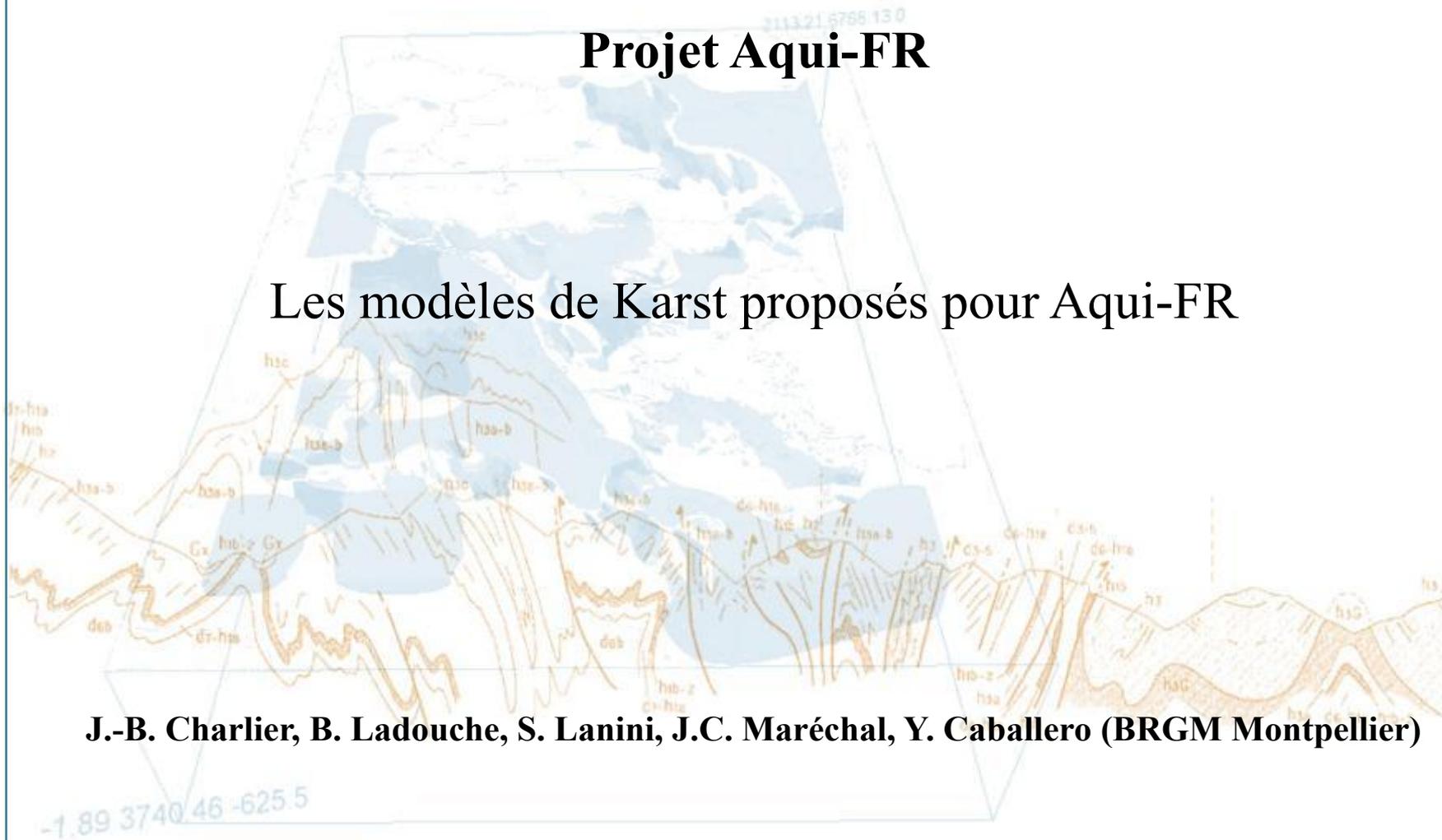




Projet Aqwi-FR

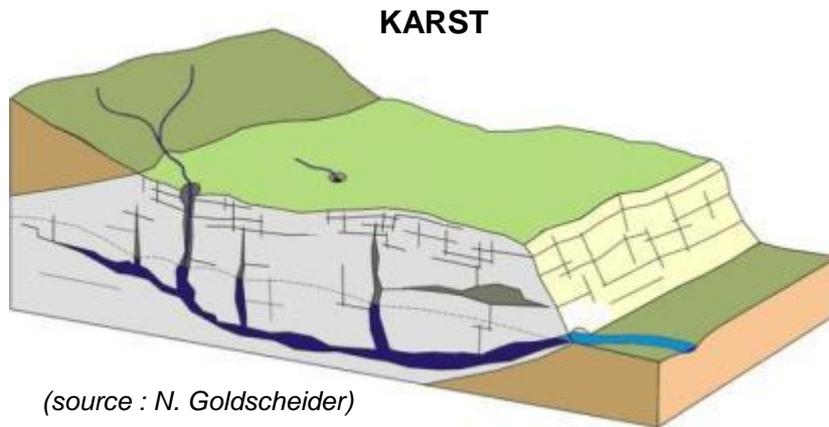
Les modèles de Karst proposés pour Aqwi-FR



J.-B. Charlier, B. Ladouche, S. Lanini, J.C. Maréchal, Y. Caballero (BRGM Montpellier)

Les modèles « karst » opérationnels

- 2005 : Karsts nord-Montpelliérains - (34)
- 2010 : Corbières Bas Agly - (66)
- 2011 : Source du Lez - (34)
- 2012 : Tarn à Millau – 2400 km² (12)



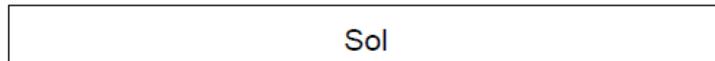
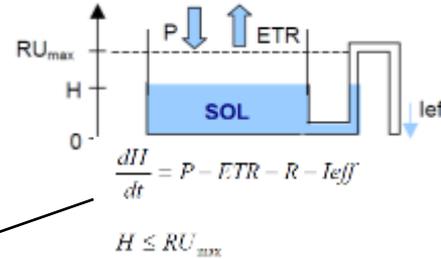
- Trois approches différentes
1. « Réservoirs »
 2. « Réservoirs + routage »
 3. « Fonction de transfert »

1 - Approche réservoirs (Fontanilles)

Modélisation couplée hydrogéologie - hydrogéochimie

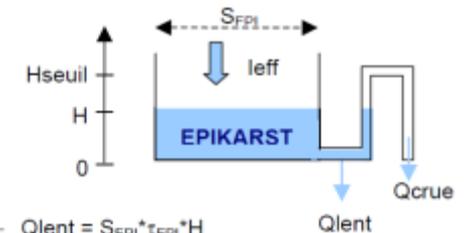
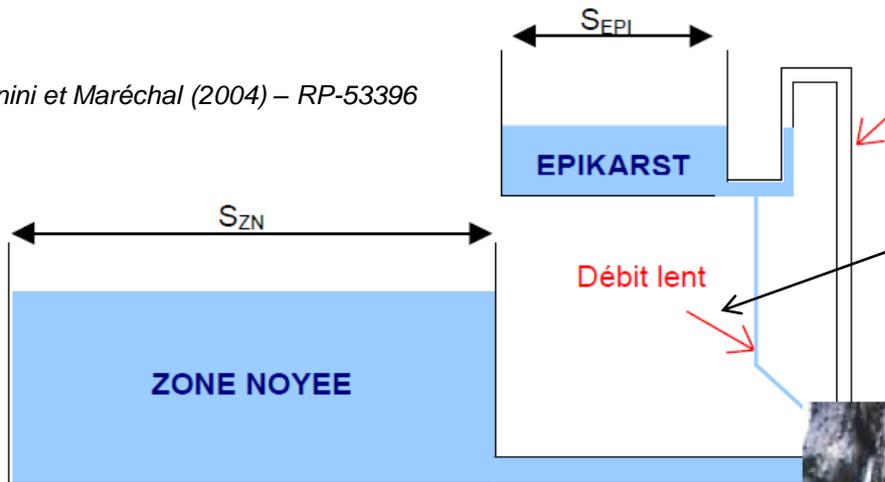


