



Impact des traitements effectués sur les données radar hydrométéorologique sur la simulation de la réponse hydrologique en contexte de crue éclair

Isabelle BRAUD (Cemagref/HHLY)

Sandrine Anquetin (LTHE), B. Boudevillain (LTHE), Olivier Vannier (LTHE), Pierre Viallet (Hydrowide), J.D. Creutin (LTHE)

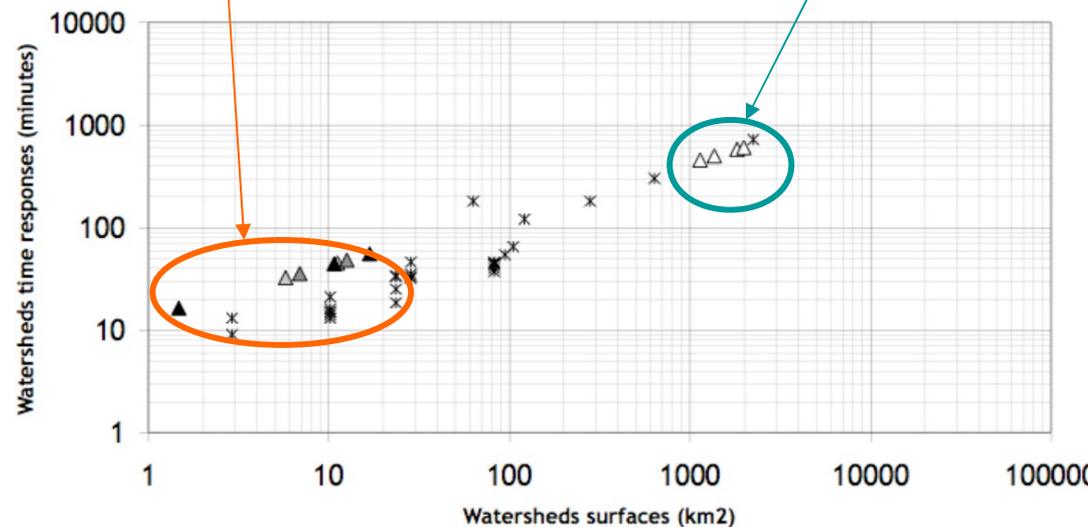
Travaux réalisés dans le cadre des projets FP6 HYDRATE et EC2CO Cévennes2005

Contexte

- La région Méditerranéenne est soumise à des épisodes de pluie intense donnant lieu à des crues éclair en automne (exemples 8-9 Septembre 2002 ou 6-9 Septembre 2005)
- Les **petits bassins** sont identifiés comme **les plus vulnérables** (Ruin et al., J. Hydrology, 2008) et sont le plus souvent **non jaugés**
- Hypothèse**: Les modèles **hydrologiques distribués** qui prennent en compte la **variabilité spatiale des caractéristiques du bassin versant** et de la **pluie** sont utiles pour aborder la question de la simulation des **bassins non jaugés** et l'amélioration de la **compréhension des processus générateurs** de ces crues et l'évaluation des risques associés

7 bassins <20 km²: 9 victimes à l'extérieur

5 bassins > 1000 km²: 11 victimes chez elles



* Historical average data △ Phase I catchments

△ Phase II catchments ▲ Phase III catchments △ Riverine responses

d'après Ruin et al., J. Hydrol., 2008



Objectifs de l'étude et méthodologie

- **Objectifs:** Progresser sur la **compréhension des processus conduisant aux crues éclairs et l'évaluation des risques associés à l'échelle régionale**
 - Détermination des **échelles spatiales et temporelles** des processus dominants et leur variabilité
 - Identifier les **processus/variables nécessitant plus d'observations** (perspectives du programme HyMeX)
- **Méthodologie**
 - Mise en oeuvre d'une **modélisation hydrologique spatialisée applicable à l'échelle régionale** (dont la **spécification des paramètres s'appuie sur les données existantes**) pour aborder la question des **bassins non jaugés**
 - Evaluer l'approche à l'aide des données existantes et une analyse de sensibilité
 - Utiliser les résultats pour proposer des hypothèses de fonctionnement et mettre au point un protocole expérimental
 - Illustration avec l'épisode des 8-9 September 2002 dans le Gard

Données disponibles pour l'épisode de 2002

● Pluie

- Données des pluviographes horaires et journaliers krigées sur des mailles de 1km²
- Données **radar à 5min et 1km²** de résolution avec **deux traitements**: les données opérationnelles et les données traitées selon l'algorithme de Delrieu et al. (J. Appl. Meteo. Climato., 2009)

● Débits

- Quelques stations jaugées
- Les données du retour d'expérience (débit maximum) et heure du débit de pointe (témoignages) (Gaume et Bouvier, La Houille Blanche, 2004)

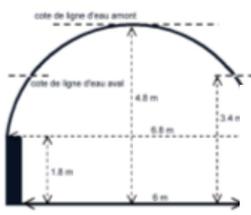
● Description des bassins versants

- Modèle numérique de terrain à 75 m
- Carte pédologique (BDSol Languedoc-Roussillon)
- Corine Land cover

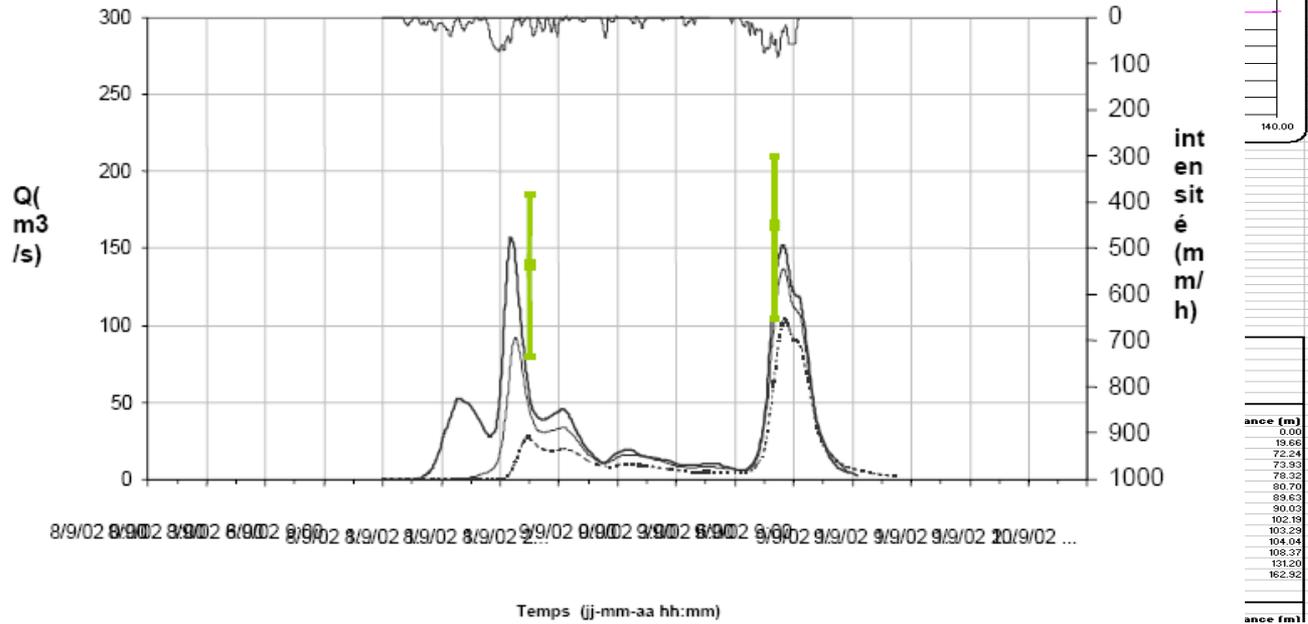
Relevé de section: estimation du débit maximum

