

Compréhension du fonctionnement des aquifères karstiques : Le projet DARDENNES

Bruno Arfib, Yves Guglielmi, Cécile Baudement

Laboratoire CEREGE, Université Aix-Marseille

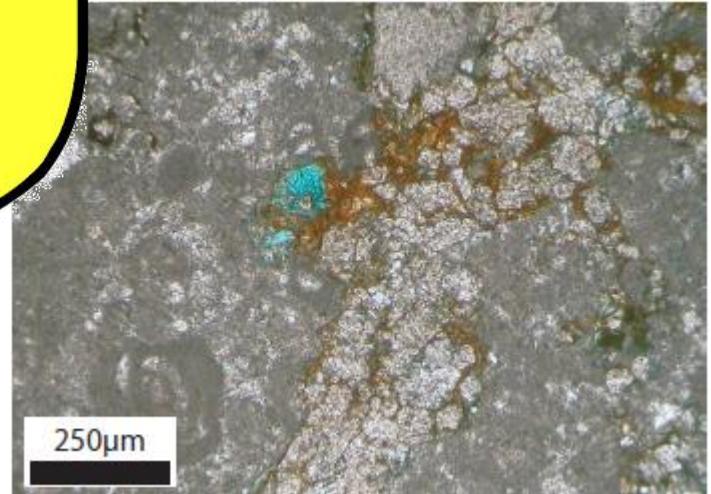
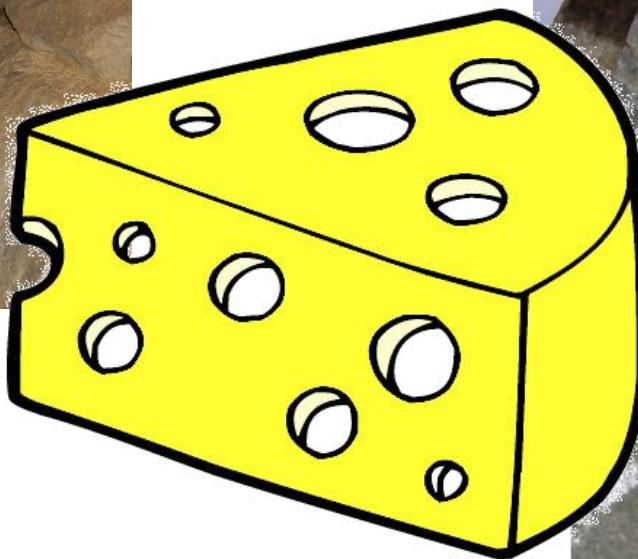
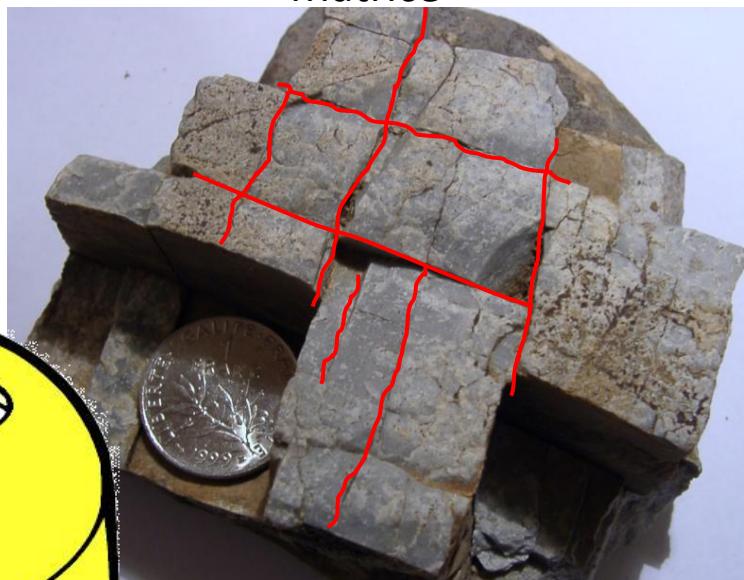


Le KARST

Conduit



Matrice



- Quel est le rôle des conduits et de la matrice dans le stockage et l'écoulement de l'eau souterraine?
- Où se développent les vides?

Recherche scientifique

Coordination

Aix*Marseille
université



Financement, partenaires techniques



Recherche et
développement



+ 2 thèses de doctorat :

Cécile Baudement,
Johan Jouves

DARDENNES



Un projet à différentes échelles :

Echelle
Régionale

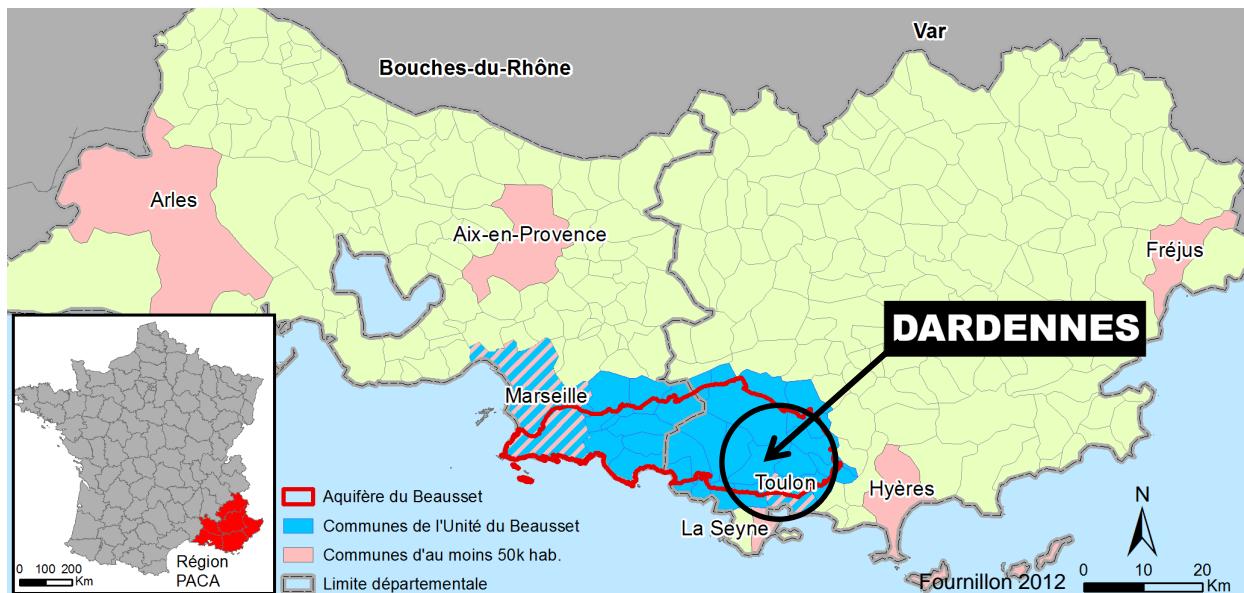


Echelle
Locale

Un territoire caractérisé par :

- des **transferts d'eau de surface**
- des eaux souterraines karstiques locales **peu étudiées**
- une ressource en eau souterraine potentiellement disponible pour la **diversification et la sécurisation de l'AEP**

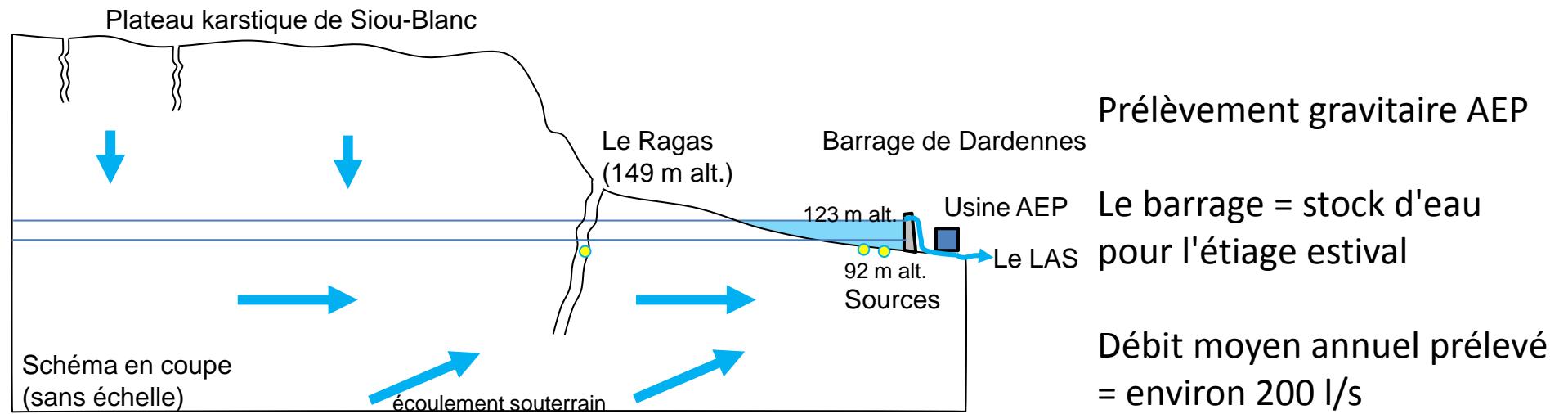
- une source d'alimentation en eau potable pour **Toulon**
- un stock d'eau souterraine potentiellement exploitable en **gestion active** à condition d'acquérir des connaissances sur les réserves en eau et leur renouvellement



