

Observatoire
hydro-météorologique
méditerranéen
de Venise



Séminaire « lames d'eau radar et applications hydrologiques »,
Cemagref Antony 23 juin 2009

Ré-analyses pluviométriques de l'OHM-CV

Guy Delrieu, Ludovic Bouilloud, Brice Boudevillain,
Pierre-Emmanuel Kirstetter

Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement

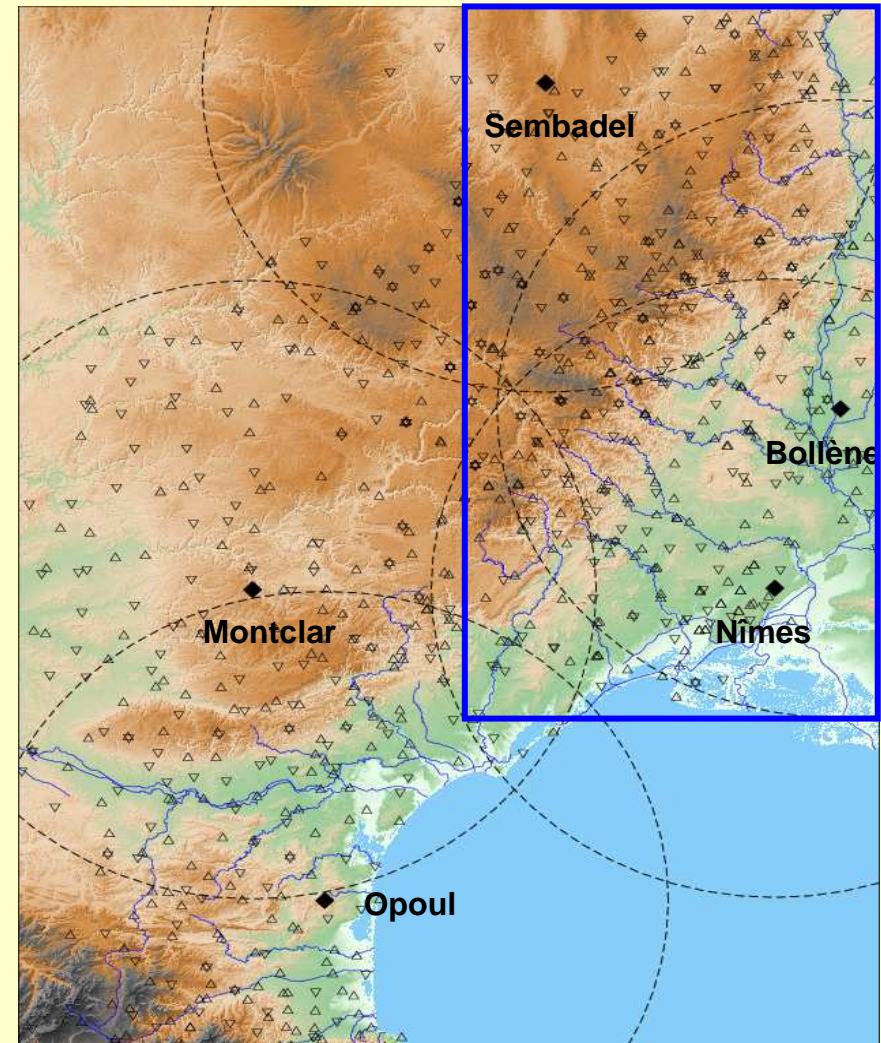
Plan de la présentation

- ✓ Objectifs
- ✓ Méthodologie et difficultés
- ✓ Propositions
- ✓ Illustrations
- ✓ Conclusions

Objectif

Établir une ré-analyse pluviométrique de 10 ans (2000-2009)
à l'aide des données radar et pluviométriques collectées par
l'OHM-CV

- Domaine 32000 km²
- Pas de temps : variable, infra-horaire (30 min) à journalier en fonction de l'importance des cumuls pluviométriques, à agréger selon les applications
- Pas d'espace : 1 km², à agréger selon les applications



Méthodologie (1/3)

Critique et mise en forme des données pluviographiques

- Critique : « chasse aux canards »
- Cartographie et erreur d'estimation : krigeage

Difficultés :

- Collecte multi-organismes ;
- Evolution permanente des réseaux ;
- Lourdeur et relative subjectivité des opérations de critique

Méthodologie (2/3)

Traitement des données radar (TRADHy)

- **Contrôles** : domaine de détection, échos de temps sec, stabilité du signal radar
- **Identifications** : échos parasites, types de pluie et profils verticaux de réflectivité (conditionné à la disponibilité de données volumiques)
- **Corrections et estimation des intensités de pluie** : « comblement » des zones d'échos fixes, calcul de facteurs correctifs pour les masques et les PVR à chaque angle de site ; estimation de la réflectivité au sol ; Conversion Z-R éventuellement conditionnée au type de pluie ; advection

Difficultés :

- Evolution des radars et de leurs protocoles de mesure ;
- Disponibilité de données volumiques non systématique ;
- Echos parasites résiduels ;
- Paramétrisation ?

Méthodologie (3/3)

Paramétrisation :

Concerne essentiellement la (ou les) relation(s) Z-R et l'erreur d'étalonnage

2 approches :

- Analyse de données granulométriques + étalonnage électronique « absolu »
- Optimisation de relations Z-R « effectives » par confrontation estimations radar et pluviographes

Modèle d'erreur :

Analyse des résidus radar - référence (issue du krigeage des mesures pluviométriques) pour différents pas de temps et surfaces d'intégration, en prenant en compte la qualité de la référence.

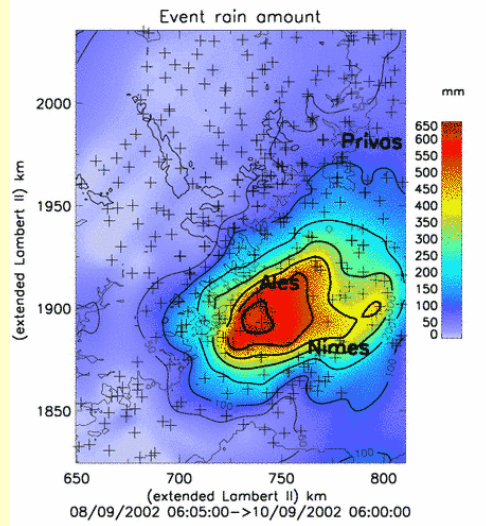
Propositions pour les réanalyses

- Correction des échos fixes résiduels : utilisation des gradients sur les cumuls radar et pluvio au pas de temps événementiel
- Correction des effets de distance (masques, PVR) à l'aide des concepts de la « visibilité hydrologique », sachant le protocole de balayage ; identification du PVR ?
- Correction du biais moyen par optimisation d'une relation Z-R effective à l'aide des mesures pluviométriques au pas de temps événementiel

(Remarque : pas de fusion radar-pluvio type co-krigeage)

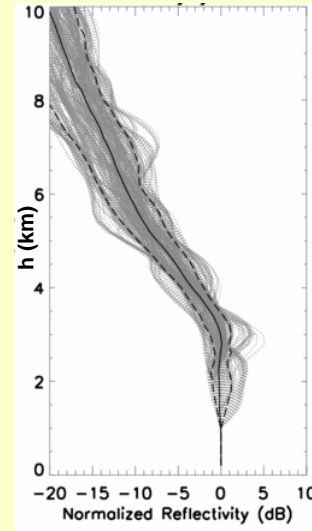
Illustrations : 2 épisodes bien documentés

8-9 Septembre 2002

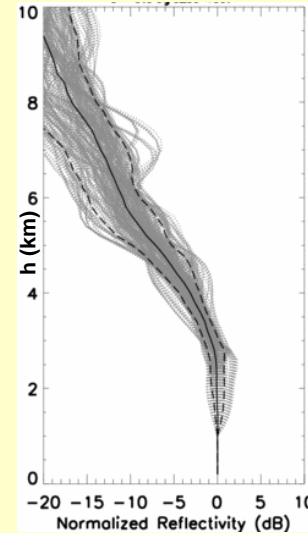


Convection
profonde

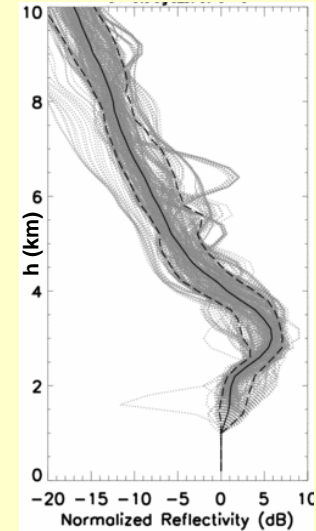
VPR (global)



