



Avec le soutien financier de :

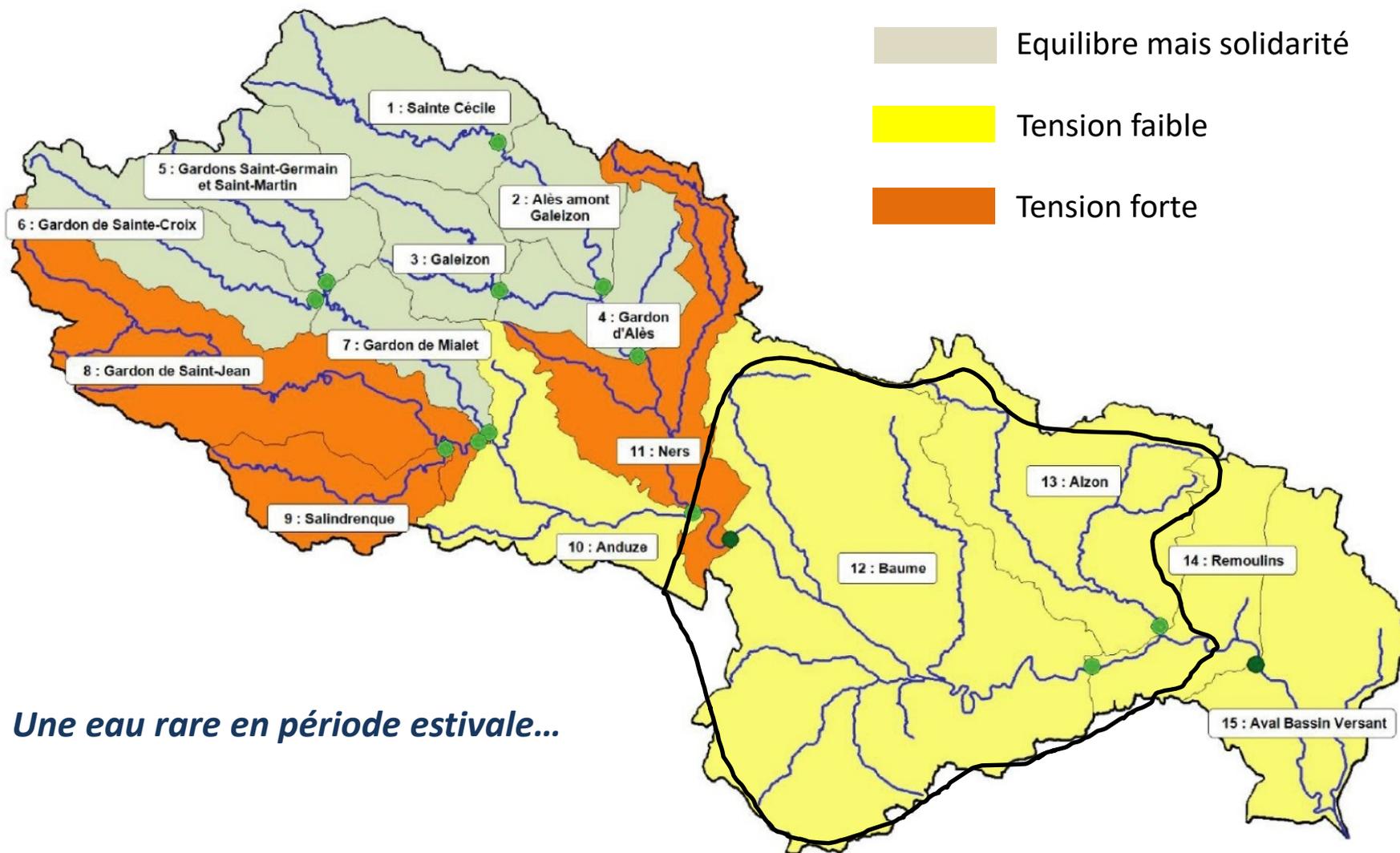


GESTION QUANTITATIVE DE LA RESSOURCE EN EAU DU BASSIN VERSANT DES GARDONS

Etude hydrogéologique des karst hettangien et urgonien



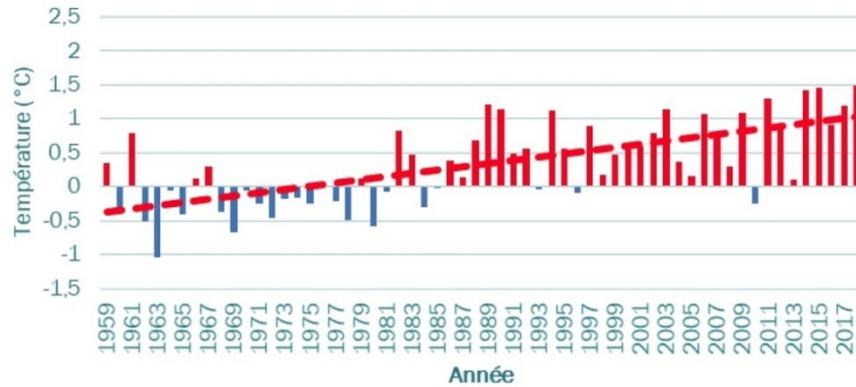
Un bassin versant sous tensions



Une eau rare en période estivale...

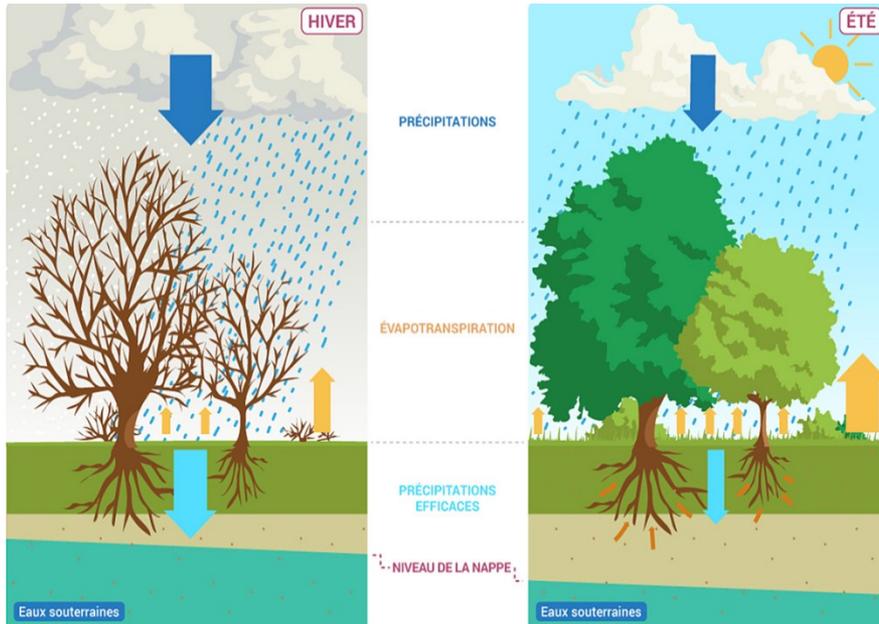
Des ressources en eau qui vont diminuer

Secteur Garrigues et plaines



+ 1,4°C pour le secteur Garrigues et plaines

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



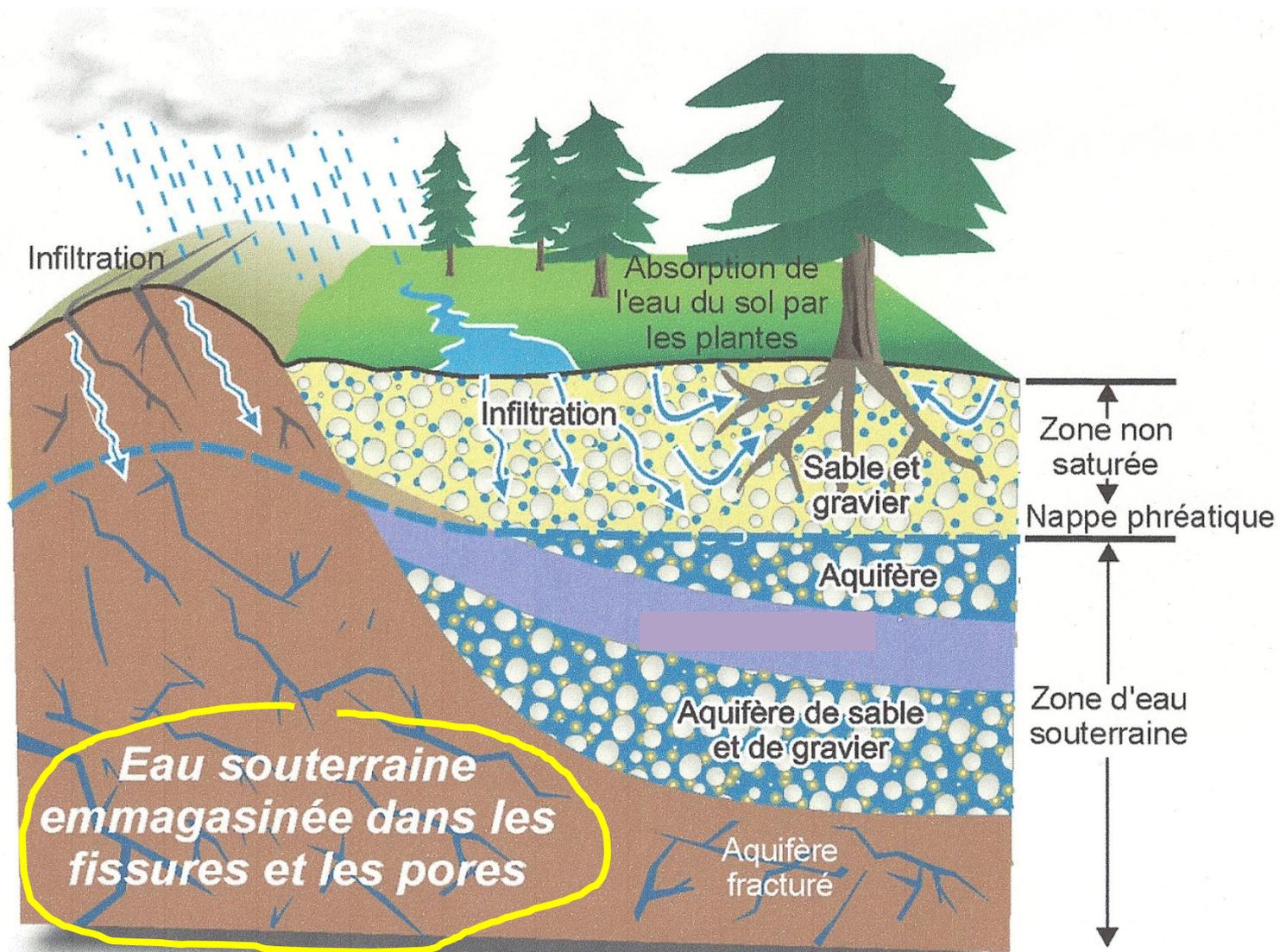
Pourquoi cette étude ?



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

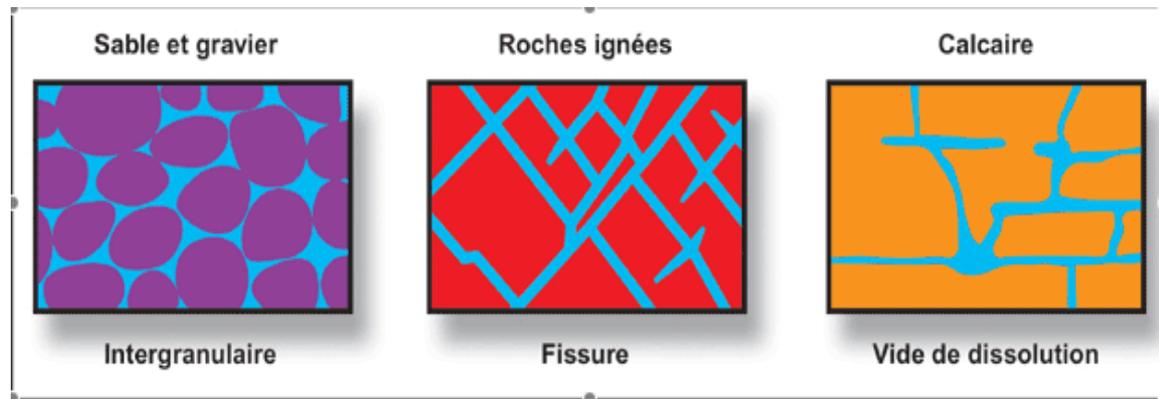


D'où viennent les eaux souterraines ?



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)

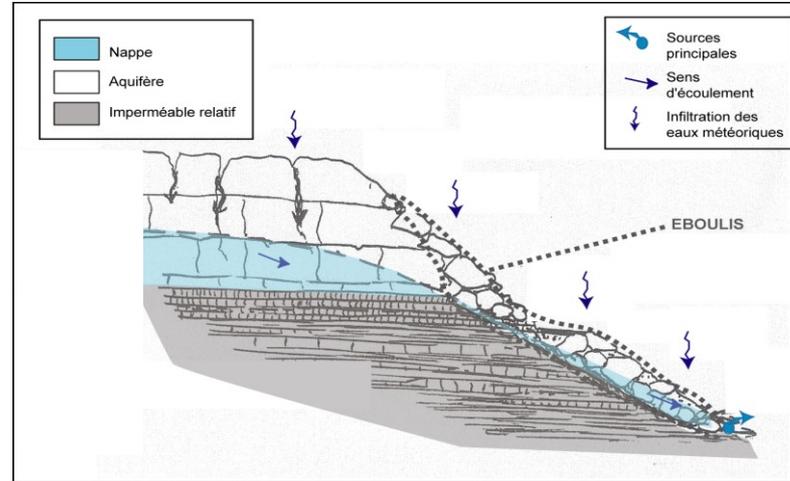


- Des alluvions, plus ou moins graveleuses, plus ou moins argileuses
(dans tous les fonds de vallée)

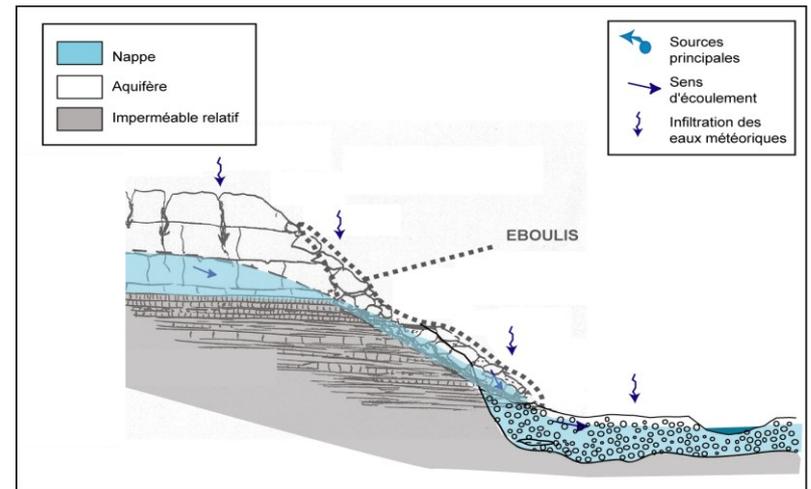
Jurassique, Hettangien, Urgonien, quesaco ??

