

**Séminaire: Lames d'eau radar et applications hydrologiques, avancées et perspectives. Cemagref Antony. 23 juin 2009.**

# **Variabilité multi-échelle des précipitations**



**Claire Boussard,**

Daniel Schertzer, Ioulia Tchiguirinskaia, Auguste Gires

## **Extrême variabilité des précipitations sur une large gamme d'échelle (Projet MHYM)**

→ Contribution au développement d'une méthodologie d'analyse à travers les échelles et non pas à une échelle donnée

## **Quantifier l'évolution des précipitations à des échelles pertinentes pour l'hydrologie dans le contexte du changement climatique (Projet GARP-3C)**

→ Validation des descentes d'échelle multifractale par Méso-NH

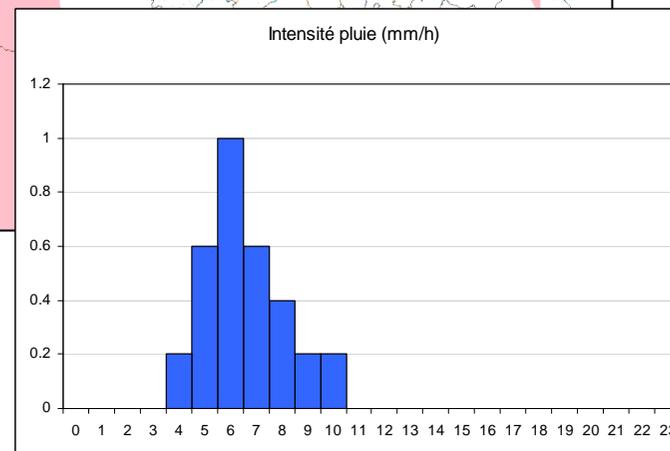
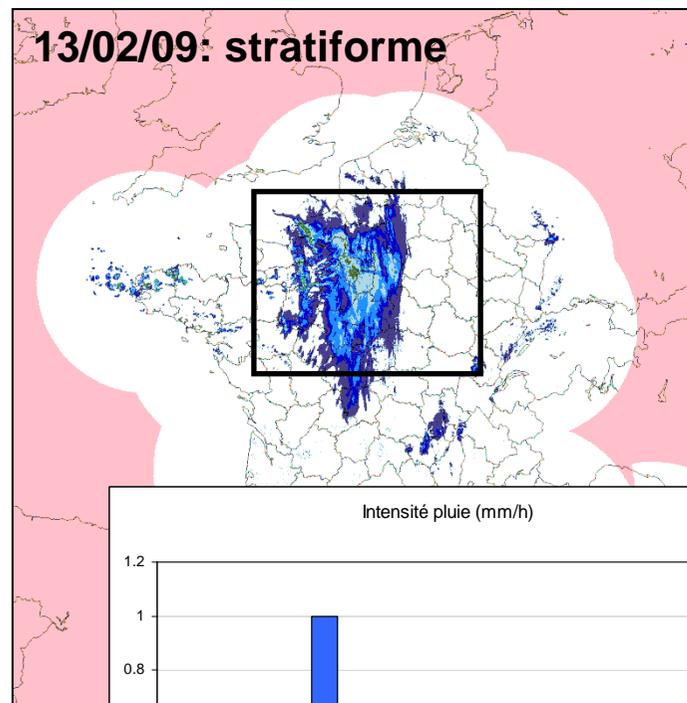
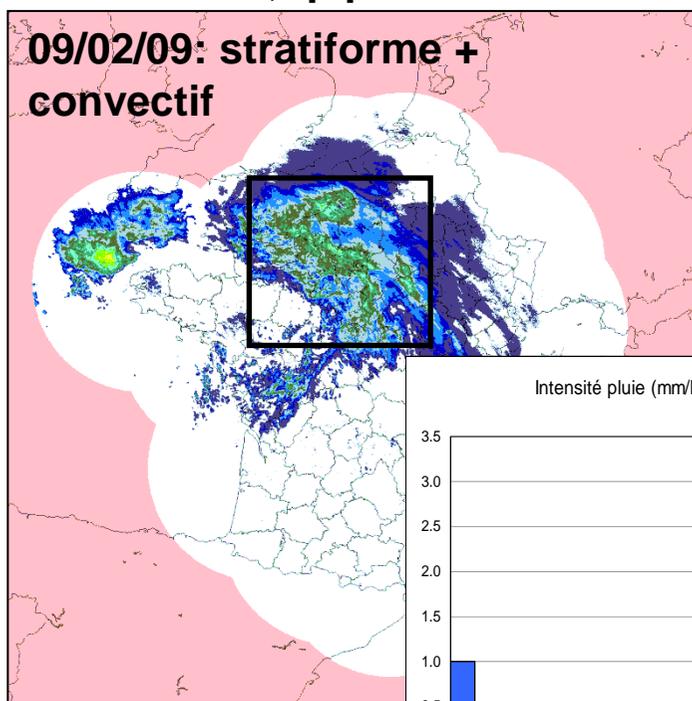
## **A l'intersection de 3 modes d'évaluation / représentation des précipitations :**

