

Les composantes stratiforme et convective de la précipitation de surface

Projet de recherche sur la précipitation qui comporte 3 étapes:

- ▶ Analyse des données pluviométriques
- ▶ Analyse des données de télédétection (Radar-satellites)
- ▶ Analyse des modèles

Applications potentielles:

- ▶ Compréhension et validation des modèles (Lang JAM 2003)
- ▶ Utilisation diagnostique de la précipitation (Houze BAMS 97)
- ▶ Télédétection de la structure verticale (Tao JMSJ 93)
- ▶ Développement de paramétrisations (Alexander JAS 98)
- ▶ Assimilation de données (Fillion MWR 2000)

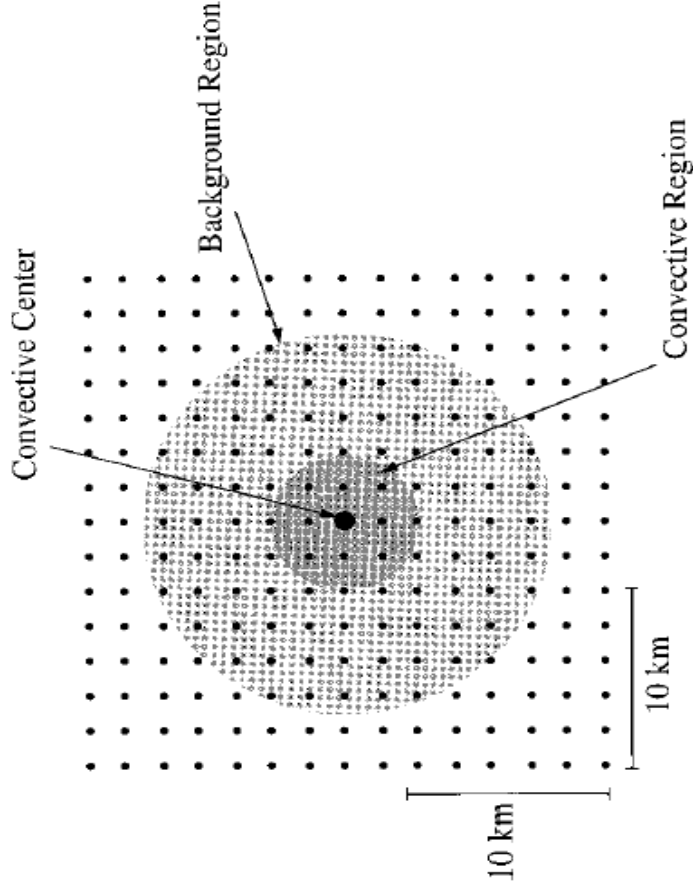
Originalité

Algorithmes de *texture* (Churchill & Houze JAS 84)

Utilise des données radar à fine échelle

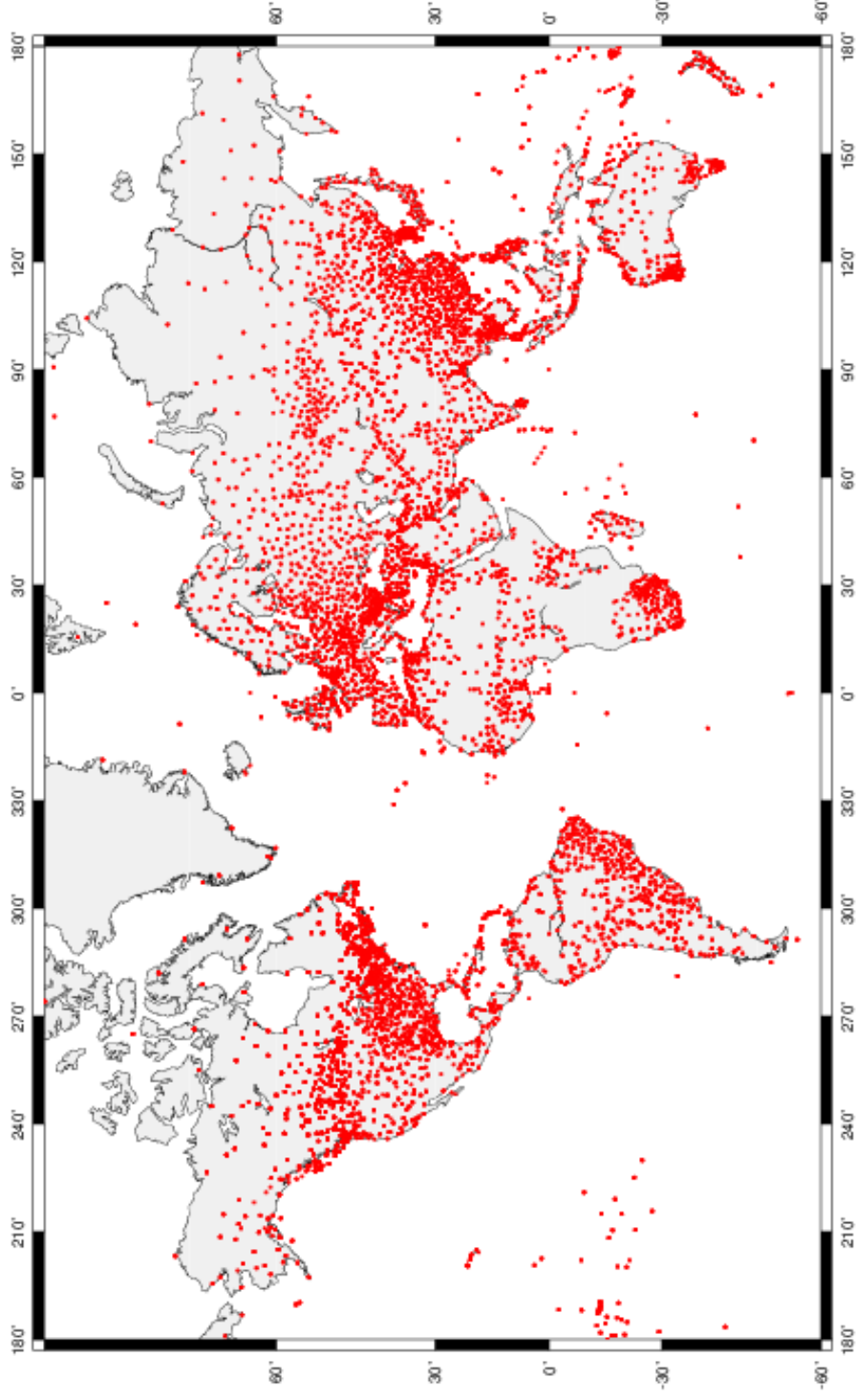
Tous les algorithmes de partition sont basés sur différentes variantes de cette méthodologie.

Par exemple, certains auteurs l'appliquent directement au taux de précipitation.



La technique suggérée ici est une approche statistique, basée sur une interprétation physique de la fonction de distribution des précipitations. A date, cette technique est unique.

