



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

***RAPPORT DE PHASE 3 : PLAN DE GESTION DE  
LA RESSOURCE ET PROGRAMME D' ACTIONS***

***Version définitive***

*Juin 2011*



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

## Rapport de phase 3 – Plan de gestion de la ressource et programme d'actions

<b>GLOSSAIRE .....</b>	<b>1</b>
<b>PREAMBULE.....</b>	<b>2</b>
<b>1. CONSTATS ISSUS DU DIAGNOSTIC.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ACTIONS POSSIBLES.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Mieux connaître les termes du bilan hydrique</b>	<b>5</b>
2.1.1 Réaliser des études sur les karsts	5
2.1.2 Améliorer le réseau de suivi de la ressource superficielle	11
2.1.3 Améliorer la connaissance des usages	17
2.1.4 Partager les données et diffuser l'information – création d'un observatoire départemental de la ressource – bassin des Gardons	19
<b>2.2 Réaliser une étude volumes prélevables</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Optimiser les prélèvements à destination de l'eau potable</b>	<b>21</b>
2.3.1 Améliorer les rendements de réseaux	21
2.3.2 Réduire la consommation en eau des usagers, en faisant éventuellement appel à des ressources non conventionnelles	23
2.3.3 Sectorisation de ces mesures d'économie d'eau	29
2.3.4 Lancer un appel à projets pilotes	34
<b>2.4 Améliorer la gestion des prélèvements agricoles cévenols : moins         prélever, mieux prélever</b>	<b>34</b>
<b>2.5 Réaliser des plans de gestion de la ressource pour des secteurs         prioritaires</b>	<b>48</b>
<b>2.6 Optimiser le soutien d'étiage par les barrages de Ste-Cécile-d'Andorge et         des Cambous</b>	<b>49</b>
2.6.1 Rappels sur le barrage de Ste-Cécile-d'Andorge	49
2.6.2 Rappels sur le barrage des Cambous	50
2.6.3 Réaliser une étude de faisabilité de l'augmentation du stockage	51
2.6.4 Optimiser la gestion des retenues de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous	52

<b>2.7 Mobiliser de nouvelles ressources</b>	<b>53</b>
2.7.1 Mobiliser des ressources alternatives pour l'AEP	53
2.7.2 Construire des ouvrages de stockage saisonnier	57
2.7.3 Réaliser le prélèvement du canal de Beaucaire dans le Rhône	61
2.7.4 Réaliser une adduction de l'eau du Rhône	62
<b>2.8 Sensibiliser</b>	<b>66</b>
 <b>3. STRATEGIE D' ACTIONS : DISCUSSION SUR LA COMBINAISON ET LA PRIORISATION DES ACTIONS</b>	 <b>67</b>
3.1 Stratégie d'actions	67
3.2 Récapitulatif des actions proposées et chiffrage	69
 <b>4. PLAN DE GESTION</b>	 <b>72</b>
 <b>ANNEXES</b>	 <b>75</b>
Annexe 1 : Bilan des actions proposées dans le contrat de rivière	77
Annexe 2 : logigramme d'étude des systèmes karstiques	83

# ILLUSTRATIONS

## TABLEAUX

Tableau 1 : liste des piézomètres du karst Urgonien du bassin versant des Gardons.....	7
Tableau 2 : bilan des données nécessaires et méthodes d'interprétation.....	9
Tableau 3 : Contraintes juridiques liées à l'utilisation de ressources non conventionnelles de substitution à l'eau potable pour certains usages.....	24
Tableau 4 : Comparatif de différentes solutions de ressources non conventionnelles.....	25
Tableau 5 : Marges possibles d'économies d'eau .....	28
Tableau 6 : Economies de prélèvement possibles en améliorant les rendements de réseau et en réduisant les consommations individuelles.....	30
Tableau 7 : Représentation des jours de la période d'étiage (juin à octobre) où le débit mesuré à la station de Roucan était inférieur au 1/10° (en orange) ou au 1/20° (rouge) sur la période 1963-2010 .....	38
Tableau 8 : estimation des travaux sur les prises en rivière .....	44
Tableau 9 : récapitulatif des diminutions de sollicitation des eaux superficielles sur le bassin versant des Gardons en mobilisant des ressources alternatives. ....	56
Tableau 10 : tableau récapitulatif des actions proposées et de leur coût d'ordre.....	69
Tableau 11 : Chiffrage des actions par niveau stratégique.....	71

## FIGURES

Figure 1 : bilan des points nodaux retenus et des stations hydrométriques utilisables.....	11
Figure 2 : Roue à aube du moulin de Corbès au niveau de la station hydrométrique de Roc Courbe sur le Gardon de St Jean. ....	13
Figure 3 : comparaison des débits prélevés par la Bambouseraie et des débits au niveau de la station hydrométrique de Générargues en 2010. ....	17
Figure 4 : Evolution des débits caractéristiques de l'étiage à la station de Générargues sur le Gardon de Mialet entre 1963 et 2007 (débits mesurés influencés).....	37
Figure 5 : Illustration de configurations de prises de béals permettant le maintien du débit réservé en rivière .....	41
Figure 6 : Schéma de principe de la cale de la vanne de restitution .....	41
Figure 7 : dispositif de mesure de débit et de maintien du débit réservé .....	43
Figure 8 : Calcul du seuil de mesure.....	43
Figure 9 : Calcul du débit des canaux.....	44
Figure 10 : Photos du barrage de Ste-Cécile-d'Andorge. ....	49
Figure 11 : Photo du barrage des Cambous. ....	50
Figure 12 : Principe de fonctionnement du barrage de Ste-Cécile-d'Andorge .....	52
Figure 13 : exemple de bassins de stockage du bassin versant des Gardons (source : CA30) ....	57
Figure 14 : Carte des sites potentiels de stockages à vocation de protection contre les inondations proposés par le SDAPI.....	60
Figure 15 : carte du canal de Beaucaire .....	61
Figure 16 : Ressources en eau : carte des propositions de solutions départementales .....	63
Figure 17 : Ressources en eau : carte des propositions de solutions départementales et locales – zoom sur le Gardon aval .....	65
Figure 18 : seuils de mise en œuvre d'actions (Source : adapté du SDAGE RMC).....	72
Figure 19 : Evolution fictive des débits lors d'un étiage : a) si aucune mesure de restriction n'est prise - b) en appliquant les règles de gestion décrites ci-dessus.....	73



# GLOSSAIRE

**AEP** : Alimentation en eau potable

**CNR** : Compagnie Nationale du Rhône

**DCE** : Directive Cadre sur l'Eau, directive européenne de 2000.

**DCR** : débit de crise renforcée

**DDTM** : Direction départementale des territoires et de la mer

**DMB** : débit minimum biologique

**DOE** : débit objectif d'étiage

**LEMA** : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (2006)

**PGCR** : plan de gestion concertée des ressources en eau du bassin versant des Gardons

**SAGE des Gardons** : Schéma d'aménagement et de gestion des eaux du bassin versant des Gardons

**SDAGE RMC** : Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Rhône-Méditerranée-Corse

**SEMA** : Service Eau et Milieux Aquatiques de la DDTM

**SMAGE des Gardons** : Syndicat Mixte pour l'Aménagement et la Gestion Equilibrée des Gardons

**SPC-GD** : Service de prévision des crues du « Grand Delta » de la DDTM

## PREAMBULE

Le SAGE des Gardons, adopté en 2001 a identifié la gestion équilibrée de la ressource comme un enjeu essentiel sur le bassin. La confrontation avec des années sèches récentes, en particulier ces dernières années (2003, 2005, 2006), a rendu nécessaire une réflexion sur la gestion des ressources en eau en étiage.

L'objectif de cette étude est donc de réaliser un Plan de Gestion Concertée de la Ressource (PGCR) opérationnel intégrant les données existantes et l'expertise locale. Afin de réaliser un diagnostic pertinent, de dégager des mesures opérationnelles et de rédiger un document pratique, l'étude s'appuie sur une démarche concertée, qui implique les acteurs de l'eau aux différents stades de l'étude : validation par des comités de pilotage, échanges informatifs sur la ressource et les usages, entretiens sur les souhaits et exigences de chacun.

La production de la présente étude comprend :

- ▶ Pour la phase 1 « **Caractérisation de la ressource et de l'étiage** » :
  - un rapport sur le diagnostic de la ressources et des usages, comprenant la tranche conditionnelle d'expertise des 10 béals supplémentaires (fin de phase 1 - novembre 2008). Ce rapport inclut également en annexe les rapports de détermination des DMB ;
  - Un rapport de compléments d'études au PGCR, pour l'analyse approfondie de certains béals ;
- ▶ Pour la phase 2 « **Scénarios** » :
  - Un rapport proposant des débits objectifs d'étiage et des scénarios de gestion ;
  - Une note rédigée par le SMAGE des Gardons, récapitulant les propositions de débits objectifs d'étiage à un pas de temps mensuel, issues de la concertation ;
- ▶ Pour la phase 3 « **Plan de gestion de la ressource et programme d'action** » :
  - Le présent rapport présentant le plan de gestion concertée de la ressource et un programme d'actions ;
- ▶ Un rapport de synthèse de l'étude.

La phase 3 du PGCR a pour objet la définition une stratégie d'action et de gestion qui permettra à terme de respecter les débits cibles au niveau des points nodaux définis au cours des phases précédentes. Le présent rapport s'articule donc autour des points suivants :

- ▶ Le rappel de quelques points essentiels du diagnostic et la proposition d'enjeux ;
- ▶ Une liste d'actions possibles, qui porteront :
  - Sur la connaissance de la ressource en eau et des usages ;
  - Sur la réduction de la demande en eau ;
  - Sur d'éventuelles nouvelles mobilisations de la ressource en eau ;
  - Sur la sensibilisation.
- ▶ La proposition d'une stratégie et le chiffrage des actions ;
- ▶ La proposition d'un plan de gestion.

La gestion de la ressource en eau a été identifiée comme enjeu prioritaire de la révision du SAGE (en cours).

## 1. CONSTATS ISSUS DU DIAGNOSTIC

- ▶ Le régime des cours d'eau du bassin versant des Gardons est de type pluvial méditerranéen. En étiage, les débits peuvent descendre très bas, et se prolonger jusqu'à la reprise des pluies automnales. Les débits naturels caractéristiques de l'étiage (QMNA5, VCN30 et VCN10 quinquennal sec) peuvent être inférieurs aux planchers de la LEMA du 1/10° et du 1/20° du module, ce qui rend encore plus complexe les réflexions sur les débits objectifs. On observe par endroits des zones d'assecs récurrents, notamment dans les zones où le cours d'eau se perd dans des aquifères karstiques, mais également ailleurs. Les étiages forts sont souvent atteints en septembre, période à laquelle les besoins en eau sont moins importants.
- ▶ Certains termes du bilan hydrique du bassin versant des Gardons sont mal connus :
  - La répartition des stations hydrométriques dont la mesure est fiable en étiage n'est pas optimale sur le bassin : les bassins versants des Gardon de St Jean et de Mialet sont relativement bien équipés alors que le suivi de la ressource en eau en étiage dans le reste du bassin est rendu difficile par le manque de mesures fiables.
  - Les fonctionnements complexes des 2 principales zones karstiques (karst de l'Urgonien et dolomies de l'Hettangien) sont mal connus, et en particulier leurs interactions avec les cours d'eau, et l'impact que peuvent avoir les prélèvements.
  - Beaucoup de prélèvements ne sont pas équipés de systèmes de comptage, c'est le cas en particulier :
    - des prélèvements des canaux de Beaucaire et de Boucoiran, qui sont pourtant des prélèvements importants à l'échelle du bassin,
    - d'un certain nombre de petits prélèvements pour l'eau potable, notamment dans la zone Cévenole,
    - de la plupart des forages privés (à destination de l'eau potable ou de l'eau domestique),
    - de la plupart des béals.
- ▶ Les prélèvements en eau potable ont un ordre de grandeur significatif pour l'approvisionnement en eau des zones les plus urbanisées, dès la sortie des Cévennes.
- ▶ L'ensemble des prélèvements ponctuels doit se mettre en conformité avec les exigences de la LEMA de 2006, à savoir :
  - maintenir au droit de leur prise un débit réservé en rivière,
  - disposer d'une autorisation/déclaration de prélèvement revue avant le 1<sup>er</sup> janvier 2014,
  - disposer d'un équipement de mesure des prélèvements, et déclarer ce prélèvement à l'Agence de l'Eau.
- ▶ Les prélèvements agricoles de petite envergure sont très mal connus. Leur impact cumulatif peut être significatif (ex : forages en nappe alluviale, réseau de béals, ...). Le système d'irrigation traditionnel des béals se retrouve confronté aux contraintes modernes de la gestion de l'eau (contraintes environnementales, nouveaux usagers), avec en parallèle la multiplication des épisodes climatiques de sécheresses.... En particulier, les dispositions de la LEMA font peser des contraintes particulièrement fortes sur ces secteurs. Chaque béal constitue un cas particulier en tant que système hydraulique, mais globalement, ce sont des systèmes qui prélèvent beaucoup d'eau pour un besoin net souvent assez limité et en rejettent également beaucoup en colature, au travers de fuites ou d'infiltrations. L'impact sur le tronçon de cours d'eau court-circuité est à examiner au cas par cas.
- ▶ Il n'existe pas de structuration institutionnelle des petits usagers agricoles à l'échelle du bassin, de zones géographiques ou de systèmes d'irrigation (ex : irrigants par béals cévenols, maraichers de la nappe alluviale d'Alès, ...).
- ▶ Le canal de Boucoiran court-circuite une zone karstique et ses prélèvements font l'objet d'un plan de gestion spécifique, qui devra être repris en fonction des objectifs au point nodal de Ners, de la réglementation ouvrage et des résultats des volumes prélevables.



- ▶ Le canal de Beaucaire est un prélèvement important, en aval du dernier point nodal retenu. Son seuil de prélèvement a été détruit par une crue, et chaque année, des aménagements temporaires sont réalisés pour permettre le prélèvement. Une alimentation de ce canal à partir de l'eau du Rhône est envisagée.
- ▶ Les prélèvements industriels sont très limités.
- ▶ Il existe peu de marges de manœuvre pour le soutien d'étiage :
  - Les barrages de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous sont utilisés pour le soutien d'étiage, mais leur fonctionnement pourrait être optimisé. En particulier, la connaissance des interactions entre le Gardon et le karst Hettangien est essentielle pour connaître leur dynamique et l'efficacité du soutien d'étiage.  
Le département s'investit prioritairement dans la sécurisation du barrage de Ste-Cécile-d'Andorge face aux crues.
  - Il n'y a pas d'autre stockage de grande ampleur prévu ;
  - Une adducteur d'amenée de l'eau du Rhône jusqu'à Alès est envisagée à moyen terme ;
  - Les eaux d'exhaure de mines ont été envisagées un temps, mais les risques qu'elles font planer sur la qualité des eaux n'ont pas conduit à favoriser cette solution.
- ▶ La gestion de la ressource en eau a été identifiée comme enjeu prioritaire de la révision du SAGE (en cours).

## 2. ACTIONS POSSIBLES

### 2.1 MIEUX CONNAITRE LES TERMES DU BILAN HYDRIQUE

#### 2.1.1 Réaliser des études sur les karsts

*La rédaction de cette partie s'appuie sur des échanges avec Mme Dörfliger, du BRGM et sur la lecture des rapports mentionnés dans les notes de bas de page.*

##### **a) Problématiques des karsts concernés**

##### **Le karst Urgonien**

Au cours de la phase 1 du *PGCR des Gardons*, BRLi a réalisé une synthèse des connaissances existantes sur le karst Urgonien du bassin versant des Gardons à partir de documents de synthèse<sup>1</sup>, et d'entretiens avec des personnes ressources<sup>2</sup>. A l'issue de cette synthèse, il est apparu que 2 interrogations centrales restaient en suspens, à savoir :

- ▶ **Le rôle tampon du karst sur les étiages du Gardon.** Dans quelle mesure le débit des pertes d'une part et le niveau de remplissage du karst d'autre part influencent-ils le débit en aval des résurgences en fin d'étiage ?
- ▶ **L'impact des prélèvements dans le karst Urgonien sur le débit des résurgences.** Les prélèvements actuels dans le karst sont-ils soustraits (ou partiellement soustraits) au débit des résurgences ? Serait-il possible de prélever plus sans impact notable sur les débits du Gardon ?

Il est proposé de réaliser une étude du système karstique de l'Urgonien, afin d'apporter des éléments de réponses à ces 2 interrogations.

##### **Le karst Hettangien**

Au cours de la phase 1 du *PGCR des Gardons*, BRLi a réalisé une synthèse des connaissances existantes sur les dolomies de l'Hettangien du bassin versant des Gardons à partir de documents de synthèse<sup>3</sup>, et d'entretiens avec des personnes ressources<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> *Etude de l'aquifère karstique de l'Urgonien*, CG30 – BRLi, ensemble de rapports d'études et thèse, 1995-1999  
*Avis d'expertise sur les conclusions de l'étude relative à la connaissance de l'aquifère karstique de l'Urgonien des Gardons*.  
 BRGM, mars 1999.

*Actualisation de la synthèse hydrogéologique en région Languedoc-Roussillon*. BRGM, 1985 actualisation 2004.

*Etude de gestion du canal de Boucoiran – Optimisation de la gestion de l'eau*, BRLi, 2006.

*Description des aquifères du département du Gard – Rapport final*. BRGM, 2006.

*Fiches masses d'eau ; Fiches aquifères BRGM*

<sup>2</sup> Mme Nathalie Dorfliger (BRGM), M. Rachou (CG30), M. Jean-Yves Josnin (CNRS), M. Jean-Marc François (BURGEAP).

<sup>3</sup> *Avis hydrogéologique sur le soutien d'étiage du Gardon en amont de la ville d'Alès (Gard)* – Appui à la Police des Eaux à la demande de la MISE du Gard en date du 5 septembre 1997 sur la proposition établie par la FACEN-Alès, BRGM, 1998.

*Gestion concertée des barrages de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous – Etudes préalables aux enquêtes publiques – Etude hydraulique générale*. BRL, 1994.

*Soutien d'étiage entre la Grand'Combe et Alès*. FACEN, 1997.

*Description des aquifères du département du Gard – Rapport final*. BRGM, 2006.

*Fiches masses d'eau, Fiches aquifères BRGM*

La synthèse de la phase 1 a fait apparaître que cet aquifère restait mal connu. Plusieurs questions qui pourraient influencer directement la gestion des ressources en eau restent en suspens :

- ▶ **Les caractéristiques de l'aquifère.** Quelle est la zone de recharge de l'aquifère ? Quelle est la réserve de l'aquifère et quelle est sa ressource ou recharge par les précipitations efficaces et les pertes de cours d'eau ? **La connaissance du système de pertes et résurgences.** En particulier, les dolomies de l'Hettangien alimentent-elles le Gardon d'Alès en étiage ? Le soutien d'étiage par les barrages de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous, est-il encore perceptible à Alès (et dans quelle mesure) ?
- ▶ **L'influence des prélèvements actuels sur le débit du Gardon d'Alès.** Quelles sont les caractéristiques du rôle « tampon du karst » ? Les prélèvements actuels (en particulier ceux du Syndicat de l'Avène) sont-ils (au moins partiellement) soustraits au débit du Gardon d'Alès, et avec quelle dynamique ?

Il paraît fortement souhaitable de réaliser une étude du karst dolomitique de l'Hettangien permettant d'apporter des connaissances répondant aux questions précédemment posées.

## b) Bibliographie et données existantes

Selon l'AERMC, lorsqu'on réalise une étude sur un aquifère karstique, « il est souhaitable [de l']étudier (...) dans sa totalité, de manière à prendre en compte dans sa globalité l'organisation de son drainage souterrain et sa fonctionnalité » (source : AERMC, 1999<sup>5</sup>). Mais il est entendu que l'étude de ces karsts aurait pour objets principaux d'apporter des éléments de réponses aux questions soulevées en introduction.

Une recherche bibliographique exhaustive devra être menée, afin de collecter notamment les résultats d'essais de pompage, les rapports des services de production d'eau potable, les documents scientifiques qui n'auraient pas été identifiés en phase 1<sup>6</sup>.

Les séries historiques des stations hydrométriques et des piézomètres existants, ainsi que les chroniques de prélèvements dans le karst au pas le plus fin possible (a minima mensuel) devront être collectés. Il sera également nécessaire d'acquérir des données de pluviomètres représentatifs de ces zones.

Les données de forages de reconnaissance et d'essais de pompage seront également collectées et exploitées.

Enfin, des discussions techniques avec les associations de spéléologie pourront être organisées.

## Données disponibles sur le karst Urgonien

Plusieurs études ont déjà été réalisées sur ce karst<sup>7</sup>, dont une thèse de doctorat et une analyse critique de cette thèse.

<sup>4</sup> Mme Nathalie Dorfliger (BRGM), M. Rachou (CG30), M. Jean-Marc François (BURGEAP), M. Michel Wiesnin (spéléologue).

<sup>5</sup> *Guide technique n°3 : connaissance et gestion des ressources en eaux souterraines dans les régions karstiques*, AERMC, juin 1999.

<sup>6</sup> comme *Les karsts du Languedoc Oriental, recherches hydrogéomorphologiques*, thèse de doctorat, Guilhem Fabre, disponible à l'association française de karstologie

<sup>7</sup> *Etude de l'aquifère karstique de l'Urgonien*, CG30 – BRLi, ensemble de rapports d'études et thèse, 1995-1999  
*Avis d'expertise sur les conclusions de l'étude relative à la connaissance de l'aquifère karstique de l'Urgonien des Gardons*. BRGM, mars 1999.

*Actualisation de la synthèse hydrogéologique en région Languedoc-Roussillon*. BRGM, 1985 actualisation 2004.

*Etude de gestion du canal de Boucoiran – Optimisation de la gestion de l'eau*, BRLi, 2006.

*Description des aquifères du département du Gard – Rapport final*. BRGM, 2006.

Fiches masses d'eau

Les piézomètres existants sont les suivants :

Tableau 1 : liste des piézomètres du karst Urgonien du bassin versant des Gardons

CODE_BSS	C.P.	NOM_COMMUNE	ALT.	DEBUT	MASSES_EAU
09384X0005/COMBET	30 086	Collorgues	168.00	2000	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09384X0014/GAEI	30 072	Castelnau-Valence	130.00	2000	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09387X0059/F5	30 255	St-Genies-De-Malgoires	130.00	2000	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09387X0067/CRUVIE	30 046	Boucoiran-Et-Nozieres	78.83	2000	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09388X0108/PZ1	30 184	Moussac	108.00	2001	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09388X0111/OULE	30 061	Calmette(La)	62.56	2000	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09388X0114/MAISON	30 184	Moussac	75.00	2000	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09392X0045/PIEZO	30 295	St-Quentin-La-Poterie	84.00	2003	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09394X0003/FONTAI	30 355	Saint-Paul-Les-Fonts	62.00	2007	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard et du Bas-Vivarais - BV de la Cèze et de l'Ardèche - 6129
09395X0059/F1	30 049	Bourdic	84.00	2005	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09395X0065/NICOLA	30 228	Sainte-Anastasie	45.60	1997	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09395X0067/F	30 049	Bourdic	100.00	2000	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09398X0028/VALL	30 340	Valliguières	173.00	2004	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard et du Bas-Vivarais - BV de la Cèze et de l'Ardèche - 6129
09405X0229/S3	30 217	Rochefort-Du-Gard	75.00	1974	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard et du Bas-Vivarais - BV de la Cèze et de l'Ardèche - 6129
09654X0549/PORTAL	30 179	Montfrin	13.50		Alluvions du Rhône du confluent de la Durance jusqu'à Arles/Beaucaire + alluvions Bas Gardon - 6323
09654X0569/CNRP20	30 089	Comps	12.00		Alluvions du Rhône du confluent de la Durance jusqu'à Arles/Beaucaire + alluvions Bas Gardon - 6323

Au vu de l'hétérogénéité de l'aquifère, et du nombre de piézomètres déjà existants, il ne semble *a priori* pas nécessaire d'installer de nouveaux piézomètres. La surface piézométrique de l'aquifère sera difficilement connue de manière exhaustive, au vu de l'hétérogénéité du milieu et des variations spatiales des perméabilités hydrauliques. Cette surface est fortement irrégulière ; elle peut être appréhendée à une échelle régionale donnant une indication sur les sens d'écoulement globaux.

La station hydrométrique de Ners est désormais opérationnelle en étiage. En revanche, il est nécessaire d'équiper avant le début de cette étude une station hydrométrique en aval des résurgences dans les gorges (par exemple à Collias) et d'installer un équipement de mesure des débits en entrée et en sortie du canal de Boucoiran. Ce point particulier est évoqué au paragraphe 2.1.2. Les données de la station de la Baume, ainsi que les mesures disponibles à Collias (thèse de Josnin) seront également exploitées

## Données disponibles sur le karst Hettangien

Peu d'études spécifiques ont été réalisées sur cet aquifère.

Un seul piézomètre suit les niveaux de l'aquifère : le piézomètre de la Grand'Combe (Code BSS : 09125X0083/HBCM). La seule station hydrométrique du bassin versant fiable en étiage est celle d'Alès (en aval des pertes et résurgences) qui dispose d'un historique de mesures court (depuis 2008).

Il est nécessaire d'installer une station de mesure directement en aval du barrage des Cambous (en amont des pertes) avant de commencer l'étude, et il serait également souhaitable d'installer une station de mesure sur le Galeizon. Ce point particulier est évoqué au paragraphe 2.1.2.

### c) Données à acquérir

- La grande priorité pour comprendre les systèmes karstiques est de disposer d'un **suivi hydrométrique** des entrées et sorties du système :
  - Suivi des débits des pertes :
    - Dans le cas du karst Urgonien, il s'agirait d'utiliser les données mesurées par les stations de Ners et de Collias et de les compléter par des mesures en sortie de la zone de pertes amont et en entrée de la zone de pertes aval.

- Dans le cas du karst Hettangien, il s'agirait d'utiliser les données mesurées par les stations d'Alès et de la sortie des Cambous (à installer en priorité) voire celle du Galeizon si elle a été installée entre-temps, et de les compléter par des mesures en sortie de la zone de pertes directement à l'aval des Cambous, et en entrée de la 2<sup>e</sup> zone de pertes.

Ces données seront préférentiellement acquises par l'implantation de stations temporaires, mais le cas échéant pourront être réalisées par plusieurs campagnes de mesures ponctuelles (conditions hivernales si possibles, et plusieurs campagnes au fur et à mesure de la décroissance des débits).

- Suivi des débits des résurgences :

Le débit des principales résurgences devra être suivi, préférentiellement de façon continue, mais le cas échéant par plusieurs campagnes de mesures ponctuelles (5 à 10) permettant de mesurer les conditions hautes eaux, moyennes eaux et basses eaux, avec plusieurs points pendant la récession et si possible une ou deux mesures après une forte pluie (automnale ou hivernale par ex.) pour caractériser la réaction du système.

- ▶ Il serait également intéressant d'étoffer le **suivi piézométrique** par l'installation de piézomètres au niveau des pertes, afin de pouvoir caractériser l'infiltration dans la zone des pertes (établir une corrélation entre les variations de débits des pertes et le débits aux exutoires,
- ▶ L'équipement des principales résurgences pour un **suivi de la température et de la conductivité électrique** semble un élément important, mais moins capital que le suivi quantitatif. Il pourra être réalisé dans un deuxième temps.
- ▶ **Suivi géochimique et isotopique.** Si le suivi de température et de conductivité ne permet pas d'obtenir les résultats escomptés, une analyse des signatures chimiques sur le secteur sera réalisée, en échantillonnant et analysant les ions majeurs et éventuellement un isotope (par exemple le strontium dans le karst Hettangien), dans les rivières en amont et en aval des pertes, au niveau des principales résurgences et de quelques piézomètres (soit 5 à 10 points au total). Leur évolution temporelle devra également être suivie (2 ou 3 échantillonnages en hautes eaux, 2 ou 3 en basses eaux, et 1 ou 2 en crues).
- ▶ Un essai de **traçage** pourra être réalisé au niveau des pertes du Galeizon, si la signature des eaux du Galeizon et du Gardon d'Alès ne sont pas discriminées et que les données précédentes n'apportent pas d'information suffisantes.

## d) Analyse des données

### IDENTIFICATION

Chacune des 2 études devra définir un « modèle conceptuel définissant les limites probables du système, et les principales modalités d'alimentation avec un chiffrage approximatif et des hypothèses sur le développement des phénomènes karstiques » (BRGM, 1999).

Concernant l'aquifère Hettangien, une première étape d'identification est à réaliser pour déterminer la structure de l'aquifère et sa géométrie, localiser les manifestations endo et exokarstiques (réseaux de cavités, position des exutoires (sources pérennes et temporaires), pertes, etc.), délimiter le bassin d'alimentation. Cette étape sera réalisée à partir de la bibliographie existante pour l'Hettangien.

Il s'agira notamment de décrire les **limites du système**, expliciter la **nature du système** (importance de la karstification et rôle d'autres formations aquifères), caractériser le **fonctionnement global** du système, en dresser le **bilan hydrique**, et comprendre la **structure des écoulements souterrains** à partir du fonctionnement global et des observations locales, en argumentant sur la position probable des axes de drainage. Par exemple, l'analyse détaillée des piézomètres et des ouvrages existants fournira des informations sur la proximité de drains, ou leur situation dans la matrice fissurée.

Cette étape devra être illustrée de documents cartographiques.

## CARACTERISATION

Tableau 2 : bilan des données nécessaires et méthodes d'interprétation

	Sources	Forages / piézomètres	Regards naturels
Données en entrée	Données de débit sur un cycle hydrologique Données hydrochimiques, suivi des crues et des étiages.	Essais de pompages	Données piézométriques
Méthodes	Analyse des débits classés Analyse des courbes de récession Outils hydrochimiques Traitement du signal - analyse corrélatrice et spectrale (simple et croisée)	Interprétation des pompages Traitement du signal	Essais de traçage

Source : Dorfliger, 2010.

## Hydrologie-hydrogéologie

« Il s'agit d'interpréter les variations de débits des exutoires et des pertes pour les systèmes karstiques binaires ainsi que des niveaux d'eau des forages pour les systèmes pour lesquels des données sont disponibles en conditions naturelles ou de sollicitation par pompage »<sup>8</sup>. Il faut disposer de données quantitatives au moins sur un cycle hydrologique (préférentiellement sur plusieurs) pour réaliser ces analyses.

Le phénomène de pertes est en quelque sorte assimilable à un système à *hystérésis* : le débit des pertes dépend non seulement du débit dans la rivière, mais également de l'état de saturation du karst intégrant des conditions pluviométriques et hydrométriques des mois précédents. L'exploitation des données de mesure de débit permettra de **caractériser le régime des pertes** en fonction des conditions hydrologiques et de l'état de saturation du karst. Si un piézomètre a été installé dans les zones de pertes, il sera intéressant de corréler son niveau avec le débit des pertes, afin d'obtenir un suivi en continu de ce débit. **L'analyse des débits classés**, pour les sites suivis en continu, permettra de déterminer des modifications de propriétés des écoulements pour la gamme de débits couverte lors d'un cycle hydrologique.

L'analyse des entrées du système permettra de **quantifier les ressources** existantes dans le système, c'est-à-dire la recharge totale annuelle.

Il s'agira également de réaliser une **analyse des courbes de récession** (ou de tarissement) des exutoires du système (à savoir les résurgences) sur plusieurs cycles hydrologiques, éventuellement par des approches simplifiées lorsque le suivi en continu n'est pas disponible, qui fournira des indications sur le degré de karstification et la fonctionnalité du système. La détermination du volume dynamique en connaissant les entrées du système permettra d'**estimer les réserves en eau**. L'analyse des courbes de récession permettra également d'obtenir des informations sur le degré de karstification et l'organisation du réseau de drainage, ce que pourront compléter l'analyse des enregistrements piézométriques. **L'exploitation des données piézométriques** sera réalisée en connaissant bien les caractéristiques des piézomètres (profondeur, niveaux recoupés, crépinage, ...).