Des mesures in-situ



Support technique SpeleH2O



Des mesures in-situ

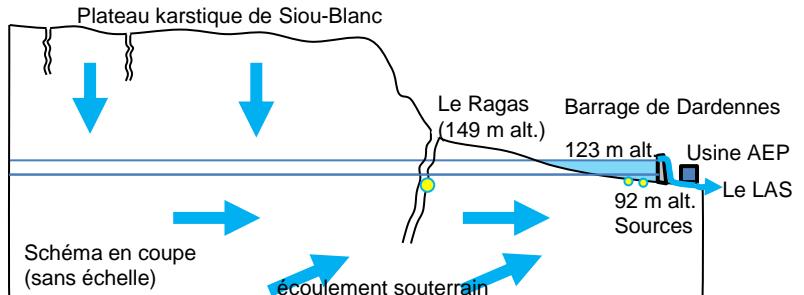
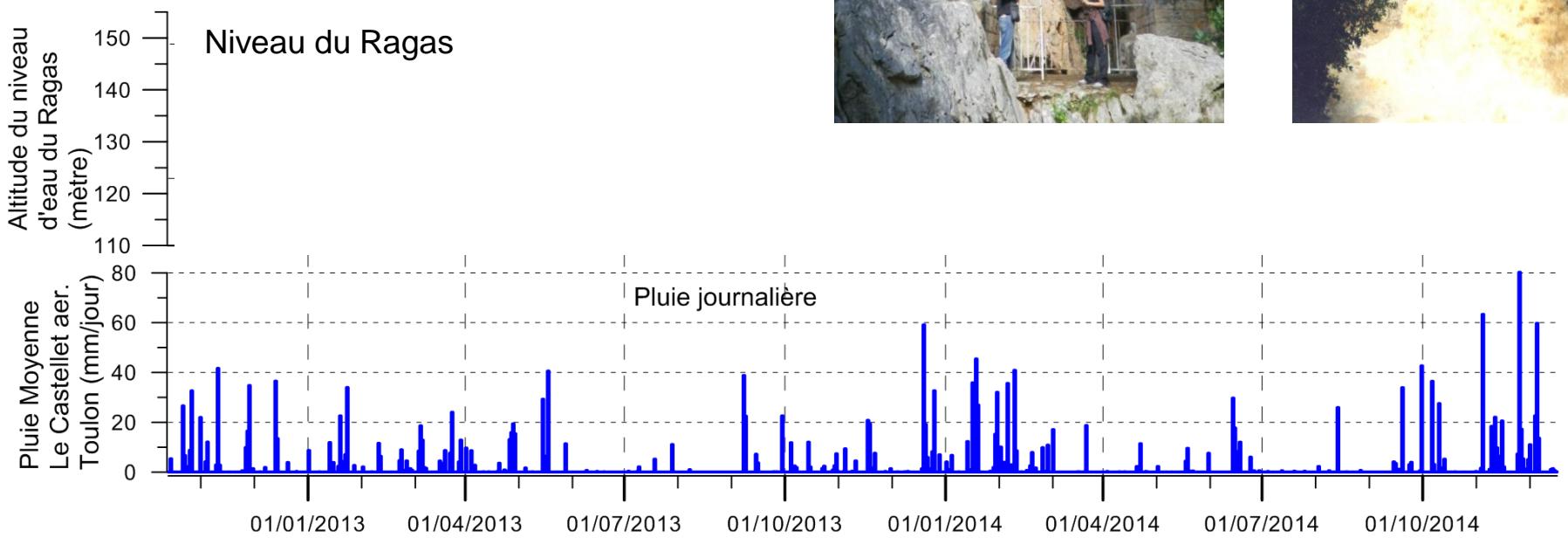
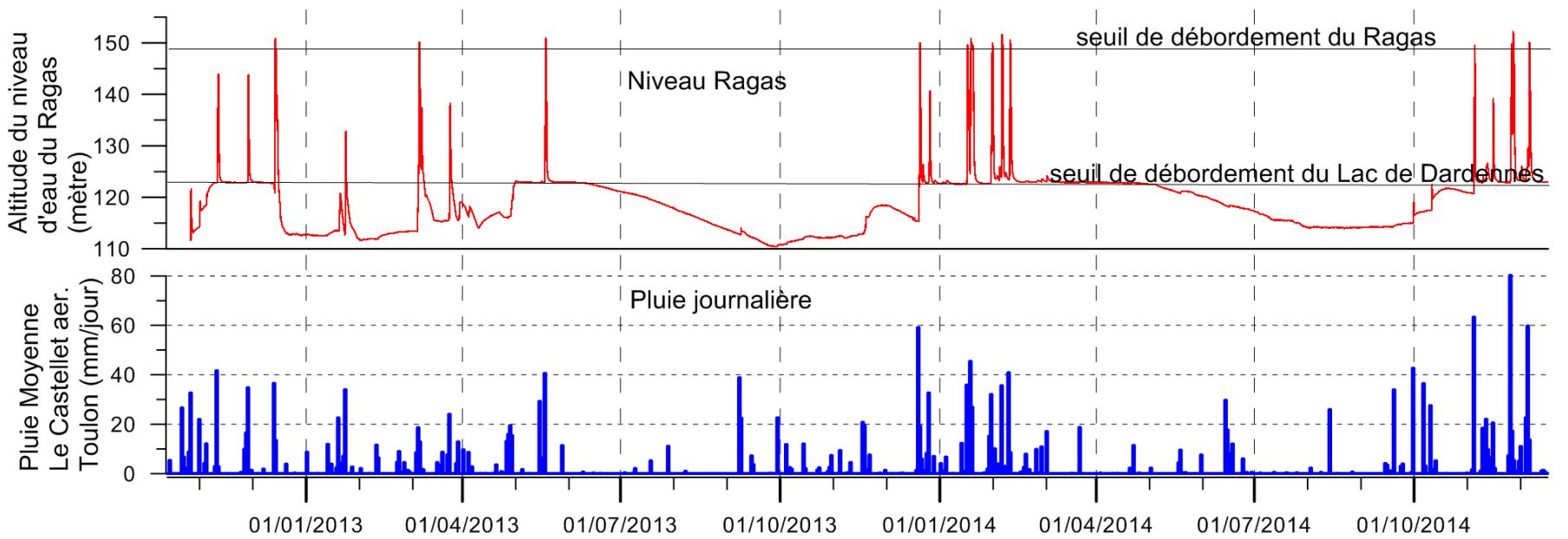
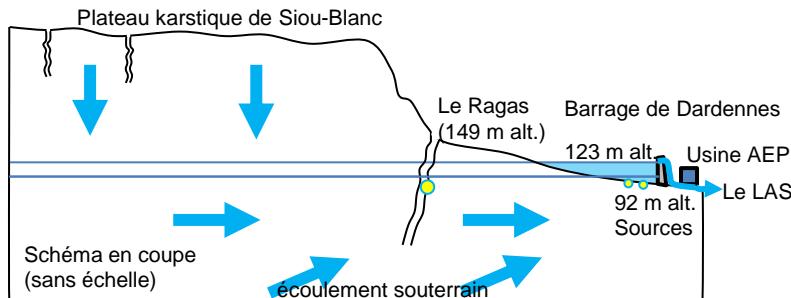