Où vont les eaux souterraines ?

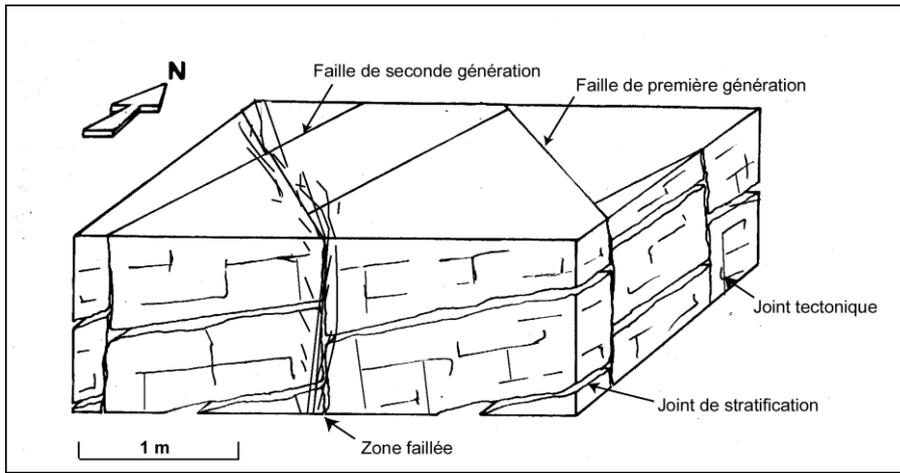
Ce que l'on voit : les sources !



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



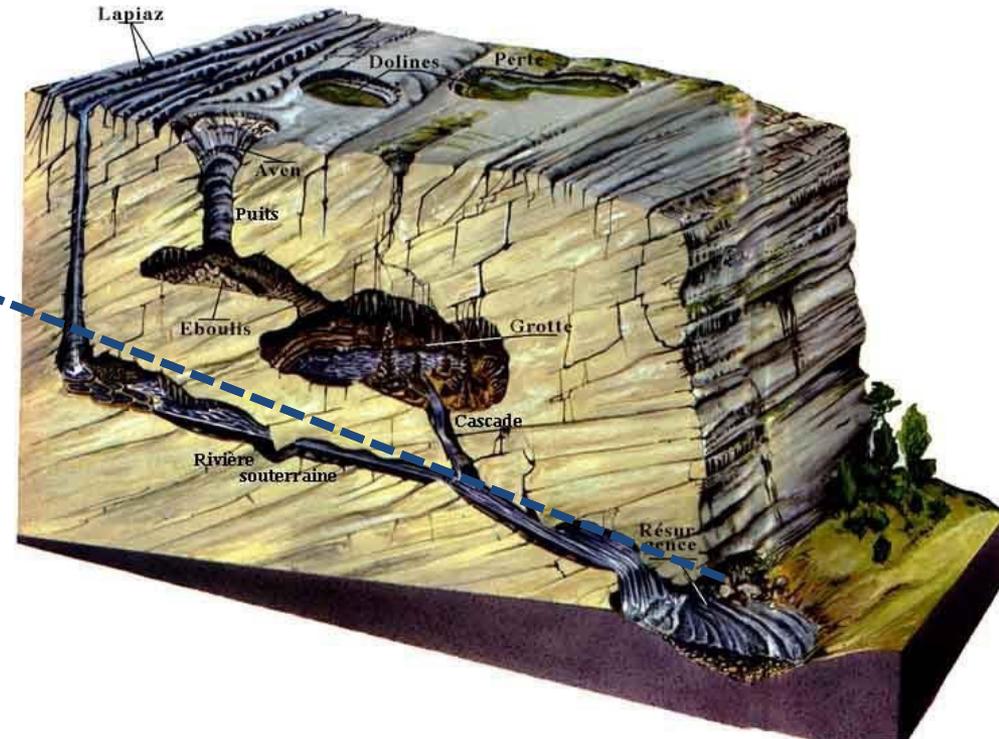
C'est quoi un karst ?



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

Au moins 30 000 ans

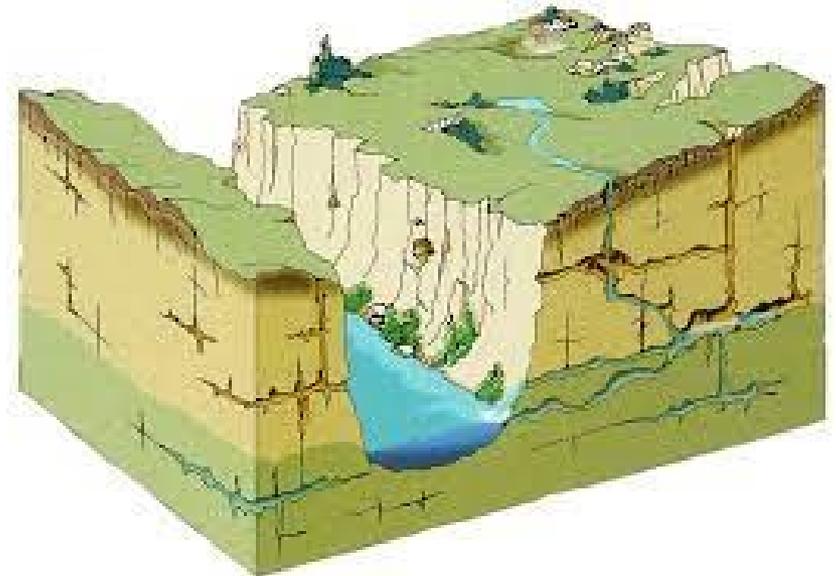
Niveau piézométrique



Karst et Gardon



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



Étude des karst urgonien et hettangien

Captages AEP

Débit (m³/j)

- 0 - 10
- 11 - 1000
- ⊕ 1001 - 100000
- ⊕ 100001 - 150000

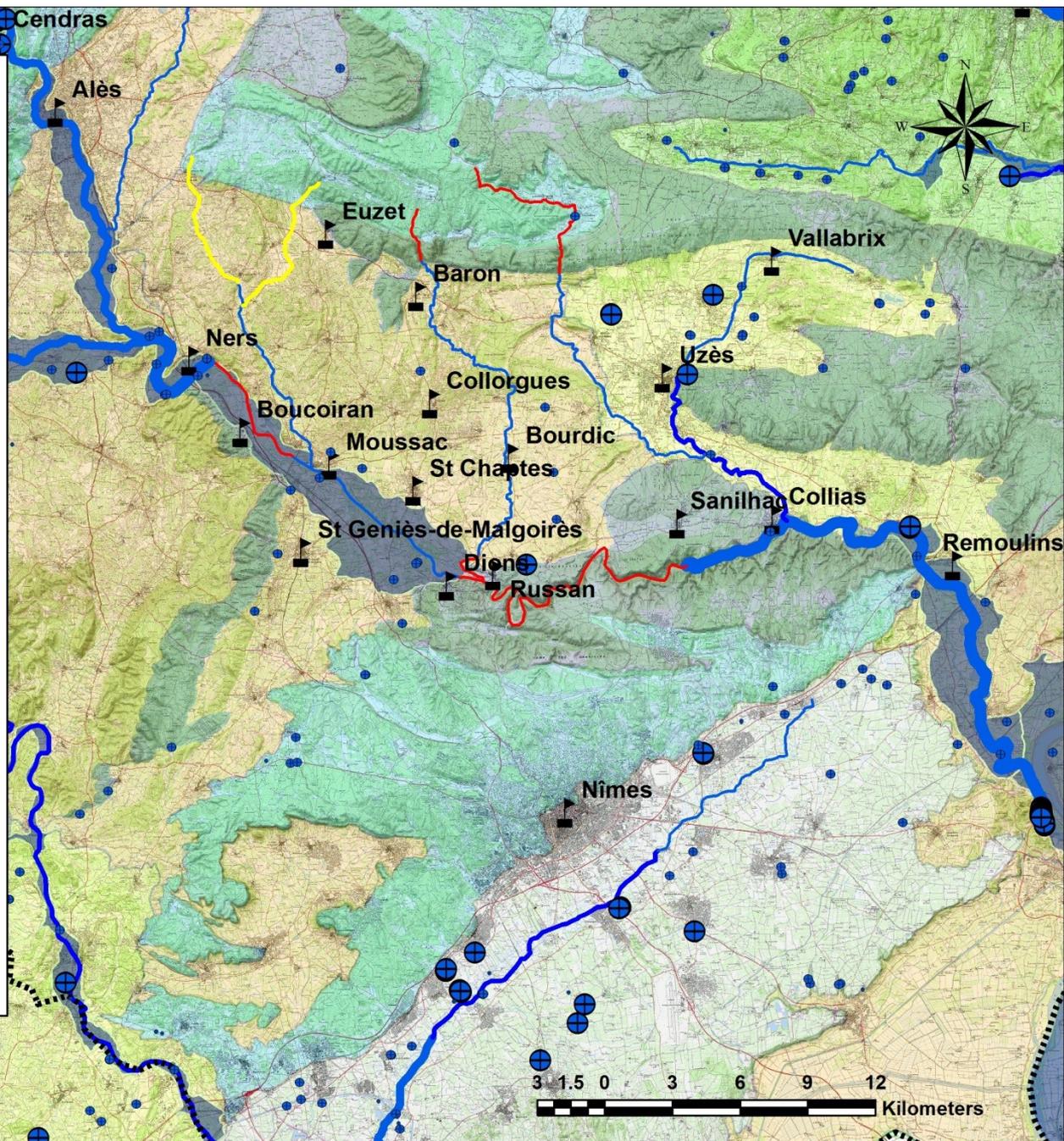
Cours d'eau (Gard)

Situation à l'étiage

- Assecs
- 0-100 l/s
- 100-500 l/s
- 500-1 000 l/s
- > 1 000 l/s
- Indéterminé

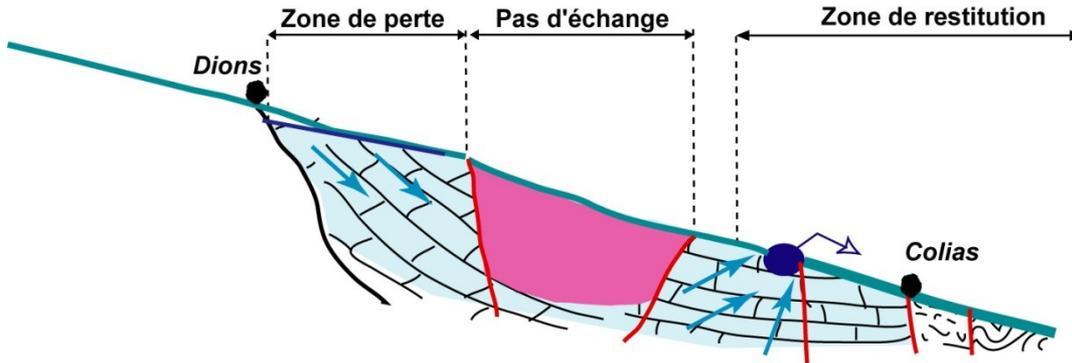
Types d'aquifères

- Alluvions
- Aquifères fissurés
- Aquifères locaux
- Karst majeur
- Karsts locaux
- Peu perméable
- Poreux (hétérogènes)

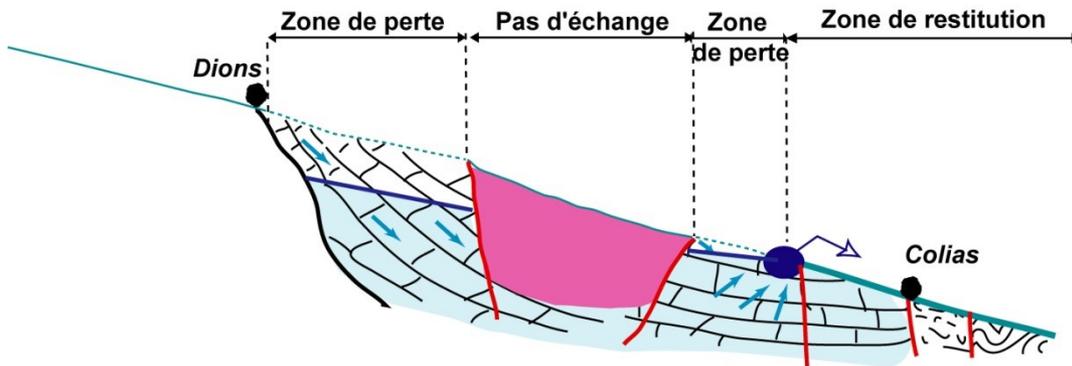


Pertes et restitutions d'un système karstique

Situation hors période estivale



Situation en période estivale



Karst urgonien :
sources de la Baume
avec environ 1 500 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 ?

