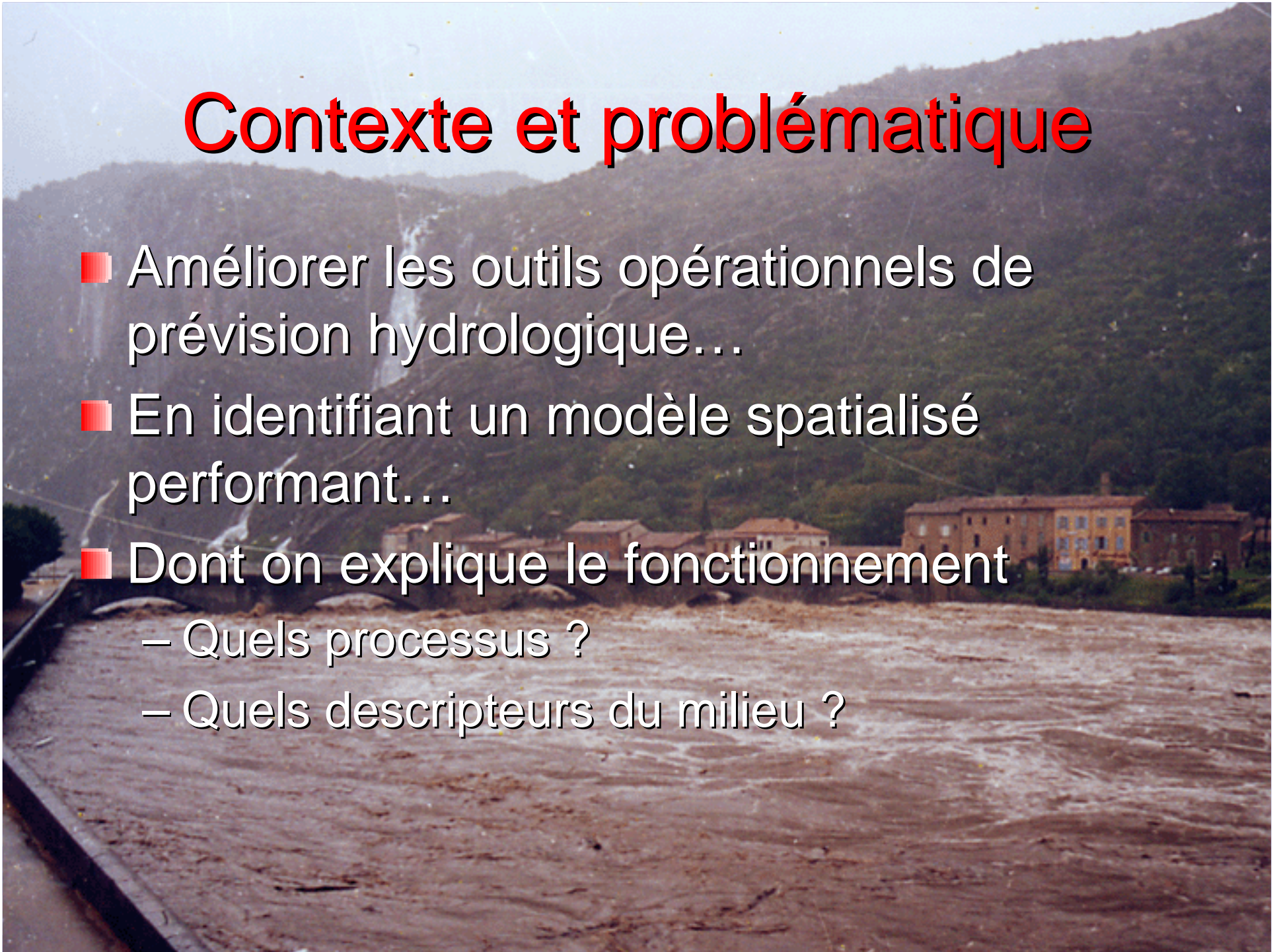


# Modélisation spatialisée pluie/débit sur des bassins versants cévenols

## Application à la prévision des crues

# Contexte et problématique

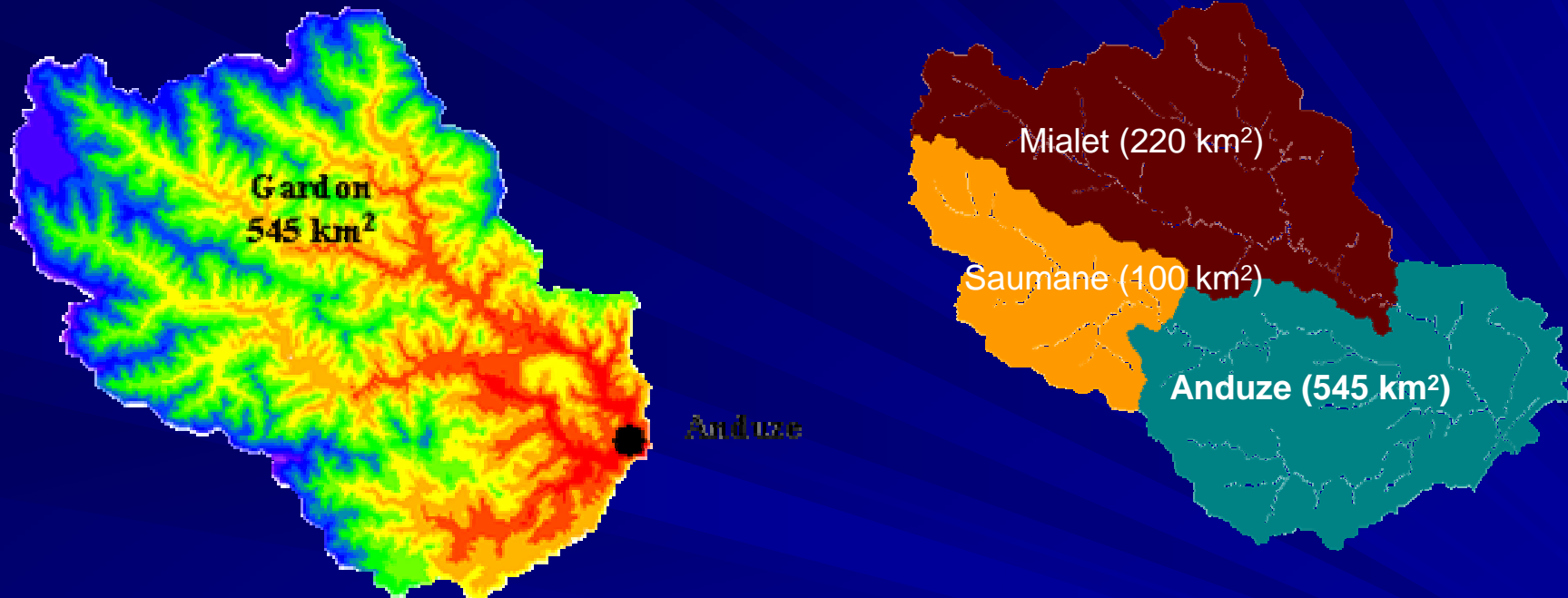
- Améliorer les outils opérationnels de prévision hydrologique...
- En identifiant un modèle spatialisé performant...
- Dont on explique le fonctionnement
  - Quels processus ?
  - Quels descripteurs du milieu ?