Photo : P. Maurel et T. Lamarque

crue de janvier 1999

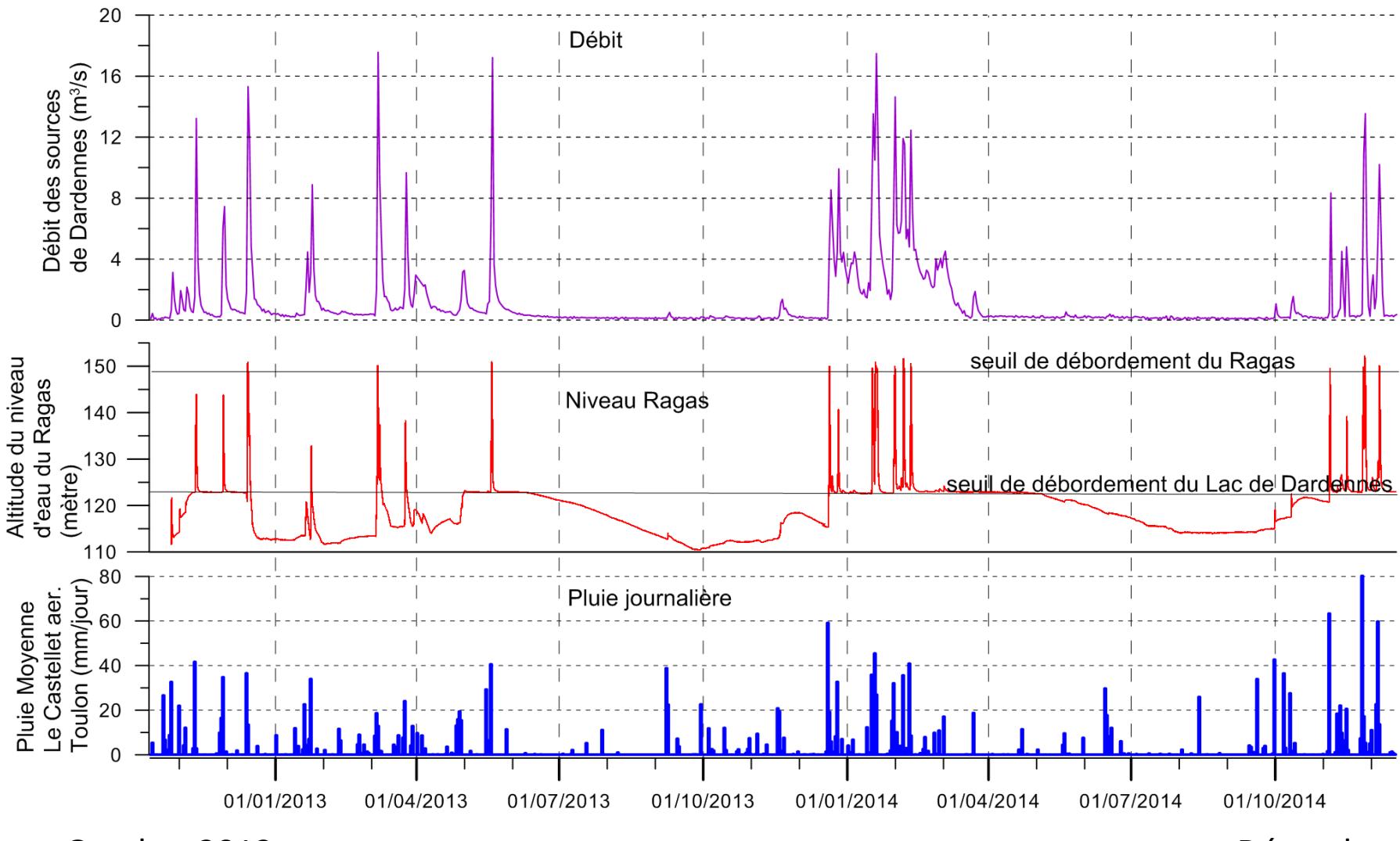
Le Ragas





Octobre 2012

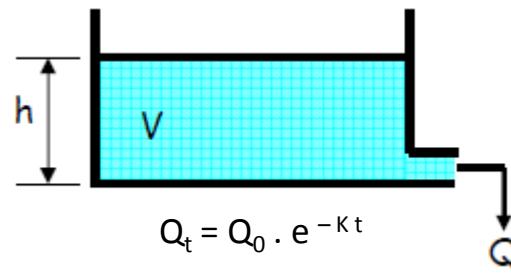
Décembre 2014



Modèles boîte noire Pluie-Débit



Modèles conceptuels à réservoirs



vidange d'un réservoir à travers un orifice (Loi de Maillet – 1906)

Modélisation réservoirs Pluie-Débit des sources de Dardennes

Interface KarstMOD
développée dans le cadre du
Service National d'Observation KARST
(disponible sur www.sokarst.org)

Run parameters

Beginning of the warm-up stage : 0

Calibration stage : 44-278;

Validation stage : 279-795;

n_{obj} : 3000 t_{max} : 20 s

W_{OBJ} = $NSE(Q)$

W_{OBJ}_{min} : 5E-1 Parameters to be calibrated : 6

Output dir : C:\BrunoArfib\KarstOutils\Traitement\SignalDebitChimie\

Calibration results

Simulations satisfying $W_{OBJ} \geq W_{OBJ}_{min}$

Calibration : 0.605

Validation : 0.299

Buttons: Open, Save, Reset, Run, Run mode, CI, SI

Data

...\\LesDonneesTest\\TestVersionAvril2015_8colonnes

Browse

I/O shift : 0

Time step unit : day (radio button selected), hour

Parameter settings (selected checkboxes):

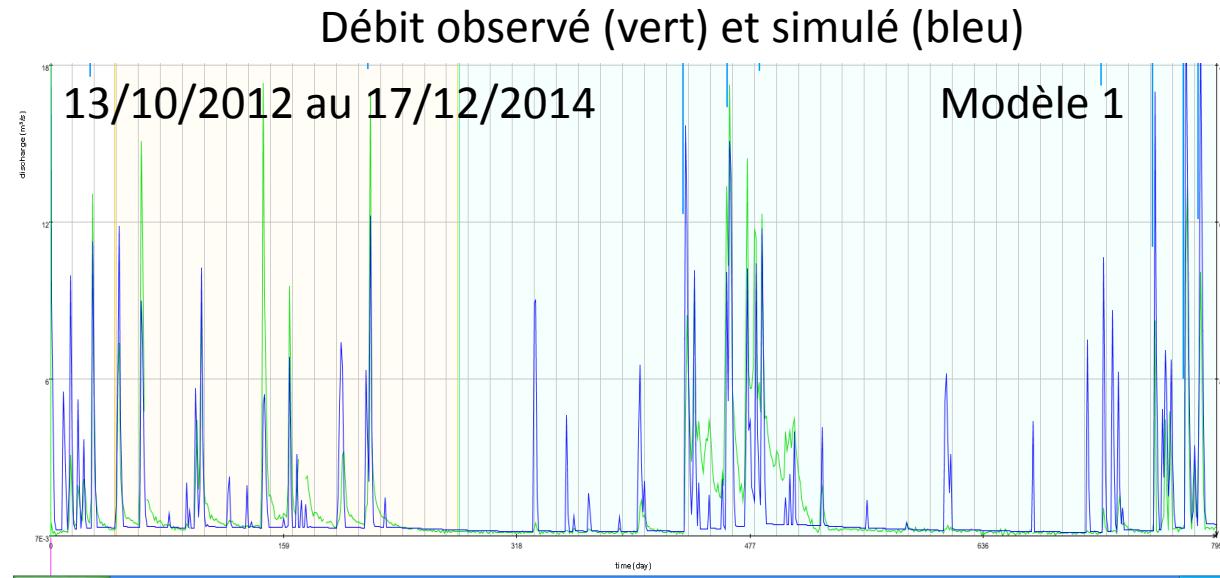
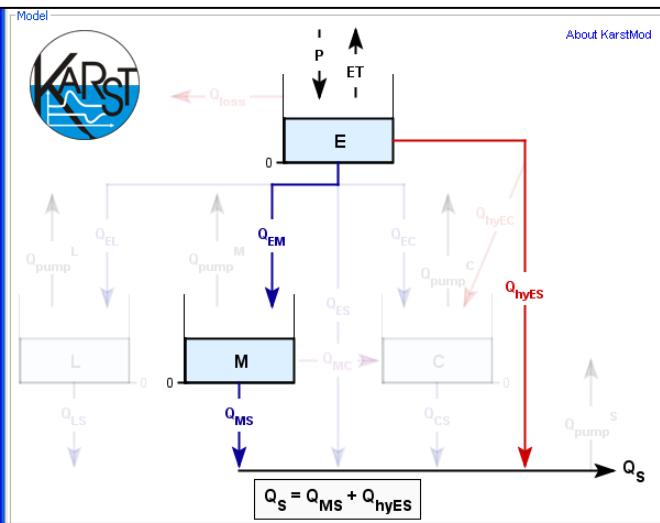
- P (mm/day) b_{hyES} : 6.291 mm
- ET (mm/day) DE_{hyES} : 0 mm
- Q_{pump}^L (m^3/s)
- Q_{pump}^M (m^3/s)
- Q_{pump}^C (m^3/s)
- Discharge law Q_{EL}
- Discharge law Q_{EC} k_{EC} : 1.397E-1 mm/day
- Q_{pump}^S (m^3/s)
- Q_{pump}^MS (m^3/s)
- Q_{pump}^LS (m^3/s)
- Q_{pump}^MC (m^3/s)
- Discharge law Q_{hyES} k_{hyES} : 8.768E-3 mm/day
- Q_{pump}^S (m^3/s)
- Recharge area R_A : 50 km 2

Results and graphs

Parameters set: P & disch., P & internal disch., P & internal water levels, Cumulative volume, Mass balance, Q_S vs Q_{obs} , $Q_S - Q_{obs}$

