



La détection de pluie par radar

- Introduction
- Un exemple de problème posé par la télédétection :
la calibration du signal radar météorologique
- Un exemple de problème posé par la prévision des changements en environnement : échéance et fiabilité de la prévision du risque de temps de pluie risque
- Conclusion



Introduction

- Le malentendu :
 - Des études de cas pour découvrir de nouveaux objets mathématiques ou pour appliquer des théories développées de manière abstraite
 - Des solutions mathématiques rapides, si possible facilement compréhensibles par des clients



La calibration du signal radar

- Qu'est ce qu'un signal radar par rapport à l'intensité de la pluie?
- figure de présentation de l'Institut de Physique du Globe de Clermont Ferrand pour développer un signal radar en double polarisation

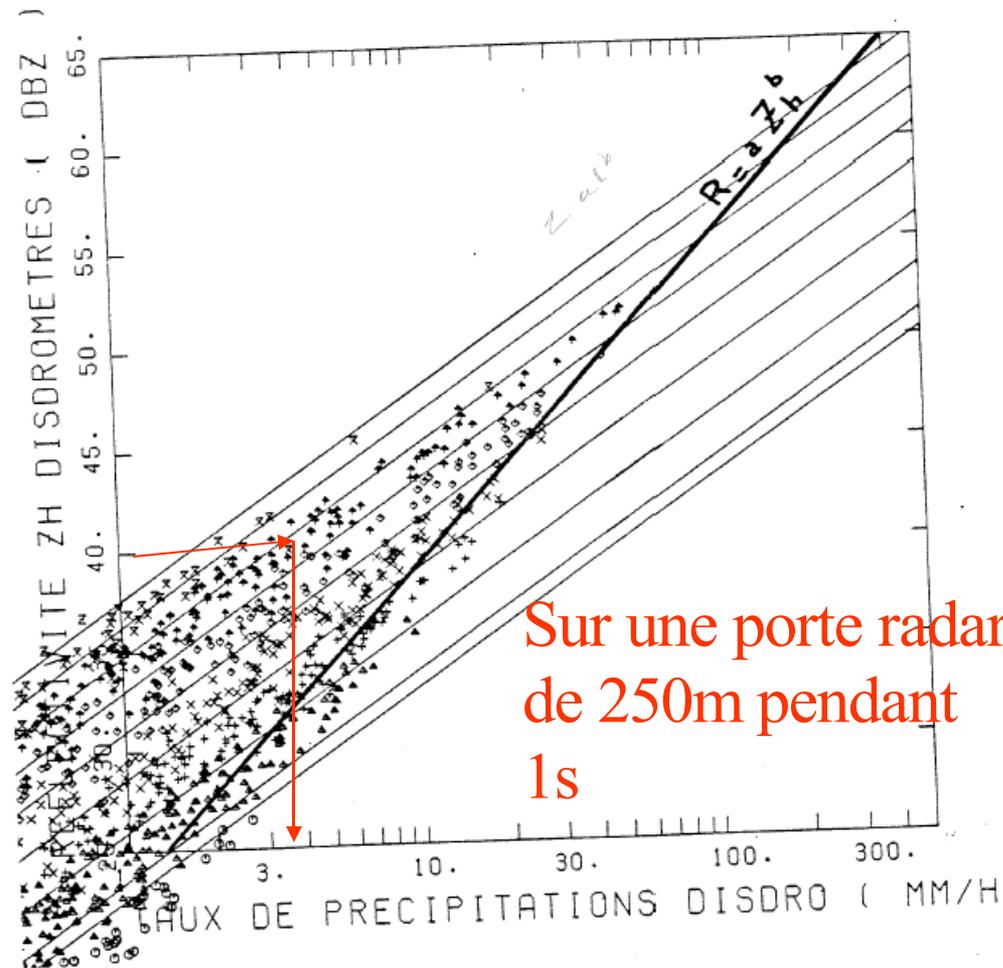


Figure 10 : Réflectivité Z_h en fonction du taux de précipitations R déduit de différents spectres de gouttes mesurés par les disdromètres. Les différents symboles correspondent à différentes classes de valeurs de la réflectivité différentielle Z_{DR} calculées à partir des spectres en utilisant la loi de déformation de Pruppacher et Pittet (1961)



La calibration du signal radar

- Quels sont les moyens existants pour transformer le signal radar en une intensité de pluie?
 - un scan radar en 5 minutes
 - un réseau pluviographique de densité variable adaptée aux moyens financiers des hydrologues et des exploitants de réseau
 - une donnée recherchée qui n'est pas celle des physiciens de l'atmosphère, mais une intensité sur 15 minutes ou sur une heure moyennée sur plusieurs Km^2 ou dizaines de km^2



La calibration du signal radar

- Exemple de variabilité de la calibration le 8-9 septembre 2002 dans le Gard :
 - Extension temporelle : plusieurs heures
 - Extension spatiale : plusieurs dizaines de km

■ Principe : pour un poste, utilisation des données acquises à T, mais mesurées avec au plus un recul de 2 heures

■ A chaque réception de nouvelles mesures du réseau extérieur :

■ Pour chaque poste, sont calculés :

- le cumul radar
- le cumul pluviographique

depuis la dernière acquisition des mesures de ce poste

■ Le facteur de calibration est le rapport des cumuls (Pluvio/Radar) depuis le début de l'événement, des mesures disponibles pour chaque poste

■ n_t : peut évoluer au cours du temps si de nouvelles mesures sont acquises entre T_0 et T

$$FC_m(T) = \frac{\sum_{t=T_0}^T \sum_{i=1}^{n_t} P_i(t)}{\sum_{t=T_0}^T \sum_{i=1}^{n_t} R_i(t)}$$