# Plan de la présentation

1. Identification d'un modèle empirique
  - i. Les bassins d'étude
  - ii. Principes de la modélisation
  - iii. Les résultats
  - iv. Conclusions
2. Explication des performances par une modélisation à base mécaniste
  - i. Apport des expérimentations sur le terrain
  - ii. Principes du modèle bi-couche
  - iii. Étude du fonctionnement du modèle et premières conclusions
3. Conclusions

# Le bassin d'étude



Bassin versant naturel

Substratum à dominante granito-  
schisteuse

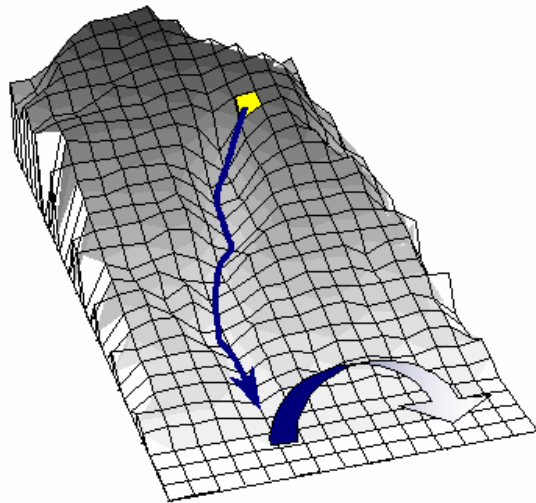
Pentes importantes

09/03/2006

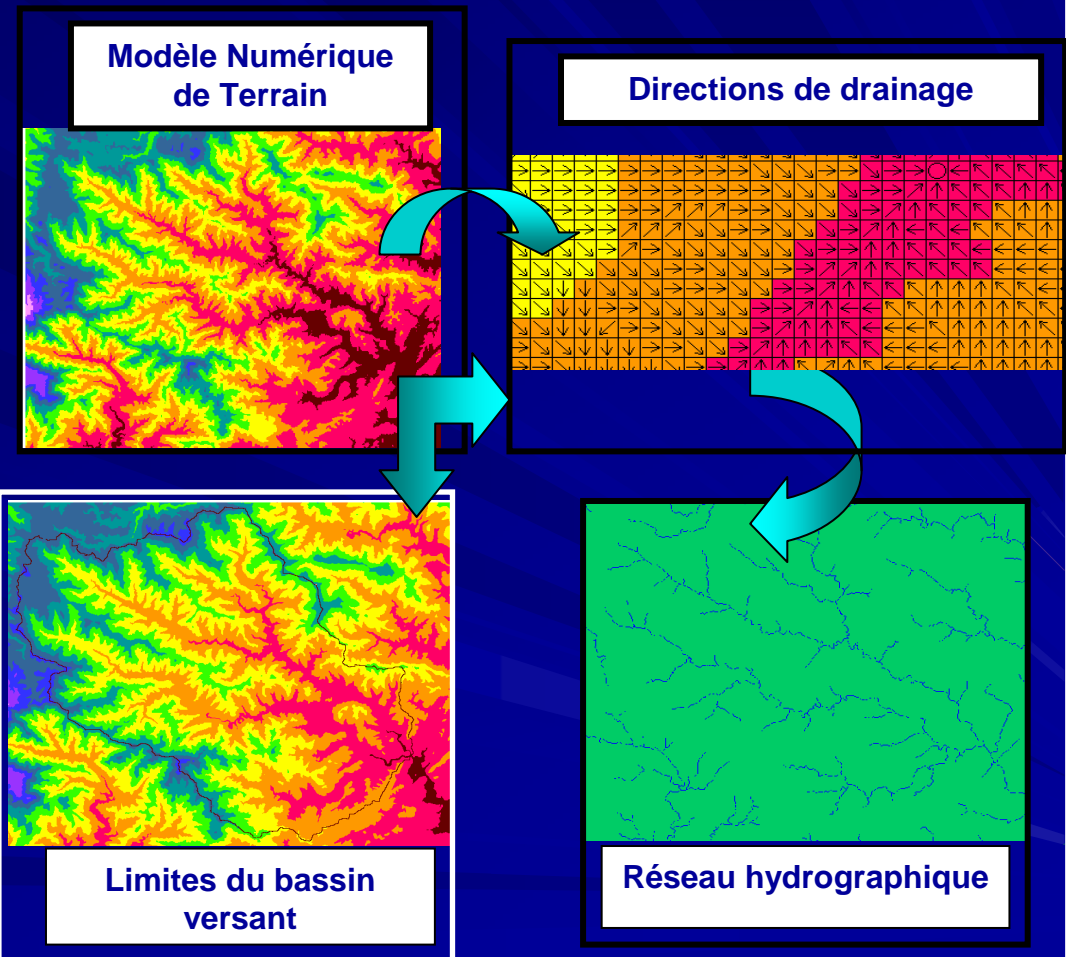
Journée d'études de l'OHMCV

# Principes de la modélisation (1/2)

Modèle MERCEDES, *Bouvier et al.*

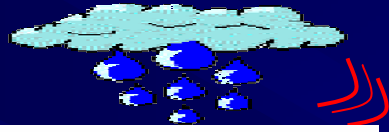


[www.athys-soft.org](http://www.athys-soft.org)