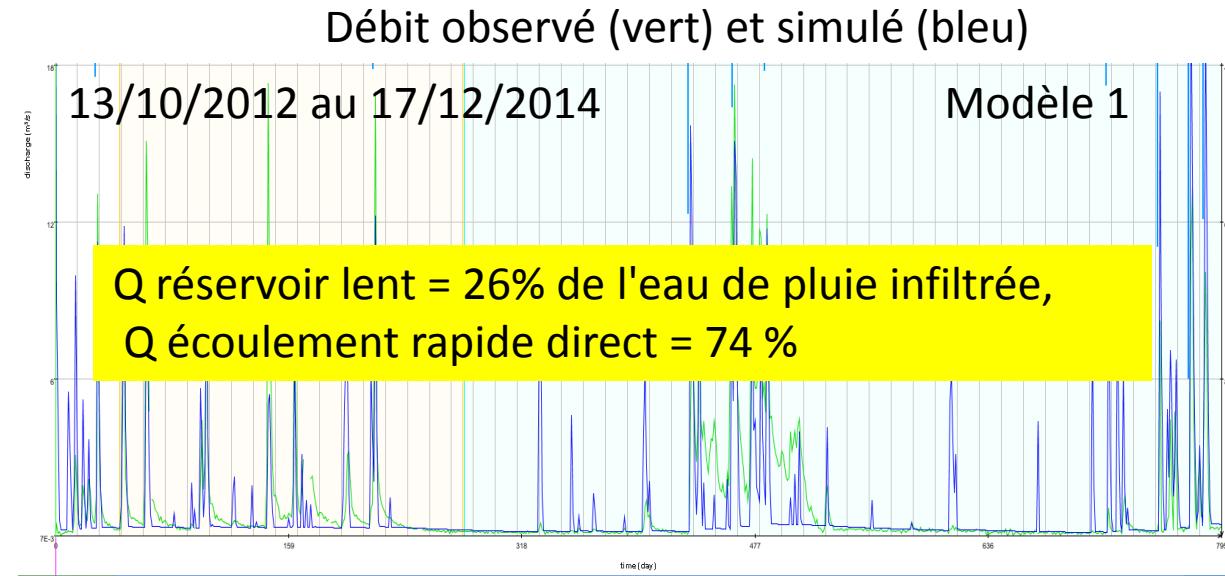
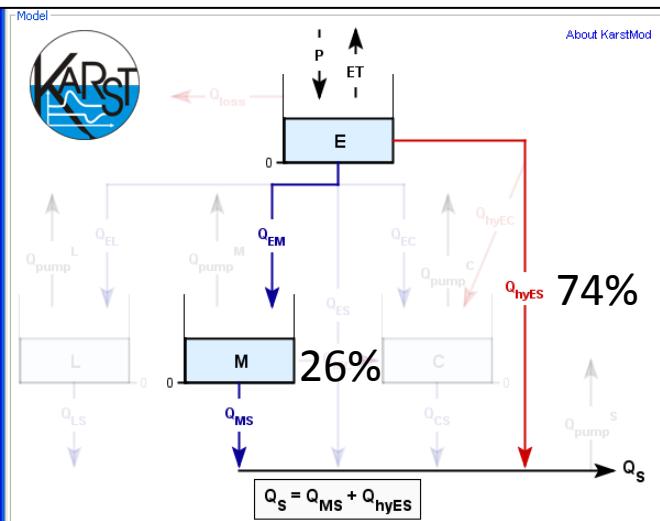
Sorted disch., Corr P/Q, Corr Q_{obs}/Q_S , Autocorr Q_{obs} & Q_S , W_{OBJ} vs param., Obj1 vs Obj2, W_{OBJ} cal. vs val., Sobol sensit. indexes

Modélisation réservoirs Pluie-Débit des sources de Dardennes



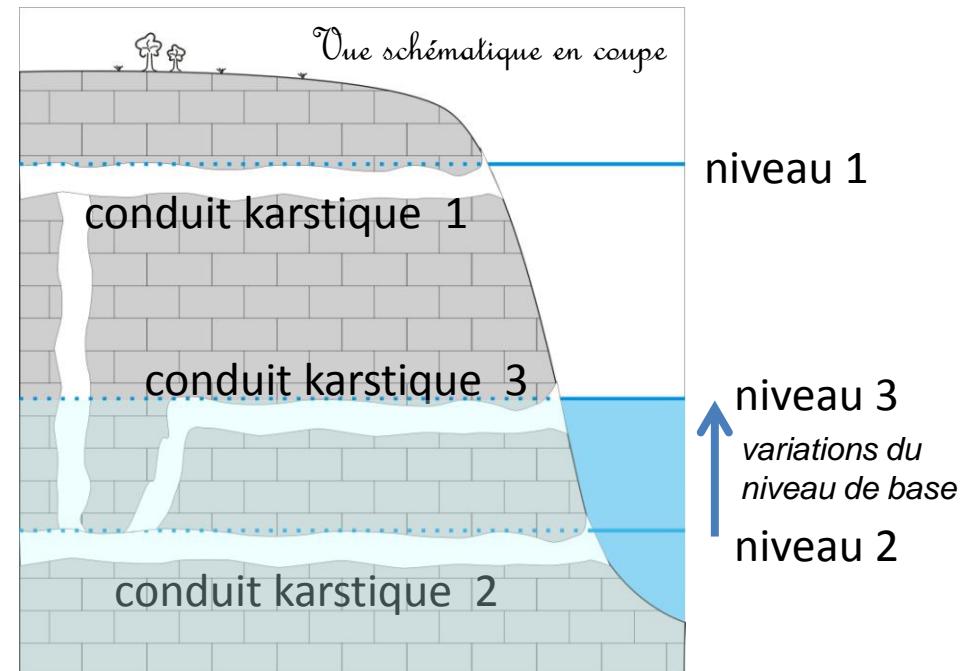
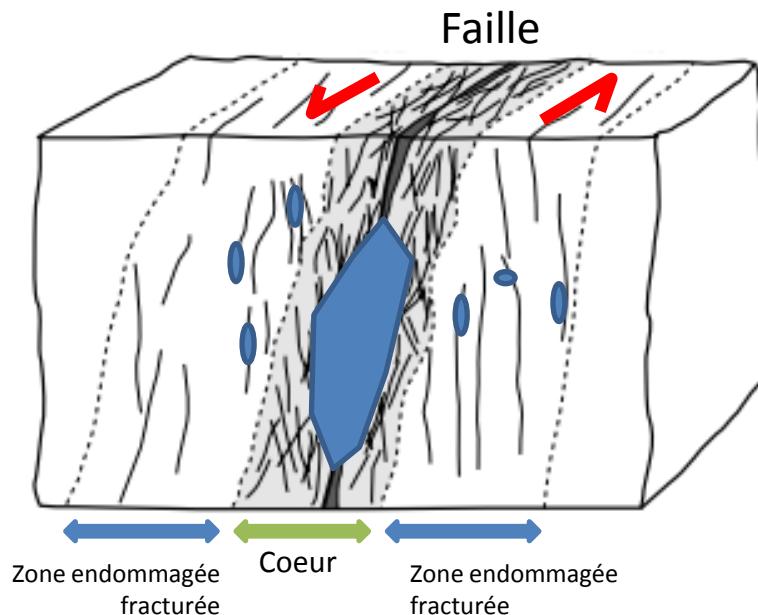
Test de plusieurs configurations de réservoirs

Modélisation réservoirs Pluie-Débit des sources de Dardennes

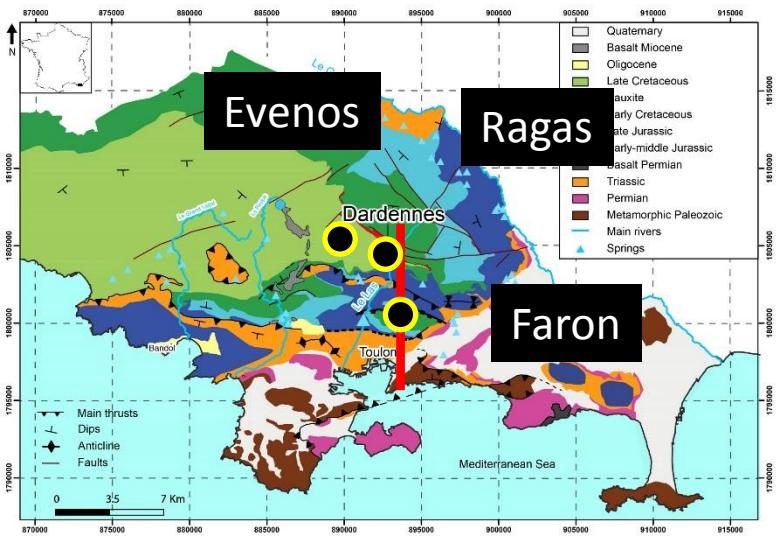


- Très forte composante d'écoulement rapide
- Des vides de grande dimension qui connectent la zone de recharge aux exutoires
- Des conduits karstiques connectés dans la zone non saturée et saturée du karst pour faire passer l'onde de pression
- Une mise en charge importante visible au Ragas

- Des vides en lien avec l'histoire géologique : tectonique, paléogéographie...

