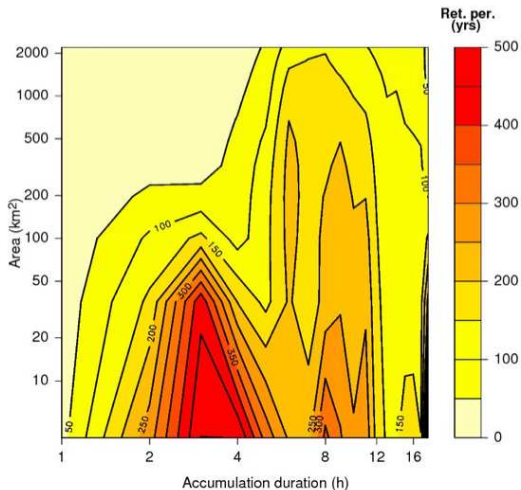


# Extremes : changement d'échelles spatiales et temporelles

**G. Molinié, J.D. Creutin et S. Anquetin** *LTHE, University of Grenoble, Grenoble, France*

# Questions scientifiques

- ▶ Diagramme de sévérité de la pluie : période de retour pour différentes durées et surfaces d'intégration (Ramos et al. 2005 ; Ceresetti et al. 2011, Norbiato et al., 2007.)



# Questions scientifiques

- ▶ Estimation de la fréquence  $\Rightarrow$  distribution de l'intensité de pluie dans une large gamme d'échelles spatio-temporelles :
  - ▶ 1er partie : **I(durée, Fréquence, Surface=pluviomètre)** ;
  - ▶ 2eme partie : **I(durée=24h, Fréquence, Surface)** ;

# Région d'étude

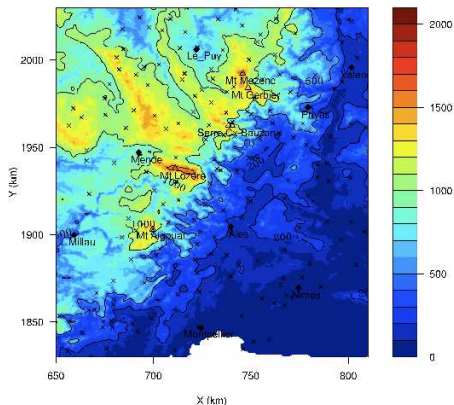


Figure 6: Altitude map of the study region. The levels 200, 500 and 1000 meters are also represented as iso-contour lines. The crosses represent the raingauge network composed by 225 daily gauges. Black diamonds represent cities, triangles

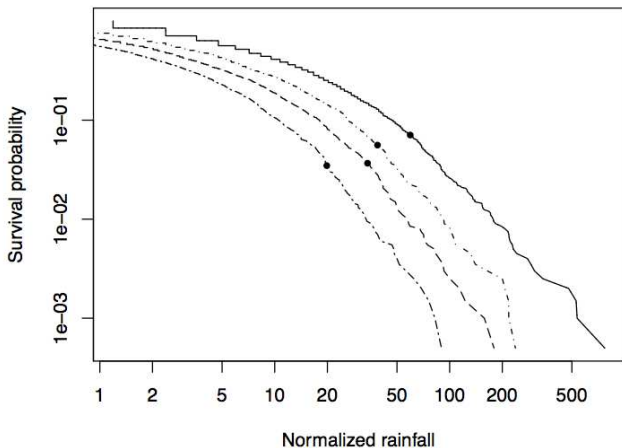
# 1er partie : Intensité=f(durée, Fréquence, Surface=pluviomètre)

D'après Ceresetti et al. (en révision) :

- ▶ Méthodologie :
  - ▶ Extremes de pluie suivent la loi GEV ;
  - ▶ Extremes de pluie suivent les lois d'invariance d'échelle ;
  - ▶ Expression des paramètres de la GEV à n'importe quelle durée en fonction des paramètres à une durée de référence et d'un facteur de changement d'échelle temporelle.

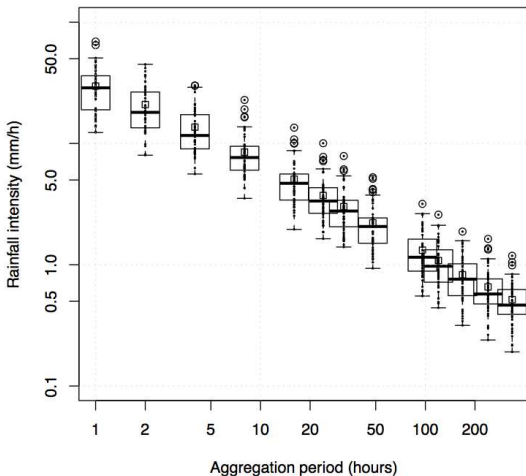
# Concept d'invariance d'échelle

- ▶ Extremes de la région Cévennes-Vivarais  $\Rightarrow$  simple scaling (Ceresetti et al., 2010);



# Concept d'invariance d'échelle

- Invariance d'échelle des moments des distributions (Gupta et Waymire, 1990) ;



# Invariance d'échelle.

- ▶ Conservation des distributions :

$$I_D \stackrel{d}{=} \left( \frac{D}{D_{ref}} \right)^{-H} I_{D_{ref}} \quad (1)$$

$I$  intensité,  $D$  durée,  $D_{D_{ref}}$  durée de référence,  $H$  exposant de mise à l'échelle = constant en 'simple scaling'.