Des méthodes de **traitement du signal (type analyse corrélatrice et spectrale)** seront employées pour réaliser des analyses croisées afin de comprendre comment le système réagit à des événements pluvieux, à la variation des conditions hydrologiques, et à l'exploitation par des prélèvements. **Les résultats d'essais de pompage** des forages en fonctionnement et des forages de reconnaissance seront exploités. On en déduira des informations sur la structure et le fonctionnement du système karstique (inertie, effet mémoire, typologie), sur la tendance à court et long terme du système, sur l'effet de pompages....

<sup>8</sup> Dorfliger N., 2010. Guide méthodologique - Les outils de l'hydrogéologie karstique pour la caractérisation de la structure et du fonctionnement des systèmes karstiques et l'évaluation de leur ressource. BRGM, ONEMA.

## Hydrogéochimie

« Lorsque l'approche hydrogéochimique est employée dans le cadre d'une analyse globale du système karstique à partir de son fonctionnement (analyse systémique), celle-ci devient très complémentaire à l'approche hydrodynamique. En effet, si les méthodes hydrodynamiques permettent d'appréhender l'inertie et les volumes des systèmes karstiques, elles ne permettent pas de distinguer les temps de transit liés aux différentes modalités de transit dans l'aquifère, les mélanges d'eau entre pôles distincts (eau de pluie et eau de la zone noyée par exemple), ni la localisation des différents lieux de stockage de l'eau (épikarst, zone d'infiltration ou zone noyée...) »<sup>8</sup>.

**L'analyse des séries temporelles de conductivité électrique et de température** permettra d'apprécier la **dynamique et les échanges** entre les différentes eaux.

Si ces informations ne suffisent pas, il y aura lieu d'envisager des **analyses géochimiques et isotopiques** afin de mieux préciser les origines de l'eau (pôles), l'organisation des écoulements, le temps de séjour (âge moyen de l'eau), la nature de mélanges d'eaux au sein de l'aquifère, les relations entre eaux de surface et eaux souterraines...

Un **traçage artificiel** pourra également être réalisé dans les zones les moins bien connues (le karst Hettangien) pour valider et caractériser les connexions hydrauliques (rapides = quelques semaines à un ou deux mois maximum) pour différentes conditions hydrologiques et compléter les informations géologiques caractérisant l'organisation des écoulements, pour autant que les analyses hydrochimiques n'aient pas apporté les informations attendues.

### e) Résultats attendus

L'analyse détaillée du système de pertes permettra de **clarifier les interactions entre le karst et le Gardon** : rôle de soutien d'étiage et quantification des apports, dynamique des résurgences, ...

Dans le cas du karst Hettangien, il sera possible de déterminer dans quelle mesure, en période d'étiage, le débit en aval des résurgences est influencé par le débit s'infiltrant au niveau des pertes et par le niveau de remplissage du karst, et avec quelle dynamique. Il sera ainsi possible de se prononcer sur **l'efficacité à l'aval des résurgences**, du soutien d'étiage par les barrages localisés à l'amont des pertes.

L'impact des prélèvements sur le karst dépend non seulement de la réserve totale mais aussi des caractéristiques locales de l'aquifère : l'impact d'un prélèvement dépend de la localisation de l'ouvrage : intercepte-t-il un drain ou conduit karstique du réseau de drainage souterrain, recoupe-t-il une zone de fractures ou failles situées de part et d'autre d'un réseau de drainage souterrain. Les approches couplées de traitement du signal (incluant les données de prélèvement), d'analyse des essais de pompage et de l'hydrogéochimie permettront d'apporter des éléments de réponse sur **l'impact des prélèvements et les marges de manœuvre existantes**.

### f) Proposition de plans de gestion des aquifères

Cette démarche aura pour but de :

- ▶ Pérenniser un réseau et un protocole de suivi du fonctionnement de l'aquifère,
- ▶ Eventuellement définir un besoin en investigations complémentaires,
- ▶ Discuter l'utilisation et le partage des ressources disponibles, et ainsi envisager :
  - Soit un gel des prélèvements supplémentaires,
  - Soit la proposition d'un développement progressif et contrôlé des prélèvements.
- ▶ Dans le cas du karst Hettangien, proposer une nouvelle stratégie d'optimisation des barrages.

### 2.1.2 Améliorer le réseau de suivi de la ressource superficielle

Le réseau de stations hydrométriques est très développé pour la mesure des débits en crue, mais peu de stations sont utilisables pour la mesure d'étiage. Sur une trentaine de stations existantes ou ayant existé, seuls 7 sites actuellement équipés, relevés automatiquement et opérationnels sont considérés comme ayant une précision suffisante pour la mesure d'étiage (les stations sont décrites par la suite).

En particulier, le sous-bassins du Gardon d'Alès et du Gardon aval apparaissent sous-équipés.

Or certaines stations apparaissent capitales pour le suivi de la ressource en étiage (elles sont représentées sur le schéma suivant) :

- ▶ les points de référence du SDAGE RMC (78 – Ners et 79 – Remoulins)
- ▶ les stations sur lesquelles se basent les arrêtés sécheresses
- ▶ les points nodaux définis en phase 1 du PGCR en des points stratégiques du bassin versant :
  - il est souhaitable qu'une station de mesure des débits valide en étiage soit disponible à proximité,
  - le cas échéant, il sera nécessaire de réaliser une surveillance au moyen de contrôles ponctuels.

Une réunion a été réalisée le 6/12/2010 avec les acteurs impliqués dans le suivi de la ressource en eau en étiage, afin de discuter de l'opportunité du réseau hydrométrique du bassin versant, et des possibilités de modification des stations de mesure :

- ▶ La DDTM (Direction départementale des territoires et de la mer) :
  - Service de Prévision des Crues du Grand Delta (SPC-GD), responsable de la gestion du réseau hydrométrique ;
  - Service Eau et Milieux Aquatiques (SEMA) ;
- ▶ Le Conseil Général du Gard, qui gère les 2 barrages du bassin versant ;
- ▶ Le SMAGE des Gardons,
- ▶ BRLi.

Cette réunion a permis d'aboutir à un certain nombre de conclusions :

- ▶ Le SPC est ouvert à certaines modifications du réseau de mesure, afin de mieux satisfaire les besoins des services responsables du suivi de la ressource en eau en étiage,
- ▶ Le nombre de stations sur le bassin versant doit rester constant,
- ▶ Si les études détaillées sont suffisamment avancées en 2011, les modifications du réseau pourront être inscrites au budget de 2012.

*Figure 1 : bilan des points nodaux retenus et des stations hydrométriques utilisables*



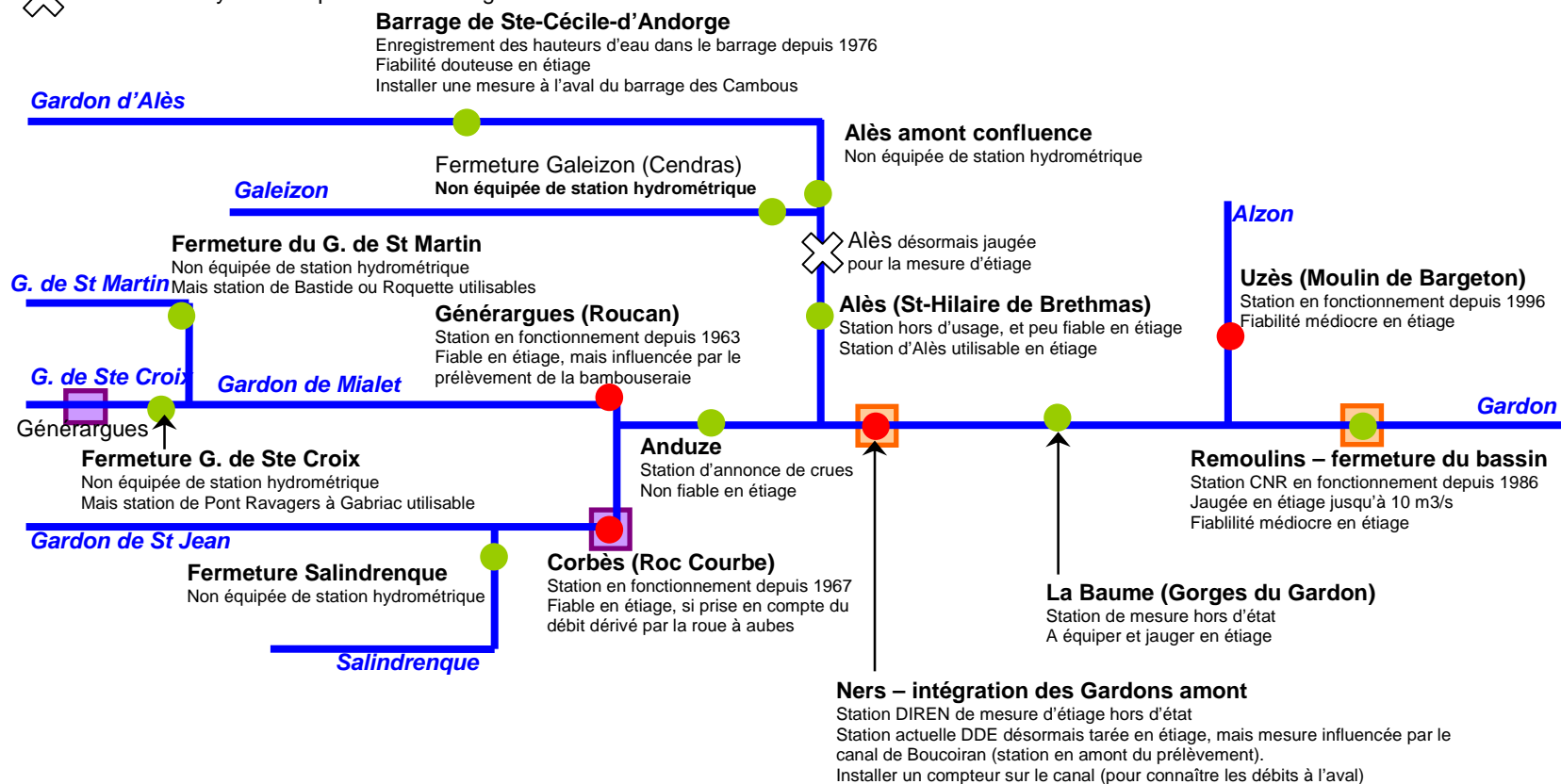
● Point nodal directement opérationnel

● Point nodal à équiper ou modifier

■ Point nodal des arrêts sécheresse

■ Point nodal du SDAGE

✕ Autre station hydrométrique fiable en étiage



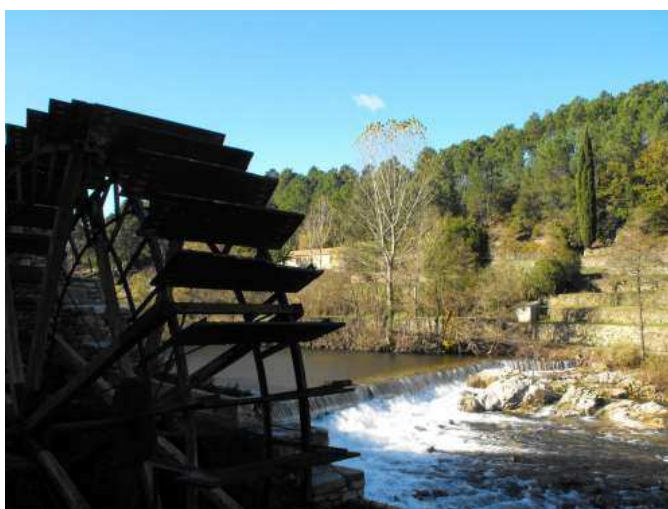
## STATIONS HYDROMETRIQUES EXISTANTES ET FIABLES

Les stations suivantes, en fonctionnement et dont la mesure est considérée comme valide en étiage, ont des données mises en ligne sur le site de la Banque Hydro, et sont considérées comme indispensables pour le suivi de la ressource en eau à l'échelle du bassin versant des Gardons :

1. **Pont Ravagers – Gabriac, sur le Gardon de Ste Croix.** Deux affluents se jettent dans le Gardon de Ste Croix juste en aval de la station (*Source : SPC GD*). Elle présente un intérêt principalement pour la surveillance de la ressource amont.
2. **Roc Courbe – Corbès, sur le Gardon de St Jean.** Cette station est l'une des plus fiables en étiage sur le bassin. Le seuil de mesure est équipé d'une roue à aube qui ne perturbe pas la mesure (*Source : SPC GD*).
3. **Roucan – Générargues, sur le Gardon de Mialet.** Cette station est relativement fiable en étiage, mais se situe sur le seuil où sont réalisés les prélèvements de la Bambouseraie. Les manipulations de la vanne de prise peuvent donc perturber la mesure. La gestion de la station est coordonnée avec la gestion du prélèvement de la Bambouseraie (*Source : SPC GD*).
4. **Alès, sur le Gardon d'Alès.** Cette station est située sur un seuil au niveau du Pont Vieux et a été tarée pour la mesure d'étiage en 2008. C'est un site où la mesure d'étiage est correcte selon le SPC. La gestion des étiages par le SMAGE pourra s'appuyer sur cette station qui est pour l'instant la seule valable sur le bassin versant du Gardon d'Alès.
5. **Ners, sur le Gardon.** Cette station a été tarée pour la mesure d'étiage en 2008<sup>9</sup>. Ce site de mesure est positionné sur le seuil du pont de Ners, où prélève le canal de Boucoiran. La mesure est donc influencée *a priori* par ces prélèvements, mais selon le SPC, la courbe de tarage pour les bas débits est correcte. De plus, une mesure du prélèvement du canal de Boucoiran devrait être installée prochainement, ce qui permettra d'en déduire le débit en aval du seuil.

Le SPC-GD a prévu de réaliser prochainement un tarage en étiage de la station de Saumane sur le Gardon de St Jean, sur un site où la mesure sera *a priori* correcte.

Figure 2 : Roue à aube du moulin de Corbès au niveau de la station hydrométrique de Roc Courbe sur le Gardon de St Jean.



Source : wikimedia

<sup>9</sup> L'ancienne station DIREN était située en aval du prélèvement du canal de Boucoiran.

### **a) Déplacer certaines stations hydrométriques non stratégiques**

Le positionnement sur le bassin de certaines stations est remis en question en raison de l'intérêt relatif que les sites présentent à la fois pour la surveillance des crues et de l'étiage.

- ▶ Les **deux stations de Roquette et Bastide sur le Gardon de St Martin et de St Germain**, qui disposent d'un bon historique, mais dont la mesure est influencée en étiage par la présence de baigneurs, qui par leurs modifications du lit perturbent l'écoulement (et faussent la courbe de tarage). Elles sont situées en Lozère et leur positionnement ne semble pas stratégique pour la surveillance des étiages. Sous réserve de l'accord de l'ensemble des partenaires, **l'une d'entre elles pourrait être supprimée et l'autre déplacée au niveau du point nodal PGCR** en aval de la confluence des Gardons de St Martin et St Germain mais en amont de la confluence avec le Gardon de Ste Croix.
- ▶ La station de **Moulin de Bargeton, à Uzès, sur l'Alzon**, qui est située sur un bras de l'Alzon et dispose d'une fiabilité médiocre en étiage. Cette station n'est pas située à un point stratégique du bassin et pourrait être déplacée plus en aval, en fermeture de l'Alzon.

### **b) Installer des stations hydrométriques**

Il est nécessaire d'installer de nouvelles stations hydrométriques aux points stratégiques décrits ci-dessus.

#### **EN SORTIE DES GORGES DU GARDON - COLLIAS**

Une station de mesure en sortie des gorges du Gardon permettra de connaître le débit du Gardon à l'aval des résurgences du karst Urgonien, et d'ainsi mieux comprendre l'alimentation du Gardon par le karst en étiage.

Une station hydrométrique avait équipé le seuil de la Baume, en aval des principales résurgences, mais elle a été emportée par une crue. Il n'est pas prévu de réaménager le seuil de la Baume, aujourd'hui détruit. Il est ainsi proposé d'installer une station hydrométrique à Collias où la transmission radio des données est plus aisée. Le site choisi et le tarage de la station devront être adaptés à la mesure d'étiage.

#### **EN AVAL DU BARRAGE DES CAMBOUS**

Pour surveiller les étiages du bassin versant des Gardons, il est indispensable d'avoir des mesures des débits sur le Gardon d'Alès en sortie des barrages, mais en amont des pertes des Dolomies de l'Hettangien. Cette station, couplée à une mesure en aval des pertes, contribuera à mieux connaître le fonctionnement du karst Urgonien. Un tel positionnement permettra d'optimiser les règles de gestion en fonction des débits mesurés à ce point (consigne aval).

A noter que la sortie du barrage des Cambous avait été équipée d'un seuil échantonné et d'une échelle limnimétrique. Mais les crues ont endommagé le seuil et l'échelle a été emportée.

Une amélioration de la mesure des débits en sortie de Ste Cécile d'Andorge peut également être envisagée (voir à ce propos le paragraphe 2.6.4)

Le Conseil général du Gard constituera un partenaire incontournable pour la gestion de cette station, quel qu'en soit le maître d'ouvrage.

#### **EN FERMETURE DE LA SALINDRENQUE**

Une station a existé sur ce bassin entre 1969 et 1993, positionnée à Malérargues au niveau de l'actuel prélèvement de la Pépinière de la Bambouseraie. Mais elle était fortement influencée en étiage par des prélèvements agricoles, et ses données, disponibles sur papier, n'ont jamais été dépouillées.

Or, le comportement hydrologique de ce bassin diffère sensiblement du bassin adjacent du Gardon de St Jean, plus étendu et dont la tête de bassin est plus influencée par les hauts versants Cévenols. Aussi, l'analyse hydrologique de ce bassin non jaugé est problématique.

Par ailleurs, la Salindrenque connaît des problèmes de gestion quantitative, notamment en raison de la présence de nombreux béals.

La surveillance de l'étiage de cette rivière présente donc un intérêt particulier au vu du contexte. Aussi, il est préconisé de l'équiper pour la mesure hydrométrique au niveau de la fermeture du bassin, par exemple au niveau du franchissement de la rivière par la route le plus aval.

### **EN FERMETURE DU GALEIZON**

Il existait une station sur le Galeizon à Aube Morte (St Paul la Coste), positionnée initialement en vue de la construction d'un barrage qui a finalement été abandonnée. Les données postérieures à 1980 n'ont pas été dépouillées.

Une station de mesure en **fermeture du Galeizon**, dont le positionnement précis reste à déterminer (en amont ou en aval des pertes ?) pourrait être intéressante pour le suivi de la ressource amont du bassin versant du Gardon d'Alès ainsi que l'étude du karst Hettangien.

### **AUTRES AFFLUENTS NON JAUGES : L'AMOUS, L'AVENE, LE GRABIEUX**

Ces bassins non jaugés sont confrontés à des problèmes de qualité, et connaissent parfois des assecs en étiage. Il pourrait être intéressant de planifier régulièrement des campagnes de mesure de débits pour suivre l'évolution des débits d'étiage sur ces cours d'eau.

#### ***c) Améliorer la mesure en basses eaux***

La fiabilité en étiage de stations de mesure situées au niveau d'un large seuil pourrait être notablement améliorée grâce à la mise en place d'une échancrure calibrée. En effet, pour une variation de débit donnée, dans la gamme des faibles débits, l'échancrure permet d'avoir une variation du plan d'eau plus importante. Divers types d'échancrures sont envisageables (en V, en escaliers, etc.). Pour des seuils sur lesquels la mesure est particulièrement peu précise (comme c'est le cas à Remoulins, par exemple), cette solution permet de disposer de données de bien meilleure qualité, pour un investissement limité.

#### ***d) Passer un accord avec la CNR pour récupérer les données de débit de la station de Remoulins***

La station hydrométrique de Remoulins est aujourd'hui équipée de 3 capteurs différents :

- ▶ Un capteur radar SPC situé sous le pont de la route départementale ;
- ▶ Un capteur vidéo SPC (phase de développement d'une nouvelle méthode de mesure des débits) ;
- ▶ Un capteur de la Compagnie Nationale du Rhône (CNR). Ce capteur est positionné au niveau d'un seuil reconstruit en 2007, mais la précision de la mesure en étiage n'est pas bonne car elle n'est pas tarée en-dessous de 10 m<sup>3</sup>/s (analyses BRLi).

Il est capital de pouvoir suivre les étiages au niveau de cette station, point nodal du SDAGE RMC, et point de référence du PGCR. La solution la plus rapide à mettre en œuvre semble donc être de nouer un partenariat rapproché avec la CNR. Aujourd'hui, les données collectées par la CNR sont fournies au SPC (dans le cadre d'une convention), mais ne peuvent pas être rendues publiques, ou utilisées par un autre organisme. Le SPC en échange fournit les résultats des jaugeages au niveau du Pont du Gard.

Il est donc conseillé :

- ▶ que le SPC passe une convention avec la CNR pour que ces données puissent être utilisées pour la surveillance de l'étiage ;
- ▶ de trouver un accord pour que la CNR réalise des jaugeages en étiage et améliore sa courbe de tarage pour les bas débits. Une fois la nouvelle courbe disponible, il sera possible de juger si d'autres actions sont nécessaires pour améliorer la précision de la mesure en étiage.

### e) Surveiller les stations de mesure en étiage

Les aménagements temporaires (seuils de baignade, ...) et embâcles doivent être surveillés à proximité des sites de mesure jugés prioritaires pour la surveillance des étiages, car ils modifient les courbes hauteur-débit, et faussent les mesures.

Par ailleurs, la **station de Générargues** est influencée par le prélèvement du béal de la Bambouseraie, et en étiage, ce prélèvement peut s'élever à près de 90% du débit du Gardon de Mialet. Ce béal sera bientôt équipé d'une échelle de mesure et d'un nouveau système de prise, ce qui permettra de mieux connaître les prélèvements effectués par la Bambouseraie, et ainsi d'améliorer la précision de la station de Générargues en étiage.

*Photo 1 : seuil du Mas du Pont à Générargues*

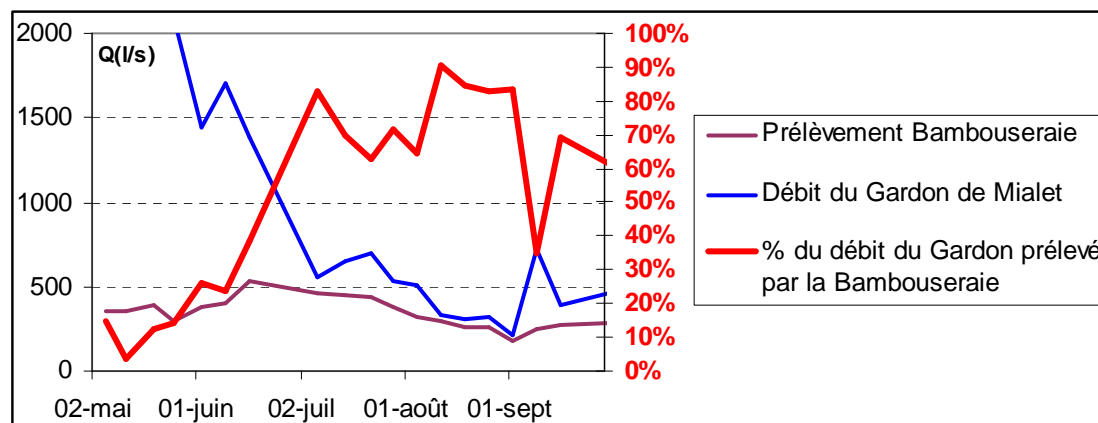


Sous un débit du Gardon de Mialet d'environ 300 l/s, dans la configuration actuelle de la vanne de prise, le débit s'écoule entièrement dans le béal sur environ 5 m, et aucun flux ne déverse par-dessus le seuil.

Comme l'indique la figure ci-dessous, le débit brut prélevé par la Bambouseraie en étiage peut atteindre plus de 80% du débit du Gardon à certaines périodes.

La Bambouseraie s'investit fortement dans la maîtrise de la gestion de l'eau avec des travaux prévus très prochainement permettant de réduire ses prélèvements, ainsi que des efforts pour améliorer la gestion de la prise.

Figure 3 : comparaison des débits prélevés par la Bambouseraie et des débits au niveau de la station hydrométrique de Générargues en 2010.



Les nouvelles modalités de gestion devront être indiquées au SPC pour qu'une solution d'adaptation des courbes de tarages soit trouvée. 2 (voire 3) courbes de tarage différentes pourraient être utilisées en fonction de la configuration du système de prise de la Bambouseraie.

Au niveau des autres stations susceptibles d'être influencées, une surveillance des mesures de gestion des prélèvements doit être envisagée (activité de la roue à aube à Corbès, variation des règles de gestion du canal de Boucoiran à Ners, ...).

### 2.1.3 Améliorer la connaissance des usages

#### a) Eau potable

Sur le bassin versant des Gardons, les prélèvements bruts en eau potable collectifs sont réalisés au niveau de stations de pompage et sont pour la plupart relativement bien connus. Certains prélèvements individuels ou collectifs de petite taille ne sont pas suivis, mais leurs impacts sur la gestion de l'eau à l'échelle des sous-bassins est pour le moment négligeable. Les retours (sous forme d'eaux usées) ne sont pas connus de manière précise sur le bassin versant des Gardons : dans le diagnostic de phase 1, les stations pour lesquelles les débits rejetés étaient connus ont servi à calibrer un taux de retour moyen en rivière des prélèvements bruts AEP.

Il serait souhaitable que :

- ▶ l'ensemble des prélèvements soit mieux suivi, en particulier les petits prélèvements de la zone cévenole (installation de compteurs, relevés réguliers, transmission à l'Observatoire de l'Eau proposé par le contrat de rivière) ;
- ▶ les performances des réseaux soient mieux connues ;
- ▶ un suivi des débits rejetés par l'ensemble des stations d'épuration soit effectué, en particulier en zones sensibles, ou dans les zones où le débit rejeté peut constituer une part importante du débit d'étiage.

Il serait pertinent de centraliser l'ensemble de ces données, par exemple en créant un outil de partage (de type serveur Web) où les données pourraient être entrées par le gestionnaire. Cela pourrait rentrer dans le cadre de la création d'un observatoire départemental sur la ressource.

En-dehors de la zone couverte par le Syndicat de l'Avène et Alès, l'impact des prélèvements en eau potable sur le bassin versant des Gardons demeure faible par rapport à celui des prélèvements en eau agricole.

### **b) Prélèvements industriels**

Les prélèvements bruts en eau industrielle sont bien connus lorsqu'il s'agit de prélèvements spécifiques déclarés à l'agence de l'eau. Dans le cas contraire, les besoins en eau sont comptabilisés dans les consommations domestiques. Mais il est généralement difficile d'obtenir des détails mensuels de prélèvement directement auprès des industriels.

Le GIE Salindres, qui possède un captage en nappe alluviale de la Cèze, mobilise jusqu'à 3 000 m<sup>3</sup>/j, dont presque la moitié sont destinés à l'alimentation en eau potable de la commune de Salindres. Or la Cèze est une zone particulièrement sensible aux prélèvements, classée en zone de répartition des eaux. Un projet du SIAEP de l'Avène permettrait d'alimenter directement la commune de Salindres, dont les réseaux sont interconnectés depuis 2006. Cela réduirait ainsi la pression sur la Cèze et le transfert inter-bassins.

Pour les plus gros prélèvements, le contrat de rivière indique que des études d'optimisation des prélèvements pourraient s'avérer intéressantes (ex : distillerie de Cruviers-Lascours, GSM, ...).

### **c) Irrigation**

#### **LES GRANDS CANAUX DE LA GARDONNENQUE ET DE LA BASSE VALLEE**

Les prélèvements du Canal de Boucoiran et du Canal de Beaucaire ne font l'objet d'aucune mesure quantitative.

Il est préconisé d'installer des équipements de mesure au niveau des prises afin de connaître le prélèvement. Il pourrait s'agir d'échelles limnimétriques couplées à des rétrécissements calibrés (tuyères) permettant d'assurer l'univocité de la relation entre hauteur d'eau et débit, ainsi qu'une bonne précision de la mesure. Un relevé hebdomadaire de ces échelles semble nécessaire, et ainsi qu'à chaque fois que les vannes de prise sont manipulées.

Pour le canal de Boucoiran, dans la perspective d'une étude sur le karst Urgonien, il serait souhaitable d'également installer un dispositif de mesure au niveau du retour du canal en rivière.

#### **LES PERIMETRES DESSERVIS PAR LE RESEAU DE LA CONCESSION REGIONALE BRL DE LA GARDONNENQUE**

Les forages de la concession régionale exploités par BRLe sont équipés de compteurs, et leurs prélèvements sont suivis. Le retour de ces prélèvements peut être considéré comme négligeable étant donné les systèmes d'adduction et d'irrigation sous-pression qui apporte une dose proche du besoin en eau des cultures. La connaissance de ces prélèvements est donc globalement suffisante.

En revanche, dans la perspective d'une étude sur le karst Urgonien, des essais de pompage pourraient être réalisés pour essayer de mieux comprendre l'impact de ces prélèvements sur le débit du Gardon.

#### **PETITS PRELEVEMENTS**

#### **Recensement et quantification des petits prélèvements**

Il existe plusieurs types de « petits prélèvements » agricoles ou à usages divers :

- ▶ les béals (dont un premier recensement a été effectué par le SMAGE des Gardons)
- ▶ les captages de sources,
- ▶ les pompes directs en rivière,
- ▶ les forages particuliers (qui ont été inventoriés sur la nappe alluviale d'Alès).

Dans des secteurs prioritaires, car fortement impactés par ces prélèvements, il pourra être pertinent d'en réaliser un inventaire plus exhaustif, et de quantifier les prélèvements (bruts et nets), qui pourront déboucher sur la réalisation de plans locaux de gestion :

- ▶ Synthèse des informations existantes
- ▶ Enquête auprès des élus
- ▶ Recensement par enquête sur le terrain
- ▶ Création d'une base de données avec hiérarchisation des prélèvements.

Les secteurs pouvant être envisagés sont les suivants :

- ▶ Zones cévenoles (en particulier vallée Borgne, Gardon de St Jean, Salindrenque),
- ▶ Nappe alluviale du Gardon d'Anduze,
- ▶ Nappe alluviale de la Gardonnenque, de l'Alzon/Seynes et du Gardon aval.

## Les béals Cévenols

Les prélèvements agricoles bruts des béals Cévenols ont été étudiés, pour les 20 estimés les plus impactants, par la phase 1 de l'étude. Des mesures ponctuelles des débits prélevés et des retours ont été effectués sur certains d'entre eux, qui permettent de cerner des ordres de grandeur de l'impact des prélèvements sur les cours d'eau.

En revanche, aucun de ces canaux n'est pour l'instant équipé de mesures en continu. Un complément d'étude réalisé en 2009 sur 4 béals avait proposé la mise en place d'échelles limnimétriques sur ces béals, relevées de façon hebdomadaire, afin de suivre leur prélèvement.

Ces systèmes de mesure simple pourraient être installés sur les béals jugés les plus impactants. Un suivi hebdomadaire ou mensuel par les agriculteurs pourrait être envisagé. Le chapitre 2.3.4 détaille et complète les actions à mener sur les béals.

### 2.1.4 Partager les données et diffuser l'information – création d'un observatoire départemental de la ressource – bassin des Gardons

#### CONSTAT

Actuellement, les différentes mesures des prélèvements sont archivées dans diverses bases de données de différents organismes (Agence de l'eau, DDTM, DDASS, SMAGE des Gardons, Chambre d'Agriculture...). De plus, seules les mesures annuelles sont en général archivées, en différé, ce qui ne permet pas une gestion de l'eau au jour le jour et ne suffisent pas pour des études hydrologiques détaillées.