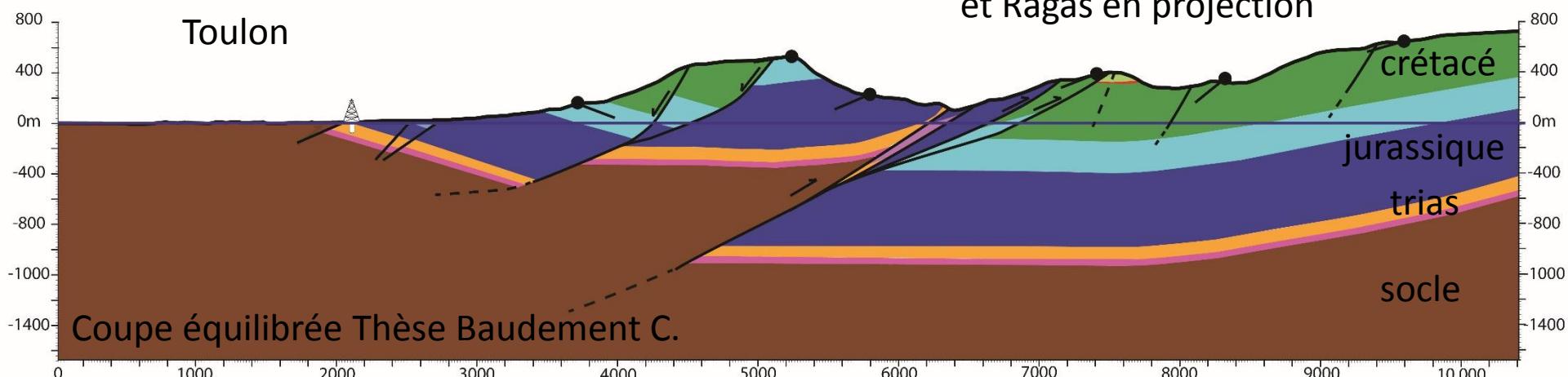


Contexte géologique

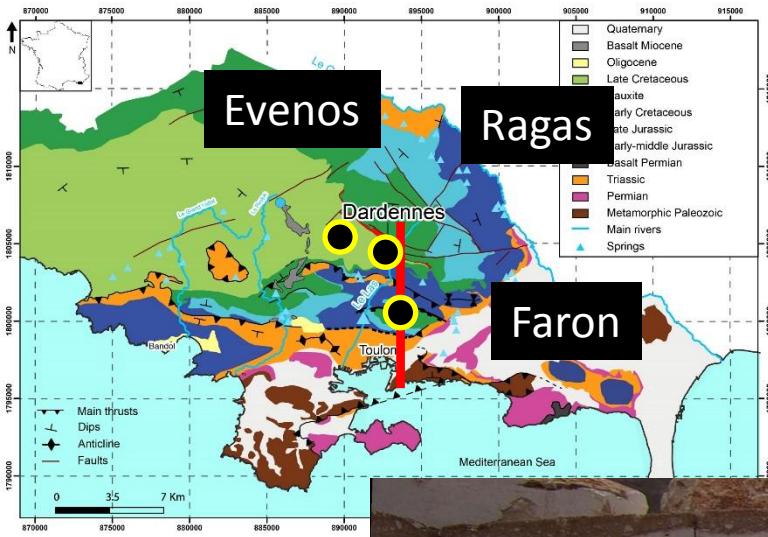


Mont Faron

Sources de Dardennes et Ragas en projection

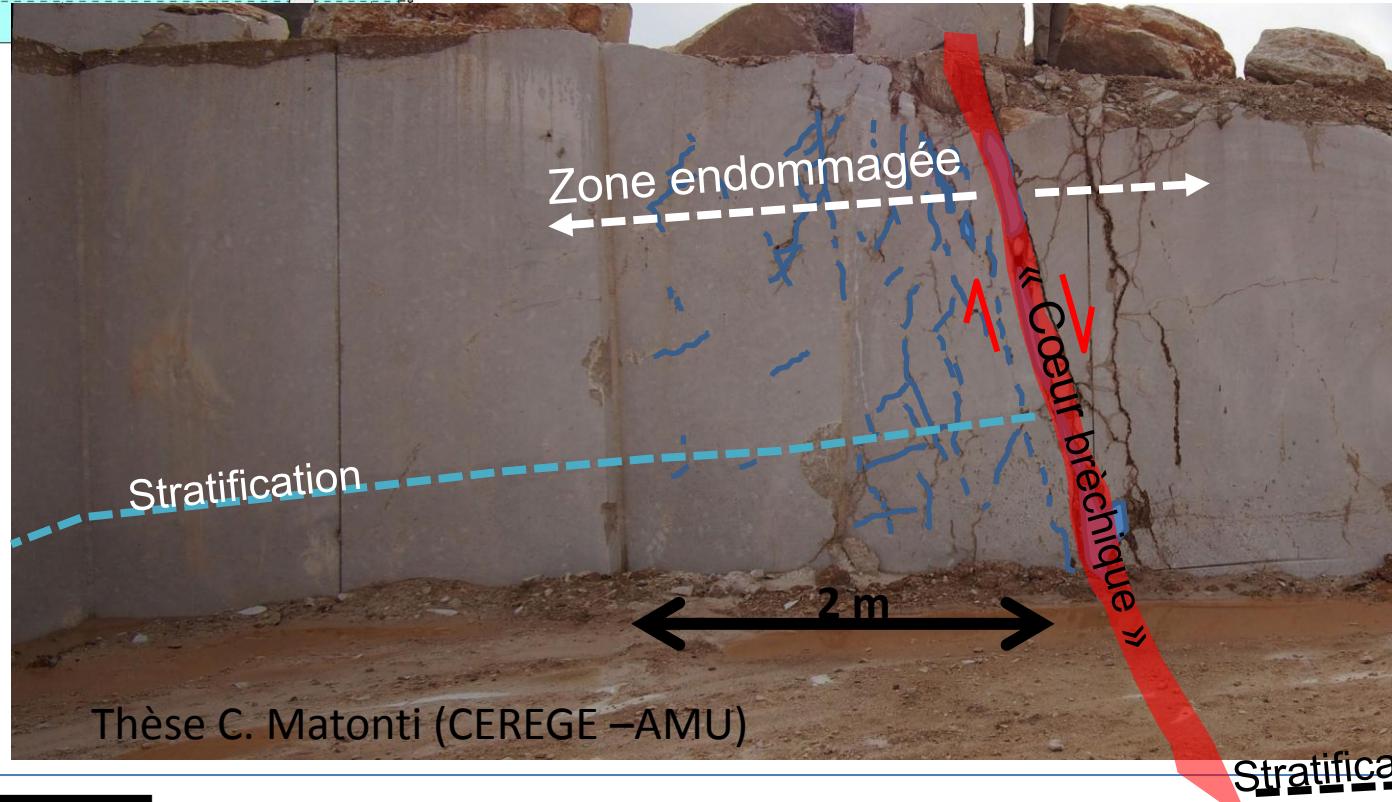


Failles et karst



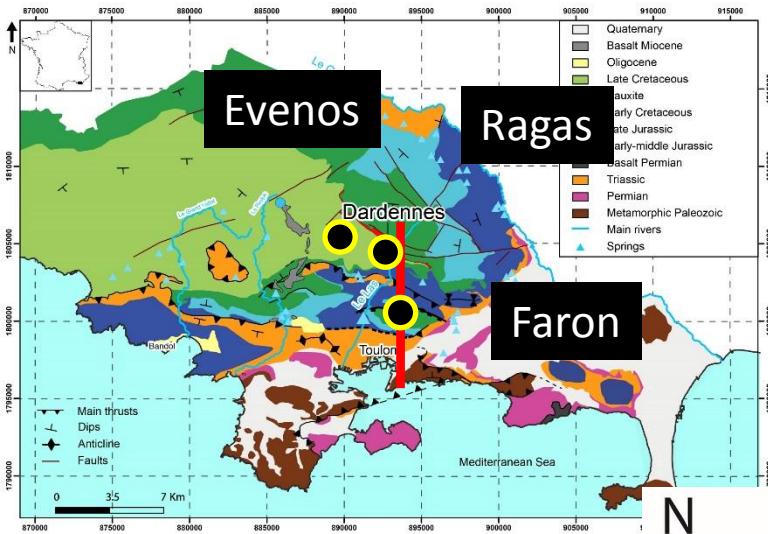
A l'échelle du "bloc" (Evenos)

- La faille est une "zone de faille"
- La karstification se développe dans le cœur de faille (brèche) et décroît dans la zone endommagée



Thèse C. Matonti (CEREGE –AMU)

