



IFSTTAR



**24 novembre 2011**

# Variabilité spatio-temporelle des précipitations aux échelles de l'hydrologie urbaine

**Isabelle Emmanuel**

**Forum Radar 2011**

**H. Andrieu, E. Leblois et B. Flahaut**

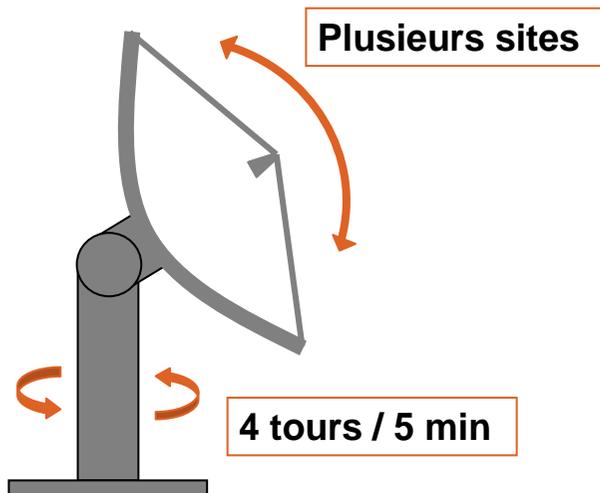
# Données

## ➤ Données Radar

- Radar de Treillières : Bande C

Nord de Nantes

Mode d'exploitation	Cycle 1 : 0.4° / 0.8° / 1.5° / 2.1°
	Cycle 2 : 0.4° / 0.8° / 1.5° / 3°
	Cycle 3 : 0.4° / 0.8° / 1.5° / 4°



Réseau ARAMIS fin 2011



Atis France - Réunion - DSD/CMR/PMO - le 07/09/2011

0 50 100 200 300 400 500 Kilomètres

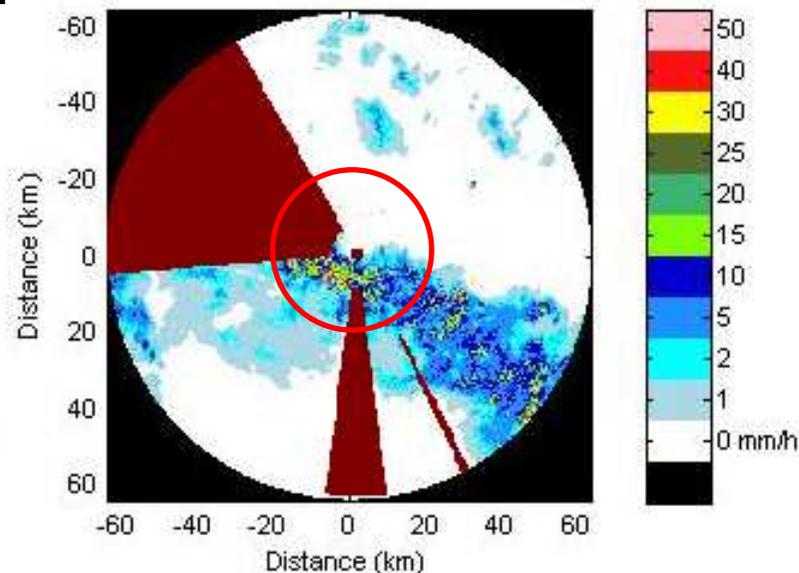
### Légende

#### Type de radar

- bande X – projet RYTHMME
- bande C
- bande S

➤ Images radar de Treillières :

- Résolution spatiale : 250 m x 250 m
- Résolution temporelle : 1 cycle / 5 min (données instantanées)
- Corrigées des échos de sol, des pixels isolés et des zones de masque
- Zone d'étude : cercle de rayon 20 km
- **Hypothèse** : les images radar sont représentatives de la structure des champs pluvieux !



➤ **Périodes pluvieuses sélectionnées**

- 12 journées pluvieuses en 2009

✓ Visualisation des images radar + Analyse météorologique



**3 grands types de situations météorologiques différentes :**

- Secteurs chaud => pluie fine
- Fronts => orages organisés et orages moins organisés
- Ciel de traîne => averses



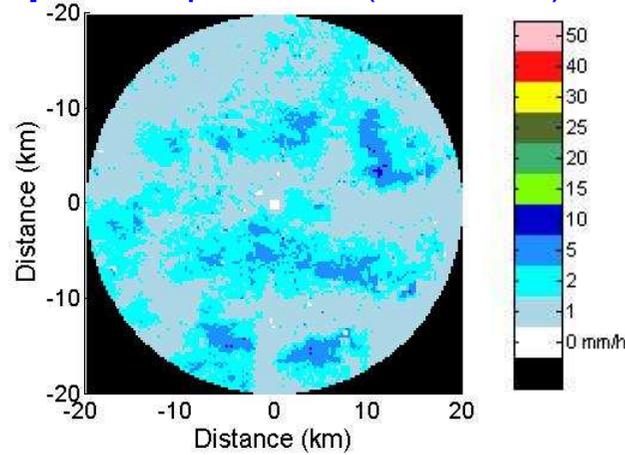
Séparation en **24 périodes pluvieuses** homogènes en terme de type de pluie



