



*Avec le soutien financier de :*

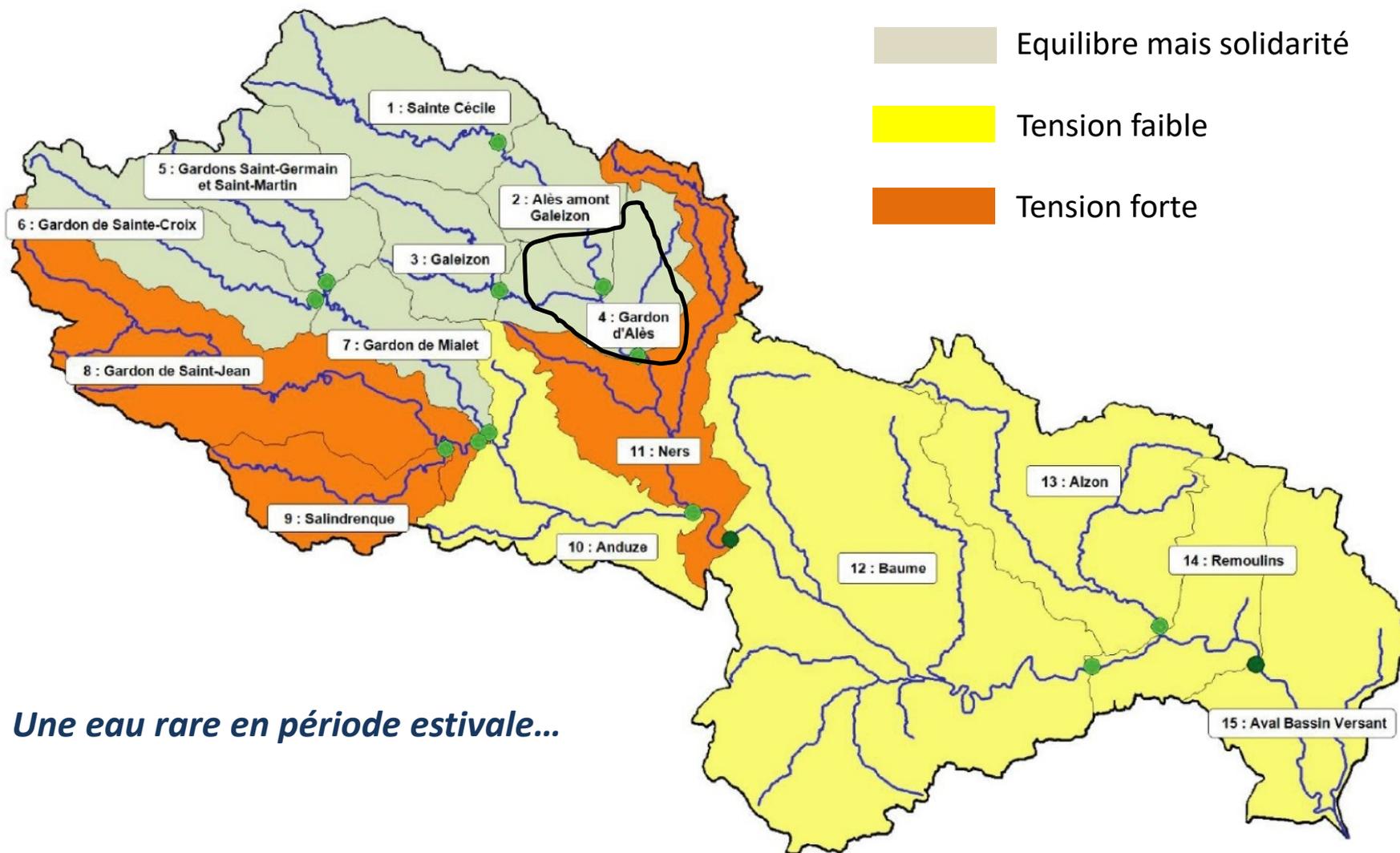


# GESTION QUANTITATIVE DE LA RESSOURCE EN EAU DU BASSIN VERSANT DES GARDONS

## Etude hydrogéologique des karst hettangien et urgonien

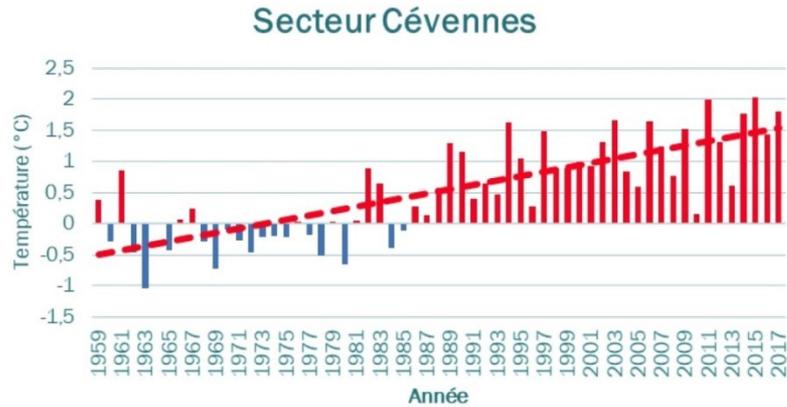


# Un bassin versant sous tensions



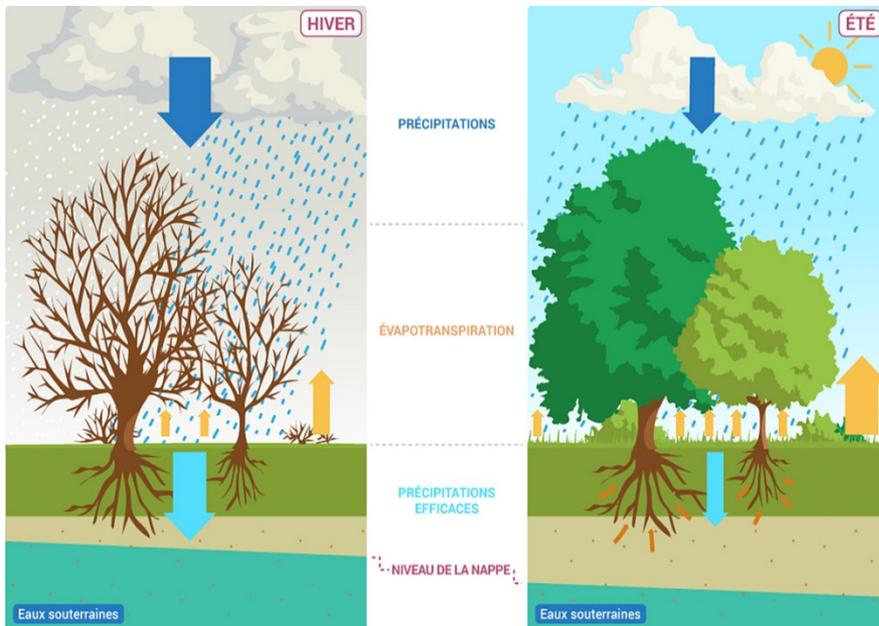
*Une eau rare en période estivale...*

# Des ressources en eau qui vont diminuer



+ 2,1°C pour le secteur Cévennes

*Demain, une eau encore plus rare en période estivale...*



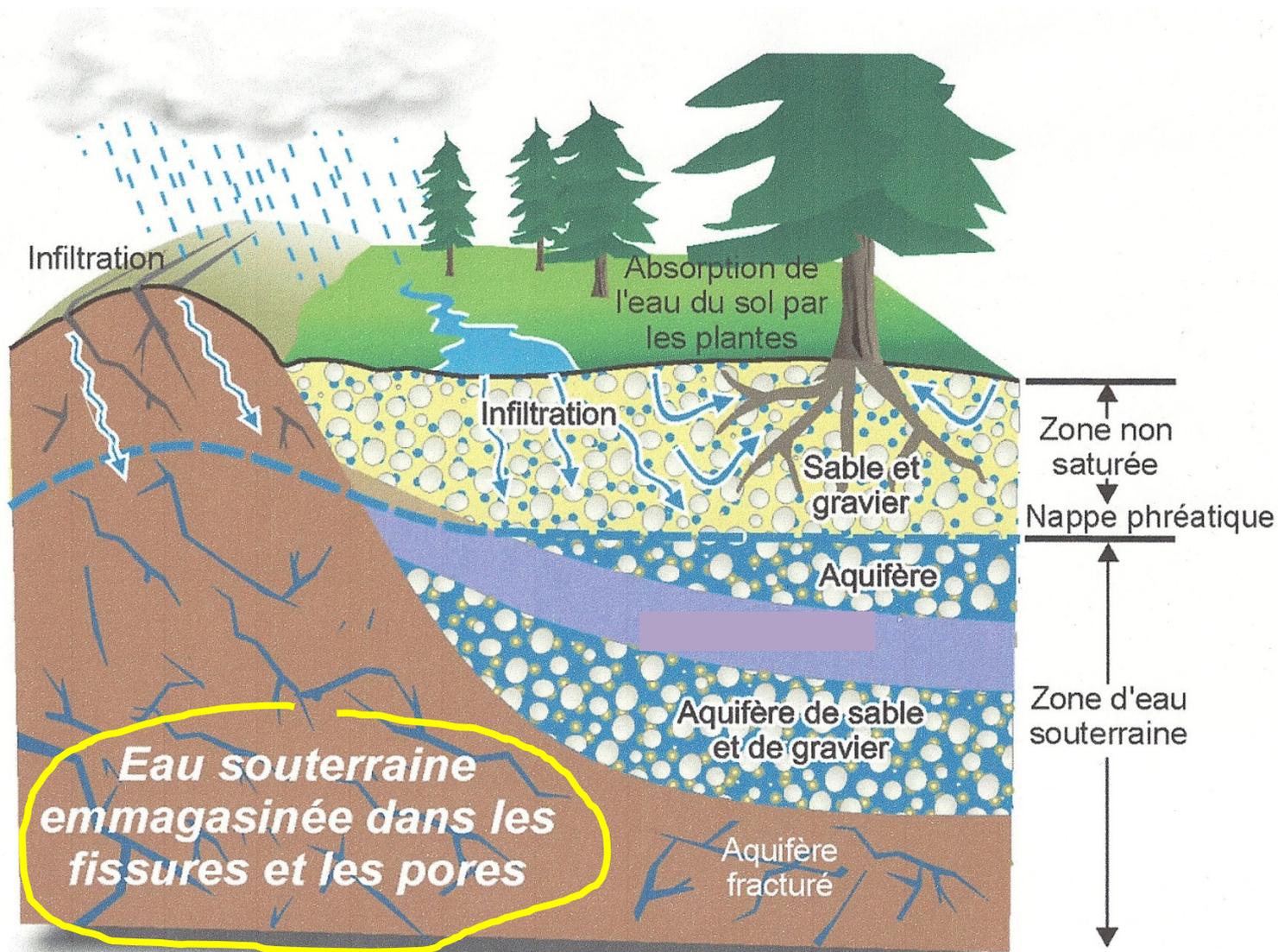
# Pourquoi cette étude ?



*De la nécessité de  
bien comprendre les  
relations entre l'eau  
visible et l'eau  
« invisible » ...*

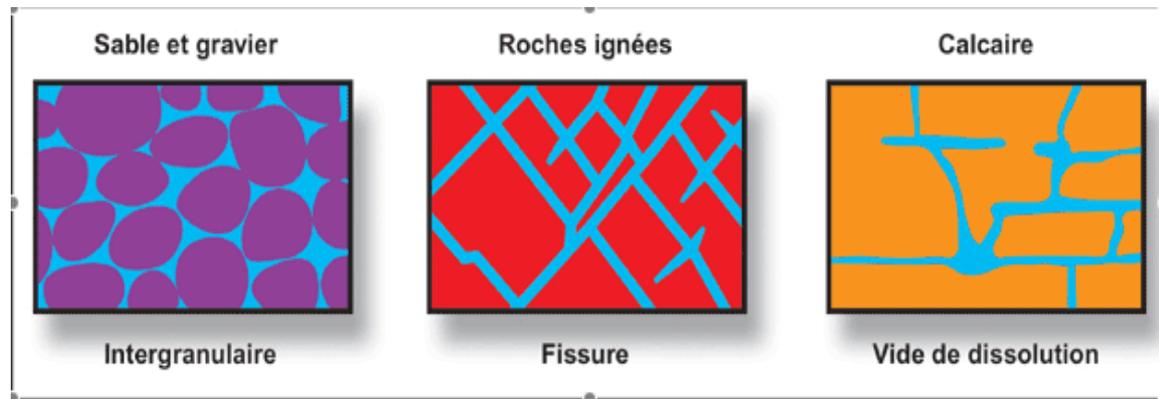


# D'où viennent les eaux souterraines ?



# Comment l'eau circule sous terre ?

Roches	Impacts sur les réservoirs
Roches meubles (alluvions, sables et graviers) Roches karstifiées (calcaires affectés par la dissolution)	Bons réservoirs !
Roches fissurées plutoniques ou volcaniques	Réservoirs médiocres
Roches imperméables (argiles et marnes)	Mauvais réservoirs !