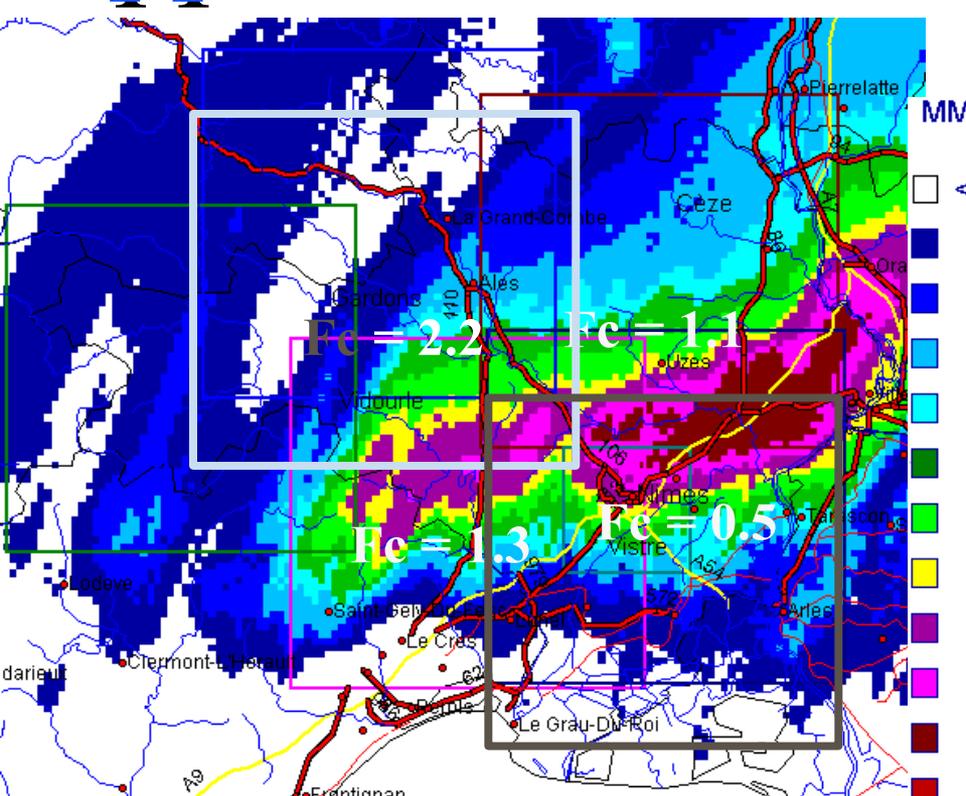
- 
- Le temps T_0 (TOP de calibration) est initialisé par
 - ● l'absence de pluie pendant 3 pas de temps, sur tous les postes du réseau calibreur de la zone
 - ● le changement brutal du facteur moyen de calibration (qui sera engendré par un changement brutal de la structure précipitante).

$$FC_g(T) = \frac{\sum_{t=T-30'}^T \sum_{i=1}^{n_t} P(i, t)}{\sum_{t=T-30'}^T \sum_{i=1}^{n_t} R(i, t)}$$

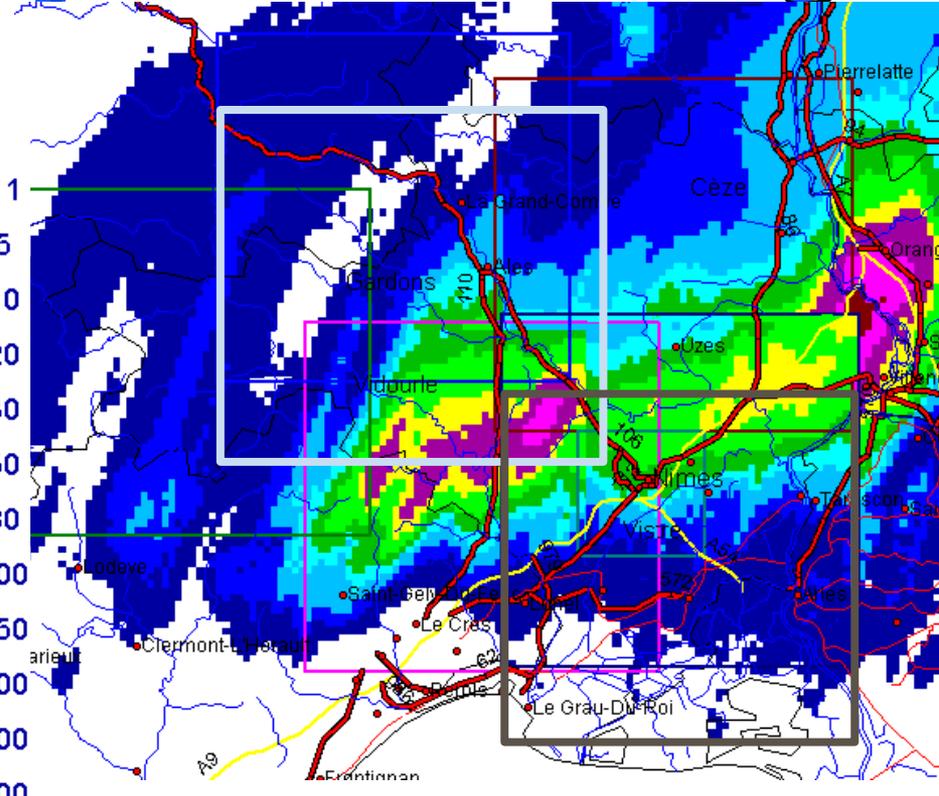
$$\textit{Gradient} = \frac{FC_g(T) - FC_g(T - \Delta T)}{FC_g(T)}$$

- Lorsque ce gradient est supérieur à 15 %,
 - le temps T_0 (TOP de calibration) devient égal à $T - 30$ mn.

