

# Contribution des eaux souterraines karstiques aux débits des cours d'eau, impact des prélèvements et modalités de gestion



**Hervé JOURDE**

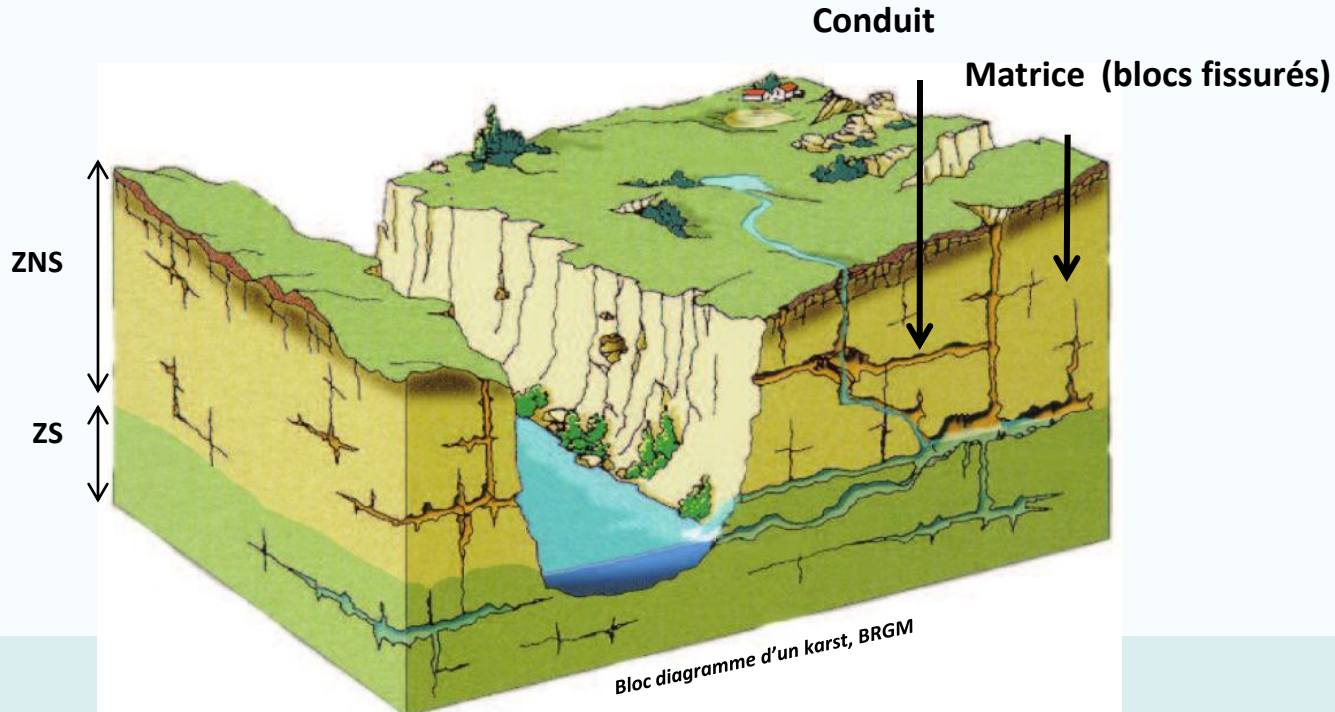
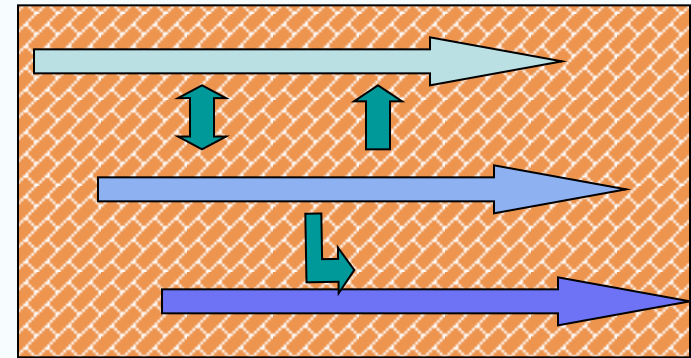
**Maître de conférence,  
Université Montpellier 2  
HydroSciences Montpellier**



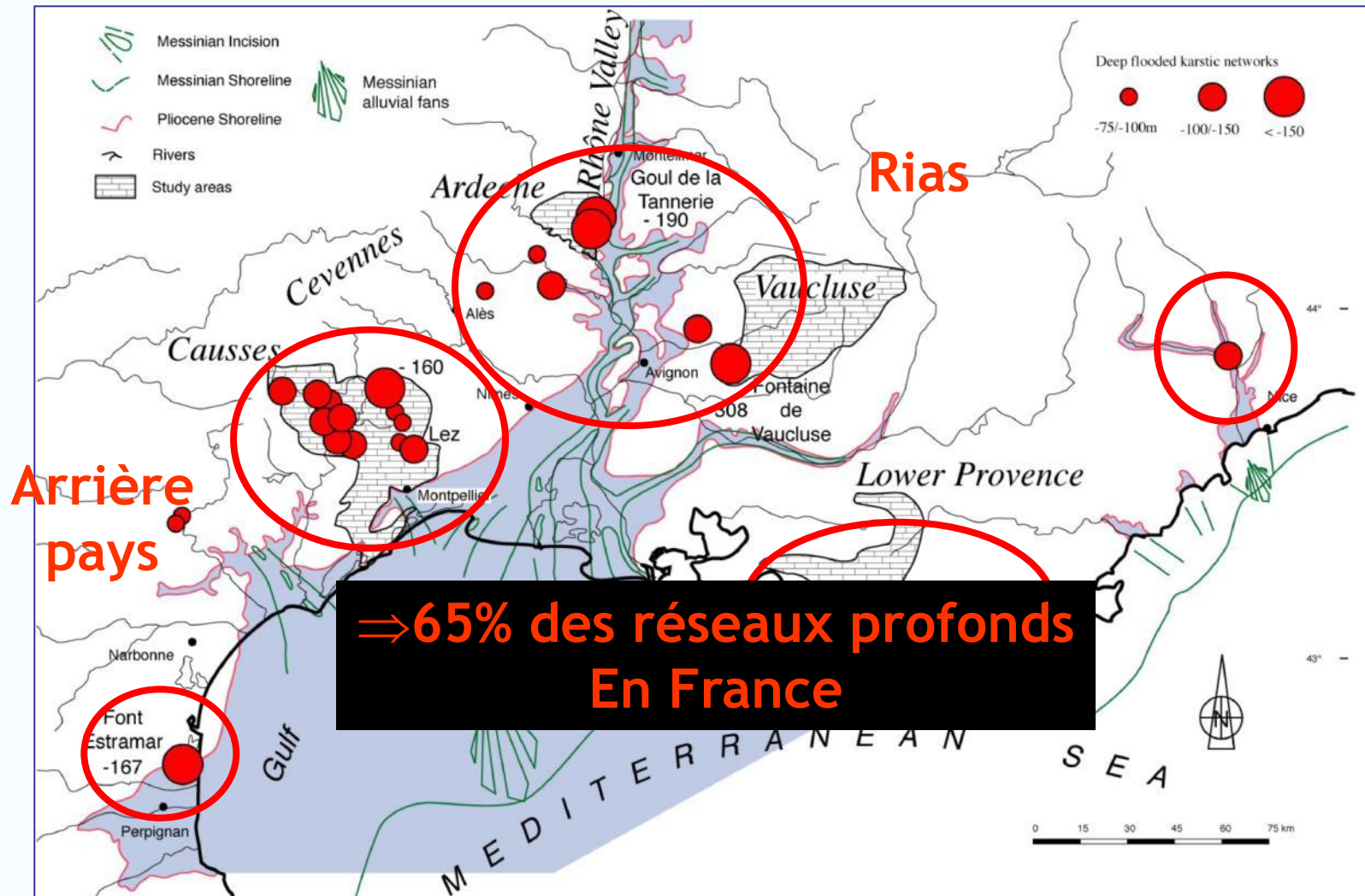
**1<sup>er</sup> octobre 2013, agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse  
Journée « Les eaux souterraines dans la gestion des milieux aquatiques »**

# Les réseaux karstiques

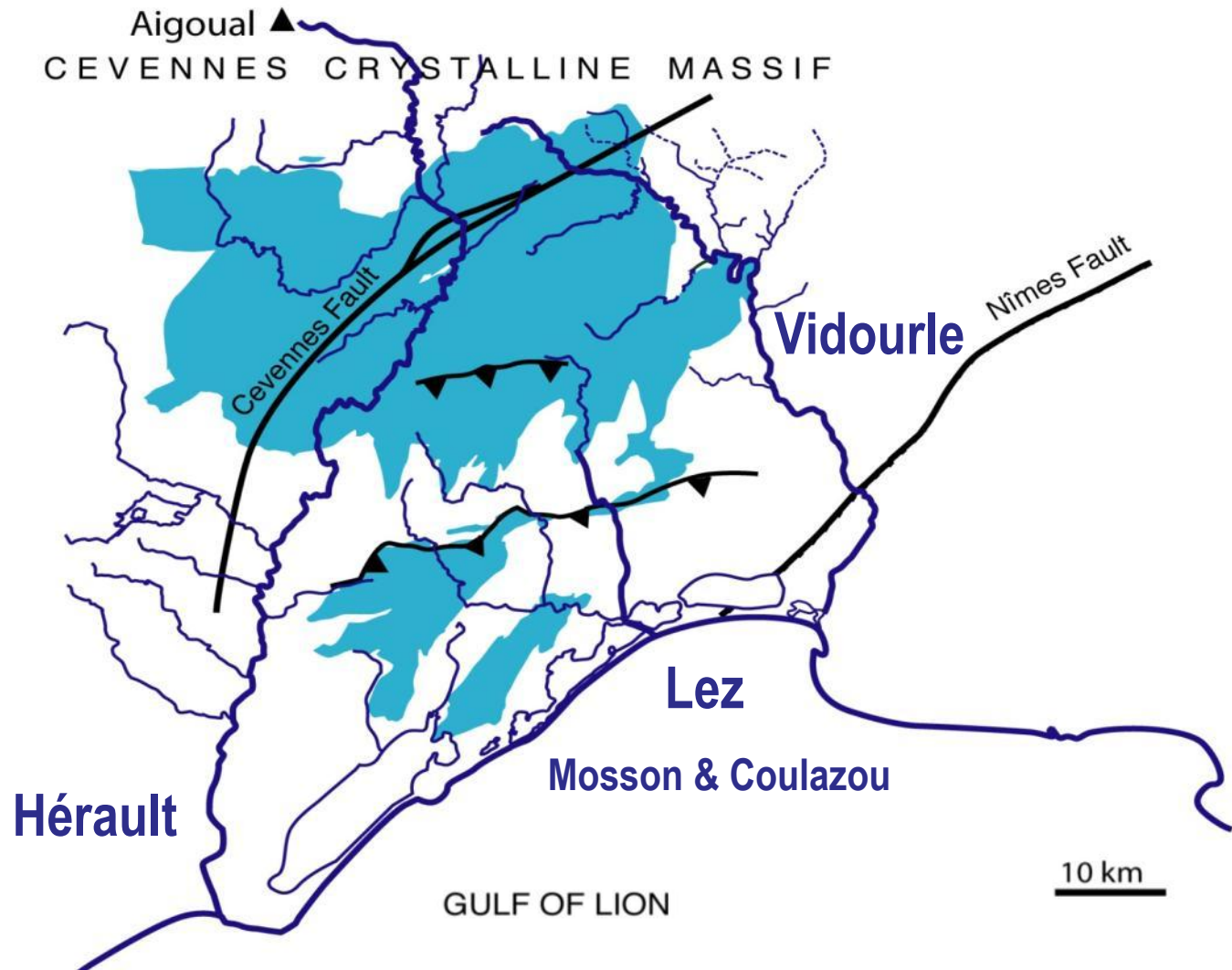
- Structuration horizontale
- Structuration verticale