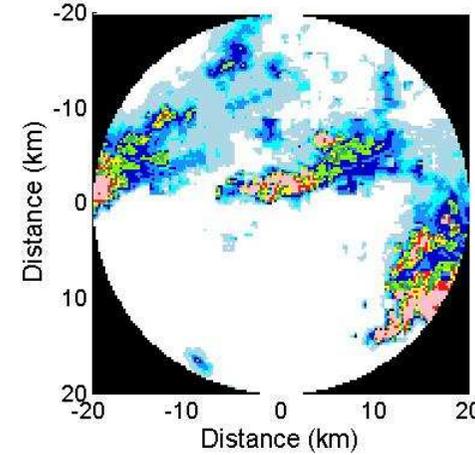
Regroupement en **4 groupes**

- Une analyse en composantes principales (ACP) a notamment confirmé l'homogénéité de chaque groupe

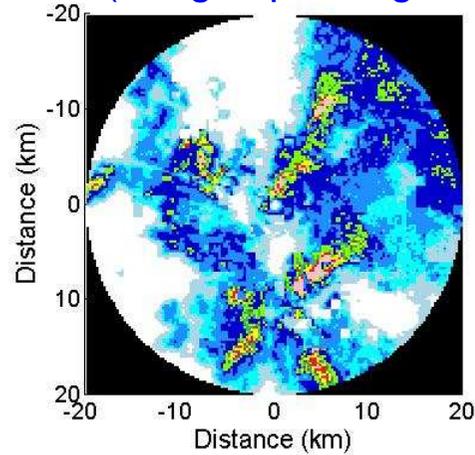
**Groupe 1 : 9 périodes (Pluie fine)**



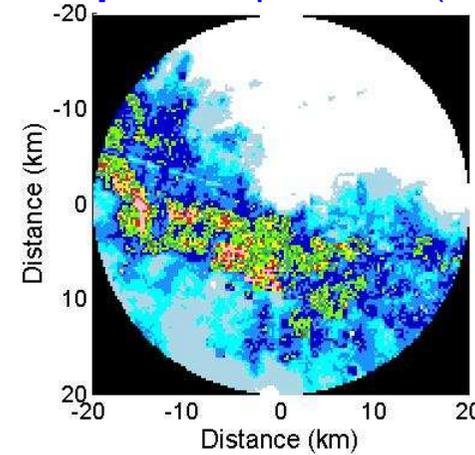
**Groupe 2 : 7 périodes (Averses)**



**Groupe 3 : 4 périodes (Orages peu organisés)**



**Groupe 4 : 4 périodes (Orages organisés)**



# Objectifs

## Intérêt des images radar pour caractériser la variabilité spatio-temporelle des précipitations

### ➤ Analyse structurale des images radar

- à une résolution spatiale de 250 m x 250 m
- à une résolution temporelle instantanée
- ✓ à travers l'analyse du variogramme de la **Pluie Non Nulle (PNN)**

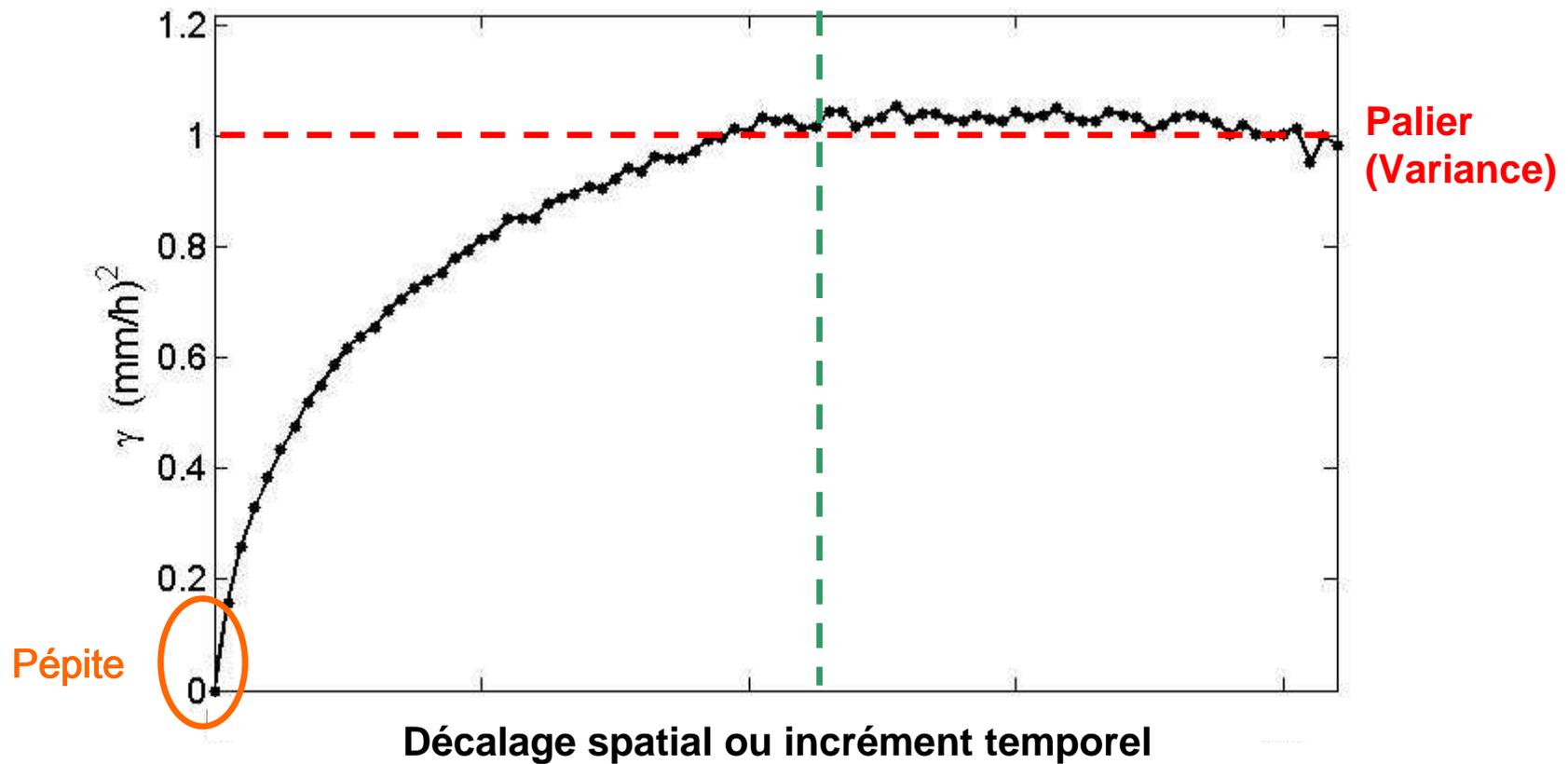
$$\gamma(h) = \frac{1}{2 \cdot N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

