

# Étude des différentes solutions permettant d'optimiser la capacité du Karst de La Rochefoucauld à soutenir la Charente en étiage

Comité de Pilotage – 20/02/2025



**EPTB**  
CHARENTE

Établissement Public Territorial de Bassin Charente



Inventons le territoire du futur

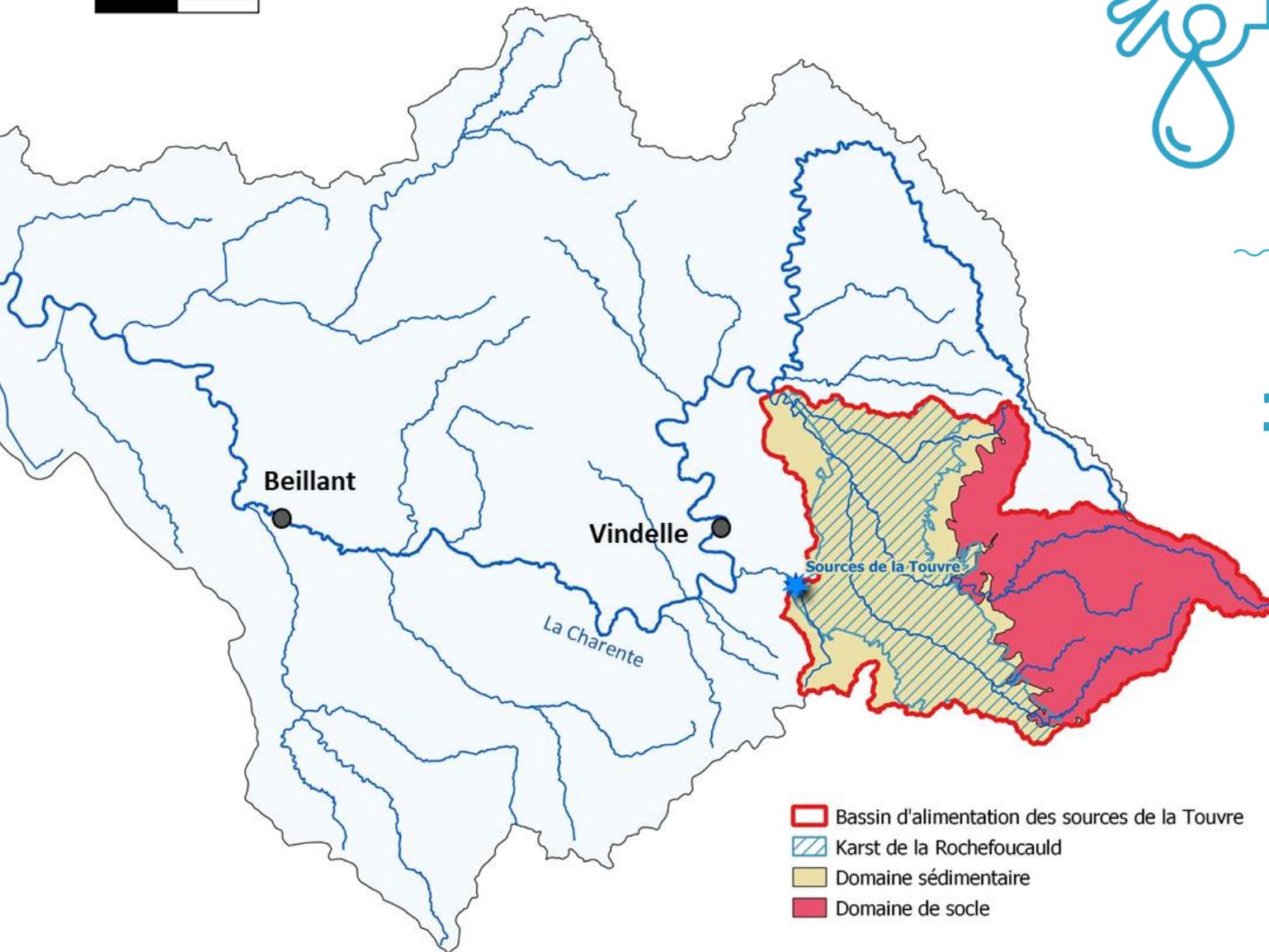
**eAU**  
GRAND SUD-OUEST  
AGENCE DE L'EAU ADJUR-CHARENTAIS

**CHARENTE**  
LE DÉPARTEMENT

**la**  
**Charente**  
**Maritime**  
LE DÉPARTEMENT



0 10 20 km



- Bassin d'alimentation des sources de la Touvre
- Karst de la Rochefoucauld
- Domaine sédimentaire
- Domaine de socle



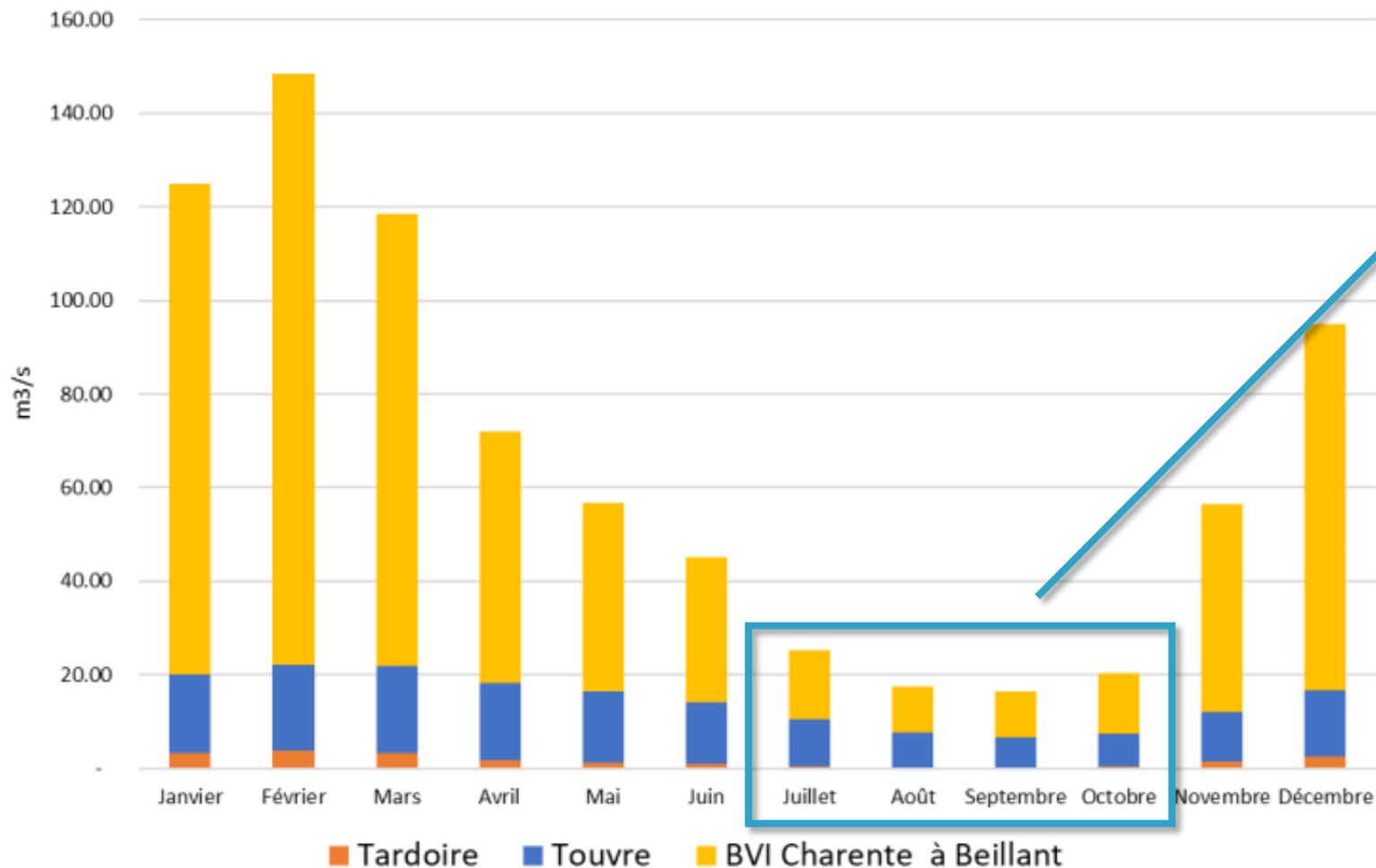
## Une ressource stratégique : soutien du fleuve Charente et alimentation en eau potable d'une grande partie du département de la Charente

**1200 à 1500 km<sup>2</sup>**

Superficie du bassin d'alimentation des sources de la Touvre

**3 départements**  
**9 EPCI**  
**3 syndicats de bassin**

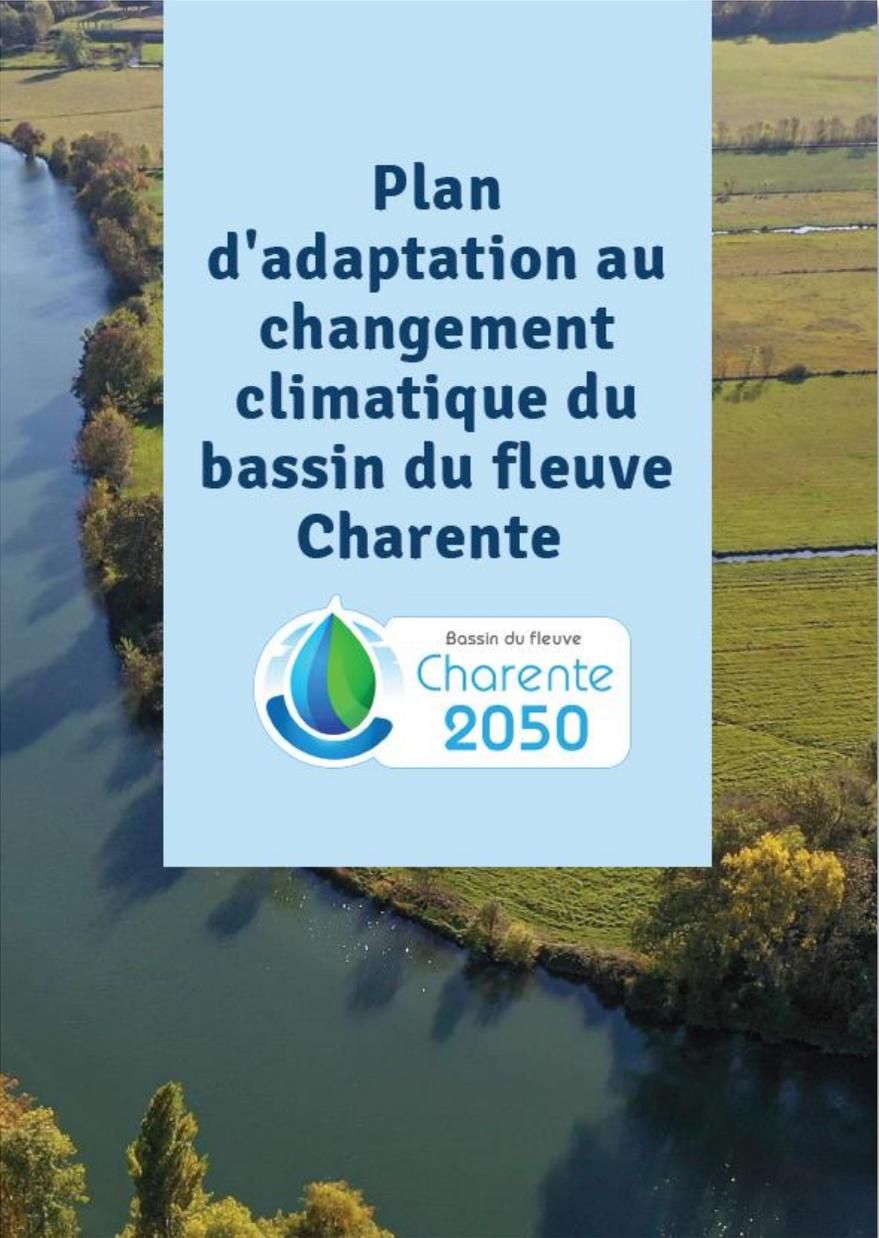
Contribution moyenne (2006-2023) au débit de la Charente  
des grands sous-ensembles hydrologiques



## Le karst : régulateur hydrologique du fleuve

Les apports de la Touvre représentent en moyenne 42% du débit à Beillant en août, et jusqu'à plus de 60% en étiage sévère.