# Karsts profonds du Midi de la France



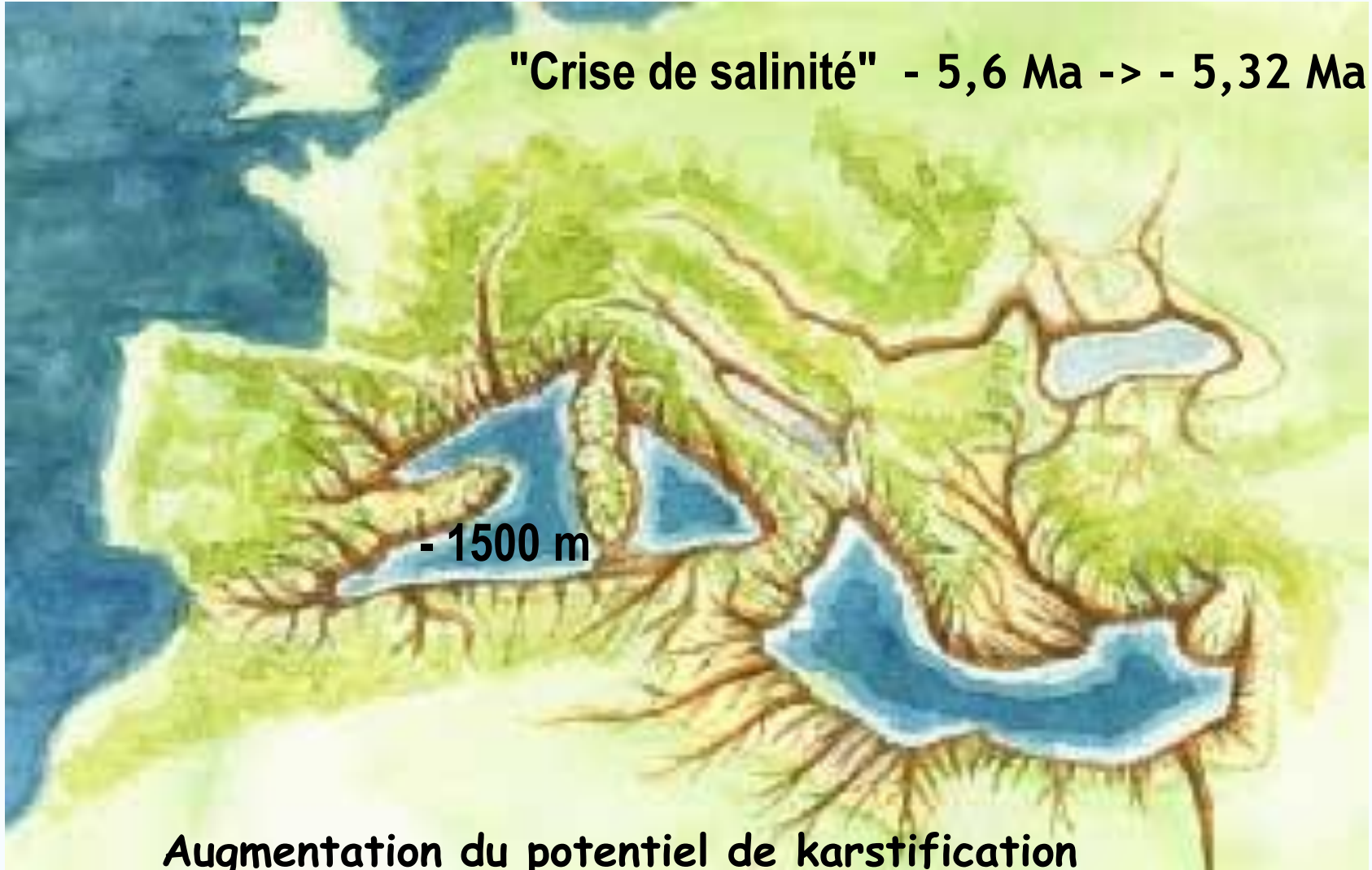
# Karsts Nord-Montpelliérains (Garrigue et Larzac)