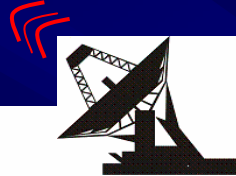
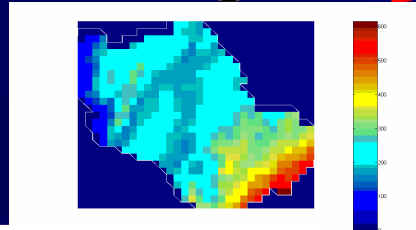


(Gardon d'Anduze, 545 km<sup>2</sup>)

# Principes de la modélisation (2/2)



**1) Entrée du modèle :** intensité de pluie (tous les 1 km<sup>2</sup> et 5 minutes )



**3) Loi de transfert**

$$V_{\text{maille}} = V_0 \cdot p^{0.5} \cdot S^{0.5}$$

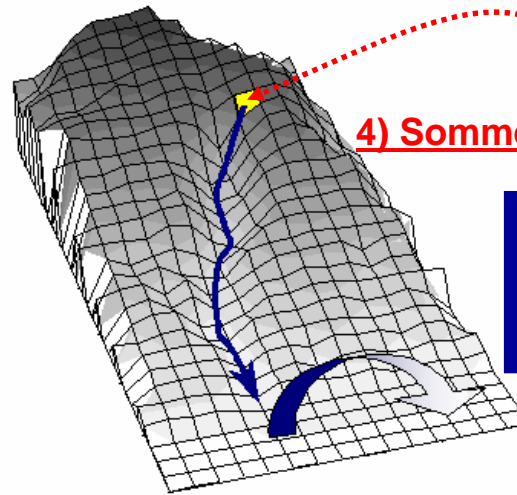
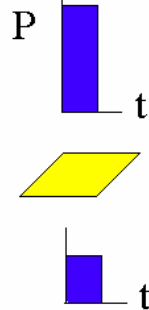
**4) Somme des contributions élémentaires**

Pluie sur une cellule élémentaire pendant  $\Delta t$

**2) Loi de production**

$$C(t) = \frac{(P(t) - 0,2 * S)^2}{P(t) + 0,8 * S}$$

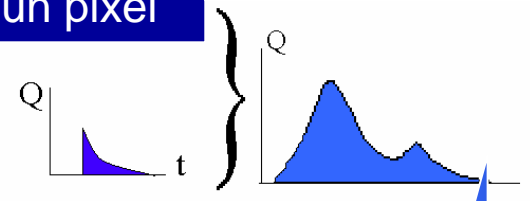
Ruissellement direct sur la cellule élémentaire pendant  $\Delta t$



MNT 50 mètres

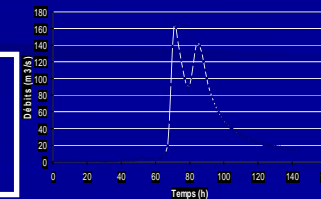
Contribution élémentaire d'un pixel

Hydrogramme complet



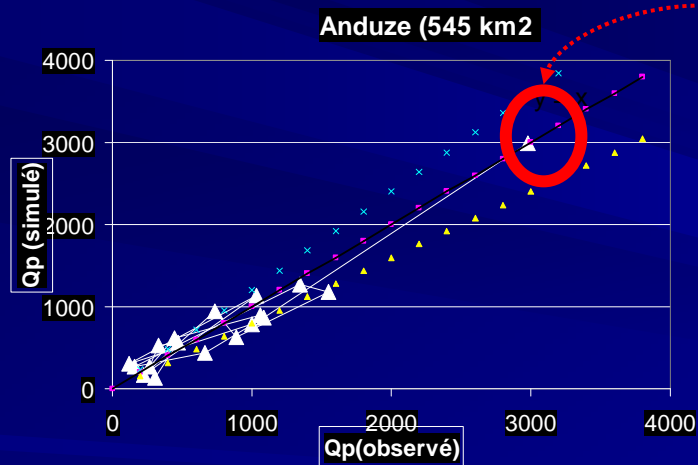
**5) Sortie du modèle :** hydrogramme de la crue à l'exutoire du bassin versant

→ 3 paramètres à calibrer :  $V_0$ ,  $S$  et un paramètre destiné à prendre en compte la vidange du réservoir sol (décruée)

