

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 :

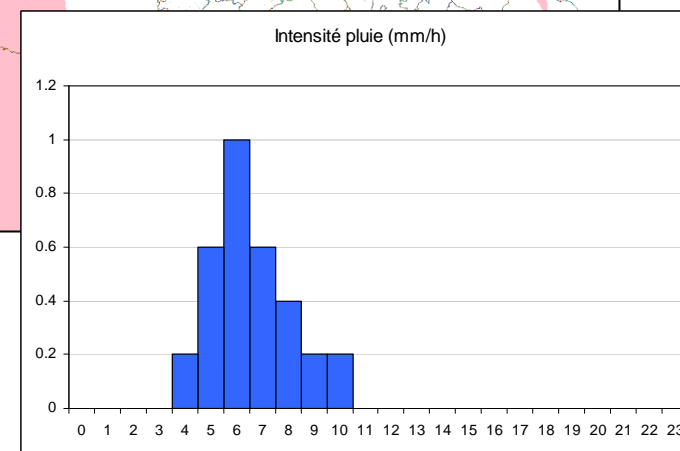
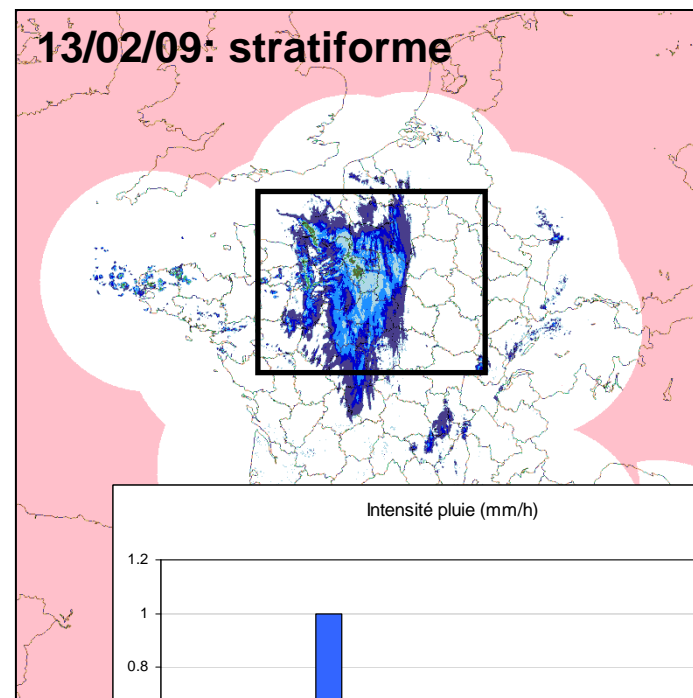
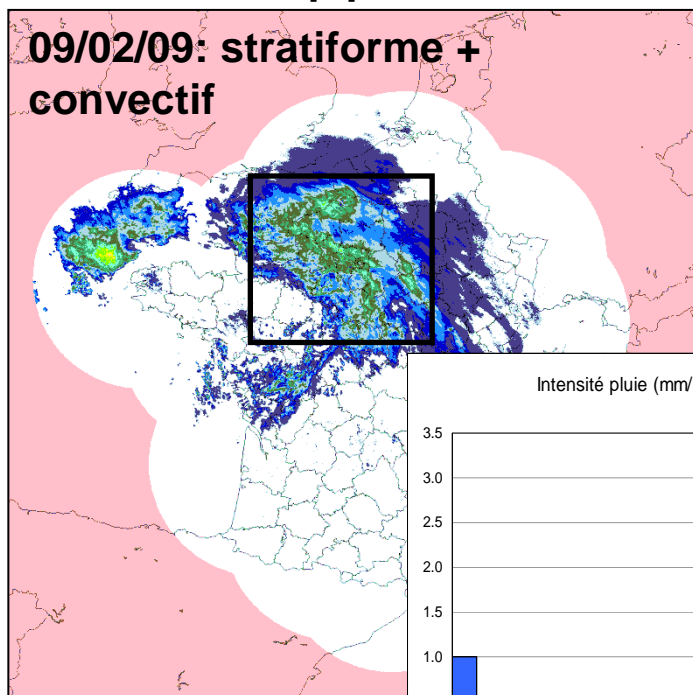
- données radar
- modèles déterministes de météorologie
- modèles stochastiques de précipitation



