



PLAN DE GESTION CONCERTÉE DES RESSOURCES EN EAU DU BASSIN VERSANT DES GARDONS

RAPPORT DE PHASE 1 : DIAGNOSTIC DE LA RESSOURCE EN EAU ET DES USAGES

Rapport final

Juin 2011



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

Rapport de phase 1 – Diagnostic de la ressource et des usages

PREAMBULE.....	9
1. OBJECTIFS ET CONTEXTE	10
1.1 Objectifs	10
1.2 Le bassin versant des Gardons	10
2. RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINES	13
2.1 Présentation des systèmes aquifères	13
2.1.1 Les Cévennes cristallines et schisteuses : formations de l'ère Primaire	17
2.1.2 Formations sédimentaires de l'ère Secondaire	18
2.1.3 Formations sédimentaires de l'ère Tertiaire	25
2.1.4 Les dépôts alluviaux du Quaternaire	29
2.1.5 Récapitulatif géographique	32
2.1.6 Synthèse	33
2.2 Relations entre l'Urgonien et le Gardon	36
2.2.1 Caractéristiques du karst Urgonien	36
2.2.2 Piézométrie	37
2.2.3 Fonctionnement du sous-système du Gardon du karst Urgonien	39
3. RESSOURCES EN EAU SUPERFICIELLES	51
3.1 Données sur les pluies	51
3.1.1 Données météorologiques	51
3.1.2 Pluies par bassin versant	51
3.1.3 Analyse pluviométrique	51
3.2 Données disponibles sur les débits	56
3.2.1 Stations de mesure des débits	56
3.2.2 Analyse de la précision des stations hydrométriques	56
3.3 Analyse des débits influencés	64
3.3.1 Observation des assecs	64
3.3.2 Notions utilisées pour caractériser les étiages	64
3.3.3 Analyse des séries hydrologiques influencées	67
3.3.4 Prolongement des séries de données et ordre de grandeurs de débit aux points nodaux sans mesure de débit	71
3.3.5 Évolution des débits d'étiage	72
3.3.6 Recherche de corrélation pluie-débit	73
3.3.7 Campagnes de mesures	74
3.4 Grands ouvrages régulateurs	79
3.4.1 Le barrage de Sainte-Cécile-d'Andorge	79

3.4.2	Barrage réservoir des Cambous	81
3.4.3	Bilan du soutien d'été par les barrages de Ste Cécile d'Andorge et des Cambous	82
3.4.4	Conclusion	83
3.5	Petits ouvrages hydrauliques	84
3.5.1	Etude détaillée par le CNRS de l'impact des ouvrages hydrauliques anciens sur les écoulements	84
3.5.2	Approche réalisée dans le cadre de la présente étude	84
3.6	Choix des points nodaux	85
4.	USAGES PRELEVEURS	90
4.1	AEP	91
4.1.1	Données sources	91
4.1.2	Vue d'ensemble des usages AEP sur le bassin des Gardons	91
4.1.3	Eléments de détails pour les principaux maîtres d'ouvrage	99
4.1.4	Retour au milieu par les réseaux d'assainissement	115
4.1.5	Récapitulatif des prélèvements AEP nets sur le bassin	117
4.1.6	Besoins futurs en eau potable	118
4.2	Irrigation	122
4.2.1	Vue d'ensemble	122
4.2.2	Approche théorique des besoins en eau	124
4.2.3	BRL	128
4.2.4	Le canal de Boucoiran	131
4.2.5	Le canal de Beaucaire	134
4.2.6	Les forages privés	136
4.2.7	Le système des Béals en Cévennes	139
4.2.8	Synthèse des besoins en irrigation sur le bassin	147
4.2.9	Besoins en irrigation futurs	151
4.3	Usage industriel	154
4.3.1	Approvisionnement en eau actuel	154
4.3.2	Evolution	157
4.3.3	Concessions minières	157
4.4	Bilan sur les prélèvements	159
4.4.1	Localisation des points de prélèvement	159
4.4.2	Données clés à l'échelle du bassin	160
4.5	Récapitulatif par tronçon	163
5.	RECONSTITUTION DES DEBITS NATURELS	167
5.1	Méthode de reconstitution	167
5.2	Débits désinfluencés	167
5.2.1	Méthode de calcul	167
5.2.2	Résultats	168
6.	ESTIMATION DES DEBITS MINIMUMS BIOLOGIQUES (DMB)	173
6.1	Objectif	173
6.2	Méthodologie	173
6.2.1	Principe général des méthodes « micro-habitat »	173
6.2.2	Choix de la méthode	174
6.2.3	Présentation de la méthode Estimhab	174
6.2.4	Domaine de validité	175
6.3	Stations	176
6.3.1	Localisation	176
6.3.2	Caractéristiques et représentativité	176

6.4 Proposition de Débits Biologiques	184
6.4.1 Interprétation	184
6.4.2 Analyse des courbes SPU/débit par station et propositions de <u>ESTIMHAB_H</u> et <u>ESTIMHAB_B</u>	185
6.5 Synthèse	189
7. USAGES NON CONSOMMATEURS	194
7.1 Hydroélectricité	194
7.2 Baignade	194
7.3 Canoe-Kayak	194
7.4 Canyoning	195
7.5 Pêche	195
7.6 Orpaillage	201
8. BILAN DES ARRETES SECHERESSE	202
8.1.1 Arrêté sécheresse cadre du Gard	202
8.1.2 Arrêté sécheresse cadre de la Lozère	203
8.1.3 Bilan des arrêtés sécheresse pris les années précédentes	204
ANNEXES	207

Annexe 1 : Bibliographie

Annexe 2 : Récapitulatif des caractéristiques des Gardons en étiage aux différentes stations

Annexe 3 : Principe de calage de GR4J

Annexe 4 : Le projet « ressources en eau » dans la Vallée Obscure

Annexe 5 : Cartes des aquifères du Gard par type

Annexe 6 : Fiches descriptives des 20 béals visités

Annexe 7 : Fiches récapitulatives des points nodaux

Annexe 8 : Rapport complet sur la détermination des débits biologiques

ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : Correspondance entre masses d'eau souterraines (classification DCE) et systèmes aquifères (classification BRGM), risque de non atteint du bon état (NABE).....	13
Tableau 2 : Liste des piézomètres de suivi quantitatif du bassin versant des Gardons (Source : base ADES)	16
Tableau 3 : piézomètres du karst Urgonien sur le bassin versant des Gardons.....	38
Tableau 4 : Récapitulatif des stations analysées et des données manquantes.	51
Tableau 5 : Analyse des années pluviométriques (en rouge et jaune : inférieure à la pluviométrie décennale et quinquennale sèche) aux stations.	55
Tableau 6 : Analyse simplifiée des années pluviométriques pour les bassins versants principaux.	55
Tableau 7 : Saisons pluviométriques (++) / + : inférieure à la pluviométrie décennale / quinquennale sèche, H-hiver, P-printemps, E- été, A-automne).....	55
Tableau 8 : Données disponibles pour les stations de la banque hydro.....	58
Tableau 9 : Bilan de l'imprécision des stations	61
Tableau 10 : Bilan des caractéristiques des points nodaux	87
Tableau 11 : Récapitulatif des débits caractéristiques aux points nodaux.....	88
Tableau 12 : Population géographiquement incluse dans le BV des Gardons.....	91
Tableau 13 : Maîtres d'ouvrage AEP utilisant les ressources en eau du bassin.	95
Tableau 14 : Les principaux préleveurs d'EP (et le volume annuel (m ³))	96
Tableau 15 : Ressources utilisées pour l'AEP sur le bassin des Gardons (m3)	97
Tableau 16 : Origine de l'eau utilisée par les principaux préleveurs AEP.....	98
Tableau 17 : Capacité des STEP de plus de 2000 Equivalents-Habitants et volumes annuels rejetés dans le milieu (Source : SATESE, VEOLIA).....	116
Tableau 18 : Ratio $V_{\text{retour au milieu}} / V_{\text{prélevé}}$ pour quelques STEP du bassin des Gardons.....	116
Tableau 19 : Projections de population dans la partie Gardoise du bassin (<i>source : schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard, 2009</i>).....	119
Tableau 20 : Projections de population dans la partie Gardoise du bassin (<i>Source, BRLi, 2009</i>)	119
Tableau 21 : Rendements moyens par bassin (SGD ressource en eau, 2008).....	120
Tableau 22 : Evolution des besoins AEP sur la partie gardoise du bassin (<i>Etudes Grandes adductions du Gard</i>)	121
Tableau 23 : Evolution des besoins AEP sur la partie gardoise du bassin (<i>Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard</i>).....	121
Tableau 24 : Modes d'irrigation par sous-bassin (d'après le schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard).....	123
Tableau 25 : évolution des surfaces irriguées dans le Gard (RGA 1979, 1988, 2000).....	125
Tableau 26 : Superficies irriguées par sous-bassin et par culture (Source : RGA 2000 et CA30, 2008).....	125
Tableau 27 : besoins en irrigation unitaires annuels pour le bassin versant des Gardons.....	127
Tableau 28: Besoins totaux en eau d'irrigation par sous-bassin.....	127
Tableau 29 : Rendements sur la concession de la Gardonnenque.	130
Tableau 30 : Volumes et débits mensuels moyens prélevés par le canal de Boucoiran (moyenne 2001-2005 en fonction des données disponibles)	133
Tableau 31 : Récapitulatif des expertises de béals.....	142
Tableau 32 : Besoins en irrigation théoriques des cultures pour les différents sout-bassins	149

Tableau 33 : Récapitulatif des tendances par filières (Source : Aqua 2020).....	153
Tableau 34 : Evolution des débits utilisés pour l'irrigation (Source : Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard).....	153
Tableau 35: Consommations industrielles (m3/j) sur le bassin des Gardons.....	154
Tableau 36 : Historique des prélèvements industriels.	156
Tableau 37 : Projections de besoins en eau industriels (SD Ressources, 2008).....	157
Tableau 38 : Liste des concessions minières (source : contrat d'Agglomération d'Alès : diagnostic préalable)	159
Tableau 39: domaine de validité de la méthode Estimhab pour les simulations par espèces	175
Tableau 40: domaine de validité de la méthode Estimhab pour les simulations par guildes	175
Tableau 41 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des stations	178
Tableau 42 : récapitulatif des ESTIMHAB _B et ESTIMHAB _H proposés.....	189
Tableau 43 : AAPMA dont l'activité concerne le bassin des Gardons (Source : Fédération de pêche, 2008).....	195
Tableau 44: Bilan des pêches de sauvetage depuis 2003 (données de la fédération de pêche).	197
Tableau 45 : Bilan des mesures départementales de gestion des étiages entre 2002 et 2008 dans le Gard et la Lozère.	205
Tableau 46 : Liste des aquifères rencontrés sur le bassin versant des Gardons	227

FIGURES

Figure 1 : Carte générale du bassin versant des Gardons	11
Figure 2 : Carte des principales formations hydrogéologiques du bassin versant du Gardon (source : SAGE des Gardons).....	14
Figure 3: Carte géologique du bassin versant des Gardons (Source : SAGE).....	15
Figure 4 : Schéma simplifié du fonctionnement du karst Hettangien.....	21
Figure 5 : Chroniques piézométriques du piézomètre de La Grand Combe (Formations liasiques et triasiques de la bordure cévenole) (Source : base de données ADES, BRGM).....	22
Figure 6 : Coupe interprétative schématique (149a1, 149a2, 149b, 149c) (BRGM)	24
Figure 7 : De l'ouverture de l'Atlantique à celle de la Méditerranée (schéma de gauche). Les changements survenus en Languedoc-Roussillon depuis 40 millions d'années en liaison avec la tectonique des plaques (schéma de droite).	26
Figure 8 : Coupe interprétative schématique : Calcaires et marnes oligocènes du bassin de St Chaptes et d'Uzès (556c2) et Calcaires du Crétacé supérieur des Garrigues nîmoises (556d1).....	28
Figure 9 : Chroniques piézométriques des piézomètres des Molasses Miocènes (Source : base ADES).....	29
Figure 10 : Chroniques piézométriques des piézomètres des alluvions du Gardon d'Anduze (base ADES).....	30
Figure 11 : Chronique piézométrique du piézomètre de la Calmette (alluvions du Gardon) (base ADES).....	31
Figure 12 : Récapitulatif des époques géologiques auxquelles il est fait allusion dans le rapport.	32
Figure 13 : récapitulatif de l'empilement des couches géologiques au niveau de plusieurs communes du bassin.	32
Figure 14 : Chroniques piézométriques de piézomètres de l'Urgonien (source : Piézomètres CG30, base ADES du BRGM).	38
Figure 15 : Mise en évidence de la corrélation entre les débits du Gardon à Ners et les cotes du piézomètre de Ste Anastasie dans l'Urgonien (source : Piézomètres CG30, base ADES du BRGM, banque ydro).....	39
Figure 16 : Carte schématique des interactions entre le karst et le Gardon sur le tronçon pont de Ners-Collias.	41

Figure 17 : Campagnes de jaugeage de l'étiage 1998 (source : BRLi, 1999)	43
Figure 18: Débits d'étiage à la Baume, directement en aval des résurgences.	44
Figure 19 : Schéma de fonctionnement simplifié du sous-système karstique du Gardon (adapté de BRLi, 1999)	44
Figure 20 : Vue en coupe représentant le fonctionnement simplifié du bassin de St Chaptes.....	45
Figure 21 : Représentation des prélèvements cumulés mensuels moyens dans le karst Urgonien (1998-2005)	48
Figure 22 : Evolution des prélèvements (non cumulés) annuels dans le karst Urgonien (1998-2005)	49
Figure 23: Isohyètes 1968-2006 sur le bassin versant des Gardons (mm) : a) Pluie moyenne annuelle, b) Pluie annuelle décennale sèche, c) Pluie moyenne de juin à septembre, d) Pluie décennale sèche entre juin et septembre.	53
Figure 24 : Carte de localisation des stations hydrométriques du bassin versant des Gardons	57
Figure 25 : Analyse de l'imprécision de la mesure à partir des courbes de tarage.....	59
Figure 26 : Imprécision de la station de mesure de Saint Hilaire de Brethmas en fonction du débit.	59
Figure 27 : Nuage de points de jaugeage pour les courbes de tarage de 4 stations.....	60
Figure 28 : Représentation de l'état hydrologique le plus sévère observé sur les points du ROCA et du RDOE entre 2004 et 2007.	65
Figure 29 : Carte des débits caractéristiques des étiages des Gardons.....	69
Figure 30 : Evolution du ratio VCN10/Module	72
Figure 31 : Corrélation cumul pluviométrique - lame d'eau écoulée entre janvier et juin à la station de Générargues.	73
Figure 32 : Corrélation entre VCN 30 et pluviométrie de mai à août	73
Figure 33 : Variation du cumul pluviométrique de janvier à août et de mai à août (1968-2006).....	74
Figure 34 : Photos des campagnes de mesures.	74
Figure 35 : Bilan des campagnes d'étiage 2007, 2008 et 2009	75
Figure 36 : Photos du barrage de Ste-Cécile-d'Andorge.	79
Figure 37 : Photo du barrage des Cambous.	81
Figure 38 : Bilan du soutien d'étiage par les barrages de Ste Cécile et des Cambous	82
Figure 39 : Bilan de la localisation des points nodaux du bassin versant des Gardons	86
Figure 40 : Carte des points nodaux retenus	89
Figure 41: Carte des syndicats AEP du bassin des Gardons.	93
Figure 42 : Prélèvements moyens mensuels AEP sur l'ensemble du bassin (Source : données AERMC mensuelles saisies)	96
Figure 43 : Evolution des prélèvements AEP par ressources sur le bassin des Gardons	97
Figure 44 : Historique des prélèvements AEP (1997-2005).....	98
Figure 45 : Communes desservies par le syndicat de l'Avène.....	99
Figure 46 : Baisse des volumes totaux prélevés par le Syndicat de l'Avène et le RéAI	101
Figure 47 : Prélèvements du syndicat de l'Avène et du RéAI	101
Figure 48: Récapitulatif des prélèvements nets AEP alluviaux, superficiels et karstiques.	117
Figure 49 : Capacité d'accueil touristique (Source : SAGE, 1999)	120
Figure 50: Evolution des besoins AEP et des prélèvements (Calcul BRLi, 2009).	121
Figure 51 : Découpage en sous-bassins retenu.....	126
Figure 52 : Réseaux gérés par BRL sur le Bassin des Gardons.	128
Figure 53 : Volumes mensuels moyens (1997-2006) prélevés dans l'Urgonien par les forages de Moussac et Maisonnette.....	129
Figure 54 : Volumes annuels consommés sur la concession de la Gardonnenque	129
Figure 55 : Volumes mensuels moyens (1997-2006) prélevés dans les alluvions du Gardon par le forage de Montfrin.	130
Figure 56 : Volumes annuels prélevés dans les alluvions du Gardon par le forage de Montfrin.	131

Figure 57 : Carte du Canal de Boucoiran.....	131
Figure 58 : Prélèvements mensuels moyens du canal de Boucoiran (moyenne 2001-2005 en fonction des données disponibles)	133
Figure 59 : Prélèvements annuels du canal de Boucoiran (pas de données en 2003)	133
Figure 60 : Carte du Canal de Beaucaire.....	134
Figure 61 : Forages souterrains déclarés	137
Figure 62 : Impact du béal sur le cours d'eau	140
Figure 63 : Carte des 20 béals expertisés par BRLi au cours de l'été 2008.....	141
Figure 64 : Impact linéaire du béal 55 sur le Gardon de St Jean (<i>source : BRLi, Rapport sur les investigations complémentaires au PGCR des Gardons, 2009</i>).....	143
Figure 65 : Impact linéaire du béal 37 sur le Gardon de Mialet (<i>source : BRLi, Rapport sur les investigations complémentaires au PGCR des Gardons, 2009</i>).....	144
Figure 66, Figure 67, et Figure 68: Impact linéaire des béals 19 à 21 sur la Salindrenque (<i>source : BRLi, Rapport sur les investigations complémentaires au PGCR des Gardons, 2009</i>).....	144
Figure 69 : Cultures irrigués par sous-bassin et par type (<i>source : RGA 2000, calculs BRLi</i>)	148
Figure 70 : Extractions de granulats sur le bassin des Gardons	155
Figure 71 : Localisation des concessions minières sur le bassin-versant du Gardon d'Alès (Source : Etude Globale du Gardon d'Alès).....	158
Figure 72 : Principaux points de prélèvement sur le BV des Gardons.	161
Figure 73 : Bilan schématique ressources-usages et désinfluencement du débit d'été sur le bassin versant du Gardon d'Alès au barrage de Sainte-Cécile-d'Andorge	168
Figure 74 : Bilan schématique ressources-usages et désinfluencement du débit d'été sur le bassin versant du Gardon de St-Jean à la station de Roc Courbe (Corbès)	169
Figure 75 : Bilan schématique ressources-usages et désinfluencement du débit d'été sur le bassin versant du Gardon de Mialet à la station de Roucan (Générargues)	169
Figure 76 : Bilan schématique ressources-usages et désinfluencement du débit d'été sur le bassin versant de l'Alzon à la station de Moulin de Bargeton (Uzès)	170
Figure 77 : Bilan schématique ressources-usages sur le bassin versant du Gardon d'Alès à la station de St Hilaire-de-Brethmas , et désinfluencement du débit d'été.....	170
Figure 78 : Bilan schématique ressources-usages et désinfluencement du débit d'été sur le bassin versant du Gardon à la station du pont de Ners (Hypothèse karst inexistant) ...	171
Figure 79 : Bilan schématique ressources-usages et désinfluencement du débit d'été sur le bassin versant du Gardon à la station de la Baume (Hypothèse karst inexistant)	171
Figure 80 : Principe général des méthodes de microhabitat.....	173
Figure 81 : Phase terrain de la méthodologie Estimhab (D'après Lamouroux, 2002)	175
Figure 82 : Localisation des stations du protocole de détermination des débits biologiques	177
Figure 83 : Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m de linéaire) en fonction du débit pour les 4 guildes d'habitats définies par le Cemagref pour la Station 1 sur le Gardon	185
Figure 84 : Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit – Stades adulte et juvénile de la Truite fario – Station 2 sur l'Alzon	186
Figure 85 : Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m) en fonction du débit pour les 4 guildes d'habitats définies par le Cemagref – Station 3 sur le Gardon d'Alès.....	186
Figure 86 : Courbes d'évolution de la surface utile (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit – Truite fario – Station 5 sur le Gardon St Germain	187
Figure 87 : Courbes d'évolution de la surface utile (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit – Truite fario – Station 6 sur le Gardon de Ste Croix	187
Figure 88 : Courbes d'évolution de la surface utile (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit – Truite fario – Station 7 sur la Salindrenque	188
Figure 89 : Courbes d'évolution de la surface utile (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit – Truite fario – Station 8 sur le Gardon d'Anduze	189
Figure 90 : Propositions de débits biologiques pour les 5 stations	190
Figure 91 : Récapitulatif des débits biologiques proposés.....	191

Figure 92 : Carte des loisirs aquatiques.	196
Figure 93 : Contexte piscicole par cours d'eau (Source : SAGE, 1999).	198
Figure 94 : Carte de localisation des zones exploitées.	199
Figure 95 : VCN3 pour différentes fréquences du Gardon de Mialet à Générargues (arrêté sécheresse cadre du Gard, courbes établies par la DIREN)	203
Figure 96 : Comparaison des VCN10 �� Saumane (observés, calculés à partir de GR4J, et estimés à partir de GR4J calé à Corbès).....	217
Figure 97 : Débits du Gardon de St Jean observé et simulé avec GR4J �� Corbès (extrait).....	218
Figure 98 : Fonctionnement d'un système à <i>tancats</i> sur un petit <i>valat</i> en pente forte.....	221
Figure 99 : Dispositifs de mesure expérimentaux du projet "Ressources en eau" dans la Vallée Obscure.	222
Figure 100 : Carte des systèmes et domaines aquifères alluviaux dans le Gard*.....	228
Figure 101 : Carte des systèmes et domaines aquifères de socle dans le Gard*.....	229
Figure 102 : Carte des systèmes et domaines aquifères sédimentaires karstiques dans le Gard.	230
Figure 103 : Carte des systèmes et domaines aquifères sédimentaires karstiques intensément plissés dans le Gard.	231
Figure 104 : Carte des systèmes et domaines aquifères sédimentaires non karstiques dans le Gard.	232

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 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.

Le délai de l'étude a été repoussé à 2009, lors de la première réunion du comité de pilotage, afin de permettre la réalisation de mesures et l'expertise des béalés lors de l'étiage 2008.

La production de la présente étude comprend :

- ▶ Pour la phase 1 « **Caractérisation de la ressource et de l'étiage** » :
 - le présent rapport sur le diagnostic de la ressource et des usages, comprenant la tranche conditionnelle d'expertise des 10 béalés supplémentaires (fin de phase 1 - novembre 2008). Ce rapport inclut également en annexe les rapports de détermination des DMB ;
- ▶ Pour la phase 2 « **Scénarios** » :
 - un rapport décrivant les scénarios de gestion ;
- ▶ Pour la phase 3 « **Plan de gestion de la ressource et programme d'action** » :
 - un plan de gestion concertée de la ressource et un programme d'actions ;
- ▶ Un rapport de compléments d'études au PGCR, pour l'analyse approfondie de certains béalés ;
- ▶ Un rapport de synthèse de l'étude.

1. OBJECTIFS ET CONTEXTE

1.1 OBJECTIFS

Le présent document a pour objet la réalisation d'un **état des lieux des ressources en eau et de leurs usages en étiage**.

Il présente dans un premier temps la géologie du bassin et les aquifères, ainsi que leurs relations avec les eaux superficielles (chapitre 2).

Dans un deuxième temps, nous nous appliquons à quantifier la ressource superficielle en étiage, en régime influencé par les prélèvements (analyse des débits mesurés aux stations hydrométriques) (chapitre 3).

Les prélèvements pour les différents usages sont ensuite analysés en détail au chapitre 4. Leur impact effectif sur les débits des cours d'eau sont discutés. Ce chapitre intègre la synthèse des enquêtes détaillées conduites à l'étiage 2008 sur les canaux gravitaires (béals) du bassin en Cévennes (qui fait par ailleurs l'objet d'un exposé détaillé en annexe).

Le chapitre 5 intègre les éléments des deux précédents en présentant des calculs de débits naturels (quels seraient les débits des Gardons sans aucune influence anthropique, ni prélèvement, ni régulation par les barrages ?)

Les usages non consommateurs (hydroélectricité, baignade, navigation, pêche, orpaillage) font l'objet du chapitre 6.

Le chapitre 7 est consacré à la définition du besoin en eau des milieux : proposition de valeurs de débits biologiques (valeurs haute et basse).

Un dernier chapitre présente d'autres éléments d'information disponibles dans la littérature susceptible d'enrichir les réflexions de la phase II à venir.

1.2 LE BASSIN VERSANT DES GARDONS

Le Bassin Versant des Gardons, orienté Nord-Ouest/Sud-Est s'étend sur 2 départements : les contreforts Cévenols de la Lozère (48) en amont et le Gard (30) dans sa partie aval.

Les Gardons prennent leurs sources dans les Cévennes. Ils constituent dans ce massif un complexe réseau ramifié : le Gardon de St Germain est alimenté par le Gardon de St Martin de Lansuscle et conflue avec le Gardon de Ste Croix pour former le Gardon de Mialet. En amont d'Anduze, ce dernier rejoint le Gardon de St Jean et devient alors le Gardon d'Anduze. Le Gardon d'Alès naît à proximité du col de Jalcreste et conflue avec le Gardon d'Anduze en amont de Boucoiran pour former le Gard ou Gardon.

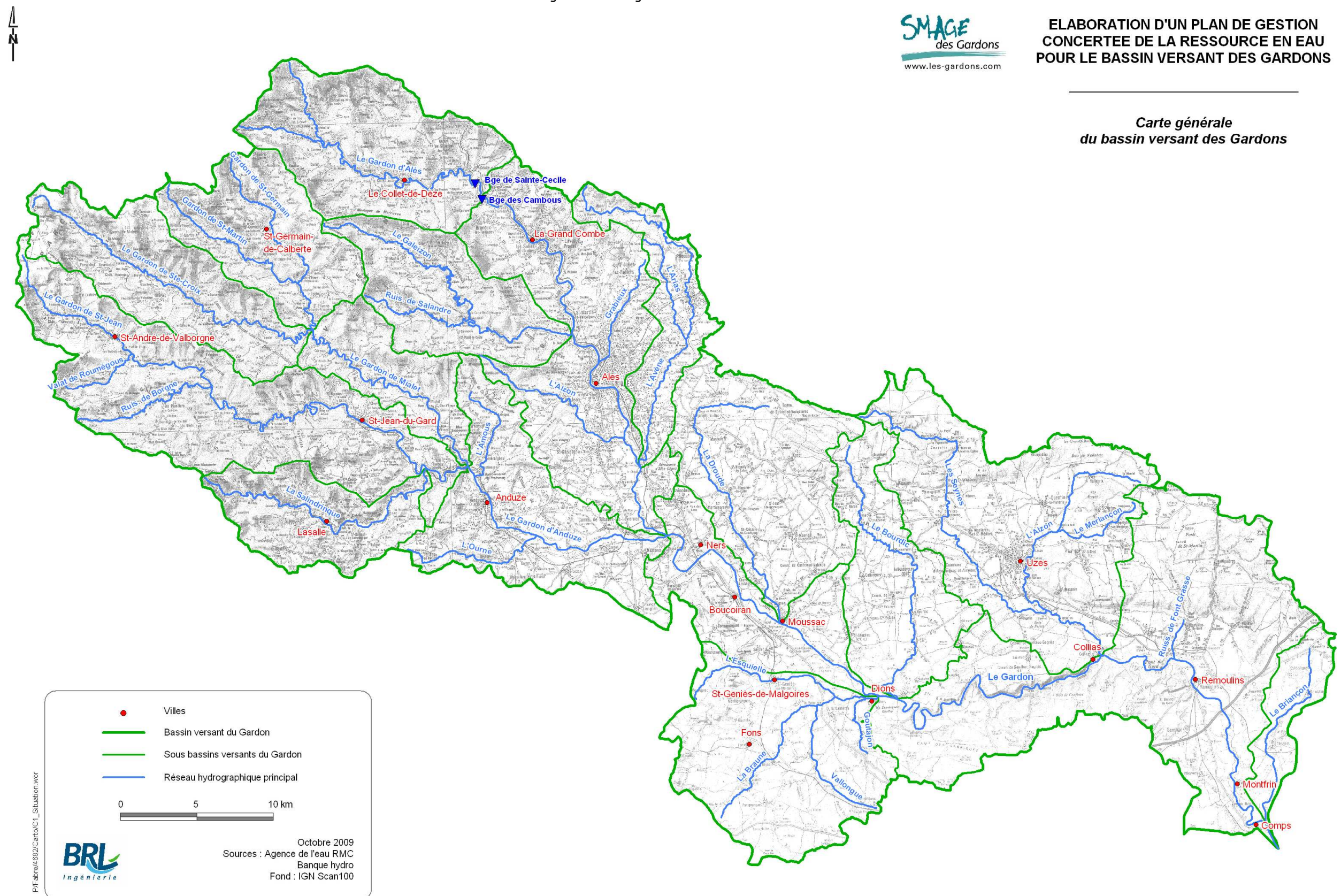
A l'aval de cette confluence, le cours d'eau quitte les Cévennes et rejoint la plaine dite de la Gardonnenque.

Entre Dions et Collias, le Gardon a creusé des gorges dans des calcaires compacts (par surimposition issue d'un tracé originel dans des formations moins dures).

Le Gardon rejoint ensuite la plaine alluviale du Rhône et se jette dans ce fleuve au niveau de Comps.

Le régime hydrologique global du bassin est de type méditerranéen. Certains affluents s'assèchent en été. Le cours principal et certains affluents majeurs connaissent également des zones d'assec régulier en étiage, notamment entre le pont de Ners et Collias, ou entre la Grand Combe et Alès.

Figure 1 : Carte générale du bassin versant des Gardons



2. RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINES

2.1 PRESENTATION DES SYSTEMES AQUIFERES

VISION D'ENSEMBLE

Une représentation cartographique des aquifères mentionnés dans le texte est disponible en annexe.

Le bassin versant des Gardons traverse des couches géologiques variées depuis les Cévennes jusqu'à la confluence avec le Rhône. La faille des Cévennes structure la géologie du bassin en deux parties distinctes : au Nord-Ouest de la faille les Cévennes, géologiquement rattachées au Massif Central, et au Sud-Est de la faille, la Gardonnenque, qui a subi l'influence des plissements pyrénéo-provençaux. Cette faille peut être localement perméable.

Le tableau ci-dessous synthétise les principales formations aquifères traversées. Le tableau met en correspondance les deux référentiels existants : masses d'eau selon la classification européenne DCE (Directive Cadre sur l'Eau) et référentiel BRGM utilisé dans l'atlas hydrogéologique régional. Le tableau indique également le risque de non atteinte du bon état écologique en 2015.

Tableau 1 : Correspondance entre masses d'eau souterraines (classification DCE) et systèmes aquifères (classification BRGM), risque de non atteint du bon état (NABE).

	Masses d'eau souterraine (DCE 2005)		Systèmes aquifères (BRGM 1985 et 2006)	Domaine hydrogéologique (ou milieu)	Risque NABE* 2015 qualitatif	Risque NABE* 2015 quantitatif	Risque NABE * 2015
6602	Socle cévenol BV des Gardons et du Vidourle	607a	Aigoual, Cévennes Mont Lozère et d'Alès à Sumène	poreux	Faible	Faible	Faible
6507	Formations liasiques et triasiques de la bordure cévenole (Ardèche et Gard) et alluvions de la Cèze	607c et d	bordure cévenole d'Alès aux Vans et d'Alès à Sumène	karstique	Faible	Moyen	Moyen
6322	Alluvions du Moyen Gardon et alluvions des Gardons d'Alès et d'Anduze	366a, b et c	Alluvions des Gardons d'Alès, d'Anduze et du Moyen Gardon	alluvial	Fort	Moyen	Fort
6519	Marnes et calcaires du dôme de Lédignan	556a	Dôme de Lédignan	karstique	Moyen	Faible	Moyen
6128 et 6128p	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard bassin versant du Gardon et extension sous couverture du bassin de Saint-Chaptes	149a, b et c	Calcaires urgoniens du Mont-Bouquet à Tavel, du Bas Gardon et du Bois de Lens	karstique	Faible	Moyen	Moyen
6129	Calcaires Urgoniens des garrigues du Gard et du Bas-Vivarais	149a	Calcaires urgoniens du Mont-Bouquet à Tavel	karstique	Faible	Faible	Faible
6220	Molasses miocènes du Bassin d'Uzès	556c	Bassin de Saint-Chaptes et d'Uzès	poreux	Moyen	Moyen	Moyen
6117 et 6117p	Calcaires du crétacé supérieur des garrigues nîmoises et extension sous couverture de la Vistrenque	556d	Garrigue et Vaunage	karstique	Moyen Fort	Faible	Moyen Fort
6518	Formations tertiaires des côtes du Rhône	549g et h	Secteur de Sernhac à Beaucaire	poreux	Moyen	Faible	Moyen
6323	Alluvions du Rhône de la Durance jusqu'à Arles et Beaucaire et alluvions du Bas Gardon	328c	Alluvions du Bas Gardon et du Rhône entre Beaucaire et Villeneuve-les-Avignon	alluvial	Moyen	Faible	Moyen

La carte ci-après définit et positionne ces grandes structures hydrogéologiques dans le bassin versant des Gardons. Elle permet de visualiser les domaines aquifères définis par le BRGM et leurs limites à l'affleurement. La carte suivante précise le contexte géologique.

Figure 2 : Carte des principales formations hydrogéologiques du bassin versant du Gardon (source : SAGE des Gardons)

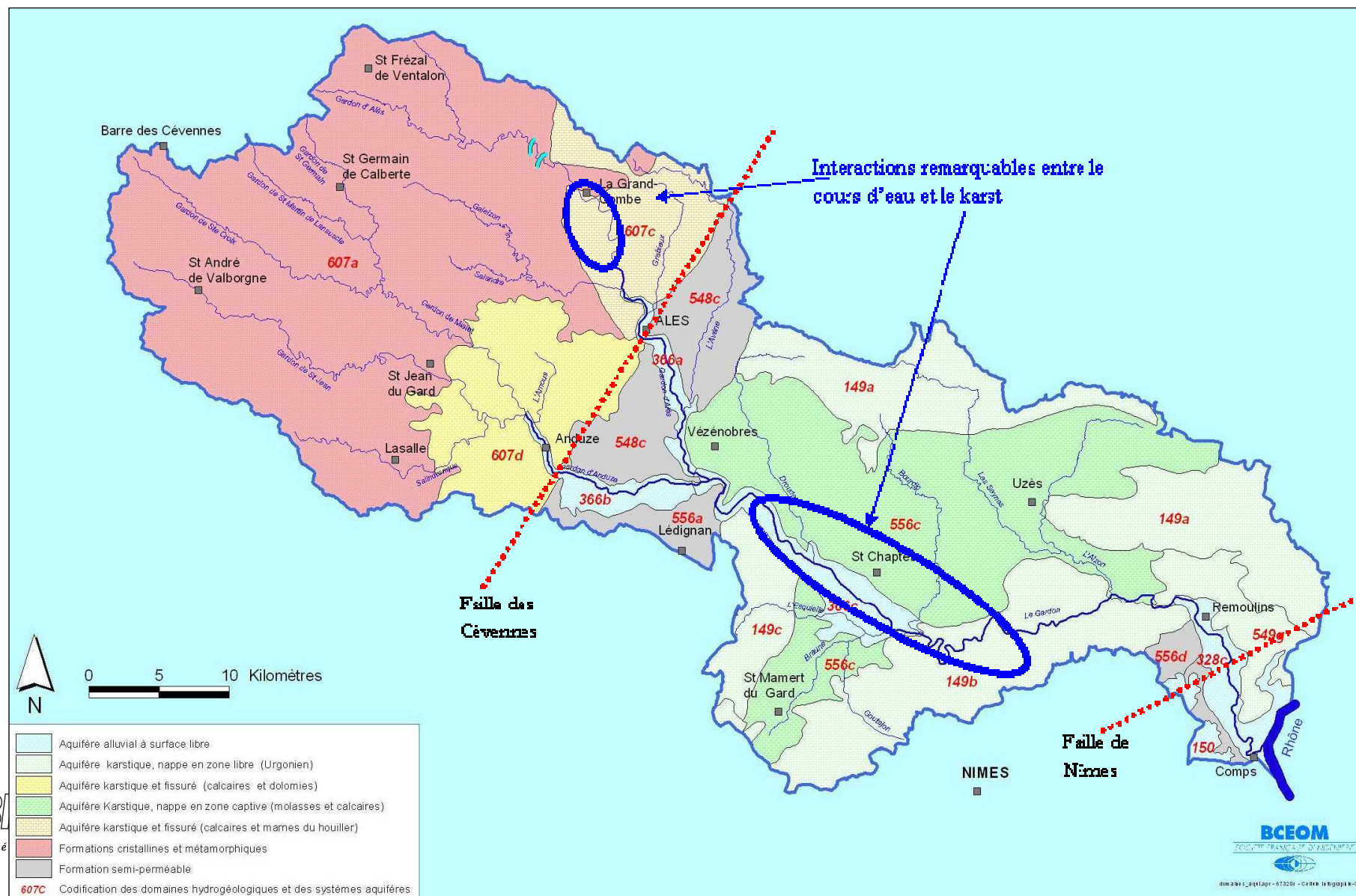
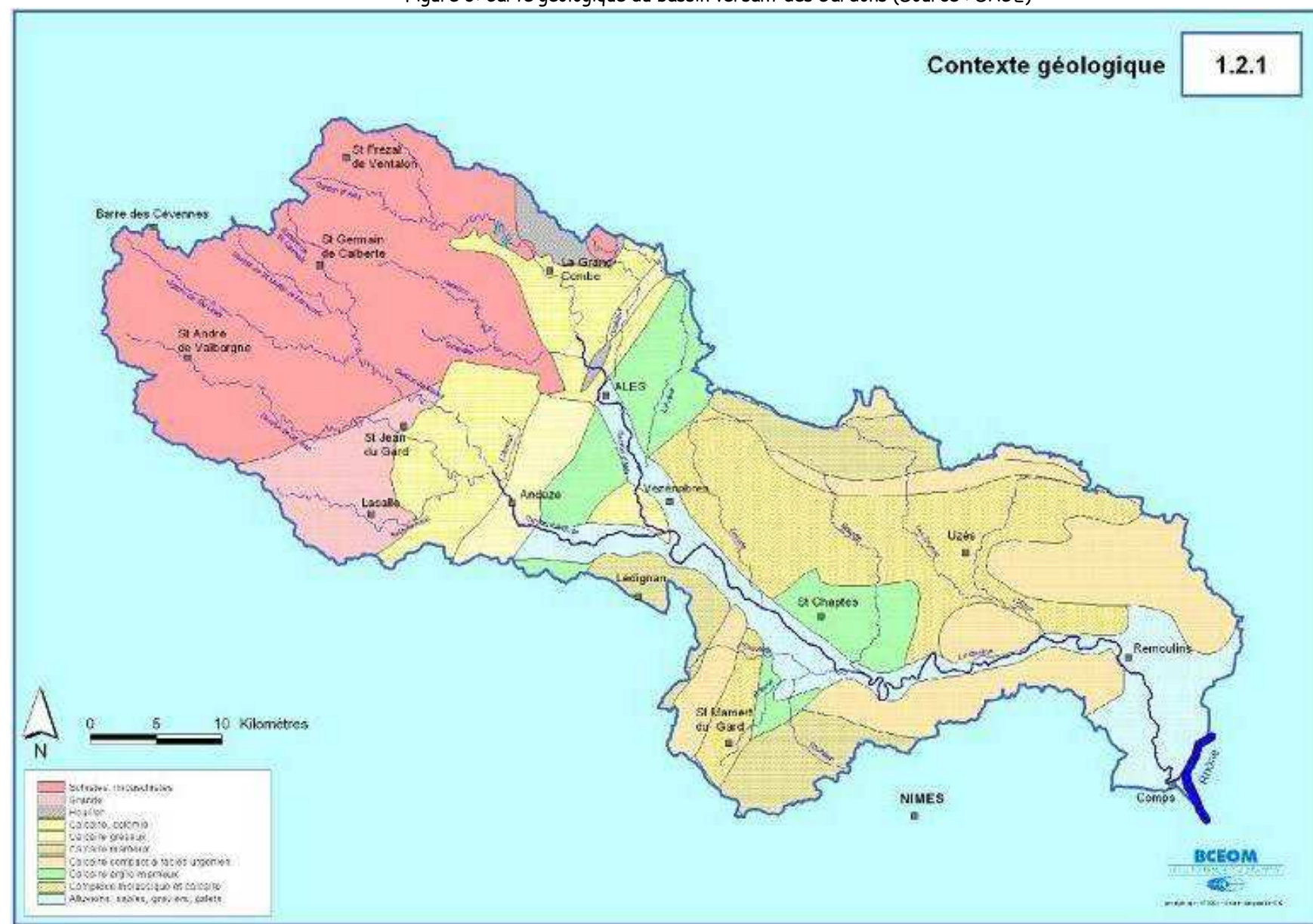


Figure 3: Carte géologique du bassin versant des Gardons (Source : SAGE)



DONNEES PIEZOMETRIQUES EXPLOITEES

Les données des piézomètres de la base ADES du BRGM ont été récoltées dans le cadre de l'étude. La base répertorie 20 piézomètres se trouvant topographiquement sur le bassin versant. Ils sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Liste des piézomètres de suivi quantitatif du bassin versant des Gardons (Source : base ADES)

Code BSS	Nom	Alt. (m)	Prof.max. (m)	Début	M. d'ouv.	Masse d'eau
09384X0005/COMBET	Mas Combet (Collorgues - 30)	168	230	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09384X0014/GAEI	Galizzi (Euzet - 30)	130	180	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09387X0059/F5	St Génies de Malgoires - 30	130	75	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09387X0067/CRUVIE	Cruviers (Boucoiran - 30)	79	57	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09388X0108/PZ1	Moussac (Moussac - 30)	108	400	2001	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09388X0111/OULE	Dions (La Calmette - 30)	63	115	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09388X0114/MAISON	Maisonnette (Moussac - 30)	75	502	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09395X0067/F	Bourdic F (Bourdic - 30)	100	486	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09395X0065/NICOLA	Sainte-Anastasie - 30	46	30	1997	BRGM	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09394X0003/FONTAI	Saint-Paul-Les-Fonts - 30	62		2007	BRGM	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard et du Bas-Vivarais - BV Cèze et Ardèche - 6129
09398X0028/VALL	Valliguières - 30	173		2004	BRGM	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard et du Bas-Vivarais - BV Cèze et Ardèche - 6129
09405X0229/S3	Rocheort-Du-Gard - 30	75	45	1974	BRGM	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard et du Bas-Vivarais - BV Cèze et Ardèche - 6129
09125X0083/HBCM	Fech (La Grand-Combe - 30)	175	50	2003	BRGM	Formations liasiques et triasiques de la bordure cévenole (Ardèche, Gard) et alluvions de la Cèze à St Ambroix - 6507
09381X0096/MAIRIE	Attuech - 30	125	11	2003	BRGM	Alluvions du moyen Gardon + Gardons d'Alès et d'Anduze - 6322
09382X0052/C	Camping (Cardet - 30)	102	8	2003	BRGM	Alluvions du moyen Gardon + Gardons d'Alès et d'Anduze - 6322
09388X0052/MGNOT	La Calmette - 30	65	6	1984	BRGM	Alluvions du moyen Gardon + Gardons d'Alès et d'Anduze - 6322
09654X0549/PORTAL	Labegude Blanche (Montfrin - 30)	14	5	1984	BRGM	Alluvions du Rhône du confluent de la Durance jusqu'à Arles/Beaucaire + alluvions Bas Gardon - 6323
09654X0569/CNRP20	Comps - 30	12	18	2004	BRGM	Alluvions du Rhône du confluent de la Durance jusqu'à Arles/Beaucaire + alluvions Bas Gardon - 6323
09392X0045/PIEZO	Stn Lagunage (St-Quentin-la-Poterie - 30)	84	36	2003	BRGM	Molasses miocènes du bassin d'Uzès - 6220
09395X0059/F1	Bourdic F1 - 30	84	146	2005	BRGM	Molasses miocènes du bassin d'Uzès - 6220

GRANDS ENSEMBLES AQUIFERES RETENUS

On détaillera ci-dessous les grands ensembles aquifères du bassin qui sont (de façon synthétique) :

- les **aquifères de socle** dans les formations de l'ère primaire,
- les **aquifères karstiques** des formations secondaires,
- les **aquifères de formation tertiaire** (d'importance réduite),
- les **aquifères alluviaux anciens** des formations quaternaires.

2.1.1 Les Cévennes cristallines et schisteuses : formations de l'ère Primaire

Ces formations sont représentées sur la Figure 101 en Annexe .

2.1.1.1 Contexte géologique

Le bassin versant du Gardon se situe sur le versant sud du Massif Central, reste d'une ancienne chaîne de montagnes formée lors de l'orogénèse hercynienne qui remonte à 350 à 290 millions d'années (Ma) et dont les vestiges apparaissent sous forme de roches métamorphiques et plutoniques affleurantes dans la Montagne Noire et dans les Cévennes.

La tête du bassin versant des Gardons est positionnée principalement sur la zone des **Cévennes cristallines et schisteuses**.

Les **schistes** communs des Cévennes sont la roche la plus représentée dans la partie amont du bassin. L'extension de l'affleurement s'étend de Vebron à l'ouest à Sainte-Cécile-d'Andorge à l'est, et de Saint-Maurice-de-Ventalon au nord à L'Estréchure au sud. Le Gardon d'Alès traverse les bassins houillers de la Grand Combe et d'Alès qui sont composés de schistes gris du Stéphaniens (-300 Ma). Ces structures ont été formées principalement par chevauchements lors de la mise en place de la chaîne hercynienne à la fin du Carbonifère. Les bassins houillers ont été ensuite déformés tardivement par effondrement suivant le jeu de grandes failles.

Le **domaine cristallin** du bassin est composé de granite mis en place par intrusion lors de la phase orogénique. Le granite du mont Lozère (non porphyroïde, à petits cristaux) bordant l'extrême nord du bassin versant est la plus ancienne de ces formations, tandis que le complexe granitique porphyroïde (c'est-à-dire présentant des cristaux de grandes tailles) du Saint-Guiral et de la Montagne du Liron affleure en bordure ouest du bassin. Des filons granitiques ont pu traverser tardivement la roche encaissante (schistes des Cévennes) à proximité de ces grosses lentilles plutoniques. L'altération de ces granites conduit à des éléments meubles (arènes granitiques).

2.1.1.2 Ressources en eau

FORMATIONS CRISTALLINES ET METAMORPHIQUES

Les **formations cristallines** et métamorphiques des Cévennes sont **peu aquifères** la plupart du temps, sauf localement dans des zones fracturées ou au contact de 2 entités hétérogènes (Aquifère BRGM 607a). Les **arènes granitiques** sont **perméables** mais leur extension est **limitée**, le débit des sources atteint à peine 1 l/s en étiage. La productivité des ouvrages implantés dans ces formations de socle est généralement réduite, avec au maximum quelques mètres cube à l'heure. Les captages sollicitant la zone d'altération sont particulièrement vulnérables à la sécheresse en raison d'une faible extension de la zone d'alimentation et avec des réserves le plus souvent très réduites. Il s'agit de microréservoirs à faible extension en surface et en profondeur.

Cette entité présente une **vulnérabilité à la sécheresse**. Les Gardons Cévenols dans cette zone s'écoulent sur terrains métamorphiques imperméables avec une épaisseur d'alluvions faible à nulle : les possibilités de stockage sont limitées, le coefficient de ruissellement est élevé, et les débits d'étiage sont ainsi peu élevés. Les limites avec les systèmes aquifères contigus sont imperméables.

LES ARGILES ET GRES DU HOUILLER DU BASSIN D'ALES-BESSEGES

L'aquifère des argiles et grès du Houiller (607c1) s'étend sur le bassin houiller du Piémont Cévenol entre la Grand'Combe et Alès. Dans les **bassins houillers**, la fracturation et l'empilement des terrains ont créé des niveaux imperméables **limitant l'étendue des systèmes aquifères**. Toutefois il peut y avoir des venues d'eau importantes issues de l'**infiltration des eaux de surface** à travers le Trias fracturé.

L'exploitation historique du charbon est à l'origine de la forte cavitation anthropique de la zone (de l'ordre de 400 millions de m³ au total (Entretien avec M. Wienin du comité départemental de spéléologie, 2008)). Les galeries constituent des aquifères artificiels pouvant interagir avec les cours d'eau (secteur Grand'Combe / Alès / St-Martin-de-Valgagues). Ce point est développé plus bas. Les réservoirs des aquifères des anciennes mines de pyrite au niveau de la faille des Cévennes, sont très chargés en sulfures polymétalliques, mais sont situés en profondeur et donc peu susceptible d'interagir avec le système Gardons.

2.1.2 Formations sédimentaires de l'ère Secondaire

Ces formations sont représentées sur les Figure 102, Figure 103, et Figure 104 en Annexe .

2.1.2.1 Contexte géologique

L'ère Secondaire est marquée par le début d'un long cycle de dépôts sédimentaires dans la région. Sur le tombant sud des Cévennes, les formations du **Trias** sont principalement constituées de roches sédimentaires continentales ou lagunaires (grès à passage argilo-marneux). On retrouve une semelle stratigraphique de gypse dans toute la région lorsque le Trias est affleurant, spécificité des formations du Keuper. Cette couche présente la particularité d'être soluble à l'eau et constitue la base de la plupart des grands chevauchements régionaux au Tertiaire (Orogénie Pyrénéo-Provençale du de l'Eocène et cycle Alpin du Miocène).

A l'Hettangien (premier étage du Lias (Jurassique inférieur), environ -200 Ma), une transgression marine importante conduit à une immersion totale de la région (hormis la partie orientale des Cévennes) à l'origine du dépôt de sédiments carbonatés. Les niveaux plus marneux de la fin du Lias affleurant sur la bordure cévenole au sud-ouest d'Alès sont dus à des alternances de régressions et transgressions. La sédimentation marine reprend ensuite largement avec des faciès de calcaires dominants près des bordures du socle cévenol, et des niveaux plus marneux dans la stratigraphie jurassique. Cette période du Jurassique marque la sédimentation des actuels grands Causses entre Cévennes et Montagne Noire.

Le **Crétacé** présente une alternance de formations calcaires et marno-calcaires par sédimentation marine principalement. Toutefois cette invasion marine s'arrête aux flancs du Massif Central et des Grands Causses qui se sont soulevés au début du cycle alpin (au pied de la faille des Cévennes d'axe nord-est / sud-ouest). Cette sédimentation est plus importante vers l'est du bassin et la vallée du Rhône, dont les épaisseurs peuvent atteindre 1000 m au nord de Nîmes à travers le Crétacé inférieur. En aval des gorges, sur la rive droite du Gardon, une petite partie des calcaires crétacés des garrigues nîmoises est contenue dans le bassin versant.

2.1.2.2 Ressources en eau

LE TRIAS

Les formations gréseuses, calcaires et dolomitiques du **Trias** sur le tombant sud des Cévennes peuvent être très localement karstifiées, notamment en aval de la Grand Combe jusqu'à Alès. Elles présentent une **semelle imperméable**, sauf en cas de fracturation importante, où il peut y avoir des pertes vers les formations du Primaire. Cet aquifère, d'un intérêt secondaire, est localement en continuité avec l'Hettangien, décrit ci-dessous, vers Alès et la Grand-Combe. La qualité des eaux souterraines est localement affectée par les apports en sulfate des évaporites du Trias¹.

L'HETTANGIEN

Les formations sus-jacentes des calcaires et dolomies du Jurassique (notamment Lias) de la bordure cévenole (entre Alès et Saint Ambroix d'une part, entre Alès et Sumène d'autre part) comprennent une grande diversité de faciès avec des formations très compartimentées et des systèmes peu étendus (souvent moins de 20 km²). Les formations des **dolomies de l'Hettangien** (607d) karstifiées et colmatées forment le **principal réservoir du système jurassique**. Celui-ci est réalimenté par les pertes du Gardon d'Alès en aval de la Grand Combe dans le secteur de l'Habitarelle et plus en aval de Malbosc (BRL, 1994), ainsi que le ruisseau de Gravelongue (SAGE, 1999). La faille de Lavabreille fait obstacle aux écoulements souterrains, ce qui donne naissance à la source de la Tour. Une alimentation complémentaire est assurée par les pertes en aval du Galeizon ou par des pertes des petits aquifères karstiques positionnés au-dessus. Quand les calcaires s'ennoient sous une couche imperméable comme dans le secteur de St-Martin-de-Valgalgues, ils peuvent refermer une nappe en charge. Plusieurs résurgences karstiques sont observées, comme les résurgences de Fonts, la source captée de Carabiol et les résurgences temporaires de l'aven de Courlas près de Saint-Julien-les-Rosiers.

Les cours d'eau drainent cet aquifère par endroits de manière pérenne. L'écoulement s'effectue principalement suivant une direction nord-ouest / sud-est.

La zone d'**interactions notables** avec le karst dolomitique sur le Gardon d'Alès comprend :

- ▶ Une zone de pertes en amont immédiat de la Grand Combe, de l'ordre d'une centaine de l/s (BURGEAP, 1952)
- ▶ Puis une zone d'alimentation par écoulement souterrain au niveau de la confluence avec le Roumestan, d'une centaine de l/s (BURGEAP, 1952)
- ▶ Puis à nouveau une zone de pertes jusqu'à La Tour, quelques kilomètres à l'aval de Salles-les-Gardons, où le Gardon s'assèche en étiage (BRL, 1994).
- ▶ Une zone de perte de petits ruisseaux est également observée au niveau des failles au nord de Laval-Pradel.
- ▶ A partir de La Tour, une zone d'alimentation est observée jusqu'à Alès, alimentée par les pertes décrites précédemment. La source de la Tour est un exemple de résurgence du système aquifère de l'Hettangien (1,5 km au nord de Cendras) (BRL, 1994), qui était captée pour l'AEP jusqu'en 2006.
- ▶ Des pertes sont également observées sur le Galeizon en aval de Malataverne (l'aval du Galeizon présente un écoulement non permanent) Elles ressortent dans les alluvions au voisinage du confluent Gardon-Galeizon ou un peu en aval (Le Soulier). (Entretien avec M. Wienin du comité départemental de spéléologie, 2008).

¹ La contamination par les sulfates peut également être due à la présence de minéralisations sulfurées en particulier au voisinage des failles (Entretien avec M. Wienin).

Sur l'ensemble de cette zone d'interaction karst-rivière, les pertes sont mal quantifiées. Elles pourraient atteindre 600 à 700 l/s. Cette zone de karst est mal connue, mais suivant les débits et/ou l'état de remplissage du karst, il pourrait y avoir restitution des volumes et même soutien (débit supérieur au débit injecté à l'amont) entre La Tour et Alès. (BURGEAP, 1952, BRL, 1994).

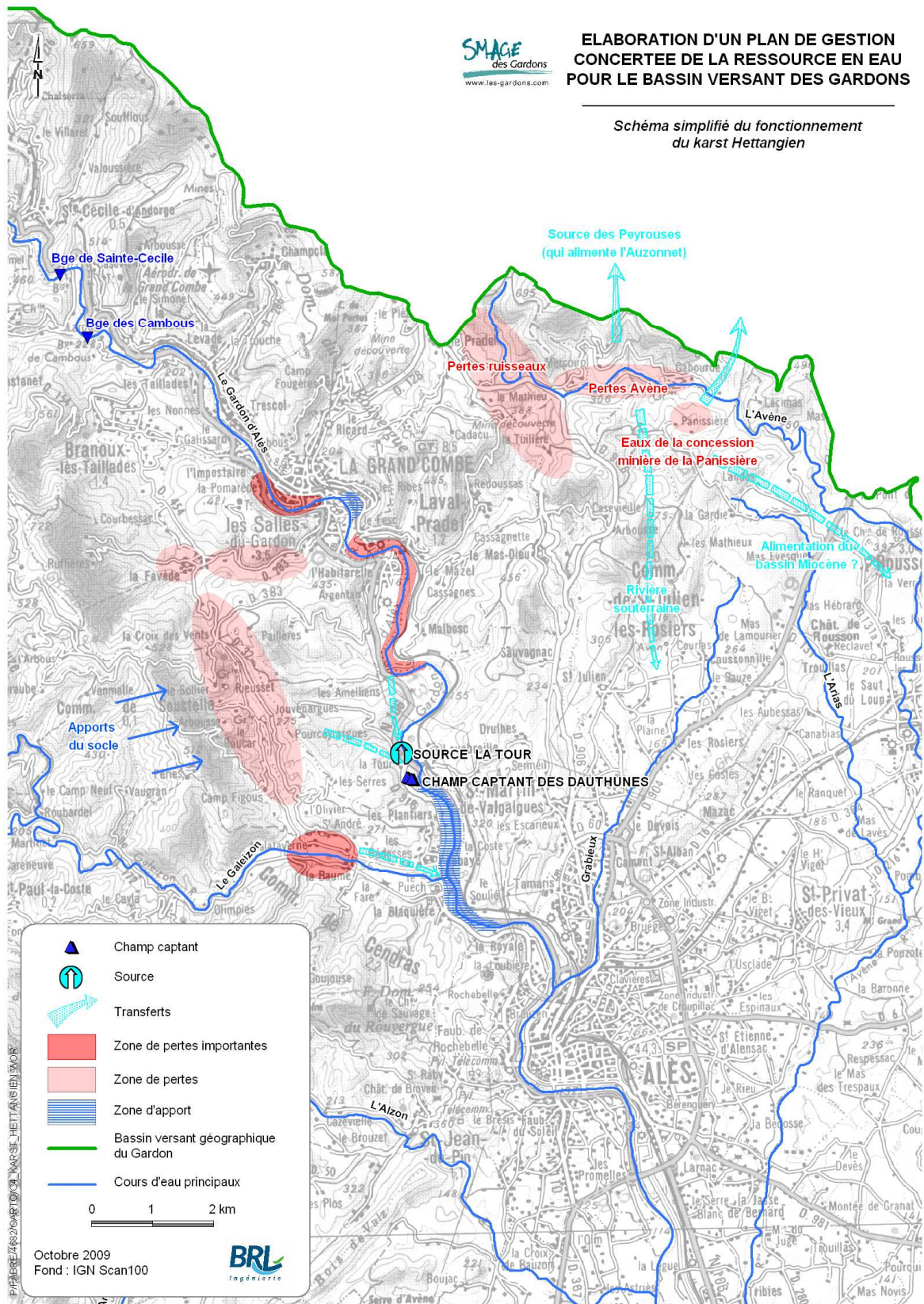
Il existe également un ensemble de pertes le long de la faille de la Croix des Vents à l'ouest du massif liasique (M. Wienin) :

- ▶ à la Favède (les Salles du Gardon) : perte concentrée sous le village (environ 20 l/s mesurés auxquels il faut ajouter le sous-écoulement), à l'endroit où le ruisseau atteint le calcaire. Cette perte ressort à la Tour (M. Wienin, BRGM).
- ▶ le long du Rieusset (Soustelle) : une série de mini-pertes échelonnées qui tarissent entièrement le ruisseau hors crue. Une coloration sous le mas de l'Eglise (M. Wienin, BRGM), montre leur ressortie à La Tour.

Il existe également une zone de pertes sur le haut bassin de l'Avène (Qpertes > 30 l/s). Elle alimente la source des Peyrouses qui se jette dans l'Auzonnet, affluent de la Cèze. Les écoulements deviennent pérennes sur l'Avène au niveau de Pont d'Avène (CESAME, 2002). A noter également que les eaux de la zone de travaux miniers « Panissière » de la concession de la Grand Combe Est (géographiquement située sur le BV de l'Avène), sont détournées par le réseau minier vers la Cèze essentiellement (CESAME, 2002). 2 rivières souterraines ont été observées par le Comité départemental de spéléologie : une à destination du Grabieux (sources de Courlas et des Fonts citées plus haut) et une qui rechargerait probablement le fossé oligocène de la plaine d'Alès (Entretien avec M. Wienin, 2008).

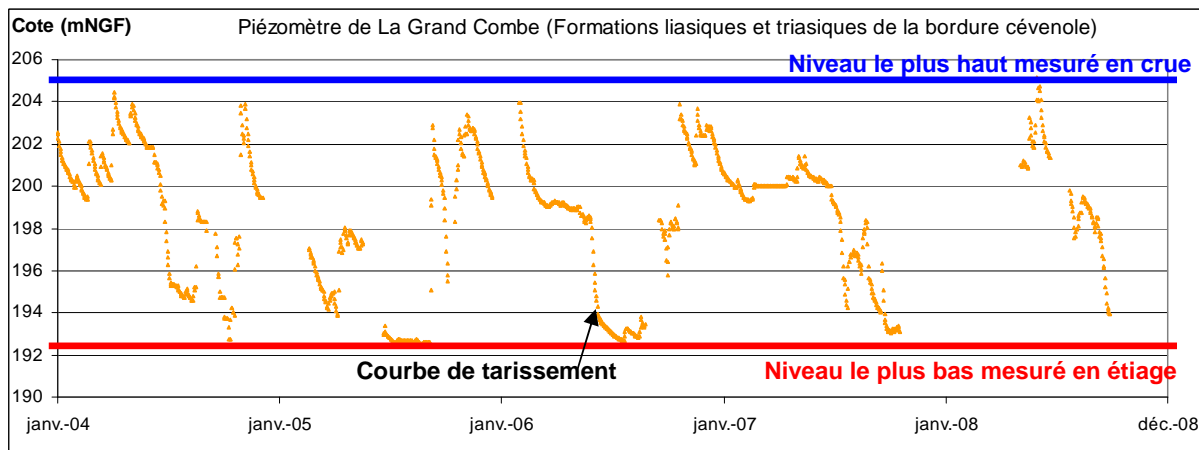
Des infiltrations d'eau superficielle dans le lit du Gardon dans la région de la Grand'Combe ainsi que les pertes dans le ruisseau de Bellière au sud de Laval-Pradel sont à l'origine de venues d'eau qui se manifestent aux mines des Oules et de Laval (SAGE, 1999).

Figure 4 : Schéma simplifié du fonctionnement du karst Hettangien



Un piézomètre répertorié dans la base de données ADES est implanté à la Grand'Combe dans les formations liasiques et triasiques de la bordure Cévenole.

Figure 5 : Chroniques piézométriques du piézomètre de La Grand Combe (Formations liasiques et triasiques de la bordure cévenole) (Source : base de données ADES, BRGM)



Au sud-ouest d'Alès, ces dolomies et calcaires du Lias de la bordure cévenole se révèlent **de très bons aquifères** (nappes libres et captives). Les circulations d'eau **alimentent de manière pérenne mais discontinue les alluvions du bassin du Gardon d'Anduze**. Les cours d'eau de ce sous-bassin versant présentent des pertes qui alimentent également des aquifères de faible extension du fait de la présence à proximité du système de failles et de fractures associé à la faille des Cévennes (suivant un axe Anduze-Alès).

Cet aquifère est très utilisé pour l'AEP du syndicat de l'Avène et de la ville d'Alès. Les principaux points de captage sont le champ captant de Dauthunes et le captage des Plantiers ainsi que la source de La Tour sur la commune des Salles du Gardon, l'utilisation de cette source étant actuellement suspendue pour la production d'eau potable. Mais en fin d'étiage, des sulfates apparaissent dans les eaux prélevées, attestant de la sollicitation du Trias. La limite d'exploitation de cet aquifère semble atteinte (Source : entretien avec le CG30). Aussi, le syndicat de l'Avène cherche-t-il à diversifier ses ressources (voir la partie usages). Il est également possible que ce ne soit pas le Trias qui soit sollicité mais des eaux anciennes par conséquent plus chargées en minéraux (M. Wienin, Comité départemental de spéléologie, entretien, 2008).

LE JURASSIQUE SUPERIEUR (CALCAIRES GRIS)

Même s'il est moins développé que dans les bassins voisins, on y trouve des calcaires gris et des lapiaz absorbants (plateau de Peyremale à Anduze, Sauvagnac à St Martin de Valgalgues...). La karstification du système aquifère est attestée par des pertes de ruisseaux (aven Satan à St Jean du Pin) et des résurgences temporaires, mais qui sont moins spectaculaires que les interactions entre le Gardon et l'Urgonien ou les dolomies de l'Hettangien. A Boisset et Gaujac, ce karst participe certainement à l'alimentation de la nappe du Gardon au voisinage du captage (M. Wienin, Comité départemental de spéléologie, entretien, 2008). L'aquifère du Jurassique Supérieur est exploitable dans la région d'Anduze et constitue probablement une des ressources potentielles les plus importantes du bassin (Source : CG30). Un forage de reconnaissance a été effectué au niveau de la Madeleine, avec un débit prometteur, et pourrait être exploité à terme par le Syndicat de l'Avène.

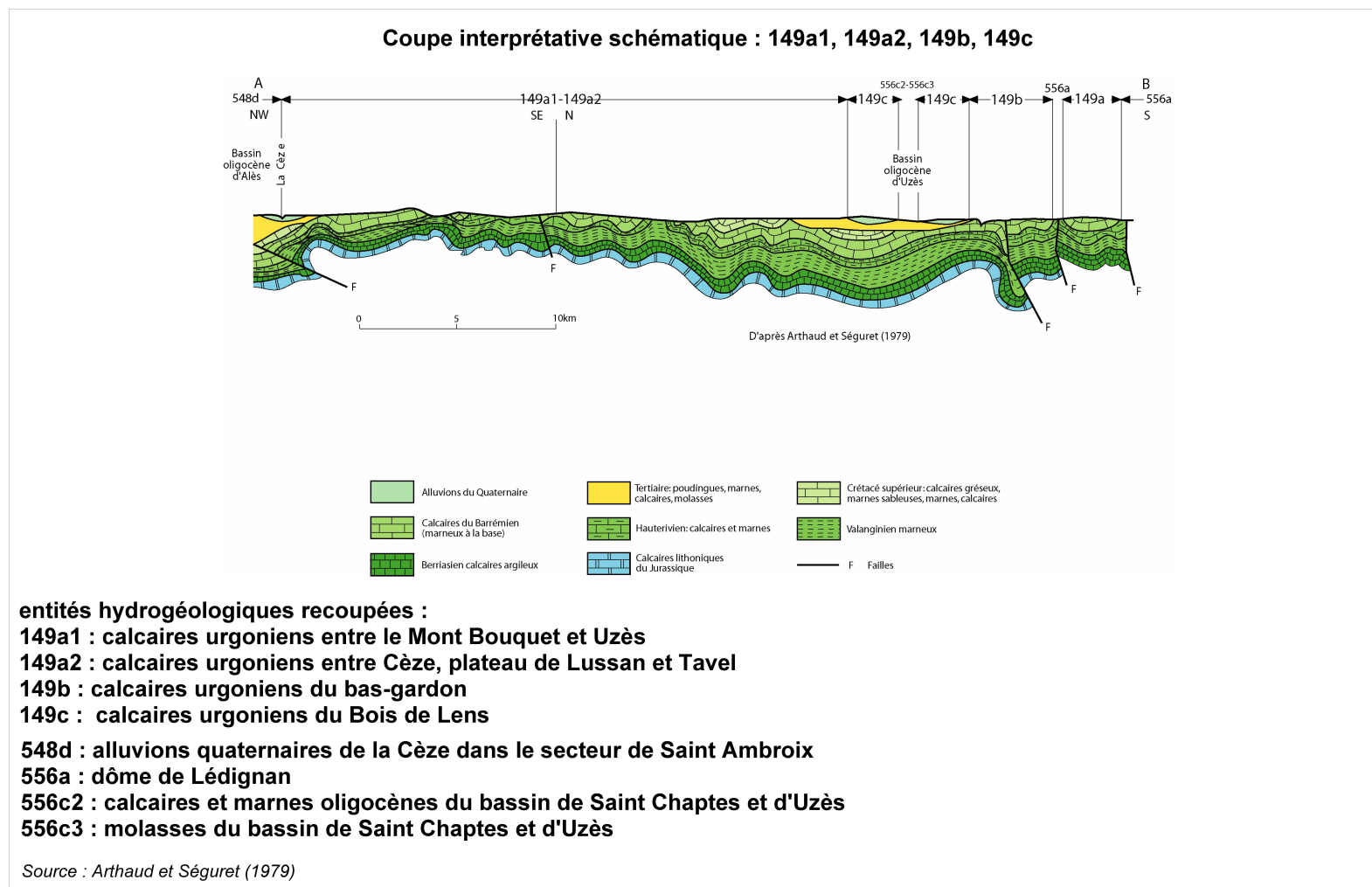
LES FORMATIONS CARBONATEES DU CRETACE (BARREMIEN, URGONIEN...)

Les **formations carbonatées du Crétacé** ont été découpées en sous-unités dans le bassin versant du Gardon. Elles occupent schématiquement la partie au sud-est de la faille des Cévennes et les formations les plus remarquables sont :

- ▶ **L'Hauterivien et Barrémien inférieur** (556a) Les marnes et calcaires argileux localement karstifiés du Crétacé inférieur forment une structure anticlinale bordée au Nord par les Gardons d'Anduze, à l'Est par le moyen Gardon et le massif urgonien du Bois de Lens, au Sud par le Vidourle, et à l'Ouest par la faille des Cévennes (556a) : **le dôme de Lédignan**. Il est composé en majorité de marnes valanginiennes peu ou pas aquifères, et d'autre part de calcaires jurassiques de moindre extension : au nord (entité 556a1) et sur le bassin du Vidourle (entité 556a3) dont les potentiels aquifères sont plus intéressants, mais les ressources demeurent difficilement mobilisables (BRGM, 2004).
- ▶ **L'Urgonien** (149a, b et c) : formation calcaire récifale très courante à l'affleurement dans la partie intermédiaire et aval du bassin versant, et présentant les phénomènes de karstification les plus importants du bassin. C'est probablement la ressource aquifère la plus importante du bassin. Elle fera l'objet d'une description plus détaillée au paragraphe 2.2 sur les relations entre l'Urgonien et le Gardon.
- ▶ **Les grès de l'Aptien et les sables de l'Albien**, plus localisés, qui donnent naissance à quelques sources qui alimentent notamment l'Alzon de façon diffuse à partir de Vallabrix.

Figure 6 : Coupe interprétative schématique (149a1, 149a2, 149b, 149c) (BRGM)

Atlas hydrogéologique Languedoc-Roussillon



2.1.3 Formations sédimentaires de l'ère Tertiaire

Ces formations sont représentées sur la Figure 104 en Annexe .

2.1.3.1 Contexte géologique

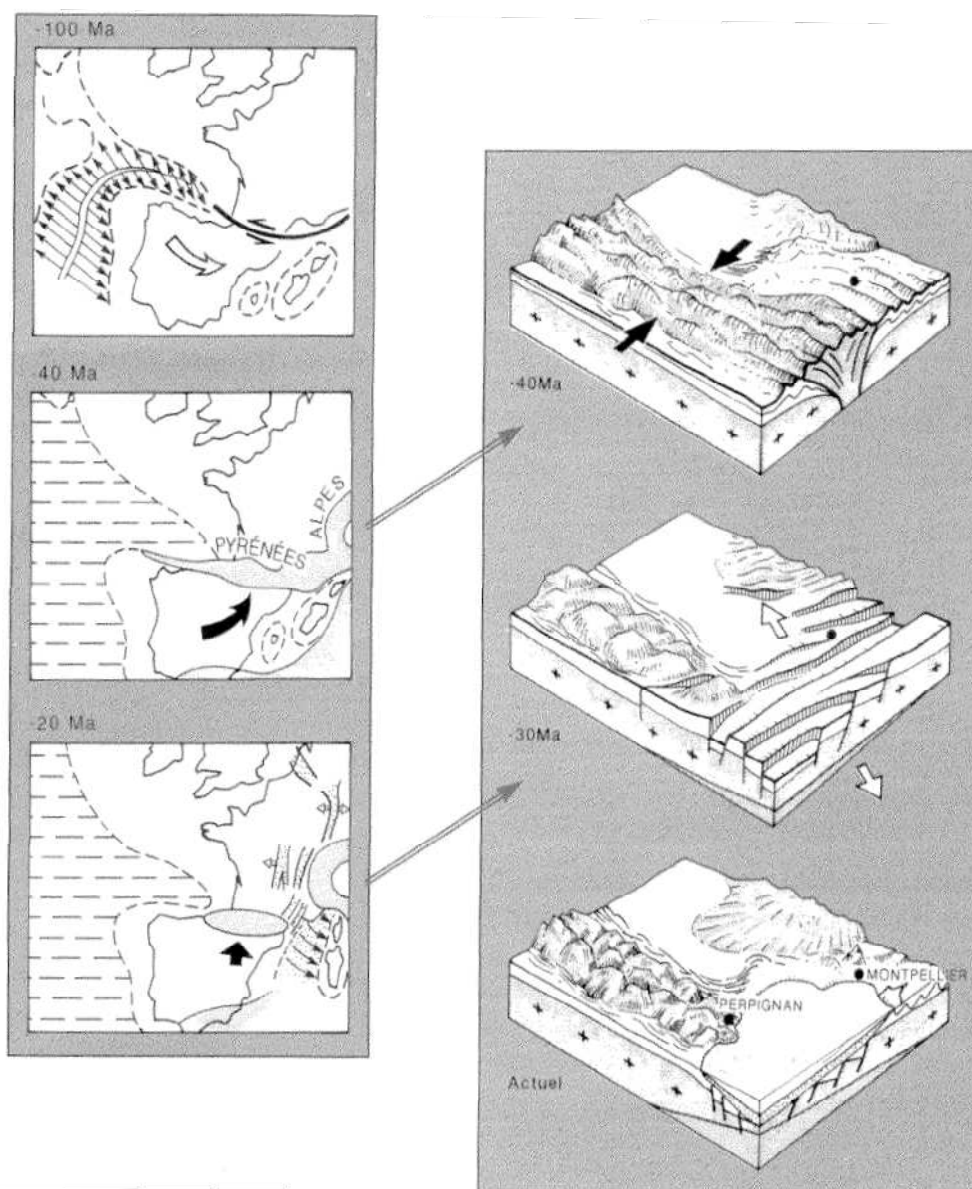
A l'**Eocène**, la phase « pyrénéenne » (-35Ma) provoque, par un serrage nord-sud (collision de la plaque ibérique avec la plaque européenne), la formation de plis d'axe est-ouest dits « pyrénéo-provençaux » (voir Figure 7). Ce plissement affecte l'ensemble des terrains du bassin versant comme le synclinal des Charlots au sud des Gorges.

La phase de distension « alpine » régionale de l'**Oligocène** (voir Figure 7) est à l'origine de la création des fossés d'Alès et de Saint-Chaptes, bassins d'axe nord-est/sud-ouest à remplissage de sédiments continentaux. Les fossés s'ouvrent le long de failles normales, comme par exemple la faille de Nîmes bordant le sud des calcaires crétacés.

Les formations molassiques gréseuses et calcaires d'Uzès sont des formations du **Miocène** (régression marine). Elles sont constituées de dépôts calcaires récifaux, de marnes et d'argiles.

Le **Pliocène** se décompose en 2 formations distinctes : une d'origine continentale formée d'argiles (Plaisancien) et une d'origine marine constituée de sables grossiers avec galets d'âge Astien. A la fin de ce cycle commence l'édification des futures terrasses du Quaternaire, grâce à l'apport de cailloutis principalement d'origine alpine (étage Villafranchien) qui affleurent près de la vallée du Rhône jusqu'à Montpellier, et notamment en rive droite entre Comps et Sernhac, mais également issus du démantèlement érosif des Cévennes qui subsiste sous forme de lambeaux perchés de 60 à 100 m au-dessus du lit actuel du Gardon.

Figure 7 : De l'ouverture de l'Atlantique à celle de la Méditerranée (schéma de gauche). Les changements survenus en Languedoc-Roussillon depuis 40 millions d'années en liaison avec la tectonique des plaques (schéma de droite).



Source : Extraits de *Monts et Merveilles*, M. Mattauer

2.1.3.2 Ressources en eau

CALCAIRES DE L'Eocene ET DE L'OLIGOCENE

Les quelques niveaux **calcaires de l'Eocène et de l'Oligocène** (556c1 et 2) constituent l'aquifère le moins profond (à l'exclusion des alluvions du Gardon), mais ils sont de faible extension et présentent une trop faible perméabilité pour jouer un rôle important, sauf peut-être dans le bassin de Saint-Chaptes, à Blauzac et Bourdic notamment. Les débits restent relativement modestes et ne dépassent pas 30 m³/h. L'ensemble de ces formations sont toutefois **en relation avec les roches calcaires sous-jacentes**, dont l'Urgonien dans le bassin de Saint-Chaptes. Plusieurs cours d'eau drainent les formations sédimentaires du Tertiaire comme l'Avène dans le bassin oligocène d'Alès et le Bourdic dans celui de Saint-Chaptes.

MARNES OLIGOCENES DU FOSSE D'ALES-BARJAC

Les marnes oligocènes du fossé d'Alès-Barjac (548c) forment une dépression allongée selon un axe de direction NE-SO limitée à l'Ouest par la faille des Cévennes et à l'Est par la faille de Barjac. Elle s'étend sur une largeur de 6 km et s'étire sur presque 50 km, entre Vallon Pont d'Arc (à l'entrée des gorges de l'Ardèche) et Lézan, Marsillargues-Attuech (au sud du Gardon d'Anduze). Elle est traversée par les cours d'eau de la Cèze, l'Auzonnet, l'Avène, le Gardon d'Alès et le Gardon d'Anduze (BRGM). Or la cote de la Cèze est plus haute d'une vingtaine de mètres, et cette formation pourrait être une zone de transfert d'eaux du bassin de la Cèze vers celui des Gardons (M. Wienin, Comité départemental de spéléologie, entretien, 2008), mais cela est très peu probable (CG30).

L'entité 548c est un fossé d'effondrement rempli de sédiments lacustres tertiaires sur une épaisseur allant de 400 à 600 m. Ces dépôts très puissants sont marneux et imperméables en surface où ils n'offrent pratiquement pas de ressources en eau. La nappe est libre et monocouche, sans lien avec les entités voisines (BRGM). Il existe beaucoup de puits anciens peu profonds (de l'ordre de la dizaine de mètres) dans les niveaux marneux superficiels, mais les débits disponibles sont trop faibles pour être exploitables. Son potentiel aquifère pourrait s'avérer intéressant, mais à des profondeurs importantes (M. Wienin, Comité départemental de spéléologie, entretien, 2008).

MOLASSES MIOCENES

Les formations molassiques du **bassin miocène d'Uzès** (556c3) sont perchées et relativement localisées. Elles présentent une **relation étroite** avec les systèmes aquifères contigus (notamment l'Urgonien) de par des perméabilités relativement importantes. Elles peuvent être alimentées par remontée des eaux depuis les calcaires Urgoniens sous-jacents. Elles regroupent généralement deux niveaux productifs. L'horizon supérieur du Burdigalien est susceptible de fournir en forage une dizaine de mètres cubes par heure, alors que l'horizon inférieur (Burdigalien inférieur localement karstifié et captif) peut produire jusqu'à 100 m³/h dans le secteur de Saint Quentin la Poterie, Montaren et Saint Médiars. L'alimentation en eau potable de la ville d'Uzès est désormais possible à partir du nouveau champ captant des Fouzes à Uzès. Ces molasses inférieures du Burdigalien sont le plus souvent captives et protégées de la surface par l'horizon marneux intercalé entre les molasses inférieures et les molasses supérieures. (BRGM, 2006). Cet aquifère des molasses du Burdigalien, actuellement peu exploité, pourrait constituer localement une ressource d'une eau de bonne qualité pour l'avenir (notamment au niveau de St-Quentin de la Poterie ou entre St Maximin et St Siffret selon M. Wienin) grâce à la protection assurée par les niveaux marneux intercalés dans cette formation. Mais sa capacité estivale demeure limitée (M. Wienin). A noter que le rapport des *Grands adductions du Gard* considère également que les marges de manœuvre seront limitées, une fois le prélèvement de la ville d'Uzès effectué. Il est probable que l'aquifère soit en relation hydraulique avec l'aquifère Urgonien, et plus en aval avec les alluvions du Gardon².

² Bergasud, 2006. Impact de la réhabilitation du seuil de Remoulins sur la nappe alluviale du Gardon : rapport hydrogéologique.

Figure 8 : Coupe interprétative schématique : Calcaires et marnes oligocènes du bassin de St Chaptes et d'Uzès (556c2) et Calcaires du Crétacé supérieur des Garrigues nîmoises (556d1).

Atlas hydrogéologique Languedoc-Roussillon

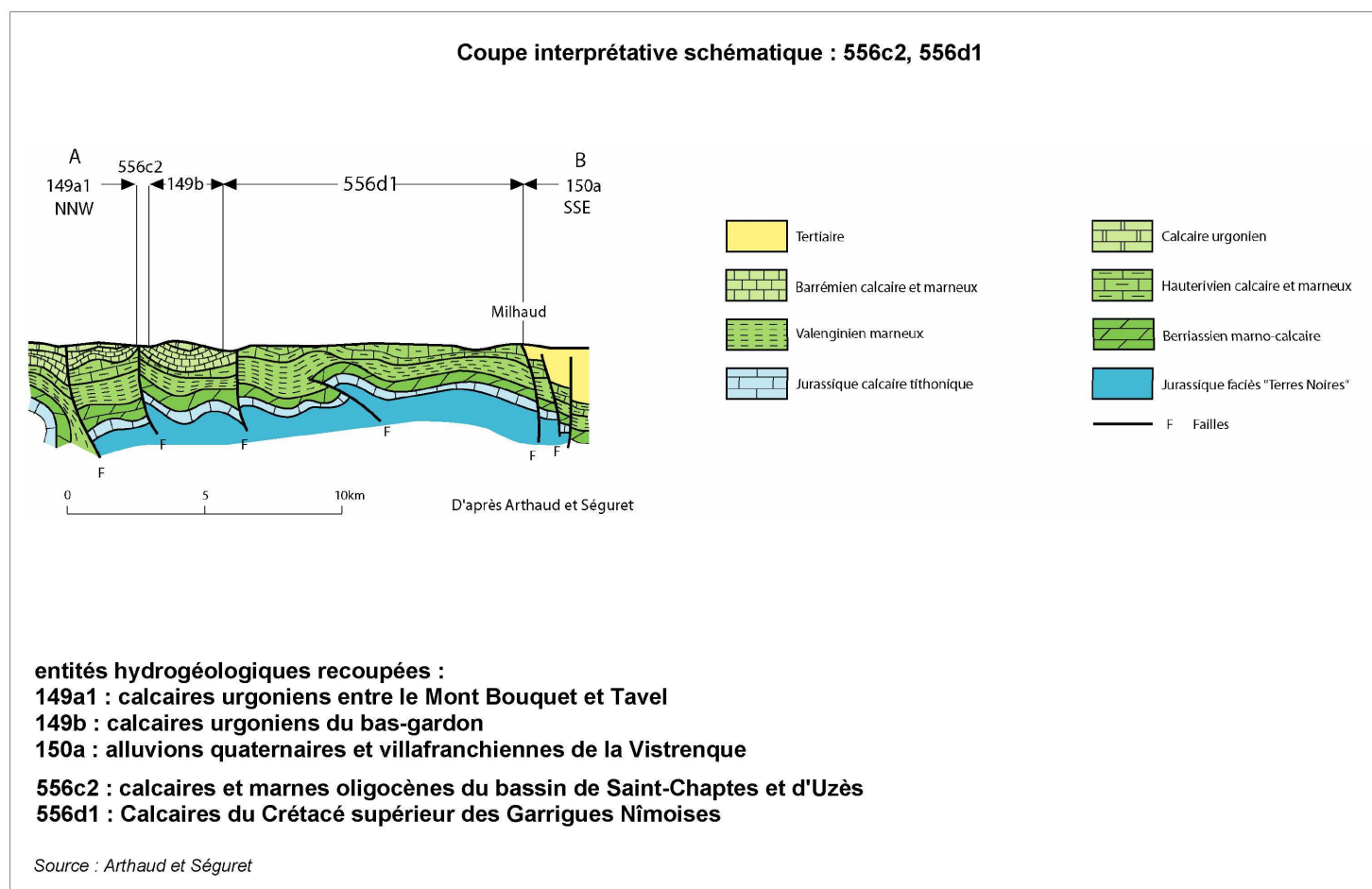
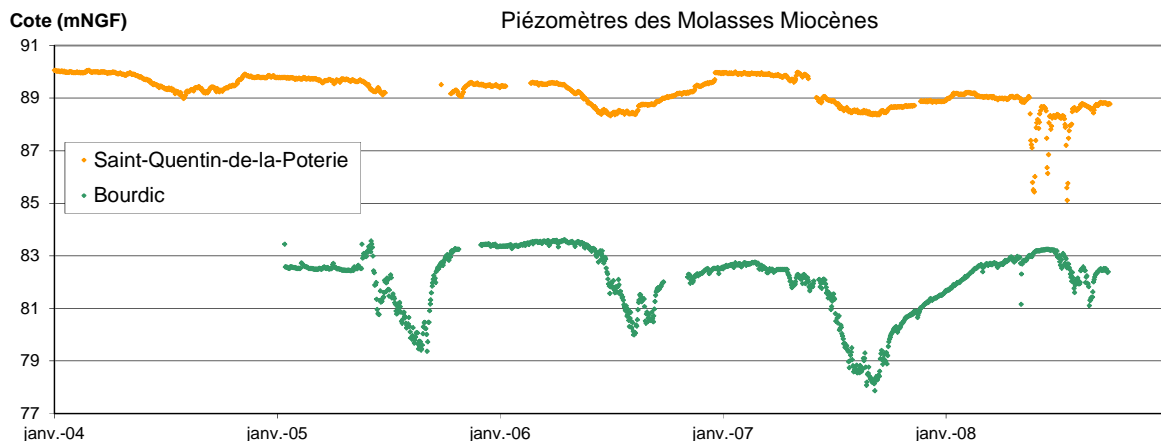


Figure 9 : Chroniques piézométriques des piézomètres des Molasses Miocènes (Source : base ADES)



2.1.4 Les dépôts alluviaux du Quaternaire

Ces formations sont représentées sur la Figure 100 en Annexe .

2.1.4.1 Contexte géologique

Le relief actuel s'est mis en place au Quaternaire, notamment avec les formations superficielles continentales d'origines alluviale, colluviale, éolienne et côtière. L'alternance de périodes glaciaires et inter-glaciaires a joué un rôle déterminant dans la géomorphologie et l'ordination des terrasses alluviales (alluvions, sables, graviers). Les principaux dépôts correspondent aux alluvions anciennes du Gardon et aux alluvions récentes du Gardon et de ses principaux affluents : Salindrenque, Amous, Galeizon, Avène, Droude, Braune, Bourdic, Alzon et Valliguières. En aval des gorges du Gardon, le Rhône a modelé les terrasses anciennes et actuelles.

2.1.4.2 Ressources en eau

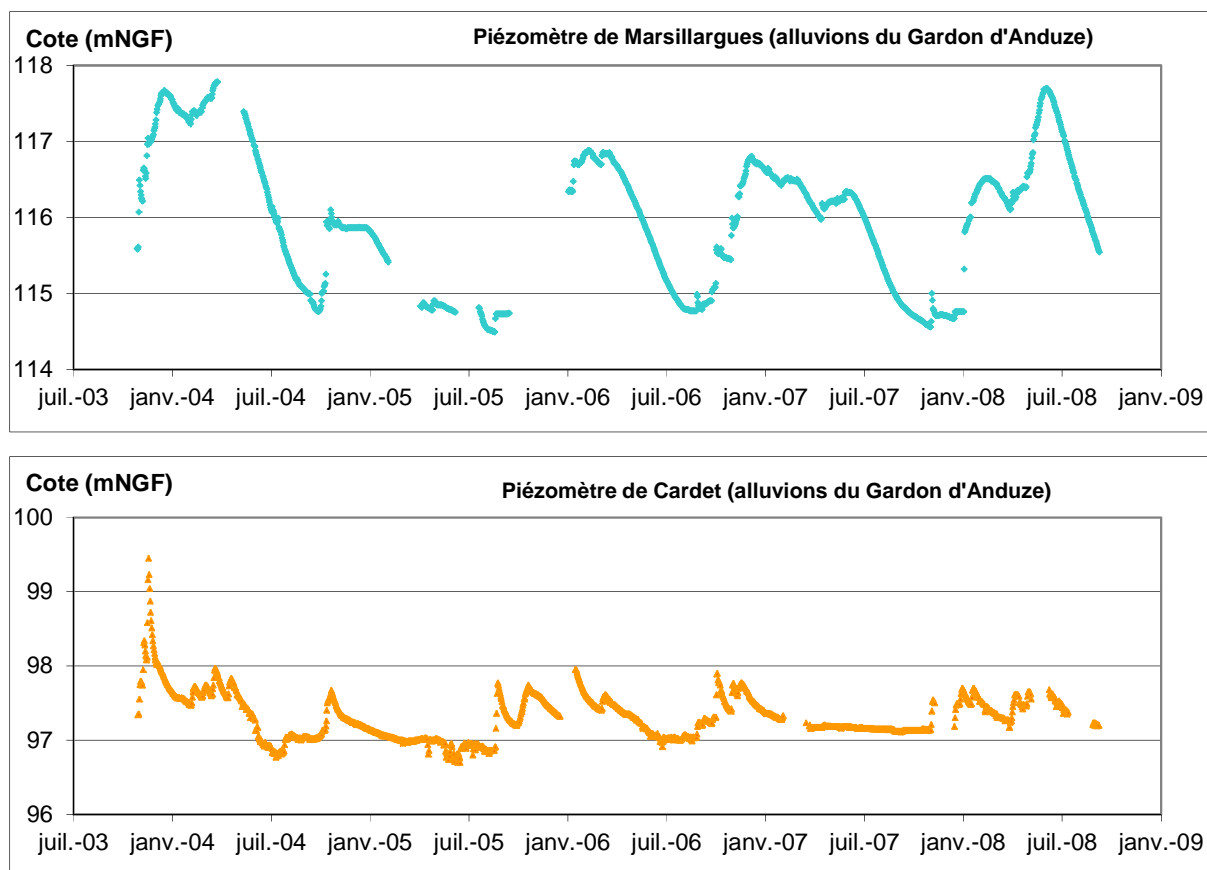
Les **alluvions du Gardon** et de ses affluents (366a : Gardon d'Alès, 366b : Gardon d'Anduze et 366c : Gardon) ont de bonnes caractéristiques de porosité et de perméabilité sur une épaisseur de 10 mètres environ. Mais seules les zones à écoulement permanent présentent un intérêt en terme d'aquifères alluviaux. Ces derniers peuvent être sous découpés en 4 ensembles.

LES ALLUVIONS DU GARDON D'ANDUZE

L'aquifère alluvial débute vers la confluence avec la Salindrenque, et prend de l'ampleur en aval d'Anduze. Les captages dans les alluvions du Gardon d'Anduze présentent les meilleurs débits de production (de l'ordre de 200 l/s) et les prélèvements annuels sont de l'ordre de 4,3 Mm³ (notamment le champ captant de Tornac pour le Syndicat de l'Avène). Les remaniements dus aux extractions de granulats et au creusement du chenal de crue pour lutter contre les inondations, sont responsables d'un déficit en graviers dans le cours d'eau. L'enfoncement résultant peut aller jusqu'à 3 m et localement atteindre le substratum calcaire. La recharge de nappe est alors réduite, et la nappe alluviale s'est abaissée selon les endroits de 2 à 5 mètres (*Etude Globale du BV du Gardon d'Anduze, BRLi, 2005*). Ils sont exploités par exemple par le syndicat de l'Avène à Tornac.

Sur les 4 dernières années, les chroniques piézométriques des deux piézomètres du Gardon d'Anduze suivis par le BRGM (représentés ci-dessous) montrent des niveaux de nappes stables.

Figure 10 : Chroniques piézométriques des piézomètres des alluvions du Gardon d'Anduze (base ADES).



LES ALLUVIONS DU GARDON D'ALÈS

L'aquifère alluvial commence vers la confluence avec le Galeizon et s'étend jusqu'à la confluence avec le Gardon d'Anduze. Il est constitué d'alluvions graveleuses de faible puissance (3 à 10 m selon les secteurs) mais d'une perméabilité relativement bonne (K compris entre 1.10^{-3} m/s et 5.10^{-3} m/s). Celles-ci constituent un bon aquifère dont l'épaisseur mouillée est comprise entre 4 et 5 m. La nappe est libre et son extension latérale ne dépasse pas la centaine de mètres. Son battement interannuel est au maximum de 1,5 m et son coefficient d'emmagasinement de l'ordre de 5 à 7 %. L'absence de failles majeures dans le secteur étudié par Géoplus (les 10 km avant la confluence avec le Gardon d'Anduze) évite la perte d'eau entre la nappe située dans les alluvions récentes et les faciès sous-jacents. (*Caractérisation du fonctionnement de la nappe alluviale du Gardon d'Alès - Expertise hydrogéologique, GEOPLUS, SMAGE des Gardons, 2008*)

La cote du cours d'eau est moins influencée par la période estivale que la cote de la nappe alluviale, ce qui est probablement dû aux prélèvements des forages agricoles (jardins, maraîchage...).

Les seuils influencent le niveau de la nappe alluviale : celle-ci draine le Gardon d'Alès à proximité des seuils, tandis que dans la partie aval du cours d'eau, le drainage s'inverse. Ainsi, les seuils permettent de soutenir le niveau de l'aquifère en période de basses eaux, mais dans une amplitude modérée. (*Caractérisation du fonctionnement de la nappe alluviale du Gardon d'Alès - Expertise hydrogéologique, GEOPLUS, SMAGE des Gardons, 2008*)

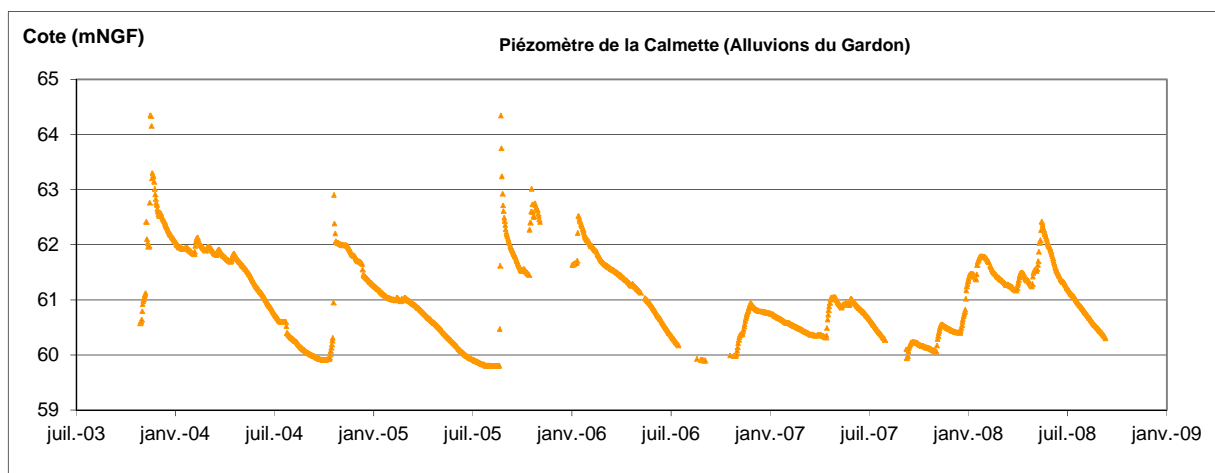
L'enfoncement du lit depuis 1948 atteint 1 à 2 m (SAGE), dus au barrage de Ste Cécile d'Andorge en amont de la confluence avec le Galeizon, et en aval, aux extractions massives pour la chenalisation du lit.

En aval d'Alès, un recensement de la Chambre d'Agriculture a permis de comptabiliser 135 forages, mais estime plutôt leur nombre à environ 200. La plupart servent à l'irrigation des cultures en été (productions agricoles, jardins familiaux), mais quelques uns sont exploités pour de l'eau domestique de résidences isolées, ou pour l'alimentation en eau potable du Syndicat de la Mayre. (*Projet de gestion durable du Gardon d'Alès aval - Ressource en eau à usage agricole, CA30, SAFER, MAPA, CG30, 2008*)

LES ALLUVIONS DU MOYEN GARDON DANS LA « GARDONNENQUE ».

Sur les Gardons réunis en amont des Gorges, l'enfoncement atteint 2 m et le substratum, marneux essentiellement c'est-à-dire fortement érodable, est mis à jour (SAGE). Ainsi, la rivière fonctionne désormais en drainance de la nappe alluviale toute l'année : il n'y a plus de réserve permanente dans la nappe (SAGE). La nappe phréatique a été rabattue proportionnellement au lit mineur, c'est-à-dire de 2 m (SAGE). La commune de Dions possède par exemple un puits dans le Gardon.

Figure 11 : Chronique piézométrique du piézomètre de la Calmette (alluvions du Gardon) (base ADES).



LES ALLUVIONS DU BAS GARDON EN AVAL DES GORGES

Elles possèdent une semelle imperméable avec le Pliocène argileux entre Remoulins et Montfrin, hormis près de Montfrin où elles entrent en relation avec les calcaires marneux de l'Hauterivien et sont alimentées par la nappe du Rhône. Dans le secteur de Remoulins, la nappe est peu étendue, elle est un peu plus large au niveau du captage du SIAEP du Pont du Gard (puits des Codes). Cet aquifère est en équilibre avec le cours d'eau. Les mesures piézométriques dans les forages et de la cote du fil d'eau indiquent que la nappe alluviale est alimentée par le Gardon mais aussi par les calcaires urgoniens. L'épaisseur des dépôts alluvionnaires³ varie entre 5 et 20 m. Les paramètres hydrodynamiques calculés d'après les pompages communaux, montrent un fort potentiel de production de l'aquifère alluvial.

Hormis sur le Gardon d'Anduze en amont d'Anduze et sur le Gardon d'Alès en amont d'Alès, le surcreusement du lit mineur fait que, hors période de crue importante, le Gardon draine la nappe sur pratiquement tout le cours.

Outre les prélèvements pour l'AEP et l'irrigation, les pertes importantes dans l'Urgonien sous-jacent dans la Gardonnenque en amont des Gorges du Gardon montrent une relation étroite entre ces masses d'eaux qui est détaillée au paragraphe suivant.

³ Bergasud, 2006. Impact de la réhabilitation du seuil de Remoulins sur la nappe alluviale du Gardon : rapport hydrogéologique.

2.1.5 Récapitulatif géographique

Le schéma suivant récapitule la succession chronologique des époques géologiques auxquelles il est fait référence dans le rapport. Bien entendu, elle ne constitue pas une échelle géologique exhaustive, mais a juste pour but de resituer ces époques les unes par rapport aux autres, et de mieux comprendre l'empilement des couches.

Figure 12 : Récapitulatif des époques géologiques auxquelles il est fait allusion dans le rapport.

Ere	Dénominations rencontrées	
IV	Quaternaire (alluvions)	Villafranchien
III	Pliocène	Plaisancien
	Miocène	Messinien
		Burdigalien
	Oligocène	
II	Eocène	
	Crétacé supérieur	
	Crétacé inférieur	Albien
		Urgonien
		Aptien
		Barrémien
		Hauterivien
	Jurassique	Valanginien
		Jurassique supérieur
		Lias (J. inf.)
		Hettangien
I	Trias	Keuper
	Houiller	Schistes du Stéphanien

-3 Ma →

-70 Ma →

-250 Ma →

orogénèse Hercynienne: -350 à -290 Ma →

L'analyse des cartes géologiques et les carottes fournies par le BRGM montrent les empilements de couches suivants, en différents points du bassin.

Figure 13 : récapitulatif de l'empilement des couches géologiques au niveau de plusieurs communes du bassin.

Cendras	Ste Anastasie	St Geniès	Uzès
Hettangien	Burdigalien	Quaternaire	Quaternaire
Trias	Sannosien	Oligocène	Tertiaire
Houiller	Eocène	Urgonien	Crétacé supérieur
	Aptien		Barrémien
	Barrémien-Urgonien		Hauterivien
			Valanginien
			Berriasien
			Jurassique

607 c1

556 c2

149 b1

556 c1

149 b2

149 c1

149 a2

556 a

2.1.6 Synthèse

BILAN DES INTERACTIONS ENTRE AQUIFERES ET GARDONS

Les principales interactions concernent :

- ▶ les **secteurs de la Grand Combe et Alès** pour les interactions entre les formations karstifiées des dolomies de l'Hettangien et le Gardon. Ces interactions sont très complexes, dans des zones compartimentées, et pour l'instant mal connues.
- ▶ le **secteur de la Gardonnenque entre Ners à Collias** où les interactions sont importantes entre le Gardon et le Karst Urgonien. Les relations entre le Gardon et l'aquifère 149b (calcaires urgoniens des gorges du Gardon) font l'objet d'un développement détaillé dans le chapitre 2.2.
- ▶ quelques interactions de moindre amplitude entre les rivières et l'aquifère du Jurassique supérieur sont à mentionner dans la zone située entre Corbès et Anduze, mais très peu d'informations sont disponibles à ce sujet (*Source : CG30, entretien*)

Le schéma suivant propose une synthèse des interactions entre aquifères. Une représentation cartographique de l'extension des aquifères est disponible en annexe (*Source : CG30*).

BILAN DES POTENTIELS DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINES

En résumé :

- ▶ Les Gardons amont sont alimentés par des **nappes localisées d'arènes granitiques ou schisteuses, peu aquifères** et vulnérables à la sécheresse. Leurs apports en étiage sont ainsi peu élevés, mais ils représentent une solution locale pour l'alimentation en eau potable de petits villages cévenols.
- ▶ La nappe alluviale des Gardons est bien développée à partir d'Anduze et d'Alès. Les **aquifères alluviaux** du bassin sont vulnérables aux sécheresses et pollutions, mais déjà largement exploités. L'impact des prélèvements dans les nappes alluviales se répercute très rapidement sur les Gardons. Dans le reste de l'étude, on considèrera qu'il est instantané et que **tout débit prélevé en nappe alluviale est aussitôt soustrait au débit du Gardon**. Aussi, dans la mesure du possible, il vaut mieux éviter de solliciter ces ressources en étiage.
- ▶ **L'aquifère karstique des dolomies de l'Hettangien** possède un réservoir modéré et déjà très exploité : il arrive à saturation des prélèvements comme l'atteste la présence de sulfates qui apparaît en fin d'étiage et montre la mise en relation avec le Trias. Ce système aquifère est en relation forte avec le cours d'eau (pertes en aval du barrage des Cambous ou dans le Galeizon, résurgences au niveau de Latour) Les relations entre le karst et le cours d'eau sont quantitativement mal connues, et il serait intéressant d'améliorer les connaissances à ce sujet.
- ▶ **L'aquifère karstique du Jurassique supérieur** possède un stock probablement très important, et présente un excellent potentiel d'exploitation. Il est en relation avec les Gardons, mais de façon probablement moins marquée que les autres aquifères karstiques. Cependant sa localisation géographique dans la région d'Anduze le rend intéressant en particulier pour les communes situées aux portes des Cévennes (*Source : CG30, entretien*).
- ▶ **L'aquifère karstique de l'Urgonien** constitue le réservoir le plus important. Il est en interaction forte avec le Gardon (système de pertes entre Ners et les gorges et résurgences dans les gorges) et est également drainé par la Cèze. Cependant les relations quantitatives entre le karst et le cours d'eau, et par conséquent l'impact des prélèvements dans le karst sur les débits d'étiage restent mal connus d'un point de vue quantitatif mais également du point de vue du décalage temporel entre le prélèvement et l'impact. Il serait important d'améliorer les connaissances à ce sujet. En particulier, il est difficile de se prononcer de manière générale sur l'impact de nouveaux forages qui dépendra de l'éloignement du réseau hydrographique, du débit de pompage, du réservoir concerné, etc. : tout nouveau forage doit faire l'objet de tests pour vérifier l'absence d'impact sur le Gardon en étiage.

Le chapitre suivant explore plus en détail les caractéristiques du karst Urgonien et permet de retenir **2 hypothèses d'impact pour les prélèvements dans les aquifères karstiques**, qui d'encadrent le rôle tampon du karst :

- **Impact total et immédiat** des prélèvements dans le karst sur le Gardon (aucun rôle tampon, hypothèse pessimiste)
- **Impact négligeable** des prélèvements dans le karst sur le Gardon (tampon total, hypothèse optimiste)
- ▶ **Les Dolomies du Bathonien**, affleurantes dans la zone autour d'Anduze, Monoblet, et Tornac, peuvent constituer une solution locale.
- ▶ Les **molasses miocènes du bassin d'Uzès** constituent une belle réserve, mais sont de plus en plus sollicitées (forages privés et de distribution publique), comme l'atteste le nouveau forage d'Uzès. Elles présentent donc un potentiel localisé et modéré (*Sources : discussion avec BERGASUD et le CG30*).
- ▶ Le bassin Oligocène d'Alès pourrait présenter un potentiel aquifère intéressant mais à des profondeurs de plusieurs centaines de mètres.

Pour ces derniers aquifères et les autres, les relations avec les Gardons sont très limitées et on peut donc considérer que **l'impact des prélèvements dans ces aquifères sur les débits des rivières est négligeable**.

2.2 RELATIONS ENTRE L'URGONIEN ET LE GARDON

Les liens entre aquifères et eau superficielle sont complexes, et en particulier les circulations d'eau dans les formations karstiques. En aval de la confluence des Gardons d'Anduze et d'Alès jusqu'au niveau de Collias, les eaux superficielles et alluviales du Gardon sont en relation étroite avec le karst Urgonien sous-jacent. On présente dans cette partie un bilan des connaissances des relations entre l'Urgonien et le Gardon.

Cette partie s'appuiera essentiellement sur les deux documents suivants :

- *Etude de l'aquifère karstique de l'Urgonien* – Conseil général du Gard – BRLi – 1995 à 1999,
- *Avis d'expertise sur les conclusions de l'étude relative à la connaissance de l'aquifère karstique de l'Urgonien des Gardons* – DRIRE Languedoc Roussillon – BRGM - mars 1999.

Le premier document est le résultat d'une longue étude conduite sur des bases bibliographiques, expérimentales (réalisation et suivi de piézomètres, suivis hydrométriques) et de modélisation (réalisation d'un modèle mathématique). Une thèse (JOSNIN) a été réalisée en parallèle pour alimenter l'étude (volet modélisation mathématique).

Le second document donne un avis d'expert sur les conclusions du premier.

Les contacts pris dans le cadre de la présente étude (Conseil Général, BRGM) laissent penser que, depuis ces travaux, les investigations d'ensemble sur le fonctionnement du karst n'ont pas été poursuivies.

2.2.1 Caractéristiques du karst Urgonien

L'aquifère karstique de l'Urgonien fonctionne à la fois en nappe libre (pertes et émergences) en fond de vallée et en nappe captive sous couverture des niveaux imperméables des molasses et marnes oligocènes.

Le mur de cet aquifère est composé de marnes et de calcaires marneux du Berriasien et du Valanginien. L'épaisseur totale de la formation calcaire Urgonienne varie entre 100 et 500 mètres.

Il est alimenté par infiltration des eaux météoriques au droit des affleurements ainsi que par les pertes du Gardon. De nombreuses résurgences de l'Urgonien dans le Gardon ont été identifiées, elles seront détaillées plus bas. Ce système aquifère alimente également les affluents du Gardon dont l'Allarenque, la Droude, le Bourdic, les Seynes, l'Esquielle...

On peut distinguer plusieurs systèmes karstiques dans cette formation géologique :

A. Le bassin de Saint-Chaptes

Sa zone d'alimentation s'étend sur 123,4 km². Il est alimenté à la fois par les pluies et les pertes du Gardon. On peut le découper en trois sous-systèmes :

- Le **karst du Gardon** qui est le système le plus important avec affleurement en amont du bassin et en aval. Son exutoire principal semble être les gorges du Gardon ;
- Le karst Urgonien sous couverture dans le bassin de Saint-Chaptes et plus au nord dans le **bassin aval de la Droude** avec écoulement vers ouest et sud-ouest, affluent assez probable du précédent ;
- Le **karst du bois de Lens** en rive droite du Gardon et sur la bordure est du dôme de Lédignan (à cheval sur les bassins versants du Gardon et du Vidourle) en grande partie colmaté sauf dans sa partie affleurante. Le système du Bois de Lens est à l'origine des écoulements de l'Esquille et d'autres ruisseaux (Lens, Teulon, Rouvegade, Braune, Peudur, Auriol). La plupart des sources sont temporaires. Dans l'extrémité sud, l'exutoire temporaire de Prouvessat fait partie du bassin versant du Vidourle, mais en basses eaux, seule une très faible partie du bassin d'alimentation pourrait être captée vers ce fleuve. Son fonctionnement profond demeure mal connu. Un drainage lointain profond (Vistrenque) au moins partiel n'est pas à exclure (M. Wienin).

B. Le bassin de l'Uzège

Sa zone d'alimentation s'étend sur 59,1 km². Son alimentation provient exclusivement des pluies. On peut le découper en deux sous-systèmes :

- Le **karst de Vallabrix** drainant le flanc sud de l'anticlinal de Belvezet (s'écoulant en partie vers le sud et vers la fontaine d'Eure à Uzès). La résurgence la plus importante est la fontaine de l'Eure, qui alimente l'Alzon. Elle constitue probablement l'exutoire de vidange d'une zone noyée ;
- Le **système karstique des garrigues de l'Uzège** (entre Valliguières à l'est et Uzès à l'ouest). La Grand Font de Valliguière est une des principales sources.

Les tentatives de bilan effectuées sur le bassin de l'Uzège, qui constitue la zone drainée par la fontaine d'Eure, montrent que les écoulements de surface représentent la quasi-totalité de l'alimentation : le volume infiltré sur les affleurements du bassin de l'Uzège (environ 40% des précipitations sur les affleurements) est cohérent avec le débit écoulé à la fontaine d'Eure. Il n'y aurait donc pas de possibilité d'écoulement de cette zone vers le bassin de Saint-Chaptes. Aussi, **le fonctionnement du bassin de l'Uzège apparaît indépendant de celui du bassin de Saint-Chaptes**. Ce résultat a été nuancé par JOSNIN, qui avait réalisé une thèse sur le karst de Saint-Chaptes.

2.2.2 Piézométrie

► Données piézométriques du karst Urgonien exploitées

Les données des piézomètres de la base ADES du BRGM ont été récoltées dans le cadre de l'étude. La base répertorie 12 piézomètres dans le karst Urgonien se trouvant topographiquement sur le bassin versant, mais dont 3 ne sont plus liés à l'hydrologie des bassins versants voisins. 8 de ces piézomètres sont opérés par le Conseil Général du Gard.

Tableau 3 : piézomètres du karst Urgonien sur le bassin versant des Gardons

Code BSS	Nom	Alt. (m)	Prof.max. (m)	Début	M. d'ouv.	Masse d'eau
09384X0005/COMBET	Mas Combet (Collorgues - 30)	168	230	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09384X0014/GAEI	Galizzi (Euzet - 30)	130	180	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09387X0059/F5	St Génès de Malgoires - 30	130	75	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09387X0067/CRUVE	Cruviers (Boucoiran - 30)	79	57	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09388X0108/PZ1	Moussac (Moussac - 30)	108	400	2001	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09388X0111/OULE	Dions (La Calmette - 30)	63	115	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09388X0114/MAISON	Maisonnette (Moussac - 30)	75	502	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09395X0067/F	Bourdic F (Bourdic - 30)	100	486	2000	CG30	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09395X0065/NICOLA	Sainte-Anastasie - 30	46	30	1997	BRGM	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard BV du Gardon - 6128
09394X0003/FONTAI	Saint-Paul-Les-Fonts - 30	62		2007	BRGM	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard et du Bas-Vivarais - BV Cèze et Ardèche - 6129
09398X0028/VALL	Valliguières - 30	173		2004	BRGM	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard et du Bas-Vivarais - BV Cèze et Ardèche - 6129
09405X0229/S3	Rochefort-Du-Gard - 30	75	45	1974	BRGM	Calcaires urgoniens des garrigues du Gard et du Bas-Vivarais - BV Cèze et Ardèche - 6129

► Chroniques piézométriques

Le caractère karstique des aquifères est visible sur les relevés piézométriques du Conseil Général du Gard consignés dans la banque ADES du BRGM

Les chroniques montrent des variations piézométriques marquées sur l'année. Pour les piézomètres présentant des chroniques de mesures suffisamment longues, le niveau atteint en étiage est fluctuant, mais ne semble pas baisser, tandis que la recharge hivernale semble correcte. Les niveaux piézométriques atteints à l'étiage 2005 sont souvent bas, et les recharges hivernales de 2006 et 2007 un peu moins importantes que les années précédentes, mais cela ne permet pas de mettre en évidence une tendance de long terme.

Figure 14 : Chroniques piézométriques de piézomètres de l'Urgonien (source : Piézomètres CG30, base ADES du BRGM).

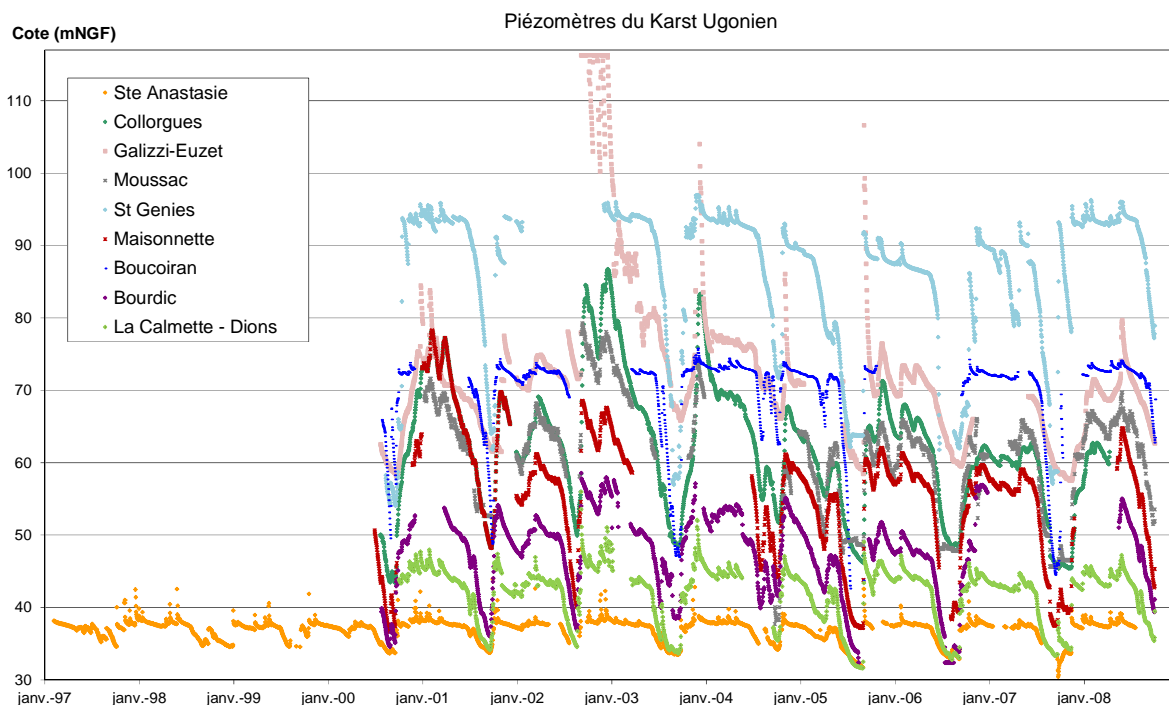
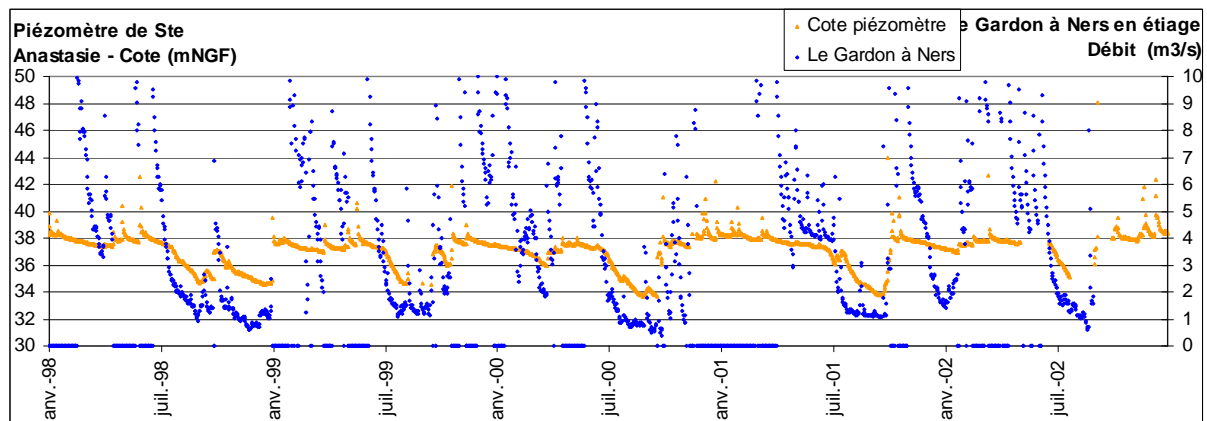


Figure 15 : Mise en évidence de la corrélation entre les débits du Gardon à Ners et les cotes du piézomètre de Ste Anastasie dans l'Urgonien (source : Piézomètres CG30, base ADES du BRGM, banque ydro).



Sur un historique de données disponibles court (1998-2002), la corrélation des débits du Gardon et des données piézométriques est relativement bonne, attestant le lien entre ces 2 masses d'eau.

Au vu de la complexité de l'interprétation des données piézométriques du karst Urgonien soulignée dans la synthèse de la note BRGM de 1999 (voir paragraphe 2.2.3), il a été choisi de ne pas exploiter ces données pour une analyse hydrogéologique approfondie.

Concernant les données sur le niveau des nappes alluviales, en l'absence de modèle global nappe – rivière, ces données n'ont pas non plus été exploitées à ce stade.

2.2.3 Fonctionnement du sous-système du Gardon du karst Urgonien

Il est difficile de réaliser un bilan du sous-système du Gardon dans le Karst Urgonien sans évoquer les différents usages. Ainsi dans ce paragraphe seront décrits successivement les interactions karst-Gardon (pertes et résurgences) ainsi que les principaux usages et leur influence.

INTERACTIONS KARST-GARDON

A. Zones de pertes

Outre l'alimentation par les eaux de pluie sur sa zone d'affleurement, le karst de St Chaptes (système du Gardon) est également alimenté par les infiltrations des eaux de surface du Gardon dans la moyenne vallée (Gardonnenque). Ces zones de pertes dans le karst sont représentées sur la Figure 19.

Les sites identifiés sont :

- ▶ en aval de la confluence du Gardon d'Alès et du Gardon d'Anduze, principalement entre le seuil du pont de Ners et les premières **pertes totales dites d'Antuol**,
- ▶ **pertes totales au droit de Boucoiran** (Cruviers-Lascours) dans l'Urgonien,
- ▶ **pertes totales** inférieures au droit de **Dions** (des Vigières au pont submersible),
- ▶ **pertes totales dans le canyon amont** où l'Urgonien affleure dans le lit entre le début des gorges (Russan) et les premières sources 500m en aval du pont Saint-Nicolas,
- ▶ **pertes diffuses et partielles des gorges** (en amont de la source des Frégières située 500m en aval du pont Saint-Nicolas).

On peut décrire les écoulements en étiage dans les différents biefs ainsi :

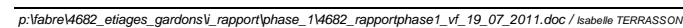
- ▶ De l'aval du pont de Ners à la zone de pertes totales d'Antuol, le débit du Gardon diminue progressivement et se perd presque totalement au niveau du rocher du Vidal.
- ▶ De la zone de pertes de Boucoiran à 200 m en amont du pont suspendu de Moussac, le thalweg est à sec.
- ▶ Le Gardon est alors réalimenté par l'exutoire du canal de Boucoiran. Du pont suspendu de Moussac aux Vigères (1 km au NO de Dions), le Gardon coule mais avec des débits très faibles (<50 l/s) et il reçoit l'apport de quelques affluents plus ou moins pérennes (dont la Braune et Esquielle), ainsi que le drainage de la nappe superficielle.
- ▶ Les pertes totales inférieures de Dions assèchent le Gardon. A l'entrée des gorges, se trouvent les pertes totales du Canyon amont : le lit reste à sec jusqu'à la source temporaire des Freigères⁴. Les débits sont alors insignifiants jusqu'au système des sources de la Baume sur la commune de Sanilhac-Sagriès.
- ▶ 1 km en amont de l'ancien seuil de la Baume, le Gardon redevient pérenne jusqu'à sa confluence avec le Rhône.

En étiage, lorsque les assecs apparaissent dans le Gardon, la Droude (qui a alors un débit très faible) se perd dans le Gardon. Ce faible débit s'infiltre dans les alluvions et est capté par les pertes au niveau de Boucoiran-Brignon. En s'infiltrant, il « remonte » ainsi le cours du Gardon hors étiage jusqu'à ces pertes (M. Wienin, Comité départemental de spéléologie, Entretien, 2008).

⁴ Les pertes entre Dions et le Pont-Saint-Nicolas sont, à l'étiage, comprises entre 1 et 1,5 m³/s, tant que le Gardon est pérenne. En cas de débit du Gardon inférieur ou égal à 1,5 m³/s à Dions, les pertes sont totales dans le canyon amont et un assec est observé au pont Saint-Nicolas.

SMAGE
des Gardons
www.les-gardons.com

Schéma simplifié du fonctionnement du karst urgonien



B. Zones de résurgence dans les gorges du Gardon

Le karst Urgonien du Gardon, bien que compartimenté par un réseau important de failles et de fractures, se comporte comme un déversoir qui restitue dans la partie aval des gorges, avec un temps de retard, les eaux infiltrées au niveau des pertes (cf. plus bas la Figure 21 :).

Les principales résurgences identifiées pour le système du karst du bassin de Saint-Chaptes sont les suivantes :

- ▶ **Source temporaire des Freigères** (3 m³/s en crue, à sec en étiage) en aval du Pont Saint-Nicolas qui est à relier avec les pertes de Boucoiran et de Dions ;
- ▶ **La Baume** au niveau de l'ancien seuil (commune de Sanilhac-Sagriès): résurgences pérennes : débit d'étiage compris entre 150 et 300 l/s (débit moyen 1,5 m³/s) ; résurgences en relation avec les mêmes zones de pertes du Gardon ci-dessus (même karst noyé) ;
- ▶ **La Hutte** (ou la Cabane) débit d'étiage entre 15 à 50 l/s en relation avec le secteur sud depuis l'aven des 3 Pigeons (sud-ouest) et de l'aven du Pin (à 550m) ;
- ▶ **Grotte de Pâques** (ou Baume de Pâques) en amont de Collias.

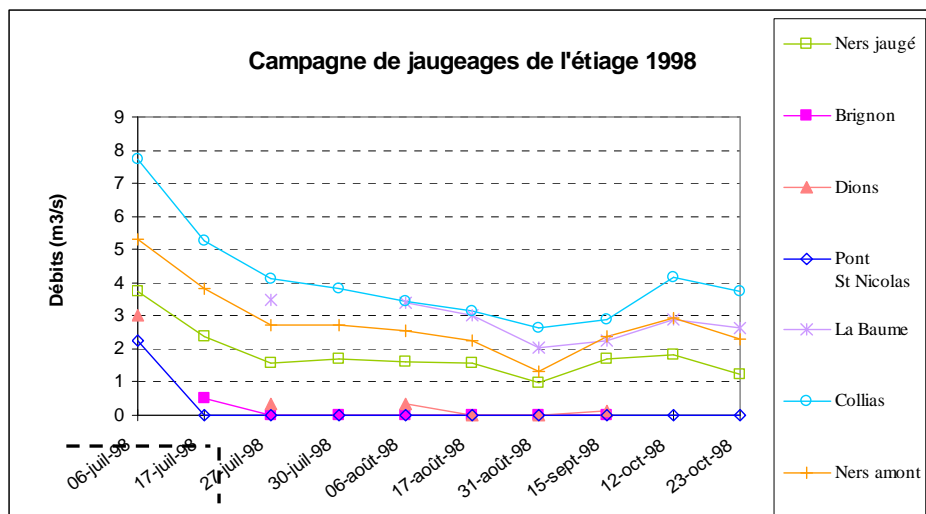
Le débit global des résurgences en étiage varie de 2 à 7 m³/s (BRL, 1999).

C. Fonctionnement en étiage

▶ Description du fonctionnement selon l'étude BRL 1995-99

Suite aux campagnes de jaugeage effectuées par BRLi entre 1996 et 1998, il apparaît que les apports par résurgence entre le pont Saint-Nicolas et Collias sont supérieurs aux pertes sur le tronçon Dions – pont Saint-Nicolas (cf Figure 17 :).

Figure 17 : Campagnes de jaugeage de l'étiage 1998 (source : BRLi, 1999)



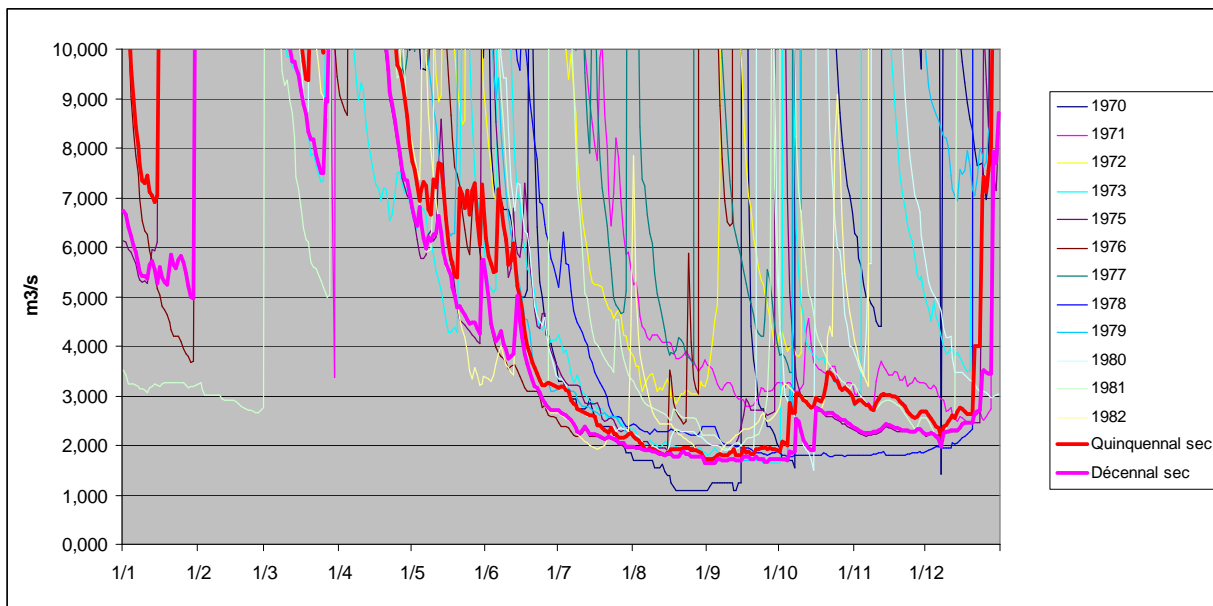
Ces mesures ont donc montré l'importance du karst Urgonien dans le soutien d'étiage du Gardon à partir des résurgences de la Baume.

Selon l'étude BRL, le karst du Gardon peut être considéré de façon simplifiée comme ayant un fonctionnement comparable à un réservoir percé (Figure 19).

L'étude modélise ainsi le karst comme un réservoir connaissant une phase de tarissement en étiage. L'étude estime que le **volume initial (dynamique) disponible en début d'amorce du tarissement est d'environ 40 Mm³**. Sur ce volume disponible, environ **20 Mm³ s'écoulent** pendant la période d'étiage dite de « tarissement » (volume d'eau souterraine écoulé lors de la vidange de l'aquifère en l'absence de recharge par la pluviométrie, chiffres de 1998) (BRL, 1999). La Figure 18 représente les débits à la Baume, qui ne descendent pas au-dessous de 1,8 m³/s au plus fort de l'étiage (à l'exception de l'année 1970 où il semblerait qu'il y ait eu un problème de mesure).

La Figure 19 représente schématiquement le fonctionnement du sous-système.

Figure 18: Débits d'étiage à la Baume, directement en aval des résurgences.



Les circulations dans le karst ont été mises en évidence par les expériences de coloration entre les pertes et les résurgences. En étiage, les analyses chimiques ont indiqué qu'il n'y a pas d'apport d'eau chimiquement différente dans la traversée des gorges et que seules les eaux d'infiltration du Gardon sont à l'origine des résurgences aval (Ricolvi, 1968). Autrement dit, le système karstique du Gardon peut être considéré comme indépendant des autres systèmes (BRL, 1999). Ainsi, **en étiage, les eaux des résurgences proviennent-elles en totalité des zones de pertes du Gardon en amont ainsi que du stockage constitué dans le karst. Les résurgences de la Baume fournissent les $\frac{3}{4}$ des eaux restituées au Gardon.**

La période de basses eaux de l'aquifère correspond à l'étiage du Gardon. Seuls les événements pluvieux supérieurs à 20 mm sont considérés contribuer à la recharge du système karstique en étiage.

A partir du traçage à la fluorescéine du 30 juillet 1998, le temps de parcours de l'eau dans le karst en période d'étiage a été estimé à **2 mois et demi entre les pertes de Boucoiran et les résurgences de la Baume** (BRL, 1999).

Figure 19 : Schéma de fonctionnement simplifié du sous-système karstique du Gardon (adapté de BRLi, 1999)

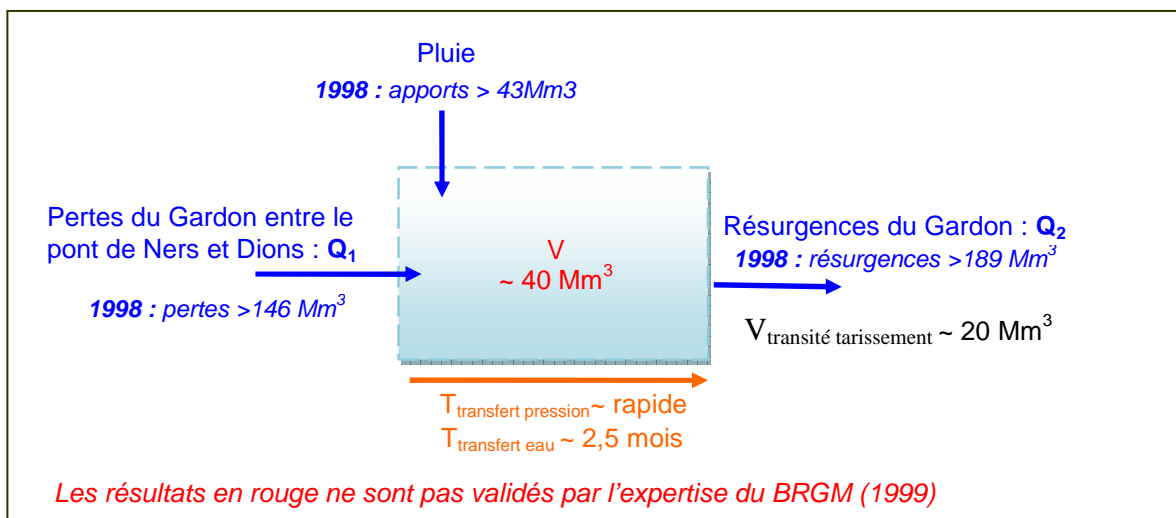
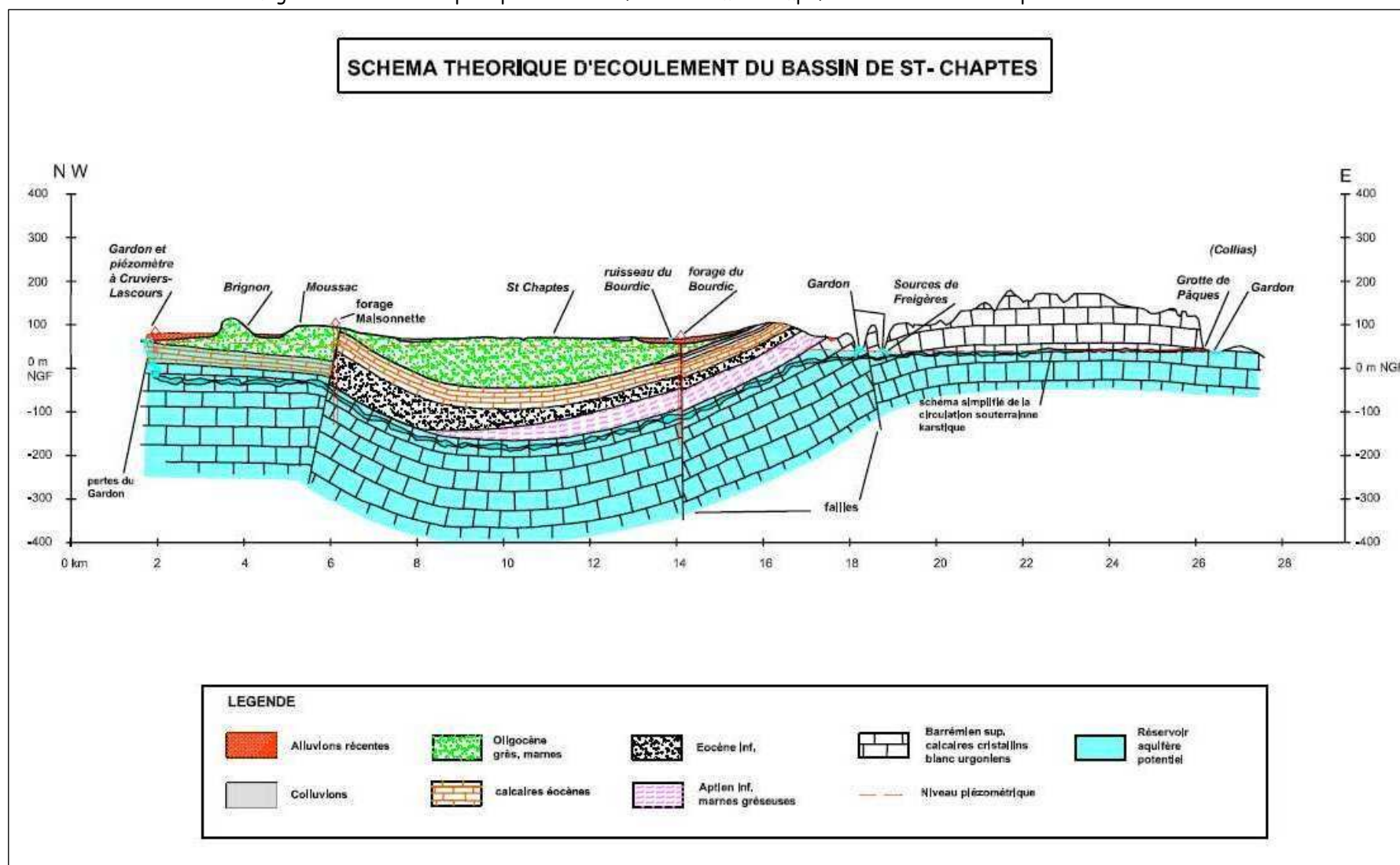


Figure 20 : Vue en coupe représentant le fonctionnement simplifié du bassin de St Chaptès



p:\Vabre\4682_etiages_gardons\1\4682_rapportphase1_vf_19_07_2011.doc / Isabelle TERRASSON

► Limites apportées par l'expertise BRGM de mars 1999

Cette expertise avait pour but de commenter les conclusions de l'étude BRL dans le cadre de la mission du BRGM d'appui à la Police et d'aide à la gestion de l'Eau. On peut retenir de sa lecture les points suivants :

- L'avis indique que l'étude a fait progresser la connaissance de l'aquifère : « par le volume des données nouvelles fournies par cette étude, **les bases d'une connaissance approfondie de ce vaste ensemble aquifère sont fournies, tant sur le plan géologique que sur le plan hydrogéologique.** En outre, l'ensemble varié de méthode d'analyse et d'interprétation de ces données mises en œuvre, fait incontestablement progresser les connaissances sur la structure et sur le fonctionnement de ce système aquifère. »
- La note souligne que « la réponse de BRLi est parfaitement conforme au cahier des charges, qui préconisait une démarche classique d'étude hydrogéologique » mais indique que la méthodologie décrite dans ce cahier des charges « n'est pas adaptée au caractère très particulier de l'aquifère karstique. » Elle ne permet pas une analyse globale du fonctionnement d'autant plus qu'« elle a favorisé l'acquisition de données locales, sur des piézomètres, au dépens de celles concernant le fonctionnement global, sur des sources. »
- La note indique ainsi que « ***l'étude ne permet pas de répondre clairement aux questions relatives à l'exploitation éventuelle de l'aquifère : localisation du drainage, importance et localisation des réserves, relations entre pertes, sources de trop plein et sources pérennes, rôle du karst dans la régulation des débits du Gardon*** » et souligne que « *il apparaît prématuré de proposer un plan de gestion de l'aquifère alors que les connaissances du fonctionnement global du système sont insuffisantes.* »
- Au final, la note d'expertise indique « *qu'un **développement progressif contrôlé des prélèvements** semble être la solution la plus appropriée, compte tenu de la complexité apparente du fonctionnement des pertes du Gardon.* Cette démarche implique la mise en place d'un réseau et d'un protocole de suivi du fonctionnement de l'aquifère, qui est fortement recommandé. Toutefois, il apparaît prématuré d'envisager dès à présent la réalisation de nouveaux forages, dont la représentativité sera toujours aussi locale. De même il est peu vraisemblable qu'une campagne de géophysique permette de déterminer une zone productive à au moins 50 m de profondeur. Compte tenu de faibles coûts actuels de forage, il serait plus intéressant d'investir dans la réalisation de plusieurs forages de reconnaissance. Enfin, la réalisation d'un essai de pompage dans la source de trop plein des Freigères ou dans la source de la Baume pourrait apporter des informations intéressantes sur les caractéristiques du système et sur les effets possibles d'une exploitation. Toutefois, une telle entreprise nécessite de bien connaître auparavant le fonctionnement d'ensemble ; elle exige en outre des conditions strictes de réalisation, qui rendront l'opération lourde et coûteuse. »

Sans reprendre in extenso les analyses conduites dans la note, on peut indiquer quelques-uns de ses points qui illustrent les limites de l'étude conduite de 1995 à 1999 :

- L'interprétation délicate des analyses des traçages est un peu trop simpliste. Les résultats des traçages naturels indiquent qu'il existe un important stockage entre les pertes et les sources. L'expertise préconise la répétition des expériences de traçage artificiel en régime permanent, dans d'autres conditions hydrologiques et depuis d'autres pertes.
- La question de l'impact des prélèvements n'est pas assez nuancée. La note souligne que « *l'impact sur les débits de sortie du système dépend, à court terme, de la position du prélèvement et de son importance relative. Si le pompage est réalisé sur ou à proximité d'un axe de drainage, l'impact est immédiat et proportionnel au débit pompé ; si il intervient sur un secteur mal drainé, la réserve joue un rôle tampon et l'impact n'est alors notable qu'à long terme, si le prélèvement est significatif par rapport à la ressource.* »
- En étiage, les pertes alimentent toujours le karst, et la phase de tarissement n'est donc pas atteinte : le modèle utilisé n'est pas valide, et le volume de tarissement calculé est donc erroné.

