



# Caractériser la pluie et sa dynamique sur une agglomération

**J.Comby, F.Renard : UJM Lyon 3**  
**B.Chocat : LGCIE ; INSAL**  
**E.Volte : Direction de l'eau, Grand Lyon**



## Résumé des travaux effectués

- **Action 2 : Caractérisation de la pluie et de sa dynamique sur l'agglomération lyonnaise (Univ. Lyon 3)**
  - Analyses des mesures au sol (pluviomètre)
  - Evaluation de la qualité de la mesure radar et du couplage pluviomètre/radar
  - Dynamique des pluies et possibilités de prévision
  - Typologie des pluies et dysfonctionnement du réseau : mise en relation de l'aléa pluviométrique avec les débordements
- **Action 1 : Développement d'outils de couplage des données au sol et des données radar utilisables sur Canoe (INSA/Univ. Lyon 3)**
- **Action 3 : Construction de chroniques de pluies représentatives (INSA)**
- **Action 4 : Simulation des pluies : sélection d'une famille minimale d'événements, représentative de l'aléa hydrologique (Cemagref)**



## **Plan de présentation**

### **amélioration de l'utilisation des données**

- Intérêt du couplage données au sol – données radar
- Exemple de résultats

### **dynamique des pluies**

- dynamique des pluies à l'échelle régionale : trajectoires préférentielles, taille et vitesse des cellules, effets du relief
- illustration à l'échelle locale

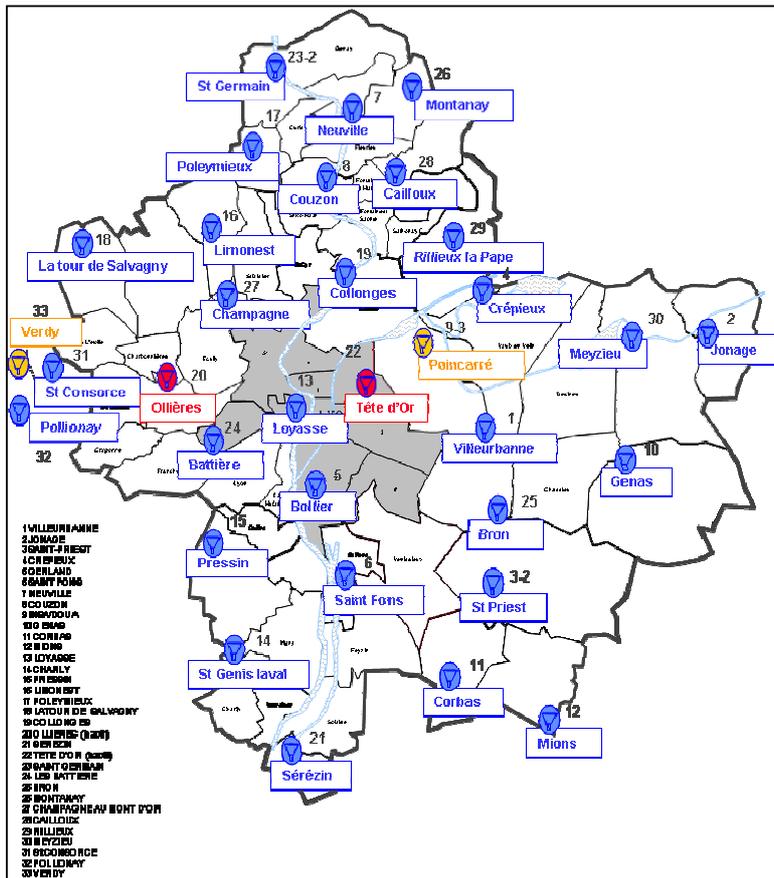


## **Amélioration de l'utilisation des données**



## Données disponibles:

- Données pluviométriques au sol depuis 1985
- Données radar

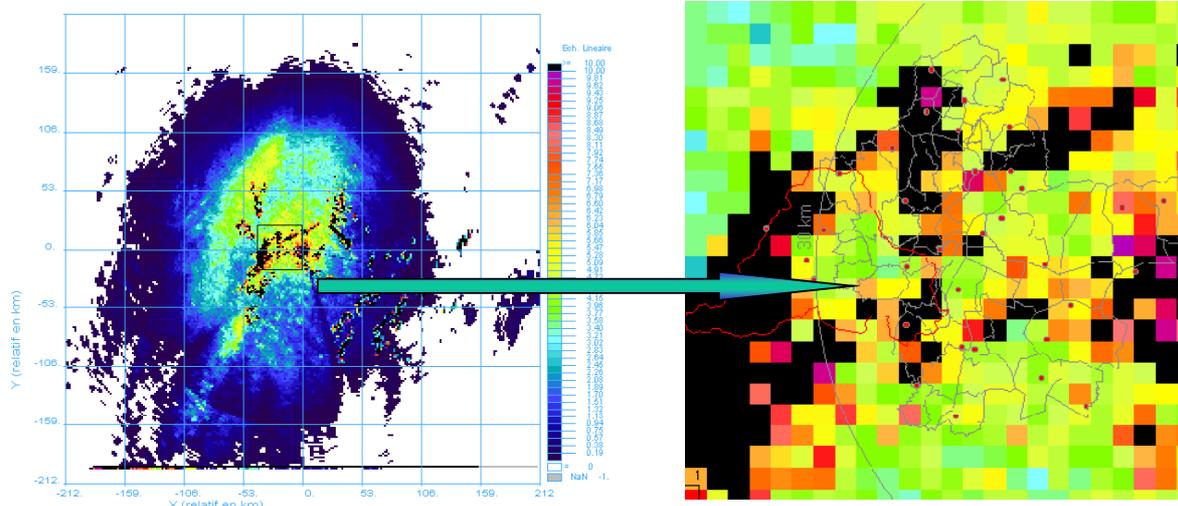


## Disponibilité des données radar

- Période 1993-2001 : Données de Satolas
- Depuis mai 2001 : Données de St Nizier

## Données de Satolas (réflectivité radar instantanée période 1993 – 2001)

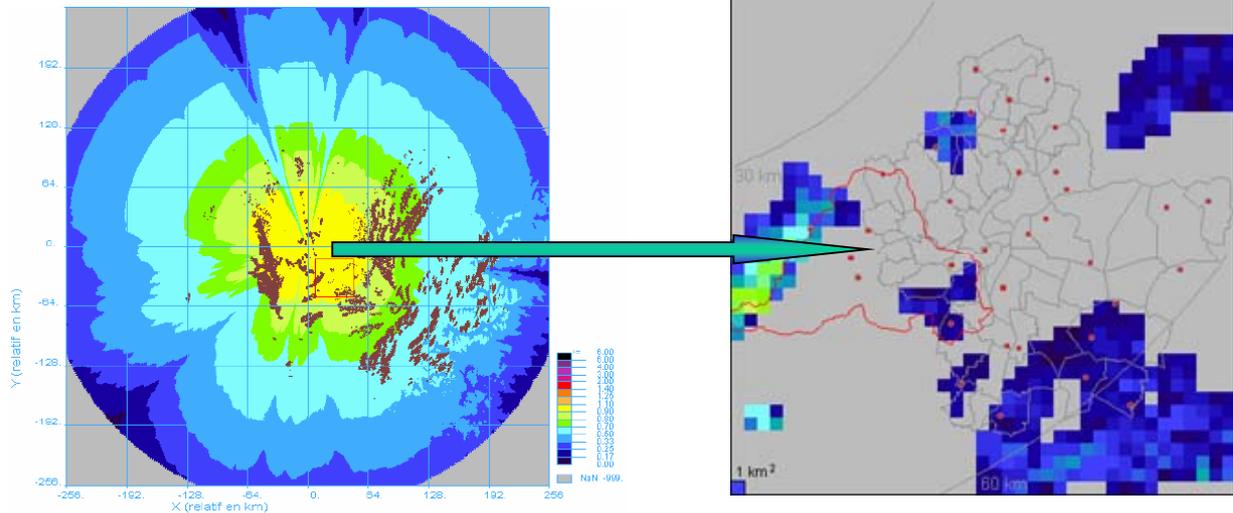
très difficilement utilisables en raison de fort échos de sol