#### EXPERIENCE DE L'ORB

En 2008, la DIREN, le Département de l'Hérault, BRL, la Lyonnaise des Eaux et Voies Navigables de France ont signé une convention avec le Syndicat Mixte de la Vallée de l'Orb et du Libron (SMVOL), pour la création d'un observatoire d'utilisation de la ressource Orb. L'observatoire permet de connaître, dans le détail, la réalité des prélèvements et des lâchers des barrages dans l'Orb et leur évolution, pour répondre aux besoins d'eau potable et d'irrigation. En s'engageant à fournir l'ensemble de leurs données, les signataires permettent au SMVOL de disposer d'une vision objective de la situation et de se positionner sur la question du partage de l'eau. Dans ce cadre, BRL, par exemple, s'engage à communiquer au SMVOL, de manière hebdomadaire, les prélèvements réalisés par BRL sur le bassin versant de l'Orb ainsi que les données hydrauliques du barrage des Monts d'Orb.



## PROPOSITION POUR LE BASSIN VERSANT DES GARDONS

De la même manière, un tel observatoire pourrait voir le jour sur le bassin versant des Gardons et permettre au SMAGE des Gardons de centraliser l'évolution hebdomadaire à mensuelle des prélèvements. L'ensemble des acteurs capables de mesurer leurs prélèvements bruts et/ou nets les communiqueraient au syndicat, y compris les gestionnaires des béals capables d'estimer leurs prélèvements bruts.

Le contrat de rivière propose cette opération, qui pourrait être portée par un partenariat Etat-collectivités locales, avec une forte implication du Conseil Général du Gard ou des services de l'Etat gardois, et néanmoins un partenariat resserré avec les territoires Lozériens concernés.

Cet observatoire serait responsable :

- ▶ de centraliser et traiter les données relatives à la gestion quantitative des ressources en eau :
  - Récupérer les données hydrométriques et piézométriques,
  - Récupérer les données de prélèvement et de rejet auprès des principaux usagers,
  - Les classer dans des bases des données et systèmes d'information géographique,
- ▶ d'assurer le suivi de la ressource en eau :
  - en temps réel au niveau des points nodaux ;
  - en période hivernale pour réaliser une veille sur l'état de la ressource, en particulier destinée aux usagers agricoles (proposition issue du contrat de rivière) ;
- ▶ De sensibiliser et d'accompagner les usagers vers des pratiques plus économes ;
- ▶ De diffuser l'information (par exemple sur un site Internet) en communiquant à l'aide d'indicateurs clairs sur la situation de la ressource ;
- ▶ De sensibiliser les collectivités sur l'intérêt de l'optimisation de la gestion des ressources en eau et son intégration au plus tôt dans les documents d'urbanisme.

## 2.2 REALISER UNE ETUDE VOLUMES PRELEVABLES

L'article L212-5-1 du code de l'environnement prévoit que les SAGE comportent un règlement qui peut notamment « définir des priorités d'usage de la ressource en eau ainsi que **la répartition de volumes globaux de prélèvement par usage** ».

La circulaire 17-2008 du 30 juin 2008 *relative à la résorption des déficits quantitatifs en matière de prélèvements d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation* indique que la procédure de retour à l'équilibre quantitatif doit être engagée sur tous les bassins en déséquilibre quantitatif. Le bassin versant des Gardons a été classé dans cette catégorie dans le SDAGE RMC. Dans les bassins en déficit quantitatif, une étude volumes prélevables doit être réalisée soit par la CLE existante, soit le cas échéant par l'Agence de l'Eau et la DIREN.

Dans le bassin versant des Gardons, cette étude s'appuiera largement sur les analyses et les étapes de concertation ayant défini les débits objectifs. Avec une éventuelle actualisation des données, il s'agira de calculer les volumes s'écoulant en rivière au-delà de ces débits objectifs, de les répartir entre les différentes catégories d'usagers après avoir analysé les marges de manœuvre existantes. Lorsque les prélèvements seront plus importants que les volumes prélevables, l'étude devra fournir un accompagnement pour la réduction des prélèvements ou la sollicitation de ressources de substitution.

Les conclusions de cette étude aboutiront à :

- ▶ La mise en cohérence des autorisations de prélèvement avec les volumes prélevables (au plus tard le 31/12/2014)

- Dans les bassins où le déficit est « particulièrement lié à l'agriculture », la constitution d'organismes uniques de gestion des prélèvements.

La mise en conformité avec cette circulaire implique donc (*source : Contrat de rivière*) :

1. de déterminer les volumes maximums prélevables, tous usages confondus par une étude « volumes prélevables » ;
2. de répartir ces volumes entre usages et entre groupes d'utilisateurs en s'appuyant sur une démarche concertée ;
3. d'éventuellement mettre en place une gestion collective de l'irrigation par un organisme unique.

## 2.3 OPTIMISER LES PRELEVEMENTS A DESTINATION DE L'EAU POTABLE

Les rendements et caractéristiques des réseaux ne sont connus dans le détail que pour certaines communes ou structures intercommunales d'envergure. Il serait intéressant de réaliser des schémas directeurs dans les communes qui n'en ont pour l'instant pas réalisé, et d'élaborer une synthèse de ces données à l'échelle du bassin. Cela permettra de déterminer les actions à mener pour améliorer les rendements de réseau et de hiérarchiser les travaux prioritaires.

### 2.3.1 Améliorer les rendements de réseaux

#### SCHEMAS DIRECTEURS AEP

Le rendement primaire<sup>10</sup> global des réseaux sur le bassin versant est d'un peu moins de 60%. L'écart entre volumes prélevés et volumes facturés provient d'une part des fuites du réseau ainsi que de la consommation d'eau non facturée, qui varie selon les communes mais peut concerner la consommation en eau des bornes à incendie, toilettes publiques, nettoyages publics, écoles, gymnases, arrosages d'espaces verts, ... En d'autres termes, dans le bassin des Gardons, sur 100 l prélevés dans le milieu naturel pour l'AEP, plus de 40 l sont soit perdus lors du transport dans les réseaux entre le point de prélèvement et le robinet du consommateur, soit utilisés par des services communaux sans être comptabilisés.

**La recherche des fuites et leur réparation permet d'augmenter le rendement physique des réseaux<sup>11</sup>, et par conséquent le rendement primaire. C'est une action importante sur le bassin versant des Gardons.**

Les actions à mener pour améliorer les rendements de réseaux sont en priorité la **réalisation de schémas directeurs** de l'alimentation en eau potable. Cela doit être fait en priorité dans les collectivités où les rendements de réseau sont inférieurs à 50%, ou avec un indice de perte supérieur à 10 m<sup>3</sup>/j, ou encore les collectivités prélevant de forts volumes.

Ces schémas directeurs ont vocation à constituer des documents de référence pour les collectivités en termes de réflexion sur les ressources en eau utilisées (préservation de la ressource en minimisant le prélèvement, diversification des ressources), et qualité du service rendu (qualité de l'eau, conditions de desserte, sécurisation, ...). Ils doivent en particulier localiser les fuites, et déboucher sur un programme d'actions chiffré et hiérarchisé en termes d'économies d'eau (notamment réparations et renouvellement de réseau)

<sup>10</sup> A savoir le ratio volume facturé / volume prélevé

<sup>11</sup> A savoir le ratio eau distribuée / eau prélevée

## AMELIORATION DES RENDEMENTS DE RESEAU

Le Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard met en évidence l'insuffisance des renouvellement des réseaux.

Des efforts doivent être engagés en parallèle sur la tarification de l'eau, afin de permettre les opérations de maintenance et de renouvellement sur le long terme.

### OBJECTIFS DE RENDEMENT DE RESEAU

L'amélioration des rendements des réseaux d'alimentation en eau potable fait partie des mesures envisageables de manière réaliste. Cette démarche est conditionnée par la mise en place d'une politique volontariste. L'étude des Grands Adducteurs du Gard prévoit un rendement de 70% minimum pour tous les sous-bassins versant du Gard à l'horizon 2020. Nous proposons un objectif de 70% en zone rurale et 80% en zone urbaine afin d'estimer les marges de manœuvre existantes. Ces objectifs correspondent également à ceux donnés par le schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard à l'horizon 2030, et sans considérer de catégorie « rurbain ».

Paramètres	Rural ICL < 10 m <sup>3</sup> /j/km	Rurbain 10 < ICL < 30 m <sup>3</sup> /j/km	Urbain ICL > 30 m <sup>3</sup> /j/km
ILVCN objectif	< 3 m <sup>3</sup> /j/km	< 7 m <sup>3</sup> /j/km	< 12 m <sup>3</sup> /j/km
Rendement primaire objectif 2020	65 %	70 %	75 %
Rendement primaire objectif 2030	70 %	75 %	80 %
Rendement primaire objectif 2050	70 %	75 %	80 %

Source : Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard

Les résultats par secteur sont détaillés plus loin dans le Tableau 6. Une sectorisation des actions est proposée au paragraphe 2.3.3.

Une amélioration des rendements de réseau à hauteur des rendements indiqués dans ce tableau permet **une économie de prélèvement brut d'environ 180 l/s en débit fictif continu moyen sur l'année**. Des calculs spécifiques sur les **prélèvements bruts du mois de juillet** indiquent que toutes choses étant égales par ailleurs, **l'économie le mois de pointe peut être portée dans ces hypothèses à presque 230 l/s** (calcul réalisé à partir des chiffres de 2005).

Cet enjeu important est tout de même à relativiser en termes de répartition géographique, de volumes et débits prélevés par rapport à d'autres économies d'eau possibles, au débit naturel des cours d'eau ainsi qu'aux coûts généralement très élevés de réhabilitation des réseaux d'eau potable. L'amélioration des rendements de réseaux concerne aussi un enjeu économique. Il faut en particulier souligner que les derniers pourcentages de gains sont souvent les plus complexes à obtenir.

La conditionnalité de certaines aides pourrait inciter à la réalisation de ces schémas directeurs, et à l'amélioration des rendements de réseaux.

La sensibilisation des collectivités, particuliers et professionnels sur les économies d'eau possibles est également nécessaire et sera développée au paragraphe 2.8.

### 2.3.2 Réduire la consommation en eau des usagers, en faisant éventuellement appel à des ressources non conventionnelles

Le paragraphe suivant est basé sur des éléments tirés :

- ▶ du guide méthodologique « *Economiser l'eau dans la ville et l'habitat* » réalisé par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et la Région Bretagne en 1999, avec le soutien du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement ;
- ▶ d'AQUA 2020, étude prospective sur l'adéquation entre les ressources et la demande en eau en Languedoc Roussillon (BRL, 2008)
- ▶ du Protocole de gestion concertée de la ressource en eau sur le bassin versant de la Cèze - Rapport de phases 3 et 4 : Protocole de gestion (ABCèze - BRLi, 2009)
- ▶ du Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard (CG30 - Ginger, 2010).

Les conclusions de ces études sont présentées ci-dessous, en distinguant les usagers publics des ménages.

- ▶ Des économies d'eau significatives peuvent être réalisées au niveau **des usagers publics de l'eau**. Les enjeux de ces économies sont d'autant plus importants que les collectivités se doivent d'être exemplaires en matière de lutte contre le gaspillage. Concernant les actions réalisées dans les villes-pilotes à destination des usagers publics, le pourcentage d'économie varie entre 8% (dispositifs d'économie de chasse d'eau) à 97% (modification d'une fontaine publique à eau perdue), avec une médiane à 30%. Le Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard propose comme ordre de grandeur 10% sur le court terme et 20% sur le long terme. Les temps de retour sur investissement des actions varient de quelques mois à quelques années, avec une médiane de l'ordre de 1 an.
- ▶ Malgré le succès des actions de sensibilisation en termes de public touché, il est difficile de quantifier à court terme les impacts de telles actions sur les habitudes de **consommation des ménages**. Il ressort cependant que ces derniers ne sont pas prêts à modifier leurs habitudes *a priori*, et que seule des actions incitatives (sur les tarifs par exemple) sont susceptibles de faire baisser leurs niveaux de consommations. En l'occurrence l'introduction d'une structure tarifaire par paliers croissants constituerait *a priori* une mesure permettant de diminuer les niveaux de consommation d'eau des ménages. La bibliographie<sup>12</sup> indique une élasticité des prix de l'ordre de -0.30 (une augmentation de 10% du prix entraîne une diminution de la consommation de 3%) sur les études réalisées vers 1995, époque où le prix de l'eau a connu une forte augmentation en 5 ans.

Cependant, l'augmentation du prix de l'eau n'est pas le seul facteur explicatif des baisses des consommations : la généralisation des compteurs individuels, les appareils électroménagers plus économes, des équipements hydro-économes, la sensibilisation des usagers et les alimentations alternatives peuvent également être des facteurs déterminants.

Le Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard envisage un ratio d'économie d'eau maximum de 10% pour les particuliers.

Il est néanmoins à souligner que ces études ne sont pas forcément représentatives des comportements des usagers à l'échelle de la France.

<sup>12</sup> Montginoul M., Alexandre O., 2004, Le Prix de l'eau potable en France dans les années 1990, principaux enseignements, dans « J.P. Terreaux (Ed.), Economie des Equipements pour l'Eau et l'Environnement, CEMAGREF, Antony ».

### a) Liste de ressources non conventionnelles

Parmi les autres actions pouvant contribuer à des économies notables des consommations, ou à de moindre sollicitation des ressources de qualité et à faible capacité de renouvellement, nous pouvons citer :

- ▶ la récupération des eaux de pluie,
- ▶ la réutilisation des eaux grises,
- ▶ l'utilisation d'eaux usées épurées,
- ▶ la sollicitation d'eaux brutes.

Le *guide sur les ressources de substitution* à l'eau potable, réalisé par le Conseil Général de l'Hérault en 2010, présente une bonne synthèse des avantages et inconvénients des solutions de substitution envisageables dans la région.

*Tableau 3 : Contraintes juridiques liées à l'utilisation de ressources non conventionnelles de substitution à l'eau potable pour certains usages.*

CONTRAINTES JURIDIQUES LIEES AUX USAGES		eaux de pluie	eaux grises	eaux usées épurées	eaux brutes
ARROSAGE	Jardins, espaces verts, stades, golfs, etc.	●	○	●	●
LAVAGE	Véhicules, voirie, cours, sols, locaux professionnels, espaces communs (ex : en habitat collectif), etc.	● (1)	● (3)	●	● (4)
	Linge	● (1) (2)	●	●	● (4)
SANITAIRES	Alimentation des chasses d'eau	● (1)	●	●	● (4)
AUTRES	Hygiène (douches), cuisine (lavage des aliments), etc.	●	●	●	●

● Usage autorisé   ● Usage soumis à conditions   ● Usage interdit / non autorisé   ○ Pas de texte

(1) Ces usages sont interdits dans les établissements dits « sensibles » : crèches, écoles, établissements de santé, cabinets médicaux.

(2) A titre expérimental seulement

(3) Aucun usage domestique intérieur

(4) Aucun usage domestique intérieur avec de l'eau brute superficielle

Source : *guide sur les ressources de substitution*, CG34, 2010

Tableau 4 : Comparatif de différentes solutions de ressources non conventionnelles

USAGES COLLECTIFS : REPÈRES QUANTITATIFS*		RESSOURCES DE SUBSTITUTION			
		eaux grises	eaux usées épurées	eaux de pluie	eaux brutes
HYGIÈNE	Douche : 60-80 l	Interdit	Interdit	Interdit	Interdit
CHASSES D'EAU	Domestique : 27 l/pers./j (~10 m³/an)	Interdit	Interdit	+ Pas de saisonnalité	+ Production régulière
	Tertiaire : 10 l/pers./j (~2,3 m³/an)			- Interdit dans les bâtiments dits « sensibles » : écoles, crèches, établissements sanitaires et sociaux	- Soumis à autorisation de la délégation territoriale de l'Agence régionale de santé (anciennement DDASS)
LAVAGE	VOIRIE	0,15 l/m² (laveuse)	+ Production régulière	Interdit	+ Production régulière
	VÉHICULES	Moy : 100-250 l/lavage Camion benne pour la collecte de déchets : - ext : 1 m³/sem. + - int : 500 l/tournée Bus : 800 l/lavage 3x/sem.	- Disponibilité sur place pas toujours suffisante : contrainte de stockage - Contrainte sanitaire		- Forte contrainte de stockage pour « gros » usages
ARROSAGE	Jardin : 4 l/m² (temps sec)	+ Production liée à la fréquentation. Potentiellement accrue en été	+ Production liée à la fréquentation. Potentiellement accrue en été	- Forte saisonnalité de l'usage, qui intervient lorsque la production est la plus faible (temps sec)	+ Par réseau : apport constant, y compris en été
	Rond-point fleuri : 6 l/m²/j (temps sec)	- Facteur d'échelle susceptible d'être limitant pour de grandes surfaces		- Forte contrainte de stockage pour de « gros » usages	- Par forage : disponibilité éventuellement réduite en été
GOLF	4700 m³/ha/an				
STADE	8000-10 000 m³/an				
DÉFENSE INCENDIE	Essais : 1 m³/mn/poteau	- Non adaptées	Interdit	- Non adaptées	+ Production régulière
	Intervention : 60 m³/h pendant 2 h				- Contraintes de débit ; réserves généralement non respectées (mais usage en appoint intéressant)
CONTRAINTES GÉNÉRALES DE MOBILISATION		Présence de douches/lavabos	Performance de l'unité de traitement des eaux usées	Présence d'une toiture	Coût si réseau à créer

Source : guide sur les ressources de substitution, CG34, 2010

En Hérault, compte tenu de l'irrégularité des pluies, un système de récupération présente un intérêt surtout dans l'arrière-pays et s'il est utilisé pour des usages bien répartis dans l'année. En revanche, pour un usage saisonnier (arrosage), le taux de satisfaction des besoins n'atteindra un niveau correct qu'à condition de disposer d'installations de grande taille.

Dans le bassin des Gardons, on peut extrapoler que la zone présentant le plus d'intérêt sera la zone cévenole.



### EXEMPLE DE LA RECUPERATION DES EAUX DE PLUIE

Les dispositifs de récupération des eaux pluviales pour un usage domestique comprennent généralement l'installation :

1. d'un système de collecte gravitaire,
2. d'un pré-traitement permettant de supprimer les solides,
3. d'une cuve de récupération,
4. d'un trop plein vers le réseau pluvial ou le milieu naturel,
5. d'une pompe asservie à la demande,
6. d'un système d'appoint en eau potable,
7. de canalisations de distribution repérées de façon explicite.

Source : guide sur les ressources de substitution, CG34, 2010

Le coût d'ordre associé à un tel dispositif est de :

- 150 à 400€ pour un système d'extérieur de 0,5 à 1 m<sup>3</sup>, à destination de l'arrosage,
- De 5 000 à 7 000 € (hors terrassement et plomberie intérieure) pour un système mixte intérieur/extérieur de 6 à 10 m<sup>3</sup>.

Le retour sur investissement peut s'étaler sur plusieurs dizaines d'années.

Les principaux textes qui règlementent l'utilisation des eaux de pluie sont les suivants :

- Arrêté du 21 août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments (JO 29/08/2008)
- Arrêté du 17 décembre 2008 relatif au contrôle des installations privatives de distribution d'eau potable, des ouvrages de prélèvement, puits et forages et des ouvrages de récupération des eaux de pluie (JO 26/12/2008)
- Arrêté du 3 octobre 2008 pris pour l'application de l'article 200 quater du code général des impôts relatif aux dépenses d'équipements de l'habitation principale et modifiant l'article 18 bis de l'annexe IV à ce code (JO du 18/10/2007)
- Art. 640 du Code civil
- Art. L.2224-12 et R.2224-19-4 du Code général des collectivités territoriales
- Art. 200 quater du Code général des impôts

### REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES

Les principaux usages des eaux usées épurées sont l'irrigation, l'arrosage d'espaces verts et de golfs, voire de façon plus marginale, la recharger des nappes souterraines. Dans tous les cas il s'agit d'usages nécessitant d'importants volumes.

L'Arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts encadre cette pratique. Il fixe les critères de qualité à respecter par l'eau épurée ainsi que les contraintes correspondantes d'usage, de distance et de terrain. Il précise également les conditions dans lesquelles cet usage est interdit. L'usage doit être autorisé par arrêté préfectoral caractérisant les eaux utilisées et leur provenance, précisant le programme d'irrigation, le programme de surveillance des eaux et des sols, et détaillant les caractéristiques et contraintes de l'utilisation.

Si cette solution est envisagée, une étude spécifique est nécessaire pour localiser les sites les plus intéressants, en fonction de la ressource disponible et des usages potentiels.

Le Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard estime que les possibilités de réutilisation des eaux usées épurées semblent marginales sur le département. Il est nécessaire de viser des stations de fortes capacités et pour lesquelles la diminution du débit restitué au milieu ne vient pas gêner le fonctionnement des milieux aquatiques et les usages aval. La station d'épuration d'Alès pourrait éventuellement être retenue, mais si les enjeux de gestion des étiages le permettent (la station d'épuration apporte un débit supplémentaire au cours d'eau).

Les principaux textes qui réglementent la réutilisation des eaux usées épurées sont les suivants :

- ▶ Arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts
- ▶ Article R.211-23 du Code de l'environnement (codification de l'art. 24 du décret n° 94-469 du 3 juin 1994)
- ▶ Circulaire DGS/SD1.D/91 n° 51 du 22 juillet 1991 et DGS/SD1.1D/92 N° 42 du 3 août 1992 (Avis du CSHPF)

## **Eaux grises**

Source : guide sur les ressources de substitution, CG34, 2010

Les eaux grises sont les eaux usées ne renfermant pas de matières fécales : il s'agit donc des eaux ménagères (eaux issues des évier, lavabos, douches, baignoires, lave-linge et lave-vaisselle). Après traitement et stockage, elles peuvent servir à l'arrosage, l'alimentation des sanitaires ou le lavage (ex : arrosage et nettoyage extérieur des équipements touristiques).

Le système à mettre en place doit être constitué des éléments suivants :

- ▶ Des canalisations dédiées,
- ▶ Un dispositif de traitement comprenant une filtration des éléments solides grossiers, un traitement et une désinfection,
- ▶ Un stockage de l'eau traitée dont le dimensionnement dépend du temps de séjour avant usage.

Les principaux textes qui réglementent la récupération des eaux grises sont les suivants : Art. L. 1321-1, L. 1321-7, R. 1321-1, R.1321-43 et R. 1321-57 du Code de la santé publique

## **Eaux brutes**

Cette solution peut être intéressante, à condition que la ressource prélevée soit abondante, et que les prélèvements à destination du double réseau d'eau brute n'entrent pas en concurrence avec l'AEP. En effet, la construction d'un double réseau a pour effet de diminuer la consommation du réseau de distribution d'eau potable, mais d'augmenter la consommation totale en eau. Ainsi, cette solution est intéressante sur le bassin des Gardons si elle fait appel à des ressources exogènes, dont les possibilités de sollicitation seront développées au paragraphe 0.

Les principaux textes qui réglementent l'usage d'eaux brutes sont les suivants :

- ▶ Art. L.2224-9, L.2224-12, R.2224-19-4, R.2224-22, 2224-22-1, 2224-22-6 du Code général des collectivités territoriales
- ▶ Art. L.214-1 et suivants, L.214-8, R.214-5 du Code de l'environnement
- ▶ Arrêté du 17 décembre 2008 fixant les éléments à fournir lors de la déclaration en mairie de tout prélèvement, puits ou forage réalisés à des fins d'usage domestique de l'eau (JO 26/12/2008).
- ▶ Formulaire de déclaration en annexe (CERFA 13837-01).
- ▶ Arrêté du 17 décembre 2008 relatif au contrôle des installations privatives de distribution d'eau potable, des ouvrages de prélèvement, puits et forages et des ouvrages de récupération des eaux de pluie (JO 26/12/2008)



- Circulaire du 9 novembre 2009 relative à la mise en œuvre du contrôle des ouvrages (application de l'arrêté du 17/12/2008)

### ***b) Réduction des consommations envisageables sur le bassin des Gardons***

Le tableau suivant récapitule les marges possibles d'économies d'eau selon le Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard.

*Tableau 5 : Marges possibles d'économies d'eau*

Type de mesure	Commentaires sur l'efficacité
<b>Economies d'eaux sur les usages domestiques</b>	Compte-tenu des ratios unitaires moyens actuels, il est peu probable que les économies d'eau dépassent les 10%.
<b>Economies d'eaux sur les usages gros consommateurs non domestiques</b>	Après concertation avec la DRIRE et la CCI, il ne faut pas espérer d'économie d'eau supplémentaire au niveau de ces usagers, d'importants efforts ayant déjà été fournis.
<b>Economies d'eaux sur les usages publics</b>	Probablement le plus important gisement à court terme, il est vraisemblable d'atteindre -10% à court terme sur ces usages et -20% sur le long terme, compte-tenu des retours d'expérience, des guides existants et si une politique globale était lancée. Une diminution de 20 % des consommations publiques impliquera - 2,6% d'économies d'eau sur la demande totale.
<b>Récupération des eaux pluviales</b>	Peu intéressante économiquement hormis peut-être au niveau des secteurs cévenols où la pluviométrie est plus soutenue qu'en plaine en période estivale.
<b>Réutilisation des eaux usées</b>	Les possibilités semblent marginales sur le département. Il nécessaire de viser des stations de fortes capacités et pour lesquelles la diminution du débit restitué au milieu ne vient pas gêner le fonctionnement les milieux aquatiques et les usages aval. On peut citer Beaucaire, Pont-St-Esprit et dans une moindre mesure compte-tenu des enjeux à l'étiage Nîmes, Alès ou Bagnols-sur-Cèze.
<b>Substitution de ressources</b>	Compte-tenu des effets négatifs sur les ressources en eau locales, seule la ressource Rhône pourra être développée.

Source : Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard

Considérant également les résultats des expériences menées sur le bassin Loire-Bretagne, et les hypothèses faites pour AQUA2020, et le protocole de gestion concertée de la ressource en eau sur le bassin de la Cèze, on peut envisager un scénario « volontariste » préconisant des actions d'économies d'eau permettant la baisse des consommations unitaires et basé sur les hypothèses suivantes :

- Baisse des consommations des ménages à hauteur de 3% à 6%<sup>13</sup>, en considérant les actions possibles suivantes :
  - Augmentation moyenne globale du prix de l'eau de 10% à 20% consécutive à l'introduction d'une tarification par palier.  
Il convient toutefois de rappeler que la tarification de l'eau, qui est à l'initiative des collectivités, est encadrée par la Loi sur l'Eau de 1992, l'article 73 de la loi « Barnier » du 2 février 1995 et l'instruction budgétaire et comptable M49, qui imposent aux collectivités la transparence et l'équilibre du budget annexe des services de l'eau et de l'assainissement.  
En d'autres termes, une augmentation globale des revenus liés à l'eau potable ne doit pas être justifiée uniquement par la volonté de diminuer les consommations, mais principalement par la nécessité d'équilibrer le budget annexe. Néanmoins la modulation des aides à l'investissement (en lieu et place du taux de subvention unique) peut être un bon moyen d'introduire cette dimension dans le montage des projets. Des études spécifiques peuvent être envisagées sur le changement de la structure tarifaire, éventuellement dans le cadre de l'élaboration de schémas directeurs AEP.  
Les ménages représentant en moyenne 80% (estimation) des consommations totales, l'abattement qui sera pris en compte sur les ratios globaux de consommations est estimé à 2% en moyenne pour l'ensemble des collectivités.
  - Actions sur le type d'habitat pour les nouveaux logements : réduction des espaces verts privés au profit d'espaces verts publics.
  - Obligation de mettre en place des citernes de récupération d'eau pluviale pour les nouveaux logements.
  - Actions de sensibilisation s'insérant dans la politique nationale d'économie d'eau.
- Baisse de 20 à 30% en moyenne de l'ensemble des usages publics de l'eau par une politique volontariste des collectivités :
  - Mise en place d'équipement économiseurs d'eau dans les bâtiments publics (bouton-poussoirs ou robinets temporisateurs sur sanitaires, régulateurs de pression dans immeubles, limiteurs de débit, WC économes, etc.).
  - Mise en place de systèmes économiseurs d'eau pour les espaces verts (goutte-à-goutte, automatisation de l'arrosage) et les fontaines s'il y a lieu (systèmes de recirculation de l'eau).

On estime l'impact de la politique volontariste de réduction des consommations à 3 à 6% pour les usagers domestiques et 20 à 30% pour les usagers publics.

Sachant que l'on estime la part des consommations domestiques à 80% des consommations totales, on peut considérer que l'impact de la politique volontariste de réduction des consommations permettra globalement une réduction de 6 à 11% de l'ensemble des usagers d'eau potable. A titre de comparaison, le Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard envisage une fourchette de 5,5% d'ici 2020 à 11% d'ici 2030.

Cette estimation correspond à un **débit fictif continu de 20 à 40 l/s en moyenne sur l'année et de 50 à 100 l/s le mois de pointe** (calcul réalisé à partir des chiffres de 2005).

### 2.3.3 Sectorisation de ces mesures d'économie d'eau

Le tableau suivant récapitule les marges de manœuvre d'économie d'eau et d'amélioration des rendements de réseau par sous-bassin.

<sup>13</sup> Ces valeurs sont bien en-dessous des estimations (scénario très optimiste) réalisées pendant la phase 1 de l'étude où la réduction des prélèvements pouvait atteindre 35% (pour les saisonniers). A la lumière des différentes études consultées depuis, nous avons jugé les valeurs de 3% et 6% plus réalistes.

Tableau 6 : Economies de prélèvement possibles en améliorant les rendements de réseau et en réduisant les consommations individuelles

	Prélèvement total 2005 (m3)	Prélèvement total 2005 (l/s)	Consommation totale 2005 (m3)	Rendement réseau moyen actuel	Rendement réseau moyen objectif	Economie grâce aux améliorations de réseau (l/s)	Economie de 10% sur la consommation (l/s)	Economie réalisable en combinant les 2 (l/s)	Economie réalisable en combinant les 2 (%)	DOE (l/s)	QMNA5 naturel (l/s)	Economie totale/DOE
Ste-Cecile d'Andorge	417 400	13	144 083	35%	70%	7	0	7	54%	160	90	4%
Ales amont Galeizon	7 053 800	224	3 555 603	50%	70%	63	11	74	33%	160	160	46%
Galeizon	260 500	8	137 415	53%	70%	2	0	2	30%	70	80	4%
Ales St Hilaire	1 801 500	57	936 780	52%	80%	20	3	23	40%	280	310	8%
St Martin-Germain	153 200	5	61 280	40%	70%	2	0	2	47%	100	110	2%
Ste Croix	143 300	5	57 320	40%	70%	2	0	2	47%	150	190	1%
Mialet	142 700	5	83 391	58%	70%	1	0	1	22%	270	370	0%
St Jean	526 900	17	308 799	59%	70%	3	1	4	22%	250	380	1%
Salindrenque	466 200	15	215 160	46%	70%	5	1	6	39%	160	170	4%
Anduze	4 242 500	135	2 427 621	57%	70%	25	8	32	24%	600	910	5%
Ners	561 400	18	404 447	72%	80%	2	1	3	17%	570	800	1%
La Baume	1 905 000	60	1 167 699	61%	80%	14	4	18	30%	-	1 770	1%
Alzon	2 076 300	66	1 385 401	67%	80%	11	4	15	23%	80	140	19%
Remoulins	1 953 800	62	1 275 071	65%	80%	11	4	15	25%	2 000	1 160	1%
Aval BV	978 000	31	572 854	59%	80%	8	2	10	33%	-	-	
<b>BV des Gardons</b>	<b>22 682 500</b>	<b>719</b>	<b>12 732 924</b>	<b>56%</b>	<b>76%</b>	<b>175</b>	<b>40</b>	<b>215</b>	<b>30%</b>			

En grisé apparaissent les QMNA5 influencés (la reconstitution des débits naturels n'est pas fiable).