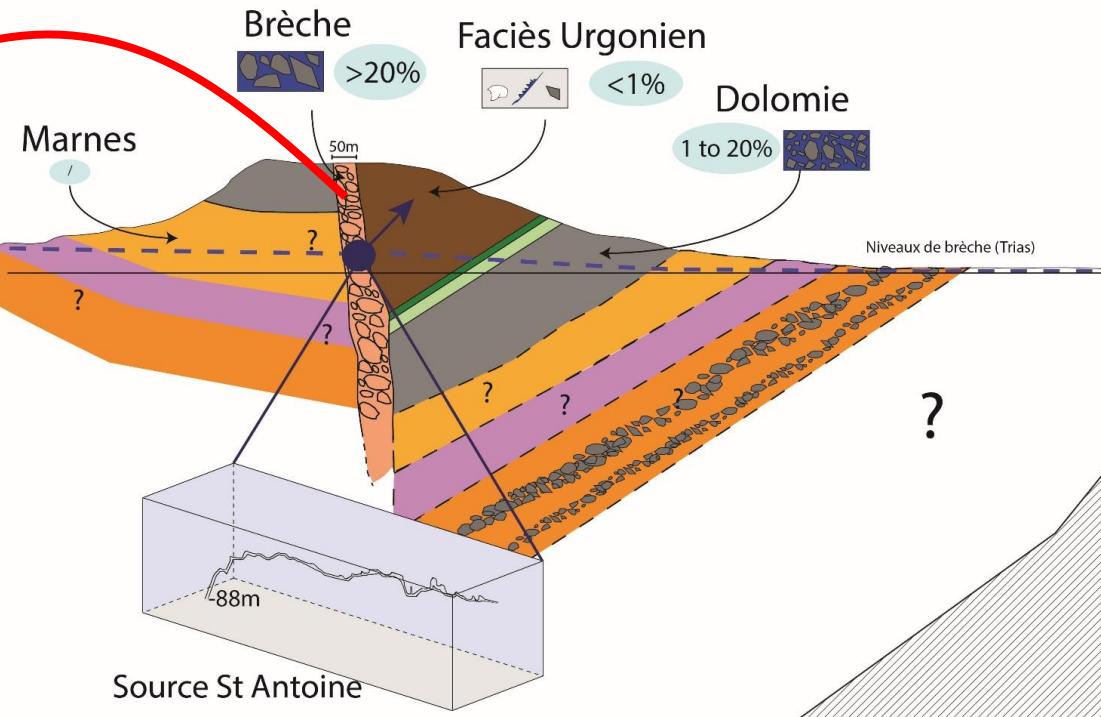
Failles et karst



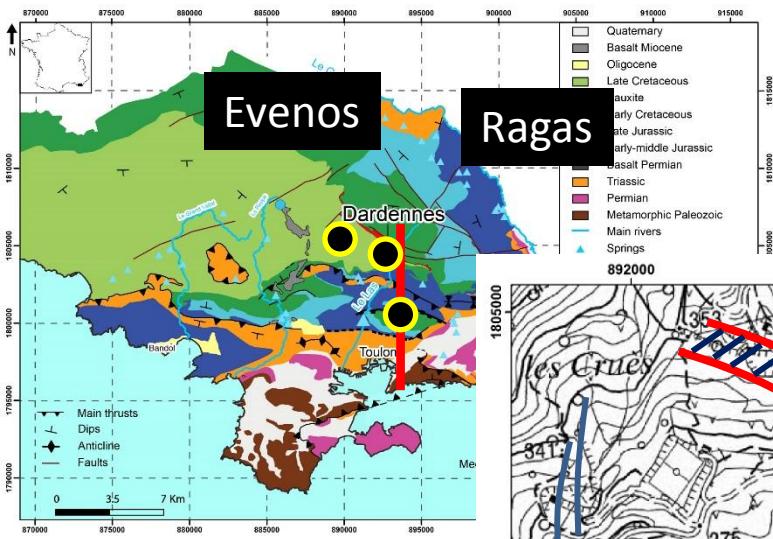
A l'échelle du massif (Mont Faron)

- La faille est une "zone de faille"
- La karstification se développe dans le cœur de faille (brèche) et décroît dans la zone endommagée

Modèle conceptuel

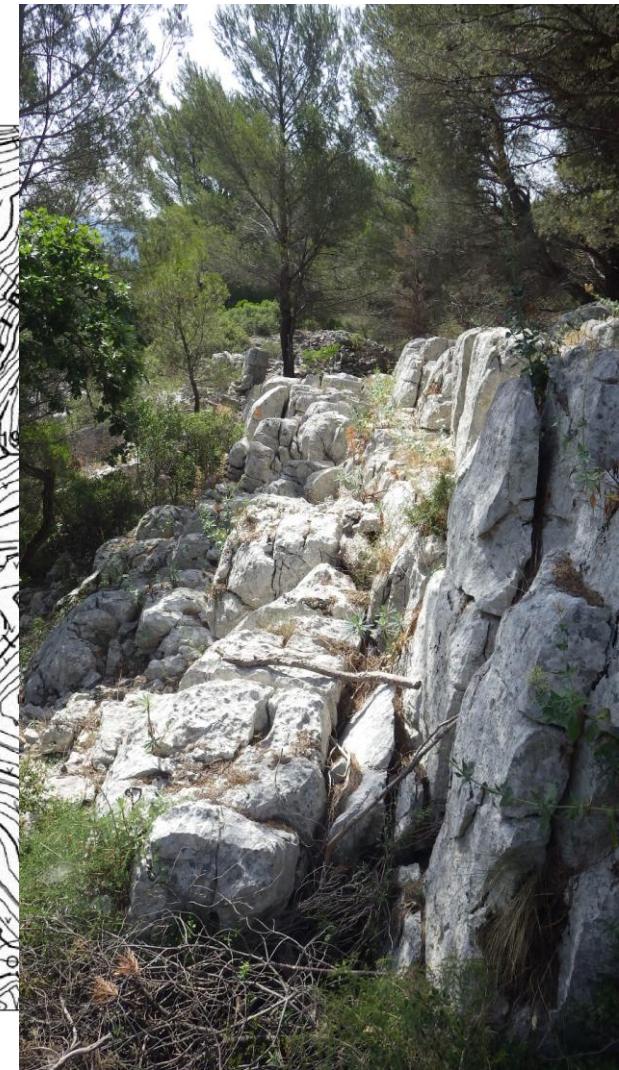
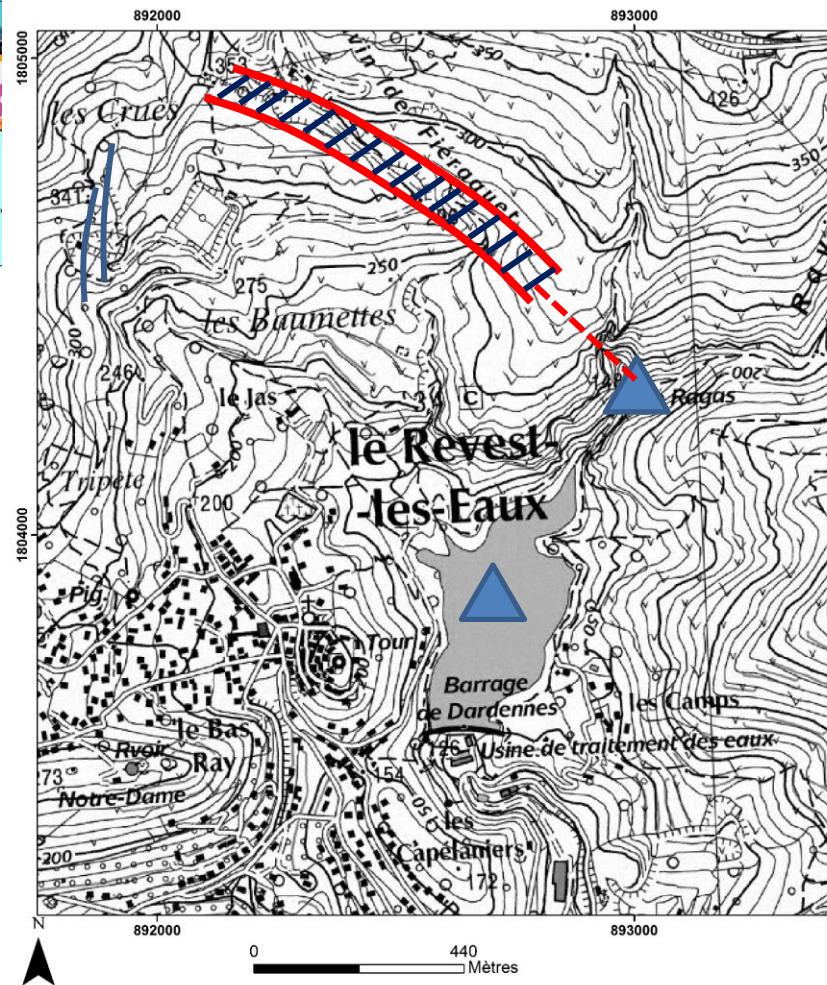


Failles et karst

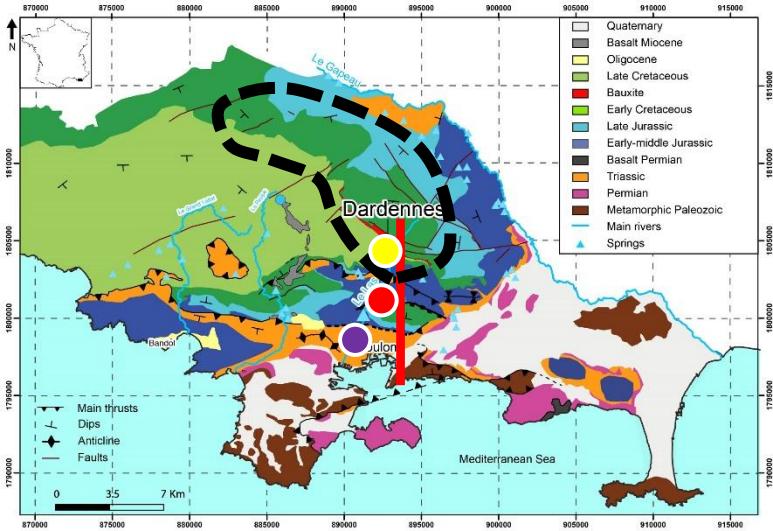


A l'ouest du Ragas

- La faille normale est une "zone de faille"

