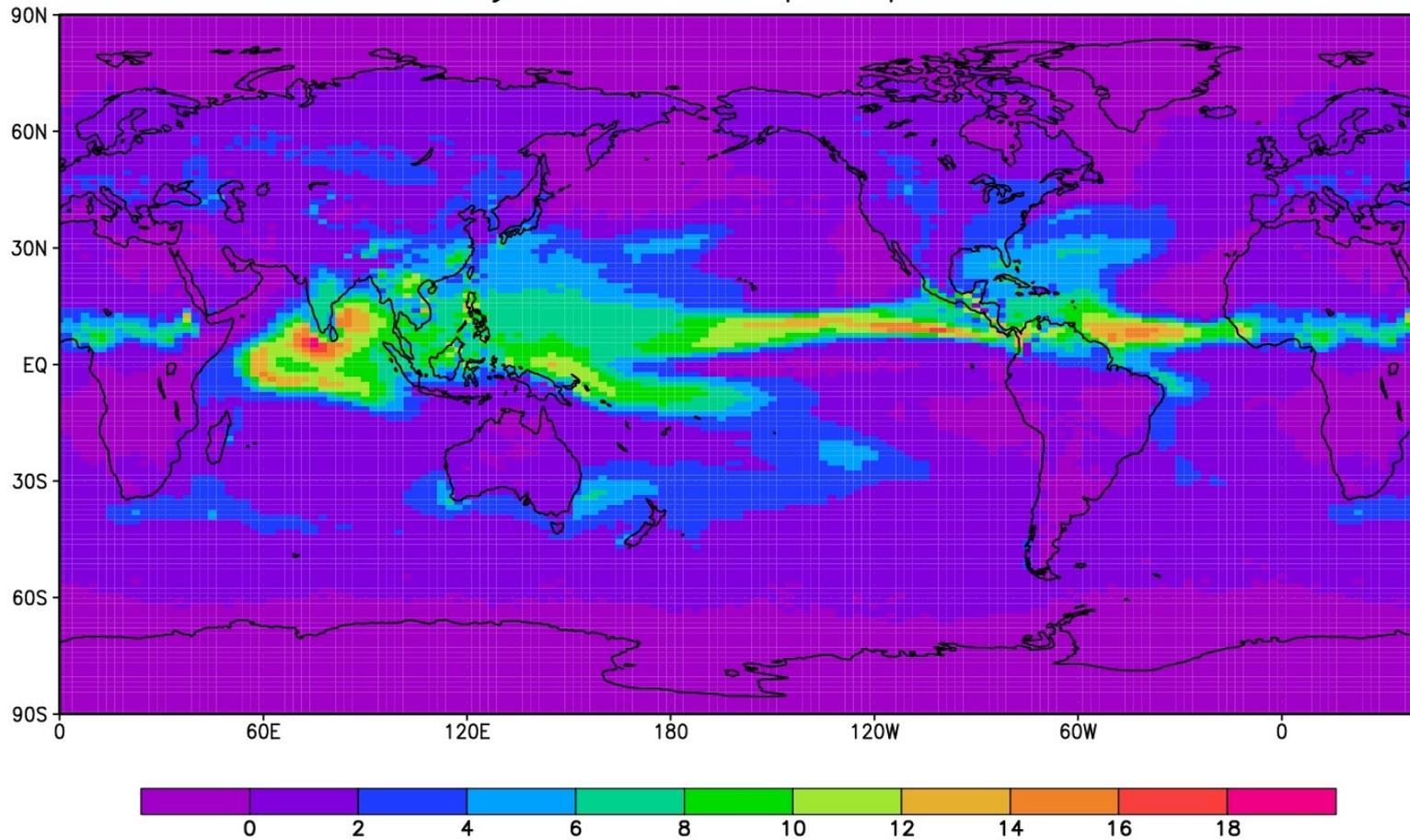


GrADS: COLA/IGES

LMDZ : simulations globales avec et sans declenchement stochastique

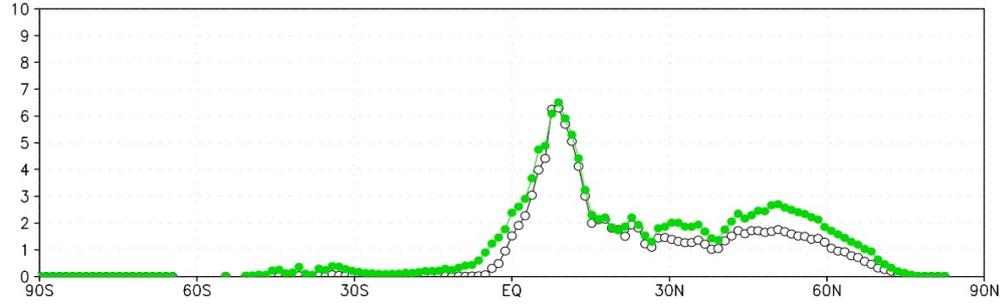
Version pre-LMDZ6
144x142x79

July convective precipitation



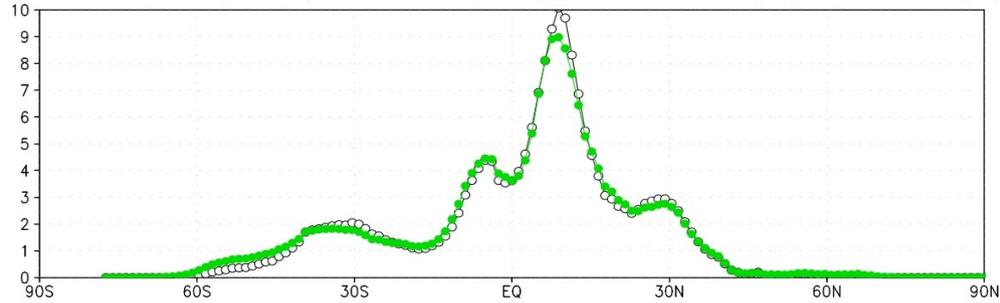