**Les rendements de réseau sur les bassins amont** (bassin versant du Gardon de St Jean et du Gardon d'Alès jusqu'à Ste-Cécile-d'Andorge) **sont les moins bons**, mais ce sont aussi les bassins où le moins de gain est à attendre. Les gains les plus importants proviendront du bassin d'Anduze et de l'agglomération Alésienne, ainsi que des collectivités de la Gardonnenque et du bas Gardon, où les rendements sont un peu plus élevés.

Les **gains possibles sont mis en regard avec les DOE** proposés et les QMNA5 au niveau du point nodal. L'indicateur gain possible/DOE est calculé pour faire apparaître les zones où les économies d'eau potable allègeront le plus les pressions de prélèvement.

Le Gardon d'Alès ainsi que le point nodal de l'Alzon font apparaître une valeur de cet indicateur élevée, et dans une moindre mesure les secteurs Salindrenque et Anduze. Il est cependant à souligner que depuis 2005 (date des données considérées), de gros progrès ont été accomplis par la ville d'Alès et le syndicat de l'Avène en termes de rendements de réseau.

**Il semble donc particulièrement pertinent de cibler les premiers efforts d'économie d'eau potable sur l'Uzège, et la zone Anduze/Salindrenque.**

Dans le secteur de la Gardonnenque comme dans le secteur du Gardon d'Alès, le Schéma départemental indique que des ressources alternatives a priori peu liées avec les eaux superficielles peuvent être mobilisées. En revanche, **dans le secteur du Gardon de St Jean, peu de ressources alternatives existent. Les économies d'eau dans ce secteur prennent donc une importance particulière.**

Le contrat de rivière propose une liste indicative de communes où il serait prioritaire de réaliser des schémas directeurs :

Communes	Priorité	Communes	Priorité
MONTAREN ET ST MEDIERS	1	CENDRAS	2
ARGILLIERS	1	LAVAL PRADEL	2
CASTILLON DU GARD	1	MEJANNES LES ALES	2
MONTFRIN	1	ROUSSON	2
ST BONNET DU GARD	1	ANDUZE	2
THEZIER	1	GENERARGUES	2
LES PLANTIER	1	LEZAN	2
BRANOUX LES TAILLADES	1	MASSANES	2
LES SALLES DU GARDON	1	MASSILLARGUES	2
		ATTUECH	
LA GRAND COMBE	1	St SEBASTIEN D'AIGREFEUILLE	2
SOUSTELLE	1	TORNAC	2
Ste CECILE D'ANDORGE	1	CASTELNAU VALENCE	2
PARIGNARGUES	1	EUZET	2
UZES	1	GARRIGUES Ste EULALIE	2
CC VALLEE LONGUE	1	MARTIGNARGUES	2
MIALET	1	MOUSSAC	2
COLLIAS	2	SAUZET	2
SANILHAC SAGRIES	2	St CESAIRE DE GAUZIGNAN	2
St MAXIMIN	2	St ETIENNE DE L'OLM	2
Ste ANASTASIE	2	St HIPPOLYTE DE CATON	2
COMPS	2	St JEAN DE CEYRARGUES	2
DOMAZAN	2	St MAURICE DE CAZEVIEILLE	2
ESTEZARGUES	2	COLOGNAC	2
LEDENON	2	ST ETIENNE VF	2
MEYNES	2	STE CROIX VF	2
REMOULINS	2	MOISSAC VF	2
SERNHAC	2	SALINDRES	2
SAINT JEAN DU GARD	2	CORBES	2
BOUCOIRAN	2	CRUVIER	2
BRIGNON	2	CARDET	2
LEDIGNAN	2	CASSAGNOLES	2
MARUEJOLS	2		

Le contrat de rivière identifie les communes prioritaires pour lesquelles des travaux pour améliorer les rendements de réseau pourraient être entrepris :

	Communes
<b>P1</b>	BOUCOIRAN ET NOZIERES
	LA CALMETTE
	St JUST ET VACQUIERES
	UZES
	LES SALLES DU GARDON
	LA GRAND COMBE
	Communes dont le schéma directeur est P1 dans la fiche IV - 1
<b>P2</b>	VALLIGUIERES
	St JULIEN LES ROSIERS
	ANDUZE
	MONTEILS
	Communes dont le schéma directeur est P1 dans la fiche IV - 1

## PROSPECTIVE

En parallèle de ces scénarios, il convient de souligner que les projections de population indiquent une augmentation substantielle à l'horizon 2020.

D'après le Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard, les zones qui vont connaître les augmentations de population permanente les plus marquées sont la zone Gardon d'Alès (+2,4%/an d'ici 2020) et la zone Gardon aval (+2%/an d'ici 2020). La zone du Gardon de St Jean, plus touristique, devrait connaître une augmentation plus mesurée de sa population permanente (+0,4%/an d'ici 2020).

La hiérarchisation proposée par le Schéma départemental est la suivante :

1. Gardon aval
2. Gardon de St Jean
3. Gardon d'Alès.

Selon le Schéma départemental, le **bassin Gardon aval apparaît prioritaire pour la mise en œuvre de solutions aptes à répondre aux besoins actuels et futurs des usages**, tout en réduisant les impacts sur les milieux aquatiques. Sur le **Gardon de St Jean**, les scénarios 2020 et 2050 ne prévoient pas d'augmentation des prélèvements, mais en situation actuelle, les impacts sont déjà assez importants et concernent des milieux exceptionnels.

Par ailleurs, la possible baisse des débits disponibles aux captages du fait des changements climatiques met en évidence un risque de déficit de ressources sur la quasi-intégralité du bassin versant des Gardons (à l'exception d'une partie de la Gardonnenque allant de l'aval de Ners à une bande nord-sud Vallabrix / Sanilhac- Sagriès).

## CHIFFRAGE

Les estimations de l'étude Aqua 2020 (BRLi, 2006) ont permis donner un ordre de grandeur de coût des économies d'eau sur le bassin versant des Gardons :

- ▶ diagnostic : 1,4 M€ ;
- ▶ recherche et réparation de fuites : 0,5 M€ ;
- ▶ Renouvellement des réseaux : 3,4 M€/an.

Le Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard prévoit plutôt les coûts d'ordre suivants :

- ▶ Diagnostic, équipement en compteurs de surveillance et recherche de fuite : 7 M€ d'ici 2020 (en ayant à l'esprit que les schémas directeurs AEP doivent être renouvelés tous les 10 ans),
- ▶ Renouvellement des réseaux : environ 7,5 M€/an

Il est à noter que la politique mise en place par les départements (Lozère et Gard) induit des taux de subvention modulables en lien avec le prix de l'eau, ce qui constitue une bonne base de politique incitative. Des critères de conditionnalité vis-à-vis des performances des réseaux pourraient éventuellement être envisagés.

### 2.3.4 Lancer un appel à projets pilotes

Le *Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard* propose de lancer un appel à projets pilotes ayant pour but de faire émerger des actions locales innovantes et exemplaires pour favoriser la préservation de l'eau et son utilisation économe (suivi régulier des consommations, réalisation de diagnostics, mise en place de dispositifs " hydro-économes " ou de dispositifs permettant l'optimisation de l'arrosage, choix pour les espaces verts d'espèces méditerranéennes peu consommatrices en eau, modification des pratiques de désherbage, réduction de l'usage des pesticides, réutilisation des eaux pluviales, etc.). Les zones pré-identifiées pour ces projets seraient les suivantes :

- ▶ Les collectivités d'Anduze, St-Jean-du-Gard, Alès et le Syndicat de l'Avène, Uzès, qui pourraient porter elles-mêmes la maîtrise d'ouvrage,
- ▶ Les bassins versants des Gardons de St Jean et du Gardon aval, pour lesquels une maîtrise d'ouvrage déléguée est nécessaire.

La hiérarchisation des actions pilotes se pourrait se baser sur les enjeux en termes de ressource, ou en termes de nouvelles demandes (accueil de population ou d'activités), ainsi que sur le potentiel d'économie d'eau a priori.

Le programme d'études au niveau de ces territoires pourrait comporter :

- ▶ Une amélioration de la connaissance des volumes consommés sur le territoire ;
- ▶ Des actions visant la réduction des consommations publiques (pose de compteurs sur les points de soutirage non équipés, suivi des consommations, étude spécifique de chaque site, propositions de travaux en faveur des économies d'eau, ...)
- ▶ Un diagnostic des sites gros consommateurs débouchant sur un programme de travaux en vue de la réduction des consommations, et un programme de sensibilisation du personnel ;
- ▶ Des actions pour la réduction des consommations au niveau des importantes structures d'hébergement touristique :
  - Analyse des consommations du site en fonction de la fréquentation,
  - Cartographie des réseaux internes,
  - Equipement en compteurs,
  - Recherche de fuites éventuelles,
  - Travaux (matériel hydro-économe, modification des espaces verts ou de l'arrosage, ...),
  - Sensibilisation des gestionnaires et des campeurs ;
- ▶ Une étude de faisabilité de modification de la structure tarifaire.

Le coût de mise en œuvre de ces projets serait de 75 000€ par collectivité et 350 000€ par territoire.

## 2.4 AMELIORER LA GESTION DES PRELEVEMENTS AGRICOLES CEVENOLS : MOINS PRELEVER, MIEUX PRELEVER

Les béals Cévenols constituent un système traditionnel d'irrigation à adduction gravitaire. Ce système est, à l'heure actuelle, « gourmand » en eau, dans la mesure où les prélèvements bruts sont élevés. Mais il convient de rappeler que le retour de ces béals dans le milieu est souvent élevé (soit en colature, soit par des retours diffus). Les béals impactent donc fortement le tronçon de rivière qu'ils court-circuitent. En aval des retours, leur impact à l'échelle du sous-bassin versant est plus nuancé.

Or l'irrigation est souvent nécessaire à la rentabilité des petites exploitations agricoles, souvent fragiles, car elle permet une fauche supplémentaire des prairies, ou la pratique du maraîchage (impossible en pluvial). Le maintien des béals et seuils souvent plusieurs fois centenaires est également un enjeu de la sauvegarde du patrimoine Cévenol.

Il convient de rappeler que les fonds de vallées cévenols constituent un « espace jardiné » : les milieux ouverts sont maintenus principalement par l'agriculture et l'élevage. Ainsi, le maintien de cette activité constitue dans la zone cévenole un enjeu fort d'un point de vue économique et social, mais également d'un point de vue environnemental et paysager.

Il serait souhaitable qu'une structure porteuse (le SMAGE des Gardons, la Chambre d'Agriculture, le CG30, etc.) finance un poste de chargé de mission dont l'action serait dédiée à la sensibilisation des agriculteurs, l'appui pour la mise en conformité des prélèvements agricoles, l'optimisation des prélèvements des béals et la structuration institutionnelle des agriculteurs qui sont proposés dans ce chapitre.

### **a) Les obligations réglementaires**

#### **CADRE LEGISLATIF**

Selon le code de l'environnement, l'utilisation et le fonctionnement des canaux gravitaires est soumis à différentes obligations réglementaires :

► **Obligation de payer une redevance** : Article 213-10

Au titre de l'article L 213-10-9 du code de l'environnement, l'agence de l'eau perçoit une redevance auprès des personnes publiques ou privées, pour prélèvement sur la ressource en eau. Chaque canal est donc soumis à cette redevance. L'agence de l'eau fixe les montants de volume prélevé au-dessous desquels la redevance n'est pas due (qui s'élèvent au maximum à 7 000 ou 10 000 m<sup>3</sup>/an selon la catégorie de ressource).

La méthode de calcul du montant de la redevance à l'AERMC est la suivante. On distingue un premier tarif volumétrique pour le volume brut prélevé (« usage alimentation d'un canal » facturé 0.15€ par millier de mètres cubes prélevés) et un second tarif pour le volume net prélevé en fonction de la technique d'irrigation (« usage irrigation par aspersion – 0.75€/millier de m<sup>3</sup> » et/ou « usage par irrigation gravitaire – 5.6€/millier de m<sup>3</sup> » estimé par un moyen de comptage ou sur la base d'un forfait (3000 m<sup>3</sup>/ha pour le goutte à goutte, 4000 m<sup>3</sup>/ha pour l'aspersion, 10 000 m<sup>3</sup>/ha pour l'irrigation gravitaire)).

► **Obligation de comptage des volumes d'eau prélevés** : Article L 214-8

*« Les installations soumises à autorisation ou à déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-6 permettant d'effectuer à des fins non domestiques des prélèvements en eau superficielle ou des déversements, ainsi que toute installation de pompage des eaux souterraines, doivent être pourvues des moyens de mesure ou d'évaluation appropriés. Leurs exploitants ou, s'il n'existe pas d'exploitants, leurs propriétaires sont tenus d'en assurer la pose et le fonctionnement, de conserver trois ans les données correspondantes et de tenir celles-ci à la disposition de l'autorité administrative ainsi que des personnes morales de droit public dont la liste est fixée par décret. Lorsque le prélèvement d'eau est réalisé par pompage, la mesure est effectuée au moyen d'un compteur d'eau ».*

**Dans le cas des canaux gravitaires, il est donc obligatoire de mettre en place un dispositif de comptage. Un compteur volumétrique n'est pas nécessaire, une échelle limnimétrique peut suffire.**

► **Obligation du maintien d'un débit réservé au droit des ouvrages** : Article L 214-18.

*« Tout ouvrage à construire dans le lit d'un cours d'eau doit comporter des dispositifs maintenant dans ce lit un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage ainsi que, le cas échéant, des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'amenée et de fuite. »* extrait de l'article L214-18

La loi donne des indications sur ce qu'elle entend par « débit minimal » :

Pour les cours d'eau non atypiques, la règle générale est le 1/10<sup>e</sup> du module. Le débit minimal peut être modulé suivant les périodes de l'année, par autorisation des services de l'Etat, tout en restant supérieur ou égal au 1/20<sup>e</sup> du module et avec l'exigence que la moyenne annuelle des débits minimaux reste supérieure ou égale au 1/10<sup>e</sup> du module.



Pour les cours d'eau ou sections de cours d'eau atypiques<sup>14</sup> comme les cours d'eau sur lesquels se produisent des pertes karstiques, le débit minimal peut être fixé à une valeur inférieure.

**Le renouvellement des autorisations de prélèvement** (qui remplacent désormais les « droits d'eau »), **doit intervenir avant le 1<sup>er</sup> janvier 2014**. Les sanctions en cas de non-respect du code de l'environnement sont prévues dans les articles L216-1 et L216-2. Si, après mise en demeure de l'exploitant ou du propriétaire, la situation n'est pas régularisée, les autorités peuvent ordonner la fermeture ou la suppression des ouvrages de prise et/ou la « cessation définitive des travaux et activités liées au canal ».

## SITUATION DES BEALS DU BASSIN AU REGARD DE LA LOI

Très peu de béals disposent d'une échelle limnimétrique, ou d'une prise permettant de garantir le maintien d'un débit réservé à l'aval de l'ouvrage de prise. Les préleveurs les plus importants parmi les 20 béals enquêtés sont à jour de leur cotisation à l'AERMC.

L'ONEMA, dans le cadre de ses fonctions de Police de l'Eau, réalise régulièrement des contrôles sur les prélèvements jugés les plus impactants pour la ressource.

## LE CONTEXTE HYDROLOGIQUE NATUREL DU BASSIN DES GARDONS POSE DES DIFFICULTES DANS L'APPLICATION DE LA LEMA

Sur le bassin versant des Gardons, les valeurs de débit naturel journalier passent quasiment chaque année en-dessous du 10<sup>e</sup> du module. Les débits caractéristiques de l'étiage des cours d'eau du bassin versant des Gardons (QMNA5, VCN30 quinquennal sec, VCN10 quinquennal sec) sont inférieurs à la valeur plancher de la loi du 1/10<sup>e</sup> du module (mis à part l'Alzon, soutenu par la résurgence karstique de la fontaine d'Eure), et pour la plupart inférieurs au 1/20<sup>e</sup> du module.

Face à ce constat, l'application de la LEMA pose des difficultés. Sur justification, la loi prévoit qu'il est possible de moduler le régime réservé suivant les périodes de l'année : le débit réservé peut descendre jusqu'au 1/20<sup>e</sup> du module en étiage, avec une moyenne du 1/10<sup>e</sup> du module qui doit être garantie sur l'année (on parle alors de régime réservé). Le débit réservé ne peut être fixé en-dessous du 1/20<sup>e</sup> du module que dans le cas de cours d'eau atypiques (dont la définition précisée au R. 214-111 ne concerne dans notre cas que les cours d'eau comprenant des pertes karstiques). Dans une grande partie du bassin, cela revient, même avec la dérogation du régime réservé, à une réduction drastique voire une suppression des prélèvements dans les cours d'eau en étiage.

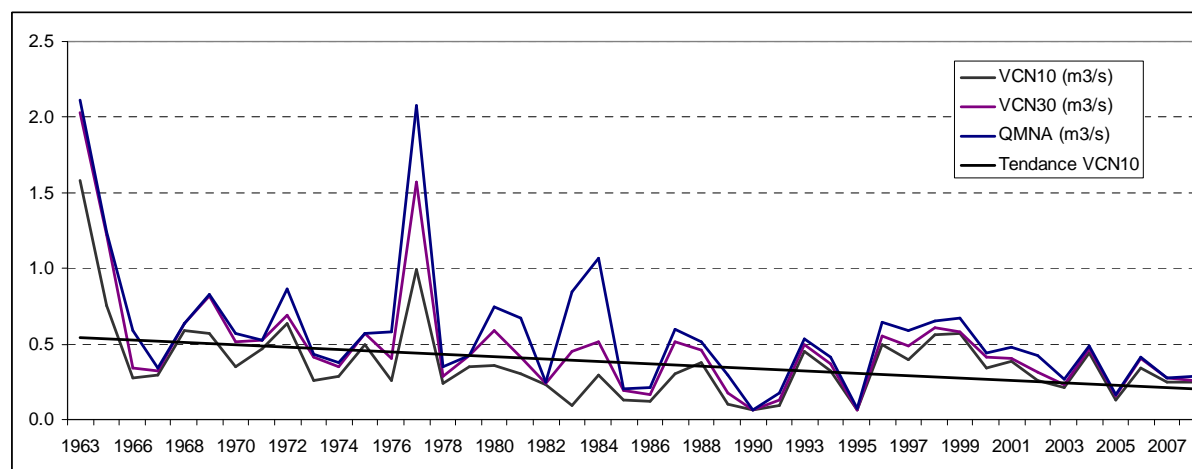
L'exemple du prélèvement de la Bambouseraie dans le Gardon de Mialet au niveau de la station de Générargues est significatif :

- ▶ Dans l'hypothèse du besoin en prélèvement actuel de 130 l/s et du maintien du 1/20<sup>e</sup> du module en étiage, un an sur 2 le prélèvement doit s'arrêter plus de 20 jours, et un an sur 5, plus de 50 jours.
- ▶ Dans l'hypothèse d'un prélèvement optimisé de 35 l/s et du maintien du 1/20<sup>e</sup> du module en étiage, un an sur 2 le prélèvement doit s'arrêter plus de 7 jours, et un an sur 5, plus de 40 jours.
- ▶ Ainsi, si la règle du maintien du 1/20<sup>e</sup> du module en rivière avait dû être respectée sur la période 1963 à 2010, la Bambouseraie aurait dû interrompre son prélèvement sur des périodes significatives plus d'un an sur 2.

A cela s'ajoute la tendance à la baisse des débits d'étiages observée depuis plusieurs années, comme décrit au cours de la phase 1 :

<sup>14</sup> Extrait de l'article R214-111 du code de l'environnement : « *doit être regardé comme présentant un fonctionnement atypique au sens du I de l'article L. 214-18 le cours d'eau ou la section de cours d'eau entrant dans l'un des cas suivants : 1° Son lit mineur présente des caractéristiques géologiques qui sont à l'origine de la disparition d'une part importante des écoulements naturels à certaines périodes de l'année 2° Son aval immédiat, issu d'un barrage de classe A ou à usage hydroélectrique d'une puissance supérieure à 20 MW, est noyé par le remous du plan d'eau d'un autre barrage de même nature ; 3° Les espèces énumérées à l'article R. 214-108 en sont absentes.* »

Figure 4 : Evolution des débits caractéristiques de l'étiage à la station de Générargues sur le Gardon de Mialet entre 1963 et 2007 (débits mesurés influencés)



Pourtant, en parallèle, le nombre de béals encore en activité ne cesse de diminuer.

**Ces constats font apparaître dans le bassin une situation particulièrement tendue au regard des contraintes de la LEMA, et soulignent qu'une évolution réglementaire serait souhaitable sur les cours d'eau à régime méditerranéen, par exemple par élargissement de la définition de l'atypisme.**

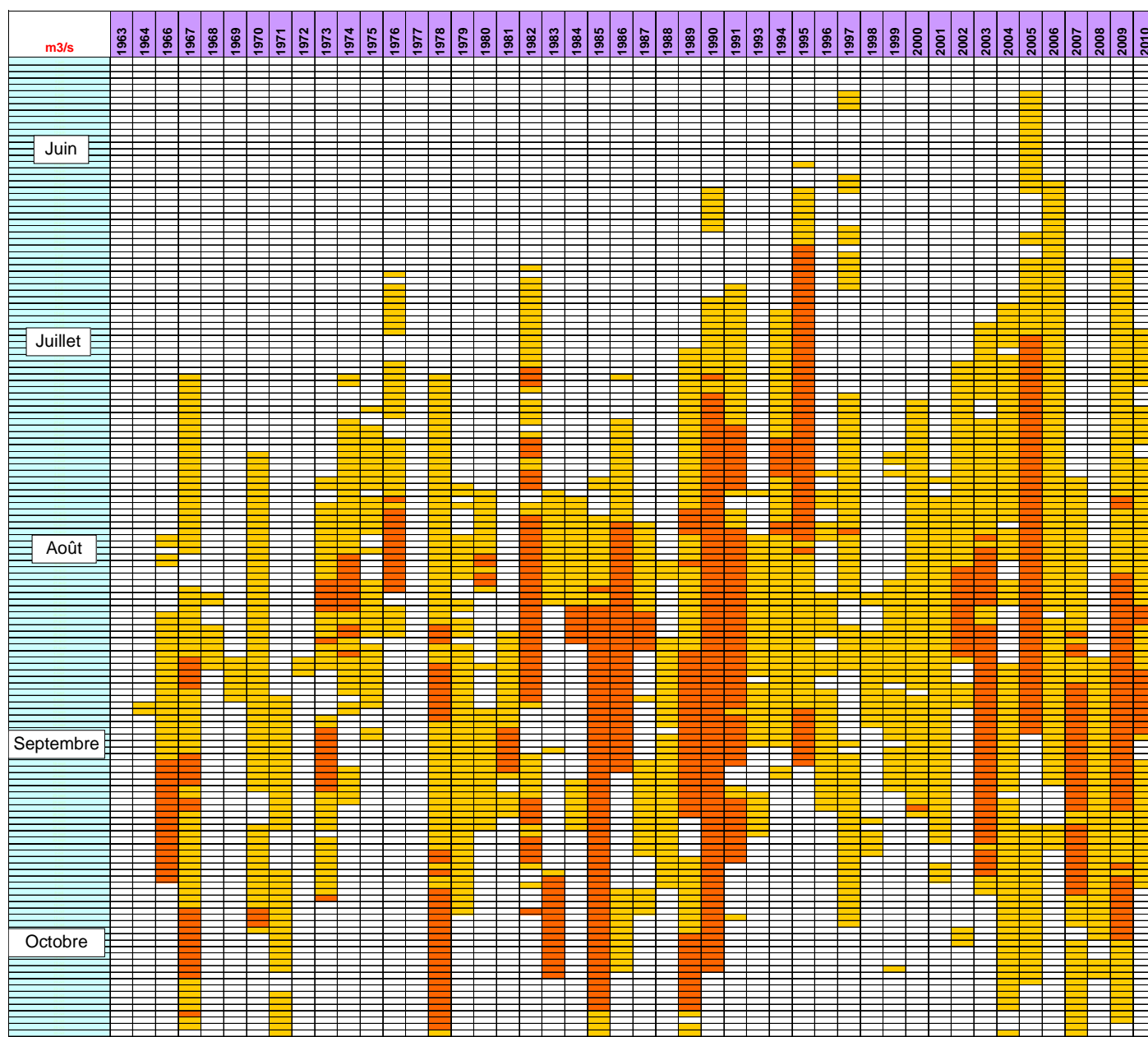
## CONTRAINTES SUR LES USAGERS DES BEALS

Pour des usagers possédant une capacité financière suffisante, des solutions alternatives pourront être trouvées au cas par cas par optimisation des besoins couplée à d'importants travaux (ces solutions sont détaillées dans les paragraphes suivants). En revanche, pour de petites exploitations déjà en situation économique précaire (beaucoup d'agriculteurs cévenols doivent exercer une autre activité à mi-temps pour ne pas faire faillite), cette contrainte supplémentaire risque de porter le coup de grâce.

Par ailleurs, les débits les plus bas sont souvent atteints en fin d'étiage, à la fin du mois d'août ou lorsque l'absence de pluie se prolonge sur le mois de septembre voire octobre, ce qu'illustre le tableau ci-dessous. Or, les besoins agricoles connaissent un pic en juillet, et l'irrigation cesse souvent fin août-début septembre. Les marges de manœuvre disponibles sur l'irrigation pour soulager les fins d'étiages les plus sévères sont donc très limitées.

Il apparaît nécessaire **d'accompagner les usagers les plus fragiles dans l'évolution de leur usage**. Cela peut comprendre un accompagnement technique (explication des contraintes, aide à la définition de travaux d'amélioration et de règles de gestion), des aides financières, un accompagnement administratif (organisation, demande de subvention, respect de la réglementation...), etc.

Tableau 7 : Représentation des jours de la période d'étiage (juin à octobre) où le débit mesuré à la station de Roucan était inférieur au 1/10° (en orange) ou au 1/20° (rouge) sur la période 1963-2010



Note : Les prélèvements en amont de la station de Mialet sont faibles à l'échelle du module annuel. Aussi, (aux arrondis à la dizaine près) les valeurs du 1/10° et du 1/20° des modules naturel et influencé sont identiques, respectivement 650 et 330 l/s.

### **b) Réaliser des économies d'eau : moins prélever – mieux prélever par les béals**

Les systèmes cévenols actuels sont en majorité des systèmes gravitaires qui prélèvent beaucoup mais restituent généralement aussi beaucoup au milieu naturel, après avoir « court-circuité » un tronçon de cours d'eau. Mais il existe également quelques pompages directs dans la rivière.

L'encadré ci-dessous décrit brièvement les économies d'eau qui ont pu être mises en place sur le bassin versant de la Mare, affluent de l'Orb, caractérisé par une multitude de petits prélèvements gravitaires à destination d'irrigation (essentiellement de maraichage et de vergers).

#### **LES BEALS DU BASSIN VERSANT DE LA MARE – DES INNOVATIONS REUSSIES POUR DES SYSTEMES TRADITIONNELS**

##### **Syndicat Mixte de la Vallée de l'Orb-Libron (SMVO)**

Une expérience innovante d'économie d'eau sur un système caractérisé par une multitude de petits canaux gravitaires a été mise en place sur le bassin de la Mare (affluent de l'Orb), grâce à une démarche de **concertation de long terme** portée par le maître d'ouvrage, et ayant impliqué l'ensemble des usagers, à savoir agriculteurs et gestionnaires AEP, en **répartissant les efforts**, tout en sachant que les économies des usagers agricoles seraient prépondérantes en volume. La sensibilisation a porté autour de la **protection du patrimoine naturel** de la rivière, en essayant de créer une **solidarité de bassin**. Ces démarches ont créé une **émulation autour des économies d'eau**, et des économies ont été observées avant même le démarrage des travaux.

L'**émergence d'interlocuteurs** a été encouragée, sous forme de création d'ASL, afin de passer d'une centaine d'interlocuteurs (chaque usager) à une trentaine (une ASL par béal). Puis le Comité de Rivière s'est porté maître d'ouvrage à leur place, après reconnaissance de la démarche d'intérêt général.

Des **aménagements** ont été réalisés sur la base d'analyses de bureaux d'études, avec les moyens disponibles sur le terrain. Une équipe a été formée pour l'occasion à la soudure, à la maçonnerie, ce qui a permis de réduire l'investissement initialement prévu de 300 000€ à 130 000€. Seuls les ouvrages qui permettaient une économie d'eau ont été financés. Les types d'aménagements mis en place sont les suivants :

- ▶ Au niveau des prises, réduction et régulation du débit prélevé : installation de martelières (ou de vannes papillon avant passage busé), voire réduction du calibre des vannes,
- ▶ Limitation des fuites : étanchéification, reprise de fuites, busage de tronçons (à partir de tubes en PEHD, moins onéreux et plus simples à mettre en oeuvre) avec des regards,
- ▶ Création de réservoirs de stockage tampon : réservoirs à remplissage par surverse, compartimentation du canal pour créer des biefs-réservoirs étanches, remplissage de réservoirs par un bélier hydraulique qui fonctionne sans énergie<sup>15</sup>
- ▶ Pour les usagers en queue de canal, desserte sous basse pression, remplacement de l'alimentation gravitaire du béal par un pompage en rivière associé à un réservoir (bélier hydraulique ou alimentation par énergie éolienne, ou solaire si pas d'accès au réseau)

Une **nouvelle gestion** a été mise en place, avec des **règles de partage entre canaux**, puis un **tour d'eau entre usagers** pour chaque canal. Une surveillance hebdomadaire des débits en rivière permet l'annonce de consignes de prélèvement (éventuellement de restriction) tous les 15 jours.

<sup>15</sup> <http://www.onpeutlefaire.com/fichestechniques/ft-pompe-belier.php>, environ 100€ d'investissement

La réflexion sur la **mise en conformité avec la LEMA de 2006** est intervenue *a posteriori*, une fois que les usagers ont été convaincus de l'efficacité de leur action coordonnée (réflexion sur des systèmes permettant le respect du débit réservé et le comptage des prélèvements, mise en place d'un plan de gestion des étiages, collaboration avec les services de l'état pour améliorer la précision des stations hydrométriques, déclaration des prélèvements, etc.). La motivation, la sensibilisation ont servi de moteur avant l'application de la loi.

Grâce à la **coopération des services de l'Etat**, qui ont laissé du temps pour que se mettent en place ces initiatives à l'échelle du bassin, et à l'**appui des financeurs**, cette opération a été couronnée de succès : des économies d'eau de l'ordre de 50 à 95% ont pu être mises en place sur beaucoup de canaux (60% en moyenne soit 400 l/s de diminution des prélèvements bruts). Cela s'est traduit par une remontée satisfaisante des débits d'étiage en sortie de bassin, ainsi que des évolutions satisfaisantes du débit de l'amont du bassin vers l'aval.