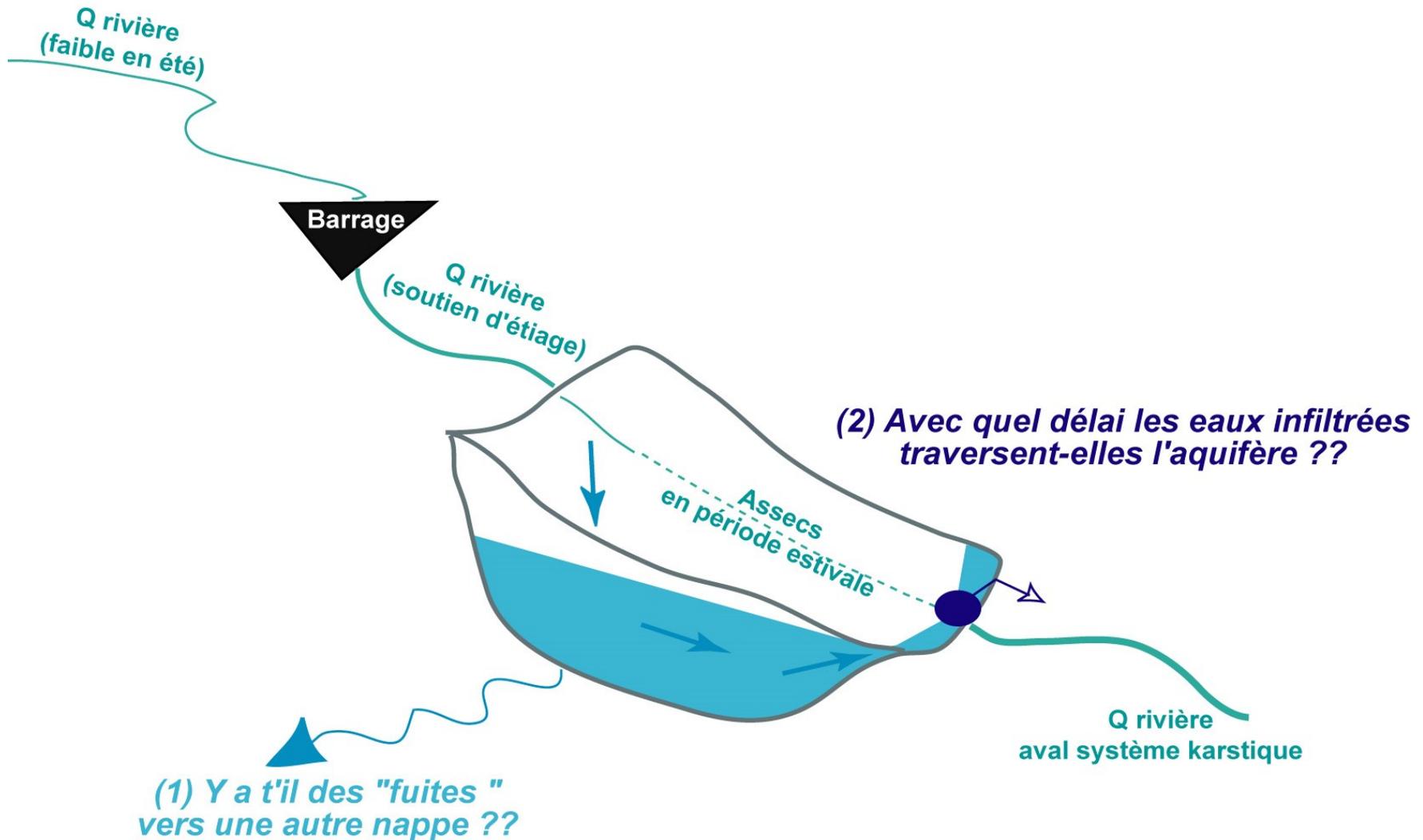
Deux questions centrales :

- ✓ 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 ?

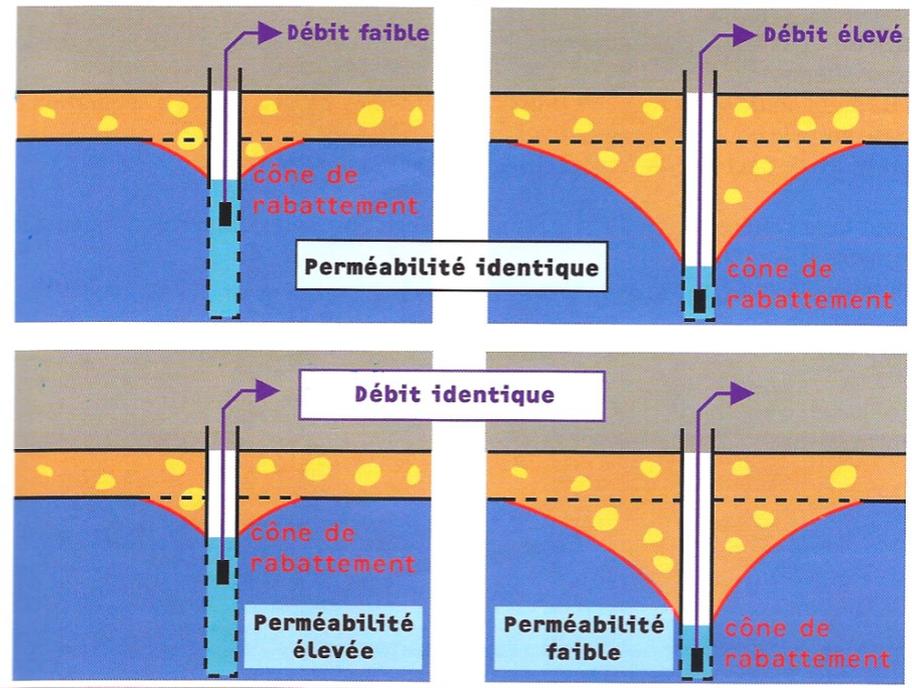
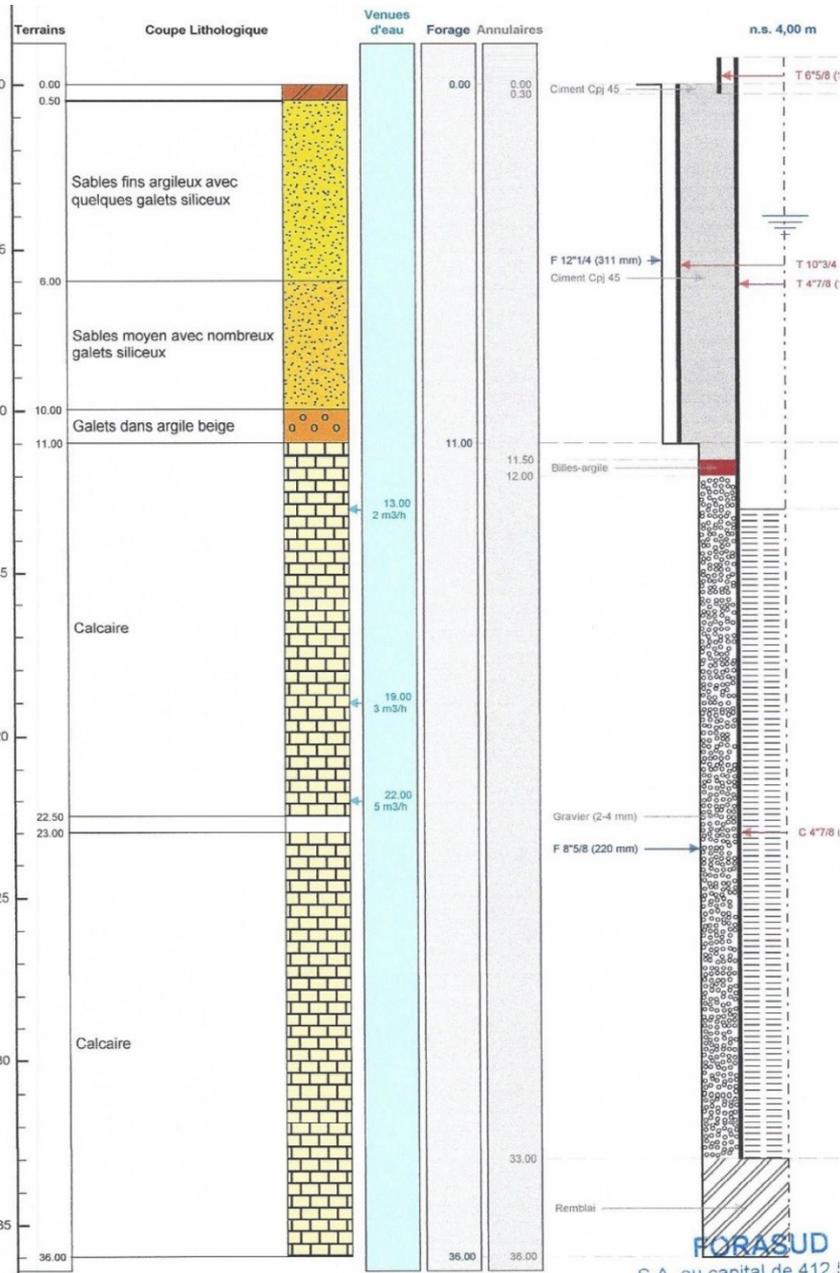
La nécessité de bien comprendre ces aquifères souterrains pour proposer un diagnostic robuste.



Quels sont les enjeux autour du soutien d'étiage ?

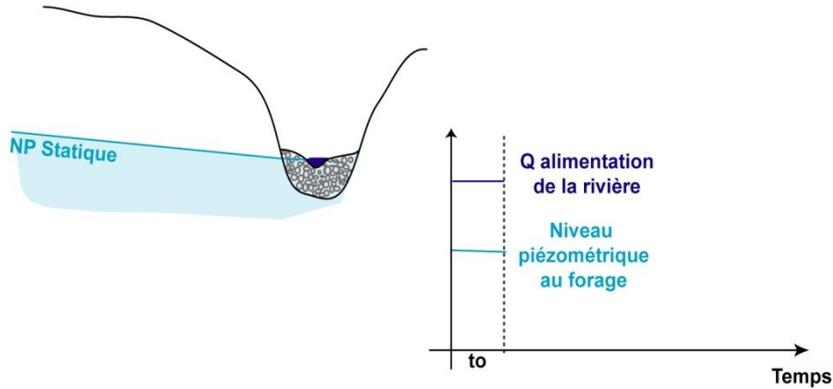


Quel est l'effet d'un pompage sur une nappe ?

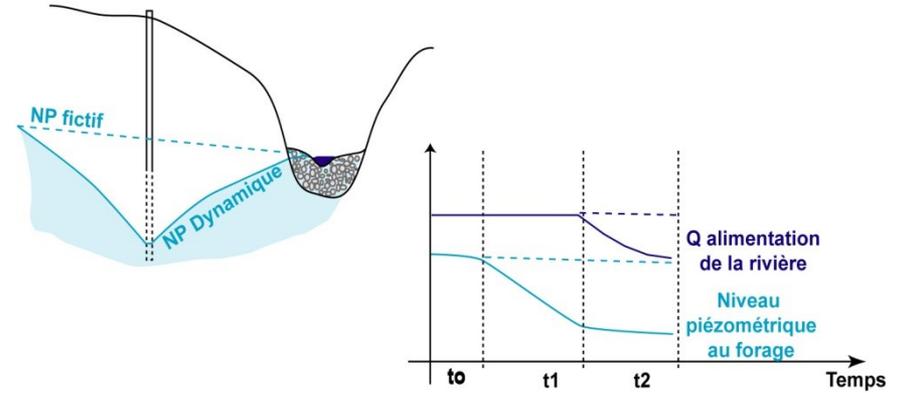


Quel est l'effet d'un pompage sur une nappe ?

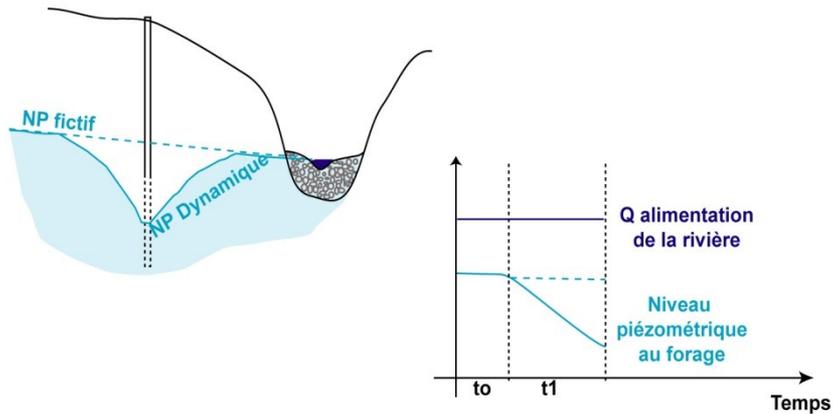
t₀ - Situation avant pompage



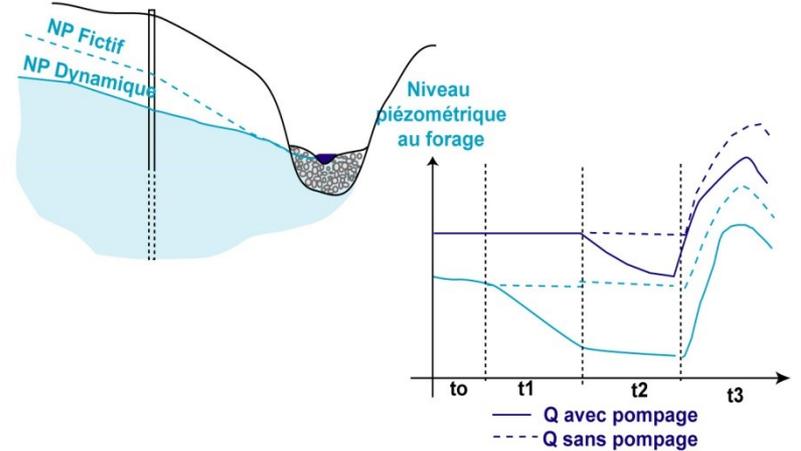
t₂ - Pseudo stabilisation du rabattement



t₁ - pompage avec déstockage des réserves

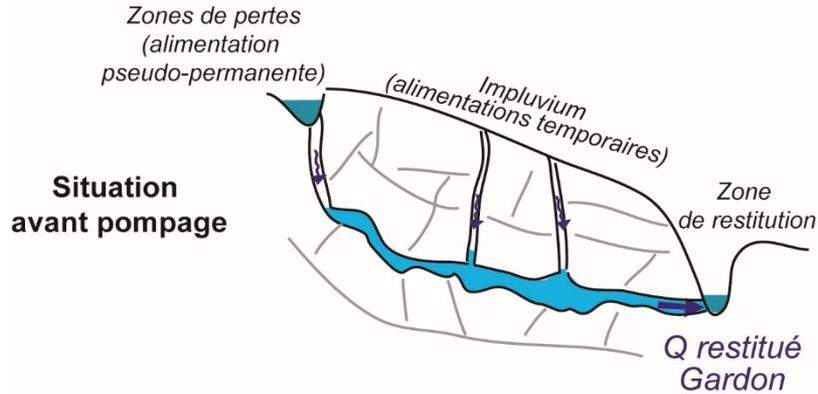


t₃ - Impact des infiltrations météoriques

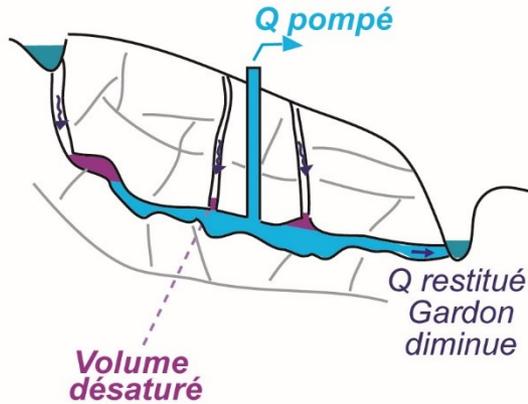


Quel est l'effet d'un pompage sur une nappe karstique ?