- L'approche du modèle mathématique (thèse JOSNIN) est remise en cause (ce que souligne à posteriori également son auteur lors des contacts pris dans le cadre de la présente étude) : *« la simulation repose sur un ensemble d'hypothèses difficiles à accepter, ce qui conduit à mettre en doute la valeur du modèle comme base d'un futur outil de gestion des ressources du système. (...) la critique essentielle portant sur la simulation concerne l'utilisation des données provenant de piézomètres. En effet, seules les données fournies par 16 piézomètres peuvent être introduites dans le modèle, qui couvre environ 600 km². Chaque piézomètre est implicitement considéré comme représentatif du comportement hydrodynamique du secteur où il est établi. Le fonctionnement de l'ensemble de l'aquifère est simulé uniquement au moyen des données provenant de quelques piézomètres et d'hypothèses simplificatrices. Dans ces conditions le recours à MODFLOW, modèle performant très complet n'était pas justifié.*

Les travaux réalisés par Jeannin, P-Y, 1995, montrent que cette hypothèse est inadaptée au karst, et que l'interprétation des variations piézométriques est à traiter avec une extrême prudence et en intégrant des données relatives aux perméabilités recoupées par les ouvrages servant de piézomètres notamment. Des aberrations peuvent être obtenues notamment en ce qui concerne des axes de drainage et des directions d'écoulement principales. Le champ des perméabilités étant dans le cas des aquifères karstiques très hétérogènes dans l'espace tridimensionnel, les flux et les gradients hydrauliques sont affectés d'une grande variabilité spatiale. Les potentiels hydrauliques peuvent ainsi varier extrêmement rapidement, notamment s'ils recoupent le réseau karstique. La mesure hebdomadaire et/ou mensuelle est de ce fait que très peu représentative des variations réelles que le forage subit. L'interprétation de ces variations est ainsi très délicate d'autant plus si les perméabilités recoupées par les ouvrages ne sont pas connues. (...)»

PRELEVEMENTS IMPORTANTS SUR LE SYSTEME GARDON (NERS-COLLIAS)-URGONIEN ET LEURS IMPACTS

Le chapitre 4 est consacré plus spécifiquement aux usages préleveurs. La question des influences entre le karst et le Gardon, et donc de l'impact des prélèvements sur le débit du Gardon étant un aspect important de l'étude, nous avons choisi d'examiner le un bilan des prélèvements dans le karst Urgonien à ce niveau. L'objet de cette partie est de dresser un bilan quantifié du sous-système karstique du Gardon, d'où ce paragraphe consacré aux prélèvements principaux sur cette zone.

A. Les prélèvements

Canal de Boucoiran

Le canal de Boucoiran prélève directement à l'aval du pont de Ners et détourne une partie des eaux du Gardon en amont de la zone d'infiltration.

- En période d'étiage, lorsque le débit en amont du pont de Ners est inférieur à 3,2 m³/s, le canal prélève la moitié du débit du Gardon, soit entre 1,6 et 0,1 m³/s.
- En période d'étiage extrême, lorsque le débit de la rivière est inférieur à 0,2 m³/s, un débit réservé de 0,1 m³/s est préservé dans le Gardon et le canal ne prélève alors que la différence.
- Des pertes ont lieu par infiltration dans la partie aval du canal vers la nappe alluviale du Gardon, ainsi que vers le karst urgonien affleurant à la traversée de Boucoiran.

En étiage, la quasi-totalité du débit du Gardon à l'aval de la prise du canal de Boucoiran s'infiltre dans le karst au niveau du rocher du Vidal. Le canal de Boucoiran réinjecte l'eau non utilisée par l'irrigation au niveau de Moussac (entre 5 et 80 l/s lorsque le débit prélevé dans le Gardon varie de 200 à 300 l/s). A ce niveau du Gardon, les alluvions sont en contact avec un niveau imperméable empêchant les pertes dans le karst Urgonien. Directement en aval, les eaux restituées en aval réintègrent le karst à la faveur des pertes au niveau de Dions.

Cette réalimentation, par le canal, de l'aquifère alluvial permet de soutenir le prélèvement AEP de Moussac dans la nappe d'accompagnement : pour un débit amont au seuil de Ners compris entre 0,4 et 2 m³/s, les apports du canal de Boucoiran permettent de satisfaire les besoins en AEP de Moussac. Au-dessous de ce seuil, ces besoins ne peuvent être satisfaits. (BRLi, 2006).

Prélèvements AEP

Les prélèvements dans le karst pour l'alimentation en eau potable sont réalisés par le Syndicat de Domessargues (240 000 m³ prélevés en 2005 sur la commune de Maruéjols), La Calmette (225 000 m³ prélevés en 2005), Sauzet (50 000 m³ prélevés en 2005), Dions (30 000 m³ prélevés en 2005 à la fois dans le karst et dans la nappe alluviale), Belvezet (40 000 m³ prélevés en 2005), le SI Remoulins-St-Bonnet-du-Gard (121 000 m³), ainsi que le Syndicat de Collorgues (forage du Mas Combet, récent)

Prélèvements agricoles à Moussac (BRL)

BRL exploite 2 forages dans l'Urgonien sur la commune de Moussac : les forages dits de Moussac et Maissonnette. L'eau prélevée alimente le périmètre irrigué de la Gardonnenque.

Les pics de prélèvement interviennent en juillet et août. La somme des prélèvements moyens sur les trois mois juin, juillet et août s'élève à 0,536 Mm³ (soit un débit fictif continu (dfc) sur ces trois mois de 70 l/s). Au mois de juillet, le débit fictif continu est de 80 l/s. Le débit de pointe journalier était de 10 661 m³/j en 2007 (juillet) soit environ 120 l/s en débit fictif continu journalier.

Ces ordres de grandeur peuvent être comparés à l'ordre de grandeur du volume de transit de l'Urgonien : 20 Mm³, ainsi qu'au débit minimum des résurgences de la Baume. Le débit minimum observé à La Baume entre 1970 et 1984 a été de 1,1 m³/s en 1970 puis 1,6 m³/s en 1976. (BRLi, 2006).

Bilan des prélèvements dans le karst Urgonien

L'ensemble des prélèvements dans le karst Urgonien est représenté sur la figure ci-dessous.

Figure 21 : Représentation des prélèvements cumulés mensuels moyens dans le karst Urgonien (1998-2005)

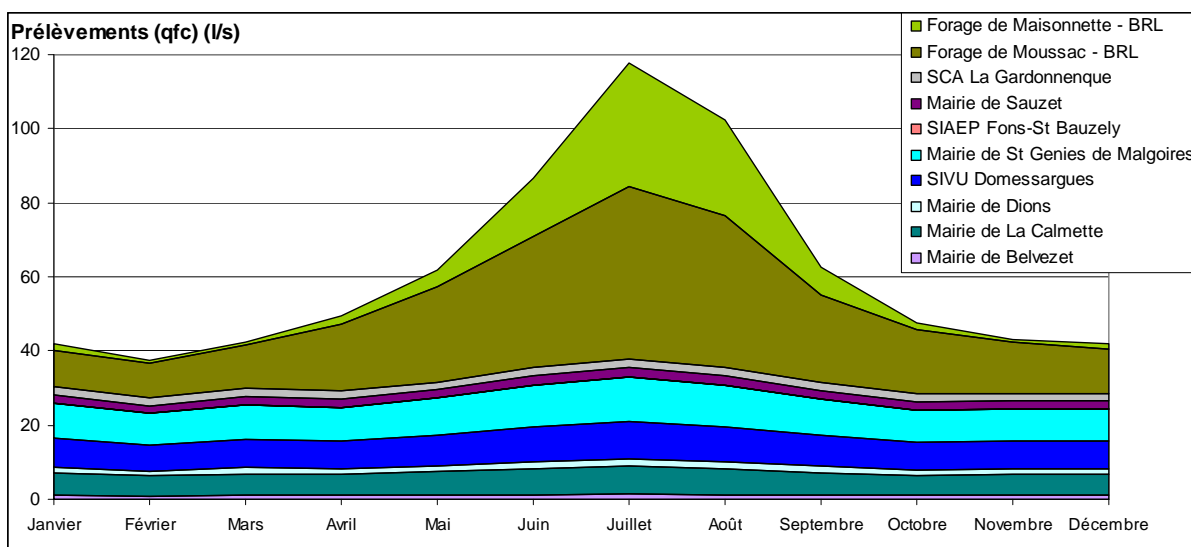
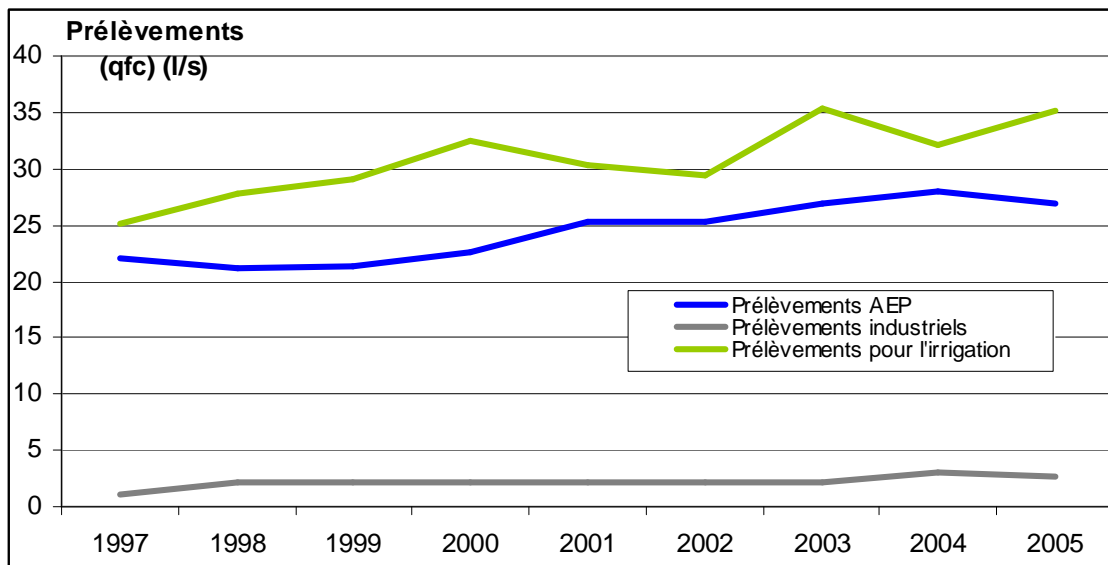


Figure 22 : Evolution des prélèvements (non cumulés) annuels dans le karst Urgonien (1998-2005)



B. Impacts sur le débit du Gardon

En période d'étiage prononcé, l'étude de BRL avait conclu que tout prélèvement a un impact sur le débit des résurgences, mais cet impact est difficilement quantifiable.

Les derniers avis disponibles sur la question la laissent ouverte :

- Les analyses des influences des pompages tendent à confirmer l'incidence directe des prélèvements par transfert d'onde à l'échelle du karst et par conséquent sur les débits aval. M. Josnin, chercheur au CRNS et qui avait réalisé une thèse sur le karst Urgonien dans le cadre de l'étude de BRL, estime ce temps de transfert de l'ordre de la semaine.
- L'expertise BRGM souligne qu'il est possible d'avoir des situations très variées selon la position des prélèvements et que les connaissances acquises à ce jour ne permettent pas de conclure.

Ainsi, l'impact d'un prélèvement sur l'Urgonien peut être encadré par les deux bornes suivantes :

- de façon pessimiste, on peut dire que le débit prélevé se répercute en diminution intégrale sur le débit des résurgences.
- de façon optimiste, on peut dire que le karst joue un rôle tampon sur les prélèvements, et que les débits prélevés dans le karsts (dans une certaine mesure) ne se répercutent pas sur les débits des résurgences.

CONCLUSIONS SUR LES RELATIONS SYSTEME AQUIFERE KARSTIQUE URGONNIEN ET GARDON

Le fonctionnement d'ensemble du système aquifère karstique de l'Urgonien – Gardon reste imparfaitement connu et il n'apparaît pas possible de conclure sur :

- 1- l'impact effectif des prélèvements dans le karst sur le débit de sortie du système,
- 2- la ressource potentielle que représentent les réserves intersaisonnières du karst.

Concernant le point 1, on peut proposer une fourchette : de façon pessimiste, on peut supposer que les prélèvements se répercutent immédiatement sur les débits des résurgences. De façon optimiste, on peut considérer que l'impact est amorti par la réserve qui joue un rôle tampon.

Dans l'état actuel, rappelons les ordres de grandeur des débits considérés.

- Au cours du mois de pointe, à savoir juillet, les prélèvements sont inférieurs à 120 l/s (en en débit fictif continu moyen 1998-2005). A titre de comparaison, le débit des résurgences au plus fort de l'étiage ne descend pas en-dessous de 1,5 à 2 m³/s. Dans l'hypothèse d'un impact effectif, direct et total, les prélèvements représentent une perte de 6 à 8% pour le débit des résurgences.
- En moyenne annuelle, les prélèvements avoisinent 35 l/s (débit fictif continu en 2005). Le débit moyen au niveau de la Baume est de 33 400 l/s.

Pour avoir des informations plus précises sur l'impact des prélèvements sur le karst Urgonien et sur la ressource potentielle qu'il représente, il serait nécessaire de réaliser des investigations complémentaires. Un développement progressif et contrôlé des prélèvements peut être envisagé, s'il est couplé avec la mise en place d'un réseau et d'un protocole de suivi du fonctionnement de l'aquifère (BRGM, 1999).

3. RESSOURCES EN EAU SUPERFICIELLES

3.1 DONNEES SUR LES PLUIES

3.1.1 Données météorologiques

La pluviométrie journalière a été analysée entre le 1^{er} janvier 1968 et le 30 septembre 2007, en vue de mieux expliquer les étiages sévères.

Les données de la station de Sainte-Cécile d'Andorge ont été complétées par celles de la station de La Grand Combe avant le 01/07/1970 et après le 01/01/1992. De même, les données manquantes ont été estimées par corrélation avec d'autres stations. Le tableau suivant récapitule les stations prises en compte ainsi que leurs données manquantes.

Tableau 4 : Récapitulatif des stations analysées et des données manquantes.

Nom	Données manquantes	Acquisition
CANAULES-ET-ARGENTIERES	33 j. (dont novembre 1975)	actualisée
CARDET	99 j. (dont jan-fev-mars 1968)	actualisée
CASSAGNAS	60 j. (février-mars 1972)	actualisée
GENERARGUES	1 j.	actualisée
GENOLHAC	1 j.	actualisée
LASALLE	-	actualisée
LA GRAND-COMBE (LA GRAND COMBE)		actualisée
LE COLLET-DE-DEZE / LE COLLET-SAUVEPLANE	-	actualisée
MOULEZAN	1 j.	actualisée
SAINT-ANDRE-DE-VALBORGNE	mars 2003 et mars 2007	achetée
SALINDRES	juillet 1970 et aout 1973	achetée
STE CECILE D'ANDORGE	aucune entre 1971 et 1991	actualisée
UZES	février 2002	achetée

BRL possédait déjà, en début d'étude, les données entre 1968 et 2005 pour la plupart de ces stations.

Dans le cadre de l'étude, les données des stations d'Uzès, Saint André de Valborgne et Salindres ont été achetées auprès de MétéoFrance ; les autres stations ont été actualisées (2005 à 2007). Les données disponibles pour la station de Ste-Cécile d'Andorge s'étendent de 1970 à 2002, nous les avons complétées par les données du pluviomètre de La Grand Combe.

3.1.2 Pluies par bassin versant

A l'aide de la méthode des polygones de Thiessen, la pluviométrie quotidienne moyenne a été estimée sur les différents sous bassins versants.

Cette méthode consiste à déterminer les zones de « validité » des stations pluviométriques (on considère qu'on peut appliquer la pluviométrie mesurée à la station à tous les points qui sont plus proches de cette station que d'une autre). On obtient ainsi une lame d'eau moyenne (journalière) tombée sur le bassin versant.

Il est possible que la pluie calculée ne corresponde pas exactement à la pluie des sous-bassins versants (possibilité d'orages localisés), mais ce calcul simple permettra de mettre en regard pluie et débits.

3.1.3 Analyse pluviométrique

ISOHYETES : PLUIE ANNUELLE ET PLUIE CUMULEE DE JUIN A SEPTEMBRE

Les cartes suivantes présentent, sur le bassin versant, les isohyètes moyennes et correspondant à une année décennale sèche, calculées à partir des données météorologiques décrites ci-dessus.

La pluviométrie considérée est la pluie annuelle pour les cartes a et b, et la pluie de juin à septembre pour les cartes c et d.

ANALYSE DES CHRONIQUES PLUVIOMETRIQUES

Le but de cette analyse n'est pas l'exhaustivité mais une meilleure compréhension des étiages.

Les moyennes annuelles, mensuelles et saisonnière ainsi que les pluviométries sèches théoriques de période de retour 5 ans et 10 ans ont été calculées à la fois pour les stations existantes (qui sont concentrées en amont du bassin versant) et pour les différents bassins versants (afin d'avoir un rééquilibrage de l'influence des stations).

Le Tableau 5 récapitule les pluviométries annuelles pour les différentes stations, et indique les années sèches (décennales et quinquennales). Le Tableau 6 indique les années décennales sèches et quinquennales sèches pour les sous-bassins.

On observe à l'échelle du bassin 3 années extrêmement sèches, où la pluviométrie descend en-dessous de la décennale sèche pour quasiment toutes les stations, à savoir 1985, 1989, 1991, ainsi que 4 années très sèches (1980, 1983, 1990, et 2005).

Le Tableau 7 permet de distinguer la spécificité des étiages de chaque année, saison par saison (ce qui est masqué sur le Tableau 5 par le total des pluies annuelles) avec un code de couleur (hiver-bleu, printemps-vert, été-jaune, automne-orange) qui permet de visualiser directement la saisonnalité globale des déficits de pluie sur le bassin.

Ainsi, pour les étiages récents, ressentis sévèrement par les acteurs (2003, 2005 et 2006), seul 2005 a subi un déficit pluviométrique remarquable sur l'ensemble du bassin. 2003 et 2006 ont seulement connu un déficit pluviométrique important sur le sous bassin du Gardon de St Jean, et notable sur le sous-bassin versant de l'Alzon. Ces années correspondent à des déficits pluviométriques printaniers (ainsi qu'hivernal pour 2005).

CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE : LES TENDANCES OBSERVEES

Le paragraphe suivant est extrait des méthodologies des études Volumes prélevables lancées par l'AERMC. L'AERMC considère comme robustes les tendances présentées dans ce paragraphe, sur la base de la connaissance scientifique actuellement disponible. Elles sont inspirées du travail d'expertise du CEMAGREF de Lyon (2007) : "Quelles incidences des hypothèses de changement climatique à prendre en compte dans la révision du SDAGE du Bassin Rhône Méditerranée?"

A l'échelle du bassin Rhône Méditerranée

Une augmentation générale de la température de l'air est constatée et devrait se poursuivre. Il est probable que l'augmentation de la sollicitation de la ressource dépasse la simple réponse à la croissance démographique ; un facteur supplémentaire lié au comportement des usagers (air conditionné, piscines, arrosages...) et aux besoins des cultures est à prendre en compte.

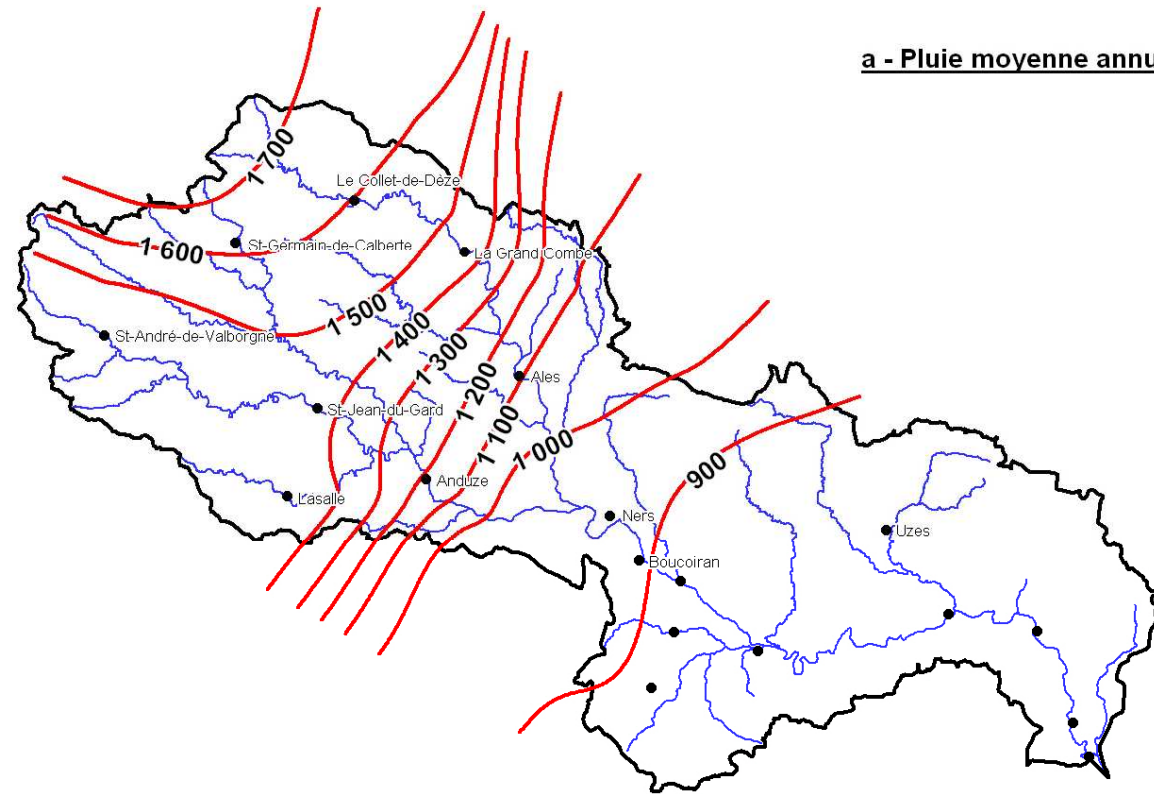
En ce qui concerne les écoulements, la tendance serait à une intensification des contrastes saisonniers en hydrologie et une diminution des débits d'étiage.

Dans le sud de la France (zone « méditerranéenne »)

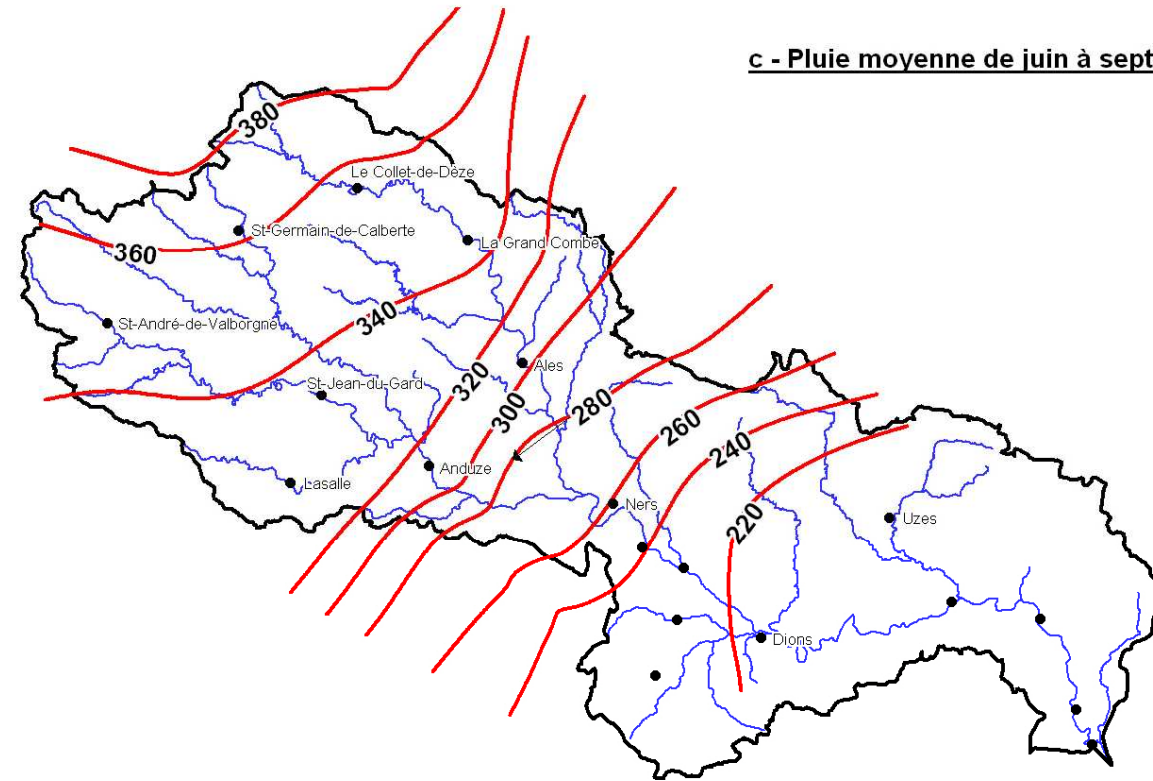
Les tendances observées sont : une diminution significative des précipitations estivales, des étés plus chauds et un cumul annuel des précipitations plus faible. Les modules baisseraient et les étiages estivaux seraient plus sévères et plus longs.

*Isohyètes 1968 - 2006
sur le bassin versant des Gardons*

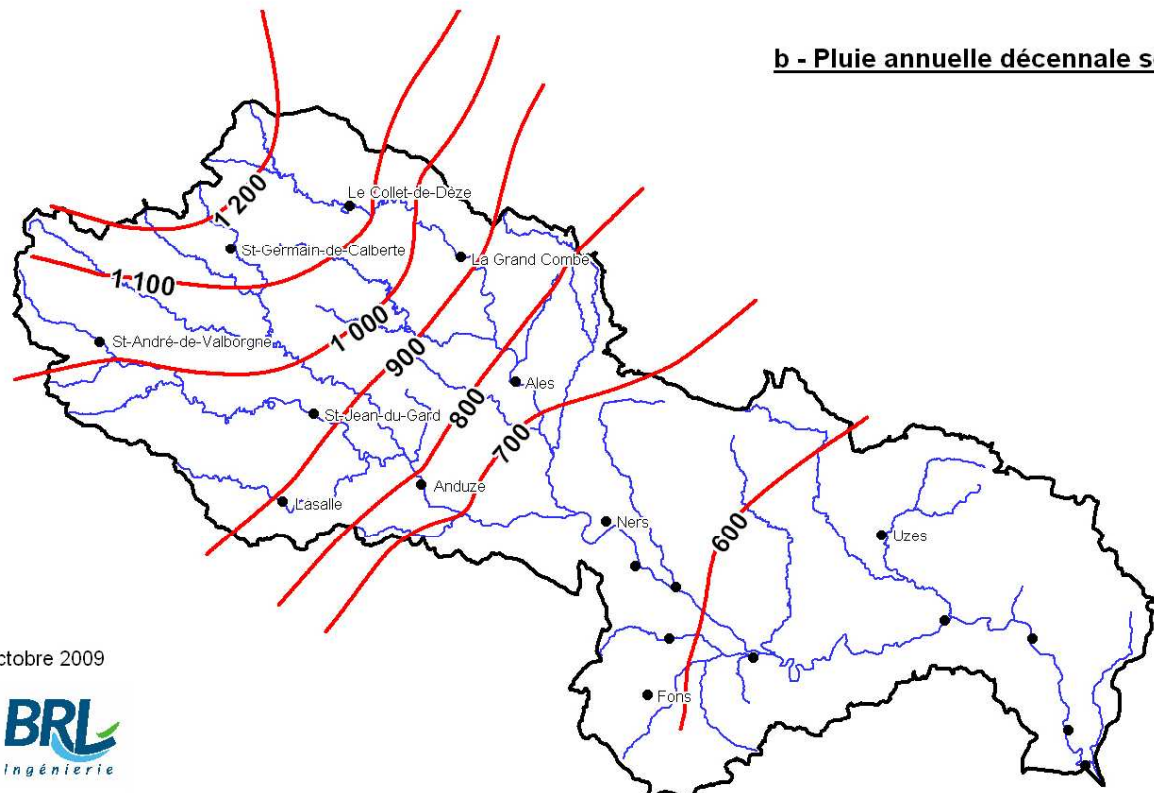
a - Pluie moyenne annuelle



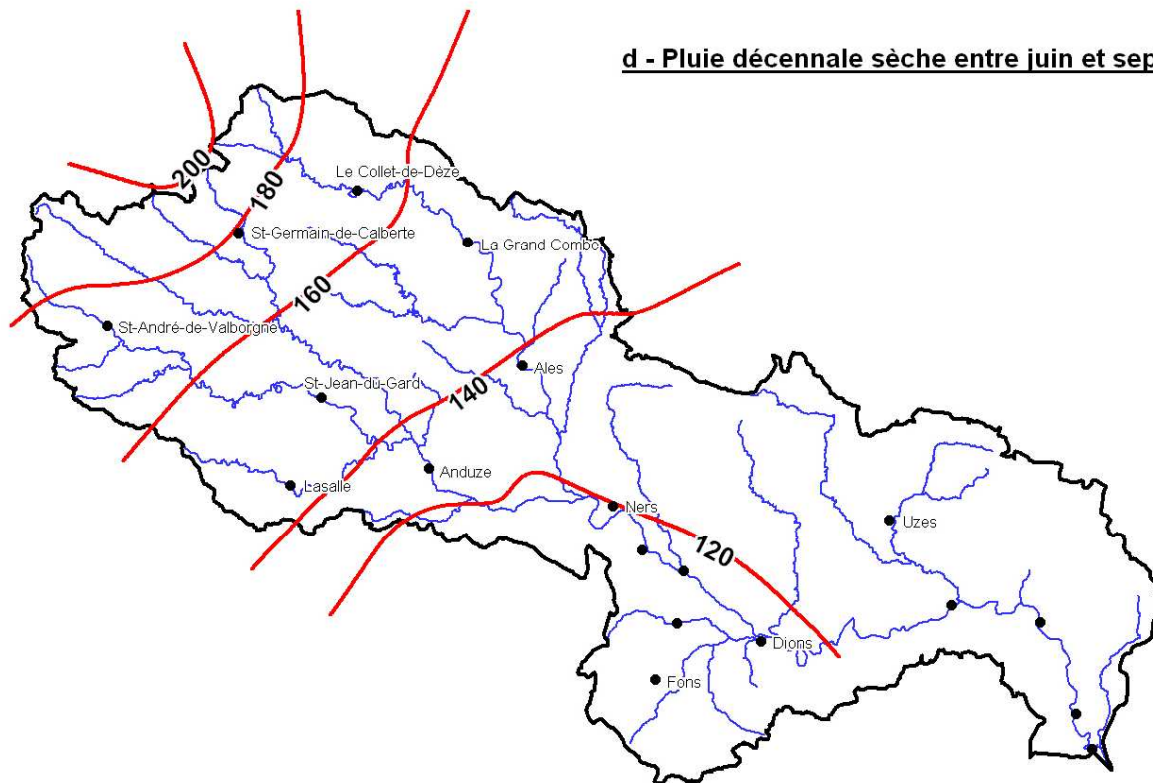
c - Pluie moyenne de juin à septembre



b - Pluie annuelle décennale sèche



d - Pluie décennale sèche entre juin et septembre



Octobre 2009

Tableau 5 : Analyse des années pluviométriques (en rouge et jaune : inférieure à la pluviométrie décennale et quinquennale sèche) aux stations.

P annuelle (mm)	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Canaules	936	1388	856	970	1427	682	956	776	1584	1281	876	939	625	752	794	595	860	602	931	1039	814	413	678	542	895	1001	1007	877	1348	991	666	868	878	1134	1754	1099	769			
Cardet	755	1335	892	1016	1342	649	961	850	1583	1277	857	1023	578	823	785	685	973	529	961	1208	911	462	673	578	886	1119	1160	981	1474	1108	728	958	947	1242	1791	961	751			
Generargues	1197	1868	1364	1240	1833	928	1365	1067	2159	1759	1089	1256	814	967	1013	829	1309	688	1130	1368	1270	627	800	715	1148	1108	1447	1547	1723	1510	945	1191	1268	1191	2114	1251	1090			
Genolhac1&2	1612	2202	1450	1567	2408	1457	1635	1371	2699	2607	1529	1707	1062	1354	1508	1329	1940	883	1558	1519	1788	1024	1179	1107	1802	1855	2223	2037	2833	2145	1515	1488	2028	1536	1803	1739	1610			
Lasalle	1375	2108	1448	1514	2295	1264	1713	1103	2571	2115	1269	1446	910	1117	1259	974	1655	738	1328	1431	1546	847	853	761	1232	1319	1596	1774	2259	1810	1018	1223	1449	1282	1788	1366	1240			
Moulezan	858	1335	715	953	1305	704	972	784	1439	1266	894	1003	625	810	776	566	838	561	948	1112	895	491	676	567	804	912	1147	964	1314	827	692	764	796	903	1684	953	730			
Cassagnas	1683	2727	1483	1845	1808	1753	1812	1493	2754	2344	1448	1647	1329	1638	1498	1281	1998	865	1660	1651	1716	1080	1232	1108	1740	1801	2274	1968	3213	1904	1655	1616	2017	1439	1699	1979	1525			
LeColletDeDeze1&2	1610	2246	1452	1609	2354	1469	1677	1251	2505	2429	1449	1658	942	1310	1340	1233	1835	777	1343	1542	1598	1103	1125	973	1441	1586	1887	1941	2713	1805	1435	1509	1604	1309	1855	1829	1492			
brqSteCecileCpl' comp	1409	1935	1494	2002	2757	1518	1499	1851	2763	2491	1238	1542	903	907	1298	1181	1831	797	1398	1579	1501	1018	1070	871	1280	1300	1639	1648	2168	1811	1265	1302	1653	1277	1966	1422	1172			
Uzes	752	923	702	902	1196	723	834	835	1261	1249	698	1075	566	699	738	673	851	545	965	1041	831	555	670	513	608	795	959	853	1216	761	787	861	822	792	1447	787	648			
Salindres	932	1243	1208	1070	1317	809	1042	801	1563	1466	849	1098	724	877	923	887	1139	634	1029	1220	1172	489	825	738	976	1240	1318	1213	1474	1325	952	881	1290	1173	1921	1191	986			
St André de Valborgne	1269	2054	1149	1416	2080	1449	1396	1215	2274	2217	1391	1386	1189	1311	1319	1135	1592	739	1440	1387	1405	1011	1010	939	1296	1642	1825	1685	2519	1670	1309	1355	1391	1102	1419	1740	1490			

Tableau 6 : Analyse simplifiée des années pluviométriques pour les bassins versants principaux.

Années sèches	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Mialet													+					++				++	+	++								+								
St Jean																		+													++	+		+		++	++	++		
Alès													++	+		+		++				++	+	++												+		+		
Baume													++	+		+		++				++	+	++													+		+	
Uzès													++					++				++		++	+												+	+	+	

Tableau 7 : Saisons pluviométriques (++ / + : inférieure à la pluviométrie décennale / quinquennale sèche, H-hiver, P-printemps, E- été, A-automne)

Saisons sèches	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Mialet			E+	A++		P+ E+	A++	A++	P+		E++	E++	A+		P+	H+		H++ E++ A+			E+	H+	H+ E++	P++ A++	A+	H++		H+ P++			A+		H++		P++		H++ P+	P++		
St Jean				A+		E+	A++	A+			E++	E++						H+ E++				H+	E++	P+ A++		H+		P+		P+	H++ E+ A++	H+ E+	H++	P++ A+	P+	H++ P++	E+	H++ P++ A++	P++	
Alès				A++	P++ E+		P+ A++	P+	P+		E++	E++	A++		P+	H+ E+		H+ E++ A+	E+			H+	E++	P++ A++	A+	H++		P+			H++ A+		H++		H+		H++ P++	P++		
Baume				A+		P+ E+	A++	A++			E++	P+ E++	A++		P++	E+		H+ E++ A+			E+	H+	E++	P++ A++	A+	H++		H+ P+			H++ A+		H++		H+ P++		H++ P+	P++		
Uzès			E+			P+ E++	A++				E++ A+	P+ E++	A++		H+ P++	E++		A+			E+	A+	H+	P++ A+	H+ A++	H++					H++ A++		H++	P++		H+ P+	P+	H++	P++	

3.2 DONNEES DISPONIBLES SUR LES DEBITS

3.2.1 Stations de mesure des débits

Sur le bassin versant, **16 stations** sont recensées dans la base HYDRO, mais seules **12 possèdent plus de 8 années de mesures** et sont considérées comme utilisables dans les calculs statistiques d'hydrologie. D'autres stations existent, notamment des stations d'annonce de crue de la DDE, mais qui ne sont pas valables pour la mesure d'étiage (pas de tarage, site de mesure non adapté).

La Compagnie Nationale du Rhône (CNR) possède une station à Remoulins valable en étiage et a mis ses données à la disposition de l'étude.

La carte suivante représente l'ensemble des stations et les historiques de données disponibles.

Le Conseil Général du Gard a fourni des données de débits entrants au barrage de Ste Cécile d'Andorge. Ces débits sont reconstitués par calcul en fonction de la hauteur d'eau mesurée, de la courbe hauteur-volume et de l'ouverture des pertuis du barrage. Il existe une échelle limnimétrique en aval du barrage des Cambous qui sert à vérifier le débit lâché par le barrage, mais ces données ne sont pas enregistrées.

Le tableau ci-après présente les années disponibles pour les stations de la banque HYDRO.

3.2.2 Analyse de la précision des stations hydrométriques

Trois éléments déterminent l'imprécision finale d'une station :

- ▶ l'imprécision de la mesure due à l'appareillage (précision de l'appareil en situation réelle),
- ▶ la représentativité de la courbe de tarage (comparaison du nuage de points de jaugeage avec le domaine de mesures exploité),
- ▶ la qualité du site de mesure pour la gamme de débits considérée.

3.2.2.1 Imprécision de la mesure

L'imprécision de la mesure peut être estimée à partir des courbes de tarage en analysant la variation de débit donnée par la courbe de tarage (ΔQ) pour une variation du niveau d'eau donnée (Δh). La figure suivante explicite l'approche sur une courbe de tarage prise en exemple.

$\Delta h = 1$ cm est souvent considéré comme la précision de la mesure de hauteur sur site (Entretien DDE, Octobre 2007). On calcule alors $\Delta Q/Q$ pour $\Delta h = 1$ cm et on obtient une imprécision en % (voir figure ci-après).

L'imprécision diminue généralement quand le débit augmente.

Figure 24 : Carte de localisation des stations hydrométriques du bassin versant des Gardons

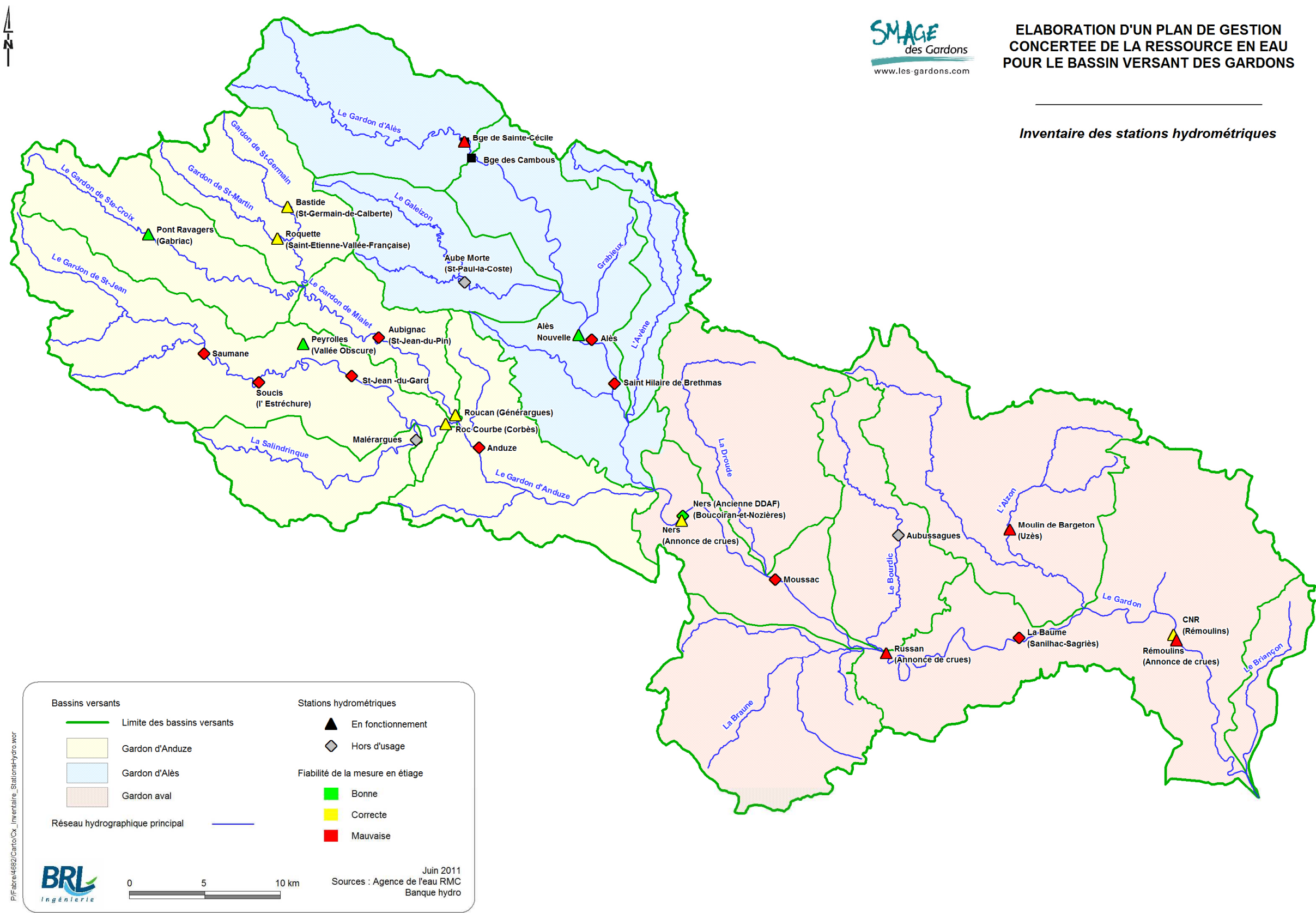


Figure 25 : Analyse de l'imprécision de la mesure à partir des courbes de tarage

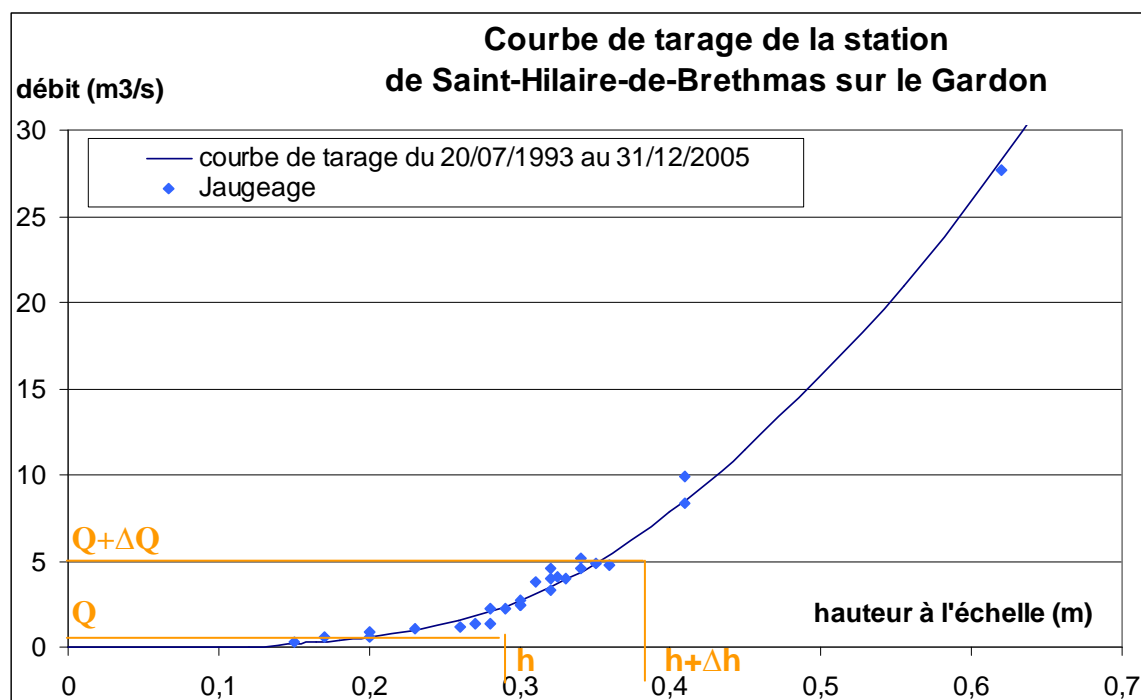
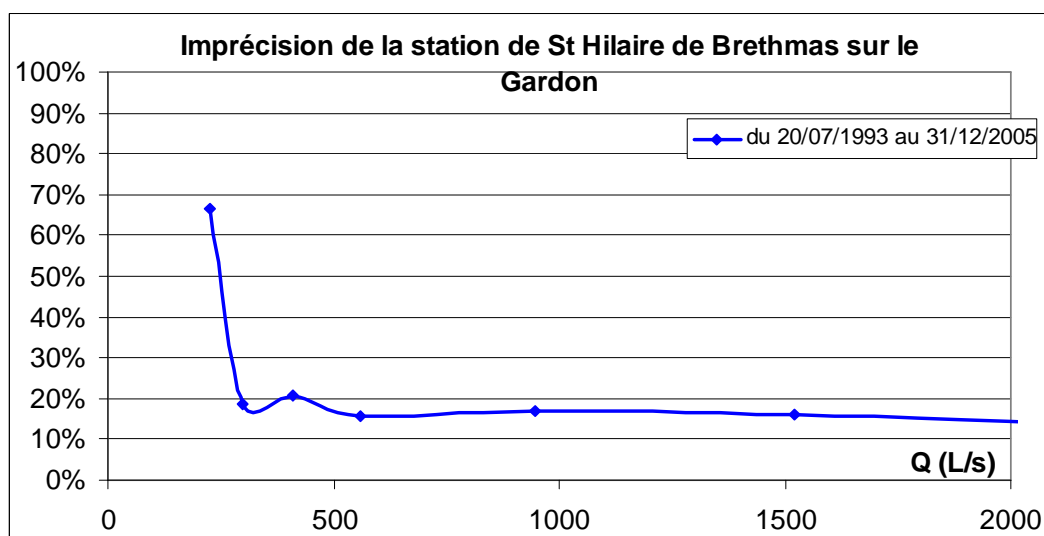


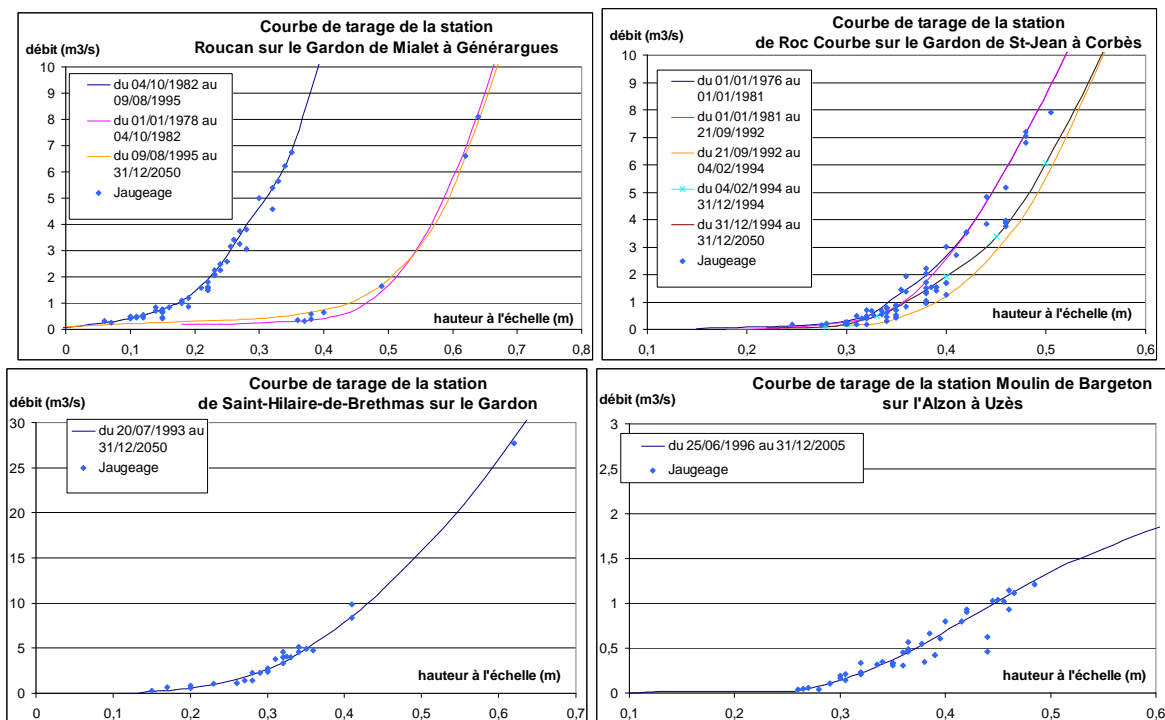
Figure 26 : Imprécision de la station de mesure de Saint Hilaire de Brethmas en fonction du débit.



La plupart des stations sont assez peu précises en étiage (imprécision de 15 à 40%), une station ne présente pas de point dans leur courbe de tarage dans les gammes de débits de l'étiage. Les résultats des calculs qui seront effectués par la suite seront à considérer avec une grande précaution, notamment dans le choix des débits d'étiage de référence.

3.2.2.2 Représentativité de la courbe de tarage

Figure 27 : Nuage de points de jaugeage pour les courbes de tarage de 4 stations.



La représentativité de la courbe de tarage peut être analysée en s'intéressant au nuage de points de jaugeage qui a servi à réaliser la courbe de tarage : moins ce nuage est important ou plus il est dispersé, plus la courbe de tarage risque d'être imprécise.

Les conclusions de cette analyse sont récapitulées dans le Tableau 9.

3.2.2.3 Qualité du site de mesure

Le troisième axe d'analyse de la précision est l'analyse du site de mesure lui-même. Un site sur substrat rocheux et bien encaissé sera préférable à un lit large, caillouteux et instable, d'une part parce que la courbe de tarage variera moins au cours du temps, d'autre part parce qu'une erreur de 1 cm aboutira à une erreur sur le débit moins importante (déjà analysé plus haut). De plus, des ouvrages hydrauliques temporaires (barrages pour la baignade...) sont parfois construits en été directement en aval de la station et ce qui influence la ligne d'eau : la loi hauteur-débit qui en résulte n'est plus celle de la courbe de tarage.

Les stations conçues pour l'annonce de crue sont difficilement utilisables en étiage, tandis que la fiabilité des stations mises en place par la DIREN est variable, mais bien meilleure. Ce sont surtout les stations amont qui sont estimées être utilisables en étiage (DIREN, 2005).

3.2.2.4 Récapitulatif

Tableau 9 : Bilan de l'imprécision des stations

Cours d'eau	Station	Lieu dit	Commune	Opérateur	QMNA5	En service?	Précision courbe de tarage	Comp. pts jaugage	Qualité du site pour les mesures en étiages	Validité en étiage doc DIREN	Potentiel site	Validité globale
Gardon de St-Martin	Roquette (Saint-Etienne-Vallée-Française)	Roquette	Saint-Etienne-Vallée-Française	SPC Grand Delta (ancienne stn DIREN)	<200L/s	oui	forte imprécision sous 20L/s < 40% sous 200L/s < 20% au-delà de 200 L/s		Lit rocheux Très bon contrôle Mesure faussée en été par un seuil construit par un camping (baignade)	correcte, juste adaptée A sous réserve d'une attention particulière prtée à l'influence aval	bon	correcte sous réserve jaugage après construction barrage baignade
Gardon de St-Germain	Bastide (Saint-Germain-de-Calberte)	Bastide	Saint-Germain-de-Calberte	SPC Grand Delta (ancienne stn DIREN)	<200L/s	oui	< 25% < 15% au-delà de 50L/s		Seuil bétonné sur rocher Très bon contrôle Mesure faussée en été par un barrage de baignade: jaugage nécessaire	bien, voire très bien A sous réserve jaugage après construction barrage baignade	bon	correcte sous réserve jaugage après construction barrage baignade
Gardon de Ste-Croix	Echelle (Sainte-Croix-Vallée-Française)	Echelle	Sainte-Croix-Vallée-Française						mauvaise	mauvaise ou incompatible D	mauvais	mauvaise
Gardon de Ste-Croix	Pont Ravagers (Gabriac)	Pont Ravagers	Gabriac	SPC Grand Delta (ancienne stn DIREN)	<200L/s	oui	< 30% (1 exception) < 20% au-delà de 200L/s		En amont d'un seuil en enrochements Bon site de mesure Station non représentative du BV amont car influencée par une résurgence karstique	bien, voire très bien A	bon	bonne, mais stn non représentative
Gardon de Mialet	Roucan (Généralgues)	Roucan	Généralgues	SPC Grand Delta (ancienne stn DIREN)	200<Q<500L/s	oui	< 20% au-delà de 200 L/s	A	Large seuil, pas d'échancrure. correcte Bon site de mesure si prise en compte des prélèvements de la bambouseraie	correcte, juste adaptée si prise en compte des prélèvements de la bambouseraie B	bon	correcte si prise en compte des prélèvements de la bambouseraie
Gardon de Mialet	Aubignac (Saint-Jean-du-Pin)	Aubignac	Saint-Jean-du-Pin						Inconnue	Inconnue		
Gardon de Mialet	Mialet		Mialet	SPC Grand Delta (ancienne stn DDE)		oui	2% (courbe non jaugée en étiage?)	C	Lit rocheux Station d'annonce de crues mais qui pourrait s'avérer intéressante en étiage Il existait une station DIREN proche	correcte, juste adaptée C sous réserve installation échelle basses eaux: B	bon potentiel si installation d'une échelle en basses eaux	mauvaise
Gardon de St-Jean	Roc Courbe (Corbès)	Roc Courbe	Corbès	SPC Grand Delta (ancienne stn DIREN)	200<Q<500L/s	oui	< 35% au-delà de 100 L/s	B	Bon emplacement de mesure Pas de prélèvement évident. Calcul de débit parasité par débit transitant par la roue à aubes	bien, voire très bien stratégique B	bon	bonne
Affluent	Peyrolles		Peyrolles	CG30		oui				bien, voire très bien station de recherche sans télétransmission; accès difficile	bon (si installation d'une télétransmission) mais pas stratégique	bonne
Gardon de St-Jean	Soucis (l'Estréchure)	Soucis	l'Estréchure	SPC Grand Delta (ancienne stn DIREN)	200<Q<500L/s	non	<20% au-delà de 180 L/s		INCONNU	INCONNU		
Gardon de St-Jean	St-Jean-du-Gard		St-Jean-du-Gard			non			Annnonce des crues	mauvaise ou incompatible D	mauvais	mauvaise
Gardon de St-Jean	Saumane		Saumane	SPC Grand Delta (ancienne stn DIREN)	<200L/s	non	jusqu'à 100% avant 1989 < 20% après 1990		Lit instable Influence d'un seuil mobile en aval	mauvaise ou incompatible D	mauvais	mauvaise
Gardon d'Anduze	Anduze		Anduze	SPC Grand Delta (ancienne stn DDE)	500<Q<1000 L/s	non	courbe de jaugage non valide sous 1,64 m3/s Sur l'intervalle [1,64-2] m3/s., imprécision >30%		La mairie aménage régulièrement (sauf 2007) un seuil temporaire pour la baignade en aval de la station qui fausse les calculs: station difficilement améliorable	mauvaise ou incompatible D avant 2001 données papier, après, numériques	mauvais installation d'un seuil temporaire en été	mauvaise
Gardon d'Alès	Barrage (Ste-Cécile-d'Andorge)	Barrage	Ste-Cécile-d'Andorge	CG30		oui	pas de station de mesure mais calcul approximatif du débit entrant et sortant à partir des variations du plan d'eau et de l'ouverture des perthus			mauvaise ou incompatible D	mauvais	mauvaise mais stratégique
Gardon d'Alès	Alès		Alès	SPC Grand Delta (ancienne stn DDE)	500<Q<1000 L/s	oui	Cbe tarage à partir de 100 l/s Sous 650 l/s, imprécision de 40% à 120%		Lit très large, mais bon emplacement Mise en place stn valide en étiage en 2006 Les stations précédentes (3 à 4 km en amont) n'avaient pas une bonne précision pour des mesures en étiage	ancienne station DDE: qualité mauvaise ou incompatible D non pertinente en basses eaux	moyen: (mauvais jusqu'en 2006, mieux à partir de 2006)	station actuelle: a priori correcte
Gardon d'Alès	Echelle (Alès)	Echelle	Alès						pas de mesures automatiques	bien, voire très bien B	moyen	moyen
Gardon d'Alès	La Farelle (Arzenc-d'Apcher)	La Farelle	Arzenc-d'Apcher	INCONNU					INCONNU	INCONNU		
Gardon d'Alès	Cambous (Branoux-les-Taillades)	Cambous	Branoux-les-Taillades	SPC Grand Delta (ancienne stn DDE)					INCONNU	INCONNU		
Gardon	Saint-Hilaire-de-Brethmas		Saint-Hilaire-de-Brethmas	SPC Grand Delta (ancienne stn DIREN)	200<Q<500L/s	non	jusqu'à 70% entre 200 et 400 L/s < 20% au-delà de 400 L/s	A	mauvaise, emportée par la crue de 2002	mauvaise ou incompatible	mauvais	mauvaise
Galeizon	Aube Morte (Saint-Paul-la-Coste)	Aube Morte	Saint-Paul-la-Coste	SPC Grand Delta (ancienne stn DDE)	<200L/s	non	courbes de tarage non disponibles		Placée là en prévision de la construction d'un barrage (abandonnée) Il existe un long historique de mesures (papier?) hors banque hydro	INCONNU		inconnue
Gard	Pont de Ners (Boucoiran-et-Nozières)	Pont de Ners	Boucoiran-et-Nozières	SPC Grand Delta (ancienne stn DIREN+ancienne stn DDE)	~ 1000 L/s	non (DIREN)/oui (SPC-DDE)	cbe tarage dès 100 l/s imprécision de 50% à 200% au-dessous de 1 m3/s		Station SPC (ancienne DDE): Bien mais large seuil de mesure, et la prise d'eau du canal de Boucoiran fausse les débits en étiage Ancienne station DIREN: bien, en aval du canal, mais plus en activité	mauvaise ou incompatible C correcte, juste adaptée A	correct mais le site de l'ancienne station DIREN était meilleur pour la mesure d'étiage (aval prise Boucoiran)	correct si prise en compte prélèvements du canal de Boucoiran
Gard	Echelle (Moussac)	Echelle	Moussac	ancienne stn DDE		non			mauvaise	mauvaise ou incompatible C		mauvaise
Bourdic	Aubussargues		Aubussargues			non	jusqu'à 200% pour débits très faibles <20% au-delà de 100 L/s		INCONNU	INCONNU		
Gard	La Baume (Sanilhac-Sagriès)	La Baume	Sanilhac-Sagriès	SPC Grand Delta (ancienne stn DIREN)	>1000L/s	non	< 10% au-delà de 2000 L/s		emportée par la crue de 2002	INCONNU		HS mais localisation stratégique
Gard	Russan		Russan	SPC Grand Delta (ancienne stn DDE)		oui			mauvaise Installée en 2003, à l'entrée des gorges (à sec l'été)	mauvaise ou incompatible D	mauvais	mauvaise
Gard	Remoulins		Remoulins	SPC Grand Delta (ancienne stn DDE)		oui			Installée récemment (2002). Si elle avait été en amont du seuil duquel elle est en aval, la précision de la mesure aurait été meilleure en étiage. Pas de danger d'obstruction mais lit instable	(la station est située en aval du seuil contrairement aux préconisations de la DIREN) potentiel correct: B	moyen: la précision serait meilleure avec une station en amont du seuil	médiocre
Gard	Remoulins		Remoulins	Compagnie Nationale du Rhône		oui	Pas de point de jaugage sous 1m3/s. Un point à 1m3/s et un point à 3 m3/s. Les chroniques de débit montrent des paliers en étiage					moyen
Alzon	Moulin de Bargeton (Uzès)	Moulin de Bargeton	Uzès	SPC Grand Delta (ancienne stn DIREN)	<200L/s	oui	jusqu'à 50% < 20% au-delà de 250L/s	B	Moyen: en étiage, l'écoulement est partagé entre 2 bras.	correcte, juste adaptée B sous réserve de prise en compte des débits du canal	moyen	médiocre

Ainsi, les meilleurs emplacements de stations de mesure sont les suivants :

- ▶ station Bastide, à St-Germain-de-Calberte sur le Gardon de St Germain ;
- ▶ station Roquette, à St-Etienne-Vallée-Française, sur le Gardon de St Martin ;
- ▶ station Pont Ravagers, à Gabriac, sur le Gardon de Ste Croix, mais cette station n'est pas représentative du bassin amont, car elle est influencée par la résurgence karstique du Can de l'Hospitalet. Les niveaux de la station baissent ainsi moins vite en étiage que les autres cours d'eau du bassin (*Source : PNC*) ;
- ▶ station Roc Courbe, à Corbès, sur le Gardon de St Jean ;
- ▶ station de Mialet, sur le Gardon de Mialet ;
- ▶ station d'Alès (emplacement actuel), récemment jaugée en étiage ;
- ▶ station du pont de Ners si l'estimation des prélèvements du Canal de Boucoiran est réalisée ;
- ▶ station CNR de Remoulins.

Certains sites de mesure (anciens ou actuels) présentent un réel potentiel pour des mesures en étiage, et mériteraient un équipement complémentaire ou une modification.

EN CONCLUSION SUR LES STATIONS DE MESURE DE DEBIT :

Il existe, ou a existé au total plus d'une vingtaine de stations de mesure sur le bassin des Gardons, dont **seuls 7 sites équipés**, relevés automatiquement et opérationnels **sont considérées comme valables pour la mesure de l'étiage**, mais seuls 3 ont une précision suffisante de mesure en l'état :

- ▶ station Bastide à St-Germain-de-Calberte sur le Gardon de St Germain si jaugeage en étiage ;
- ▶ station Roquette à St-Etienne-Vallée-Française sur le Gardon de St Martin si jaugeage en étiage ;
- ▶ station Pont Ravagers à Gabriac sur le Gardon de Ste Croix, mais cette station n'est pas représentative du bassin amont, car elle est influencée par une résurgence karstique ;
- ▶ station Roc Courbe à Corbès sur le Gardon de St Jean ;
- ▶ station Roucan, à Gènerargues, à condition de prendre en compte le prélèvement de la Bambouseraie ;
- ▶ depuis 2006, station d'Alès sur le Gardon d'Alès,
- ▶ station de la CNR à Remoulins sur le Gardon, dont le tarage mériterait d'être affiné à l'étiage.

Sur ces 7 sites corrects, 4 se situent sur le bassin versant du Gardon d'Anduze, un se situe sur le Gardon d'Alès, et le 6^e est géré par la CNR sur le Gardon aval.

Des propositions d'amélioration de ces stations seront proposés dans les phases ultérieures, mais il apparaît que des mesures précises seraient nécessaires, *a minima* :

- ▶ en sortie des barrages (équipement à l'aval du barrage des Cambous)
- ▶ en entrée et sortie de karst Urgonien (amélioration de la mesure à Ners, rééquipement de la station de la Baume)

Les aménagements temporaires et embâcles devraient 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.

3.3 ANALYSE DES DEBITS INFLUENCES

3.3.1 Observation des assecs

Un réseau d'observation des assecs a été mis en place depuis 2004. L'ONEMA observe les caractéristiques hydrologiques qualitatives environ une fois par mois entre mars et la fin de l'étiage, en une quarantaine de points du bassin (Réseau national d'observation de crise des Assecs : ROCA / Réseau Départemental d'Observation des Etiages : RDOE, le ROCA est inclus dans le RDOE : au niveau départemental a été choisi de surveiller plus de points que le niveau national ne le demandait). L'ONEMA décrit donc la présence d'un écoulement (avec depuis 2006 introduction de la notion d'écoulement critique), la rupture de l'écoulement avec persistance de flaques, ou l'asec.

Les résultats des campagnes sont représentés sur la carte de la page suivante. Chaque point d'observation est renseigné par l'état hydrologique le plus grave observé entre 2004 et 2007.

3.3.2 Notions utilisées pour caractériser les étiages

Plusieurs concepts permettent de caractériser les débits d'étiage d'un cours d'eau. Dans cette étude ont été retenus et utilisés les suivants :

- ▶ **débits mensuels moyens**,
- ▶ **QMNA** : plus petit débit mensuel sur une année,
- ▶ **VCNx** : considérons une période de x jours consécutifs, et faisons-la glisser tout au long d'une année par pas de 1 jour. A chaque date j du premier jour de la période correspond un débit moyen $Q(j)$ sur l'ensemble des x jours. On note $VCNx$ le plus petit des $Q(j)$ sur l'année. Dans l'étude, nous avons considéré les **VCN10** et **VCN30**.

Le **temps de retour** d'un débit d'étiage est le temps **statistique** qui s'écoule entre 2 occurrences de ce débit d'étiage.

Par exemple, si on parle de *débit décennal sec*, c'est que ce débit s'est produit statistiquement à la fréquence d'une fois tous les 10 ans. Dit autrement : le débit a 9 chances sur 10 d'être supérieur à cette valeur, et 1 chance sur 10 d'être inférieur.

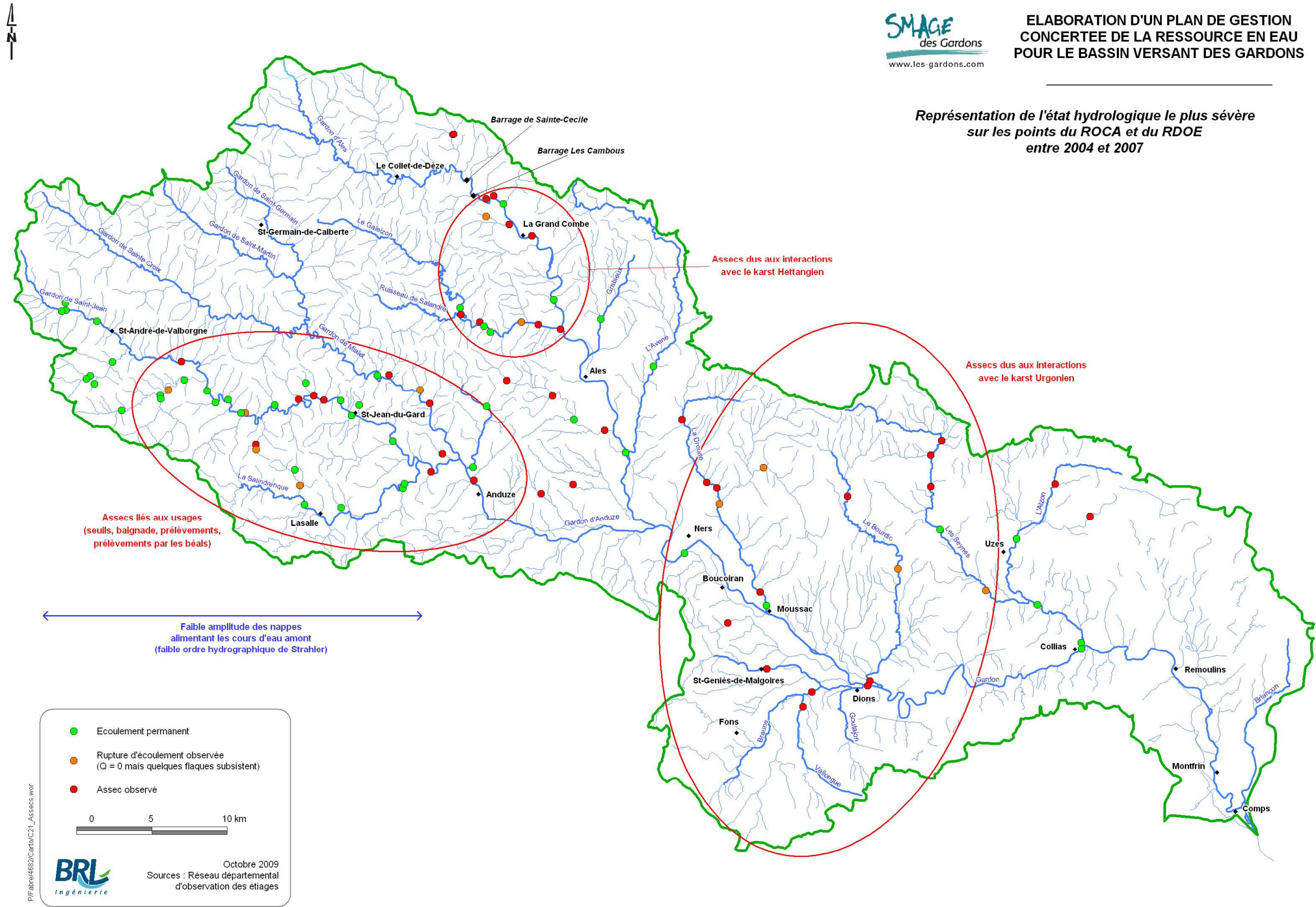
Si on parle de *débit décennal humide*, c'est que ce débit d'étiage s'est aussi produit statistiquement une fois tous les 10 ans mais cette fois en inversant les opérateurs : le débit a 9 chances sur 10 d'être inférieur à cette valeur, et 1 chance sur 10 d'être supérieur.

En pratique, un débit décennal peut très bien être observé plusieurs années successives ou proches, et ensuite ne plus se reproduire pendant plusieurs années. **La période de retour correspond à un calcul statistique et non à une prévision d'observations.**

Pour chacun des débits caractéristiques énumérés ci-dessus (débit mensuels, QMNA, VCN10, VCN30, ...), on peut définir diverses valeurs statistiques : moyenne, quantiles de période de retour 5 ans sec, 10 ans sec, 20 ans sec, quantiles de périodes de retour 5 ans humide, 10 ans humide,

NB : le QMNA de temps de retour 5 ans sec est souvent noté QMNA5.

Figure 28 : Représentation de l'état hydrologique le plus sévère observé sur les points du ROCA et du RDOE entre 2004 et 2007.



3.3.3 Analyse des séries hydrologiques influencées

Dans cette partie, le raisonnement est tenu sur les débits mesurés par les stations. Il s'agit des **débits influencés : ils intègrent les éventuelles régulations liées à des barrages et les éventuels prélèvements et/ou restitutions**.

On le nomme **débit influencé** par opposition au **débit naturel ou désinfluencé** (forcément fictif) qui s'écoulerait en l'absence de prélèvements et/ou de restitutions et/ou de régulation par un barrage.

Les débits d'étiage (débits d'étiage, QMNA, VCN10 et VCN30) ont été calculés sur la base des données disponibles aux différentes stations.

Les résultats détaillés pour chaque station sont insérés en Annexe 2 .

La carte suivante récapitule les QMNA, VCN10, et VCN30 secs (de fréquence de retour 5 ans) pour les stations disponibles. Certaines chroniques de données ne possèdent pas suffisamment d'années de mesures pour permettre le calcul de débits statistiques. Néanmoins, au-delà de 6 ans de mesure, nous avons indiqué le débit d'étiage sur la carte afin d'avoir un ordre de grandeur. En dessous de 10 ans de mesures, ces valeurs ne peuvent pas être considérées comme représentatives.

Les débits d'étiage apparaissent très réduits. On commente ci-après leur valeur (sans autre précision, la valeur indiquée correspond au QMNA5, débit mensuel minimum de temps de retour 5 ans sec).

Versants Cévenols

On observe des débits d'étiage très faibles : 40 l/s pour le Gardon de Saint-Germain à St-Germain-de-Calberte, 80 l/s à Gabriac, voire des parties à sec, comme le Gardon de Saint Martin à St-Etienne-Vallée-Française.

Sur le Gardon de St Jean, les débits sont mesurés un peu plus en aval et atteignent 170 l/s à Saumane et 210 l/s à l'Estréchure. Juste en amont de la confluence entre le Gardon de Mialet et le Gardon de St Jean, ces 2 rivières sont caractérisées respectivement par un QMNA5 de 310 l/s à Générargues et 350 l/s à Corbès.

Juste en aval de la confluence, la **station d'Anduze** indique un QMNA5 de 910 l/s. La différence entre la somme des QMNA5 des 2 Gardons amont et celui du Gardon d'Anduze est assez importante (250 l/s) et pourrait s'expliquer en première analyse comme suit :

- ▶ les QMNA5 des Gardons de St Jean et Mialet pourraient ne pas être atteints aux mêmes périodes. Mais il semblerait improbable que lorsqu'une des 2 rivières atteint son débit d'étiage, l'autre n'en soit pas proche.
- ▶ l'imprécision de mesure de la station d'Anduze pourrait être importante.

L'explication essentielle est en fait que les périodes de mesure ayant servi au calcul des débits d'étiage sont assez différentes : il s'agit de 1967- à 2006 pour le Gardon de St Jean à Corbès, 1963 à 2006 pour le Gardon de Mialet à Générargues (ces données permettent d'inclure les étiages récents, particulièrement sévères), tandis que pour la station d'Anduze, il s'agit de 1972 à 1979 (chronique très courte, sans année remarquablement sèche et à une époque où les pressions sur la ressource étaient moindres).

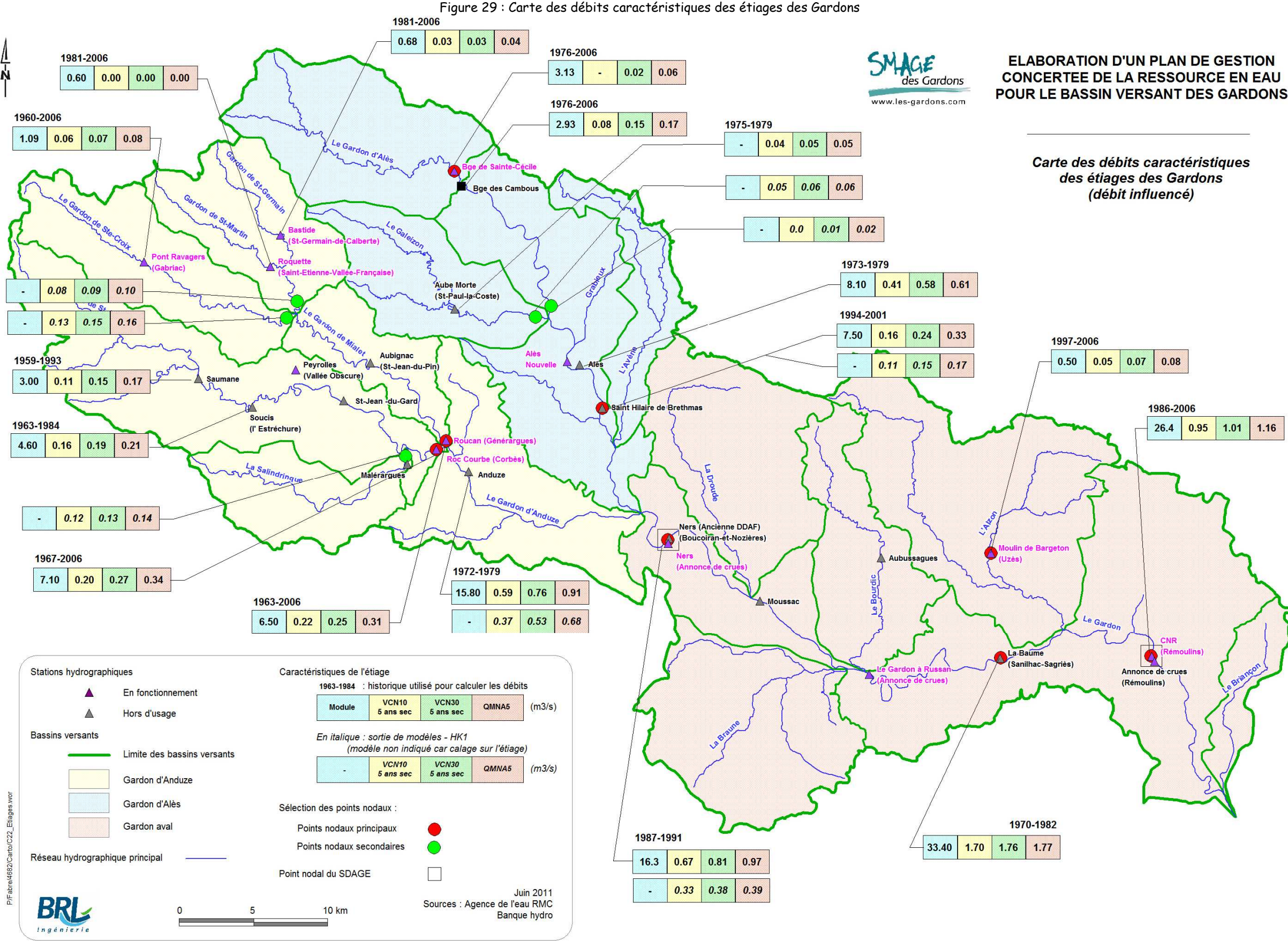
Le débit d'étiage du **Gardon d'Alès** à Alès (QMNA5= 610 l/s, S(BV) = 314 km²) est plus faible que celui d'Anduze à Anduze (S(BV) = 543 km²) pour une période de mesure équivalente.

Le débit spécifique sur le Gardon d'Anduze à Anduze apparaît ainsi un peu plus élevé que le débit spécifique sur le Gardon d'Alès à Alès (respectivement 29 et 26 l/s/km²). D'autre part, le QMNA5 dépasse le débit d'étiage calculé en aval à St-Hilaire-de-Brethmas (QMNA5 = 330 l/s). En l'absence de prélèvements majeurs entre ces 2 stations (voir le chapitre sur les usages), cette différence s'explique certainement là aussi par la non concomitance des historiques de mesures : 1973-79 pour Alès et 1994-2001 pour St-Hilaire.

Gardon aval

Le Gardon aval comporte une seule station hydrométrique utilisable en étiage (station de la Baume) hors service depuis 1982.

La station du pont de Ners possède un historique très court (4 ans) et le débit d'étiage calculé n'est pas significatif. Pour information, les débits calculés à Ners (module inter-annuel, QMNA5, VCN10 et VCN30 5 ans sec) sont bien inférieurs à la somme des débits à Anduze et à St Hilaire. Cela peut s'expliquer par la prise d'eau du canal de Boucoiran qui se situe en amont de la station de mesure DIREN. Le QMNA5 à Sanilhac-Sagriès s'élève à 1770 l/s.



3.3.4 Prolongement des séries de données et ordre de grandeurs de débit aux points nodaux sans mesure de débit

Le bilan des données de débit existantes fait apparaître un déficit de données fiables en étiage, une mauvaise répartition des stations de mesure sur le bassin, ainsi que des séries de mesure relativement courtes sur la plupart des stations (sauf sur l'amont du BV du Gardon d'Anduze). Les données de certaines stations sont très limitées dans le temps et ne correspondent pas nécessairement à la période sur laquelle les données de prélèvement sont disponibles.

3.3.4.1 Modélisation des débits à l'aide du logiciel GR4J – Méthodologie

L'utilisation d'un modèle pluie-débit a donc permis de compléter les séries hydrologiques aux stations existantes, ainsi que pour donner un ordre de grandeur des débits d'étiage aux points nodaux, correspondant à des sous BV non jaugés. Le choix s'est porté sur le logiciel GR4J du Cemagref (Modèle hydrologique du Génie Rural journalier à 4 paramètres). M. Charles Perrin, hydrologue du Cemagref et concepteur du modèle, a été contacté pour un appui au calage du modèle.

Les données d'entrée considérées sont :

- ▶ la pluviométrie journalière calculée à partir de la méthode de Thiessen (lame d'eau journalière écoulée sur les sous bassins versants considérés)
- ▶ L'ETP décadaire, ramenée à un pas de temps journalier, à la station de Nîmes Courbessac.

GR4J a donc été utilisé de 2 manières :

- ▶ Pour compléter les séries de données temporelles.
- ▶ Pour obtenir un **ordre de grandeur des débits d'étiage** aux points nodaux, correspondant à des **sous BV non jaugés**.

Les principes de calage pour les 2 types d'utilisation de GR4J sont détaillés en annexe. Il est à noter que les calages ont été effectués sur les débits d'étiage afin d'avoir le moins de variation possible sur le VCN30, le VCN10 et le QMNA5. Les valeurs des modules inter-annuels modélisés ne sont donc pas valables.

Nous tenons à souligner encore une fois que seuls les **ordres de grandeur** sont à retenir.

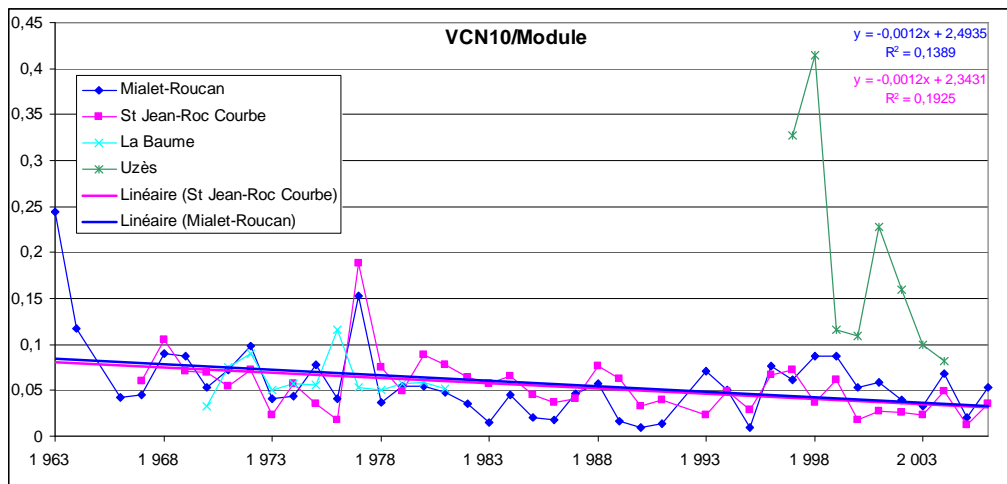
3.3.4.2 Résultats : débits d'étiage aux points nodaux non jaugés

La carte précédente détaille également les débits d'étiage pour les points nodaux « secondaires », c'est-à-dire non jaugés. Ces débits constituent des ordres de grandeur. La marge d'erreur est difficile à estimer, elle peut être de l'ordre de 100%.

3.3.5 Évolution des débits d'étiage

Si l'on s'intéresse au ratio VCN10/Module (afin de rendre comparable les débits), on s'aperçoit que ce chiffre a tendance à diminuer au cours du temps (cf. figure ci-dessous). Les ratios VCN30/Module et QMNA5/Module suivent la même évolution. Dans le cas de La Baume et d'Uzès, trop peu d'années sont disponibles pour que les observations soient statistiquement significatives. Dans le cas d'Alès, la courbe correspond aux données mesurées à St Hilaire entre 1971 et 1979, et aux données mesurées à la station d'Alès entre 1994 et 2002.

Figure 30 : Evolution du ratio VCN10/Module



Les coefficients R^2 sont très faibles, et la relation linéaire n'est donc pas réellement pertinente. En revanche, la tendance à la décroissance apparaît clairement sur la figure.

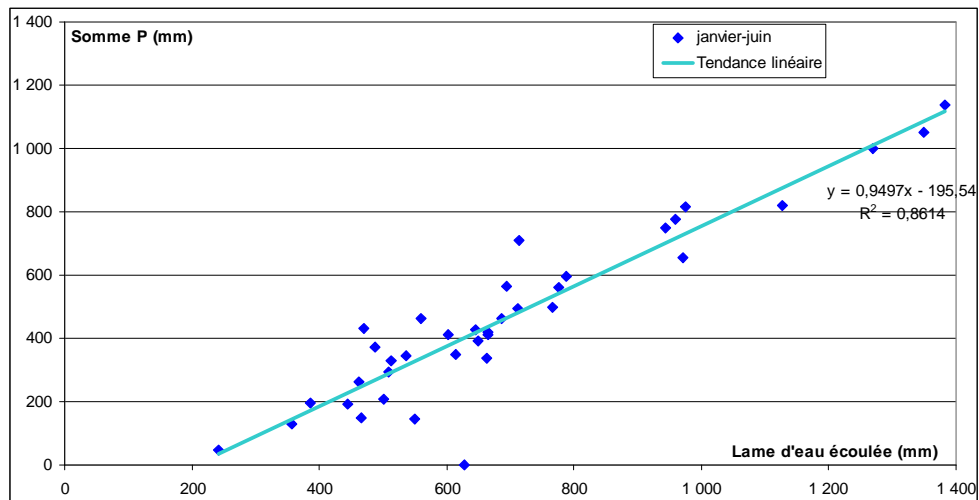
Les historiques longs de mesures ne sont disponibles que sur les affluents du Gardon d'Anduze. Mais sur cette partie du bassin au moins, **la tendance à l'aggravation des étiages estimée par les acteurs semble bien confirmée par les mesures.**

3.3.6 Recherche de corrélation pluie-débit

Cette comparaison ne peut être faite que pour les stations possédant des séries longues, pour que les débits statistiques (quinquennaux secs, par exemple) aient un sens.

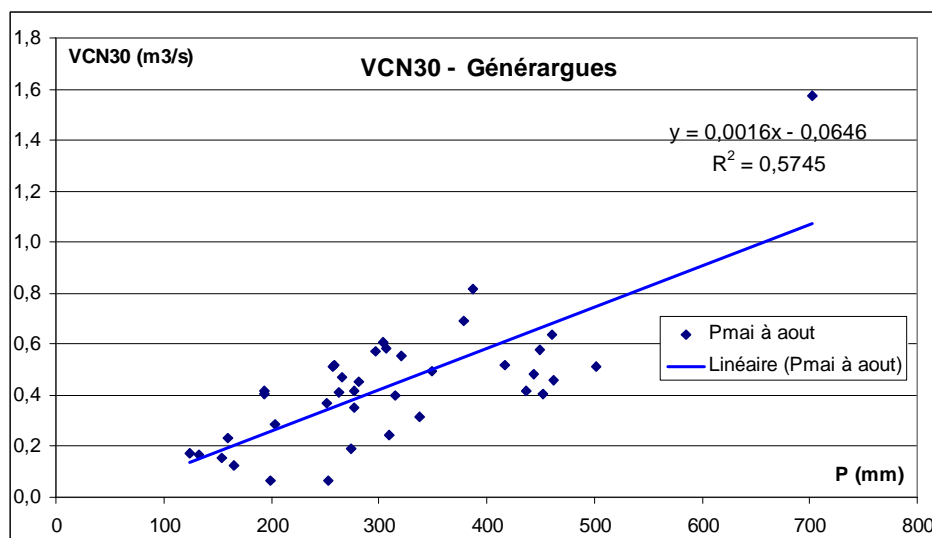
La lame d'eau écoulée est fortement corrélée à la pluie tombée sur la même période.

Figure 31 : Corrélation cumul pluviométrique - lame d'eau écoulée entre janvier et juin à la station de Générargues.



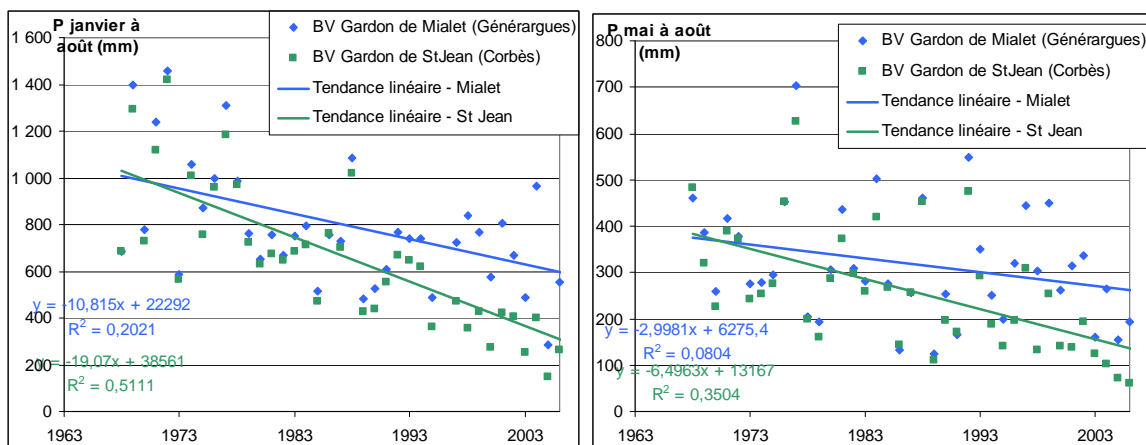
Par ailleurs, les débits d'étiage, et en particulier le VCN30 sont assez bien corrélés avec la pluviométrie de mai à août. Pour le VCN10 et le QMNA5, la corrélation est moins importante, mais elle existe.

Figure 32 : Corrélation entre VCN 30 et pluviométrie de mai à août



Or d'après l'étude du CNRS sur la Vallée Obscure (entretien téléphonique avec M. Didon-Lescout, article à paraître), la pluviométrie pendant les 8 premiers mois de l'année connaît une tendance à la baisse depuis 1980, comme le montre la figure suivante. Sur les mêmes bassins versants, on observe également une diminution de la pluviométrie de mai à août, également représentée sur la figure suivante.

Figure 33 : Variation du cumul pluviométrique de janvier à août et de mai à août (1968-2006)



Cette diminution de la pluviométrie est donc une des causes de l'aggravation des étiages observée.

NB : sur toutes ces courbes les coefficients de corrélation sont faibles, ce qui indique une tendance peu marquée sur les indicateurs choisis, qui pourrait peut-être être améliorée en considérant une relation non linéaire ou des cumuls de pluie sur d'autres périodes.

Plus généralement, dans la zone méditerranéenne du bassin RMC, les tendances observées sont : une diminution significative des précipitations estivales, des étés plus chauds et un cumul annuel des précipitations plus faible. Les modules sont globalement en baisse et les étiages estivaux sont plus sévères et plus longs. (CEMAGREF, 2007, *Quelles incidences des hypothèses de changement climatique à prendre en compte dans la révision du SDAGE du Bassin Rhône Méditerranée?*)

3.3.7 Campagnes de mesures

Deux campagnes de mesures de débits ont été réalisées dans le cadre de l'étude. Elles sont présentées ci-après.

Figure 34 : Photos des campagnes de mesures.

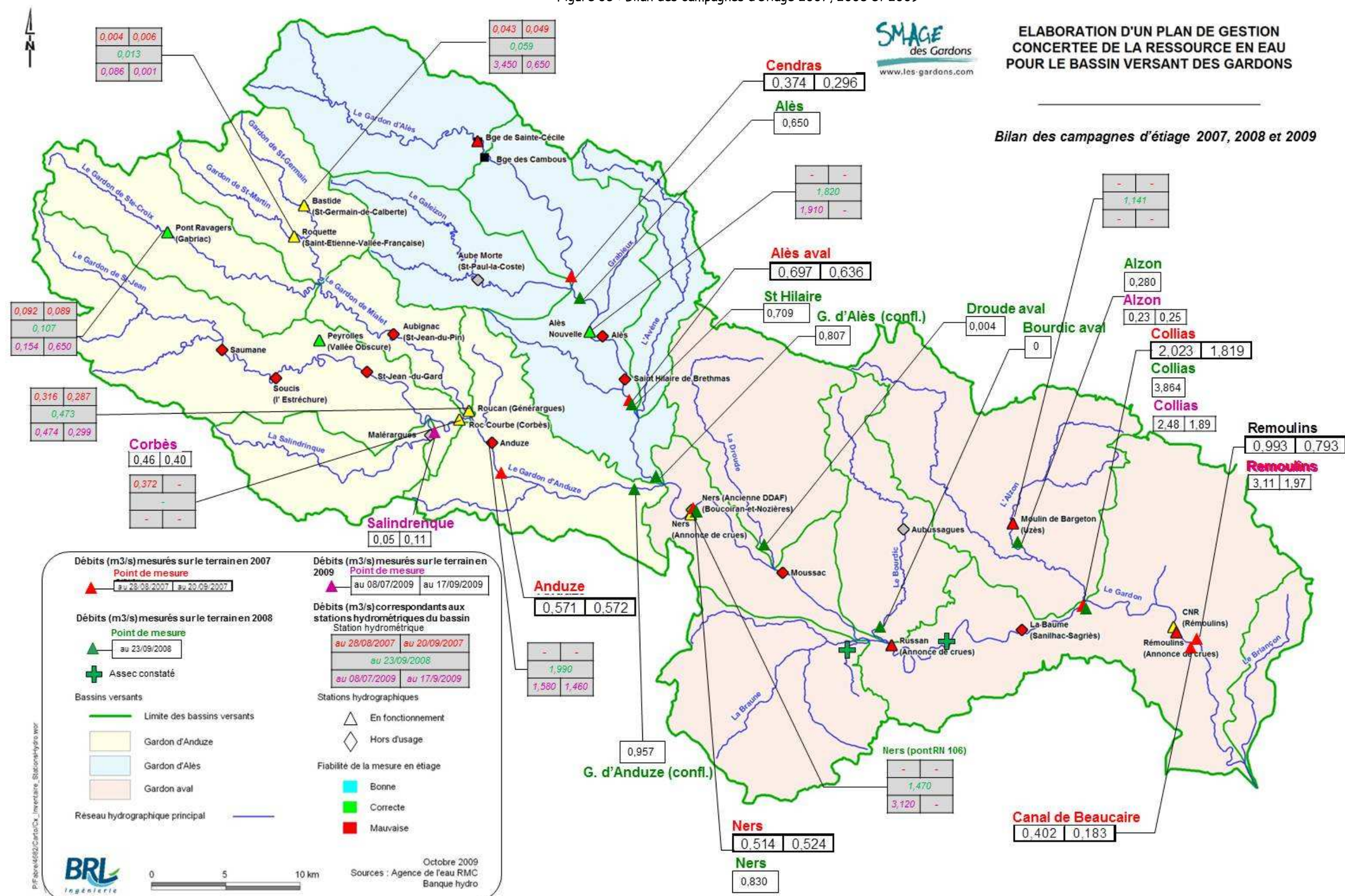


Plusieurs **campagnes** ont été réalisées :

- ▶ 2 au cours de l'étiage 2007 (tardif),
- ▶ 1 au cours de l'étiage 2008 (peu marqué),
- ▶ 2 au cours de l'étiage 2009 (sévère)

Il est important de souligner que des campagnes de mesures ponctuelles n'ont pas de valeur statistique : elles ne peuvent permettre de déterminer un débit d'étiage en un nouveau point.

Figure 35 : Bilan des campagnes d'étiage 2007, 2008 et 2009



L'étiage 2007 a été tardif. Les débits ont été mesurés le 28/08/07 (beau temps) et le 20/09/07 (pluie le 17/09) en 7 points du bassin versant. L'objectif de cette campagne consistait à vérifier la cohérence des mesures entre elles un même jour, de les comparer aux valeurs de débit existantes, afin de repérer des phénomènes non pris en compte et de resituer l'année hydrologique dans l'historique des données.

Les résultats de ces mesures sont indiqués sur la carte suivante Figure 35 et permettent de dresser les constats suivants :

- ▶ Les débits ont globalement baissé au cours du mois qui sépare les 2 mesures, à l'exception du Gardon d'Anduze et du Gardon à Ners où ils se sont maintenus.
- ▶ Sur le Gardon d'Anduze et sur le Gardon d'Alès à Cendras, les débits mesurés sont de l'ordre de grandeur du VCN10 5ans sec. Par contre, à l'aval d'Alès, le débit apparaît bien au-dessus des débits d'étiage statistiques calculés à St Hilaire, mais dans l'ordre de grandeur des débits calculés à Alès.
- ▶ Le débit à Ners est inférieur de moitié à la somme des débits du Gardon d'Anduze à Anduze et du Gardon d'Alès en aval d'Alès. Ceci est cohérent avec le fait que la mesure se situe en aval de la prise d'eau du Canal de Boucoiran, et que dans ces gammes de débit, le canal prélève 50% du débit d'après les règles de gestion de la prise d'eau.
- ▶ Les débits mesurés à Collias sont supérieurs aux débits d'étiage statistiques calculés à La Baume, et supérieurs au débit objectif donné par le SAGE (1,5 m³/s).
- ▶ Les mesures effectuées à Remoulins, en aval de la prise du canal de Beaucaire et sur le canal de Beaucaire, ont une somme inférieure à la mesure directement amont (Collias).
- ▶ On observe une forte variation du débit dans le canal de Beaucaire entre les 2 mesures (du simple au double).

La **campagne** réalisée à l'**étiage 2008**, également tardif et moins marqué que l'étiage 2007 a eu lieu les 16 et 23/09/08 (beau temps, pluies le 11/09/08) en des points différents de la campagne 2007 afin de :

- ▶ valider l'hypothèse émise en cours de Phase 1 que contrairement à ce qu'indiquent les analyses statistiques des stations hydrométriques, les débits ne diminuent pas entre Alès et St-Hilaire de Brethmas. En effet, les débits statistiques caractéristiques de l'étiage à partir des mesures des stations hydrométriques à St Hilaire étaient inférieurs à ceux d'Alès (explication donnée : absence de concomitance des séries).
- ▶ réaliser un bilan simplifié des interactions en étiage entre les tronçons principaux et le karst Urganien.
- ▶ comparer les apports respectifs des affluents aval du Gardon : la Droude, le Bourdic, l'Alzon.

Les résultats de cette campagne sont les suivants :

- ▶ Les débits mesurés en 2008 sont plus importants que ceux mesurés à l'étiage 2007.
- ▶ **Les débits augmentent entre Alès (650 l/s) et St Hilaire (710 l/s).** L'explication des incohérences au niveau des stations hydrométriques vient bien du fait que l'historique de la station de mesure d'Alès est antérieur à celui de St Hilaire (et non concomitant), c'est-à-dire que les débits mesurés à Alès concernent une période moins sèche et avec des prélèvements plus faibles.

- ▶ Concernant le bilan sur le karst Urgonien :
 - le Gardon d'Alès et le Gardon d'Anduze apportent le même ordre de grandeur de débit au karst Urgonien en étiage, respectivement 810 et 960 l/s ;
 - les apports des affluents du Gardon en aval de Collias sont négligeables (moins de 10 l/s au total).
 - le débit à Collias (3,87 m³/s) est bien supérieur à la somme des apports superficiels au karst Urgonien (pertes de Ners, pertes du canal de Boucoiran, apports éventuels d'affluents), soulignant ainsi le **rôle de soutien d'étiage du karst Urgonien (apports d'environ 2 m³/s)**.

La campagne de 2009 a eu lieu dans des conditions hydrologiques d'étiage marqué, les 07/08/2009 (beau temps) et 17/09/2009 (quelques pluies la veille), en 5 points du bassin :

- ▶ Le Gardon de St Jean en aval de la station hydrométrique de Corbès,
- ▶ La Salindrenque en amont de la confluence avec le Gardon de St Jean,
- ▶ Le Gardon au niveau de Collias,
- ▶ L'Alzon aval,
- ▶ Le Gardon au niveau de Remoulins, en amont de la prise du canal de Beaucaire.

Les résultats de cette campagne sont les suivants :

- ▶ Les débits sont comparables à ceux mesurés en 2008,
- ▶ Le débit mesuré à Remoulins est tantôt supérieur, tantôt inférieur à la somme des débits de l'Alzon aval et du Gardon à Collias. Pourtant, il n'y a pas de gros préleveur déclaré entre Collias et le site de mesure. D'où l'importance que semble avoir l'inféro-flux dans les alluvions au niveau de Remoulins.
- ▶ Il aurait été intéressant de comparer le débit de la station de Corbès avec la mesure que nous avons effectuée. Mais n'est pas disponible le jour de nos mesures.
- ▶ Le débit dans la Salindrenque est faible et très variable en comparaison du Gardon de St Jean (entre le ¼ et le 1/10^{ème} du débit du Gardon de St Jean). Il est très influencé par les prélèvements réalisés en amont. A titre de comparaison, le rapport des surfaces des bassins versants est de $S_{\text{Salindrenque aval}}/S_{\text{G de StJean (Corbès)}} = 68/196 = 35\%$.

En conclusion, on peut déduire les informations suivantes des campagnes de terrain :

- ▶ Les mesures réalisées à Alès et à St-Hilaire-de-Brethmas montrent que les débits ne diminuent pas sur ce tronçon. Cette question avait émergé de l'analyse des séries historiques de données, et la non concomitance des séries explique que les débits à St Hilaire calculés soient inférieurs à ceux calculés à Alès.
- ▶ L'estimation des débits naturels de la Salindrenque à l'aide d'un rapport de surface avec le Gardon de St Jean est une estimation qui semble correcte. Les débits influencés de la Salindrenque sont extrêmement variables d'un jour à l'autre (voir également à ce propos les mesures effectuées au niveau des béals).
- ▶ Le Gardon d'Alès et le Gardon d'Anduze apportent le même ordre de grandeur de débit au karst Urgonien en étiage, tandis que les affluents aval ont un apport négligeable. Le débit en aval des gorges est bien supérieur à la somme des apports superficiels au karst Urgonien, soulignant ainsi le **rôle de soutien d'étiage du karst Urgonien**
- ▶ Les débits diminuent sur le tronçon Collias-Remoulins, en raison du passage en inféro-flux dans les alluvions d'une partie du débit.

3.4 GRANDS OUVRAGES REGULATEURS

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).

3.4.1 Le barrage de Sainte-Cécile-d'Andorge

Figure 36 : Photos du barrage de Ste-Cécile-d'Andorge.



CARACTERISTIQUES

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 et soutien d'étiage du 15 juin au 15 septembre.**

Ce barrage est caractérisé par une capacité de retenue permanente de $1,65 \text{ Mm}^3$, entre les cotes 227 et 242 mNGF (dont 1,2 exploitables entre 242 mNGF et 235 mNGF). Ce volume est disponible pour le soutien d'étiage, et **permet d'ajouter 220 l/s au débit du Gardon d'Alès pendant 2 mois**. Un envasement est observé ($750\,000 \text{ m}^3$ estimés), malgré le curage annuel réalisé par un carrier (entretien H. Negron).

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.

Le module interannuel au niveau du barrage calculé entre 1976 et 2006 est de 3,56 m³/s. Le débit réservé correspond au 1/10^e du module soit 0,36 m³/s. La qualité de l'eau stockée est relativement médiocre (nombreuses matières en suspension).

REGLEMENT D'EAU

D'après l'arrêté préfectoral,

- ▶ Entre le 15 septembre et le 15 juin, la cote de la retenue permanente est établie à 242 mNGF. Lors de la reconstitution de la retenue permanente en fin d'été, 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. Cette période correspond au fonctionnement en écrêtement des crues.
- ▶ Du 15 juin au 15 septembre, le barrage fonctionne en soutien d'été : le débit naturel peut être augmenté de 200 l/s dans la mesure du volume disponible.

En pratique, à partir du moment où les pertuis du barrage de Ste-Cécile-d'Andorge sont dénoyés (c'est-à-dire lorsque la cote du barrage atteint 242 mNGF), le soutien d'été est amorcé par l'ouverture des vannes de fond. Un débit d'environ 200 L/S est ajouté au débit entrant. Il est réalisé jusqu'à ce que le plan d'eau atteigne la cote de 235 mNGF. A ce moment-là le barrage des Cambous prend le relais.

Le débit sortant est calculé par une formule hydraulique tenant compte de la hauteur du plan d'eau et de l'ouverture de la vanne. Le débit entrant est calculé en fonction de la variation de la cote du plan d'eau et du débit sortant.

EVOLUTIONS

Un projet de rehausse de la cote du plan d'eau permanent existe : avec un plan d'eau à 252 mNGF entre mars et août où le risque de crue est faible à nul permettrait de maintenir une fonction d'écrêtement et pourrait porter la capacité de retenue à 5,2 Mm³ (soit 4,8 exploitables pour le soutien d'été). **Cela correspondrait à un soutien de 900 l/s pendant 2 mois (ou 600 l/s pendant 3 mois).**

L'intérêt de cette solution a été démontré mais une étude détaillée est nécessaire pour déterminer des règles de gestion qui permettent d'améliorer le soutien d'été sans augmenter le risque hydraulique en cas de crues automnales précoces ou printanières tardives. De plus, la priorité à l'heure actuelle est la sécurité du barrage, qui ne supporterait pas une crue de période de retour 10 000 ans, considérée comme la nouvelle crue de projet (source : étude BRLi en cours). Le coût du projet de rehausse avait été évalué à 7 M€ H.T., et ne serait pas reçu favorablement par les riverains (installations touristiques sur les berges...).

3.4.2 Barrage réservoir des Cambous

Figure 37 : Photo du barrage des Cambous.



CARACTERISTIQUES

Le barrage 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, la cote du barrage doit donc être maintenue à 227 mNGF. 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 m³).

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 m³, serait actuellement réduite à environ 900 000 m³, ce qui correspond à un **soutien d'étiage de 220 l/s pendant 1 mois et demi**.

GESTION

Cette ressource est utilisée actuellement pour prolonger le soutien d'étiage du Gardon d'Alès.

En été, entre le 1^{er} juin et le 15 septembre, le barrage des Cambous est « transparent », c'est-à-dire qu'il est maintenu toutes vannes fermées avec un plan d'eau à la cote maximale (227 NGF) qui déverse par l'échancrure, restituant ainsi le débit relâché par Ste Cécile augmenté du débit du petit affluent intermédiaire. Pendant la saison estivale, le plan d'eau est destiné à l'activité touristique et sportive, d'où sa sollicitation en dernier recours.

Lorsque l'étiage se prolonge, la réserve d'eau des Cambous prend le relais du soutien d'étiage lorsque le plan d'eau de Sainte Cécile d'Andorge a atteint sa cote minimum (235 mNGF). Si cela intervient avant le 15 septembre, une autorisation doit être demandée à la Police de l'Eau. Les règlements d'eau ne précisent pas les modalités exactes de soutien d'étiage. En pratique, le même débit est maintenu (soit environ 200 l/s), par contrôle visuel à l'échelle limnimétrique au niveau du seuil situé 50 m en aval du barrage. **Le soutien d'étiage a été effectué environ une année sur 5 jusqu'à présent** (M. Negron, barragiste).

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).

3.4.3 Bilan du soutien d'étiage par les barrages de Ste Cécile d'Andorge et des Cambous

Des données de débit pour les barrages ont été récupérées auprès du conseil Général :

- ▶ Des bilans de la période de soutien d'étiage de 2002 à 2008 :
 - débit de sortie journalier du barrage de Ste-Cécile-d'Andorge calculé à partir de la hauteur d'eau et de l'ouverture des vannes de fond,
 - débit d'entrée journalier du barrage de Ste-Cécile-d'Andorge calculé à partir des débits de sortie et des mesures de variation du marnage du barrage
 - quelques débits journaliers sporadiques en sortie du barrage des Cambous (fonction des observations du niveau d'eau indiqué par l'échelle limnimétrique sur le seuil aval).
- ▶ Des débits estimés à l'aval du barrage des Cambous, au niveau du seuil.
- ▶ Un historique des débits sortant du barrage de 1976 à 2006.
- ▶ Les hauteurs d'eau dans les barrages permettant de connaître les périodes de soutien d'étiage.

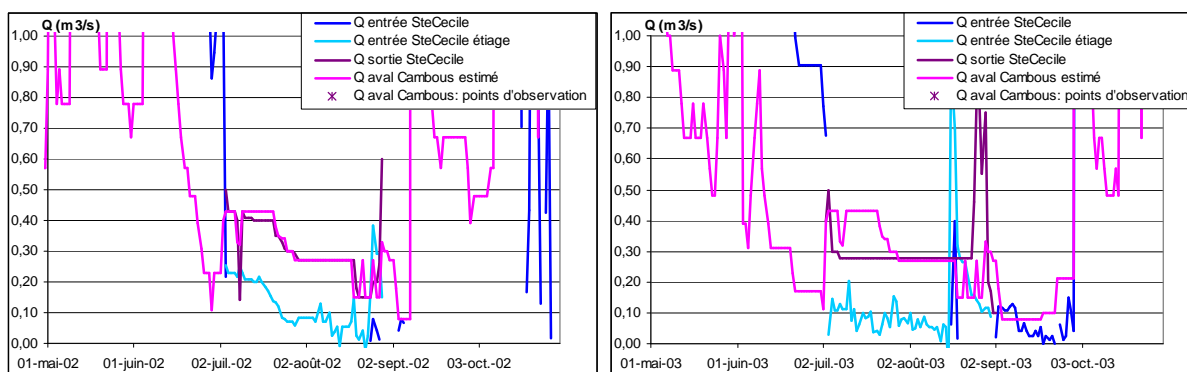
A partir de ces éléments, nous avons reconstitué les débits d'entrée du barrage de Ste Cécile : $Q_{\text{entrée}} = Q_{\text{sortie}} + \text{Evaporation} - \text{Pluie}$. La précision des débits communiqués par le CG30 n'étant pas bonne en raison du dispositif de mesure, les débits entrants sont à considérer avec précaution.

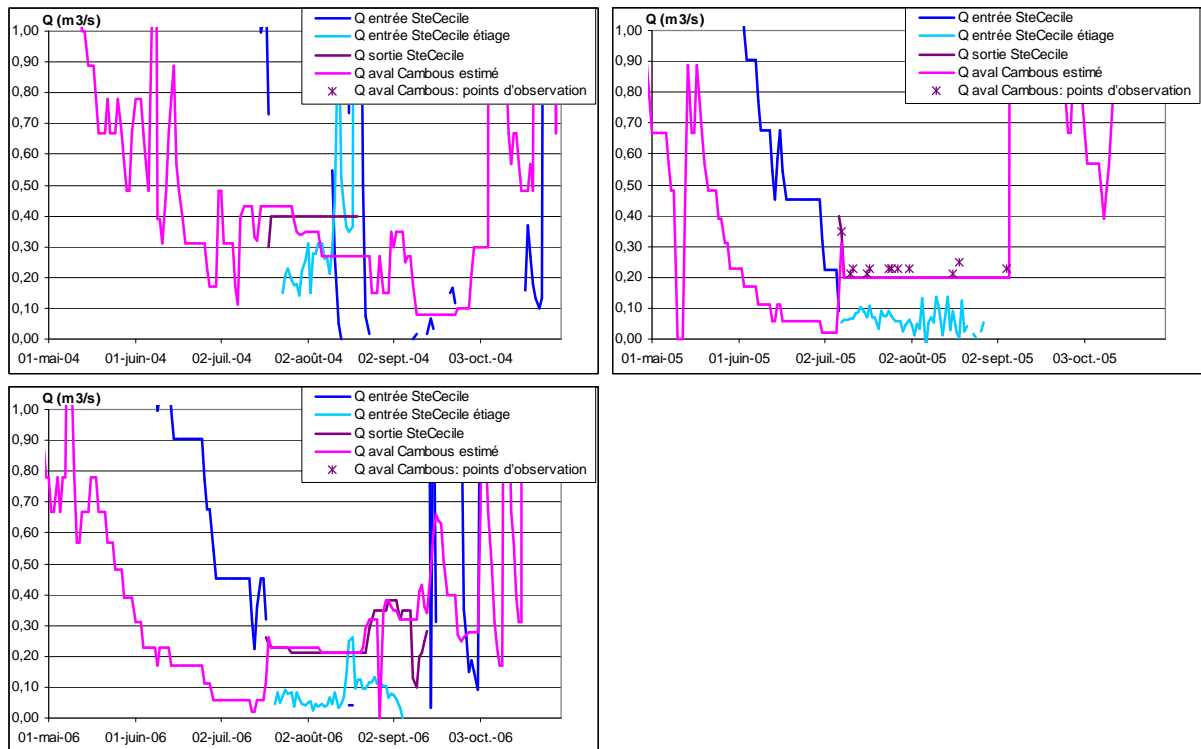
De même, les débits en sortie du barrage des Cambous ont été reconstitués en prenant :

- $Q_{\text{Cambous}} = Q_{\text{sortie Ste Cécile}} \text{ hors période de soutien d'étiage par les Cambous,}$
- $Q_{\text{Cambous}} = Q_{\text{sortie Ste Cécile}} + 0,2 \text{ pendant les périodes de soutien d'étiage déterminées à partir des hauteurs d'eau et des débits.}$

On obtient donc un bilan du soutien d'étiage : $Q_{\text{Cambous}} - Q_{\text{Ste Cécile}}$ qui permet de soustraire l'influence des barrages aux débits aval. Le désinfluençement des débits d'étiages sera traité plus bas dans un chapitre spécifique.

Figure 38 : Bilan du soutien d'étiage par les barrages de Ste Cécile et des Cambous





Le soutien d'étiage par le système de barrages est visible sur les graphes précédents : lorsque le débit entrant dans le barrage de Ste Cécile devient trop faible, le barrage déstocke et on observe alors un débit de sortie de Ste Cécile qui forme un palier entre 0,2 et 0,3 m³/s. En 2006, le soutien d'étiage par les Cambous est visible à la fin de mois de septembre (Qsortie Cambous > Qsortie Ste Cécile).

3.4.4 Conclusion

CONCLUSION SUR LES OUVRAGES REGULATEURS

Le bassin des Gardons ne comprend que deux barrages régulateurs : les barrages de Ste-Cécile-d'Andorge et des Cambous. Ils sont situés en série, sur le Gardon d'Alès. **Leurs capacités de régulation cumulées représentent un volume de 2,1 Mm³, et ils peuvent ainsi fournir un soutien d'étiage du Gardon de 220 l/s pendant 3,5 mois.**

Un projet de surélévation du barrage de Ste Cécile existe. **Il pourrait augmenter le soutien d'étiage d'environ 500 l/s pendant 3,5 mois.**

Il est important de souligner que le soutien d'étiage est réalisé en amont d'une zone de pertes du Gardon d'Alès dans l'aquifère karstique des dolomies de l'Hettangien entre la Grand Combe et Alès. L'effet du soutien d'étiage sur le débit de la rivière pourrait donc être notablement diminué à partir de la Grand Combe. Ce système est mal connu en termes quantitatifs et dynamiques.

3.5 PETITS OUVRAGES HYDRAULIQUES

Dans les Cévennes, de nombreux ouvrages existent, témoignant d'une activité hydraulique ancienne. Parmi eux, les seuils et les beals (ou canaux) sont susceptibles d'avoir un impact sur les prélèvements en étiage.

La présence de seuils diminue en effet les habitats lotiques au profit d'habitats lenticques.

3.5.1 Etude détaillée par le CNRS de l'impact des ouvrages hydrauliques anciens sur les écoulements

Une étude menée par le CNRS cherche à évaluer l'**impact des ouvrages hydrauliques anciens** (seuils, *tancats*...) **sur les écoulements** dans la Vallée Obscure.

D'après le rapport d'activité de 2006⁵, les *tancats* semblent à même de **soutenir les débits d'étiage** en retardant l'évacuation des eaux apportées par les orages estivaux. Leur influence est modeste mais réelle **en l'absence de végétation** derrière les ouvrages et de ripisylve proche.

La destruction de cette végétation permet de réduire les pertes par évapotranspiration, sans quoi l'influence de l'ouvrage réduirait le débit d'étiage au lieu de le renforcer. Par exemple, la restauration et la destruction de la végétation des ouvrages du vallon des Abrits a permis le rétablissement d'un écoulement en étiage, même lors des plus sévères.

Par contre, ni les anciennes terrasses de culture ni les *traversiers*, ne jouent actuellement de rôle hydrologique dans ce milieu qui n'est plus exploité et où le couvert végétal s'est fermé.

Le SAGE préconise une restauration des ouvrages hydrauliques permettant de soutenir les débits d'étiage. D'après les résultats de cette étude, il faudrait y ajouter l'entretien des abords de l'ouvrage.

Un résumé un peu plus détaillé de cette étude est disponible en Annexe .

3.5.2 Approche réalisée dans le cadre de la présente étude

L'impact des béals sur les cours d'eau est décrit plus bas de façon détaillée dans un sous-chapitre spécifique du chapitre consacré aux prélèvements.

⁵ C. MARTIN, J-F. DIDON-LESCOT, *et al*, 2006. Observations complémentaires sur les fonctionnements hydrogéologiques et hydrosédimentaires de la Vallée Obscure..

3.6 CHOIX DES POINTS NODAUX

Il s'agit ici de choisir les points nodaux au droit desquels seront établis les bilans en eau détaillés et pour lesquels seront proposés in fine des valeurs de débits permettant d'appuyer la gestion des étiages.

Quatorze points nodaux sont proposés.

Ils ont été choisis en fonction des critères suivants : disponibilité et fiabilité des données, fiabilité et existence (passée ou présente) d'une station, intérêt et possibilité de la création de connaissance.

► Stations en fonctionnement, dont la fiabilité à l'étiage est considérée comme bonne ou acceptable :

- **le Gardon de St-Jean à Roc Courbe (Corbès),**
- **le Gardon de Mialet à Roucan (Généragues),**
- **l'Alzon à la station de Moulin de Bargeton (Uzès) ;**
- **le Gardon à Remoulins (station CNR) ;**

Ces 4 premiers points nodaux sont les seuls **directement opérationnels**.

- Au vu de la quantité limitée de données disponibles sur le Gardon d'Alès et de la longueur de l'historique disponible, le **barrage de Ste Cécile d'Andorge** sera également choisi comme nœud hydrologique, malgré la précision insuffisante des mesures.

► Stations hors d'état mais dont la fiabilité de la mesure en étiage était considérée comme bonne ou correcte, ou stations en état non fiables en étiage mais qui se trouvent à un endroit stratégique sur le bassin :

- **le Gardon d'Alès à St-Hilaire de Brethmas** (station HS, mais désormais une station est disponible à Alès, et jaugée pour l'étiage depuis 2008) ;
- **le Gardon au pont de Ners (ancienne station DIREN)**. La station DDE, jaugée pour l'étiage depuis 2008, pourra être utilisée par le futur, sous réserve de l'adaptation des résultats de cette étude (l'ancienne station DIREN était en aval de la prise du Canal de Boucoiran, la station DDE actuelle se trouve à l'amont),
- **le Gardon d'Anduze à Anduze** (station d'annonce de crues non fiable en étiage)
- **le Gardon à La Baume** (station HS).

Pour ces 9 stations (« **points nodaux principaux** »), un bilan complet des ressources et des usages a été réalisé : analyse des séries influencées, désinfluencement des débits d'étiage et analyse des séries désinfluencées. Pour les points nodaux correspondant à des stations hors service, les séries ont été prolongées à l'aide du logiciel GR4J.

Nous avons également identifié 5 sites (« **points nodaux secondaires** ») pour lesquels la création d'une information sur le débit d'étiage présente un intérêt :

- **le Gardon de Ste-Croix à sa confluence,**
- **le Gardon de St Martin à sa confluence,**
- **la Salindrenque à sa confluence avec le Gardon de St Jean,**
- **le Galeizon à sa confluence avec le Gardon d'Alès,**
- **le Gardon d'Alès en amont de son alimentation par le Galeizon.**

Pour ces 5 derniers points nodaux, une estimation des débits caractéristiques de l'étiage a été réalisée, qui permet d'obtenir des informations sur les débits influencés et désinfluencés (reconstitution à l'aide de GR4J, extrapolation à partir de stations existantes...). Ces informations sont à **manipuler avec de grandes précautions en raison de l'absence de données de calage**.

Figure 39 : Bilan de la localisation des points nodaux du bassin versant des Gardons

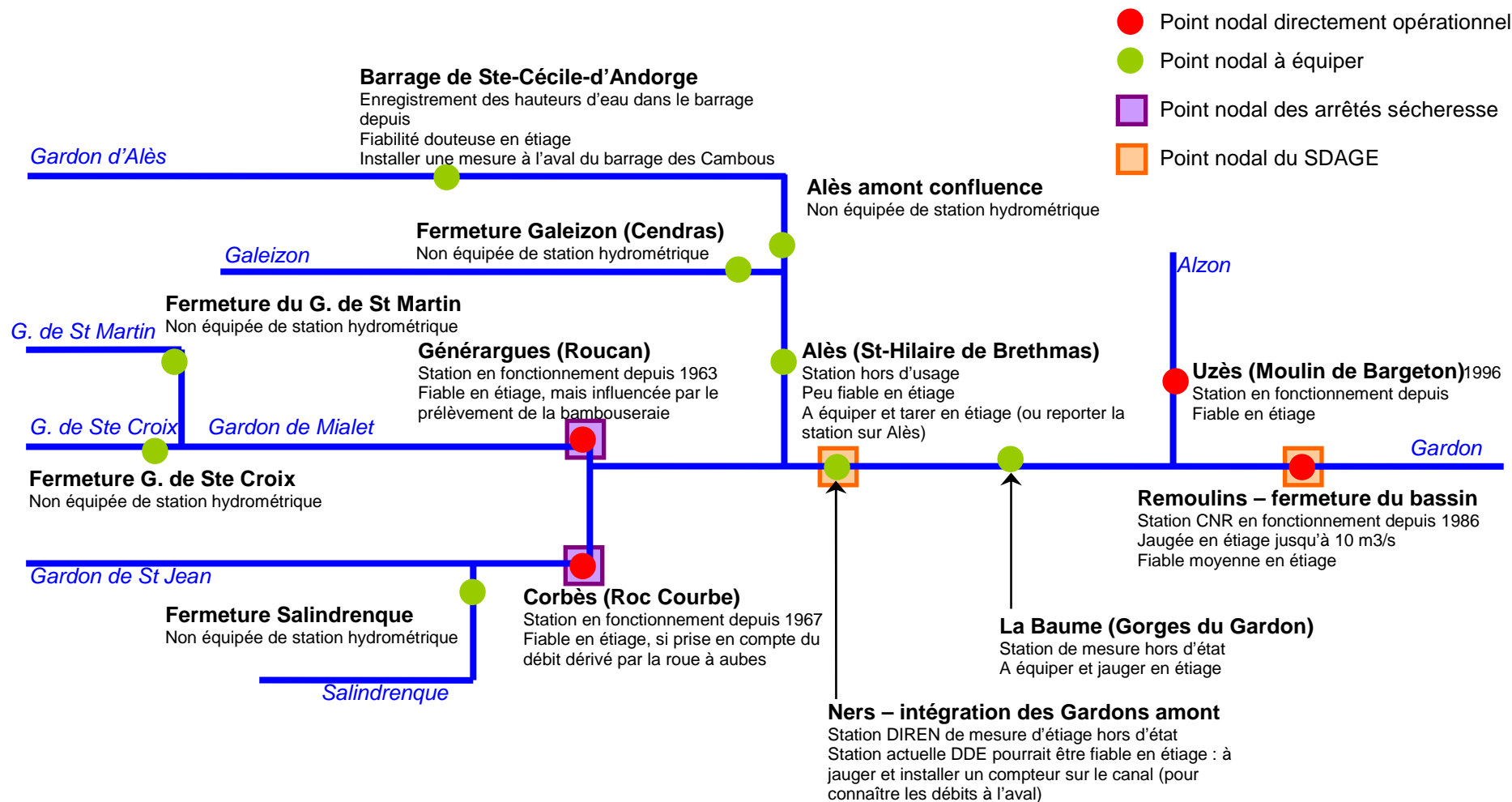
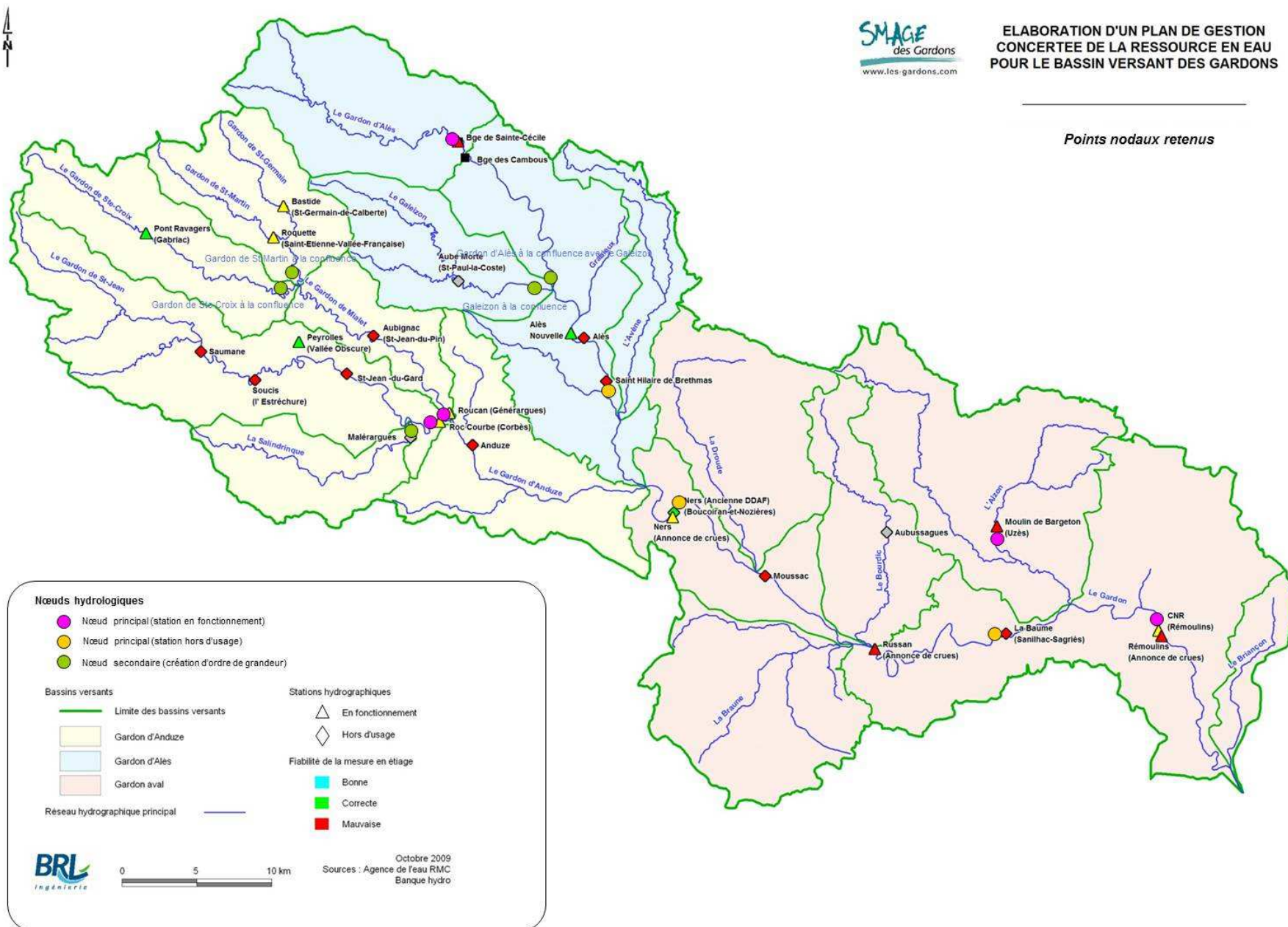


Tableau 10 : Bilan des caractéristiques des points nodaux

Point nodal	Rivière	Objet	Station	Valable en étiage	En service	Calcul des débits	DMB	Point nodal arrêtés sécheresse	Point nodal SDAGE
Fermeture du Gardon de St Martin	Gardon de St Martin	Surveillance Gardons amont		X	X	A partir de la station de St-Germain-de-Calberte, au prorata des surfaces	St Germain		
Fermeture du Gardon de Ste-Croix	Gardon de Ste Croix	Surveillance Gardons amont	X	X	X	A partir de la station de Ste-Croix, au prorata des surfaces			
Corbès (Roc Courbe)	Gardon de St Jean	Surveillance du Gardon de St Jean	X	X	X				
Générargues (Roucan)	Gardon de Mialet	Surveillance du Gardon de Mialet	X	X	X			X (30)	
Fermeture Salindrenque	Salindrenque	Surveillance de la Salindrenque (rivière très prélevée)				Modélisation GR4J à partir des coefficients du Gardon de St Jean (débits désinfluencés)	X		
Anduze	Gardon d'Anduze	Surveillance du Gardon d'Anduze	Annonce crues			A partir des débits mesurés à Corbès et Générargues, au prorata des surfaces	X		
Barrage de Ste-Cécile-d'Andorge	Gardon d'Alès	Surveillance du Gardon d'Alès	X		X				
Alès confluence	Gardon d'Alès	Surveillance du Gardon d'Alès amont				Modélisation GR4J à partir des coefficients de la station de St Hilaire-de-Brethmas			
Cendras - Galeizon	Galeizon	Surveillance du Galeizon				Modélisation GR4J à partir des coefficients de la station de St Hilaire-de-Brethmas			
St-Hilaire de Brethmas	Gardon d'Alès	Contrôle du Gardon d'Alès	HS		X	Modélisation GR4J pour prolonger la série existante	X		
Ners	Gardon	Contrôle global des Gardons amont	DIREN HS SPC OK	Depuis 2008	X	Modélisation GR4J pour prolonger la série existante			X
La Baume	Gardon	Contrôle des gorges (et fonctionnement des résurgences)	HS	X		Modélisation GR4J pour prolonger la série existante			
Remoulins	Gardon	Fermeture du bassin	X (CNR)	X	X		X		X
Uzès (Moulin de Bargeton)	Alzon	Contrôle du bassin de l'Alzon	X	X	X		X		

Tableau 11 : Récapitulatif des débits caractéristiques aux points nodaux

				Débits Naturels reconstitués et Débits Influencés (l/s)											
Point nodal	Surface contrôlée (km²)	ESTIMHAB haut	ESTIMHAB bas	juin	juil	août	sept	VCN 30	VCN 10	QMNA	QMNA	1/10 module	1/20 module	Module	
		temps de retour :		5 sec	5 sec	5 sec	5 sec	5 sec	5 sec	5 sec	2			moyen	
Zone Cévennes Sud															
St Martin	88	180	150	360	250	160	110	100	90	110	170	200	100	1 990	
				330	210	140	100	90	80	100	150	200	100	1 970	
Ste Croix	101	230	170	480	280	200	190	160	140	190	240	210	100	2 090	
				430	240	160	180	150	130	160	210	210	100	2 080	
Mialet	240			1 240	630	460	560	300	240	370	550	650	330	6 510	
				1 130	520	360	520	250	220	310	520	650	330	6 465	
St Jean	263			1 320	610	410	720	330	250	380	550	710	360	7 140	
				1 240	500	350	690	270	200	340	490	710	360	7 110	
Salindrenque	73	160	130	500	260	190	290	160	140	170	240	190	90	1 850	
				460	210	160	270	130	110	140	210	180	90	1 830	
Anduze	543	1 200	900	3 010	1 440	990	1 440	780	640	930	1 200	1 490	740	14 880	
				2 610	990	680	1 270	530	370	680	950	1 480	740	14 810	
Zone Gardon d'Alès - Gardonnenque															
Ste-Cécile	109			430	130	80	130	80	30	90	120	310	160	3 130	
		Sortie des Cambous		290	130	60	220	150	80	170	220	290	150	2 930	
Alès amont confl	182			620	320	220	170	140	130	160	270	440	220	4 420	
				forte incertitude liée aux interactions avec le karst										3 900	
Galeizon	86			330	180	100	110	70	60	80	160	180	90	1 780	
				290	150	80	100	60	50	60	140	180	90	1 770	
St-Hilaire	328	480	400	1 030	570	390	320	270	250	310	490	720	350	7 230	
				690	280	200	220	150	110	170	290	650	330	6 520	
Ners	1 090			3 020	1 160	1 040	1 020	760	690	800	1 420	1 990	1 000	19 900	
	Influencé, en aval du Canal de Boucoiran			2 080	840	500	640	380	330	390	980	1 840	920	18 410	
Zone Aval															
Alzon	71	100	75	240	200	170	170	130	100	140	190	50	30	540	
				150	100	100	130	70	50	80	130	50	30	500	
La Baume	1 583			forte incertitude liée aux interactions avec le karst											
				6 010	2 580	1 990	2 040	1 760	1 690	1 770	2 140	3 340	1 670	33 440	
Remoulins	1 930	2 000	1 600	forte incertitude liée aux interactions avec le karst											
				4 650	2 610	1 440	1 820	1 010	950	1 160	1 920	2 640	1 320	26 360	
					Débits naturels										
					Débits influencés										



Plan de gestion concertée de la ressource en eau du bassin versant des Gardons
Rapport de phase 1 – Diagnostic de la ressource et des usages

4. USAGES PRELEVEURS

L'objectif de ce chapitre est de **décrire de façon détaillée l'empreinte effective des différents prélèvements sur les écoulements superficiels du bassin des Gardons.**

Cet objectif implique :

- ▶ de dépasser le pas de temps annuel et de descendre au minimum pas de temps mensuel pour cerner la variation dans le temps des prélèvements ;
- ▶ de ne pas s'intéresser aux seuls prélèvements bruts mais également à la complexité des retours possibles au cours d'eau ou aux aquifères pour les différents usages : retours par les stations d'épuration pour l'eau potable et retours concentrés ou diffus pour les systèmes d'irrigation gravitaire ;
- ▶ de toujours préciser l'échelle d'espace dont il est question : parle – t – on d'un tronçon localisé de cours d'eau ou d'un sous bassin dans son ensemble ? Selon l'échelle, l'impact d'un prélèvement ne sera pas du tout le même et la variable le caractérisant à employer ne devra pas être la même.

En d'autres termes, **l'ambition de ce chapitre est de dépasser des visions caricaturales des prélèvements trop souvent définis par des seuls volumes bruts annuels prélevés qui ne traduisent pas leurs impact effectifs sur le cours d'eau** et qui ne permettant pas de les placer véritablement en balance de la ressource disponible.