Application à tout / partie de l'image

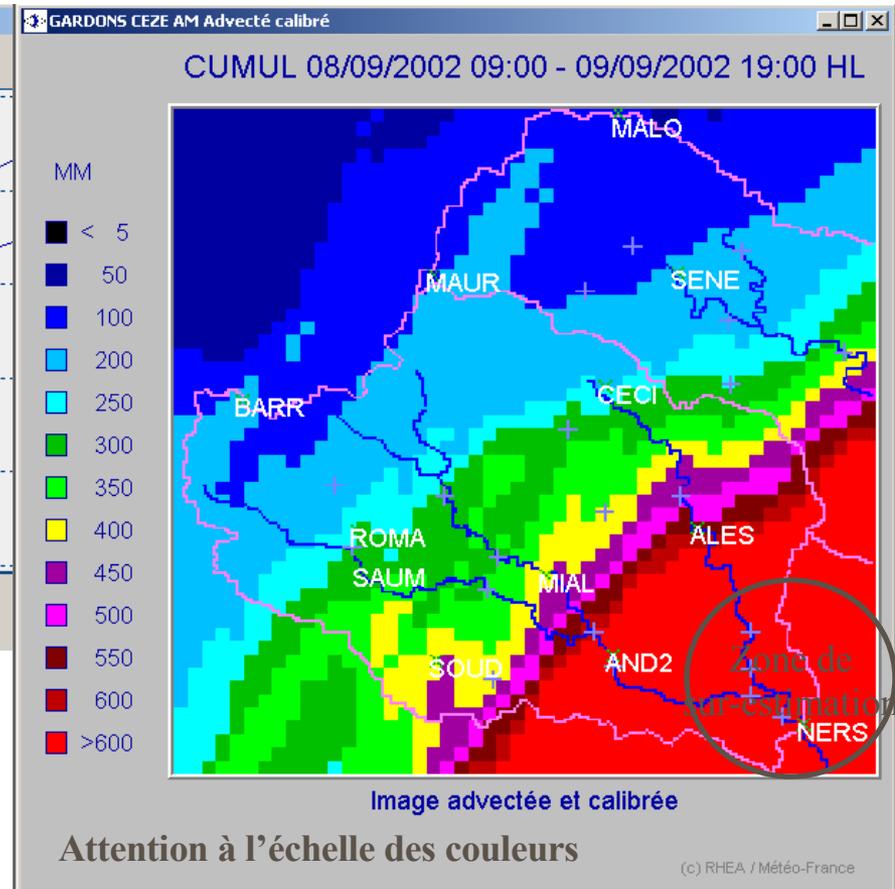
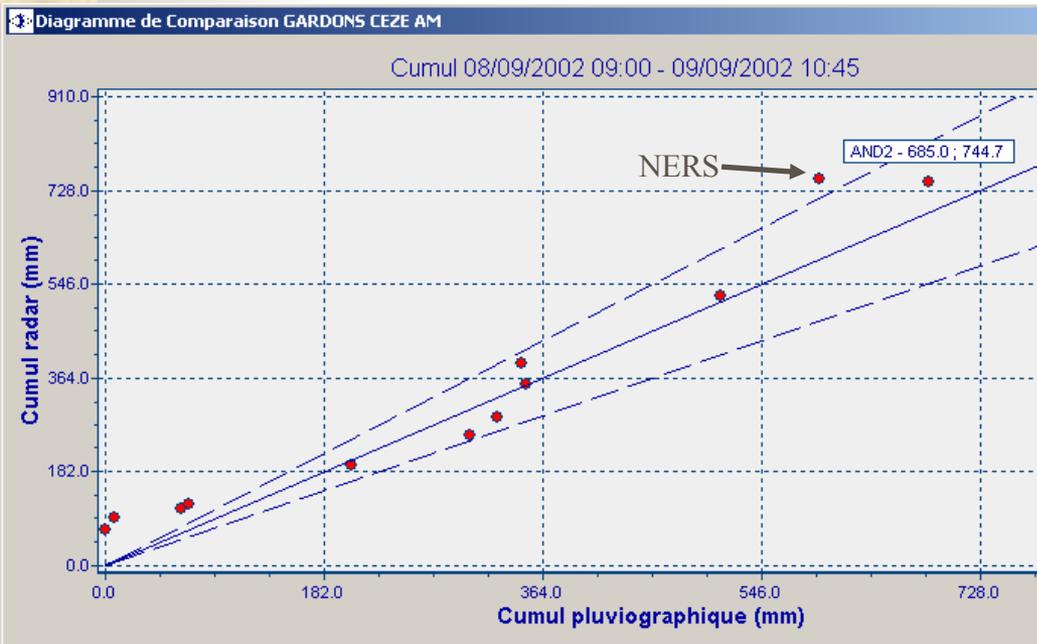


Cumul CALAMAR - Grande image
calibrée avec un F_c moyen de 1.3
08/09/02 19h30 – 22h



Cumul CALAMAR par zone de calibration
avec un F_c structure pour chaque zone
08/09/02 19h30 – 22h

