

Projet AquiFR

Impact des remontées de nappe sur le bilan hydrique du modèle de surface ISBA sur la France

3 février 2014

Jean-Pierre Vergnes¹

Bertrand Decharme², Florence Habets¹

¹Sorbonnes Université, UPMC Univ Paris 06, CNRS, UMR 7619 Métis, F-75005, Paris, France

²Météo France, CNRM-GAME, Toulouse France



Contexte

- Modélisation hydrologique à Météo France
- Impact des eaux souterraines sur le climat ?

- Ajout d'une couche aquifère (*Vergnes et al. 2012*)
- Remontées de nappe dans le sol (*Vergnes et al. 2014, submitted*)

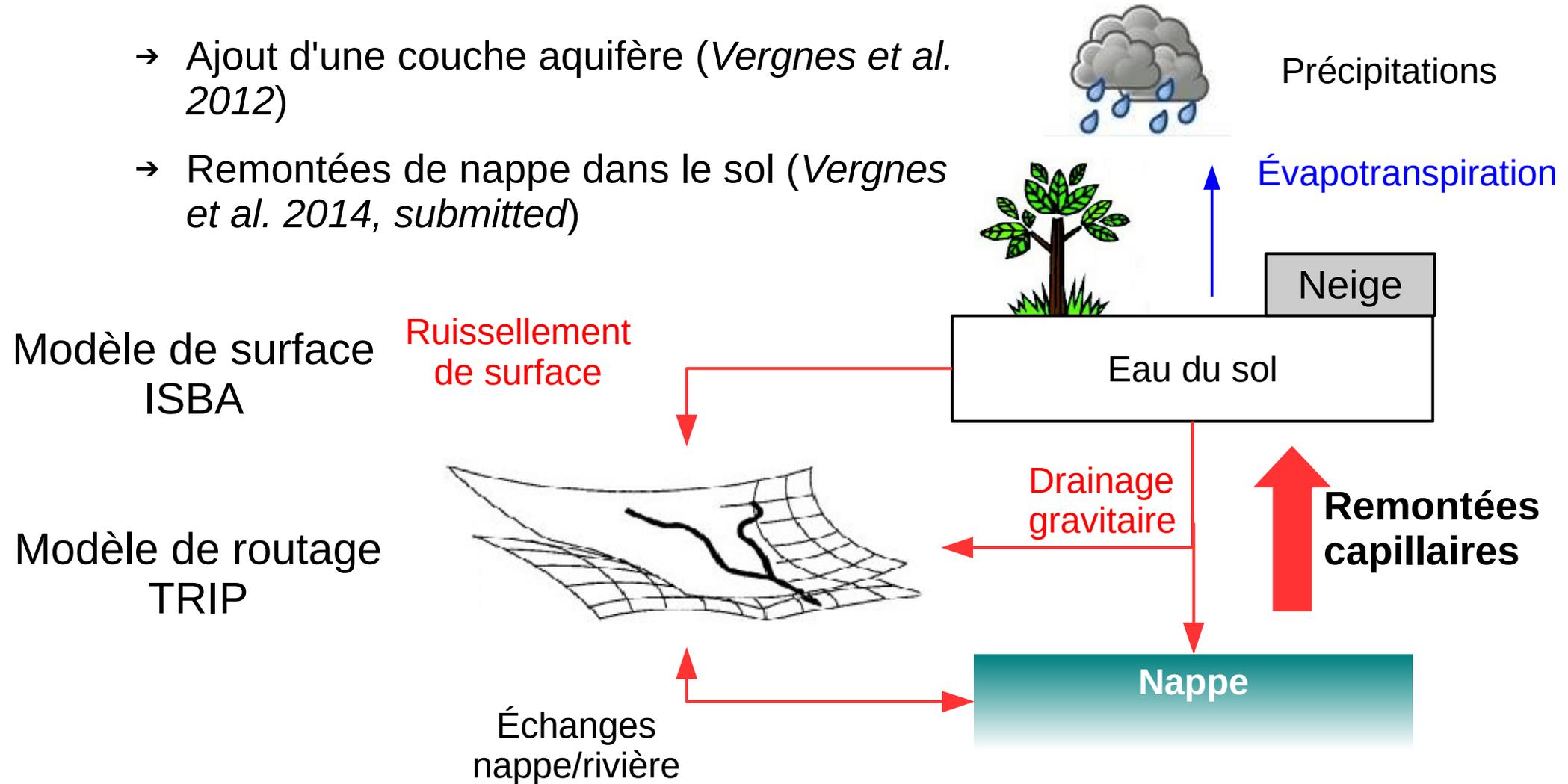


Schéma de sol d'ISBA

- Schéma de sol multi-couche résolvant l'équation de Richards :

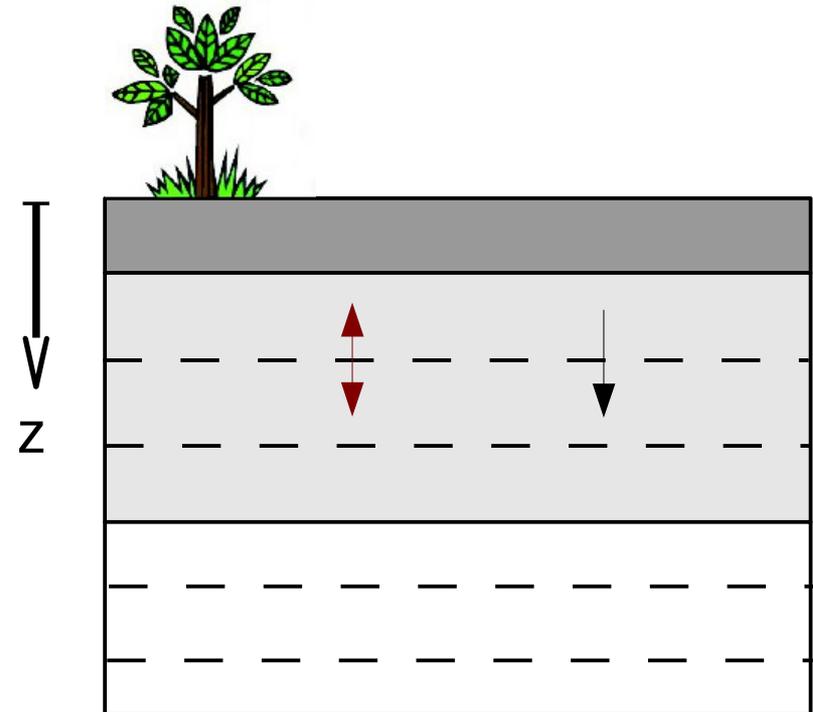
$$\frac{\partial w}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial z} \left[k \frac{\partial \psi}{\partial z} + k \right]$$