avec  $z(x_i) > 0$  et  $z(x_i + h) > 0$

- ✓ Variogramme climatologique (s'affranchit d'un éventuel biais radar)
  - spatial
  - temporel
 } - pour chacun des 4 groupes

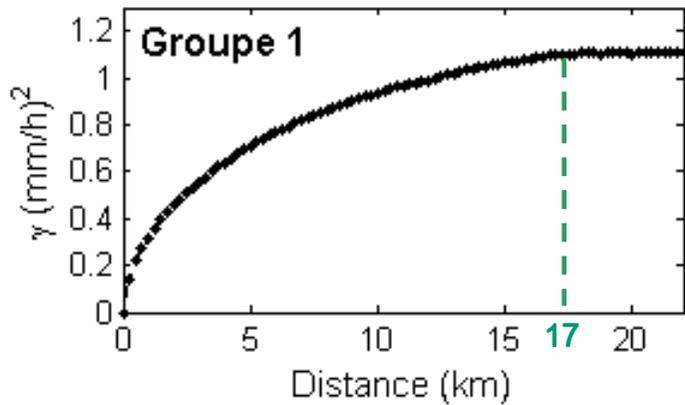
## ✓ Exemple d'un variogramme climatologique

Portée (Distance de décorrélation)

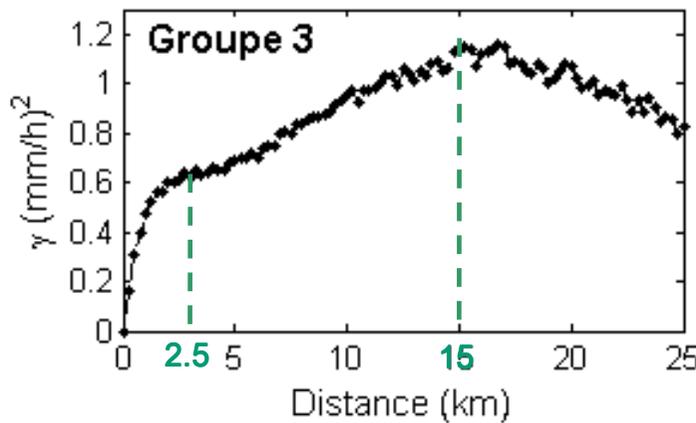
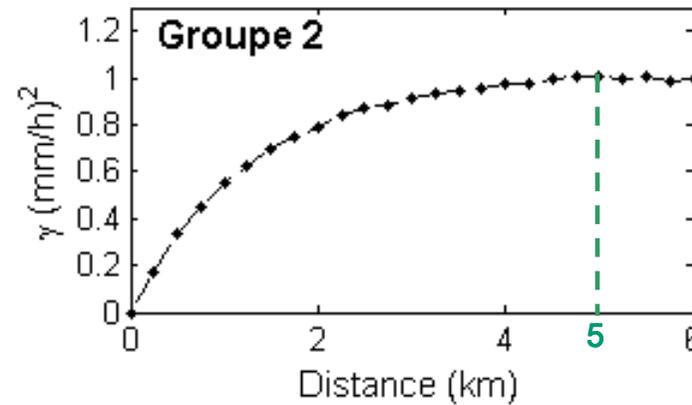


➤ Résultats : Variogrammes climatologiques spatiaux des 4 groupes (PNN)