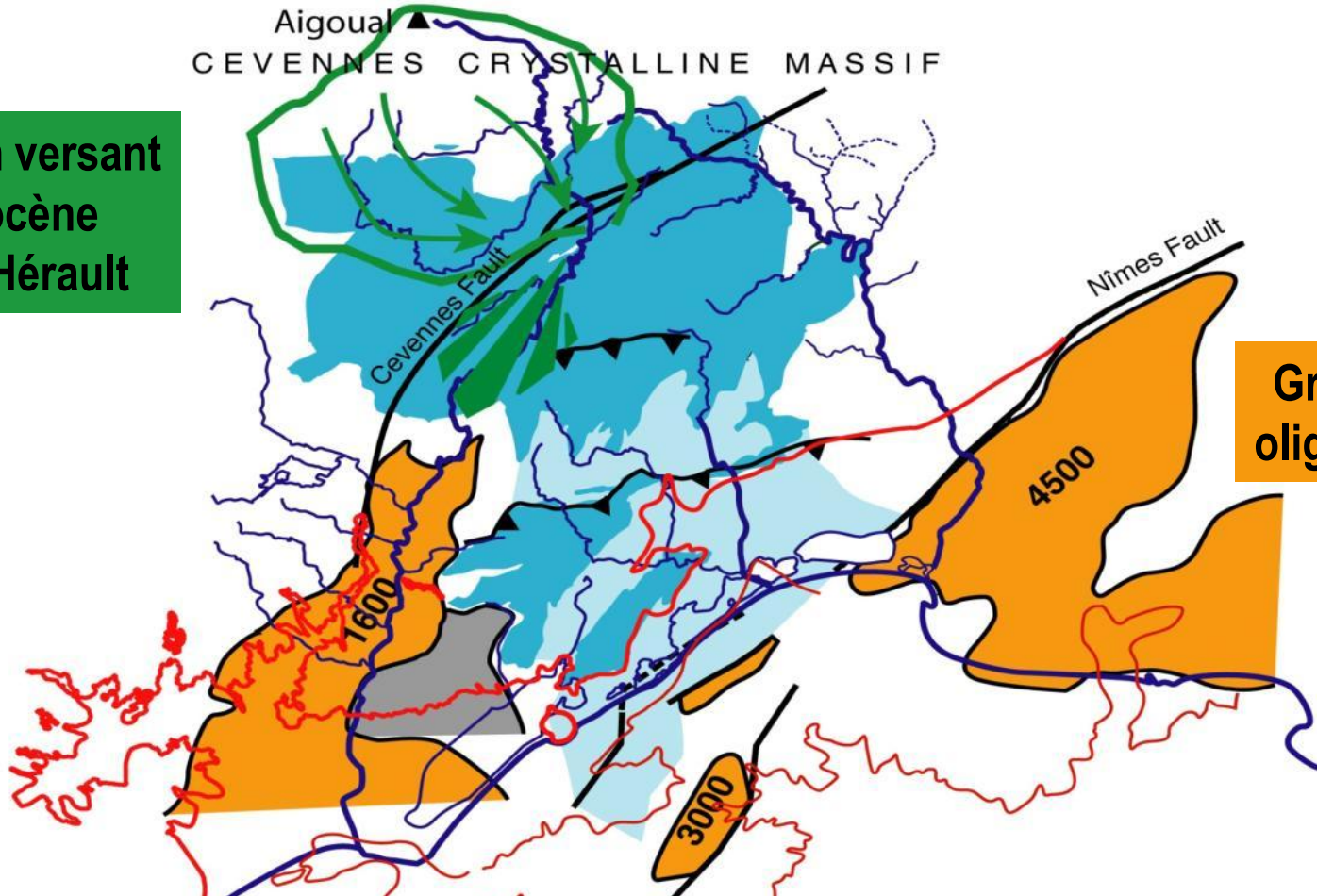


## Karsts Méditerranéens au Messinien

"Crise de salinité" - 5,6 Ma -> - 5,32 Ma



**Bassin versant  
miocène  
De l'Hérault**



### **3 Facteurs de la structuration des karst Nord-Montpelliérains**



Aigoual ▲  
CEVENNES CRYSTALLINE MASSIF



**Marge carbonatée  
Du Golfe du Lion  
=  
Aquifère karstique  
unique  
-5,6 à -5,32 Ma**

**Réseau  
Hydrographique**

**Pas de  
canyon  
messinien**

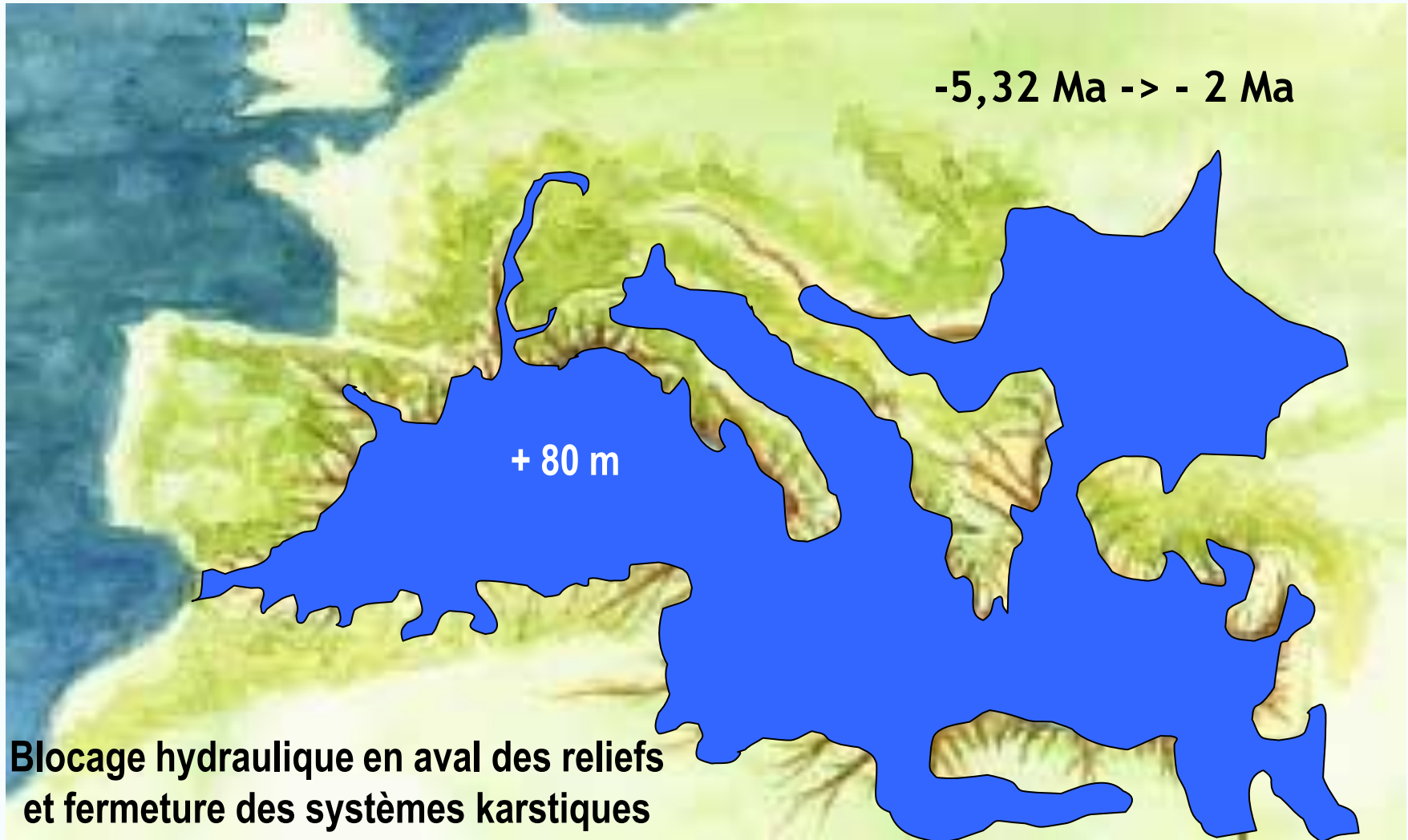
**Surface d'érosion  
messinienne**

**Reculées  
karstiques  
- 500/-1000 m ?**

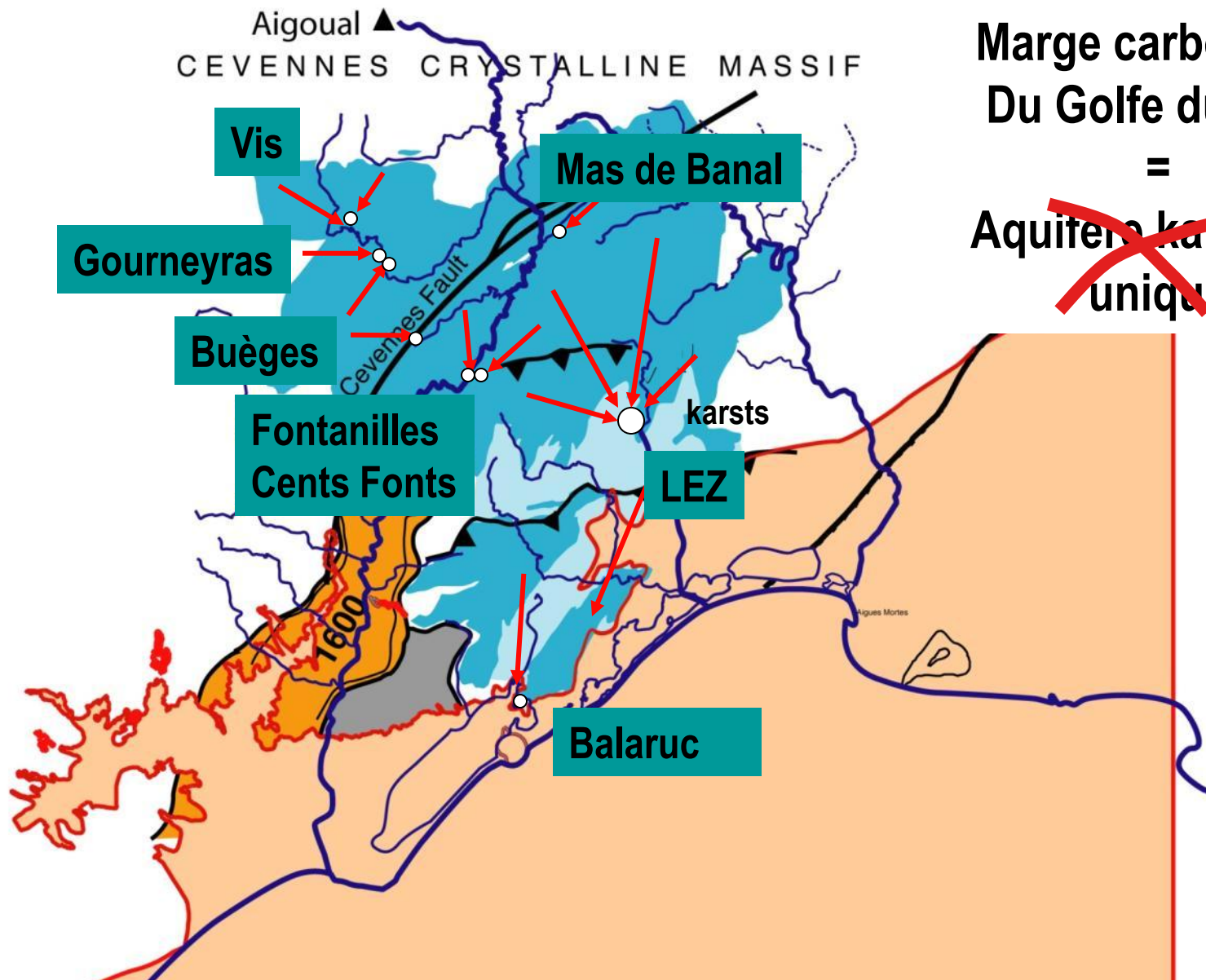
**Circulations  
au travers de "fenêtres  
hydrogéologiques"**

**Dynamique de cette structuration**

## Karsts Méditerranéens au Pliocène





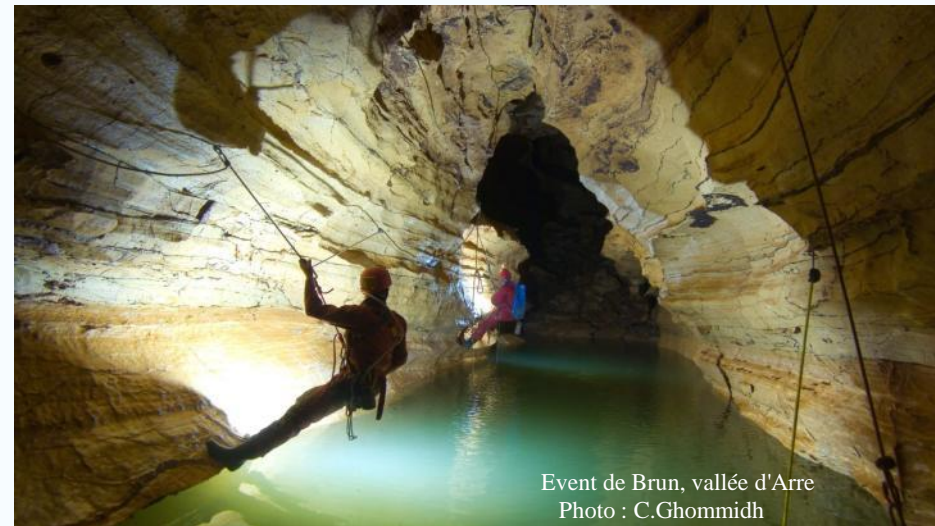


**Remontée du niveau de la mer au Pliocène (-5,32 à -2 Ma)**

# Conséquences des processus de karstification



## Conduits karstiques épi-phréatique



# Conséquences des processus de karstification

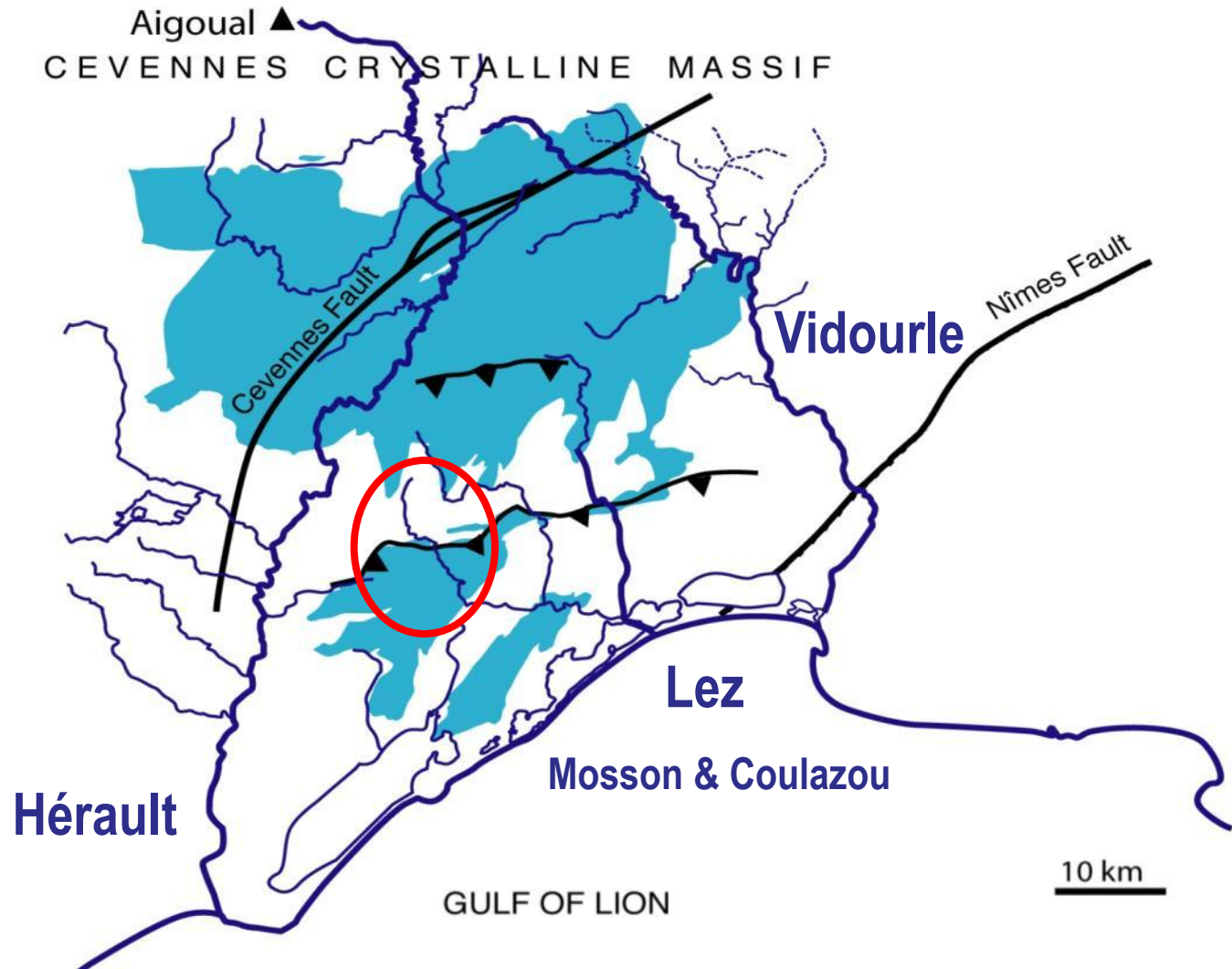


**Conduits karstiques noyés**





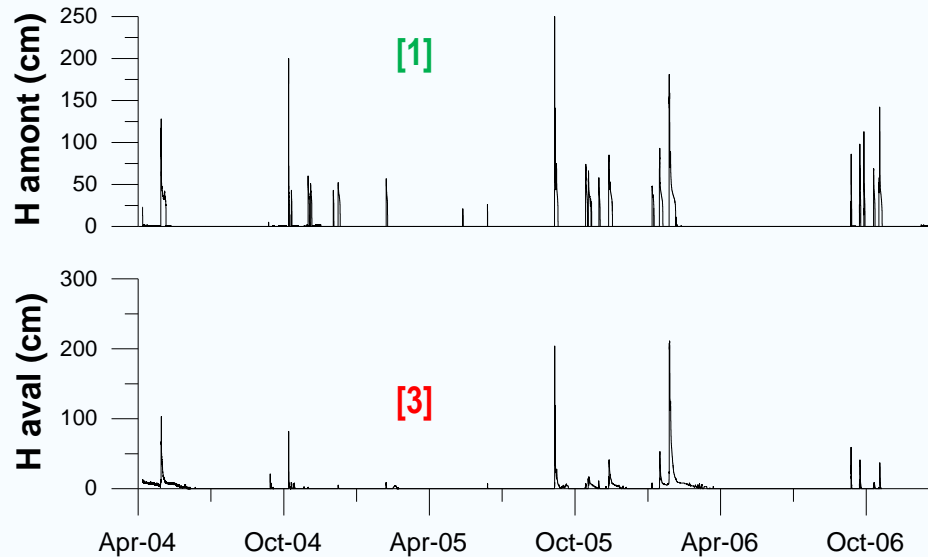
# Karsts Nord-Montpelliérains



# Interactions karst/rivière et crues de surfaces

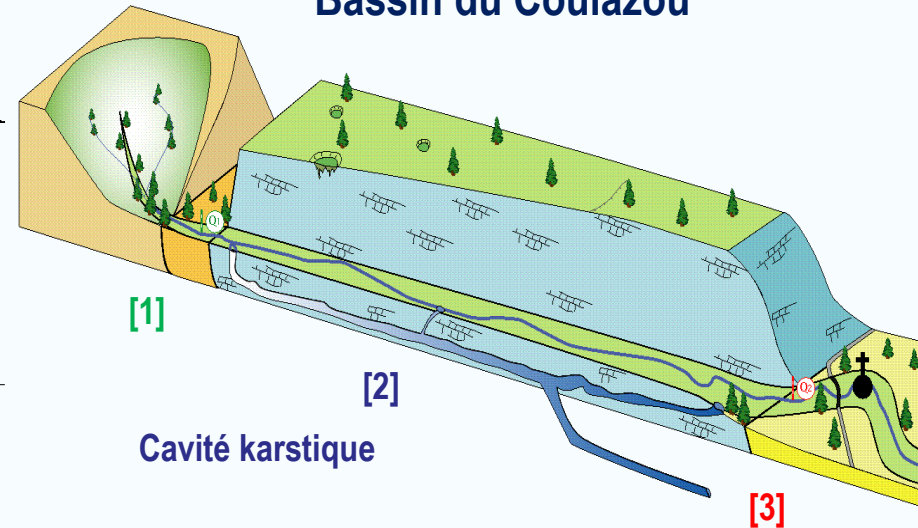
## Cours d'eau temporaire/éphémère (⇒ Oued)