- données radar
- modèles déterministes de météorologie
- modèles stochastiques de précipitation

## Cas d'étude :

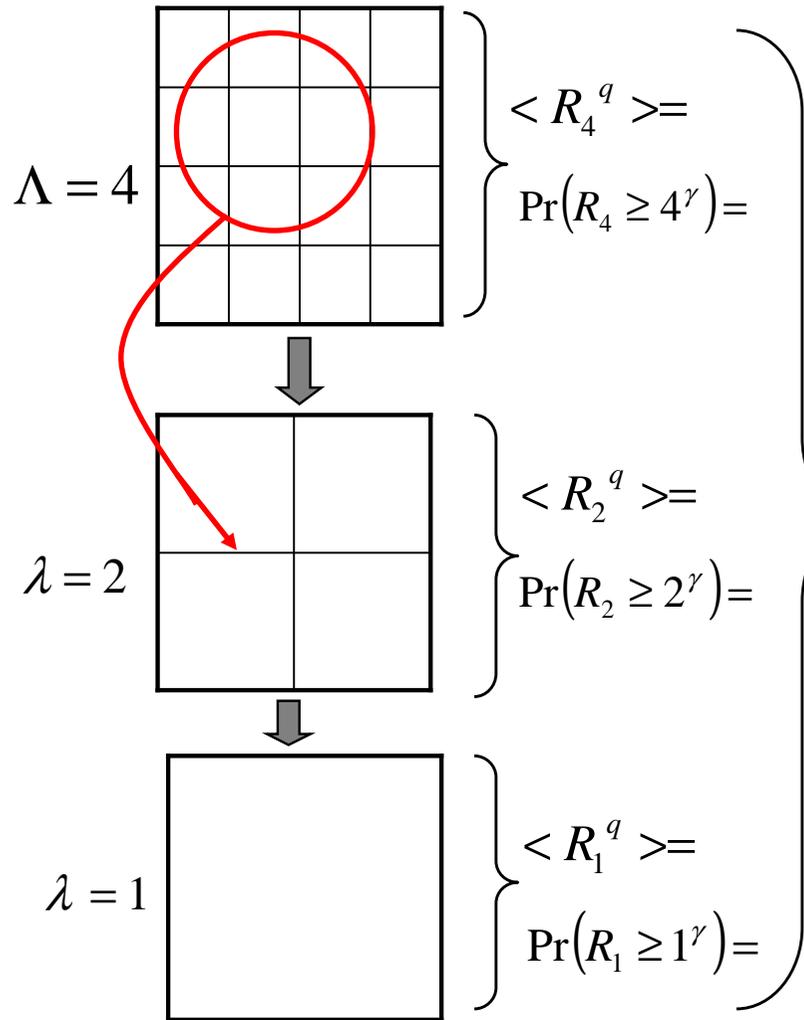
### Données Radar (*Météo France*)