# Quels réservoirs dans votre bassin versant ?



- Des roches peu perméables  
(roches de socle des Cévennes, amont de La Grand Combe)



- Des calcaires plus ou moins karstifiés  
(Calcaires jurassiques entre La Grand Combe et Alès, puis urgoniens dans les gorges du Gardon de Dions à Collias)

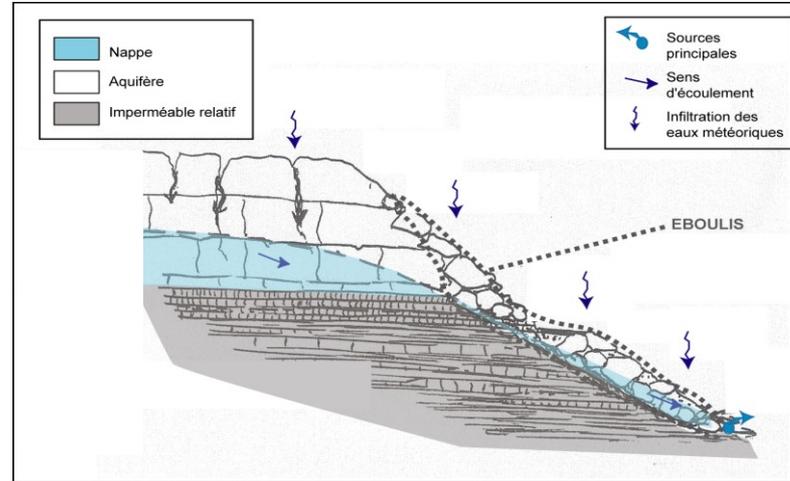


- Des alluvions, plus ou moins graveleuses, plus ou moins argileuses  
(dans tous les fonds de vallée)

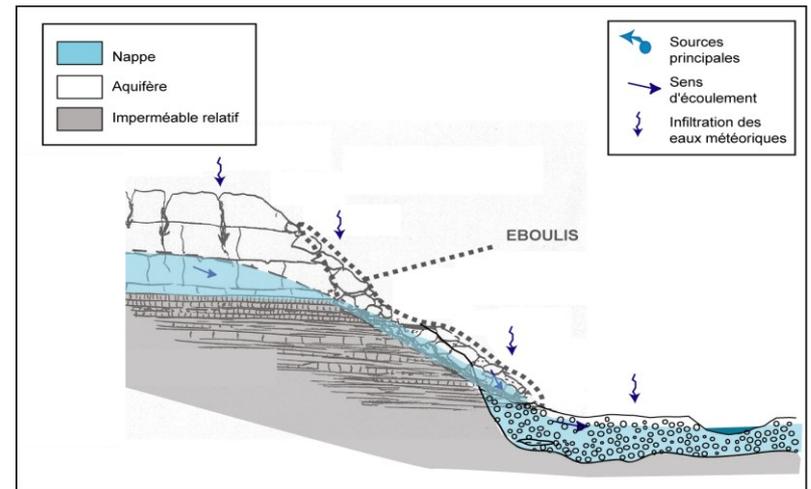
***Jurassique, Hettangien, Urgonien, quesaco ??***

# Où vont les eaux souterraines ?

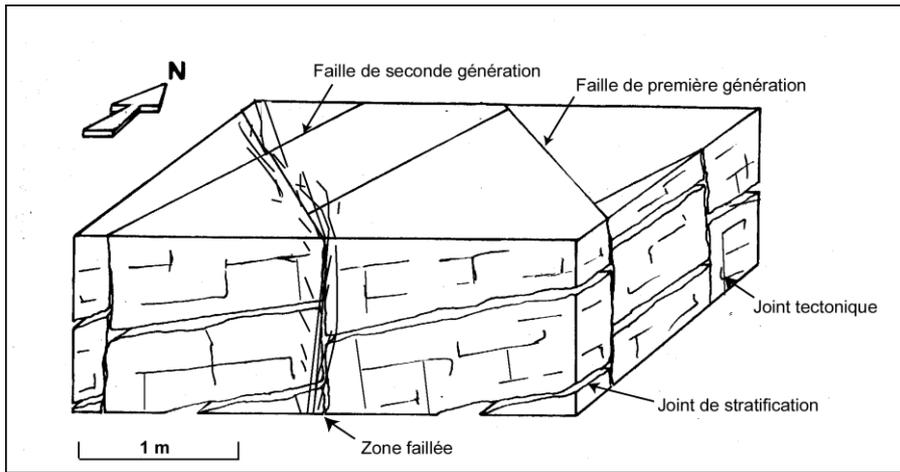
*Ce que l'on voit : les sources !*



*Et ce que l'on ne voit pas : les retours masqués aux cours d'eau*



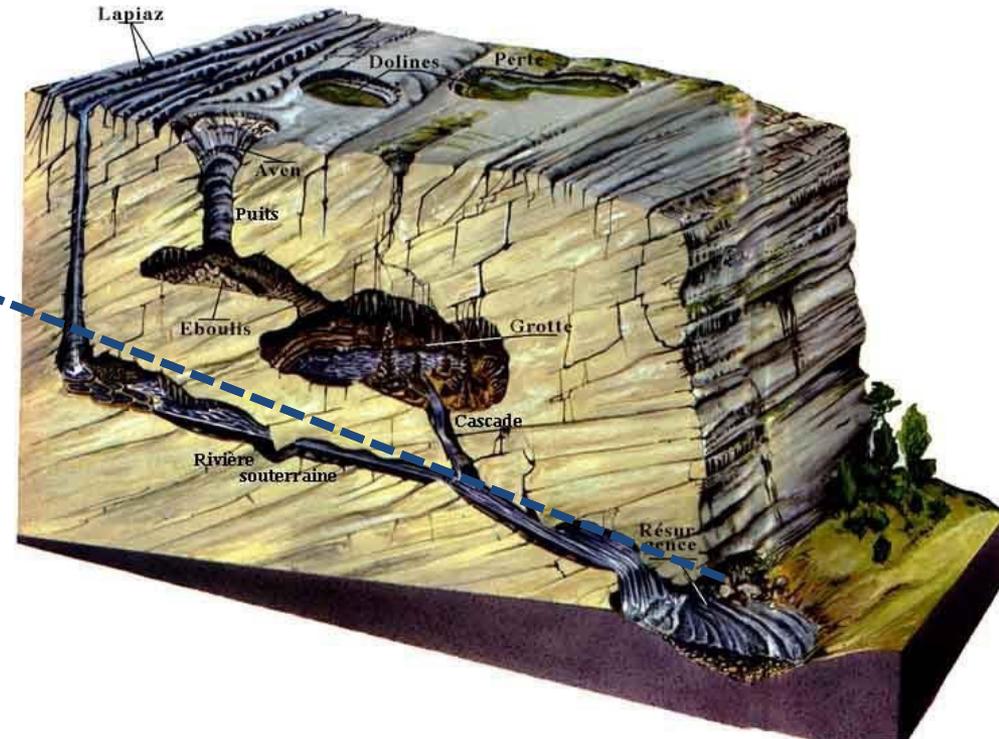
# C'est quoi un karst ?



**D'un milieu fissuré à un système d'écoulements organisés dans des réseaux de fissures élargies.....**

Au moins 30 000 ans

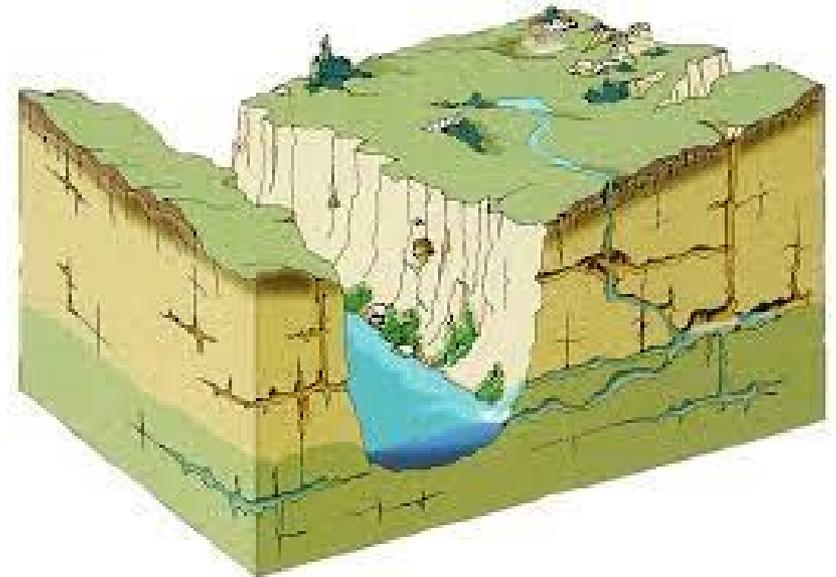
Niveau piézométrique

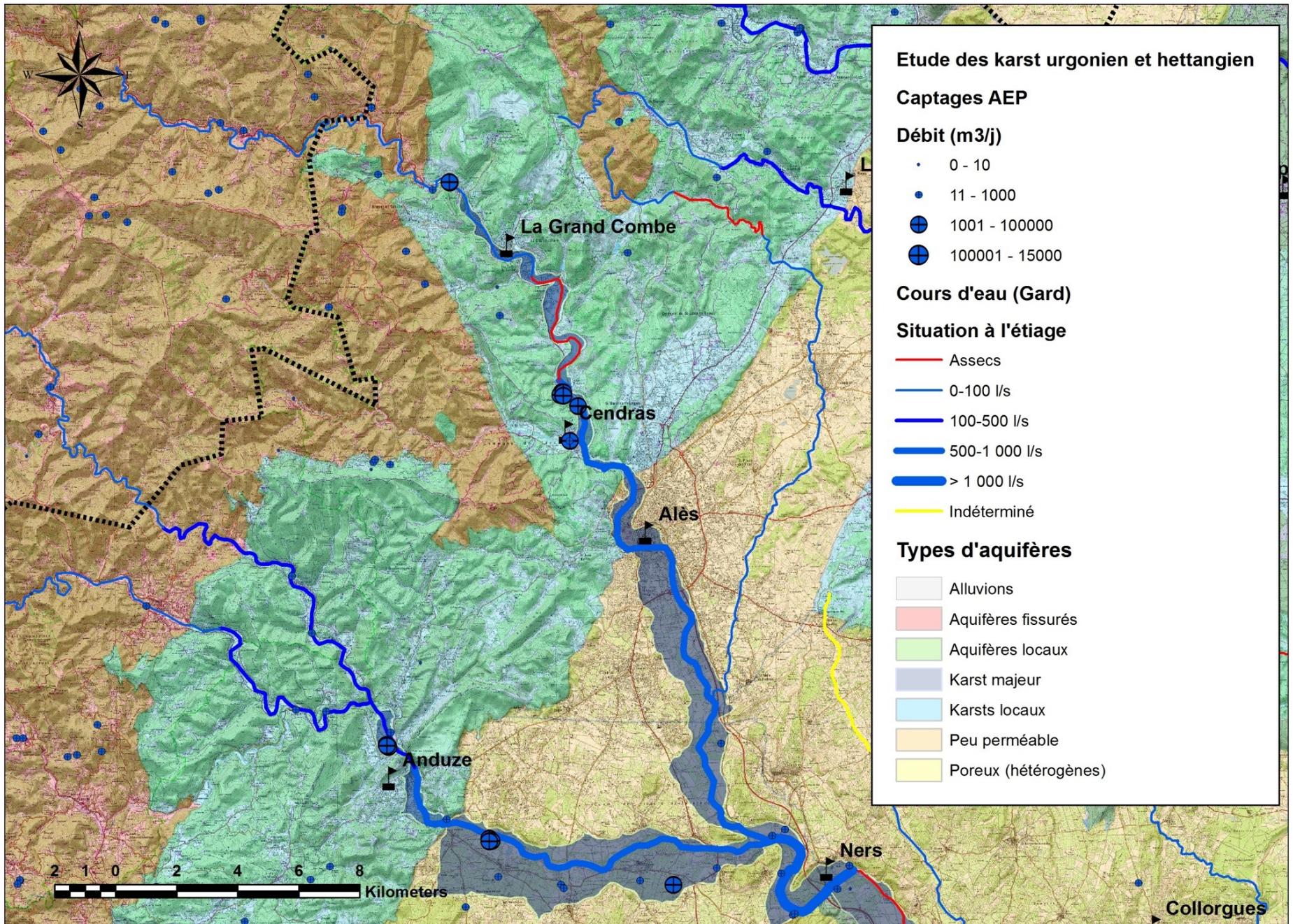


# Karst et Gardon



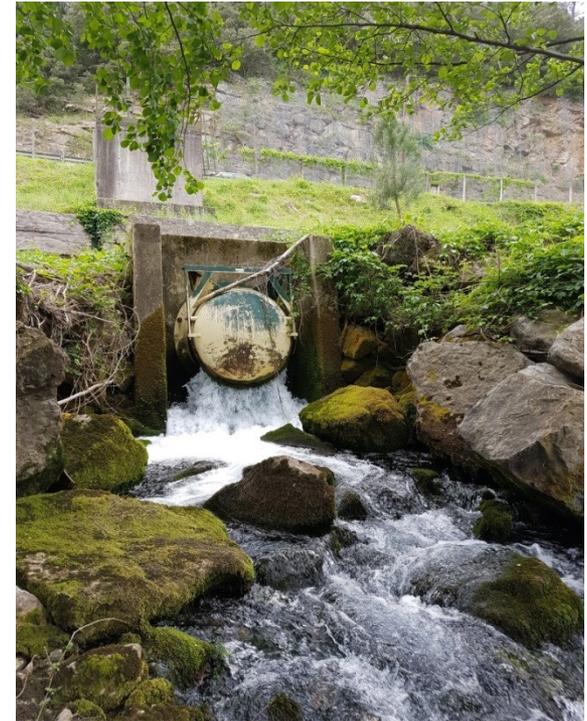
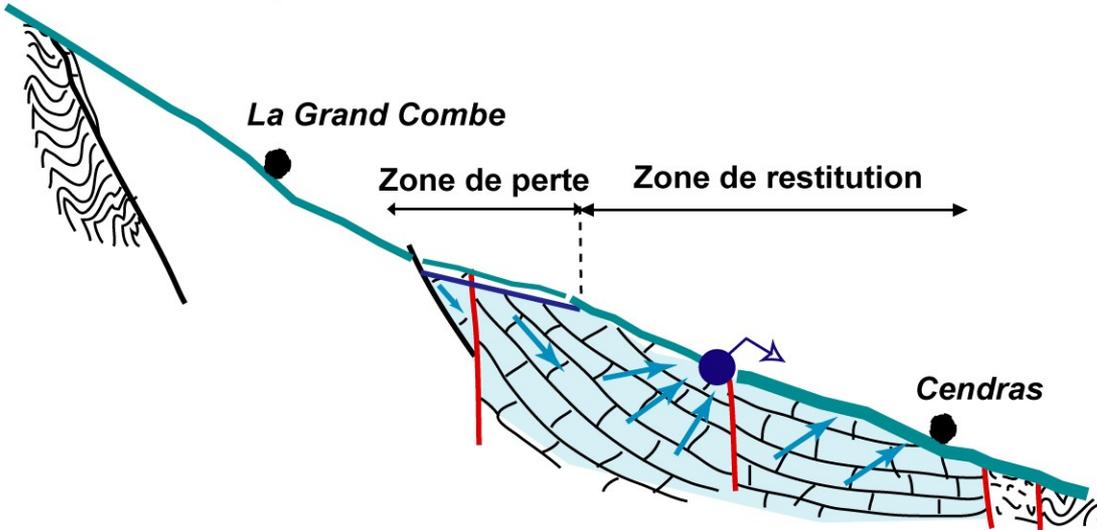
**Et au milieu de la nappe coule  
une rivière...**



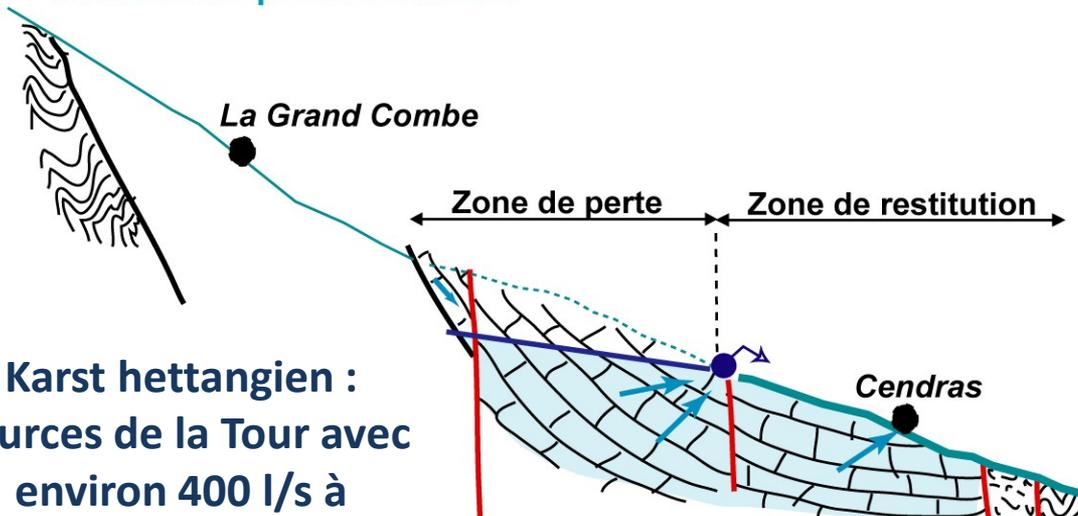


# Pertes et restitutions d'un système karstique

## Situation hors période estivale



## Situation en période estivale



**Karst hettangien :**  
sources de la Tour avec  
environ 400 l/s à  
l'étiage



# Un enjeu fort en termes d'aménagement du territoire

- **Un territoire en tensions sur la ressource en eau (ZRE, EVP et PGRE).**
- **Des besoins futurs pour répondre au défi du changement climatique.**
- **Un besoin de compréhension sur les relations entre eaux souterraines et eaux superficielles.**



Des questions ??