Distribution meridienne des Pluies convectives

Convective precip; land; July; stoch on(W) and off(G)

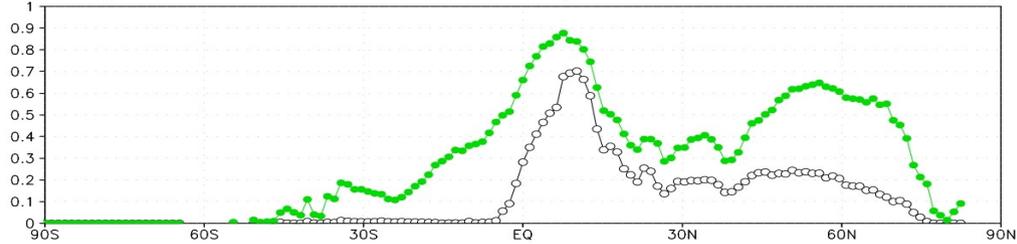


GrADS: COLA/IGES

Convective precip; ocean; July; stoch on(W) and off(G)

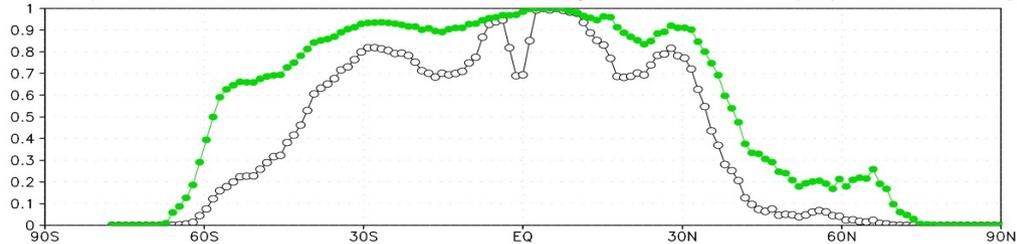


Cold pool occurrence; land; July; stoch on(W) and off(G)