Réseau de Pluviomètres (1^{er} jan 2001)



Environ 3500 gauges. Précipitation sur approximativement 15% du réseau

- $h(t)$ = hauteur precipitation (mm)
 - $\Delta t = 6 \text{ h}$
- Variable = $R(t) = h(t)/\Delta t$**

Variabes statistiques

Nombre de stations rapportant entre R et $R + dR$ $f(R) dR$

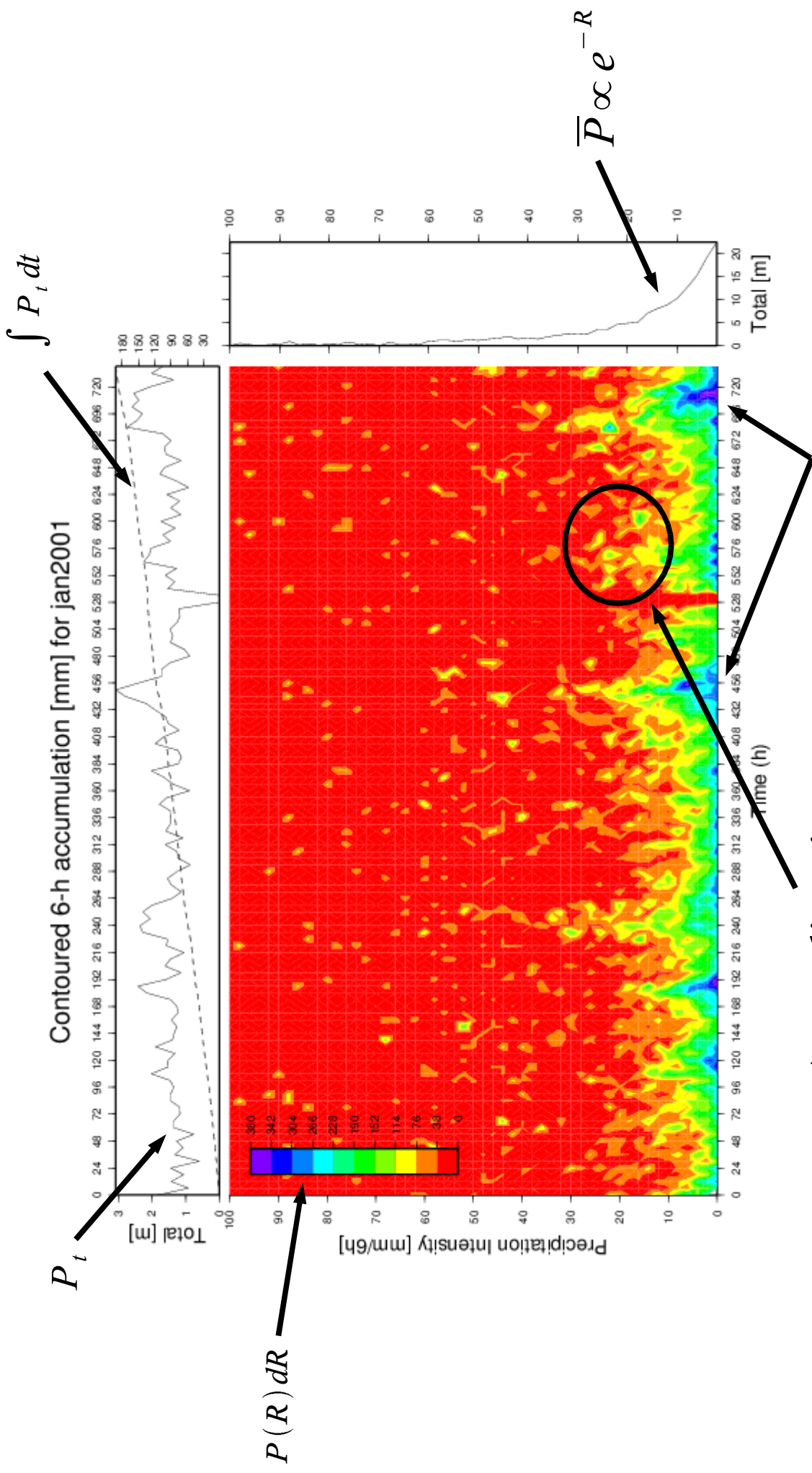
Distribution de la précipitation $P(R) dR = f(R) R dR$

Précipitation totale instantanée $P_t = \int_0^{\infty} P(R) dR$

Distribution moyennée dans le temps $\bar{P}(R) = \frac{1}{T} \int P(R) dt$

Ces variables ont été calculées à chaque 6 h pour 2001.

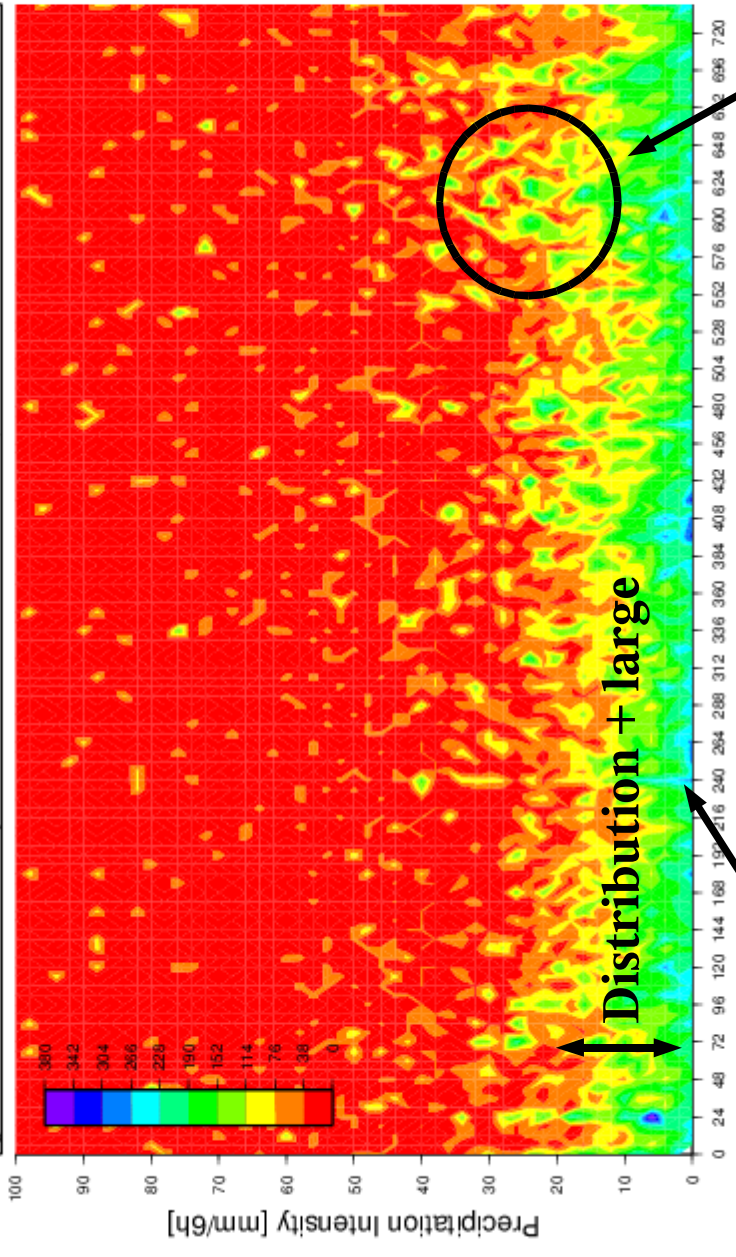
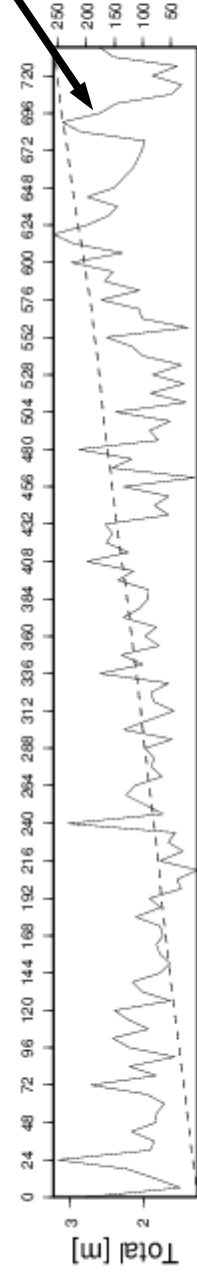
Distribution de la précipitation janvier 2001