# Quels sont les enjeux opérationnels ?

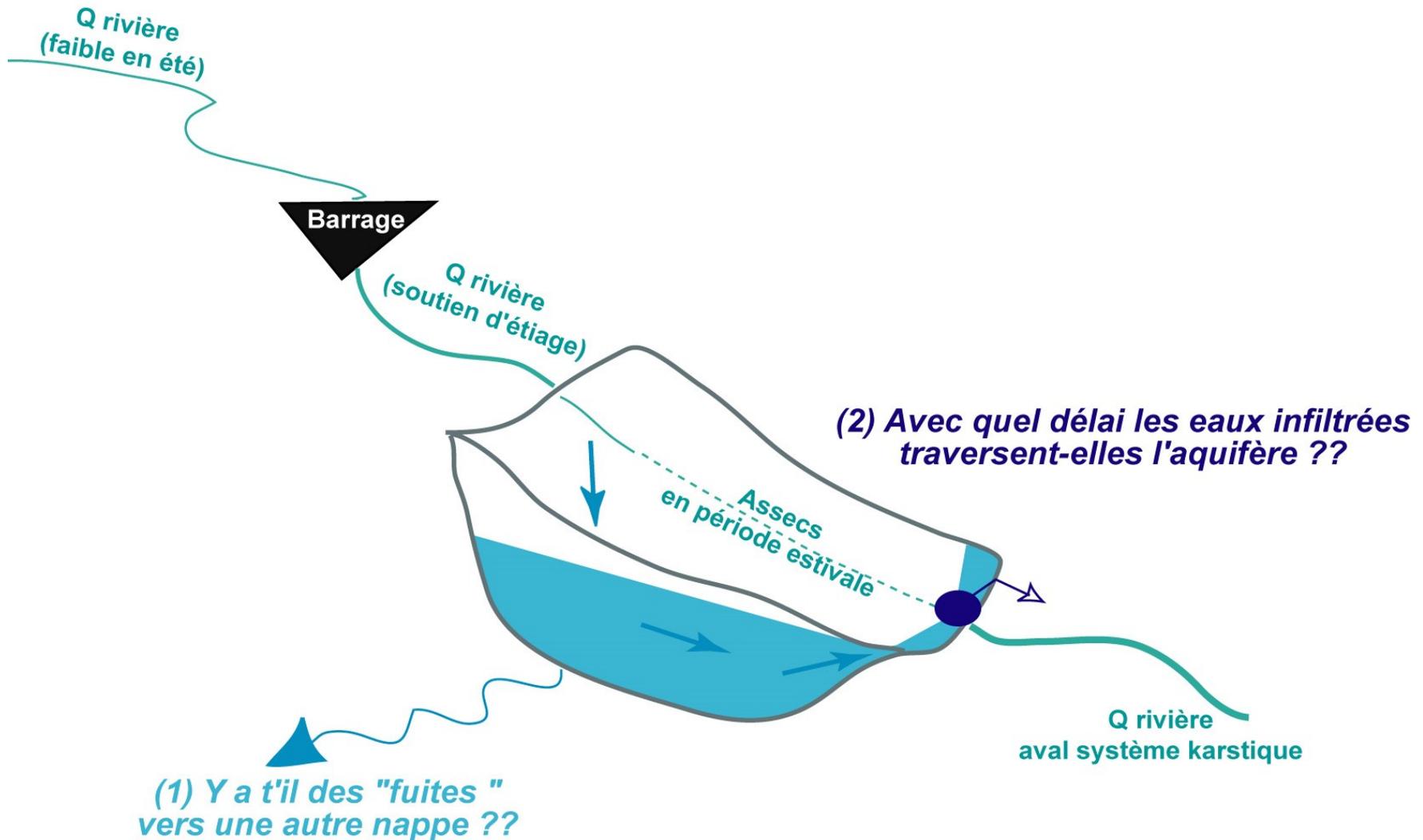
## Deux questions centrales :

- ✓ Quel est l'impact d'un prélèvement par forage sur ces débits ?
- ✓ Quel est l'effet du soutien d'étiage du barrage de St Cécile ?

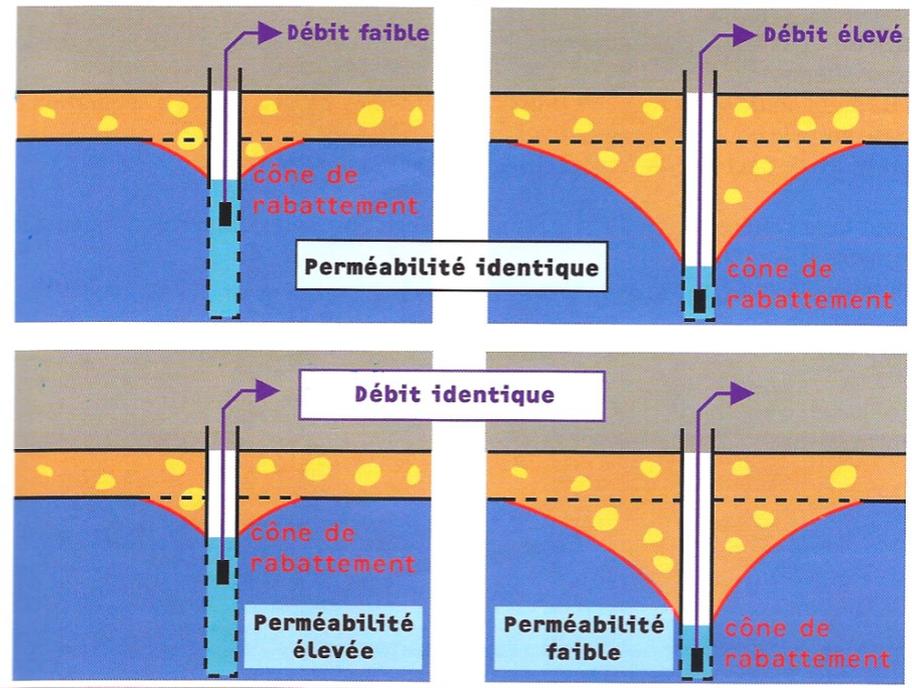
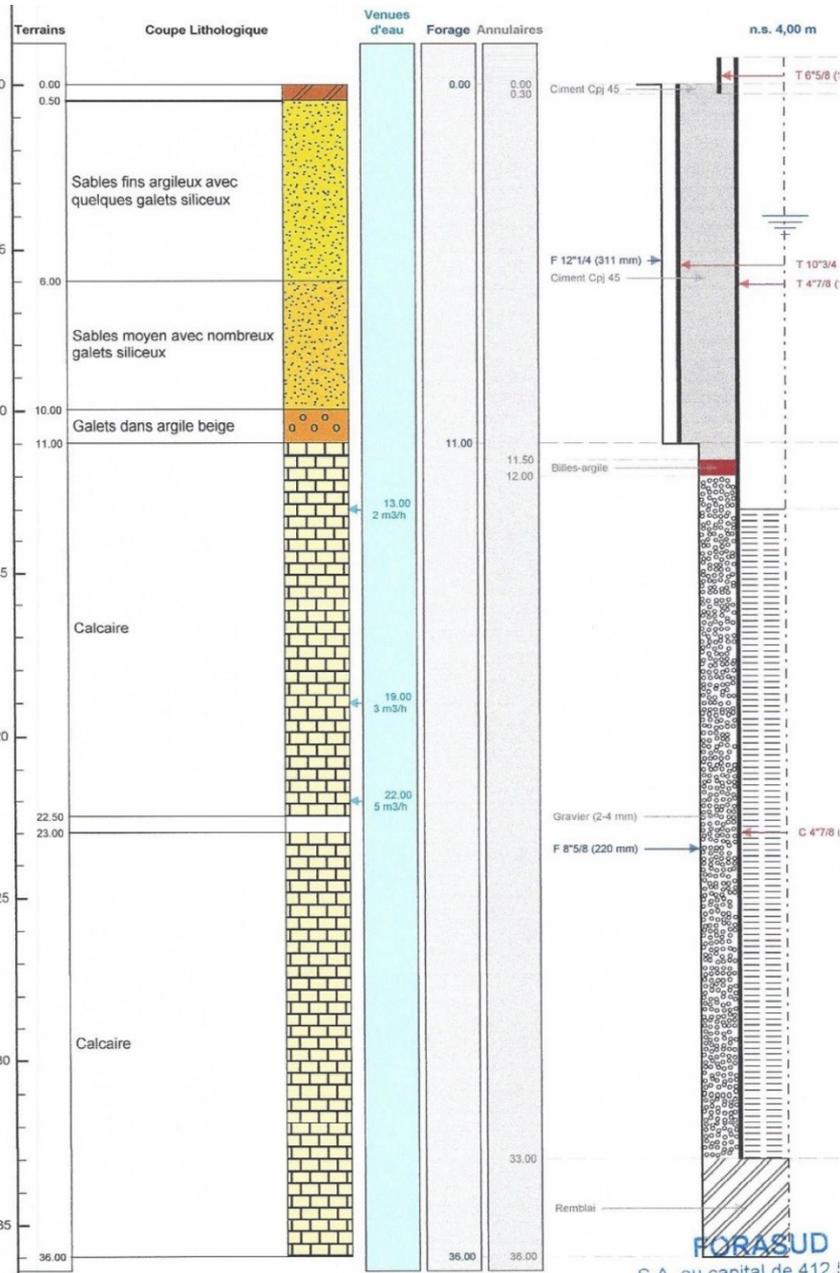
*La nécessité de bien comprendre ces aquifères souterrains pour proposer un diagnostic robuste.*



# Quels sont les enjeux autour du soutien d'étiage ?

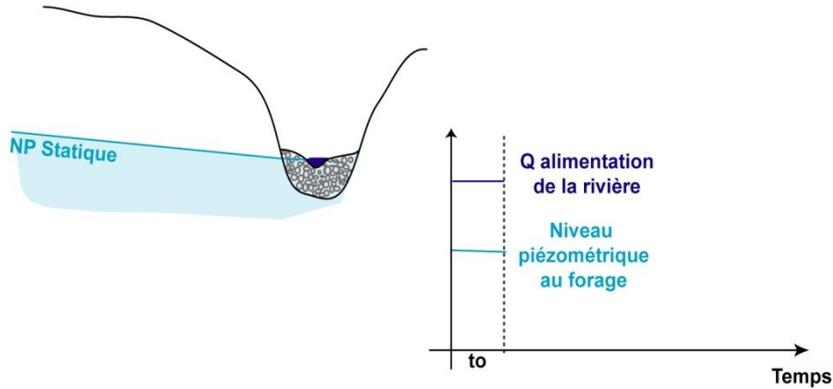


# Quel est l'effet d'un pompage sur une nappe ?

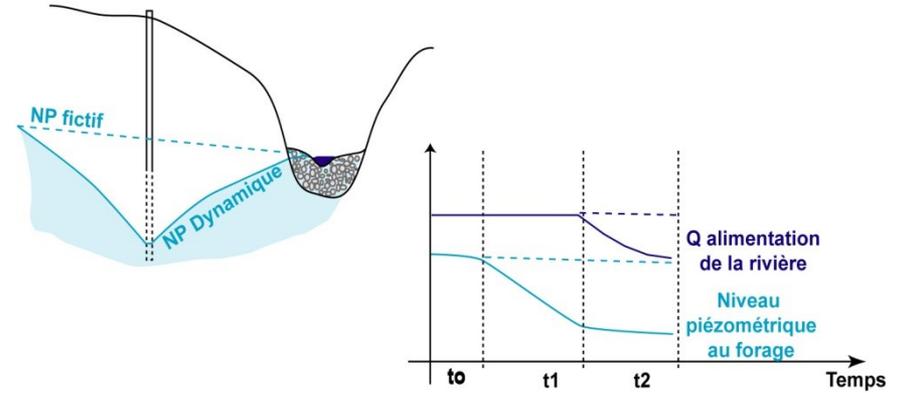


# Quel est l'effet d'un pompage sur une nappe ?

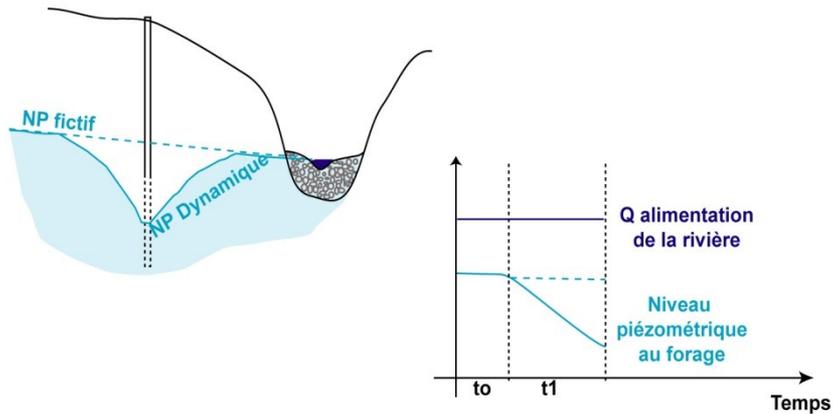
t<sub>0</sub> - Situation avant pompage



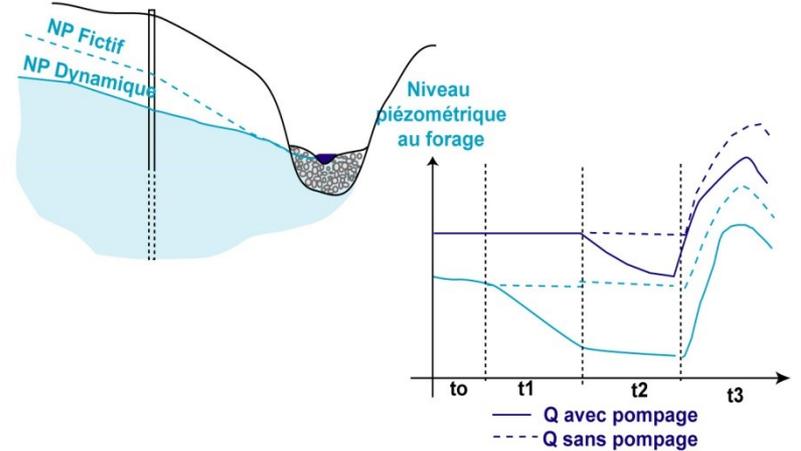
t<sub>2</sub> - Pseudo stabilisation du rabattement