## EQUIPER LES PRISES DE SYSTEMES PERMETTANT DE RESPECTER LE DEBIT RESERVE

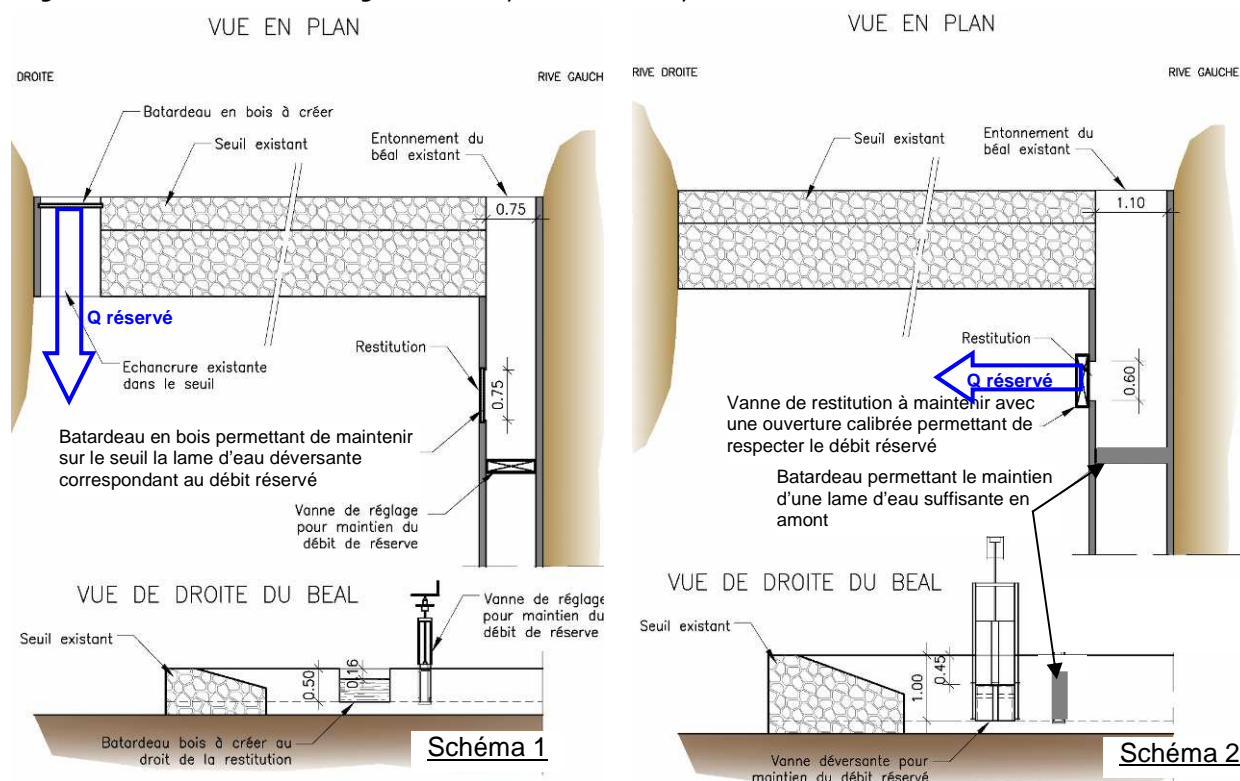
Il s'agit d'une contrainte particulière dans la mesure où l'on cherche à réguler non pas ce que l'on prélève, mais ce qu'on laisse dans le cours d'eau. La difficulté est donc d'une part de connaître le débit qui s'écoule dans la rivière en aval du seuil de prélèvement, et d'autre part de ne prélever que la partie de l'écoulement au-delà du débit réservé.

1. Pour connaître le débit qui s'écoule en rivière, on peut par exemple :
  - En cas de restauration du seuil prévue, et si cela ne déstabilise pas sa structure, réaliser une échancrure dans le seuil de prélèvement et l'équiper d'une mesure de hauteur d'eau afin de connaître le débit qui s'écoule en rivière en déversant du seuil. Le débit réservé correspondra à une lame d'eau déversante minimale à maintenir si le seuil ne fuit pas (dans le cas contraire, le débit maintenu en rivière sera supérieur au débit réservé) ;
  - Sur des seuils anciens, une telle échancrure pourrait déstabiliser le seuil. On peut alors préférer utiliser la première vanne de restitution du béal vers le cours d'eau si elle est proche de la prise du béal. On en gère alors l'ouverture afin de laisser passer le débit réservé ;
  - Installer un orifice calibré sous le seuil (mais risque de colmatage, et risque de déstabilisation du seuil).
2. Pour ne prélever que la partie de l'écoulement au-delà du débit réservé,
  - Système passif : on peut installer un batardeau dans le béal, calé à la hauteur de la lame déversante sur le seuil dans le cas de l'échancrure dans le 1<sup>er</sup> cas, ou calé à la hauteur qui permette l'écoulement du débit réservé par l'ouverture proposée de la vanne dans le second cas, afin que seule une fraction du débit au-delà du débit réservé puisse entrer dans le béal ;
  - Système actif : on peut installer une vanne qui contrôle l'entrée du béal (en aval de la vanne de restitution dans le 2<sup>e</sup> cas de figure). Cette vanne devra être gérée de manière à maintenir la hauteur d'eau au niveau de la vanne de restitution (ou la lame d'eau au niveau de l'échancrure du seuil) correspondant au débit réservé.
  - Dans le cas d'un orifice calibré qui laisse passer le débit réservé, un ouvrage de régulation de la prise d'eau permettra de mieux maîtriser le volume total prélevé.

Les schémas de principe ci-dessous illustrent 2 solutions possibles en fonction des configurations de terrain :

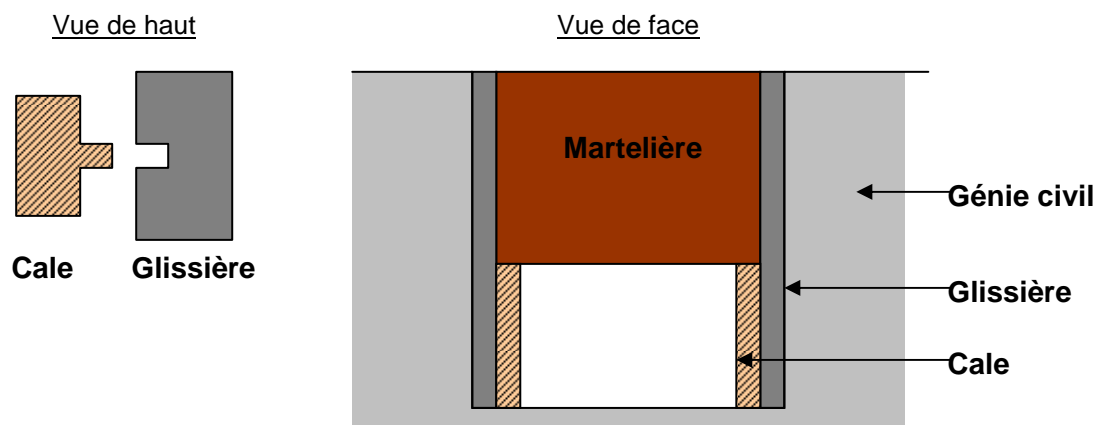
1. échancrure dans le seuil + vanne de régulation du débit prélevé en travers du béal,
2. vanne de restitution du débit réservé + batardeau en travers du béal.

Figure 5 : Illustration de configurations de prises de béals permettant le maintien du débit réservé en rivière



La vanne de restitution (schéma 2) peut être calée par un système de glissières représentées sur la figure ci-dessous à une ouverture permettant de maintenir le débit réservé.

Figure 6 : Schéma de principe de la cale de la vanne de restitution



## SYSTEMES DE COMPTAGE

### Positionnement simple d'une échelle limnimétrique associée à une courbe de tarage

La LEMA impose aux prélèvements de disposer d'un système de comptage, pour lequel différentes solutions existent. La plus simple et la plus rustique est d'installer une échelle limnimétrique dans le beal, et de réaliser une courbe de tarage pour le système. La fréquence de lecture de l'échelle recommandée est hebdomadaire.

La réalisation d'une courbe de tarage devra comprendre :

- ▶ Les mesures de débit dans le béal pour différentes hauteurs d'eau (4, par exemple). On s'assurera pour chaque mesure de débit, que l'écoulement se trouve en régime permanent.
- ▶ Le traitement des données et l'établissement de la courbe.

Le coût de la pose d'une échelle limnimétrique et de la réalisation d'une courbe de tarage est d'environ :

- ▶ Pose d'une échelle limnimétrique : 50€ de matériel + la pose
- ▶ Réalisation de la courbe de tarage < 1 000 €

Dans le cas où la pente est très faible, la hauteur d'eau à l'échelle peut être influencée par des conditions aval (présence d'un embâcle, manipulation de vannes).

Il peut être alors judicieux, dans ce cas ou pour les canaux les plus importants pour lesquels on souhaite une meilleure précision de mesure, d'ajouter une installation (section contractée, seuil calibré, venturi pré-dimensionnée) afin d'améliorer la précision de la mesure. Alors que l'imprécision de la mesure d'une échelle limnimétrique assortie d'une courbe de tarage est généralement supérieure à 10%, ces installations permettent d'augmenter la précision jusqu'à 5%.

## Installation d'une section contractée de mesure

(Source : étude de la ressource en eau du bassin de la Rotja, BRLi, 2010)

Des solutions comme l'installation d'un venturi « prêt-à poser » ou la construction d'une section contractée en béton sont plus précises, mais également un peu plus onéreuses.

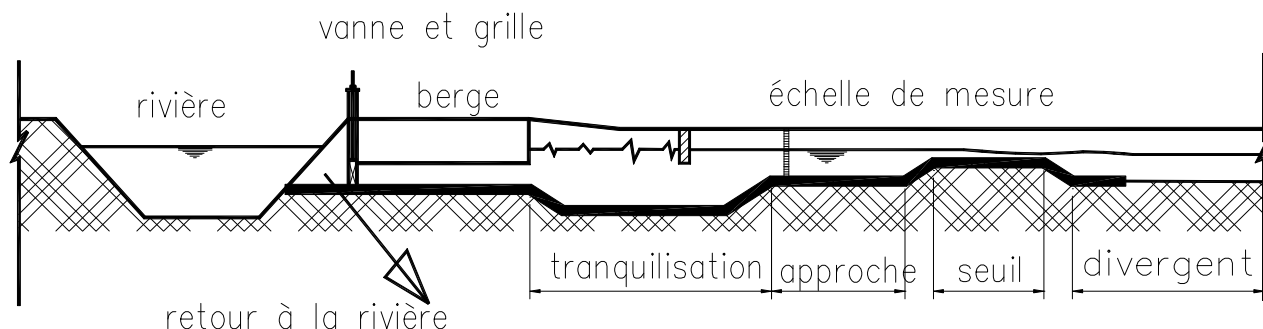
Ces solutions ne sont pas dépourvues d'inconvénients lorsqu'on les installe sur un canal avec peu de pente et sans dégrilleur en amont. Le risque de mesures faussées par un embâcle en aval n'est pas non plus écarté.

Le système décrit ci-dessous est un équipement robuste avec le moins d'électronique et de pièces mobiles possible proposé pour des canaux de montagne sujets au charriage de matériaux. Une technique très employée consiste à construire une section contractée avec un écoulement critique (au sens hydraulique) dans laquelle on a une relation simple entre la hauteur et le débit.

Le seuil constitué est suffisamment long (plusieurs fois la hauteur d'eau) pour ne pas créer une perte de charge trop importante, il peut ainsi être intercalé dans les canaux existants en modifiant peu la ligne d'eau. Le dimensionnement du seuil est réalisé à partir d'un logiciel libre Winflume<sup>16</sup>. Il permet aussi d'adapter le seuil à un canal existant. La figure ci-dessous en montre la configuration type.

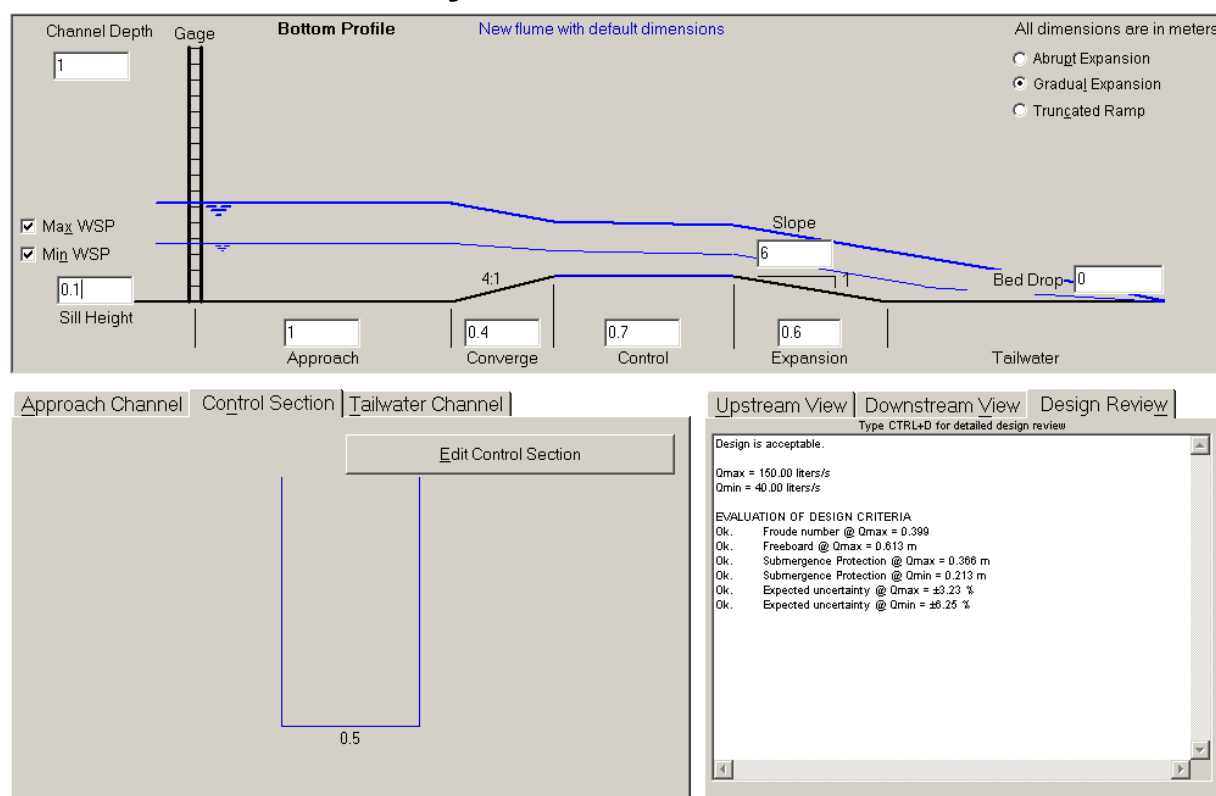
<sup>16</sup> Logiciel de l'US Bureau of Reclamation téléchargeable [www.usbr.gov/pmts/hydraulics\\_lab/winflume](http://www.usbr.gov/pmts/hydraulics_lab/winflume)

Figure 7 : dispositif de mesure de débit et de maintien du débit réservé



Dans le bassin de tranquillisation on pourra mettre une vanne de restitution qui serve à la fois de dessableur et de vanne de maintien du débit réservé. Le réglage de cette vanne sera effectué pour que le débit réservé soit garanti quel que soit le niveau dans le bassin de tranquillisation. La lecture du débit s'effectue directement sur l'échelle en amont du seuil.

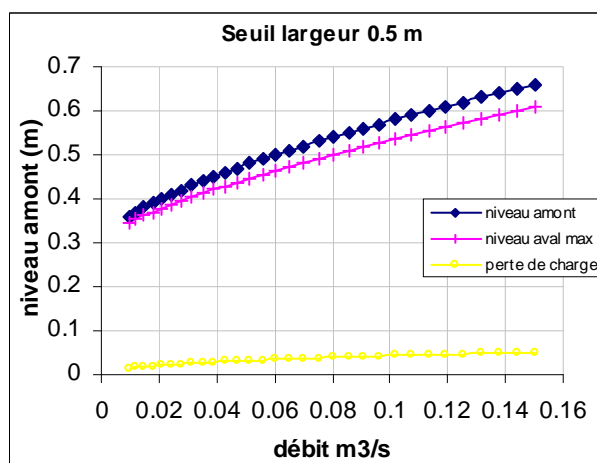
Figure 8 : Calcul du seuil de mesure



Il reste à vérifier au cas par cas que la perte de charge créée est compatible avec l'alimentation des canaux.



Figure 9 : Calcul du débit des canaux



Le chiffrage indicatif suivant suppose qu'on ne modifie pas le lit de la rivière, et donne une estimation du coût pour un dispositif type.

Tableau 8 : estimation des travaux sur les prises en rivière

Item	Prix (€ HT)
Installation de chantier, plans	1 500
Terrassement manuel	270
Grille en acier galvanisé 0,5 x 1 m	550
Vanne à crémaillère 500 mm	2 500
Vanne de décharge à crémaillère 500 mm	2 500
Béton 300 kg/m <sup>3</sup>	360
Acier d'armature	180
Coffrage plan	20
Echelle de mesure	50
Démolition béton et évacuation	1000
Divers aléas	500
<b>Total</b>	<b>9 430</b>

Si les vannes existantes sont maintenues, le coût sera réduit à environ 4 000 €

Un venturi prêt-à-poser coûte environ 1 500 € pour une capacité d'environ 25 l/s hors pose, soit un ordre de grandeur équivalent pose comprise.

### OPTIMISER LE PRELEVEMENT DES BEALS EN PRELEVANT LES SEULS BESOINS

A l'heure actuelle, les béals prélèvent en excès en fonction du niveau d'eau en rivière, et l'excès d'eau est perdu par des fuites, ou restitué en rivière par des vannes latérales, ou en queue de béal. Ainsi, l'eau en excès qui circule dans le béal court-circuite un tronçon de rivière.

Il serait souhaitable de remplacer cette gestion de type « prélèvement en excès-restitution » par une gestion de type « prélèvement des seuls besoins ». Cela requiert :

- ▶ une fermeture et une étanchéification des vannes de restitution latérales ;
- ▶ une étanchéification du béal, ou tout au moins une réparation des principales fuites ;

- une manipulation plus fréquente de la vanne de prise pour adapter les prélèvements aux seuls besoins.

Cette optimisation des prélèvements sera à l'origine de nouvelles contraintes de gestion, à la fois

- en termes d'entretien : vérifier régulièrement la présence d'embâcles qui pourraient venir boucher la restitution du débit réservé (par exemple, sur un béal, des castors viennent boucher régulièrement la vanne de restitution, afin d'avoir un niveau du plan d'eau en amont du seuil qui remonte et qui protège leur nid)
- en termes de multiplication des manipulations de l'ouvrage de prise, qui est parfois difficile pour les agriculteurs en période de pointe d'activité.

## Réduction des pertes linéaires

La solution la plus simple est l'étanchéification des canaux gravitaires par un revêtement imperméable, le revêtement ou la réparation des fuites dans les zones les plus sujettes aux pertes. Cette solution peut s'avérer très onéreuse dans le cas où de grandes longueurs sont à revêtir. Un tel revêtement est très coûteux, et revient à environ 100 à 150 €/ml.

Il est également envisageable, pour des béals possédant une pente suffisante, d'installer une canalisation souple en PEHD de diamètre suffisant.

## Construire des bassins de rétention

La construction de bassins de stockage journalier permettra d'étaler le besoin en prélèvement sur toute une journée, au lieu de le concentrer aux heures d'irrigation. Toute la journée est prélevé un débit de remplissage du bassin (tampon), un débit plus important est prélevé dans le bassin pendant la période d'arrosage (en journée).

Par exemple, pour un besoin journalier en pointe de 80 m<sup>3</sup>,

- un prélèvement sur 4h de ces 80 m<sup>3</sup> équivaut à un débit fictif continu d'un peu moins de 6 l/s
- un prélèvement sur 8h de ces 80 m<sup>3</sup> équivaut à un débit fictif continu de près de 3 l/s
- un prélèvement sur 24h de ces 80 m<sup>3</sup> équivaut à un débit fictif continu de presque 1 l/s

Le remplissage du stockage de 80 m<sup>3</sup> est donc effectué sur 24 h (ainsi la pression sur le milieu est réduite) tandis que l'utilisation peut être effectuée sur 4h ou 8h, avec le débit instantané souhaité, en fonction du mode d'arrosage existant.

La capacité du bassin devra être adaptée à des questions de topographie et de foncier (surface d'un emplacement disponible à proximité du béal, possibilité d'acquisition foncière, ...)

La construction d'un tel bassin implique bien entendu de nouvelles contraintes, notamment d'entretien (curage, ...).

Le coût d'un ouvrage de ce type de 80 m<sup>3</sup> est d'environ 18 000 €. Pour un ouvrage de mesures 4mx10mx2m, le volume de béton à prévoir est d'environ 31 m<sup>3</sup> (180€/ m<sup>3</sup>), auquel il faut ajouter un ferrailage en acier à 80 kg/m<sup>3</sup> (3€/ m<sup>3</sup>) et environ 5 000€ de réalisation et petit équipement, soit au total environ 18 000 €.

Réservoir	Prix unitaire	Qté	Total
béton: Parois (20 cm parois verticales + 50 cm pour le fond)	180€/m <sup>3</sup>	31.2	5600
acier: 80 kg/m <sup>3</sup> de béton	3€/kg	2496	7500
Matériels divers			5000
<b>Total</b>			<b>18100</b>

Cette solution est particulièrement intéressante pour les systèmes où l'arrosage à la parcelle est réalisé sous pression ou en basse pression. Pour des bassins existants mais présentant des fuites, le coût d'étanchéification est d'environ 100 à 150 €/m<sup>2</sup>.

La création de ces bassins peut également permettre, si le dénivelé est suffisant, la mise en place d'irrigation basse pression à moindre coût.

*Pour la construction de bassins de rétention, et d'une manière générale pour l'ensemble des investissements, il convient de souligner que même avec un appui financier, ces systèmes restent difficiles à assumer en raison de la très faible capacité financière des gestionnaires.*

### Prélever par pompage directement au niveau de l'usage

Un prélèvement direct par pompage dans la rivière, voire par un forage dans les alluvions, permet de minimiser les pertes dans le système d'adduction. Le prélèvement est effectué en rivière à hauteur du béal, et seuls les besoins nets des plantes en tête de parcelle sont prélevés.

Le coût d'installation d'un forage peu profond en nappe alluviale et d'un système de desserte de bassins existant est le suivant :

Equipement	Prix unitaire estimé	Quantité	TOTAL (€ H.T.)
Forage équipé avec amenée, repli du matériel et essai de pompage	300€/ml	10 m	<b>3 000 €</b>
Pompe et installation	5 000	1	<b>5 000 €</b>
Repiquage (bifurcation de réseau sous pression)	500€	4	<b>2000 €</b>
Canalisation de refoulement en diamètre 200mm avec pose : Fonte (sans terrassement) (PEHD sans terrassement)	80€/ml (70€/ml)	400	<b>32 000 € (28 000 €)</b>
Groupe de filtration 6" à 150µm	3 000	1	<b>3 000 €</b>
<b>TOTAL</b>			<b>41 000 à 45 000 €</b>

Source : étude relative aux prélèvements de la Bambouseraie, BRLi, 2010

Ce système présente plusieurs inconvénients :

- ▶ il nécessite une alimentation électrique (qui peut éventuellement être remplacée par une source d'énergie renouvelable : mini-éolienne, panneau solaire) ;
- ▶ les dépenses énergétiques nécessaires rendent son coût plus onéreux à l'exploitation qu'un béal gravitaire (achat d'électricité, ou amortissement des équipements de production d'énergie renouvelable) ;
- ▶ ces dépenses peuvent être limitées par utilisation d'un système de béliet hydraulique, si une chute d'eau au niveau d'un seuil est disponible à proximité des terrains à irriguer,
- ▶ dans le cas de béals très anciens et intéressants d'un point de vue patrimonial, cette solution peut aboutir à moyen terme à la dégradation voire l'abandon du patrimoine.

### c) Gérer l'eau par vallée

#### STRUCTURER LES AGRICULTEURS PAR VALLEE

Une des difficultés dans la gestion de l'eau des hautes vallées Cévenoles est la multiplicité des interlocuteurs auxquels le gestionnaire est confronté dès qu'il cherche à réaliser des actions sur les prélèvements agricoles.

Il semble indispensable de structurer les irrigants par vallée, afin de :

- ▶ Créer une solidarité entre les préleveurs, voire une émulation sur les économies d'eau comme cela a pu être observé au niveau du bassin de la Mare,
- ▶ Disposer d'interlocuteurs préférentiels pour relayer l'information, discuter des choix de gestion et de planification et diffuser les décisions, voire les mesures de restrictions à appliquer en temps réel,
- ▶ Appuyer les irrigants dans leur mise en conformité avec la loi sur l'eau, voire coordonner les réponses.

Il s'agira donc de faire émerger des structures (comme des associations syndicales libres) dont les présidents représenteront les intérêts des irrigants et constitueront des relais dans les deux sens.

Ces interlocuteurs pourront être intégrés à divers groupes de réflexion sur la gestion de l'eau sur le bassin (CLE, cellules sécheresse, ...).

Dans le Gard, il existe une ASA départementale d'aménagement hydraulique, foncier et pastoral qui peut être une solution intéressante pour la maîtrise d'ouvrage collective (travaux, gestion, entretien...).

## **VERS LA CREATION D'UN ORGANISME UNIQUE DE GESTION DE L'IRRIGATION**

Le Préfet délimite par décret « les périmètres à l'intérieur desquels les autorisations de prélèvement d'eau pour l'irrigation sont délivrées à un organisme unique pour le compte de l'ensemble des préleveurs irrigants » (article L 211-3 du code de l'environnement). La création d'un organisme unique est automatique dans les zones de répartition des eaux (ZRE), ce qui n'est pas le cas du bassin des Gardons. Le bassin versant des Gardons est cité dans le SDAGE comme un « bassin en déséquilibre quantitatif », c'est-à-dire une zone prioritaire pour la mise en place d'un organisme unique, mais aucun décret n'a pour l'instant été pris dans ce sens.

Ainsi, un organisme unique de gestion de l'irrigation pourrait être créé prochainement par arrêté préfectoral, et l'émergence anticipée de cette structuration des usagers agricoles facilitera la mise en place de cet organisme unique.

Le Décret n° 2007-1381 du 24 septembre 2007 et la circulaire du 30 juin 2008 précisent les missions et conditions de mise en oeuvre d'un tel organisme.

## **RESPONSABILISER CES INTERLOCUTEURS DANS LA GESTION DES ETIAGES**

Une alternative au partage arithmétique des débits au-dessus du DOE entre les différents usagers est la **création d'un tour d'eau interne à l'échelle d'un tronçon de rivière ou d'un sous-bassin**.

Une possibilité de prélèvement serait distribuée à un interlocuteur/une structure unique à l'échelle d'un sous-bassin, qui répartirait ensuite, par concertation, le tour d'eau dans le temps entre les différents usagers. L'interlocuteur responsable de la structure devra s'assurer que le débit prélevé est en adéquation avec les conditions hydrologiques, en surveillant l'évolution du débit par rapport au DOE.

Une cellule d'alerte pourrait être montée pour, par exemple, avertir les interlocuteurs du passage sous différents seuils, comme explicité au chapitre 3 :

- ▶ seuil de vigilance à partir duquel une surveillance régulière des conditions hydrologiques s'impose, et à partir duquel une utilisation la plus parcimonieuse possible de l'eau doit être réalisée ;
- ▶ DOE, qui marque l'entrée en vigueur imminente d'un arrêté sécheresse avec restrictions ;
- ▶ DCR, en-dessous duquel plus aucun usage irrigation n'est autorisé.

### **d) Cadre d'aménagement : déclaration d'intérêt général (DIG)**

Afin d'homogénéiser et d'accélérer les actions d'économie d'eau sur les béals, si le choix des acteurs locaux et des partenaires se porte sur une maîtrise d'ouvrage par une collectivité, elle peut mettre en place une Déclaration d'Intérêt Général pour l'optimisation de la gestion de la ressource et les économies d'eau sur les systèmes de béals (*Source : contrat de rivière*).

« La DIG est une procédure qui permet aux collectivités publiques d'entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, ouvrages et installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence, ceci dans le cadre du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) s'il existe, et visant l'aménagement et la gestion de l'eau. »<sup>17</sup>

La DIG est en effet un préalable obligatoire à toute intervention du maître d'ouvrage en matière d'aménagement et de gestion de la ressource en eau,

- ▶ d'une part pour certifier que les travaux qu'elles envisagent présentent un caractère d'intérêt général (ou d'urgence),
- ▶ d'autre part, pour légitimer l'intervention sur des propriétés privées au moyen de fonds publics.

Une collectivité pourra ensuite se porter maître d'ouvrage pour la réalisation de travaux, et impulser une dynamique d'économie d'eau et de structuration des prélèvements.

## **2.5 REALISER DES PLANS DE GESTION DE LA RESSOURCE POUR DES SECTEURS PRIORITAIRES**

Des zones prioritaires, où il apparaît que la gestion de la ressource en eau est particulièrement problématique, pourront être définies sur lesquelles des plans de gestion des prélèvements seront établis afin :

- ▶ de recenser l'ensemble des prélèvements existants, et de les équiper de systèmes de comptage,
- ▶ de co-décider des actions techniques et de gestion avec les acteurs concernés, en les informant, et en les responsabilisant,
- ▶ de définir les travaux à réaliser de façon prioritaire,
- ▶ d'accompagner l'émergence d'interlocuteurs, responsables de la gestion à l'échelle de la zone prioritaire,
- ▶ de définir les règles de gestion (tour d'eau à l'échelle de la zone prioritaire, partage et actions à mettre en œuvre en cas de pénurie).

On pourra choisir les zones prioritaires parmi les propositions suivantes :

- ▶ Certains bassins versants Cévenols (ex : Salindrenque, Gardon de St Jean ou Gardon de Mialet),
- ▶ Certaines nappes alluviales très exploitées (Gardon d'Alès, Gardon d'Anduze, Gardonnenque, Alzon, Bas-Gardon).

<sup>17</sup> <http://www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/loadPage.php?file=eau/guide/fiche1.htm#D%C3%A9finition>

## 2.6 OPTIMISER LE SOUTIEN D'ÉTIAGE PAR LES BARRAGES DE STE-CECILE-D'ANDORGE ET DES CAMBOUS

Il existe une multitude d'ouvrages hydrauliques sur le bassin versant, dont deux barrages importants qui sont utilisés pour le soutien d'étiage. Ces 2 barrages sont situés en cascade sur le Gardon d'Alès, dans les communes de Ste-Cécile-d'Andorge (barrage éponyme) et de Branoux-les-Taillades (Barrage des Cambous). Ces deux barrages se trouvent en amont des pertes dans le karst dolomitique de l'Hettangien. Aussi, avant toute action sur les barrages, il serait souhaitable de mieux connaître le karst et ses interactions avec la rivière, afin de mieux savoir dans quelle mesure et dans quelles conditions le soutien d'étiage est efficace.

Sources :

- *Barrage de Ste-Cécile d'Andorge – Surélévation estivale du plan d'eau. Etude hydrologique saisonnière des crues – Note complémentaire. 1998.*
- *Dialogue avec l'équipe de BRL responsable de la révision de la crue de projet sur l'étude des barrages du département du Gard.*

### 2.6.1 Rappels sur le barrage de Ste-Cécile-d'Andorge

Figure 10 : Photos du barrage de Ste-Cécile-d'Andorge.



Source : PGCR des Gardons, Phase 1

Le barrage de Ste-Cécile-d'Andorge est le plus amont des deux. Il a été construit en 1967 dans une optique de **protection contre les crues**, directement en amont du barrage des Cambous. Son fonctionnement est aujourd'hui **mixte** :

- **écrêtement** de crues du **15 septembre au 15 juin**. Lors de la reconstitution de la retenue permanente en fin d'étiage, un débit minimum de 200 l/s doit être restitué à l'aval, ou si le débit naturel est inférieur à cette valeur, la totalité du débit naturel.
- **soutien d'étiage** du **15 juin au 15 septembre**. Le débit naturel peut être augmenté de 200 l/s dans la mesure du volume disponible.

Les règles de gestion sont décrites dans le rapport de phase 1 du PGCR.

Ce barrage est caractérisé par une capacité de retenue permanente de  $1,65 \text{ Mm}^3$ , entre les cotes 227 et 242 mNGF (dont 0,8 exploitables). Ce volume est disponible pour le soutien d'étiage, et **permet d'ajouter 200 l/s au débit du Gardon d'Alès pendant 1 mois et demi**. Un envasement est observé ( $750\,000 \text{ m}^3$  estimés), malgré le curage annuel réalisé par un carrier (*source : CG 30*). Le dossier de demande d'exploitation du carrier n'a pas été renouvelé par le préfet, et il n'y aura désormais plus d'exploitation de ces sédiments. De plus, l'exploitation extrayait essentiellement des galets alors que l'engravement concerne une granulométrie plus fines (des vases aux graviers), et l'exploitation ne pouvait donc pas résoudre entièrement le problème de l'engravement.