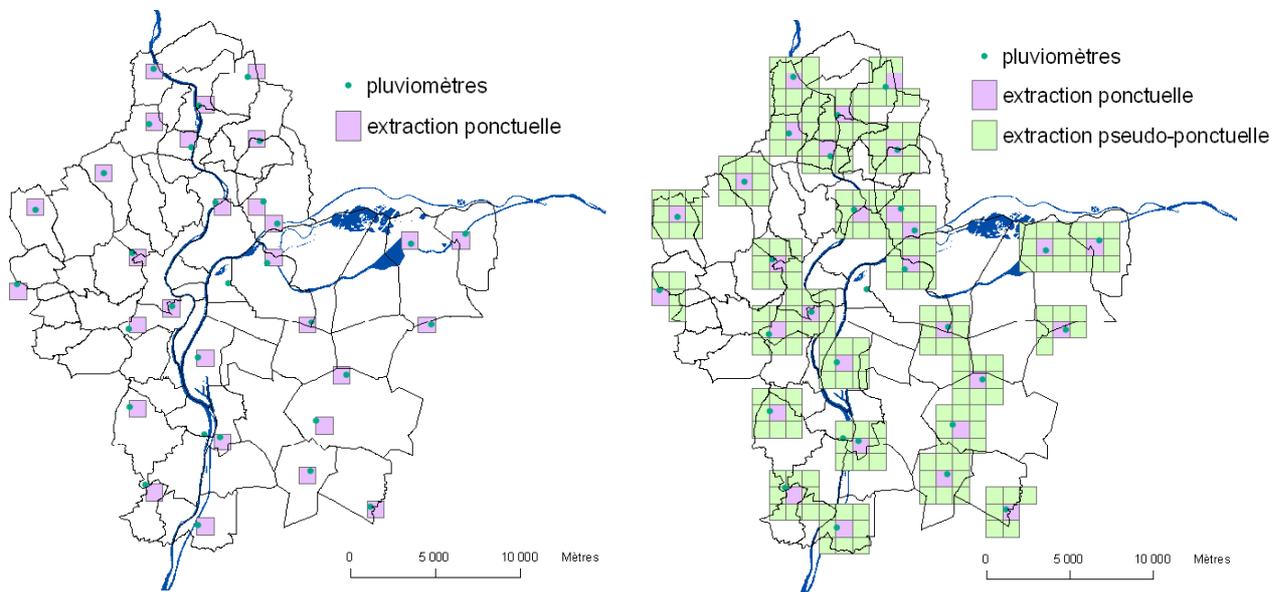
Exemple : Cumul des données de réflectivité radar instantanée du 22/09/1993

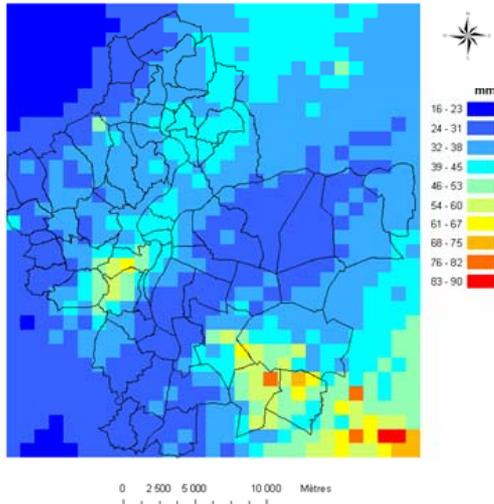
## Données de St Nizier (depuis 2001)

- Globalement Lyon dans une zone d'excellente visibilité du radar
- Nombre significatif de pixels avec une qualité de mesure réduite en raison d'échos de sols

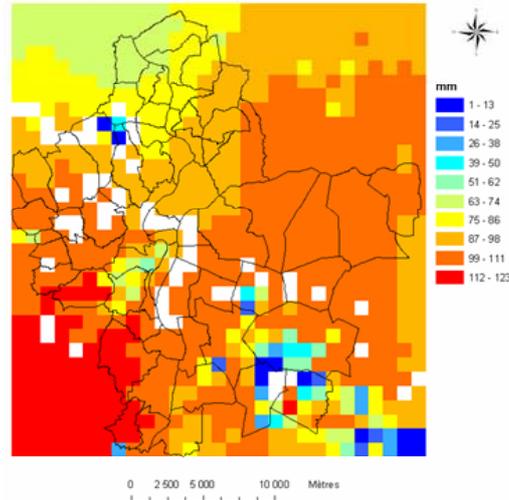


## Comparaison fine ponctuelle pluviomètre / pixel radar sur les hauteurs d'eau





Cumul pluviométrique de l'épisode du 1er mai 2002

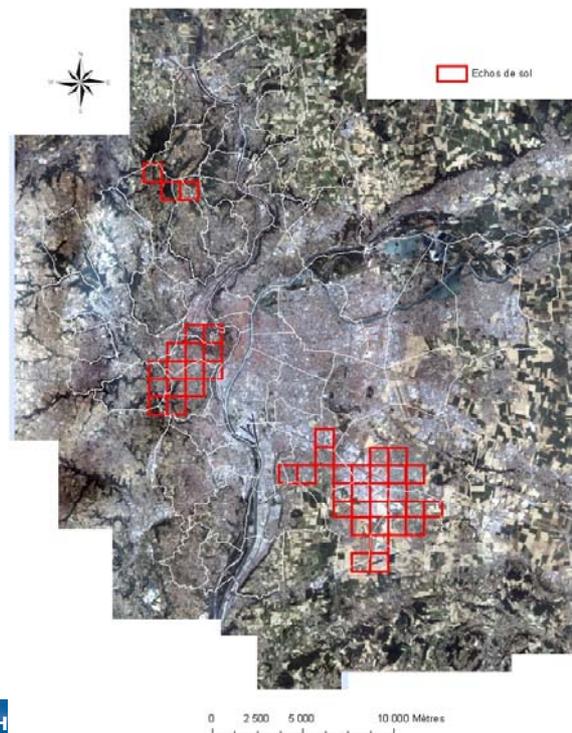
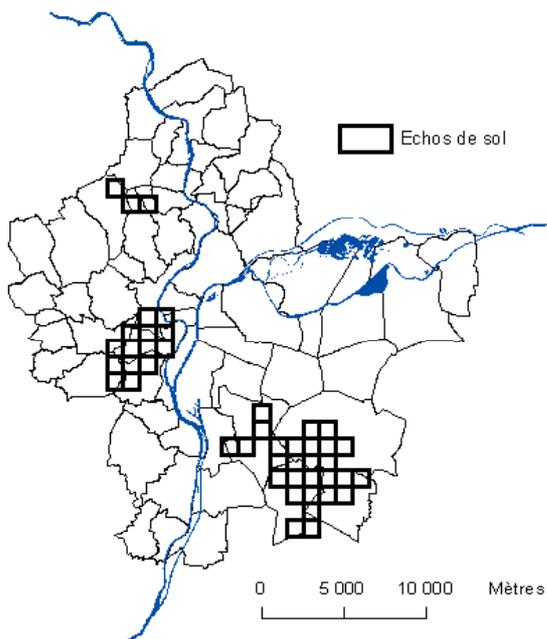


Cumul pluviométrique de l'épisode du 1er décembre 2003

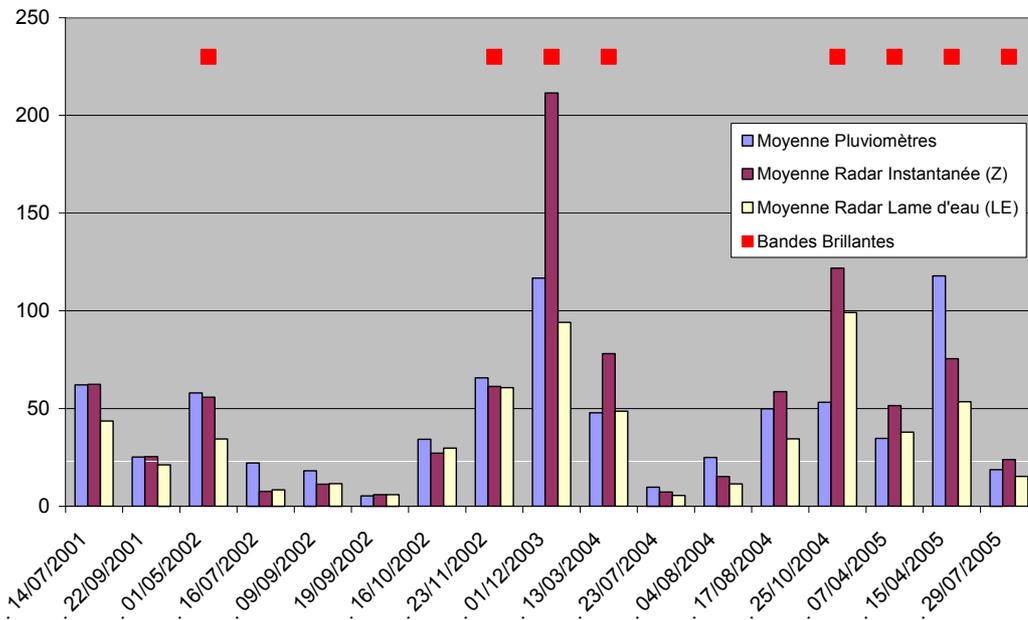
**Valeurs de cumuls pluviométriques peuvent être soit fortement surestimées (absence de filtrage) soit sous estimées (action trop radicale du filtre).**