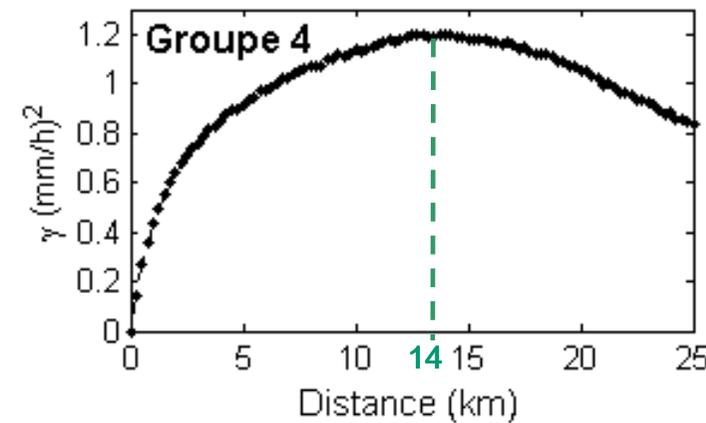
Pluie fine



Averses

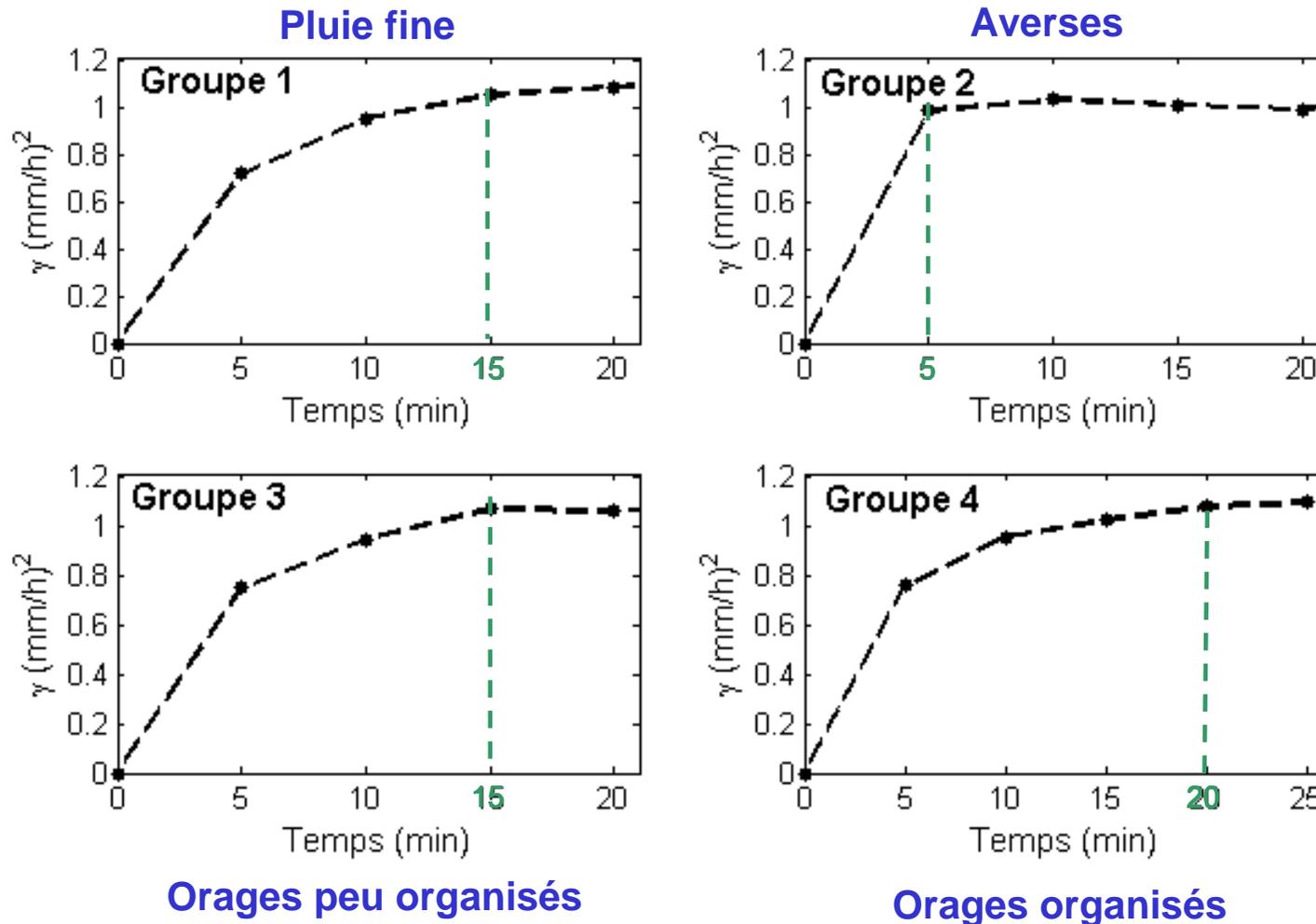


Orages peu organisés



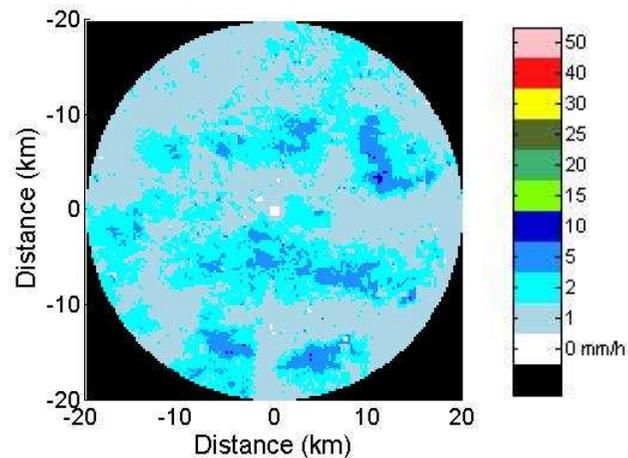
Orages organisés

➤ Résultats : Variogrammes climatologiques temporels des 4 groupes (PNN)