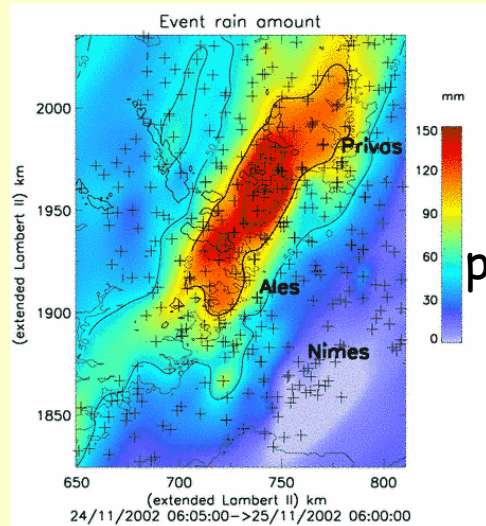
VPR (convective)



VPR (stratiform)

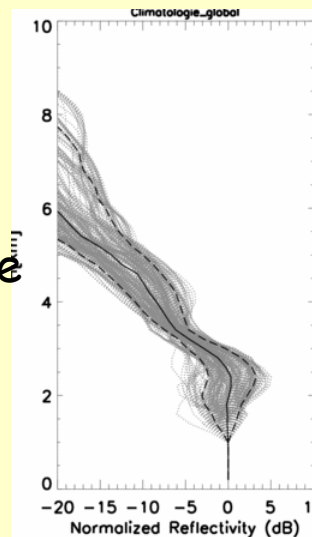


24 Novembre 2002

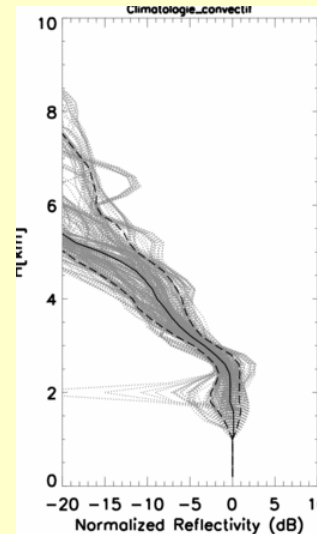


Convection
peu développée

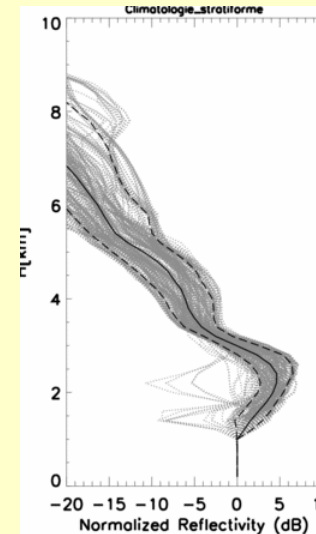
VPR (global)



VPR (convective)

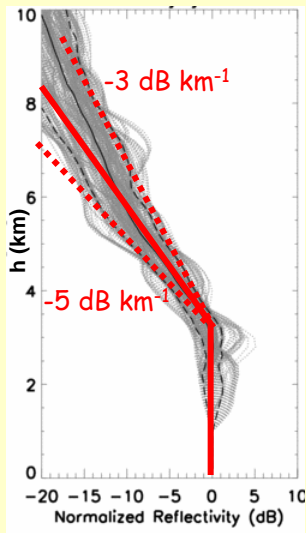


VPR (stratiform)

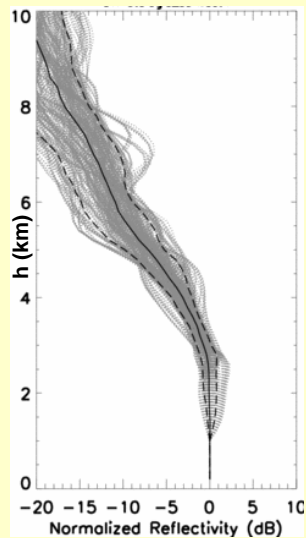


Etape 1: Comment définir un PVR sans données volumiques ?

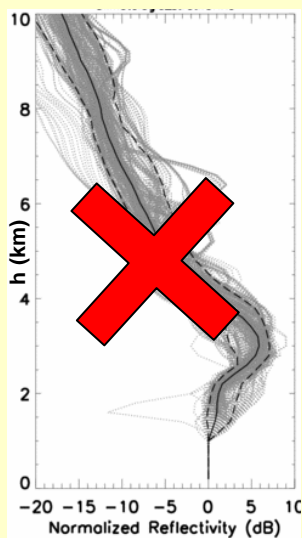
VPR global



VPR convective



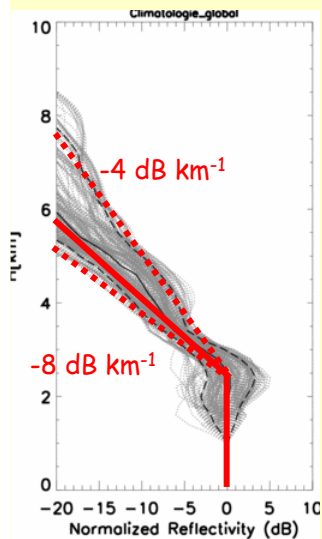
VPR stratiform



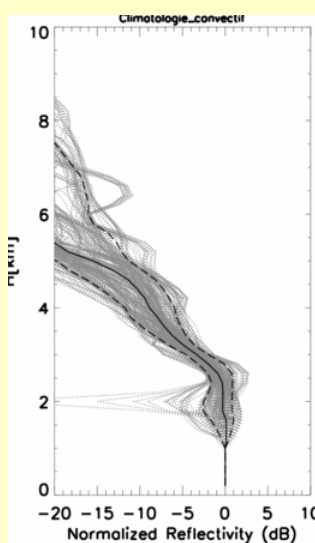
1) PVR sans bande brillante

2) Isotherme 0°C à partir de radio-sondages et $\text{VPR}=1$ sous l'isotherme 0°C

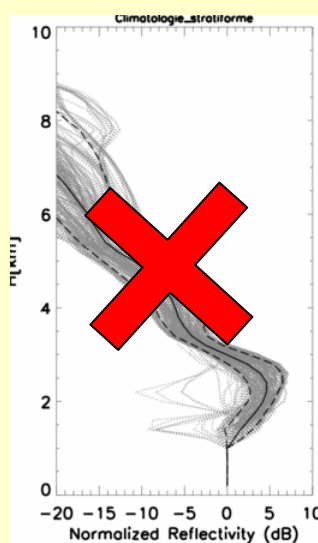
VPR global



VPR convective



VPR stratiform



3) Considérer un domaine de variation possible pour la pente du PVR au dessus de l'isotherme 0°C

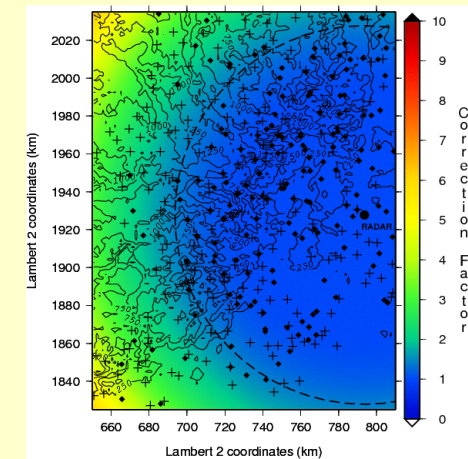
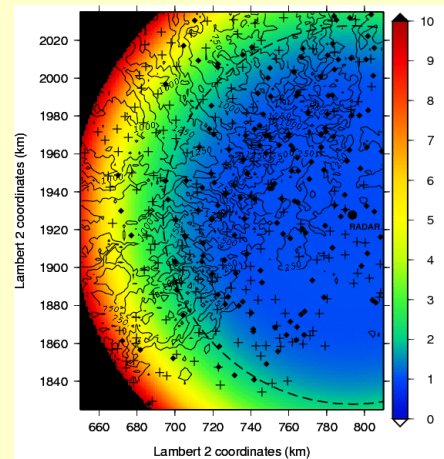
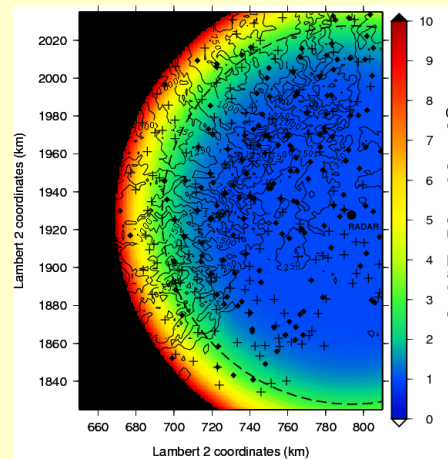
Etape 2: carte des facteurs correctifs résultants pour un angle de site de 1.8°