Cette ambition, on le verra, se heurte rapidement à la faiblesse des données disponibles.

Le constat de ce manque de données débouchera dans les phases ultérieures sur des recommandations pour améliorer la connaissance des prélèvements, en particulier ceux liés à l'irrigation.

Ce manque de données ne doit pas pour autant freiner la démarche. Les calculs présentés permettent de cerner les ordres de grandeur et les grands termes du bilan en eau sur le bassin.

On présente dans la suite du chapitre les données utilisées, on détaille ensuite successivement chacun des usages préleveurs : AEP, irrigation et industries et on présente enfin une vision d'ensemble qui met en regard ces différents usages.

4.1 AEP

4.1.1 Données sources

Base de données AERMC

Nous avons utilisé la base de données des points de prélèvement de l'Agence de l'Eau RMC. Cette base de données recense les points de prélèvement des usagers qui payent la redevance à l'AERMC (les forages privés domestiques ne sont donc pas inclus) et les localise.

NB : lorsque la précision de la localisation était décrite « mauvaise » dans la base AERMC (c'est-à-dire dans la commune sans plus de précisions), une relocalisation manuelle a été réalisée.

La base en ligne indique pour chaque point le volume annuel prélevé (mais non mensuel). Ce volume correspond pratiquement pour tous les points de prélèvements à des relevés de compteurs.

La connaissance des volumes mensuels a donc impliqué une saisie manuelle : ces volumes étaient en effet en partie disponibles à l'Agence de l'Eau RMC (sur papier) et ont été saisis pour les 16 plus gros préleveurs pour les années disponibles sur un historique de 10 ans.

Remarque : A partir de 2005, les usagers qui télé-déclarent ne sont plus tenus de déclarer le détail mensuel. Pour les années manquantes de ces gros préleveurs, le volume annuel déclaré à l'AERMC a été ventilé en respectant la répartition des années où les données mensuelles étaient disponibles. Pour les autres préleveurs AEP, les volumes annuels de l'AERMC ont été ventilés selon la répartition mensuelle moyenne des prélèvements des gros préleveurs.

La base de données de l'Agence de l'Eau indique également l'origine de la ressource prélevée. Néanmoins, cette indication est faite par un recoupement géographique avec des cartes hydrogéologiques, sans considération de la profondeur de forage. Cette donnée n'a pas été considérée comme fiable et a donc été récupérée par d'autres moyens, notamment auprès de la DDASS pour les prélèvements en eau potable.

Autres sources d'information

Ont également été consultés les documents suivants : AQUA 2020, étude sur les Grands Adducteurs du Gard, divers schémas directeurs en eau potable.

4.1.2 Vue d'ensemble des usages AEP sur le bassin des Gardons

140 communes ont leur ville ou village principal inclus dans le bassin. Le tableau suivant indique la population du bassin versant. Les chiffres du Schéma de Gestion durable de la ressource en eau du Gard (2009) n'ont pas été repris car ils n'incluent pas la partie Lozérienne du bassin.

Tableau 12 : Population géographiquement incluse dans le BV des Gardons.

Bassin versant	2005				2020			
	Population permanente	Population touristique	Population équivalente	Population de pointe	Population permanente	Population touristique	Population équivalente	Population de pointe
Gardon St Jean	9 405	20 800	12 871	30 205	7 500	21 700	11 117	29 200
Gardon d'Alès	94 233	7 400	95 466	101 633	131 000	7 700	132 283	138 700
Gardon Aval	78 965	42 400	86 031	121 365	96 000	44 300	103 383	140 300
Total	182 602	70 600	194 369	253 202	234 500	73 700	246 783	308 200

Source: Calculs BRLi à partir des données d'Aqua 2020.

Les documents du SAGE indiquaient une population sur le bassin de 170 000 à 180 000 habitants en 1999.

La population de pointe correspond à la somme des populations saisonnière et permanente, tandis que la population équivalente est une estimation qui considère que la population permanente est présente 365 jours par an tandis que la population saisonnière n'est présente que les 2 mois d'été soit 62 jours. Elle est calculée selon la formule suivante :

$$\text{population équivalente} = \text{population permanente} + 62/365 \times \text{population saisonnière}$$

MAÎTRES D'OUVRAGE UTILISANT LES RESSOURCES DU BASSIN

- **La plupart des communes qui intersectent significativement le bassin versant dépendent exclusivement de ressources du bassin** (nappe alluviale du Gardon ou d'un affluent, forage dans un aquifère à l'intérieur du BV...), à l'exception de quelques zones.

Par exemple, **la commune de Salindres** est alimentée par la **nappe alluviale de la Cèze** prélevée au niveau de St Ambroix par le forage de l'usine Rhodia à hauteur d'environ **0,4 Mm³/an** (Source : *Plan de gestion des étiages de la Cèze, AB Cèze, BRLi, en cours*) : il s'agit du plus grand transfert inter-bassin du Gard (*Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard*).

Les communes proches de la communauté d'agglomération de Nîmes complètent leur approvisionnement avec de l'eau extraite des **alluvions du Rhône**. C'est le cas de Saint-Mamert-du-Gard, Fons-Saint-Bauzely, Montignargues, et Gajan (Syndicat des Garrigues).

- **Quelques communes hors bassin s'approvisionnent avec de l'eau du bassin des Gardons** : soit en partie, comme Bragassargues, soit en totalité, comme les communes hors bassin alimentées par le Syndicat de Domessargues (Aigremont, Savignargues, St Benezet, Cannes, St Théodoric, Puechredon) soit environ 160 000 m³ en 2005 (calcul au prorata du nombre d'habitants) Canaules-et-Argentières (44 000 m³/an en moyenne).

Le syndicat de l'Avène dessert également, avec de l'eau prélevée dans le karst Hettangien, trois communes hors bassin (Servas, Les Plans, Navacelles, Allègre-les-Fumades).

- Il existe 70 maîtres d'ouvrage AEP utilisant les ressources en eau du bassin.

Leur liste est indiquée dans le tableau suivant. Le tableau précise pour chacun d'eux le prélèvement moyen annuel et sa traduction en débit fictif continu.

L'ensemble des syndicats AEP présents sur le bassin est représenté sur la figure suivante.

Figure 41: Carte des syndicats AEP du bassin des Gardons.

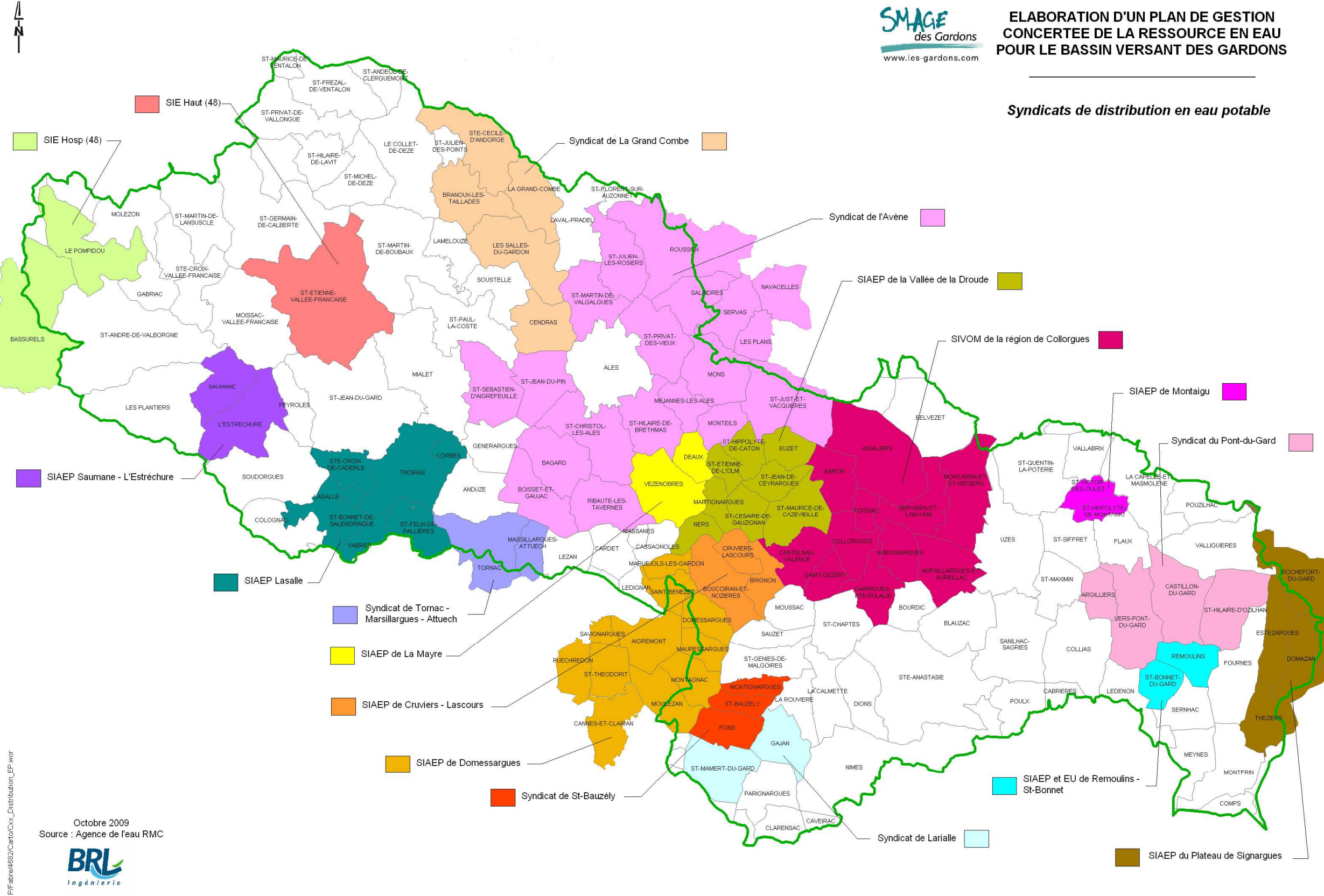


Tableau 13 : Maîtres d'ouvrage AEP utilisant les ressources en eau du bassin.

	Vmoy annuel (97-2005) (m3)	dfc moyen (l/s)	Ressource
Mairie De Ales	858 000	27	Karst Hettangien
Mairie De Anduze	496 000	16	Alluvions G d'Anduze
Mairie De Barre Des Cevennes	31 000	1	Gardon d'Anduze
Mairie De Belvezet	34 000	1	Urgonien
Mairie De Blauzac	88 000	3	Molasses Miocènes et Oligocènes
Mairie De Bourdic	42 000	1	Molasses Miocènes et Oligocènes
Mairie De Canaules Et Argentieres	44 000	1	Alluvions G d'Anduze
Mairie De Cardet	99 000	3	Alluvions G d'Anduze
Mairie De Cassagnoles	43 000	1	Alluvions G aval
Mairie De Collias	161 000	5	Gardon aval
Mairie De Cognac	17 000	1	Gardon d'Anduze
Mairie De Comps	103 000	3	Alluvions
Mairie De Corbes	22 000	1	Calcaires du Lias
Mairie De Dions	52 000	2	Alluvions G aval
Mairie De Flaux	33 000	1	Molasses Miocènes et Oligocènes
Mairie De Fournes	109 000	3	Alluvions
Mairie De Generargues	109 000	3	Alluvions G d'Anduze
Mairie De La Calmette	190 000	6	Urgonien
Mairie De La Capelle Et Masmolene	48 000	2	Molasses Miocènes et Oligocènes
Mairie De La Rouviere	55 000	2	Garrigues Nimoises
Mairie De Laval Pradel	155 000	5	Gardon d'Alès + Hettangien
Mairie De Le Collet De Deze	65 000	2	Gardon d'Anduze (alluvions + Sources)
Mairie De Le Pompidou	27 000	1	Gardon d'Anduze
Mairie De Lédignan	129 000	4	Alluvions G d'Anduze
Mairie De Les Plantiers	26 000	1	Gardon d'Anduze
Mairie De Lezan	123 000	4	Alluvions G d'Anduze
Mairie De Meynes	192 000	6	Alluvions
Mairie De Mialet	125 000	4	Gardon d'Anduze + Lias
Mairie De Moissac Vallee Francaise	26 000	1	Gardon d'Anduze + Cévennes cristallines
Mairie De Molezon	8 000	0	Gardon d'Anduze
Mairie De Montfrin	359 000	11	Alluvions
Mairie De Moussac	118 000	4	Alluvions G aval
Mairie De Parignargues	65 000	2	Garrigues Nimoises
Mairie De Pouzilhac	57 000	2	Molasses Miocènes et Oligocènes
Mairie De Saint Chaptes	0	0	Gardon aval
Mairie De Saint Germain De Calberte	82 000	3	Cévennes schsteuses et granitiques
Mairie De Saint Maximin	115 000	4	Alluvions G aval
Mairie De Saint Privat De Vallongue	33 000	1	Cévennes schsteuses et granitiques
Mairie De Saint Siffret	175 000	6	Molasses Miocènes et Oligocènes
Mairie De Saint-Andre-De-Lancize	23 000	1	Gardon d'Anduze
Mairie De Sainte Anastasie	167 000	5	Alluvions G aval
Mairie De Saint-Martin-De-Lansuscle	11 000	0	Gardon d'Anduze
Mairie De Saint-Michel-De-Deze	25 000	1	Gardon d'Anduze
Mairie De Saint-Paul-La-Coste	41 000	1	Calcaires du Lias
Mairie De Sanilhac Et Sagries	92 000	3	Alluvions G aval
Mairie De Sauzet	69 000	2	Urgonien
Mairie De Semhac	83 000	3	Dôme de Lédignan
Mairie De Soudorgues	33 000	1	Cévennes + Gardon d'Alès
Mairie De St Andre De Valborgne	56 000	2	Gardon d'Anduze
Mairie De St Etienne Vallee Francaise	28 000	1	Gardon d'Anduze
Mairie De St Genies De Malgoires	397 000	13	Urgonien
Mairie De St Jean Du Gard	308 000	10	Alluvions
Mairie De St Quentin La Poterie	221 000	7	Molasses Miocènes et Oligocènes
Mairie De Ste Cecile D'Andorge	20 000	1	Cévennes schsteuses et granitiques
Mairie De Ste Croix Vallee Francaise	39 000	1	Cévennes schsteuses et granitiques + Superficiel
Mairie De Uzès	1 692 000	54	Eaux superficielles
Mairie De Vallabrix	40 000	1	Molasses Miocènes et Oligocènes
Mairie De Valliguières	46 000	1	Gardon aval
Sivom De La Region De Collorgues	547 000	17	Molasses + Gardon aval
Sivu Adduction D'Eau Potable De L'Avene	12 652 000	401	Karst Hettangien + alluvions du Garon d'Anduze
Sivu Adduction Eau Potable Domessargues	255 000	8	Urgonien
Sivu Adduction Eau Potable De La Mayre	222 000	7	Alluvions G aval
Sivu Adduction Eau Potable Vallee Droude	336 000	11	Alluvions G aval
Synd A E P Du Pont Du Gard	532 000	17	Alluvions
Synd Inter Communal Des Eaux Tornac Massillargues Attuech	167 000	5	Gardon d'Anduze (alluvions + superficiel)
Synd Intercom Adduct Eau Pot Brignon Cruvières Lascours Bouc	215 000	7	Alluvions G aval
Synd Intercom Adduct Eau Potab De Fons-St-Bauzely	0	0	Urgonien
Synd Intercom Adduct Eau Potab De Lasalle	295 000	9	Gardon d'Anduze
Synd Intercom Adduct Eau Potab De Montaigu	50 000	2	Gardon aval
Synd Intercom Adduct Eau Potab Des Gardies	86 000	3	Alluvions G d'Anduze
Synd Intercom Adduct Eau Potab Estrechure Les Plantiers Sauma	50 000	2	Gardon d'Anduze
Synd. Inter. De Distribution Des Eaux Grand Combienne	1 370 000	43	Gardon d'Alès + Cévennes cristallines
Syndic Intercom Des Eaux De Remoulins Saint Bonnet Du Gard	459 000	15	Alluvions + Dôme de Lédignan
Total (arrondi)	25 100 000	800	

PRELEVEMENTS BRUTS

Le prélèvement brut à destination de l'usage eau potable dans l'ensemble des ressources en eau du bassin des Gardons s'élève au total **22,7 Mm³ en 2005** (25,0 Mm³ pour la moyenne 1997-2005), soit un **débit fictif continu (dfc) de 720 l/s** (790 l/s en moyenne sur la période 1997-2005).

Le mois de pointe, le prélèvement représente un dfc de 1020 l/s. **On peut retenir l'ordre de grandeur d'un prélèvement brut de 1 m³/s en mois de pointe.**

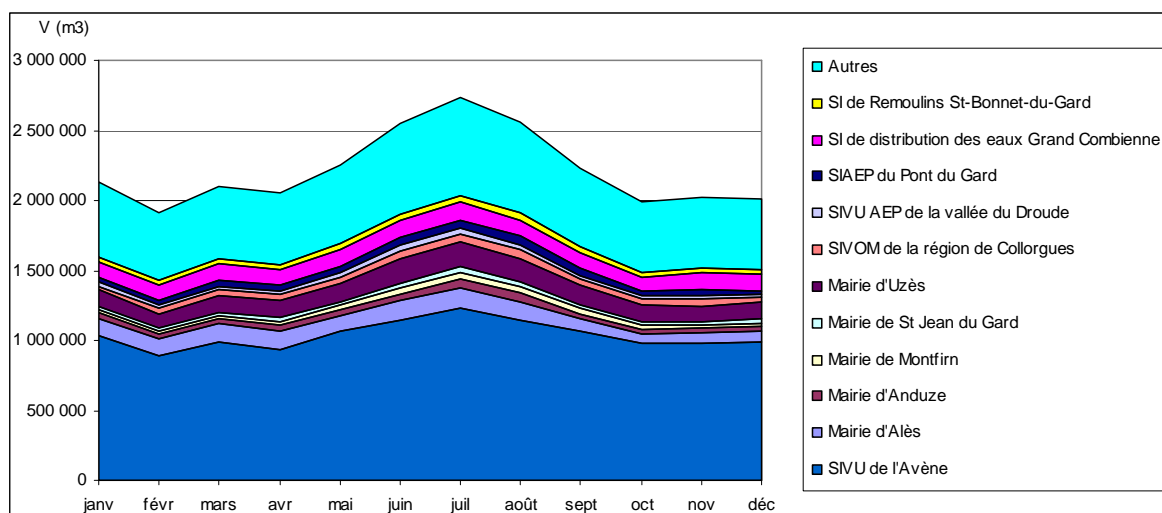
Les 10 préleveurs principaux, présentés dans le tableau ci-dessous, **représentent 73% du volume moyen prélevé pour l'AEP en 2005**, 78 % en moyenne entre 1998 et 2005. **Le SIVU de l'Avène prélève à lui seul 46% du total en 2005** (51 % en moyenne sur 1998-2005).

Tableau 14: Les principaux préleveurs d'EP (et le volume annuel (m³))

Maître d'ouvrage	V moy annuel (m ³)	V 2005 (m ³)	dfc moyen (l/s)	Ressource
SIVU de l'Avène	12 652 378	10 372 500	401	Karst Hettangien + alluvions du Gardon d'Anduze
Mairie d'Uzès	1 691 689	1 539 500	54	Eaux superficielles (Source Urgonien)
SI de distribution des eaux Grand Combiennne	1 349 922	1 312 000	43	Gardon d'Alès + aquifères cévenols
Mairie d'Alès	858 267	298 000	27	Karst Hettangien
SIVOM de la région de Collorgues	547 044	633 800	17	Molasses Miocènes/Oligocènes + Gardon aval
SIAEP du Pont du Gard	531 744	506 900	17	Alluvions Gardon
Mairie d'Anduze	495 733	448 200	16	Alluvions du Gardon d'Anduze
SI de Remoulins St-Bonnet-du-Gard	459 389	439 400	15	Alluvions + Dôme de Lédignan
Mairie de Montforn	358 844	331 900	11	Alluvions du Gardon
SIVU AEP de la vallée du Droude	336 478	299 500	11	Alluvions Gardon
Mairie de St Jean du Gard	308 044	352 600	10	Alluvions du Gardon de St Jean

A l'échelle du bassin, le prélèvement brut moyen au pas de temps mensuel est présenté sur le graphe suivant :

Figure 42 : Prélèvements moyens mensuels AEP sur l'ensemble du bassin (Source : données AERMC mensuelles saisies)



Le pic de prélèvement se situe clairement au mois de juillet, avec un coefficient de pointe (V max mensuel / V moyen annuel) de l'ordre de 1,4.

PRELEVEMENTS PRIVES

La présence de prélèvements privés à vocation AEP est très rare dans le bassin versant, ils représentent un prélèvement négligeable (*BURGEAP, 2004, recoupé avec la base de données des prélèvements de la DDAF*).

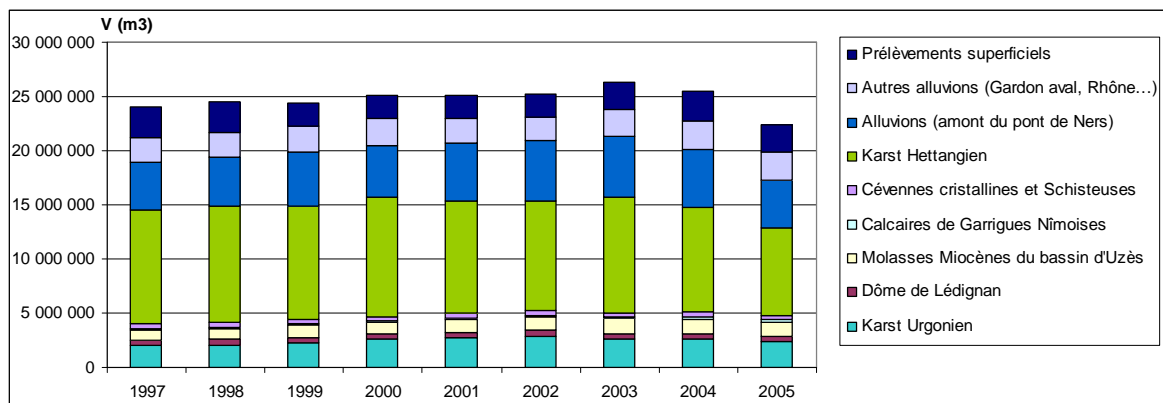
RESSOURCES UTILISEES

Le tableau et le graphe ci-dessous précisent les ressources en eau mobilisées sur le bassin pour l'usage AEP de 1997 à 2005.

Tableau 15 : Ressources utilisées pour l'AEP sur le bassin des Gardons (m3)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Moy 97-05
Karst Urgonien	2 035 000	2 053 300	2 257 700	2 573 200	2 715 600	2 908 200	2 615 300	2 606 400	2 389 900	2 461 622
Dôme de Lédignan	516 300	522 700	532 600	512 400	532 800	597 500	516 300	461 500	467 500	517 733
Molasses Miocènes du bassin d'Uzès	944 400	1 041 000	1 141 000	1 110 200	1 208 900	1 192 200	1 351 100	1 373 700	1 345 100	1 189 733
Calcaires de Garrigues Nimoises	112 500	113 400	101 500	113 400	110 000	108 100	121 300	152 600	152 800	120 622
Cévennes cristallines et Schisteuses	395 300	429 100	395 600	391 600	384 800	410 800	443 300	500 600	432 100	420 356
Karst Hettangien	10 490 400	10 700 800	10 438 100	11 029 100	10 361 400	10 148 800	10 652 200	9 698 300	8 112 900	10 181 333
Alluvions (amont du pont de Ners)	4 429 200	4 516 600	5 005 000	4 762 500	5 436 800	5 542 300	5 599 300	5 320 500	4 411 000	5 002 578
Autres alluvions (Gardon aval, Rhône...)	2 243 800	2 329 600	2 368 500	2 456 000	2 246 300	2 244 600	2 561 301	2 646 500	2 565 300	2 406 878
Prélèvements superficiels	2 920 300	2 819 100	2 150 600	2 161 700	2 155 200	2 123 200	2 417 000	2 700 700	2 453 300	2 433 456
Total	24 087 200	24 525 600	24 390 600	25 110 100	25 151 800	25 275 700	26 277 101	25 460 800	22 329 900	24 734 311

Figure 43 : Evolution des prélèvements AEP par ressources sur le bassin des Gardons



Les principales ressources utilisées sont le Karst Hettangien, les nappes alluviales, le karst Urgonien et les ressources superficielles.

Les prélèvements dans l'Hettangien sont en baisse. Cet aquifère atteint en effet ses limites d'exploitation et le Syndicat de l'Avène (principal préleveur de l'aquifère) cherche à diversifier ses ressources et à faire des économies d'eau.

Les prélèvements superficiels et en nappe alluviale sont également en baisse.

Le karst Urgonien et les molasses Miocènes sont de plus en plus sollicités. (Voir plus bas).

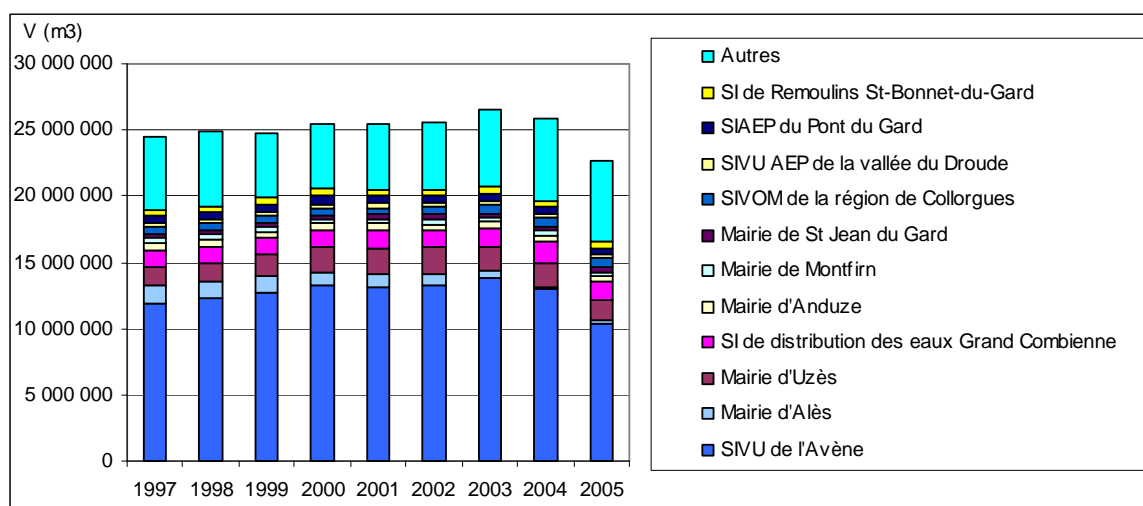
Tableau 16 : Origine de l'eau utilisée par les principaux préleveurs AEP

Nom Maître Ouvrage	Nom ouvrage prélèvement	Aquifère	V moy (97-05)
SIVU AEP de l'Avène	Forages des Danthunes - refoulement Potences	607c	5 868 289
	Forages et station Dauthunes - refoulement La Vabreille	607c	720 289
	Puits de Tornac - usine de Boisset	336b	3 608 356
	Puits N°2 de la Coste et Forages des Plantiers	607c	2 455 444
Mairie d'Uzès	Source Fontaine d'Eurre	149a	1 691 689
SI de distribution des eaux Grand Combiennne	Puits du Moulin Larguier	607c	825 589
SIVOM de la région de Collorgues	Forage la Font du Rang	149a	369 978
SIAEP du Pont du Gard	Puits dans nappe lieu-dit Rive Gauche Les Codes	328c	531 744
Mairie d'Anduze	Puits	336b	495 733
SI des eaux de Remoulins-Saint-Bonnet-du-Gard	Puits dans nappe lieu-dit La Couasse	328c	358 844
Mairie de St-Jean-du-Gard	Puits du Gard		308 044
Mairie de Montfrin	Forage de Saint Martin	556a	334 233
SIVU AEP Vallée Droude	Puits dans le Gardon	149b	336 478
Mairie d'Alès	Source de La Tour	607c	858 267

ÉVOLUTION DES PRELEVEMENTS SUR LES 10 DERNIERES ANNEES

Les prélèvements domestiques ont connu une croissance régulière jusqu'à 2003, et ont décliné en 2004 et 2005.

Figure 44 : Historique des prélèvements AEP (1997-2005)



Source : AERMC

On remarque une tendance à la hausse des prélèvements globaux entre 1997 et 2003, où on passe de 24,4 Mm³ à 26,5 Mm³. La rupture de pente en 2003 peut correspondre à un léger pic climatique (augmentation des prélèvements due à la canicule).

Le graphique fait apparaître une baisse spectaculaire des prélèvements à partir de 2003 (22,7 Mm³ en 2005), qui s'explique principalement par la politique volontariste de rénovation de réseaux du Syndicat de l'Avène et de la ville d'Alès. Ce point sera explicité dans le paragraphe dédié à ce maître d'ouvrage.

4.1.3 Eléments de détails pour les principaux maîtres d'ouvrage

4.1.3.1 Syndicat de l'Avène et Régie des Eaux d'Alès (RéAl)

Données sources : Diagnostic préalable au contrat d'agglomération du Grand Alès en Cévennes, 2005. Entretiens téléphoniques avec le Syndicat des Eaux de l'Avène, et Veolia. Base de données constituée dans le cadre de l'étude.

► Zone et population desservie

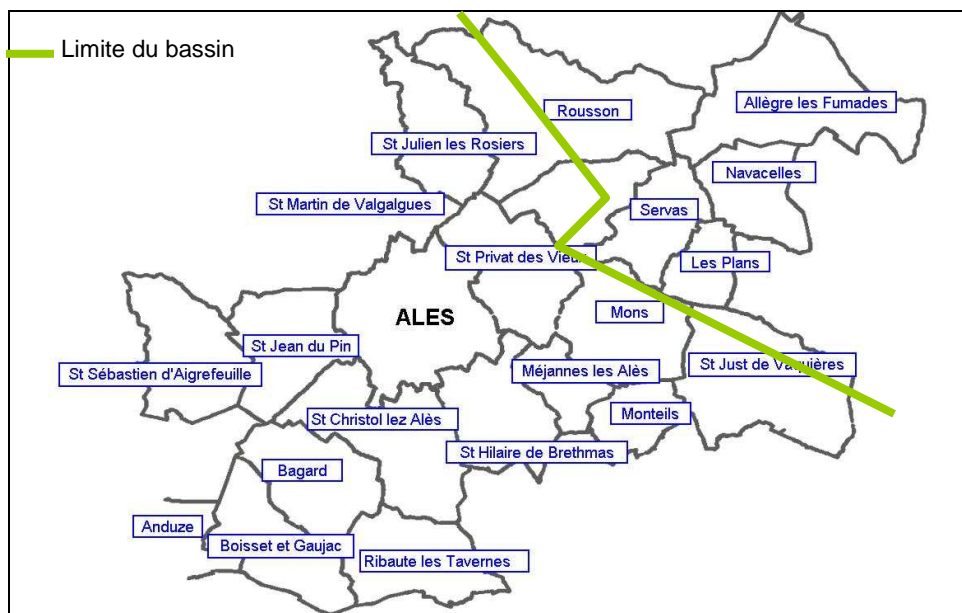
L'alimentation en eau potable de la communauté d'agglomération d'Alès est réalisée par le Syndicat de l'Avène. L'ensemble des **20 communes** compte 36 000 habitants auxquels viennent s'ajouter 41 000 habitants de la ville d'Alès selon le recensement de 1999, 78 000 selon le schéma directeur AEP de 2002. La population saisonnière est estimée à 12 800 personnes par an.

En 2020, les projections indiquent une population de 50 000 à 55 000 habitants pour Alès et de 36 000 habitants pour le Syndicat de l'Avène, hors Alès (Source : Syndicat de l'Avène).

Le syndicat de l'Avène alimente les 20 communes périphériques dont 18 sont situées au moins en partie sur le bassin versant des Gardons, ainsi que l'intégralité de la ville d'Alès depuis 2006. Jusqu'en 2006, le RéAl produisait une partie de l'eau potable de la ville d'Alès, il s'occupe désormais uniquement de la distribution.

La production est gérée en délégation par Veolia.

Figure 45 : Communes desservies par le syndicat de l'Avène.



► Interconnexion

Une interconnexion de sécurisation existe avec Cendras (qui faisait partie du Syndicat jusqu'en 1994) et Salindres (depuis 2006, mais qui n'a encore jamais servi). Salindres achète de l'eau au syndicat pour une quinzaine d'abonnés, et le syndicat achète de l'eau à St Florent pour une quinzaine d'abonnés également.

La commune de St-Martin-de-Valgalgues qui fait partie du syndicat est alimentée en partie par le syndicat et en partie par une régie municipale. De même, la production/distribution d'eau en rive gauche d'Anduze est assurée par le syndicat, et en rive droite par la municipalité. Allègre-les-Fumades est également alimentée par le syndicat en majorité et par une régie municipale pour le reste.

► Historique des prélèvements – Ressources utilisées

Quatre principaux sites de production sont exploités (trois depuis 2006) :

- **La source de La Tour** (commune d'Alès), résurgence de l'aquifère Hettangien (607d), était captée pour l'alimentation de la ville d'Alès. Ce site était géré par la Réal.
Le prélèvement a considérablement chuté entre 1997 et 2005 (de 1,4 à 0,3 Mm³), avant d'être **arrêté en 2006** (insuffisance des débits disponibles). La source est désormais utilisée dans une bien moindre mesure pour l'arrosage de petits jardins dans la zone des Prés St Jean.
- **Le champ captant des Dauthunes** (commune des Salles du Gardon) est constitué de 6 forages prélevant dans l'Hettangien (607d), aquifère karstique, en rive droite du Gardon d'Alès, à quelques kilomètres au nord de la ville. Quelques problèmes de turbidité sont rencontrés ponctuellement.
Ce site est géré par le SIAEP de l'Avène qui a prélevé 5,7 Mm³ en 2005. Des teneurs élevées en sulfates sont observées, entre 200 et 250 mg/l, voire 270 (décembre 2001) (teneur limite en sulfates : 250 mg/l).
Cette présence de sulfates semble être due à la circulation des eaux dans les formations triasiques profondes riches en évaporites. Ces problèmes semblent partiellement corrélés avec les conditions d'étiage.
- **Le champ captant de Tornac** (Commune de Tornac) est constitué de 3 puits implantés dans la nappe alluviale du Gardon d'Anduze (556b). Il est exploité par le syndicat de l'Avène (2,8 Mm³ en 2005).
Cette ressource connaît des dépassements de limite de concentration en arsenic depuis l'abaissement de la concentration limite à 10µg/l en 2001.
Cette présence est historique et vraisemblablement due à l'activité minière d'extraction du plomb de St Sébastien d'Aigrefeuille où une installation de traitement de minerai de plomb et de zinc utilisant l'arsenic a fonctionné jusqu'en 1963. Certains cours d'eau comme le Reigous, l'Amous et le Gardon sont aujourd'hui pollués par ce métal. Le champ captant de Tornac est le premier prélèvement en aval.
- **Le forage des Plantiers** (Commune de St-Martin de Valgagues) prélève également dans l'aquifère karstique de l'Hettangien (607d). Quelques problèmes de turbidité sont rencontrés ponctuellement. Ce site est géré par le SIAEP de l'Avène (1,8 Mm³ en 2005).

Comme illustré plus bas, **les volumes totaux prélevés par le Syndicat de l'Avène ont diminué de 25 % entre 2003 et 2005**, baisse qui s'est encore poursuivie les années suivantes. Ce fait s'explique par une **amélioration remarquable des rendements de réseaux** (voir plus bas).

Aucun problème quantitatif de prélèvement n'est à déplorer pendant l'étiage.

Une diversification est envisagée : 2 forages d'essai ont été réalisés à Anduze et les Plans dans des ressources karstiques. Leur exploitation n'est pas envisagée avant 2011.

► Consommation

Sur les territoires syndical et alésien, la consommation est stabilisée depuis quelques années, voire en légère baisse récemment, et ce malgré un nombre croissant d'abonnés, ce qui implique une baisse du ratio de consommation moyen.

► Réseau

Le rendement du réseau du Syndicat de l'Avène était de 37,5% et 59% respectivement en 2003 et 2007. Aux mêmes dates, le rendement du réseau de la ville d'Alès atteignait respectivement 46% et 73%.

Ces deux réseaux restent aujourd'hui très vétustes. Il reste encore de nombreuses conduites en amiante-ciment très fragiles. Le simple maintien des rendements obtenus représente des efforts financiers importants. Toutefois, à l'horizon 2012-2013, la ville d'Alès souhaite obtenir un rendement de 80%, et le Syndicat de l'Avène, 70%. Ces objectifs sont ambitieux compte tenu du patrimoine ancien et complexe. (*Syndicat de l'Avène*)

Figure 46 : Baisse des volumes totaux prélevés par le Syndicat de l'Avène et le RéAI

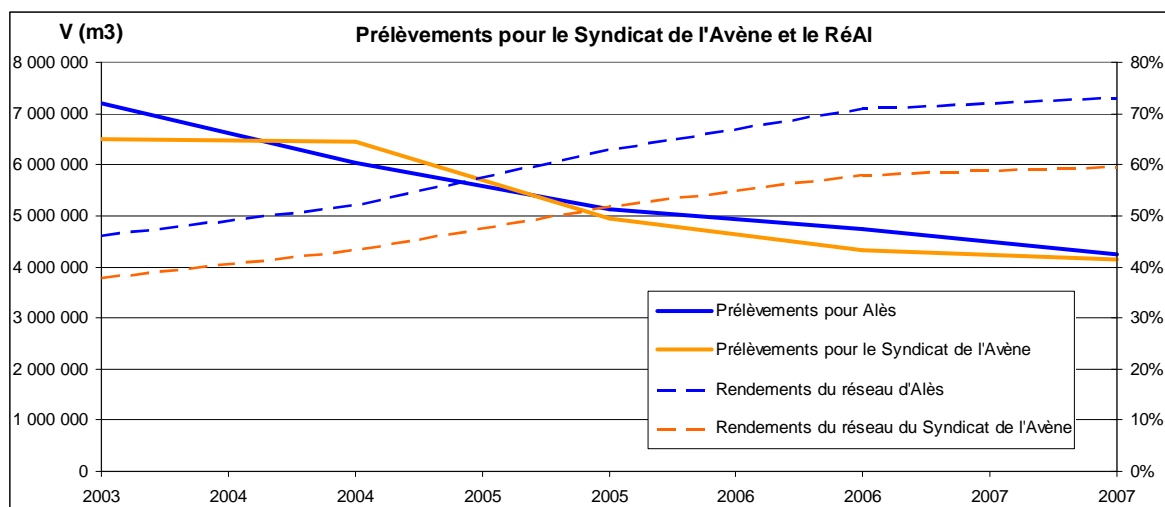
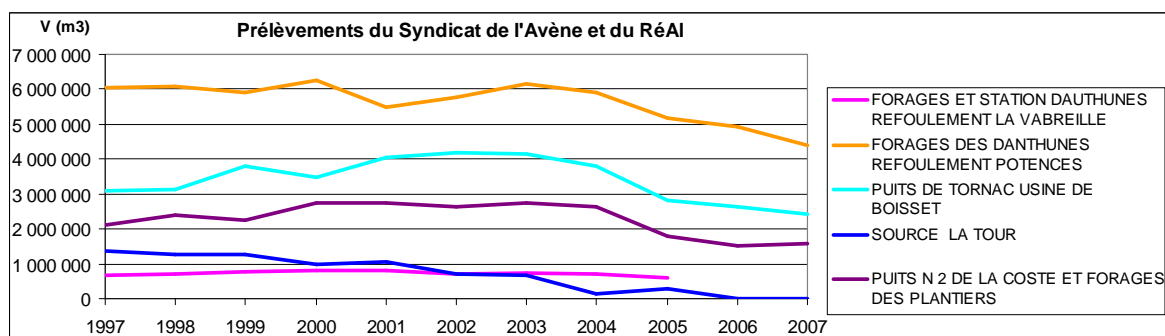


Figure 47 : Prélèvements du syndicat de l'Avène et du RéAI



4.1.3.2 Mairie d'Uzès

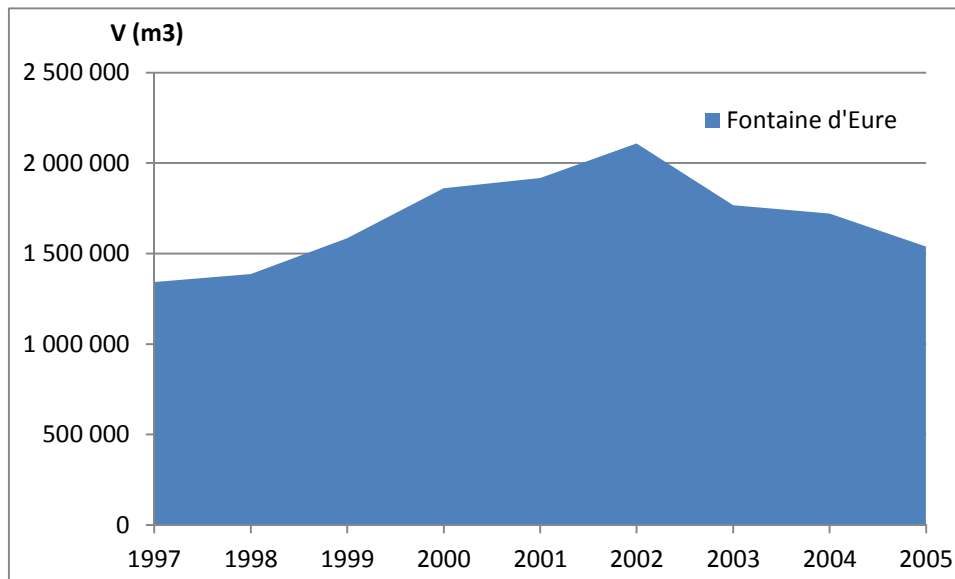
Données source : Aqua 2020, Entretien téléphonique avec M. François (Bergasud)

► **Zone et population desservie**

La commune d'Uzès compte 8 700 habitants permanents, et la population touristique est estimée à 12 150 habitants (SDAEP 2002).

► **Historique des prélèvements – Ressources utilisées**

La gestion du service a été confiée à Veolia en délégation. Le prélèvement est réalisé dans la Fontaine d'Eure, résurgence du karst Urganien qui alimente l'Alzon, à hauteur de 1,5 Mm³ en 2005.



En raison d'importants problèmes de turbidité, des coupures d'eau ont eu lieu au printemps 2008 à la suite d'épisodes pluvieux. Un forage de reconnaissance a été effectué dans les Molasses Miocènes pour diversifier les ressources.

► **Réseau.** Le rendement du réseau est de 64% (SDAEP 2002)

4.1.3.3 SI de distribution des eaux Grand Combiennne

Données source : Entretien téléphonique avec Mme Elodie Perrin, du SI de distribution des eaux Grand Combiennne

► **Zone et population desservie**

Le SI de distribution des eaux Grand-Combiennne comporte 5 communes, qui comptent au total 12 200 habitants permanents et une fréquentation de 1 900 touristes par an :

- Branoux-les-Taillades
- Les Salles-du-Gardon
- Cendras
- La Grand-Combe
- Ste-Cécile-d'Andorge

► **Interconnexion**

Le syndicat vend de l'eau à la commune de Soustelles et achète de l'eau à Laval-Pradel et à St-Martin-de-Valgagues.

► **Historique des prélèvements – Ressources utilisées**

La gestion du service est assurée en délégation par RUAS jusqu'à février 2009. Les principaux points de prélèvement sont :

- Le **puits du Moulin Larguier** dans les alluvions du Gardon d'Alès sur la commune de Branoux-les-Taillades est le plus important. Il dessert les communes de La Grand-Combe, les Salles-du-Gardon, ainsi que la majeure partie de Branoux et de Ste-Cécile. Ce prélèvement connaît des problèmes de turbidité (car il se situe directement en aval des barrages), ainsi que des contaminations à l'antimoine dues aux anciennes activités minières.
Ce puits est surplombé par la N106 et ne peut comporter de périmètre de protection, et la DDASS demande sa substitution. Des forages (« Gravelongues ») ont été réalisés par Bergasud (essais en cours), dans les aquifères karstiques du Trias et du Jurassique. Un 1^{er} rapport hydrogéologique existe. Des piézomètres ont été implantés depuis mars 2008.
- Le forage de l'abbaye à Cendras (dans la nappe du Galeizon). Il alimente uniquement Cendras.
- Les ressources suivantes sont utilisées en appoint :
 - Le **puits de Ste-Cécile-d'Andorge** dans la nappe alluviale de l'Andorge. En raison des assèchs de l'Andorge, on arrive en limite de prélèvement régulièrement. Une demande a été effectuée pour réaliser un forage plus profond.
 - Le puits **dans la nappe du Gardon à Ste-Cécile d'Andorge**. Lors de la vidange du barrage des Cambous en 2007, le niveau du forage a baissé jusqu'à la limite d'exploitation. Les gestionnaires n'avaient pas été prévenus de cette opération.
 - Des **petites sources** qui tarissent parfois l'été.

► **Réseau**

Les rendements de réseaux sont très bas (entre 30% et 50% suivant les communes), car ils ont été dimensionnés pour une population plus importante : l'exode de population dû aux fermetures des mines a rendu le réseau surdimensionné. La stagnation dans les réseaux peut faire apparaître des problèmes de turbidité.

4.1.3.4 SIVOM de la région de Collorgues

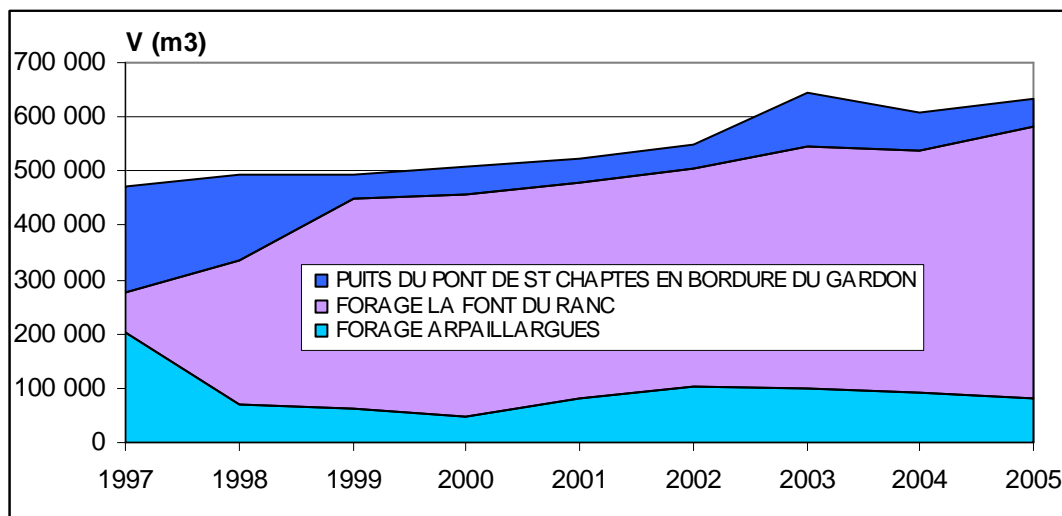
Données source : Aqua 2020, SDAEP 2002.

► Zone et population desservie

Le SIVOM de la Région de Collorgues regroupe 11 communes : Aigaliers, Arpaillargues-et-Aureillac, Aubussargues, Baron, Castelnau-Valence, Collorgues, Foissac, Garrigues-Ste-Eulalie, Montaren-et-Saint-Médiers, Saint Dezery, Serviers-et-Labaume, toutes incluses dans le bassin versant. Ce syndicat compte 5 200 habitants permanents et 1 600 saisonniers.

► Historique des prélèvements – Ressources utilisées

Le Syndicat s'approvisionne dans les Molasses Miocènes (Forage de la Font du Ranc et forage d'Arpaillargues), ainsi que dans l'aquifère alluvial du Gardon au niveau du Pont de St Chaptès. Le forage de St Chaptès devrait être abandonné prochainement.



- **Réseau.** Le rendement sur ces communes varie de 55% à 88%. Les rendements de Castelnau-Valence (55%) et Garrigues-Ste-Eulalie (57%) sont plutôt bas, mais ceux des autres communes dépassent 72%.

4.1.3.5 SIAEP du Pont du Gard

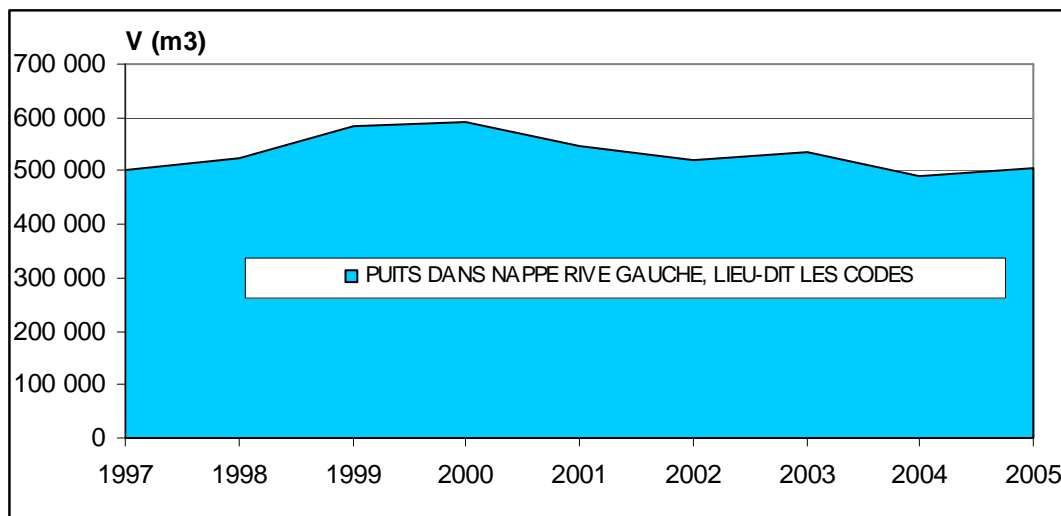
Données source : Aqua 2020, SDAEP 2002.

► **Zone et population desservie**

Ce syndicat comporte 4 communes, Argilliers, Castillon-du-Gard, St-Hilaire-d'Ozilhan et Vers-Pont-du-Gard, qui totalisent 3 700 habitants permanents, et accueillent une population saisonnière de 1 100 personnes par an.

► **Historique des prélèvements – Ressources utilisées**

Le syndicat du Pont du Gard prélève dans la nappe alluviale du Gardon, sur la commune de Remoulins.



- **Réseau.** Les rendements des réseaux communaux sont variables : 2 communes ont un rendement bas Argilliers, Castillon-du-Gard, avec respectivement 49% et 43%, et 2 communes ont un rendement élevé, St-Hilaire-d'Ozilhan (76%) et Vers-Pont-du-Gard (88%).

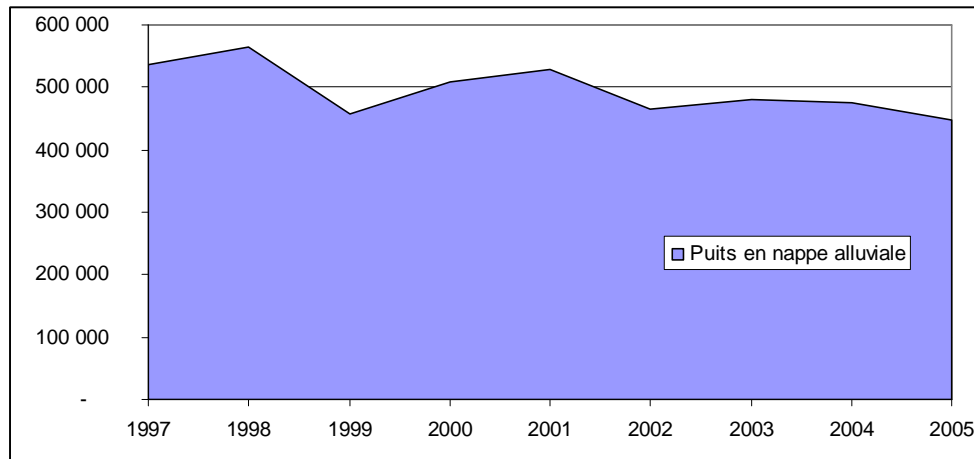
4.1.3.6 Mairie d'Anduze

Données source : Entretien téléphonique avec M.Krauss de la mairie d'Anduze (service des eaux)

- **Zone et population desservie.** La mairie d'Anduze est gérée en régie, qui produit et distribue de l'eau potable pour les habitants de la rive droite. Les résidents en rive gauche sont alimentés par le syndicat de l'Avène.

La commune d'Anduze compte 3 000 habitants permanents et attire une population saisonnière estimée à 7 000 habitants saisonniers (SDAEP 2002).

- **Historique des prélèvements – Ressources utilisées**



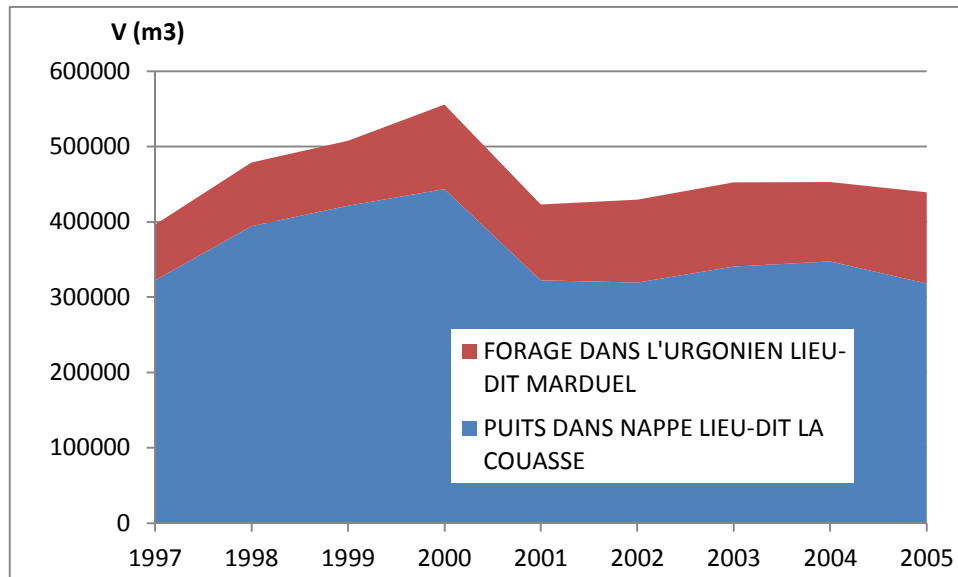
Un forage de repérage a été effectué dans le karst par le syndicat de l'Avène sur la commune d'Anduze.

- **Réseau :** Le rendement du réseau est de 65% (Aqua 2020).

4.1.3.7 SI des eaux de Remoulins-St-Bonnet-du-Gard

Données sources : Aqua 2020, SDAEP 2002.

- **Zone et population desservie.** Le SIAEP de Remoulins – St-Bonnet-du-Gard regroupe ces 2 communes, et dessert donc leurs 2 700 habitants permanents, auxquels il faut ajouter une population saisonnière de 5 600 personnes.
- **Historique des prélèvements – Ressources utilisées.** L'approvisionnement en eau sollicite 2 ressources principales, les alluvions du Gardon (Puits dans la nappe au lieu dit La Couasse) et les calcaires Urgoniens (Forage au lieu-dit Marduel)



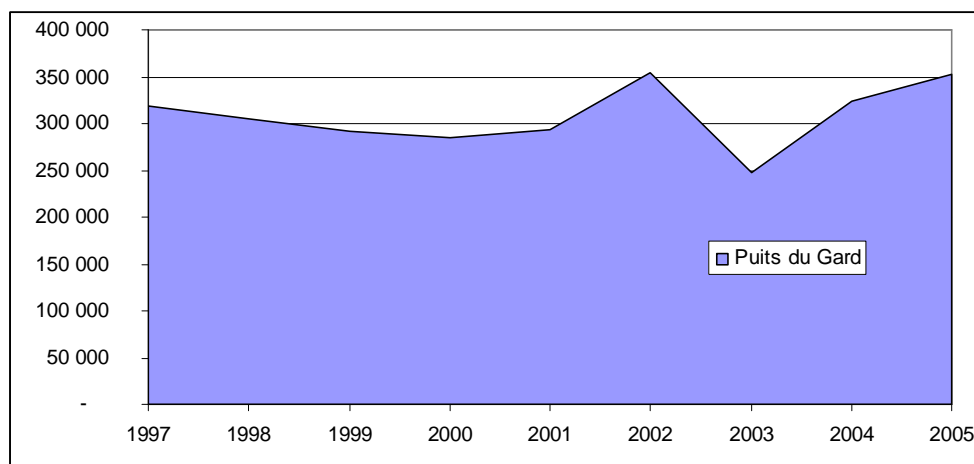
- **Réseau.** Les rendements de réseau sont plutôt bas, 56% pour Remoulins et 42% pour St-Bonnet-du-Gard (SDAEP2002).

4.1.3.8 Mairie de St-Jean-du-Gard

Données sources : entretien avec la mairie de St-Jean-du-Gard, et M. Lerich, SDEI

- **Zone et population desservie.** La commune de St-Jean-du-Gard compte environ 2 700 habitants permanents et 4 500 habitants saisonniers. Son service d'eau est délégué au SDEI.
- **Interconnexion.** Aucune interconnexion avec les villes voisines n'est à signaler.
- **Historique des prélèvements – Ressources utilisées.** St-Jean-du-Gard est alimenté en eau potable par un puits dans la nappe alluviale du Gardon de St Jean. Afin de rehausser le niveau de la nappe, un seuil temporaire est construit tous les ans dans le courant du mois de juin, après autorisation de la DDAF.

Aucun problème particulier n'est rencontré pendant l'étiage, mais les élus souhaiteraient trouver une nouvelle ressource en eau.



- **Réseau.** Le rendement du réseau est de 59% (Aqua 2020)

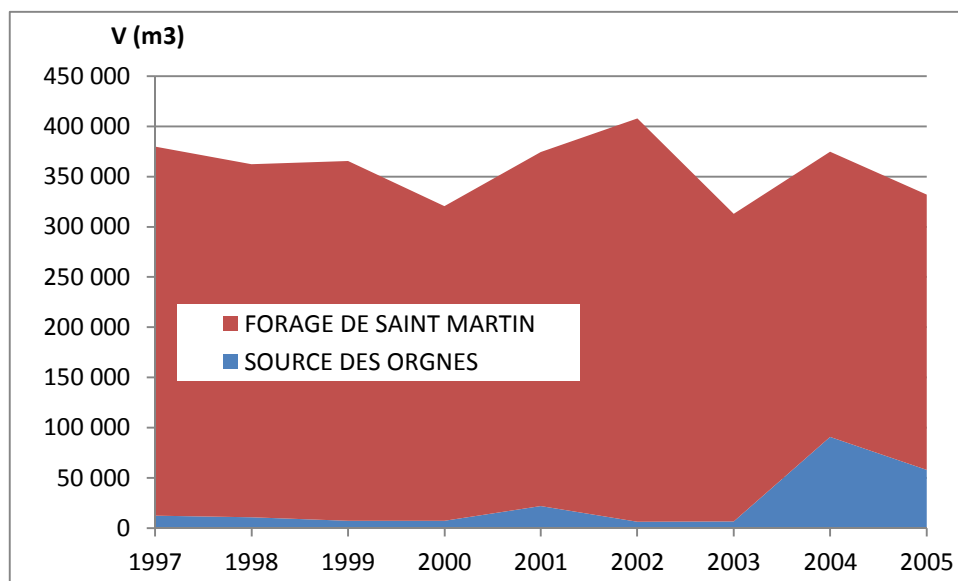
4.1.3.9 Mairie de Montfrin

Données sources : entretien avec la mairie

- **Zone et population desservie.** La commune de Montfrin compte environ 3 300 habitants permanents et accueille une population touristique de 600 personnes. Elle est gérée en régie.
- **Interconnexion.** Aucune interconnexion avec les communes voisines n'est à signaler.
- **Historique des prélèvements – Ressources utilisées.**

Le principal point de prélèvement est le forage de St-Martin, dans la nappe alluviale du Gardon, qui a prélevé 274 000 m³ en 2005. Ces prélèvements sont en baisse depuis plusieurs années.

Le villafranchien et les calcaires hauteriviens sont également captés comme ressource complémentaire, mais avec des volumes bien plus faibles (Source des Orgnes). Des travaux ont été effectués sur le réseau et ont permis de diminuer les pertes directement après le captage.



- **Réseau.** Le rendement du réseau est approximativement de 60%.

4.1.3.10 SIAEP de la Vallée du Droude

Données sources : Programme d'alimentation en eau et de préservation de la ressource de la moyenne Gardonnenque, BURGEAP, 2004. Entretien téléphonique.

► Zone et population desservie

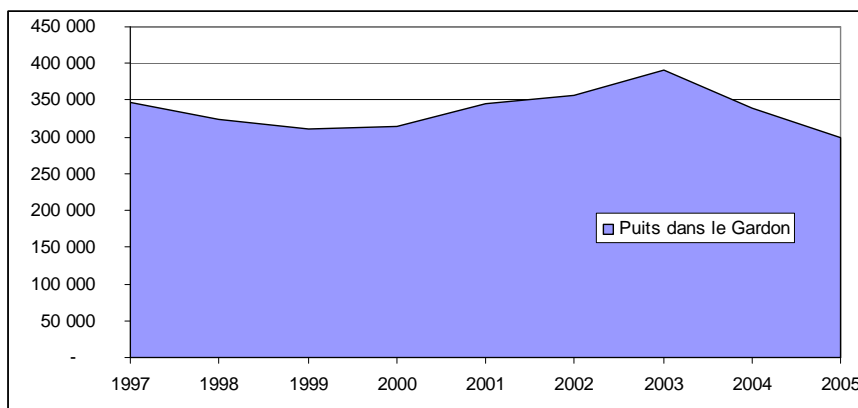
Ce syndicat est responsable de la production et de la distribution d'eau pour 8 communes : Euzet, Martignargues, Ners, Saint-Césaire-deGauzignan, Saint-Etienne-de-l'Olm, Saint-Hippolyte-de-Caton, Saint-Jean-de-Ceyrargues, et Saint-Maurice-de-Cazeville. L'ensemble de ces 8 communes totalise une population permanente de 2600 habitants et accueille une population touristique de 800 habitants.

► Interconnexion

Ce syndicat est en interconnexion avec le syndicat de Boucoiran-Brignon-Cruviers-Lascours. Mais les ressources pouvant être mises en commun sont toutes issues de la nappe alluviale des Gardons, ce qui limite la sécurisation apportée par l'interconnexion.

► Historique des prélèvements – Ressources utilisées

Le Syndicat exploite le puits des Prés composé d'un puits dans la nappe alluviale du Gardon et d'un forage peu profond dans le Ludien, entre la nappe alluviale et l'Urgonien situés sur la commune de St Maurice de Cazeville. Un forage profond a été créé récemment. Quand le débit du Gardon devient insuffisant, l'AEP bascule du forage peu profond et du puits vers le forage profond (non influence par le débit du Gardon). Ce forage n'est pas indiqué dans la base de données AERMC, car il est postérieur à 2005.



► Réseau. Le rendement global du réseau est de 49%.

4.1.3.11 SIAEP de Domessargues

Données sources : Programme d'alimentation en eau et de préservation de la ressource de la moyenne Gardonnenque, BURGEAP, 2004. Entretien téléphonique avec M. Bernard Clément, directeur du SIAEP de Domessargues .

► **Zone et population desservie**

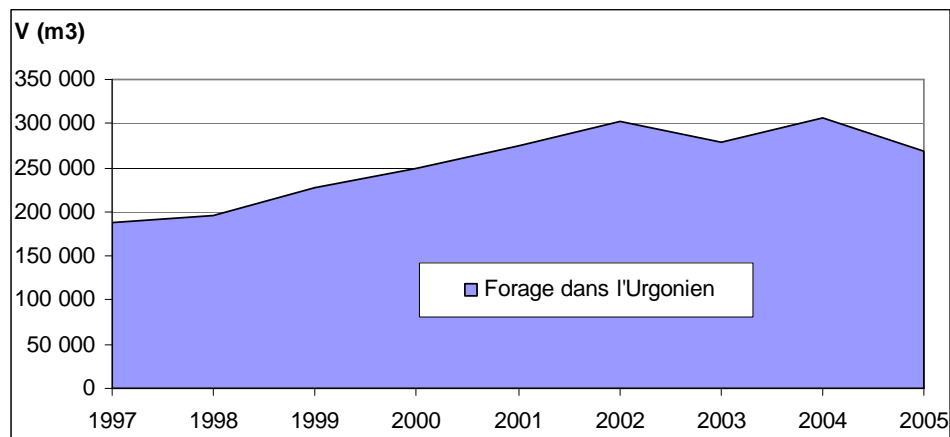
Ce syndicat est regroupé 10 communes : Domessargues, Mauressargues, Montagnac, Moulezan, Cannes-et-Clairan, St-Théodorit, Savignargues, Maruéjols-les-Gardons, Aigremont et St-Bénézet. Une partie de ces communes se situe hors bassin. L'ensemble de ces 10 communes totalise une population permanente qui avoisine 3000 habitants et accueille une population touristique de 400 habitants (*entretien*).

► **Interconnexion**

La commune de Puechredon, qui compte 35 habitants est raccordée au syndicat, et souhaite y entrer. La commune de Lédignan est également intéressée par une interconnexion.

► **Historique des prélèvements – Ressources utilisées**

Le syndicat exploite un forage dans le karst Urgonien, sur la commune de Maruéjols, qui prélevait 270 000 m³ en 2005. Un forage de reconnaissance vient d'être réalisé dans le karst au niveau de Boucoiran (les essais de pompage ont été réalisés en 2009 à 150 m³/h). L'équipement de ce forage répond à une logique de gestion intercommunale de l'eau : à terme, d'autres communes pourraient être alimentées par ce forage. Le projet en est à l'étape du montage financier.



► **Réseau.** Le rendement global du réseau est de 70%.

4.1.3.12 Mairie de St Geniès de Malgoirès

Données sources : Programme d'alimentation en eau et de préservation de la ressource de la moyenne Gardonnenque, BURGEAP, 2004. Entretien téléphonique avec M.Vosahlo, mairie de St Geniès.

► **Zone et population desservie**

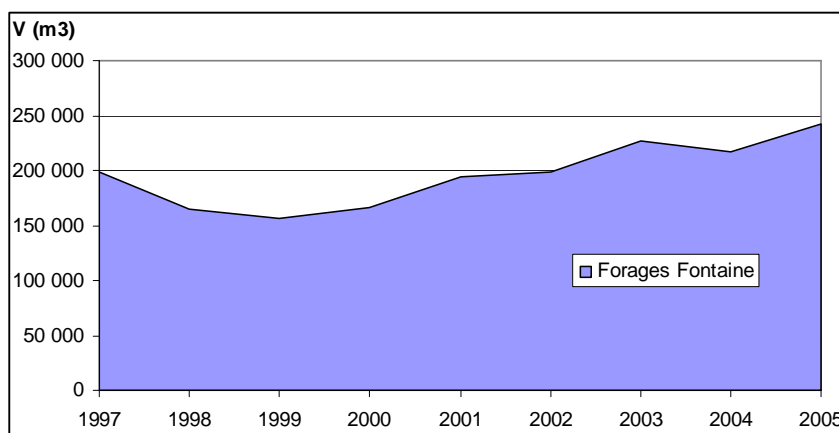
La commune totalise une population permanente d'environ 2250 habitants permanents, avec une fréquentation touristique limitée, d'environ 100 personnes (SDAEP, 2002).

► **Interconnexion**

Ce syndicat est en interconnexion avec le Syndicat de Fons-St Bauzely. Le maillage a été effectué en 2007. Il n'a à ce jour servi qu'une seule fois, lors du nettoyage du réservoir d'eau potable, et n'est donc pas utilisé régulièrement en étiage.

► **Historique des prélèvements – Ressources utilisées**

Le syndicat exploite 2 puits dans le karst Urgonien, sur le site de Fontaines, un forage profond à 110 m et un forage à 60 m. En étiage, c'est le forage profond qui est exploité, et en période de hautes eaux, les 2 forages sont sollicités, avec une priorité sur le forage superficiel afin de soulager le réservoir profond et de le ménager en vue de l'étiage suivant. Les volumes prélevés en 2005 s'élevaient à 242 000 m³.



- **Réseau.** Le rendement global du réseau est d'environ 70 %. Les réseaux avaient en effet été endommagés par la crue de 2002, et leur réfection a permis d'atteindre de bons rendements.

Un schéma directeur AEP est en cours d'élaboration.

4.1.3.13 SIAEP de La Mayre

Données sources : Programme d'alimentation en eau et de préservation de la ressource de la moyenne Gardonnenque, BURGEAP, 2004. Entretien téléphonique avec le syndicat de la Mayre.

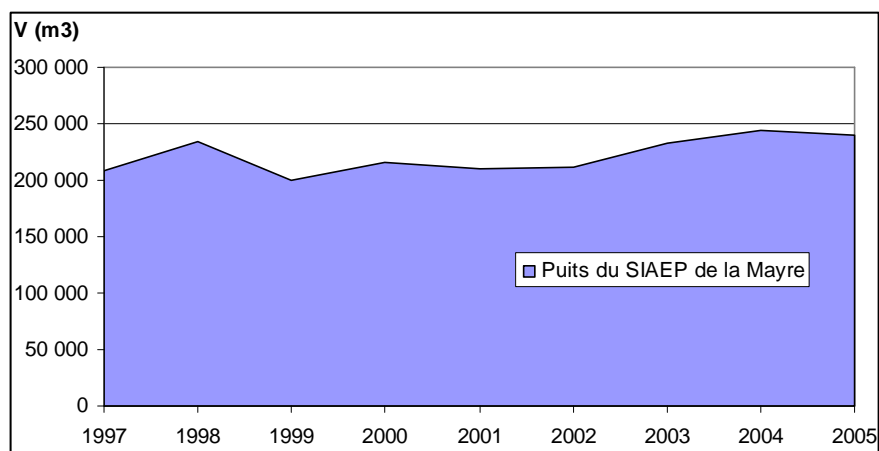
► **Zone et population desservie**

Ce syndicat est responsable de la production et de la distribution d'eau pour 2 communes : Deaux et Vézénobres. L'ensemble de ces 2 communes totalise une population permanente de 2000 habitants et accueille une population touristique de 600 habitants.

Le service est géré en affermage par la société RUAS.

► **Historique des prélèvements – Ressources utilisées**

Le syndicat exploite 2 puits dans les alluvions du Gardon (Berlaude et quartier Hieles) qui ne sont pas différenciés dans le comptage. Le prélèvement s'élevait à 240 000 m³ en 2005. Une réflexion est en cours pour la réalisation d'un nouveau forage (pré Boissier Sauvage).



4.1.3.14 SIAEP Lasalle

Données sources : Programme d'alimentation en eau et de préservation de la ressource de la moyenne Gardonnenque, BURGEAP, 2004. Entretien téléphonique avec M. Julien (mairie de Lasalle) et M. Calcatelle (syndicat de Lasalle). Schéma directeur AEP (Gaxieu, en cours)

► **Zone et population desservie**

Ce syndicat regroupe 6 communes : Lasalle, Thoiras, St-Bonnet-de-Salindrenque, Vabres, Ste-Croix-de-Caderle et St-Felix-de-Paillères. L'ensemble de ces 6 communes totalise une population permanente de 1 900 habitants et accueille une population touristique d'environ 3 700 habitants. La population de Lasalle compte environ 1 050 habitants. Le service de production et distribution est géré en affermage par RUAS.

► **Interconnexion** : Le syndicat est en interconnexion avec Durfort-et-Saint-Martin-de-Sossenac depuis 1983 et Fressac depuis 2005 (communes du bassin du Vidourle), ainsi que la communauté des communes Cévennes Garrigues, en partie sur le bassin du Vidourle, depuis 2007 (approvisionnement en eau en gros).

► **Historique des prélèvements – Ressources utilisées**

Le syndicat alimente en eau potable l'intégralité des communes de Thoiras St-Bonnet et St-Felix, la moitié de la commune de Ste-Croix, et une partie des communes de Lasalle et de Vabres.

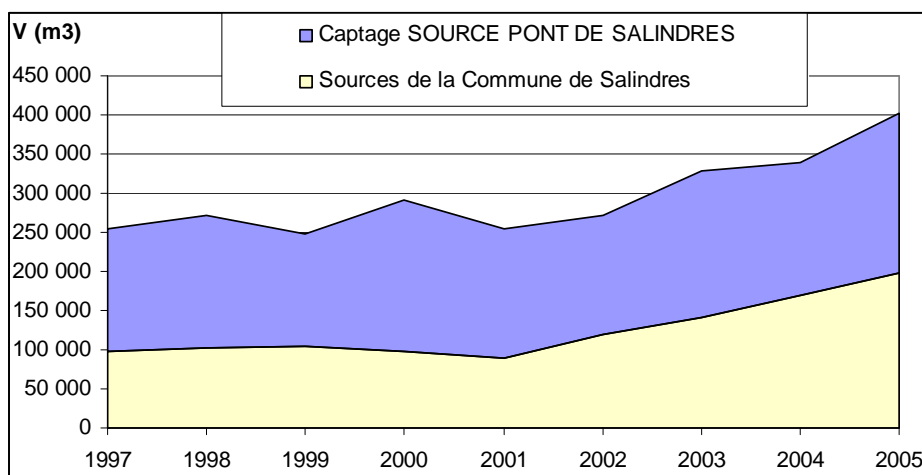
Le syndicat exploite le captage du Pont de Salindres dans le karst Hettangien (204 000 m³en 2005),.

Le syndicat fonctionne actuellement à flux tendus et souhaite augmenter ses prélèvements dans la nappe alluviale du Gardon.

La commune de Lasalle exploite 3 sources (le Trantel à Ste Croix de Caderle, Fontgarnaud haut et bas à Soudorgues) à hauteur d'environ 112 000 m³/an et achète de l'eau au syndicat (environ 10 000 m³/an).⁶

La commune de Vabres exploite également la source karstique basse Pailler de Lacan (DDASS).

La commune de Ste Croix-de-Caderle prélève dans le forage des Mouzignels (aquifère cévenol localisé) (DDASS).



► **Réseau.** Le rendement global du réseau est de 60 % pour Lasalle et de 44 % pour le syndicat.

Un schéma directeur est en cours d'élaboration.

⁶ Les sources de ces 3 dernières communes semblent être regroupées dans le fichier Agence de l'eau sous le nom de « Sources de la Commune » à Lasalle.

4.1.3.15 SIAEP l'Estrechure/Saumane

Données sources : Programme d'alimentation en eau et de préservation de la ressource de la moyenne Gardonnenque, BURGEAP, 2004. Entretien téléphonique avec le syndicat AEP.

► **Zone et population desservie**

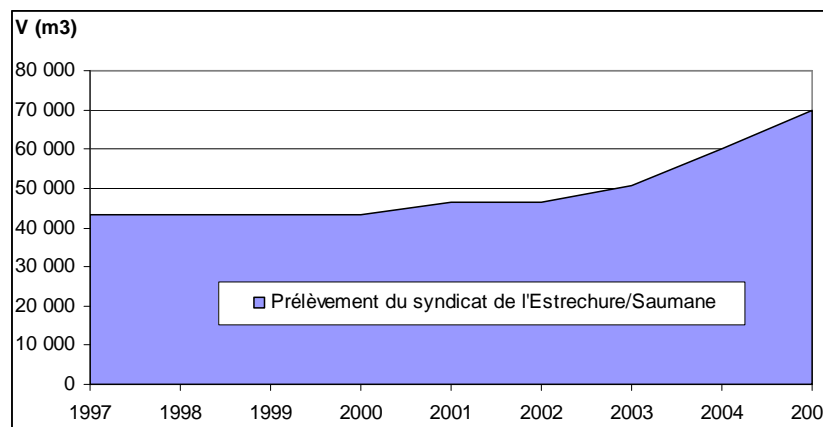
Ce syndicat est responsable de la production et de la distribution d'eau pour 2 communes : L'Estrechure et Saumane. Les Plantiers faisaient initialement partie du syndicat, mais en sont sortis il y a une vingtaine d'années. L'ensemble de ces 2 communes totalise une population permanente de 310 habitants et accueille une population touristique de près de 3200 personnes.

► **Interconnexion**

Ce syndicat est en interconnexion avec les Plantiers, mais elle n'a jamais servi.

► **Historique des prélèvements – Ressources utilisées**

Le syndicat capte 2 sources (Fall et Pujol) et prélève également dans les alluvions du Gardon de St Jean par l'intermédiaire d'un puits. Le prélèvement total était de 70 000 m³ en 2005 (AERMC). EN raison de la forte vulnérabilité de la ressource aux pollutions, la réalisation d'un forage dans le Vignerol est en cours de réflexion dans le cadre d'une étude de SDAEP.



► **Réseau.** Le rendement global du réseau sera connu lorsque le SDAEP sera terminé.

4.1.4 Retour au milieu par les réseaux d'assainissement

Source : AERMC pour la liste des STEP, et SATESE pour les données volumétriques. Commentaires du CG30.

Il existe peu de données ou de chiffres guides à ce sujet dans la littérature sur lesquels s'appuyer, les valeurs dépendant énormément du contexte local.

Le bassin compte 112 stations d'épuration dimensionnées pour 263 200 EH, dont 21 stations d'épuration de plus de 2000 équivalents-habitants (dimensionnées pour 206 000 EH soit près de 80%) qui sont listées dans le tableau suivant, et traitent les effluents de près de 70% de la population raccordée.

Tableau 17 : Capacité des STEP de plus de 2000 Equivalents-Habitants et volumes annuels rejetés dans le milieu (Source : SATESE, VEOLIA).

	EH	Vannuel(m3)		
		2005	2006	2007
Cendras	2 000		107 323	117 603
Gajan	3 500	197 079	214 063	192 879
La Calmette	2 500		165 395	172 944
Lasalle	3 000	69 092	78 117	51 067
Le Haut-Gardon - La Grand Combe	15 000	395 118	495 728	438 144
Mialet	2 000	20 795	21 038	18 546
Rousson	3 500	191 425	271 444	195 877
Salindres	5 000	234 838	302 004	272 159
St Chaptes	2 000	105 812	110 788	98 035
St Christol-les-Alès	6 500	399 370	519 744	449 744
St Jean du Gard	5 000	135 444	131 642	135 736
St Privat des Vieux	3 000		220 305	156 586
Uzès	29 000	663 222	587 630	596 458
Anduze	9 000	238 399	258 087	247 218
Grand Alès	90 000	3 895 680	4 242 625	3 559 388
Meynes	3 000	277 606	218 583	238 982
Montfrin	5 000		188 134	167 383
Poulx	5 000	174 274	183 484	176 500
Remoulins	6 000	279 218	288 532	288 504
St Genies de Malgoires	3 000	153 538	163 729	141 015
St Quentin de la Poterie	3 000		113 004	133 891

Près de **90% de la population alimentée par des ressources en eau du bassin bénéficie d'un assainissement collectif**. Le rapport du volume d'eau rejeté au milieu par les STEP sur le volume d'eau prélevé pour l'AEP varie entre 15 et 75% selon les maitres d'ouvrage.

Tableau 18 : Ratio $V_{\text{retour au milieu}} / V_{\text{prélevé}}$ pour quelques STEP du bassin des Gardons.

STEP	Vretour/Vprélevé
Uzès	39%
Le Haut-Gardon - La Grand Combe	46%
Anduze	50%
Montfrin	50%
St Jean du Gard	42%
St Génies de Malgoirès	64%
St Quentin de la Poterie	61%
La Calmette	74%
Mialet	15%
Grand Alès	64%

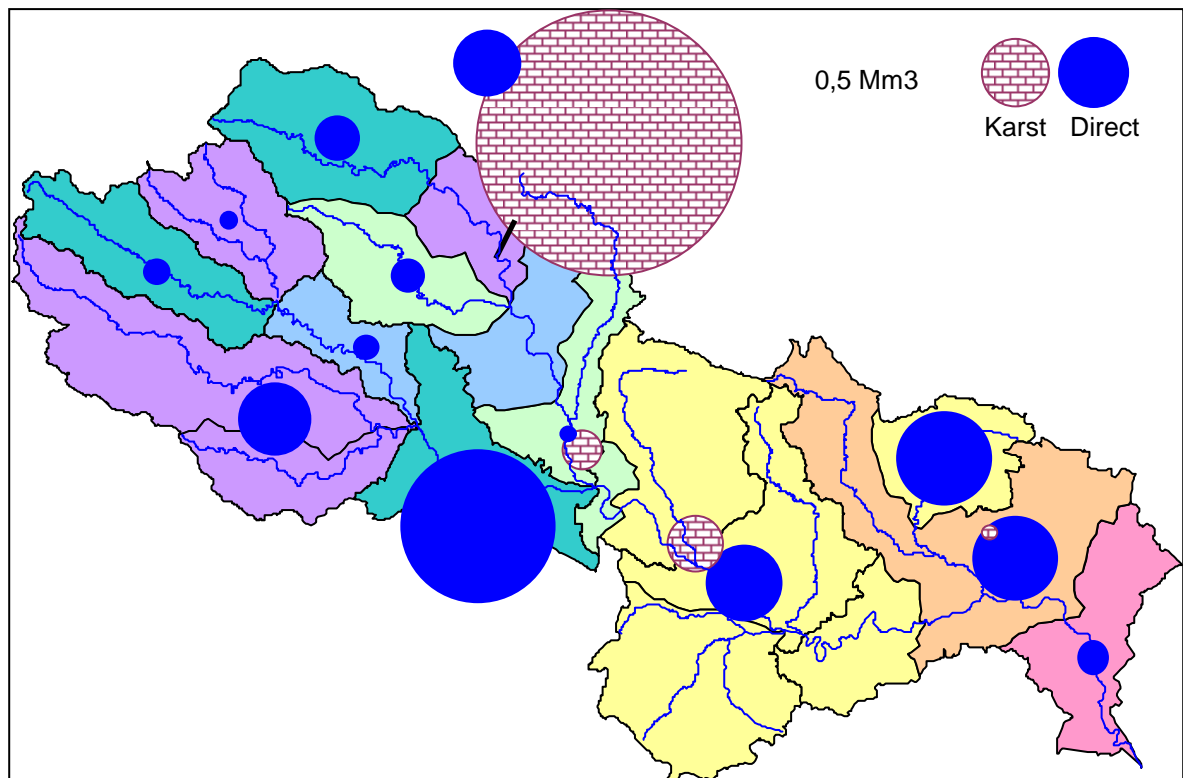
Note : Ces ratios peuvent tenir compte de connexions de réseaux pluviaux parasites.

Nous retiendrons l'hypothèse d'un retour moyen de 40% dans nos calculs. Ce taux de retour a été validé par l'ensemble des partenaires au cours d'une démarche spécifique durant l'été 2009.

4.1.5 Récapitulatif des prélèvements AEP nets sur le bassin

Le schéma ci-dessous récapitule les besoins en AEP sur les bassins versants interceptés par les points nodaux, et ayant une influence potentielle sur les débits. Il s'agit donc des prélèvements nets (auxquels on a appliqué un taux de retour de 40%) à influence « directe » (prélèvements superficiels ou en nappe alluviale), et les prélèvements dans le Karst (influence atténuée par le rôle tampon du karst). Les prélèvements dans les autres aquifères sont considérés comme ayant une influence négligeable sur les débits, au vu des faibles relations décrites en première partie. Sur cette carte apparaît clairement l'importance des prélèvements du dans le karst Hettangien dans le bassin du Gardon d'Alès en amont de la confluence avec le Galeizon (Syndicat de l'Avène), et dans la nappe alluviale du Gardon d'Anduze (Syndicat de l'Avène, mairie d'Anduze), les prélèvements du Syndicat de la Mayre (alluvions du Gardon) et du Syndicat de Domessargues (karst Urganien) entre Ners et la Baume, les prélèvements de la Mairie d'Uzès dans la fontaine d'Eure dans le bassin de l'Alzon, les prélèvements du SIAEP du Pont du Gard et du SI Remoulins-St-Bonnet entre La Baume et Remoulins.

Figure 48: Récapitulatif des prélèvements nets AEP alluviaux, superficiels et karstiques.



4.1.6 Besoins futurs en eau potable

Les besoins futurs en eau potable dépendent de l'évolution de 3 principaux facteurs :

- ▶ la démographie,
- ▶ les rendements,
- ▶ la consommation en eau individuelle, que nous supposons ne pas varier dans le temps.

ÉVOLUTION DEMOGRAPHIQUE

Plusieurs études et schémas de planification territoriale proposent des scénarios d'évolution des populations à différentes échelles.

SCOT Uzège-Pont du Gard

Le SCOT Uzège Pont du Gard couvre 50 communes de l'Est du Gard totalisant de 45 500 habitants en 1999, chiffre actualisé à 49 500 en 2004.

3 hypothèses d'évolution sont actuellement retenues dans le SCOT :

- ▶ Hypothèse n°1 : projection de la croissance démographique enregistrée entre 1982 et 1999 (soit une croissance moyenne annuelle de 2%) : 64 880 habitants en 2020
- ▶ Hypothèse n°2 : projection de la croissance démographique enregistrée entre 1999 et 2004 (soit une croissance moyenne annuelle de 2,5%) : 69 132 habitants en 2020
- ▶ Hypothèse n°3 : nombre d'habitants souhaités par les communes d'ici 2015 et projection 2020 (soit une croissance moyenne annuelle de 2,9%) : 75 285 habitants en 2020

La répartition spatiale des habitants n'a pas été estimée dans le cadre du SCOT Uzège Pont du Gard. Tout le secteur du SCOT devrait connaître une croissance importante sauf la Communauté de Communes de Lussan qui devrait connaître une croissance plutôt modérée.

SCOT du Sud du Gard

La zone de ce SCOT concerne quelques communes du sud de la Gardonnenque.

Il prévoit un potentiel de développement intéressant sur ce secteur mais l'insuffisance des ressources en eau pourrait freiner l'essor de cette zone, où l'accueil pourrait potentiellement être important en raison des moyens de transport existants. Ce secteur devrait donc plus vraisemblablement se développer après 2015, sauf si l'on résout rapidement le problème de la ressource.

Schéma directeur des Grandes adductions du Gard

L'hypothèse de croissance de population retenue pour la zone du SCOT Uzège-Pont du Gard est l'hypothèse 2 (évolution moyenne). Dans les communes du Gard hors SCOT, l'estimation de population retenue est basée sur l'hypothèse du scénario Central de l'INSEE (le Schéma directeur AEP de 2002 tablait sur une croissance encore plus soutenue), ajusté grâce aux informations plus récentes, et qui correspond à un scénario intermédiaire entre l'INSEE et le SDAEP.

Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard

Le Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard a intégré l'ensemble de ces éléments et propose des projections récapitulées dans le tableau suivant.

Tableau 19 : Projections de population dans la partie Gardoise du bassin (*source : schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard, 2009*)

	Population permanente			Pop. touristique		Population de pointe		Population équivalente	
	1 999	2 005	2 020	2 005	2 020	2 005	2 020	2 005	2 020
Gardon St Jean	6 500	7 000	7 500	16 700	17 500	23 700	25 000	9 783	10 417
Gardon d'Alès	89 000	92 000	131 000	5 700	6 000	97 700	137 000	92 950	132 000
Gardon Aval	62 500	71 000	96 000	42 400	44 400	113 400	140 400	78 067	103 400
Total	158 000	170 000	234 500	64 800	67 900	234 800	302 400	180 800	245 817

Nous retenons les hypothèses du schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard. La population permanente totale sur le bassin passerait de 170 000 habitants en 2005 à 235 000 habitants, soit **une augmentation de 65 000 habitants à l'horizon 2020** (soit + 7% sur le gardon de St Jean, + 42% sur le gardon d'Alès, + 35 % sur le gardon Aval et + **38% au global**). **A noter que seule la partie gardoise du bassin est considérée dans l'étude. Nous appliquerons donc ces taux à l'ensemble des sous-bassins.**

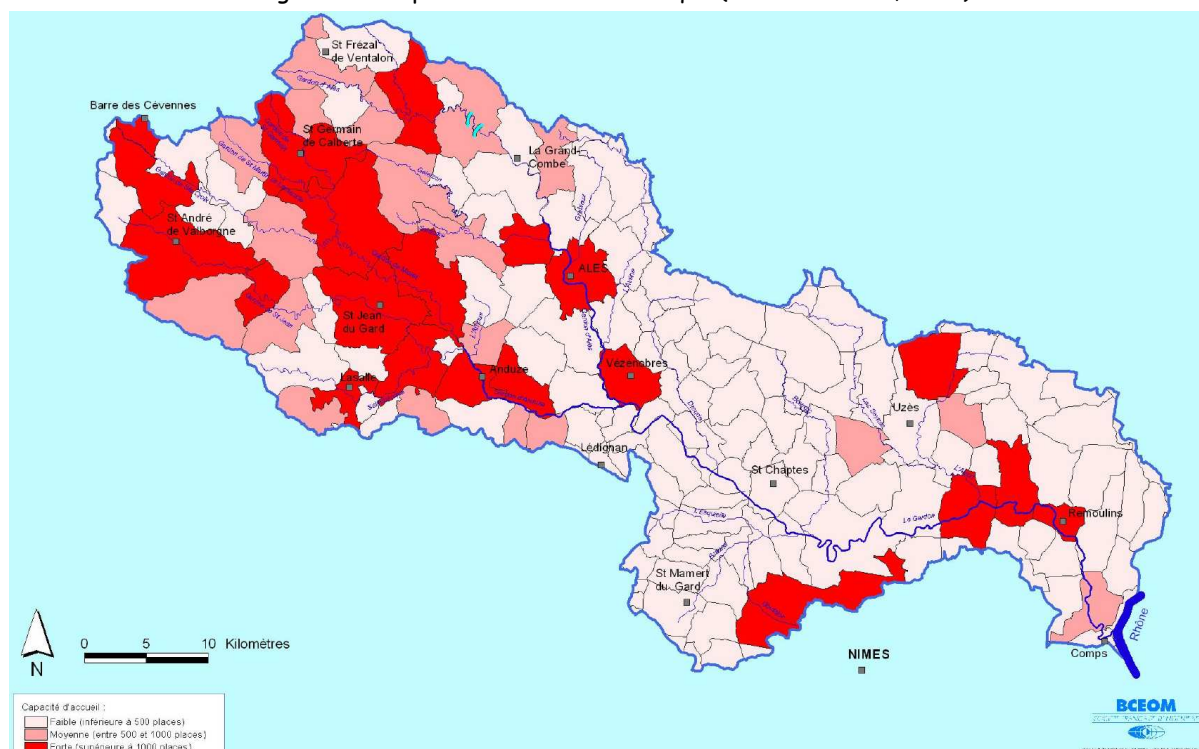
Tableau 20 : Projections de population dans la partie Gardoise du bassin (*Source, BRLi, 2009*)

	Population permanente			Population touristique		Population de pointe		Population équivalente		Coefficient de pointe	
	1 999	2 007	2 020	2 007	2 020	2 007	2 020	2 007	2 020	2 007	2 020
Gardon St Jean	8 805	9 405	10 063	22 000	22 300	32 063	22 300	13 730	3 717	2,34	6,00
Gardon d'Alès	90 167	94 233	133 810	6 000	6 100	139 810	6 100	134 810	1 017	1,04	6,00
Gardon Aval	68 253	78 965	106 602	47 000	47 600	153 602	47 600	114 436	7 934	1,34	6,00
Total	167 225	182 602	250 476	250 476	250 476	325 476	76 001	262 976	12 668	1,24	6,00

POPULATION SAISONNIERE

La carte suivante extraite du SAGE rappelle la capacité d'accueil touristique sur le bassin.

Figure 49 : Capacité d'accueil touristique (Source : SAGE, 1999)



Concernant la population saisonnière : nous retiendrons l'hypothèse de l'étude des Schéma directeur des Grandes adductions du Gard. Une **croissance de 12 000 saisonniers** sur l'ensemble du Gard est retenue entre 2002 et 2010, et elle est ensuite supposée se maintenir à ce niveau jusqu'en 2030. Le bassin versant des Gardons compte 26% des touristes du Gard, on considèrera donc une augmentation de la population touristique de 3100 personnes d'ici 2020, au prorata des populations saisonnières de 2005.

RENDEMENTS GLOBAUX

Le Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard donne les chiffres de rendement suivants :

Tableau 21 : Rendements moyens par bassin (SGD ressource en eau, 2008)

Bassin	Rendement net (%)	Evolution depuis 2002
Gardon d'Alès	61%	+
Gardon Aval	57%	+
Gardon St Jean	61%	-

Nous considérons 2 hypothèses : une hypothèse de rendements constants, et une hypothèse de rendements qui augmentent jusqu'à 70%.

ACCROISSEMENT DES BESOINS

Données issues des calculs des études existantes

L'étude sur les grandes adductions du Gard montre une augmentation importante de la demande en eau potable pour le sous-bassin du Gardon d'Alès et le Gardon aval d'ici à 2030. Le Gardon St Jean risque d'être en état de pénurie, notamment en raison des faibles débits d'étiage.

Tableau 22 : Evolution des besoins AEP sur la partie gardoise du bassin (*Etudes Grandes adductions du Gard*)

Bassin	Besoins 2005 (m3)	Besoins 2020 (m3)	Augmentation 2005 à 2020 (m3)	
Gardon St Jean	2 920 000	3 175 500	9%	255 500
Gardon d'Alès	20 221 000	23 287 000	15%	3 066 000
Gardon Aval	12 081 500	15 476 000	28%	3 394 500
Total	32 302 500	38 763 000	20%	6 460 500

Tableau 23 : Evolution des besoins AEP sur la partie gardoise du bassin (*Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard*)

Bassin	Conso actuelle	Prélèvements actuels	Conso 2020	Prélèvements 2020	Augmentation prélèvements
Gardon St Jean	1 080 400	1 587 750	1 058 500	1 602 350	14 600
Gardon d'Alès	6 942 300	16 644 000	8 723 500	22 849 000	6 205 000
Gardon Aval	7 018 950	14 673 000	9 672 500	18 615 000	3 942 000
Total	13 961 250	31 317 000	18 396 000	41 464 000	10 147 000

Hypothèses retenues et calcul BRL

Nous retenons les hypothèses suivantes :

- Augmentations de population du schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard,
- Maintien du ratio de consommation individuelle
- Pour les rendements, 2 hypothèses ont été retenues : un maintien des rendements au niveau actuel, et une augmentation jusqu'à 70%

Figure 50: Evolution des besoins AEP et des prélèvements (Calcul BRLi, 2009).

Bassin	Augmentation population équivalente (SD ressource)	Rendement net 2005 (%)	Prélèvements 2005 (Mm3)	(H1) rendements =			(H2) rendement 70%		
				Prélèvements annuels 2020 (Mm3)	mensuel moy (Mm3)	mois de pointe (Mm3)	Prélèvements annuels 2020 (Mm3)	mensuel moy (Mm3)	mois de pointe (Mm3)
Gardon St Jean	6%	61%	5,5	5,9	0,5	1,1	5,1	0,4	1,0
Gardon d'Alès	42%	61%	12,3	17,5	1,5	1,1	15,2	1,3	1,3
Gardon Aval	32%	57%	7,7	10,2	0,8	0,9	8,3	0,7	0,9
Total			25,5	33,5	2,8	2,6	28,6	2,4	2,9

Dans le cas du maintien des rendements, les prélèvements AEP se portent à 33,5 Mm³ en 2020, soit + 30%, tandis que dans le cas d'une augmentation des rendements, l'augmentation de volume est plus modérée (3 Mm³).

4.2 IRRIGATION

4.2.1 Vue d'ensemble

LES DIFFERENTS SYSTEMES

Il existe plusieurs systèmes de prélèvement pour l'irrigation et l'arrosage des jardins :

- ▶ **Les grands canaux** (Beucaire et Boucoiran). Ils ne sont pas équipés de compteurs et leur prélèvement est par conséquent difficile à estimer.
- ▶ **Les périmètres d'irrigations gérés par BRL**, qui prélève de l'eau dans des forages dans l'Urgonien et alimente un réseau d'eau brute sous pression en Gardonnenque, essentiellement utilisé à des fins d'irrigation et d'arrosage. Les forages de Moussac et Maisonnnette alimentent également des communes en eau brute à des fins de potabilisation :
 - Saint Chaptès (ressource principale)
 - Le SIVOM de la région de Collorgues (alimentation partielle en secours)
 - Les communes de Sauzet et Moussac (en appoint et en secours)
- ▶ **Les forages privés**, très nombreux en Gardonnenque, et essentiellement à vocation d'irrigation agricole ou d'arrosage de jardins. Un recensement partiel a été effectué par la DDASS. C'est sur ce recensement que l'étude s'appuiera.
- ▶ **Les béals Cévenols** forment un système de canaux anciens et multi-usages (irrigation, loisirs...), souvent abandonnés ou mal entretenus à cause de la déprise agricole.

Ces systèmes seront détaillés dans les paragraphes 4.2.3 à 4.2.7.

IMPRECISION DES DONNEES

Hormis dans les périmètres desservis par BRL, les données concernant les périmètres irrigués sont généralement partielles, voire non fiables. Les prises et captages sont en effet rarement équipés de compteurs.

Pour les points de prélèvement sans compteur, l'agence de l'eau estime les volumes prélevés pour calculer la redevance par un forfait à l'hectare irrigué. Ainsi, entre 2002 et 2003, ce forfait a été modifié à la hausse afin d'inciter les agriculteurs à poser des compteurs, et on observe un décrochage. **Ces données ne peuvent donc pas être utilisées dans notre analyse, et l'estimation des prélèvements agricoles fait donc l'objet d'une analyse spécifique.**

NECESSITE DE DISTINGUER LES ECHELLES D'ANALYSE

A une échelle fine, les prélèvements ponctuels ont potentiellement un impact fort sur les tronçons de cours d'eau court-circuités. Une part de l'eau prélevée non utilisée retourne au milieu mais un tronçon du cours d'eau reste fortement impacté.

A l'échelle d'un bassin versant, ce sont les volumes effectivement utilisés qui importent (prélèvements nets). Nous avons donc réalisé un calcul théorique de besoin en eau d'irrigation afin d'estimer le prélèvement net, qui est présenté ci-dessous. A la suite de ce calcul, les différents systèmes d'irrigation et leurs prélèvements bruts sont détaillés.

MODE D'IRRIGATION

Le tableau ci-dessous récapitule les modes d'irrigation considérés dans le schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard. Les différentes sources donnent des informations assez variées.

Tableau 24 : Modes d'irrigation par sous-bassin (d'après le schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard)

Modes d'irrigation:	En fonction des surfaces équipées (d'après RGA 2000)				En fonction des volumes prélevés (d'après Agence de l'Eau RMC, 2006)			
	Gravitaire	Aspersion	Micro-irrigation	S irriguée (ha)	Gravitaire	Aspersion	Micro-irrigation	S irriguée (ha)
Bassin								
Gardon St Jean	37%	43%	20%	170	100%	-	-	60
Gardon d'Alès	5%	85%	10%	790	-	55%	45%	140
Gardon Aval	-	75%	25%	2620	80%	20%	-	8340

Sur la partie aval du Gardon d'Alès, la répartition des modes d'irrigation à la parcelle est 52% par goutte à goutte, 44% par aspersion et 4% par enrouleurs (CA30, SAFER, CG30, MAPA, 2008).

On retiendra que sur le bassin du Gardon de St-Jean jusqu'à Anduze, et plus généralement en Cévennes, les systèmes d'irrigation ont essentiellement une adduction gravitaire, et une distribution à la parcelle majoritairement gravitaire (irrigation par submersion) mais qui peut aussi parfois être sous pression (aspersion ou micro-irrigation). Dans la plaine de la Gardonnenque, on retiendra un partage des modes d'irrigation, essentiellement sous pression, entre l'aspersion et le goutte à goutte (forages individuels et réseau BRL), ce que confirme l'étude du *Projet de gestion durable du Gardon d'Alès aval - Ressource en eau à usage agricole*, CA30, SAFER, MAPA, CG30, 2008. L'adduction gravitaire existe au niveau du canal de Boucoiran, mais avec une distribution sous pression (sauf dans le cas de quelques parcelles). Sur la partie aval, l'adduction gravitaire est réalisée au niveau des périmètres irrigués du Canal de Beaucaire.

DES BESOINS EN EAU THEORIQUES AUX PRELEVEMENTS

Au vu du manque de connaissance des prélèvements agricoles, nous avons modélisé les besoins en eau des cultures (voir § 4.2.2), et estimé à partir de ces besoins et des types d'irrigation les pertes du système.

Les pertes varient selon le mode d'adduction à l'amont des parcelles et le mode d'irrigation à la parcelle. Mais on distingue plusieurs composantes pour le terme « pertes ». Les pertes par évaporation en surface des canaux gravitaires ou sur les surfaces sans culture recevant de l'eau ne vont pas retourner au milieu. Le reste de l'eau non consommée n'est pas « réellement perdu » : il retourne au milieu.

Ce retour se fait :

- ▶ soit dans un cours d'eau :
 - retours directs : extrémité de canal d'adduction, extrémité de colature,
 - retours indirects : retour diffus superficiels par déversement des colatures, retours diffus par écoulement hypodermique, ...
- ▶ soit dans un aquifère : infiltrations rejoignant un aquifère, qui peut éventuellement alimenter un cours d'eau à son tour.

L'estimation de ces phénomènes dans le modèle se fait à dire d'expert. Cette « surconsommation » est ainsi estimée à 30% des besoins en eau des cultures dans le cas des canaux gravitaires.

On peut distinguer ainsi les prélèvements bruts des prélèvements nets :

- ▶ le **prélèvement brut** est la **quantité totale prélevée dans le milieu au niveau du point de prélèvement**.
- ▶ Le **prélèvement net** est la **part du prélèvement qui ne retourne pas au cours d'eau à l'échelle du bassin considéré**. Il correspond aux besoins en eau des cultures, auxquels il faut ajouter des pertes diverses (évaporation non productive dans les canaux ou les sprinklers...). C'est le prélèvement net qui nous intéresse dans l'analyse : le prélèvement effectivement soustrait au cours d'eau à l'échelle du bassin.

Suivant les systèmes d'irrigation, nous établissons différentes estimations des relations entre prélèvements bruts et prélèvements nets :

- Dans le cas de **canaux gravitaires Cévenols** pour lesquels le prélèvement dépasse largement le besoin, on va considérer que la plupart des pertes des canaux retourne à la rivière à l'échelle des sous-bassins considérés. On considèrera une « surconsommation » de 30%. Ainsi, on prendra **prélèvement net = 130% x Besoins théoriques**
- Dans le cas des **périmètres irrigués de BRL**, on connaît le prélèvement brut, et on peut considérer que l'eau prélevée n'est jamais ruisselée vers le réseau hydrographique : elle est entièrement consommée par les cultures, évaporée ou infiltrée dans des nappes sans relation de court terme avec le Gardon. Aussi, **prélèvement net = prélèvement brut**.
- Dans le cas des systèmes de la Gardonnenque, pour lesquels on ne connaît pas les prélèvements par pompage dans les cours d'eau, dans les nappes alluviales ou dans les canaux d'irrigation de plaine (Beaucaire et Boucoiran), on considèrera une « surconsommation » qui ne retourne pas au cours d'eau d'environ 30%. C'est-à-dire que **prélèvement net = 130% x Besoins théoriques**

4.2.2 Approche théorique des besoins en eau

Le calcul des besoins en eau théorique des plantes permet de connaître les besoins en irrigation des cultures, c'est-à-dire l'eau effectivement évapotranspirée par les cultures, qui sert à estimer le prélèvement net, c'est-à-dire la part du prélèvement agricole qui ne retourne pas au milieu naturel.

SURFACES IRRIGUEES

Les superficies irriguées ont été déterminées par grands types de culture à l'échelle des sous-bassins versants à l'aide des données des Recensements Généraux Agricoles (1970, 1979, 1988 et 2000).

Les données des RGA permettent d'estimer les surfaces irriguées par type de culture et par unité géographique (département, canton, commune...). Néanmoins, plusieurs réserves sont à émettre sur ces données :

- ▶ Le secret statistique empêche la communication d'une information exhaustive, Seules les communes comportant plus de 3 exploitations sont renseignées (ex : si une commune possède 4 exploitations agricoles mais que seules 2 cultivent du blé, la surface irriguée totale sera renseignée mais pas la surface irriguée en blé). Le secret statistique représente, en 1988 et 2000 dans le Gard, moins de 3% des surfaces irriguées totales, et environ 10% et 15% des surfaces irriguées par culture. En 1979, il n'y avait pas de secret statistique.
- ▶ Les surfaces cultivées sont rattachées à la commune du siège de l'exploitation et non à la commune de la parcelle.
- ▶ Les données par cultures sont difficilement comparables entre les différents RGA, car ce ne sont pas les mêmes variables qui sont enquêtées d'un RGA à l'autre.
- ▶ Les données du RGA de 2000 ne devraient plus, en toute rigueur, être considérées comme les données actuelles. Mais on les utilisera à défaut de données plus récentes.

- l'irrigation de la vigne est mal connue, car les vignerons qui irriguent le déclarent rarement.

Au niveau du département du Gard, les surfaces agricoles se sont relativement bien maintenues et n'ont perdu que 6% entre 1988 et 2000, mais on observe un recul du maraîchage de la vigne et des vergers au profit des surfaces enherbées et des céréales. Les surfaces irriguées sont restées stables également.

Tableau 25 : évolution des surfaces irriguées dans le Gard (RGA 1979, 1988, 2000)

	1979	1988	2000
Superficie irriguée (ha)	24 490	22 962	22 815

Le tableau ci-dessous donne la répartition des surfaces irriguées selon le RGA 2000, agglomérées au niveau des sous-bassins interceptés par les points nodaux retenus (voir figure ci-après).

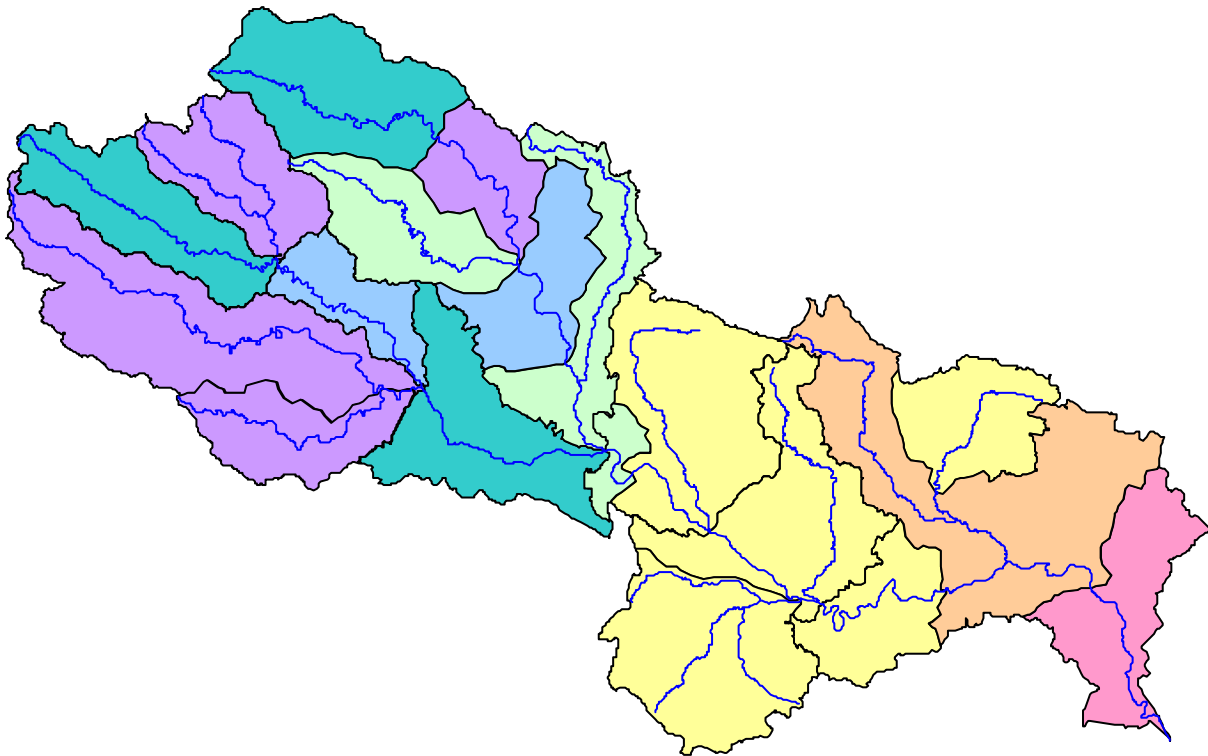
Le secret statistique représente, en 1988 et 2000 dans le Gard, moins de 3% des surfaces irriguées totales, et environ 10% et 15% des surfaces irriguées par culture. En 1979, il n'y avait pas de secret statistique. Les superficies irriguées *totales* en Lozère ne sont pas disponibles, et l'analyse de l'importance du secret statistique ne peut être menée.

Les surfaces agricoles ont été réparties sur les sous-bassins versants au prorata des superficies communales/cantoniales par bassin.

Tableau 26 : Superficies irriguées par sous-bassin et par culture (Source : RGA 2000 et CA30, 2008).

S (ha)	Blé tendre	Blé dur	Blé dur	Mais-grain et maïs semence	Autres céréales	Tournesol	Soja	Protéagineux	Mais-fourrage	Prairies temporaires ou artificielles + cultures fourragères	Superficie toujours en herbe	Pommes de terre	Légumes frais, fraise et melon (y c. serres)	Vigne (codes 53 à 57)	Agrumes	Vergers et petits fruits	Autres cultures irriguées (y c. serres)	Total Superficie Irriguée
Ste-Cecile d'Andorge			0	0	0	0	0	0	0	0	11	2	7	0	0	13	0	34
Ales amont Galeizon			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4
Galeizon			0	2	0	0	0	0	0	5	3	2	4	0	0	11	6	33
Ales Amont Alès			0	1	0	6	0	1	0	1	0	2	25	0	0	4	20	59
Alès confluence			14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	54	0	3	24	151
St Martin-Germain			0	0	0	0	0	0	0	25	4	1	0	0	0	2	0	31
Ste Croix			0	0	0	0	0	0	0	33	11	0	0	0	0	0	0	45
Mialet			0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	2	3	12
St Jean			0	3	0	1	0	0	0	6	22	0	4	0	0	5	4	45
Salindrenque			0	0	0	1	0	0	0	0	24	0	1	0	0	3	2	31
Anduze			23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	49	8	4	28	96	209
Ners			0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	20	6	57
La Baume			17	13	1	0	0	9	0	17	0	91	261	8	14	117	44	591
Alzon			9	1	0	14	0	0	0	2	2	11	32	3	0	16	13	102
Remoulins			17	1	0	8	0	0	0	2	2	43	59	2	0	58	8	199
Aval BV			5	0	27	0	0	0	0	0	0	51	26	0	0	113	0	221

Figure 51 : Découpage en sous-bassins retenu



CALCUL DES BESOINS EN IRRIGATION THEORIQUES

Les besoins en eau des plantes dans les superficies irriguées dépendent des paramètres suivants :

- ▶ cultures pratiquées,
- ▶ réserve utile du sol,
- ▶ précipitations,
- ▶ évapotranspiration.

La **réserve utile** (RU) correspond à l'eau présente dans le sol qui est utilisable par la plante. On la prend égale à 60 mm dans les hauts bassins, 80 mm en Gardonnenque et 100 mm dans la partie la plus aval.

Les pluies (P) utilisées sont les lames d'eau journalières par sous-bassin versant calculées à partir des données de MétéoFrance (*voir la partie Ressources en Eau*). L'évapotranspiration potentielle (ETP) considérée est celle de Nîmes-Courbessac.

Le modèle est réalisé avec un pas de temps décadaire.

Au début de chaque décade, on calculera le besoin théorique en eau par la formule :

$$\text{Besoin des plantes} = K_c \times \text{ETP (mm)} - \text{Peff (mm)}$$

où K_c est le coefficient cultural

Peff est la pluie efficace : $\text{Peff} = 0,8 \times P$

La réserve en eau stockée en début de décade n est : $R_n = R_{n-1} + P_n - K_{cn} \times \text{ETP}_n$

La lame d'eau ainsi calculée sera comparée à l'état de la réserve du sol pour déterminer le besoin en eau d'irrigation pendant chaque décade :

- si $Kc_n \times ETP_n - P_n > R_n$, alors Besoin en irrigation = $R_n - (Kc_n \times ETP_n - P_n)$
- sinon, Besoin en irrigation = 0

On obtient ainsi, le besoin en irrigation décadaire pour chaque plante, chaque sous-bassin.

$$BesoinIrrigation = \sum_{cultures} Sirr(culture) \sum_{année} BesoinsIrrigation_{décadaires}(culture)$$

Tableau 27 : besoins en irrigation unitaires annuels pour le bassin versant des Gardons.

Besoins (mm)	Remoullins														
	blé dur	Mais	Sorgho	Tournesol	Soja	Protéagineux	Mais	Cultures fourragères	Cultures fourragères	Cultures fourragères	PdT	Légumes	Raisin de table	Agrumes	Fruitiers
moyenne 97-07	257,9	452	351	377	303	126	452	529	529	529	38	189	151	251	345
moyenne 68-07	234,1	436	333	359	296	116	436	509	509	509	36	184	142	239	330

Tableau 28: Besoins totaux en eau d'irrigation par sous-bassin.

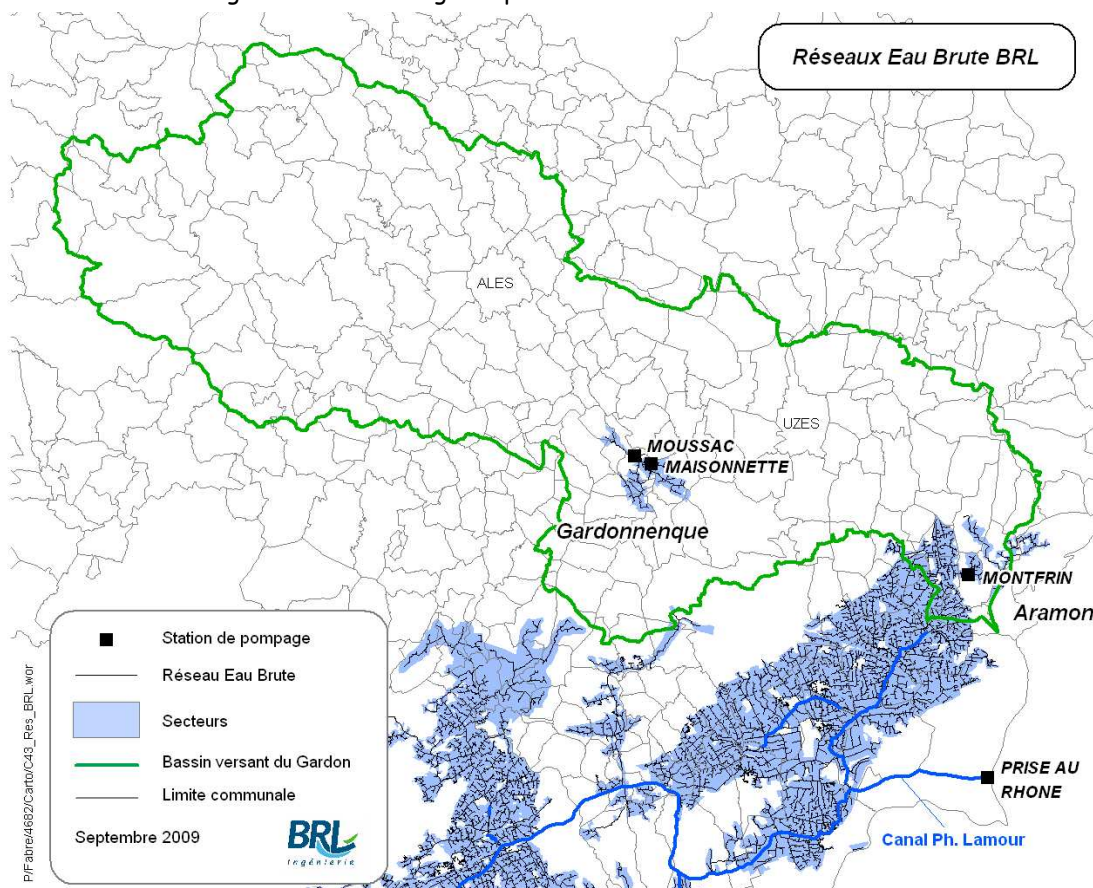
Besoins diffus en eau d'irrigation (m3)	Gardon de St-Jean à Corbès	Gardon de Mialet à Roucan	Ste Cécile d'Andorge	Gardon d'Alès	Gardon à Ners	Gardon à la Baume	Gardon d'Alès à St Hilaire	Gardon à Remoullins	Alzon à Uzès
Moyen 97-2007	457 956	446 427	72 171	284 505	1 879 960	3 427 300	313 217	3 942 593	307 612
Moyen 68-2008	441 709	432 525	69 434	272 667	1 765 371	3 215 753	300 071	3 694 523	297 120
5ans sec	497 199	498 770	84 817	326 451	2 185 701	3 960 245	358 873	4 548 966	356 438
Qfictif 3 mois moy 97-07	0,059	0,057	0,009	0,037	0,242	0,441	0,040	0,507	0,040
Qfictif 3 mois moy 68-07	0,057	0,056	0,009	0,035	0,227	0,414	0,039	0,475	0,038
Qfictif 3 mois 5ans sec	0,064	0,064	0,011	0,042	0,281	0,509	0,046	0,585	0,046

4.2.3 BRL

Données sources : Données d'exploitation de BRLe.

Il existe 2 périmètres desservis en eau brute par BRL qui s'étendent sur le bassin versant des Gardons.

Figure 52 : Réseaux gérés par BRL sur le Bassin des Gardons.



PERIMETRE IRRIGUE DE LA GARDONNENQUE

Caractéristiques du périmètre

Le premier se situe dans la plaine de la Gardonnenque, et s'étend sur les communes de Moussac, St Dezery, Cruviers-Lascours, Brignon, Saint Chaptès, Sauzet, Saint Genie de Malgoires, Montignargues, Saint-Bauzely, Fons, Saint-Mamert-du Gard, Parignargues, Gajan, La Rouvière, La Calmette, Dions et de façon plus marginale Boucoiran-et-Nozières et Sainte Anastasie.

Le réseau équipe actuellement une superficie de 1 180 ha et distribue de l'eau brute à une soixantaine d'usagers agricoles dont la consommation s'étale entre avril et octobre avec un pic au mois de juillet, et à 5 clients d'eau à usages divers, dont la consommation est répartie sur toute l'année, comme cela apparaît sur la Figure 54 : .

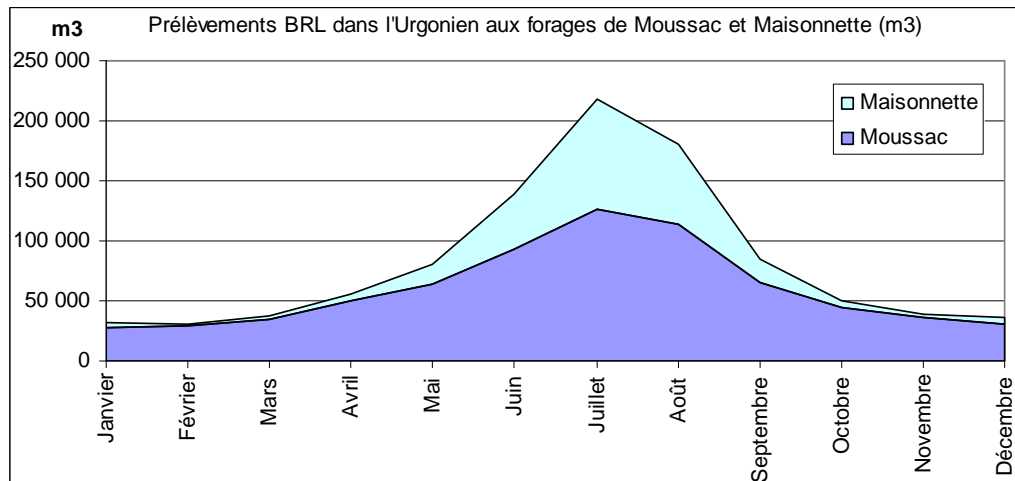
Par ailleurs, il contribue à l'alimentation en eau potable de quatre collectivités :

- la commune de Saint-Chaptès (dont il constitue la ressource principale),
- le SIVOM de la Région de Collorgues (alimentation partielle en secours),
- les communes de Sauzet et Moussac (en appoint et en secours)

Historique des prélèvements - Ressources utilisées

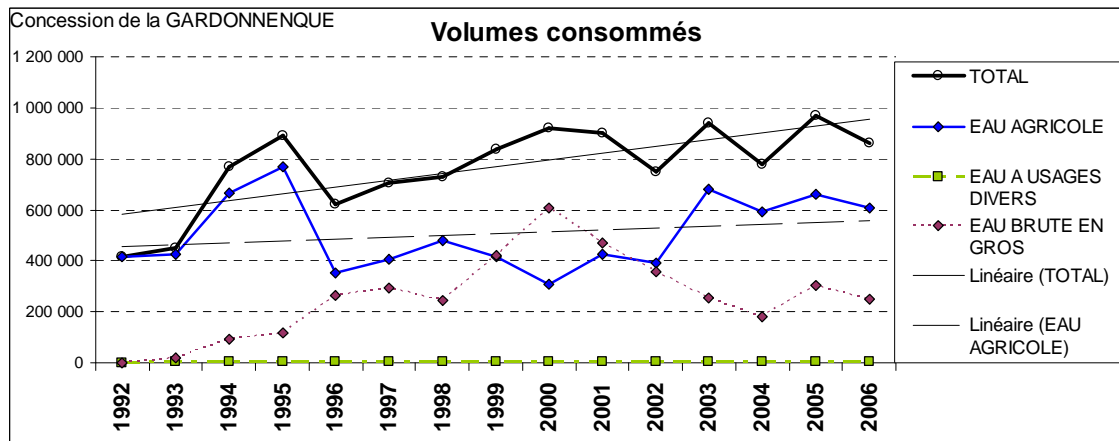
Ce périmètre est desservi par **2 forages** qui prélèvent dans le karst de l'Urgonien : **Moussac** (débit équipé 410 m³/h) et **Maisonnette** (débit équipé de 360 m³/h) tous deux sur la commune de Moussac. La proportion du volume annuel prélevé par Moussac connaît une tendance à la régulière à la hausse depuis 2003 (régulière de 44 % entre novembre 2003 et 2004 à 70 % entre 2006 et 2007). L'empreinte mensuelle moyenne de ces forages est représentée sur la figure suivante. Les prélèvements atteignent un pic en juillet chaque année.

Figure 53 : Volumes mensuels moyens (1997-2006)
prélevés dans l'Urgonien par les forages de Moussac et Maisonnette.



Source : BRL, prélèvements de janvier 1997 à décembre 2006

Figure 54 : Volumes annuels consommés sur la concession de la Gardonnenque



Source : BRL

Le volume annuel prélevé en 2005 par les forages de Moussac et Maisonnette était de **1,1 Mm³**, ce qui représente 35 l/s en débit fictif continu sur l'année.

Le pic de prélèvement se situe en juillet. La somme des prélèvements de juillet s'élève à 0,313 Mm³. **Au mois de juillet, le débit fictif continu est de 117 l/s.** Le débit de pointe journalier était de 10 661 m³/j en 2007 (juillet) soit 0,123 m³/s en débit fictif continu journalier.

Ces ordres de grandeur peuvent être comparés à l'ordre de grandeur du volume de transit de l'Urgonien de 20 Mm³, ainsi qu'au débit minimum des résurgences de la Baume. Le débit minimum observé à La Baume entre 1970 et 1984 a été de 1,1 m³/s en 1970 puis 1,6 m³/s en 1976. (BRLi, 2006).

Réseau

L'étude sur la valorisation des réseaux de distribution d'eau brute du secteur de la Gardonnenque réalisée en 2002 montre que la marge d'exploitation sur ce réseau est relativement faible étant donnés les équipements actuels.

Les rendements du réseau sont très bons : ils varient entre 77% et 92% sur la période 1997-2006.

Tableau 29 : Rendements sur la concession de la Gardonnenque.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Consommé	705 840	727 938	837 897	920 916	900 807	750 474	939 893	778 166	970 163	861 981
Facturé	700 356	730 871	843 336	916 757	904 442	755 503	938 255	781 305	965 699	859 608
Produit	793 500	876 000	918 400	1 027 100	1 119 800	930 101	1 113 700	1 010 800	1 114 100	1 080 273
Rendement brut (facturé/produit)	88%	83%	92%	89%	81%	81%	84%	77%	87%	80%

CONCESSION D'ARAMON

Caractéristiques du périmètre

Ce périmètre est à cheval sur le bassin des Gardons et le bassin du Rhône. La partie du périmètre irrigué du bassin des Gardons se situe en aval du dernier point nodal considéré dans l'étude, à savoir Remoulins. Néanmoins, ses caractéristiques seront présentées pour mémoire.

Historique des prélèvements - Ressources utilisées

La concession d'Aramon est alimentée par de l'eau du Rhône ainsi que par un forage dans les alluvions du Gardon au niveau de Montfrin. Le BRGM précise que « A partir de Montfrin, la nappe alluviale des Gardons se confond avec celle du Rhône ».

Les volumes prélevés sont représentés sur les figures ci-dessous. Les prélèvements le mois de pointe (août) atteignent en moyenne 9 l/s. Les prélèvements ont été divisés par 2 depuis 1997, et les prélèvements de pointe moyens sur la période 1997-2007 atteignent 9 l/s, contre 6 l/s si le calcul est effectué sur la période 1999-2007.

Le forage de Montfrin est localisé sur la carte générale de localisation des prélèvements (Figure 72).

Figure 55 : Volumes mensuels moyens (1997-2006)
prélevés dans les alluvions du Gardon par le forage de Montfrin.

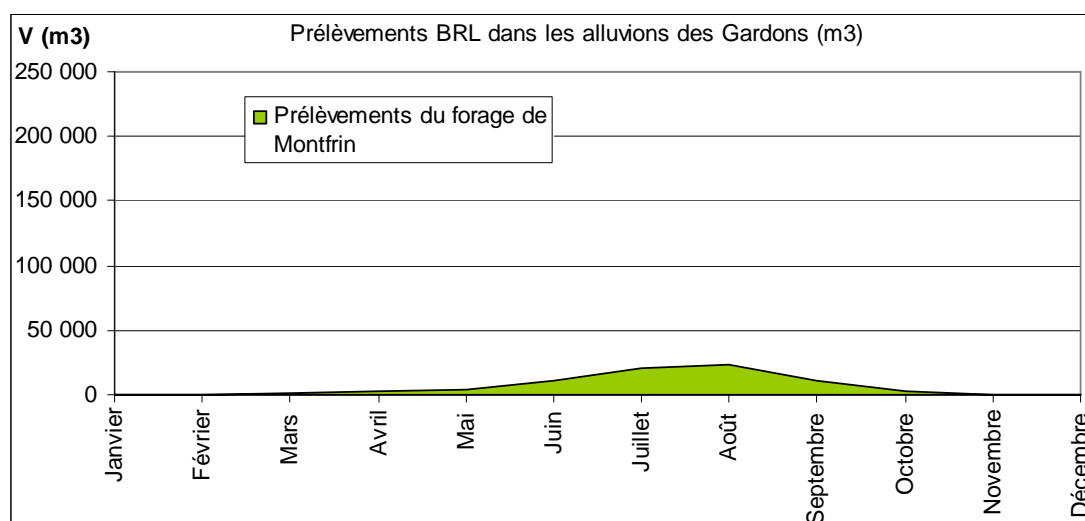
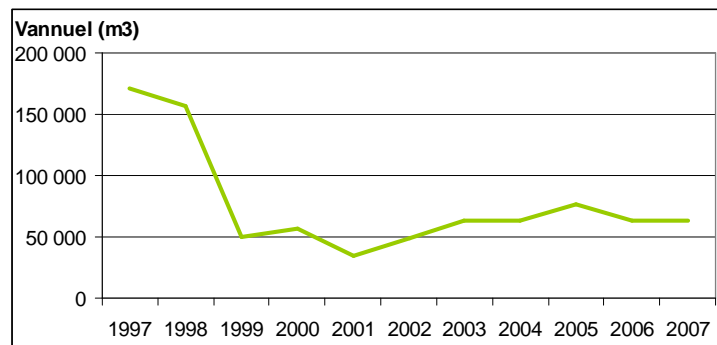


Figure 56 : Volumes annuels prélevés dans les alluvions du Gardon par le forage de Montfrin.



4.2.4 Le canal de Boucoiran

Source : étude de gestion du canal de Boucoiran, BRLi, 2006.

Le canal de Boucoiran prélève directement à l'aval du pont de Ners et détourne une partie des eaux du Gardon en amont de la zone d'infiltration. Il se rejette 7,6 km plus bas, au droit du village de Moussac, en face de la confluence du Gardon et de la Droude.

Ce canal est géré en grande partie par le SISEC (Syndicat Intercommunal de Sauvegarde et d'Exploitation du Canal de Boucoiran), l'entretien est en théorie du ressort des propriétaires fonciers privés du canal.

Figure 57 : Carte du Canal de Boucoiran

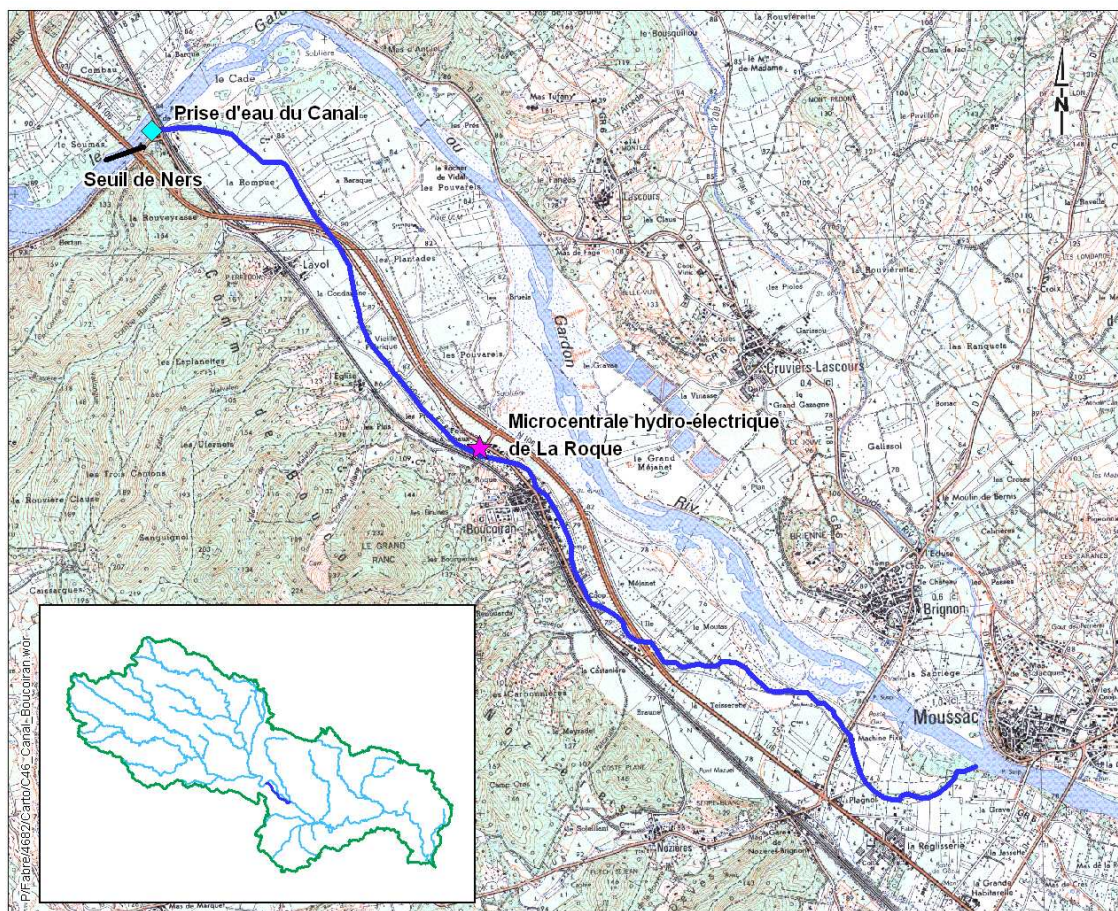


Photo 1 : prise d'eau du Canal de Boucoiran (28/08/07)



SURFACES IRRIGUEES

Le canal est utilisé pour l'irrigation de terres agricoles, mais également pour la production d'électricité par la microcentrale du moulin de la Roque dont la puissance disponible est de 30 KW. Les prélèvements agricoles dans le canal sont effectués par pompage (unités mobiles). Seules quelques parcelles sont encore irriguées en gravitaire, comme l'était autrefois l'ensemble des parcelles. Durant l'année 2005, les déclarations volontaires des surfaces irriguées font état de :

- ▶ 13,8 ha d'asperges, pommes de terre ou carottes,
- ▶ 4,7 ha de jardins,
- ▶ 3,5 ha d'oléagineux,
- ▶ 64,9 ha de vignes,

soit une **superficie irriguée totale de 86,9 ha**.

REGLES DE GESTION

Les règles de gestion sont les suivantes :

- ▶ En période d'étiage, lorsque le débit en amont du pont de Ners est inférieur à $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$, le canal prélève la moitié du débit du Gardon, soit entre $1,6$ et $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$.
- ▶ En période d'étiage extrême, lorsque le débit de la rivière est inférieur à $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$, un débit réservé de $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ est préservé dans le Gardon et le canal ne prélève alors que la différence.
- ▶ Des pertes ont lieu par infiltration dans la partie aval du canal vers la nappe alluviale du Gardon, ainsi que vers le karst Urgonien affleurant à la traversée de Boucoiran.

HISTORIQUE DES PRELEVEMENTS - RESSOURCES UTILISEES

Les prélèvements en eau bruts correspondants sont estimés à $29,5 \text{ Mm}^3$ en 2005, soit un débit fictif continu (dfc) annuel de 930 l/s.

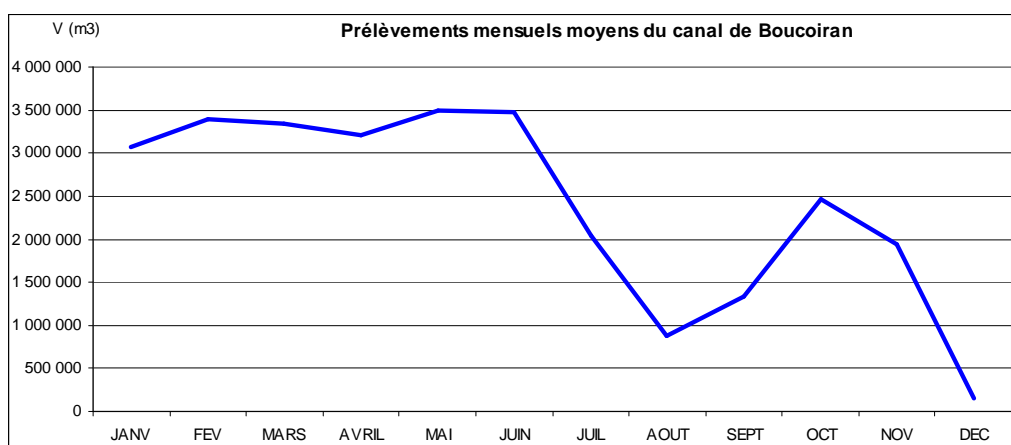
En étiage, la quasi-totalité du débit du Gardon à l'aval de la prise du canal de Boucoiran s'infiltre dans le karst au niveau du rocher du Vidal. Le canal de Boucoiran réinjecte l'eau non utilisée par l'irrigation au niveau de Moussac (entre 5 et 80 l/s lorsque le débit prélevé dans le Gardon varie de 200 à 300 l/s). A ce niveau du Gardon, les alluvions sont en contact avec un niveau imperméable empêchant les pertes dans le karst Urgonien.

Cette réalimentation, par le canal, de l'aquifère alluvial permet de soutenir le prélèvement AEP de Moussac dans la nappe d'accompagnement : pour un débit amont au seuil de Ners compris entre 0,4 et 2 m³/s, les apports du canal de Boucoiran permettent de satisfaire les besoins en AEP de Moussac. Au-dessous de ce seuil, ces besoins ne peuvent être satisfaits. (BRLi, 2006).