1	Cours d'eau	affluent ruisseau de DOBERDIC en aval de la D.381			
2	Commune				
3	Coordonnées	X	756 556 Y	1 837 961	Lambert II ét.
4	Opérateurs	Guy Delrieu (LTHE), Eric Cesar (CERREVE)			
5	Date	07/10/2003			
6	Description du site	Section rectiligne, avec au pied 2 ans creux, lit fluvial et végétalisé			

1	Cours d'eau	La Braune à Fons outre Gardon			
2	Commune	Gajan ?			
3	Coordonnées	X	749602 Y	1880566	Lambert II ét.
4	Opérateurs	Guillaume Fourquet, Guy Delrieu (LTHE)			
5	Date	15/01/2003			
6	Description du site	Section rectiligne à lit mineur bien marqué dans le village débordement d'environ 1 m par rapport au lit mineur			
7					
8					
9					
10	Schema de la section				
11		3.00			
12					
13					



35	PARTIE RELEVÉE				
36	Représentations				
37	E	H	Z	X	
38	Calculatoire				
39					
40					
41	Lecteur de RIL				
42	E[m]	H[m]	Z[m]	Coord	
43					
44					
45					
46					
47	Lecteur des hauteurs de ruisseau				
48	E	H	Z	Coord	
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57	Lecteur de ligne d'eau				
58	E	H	Z	Coord	
59	1) dans la rivière:				
60	628.219	6.447	6.593	no.aa	
61	2.856	52.544	8.27	Assé	
62	2) sur la route:				
63	657.650	-24.884	4.638	no.aa	
64	8.277	45.846	8.27	Assé	
65	3) dans la rigole:				
66	148.32	-45.574	2.518	no.aa	
67	3.835	-19.536	8.27	Assé	



— Hyd1	- - - - Brestalou, T21, CN50	— Brestalou, T21, CN70
— Brestalou, T21, CN70	■ Sec01	

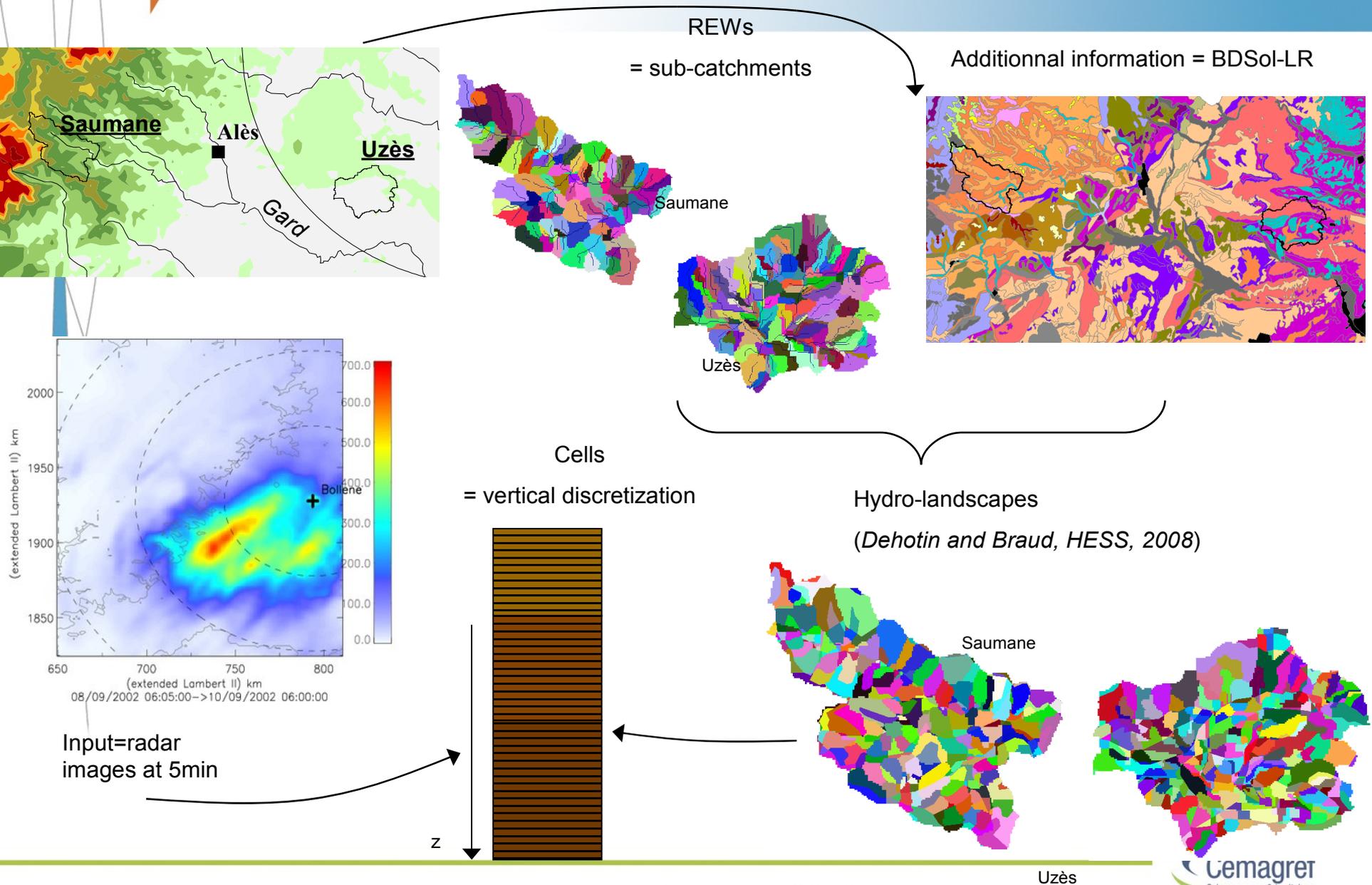
Exemple d'hydrogramme reconstitué (vert: relevé de section + témoignage), traits pleins: modèle SCS + onde cinématique (from Gaume et al., 2003)

▶ Hypothèses sous-tendant la modélisation

● Hypothèses

- La variabilité spatio-temporelle des pluies doit être prise en compte avec des données haute résolution spatiale et temporelle
- La variabilité des sols a un impact sur les débits simulés
- La base de données sol BDSolLR fournit des informations pertinentes sur les profondeurs de sol, la porosité des sols. Des fonctions de pédo-transfert peuvent être utilisées pour estimer les propriétés hydrodynamiques des sols
- L'eau qui ne s'infiltré pas est transmise instantanément au brin de rivière le plus proche
- Les flux de sub-surface sont négligés
- L'évapotranspiration est négligée durant l'épisode

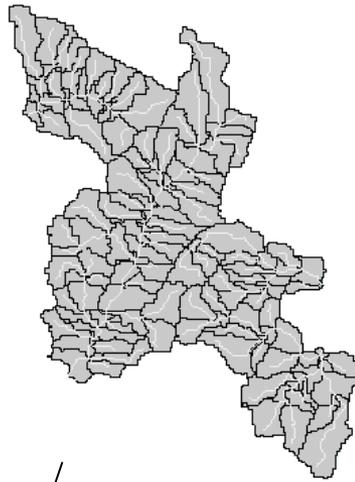
Discrétisation spatiale



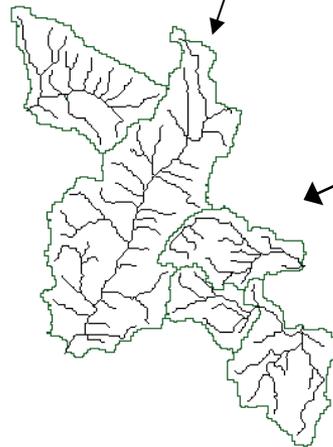
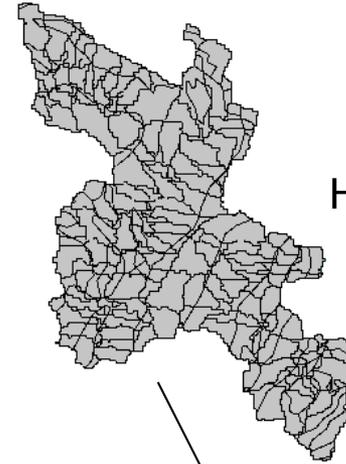
Représentation des processus