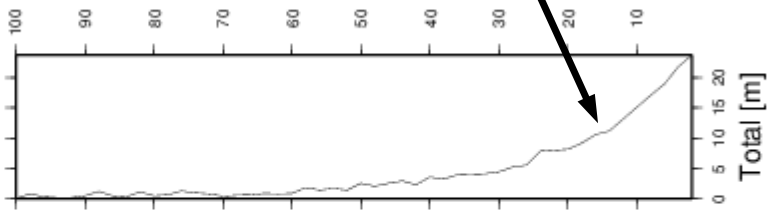
Distribution de la précipitation juillet 2001

Fréquence + élevée

Contoured 6-h accumulation [mm] for jul2001



Distribution + large



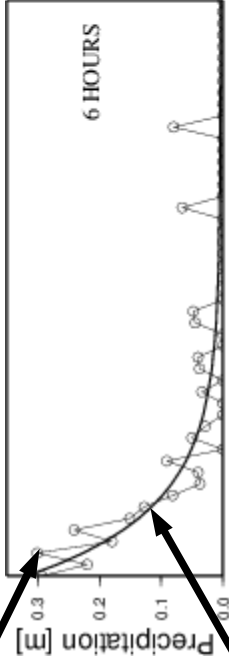
$$\bar{P} \propto e^{-R}$$

Variabilité + grande

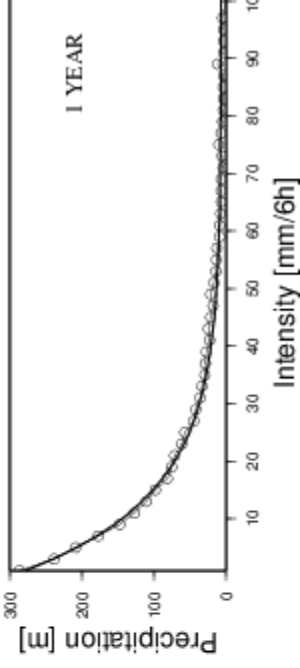
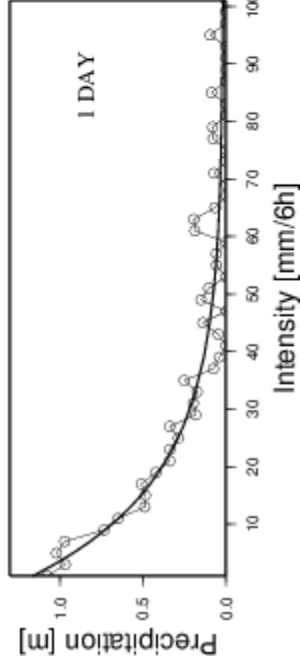
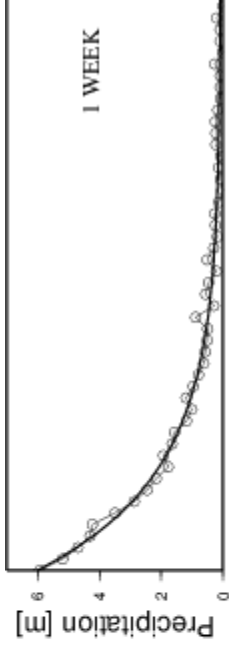
Stratiforme + faible

Moyennes temporelles de la distribution de la précipitation pour différents intervalles de temps

Distribution



Exponentielle de régression

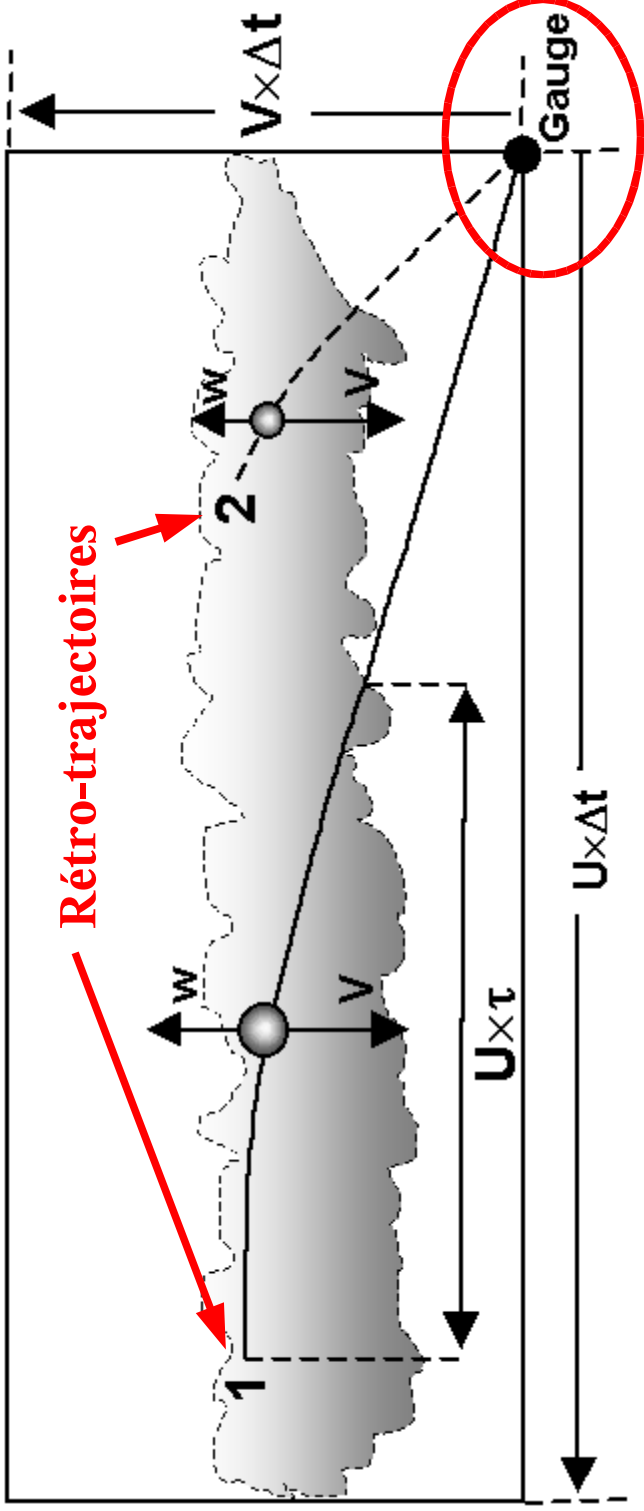


$P(R)$ se décompose toujours selon:

$$P(R) = A(t) e^{-b(t)R} + p'(t) \quad \lim_{T \rightarrow \infty} \overline{p'} = 0$$

J'ai l'intention de démontrer que cette structure est la signature des modes convectif et stratiforme.

Modèle (iconique) de la précipitation stratiforme



$$\tau(V - w) = \int_{z_0}^{z_b} \frac{dz}{V - w}$$

$$w < V$$

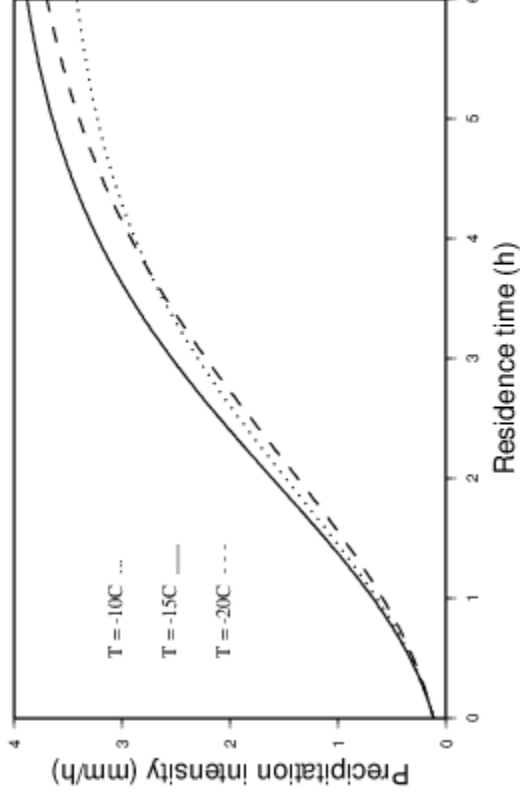
Temps de résidence

Les courbes de croissances des particules ainsi que le taux de précipitation à la base du nuage sont calculés à partir de:

$$\frac{dq_i}{dt} - \frac{dq_v}{dt} = D(q_v, q_i, T, p) \quad 0 \leq t \leq \tau$$

Processus de Bergeron-Findeisen

Taux de précipitation à la base du nuage



Peu sensible à T et p . Le choix de la distribution des particules affecte la forme de $R(\tau)$.