Monitoring network for data acquisition at a 5min interval



([www.medcyss.org](http://www.medcyss.org))

## Bassin du Coulazou



Intérêt du site :

Bassin hydrologique caractéristique de nombreux fleuves périméditerranéens

# Climat Méditerranéen

## Precipitations :

143 mm	1h	22 09 1993	Ales-Deaux
160 mm	1h	13 10 1986	Toreilles (P.O.)
190 mm	2h	12 10 1971	Saint Gély du Fesc
232 mm	2h	22 09 1993	Alès-Deaux
335 mm	3h	17 10 1940	St Laurent de Cerdan
400 mm	4h	23 10 1976	St Jean de Cuculles
420 mm	8h	03 10 1988	Nîmes, mas de Ponge
447 mm	18h	22 09 1992	Le Caylar (Herauld)
727 mm	18h	31 10 1993	Bavella (Corse)
792 mm	22h	09 10 1825	Joyeuse (Ardèche)
840 mm	23h	17 10 1940	La Llau (P.O.)
700 mm	24h	08 09 2002	Lezan (gard)
950 mm	24h	29 09 1900	Valleraugue
1700mm	72h	17 10 1940	St Laurent de Cerdan

Courtesy of M. Desbordes



Pic Saint Loup & Hortus  
Photo : H. Jourde



# **Rôle du karst dans la dynamique des crues de surface**

## **Le Bassin Coulazou - Mosson**

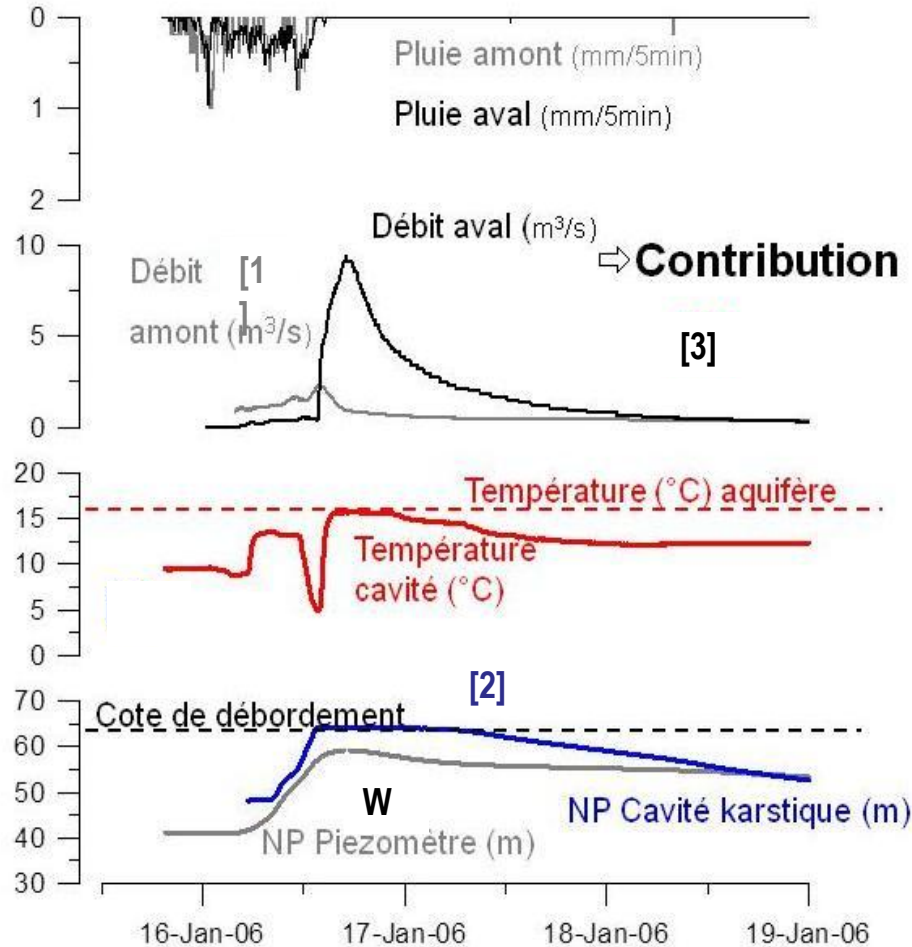
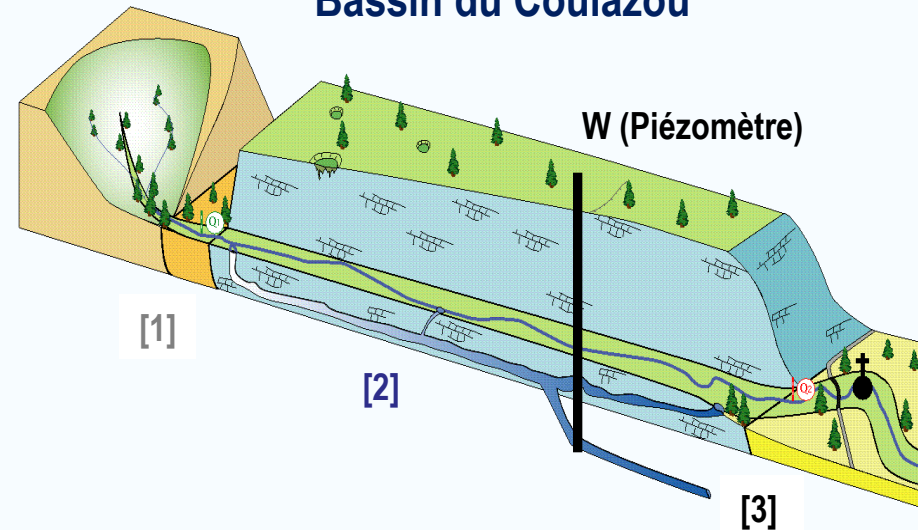
**H. Jourde - Décembre 2002**

# Analyse des proxies



(www.medcyss.org)

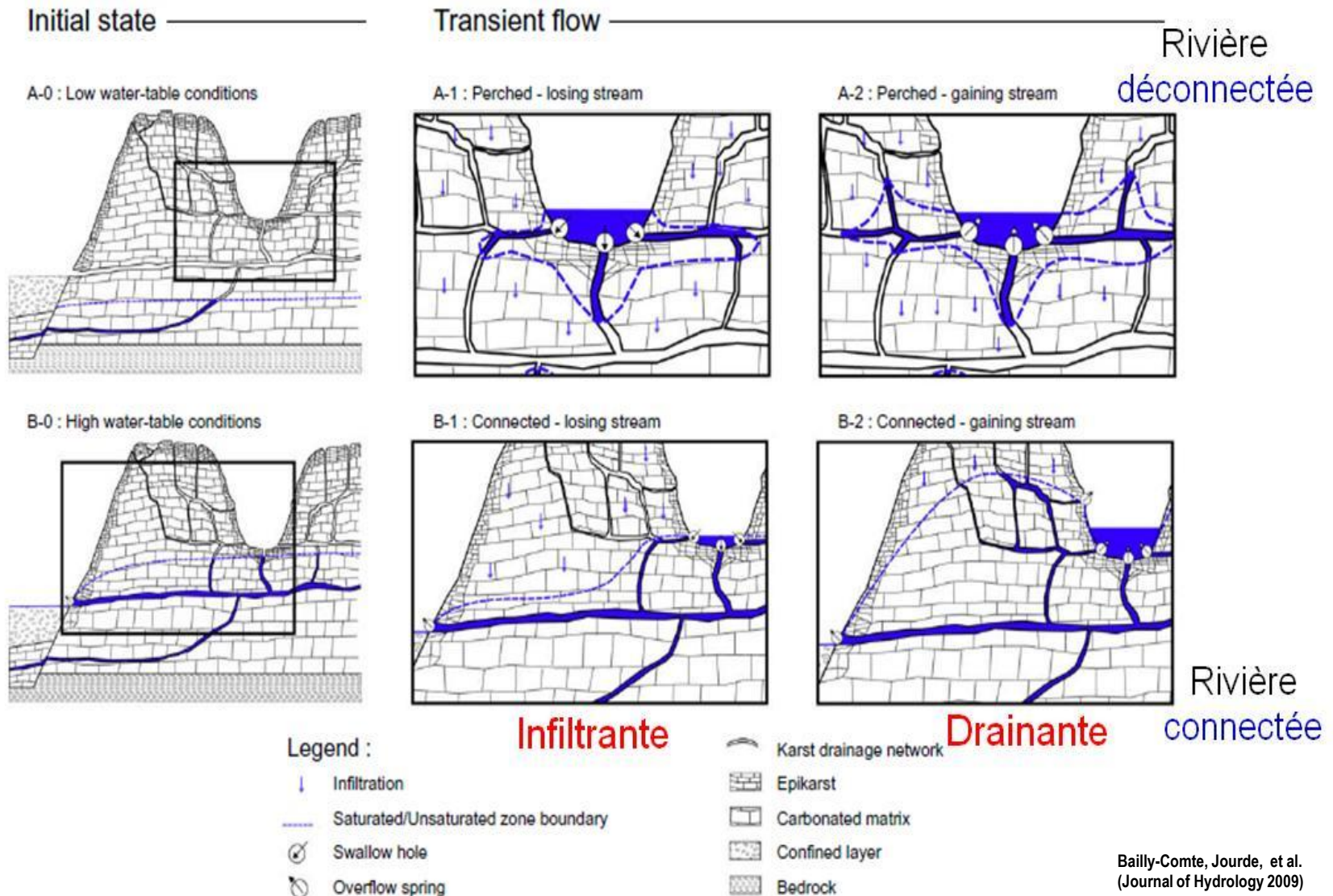
## Bassin du Coulazou



Niveau d'eau en W (Piézomètre) : proxy de l'état hydrique du karst et de l'activation du réseau de drainage supérieur