Pluie



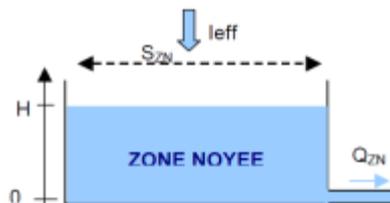
Infiltration

Lanini et Maréchal (2004) – RP-53396



- $Q_{lent} = S_{EPI} \cdot \tau_{EPI} \cdot H$
- Si $H > H_{seuil}$, $Q_{cruie} = S_{EPI} \cdot I_{eff}$ sinon $Q_{cruie} = 0$
- $Q_{EPI} = Q_{lent} + Q_{cruie}$
- $\frac{dH}{dt} = I_{eff} - \frac{Q_{EPI}}{S_{EPI}}$

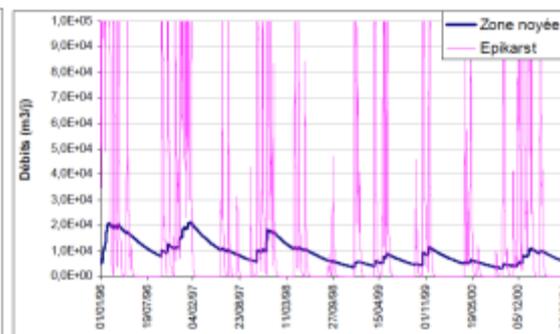
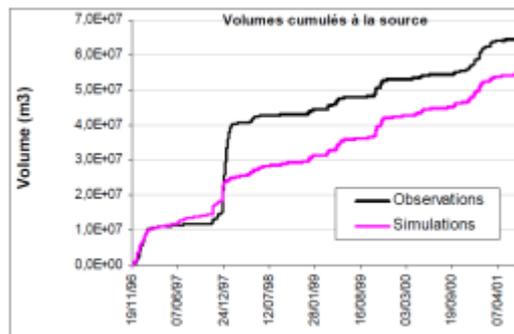
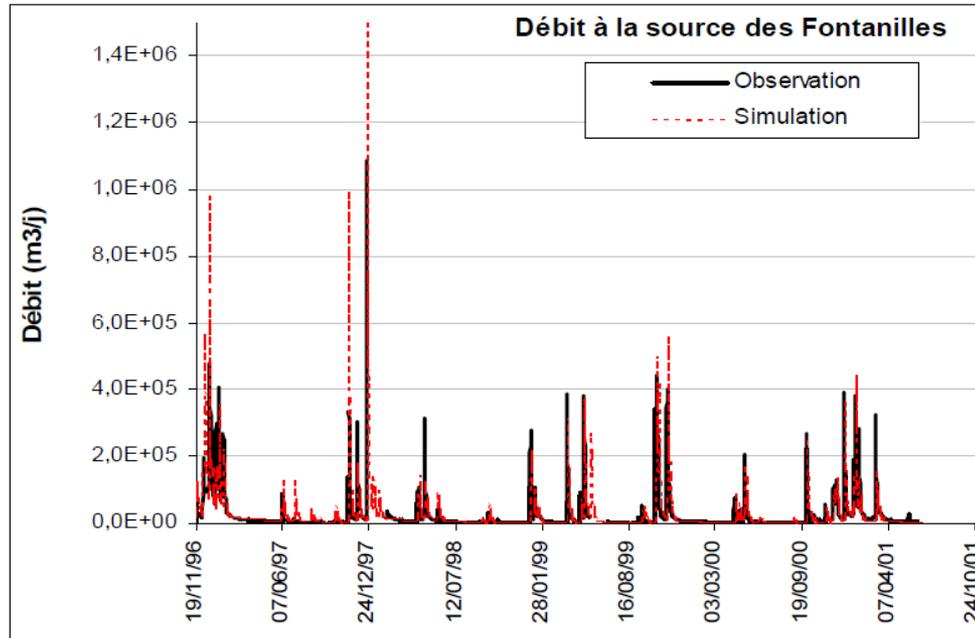
SOURCE DES FONTANILLES



- $Q_{ZN} = S_{ZN} \cdot \tau_{ZN} \cdot H$
- $\frac{dH}{dt} = I_{eff} - \frac{Q_{ZN}}{S_{ZN}}$

1 - Approche réservoirs (Fontanilles)

➤ Résultats:



1 - Approche réservoirs (Fontanilles)



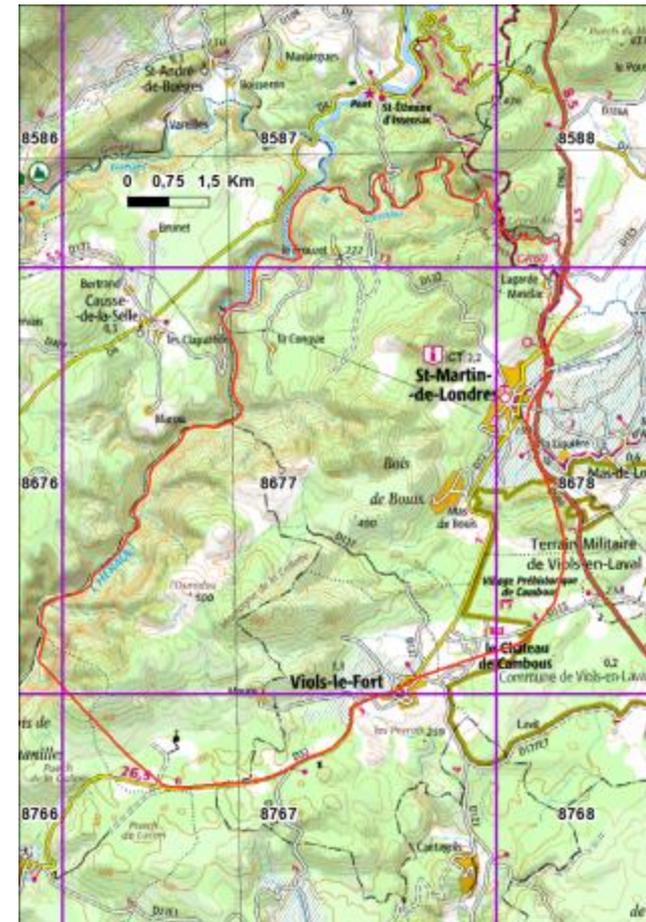
Conditions de couplage

> Données d'entrée:

- précipitations et ETP de Safran (une maille...) Recalage nécessaire
- Intégration flux drainage (Wdrain) Recalage nécessaire

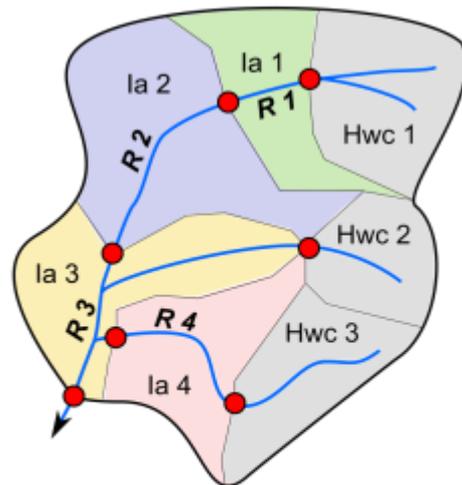
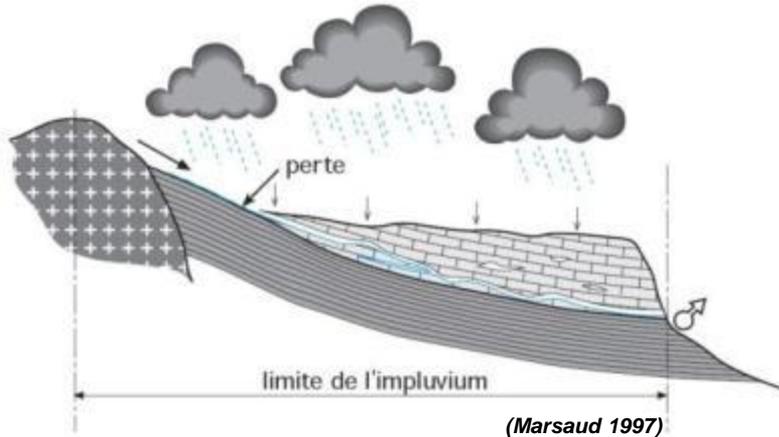
> Sorties simulées