Simulation du processus d'échantillonnage

Les données du réseau de pluviomètres peuvent être considérées comme un échantillonnage probabilistique du champ de précipitation global.

Le mouvement continu des systèmes météorologiques par rapport au réseau constitue un échantillon valide.

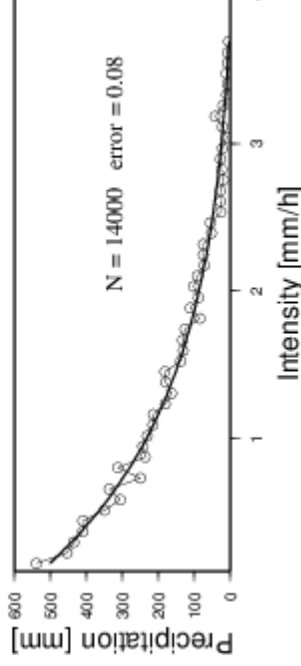
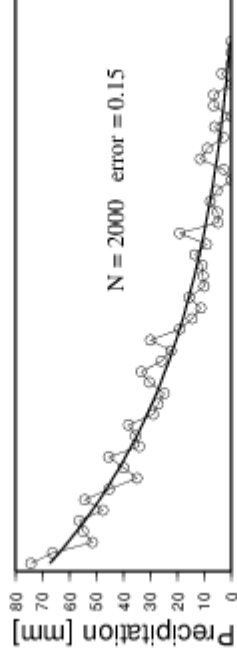
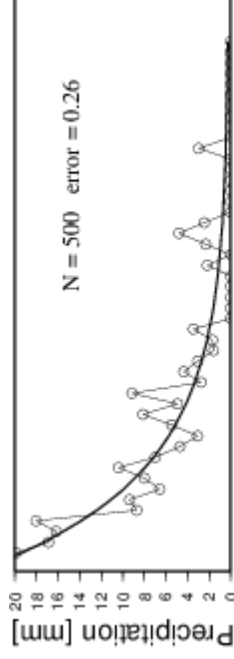
Un tel processus d'échantillonnage peut être simulé avec la technique de Monte Carlo si chaque membre de la population a une probabilité (q) connue d'être sélectionné.

De la discussion précédente il ressort que q doit être inversement proportionnel à τ . La forme générique suivante est plausible:

$$q(\tau) = \frac{\delta}{\tau_{max}} e^{-\tau/\delta}$$

Cette probabilité couplée avec le modèle précédent constitue un ensemble de règles qui définissent une simulation Monte Carlo.

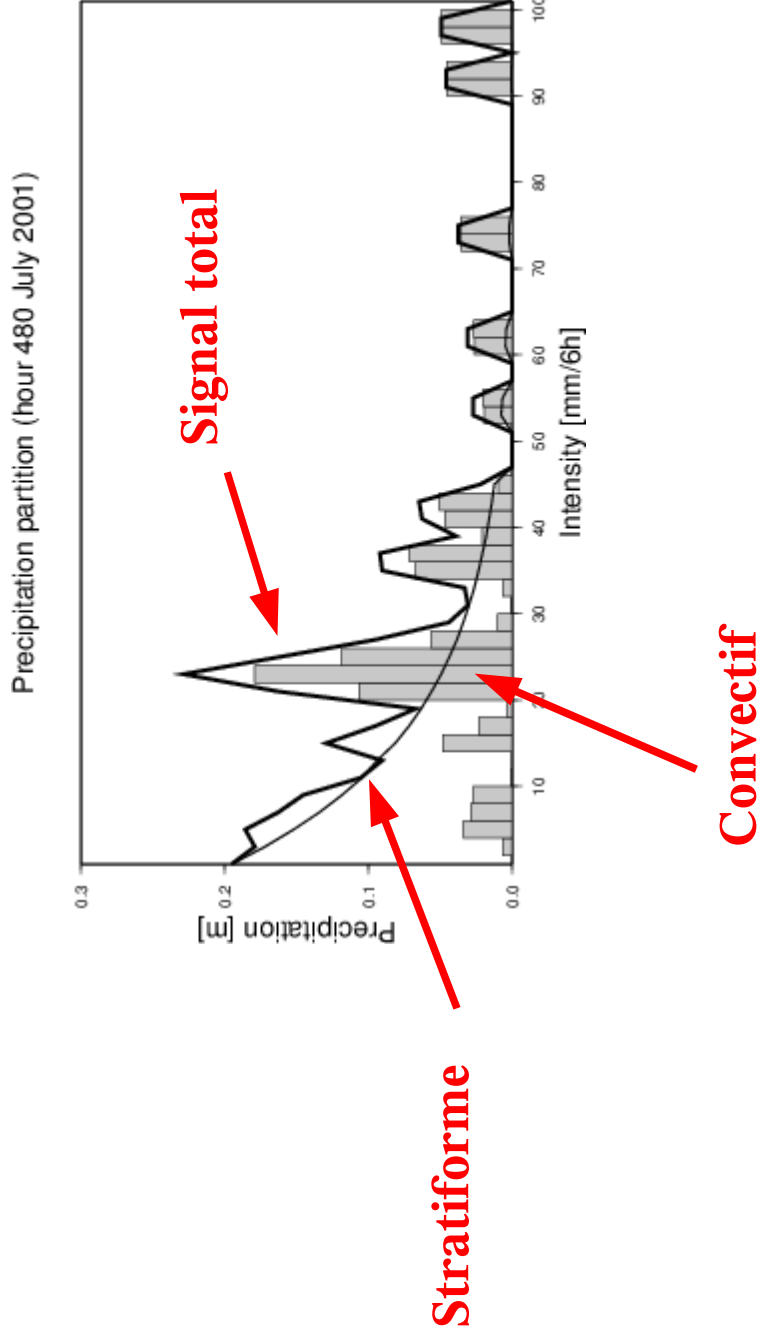
Simulations de la distribution de la précipitation $P(R)$ pour différentes tailles d'échantillonnage