Les sources bénéficient d'une température stable et d'une qualité de l'eau préservée → rôle de dilution important



## Plan d'adaptation au changement climatique du bassin du fleuve Charente



**2 axes de travail spécifiques au karst sont en réflexion** (inscrits dans la Feuille de route 2022-2027 pour la gestion quantitative du bassin de la Charente et dans le Plan d'adaptation Charente 2050)

**L'optimisation de la gestion des prélèvements dans le karst**

**L'expérimentation d'un dispositif de gestion de la vidange du karst**

# Plan d'adaptation au changement climatique du bassin du fleuve Charente



**2 axes de travail spécifiques au karst sont en réflexion** (inscrits dans la Feuille de route 2022-2027 pour la gestion quantitative du bassin de la Charente et dans le Plan d'adaptation Charente 2050)

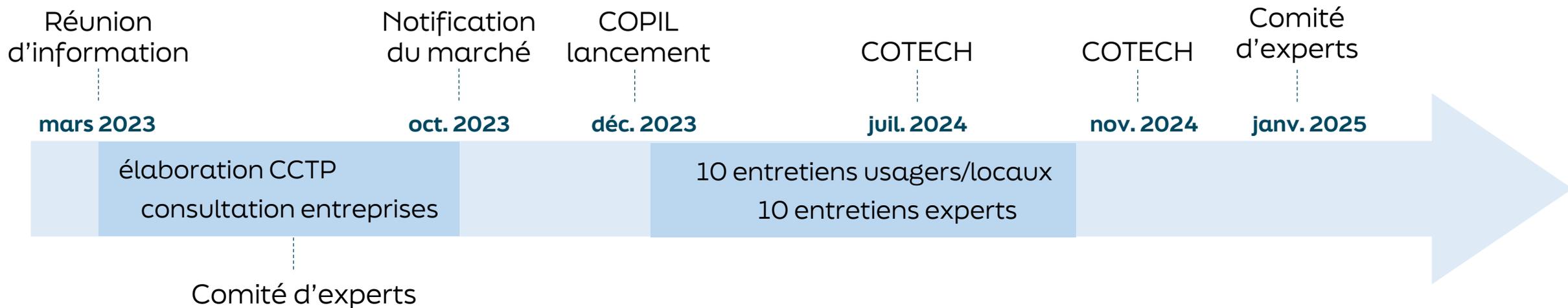
**L'optimisation de la gestion des prélèvements dans le karst**

**L'expérimentation d'un dispositif de gestion de la vidange du karst**

**objet de la réunion**

↓

Étude préalable lancée en 2023 autour d'un objectif élargi : optimiser la capacité du karst à soutenir le fleuve (→ en gérant la vidange et/ou en favorisant la recharge)



## Objectifs de l'étude

- Inventorier et documenter **l'ensemble des solutions** pour fournir aux acteurs du territoire des **éléments d'aide à la décision pour s'orienter vers une ou plusieurs solutions à privilégier** pour la suite des réflexions

# Étude concertée

- ✓ Entretiens avec les **acteurs locaux** : producteurs d'eau potable, syndicats de rivière, profession agricole, pisciculteurs, fédération de pêche, association de protection de l'environnement, élus locaux, acteurs de la préservation du patrimoine, spéléologues

## En résumé :

- Opportunité du projet (bénéficiaires ?) et volumes recherchés en conséquence
- Vigilance sur les impacts et la perturbation des activités (captage AEP, piscicultures)
- Pilotabilité et réversibilité sont deux critères importants
- Respect du patrimoine naturel, paysager et culturel
- Garanties de transparence, nécessité d'informer les riverains



- Opportunité du projet (bénéficiaires ?) et volumes recherchés en conséquence

→ **objectif = sécurisation** des milieux et des usages

### Sur la Touvre et son bassin d'alimentation

→ pas de déficit

**Biodiversité** : écosystèmes de grande qualité mais particulièrement sensibles qui dépendent du **maintien** des débits et de la qualité de l'eau

**AEP** : pas de besoin de volume supplémentaire (ressource pas en tension y compris en étiage sévère), enjeu de **sécurisation** (exploitation)

**Irrigation** : pas de besoin de volume suppl. (consommation << autorisation malgré peu de restrictions), volonté de **maintien** des activités

**Piscicultures** : adaptent leur activité à la ressource, pas besoin de volume supplémentaire

**Tourisme** : (pêche, canoë-kayak)

### Sur le fleuve en aval d'Angoulême

→ apports de la Touvre cruciaux pour le maintien des débits, de la qualité et de la température des eaux  
→ **déficit** important à l'estuaire

**AEP** : **sécurisation** quanti. et quali. des captages dans le fleuve (dont captages prioritaires de Coulonge et Saint-Hippolyte) et des captages souterrains (dilués)  
A l'horizon **2030**, **déséquilibre** besoin-ressource probable en pointe estivale sur le réseau Littoral

**Irrigation** : fait l'objet d'une gestion conjoncturelle et de volumes prélevables. Pas de volonté d'augmenter le volume (car pas de demandes supplémentaires) mais plutôt de mieux répartir la pression de prélèvement

**Biodiversité**

**Activités conchylicoles**

**Tourisme**



➤ Opportunité du projet (bénéficiaires ?) et volumes recherchés en conséquence

→ **objectif = sécurisation** des milieux et des usages

### Localement

→ pas de déficit

Biodiversité : écosystème riche et diversifié mais particulièrement vulnérable au regard du **maintien** des débits

AEP : pas de besoin de volume supplémentaire (ressource pas en déficit structurel, mais enjeu de sécurité d'approvisionnement sévère) mais enjeu de qualité d'un point de vue de la santé humaine

Irrigation : pas de besoin de volume supplémentaire (consommation << autorisation malgré peu de restrictions), volonté de **maintien** des activités

### Tourisme

### Sur le fleuve en aval d'Angoulême

→ apports de la Touvre cruciaux pour le maintien des débits, de la qualité et de la température des eaux

L'adaptation au changement climatique et la résorption des déficit passe par un **mix de solutions !**

→ enjeu de maintien des débits dans le fleuve (dont la Touvre et Saint-Hippolyte)

→ enjeu de maintien du niveau de la mer et du niveau littoral

Irrigation : fait l'objet d'une gestion conjoncturelle et de volumes prélevables. Pas de volonté d'augmenter le volume (car pas de demandes supplémentaires) mais plutôt de mieux répartir la pression de prélèvement

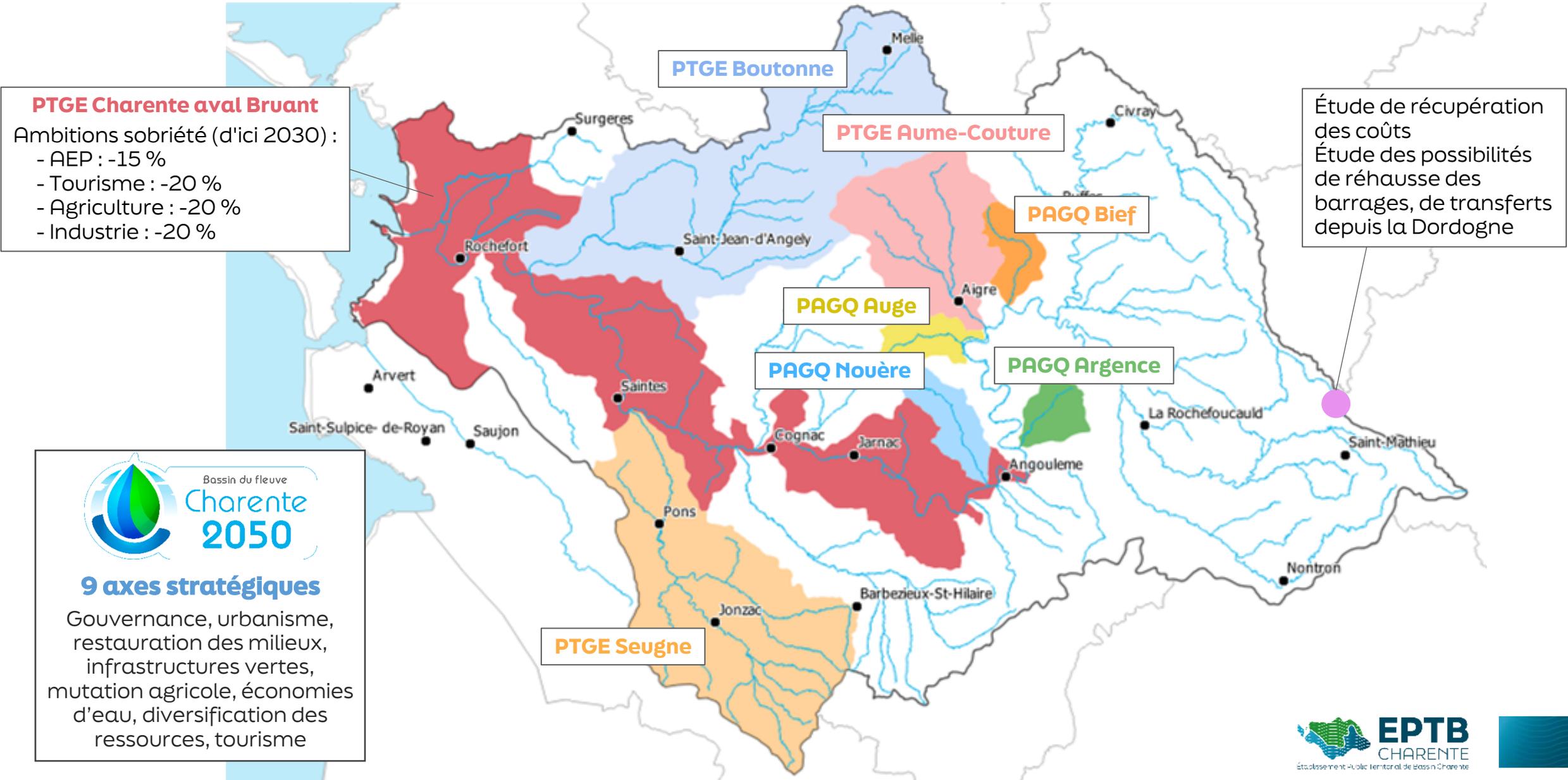
Biodiversité

Activités conchylicoles

Tourisme



# D'autres démarches visant à préserver la ressource sur le bassin de la Charente



# Étude concertée

- ✓ Entretiens avec les **acteurs locaux** : producteurs d'eau potable, syndicats de rivière, profession agricole, pisciculteurs, fédération de pêche, association de protection de l'environnement, élus locaux, acteurs de la préservation du patrimoine, spéléologues

## En résumé :

- Opportunité du projet (bénéficiaires ?) et volumes recherchés en conséquence
  - Notion de **solidarité amont->aval**
  - qui doit se traduire par une **solidarité aval->amont** dans la mise en œuvre
- Vigilance sur les impacts et la perturbation des activités (captage AEP, piscicultures)
- Pilotabilité et réversibilité sont deux critères importants
- Respect du patrimoine naturel, paysager et culturel
- Garanties de transparence, nécessité d'informer les riverains



# Étude concertée

- ✓ Création d'un **comité d'experts hydrogéologues** :
  - Bruno ARFIB (Aix-Marseille Université, CEREGE)
  - Michel BAKALOWICZ (ex-CNRS, conseil scientifique du Comité de bassin...)
  - Laurent CADILHAC (AERMC)
  - Philippe CROCHET (Hydrogéologue retraité, expert karst)
  - Laurent DANNEVILLE (PNR Grands Causses)
  - Michaël GOUJON & Arnaud BERNARD (Eau17)
  - Bruno DE GRISSAC (hydrogéologue agréé)
  - David LABAT (Université Toulouse, GET)
  - Patrick LACHASSAGNE (HydroSciences Montpellier)
  - Marc LAMBERT (Charente Eaux)
  - Pierre MARCHET & Stéphane BINET (AEAG)
  - Jean-Christophe MARECHAL & Nicolas FRISSANT (BRGM)
  - Marie PETTENATI (ANTEA)
  - Michel SEGUIN (hydro-spéléologue, Groupe de recherches Touvre)



# Étude concertée

- ✓ Création d'un **comité d'experts hydrogéologues** :

**En résumé**, les solutions doivent être :

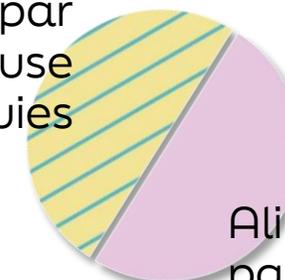
- **réversibles** à tout moment
- **expérimentées** de manière **progressive**, dans les **plages de variation connues** du système karstique, avec possibilité d'un arrêt rapide en cas de constats de dysfonctionnements pour limiter les risques
- La **quantification de l'impact** d'un aménagement intra-karst ou à l'aval immédiat des sources n'est pas possible sans expérimentation.
- La **connaissance hydrochimique** du système karstique de la Touvre est méconnue
- **Pas de risques majeurs sur la qualité** des eaux identifiés pour les solutions étudiées (en lien avec l'importance de la capacité de dilution du karst)