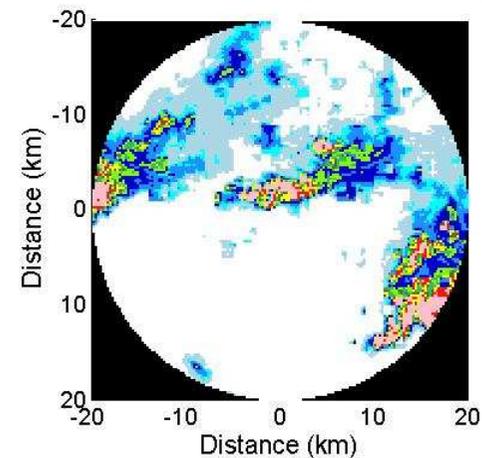


⇒ **Cohérence de l'analyse variographique avec la visualisation des images radar**

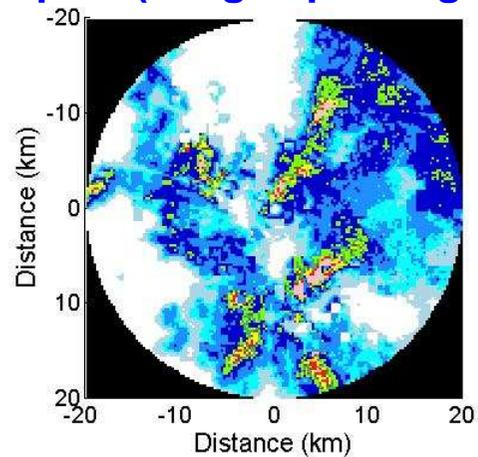
**Groupe 1 (Pluie fine)**



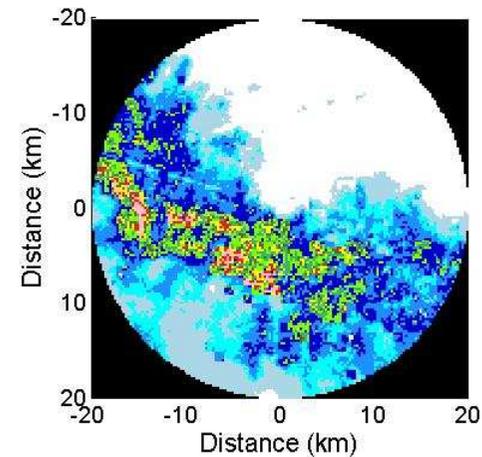
**Groupe 2 (Averses)**



**Groupe 3 (Orages peu organisés)**



**Groupe 4 (Orages organisés)**



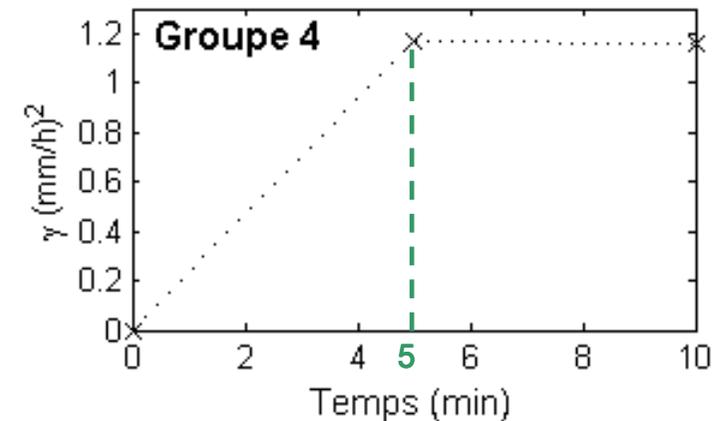
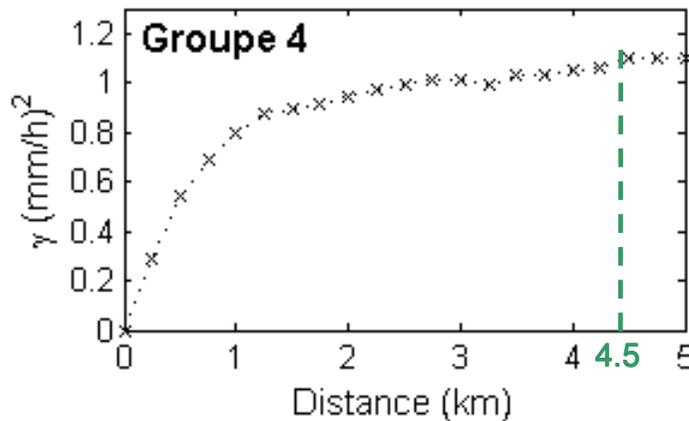
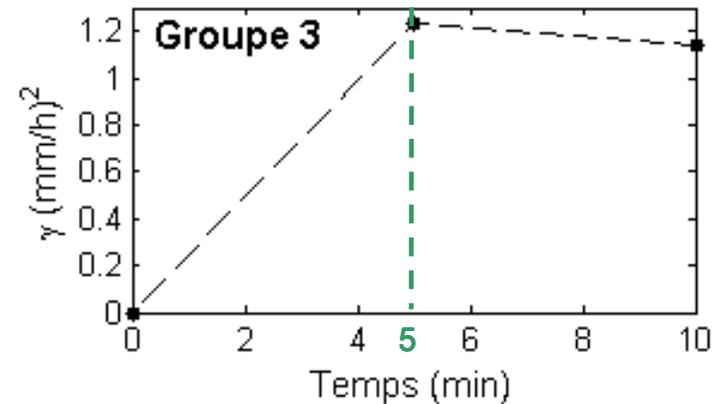
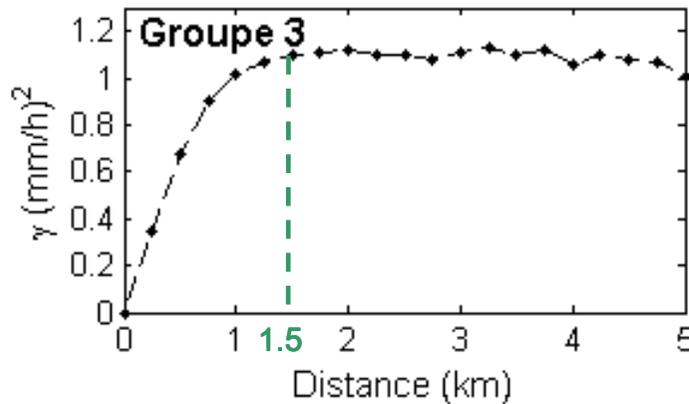
➤ **Cas particuliers des doubles structures**