- Résolution : 1 km\*1km\* 5 min
- Zone étudiée : 512\*512 pixels, centrée sur **Ile de France**
- 3 évènements 09/02/09, 13/02/09 et 11/01/08, qlq heures



## Principe général de l'analyse multifractale :

Étude des propriétés statistiques à différentes échelles de  $R_\lambda$ , le taux de pluie



Si multifractal, lois d'échelles :

$$\langle R_\lambda^q \rangle \approx \lambda^{K(q)}$$

$$\Pr(R_\lambda \geq \lambda^\gamma) \approx \lambda^{-c(\gamma)}$$

$$\text{Résolution} = \lambda = \frac{L}{l} = \frac{\text{échelle\_ext}}{\text{échelle\_maille}}$$

Processus de dégradation

## Quantifier la variabilité à travers les échelles

$$\langle R_\lambda^q \rangle \approx \lambda^{K(q)}$$

Dans le cadre des multifractals universels :

$$K(q) = \begin{cases} \frac{C_1}{\alpha-1} (q^\alpha - q) + Hq & \alpha \neq 1 \\ C_1 q \ln q + Hq & \alpha = 1 \end{cases}$$

Trois paramètres seulement (basés sur le comportement du champ moyen)

- H: degré de non conservation ( $K(1)=H$ )
- $C_1$ : intermittence moyenne ( $K'(1)=C_1+H$ , mesure le degré de concentration du champ moyen ,  $C_1=0$  pour un champ homogène)
- $\alpha$  : indice de multifractalité ( $K''(1)=\alpha.C_1$ )

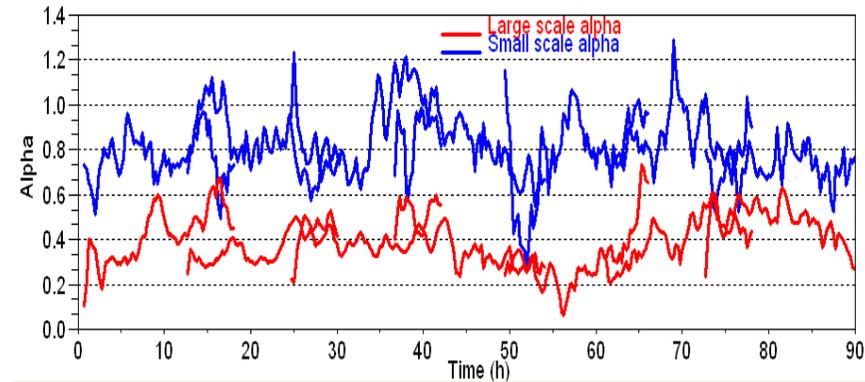
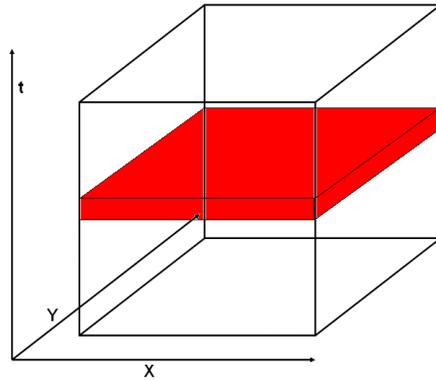
Conséquences immédiates sur les extrêmes

- $\alpha$  et  $C_1$  grands  $\rightarrow$  extrêmes forts
- $\alpha$  et  $C_1$  petits  $\rightarrow$  extrêmes faibles