Braud et al., JoH, 2009

River network
and sub-
catchments

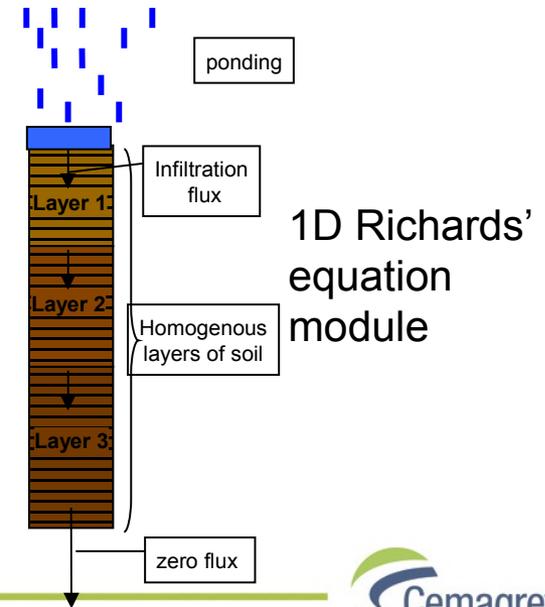


Hydro-landscapes

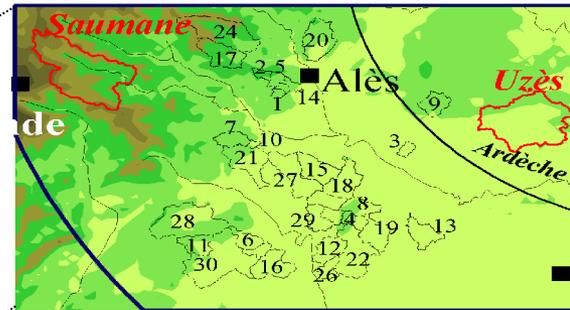
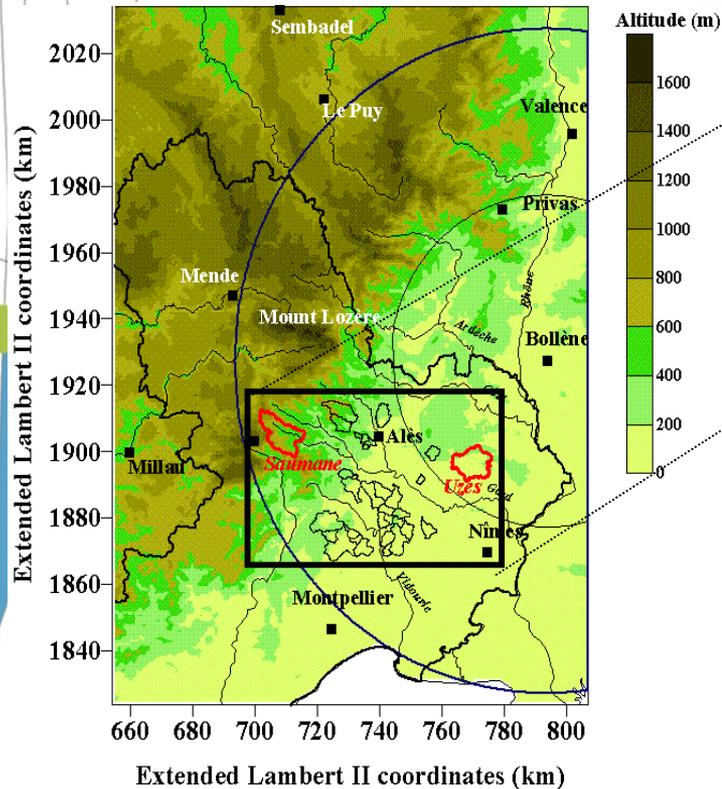


1D kinematic wave
module

Transfer
module
of
ponding
to the
river
(direct
transfer)



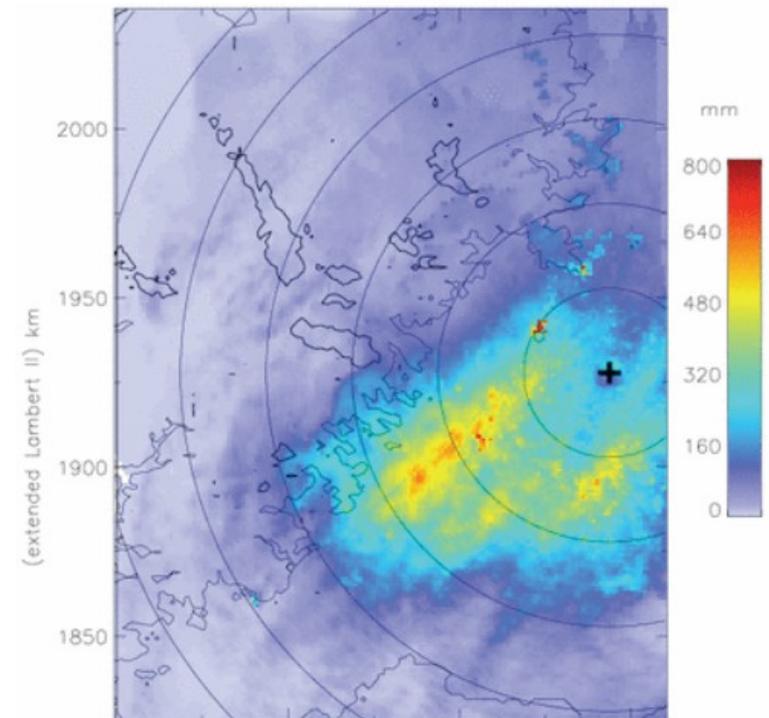
Utilisation des données du ReX pour évaluer la modélisation