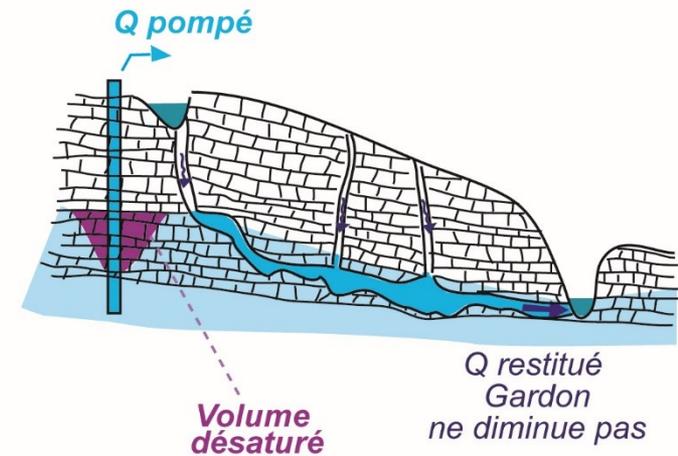
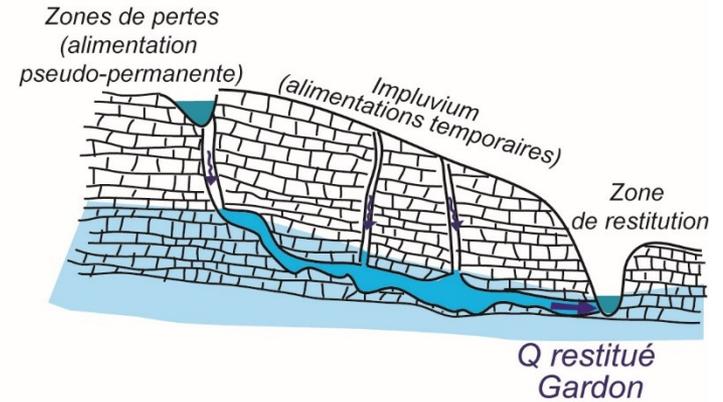
Milieux à porosité matricielle faible



Situation en pompage



Milieux à porosité matricielle forte



Que faut il connaître pour prélever de l'eau ?

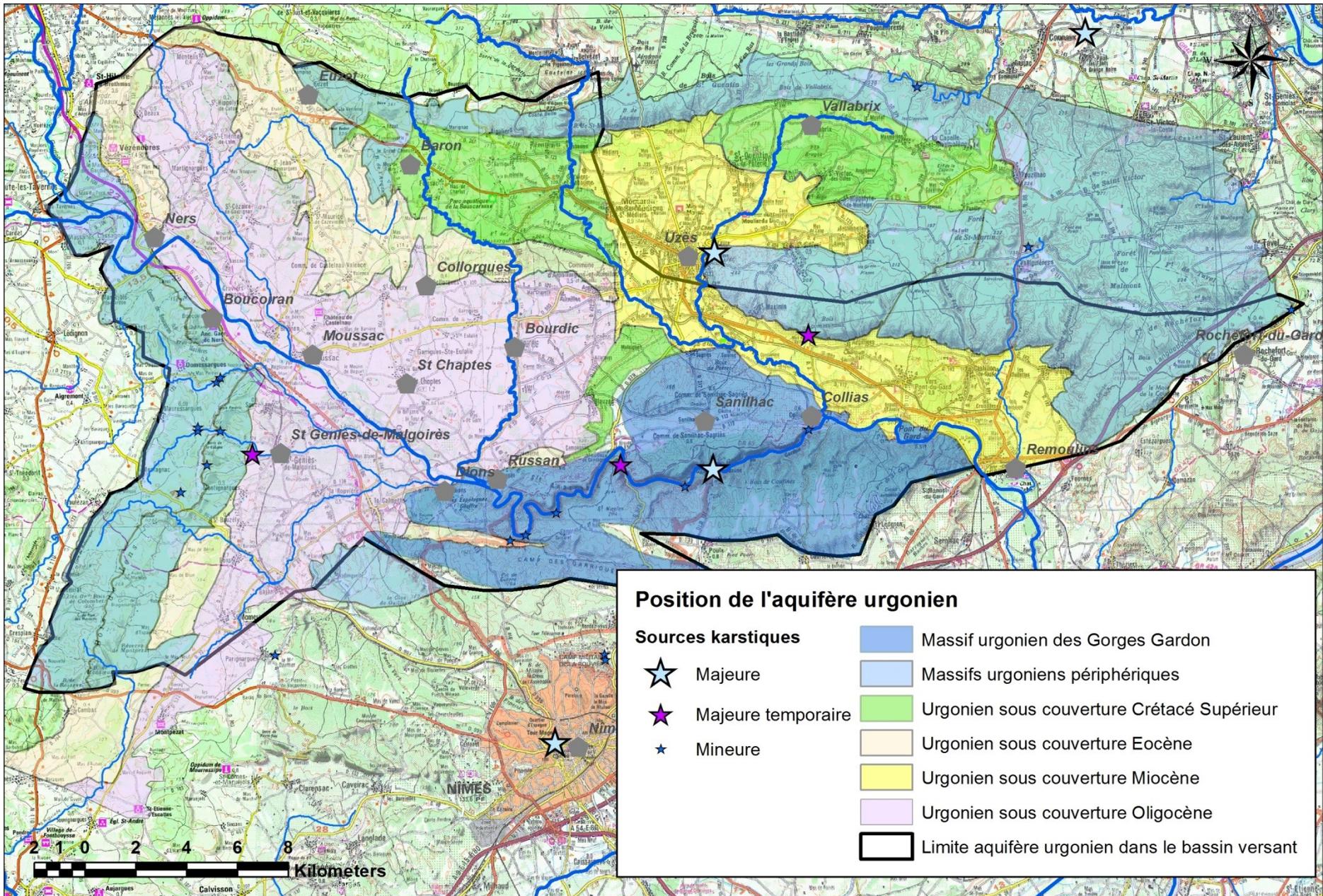
- Débits des pertes des cours d'eau.
- Autres modalités de recharge.
- Chemins souterrains de l'eau.
- Modalités d'exutoire des eaux souterraines : Quand ? Où ?
- « porosité » des roches.



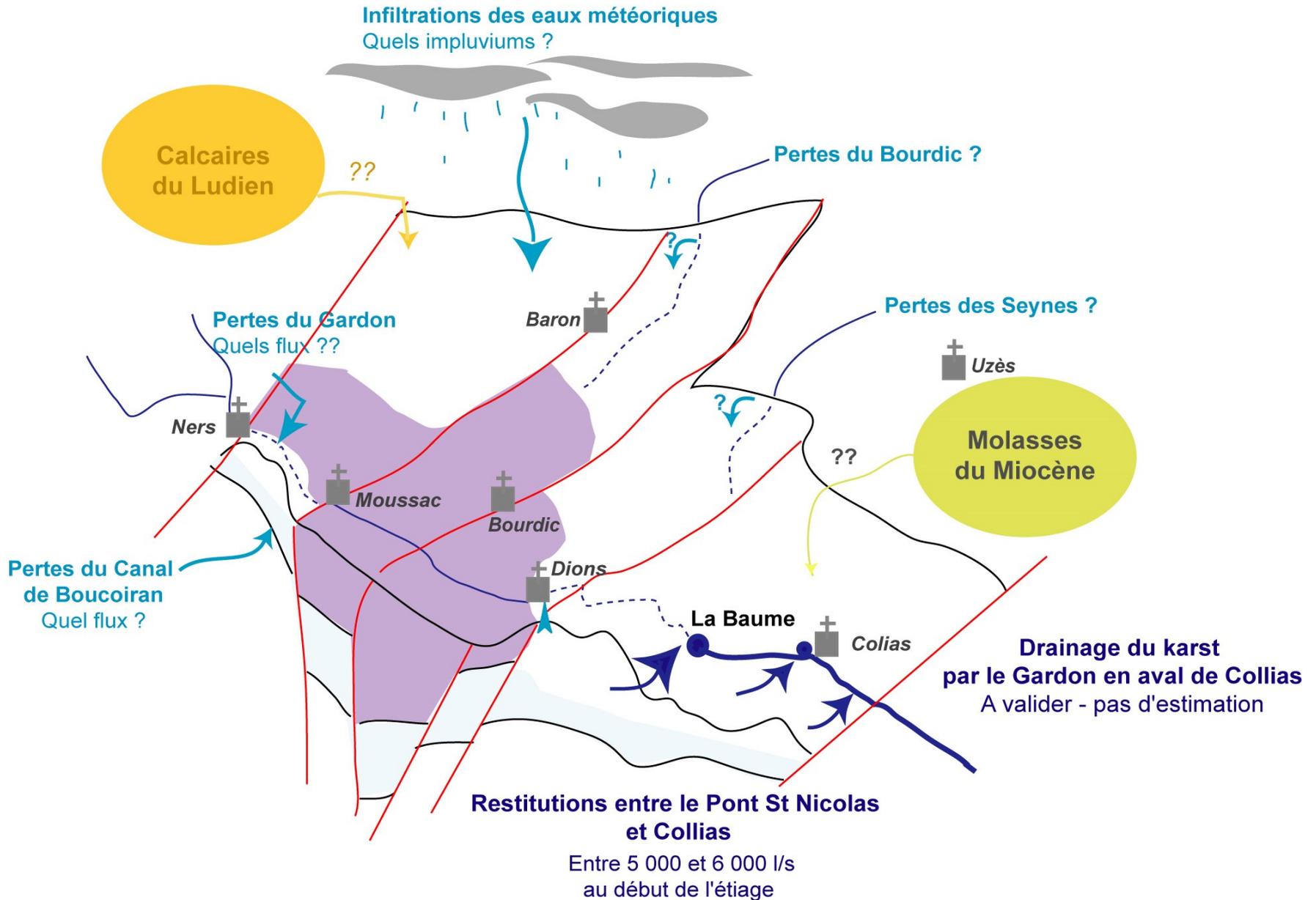
Des questions ??

KARST URGONIEN

Le territoire



Karst urgonien : connaissances en début d'étude



Contenu technique



- Synthèse des données structurales.
- Synthèse des études antérieures et des données historiques.
- 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.
- Expériences de traçage.
- Campagnes d'analyses géochimiques.
- Etude géomorphologique.
- Etude structurale et sédimentaire (UM).
- Exploitation des données CNRS/UA.
- Suivi des concentrations en sulfates.



Les mesures de débit en rivière

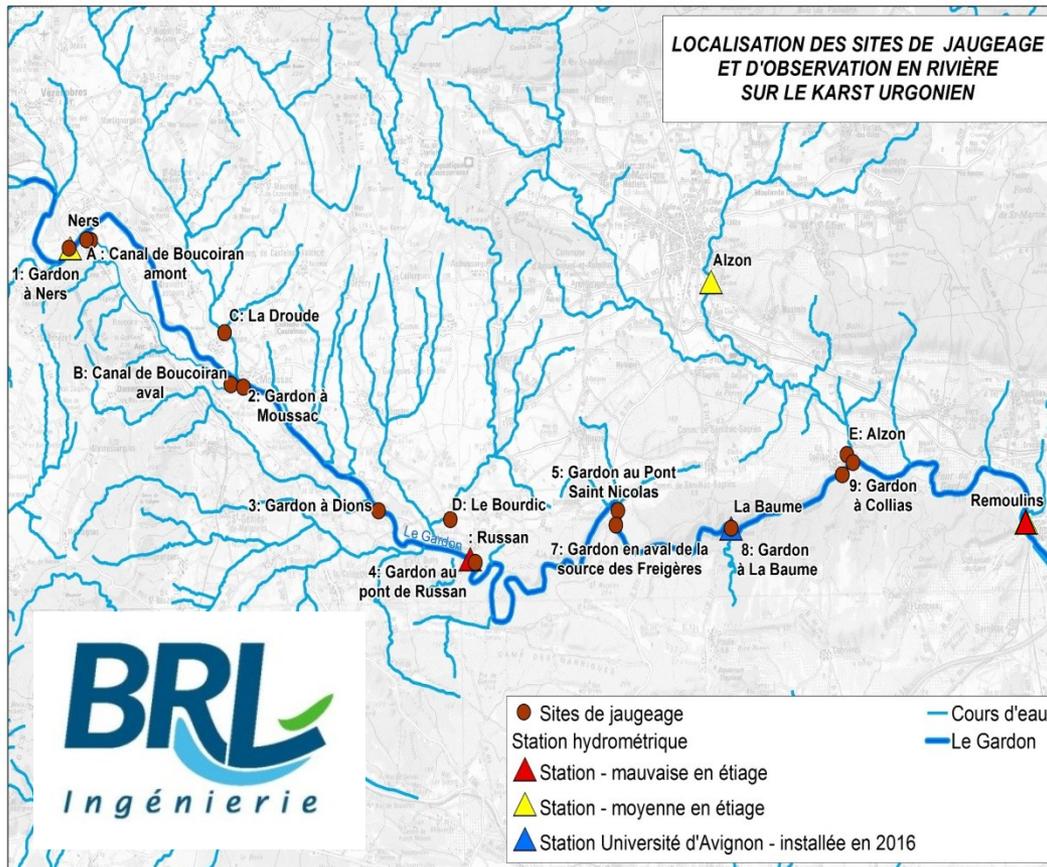
Ners à l'amont du seuil



Russan (aout 2016)