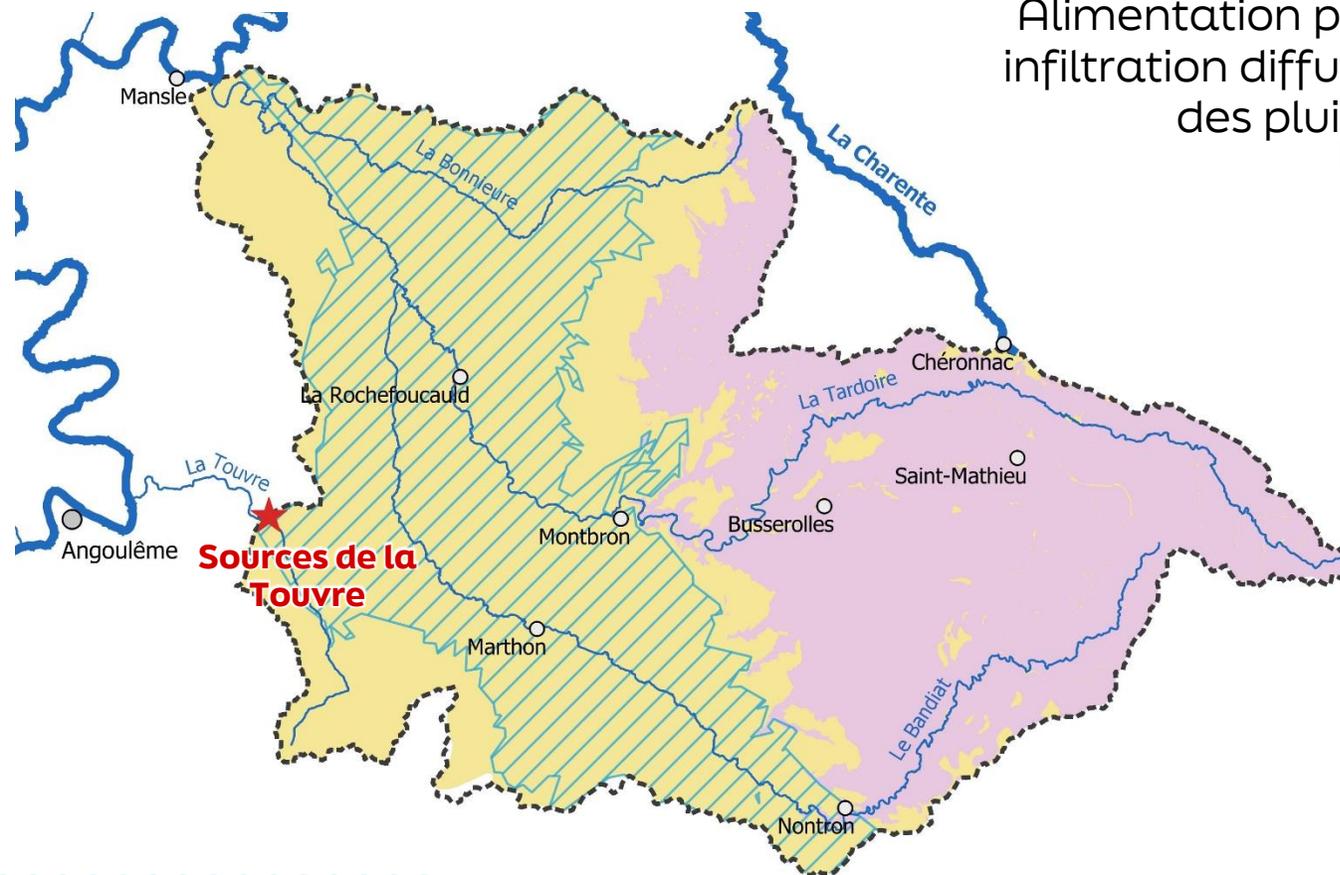
# 3 familles de solutions étudiées

## Alimentation binaire du karst :

Alimentation par infiltration diffuse des pluies



Alimentation par les rivières

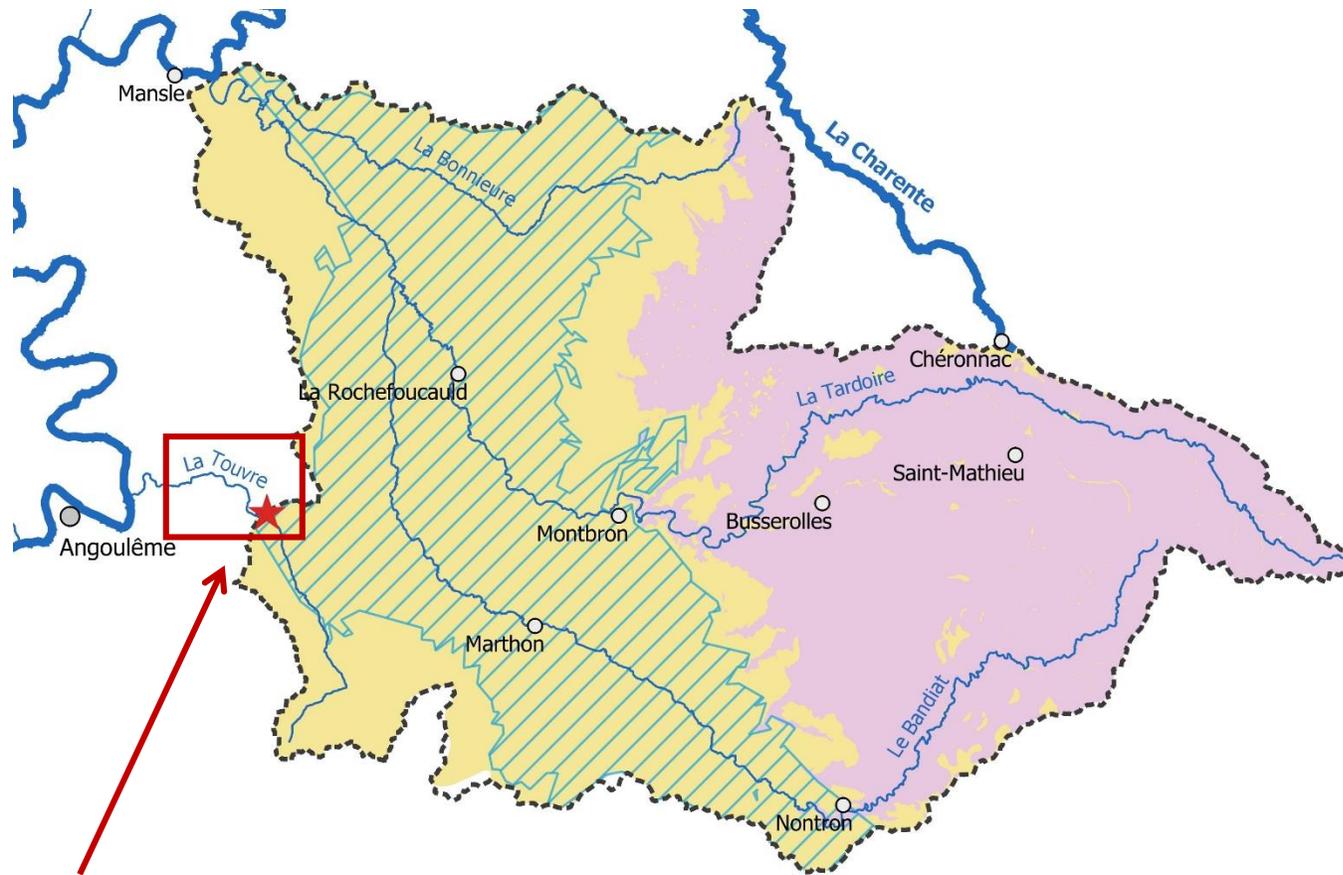


1200 à  
1500 km<sup>2</sup>

Superficie du bassin d'alimentation des sources de la Touvre

- Bassin d'alimentation des sources
- ▨ Karst de La Rochefoucauld
- Domaine sédimentaire
- Domaine granitique

# 3 familles de solutions étudiées



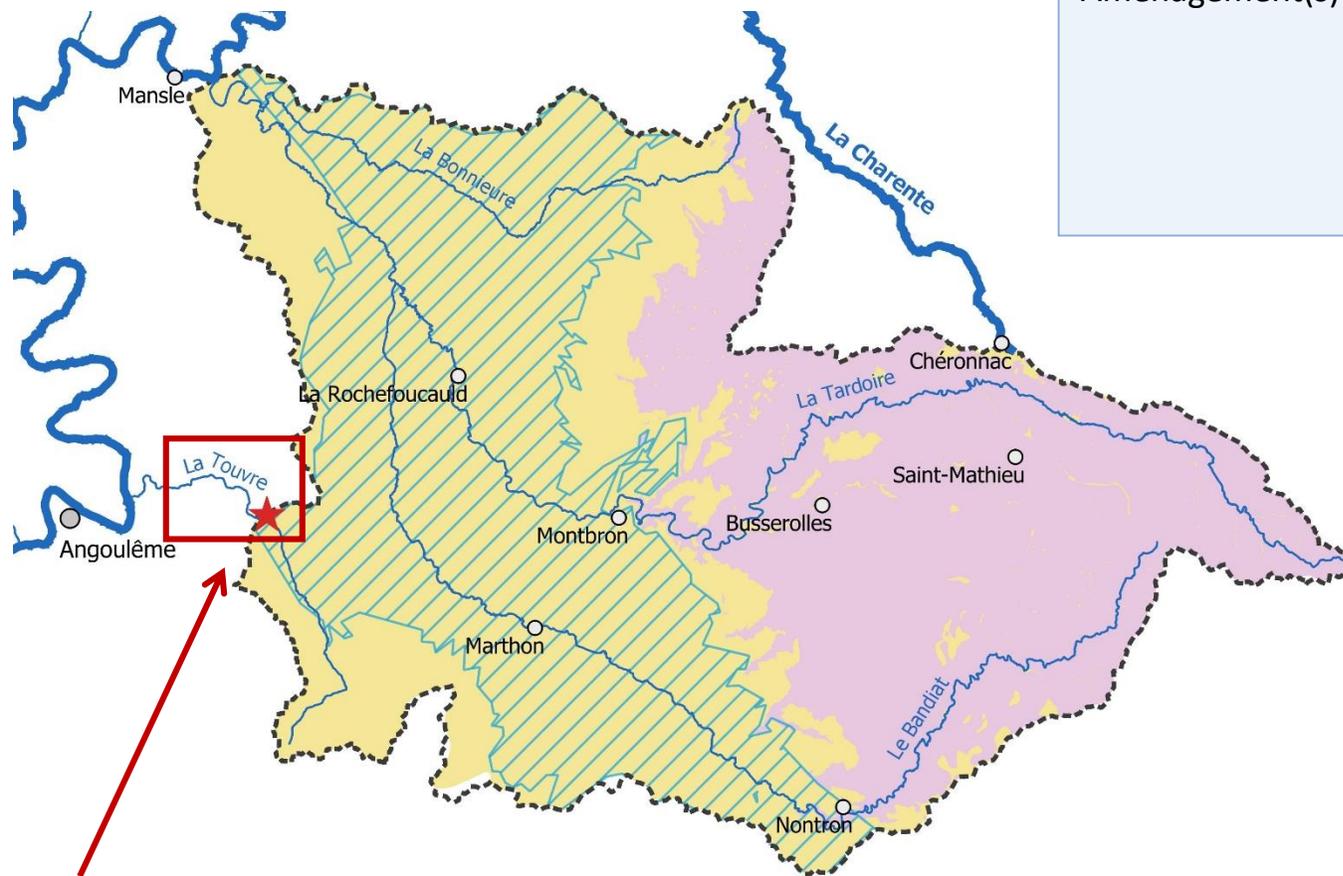
**Diminuer ou retarder la vidange du karst  
(= retenir l'eau dans le karst en hiver)**

Aménagement(s) intra-karst ou à l'aval  
immédiat des résurgences

- Bassin d'alimentation des sources
- Karst de La Rochefoucauld
- Domaine sédimentaire
- Domaine granitique

# 3 familles de solutions étudiées

Optimiser la recharge du karst  
Aménagement(s) sur le bassin d'alimentation



Diminuer ou retarder la vidange du karst  
(= retenir l'eau dans le karst en hiver)

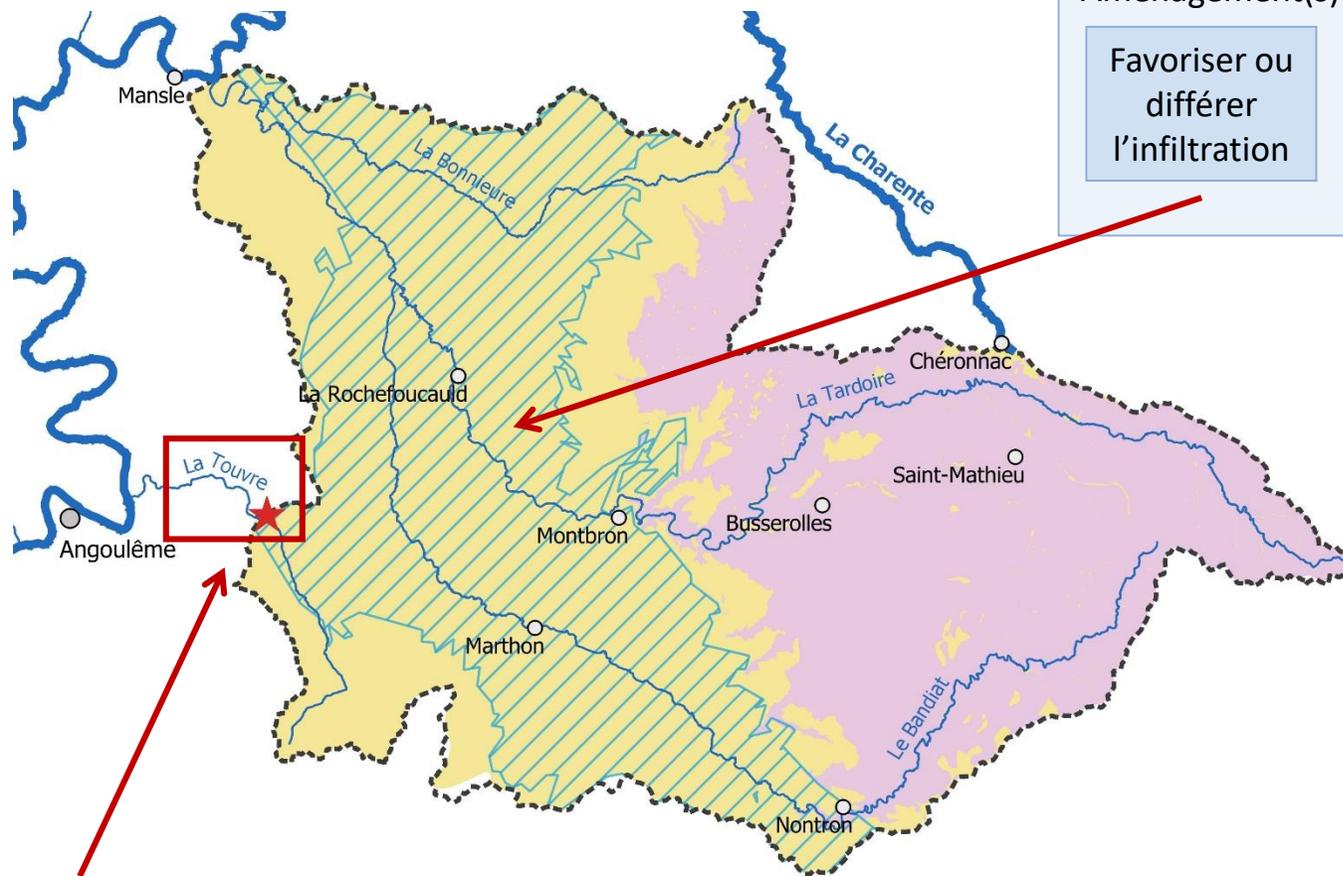
Aménagement(s) intra-karst ou à l'aval  
immédiat des résurgences