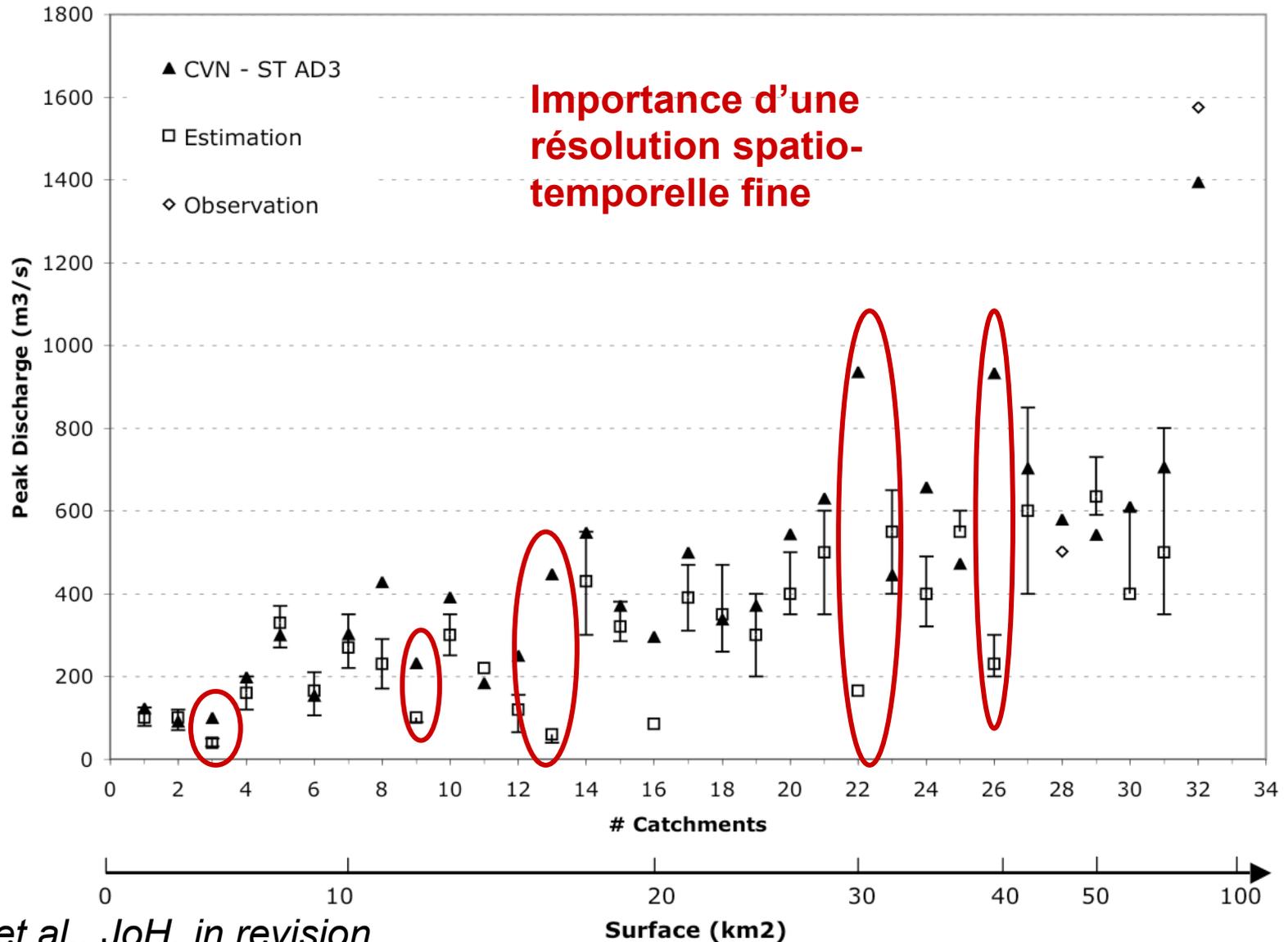
*Manus et al.,
HESS, 2009;
Anquetin et al., J.
Hydrol., in
revision*

Sélection de 32 bassins issus du ReX dont
les surfaces vont de 2.5 à 100 km²

Forçage avec les images
radar à 5 min (ou les pluies
krigées)