Cas d'étude :

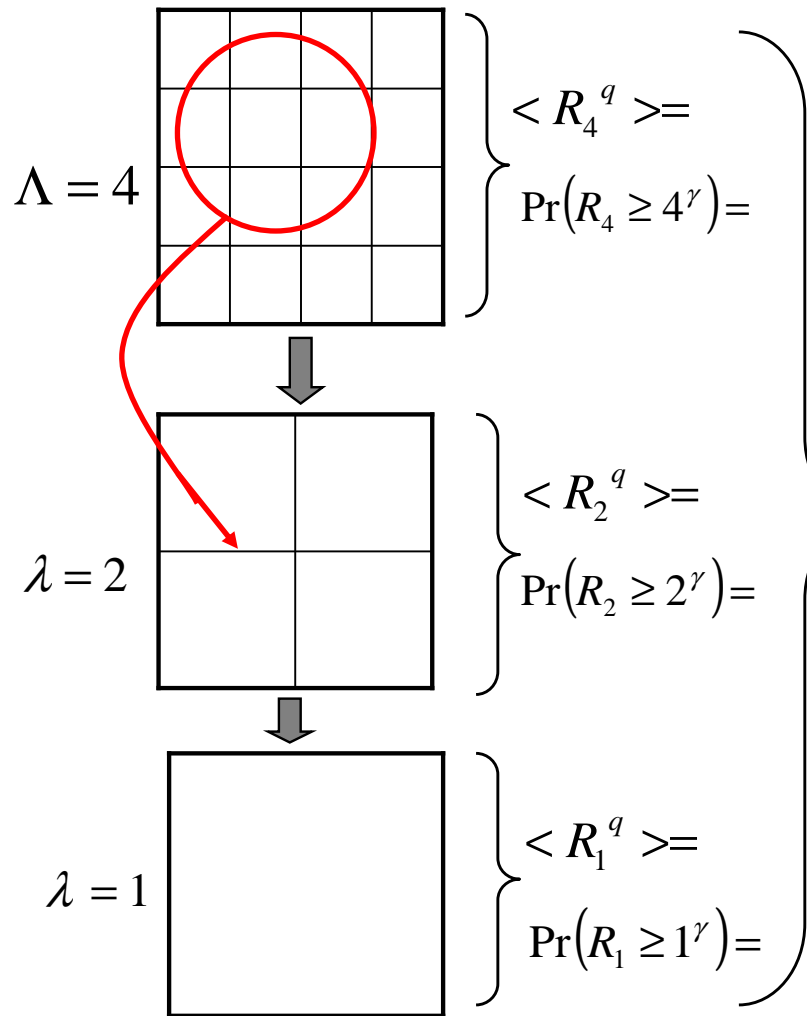
Données Radar (*Météo France*)

- 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_λ , 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)
- α : indice de multifractalité ($K''(1)=\alpha.C_1$)