L'amortissement des crues est réalisé entre 242 et 261,2 mNGF ; le volume stockable total s'élève à  $16,6 \text{ Mm}^3$  à la cote 267 mNGF. Une mise en sécurité apparaît aujourd'hui nécessaire (*BRLi, 2009*) après révision de la crue de projet pour laquelle l'ouvrage avait été conçu.

La qualité de l'eau stockée est relativement médiocre (nombreuses matières en suspension) : cette retenue connaît d'importants problèmes de transport solide.

## 2.6.2 Rappels sur le barrage des Cambous

Figure 11 : Photo du barrage des Cambous.



Le barrage-réservoir des Cambous a été construit en 1954 par les Houillères du Bassin du Centre et du Midi (HBCM), pour alimenter en eau et en hydroélectricité les mines de la Grand Combe.

Suite au déclin de l'usage de l'eau par les Houillères, des activités touristiques et de loisirs se sont organisées (base nautique, terrain de camping).

- ▶ En juin, juillet et août, le plan d'eau est destiné à l'activité touristique et sportive, et la cote du barrage doit être maintenue à 227 mNGF : le barrage est dit « transparent », car il déverse le débit qui y entre.
- ▶ En dehors de ces périodes, le stockage peut être exploité pour d'autres usages, en prenant garde à ne pas relarguer les boues accumulées dans le culot du barrage ( $300\,000 \text{ m}^3$ ).
  - Lorsque l'étiage se prolonge, la réserve d'eau des Cambous prend le relais lorsque Ste-Cécile-d'Andorge a épuisé sa capacité de soutien d'étiage, et relâche environ 200 l/s.
  - La reconstitution de la retenue permanente a lieu à partir du 2 octobre si le débit est supérieur à 360 l/s en amont de Ste Cécile. La retenue de Ste Cécile est reconstituée avant celle des Cambous, en laissant en aval au minimum 360 l/s (ou le débit naturel s'il est inférieur à ce seuil).



Ce barrage est lui aussi fortement engravé car il joue le rôle de décanteur pour les eaux rejetées lors du soutien d'étiage de Sainte Cécile d'Andorge. Ainsi, sa capacité initiale de stockage entre les cotes 220,5 et 227 mNGF, de l'ordre de 1 200 000 m<sup>3</sup>, serait actuellement réduite à environ 500 000 m<sup>3</sup> (source : CG30) ce qui correspond à un **soutien d'étiage de 200 l/s pendant 1 mois**.

### 2.6.3 Réaliser une étude de faisabilité de l'augmentation du stockage

#### a) Curage des retenues de Ste-Cécile et des Cambous

L'envasement de la retenue de Ste Cécile est estimé à environ 750 000 m<sup>3</sup>, et celui des Cambous à 300 000 m<sup>3</sup>.

Il serait souhaitable de réaliser un désengrèvement de ces retenues et de mettre en place un dispositif qui puisse stopper de nouveaux apports. Mais cela pose le problème concret de gestion durable des matériaux sédimentaires curés en termes de débouchés ou de stockage.

La mise en œuvre de cette opération devra répondre à diverses contraintes (*Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard*) :

- ▶ Réglementaire, car une étude d'impact est nécessaire ;
- ▶ Techniques, au vu des difficultés de mise en œuvre pratique du désengrèvement, des contraintes de stockage des sédiments au regard de leur qualité à déterminer par des analyses physico-chimiques...
- ▶ Institutionnelles, liées aux différents impacts amont (Lozère) et aval (Gard) de ce projet ;
- ▶ Paysagères, avec l'impact qu'un tel projet pourrait avoir.

Le coût financier des opérations de désengrèvement du barrage de Ste-Cécile-d'Andorge étant très élevé (7 M€), sans pour autant régler les problèmes de transport solide, ce n'est pas une opération prévue par le CG30 dans l'immédiat.

A court terme, les travaux sur Sainte-Cécile visent la sécurisation face au risque inondation et ont été estimés entre 10 et 30 M€HT selon les scénarios (*Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard*).

La priorité du département est la sécurisation de l'ouvrage en crue, mais dans le cadre de la révision du contexte hydrologique et de la configuration matérielle des barrages, une réflexion sur l'engrèvement et le soutien d'étiage pourrait s'avérer intéressante.

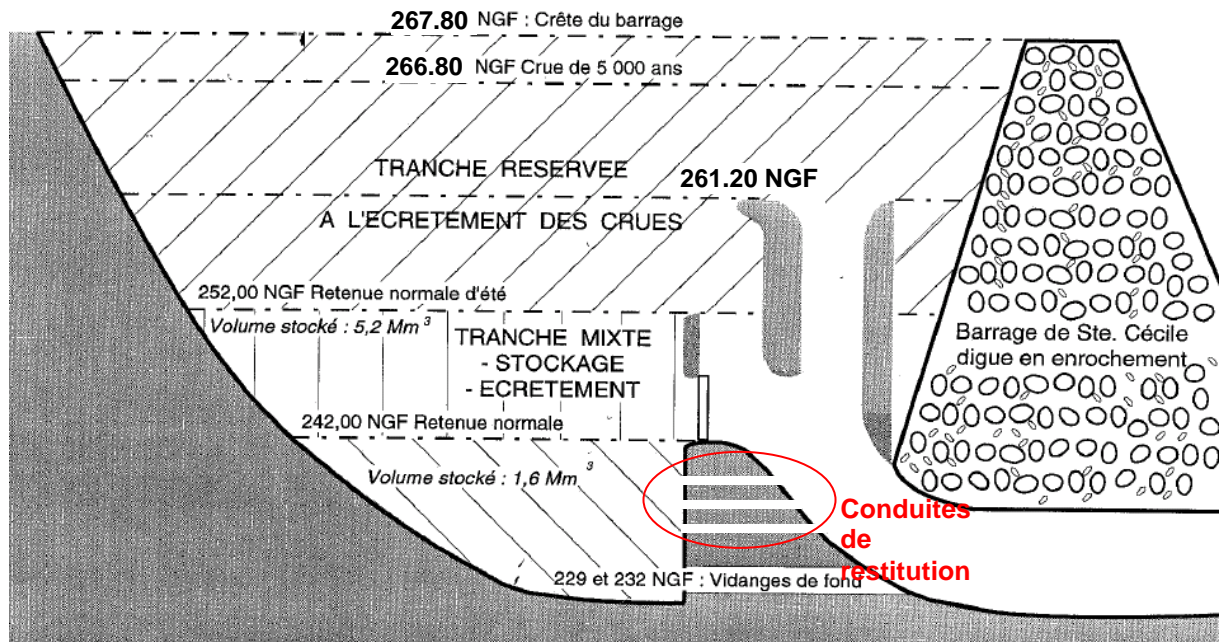
#### b) Rehausse saisonnière du plan d'eau de Ste-Cécile

Une rehausse de la cote du plan d'eau permanent est une mesure envisageable. Le maintien d'un plan d'eau à 252 mNGF (ou 250 mNGF) entre mars et mi-août où le risque de crue est plus faible que pendant la période de septembre à décembre permettrait de maintenir une fonction d'écêtement et pourrait porter la capacité de stockage estival jusqu'à 4,3 Mm<sup>3</sup> (ou 3,4 Mm<sup>3</sup>) exploitables pour le soutien d'étiage (Source : CG30). **Cela correspondrait au maximum à un soutien de 400 l/s pendant 3 à 4 mois (ou 600 l/s pendant 2 à 3 mois).**

Il s'agirait donc d'une rehausse du plan d'eau uniquement, sans rehausse de l'ouvrage, par fermeture des pertuis en période de remplissage.



Figure 12 : Principe de fonctionnement du barrage de Ste-Cécile-d'Andorge



Source : Gestion concertée des barrages de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous, BRL, 1994, corrigé des derniers aménagements

La rehausse saisonnière du plan d'eau pourra avoir un impact sur la gestion de la retenue et donc sur la sécurité de l'ouvrage notamment au regard de la nouvelle crue de projet. L'impact de ce projet sur la sécurité de l'ouvrage devra donc être étudié spécifiquement et en détail.

Une étude détaillée est donc nécessaire pour déterminer :

- ▶ si une rehausse du plan d'eau estival présenterait un risque pour la sécurité du barrage, et dans quelles conditions le risque est suffisamment faible, ceci en ayant recours à une analyse saisonnière de l'aléa hydrologique ;
- ▶ des règles de gestion qui permettent d'améliorer le soutien d'étiage sans augmenter le risque hydraulique en cas de crues automnales précoces ou printanières tardives (et notamment le risque de submersion de la RN 106).
  - date d'ouverture et de fermeture des pertuis,
  - cote du plan d'eau,
  - valeur des débits restitués.

Une étude de ce type est en cours pour l'optimisation de la gestion du soutien d'étiage par le barrage de Sénéchas sur le bassin versant de la Cèze, avec une analyse des besoins en soutien d'étiage et des conditions de remplissage de la retenue, et la proposition d'un règlement d'eau.

## 2.6.4 Optimiser la gestion des retenues de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous

La gestion actuelle des barrages de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous répond à des règles de gestion relativement empiriques (malgré l'existence d'un règlement d'eau pour Ste-Cécile-d'Andorge, mais ancien et peu adapté). Le débit est calé :

- ▶ En sortie de la retenue de Ste-Cécile d'Andorge :
  - La mesure en étiage était initialement assurée par un bassin en sortie duquel une échancrure permettait la lecture du débit. Mais ce bassin est dégradé, et la plupart du débit passe à côté.

- Si la hauteur d'eau est supérieure à 242 mNGF, à partir de la lame d'eau déversante, à partir d'une loi de seuil hauteur-débit,
- Si la hauteur d'eau est inférieure à 242 m NGF, à partir de l'ouverture des vannes qui régissent les débits dans les conduites de restitution.

Il pourrait être envisagé d'améliorer la connaissance du débit passant par les conduites de restitution en posant des débitmètres sur ces conduites. Le réglage du débit restitué pourrait être réalisé de manière fine à partir de ces conduites (avec, le cas échéant, les pertuis fermés si le plan d'eau saisonnier est à une cote supérieure à 242 mNGF) après vérification de leur capacité à relâcher le débit objectif.

- En sortie de la retenue des Cambous, visuellement au niveau d'un seuil de mesure endommagé.

L'installation d'une station de mesure valable en étiage en sortie des Cambous (voir propositions du paragraphe 2.1.2) permettra de connaître avec précision le débit restitué.

Il serait souhaitable que l'étude sur le karst Hettangien, qui évaluera également l'efficacité du soutien d'étiage par les barrages de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous, s'accompagne d'une étude d'optimisation de la gestion des retenues, de manière à obtenir un débit objectif en aval, par exemple au niveau de la nouvelle station d'Alès pour utiliser une station existante, ou à l'aide d'une nouvelle station de mesure en aval des Cambous.

## 2.7 MOBILISER DE NOUVELLES RESSOURCES

### 2.7.1 Mobiliser des ressources alternatives pour l'AEP

Le schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard a investigué, pour chaque bassin, les ressources alternatives locales mobilisables, et permettant de soulager les milieux aquatiques. Les paragraphes ci-dessous retranscrivent ces propositions.

La mise en œuvre des solutions locales dans leur intégralité devrait permettre de satisfaire les nouveaux besoins sur la quasi-totalité des collectivités. Mais comme déjà évoqué plus haut, la possible baisse des débits disponibles aux captages du fait des changements climatiques met en évidence un certain risque de déficit de ressources sur la quasi-intégralité du bassin versant des Gardons (à l'exception d'une partie de la Gardonnenque allant de l'aval de Ners à une bande nord-sud Vallabrix / Sanilhac- Sagriès)

#### LE BASSIN VERSANT DU GARDON DE ST JEAN

Le secteur de Gardon de St Jean est particulièrement sensible à l'échelle du département du point de vue du bilan besoins / ressources : peu de ressources alternatives existent, et elles sont très restreintes.

L'alimentation en eau devra prioritairement s'organiser autour des ressources bien constituées sur le secteur et notamment celle du SIAEP de Lasalle. Une recherche en eau par forage au niveau de ce syndicat est d'ailleurs en cours et devrait permettre d'augmenter la ressource mobilisable localement (de 1500 m<sup>3</sup>/j environ). Les autres possibilités identifiées restent limitées à des prises d'eau superficielles dans des valats (commune de St-André-de-Valborgne et SIAEP de Saumane -l'Estrechure pour environ 210 m<sup>3</sup>/j supplémentaires) ou des sources cévenoles (120 m<sup>3</sup>/j). Ces nouvelles ressources permettront d'alimenter la nouvelle demande, et de soulager les pressions sur les ressources superficielles. Au total, le gain attendu sur les ressources en eau superficielle serait de l'ordre de 600 m<sup>3</sup>/j, soit 7 l/s.

Sur ce bassin versant, les services d'eau potable compétents devront donc impérativement et systématiquement vérifier la comptabilité des projets d'urbanisation avec les ressources en eau disponibles.

Le montant de ces solutions locales de ressources alternatives est évalué à 2,9 M€HT, dont 1,2 M€ pour les conduites d'adduction.

## LE BASSIN VERSANT DU GARDON D'ALES

Le développement de nouvelles ressources locales concerne surtout les unités de gestion les plus importantes :

- ▶ Le syndicat de l'Avene et la REAL projette l'exploitation de 2 nouvelles ressources :
  - La Madeleine (commune d'Anduze) pour un débit espéré de 300 à 400 m<sup>3</sup>/h,
  - Les Plans dans le karst un débit espéré de 200 à 300 m<sup>3</sup>/h.
- ▶ Syndicat de la Grand' Combe et zone d'influence : des recherches en eau dans les aquifères du Trias/Lias sont en cours et devraient permettre de mobiliser 100 m<sup>3</sup>/h (soit presque 30 l/s). Cette nouvelle ressource permettrait de substituer en totalité les forages du Moulin Larguier dans le Gardon, mais également la source de la Vernède. De tels débits pourraient venir résorber les problèmes de ressource en eau des collectivités limitrophes (sous réserve toutefois d'une amélioration du rendement des réseaux du syndicat de la Grand' Combe) :
  - Pour pouvoir abandonner son puits en bordure du Gardon (sur les conseils de l'hydrogéologue agréé), la commune Laval-Pradel pourrait venir se connecter au réseau de la Grand'Combe.
  - Au vu des manques d'eau et de difficultés de mise en place du forage initialement planifié, St-Paul-la-Coste pourrait également venir se connecter au réseau de la Grand'Combe.

Les nouveaux forages permettront de mobiliser au minimum 12 000 m<sup>3</sup>/j, mais les aquifères sollicités seraient plus ou moins en relation avec le Gardon. Ils permettront toutefois la suppression de prélèvements impactant directement le Gardon (Forages Moulin Larguier, source de la Vernède et Puits de Laval-Pradel : 3 300 m<sup>3</sup>/j en pointe) ou la Cèze (environ 1 500 m<sup>3</sup>/j d'économisés sur le prélèvement du GIE de Salindres à destination de la commune de Salindres).

Le gain attendu sur les ressources en eau superficielle serait de l'ordre de 3 300 m<sup>3</sup>/j, soit environ 40 l/s.

Le montant des solutions locales est évalué à 3,9 M€ HT (dont 1,1 M€ HT destinés aux conduites d'adduction).

## LE BASSIN VERSANT DU GARDON AVAL

Les collectivités du bassin ont mené de nombreuses recherches en eau afin de limiter leur impact sur le Gardon par le retrait des captages dans les alluvions au profit des autres aquifères du bassin et notamment le karst Urganien.

Les principales propositions concernent :

- ▶ Le secteur de la Moyenne Gardonnenque est en train de réaliser 2 nouveaux captages en dans le karst pour le Syndicat de production des Garrigues (forage du Frigoulou) et pour le syndicat de Domessargues. Moyennant la mise en place d'interconnexions, ces ouvrages pourraient permettre l'abandon de plusieurs captages communaux en nappe alluviale du Gardon ;
- ▶ Le SIVOM de Collorgues et les communes de St-Maximin et Sanilhac-Sagriès s'orientent également vers le karst Urganien ;
- ▶ La commune de Générargues et le SIAEP de Tornac pourraient s'orienter vers les dolomies de l'Hettangien ;
- ▶ Les sables du Crétacé seront notamment mobilisables sur les projets de forage de La-Capelle-et-Masmolène et de St-Quentin-la-Poterie ;
- ▶ Le SI de Mayre devrait mobiliser 800 m<sup>3</sup>/j dans les alluvions du Gardon par un nouveau forage;
- ▶ Les communes au nord de Nîmes peuvent s'orienter vers une interconnexion avec le réseau de la Ville (Parignargues, La Rouvière, Sainte-Anastasie, Dions...).

Les syndicats situés en aval du bassin (SI Pont du Gard, SI Remoulins) des augmentations de prélèvements dans la nappe alluviale du Gardon sont attendues proportionnellement à la croissance démographique d'ailleurs relativement importante.

Les 11 nouveaux forages proposés pour le secteur permettront de mobiliser environ 10 000 m<sup>3</sup>/j, essentiellement dans les sables du Crétacé ou le karst Urgonien, et devraient permettre la suppression d'un prélèvement de 3 600 m<sup>3</sup>/j dans la nappe

Le gain attendu sur les ressources en eau superficielle serait de l'ordre de 2 800 m<sup>3</sup>/j, soit une trentaine de l/s.

Le montant des solutions locales est évalué à 11,8 M€ HT dont 6,3 M€ HT pour les adductions.

Tableau 9 : récapitulatif des diminutions de sollicitation des eaux superficielles sur le bassin versant des Gardons en mobilisant des ressources alternatives.

Bassin versant	Ressources actuelles		Projet d'arrêt de ressources existantes		Possibilité de nouvelles ressources		Capacité totale mobilisable à court terme m3/j	Bilan prélèvement avec impact <u>direct</u> sur les eaux superficielles m3/j	
	Ressource(s) principale(s)	Capacité de prélèvement m3/j	Ressource(s) concernée(s)	Capacité supprimée m3/j	Principales ressource(s) identifiée(s)	Capacité supplémentaire mobilisable m3/j		y compris Rhône	Hors Rhône
Gardon St-Jean	. Massif granitique de l'Aigoual . Calcaires et dolomies du Trias, du Lias et du Dogger . Schistes cévennols . Alluvions du Gardon	8 140	. Eau superficielle . Source karstique	890	. Eau superficielle . Karst . Sources cévenoles	1 830	9 080	-560	-560
Gardon Alès	. Alluvions Gardon / Luech / Galeizon . Calcaires et dolomies du Trias et du Lias . Schistes cévennols	62 450	. Alluvions Cèze . Alluvions Gardon	3 300	. Karst	12 000	71 150	-3 300	-3 300
Gardon aval	. Alluvions Gardon . Karst Urgonien . Crétacé Sup et Inf . Molasses Tertiaire . Ludien	75 650	. Alluvions Gardon . Crétacé Sup	3 630	. Karst Urgonien . Sables Cémano-Turonien . Molasses Tertiaires	9 900	81 920	-2 830	-2 830

Source : Schéma départemental de la gestion durable de la ressource en eau du Gard



## 2.7.2 Construire des ouvrages de stockage saisonnier

### TYPES D'OUVRAGE

La construction de petits ouvrages de stockage créant une réserve saisonnière qui permet d'arrêter le prélèvement de ressource superficielle en étiage, est une solution tout à fait envisageable, mais à étudier au cas par cas. En fonction de la configuration du site, on préconisera

- ▶ soit la construction de retenues collinaires sur des affluents temporaires, dont les volumes varient généralement de 10 000 à 50 000 m<sup>3</sup>, avec un coût de 4 à 5 €/m<sup>3</sup> selon la CA30,
- ▶ soit la construction de bassins en dérivation, creusés artificiellement dans le sol, dont les volumes demeurent généralement inférieurs à 10 000 m<sup>3</sup>, avec un coût d'environ 13€/m<sup>3</sup> selon la CA30,

Le principe de fonctionnement est le suivant. Le remplissage de la retenue s'effectue soit gravitairement en période où la disponibilité de la ressource est avérée, soit par ruissellement de l'impluvium. Lorsqu'une tension sur la ressource se fait sentir (généralement en juillet-août-septembre), l'alimentation de la retenue est fermée. L'eau utilisée provient alors, pendant les mois d'étiage, de la réserve stockée dans la retenue et n'est donc plus en compétition avec les besoins du milieu naturel.

Pour respecter la continuité écologique des cours d'eau, il est préférable de favoriser des retenues en dérivation remplies par débordement plutôt que des retenues collinaires au fil de l'eau.

Ces retenues peuvent permettre d'alimenter par gravité des réseaux d'irrigation sous pression :

- ▶ lorsque le dénivelé entre la retenue et le champ dépasse 15 m, on peut installer un réseau en goutte à goutte sans pompe,
- ▶ lorsque le dénivelé entre la retenue et le champ dépasse 35 m, on peut installer un réseau en aspersion sans pompe.

Mais de telles retenues peuvent également être envisagées pour de l'eau potable. On peut citer par exemple la retenue du Berre gérée par le SIAEP du Causse Méjean, d'une capacité de 45 000 m<sup>3</sup>, alimentée gravitairement depuis une dérivation de l'eau de La Jonte, dimensionnée pour éviter le pompage dans La Jonte en étiage. L'installation de « vessies souples » en matériaux alimentaires est en phase de test en Lozère (CG48).

*Figure 13 : exemple de bassins de stockage du bassin versant des Gardons (source : CA30)*



## OUVRAGES EXISTANTS

L'ASA d'Aménagement Foncier Pastoral et Hydraulique du Gard se porte fréquemment maître d'ouvrage sur ce type de stockages. Les projets sont généralement portés par un agriculteur ou une ASA qui souhaite sécuriser son approvisionnement en eau par une ressource de substitution ou étendre les surfaces irriguées. Les surfaces irriguées concernées sont généralement plantées en maraichage ou en arboriculture, avec adduction gravitaire, et distribution sous pression. La plupart du temps, c'est la solution d'une construction de bassins en dérivation qui a été choisie (avec des volumes de 500 à 6 000 m<sup>3</sup>), les sites potentiels de construction de retenues collinaires étant rarement situés à proximité des usages (*source : entretien téléphonique avec Mme Vanderchmitt, CA30, ASA d'Aménagement Foncier Pastoral et Hydraulique du Gard*)

Le bassin versant des Gardons a pour l'instant été peu équipé de ce type de retenues. 6 ouvrages de ce type parmi les 70 portés par l'ASA d'Aménagement Foncier Pastoral et Hydraulique du Gard depuis 1996 sont localisés sur le bassin des Gardons, dont 4 dans la zone Cévenole. Ces bassins stockent des volumes de 1 000 à 6 000 m<sup>3</sup>, pour l'irrigation de fruits rouges, châtaigner, oignons, maraichage, oliviers.

Un problème important demeure la gestion de telles retenues. En effet, il est fréquent que, par crainte de manquer d'eau, le gestionnaire ne ferme pas l'alimentation de la retenue en étiage. La retenue joue donc le rôle de sécurisation, mais l'effet bénéfique sur les milieux aquatiques est totalement supprimé. Aussi, un accompagnement est nécessaire pour s'assurer que la gestion de la retenue est conforme, et permet de soulager le milieu aquatique en étiage en supprimant le prélèvement dans le milieu naturel. Pour ce faire, les projets portés par l'ASA d'Aménagement Foncier Pastoral et Hydraulique du Gard sont accompagnés d'un plan de gestion de la retenue, signé par l'agriculteur, dans lequel il s'engage sur le mode de gestion de la retenue. De même, les projets financés par la région Languedoc-Roussillon, sont conditionnés à la signature d'une convention avec la structure de gestion du cours d'eau afin de respecter les conditions dictées par cette structure lors des situations de crises (arrêt ou limitation des prélèvements en périodes déficitaires). (*Sources : Entretien téléphonique avec Mme Vanderchmitt, CA30, ASA d'Aménagement Foncier Pastoral et Hydraulique du Gard, Entretien téléphonique avec M. Manche, chargé de mission Eau du Parc National des Cévennes, Note de la région LR sur les aides aux investissements liés à l'irrigation individuelle dans les exploitations agricoles en région Languedoc-Roussillon*)

Des financements publics sont actuellement disponibles (CR, CG, AERMC) pour des retenues de stockage saisonnier permettant de supprimer le prélèvement dans le milieu naturel en étiage.

La construction de stockages saisonniers est donc une solution à développer pour réduire les prélèvements agricoles, avec les précautions suivantes :

- ▶ Engagement de l'agriculteur sur l'entretien et la gestion de la retenue sur plusieurs années,
- ▶ Techniques d'irrigation à la parcelle économes (aspersion, goutte à goutte, ...)
- ▶ Accompagnement de l'agriculteur dans la mise en œuvre de la gestion les premières années.

Le contrat de rivière propose de mettre en place des micro-retenues pilotes en Cévennes pour alimenter les hameaux ou villages. Un site est pressenti sur St Germain de Calberte (Hameau Pendedis). Une étude à l'échelle de la communauté de communes de la Vallée longue a été lancée en 2009 pour analyser les potentialités du secteur. Plusieurs solutions seront probablement étudiées pour ce hameau, dont le micro-stockage. L'opportunité de créer de micro-retenues pour l'AEP sera étudiée dans les schémas directeurs AEP.

Des sites stockage à but de stockage de crues ont été proposés par l'étude de *prédimensionnement et hiérarchisation multicritères des sites de stockage des Gardons* menée dans le cadre du Schéma Directeur d'Aménagement pour la Prévention des Inondations du Gard (SDAPI), avec une notation en fonction de leur intérêt pour l'écêtement des crues, ainsi que les contraintes foncières et environnementales des sites. Ces propositions concernent soit des zones d'expansion des crues, soit des bassins de rétention. Ils sont représentés sur la carte ci-dessous. Parmi les sites de bassins de rétention, certains pourraient présenter un intérêt pour l'irrigation. Mais il est souvent complexe de répondre à plusieurs contraintes, telles que la protection des inondations et le soutien des étiages ou la substitution des prélèvements.

### PROPOSITION D'ETUDE

Une étude spécifique pourra être envisagée pour **proposer des sites d'implantation de retenues à vocation de stockage saisonnier** pour la substitution des prélèvements (notamment irrigation) en cours d'eau. Cette étude sera réalisée à l'échelle du bassin versant, mais axée sur les secteurs de plaine.

Pour les béals cévenols, on privilégiera des solutions individuelles à étudier au cas par cas

Cette étude devra croiser :

- ▶ une analyse des besoins (AEP/agricole), en fonction de la localisation des zones de consommation hameaux, villages, centres urbains) ou des parcelles agricoles. Pour chaque situation, et notamment pour les besoins AEP des hameaux, il sera envisagé une alternative axée sur les économies d'eau et la réduction des besoins.
- ▶ la localisation topographique des sites potentiels de stockage,
- ▶ Les contraintes écologiques, pour que ces solutions constituent réellement un allègement des pressions sur les milieux aquatiques. Pour minimiser les impacts en terme de continuité écologique, on favorisera les retenues en dérivation remplies par débordement plutôt que des retenues collinaires au fil de l'eau.
- ▶ les contraintes foncières.

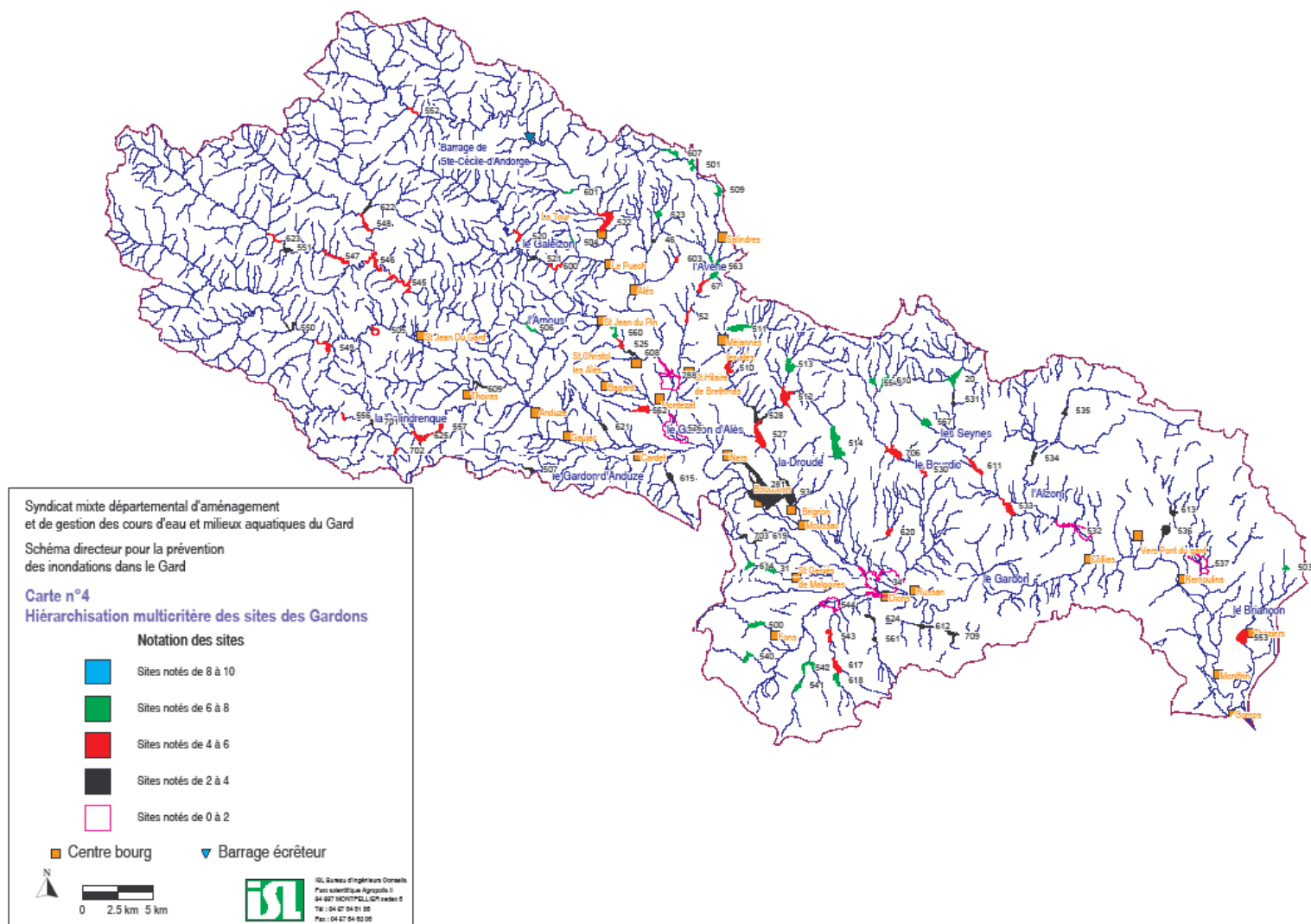
Les solutions de stockage ne seront donc étudiés en détail que dans les cas où ces alternatives ne peuvent pas répondre à la situation locale. Une grille multi-critères sera renseignée afin de hiérarchiser les sites potentiels (coût, débit substitué, impact sur les milieux, demande locale, intégration paysagère, ...).

### COUTS D'ORDRE

Le besoin en irrigation à l'amont de Saint Hilaire et Anduze est d'environ 2,5 Mm<sup>3</sup> entre juin et août. Le volume naturalisé écoulé entre juin et août aux stations d'Anduze et St Hilaire est de 19 Mm<sup>3</sup> en année quinquennale sèche. L'irrigation prélève donc un peu moins de 15 % du volume écoulé en étiage. Si l'on ne souhaite pas dépasser par exemple 10%, il faut construire environ 500 000 m<sup>3</sup> de stockage. Avec un coût de 10€/m<sup>3</sup> pour privilégier les retenues en dérivation, le coût d'ordre serait de 5 M€.