Evaluation du modèle

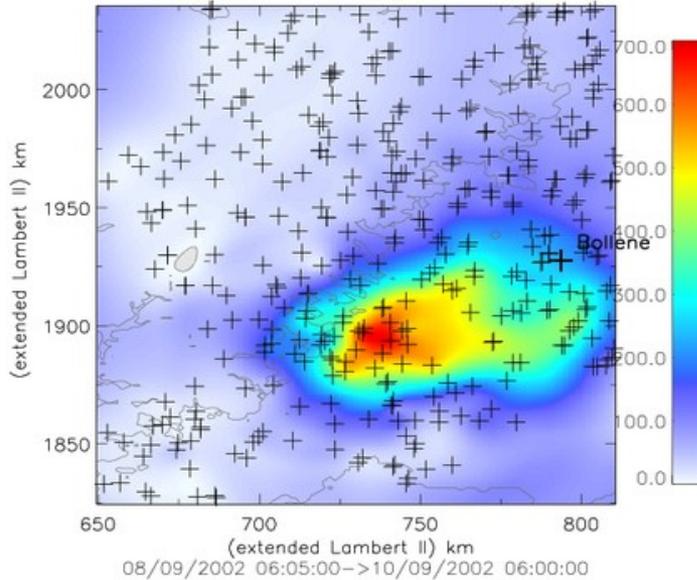


Anquetin et al., JoH, in revision

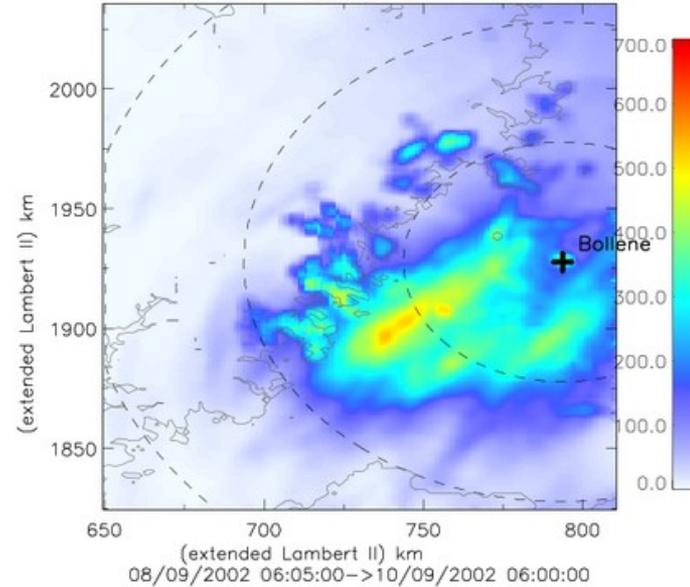
Forum radar, Toulouse, 2 Février 2010

Sensibilité du résultat à la spécification de la pluie

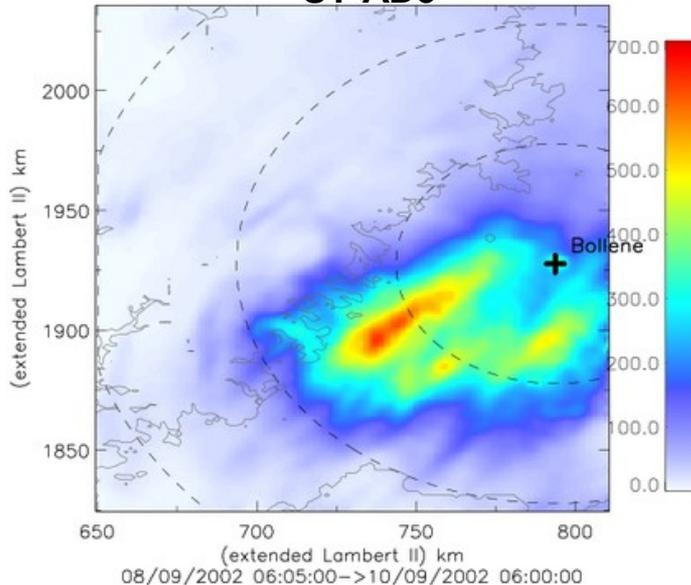
krigged



OPER

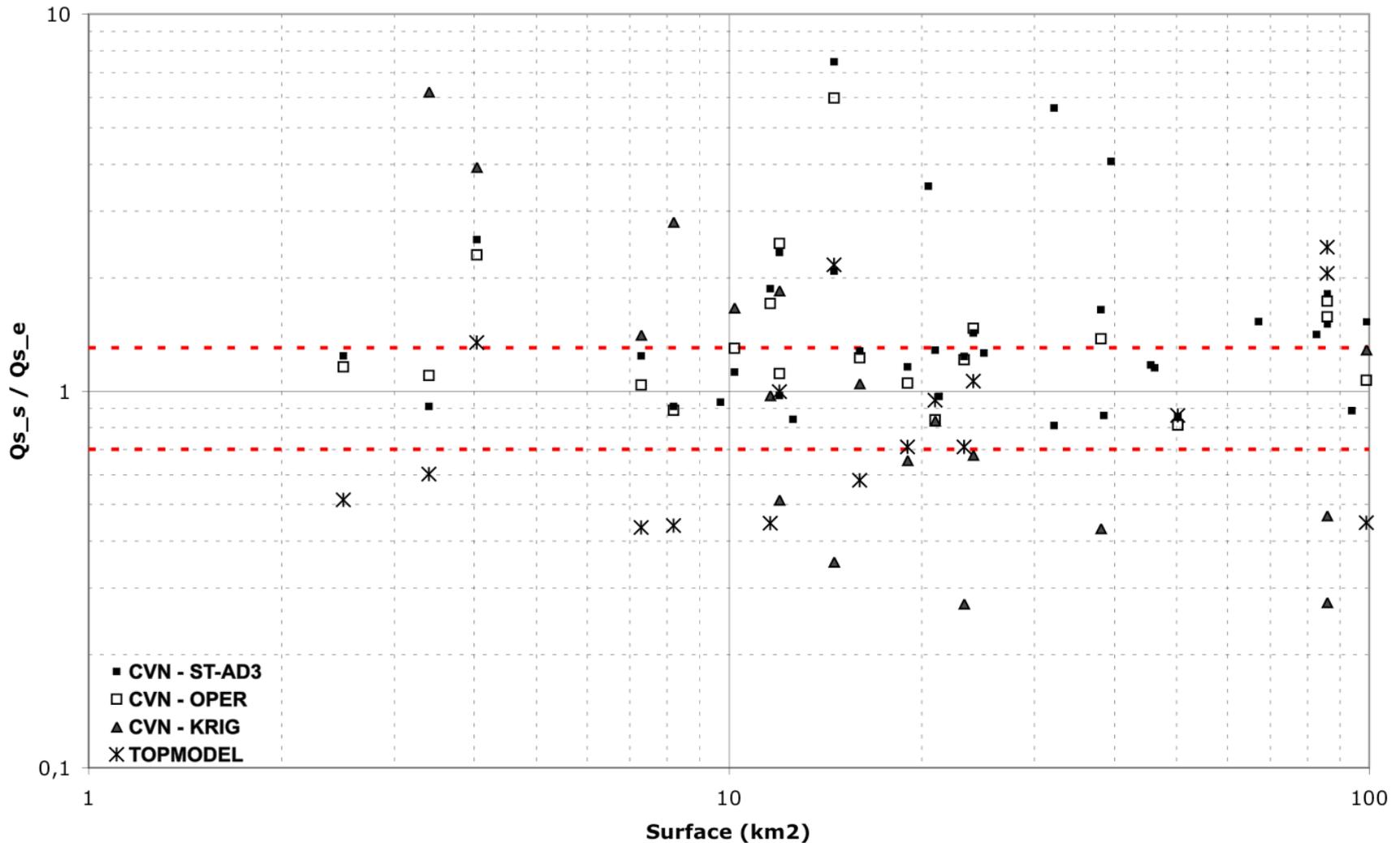


ST-AD3



- Pluies horaires krigées
- 2 séries d'images radar
 - Images opérationnelles
 - Images corrigées selon *Delrieu et al., J. Appl. Met. Clim., 2009*

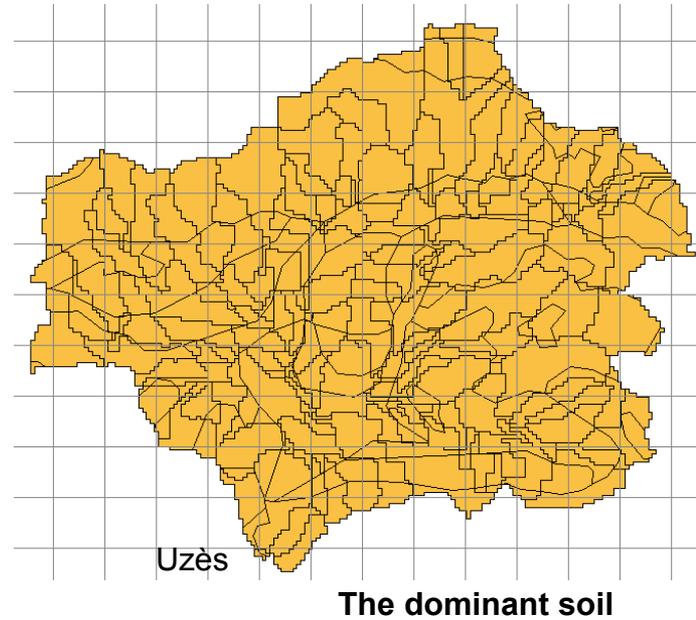
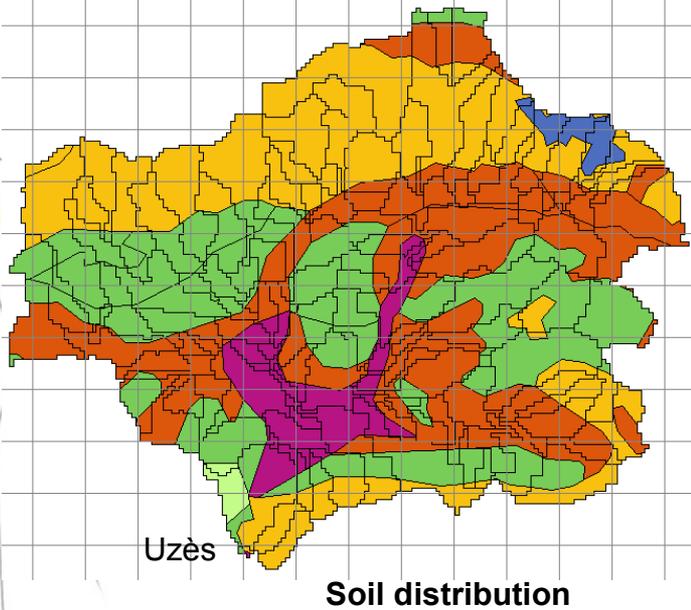
Comparaison sur les débits spécifiques maxi



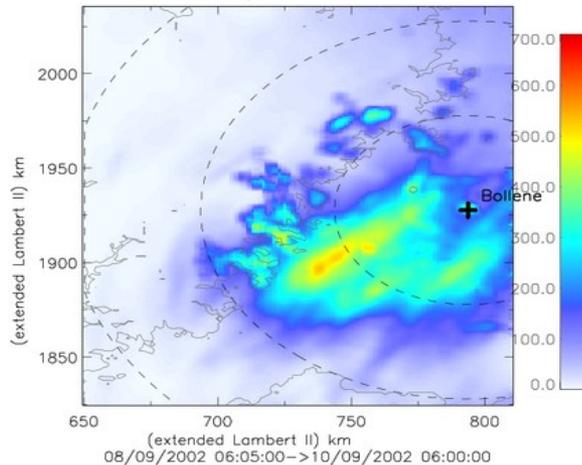
Anquetin et al., JoH, in revision

Sensibilité du résultat à la spécification du sol

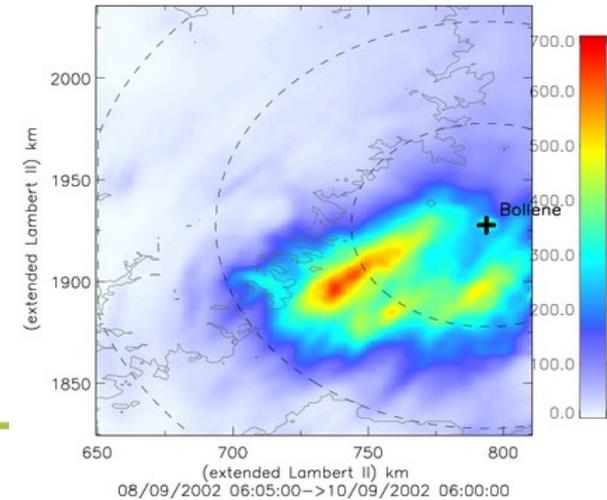
Sensitivity to the radar treatment – sensitivity to the soil distribution