PVR idéalisé (-8 dB km⁻¹)

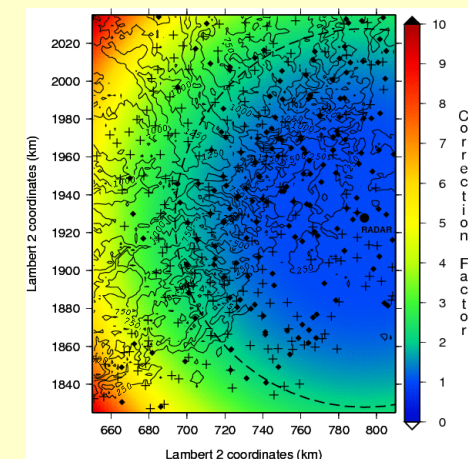
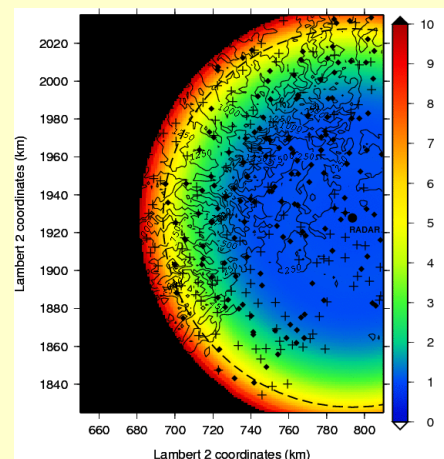
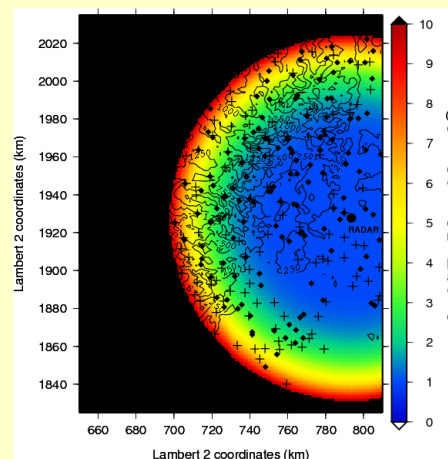
PVR de référence global

PVR idéalisé (-2 dB km⁻¹)

8-9
Septembre
2002



24
Novembre
2002



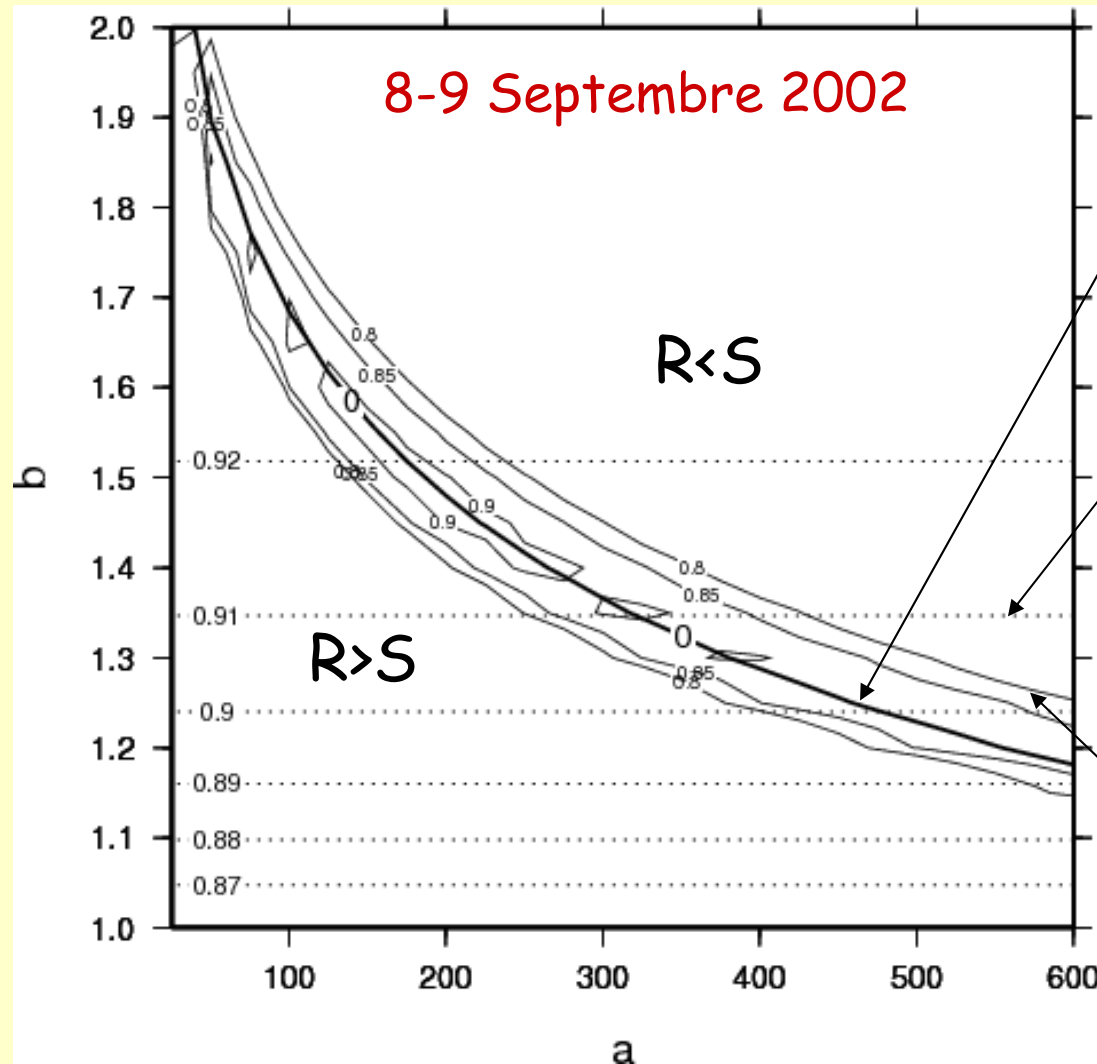
Etape 3: établir une relation Z-R effective par comparaison radar-pluviographes

Etude de sensibilité :

- 1) Pour un angle de site donné, un PVR donné (idéalisé ; référence global ; référence typé), une série de valeurs de b , on calcule les cartes de facteurs correctifs
- 2) Calcul des cumuls radar au pas de temps événementiel (pour a et b donnés)
- 3) Calcul de critères de proximité entre estimations radar et pluvio dans l'espace des paramètres (a , b) de la relation Z-R