Figure 14 : Carte des sites potentiels de stockages à vocation de protection contre les inondations proposés par le SDAPI

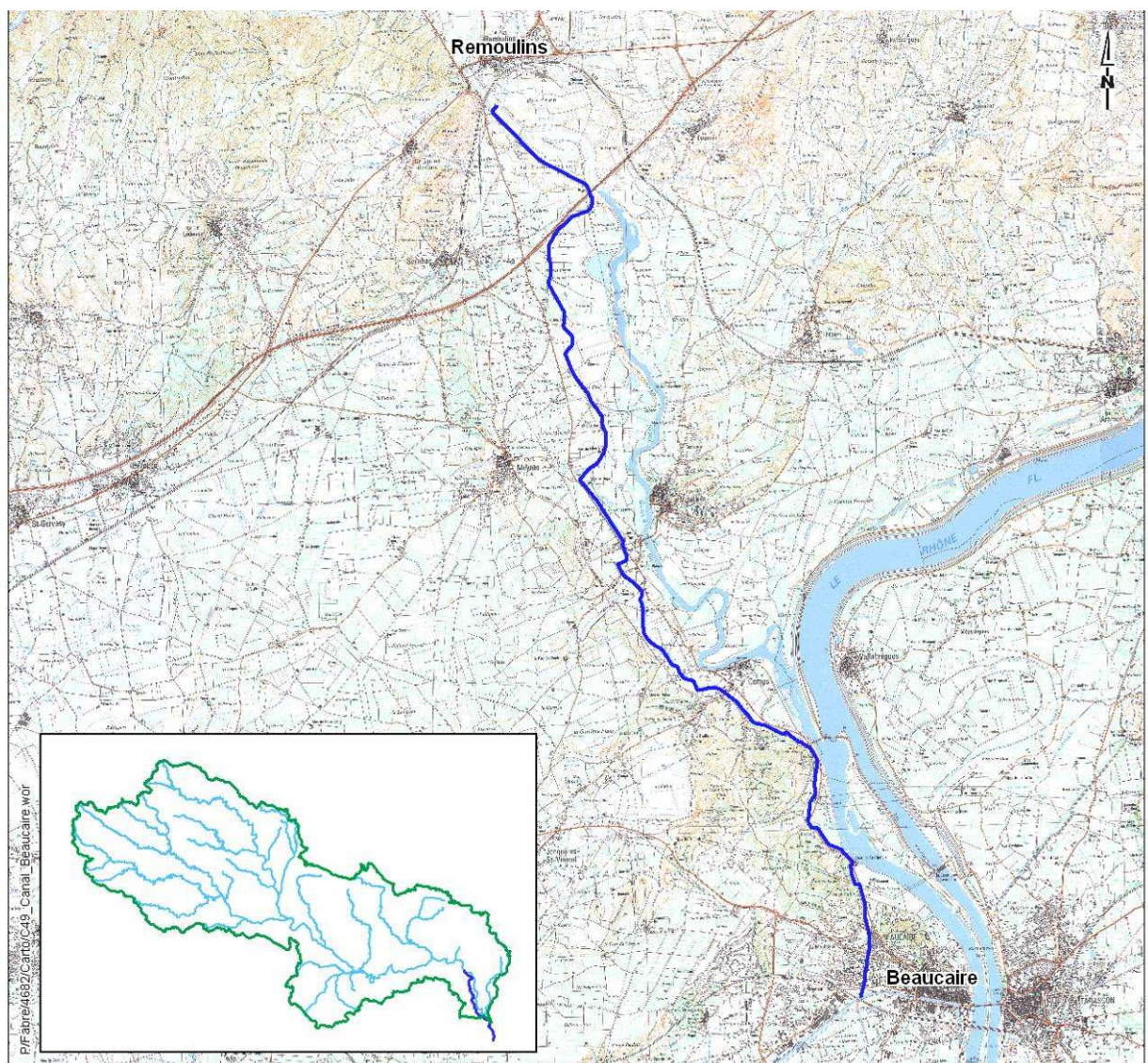


### 2.7.3 Réaliser le prélèvement du canal de Beaucaire dans le Rhône

Le Canal de Beaucaire constitue un prélèvement important dans le Gardon aval, à l'aval de la station du Remoulins. Ce canal s'étend sur près de 40 km entre Remoulins et Fourques. Le prélèvement est effectué dans le Gardon au niveau de Remoulins, avec une réalimentation par le Rhône dans les plaines de Beaucaire et de Fourques (stations de pompage de la Bagnade et Tourette).

Le seuil de prélèvement actuel dans le Gardon présente une brèche en rive gauche. Des aménagements temporaires sont réalisés tous les étés pour rendre possible le prélèvement, mais bien souvent les besoins en eau des irrigants ne sont pas satisfaits et les aménagements peuvent induire des contraintes de franchissabilité.

Figure 15 : carte du canal de Beaucaire





La possibilité de mettre en œuvre une alimentation depuis le Rhône a été évoquée par un étude d'Hydrosol en 2003. Une étude de faisabilité a démarré en 2011. Le coût d'ordre pressenti pour les travaux est d'environ de 2 M€ (*Source : entretien avec Mme Journé de l'ASA du canal de Beaucaire, étude réalisée par BRLi, calendrier*). Or la restauration du seuil de prélèvement actuel (suite à la crue de 2002), et sa mise aux normes avec un ouvrage de franchissabilité dépasserait 1M€ sans pour autant pouvoir satisfaire les besoins des irrigants étant donné que la réglementation sur les débits réservés évolue et que le droit de prélèvement dans le Gardon sera révisé.

Une prise d'eau par pompage dans le Rhône serait créée au niveau de Vallabrègues, qui alimenterait en eau la partie haute du canal (de Vallabrègues à Sernhac). Ce projet permettrait de diminuer voire de supprimer la sollicitation du Gardon aval.

## 2.7.4 Réaliser une adduction de l'eau du Rhône

Le Schéma départemental de gestion des ressources en eau du Gard, ainsi que l'étude sur les Grands adducteurs du Gard envisagent la possibilité de réaliser :

- ▶ Une desserte de la partie aval du bassin des Gardons (Adducteur Gardons), grâce à une première conduite prélevant dans le canal des Costières au niveau de Jonquières maillée avec une conduite prélevant dans le canal de campagne. Ces adducteurs maillés permettraient de desservir des usages variés (eau potable, irrigation agricole, eau brute à usages divers, usages industriels)
- ▶ Une desserte des zones Rhodaniennes du bassin des Gardons et de la Cèze (zone correspondante au secteur centre et Sud du périmètre du Pays du Gard Rhodanien), par création d'une prise directe dans le Rhône au niveau de Laudun. Les usages desservis sont là aussi divers (irrigation agricole, eau brute à usages divers, usage industriel)

### ADDUCTEUR GARDONS

*Source : Schéma départemental de gestion durable de la ressource en eau du Gard*

L'alimentation de l'adducteur s'effectuerait à partir de 2 prises d'eau sur les canaux existants (gérés par BRLe) :

- ▶ Une prise d'eau au niveau du Canal des Costières, dont la capacité est de 1,2 m<sup>3</sup>/s que la capacité de la station de pompage de la Boissière au niveau de Jonquières limite à 0,6 m<sup>3</sup>/s. Il s'agira donc de renforcer la station de pompage existante pour lui permettre de produire 1,1 m<sup>3</sup>/s ;
- ▶ Une prise d'eau sur le canal de Campagne, qui permettra de prélever 0,9 m<sup>3</sup>/s après renforcement des infrastructures existantes.

L'adducteur Gardons desservirait les zones aval du bassin versant des Gardons et certains secteurs limitrophes des bassins de la Vistrenque. L'adducteur remonterait sur le bassin du Gardon d'Anduze jusqu'à Tornac, d'où il pourrait alimenter l'agglomération alésienne par les réseaux du Syndicat de l'Avène. Cette solution présente un intérêt environnemental, car elle permettrait une diminution des prélèvements nets, à savoir :

- ▶ La substitution de prélèvements agricoles :
  - Une substitution des prélèvements agricoles diffus sur le bassin versant du Gardon aval et ses affluents ;
  - Une substitution des forages de Moussac (concession départementale exploitée par BRLe) à usage agricole et eaux brutes à usage divers ;
- ▶ Une substitution des prélèvements industriels les plus importants sur le bassin versant aval des Gardons et de la Cèze, avec une prévision de l'utilisation de l'eau du Rhône comme suit :
  - Hors étiage : 80% d'utilisation des ressources locales et 20 % d'eau potable issue des stations de potabilisation de l'eau du Rhône remontée par les feeders,

- En étiage : 50 % d'utilisation du Rhône pour la production d'eau potable pour l'agglomération alésienne et 80 % pour les autres collectivités concernées ; les ressources locales venant compléter ces apports.

Par ailleurs, la mise en place de cet adducteur permettrait de sécuriser l'approvisionnement en eau potable de la zone desservie :

- ▶ Sur le bassin versant des Gardons, l'alimentation en eau potable en période de consommation moyenne de la majeure partie des collectivités du bassin du Gardon aval et notamment de l'agglomération alésienne ;
- ▶ Sur la CANIM, la désaturation du réseau d'eaux brutes sur le secteur de la Vauvage (où les nouveaux besoins ne peuvent actuellement être satisfaits), et l'alimentation en eaux brutes à usages divers des nouvelles zones urbaines du nord de la commune de Nîmes en limite avec les communes de La Calmette et Gajan.

A l'horizon 2050, la consommation prévisionnelle d'eau est estimée à 24,32 Mm<sup>3</sup>/an, répartis de la façon suivante : 54% pour l'eau potable, 27% pour l'irrigation, 6% pour les EUD ; 13% pour l'industrie.

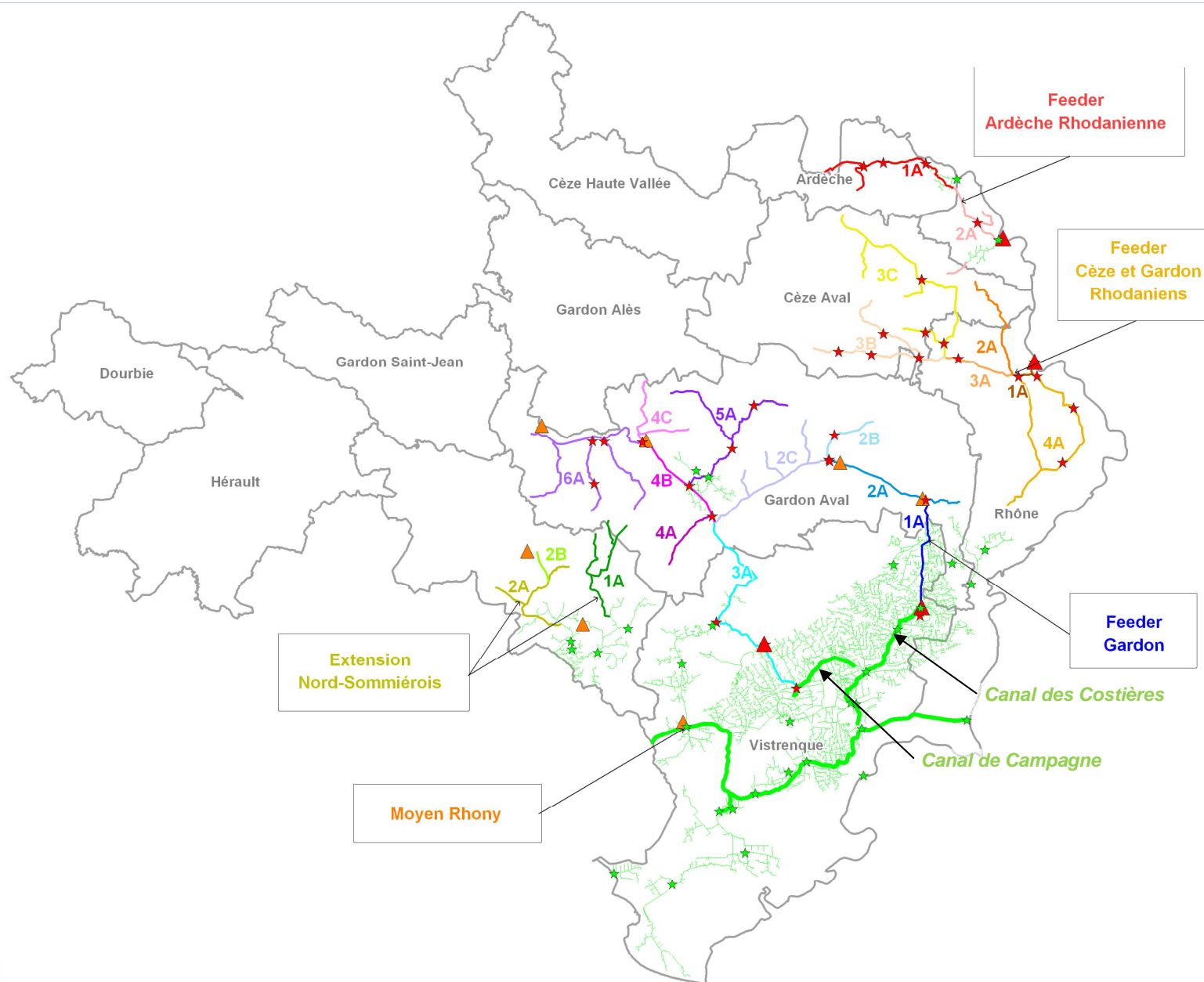
Les cartes ci-dessous représentent les propositions de tracés d'adducteurs envisagées par le Schéma départemental de gestion durable de la ressource en eau du Gard.

Une étude d'opportunité pour la réalisation d'un adducteur d'eau entre Nîmes et Alès a été lancée par l'association pour l'émergence d'un projet commun de développement des agglomérations d'Alès et de Nîmes. Elle vise à approfondir la réflexion menée par le Schéma Départemental sur la zone Nîmes-Alès. Elle demande l'étude de 2 prises d'eau :

- ▶ Dans le canal des Costières: prise d'eau à Jonquières à l'est de Nîmes (renforcement de la station existante de la Boissière)
- ▶ Canal de Campagne : prise d'eau à Bouillargues à l'ouest de Nîmes (renforcement de la station existante pour l'AEP de Nîmes ouest)

Différents tracés seront étudiés.

*Figure 16 : Ressources en eau : carte des propositions de solutions départementales*



#### Fond de carte

□ Limite des bassins versants

#### Infrastructures existantes pour le transfert des eaux brutes (BRL)

- ★ Stations de pompage
- Canaux
- Conduites sous pression

#### Propositions de solutions départementales

— Feeders d'eaux brutes à créer

1A N° de tranche et secteur de desserte du feeder

▲ Station de pompage d'eaux brutes à créer ou à renforcer

★ Stations de reprise d'eaux brutes à créer

▲ Station de potabilisation à créer sur réseaux eaux brutes

#### Méthodologie mise en oeuvre pour l'élaboration des solutions départementales

- Mobilisation du Rhône (ressource pérenne) en relais des solutions locales,
- Satisfaction des enjeux environnementaux et des besoins tous usages à l'horizon 2050,
- Substitution des prélèvements impactants,
- Prise en compte des incertitudes sur les changements climatiques, les diminutions des volumes maximum prélevables, les besoins tous usages à l'horizon 2050,
- Positionnement des prises d'eau en concertation avec le Conseil général et BRL en fonction des disponibilités de débits (canaux, Rhône),
- Tracé des conduites en fonction des axes de communication existants
- Zones de desserte maximum : 250 mCE vis-à-vis de la prise d'eau principale.

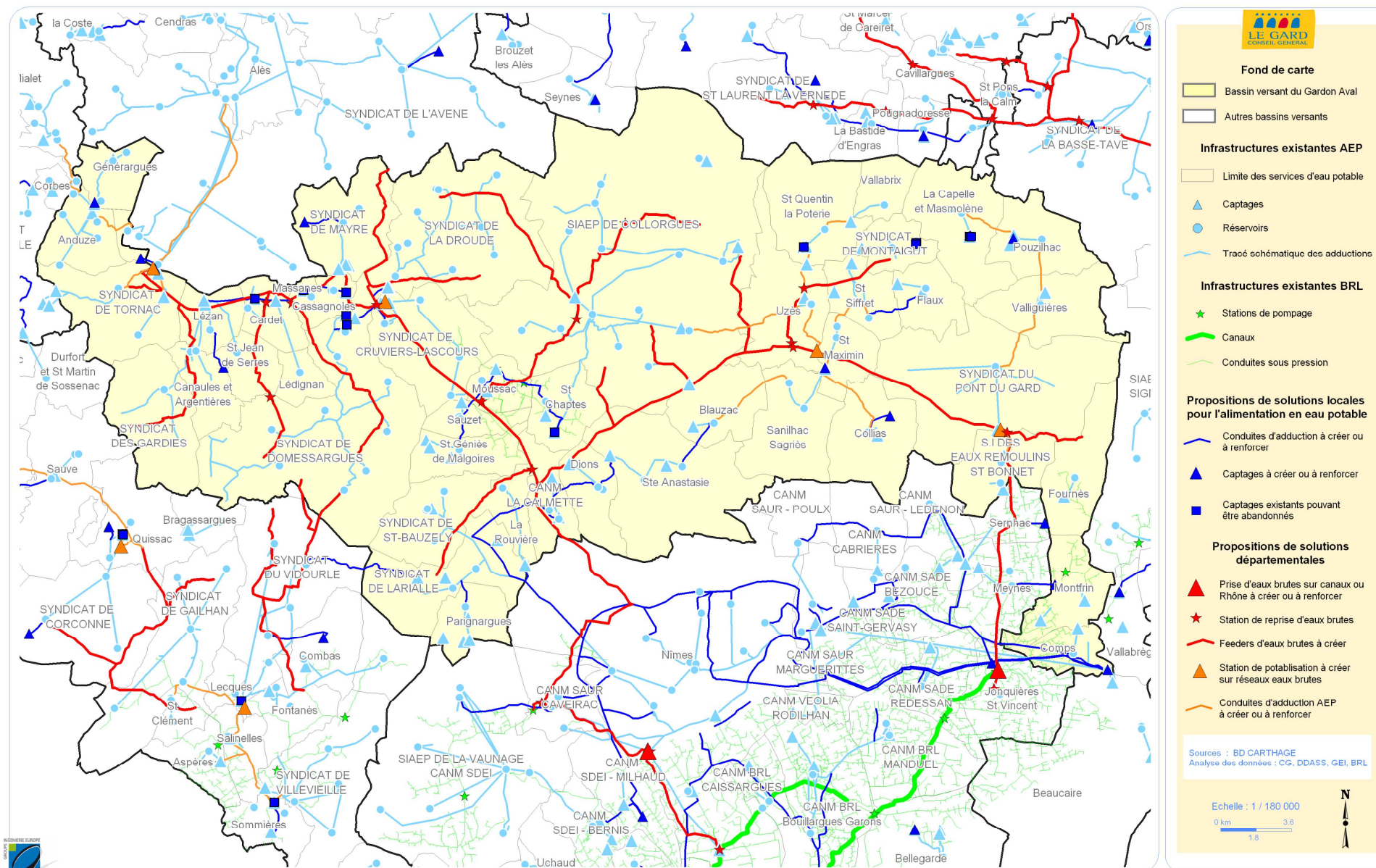
Sources : BD CARTHAGE  
Analyse des données : CG30, DDASS30, GEI

Echelle : 1 / 450 000

0 km 4.5



Figure 17 : Ressources en eau : carte des propositions de solutions départementales et locales - zoom sur le Gardon aval



## 2.8 SENSIBILISER

L'adoption de comportements individuels et collectifs responsables vis-à-vis de la ressource en eau est un élément très important. D'autres cas d'études montrent que la prise de conscience de la rareté des ressources en eau couplée à une politique incitative peut avoir des répercussions inattendues sur les comportements :

- ▶ Au niveau des collectivités, la mise en place de la charte "Eau et tourisme" par le CG30 (signée le 26 mai 2011) a pour but d'engager les professionnels à avoir un usage raisonné de l'eau et de sensibiliser les touristes. En complément, un guide d'information intitulé « Pas de vacances pour les économies d'eau » a été édité par le Conseil Général. Le département a également en projet de label éco-responsable.

- ▶ Chez les particuliers,

L'exemple de la ville de Saragosse en Espagne est édifiant. Cette ville avait pour objectif d'économiser 1 million de m<sup>3</sup> d'eau sur les usages domestiques. Le projet ciblait à la fois les consommateurs, les enfants et les jeunes, et avait pour but de :

- Encourager le consommateur à utiliser des technologies d'économie d'eau individuelle ;
- Stimuler le marché de ces technologies ;
- Former et informer les professionnels du secteur.

Diverses initiatives ont été mises en place telles que campagne publicitaire, ligne téléphonique d'information à l'attention des usagers, page web, journal de l'eau distribué gratuitement en différents endroits de la ville, kits d'équipements économes... Le projet a non seulement amélioré l'information de la population, mais surtout permis d'économiser près de 1,2 millions de m<sup>3</sup> pour l'usage domestique dès la première année, soit presque 20% de plus que les objectifs initiaux. A l'issue du projet, 2/3 des foyers étaient équipés de systèmes d'économie d'eau (contre 1/3 avant le démarrage du projet), et la moitié des habitants de la ville ont adopté des habitudes économes. Les enquêtes ont montré que 60% des gens ignoraient les moyens d'économiser l'eau potable en début de projet, alors qu'un an plus tard ils n'étaient plus que 28%.

- ▶ Pour les préleveurs agricoles. L'exemple proche du bassin versant de la Mare montre que des initiatives réussies existent dans ce domaine (voir à ce sujet le paragraphe 2.3.4).

Plusieurs actions de sensibilisation intéressantes sont proposées par le contrat de rivière :

- ▶ Un plan de communication à l'attention de la population, afin de sensibiliser le grand public :
  - Au quotidien, à travers les medias ;
  - Dans ses activités de loisir (brochures sur les sites touristiques, liaison avec des professionnels, ...) ;
  - Grâce à des événements ponctuels (conférences, festival de l'eau, ...) ;
- ▶ Une sensibilisation des scolaires ;
- ▶ Une sensibilisation, une formation voire un accompagnement des collectivités et des professionnels,
  - Accompagnement des collectivités dans la gestion équilibrée de la ressource,
  - Formation de professionnels impliqués dans la gestion d'espaces publics,
  - Sensibilisation de professionnels en contact avec le public (jardineries, ...),
  - Formation d'agriculteurs et industriels.

Le coût total de ces actions est estimé à 560 000 € par le contrat de rivière.



### 3. STRATEGIE D' ACTIONS : DISCUSSION SUR LA COMBINAISON ET LA PRIORISATION DES ACTIONS

#### 3.1 STRATEGIE D' ACTIONS

Il est proposé 3 stratégies d'actions possibles, qui peuvent être considérées comme des niveaux d'action ou comme des actions à mettre en œuvre à plus ou moins long terme.

##### **NIVEAU 1 : PAS DE MOBILISATION COMPLEMENTAIRE DE RESSOURCE, MAIS UNE OPTIMISATION DES BESOINS EN EAU**

Comme préalable à toute action, certaines **améliorations de la connaissance** et de la mesure sont indispensables :

- ▶ L'équipement pour la **mesure hydrométrique d'étiage** des stations prioritaires : Collias, aval Cambous, Salindrenque ;
- ▶ **L'amélioration de la donnée** mesurée à Remoulins, et la création d'un partenariat avec la CNR ;
- ▶ Le **suivi volumétrique de l'ensemble des prélèvements** (grands canaux de la plaine, avec pour Boucoiran, une mesure entrée/sortie), même des petits (forages, AEP), l'effet cumulatif pouvant être important.
- ▶ Le **suivi volumétrique des principaux rejets** (STEPS, ...)

Une étude du karst Hettangien couplée à la révision des règlements d'eau des barrages (sur la base des débits mesurés à la nouvelle station en aval des Cambous, voire à la station d'Alès) est également prioritaire.

Il s'agira ensuite de favoriser une utilisation parcimonieuse de la ressource en eau et d'en optimiser la gestion en modifiant peu, dans un premier temps, la configuration actuelle des systèmes :

- ▶ **Economies d'eau potable** : améliorations de réseaux et sensibilisation des collectivités et particuliers ;
- ▶ **Optimisation des béals** : il serait souhaitable d'avoir une forte implication de chacun des partenaires techniques en fonction de ses compétences (SMAGE, DDTM, CA30/48, CG30/48, Parc des Cévennes, Pays des Cévennes, ASA départementale d'aménagement foncier, hydraulique et pastoral du Gard...) pour animer une démarche volontariste qui permette de :
  - **Renforcer les capacités des agriculteurs** :
    - Sensibilisation et formation des agriculteurs aux enjeux de la gestion de l'eau, aux nouvelles contraintes (LEMA, gestion des étiages), aux possibilités d'économies d'eau ;
    - Structuration institutionnelle des béals pour faciliter la mise en place de tours d'eau par sous-bassin en période de tension sur la ressource et favoriser l'action collective ;
  - **Améliorer la gestion technique** des béals pour mieux adapter les prélèvements bruts aux besoins effectifs des systèmes irrigués :
    - remonter la gestion des prélèvements au niveau de la prise (le cas échéant en installant un ouvrage de prise permettant la régulation)
    - moins restituer de débit le long du béal (en étanchéifiant les restitutions sur le linéaire),
    - développer des stockages d'eau journaliers,
    - étanchéifier les principales pertes, ...
  - **Mettre en conformité** de l'ensemble des prises des béals : équipement d'un système permettant le maintien du débit réservé en rivière et d'une échelle limnimétrique pour le comptage.



Une réflexion sur les difficultés d'application de la LEMA pour le maintien du débit réservé plancher du 1/20° du module est à mener. Une demande locale émerge sur la **prise en compte de la spécificité des régimes hydrologiques méditerranéens**, confortée par les études en cours.

Les exploitations irrigant par béal ont un **rôle stratégique dans l'économie locale et dans le maintien de certains milieux** (par exemple maintien de zones de paysages ouverts, maintiens de zones en terrasses, ...). Le coût et les contraintes importants occasionnés par cette mise en conformité risque de déséquilibrer des exploitations en situation déjà précaire<sup>18</sup>.

Une forte collaboration entre les différents acteurs est donc nécessaire pour accompagner étroitement les usagers, afin d'assurer une gestion équilibrée conciliant à la fois maintien des usages, protection des milieux et respect de la loi, avec une progressivité dans les mesures à mettre en œuvre.

- Conduire une réflexion pour **éventuellement fermer les canaux** qui n'ont pas de perspective de mise en conformité réglementaire et qui ne présentent pas d'utilisation économique ou d'intérêt patrimonial. Il s'agirait dans ces cas-là de changer le mode de distribution (prélèvement direct plus économe par pompage) ou de supprimer l'usage.

Enfin, dans certaines zones où la gestion des ressources est particulièrement problématique, la mise en place de **plans de gestion locaux et concertés** orientés vers la mise en œuvre concrète de pratiques de gestion constitue une solution intéressante.

## NIVEAU 2 : SOLLICITATION DE RESSOURCES ALTERNATIVES LOCALES

Ce niveau stratégique comporte tout d'abord une partie d'amélioration des connaissances qui paraît importante, mais moins urgente que les actions proposées au niveau 1.

- Le déplacement des stations hydrométriques actuelles de l'Alzon et du Gardon de St Martin plus en aval (au niveau des points nodaux du PGCR) ;
- L'installation d'une station de mesure sur le Galeizon.

Des actions de mobilisation des ressources locales sont alors proposées :

- Curage des barrages et étude de la solution de rehausse du plan d'eau estival de la retenue de Ste-Cécile-d'Andorge ;
- Etude du karst Urgonien pour évaluer s'il existe des marges éventuelles de prélèvement supplémentaire ;
- Eventuellement, appui à la sollicitation de ressources non conventionnelles pour l'eau domestique ;
- Dans les systèmes de béals, appui à la construction de retenues collinaires, ou stockages saisonniers remplis gravitairement, comme substitution à des prélèvements en étiage ;
- Basculement du canal de Beaucaire sur une alimentation par le Rhône, au moins partiellement.

## NIVEAU 3 : SOLLICITATION DE RESSOURCES ALTERNATIVES EXOGENES

Cette solution fait appel, en cas de déficit malgré la mise en œuvre de solutions d'économies, d'optimisation et d'appel à des ressources locales, à construction des adducteurs maillés transférant l'eau du Rhône vers la Gardonnenque et jusqu'à Alès. Il s'agit là d'une vision à plus long terme, à mettre en perspective avec les effets du changement climatique.

<sup>18</sup> L'installation d'un système permettant de maintenir le débit réservé en rivière ainsi que d'un système de mesure revient à environ 1500 à 4000 € par béal. Les coûts de l'adaptation des béals et des systèmes de distribution à cette nouvelle contrainte de prélèvement par (1) imperméabilisation (environ 100€/ml) serait d'environ 50 000 € pour un béal de longueur moyenne 500 m, (2) changement de vannes (par exemple 2 martelières à 2 500 € chacune) et construction d'un bassin de rétention (18 000 € pour 80 m<sup>3</sup> soit la consommation de près de 1,5 ha de prairies environ en pointe), on atteint un investissement d'environ 75 000 € par béal, soit environ 9 000 000 € pour les 120 béals du bassin versant.

## 3.2 RECAPITULATIF DES ACTIONS PROPOSEES ET CHIFFRAGE

Tableau 10 : tableau récapitulatif des actions proposées et de leur coût d'ordre.