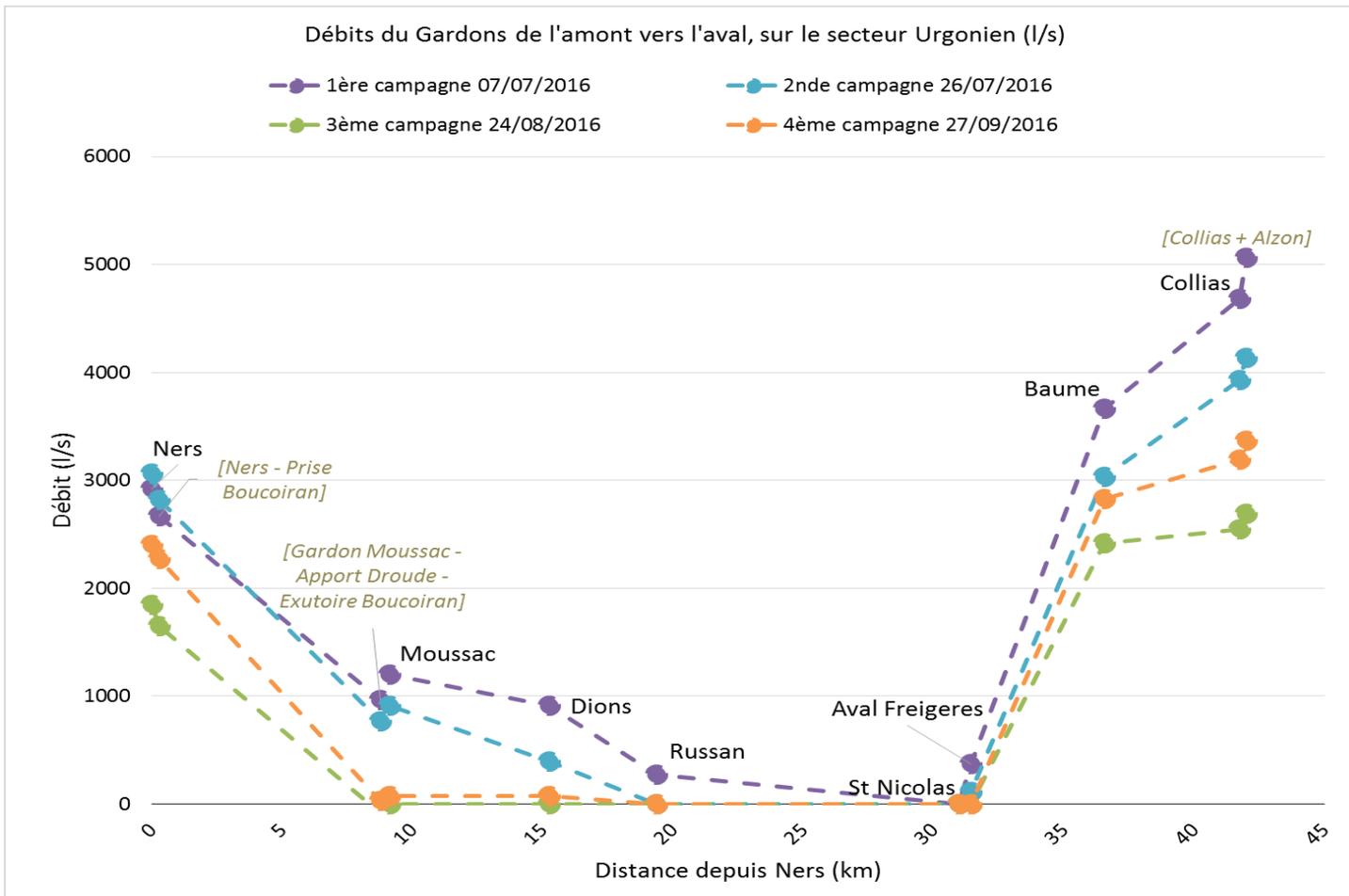
La Baume



Mesures de débits au courantomètre et ADCP
+Températures et conductivités



Les mesures de débit en rivière



Les expériences de traçage



Nous tenons à remercier :

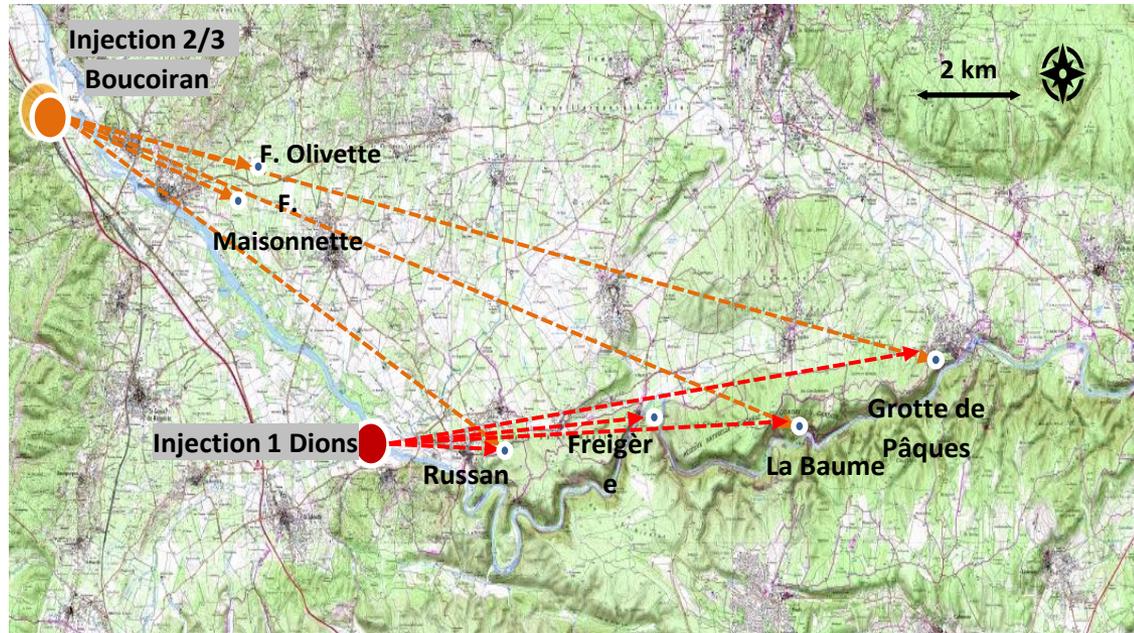
- Les agents du Département.*
- Les personnels de la réserve naturelle Régionale des Gorges du Gardon.*
- Les agents de l'EPTB.*
- La Mairie de Sanilhac.*

- Expérience de traçage de la zone de perte aval.
- Expérience de micro-traçage pour appréhender la vulnérabilité des champs captants d'Olivette et Maisonnette à un traçage de la zone de pertes amont.
- Expérience de traçage de la zone de perte amont.

Détails des opérations

Injection 1: Pertes de Dions

- Période d'injection ciblée en Juin
- 15 kg de Sulforhodamine
- Durée de suivi: 1 mois



Injection 2 test: Pertes de Boucoiran

- Période d'injection ciblée en Juillet-Aout (31/07/2017) à Boucoiran / 1kg250 de Fluorescéine
- Cible: forages de Maisonnette et Olivette pour tests des intensités de passage.
- Durée de suivi : 1 mois

Injection 3: Pertes de Boucoiran

- Période d'injection courant d'été (09/09/2017) / 25kg de Fluorescéine.
- Durée de suivi : 4 mois
- Pertes diffuses dans le plan terminal avant zone d'assèchement complet du lit.



Traçages dans l'urgonien : Pertes de Dions



Forage de Russan



Sources de la Baume



Emergence de Freigère



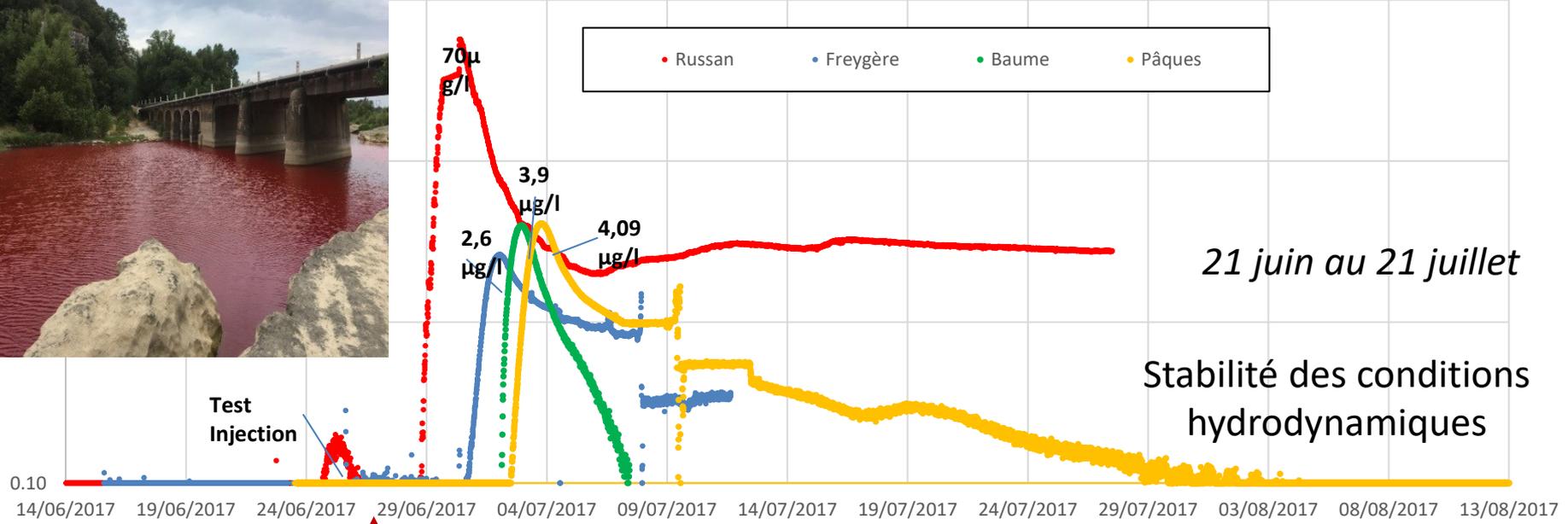
Grotte de Pâques



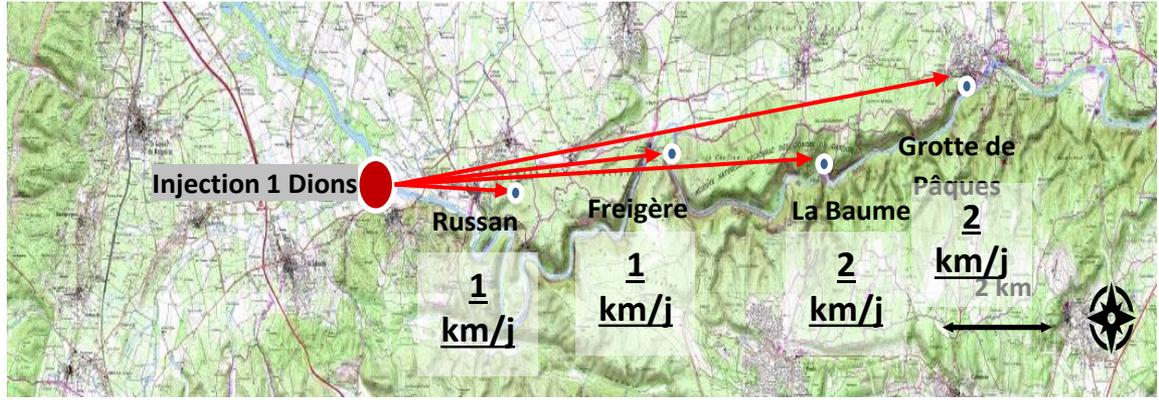
Traçages dans l'urgonien : Pertes de Dions



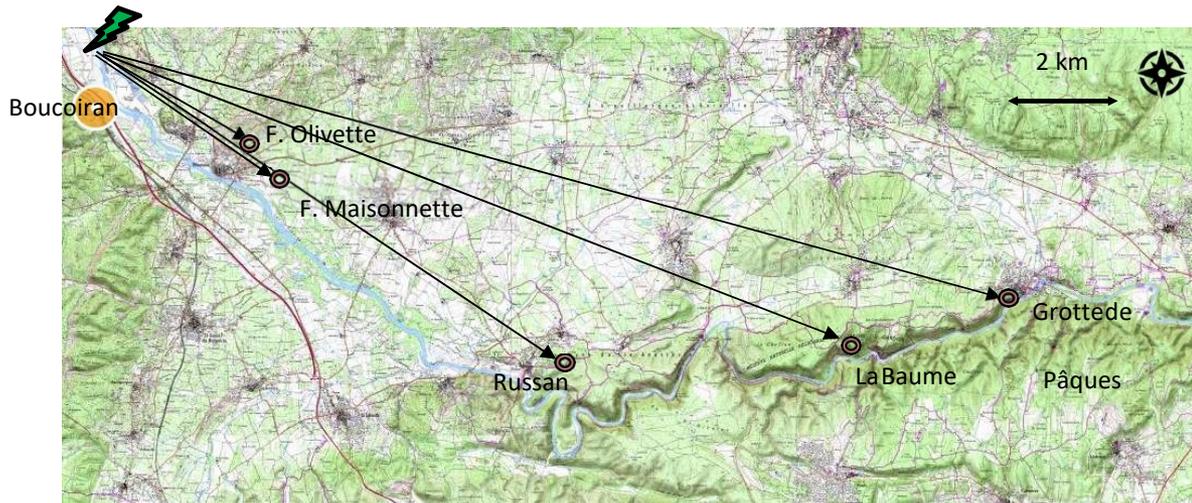
Traçage de Dions - injection le 26/06/17



1ere arrivées	Russan	2j 7h30
	Freygère	4j 8h30
	Baume	5j 1h30
	Collias	5j 20h30
Mode	Russan	3j 23h
	Freygère	5j 9h30
	Baume	6j et 13h30
	Collias	6j 20h30
Injection 15 Kg 26/06/201		