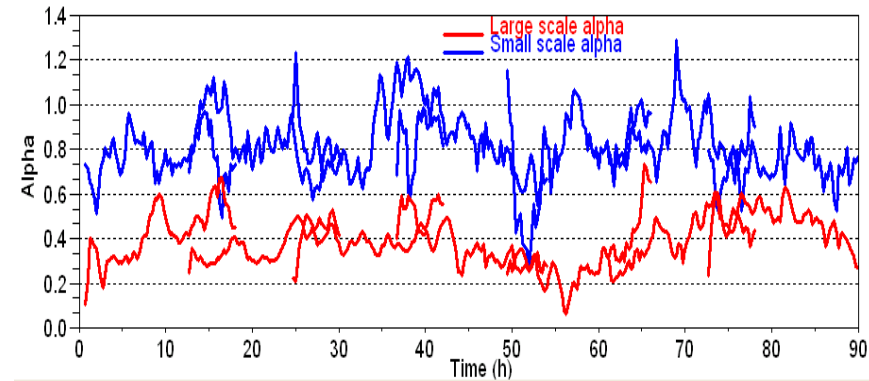
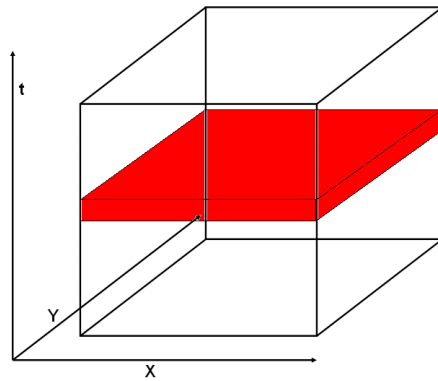
Conséquences immédiates sur les extrêmes

- α et C_1 grands \rightarrow extrêmes forts
- α et C_1 petits \rightarrow extrêmes faibles

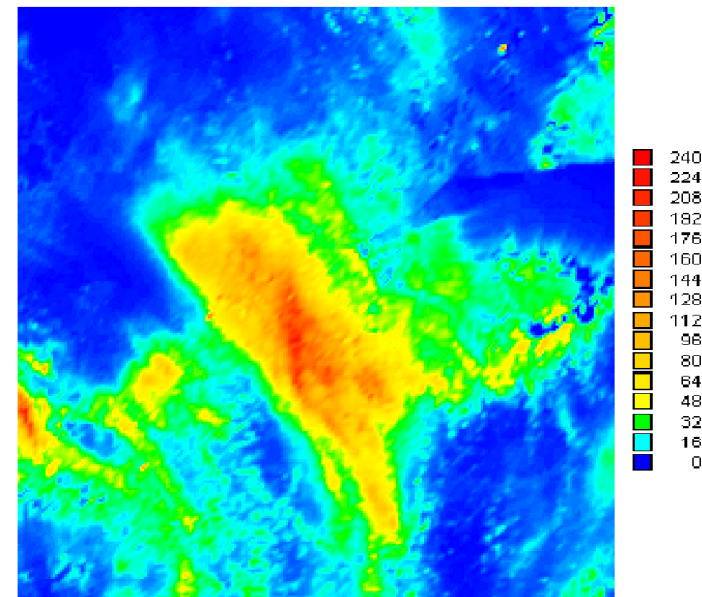
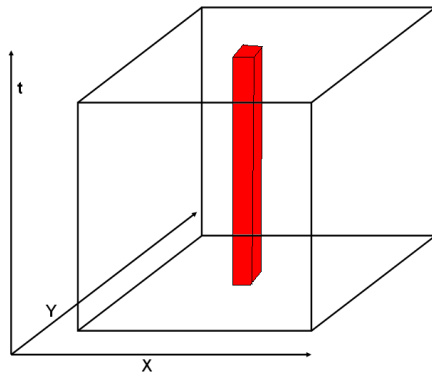
Détermination des trois exposants à l'aide de la méthode du Double Moment Trace (DTM) (Lavallée, D. ,1991)