- Bassin d'alimentation des sources
- Karst de La Rochefoucauld
- Domaine sédimentaire
- Domaine granitique

# 3 familles de solutions étudiées

Optimiser la recharge du karst  
Aménagement(s) sur le bassin d'alimentation

Favoriser ou différer  
l'infiltration

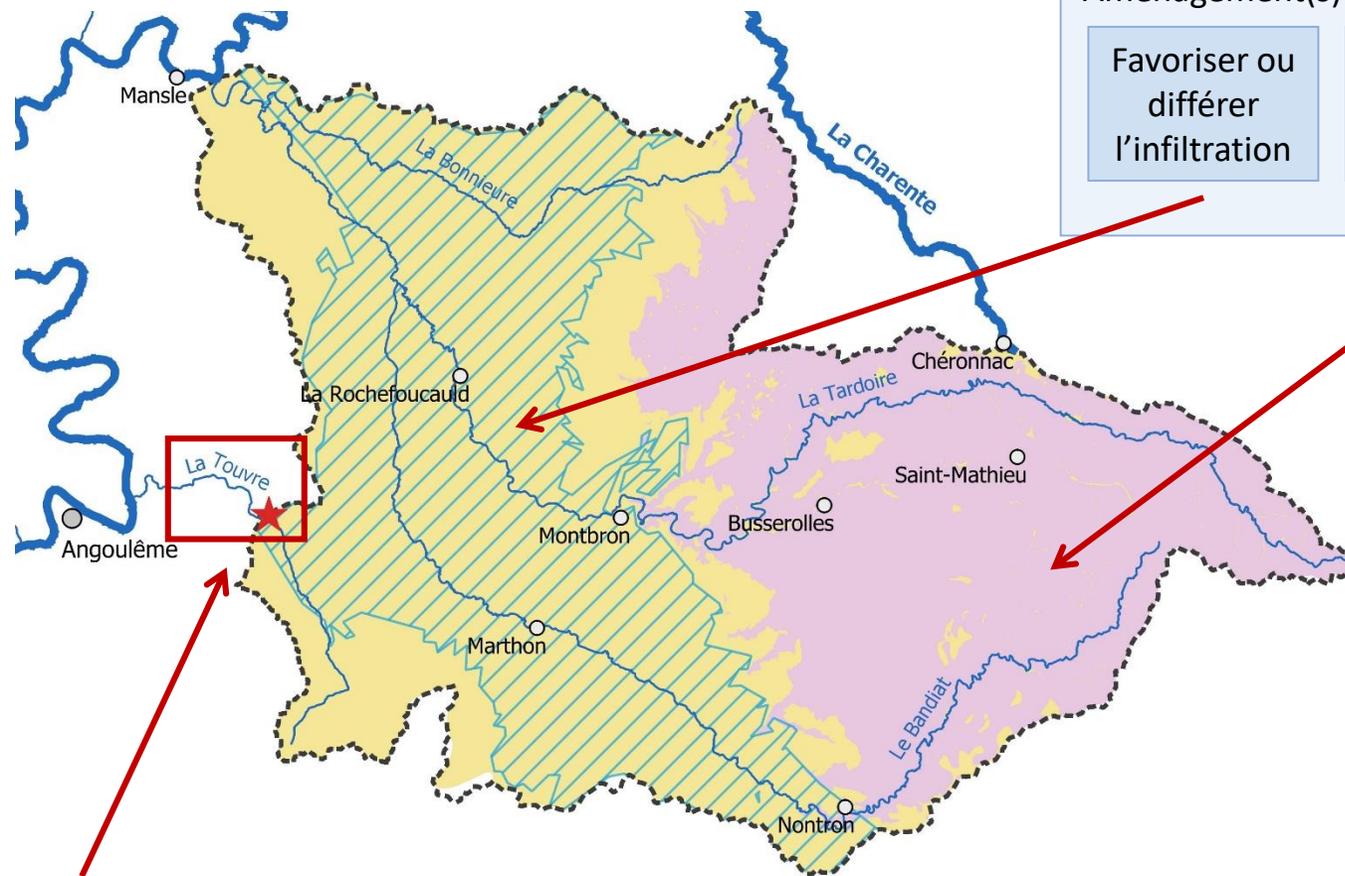


Diminuer ou retarder la vidange du karst  
(= retenir l'eau dans le karst en hiver)

Aménagement(s) intra-karst ou à l'aval  
immédiat des résurgences

--- Bassin d'alimentation des sources  
--- Karst de La Rochefoucauld  
--- Domaine sédimentaire  
--- Domaine granitique

# 3 familles de solutions étudiées



**Optimiser la recharge du karst**  
Aménagement(s) sur le bassin d'alimentation

Favoriser ou différer l'infiltration

Augmenter les apports depuis le domaine granitique

**Diminuer ou retarder la vidange du karst**  
(= retenir l'eau dans le karst en hiver)

Aménagement(s) intra-karst ou à l'aval immédiat des résurgences

--- Bassin d'alimentation des sources  
--- Karst de La Rochefoucauld  
--- Domaine sédimentaire  
--- Domaine granitique

# 3 familles de solutions étudiées

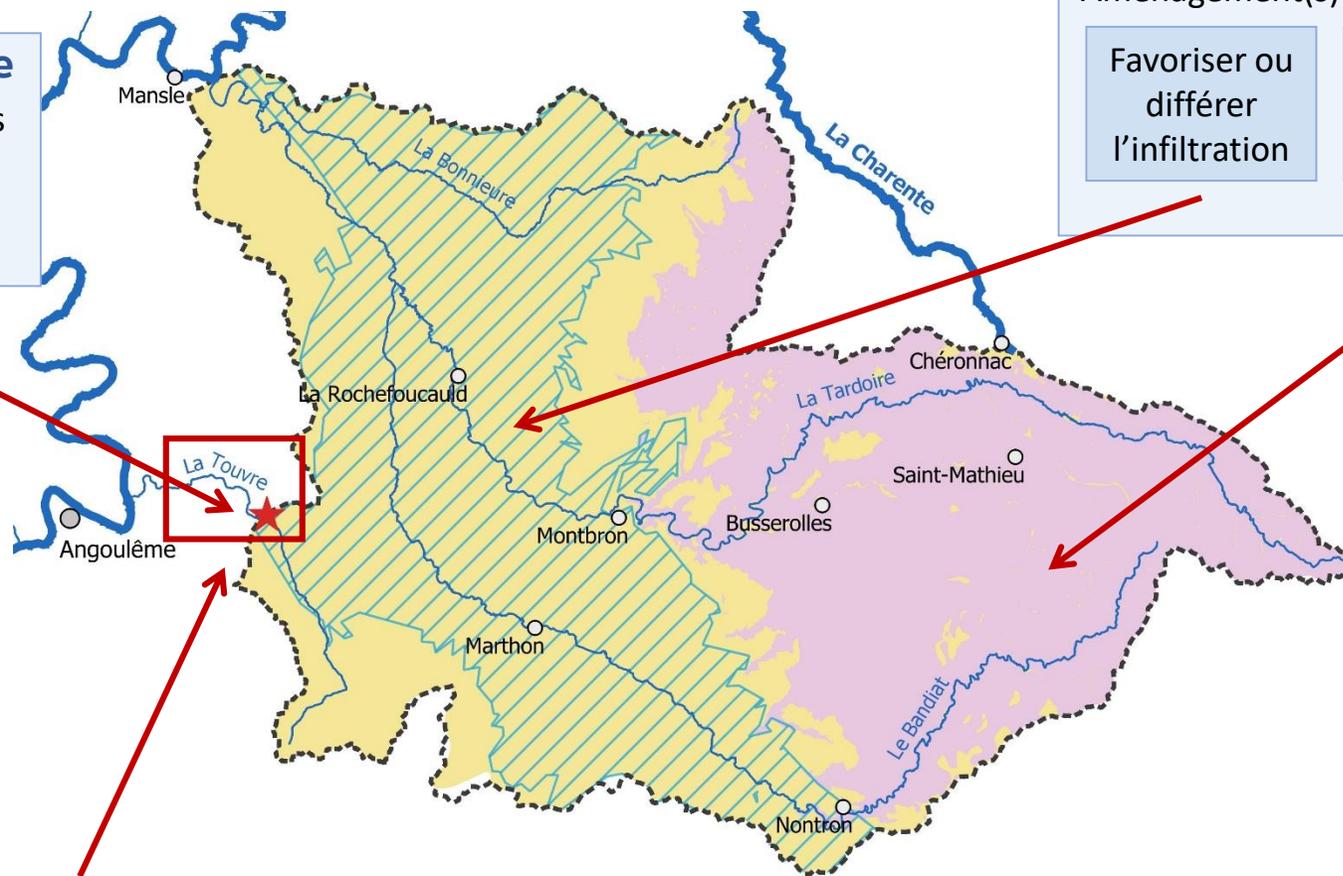
## Sur-exploiter l'aquifère

Solliciter via un pompage les réserves profondes pas accessibles en conditions naturelles

**Optimiser la recharge du karst**  
Aménagement(s) sur le bassin d'alimentation

Favoriser ou différer l'infiltration

Augmenter les apports depuis le domaine granitique



## Diminuer ou retarder la vidange du karst (= retenir l'eau dans le karst en hiver)

Aménagement(s) intra-karst ou à l'aval immédiat des résurgences

--- Bassin d'alimentation des sources  
--- Karst de La Rochefoucauld  
--- Domaine sédimentaire  
--- Domaine granitique

# 3 familles de solutions étudiées

## Sur-exploiter l'aquifère

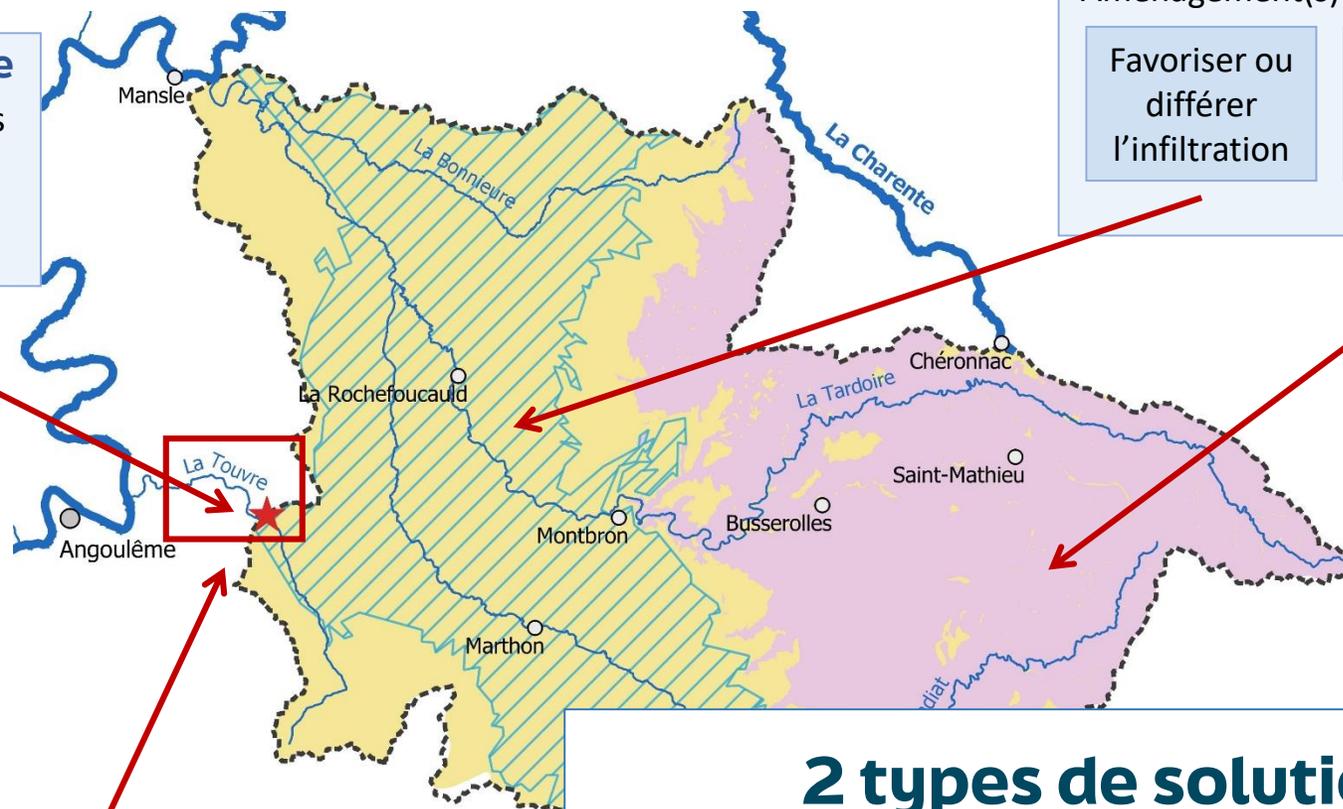
Solliciter via un pompage les réserves profondes pas accessibles en conditions naturelles

## Optimiser la recharge du karst

Aménagement(s) sur le bassin d'alimentation

Favoriser ou différer l'infiltration

Augmenter les apports depuis le domaine granitique



## Diminuer ou retarder la vidange du karst (= retenir l'eau dans le karst en hiver)

Aménagement(s) intra-karst ou à l'aval immédiat des résurgences

## 2 types de solutions

Techniques de Génie Civil (TGC)  
Solutions Fondées sur la Nature (SFN)