Diffusion par capillarité

Drainage gravitaire

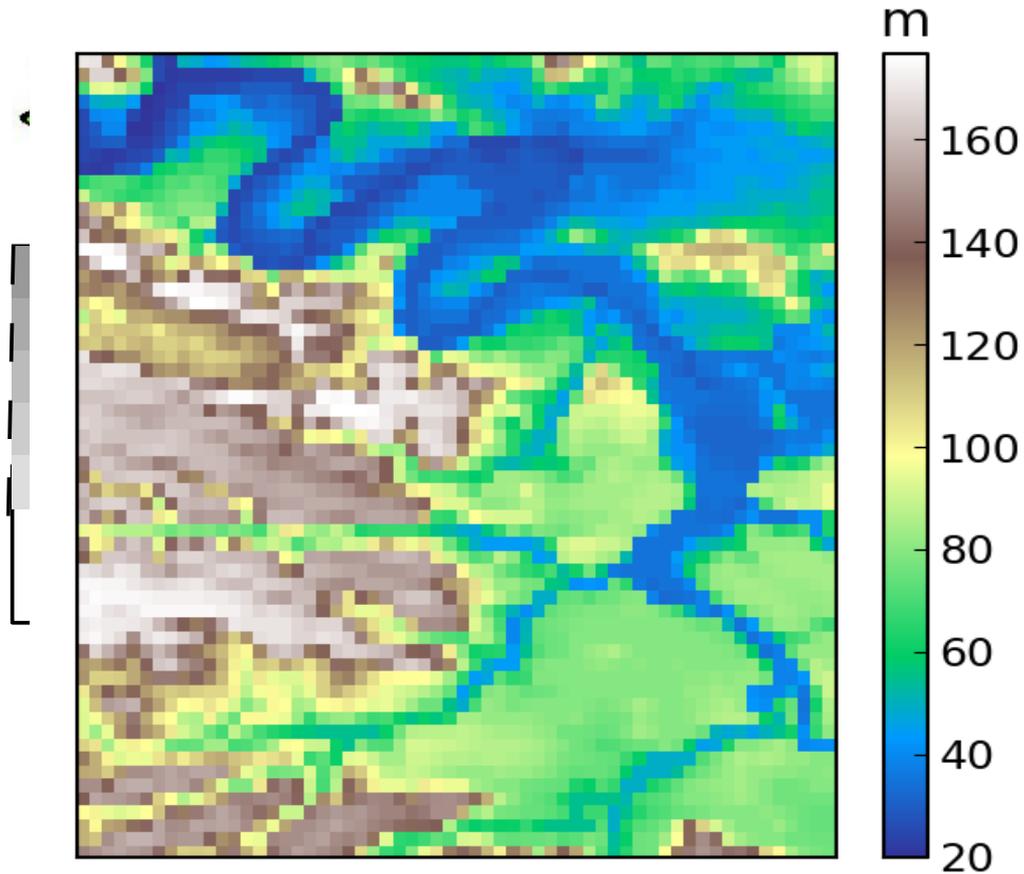
- Possibilité de prise en compte d'une hauteur de nappe à la base du sol