Étude de sensibilité (1/3): critères d'optimisation

PVRs de référence typés et données volumiques



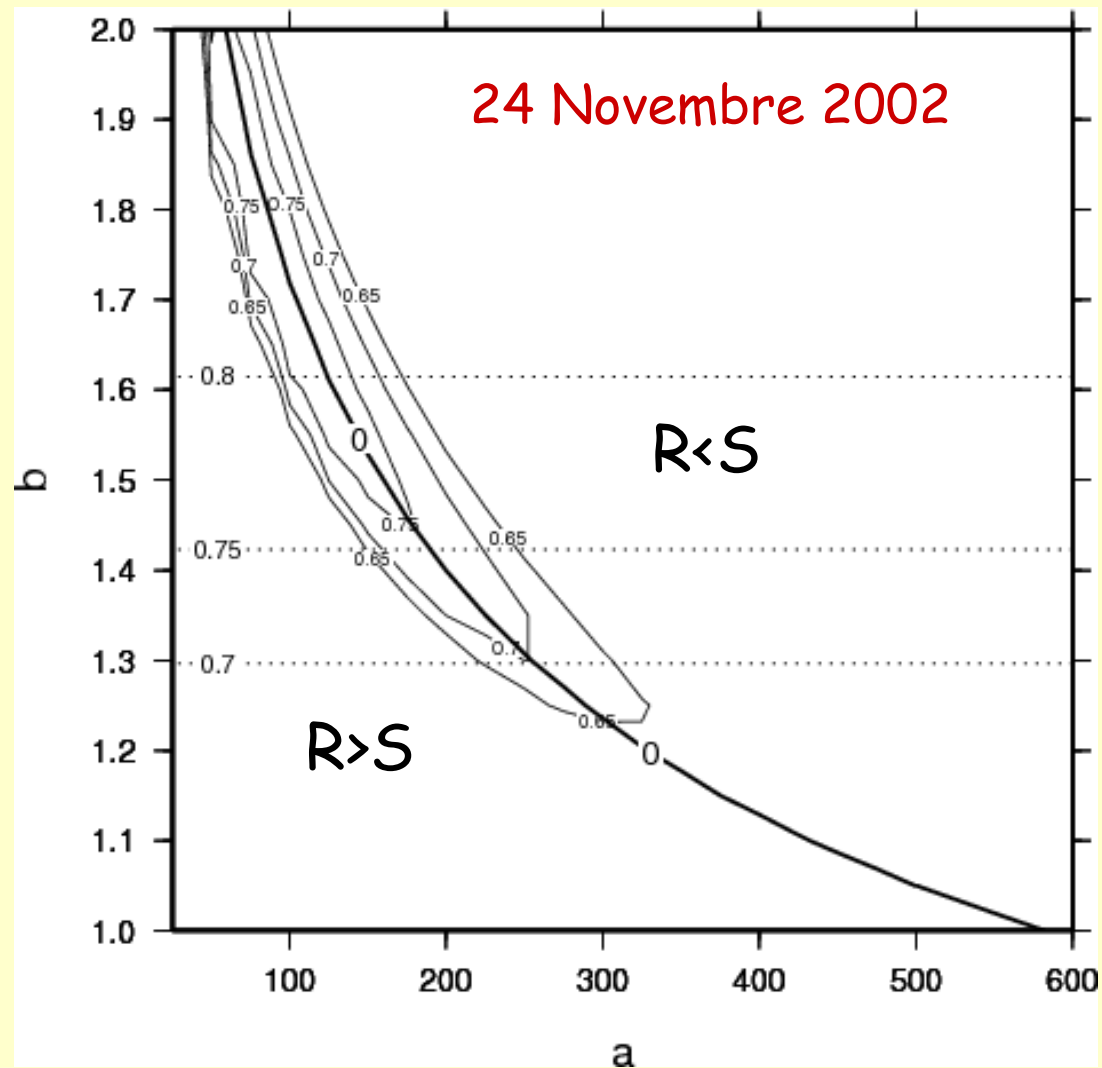
Isoligne de biais nul

Isoligne coefficient de détermination

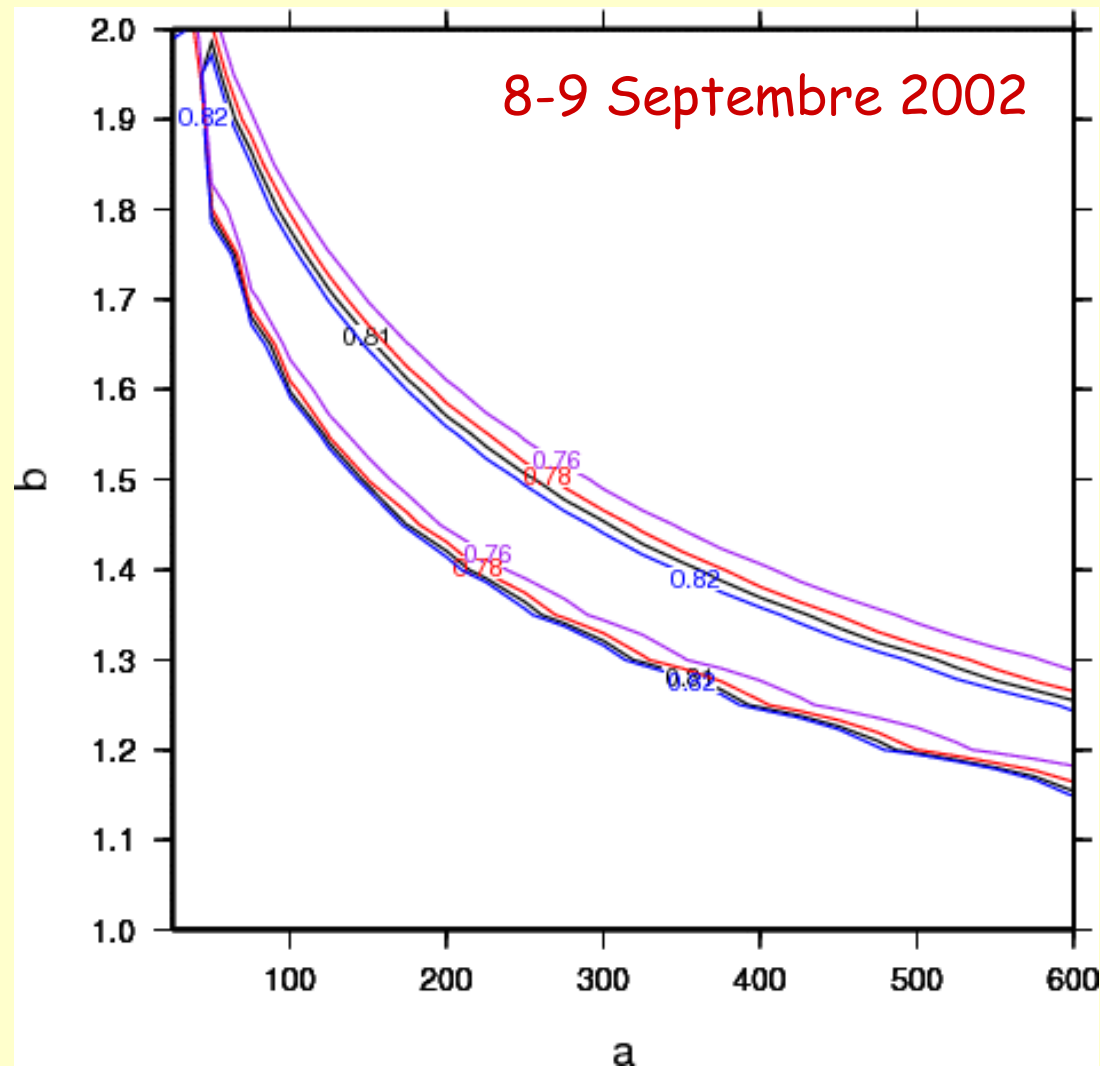
Isoligne coefficient de Nash

Étude de sensibilité (1/3): critères d'optimisation

PVRs de référence typés et données volumiques



Etude de sensibilité (2/3): influence du PVR et de l'utilisation des données volumiques



Rouge:

PVR idéalisé avec -2 dBkm⁻¹
Angle de site : 1.8°
Max = 0.88

Noir :

PVR de référence global
Tous les angles de site
Max = 0.91

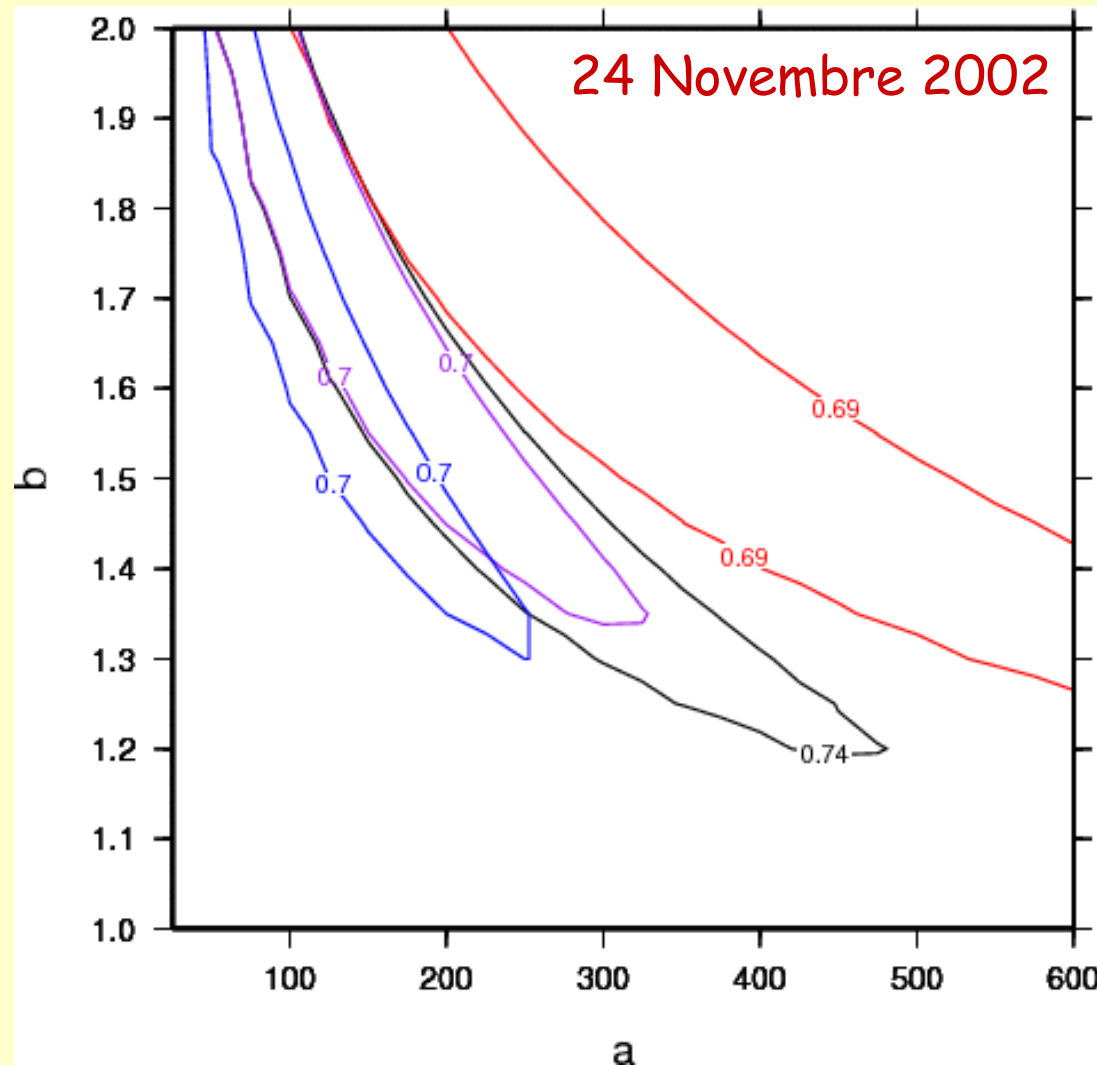
Bleu :