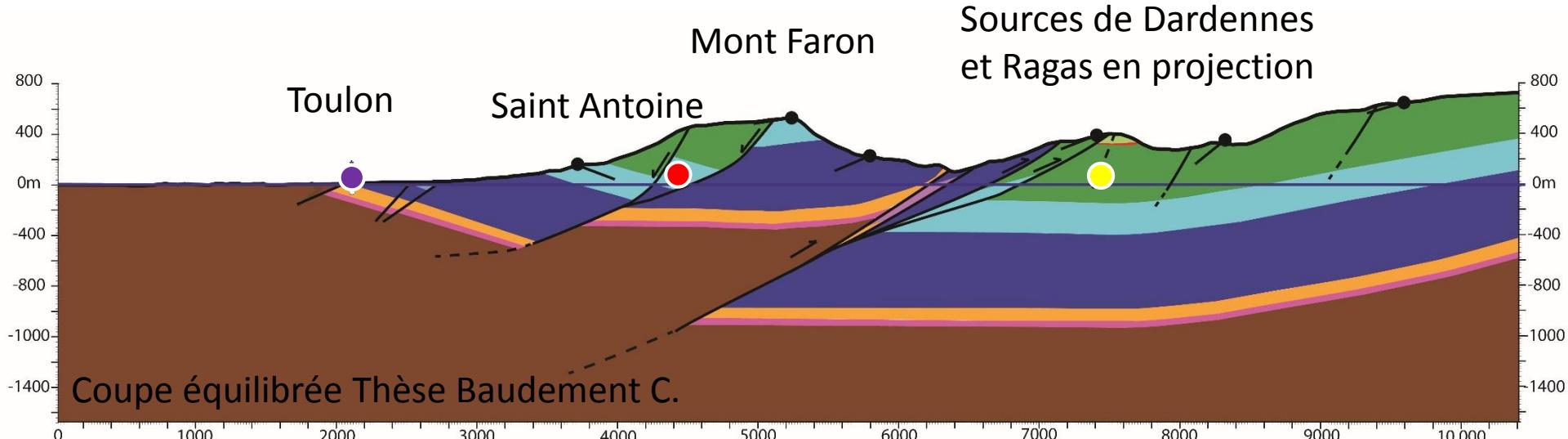


Synthèse hydrogéologique

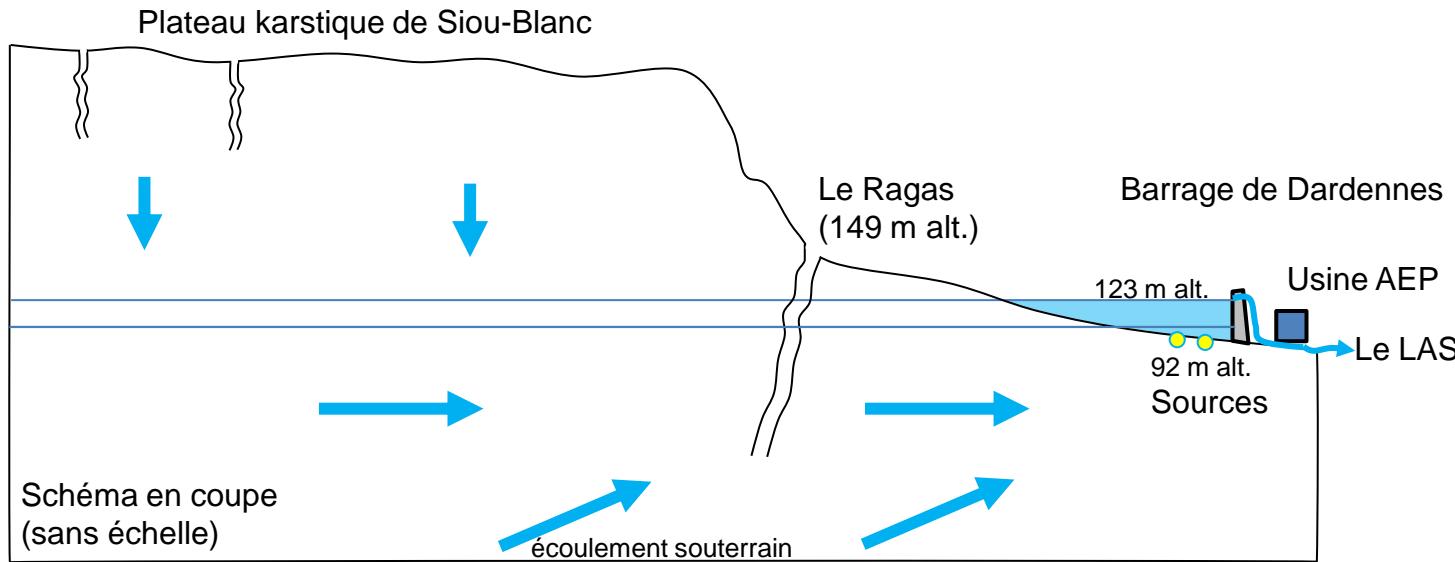


→ Des failles inverses (chevauchements?) qui jouent le rôle de barrières à l'écoulement

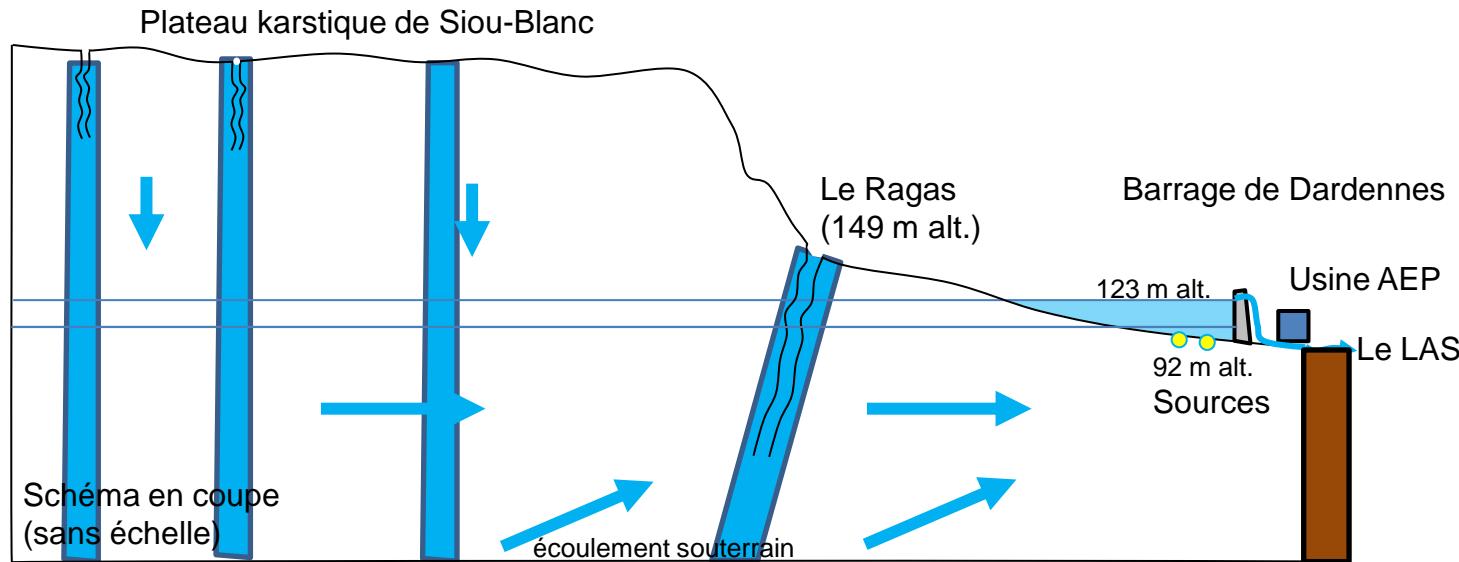
→ Des failles normales subverticales où se développe le karst dans la zone de brèche



Synthèse hydrogéologique



Synthèse hydrogéologique



Géologie (failles & karst)