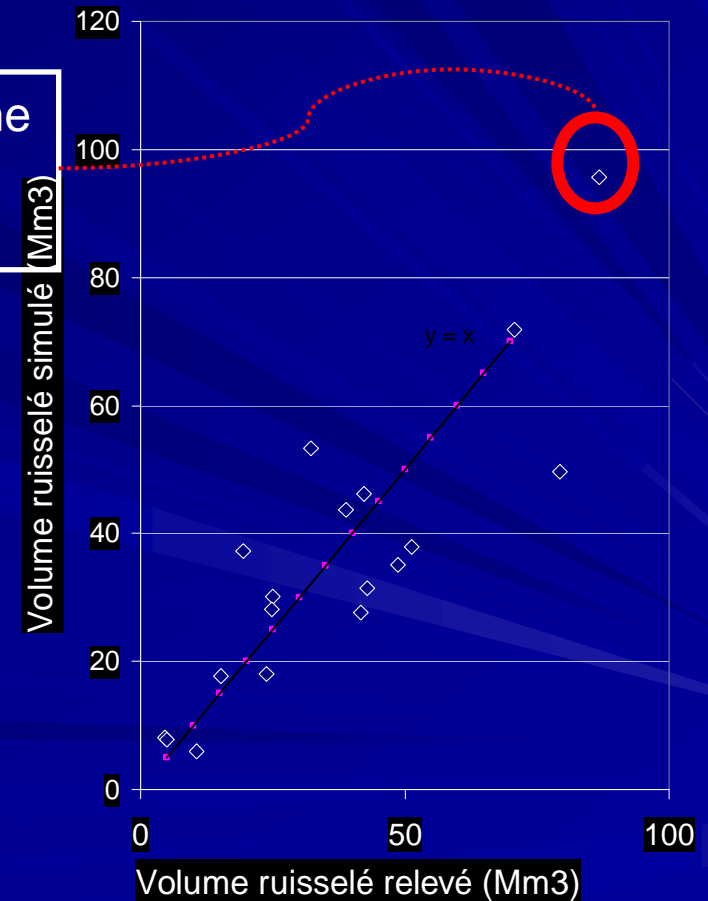


# Résultats du calage

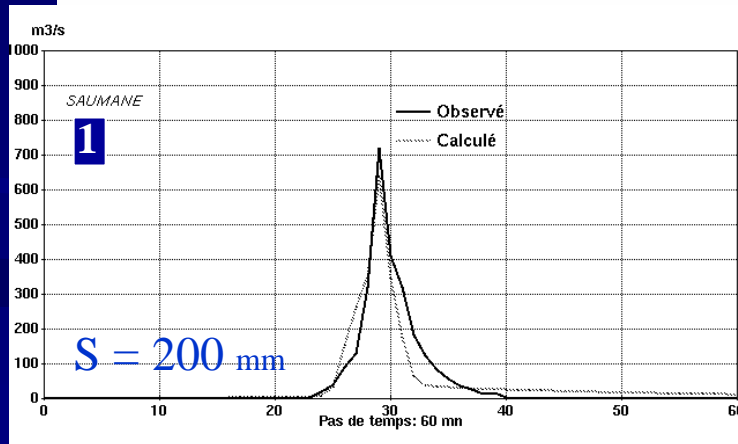
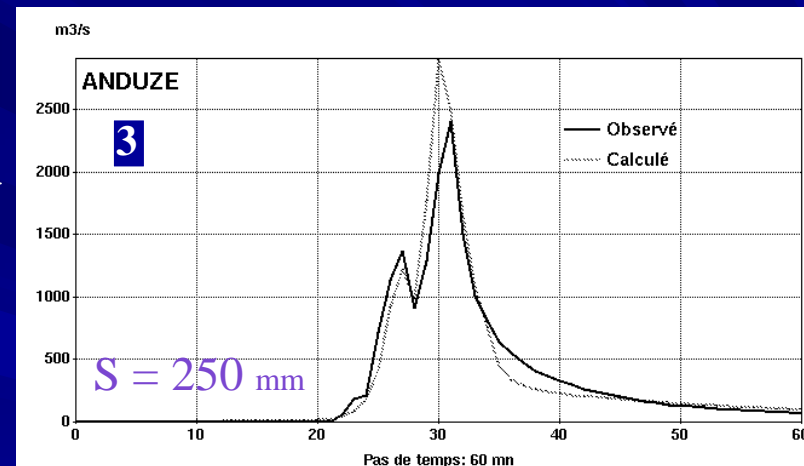
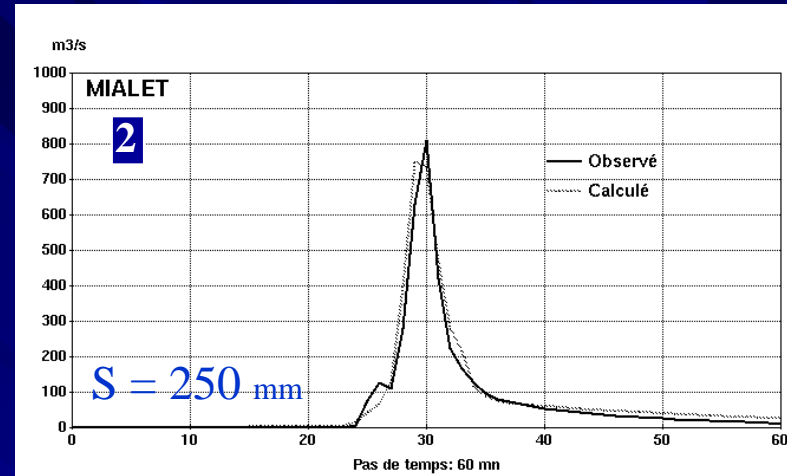
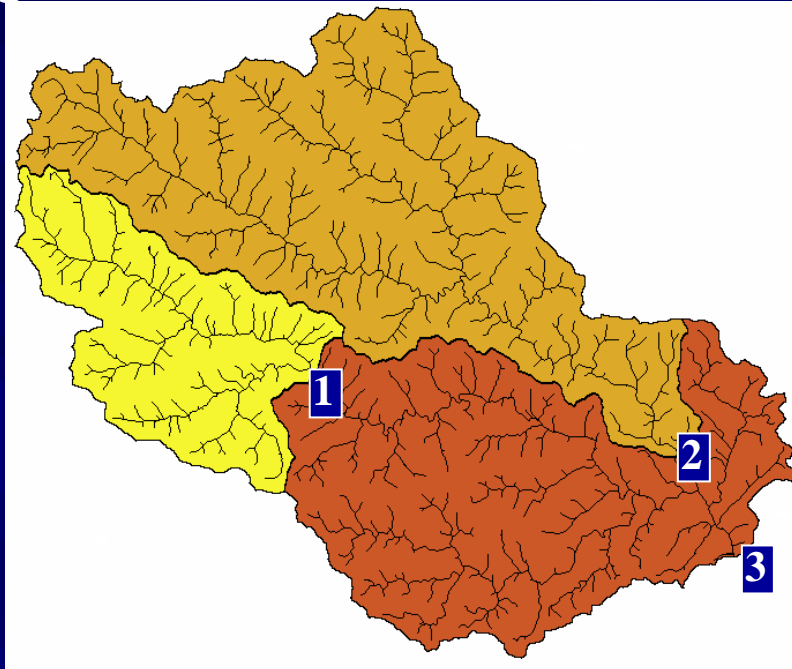
- Base de données de 20 événements à Anduze
- Calage de plusieurs lois avec procédure d'optimisation (critère NASH)
- Test sur l'événement extrême