limite du procédé



Zone de calibration : Gardons/Cèze AM



La calibration du signal radar

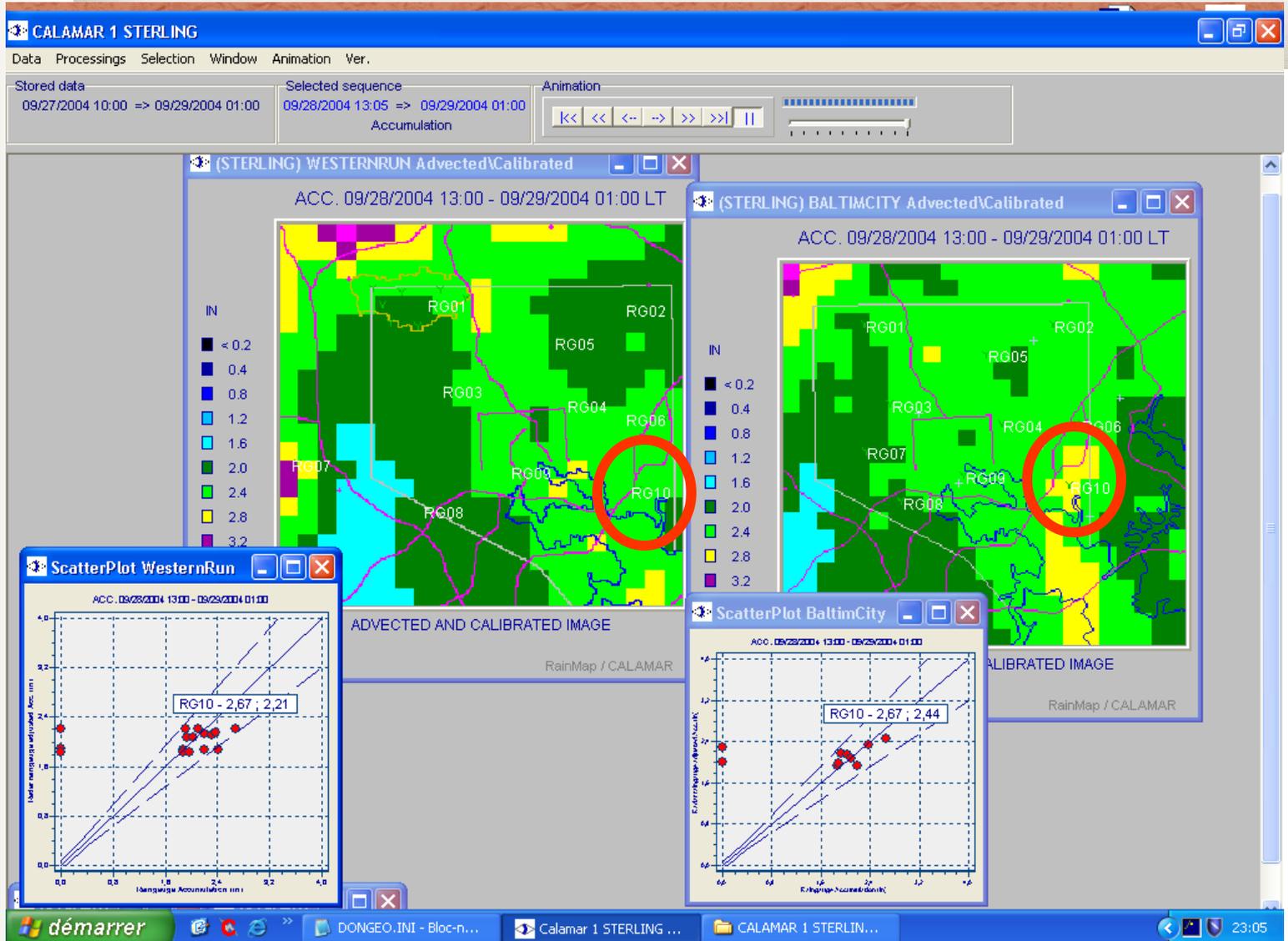
- Exemple de la variabilité de la calibration d'un signal radar à Baltimore :
 - Extension temporelle : plusieurs minutes
 - Extension spatiale : plusieurs km

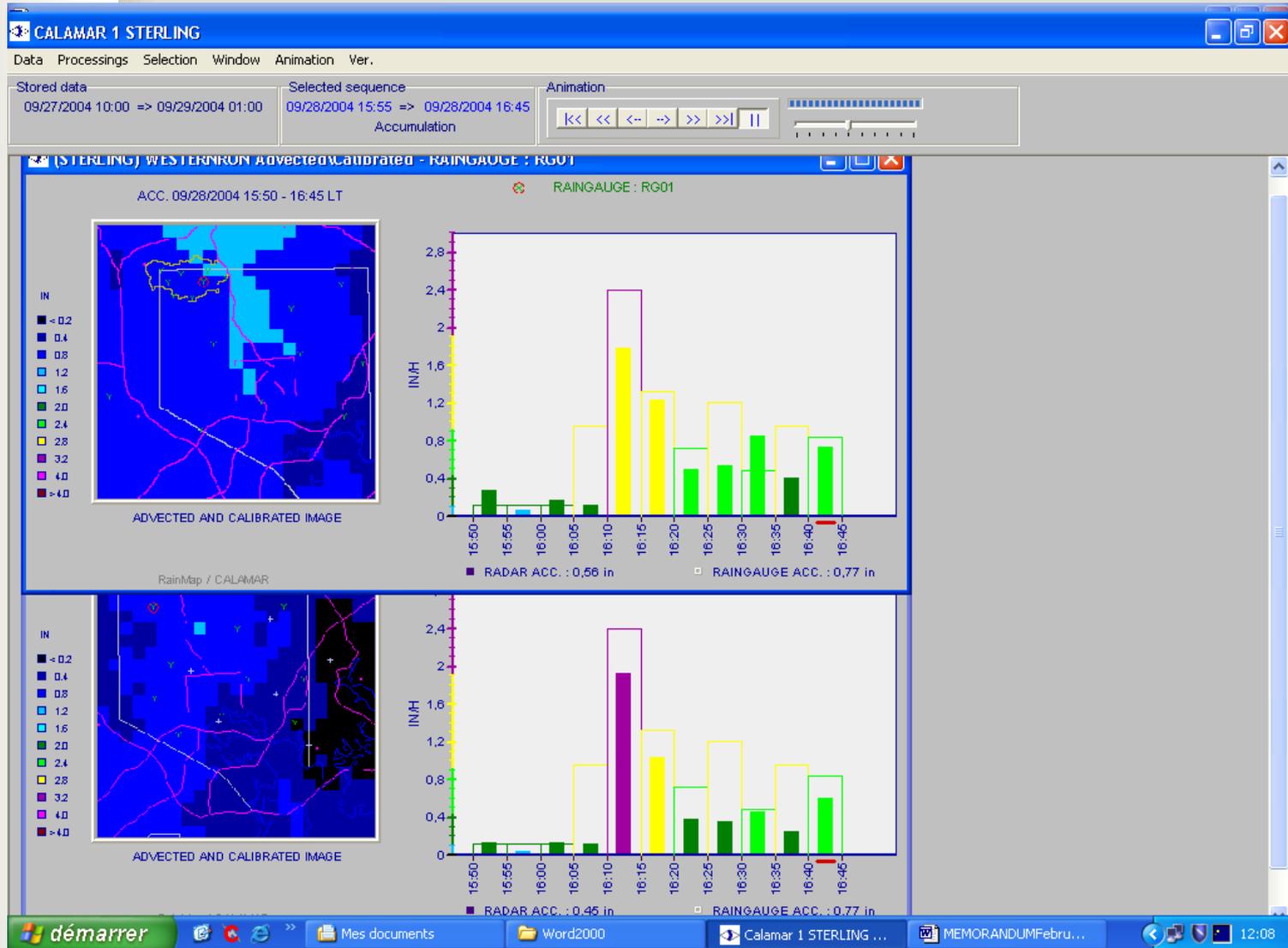
Le facteur de calibration est le rapport des cumuls (Pluvio/Radar) depuis 3 pas de temps de 5 minutes