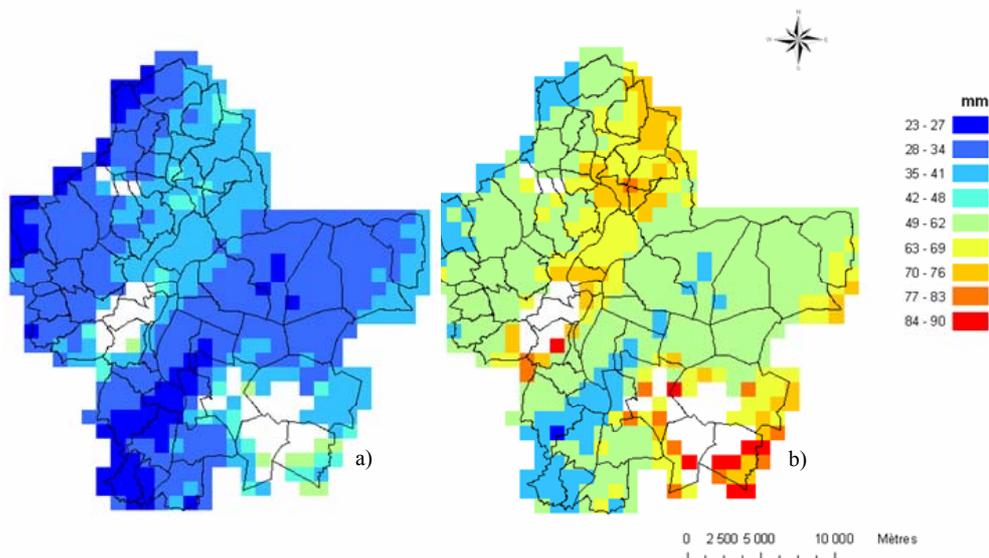
## Zones affectées



## Cumul radar et pluvio peuvent être différents



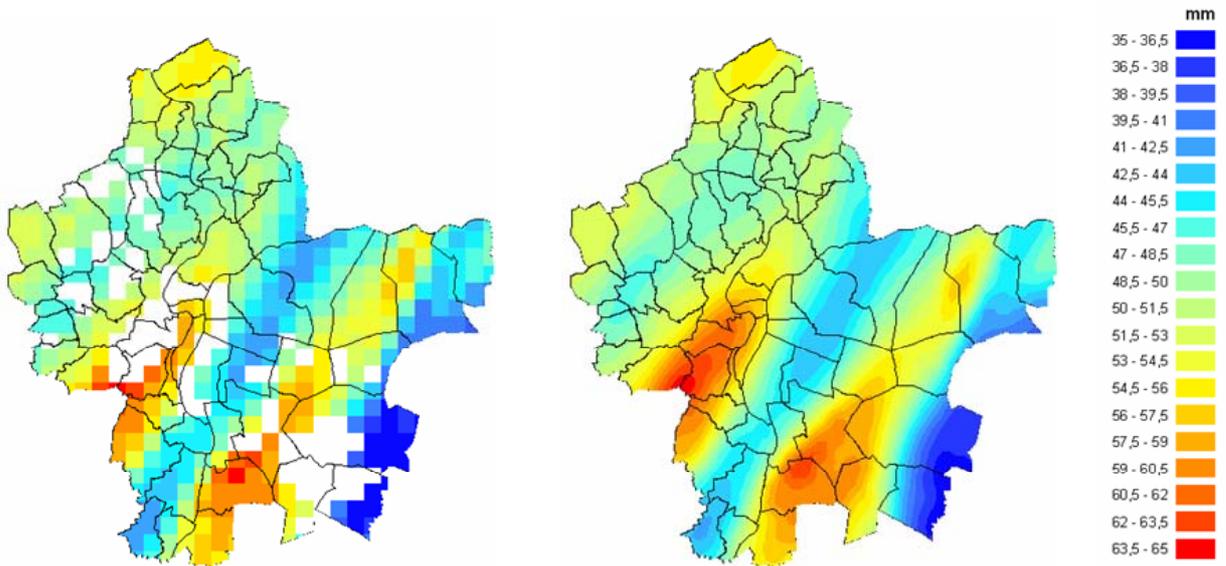
## Application d'un coefficient correctif global



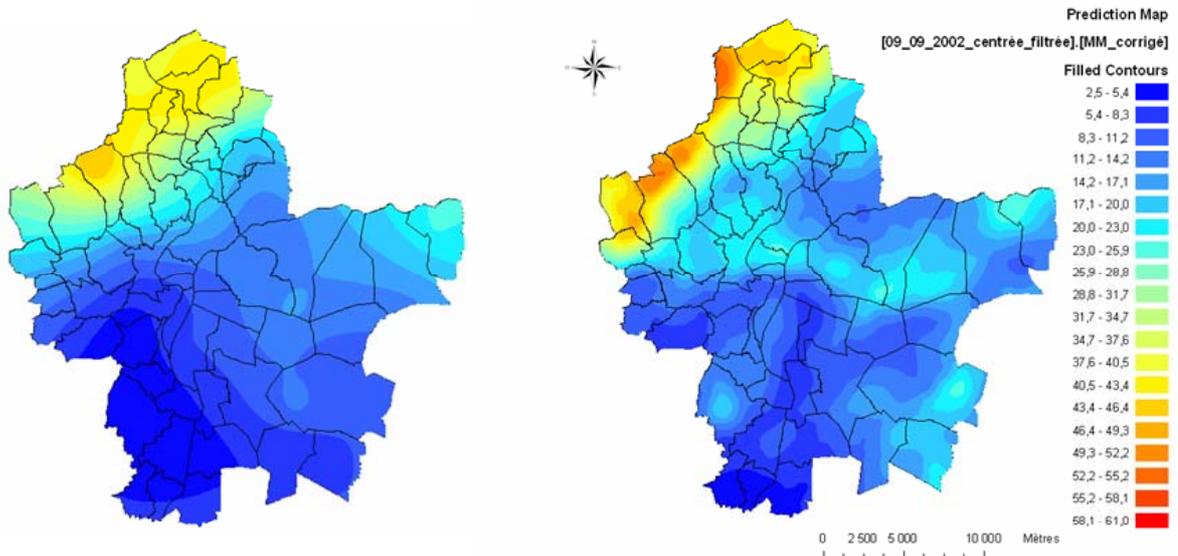
Cumul des lames d'eau radar de l'épisode du 1er mai 2002 non remis à niveau (a), puis remis à niveau (b) à l'aide d'un facteur correctif issu des pluviomètres du Grand Lyon

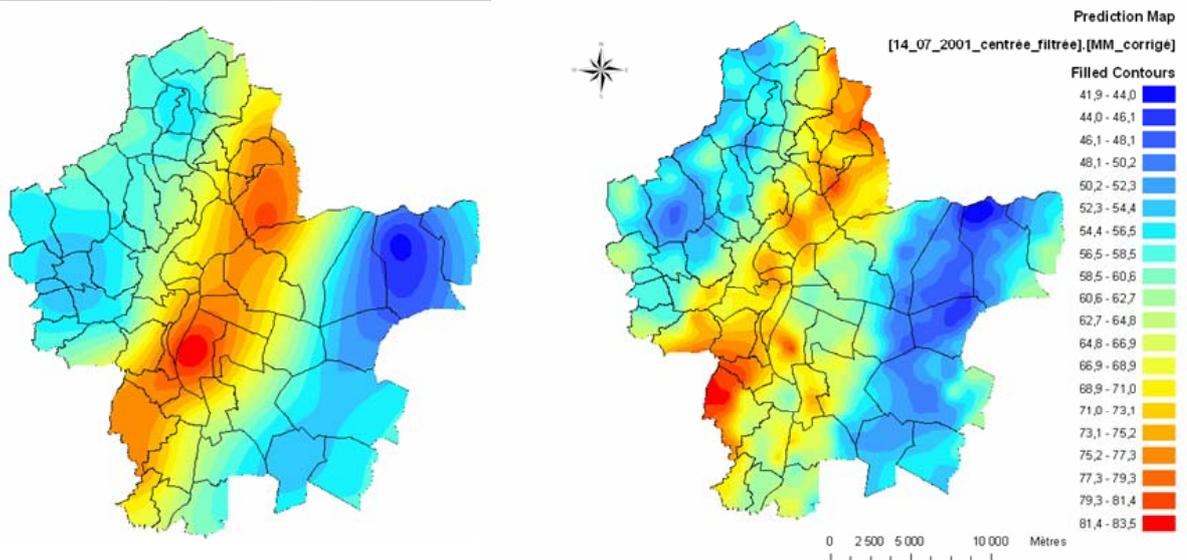
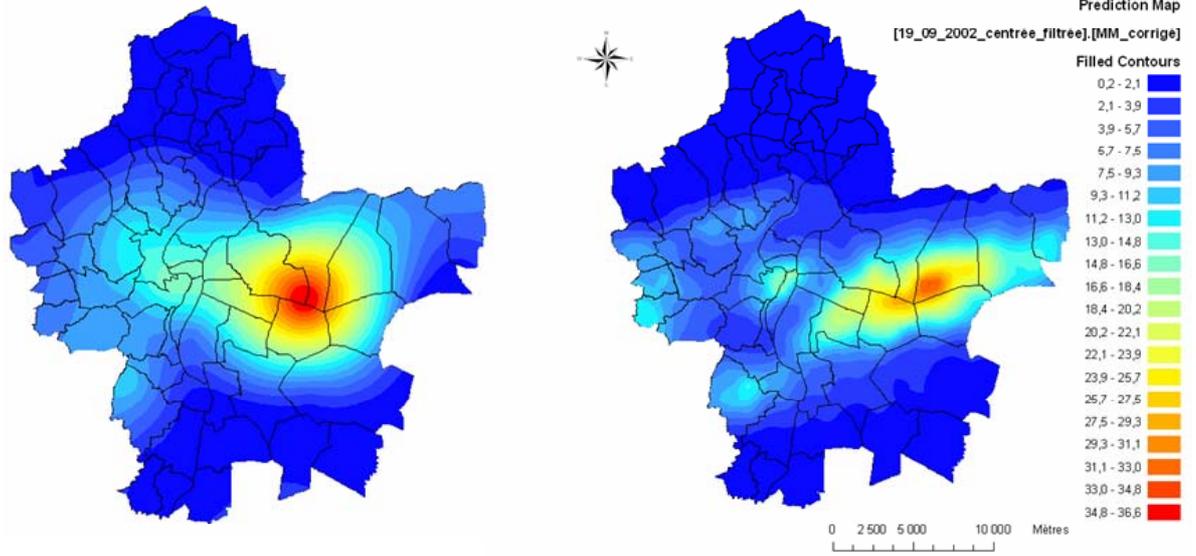