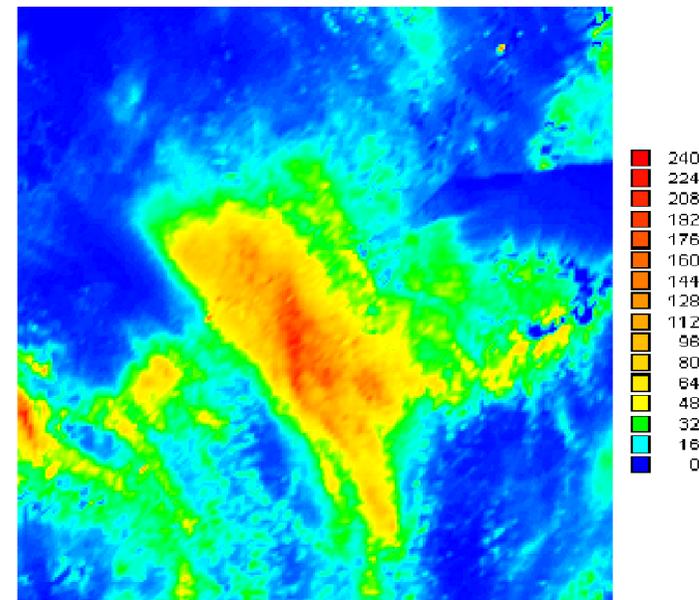
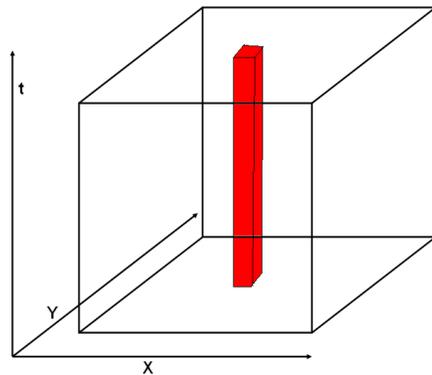
Détermination des trois exposants à l'aide de la méthode du Double Moment Trace (DTM) (Lavallée, D. ,1991)