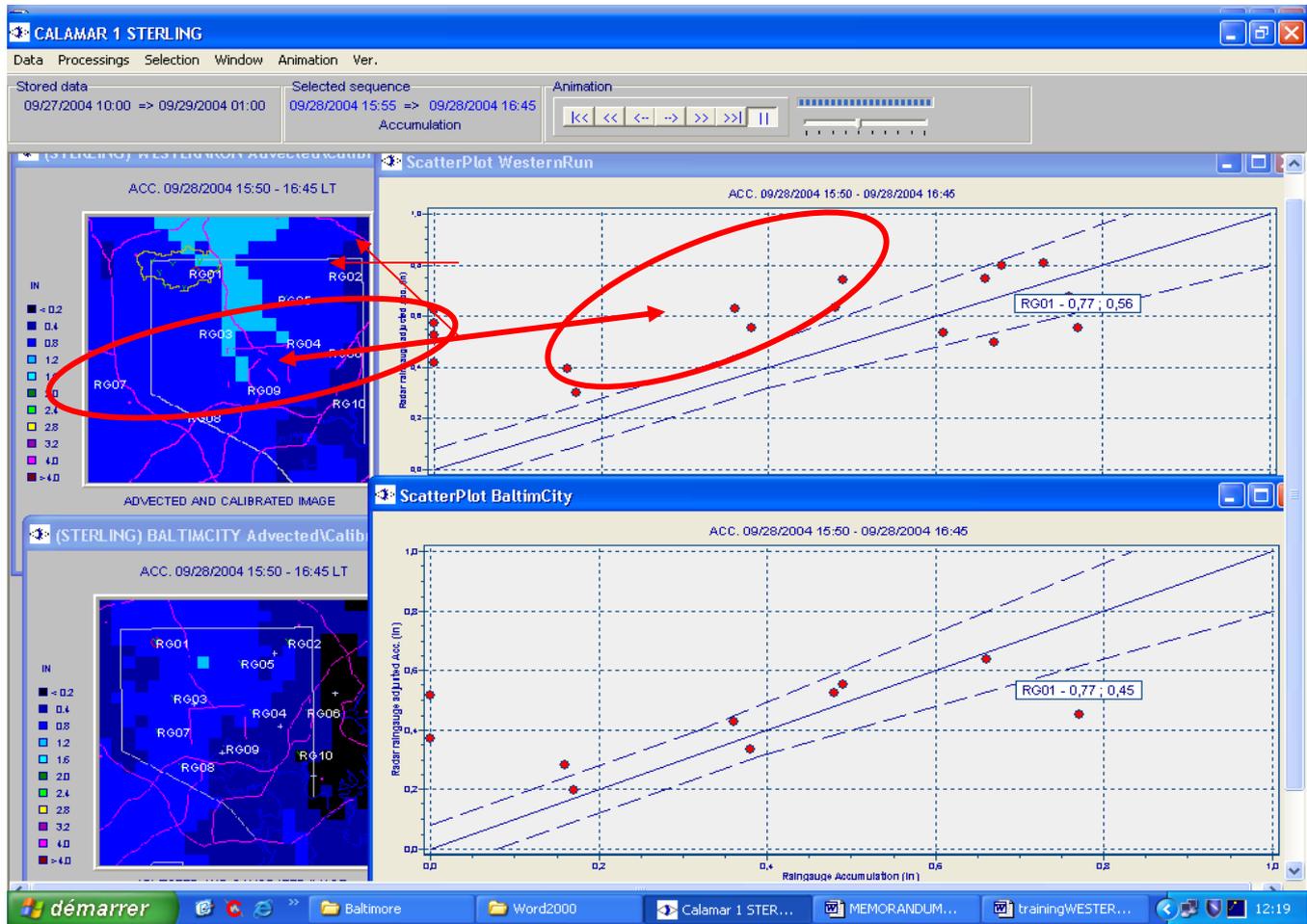
$$FC_T = \frac{\sum_{t=T-3\Delta T}^T \sum_{i=0}^{n_t} P(i, t)}{\sum_{t=T-3\Delta T}^T \sum_{i=0}^{n_t} R(i, t)}$$

Voici 2 réseaux pluviographiques imbriqués :

- 10 sur 100 km²
- 7 sur 20 km²









La calibration du signal radar

- Axes d'amélioration par les mathématiques perçus par les industriels sans en connaître les méthodes les plus adaptées
 - Sélection dynamique des sous-réseaux pluviographiques
 - Identification des régions où les données sont trop peu précises au pas de résolution de la mesure
 - Abandon des données radar au profit des données pluviographiques seules (dans les régions et périodes où le signal radar est perturbé)



La détection de pluie par radar

- Introduction
- Un exemple de problème posé par la télédétection : la calibration du signal radar météorologique
- Un exemple de problème posé par la prévision des changements en environnement : échéance et fiabilité de la prévision du risque de temps de pluie
- Conclusion



échéance et fiabilité de la prévision du risque

- Le prévision du risque par rapport à la prévision de la pluie
- Figure de présentation du Laboratoire des Transferts Hydriques en Environnement pour développer un système de prévision des crues

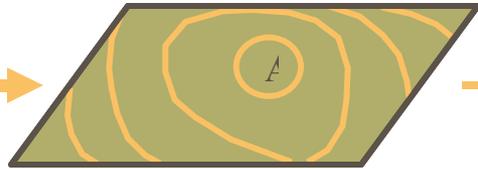
L'adaptation par analogie (1)

« *Mêmes causes, mêmes effets* »