t<sub>1</sub> - pompage avec déstockage des réserves

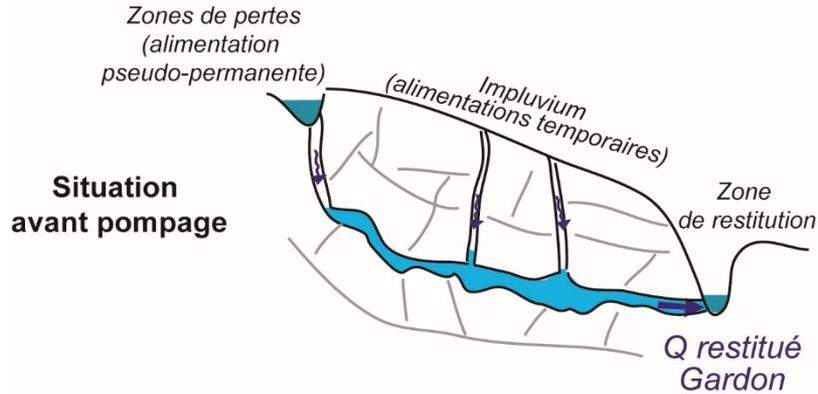


t<sub>3</sub> - Impact des infiltrations météoriques

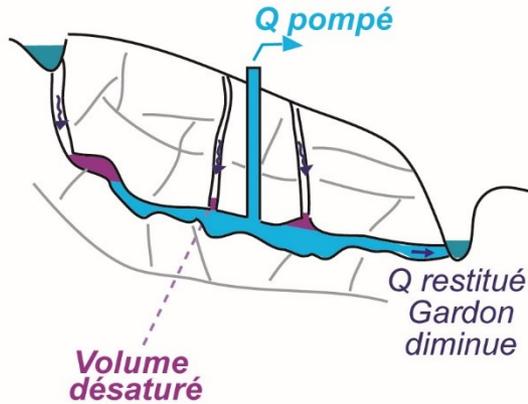


# Quel est l'effet d'un pompage sur une nappe karstique ?

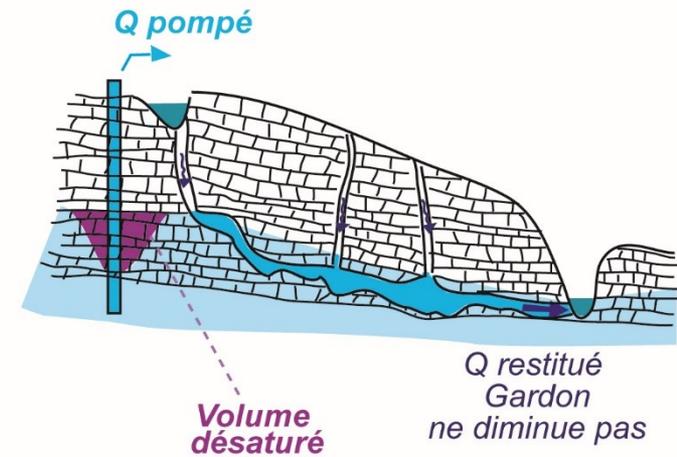
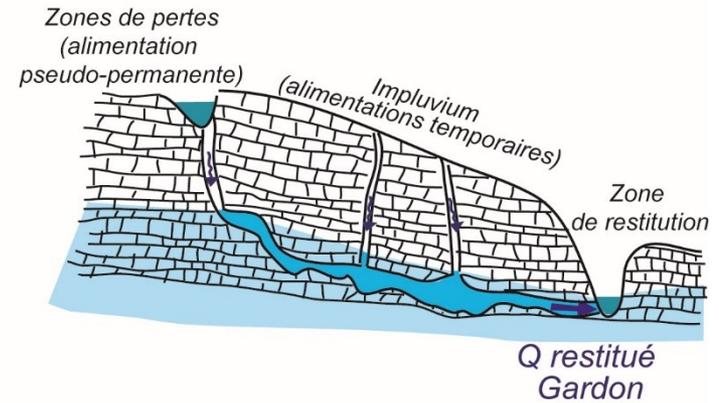
## Milieux à porosité matricielle faible



**Situation en pompage**



## Milieux à porosité matricielle forte



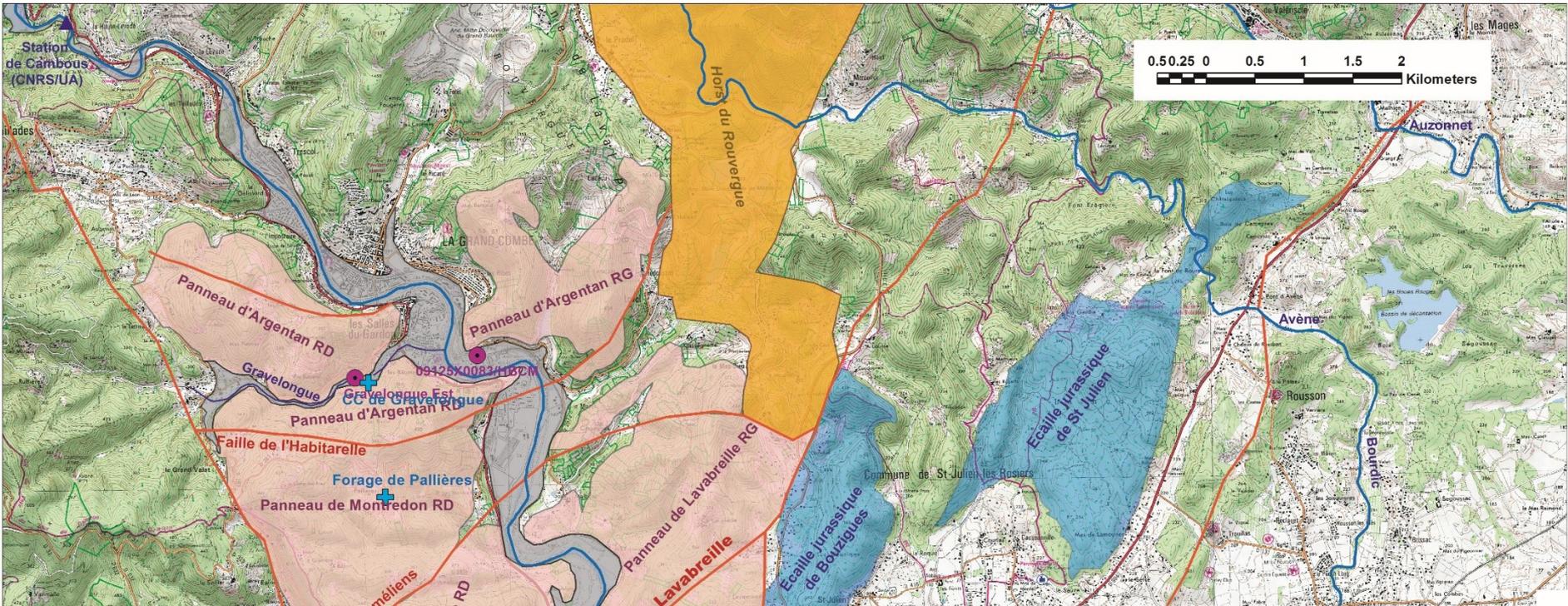
# Que faut il connaître pour prélever de l'eau ?

- Débits des pertes des cours d'eau.
- Autres modalités de recharge.
- Chemins souterrains de l'eau.
- Modalités d'exutoire des eaux souterraines : Quand ? Où ?
- « porosité » des roches.



**Des questions ??**

# KARST HETTANGIEN

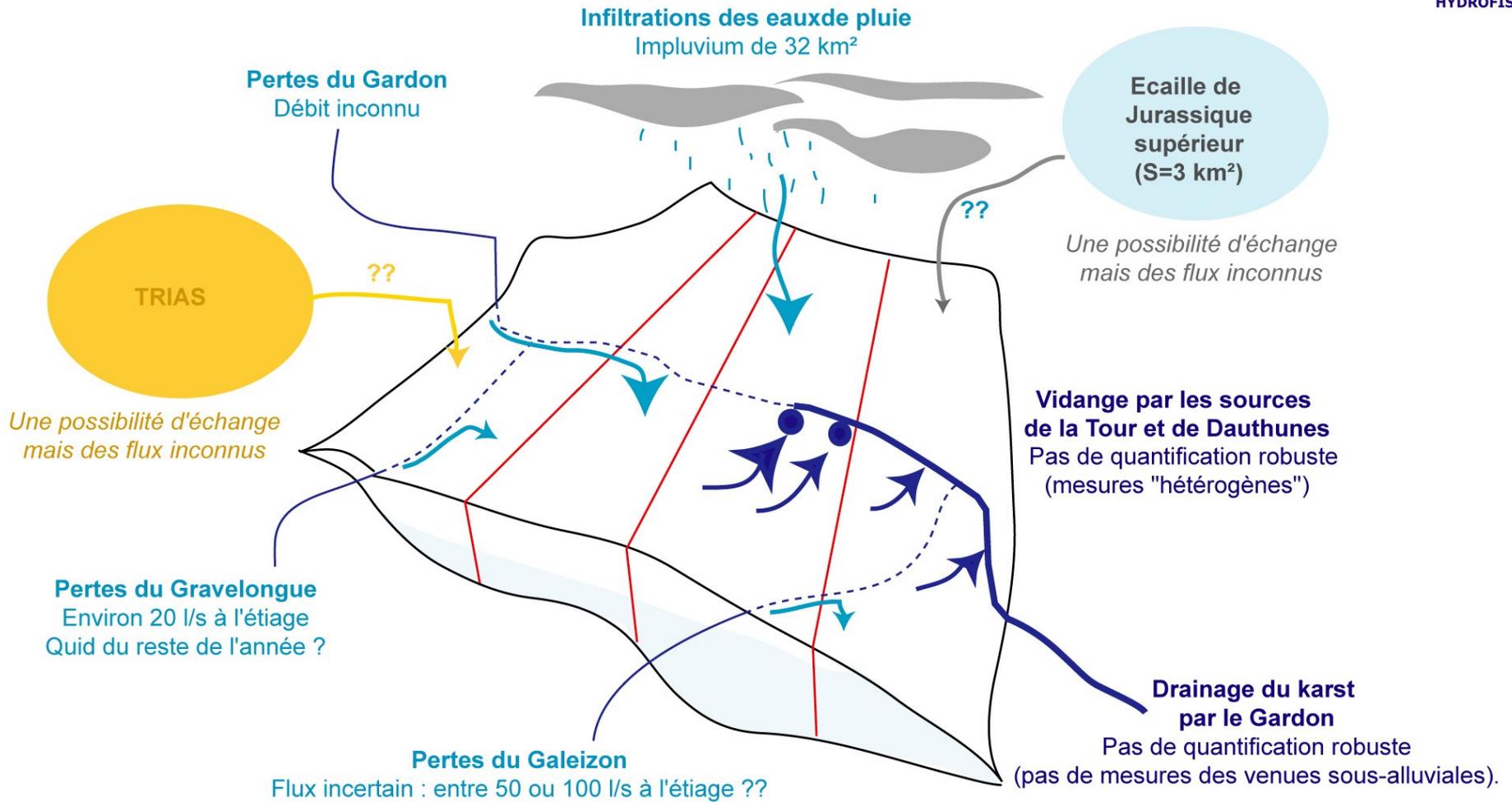


**SYSTEME KARSTIQUE LIASIQUE DRAINE PAR LE GARDON**  
**Dispositif actuel de surveillance de l'aquifère**

-  Failles majeures
-  Alluvions quaternaires
-  Panneaux tectoniques du karst liasique
-  Horst (Stéphanien)
-  Impluviums du Jurassique supérieur
-  Piézomètres/suivi actuel
-  Prélèvements AEP
-  Station hydrométrique



# Karst hettangien : connaissances en début d'étude



# Le contenu technique de l'étude



- Synthèse des données structurales.
- Synthèse des études antérieures et des données historiques.
- Réalisation de piézomètres.
- Equipement de piézomètres .
- Suivi des débits d'étiage avec 4 séries de mesures durant les étés 2016, 2017 et 2018.
- Observations des dynamiques d'assecs.
- Expérience de traçage.
- Campagnes d'analyses géochimiques.
- Etude géomorphologique.
- Exploitation des données CNRS/UA.