- Q source Fontanilles



2 - Approche réservoirs + routage (Tarn)

➤ Réservoirs avec routage des écoulements :



Catchment subdivision:
 Hwc = Head-water catchment
 la = Intermediate area
 R = Reach between two gauging stations

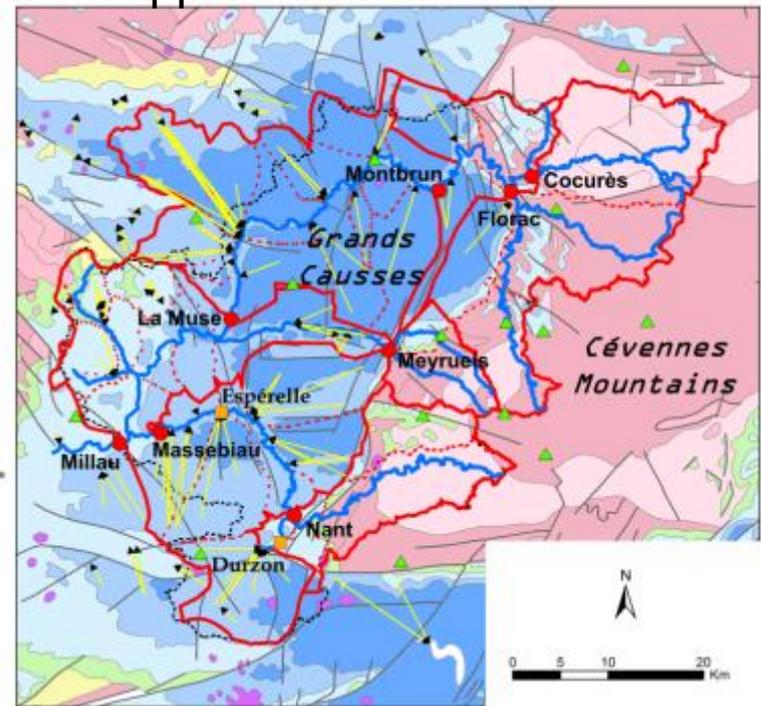


Calcaires = 69 %
Socle = 31 %



Karst binaire

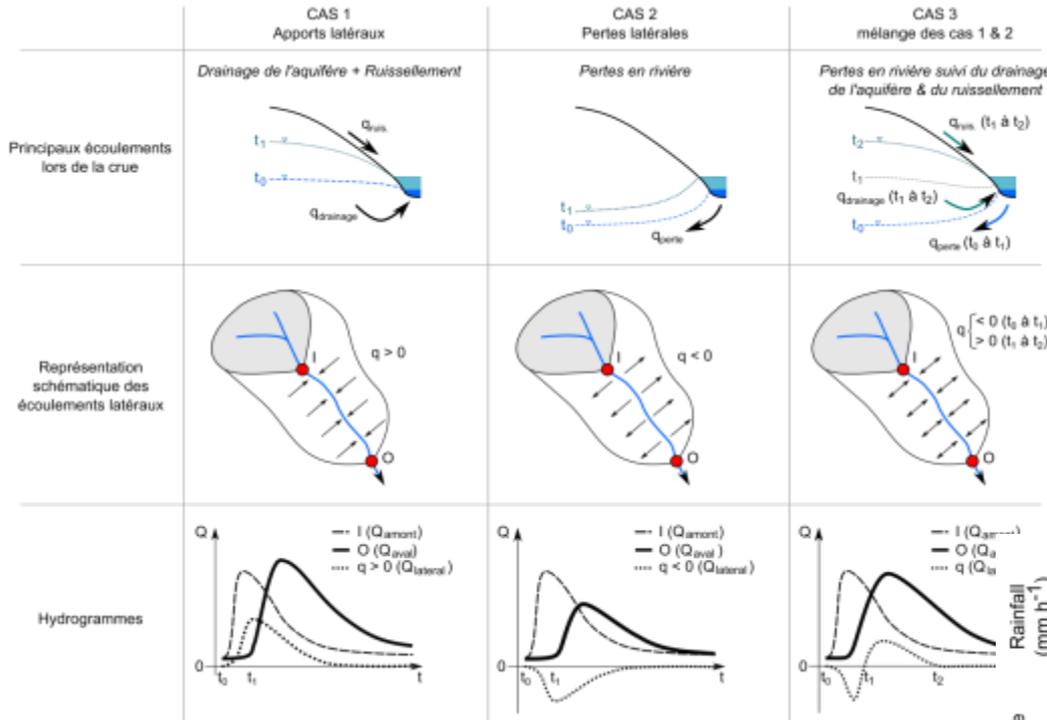
- Les têtes de bassin sont sur le socle
- Zones de pertes au contact socle/calcaire
- Zones d'apport en aval



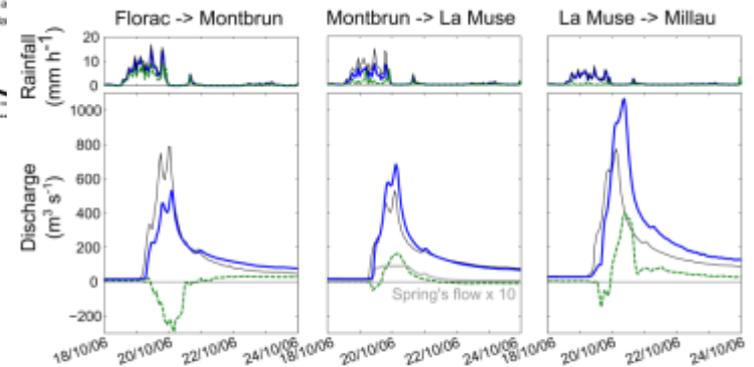
2 - Approche réservoirs + routage (Tarn)



Caractérisation des échanges latéraux à l'aide du modèle inverse de l'onde diffusante avec échanges latéraux uniformément répartis le long du tronçon (Moussa, 1996)



Schématisation des processus latéraux dominants lors des crues selon différents états hydriques initiaux sur un tronçon entre deux stations hydrométriques amont I (inflows) et aval O



Mise en évidence de pertes sur le tronçon amont (Florac->Montbrun) et d'apports de plus en plus importants vers l'aval (Millau)

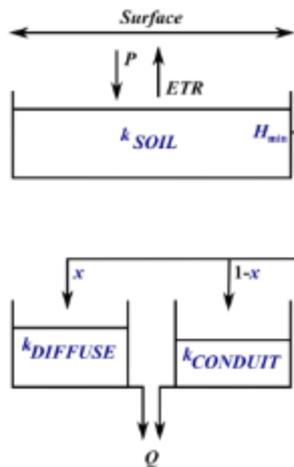


2 - Approche réservoirs + routage (Tarn)

Simulation des écoulements dans les UH karst

➤ Modèle à réservoirs

(Charlier et al., 2012, J. Hydrol.)

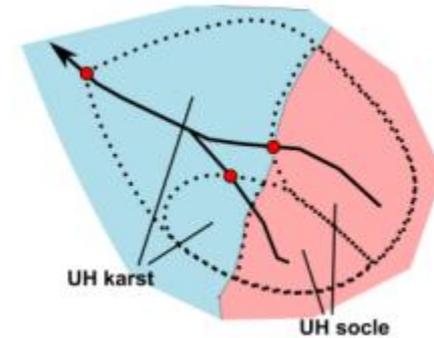


Calage : optimisation par essaim de particules (*ps*o *method*) sur 3 paramètres
(Robinson and Rahmat-Samii, 2004)

Fonction de transfert dans le réseau hydrographique

➤ Onde diffusante

(Moussa and Bocquillon, 1996, Hydrol. Process.)