# Solutions étudiées

|   |                   |  |
|---|-------------------|--|
| <b>Solutions basées sur le retard et/ou le ralentissement de la vidange naturelle du karst</b><br>Aménagement(s) intra-karst ou à l'aval immédiat des résurgences | <b>Solution 1</b> | <b>Surélévation du fil d'eau à l'aval immédiat des résurgences au moyen de diguettes amovibles</b>   |
|   | <b>Solution 2</b> | <b>Surélévation du fil d'eau via des solutions fondées sur la nature à l'aval immédiat des résurgences</b><br>(A) Gestion des herbiers aquatiques<br>(B) Recharge granulométrique de la Touvre |
|   | <b>Solution 3</b> | <b>Surélévation du fil d'eau de la Touvre par la rehausse du seuil existant de la Tracherie</b>  |
|   | <b>Solution 4</b> | <b>Obstruction des conduits karstiques</b>   |



# Solutions étudiées

|   |                   |  |
|---|-------------------|--|
| <b>Solutions basées sur l'optimisation de la recharge du karst</b><br><br>Aménagement(s) sur le bassin d'alimentation | <b>Solution 5</b> | <b>Favoriser l'infiltration diffuse des eaux</b><br><br>(A) Aménagements de pertes<br>(B) Recharge maîtrisée à partir d'anciennes gravières                        |
|   | <b>Solution 6</b> | <b>Augmenter les apports provenant du domaine granitique</b><br>(A) par un travail sur les étangs (débit réservé, effacement)<br>(B) par la création de retenue(s) |
| <b>Solutions fondée sur la sur-exploitation de l'aquifère</b>   | <b>Solution 7</b> | <b>Solutions de pompage dans l'aquifère, dans des zones productives et peu connectées au flux en étiage</b>  |



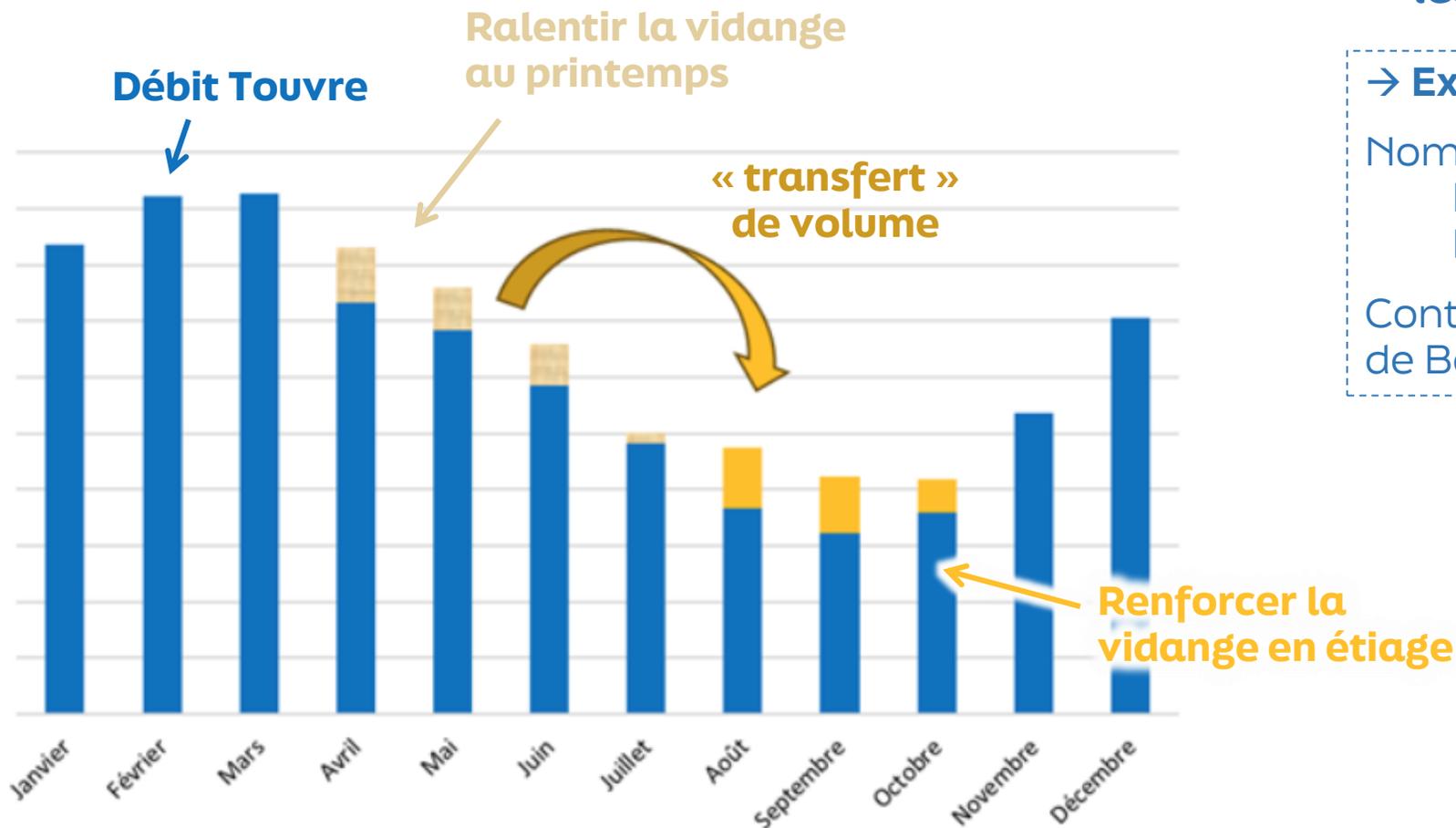
# Analyse des solutions

|            | Efficacité potentielle | Faisabilité technique | Réversibilité | Facilité de gestion | Coût | Impacts | Visibilité, impact paysager et patrimonial | Réglementation | Retours d'expérience |
|------------|------------------------|-----------------------|---------------|---------------------|------|---------|--|----------------|----------------------|
| Solution 1 |                        |                       |               |                     |      |         |  |                |                      |
| Solution 2 |                        |                       |               |                     |      |         |  |                |                      |
| Solution 3 |                        |                       |               |                     |      |         |  |                |                      |
| ...        |                        |                       |               |                     |      |         |  |                |                      |



# Les objectifs théoriques de la gestion

exemple :



+ 1 m<sup>3</sup>/s à la Touvre durant les 3 mois d'été (≈ 8 Mm<sup>3</sup>)

→ Exemple année 2022

Nombre de jours sous le DOE :

Beillant : 122 (- 7j)

Foulpougne : 103 (- 17j)

Contribution de la Touvre au débit de Beillant : 65% max. (au lieu de 55)

# Présentation des solutions

## Solution 1

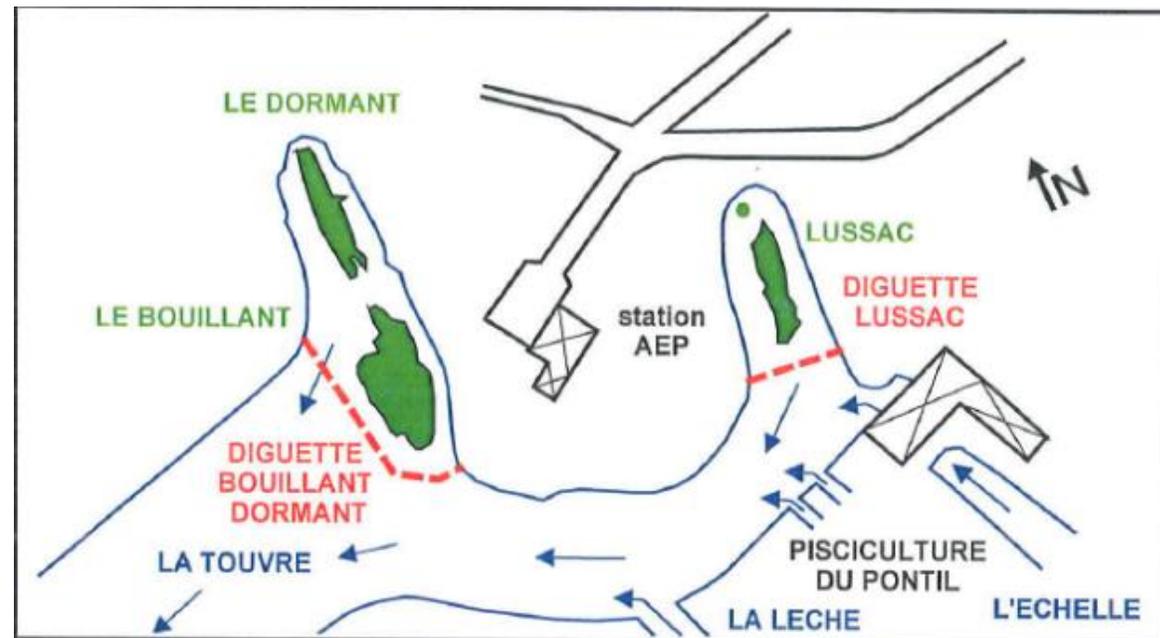
**Surélévation du fil d'eau à l'aval immédiat des résurgences au moyen de diguettes amovibles**



# Solution 1 : principe

**2 diguettes** (rehausse moyenne du niveau de **50cm**) afin de mettre en charge la zone noyée du karst en période de hautes eaux, puis restitution de l'eau « stockée » en période estivale, en abaissant ou retirant les diguettes

RMQ : le **volume** potentiellement stockable annoncé à l'époque est **peu robuste**, estimation impossible sans expérimentation



© HydroInvest



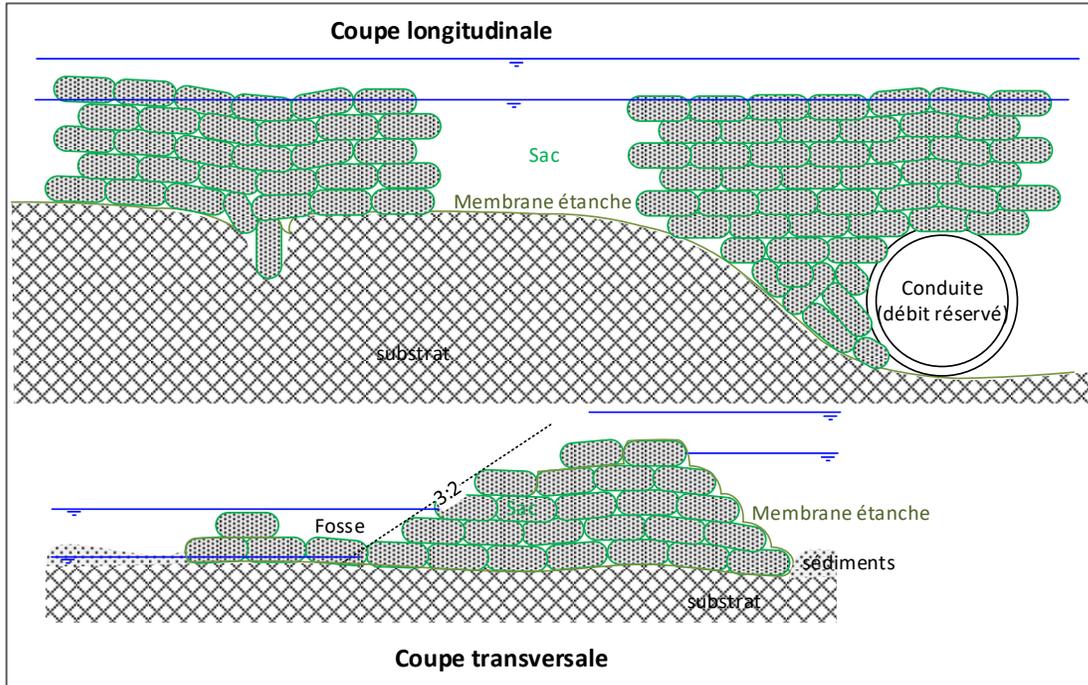
## Retours d'expérience

- Nombreux exemples, mais peu de retours d'expériences car assez anciens.
- Expériences douloureuses à l'étranger (Chine, Croatie) où des barrages créés sans réflexions amont ont engendré des perturbations importantes (création de trop-pleins, mises en charge soudaines...).