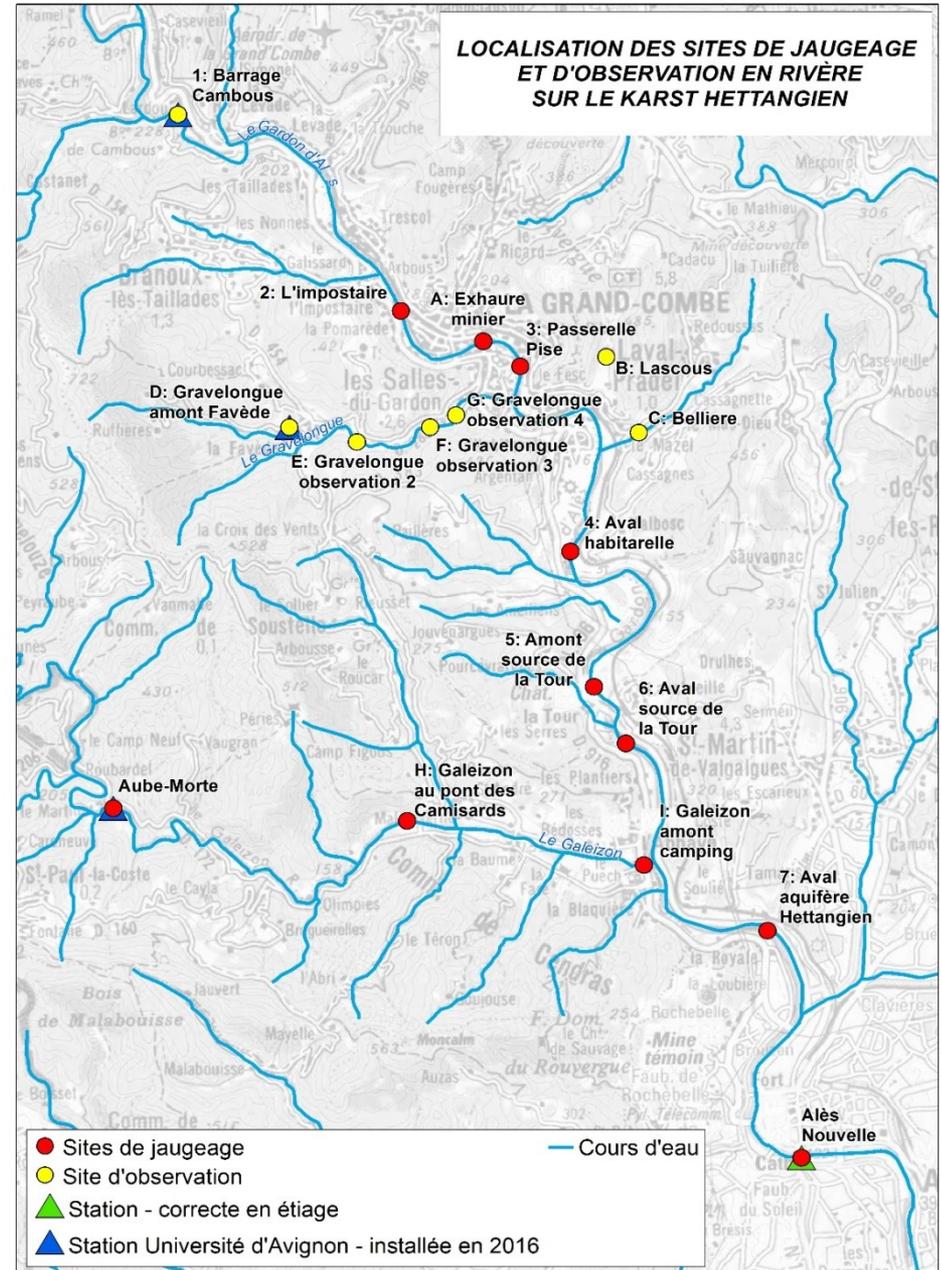


SYNDICAT D'ADDUCTION D'EAU  
DE L'AVENE

# Les mesures de débit en rivière



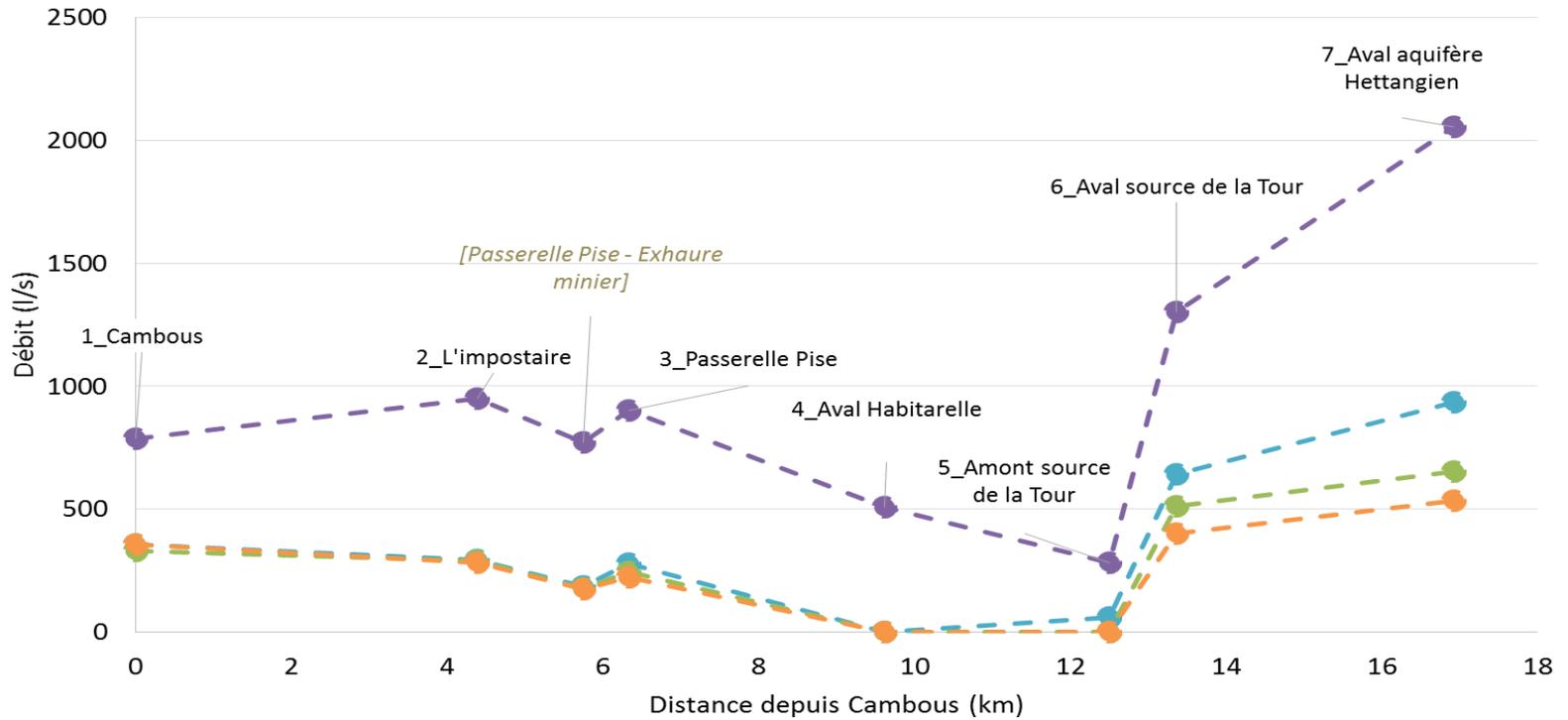
Mesures de débits au  
courantomètre  
+Températures et conductivités



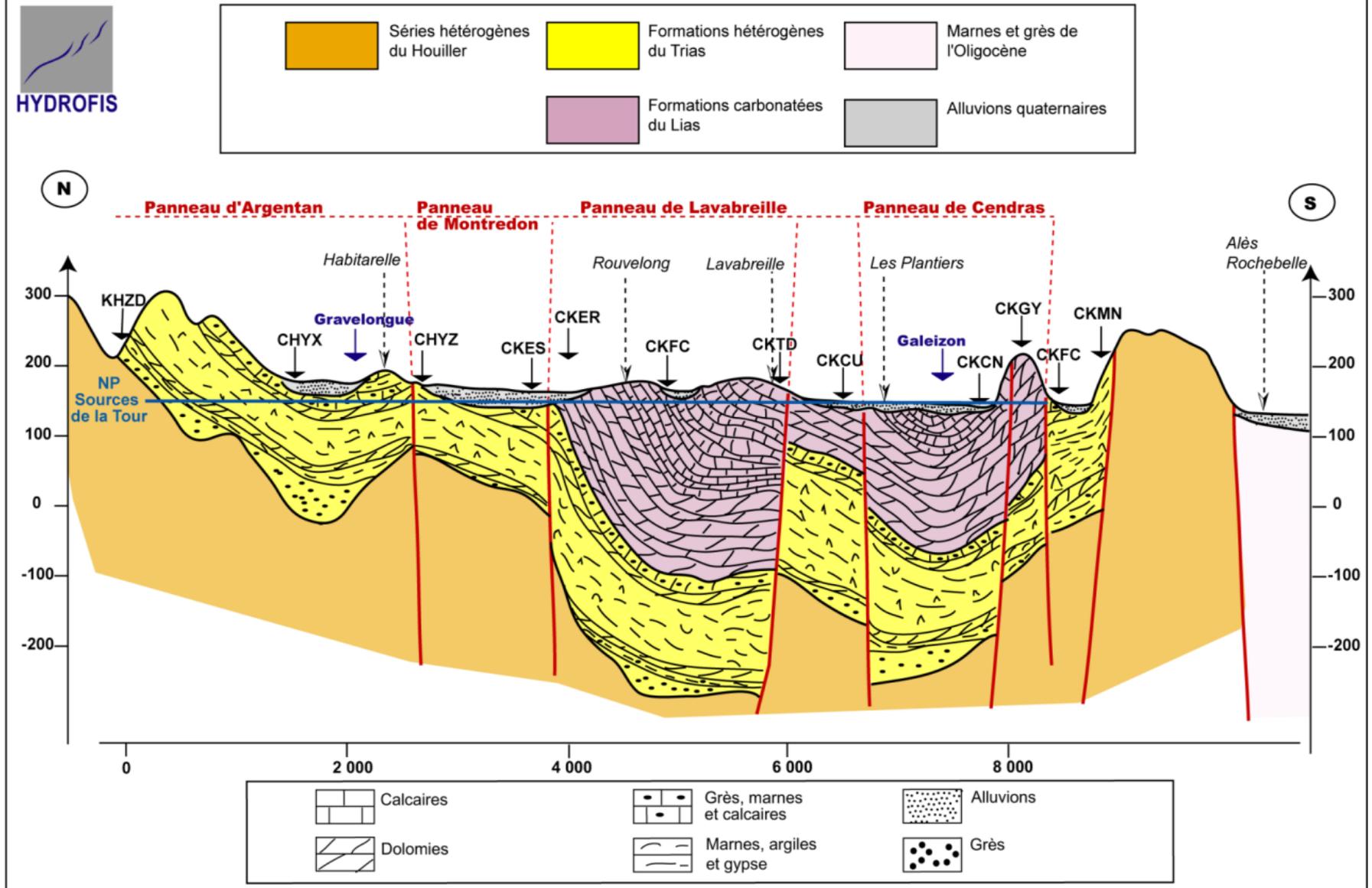
# Les mesures de débit en rivière

Débits du Gardons de l'amont vers l'aval, sur le secteur Hettangien (l/s)

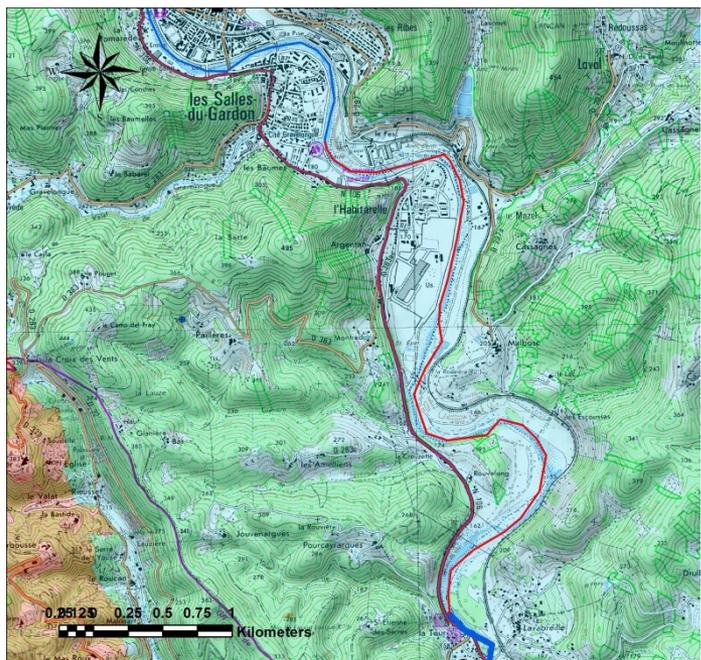
- 1ère campagne 21/06/2016
- 2nde campagne 20/07/2016
- 3ème campagne 18/08/2016
- 4ème campagne 05/09/2016