		Actions	Secteur	Urgence	Economie d'eau réalisée	Prix unitaire (€ HT)	Nombre	Coût d'investissement (€ HT)	Supplément d'exploitation (€ HT)
<b>1</b>		<b>Mieux connaître les termes du bilan hydrique</b>							
1 - 1		Installer de nouvelles stations hydrométriques (aval Cambous, Collias, Salindrenque)		1	-	15 000 €	3	45 000 €	
1 - 2		Déplacer des stations hydrométrique (Bastide -> point nodal St Martin/St Germain, Roquette -> Galeizon, Moulin de Bargeton -> fermeture Alzon)		2	-	5 000 €	3	15 000 €	
1 - 3		Passer une convention avec la CNR, et tarer la station de Remoulins en étiage	Bas-Gardon	1		1 500 €	1	1 500 €	
1 - 4		Réaliser une étude sur le karst Urgonien	Gardonnenque	2	-	200 à 300 000 €	1	250 000 €	
1 - 5		Réaliser une étude sur le karst Hettangien	Gardon d'Alès	1	-	200 à 300 000 €	1	250 000 €	
1 - 6		Améliorer la connaissance des usages:		1	-				
		- Installer des comptages sur les grands canaux de plaine (entrée + sortie du canal de Boucoiran, entrée canal de Beaucaire)	Gardonnenque et Bas-Gardon	1	-	8 000 €	3	24 000 €	
		- Installer des comptages sur les petits prélèvements AEP	Cévennes	1	-	800 €	30	24 000 €	
		- Etude de recensement de petits prélèvements		1		60 000 €	1	60 000 €	
		- Installer des comptages sur les forages individuels	Gardonnenque et Bas-Gardon	1	-	800 €	150	120 000 €	
1 - 7		Création d'un observatoire départemental sur la ressource - secteur BV des Gardons		3	-	65 000 €	1	65 000 €	
<b>2</b>		<b>Optimiser les prélèvements pour l'eau domestique</b>							
2 - 1		Améliorer les rendements de réseau d'eau potable		1	175 l/s	7 000 000 €	1	7 000 000 €	+ 7 500 000 €/an sur 15 ans
2 - 2		Favoriser l'utilisation de ressources non conventionnelles pour les usages domestiques autres que la consommation humaine		2	40 l/s				
<b>3</b>		<b>Optimiser les prélèvements industriels</b>							
3 - 1		Optimiser les prélèvements industriels	Gardonnenque	2		30 000 €	1	30 000 €	
<b>4</b>		<b>Optimiser les prélèvements des béals</b>							
4 - 1		Installation de prises permettant le respect du débit réservé et la mesure des prélèvements	Cévennes et Alzon	1		1 500 € à 4 000 €	120	300 000 €	
4 - 2		Etanchéification des ouvrages linéaires	Cévennes et Alzon	1		100€/ml	60 km	6 000 000 €	
4 - 3		Changement de martelières	Cévennes et Alzon	1		2 500 €	60	150 000 €	
4 - 4		Construction de stockages journaliers	Cévennes et Alzon	1		18 000 € pour 80 m3	50	900 000 €	
4 - 5		Approvisionnement par pompage en rivière ou nappe alluviale	Cévennes et Alzon	2		40 000 €	20	800 000 €	
4 - 6		Gérer le prélèvement à la prise en fonction des besoins	Cévennes et Alzon	1		-			
4 - 7		Réaliser des plans de gestion de zones prioritaires		2		50 000 €	5	250 000 €	
4 - 8		Financement d'un chargé de mission pour l'appui au secteur agricole dans l'optimisation de ses prélèvements		1		35 000 €	1	35 000 €	35 000 €/an
4 - 9		Réaliser une étude des volumes prélevables		1		50 000 à 100 000 €	1	80 000 €	
4 - 10		Etude bilan sur la gestion quantitative et réactualisation du PGCR		2		50 000 €	1	50 000 €	
<b>5</b>		<b>Optimiser le soutien d'étiage par les barrages de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous</b>							
5 - 1		Curer la retenue de Ste-Cécile-d'Andorge	Gardon d'Alès	2	-	7 000 000 €	1	7 000 000 €	
5 - 2		Réaliser une étude de faisabilité de l'augmentation saisonnière du plan d'eau	Gardon d'Alès	2		90 000 €	1	90 000 €	
5 - 3		Optimiser de la gestion des retenues de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous	Gardon d'Alès	1	-	60 000 €	1	60 000 €	
<b>6</b>		<b>Mobiliser de nouvelles ressources</b>							
6 - 1		Réaliser une étude de sites potentiels de retenues de stockage	Cévennes	2		150 000 €	1	150 000 €	
6 - 2		Construire des ouvrages de stockage saisonnier	Cévennes	2		5 à 15 €/m3 [1 à 60]	500 000	5 000 000 €	
6 - 3		Alimenter le canal de Beaucaire par de l'eau du Rhône (au moins en partie)	Bas-Gardon	2	jusqu'à 400 l/s ?	2 000 000 €	1	2 000 000 €	
6 - 4		Desserte en eau brute des usagers de la zone aval du Gardon à partir d'eau du Rhône: Construction d'un adducteur depuis les canaux des Costières et le Canal de la Campagne qui desserve le bassin des Gardons de Remoulins à Alès	Remoulins -Alès- Anduze	3	24 Mm3 en 2050				
<b>7</b>		<b>Mettre en œuvre un programme de sensibilisation</b>							
7 - 1		Monter un programme de sensibilisation à destination des collectivités, des particuliers, des agriculteurs, des industriels, et du secteur du tourisme		1		560 000 €	1	560 000 €	

Tableau 11 : Chiffrage des actions par niveau stratégique

Récapitulatif par niveau d'action			
<b>Niveau 1</b>			<b>15 600 000 €</b>
Mieux connaître les termes du bilan hydrique			524 500 €
Optimiser les prélèvements pour l'eau domestique			7 000 000 €
Optimiser les prélèvements industriels			- €
Optimiser les prélèvements des béals			7 465 000 €
Optimiser le soutien d'étiage par les barrages de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous			60 000 €
Mobiliser de nouvelles ressources			- €
Mettre en œuvre un programme de sensibilisation			560 000 €
<b>Niveau 2</b>			<b>15 600 000 €</b>
Mieux connaître les termes du bilan hydrique			265 000 €
Optimiser les prélèvements pour l'eau domestique			- €
Optimiser les prélèvements industriels			30 000 €
Optimiser les prélèvements des béals			1 100 000 €
Optimiser le soutien d'étiage par les barrages de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous			7 090 000 €
Mobiliser de nouvelles ressources			7 150 000 €
Mettre en œuvre un programme de sensibilisation			- €
<b>Niveau 3</b>			<b>65 000 €</b>
Mieux connaître les termes du bilan hydrique			65 000 €
Optimiser les prélèvements pour l'eau domestique			- €
Optimiser les prélèvements industriels			- €
Optimiser les prélèvements des béals			- €
Optimiser le soutien d'étiage par les barrages de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous			- €
Mobiliser de nouvelles ressources			- €
Mettre en œuvre un programme de sensibilisation			- €
<b>TOTAL</b>			<b>31 300 000 €</b>

## 4. PLAN DE GESTION

Les débits cibles définis en phase 2 devraient servir de valeur guide au niveau de la surveillance des étiages, mais également de base d'action conjoncturelle. En effet, la disposition 7-04 de l'OF 7 du SDAGE RMC consiste à « organiser une cohérence entre la gestion quantitative en période de pénurie et les objectifs quantitatifs des masses d'eau ». Le SDAGE explique que « la gestion des prélèvements en période de tensions importantes que constituent les périodes de pénurie s'appuie sur la qualification de la gravité de la situation hydrologique constatée sur les milieux aquatiques : vigilance, alerte, crise et crise renforcée ».

Ces paliers de gravité déterminent les niveaux des restrictions ou interdictions d'usage définis dans les arrêtés cadres départementaux de suivi des effets de la sécheresse, en concertation avec l'ensemble des acteurs de l'eau concernés » (Source : SDAGE RMC, 2009)

### MESURES POUVANT ETRE MISES EN OEUVRE

Compte-tenu des valeurs de débits cibles déterminées en phase 2, il est recommandé de mettre en œuvre des actions de gestion déterminées, lorsque les seuils correspondants sont atteints. Le tableau suivant récapitule les seuils, les mesures de gestion qu'il serait possible de mettre en œuvre ainsi que les recommandations de passage dans le niveau (extraits du SDAGE RMC en italique). Nous avons rajouté une colonne proposant des valeurs de seuil correspondantes.

Figure 18 : seuils de mise en œuvre d'actions (Source : adapté du SDAGE RMC)

Seuil	Valeur du seuil	Préconisation SDAGE	Mesures à mettre en œuvre
Vigilance	Seuil de vigilance	<i>L'entrée en vigilance se fait d'après l'évaluation de la situation générale par la cellule sécheresse, ou si les seuils prédéfinis par les arrêtés cadres sont dépassés.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Mesures de communication et de sensibilisation du grand public et des professionnels.</li> <li>► Utilisation parcimonieuse de l'eau, et mise en place de systèmes d'économies d'eau</li> </ul>
Alerte	DOE	<i>Le débit objectif d'étiage (DOE) est le seuil de passage en alerte.</i>	<p><i>Mise en place de mesures de plafonnement des prélèvements en amont des points de référence et par l'exploitation des ressources de soutien d'étiage ou de substitution existantes, notamment dans les zones déficitaires.</i></p> <p>L'objectif est de rester au-dessus du DOE avec des restrictions limitées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>► Lors de la 1<sup>re</sup> atteinte du DOE : Réduction de 25% des prélèvements autres que AEP, basculement sur des ressources de substitution le cas échéant, et interdiction du lavage de voitures et du remplissage des piscines.</li> </ul>
Crise	DOE	<i>L'entrée en crise se fait soit d'après l'évaluation de la situation générale par la cellule sécheresse, soit par dépassement de seuils éventuellement prédéfinis par les arrêtés cadres.</i>	<p><i>Renforcement des mesures de limitation ou de suspension des usages afin de ne pas atteindre le DCR.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>► Lors de la 2<sup>e</sup> atteinte du DOE : Réduction de 50% des prélèvements autres que AEP et interdiction du lavage de voitures, de l'arrosage des jardins et du remplissage des piscines.</li> </ul>
Crise renforcée	DCR	<i>Le débit de crise renforcée (DCR) est le seuil de passage en crise renforcée.</i>	<p><i>Le passage en dessous du DCR induit l'interdiction de tous les usages significatifs non prioritaires. Sont seuls maintenus au minimum les prélèvements pour l'alimentation en eau potable et les prélèvements assurant la sécurité d'installations sensibles</i></p> <p>Réduction de 100% des prélèvements autres que l'AEP et interdiction du lavage de voitures, de l'arrosage des jardins et du remplissage des piscines.</p>

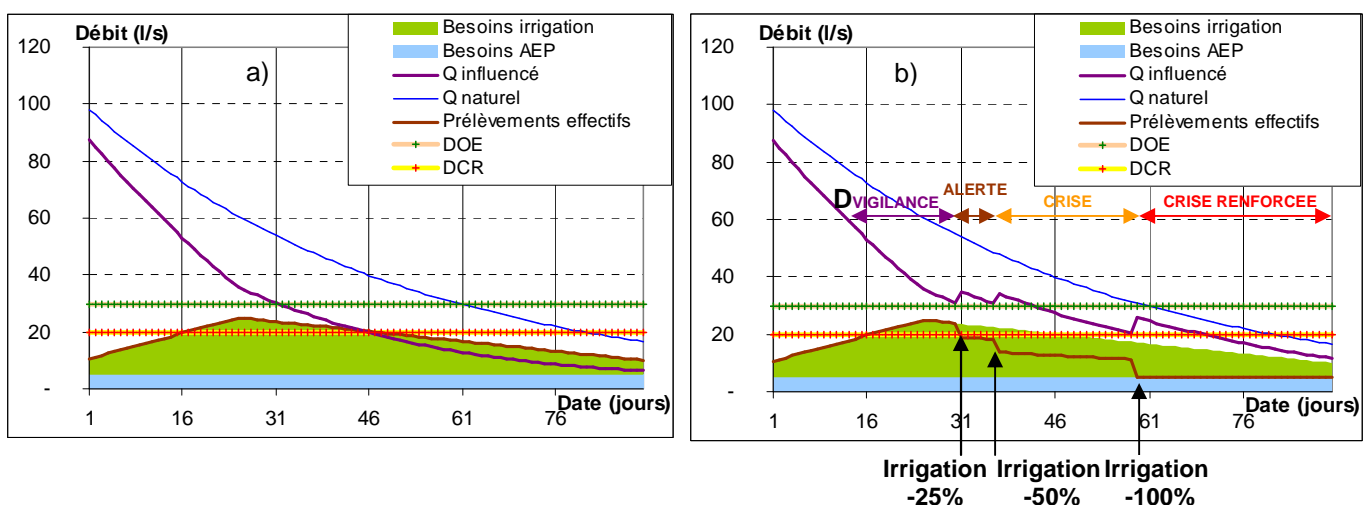
## MISE EN ŒUVRE PRATIQUE

Une réflexion est à engager sur la mise en perspective de débits objectifs définis à partir de moyennes mensuelles et des débits instantanés mesurés en rivière. La note de phase 2 sur les résultats issus de la concertation soulève plus longuement ce point<sup>19</sup>.

La mise en œuvre pratique de mesures de gestion de l'étiage est représentée sur les graphiques ci-dessous. Les paragraphes ci-dessous proposent des actions à mettre en œuvre tout au long de l'étiage. Il est proposé de mettre en œuvre des restrictions de 25% dès la première atteinte du DOE, afin d'inciter chacun à n'alimenter que les besoins les plus précieux. La mise en place de restrictions progressives permet également de sélectionner au fur et à mesure les usages les plus indispensables, plutôt que d'imposer d'un seul coup une interdiction totale.

- ▶ Au cours d'un étiage, lorsque le débit mesuré (influencé) passe sous le seuil d'alerte, il est proposé que l'ensemble des interlocuteurs (mairies, représentants d'agriculteurs, représentants des usagers touristiques, etc...) soient informés de la situation de tension sur la ressource qui s'annonce, et soient priés de mettre en œuvre des mesures d'économies.
- ▶ Lorsque le débit mesuré (influencé) atteint le DOE (seuil de restriction), il est suggéré d'appliquer des mesures de restriction à l'ensemble des usages autres que l'AEP : réduction de 25% des prélèvements autres que l'AEP et interdiction du lavage de voitures et du remplissage des piscines. On lit sur la figure suivante que ces restrictions entraîneraient une remontée du débit influencé.
- ▶ Si le tarissement continue, le débit influencé passe une nouvelle fois sous le DOE (seuil de restriction), et des mesures de restriction supplémentaires pourraient être appliquées : réduction de 50% des prélèvements autres que l'AEP et interdiction du lavage de voitures, de l'arrosage des jardins et du remplissage des piscines. On lit sur la figure suivante que ces restrictions entraîneraient de nouveau une remontée du débit influencé.
- ▶ Si le tarissement continue, le débit mesuré (influencé) finit par atteindre le débit de crise renforcée, et l'ensemble des prélèvements autres que l'AEP pourraient alors être interdits. Le lavage de voitures, de l'arrosage des jardins et du remplissage des piscines pourraient alors être également interdits. Le débit mesuré remonterait de nouveau.
- ▶ Si le tarissement se poursuit, on a affaire à un étiage exceptionnel, mais l'ensemble des marges de manœuvre auront déjà été consommées.

Figure 19 : Evolution fictive des débits lors d'un étiage : a) si aucune mesure de restriction n'est prise - b) en appliquant les règles de gestion décrites ci-dessus



<sup>19</sup> Il n'y a pas de point piézométrique de référence sur les Gardons contenu dans le SDAGE RM. Le SMAGE des Gardons se saisit néanmoins de la réflexion sur les Niveaux Piézométriques d'Alerte.

## **ANNEXES**

## **Annexe 1 : Bilan des actions proposées dans le contrat de rivière**



Légende		Priorité opérationnelle 1		Priorité opérationnelle 2 avec priorité brute 1				Priorité opérationnelle 2 avec priorité brute 2				Priorité opérationnelle 3 avec priorité brute 1					
VOLETS	AXES	OPERATIONS	ACTIONS	Réf action	Maître d'ouvrage	PRIORITE	FAISABILITE	Priorité Opérationnelle	Assiette	Montant par année (k€ HT ou TTC)						Action (k€)	
										2010	2011	2012	2013	2014	2015	HT	TTC
	Axe I : Amélioration des connaissances des ressources et des besoins en eau	Contribution à une meilleure connaissance du fonctionnement des systèmes aquifères	Etude d'un système aquifère - 1	B1-I-1	SMAGE	1	1	1	TTC	60	30	30	0	0	0	100	120
			Etude d'un système aquifère - 2	B1-I-2	SMAGE	1	2	2	TTC	0	48	24	24	0	0	80	96
			Etude d'un système aquifère - 3	B1-I-3	SMAGE	1	3	3	TTC	0	0	0	30	30	0	50	60
		Amélioration de la connaissance des prélèvements et des besoins AEP en Cévennes	Etude d'amélioration des connaissances sur l'usage AEP des Cévennes Gardoises	B1-I-2.1	Syndicat AEP, CG30	1	2	2	TTC	72	72	0	0	0	0	120	144
			Etude d'amélioration des connaissances sur l'usage AEP de la vallée française	B1-I-2.2	CC Haut Gardons	1	2	2	TTC	0	72	72	0	0	0	120	144
			Mis en place de dispositifs de comptage (30)	B1-I-2.3	Gestionnaires	1	2	2	HT	0	0	100	50	0	0	150	179
		Etude de faisabilité de la réutilisation des eaux usées sur le bassin versant	Etude de faisabilité de la réutilisation des eaux usées sur le bassin versant	B1-I-3	Syndicat assainissement, SMAGE	2	3	3	TTC	0	0	0	30	30	0	50	60
		Renforcer l'acquisition et la diffusion des données hydrologiques et piézométriques	Installation de stations hydrométriques	B1-I-4.1	Etat, à déterminer	1	2	2	HT	66	6	6	6	6	6	96	115
			Mise en œuvre d'un suivi régulier	B1-I-4.2	SMAGE	1	2	2	TTC	0	12	12	12	12	12	50	60
			Mise en place d'un suivi complémentaire simplifié sur les eaux souterraines	B1-I-4.3	SMAGE	1	2	2	TTC	0	0	36	18	18	0	60	72
			Carte de sensibilisation du public sur le site Internet du SMAGE	B1-I-4.4	SMAGE	2	3	3	TTC	0	0	0	0	12	0	10	12
		Observatoire départemental de la ressource - volet Gardons	Observatoire départemental de la ressource - volet Gardons	B1-I-5	CDE 30	1	2	2	TTC	0	36	28	4	4	4	62	74
	Axe II : Sensibilisation de l'ensemble des acteurs de l'eau	Plan de communication à l'attention de la population	Site internet du SMAGE	B1-II-1.1	SMAGE	1	1	1	TTC	0	0	18	18	0	0	30	36
			Plaquettes générales et ciblées	B1-II-1.2	SMAGE	1	1	1	TTC	30	30	0	0	0	0	50	60
			Conférence débats	B1-II-1.3	SMAGE	2	2	3	TTC	0	12	2,4	2,4	2,4	0	16	19
			Sensibilisation des jardiniers amateurs	B1-II-1.4	CIVAM/ SMAGE	2	1	2	TTC	0	6,0	12,0	6,0	6,0	0	25	30
			Valorisation des activités de la maison de l'eau des Plantiers	B1-II-1.5	CC de la Vallée Borgne	2	1	2	HT	10	0	0	0	0	0	10	12
			Festival de l'eau	B1-II-1.6	Collec locales/SMAGE	3	3	3	TTC	0	0	0	19,14	0	0	16	19
			Actions spécifiques	B1-II-1.7	SMAGE	3	3	3	TTC	0	0	6,0	6,0	0	0	10	12
		Sensibilisation des scolaires	Sensibilisation des scolaires	B1-II-2	CG30	1	1	1	TTC	5	5	5	5	5	5	24	29
		Sensibilisation des élus et des professionnels	Sensibilisation des élus	B1-II-3.1	CG30	1	1	1	TTC	24	12	12	12	12	0	60	72
			Sensibilisation des professionnels	B1-II-3.2	SMAGE	1	2	2	TTC	0	54	18	18	18	0	90	108
		Accompagnement des collectivités dans les démarches de gestion équilibrée de la ressource	Accompagnement des collectivités dans les démarches de gestion équilibrée de la ressource	B1-II-4	FD CIVAM 30	1	1	1	TTC	48	48	48	48	48	48	240	287
	Déclinaison du plan de gestion des étiages aux points nodaux prioritaires		Plans locaux de gestion de la ressource de priorité 1	B1-III-1.1	SMAGE	1	1	1	TTC	0	36	72	0	0	0	90	108
			Plans locaux de gestion de la ressource de priorité 2	B1-III-1.2	SMAGE	1	2	2	TTC	0	0	36	36	0	0	60	72
			Etude sur les volumes prélevables	B1-III-1.3	SMAGE	1	1	1	TTC	60	0	0	0	0	0	50	60

(suite page suivante)



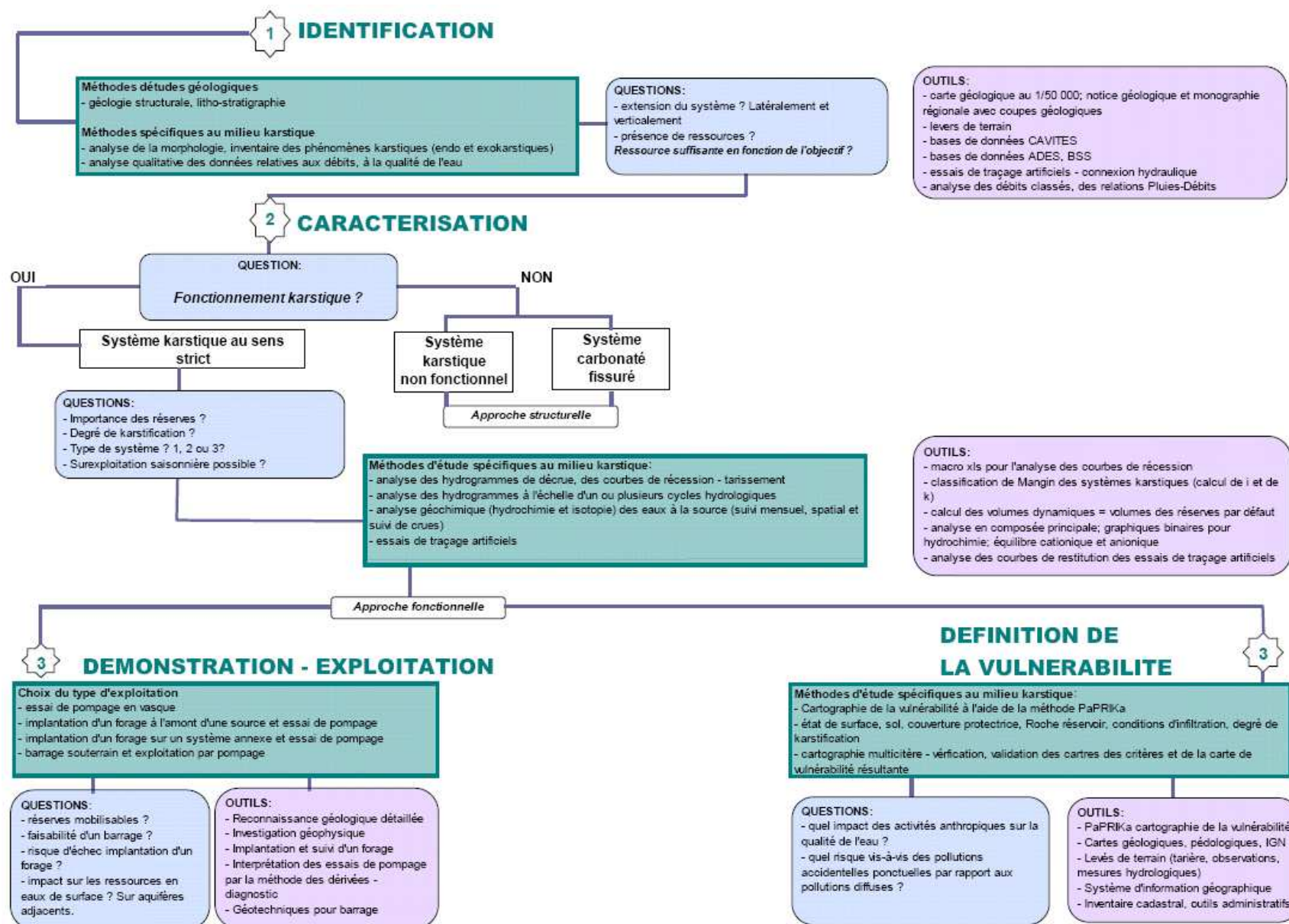
Légende		Priorité opérationnelle 1		Priorité opérationnelle 2 avec priorité brute 1				Priorité opérationnelle 2 avec priorité brute 2				Priorité opérationnelle 3 avec priorité brute 1					
VOLETS	AXES	OPERATIONS	ACTIONS	Réf action	Maître d'ouvrage	PRIORITE	FAISABILITE	Priorité Opérationnelle	Assiette	Montant par année (k€ HT ou TTC)						Action (k€)	
										2010	2011	2012	2013	2014	2015	HT	TTC
Volet B1 : optimiser la gestion quantitative de l'eau dans le respect des milieux et des usages	Axe III : Démarches de gestion concertée des ressources en eau		Etude bilan sur la gestion quantitative et réactualisation du Plan de Gestion Concertée de la Ressource	B1-III-1.4	SMAGE	1	1	1	TTC	0	0	0	0	0	96	80	96
		Démarche pilote pour la mise en place de Plans d'Anticipation de la Pénurie d'Eau	Etude préalable	B1-III-2.1	SMAGE	2	2	3	TTC	0	0	12,0	0	0	0	10	12
			Réalisation de 3 PAPE	B1-III-2.2	Collectivités, SMAGE	2	2	3	TTC	0	0	9,6	9,6	9,6	0	24	29
		Mise en place d'une veille hivernale de la ressource à destination des agriculteurs	Mise en place d'une veille hivernale de la ressource à destination des agriculteurs	B1-III-3	SMAGE/ Chbres d'agriculture	3	3	3	TTC	0	0	0	0	0	0	0	0
		Programme d'optimisation de la gestion des "petits" prélèvements	Etude de recensement des prélèvements directs	B1-III-4.1	SMAGE	1	1	1	TTC	36	12,0	0	0	0	0	40	48
			Etude sur les forages particuliers	B1-III-4.2	SMAGE	2	2	3	TTC	0	0	0	24	0	0	20	24
			Animation auprès des usagers de prélèvements directs	B1-III-4.3	SMAGE	2	2	3	TTC	0	6,0	6,0	6,0	0	0	15	18
			Elaboration de plans de gestion des principaux prélèvements directs	B1-III-4.4	SMAGE	1	1	1	TTC	24	24	24	24	24	0	100	120
			Travaux sur les béalés abandonnés	B1-III-4.5	SMAGE	1	1	1	HT	0	0	5	5	5	0	15	18
			Travaux sur les béalés en fonctionnement	B1-III-4.6	Gestionnaires, SMAGE	1	2	2	HT	30	40	50	40	40	0	200	239
		Programme d'optimisation des prélèvements les plus significatifs hors AEP	Optimisation des prélèvements du canal de Boucoiran	B1-III-5.1	SISCEB	1	1	1	HT	15	0	0	0	0	0	15	18
			Optimisation des prélèvements BRL dans le karst Urgonien et la nappe alluviale du	B1-III-5.2	BRL	1	3	3	HT	0	0	0	20	0	0	20	24
			Optimisation des prélèvements industriels	B1-III-5.3	CCI, Industriels	1	3	3	HT	0	20	10	0	0	0	30	36
		Elaboration d'un plan de gestion du karst Urgonien	Etude d'amélioration des connaissances sur le karst Urgonien	B1-III-6.1	SMAGE	1	1	1	TTC	72	48	24	24	0	0	140	167
			Plan de gestion du karst Urgonien	B1-III-6.2	SMAGE	1	1	1	TTC	0	36	24	0	0	0	50	60

(suite page suivante)

Légende		Priorité opérationnelle 1		Priorité opérationnelle 2 avec priorité brute 1				Priorité opérationnelle 2 avec priorité brute 2			Priorité opérationnelle 3 avec priorité brute 1						
VOLETS	AXES	OPERATIONS	ACTIONS	Réf action	Maître d'ouvrage	PRIORITE	FAISABILITE	Prioré Opérationnelle	Assiette	Montant par année (k€ HT ou TTC)						Action (k€)	
										2010	2011	2012	2013	2014	2015	HT	TTC
	Axe IV : Actions d'amélioration de la gestion des ressources en eau	Réalisation de schéma directeur AEP et des diagnostics des réseaux AEP	Réalisation de schéma directeur AEP et de diagnostic des réseaux AEP - 1	B1-IV-1.1	gestionnaire	1	1	1	HT	300	300	150	150	0	0	900	1 076
			Réalisation de schéma directeur AEP et de diagnostic des réseaux AEP - 2	B1-IV-1.2	gestionnaire	2	1	2	HT	100	100	100	100	100	0	500	598
			Animation sur le prix de l'eau comme outil d'économie d'eau	B1-IV-1.3	CDE30	1	3	3	TTC	0	0	6,0	0	0	0	5	6
		Travaux d'amélioration des rendements AEP	Travaux d'amélioration des rendements AEP - 1	B1-IV-2.1	gestionnaires	1	1	1	HT	500	500	700	1000	0	0	2 700	3 229
			Travaux d'amélioration des rendements AEP - 2	B1-IV-2.2	gestionnaires	2	1	2	HT	300	300	500	500	500	0	2 100	2 512
		Sécurisation de l'alimentation en eau potable	Interconnexion de réseaux AEP - 1	B1-IV-3.1	gestionnaires	1	1	1	HT	150	150	150	300	300	0	1 050	1 256
			Interconnexion de réseaux AEP - 2	B1-IV-3.2	gestionnaires	2	1	2	HT	150	150	150	300	300	0	1 050	1 256
			Protection de captage ou transfert de prélèvement - 1	B1-IV-3.3	gestionnaires	1	1	1	HT	0	100	100	100	700	0	1 000	1 196
			Protection de captage ou transfert de prélèvement - 2	B1-IV-3.4	gestionnaires	2	1	2	HT	0	100	100	100	700	0	1 000	1 196
			Recherche en eau	B1-IV-3.5	gestionnaires	1	1	1	HT	50	50	50	50	50	0	250	299
			Amélioration de la qualité de l'eau distribuée	B1-IV-3.6	gestionnaires	2	2	3	HT	200	200	200	200	200	0	1 000	1 196
		Analyse des solutions de stockage pour concilier l'atteinte des objectifs quantitatifs et la satisfaction des besoins prioritaires	Eude des sites potentiels de stockage pour des ressources de substitution	B1-IV-4.1	CG30/SMAGE	1	1	1	TTC	0	120	59,8	0	0	0	150	179
			Projet pilote de stockage de la ressource dans des micro retenues	B1-IV-4.2	gestionnaire	2	1	2	HT	0	50	50	400	0	0	500	598
		Site pilote d'optimisation de l'irrigation en Gardonnenque	Projet pilote d'optimisation de l'irrigation en Gardonnenque	B1-IV-5.1	SMAGE	1	2	2	TTC	0	0	30	54	12	0	80	96
			Equipements en irrigation	B1-IV-5.2	Agriculteurs	1	3	3	HT	0	0	0	20	30	0	50	60
		Substitution du prélèvement du canal de Beaucaire par la Ressource Rhône	Substitution du prélèvement du canal de Beaucaire par la Ressource Rhône	B1-IV-6	Syndicat du canal d'Irrigation de Beaucaire	1	2	2	HT	80	80	80	1480	0	0	1 720	2 057
		Amélioration du soutien d'étiage par les barrages de Sainte Cécile d'Andorge et des Cambous	Etude de faisabilité de l'amélioration du soutien d'étiage du barrage de Sainte Cécile d'Andorge et des Cambous	B1-IV-7	CG30	1	2	2	HT	80	80	40	0	0	0	200	239
		Opération vitrine sur le site de La Borie	Etude de faisabilité de la gestion optimisée de la ressource en eau sur le site de La Borie	B1-IV-8.1	SCIC Ecosite de La Borie	1	1	1	HT	21	0	0	0	0	0	21	25
			Travaux de réhabilitation sur le site de La Borie	B1-IV-8.2	CA du Grand Alès	2	2	3	HT	0	100	150	0	0	0	250	299
		Restauration d'un patrimoine hydraulique traditionnel à vocation de gestion équilibrée de la ressource	Réhabilitation d'un système intégré de seuils avec installation d'une activité	B1-IV-9.1	Collectivités ou SMAGE	3	3	3	HT	0	0	0	250	250	0	500	598
			Réhabilitation d'ouvrages pour la ressource en eau	B1-IV-9.2	SMAGE ou autres maîtres d'ouvrage	2	2	3	HT	0	20	20	30	30	0	100	120
			Suivi hydrologique du bassin versant étudié dans le cadre du projet Peyrolles	B1-IV-9.3	SMAGE	1	1	1	TTC	10	12	12	12	12	12	58	69
		Opération pilote de réutilisation des eaux pluviales	Etude préalable à la mise en palce d'équipements individuels de récupération des eaux de pluie	B1-IV-10.1	Collectivités locales	2	3	3	TTC	0	0	12	0	0	0	10	12
			Travaux de mise en palce d'équipements individuels de récupération des eaux de pluie	B1-IV-10.2	Particuliers	3	3	3	HT	0	0	0	50	50	0	100	120
TOTAL volet B1										2491	3074	3359	5591	3515	182	17772	21255

## **Annexe 2 : logigramme d'étude des systèmes karstiques**





Source : Dorfliger, 2010



Les études du Plan de Gestion Concertée des Ressources en eau du bassin versant des Gardons ont bénéficié du soutien financier de :