## Interpolation des valeurs absentes par krigeage



## Comparaison avec les lames d'eau utilisant uniquement les pluviomètres

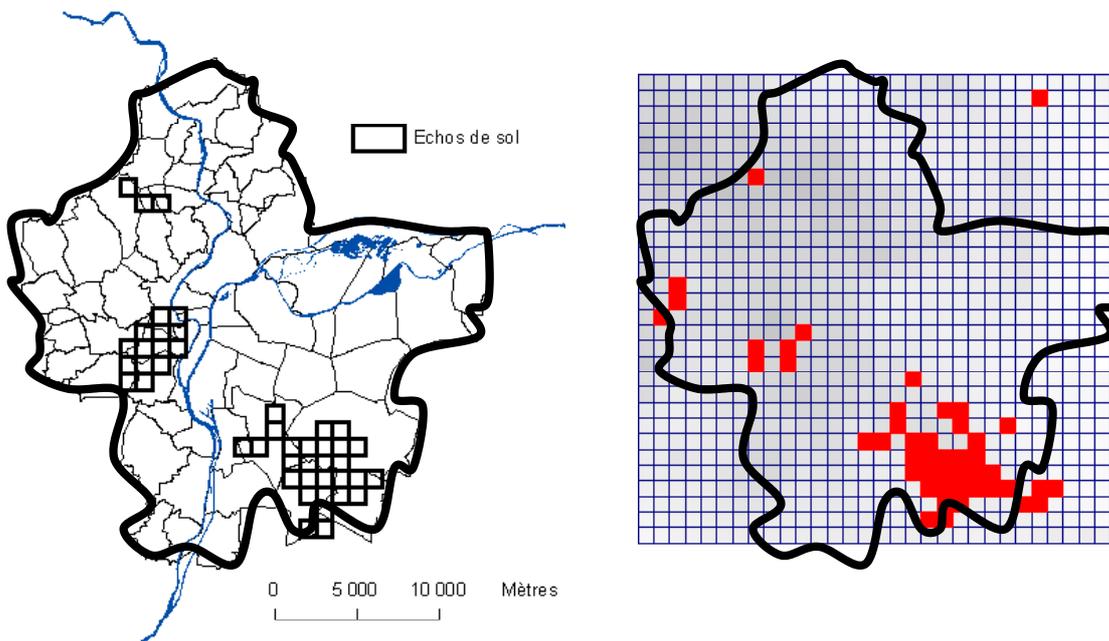




## Couplage données radar-données au sol pour les intensités

- Développement d'une méthode spécifique de couplage et implantation dans CANOE
  - Détection automatique des pixels douteux
  - Nouvelle méthode de calcul des intensités associées aux niveaux de réflectivité
- Application aux pluies de 2005 et 2006

## Détection des pixels défectueux





## Recalibrage des niveaux de réflectivité radar

- Classement fréquentiel des mesures radar sur les pixels portant des pluviomètres (DT=1mn)
- Classement fréquentiel des intensités mesurées sur les pluviomètres (DT = 1mn)
- Ajustement des intensités pour chaque classe de réflectivité en mettant directement en relation les mesures de réflectivité radar et les mesures d'intensité au sol qui correspondent aux mêmes fréquences empiriques de dépassement.

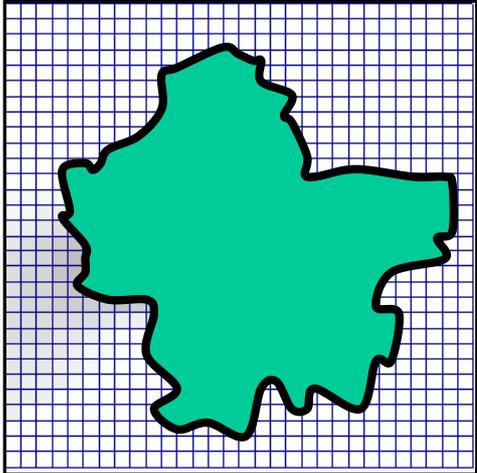


## Propriété fondamentale de l'ajustement utilisé:

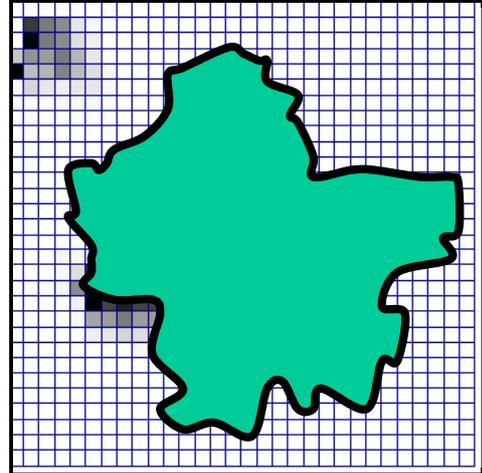
**La moyenne des intensités supérieures à un seuil et mesurées par les pluviomètres est la même que celle calculée à partir des niveaux de réflectivité radar, ceci quel que soit le seuil.**