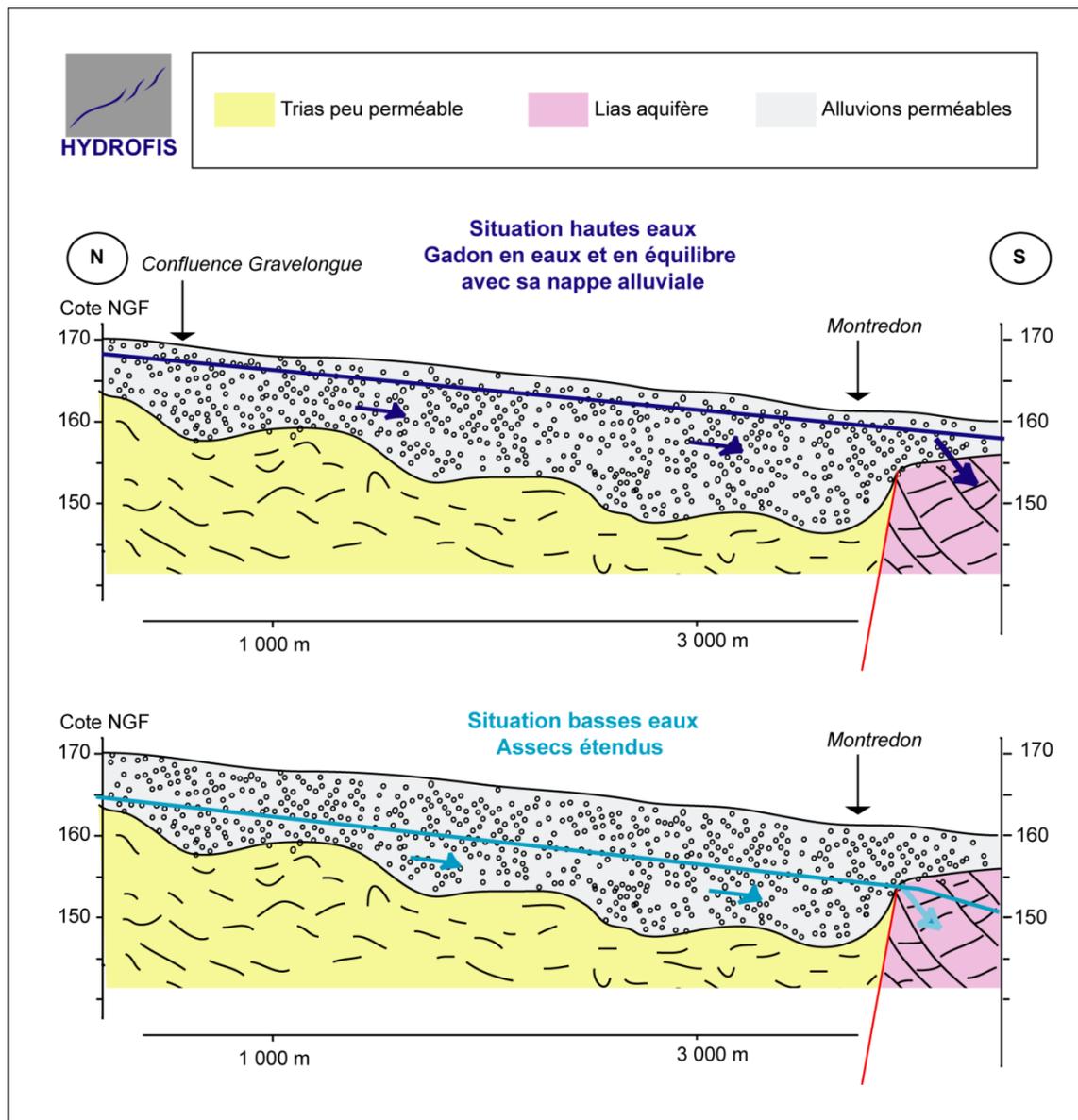
# Géométrie du réservoir



# Modalités de recharge par les pertes des cours d'eau

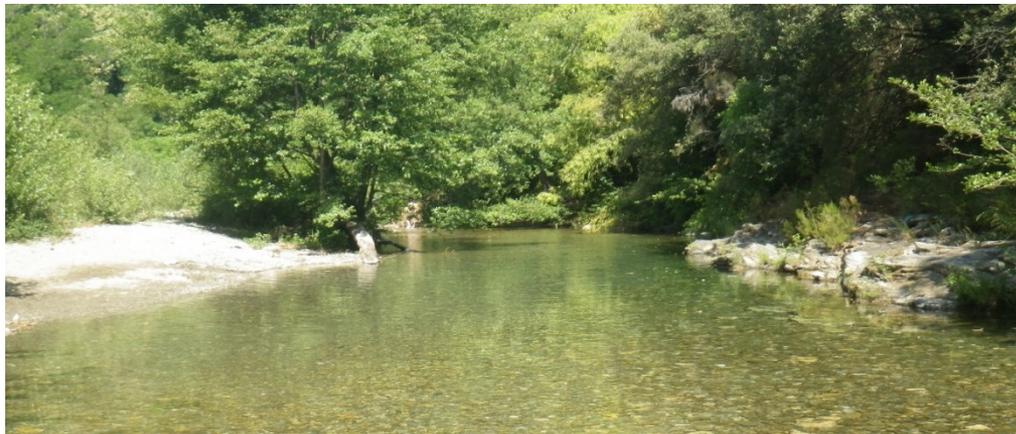
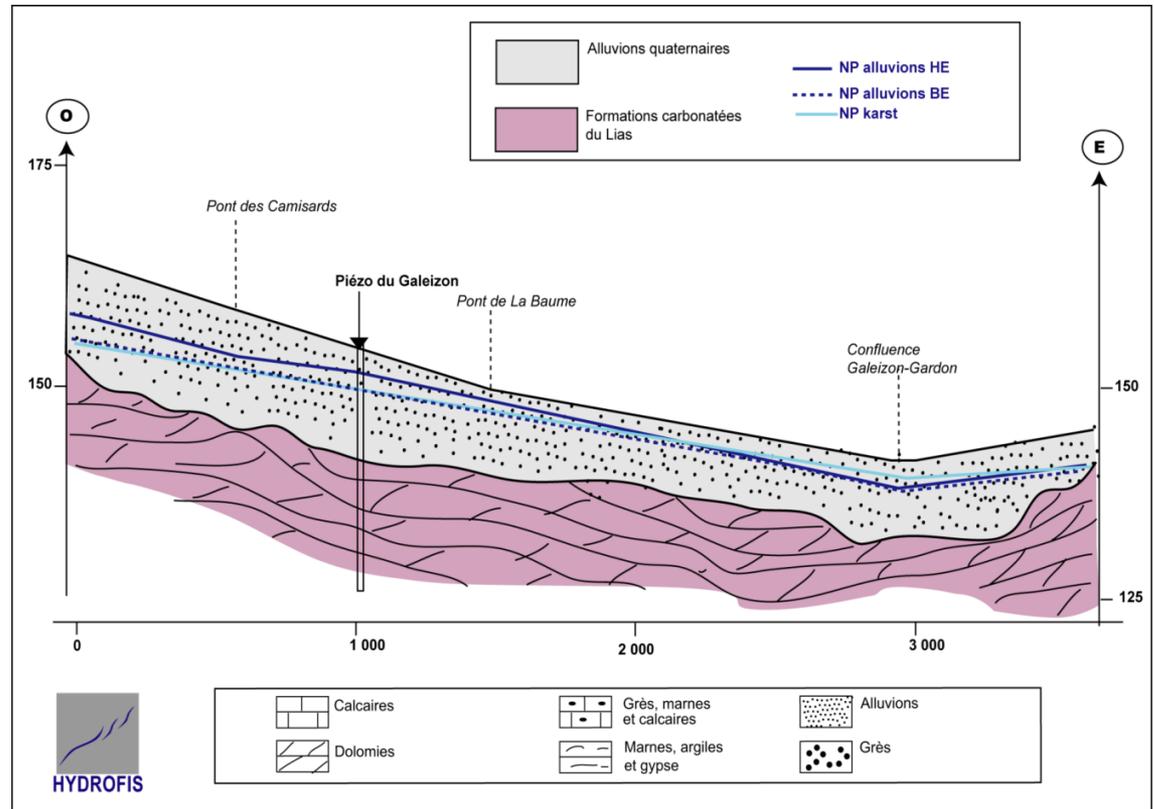
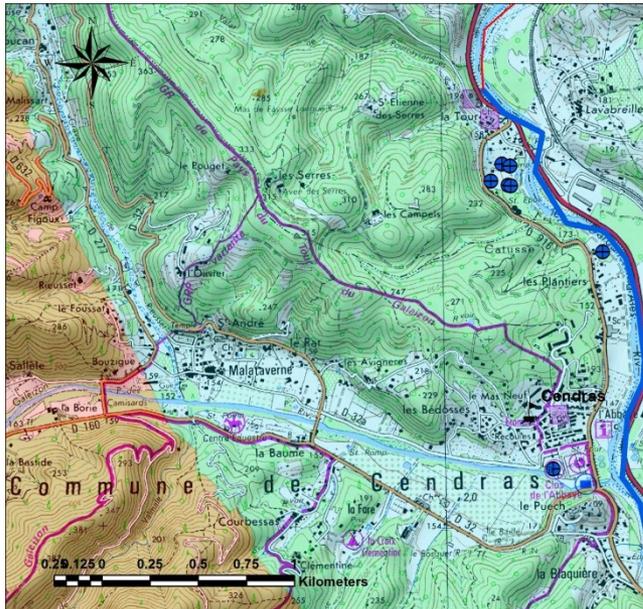


**(1) Pertes du Gardon : le rôle de réservoir tampon joué par les alluvions**

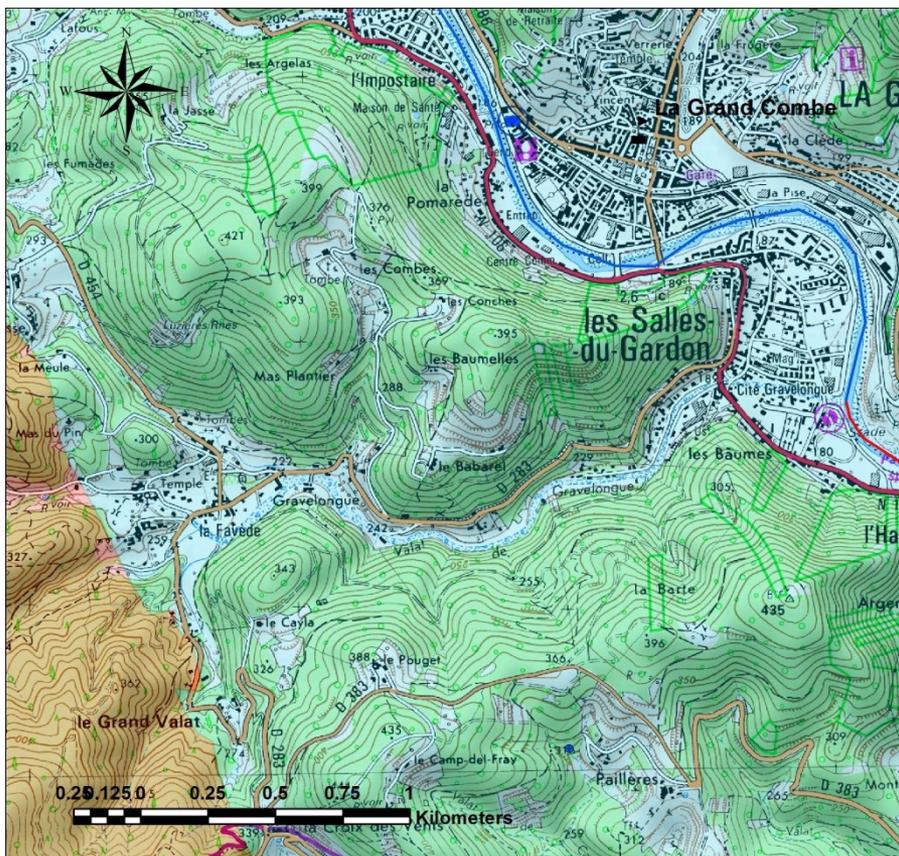


# Modalités de recharge par les pertes des cours d'eau

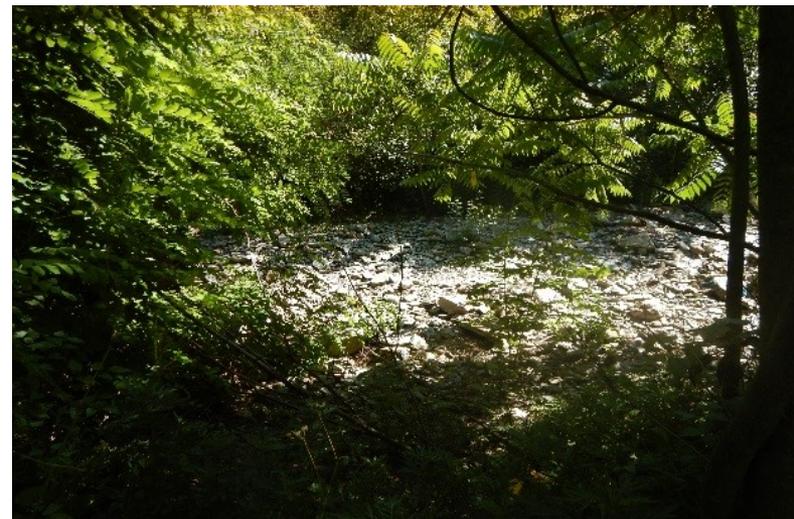
## (2) Pertes « permanentes » du Galeizon