Tableau 30 : Volumes et débits mensuels moyens prélevés par le canal de Boucoiran (moyenne 2001-2005 en fonction des données disponibles)

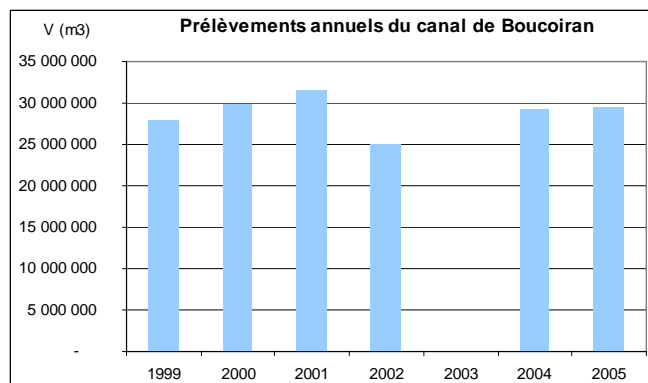
JOURS	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOÛT	SEPT	OCT	NOV	DEC
V moy (m3)	3 079 756	3 394 636	3 349 805	3 201 837	3 491 960	3 476 780	2 039 967	885 871	1 337 950	2 471 913	1 937 192	155 858
Q moy (m3/s)	1,150	1,267	1,251	1,195	1,304	1,298	0,762	0,331	0,500	0,923	0,723	0,058

Figure 58 : Prélèvements mensuels moyens du canal de Boucoiran (moyenne 2001-2005 en fonction des données disponibles)



La chute des prélèvements aux mois de juillet et août est due à la diminution du débit dans le Gardon : les prélèvements ne sont pas corrélés aux besoins agricoles mais aux débits de la rivière.

Figure 59 : Prélèvements annuels du canal de Boucoiran (pas de données en 2003)



EVOLUTION ATTENDUE

Les prélèvements pour l'irrigation sont relativement faibles et n'ont pas tendance à croître. Dans le futur, une réaffectation des terres agricoles est envisageable avec l'introduction de cultures d'opportunité, comme c'est le cas actuellement pour la carotte, la pomme de terre ou la luzerne. La reconstitution de vergers dans un contexte régional en difficulté est difficilement envisageable. La vocation viticole va probablement se maintenir, et les prélèvements pour l'irrigation ne devraient pas croître.

4.2.5 Le canal de Beaucaire

Données sources : Entretien téléphonique avec Mme Lecoq.

Figure 60 : Carte du Canal de Beaucaire

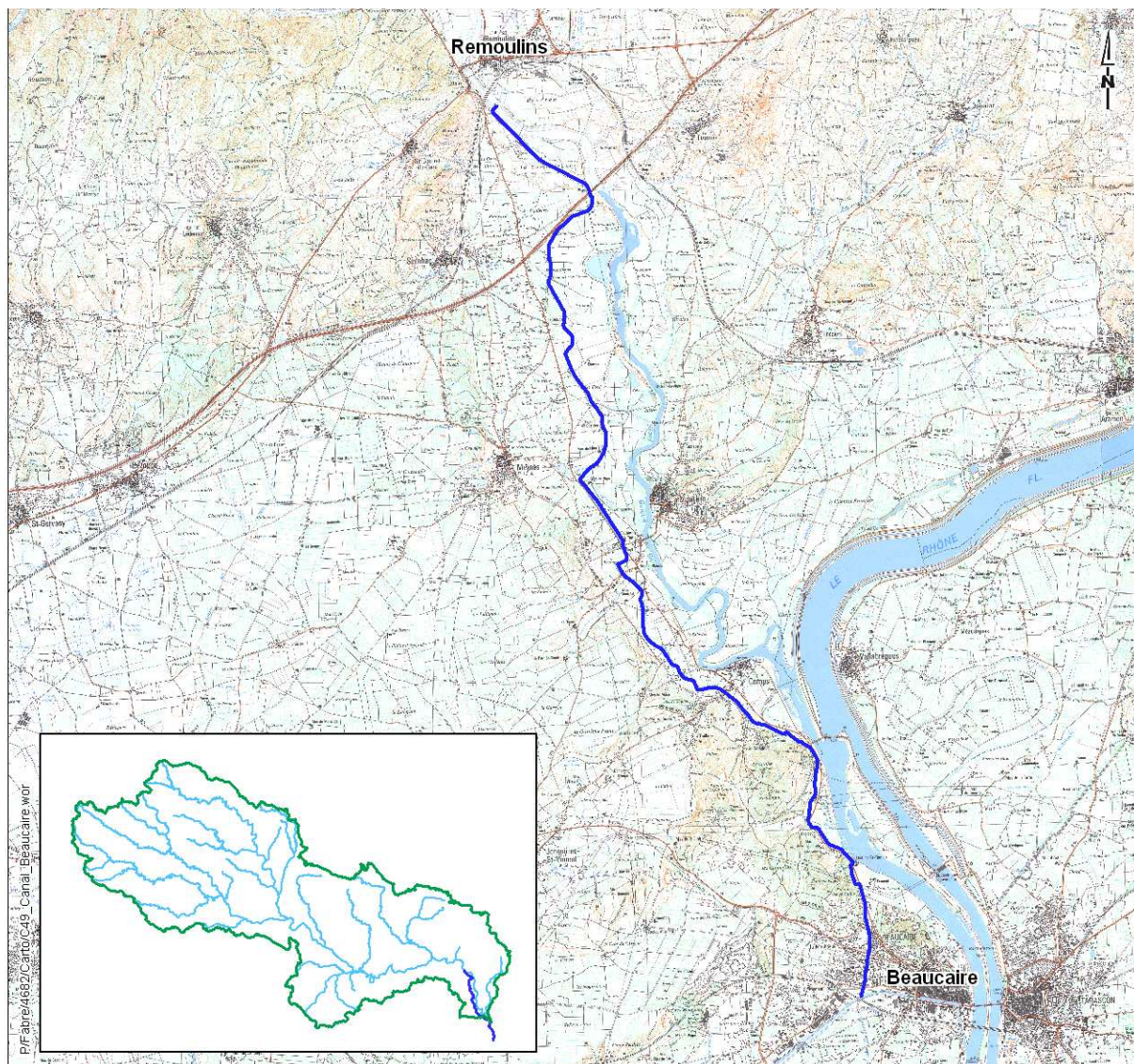


Photo 2: Prise d'eau et vue du canal de Beaucaire (27/08/07)



Ce canal est géré par l'ASA du Canal de Beaucaire (Mme Lecocq depuis 2006).

SURFACES IRRIGUEES

La superficie irriguée déclarée au moment de l'adhésion par les agriculteurs est de 221 ha. Les cultures irriguées pratiquées sont les vergers sur environ la moitié de la superficie, le maraîchage (pommes de terre, carottes, chou-fleur...) sur environ le tiers, et le reste est cultivé en céréales.

HISTORIQUE DES PRELEVEMENTS - RESSOURCES UTILISEES

La prise d'eau s'effectue en aval de Remoulins, juste en aval du pont de la voie ferrée. Le canal, conçu sous Napoléon, se jette dans le Rhône au niveau de Fourques. Mais les débits du Gardon ne permettent une alimentation en gravitaire que jusqu'à Beaucaire. Au-delà, un pompage dans le canal du Rhône à Sète permet un écoulement jusqu'à Fourques.

Le droit d'eau s'élève à 2,5 m³/s, mais le canal n'est pas instrumenté pour mesurer le débit. Les débits déclarés à l'agence de l'eau sont des estimations identiques depuis des années (car le prélèvement n'a pas augmenté), dont Mme Lecocq ne connaît pas l'origine. Les débits mesurés par BRLi lors de la campagne d'étiage de 2007 étaient de 400 l/s fin août et 180 l/s fin septembre.

REGLES DE GESTION

La prise est ouverte de mars ou avril à octobre. 15 jours avant la fermeture du canal, l'ASA prévient la fédération de pêche afin qu'elle procède à un repêchage des poissons (ce qui n'est pas fait en pratique).

EVOLUTION ATTENDUE

Il existe un projet, à l'horizon de 3 à 5 ans, d'approvisionnement du Canal de Beaucaire par l'eau du Rhône. Un seuil serait créé au niveau de Vallabrègues, qui permettrait une alimentation gravitaire de l'aval du canal (de Vallabrègues jusqu'à Fourques) voire de tout ou partie de l'amont du canal grâce à l'installation d'une station de pompage, le complément pourrait continuer à être assuré par le Gardon. Ce projet permettrait de diminuer voire de supprimer la sollicitation du Gardon aval.

4.2.6 Les forages privés

Données sources : Recensement partiel des captages privés dans le Gard.

Dossier de demande d'autorisation pluriannuelle de prélèvements d'eau pour l'irrigation en Lozère, CA48, Eaucéa, 2008.

Projet de gestion durable du Gardon d'Alès aval - Ressource en eau à usage agricole, CA30, SAFER, MAPA, CG30, 2008.

La DDAF et la Chambre d'Agriculture ont réalisé un recensement partiel des captages privés dans le Gard. L'extraction des communes du bassin versant des Gardons fait apparaître 454 points de prélèvement privés déclarés dans le bassin. Parmi eux, 129 (soit 11%) sont des prélèvements en rivière, 217 (soit 48%) en nappe profonde et 51 (soit 11%) en nappe d'accompagnement, le reste (12%) n'ayant pas l'origine de l'eau précisée.

Fournes, Remoulins, Vezenobres, La Rouvière, Ribauts-les tavernes, Uzès, St Christol les Ales, et Nîmes possèdent plus de 10 forages profonds déclarés.

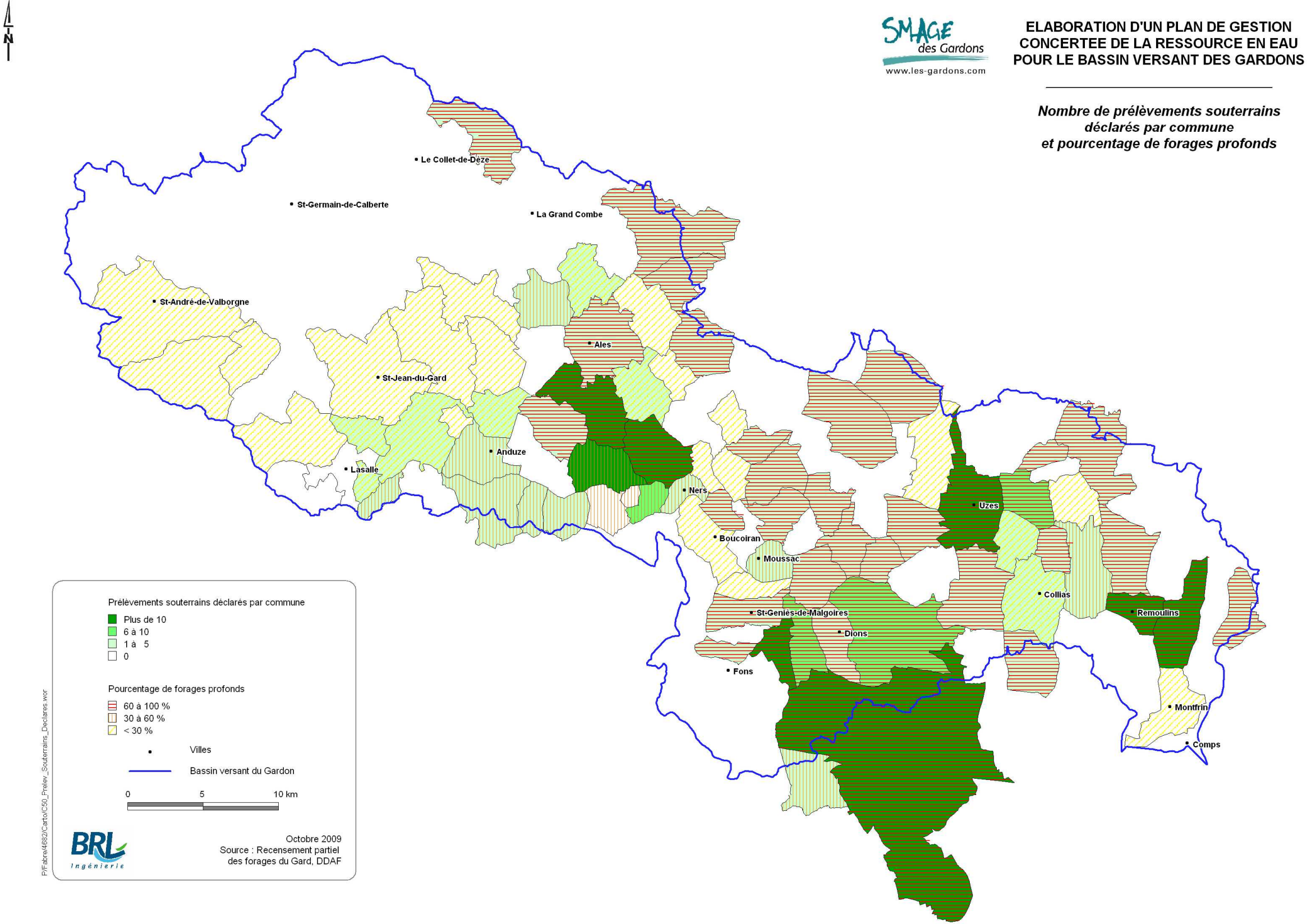
Seuls Ribauts-les-Tavernes et Remoulins possèdent plus de 10 forages en nappe d'accompagnement.

L'étude de la nappe alluviale du Gardon d'Alès (2008) a montré l'existence de 135 forages, utilisés ou non, sur la nappe entre Alès et la confluence avec le Gardon d'Anduze. Ces forages sont à vocation essentiellement agricole (maraîchage, vignes et pépinières essentiellement) et irriguent les superficies suivantes :

Maraîchage incluant le plein champ, les jardins familiaux et le hors sol	56 ha
Vigne incluant la vigne pied mère (destinée à la production de bois comme porte greffe) et la vigne de cuve	54 ha
Pépinières de plein champ ou hors sol	24 ha
Grandes cultures	14 ha
Arboriculture	3 ha

En Lozère, une enquête similaire a été réalisée par la Chambre d'Agriculture auprès des agriculteurs volontaires, pour les prélèvements superficiels. Dans le haut bassin des Gardons, on compte 6 points de prélèvement déclarés, dont 5 par pompage et 1 en gravitaire. Ces prélèvements s'effectuent dans le Gardon de St Germain à hauteur de 11 l/s au maximum (VCN10 = 30 L/s) et le Gardon de Ste Croix (VCN10 = 60 L/s) à hauteur de 3 l/s au maximum. *Source : Dossier de demande d'autorisation pluriannuelle de prélèvement d'irrigation en Lozère*

Figure 61 : Forages souterrains déclarés



4.2.7 Le système des Béals en Cévennes

Données sources : Recensement des béals du SMAGE, BRLi, Enquêtes de terrain de l'été 2008.

De nombreux canaux (ou béals) sillonnent les versants Cévenols et témoignent de l'activité agricole ancienne. Beaucoup ne sont plus entretenus en raison de la déprise agricole, mais certains fonctionnent encore.

4.2.7.1 Carte du recensement des Béals du SMAGE

Le SMAGE des Gardons a réalisé un inventaire des béals sur la base des documents existants et de visites de terrain. Ils sont localisés sur la carte suivante. Le SMAGE recense donc 119 béals sur l'ensemble du bassin, dont 19 possédant un usage irrigation.

4.2.7.2 Synthèse sur les systèmes des béals

Une campagne de terrain a été réalisée pendant l'été 2008 pour expertiser 20 béals sélectionnés par le SMAGE des Gardons parmi ceux qui semblaient les plus impactants. Sur les 19 béals possédant un usage irrigation recensés par le SMAGE, 15 ont été enquêtés au cours de la campagne de terrain.

Les comptes-rendus de visites de terrain et d'entretien sont insérés en annexe.

Les résultats détaillés des campagnes d'investigations complémentaires (été 2009) sont disponibles de façon détaillée dans le rapport correspondant. La plupart des résultats sont repris dans les fiches béals des béals concernés.

Pour chaque béal ont été réalisés une cartographie du béal et des ouvrages principaux basée sur un relevé GPS, une mesure de débit en entrée (voire en d'autres points) du béal et en rivière, une cartographie des zones irriguées, ainsi qu'un entretien avec les usagers.

L'été 2008 a été particulièrement peu marqué, l'été peu sec et la campagne du mois d'août a été caractérisée par des usages limités (pas ou peu de besoins en irrigation, débits des rivières relativement élevés pour la saison). Les pourcentages de prélèvement en rivière ne sont donc pas représentatifs d'un été marqué.

Pour l'ensemble de ces ouvrages, la LEMA s'applique, et le débit réservé à laisser en rivière est *a priori* est le 1/10^e du module, mais dans des cas particuliers, ce débit réservé peut être assoupli jusqu'au 1/20^e du module si cette dérogation est dûment justifiée, et à condition de maintenir le 1/10^e du module en moyenne sur l'année.

PATRIMOINE ET RESSOURCES UTILISEES

Un impact variable sur le cours d'eau

Les béals enquêtés mesurent entre 300 et 2300 m. Ils prélèvent entre 2 l/s et 360 l/s, ce qui correspond à une proportion de débit du cours d'eau comprise entre 2 et 74 % du débit du cours d'eau. La plupart du temps, il existe un retour au milieu direct en fin de béal, mais il arrive que le béal se perde dans un champ, ou ne soit plus entretenu sur la fin, auquel cas le retour au milieu est diffus, par infiltration.

Les usagers sont convaincus que leur impact sur le cours d'eau est négligeable voire positif : ils parlent de « filtration » et « rafraîchissement de l'eau », « oxygénation »... Certains considèrent même que leur utilisation est négligeable (« sur les millions de litres qui circulent, seuls quelques uns parviennent à la ferme, tout le reste retourne à la rivière »).

Des béals en eau tout l'été et fermés l'hiver

Les béals sont pour la plupart en eau en continu pendant l'été. Certains ne sont mis en eau que pendant l'utilisation, mais il faut pour cela que le béal soit bétonné, sinon, le sol doit se saturer en eau sur le tracé du béal pour que l'eau parvienne au champ. Les béals sont souvent fermés en hiver pour éviter l'engravement pendant les crues.

Absence de régulation du prélèvement pendant la période d'utilisation

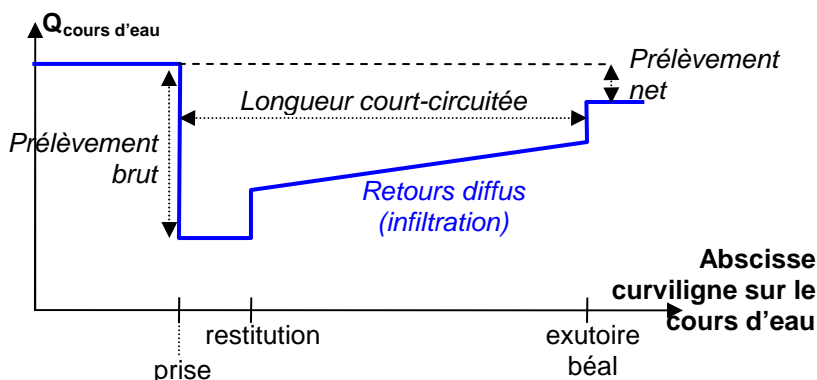
Il n'y a pas toujours un ouvrage de prise (seuls 8 béals sur 20 sont équipés d'un ouvrage permettant de fermer le béal au niveau de la prise, de la martelière à la planche amovible). La régulation du prélèvement est donc rare et limitée. Le plus souvent, le prélèvement est effectué dans le cours d'eau, et une vanne de restitution plusieurs mètres en aval permet de restituer tout ou partie du débit à la rivière (9 béals sont équipés de vannes de restitution). 5 béals ne possèdent ni ouvrage de prise ni ouvrage de restitution en tête.

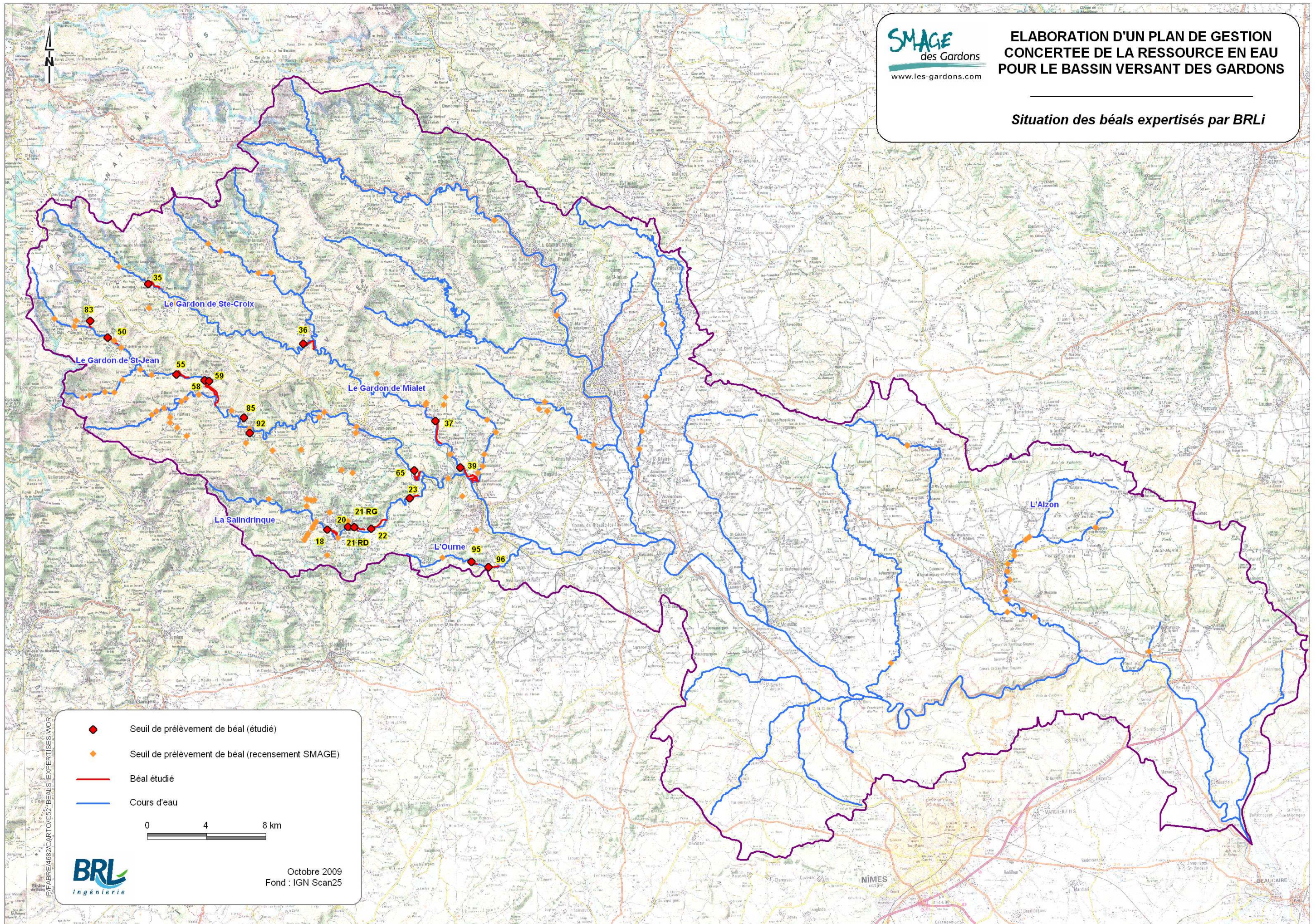
Ainsi, il y a lieu de distinguer le prélèvement brut dans le cours d'eau dont l'impact local peut être très fort, du prélèvement après restitution, et du prélèvement net (eau évapotranspirée par le système). Les béals ne sont pas nécessairement à l'origine d'un déséquilibre structurel au niveau du sous-bassin. Par contre leur **impact local sur les écosystèmes peut être fort** en raison des importantes variations de débit qu'ils créent sur les linéaires de cours d'eau qu'ils court-circuitent.

Les béals sont souvent maçonnés au niveau de la prise, puis en terre à partir de l'arrivée au niveau des terres irriguées. Pour la plupart, des fuites importantes sont à signaler, notamment pour les parties maçonnées en mauvais état (dues à des glissements de terrain, effondrement...) ou non entretenues (buses écrasées), ou sur les parties en terre. Les vannes existantes sont rarement hermétiques. Ces problèmes d'entretien sont dus à la diminution des usages économiques (agriculture) : les usagers n'ont plus les moyens d'entretenir ou de faire des travaux. Le coût d'entretien est souvent disproportionné par rapport aux bénéfices de l'usage.

Schématiquement, l'impact du béal sur le tronçon de cours d'eau peut être représenté par le schéma suivant.

Figure 62 : Impact du béal sur le cours d'eau





ID	Sous bassin versant	Commune	Lieu Dit	Cours d'eau concerné	Date visite	Q rivière amont (l/s)	Q entrée béal (l/s)	% du débit CE prélevé	Q béal après restit. (l/s)	Q béal 1er usage (l/s)	L béal (m)	L CE court-circuitée (m)	Type ouvrage prise	matériaux béal	S prairie irriguée (ha)	S jardins (ha)	Type d'irrigation	Tourisme?	Abreuvement ?	Assainissement pluvial	Gestion béal?	Nb propriétaires?	Gestion	Respect arrêtés sécheresse	Commentaire	Besoins en irrigation (m3)	Besoins en irrigation - qfc (l/s)	
18	Salindrenque	Lasalle	Foucard/ Pont vieux	Salindrenque	18/8/08	217	béal fermé lors des visites. ne fonctionne plus				1 250	970	restitution 10 m après le seuil	béton + pierres maçonnées	9,0		gravitaire + pompage.	non	quelques chèvres	non	privé	1	béal bouché par la sédimentation en hiver	oui: aucun arrosage pratiqué	- usage agricole - non mis en eau depuis 2 ans: mauvaise efficacité hydraulique, coût des travaux prohibitifs (agriculteurs proches de la retraite)	54 000	60	
19	Salindrenque	Lasalle	Camping La Salindrenque	Salindrenque	29/07/09 27/08/09	68 46	50 41	74% 89%	49 34	13 9			pas de vanne de régulation mais 2 vannes de restitution. Batardeau en bois en 2009	béton puis terre	7,6	0,0	gravitaire	baignade au niveau du seuil	40 brebis	béal: fossé le long de la route.	privé. Litige campign-agriculteur	2	irrigation l'été, utilisation du plan d'eau du seuil de prise pour la baignade des campeurs		- conflit entre l'usage agricole et la baignade au niveau du seuil - arrangement: le béal prélève la nuit, fermé le jour. - béal bien entretenu, mais en terre (bcp de pertes). Rejet en aval de la prise 20, dans 1 affluent			
20	Salindrenque	St Bonnet de Salindrenque	Calviac	Salindrenque	12/08/08 30/07/09 28/08/09	308 80 43	72 90 50	23% 38%	30 47	31 46	410		pas de retour: se jette dans le béal SAL6	vanne d'entrée + vanne de restitution. Cheminement hydraulique identique par-dessus le seuil ou à travers la restitution	béton + terre	3,0	0,0	gravitaire, submersion	non	vaches	non	privé	2	fermé l'hiver, ouverture seulement quand besoin d'irrigation l'été		- usage agricole. Les 1ères prairies (M. Salles) ne sont plus irriguées (bourslet trop élevé) - béal qui se rejette dans le béal 21 RG. - présence barrage de castors au droit du béal	18 000	20
21RG	Salindrenque	Lasalle	la Roque	Salindrenque	2008 30/07/08	191 60	142 44	74% 38%		20	non ut	1 000	pas de retour au cours d'eau	2 vannes de restitution	béton puis terre	6,3	0,2	gravitaire + aspersion	camping	chevaux	non	ASA	3	irrigation des prairies tous les 10 jours environ de mars à septembre. Fermé hors irrigation, mais amont du béal toujours en eau		- usage agricole - béal non entretenu sur la fin de son linéaire (traversée du camping jamais en eau) - pompe qui irrigue les prairies au-dessus du 21 RD - prise RD avec un fond plus haut que la prise RG	38 400	43
21RD	Salindrenque	Lasalle	Mogador	Salindrenque	28/8/09	39	32	82%		4	500	650 (retour dans un ruisseau affluent)	planche amovible	béton puis terre	2,0		gravitaire + aspersion des prairies au-dessus à partir de l'eau du béal d'en face	non	non	non	ASA	1	ouverture de la vanne de prise seulement pour les irrigations (tous les 10 jours), à sec en hiver		- usage agricole - béal non entretenu sur la fin de son linéaire en aval des prairies - prise RD avec un fond plus haut que la prise RG	12 000	13	
22	Salindrenque	Thoiras	Bambouseraie	Salindrenque	19/8/08	944	111	12%		100	1 270	1 270	vanne de restitution directement après la prise	béton (passage busé), terre	11,0		aspersion + gravitaire (débordement)	non	non	non	privé	1	toute l'année (arrosage des jeunes plants en hiver)		- usage agricole (pépinière de la bambouseraie) - arrosage toute l'année - déclaration à l'agence de l'eau des volumes pompés	66 000	74	
23	Salindrenque	Thoiras	Le Molina	Salindrenque	20/8/08	280		19%	53	43	650	640	pas de vanne de régulation mais 2 vannes de restitution permettent de mettre le béal hors d'eau	bétonné RD, terre RG	1,5	0,0	gravitaire	non	non	non	ASA	2	3 mois d'été, manipulation des vannes tous les jours	oui, mais les prairies ne peuvent plus être arrosées	- utilisation agricole du béal - les arrêtés sécheresse empêchent l'arrosage	9 030	10	
35	Gardon de Ste Croix	Le Pompidou	Le Duc	Gardon de Ste-croix	1/1/08	229	36	16%			1 200	1 300	aucune, présence d'une "palette" de dégrillage	terre, béton	3,0	0,1	gravitaire par submersion, écoulements de sub-surface	non	non	route qui longe le béal, sans aide de la DDE	privé	2	toujours ouvert d'avril à fin août		- utilisation agricole du béal - importantes pertes (3l/s en fin de béal) - dégâts infligés par la faune sauvage (castors, sangliers)	18 300	20	
36	Gardon de Ste Croix	St Etienne Vallée Française	Le Martinet	Gardon de Ste-croix	7/8/08	215	102	47%		460 jusqu'au réservoir	540 jusqu'au pont		vanne de restitution sans système de régulation	roche, béton, terre	0,0	0,0	aucune	alimentation du bassin du restaurant d'un centre de vacances	non	utilisation de la buse du béal pour transférer les eaux de la STEP	privée	2	ouvert toute l'année		- prélèvement très important (30 à 50% du débit du Gardon) par rapport à l'usage qui en est fait (bassin d'agrément en très mauvais état et d'une capacité démesurée) - Aucune gestion ou entretien du béal. - Le SIVOM, propriétaire amont, a coupé le passage de l'eau chez le propriétaire aval et ne souhaite pas engager de travaux pour la réduction des pertes du bassin, ou les fuites.	0	0	
37	Gardon de Mialet	Mialet	La Bontée	Gardon de Mialet	18/8/08	781	164	21%			1 790	1 920	Martelière à crémaillère+ restitution+ martelière à chaîne. Cheminement hydraulique identique par-dessus le seuil ou à travers la restitution	béton, pierres maçonnées + terre	4,7	0,3	gravitaire + sous-pressure	GR67	non		ASA	29 (27 à l'ASA)	15 mars au 31 août		- usage agricole réduit, beaucoup de jardins - problèmes de vandalisme par les baigneurs en aval (manipulation/ vol de martelières) -travaux prévus pour boucher les fuites en 2010 - souhait d'installer une microcentrale - PV ONEMA	29 100	33	
39	Gardon de Mialet	Thoiras/ Gènerargues	Le Mas du Pont	Gardon de Mialet	19/8/08	808	109	13%		59	1 970	Retour dans l'Amous, affluent du Gardon de Mialet	M artelière	pierres maçonnées + béton	18,0		sous pression (aspersion + goutte à goutte) + pompage sauvage	Visite du parc	non		privé		toute l'année	canal en eau		108 000	121	
50	Gardon de St Jean	St-André-de-Valborgne	Chaussée Neuve	Gardon de St Jean	4/8/08	40	10	25%		3	840	pas de retour direct au cours d'eau	pas d'ouvrage de régulation. Vanne de fermeture + vanne de restitution 20 m en aval de la prise	béton puis terre		0,1	pompage	baignade en aval du seuil	non	non	privé		fermé en hiver	oui: pas d'utilisation du béal	- fuites très importantes - dégradations par les castors - les prairies (1ha) ne sont arrosées que si le béal déborde	300	0	
55	Gardon de St Jean	St-André-de-Valborgne	Maison neuve	Gardon de St Jean	04/08/08 22/07/09	179 144	102 57	57% 40%	49 28	22	1 200	1 250	pas de régulation mais 3 vannes de restitution dans les 100 1ers m. Cheminement hydraulique identique par-dessus le seuil ou à travers la restitution	béton, roche	4,5	0,7	aspersion + gravitaire	non, intérêt patrimonial de l'aqueduc	non	oui	ASA	6	fermé à l'automne au niveau de la seconde vanne de vidange, entrée du béal toujours en eau	oui, mais pénible pour les agriculteurs	- béal à vocation agricole - passe à poissons au niveau du seuil en RD - PV ONEMA - faciès de gorges en aval, impact limité - béal très bien entretenu	29 220	33	
58	Gardon de St Jean	St-André-de-Valborgne	Mas Boyer	Gardon de St Jean	20/8/08	106	17	16%		8	1 890	1 890	vanne de fermeture + vanne de restitution	béton + terre	1,2	0,2		Camping (utilisation pour l'eau des toilettes)	non		ASA	9	juin à septembre			7 800	9	
59	Gardon de St Jean	Saumane	Capou	Gardon de St Jean	5/8/08	154	108	70%			2 390	2 700	aucune	béton + roche	1,5	0,5	gravitaire (+ pompage)	Camping du Capou à proximité de la prise	non		ASA	31	début mai à fin septembre, fermé en hiver			10 500	12	
65	Gardon de St Jean	Thoiras	La Vignasse	Gardon de St Jean	30/7/08	614	359	58%	béal fermé en 2009	62	780	770	2 martelières: entrée béal - restitution	béton	10,0	0,0	gravitaire par submersion	non	10 vaches d'élevage		ASA	4	3 à 4 irrigations dans l'année		- usage agricole - PV ONEMA - béal fermé en 2009	60 000	67	
83	Gardon de St Jean	St-André-de-Valborgne	La Cataduègne	Valat de la Loublère	3/8/08	22	10	45%	2		600 (40 m en eau la plupart du temps)	40 pendant irrigations, pas de retour	buse 200 mm	béton	0,0	0,1	gravitaire à la raie	non	non	privé	1	avril-mai à sept-oct, 2h par semaine	oui		300	0		
85	Gardon de St Jean	L'Estréchure/ Saumane	Ardallier	Valat de Monésille	7/8/08	10	2	20%			320	retour après bassin: trop-plein (rare)	buse 100 mm + martelière	béton	0,0	0,2	pompage	non	non		privés	7 usagers, 3 utilisateurs actifs	4 mois: juin à septembre			450	1	
92	Gardon de St Jean	L'Estréchure	Le Suel	Ruisseau de Rieumal	5/8/08	8	5	63%			330	430	57,00	béton	0,0	0,1	pompage	non	oui (quelques animaux)		privés	2	4 mois d'été	béal ouvert, arrosages dans les horaires de l'arrêt		300	0	
95	L'Ourne	Tornac	Les Traverses	L'Ourne	13/8/08	80	2	2%			460	490	aucune	pierres, béton, PVC	0,0	0,1	sous pression, goutte à goutte	Jardin ornemental 200 m2	non		privés		mai-juin à août septembre, fermé en hiver			300	0	
96	L'Ourne	Tornac	Le Mas Blanc	L'Ourne		30	29	97%			850	730	pas d'ouvrage de régulation mais vanne de restitution	béton, buses	0,0	0,0		usage ornemental mas de la Roque			privés		toute l'année			0	0	

Les graphes suivants sont issus des investigations complémentaires menées à l'été 2009. Les flèches bleues représentent des apports d'affluents. Pour les béals 55 et 37, Une campagne a été menée béals ouverts et béals fermés. Pour les béals 18 à 21, 3 campagnes ont eu lieu en raison de la complexité de l'enchevêtrement des béals, 2 avec les béals ouverts, et une avec les béals fermés. Sur ces graphes, il est clair que l'impact local des béals est globalement très important sur les débits (le prélèvement brut est très important, parfois même 90% du débit du cours d'eau). Mais rapidement, les pertes par les vannes de restitution non étanches, ou les fuites dans le fond du béal retournent en rivière (prélèvement net plus raisonnable). Ainsi, **le prélèvement des béals possède de forts impacts locaux, qui n'apparaîtront pas nécessairement comme un déficit structurel au niveau du bassin versant**. Ces impacts locaux sont néanmoins à nuancer au vu des analyses de faciès menées. En effet, au niveau du béal du Mazauric (55) et du béal du camping La Salindrenque (19), l'impact local est limité par un faciès de gorges dominant en rivière, dans lesquels les vitesses d'écoulement sont très faibles, et où la hauteur d'eau varie peu pour des faibles débits. Pour les autres béals, en revanche, les faciès de radiers-mouilles dominants rendent les prélèvements relativement impactants.

Figure 64 : Impact linéaire du béal 55 sur le Gardon de St Jean (source : BRLi, Rapport sur les investigations complémentaires au PGCR des Gardons, 2009)

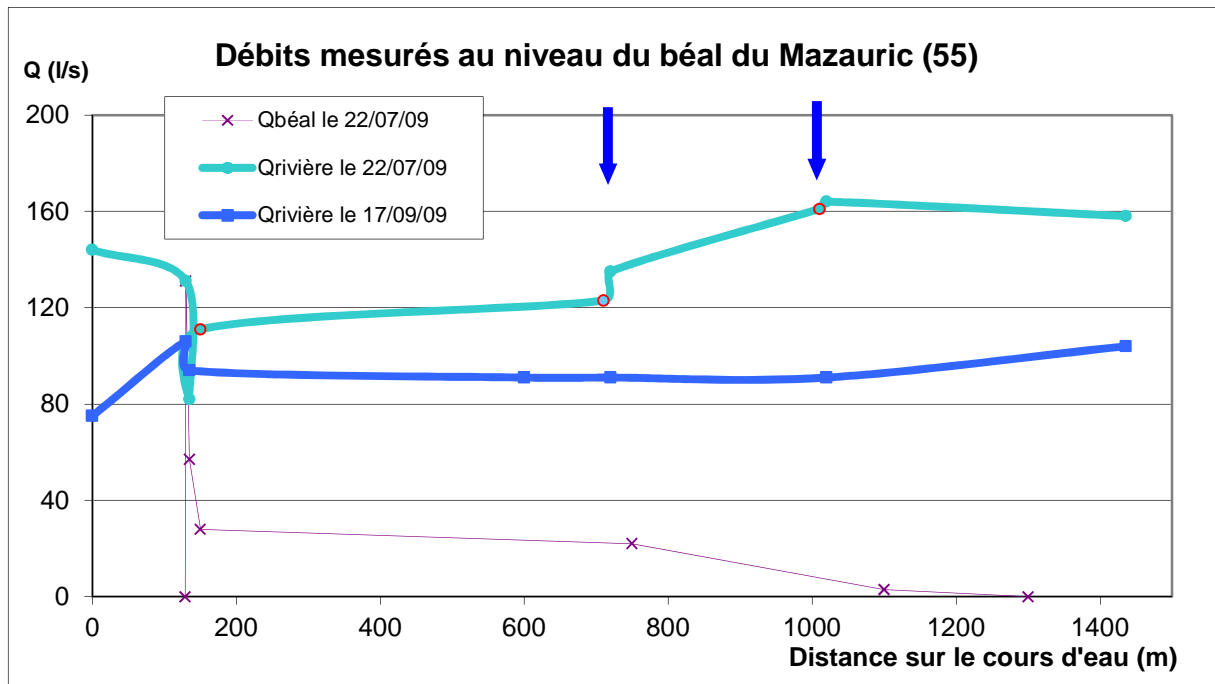


Figure 65 : Impact linéaire du béal 37 sur le Gardon de Mialet (source : BRLi, Rapport sur les investigations complémentaires au PGCR des Gardons, 2009)

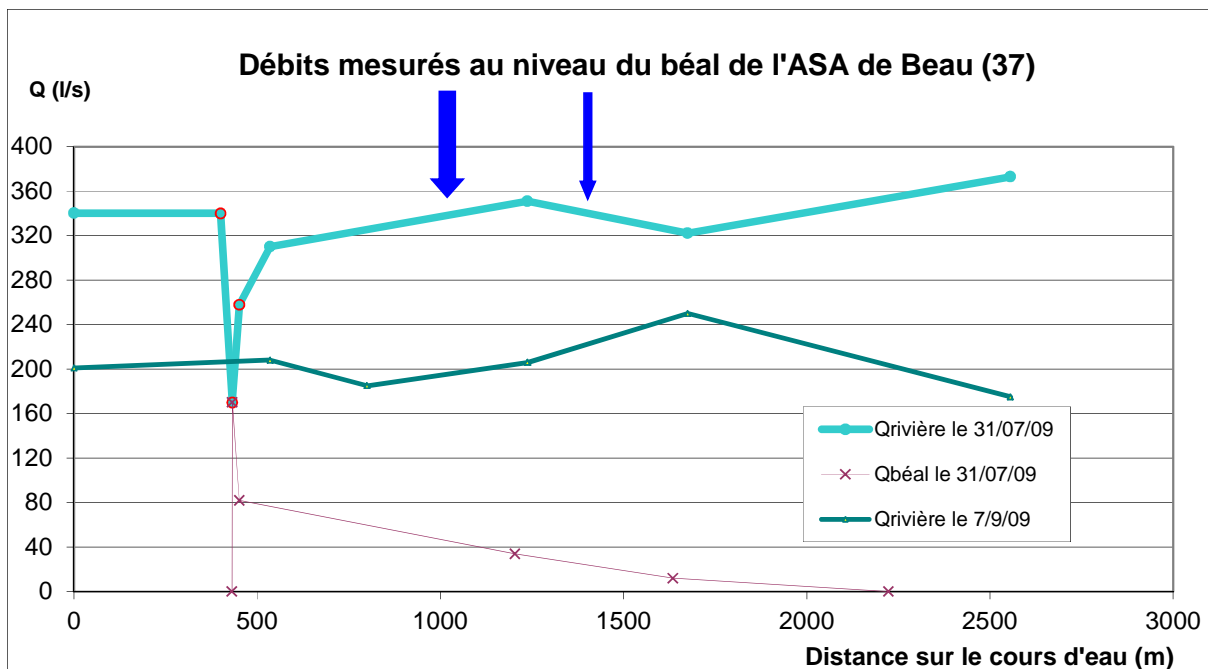
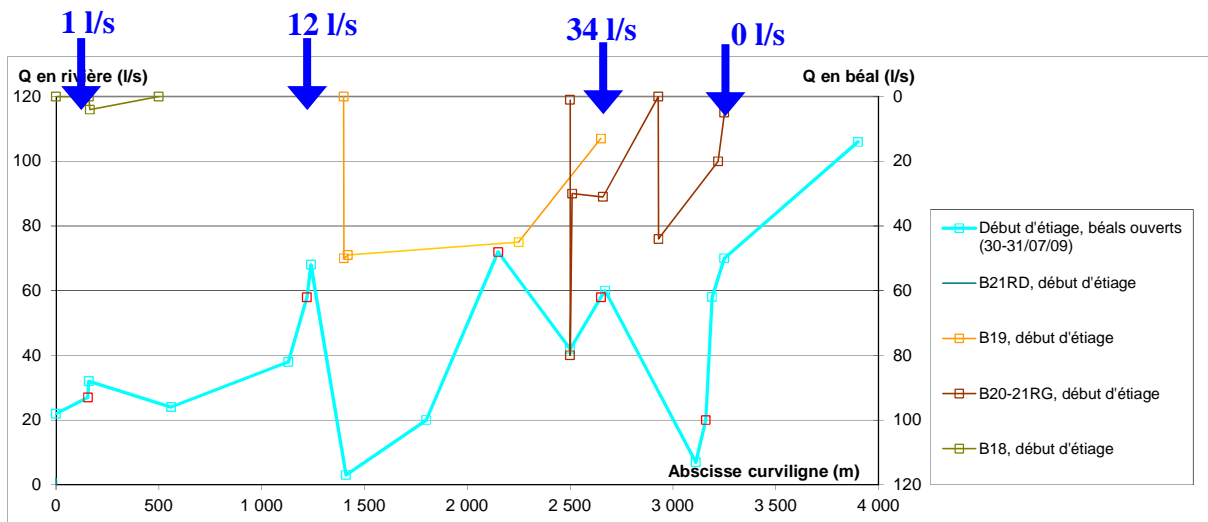
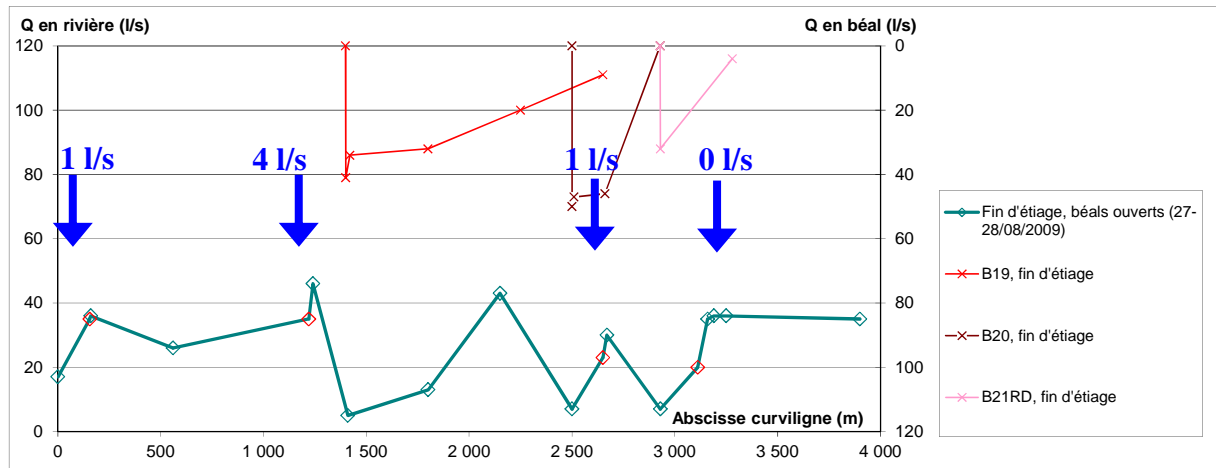


Figure 66, Figure 67, et Figure 68: Impact linéaire des béals 19 à 21 sur la Salindrenque (source : BRLi, Rapport sur les investigations complémentaires au PGCR des Gardons, 2009)

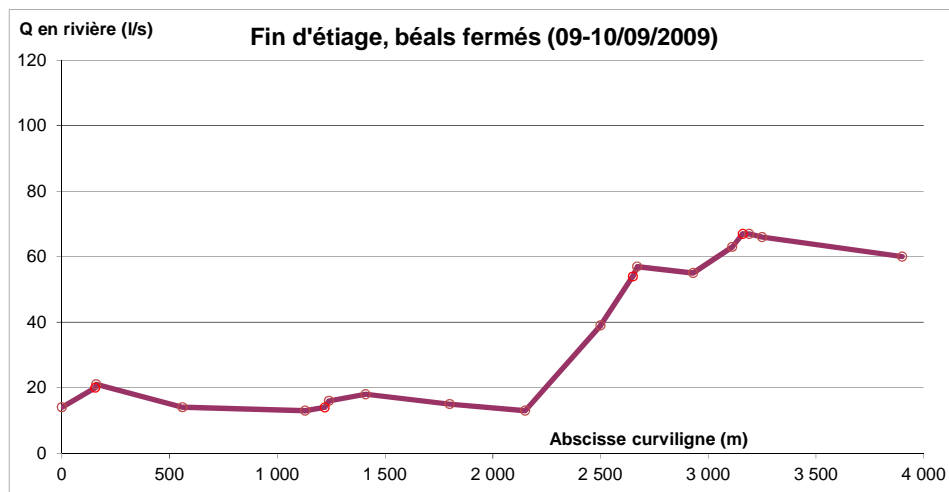
► La campagne de début d'étiage, béals ouverts :



► La campagne de milieu d'été, béals ouverts :



► La campagne de fin d'été, béals fermés :



USAGES

Irrigation

Comme indiqué plus haut, sur les 19 béals possédant un usage irrigation recensés par le SMAGE, 15 ont été enquêtés au cours de la campagne de terrain. Sur les 20 béals enquêtés, 6 possèdent une surface irriguée négligeable (inférieure à 1 ha). Pour les 13 béals irriguant plus de 1 ha, la surface irriguée en prairies moyenne est de 4 ha (entre 1 et 10 ha) de prairies, sans compter la bambouseraie (18 ha) et sa pépinière (11 ha irrigués). 13 béals permettent l'irrigation d'un potager ou de maraichage : la surface moyenne de jardins irrigués est de 0,16 ha (0,01 à 0,5 ha).

Un mode d'irrigation est dominant pour les prairies : **l'irrigation gravitaire par submersion**. Certaines parcelles sont également irriguées **sous pression** essentiellement pour des jardins et potagers, ou encore par ruissellement de sub-surface des eaux infiltrées dans le béal. 5 béals permettent une irrigation en gravitaire uniquement et 7 font coexister les techniques gravitaire et sous pression.

Il a été évoqué les problèmes d'enfoncement du lit des rivières, qui aboutit à une baisse de la ligne d'eau dans les béals, et donc localement à des difficultés d'irriguer en gravitaire.

Autres usages

Les résidences secondaires se développent en Cévennes, accompagnées d'une augmentation des usages loisirs : potagers, jardins, bassins, seuils qui servent pour la baignade (1 recensé), promenade (GR), agrément pour les campings (2 campings recensés en bordure de béal, dont un qui semble utiliser le béal pour l'évacuation de ses eaux usées)... Un usager a estimé que le béal augmentait la valeur de son patrimoine de 20%.

Les béals servent souvent à l'abreuvement des troupeaux.

Un débit prélevé qui dépasse de loin les besoins

Le débit prélevé dépasse en général de beaucoup les stricts besoins, ainsi le prélèvement brut dépasse largement le prélèvement net.

A titre d'exemple, le béal du Duc (35) prélevait 36 l/s lors de la visite de terrain. Il est en eau toute l'année, et le prélèvement brut annuel est donc de 1,1 Mm³. Or le besoin théorique des 3 ha de prairie irrigués par le canal est de 13 500 m³ dans le bassin versant du Gardon de St Jean (Calculs des besoins en eau théoriques). Pour réduire l'impact local des béals, il faut rapprocher le prélèvement brut du besoin, et on voit que la marge de progression est importante.

Plusieurs usagers ont manifesté leur accord pour se mettre aux normes s'ils étaient mieux informés et s'ils obtenaient des aides.

Entretien

La déprise agricole est très marquée, beaucoup de béals sont à l'abandon. C'est en effet souvent l'usager agricole qui s'investit pour l'entretien du béal. Les usagers ont évoqué leurs difficultés pour entretenir leurs seuils sans utiliser de béton, dont l'usage est interdit dans le lit des cours d'eau, voire pour rehausser leur seuil afin de maintenir la ligne d'eau qui permet d'alimenter le béal.

Une mauvaise connaissance des « droits d'eau »

Il est important de souligner la grande difficulté rencontrée pour récupérer les textes réglementaires d'autorisation de prélèvement en rivière. Souvent, ce sont des autorisations tacites ou héréditaires, ou concédées par le maire.

Les droits d'eau individuels (droit à prélever dans le béal) sont souvent alloués en heures d'utilisation plutôt qu'en débit. Ces horaires ne sont souvent plus respectés en raison de la diminution du nombre d'usagers : la répartition se fait désormais à l'amiable.

Les usagers ne savent souvent pas quel est le prélèvement autorisé (la LEMA semble méconnue), ni combien ils prélèvent, faute de compteur.

JEUX D'ACTEURS

Inquiétude concernant la taxation de l'eau

Les usagers se sont montrés très coopératifs dans l'ensemble.

Une inquiétude récurrente a été exprimée concernant la taxation de l'eau par l'Agence de l'Eau. Dans le difficile contexte agricole présent, les agriculteurs craignent le poids d'une charge financière supplémentaire dans leur équilibre budgétaire.

L'attachement aux traditions se manifeste par des interrogations : pourquoi payer l'eau qui est gratuite depuis des siècles ? Pourquoi les prélèvements agricoles sont-ils désormais considérés comme néfastes pour le cours d'eau alors que les systèmes d'irrigation par bédals fonctionnent depuis plusieurs générations ?

Une communication difficile avec les organismes de l'Etat

Beaucoup d'incompréhension apparaît face aux organismes de l'Etat, qui emploient dans leurs lettres un vocabulaire que les usagers ne comprennent pas nécessairement (« module » dans un PV de l'ONEMA...) ou qui leur semblent inappropriés (« pollueur-payeur » dans une lettre de l'AERMC alors qu'ils n'ont pas le sentiment de polluer).

Les arrêtés sécheresse semblent globalement respectés, mais les restrictions d'horaires d'arrosage rendent les conditions de travail difficiles pour les agriculteurs qui doivent se lever la nuit pour manipuler les ouvrages.

Les attentes d'informations sont grandes concernant les droits d'eau.

Conflits entre usagers

Quelques conflits d'usage ont été répertoriés (prélèvement agricole qui fait baisser la ligne d'eau en amont d'un seuil de baignade, agriculteurs amont accusés de trop prélever par l'agriculteur aval, nouveaux usagers qui ne participent pas à l'entretien...)

4.2.8 Synthèse des besoins en irrigation sur le bassin

L'impact des systèmes d'irrigation dépend de l'échelle d'analyse. A une échelle fine, les prélèvements ponctuels ont un impact fort sur les tronçons de cours d'eau court-circuités. Une part de l'eau prélevée non utilisée retourne au milieu mais un tronçon du cours d'eau reste fortement impacté. A l'échelle d'un bassin versant, ce sont les volumes effectivement utilisés/ne retournant pas au cours d'eau par infiltration ou ruissellement qui importent (prélèvements nets).

Il existe plusieurs systèmes d'irrigation existant sur le bassin, avec des prélèvements à l'échelle des sous-bassins estimés par différentes méthodes :

- ▶ **Les grands canaux** (Beaucaire et Boucoiran), non équipés de compteurs, dont les prélèvements sont estimés à partir des besoins théoriques en irrigation, augmentés d'un coefficient de « surconsommation » de 30%.
- ▶ **Les périmètres d'irrigations gérés par BRL** : la concession de la Gardonnenque (ressource prélevée : karst Urgonien) et la concession d'Aramon (eau du Rhône et des alluvions du Gardon). Les prélèvements sont connus et on estime qu'il n'y a pas de retours en rivière.
- ▶ **Les forages privés**, très nombreux en Gardonnenque, et essentiellement à vocation d'irrigation agricole ou d'arrosage de jardins. Leur prélèvement net est estimé à partir des besoins théoriques augmentés d'un coefficient de « surconsommation » de 30%.
- ▶ **Les bédals Cévenols** forment un système de canaux anciens et multi-usages (irrigation, loisirs...), souvent abandonnés ou mal entretenus à cause de la déprise agricole. Leur prélèvement net est estimé à partir des besoins théoriques augmentés d'un coefficient de « surconsommation » de 30%. Cette surconsommation est considérée à l'échelle du bassin. Il faut la distinguer de l'impact local du prélèvement brut, qui peut être important.

SUPERFICIES IRRIGUEES

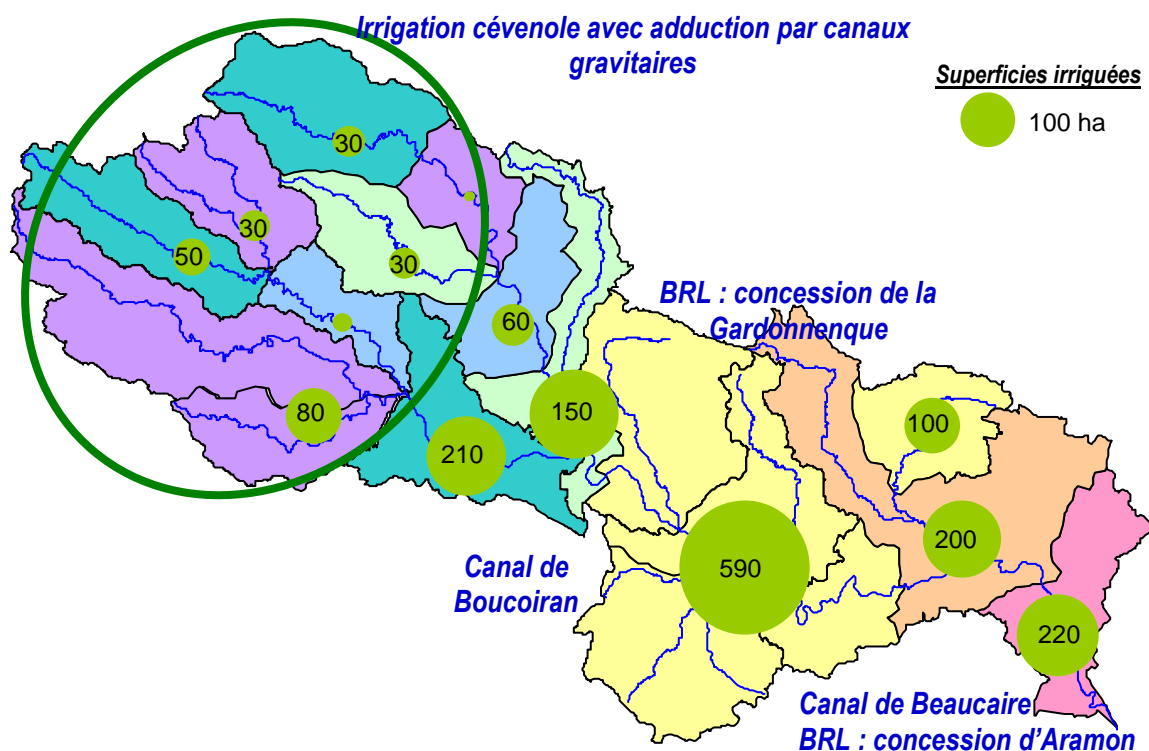
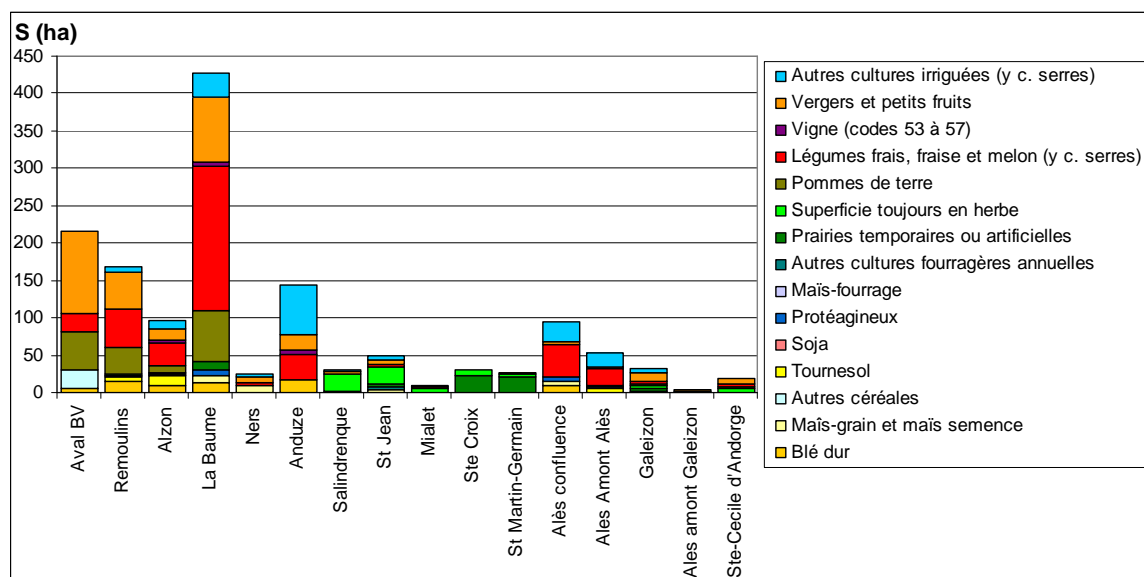


Figure 69 : Cultures irriguées par sous-bassin et par type (source : RGA 2000, calculs BRL).



L'agriculture Cévenole irriguée est dominée par l'élevage, d'où l'importance des superficies enherbées. Dans la Gardonnenque et plus en aval, l'agriculture irriguée est plus polyvalente, avec des vergers, du maraîchage, et plus marginalement des grandes cultures et des vignes.

BESOIN EN EAU DES CULTURES

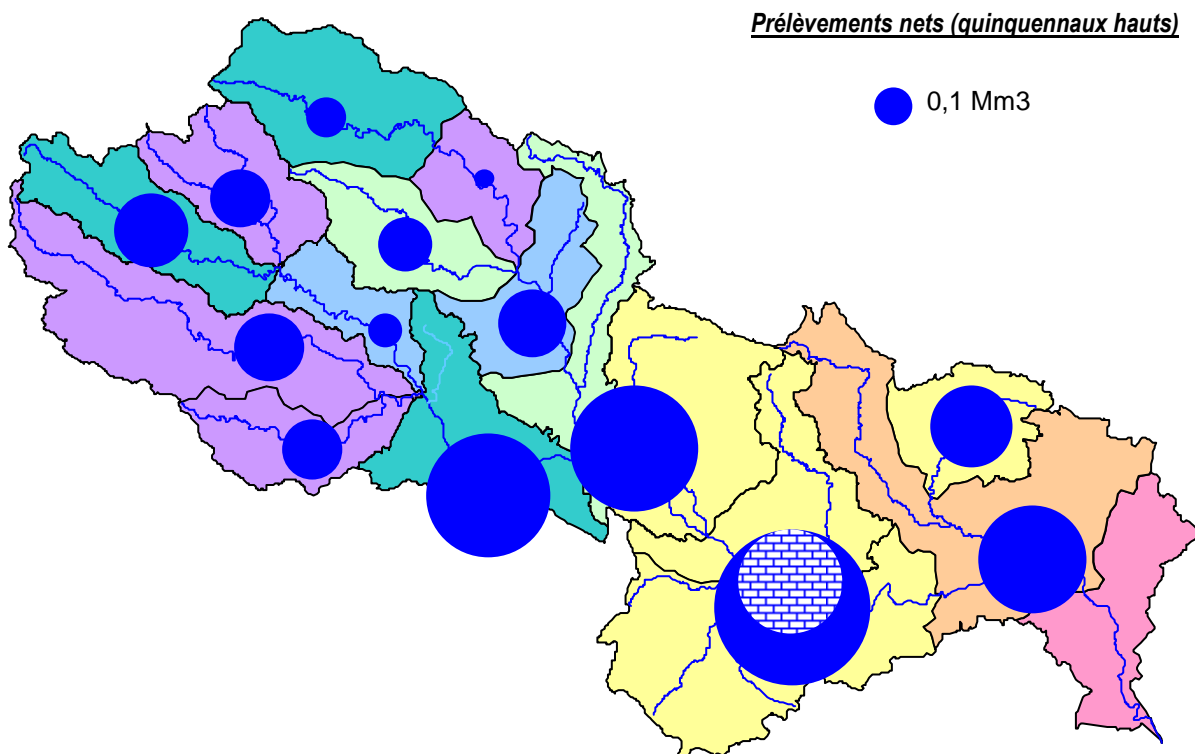
Les besoins agricoles les plus importants se situent dans les deux tiers en aval du bassin, où se situent des importants prélèvements dans le milieu. Sur le tronçon Ners-La Baume, le besoin en irrigation approche 90 L/s le mois de pointe.

Tableau 32 : Besoins en irrigation théoriques des cultures pour les différents sout-bassins

Besoins diffus en eau d'irrigation (m3)		Ste-Cecile d'Andorge	Ales amont Galeizon	Galeizon	St-Hilaire	Ales aval	Gardons St-Germain et St-Martin	Gardon de Ste-Croix	Gardon de Mialet	Gardon de St-Jean	Salindrenque	Anduze	Ners	La Baume	Alzon	Remoulins
Moyen 97-2007 (m3)	4	7 842	56	685	468	1 513	2 504	4 163	98	849	14	2 599	2	2 126	579	1 022
	5	29 534	392	3 295	5 985	13 286	9 571	17 175	551	4 087	455	19 636	2 851	36 579	9 002	17 608
	6	130 683	2 766	18 945	41 223	39 144	31 540	42 241	2 606	16 718	4 051	46 407	41 726	218 600	38 972	88 329
	7	246 617	4 976	32 124	78 256	79 268	43 863	57 569	4 178	27 883	7 515	82 415	80 821	522 752	87 041	194 211
	8	148 384	3 058	22 040	54 425	48 563	31 321	48 493	7 028	32 425	21 206	52 159	50 329	344 152	51 161	137 904
	9	33 365	806	6 330	9 865	11 904	13 103	19 016	2 052	9 526	5 602	10 885	11 227	59 766	7 344	21 917
5ans sec (68-2008) (m3)	4	17 803	90	1 369	480	1 970	6 108	8 666	179	1 795	0	4 423	0	1 155	307	561
	5	40 267	606	4 714	6 033	15 553	15 682	23 496	772	5 598	674	25 166	2 091	42 278	11 758	20 801
	6	157 133	3 821	23 628	63 016	62 356	36 414	48 431	3 402	20 164	5 018	70 098	58 969	286 170	56 605	131 736
	7	289 030	5 764	38 681	96 576	107 748	49 740	63 813	5 130	32 101	9 100	111 306	95 886	665 670	106 199	237 443
	8	204 434	4 209	29 141	71 090	68 404	40 976	61 400	9 652	41 035	30 413	66 342	59 024	425 942	63 725	173 280
	9	52 517	1 339	9 506	16 347	20 656	21 046	33 358	3 779	15 642	11 184	18 988	20 848	109 929	16 360	48 879
Qfictif 3 mois moy 97-07 (l/s)	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	4	0	0	1	2	1	2	0	1	0	3	0	5	1	2
	6	17	0	2	5	5	4	5	0	2	1	6	5	28	5	11
	7	32	1	4	10	10	6	7	1	4	1	11	10	67	11	25
	8	19	0	3	7	6	4	6	1	4	3	7	6	44	7	18
	9	4	0	1	1	2	2	2	0	1	1	1	1	8	1	3
Qfictif 3 mois 5ans sec (68-08) (l/s)	4	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	5	5	0	1	1	2	2	3	0	1	0	3	0	5	2	3
	6	20	0	3	8	8	5	6	0	3	1	9	8	37	7	17
	7	37	1	5	12	14	6	8	1	4	1	14	12	86	14	31
	8	26	1	4	9	9	5	8	1	5	4	9	8	55	8	22
	9	7	0	1	2	3	3	4	0	2	1	2	3	14	2	6

PRELEVEMENT NET

La figure ci-dessous récapitule les prélèvements nets à des fins d'irrigation sur le bassin, sur chacun des tronçons considérés et délimités par les points nodaux. Le prélèvement net est représentatif du besoin à l'échelle du sous-bassin mais n'est pas un indicateur de l'impact local des prélèvements sur le milieu. Ainsi, en Cévennes, l'impact local des prélèvements bruts des béals est important, mais en raison de l'importance des retours, le prélèvement net reste limité et ne fait pas apparaître ces déséquilibres locaux. L'importance du prélèvement en Gardonnenque (forages individuels, forages de Moussac et Maissonnette dans l'Urgonien, prélèvement des canaux de Boucoiran et de Beaucaire).



4.2.9 Besoins en irrigation futurs

Les facteurs-clef de l'évolution de l'irrigation sont les suivants :

- ▶ les filières agricoles,
- ▶ le climat,
- ▶ le mode d'irrigation et le rendement des réseaux,
- ▶ les besoins pour les autres usages et pour les milieux aquatiques.

FILIERES AGRICOLES

(Source : Aqua 2020)

Fruits

En **Gardonnenque, le déclin est déjà fortement engagé** : les productions de fruits sont marginales à l'exception des alentours de Remoulins et Sernhac où un maintien de la production d'abricots et de cerises peut être envisagé. Dans le reste de la Gardonnenque et à l'aval d'Alès, les vergers ont aujourd'hui tous disparu (hormis entre Nozières et la Calmette où l'on trouve des oliviers et des truffiers irrigués (CG 30)) et leur reconstitution dans un contexte régional en difficulté ne semble pas envisageable.

Dans le **haut-bassin** des Gardons, de petites productions de qualité se maintiennent (comme la reinette du Vigan) avec des possibilités de développement limitées par l'accès au foncier et aux ressources en eau. La modernisation des châtaigneraies est à l'origine d'un regain que l'irrigation pourrait contribuer à développer (sécurisation et qualité). Une production de fruits rouges émerge. **Mais les ressources en eau limitées ne permettront pas d'étendre ces productions.**

Légumes

Des **pôles de production significatifs se maintiennent en Gardonnenque** et sur les terres à proximité du Gardon (légumes lourds tels que pommes de terre primeurs et carottes, ou encore asperge et melons). A l'aval d'Alès, des maraîchers produisent une gamme élargie de légumes pour la ville. L'eau reste un facteur limitant à la fois à cause des risques importants de crues torrentielles, mais également du fait des tensions sur les ressources en période d'étiage.

Dans les **hauts-bassins**, l'oignon doux des Cévennes possède de bons débouchés commerciaux mais sa production demeure limitée, comme tout le maraîchage, par la disponibilité des ressources en eau, d'où au minimum un **maintien de la demande en eau pour l'irrigation.**

Vignes

L'irrigation de la vigne permet la production de produits pour l'exportation. **Elle devrait se maintenir** mais son développement risque d'être limité par la disponibilité de la ressource.

Fourrages

Dans la plaine, la production de fourrages va se développer (arrachage de vignes, réforme de la PAC), de manière extensive sans réel apport d'eau et d'intrants. L'excès de l'offre de fourrages ainsi que l'importante production de tourteaux résidus de transformation des agro-carburants par rapport à la demande (peu d'éleveurs) induira une baisse des prix qui **régulera l'augmentation des surfaces.**

Dans les **hauts-bassins**, la production de fourrage extensive en irrigation traditionnelle par des éleveurs (béals) **va se maintenir**, mais la situation foncière et topographique ne permet pas de développement de la production de fourrage irrigué. Mais les éleveurs seront demandeurs du foin de la plaine.

Grandes cultures

Dans la plaine, l'impact de la PAC est visible dans la non-production des terres en coteaux secs et l'irrigation ciblée de qualité pour le blé dur et le tournesol en particulier dans la plaine de St Chaptes. Le colza pour l'huile carburant se développera probablement mais cette culture sera-t-elle extensive sans irrigation ? On peut tabler sur un **maintien de la demande en eau**.

Autres

Des interrogations sur certaines productions demeurent comme l'évolution des **truffières irriguées** qui connaissent un fort engouement dans les zones calcaires du Gard.

LE CLIMAT

(Source : *Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard, 2008*)

La fréquence et l'acuité des sécheresses vont probablement s'accroître dans les années à venir, ce qui va générer une augmentation des besoins en eau agricoles à surface irriguée constante (l'augmentation de la demande climatique peut aller pour une année très sèche jusqu'à + 50% sur la facture d'eau d'une exploitation agricole). Les professionnels agricoles considèrent que le développement de l'irrigation est indispensable au maintien de l'agriculture : les demandes d'installation ne se font désormais que sur les terres desservies en eau.

Le retour d'expérience des années sèches récentes a amené à reconsidérer les scénarios envisagés jusqu'à présent. Le climat des années 2003 – 2006 a déjà provoqué un développement de l'irrigation des vignes sur la Gardonnenque. L'irrigation permet d'améliorer et stabiliser à la fois le rendement et la qualité (les années sèches, les vins sont trop alcoolisés, ce qui ne correspond pas à la demande). **Pour le scénario 2020, on a ainsi considéré qu'entre 20 et 50% des vignes seraient irriguées.**

MODES D'IRRIGATION

Les prélèvements agricoles bruts sur le bassin des Gardons ne sont que partiellement corrélés aux besoins en eau des cultures. Les équipements sous pression (forages, périmètres desservis par les réseaux BRL) sont ceux qui s'en rapprochent le plus. Mais les systèmes gravitaires des béals, ou des grands canaux de la plaine prélèvent toute l'année sans système de régulation. Or ces systèmes sont en liaison avec le Gardon. Une modernisation des systèmes d'irrigation permettra de réduire l'impact local sur les milieux aquatiques, mais ne réduira pas le prélèvement.

Les techniques de pilotage de l'irrigation des cultures maraichères et fruitières pourraient permettre de réduire de 10 à 15% les volumes nécessaires. Les outils sont disponibles, mais beaucoup reste à faire en termes de sensibilisation et formation (*Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard, 2008*).

CONCLUSION

L'agriculture irriguée demeure un secteur important dans le bassin. Les scénarios de prospective envisagés dans Aqua 2020 tablent sur une faible décroissance de l'agriculture irriguée sur le bassin.

Tableau 33 : Récapitulatif des tendances par filières (Source : Aqua 2020)

	Fruits	Légumes	Vigne	Fourr.	Gr. cult.	Tend. Gén.
Gardons	-	=	=	=	-	=
Hauts cantons	+	+	=	= / +		= / +

Aqua 2020 retient l'hypothèse d'une poursuite de l'érosion des usages agricoles dans le bassin baisse de 7% des prélèvements pour l'eau d'irrigation d'ici 2020.

A titre de comparaison, le Schéma Départemental des Ressources en Eau du Gard indique les ordres de grandeur suivants.

Tableau 34 : Evolution des débits utilisés pour l'irrigation (Source : Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard)

Bassin	Débits journaliers utilisés en situation actuelle	Débits journaliers utilisés pour l'irrigation en 2020 (m3/j)		Evolution des débits utilisés pour l'irrigation en 2020 (m3/j)	
		hypothèse basse	hypothèse haute	hypothèse basse	hypothèse haute
Gar1	6 358	6 121	6 121	-4%	-4%
Gar2	24 138	23 964	26 831	-1%	11%
Gar3	67 290	71 063	86 549	6%	29%

4.3 USAGE INDUSTRIEL

L'activité industrielle sur le bassin des Gardons susceptible d'influencer les cours d'eau est la suivante :

- ▶ Le pôle industriel du bassin d'Alès ;
- ▶ Les industries agro-alimentaires de la Gardonnenque ;
- ▶ L'activité d'extraction de matériaux dans le lit du Gardon ;
- ▶ L'ancienne activité minière de la bordure Cévenole.

Le bassin d'Alès (environ 6500 emplois) est un des pôles industriels importants du Gard, aujourd'hui en reconversion vers 4 secteurs d'activités : l'éco-industrie, les sports mécaniques, l'agroalimentaire et les habitations légères de loisirs. Cette reconversion est actuellement lente et difficile, mais elle devrait s'accélérer avec le désenclavement lié à la finalisation de la 2x2 voies Nîmes-Alès et à l'arrivée du très haut débit.

4.3.1 Approvisionnement en eau actuel

Les industries s'approvisionnent en eau :

- ▶ Soit par un **prélèvement privé**. Peu d'industries possèdent directement une prise ou un forage. Seuls 14 points de prélèvement sont recensés par l'Agence de l'Eau RMC, et les volumes annuels prélevés ne sont pas renseignés tous les ans.
- ▶ Soit par une **connexion au réseau d'eau potable**, et les prélèvements sont déjà pris en compte dans les usages « domestiques ». Cela concerne essentiellement les industries à proximité des centres urbains, en particulier Alès et Uzès, ainsi que les communes à forte présence d'activité vitivinicole surtout situées dans la partie Rhodanienne (AOC Côtes du Rhône).
- ▶ Soit par une **connexion au réseau d'eau brute géré par BRL**.

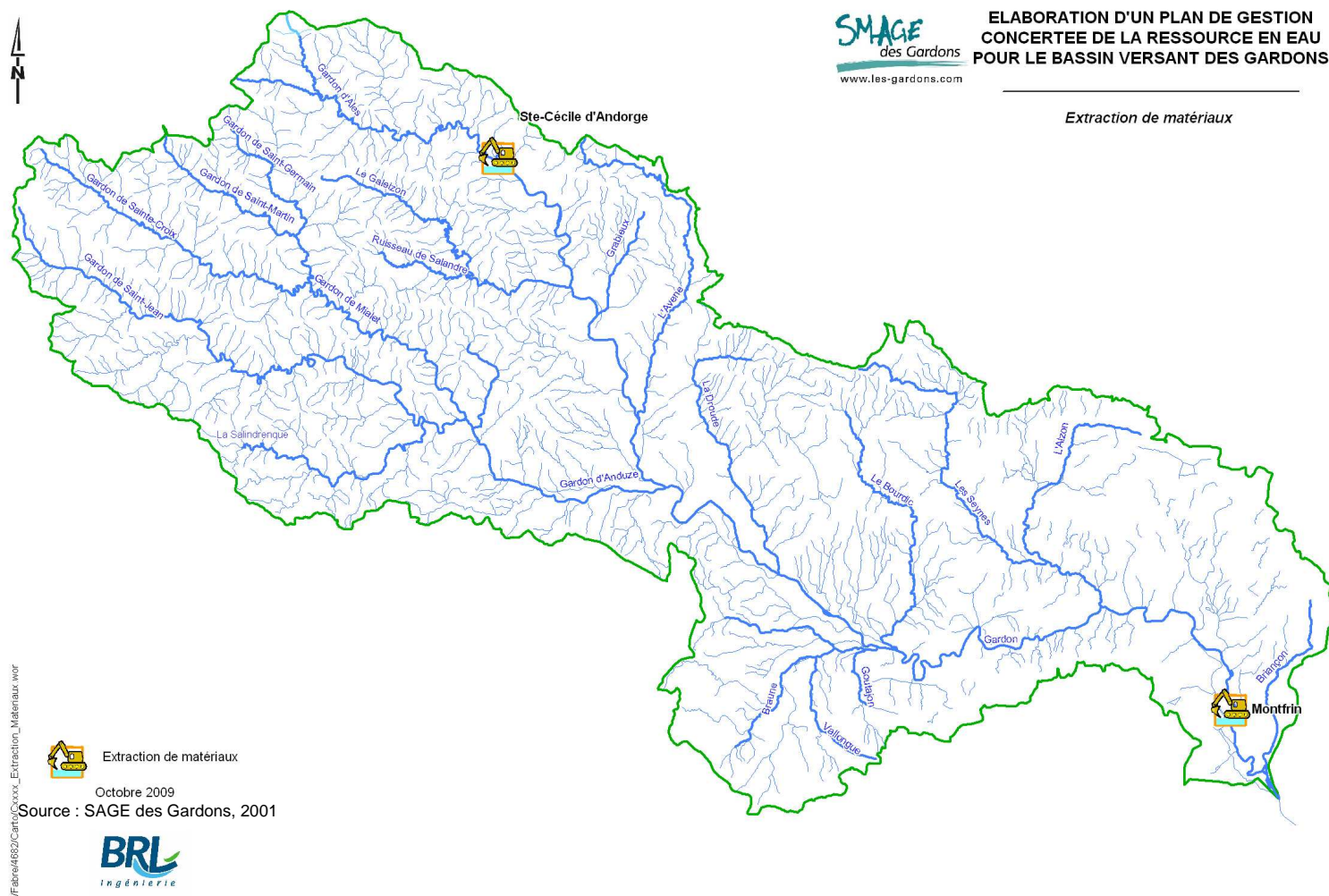
La carte ci-dessous situe les principaux sites d'extraction de granulats du bassin versant. Il est à noter que le site d'exploitation situé en amont de Ste-Cécile-d'Andorge a fermé depuis l'édition de cette carte.

Tableau 35: Consommations industrielles (m³/j) sur le bassin des Gardons

Bassin versant	Volume prélevé			Volume utilisé	Consommation	Restitution eaux sup	Restitution eaux sout	Prélèvement net Eaux sup + alluvions
	Eaux sup	Alluvions	Autres					
Gardon St-Jean	40	0	10	50	40	10	0	30
Gardon Alès	0	300	1 190	5 400	400	5 000	0	-4 700
Gardon aval	800	1 300	2 080	4 100	400	3 700	300	-1 600

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

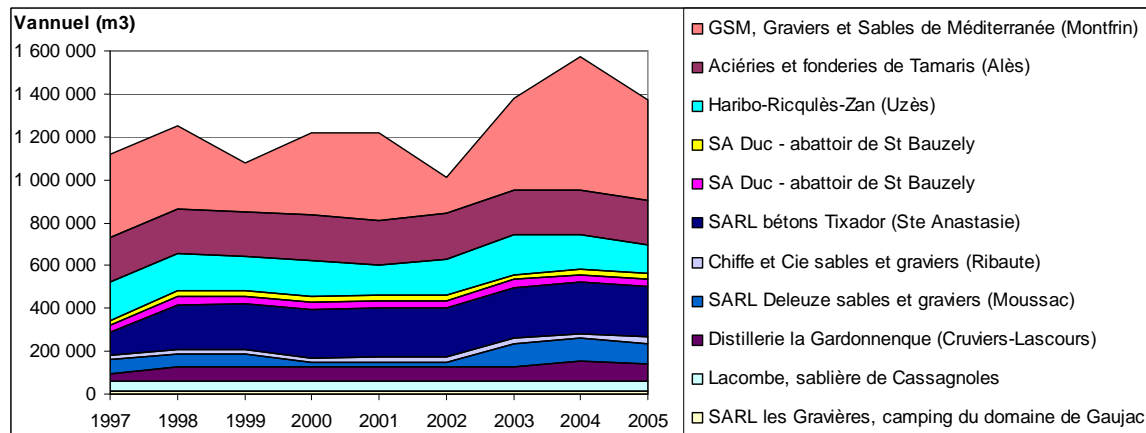
Figure 70 : Extractions de granulats sur le bassin des Gardons



Bilan des prélèvements bruts industriels.

Les données sont issues des prélèvements déclarés à l'Agence de l'Eau RMC ainsi que du site Internet de l'IREP. Sur l'ensemble du bassin, le prélèvement industriel moyen est de 1,3 Mm³ par an (1,4 Mm³ en 2005), ce qui correspond à un débit fictif continu de 40 l/s (44 l/s en 2005).

Tableau 36 : Historique des prélèvements industriels.



L'approvisionnement en eau des industriels est assez irrégulier : il a baissé légèrement jusqu'en 2000 (peut-être dû à la fermeture des mines) et connaît une tendance à la légère hausse depuis lors. Les arrêts sécheresse récents n'ont globalement pas fait baisser les prélèvements annuels.

Près de 3 900 m³/j sont prélevés sur la Cèze amont, pour le GIE de Salindres (bassin du Gardon d'Ales). Ce prélèvement correspond par ailleurs au plus important **transfert interbassin** d'eau souterraine sur le département du Gard (Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard, Ginger, 2008).

Type d'usage	Consommation	Restitution eaux sup	Restitution eaux sout
Embouteillage d'eau, refroidissement des centrales thermiques (circuit fermé) / élevages	100%	0%	0%
Industriel (restitution directe), centre de loisirs aquatiques, autres	7%	93%	0%
Industriel (restitution par épandage)	7%	0%	93%

Prélèvements nets

La plupart des industries possédant un point de prélèvement sont des carrières ou des industries utilisant l'eau pour leur circuit de refroidissement. Aussi, un taux de retour en rivière de 90% a été considéré.

Problèmes causés par la rareté de la ressource

Deux principaux déficits ou limites de ressource perturbent l'activité industrielle dans le bassin (Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard, 2008).

- ▶ L'entreprise Tixador (fabrique de béton et traitement de matériau) qui possède une prise en rivière dans le Gardon au niveau de Sainte-Anastasie, et a été contraint de cesser son activité en période d'étiage sévère (2003-2005). Il s'agit du cas de pénurie le plus important sur le département.
- ▶ Le GIE Salindres, qui possède un captage en nappe alluviale de la Cèze et mobilise jusqu'à 3 000 m³/j, dont 1 200 environ sont destinés à l'alimentation en eau potable de la commune de Salindres. L'activité du GIE est donc fortement liée au débit de la Cèze.

4.3.2 Evolution

(Source : Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard, 2008)

Aucune implantation de nouveau pôle industriel n'est prévue sur le bassin des Gardons. Les projets de zones d'activités s'orientent vers des créations d'entrepôts, d'activités tertiaires ou des petites entreprises d'informatique et d'électronique. Pour la plupart, ces établissements viendront s'alimenter sur le réseau de distribution publique d'eau potable ou sur des réseaux d'eaux brutes type BRL.

Tableau 37 : Projections de besoins en eau industriels (SD Ressources, 2008)

Bassin versant	Volume utilisé 2005 (m ³)	Besoin supplémentaire 2020 (m ³)
Gardon de St Jean	18 250	-
Gardon d'Alès	1 971 000	730 000 (+ 35%)
Gardon aval	1 496 500	365 000 (+ 20%)

Précision : Les chiffres des besoins industriels du schéma directeur comprennent les volumes distribués par les réseaux domestiques municipaux et les réseaux BRL. Ils sont donc plus importants que les stricts prélèvements propres aux industries que nous considérons dans la présente étude.

On peut donc ainsi tabler sur une **stabilité des prélèvements nets industriels**, l'accroissement modeste des activités industrielles étant compensé par l'optimisation des process en regard des consommations en eau.

4.3.3 Concessions minières

A la suite de la crise du secteur minier, les Houillères de Bassin Centre et du Midi (HBCM) ont annoncé, en janvier 2001, la fin de l'extraction charbonnière à Alès.

Les galeries creusées lors de l'exploitation des mines se sont progressivement remplies des eaux d'infiltration après la cessation d'exploitation des mines. Ces eaux forment des aquifères localisés, dont le trop-plein entraîne l'apparition d'émergences aux points bas, qui apparaissent soit de façon diffuse dans les thalwegs, soit ponctuellement (par exemple le long d'une faille). Ces aquifères constituent une réserve quantitative inexploitée (15 à 40 Mm³, BRGM, 1998), mais présentent des qualités d'eau très médiocres (forte conductivité, fort résidu sec, fortes teneurs en sulfates, fer et manganèse).

Dans les zones d'urgence, l'impact de ces rejets sur le milieu consiste en une augmentation de la teneur en sulfates, ainsi que la précipitation du fer et du manganèse (turbidité, coloration orangée, colmatage...).

- ▶ Concessions d'Olympie et Malataverne : écoulement négligeable (< 1L/s), impact qualitatif négligeable (CESAME, 2004)
- ▶ Concession de Rochebelle et Saint-Martin-de-Valgagues (CESAME, 2006) : il existe une station de pompage et de traitement des eaux (environ 200 m³/h, 39 à 56 L/s entre juin et août), l'eau d'exhaure est très minéralisée. Le rejet s'effectue principalement dans le Gardon d'Alès, en aval de St Hilaire (puits de Fontanes) où le QMNA5 est évalué à 127 L/s, et plus marginalement dans le ruisseau St Raby. L'impact est limité (minéralisation (zinc) et une augmentation de la turbidité (Fer, Magnésium...).
- ▶ Concession de la Grand Combe : excédents d'écoulement (jusqu'à 290 m³/h soit 80 L/s dans divers ruisseaux affluents du Gardon d'Alès (Sans Nom, Soulier...). Qualité (rejets : As, Ni, sulfates, oxygène dissous faible, déclassement des affluents du Gardon pour le paramètre sulfate, mais pas sur le Gardon (2003). (CESAME, 2005)
- ▶ Concession de la Grand Combe Est : les eaux météoriques infiltrées au niveau de la Panissière (BV Avène) sont détournées vers le BV de la Cèze.
- ▶ Saint-Sébastien-d'Aigrefeuille, sur le bassin du Gardon d'Anduze. Les rejets s'effectuent dans l'Amous.

Tableau 38 : Liste des concessions minières (source : contrat d'Agglomération d'Alès : diagnostic préalable)

Nom	Communes concernées	Minéraux extraits	Superficie	Date de création
Cendras	Cendras, St Martin-de-Valgalgues, Saint-Jean-du-Pin, Alès	Pyrite de fer et autres sulfures ou minerais métalliques connexes	182 ha	Octroi à Mrs RIBOT en 1865
La Grand' Combe Ouest	Branoux-les-Taillades, La Grand-Combe, Laval-Pradel, Le Martinet, Portes, Saint-Florent-sur-Auzonnet, Saint-Julien-les-Rosiers, Sainte-Cécile-d'Andorge, Les Salles-du-Gardon, Soustelle	Houille	5214 ha	Fusions et modifications sur la période de 1809 à 1931
Saint-Félix	St Martin-de-Valgalgues, Saint-Julien-de-Valgalgues, Alès	Pyrite de fer, Plomb Zinc et autres métaux connexes	350 ha	1856
Le Soulier	St Martin-de-Valgalgues	Houille, fer, Plomb, Zinc	331 ha	1856
Malataverne	Arrondissement d'Alès	Aucune exploitation minière	798 ha	1830
Olympie			630 ha	1825

Ces aquifères jouent un rôle de **soutien d'étiage**. En 2003, sur le Gardon d'Alès, les apports s'élevaient à **environ 80 l/s** répartis en plusieurs points de rejet au niveau de la Grand Combe. L'exutoire de la station de traitement des eaux de mine de Fontanes est de l'ordre de 40 l/s mais peut s'élever à **55 l/s** (au en amont direct d'Alès).

Si l'impact des eaux d'exhaures des mines est généralement limité, les rejets constituent néanmoins des points de pollution. L'amélioration théorique de la qualité de l'eau en régime permanent (sans modification de l'écoulement) doit être vérifiée au cas par cas sur le terrain (BRGM, 1998).

A la traversée du bassin minier, la qualité hydrobiologique du Gardon d'Alès se dégrade. Cela est dû à la fois au stress hydrique (pertes dans le karst), aux rejets organiques diffus, et au colmatage du lit. Il est difficile d'estimer la part de l'impact des rejets miniers. Des anomalies en métaux lourds sont observées dans les inventaires de poissons. Notamment, l'Arsenic en aval du Sans Nom peut être attribué aux rejets miniers.

Il semble ainsi délicat de préconiser une augmentation des débits rejetés en étiage afin de soutenir le débit à moins de faire des tests de pompage pilotes au préalable.

4.4 BILAN SUR LES PRELEVEMENTS

4.4.1 Localisation des points de prélèvement

Les points de prélèvements sont représentés sur la carte suivante.

4.4.2 Données clés à l'échelle du bassin

AEP

Il existe 75 maîtres d'ouvrage AEP utilisant les ressources en eau du bassin. Leur prélèvement brut total est de 22,7 Mm³ en 2005, soit un **débit fictif continu (dfc) de 720 l/s en 2005, et 1020 l/s le mois de pointe**. Le coefficient de pointe est 1,4.

Les prélèvements AEP ont connu un pic en 2003 (26,5 Mm³) et sont en baisse depuis.

Les 10 principaux préleveurs AEP prélèvent près de 80% du volume total prélevé sur le bassin pour l'AEP. Les 3 principaux préleveurs sont :

- ▶ le syndicat de l'Avène (10,3 Mm³, dfc= 330 l/s, dfc mois de pointe=460 l/s). Ses prélèvements ont baissé de 25% entre 2003 et 2005 en lien avec une amélioration des rendements.
- ▶ la mairie d'Uzès (1,5 Mm³, dfc=50 l/s, dfc mois de pointe=66 l/s)
- ▶ le SI de distribution des Eaux Grand Combienne (1,3 Mm³, dfc=42 l/s, dfc mois de pointe=48 l/s)

Les ressources les plus sollicitées sont :

- ▶ le karst Hettangien (8,1 Mm³/an),
- ▶ les aquifères alluviaux (7 Mm³/an),
- ▶ les ressources superficielles (2,5 Mm³/an),
- ▶ le karst Urgonien (2,4 Mm³/an),
- ▶ les molasses Miocènes (1,4 Mm³/an).

AGRICULTURE

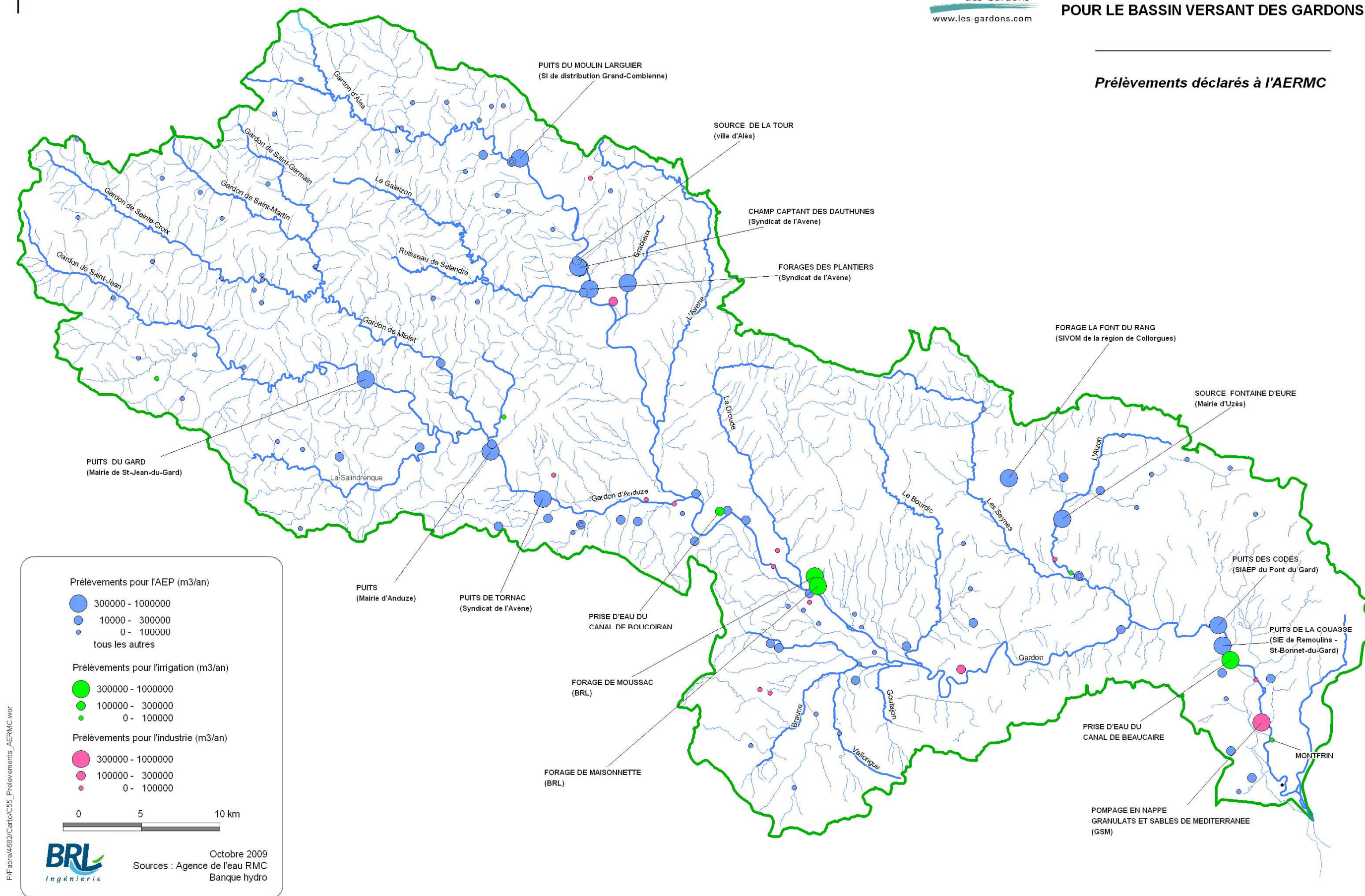
Il existe plusieurs types de systèmes irrigués sur le bassin :

- ▶ **Les grands canaux** (Beaucaire et Boucoiran) : prélèvement superficiel.
Pour le canal de Boucoiran, le prélèvement brut estimé en 2005 est de 29 Mm³, soit 930 l/s en dfc annuel, et 1300 l/s en dfc du mois de pointe (juin à cause des restrictions de prélèvement imposées par le règlement d'eau).
Il n'a jamais existé de dispositif de comptage sur le canal de Beaucaire.
- ▶ **Les périmètres d'irrigations gérés par BRL** : prélèvements dans l'Urgonien (1,1 Mm³, dfc=35 l/s, dfc en juillet 117 l/s)
- ▶ **Les forages privés**, très nombreux en Gardonnenque et mal connus.
- ▶ **Les béals Cévenols** dont le prélèvement représente souvent une importante partie du débit du cours d'eau en étiage, mais qui desservent des usages dont les besoins sont relativement faibles. Leur impact local sur le cours d'eau est ainsi fort en dépit d'un prélèvement net faible.

Il convient de distinguer les prélèvements bruts (prélèvement total dans le milieu naturel) des prélèvements nets (part des prélèvements consommée, qui ne retourne pas au milieu naturel). Pour les systèmes gravitaires, les prélèvements bruts dépassent de beaucoup les prélèvements nets.

Les prélèvements nets au niveau de Remoulins sont estimés à 5,7 Mm³.

Prélèvements déclarés à l'AERMC



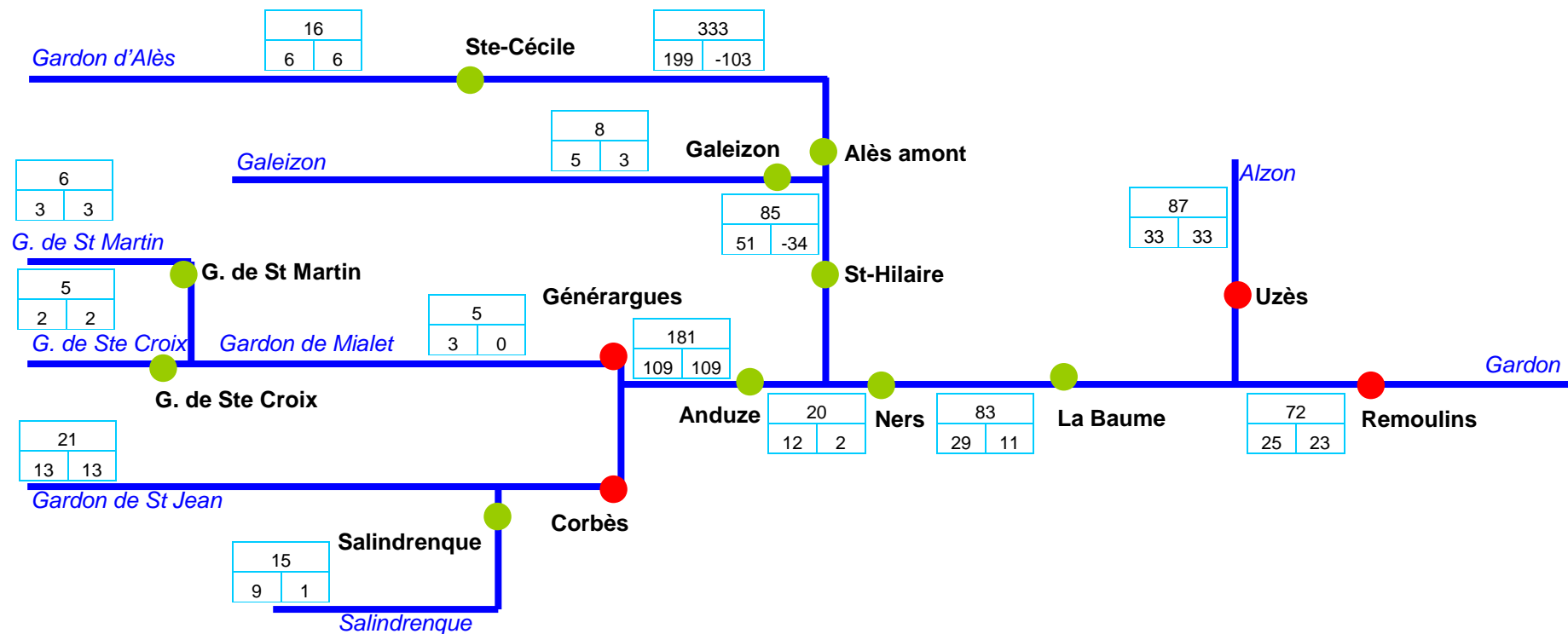
INDUSTRIE

Beaucoup d'industries ne possèdent pas de point de prélèvement propre, mais sont raccordées au réseau domestique, ou au réseau d'adduction d'eau brute de BRL.

Sur l'ensemble du bassin, le prélèvement industriel brut en 2005 était de 1,2 Mm³ en 2005, ce qui correspond à un débit fictif continu de 40 l/s.

4.5 RECAPITULATIF PAR TRONÇON

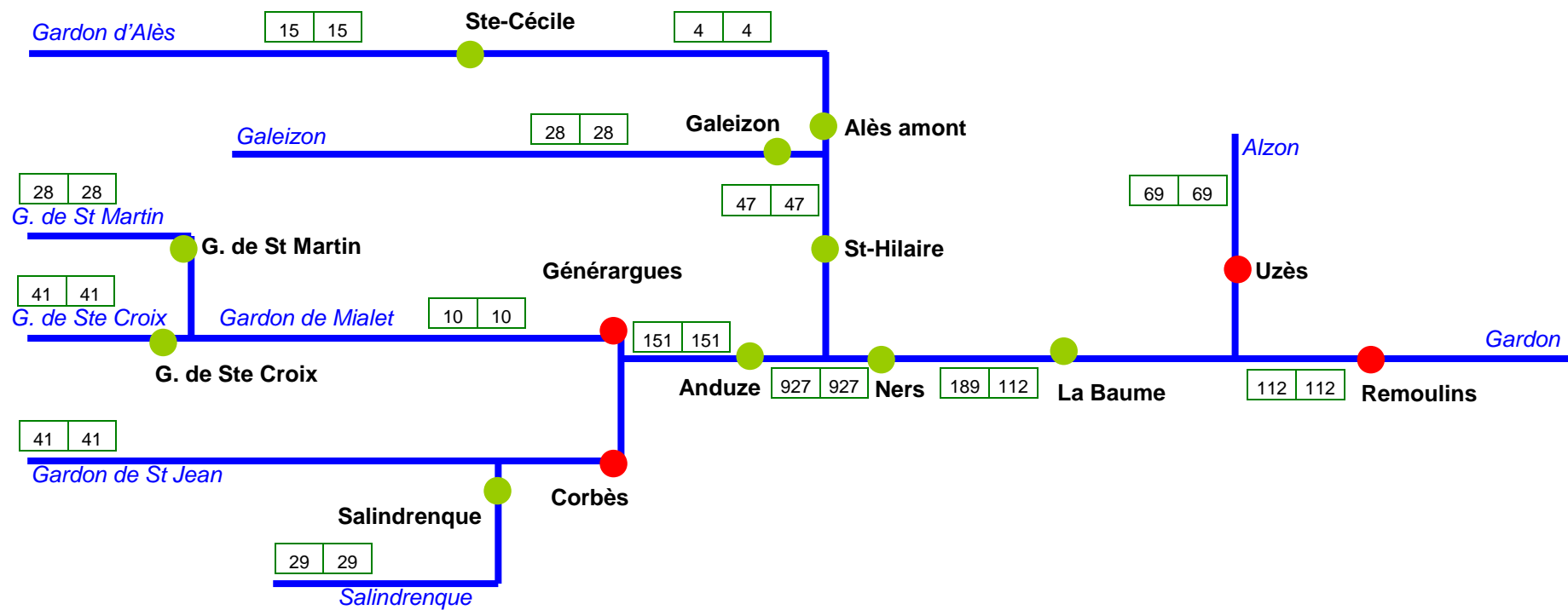
Un récapitulatif du prélèvement de pointe sous différentes hypothèses est disponible sur les schémas suivants.



USAGE AEP :

Débits fictifs continus (l/s) au mois de pointe (Juillet) moyens entre 1997 et 2005

BRUT	
NET HK1	NET HK2



USAGE IRRIGATION :

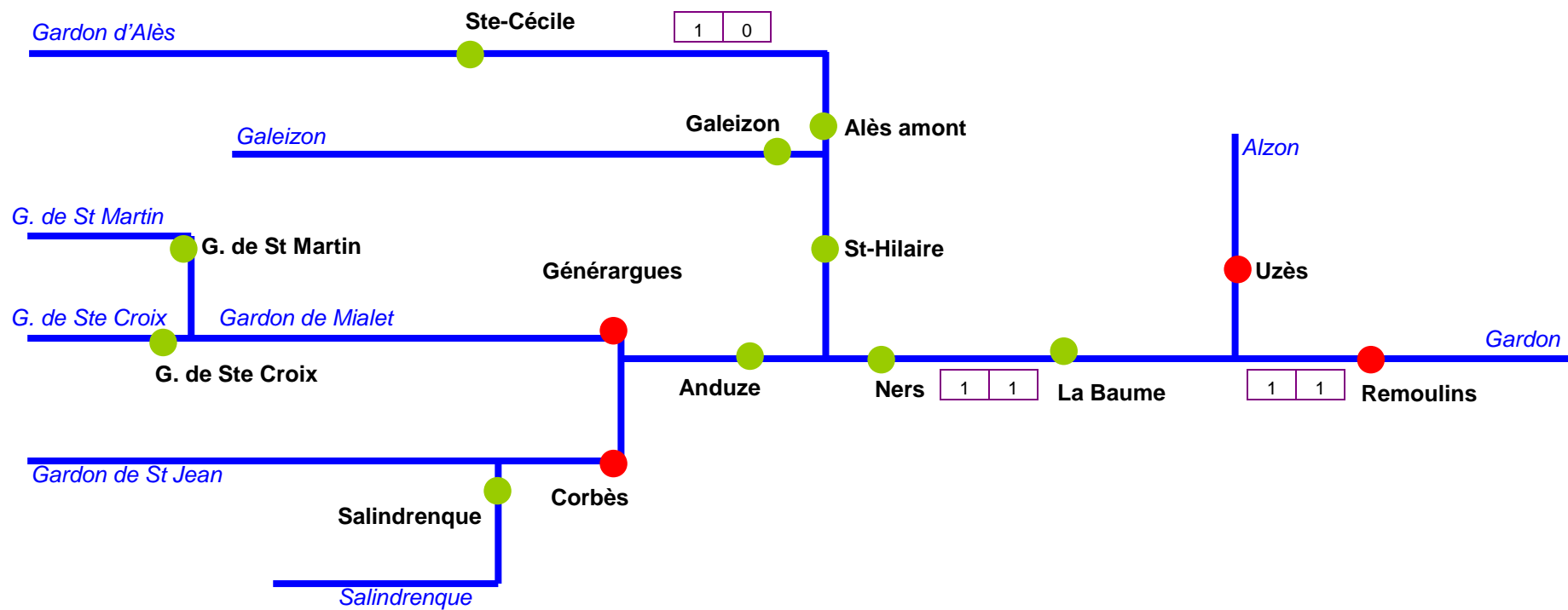
Débits fictifs continus (l/s) au mois de pointe (Juillet) moyens entre 1997 et 2005

NET HK1 | NET HK2

p:\Vabre\4682_etiages_gardons\1\rapport\phase_1\4682_rapportphase1_vf_19_07_2011.doc / Isabelle TERRASSON

BRL
Ingénierie

Plan de gestion concertée de la ressource en eau du bassin versant des Gardons
Rapport de phase 1 – Diagnostic de la ressource et des usages



USAGE INDUSTRIEL :

Débits fictifs continus (l/s) au mois de pointe (Juillet) moyens entre 1997 et 2005

NET HK1 | NET HK2

5. RECONSTITUTION DES DEBITS NATURELS

L'objet de cette partie est de reconstituer le débit naturel étiage. Pour chaque point nodal où une chronique de débits est disponible, l'influence anthropique a été quantifiée et soustraite au débit mesuré par les stations hydrologiques, afin de reconstituer le débit naturel, c'est-à-dire tel qu'il serait sans les usages.

5.1 METHODE DE RECONSTITUTION

Cette reconstitution a été réalisée à partir de données mensuelles pour des raisons de disponibilité des données de prélèvement.

Les séries naturelles seront reconstituées selon la méthodologie suivante :

$$Q_{\text{désinfluencé station } i} = Q_{\text{mesuré station } i} + \text{Prélèvements à l'amont de station } i - \text{Influence à l'amont de la station } i$$

- ▶ où l'influence des barrages est calculée, au niveau des points nodaux où l'influence se fait sentir, par :

$$\text{Influence} = Q_{\text{sortie barrage}} - Q_{\text{entrée barrage}}$$

- ▶ où les prélèvements considérés sont la somme des prélèvements nets sur le bassin versant à l'amont du nœud considéré, soit
 - Pour les prélèvements domestiques, 60% des prélèvements à influence directe (c'est-à-dire des prélèvements directement dans le cours d'eau ou en nappe alluviale) recensés dans la partie sur les usages, puisqu'on considère un taux de retour de 40%.
 - Pour les prélèvements agricoles, le prélèvement net considéré correspond aux besoins en eau théoriques des cultures augmentés de 30% (pour tenir compte des pertes qui ne retournent pas au cours d'eau, comme l'évaporation dans les canaux). Les prélèvements agricoles ont dans l'ensemble une influence directe, sauf le prélèvement de BRL dans le karst Urgonien. Ce prélèvement a donc été soustrait aux besoins en eau théoriques.

5.2 DEBITS DESINFLUENCES

5.2.1 Méthode de calcul

Ce calcul est effectué pour chacun des 8 points nodaux principaux.

- ▶ On trace sur un graphe la courbe d'étiage qui représente les débits journaliers secs de période de retour 5 ans : cela permet de tracer une courbe d'étiage journalière fictive qui correspondrait à une année sèche pour tous les jours de l'année.
- ▶ On ajoute les prélèvements nets mensuels moyens 1997-2005 (ramenés à un débit journalier) sur le bassin versant intercepté par le nœud. Sur le graphe, les prélèvements sont représentés par des aires empilées.
- ▶ On soustrait l'influence des barrages $Q_{\text{sortie barrage}} - Q_{\text{entrée barrage}}$ pour les points nodaux en aval de Ste-Cécile d'Andorge
- ▶ A la courbe du débit d'étiage, on ajoute les débits de prélèvements totaux sur le sous bassin intercepté et on obtient le débit désinfluencé, c'est-à-dire une reconstitution du débit naturel.
- ▶ Enfin, on calcule le pourcentage que représente le prélèvement par rapport au débit naturel.

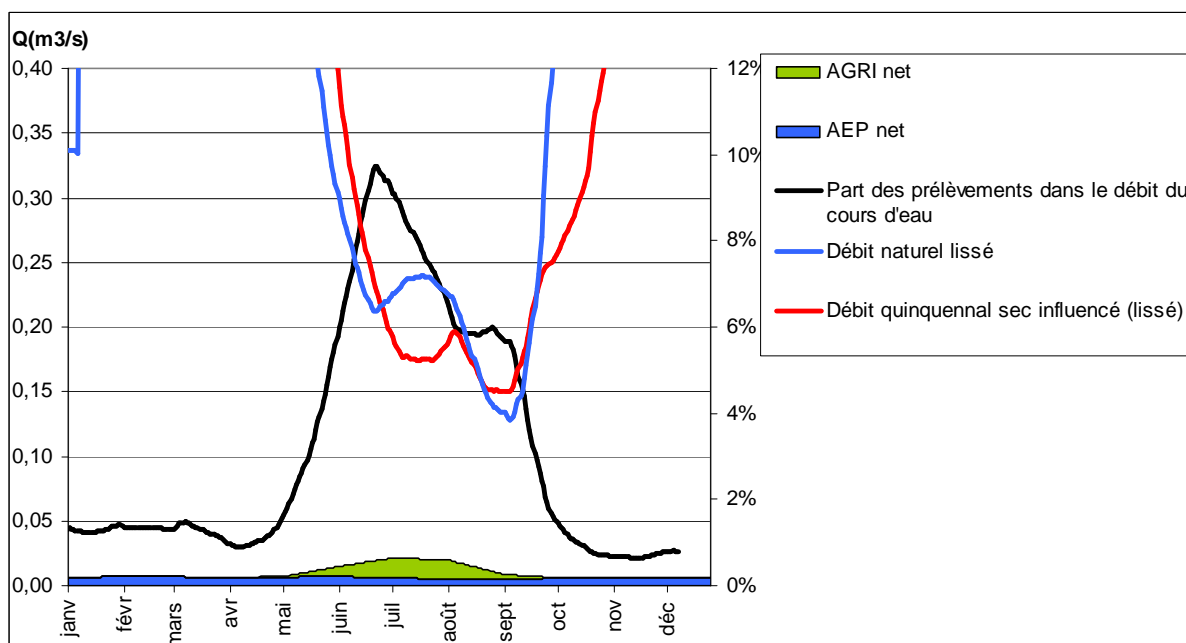
5.2.2 Résultats

Le graphique ci-dessous représente un bilan des ressources et des usages (ramenés à un débit journalier). L'ensemble des analyses pour les points nodaux est insérée en annexe.

Sur le graphique, on remarque que les pics de prélèvement et les débits minimum d'étiage sont décalés. Le prélèvement de pointe est effectué environ 1 mois et demi avant le plus fort de l'étiage (pour une courbe moyenne). La forme du pic de prélèvement varie peu, tandis que la courbe d'étiage est plus susceptible de varier en fonction des conditions climatiques.

La reconstitution des débits désinfluencés montre que **les prélèvements représentent jusqu'à 45% du débit naturel en année sèche pour les bassins aval** (l'Alzon à Uzès, le Gardon d'Alès à St Hilaire, le Gardon à Ners ou à la Baume). Dans les bassins versants de tête, comme le Gardon d'Alès à Ste Cécile, le Gardon de St Jean à Corbès, ou le Gardon de Mialet à Générargues, la part du débit prélevé qui ne retourne pas au milieu est assez faible (<10%).

Figure 73 : Bilan schématique ressources-usages et désinfluencement du débit d'étiage sur le bassin versant du Gardon d'Alès au barrage de Sainte-Cécile-d'Andorge



Sur ce schéma, on voit clairement que les usages représentent une faible part des débits naturels et influencés. Pendant la période de soutien d'étiage, on observe bien que le débit influencé est supérieur au débit naturel. La part des prélèvements dans le débit naturel atteint la proportion la plus importante au mois de juillet (près de 10%).

Figure 74 : Bilan schématique ressources-usages et désinfluencement du débit d'étiage sur le bassin versant du Gardon de St-Jean à la station de Roc Courbe (Corbès)

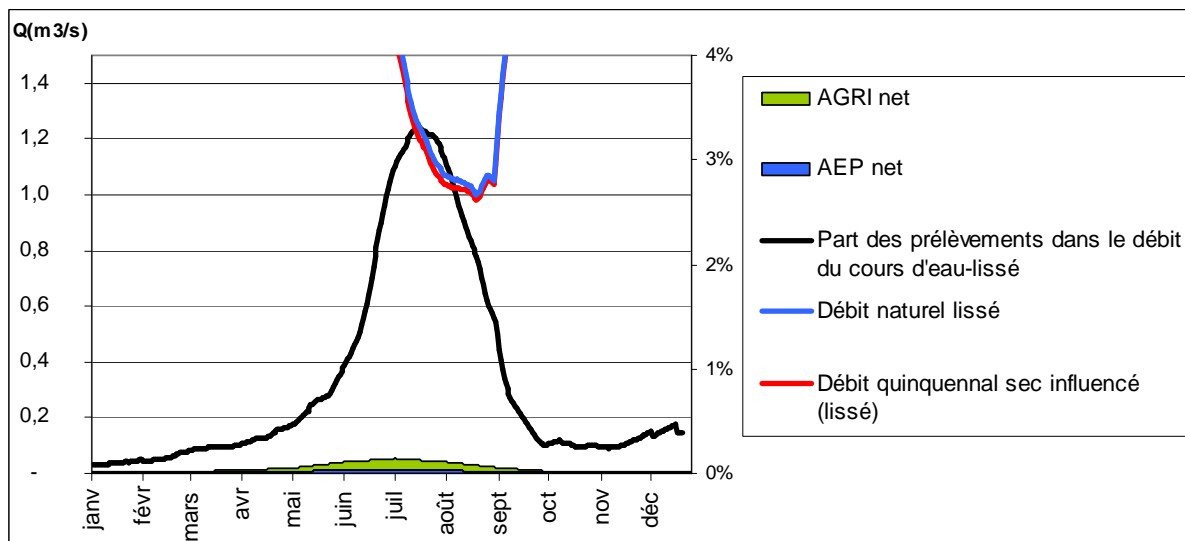
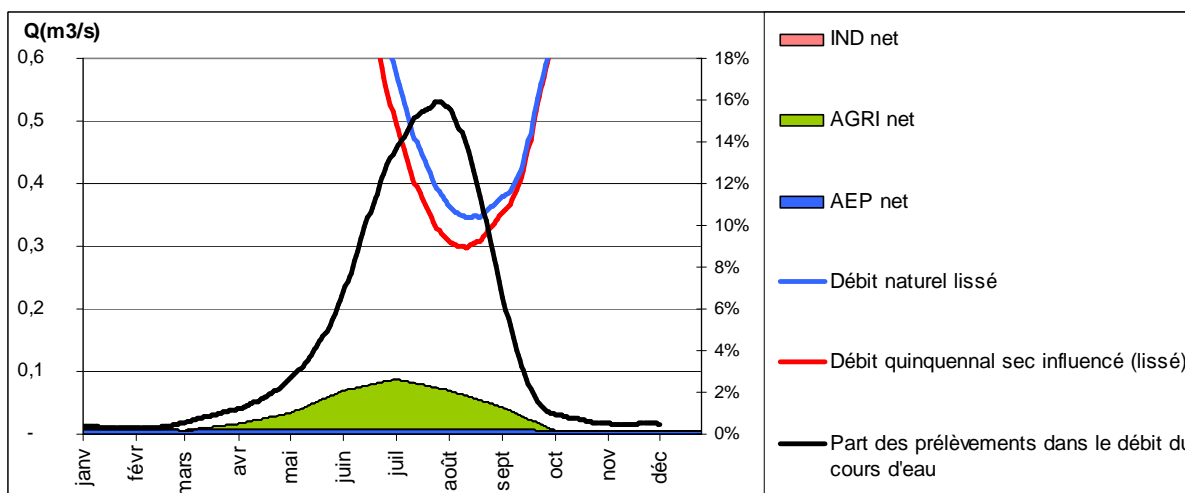
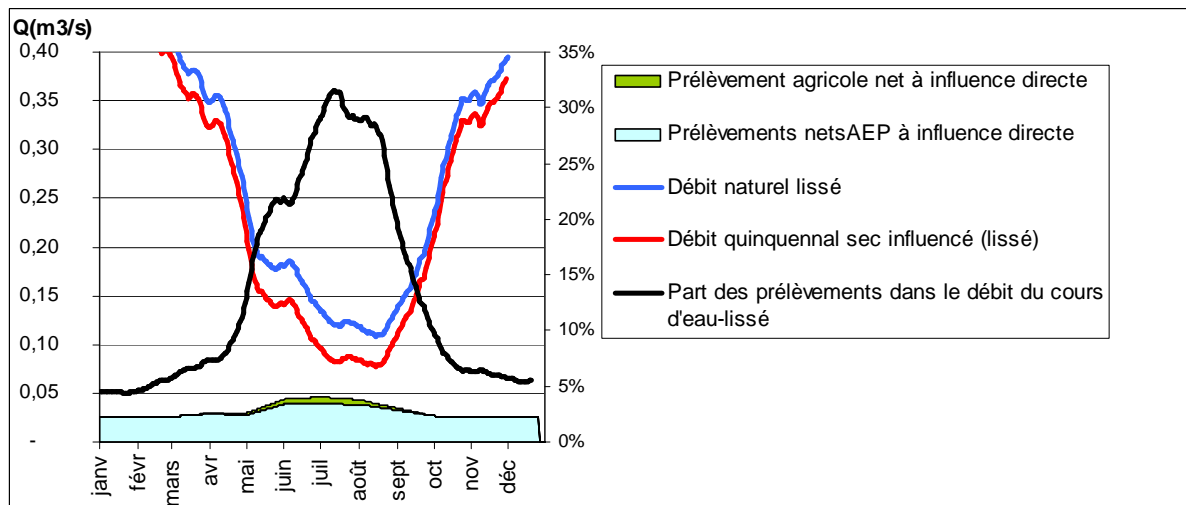


Figure 75 : Bilan schématique ressources-usages et désinfluencement du débit d'étiage sur le bassin versant du Gardon de Mialet à la station de Roucan (Générargues)



Dans les sous-bassins du Gardon de Mialet et du Gardon de St Jean, la différence entre débit naturel et débit influencé provient uniquement des prélèvements. Ces prélèvements nets restent en-deçà de 16% du débit naturel.

Figure 76 : Bilan schématique ressources-usages et désinfluencement du débit d'étiage sur le bassin versant de l'Alzon à la station de Moulin de Bargeton (Uzès)

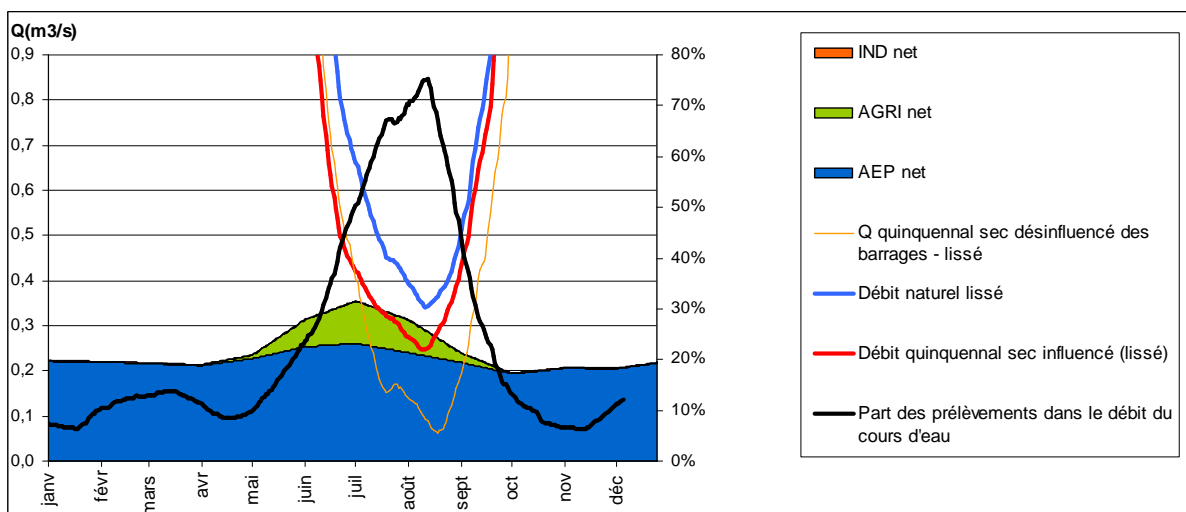


Pour les stations à l'aval de Ste-Cécile-d'Andorge, la question de l'influence réelle des barrages se pose. En effet, le débit du Gardon se perd entièrement dans le karst Hettangien en amont d'Alès, puis dans le karst Urgonien en aval de Ners. Dans le chapitre sur les ressources en eau souterraines, on a montré que le réservoir karstique Urgonien joue un rôle de tampon partiel. Le débit des résurgences dépend du niveau piézométrique dans le karst, c'est-à-dire du volume stocké. Or les apports des barrages (200l/s) sont infinitésimaux par rapport au volume du karst qui dépend de la pluviométrie des mois précédents (et qui se compte en millions de m^3). Le karst Hettangien est moins bien connu. Nous avons donc envisagé 2 hypothèses pour le débit naturel reconstitué :

- **Hypothèse karst inexistant** : l'influence en amont des pertes (usages + barrages) se répercute directement sur le débit, comme si le karst n'avait aucun rôle tampon,
- **Hypothèse karst tampon total** : l'influence en amont des pertes est totalement effacée par le transit de l'eau dans le karst, et on a alors un fonctionnement de réservoir

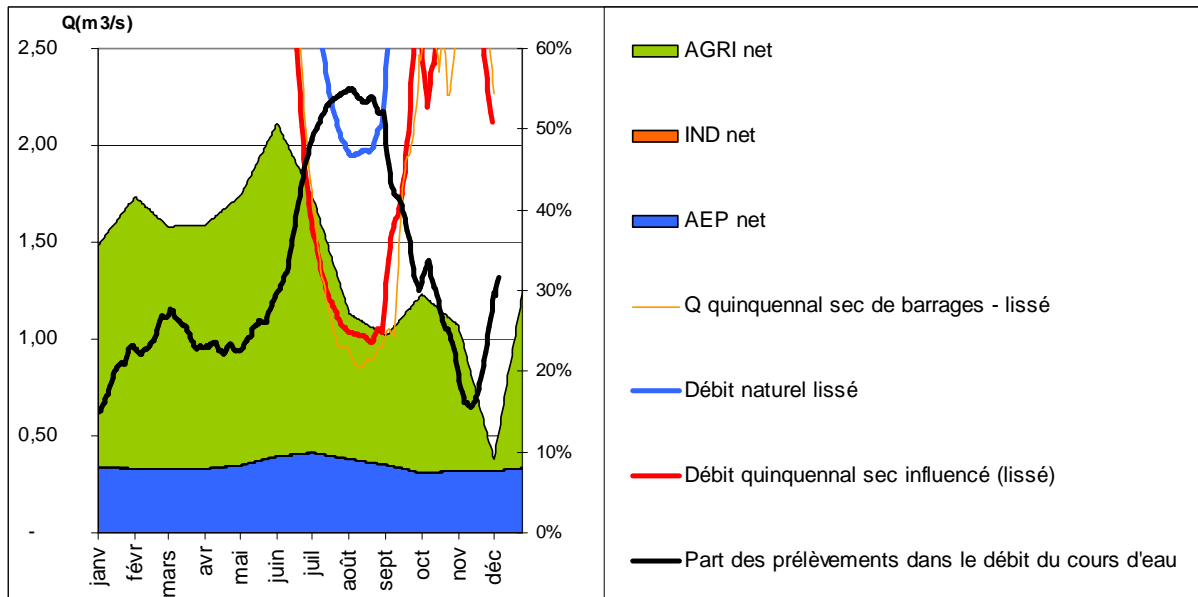
Le débit naturel réel se situe à l'intérieur de cette fourchette.

Figure 77 : Bilan schématique ressources-usages sur le bassin versant du Gardon d'Alès à la station de St Hilaire-de-Brethmas, et désinfluencement du débit d'étiage.



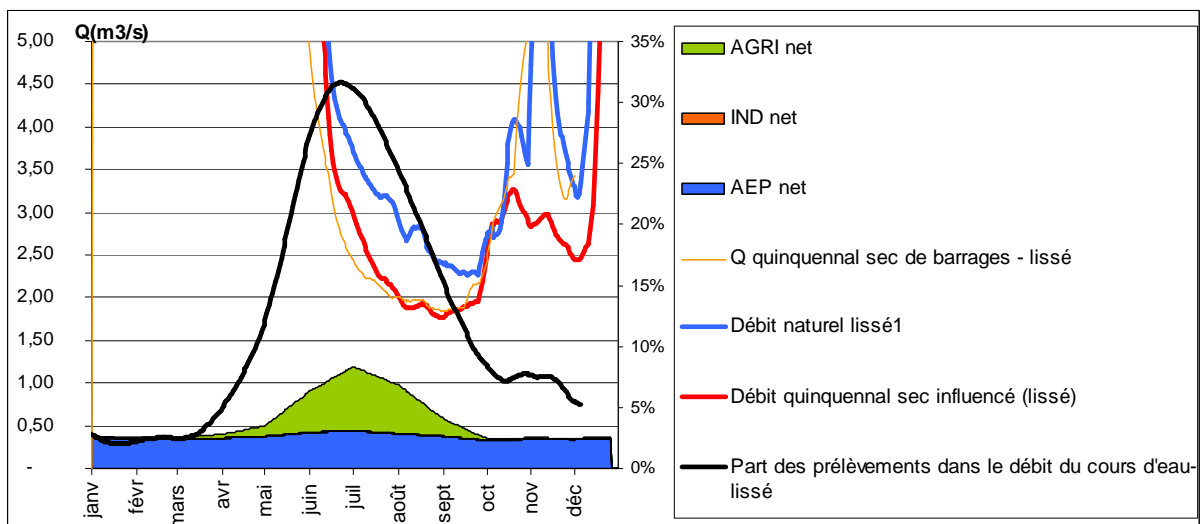
Ce schéma est réalisé dans l'hypothèse d'un karst sans rôle tampon, c'est-à-dire que tout débit prélevé dans le karst est immédiatement soustrait à la rivière. Les prélèvements AEP sont alors très importants (forages du syndicat de l'Avène). Sans le soutien d'étiage (considéré ici avec une efficacité de 100%), le débit influencé (courbe rouge) serait au niveau de la courbe orange. Dans ces hypothèses, la part du prélèvement total dans le débit naturel peut atteindre 70%.

Figure 78 : Bilan schématique ressources-usages et désinfluencement du débit d'étiage sur le bassin versant du Gardon à la station du pont de Ners (Hypothèse karst inexistant)

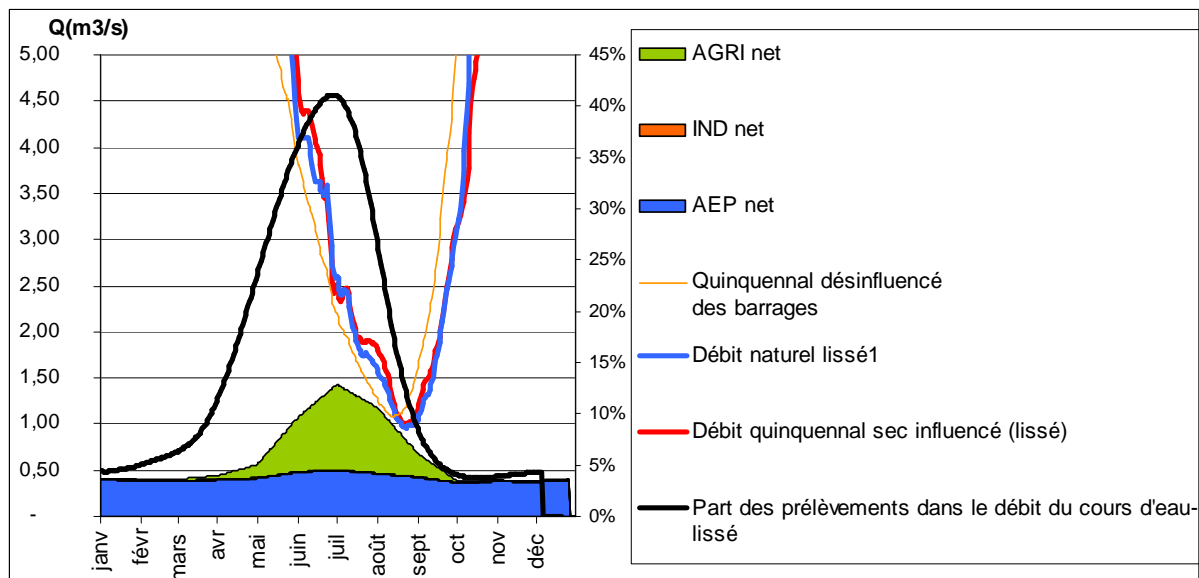


Les prélèvements nets agricoles à Ners sont très importants et variables en raison du prélèvement du Canal de Boucoiran situé directement en amont de la station. Ils influencent beaucoup plus le débit que les autres prélèvements ou que le soutien d'étiage.

Figure 79 : Bilan schématique ressources-usages et désinfluencement du débit d'étiage sur le bassin versant du Gardon à la station de la Baume (Hypothèse karst inexistant)



Dans l'hypothèse du karst sans rôle tampon, on suppose que tout prélèvement réalisé en amont de la Baume a une répercussion sur le débit (fort écart entre la courbe de débit influencé et la courbe de débit désinfluencé). Cette ne semble pas plausible, en raison de la discontinuité que créent les pertes du Gardon dans le karst, aussi, nous n'avons considéré comme impactants que les prélèvements en aval de Ners. Sur le schéma, le rôle du soutien d'étiage (différence entre courbe rouge et courbe orange) apparaît minime par rapport à l'ordre de grandeur des débits.



Les mêmes remarques que pour la Baume sont valables à Remoulins.

Des fiches récapitulatives pour chaque nœud hydrologique considéré sont disponibles en annexe.

6. ESTIMATION DES DEBITS MINIMUMS BIOLOGIQUES (DMB)

6.1 OBJECTIF

L'objectif est d'estimer les débits à conserver dans le cours d'eau afin de garantir le maintien de la vie aquatique à partir d'une méthode adaptée prenant en compte les variations du débit (modélisation hydraulique) et la capacité d'accueil potentielle pour la faune aquatique (modèles biologiques).

Nous avons proposé une fourchette de valeurs pour les débits biologiques :

- ▶ Une borne haute ($ESTIMHAB_H$) qui correspond au « débit permettant le respect des conditions de vie de la faune et de la flore aquatique. Cette valeur haute peut varier selon les périodes de l'année en fonction des besoins de la faune aquatique adaptés à l'hydrologie naturelle.
- ▶ Une borne basse ($ESTIMHAB_B$) qui correspond au « débit en dessous duquel les écosystèmes sont gravement mis en danger »

La méthode Estimhab a été appliquée sur les 6 stations d'étude (phase terrain et interprétation) par le bureau d'étude Asconit Consultants en Septembre et Octobre 2008. Le rapport complet présentant les résultats et leurs interprétations est présenté en annexe.

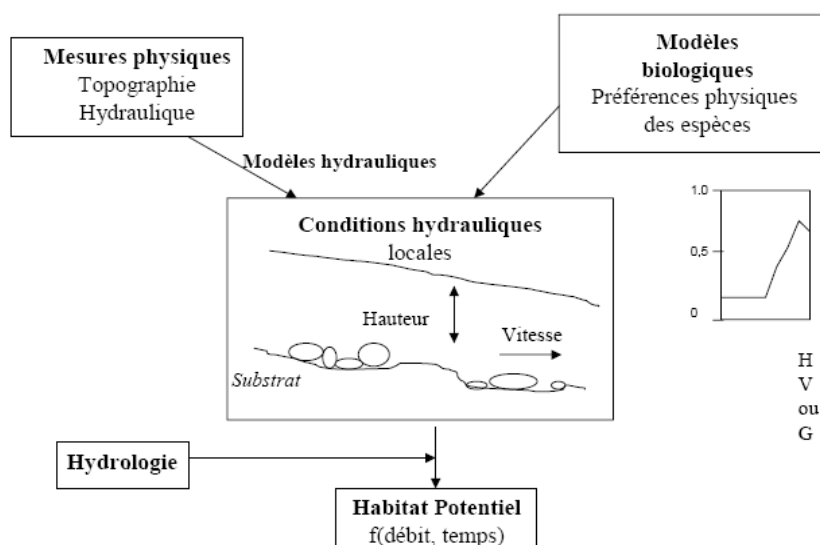
6.2 METHODOLOGIE

6.2.1 Principe général des méthodes « micro-habitat »

Il existe de nombreuses méthodes basées sur les micro-habitats mettant en relation les habitats disponibles aux espèces selon les débits.

Le principe rappelé dans la figure ci-après consiste à coupler une description hydraulique dynamique d'une portion représentative de cours d'eau avec des modèles de préférence d'habitat d'espèces ou groupes d'espèces se comportant de façon semblable vis-à-vis de l'habitat (guildes). Cette démarche permet de définir la gamme de débit nécessaire pour le maintien des espèces ou groupes d'espèces étudiées.

Figure 80: Principe général des méthodes de microhabitat



6.2.2 Choix de la méthode

Le CEMAGREF a développé des modèles d'habitat statistiques dont la méthode la plus connue, Evha, est lourde à mettre en œuvre et nécessite d'importants moyens humains et matériels.

La méthode Estimhab, également développée par le CEMAGREF a été retenue. Elle utilise les résultats les plus récents issus de la recherche fondamentale (voir par exemple Lamouroux, 2002) et met en œuvre le protocole allégé d'Evha et. Ce logiciel permet d'estimer l'impact écologique de la gestion hydraulique des cours d'eau et se trouve particulièrement adapté à l'étude des modifications des débits minima (en aval d'un ouvrage) ou de l'ajout/suppression de seuils. Il donne des résultats très proches de ceux fournis par les méthodes des microhabitats plus classiques (logiciels Evha par exemple), mais utilise des variables d'entrée simplifiées (mesures de largeurs, de hauteurs d'eau et de taille du substrat dominant, à deux débits différents).