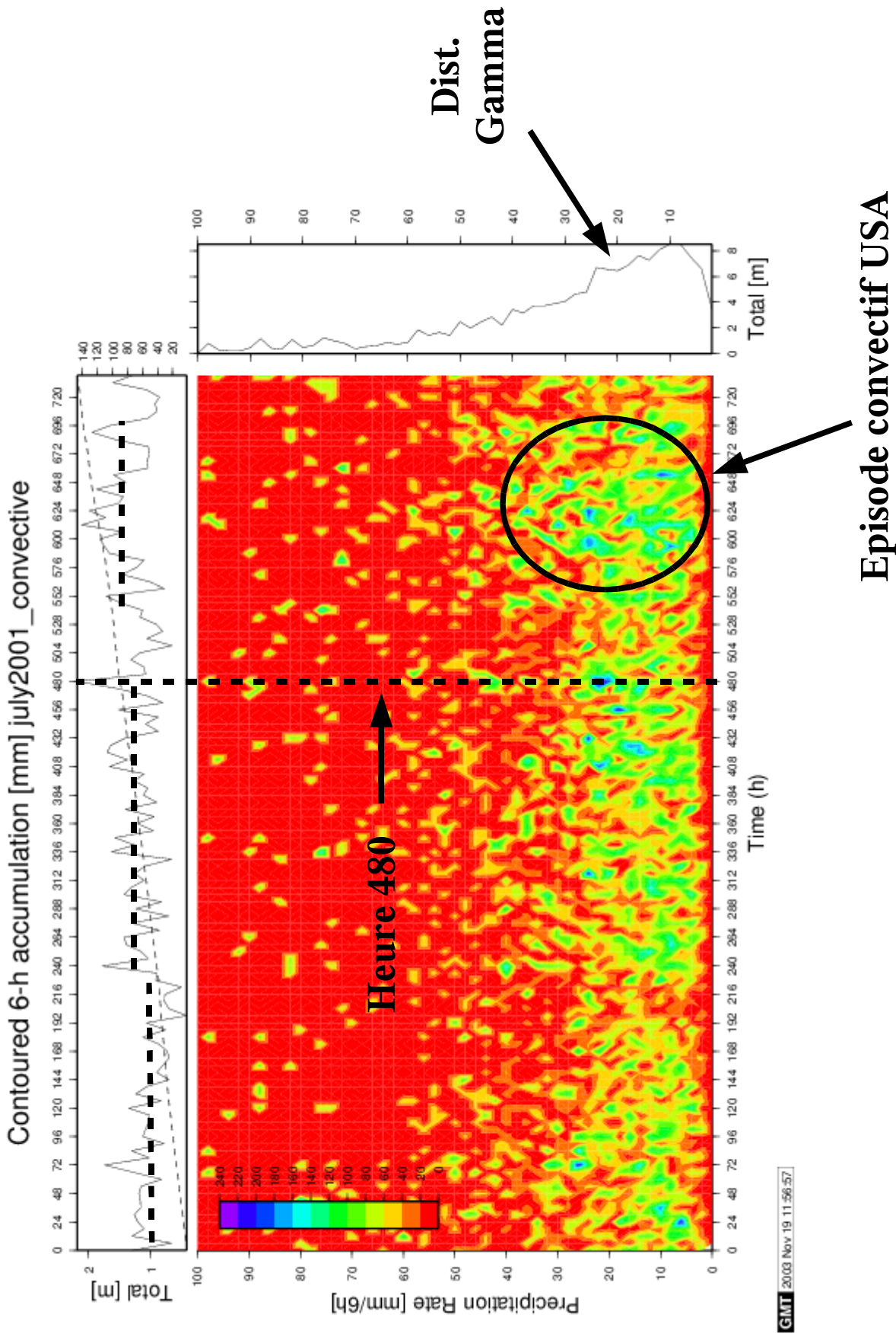
- Il y a une similitude évidente entre les observations et les simulations
- Ceci suggère que l'on peut associer la composante exponentielle de la distribution aux précipitations stratiformes. Il reste toutefois à définir cette fonction.
- Il y a une portion de l'anomalie qui est d'origine purement statistique

Ces résultats ne sont pas la conséquence d'un choix judicieux de paramètres arbitraires. Il est très facile de trouver d'autres configurations qui mènent aux mêmes conclusions. Evidemment, une sélection irréaliste mènera à des résultats irréalistes.