Calage manuel sur le temps de réponse (correspondance des pics)

Echanges karst / rivière

- Piézomètre « fictif » simulant l'état de saturation du karst
- Vidange ou perte selon un seuil

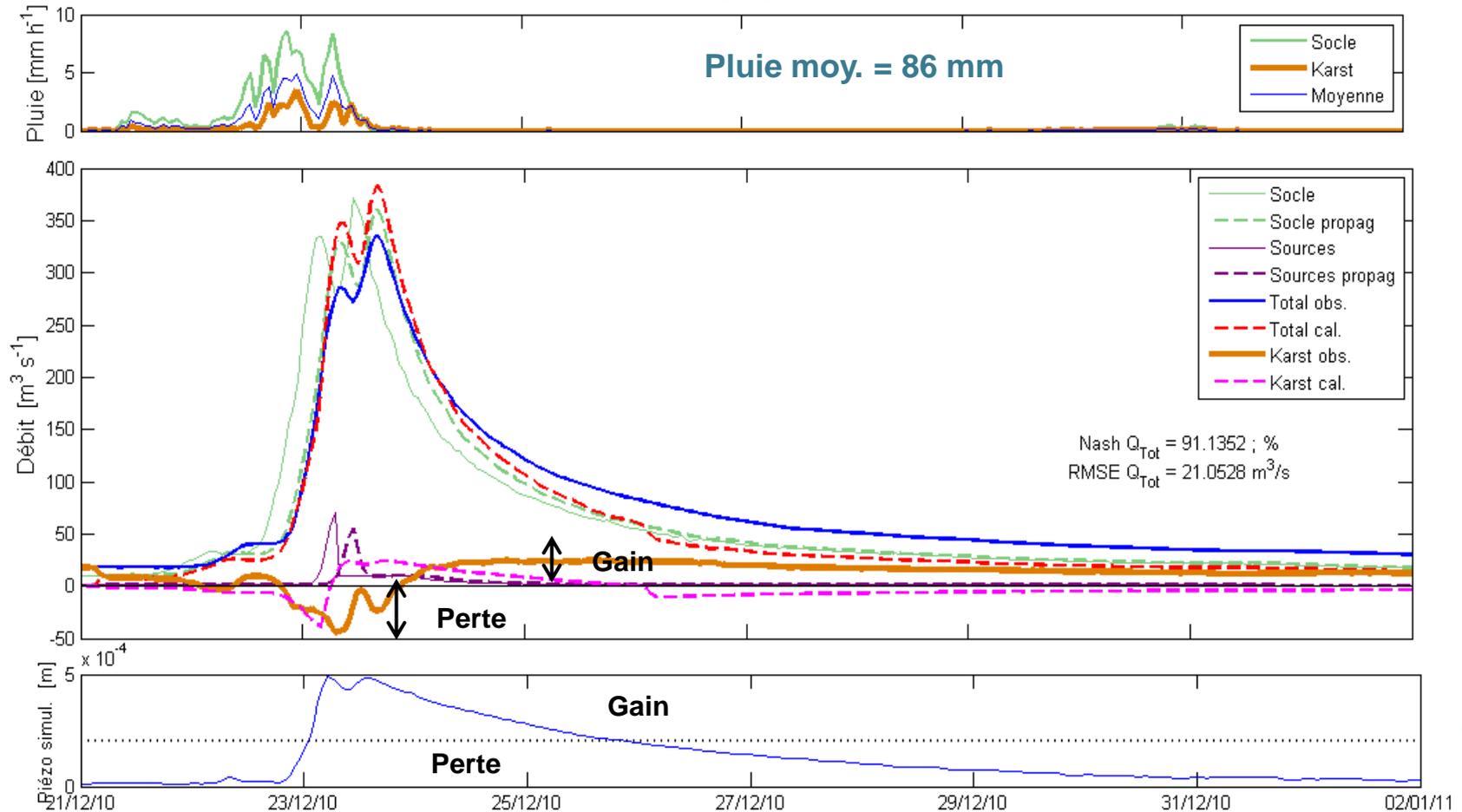
Calage manuel sur les 3 paramètres (seuil, vidange, perte)

2 - Approche réservoirs + routage (Tarn)

➤ Résultats :

=> **Fonctionnement du karst en perte puis en gain au cours de la crue**

Haut Tarn



2 - Approche réservoirs + routage (Tarn)



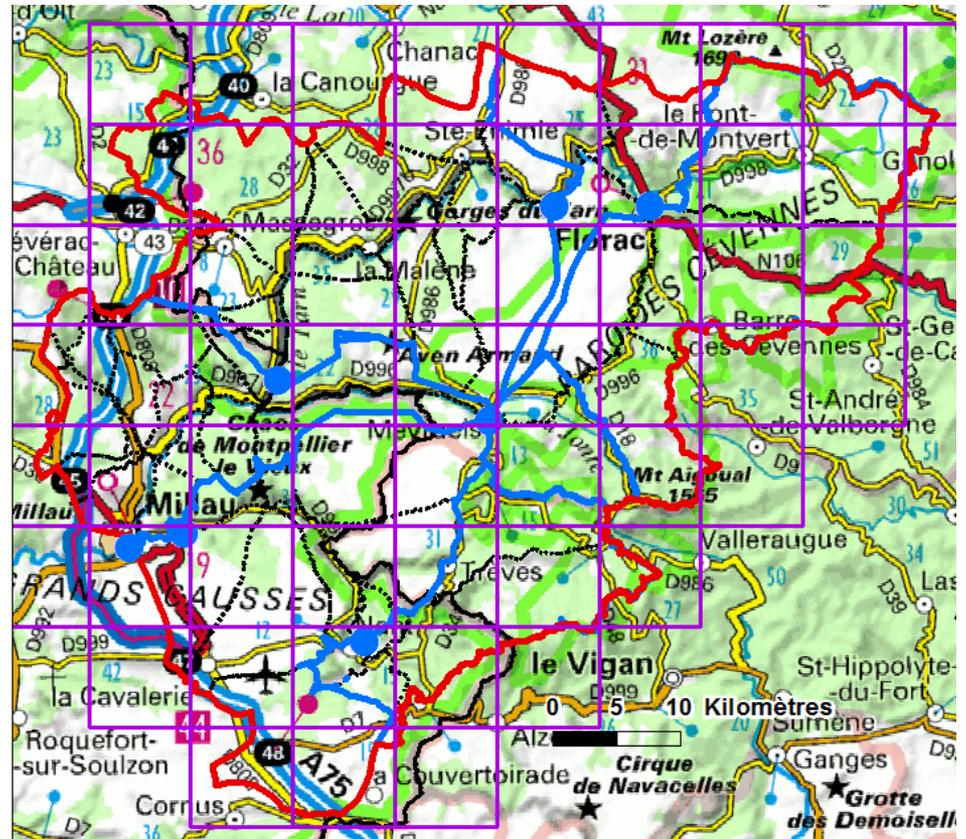
Conditions de couplage

> Données d'entrée:

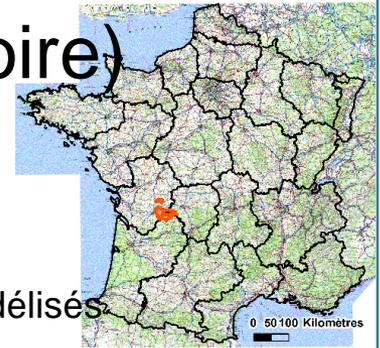
- précipitations et ETP de Safran (pondération) Recalage nécessaire car pas de temps horaire et utilisation de la partie karst seulement?
- Intégration flux drainage (Wdrain) Recalage nécessaire
- Liens avec routages de Modcou?