Schéma multi-couche

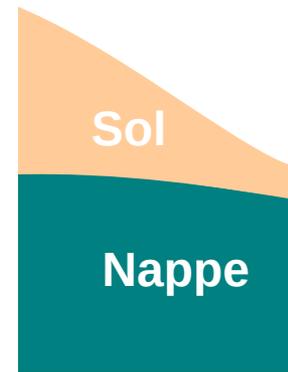


Description du couplage nappe-sol

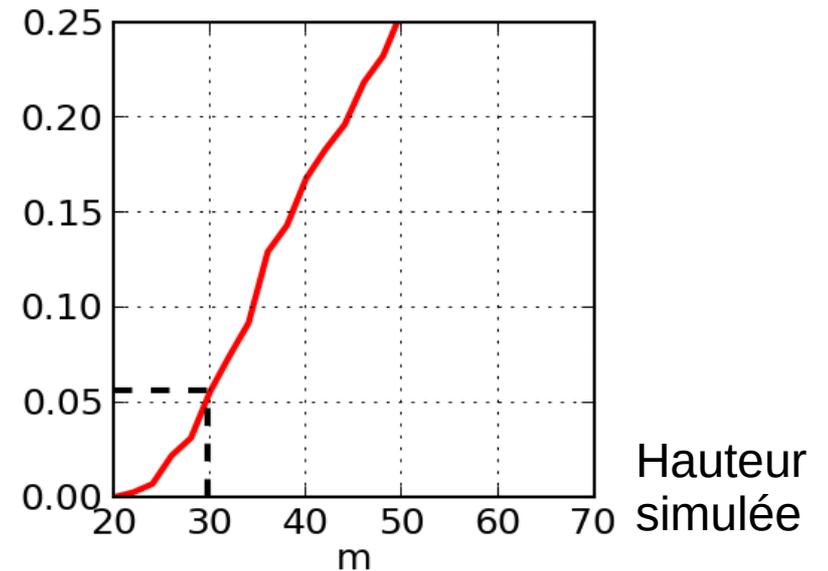
Maille de 50 km



Drainage gravitaire

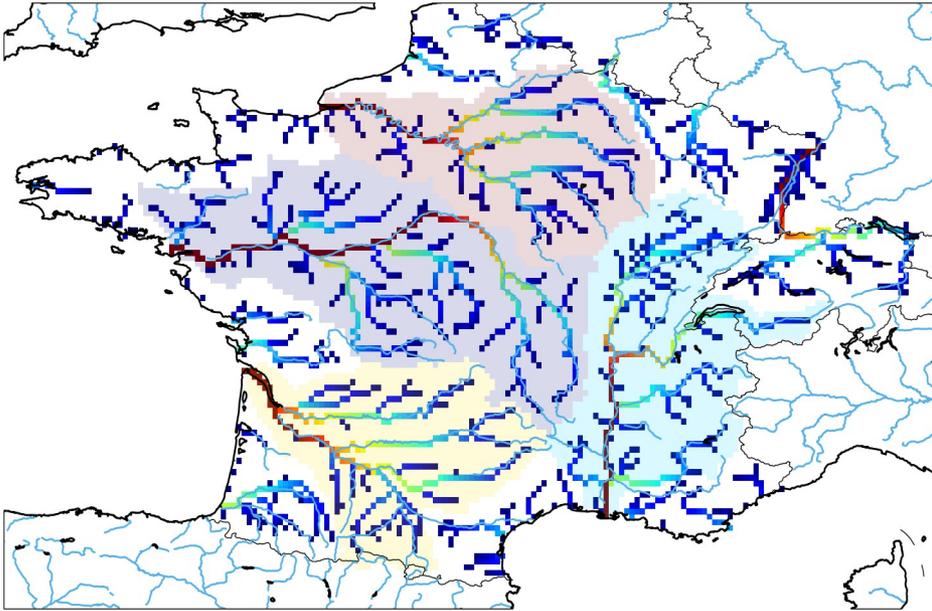


Fraction f



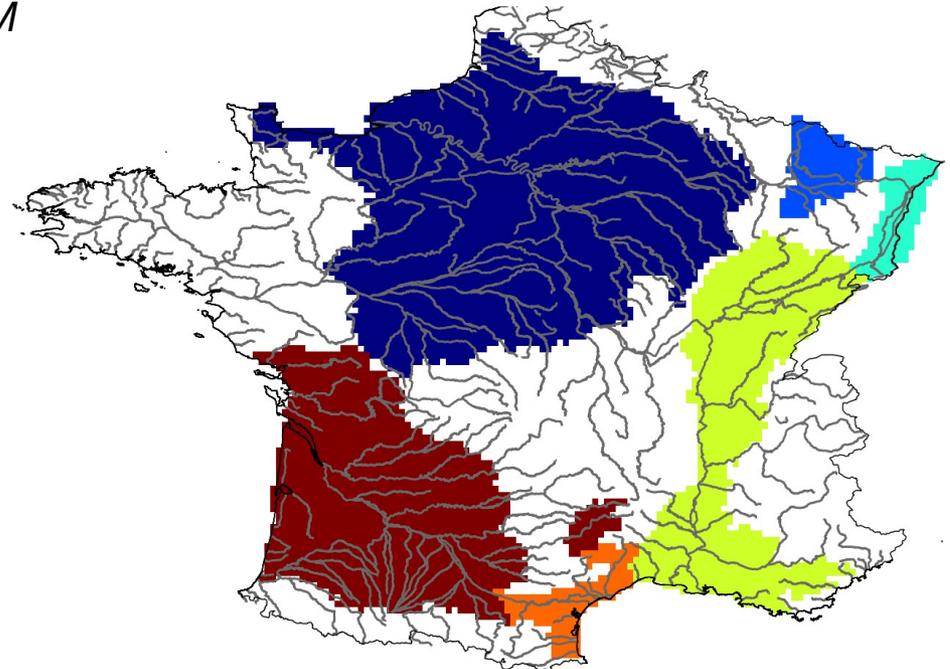
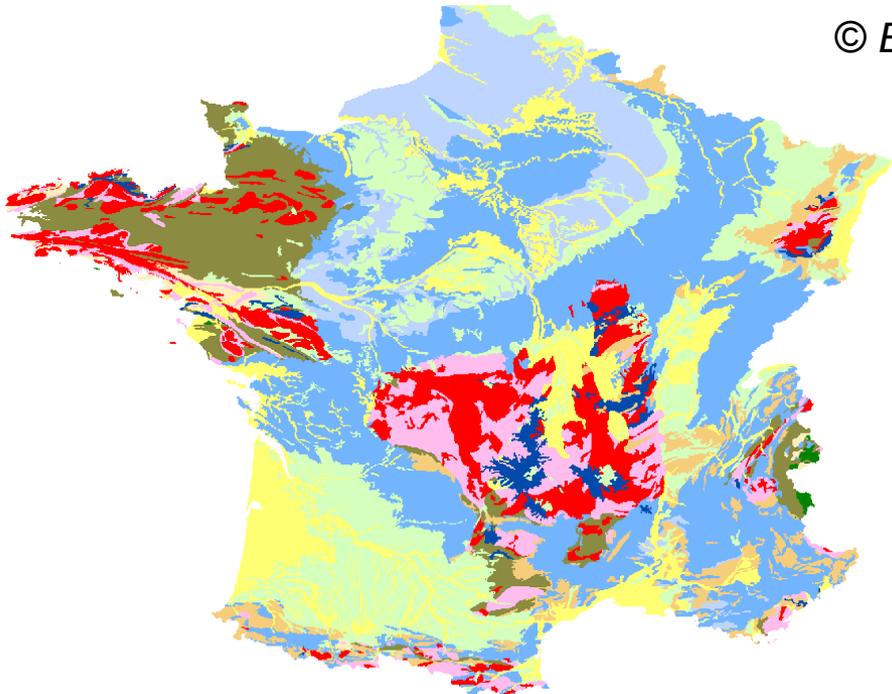
$$F = (1-f) k_N + f k_N \left[\frac{(\psi_N - \psi_{sat})}{\Delta z} + 1 \right]$$

Application France



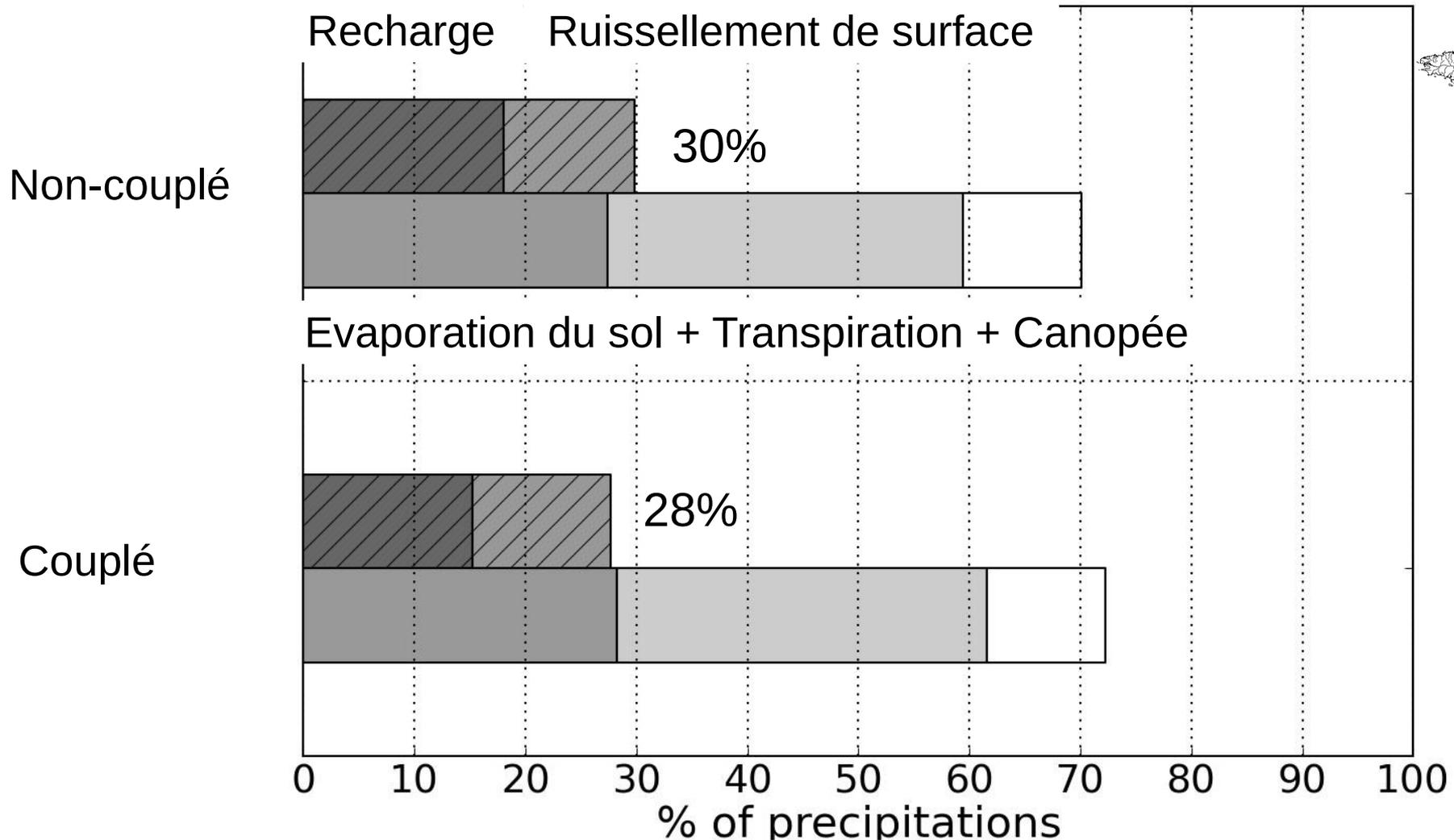
- Résolution à $1/12^\circ$ (~ 10 km)
- Réanalyses atmosphériques SAFRAN 1989-2009
- Deux simulations :
 - Non-couplé : drainage gravitaire
 - Couplé : remontées de nappe