Partition de la distribution de précipitation pour l'heure 480, juillet 2001

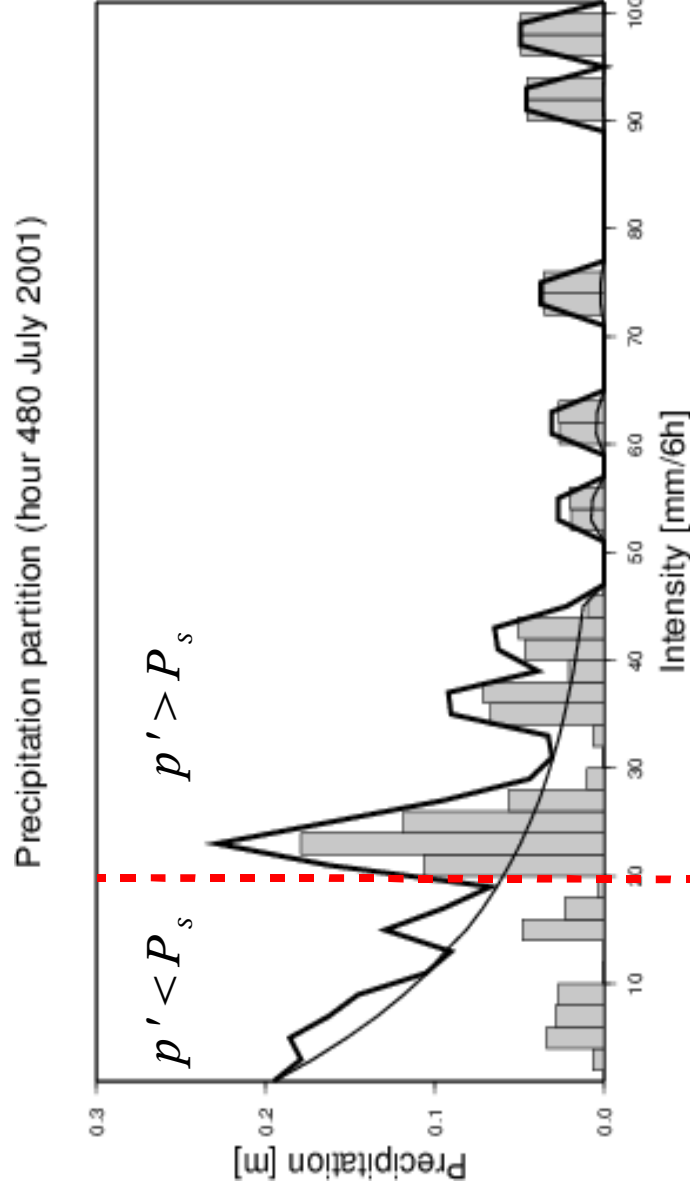


Précipitation convective juillet 2001



Modes convectif et stratiforme

heure 480 juillet 2001



Mode stratiforme

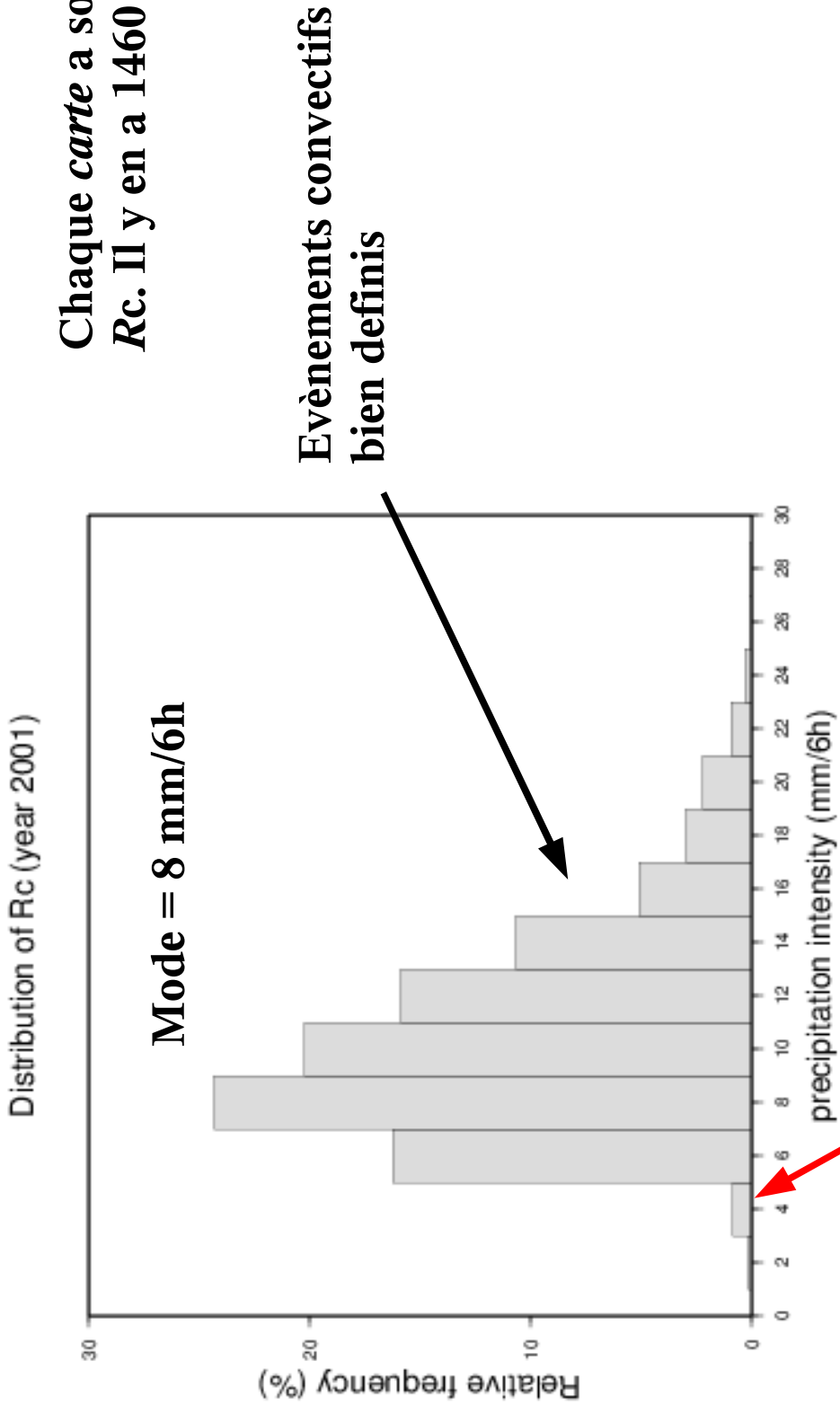
Mode convectif

$$R = R_c$$

Objectif: classifier un événement spécifique en convectif/stratiforme

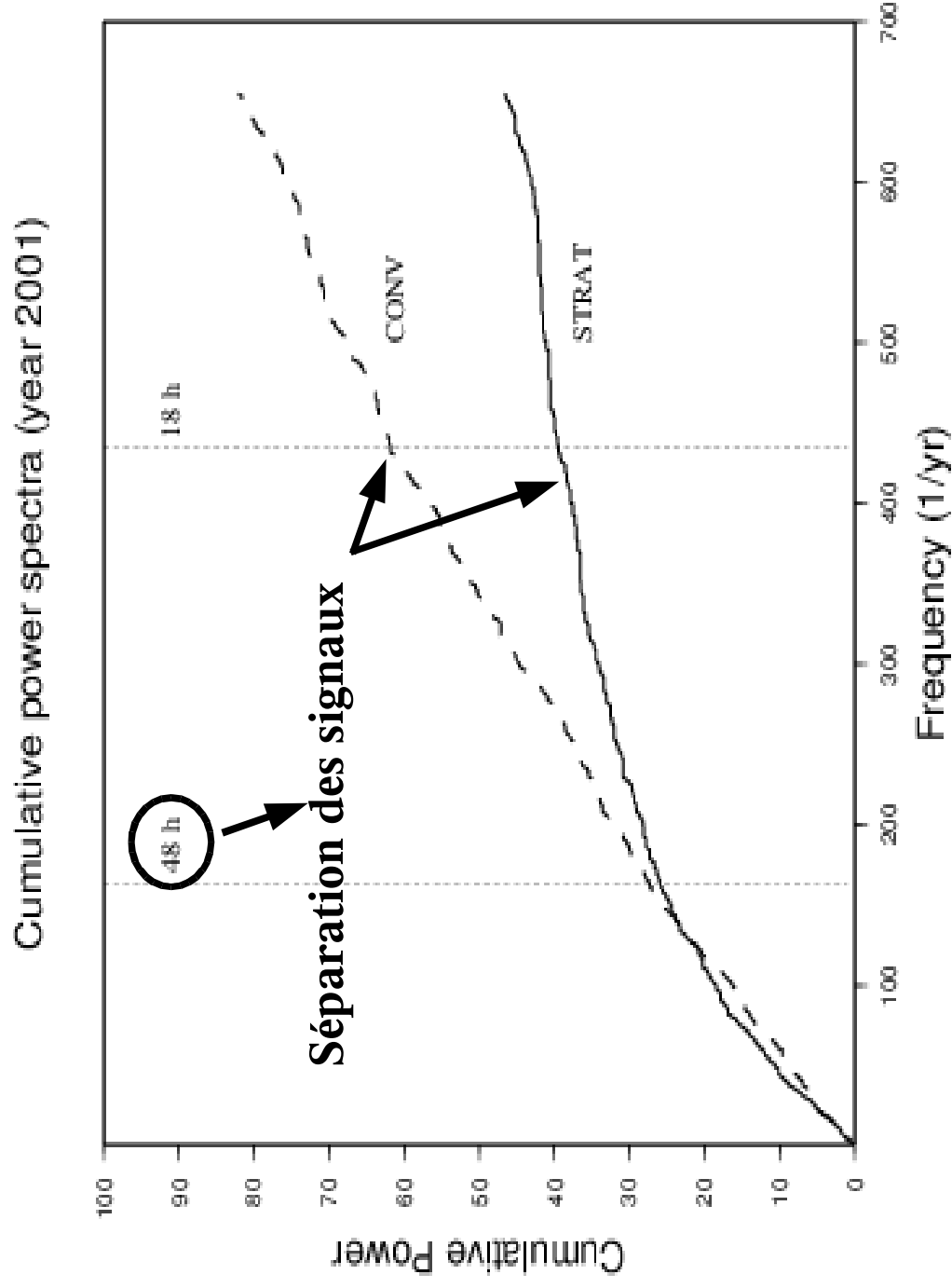
Distribution de R_c pour 2001.

Chaque *carte* a son propre R_c . Il y en a 1460 dans 1 an.

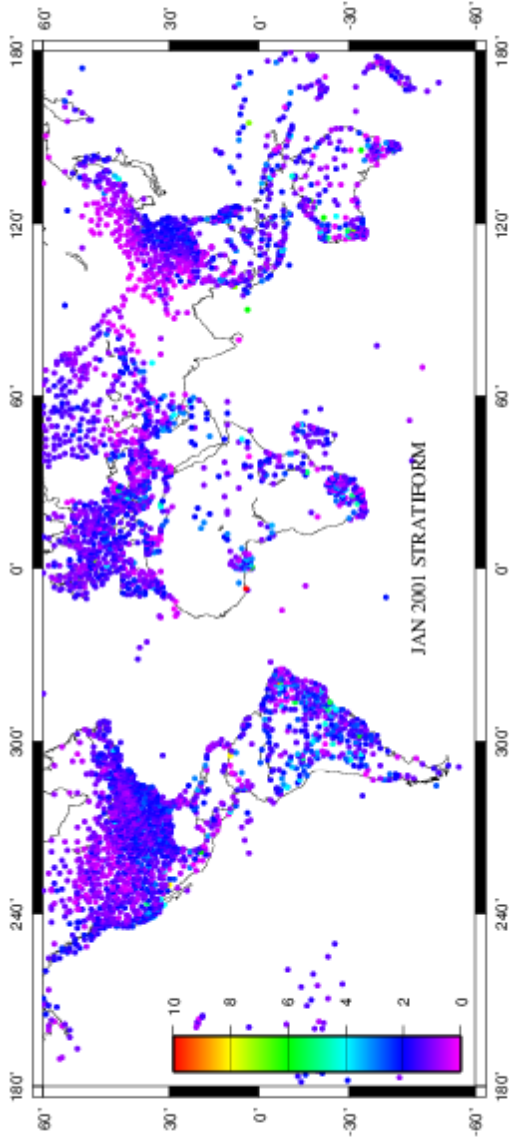


Situations problématiques. Il y a probablement des *trous* au début de la distribution qui rendent l'exponentielle irréaliste.