> Sorties simulées

- Exutoires des bassins modélisés



2_{bis} - Approche réservoir + routage (Tardoire)



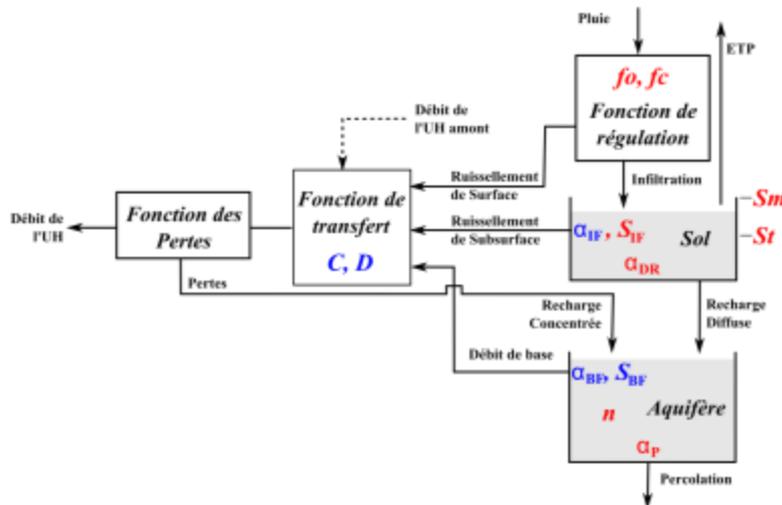
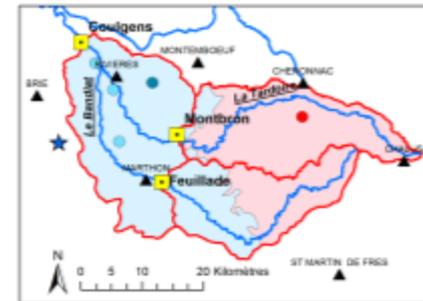
Conditions de couplage

> Données d'entrée:

- précipitations et ETP de Safran (pondération) Recalage nécessaire car pas de temps horaire et utilisation partie karst seulement?
- Intégration flux drainage (Wdrain) Recalage nécessaire
- Liens avec routages de Modcou?

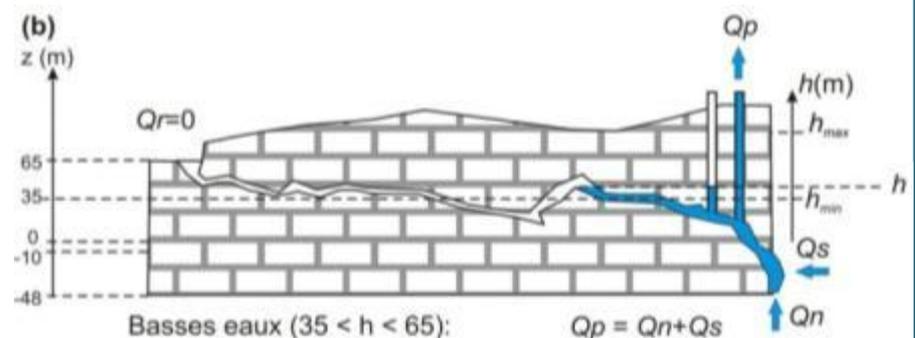
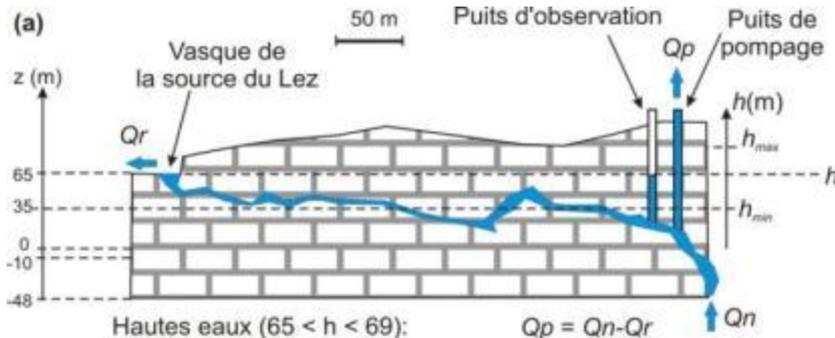
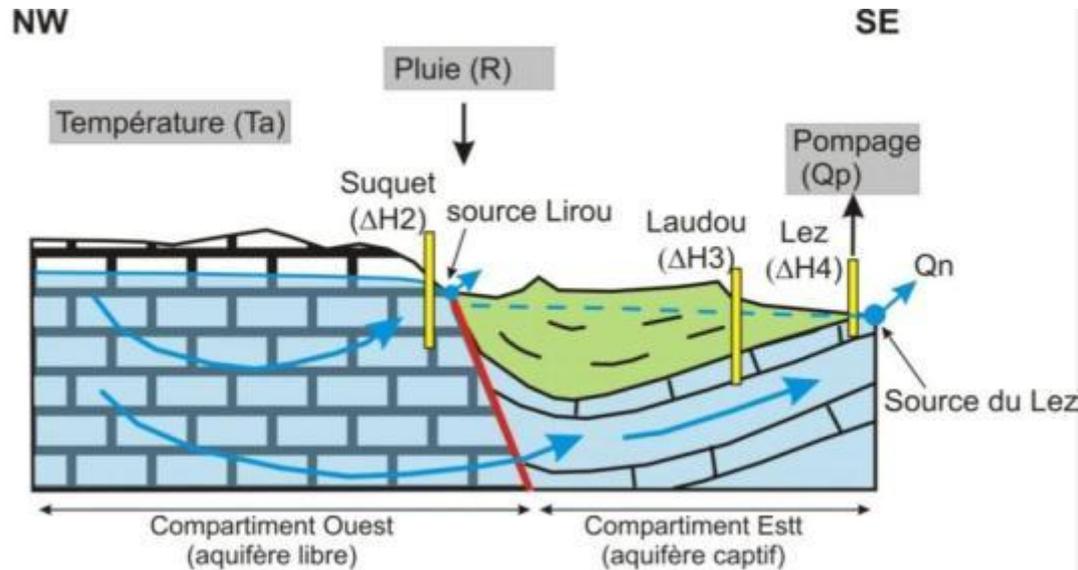
> Sorties simulées