© BRGM



Bilan hydrique sur les aquifères

Moyenne sur 1989-2009 en pourcentage des précipitations totales



Recharge : -2.7%

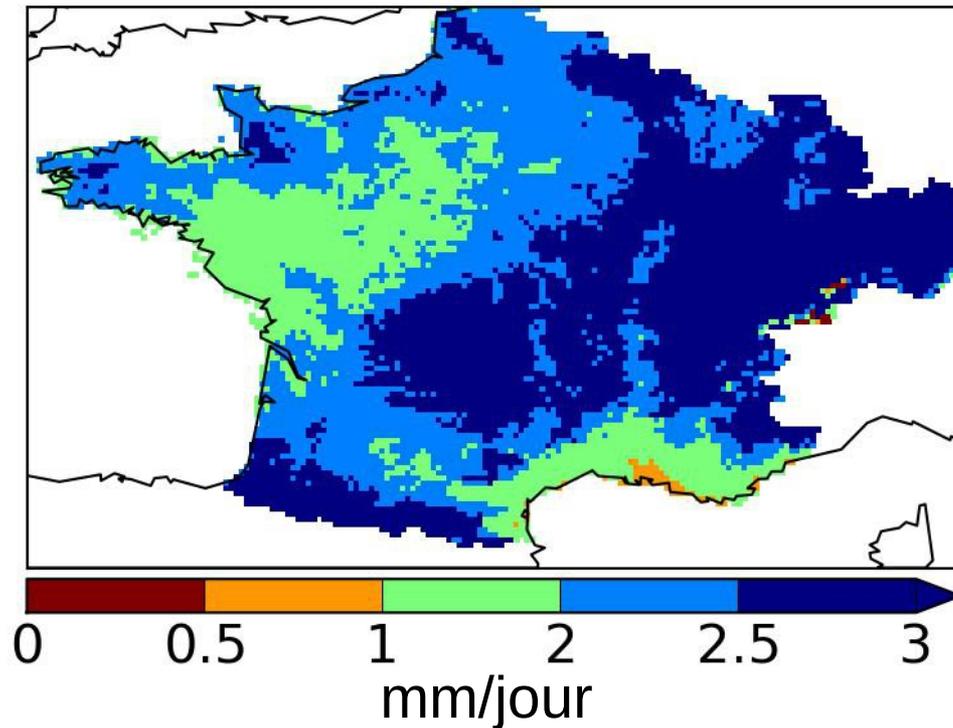
Ruissellement de surface : +0.6%

Evapotranspiration : +2 %

Climatologie Évapotranspiration

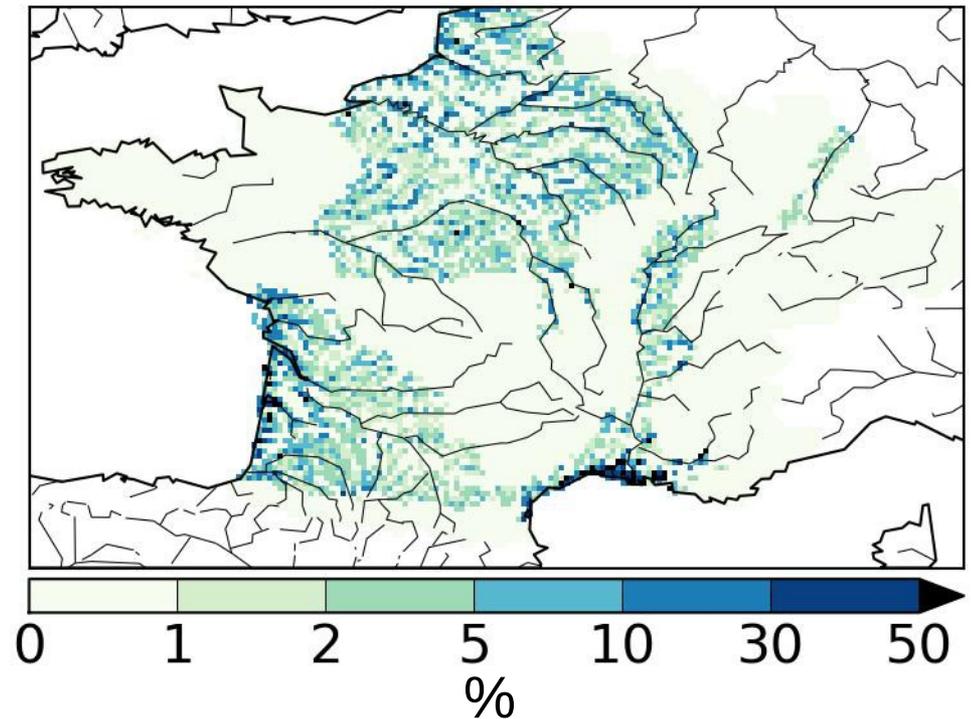
Juin-Juillet-Août (1989-2009)

Non-couplé



Moyenne : 2.43 mm/jour

Couplé moins non-couplé



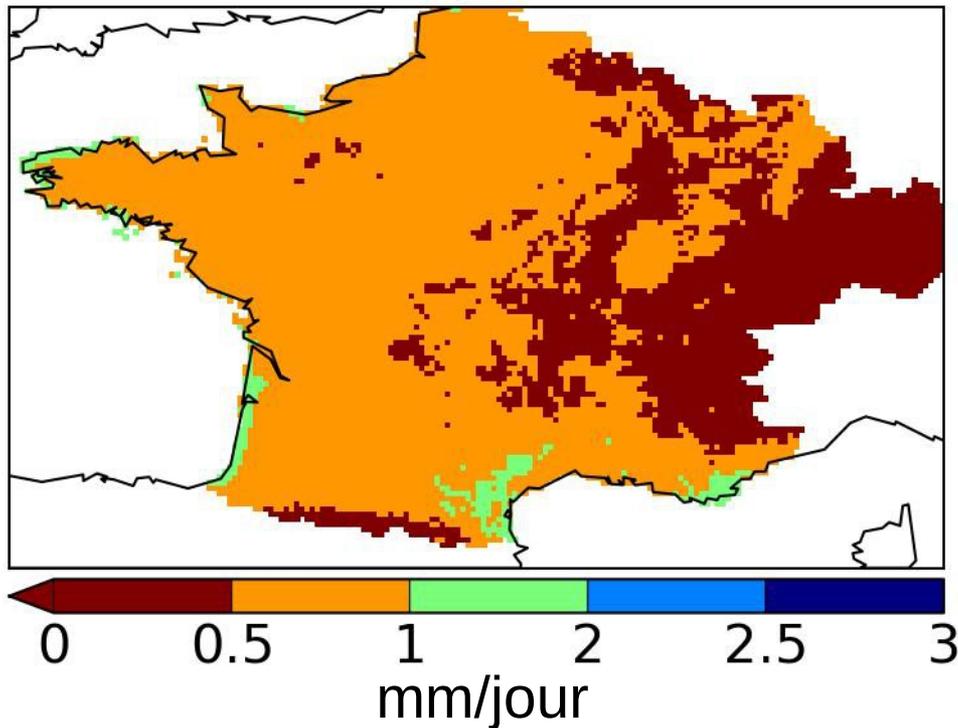
**Augmentation de 2 % de l'ET
simulé par rapport à la
simulation non-couplée**