# Données spatio-temporelles

Chaque pas de temps : analyse spatiale



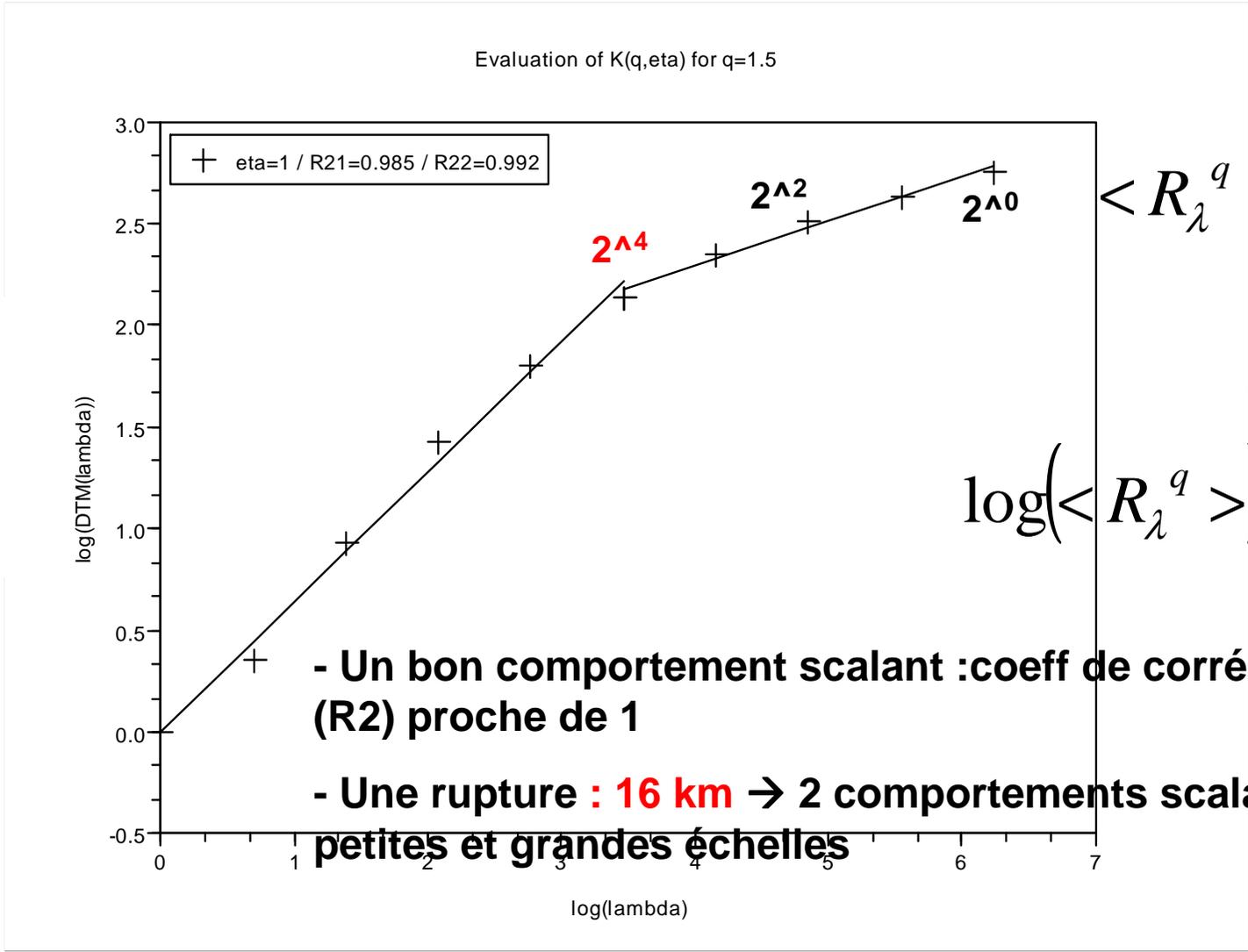
Chaque pixel : analyse temporelle



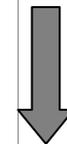


# Analyse spatiale : une rupture de comportement scalant

Illustration de la définition de la fonction d'échelle des moments, pour  $q=1.5$