- Exutoires des bassins modélisés
- Niveaux piézométriques



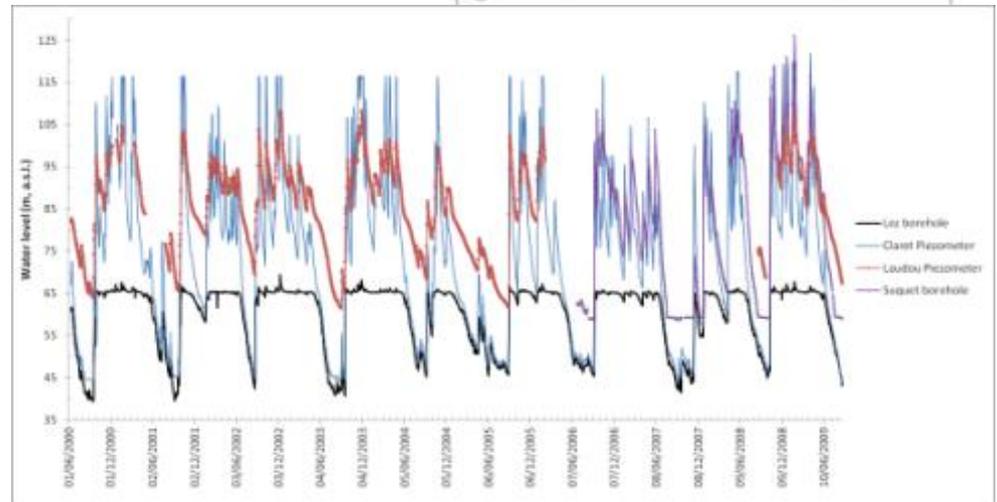
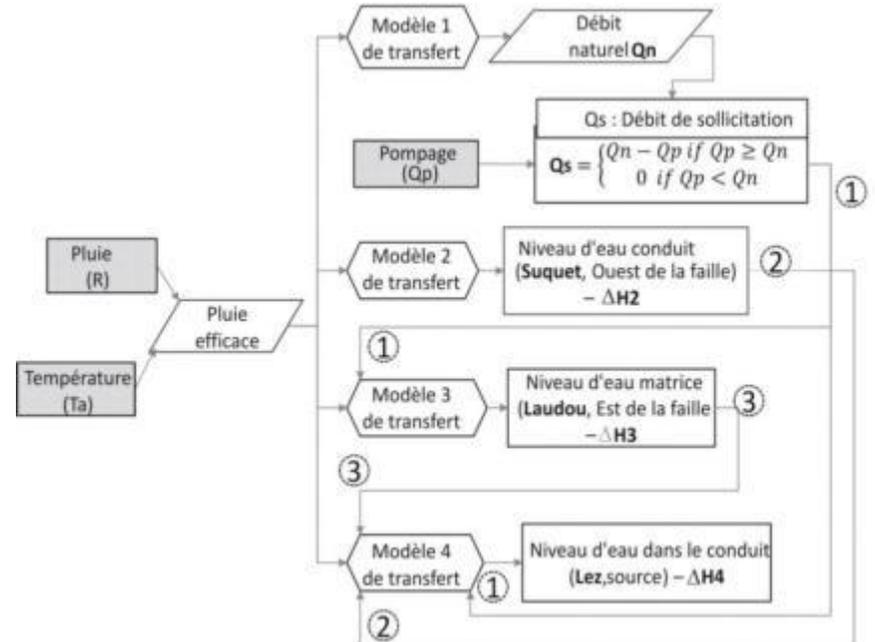
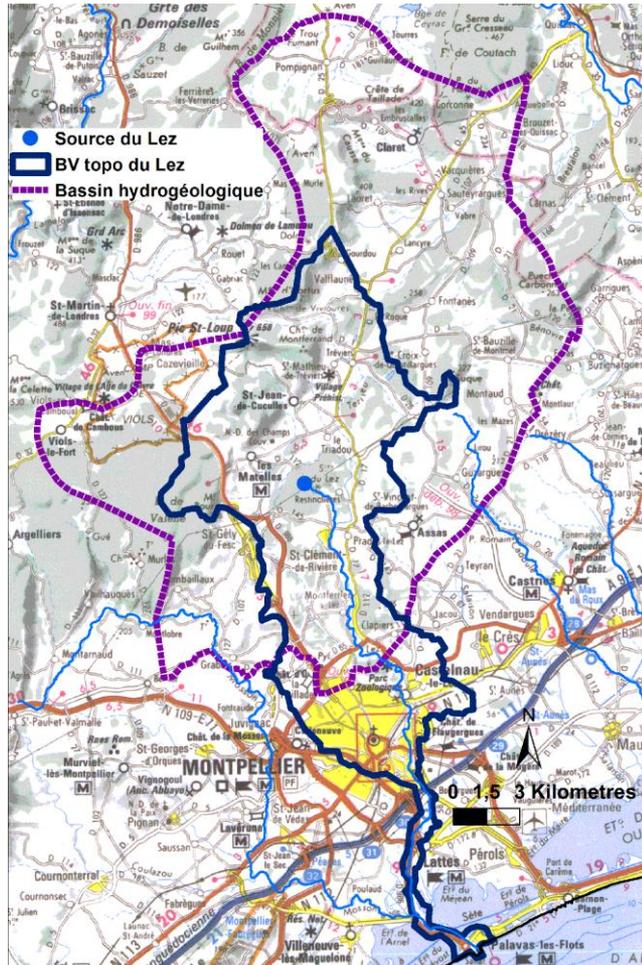
3 – Approche fonction de transfert (Lez)

- Karst barré avec principale émergence sur drain majeur
- Forte influence des pompages sur fonctionnement du karst



3 – Approche fonction de transfert (Lez)

Ladouche et al., (2012)



3 – Approche fonction de transfert (Lez)

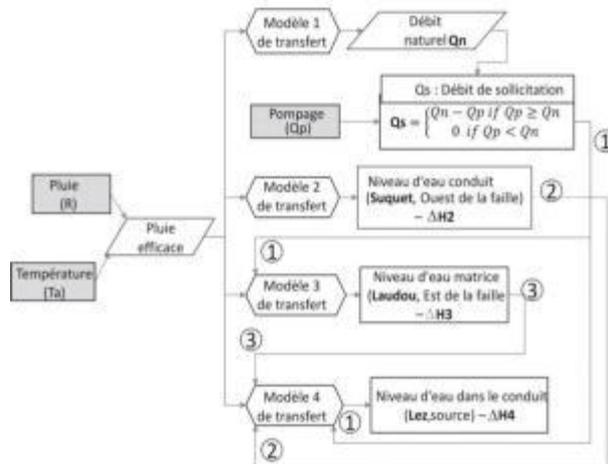
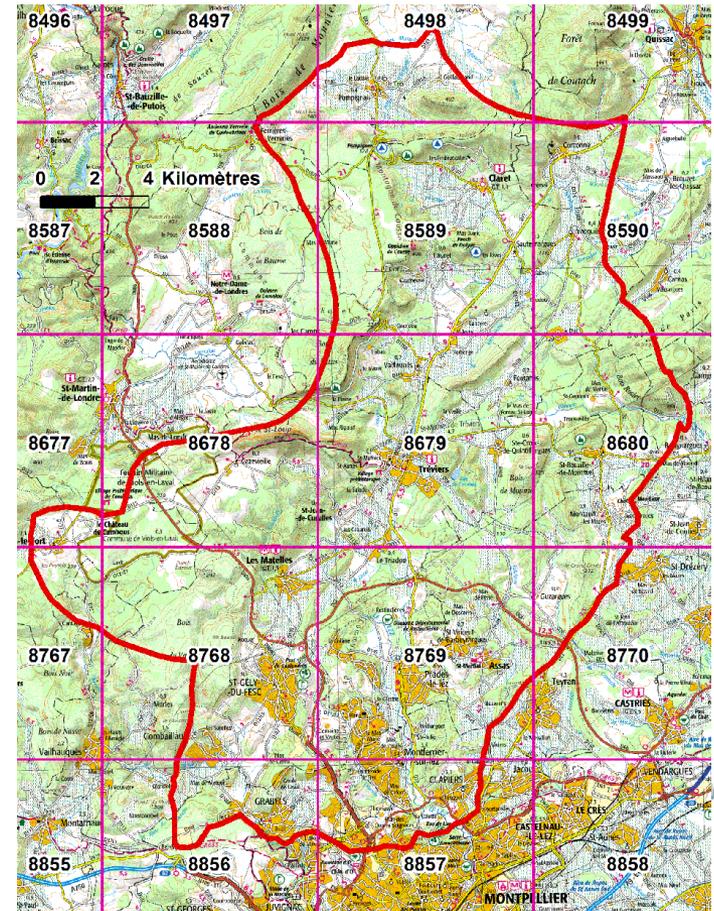
Conditions de couplage (Tempo / Fortran?/Matlab?)

> Données d'entrée:

- précipitations et ETP de Safran (pondération) Recalage nécessaire
- Flux drainage (Wdrain) d'ISBA? voir si possible car calcul internalisé de la Peff.

> Sorties simulées?