## Amélioration apportée par le radar

Pluviomètres seuls

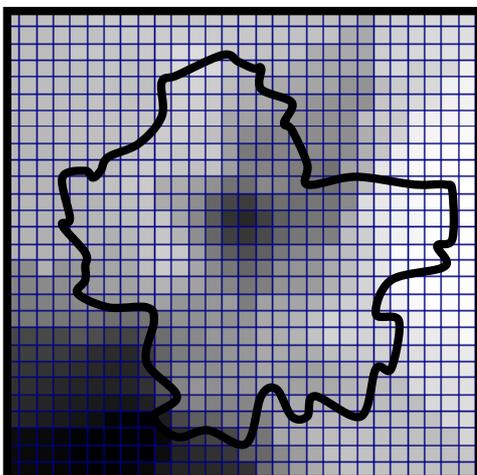


Pluviomètres + radar

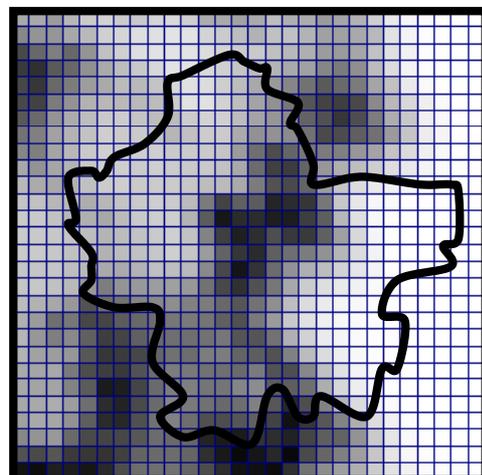


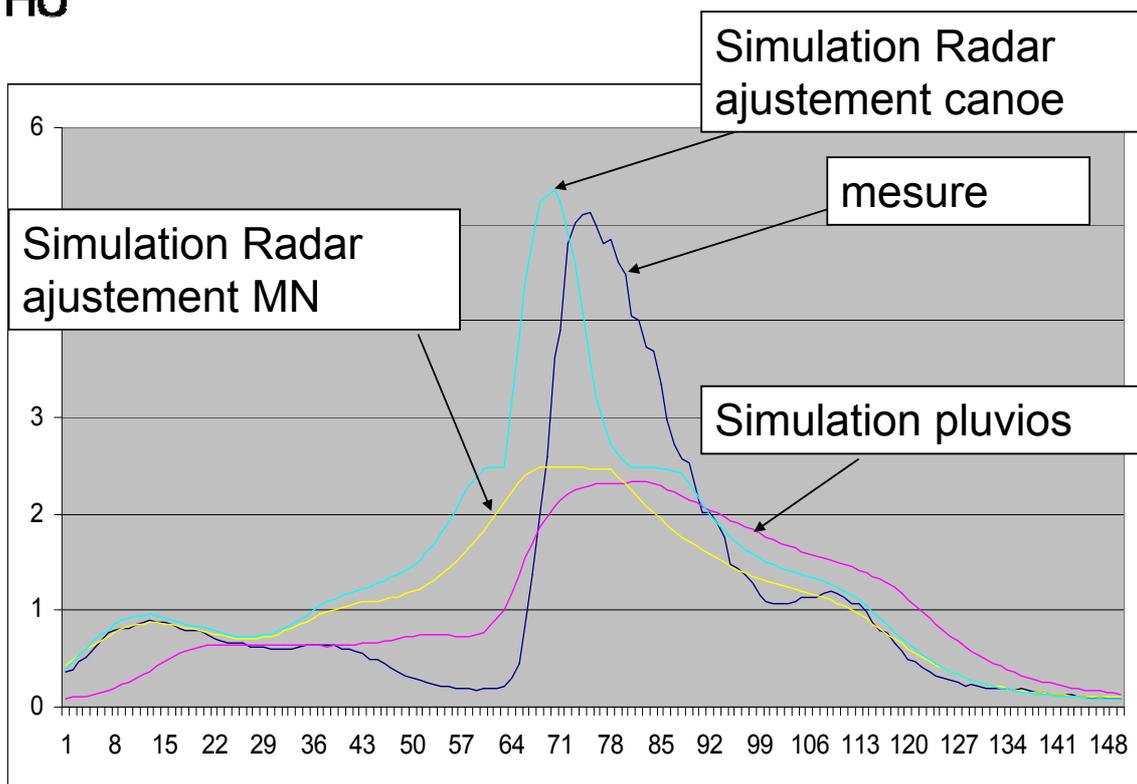
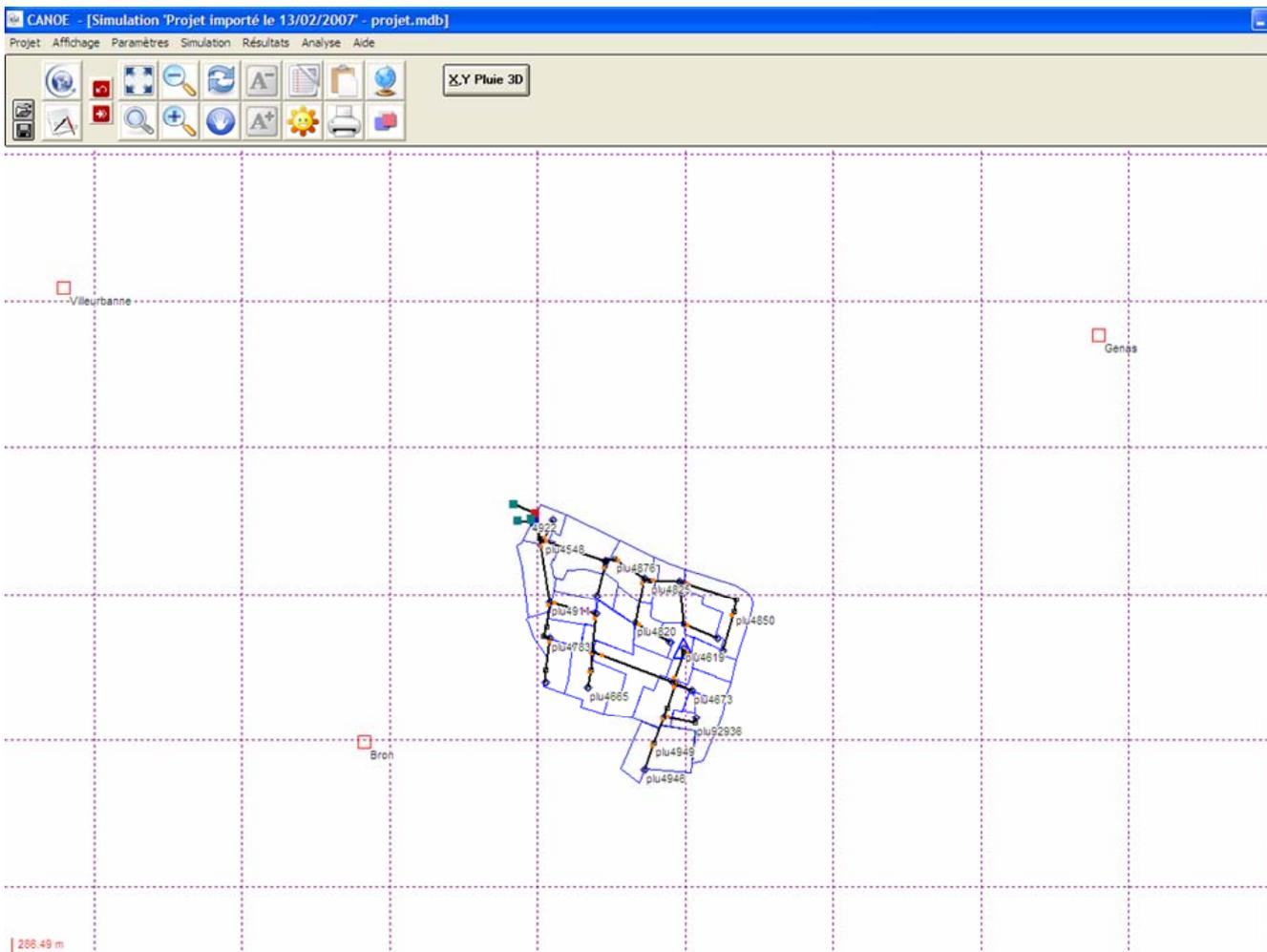
## Amélioration apportée par le radar : cumuls