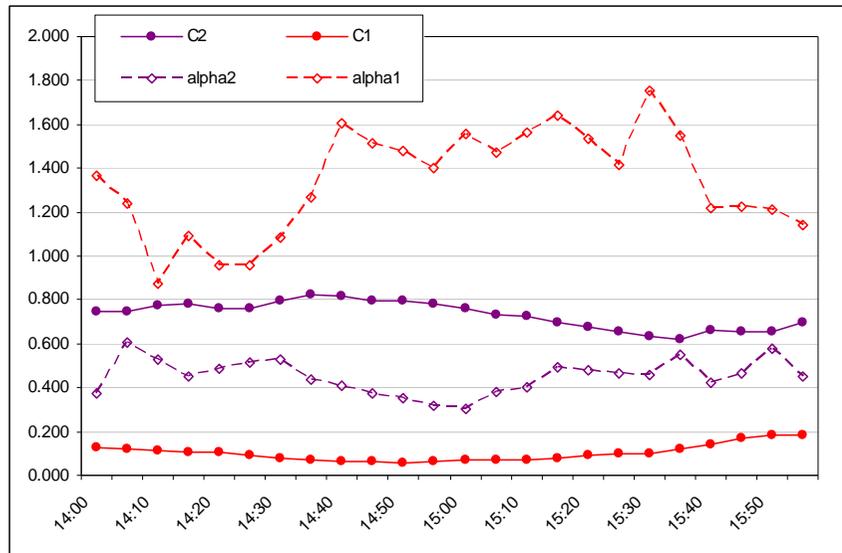


$$\langle R_\lambda^q \rangle \approx \lambda^{K(q)}$$

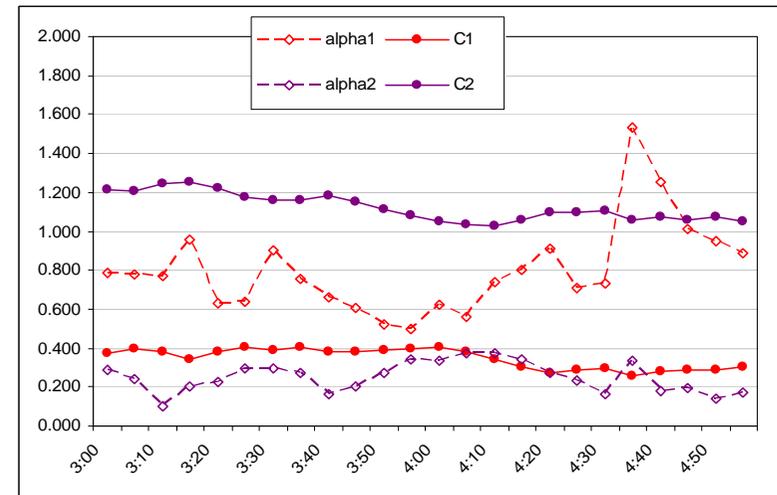


$$\log(\langle R_\lambda^q \rangle) \propto K(q) \log(\lambda)$$

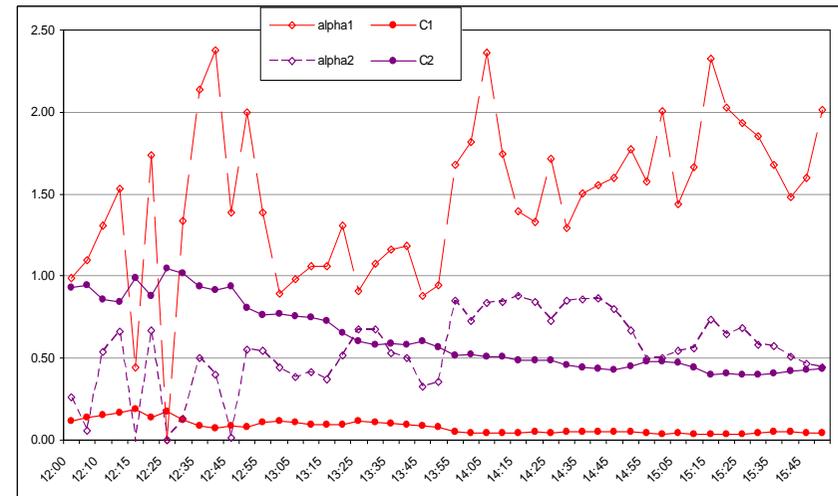
# Évolution temporelle de $\alpha$ et $C_1$



11/01/2008



13/02/2009



09/02/2009

— -small scales  
 — -large scales

## Analyse spatiale : valeurs moyennes alpha et C1

	Small scales		Large scales	
	alpha1	C1	alpha2	C2
11/01/2008 (mélange)	1.338	0.101	0.450	0.731
09/02/2009 (mélange)	1.470	0.080	0.542	0.624
13/02/2009 (stratiforme)	0.801	0.346	0.250	1.123
09/05/2005 (événement de type Cévenol*)	0.870	0.280	0.440	0.900

\*source: rapport PFE A.Gires

# Conclusions

- Etude préliminaire sur:
  - relation exposants multifractales/situation météorologique,
  - 2 situations « mélange », 1 « stratiforme ».

## **Premiers résultats:**

rupture de lois d'échelle vers 20 km pour accumulations 5 min.  
problème de relation espace-temps?  
fluctuations fortes sur alpha, moindres sur C1;  
 $\alpha_1(\text{strat.}) < \alpha_1(\text{conv.})$ ;  $C1(\text{strat.}) > C1(\text{conv.})$ ;  
mais contradiction avec épisode Cévenol!

## **Questions à approfondir:**

explorer les données en espace-temps  
exposants statistiques: signification des fluctuations?  
estimer ces fluctuations sur des simulations numériques (en cours)