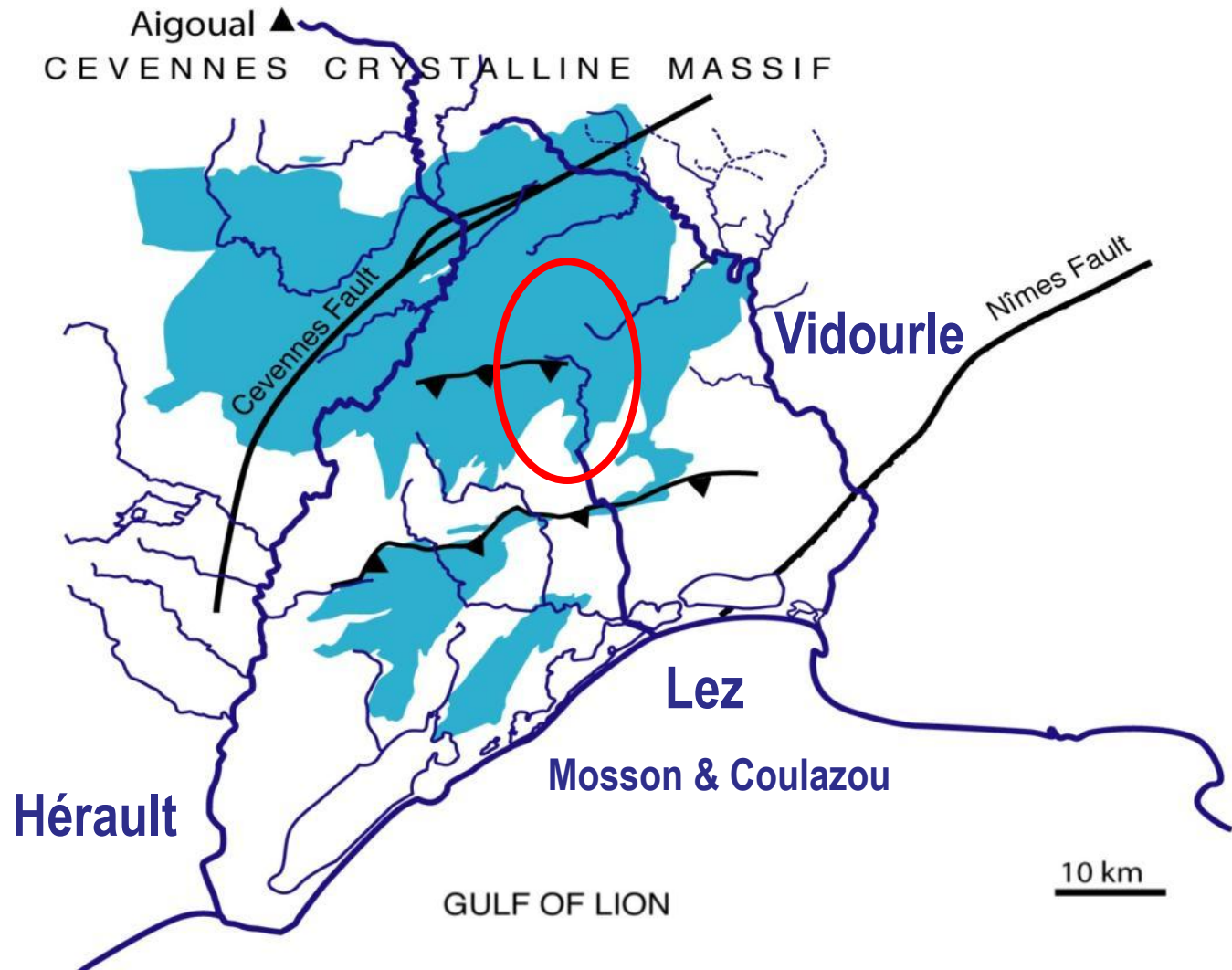
Niveau d'eau en C (Cavité karstique) : proxy des interactions karst/rivière

# Classification des interactions Karst/Rivière

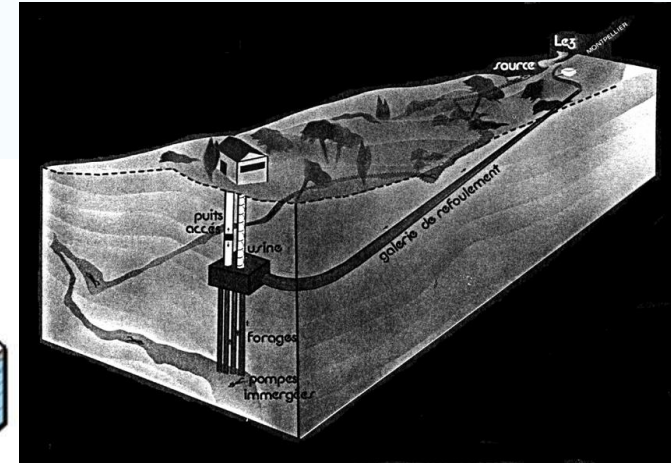
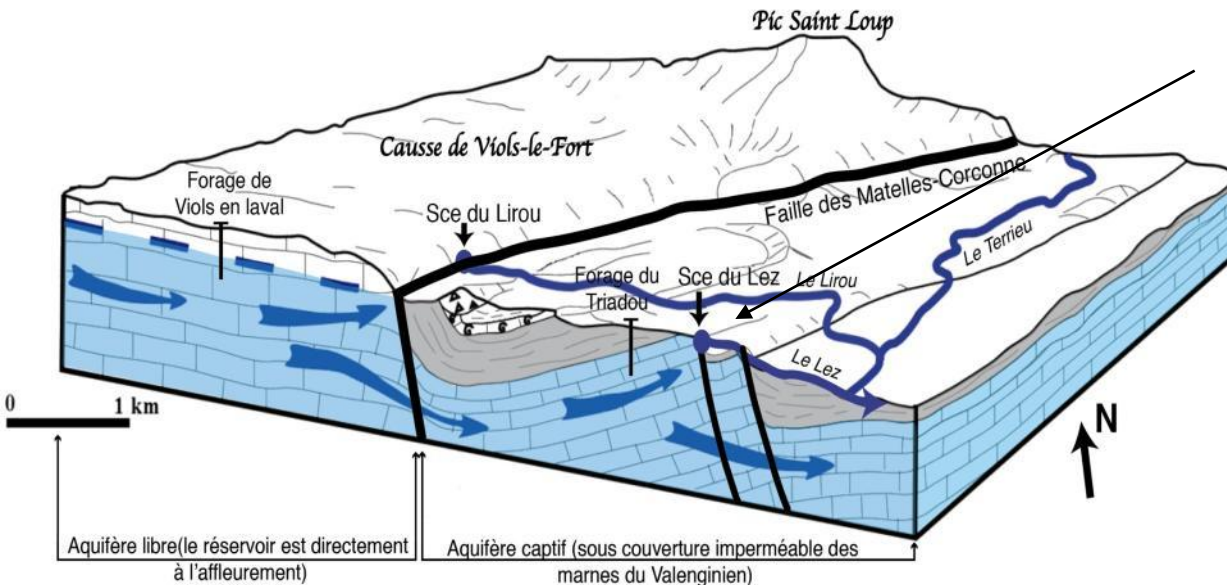




# Karsts Nord-Montpelliérains



# Karst du Lez



**Source du Lez**

Débit moyen journalier (1970-2010)	2200 l/s
Surface du Bassin d'alimentation	~150 Km <sup>2</sup>
Débit spécifique	15 l/s/ Km <sup>2</sup>
Altitude médiane	280 m

**Aquifère de type karst barré (localisation des sources au niveau des failles majeures)**

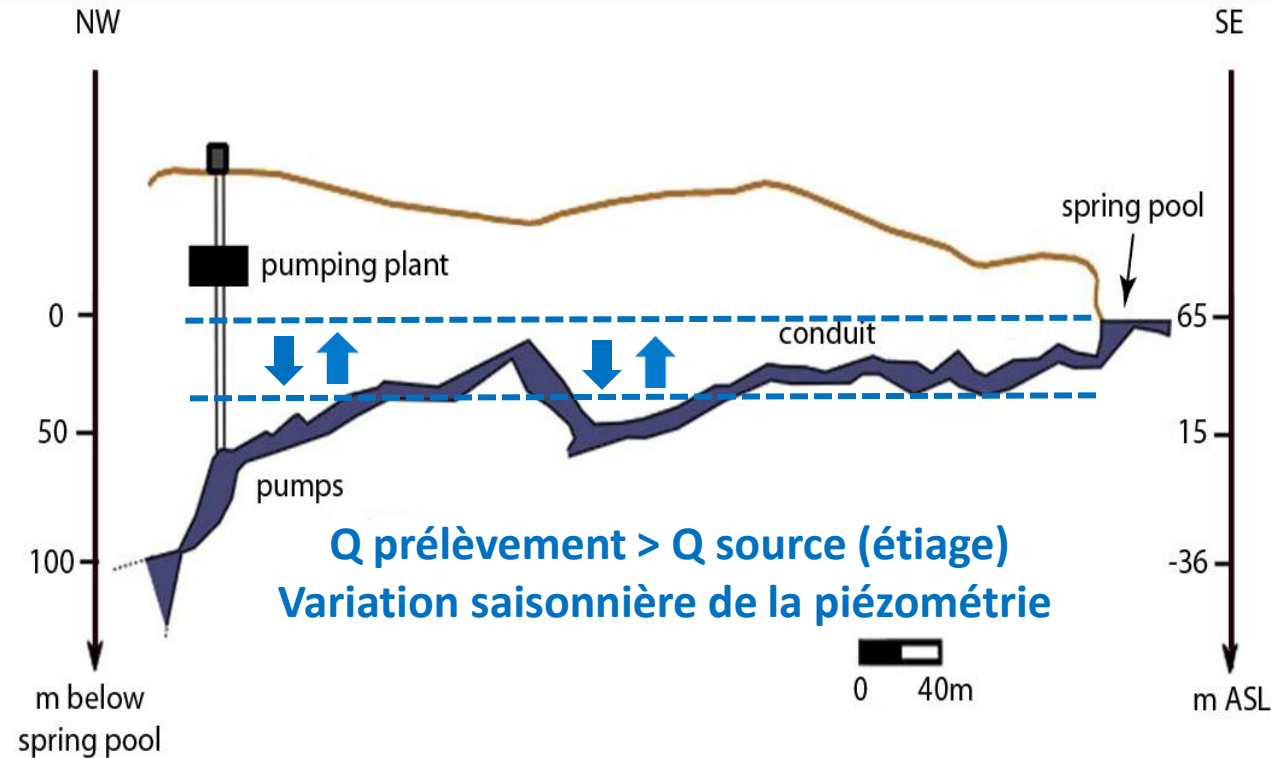
**Débit d'étiage (~450 l/s avant pompage)**

**Prélèvement (1982-2012) ~1100 l/s (AEP Agglomération Montpellier)**

**Débit réservé actuel de 160 l/s (Equilibre écologique du cours d'eau), réévaluation en cours**



# "Gestion active" de la ressource en eau



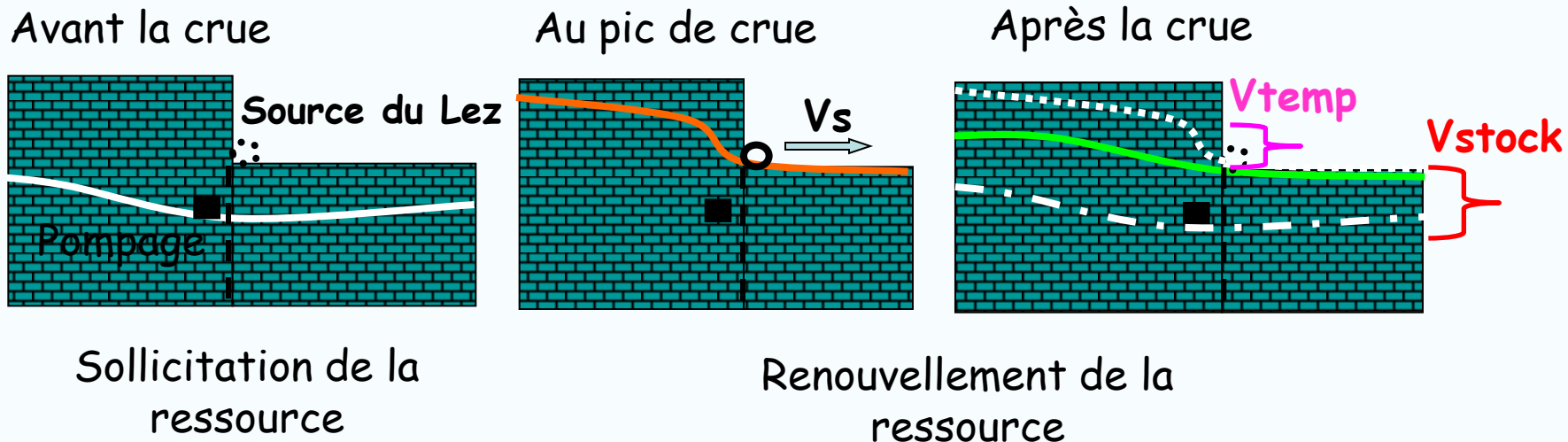
Source du Lez, Topographie Simplifiée

Mazzilli, 2011. Original topography by P. Rousset (G.E.P.S. diving group, 1972)