Radar treatments OPER

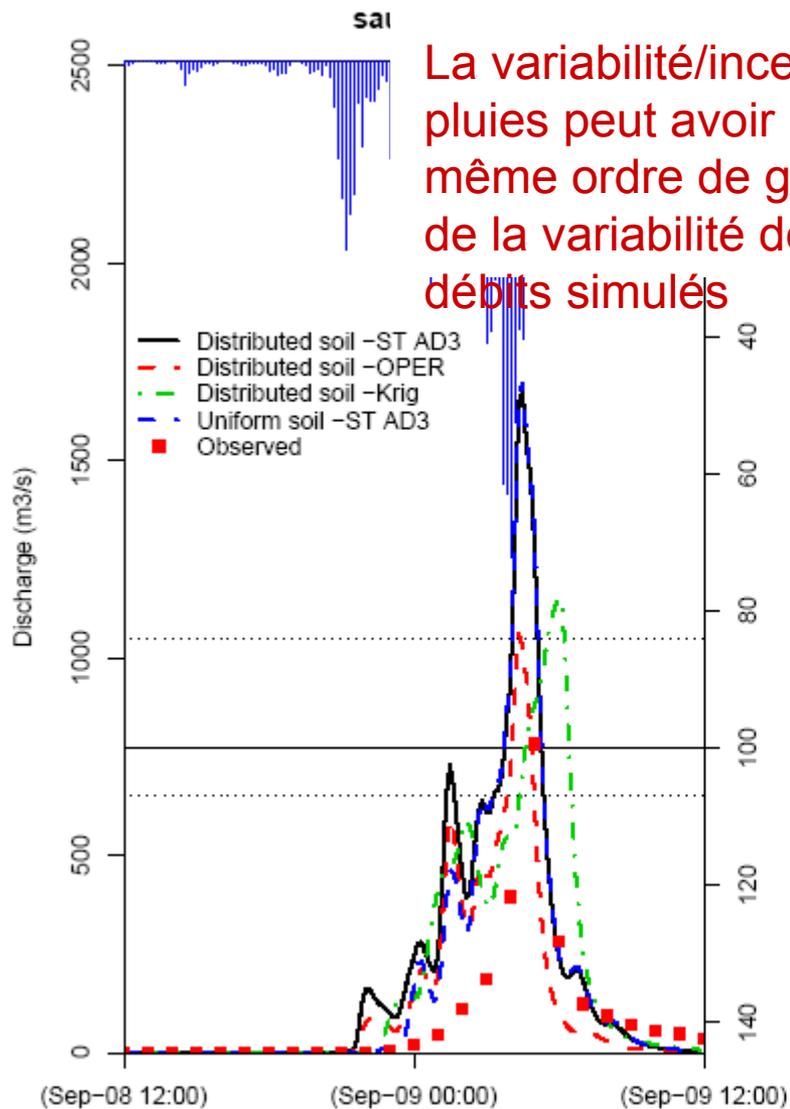


ST-AD3

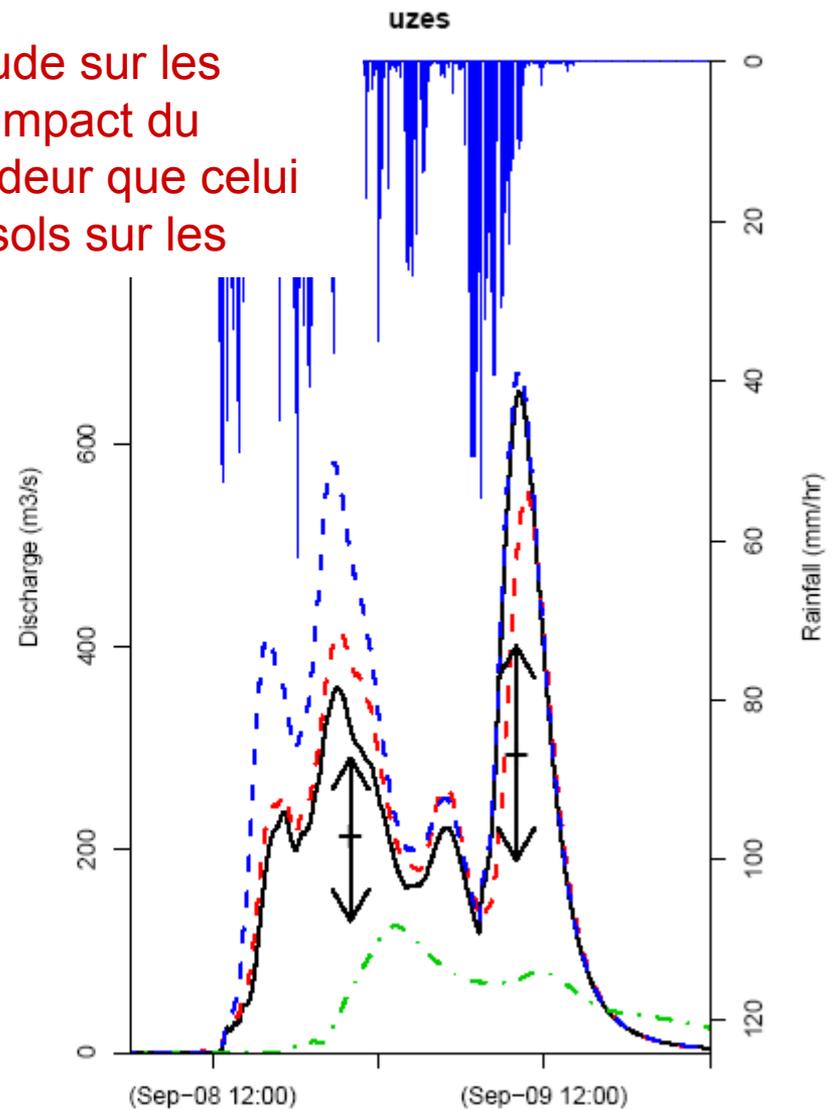


Toulouse, 2 Février 2010

Résultats



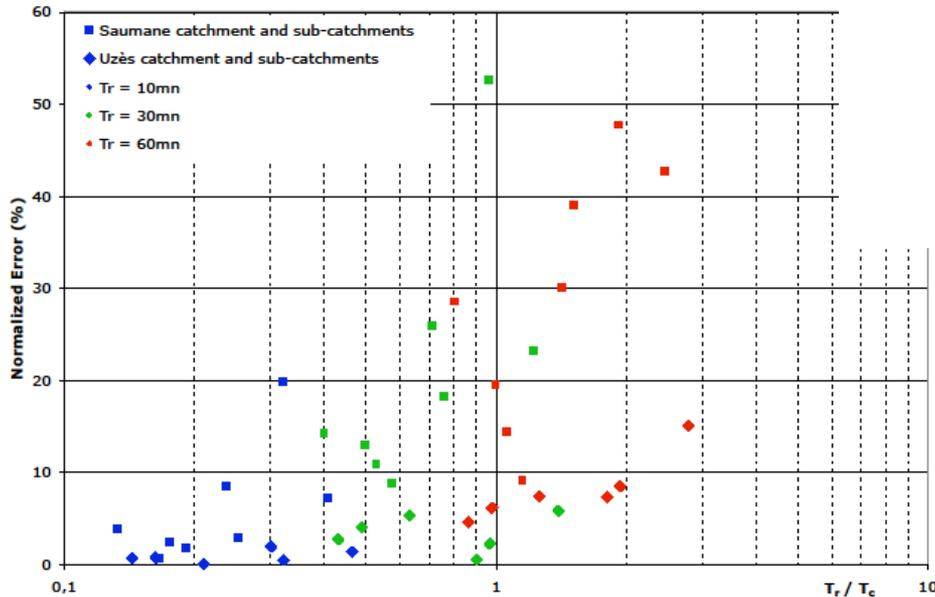
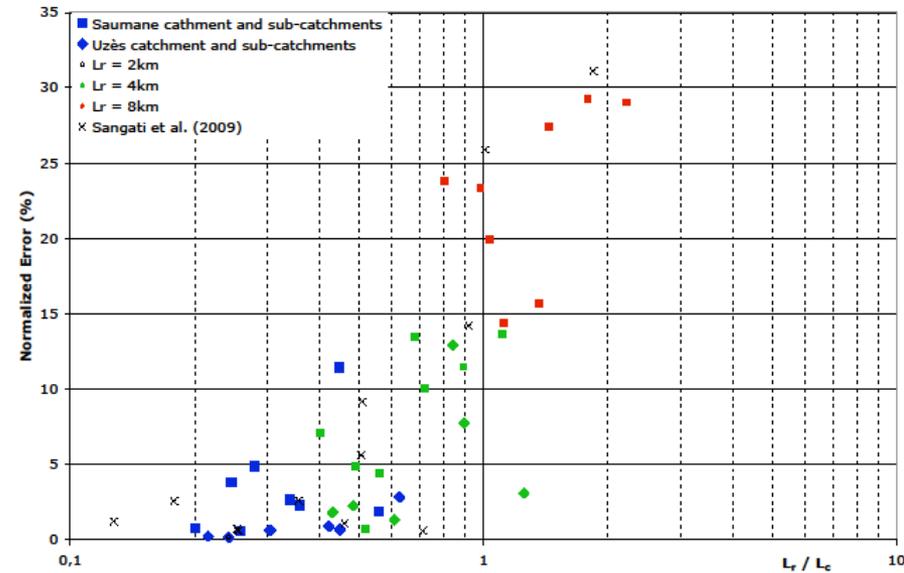
La variabilité/incertitude sur les pluies peut avoir un impact du même ordre de grandeur que celui de la variabilité des sols sur les débits simulés