Exemple le plus probant : barrage de Dardennes alimentant la ville de Toulon

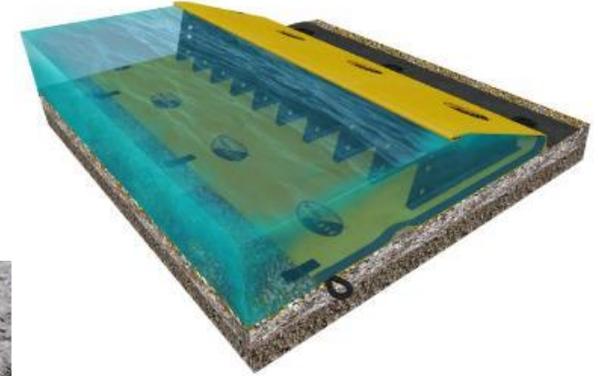
# 2 solutions techniques proposées

seuil poids (empilement de sacs de graviers siliceux)



barrière souple amovible (qui épouse le fond du lit)

exemple : Water-Gate©



# Solution 1 : avantages & inconvénients

|                               | Avantages  | Inconvénients  |
|-------------------------------|--|--|
| <b>Capacité de stockage</b>   | Impossible à déterminer à ce stade des connaissances   |  |
| <b>Faisabilité technique</b>  | <b>Réversible</b> et démontable (pas/peu de génie civil)   | Précautions à prévoir en phase chantier (intervention dans périmètre de protection)  |
| <b>Influence sur le karst</b> | Influence sur la hauteur d'eau de la zone noyée du karst (et pas le débit)   | Périmètre d'influence non quantifiable (dans les variations naturelles du système)   |
| <b>Facilité de gestion</b>    | <b>Modulable</b> (rehausse progressive) et pilotable depuis les berges (maîtrise des flux)   | Stabilité de l'ouvrage devra être garanti  |
| <b>Coût</b>                   | 900-1100 €/ml : 150 k€ hors Moe/études   | Prévoir aléa (crue)  |
| <b>Impact</b>                 | Impact limité sur l'AEP et les usages en aval. Pas de modif. du profil (en long et travers) du lit                                 | Surveillance de la sédimentation amont<br>Franchissement piscicole ?   |
| <b>Visibilité</b>             | Coloris adaptés possibles  | Ouvrages visibles  |
| <b>Règlementation</b>         | Avis positif de l'hydrogéologue agréé (2014)<br>Expérimentation prévue dans l'arrêté de DUP du périmètre de protection des sources | Touvre : liste 1 depuis sa source → obstacle continuité ?<br>Loi Eau s'applique y compris pour projet expérimental<br>Vérifier dans quelle procédure IOTA se positionne le projet + si concerné par l'annexe à l'article R122-2 du CEnv → étude d'impact ou étude d'incidence env.<br>Etude des incidences N2000 |

# Présentation des solutions

## Solution 2

**Surélévation du fil d'eau via des solutions fondées sur la nature à l'aval immédiat des résurgences**



## Solution 2 (A) : Gestion des herbiers aquatiques

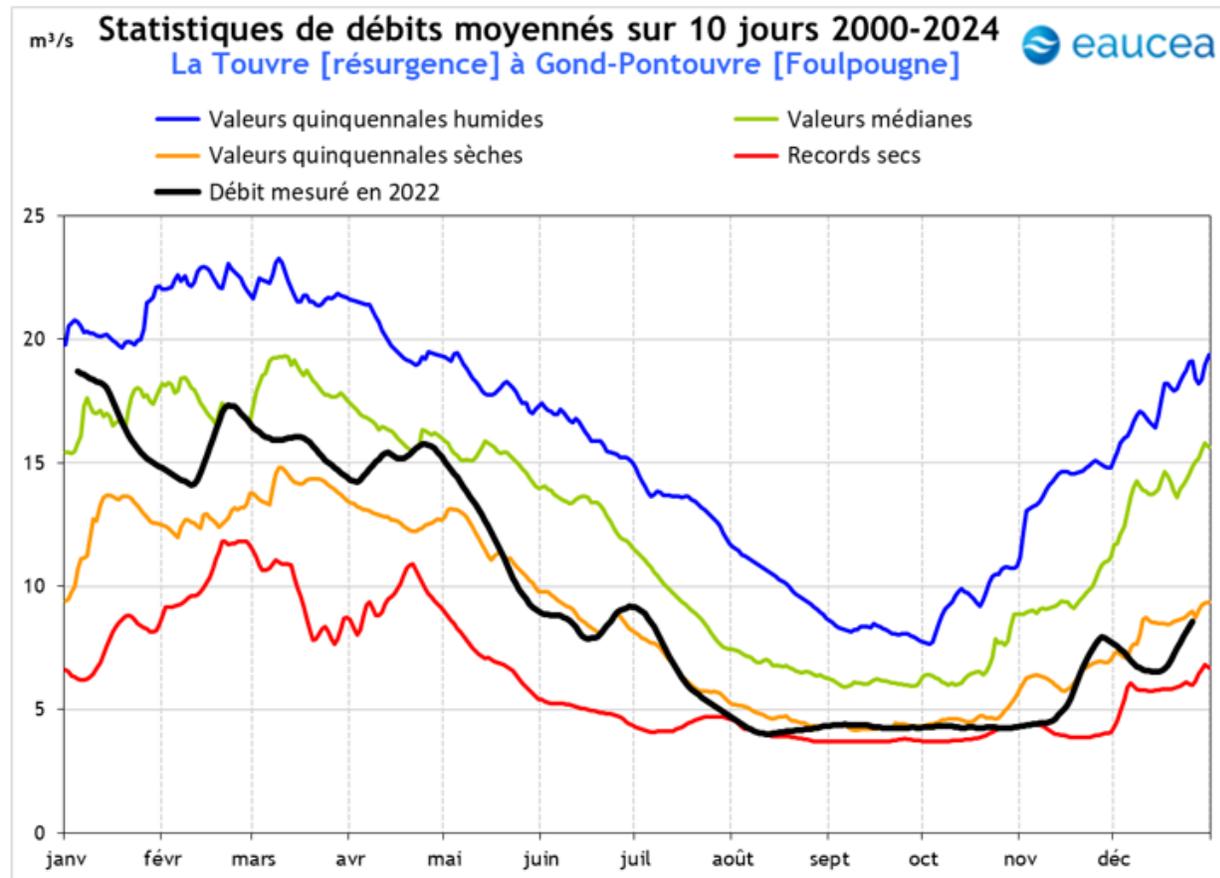
Pousse des herbiers → effet de frein hydraulique et d'augmentation du niveau d'eau observé.

A l'inverse, faucardage → abaissement du niveau d'eau.

→ Proposition = « pilotage contrôlé » de la croissance des herbiers et du faucardage



/!\ Le cortège floristique est très variable (étendue, diversité) d'une année sur l'autre !



Période végétative

## Solution 2 (A) : avantages & inconvénients

|   | Avantages   | Inconvénients   |
|---|---|---|
| Faisabilité technique                         | Facile, solution fondée sur la nature   | Compréhension imparfaite du cycle de développement des herbiers<br>Maitrise d'œuvre à discuter (faucardage : qui et quand)                                      |
| Influence sur le karst / Capacité de stockage | Effet sur les niveaux non quantifiable en l'absence de données topographiques et bathymétriques fines de la rivière. Ordre de grandeur décimétrique ( <b>faible</b> ) |   |
| Facilité de gestion                           | Réversible  | Pilotabilité à imaginer<br>Impact du cygne à clarifier  |
| Coût  | Non quantifiable / faible   |   |
| Impact  | Aucun a priori  | Compatible avec la préservation des frayères ?  |
| Visibilité                                    | Bien intégré  |   |
| Règlementation                                | Léger (SFN)   | Etude d'impacts espèces protégées (cygnes?)<br>Faucardage peut être soumis à une procédure loi sur l'eau (impact sur les frayères de la Touvre - rubrique 3150) |

## Solution 2 (B) : Recharge granulométrique de la Touvre

Objectif recherché : rehausse de la ligne d'eau

RMQ → haute vallée de la Touvre = zone de dépôt alluvionnaire plutôt plane, pas de terrasses alluviales significatives et emboîtées ni de lit mineur incisé

- Situation la plus favorable qui soit vis-à-vis de l'effet recherché, probablement naturelle.

→ **Solution inadaptée**



# Solution 2 (B) : avantages & inconvénients

|  | Avantages                                | Inconvénients   |
|--|--|---|
| <b>Faisabilité technique</b>                         |  | <b>Artificialisation forte</b> du lit   |
| <b>Influence sur le karst / Capacité de stockage</b> |  | Déphasage dans le temps de la vidange du karst vers la fin de l'étiage<br><b>Gains jugés nuls</b> , la solution ne répond pas à l'objectif à elle seule   |
| <b>Facilité de gestion</b>                           | Pas de gestion                           | Solution <b>non réversible</b> et <b>non pilotable</b>  |
| <b>Coût</b>  |  | Solution jugée couteuse à la vue de la quantité de matériaux nécessaire pour une rehausse du fond du lit entre les sources et les premiers seuils   |
| <b>Impact</b>  | Aucun ( <i>a priori</i> ) sur le captage | Artificialisation de la Touvre et bilans carbone important à prévoir pour la réalisation des travaux<br>Gestion forte des fines pour ne pas impacter les piscicultures  |
| <b>Visibilité</b>                                    |  |   |
| <b>Règlementation</b>                                |  | Arrêté de DUP du PP des sources à revoir ? avis hydrogéologue agréé ?<br>Travaux soumis à déclaration (rubrique 3350) ; pas d'étude d'impact mais étude d'incidence environnementale intégrée au dossier<br>impact sur renouvellement autorisation ICPE ? |

# Présentation des solutions

## Solution 3

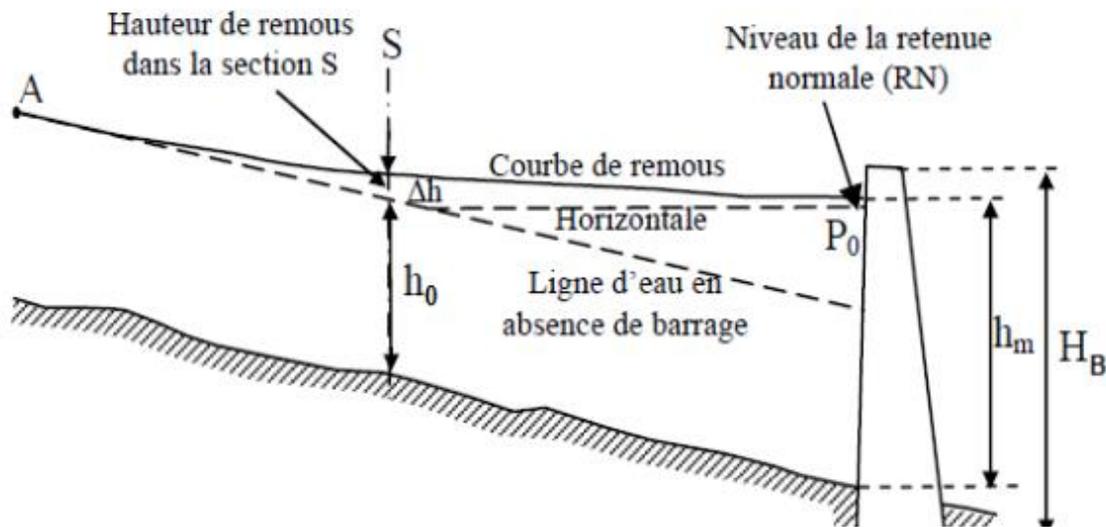
**Surélévation du fil d'eau de la Touvre par la rehausse du seuil existant de la Tracherie**



## Solution 3 : rehausse du seuil existant

Même principe que la solution « diguette », seule la position du seuil diffère (400-500m en aval).

Incertitude augmentée (la pente hydraulique entre le seuil et les sources doit être prise en compte) :



# Solution 3 : avantages & inconvénients

|   | Avantages  | Inconvénients  |
|---|--|--|
| Faisabilité technique                         |  | <b>Travaux lourds</b> pour reconstruire le seuil   |
| Influence sur le karst / Capacité de stockage | Identique à la solution 1 (effets difficilement quantifiables), mais localisé plus en aval donc avec un facteur d'amortissement du à la distance (= <b>effet moindre</b> et plus diffus) |  |
| Facilité de gestion                           | Aspect modulable, contrôle précis du débit retenu ou lâché (dispositifs de régulation)<br>Peut être ajusté rapidement en cas de crue   | <b>Non réversible</b><br>Problématiques de gouvernance et de gestion technique   |
| Coût  | ~400 000-500 000 euros hors études   |  |
| Impact  | Positionner le seuil de surélévation plus loin des résurgences pourrait minimiser les impacts directs sur les sources elles-mêmes  | <b>Gros impacts sur les piscicultures</b> notamment pendant la phase de travaux<br>Risque d'un exhaussement durable du fond élevé (accumulation sédimentaire en amont) |
| Visibilité                                    | Par rapport à solution « 1 », minimise les impacts paysagers et permet de ne pas artificialiser le site.   |  |
| Règlementation                                | Même analyse que solution 1<br>+ impact sur renouvellement autorisation ICPE ?   |  |

# Présentation des solutions

## Solution 4

### Obstruction des conduits karstiques





# Solution 4 : avantages & inconvénients

|   | Avantages  | Inconvénients  |
|---|--|--|
| Faisabilité technique                         | Réversible et démontable, modulable  | Travaux subaquatiques possibles en période d'étiage prononcé, conditions de plongée difficiles   |
| Influence sur le karst / Capacité de stockage | Influence sur la hauteur d'eau de la zone noyée du karst ET le débit - Non quantifiable à ce stade |  |
| Facilité de gestion                           | Mise en place progressive et pilotable depuis la surface   | Pas favorable à une solution massive et définitive (type blocs) suivi du bon déroulé de l'expérimentation difficile (pas visible depuis la surface)  |
| Coût  | 250 000 €  |  |
| Impact  | Solution modulable et progressive permettant de mesurer les impacts réels                          | <b>Solution la plus risquée</b> (intervention directe sur les conduits) et dont on ne sait pas prédire les effets potentiels (instabilités par augmentation des vitesses de circulation de l'eau, risque de décolmatages argileux, création de nouveaux trop-pleins, répartition des débits entre les deux exutoires...) impact sur le captage AEP le temps des travaux impact sur les piscicultures : turbidité, azote, oxygène dissous à surveiller afin de contrôler leur non-variation |
| Visibilité                                    | Nulle  |  |
| Règlementation                                | <i>a priori</i> pas de rubrique de la nomenclature Loi sur l'eau visée                             | Avis hydrogéologue agréé, arrêté de DUP du PP des sources à revoir Notion de risques miniers ?   |