(+0.04 mm/jour)

Climatologie Évapotranspiration

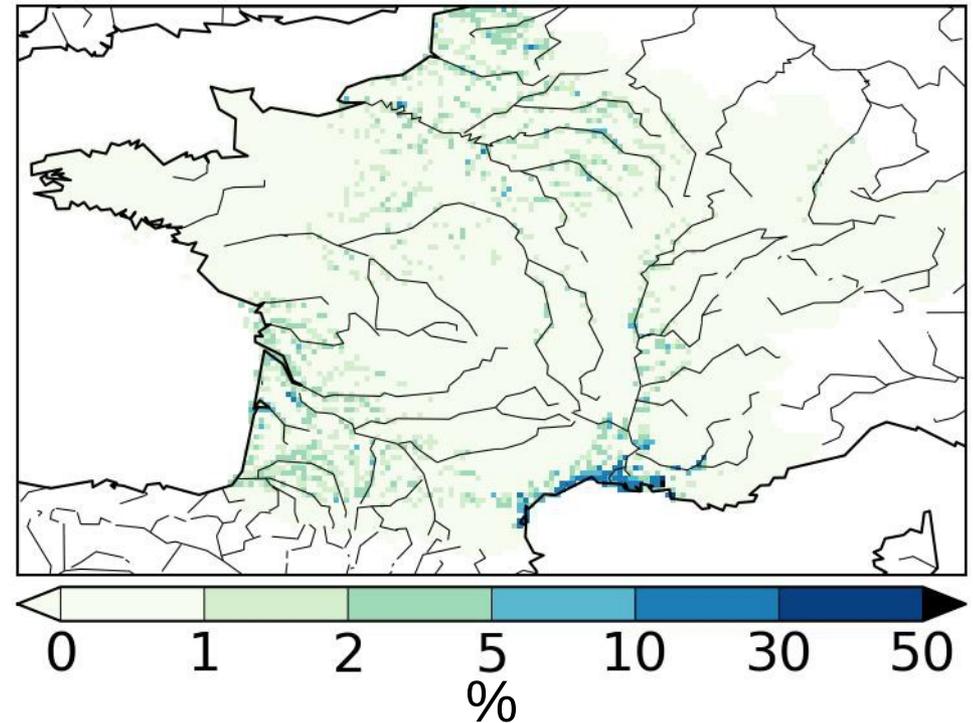
Décembre-Janvier-Février (1989-2009)

Non-couplé



Moyenne : 0.6 mm/jour

Couplé moins non-couplé

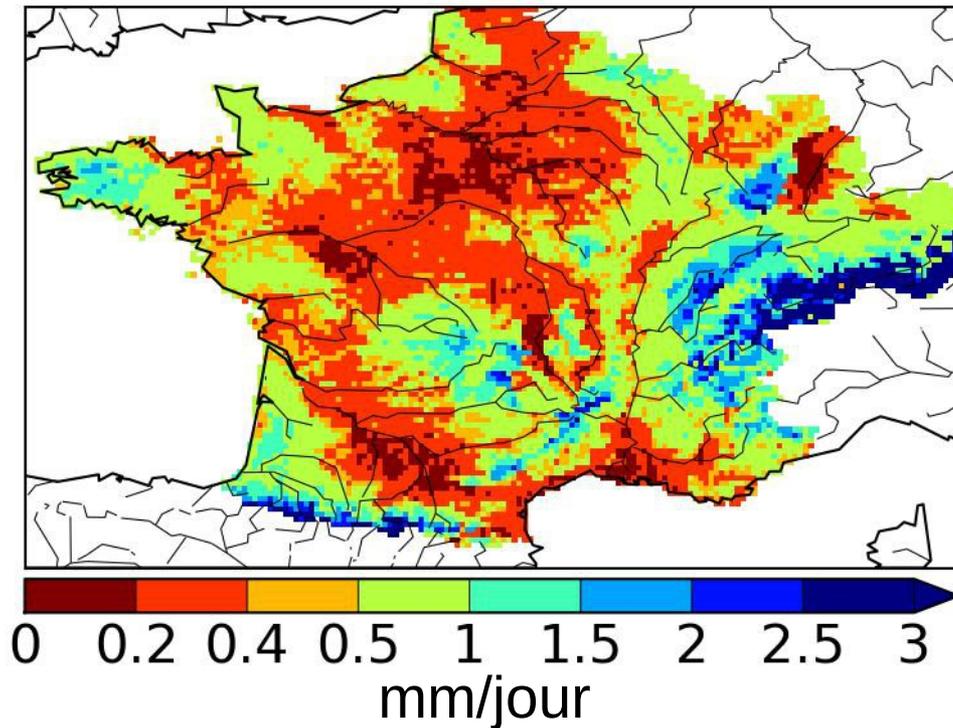


**Augmentation de 0.46 % de
l'ET simulé par rapport à la
simulation non-couplée**

(+0.0035 mm/jour)

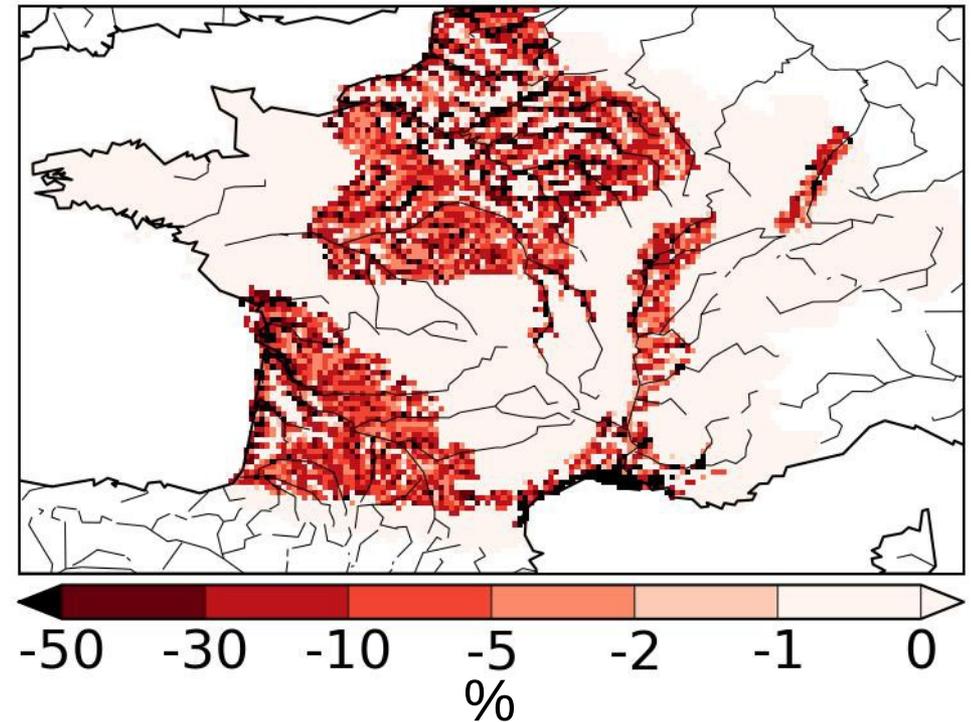
Recharge Moyenne (1989-2009)