PVRs de référence typés
Tous les angles de site
Max = 0.92

Violet:

PVR idéalisé avec -8 dBkm⁻¹
Angle de site : 1.8°
Max = 0.86

Etude de sensibilité (2/3): influence du PVR et de l'utilisation des données volumiques



Rouge:

PVR idéalisé avec -2 dBkm^{-1}
Angle de site : 1.8°
Max = 0.79

Noir :

PVR de référence global
Tous les angles de site
Max = 0.84

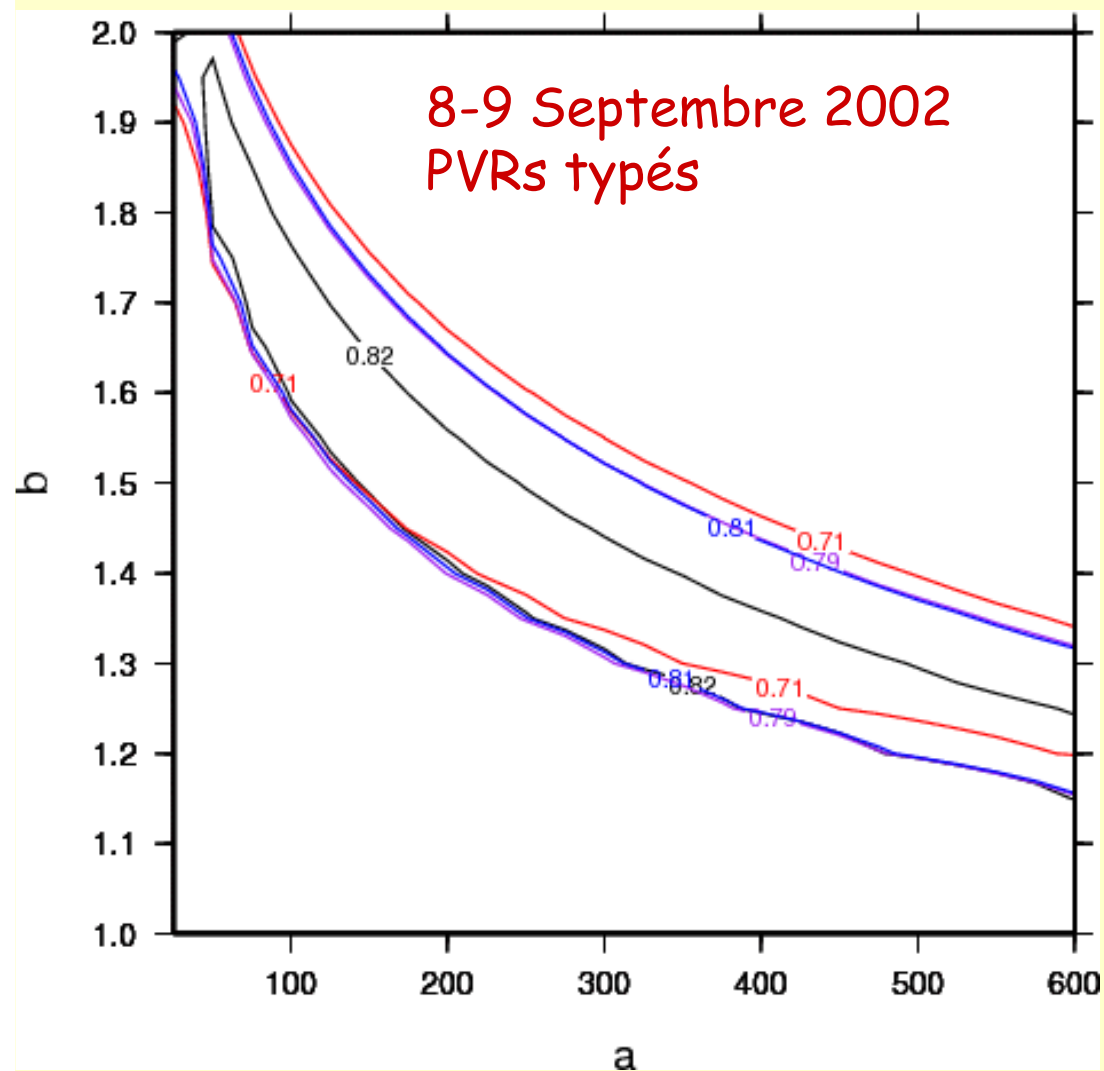
Bleu :

PVRs de référence typés
Tous les angles de site
Max = 0.80

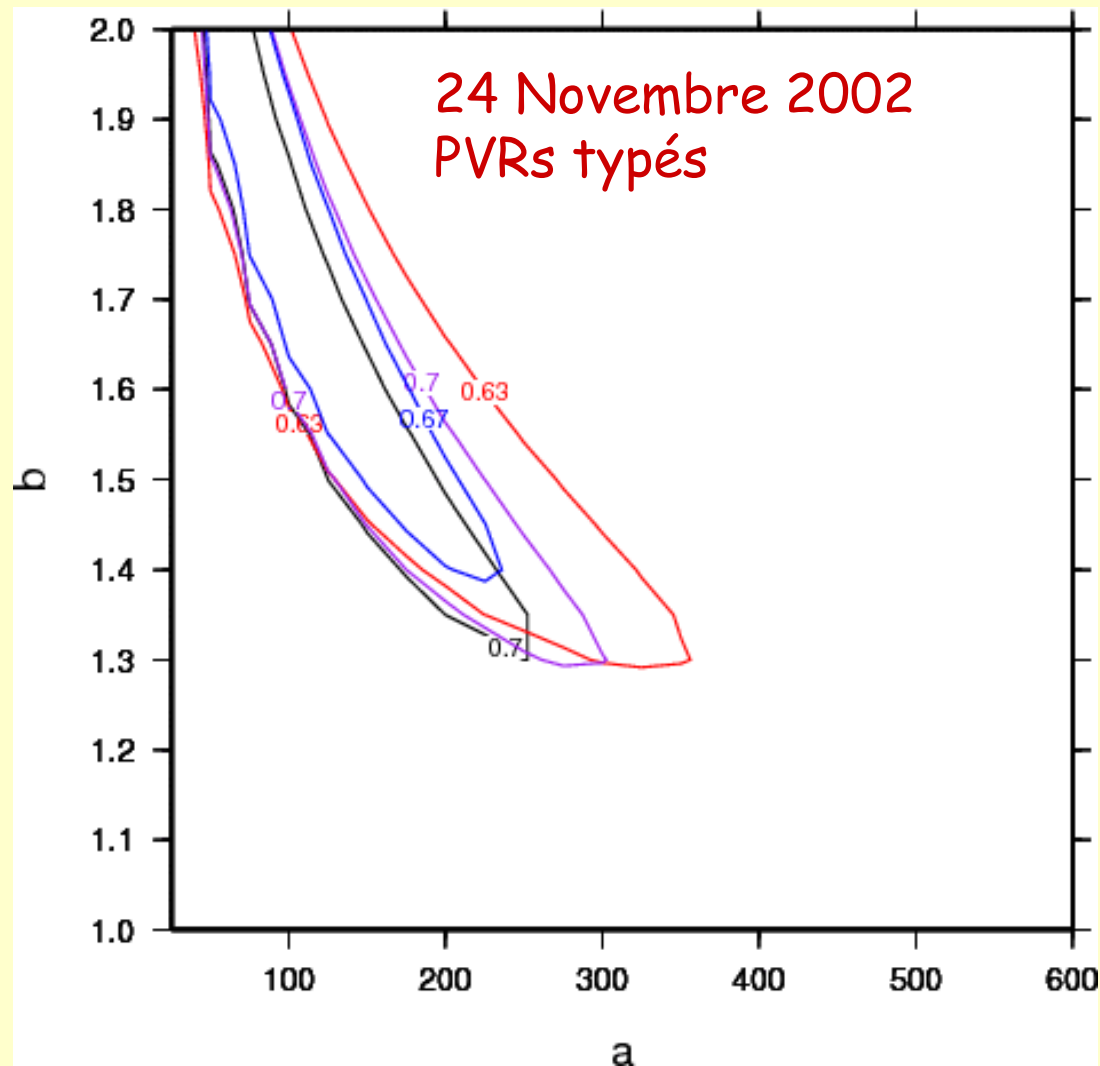
Violet:

PVR idéalisé avec -8 dBkm^{-1}
Angle de site : 1.8°
Max = 0.80

Etude de sensibilité (3/3): influence du pas de temps de cumul



Etude de sensibilité (3/3): influence du pas de temps de cumul



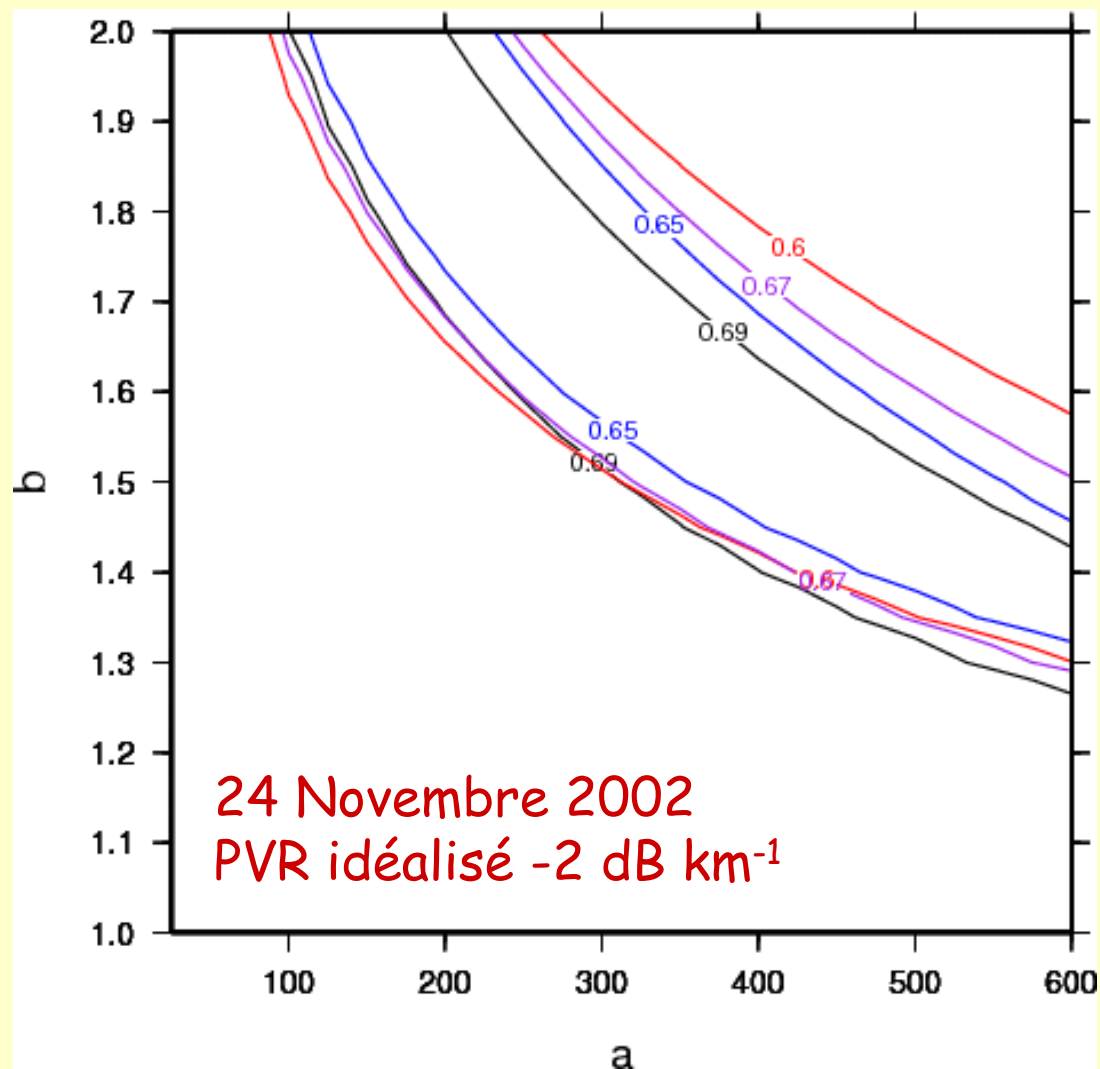
Rouge: 1 h
Max = 0.73

Violet : 6 h
Max = 0.80

Bleu : 12 h
Max = 0.77

Noir : événementiel
Max = 0.80

Etude de sensibilité (3/3): influence du pas de temps de cumul



Rouge : 1 h
Max = 0.70

Violet : 6 h
Max = 0.77

Bleu : 12 h
Max = 0.75

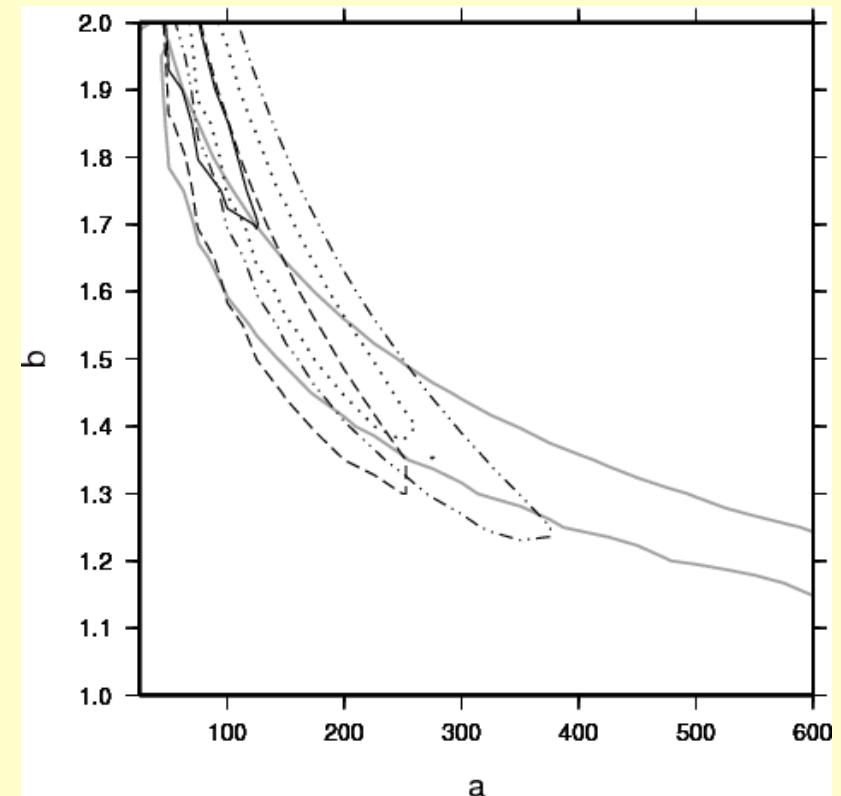
Noir : événementiel
Max = 0.79

Conclusions

- Une méthodologie pragmatique fonction des données disponibles
 - « Intraitables » avec EF résiduels
 - PVRs typés légèrement \geq PVR global
 - PVR idéalisés
 - Optimisation Z-R : un certain degré d'équifinalité et compensation d'erreur

- Analyses approfondies des données volumiques disponibles et les mesures disdrométriques pour
 - Raffiner la climatologie des PVR
 - Avancer sur la paramétrisation des relations Z-R (DSD versus optimisation)