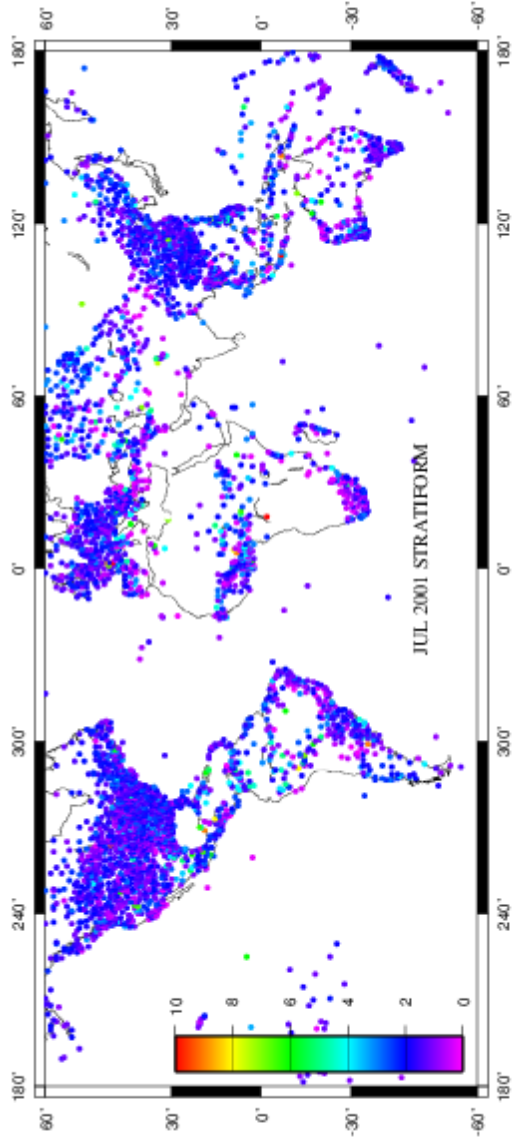
Analyse de Fourier – Spectre de puissance cumulatif



Precipitation stratiforme (moyennes mensuelles)