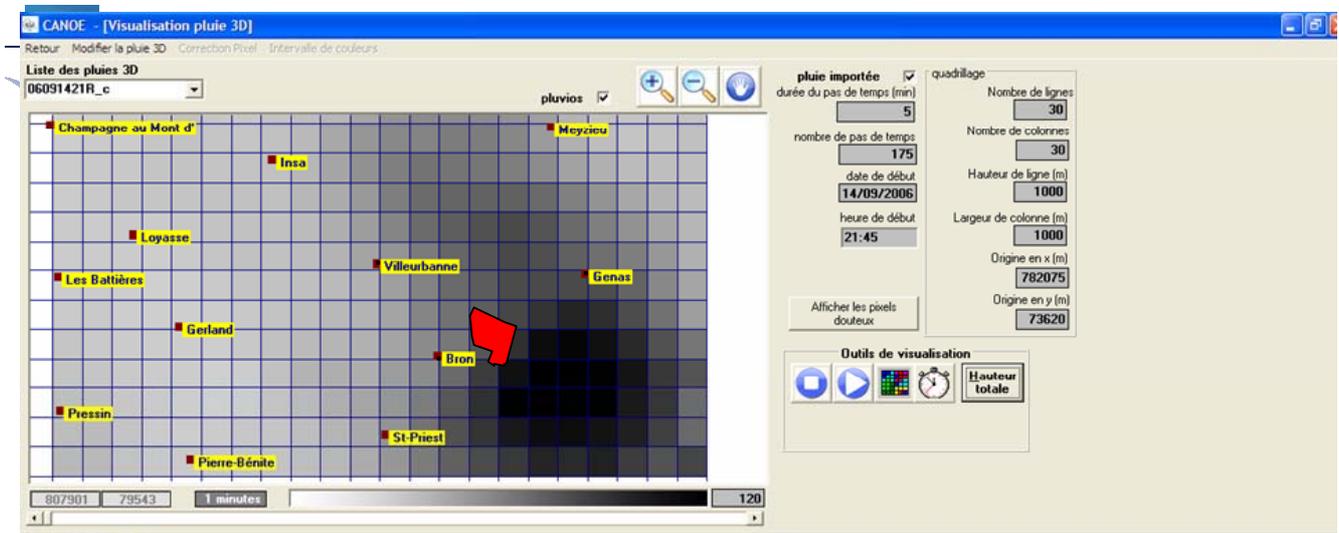
Pluviomètres seuls



Pluviomètres + radar

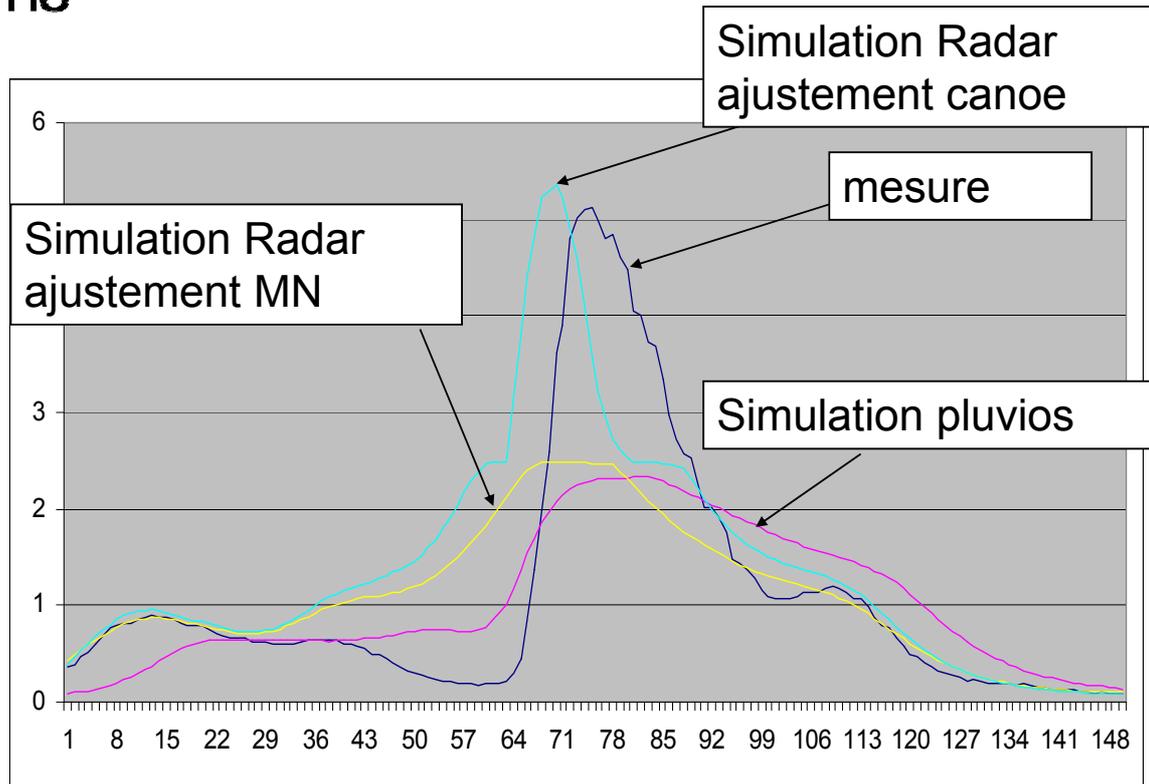
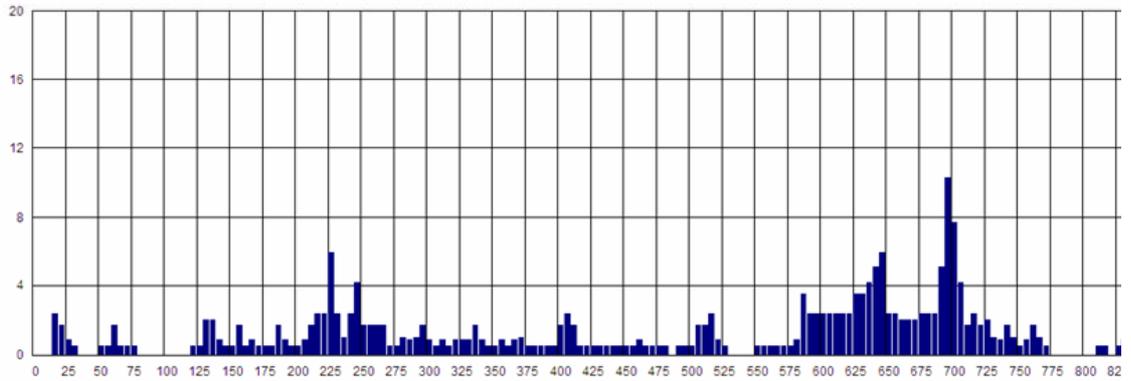




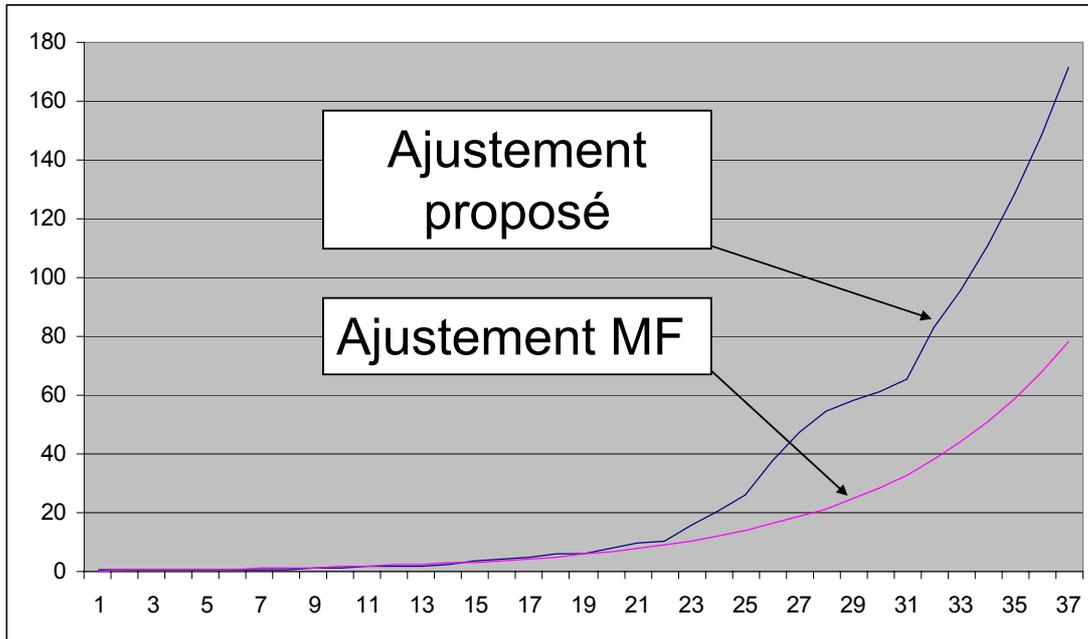


intensites	
1	0.0
2	0.0
3	0.0
4	2.4
5	1.7
6	0.9
7	0.5
8	0.0
9	0.0
10	0.0
11	0.5
12	0.5
13	1.7
14	0.5
15	0.5
16	0.5
17	0.0
18	0.0
19	0.0
20	0.0
21	0.0
22	0.0
23	0.0
24	0.0
25	0.5
26	0.5
27	2.0

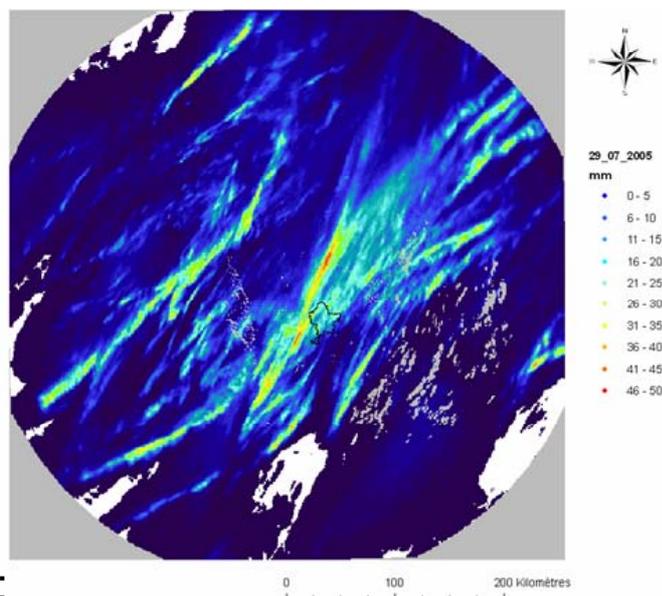
Hyétoqramme de la pluie 06091421R c Case 1