Variable(s) d'analogie

Critère d'analogie

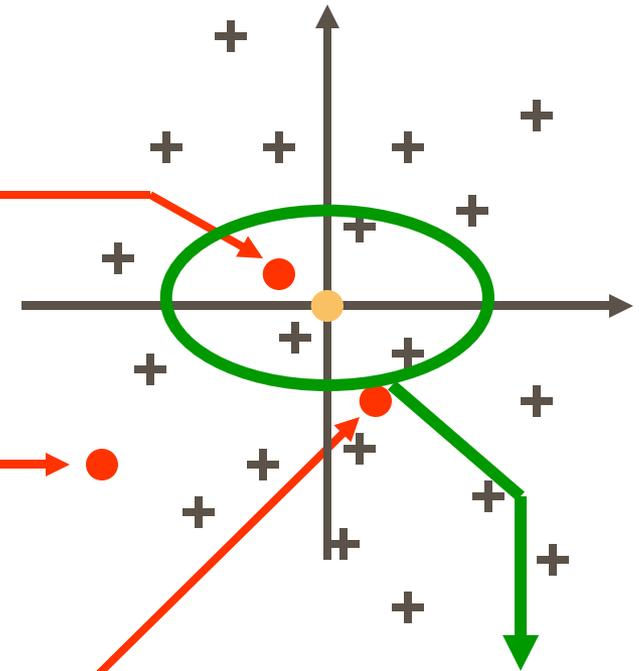
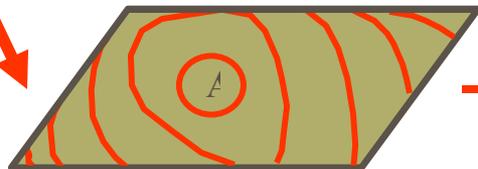
Situation
météorologique
cible



Archive
météorologique



...

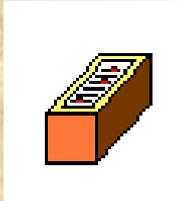


Sélection de
situations
analogues



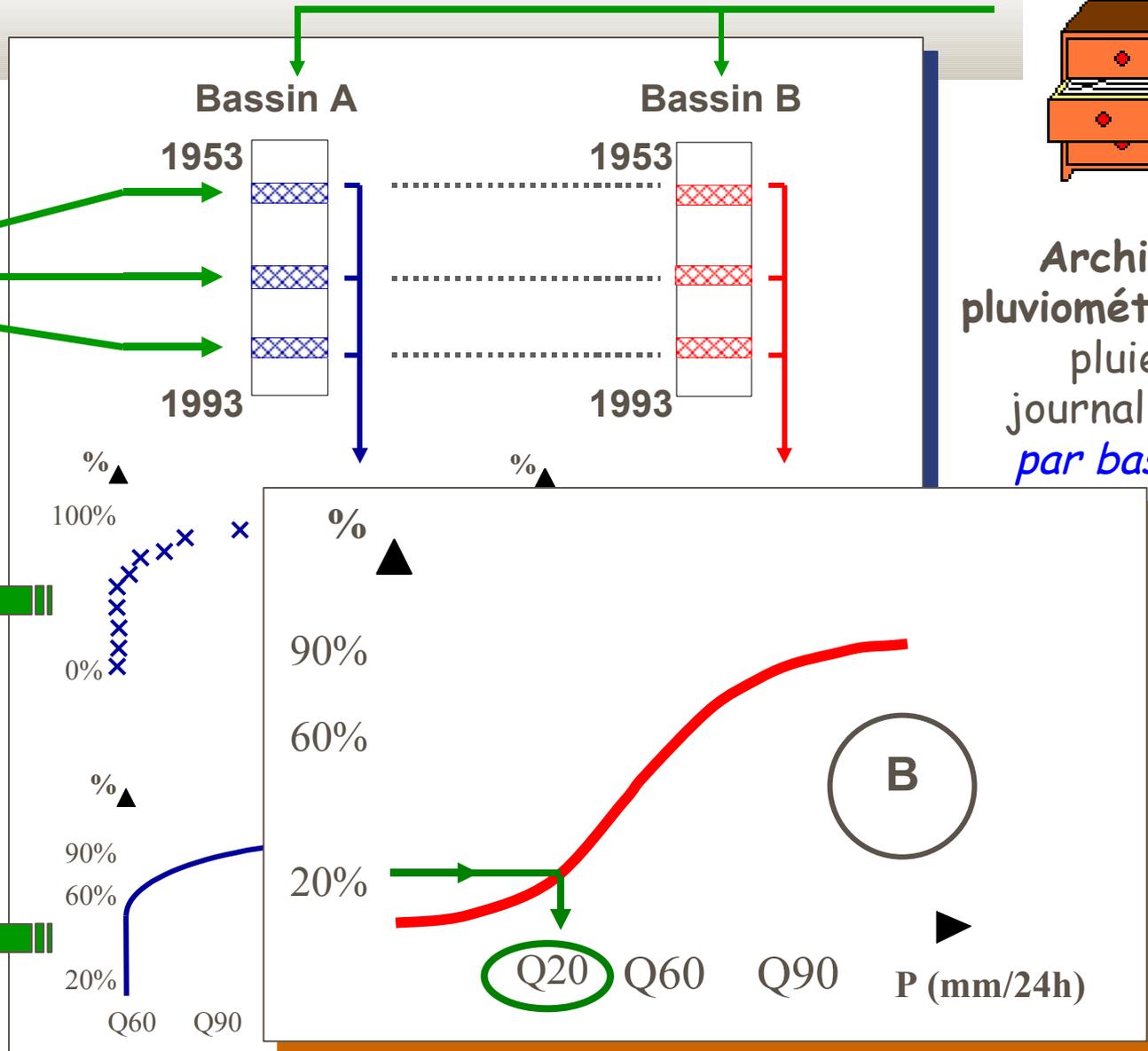
L'adaptation par analogie (2)