- ▶ Gupta et Waymire, 1990, implication pour les moments :

$$E(I_D^q) = \left( \frac{D}{D_{ref}} \right)^{-qH} E(I_{D_{ref}}^q) \quad (2)$$

- ▶ implications pour les quantiles :

$$I_{F,D} = \left( \frac{D}{D_{ref}} \right)^{-H} I_{D,D_{ref}} \quad (3)$$

avec  $I_{F,D}$  le Fieme quantile de  $I$  à la durée  $D$ .



# Modélisation des maxima d'intensité de pluie.

- ▶ Intensité de pluie  $i$  suivant une GEV de paramètres  $\mu$ ,  $\sigma$  et  $\xi$

$$i(F, D) = \mu_D + \sigma_D \frac{1 - [-\log(F)]^{-\xi_D}}{-\xi_D} \quad (4)$$

- ▶ Mise à l'échelle des moments :

$$\mu_D = \left( \frac{D}{D_{ref}} \right)^H \mu_{Dref} \quad (5)$$

$$\sigma_D = \left( \frac{D}{D_{ref}} \right)^H \sigma_{Dref} \quad (6)$$

$$\xi_D = \xi_{Dref} \quad (7)$$

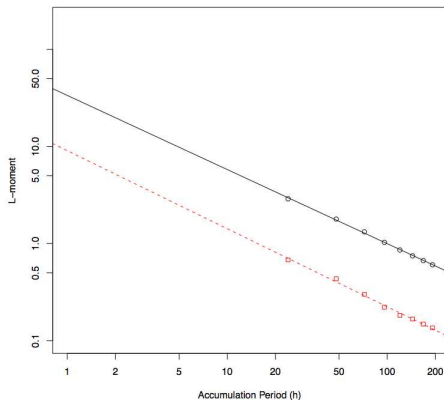
$$(8)$$

- ▶ Mise à l'échelle + Expression des paramètres en fonction des L-moments ( $\lambda_1$  et  $\tau_2$ ) :

$$i(F, D) = \lambda_1 \left( 1 + \frac{\tau_2 (1 - \frac{-\log(F)^{-\xi}}{\Gamma(1-\xi)})}{(1 - 2^\xi)} \right) \left( \frac{D}{D_{ref}} \right)^H \quad (9)$$

# Détermination du facteur d'échelle $H$

- ▶ Pour chaque station pluviométrique,  $H$  est la pente de l'ajustement linéaire des L-moments en fonction de Durée.
- ▶ Exemple :

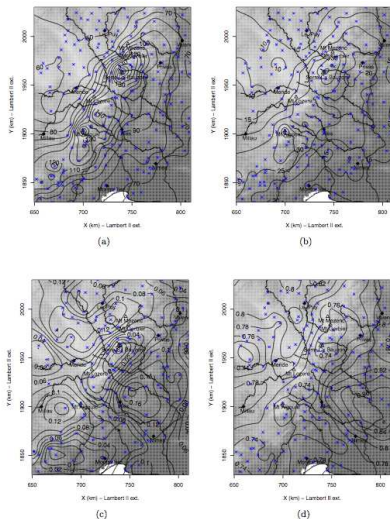


*Station de Mtplier : 1er (cercles noirs) et 2ieme (carrés rouges) L-moments en fonction de la durée.*

# Estimation des paramètres de la GEV

- ▶  $\xi$  similaire pour GEV et GPD.
- ▶ POT + declustering avec un seuil correspondant à 3 évènements par an.
- ▶ Les 2 autres paramètres sont les 2 premiers L-moments de  $I$  ;

# Cartes des paramètres



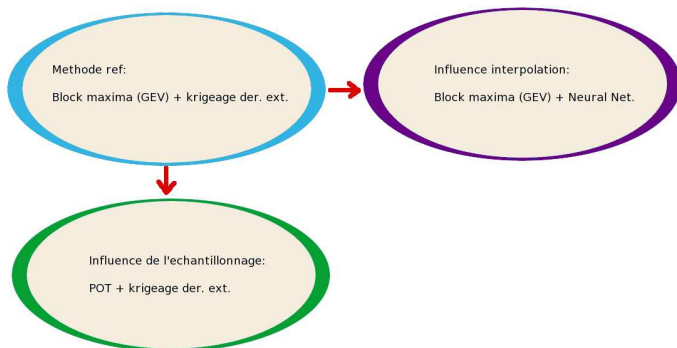
**Figure 7.** a: Map of average annual maximum rainfall ( $\lambda_1$  L-moment) for  $D=24h$  extrapolated from daily data. b: Map of the Second L-Moment  $\lambda_2$  for  $D=24h$ . c: Map of the shape parameter  $n$ . d: Map of the scaling exponent  $\xi$ .