• **Classification statistique pour le groupe 3 et le groupe 4 (Kohonen)**

- ✓ **Affectation à chaque pixel de la moyenne de ses 8 voisins et de l'écart-type associé**
- ✓ **Regroupement des pixels radar en 2 classes**
  - **Classe 1 : pixels intenses et à écart-type élevé**
  - **Classe 2 : pixels moins intenses et à écart-type faible**
- ✓ **Etude variographique de la classe 1 puis de la classe 2**

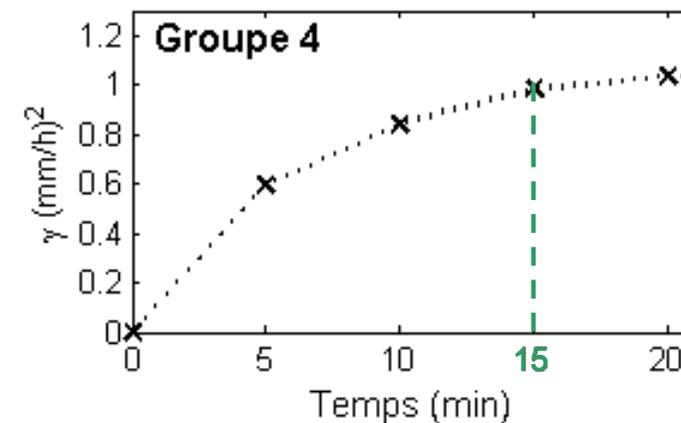
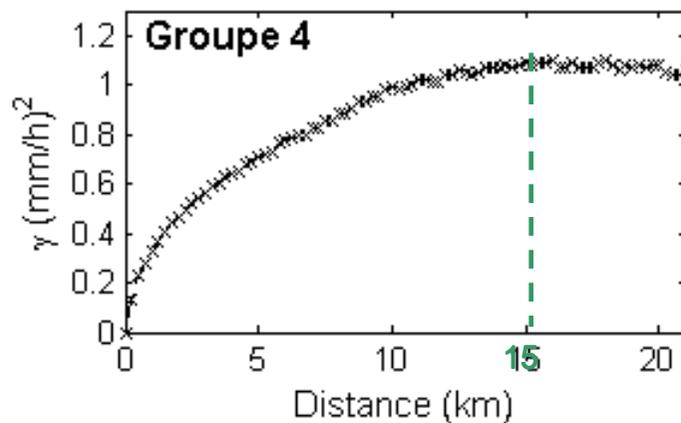
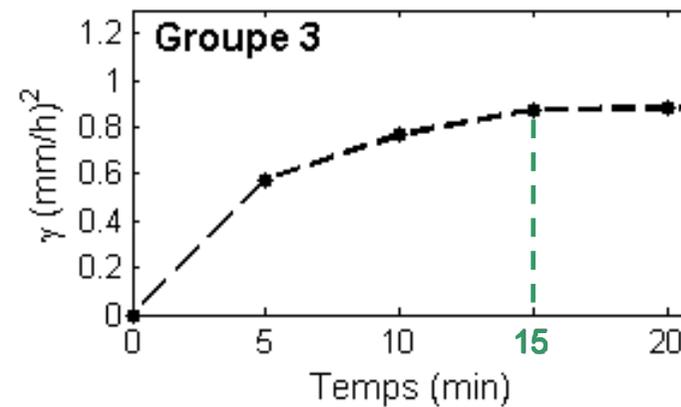
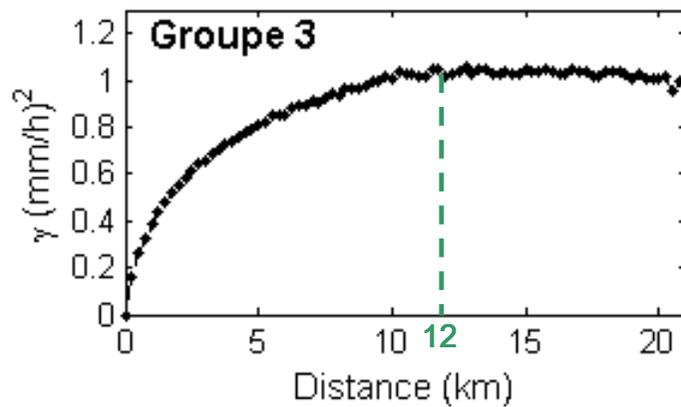
➤ Cas particuliers des doubles structures (Orages)