Sélection de situations analogues



Distributions empiriques

Fonctions de répartition ajustées



échéance et fiabilité de la prévision du risque

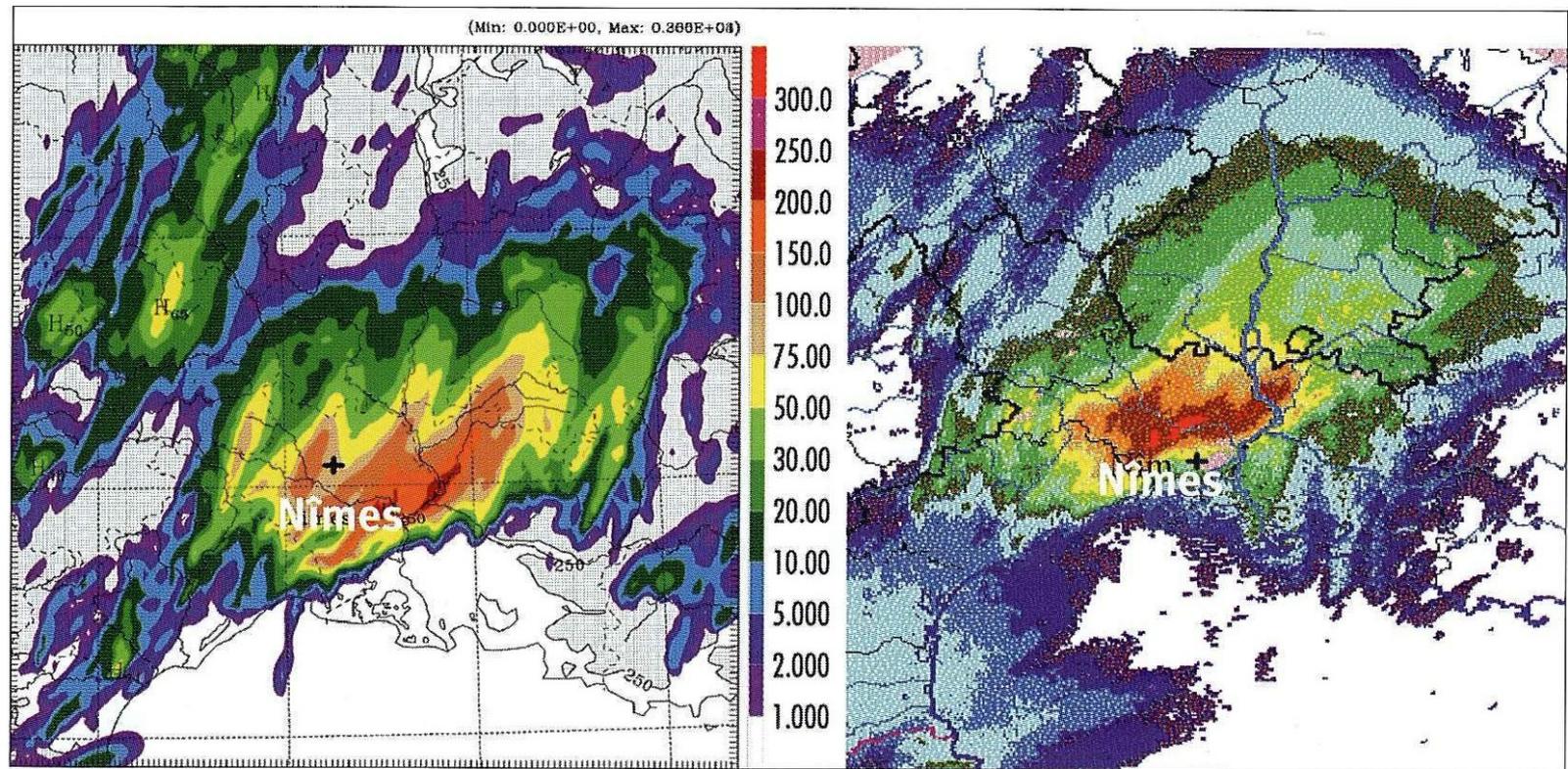
- Quels sont les objectifs de la prévision du risque pour fixer ceux de la prévision de pluie?
 - Pas de droit à l'erreur dans la protection des populations menacées contre les inondations (pas de non détections c'est à dire pas d'alertes tardives)
 - Des droits de fausses alertes très encadrés (pas plus de une fois tous les cinq ans)
 - La réponse industrielle est une progression dans les alarmes :
 - Mise en vigilance pour décider de l'action du service de sécurité
 - Pré-alerte pour réduire son temps de réaction en dessous du temps de prévision fiable de l'heure du risque
 - Prévision de l'heure du risque avec une fiabilité compatible avec les droits de fausses alertes et l'absence de non-détections



échéance et fiabilité de la prévision du risque

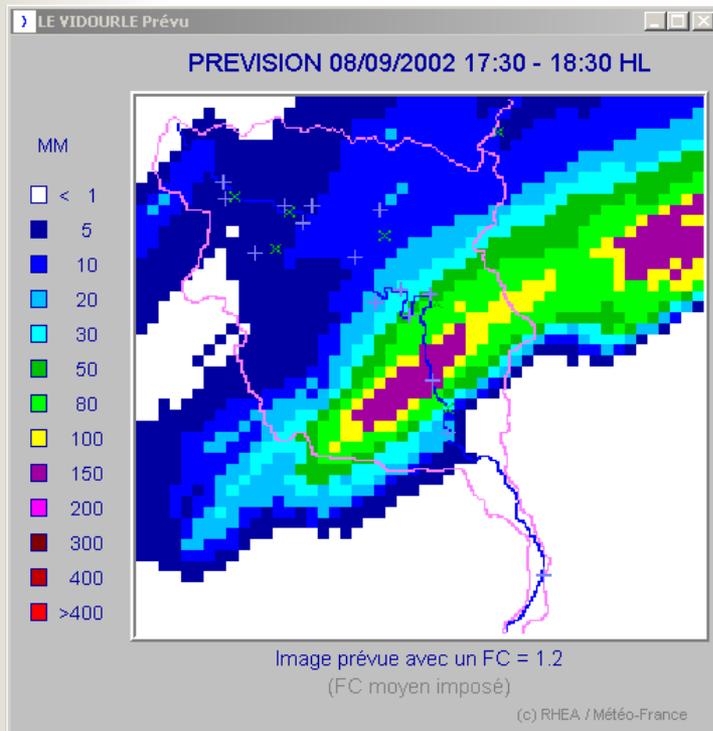
- Comparaison des méthodes de prévision à diverses échéances :
 - Exemple sélectionné par METEO France de qualité de la prévision (à 12h ou plus) du modèle AROME en cours de développement
 - Exemple sélectionné par RHEA de qualité de la prévision (à 1h) sur le bassin du Vidourle