## (3) Pertes « variables » du Gravelongue

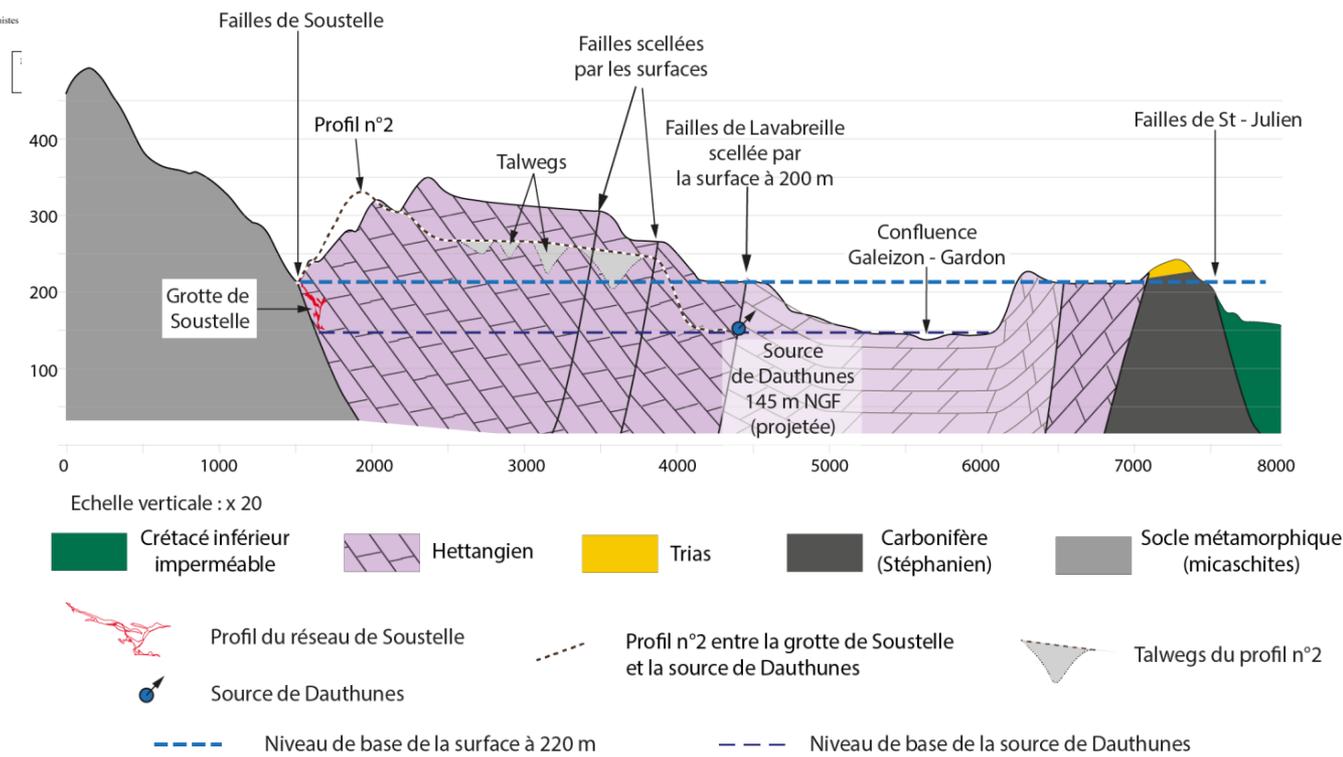
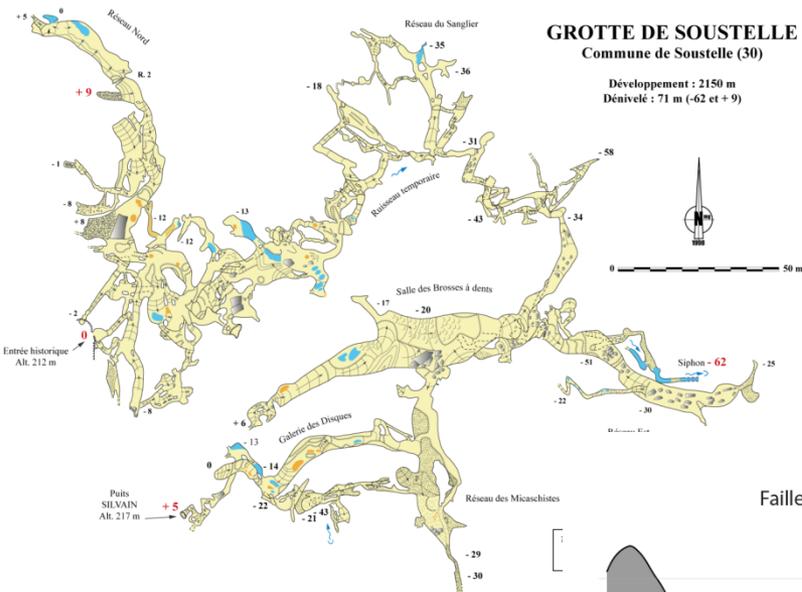


*Le Gravelongue à la Favède*



*Le Gravelongue à l'aval de la Favède*

# Etude des processus de karstification



# Expérience de traçage



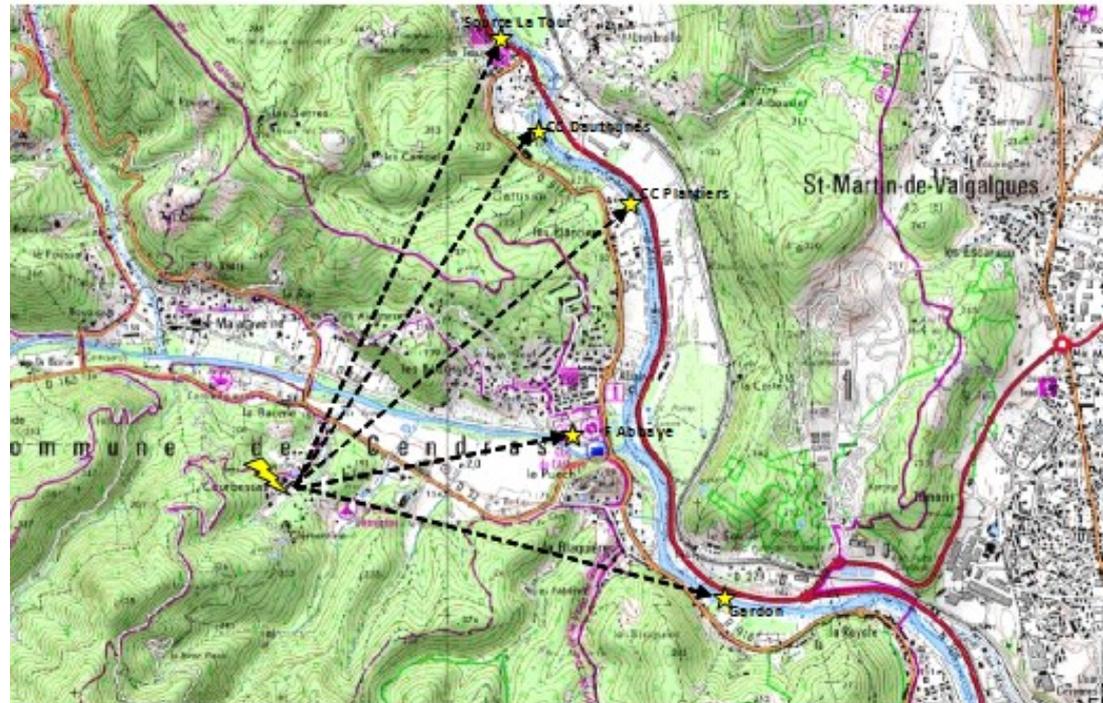
Ruisseau de Courbessas



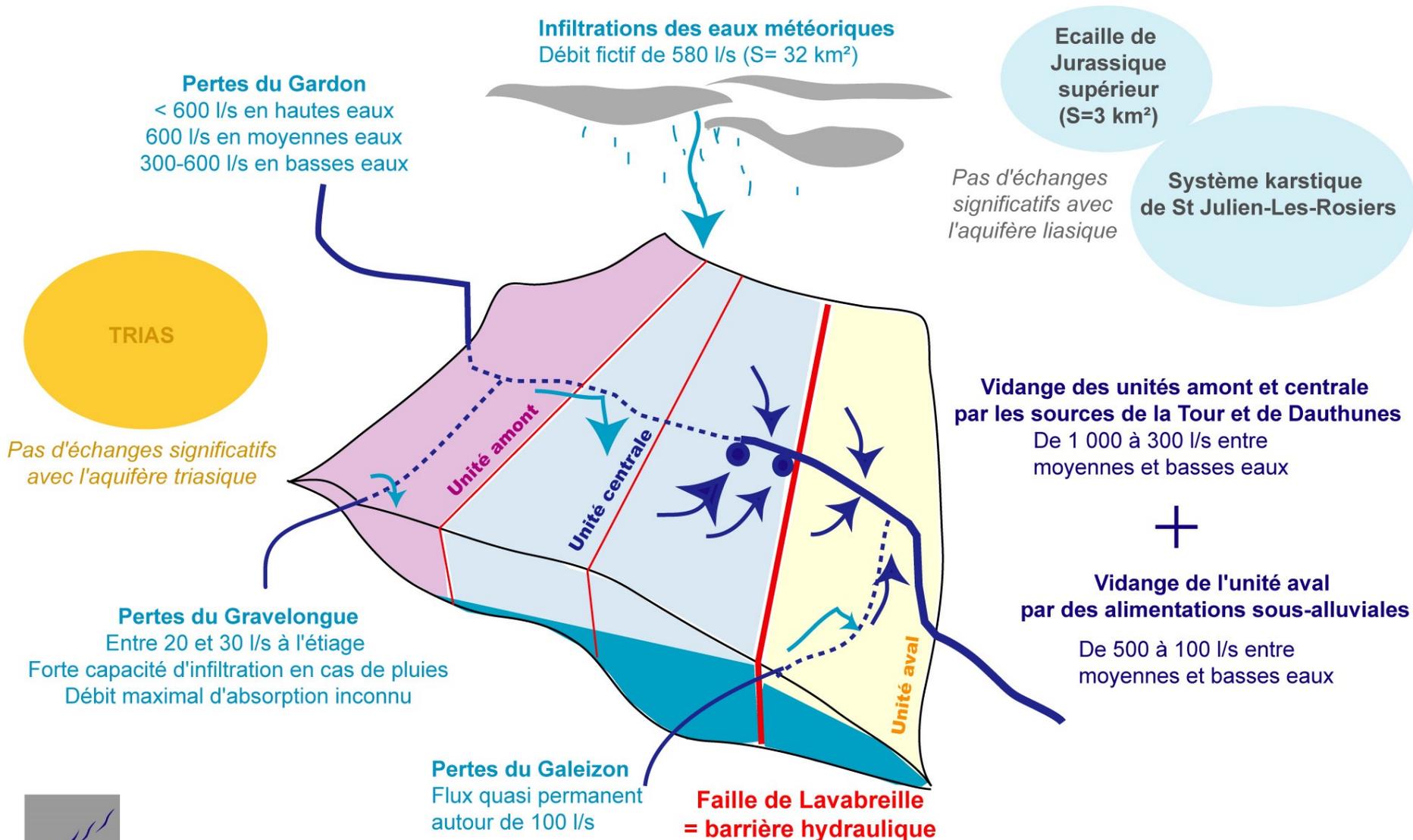
Traceur non « retrouvé » :

- Conforte l'hypothèse d'un retour diffus au Gardon par les alluvions.
- Pas de lien avec les sources de la Tour