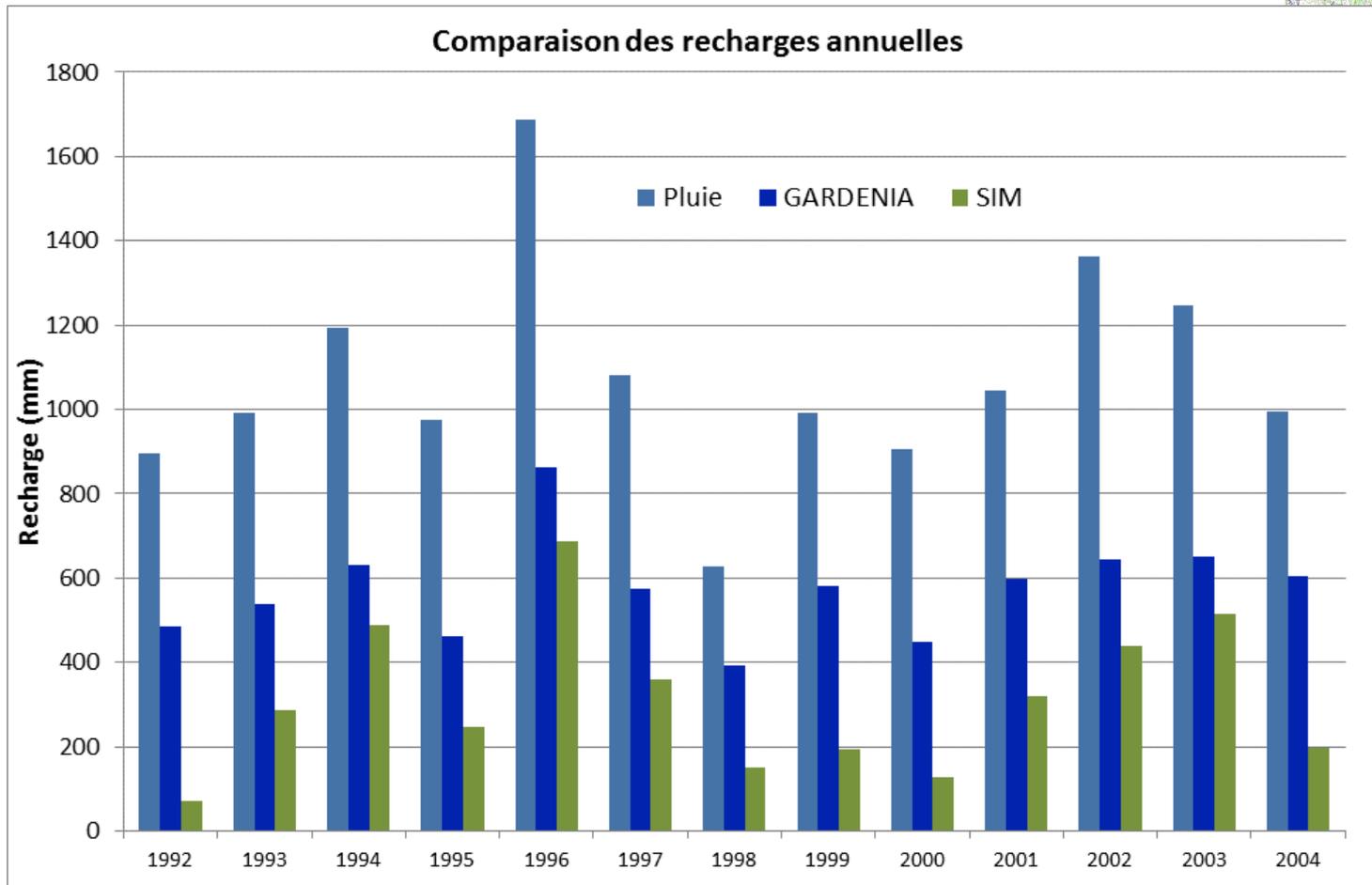
- Simulation Q source (Safran 8769) et NP 3 zones (Drain / Suquet / Laudou)



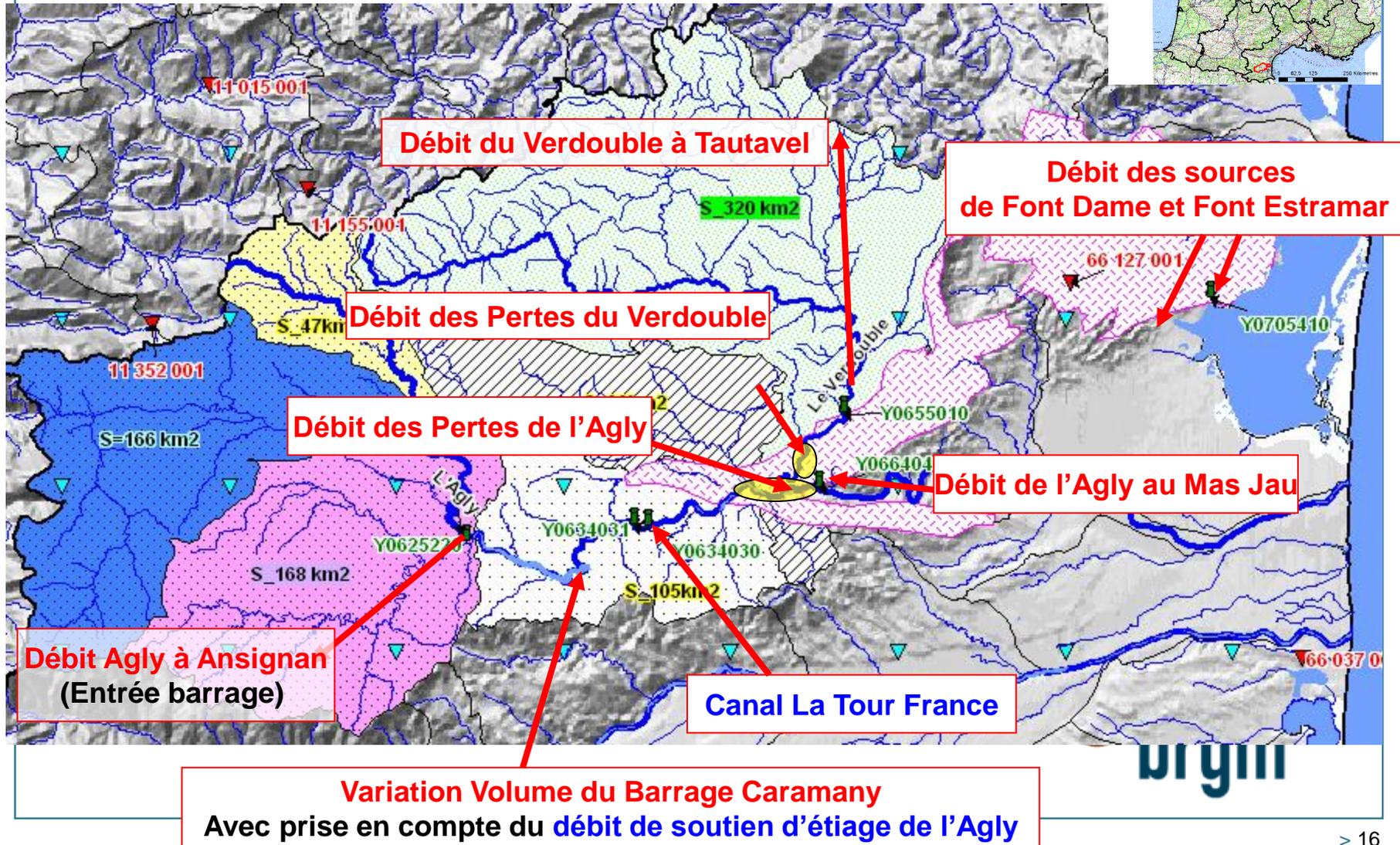
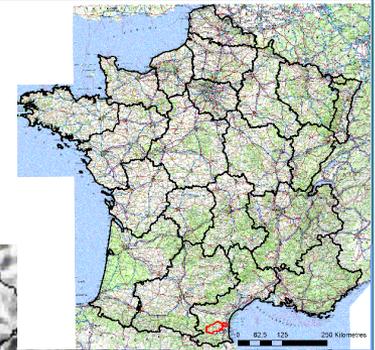
3 – Approche fonction de transfert (Lez)

Faisabilité du couplage avec Wdrain?