• Variogrammes classe 1

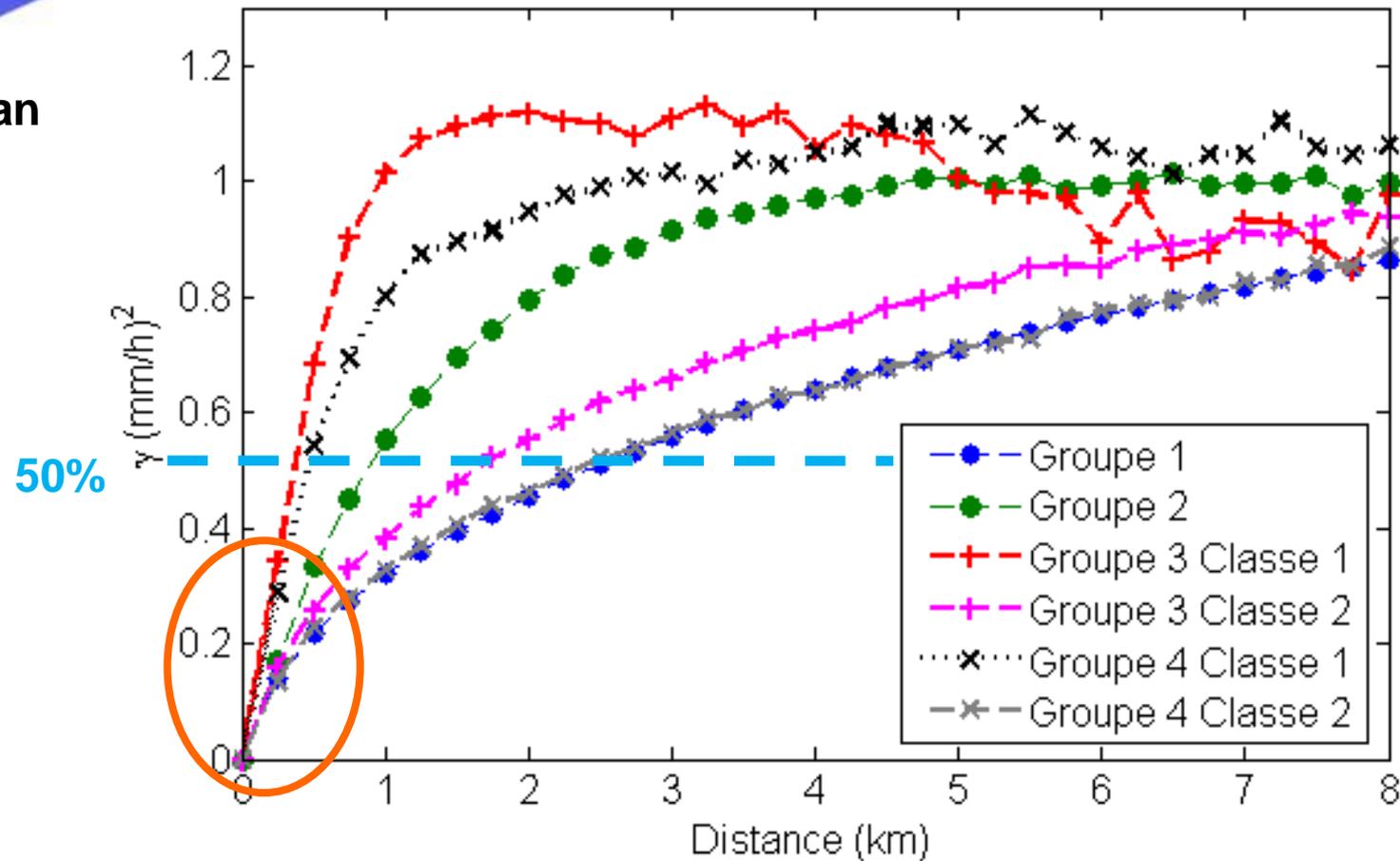


➤ Cas particuliers des doubles structures (Orages)