Événement extrême  
du 9 septembre  
2002



# Analyse de la variabilité régionale, Gardon Anduze



S ~200-250 mm  
capacité maximale de rétention des sol

# Conclusions Partie 1

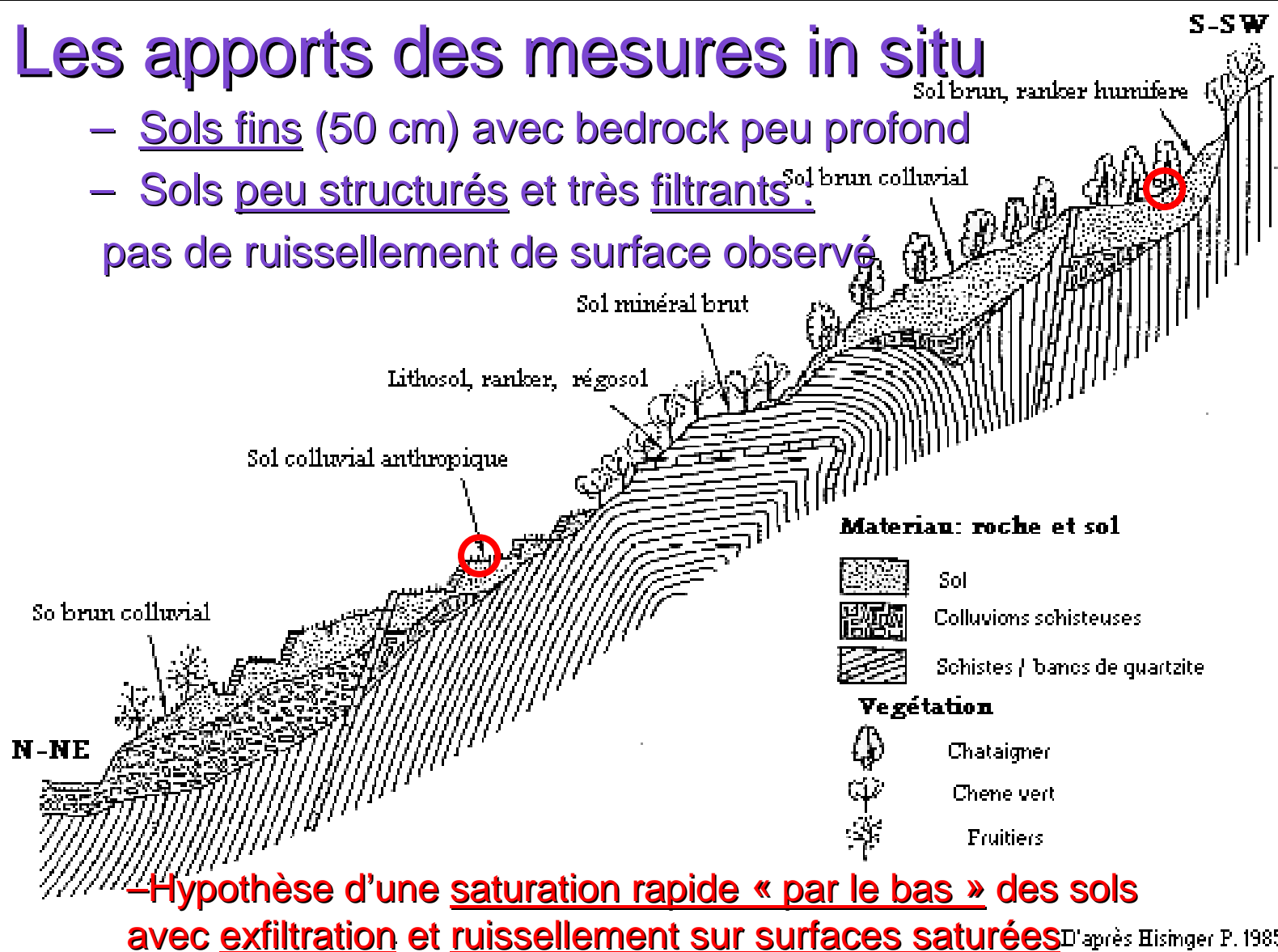
- Un modèle performant...
- Qui tire parti de l'information spatialisée...
- facile à mettre en œuvre : 3 paramètres à calibrer...
- Et robuste de la normale à l'extrême

Il reste à expliquer pourquoi ça marche

# Apport du terrain

## Les apports des mesures in situ

- Sols fins (50 cm) avec bedrock peu profond
  - Sols peu structurés et très filtrants :
- pas de ruissellement de surface observé