Données spatio-temporelles

Chaque pas de temps : analyse spatiale



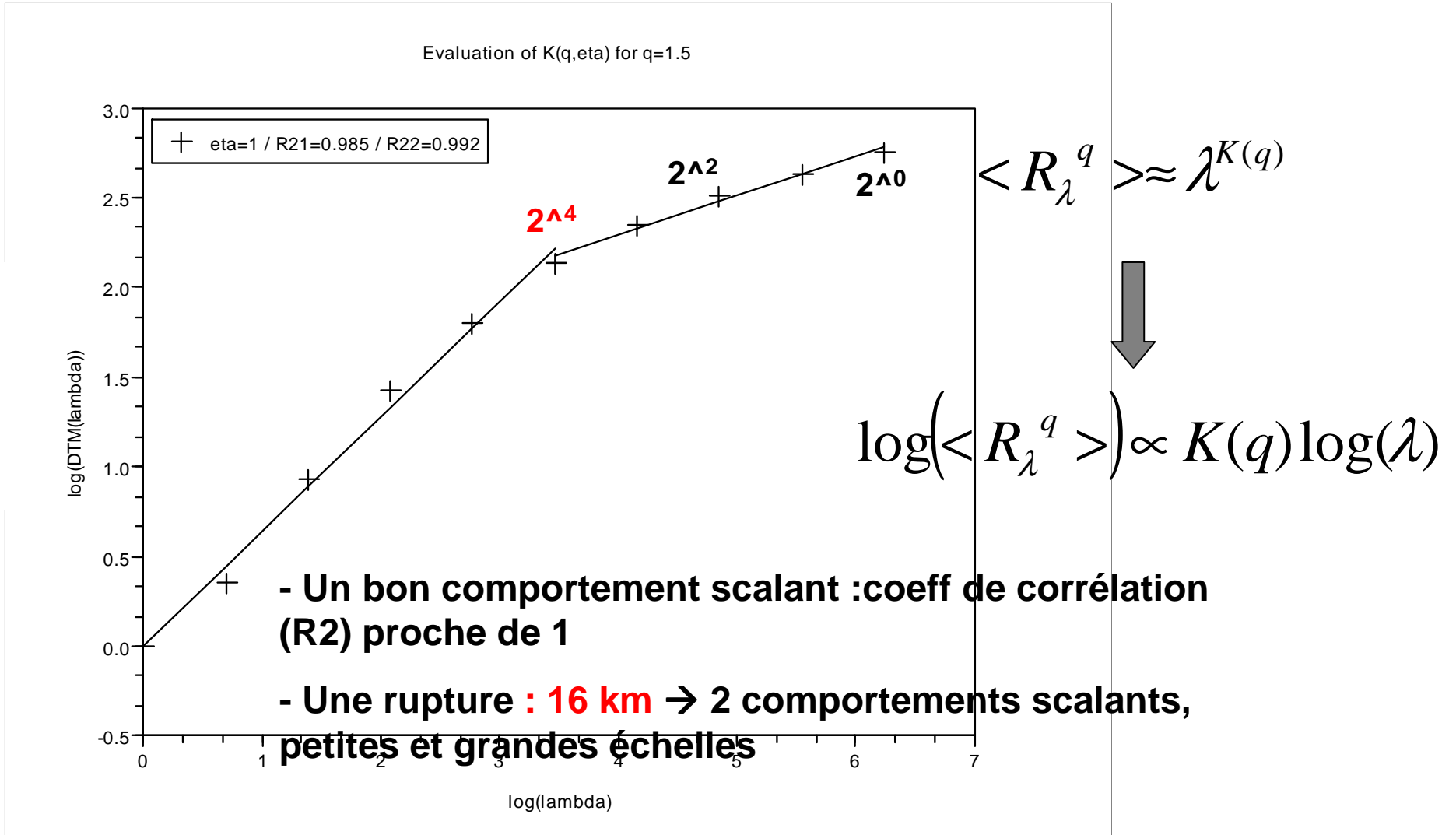
Chaque pixel : analyse temporelle



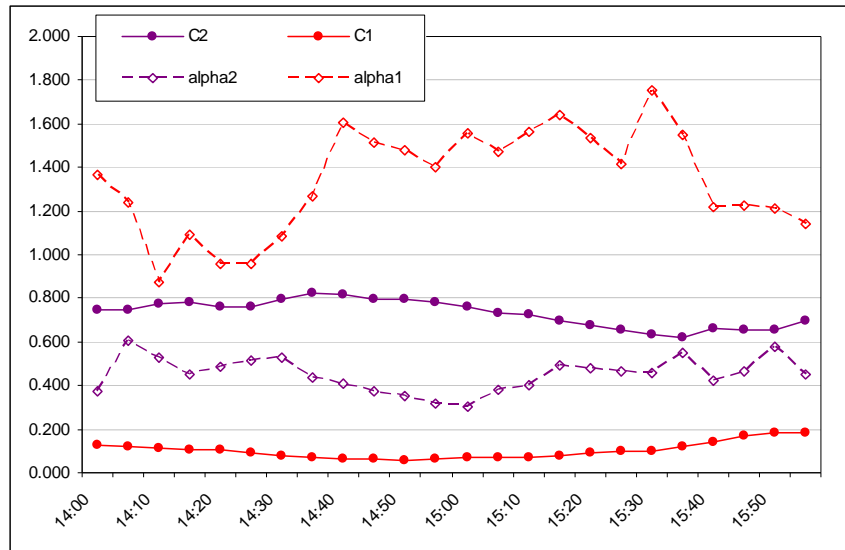


Analyse spatiale : une rupture de comportement scalant