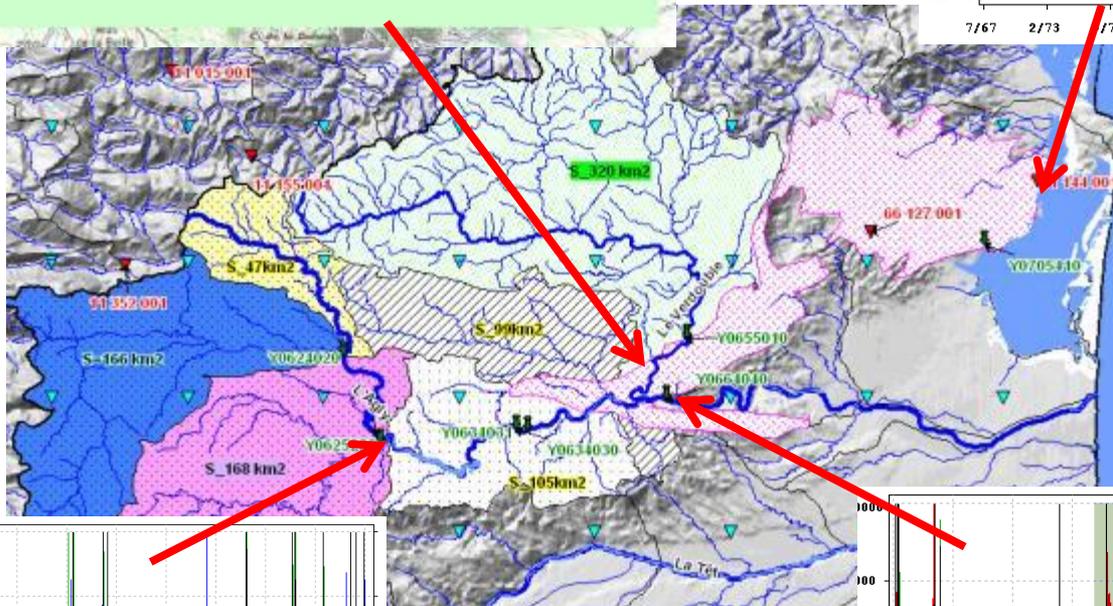
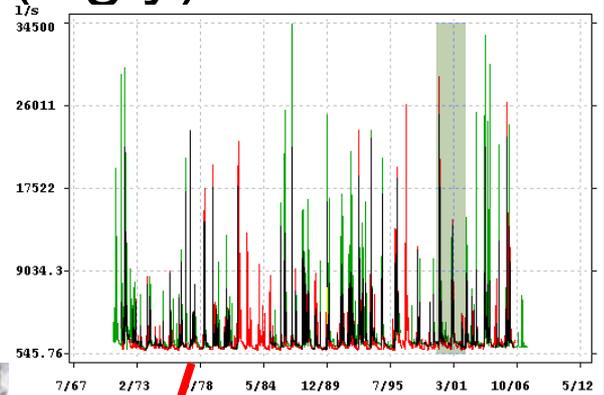
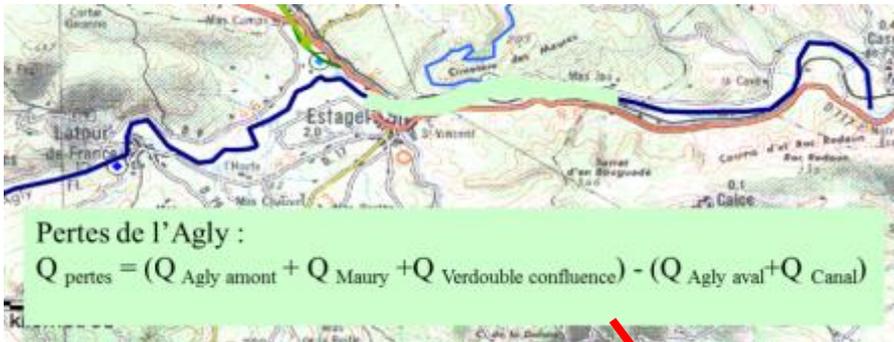
Recalage obligatoire, mais sera-t-il suffisant?



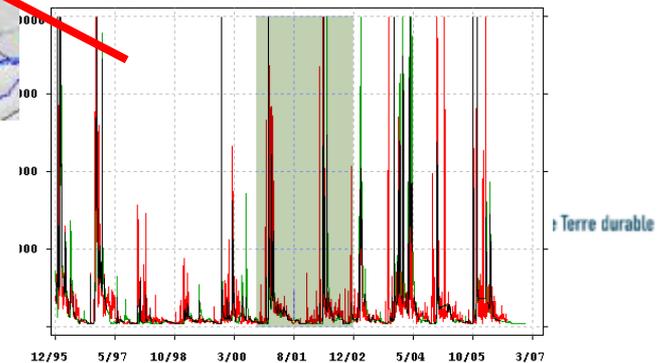
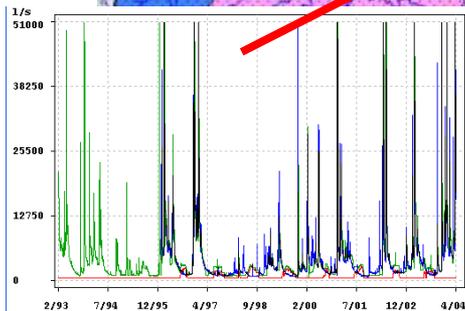
4 – Approche fonction de transfert (Agly)



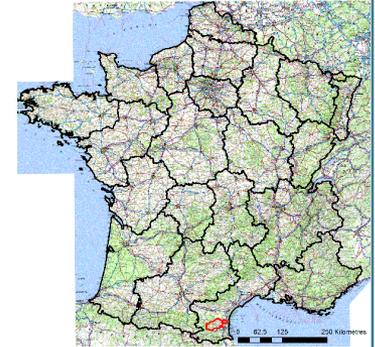
4 – Approche fonction de transfert (Agly)



Ladouche et al., (en cours)



4 – Approche fonction de transfert (Agly)



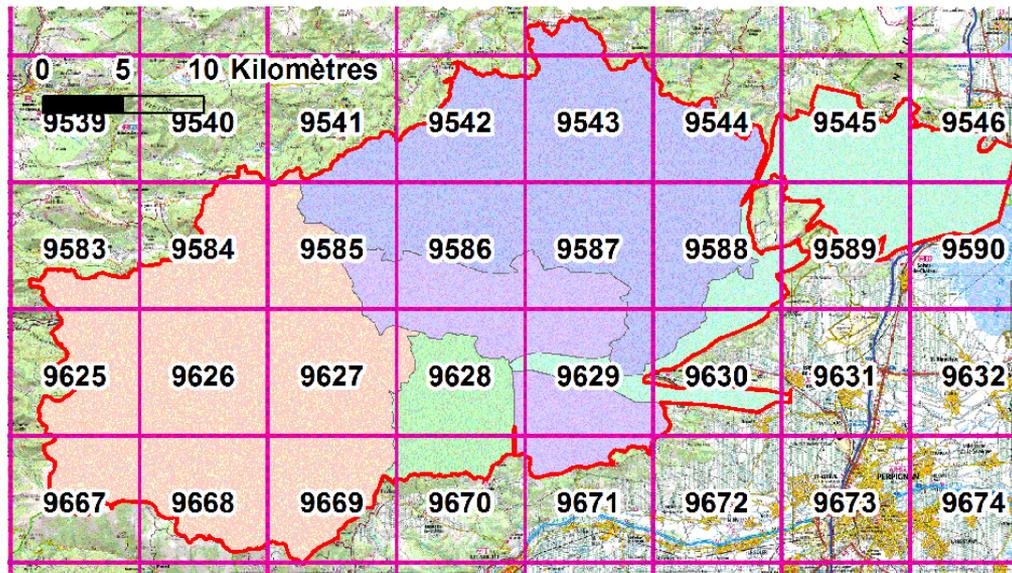
Conditions de couplage (Tempo / Fortran?/Matlab?)

> Données d'entrée:

- précipitations et ETP/T? de Safran (pondération) Recalage nécessaire
- Flux drainage (Wdrain) d'ISBA? voir si possible car calcul internalisé de la Peff.

> Sorties simulées:

- Q exutoire des sbv et
- Q sources Fontdamme et Font estramar



4 – Autres modèles disponibles prochainement

Résurgence de Port-Miou (collab° avec Univ. Marseille – B. Arfib, 400 km²)



Systèmes karstiques du Jura (thèse, Cybèle Cholet, encadr. JB Charlier)



Réalisation 2014:
f° du budget