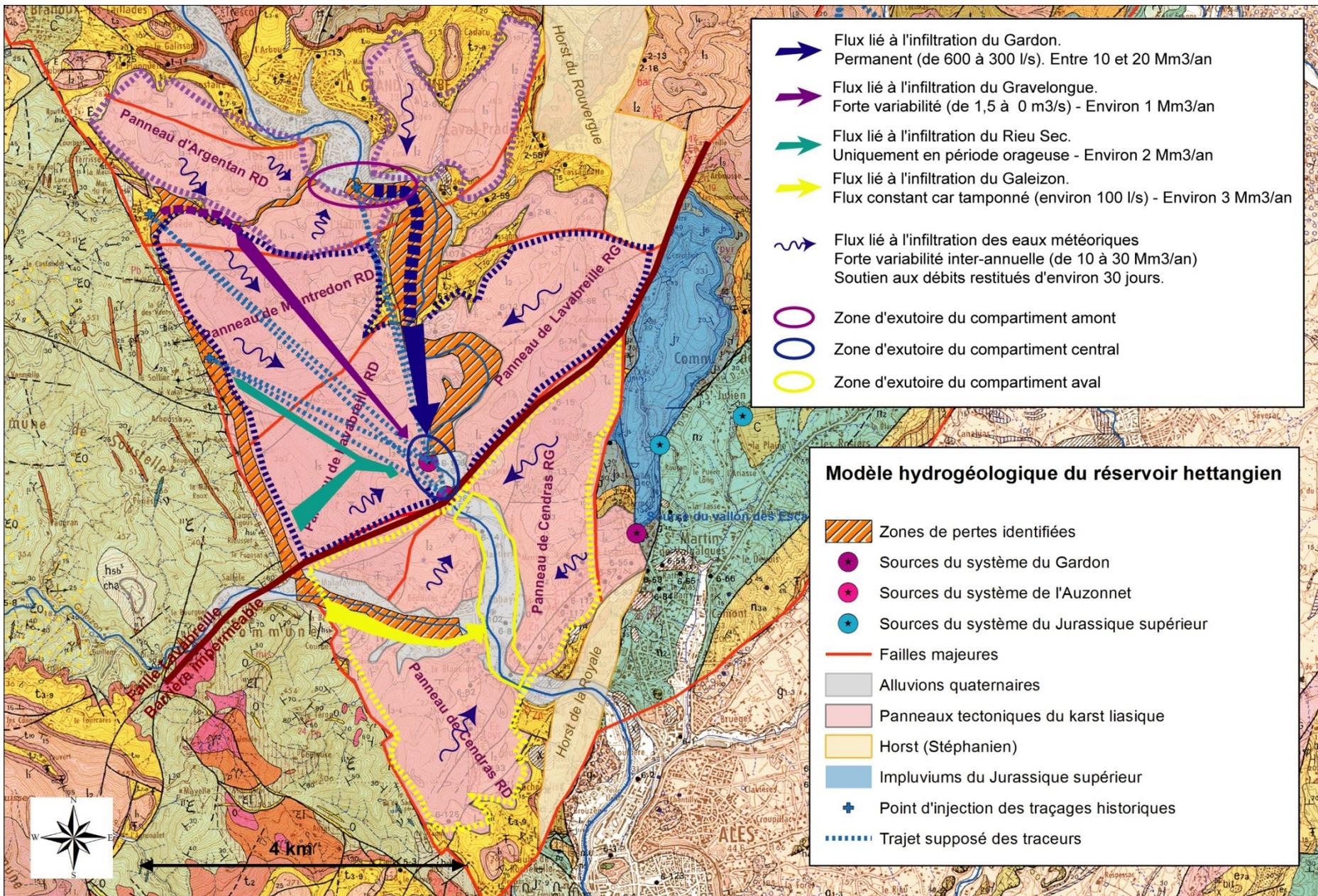
2,5 kg d'Uranine



# Karst hettangien : connaissances en fin d'étude



# Structure géologique et comportement hydrogéologique



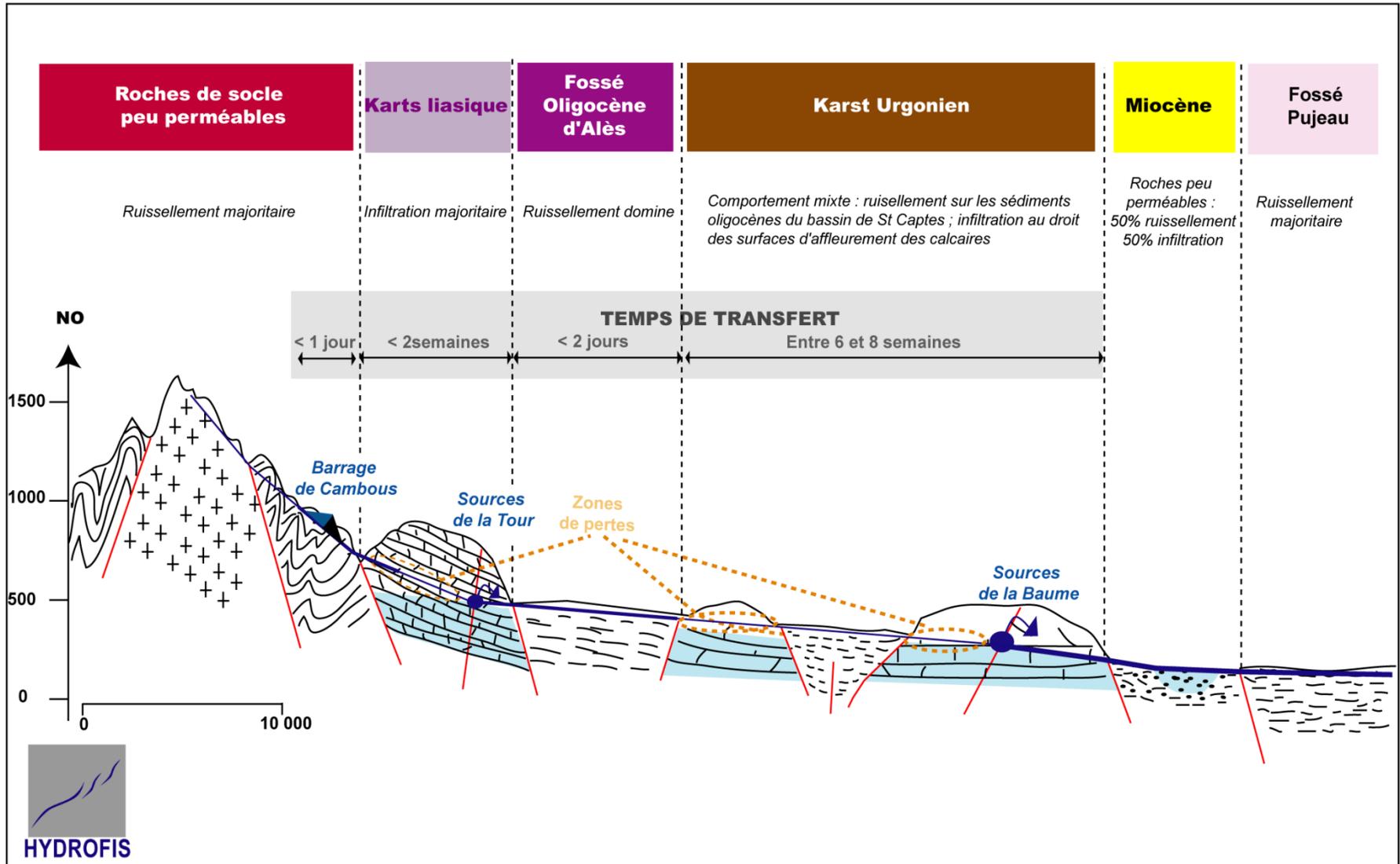
# Structure géologique et comportement hydrogéologique

- Une bonne compréhension des modalités de recharge de l'aquifère.
- Une quantification des restitutions au Gardon.
- Une connaissance des chemins souterrains de l'eau.
- Une première approche des propriétés des roches.



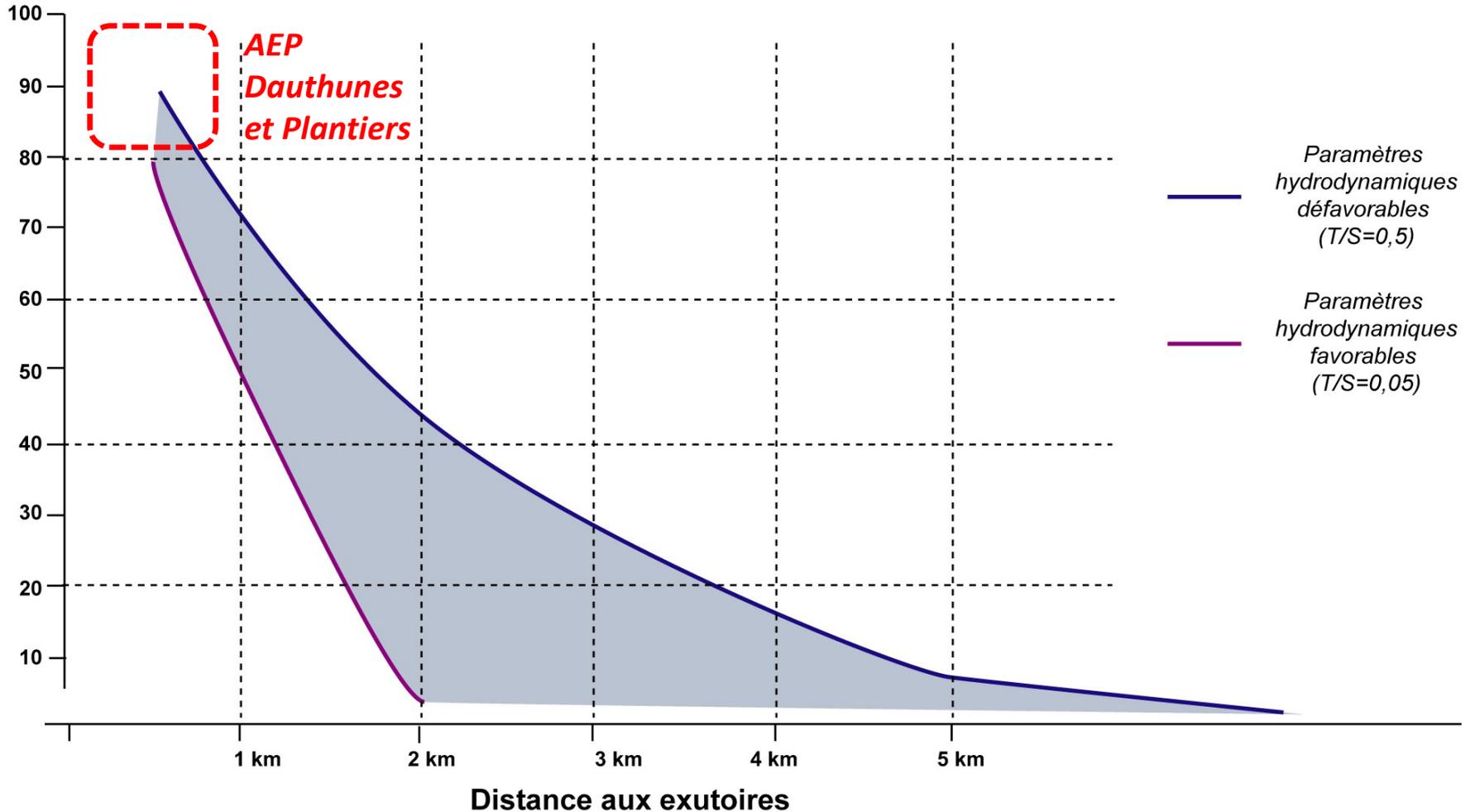
**Des questions ??**

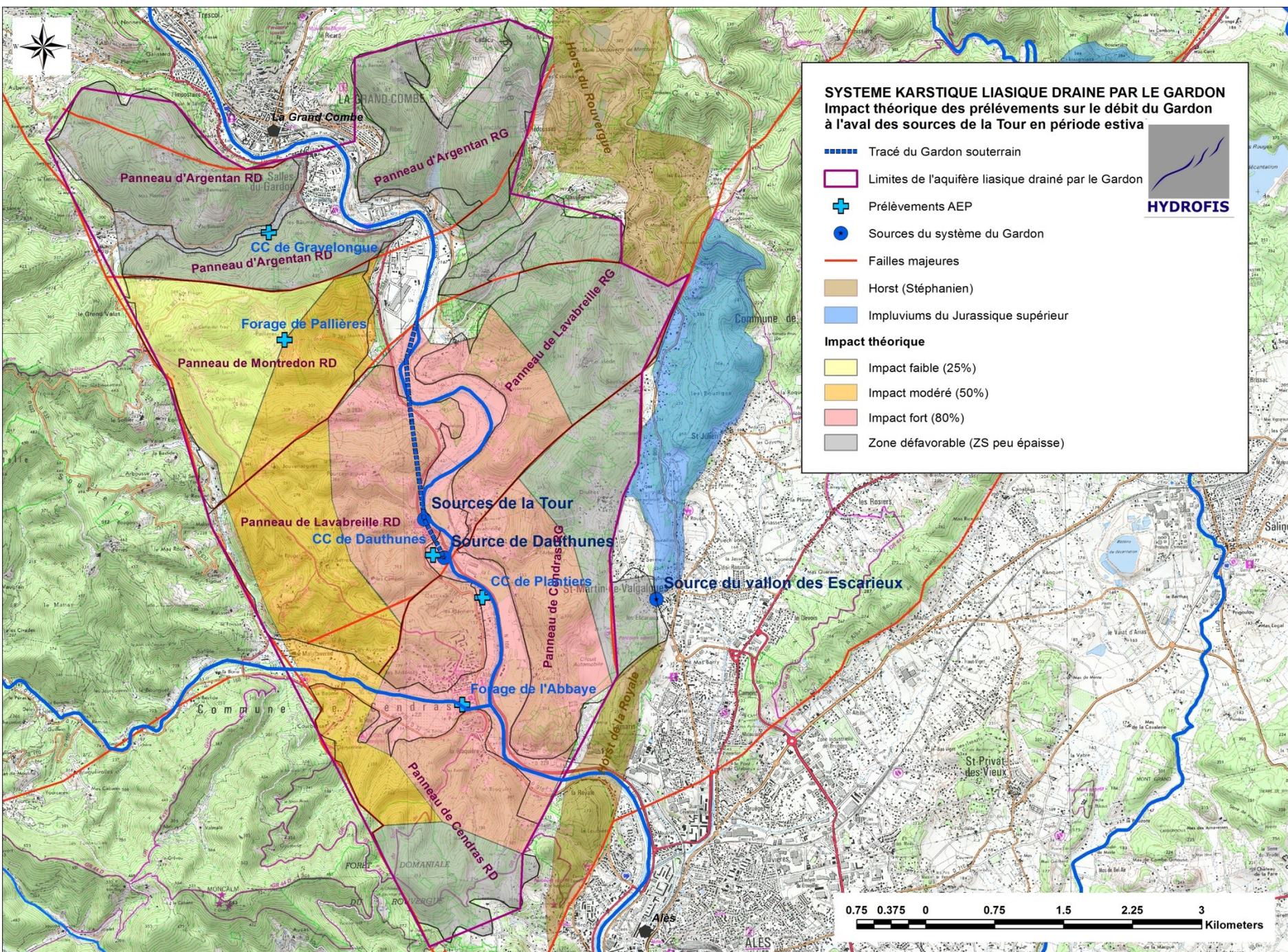
# Soutien d'étiage du barrage de Cambous



# Impact des pompages dans le karst

% du volume pompé correspondant au volume perdu aux exutoires du karst hettangien pendant la période estivale (de début mai à fin septembre)





### SYSTEME KARSTIQUE LIASIQUE DRAINE PAR LE GARDON

Impact théorique des prélèvements sur le débit du Gardon à l'aval des sources de la Tour en période estiva

**HYDROFIS**

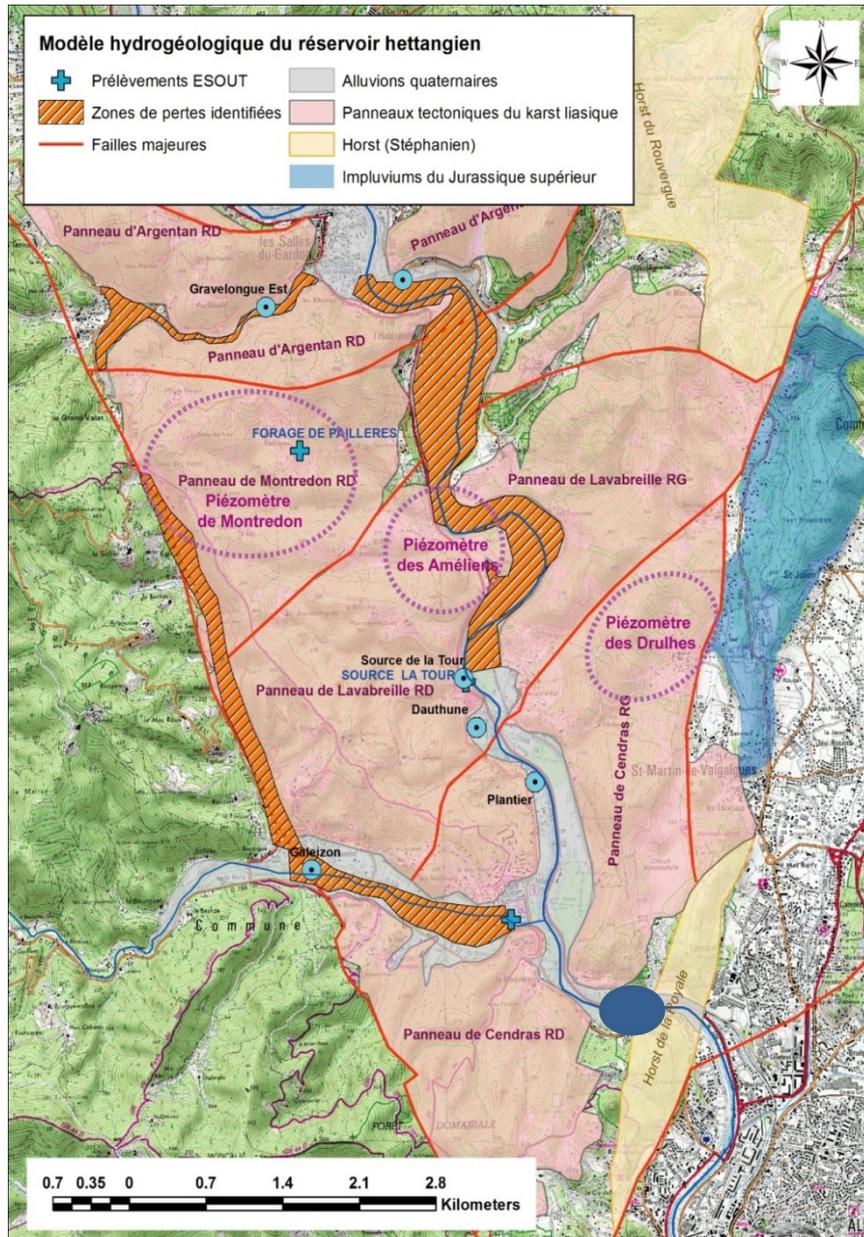
- Tracé du Gardon souterrain
- Limites de l'aquifère liasique drainé par le Gardon
- Prélèvements AEP
- Sources du système du Gardon
- Failles majeures
- Horst (Stéphanien)
- Impluviums du Jurassique supérieur

**Impact théorique**

- Impact faible (25%)
- Impact modéré (50%)
- Impact fort (80%)
- Zone défavorable (ZS peu épaisse)



# Importance de la mesure des hydrosystèmes



○ Suivi des niveaux de nappe

● Suivi du débit restitué par le karst au Gardon