Microtraçage



31 juillet au 15 août

Traceur : 1,5 Kg de fluorescéine

Pas de détection sur les forages BRL



Traçages dans l'urgonien sous couverture : pertes de Boucoiran



Forage de Russan



Sources de la Baume



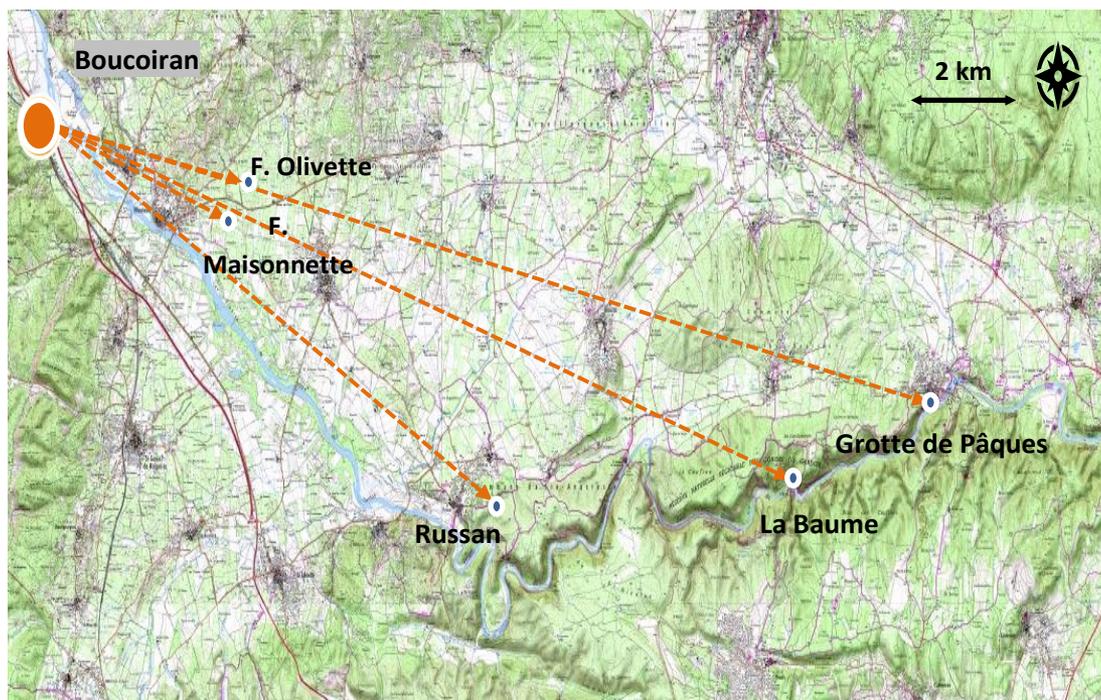
Grotte de Pâques



Forage d'Olivette

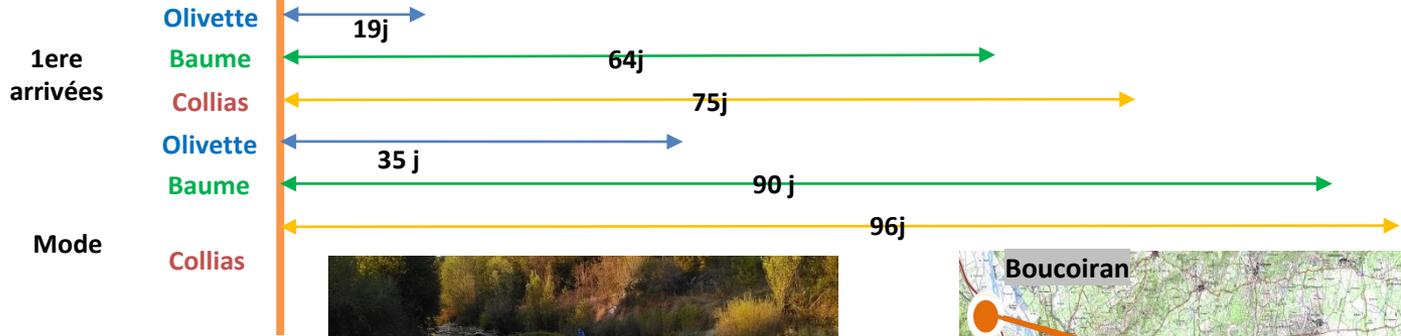
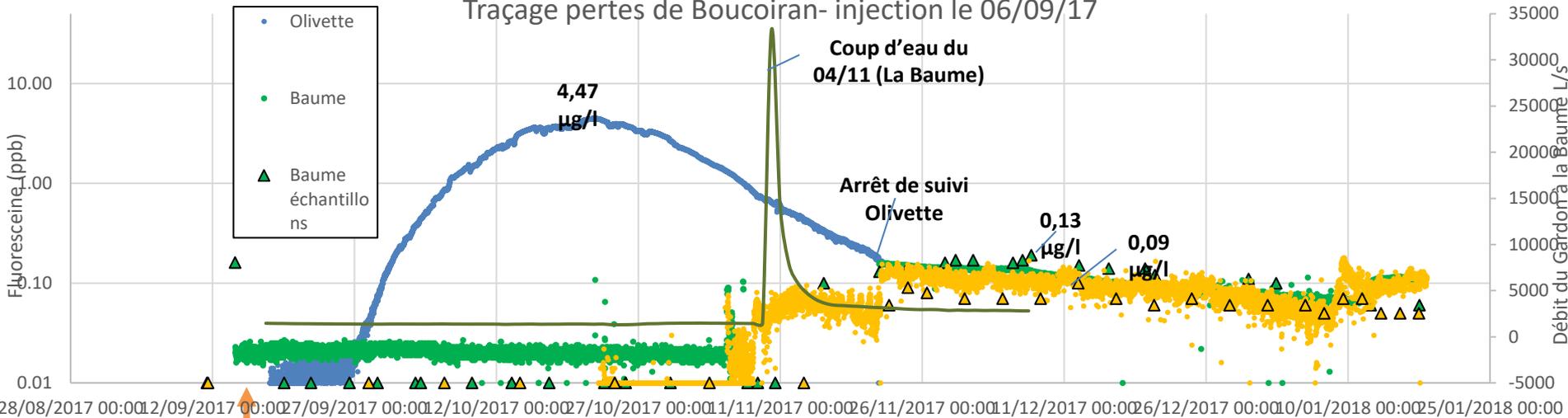