6.2.3 Présentation de la méthode Estimhab

Les atouts de cette méthode reposent sur trois points :

- ▶ le développement de **courbes de préférence pour (presque) toutes les espèces piscicoles** : des modèles moyens sur différents cours d'eau des bassins de la Loire, du Rhône et de la Garonne sont actuellement disponibles pour 24 espèces de poissons (à différents stades de développement),
- ▶ la **simplification des variables d'entrée des modèles** : des modèles d'habitat statistiques ont pu être développés par l'analyse des nombreuses applications des modèles d'habitat classiques et ainsi permettre d'identifier les caractéristiques hydrauliques moyennes des tronçons gouvernant la valeur d'habitat,
- ▶ la **validation biologique des simulations** : sur plusieurs sites, les prédictions des modèles ont été validées par comparaison avec des données issues de pêches.

6.2.4 Domaine de validité

Estimhab est valide sur des cours d'eau à morphologie naturelle ou peu modifiée (le débit, lui, peut être modifié).

Les simulations par espèces (sauf Saumon atlantique et Ombre commun) sont tout à fait comparables à celles d'Evha (>80% de variance en valeur d'habitat expliquée) pour une gamme de cours d'eau dont les caractéristiques sont données ci-dessous.

Tableau 39: domaine de validité de la méthode Estimhab pour les simulations par espèces

Caractéristique du cours d'eau	Minimum	Maximum
Débit médian Q50 (m ³ /s)	0.20	13.10
Largeur à Q50 (m)	5.15	39.05
Hauteur à Q50 (m)	0.18	1.45
Substrat D50 (m)	0.02	0.64

Les simulations par guildes (plus celles de Saumon atlantique et Ombre commun) sont comparables à celles d'Evha dans une gamme plus large indiquée dans le tableau suivant.

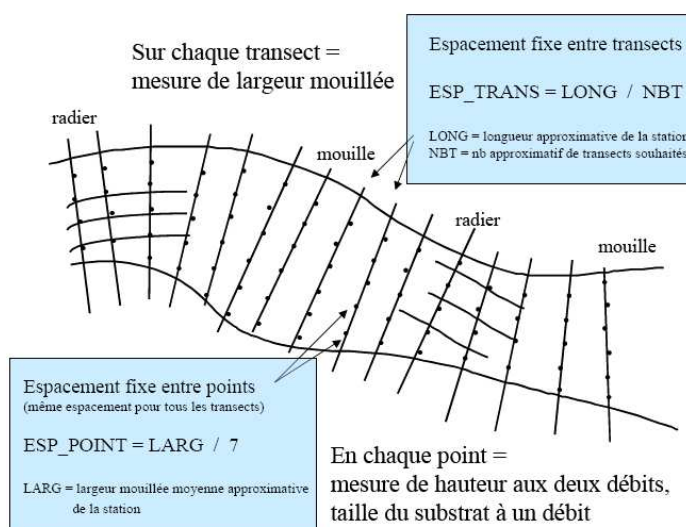
Tableau 40: domaine de validité de la méthode Estimhab pour les simulations par guildes

Caractéristique du cours d'eau	Minimum	Maximum
Débit médian Q50 (m ³ /s)	1.00	152.00
Largeur à Q50 (m)	7.00	139.00
Hauteur à Q50 (m)	0.25	2.25
Substrat D50 (m)	0.01	0.33

Les stations choisies dans le cadre de l'étude correspondent au domaine de validité de la méthode Estimhab. Une modification morphologique importante entre les 2 phases de terrain au niveau de la station 4 a empêché l'application de cette méthode pour cette station.

La figure ci-après illustre la phase terrain de méthodologie Estimhab.

Figure 81: Phase terrain de la méthodologie Estimhab (D'après Lamouroux, 2002)



6.3 STATIONS

6.3.1 Localisation

Les stations ont été localisées suivant les critères suivants :

- ▶ **Répartition des stations dans des contextes géomorphologiques** et biologiques différents sur le territoire d'étude : 3 stations sur les cours d'eau Cévenols en contexte salmonicole, 1 station en contexte salmonicole non Cévenol, 1 station en contexte intermédiaire issu des cours d'eau Cévenols, 1 station en contexte intermédiaire-cyprinicole en aval du bassin versant.
- ▶ Localisation préférentiellement **non loin de stations de mesures hydrométriques** afin de pouvoir estimer avec le moins de variabilité possible le Q50 (débit indispensable pour la réalisation du protocole Estimhab) et suivre sur le long terme les débits des cours d'eau.
- ▶ Identification de problématiques particulières spécifiques au territoire d'étude (présence de béals, prélèvements...).
- ▶ Les facilités d'accès aux cours d'eau afin de pouvoir réaliser les mesures (certaines zones de gorges étant particulièrement inaccessibles).

8 stations de mesure ont ainsi été choisies sur la base de ces critères sur le bassin versant des Gardons:

- ▶ Station 1 : Le Gardon entre le pont du Gard et Remoulins,
- ▶ Station 2 : L'Alzon entre Uzès et la confluence avec les Seynes,
- ▶ Station 3 : Le Gardon d'Alès entre Alès et la confluence avec le Gardon d'Anduze,
- ▶ Station 4 : Le Gardon de Saint Jean avant la confluence avec le Gardon de Mialet,
- ▶ Station 5 : Le Gardon de Saint Germain au droit du village de Saint Germain de Calberte,
- ▶ Station 6 : Le Gardon de Sainte Croix entre les bourgs de Pont-Ravagers et La Rouvière,
- ▶ Station 7 : La Salindrenque au niveau de Thoiras,
- ▶ Station 8 : Le Gardon d'Anduze au niveau de la Madeleine.

Les 6 premières ont été analysées en 2008 et les 2 dernières en 2009. La carte ci-après présente la localisation des 8 stations DMB sur le bassin versant des Gardons.

6.3.2 Caractéristiques et représentativité

Les principales caractéristiques des différentes stations sont détaillées ci-dessous.

Figure 82 : Localisation des stations du protocole de détermination des débits biologiques

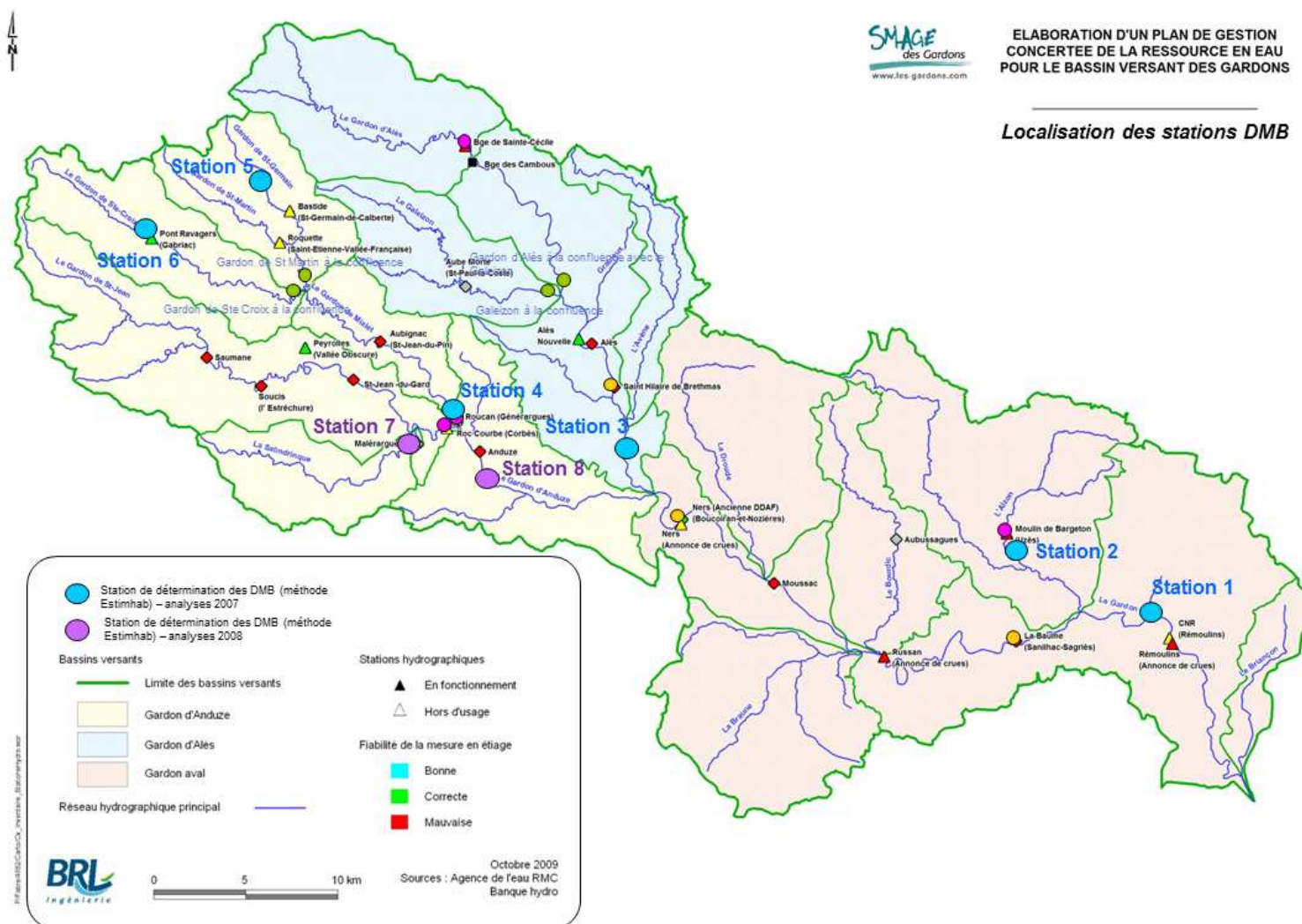


Tableau 41 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des stations

n° de station	Surface du bassin versant (km2)	Cours d'eau	Faciès d'écoulement	Taille moyenne du substrat (m)	Contexte piscicole	Q 50 (m3/s)	Débit mesuré (Septembre-période de basse eau) en m3/s	Débit mesuré (Octobre-période de haute eau) en m3/s
Station 1	1780	<u>Le Gardon</u> entre le pont du Gard et Remoulins	chenal-radier-mouille-chenal	0,04	Intermédiaire-cyprinicole	11,3	4,1	34,7
Station 2	51,6	<u>L'Alzon</u> entre Uzès et la confluence avec les Seynes	plat-radier-mouille	0,012	Salmonicole	0,412	0,257	1,141
Station 3	407	<u>Le Gardon d'Alès</u> entre Alès et la confluence avec le Gardon d'Anduze	chenal-radier-mouille-chenal	0,04	Intermédiaire	3,32	1,018	8,168
Station 4	190	<u>Le Gardon de Saint Jean</u> avant la confluence avec le Gardon de Mialet	chute-mouille-radier	/	Salmonicole	/	0,337	/
Station 5	24	<u>Le Gardon de Saint Germain</u> au droit du village de Saint Germain de Calberte	plat-radier-mouille	0,051	Salmonicole	0,225	0,056	0,29
Station 6	35	<u>Le Gardon de Sainte Croix</u> entre les bourgs de Pont-Ravagers et La Rouvière	plat-radier-mouille	0,068	Salmonicole	0,348	0,091	0,175
Station 7	67	La <u>Salindrenque</u> au niveau de Thoiras,	plat-radier-mouille	0,03	Salmonicole	0,78	0,054	0,268
Station 8	549	Le <u>Gardon d'Anduze</u> au niveau de la Madeleine	chenal-radier-mouille	0,027	Intermédiaire cyprinicole	5,05	0,626	1,398

STATION 1 : LE GARDON ENTRE LE PONT DU GARD ET REMOULINS

Cette station est située au niveau de **la partie aval** du bassin versant et permet d'évaluer le DMB du Gardon en aval de la zone d'étude et en aval de la principale zone de résurgences située dans les gorges. La partie aval du Gardon correspond à un **contexte intermédiaire-cyprinicole**.

Les contraintes principales de choix de station sont liées à la **présence de seuils** modifiant les conditions d'écoulement du Gardon. La station choisie présente cependant les caractéristiques les plus naturelles possibles sur ce secteur. Les photographies ci-après illustrent la station d'étude 1.



Vue amont de la station 1



Vue aval de la station 1

STATION 2 : L'ALZON ENTRE UZES ET LA CONFLUENCE AVEC LES SEYNES

L'Alzon est une rivière qui a subi d'importantes modifications par le passé. On observe de nombreux seuils et chenaux recalibrés qui ont fortement modifié les conditions d'écoulement « naturelles » de ce cours d'eau. Cette station est située dans un secteur médian de l'Alzon en contexte salmonicole. L'hydrologie différente de l'Alzon en comparaison des cours d'eau Cévenols justifie l'implantation d'une station sur cette typologie de cours d'eau.



Vue amont de la station 2



Vue aval de la station 2

STATION 3 : LE GARDON D'ALES ENTRE ALES ET LA CONFLUENCE AVEC LE GARDON D'ANDUZE

Cette station est située en **contexte intermédiaire** dans un secteur où le lit présente une **divagation du lit relativement active**. On observe des érosions de berges et plusieurs chenaux pouvant se former et évoluer selon les épisodes de crues. La station choisie est située en aval des seuils présents sur ce secteur. Une station de mesure hydrométrique est située en amont de la station choisie.



Vue amont de la station 3



Vue aval de la station 3

STATION 4 : LE GARDON DE SAINT JEAN AVANT LA CONFLUENCE AVEC LE GARDON DE MIALET

Cette station est située sur un **tronçon aval de cours d'eau cévenol** en contexte **salmonicole**. Une des principales problématiques est liée à la présence importante de **béals** sur ces linéaires de cours d'eau. La station est située en aval de la prise d'eau du béal n°39 qui fait l'objet d'une analyse détaillée dans le cadre de cette étude.

Ce cas de figure représente une situation particulièrement défavorable avec un fort prélèvement par le béal. Une station de mesure hydrométrique est située légèrement en aval de la station choisie.

A noter que le seuil de ce béal semble avoir un impact relativement fort sur la morphologie du cours d'eau (incision assez nette à l'aval, forte sédimentation à l'amont) et les conditions de transport solide.



Vue aval de la station 4



Vue amont de la station 4

Sur cette station, le passage de la crue à la fin du mois d'octobre, **a profondément modifié la morphologie du lit du Gardon de St Jean**. En effet, la plupart des mouilles, très profondes lors de notre première campagne de mesure, ont été presque toutes et entièrement remplies de sédiments grossiers (galets, graviers).

D'après le propriétaire du camping attenant, ce type d'évènement est assez classique. Les crues importantes charriant et déposant des sédiments grossiers que les coups d'eau moins importants se chargent d'évacuer progressivement vers l'aval. Dans ces conditions, il n'était pas envisageable de mettre en œuvre le protocole Estimhab dans de bonnes conditions, du moins dans le délai imparti pour la réalisation de cette étude.

Les photographies ci-après illustrent l'engravement de la station d'étude 4 après la crue d'Octobre 2008.



STATION 5 : LE GARDON DE SAINT GERMAIN AU DROIT DU VILLAGE DE SAINT GERMAIN DE CALBERTE

Le Gardon de Saint Germain est un cours d'eau très sollicité par les **béals**. Cette station est située dans un **secteur amont de cours d'eau Cévenol** en contexte salmonicole. Une station de mesure hydrométrique est située en aval de la station choisie.

Les photographies ci-après illustrent la station d'étude 5.



Vue amont de la station 5



Vue aval de la station 5

STATION 6 : LE GARDON DE SAINTE CROIX ENTRE LES BOURGS DE PONT-RAVAGERS ET LA ROUVIERE.

Cette station est située sur un **tronçon amont de cours d'eau cévenol** en contexte **salmonicole**. Une des principales problématiques est la présence importante de **béals** sur ces parties de cours d'eau.

La station est située en aval de la prise d'eau du béal n°35 qui fait l'objet d'une analyse détaillée dans le cadre de cette étude. Ce cas de figure représente une situation assez contraignante pour le milieu avec un prélèvement relativement important par le béal.

Une station de mesure hydrométrique est située en aval de la station choisie.

Les photographies ci-après illustrent la station d'étude 6.



Vue amont de la station 6



Vue aval de la station 6

STATION 7 : STATION DE LA SALENDRIQUE A THOIRAS

Cette station est située en clôture du bassin versant de la Salendrinque, à proximité de la confluence avec le Gardon de Saint Jean, dans un contexte salmonicole (peuplement dominé par la Truite fario).

Un certain nombre de seuils sont présents plus en amont et impactent notablement les écoulements, ce qui a justifié la localisation très aval de la station.



Vue aval de la station 7



Vue amont de la station 7

STATION 8 : STATION DU GARDON D'ANDUZE A LA MADELEINE

La présence d'un très grand nombre de seuils (notamment sur la partie aval) contraint très fortement les possibilités de localisation de cette station. Il a été décidé de la placer au niveau de la Madeleine, sur une section où les écoulements semblent les plus naturels et peu impactés par les différents aménagements. Cette partie du Gardon d'Anduze correspond à un contexte intermédiaire cyprinicole. A noter qu'une forte divagation latérale est observée sur ce cours d'eau. Les variations de débits dans cette large plaine alluviale favorisent la formation de divers atterrissements et bras secondaires plus ou moins connectés par l'amont ou l'aval.



Vue amont de la station 8



Vue aval de la station 8

6.4 PROPOSITION DE DEBITS BIOLOGIQUES

6.4.1 Interprétation

Estimhab permet de simuler la qualité de l'habitat ou **valeur d'habitat VHA** (variant entre 0 et 1) ou la **surface potentiellement utilisable SPU** (valeur d'habitat x surface mouillée), en fonction du débit, pour différentes espèces/stades (simulations - populations) mais aussi pour des guildes d'espèces⁷ (simulations - guildes) caractéristiques des principaux faciès d'écoulement à savoir radier, chenal, mouille et berge. Ainsi, pour des espèces non renseignées, on ne simule plus sa population mais sa guild.

On obtient alors une courbe d'évolution de la SPU en fonction du débit. La figure 3 ci-après présente un exemple de courbe simulation de l'évolution de l'habitat exprimé en Surface Pondérée Utile en fonction du débit pour l'espèce Truite fario à 2 stades vitaux (adulte et juvénile) sur le Gardon de Saint Germain (station 5).

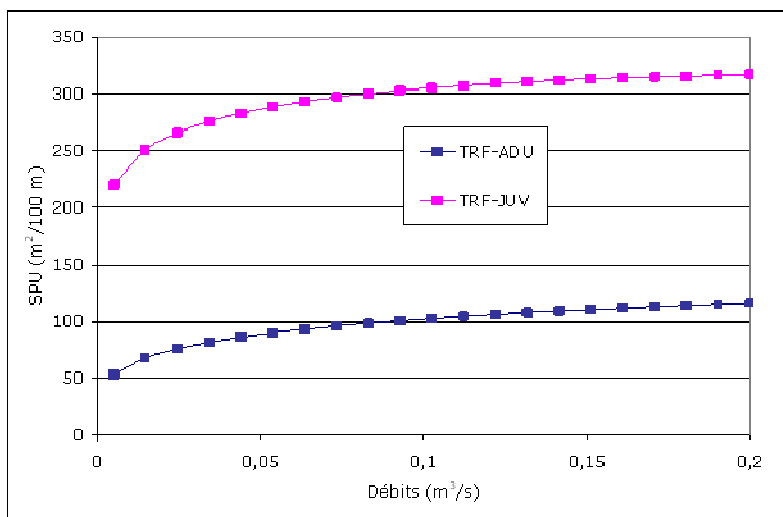


Figure 3 : Courbes d'évolution de la surface utile (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit
- Truite fario - Station 5 sur le Gardon St Germain

Le **raisonnement qualitatif** cherche à définir graphiquement un **seuil d'accroissement du risque (SAR)** qui est la limite en dessous de laquelle les valeurs de SPU chutent très rapidement, ce qui se traduit graphiquement par une augmentation de la pente de la courbe.

L'objectif est de proposer une **gamme de valeurs de débits biologiques** avec une borne inférieure (ESTIMHAB_B) et une borne haute (ESTIMHAB_H). En effet, il convient de rappeler que la détermination des débits biologiques n'est qu'un des éléments à prendre en compte dans la définition du débit réservé et qu'il faut donc laisser une certaine latitude dans les propositions.

Dans la pratique, l'étude de ces courbes peut s'avérer assez difficile, l'absence de franche rupture dans l'allure des courbes ne permettant pas de définir un réel SAR.

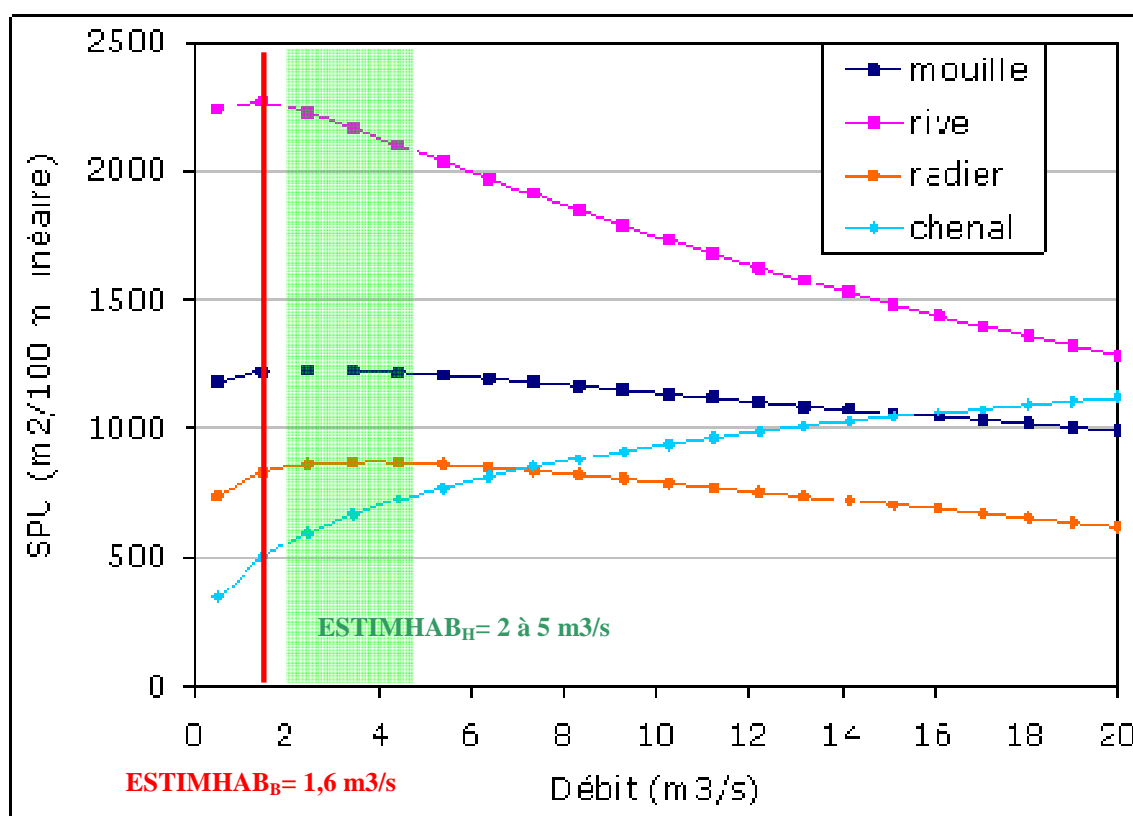
⁷ Groupe d'espèces écologiquement proches qui occupent un même habitat dont elles exploitent en commun les ressources disponibles.

6.4.2 Analyse des courbes SPU/débit par station et propositions de $ESTIMHAB_H$ et $ESTIMHAB_B$

Les graphiques présentés ci-après sont issus de la méthode Estimhab appliquée aux stations d'étude. Par l'interprétation des courbes « SPU/débit », il est proposé les $ESTIMHAB_H$ et $ESTIMHAB_B$ pour chaque station. La station n°4 n'a pas pu faire l'objet d'une détermination des débits à cause des profondes modifications morphologiques qu'elle a subies entre les deux campagnes de mesure.

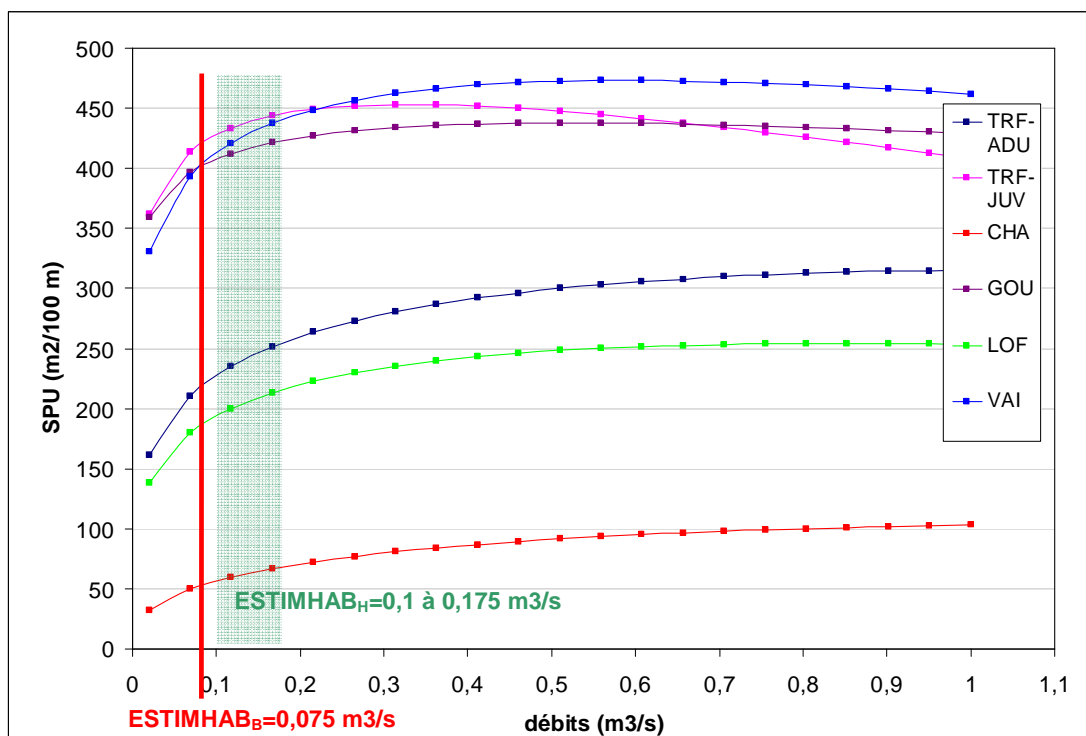
STATION 1 : LE GARDON ENTRE LE PONT DU GARD ET REMOULINS

Figure 83: Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m de linéaire) en fonction du débit pour les 4 guildes d'habitats définies par le Cemagref pour la Station 1 sur le Gardon



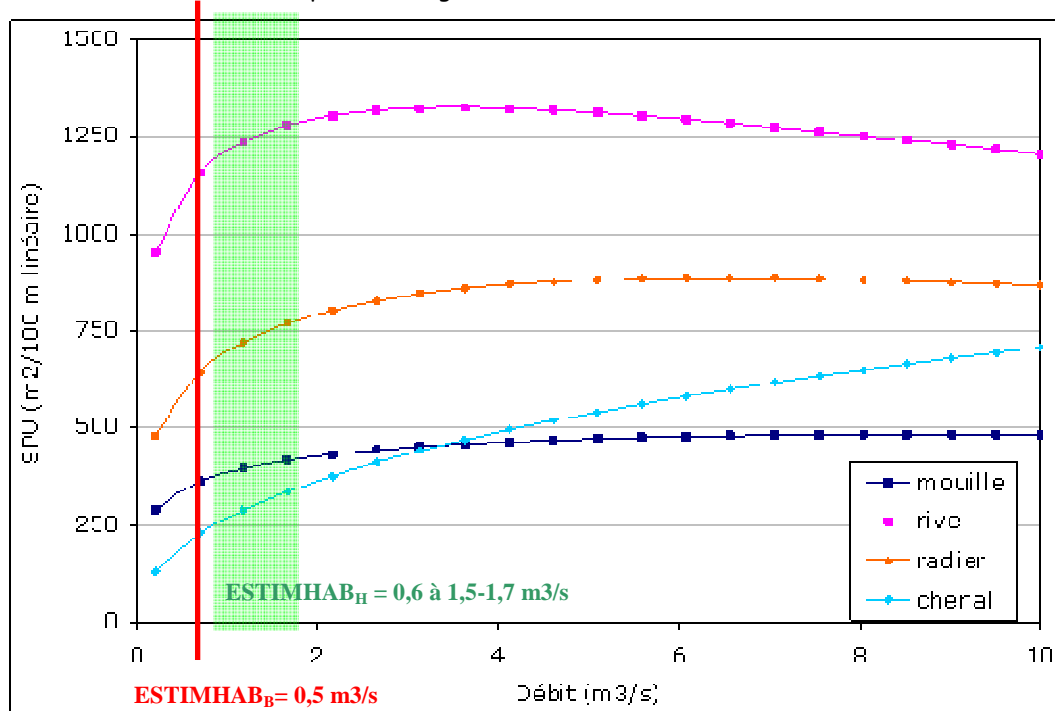
STATION 2 : L'ALZON ENTRE UZES ET LA CONFLUENCE AVEC LES SEYNES,

Figure 84: Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit - Stades adulte et juvénile de la Truite fario - Station 2 sur l'Alzon



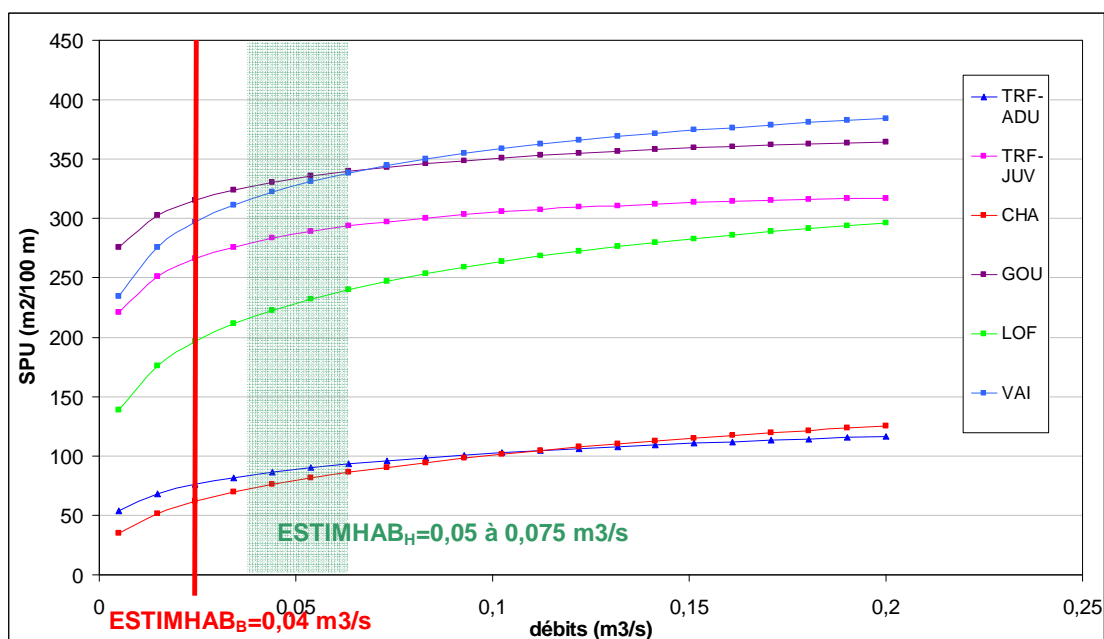
STATION 3 : LE GARDON D'ALES ENTRE ALES ET LA CONFLUENCE AVEC LE GARDON D'ANDUZE

Figure 85: Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m) en fonction du débit pour les 4 guildes d'habitats définies par le Cemagref - Station 3 sur le Gardon d'Alès.



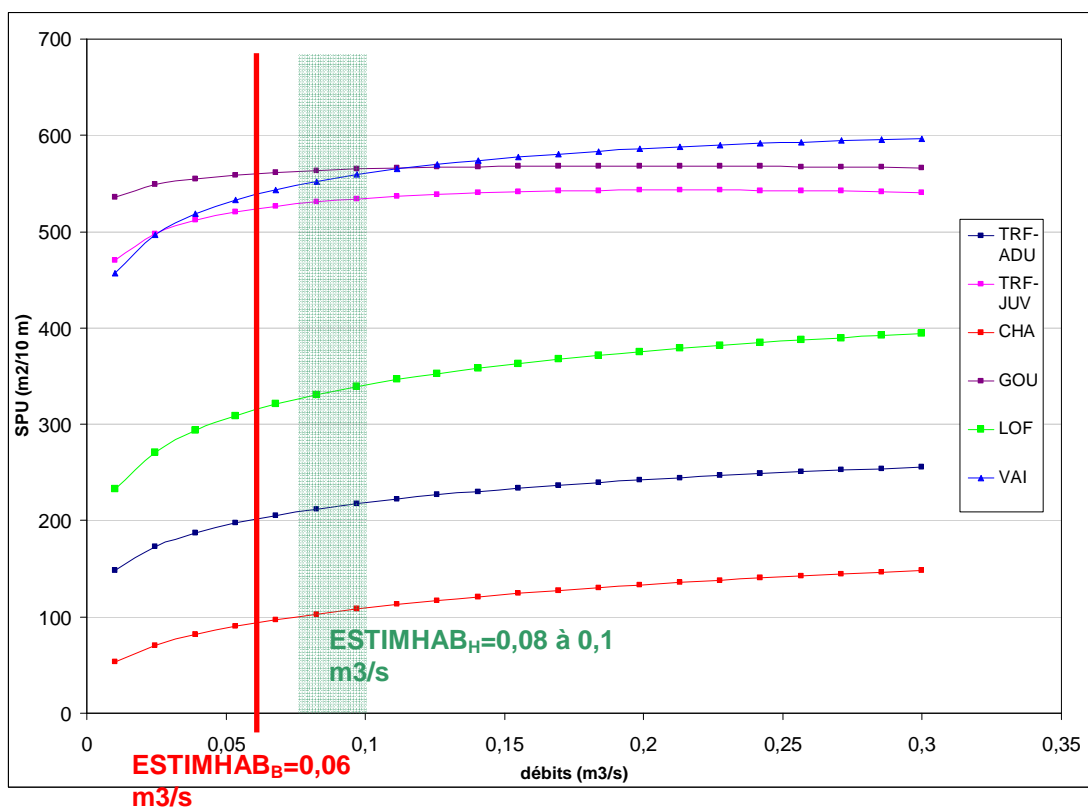
STATION 5 : LE GARDON DE SAINT GERMAIN AU DROIT DE SAINT GERMAIN DE CALBERTE

Figure 86: Courbes d'évolution de la surface utile (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit - Truite fario - Station 5 sur le Gardon St Germain



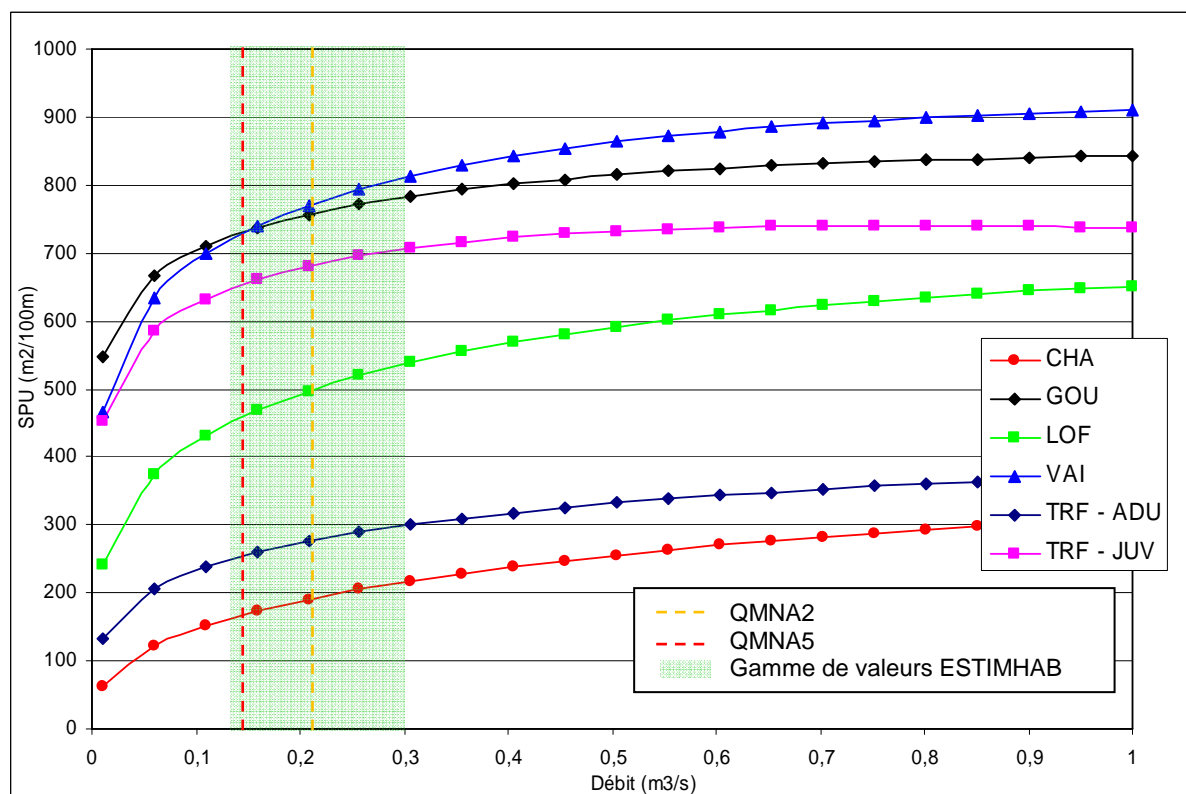
STATION 6 : LE GARDON DE SAINTE CROIX ENTRE PONT-RAVAGERS ET LA ROUVIERE

Figure 87: Courbes d'évolution de la surface utile (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit - Truite fario - Station 6 sur le Gardon de Ste Croix



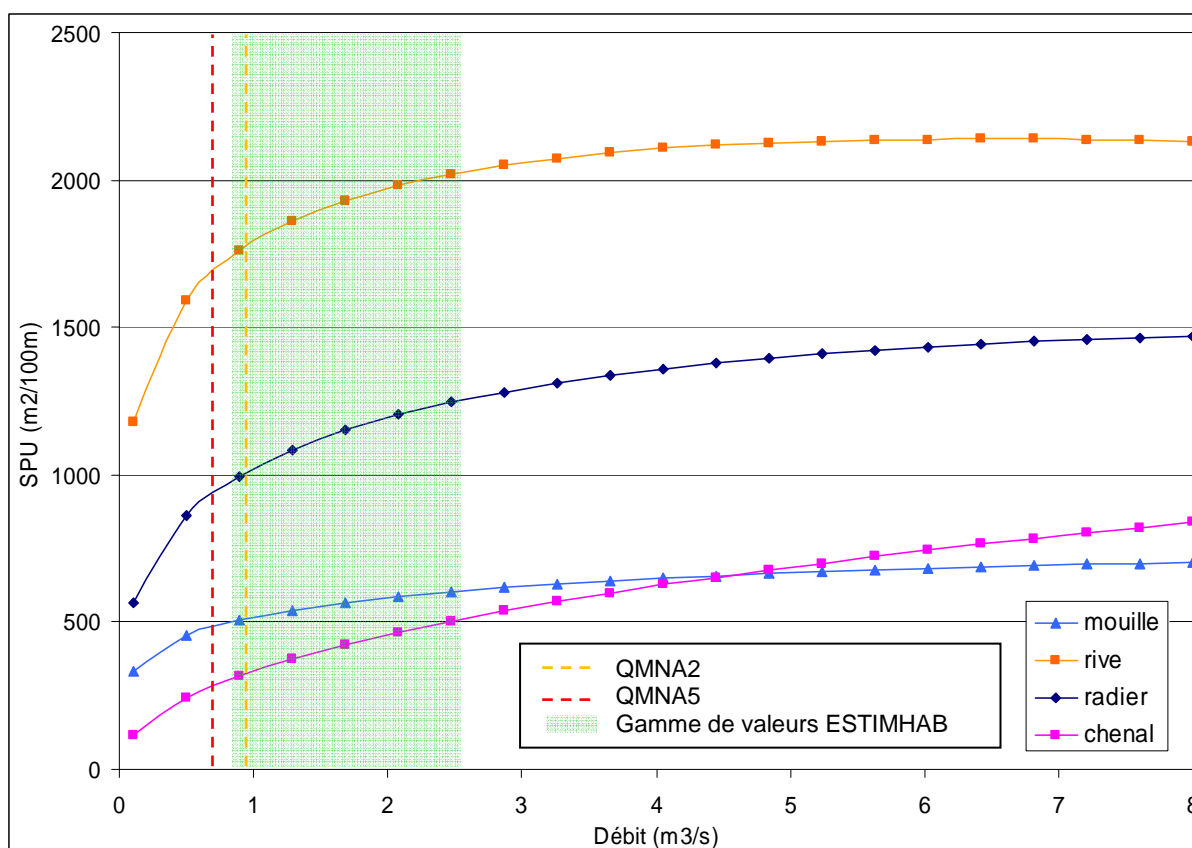
STATION 7 : LA SALINDRENQUE A THOIRAS

Figure 88: Courbes d'évolution de la surface utile (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit - Truite fario - Station 7 sur la Salindrenque



STATION 8 : LE GARDON D'ANDUZE A LA MADELEINE

Figure 89: Courbes d'évolution de la surface utile (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit - Truite fario - Station 8 sur le Gardon d'Anduze



6.5 SYNTHÈSE

Les **ESTIMHAB_H** et les **ESTIMHAB_B** ainsi que leurs évolutions au cours de l'année sont représentés sur les graphiques synthétiques suivants.

Tableau 42 : récapitulatif des ESTIMHAB_B et ESTIMHAB_H proposés.

Gamme de débit biologique	BV (km²)	ESTIMHAB _B (l/s)	ESTIMHAB _H (l/s)		
Station 1 : Remoulins	1780	1 600	2000	2400	5000
Station 2 : l'Alzon	79	75	100	175	
Station 3 : G. d'Alès	406	500	600	800	1500
Station 5 : G. de St Germain	24	40	50	75	
Station 6 : G. de Ste Croix	35	50	60	100	
Station 7 : Salindrenque	67	130	160	250	
Station 6 : G. d'Anduze	549	900	1200	1700	2500

Figure 90 : Propositions de débits biologiques pour les 5 stations

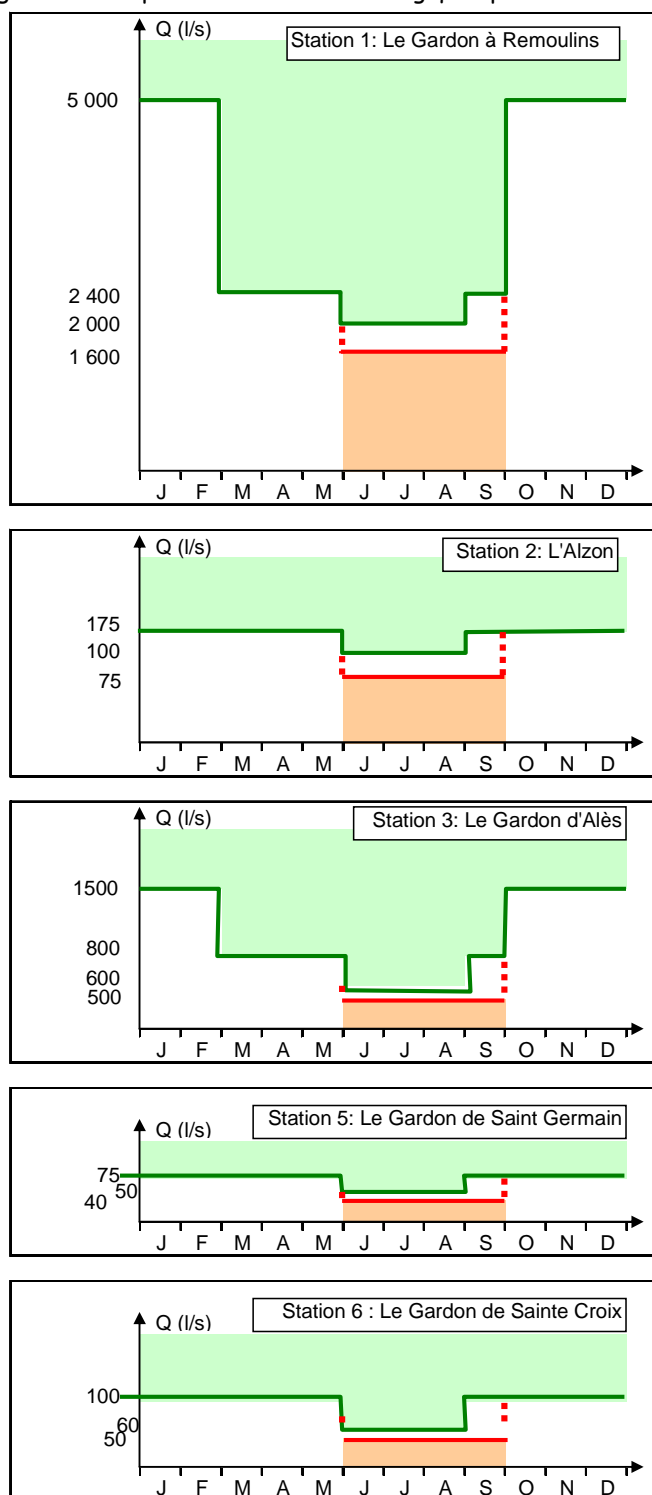
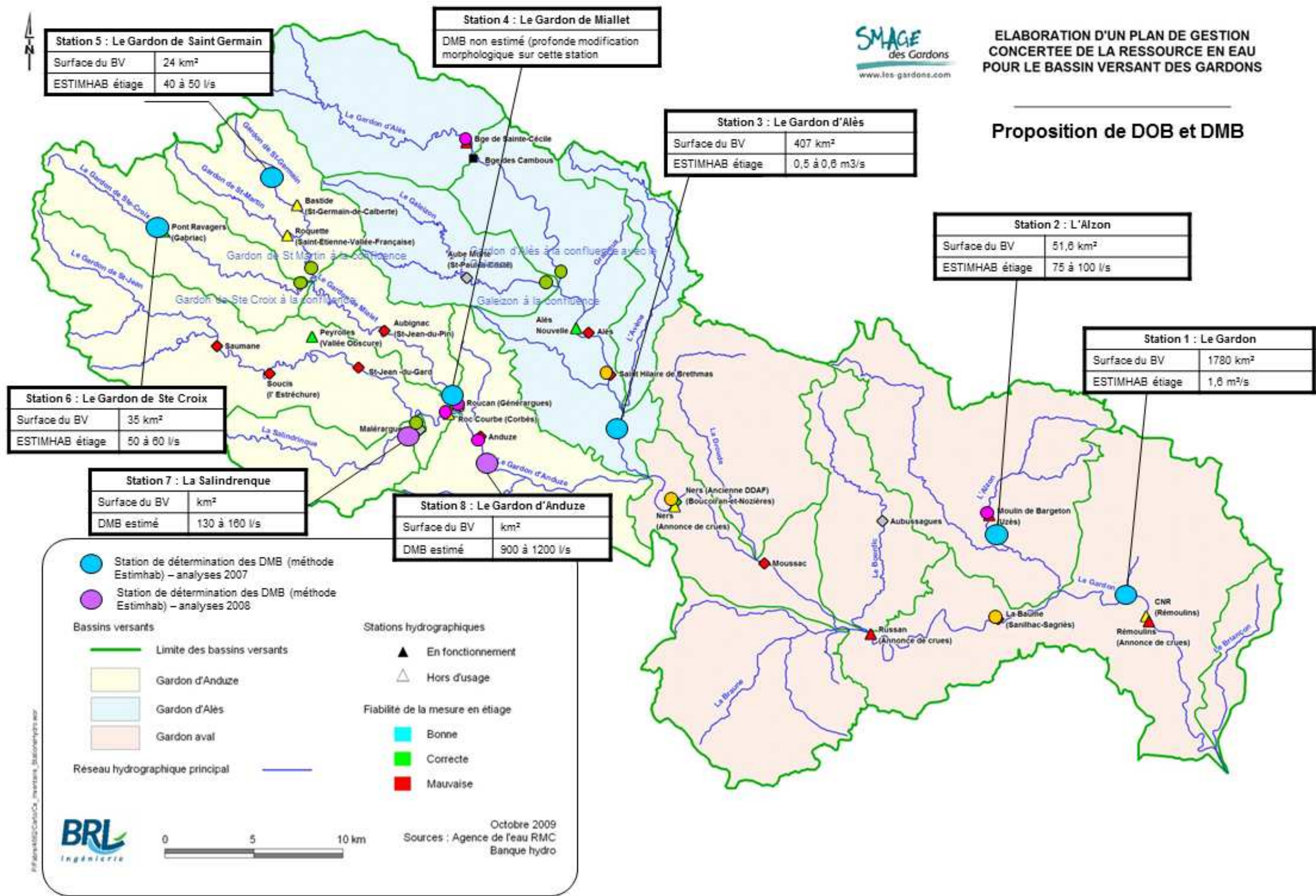
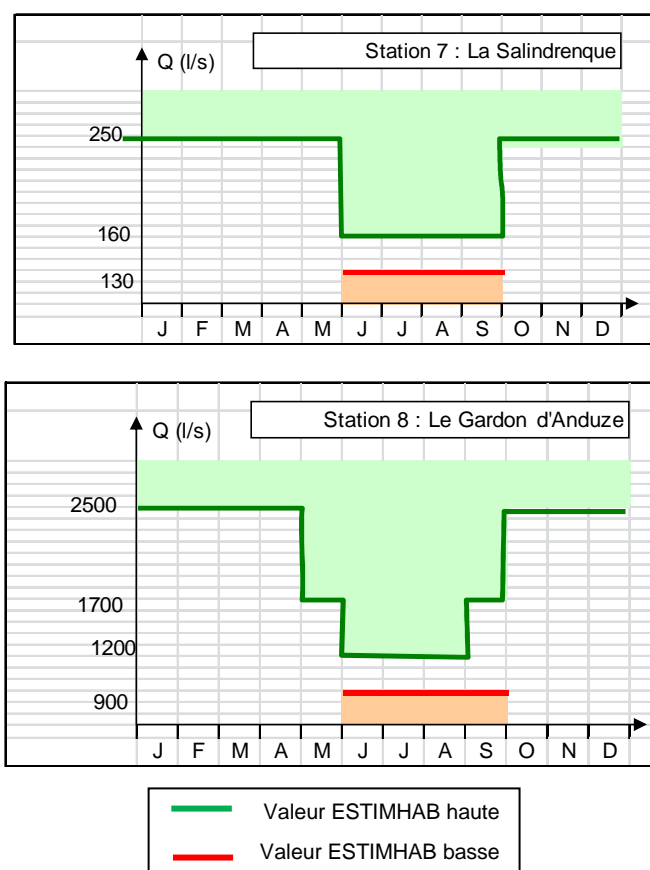


Figure 91 : Récapitulatif des débits biologiques proposés





La carte ci-après récapitule les résultats obtenus par la méthode Estimhab sur les stations d'étude.

La modélisation Estimhab est un outil qui quantifie l'impact attendu des variations de débits sur les habitats piscicoles.

Les paramètres physico-chimiques (oxygène dissous, température...) et morphodynamiques influencent les conditions biogènes du milieu (donc nécessaires au maintien de la vie, de la circulation et de la reproduction des espèces) pour un même débit et peuvent influencer les ESTIMHAB_H et ESTIMHAB_B proposés.

7. USAGES NON CONSOMMATEURS

Certains usages ne prélèvent pas d'eau mais constituent une contrainte sur les débits ou hauteurs d'eau qu'il est nécessaire de prendre en compte.

7.1 HYDROELECTRICITE

Il existe une micro-centrale hydroélectrique sur le bassin versant des Gardons. Elle se situe sur le canal de Boucoiran, au niveau du Moulin de la Roque. Son maître d'ouvrage et gestionnaire est M. Chapelot, qui ne possède pas le canal en amont.

Cette centrale au fil de l'eau exploite une hauteur maximale de chute de 2,40 m pour un débit maximal autorisé de 1,6 m³/s. Elle permet de produire une puissance maximale hydraulique brute de 37,67 KW, ce qui correspond, compte-tenu du rendement normal des équipements, à une puissance maximale disponible de 30 KW.

Cette station est localisée sur la Figure 57 : Carte du Canal de Boucoiran.

7.2 BAIGNADE

L'usage baignade est très développé sur le bassin, et en particulier :

- ▶ dans les rivières de la partie Cévenole : les Gardons de St Jean, de Mialet et d'Anduze, le Galeizon (à l'exception de la Salindrenque et du Gardon d'Alès),
- ▶ sur le bas Gardon (des gorges à l'amont de Remoulins).
- ▶ dans la retenue d'eau des Cambous, à vocation touristique pendant l'été : son plan d'eau est maintenu au moins jusqu'à fin août.

C'est en effet la hauteur d'eau qui est la principale contrainte pour la baignade. Ainsi, cette activité est souvent pratiquée dans des trous d'eau ou dans des zones où la profondeur de l'eau est suffisante (comme les gorges). Mais la hauteur d'eau peut être stabilisée grâce à la construction de seuils temporaires ou permanents (en particulier sur la zone amont). Ainsi, **il n'y a pas vraiment de contraintes sur le débit**, si ce n'est pour des aspects liés à la qualité de l'eau.

La DDASS contrôle la qualité 37 points de baignade sur le bassin versant des Gardons (DRASS, 2008). Ils sont représentés sur la carte des loisirs aquatiques.

7.3 CANOE-KAYAK

Sources : conversations téléphoniques avec les loueurs Natu'rando et Kayak Vert, ainsi qu'avec M. Brisson, président du Comité Départemental de pratique du Canoë-Kayak.

Le canoë-kayak est pratiqué essentiellement dans le secteur des gorges (représenté sur la carte des loisirs aquatiques), à savoir entre Russan et Fournès. En crue, il peut également être pratiqué sur les Gardons amont (Galeizon, Gardons de Mialet, St Jean, St Martin, St Germain...), pour des descentes sportives, à partir de 2 ou 3 m³/s. Plusieurs loueurs de canoë-kayak sont installés à Collias et Remoulins. Leur période d'activité s'étend d'avril à novembre, en fonction des conditions hydrologiques (pas de sorties possibles en cas de crue).

Les principales contraintes s'exerçant sur les activités de canoë-kayak sont les suivantes :

- ▶ Présence d'obstacles temporaires en rivières charriés par les crues (troncs d'arbres, métal...),

- Présence d'obstacles permanents non franchissables, en particulier les seuils entre Remoulins et Montfrin, où les seuils ne sont pas équipés de glissières ni de débarcadères.
- Assecs sur la partie Russan-La Baume. Le canoë-kayak peut être pratiqué avec des hauteurs d'eau pouvant descendre jusqu'à 10 cm. Sur ce tronçon, l'activité s'est arrêtée mi juin en 2009 et mi-juillet en 2008. Les professionnels se servent de repères visuels (écoulement au niveau du Pont-St-Nicolas, lame déversante au-dessus du seuil de Collias, hauteur d'eau à l'échelle limnimétrique de Remoulins) et des retours des clients pour savoir quand le tronçon n'est plus praticable. Selon Mme Salgues (Natu'rando), la pratique du canoë à l'amont des gorges s'arrête quand le débit au niveau du seuil de Remoulins descend au-dessous de **5 m³/s**. En aval de la Baume, le canoë kayak peut être pratiqué toute l'année.

7.4 CANYONING

Source : *Entretien avec la société Parfum d'Aventure, 2011*

Une activité de canyoning existe sur le bassin versant. Plusieurs canyons situés sur les têtes de bassins sont pratiqués (Pas de Souci vers l'Estréchure, Source du Gardon de Mialet vers St-Germain de Calberte, Moucan (affluent du Gardon de Mialet, ...).

Ce sport est pratiqué à l'étiage, car des débits trop importants pourraient présenter des risques. La pratique est interrompue sur certains canyons au cours de l'étiage essentiellement à cause de problèmes de qualité, qui peuvent être liés à des faibles débits de dilution. L'interruption peut se produire entre mi-juillet et août selon les années.

7.5 PECHE

Source : *Echanges avec Roselyne Rubin, fédération de pêche, 2008.*

L'ensemble du réseau hydrographique des Gardons est praticable pour la pêche. 7 AAPMA (Association Agréées pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique) élus pour la période 2002/2008, sont recensées sur le bassin.

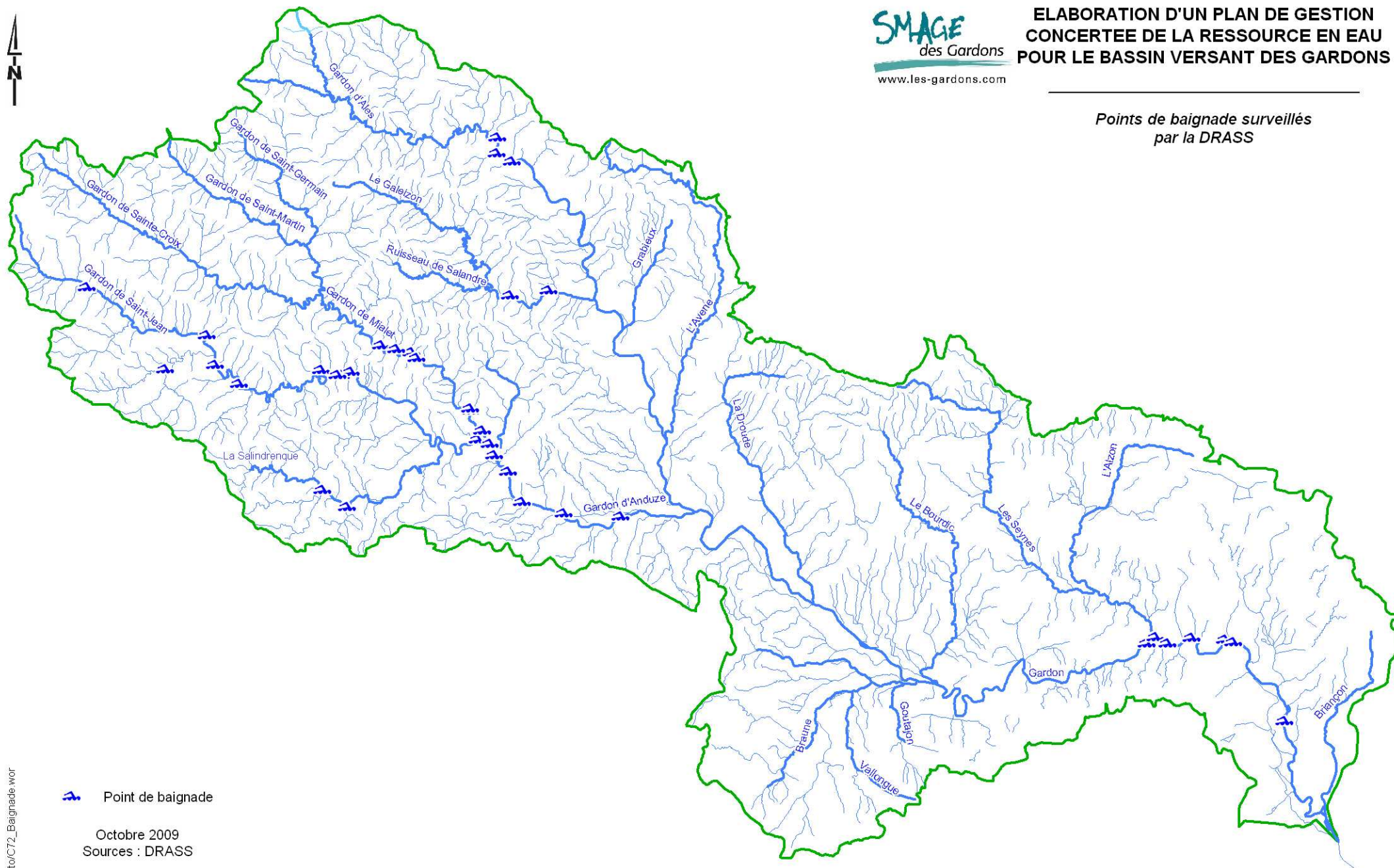
Tableau 43 : AAPMA dont l'activité concerne le bassin des Gardons (Source : Fédération de pêche, 2008)


AAPMA	Cours d'eau concernés	Président
Le Gardon Alaisien / Haute Gardonnenque (Alès).	Les Gardons d'Anduze, d'Alès, de Mialet, de St Jean, le Galeizon, l'Avène, la Salindrinque, la Droude, l'Ourne, l'Amous	Michel DUSSARGUES. Saumane Tel : 06.23.12.79.60
Le poisson Compois (Comps)	Le Gardon Le Briançon	Christian GUIMELLI. Comps Tel : 04.66.01.42.49
Les pêcheurs du Haut Gard (La Grand'Combe).	Le Gardon d'Alès + barrages CG30 (Cambous, Ste Cécile)	Pierre AUBERT. Les Salles du Gardon Tel. : 04.66.34.59.40
Les riverains Montrfrinois (Montfrin)	Le Gardon	Nicolas DELORME. Montfrin Tél. 04.66.57.40.87
Union des pêcheurs Nîmois (Nîmes)	Le Gardon, le Gardon de St-Jean (tête), le Tourgueille, la Braune, l'Esquille	Jean Daniel DEPOUDENT, Nîmes. Tél. 06.86.71.63.06 jean-daniel.depoudent@wanadoo.fr
Le brochet Remoulois (Remoulins)	Le Gardon	Jean Pierre DOMON. Remoulins. Tél : 04.66.37.01.78
Le Goujon Uzétien (Uzès)	L'Alzon, le Bourdic, les Seynes, le Gardon	Yves MEJAN. Uzès. Tél. : 06.78.43.11.16

Les zones d'asec récurrent sur le BV des Gardons justifient des pêches de sauvetage, effectuées au moment de l'étiage, notamment :



*Points de baignade surveillés
par la DRASS*



 Point de baignade

Octobre 2009
Sources : DRASS

- Le Gardon en aval du rocher du Vidal (entre Ners et les gorges)
- Le Bourdic sur la quasi-totalité de son linéaire : les derniers points d'eau se situent au niveau des villages de Bourdic et Arpaillargues. Les poissons récupérés au cours des pêches de sauvegarde sont déversés dans l'Alzon ;
- Les Seynes sur la quasi-totalité de son linéaire : le dernier point d'eau se situe au niveau du lieu-dit le Grand Mas (entre Arpaillargues et Sagriès). Les poissons récupérés au cours des pêches de sauvegarde sont déversés dans l'Alzon ;
- Les affluents des Gardons sur l'amont du bassin.

Les étiages importants qui ont eu lieu ces dernières années ont eu plusieurs impacts sur les populations de poissons. On observe notamment un impact différé sur le fraie des populations de salmonidés : les conditions d'étiage en cours d'eau de 1^{ère} catégorie piscicole sont stressantes pour les truites. L'augmentation des températures, la disponibilité limitée de nourriture, la diminution de la lame d'eau, et la diminution de l'oxygénation induisent un comportement de survie des truites au détriment de la reproduction, caractérisée par une diminution du nombre d'œufs et la présence de nombreux œufs clairs. En parallèle, une augmentation des populations de certaines espèces est observée, comme le blageon et le barbeau. Les mortalités de poissons, difficiles à quantifier, semblent avoir augmenté sur l'ensemble des Gardons et de leurs affluents.

Par conséquent, une diminution de l'activité halieutique a été observée, en particulier pour les cours d'eau de 1^{ère} catégorie piscicoles du fait des niveaux d'eau trop bas. En 2^{nde} catégorie, les pêcheurs ont tendance à se reporter sur les zones aval du Gardon (principalement entre Remoulin et Comps).

Pour la fédération de pêche, les étiages importants ont donné lieu à une augmentation des pêches de sauvetage à réaliser. Avant 2003, seules 2 pêches de sauvetage par an avaient lieu à des points fixes. A partir de 2003, les pêches de sauvetage ont été multipliées.

Tableau 44: Bilan des pêches de sauvetage depuis 2003 (données de la fédération de pêche).

Année	Date	Lieu	Cours d'eau	Type d'intervention	Inventaire	Action
2003	31-juil-03	Trou d'eau amont grand Mas et pont Romain	Les Seynes	Sauvetage	50 kg de blancs et carnassiers	
	19-août-03	Trou d'eau en aval du Grand Mas	Les Seynes, le Bourdic	Sauvetage	50 kg de toutes espèces	
2004	26-mai-04	Saumane	Gardon 1 ^{ère} cat.	Suivi réserve, estimation impact canicule	76 fario 2003, 26 en 2004, soit une baisse de 66 %	Remis en place
	26-mai-04	L'Estréchure	Gardon 1 ^{ère} cat.	Suivi réserve: non représentatif, trop d'eau	14 fario	Remis en place
	22-juin-04	Pont de Ners	Gardon 2 ^{ème} cat.	Sauvetage sécheresse	94 kg de carpes 30 kg de blancs	Remis dans le lit principal voisin
	20-juil-04	Grand Mas	Les Seynes, 2 ^{ème} cat.	Sauvetage sécheresse	Brochets + 60 kg de blancs	Remis dans l'Alzon (Vallée de l'Eure)
	20-juil-04	Arpaillargues	Le Bourdic 2 ^{ème} cat.	Sauvetage sécheresse	Brochets, brochetons (reproduction naturelle) + 30 kg de blancs	Remis dans l'Alzon (Vallée de l'Eure)
	04-août-04	Amont d'Uzès	Les Seynes 2 ^{ème} cat.	Sauvetage sécheresse	Brochetons + 25 kg de blancs	Remis dans l'Alzon
2005	17-juin-05	Anduze	Gardon 2 ^{ème} cat.	Sauvetage	60 kg blancs	
	22-juil-05	Uzès	Seynes 2 ^{ème} cat.	Sauvetage	80 kg blancs + carnassiers	
	25-juil-05	Lassalle	Salindrinque 1 ^{ère} cat.	Sauvetage	321 écrevisses	
	27-juil-05	Bourdic	Bourdic 2 ^{ème} cat.	Sauvetage	50 kg + brochets	
	1 ^{er} août 2005	St Jean du Gard	Brion 1 ^{ère} cat.	Sauvetage	30 kg blancs + 20 fario	
	02-août-05	Lassalle	Créma 1 ^{ère} cat.	Sauvetage	173 fario + BAM	
	04-août-05	Boisset-Gaujac	Gardon 2 ^{ème} cat.	Sauvetage	40 kg blancs	
	05-août-05	St André de Valborgne	Gardon 1 ^{ère} cat.	Sauvetage	63 fario	
	29-août-05	Les Plantiers	La Borgne 1 ^{ère} cat.	Sauvetage	10 fario + BAM (martin pêcheur en panne)	
2006	22-juin-06	Dions	Gardon 2 ^{ème} cat.	Sauvetage		
	22-juin-06	St Hilaire de Brethmas	Avène 2 ^{ème} cat.	Sauvetage		
	19-juil-06	Uzès	Les Seynes 2 ^{ème} cat.	Sauvetage		
	20-juil-06	Bourdic	Le Bourdic 2 ^{ème} cat.	Sauvetage		
2007	02-août-07	Bourdic	Le Bourdic 2 ^{ème} cat.	Sauvetage		
	07-août-07	Dions	Gardon 2 ^{ème} cat.	Sauvetage		
2008	30-sept-08	Dions	Gardon 2 ^{ème} cat.	Sauvetage	500 kg sauvés	

Figure 93 : Contexte piscicole par cours d'eau (Source : SAGE, 1999).

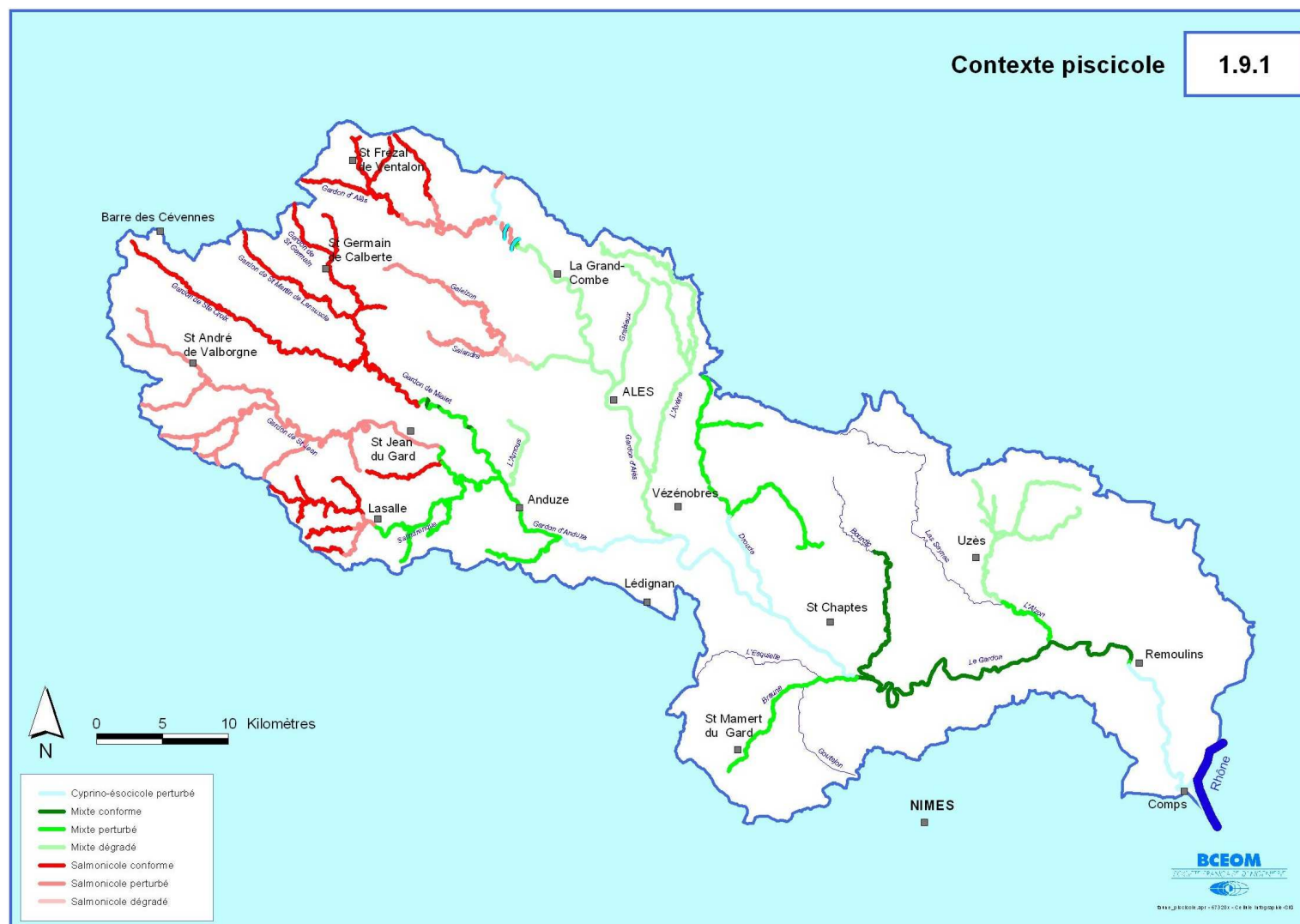
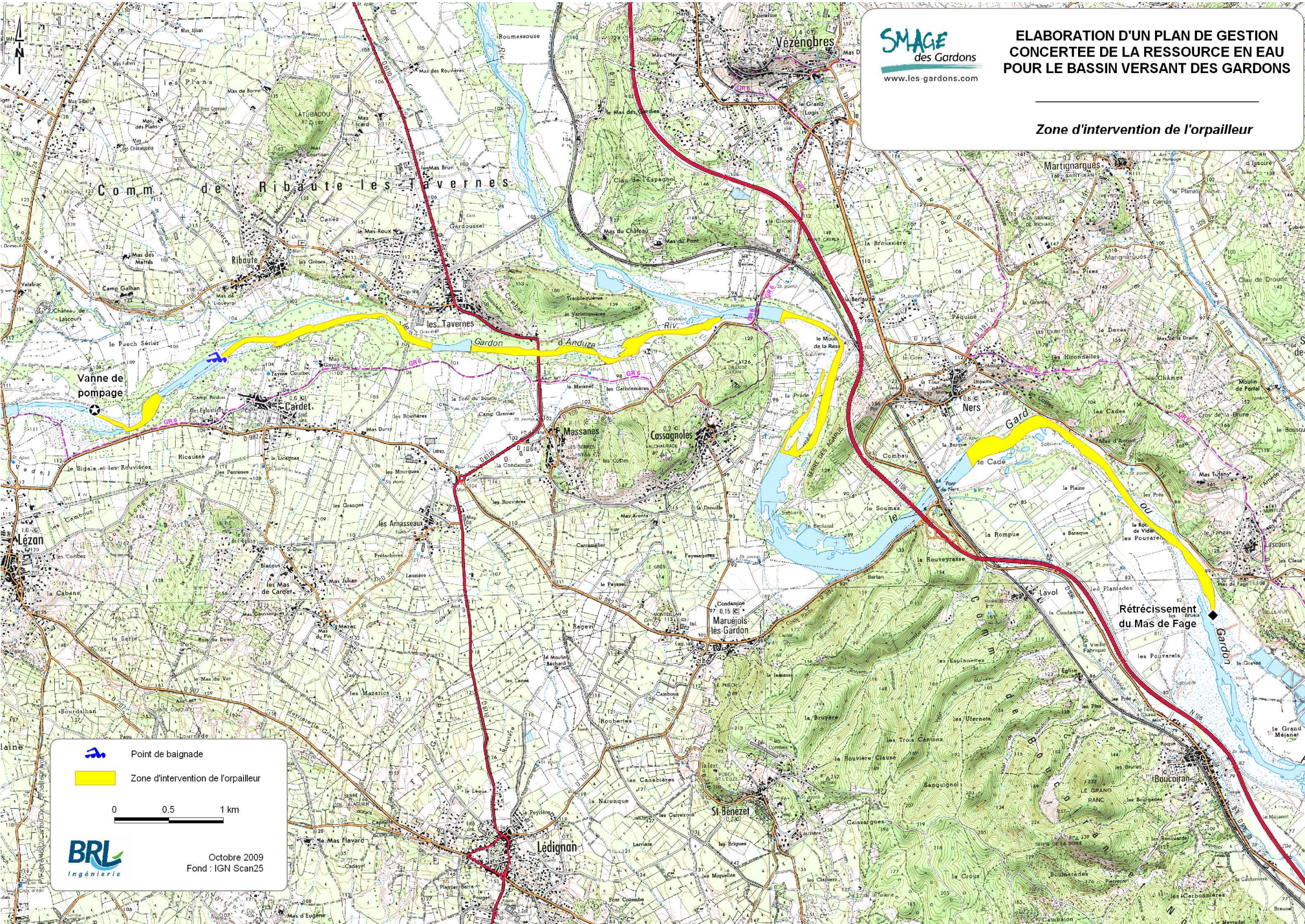


Figure 94 : Carte de localisation des zones exploitées.



7.6 ORPAILLAGE

Source : entretien téléphonique avec M. M. Jean-Luc Billard, orpailleur professionnel.

Il existe une activité d'orpaillage professionnelle depuis 2001 (les arrêtés d'autorisation sont disponibles depuis cette date, selon M. M. Jean-Luc Billard) sur le tronçon du Gardon d'Anduze à l'aval du Pont de Lezan jusqu'au rétrécissement du Gardon au niveau du Mas de Fages (Commune de Cruviers-Lascours), soit sur une longueur de 15 km.

Sur ce tronçon, une longueur de 10,6 km est effectivement exploitée, les 4,4 km restants ne sont pas exploitables de par leur configuration géomorphologique, la présence de pêcheurs et la qualité de l'habitat piscicole (dossier de M. Jean-Luc Billard)

Les alluvions du Gardon contiennent des particules d'or que l'orpailleur récupère au moyen de dragues aquatiques qui aspirent et lavent les sédiments amoncelés dans des zones de dépôt ou « placers ».

L'activité se déroule selon les étapes suivantes :

- ▶ débouage (élimination des grosses pierres et particules légères),
- ▶ lavage (élimination des argiles et sables),
- ▶ récupération des sables aurifères.

Ces opérations peuvent être réalisées à l'aide de matériel manuel ou à l'aide de dragues aquatiques, en fonction de la localisation des « placers ». Au total, environ 750 tonnes de gravier sont lavés par an, soit une mobilisation des sédiments sur environ 600 m² (moins de 1% de la surface objet de l'autorisation).

Les impacts sur l'hydrosystème sont les suivants :

- ▶ Déplacement de sédiments d'une dizaine de mètres et mise en suspension de fines (sur une dizaine de mètres également). La déstabilisation du lit (notamment du pavage) augmente le risque d'érosion,
- ▶ déplacement destruction partielle de la faune benthique et interstitielle,
- ▶ dérangement de l'ichtyofaune (la mise en suspension de sédiments est susceptible de perturber le frai des poissons)

Les mois de mars et début avril sont consacrés au repérage des « placers ». Les périodes propices à l'activité d'orpaillage professionnel à l'aide de dragues sont **mi-avril à juin** et **octobre-novembre**, mais l'autorisation de 2003 s'étend sur la période juillet à novembre seulement. La **période estivale** est essentiellement consacrée à des **stages d'initiation** à l'orpaillage, en raison du **faible tirant d'eau**. La contrainte sur les débits est donc naturellement intégrée à l'activité de l'orpailleur : l'arrêt de l'activité à la fin du mois de juin, (et sa reprise au mois d'octobre) correspondent à un débit d'environ **2 à 3 m³/s à la station d'Anduze**.

8. BILAN DES ARRETES SECHERESSE

Sources : Conversations avec M. Lévrier (MISE 30) et M. Espinasse (MISE 48), arrêtés sécheresse.

Conformément aux actions préconisées dans le Plan d'Action Sécheresse de 2004 (MEDD), des arrêtés cadres réglementant la procédure de création d'arrêtés sécheresse ont été établis dans le Gard et la Lozère. Pourtant, leur contenu diffère notablement. Alors que dans le Gard, les mesures de surveillance et réponse aux étiages sont basées sur un panel d'indicateurs large et des démarches de concertation, en Lozère, un seul indicateur est pris en compte (seuils de débit fixes).

8.1.1 Arrêté sécheresse cadre du Gard

L'arrêté sécheresse cadre du Gard (arrêté cadre départemental N° 2007-89-9, 2007) s'appuie sur la surveillance des VCN3 décennaires (minimum de la moyenne glissante de 3 jours sur une période de 10 jours) pour déclencher la mise en place de la cellule sécheresse, en fonction du positionnement. Cette cellule comprend une trentaine de personnes parmi les services de l'Etat (préfecture, DISE, DDASS, DDSV, DDAF, DRIRE, DIREN, ONEMA, ...), les usagers (chambre d'agriculture, sociétés d'affermage en eau potable, fédération de pêche, fédération d'hôtellerie, BRL), et les collectivités locales (association des maires du Gard, CG, syndicats de bassin/nappe).

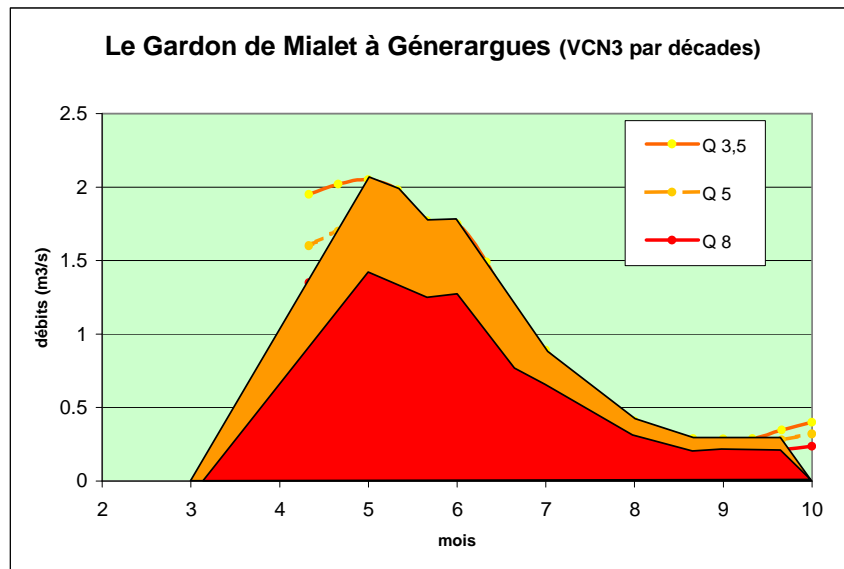
La station retenue par l'arrêté cadre du Gard pour la surveillance des débits d'étiages du gardon est la station de Générargues sur le Gardon de Mialet. Le graphique suivant trace les VCN3 décennaires pour différentes périodes de retour (entre 3 et 4 ans, 5 ans et 8 ans). Les enveloppes de ces courbes déterminent trois niveaux de vigilance :

- ▶ vert (situation normale),
- ▶ orange (situation de vigilance)
- ▶ rouge (situation d'alerte).

La position du VCN3 décennaire sur le graphique permet de déclencher la réunion de la cellule sécheresse et l'activation du réseau ROCA de manière mensuelle (zone orange) ou tous les 15 jours (zone rouge). Un suivi des indicateurs de situation (météorologiques, hydrologiques/piézométriques, d'observation des assecs, de l'AEP, des mortalités piscicoles, de besoins agricoles...) est également mis en place. En niveau orange, des mesures de sensibilisation des usagers sont prises (communication, vérification des tours d'eau...), tandis qu'en niveau rouge, la mise en place d'un arrêté sécheresse et de limitations/restrictions des usages peut être prise par le préfet sur une demande de la cellule sécheresse.

La DIREN préconise un retour à un état moins grave après constatation d'une amélioration durable (7 jours consécutifs de situation favorable).

Figure 95 : VCN3 pour différentes fréquences du Gardon de Mialet à Générargues (arrêtés sécheresse cadre du Gard, courbes établies par la DIREN)



L'arrêtés cadre du Gard est relativement souple, et la procédure de décision de restriction des usages est basée sur une démarche de concertation, dans la mesure où la perception des usagers s'ajoute à des indicateurs mesurés (VCN3 décadaire à Générargues, observations du ROCA et du RDOE...) pour décider de l'établissement ou non d'un arrêtés sécheresse.

Des arrêtés sécheresse sont parus en 2005, 2006 et 2007 (déclenché très tard, au vu de l'étiage tardif, en octobre).

8.1.2 Arrêtés sécheresse cadre de la Lozère

Pour la Lozère, l'arrêtés cadre date du 11 juillet 2006 (arrêtés préfectoral n°06-1101).

La station de surveillance considérée sur le bassin versant des Gardons est celle de Gabriac sur le Gardon de Ste Croix.

Quatre seuils sont définis :

- ▶ le seuil de vigilance (110 l/s à Gabriac) : lorsqu'il est atteint sur une des stations de surveillance Lozériennes, il déclenche la constitution de la cellule sécheresse ainsi que des relevés plus fréquents des débits (1 fois par semaine au moins). Les prélèvements doivent être organisés pour limiter au maximum leur impact en terme de débit instantané.
- ▶ le seuil d'alerte (75 l/s à Gabriac) : si la moyenne des débits sur 3 jours consécutifs le franchit, les mesures de restriction d'ordre 1 entrent en vigueur dans le bassin concerné, soit une restriction de 25% en débit des prélèvements agricoles.
- ▶ le seuil d'alerte renforcée (60 l/s à Gabriac) : si la moyenne des débits sur 3 jours consécutifs le franchit, les mesures de restriction d'ordre 2 entrent en vigueur dans le bassin concerné, soit une restriction de 50% en débit des prélèvements agricoles.
- ▶ le seuil de crise (45 l/s à Gabriac) : si la moyenne des débits sur 3 jours consécutifs le franchit, les mesures de restriction d'ordre 3 entrent en vigueur dans le bassin concerné, soit une interdiction des prélèvements agricoles.

Source complémentaire : Dossier de demande d'autorisation pluriannuelle de prélèvement d'irrigation en Lozère.

Les mesures de restriction repassent à l'ordre inférieur lorsque la moyenne des débits journaliers des 3 derniers jours passe au-dessus du seuil considéré. Cette décision s'accompagne d'une analyse de la tendance des débits sur les 7 derniers jours afin de ne pas lever les mesures sans garantie sur la stabilisation de la situation hydrologique, ainsi que d'une vérification de la cohérence avec les prévisions de Météo France à 5 jours et les facteurs climatiques (température de l'air et de l'eau).

Les différentes mesures de restrictions des usages sont appliquées pendant au moins une semaine.

Plusieurs arrêtés sécheresse (correspondant aux différents seuils) ont été adoptés en 2006. Il n'y a pas eu d'arrêt sécheresse en 2007.

8.1.3 Bilan des arrêtés sécheresse pris les années précédentes

Le tableau suivant récapitule les principales mesures des 6 dernières années concernant la gestion départementale des étiages au niveau des services de l'Etat.

En 2002, l'étiage est modéré et on assiste au début des mesures de restriction (arrêtés communaux en Lozère).

En 2003, année de la canicule, des mesures sont prises assez tôt en Lozère (juin) et plutôt tardivement dans le Gard (juillet), avec des restrictions relativement sévères.

Les années 2005 et 2006 ont été particulièrement sèches, avec des premières mesures de restriction prises fin juin dans le Gard et fin juillet en Lozère, et qui atteignent le niveau 2 de crise.

L'année 2007 est caractérisée par un étiage tardif, avec un arrêté sécheresse gardois établi en octobre 2007 et qui se poursuit jusqu'à septembre 2008.

La Lozère n'a pour l'instant jamais activé le ROCA. Des arrêtés sécheresse cadre ont été adoptés successivement en 2004, 2005 et 2006, correspondant aux seules réunions du comité de sécheresse. Pour les activations des niveaux d'alerte, un comité restreint est réuni. L'arrêté a été revu plusieurs fois afin de fixer les seuils d'alerte. Les seuils d'alerte semblent toujours trop bas sur le Gardon et risquent de changer prochainement, vu que seul le niveau de vigilance a pour l'instant été activé, même quand les autres bassins se trouvaient au niveau de crise, voire de crise renforcée.

Tableau 45 : Bilan des mesures départementales de gestion des étiages entre 2002 et 2008 dans le Gard et la Lozère.

	Conditions hydrologiques	Dates des restrictions GARD	Dates des restrictions LOZERE	Reunions comité sécheresse GARD	Reunions comité sécheresse LOZERE	Activation ROCA
2002	Année clémente. Précipitations de fin août -> retour à la normale		2 août: Arrêtés municipaux de réduction des consommations d'eau pris sur 5 communes			
2003	Début d'été sec, orages en 2 ^e moitié d'août qui limitent le déficit hydrométrique, pluies importantes fin sept-début octobre	08 août: Interdictions : usages de l'eau publics et particuliers (espaces verts, piscines privées, lavage voitures) et limitations sur usages agricoles de jour sur cours d'eau hors Rhône. 14 août: Accentuation: interdictions sur usages agricoles de jour sur bassins hors Rhône pour l'alimentation des bœufs sauf micro-irrigation. Pour cultures arboricoles non récoltées, interdiction réduite à la période 10h-18 h. Pour le maraîchage, l'entretien des semis et jeunes plants par bassinage non concernées l'interdiction, mais limitation	26 juin: Limitation provisoire des usages de l'eau: interdictions : usages de l'eau publics et particuliers (espaces verts, piscines privées, lavage voitures) et agricoles de jour (rases, golfs) 03 juillet: Accentuation : toute irrigation de jour est interdite, celle des rases n'est plus autorisée. 11 juillet: Accentuation : alimentation des rases interdite sauf nécessités imposées pour l'abreuvement des animaux. Aspersions des stockages de bois par voie humide autorisée y.c. la nuit. 18 juillet: Modifications : pour productions maraîchères, autorisation arrosage à mi-journée pendant ½ h et interdiction aspersions stockages de bois de 0 à 5h.			
2004	Hiver moyen, déficit printannier, pluies en mai-juin, débits proches de la normale sauf en piémont Cévenol	pas d'arrêté?	pas d'arrêté?			Gard: ROCA activé fin mai
2005	Année exceptionnellement sèche. Déficit pluviométrique dès avril qui s'accroît en mai-juin. Forte sécheresse estivale (comparable à 76). Déficit compensé par les pluies d'automne (bonne recharge)	24 juin: Arrêté n°2005175-16 définissant les mesures de limitation provisoire des usages de l'eau dans le Gard: Limitation maximale des usages de l'eau non prioritaires 12 juillet: Arrêté n°2005-193-7 renforçant les mesures de limitation provisoire des usages de l'eau dans le Gard: Niveau 2 pour les Gardons 28 juillet: Arrêté n°2005 – 209 - 1 renforçant les mesures de limitation provisoire des usages de l'eau dans le Gard: Niveau 3 pour les Gardons 25 août: Arrêté n°2005 – 237- 2 mesures complémentaires de limitation provisoire des usages de l'eau dans le Gard: Niveau 3 pour les Gardons et le Karst Urgonien	25 juillet 2005: Niveau 2 sur les Gardons Cévenols 8 août 2005: Maintien du niveau 2 sur les Gardons Cévenols 8 septembre 2005: levée des mesures en vigueur	25 avril 2005, 11 juillet	06-juil	Gard: ROCA activé début mars
2006	Année exceptionnellement sèche. Hiver et printemps secs, déclin des débits dès mai. Déficit pluviométrique qui se poursuit en juin et juillet, étiage sévère caractérisé par une chute brutale des débits avec des assecs constatés.	22 juin: Niveau 1 sur les Gardons 13 juillet: Niveau 2 sur les Gardons 24 juillet: Niveau 1 alerte sur le Karst Urgonien - Niveau 2 crise sur les Gardons 4 octobre: levée des restrictions	26 juillet 2006: Gardons non concernés 8 août 2006: Alerte niveau 1 sur les Gardons 29 août 2006: Alerte niveau 1 sur les Gardons 18 septembre: levée des restrictions	7 avril 2006 12 mai 2006 20 juin 2006 12 juillet 2006 21 juillet 2006 3 août 2006	28-juin-06	Gard: ROCA activé la dernière semaine d'avril
2007	hiver et début de printemps très chaud et sec (4 fois moins de pluie qu'en situation normale). Pluies abondantes en mai-juin, mais effet hydro limité. Pluies rares à partir de juillet: fort déficit pluviométrique de la fin de l'année 2007 fortes pluies en novembre	23 octobre 2007: AP n°2007-296-1 de restriction des usages de l'eau (niveau 1: alerte) 14 décembre 2007: AP n°2007-348-4 modifiant les mesures de limitation (retour au niveau 0: vigilance) Abrogation sept2008	pas d'arrêté en 2007	5 mars - 19 avril 16 mai - 23 août - 15 octobre		Gard: ROCA activé depuis le 02/03/07
2008	déficit à la fin mars soulagé par des pluies printanières (avril à juin). Niveaux très bas en juillet, août-septembre dû au déficit de recharge depuis 4 ans. Retour à la normale ensuite grâce aux pluies automnales à partir d'octobre (bonne recharge)	pas d'arrêté de restriction pris en 2008 1 sept.: levée des mesures de restriction en vigueur depuis 2007	pas d'arrêté en 2008			

Source: http://www.rhone-alpes.ecologie.gouv.fr/bassin_rmc/bsh/Secheresse/Annee-2008/intro_secheresse2008.htm

Arrêté Cadre dans le Gard: 30 mars 2007

Arrêtés Cadres en Lozère: 27 juin 2005 et 11 juillet 2006

ANNEXES

Annexe 1 : Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

- BCEOM, 2005. Etude globale des sous bassins versants du Gardon suite à la crue des 8 et 9 septembre 2002 - Lot 11 : bassin versant du Grabieux - Phase 1 : Diagnostic de la situation actuelle – travaux d'urgence. SMAGE
- BCEOM, 2005. Etudes globales des sous bassins versants du Gardon suite à la crue des 8 et 9 septembre 2002 - lot n°7 : Bassin versant du BOUR DIC de l'Arrière et de leurs affluents - rapport de phase 1. SMAGE
- BCEOM, NICAYA, 2000. Schéma d'aménagement et de gestion des eaux des Gardons. CG30, CG48, SMAGE
- BCEOM, NICAYA, 2000. Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux des Gardons - 5 volumes. CG Gard, CG Lozère, SMAGE Gardons"
- BERGASUD, 2006. Impact de la réhabilitation du seuil de Remoulins sur la nappe alluviale du Gardon - Rapport Hydrogéologique. SMAGE
- BRGM, 1998. Avis hydrologique sur le soutien d'étiage du Gardon en amont de la ville d'Alès - 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-ALES. MISE Gard
- BRGM, 1999. Avis d'expertise sur les conclusions de l'étude relative à la connaissance de l'aquifère karstique de l'Urgonien des Gardons. DRIRE LR
- BRGM, 2004 Actualisation de la synthèse hydrogéologique en région Languedoc-Roussillon. (1985, mise à jour 2004)
- BRGM, 2006. Description des aquifères du département du Gard – Rapport final.
- BRLi, 1994. Gestion concertée des barrages de Sainte-Cécile-d'Andorge et des Camboux - Etudes préalables aux enquêtes publiques - Etude hydraulique générale. CG Gard
- BRLi, 1997. Etude de l'aquifère karstique de l'Urgonien - Volet 2 - Hydroclimatologie 1996. CG Gard
- BRLi, 1998. Etude de l'aquifère karstique de l'Urgonien - Analyse et synthèse des données existantes. CG Gard
- BRLi, 1998. Etude de l'aquifère karstique de l'Urgonien - Hydroclimatologie 1997. CG Gard
- BRLi, 1999. Etude de l'aquifère karstique de l'Urgonien - Rapport final - Synthèse. CG Gard
- BRLi, 2000. Suivi piézométrique et hydroclimatologique du karst Urgonien - Année 1999 - Rapport définitif. CG Gard
- BRLi, 2006. Schéma départemental des grandes adductions d'eau potable du Gard. CG Gard, en cours. Schéma Directeur d'Aménagement pour la Prévention des Inondations. CG Gard
- BRLi, 2005. Etude globale des sous bassins versants du Gardon suite à la crue des 8 et 9 septembre 2002 - Lot 1 : Le Bas Gardon - Phase 1 : diagnostic. SMAGE
- BRLi, 2005. Etude globale des sous bassins versants du Gardon suite à la crue des 8 et 9 septembre 2002 - Lot 2 : Bassin versant de la Gardonnenque - Phase 1 : diagnostic. SMAGE
- BRLi, 2005. Etude globale des sous bassins versants du Gardon suite à la crue des 8 et 9 septembre 2002 - Lot 3 : Bassin versant du Gardon d'Anduze - Phase 1 : diagnostic. SMAGE
- BRLi, 2005. Etude globale des sous bassins versants du Gardon suite à la crue des 8 et 9 septembre 2002 - Lot 8 : Bassins versants de la Braune et de l'Esquielle - Phase 1 : diagnostic. SMAGE
- BURGEAP, 2004. Programme d'alimentation en eau potable et de préservation de la ressource de la moyenne Gardonnenque. CG Gard, AERMC

- CESAME, 2002. Etude Hydrogéologique - bassin houiller des Cévennes - Concession de la Grand Combe Est (C6), concession de Trelys et Palmesalade (C11), Concession de Robiac et Meyrannes (C12), Extension des travaux de Robiac et Meyrannes sur la concession de Montalet (C16). HBCM
- CESAME, 2004. Suivis hydrologique, physico-chimique et biologique/ année 2003.
- CNRS, Université de Nice-Sophia-Antipolis, Claude Martin, Jean-François Didon-Lescot, 2003. Caractérisation des fonctionnements hydrogéologiques et hydrosédimentaires de la Vallée Obscure (commune de Peyrolles). SMAGE
- CNRS, Université de Nice-Sophia-Antipolis, Claude MARTIN, Jean-François DIDON-LESCOT, Joël JOLIVET, Françoise ALLIGNOL, Jean-Marie CASTEX, Mirabelle FIANDINO, Dominique RAY, Pierre USSELMANN, 2006. Observations complémentaires sur les fonctionnements hydrogéologiques et hydrosédimentaires de la Vallée Obscure (commune de Peyrolles). SMAGE
- CNRS, Université de Nice-Sophia-Antipolis, Claude MARTIN, Jean-François DIDON-LESCOT, 2004. Résumé des observations réalisées à la station hydrométrique de Valescure d'août 2003 à février 2004 - Compte rendu pour la Mairie de Peyrolles (Gard). SMAGE
- DDAF Gard, 1990. Les étiages des Gardons. DDAF Gard
- DIREN LR, 2005. Etude de couverture territoriale des réseaux de mesure - Département du Gard - Bassin du Vidourle, bassin du Vistre, bassin des Gardons, bassin de la Cèze. DIREN LR
- DIREN-LR, 2004. Préparation du plan sécheresse en Languedoc-Roussillon : Proposition d'indicateurs hydrologiques mensuels pour le suivi et la gestion quantitative des eaux superficielles.
- FACEN, 1997. Analyse de l'étude d'impact du mois de mars 96 sur la description sommaire du projet : « Gestion concertée des barrages de Ste Cécile d'Andorge et des Camboux – Avril 97.
- FACEN, 1997. Soutien d'étiage entre la Gand'Combe et Alès - Avril 97.
- FACEN, CD-ROM. Fontaines et Béals dans les Cévennes.
- GREN (Gestion des Rivières et des Espaces Naturels). Etude Globale des Sous Bassins Versants des Gardons - Le Gardon St Jean - Phase I - Etat des Lieux et Diagnostic. SMAGE
- GREN (Gestion des Rivières et des Espaces Naturels). Etude Globale des Sous Bassins Versants des Gardons - Le Gardon St Jean - Phase II : Définition des objectifs de gestion et d'aménagement. SMAGE
- MICA Environnement, 2004. Demande d'autorisation de rejet des eaux du bassin de Segoussac dans la rivière Avène - Commune de Rousson (Gard). Aluminium Pechiney
- Préfecture du Gard, 1990. Aménagement de la Gardonnenque - Programme de travaux d'urgence. Préfecture du Gard
- Préfecture du Gard, 2004. Arrêté cadre départemental n°2007-89-9 définissant les seuils de vigilance et les mesures de limitation des usages de l'eau en cas de sécheresse dans le département du Gard.
- SIEE, 2001. Suivi de la qualité du Gardon d'Alès au niveau de la ville d'Alès. Ville d'Alès. Suivi de la ressource en eau dans le département du Gard – bassin versant des Gardons. CG Gard
- SIEE, 2005. Etude Globale du bassin versant du Gardon d'Alès - Le Gardon d'Alès - Phase I - Etat des Lieux et Diagnostic. SMAGE des Gardons.
- Ginger, 2008. Schéma de gestion durable de la ressource en eau du Gard. CG30.
- SIEE. Etude Globale du bassin versant de l'Avène - Avène - Phase I - Etat des Lieux et Diagnostic. SMAGE
- SIEE. Etude globale du bassin versant du Gardon de Mialet - Gardon de Mialet - Phase I - État des lieux - diagnostic et proposition d'objectifs de gestion. SMAGE
- Ville d'Alès, 2005. Contrat d'Agglomération du Grand Alès en Cévennes - Diagnostic. Ville d'Alès

Annexe 2 : Récapitulatif des caractéristiques des Gardons en étiage aux différentes stations

Analyse statistique sur la période 1981 - 2006 (24 années de mesure)

Point : LE GARDON ST MARTIN à ST-ETIENNE-VALLEE-FRANCAISE
Type de débit : **Influencé**

superficie contrôlée : 30,50 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	0,970	0,617	0,548	0,731	0,711	0,235	0,075	0,033	0,159	0,575	1,067	1,176
T=10 ans sec (m3/s)	0,107	0,111	0,145	0,139	0,150	0,053	0,013	0,001	0,006	0,034	0,057	0,124
T=5 ans sec (m3/s)	0,144	0,198	0,201	0,255	0,184	0,067	0,019	0,003	0,012	0,083	0,137	0,198
T=2 ans (m3/s)	0,369	0,396	0,409	0,549	0,460	0,167	0,051	0,018	0,031	0,416	0,815	0,764
T= 5 ans humide (m3/s)	1,444	0,915	0,967	1,218	1,328	0,370	0,086	0,061	0,241	0,858	1,964	2,335
T=10 ans humide (m3/s)	2,248	1,159	1,046	1,579	1,451	0,451	0,164	0,075	0,569	1,302	2,357	3,008

Module (m3/s)	moyenne	0,575	ecart-type	0,3
---------------	---------	-------	------------	-----

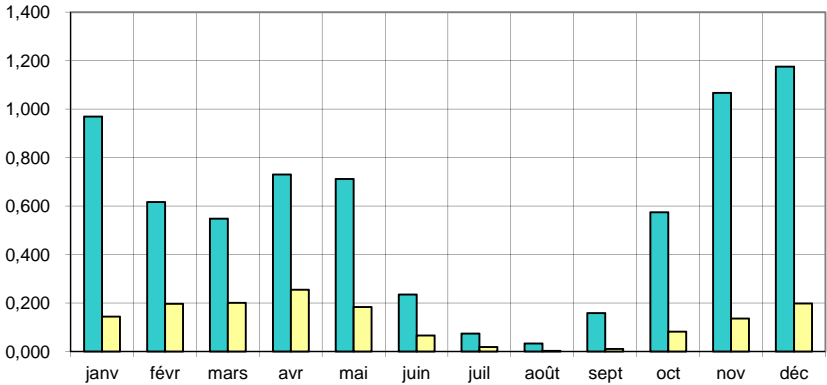
Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	0,575	0,575		18,8	18,8
T=10 ans sec (m3/s)	0,223	0,293	0,1	7,3	9,6
T=5 ans sec (m3/s)	0,344	0,353	0,2	11,3	11,6
T=2 ans (m3/s)	0,575	0,571	0,5	18,8	18,7
T= 5 ans humide (m3/s)	0,805	0,707	0,8	26,4	23,2
T=10 ans humide (m3/s)	0,926	0,781	0,9	30,4	25,6

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,005	0,010	0,020	
T=10 ans sec (m3/s)	0,000	0,000	0,001	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,000	0,000	0,001	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,001	0,007	0,014	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,008	0,021	0,030	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,012	0,025	0,060	0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gardon St Martin à la station de Roquette (St-Etienne-Vallée-Française) - période 1981-2006
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1981 - 2006 (26 années de mesure)

Point : LE GARDON ST GERMAIN à ST GERMAIN DE CALBERTE

superficie contrôlée : 30,50 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	1,00	0,73	0,62	0,82	0,81	0,31	0,14	0,08	0,28	0,77	1,31	1,26
T=10 ans sec (m3/s)	0,21	0,16	0,17	0,22	0,18	0,10	0,05	0,04	0,04	0,08	0,10	0,22
T=5 ans sec (m3/s)	0,23	0,25	0,22	0,32	0,26	0,12	0,06	0,04	0,06	0,16	0,24	0,31
T=2 ans (m3/s)	0,47	0,47	0,49	0,63	0,63	0,26	0,12	0,07	0,11	0,55	1,09	0,76
T= 5 ans humide (m3/s)	1,35	1,12	0,94	1,20	1,35	0,44	0,18	0,10	0,65	1,05	2,18	2,55
T=10 ans humide (m3/s)	2,16	1,57	1,23	1,75	1,53	0,56	0,28	0,13	0,79	1,75	2,68	3,07

Module (m3/s)	moyenne	0,677	ecart-type	0,3
---------------	---------	--------------	------------	-----

Module

en m3/s

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	0,68	0,68
T=10 ans sec (m3/s)	0,34	0,34
T=5 ans sec (m3/s)	0,46	0,47
T=2 ans (m3/s)	0,68	0,67
T= 5 ans humide (m3/s)	0,90	0,86
T=10 ans humide (m3/s)	1,01	0,94

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (l/s/km²)	22,2	22,2
T=10 ans sec (l/s/km²)	11,2	11,1
T=5 ans sec (l/s/km²)	15,0	15,3
T=2 ans (l/s/km²)	22,2	22,0
T= 5 ans humide (l/s/km²)	29,5	28,1
T=10 ans humide (l/s/km²)	33,2	30,9

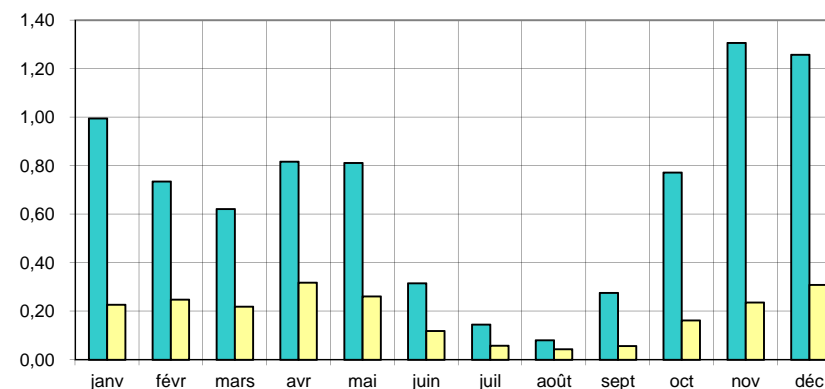
VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,043	0,051	0,063
T=10 ans sec (m3/s)	0,028	0,032	0,035
T=5 ans sec (m3/s)	0,030	0,034	0,039
T=2 ans (m3/s)	0,040	0,047	0,058
T= 5 ans humide (m3/s)	0,056	0,066	0,081
T=10 ans humide (m3/s)	0,062	0,074	0,103

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gardon St Germain à la station de Bastide (St-Germain-de-Calberte) - période 1981-2006
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1969 - 2006 (38 années modélisées)

Point : LE GARDON DE ST MARTIN à la confluence avec le Gardon de Ste Croix

superficie contrôlée :

87,50 km²

Type de débit : Naturel modélisé à partir de GR4J (sur la base des coefficients calés pour le Gardon de St Germain)

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	4,26	3,02	2,15	1,90	1,71	0,88	0,43	0,26	0,46	2,07	3,29	3,44
T=10 ans sec (m3/s)	0,54	0,58	0,71	0,70	0,46	0,34	0,20	0,14	0,10	0,20	0,20	0,46
T=5 ans sec (m3/s)	0,81	0,98	0,93	0,93	0,61	0,36	0,25	0,16	0,11	0,28	0,60	0,66
T=2 ans (m3/s)	2,69	2,35	1,41	1,52	1,43	0,65	0,33	0,19	0,24	0,98	2,15	2,19
T= 5 ans humide (m3/s)	7,08	4,79	3,25	2,78	2,68	1,04	0,56	0,33	0,66	3,26	5,51	6,85
T=10 ans humide (m3/s)	8,46	5,99	4,90	3,30	3,91	1,68	0,94	0,42	0,98	5,39	7,10	8,70

Module (m3/s)	moyenne	1,985	ecart-type	1,0
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

en m3/s

(Gauss)

(exp)

Moyenne (m3/s)	1,99	1,99
T=10 ans sec (m3/s)	0,73	0,91
T=5 ans sec (m3/s)	1,16	1,14
T=2 ans (m3/s)	1,99	1,83
T= 5 ans humide (m3/s)	2,81	2,52
T=10 ans humide (m3/s)	3,24	3,37

0,1

0,2

0,5

0,8

0,9

en l/s/km²

(Gauss)

(exp)

22,7	22,7
8,3	10,4
13,3	13,1
22,7	20,9
32,1	28,7
37,0	38,5

VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,143	0,168	0,199
T=10 ans sec (m3/s)	0,078	0,091	0,102
T=5 ans sec (m3/s)	0,087	0,099	0,108
T=2 ans (m3/s)	0,128	0,149	0,166
T= 5 ans humide (m3/s)	0,173	0,208	0,241
T=10 ans humide (m3/s)	0,211	0,246	0,321

0,1

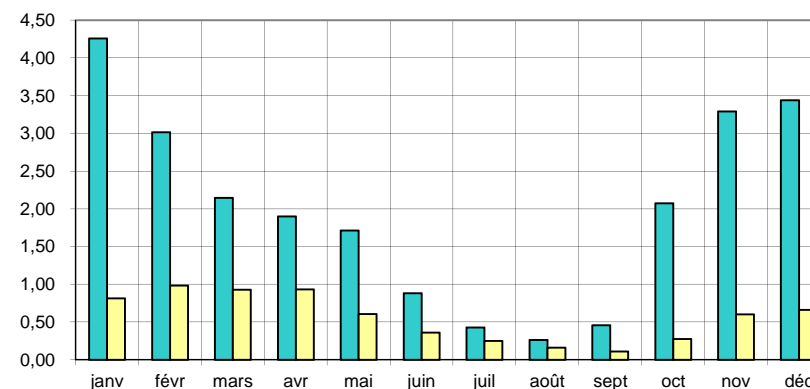
0,2

0,5

0,8

0,9

Débits mensuels reconstitués (m3/s) du Gardon de St Martin à la confluence avec le Gardon de Ste Croix - période 1969-2006
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1969 - 2006 (38 années)

Point : LE GARDON DE ST MARTIN à la confluence avec le Gardon de Ste Croix

superficie contrôlée :

87,50 km²

Type de débit : **Influencé modélisé à partir de GR4J (sur la base des coefficients calés pour le Gardon de St Germain)**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	4,26	3,02	2,14	1,89	1,69	0,85	0,39	0,24	0,45	2,07	3,29	3,44
T=10 ans sec (m3/s)	0,54	0,58	0,70	0,69	0,44	0,30	0,17	0,11	0,09	0,20	0,19	0,46
T=5 ans sec (m3/s)	0,81	0,98	0,92	0,92	0,59	0,33	0,21	0,14	0,10	0,27	0,60	0,66
T=2 ans (m3/s)	2,69	2,35	1,40	1,51	1,41	0,62	0,30	0,17	0,23	0,98	2,15	2,19
T= 5 ans humide (m3/s)	7,08	4,79	3,24	2,77	2,65	1,01	0,52	0,30	0,65	3,26	5,51	6,84
T=10 ans humide (m3/s)	8,45	5,99	4,90	3,29	3,89	1,65	0,90	0,39	0,97	5,38	7,10	8,70

Module (m3/s)	moyenne	1,973	ecart-type	1,0
---------------	---------	--------------	------------	-----

Module

en m3/s

(Gauss)

(exp)

Moyenne (m3/s)	1,97	1,97
T=10 ans sec (m3/s)	0,72	0,89
T=5 ans sec (m3/s)	1,15	1,13
T=2 ans (m3/s)	1,97	1,81
T= 5 ans humide (m3/s)	2,80	2,50
T=10 ans humide (m3/s)	3,23	3,35

0,1

0,2

0,5

0,8

0,9

en l/s/km²

(Gauss)

(exp)

22,5	22,5
8,2	10,2
13,1	12,9
22,5	20,7
32,0	28,6
36,9	38,3

VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)

VCN 10

VCN 30

QMNA

Moyenne (m3/s)	0,133	0,156	0,184
T=10 ans sec (m3/s)	0,070	0,079	0,087
T=5 ans sec (m3/s)	0,080	0,088	0,095
T=2 ans (m3/s)	0,119	0,136	0,151
T= 5 ans humide (m3/s)	0,160	0,185	0,221
T=10 ans humide (m3/s)	0,195	0,228	0,309

0,1

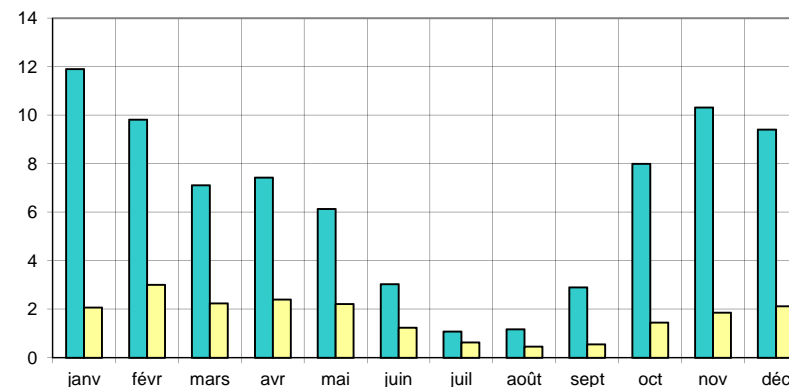
0,2

0,5

0,8

0,9

Débits mensuels reconstitués (m3/s) du Gardon de St Martin à la confluence avec le Gardon de Ste Croix - période 1969-2006
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1969 - 2006 (38 années modélisées)

Point : LE GARDON DE STE CROIX à la confluence avec le Gardon de St Martin

superficie contrôlée : 101,22 km²

Type de débit : Naturel modélisé à partir de GR4J

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	3,60	3,13	2,34	2,38	2,26	1,07	0,50	0,36	0,69	2,68	3,19	3,03
T=10 ans sec (m3/s)	0,44	0,68	0,67	0,62	0,60	0,39	0,25	0,16	0,18	0,26	0,49	0,48
T=5 ans sec (m3/s)	0,81	0,85	0,91	1,09	0,88	0,49	0,28	0,19	0,18	0,47	0,69	0,67
T=2 ans (m3/s)	2,42	2,26	1,52	1,72	2,18	0,89	0,44	0,27	0,46	1,59	2,30	1,81
T= 5 ans humide (m3/s)	5,20	4,66	3,55	3,67	3,46	1,48	0,72	0,42	1,10	3,72	5,50	5,13
T=10 ans humide (m3/s)	7,70	5,61	4,82	4,43	4,70	2,04	0,86	0,52	1,47	5,91	6,96	7,55

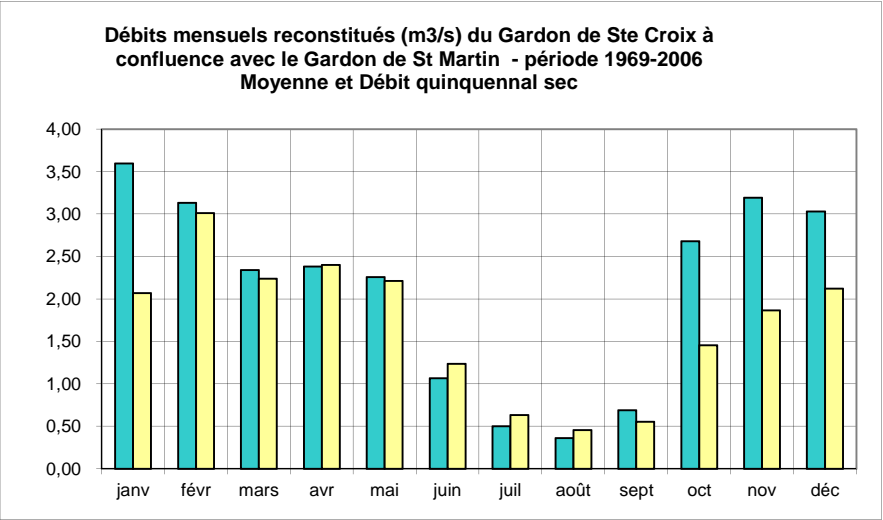
Module (m3/s)	moyenne	2,098	ecart-type	0,9
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	2,10	2,10		20,7	20,7
T=10 ans sec (m3/s)	0,95	1,14	0,1	9,4	11,3
T=5 ans sec (m3/s)	1,35	1,61	0,2	13,3	15,9
T=2 ans (m3/s)	2,10	1,88	0,5	20,7	18,6
T= 5 ans humide (m3/s)	2,85	2,55	0,8	28,2	25,2
T=10 ans humide (m3/s)	3,24	3,37	0,9	32,0	33,3

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,216	0,254	0,290	
T=10 ans sec (m3/s)	0,113	0,135	0,140	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,135	0,156	0,178	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,159	0,196	0,234	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,255	0,284	0,362	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,392	0,461	0,473	0,9



Analyse statistique sur la période 1969 - 2006 (38 années)

Point : LE GARDON DE STE CROIX à la confluence avec le Gardon de St Martin

superficie contrôlée : 101,22 km²

Type de débit : **Influencé modélisé à partir du débit naturalisé à la station de Pont Ravagers, et des usages**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	3,59	3,13	2,33	2,36	2,21	1,01	0,46	0,33	0,68	2,67	3,18	3,02
T=10 ans sec (m3/s)	0,44	0,68	0,66	0,60	0,56	0,34	0,21	0,13	0,17	0,26	0,49	0,48
T=5 ans sec (m3/s)	0,81	0,85	0,90	1,07	0,84	0,43	0,24	0,16	0,18	0,47	0,69	0,67
T=2 ans (m3/s)	2,41	2,25	1,51	1,69	2,13	0,84	0,39	0,25	0,45	1,59	2,29	1,80
T= 5 ans humide (m3/s)	5,19	4,65	3,53	3,64	3,42	1,43	0,67	0,39	1,09	3,71	5,48	5,12
T=10 ans humide (m3/s)	7,68	5,59	4,80	4,40	4,65	1,98	0,81	0,49	1,47	5,89	6,94	7,53

Module (m3/s)	moyenne	2,076	ecart-type	0,9
---------------	---------	--------------	------------	-----

Module

en m3/s

(Gauss)

(exp)

Moyenne (m3/s)	2,08	2,08
T=10 ans sec (m3/s)	0,93	1,12
T=5 ans sec (m3/s)	1,33	1,59
T=2 ans (m3/s)	2,08	1,86
T= 5 ans humide (m3/s)	2,83	2,53
T=10 ans humide (m3/s)	3,22	3,34

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

en l/s/km²

(Gauss)

(exp)

20,5	20,5
9,2	11,1
13,1	15,7
20,5	18,3
27,9	25,0
31,8	33,0

VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)

VCN 10

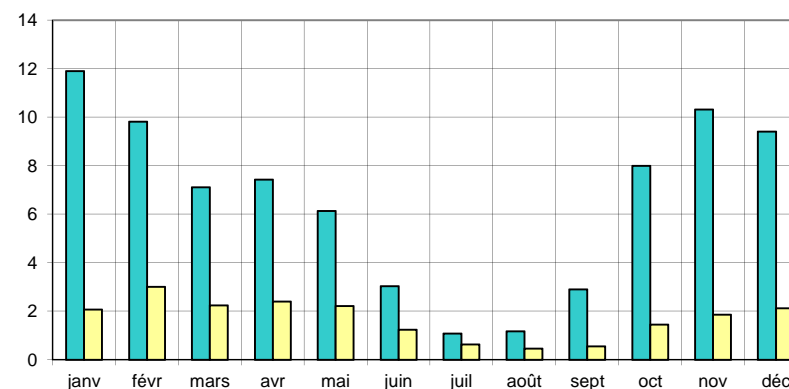
VCN 30

QMNA

Moyenne (m3/s)	0,206	0,241	0,272
T=10 ans sec (m3/s)	0,104	0,116	0,123
T=5 ans sec (m3/s)	0,128	0,151	0,160
T=2 ans (m3/s)	0,155	0,184	0,211
T= 5 ans humide (m3/s)	0,245	0,271	0,334
T=10 ans humide (m3/s)	0,374	0,435	0,442

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

Débits mensuels reconstitués (m3/s) du Gardon de Ste Croix à confluence avec le Gardon de St Martin - période 1969-2006
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1969 - 2006 (38 années de mesure)

Point : LE GARDON STE CROIX (fermeture)

superficie contrôlée : 101,00 km²

Type de débit : Naturel désinfluencé (à partir des débits mesurés à la station de Ste Croix: rapports de surface)

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	3,59	3,13	2,33	2,37	2,24	1,06	0,51	0,37	0,70	2,68	3,19	3,02
T=10 ans sec (m3/s)	0,44	0,68	0,67	0,61	0,59	0,39	0,25	0,17	0,19	0,26	0,49	0,48
T=5 ans sec (m3/s)	0,81	0,85	0,91	1,08	0,87	0,48	0,28	0,20	0,19	0,47	0,69	0,67
T=2 ans (m3/s)	2,41	2,25	1,51	1,71	2,17	0,89	0,44	0,28	0,47	1,59	2,30	1,80
T= 5 ans humide (m3/s)	5,19	4,65	3,54	3,65	3,44	1,47	0,73	0,43	1,11	3,72	5,48	5,12
T=10 ans humide (m3/s)	7,68	5,59	4,80	4,42	4,68	2,03	0,87	0,53	1,48	5,90	6,94	7,53

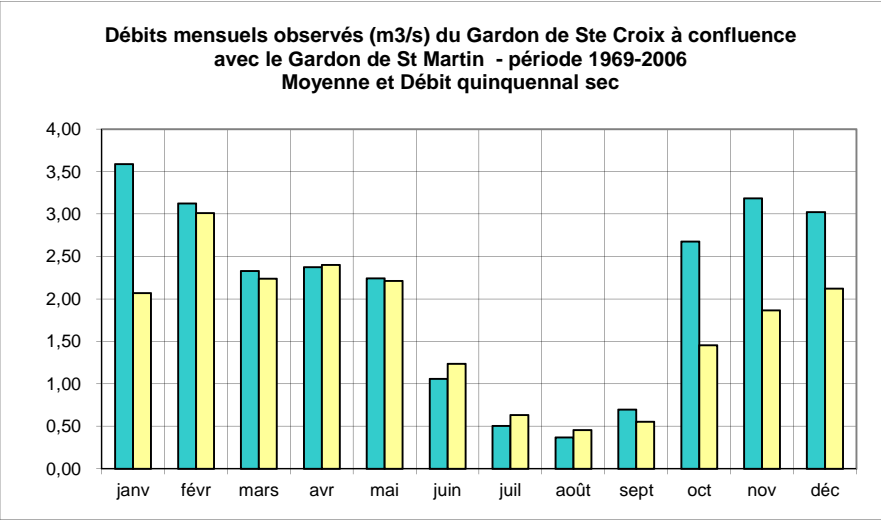
Module (m3/s)	moyenne	2,093	ecart-type	0,9
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	2,09	2,09		20,7	20,7
T=10 ans sec (m3/s)	0,95	1,14	0,1	9,4	11,3
T=5 ans sec (m3/s)	1,34	1,61	0,2	13,3	15,9
T=2 ans (m3/s)	2,09	1,87	0,5	20,7	18,6
T= 5 ans humide (m3/s)	2,84	2,55	0,8	28,2	25,2
T=10 ans humide (m3/s)	3,24	3,36	0,9	32,0	33,3

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,222	0,260	0,295	
T=10 ans sec (m3/s)	0,115	0,141	0,146	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,143	0,163	0,187	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,166	0,200	0,239	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,256	0,293	0,368	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,401	0,469	0,480	0,9



Analyse statistique sur la période 1969 - 2006 (38 années de mesure)

Point : LE GARDON STE CROIX à GABRIAC

superficie contrôlée : 47,00 km²

Type de débit : Naturel désinfluencé (station)

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	1,67	1,46	1,09	1,10	1,04	0,49	0,24	0,17	0,32	1,25	1,48	1,41
T=10 ans sec (m3/s)	0,21	0,32	0,31	0,29	0,27	0,18	0,12	0,08	0,09	0,12	0,23	0,22
T=5 ans sec (m3/s)	0,38	0,40	0,42	0,50	0,41	0,23	0,13	0,09	0,09	0,22	0,32	0,31
T=2 ans (m3/s)	1,12	1,05	0,70	0,80	1,01	0,41	0,20	0,13	0,22	0,74	1,07	0,84
T= 5 ans humide (m3/s)	2,42	2,16	1,65	1,70	1,60	0,69	0,34	0,20	0,52	1,73	2,55	2,38
T=10 ans humide (m3/s)	3,58	2,60	2,23	2,05	2,18	0,95	0,40	0,25	0,69	2,74	3,23	3,51

Module (m3/s)	moyenne	0,974	ecart-type	0,4
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

en m3/s

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	0,97	0,97
T=10 ans sec (m3/s)	0,44	0,53
T=5 ans sec (m3/s)	0,62	0,75
T=2 ans (m3/s)	0,97	0,87
T= 5 ans humide (m3/s)	1,32	1,19
T=10 ans humide (m3/s)	1,51	1,56

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	20,7	20,7
T=10 ans sec (m3/s)	9,4	11,3
T=5 ans sec (m3/s)	13,3	15,9
T=2 ans (m3/s)	20,7	18,6
T= 5 ans humide (m3/s)	28,2	25,2
T=10 ans humide (m3/s)	32,0	33,3

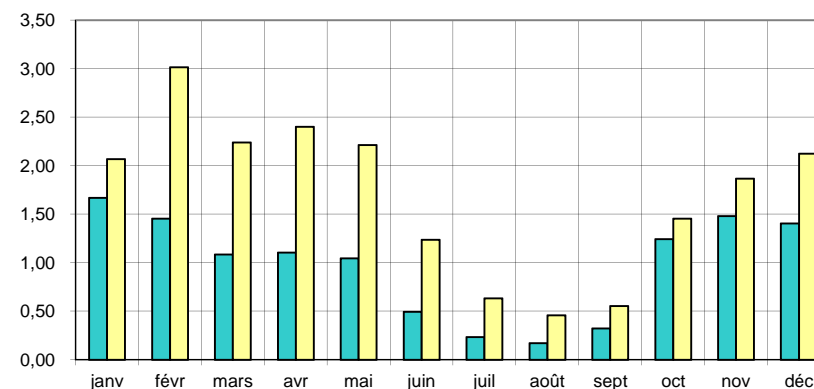
VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,103	0,121	0,137
T=10 ans sec (m3/s)	0,054	0,066	0,068
T=5 ans sec (m3/s)	0,066	0,076	0,087
T=2 ans (m3/s)	0,077	0,093	0,111
T= 5 ans humide (m3/s)	0,119	0,136	0,171
T=10 ans humide (m3/s)	0,186	0,218	0,223

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gardon de Ste Croix à confluence avec le Gardon de St Martin - période 1969-2006
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1956 - 2006 (48 années de mesure)

Point : LE GARDON STE CROIX à GABRIAC

superficie contrôlée : 47,00 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	1,73	1,65	2,06	1,25	1,02	0,55	0,23	0,18	0,36	1,21	1,54	1,37
T=10 ans sec (m3/s)	0,29	0,32	0,31	0,28	0,25	0,16	0,10	0,07	0,08	0,13	0,27	0,27
T=5 ans sec (m3/s)	0,44	0,51	0,48	0,50	0,34	0,19	0,11	0,08	0,10	0,21	0,41	0,34
T=2 ans (m3/s)	1,29	1,07	1,08	1,15	0,91	0,43	0,19	0,13	0,22	0,67	1,08	0,84
T= 5 ans humide (m3/s)	2,70	2,30	2,17	1,85	1,67	0,79	0,37	0,22	0,58	1,75	2,64	2,18
T=10 ans humide (m3/s)	3,52	2,88	2,91	2,49	2,15	1,01	0,42	0,29	0,81	3,15	3,18	3,42

Module (m3/s)	moyenne	1,093	ecart-type	0,6
---------------	---------	--------------	------------	-----

Module

en m3/s

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	1,09	1,09
T=10 ans sec (m3/s)	0,29	0,57
T=5 ans sec (m3/s)	0,57	0,76
T=2 ans (m3/s)	1,09	0,93
T= 5 ans humide (m3/s)	1,62	1,40
T=10 ans humide (m3/s)	1,90	1,59

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

(Gauss)	(exp)
23,3	23,3
6,2	12,2
12,0	16,1
23,3	19,8
34,5	29,8
40,4	33,9

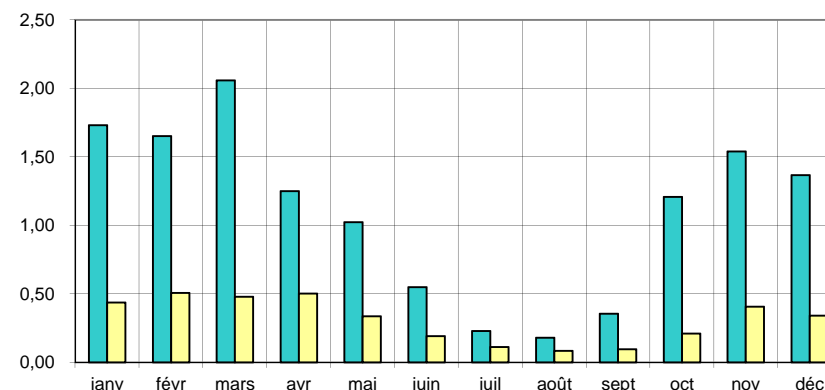
VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,105	0,124	0,138
T=10 ans sec (m3/s)	0,049	0,062	0,067
T=5 ans sec (m3/s)	0,060	0,072	0,078
T=2 ans (m3/s)	0,073	0,091	0,106
T= 5 ans humide (m3/s)	0,137	0,173	0,183
T=10 ans humide (m3/s)	0,211	0,231	0,262

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gardon Ste Croix à la station de Ravagers (Gabriac) - période 1956 - 2006
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1963 - 2006 (43 années de mesure)

Point : LE GARDON MIALET à GENERARGUES
Type de débit : Naturel reconstitué (station)

superficie contrôlée : 240,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	11,90	9,82	7,12	7,43	6,14	3,03	1,08	1,18	2,91	8,00	10,32	9,41
T=10 ans sec (m3/s)	1,46	1,84	1,70	2,18	1,33	1,19	0,54	0,35	0,39	0,76	0,79	1,50
T=5 ans sec (m3/s)	2,07	3,01	2,24	2,40	2,21	1,24	0,63	0,46	0,56	1,46	1,87	2,12
T=2 ans (m3/s)	8,05	7,06	4,92	6,19	5,13	2,20	1,02	0,69	1,06	4,46	7,16	4,40
T= 5 ans humide (m3/s)	18,62	16,68	11,07	11,92	9,71	4,32	1,45	1,03	4,34	10,37	17,41	17,20
T=10 ans humide (m3/s)	24,05	20,02	16,83	14,30	12,41	5,92	1,87	1,87	8,22	21,78	25,83	27,73

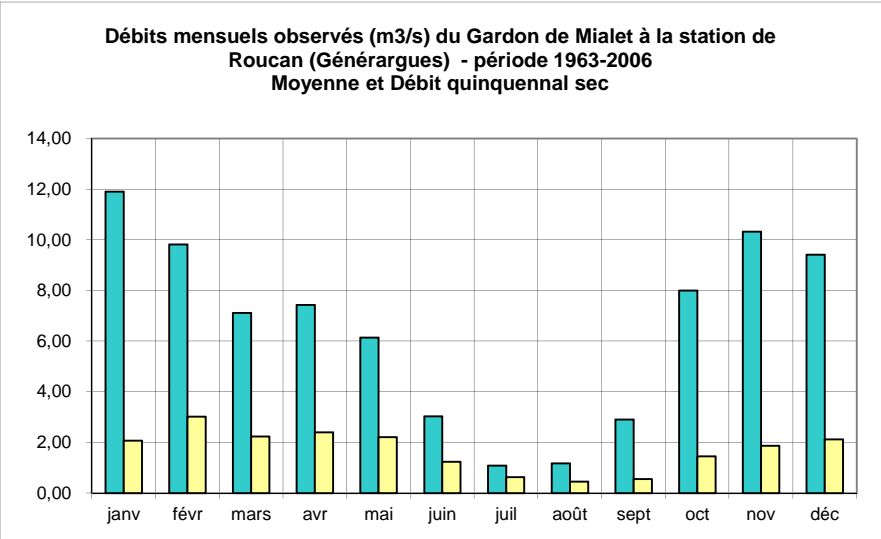
Module (m3/s)	moyenne	6,507	ecart-type	2,8
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	6,51	6,51		27,1	27,1
T=10 ans sec (m3/s)	2,91	3,10	0,1	12,1	12,9
T=5 ans sec (m3/s)	4,14	4,40	0,2	17,3	18,3
T=2 ans (m3/s)	6,51	6,15	0,5	27,1	25,6
T= 5 ans humide (m3/s)	8,87	7,82	0,8	37,0	32,6
T=10 ans humide (m3/s)	10,11	11,39	0,9	42,1	47,5

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,43	0,55	0,65	
T=10 ans sec (m3/s)	0,17	0,23	0,27	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,24	0,30	0,37	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,38	0,48	0,55	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,55	0,64	0,75	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,64	0,78	0,95	0,9



Analyse statistique sur la période 1963 - 2006 (43 années de mesure)

Point : LE GARDON MIALET à GENERARGUES

superficie contrôlée : 240,00 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	11,89	9,81	7,10	7,39	6,08	2,92	0,96	1,09	2,87	7,99	10,31	9,41
T=10 ans sec (m3/s)	1,46	1,83	1,69	2,15	1,26	0,82	0,43	0,25	0,35	0,76	0,78	1,49
T=5 ans sec (m3/s)	2,06	3,01	2,23	2,37	2,15	1,13	0,52	0,36	0,52	1,45	1,86	2,12
T=2 ans (m3/s)	8,04	7,05	4,91	6,16	5,07	2,09	0,90	0,60	1,03	4,45	7,15	4,39
T= 5 ans humide (m3/s)	18,62	16,68	11,06	11,89	9,64	4,20	1,33	0,93	4,30	10,36	17,41	17,19
T=10 ans humide (m3/s)	24,05	20,02	16,82	14,27	12,34	5,81	1,75	1,78	8,19	21,77	25,83	27,73

Module (m3/s)	moyenne	6,465	ecart-type	2,8
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

en m3/s

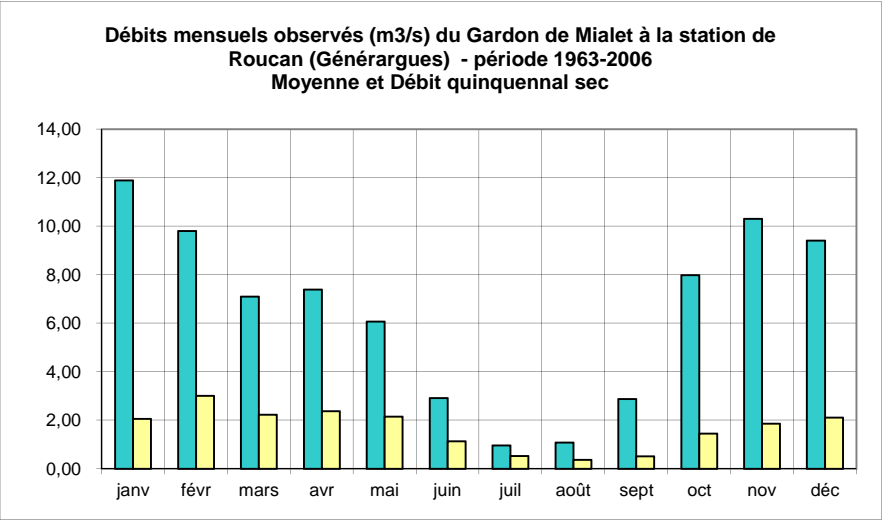
en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	6,47	6,47		26,9	26,9
T=10 ans sec (m3/s)	2,87	3,06	0,1	11,9	12,7
T=5 ans sec (m3/s)	4,10	4,35	0,2	17,1	18,1
T=2 ans (m3/s)	6,47	6,11	0,5	26,9	25,5
T= 5 ans humide (m3/s)	8,83	7,78	0,8	36,8	32,4
T=10 ans humide (m3/s)	10,06	11,35	0,9	41,9	47,3

VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,376	0,490	0,581	
T=10 ans sec (m3/s)	0,105	0,169	0,204	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,216	0,251	0,306	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,331	0,417	0,518	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,498	0,578	0,673	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,583	0,687	0,862	0,9



Analyse statistique sur la période 1967-2006 (39 années de mesure)

Point : LE GARDON DE ST JEAN à CORBES
Type de débit : Naturel reconstitué (station)

superficie contrôlée : 263,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	13,36	10,21	7,39	7,62	6,66	2,90	1,09	1,01	3,47	9,76	11,25	11,19
T=10 ans sec (m3/s)	1,18	1,40	1,81	2,00	1,81	1,10	0,51	0,34	0,50	1,24	1,16	1,50
T=5 ans sec (m3/s)	2,19	2,59	2,30	2,78	2,49	1,32	0,61	0,41	0,72	1,65	1,64	2,62
T=2 ans (m3/s)	6,42	6,83	4,88	5,55	5,29	2,04	0,82	0,58	1,59	5,76	8,35	5,13
T= 5 ans humide (m3/s)	22,55	18,00	11,35	12,22	9,69	4,12	1,58	0,95	5,10	15,20	17,12	19,83
T=10 ans humide (m3/s)	31,54	22,20	18,11	14,07	13,83	5,60	1,98	1,67	9,70	29,16	30,09	28,21