- Modèle d'erreur



« Iso-Nash » pour 5 épisodes de 2002

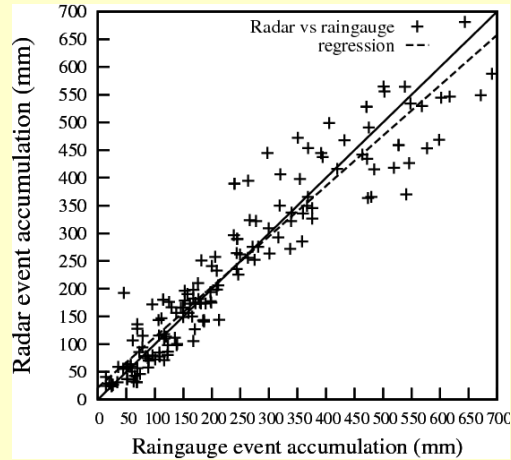
Etude de sensibilité (2/3): nuages radar-pluviographiques

PVR idéalisé (-8 dB km⁻¹)

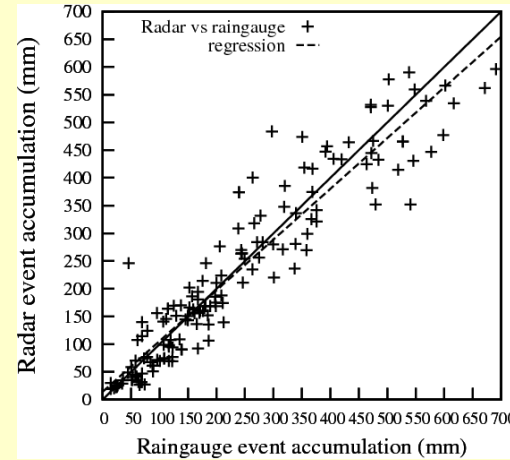
PVR de référence

PVR idéalisé (-2 dB km⁻¹)