Forage de maisonnette

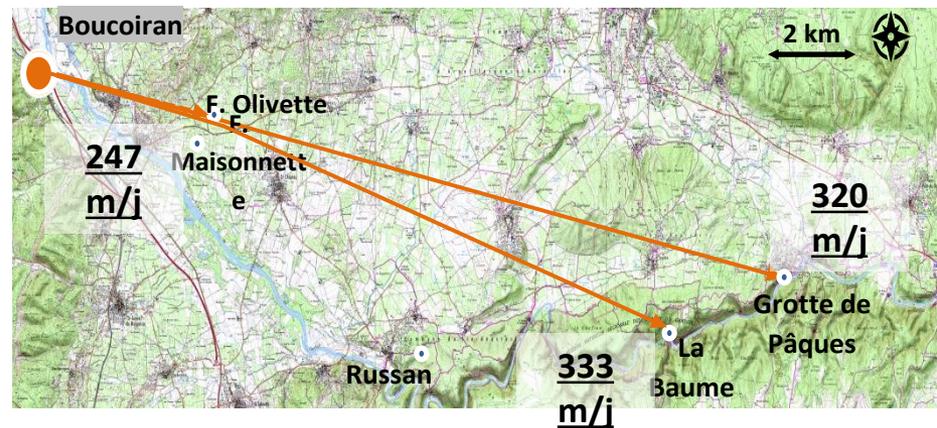


Traçages dans l'urgonien sous couverture : Injection 3/ pertes de Boucoiran

Traçage pertes de Boucoiran- injection le 06/09/17

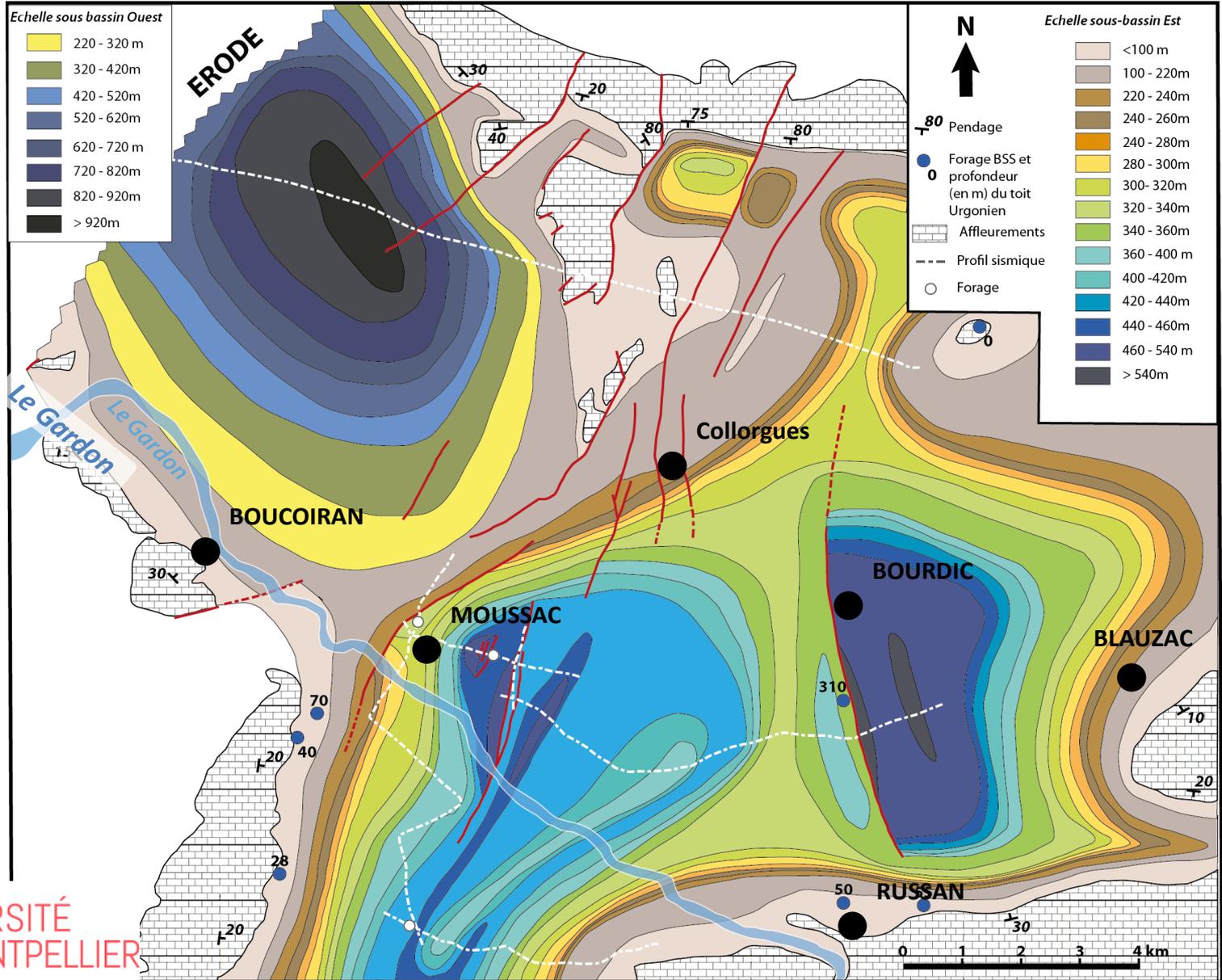


**Injection 25 Kg
06/09/2017**

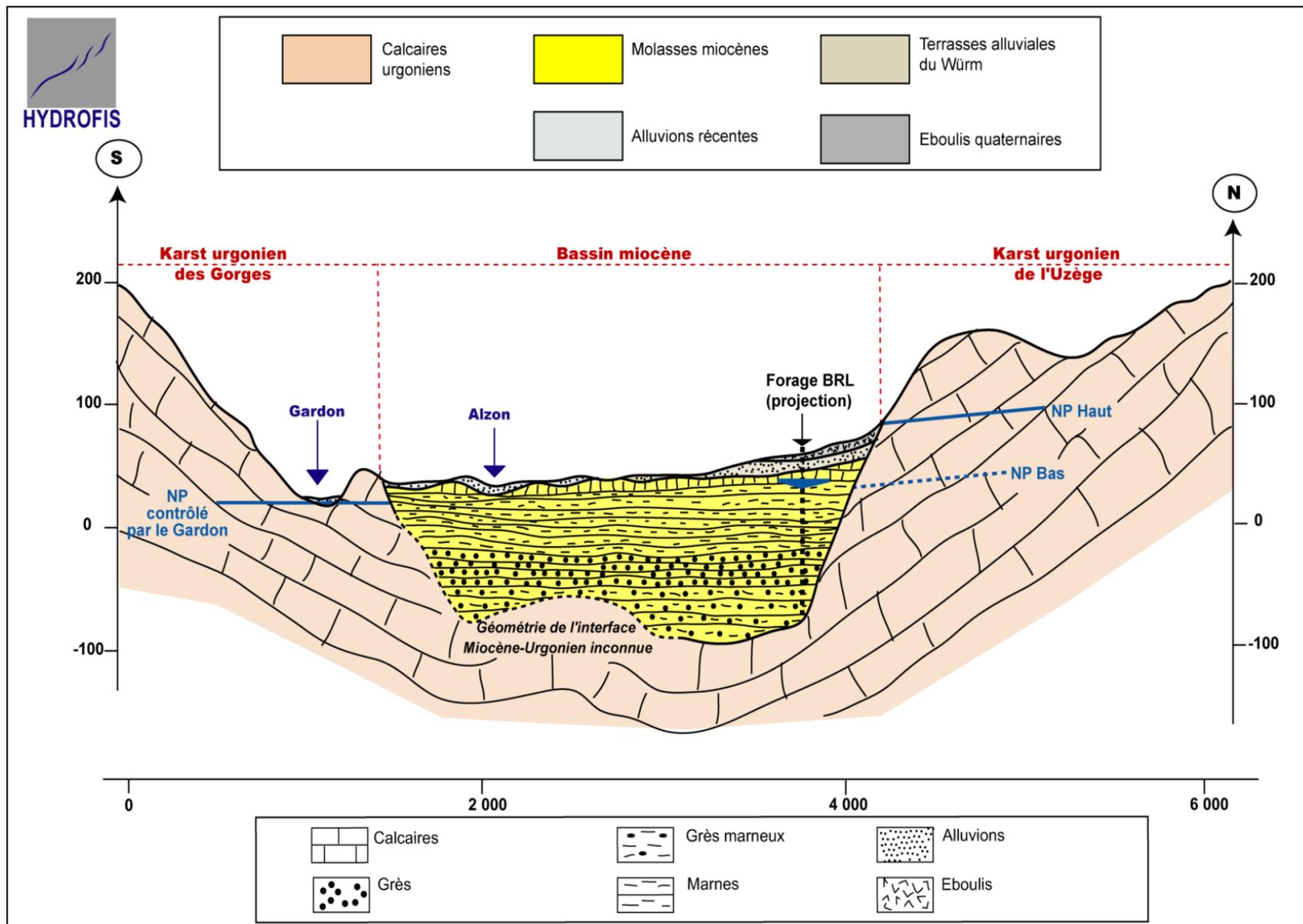


La structure du bassin de St Chaptes

CARTE ISOBATHE DU TOIT DE L'URGONIEN



La compartimentation hydrogéologique de l'aquifère urgonien



Karst urgonien : connaissances en fin d'étude

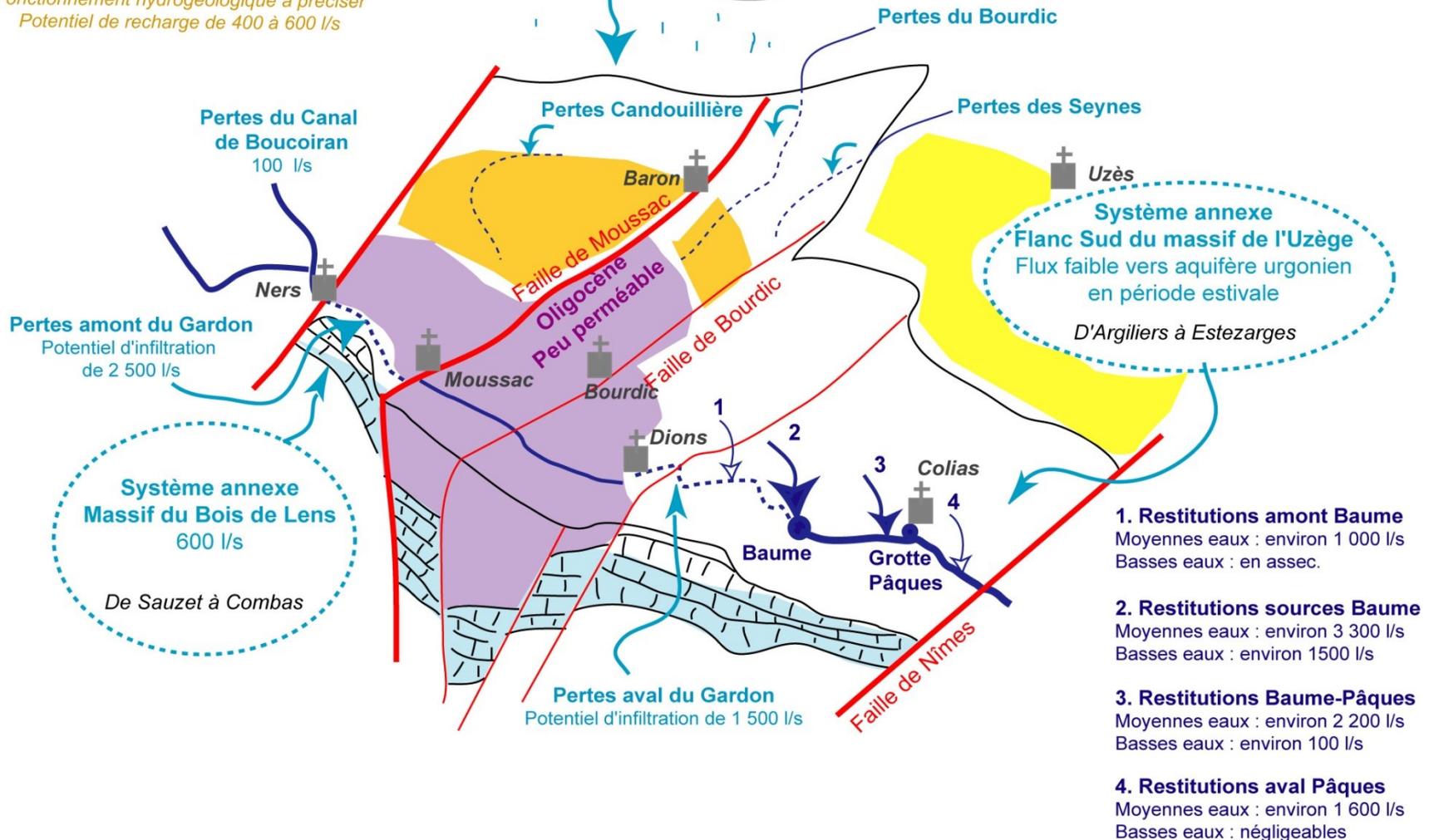
Calcaires
du Ludien

En interrelation avec l'aquifère urgonien :
Fonctionnement hydrogéologique à préciser
Potentiel de recharge de 400 à 600 l/s

Infiltrations des eaux de pluie sur les surfaces affleurantes
des compartiments amont et aval
Débit fictif de 1 400 l/s (S= 140 km²)

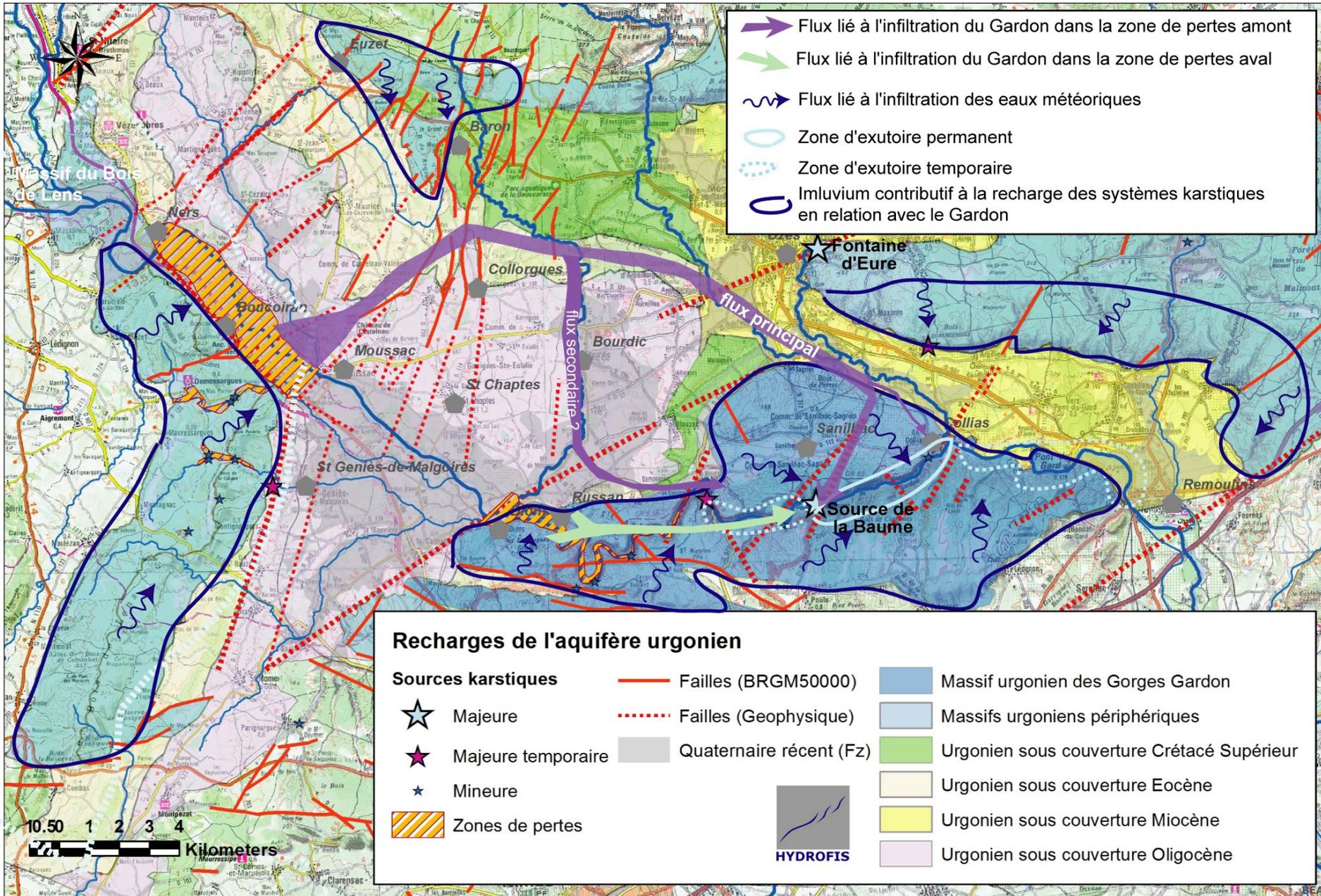
Molasses
du Miocène

En interrelation avec l'aquifère urgonien :
- Rôle drainant en période
de hautes eaux karstiques.
- Rôle d'alimentation en période de basses eaux.

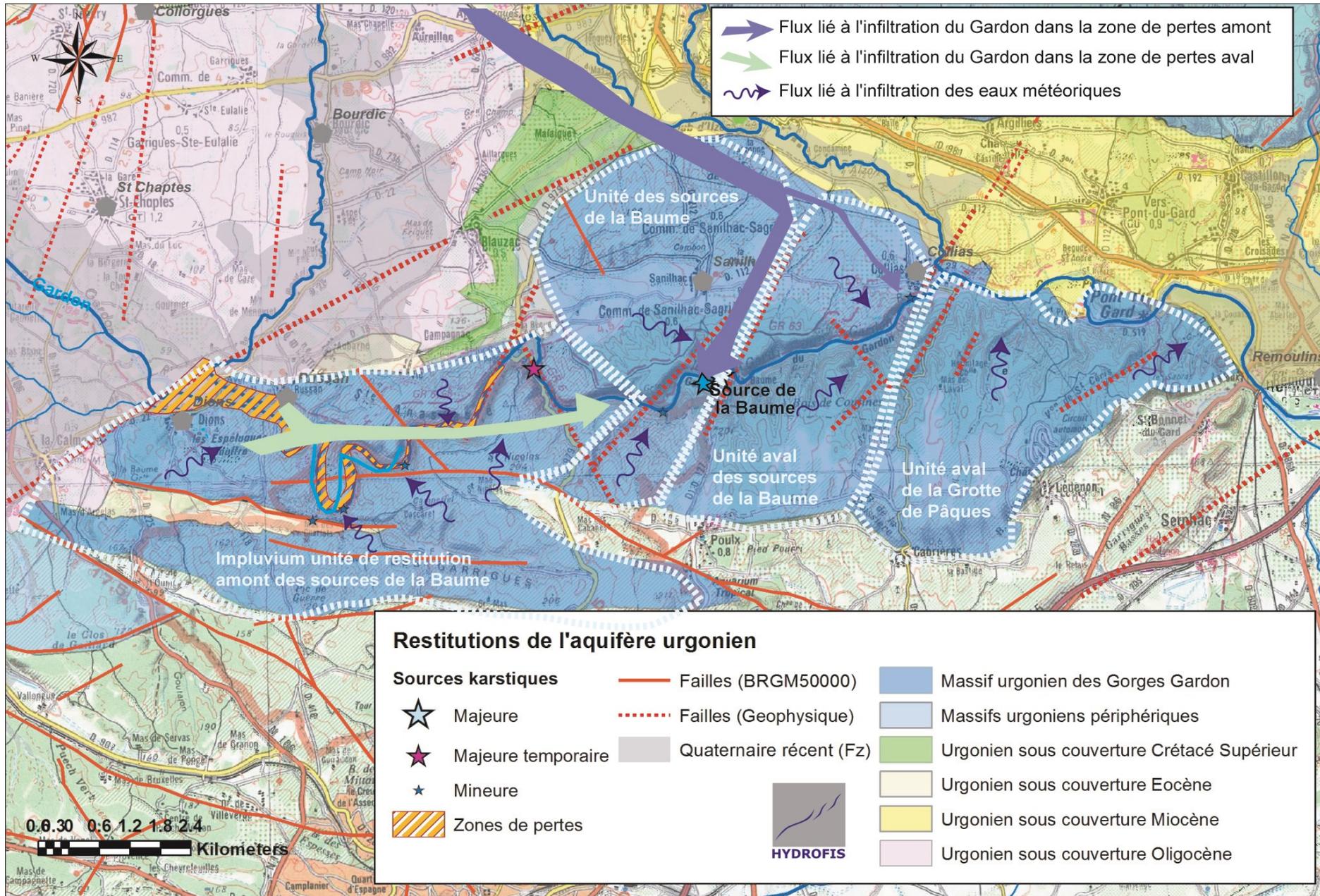


- 1. Restitutions amont Baume**
Moyennes eaux : environ 1 000 l/s
Basses eaux : en assec.
- 2. Restitutions sources Baume**
Moyennes eaux : environ 3 300 l/s
Basses eaux : environ 1 500 l/s
- 3. Restitutions Baume-Pâques**
Moyennes eaux : environ 2 200 l/s
Basses eaux : environ 100 l/s
- 4. Restitutions aval Pâques**
Moyennes eaux : environ 1 600 l/s
Basses eaux : négligeables