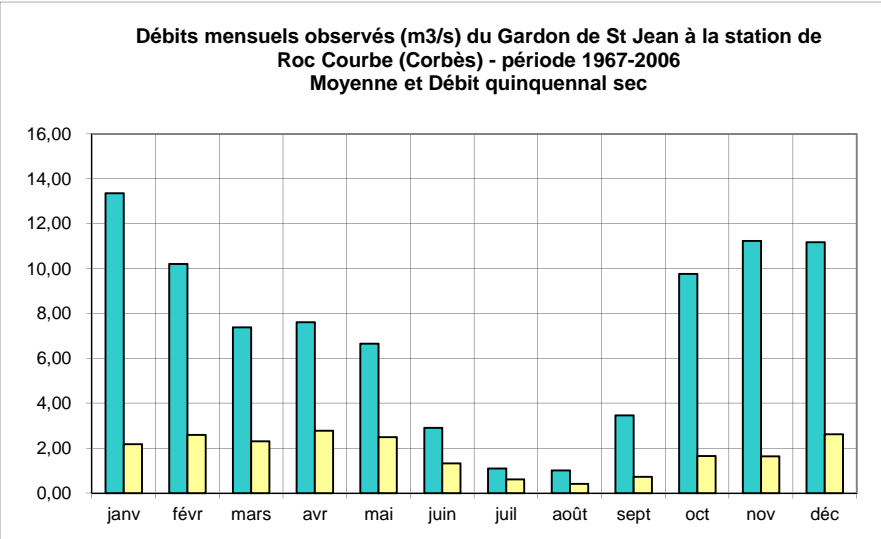
Module (m3/s)	moyenne	7,143	ecart-type	3,2
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	7,14	7,14		27,2	27,2
T=10 ans sec (m3/s)	3,00	3,60	0,1	11,4	13,7
T=5 ans sec (m3/s)	4,42	4,70	0,2	16,8	17,9
T=2 ans (m3/s)	7,14	6,78	0,5	27,2	25,8
T= 5 ans humide (m3/s)	9,87	9,01	0,8	37,5	34,3
T=10 ans humide (m3/s)	11,29	11,75	0,9	42,9	44,7

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,432	0,532	0,629	
T=10 ans sec (m3/s)	0,212	0,279	0,289	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,252	0,331	0,383	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,401	0,480	0,548	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,560	0,667	0,817	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,595	0,763	0,874	0,9



Analyse statistique sur la période 1967-2006 (39 années de mesure)

Point : LE GARDON DE ST JEAN à CORBES

superficie contrôlée : 263,00 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	13,36	10,21	7,38	7,59	6,60	2,81	1,00	0,95	3,45	9,76	11,24	11,18
T=10 ans sec (m3/s)	1,17	1,39	1,80	1,97	1,78	0,96	0,40	0,28	0,48	1,24	1,16	1,49
T=5 ans sec (m3/s)	2,18	2,58	2,29	2,76	2,42	1,24	0,50	0,35	0,69	1,65	1,63	2,62
T=2 ans (m3/s)	6,41	6,83	4,86	5,53	5,22	1,93	0,70	0,50	1,56	5,75	8,34	5,12
T= 5 ans humide (m3/s)	22,55	17,99	11,34	12,19	9,64	4,00	1,47	0,89	5,08	15,19	17,11	19,82
T=10 ans humide (m3/s)	31,53	22,20	18,10	14,04	13,77	5,49	1,86	1,62	9,68	29,15	30,08	28,21

Module (m3/s)	moyenne	7,109	ecart-type	3,2
---------------	---------	--------------	------------	-----

Module

en m3/s

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	7,11	7,11
T=10 ans sec (m3/s)	2,96	3,56
T=5 ans sec (m3/s)	4,39	4,68
T=2 ans (m3/s)	7,11	6,75
T= 5 ans humide (m3/s)	9,83	8,98
T=10 ans humide (m3/s)	11,26	11,71

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	27,0	27,0
T=10 ans sec (m3/s)	11,3	13,5
T=5 ans sec (m3/s)	16,7	17,8
T=2 ans (m3/s)	27,0	25,6
T= 5 ans humide (m3/s)	37,4	34,2
T=10 ans humide (m3/s)	42,8	44,5

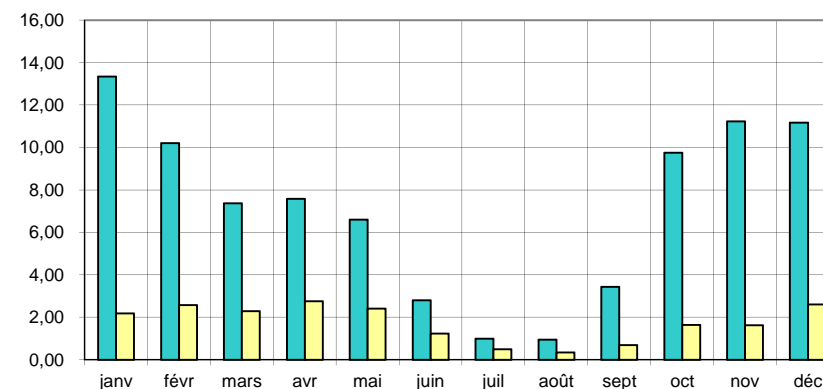
VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,38	0,48	0,58
T=10 ans sec (m3/s)	0,17	0,25	0,25
T=5 ans sec (m3/s)	0,20	0,27	0,34
T=2 ans (m3/s)	0,35	0,45	0,49
T= 5 ans humide (m3/s)	0,51	0,62	0,75
T=10 ans humide (m3/s)	0,54	0,71	0,80

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gardon de St Jean à la station de Roc Courbe (Corbès) - période 1967-2006
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1963-1984 (21 années de mesure)

Point : LE GARDON ST JEAN à L'ESTRECHURE

superficie contrôlée : 122,00 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	7,64	8,22	5,89	5,52	3,78	2,41	0,69	0,86	1,90	6,83	6,14	5,14
T=10 ans sec (m3/s)	0,98	2,41	2,23	1,88	1,16	0,73	0,30	0,23	0,21	0,33	0,44	1,18
T=5 ans sec (m3/s)	1,79	3,58	2,43	1,94	1,66	0,86	0,38	0,27	0,34	0,61	0,65	1,39
T=2 ans (m3/s)	5,66	6,92	4,18	5,13	3,02	1,80	0,56	0,43	1,00	2,63	3,95	3,61
T= 5 ans humide (m3/s)	11,90	11,51	8,95	7,40	5,33	3,73	0,99	0,97	3,05	9,22	10,04	8,46
T=10 ans humide (m3/s)	13,81	15,38	10,00	8,43	6,70	4,61	1,18	2,66	4,03	18,53	16,19	10,53

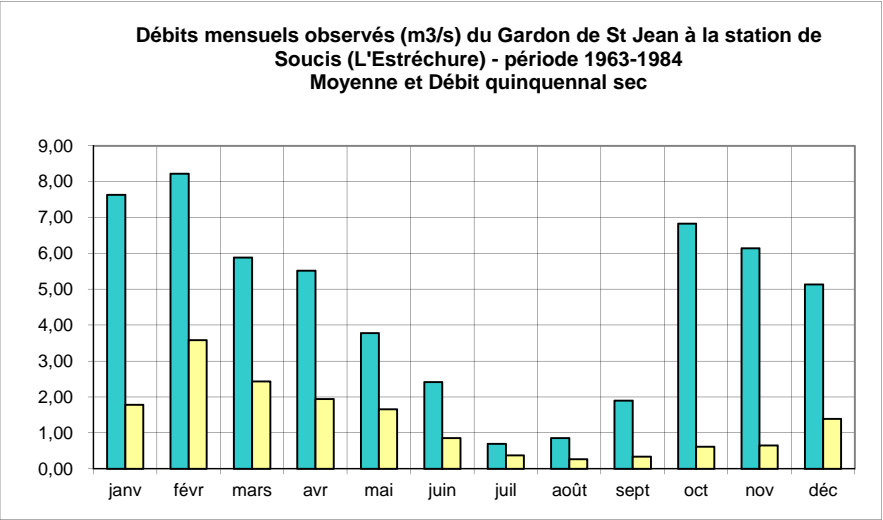
Module (m3/s)	moyenne	4,562	ecart-type	1,9
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	4,56	4,56		37,4	37,4
T=10 ans sec (m3/s)	2,15	2,55	0,1	17,6	20,9
T=5 ans sec (m3/s)	2,98	2,69	0,2	24,4	22,0
T=2 ans (m3/s)	4,56	4,20	0,5	37,4	34,4
T= 5 ans humide (m3/s)	6,15	6,25	0,8	50,4	51,2
T=10 ans humide (m3/s)	6,98	6,60	0,9	57,2	54,1

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,260	0,340	0,414	
T=10 ans sec (m3/s)	0,126	0,142	0,152	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,162	0,194	0,208	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,211	0,260	0,329	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,302	0,398	0,467	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,366	0,560	0,592	0,9



Analyse statistique sur la période 1956 - 1993 (35 années de mesure)

Point : LE GARDON ST JEAN à SAUMANE

superficie contrôlée : 104,00 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	4,88	4,74	4,38	3,35	2,65	1,57	0,50	0,69	1,30	4,51	3,93	3,64
T=10 ans sec (m3/s)	0,79	0,99	0,87	0,69	0,40	0,38	0,19	0,14	0,21	0,37	0,96	0,82
T=5 ans sec (m3/s)	0,96	1,62	0,98	1,14	0,75	0,43	0,24	0,18	0,34	0,60	1,51	0,96
T=2 ans (m3/s)	2,90	4,00	3,02	3,29	1,83	1,04	0,49	0,39	0,77	2,54	2,50	2,72
T= 5 ans humide (m3/s)	8,54	7,48	6,89	5,55	4,22	2,44	0,76	0,83	2,43	6,10	6,84	5,48
T=10 ans humide (m3/s)	11,18	9,54	8,70	6,47	6,53	3,24	0,86	1,57	2,89	13,27	8,29	7,73

Module (m3/s)	moyenne	3,002	ecart-type	1,3
---------------	---------	--------------	------------	-----

Module

en m3/s

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	3,00	3,00
T=10 ans sec (m3/s)	1,36	1,44
T=5 ans sec (m3/s)	1,93	2,05
T=2 ans (m3/s)	3,00	2,88
T= 5 ans humide (m3/s)	4,08	3,80
T=10 ans humide (m3/s)	4,64	5,15

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

(Gauss)	(exp)
28,9	28,9
13,1	13,8
18,5	19,7
28,9	27,7
39,2	36,5
44,6	49,5

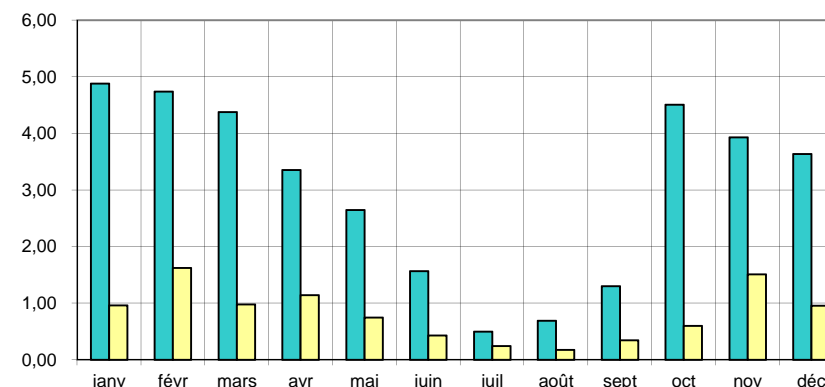
VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,227	0,293	0,332
T=10 ans sec (m3/s)	0,098	0,116	0,142
T=5 ans sec (m3/s)	0,108	0,147	0,167
T=2 ans (m3/s)	0,165	0,225	0,256
T= 5 ans humide (m3/s)	0,340	0,427	0,493
T=10 ans humide (m3/s)	0,413	0,537	0,568

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gardon de St Jean à la station de Saumane - période 1956-1993
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1969 - 2006 (38 années modélisées)

Point : LA SALINDRENQUE à la confluence avec le Gardon de St Jean

superficie contrôlée : 73,29 km²

Type de débit : Naturel modélisé par GR4J à partir du Gardon de St Jean désinfluencé

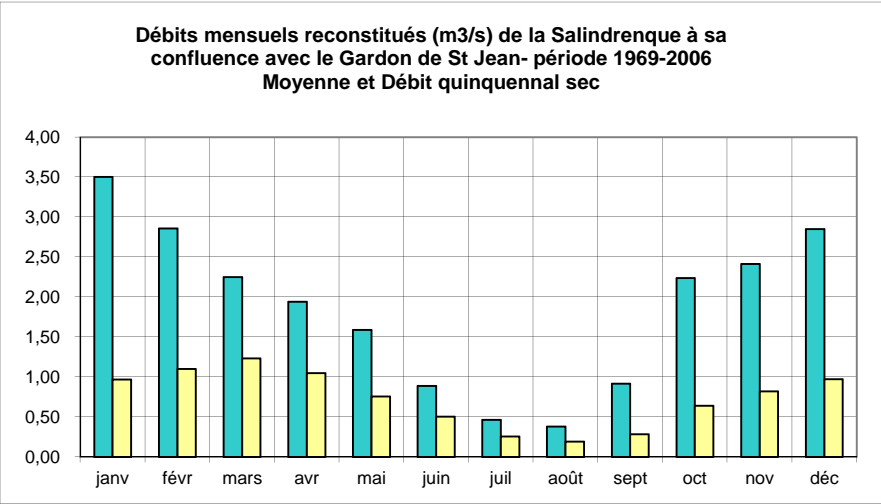
(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	3,50	2,86	2,25	1,94	1,59	0,89	0,46	0,38	0,92	2,24	2,41	2,85
T=10 ans sec (m3/s)	0,78	0,68	0,78	0,98	0,66	0,37	0,21	0,16	0,21	0,42	0,35	0,81
T=5 ans sec (m3/s)	0,97	1,10	1,23	1,05	0,76	0,50	0,26	0,19	0,29	0,64	0,82	0,97
T=2 ans (m3/s)	2,43	2,36	1,63	1,60	1,38	0,79	0,35	0,28	0,53	1,38	1,77	1,75
T= 5 ans humide (m3/s)	6,04	4,42	3,40	2,75	2,20	1,05	0,60	0,51	1,30	3,14	3,79	6,09
T=10 ans humide (m3/s)	7,41	5,36	4,20	3,41	2,83	1,50	0,87	0,59	1,80	4,48	5,33	6,90

Module (m3/s)	moyenne	1,852	ecart-type	0,9
---------------	---------	-------	------------	-----

Module	en m3/s			en l/s/km²	
Moyenne (m3/s)	1,85	1,85		25,3	25,3
T=10 ans sec (m3/s)	0,73	0,85	0,1	10,0	11,6
T=5 ans sec (m3/s)	1,12	1,04	0,2	15,2	14,2
T=2 ans (m3/s)	1,85	1,70	0,5	25,3	23,2
T= 5 ans humide (m3/s)	2,59	2,51	0,8	35,3	34,3
T=10 ans humide (m3/s)	2,97	3,26	0,9	40,6	44,5

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s				
	VCN 10	VCN 30	QMNA		
Moyenne (m3/s)	0,189	0,235	0,277		
T=10 ans sec (m3/s)	0,130	0,141	0,147	0,1	
T=5 ans sec (m3/s)	0,139	0,158	0,166	0,2	-57%
T=2 ans (m3/s)	0,167	0,200	0,243	0,5	
T= 5 ans humide (m3/s)	0,212	0,313	0,347	0,8	
T=10 ans humide (m3/s)	0,277	0,349	0,510	0,9	



Analyse statistique sur la période 1969-2006 (37 années modélisées)

Point : LA SALINDRENQUE à la confluence avec le Gardon de St Jean

superficie contrôlée :

73,29 km²

Type de débit : Influencé (calcul à partir du naturel modélisé par GR4J à partir du Gardon de St Jean désinfluencé)

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	3,50	2,85	2,24	1,92	1,56	0,84	0,42	0,35	0,90	2,23	2,41	2,84
T=10 ans sec (m3/s)	0,77	0,68	0,77	0,96	0,63	0,32	0,16	0,12	0,19	0,41	0,35	0,81
T=5 ans sec (m3/s)	0,96	1,09	1,22	1,03	0,72	0,46	0,21	0,16	0,27	0,63	0,82	0,97
T=2 ans (m3/s)	2,42	2,36	1,62	1,59	1,35	0,75	0,31	0,25	0,51	1,37	1,77	1,75
T= 5 ans humide (m3/s)	6,04	4,41	3,39	2,74	2,17	1,00	0,56	0,48	1,29	3,13	3,79	6,08
T=10 ans humide (m3/s)	7,40	5,35	4,19	3,40	2,80	1,45	0,82	0,56	1,79	4,48	5,32	6,89

Module (m3/s)	moyenne	1,834	ecart-type	0,9
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s	
Moyenne (m3/s)	1,83	1,83
T=10 ans sec (m3/s)	0,71	0,83
T=5 ans sec (m3/s)	1,10	1,02
T=2 ans (m3/s)	1,83	1,68
T= 5 ans humide (m3/s)	2,57	2,50
T=10 ans humide (m3/s)	2,96	3,24

0,1

0,2

0,5

0,8

0,9

en l/s/km²

25,0	25,0
9,7	11,3
15,0	13,9
25,0	23,0
35,1	34,1
40,3	44,2

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s		
	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,164	0,207	0,247
T=10 ans sec (m3/s)	0,110	0,119	0,123
T=5 ans sec (m3/s)	0,115	0,133	0,144
T=2 ans (m3/s)	0,142	0,167	0,214
T= 5 ans humide (m3/s)	0,200	0,277	0,319
T=10 ans humide (m3/s)	0,242	0,320	0,484

0,1

0,2

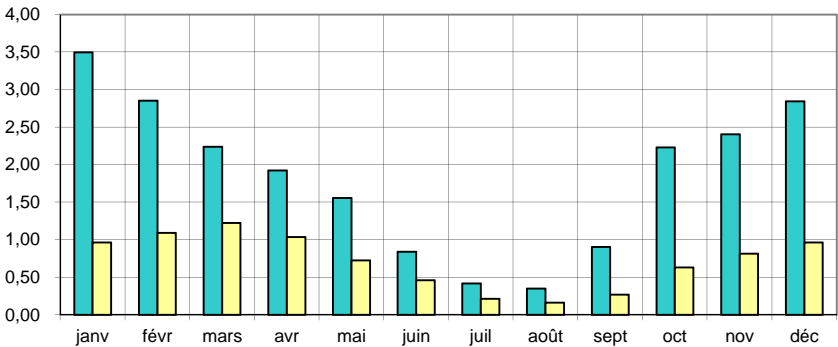
0,5

0,8

0,9

-62%

Débits mensuels reconstitués (m3/s) de la Salindrenque à sa confluence avec le Gardon de St Jean- période 1969-2006
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1969 - 2005 (37 années modélisées)

Point : LE GARDON à ANDUZE
Type de débit : Naturel reconstitué à partir des stations de Corbès et Générargues, prolongé avec GR4J

superficie contrôlée : 543,00 km² km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	28,09	20,93	14,54	16,35	14,11	5,87	2,27	2,24	6,92	20,12	24,00	23,51
T=10 ans sec (m3/s)	2,74	3,47	3,54	4,69	3,39	2,18	1,18	0,79	1,00	2,38	1,94	3,83
T=5 ans sec (m3/s)	4,81	6,21	4,87	5,75	5,06	3,00	1,44	0,99	1,44	3,44	3,76	5,18
T=2 ans (m3/s)	11,67	14,37	10,33	13,08	11,98	4,69	2,00	1,31	2,81	11,51	17,75	11,49
T= 5 ans humide (m3/s)	45,83	39,25	21,92	26,23	19,93	7,92	2,91	2,13	10,69	30,72	38,09	42,25
T=10 ans humide (m3/s)	61,72	44,31	33,88	30,67	29,08	11,14	3,94	3,69	19,82	57,39	60,98	64,45

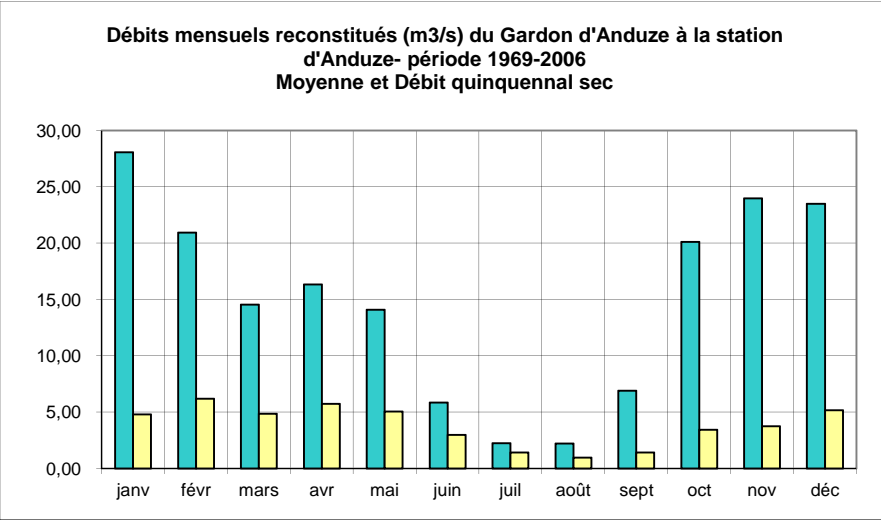
Module (m3/s)	moyenne	14,880	ecart-type	6,7
---------------	---------	--------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km ²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	14,88	14,88		27,4	27,4
T=10 ans sec (m3/s)	6,26	8,01	0,1	11,5	14,8
T=5 ans sec (m3/s)	9,22	10,26	0,2	17,0	18,9
T=2 ans (m3/s)	14,88	14,22	0,5	27,4	26,2
T= 5 ans humide (m3/s)	20,54	18,17	0,8	37,8	33,5
T=10 ans humide (m3/s)	23,50	25,44	0,9	43,3	46,9

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,948	1,156	1,353	
T=10 ans sec (m3/s)	0,530	0,631	0,678	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,637	0,777	0,928	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,899	1,093	1,204	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	1,165	1,346	1,665	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	1,276	1,642	1,966	0,9



Analyse statistique sur la période 1970 - 1979 (10 années de mesure)

Point : LE GARDON à ANDUZE
Type de débit : Naturel reconstitué (station)

superficie contrôlée : 543,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	41,21	31,22	18,44	14,95	10,39	7,97	2,81	3,29	7,22	23,41	13,09	16,94
T=10 ans sec (m3/s)	13,48	9,74	5,82	4,80	4,88	1,88	1,52	0,93	0,78	1,37	1,20	4,69
T=5 ans sec (m3/s)	16,74	17,94	8,12	5,71	5,36	3,28	1,61	1,11	1,01	1,82	1,39	5,23
T=2 ans (m3/s)	41,39	24,24	15,93	9,16	8,81	4,80	1,90	1,38	2,41	11,35	10,92	7,08
T= 5 ans humide (m3/s)	67,95	39,94	28,72	22,46	14,37	12,36	4,23	3,53	12,75	55,04	18,71	29,72
T=10 ans humide (m3/s)	68,05	50,81	35,26	26,92	17,42	19,22	6,15	10,15	18,81	57,88	22,72	36,04

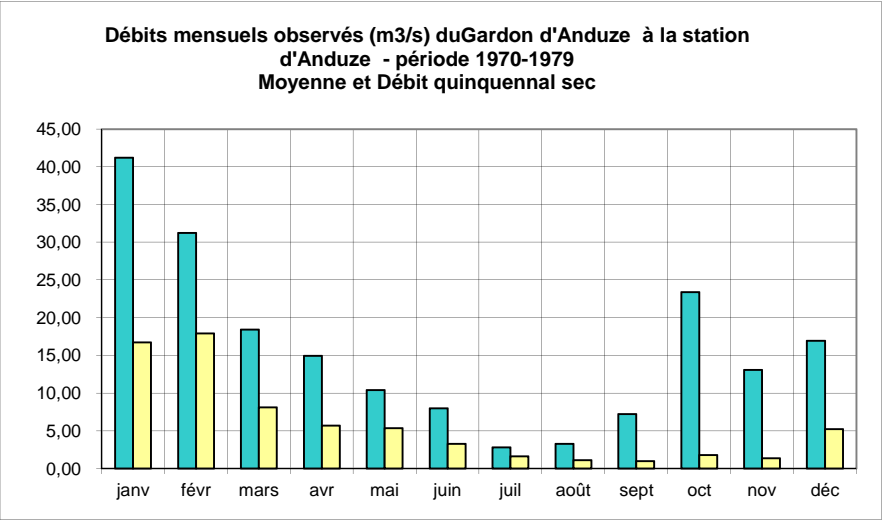
Module (m3/s)	moyenne	15,842	ecart-type	5,9
---------------	---------	--------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	15,84	15,84		29,2	29,2
T=10 ans sec (m3/s)	8,29	8,86	0,1	15,3	16,3
T=5 ans sec (m3/s)	10,88	11,06	0,2	20,0	20,4
T=2 ans (m3/s)	15,84	15,92	0,5	29,2	29,3
T= 5 ans humide (m3/s)	20,80	20,84	0,8	38,3	38,4
T=10 ans humide (m3/s)	23,40	21,58	0,9	43,1	39,7

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,861	1,056	1,279	
T=10 ans sec (m3/s)	0,633	0,696	0,773	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,692	0,959	1,012	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,958	1,107	1,250	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	1,027	1,298	1,690	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	1,115	1,356	1,942	0,9



Analyse statistique sur la période 1969 - 2006 (38 années modélisées)

Point : LE GARDON à ANDUZE

superficie contrôlée : 543,00 km² km²

Type de débit : **Influencé reconstitué à partir des débits des Gardons de St Jean et de Mialet)**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	27,98	21,02	14,70	16,53	14,15	5,58	1,87	1,96	6,76	19,80	24,08	23,73
T=10 ans sec (m3/s)	2,60	3,35	3,42	4,93	3,39	1,89	0,79	0,49	0,82	2,27	1,82	3,69
T=5 ans sec (m3/s)	4,60	6,07	5,03	5,67	5,13	2,61	0,99	0,68	1,27	3,31	2,95	5,03
T=2 ans (m3/s)	11,15	14,53	10,31	13,76	11,92	4,36	1,61	1,02	2,60	11,15	17,89	10,96
T= 5 ans humide (m3/s)	45,93	40,65	22,04	26,19	19,82	7,68	2,51	1,83	10,80	31,34	38,80	43,13
T=10 ans humide (m3/s)	62,27	44,22	34,08	30,60	28,81	10,82	3,55	3,60	19,74	57,74	60,88	65,82

Module (m3/s)	moyenne	14,814	ecart-type	6,7
---------------	---------	--------	------------	-----

Module

en m3/s

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	14,81	14,81
T=10 ans sec (m3/s)	6,19	7,59
T=5 ans sec (m3/s)	9,15	10,38
T=2 ans (m3/s)	14,81	14,25
T= 5 ans humide (m3/s)	20,47	18,16
T=10 ans humide (m3/s)	23,43	25,41

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	27,3	27,3
T=10 ans sec (m3/s)	11,4	14,0
T=5 ans sec (m3/s)	16,9	19,1
T=2 ans (m3/s)	27,3	26,2
T= 5 ans humide (m3/s)	37,7	33,4
T=10 ans humide (m3/s)	43,2	46,8

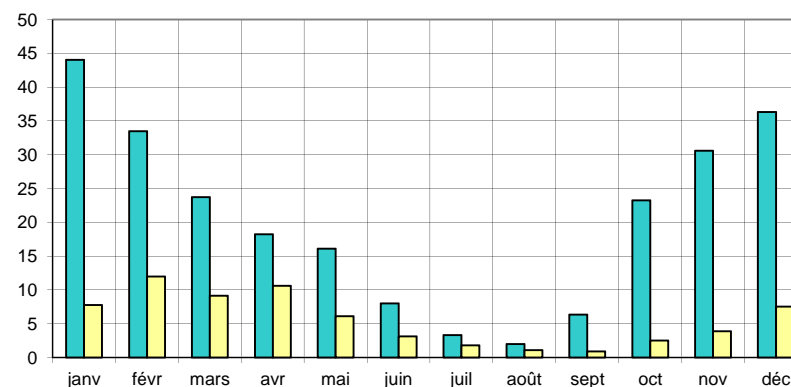
VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,706	0,904	1,105
T=10 ans sec (m3/s)	0,294	0,358	0,415
T=5 ans sec (m3/s)	0,372	0,528	0,679
T=2 ans (m3/s)	0,724	0,880	0,949
T= 5 ans humide (m3/s)	0,920	1,126	1,415
T=10 ans humide (m3/s)	1,031	1,331	1,706

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

Débits mensuels reconstitués (m3/s) du Gardon d'Anduze à la station d'Anduze- période 1969-2006
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1970 - 1979 (10 années de mesure)

Point : LE GARDON à ANDUZE

superficie contrôlée : 543,00 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	41,21	31,22	18,43	14,90	10,23	7,68	2,50	3,10	7,16	23,41	13,09	16,94
T=10 ans sec (m3/s)	13,48	9,74	5,81	4,74	4,72	1,58	1,21	0,73	0,72	1,37	1,20	4,69
T=5 ans sec (m3/s)	16,74	17,94	8,11	5,65	5,20	2,98	1,31	0,91	0,95	1,82	1,39	5,23
T=2 ans (m3/s)	41,39	24,24	15,92	9,11	8,65	4,50	1,59	1,19	2,35	11,35	10,92	7,08
T= 5 ans humide (m3/s)	67,95	39,94	28,71	22,40	14,20	12,06	3,93	3,33	12,69	55,04	18,71	29,72
T=10 ans humide (m3/s)	68,05	50,81	35,24	26,87	17,26	18,92	5,84	9,96	18,75	57,88	22,72	36,04

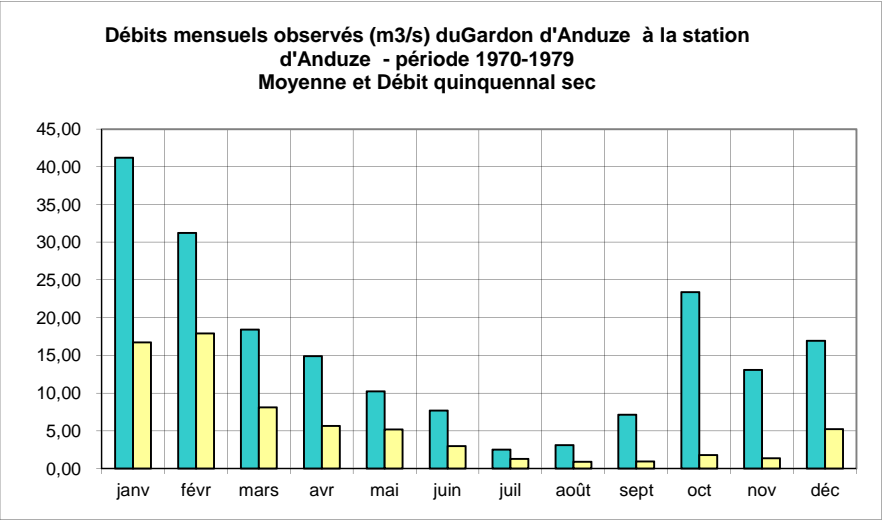
Module (m3/s)	moyenne	15,751	ecart-type	5,9
---------------	---------	--------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	15,75	15,75		29,0	29,0
T=10 ans sec (m3/s)	8,19	8,77	0,1	15,1	16,2
T=5 ans sec (m3/s)	10,79	10,96	0,2	19,9	20,2
T=2 ans (m3/s)	15,75	15,83	0,5	29,0	29,2
T= 5 ans humide (m3/s)	20,71	20,75	0,8	38,1	38,2
T=10 ans humide (m3/s)	23,31	21,49	0,9	42,9	39,6

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,758	0,938	1,140	
T=10 ans sec (m3/s)	0,538	0,603	0,719	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,593	0,757	0,912	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,848	0,982	1,084	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,931	1,215	1,406	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	1,000	1,222	1,763	0,9



Analyse statistique sur la période 1976 - 2003 (18 années de mesure utilisables)

Point : LE GARDON D'ALES AU BARRAGE DE STE CECILE
Type de débit : Naturel reconstitué (barrage, HK1)

superficie contrôlée : 109,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	4,72	3,49	2,77	3,58	3,28	1,26	0,36	0,38	1,33	4,49	5,96	5,86
T=10 ans sec (m3/s)	0,47	0,58	0,49	1,23	0,69	0,39	0,10	0,06	0,09	0,28	0,16	0,55
T=5 ans sec (m3/s)	0,55	0,80	0,61	1,61	0,95	0,43	0,13	0,08	0,13	0,50	0,71	0,95
T=2 ans (m3/s)	1,72	1,79	1,67	2,96	2,51	0,79	0,26	0,12	0,27	2,82	4,14	2,99
T= 5 ans humide (m3/s)	6,73	6,26	4,68	4,59	4,82	1,36	0,48	0,33	2,56	6,37	10,77	10,50
T=10 ans humide (m3/s)	10,38	8,72	6,19	7,95	7,99	3,04	0,80	0,62	3,69	12,32	12,95	15,27

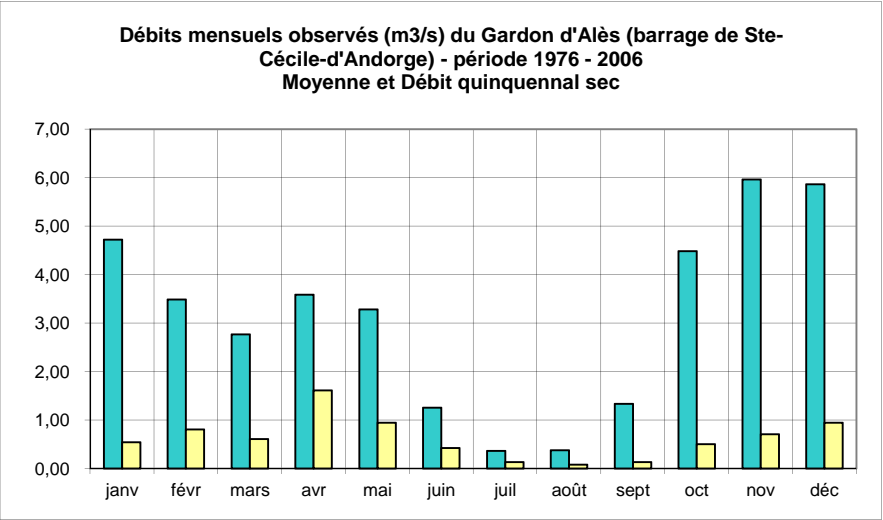
Module (m3/s)	moyenne	3,133	ecart-type	1,5
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	3,13	3,13		28,7	28,7
T=10 ans sec (m3/s)	1,23	1,41	0,1	11,3	12,9
T=5 ans sec (m3/s)	1,88	1,78	0,2	17,3	16,3
T=2 ans (m3/s)	3,13	2,77	0,5	28,7	25,4
T= 5 ans humide (m3/s)	4,38	4,31	0,8	40,2	39,6
T=10 ans humide (m3/s)	5,03	4,63	0,9	46,2	42,5

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,080	0,141	0,189	
T=10 ans sec (m3/s)	0,013	0,059	0,088	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,026	0,083	0,092	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,059	0,102	0,123	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,084	0,156	0,175	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,146	0,207	0,262	0,9



Analyse statistique sur la période 1976 - 2006 (30 années de mesure utilisées)

Point : LE GARDON D'ALES AU BARRAGE DE STE CECILE (entrée)

superficie contrôlée : 109,00 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	4,74	3,39	2,65	3,41	3,16	1,21	0,32	0,36	1,37	4,54	6,01	5,99
T=10 ans sec (m3/s)	0,45	0,55	0,48	1,22	0,67	0,36	0,07	0,05	0,09	0,27	0,15	0,54
T=5 ans sec (m3/s)	0,53	0,76	0,60	1,58	0,93	0,40	0,11	0,06	0,13	0,50	0,64	0,91
T=2 ans (m3/s)	1,59	1,73	1,59	2,68	2,46	0,75	0,23	0,09	0,30	2,56	4,64	3,09
T= 5 ans humide (m3/s)	6,74	5,82	4,53	4,58	4,49	1,32	0,41	0,27	2,59	6,77	10,97	10,82
T=10 ans humide (m3/s)	10,75	8,73	5,21	6,52	8,02	3,10	0,61	0,63	3,71	12,43	13,12	15,35

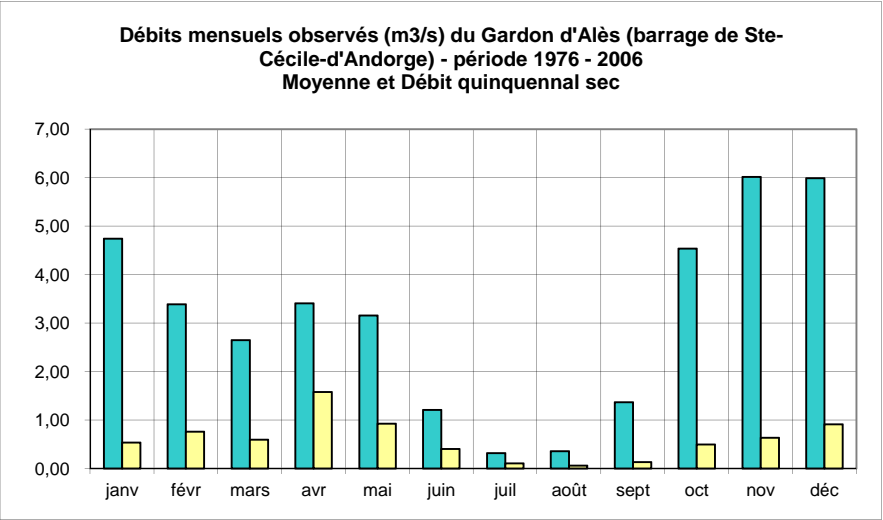
Module (m3/s)	moyenne	3,133	ecart-type	1,5
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	3,13	3,13		28,7	28,7
T=10 ans sec (m3/s)	1,23	1,41	0,1	11,3	12,9
T=5 ans sec (m3/s)	1,88	1,78	0,2	17,3	16,3
T=2 ans (m3/s)	3,13	2,77	0,5	28,7	25,4
T= 5 ans humide (m3/s)	4,38	4,31	0,8	40,2	39,6
T=10 ans humide (m3/s)	5,03	4,63	0,9	46,2	42,5

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,053	0,101	0,143	
T=10 ans sec (m3/s)	0,000	0,006	0,025	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,000	0,016	0,057	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,028	0,071	0,090	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,066	0,121	0,145	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,127	0,191	0,244	0,9



Analyse statistique sur la période 1976 - 2006 (21 années de mesure utilisables)

Point : LE GARDON D'ALES en aval du BARRAGE des CAMBOUS

superficie contrôlée : 109,00 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	4,54	3,13	2,47	3,25	2,96	1,01	0,36	0,42	1,23	4,26	5,91	5,67
T=10 ans sec (m3/s)	0,32	0,39	0,47	1,15	0,67	0,19	0,07	0,04	0,15	0,37	0,33	0,50
T=5 ans sec (m3/s)	0,46	0,59	0,57	1,37	0,80	0,29	0,13	0,06	0,22	0,47	0,71	0,81
T=2 ans (m3/s)	1,63	1,61	1,50	2,41	2,24	0,54	0,32	0,26	0,32	2,12	5,07	2,74
T= 5 ans humide (m3/s)	6,53	4,95	4,05	4,53	4,42	1,28	0,48	0,35	2,17	6,27	10,71	12,14
T=10 ans humide (m3/s)	10,36	8,69	4,68	6,35	7,97	2,92	0,60	0,57	3,21	11,98	12,35	15,24

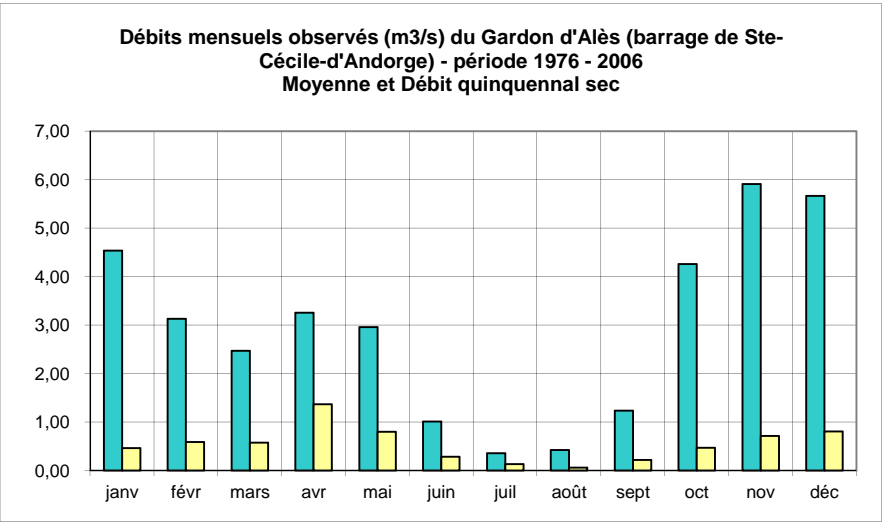
Module (m3/s)	moyenne	2,933	ecart-type	1,5
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	2,93	2,93		26,9	26,9
T=10 ans sec (m3/s)	1,00	1,35	0,1	9,1	12,4
T=5 ans sec (m3/s)	1,66	1,42	0,2	15,2	13,0
T=2 ans (m3/s)	2,93	2,75	0,5	26,9	25,2
T= 5 ans humide (m3/s)	4,21	3,72	0,8	38,6	34,1
T=10 ans humide (m3/s)	4,87	4,38	0,9	44,7	40,2

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,141	0,224	0,285	
T=10 ans sec (m3/s)	0,060	0,106	0,153	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,080	0,145	0,169	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,110	0,186	0,219	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,190	0,250	0,300	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,244	0,330	0,361	0,9



Analyse statistique sur la période 1975-1979 (5 années de mesure)

Point : LE GALEIZON à ST PAUL LA COSTE
Type de débit : Naturel désinfluencé (station)

superficie contrôlée : 64,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	3,14	3,09	2,20	1,52	1,55	0,68	0,28	0,45	1,32	4,10	1,95	1,86
T=10 ans sec (m3/s)	0,88	2,46	1,58	0,89	0,54	0,25	0,14	0,07	0,06	0,12	0,10	0,44
T=5 ans sec (m3/s)	1,41	2,84	1,96	1,02	0,62	0,29	0,16	0,09	0,06	0,18	0,15	0,54
T=2 ans (m3/s)	2,97	3,25	2,46	1,71	0,89	0,42	0,17	0,31	0,31	5,05	1,24	0,86
T= 5 ans humide (m3/s)	4,52	3,45	2,52	1,94	2,53	0,87	0,34	0,87	1,59	7,21	2,94	3,31
T=10 ans humide (m3/s)	5,61	3,59	2,61	2,06	2,97	1,34	0,52	0,92	3,59	7,73	4,55	3,88

Module (m3/s)	moyenne	1,840	ecart-type	0,8
---------------	---------	-------	------------	-----

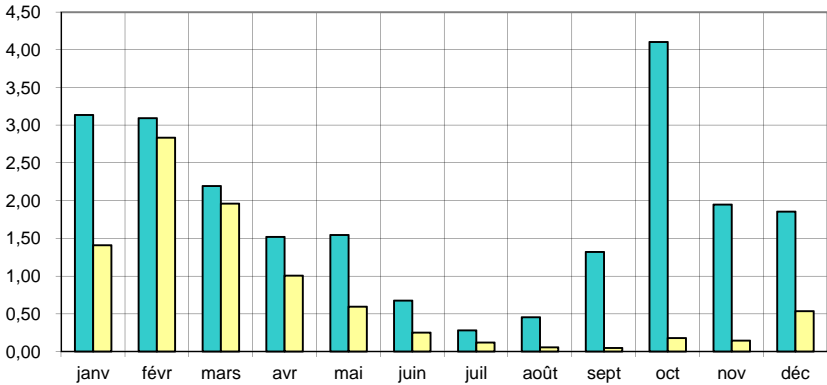
Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	1,84	1,84		28,7	28,7
T=10 ans sec (m3/s)	0,78	1,07	0,1	12,1	16,8
T=5 ans sec (m3/s)	1,14	1,25	0,2	17,8	19,6
T=2 ans (m3/s)	1,84	1,54	0,5	28,7	24,1
T= 5 ans humide (m3/s)	2,54	2,67	0,8	39,7	41,7
T=10 ans humide (m3/s)	2,90	2,72	0,9	45,4	42,6

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,108	0,161	0,209	
T=10 ans sec (m3/s)	0,046	0,053	0,055	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,049	0,056	0,059	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,070	0,114	0,170	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,141	0,201	0,255	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,203	0,321	0,423	0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Galeizon à la station d'Aube Morte (St-Paul-la-Coste) - période 1975-1979
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1975-1979 (5 années de mesure)

Point : LE GALEIZON à ST PAUL LA COSTE

superficie contrôlée : 64,00 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	3,13	3,09	2,19	1,51	1,52	0,64	0,24	0,43	1,31	4,10	1,95	1,85
T=10 ans sec (m3/s)	0,88	2,46	1,58	0,88	0,52	0,21	0,10	0,05	0,05	0,12	0,10	0,44
T=5 ans sec (m3/s)	1,41	2,84	1,96	1,01	0,60	0,25	0,12	0,06	0,05	0,18	0,15	0,53
T=2 ans (m3/s)	2,97	3,25	2,45	1,70	0,86	0,38	0,13	0,28	0,30	5,05	1,24	0,86
T= 5 ans humide (m3/s)	4,52	3,45	2,51	1,93	2,50	0,83	0,30	0,84	1,58	7,21	2,94	3,31
T=10 ans humide (m3/s)	5,61	3,59	2,61	2,05	2,94	1,30	0,48	0,89	3,58	7,73	4,54	3,88

Module (m3/s)	moyenne	1,826	ecart-type	0,8
---------------	---------	-------	------------	-----

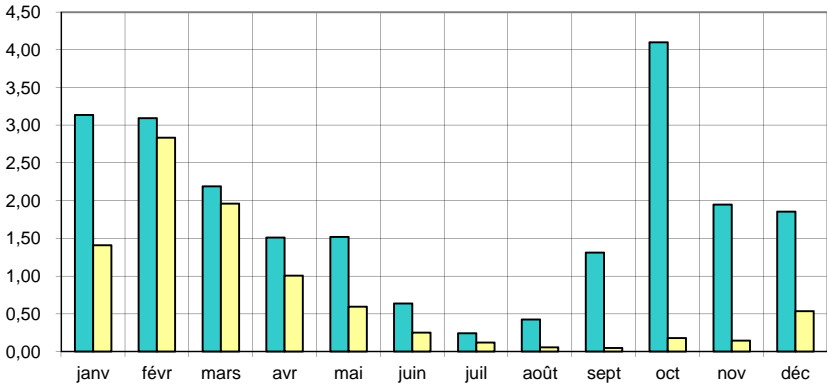
Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	1,83	1,83		28,5	28,5
T=10 ans sec (m3/s)	0,76	1,06	0,1	11,9	16,6
T=5 ans sec (m3/s)	1,13	1,24	0,2	17,6	19,4
T=2 ans (m3/s)	1,83	1,53	0,5	28,5	23,9
T= 5 ans humide (m3/s)	2,52	2,66	0,8	39,4	41,5
T=10 ans humide (m3/s)	2,89	2,71	0,9	45,2	42,4

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,085	0,140	0,185	
T=10 ans sec (m3/s)	0,028	0,041	0,041	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,035	0,047	0,047	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,050	0,079	0,131	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,109	0,169	0,221	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,174	0,302	0,401	0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Galeizon à la station d'Aube Morte (St-Paul-la-Coste) - période 1975-1979
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1969 - 2006 (38 années modélisées)

Point : LE GALEIZON (fermeture)
Type de débit : Naturel désinfluencé (GR4J)

superficie contrôlée : 85,86 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	3,64	2,85	2,10	1,77	1,58	0,83	0,33	0,24	0,60	1,99	2,55	2,96
T=10 ans sec (m3/s)	0,55	0,59	0,63	0,75	0,47	0,27	0,14	0,09	0,08	0,24	0,23	0,36
T=5 ans sec (m3/s)	0,66	1,00	0,90	1,04	0,54	0,33	0,18	0,10	0,11	0,31	0,49	0,83
T=2 ans (m3/s)	2,57	2,11	1,41	1,52	1,26	0,56	0,23	0,18	0,24	1,14	1,79	1,57
T= 5 ans humide (m3/s)	6,34	4,46	3,53	2,61	2,49	0,90	0,47	0,30	0,88	2,52	4,55	6,24
T=10 ans humide (m3/s)	7,97	5,76	4,42	3,11	3,01	1,54	0,64	0,40	1,28	4,52	5,63	7,83

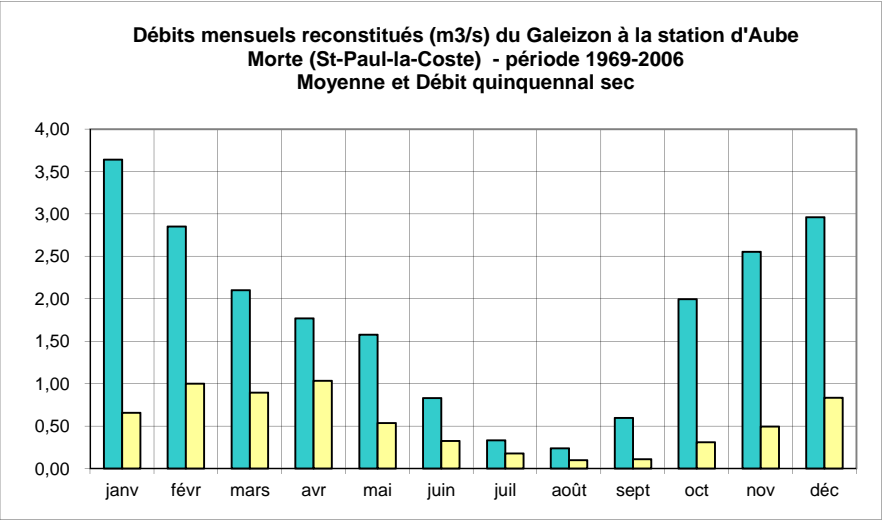
Module (m3/s)	moyenne	1,783	ecart-type	0,8
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	1,78	1,78		20,8	20,8
T=10 ans sec (m3/s)	0,77	0,73	0,1	8,9	8,6
T=5 ans sec (m3/s)	1,12	0,90	0,2	13,0	10,5
T=2 ans (m3/s)	1,78	1,68	0,5	20,8	19,6
T= 5 ans humide (m3/s)	2,45	2,32	0,8	28,5	27,0
T=10 ans humide (m3/s)	2,80	3,11	0,9	32,6	36,2

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,115	0,143	0,169	
T=10 ans sec (m3/s)	0,052	0,060	0,068	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,058	0,067	0,076	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,104	0,128	0,160	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,148	0,182	0,218	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,171	0,206	0,279	0,9



Analyse statistique sur la période 1969-2006 (38 années reconstituées)

Point : LE GALEIZON en amont de la confluence avec le Gardon d'Alès
Type de débit : **Influencé (reconstitué avec GR4J, à partir des coefficients de la station de St Paul la Coste)**

superficie contrôlée : 85,86 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	3,64	2,85	2,10	1,76	1,56	0,80	0,30	0,22	0,59	1,99	2,55	2,96
T=10 ans sec (m3/s)	0,54	0,59	0,62	0,75	0,46	0,23	0,10	0,07	0,07	0,23	0,22	0,35
T=5 ans sec (m3/s)	0,66	1,00	0,89	1,03	0,52	0,29	0,15	0,08	0,10	0,31	0,49	0,83
T=2 ans (m3/s)	2,57	2,11	1,41	1,51	1,24	0,53	0,20	0,15	0,23	1,14	1,79	1,56
T= 5 ans humide (m3/s)	6,34	4,46	3,52	2,60	2,47	0,86	0,43	0,28	0,87	2,52	4,54	6,24
T=10 ans humide (m3/s)	7,97	5,76	4,41	3,11	2,99	1,51	0,60	0,38	1,27	4,51	5,63	7,83

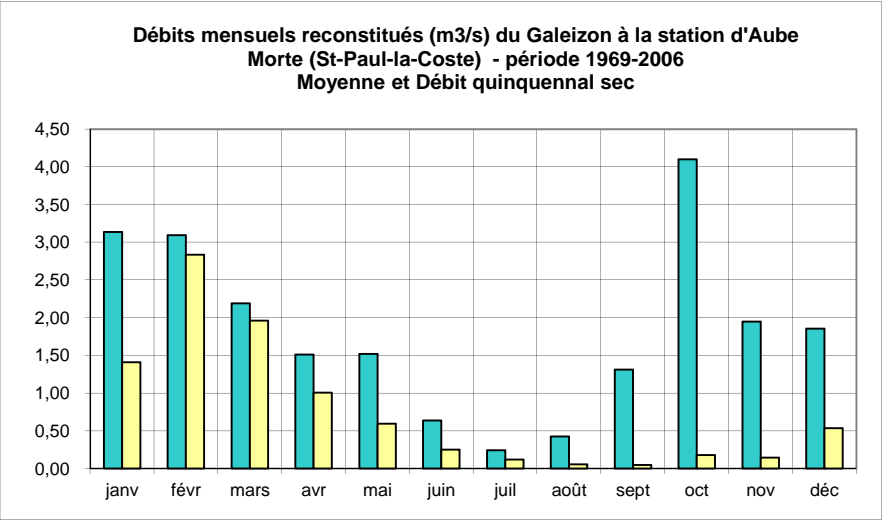
Module (m3/s)	moyenne	1,770	ecart-type	0,8
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	1,77	1,77		20,6	20,6
T=10 ans sec (m3/s)	0,75	0,72	0,1	8,8	8,4
T=5 ans sec (m3/s)	1,10	0,89	0,2	12,8	10,4
T=2 ans (m3/s)	1,77	1,67	0,5	20,6	19,4
T= 5 ans humide (m3/s)	2,44	2,30	0,8	28,4	26,8
T=10 ans humide (m3/s)	2,79	3,09	0,9	32,5	36,0

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,099	0,126	0,151	
T=10 ans sec (m3/s)	0,040	0,045	0,050	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,050	0,056	0,060	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,087	0,111	0,135	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,121	0,161	0,196	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,157	0,198	0,256	0,9



Analyse statistique sur la période 1976 - 2003 (28 années modélisées)

HK1

Point : LE GARDON D'ALES en amont de la confluence avec le Galeizon
Type de débit : Naturel reconstitué (HK1)

superficie contrôlée : 182,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	8,14	5,45	3,70	3,44	3,51	1,41	0,60	0,46	1,48	6,29	8,53	8,58
T=10 ans sec (m3/s)	1,33	1,24	1,32	1,61	1,00	0,49	0,30	0,18	0,16	0,34	0,41	0,70
T=5 ans sec (m3/s)	1,68	2,06	1,52	1,92	1,31	0,62	0,32	0,22	0,17	0,54	1,34	1,90
T=2 ans (m3/s)	3,98	3,42	2,87	3,27	2,51	1,08	0,47	0,28	0,32	2,96	7,23	5,19
T= 5 ans humide (m3/s)	12,35	8,41	6,15	4,55	5,47	1,82	0,74	0,47	1,61	8,16	14,89	17,22
T=10 ans humide (m3/s)	19,29	12,95	7,37	6,21	7,56	2,54	1,02	0,74	3,21	16,74	19,45	22,06

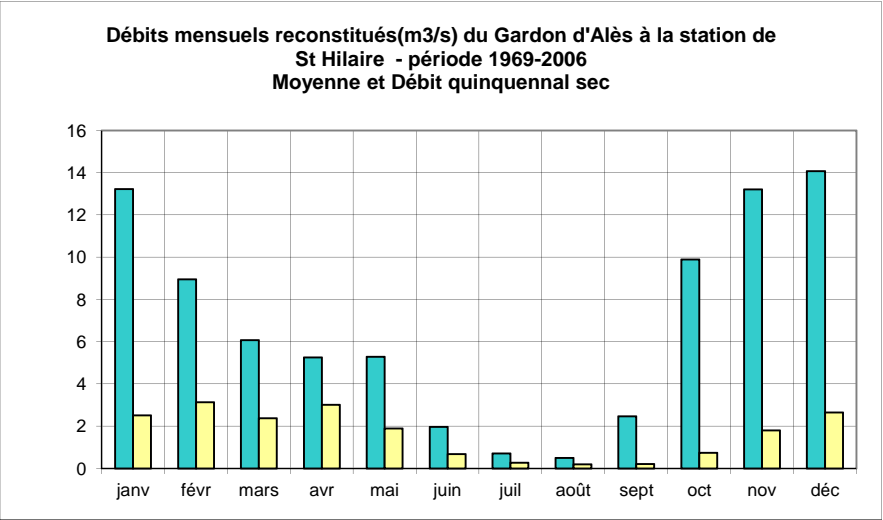
Module (m3/s)	moyenne	4,415	ecart-type	0,0
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	4,41	4,41		0,0	24,3
T=10 ans sec (m3/s)	4,38	1,77	0,1	0,0	9,7
T=5 ans sec (m3/s)	4,39	2,32	0,2	0,0	12,7
T=2 ans (m3/s)	4,41	3,85	0,5	0,0	21,2
T= 5 ans humide (m3/s)	4,44	5,47	0,8	0,0	30,0
T=10 ans humide (m3/s)	4,45	6,89	0,9	0,0	37,9

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,220	0,269	0,319	
T=10 ans sec (m3/s)	0,127	0,139	0,155	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,134	0,145	0,163	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,199	0,229	0,274	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,246	0,288	0,327	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,287	0,331	0,492	0,9



Analyse statistique sur la période 1971 - 1979 (9 années de mesure)

HK2

Point : LE GARDON D'ALES en amont de la confluence avec le Galeizon
Type de débit : **Naturel reconstitué (GR4J)**

superficie contrôlée : 3,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	9,26	6,87	4,58	3,69	3,40	1,74	0,56	0,39	1,35	5,64	7,68	7,86
T=10 ans sec (m3/s)	1,35	1,21	1,30	1,41	0,77	0,43	0,23	0,15	0,13	0,43	0,43	0,84
T=5 ans sec (m3/s)	1,68	2,50	1,63	1,83	1,02	0,55	0,28	0,18	0,14	0,70	1,38	2,53
T=2 ans (m3/s)	6,03	4,69	2,98	3,04	2,23	0,90	0,40	0,24	0,33	3,23	6,83	4,11
T= 5 ans humide (m3/s)	15,95	11,86	7,25	4,96	6,08	1,83	0,77	0,41	1,66	7,57	13,77	16,32
T=10 ans humide (m3/s)	21,56	14,16	10,35	6,74	6,79	3,89	1,05	0,66	3,18	15,31	16,69	19,52

Module (m3/s)	moyenne	4,407	ecart-type	2,2
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

en m3/s

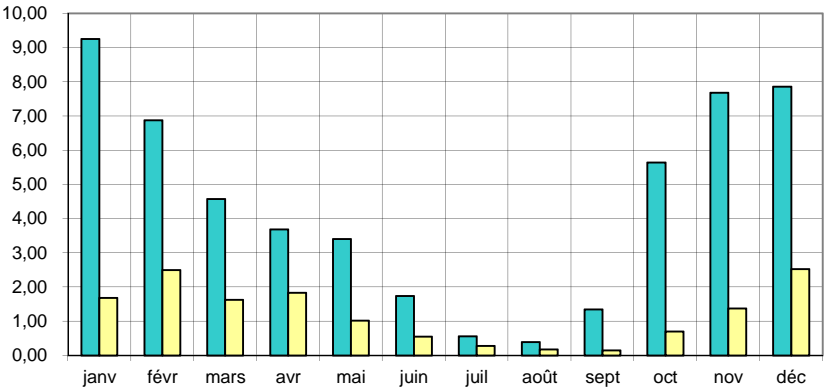
en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	4,41	4,41		14,0	14,0
T=10 ans sec (m3/s)	1,57	1,91	0,1	5,0	6,1
T=5 ans sec (m3/s)	2,55	2,42	0,2	8,1	7,7
T=2 ans (m3/s)	4,41	4,17	0,5	14,0	13,3
T= 5 ans humide (m3/s)	6,27	5,43	0,8	20,0	17,3
T=10 ans humide (m3/s)	7,24	7,32	0,9	23,1	23,3

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,190	0,230	0,274	
T=10 ans sec (m3/s)	0,099	0,112	0,120	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,109	0,119	0,135	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,172	0,200	0,234	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,237	0,263	0,298	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,290	0,351	0,418	0,9

Débits mensuels reconstitués (m3/s) du Gardon d'Alès en amont de la confluence avec le Galeizon - période 1969-2009
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1976 - 2003 (28 années reconstituées)

HK1

Point : LE GARDON D'ALES en amont de la confluence avec le Galeizon

superficie contrôlée : rficie contrôlée :

182,00 km²

Type de débit : **Influencé (reconstitué avec GR4J, à partir des coefficients de la station de St Hilaire)**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	7,90	5,22	3,49	3,22	3,25	1,17	0,43	0,35	1,35	6,10	8,33	8,33
T=10 ans sec (m3/s)	1,07	1,06	1,18	1,50	0,82	0,29	0,14	0,07	0,09	0,27	0,32	0,52
T=5 ans sec (m3/s)	1,40	1,83	1,39	1,81	1,08	0,37	0,17	0,11	0,11	0,55	1,11	1,73
T=2 ans (m3/s)	3,68	3,21	2,47	3,00	2,17	0,75	0,30	0,22	0,26	2,74	6,93	4,75
T= 5 ans humide (m3/s)	12,15	8,27	5,81	4,30	4,84	1,48	0,59	0,38	1,44	7,88	14,54	17,03
T=10 ans humide (m3/s)	19,08	12,75	7,32	5,95	7,42	2,34	0,88	0,57	2,86	16,57	19,24	21,86

Module (m3/s)	moyenne	3,908	ecart-type	0,0
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

en m3/s

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	3,91	3,91
T=10 ans sec (m3/s)	3,86	1,57
T=5 ans sec (m3/s)	3,88	2,06
T=2 ans (m3/s)	3,91	3,71
T= 5 ans humide (m3/s)	3,94	5,27
T=10 ans humide (m3/s)	3,95	6,72

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

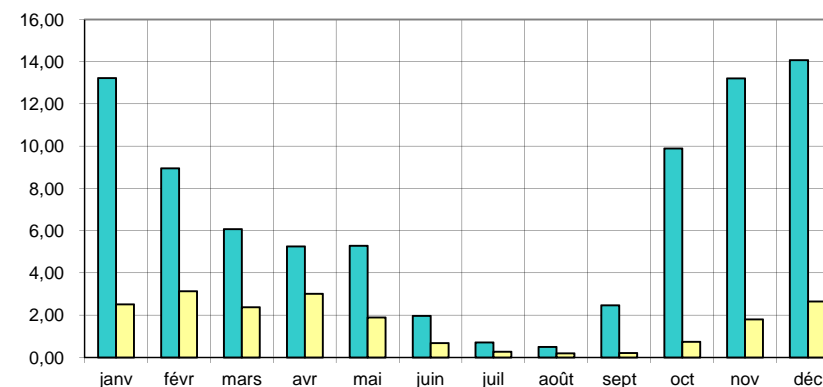
	(Gauss)	(exp)
Moyenne (l/s/km²)	0,0	21,5
T=10 ans sec (l/s/km²)	0,0	8,6
T=5 ans sec (l/s/km²)	0,0	11,3
T=2 ans (l/s/km²)	0,0	20,4
T= 5 ans humide (l/s/km²)	0,0	29,0
T=10 ans humide (l/s/km²)	0,0	36,9

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s		
	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,099	0,171	0,232
T=10 ans sec (m3/s)	0,003	0,027	0,071
T=5 ans sec (m3/s)	0,026	0,059	0,084
T=2 ans (m3/s)	0,074	0,130	0,205
T= 5 ans humide (m3/s)	0,119	0,210	0,269
T=10 ans humide (m3/s)	0,198	0,277	0,372

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

Débits mensuels reconstitués(m3/s) du Gardon d'Alès à la station de St Hilaire - période 1969-2006
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1971 - 1979 (9 années de mesure)

HK2

Point : LE GARDON D'ALES en amont de la confluence avec le Galeizon
Type de débit : **Influencé (calcul à partir du débit naturel estimé avec GR4J)**

superficie contrôlée : 182,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	9,34	6,95	4,64	3,75	3,48	1,81	0,63	0,46	1,42	5,71	7,76	7,94
T=10 ans sec (m3/s)	1,43	1,29	1,36	1,47	0,85	0,51	0,31	0,22	0,21	0,50	0,50	0,91
T=5 ans sec (m3/s)	1,77	2,58	1,69	1,90	1,10	0,63	0,35	0,25	0,22	0,77	1,45	2,60
T=2 ans (m3/s)	6,10	4,76	3,05	3,11	2,31	0,98	0,48	0,31	0,40	3,31	6,91	4,19
T= 5 ans humide (m3/s)	16,04	11,94	7,31	5,04	6,17	1,91	0,84	0,48	1,73	7,64	13,84	16,40
T=10 ans humide (m3/s)	21,64	14,24	10,42	6,80	6,87	3,97	1,13	0,73	3,23	15,38	16,76	19,60

Module (m3/s)	moyenne	4,480	ecart-type	2,2
---------------	---------	-------	------------	-----

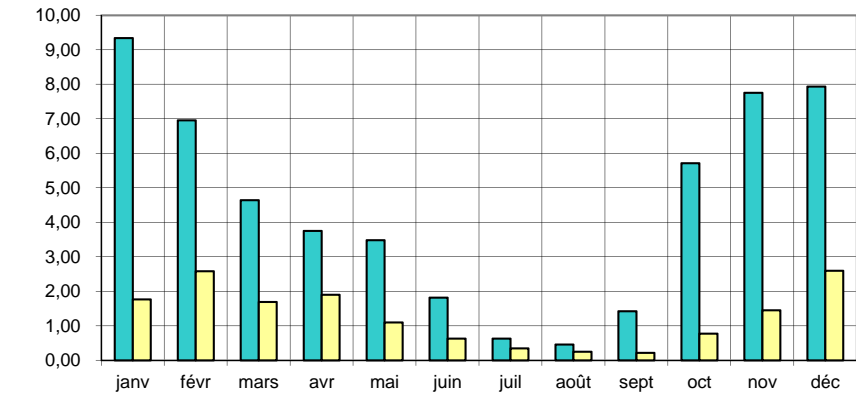
Module

en m3/s			en l/s/km²		
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	4,48	4,48		14,3	14,3
T=10 ans sec (m3/s)	1,65	1,99	0,1	5,2	6,3
T=5 ans sec (m3/s)	2,62	2,49	0,2	8,3	7,9
T=2 ans (m3/s)	4,48	4,25	0,5	14,3	13,5
T= 5 ans humide (m3/s)	6,34	5,51	0,8	20,2	17,5
T=10 ans humide (m3/s)	7,31	7,40	0,9	23,3	23,6

VCN et QMNA

en m3/s				
(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,260	0,301	0,343	
T=10 ans sec (m3/s)	0,166	0,179	0,187	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,180	0,191	0,207	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,244	0,272	0,306	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,308	0,334	0,366	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,364	0,424	0,489	0,9

Débits mensuels reconstitués (m3/s) du Gardon d'Alès en amont de la confluence avec le Galeizon - période 1969-2009
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1971 - 1979 (9 années de mesure)

Point : LE GARDON D'ALES à ALES

superficie contrôlée : 314,00 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	15,83	16,11	9,28	7,36	5,72	4,24	1,79	1,98	4,57	13,14	7,22	10,53
T=10 ans sec (m3/s)	5,88	7,62	3,00	3,26	1,83	1,65	1,14	0,62	0,56	0,74	0,66	2,17
T=5 ans sec (m3/s)	11,59	9,94	4,46	3,74	2,03	1,87	1,28	0,86	0,68	0,85	0,74	2,52
T=2 ans (m3/s)	14,90	15,59	9,94	4,54	4,26	2,56	1,49	1,17	1,27	1,67	4,58	3,99
T= 5 ans humide (m3/s)	21,08	19,66	13,67	9,34	7,56	7,57	2,43	2,77	4,60	32,34	9,05	18,93
T=10 ans humide (m3/s)	24,29	23,86	13,99	12,21	10,45	9,02	2,75	5,11	10,01	35,63	14,69	22,20

Module (m3/s)	moyenne	8,107	ecart-type	3,1
---------------	---------	-------	------------	-----

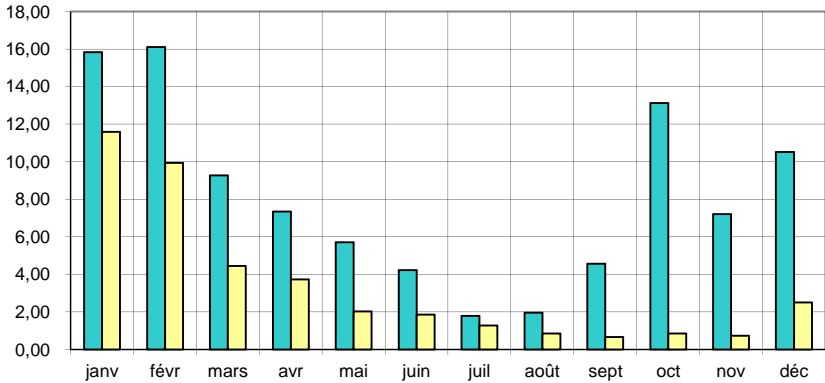
Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	8,11	8,11		25,8	25,8
T=10 ans sec (m3/s)	4,16	4,94	0,1	13,3	15,7
T=5 ans sec (m3/s)	5,52	5,86	0,2	17,6	18,7
T=2 ans (m3/s)	8,11	7,30	0,5	25,8	23,3
T= 5 ans humide (m3/s)	10,70	10,87	0,8	34,1	34,6
T=10 ans humide (m3/s)	12,05	11,75	0,9	38,4	37,4

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,637	0,938	1,139	
T=10 ans sec (m3/s)	0,406	0,497	0,526	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,413	0,580	0,612	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,468	0,738	0,738	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,757	1,070	1,271	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,943	1,478	1,784	0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gardon d'Alès à la station de Alès - période 1971-1979
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1994 - 2002 (9 années de mesure)

HK1

Point : LE GARDON D'ALES à ST HILAIRE DE BRETHMAS
Type de débit : Naturel reconstitué (station)

superficie contrôlée : 328,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	15,64	7,15	6,11	4,10	7,44	3,14	1,27	0,85	2,76	11,03	14,87	18,04
T=10 ans sec (m3/s)	1,96	1,85	1,59	2,32	2,71	1,61	0,67	0,42	0,84	2,95	1,96	1,07
T=5 ans sec (m3/s)	4,74	2,75	2,03	2,55	3,24	1,80	0,74	0,46	1,04	3,73	6,10	1,91
T=2 ans (m3/s)	9,61	4,37	3,75	4,00	5,22	1,97	1,03	0,61	1,83	7,42	15,96	19,35
T= 5 ans humide (m3/s)	21,96	12,42	10,27	5,51	9,10	3,99	1,72	0,98	4,13	17,66	23,51	33,13
T=10 ans humide (m3/s)	30,26	15,12	13,15	5,91	15,21	5,93	2,09	1,39	4,76	26,50	25,87	38,57

Module (m3/s)	moyenne	7,721	ecart-type	2,5
---------------	---------	-------	------------	-----

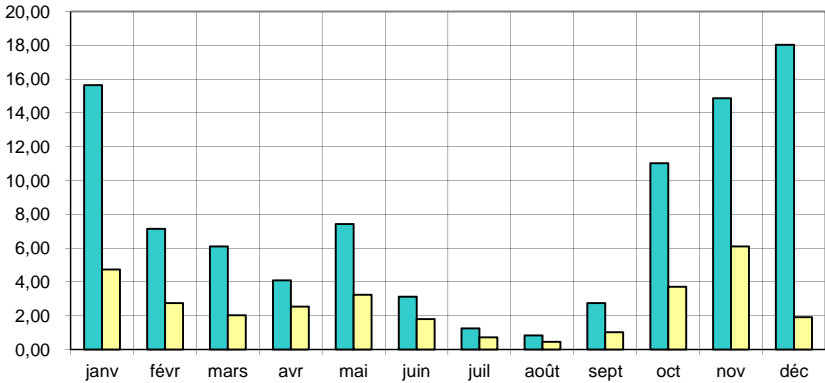
Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	7,72	7,72		23,5	23,5
T=10 ans sec (m3/s)	4,55	5,30	0,1	13,9	16,2
T=5 ans sec (m3/s)	5,64	6,08	0,2	17,2	18,5
T=2 ans (m3/s)	7,72	7,56	0,5	23,5	23,0
T= 5 ans humide (m3/s)	9,80	9,17	0,8	29,9	28,0
T=10 ans humide (m3/s)	10,89	10,21	0,9	33,2	31,1

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,398	0,517	0,665	
T=10 ans sec (m3/s)	0,170	0,321	0,421	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,211	0,330	0,463	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,379	0,542	0,612	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,577	0,660	0,835	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,631	0,730	0,947	0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gardon d'Alès à la station de St-Hilaire-de-Brethmas - période 1994-2002
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1994 - 2002 (9 années de mesure)

HK2

Point : LE GARDON D'ALES à ST HILAIRE DE BRETHMAS

superficie contrôlée : 328,00 km²

Type de débit : Naturel reconstitué (station)

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	15,31	6,83	5,82	3,81	7,09	2,76	0,89	0,51	2,47	10,74	14,57	17,72
T=10 ans sec (m3/s)	1,63	1,52	1,37	2,03	2,36	1,23	0,29	0,10	0,52	2,66	1,64	0,75
T=5 ans sec (m3/s)	4,41	2,42	1,76	2,25	2,89	1,42	0,37	0,13	0,73	3,42	5,80	1,59
T=2 ans (m3/s)	9,27	4,03	3,43	3,72	4,86	1,60	0,66	0,28	1,53	7,13	15,66	19,03
T= 5 ans humide (m3/s)	21,64	12,11	9,97	5,24	8,76	3,61	1,36	0,64	3,88	17,35	23,19	32,81
T=10 ans humide (m3/s)	29,93	14,78	12,87	5,69	14,85	5,54	1,71	1,04	4,48	26,21	25,57	38,25

Module (m3/s)	moyenne	7,396	ecart-type	2,5
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

en m3/s

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	7,40	7,40
T=10 ans sec (m3/s)	4,22	4,97
T=5 ans sec (m3/s)	5,31	5,75
T=2 ans (m3/s)	7,40	7,22
T= 5 ans humide (m3/s)	9,48	8,86
T=10 ans humide (m3/s)	10,57	9,90

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

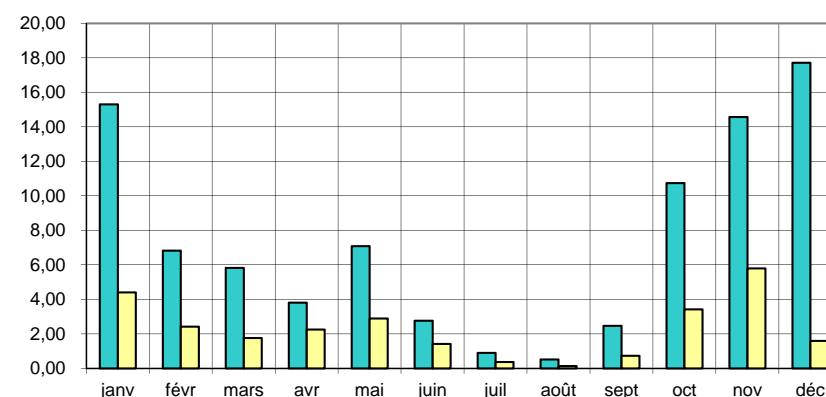
	(Gauss)	(exp)
Moyenne (l/s/km²)	22,5	22,5
T=10 ans sec (l/s/km²)	12,9	15,1
T=5 ans sec (l/s/km²)	16,2	17,5
T=2 ans (l/s/km²)	22,5	22,0
T= 5 ans humide (l/s/km²)	28,9	27,0
T=10 ans humide (l/s/km²)	32,2	30,2

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s		
	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,117	0,204	0,335
T=10 ans sec (m3/s)	0,000	0,028	0,100
T=5 ans sec (m3/s)	0,000	0,041	0,132
T=2 ans (m3/s)	0,062	0,224	0,278
T= 5 ans humide (m3/s)	0,243	0,331	0,493
T=10 ans humide (m3/s)	0,307	0,409	0,613

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gardon d'Alès à la station de St-Hilaire-de-Brethmas - période 1994-2002
Moyenne et Débit quinquennal sec



Point : LE GARDON D'ALES à ST HILAIRE DE BRETHMAS
Type de débit : Naturel reconstitué, prolongé avec GR4J (HK1)

superficie contrôlée : 328,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	13,52	9,24	6,35	5,54	5,65	2,37	1,03	0,72	2,69	10,16	13,46	14,39
T=10 ans sec (m3/s)	2,36	2,09	2,33	2,88	1,68	0,88	0,53	0,34	0,28	0,55	0,65	1,03
T=5 ans sec (m3/s)	2,88	3,36	2,62	3,23	2,22	1,03	0,57	0,39	0,32	0,78	2,08	2,95
T=2 ans (m3/s)	7,01	6,42	4,98	5,44	4,26	1,94	0,84	0,53	0,56	4,24	10,64	8,08
T= 5 ans humide (m3/s)	21,45	14,99	11,49	7,62	8,14	3,12	1,27	0,81	2,83	13,03	23,53	29,16
T=10 ans humide (m3/s)	33,32	21,53	13,39	9,14	11,63	4,06	1,75	1,02	4,98	28,98	29,81	37,29

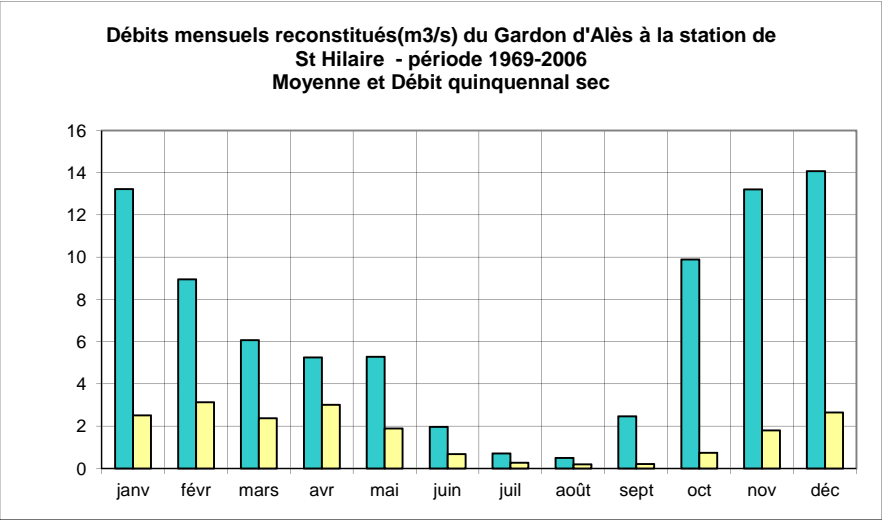
Module (m3/s)	moyenne	7,234	ecart-type	0,1
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	7,23	7,23		0,0	22,1
T=10 ans sec (m3/s)	7,14	2,73	0,1	0,0	8,3
T=5 ans sec (m3/s)	7,17	3,50	0,2	0,0	10,7
T=2 ans (m3/s)	7,23	6,79	0,5	0,0	20,7
T= 5 ans humide (m3/s)	7,29	9,40	0,8	0,0	28,7
T=10 ans humide (m3/s)	7,32	11,86	0,9	0,0	36,2

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,399	0,476	0,563	
T=10 ans sec (m3/s)	0,221	0,241	0,263	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,247	0,270	0,310	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,363	0,422	0,493	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,445	0,507	0,592	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,514	0,638	0,870	0,9



Analyse statistique sur la période 1994 - 2002 (9 années de mesure)

HK2

Point : LE GARDON D'ALES à ST HILAIRE DE BRETHMAS
 Type de débit : **Naturel reconstitué, prolongé avec GR4J**

superficie contrôlée : 328,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	15,70	11,43	7,38	6,01	4,82	2,00	0,46	0,49	3,28	11,28	13,46	13,89
T=10 ans sec (m3/s)	2,22	1,86	1,37	1,53	0,69	0,23	0,10	0,06	0,06	0,63	0,65	2,06
T=5 ans sec (m3/s)	3,07	3,92	1,81	2,16	1,10	0,36	0,14	0,07	0,20	1,52	2,09	3,64
T=2 ans (m3/s)	10,04	7,07	4,47	4,42	3,23	1,04	0,19	0,13	0,57	7,82	11,87	7,77
T= 5 ans humide (m3/s)	26,15	21,06	12,24	9,96	8,62	2,04	0,63	0,42	4,78	14,53	24,71	28,11
T=10 ans humide (m3/s)	35,71	25,55	17,15	12,08	10,90	4,16	1,25	0,71	8,67	30,99	31,21	35,38

Module (m3/s)	moyenne	7,499	ecart-type	3,9
---------------	---------	-------	------------	-----

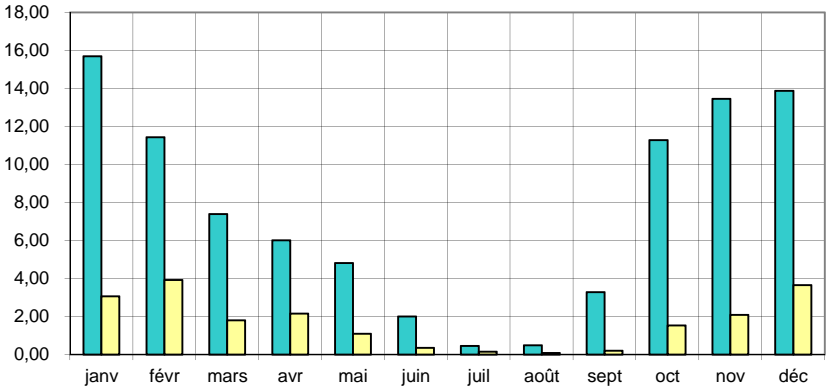
Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	7,50	7,50		22,9	22,9
T=10 ans sec (m3/s)	2,56	3,07	0,1	7,8	9,4
T=5 ans sec (m3/s)	4,26	3,99	0,2	13,0	12,2
T=2 ans (m3/s)	7,50	6,70	0,5	22,9	20,4
T= 5 ans humide (m3/s)	10,74	9,90	0,8	32,7	30,2
T=10 ans humide (m3/s)	12,44	12,43	0,9	37,9	37,9

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,092	0,135	0,178	
T=10 ans sec (m3/s)	0,036	0,041	0,045	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,042	0,049	0,057	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,069	0,093	0,122	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,122	0,170	0,239	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,144	0,264	0,312	0,9

Débits mensuels reconstitués(m3/s) du Gardon d'Alès à la station de St Hilaire - période 1969-2006
 Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1994 - 2002 (9 années de mesure)

Point : LE GARDON D'ALES à ST HILAIRE DE BRETHMAS

superficie contrôlée : 328,00 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	15,37	6,92	5,91	3,90	7,03	2,81	1,01	0,67	2,38	10,79	14,64	17,78
T=10 ans sec (m3/s)	1,61	1,64	1,44	2,21	2,31	1,28	0,42	0,32	0,69	2,79	1,78	0,83
T=5 ans sec (m3/s)	4,44	2,54	1,85	2,29	2,92	1,46	0,46	0,33	0,91	3,52	5,89	1,70
T=2 ans (m3/s)	9,37	4,15	3,51	3,80	4,38	1,53	0,77	0,53	1,30	7,19	15,49	19,12
T= 5 ans humide (m3/s)	21,72	12,22	10,00	5,30	8,84	3,67	1,46	0,66	3,62	17,36	23,27	32,88
T=10 ans humide (m3/s)	30,00	14,87	12,98	5,73	14,92	5,62	1,85	1,11	4,23	26,26	25,66	38,33

Module (m3/s)	moyenne	7,454	ecart-type	2,5
---------------	---------	--------------	------------	-----

Module

en m3/s

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	7,45	7,45
T=10 ans sec (m3/s)	4,28	5,10
T=5 ans sec (m3/s)	5,37	5,81
T=2 ans (m3/s)	7,45	7,30
T= 5 ans humide (m3/s)	9,54	8,93
T=10 ans humide (m3/s)	10,63	9,97

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

(Gauss)	(exp)
22,7	22,7
13,0	15,6
16,4	17,7
22,7	22,3
29,1	27,2
32,4	30,4

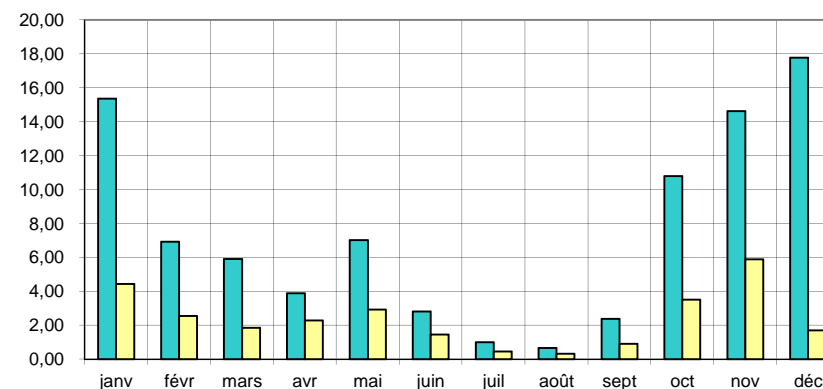
VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,311	0,401	0,540
T=10 ans sec (m3/s)	0,130	0,222	0,317
T=5 ans sec (m3/s)	0,155	0,240	0,331
T=2 ans (m3/s)	0,319	0,408	0,530
T= 5 ans humide (m3/s)	0,463	0,525	0,665
T=10 ans humide (m3/s)	0,533	0,631	0,887

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gardon d'Alès à la station de St-Hilaire-de-Brethmas - période 1994-2002
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1976-2003 (28 années reconstituées)

HK1

Point : LE GARDON D'ALES à ST HILAIRE DE BRETHMAS

superficie contrôlée : 328,00 km²

Type de débit : **Influencé (reconstitué avec GR4J, à partir des coefficients de la station de St Hilaire)**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	13,23	8,96	6,09	5,26	5,29	1,98	0,71	0,51	2,47	9,91	13,21	14,08
T=10 ans sec (m3/s)	2,08	1,87	2,08	2,75	1,39	0,57	0,23	0,15	0,14	0,41	0,49	0,82
T=5 ans sec (m3/s)	2,52	3,14	2,39	3,01	1,90	0,69	0,28	0,20	0,22	0,75	1,81	2,66
T=2 ans (m3/s)	6,67	6,17	4,58	5,05	3,83	1,47	0,48	0,32	0,40	3,95	10,39	7,74
T= 5 ans humide (m3/s)	21,19	14,74	11,10	7,32	7,61	2,67	1,01	0,61	2,52	12,79	23,27	28,87
T=10 ans humide (m3/s)	33,06	21,27	13,19	8,77	11,33	3,72	1,43	0,74	4,60	28,73	29,55	37,04

Module (m3/s)	moyenne	6,522	ecart-type	0,1
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

en m3/s

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	6,52	6,52
T=10 ans sec (m3/s)	6,43	2,39
T=5 ans sec (m3/s)	6,46	3,18
T=2 ans (m3/s)	6,52	6,57
T= 5 ans humide (m3/s)	6,58	9,16
T=10 ans humide (m3/s)	6,62	11,53

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

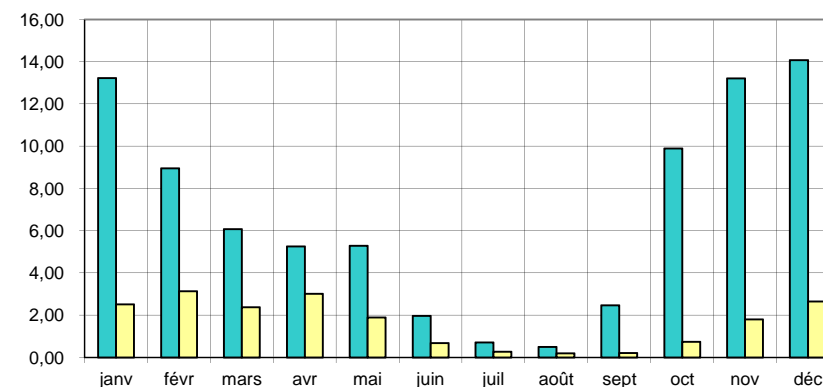
	(Gauss)	(exp)
Moyenne (l/s/km²)	0,0	19,9
T=10 ans sec (l/s/km²)	0,0	7,3
T=5 ans sec (l/s/km²)	0,0	9,7
T=2 ans (l/s/km²)	0,0	20,0
T= 5 ans humide (l/s/km²)	0,0	27,9
T=10 ans humide (l/s/km²)	0,0	35,1

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s		
	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,224	0,313	0,389
T=10 ans sec (m3/s)	0,044	0,089	0,140
T=5 ans sec (m3/s)	0,109	0,150	0,174
T=2 ans (m3/s)	0,158	0,222	0,292
T= 5 ans humide (m3/s)	0,266	0,358	0,483
T=10 ans humide (m3/s)	0,421	0,518	0,569

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

Débits mensuels reconstitués(m3/s) du Gardon d'Alès à la station de St Hilaire - période 1969-2006
Moyenne et Débit quinquennal sec



Point : LE GARDON D'ALES à ST HILAIRE DE BRETHMAS
Type de débit : **Influencé (calcul à partir du débit naturel estimé aec GR4J)**

superficie contrôlée : 328,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	10,82	9,85	6,89	5,85	7,24	3,12	0,89	0,89	1,82	8,76	22,26	21,63
T=10 ans sec (m3/s)	5,70	5,41	4,12	4,48	2,41	1,34	0,63	0,47	0,45	1,23	1,88	4,11
T=5 ans sec (m3/s)	5,72	5,43	4,12	4,84	4,34	2,03	0,72	0,52	0,62	2,15	7,27	6,77
T=2 ans (m3/s)	5,72	5,43	4,13	4,84	8,21	2,77	0,74	0,89	1,12	7,59	31,05	29,04
T= 5 ans humide (m3/s)	19,17	12,62	7,04	6,10	8,23	2,80	0,77	0,91	1,13	7,59	31,05	29,05
T=10 ans humide (m3/s)	25,13	22,85	13,89	8,45	8,30	3,04	1,27	0,92	1,84	9,89	31,05	29,05

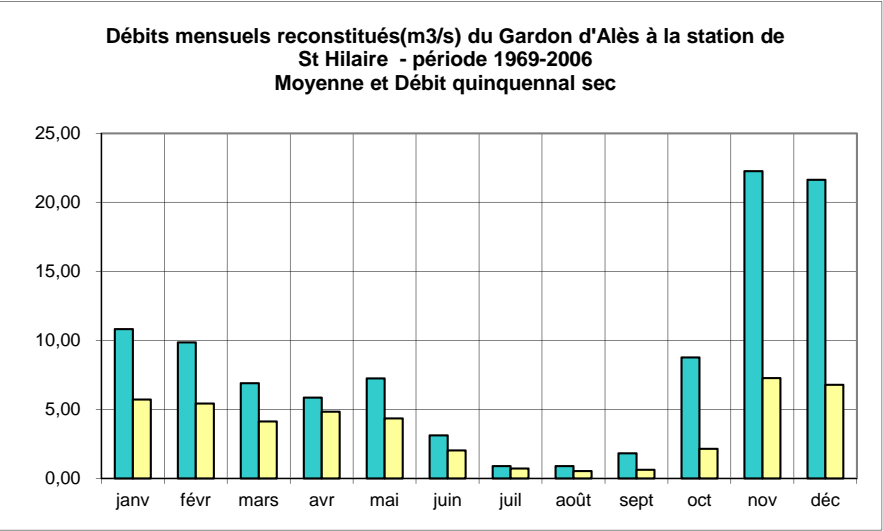
Module (m3/s)	moyenne	8,324	ecart-type	3,7
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

en m3/s			en l/s/km²		
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	8,32	8,32	0,1 0,2 0,5 0,8 0,9	25,4	25,4
T=10 ans sec (m3/s)	3,59	5,84		10,9	17,8
T=5 ans sec (m3/s)	5,21	7,57		15,9	23,1
T=2 ans (m3/s)	8,32	8,47		25,4	25,8
T= 5 ans humide (m3/s)	11,43	8,48		34,9	25,9
T=10 ans humide (m3/s)	13,06	9,67		39,8	29,5

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,422	0,491	0,699	0,1 0,2 0,5 0,8 0,9
T=10 ans sec (m3/s)	0,346	0,388	0,445	
T=5 ans sec (m3/s)	0,374	0,428	0,479	
T=2 ans (m3/s)	0,385	0,443	0,729	
T= 5 ans humide (m3/s)	0,403	0,465	0,758	
T=10 ans humide (m3/s)	0,496	0,544	0,763	



Analyse statistique sur la période 1998-2002 (5 années de mesure)

HK1

Point : LE GARDON au PONT DE NERS (aval de la prise d'eau du canal de Boucoiran)

superficie contrôlée : 1 090,00 km²

Type de débit : **Naturel reconstitué (station, HK1)**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	36,89	13,96	19,59	16,20	30,22	10,01	2,96	2,09	5,73	21,14	16,68	32,02
T=10 ans sec (m3/s)	6,88	5,89	4,16	7,12	7,08	5,37	2,33	1,70	2,12	2,55	2,55	3,29
T=5 ans sec (m3/s)	9,34	7,40	4,73	7,86	7,68	5,78	2,46	1,94	2,71	3,05	4,20	3,93
T=2 ans (m3/s)	32,93	12,05	16,51	11,68	24,15	7,07	2,57	2,25	3,83	16,50	17,84	6,63
T= 5 ans humide (m3/s)	66,44	16,28	32,85	23,14	53,61	11,00	3,54	2,30	7,99	37,38	29,63	49,95
T=10 ans humide (m3/s)	68,88	24,71	37,62	28,76	57,13	17,59	3,82	2,34	10,86	43,45	29,88	81,05

Module (m3/s)	moyenne	16,745	ecart-type	4,0
---------------	---------	--------	------------	-----

Module

en m3/s

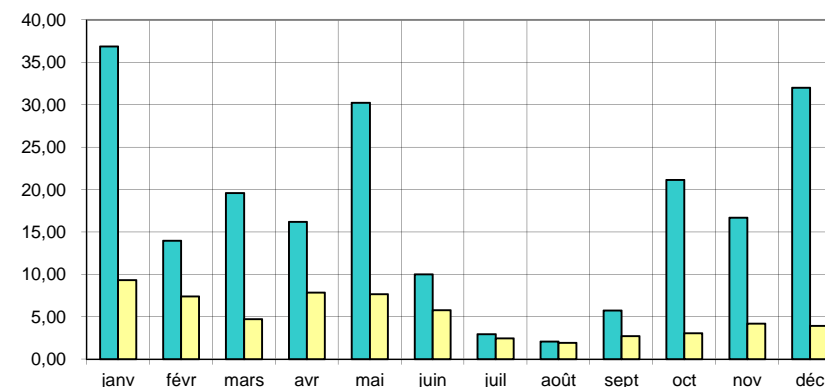
en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	16,74	16,74		15,4	15,4
T=10 ans sec (m3/s)	11,56	12,62	0,1	10,6	11,6
T=5 ans sec (m3/s)	13,34	15,53	0,2	12,2	14,2
T=2 ans (m3/s)	16,74	18,32	0,5	15,4	16,8
T= 5 ans humide (m3/s)	20,15	19,31	0,8	18,5	17,7
T=10 ans humide (m3/s)	21,93	19,37	0,9	20,1	17,8

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	1,048	1,380	1,688	
T=10 ans sec (m3/s)	0,644	0,975	1,130	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,670	1,142	1,356	0,2
T=2 ans (m3/s)	1,093	1,405	1,535	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	1,364	1,659	2,255	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	1,443	1,754	2,269	0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gardon à la station de Ners - période 1998 à 2002.
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1998-2002 (5 années de mesure)

HK2

Point : LE GARDON au PONT DE NERS (aval de la prise d'eau du canal de Boucoiran)
 Type de débit : **Naturel reconstitué**

superficie contrôlée : 1 090,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	37,81	14,94	20,51	17,13	31,17	10,68	3,12	2,14	5,10	21,14	16,68	32,02
T=10 ans sec (m3/s)	7,80	6,87	5,06	8,06	8,03	6,15	2,47	1,74	1,93	2,55	2,55	3,29
T=5 ans sec (m3/s)	10,25	8,38	5,63	8,80	8,64	6,43	2,62	1,99	2,32	3,05	4,20	3,93
T=2 ans (m3/s)	33,85	13,03	17,42	12,61	25,11	7,74	2,74	2,31	3,51	16,50	17,84	6,63
T= 5 ans humide (m3/s)	67,37	17,27	33,77	24,08	54,56	11,66	3,73	2,37	6,09	37,38	29,63	49,95
T=10 ans humide (m3/s)	69,81	25,71	38,55	29,69	58,07	18,24	3,99	2,40	9,91	43,45	29,88	81,05

Module (m3/s)	moyenne	17,253	ecart-type	3,9
---------------	---------	--------	------------	-----

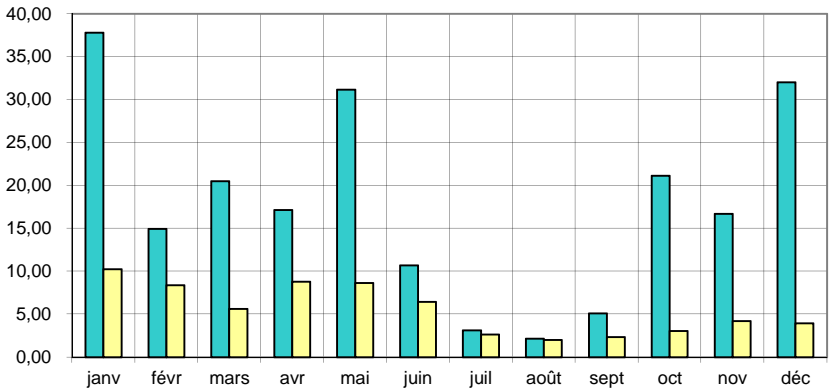
Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	17,25	17,25		15,8	15,8
T=10 ans sec (m3/s)	12,20	13,23	0,1	11,2	12,1
T=5 ans sec (m3/s)	13,93	16,04	0,2	12,8	14,7
T=2 ans (m3/s)	17,25	18,78	0,5	15,8	17,2
T= 5 ans humide (m3/s)	20,57	19,78	0,8	18,9	18,1
T=10 ans humide (m3/s)	22,31	19,83	0,9	20,5	18,2

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	1,067	1,415	1,721	
T=10 ans sec (m3/s)	0,644	0,995	1,141	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,670	1,182	1,379	0,2
T=2 ans (m3/s)	1,093	1,421	1,543	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	1,382	1,725	2,318	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	1,499	1,805	2,334	0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gardon à la station de Ners - période 1998 à 2002.
 Moyenne et Débit quinquennal sec



Point : LE GARDON au PONT DE NERS (aval de la prise d'eau du canal de Boucoiran)
Type de débit : Naturel reconstitué, prolongé avec GR4J (HK1)

superficie contrôlée : 1 090,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	42,28	32,49	23,15	18,44	15,71	7,60	3,15	1,94	6,22	22,93	30,65	34,94
T=10 ans sec (m3/s)	5,88	6,58	7,40	7,06	4,10	2,51	1,45	0,92	0,78	2,07	2,34	3,93
T=5 ans sec (m3/s)	7,60	11,31	8,94	9,87	5,60	3,02	1,66	1,04	1,02	2,75	6,15	7,92
T=2 ans (m3/s)	28,11	22,83	15,91	14,76	11,80	6,01	2,41	1,55	2,05	11,68	20,21	19,64
T= 5 ans humide (m3/s)	71,09	53,28	38,75	26,22	25,25	9,65	4,40	2,10	8,74	30,25	54,48	72,12
T=10 ans humide (m3/s)	96,56	65,87	48,21	36,44	32,90	14,14	6,05	2,81	11,42	55,64	67,98	94,78

Module (m3/s)	moyenne	19,902	ecart-type	10,5
---------------	---------	--------	------------	------

Module

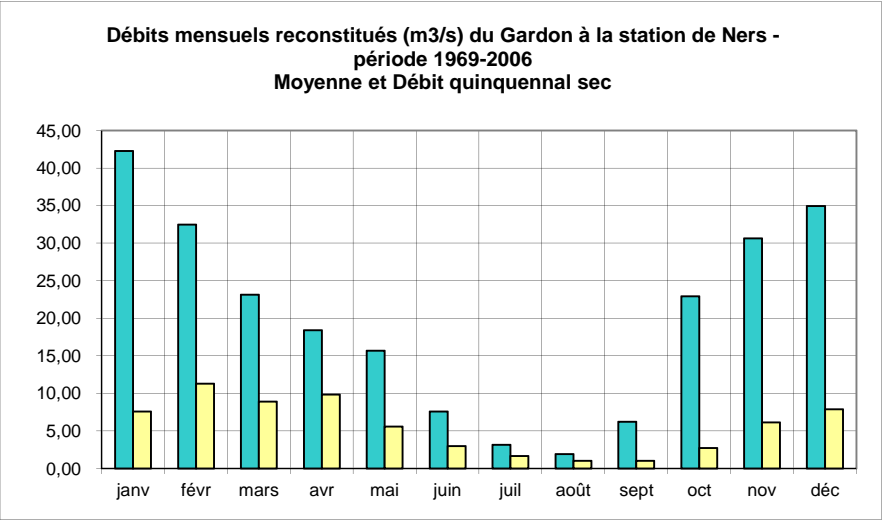
	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	19,90	19,90		18,3	18,3
T=10 ans sec (m3/s)	6,45	7,83	0,1	5,9	7,2
T=5 ans sec (m3/s)	11,07	9,78	0,2	10,2	9,0
T=2 ans (m3/s)	19,90	18,84	0,5	18,3	17,3
T= 5 ans humide (m3/s)	28,73	26,31	0,8	26,4	24,1
T=10 ans humide (m3/s)	33,35	34,05	0,9	30,6	31,2

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s		
	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	1,150	1,353	1,560
T=10 ans sec (m3/s)	0,590	0,659	0,724
T=5 ans sec (m3/s)	0,689	0,756	0,801
T=2 ans (m3/s)	1,090	1,310	1,417
T= 5 ans humide (m3/s)	1,351	1,598	1,943
T=10 ans humide (m3/s)	1,639	1,999	2,236

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

Si on se base sur les années (98-2002) où la station fonctionnait, on retrouve le même ordre de grandeur des débits d'étiage



Analyse statistique sur la période 1998-2002 (5 années de mesure)

HK2

Point : LE GARDON au PONT DE NERS (aval de la prise d'eau du canal de Boucoiran)
 Type de débit : **Naturel reconstitué, prolongé avec GR4J**

superficie contrôlée : 1 090,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	41,84	32,29	23,19	18,53	15,85	7,75	3,25	2,01	6,13	22,35	30,00	34,44
T=10 ans sec (m3/s)	5,83	6,61	7,37	7,31	4,13	2,59	1,50	0,96	0,81	2,14	2,41	3,95
T=5 ans sec (m3/s)	7,49	11,07	9,23	10,07	5,80	3,13	1,73	1,07	1,06	2,78	6,05	7,81
T=2 ans (m3/s)	28,05	22,87	15,92	14,57	11,99	6,16	2,48	1,62	2,11	11,30	19,72	19,16
T= 5 ans humide (m3/s)	70,35	52,90	39,14	26,32	25,57	9,92	4,54	2,17	8,50	28,94	52,88	71,69
T=10 ans humide (m3/s)	95,86	65,27	48,38	36,24	32,70	13,98	6,17	2,91	11,09	53,32	66,41	93,79

Module (m3/s)	moyenne	19,747	ecart-type	10,8
---------------	---------	--------	------------	------

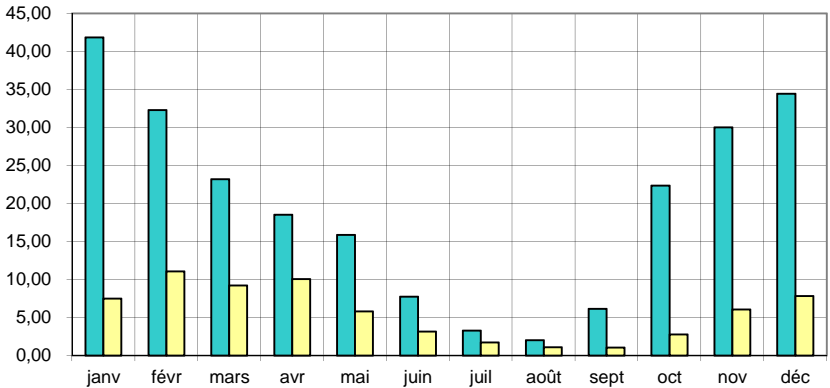
Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	19,75	19,75		18,1	18,1
T=10 ans sec (m3/s)	5,96	7,80	0,1	5,5	7,2
T=5 ans sec (m3/s)	10,69	9,66	0,2	9,8	8,9
T=2 ans (m3/s)	19,75	18,65	0,5	18,1	17,1
T= 5 ans humide (m3/s)	28,80	26,13	0,8	26,4	24,0
T=10 ans humide (m3/s)	33,54	33,85	0,9	30,8	31,1

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	1,192	1,402	1,615	
T=10 ans sec (m3/s)	0,609	0,679	0,746	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,717	0,785	0,833	0,2
T=2 ans (m3/s)	1,135	1,360	1,478	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	1,410	1,669	2,004	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	1,697	2,061	2,303	0,9

Débits mensuels reconstitués (m3/s) du Gardon à la station de Ners - période 1969-2006
 Moyenne et Débit quinquennal sec



Si on se base sur les années (98-2002) où la station fonctionnait, on retrouve le même ordre de grandeur des débits d'étiage

Analyse statistique sur la période 1998-2002 (5 années de mesure)

Point : LE GARDON au PONT DE NERS (aval de la prise d'eau du canal de Boucoiran)

superficie contrôlée : 1 090,00 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	36,51	13,62	19,22	15,75	29,45	9,16	2,15	1,49	4,91	21,14	16,68	32,02
T=10 ans sec (m3/s)	6,45	5,57	3,82	6,74	5,96	4,65	1,52	1,16	1,59	2,55	2,55	3,29
T=5 ans sec (m3/s)	8,98	7,08	4,40	7,49	6,83	4,94	1,63	1,32	1,67	3,05	4,20	3,93
T=2 ans (m3/s)	32,54	11,66	16,14	11,13	23,59	6,10	1,76	1,59	3,48	16,50	17,84	6,63
T= 5 ans humide (m3/s)	66,11	15,95	32,41	22,70	53,00	10,17	2,72	1,67	6,06	37,38	29,63	49,95
T=10 ans humide (m3/s)	68,53	24,39	37,23	28,27	56,52	16,79	3,01	1,75	9,88	43,45	29,88	81,05

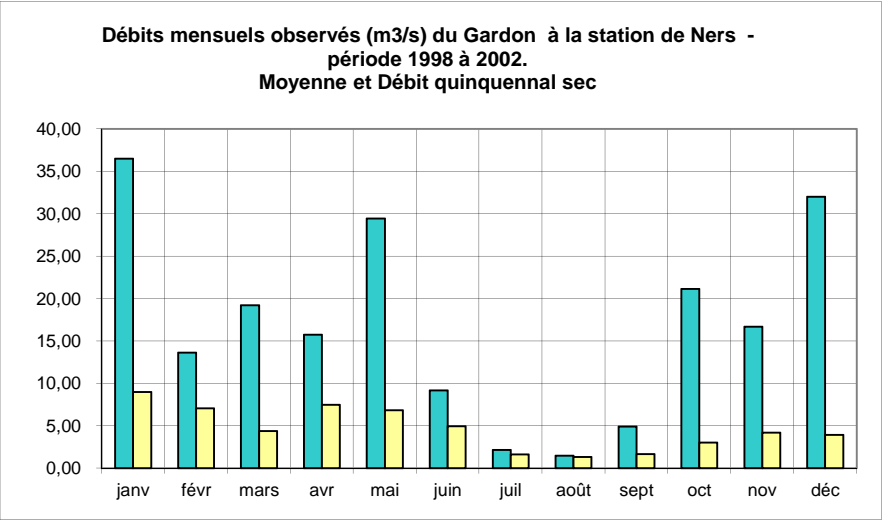
Module (m3/s)	moyenne	16,319	ecart-type	4,2
---------------	---------	--------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	16,32	16,32		15,0	15,0
T=10 ans sec (m3/s)	10,99	12,10	0,1	10,1	11,1
T=5 ans sec (m3/s)	12,82	15,12	0,2	11,8	13,9
T=2 ans (m3/s)	16,32	17,97	0,5	15,0	16,5
T= 5 ans humide (m3/s)	19,82	18,87	0,8	18,2	17,3
T=10 ans humide (m3/s)	21,65	18,98	0,9	19,9	17,4

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,912	1,066	1,330	
T=10 ans sec (m3/s)	0,644	0,811	0,938	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,670	0,814	0,972	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,907	1,133	1,405	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	1,126	1,205	1,625	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	1,191	1,315	1,693	0,9



Analyse statistique sur la période 1976 - 2003 (28 années reconstituées)

HK1

Point : LE GARDON au PONT DE NERS (aval de la prise d'eau du canal de Boucoiran)

superficie contrôlée : 1 090,00 km²

Type de débit : **Influencé (reconstitué avec GR4J, à partir des coefficients de la station de Ners)**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	38,49	26,09	18,09	15,92	15,34	5,87	2,21	1,44	6,39	25,58	34,26	39,00
T=10 ans sec (m3/s)	5,34	6,24	7,10	7,77	4,04	1,77	0,61	0,38	0,47	1,34	1,64	3,03
T=5 ans sec (m3/s)	6,74	8,52	8,00	10,28	5,52	2,08	0,84	0,50	0,64	2,75	5,77	6,88
T=2 ans (m3/s)	19,23	19,11	13,90	14,30	12,03	5,15	1,52	0,98	1,35	11,22	26,28	20,91
T= 5 ans humide (m3/s)	65,90	46,05	27,62	21,26	23,20	8,26	3,22	1,41	8,77	34,84	62,26	80,83
T=10 ans humide (m3/s)	96,20	54,88	40,61	26,74	34,14	10,51	4,99	2,13	12,56	75,61	72,85	97,68

Module (m3/s)	moyenne	18,408	ecart-type	1,6
---------------	---------	---------------	------------	-----

Module

en m3/s

(Gauss) (exp)

Moyenne (m3/s)	18,41	18,41
T=10 ans sec (m3/s)	16,34	6,82
T=5 ans sec (m3/s)	17,05	8,61
T=2 ans (m3/s)	18,41	18,14
T= 5 ans humide (m3/s)	19,77	25,81
T=10 ans humide (m3/s)	20,47	31,98

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

en l/s/km²

(Gauss) (exp)

0,0	16,9
0,0	6,3
0,0	7,9
0,0	16,6
0,0	23,7
0,0	29,3

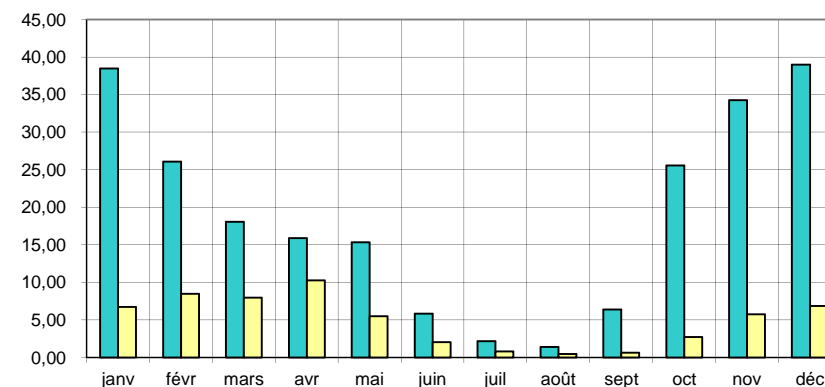
VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,74	0,92	1,13
T=10 ans sec (m3/s)	0,28	0,31	0,36
T=5 ans sec (m3/s)	0,33	0,38	0,39
T=2 ans (m3/s)	0,50	0,68	0,98
T= 5 ans humide (m3/s)	0,85	1,05	1,36
T=10 ans humide (m3/s)	1,18	1,44	1,59

0,1
0,2
0,5
0,8
0,9

Débits mensuels reconstitués (m3/s) du Gardon à la station de Ners -
période 1969-2006
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1970 - 1982 (12 années de mesure)

Point : LE GARD à LA BAUME

superficie contrôlée : 1 583,00 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	76,19	62,67	35,98	32,05	26,83	15,91	4,77	5,09	11,87	53,55	36,29	41,72
T=10 ans sec (m3/s)	7,20	20,98	16,84	13,13	6,20	3,68	2,30	1,88	1,78	3,48	2,32	4,06
T=5 ans sec (m3/s)	18,68	24,93	18,04	18,96	7,33	6,01	2,58	1,99	2,04	4,30	2,86	6,49
T=2 ans (m3/s)	73,89	53,14	26,33	31,66	16,74	7,94	2,89	2,48	4,05	10,09	19,34	24,90
T= 5 ans humide (m3/s)	111,57	87,04	56,07	37,16	45,19	27,80	7,06	3,90	9,31	116,41	42,17	83,95
T=10 ans humide (m3/s)	175,39	98,35	57,71	40,82	55,17	32,76	10,27	15,75	12,45	157,77	96,53	105,45

Module (m3/s)	moyenne	33,444	ecart-type	17,2
---------------	---------	--------	------------	------

Module

en m3/s

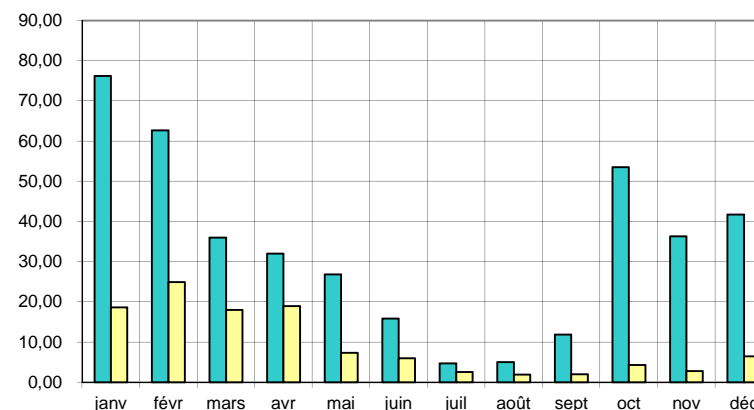
en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	33,44	33,44		21,1	21,1
T=10 ans sec (m3/s)	11,38	14,96	0,1	7,2	9,5
T=5 ans sec (m3/s)	18,95	17,97	0,2	12,0	11,3
T=2 ans (m3/s)	33,44	30,98	0,5	21,1	19,6
T= 5 ans humide (m3/s)	47,93	49,37	0,8	30,3	31,2
T=10 ans humide (m3/s)	55,51	59,87	0,9	35,1	37,8

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	2,09	2,32	2,67	
T=10 ans sec (m3/s)	1,67	1,70	1,70	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	1,69	1,76	1,77	0,2
T=2 ans (m3/s)	1,88	1,99	2,14	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	2,41	2,64	3,03	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	2,96	3,13	3,19	0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gard à la station de La Baume (Sanilhac-Sagriès) - période 1970-1982
Moyenne et Débit quinquennal sec



Analyse statistique sur la période 1997-2006 (8 années de mesure)

Point : L'ALZON à UZES
Type de débit : Naturel reconstitué (station)

superficie contrôlée : 71,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	1,05	0,78	0,63	0,54	0,53	0,47	0,34	0,28	0,27	0,49	0,53	0,61
T=10 ans sec (m3/s)	0,45	0,39	0,36	0,31	0,25	0,22	0,17	0,15	0,14	0,21	0,37	0,41
T=5 ans sec (m3/s)	0,55	0,51	0,43	0,38	0,26	0,24	0,20	0,17	0,17	0,26	0,44	0,45
T=2 ans (m3/s)	0,91	0,70	0,56	0,47	0,44	0,33	0,29	0,21	0,25	0,43	0,54	0,57
T= 5 ans humide (m3/s)	1,19	1,11	0,73	0,75	0,64	0,57	0,51	0,33	0,36	0,73	0,61	0,76
T=10 ans humide (m3/s)	1,71	1,31	0,93	0,83	0,92	0,79	0,54	0,45	0,43	0,78	0,67	0,84

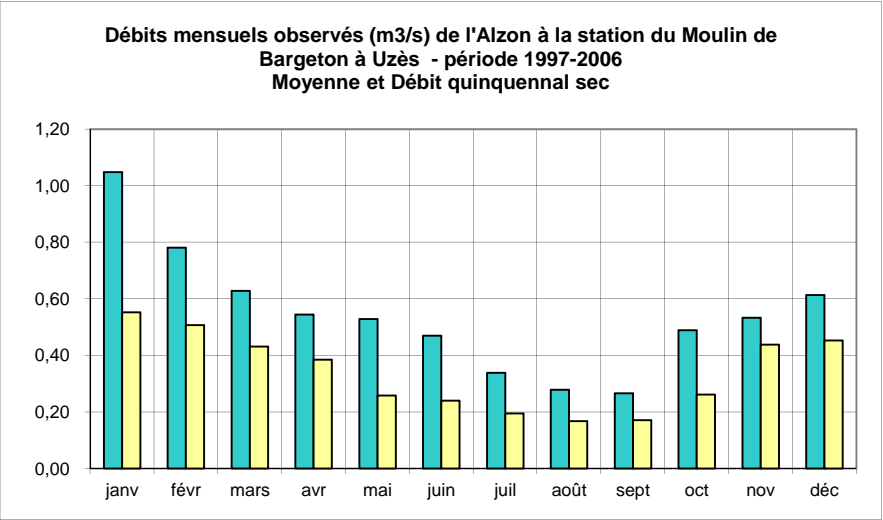
Module (m3/s)	moyenne	0,542	ecart-type	0,2
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	0,54	0,54		7,6	7,6
T=10 ans sec (m3/s)	0,32	0,37	0,1	4,4	5,2
T=5 ans sec (m3/s)	0,39	0,40	0,2	5,5	5,6
T=2 ans (m3/s)	0,54	0,48	0,5	7,6	6,8
T= 5 ans humide (m3/s)	0,69	0,73	0,8	9,7	10,3
T=10 ans humide (m3/s)	0,77	0,76	0,9	10,8	10,7

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,137	0,170	0,197	
T=10 ans sec (m3/s)	0,094	0,118	0,127	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,099	0,131	0,145	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,121	0,152	0,187	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,173	0,195	0,232	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,196	0,241	0,286	0,9



Analyse statistique sur la période 1997-2006 (8 années de mesure)

Point : L'ALZON à UZES
Type de débit : **Influencé**

superficie contrôlée : 71,00 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	1,03	0,76	0,60	0,52	0,48	0,38	0,25	0,21	0,23	0,47	0,51	0,59
T=10 ans sec (m3/s)	0,43	0,37	0,34	0,28	0,20	0,12	0,07	0,08	0,10	0,18	0,35	0,39
T=5 ans sec (m3/s)	0,53	0,49	0,41	0,36	0,21	0,15	0,10	0,10	0,13	0,24	0,42	0,43
T=2 ans (m3/s)	0,89	0,68	0,54	0,45	0,39	0,24	0,20	0,15	0,22	0,41	0,51	0,55
T= 5 ans humide (m3/s)	1,16	1,09	0,70	0,72	0,59	0,49	0,42	0,27	0,33	0,71	0,59	0,74
T=10 ans humide (m3/s)	1,68	1,28	0,91	0,80	0,87	0,71	0,45	0,39	0,40	0,76	0,65	0,82

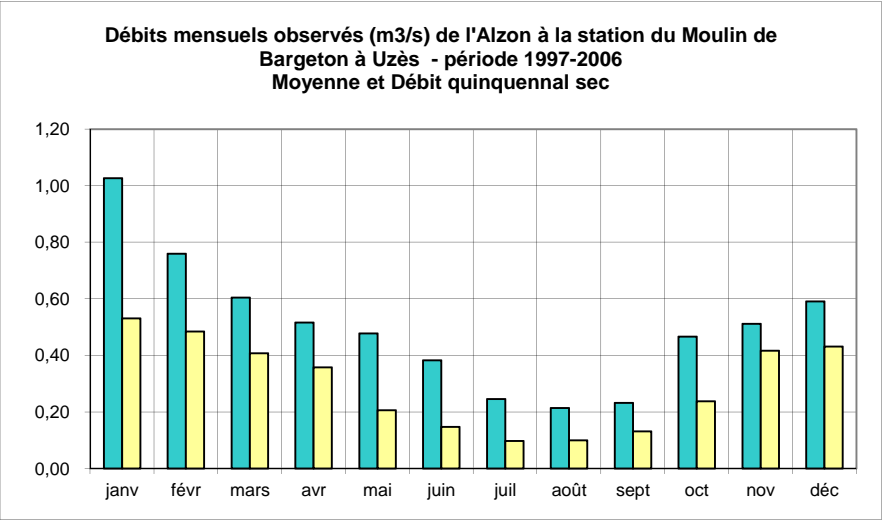
Module (m3/s)	moyenne	0,501	ecart-type	0,2
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

	en m3/s			en l/s/km²	
	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	0,50	0,50		7,1	7,1
T=10 ans sec (m3/s)	0,27	0,32	0,1	3,8	4,5
T=5 ans sec (m3/s)	0,35	0,35	0,2	4,9	5,0
T=2 ans (m3/s)	0,50	0,44	0,5	7,1	6,2
T= 5 ans humide (m3/s)	0,65	0,69	0,8	9,2	9,7
T=10 ans humide (m3/s)	0,73	0,72	0,9	10,3	10,1

VCN et QMNA

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	en m3/s			
	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,096	0,126	0,148	
T=10 ans sec (m3/s)	0,047	0,060	0,065	0,1
T=5 ans sec (m3/s)	0,052	0,069	0,076	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,069	0,104	0,129	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,144	0,164	0,196	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,177	0,218	0,261	0,9



Analyse statistique sur la période 1986-2008 (23 années de mesure)

Point : LE GARDON A REMOULINS

superficie contrôlée : 1 930 km²

Type de débit : **Influencé**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	44,94	30,94	22,14	23,77	25,04	12,73	5,96	3,18	19,62	36,26	47,17	44,96
T=10 ans sec (m3/s)	8,44	8,07	6,45	5,50	3,64	1,00	2,12	1,24	1,55	4,28	9,29	5,68
T=5 ans sec (m3/s)	9,97	8,86	8,09	8,12	8,72	4,65	2,61	1,44	1,82	9,54	15,55	8,84
T=2 ans (m3/s)	15,81	24,12	12,81	21,10	16,20	10,57	4,97	2,79	5,47	25,55	42,50	17,59
T= 5 ans humide (m3/s)	65,46	49,71	35,97	35,74	40,71	14,24	8,82	5,01	28,13	49,90	73,27	83,81
T=10 ans humide (m3/s)	114,42	65,32	57,30	41,34	62,25	25,73	11,14	5,36	34,35	68,67	87,88	126,64

Module (m3/s)	moyenne	26,362	ecart-type	14,2
---------------	---------	--------	------------	------

1,31809276

Module

en m3/s

(Gauss) (exp)

Moyenne (m3/s)	26,36	26,36
T=10 ans sec (m3/s)	8,20	11,00
T=5 ans sec (m3/s)	14,44	12,35
T=2 ans (m3/s)	26,36	26,47
T= 5 ans humide (m3/s)	38,29	38,34
T=10 ans humide (m3/s)	44,52	43,41

0,1

0,2

0,5

0,8

0,9

en l/s/km²

(Gauss) (exp)

13,7	13,7
4,3	5,7
7,5	6,4
13,7	13,7
19,8	19,9
23,1	22,5

VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	1,615	1,985	2,482
T=10 ans sec (m3/s)	0,883	0,968	1,000
T=5 ans sec (m3/s)	0,954	1,014	1,161
T=2 ans (m3/s)	1,423	1,639	1,920
T= 5 ans humide (m3/s)	1,912	2,794	3,718
T=10 ans humide (m3/s)	2,671	3,542	5,086

0,1

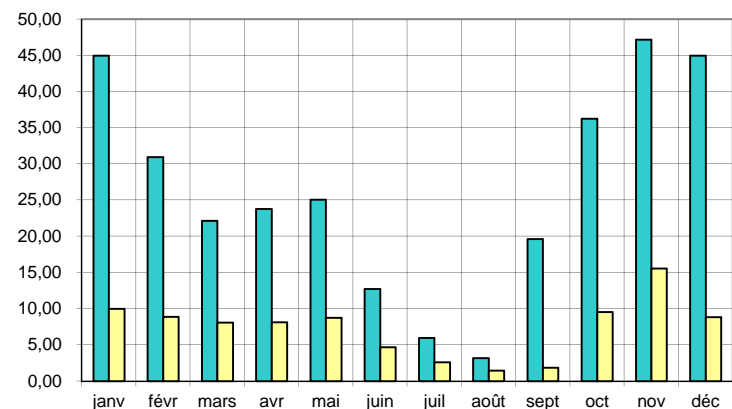
0,2

0,5

0,8

0,9

Débits mensuels observés (m3/s) du Gardon à la station
CNR de Remoulins - période 1986-2008
Moyenne et Débit quinquennal sec



Annexe 3 : Principe de calage de GR4J

PRINCIPE DE CALAGE DE GR4J

GR4J a été utilisé de 2 manières :

- Pour compléter les séries de données temporelles.

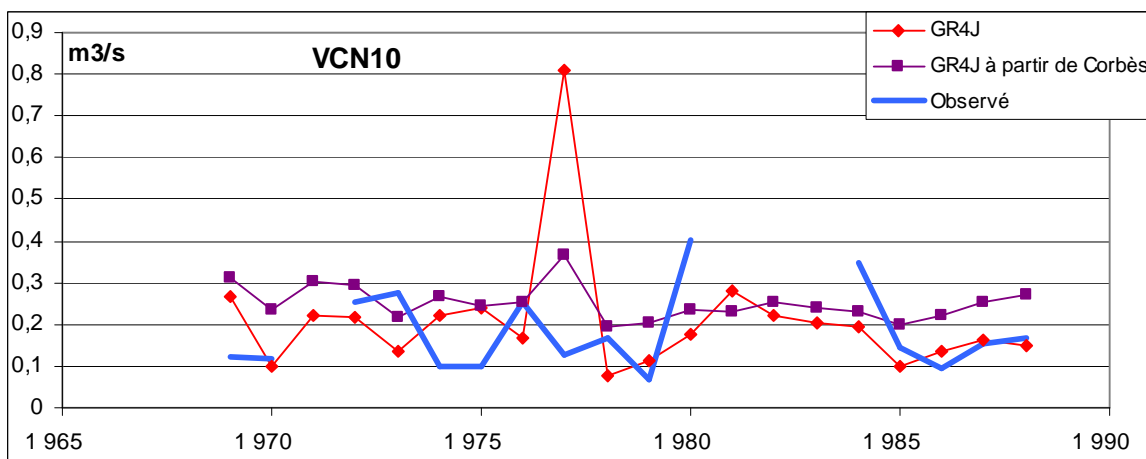
Le calage du modèle a été réalisé sur les débits enregistrés à la station. Cette méthode a été testée sur le Gardon de St Jean à la station de Roc Courbe (Corbès). Le calage a été réalisé sur la période 1969 à 1975 (afin de simuler un débit avec le moins de prélèvements possible). Le critère de Nash est un critère classique de calage, c'est celui qui est utilisé dans GR4J. Dans le cas présent, il a été appliqué au logarithme des débits afin de minimiser l'influence des crues sur

le calage.
$$Nash = 1 - \frac{\sum [\ln(Q_{obs}) - \ln(Q_{cal})]^2}{\sum [\ln(Q_{obs}) - \ln(Q_{moy})]^2}$$
 . Les résultats sont acceptables (Nash=81), mais

les débits journaliers au plus forts des étiages sont souvent surestimés (parfois de 100%). (voir Figure 97 :)

- Les VCN10, VCN30 et QMNA donnent un ordre de grandeur acceptable. Sur la Figure 96 : , la comparaison des débits observés et simulés avec GR4J montre un rapport qui peut aller du simple au double à l'exception de 1977, année particulièrement mal représentée).

Figure 96 : Comparaison des VCN10 à Saumane (observés, calculés à partir de GR4J, et estimés à partir de GR4J calé à Corbès



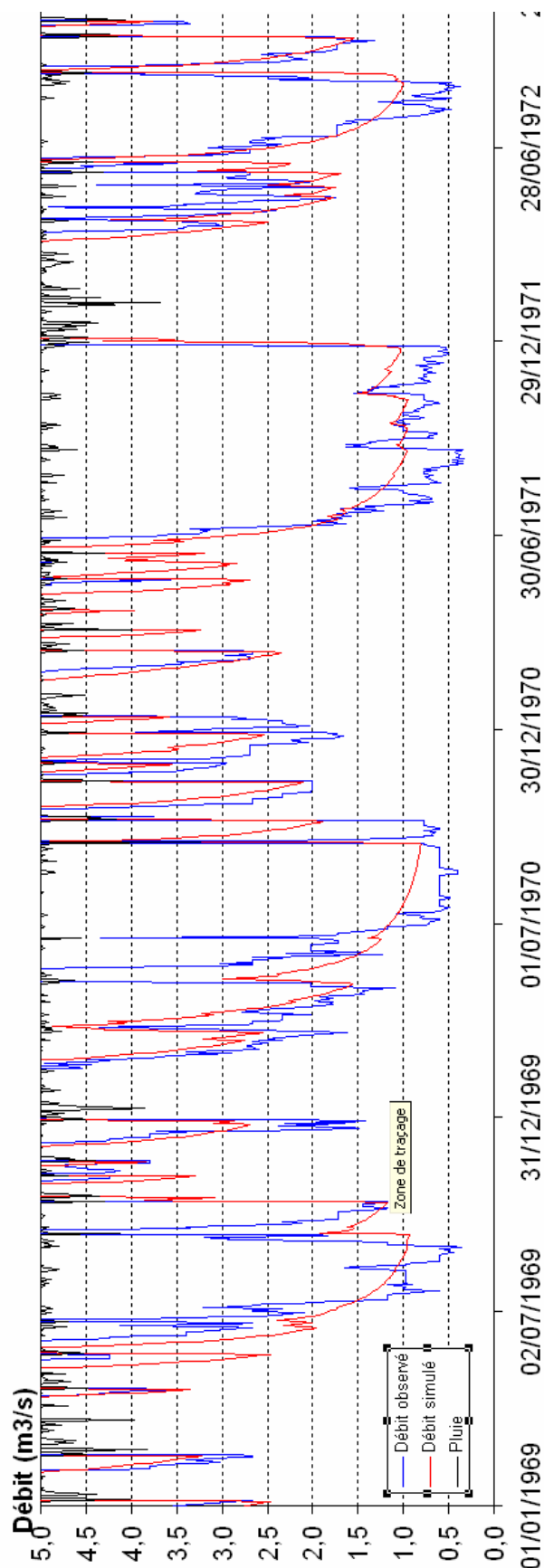
- Pour obtenir ordre de grandeur des débits d'étiage aux points nodaux, correspondant à des sous BV non jaugés.

Le calage a été réalisé sur une station directement en amont du nœud. Les calculs ont alors été extrapolés en changeant la surface du bassin jaugé par celle du sous-bassin au nœud non jaugé considéré. Cette méthode n'a été appliquée que dans les Cévennes, où l'on peut considérer la géologie, les états de surface et les pentes comme homogènes. Un test a été réalisé sur le Gardon de St Jean, en comparant les débits observés à Saumane avec les simulations :

- Débit simulé par GR4J calé sur les débits observés à Saumane
- Débit simulé par GR4J calé sur les débits observés à Corbès, mais en changeant la surface du BV considéré (Corbès) à celle du sous BV de Saumane.

Nous tenons à souligner encore une fois que **seuls les ordres de grandeur** sont à retenir.

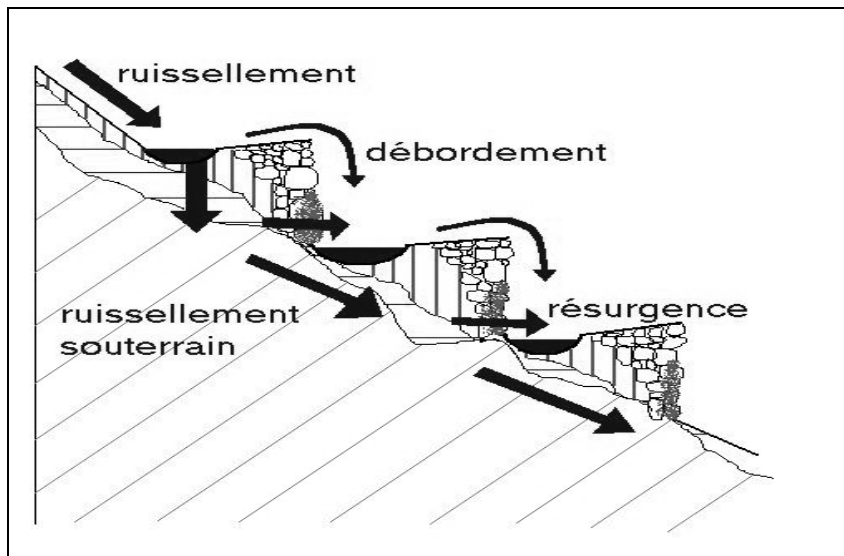
Figure 97 : Débits du Gardon de St Jean observé et simulé avec GR4J à Corbès (extrait).



Annexe 4 : Le projet « ressources en eau » dans la Vallée Obscure

Le projet « Ressources en eau » de la Vallée Obscure (commune de Peyrolles) a été mis en place en 2003 par le CNRS et s'est prolongé sur 4 ans. Il part du constat de la dégradation du patrimoine culturel de gestion de l'eau en Cévennes (notamment les *tancats*) et a pour objet l'étude de l'impact de ces structures sur les ressources en eau. La Vallée Obscure comporte 465 ouvrages recensés sur 4 km², dont 320 ont été réhabilités dans le cadre du projet⁸.

Figure 98 : Fonctionnement d'un système à *tancats* sur un petit *valat* en pente forte.

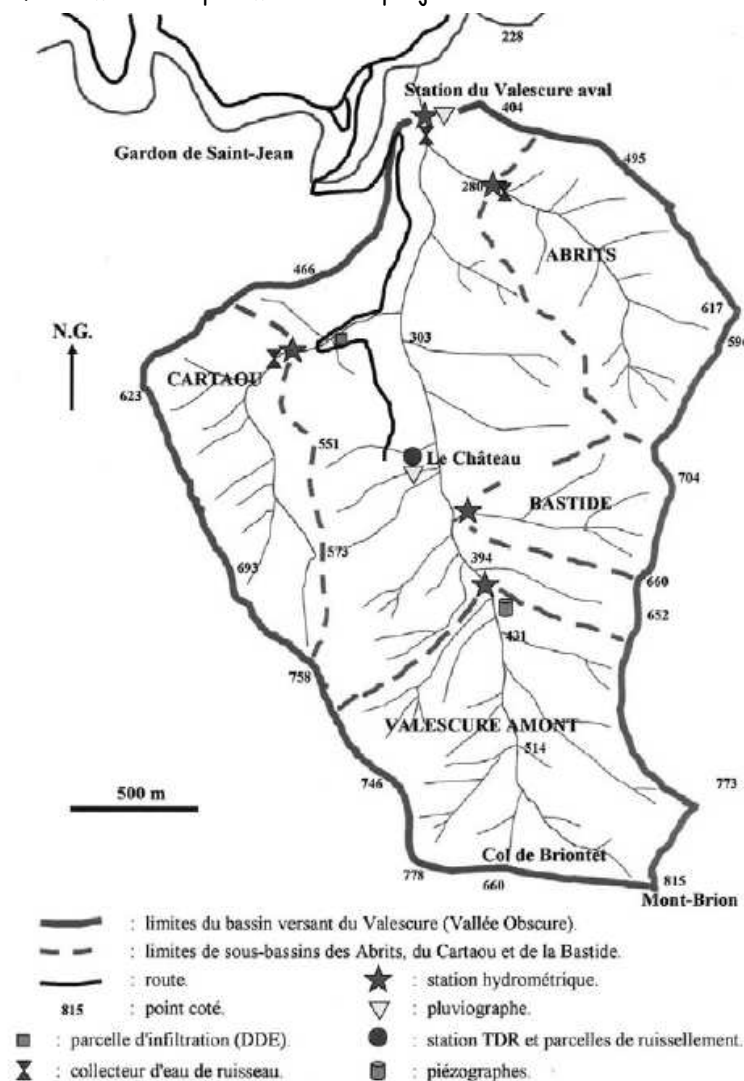


Le protocole a consisté à mettre en place un chantier pilote expérimental, accompagné d'un suivi scientifique rigoureux en hydrologie pour évaluer précisément l'intérêt d'une telle opération en terme de gestion alternative de la ressource en eau :

- ▶ Six stations hydrométriques ont été suivies, cinq dans la Vallée Obscure et une dans le vallon du Rouquet, qui est peu aménagé et sert de témoin.
- ▶ Les précipitations ont été mesurées en trois points.
- ▶ Plusieurs campagnes de jaugeages en étiage sur les cours d'eau de la Vallée Obscure ont été menées.
- ▶ Des traçages au chlorure de sodium sur les *tancats* ont été réalisés.