Impact de l'agrégation spatiale et temporelle

Anquetin et al., JoH, in revision

L'agrégation temporelle a un impact aussi grand que l'agrégation spatiale sur la simulation du pic de débit

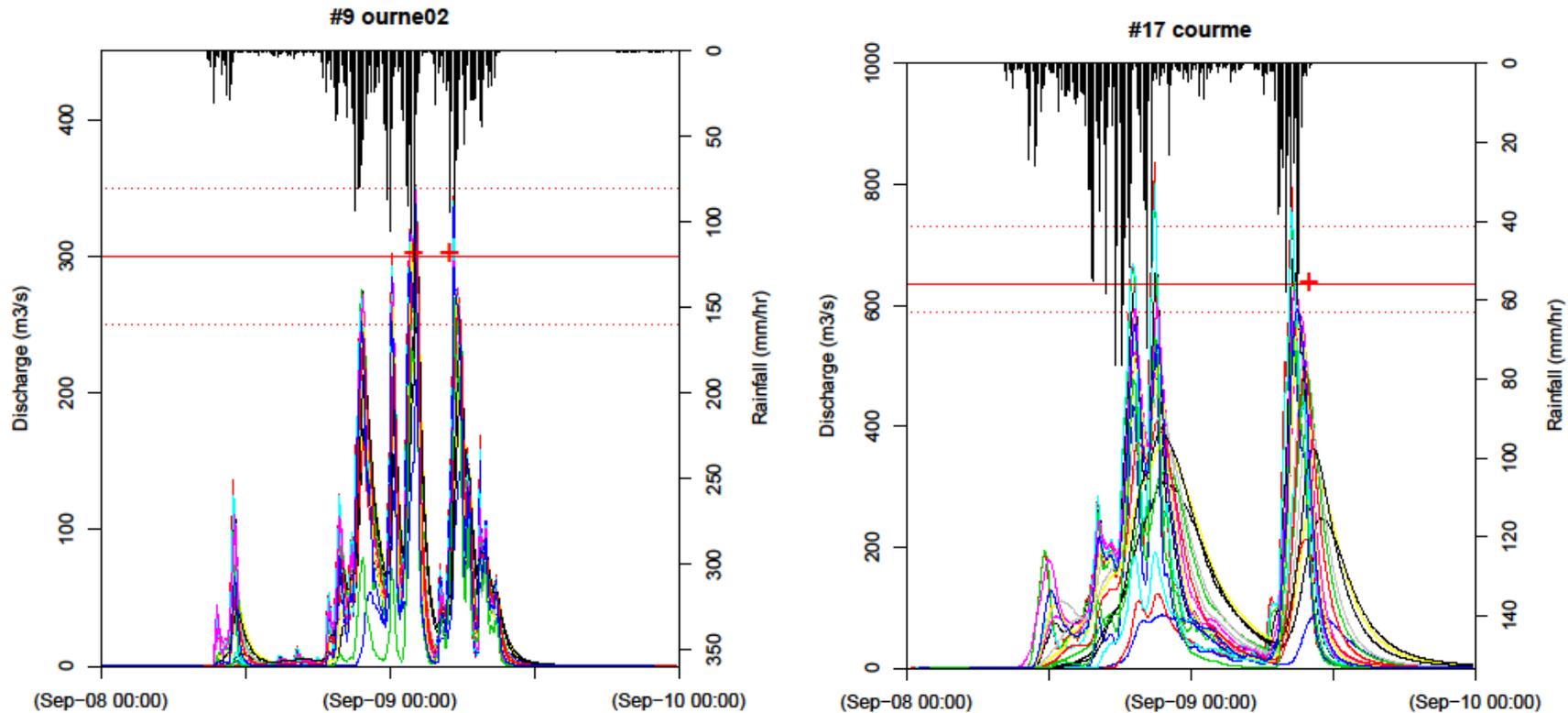


L_R/L_C = Résolution de la pluie / échelle caractéristique du bassin

T_R/T_C = Résolution de la pluie / temps de concentration du bassin

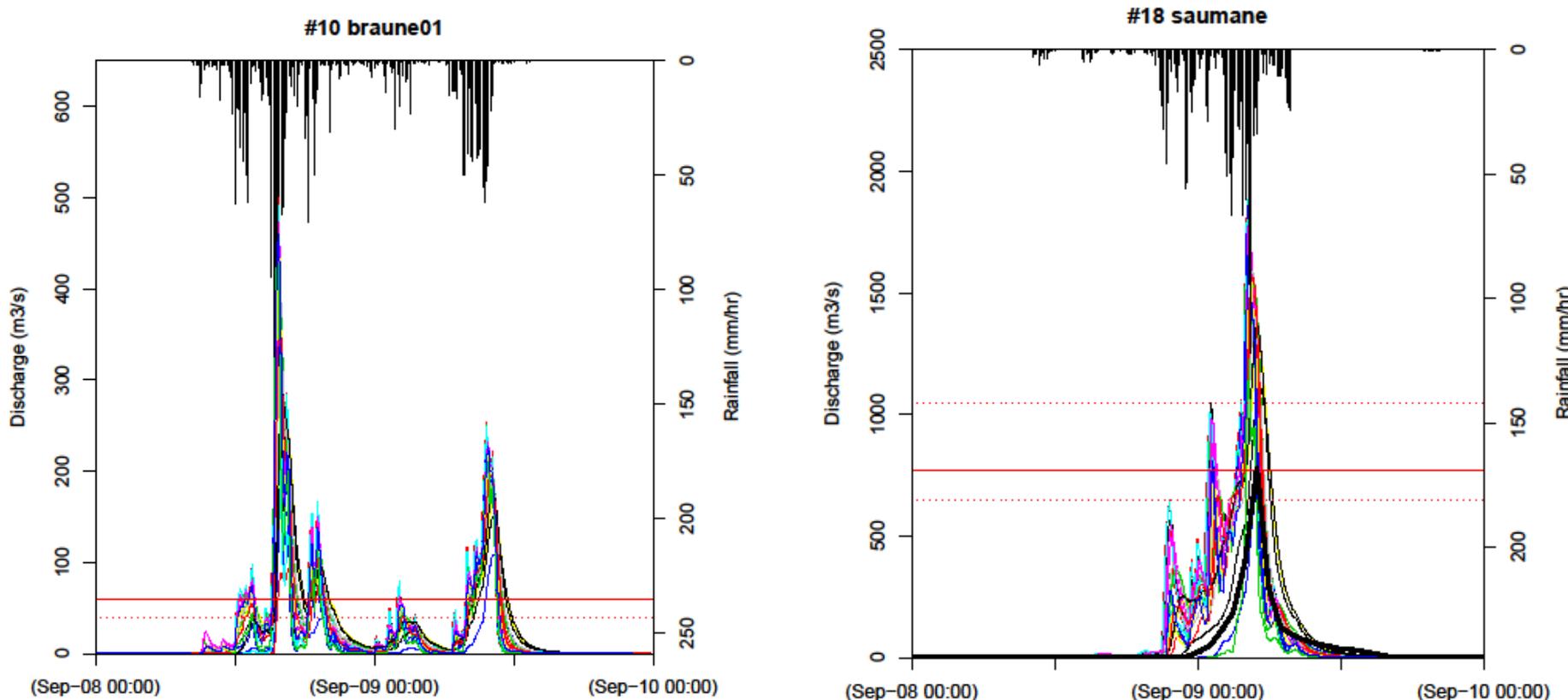
Analyse de sensibilité aux paramètres sol