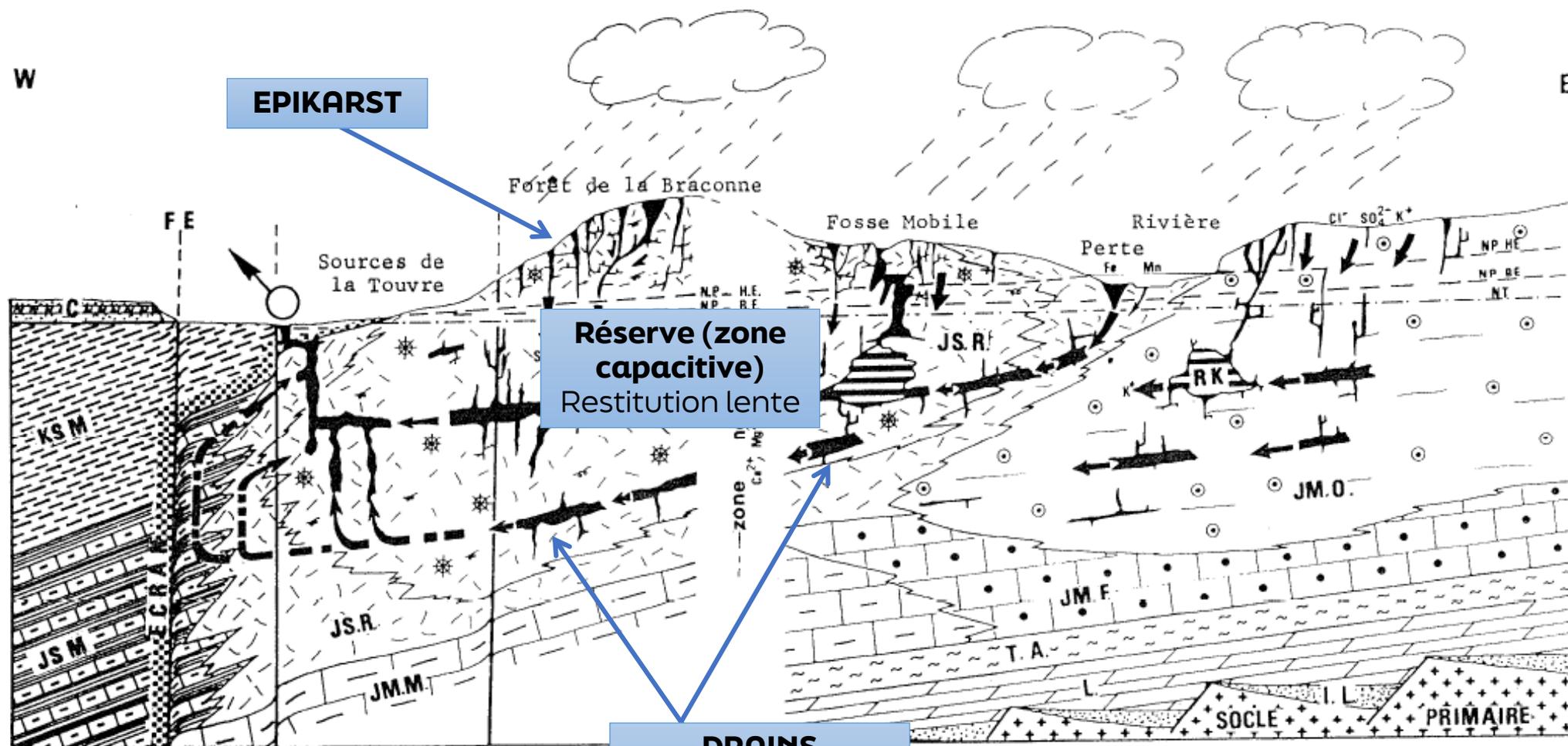
# Présentation des solutions

## Solution 5

Favoriser l'infiltration diffuse des eaux



# Solution 5 : rappel du contexte karstique



# Solution 5 (A) : réaménagement de pertes

Proposition = ouvrages de dérivation afin de **reporter** (en hautes eaux) **une partie des écoulements vers des zones d'infiltration diffuses (capacitives)** qui contribueraient au soutien d'étiage de la Touvre grâce à un effet retard

## Au préalable :

- Identifier les zones d'infiltration (rapide et diffuse)
- Caractériser leur rôle dans l'alimentation du système de la Touvre (débit d'infiltration, temps de transfert vers les sources, rôle dans l'effet transmissif ou capacitif du karst...)



- Retour d'expériences existants en Aveyron + plusieurs aménagements de ce type en Slovénie/Bosnie
- Difficulté de mise en œuvre : aménagements délicats dans le lit de ruisseau, acceptation sociale délicate

# Solution 5 (A) : avantages & inconvénients

|                        | Avantages  | Inconvénients   |
|------------------------|--|---|
| Capacité de stockage   | Utiliser l'excédent d'eau introduit dans le système karstique via les pertes comme un régulateur des débits d'étiage. Quantification impossible  |   |
| Faisabilité technique  | Ouvrages modulables, démontables<br>Certains aménagements de contournement de gouffres déjà prévus dans le PPG du SyBTB  | <b>Artificialisation</b> de certaines pertes<br>Gestion du foncier<br>Aménagements non réversibles facilement   |
| Influence sur le karst | Effet retard par infiltration diffuse/ infiltration rapide   | Apport des drains dans la recharge du système de la Touvre  |
| Facilité de gestion    | Aménagements simples, qui ne nécessitent en général aucune gestion particulière  | Système de répartition à prévoir  |
| Coût                   | Difficile à évaluer  |   |
| Impact                 | Diminution de la turbidité en aval (AEP)   | Baisse du débit en haute eaux<br>Impacts à vérifier au préalable : impact géotechnique (ouverture de nouvelles pertes, instabilité...), hydraulique (débordement, érosion...) ou écologique |
| Visibilité             | Ouvrages visibles, acceptation sociale à étudier   |   |
| Règlementation         | Travaux soumis à Loi sur l'eau (modalités de procédure à définir). Autorisation environnementale<br>Vérifier nomenclature IOTA + annexe à l'article R122-2 du CEnv → étude d'impact ou étude d'incidence |   |

# Solution 5 (B) : Réalimentation artificielle à partir d'anciennes gravières

Principe = infiltration diffuse et différée de la Tardoire à partir des anciennes gravières

→ volume potentiellement stockable > **0,5 Mm<sup>3</sup>**



Site de Landaudrie (Rancogne) : ancienne gravière réhabilitée en plan d'eau (16 ha x 10m de profondeur → 1,6 Mm<sup>3</sup>) alimentée par la Tardoire (surverse)

→ Pertes par infiltration (dont le rôle sur la Touvre n'est pas connu, études complémentaires nécessaires )

→ recharge non maîtrisée d'un aquifère



Deuxième gravière identifiée  
un peu plus en aval (~ 7 ha) →

# Solution 5 (B) : avantages & inconvénients

|                            | Avantages  | Inconvénients  |
|----------------------------|--|--|
| Capacité de réinfiltration | Stockage intéressant (0,5-1 Mm <sup>3</sup> au vu de la superficie et profondeur des carrières) mais effet sur le système de la Touvre non démontré à ce stade   |  |
| Faisabilité technique      | Aménagements simples de dérivation   | Aménagement fixes, génie civil (artificialisation d'une partie des berges) et non réversibles facilement |
| Influence sur le karst     | Effet retard par infiltration diffuse à démontrer (bilans hydrologiques, traçages)   |  |
| Facilité de gestion        | Aménagement facilement modulables et pilotables, dispositifs de contrôle/régulation des flux possibles   | Aménagements non réversibles   |
| Coût                       | Aménagements en général peu coûteux (coût dépend du type d'aménagements et du foncier à acquérir, on peut s'attendre à moins de 100 k€)  |  |
| Impact                     | Écrêtement des crues (à démontrer)   | Impact hydraulique et géotechnique à vérifier en préalable   |
| Visibilité                 | Impact positif (lieu de promenade, biodiversité)   | Aménagements visibles  |
| Règlementation             | Travaux soumis à Loi sur l'eau (modalités de procédure à définir). Autorisation environnementale<br>Vérifier nomenclature IOTA + annexe à l'article R122-2 du CEnv → étude d'impact ou étude d'incidence |  |

# Présentation des solutions

## Solution 6

Augmenter les apports provenant  
du domaine granitique



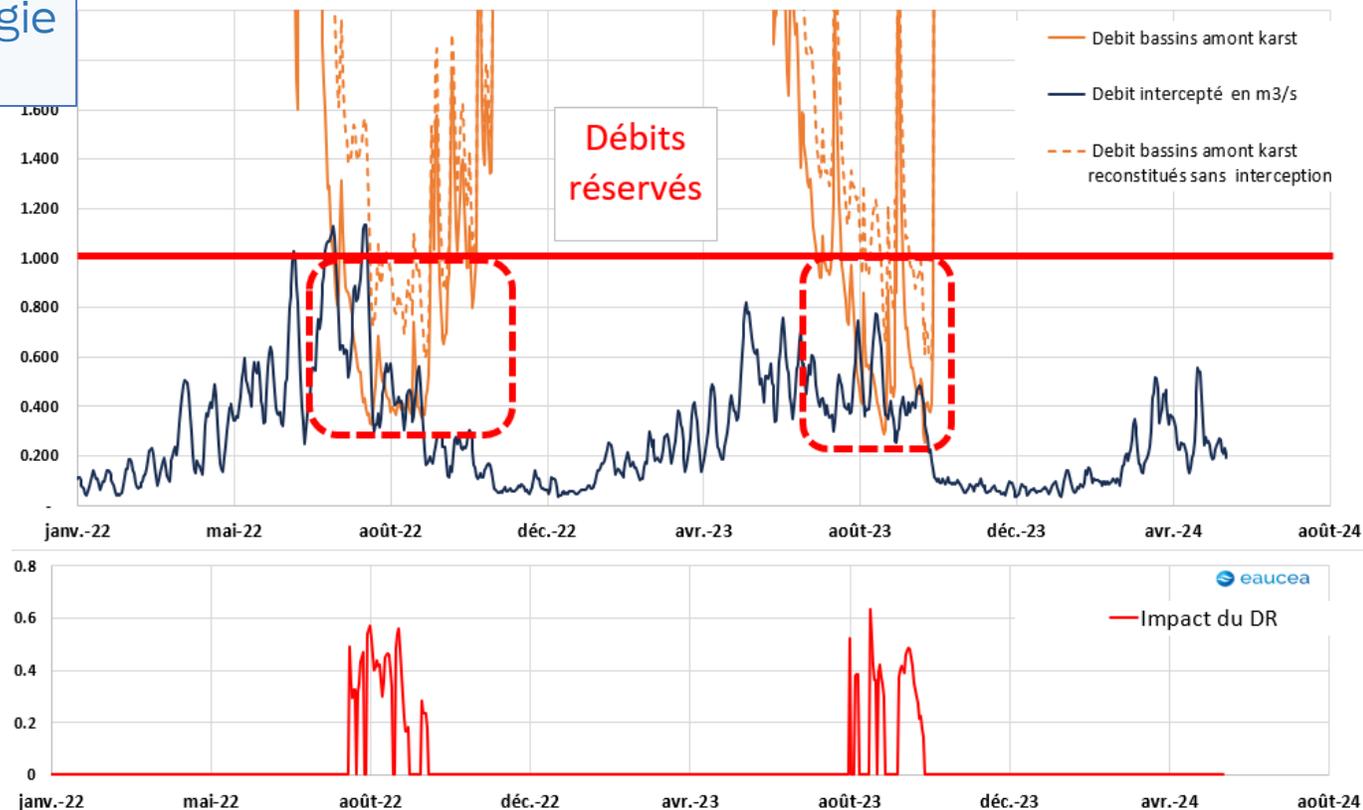
# Solution 6 (A) : aménagement/effacement des étangs (socle granitique)

Les **3240 retenues d'eau** (tout usage confondu) recensées sur la partie cristalline du bassin d'alimentation du karst influencent l'hydrologie locale par rétention et évaporation.

Pour atténuer cet impact :

- **Mise en place de dispositifs de débits réservés**
  - garantissent une transparence hydraulique stricte dès que les débits chutent sous 10 % du module (par ex.)
  - Mis en place sur l'ensemble des plans d'eau : + 200 à 600 L/s au karst en étiage.
- **Effacement des étangs**
  - ordre de grandeur de « consommation » d'eau par sur-évaporation d'environ **2,5 Mm<sup>3</sup>**
  - Difficile d'estimer quand et comment ce volume se répartit dans le régime hydrologique de la Touvre.

Illustration de l'impact d'un débit réservé à 10% du module 



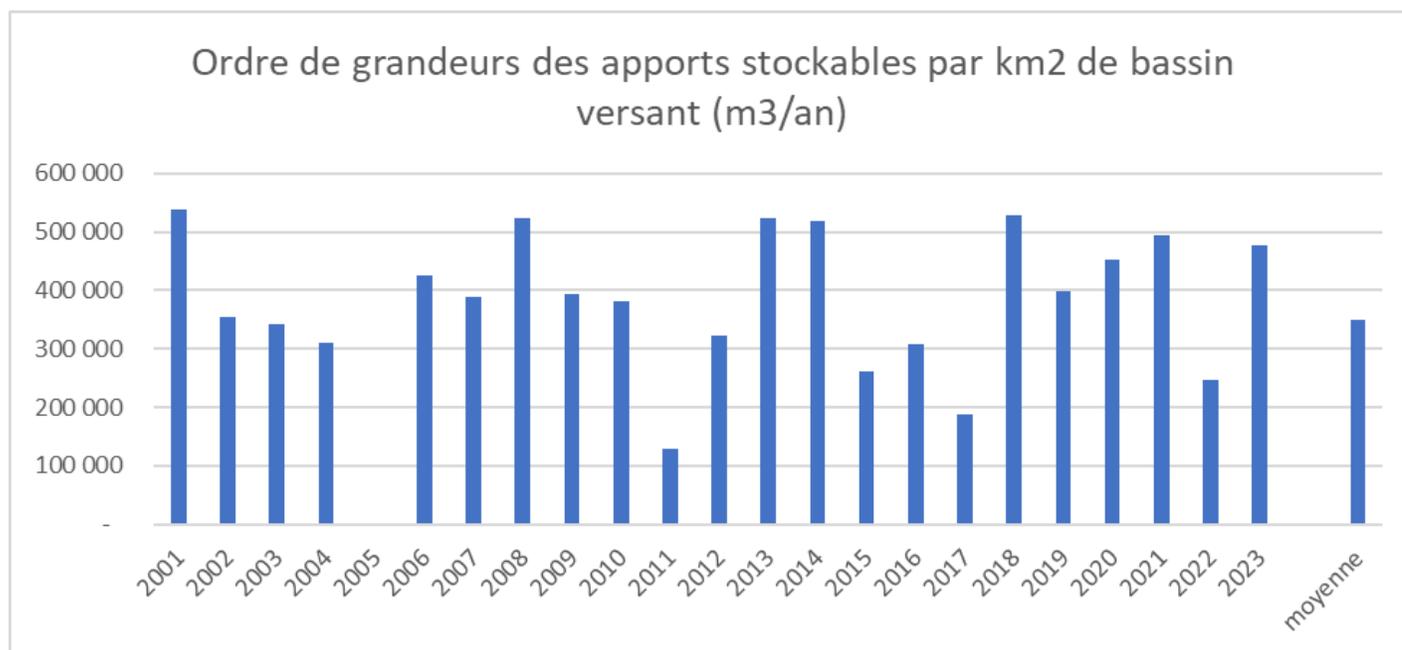
# Solution 6 (A) : avantages & inconvénients