La prévision avec AROME

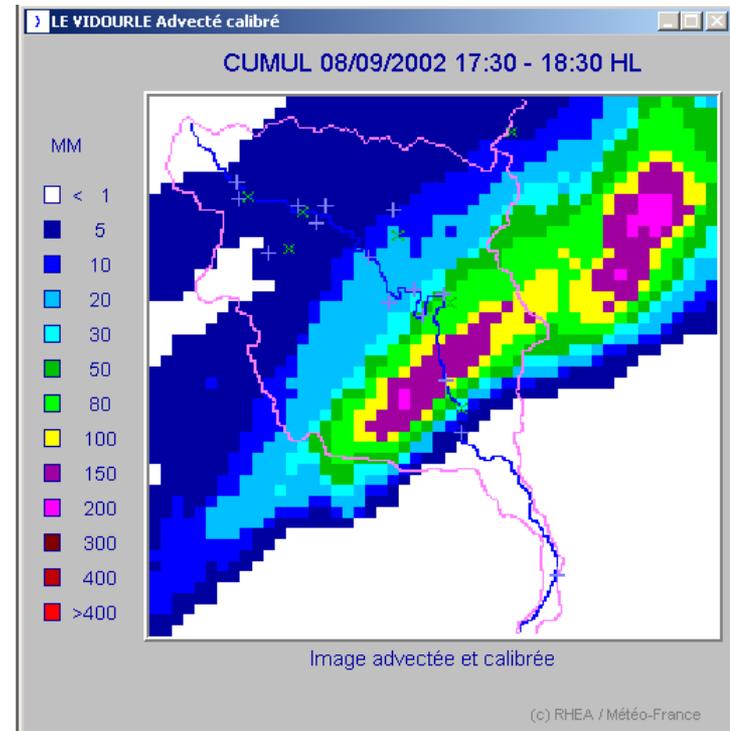


La prévision avec CALAMAR2

Prévision horaire à 17h30 le
08/09/02

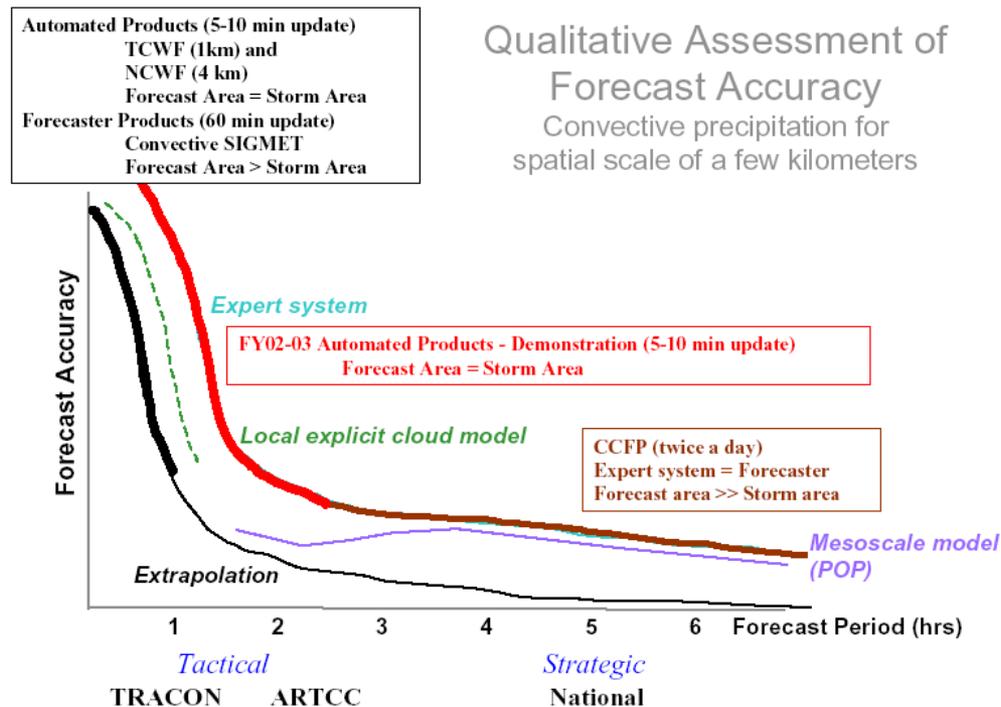


Cumul horaire effectivement mesuré
entre 17h30 et 18h30 le 08/09/02



échéance et fiabilité de la prévision du risque

- fiabilité à échéance de 60 minutes de prévision d'orage sur une piste d'aéroport (source : MIT Lincoln Lab)



Modified from Browning, 1980



échéance et fiabilité de la prévision du risque

- La réponse de l'industriel à cette limite ne peut être de faire appel à un expert disponible en permanence:
 - La prévision de la situation à risque (donc en utilisant le modèle du risque et non de la prévision de pluie)
 - La distinction entre situations prévisibles et situations non prévisibles



échéance et fiabilité de la prévision du risque

- Axes d'amélioration par les mathématiques perçus par les industriels sans en connaître les méthodes les plus adaptées
 - Une échéance plus longue
 - Les moyens d'améliorer la distinction entre situations prévisibles et situations non prévisibles à des échéances plus longues



La détection de pluie par radar

- Introduction
- Un exemple de problème posé par la télédétection : la calibration du signal radar météorologique
- Un exemple de problème posé par la prévision des changements en environnement : échéance et fiabilité de la prévision du risque de temps de pluie
- Conclusion



Conclusion

- Une écoute indispensable trop limitée par le temps disponible
 - Une écoute préparée
 - Une connaissance des contraintes industrielles et une volonté non feinte de les accepter
 - Une vérification de la compatibilité des objectifs de l'industriel et de ceux du mathématicien
- Que seul va compenser un dialogue depuis plusieurs années