GrADS: COLA/IGES

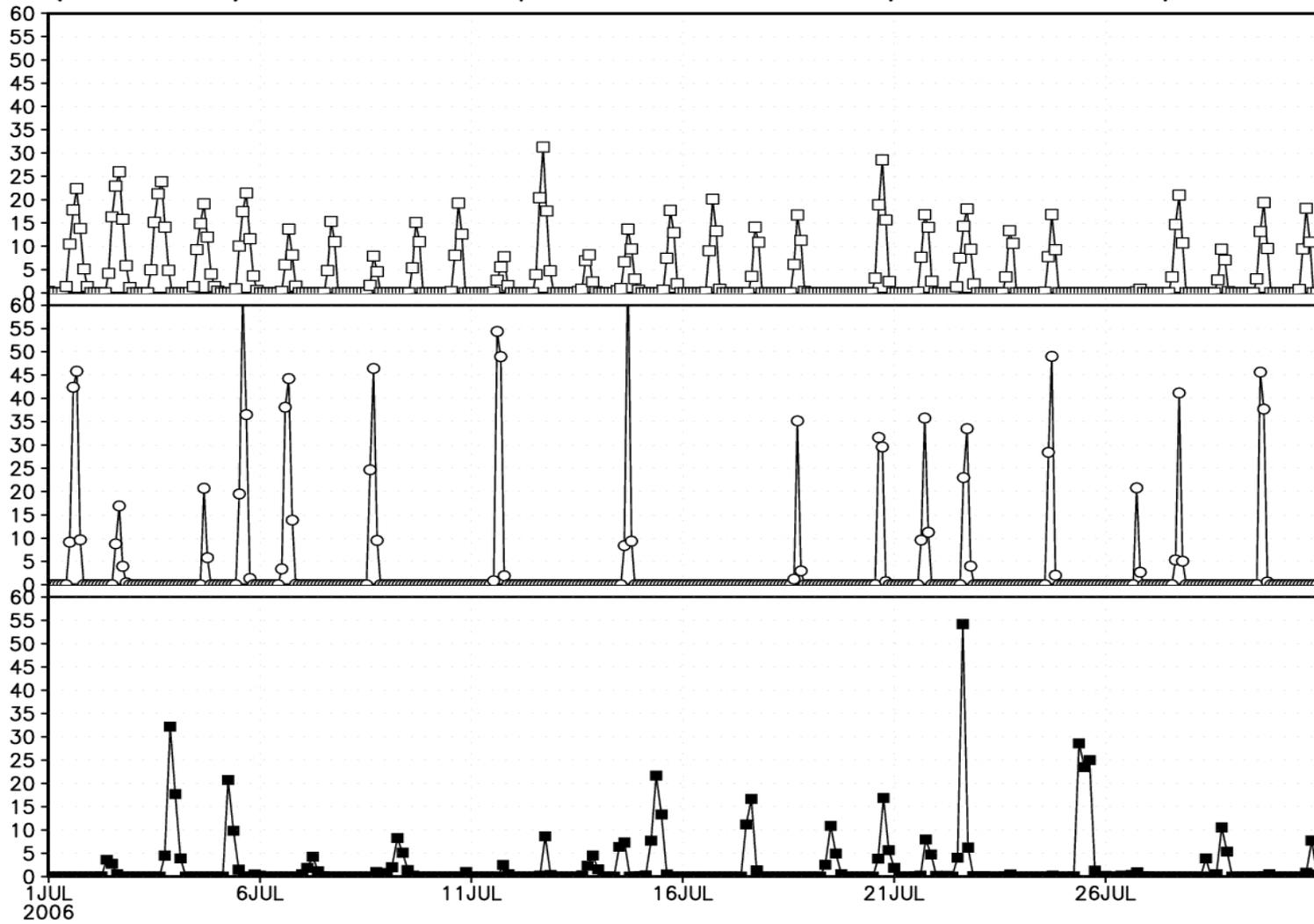
Cold pool occurrence; ocean; July; stoch on(W) and off(G)