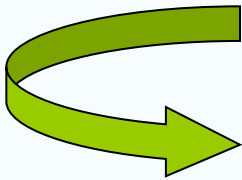
## "Gestion active" de la ressource en eau

Pompage à la source du Lez : Sollicitation des réserves renouvelables  
Augmentation de l'espace disponible pour les eaux météoriques infiltrées



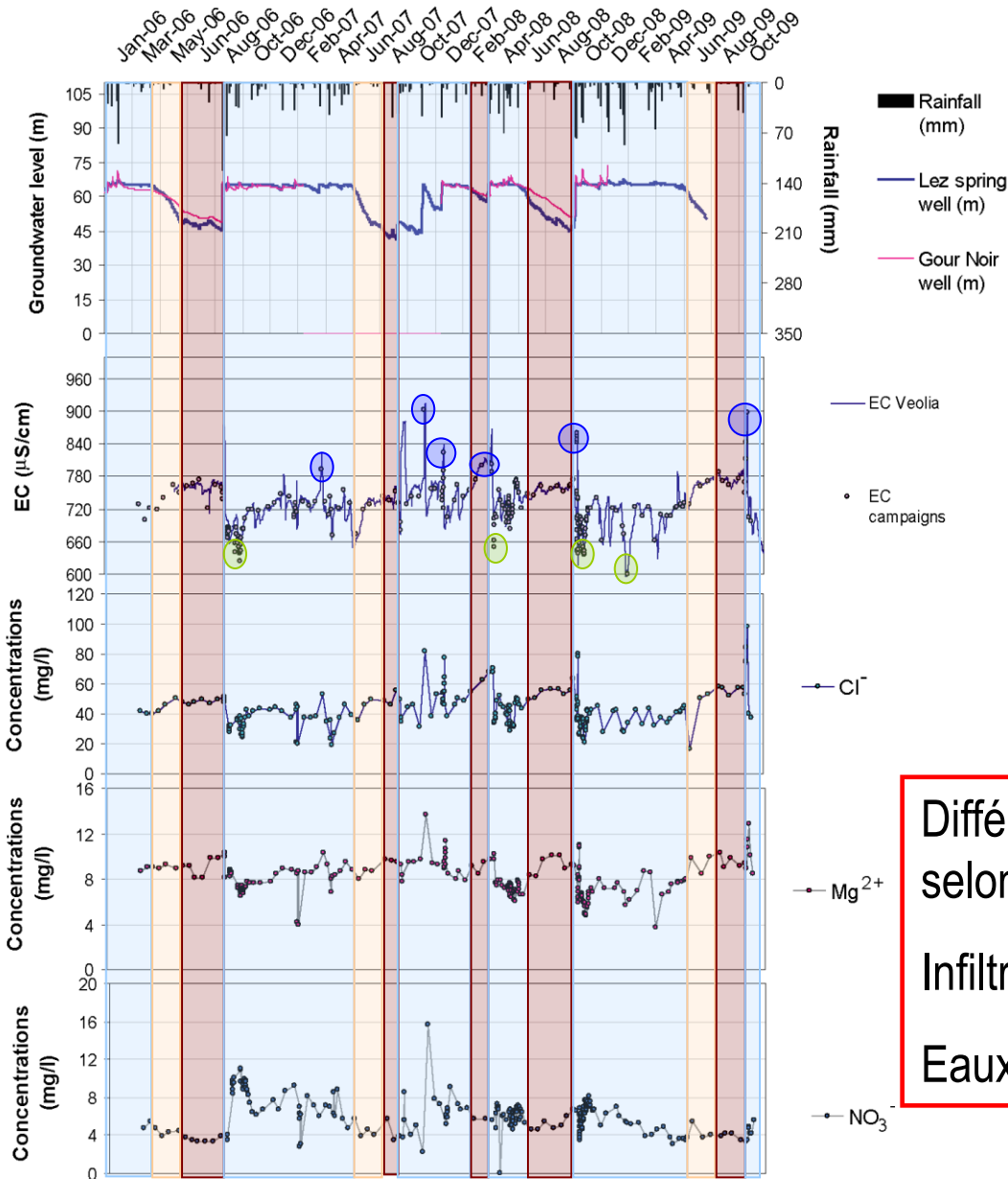
Stockage d'eau par le karst  
Rôle de "barrage écrêteur de crues"

- **Karstification profonde ?**
- **Degré de connectivité du karst ?**



**Apport des données  
hydrochimiques et  
hydrodynamiques**

# Hydrochimie Sce Lez



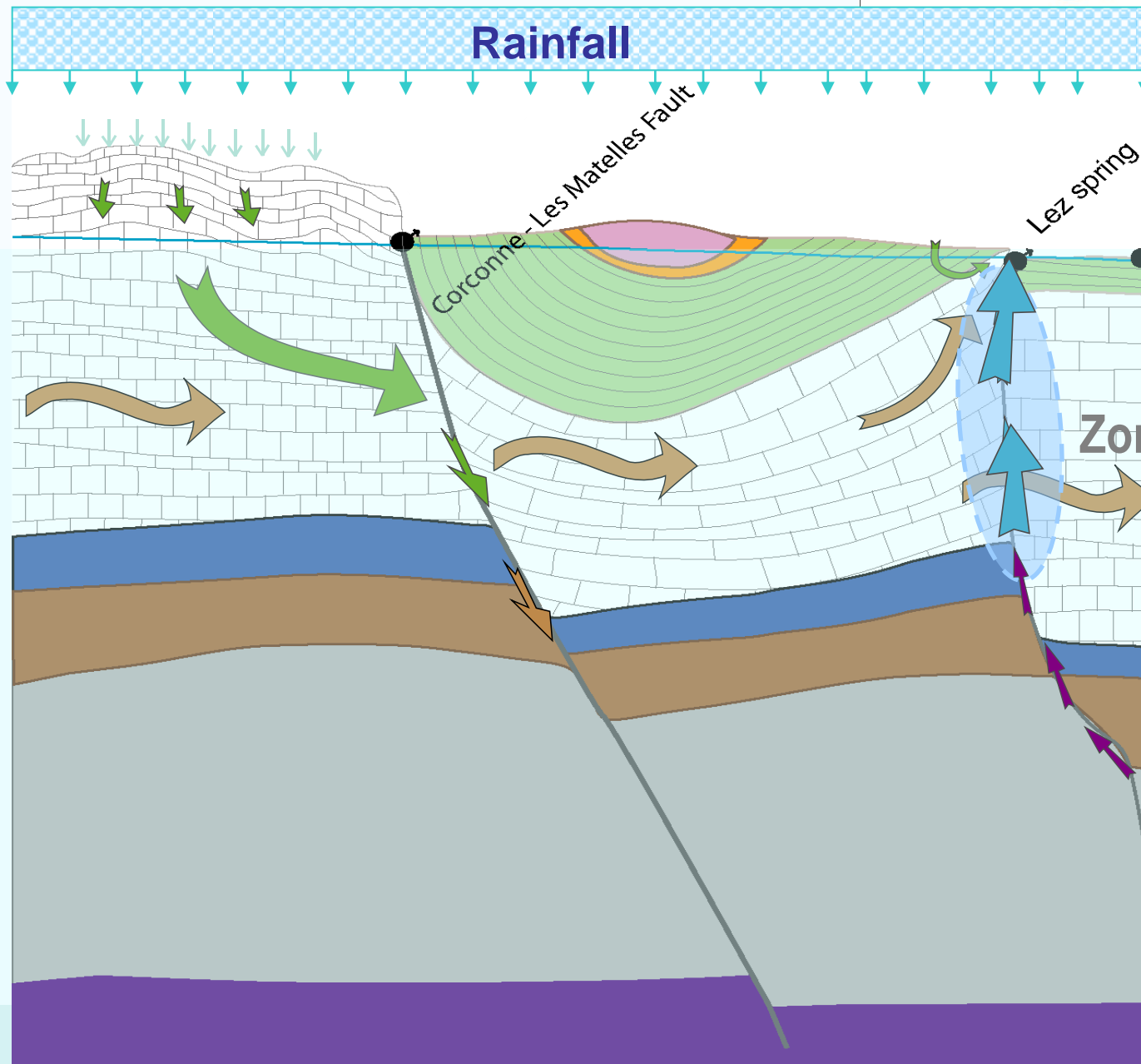
- High waters
- Dropping waters
- Low waters
- Piston-flow waters
- Dilution waters

Différents types d'eau identifiées à l'exutoire selon le contexte hydrologique

Infiltration rapide (COT, fluorescence naturelle)





Eaux anciennes (Cl, Mg..., plus minéralisée)



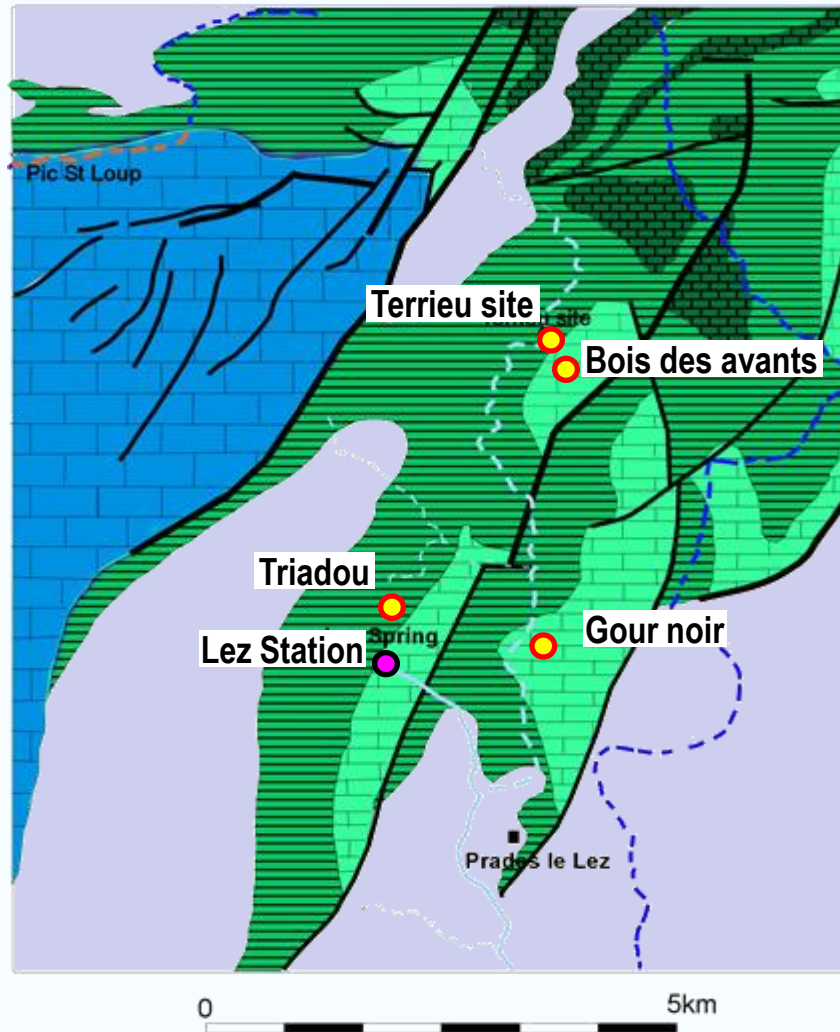





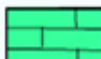
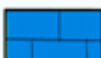