Non-couplé



Moyenne : 0.68 mm/jour

Couplé moins non-couplé

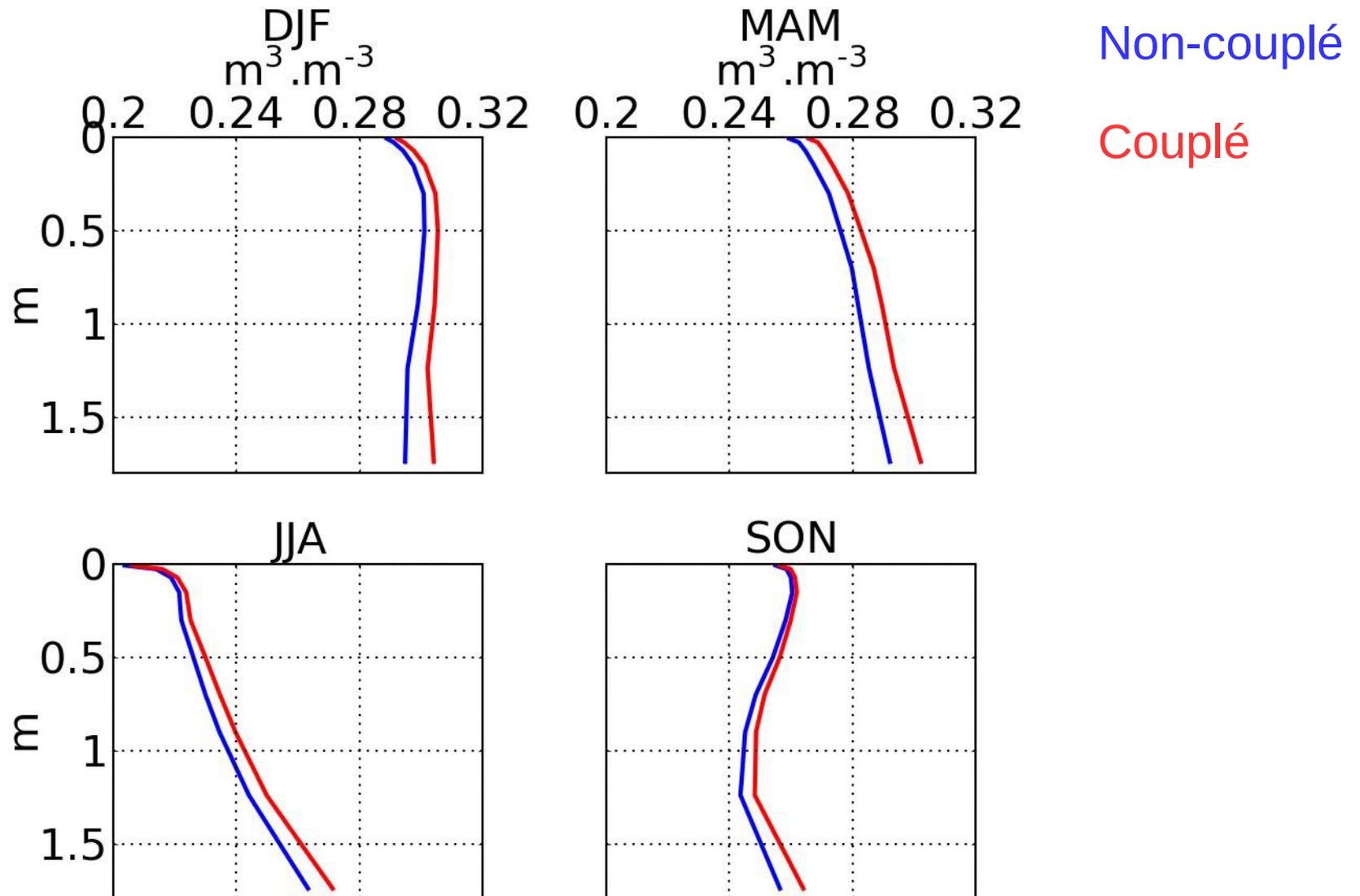


Diminution de -8.7 % de la recharge simulé par rapport à la simulation non-couplée

(-0.027 mm/jour)