|   | Avantages  | Inconvénients   |
|---|--|---|
| Faisabilité technique                         | Déjà intégré dans la politique des syndicats GEMAPIens   | Pragmatiquement inenvisageable pour l'ensemble des ouvrages<br>Propriétés privées |
| Influence sur le karst / Capacité de stockage | <p>Mise en place de débits réservés : ordre de grandeur optimiste (10% du module <b>sur tous les plans d'eau</b>) = 200 à 600 L/s d'apport supplémentaire au karst en étiage.<br/>Impact sur la Touvre (Quand ? Combien ?) non estimable à ce stade.</p> <p>Effacement des étangs : impact cumulatif (ordre de grandeur de « consommation » d'eau par sur-évaporation) d'environ 2,5 Mm<sup>3</sup>. Difficile d'estimer quand comment ce volume se répartit dans le régime hydrologique de la Touvre.</p> |   |
| Facilité de gestion                           | Solution durable<br>Pas de gestion (effacement)  | Solution non pilotable et non réversible.   |
| Coût  | <p>Effacement : coût variable en fonction des exigences réglementaires (évacuation des sédiments...) et des difficultés spécifiques de restauration du milieu après effacement.</p> <p>Dispositif de contournement : coût de quelques milliers d'euros selon le linéaire de court-circuit</p>  |   |
| Impact  | Impact bénéfique sur le milieu et la qualité de l'eau  |   |
| Impact paysager                               |  |   |
| Règlementation                                | soumis à une procédure de déclaration au titre de la rubrique 3350 de la nomenclature  |   |

# Solution 6 (B) : création de retenue(s) (socle granitique)

Principe : capter et stocker les eaux excédentaires, puis libérer progressivement l'eau stockée pendant les périodes de sécheresse.

→ soutien d'étiage « indirect » de la Touvre : soutien d'étiage des rivières qui alimentent le karst, qui lui-même alimente la Touvre.



| Pour 1 Mm <sup>3</sup> de réservoir |                         |   |
|-------------------------------------|-------------------------|---|
| Efficiencie                         | Débit moyen lâché (L/s) | Débit moyen en sortie de karst (en L/s) |
| 100%                                | 126                     | 126                                     |
| 90%                                 |                         | 113                                     |
| 80%                                 |                         | 101                                     |
| 70%                                 |                         | 88                                      |
| 60%                                 |                         | 75                                      |
| 50%                                 |                         | 63                                      |



# Solution 6 (B) : avantages & inconvénients

|   | Avantages   | Inconvénients  |
|---|---|--|
| Faisabilité technique                         |   | Artificialisation forte du site de retenue.<br>Enjeux politiques, sociétaux et environnementaux forts  |
| Influence sur le karst / Capacité de stockage | Un réservoir de 1 Mm <sup>3</sup> => 126 L/s sur environ trois mois<br>Un réservoir de 5 Mm <sup>3</sup> => augmente significativement cet impact           |  |
| Facilité de gestion                           | pilotable dans la limite des connaissances du transfert pertes → sources de la Touvre   | Solution irréversible  |
| Coût  | coût d'investissement de l'ordre de 6 à 7M€/1Mm <sup>3</sup> + coûts de gestion de l'ordre de 25 000€/an/1Mm <sup>3</sup>                                   |  |
| Impact  | Impact bénéfique sur le milieu (maintien en eau relatif des rivières sur le karst)<br>Impact touristique positif en cas de retenue multi-usages             | Artificialisation forte du site de retenue<br>Impact possible sur la qualité des eaux nécessitant des investissements de la part des acteurs AEP<br>Rupture de continuité écologique et hydraulique induite par l'ouvrage sur le cours d'eau |
| Impact paysager                               |   |  |
| Règlementation                                | Procédure d'autorisation environnementale et étude d'impact<br>Enquête publique en parallèle de l'instruction de la demande d'autorisation environnementale |  |

# Présentation des solutions

## Solution 7

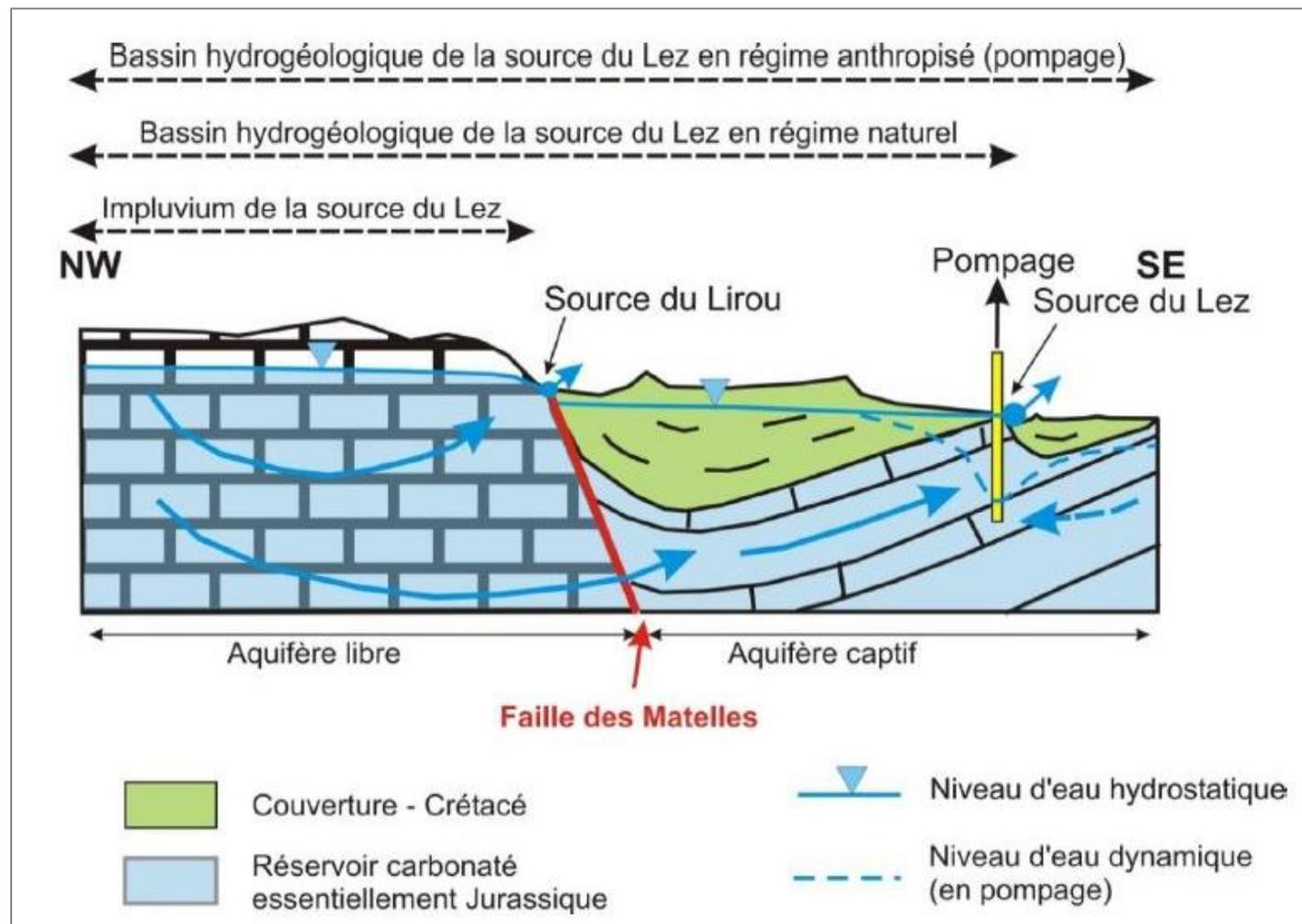
### Sur-exploitation de l'aquifère



# Solution 7 : pompage ou sur-pompage dans l'aquifère

**Principe** = pomper, en saison sèche, à un débit supérieur au débit d'étiage, afin de solliciter les réserves de l'aquifère qui ne sont pas sollicitées naturellement.

- Exploitation des zones capacitatives profondes ou latérales (éloignées des axes de drainage)
- Plusieurs solutions :
  - pompage (plus profond) en complément du pompage AEP dans le Bouillant
  - pompage dans un forage profond (existant ou à créer)
  - pompage dans un regard de la zone noyée du karst (Fosse Mobile, Grande Fosse, Bois du Clos...)



# Solution 7 : avantages & inconvénients

→ difficiles à évaluer à ce stade, ne disposant pas des paramètres qui régissent le dispositif de pompage (localisation, débit, pompage dans un forage ou réseau karstique naturel...).

|   | Avantages   | Inconvénients  |
|---|---|--|
| Faisabilité technique                         | ?   |  |
| Influence sur le karst / Capacité de stockage | La définition et quantification des impacts passe obligatoirement par la mise en œuvre d'un essai par pompage avec suivi de différents points d'eau. Cet essai permet également de définir le périmètre d'influence du pompage et la fonctionnalité du système. |  |
| Facilité de gestion                           |   | utilisation d'énergie (électrique) + gestion technique et financière très rigoureuse, permettant d'encadrer le dispositif de pompage   |
| Coût  |   |  |
| Impact  |   | Méconnaissance sur les mécanismes de recharge<br>L'abaissement du plan d'eau sous le niveau de l'exutoire fait entrer obligatoirement dans une zone à risque de déséquilibre hydraulique du karst de la Touvre avec des effets non prévisibles à ce stade. |
| Réglementation                                | Autorisation environnementale possible, selon volume sollicité (ou si création d'ouvrages)<br>Étude d'impact très probable au vu du risques d'assèchement des sources de la Touvre (zone N2000, frayère, impact espèces pro...).                                |  |

# Comparaison des solutions & bilan

## Conclusions de l'expertise technique :

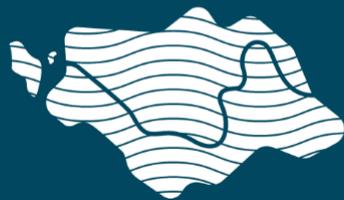
Solution 5B (carrières) : potentiel le plus intéressant, à étudier en priorité

Solution 1 (diguettes) : expérimentation possible (très facilement réversible)

Solutions 2A (herbiers) et 6A (étangs) intéressantes comme solutions complémentaires

Autres solutions écartées car non réversibles et/ou trop risquées pour un gain faible et/ou non garanti

|  |   | Efficacité, potentielle et estimée  | Faisabilité technique | Facilité de gestion | Coût | Impacts potentiels, risques | Réversibilité | Existence de retours d'expérience | TOTAL |   |    |
|--|---|---|-----------------------|---------------------|------|-----------------------------|---------------|-----------------------------------|-------|---|----|
| <b>Solutions A : Solutions permettant de ralentir et/ou retarder la vidange du karst</b> |   |   |                       |                     |      |                             |               |                                   |       |   |    |
| Solution 1   |   | Solution fondée sur la surélévation du fil d'eau des sources (diguettes)                        |                       | 4                   | 3    | 4                           | 3             | 3                                 | 5     | 3 | 25 |
| Solution 2   | Gestion des herbiers                                      | Solutions fondées sur la nature à l'aval immédiat des résurgences                               |                       | 2                   | 4    | 4                           | 5             | 5                                 | 5     | 3 | 28 |
|  | Restauration hydromorpho                                  | 1   | 2                     | 4                   | 2    | 3                           | 1             | 3                                 | 16    |   |    |
| Solution 3   |   | Solution fondée sur la surélévation du fil d'eau de la Touvre par la rehausse du seuil existant |                       | 3                   | 2    | 3                           | 1             | 2                                 | 1     | 5 | 17 |
| Solution 4   |   | Solution fondée sur l'obstruction partielle des conduits karstiques                             |                       | 5                   | 2    | 3                           | 4             | 1                                 | 4     | 1 | 20 |
| <b>Solutions B : Solutions permettant de favoriser la recharge du karst</b>              |   |   |                       |                     |      |                             |               |                                   |       |   |    |
| Solution 5   | Aménagement de pertes                                     | Solution fondée sur l'infiltration diffuse des eaux   |                       | 2                   | 4    | 3                           | 3             | 4                                 | 2     | 3 | 21 |
|  | Réalimentation artificielle des gravières                 | 5   | 4                     | 4                   | 4    | 4                           | 2             | 4                                 | 27    |   |    |
| Solution 6   | Par une réflexion sur les étangs et leurs débits réservés | Solution fondée sur l'augmentation des débits provenant du domaine granitique                   |                       | 2                   | 3    | 3                           | 3             | 4                                 | 1     | 5 | 21 |
|  | par la création de retenue(s)                             | 4   | 2                     | 4                   | 1    | 1                           | 1             | 5                                 | 18    |   |    |
| <b>Solution C : Solutions permettant de surexploiter le karst</b>                        |   |   |                       |                     |      |                             |               |                                   |       |   |    |
| Solution 7   |   | Solution fondée sur la surexploitation de l'aquifère  |                       | 4                   | 3    | 2                           | 1             | ?                                 | 4     | 5 | 19 |



# EPTB CHARENTE

Établissement Public Territorial  
de Bassin Charente

[www.fleuve-charente.net](http://www.fleuve-charente.net)