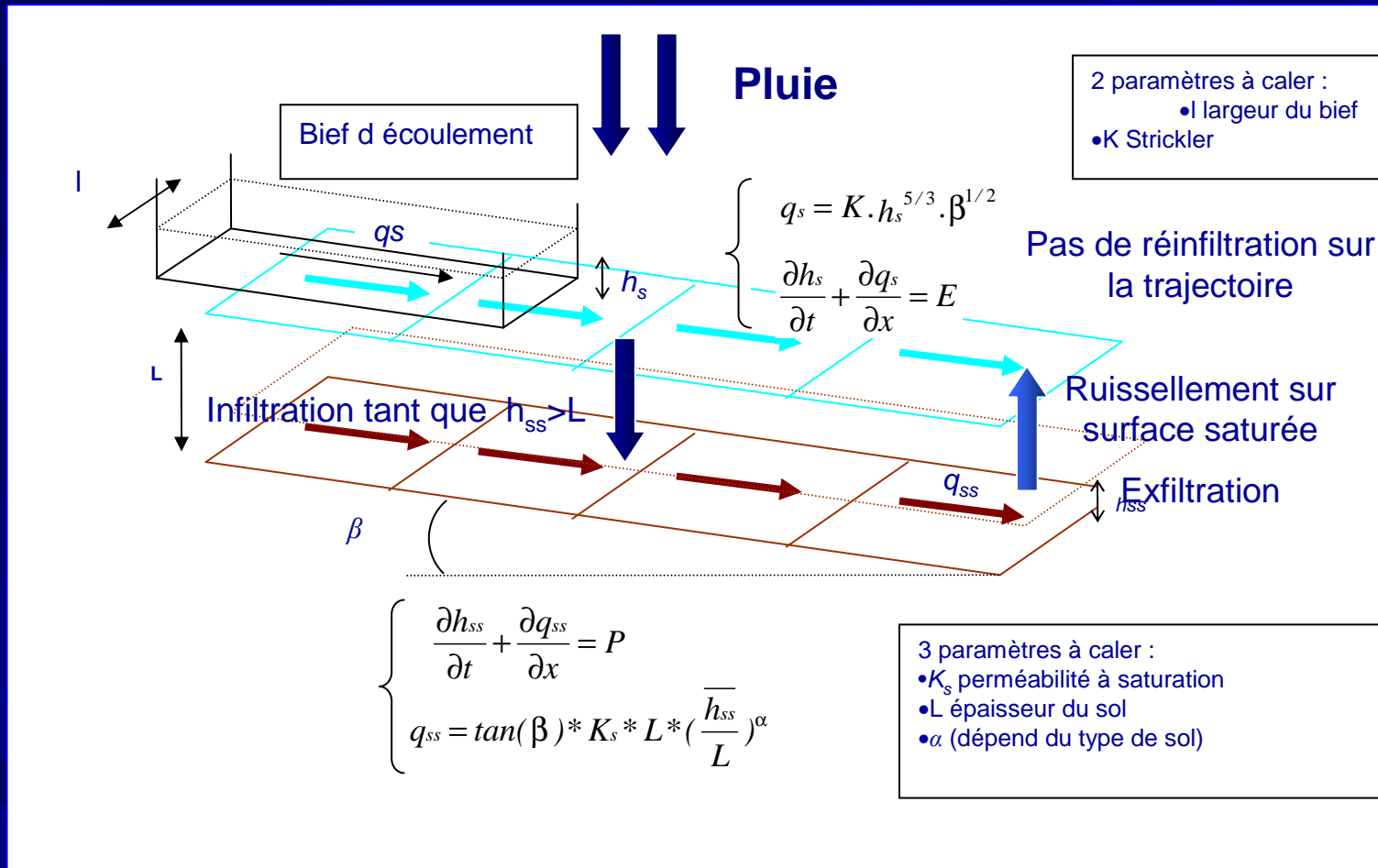
- **Hypothèse d'une saturation rapide « par le bas » des sols avec exfiltration et ruissellement sur surfaces saturées**

D'après Hisinger P. 1985

# Principes du modèle bi-couche mécaniste

- Modèle à mailles connectées
- Un modèle d'onde cinématique en surface...couplé à un modèle de transfert latéral dans le sol basé sur une approximation des équations de transfert en non saturé (Todini et Benning, 1994)
- Résolution :schéma de résolution d'Euler explicite décentré amont

# Schématisation du modèle



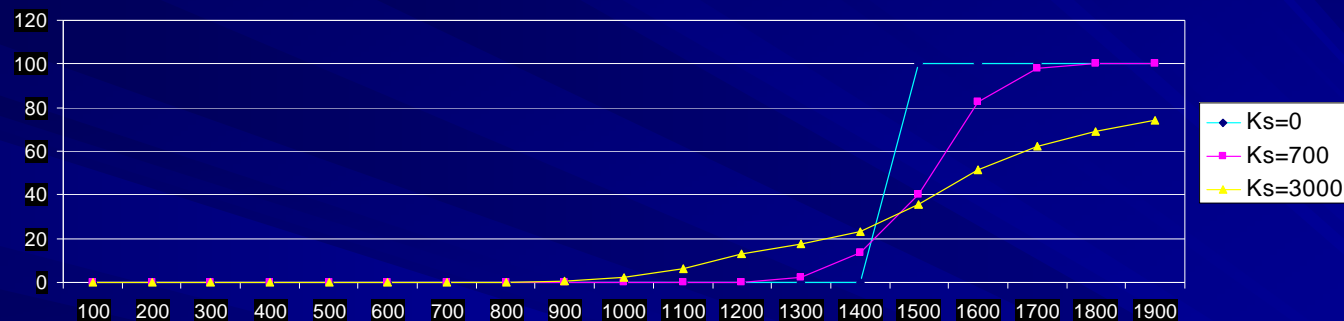
# Fonctionnement du modèle

- Rôle du  $K_s$  sur l'évolution des surfaces saturées
- Quel processus induit de saturation ?
- Conséquences de l'introduction d'une variabilité des épaisseurs de sol

# Sensibilité au paramètre $K_s$

Configuration : épaisseur efficace de sol constante 300 mm (porosité =0.5)  
calée sur un jeu de 6 épisodes