⁸ F. Schuller et al., 2006. Le projet « ressource en eau » : les efforts pour la réhabilitation des *tancats*. Ét. Géogr. Phys., Supplément au n° XXXIII, Projet TERRISC, fasc. 1, 2006

Figure 99 : Dispositifs de mesure expérimentaux du projet "Ressources en eau" dans la Vallée Obscure.



Dans un milieu qui n'est plus exploité et dans lequel le couvert végétal s'est fermé, les anciennes terrasses de culture, pas plus que les *traversiers*, ne jouent actuellement de rôle hydrologique particulier.

En revanche, les stations hydrométriques ont permis de mettre en évidence un **effet des tancats** sur les écoulements en étiage (rapports 2006, 2007 et 2008).

► **Les tancats permettent d'augmenter le stockage d'eau (rapport 2007) grâce aux sédiments accumulés.**

Des traçages ont été réalisés sur plusieurs grands tancats barrant les ruisseaux des Abrits, du Cartaou et du Valescure amont, alors que les écoulements se perdaient dans les sédiments accumulés en arrière des ouvrages. Ces expériences ont permis d'évaluer grossièrement les volumes d'eau stockés au moment de la mesure. Sur le très gros tancat situé en amont de la station hydrométrique du Valescure amont (hauteur du tancat : 6,5 m ; volume des sédiments piégés : de l'ordre de 3000 m³), le volume d'eau présent en mai 2006 dans la masse sédimentaire a été ainsi estimé entre 144 et 492 m³. Il était donc nettement supérieur à ce qu'il aurait été sans l'influence de l'ouvrage (probablement moins de 20 m³). On notera toutefois que les stocks d'eau ne sont pas constitués uniquement d'eau libre, mais qu'ils intègrent aussi l'eau de rétention.

►

- **Les tancats permettent un soutien d'étiage intéressant pour accentuer l'effet des petites pluies** en retardant l'évacuation des eaux apportées par les orages estivaux. Le stockage d'eau dans les sédiments accumulés en arrière des ouvrages permet aux précipitations estivales d'étaler sur plusieurs jours le renforcement des débits après une pluie. Les suivis aux stations hydrométriques ont mis en évidence un effet positif des tancats sur les écoulements en étiage (rapport 2008).

A l'aval des plus grands *tancats*, la réponse de l'écoulement est retardée de 24 à 48 heures par rapport aux précipitations (rapport 2007), puis le **débit est soutenu** par un apport qui devient très vite modeste, mais qui peut néanmoins se prolonger pendant une dizaine de jours.

Lorsque les précipitations sont fortes, le rôle des tancats n'est plus sensible, car il se trouve masqué par un fonctionnement plus général des bassins versants. (Rapport 2008)

- Néanmoins, **le rôle régulateur des tancats doit être relativisé par les variations journalières de débit dues aux pertes par évapotranspiration. Leur rôle de soutien d'étiage s'exprime surtout lorsque la végétation est entretenue. Dans les milieux abandonnés, ils perdent leur intérêt (rapport 2007).**

Dans un milieu abandonné par l'homme, où les dépôts en arrière des *tancats* sont envahis par une ripisylve souvent très dense, les *tancats* ont un impact plutôt défavorable en étiage. En dehors des périodes suivant des pluies qui ont reconstitué les stocks d'eau, **les débits diminuent le plus souvent entre l'amont des dépôts et l'aval des ouvrages**. Sans la destruction de la végétation qui a envahi les dépôts derrière les ouvrages, l'impact des tancats semble essentiellement négatif, car les eaux qui circulent lentement dans les sédiments, subissent de fortes pertes.

La destruction du couvert végétal sur les tancats augmente les écoulements. Les jaugeages réalisés le 23 août 2005 et le 12 août 2006 en amont et en aval du grand tancat qui surplombe la station de Valescure aval, en attestent. Les tancats ne peuvent avoir un effet hydrologique réellement positif que si les plages de dépôts situées immédiatement en amont sont exemptes de couvert végétal. (Rapport 2008)

Les faibles écoulements qui parviennent à se maintenir actuellement en étiage sur le ruisseau des Abrits témoignent dans le même sens. En l'absence d'entretien des fonds de vallon au cours des prochaines années, il sera possible de suivre l'évolution des écoulements d'étiage au fur et à mesure des progrès de la revégétalisation des abords du ruisseau. (Rapport 2008)

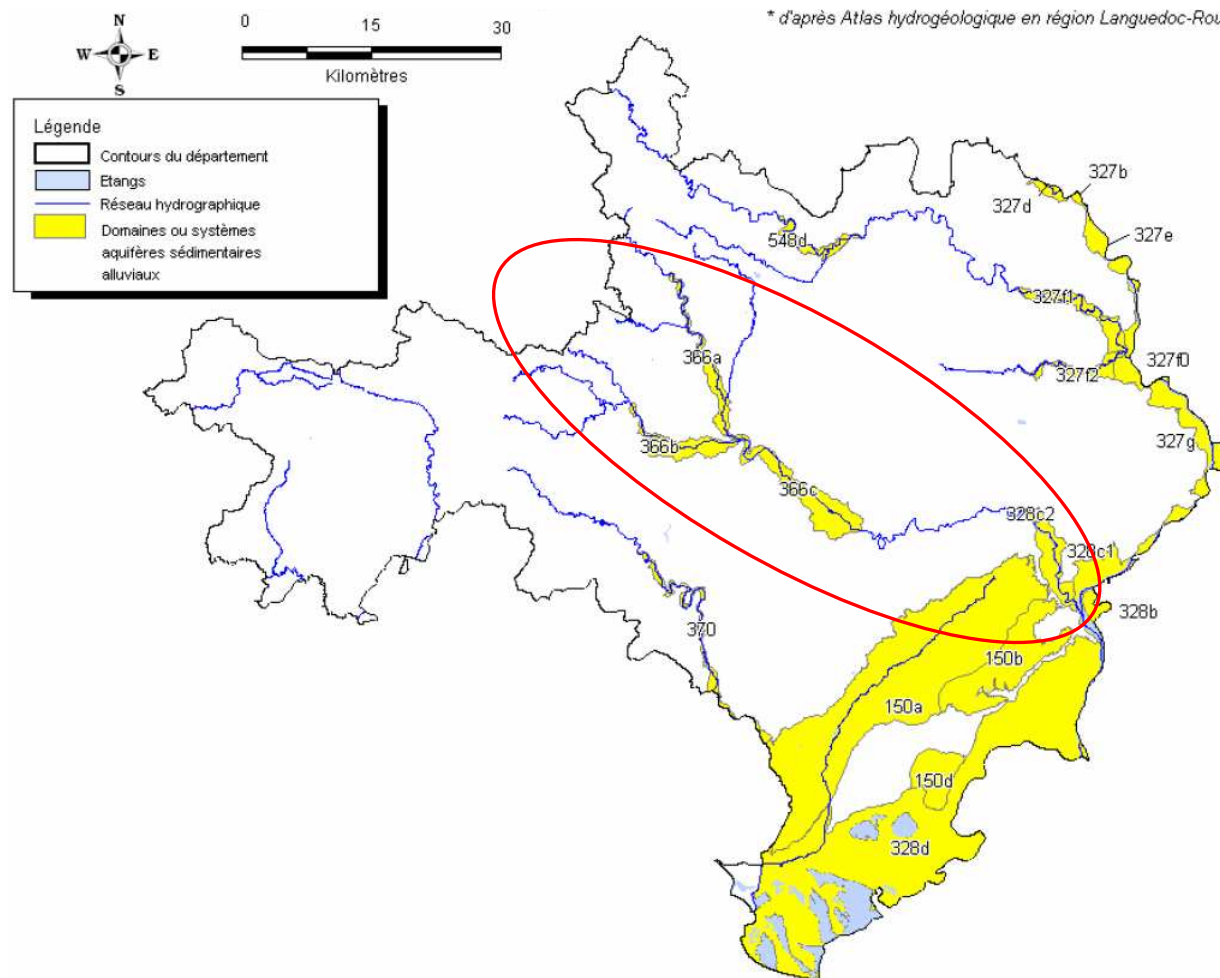
Annexe 5 : Cartes des aquifères du Gard par type

Tableau 46 : Liste des aquifères rencontrés sur le bassin versant des Gardons

Codes aquifères	Désignations
149a1	Calcaires urgoniens du plateau de Lussan
149b1	Calcaires urgoniens des Gorges du moyen Gardon (rive gauche)
149b2	Calcaires urgoniens des Gorges du moyen Gardon (rive droite)
149c	Calcaires urgoniens du Bois de Lens
328c2	Alluvions quaternaires du Bas Gardon en aval de Remoulins
366a	Alluvions quaternaires du Gardon d'Alès
366b	Alluvions quaternaires du Gardon d'Anduze
366c	Alluvions quaternaires du Moyen Gardon
556a3	Calcaires jurassiques du dôme de Lédignan Nord
556c1	Calcaires et marnes tertiaires du bassin de St Chaptes et d'Uzès en rive droite du Gardon
556c2	Calcaires et marnes oligocènes du bassin de St Chaptes et d'Uzès
556c3	Molasses du bassin de St Chaptes et d'Uzès
607a4	Formations cristallines et métamorphiques (schistes, granites) des Cévennes dans le B.V. des Gardons
607c1	Argiles, grès du Houiller et du Trias du bassin d'Alès-Bessèges et calcaires et dolomies du Lias de la rive droite du Gardon entre Alès et Sumène
607c2	Calcaires du Lias et Jurassique de la bordure cévenole entre Alès et Saint Ambroix
607d	Calcaires du Lias et Jurassique de la bordure cévenole entre Alès et Sumène

Figure 100 : Carte des systèmes et domaines aquifères alluviaux dans le Gard*

* d'après Atlas hydrogéologique en région Languedoc-Roussillon, BRGM/RP-53020-FR



Code	Désignation
150a	Alluvions quaternaires et villafranchiennes de la Vistrenque
150b	Alluvions quaternaires et villafranchiennes des Costières
150d	Alluvions quaternaires et villafranchiennes à l'Ouest de St Gilles
327b	Alluvions quaternaires du Rhône en amont de Pont Saint Esprit
327d	Alluvions quaternaires de l'Ardèche
327e	Alluvions quaternaires du Rhône de la région de Pont St Esprit
327f0	Alluvions quaternaires du Rhône entre Cèze et Tave
327f1	Alluvions quaternaires de la basse vallée de la Cèze
327f2	Alluvions quaternaires de la Tave
327g	Alluvions quaternaires du Rhône, de l'Ardoise à Villeneuve les Avignon
328b	Alluvions quaternaires du Rhône en rive gauche, boucle de Vallabrègues
328c1	Alluvions quaternaires du Rhône entre Beaucaire et Villeneuve les Avignon
328c2	Alluvions quaternaires du Bas Gardon en aval de Remoulins
328d	Alluvions quaternaires du Bas-Rhône entre Beaucaire à Aigues-Mortes
366a	Alluvions quaternaires du Gardon d'Alès
366b	Alluvions quaternaires du Gardon d'Anduze
366c	Alluvions quaternaires du Moyen Gardon
370	Alluvions quaternaires du Vidourle
548d	Alluvions quaternaires de la Cèze dans le secteur de St Ambroix

Figure 101 : Carte des systèmes et domaines aquifères de socle dans le Gard*.

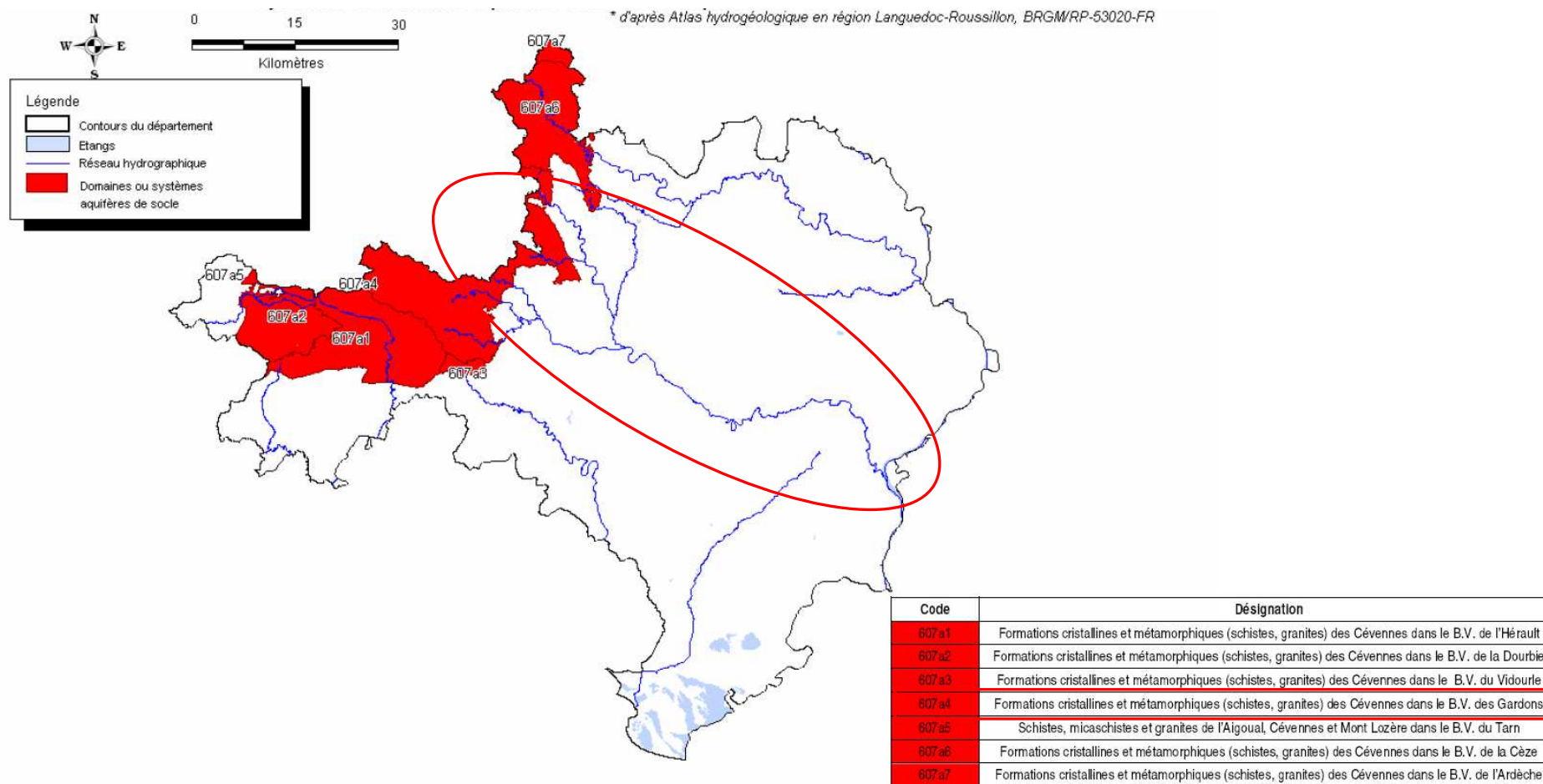


Figure 102 : Carte des systèmes et domaines aquifères sédimentaires karstiques dans le Gard.

d'après Atlas hydrogéologique en région Languedoc Roussillon, BRGM/PP 53020 FR

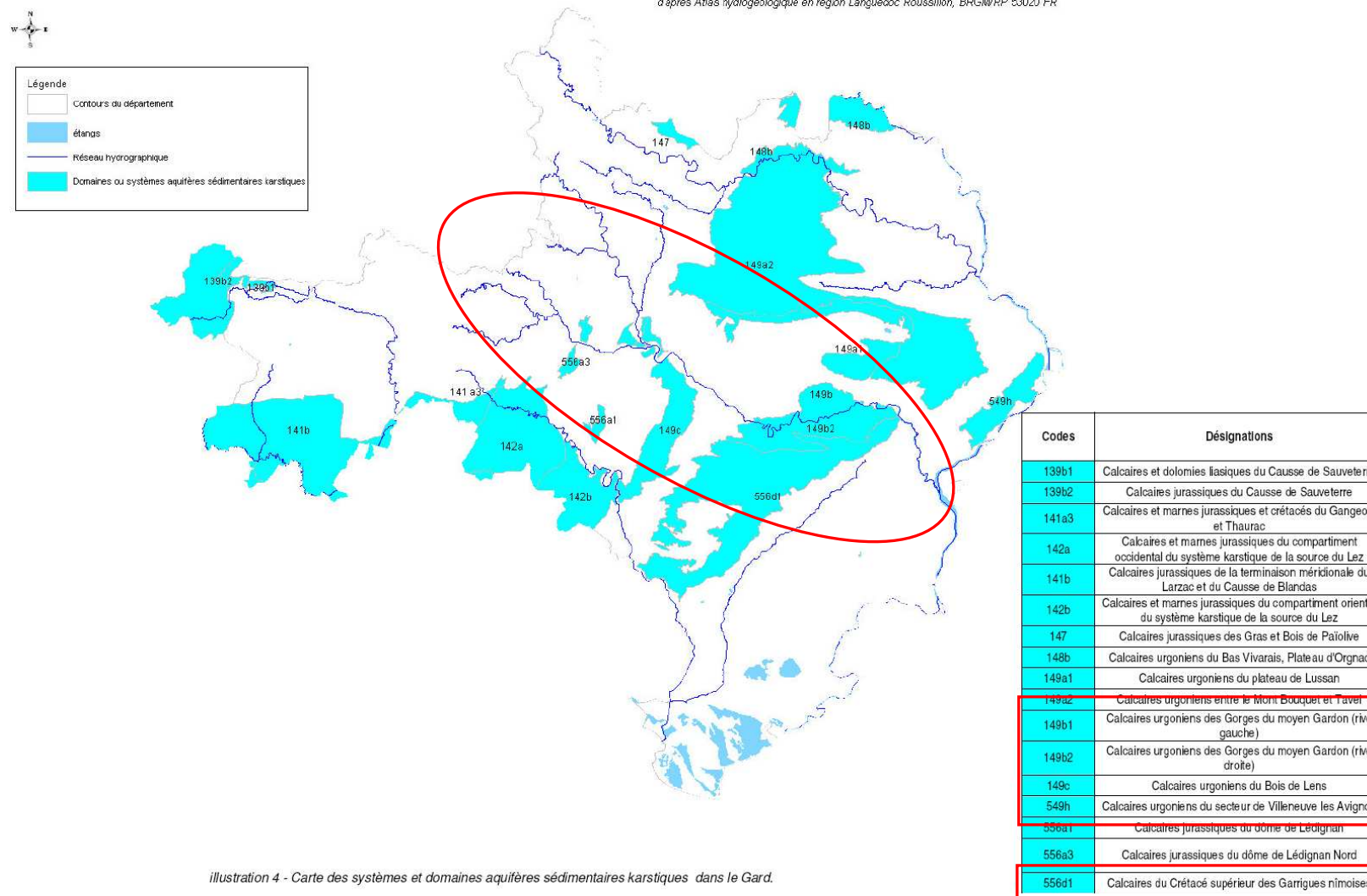


illustration 4 - Carte des systèmes et domaines aquifères sédimentaires karstiques dans le Gard.

Figure 103 : Carte des systèmes et domaines aquifères sédimentaires karstiques intensément plissés dans le Gard.

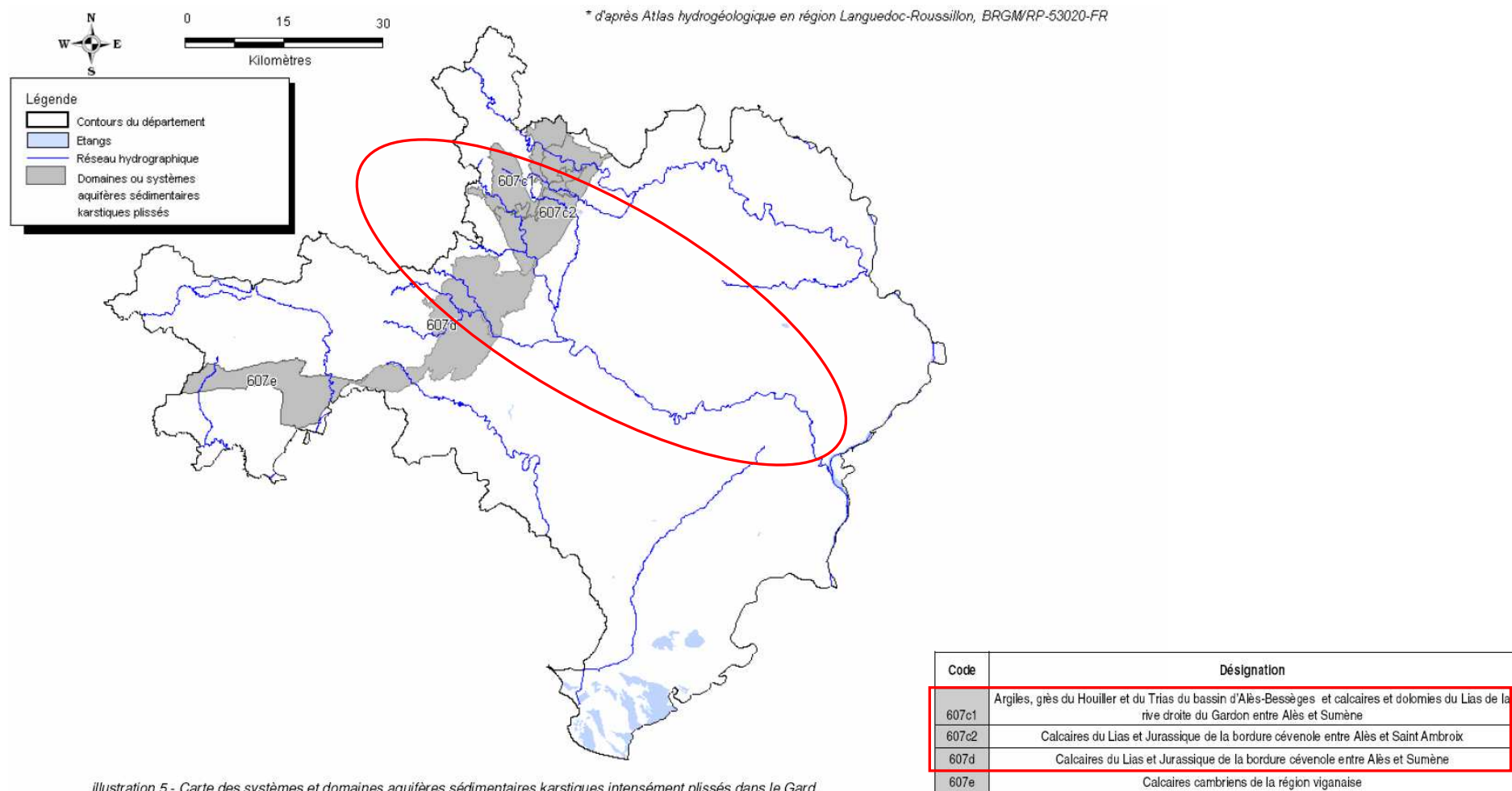
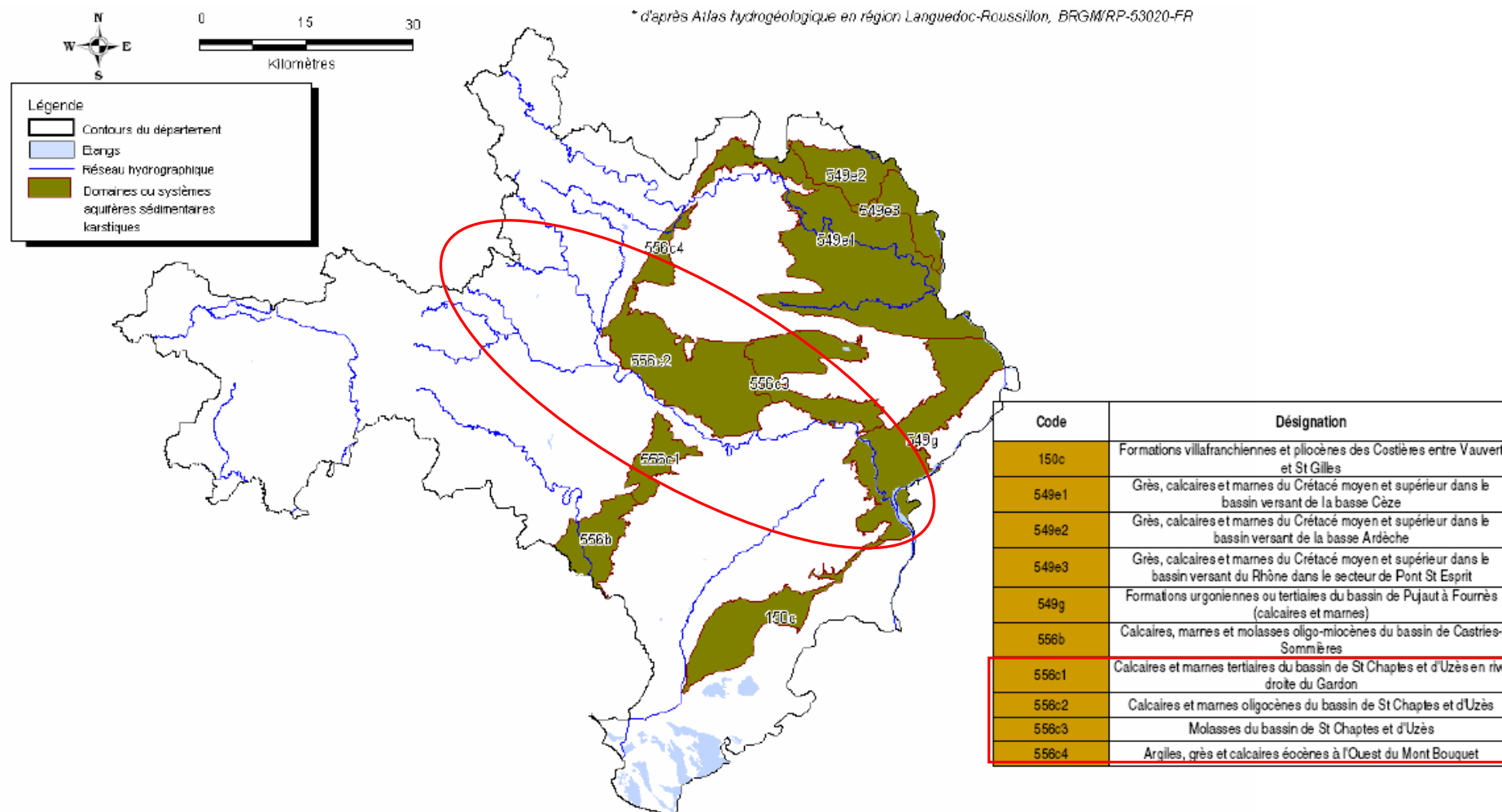


Figure 104 : Carte des systèmes et domaines aquifères sédimentaires non karstiques dans le Gard.



Annexe 6 : Fiches descriptives des 20 béals visités

BEAL 18 (SAL 2) – Béal de Lasalle	
Rivière prélevée :	La Salendrenque au niveau de Lasalle
Entretien mené :	18/08/08 à Lasalle.
Personnes rencontrées :	M. PANTEL, agriculteur retraité et compagnon de Mme SAEZ Hélène, exploitante.
Surface BV :	37,95 km ²

1. RESSOURCES EN EAU

Le béal prélève dans la Salindrenque au niveau de Lasalle, en rive gauche.

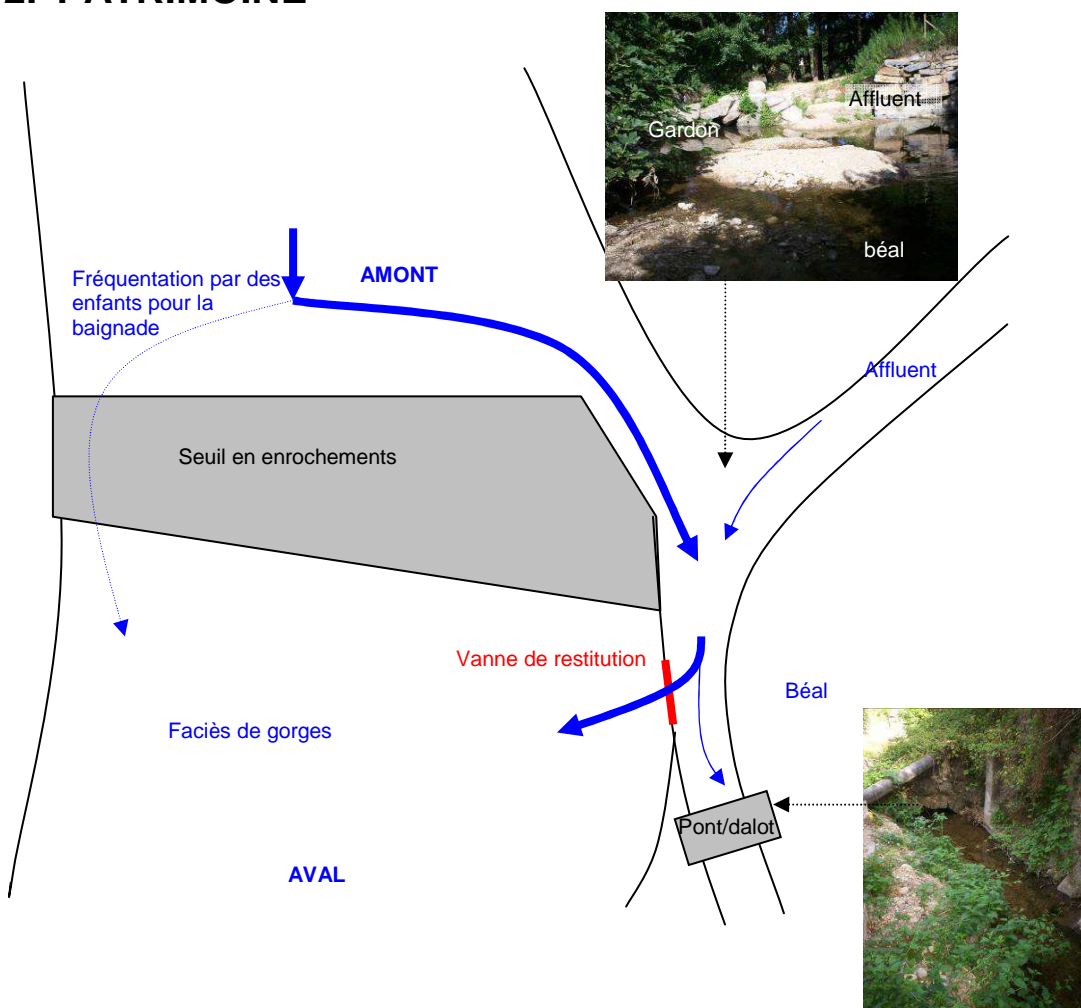
En amont du seuil, le débit a été mesuré à 217 l/s en 2008. Il convient de noter toutefois que cette mesure intervient le lendemain d'un orage et qu'un ruisseau se jette au niveau du canal d'amenée du béal, en amont de la vanne de restitution.

En 2009, les mesures sont les suivantes : le 31/07/09, un débit de 4 l/s a été mesuré au niveau de la prise du béal et de 22 l/s en rivière, soit 18% du débit du cours d'eau. Plus de détails sont disponibles dans les compléments d'étude au PGCR.

L'irrigation n'était pas nécessaire du fait des précipitations et le béal n'était donc pas alimenté en eau. Aucune mesure de débit n'a pu être effectuée.

Le béal se rejette dans la Salindrenque après 1250 m. Une longueur de cours d'eau de 970 m est court-circuitée.

2. PATRIMOINE



Le béal prélève dans la Salindrenque au niveau de Lasalle, en rive gauche.

Le béal a été ouvert spécifiquement à l'occasion de la journée de mesures (jeudi 29/07/09 pour les mesures le 31/07/09) : cette année, il ne sert pas pour l'irrigation, car le temps de transfert de l'eau entre la prise et le bassin de stockage en amont des champs est trop long, et il faut un débit important en entrée, ce qui n'est plus possible dans le contexte actuel. Mme SAEZ a donc cessé d'irriguer ses prairies en fin de béal. Le vendredi matin, le front d'eau n'était donc pas encore arrivé au bassin.

Le seuil a été modifié par la mairie il y a quelques années afin de sécuriser la baignade des enfants. Il a ainsi été élargi et légèrement rehaussé. Mais la partie superficielle du seuil (nouvellement construite) ne résiste pas aux crues et elle est un peu plus détruite par chacune.

SEUIL

Le seuil, de 20 m de long et de 2,4 mètres de hauteur, est constitué de roches percolées avec du béton.

Reconstruit il y a une dizaine d'années à l'initiative de la commune, il a été surélevé, empêchant ainsi la surverse et dirigeant la totalité du débit vers le béal en étiage. La Police de l'Eau a effectué un contrôle après sa reconstruction et M. Pantel, alors exploitant, avait été tenu pour responsable de la conséquence des travaux engagés par la commune.

Le seuil présente un état moyen. Des pierres se déchaussent.



Photo 1 : seuil



Photo 2 : Ouvrage de restitution 10 mètres après le seuil

CANAL

Le prélèvement est géré par un ouvrage de restitution situé 10 mètres après le seuil.

Le béal, en béton et pierres maçonneries puis en terre, est ouvert en permanence. Il semble être fonctionnel.

Des pompes ont été repérées dans la première moitié du béal. Une fois dans les terres de M. PANTEL, les prairies sont irriguées en gravitaire à partir de planches métalliques orientant le débit vers le réseau secondaire.

En période hivernale, le béal est bouché par les graviers amenés par les crues, empêchant ainsi la circulation de l'eau. Le canal est ensuite déblayé au mois de mars.

OUVRAGES

Un bassin est situé en amont des terres de Mme SAEZ, à l'endroit d'une grande bâtisse.

Le bassin était vide le jour de la visite du fait des importantes précipitations survenues les semaines précédentes.

En cas de sécheresse, il est rempli 2 fois par semaine pour permettre l'irrigation.



Photo 3 et 4 : Pompe en première partie de béal et vanne de desserte du réseau secondaire.



3. USAGES

Il existe un droit d'eau qui daterait du 17^{ème} siècle.

Mme SAEZ étant la seule exploitante sur le parcours du béal, il n'existe pas d'organisation d'usagers.

L'entretien est à la charge de Mme SAEZ dont les terres sont situées en fin de parcours du béal. Le bon état du béal dépend donc son activité. Un débroussaillage est effectué 4 ou 5 fois par an et le curage du béal à la main nécessite environ 15 à 20 jours par an.

Mme SAEZ est à 2 ans de la retraite. Elle préfère cesser son prélèvement plutôt que d'investir dans un ouvrage de prélèvement.

IRRIGATION

Ce canal est utilisé essentiellement pour l'irrigation : 9 ha de prairies au total sont irriguées à partir du béal, dont 6,6 en gravitaire et 3,4 par pompage. L'irrigation permet une fauche supplémentaire.

Chaque année, 2 coupes sont effectuées, la troisième repousse sert au pâturage des chèvres. Seule la 2^{ème} fauche est arrosée. La prairie est arrosée au moins une fois par semaine, et du mois de juin au mois d'août.

Les années de sécheresse, aucun arrosage n'est pratiqué, (ni le jour ni la nuit) ce qui ne permet qu'une seule fauche.

4. ANALYSE DES FACIÈS D'ÉCOULEMENT DU TRONÇON IMPACTÉ

Une analyse des faciès d'écoulement du tronçon de cours d'eau impacté par le béal a été réalisée pendant l'étiage 2009. L'intégralité de l'analyse est présentée dans le rapport Note sur les campagnes de terrain complémentaires à l'étude du PGCR des Gardons réalisé par BRL Ingénierie.

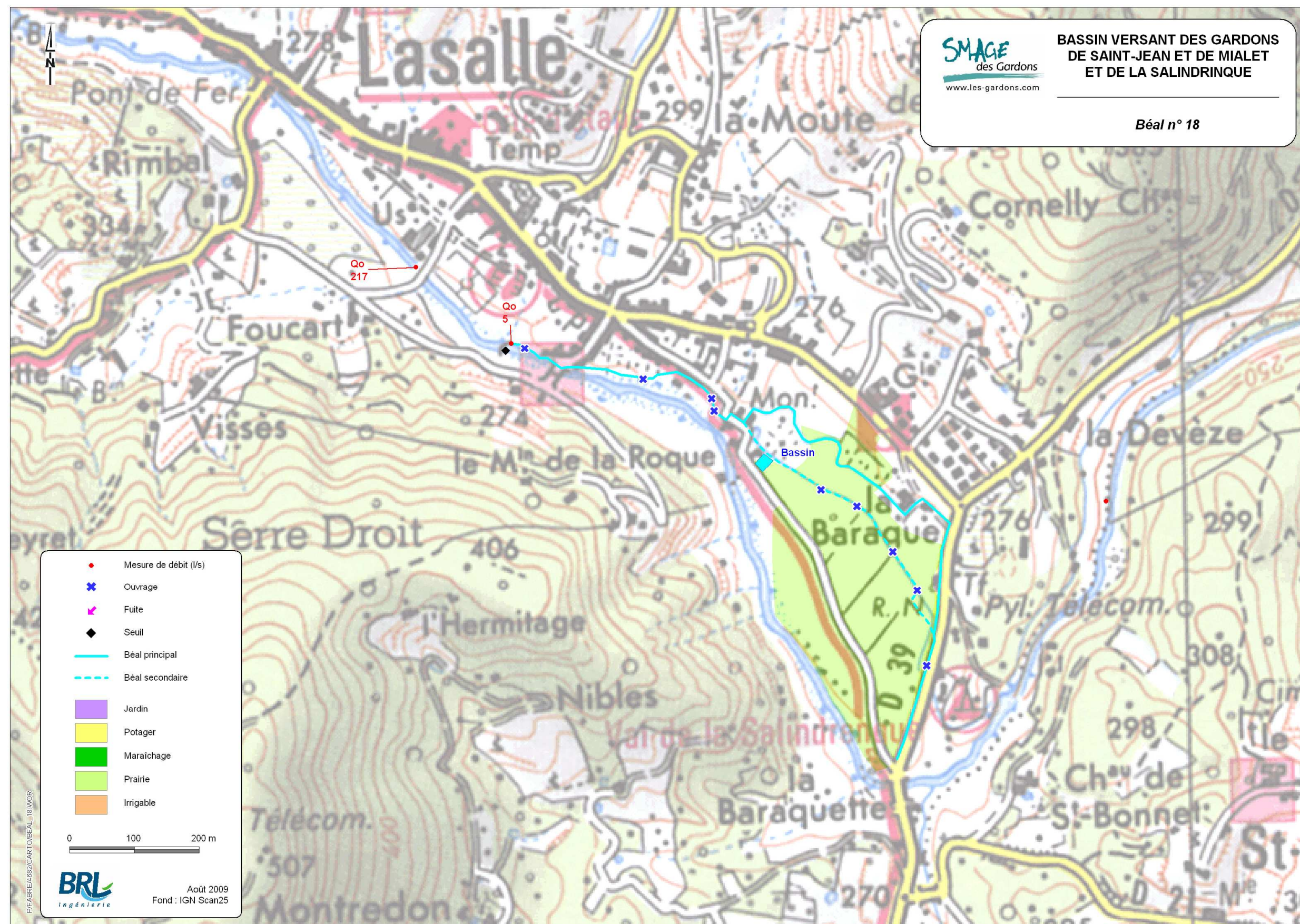
Il est proposé de présenter les conclusions :

Répartition des faciès d'écoulement et sensibilité du tronçon:

Béal n°18		
Faciès d'écoulement	linéaire (m)	% de recouvrement
Fosse profonde	14	2
Mouille	144	16
Plat/chenal lentique	496	55
Radier	96	11
Rapide	136	15
Cascade	0	0
Chute	20	2

Les faciès lenticques représentent à l'étiage plus de 70 % des habitats ce qui peut être considéré comme fort. Ce tronçon est peu favorable aux espèces lotiques (barbeau commun, chabot...) à l'inverse des espèces appréciant les zones calmes.

Les profils en travers illustrent un cours d'eau relativement plat avec de faibles profondeurs. L'impact sur les habitats est d'autant plus fort en cas de réduction de débit sur les habitats par le risque d'assèchement des parties de cours d'eau moins profondes situées sur les rives.



BEAL 19 (SAL 3)	
Rivière prélevée :	La Salendrenque au niveau de Lasalle
Journées de terrain :	30/07/09, 27/08/09 et 09/09/09.
Personnes rencontrées :	M. BOUILLAC, gestionnaire du Camping La Salendrenque M. SALLES, agriculteur qui exploite les terres en aval.
BV (km²)	45,5 km²

1. RESSOURCES EN EAU

Le béal 19 prélève dans la Salindrenque en rive gauche en aval de Lasalle, au niveau du Camping de la Salendrenque. Il se jette dans un affluent de la Salindrenque, en aval de la prise du béal suivant (20 RG) après un trajet d'environ 2800 m. Une longueur de cours d'eau de 910 m est court-circuitée.

En amont du seuil (aval du pont), le débit a été mesuré à 68 L/s lors de la 1^{re} campagne de mesure (béals ouverts) et à 46 L/s lors de la (2^e campagne béals ouverts). Le débit prélevé par le béal a été mesuré à environ 50 l/s, soit 74% du débit du cours d'eau lors de la 1^{re} campagne et 41 l/s soit 89% du débit de la rivière lors de la 2^e campagne. La 3^e campagne a eu lieu à titre de comparaison pour les béals fermés. La valeur trouvée lors de la mesure (16 L/s) était bien inférieure à la mesure du débit le lendemain au niveau du béal suivant (39L/s), ce qui montre le caractère très influencé de la rivière. Les conditions météorologiques étaient au beau temps lors de ces 3 campagnes.

Figure 1: Données brutes de débits mesurés

		Début d'étéage, béals ouverts (30-31/07/09)	Fin d'étéage, béals ouverts (27-28/08/2009)	Fin d'étéage, béals fermés (09- 10/09/2009)
En Rivière	abscisse	Qmesuré (L/s)	Qmesuré (L/s)	Qmesuré (L/s)
R19AM	1240	68	46	16
R19AV	1410	3	5	18
R19STEP	1800	20	13	15
R20AM	2150	72	43	13
R20AV	2500	42	7	39

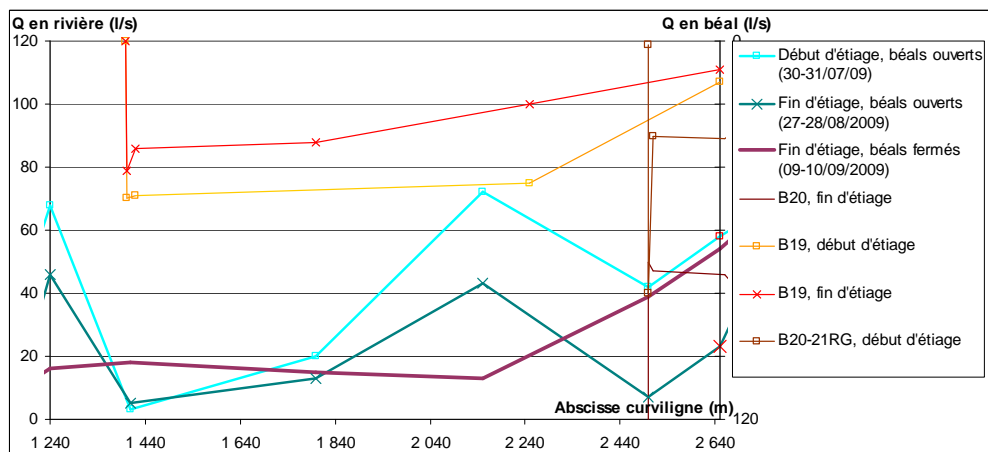
en rouge: reconstitué à partir du débit de l'affluent

		Début d'étéage, béals ouverts (30-31/07/09)	Fin d'étéage, béals ouverts (27- 28/08/2009)	Fin d'étéage, béals fermés (09- 10/09/2009)
En béal	abscisse	Qmesuré (L/s)	Qmesuré (L/s)	Qmesuré (L/s)
B19	1400	50	41	3
B19.2	1420	49	34	0
B19STEP	1800	32	0	0
B19ROUT	2250	45	20	0
B19AVMAX	2650	13	9	0

Figure 2: Récapitulatif des débits mesurés

Date de la mesure	Qamont (l/s)	Qprise (l/s)	% du débit de la rivière prélevé
29/07/09	68	50	74%
27/08/09	46	41	89%
09/09/09	16	3	

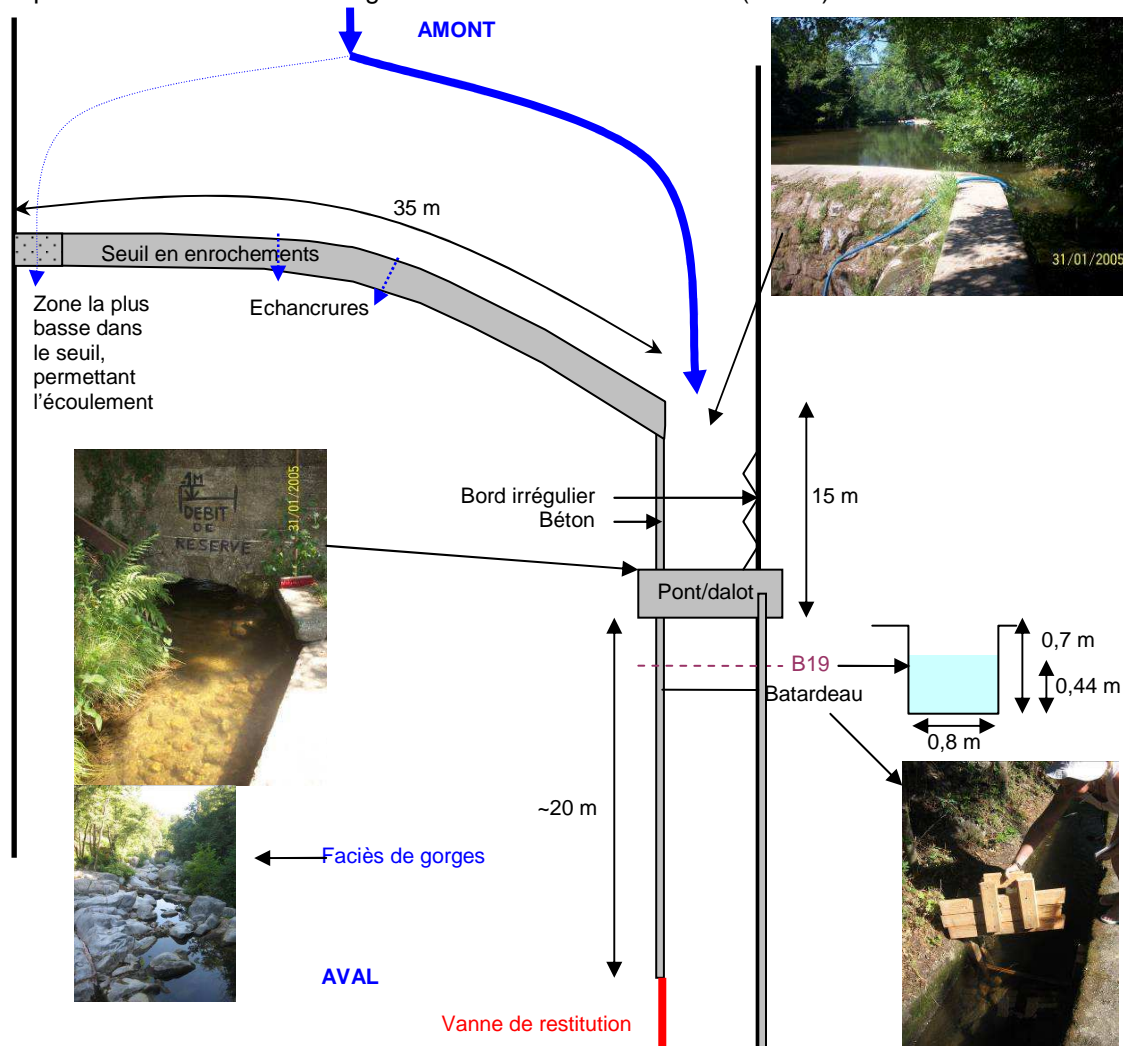
Figure 3: Représentation des débits dans la Salindrenque (ordonnées à gauche) et dans le béal 19 (ordonnées à droite).



A titre de comparaison, le débit qui avait été mesuré dans le canal par les services de l'ONEMA était de 50 l/s le 30 juillet 2007, pour un débit en rivière de 51 l/s soit un prélèvement proche de 100%.

En aval du seuil, un faciès de gorges rend difficile la mesure de débit. Nous avons mesuré environ 3 L/s, mais il y a également beaucoup d'infiltration dans les rochers.

Une vanne de vidange qui sert à faire circuler les sédiments en crue pour éviter l'ensablement du seuil perd une partie du débit. Après cette vanne, le débit mesuré était d'environ 49 L/s. Les pertes jusqu'à l'entrée des surfaces irriguées sont relativement faibles (45 L/s).



2. PATRIMOINE

SEUIL

Le seuil, de 35 m de long est constitué de pierres maçonnées. C'est un ouvrage ancien (XIII^e siècle) situé en bordure du camping de la Salindrenque qui sert à la baignade des campeurs.

Ce seuil n'est pas franchissable par les poissons.

Le seuil est plutôt en bon état et sa retenue sert pour un usage baignade. A la demande de la Police de l'Eau, le gestionnaire du camping essaye d'instaurer un débit réservé en aval du seuil grâce à un tuyau qu'il amorce (voir photo sur le schéma de la prise), et grâce à 2 petites échancrures qu'il a pratiquées dans le seuil. Elles ne suffisent pas à maintenir le débit réservé.



Photo 1 : seuil



Photo 2 : échancrure



Photo 3 : Canal et ouvrage de restitution 1



Photo 4 : Canal et ouvrage de restitution 2

CANAL

M. Bouillac a installé un batardeau en bois vertical à l'entrée du canal afin de limiter le débit pouvant passer dans le canal. La hauteur du batardeau est calée à la hauteur déversante du seuil. Ce batardeau était localisé sous le dalot en juillet, et a été refait quelques mètres en aval dans le béal au mois d'août. La largeur du béal à ce niveau est de 85 cm.

Une vanne de restitution une vingtaine de mètres en aval de la prise, fermée en été, sert pendant les crues à limiter l'ensablement du seuil.

Le béal est en béton et pierres maçonnées puis en terre. Un regard du réseau d'eaux usées se trouve en bordure de béal et est susceptible de surverser dans le béal quand il passe en charge. Le béal longe la station d'épuration où il atteint un point haut : depuis les travaux de construction de la STEP: quand la vanne est fermée, la partie en amont de la step reste en eau et ne se vidange pas, ce qui montre l'existence d'un point haut.



Photo 5 : Surverse du réseau d'eaux usées



Photo 6 : Canal et station d'épuration

En aval de la station d'épuration commencent les terres irrigables de M. Salles. Cette première zone irrigable est très pentue et difficilement exploitable.

Le béal traverse ensuite la route par un passage busé, puis la longe et la retransverse au moyen d'un pont qui enjambe le béal. Le béal parvient donc à une deuxième zone de prairies irriguées. En période de pluies, il reçoit les eaux de drainage du réseau pluvial de la butte qui se situe au-dessus (yc. la maison de M. Salles), et sert donc au ressayage. Le réseau secondaire de distribution serpente dans la prairie, avec un exutoire dans l'affluent, et des possibilités de retour diffus au béal en contrebas (béal n°20).

Des fuites ont lieu régulièrement tout au long du canal, mais les pertes les plus visibles sont dans les sections bétonnées fissurées.



Photo 7 : Passage busé sous la route et pertes



Photo 8 : Arrivée du béal au niveau des terres irriguées finales

3. USAGES

TOURISME

Un camping s'est établi sur les terraines en amont de la prise en 2006. Le Camping de la Salindrenque est géré par M. Bouillac. Il porte un intérêt tout particulier au seuil et au plan d'eau qu'il crée pour les usages de baignade des clients du camping. Le plan d'eau est surveillé par la DDASS. Des pêcheurs ont également été observés en amont du seuil. Il souhaite donc que le niveau d'eau atteigne la crête du seuil pendant la journée, afin que ses clients puissent se baigner. Pour cela, il a créé un système de batardeau en bois qu'il installe dans le béal, approximativement calé la hauteur déversante du seuil, afin qu'en journée le plan d'eau soit maintenu.

A la demande de la DDAF-Police de l'Eau (courrier en date du 30 juillet 2007), M. Bouillac cherche à mettre en place un « débit de réserve » dans le cours d'eau, en plaçant un batardeau dans le béal calé au niveau de la surverse du seuil, ou en amorçant un tuyau en plastique bleu (visible sur le schéma de la prise).

Une autre contrainte est la qualité de l'eau en aval du seuil. En début de saison, les campeurs se baignent directement en aval du seuil, ce qui n'est plus possible en milieu de saison à cause de la prolifération algale (dans l'eau et sur les rochers : problème d'odeurs). M. Bouillac souhaiterait ainsi maintenir un débit réservé à l'aval du seuil, pour être en conformité avec la loi, et pour également « laver » les rochers en aval du seuil.

IRRIGATION

Le béal permet d'irriguer une superficie de 7,6 ha de prairies permanentes appartenant au GAEC Jean Salles, constitué de trois personnes : Ludovic SALLES, jeune agriculteur installé en 2004 et ses deux parents. Ils sont éleveurs caprins (220 chèvres, 40 brebis) et producteurs de pélarçons fermiers.

Les prairies sont situées en contrebas du béal le long de son linéaire. Elles sont irriguées gravitairement par submersion, de la mi-mai à la mi-août. La chambre d'Agriculture estime la durée d'irrigation à 100 jours environ. En année très sèche, l'irrigation peut commencer dès le 20 Avril et s'arrêter fin septembre (en l'absence d'orages de fin d'été en août-septembre), soit alors 150 à 160 jours d'arrosage.

Chaque année, 2 coupes sont effectuées, la troisième repousse sert au pâturage des chèvres (sans irrigation, seule une coupe serait réalisable) qui assurent une autonomie fourragère de trois mois environ pour tout le cheptel. Seule la 2^{ème} fauche est arrosée. La prairie est arrosée au moins une fois par semaine, et du mois de juin au mois d'août.

Cette année, en raison de la limitation des prélèvements, seules les prairies en fin de béal sont irriguées, les prairies en contrebas du béal dans la partie amont ne sont pas irriguées. En raison du conflit avec le camping, la zone irrigable principale n'a pas été irriguée pendant tout le mois d'août.

Les besoins en eau sont estimés à environ :

- ▶ besoins théorique des cultures : 620 à 940 mm (suivant la durée de la période d'irrigation), soit 40 à 51 000 m³.
- ▶ Besoins en eau moyens à la prise en considérant un rendement de 15 à 20% : 2 000 à 2 700 m³/j, soit 23 à 31 m³/s
- ▶ besoins de pointe à la prise : 2 900 à 3 800 m³/jour soit 33 à 44 l/s.

ABREUVEMENT DU BÉTAIL

Seules les 40 brebis qui pâturent sur les terres irriguées s'abreuvent au niveau du canal. A raison de 4 l/jour et par bête sur la période cela représente 16 à 24 m³ par jour. Les chèvres (5 à 6 l/j/bête) sont alimentées par une source captée et elles ne s'abreuvent pas à partir du béal.

4. MILIEU

4.1 ANALYSE HYDROLOGIQUE

La Salindrenque ne possède pas de station hydrométrique. Les analyses suivantes ont donc été menées grâce à une modélisation des débits de la Salindrenque à l'aide du logiciel GR4J, à partir des débits sur le Gardon de St Jean à Corbès.

Figure 4: Analyse hydrologique de la Salindrenque au niveau de la prise du béal 19.

Analyse statistique sur la période 1969-2006 (37 années modélisées)

Point : LA SALINDRENQUE au niveau de Lassale (prise du béal 19)

superficie contrôlée : 42,00 km²

Type de débit : Naturel modélisé par GR4J à partir du Gardon de St Jean désinfluencé, ramené à la prise par un rapport de surfaces

fréquences expérimentales	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	2,00	1,64	1,29	1,11	0,91	0,51	0,27	0,22	0,53	1,28	1,38	1,63
T=10 ans sec (m3/s)	0,45	0,39	0,45	0,56	0,38	0,21	0,12	0,09	0,12	0,24	0,20	0,46
T=5 ans sec (m3/s)	0,55	0,63	0,70	0,60	0,43	0,29	0,15	0,11	0,16	0,37	0,47	0,56
T=2 ans (m3/s)	1,39	1,35	0,93	0,92	0,79	0,45	0,20	0,16	0,30	0,79	1,01	1,00
T= 5 ans humide (m3/s)	3,46	2,53	1,95	1,58	1,26	0,60	0,35	0,29	0,74	1,80	2,17	3,49
T=10 ans humide (m3/s)	4,24	3,07	2,41	1,95	1,62	0,86	0,50	0,34	1,03	2,56	3,05	3,94

Module (m3/s)	moyenne	1,060	ecart-type	0,5
---------------	---------	-------	------------	-----

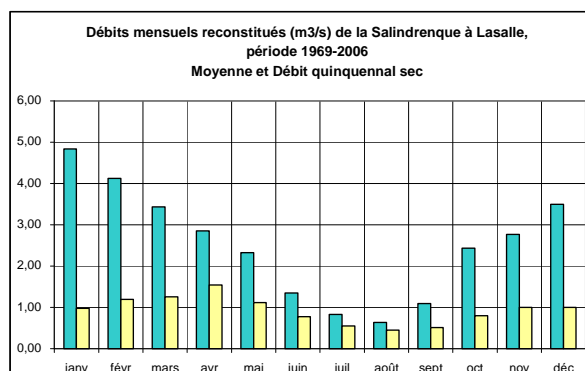
Module

en m3/s

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	1,06	1,06
T=10 ans sec (m3/s)	0,42	0,48
T=5 ans sec (m3/s)	0,64	0,59
T=2 ans (m3/s)	1,06	0,97
= 5 ans humide (m3/s)	1,48	1,44
=10 ans humide (m3/s)	1,70	1,87

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)
	14,5	14,5
	5,7	6,6
	8,7	8,1
	14,5	13,3
	20,2	19,6
	23,2	25,4



VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérim)	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,11	0,13	0,16
T=10 ans sec (m3/s)	0,07	0,08	0,08
T=5 ans sec (m3/s)	0,08	0,09	0,09
T=2 ans (m3/s)	0,10	0,11	0,14
= 5 ans humide (m3/s)	0,12	0,18	0,20
=10 ans humide (m3/s)	0,16	0,20	0,29

0,1

0,2

0,5

0,8

0,9

13%

Figure 5. Récapitulatif des débits d'étiage et des débits réglementaires de la Salindrenque au niveau de la prise du béal 19.

		Q (l/s)		
DIREN	Module (DIREN)	1100 à 1400		
	1/10° du module	110		
	1/20° du module	55		
BRL	Module	1 060		
	QMNA5 naturel	95		
	VCN30 (quinquennal sec) naturel	90		
	VCN10 (quinquennal sec) naturel	80		
Mesures	Dates des mesures	29-juil	27-août	09-sept
	Qamont	68	46	16
	Débit prélevé après les 1° restitutions	50	41	-
	Débit prélevé après les 2° restitutions	49	34	-

Il s'agit du seul béal où les débits d'étiage naturels sont au-dessus du 1/20° du débit influencé. En pratique, lors des campagnes, nous avons pu observer que le débit mesuré était, lors des 2 dernières mesures, inférieur au 1/20° du module. Le débit de la Salindrenque connaît un régime très influencé par les prélèvements. La qualité (visuelle) de l'eau s'en ressent, mais un barrage de castors a été observé à l'aval du 3° affluent.

Figure 6 : Comparaison des débits mensuels moyens de la rivière au niveau de la prise entre 1997 et 2006 avec le débit réservé (hypothèse du 12° et du 1/10° du module), le débit réservé + le besoin du système d'irrigation (35 l/s), et le débit réservé °+ le prélèvement actuel (50 l/s).

Hyp 1/20°	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
1 997	2,57	1,28	0,73	1,94	1,83	0,64	0,22	0,11	0,29	0,22	0,14	0,26
1 998	1,26	0,38	0,89	0,48	1,59	0,45	0,20	0,33	0,46	0,93	1,17	0,60
1 999	0,52	0,37	0,45	0,86	0,72	0,39	0,14	0,11	0,47	0,52	2,20	3,93
2 000	3,96	1,64	2,42	0,78	0,70	0,44	0,39	0,14	0,26	1,98	0,69	0,49
2 001	0,63	1,05	1,47	0,82	0,90	0,45	0,15	0,22	1,97	1,85	2,97	4,01
2 002	1,81	1,43	0,95	0,86	0,48	0,32	0,32	0,13	0,13	0,70	1,91	3,97
2 003	1,48	1,65	1,59	2,41	1,04	0,34	0,15	0,24	0,17	1,12	0,75	1,05
2 004	0,47	0,40	0,34	0,54	0,30	0,22	0,12	0,09	0,68	0,83	1,42	0,56
2 005	1,77	0,91	0,97	0,60	0,41	0,15	0,10	0,08	0,31	1,05	0,89	1,03
2 006	0,55	0,63	0,70	0,60	0,43	0,29	0,15	0,11	0,16	0,37	0,47	0,56

Hyp 1/10°	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
1 997	2,57	1,28	0,73	1,94	1,83	0,64	0,22	0,11	0,29	0,22	0,14	0,26
1 998	1,26	0,38	0,89	0,48	1,59	0,45	0,20	0,33	0,46	0,93	1,17	0,60
1 999	0,52	0,37	0,45	0,86	0,72	0,39	0,14	0,11	0,47	0,52	2,20	3,93
2 000	3,96	1,64	2,42	0,78	0,70	0,44	0,39	0,14	0,26	1,98	0,69	0,49
2 001	0,63	1,05	1,47	0,82	0,90	0,45	0,15	0,22	1,97	1,85	2,97	4,01
2 002	1,81	1,43	0,95	0,86	0,48	0,32	0,32	0,13	0,13	0,70	1,91	3,97
2 003	1,48	1,65	1,59	2,41	1,04	0,34	0,15	0,24	0,17	1,12	0,75	1,05
2 004	0,47	0,40	0,34	0,54	0,30	0,22	0,12	0,09	0,68	0,83	1,42	0,56
2 005	1,77	0,91	0,97	0,60	0,41	0,15	0,10	0,08	0,31	1,05	0,89	1,03
2 006	0,55	0,63	0,70	0,60	0,43	0,29	0,15	0,11	0,16	0,37	0,47	0,56

En supposant un débit amont non influencé par les prélèvements (ce qui est hautement improbable), aucun prélèvement n'aurait été possible avec un débit réservé égal au 1/10° du module. Il aurait été possible dans la configuration actuelle du béal et sans restriction 1 an sur 10, et possible sans restrictions dans une configuration avec économies d'eau (selon recommandations de la chambre d'agriculture) 3 années sur 10.

5. ANALYSE DES FACIÈS D'ÉCOULEMENT DU TRONÇON IMPACTÉ

Une analyse des faciès d'écoulement du tronçon de cours d'eau impacté par le béal a été réalisée pendant l'étiage 2009. L'intégralité de l'analyse est présentée dans le rapport Note sur les campagnes de terrain complémentaires à l'étude du PGCR des Gardons réalisé par BRL Ingénierie.

Il est proposé de présenter les conclusions :

Répartition des faciès d'écoulement et sensibilité du tronçon:

Béal n° 19		
Faciès d'écoulement	linéaire (m)	% de recouvrement
Fosse profonde	259	29
Mouille	205	23
Plat/chenal lentique	149	16
Radier	32	4
Rapide	0	0
Cascade	57	6
Chute	205	23

Les caractéristiques particulières de ce tronçon sont retrouvées dans la répartition des faciès d'écoulement pas la forte représentation des faciès profonds et des chutes.

Les habitats de ce tronçon d'étude sont théoriquement moins sensibles dans cette configuration à une réduction de débit. En effet, les zones lenticques profondes (fosse et mouille) sont relativement peu impactées par une diminution du débit. Ces derniers agissent comme des bassines, indépendantes des unes des autres.

Il est aussi peu recommandé de réaliser une expertise de détermination de débit biologique (par des méthodes type EVHA ou ESTIMHAB) en raison des caractéristiques particulières du tronçon (non représentatif de la Salindrenque en amont et en aval de ce secteur) et des évolutions possibles des substrats en cas de crue (engravement...) modifiant les caractéristiques d'habitats.

6. ENTRETIEN

Le linéaire de 1,4 km représente un important travail d'entretien. 15 jours de travail sont nécessaires pour débroussailler et remettre en état le canal avant la 1^o mise en eau (réalisé par M. Salles).

7. GESTION DE L'EAU

7.1 CONFLIT D'USAGE

Un conflit existe depuis l'installation du camping entre M. Bouillac, le gérant du camping, et M. Salles, l'agriculteur exploitant le béal.

2006 a été une année très sèche, avec très peu d'eau en rivière et interdiction d'arrosage.

En 2007, apparaît le conflit entre ces 2 personnes. Dès que le béal est mis en eau, le niveau de l'eau baisse dans le seuil, et contraint fortement l'usage baignade. Un contrôle de la Police de l'Eau est effectué au mois de juillet et un avertissement envoyé à M. Bouillac lui demandant de mettre en place un débit de réserve par une échancrure, et également de limiter les prélèvements agricoles à leur strict besoin. M. Bouillac décide donc d'installer une vanne dans le béal au niveau du dalot, afin de limiter le débit prélevé par le béal. M. Bouillac réalise aussi 2 petites échancrures dans le seuil. Ce batardeau ne permet pas le passage d'un débit suffisant pour l'arrosage, et le conflit monte en puissance (constats d'huissiers, lettres d'attestation...), allant jusqu'à la destruction par M. Salles des équipements mis en place par M. Bouillac. A la demande de la DDAF, M. Salles fait réaliser une étude des besoins en eau par la Chambre d'agriculture. Face aux problèmes pour trouver un arrangement amiable, M. Bouillac fait appel à la police de l'eau pour venir contrôler le prélèvement de M. Salles.

En 2008, un arrangement finit par être trouvé : M. Salles irrigue la nuit et le béal est fermé le jour afin de reconstituer le niveau dans le seuil. Les planches sommaires installées par M. Salles au niveau de la STEP pour gérer les entrées d'eau ne satisfont pas M. Bouillac, qui finit par installer un batardeau dans le béal, calé à la hauteur déversante du seuil qui est ouvert la nuit.

En 2009, M. Bouillac a installé un tuyau qu'il amorce pour établir le « débit de réserve ». M. Salles n'est pas satisfait par l'arrangement de l'année précédente, et fait appel à des avocats pour éclaircir le litige existant sur la propriété de la prise du béal: le béal n'est pas sur le cadastre (M. Salles a acheté les terrains et le béal, mais M. Bouillac pense que la prise est sur sa propriété). M. Bouillac a installé un autre batardeau que M. Salles n'arrive pas à manipuler, et n'a donc pas pu irriguer ses terrains au mois d'août.

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

Le canal n'est pas présent sur le Cadastre (selon MM. Bouillac et Salles). Un litige existe entre ces 2 usagers sur la propriété de la prise. M. Salles a fait appel à des avocats pour éclaircir la situation.

M. Bouillac a reçu en 2007 un courrier de la Police de l'Eau, qui le considère comme « un des propriétaire du seuil », et lui demandant d'instaurer un débit réservé.

Le canal, antérieur à la loi sur l'eau de 1992 a fait l'objet d'une régularisation par le GAEC auprès des services de la D.D.A.F. Il a été déclaré avec une capacité de débit de 3 000 m³/j, soit 35 l/s.

Pour la Salendrinque au droit de la prise, le module a été estimé par la DIREN entre 1,1 et 1,4 m³/s. (Source : Chambre d'Agriculture)

GESTION

A partir de l'ouverture du béal, il s'écoule environ 2h pour qu'il soit totalement en eau.

Pour dépasser les conflits d'intérêt qui opposent l'agriculteur et le camping, un arrangement fragile a été trouvé : l'agriculteur ouvre son béal la nuit pour irriguer, et le referme le matin pour que le niveau d'eau dans le seuil se reconstitue. Ce rationnement ne permet d'irriguer que la 2^e zone irrigable (en aval) : les premières prairies traversées, en contrebas du béal, n'ont donc pas pu être irriguées cette année.

Par contre cet arrangement ne permet pas de respecter le débit réservé.

L'agriculteur est ainsi autorisé par le camping à enlever le batardeau la nuit (ce qui fait baisser le niveau du seuil), et doit le remettre le matin afin que le niveau dans le seuil remonte. Ce batardeau était initialement placé sous le pont en béton, mais à l'issue de notre visite au mois de juillet, il a été déplacé dans le béal, où le bois a gonflé, et où l'agriculteur ne parvient pas à le retirer pour irriguer. L'agriculteur n'a donc pas pu irriguer depuis le mois de juillet.

BEAL 20 (SAL 4) – Béal du Moulin	
Rivière prélevée :	La Salendrenque au niveau de St Bonnet de Salindrenque (lieu dit du Moulin)
Entretien mené le :	12/08/08 à St Bonnet de Salindrenque Mesures le 31/07/09 et le 27/08/2009
Personnes rencontrées :	► M. Jean Salles, agriculteur.
Superficie du BV intercepté par la prise :	44,88 km ²

1. RESSOURCES EN EAU

Le béal prélève dans la Salindrenque, dont le débit était de 310 l/s le 12/08/08 en amont du seuil le jour de la mesure. Il est important de préciser qu'en raison des pluies de la veille, le débit mesuré était plus important que les jours précédents. Le débit a été mesuré 750 mètres en amont du point d'entrée du béal, la largeur du plan d'eau et les irrégularités du fond ne permettant pas une mesure à proximité du seuil.

Le débit entrant dans le béal était de 72l/s le 12/08/08. Le béal étant fermé le jour de la visite, l'ensemble du débit était restitué 170 mètres plus loin dans un ruisseau. Mais le tracé principal du béal rejoint le béal suivant (21RG-SAL6) au niveau de la maison de la famille Beauvarlet. Pendant les irrigations, le secondaire est alimenté par des vannes simples et se perd dans les champs (pas de retour du secondaire en rivière).

En 2009, les mesures sont les suivantes : le 31/07/09, un débit de 80 l/s a été mesuré au niveau de la prise du béal et 30 en aval de la première restitution. Le débit en rivière était de 72 l/s, soit à l'aval de la restitution, un prélèvement de 42% du débit du cours d'eau. Plus de détails sont disponibles dans les compléments d'étude au PGCR.

2. RÉSEAU ET OUVRAGES

Le béal date du 18^{ème} siècle.

SEUIL

En pierres maçonnées, le seuil présente un bon état.

Une prise d'eau équipée d'une vanne simple permet de réguler la mise en eau du béal. Elle est accompagnée d'une vanne de restitution qui rejette le trop-plein directement en aval du seuil.



Photo 1 : seuil



CANAL

D'abord en béton à la prise, il est en terre sur la totalité de son linéaire.

Le béal ne fonctionnant pas lors de la visite, aucune fuite n'a pu être relevée.

Photo 2 : canal

OUVRAGES

Le béal traverse un ruisseau par un pont canal en bon état avant d'arriver aux prairies irriguées.

Photo 3 : Pont-canal traversant le ruisseau



3. USAGES DE L'EAU

IRRIGATION

L'irrigation est le principal usage répertorié sur le béal. Environ 2-3 ha de prairies sont irriguées. Les premières prairies traversées ne sont pas irriguées gravitairement (elle ne sont topographiquement plus irrigables), mais l'infiltration dans le béal permet un apport d'eau. L'irrigation gravitaire débute après le passage du pont canal.

ABREUVEMENT

Le béal est également utilisé pour l'abreuvement des vaches qui pâturent sur les prairies alentours.

4. ORGANISATION

Le béal est fermé tout l'hiver. Pendant la période estivale, il n'est ouvert que lorsqu'il y a besoin d'irrigation. Le béal est ensuite fermé à la prise. Le débit prélevé est géré par M. Cerret, unique utilisateur du béal.

Il n'existe aucune organisation de gestion du béal. M. Salles est propriétaire des parcelles à proximité de la prise mais n'utilise pas l'eau du béal. M. Cerret gère lui-même ses prélèvements en manipulant la prise en fonction de ses besoins.

Le béal est entretenu par M. Cerret.

5. ANALYSE DES FACIÈS D'ÉCOULEMENT DU TRONÇON IMPACTÉ

Une analyse des faciès d'écoulement du tronçon de cours d'eau impacté par le béal a été réalisée pendant l'étiage 2009. L'intégralité de l'analyse est présentée dans le rapport Note sur les campagnes de terrain complémentaires à l'étude du PGCR des Gardons réalisé par BRL Ingénierie.

Il est proposé de présenter les conclusions :

Répartition des faciès d'écoulement et sensibilité du tronçon:

Béal n° 20		
Faciès d'écoulement	linéaire (m)	% de recouvrement
Fosse profonde	23	5
Mouille	180	36
Plat/chenal lentique	277	55
Radier	0	0
Rapide	26	5
Cascade	0	0
Chute	0	0

Les faciès lenticques représentent à l'étiage plus de 90 % des habitats ce qui peut être considéré comme très fort. Ce tronçon est peu favorable aux espèces lotiques (barbeau commun, chabot...) à l'inverse des espèces appréciant les zones calmes.

Le contrôle aval d'obstacles (seuil de castors et seuil des béals 21 RG et RD) rend moins sensible le tronçon aux faibles débits par le non abaissement de la ligne d'eau et la faible réduction des surfaces mouillées.



Photo 4 : Jardin de la famille BEAUVARLET, où le béal 20 (SAL4) rejoint le béal 21 RG (SAL6)

BEAL 21 rive droite (SAL 5) – Le Mogador	
Rivière prélevée :	La Salendrenque au niveau de Lasalle
Entretien mené :	31/07/08 à Lasalle – 20/08/08 Tracé GPS Mesures le 28/08/2009
Personnes rencontrées :	M. THEROND Jean-Claude
Superficie du BV intercepté par la prise :	47,56 km ²

1. RESSOURCES EN EAU

L'eau est prélevée dans la rivière la Salindrenque au niveau d'un seuil qui alimente 2 béals : le béal du Mogador en rive droite (21 RD – SAL5) et le Canal de la Roque en rive gauche (21 RG – SAL6).

Le jour de la visite de 2008, le béal n'était pas en eau et aucune mesure de débit n'a pu être réalisée.

Les estimations sommaires du SMAGE (24/07/08) avaient fait état d'un débit du cours d'eau amont de 250 l/s, en entrée du béal de 110 l/s, soit un taux de prélèvement de 44%.

Ces valeurs doivent être considérées avec précaution car il s'agit d'évaluations et non de mesures précises.

Le 28/08/2009, un prélèvement de 30 l/s a été mesuré au niveau de la prise. Il restait 7 l/s en aval dans la rivière. Le prélèvement concernait donc 80% du débit du cours d'eau.

2. PATRIMOINE

2.1 SCHÉMA DE LA PRISE D'EAU

Deux prises prélèvent au niveau du seuil : celle du canal de la Roque en rive gauche, et celle du Mogador en rive droite. Le seuil est en pierres maçonnées, globalement en bon état, mais des branches étanchéifiées avec du sable ont été déposés sur les irrégularités de la crête du seuil afin de les lisser et de limiter la surverse du seuil. Une surverse a tout de même lieu de l'autre côté (en s'approchant de la rive gauche). Le débit surversé s'écoule dans des petites gorges sous le pont routier.

Lors de la campagne du 30/07/09, le béal de rive gauche était en eau et celui de rive droite hors d'eau. Lors de la campagne du 28/08/09, le béal de rive droite était en eau mais pas celui de rive gauche.

Une marque à la peinture a été réalisée le 30/07/09 10 cm au-dessus du niveau de l'eau dans le béal de rive gauche, qui prélevait alors 44 l/s. Lors de la campagne du 28/08/09, le béal de rive droite prélevait 32 l/s.

Le fond de la prise du canal de la Roque (RG) est plus bas que celui du Mogador (RD) : M. Thérond, l'agriculteur qui exploite ces 2 béals, doit colmater la martelière de prise du béal de rive gauche (par des journaux) pour arriver à prélever en rive droite. Une station de mise sous pression existe en rive gauche : elle irrigue des prairies en rive droite également situées au-dessus du béal de rive droite. Les prairies en contrebas des béals sont irriguées gravitairement. En rive droite, les terrains ne sont pas plans et sont relativement pentus. Ainsi l'eau emprunte des chenaux préférentiels au lieu de s'écouler en nappe, ce qui diminue l'efficacité de l'irrigation.

Photo 1 : rive droite : tuyau de distribution sous pression

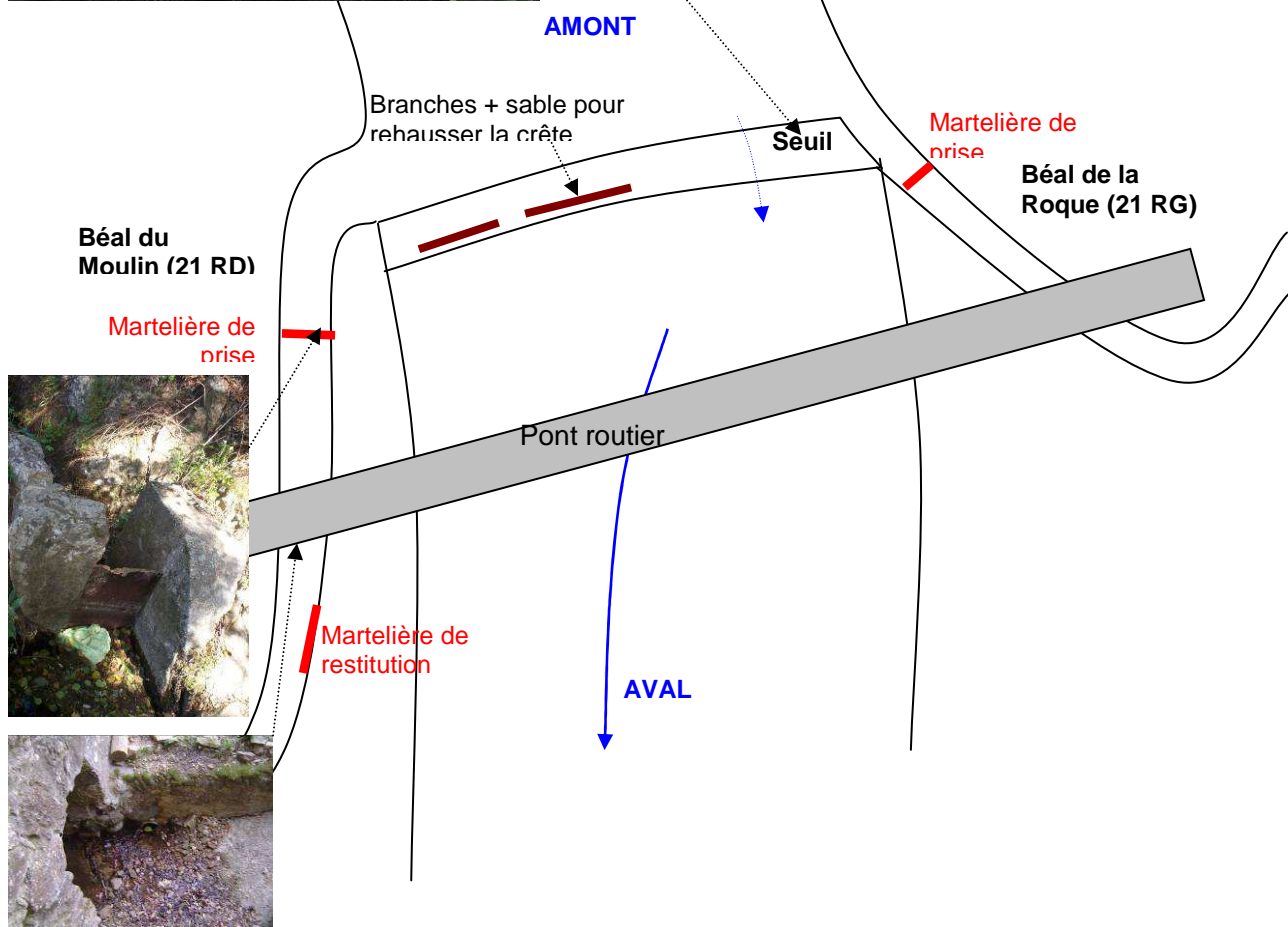


Photo 2 : Irrigation gravitaire en rive droite et restitutions à la rivière.



Photo 3: Restitution en rive droite avec béal en eau et avec béal hors d'eau





SEUIL

Le seuil est un mur en pierres maçonnées et présente un bon état. La partie centrale est érodée de quelques centimètres, ce qui permet des écoulements à ce niveau.

Selon M. Théron, le seuil aurait besoin d'être rénové et rehaussé, car la hauteur du seuil détermine le débit prélevé. Ainsi, il aimerait demander une autorisation de seuil provisoire par-dessus le seuil déjà existant, pour que ses deux béals puissent fonctionner correctement mais ne sait pas à qui s'adresser.



Photo 4 : Seuil



OUVRAGE DE PRISE

Le débit dans le béal est contrôlé par une vanne de prise sommaire constituée d'une planche amovible. Lorsque cette vanne est fermée, l'eau déviée dans l'entrée du béal est restituée à la rivière environ 4 m en aval du seuil.

Actuellement, les ouvrages de prise des 2 béals (rive droite et rive gauche) ne sont pas à la même cote. Ainsi, ce canal ne peut être en eau que si le canal de rive gauche n'est pas en fonctionnement.

Photo 2 : Ouvrage de prise- planche amovible.

CANAL

Le canal est en béton à son entonnement, puis en terre dans les prairies, sur la majeure partie de son tracé. Il est bien entretenu à l'amont.

En revanche, le béal n'est plus utilisé dans sa partie aval. Il est indiqué sur les cartes IGN mais n'est plus utilisé en pratique, et est envahi par une végétation broussailleuse.

Photo 3 : béal à l'entrée des terres irriguées



OUVRAGES

Quelques ouvrages en béton permettent la mise en place de vannes amovibles pour l'irrigation gravitaire des prairies.

Photo 4 : exemple d'ouvrage de support de vanne.

3. USAGES

IRRIGATION

L'usage principal de ce béal est l'irrigation.

Les surfaces irriguées sont constituées uniquement de prairies, pour la fauche et le pâturage des bêtes. M. Thérond possède une vingtaine de bovins et est le dernier agriculteur en bovins des environs.

Le béal irrigue **2 ha de prairies**. L'irrigation permet une fauche supplémentaire par an : sans irrigation, une seule fauche serait possible. En fin de saison, le bétail est mis à pâturer.

L'irrigation est pratiquée **gravitairement**, par débordement de l'eau en amont des vannes. Les terres en amont du béal sont irriguées par aspersion, mais l'eau provient d'une station de pompage située sur l'autre rive et donc alimentée par le béal de la rive gauche.

GESTION DE L'EAU

Le béal est à sec en hiver. En période estivale, le béal n'est alimenté que lorsque l'agriculteur irrigue. Le reste du temps, la vanne de prise ferme l'entrée du béal et le débit est restitué à la rivière au niveau du pont situé environ 4 mètres en aval du seuil.

Les prairies sont généralement irriguées tous les 10 jours à partir du mois de mars jusqu'au mois de septembre. Cette année, M. Thérond a commencé à irriguer au mois de juin, compte tenu des précipitations importantes qui ont eu lieu au printemps.

M. Thérond entretient le béal en le débroussaillant une fois par an et le désensable à la pelle lorsqu'il y a de fortes crues.

En raison des **arrêts sécheresse**, M. Thérond a été obligé d'irriguer la nuit ces 2 dernières années. Cela rend ses conditions de travail très pénibles : il travaille la journée et doit se lever toutes les 2 heures pendant la nuit pour pouvoir irriguer ses terres.

4. ANALYSE DES FACIÈS D'ÉCOULEMENT DU TRONÇON IMPACTÉ

Une analyse des faciès d'écoulement du tronçon de cours d'eau impacté par le béal a été réalisée pendant l'étiage 2009. L'intégralité de l'analyse est présentée dans le rapport Note sur les campagnes de terrain complémentaires à l'étude du PGCR des Gardons réalisé par BRL Ingénierie.

Il est proposé de présenter les conclusions :

Répartition des faciès d'écoulement et sensibilité du tronçon:

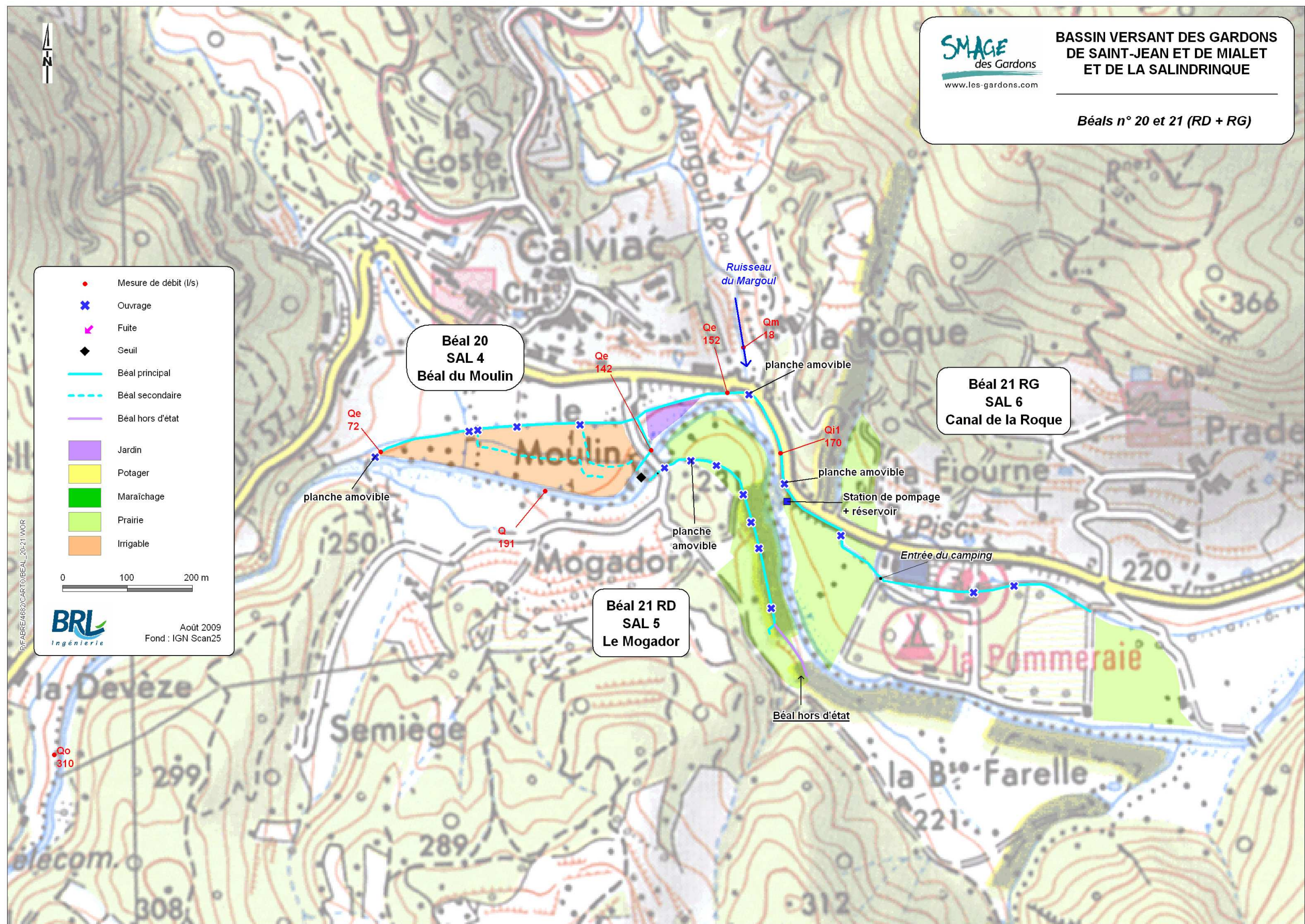
Béals n°21 (RG et RD)		
Faciès d'écoulement	linéaire (m)	% de recouvrement
Fosse profonde	12	2
Mouille	60	10
Plat/chenal lentique	375	64
Radier	70	12
Rapide	66	10.5
Cascade	2	0.5
Chute	0	0

Les faciès lentiques représentent à l'étiage plus de 70 % des habitats ce qui peut être considéré comme fort. Ce tronçon est peu favorable aux espèces de milieux lotiques (barbeau commun, chabot...) à la différence des espèces de milieux lentiques.

Les profondeurs observées sont moyennes à faibles notamment à proximité de secteurs à rupture de pente (radier...). Le risque d'assèchement des parties de cours d'eau moins profondes situées sur les rives (voir profil n°3) et donc de perte d'habitat est relativement fort sur ces secteurs.

5. PROBLÈMES ACTUELLEMENT RENCONTRÉS

- ▶ **L'irrigation par submersion nécessite un débit minimum**, et non un volume minimum : avec un faible débit toute la journée, il ne peut pas irriguer en gravitaire la rive droite : la surverse nécessaire à la submersion des prés n'a lieu qu'à partir d'un certain débit. Aussi, ce type d'irrigation semble incompatible avec l'instauration du débit réservé.
- ▶ Les terrains à irriguer ne sont pas plans, et sont relativement pentus : l'eau emprunte des chenaux préférentiels au lieu de s'écouler en nappe, ce qui **diminue l'efficacité de l'irrigation**.
- ▶ **Difficultés financières pour toute dépense supplémentaire**. M. Therond indique qu'avec un troupeau de 17 vaches, son bénéfice agricole est apporté uniquement par les primes de la PAC (les prix des bovins ne cessent de diminuer et sont plus bas que lorsqu'il a commencé son activité, en 1981). Il aurait ainsi beaucoup de mal à réaliser des dépenses supplémentaires pour son béal (bassin de stockage en RD, étanchéification). L'arrosage sous pression pour l'ensemble des prairies représenterait une dépense supplémentaire.



BEAL 21 rive gauche (SAL 6) – Canal de la Roque	
Rivière prélevée :	La Salendrenque au niveau de Lasalle
Entretien mené :	31/07/08 au lieu dit La Rocque, commune de Lasalle – 20/08/08 Tracé GPS. Mesures le 31/07/2009
Personnes rencontrées :	M. THEROND Jean-Claude
Superficie du BV intercepté par la prise :	47,56 km ²

1. RESSOURCES EN EAU

L'eau est prélevée dans la rivière la Salindrenque au niveau d'un seuil qui alimente 2 béals : le béal du Mogador en rive droite (21 RD – SAL5) et le Canal de la Roque en rive gauche (21 RG – SAL6). Le rejet des eaux excédentaires s'effectue en contrebas dans la Salindrenque.

Le débit mesuré sur la Salindrenque 180 mètres en amont du seuil est de 191 l/s. On observe un apport d'eau latéral dans le béal au niveau du ruisseau du Margoul, quantifié à 18 l/s. Deux autres petits ruisseaux alimentent le béal au niveau du camping, mais les débits étaient négligeables.

Le débit mesuré à l'entrée du béal est de 142 l/s, soit 74% du débit du cours d'eau. Une petite partie du débit du ruisseau du Margoul est restituée au cours d'eau au niveau de la confluence par une vanne qui fuit (voir photo 2).

A titre de comparaison, les estimations sommaires du SMAGE (16/07/08) avaient fait état d'un débit du cours d'eau amont de 250 l/s, en entrée du béal de 90 l/s, soit un taux de prélèvement de 36%.

Ces valeurs doivent être considérées avec précaution car il s'agit d'évaluations et non de mesures précises.

Le 31/07/2009, un prélèvement de 44 l/s a été mesuré au niveau de la prise. Il restait 7 l/s en aval dans la rivière. Le prélèvement concernait donc 86% du débit du cours d'eau.

2. PATRIMOINE

Selon M. Théron, le béal de La Rocque date de 1340.

SCHÉMA DE LA PRISE D'EAU

Deux prises prélèvent au niveau du seuil : celle du canal de la Roque en rive gauche, et celle du Mogador en rive droite. Le seuil est en pierres maçonnées, globalement en bon état, mais des branches étanchéifiées avec du sable ont été déposés sur les irrégularités de la crête du seuil afin de les lisser et de limiter la surverse du seuil. Une surverse a tout de même lieu de l'autre côté (en s'approchant de la rive gauche). Le débit surversé s'écoule dans des petites gorges sous le pont routier.

Selon M. Théron, le seuil aurait besoin d'être rénové et rehaussé, car la hauteur du seuil détermine le débit prélevé. Ainsi, il aimerait demander une autorisation de seuil provisoire par-dessus le seuil déjà existant, pour que ses deux béals puissent fonctionner correctement mais ne sait pas à qui s'adresser.

Lors de la campagne du 30/07/09, le béal de rive gauche était en eau et celui de rive droite hors d'eau. Lors de la campagne du 28/08/09, le béal de rive droite était en eau mais pas celui de rive gauche.

Une marque à la peinture a été réalisée le 30/07/09 10 cm au-dessus du niveau de l'eau dans le béal de rive gauche, qui prélevait alors 44 l/s. Lors de la campagne du 28/08/09, le béal de rive droite prélevait 32 l/s.

Le fond de la prise du canal de la Roque (RG) est plus bas que celui du Mogador (RD) : M. Thérond, l'agriculteur qui exploite ces 2 béals, doit colmater la martelière de prise du béal de rive gauche (par des journaux) pour arriver à prélever en rive droite. Une station de mise sous pression existe en rive gauche : elle irrigue des prairies en rive droite également situées au-dessus du béal de rive droite. Les prairies en contrebas des béals sont irriguées gravitairement. En rive droite, les terrains ne sont pas plans et sont relativement pentus. Ainsi l'eau emprunte des chenaux préférentiels au lieu de s'écouler en nappe, ce qui diminue l'efficacité de l'irrigation.

Photo 1 : rive droite : tuyau de distribution sous pression

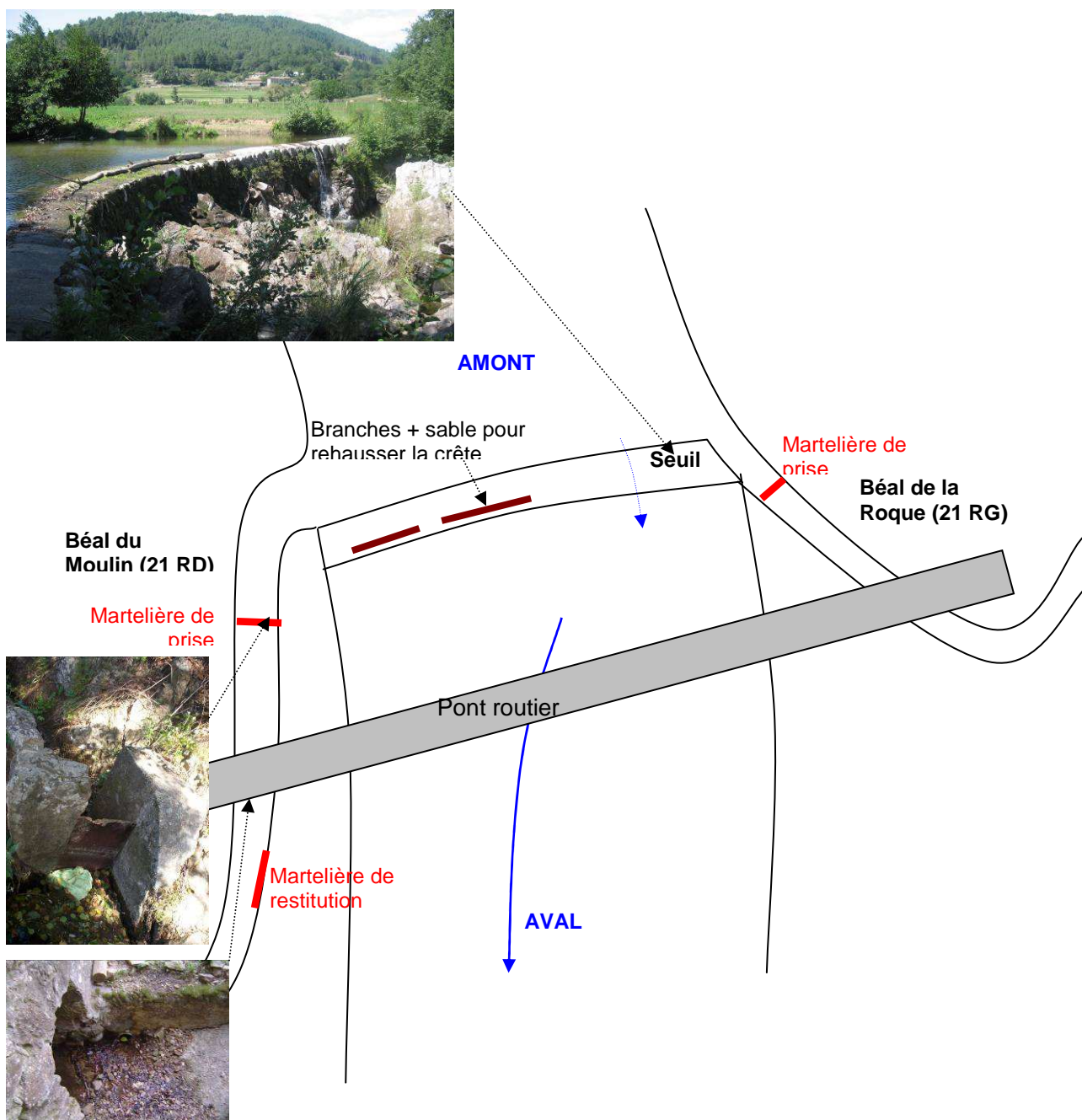


Photo 2 : Irrigation gravitaire en rive droite et restitutions à la rivière.



Photo 3: Restitution en rive droite avec béal en eau et avec béal hors d'eau





3. PROBLÈMES ACTUELLEMENT RENCONTRÉS

- **L'irrigation par submersion nécessite un débit minimum**, et non un volume minimum : avec un faible débit toute la journée, il ne peut pas irriguer en gravitaire la rive droite : la surverse nécessaire à la submersion des prés n'a lieu qu'à partir d'un certain débit. Aussi, ce type d'irrigation semble incompatible avec l'instauration du débit réservé.
- Les terrains à irriguer ne sont pas plans, et sont relativement pentus : l'eau emprunte des chenaux préférentiels au lieu de s'écouler en nappe, ce qui **diminue l'efficacité de l'irrigation**.
- **Difficultés financières pour toute dépense supplémentaire**. M. Therond indique qu'avec un troupeau de 17 vaches, son bénéfice agricole est apporté uniquement par les primes de la PAC (les prix des bovins ne cessent de diminuer et sont plus bas que lorsqu'il a commencé son activité, en 1981). Il aurait ainsi beaucoup de mal à réaliser des dépenses supplémentaires pour son béal (bassin de stockage en RD, étanchéification). L'arrosage sous pression pour l'ensemble des prairies représenterait une dépense supplémentaire.

CANAL

Le béal, d'abord en béton à son entonnement, poursuit en terre avec quelques passages en béton.

Après les terres de M. Thérond, le béal passe en souterrain et traverse le camping de la Pommeraie. Des regards tous les 50 mètres permettent d'y accéder.

A la sortie du camping, le béal arrive dans les terres de M. Vialat. Il n'est alors plus entretenu. M. Vialat profite uniquement de l'eau qui arrive pour irriguer son premier champ.



Photo 2 : Béal et vanne de restitution



Photo 3 : Station de pompage

OUVRAGES

Le béal est équipé de 2 vannes de restitution, constituées de planches en bois amovibles, grossièrement étanchéifiées. L'une à la confluence du ruisseau, l'autre juste avant l'arrivée dans les terres irrigables. Elles sont à l'origine des principales fuites du béal.

Une station de pompage est installée à l'entrée des terres irriguées. Elle alimente les asperseurs des prairies en amont des béals 21RG-SAL6 et 21 RD-SAL5. Le béal alimente ensuite un réservoir dont le surplus est restitué au cours d'eau ou utilisé pour l'irrigation.

4. USAGES

IRRIGATION

Le béal permet l'irrigation de 6,3 ha de prairies pour la fauche et le pâturage.

- Il traverse en premier lieu les prairies de M. Thérond, dernier agriculteur des environs à élever des bovins (troupeau d'une vingtaine de bêtes). Il irrigue 4,5 ha de prairies. L'irrigation permet une 2^e fauche annuelle, avant la mise en pâture.
- La prairie de M. Vialat (en aval du camping) a une superficie de 1,8 ha et sert de pâturage pour ses chevaux et ses ânes.

L'irrigation est pratiquée en gravitaire sur 3,8 ha, et par aspersion sur 2,5 ha.

Les prairies sont irriguées approximativement tous les 10 jours à partir du mois de mars jusqu'au mois de septembre. Cette année, M. Thérond a commencé à irriguer au mois de juin, compte tenu des précipitations importantes qui ont eu lieu au printemps.

ABREUVEMENT DU BÉTAIL

Le béal sert à l'abreuvement du bétail, notamment des chevaux et ânes de M. Vialat

ARROSAGE DE JARDINS

Le jardin du moulin de M. Beauvarlet est traversé par le canal. Il est possible qu'il l'utilise pour arroser son jardin.

CAMPING

Le camping ne prélève pas d'eau dans le béal. Mais les sanitaires du camping semblent dégrader nettement la qualité de l'eau.

5. ANALYSE DES FACIÈS D'ÉCOULEMENT DU TRONÇON IMPACTÉ

Une analyse des faciès d'écoulement du tronçon de cours d'eau impacté par le béal a été réalisée pendant l'étiage 2009. L'intégralité de l'analyse est présentée dans le rapport Note sur les campagnes de terrain complémentaires à l'étude du PGCR des Gardons réalisé par BRL Ingénierie.

Il est proposé de présenter les conclusions :

Répartition des faciès d'écoulement et sensibilité du tronçon:

Béals n°21 (RG et RD)		
Faciès d'écoulement	linéaire (m)	% de recouvrement
Fosse profonde	12	2
Mouille	60	10
Plat/chenal lentique	375	64
Radier	70	12
Rapide	66	10.5
Cascade	2	0.5
Chute	0	0

Les faciès lenticques représentent à l'étiage plus de 70 % des habitats ce qui peut être considéré comme fort. Ce tronçon est peu favorable aux espèces de milieux lotiques (barbeau commun, chabot...) à la différence des espèces de milieux lenticques.

Les profondeurs observées sont moyennes à faibles notamment à proximité de secteurs à rupture de pente (radier...). Le risque d'assèchement des parties de cours d'eau moins profondes situées sur les rives (voir profil n°3) et donc de perte d'habitat est relativement fort sur ces secteurs.

6. ORGANISATION

DROIT D'EAU

Sur ce béal, il existe un droit d'eau datant de 1817 (Cf : photocopie du droit d'eau). Les droits d'eau concernent 3 propriétés :

- ▶ Exploitation de M. Thérond
- ▶ Camping La Pommeraie
- ▶ M. Vialat Robert.

Les droits d'eau de chacun des propriétaires, selon un tableau transmis par le camping de la Pommeraie, sont les suivants :

- ▶ La Pommeraie : lundi 14h au mardi 8 h, vendredi 8 h au samedi 8h = 42h.
- ▶ Jean-Claude Thérond : du samedi 8h au lundi 14h = 54h.
- ▶ Robert Viala : du mardi 8h au vendredi 8h = 72h.

En réalité, ces droits d'eau ne sont plus respectés, des accords sont passés à l'amiable. M. Thérond utilise plus d'eau puisque son activité en dépend. Le camping n'utilise pas l'eau du béal mais souhaite conserver le droit d'eau.

ORGANISATION

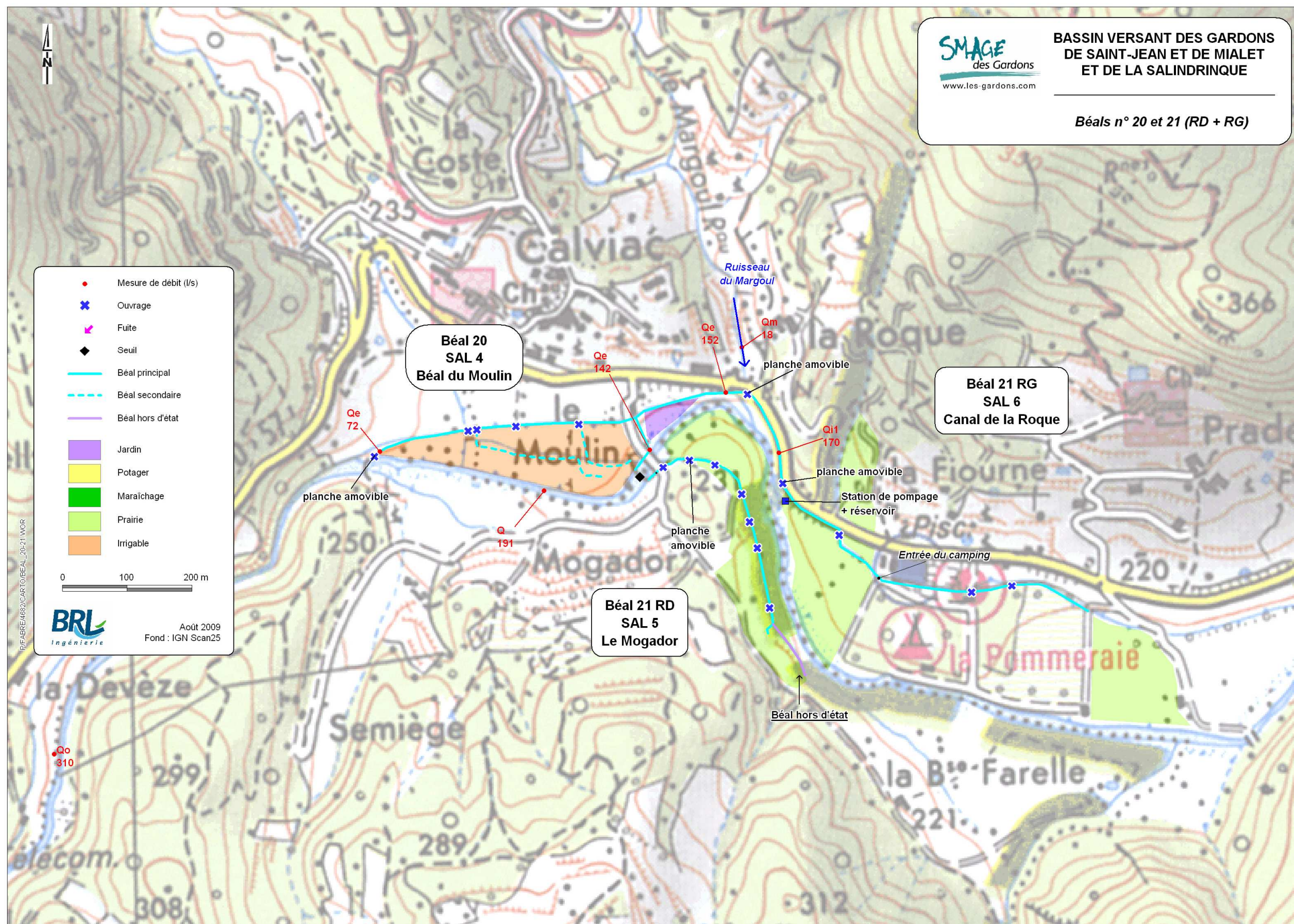
Autrefois, l'ASA de La Rocque (qui n'existe plus aujourd'hui) gérait les tours d'eau. Aujourd'hui, M. Thérond est le seul agriculteur à utiliser le béal.

GESTION DE L'EAU

Le béal est à sec en hiver. En période estivale, le béal n'est entièrement en eau que lorsque M. Therond irrigue. Le reste du temps, tout le débit retourne à la rivière en amont de ses champs (au niveau du ruisseau du Margoul ou de la planche amovible en entrée de champ). Ce qui implique tout de même qu'une partie du cours d'eau est court-circuitée en permanence.

ENTRETIEN DU BÉAL

Chaque propriétaire est chargé de l'entretien dans sa propriété. En pratique, seul M. Thérond entretient le béal en le débroussaillant une fois par an, de la prise jusque dans ses champs. Il le désensable à la main lorsqu'il y a de fortes crues.



BEAL 22 (SAL 7) – Pépinière de la bambouseraie	
Rivière prélevée :	La Salendrenque sur la commune de Thoiras, à Malerargues.
Entretien mené :	19/08/08, à la bambouseraie de Prafrance, Générargues.
Personnes rencontrées :	M. CROUZET Simon, gérant et propriétaire de la pépinière de Malérargues.
Superficie du BV intercepté par la prise :	54,14 km ²

M. Crouzet est possesseur et gère la pépinière de Malérargues depuis moins d'un an. Il a repris la gestion de la pépinière à la suite de son père.

1. RESSOURCES EN EAU

Le béal prélève dans la Salindrenque en rive gauche. La mesure de débit a été effectuée en aval du seuil de prélèvement car la largeur du plan d'eau en amont rendait la mesure difficile. Le sol est de type granitique, donc les écoulements subsurface doivent être négligeables. Le débit mesuré sur la Salindrenque en aval de la prise du béal est de 833 l/s. Au même niveau, la mesure du béal est de 111 l/s. On en déduit le débit de la Salindrenque en amont du seuil : 944 l/s. Le taux de prélèvement par le béal est donc de 12%.

La prise d'eau étant encombrée par des flottants, la mesure de débit donne en réalité 83 l/s lorsque la prise est encombrée et 111 l/s après dégrillage manuel.

A titre de comparaison, les estimations sommaires du SMAGE (24/07/08) avaient fait état d'un débit du cours d'eau amont de 160 l/s, en entrée du béal de 90 l/s, soit un taux de prélèvement de 56%.

Ces valeurs doivent être considérées avec précaution car il s'agit d'évaluations et non de mesures précises.



Photo 1 : Seuil sur la Salindrenque



Photo 2: prise d'eau

2. PATRIMOINE

SEUIL

Le seuil mesure 46 mètres de long pour 3,5 mètres de haut. En pierre maçonnée, il est remarquable du point de vue architectural et esthétique (photo 1). Il est globalement en très bon état, seule une pierre manquante laisse passer une bonne partie du débit en son milieu.

OUVRAGE DE PRISE

La prise d'eau est équipée d'un système de grille et d'une vanne de restitution au cours d'eau. Ses dimensions sont les suivantes : 0,60 m de largeur et 0,54 m de profondeur.

CANAL

Le premier tronçon est bétonné (voir photos ci-dessous).



Photo 3 : premier tronçon du béal



Photo 4: busage du canal



Photo 5: regard

80 mètres après la prise, le canal est busé et passe en souterrain sur 450 m. Des regards sont placés de manière assez régulière tous les 50 mètres.



Photo 6 : Entrée du béal dans la pépinière

525 mètres après la prise, le canal réapparaît. Il est alors en terre, plus large (jusqu'à 3 mètres) et particulièrement envasé (30 cm), voir photo 3. Un débit de l'ordre de 100 l/s est mesuré, avec une forte incertitude de mesure (30%) due à l'envasement et à l'encombrement du canal par des racines et des branches. En somme, la quasi-totalité des débits entrant à la prise d'eau arrivent à la pépinière.

La sortie du béal s'effectue dans le fossé de la route du Mazelet, où l'eau rejoint rapidement la Salindrenque. Le débit mesuré est toujours de l'ordre de 100 l/s avec une forte erreur de mesure due à la vitesse importante et à la faible hauteur d'eau. Il faut retenir que lors de la visite, le système d'irrigation n'était pas en fonctionnement, et l'ensemble du débit prélevé était restitué 1,2 km plus loin à la sortie du béal.

Quelques fuites mineures ont été observées dans le premier tronçon du béal, mais il semble que globalement les pertes sont négligeables. La vase permet sans doute d'imperméabiliser la seconde partie en terre

3. USAGES : IRRIGATION



Photo 7 : Pépinière de bambous



Photo 8 : Lignes d'érables

SURFACES IRRIGUÉES

La surface totale du terrain est de 29 ha (Pépinière + bamboueraie). 2 à 3 ha ne sont pas cultivés.

Les cultures sont les suivantes :

- 24 à 25 ha de bambous (photo 4), dont seuls 9 ha semblent irrigués (par aspersion)
- 2 ha d'érables (photo 5) irrigués en gravitaire.

La pépinière produit ainsi :

- Les feuillages pour les pandas de zoo, vendus directement de la pépinière,
- Les chaumes, c'est-à-dire les troncs des bambous, pour la construction et la décoration,
- Les plantes pour la pépinière de Prafrance.

Généralement, la pluviométrie locale est suffisante pour préserver la pépinière. Cependant, la qualité des bambous dépend fortement de l'irrigation, particulièrement pour les jeunes pousses. Elle permet de passer les étés secs sans perte de production.

TECHNIQUES D'IRRIGATION

L'ensemble de l'exploitation est irrigué par des asperseurs alimenté par la pompe, mis-à-part les lignes d'érables, qui sont irrigués en gravitaire par débordement.

Le système d'irrigation est équipé de pompes à variation fréquentielle, ce qui permet de régler le débit avec précision pour ne prélever que le nécessaire dans le béal. Le tout est commandé par des électrovannes qui permettent l'automatisation du système. Ainsi, très peu d'opérations manuelles sont effectuées.

STRATÉGIE D'IRRIGATION

En hiver, seuls les jeunes plants sont généralement irrigués. Mais si l'hiver est très sec, l'irrigation peut être étendue. En période estivale, l'aspersion est effectuée en grande partie la nuit.

ORGANISATION

La pépinière est une unité de production dépendant directement de la bamboueraie de Prafrance, notamment pour le système commercial. C'est est une SCEA : société civile d'exploitation agricole. Elle est soumise depuis cette année aux critères du label MPS, qui permet, en établissant un suivi des consommations d'énergie et de pesticides, de noter l'entreprise et ses filiales de manière globale. Cette note sera obtenue d'ici l'année prochaine.

M. Crouzet. est propriétaire et gestionnaire de la pépinière seulement depuis cette année. Il n'est pas encore au courant de l'ensemble des droits et devoirs liés à l'utilisation du béal.

GESTION DE L'EAU

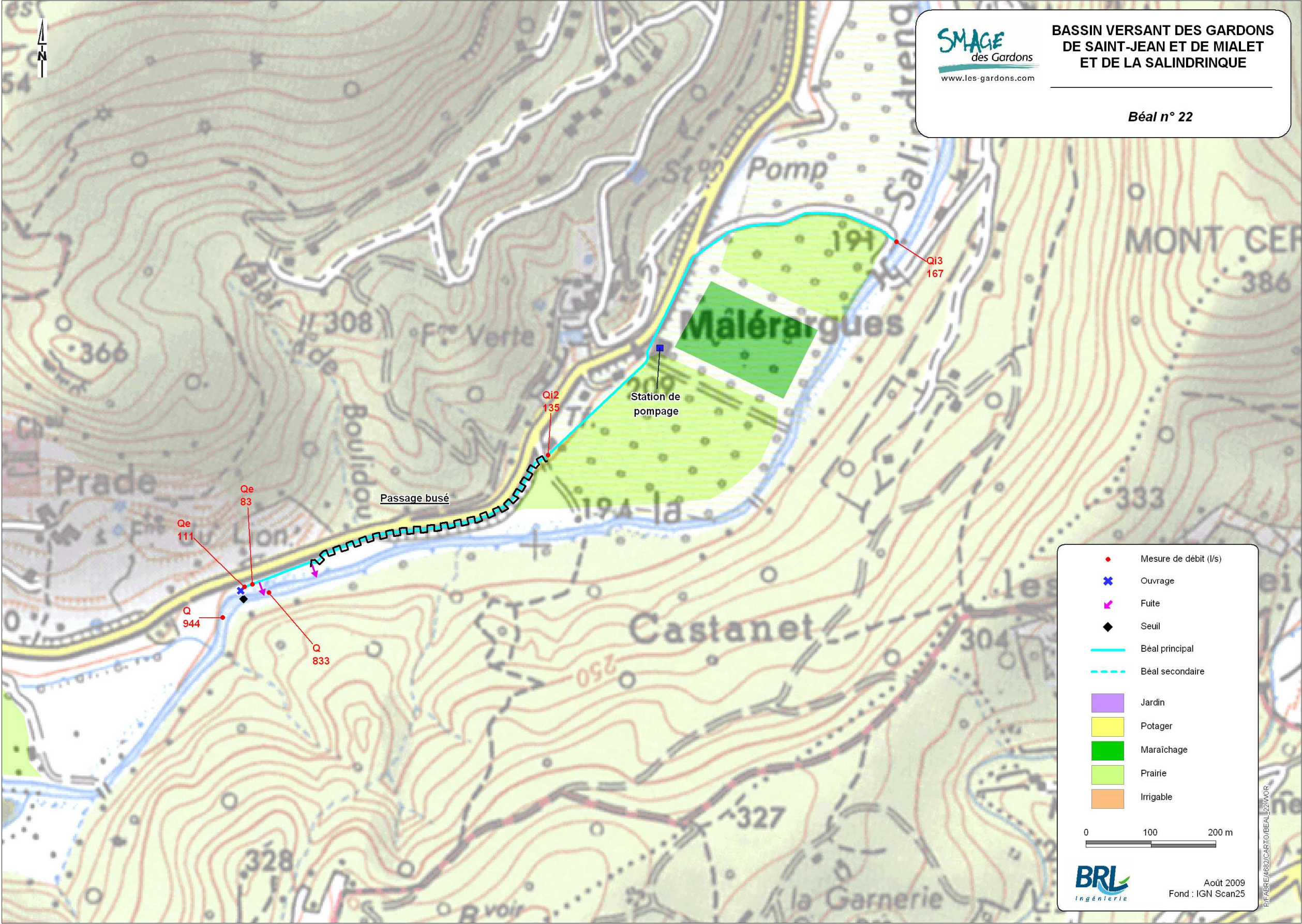
Le canal est en eau toute l'année.

Des compteurs vont être installés avant le printemps prochain sur les pompes.

ENTRETIEN

L'entretien du béal est le suivant :

- ▶ Curage 1 fois par an
- ▶ Elagage et débroussaillage
- ▶ Visite du béal 2 fois par semaine contrôler le bon fonctionnement et l'évacuation des flottants à l'entonnement.



BEAL 23 (SAL 8) – Le Moina	
Rivière prélevée :	La Salendrenque sur la commune de Thoiras
Entretien mené :	20/08/08 à Thoiras. Lieu-dit Le Moina
Personnes rencontrées :	M. VERDI Serge, agriculteur et employé à mi-temps dans un camping.
Superficie du BV intercepté par la prise :	66,36 km ²

1. RESSOURCES EN EAU

Cette année est exceptionnelle compte tenu des précipitations importantes pour la saison. En particulier, des précipitations ont eu lieu les jours précédant les mesures.

Le béal prélève dans la Salindrenque en rive gauche, dont le débit mesuré est de 280 l/s. Le débit mesuré à l'entrée du béal directement après la 1^{ère} restitution est de 53 l/s, soit un taux de prélèvement de 19%. Le débit mesuré à l'entrée des prairies irriguées est de 43 l/s, attestant de pertes le long du linéaire du béal.

A titre de comparaison, les estimations sommaires du SMAGE (01/07/08) avaient mesuré un débit en entrée du béal de 60 l/s, et pour un débit en rivière de 290 l/s soit un prélèvement du débit de 20%.

Ces valeurs doivent être considérées avec précaution car il s'agit d'évaluations et non de mesures précises.

2. PATRIMOINE

Le béal a été construit par les moines au 18^{ème} siècle et acheminait l'eau jusqu'au Martinet. Le seuil et le début du canal ont été emportés en 1958. Aujourd'hui, l'eau ne court plus jusqu'au moulin et s'arrête en amont, au niveau des parcelles de M. Verdi.

SEUIL

Le seuil, d'une largeur de 56 mètres sur 2 de hauteur, est en pierres maçonnées.

En période estivale, l'eau ne passe quasiment pas au-dessus du seuil, elle est entonnée dans le béal qui en restitue une grande partie à l'aval immédiat du seuil.



Photo 1: Vue du seuil



Photo 2: le béal au niveau de la prise : rive droite bétonnée et rive gauche creusée dans la terre.

CANAL

Deux vannes de restitution en entrée du béal permettent de mettre le béal hors d'eau en hiver.

Le canal est au départ bétonné sur sa rive droite, et en terre sur sa rive gauche par conséquent très érodée.

Les sangliers provoquent des dégâts sur les berges, allant jusqu'à leur effondrement, ce qui nécessite un entretien régulier.

Une fuite importante est localisée en aval immédiat du pont, à une cinquantaine de mètres de la prise.

OUVRAGES

Les vannes permettant l'irrigation des champs par submersion sont déplacées 1 fois par jour environ. Travaillant dans un camping à mi-temps, M. Verdi n'est pas toujours disponible pour venir s'en occuper.

Ces vannes sont assez sommaires et sont constituées d'une planche de métal amovible et colmatées avec des sacs en plastique afin de réduire les fuites.



Photo 3: Vanne

3. USAGES

IRRIGATION

M. Verdi déclare exploiter 1,5 ha de prairies irriguées (1ha seulement sont repérés sur la carte). Il est propriétaire de la moitié, l'autre moitié appartient à Mme Bourguet, retraitée.

L'irrigation est pratiquée gravitairement et permet 3 fauches par an. Sans irrigation, une seule fauche serait effectuée. Le foin est en partie conservé pour l'alimentation des chèvres, et en partie vendu à un propriétaire de Tornac pour ses chevaux.

ARROSAGE DE JARDINS

Des jardins potagers sont arrosés avec l'eau du béal par MM Fontaine, sur une surface de 100 m² au maximum.

4. GESTION DE L'EAU

DROIT D'EAU

Autrefois, le droit d'eau de M. Verdi était de 2 heures par jour. Etant aujourd'hui le seul exploitant, il utilise l'eau comme bon lui semble.

Il y a 5 ans, lorsqu'il a hérité des terres de son oncle, M. Verdi a fait une demande d'autorisation de prélèvement à la préfecture. Il est autorisé à prélever dans la Salindrenque de début juin jusqu'à la fin du mois d'août.

M. Verdi a reçu les papiers de déclaration de prélèvement de l'Agence de l'Eau. Mais l'agriculture n'étant pas son activité principale, la taxation de l'eau entraînerait l'abandon de l'exploitation.

GESTION DU BÉAL

M. Verdi est responsable de la gestion de l'eau du béal et de l'entretien puisqu'il en est le principal utilisateur.

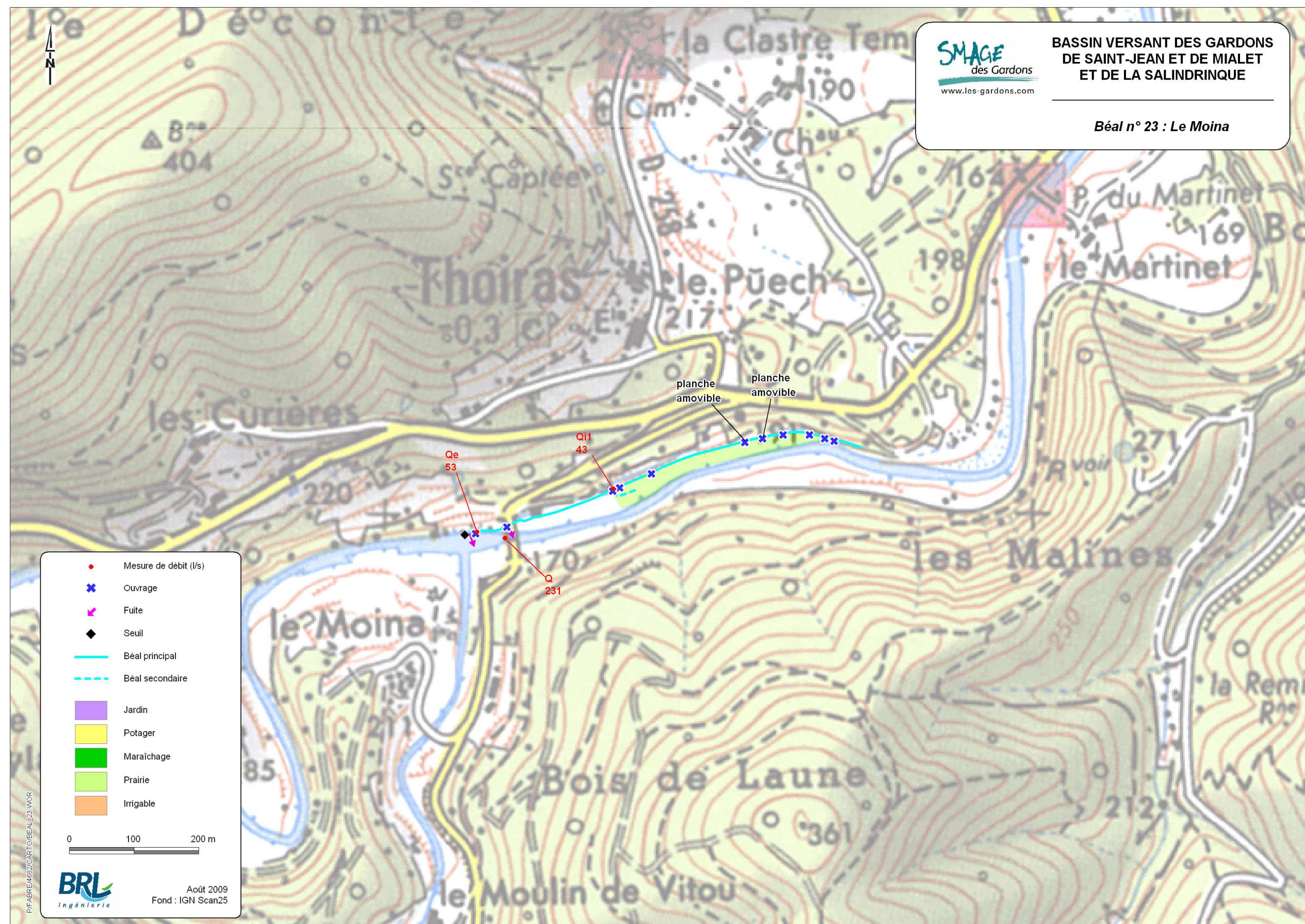
En règle générale, le béal fonctionne les 3 mois d'été (juin à août), période pendant laquelle il est en eau. Mais cette année, M. Verdi a commencé à utiliser l'eau du béal seulement le 15 juin, du fait des importantes précipitations survenues au printemps.

Pendant la période hivernale, le béal n'est pas en eau : les deux vannes de restitution à la rivière sont ouvertes.

Lors des années de restriction, M. Verdi n'a plus pu arroser. En effet, la restriction des horaires d'arrosages rompt le cycle du béal, qui doit recharger le sol sur tout son parcours avant d'arriver aux prairies : lorsque le béal est mis en eau à 20h, le lendemain matin l'eau parvient à peine aux prairies.

ENTRETIEN

M. Verdi consacre environ 2 jours par an à l'entretien du béal et effectue tous les travaux à la main, le béal n'étant pas accessible aux machines.



BEAL 35 (GASC 2) – Le Duc	
Rivière prélevée :	Le Gardon de Ste Croix sur la commune de Le Pompidou.
Entretien mené :	12/08/08 à Pont-Ravagers
Personnes rencontrées :	M. Rauzier, agriculteur retraité, encore en activité (agriculture, gîte). Mme. Rauzier. M. Rauzier fils, agriculteur.
Superficie du BV intercepté par la prise :	34,27 km ²

Lors de la visite de ce béal, de fortes averses orageuses avaient eu lieu sur les Cévennes depuis la veille au soir. Par conséquent, les mesures de débits sont à relativiser, compte tenu de l'augmentation des hauteurs d'eau en rivière (notamment au niveau des seuils), de la saturation des sols, et des déversements dans le béal par ruissèlement. Des témoins dans la vallée de la Salindrinque nous ont signalé 60 mm de précipitation en 24h. A titre indicatif, en comparant les mesures dans la Salindrinque de la semaine précédente et celles du 13 août, il apparaît une augmentation du débit de plus de 50%.



Photo 1 : Béal en surplomb de la route D983

1.RESSOURCES EN EAU

Le béal prélève dans le Gardon de Sainte-Croix en rive gauche. Le débit mesuré ce jour-ci était de 229 l/s, exceptionnellement important pour la saison. Le débit entrant dans le béal était de 36 l/s, soit 16% du débit de la rivière.

Il y a relativement peu de pertes au niveau de la prise : 32 l/s arrivent 100 mètres plus loin en amont des terres irrigables. Seuls 3 l/s atteignent la dernière ferme.

A titre de comparaison, les estimationss du SMAGE (01/07/08) avaient mesuré un débit en entrée du béal de 20 l/s, et un débit en sortie de 7 l/s. Il s'agit d'évaluations sommaires.

2.PATRIMOINE

Selon les dires de M. Rauzier, le béal daterait de l'époque de Paul Riquet. De nombreux travaux ont été menés ces 50 dernières années :

- 1958 : reconstruction du seuil lui-même. Une demande de subvention avait été faite mais n'a pas été obtenue.
- 1998 : pose de l'enrochement du seuil (pierres de 2 à 3 mètres de long)
- 2003 : restauration de l'enrochement, en profitant des moyens du chantier de la station hydrographique de Pont-Ravagers, géré par le SPC Grand Delta (ref : V115010)

A l'époque, le béal servait de système d'adduction d'eau potable pour la maison.

SEUIL

Le seuil est en enrochements (photo 2). Une taule en acier permet l'étanchéification du dispositif et une bonne horizontalité de l'ouvrage. L'enrochement est dégradé à chaque crue, malgré les nombreux travaux de réfection.



Photo 2 : Seuil



Photo 3 : Prise d'eau : palette de dégrillage

OUVRAGE DE PRISE

Il n'y a ni vanne de prise, ni ouvrage de restitution directement après l'entonnement. Une palette en bois est disposée en travers du béal pour filtrer les corps flottants (photo 3). Les dimensions du béal au niveau de la prise sont de 1,20 m de large sur 0,40 m de profondeur.

CANAL

L'entrée du béal est en béton, puis arrive rapidement au dessus des prés irrigués. Il est alors creusé dans la terre, et parfois dans la roche. Les pertes se font principalement par infiltration.

Un envasement de 10 à 30 cm a été observé par endroits. Des dégâts importants sont infligés par les castors dans la partie amont : transport de corps flottant dans le béal, création de barrages, nombreuses tranchées (tous les 10 mètres).

Au niveau du lieu-dit « La Rochelle », dans le virage de la D983, un aménagement pour le passage d'un ruisseau sous la route a été récemment effectué, en même temps que l'élargissement de cette dernière. Une buse provisoire a été posée sur le béal, mais n'a pas été retirée, ce qui gêne les écoulements du béal à ce niveau.



Photo 4 : point bas avec vanne de restitution



Photo 5 : Dégâts occasionnés par les castors

Le canal passe sous la route après les deux premiers prés. Des dalles en schiste recouvrent le franchissement et sont endommagées par le passage des camions. Juste en aval du franchissement, des prises alimentent d'abord un pré puis la ferme de la Vigère (ancien moulin), qui est une résidence secondaire. La dernière partie, en béton, surplombe la route et débouche dans un bassin juste en aval de la maison familiale. Le débit du béal dans le bassin est alors de 3 l/s. En sortie de bassin, un rejet s'effectue dans le cours d'eau juste en aval de la station hydrométrique de Pont Ravagers.



Photo 6 : prise d'eau au niveau de la Vigère, Photo 7 et Photo 8 : passages busés.

Un relevé au laser avait été effectué sur le canal. Le dénivelé mesuré est de 3,60 mètres pour 1,28 kilomètres de linéaire, soit une pente de 0,28%.

OUVRAGES

3 ouvrages de fonctionnement sont à noter :

- Une vanne de restitution, située au niveau d'un point bas du fond du canal (photo 3), juste avant le passage sous la route, permet des vidanges régulières pour curer le béal. Anciennement, elle servait d'alimentation de secours pour le canal d'amener des eaux du moulin, situé 10 mètres en aval.
- Une vanne de restitution au niveau de l'ancien moulin (ferme de la Vigère)
- Un réservoir de 30 m³, servant de stockage pour alimenter le jardin et la dernière prairie.

3.USAGES

IRRIGATION

MM. Rauzier irriguent 3 ha de prés en contrebas du béal. Deux techniques d'irrigations sont utilisées :

- L'infiltration directement dans le canal, qui crée un écoulement de sub-surface et permet l'irrigation des 2 premiers prés (quasiment jusqu'à la traversée de la route)
- Le ruissellement, orienté par des tuyaux mobiles. Cette technique est utilisée lorsque la traversée de la route est nécessaire. Trois prises d'eau dans le canal sont réparties dans le 3^{ème} pré irrigué. Cette technique présente l'inconvénient d'attirer les sangliers qui piétinent autour des arrivées d'eau. Plus généralement, depuis la création du parc dans les années 70, le gibier occasionne d'importants dégâts pour l'agriculture dans les Cévennes, et notamment le sanglier.

Les prés sont irrigués 1 fois par semaine en moyenne, suivant la météo. Une à deux fauches par an sont réalisées. Le reste du temps, la prairie sert de pâturage pour les chèvres, qui changent tous les 3 jours d'emplacement.

Le fourrage est à destination du troupeau d'une centaine de chèvres de MM. Rauzier. La fauche des 3 ha de prairies irriguées ajoutée à celle des 26 ha non irrigués permet à l'exploitation d'être auto-suffisante en fourrage. La production de 90 000 litres de lait par an est vendue à la coopérative de Moissac.

ARROSAGES DOMESTIQUES

L'eau du canal dessert également quelques jardins en gravitaire.

- ▶ Le jardin de la ferme de la Vigère, petit jardin d'agrément
- ▶ Un potager d'environ 500 m²
- ▶ Un jardin d'agrément de l'ordre de 200 m², avec un dattier, un bananier, et des fleurs.
- ▶ Un petit verger de quelques arbres à Kiwi

ASSAINISSEMENT PLUVIAL

Le béal évacue les eaux de ruissèlement pluvial de la colline en rive gauche et réalise ainsi l'assainissement pluvial d'une partie de la route. Aussi, MM Rauzier souhaiterait que la DDE prenne à sa charge une part de l'entretien du béal.

4.GESTION DE L'EAU

DROIT D'EAU

Auparavant, il existait 7 propriétaires différents qui utilisaient le béal. Aujourd'hui, la famille Rauzier possède la quasi-totalité des terres irrigables. Les propriétaires La Vigère, résidence secondaire d'une famille américaine, utilisent le béal pour arroser leur jardin, mais ne participent pas à l'entretien (ni financièrement, ni par le travail). Ainsi, M. Rauzier pense qu'ils ne devraient pas avoir le droit d'eau dont ils usent.

GESTION DU BÉAL

Le béal est ouvert d'avril à fin août avec une fermeture 3 jours avant la fauche en juin.

La famille Rauzier gère la manipulation des vannes et s'occupe également de l'entretien :

- ▶ Remise du canal en état après l'hiver : 1 semaine de curage et de débroussaillage.
- ▶ Débroussaillage : 5 par saison
- ▶ Vérification du bon fonctionnement : 1 fois par semaine

5.NOTES COMPLEMENTAIRES

La famille Rauzier est très attachée à ses terres et au système de béal. La fermeture successive des exploitations agricoles voisines est, selon eux, due aux nouvelles contraintes de l'ONEMA, qui s'ajoutent aux difficultés liées aux sécheresses et aux dégâts des animaux sauvages. L'abandon des exploitations a un impact direct sur les cours d'eau et berges dont l'entretien est abandonné. Les actions du parc et de l'ONEMA sont souvent incomprises.

Le maintien des béals présente un réel intérêt selon MM Rauzier :

- ▶ Les seuils ralentissent les crues,
- ▶ Les béals permettent la rétention de l'eau dans les terres, et recharge les nappes phréatiques,

► Les béals contribuent à la préservation du patrimoine : la plupart des fermes de la vallée ont fermé à cause de contraintes de l'ONEMA liées aux prélèvements de l'eau et à l'entretien.