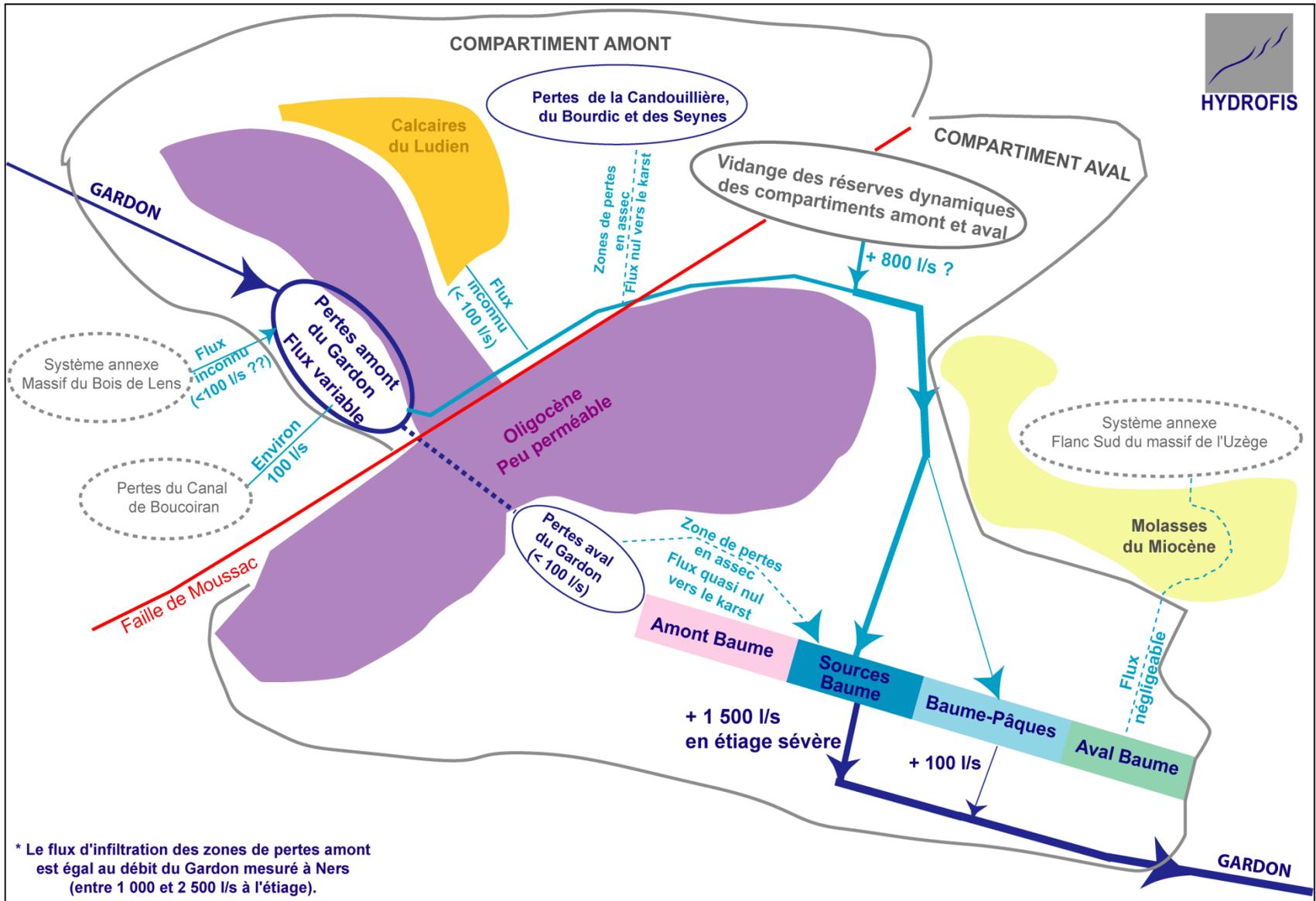
Dynamiques de recharge



Karst urgonien : dynamiques de restitutions



Karst urgonien : modèle global



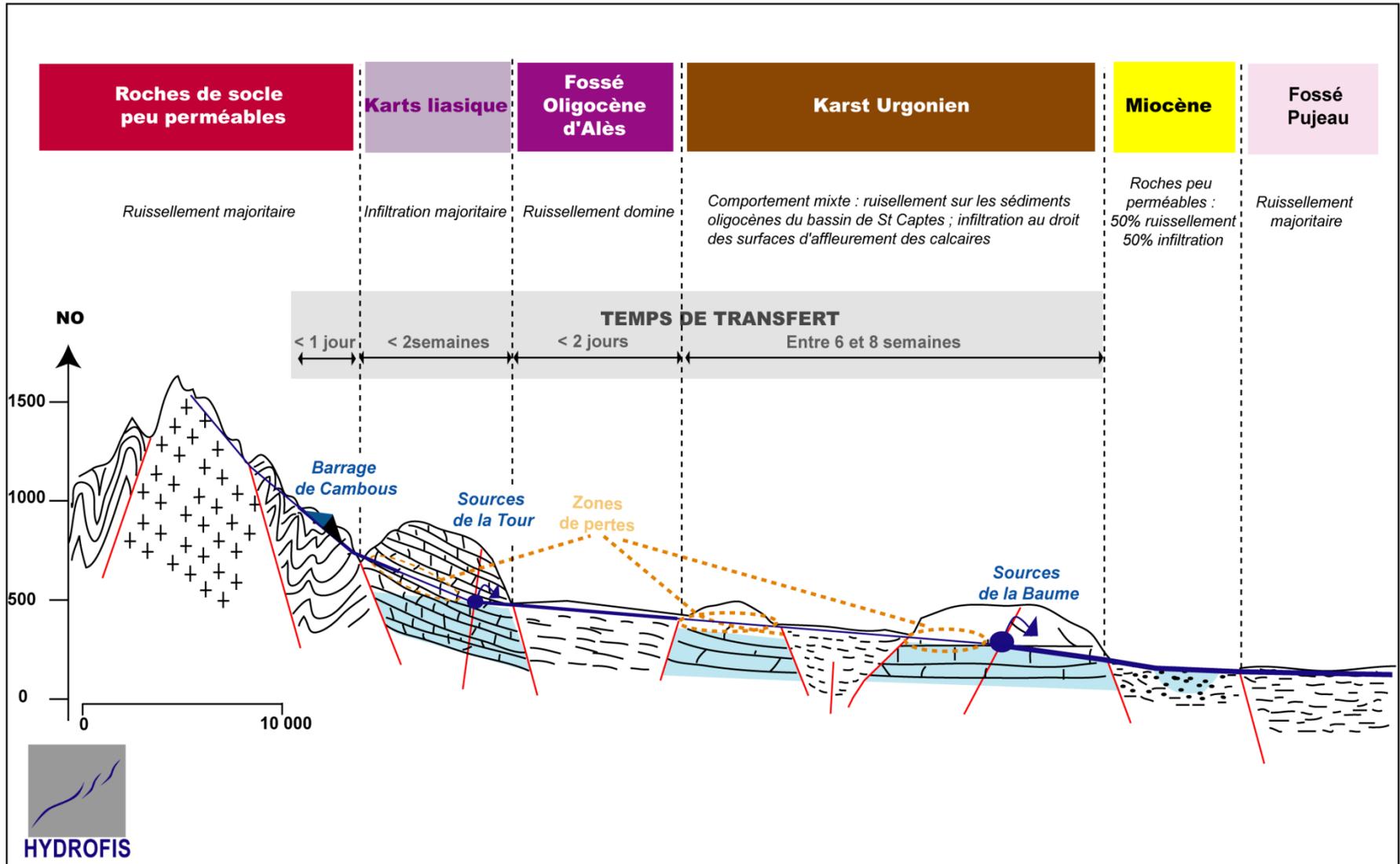
Structure géologique et comportement hydrogéologique

- 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.



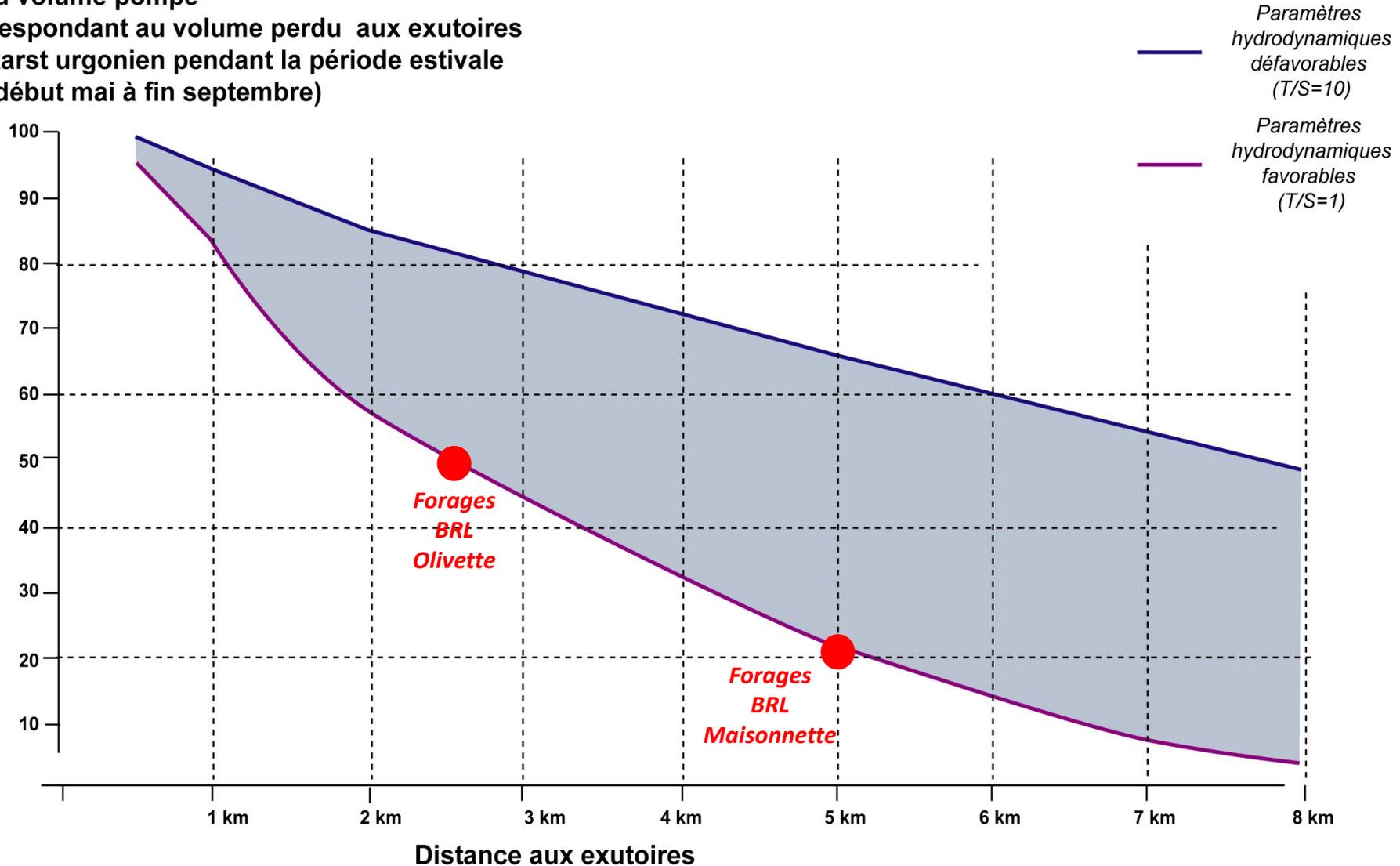
Des questions ??

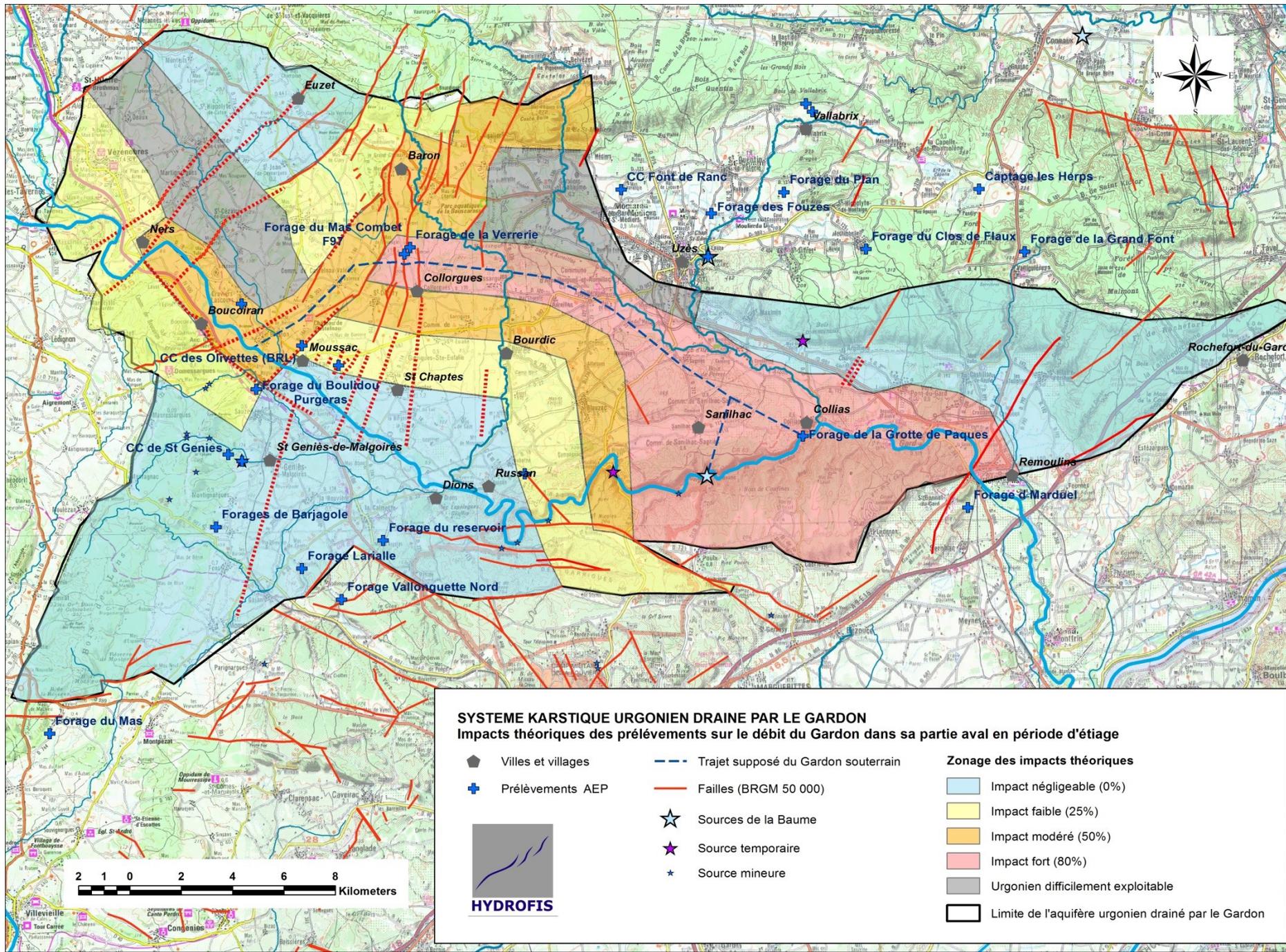
Soutien d'étiage du barrage de Cambous



Impact des pompages dans le karst

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





Importance de la mesure des hydro systèmes