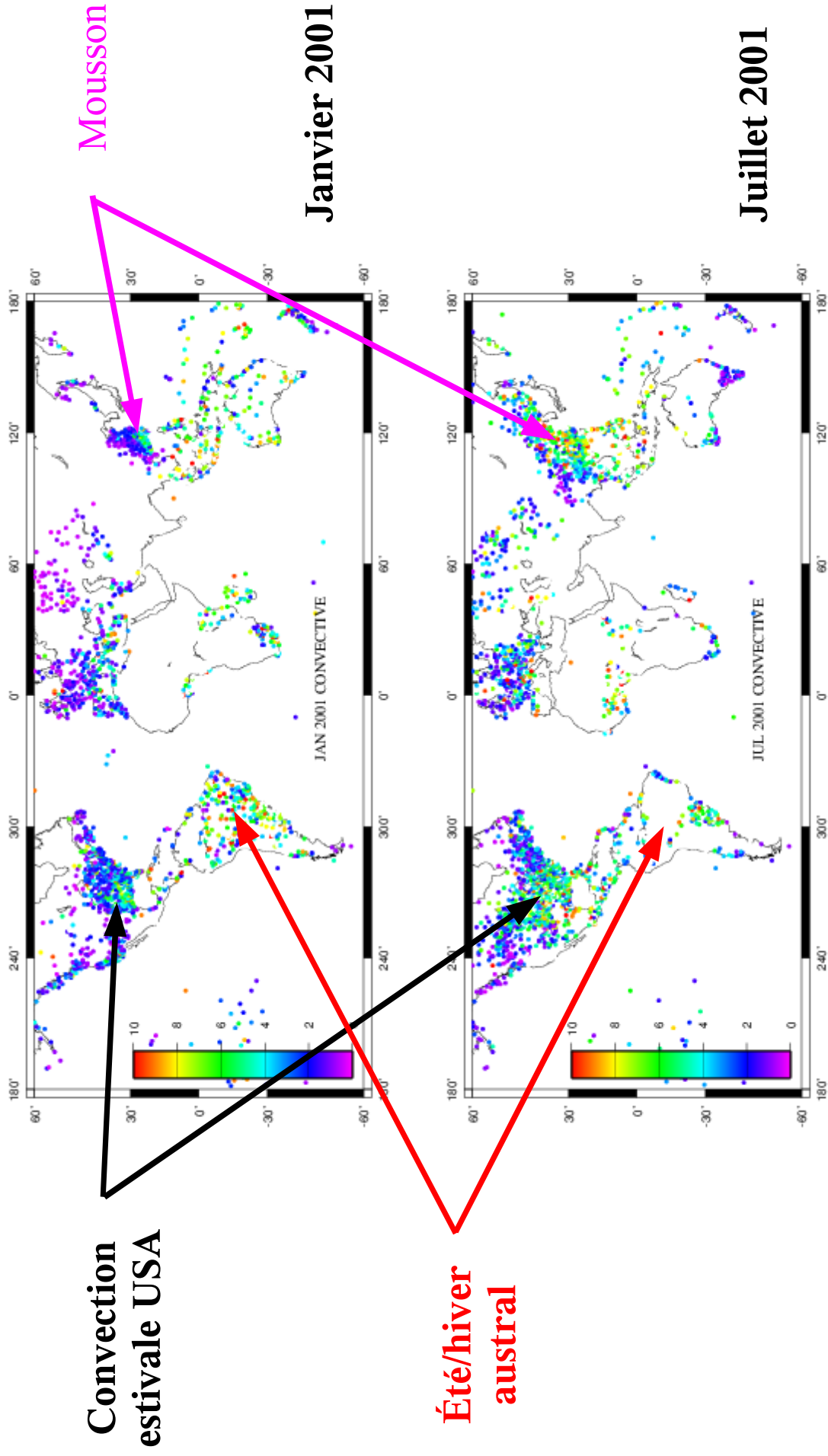


Janvier 2001

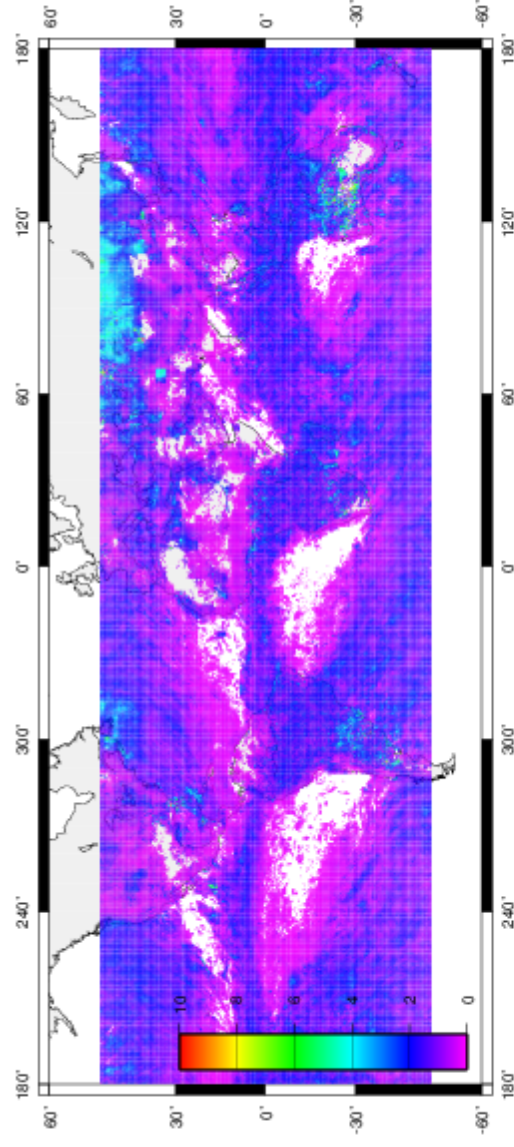


Juillet 2001

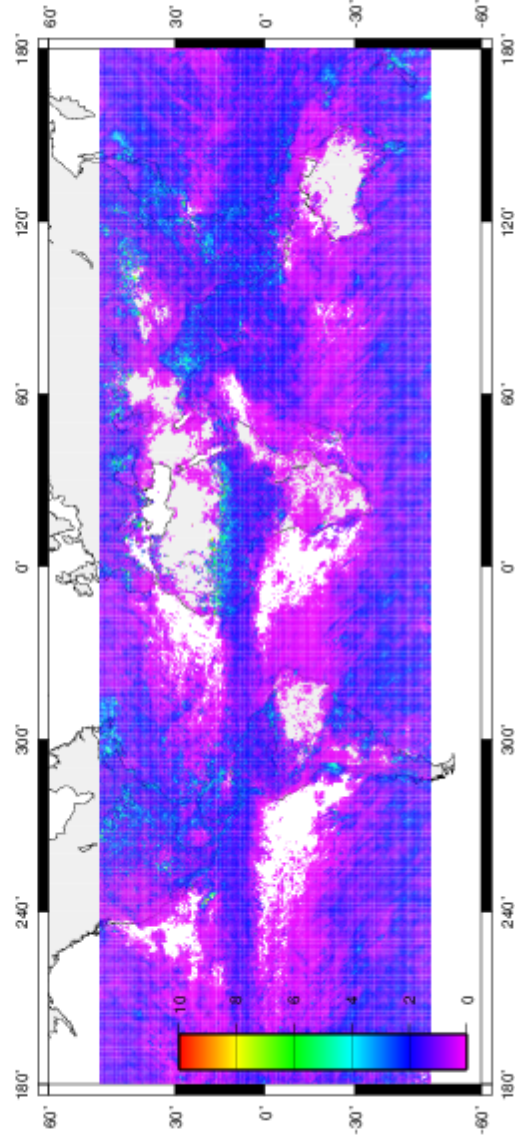
Précipitation convective (moyennes mensuelles)



Merged TRMM precip retrieval (SSM/I + TMI + IR) 3h $\frac{1}{4}$ deg
http://precip.gsfc.nasa.gov/rain_pages/3hrly.html

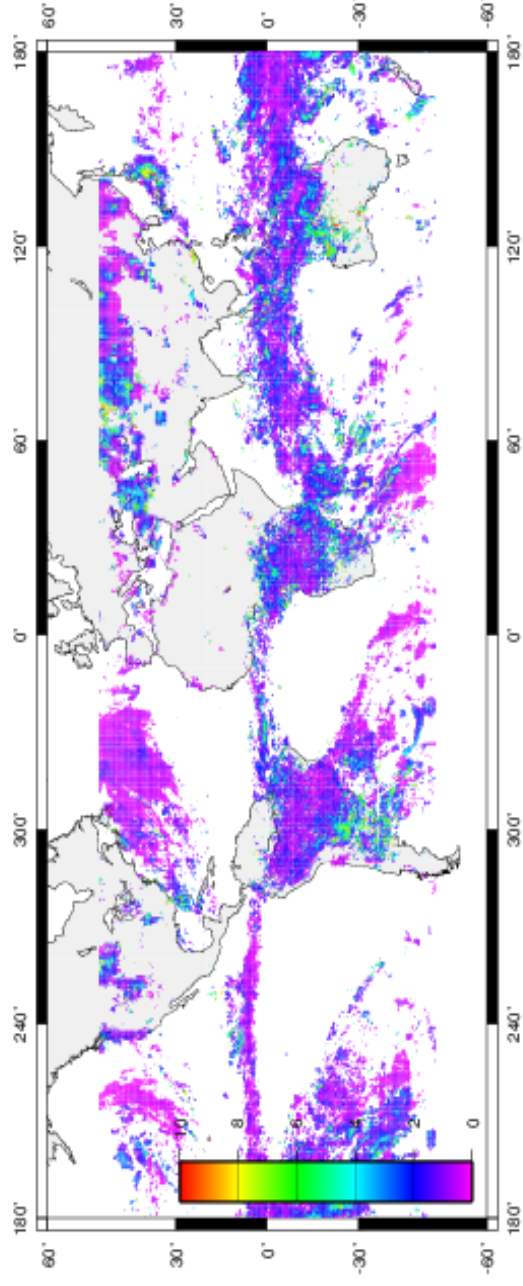


Janvier 2003 stratiforme

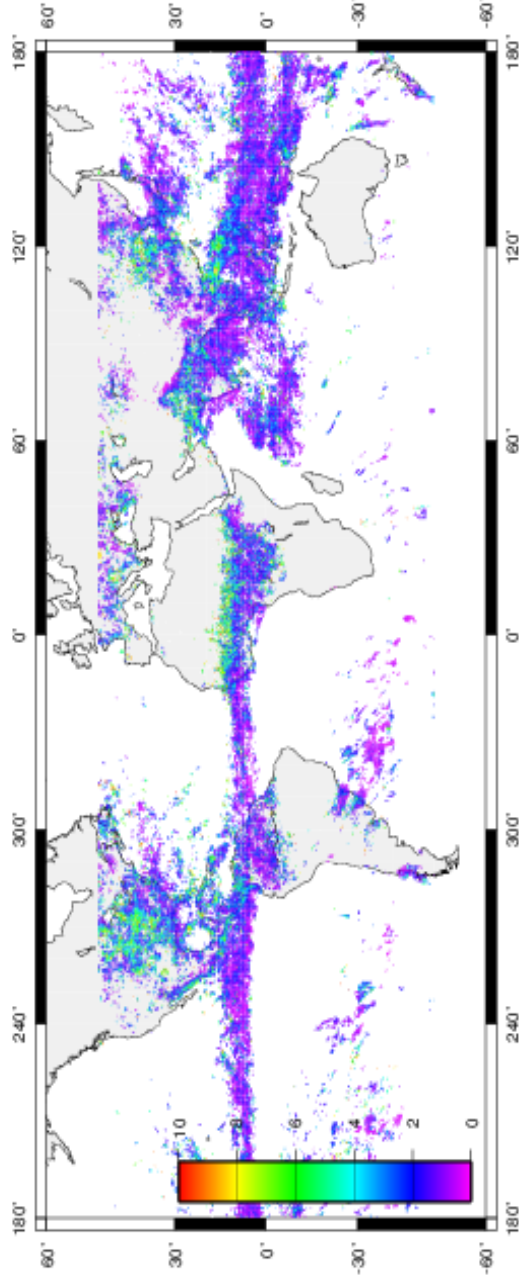


Juillet 2003 stratiforme

Merged TRMM precip retrieval (SSM/I + TMI + IR) 3h $\frac{1}{4}$ deg
http://precip.gsfc.nasa.gov/rain_pages/3hrly.html



Janvier 2003 convectif



Juillet 2003 convectif