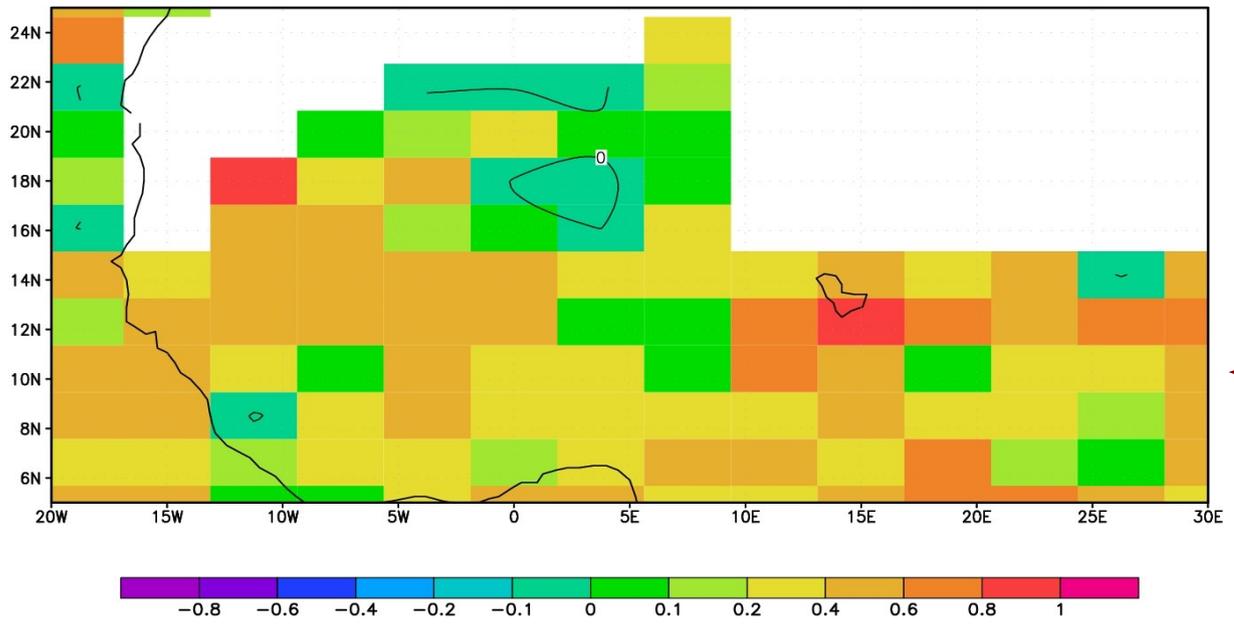
GrADS: COLA/IGES

Intermittence - 1

(0E,12N), Jul, Precip, Deterministic/Stochastic/TRMM



Correlation [prec(d),prec(d+1)]

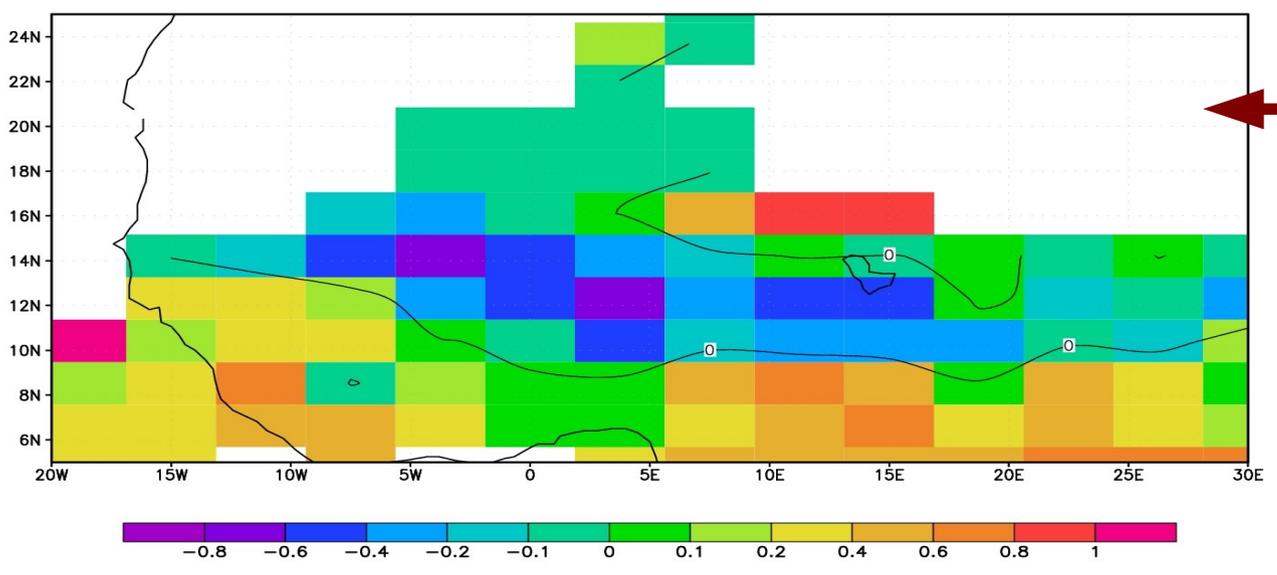


Intermittence - 2

Declenchement standard

GrADS: COLA/IGES

2014-12-04-23:44



Declenchement stochastique

GrADS: COLA/IGES

Récapitulation et perspectives

- Déclenchement stochastique fondé sur deux hypothèses : (1) pdf exponentielle de la section des cumulus à leur base ; (2) cumulus \rightarrow cumulo-nimbus pour section $>$ seuil ($\simeq 12 \text{ km}^2$).
- Le déclenchement stochastique permet de représenter l'intermittence et l'hétérogénéité spatiale de la convection profonde sur continent. \Rightarrow adaptation automatique aux résolutions allant de quelques centaines de km à 50 km environ.

Perspectives

- Etude de la sensibilité à la taille seuil s_t .
- Paramétrer : $s_t = f(z_{\text{freez}})$.
- Evolution de la fermeture convective : utiliser plus complètement la loi de probabilité du nombre de naissances de CuNimb dans la maille pendant le pas de temps.