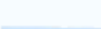
**Zone Tampon**

**Groundwaters  
(Predominant mineralization)**

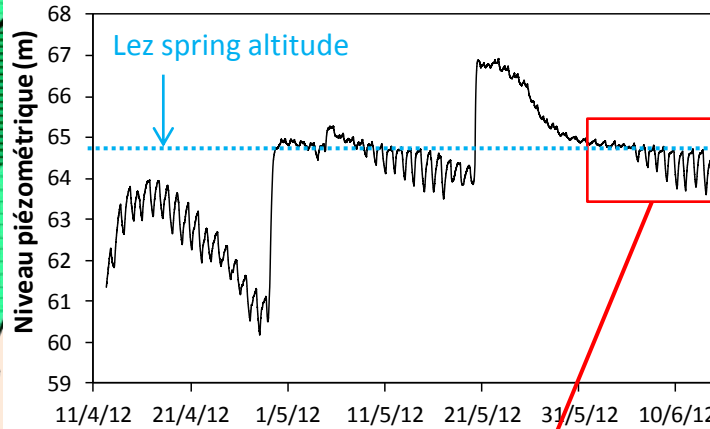
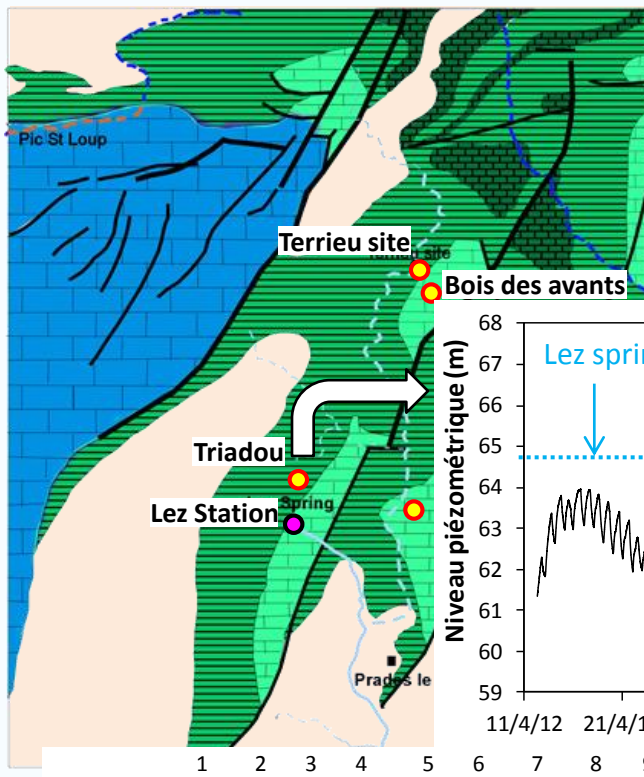
-  Infiltration (diffuse and punctual)
-  Main aquifer
-  Deep rising (shallow buffering zone)
-  Deep rising (deep buffering zone)

# Hydrodynamique – Aquifère du Lez

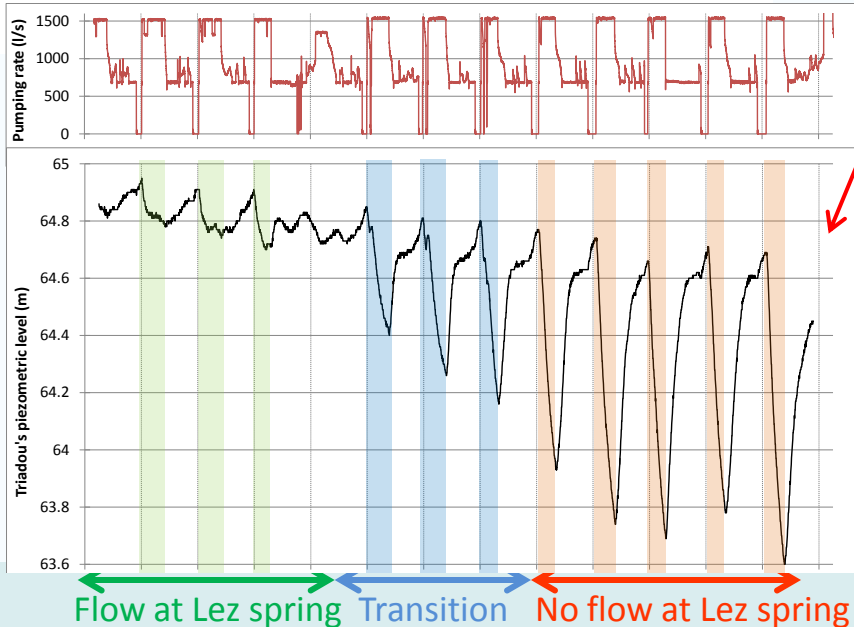


- |   |                           |                              |
|---|---------------------------|------------------------------|
|    | Tertiary                  |                              |
|    | Upper Valanginian         | } Marls and marly limestones |
|    | Lower Valanginian         |                              |
|    | Upper Berriasian          | } Lez aquifer                |
|    | Lower Berriasian          |                              |
|    | Jurassic                  |                              |
|   | Hydrographic Basin of Lez |                              |
|  | Seasonal river            |                              |
|  | Lez river                 |                              |

# Variabilité temporelle

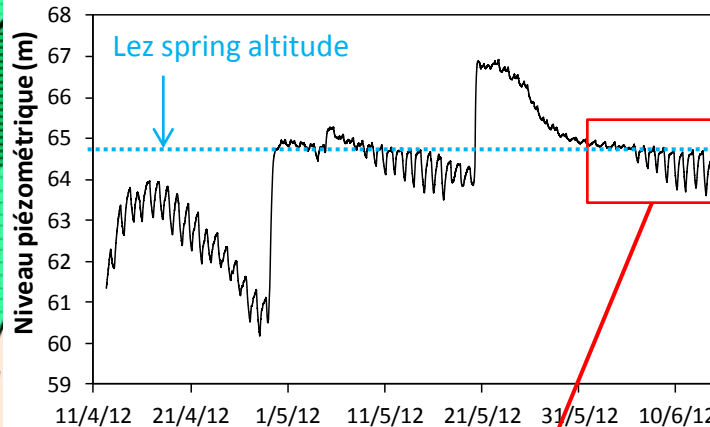
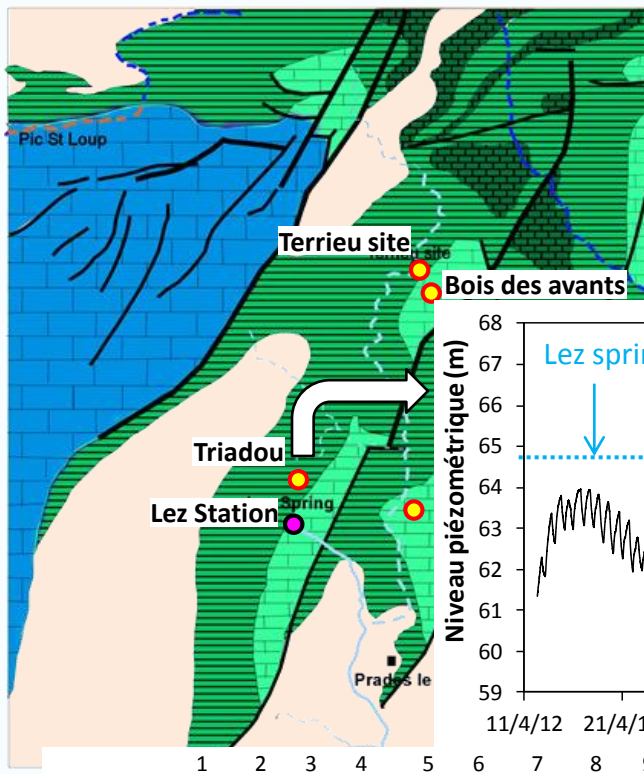


Influence du débordement à la source sur la réponse hydrodynamique au piézomètre du Triadou (amplitudes distinctes)