• Variogrammes classe 2



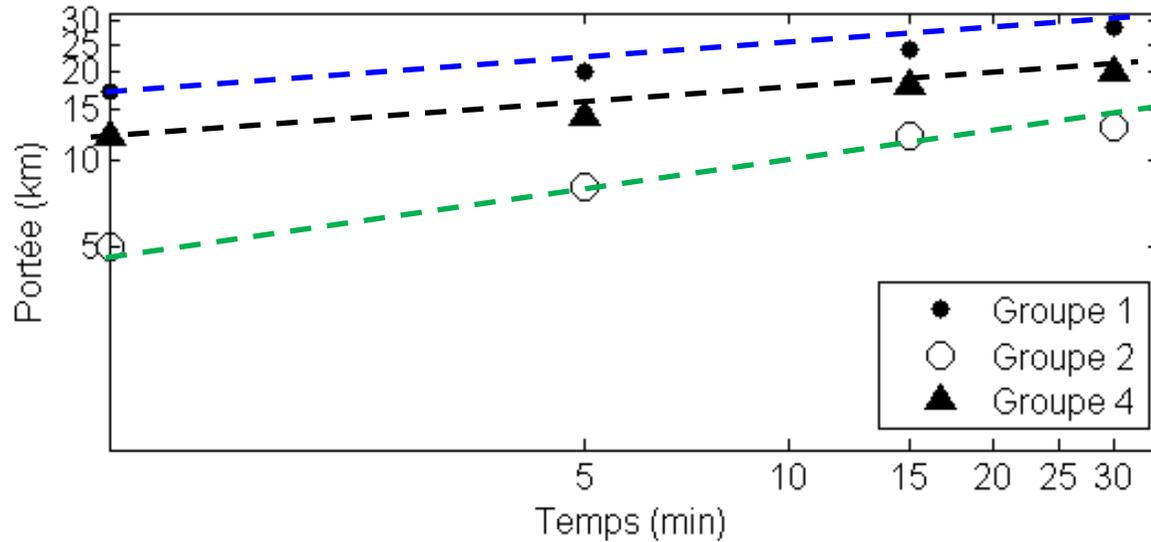
➤ Bilan



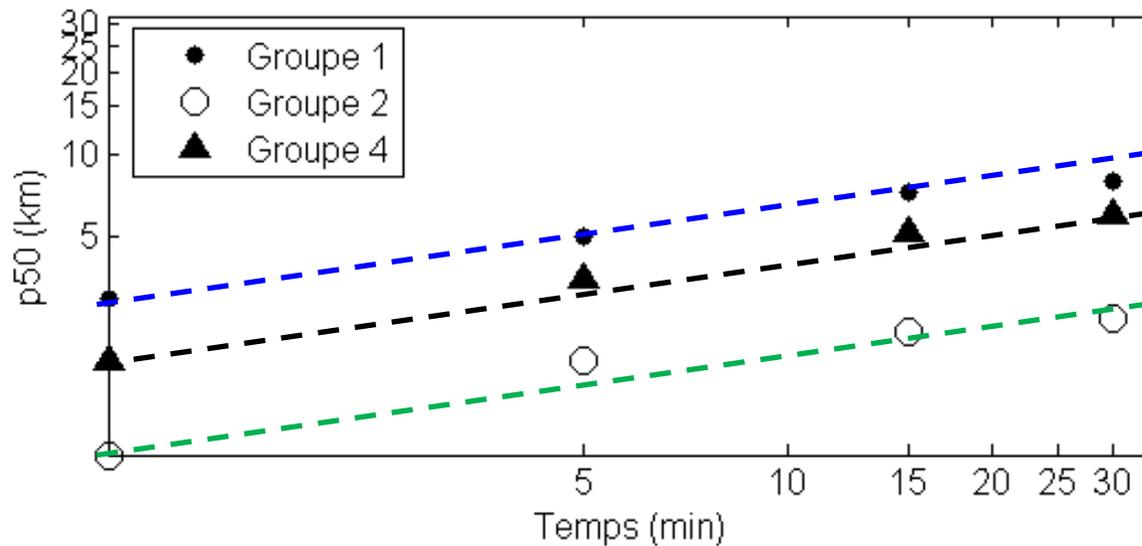
- Pas d'effet pépite
- Montée très rapide des variogrammes => forte variabilité spatiale des amas pluvieux à courtes distances ( $\Delta t = \text{instantané}$ ).

➤ Influence de la résolution temporelle

Distance de décorrélation



50% de la variance



# Conclusion

➤ Etude structurale de 24 périodes pluvieuses à des échelles spatio-temporelles fines à l'aide d'images radar

➤ Mise en évidence :

- Amas pluvieux peu variables (17 km / 15 min)
- Amas pluvieux intenses et fortement variables (5 km / 5 min)
- Petits amas intenses peu organisés (1.5 km / 5 min) + amas moins variables (12 km / 15 min)
- Petits amas variables (4.5 km / 5 min) + amas moins variables (15 km / 15 min) organisés en bandes pluvieuses
- Montée très rapide des variogrammes, quel que soit le type de pluie et le pas de temps !

⇒ Intérêt des images radar de haute résolution permettant d'analyser la forte variabilité des champs pluvieux !

- 
- **Intérêt d'une résolution spatiale détaillée qu'à une distance limitée du radar (une 20<sup>aine</sup> de km)**
  - **Difficulté de capturer la forte variabilité des champs pluvieux à partir de réseaux pluviométriques**
  - **Influence de cette forte variabilité en modélisation hydrologique pluie – débit ?**
    - ⇒ **Nécessité de calibrer les images radar à partir des réseaux pluviométriques**
    - ⇒ **Nécessité de disposer de pluviomètres à proximité du radar**

Un grand merci à :



Amin Boumahmoud et Pierre Tabary (DSO) pour la mise à disposition  
des données radar

M. Christophe Pin (Centre départemental de Loire-Atlantique) pour  
l'analyse météorologique

**Merci pour votre  
attention**



**Isabelle Emmanuel**

**H. Andrieu, E. Leblois et B. Flahaut**