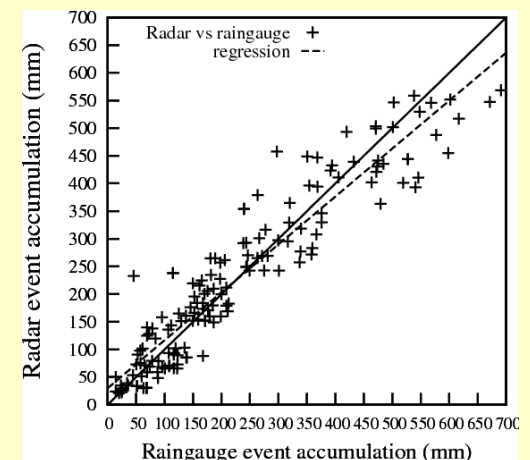
8-9
Septembre
2002



$\alpha = 350$; $b = 1.35$; $N = 0.89$

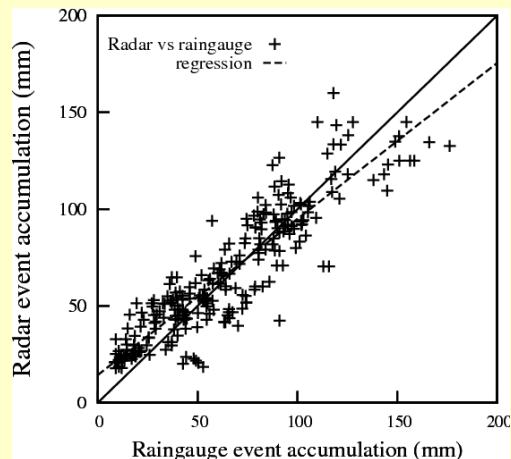


225 ; 1.45 ; 0.90

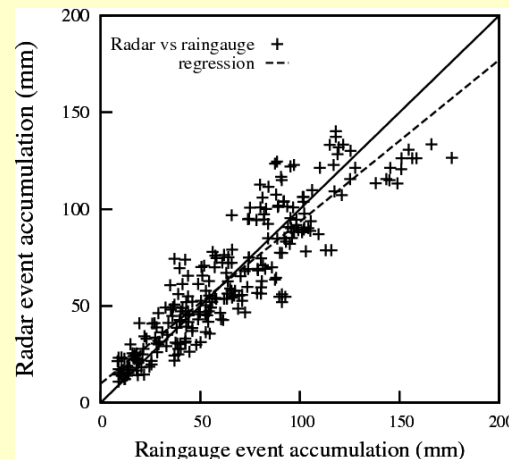


325 ; 1.35 ; 0.88

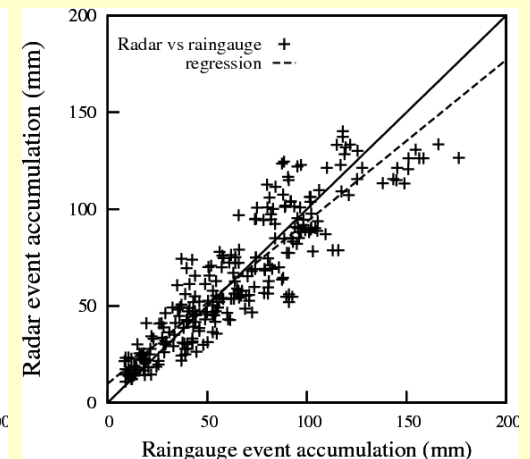
24
Novembre
2002



$\alpha = 75$; $b = 2.0$; $N = 0.77$



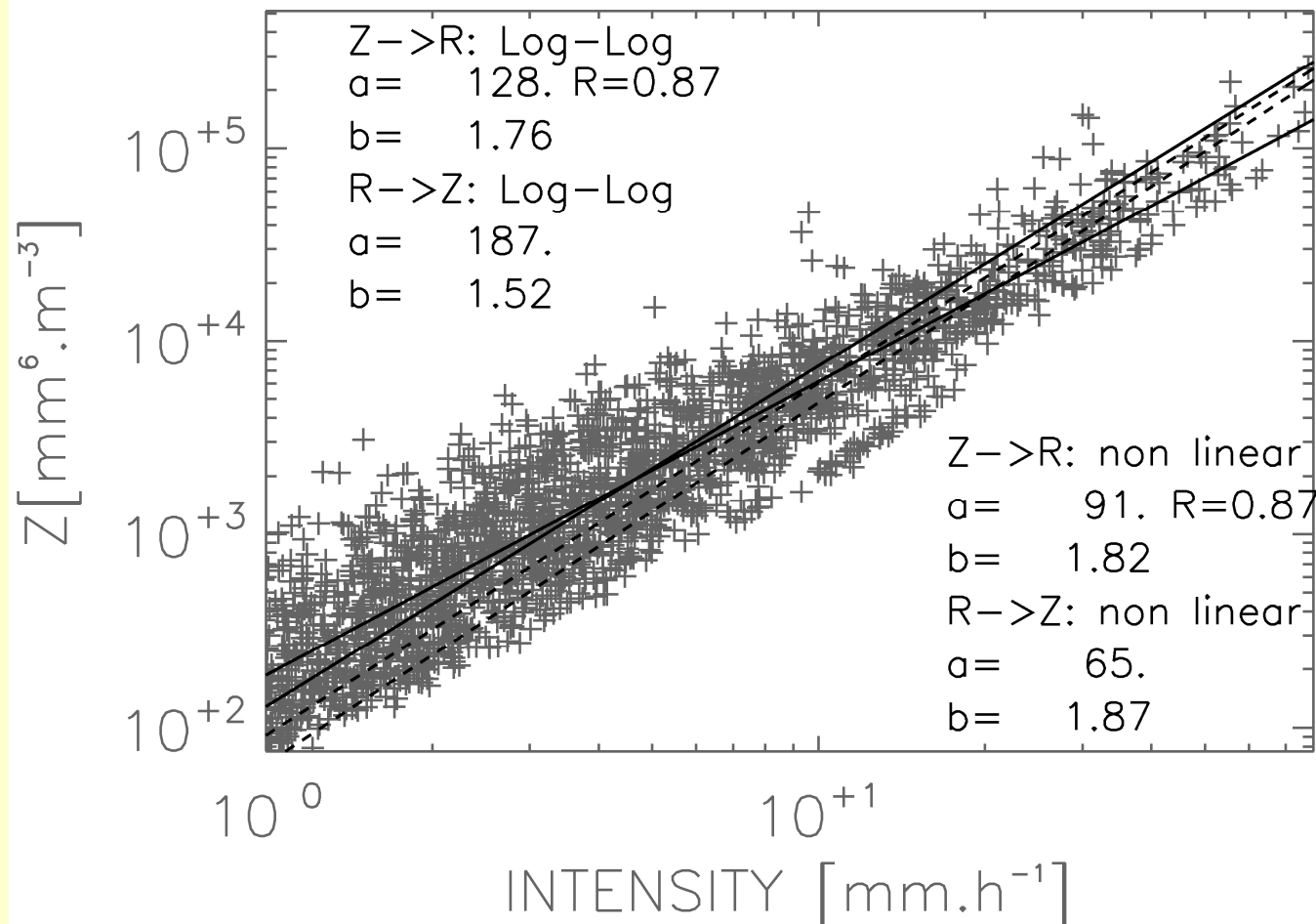
100 ; 1.90 ; 0.85



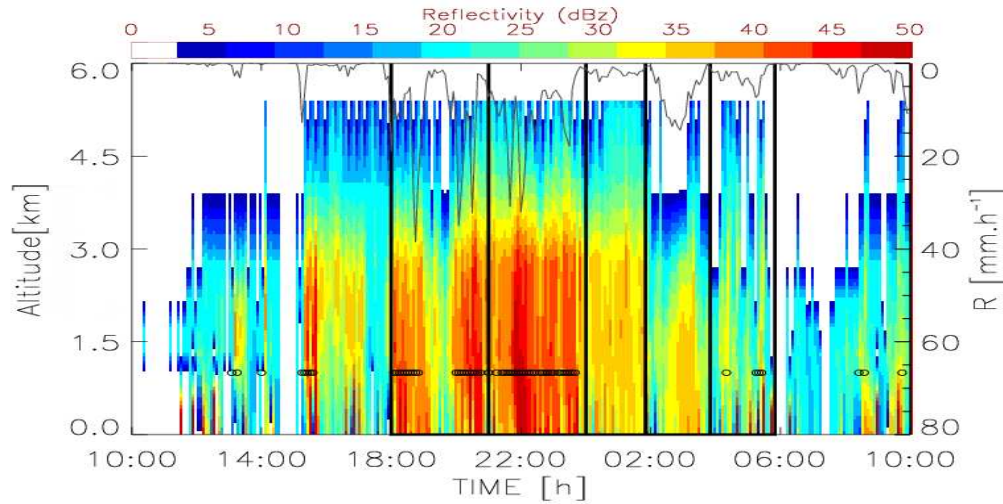
175 ; 1.90 ; 0.82

Impact of the seasonal variability of the DSD on the Z-R relationship

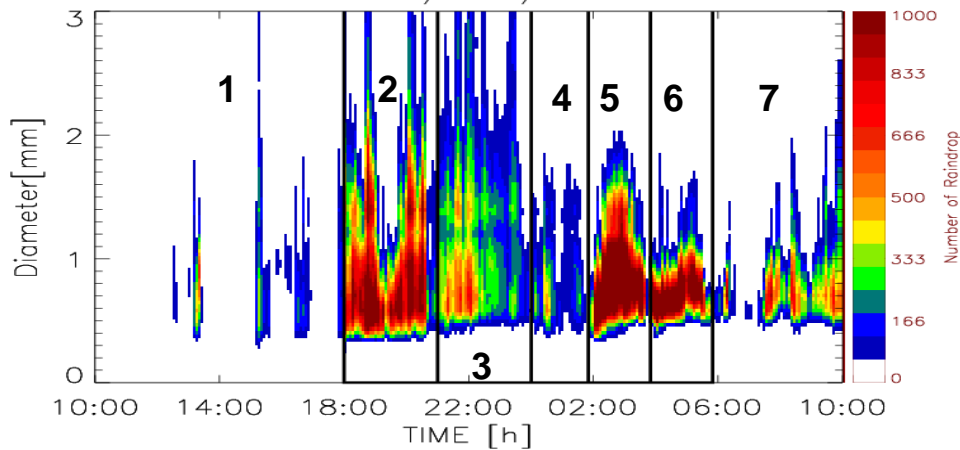
DSD measurements, Alès, autumn 2004



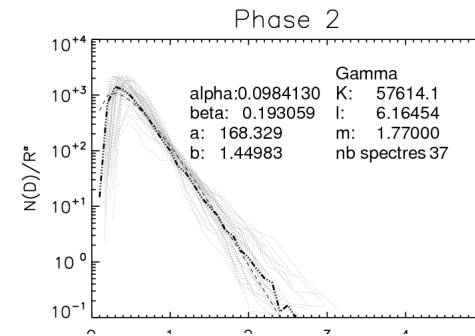
Intra-event variability



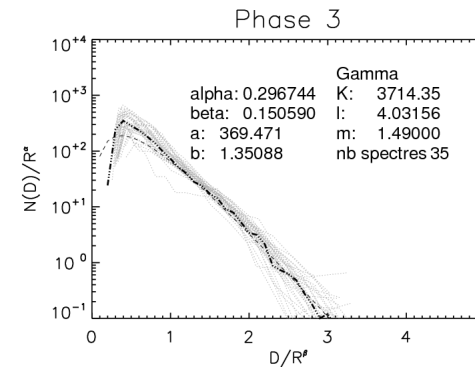
27-28/10/2004



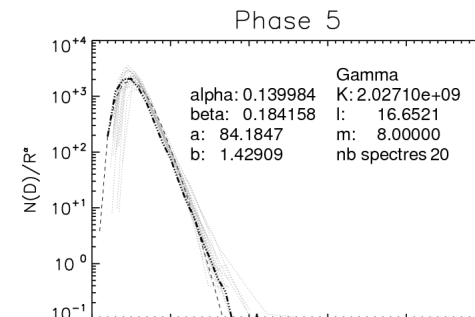
DSD measurements
Alès, 27-28 octobre 2004



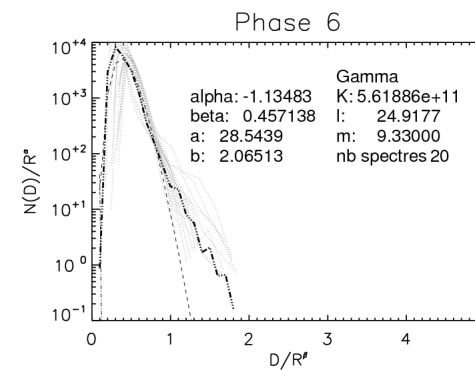
$$Z=168.R^{1.45}$$



$$Z=369.R^{1.35}$$



$$Z=84.R^{1.43}$$



$$Z=28.R^{2.06}$$

Hydrologic visibility concept (VISHYDRO software)

(Delrieu et al. 1995 ; Pellarin et al. 2002 ; Berne et al. 2004)

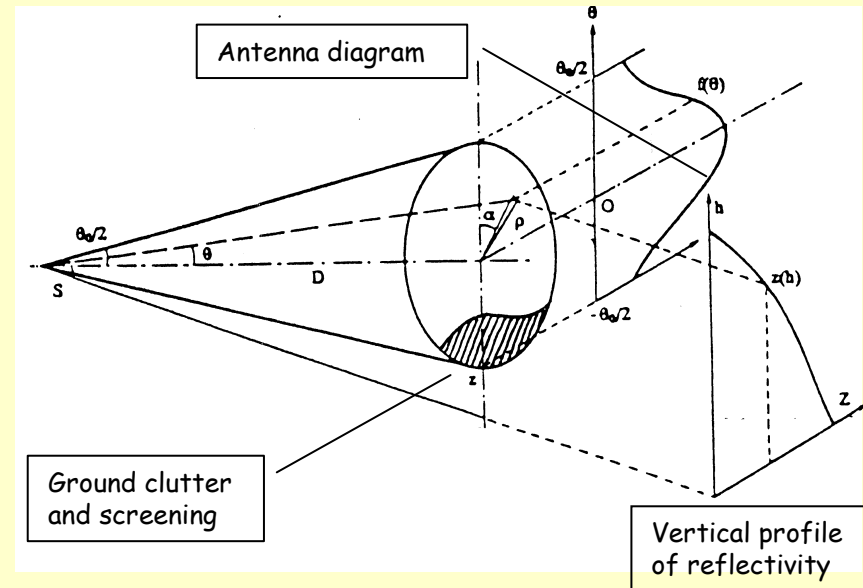
Objective :

Determine correction factor maps for range-dependent errors:

- Screening
- Vertical Profile of Reflectivity
- (Attenuation is not considered here)

Ingredients :

- Siting, parameters and operating protocol of the radar system
- Digital terrain model (DTM)
- VPR climatology



$$\frac{R^*}{R} = \left[\iiint_V S(r, \theta, \phi) \cdot f^4(\theta, \phi) \cdot z(h) \cdot dV \right]^{1/b}$$

Screening effect

Antenna diagram

Vertical Profile of Reflectivity

Z-R relationship exponent