Pluie de 10 mm/h

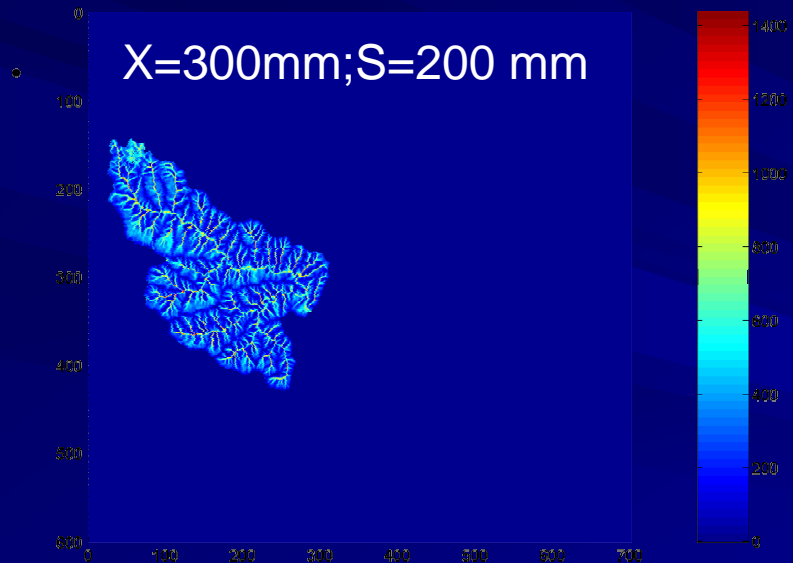


Évolution plus progressive des surfaces saturées

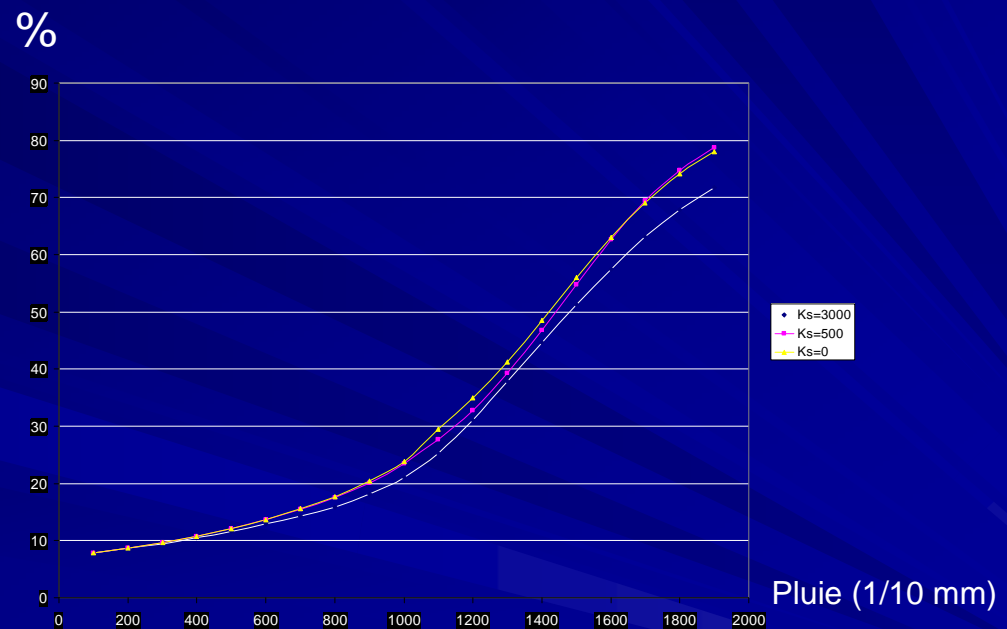
Mais quelle surfaces saturent en premier ?

# Effet de l'introduction d'une variabilité des épaisseurs de sol

Distribution corrélée à la convexité



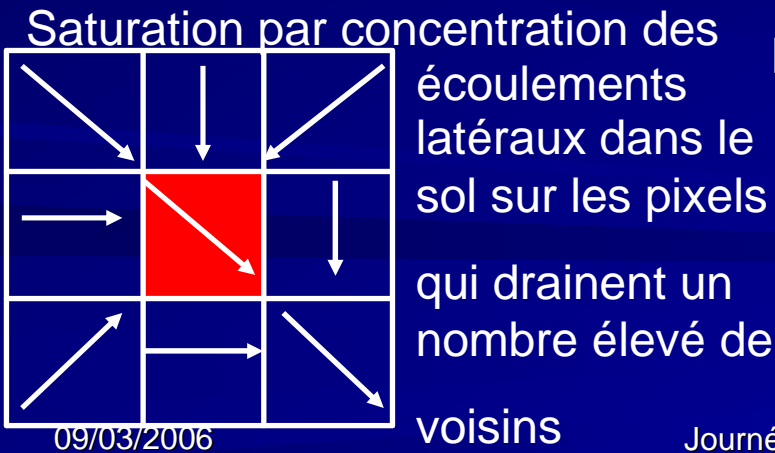
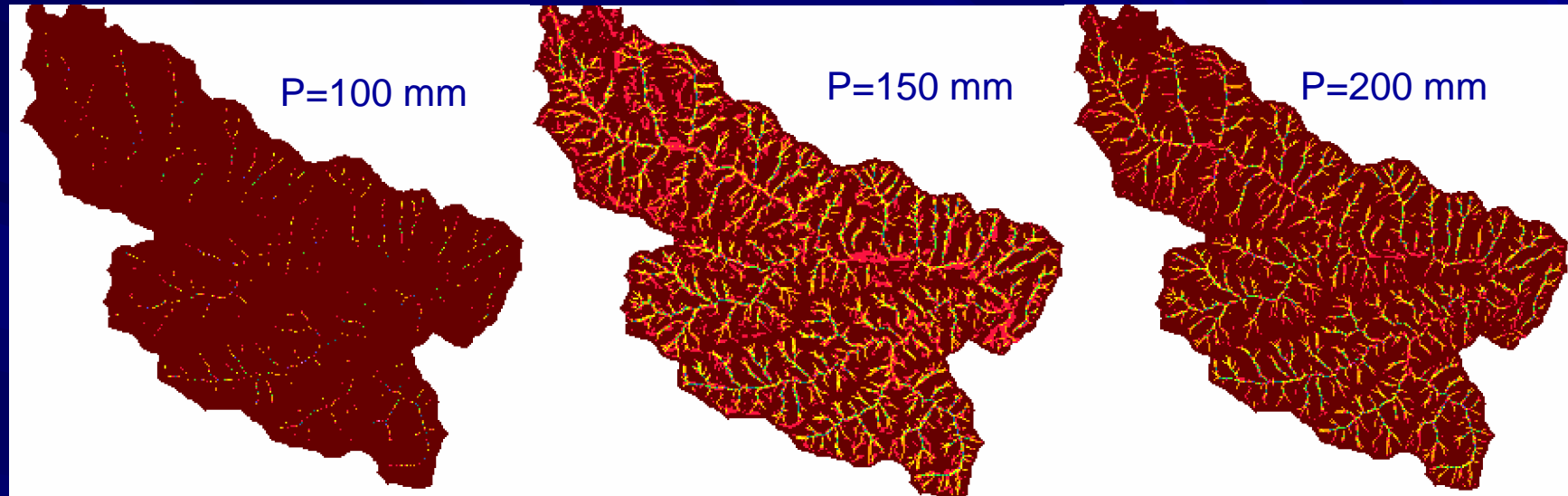
Bassin versant de Saumane (100 km<sup>2</sup>)