## 2eme partie : Instensité=f(durée=24h, Fréquence, Surface)

*Carreau, Ceresetti, Ursu et al., en cours de soumission NHESS.*

- ▶ *Estimation basique et empirique de niveaux de retours surfaciques;*
- ▶ *Interpolation des extrêmes ponctuels.*
- ▶ *Evaluation de l'incertitude lié à l'interpolation et à la méthode de sélection des extrêmes.*



# Estimation des paramètres

- ▶ Seulement 2 paramètres estimés grâce à la corrélation entre  $\mu$  et  $\sigma$

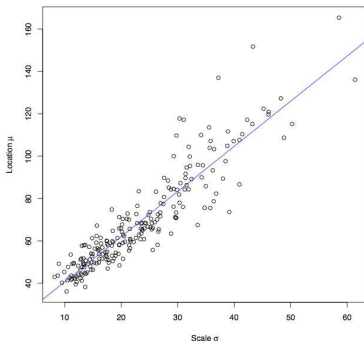


Figure 1: Scatter plot of GEV parameters location ( $\mu$ ) against scale ( $\sigma$ ) estimated for every station. The line added corresponds to linear regression.

- ▶ Pour assurer l'équité entre les modèles, paramètres estimés grâce à une validation croisé sur 5 échantillons.

# Comparaison des schémas points à points.

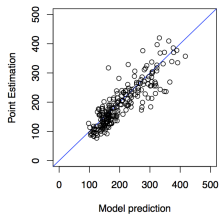


Figure 5: Scatter plot of 100-year return levels estimated locally versus the return levels predicted by RS3. Pearson's correlation is 0.87.

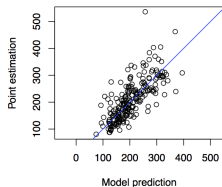


Figure 4: Scatter plot of 100-year return levels estimated locally versus the return levels predicted by RS2. Pearson's correlation is 0.79.





# Cartes des niveaux de retour 100 ans

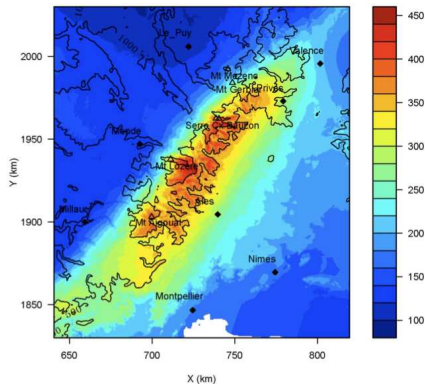


Figure 8: 100-year return levels estimated by *RS2* on the Cévennes-Vivarais data (mm)

# Cartes des niveaux de retour 100 ans

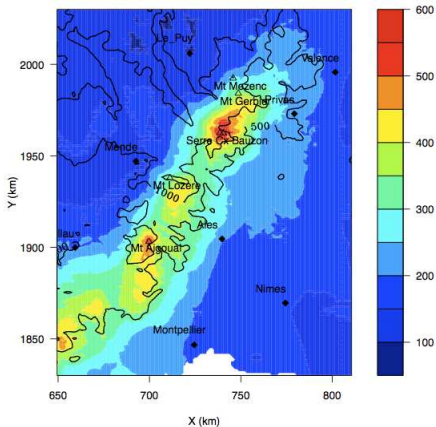


Figure 9: 100-year return levels estimated by *RS3* on the Cévennes-Vivarais data (mm)

# Cartes des niveaux de retour 100 ans

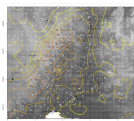


Figure 7: 100-year return levels estimated by  $RS_{\alpha, \beta}$  on the Coteaux-Vivandis data (mm)

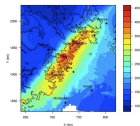


Figure 8: 100-year return levels estimated by  $RS2$  on the Coteaux-Vivandis data (mm)

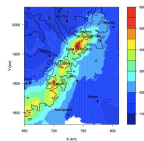


Figure 9: 100-year return levels estimated by  $RS3$  on the Coteaux-Vivandis data (mm)