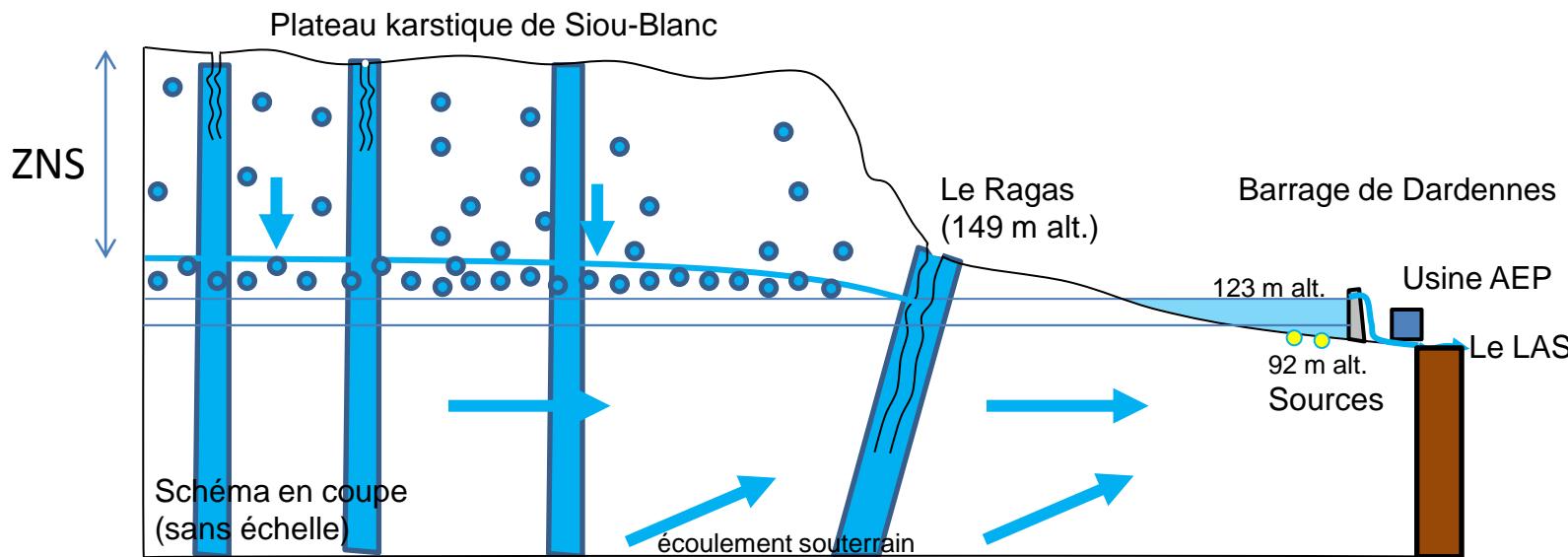


Barrière semi-perméable



Drain karstique sur "zone de faille"

Synthèse hydrogéologique



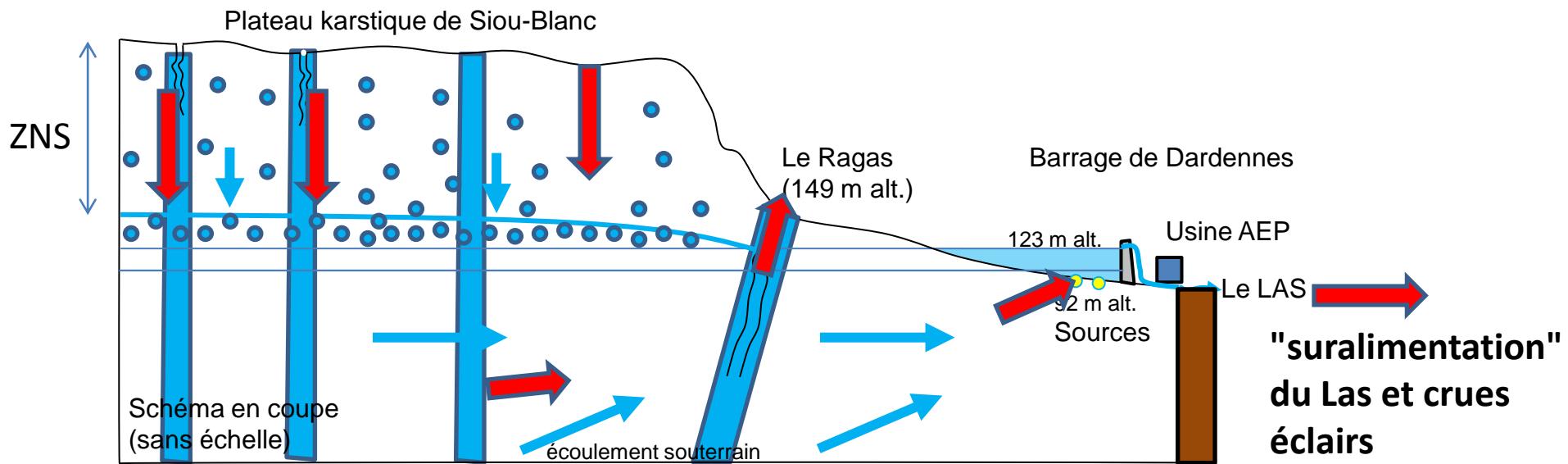
Géologie (failles & karst)



Modèle Pluie débit



Synthèse hydrogéologique



Géologie (failles & karst)



Barrière semi-perméable



Drain karstique sur "zone de faille"

Modèle Pluie débit

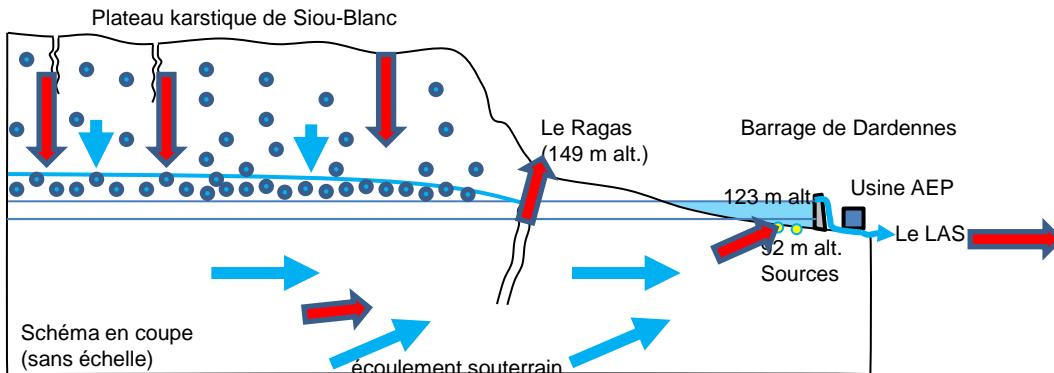


Ecoulement lent (réservoir M)
(26% du volume infiltré)



Transfert de pression rapide
(74% du volume infiltré)

Vers une gestion active?



un très fort potentiel de recharge en eau souterraine actuellement non retenue dans le karst en crue



un stock d'eau exportée en crue vers le Las, qui pourrait être utilisé pour l'AEP?

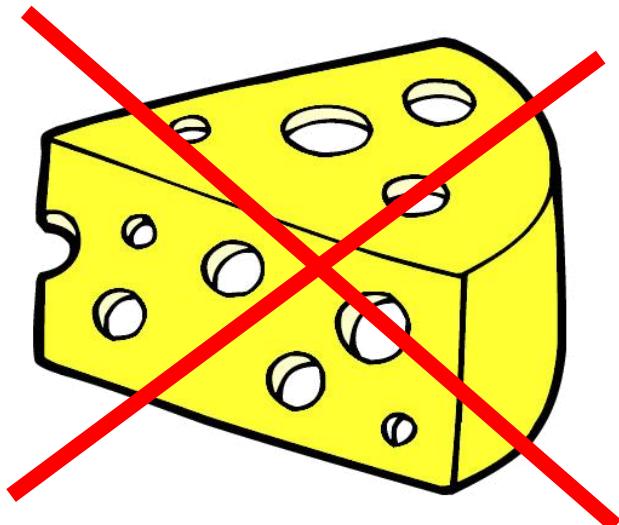
le stock est-il facilement renouvelable?



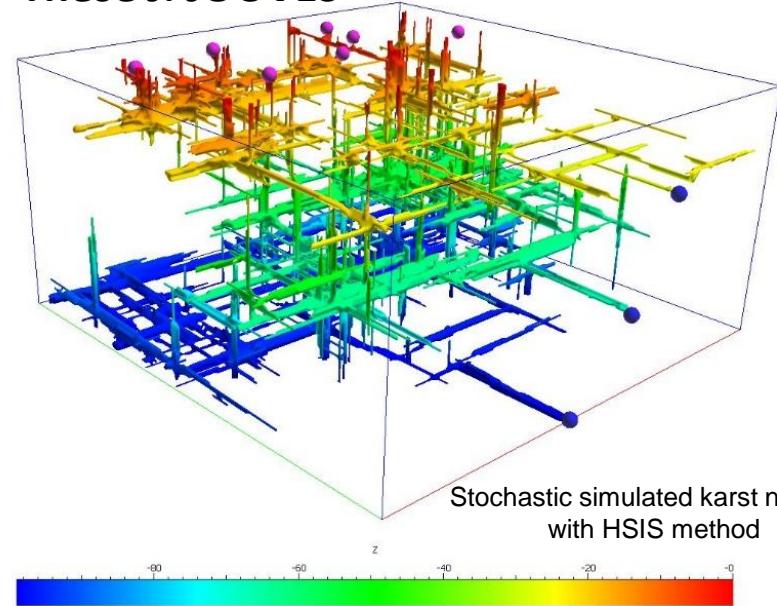
Gestion active (exemple de la source du Lez – Montpellier) :
* recharge rapide du stock d'eau souterraine exploité à l'étiage
* soutien au débit d'étiage du cours d'eau
* écrêtement des premières crues du cours d'eau

Le projet DARDENNES : conclusion

- Karst = un aquifère complexe à fort potentiel
- Nécessité d'avoir des données in-situ enregistrées en continu, mettre en place un réseau de suivi
- Un exemple de collaboration entre les acteurs de la recherche scientifique et les collectivités publiques
- Une étude locale intégrée au niveau régional



Thèse J. JOUVES



Merci de votre attention

Plus
d'informations sur
www.karsteau.fr