Méthode des hyper-cubes latins: facteur multiplicatif sur Ks, sur la profondeur des sols, saturation initiale, coefficient de Manning



L'impact des fortes intensités est important sur l'heure du pic et son intensité.
Plus de variabilité si les pluies sont moins fortes

Sensibilité aux paramètres sol



Pour certains bassins, quasiment aucun des jeux de paramètres n'explique les débits observés. On peut remettre en cause la pluie observée. Sur Saumanne: Pluie_OPER=145mm, Pluie_STA-D3=208mm.

Même type de résultats avec le modèle MARINE (IMFT)

Forum radar, Toulouse, 2 Février 2010

Conclusions

- Mise en place d'un premier outil de modélisation hydrologique spatialisé à l'échelle régionale en vue de la simulation des bassins non jaugés.
- Importance de données radar de bonne qualité haute résolution spatiale et temporelle
- Evaluation de différents produits radar en terme de réponse d'un ensemble de bassins versants et pas seulement par comparaison avec des pluviographes (des conclusions éventuellement différentes)
- Même si la pluie et sa répartition spatiale et temporelle reste un facteur majeur expliquant la réponse hydrologique, le sol et sa variabilité a aussi un impact important

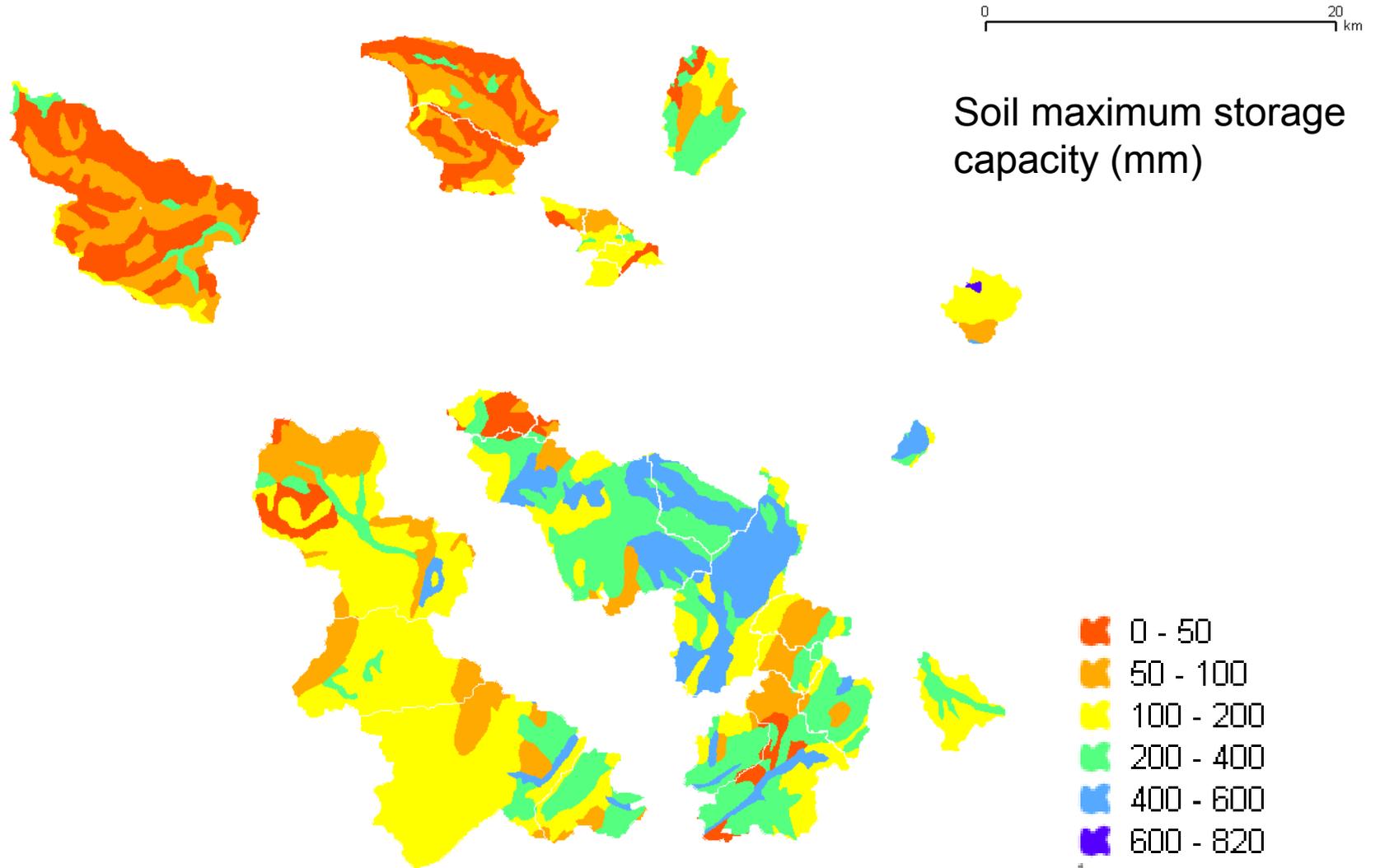
Perspectives

- Refaire ce type d'analyse avec des épisodes moins intenses que celui de septembre 2002 où on arrive à une saturation quasi-générale des bassins versants (travail en cours sur l'épisode de septembre 2005 avec simulation en continu)
- Evaluer l'importance des écoulements de subsurface sur la réponse hydrologique et les conditions initiales
- Mieux décrire les écoulements en rivière
- Expérimentation HyMeX: renforcement de la couverture radar, proposition d'une stratégie de mesure par sous-bassins emboîtés, utilisation de mesures de débits par LS-PIV (Large Scale-Particle Image Velocimetry)



Merci de votre attention

Variability of soil characteristics



Mapping of soil saturation

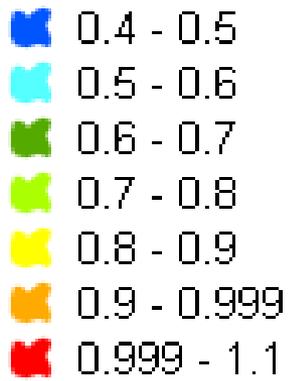
0 20 km

Soil saturation
2002/09/08 06h00



0 20 km

Soil saturation
2002/09/08 12h00

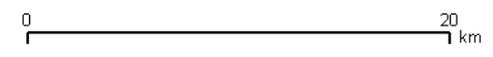


0 20 km

Soil saturation
2002/09/08 18h00



© QGIS 2009



Soil saturation
2002/09/09 00h00