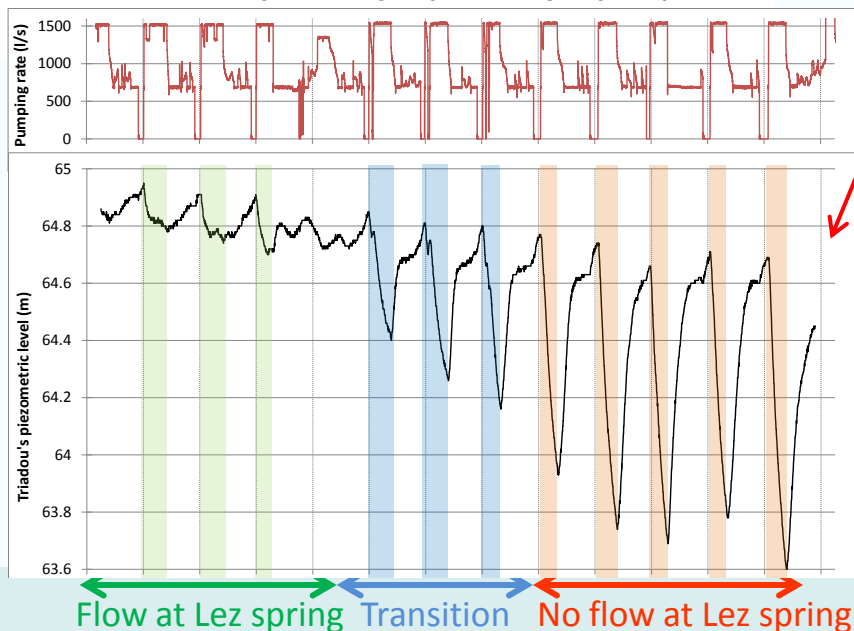




# Variabilité temporelle

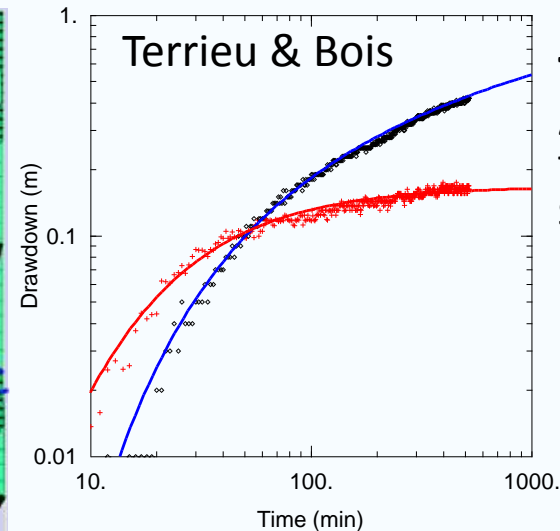
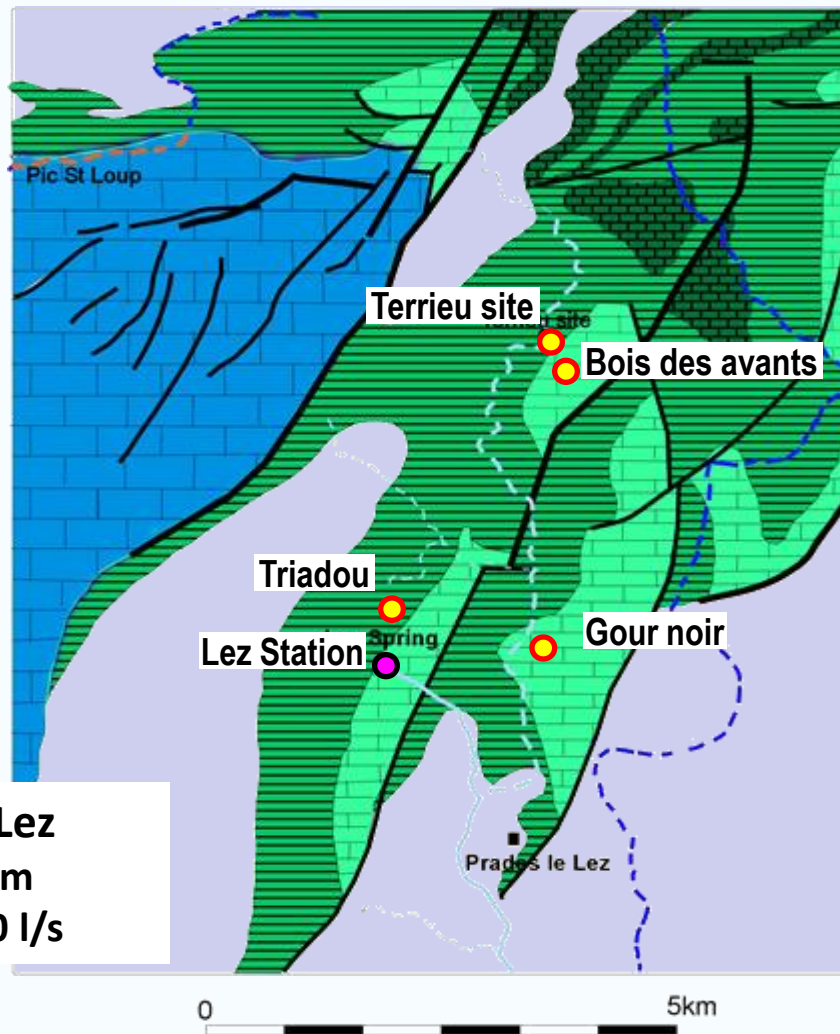


Influence du débordement à la source sur la réponse hydrodynamique au piézomètre du Triadou (amplitudes distinctes)



➤ Même comportement hydrodynamique sur les autres piézomètres

# Propriétés hydrodynamiques et géologie



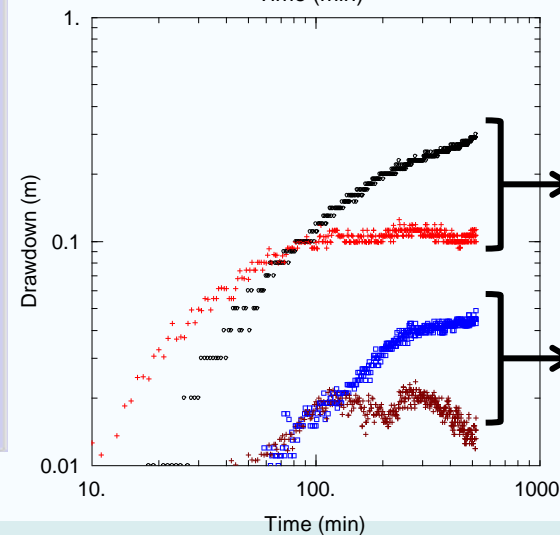
## Terrieu & Bois

$\Delta s = 0.4-0.45 \text{ m}$

$T = 7.7\text{E-}1 \text{ m}^2/\text{s}$

$S = 2.0 \text{ E-}4$

**$D = 3850 \text{ m}^2/\text{s}$**



## Triadou

$\Delta s = 0.3 \text{ m}$

$T = 9.6\text{E-}1 \text{ m}^2/\text{s}$

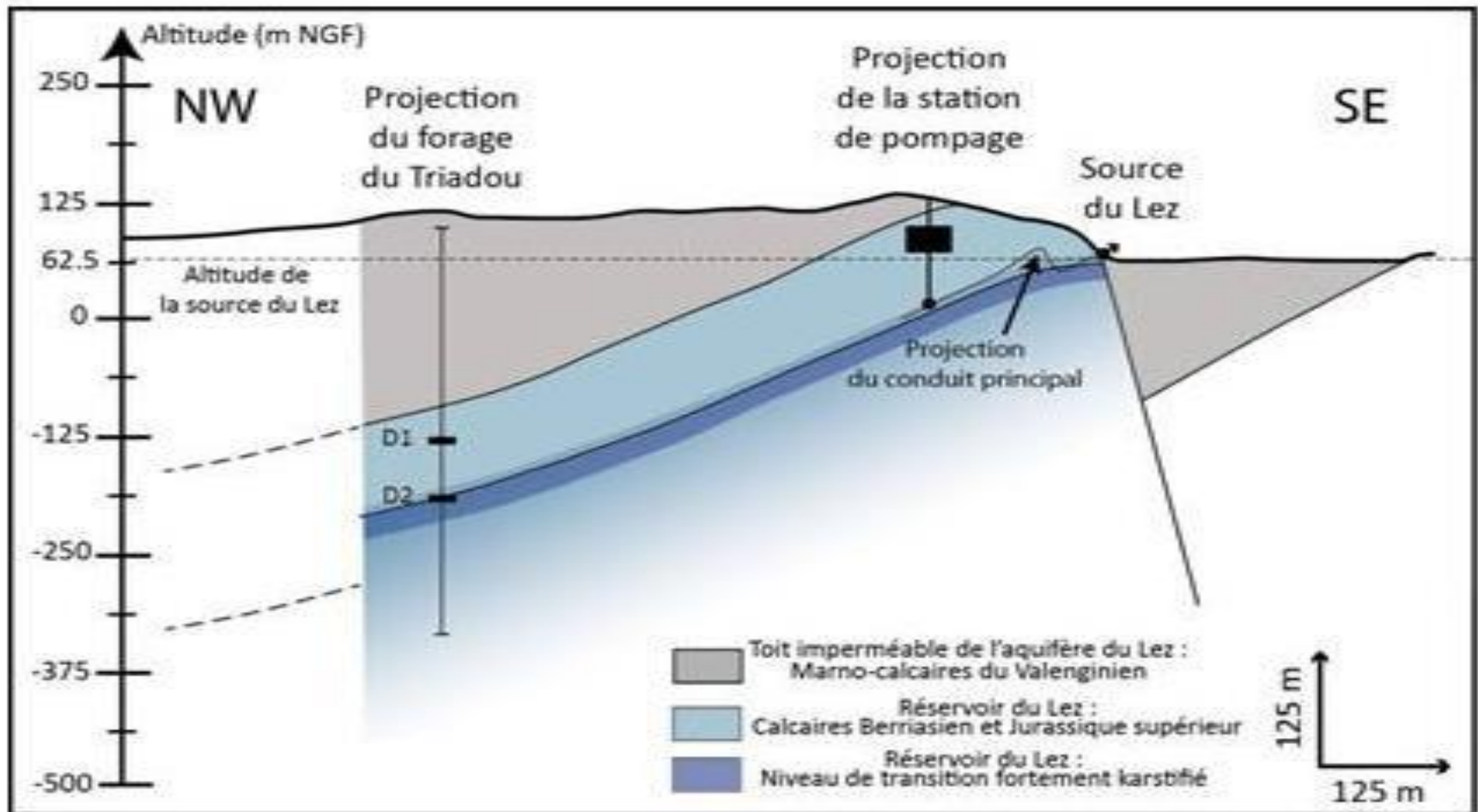
$S = 2.0 \text{ E-}2$

**$D = 47 \text{ m}^2/\text{s}$**

## Gour Noir

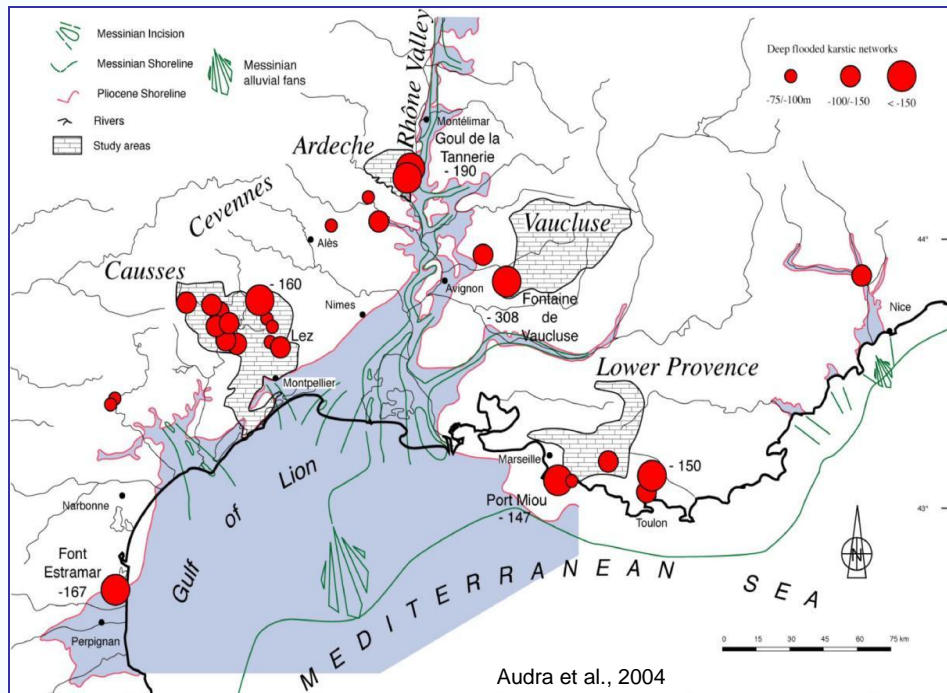
$\Delta s = 0.05 \text{ m}$

# Evidence d'une karstification profonde (~ -200m NGF)





# Conclusion & Perspectives



● Une évolution paléo-géographique propre au pourtour méditerranéen

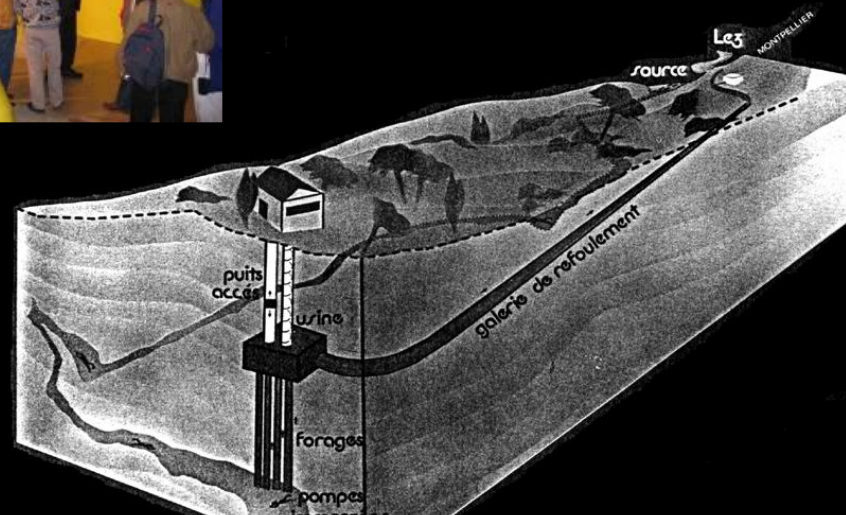
- ✓ Karsts profonds
- ✓ Fortes interrelations karst/rivières

● Des potentialités importantes pour l'AEP future

● Possibilité de substituer les prélèvements en surface par un prélèvement dans le karst lorsque le cours d'eau est en déséquilibre quantitatif

- ✓ Bassin du Lez (1982) : Quatre forages recoupant le drain collecteur & débit réservé
- ✓ Bassin du Calavon : Deux forages (2005 & 2008) à grande profondeur (600 m)





Lez en crue – Prades le Lez  
Photos : H. Jourde