Profil d'humidité du sol

Climatologie sur la période 1989-2009 moyenné sur l'ensemble des aquifères



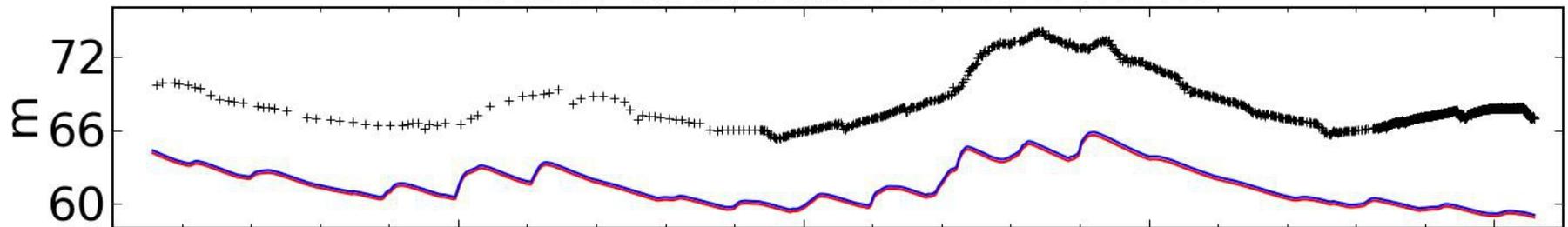
Hauteurs de nappe

Exemples de chroniques journalières

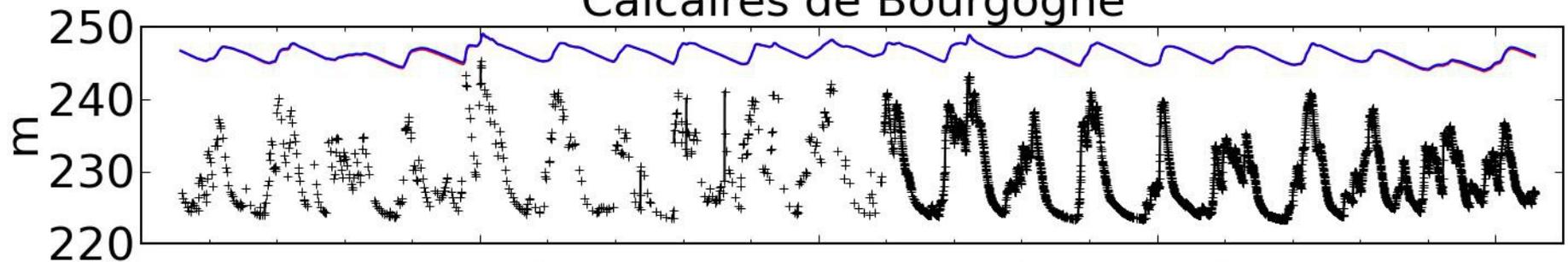
Non-couplé

Couplé

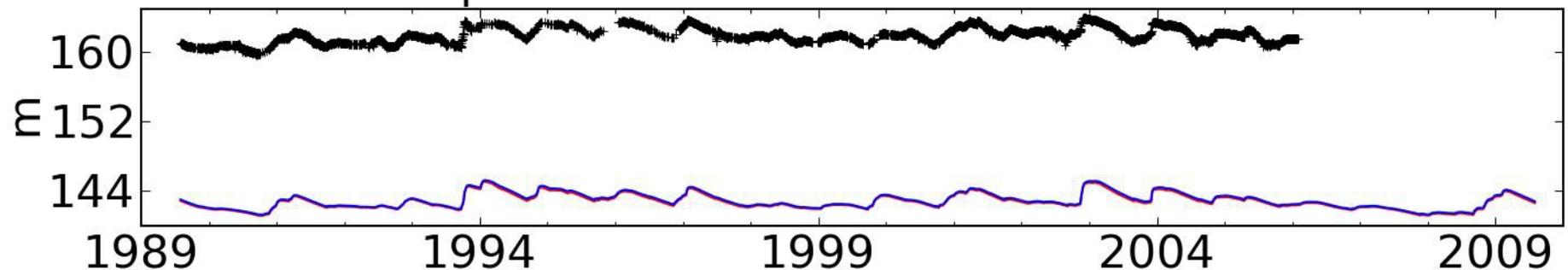
Craies de la vallée de la Somme



Calcaires de Bourgogne



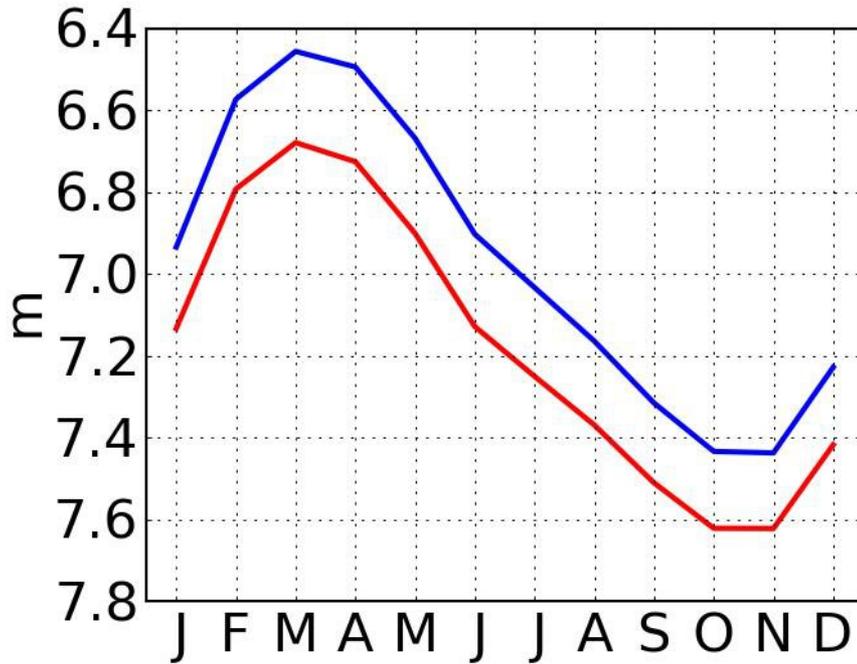
Aquifère alluvial de la vallée du Rhône



Hauteurs de nappe

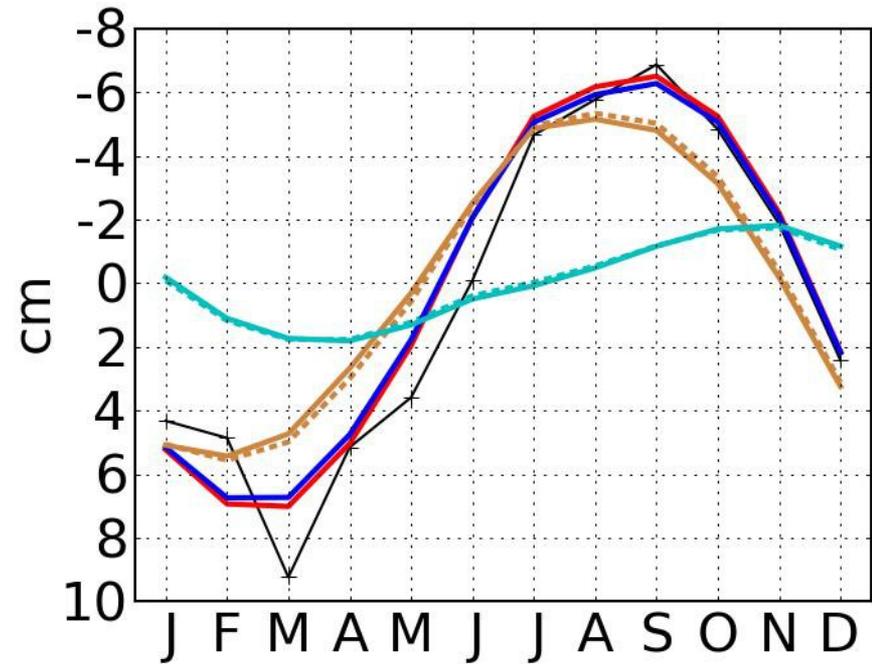
Cycles annuels moyens mensuels moyennés sur l'ensemble des aquifères

Hauteur de nappe



Non-couplé Couplé

Stocks d'eau continentale



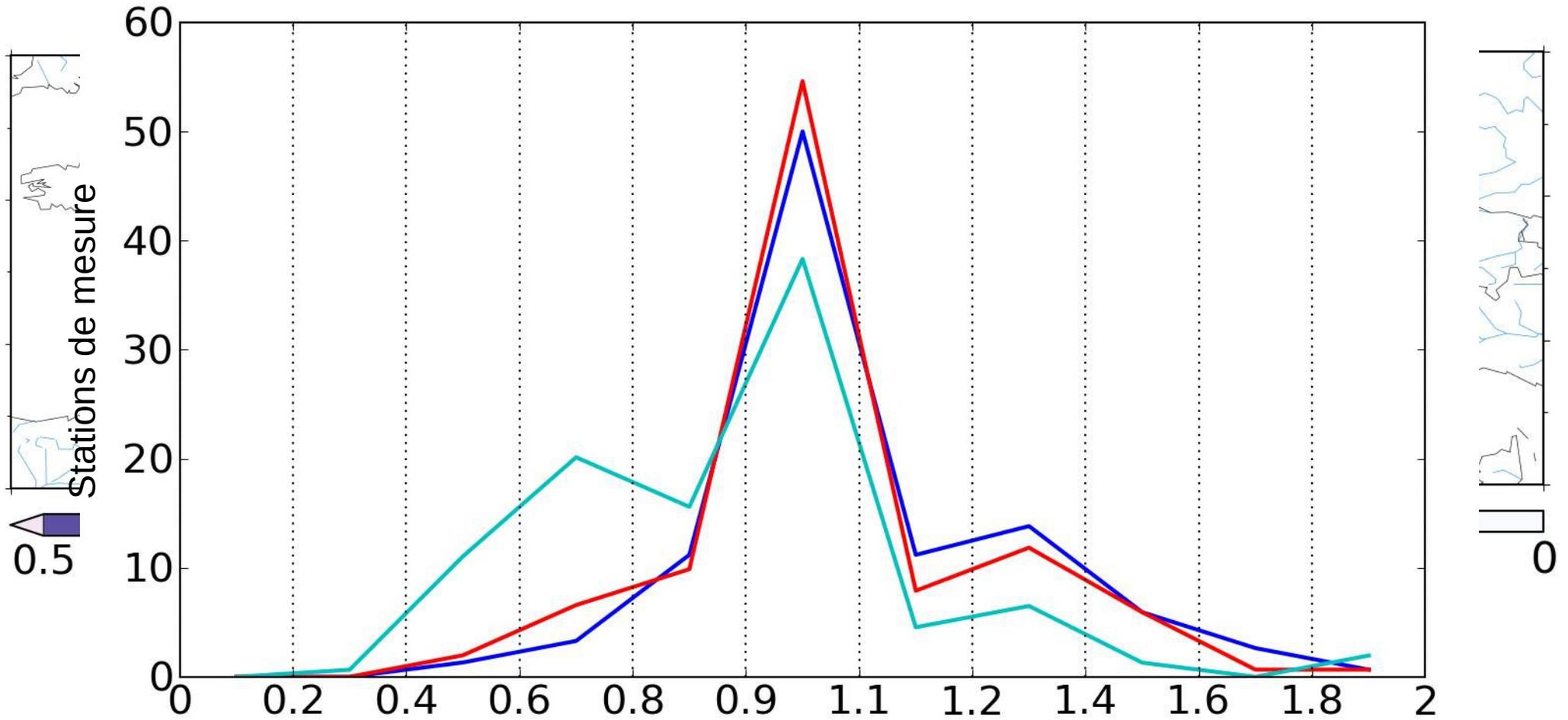
Hauteur de nappe Humidité du sol
Stock d'eau observé GRACE