## Relations entre niveau de réflectivité et intensité

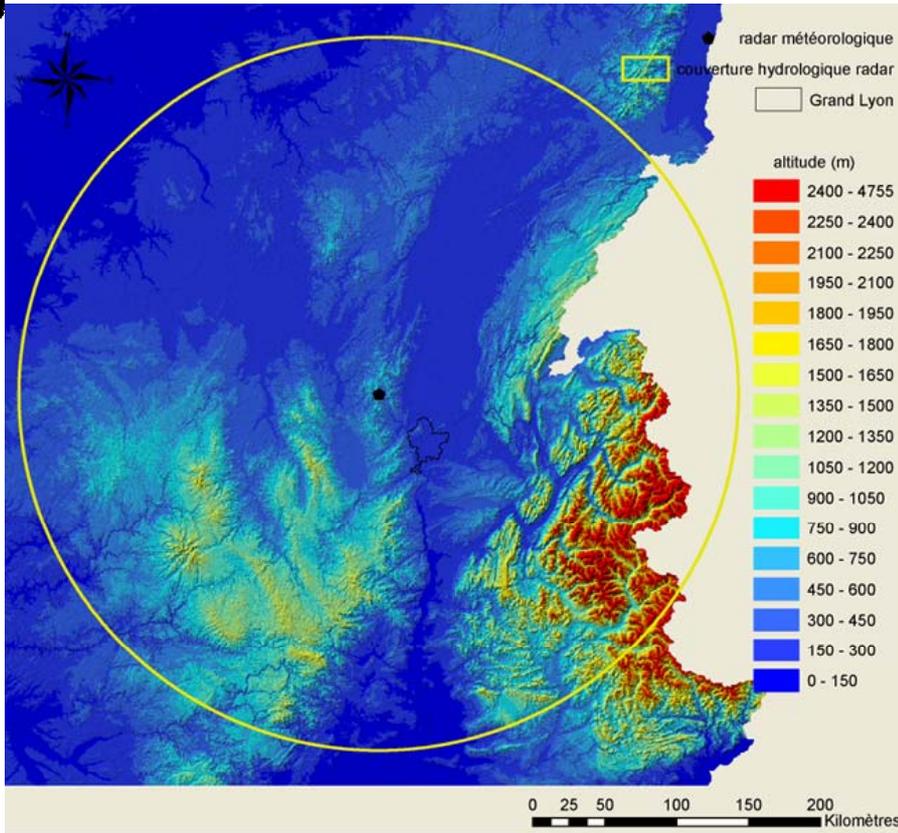


## Suivi de caractéristiques de cellules de pluies intenses



Objectif de l'étude :

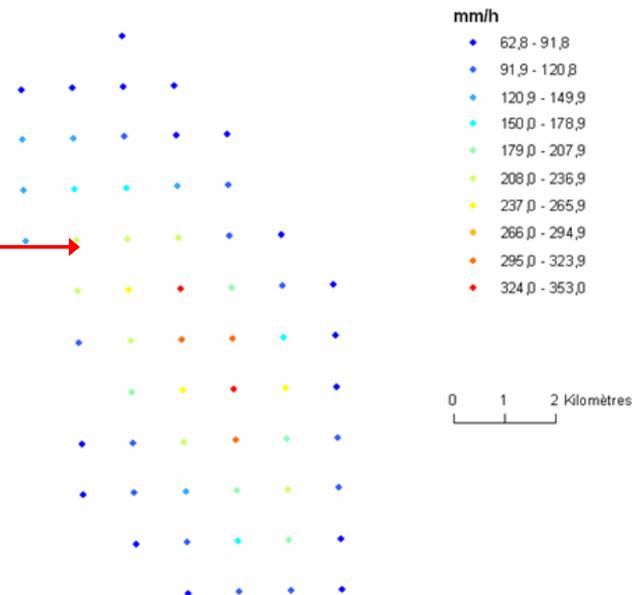
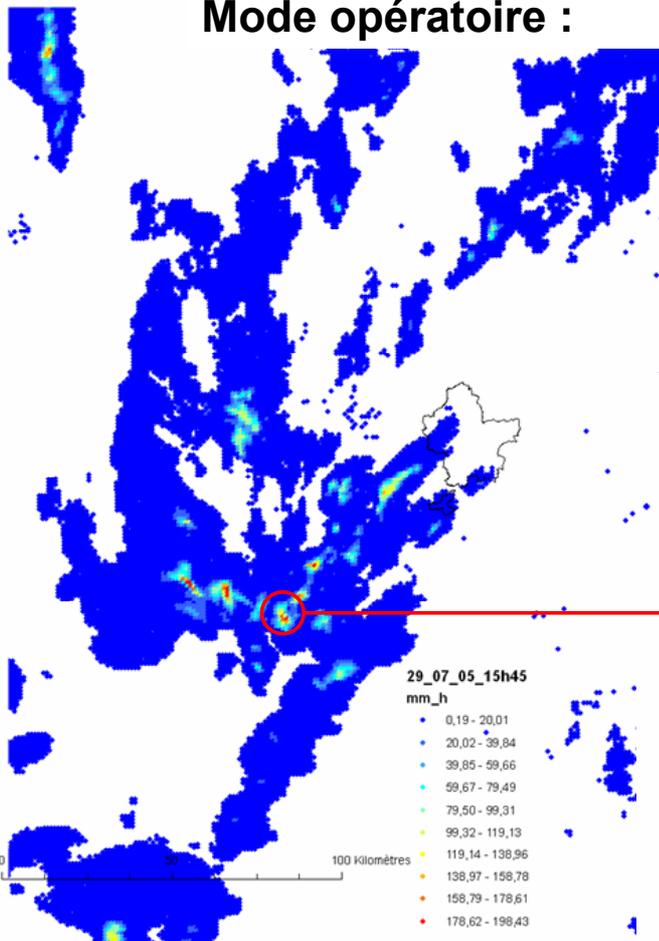
analyser **caractéristiques** cellules de pluies :  
**superficie, vitesse, orientation, intensité**, etc.



**Mode opératoire :**

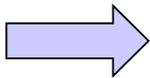
1. Identification et sélection de cellules de pluie intense
2. Analyse :

- *centre moyen pondéré*
- *ellipse de distribution directionnelle*
- *vecteurs de déplacement*



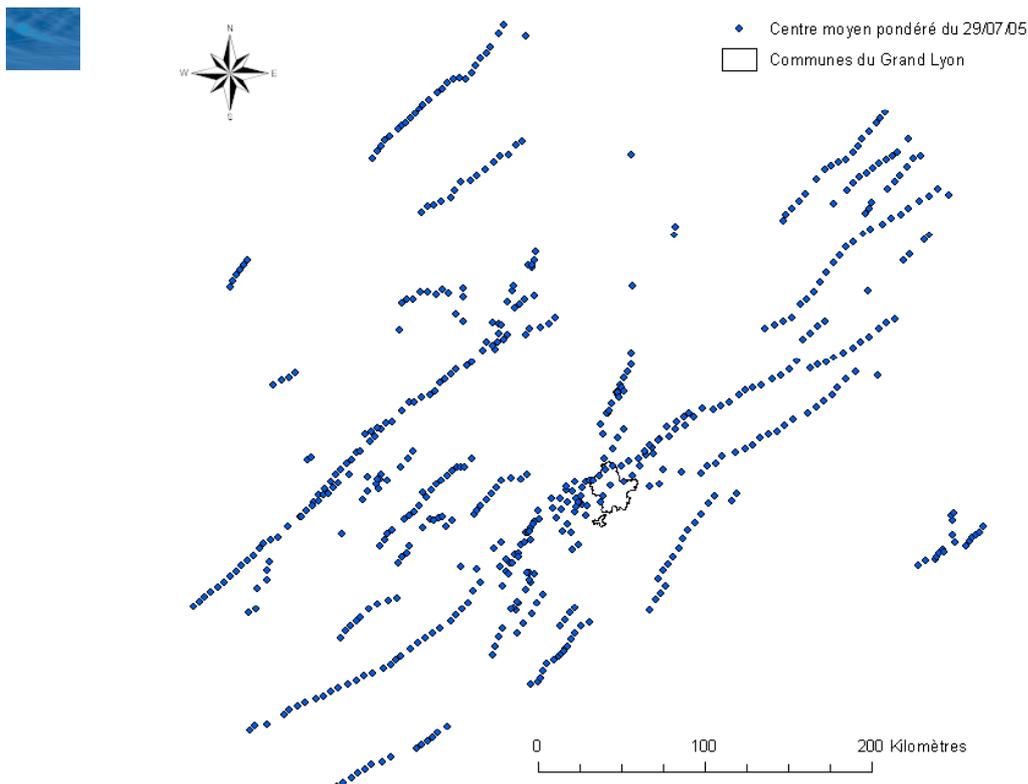
## Synthèse des caractéristiques obtenus :