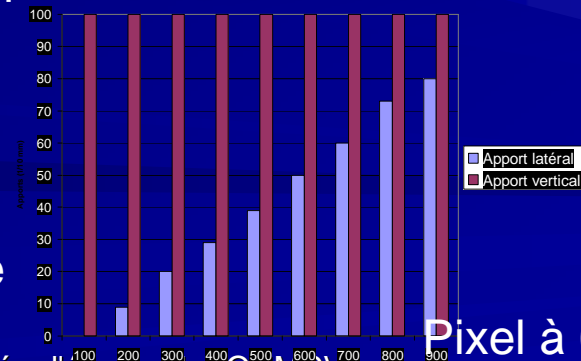
Évolution du % de surfaces saturées

- Sensibilité à Ks quasi-nulle
- Saturation verticale des sols

# Origine de la saturation du bassin (1/2)



Saturation par saturation verticale du sol par la pluie

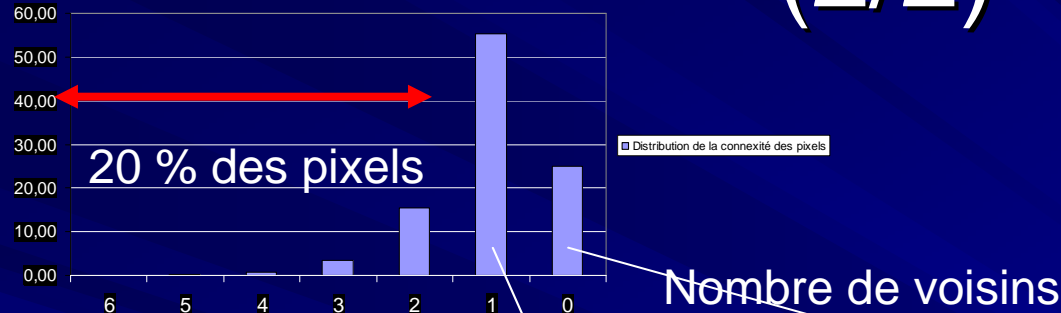


Pixel à 6 voisins

# Origine de la saturation du bassin

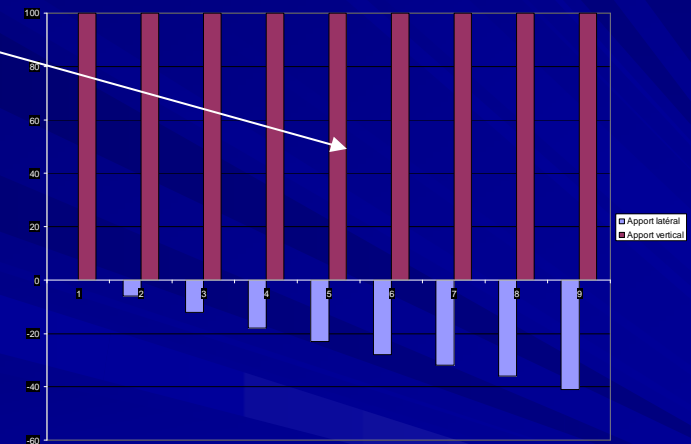
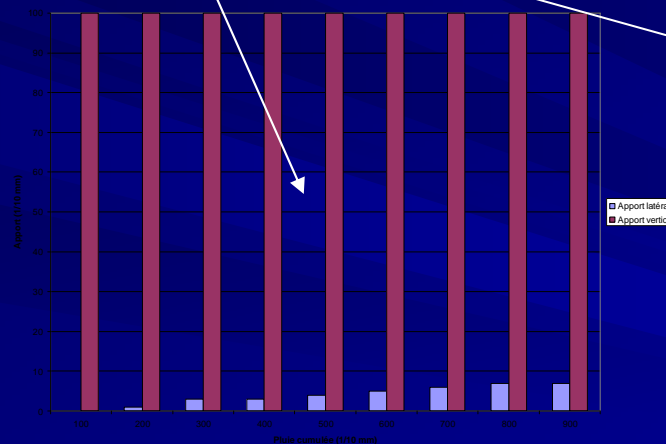
## (2/2)

Distribution de la connexité des pixels



Flux vertical

Flux latéral



Ces pixels « concentrateurs des écoulements » ne peuvent pas expliquer à eux seuls toute la saturation du bassin...

Pour la majorité des pixels, on a une saturation verticale par la pluie

# Conclusions et perspectives

- Flux latéraux « darciens » existent mais pas prépondérants dans la réponse du bassin versant
- => Performances du modèle empirique qui ne modélise pas les flux latéraux dans le sol
- Importance de décrire le milieu et la variabilité pédologique notamment
  - A quelle échelle ?
  - Sensibilité du modèle ?