Débits

Non-couplé
Couplé
Sans fraction

$$Ratio = \frac{\overline{Q_{sim}}}{Q_{obs}}$$

Distribution des ratios



Conclusions et perspectives

- Conclusions

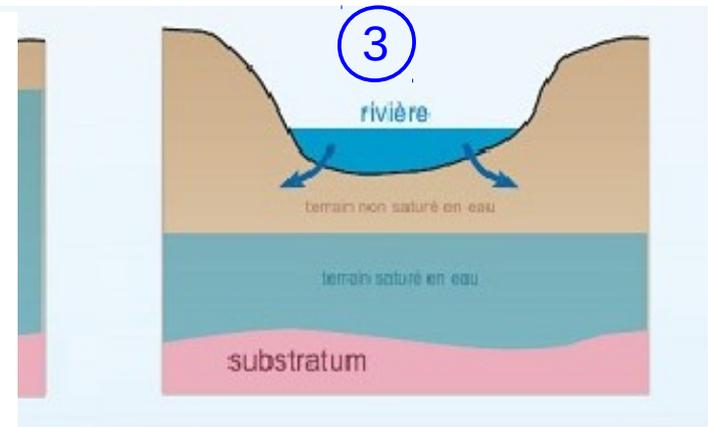
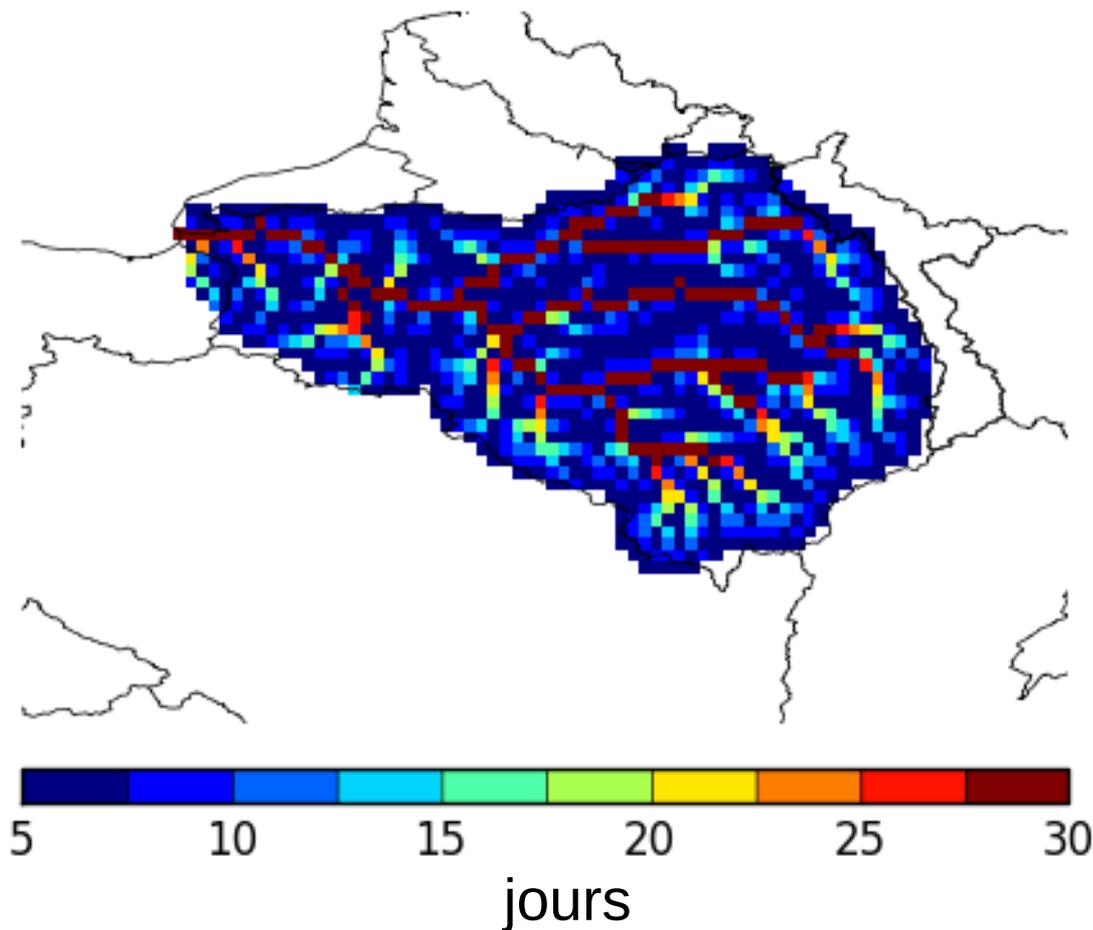
- Remontées capillaires des nappes d'eau souterraines vers le sol prises en comptes dans ISBA
- Evapotranspiration simulée augmente au détriment de la recharge
- La nappe d'eau est abaissée et les débits moyens légèrement inférieurs.

- Perspectives

- Application à l'échelle globale (équipe climat de Météo France)
- Test à l'échelle régionale sur la plaine alluviale du Rhin

Les échanges nappe/rivière

Évolution du coefficient τ sur la Seine



$$\begin{matrix} (H - H_{riv}) & \textcircled{1} & \textcircled{2} \\ (Z_{bed} - H_{riv}) & \textcircled{3} & \end{matrix}$$

$$TP = \frac{\text{conductivité du limon}}{\text{épaisseur du limon}} LW$$

$$TP = \frac{1}{\tau} LW$$