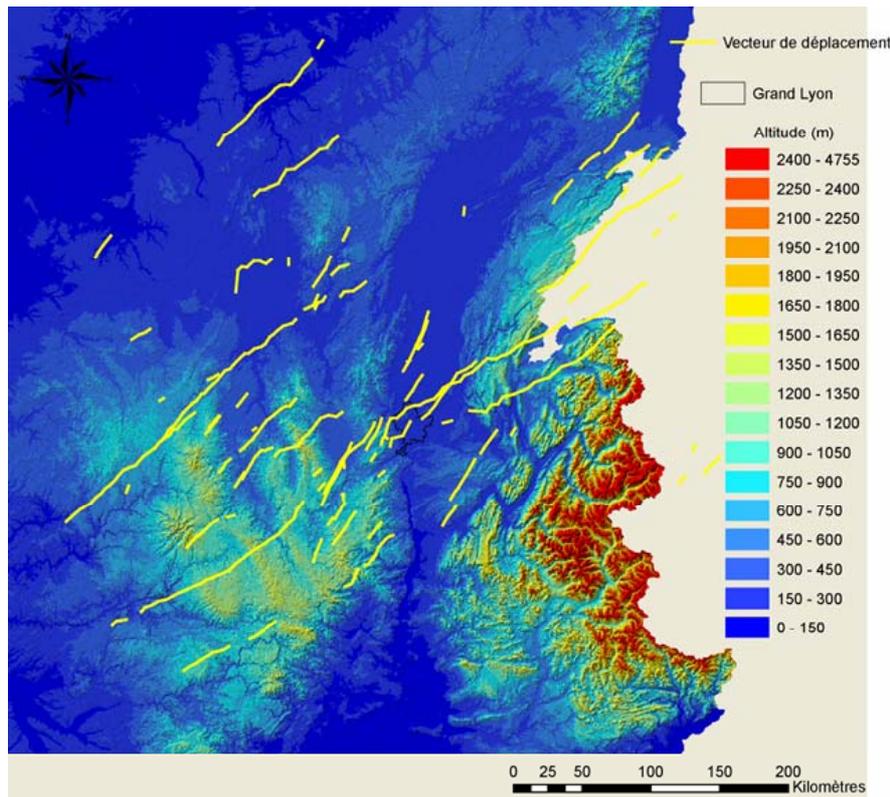
- Intensité moyenne (mm/h)
  - Intensité maximale (mm/h)
  - Superficie (km<sup>2</sup>)
  - Forme
  - Rotation (°N)
  - Orientation (°N)
  - Variance circulaire
  - Longueur (m) ~ Vitesse (km/h)
- } Cellule pluvieuse
- } Vecteur de déplacement



**Application** de la méthode à l'épisode pluvieux intense du **29 juillet 2005** (09h30 à 19h30)

## Détection de 563 noyaux de forte intensité



Création de **437 vecteurs** de déplacement

En moyenne par pas de temps de 5 minutes :

identification de **4,7 cellules** par pas de temps (sur l'ensemble de la couverture hydrologique)

- intensité maximale de **174,4 mm/h**
- intensité moyenne de **97 mm/h**
- superficie de **43 km<sup>2</sup>**
- direction **Sud-ouest Nord-est**
- orientation de **47,3°**
- vitesse de **66,5 km/h**

	Cellule	Int Max (mm/h)	Int Moy (mm/h)	Aire (km <sup>2</sup> )	Forme	Rotation (°N)	Orientation (°N)	Variance circulaire	Longueur (m)	Vitesse (km/h)
Moyenne	<b>4,7</b>	<b>174,4</b>	<b>96,6</b>	<b>42,7</b>	<b>1,4</b>	<b>97,2</b>	<b>47,3</b>	<b>0,05</b>	<b>5544,3</b>	<b>66,5</b>
Écart Type	<b>2,0</b>	<b>45,6</b>	<b>12,7</b>	<b>23,2</b>	<b>1,0</b>	<b>35,9</b>	<b>10,9</b>	<b>0,08</b>	<b>1006,5</b>	<b>12,1</b>
Max	<b>10,0</b>	<b>353,0</b>	<b>152,0</b>	<b>128,0</b>	<b>5,3</b>	<b>170,0</b>	<b>74,9</b>	<b>0,47</b>	<b>8771,6</b>	<b>105,3</b>
Min	<b>2,0</b>	<b>92,4</b>	<b>75,8</b>	<b>8,8</b>	<b>0,2</b>	<b>15,7</b>	<b>22,4</b>	<b>0,00</b>	<b>3605,4</b>	<b>43,3</b>

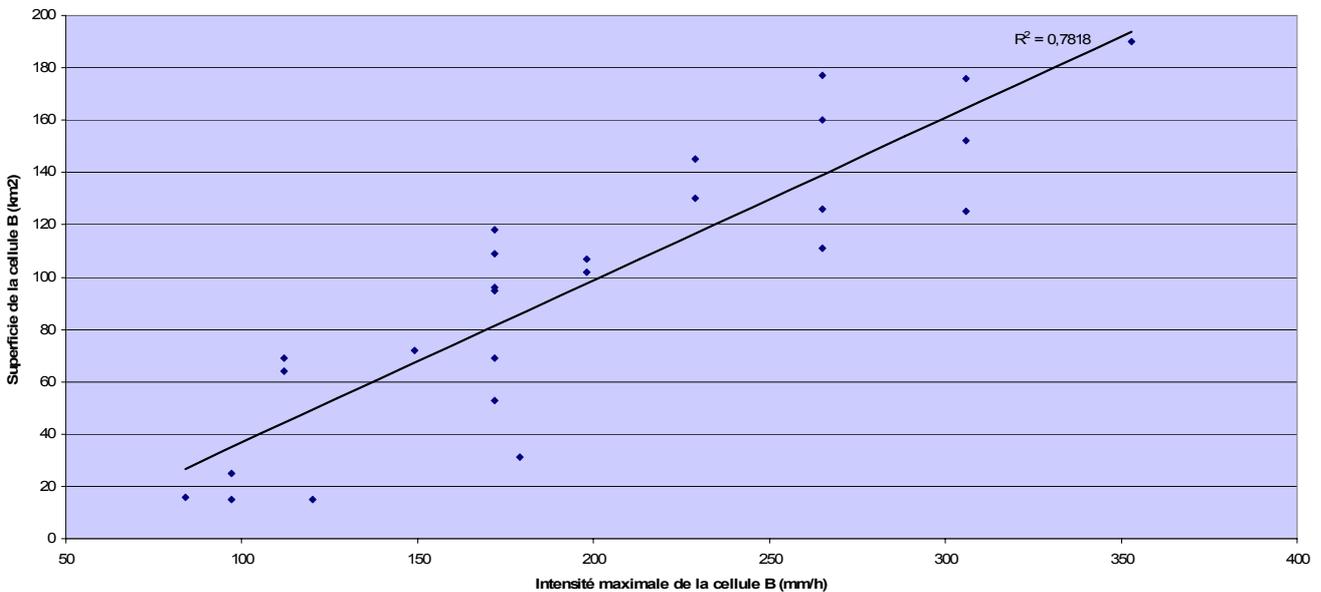
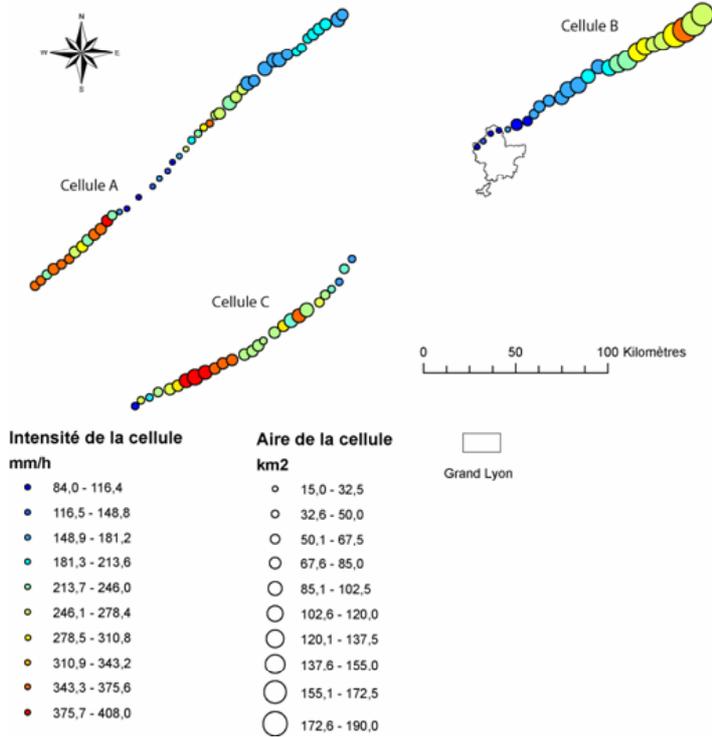


## Analyse détaillée de l'évolution de trois cellules intenses

Suivi de la cellule A  
durant 03h35 sur 227 km

Suivi de la cellule B  
durant 02h00 sur 146 km

Suivi de la cellule C  
durant 02h05 sur 145 km



## Conclusion et perspectives

- Possibilité de **détection** de **cellules de pluie** jusqu'à **260 km** de Lyon
- Forte **stabilité** des **cellules** de pluie en terme d'**orientation** et de **vitesse**
- Influence **orographique** }  
• Influence **urbaine** } **peu évidente** sur la **trajectoire** des cellules
- Couplage des **résultats du radar** avec les **situations synoptiques** pour déterminer des **météorotypes**
- **Détermination** de **niveaux d'alerte** pour établir des **scenarii de gestion** du réseau en fonction des **types de risque** des épisodes pluvieux

## Synthèse des résultats obtenus

- Utilisation a posteriori : amélioration des entrées pour les modèles de simulation :
  - meilleure reconstitution spatiotemporelle d'événements spécifiques ;
  - meilleure connaissance de l'aléa (pluies de période de retour rares et spatialisation de l'aléa) ;
  - disponibilité d'entrées normalisées pour différentes études (courbes IDF, pluies types, séries de pluies types) ;
- Utilisation en prévision :
  - mise en état d'alerte ;
  - anticipation et gestion en temps réel.





**Merci de votre attention**