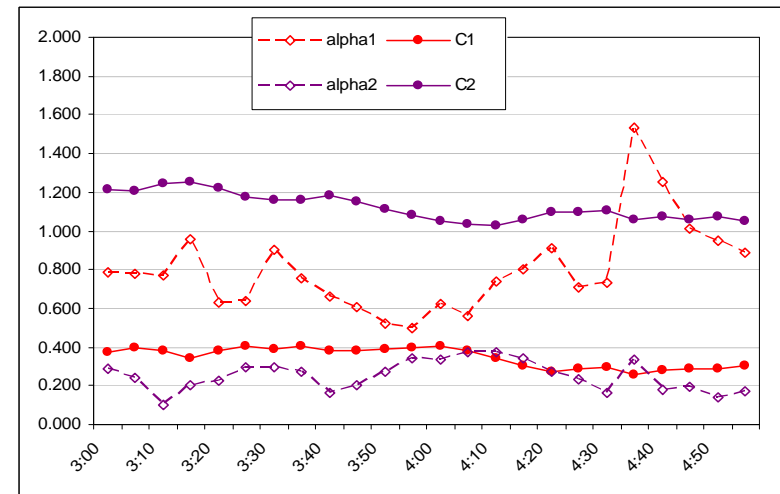
Illustration de la définition de la fonction d'échelle des moments, pour $q=1.5$



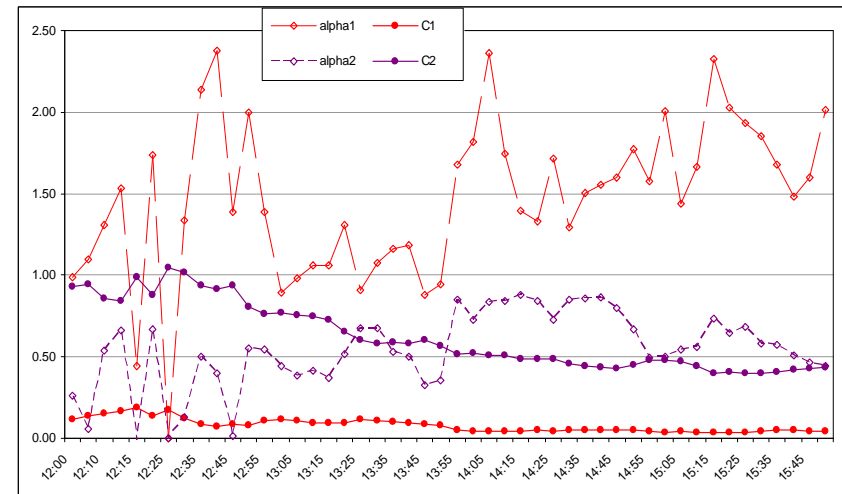
Évolution temporelle de α et C_1



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)