Les arrêtés sécheresse ne sont pas efficaces : en 2007, l'absence d'irrigation n'a pas amélioré l'état du Gardon qui était « sec ». De plus, ils affirment que l'utilisation des béals a un impact globalement positif sur le rechargement des nappes et les débits d'étiages. « Si tout le monde avait des béals, tous le monde aurait de l'eau ».

La présence de silure et de chevesne serait, selon eux, à l'origine de l'appauvrissement de la diversité faunistique des gardons. Les hérons, qui s'installent de manière permanente, ainsi que les cormorans de passages, sont autant de nouveaux prédateurs.

Ils ont signalé de nombreux gaspillages lors des salages de la DDE. Les sacs restent parfois au bord de la route toute l'année et le sel se retrouve ainsi directement dans le sol et le Gardon.

Ils soutiennent aussi que l'idée d'un barrage à la Borie n'était pas si mauvaise, en termes de solutions de ressource en eau.

BEAL 36 (GASC 3) – Le Martinet	
Rivière prélevée :	Le Gardon de Ste Croix, sur la commune de St-Etienne-Vallée-Française
Entretien mené :	07/08/2008, au village de vacances « Le Martinet »
Personnes rencontrées :	M. Robert FABRE, chargé de l'entretien du village de vacances, propriétaire des terres en aval de village et disposant également du droit d'eau.
Superficie du BV intercepté par la prise :	100,73 km ²

1. RESSOURCES EN EAU

Le béal prélève dans le Gardon de Sainte-Croix en rive gauche. Considérant la taille du seuil et donc l'importance des infiltrations possibles sous celui-ci, plusieurs mesures de débit ont été faites.

- ▶ 215 l/s à 250 mètres en amont du seuil. Le fond du lit étant constitué de galets, une part non négligeable des écoulements peut avoir lieu en souterrain.
- ▶ 218 l/s à 50 mètres en aval du seuil. Cette mesure étant faite dans un goulet creusé à même la roche par le Gardon, les écoulements souterrains doivent être négligeables. Pour avoir le débit total du Gardon, il faut donc additionner ce dernier au prélèvement du béal au niveau du seuil, soit 320 l/s au total.

Le béal prélève 102 l/s, soit la moitié du débit apparent du Gardon au niveau du seuil, mais en réalité, un tiers du débit total.

La vanne de restitution présente quelques mètres après la prise était fermée, mais non étanche. De même, des fuites importantes apparaissent dès les 10 premiers mètres du linéaire. Ainsi, seulement 33 l/s atteignent le bassin du village de vacances.

A titre de comparaison, les estimations sommaires du SMAGE (24/07/08) avaient fait état d'un débit en entrée du béal de 240 l/s, et d'un débit en entrée du bassin de 55 l/s.

Ces valeurs doivent être considérées avec précaution car il s'agit d'évaluations et non de mesures précises.

2. PATRIMOINE

Le béal servait à l'origine à transiter l'eau sur 500 mètres jusqu'à un moulin en rive gauche, puis franchissait le Gardon et longeait la route pour irriguer les champs en rive droite de celui-ci. Auparavant, c'était le frère de M. Fabre, agriculteur, qui exploitait les prairies grâce à l'eau amenée par le béal.

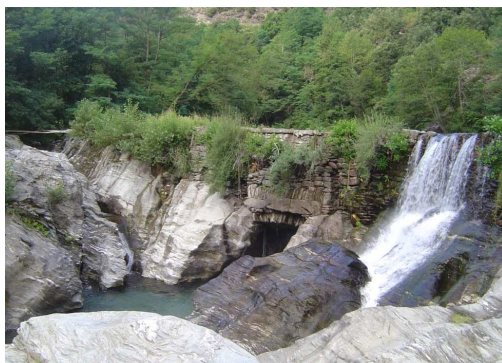


Photo 1 : Seuil permettant l'alimentation du béal



Photo 2 : Prise du béal, envahie par des flottants

SEUIL

Le seuil, d'une longueur de 68 mètres et de 7 m de haut (photo1), a été restauré récemment. Il est en béton et une partie en pierres maçonnées a été conservée.

Aucun entretien n'a été réalisé malgré les travaux de restauration relativement récents : des arbustes poussent entre les pierres et dans les fissures.

PRISE D'EAU

La prise d'eau, en bon état, comporte une vanne de restitution. Elle est obstruée partiellement par des corps flottant (branches, feuilles,...) et par un dépôt important de galets.

CANAL

Sur les 300 premiers mètres, le canal est creusé à même la roche, sur plusieurs mètres de hauteur à certains endroits, puis le canal est en béton et en terre. Les berges sont dégagées jusqu'au restaurant du village de vacances. A ce niveau, l'eau se jette dans le bassin du restaurant, puis retourne au Gardon en s'infiltrant dans les nombreuses fissures de l'ouvrage.



Photo 3 : Béal taillé dans la roche



Photo 4 : Bassin alimenté par le béal au niveau du restaurant

Initialement, le béal repartait du bassin et franchissait le Gardon par une buse de 300 mm sous le pont routier pour desservir la ferme de M. FABRE. Actuellement, cette partie aval est envahie de végétation et obstruée.

OUVRAGES



Les vannes de restitutions, au nombre de 3 (une au niveau de la prise, une 200 m après le seuil et une à l'arrivée du réservoir) fonctionnent, mais avec quelques fuites. Ce sont des planches métalliques amovibles, fixées par un boulon en position fermée.

ci-contre : Vanne de restitution, 200 mètres après le seuil



3. USAGES DE L'EAU

ALIMENTATION DU BASSIN D'AGRÉMENT

Aujourd'hui, l'eau ne sert plus qu'à alimenter le bassin, d'une capacité de 300 m³, qui n'est utilisé que pour l'agrément de la terrasse du restaurant du village vacances, et l'élevage de truites. Ce village-vacances est la propriété du SIVOM des Hauts Gardons. Le bassin est en très mauvais état et de nombreuses fuites empêchent le remplissage et l'évacuation des eaux par débordement.

Le SIVOM ne souhaite pas faire de travaux pour supprimer ou réduire le bassin, par souci d'économie.

ÉVACUATION DES EAUX USÉES

Lors de la construction de la station d'épuration il y a une vingtaine d'années, la buse du béal au niveau de la traversée du Gardon a été coupée, et utilisée pour évacuer les eaux usées du camping du village de vacances. Au moment de la reconstruction du pont, le busage a été refait, mais le passage des eaux du béal n'a pas été rétabli. Cela pourrait faire l'objet d'une mise en demeure mais M. Fabre ne le souhaite pas. Les prochains propriétaires pourraient faire valoir leur droit en cas de reprise de l'exploitation.



Photo 5 : buse coupée au niveau du pont



Photo 6 : Parcelle de M. Fabre à l'aval du pont (non irriguée mais irrigable)

IRRIGATION

Aucune irrigation n'est pratiquée. Mais le rétablissement de l'écoulement du béal jusqu'à la propriété de M. Fabre serait intéressant dans le cas où un agriculteur souhaiterait reprendre ses terres pour exploiter les prairies.

4. GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU

DROITS D'EAU

Les droits d'eau sont accordés à deux propriétaires :

- ▶ M. FABRE qui dispose en théorie de 3 jours par semaine.
- ▶ Le SIVOM des Hauts Gardons, propriétaire du village-vacances, qui dispose de 4 jours par semaine.

Néanmoins nous n'avons eu accès à aucun document attestant de ces droits d'eau.

GESTION DU BÉAL

C'est le restaurateur qui décide de l'ouverture du béal. Ce dernier reste en réalité ouvert toute l'année, pour alimenter le bassin. Or, l'ouverture du béal en hiver provoque un ensablement du bassin et n'est d'aucune utilité pour l'agrément du restaurant puisque le village-vacances est vide à cette période de l'année. En été, la prise d'eau est toujours ouverte afin d'éviter l'envasement du bassin.

ENTRETIEN

Le béal n'est pas entretenu, si ce n'est la coupe des mauvaises herbes pour permettre le passage des vacanciers du village-vacances. Le béal est ensablé, parfois sur une trentaine de centimètres.

- | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">▶ Un prélèvement très important (30 à 50% du débit du Gardon) par rapport à l'usage qui en est fait (bassin d'agrément).▶ Un béal qui alimente un bassin en très mauvais état et d'une capacité démesurée.▶ Aucune gestion ou entretien du béal.▶ Le SIVOM, propriétaire amont, a coupé le passage de l'eau chez le propriétaire aval et ne souhaite pas engager de travaux pour la réduction des pertes du bassin, ou les fuites. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

BEAL 37 (GAM1) – Seuil de la Bonté	
Rivière prélevée :	Le Gardon de Mialet, sur la commune de Mialet, prise au Lieu dit la Bonté
Entretien mené :	18/08/08, à la mairie de Mialet
Autres campagnes de terrain :	31/07/09 (béal ouvert) 7/09/09 (béal fermé)
Personnes rencontrées :	M. Jean Claude BONVILLE, président de l'ASA de Beau.
Superficie du BV intercepté par la prise :	232,64 km ²

En 2008, En raison de travaux sur le tronçon de MM. Chastand, le béal a été coupé la semaine précédant les mesures. La remise en eau pour les mesures a été faite à 7h le matin. Les relevés ayant été effectués à 11h, il est possible que la stabilisation des écoulements en régime permanent du béal n'ait pas encore été atteinte. Ainsi, les mesures en entrée des terres irriguées peuvent avoir été sous-estimées.

1. RESSOURCES EN EAU

PRÉLÈVEMENT DANS LE GARDON DE MIALET

Le béal prélève dans le Gardon de Mialet en rive gauche. La largeur du cours d'eau rend la mesure de débit à l'amont du seuil difficile : débit non mesuré en 2008 mais estimé à partir de la mesure aval et du prélèvement à 781 l/s ; mesure de 340 l/s en 2009 lors de la campagne béal ouvert, et 201 l/s lors de la campagne béal fermé. A l'aval du seuil, après la restitution, un débit de 617 l/s est mesuré en 2008, et 310 l/s en 2009 (campagne béal ouvert), 208 l/s (campagne béal fermé). Le lit étant constitué de galets, il est probable que l'incertitude soit forte en raison de la turbulence de l'écoulement et de la présence d'éventuels écoulements subsurfaciques au travers des alluvions. Le débit dans le béal en aval de la vanne initiale de restitution était de 267 l/s en 2008, et 82 l/s en 2009. Ainsi, le béal prélevait 34 % du débit du Gardon de Mialet en 2008 et 24% en 2009.

A titre de comparaison, l'ONEMA avait mesuré les débits dans le béal en septembre 2006 (188 l/s, 38% du débit du cours d'eau) et août 2007 (118 l/s, 54% du débit du cours d'eau). Les conditions de ces mesures sont détaillées plus bas.

Malgré un bon entretien par rapport aux autres béals, de nombreuses fuites existent. Le débit 200 mètres après la prise chutait à 164 l/s en 2008 (soit 21% du débit du Gardon) : le béal perdait ainsi plus de 100 l/s en 200m (fuites apparentes en particulier avant la traversée de la passerelle). A l'entrée des terres irriguées de M. PANTEL, il n'est plus que de 17 l/s et une dizaine de l/s en 2009. La longueur considérable de 1,8 km et les berges parfois en terre sont aussi responsables de ses pertes.

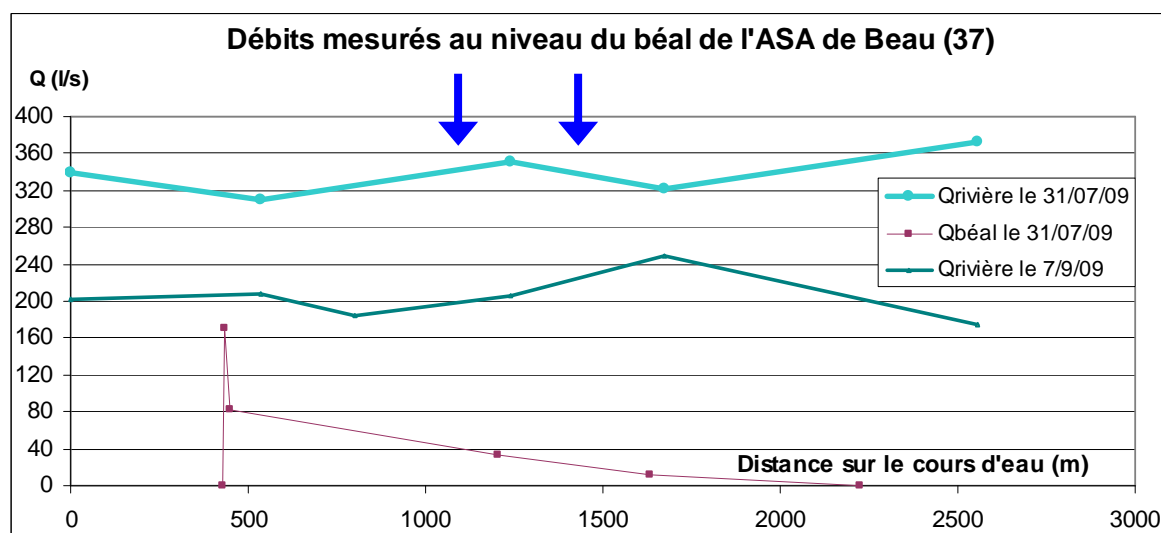
IMPACT LINÉAIRE DU PRÉLÈVEMENT SUR LES RESSOURCES EN EAU

Figure 1 : Résultats bruts des campagnes de mesure sur le béal de l'ASA de Beau.

Abscisse curviligne (Au départ de la mesure amont) (m)	Nom station	Qrivière le 31/07/09	Qrivière le 7/9/09
0	R37AM	340	201
535	R37AV	310	208
800			185
1238	R37AVAF1	351	206
1675	R37AVPON	322	250
2556	R37AVMAX	373	175

Abscisse curviligne (Au départ de la mesure amont) (m)	Nom station	Qbéal le 31/07/09
431		0
432	B37PRIS	170
451	B37AVREST1	82
1203	B37A1	34
1635	B37PON	12
2223	aval	0

Figure 2 : représentation de l'impact linéaire du prélèvement de l'ASA de Beau sur les débits du Gardon de Malet.



Conditions météorologiques des mesures : beau temps lors des 2 campagnes.

Le schéma précédent représente le débit le long du linéaire du cours d'eau et du béal, pour une campagne béals ouverts (le 31/07/09), puis pour une campagne béals fermés (7/09/09). La rivière reçoit l'apport de 2 affluents, représentés par des flèches bleues sur le schéma. Les débits des affluents étaient très limités (assez en flux superficiel, inféoflux de quelques litres par seconde, visibles quand le bedrock est apparent).

Le prélèvement du béal semble avoir un impact modéré sur le débit du Gardon : on observe une légère baisse du débit juste en aval du seuil. Nous tenons à souligner qu'en raison de l'épaisseur d'alluvions et de la forme du lit (écoulements superficiels par endroits sur de très faibles hauteurs), la précision des mesures de débit directement en aval du seuil est limitée.

2. PATRIMOINE

Le droit d'usage et le béal date de l'an 1747. Le béal était alors employé à l'irrigation de l'ensemble des terres irrigables. Aujourd'hui, les terrains sont surtout occupés par des résidences secondaires. Seul M. PANTEL a maintenu l'activité agricole.



Photo 1 : Le seuil



Photo 2 : Première partie du béal, vue vers l'amont

SEUIL

Le seuil est en pierres maçonnées, et mesure 81 mètres de long pour 3 mètres de haut. L'armature en fer est parfois apparente sur quelques mètres. Une chape de béton armé est disposée sur la partie immergée de l'ouvrage. Il est en bon état (photo 2). et a été restauré en 2001 par la communauté de communes du Grand Alès. On note néanmoins des infiltrations relativement importantes sous le seuil, apparentes à l'analyse des mesures de débit.

PRISE D'EAU

2 vannes sont nécessaires pour réaliser un réglage du débit. La première (martelière à crémaillère) réalise une perte de charge par rapport au niveau en amont du seuil (principe des « vases communicants »). A ouverture constante de la vanne de restitution, la 2^e vanne (martelière à chaîne) sert à régler le débit. Lors de notre passage en 2009, elle n'était pas ouverte complètement.

La prise est équipée d'une première vanne martelière à crémaillère en très bon état. Installée en 2001, elle a résisté aux crues de 2002 (Photo 3). La communauté de communes du Grand Alès avait financé la restauration du seuil, et l'ASA l'installation des vannes (sous la responsabilité de M. Pantel). La première vanne est disposée perpendiculairement au sens de l'écoulement, et cela lui confère une plus grande fragilité lors des crues. Elle est ouverte généralement sur 30 cm de haut, comme lors de la mesure effectuée en 2008. Ce dispositif pourrait être calibré pour avoir un ordre de grandeur du débit entrant. L'eau est dirigée vers une « chambre » d'où elle s'écoule soit vers la rivière en reprenant le même cheminement hydraulique que si elle avait déversé sur le seuil (voir schéma de la prise), soit vers le béal.

Une 2^e vanne de prise existe (martelière à chaîne), en travers du béal juste en aval de la vanne de restitution (Photo 4). Elle a été cadenassée pour éviter les actes d'incivisme (la manipulation de celle-ci par les baigneurs, le vol), qui se sont multipliés ces dernières années. En particulier, en 2009, juste après notre visite, la vanne de restitution a été volée.

Une marque à la peinture a été réalisée 10 cm au-dessus du niveau de l'eau en 2009. Dans la chambre, elle correspondait à environ 170 L/s, et dans le béal, à 80 L/s.

Le cheminement hydraulique de l'eau restituée au cours d'eau par la vanne de restitution rejoint celui des infiltrations sous le seuil ou des déversements au-dessus du seuil. **Ainsi le détournement par la partie amont du béal (jusqu'à la chambre) n'augmente pas l'impact qu'a déjà le seuil sur le cours d'eau. L'eau qui est effectivement soustraite au débit du cours d'eau est celle qui entre dans le béal en aval de la martelière à chaîne.**



Photo 3 : 1°vanne de prise



Photo 4 : 2°vanne de prise cadenassée et vanne de restitution

Figure 3: Schéma de la prise d'eau

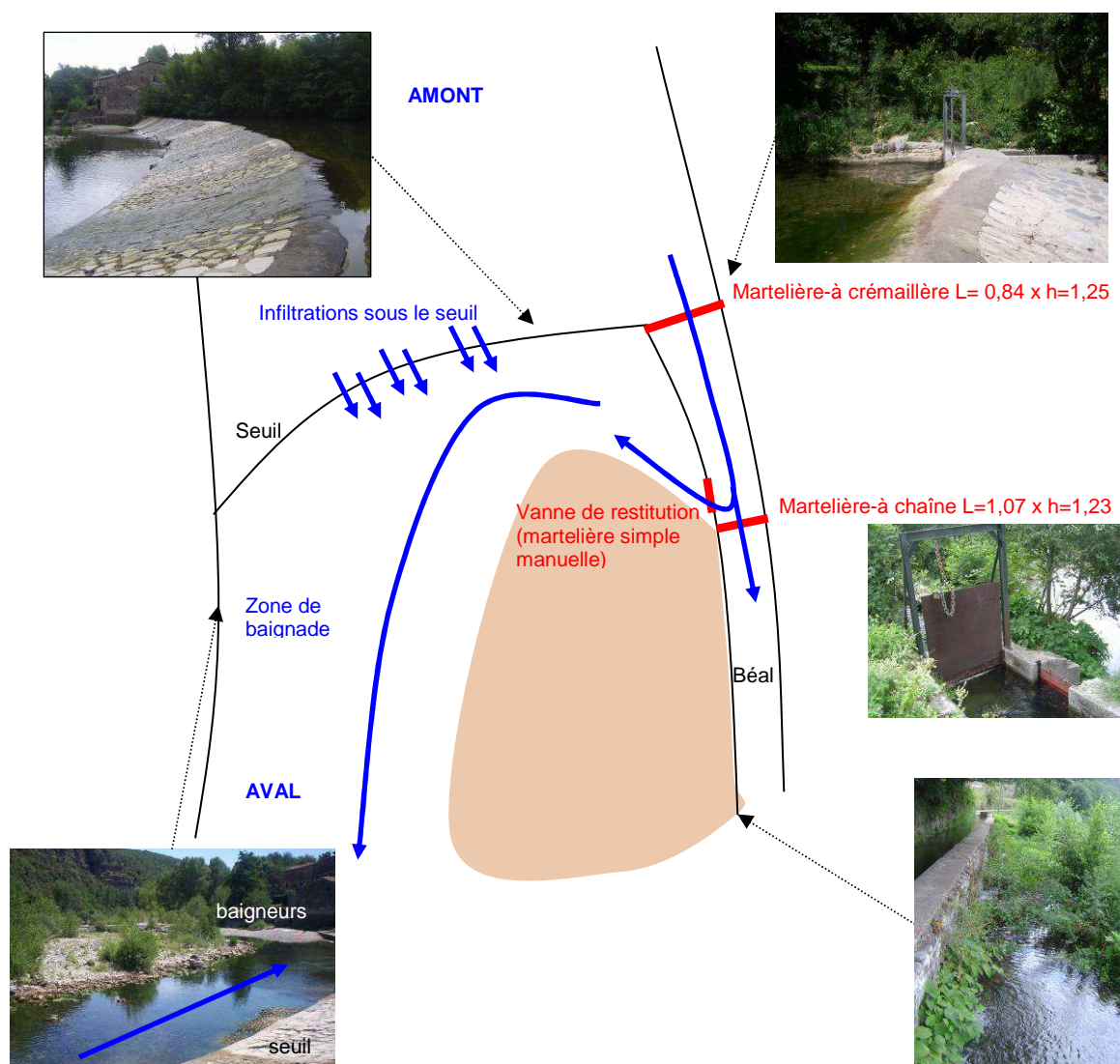
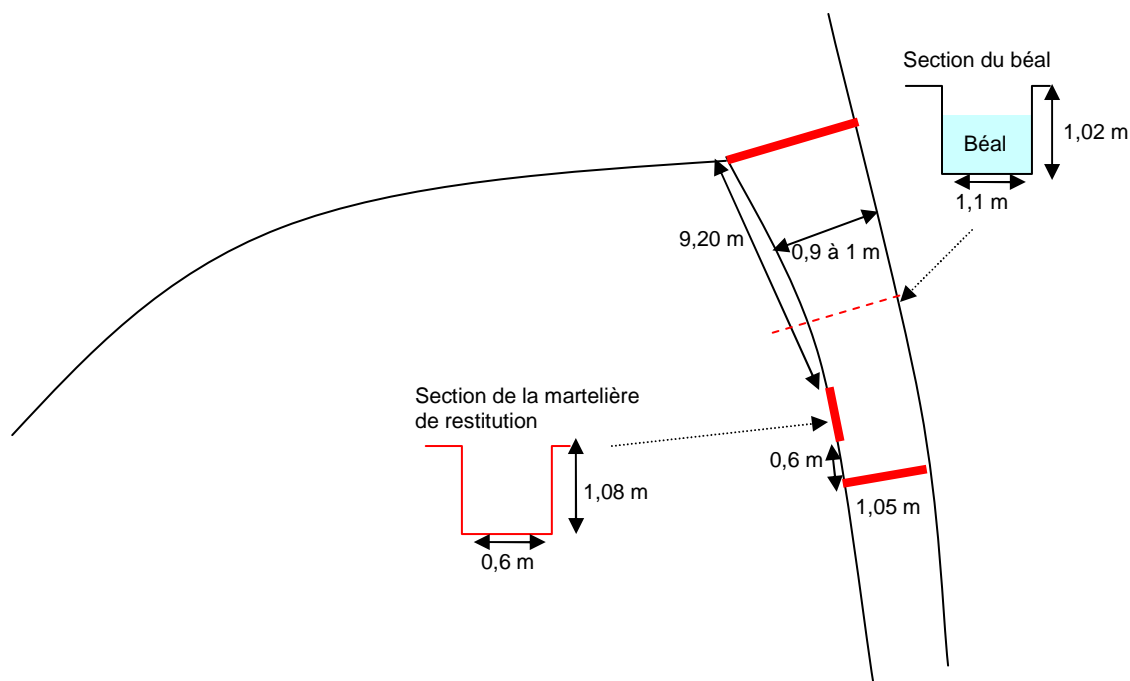


Figure 4: Schéma détaillé de la prise d'eau



CANAL

Le canal est en béton et pierres maçonnées. Sur certaines parties, la berge gauche est uniquement en terre. Des grillages ont été posés pour éviter le va-et-vient des castors, qui détruisent celles-ci. De nombreuses fuites ont été repérées par une croix rouge ou argentée à la peinture sur le bord.

Une imperméabilisation en coulant du béton avait été effectuée par M. Chastand la semaine précédant la mesure. Un renforcement des berges en béton a été récemment effectué par M. Salles sur son terrain. Globalement, le béal est en bon état, sauf pour les berges en terre qui s'affaissent.

En fin de béal, le surplus d'eau se jette dans le ruisseau qui rejoint le Gardon.



Photo 5 : Fuites du béal dans la partie amont



Photo 6 : Pont-canal

OUVRAGES

Un pont-canal permet le passage au dessus du ruisseau de Montroucou (photo 6). Il est en bon état.

3. USAGES



Photo 7 : Potager de M. Rouanet irrigué en gravitaire



Photo 8 : Potager irrigué en sous-pressure

ARROSAGE DE JARDINS

De nombreux potagers privés sont disposés au bord du béal. Il est difficile d'en estimer la surface totale et les prélèvements effectués. M. Rouanet, ancien maire de Mialet, en possède un des plus grands (photo 7).

- De la prise jusqu'à Trabuc, les potagers sont arrosés par pompage.
- De Trabuc jusqu'aux terres de M. PANTEL, l'eau est pompée et déversée gravitairement à l'aide de tuyaux.

Pour les particuliers, l'accès au béal :

- Augmente la valeur du terrain (20% selon M. BONVILLE)
- Permet d'arroser jardins et potagers sans utiliser l'eau de ville (moins cher et moins traitée).

IRRIGATION DE TERRES AGRICOLES

A la fin du béal, M. PANTEL possède 5 ha de terres irrigables, dont 0,3 ha de pomme de terre (photo 9), et le reste de prairie. L'irrigation est pratiquée gravitairement, par déversement de l'eau dans les prés à l'aide de tuyaux.



Photo 9 : Champ de pommes de terre



Photo 10 : béal longé par le GR 61 - 67 du tour des Cévennes

L'irrigation permet d'effectuer jusqu'à trois fauches et permet ainsi à l'activité agricole de perdurer. L'accès à l'eau par le béal permet d'éviter d'en venir à faire des forages ou des pompages directement dans le Gardon.

Le fils de M. PANTEL reprendra peut-être l'activité de son père. Cependant, les charges de plus en plus lourdes et les contraintes liées aux prélèvements de l'eau dans les Gardons risquent de le dissuader, selon son père.

ASSAINISSEMENT PLUVIAL

Le béal sert aussi à la récupération des eaux pluviales le long de la route. Aussi, M. BONVILLE s'interroge sur la possibilité éventuelle d'une aide de la DDE pour l'entretien du béal.

LOISIRS

Le béal présente également un intérêt patrimonial et esthétique : il est longé par un GR67 sur sa partie amont (photo 10).

4. MILIEU

4.1 ANALYSE HYDROLOGIQUE

Figure 5: Analyse hydrologique du Gardon de Mialet au niveau de la prise du béal 37

Analyse statistique sur la période 1963 - 2006 (43 années)

Point : LE GARDON MIALET à Mialet

superficie contrôlée : 232,64 km²

Type de débit : Naturel reconstitué à partir du débit à Générargues

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	11,53	9,52	6,90	7,20	5,95	2,93	1,04	1,14	2,82	7,75	10,00	9,12
T=10 ans sec (m3/s)	1,41	1,78	1,65	2,11	1,28	0,89	0,52	0,33	0,38	0,74	0,76	1,45
T=5 ans sec (m3/s)	2,00	2,92	2,17	2,33	2,14	1,20	0,61	0,44	0,54	1,41	1,81	2,06
T=2 ans (m3/s)	7,80	6,84	4,77	6,00	4,98	2,13	0,99	0,67	1,03	4,32	6,94	4,26
T= 5 ans humide (m3/s)	18,05	16,17	10,73	11,56	9,41	4,18	1,41	0,99	4,20	10,05	16,88	16,67
T=10 ans humide (m3/s)	23,31	19,41	16,31	13,86	12,03	5,74	1,81	1,81	7,97	21,11	25,04	26,88

Module (m3/s)	moyenne	6,305	ecart-type	2,7
---------------	---------	-------	------------	-----

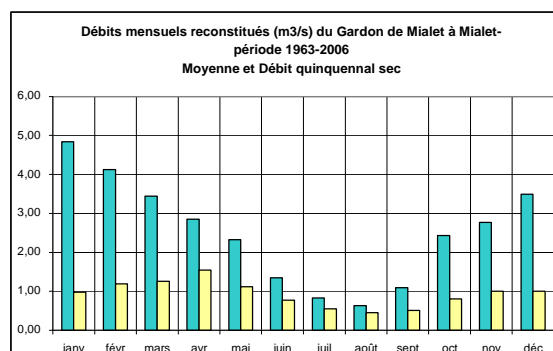
Module

en m3/s

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	6,31	6,31
T=10 ans sec (m3/s)	2,82	3,00
T=5 ans sec (m3/s)	4,01	4,26
T=2 ans (m3/s)	6,31	5,96
T= 5 ans humide (m3/s)	8,60	7,58
T=10 ans humide (m3/s)	9,79	11,04

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	26,3	26,3
T=10 ans sec (m3/s)	11,7	12,5
T=5 ans sec (m3/s)	16,7	17,7
T=2 ans (m3/s)	26,3	24,8
T= 5 ans humide (m3/s)	35,8	31,6
T=10 ans humide (m3/s)	40,8	46,0



VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA
Moyenne (m3/s)	0,42	0,53	0,63
T=10 ans sec (m3/s)	0,17	0,23	0,26
T=5 ans sec (m3/s)	0,23	0,29	0,36
T=2 ans (m3/s)	0,37	0,46	0,54
T= 5 ans humide (m3/s)	0,53	0,61	0,73
T=10 ans humide (m3/s)	0,62	0,75	0,92

0,1

0,2

0,5

0,8

0,9

328%

La figure ci-dessous récapitule les éléments principaux d'analyse hydrologique au niveau de la prise du béal de l'ASA de Beau.

Figure 6. Récapitulatif des débits d'étiage et des débits réglementaires du Gardon de Mialet au niveau de la prise du béal 37.

		Q (l/s)	
DIREN	Module (DIREN)	6200 à 6600	
	1/10° du module	620	
	1/20° du module	310	
BRL	Module	6 300	
	QMNA5 naturel	360	
	VCN30 (quinquennal sec) naturel	289	
	VCN10 (quinquennal sec) naturel	234	
Mesures	Dates des mesures	31-juil	07-sept
	Qamont	340	201
	Débit prélevé après les 1° restitutions	82	

Le Gardon de St Jean a donc des débits caractéristiques de l'étiage en régime désinfluencé ou naturel qui sont inférieurs au 1/10° du module, voire au 1/20° pour certains. Ainsi, environ 1 an sur 5 en moyenne (et dans l'hypothèse de l'absence de prélèvements amont) il ne sera pas possible pour le béal d'effectuer un prélèvement, même réduit, pendant au moins un mois. En pratique, vu l'existence de prélèvements et perturbations amont, cela se produira à une fréquence plus élevée.

Figure 7 : Comparaison des débits mensuels moyens de la rivière au niveau de la prise entre 1997 et 2006 avec le débit réservé (hypothèse du 12° et du 1/10° du module), et le débit réservé + le prélèvement actuel (80 l/s).

Hyp 1/20°	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
1 997	5,89	14,31	6,36	4,26	4,94	1,68	0,52	0,49	9,03	21,86	27,93	3,10
1 998	4,26	2,61	1,65	1,53	1,24	0,52	0,18	0,47	8,03	26,78	15,47	21,43
1 999	62,58	17,23	11,08	3,71	4,60	1,78	0,91	0,70	2,71	4,28	17,23	29,49
2 000	18,77	3,54	1,38	0,88	0,88	0,80	1,05	1,17	0,60	1,36	25,71	34,03
2 001	18,07	3,05	1,63	11,42	13,54	4,99	1,05	0,72	1,32	0,82	0,69	3,17
2 002	9,32	1,77	4,83	2,25	16,69	2,12	0,85	0,73	0,93	7,73	7,02	1,80
2 003	1,24	0,83	0,78	5,74	8,13	1,71	0,71	0,51	6,27	2,86	12,67	31,40
2 004	17,99	8,27	8,29	2,24	2,77	1,86	0,99	0,54	0,55	9,72	1,35	0,60
2 005	0,69	1,95	4,43	2,11	2,12	1,72	0,61	0,49	9,76	8,40	13,53	21,69
2 006	4,60	4,12	4,00	2,61	1,53	0,89	0,65	0,37	0,29	2,92	25,09	31,50

Hyp 1/10°	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
1 997	5,89	14,31	6,36	4,26	4,94	1,68	0,52	0,49	9,03	21,86	27,93	3,10
1 998	4,26	2,61	1,65	1,53	1,24	0,52	0,18	0,47	8,03	26,78	15,47	21,43
1 999	62,58	17,23	11,08	3,71	4,60	1,78	0,91	0,70	2,71	4,28	17,23	29,49
2 000	18,77	3,54	1,38	0,88	0,88	0,80	1,05	1,17	0,60	1,36	25,71	34,03
2 001	18,07	3,05	1,63	11,42	13,54	4,99	1,05	0,72	1,32	0,82	0,69	3,17
2 002	9,32	1,77	4,83	2,25	16,69	2,12	0,85	0,73	0,93	7,73	7,02	1,80
2 003	1,24	0,83	0,78	5,74	8,13	1,71	0,71	0,51	6,27	2,86	12,67	31,40
2 004	17,99	8,27	8,29	2,24	2,77	1,86	0,99	0,54	0,55	9,72	1,35	0,60
2 005	0,69	1,95	4,43	2,11	2,12	1,72	0,61	0,49	9,76	8,40	13,53	21,69
2 006	4,60	4,12	4,00	2,61	1,53	0,89	0,65	0,37	0,29	2,92	25,09	31,50

Débit moyen mensuel inférieur au débit réservé
 Débit moyen mensuel inférieur au débit réservé + 80 l/s (débit prélevé actuellement: aval 1° restituti on)

Sur les 10 dernières années, le débit naturel reconstitué au droit de la prise du béal aurait été inférieur au 1/10° du module 8 années sur 10, mais inférieur au 1/20° du module 2 années sur 10. Avec un débit réservé au 1/20° du module, l'irrigation aurait été possible avec un débit prélevé de 200 l/s 5 années sur 10, et 8 années sur 10 pour un débit prélevé de 80 l/s. Nous tenons à préciser que cette analyse est vraie dans l'état hypothétique où il n'y aurait pas de prélèvement amont. En pratique, cela fait chuter la fréquence d'irrigation.

4.2 ANALYSE DES FACIÈS D'ÉCOULEMENT DU TRONÇON IMPACTÉ

Une analyse des faciès d'écoulement du tronçon de cours d'eau impacté par le béal a été réalisée pendant l'étiage 2009. L'intégralité de l'analyse est présentée dans le rapport Note sur les campagnes de terrain complémentaires à l'étude du PGCR des Gardons réalisé par BRL Ingénierie.

Il est proposé de présenter les conclusions :

Répartition des faciès d'écoulement et sensibilité du tronçon:

Béal n° 37		
Faciès d'écoulement	linéaire (m)	% de recouvrement
Fosse profonde	30	3
Mouille	0	0
Plat/chenal lentique	774	70
Radier	262	24
Rapide	46	4
Cascade	0	0
Chute	0	0

L'alternance des faciès plat/radier représente près de 90 % des faciès dont 70 % de plat ce qui peut être considéré comme fort. Ce tronçon est typiquement représentatif d'un contexte piscicole intermédiaire (cyprinidé d'eau vive).

La forme du lit relativement effilé sur les secteurs plat/chenal (voir profil en travers) rend les habitats très vulnérables à une réduction du débit. L'impact sur les habitats est très fort en cas de réduction de débit sur ce tronçon par risque d'assèchement des parties de cours d'eau moins profondes situées sur les rives.

5. GESTION DES RESSOURCES EN EAU

DROIT D'EAU

Un document de M. BONVILLE stipule que le droit d'eau est à hauteur de $1/10^{\text{ème}}$ du module, soit 640 l/s, conformément à la législation. M. BONVILLE a souligné le fait que ces documents s'adressent à des personnes non familières avec le langage technique de l'hydraulique qui ne savent pas exactement ce que signifient. Lui-même, pourtant président d' l'ASA, ne sait pas ce que représente ce module, et donc si son droit est de 640 l/s ou de 64 l/s.

Un procès-verbal a été dressé par l'ONEMA le 2 août 2007. Le débit prélevé par le béal était alors de 188 l/s pour un débit en rivière en amont du seuil de 496 l/s. Le prélèvement s'élève donc à 38% du débit du cours d'eau. Un premier courrier faisait état d'un contrôle le 12 septembre 2006 mesurant un débit en rivière en aval du seuil de 102 l/s pour un débit dans le béal de 118 l/s, soit un prélèvement de 54% du débit de la rivière en amont du seuil. Pour l'instant, les ouvrages de détournement sont tenus de laisser dans le cours d'eau le $1/10^{\text{ème}}$ du module¹ (loi sur l'eau de 1992). La DIREN indique une valeur du module comprise entre 6 200 et 6 600 l/s. L'ASA de Beau doit donc laisser 620 l/s dans le cours d'eau. En pratique, un prélèvement de 20% du débit courant est toléré, soit dans le cas présent 99 l/s.

¹ La LEMA (loi sur l'eau et les milieux aquatiques) de 2006 prend effet dès le renouvellement de la concession ou de l'autorisation des ouvrages, et au plus tard le 01/01/2014.

ORGANISATION

L'exploitation du canal est officiellement confiée à l'ASA de Beau. Les statuts de l'ASA ont été récemment revus. Une copie a été récupérée, ainsi que la constitution du bureau et la liste des propriétaires concernés. La gestion de l'ASA s'est nettement améliorée depuis la reprise de la présidence par M. Bonville.

La cotisation annuelle est de 30 € par personnes. Sur les 29 copropriétaires, 27 cotisent à l'ASA et 2 ont été dispensés du fait de la petite taille de leur parcelle. Le budget total annuel est donc de 810 €. Le fonds propre du syndicat et de l'ordre de 7000 €, le fonds disponible est de 1000 €.

GESTION DU BÉAL

Le béal est ouvert au plus tôt le 15 mars et fermé au plus tard le 31 août, avec un battement d'une quinzaine de jours suivant les conditions météorologiques.

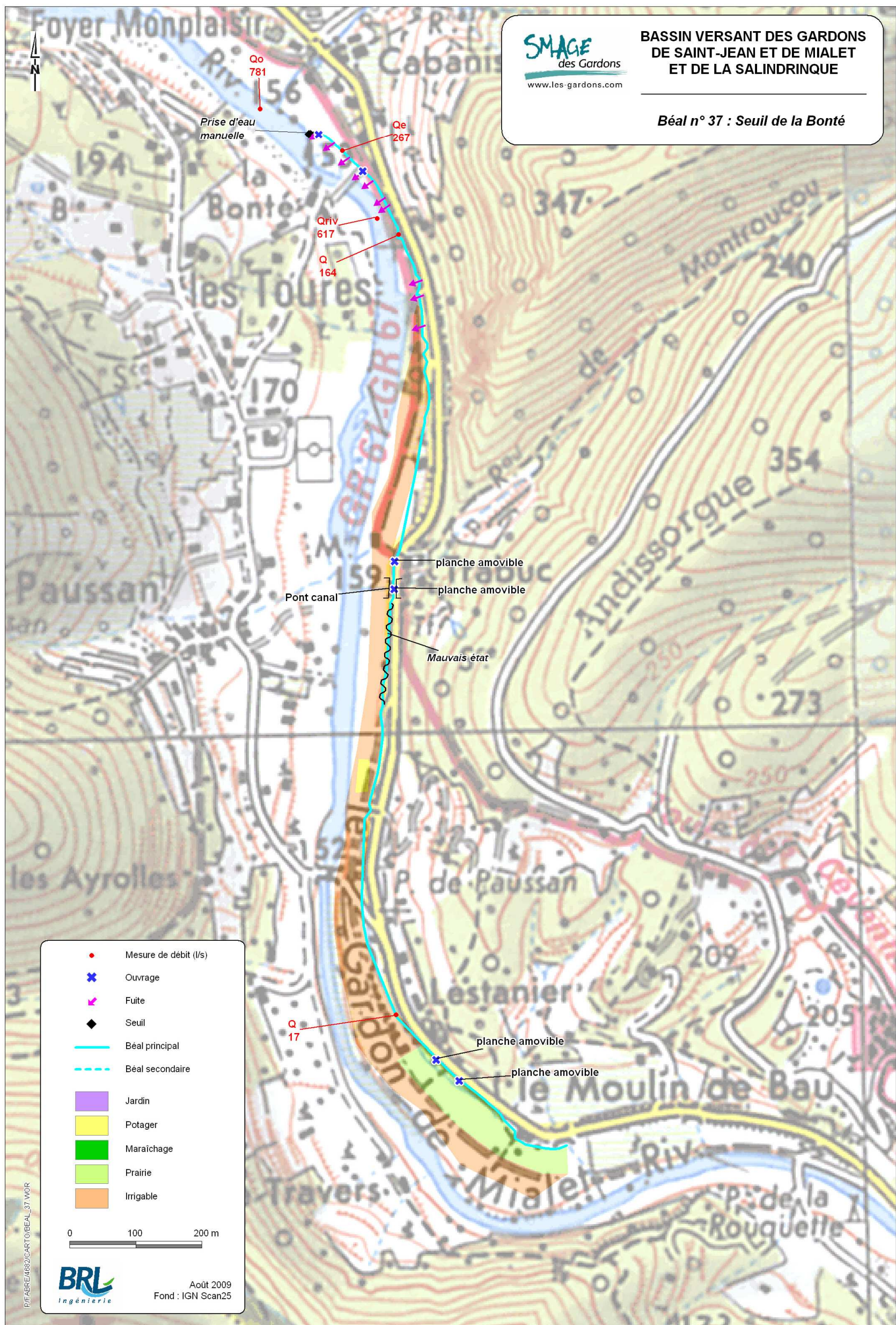
La manipulation des vannes est à la charge de Dany COUPEY pour décharger M. PANTEL de cette lourde tâche, compte tenu de ses 80 ans.

ENTRETIEN

Pendant longtemps, l'entretien n'était effectué que par M. PANTEL sur l'ensemble du béal. Il y a un droit de passage pour les membres de l'ASA le long de celui-ci. Aujourd'hui, le débroussaillage est effectué une fois par an par une entreprise. Sur la partie longée par le GR, le canal est bien entretenu. Chaque propriétaire répare les fuites sur son terrain.

PROBLÈMES RENCONTRÉS

- ▶ **Querelles avec les usagers de rive droite :** Les propriétaires de rive droite ressentent comme une injustice la gratuité de l'eau pour les usagers du béal. Selon M. Bonville, il ne s'agit que de légers conflits de voisinage qui ne sont jamais allés bien loin. Il a aussi fait remarquer que certains riverains de la rive droite utilisent de l'eau de forages non déclarés.
- ▶ **Procès verbal de la Police de l'Eau.** L'ASA a été verbalisée par la Police de l'eau, mais ne sait pas comment réagir. L'ASA ne sait pas quel débit circule en rivière, comment maintenir ce débit réservé, ni quel débit elle prélève. Aussi, la plupart du temps, le béal est hors d'eau en étiage. M. PANTEL a jugé peu délicat le courrier de l'Agence de l'eau pour la déclaration des volumes prélevés. Il n'a en effet pas compris pourquoi il y était question de politique « pollueur-payeur », alors que personne n'est jamais venu voir s'il polluait.
- ▶ **Vois et dégradations par les baigneurs.** Les baigneurs à l'aval du seuil n'acceptent pas le prélèvement réalisé par le canal. Ils vont souvent manipuler la vanne de restitution ou la martelière à chaîne
- ▶ **Entretien.** Le canal est entretenu plusieurs fois par an par une entreprise de débroussaillage ou par les membres de l'ASA. Cette année, l'entretien du béal a déjà eu lieu 2 fois.
- ▶ **Pertes.** Des pertes importantes ont lieu, en particulier dans la partie amont du béal. L'ASA planifie de faire étanchéifier les 50 mètres en amont de la passerelle afin de limiter ces pertes. Il serait peut-être utile de poursuivre cette étanchéification ponctuellement au niveau des pertes juste après la passerelle, ainsi que celles qui sont en face du lieu dit les Toures, en amont de la partie cimentée, ainsi que la partie en mauvais état après le pont canal. La vanne a été ouverte à la demande de BRLi et du SMAGE le mardi 28/07/09, afin de réaliser les mesures le vendredi 31/07/09. L'eau a atteint les parcelles de M. Pantel seulement le vendredi après-midi. Les années où l'eau vient à manquer, il arrive à M. Pantel de pomper directement dans le Gardon en substitution.
- ▶ **Taxe de l'Agence de l'Eau :** M. Pantel craint l'augmentation des taxes sur les prélèvements : il affirme que le béal risque l'abandon total car l'activité agricole pourrait n'être plus rentable.
- ▶ **Inondation du GR :** Il arrive que des passants se plaignent lors de l'irrigation des champs, car le chemin en aval se retrouve alors inondé.



BEAL 39 (GAM3) – la bambouseraie	
Rivière prélevée :	Le Garon de Mialet, au niveau de Thoiras/Généralgues
Entretien mené :	19/08/08, à la bambouseraie de Prafrance
Personnes rencontrées :	Mme. Muriel NEGRE, présidente de la bambouseraie M. SOLAGES, Docteur en hydrogéologie, ex-président du BRGM de Marseille
Superficie du BV intercepté par la prise :	241,54 km ²



Photo 1 : Mesure de débit dans le Gardon de Mialet



Photo 2 : Première partie du béal

1. RESSOURCES EN EAU

Le béal est alimenté par le Gardon de Mialet en rive gauche. La mesure de débit à l'amont du seuil étant difficile de par la largeur du cours d'eau, la mesure a été prise à l'aval du seuil : 699 l/s. Ce passage du Gardon est creusé dans le massif granitique, ce qui assure une bonne estimation du débit total et une meilleure précision de la mesure. Le débit mesuré en entrée du béal étant de 109 l/s, on en déduit le débit du Gardon de Mialet à l'amont du seuil : 808 l/s

A titre de comparaison, les estimations sommaires du SMAGE (01/07/08) avaient mesuré un débit par le SMAGE à l'entrée du béal était de 100 l/s le 01/07/08.

Ces valeurs doivent être considérées avec précaution car il s'agit d'évaluations et non de mesures précises.

L'eau superficielle du Gardon de Mialet n'est pas la seule ressource utilisée. Il existe également un forage en nappe alluviale (Photos 3 et 4)



Photo 3 : Forage



Photo 4 : pompe à côté du forage

2. PATRIMOINE

Le créateur de la bambouseraie, M. MAZEL, a obtenu en 1818 l'autorisation de créer un béal à ses frais pour le prélèvement des eaux du Gardon. Le chantier du béal a abouti en 1865.

Autrefois, l'eau de la rivière l'Amous était également utilisée pour l'irrigation de la propriété.

Aujourd'hui, le site est classé au titre des monuments historiques par l'arrêté du 24/07/08 : y sont inscrits le réseau hydraulique, comprenant le moulin, la prise d'eau et les canaux.

SEUIL

Le seuil mesure 63 mètres de long et 4 de haut. Il est très bien entretenu. Seule la chape de béton est érodée sur quelques centimètres au niveau des écoulements sur la photo 5.

PRISE D'EAU

La prise d'eau est située entre le seuil et la station limnigraphique de Mialet. Elle est équipée d'une martelière connectée par un système de transmission à la station, pour une fermeture automatique en cas de crue (photo 6).



Photo 5 : Le seuil



Photo 6 : La prise d'eau

CANAL

- Premier tronçon : le canal, en pierres maçonnées et en béton, est équipé d'ouvrages de restitution en moyenne tout les 150 mètres, allant de la martelière aux planches amovibles. Il chemine pendant 1,2 km le long du Gardon avant d'entrer dans la pépinière du nord-ouest de la bambouseraie. Le débit mesuré est alors de 59 l/s.
- Second tronçon : le béal repasse sous la voie ferrée et est ensuite enterré pour passer sous la gare, puis réapparaît et arrive au bassin de la boutique de la bambouseraie : « la bamboutique ». La sortie se fait dans l'Amous, et est équipée d'un système de fermeture pour éviter les retours en cas de crue. Le débit était nul à la sortie. Sur ce second tronçon, trois bifurcations vers le secondaire ont lieu :
 - La première est enterrée et ressort à l'angle nord-ouest de « la ferme », à côté du portail de service. Le débit y était de l'ordre de 30 l/s.
 - La deuxième passe derrière les serres et ressort au niveau du « jardin d'inspiration japonaise ». Le débit y était de 18,8 l/s.
 - La troisième s'effectue au niveau du bassin. Un canal rectiligne en sort pour arriver dans la « Vallée du dragon », voir photo 10.

- Une fois dans le parc touristique, un réseau complexe de canaux chemine à travers les bambous. Certains ont été comblés par les crues de 1958 et de 2002, d'autres servent de goulots pour les tuyaux des asperseurs. Globalement, l'ensemble du débit du béal est redirigé vers la « Vallée du dragon » et ressort dans le réservoir de pompage près du confluent entre l'Amous et le Gardon. Le trop-plein est rejeté dans l'Amous directement (photo 7).

Les mesures de débit font apparaître une perte de 50 l/s dans le premier tronçon. La mauvaise étanchéité des ouvrages de restitution en est la cause principale. Des fuites par infiltration entre les pierres maçonnées ont également été observées.



Photo 7 : sortie du béal dans l'Amous

OUVRAGES

Mme NEGRE a signalé l'existence de 5 pompes :

- Deux pour les pépinières
- Deux pour la bamboueraie : une derrière « la ferme », l'autre à côté de la voie ferrée.
- Une de secours, qui puise dans le forage le long du Gardon. Ce forage fait l'objet d'une demande d'autorisation. Il peut être utilisé dans la période sèche, du 15 juillet au 15 août.

Deux réservoirs de pompage ont été observés : l'un sous « la Bamboutique », qui sert de bassin piscicole, l'autre à la sortie de la « Vallée du dragon », pour la pompe de la pépinière sud.

La connaissance du réseau hydraulique et de l'organisation est un peu floue. Mme NEGRE et M. SOLAGES vont recruter des stagiaires en agronomie d'ici l'année prochaine pour établir un bilan complet sur le domaine de Prafrance.

3. USAGES

IRRIGATION DES BAMBOUS

Cultures

Mme NEGRE n'a pas de connaissance précise des surfaces exploitées :

- 33 à 40 ha de propriété (bamboueraie et pépinières) ;
- 12 à 15 ha de parc touristique.

Les cultures sont de 70% à 80% constituées de bambous de plusieurs espèces. Les arbres, chemins et jardins couvrent le reste.

Mme NEGRE souhaite élargir l'emprise du parc touristique. Les terrains en vue sont ceux de la pépinière et des contreforts du site.

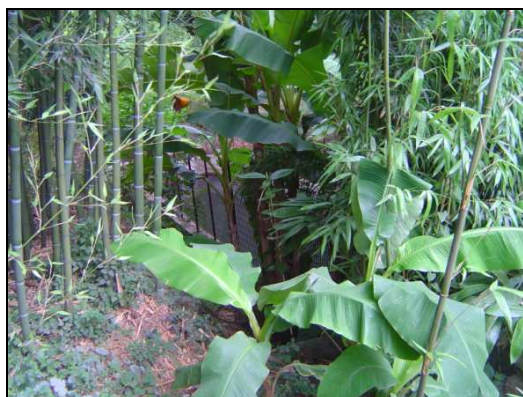


Photo 8 : Au cœur de la bamboueraie

L'irrigation est indispensable pour ce type de culture. Les grands bambous peuvent résister à une ou deux années sèches, mais les jeunes pousses sont plus sensibles à la sécheresse.

Il est nécessaire de maintenir une bonne circulation d'eau dans le parc, pour les jardins du type de la « Vallée du dragon » et pour la survie des poissons.

La qualité des bambous de la pépinière dépend aussi d'une irrigation suffisante, nécessaire pour pouvoir ensuite les vendre.

Techniques d'irrigation

Les pépinières sont majoritairement alimentées en goutte-à-goutte. Les prairies de bambous sont irriguées uniquement par aspersion. Étant donné que les canaux sont tous en béton, les infiltrations dans le sol sont faibles.

Mme NEGRE a déclaré à l'agence de l'eau pour la bamboueraie :

- 16,8 ha d'espace verts irriguées par aspersion ;
- 1,5 ha d'espace verts irriguées par goutte-à-goutte.

ARROSAGES DE JARDINS

La bamboueraie est en théorie le seul utilisateur du béal. Cependant, une pompe a été observée à 100 mètres de la prise d'eau, sans doute pour un jardin de particulier.



Photo 9 : Pompe d'un particulier en amont du béal



Photo 10 : un des aqueducs du béal

4. GESTION DES RESSOURCES EN EAU

DROIT D'EAU

Mme. NEGRE déclare 56 000 m³/an à l'Agence de l'eau, ce qui correspond au volume prélevé dans le béal et dans le forage par les 4 pompes. Depuis 3-4 ans, la bamboueraie paie une taxe à l'Agence de l'Eau pour l'utilisation de l'eau du Gardon.

ORGANISATION

La bamboueraie et les pépinières sont les seuls exploitants officiels de l'eau du béal.

Mme NEGRE est responsable de l'exploitation de la bamboueraie. Le service technique s'occupe de l'irrigation. Son fils, M. Simon CROUZET, gère l'exploitation des pépinières.

GESTION DU BÉAL

Le canal est toute l'année en eau, même lors des arrêts sécheresses. L'activité piscicole et agricole de la bambouseraie ne permet pas de coupures prolongées de plusieurs jours de suite.

ENTRETIEN

L'entretien est régulier. Mme NEGRE a fait remarquer que les entreprises d'entretien sont de plus en plus difficiles vis-à-vis des conditions de travail périlleuses que fournit le béal. Le béal est cependant relativement facile d'accès à pied. Seule une partie est très embroussaillée sur les 200 mètres avant la première pépinière. Les charges sont les suivantes :

- ▶ 30 000 € à 40 000 € par an de frais de maçonnerie. De part la longueur de l'ouvrage, seul un segment après l'autre est refait chaque année.
- ▶ 3 semaines (à 35h) d'élagage et de débroussaillage par an. Le travail est effectué en hiver et étalé sur plusieurs mois pour ne pas couper l'eau trop longtemps.

Ces travaux sont nécessaires pour le bon fonctionnement du parc et de la pépinière. Il arrive que des arbres menace de tomber sur le béal.

CONFLITS D'USAGE

Le réseau et le ouvrages subissent de plus en plus des actes d'incivisme de la part des baigneurs et campeurs près de la prise d'eau, qui ouvre ou vole les vannes, les panneaux d'avertissements, laissent leurs déchets... Ils ont du pour cela remplacer les vannes classiques par des martelières. Il y a beaucoup de va-et-vient le long du béal, malgré les avis d'interdiction de passage.



Photo 11 : Vallon du dragon, alimenté par le réseau secondaire du béal

BEAL 50 (GAJ3) – Béal de la Chaussée Neuve	
Rivière prélevée :	Le Gardon de St Jean, à St André de Valborgne (lieu dit Chaussée Neuve)
Entretien mené :	4/08/08 au quartier Vignelongue, St André de Valborgne.
Personnes rencontrées :	<ul style="list-style-type: none"> ► M. VILLARET Raymond, agriculteur retraité. ► M. VILLARET Pierre (fils), retraité.
Superficie du BV intercepté par la prise :	25,19 km ²

1. RESSOURCES EN EAU

Le béal prélève dans le Gardon de St Jean en rive gauche, dont le débit, mesuré en amont du seuil, est de 40 l/s.

Le débit entrant dans le béal est de 10 l/s, soit 25% du débit total. Une mesure effectuée après les fuites les plus importantes fait état d'un débit de 3 l/s à l'arrivée dans les terres irrigables.

Il n'y a pas de retour au milieu en fin de béal : l'eau se perd dans les champs en fin de parcours.

A titre de comparaison, les estimations sommaires du SMAGE le 03/07/2008 observaient un débit détourné de 250 l/s pour un débit de 330 l/s dans le Gardon, soit 75% détournés. Le débit détourné retourne néanmoins en grande partie au Gardon au niveau de la vanne de restitution.

Ces valeurs doivent être considérées avec précaution car il s'agit d'évaluations et non de mesures précises.

2. RÉSEAU ET OUVRAGES

M. Villaret, 83 ans, n'a pas connaissance de la date de création du béal. Son père l'utilisait déjà.

SEUIL

Le seuil, d'une longueur de 17 m sur 5 de haut, est en béton et présente un bon état (Photo 1).



Photo 1: seuil

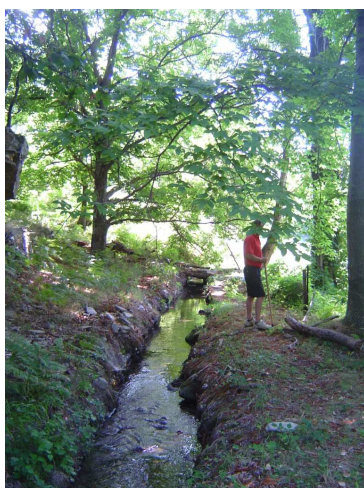


Photo 2: béal

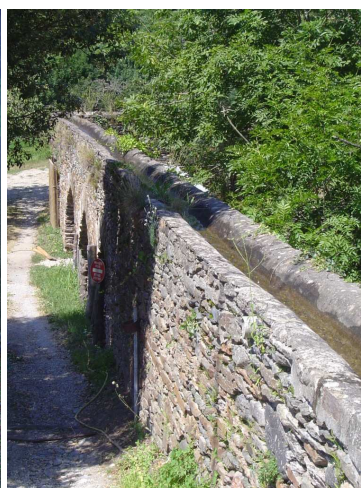


Photo 3: Aqueduc

OUVRAGE DE PRISE

La prise (1,10 m de large x 0,40 m de haut) n'est pas équipée. Une vingtaine de mètres en aval de la prise se trouve une vanne (constituée d'une ardoise non étanche) qui permet la fermeture du béal en hiver, ainsi qu'une vanne de restitution. L'eau provenant de cette fuite est ensuite restituée au gardon 100 mètres en aval.

CANAL

Le béal, d'une longueur d'environ 1 km, est en béton jusqu'à l'arrivée dans les champs, puis en terre (Photo 2). Il présente de nombreuses fuites diffuses sur tout le linéaire, essentiellement des fuites par infiltration dans les tronçons en terre ou dans la maçonnerie. La quantité importante de fuites est essentiellement due à l'absence d'entretien du béal.

Le béal conflue avec un autre béal au niveau de Villelongue, utilisé en amont de la confluence pour l'arrosage de jardins potagers.

Il arrive parfois que des castors construisent des barrages dans le béal, empêchant le passage de l'eau.

OUVRAGES

A noter la présence d'un aqueduc en pierres sèches, intéressant de par sa valeur patrimoniale (Photo 3).

3. USAGES

ARROSAGE DE POTAGERS

Le béal n'est aujourd'hui utilisé essentiellement pour l'agrément : il permet d'arroser deux jardins, celui du fils et de la fille de M. Villaret, situés en amont de son pré.

- ▶ Arrosage des jardins et potagers : environ 0.1 ha.
- ▶ Un pommier profite des débordements dans le champ.

M. Villaret père n'a quasiment pas utilisé l'eau du béal cette année pour arroser son jardin car il possède une source dans son terrain qu'il pompe pour arroser. Une partie de ce jardin ne sera plus irriguée à l'avenir puisque ses enfants souhaitent aménager un parking à cet endroit.

IRRIGATION AGRICOLE

Environ 1 ha de prairies est irrigué en gravitaire si le béal déborde mais il n'y a pas d'arrosage volontaire. Un agriculteur de la région vient chaque année faucher gratuitement les prairies en échange du foin. Il n'y a donc pas d'activité économique liée à l'utilisation de ce béal.



Photo 4 : irrigation des prairies par débordement (Photo du SMAGE).

LOISIRS

Une zone de baignade ainsi qu'une aire de pique-nique municipale sont situées au droit et en aval du seuil.

4. GESTION DE L'EAU

DROIT D'EAU

Le droit d'eau est attaché à la parcelle. Il est aujourd'hui partagé entre ses 3 enfants (donation partagée) à qui il a légué une partie de ses terrains. Ils s'arrangent donc à l'amiable pour l'utilisation du béal.

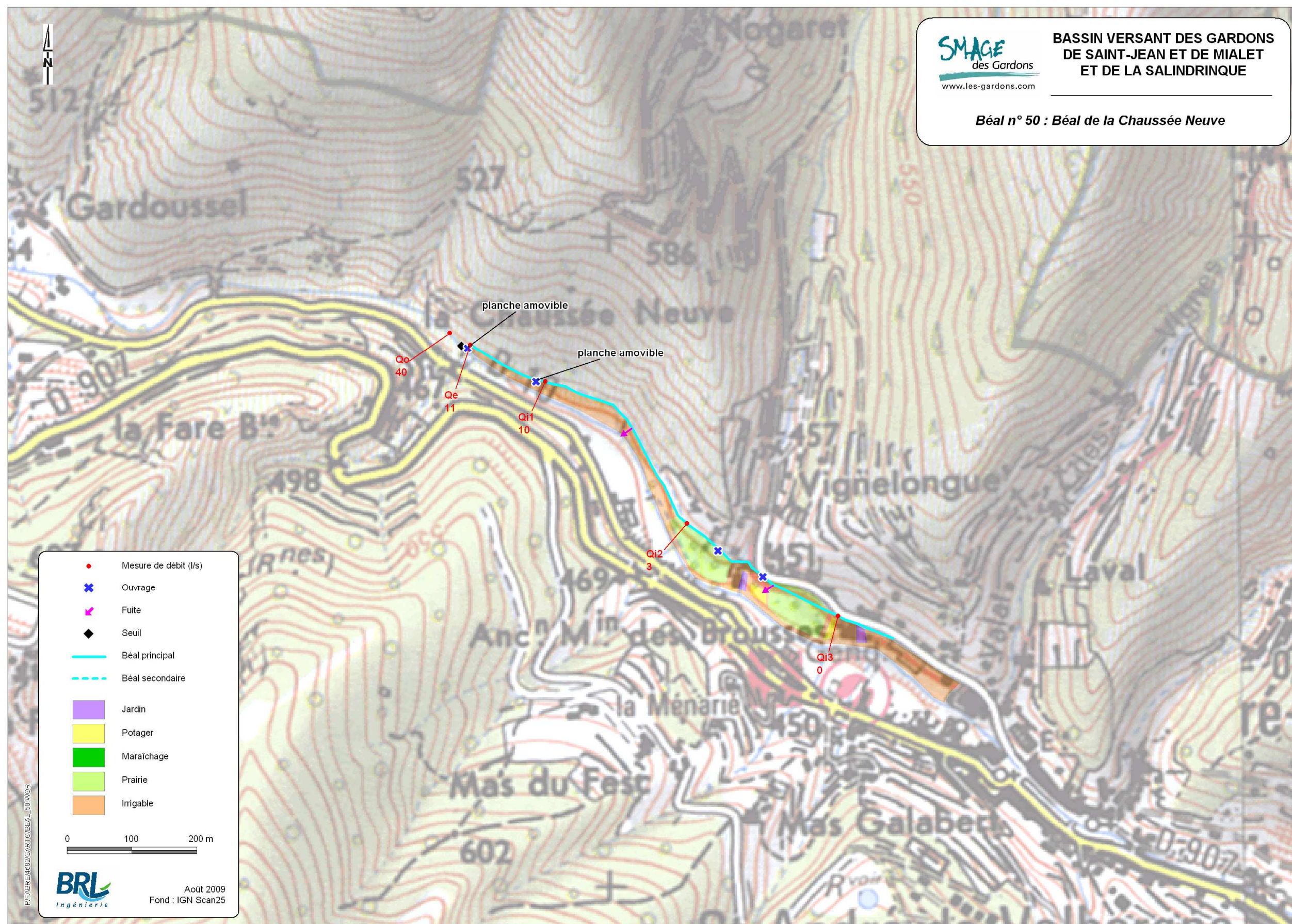
STRATÉGIE D'IRRIGATION

Le béal est à sec pendant l'hiver : la vanne de prise est fermée. Lors des restrictions d'eau dues aux arrêtés sécheresses, le canal n'était pas utilisé, comme en 2007.

ORGANISATION

Aucune structure organisatrice n'existe. L'ensemble du béal appartenant à la même famille, le prélèvement est géré par M. Villaret et son fils.

M. Villaret n'étant plus exploitant, l'entretien régulier lui coûterait trop de temps et d'argent, sans aucun bénéfice économique. A chaque printemps il cure le canal pour le désensabler.



BEAL 55 (GAJ7) – Béal du Mazauric	
Rivière prélevée :	Le Gardon de St Jean, à St André de Valborgne (lieu dit Mas Auric)
Entretien mené :	4/08/08 au Mas Auric, à St André de Valborgne.
Personnes rencontrées :	<ul style="list-style-type: none"> ▶ M. ATGER Roger, Président de l'ASA de Mazauric, ancien maire de St André, ancien président du SMAGE. Agriculteur retraité. ▶ BOURDON Pierre et Régine, gendre et fille de M. Atger, éleveurs. ▶ MARTIN Jean-Claude, instituteur retraité.
BV (km²)	57,6 km²



Photo 1 : Seuil



Photo 2 : Passe à poissons

1. RESSOURCES EN EAU

Le béal est alimenté par le Gardon de St Jean en rive gauche. Son débit, mesuré en amont du seuil, était de 179 l/s le 08/08/08. Une mesure du débit du gardon à l'exutoire du béal (1,2km en aval du seuil) mettait en évidence un débit de 241 l/s le même jour.

Le débit mesuré à l'entrée du béal était alors de 102 l/s, soit 57% du débit de la rivière. Il ne restait plus que 49 l/s 25 mètres en aval de la prise, pertes dues aux fuites et aux restitutions par vannes dans le gardon. A l'entrée des terres irriguées, le béal présentait un débit de 25 l/s, en raison des fuites localisées (étanchéité des vannes, fuites maçonnerie, joint de demi-buse endommagé).

A titre de comparaison, le SMAGE avait estimé un débit prélevé de 200 l/s le 03/07/2008 (mesures « au bouchon »).

Ces valeurs doivent être considérées avec précaution car il s'agit d'évaluations et non de mesures précises.

En 2006, l'ONEMA a effectué un contrôle. Le débit prélevé au niveau du seuil était de 142 l/s, ce qui était plus que le débit toléré, qui est de 1/5 du débit du Gardon.

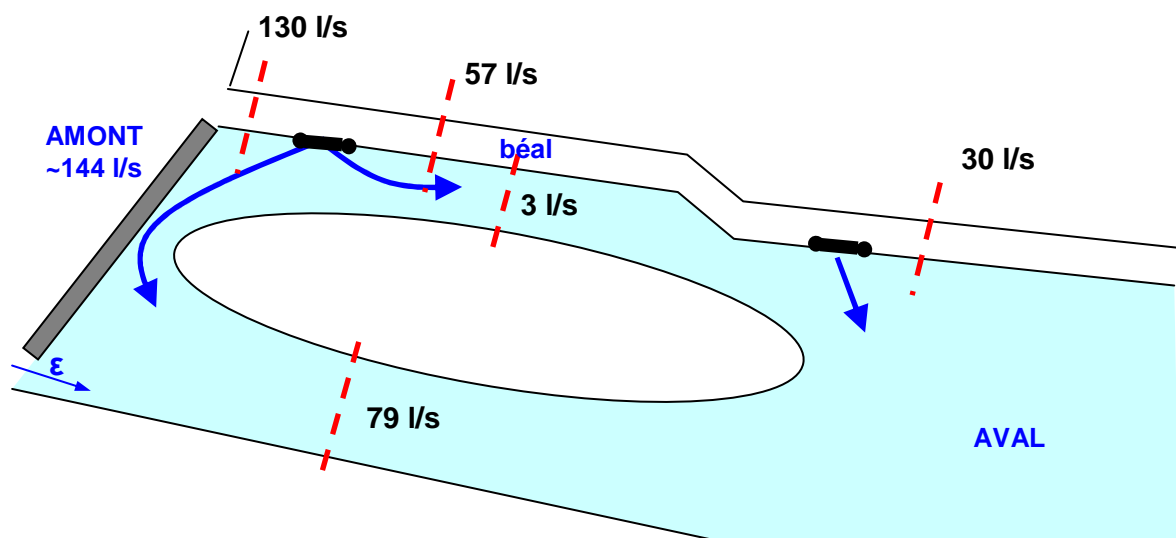
En 2009, les mesures effectuées sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Mesures réalisées le 22/07/09							17/09/2009
/wpt/@lat	/wpt/@lon	/wpt/extensic	/wpt/name		h Qmesuré	Commentaire	Qmesuré
44,13941936	3,72796191	R1AM	R55AM	22-JUL-09 10	136		75
			R55AMbis	22-JUL-09 10	152		
44,13979738	3,72933612	R2AVG	R55AVSgauche		3		8
			R2AVSdroite		79		86
44,13859659	3,73310823	R4-	R55AVA1	22-JUL-09 13	135		91
			A1		12		4
44,13744836	3,73624616	R5FAL	R55AVA2	22-JUL-09 14	164		91
			A2		3		1
44,13765815	3,73998759	R6	R55AVMAX	22-JUL-09 15	158		104
44,13959245	3,72920511	PRISE55	B55PRISE	22-JUL-09 08	131		106
			B55REST		57		4
			B55AVREST		28		2
44,13933127	3,73328861	B4IRR	B55IRR	22-JUL-09 12	22		0
			B55AV		3		0

beau temps

pluies la veille

Au niveau de la prise du béal, les débits qui ont été mesurés au niveau de la prise sont représentés sur la figure ci-dessous. Le prélèvement impactant à considérer à notre avis est celui de 57 l/s. En effet, le débit entonné dans les 6m amont du béal et rejeté par la vanne de resituation suit le même cheminement hydraulique que s'il avait franchi le seuil (voir la flèche sur le schéma). Ainsi, le prélèvement impactant représentait 40% du débit de la rivière.



Le béal se rejette dans le Gardon de St Jean, juste en amont du ruisseau de Peyreficade (photo 8).

2. RÉSEAU ET OUVRAGES

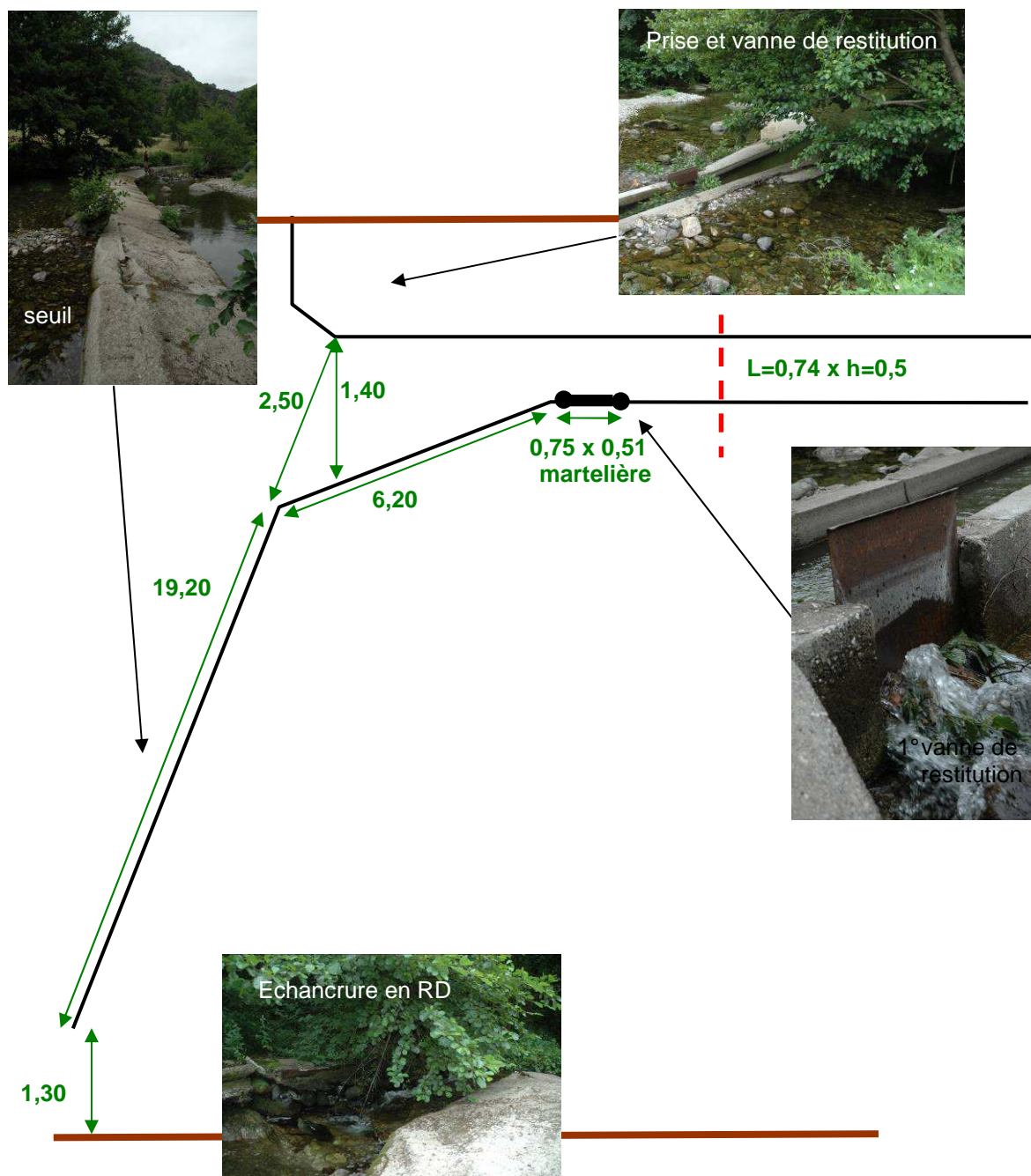
Le béal date du 18^{ème} siècle. Le seuil, d'abord amovible était constitué de pieux et troncs de châtaigner. En 1954, un seuil en béton a été construit. Autrefois, le canal était en eau toute l'année. Il alimentait aussi un moulin, situé en amont des terres irriguées, aujourd'hui hors d'usage.

SEUIL

Le seuil situé au lieu dit La Barraque, d'une longueur de 20 m sur 0,7 de haut, est en béton et présente un bon état (photo 1). Il existe un passage présentant les caractéristiques d'une passe-à-poissons en rive droite.

PRISE D'EAU

La prise d'eau n'est pas équipée d'une vanne de régulation, mais 3 vannes de restitution sont présentes dans les 100 premiers mètres du cours d'eau. La 3^e vanne n'était pas utilisée en 2009. Le schéma ci-dessous précise les dimensions de la prise.



Les exploitants ne peuvent pas quantifier leurs prélèvements dans le Gardon. La seule mesure possible est celles de la pompe prélevant dans le bassin en aval.



Photo 3 et Photo 4 : vues du béal

CANAL

Dans la partie amont des parcelles irriguées, le canal présente de nombreuses fuites estimées à 24 l/s. D'abord bétonné, il est ensuite creusé dans la roche pour ensuite être de nouveau canalisé par des demi-buses en béton. Ces dernières présentent des fuites, soit par débordements soit par infiltrations dues à la corrosion des joints par l'eau. Le canal passe à deux reprises sous la route (Photo 7).

La quantité importante de fuites est essentiellement due à la longueur du béal, qui doit parcourir une grande distance avant d'arriver aux terres irriguées. Dans certaines zones, les pertes sont visibles :

- Vannes de restitution : ces vannes ne sont pas étanches : à chaque vanne de restitution (au départ et avant chaque traversée de route) une perte est observée. Ces vannes avaient été changées pour des vannes en aluminium, plus légères, plus maniables et non corrodables, mais elles ont été volées,
- la zone du moulin (passage en « demi-buses » : les joints sont détériorés),
- les fuites ponctuelles après la 3^e restitution, au niveau où M. et Mme Baudoin avaient repris le béton il y a quelques années.
- Les aqueducs.



Photo 5 : Bassin de l'ancien Moulin



Photo 6 : Aqueduc en pierre

OUVRAGES

Dans la première boucle subsiste le bassin d'un ancien Moulin (photo 5)

On dénombre 2 ponts canaux, dont un aqueduc en pierres, intéressant de par sa valeur patrimoniale et esthétique, cf. photo 6.

Un bassin réceptionne une partie de l'eau du béal afin d'alimenter une pompe pour l'irrigation par aspersion des prairies et champs d'oignons. Construit en 1993-94, ce bassin de 4m3 est étanchéifié avec une bâche en plastique. Des aides ont été obtenues de l'ASA du Gard pour sa construction. Le trop plein du bassin retourne au ruisseau Valat de Peyreficade, qui, sans cet apport, a un débit quasi-nul à l'étiage.



Photo 7 Traversée de la route



Photo 8 : Fin du béal

3. USAGES

IRRIGATION

On recense :

- ▶ 5 ha de prairies pour les 40 chèvres de MM Bourdon – AOC Pélardon – en coopérative.
- ▶ 0,2 ha d'oignons (AOC Oignon doux des Cévennes – en coopérative).

Aucun engrais chimique n'est utilisé. Seuls des engrais organiques sont employés (purin provenant de l'élevage de chèvres). Sans l'alimentation d'eau par le béal, l'élevage des chèvres ne serait plus rentable et les propriétaires se verraient obligés de vendre leurs terrains.

L'irrigation est pratiquée à la fois en gravitaire et par aspersion :

- ▶ 3,72 ha irrigués par aspersion (3,52 ha de prairies et 0,2 ha d'oignons – Mme et M. Bourdon).
- ▶ 1,5 ha en gravitaire, tous propriétaires confondus (1 ha de prairies appartenant à Mme et M. Bourdon, et 0,5 ha de potagers en bout de béal).

Les prés en-dessous du béal sont irrigués au tour d'eau. Les agriculteurs vont déplacer les lauzes environ 3 fois par jour pour irriguer les différentes parties des champs : une immersion de 4 à 5 heures est pratiquée. L'irrigation est pratiquée 24h sur 24 en effectuant des rotations de terres.

Pré	Localisation	Distance max de l'entrée des terres irrigables	Durée d'irrigation
1er	Avant le pont-canal	100 m	2 j.
2°	Entre le pont-canal et l'aqueduc	225 m	4 j.
3°	Entre l'aqueduc et la falaise	325 m	3 j.
4°	Terres irriguées en fin de béal	550 m	6 j.

Ainsi, la distance moyenne journalière pondérée parcourue par l'eau est de **360 m**.

L'aspersion des champs d'oignons, s'effectue tous les 4 jours. Les prairies en amont des béals sont irriguées par aspersion en continu : les asperseurs sont déplacés 2 à 3 fois par jour pour irriguer l'ensemble des surfaces. L'eau est pompée depuis un réservoir d'eau situé juste avant le pont canal et alimenté par le béal.

L'irrigation permet d'obtenir 3 fauches par an s'il n'y a pas de restriction d'eau. Sinon, une seule fauche (voire éventuellement 2) est possible.

MM. Bourdon souhaitent vivement transmettre leur activité pour qu'elle puisse perdurer. Ils reconstruisent chaque année 3 à 4 bancels (mur de soutènement des terrasses) afin de limiter l'érosion des terres, et de préserver ainsi leur patrimoine historique et ce modèle de culture traditionnelle, cf. photo 9.

ARROSAGE DE JARDINS

Cet usage concerne de petites superficies (0,5 ha), plantées en maraichage et situées en fin de béal. Elles ne reçoivent de l'eau qu'environ 1 fois par semaine.

USAGE SECONDAIRES

Des intérêts secondaires sont aussi à noter selon M. Martin:

- ▶ Esthétisme des prés le long de la route, valeur patrimoniale forte.
- ▶ Développement de la ripisylve et de micro-écosystèmes (présence des grenouilles, libellules, mare...)
- ▶ Création d'une bande verte, pouvant limiter la propagation des feux de forêt.
- ▶ Rétention de l'eau à travers les terres durant le début de l'été et restitution progressive au Gardon en période d'étiage, permettant de maintenir un débit en période de sécheresse.
- ▶ Rafrachissement et filtration de l'eau par les écoulements souterrains, favorisant la repopulation piscicole du Gardon.

Selon M. Martin, il est aussi important de **maintenir l'usage initial d'irrigation, car le cas échéant, l'entretien du béal serait négligé**. En effet, ces ouvrages, constituant une part importante du patrimoine hydraulique des Cévennes, seraient perdus. Ce béal est particulièrement bien entretenu, et l'attachement des propriétaires à le préserver n'est pas contestable.

4. LE MILIEU

4.1 ANALYSE HYDROLOGIQUE

La figure ci-dessous détaille l'analyse hydrologique réalisée à partir des débits naturels reconstitués au niveau de la station de Corbès, sur le Gardon de St Jean (SBV = 263 km²). Bien que située beaucoup plus en aval, cette station est la seule qu'on peut considérer comme fiable en étiage sur le bassin du Gardon de St Jean, raison pour laquelle elle a été retenue au détriment d'autres stations plus proches comme Saumane ou l'Estréchure. (Voir étude PGCR Gardons pour la justification).

Figure 1: Analyse hydrologique du Gardon de St Jean au niveau de la prise du béal 55

Analyse statistique sur la période 1967-2006 (39 années)

Point : LE GARDON DE ST JEAN à St André de Valborgne
Type de débit : **Naturel reconstitué à partir du débit à Corbès**

superficie contrôlée : 58,18 km²

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	2,96	2,26	1,63	1,68	1,47	0,64	0,24	0,22	0,77	2,16	2,49	2,47
T=10 ans sec (m3/s)	0,26	0,31	0,40	0,44	0,40	0,22	0,11	0,07	0,11	0,27	0,26	0,33
T=5 ans sec (m3/s)	0,48	0,57	0,51	0,61	0,55	0,29	0,14	0,09	0,16	0,37	0,36	0,58
T=2 ans (m3/s)	1,42	1,51	1,08	1,23	1,17	0,45	0,18	0,13	0,35	1,27	1,85	1,13
T= 5 ans humide (m3/s)	4,99	3,98	2,51	2,70	2,14	0,91	0,35	0,21	1,13	3,36	3,79	4,39
T=10 ans humide (m3/s)	6,98	4,91	4,01	3,11	3,06	1,24	0,44	0,37	2,15	6,45	6,66	6,24

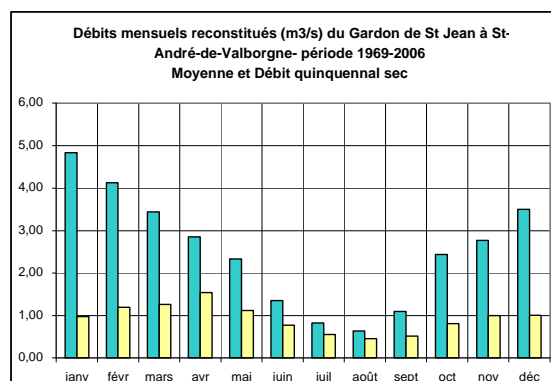
Module (m3/s)	moyenne	1,580	ecart-type	0,7
---------------	---------	--------------	------------	-----

Module

	en m3/s	
	(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	1,58	1,58
T=10 ans sec (m3/s)	0,66	0,80
T=5 ans sec (m3/s)	0,98	1,04
T=2 ans (m3/s)	1,58	1,50
T= 5 ans humide (m3/s)	2,18	1,99
T=10 ans humide (m3/s)	2,50	2,60

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)
	6,0	6,0
	2,5	3,0
	3,7	4,0
	6,0	5,7
	8,3	7,6
	9,5	9,9



VCN et QMNA

	en m3/s	
(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30
Moyenne (m3/s)	0,09	0,12
T=10 ans sec (m3/s)	0,05	0,06
T=5 ans sec (m3/s)	0,06	0,07
T=2 ans (m3/s)	0,09	0,11
T= 5 ans humide (m3/s)	0,12	0,15
T=10 ans humide (m3/s)	0,13	0,17

0,1

0,2

0,5

0,8

0,9

0%

La figure ci-dessous récapitule les éléments principaux d'analyse hydrologique au niveau de la prise du béal du Mazauric.

Figure 2. Récapitulatif des débits d'étiage et des débits réglementaires du Gardon de St Jean au niveau de la prise du béal 55.

		Q (l/s)	
DIREN	Module (DIREN)	1600 à 1800	
	1/10° du module	160	
	1/20° du module	80	
BRL	Module	1 580	
	QMNA5 naturel	84	
	VCN30 (quinquennal sec) naturel	73	
	VCN10 (quinquennal sec) naturel	55	
Mesures	Dates des mesures	22-juil	17-sept
	Qamont	144	75
	Débit prélevé après les 1° restitutions	57	4
	Débit prélevé après les 2° restitutions	28	2

Le Gardon de St Jean a donc des débits caractéristiques de l'étiage en régime désinfluencé ou naturel qui sont inférieurs au 1/10° du module, voire au 1/20° pour certains. Ainsi, environ 1 an sur 5 en moyenne (et dans l'hypothèse de l'absence de prélèvements amont) il ne sera pas possible pour le béal d'effectuer un prélèvement, même réduit, pendant au moins un mois. En pratique, vu l'existence de prélèvements et perturbations amont, cela se produira à une fréquence plus élevée.

Ces statistiques hydrologiques ont été menées pour la période 1967-2006. Si l'on s'intéresse à la période 1997-2006, Seules 2 années ont eu l'ensemble des débits mensuels désinfluencés au-dessus du 1/10° du module. 3 années ont connu un débit désinfluencé inférieur au 1/20° du module. Au moins 6 années auraient impliqué un arrêt de l'irrigation pendant au moins 1 mois, et au moins 8 des restrictions sur les volumes prélevés (en l'état actuel des ouvrages). Ce raisonnement est mené pour des débits désinfluencés, c'est-à-dire en supposant l'absence d'autres prélèvements en amont.

Figure 3 : Comparaison des débits mensuels moyens de la rivière au niveau de la prise entre 1997 et 2006 avec le débit réservé (hypothèse du 12° et du 1/10° du module), le débit réservé + le besoin du système d'irrigation, et le débit réservé + le prélèvement actuel.

Hyp 1/20°	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
1 997	5,66	0,85	0,41	0,25	0,24	0,29	0,33	0,31	0,18	0,37	6,63	8,76
1 998	5,11	0,67	0,34	2,67	2,87	1,07	0,19	0,08	0,34	0,29	0,29	0,81
1 999	1,93	0,26	1,05	0,50	3,93	0,51	0,23	0,17	0,22	1,77	2,04	0,33
2 000	0,23	0,21	0,25	1,23	1,64	0,22	0,08	0,05	1,34	0,56	3,29	9,00
2 001	4,04	1,99	2,66	0,66	0,77	0,49	0,22	0,11	0,11	2,40	0,32	0,13
2 002	0,16	0,53	1,16	0,65	0,62	0,37	0,11	0,09	2,83	2,18	3,42	5,84
2 003	0,98	1,18	1,06	0,67	0,41	0,22	0,15	0,07	0,06	1,00	6,77	7,83
2 004	0,60	1,72	2,36	4,61	2,13	0,33	0,14	0,20	0,11	1,18	0,73	0,29
2 005	0,15	0,12	0,12	0,25	0,25	0,15	0,04	0,04	0,96	1,42	3,19	0,33
2 006	3,24	1,43	0,48	0,47	0,33	0,14	0,11	0,10	0,84	3,22	2,04	1,32

Hyp 1/10°	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
1 997	5,66	0,85	0,41	0,25	0,24	0,29	0,33	0,31	0,18	0,37	6,63	8,76
1 998	5,11	0,67	0,34	2,67	2,87	1,07	0,19	0,08	0,34	0,29	0,29	0,81
1 999	1,93	0,26	1,05	0,50	3,93	0,51	0,23	0,17	0,22	1,77	2,04	0,33
2 000	0,23	0,21	0,25	1,23	1,64	0,22	0,08	0,05	1,34	0,56	3,29	9,00
2 001	4,04	1,99	2,66	0,66	0,77	0,49	0,22	0,11	0,11	2,40	0,32	0,13
2 002	0,16	0,53	1,16	0,65	0,62	0,37	0,11	0,09	2,83	2,18	3,42	5,84
2 003	0,98	1,18	1,06	0,67	0,41	0,22	0,15	0,07	0,06	1,00	6,77	7,83
2 004	0,60	1,72	2,36	4,61	2,13	0,33	0,14	0,20	0,11	1,18	0,73	0,29
2 005	0,15	0,12	0,12	0,25	0,25	0,15	0,04	0,04	0,96	1,42	3,19	0,33
2 006	3,24	1,43	0,48	0,47	0,33	0,14	0,11	0,10	0,84	3,22	2,04	1,32

4.2 ANALYSE DES FACIÈS D'ÉCOULEMENT DU TRONÇON IMPACTÉ

Une analyse des faciès d'écoulement du tronçon de cours d'eau impacté par le béal a été réalisée pendant l'étiage 2009. L'intégralité de l'analyse est présentée dans le rapport Note sur les campagnes de terrain complémentaires à l'étude du PGCR des Gardons réalisé par BRL Ingénierie.

Il est proposé de présenter les conclusions :

Répartition des faciès d'écoulement et sensibilité du tronçon:

Béal n° 55		
Faciès d'écoulement	linéaire (m)	% de recouvrement
Fosse profonde	302	38
Mouille	0	0
Plat/chenal lentique	240	31
Radier	36	5
Rapide	123	16
Cascade	85	11
Chute	0	0

Le secteur de gorges (succession de cascade-rapide et de fosses) représente plus de la moitié des faciès d'écoulement du tronçon d'étude. Les habitats de ces secteurs sont théoriquement moins sensibles dans cette configuration à une réduction de débit. En effet, les zones lenticques profondes sont relativement peu impactées par une diminution du débit. Ces derniers agissent comme des bassines, indépendantes des unes des autres.

En revanche, les secteurs de plat/chenal lenticques (1/3 du tronçon) présentent des profils en travers très étalés les rendant très sensibles à une diminution du débit par le risque d'assèchement des bordures et de pertes d'habitats (voir profils).

5. ANALYSE DU BESOIN EN EAU DES CULTURES

Le besoin en eau des cultures peut être estimé à plusieurs niveaux :

- ▶ **Le besoin théorique en eau d'irrigation des cultures** est la quantité d'eau qu'il faut apporter au pied des cultures (et donc indépendamment du mode d'irrigation) pour qu'elles ne soient jamais en situation de stress hydrique. C'est un besoin théorique, calculé par la méthode des coefficients culturaux.
- ▶ **Le besoin en eau d'irrigation à la parcelle** est la quantité d'eau qu'il faut apporter à la parcelle pour satisfaire le besoin en eau des cultures. Ce besoin prend en compte le mode d'irrigation à la parcelle (aspersion, submersion) et les pertes qui y sont liées. Pour une irrigation par aspersion, l'efficacité est estimée à 90%, contre 50% pour de l'irrigation par submersion.
- ▶ **Le besoin en eau d'irrigation en tête de système** est la quantité d'eau qu'il faut apporter au système pour satisfaire le besoin en eau des cultures en tenant compte à la fois des pertes à la parcelle et des pertes au cours de l'adduction.

BESOIN EN EAU D'IRRIGATION DES CULTURES

Le besoin en eau des cultures a été estimé par la méthode des coefficients culturaux. Les besoins en eau des plantes dans les superficies irriguées dépendent des paramètres suivants :

- ▶ cultures pratiquées,
- ▶ réserve utile du sol,
- ▶ précipitations,
- ▶ évapotranspiration.

La **réserve utile** (RU) correspond à l'eau présente dans le sol qui est utilisable par la plante. On la prend égale à 60 mm.

Les pluies (P) utilisées sont les lames d'eau journalières au niveau du poste pluviométrique de St-André-de-Valbogne. L'évapotranspiration potentielle (ETP) considérée est celle de Nîmes-Courbessac.

Le modèle est réalisé avec un pas de temps **décadaire** (soit 10 jours).

Au début de chaque décade, on calculera le besoin théorique en eau par la formule :

$$\text{Besoin des plantes} = K_c \times \text{ETP (mm)} - P_{\text{eff}} \text{ (mm)}$$

où K_c est le coefficient cultural

P_{eff} est la pluie efficace : $P_{\text{eff}} = 0,8 \times P$ (Source : *Mémo irrigation de BRL*)

La réserve en eau stockée en début de décade n est : $R_n = R_{n-1} + P_n - K_{c_n} \times \text{ETP}_n$

La lame d'eau ainsi calculée sera comparée à l'état de la réserve du sol pour déterminer le besoin en eau d'irrigation pendant chaque décade :

- si $Kc_n \times ETP_n - P_n > R_n$, alors Besoin en irrigation = $R_n - (Kc_n \times ETP_n - P_n)$
- sinon, Besoin en irrigation = 0

On obtient ainsi, le besoin en irrigation décadaire pour chaque plante, qu'on multiplie alors par la surface cultivée par culture.

On obtient les résultats sont exposés dans le tableau ci-dessous, au pas de temps mensuel. Si on passe au pas de temps décadaire, on s'aperçoit que le **besoin quinquennal en eau d'irrigation des cultures la dernière décade de juillet est de 4,3 l/s**.

Besoins diffus en eau d'irrigation		Béal du Mazauric
Type de besoin	mois	Besoin
Besoin mensuel moyen 97-2007(m3/mois)	avril	600
	mai	2 400
	juin	6 000
	juillet	8 400
	août	5 900
	septembre	2 300
Besoin mensuel moyen 68-2007(m3/mois)	avril	600
	mai	2 100
	juin	5 000
	juillet	7 800
	août	5 900
	septembre	2 300
Besoin mensuel quinquennal sec 68-2007(m3/mois)	avril	1 200
	mai	3 400
	juin	6 800
	juillet	9 300
	août	7 400
	septembre	4 100
Qfictif continu moyen 97-07 (l/s)	avril	0,2
	mai	0,9
	juin	2,3
	juillet	3,2
	août	2,3
	septembre	0,9
Qfictif continu moyen 68-07 (l/s)	avril	0,2
	mai	0,8
	juin	1,9
	juillet	3,0
	août	2,3
	septembre	0,9
Qfictif continu quinquennal sec (l/s)	avril	0,5
	mai	1,3
	juin	2,6
	juillet	3,6
	août	2,9
	septembre	1,6

BESOIN EN IRRIGATION À LA PARCELLE

Si l'on reprend les résultats précédents en distinguant les besoins pour les parcelles gravitaires des besoins pour les parcelles sous pression, on obtient les besoins quinquennaux en irrigation suivants, pour la décade de pointe :

- ▶ 3 l/s pour les surfaces irriguées en aspersion,
- ▶ 1,25 l/s pour les surfaces irriguées en gravitaire.

Avec une efficacité de 80% pour l'aspersion et de 30% pour le gravitaire par submersion¹, on obtient les besoins suivants :

- ▶ 3,8 l/s pour les surfaces irriguées en aspersion,
- ▶ 4,2 l/s pour les surfaces irriguées en gravitaire,

Soit au total un **besoin en irrigation quinquennal sec à la parcelle de 8 l/s lors de la décade de pointe**.

A noter que l'irrigation gravitaire est plus consommatrice en eau mais que les pertes retournent en grande partie en rivière : les affluents du Gardon de St Jeant drainent les surfaces irriguées vers la rivière.

BESOIN EN IRRIGATION EN TÊTE DE SYSTÈME

Nous allons distinguer le besoin en tête de parcelles (avec adduction dans les canaux de distribution en terre) du besoin en tête de béal (comprenant les pertes dans l'adduction en béton).

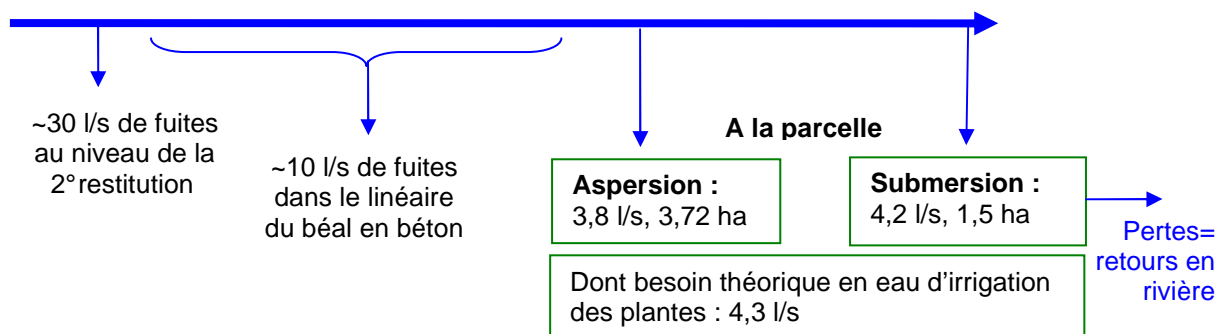
En tête de parcelles irriguées, il faut tenir compte des pertes dans le canal en terre. Une étude des flux hydrauliques dans les Pyrénées Orientales (*Canal de Corneilla de la rivière, GAEA, ADASIA, 2004*) indiquait des pertes linéaires dans les secondaires de l'ordre de 300 m³/an/mètre linéaire. Dans le cas du béal du Mazauric, la distance moyenne parcourue par jour est de 360 m (voir §3). Les pertes dans cette section s'élèvent donc à environ 7 l/s. **On obtient donc un besoin en eau en tête de parcelle de 15 l/s la décade de pointe.**

Nous avons mesuré des pertes dans le béal d'une dizaine de l/s entre l'aval de la 2^e restitution et la tête de parcelle.

Le besoin en eau d'irrigation en aval de la 2^e restitution est donc de 25 l/s en l'état actuel du béal.

*A noter que pour irriguer les terres qui se trouvent complètement en aval, le débit actuel est nécessaire pour que l'eau arrive jusqu'à cette zone, à savoir **environ 20 l/s en tête de parcelles, soit environ 30 l/s en aval de la 2^e restitution.***

La perte par la 2^e vanne de restitution est actuellement d'une trentaine de l/s.



¹ L'irrigation est pratiquée sur des terrains en pente, l'efficacité est donc un peu inférieure aux coefficients habituels.
Source des coefficients : EPL : <http://echo.epfl.ch/docs/Irrigation-basic.pdf>

6.GESTION DES RESSOURCES EN EAU

DROIT D'EAU

Le droit d'eau est attaché à la parcelle. Un parchemin datant du 18^{ème} siècle déterminait les droits d'eau pour chaque usager du béal, en précisant le nombre d'heures dont chacun disposait pour l'irrigation des terres.

En théorie, la distribution est organisée sous forme de tour d'eau, avec un nombre d'heures allouées à chaque usager, au prorata de la surface irrigable (voir tableau ci-après). En pratique, ce sont Monsieur et Madame Bourdon qui utilisent l'ensemble de l'eau (Mme Bourdon étant la fille de M. Atger, il lui donne son droit d'eau).

ORGANISATION

Créée en 1952, L'ASA de Mazauric gère l'utilisation de l'eau du béal. Ce sont au total 6 usagers qui paient la cotisation chaque année. Tous n'ont pas accès à l'eau : leur béal, en fin de parcours, n'est plus entretenu et l'eau se rejette dans le gardon au niveau des terres de MM Bourdon.

Le budget annuel de l'ASA est de 1180 € et se répartit de la manière suivante :

Nom de l'usager	Nombre d'heures allouées par semaine	Prix annuel
M. Atger	90 h	633 €
M et Mme Bourdon	48 h	337 €
Héritiers Simon :		
➤ Mme Delahaye M.J.	6 h	42 €
➤ Mme Simon Brigitte	6 h	42 €
M. Roussel	6 h	42 €
M. Martin Serge	6 h	42 €
M. Martin Jean-Claude	6 h	42 €
TOTAL	168 h	1 180 €

Un accord à l'amiable permet à MM. Bourdon d'utiliser la quasi-totalité de l'eau. Les cotisants participent uniquement pour le côté esthétique et l'agrément apporté par le béal. Ses cotisations sont destinées à payer les frais d'assurance et de travaux du canal.

GESTION DU BÉAL

Le débit prélevé est géré par Mme et M. Bourdon, principaux utilisateurs du béal.

Le béal est fermé à l'automne au niveau de la seconde vanne de vidange, afin d'éviter son obstruction pendant les crues. Les écoulements sont maintenus dans les premiers mètres du béal pour éviter l'engrèvement.

Les arrêts sécheresses sont difficiles à vivre pour les agriculteurs, obligés de se lever toutes les 2 heures pour ouvrir les vannes.

ENTRETIEN

L'entretien courant est à la charge des propriétaires des tronçons (curage, débroussaillage,...). Celui-ci doit être effectué chaque année pour le maintenir en fonctionnement.

A noter qu'après la propriété de MM. Bourdon, le béal est obstrué car non utilisé. Son état se dégrade rapidement, de part la végétation et l'érosion des berges.

CONFLIT S D'USAGE

- Le béal du Mazauric fait actuellement l'objet d'une procédure de transaction pénale en raison du prélèvement contrôlé par l'ONEMA en 2008 et non réglementaire selon la loi sur l'eau. Les agriculteurs signalent qu'ils auraient facilement pu faire casser cette procédure en raison du grand nombre de vices de forme qu'elle contient (courriers non adressés aux membres de l'ASA, erreur dans les noms et dans les adresses...), mais que ça leur serait revenu au même financièrement (paiement d'un avocat) et qu'ils ont par conséquent préféré payer cette amende pour apaiser la situation. Ils auraient largement préféré un dialogue plutôt que la logique répressive dans laquelle ils ont été directement entraînés (comparution directement devant le tribunal). Ils ont notamment évoqué les courriers qu'ils ont envoyés à la DDAF qui sont restés sans réponse. Les agriculteurs se sentent pris comme responsables de la disparition de la faune piscicole des Gardons, alors que selon eux, la mauvaise gestion et les excès de la pêche en sont l'origine. L'ONEMA a une mauvaise image auprès des membres de l'ASA. Les agriculteurs font état d'un manque de dialogue et de diplomatie certain de la part de cet organisme. Ils souhaitent être davantage informés et sont en attente de plus de dialogue.

Ce béal est l'un des mieux entretenus de la vallée Borgne. Il est clair que les membres de l'ASA que nous avons rencontrés sont profondément attachés à leurs terres et à leur culture. Il en découle une bonne mise en valeur du patrimoine, autant sur le plan esthétique, que sur le plan de l'activité traditionnelle Cévenole. Les membres de l'ASA ont montré une réelle coopération et sont ouverts à la négociation. Il serait intéressant de rebondir là-dessus et de préférer des solutions de dialogue à des solutions répressives.

7. MESURES D'AMÉLIORATION

1. Réalisation d'une échancrure

Afin de laisser passer le débit réservé en rivière, nous proposons de dimensionner une échancrure dans l'ouvrage existant. Cette échancrure pourra être réalisée

- soit **dans l'entonnement du béal au niveau de la vanne de restitution** (mini-seuil à réaliser à l'aide d'une vanne déversante). Dans ce cas, il faudra boucher (de façon temporaire par un batardeau) l'échancrure existante en rive droite du seuil, afin de maintenir le plan d'eau à la hauteur déversante du seuil, et de contrôler réellement le débit réservé en rivière.

Avantage : utilise une ouverture existante, aménagement réalisable de manière temporaire (vanne déversante et batardeau en bois) avant de passer à du permanent.

Inconvénients : à notre avis il n'y en a pas, le cheminement hydraulique de l'eau passant par la vanne de restitution retrouve celui de l'eau déversant sur le seuil (voir schéma de la prise au §1). L'échancrure en rive droite continuera à servir de passage pour les migrations de poissons hors étiage lorsque le batardeau sera enlevé (il n'y a pas d'enjeu de migration en étiage).

- soit **dans le seuil**, en bouchant également de façon temporaire l'échancrure de rive droite

Avantage : meilleur affichage auprès des services de l'ONEMA (pour une efficacité hydraulique et hydrobiologique équivalentes).

Inconvénients : coût plus élevé que la solution précédente.

- soit **au niveau de l'échancrure en rive droite**

Avantage : meilleur affichage auprès des services de l'ONEMA (pour une efficacité hydraulique et hydrobiologique équivalentes).

Inconvénient : pas de loi de débit sur cette zone (seuil non dénoyé), donc moins de possibilité de contrôle du débit réservé, avantage : maintien du passage des poissons)

Nous retenons donc la 1^{re} solution, celle de la réalisation d'une vanne déversante dans la vanne de restitution existante.

2. Régulation de la hauteur d'eau au-dessus de la vanne déversante

Pour réguler la hauteur d'eau au-dessus de ce seuil déversant deux solutions sont envisageables :

- **Installer un batardeau en-travers du béal**, calé à la hauteur de la lame d'eau nécessaire au-dessus de la vanne déversante
Avantages : pas de manipulation à réaliser pour la gestion.
Inconvénients : tout débit supplémentaire au-dessus de la tranche de débit réservé sera partagé entre le béal et la rivière)
- **Installer une vanne de prise réglable dans le béal (martelière à crémaillère)** à l'aval de la vanne déversante, à régler pour que la hauteur déversante corresponde au débit réservé
Avantage : tout débit supplémentaire au-dessus de la tranche de débit réservé est affecté au béal ;
Inconvénient : la fréquence de manipulation de la vanne sera à tester la 1^{re} année (*a priori* une ou 2 fois par semaine), risque de colmatage par les castors.

3. Réduction des fuites

- La plupart des fuites a lieu dans le 1^{er} tronçon, au niveau des 2 vannes de restitution et de la 1^{re} fuite juste en aval de la 2^e vanne de restitution (cf plan). Il est donc important de renouveler ces vannes et refaire les bajoyers pour étanchéifier.
- Les vannes de restitution au niveau des passages sous la route sont également à remplacer.
- Il existe une fuite juste après la 2^e vanne de restitution, elle est à colmater.
- Les fuites dans les passages en demi-buses sont importantes. Il faut renouveler les joints avec un ciment hydro-expansif.

PROPOSITION DE SOLUTIONS DE SUBSTITUTION

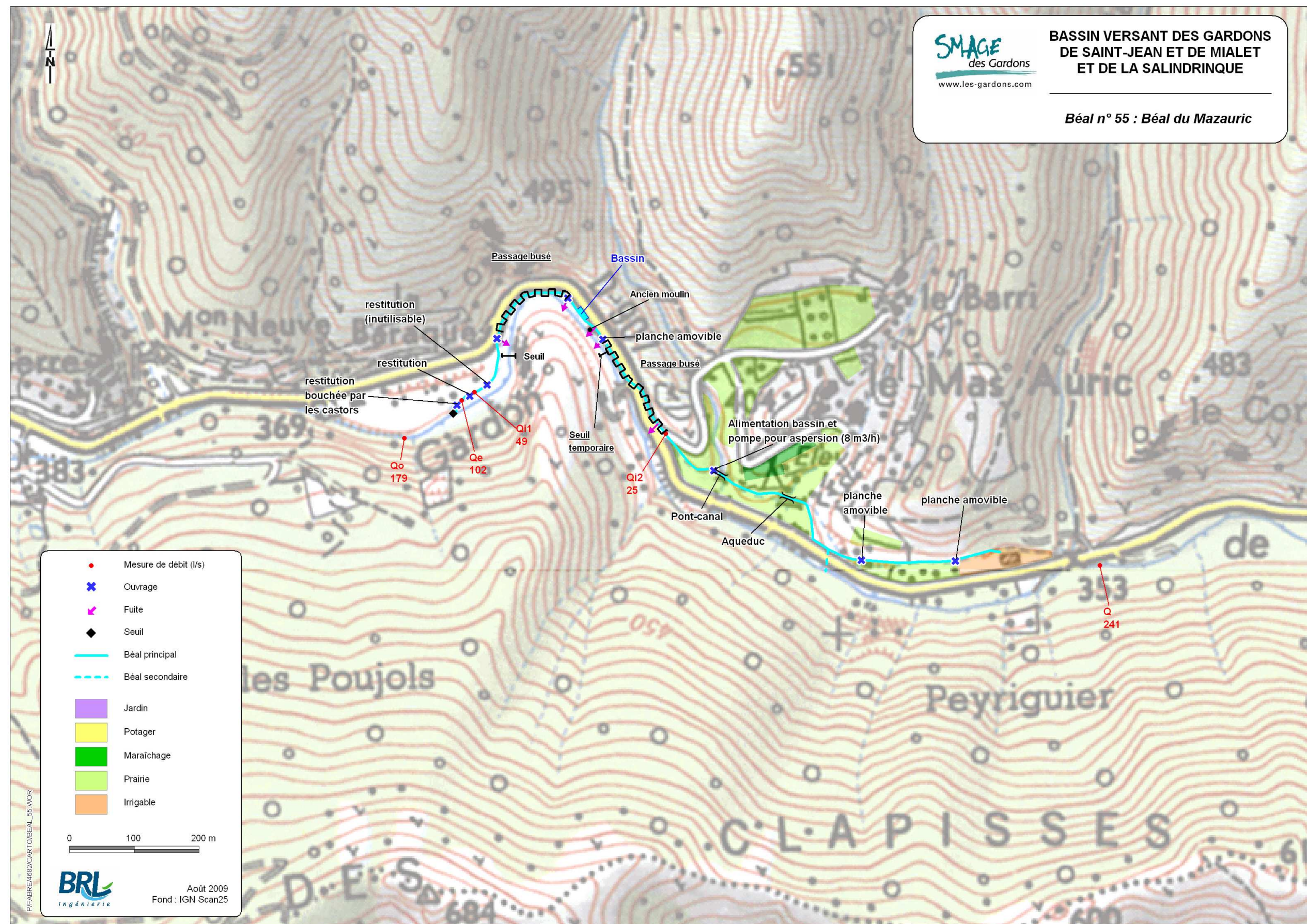
Afin de réduire le prélèvement sur le Gardon, nous envisageons les solutions suivantes :

Bétonnage du béal à la traversée des terres irrigables

Cette option a un coût relativement élevé (étanchéification du béal sur environ 600 m) et permettra, si elle est bien faite, de réaliser une économie sur les 7 l/s perdus dans la partie en terre du canal par infiltration (économie d'environ 4 l/s)

Aspersion totale

Il s'agirait créer un nouveau bassin de stockage plus grand que le précédent, et qui permette d'irriguer l'ensemble de la surface par aspersion.



BEAL 58 (GAJ8) – Béal du moulin de la Volte	
Rivière prélevée :	Le Gardon de St Jean au niveau de St André de Valborgne, lieu dit Mas Boyer
Entretien mené :	20/08/08, à Rafinesque
Personnes rencontrées :	Mme NICOLAS, présidente de l'ASA de la Volte et Saumanelle Mme ROBERT, propriétaire du moulin de la Volte M. PELLISSIER, propriétaire d'un jardin.
Superficie du BV intercepté par la prise :	63,8 km ²

1. RESSOURCES EN EAU

Le béal prélève dans le Gardon de Saint-Jean en rive droite. Deux séries de mesures de débit ont été menées à deux semaines d'écart. Les résultats sont classés dans le tableau ci-dessous. Des mesures en amont et en aval du seuil ont été effectuées pour mettre en valeur la différence des débits. Il apparaît que plus de 40 % du débit en amont est souterrain. Le sol est à ce niveau sableux et couvert partiellement de galets. Ceci montre bien que les mesures en aval du seuil sont souvent plus représentatives du débit réel du Gardon en période d'étiage.

Ces mesures montrent aussi que le taux de prélèvement du béal reste quasiment constant pour une augmentation du débit du Gardon de 7%.

- Débit total du Gardon : 202 l/s
- Taux de prélèvement : 8.9 %


Date :	06/08/2008 Q (l/s)	20/08/2008 Q (l/s)	
100 m à l'amont du seuil (A)	106		
A l'entrée du béal (B)	16.8	17.8	
50 m à l'aval du seuil (C)	172	184	
Analyse : ➤ Débit total du Gardon au niveau du seuil (B+C) : ➤ Débit de nappe 100 mètre à l'amont du seuil (B+C-A) : ➤ Taux de prélèvement du béal (B/(B+C)) :	189 83 8.9%	202 8.8%	

Photo 1 : Site de mesure 50 mètres à l'aval du seuil

2. PATRIMOINE

Le moulin de la Volte utilisait autrefois l'eau du béal. Aujourd'hui il a été repris par Mme ROBERT, qui l'utilise en tant que résidence secondaire.



Photo 2 : Béal dans la propriété de M. Rousset



Photo 3 : Seuil

SEUIL

Le seuil mesure 30 mètres de long et 4.6 de haut (Photo 3). La ferraille de la chape de béton est apparente en plusieurs endroits. L'érosion peut atteindre jusqu'à 10 cm.

PRISE D'EAU

La prise d'eau est équipée d'une barre de fer permettant d'y glisser une vanne de fermeture. Le système semble assez sommaire et explique sans doute le fort engrèvement du canal (plus de 20 cm) sur ses 20 premiers mètres. Une vanne de restitution se trouve 10 mètres après la prise, et ferme mal.



Photo 4 : Prise d'eau du béal



Photo 5 : vanne de restitution

CANAL

- **Premier tronçon** : le canal est en béton. Il passe derrière le moulin à flanc de montagne. 3 vannes de restitution y sont disposées, pour évacuer les eaux de ruissellement en cas de forte pluie. Une prise d'eau se trouve dans la boucle du béal, qui alimente une canalisation du camping de l'autre rive. Il arrive ensuite à la propriété de M. ROUSSET (photo 2). Le débit est alors de 9 l/s. Il surplombe le champ, parfois taillé dans la roche. L'eau est ensuite rendue à la rivière à la fin du pré.
- **Deuxième tronçon** : Au bout du champ de M. ROUSSET, le béal surplombe un terrain forestier, non exploitable car fortement pentu (photo 6). Le béal n'est jamais en eau à partir d'ici, selon Mme NICOLAS. Par la suite, certaines berges sont en terre et en mauvais état. Il semble cependant avoir été curé dans l'année, comme en témoigne des tas de feuilles mortes terreuses sur les rives.
- **Troisième tronçon** : 1,2 km après la prise, il débouche au dessus d'une maison en ruine, « la Saumanelle », et d'un pré appartenant aux parents de Mme NICOLAS. Puis, le béal replonge dans la forêt et devient difficilement accessible. Un effondrement de la roche sous le béal a été repéré et témoigne de l'état critique de celui-ci.



Photo 6 : Deuxième tronçon



Photo 7 : Béal colonisé par les lentilles d'eau

En considérant les débits mesurés, il apparaît que 9 l/s sont perdus en fuites dans le premier tronçon. Les ouvrages de restitution en sont principalement à l'origine à cause de leur mauvaise étanchéité. Aucune autre fuite n'a été repérée sur cet unique tronçon en fonctionnement.

L'entretien du premier tronçon est fait régulièrement. Seules des « lentilles d'eau » photo 7 ralentissent l'écoulement, sans conséquence pour le fonctionnement du béal. Concernant le troisième tronçon et l'effondrement de la roche de soutènement, Mme NICOLAS a souligné qu'il n'était pas facile de trouver une entreprise acceptant de travailler dans des conditions aussi périlleuses.

Le béal est en bon état sur la partie en fonctionnement. Sur le tronçon qui n'est pas utilisé, les dégâts sont critiques et pourraient engendrer la destruction du béal sur plusieurs mètres s'il n'est pas rapidement réparé.

3. USAGES

IRRIGATION

- ▶ M. ROUSSET irrigue 1,2 ha de prairies (photo 2)
- ▶ M. PELLISSIER arrose 2000 m² de jardin

M. PELLISSIER a confié que le principal intérêt du béal est sentimental et esthétique pour une résidence secondaire comme la sienne. Il utilise encore le béal de temps en temps pour sa pelouse et ses arbustes.

EAU À USAGES DIVERS

Le béal longe un camping qui utilise l'eau pour les toilettes, afin de réduire sa facture d'eau.

4. GESTION DES RESSOURCES EN EAU

ORGANISATION

Le béal est géré par l'ASA de la Volte et Saumanelle. Il y a 9 adhérents, qui cotisent chaque année à hauteur de 50€ par personne. Le budget est réparti entre les frais d'entretien lourd et de secrétariat (une secrétaire est employée).

GESTION DU BÉAL

Selon les dires de Mme NICOLAS, le béal est ouvert de juin à octobre.

CONFLITS D'USAGE

Il a été difficile d'obtenir un entretien avec l'ASA. Ses membres voit d'un mauvais œil ce genre de visites, qui selon eux, sont un moyen détourné de recueillir des informations en vue de facturer l'eau. L'entretien a été bref, ce qui explique le peu d'information du présent compte-rendu.

Les utilisateurs se sont montrés clairement opposés à l'idée d'installer des compteurs et de faire payer l'eau du béal, d'autant plus que les prélèvements sauvages pratiqués en amont du seuil ne seraient pas taxés.

BEAL 59 (GAJ9) –	
Rivière prélevée :	Le Gardon de St Jean au niveau de Saumane, ASA de la Peyre
Entretien mené :	5 /08 / 2008 à Saumane.
Personnes rencontrées :	M. MASMEJEAN, président de l'ASA de la Peyre. M. MITTON, secrétaire de l'ASA
Superficie du BV intercepté par la prise :	66,2 km²

1. RESSOURCES EN EAU

Les prélèvements sont réalisés dans le Gardon de St Jean en rive gauche, au niveau du lieu-dit de la Volte. Deux mesures ont été prises :

- ▶ 100 mètres en amont du seuil : 154 l/s
- ▶ 75 mètres en aval du seuil : 107 l/s

A la prise du béal, le débit relevé est de 108 l/s. On en déduit que 46 l/s passent au-dessus du seuil. Or 107 l/s sont retrouvés 75 m plus loin. Les 61 l/s d'écart de débit peuvent s'expliquer par les pertes des béals, mais également par les imprécisions de mesure dues au lit de galets (écoulement de sub-surface). On peut donc considérer un taux de prélèvement :

- ▶ Soit de 70 % en prenant seulement en compte les écoulements superficiels,
- ▶ Soit de 50 % en prenant en compte les écoulements de sub-surface.

2. PATRIMOINE

Le canal date de 1650. Il présente donc une forte valeur patrimoniale.

Le seuil et l'entonnement du canal ont été détruits puis reconstruits suite aux inondations de 1958. Après la crue de 2002, l'ASA a effectué des travaux de reconstruction de la prise d'eau, d'un montant de 9000 €, subventionnés à 50 % par le Conseil Général et à 17% par la maire.

SEUIL

Le seuil a été rénové en 2002 à la suite des inondations. De 32,5 m de long et 3,10 m de haut, il est en béton et pierres maçonnées et présente un très bon état.

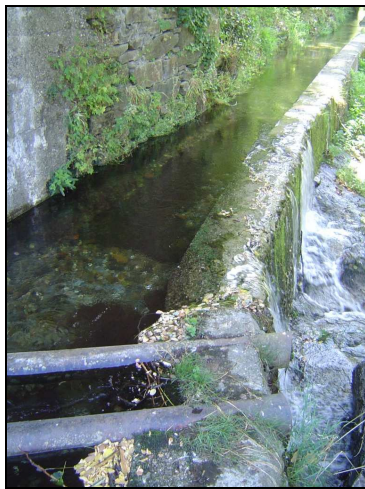
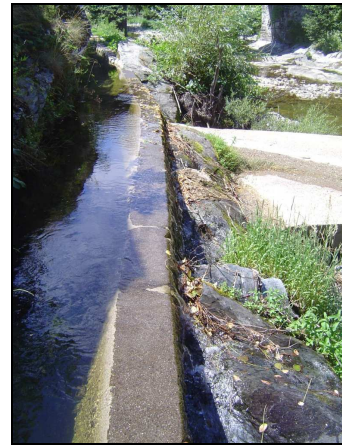
Seuil à la prise du béal



PRISE DANS LE MILIEU

Aucune vanne ne régule l'entrée d'eau à la prise, pourtant restaurée récemment. Les dimensions de la prise sont 0,8 m de large sur 0,35 m de haut. Un débit important est prélevé mais directement restitué à la rivière par débordement.

Ci-contre : Débordements importants à l'entrée du béal.



CANAL

Son linéaire est de 2,3 km. D'abord en béton, il est ensuite taillé à même la roche et certains passages sont busés.

Bien entretenu, le béal présente toutefois de nombreuses fuites diffuses et des débordements localisés.

Son exutoire se situe à la sortie du terrain de M. Masmejean. Le béal suit alors le fossé le long de la route et se rejette dans le Gardon.

OUVRAGES

Les vannes de restitution sont constituées de planches métalliques amovibles, qui permettent de restituer l'eau à la rivière. Elles sont toutes en bon état de fonctionnement, sans fuite exceptionnelle.

Des petits réservoirs souterrains permettent d'alimenter les pompes des jardins

3. USAGES

ARROSAGE DE JARDINS

Aucun agriculteur n'est présent sur le parcours du béal. Il s'agit essentiellement de jardins d'agrément et de jardins potagers. On note également la présence de quelques prairies dont les fauches sont données gracieusement à l'agriculteur qui effectue la coupe.

La surface irriguée totale est de 2 ha :

- ▶ Prairies : 1,5 ha
- ▶ Jardins, potagers : 0,5 ha

L'irrigation est, pour la majorité des prises, effectuée en gravitaire. Seulement 2 ou 3 usagers prélèvent l'eau du canal à l'aide d'une pompe. Le diamètre des prises est limité à 3 cm de diamètre par l'ASA afin de limiter les usages à l'arrosage de jardins et potagers.

Selon M. Masmejean, 90% des jardins disparaîtraient sans l'apport d'eau du béal, du fait du prix trop élevé de l'eau. La disparition du béal engendrerait une multiplication des prises sauvages dans le Gardon.

4. GESTION DES RESSOURCES EN EAU

DROIT D'EAU

Le droit d'eau date de 1650 et répartissait les horaires entre les différents usagers. Aujourd'hui, il n'existe plus vraiment d'organisation, chacun prélevant selon ses besoins.

ORGANISATION

L'ASA de la Peyre a été créée en 1958, à la suite des inondations. Elle compte 31 membres dont la cotisation annuelle s'élève à 40 € (1240 €/an).

Quelques petits pompages se greffent et permettent ainsi à l'ASA de disposer d'un budget plus important pour l'entretien du béal.

GESTION DU BÉAL

Le béal est ouvert du 1^{er} mai au 30 septembre, 15 octobre au plus tard. En hiver, le béal est fermé à 50 mètres en dessous de la prise afin d'éviter son engravement lors des crues.

ENTRETIEN

Le béal est bien entretenu. Des problèmes de « renards », à savoir des algues et racines qui envahissent le béal, apparaissent sur la première partie du béal.

Chaque propriétaire est chargé de l'entretien du béal sur sa parcelle. L'entretien et les travaux s'effectuent sur la base du bénévolat. Seuls les matériaux nécessaires aux travaux sont financés par l'ASA.

L'entretien des berges consiste à 2 ou 3 jours de débrousailluse 2 fois par an.

CONFLITS D'USAGE

La présence du camping du Capou au niveau de la prise est problématique : les vannes sont régulièrement volées ou ouvertes/fermées et doivent donc être boulonnées afin d'éviter leur disparition.

BEAL 65 (GAJ13) –	
Rivière prélevée :	Le Gardon de St Jean au lieu dit la Vignasse
Entretien mené :	30/07/2008 à Thoiras
Campagne de mesures :	30/07/09
Personnes rencontrées :	M. Baudoin
Superficie du BV intercepté par la prise :	180,19 km ²

1. RESSOURCES EN EAU

ORIGINE DE L'EAU

Le béal prélève dans le gardon de Saint Jean en rive gauche au niveau d'un seuil au lieu dit la Vignasse également utilisé en tant que gué.

A l'entrée du béal, un peu moins de la moitié du débit du gardon est prélevée, soit 359 l/s sur les 614 l/s du cours d'eau. La plupart du débit prélevé est restituée 100 mètres plus loin par les fuites de la maçonnerie et les débordements du béal en rive droite. Deux mesures intermédiaires de débit ont montré que 62 l/s arrivaient à l'entrée des terres irrigables, soit plus de 80 % de pertes.

Le rejet du tracé principal du béal est effectué dans le virage qui suit la prise d'eau. Le secondaire débouche dans le virage suivant.



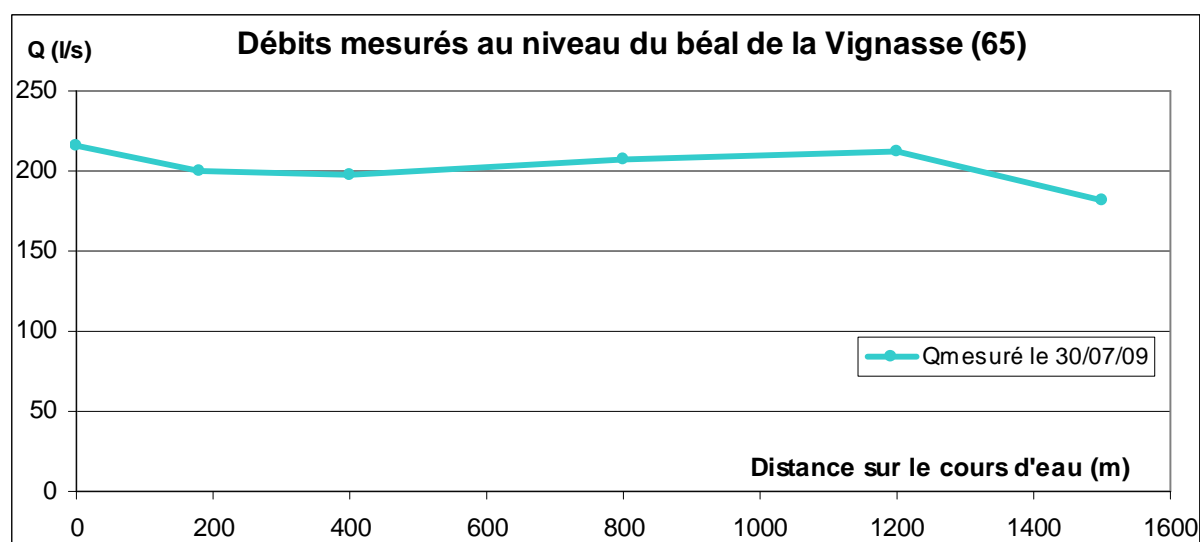
Photo 1 : Seuil de prélèvement Photo 2: passage busé

MESURES DE DÉBIT EN RIVIÈRE

Le béal de la Vignasse n'a pas été mis en eau en 2009 : il était complètement ensablé au niveau de la prise et aucun prélèvement n'a été possible. Les débits ont été néanmoins mesurés en rivière et on donné les résultats suivants.

Figure 1 : résultats bruts de la campagne de mesures de débit dans le Gardon de St Jean à hauteur du béal 65.

/wpt/name	Qmesuré le 30/07/09	Accès	Commentaires
R65 AM	216	Passerelle 100m en amont du gué	bedrock
R65AVS	200	A partir du gué, on descend 50 à 100m pour trouver une section mesurable	substrat: gros galets, petits rochers
R65AVRES	198	A partir du gué, on descend la rivière 300m. La mesure est au niveau de la falaise qui surplombe la rivière	substrat: gros galets, petits rochers
R65AMIR	207	Accès par l'Elze. On gare la voiture devant chez M. Baudoin, et on descend pas les champs (attention aux barrières électrifiées). Mesure au niveau de la digue, en amont des terres irriguées	substrat: gros galets, petits rochers
R65GUE	212	Mesure juste en aval du gué. Mesures en 3 points sur la verticale, car 1m de profondeur	substrat: sable
R65AV	182	Mesure au niveau de la maison de vacances.	Possibilité d'un écoulement dans les alluvions du lit majeur (très large à cet endroit)



Le débit est relativement régulier sur l'ensemble du linéaire concerné, avec des variations liées aux variations de l'inféreflux et erreurs de mesure.

2. PATRIMOINE

La construction du canal remonte au 19^{ème} siècle. A l'époque, la prise d'eau était assurée par un seuil provisoire, reconstruit chaque année au printemps. Suite à la crue majeure de 1958, le seuil permanent actuel a été bâti. La crue de 2002 ayant gravement endommagé le canal, celui-ci a été reconstruit 3 ans plus tard.

PRISE D'EAU

Le seuil est toujours en bon état et fonctionne normalement (photo1). Deux martelières sont disposées au début du canal, l'une contrôle l'entrée du béal, l'autre contrôle les déversements en aval du seuil. Leur manipulation manuelle permet de régler les débits de la prise, et celui rejeté directement dans le Gardon.

CANAL

Après la prise d'eau, le canal passe en souterrain pour ressortir un peu plus loin, surplombant le lit du gardon de quelques mètres. Le canal contient alors de nombreuses fuites. Des débordements par-dessus le mur droit ont été observés, ainsi que de nombreuses fissures dans la maçonnerie. Les parties enterrées du béal n'ont pas été diagnostiquées. Au total sur le linéaire, les pertes sont de l'ordre de 300 l/s avant d'arriver aux terrains agricoles.



Photo 3 : Déversement



Photo 4: vanne de restitution

OUVRAGES

Les vannes de restitution fonctionnent, mais de manière assez sommaire. Elles sont constituées de planches en bois, introduites dans des fentes et étanchéifiées avec du papier journal (photo 4).

3. USAGES DE L'EAU

IRRIGATION

L'usage essentiel du béal est l'irrigation de 10ha de prairies, dont 8 appartiennent à Monsieur Baudoin.

L'irrigation est gravitaire. Le réseau secondaire est muni de vannes simples : des plaques métalliques se plantant dans le fossé. En les déplaçant, il est alors possible de créer des débordements contrôlés sur les parcelles souhaitées.

La crue de 2002 ayant endommagé le système d'irrigation, les parcelles n'ont pas été alimentées pendant 3 ans. Cette expérience a permis de montrer que les récoltes étaient alors moins fournies et qu'une seule coupe dans l'année était possible. L'eau transitant par les champs ressort aussi plus propre par effet de filtration.

ABREUVEMENT

Une dizaine de vaches d'élevage s'abreuvent de cette eau.

4. MILIEU

4.1 ANALYSE HYDROLOGIQUE

Figure 2: Analyse hydrologique du Gardon de St Jean au niveau de la prise du béal 65.

Analyse statistique sur la période 1967-2006 (39 années)

Point : LE GARDON DE ST JEAN au niveau de la prise du béal de la Vignasse (Thoiras)

superficie contrôlée : 180,19 km²

Type de débit : **Naturel reconstitué à partir du débit à Corbès**

(fréquences expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moyenne (m3/s)	9,15	7,00	5,06	5,22	4,56	1,99	0,74	0,69	2,38	6,69	7,70	7,66
T=10 ans sec (m3/s)	0,81	0,96	1,24	1,37	1,24	0,69	0,35	0,23	0,34	0,85	0,80	1,03
T=5 ans sec (m3/s)	1,50	1,77	1,58	1,90	1,70	0,90	0,42	0,28	0,49	1,13	1,12	1,80
T=2 ans (m3/s)	4,39	4,68	3,34	3,80	3,62	1,40	0,56	0,39	1,09	3,95	5,72	3,51
T= 5 ans humide (m3/s)	15,45	12,33	7,77	8,37	6,63	2,82	1,08	0,65	3,49	10,41	11,73	13,58
T=10 ans humide (m3/s)	21,61	15,21	12,41	9,64	9,47	3,84	1,35	1,14	6,65	19,98	20,61	19,33

Module (m3/s)	moyenne	4,892	ecart-type	0,1
---------------	---------	-------	------------	-----

Module

en m3/s

en l/s/km²

	(Gauss)	(exp)		(Gauss)	(exp)
Moyenne (m3/s)	4,89	4,89		18,6	18,6
T=10 ans sec (m3/s)	2,05	2,46	0,1	7,8	9,4
T=5 ans sec (m3/s)	3,03	3,22	0,2	11,5	12,2
T=2 ans (m3/s)	4,89	4,65	0,5	18,6	17,7
T= 5 ans humide (m3/s)	6,76	6,17	0,8	25,7	23,5
T=10 ans humide (m3/s)	7,73	8,05	0,9	29,4	30,6

VCN et QMNA

en m3/s

(m3/s) (quantiles expérimentaux)	VCN 10	VCN 30	QMNA	
Moyenne (m3/s)	0,29	0,36	0,43	0,1
T=10 ans sec (m3/s)	0,14	0,19	0,20	
T=5 ans sec (m3/s)	0,17	0,22	0,26	0,2
T=2 ans (m3/s)	0,27	0,33	0,37	0,5
T= 5 ans humide (m3/s)	0,38	0,46	0,56	0,8
T=10 ans humide (m3/s)	0,41	0,52	0,60	0,9

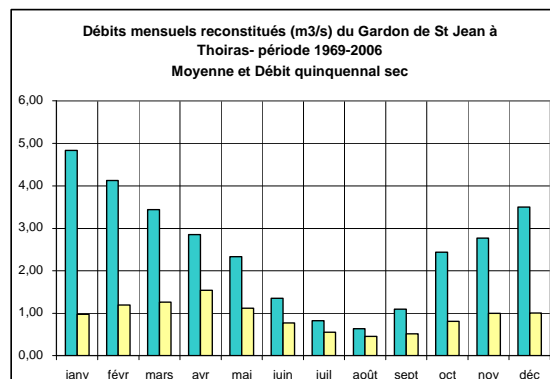


Figure 3 : Récapitulatif des débits d'étiage et des débits réglementaires du Gardon de St Jean au niveau de la prise du béal 65

		Q (l/s)
DIREN	Module (DIREN)	4 700 à 5 100
	1/10° du module	470
	1/20° du module	235
BRL	Module	4 892
	QMNA5 naturel	260
	VCN30 (quinquennal sec) naturel	225
	VCN10 (quinquennal sec) naturel	170
Mesures	Dates des mesures	30-juil
	Qamont	216
	Débit prélevé après les 1° restitutio	-
	Débit prélevé après les 2° restitutio	-

Comme indiqué pour le béal du Mazauric, le Gardon de St Jean a des débits caractéristiques de l'étiage en régime désinfluencé ou naturel qui sont inférieurs au 1/10° du module, voire au 1/20° pour certains. Ainsi, environ 1 an sur 5 en moyenne (et dans l'hypothèse de l'absence de prélèvements amont) il ne sera pas possible pour le béal d'effectuer un prélèvement, même réduit, pendant au moins un mois. En pratique, vu l'existence de prélèvements et perturbations amont, cela se produira à une fréquence plus élevée.

Figure 4 : Comparaison des débits mensuels moyens de la rivière au niveau de la prise entre 1997 et 2006 avec le débit réservé (hypothèse du 12° et du 1/10° du module).

Hyp 1/20°	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
1 997	25,59	3,84	1,87	1,13	1,09	1,32	1,47	1,42	0,81	1,65	29,96	39,60
1 998	23,10	3,03	1,55	12,06	12,97	4,83	0,86	0,37	1,53	1,33	1,29	3,66
1 999	8,71	1,19	4,76	2,27	17,75	2,31	1,06	0,78	1,00	8,01	9,20	1,48
2 000	1,06	0,96	1,11	5,55	7,41	1,01	0,35	0,21	6,07	2,55	14,89	40,67
2 001	18,26	8,98	12,01	2,98	3,47	2,20	0,99	0,52	0,52	10,87	1,43	0,58
2 002	0,74	2,38	5,26	2,96	2,81	1,68	0,50	0,41	12,78	9,83	15,47	26,42
2 003	4,44	5,32	4,78	3,05	1,87	0,97	0,68	0,33	0,26	4,54	30,59	35,38
2 004	2,73	7,75	10,66	20,83	9,62	1,50	0,64	0,92	0,50	5,34	3,30	1,33
2 005	0,69	0,53	0,54	1,12	1,12	0,66	0,17	0,19	4,34	6,44	14,43	1,50
2 006	14,66	6,45	2,15	2,11	1,48	0,61	0,51	0,46	3,78	14,55	9,23	5,95

	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00
Hyp 1/10°	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
1 997	25,59	3,84	1,87	1,13	1,09	1,32	1,47	1,42	0,81	1,65	29,96	39,60
1 998	23,10	3,03	1,55	12,06	12,97	4,83	0,86	0,37	1,53	1,33	1,29	3,66
1 999	8,71	1,19	4,76	2,27	17,75	2,31	1,06	0,78	1,00	8,01	9,20	1,48
2 000	1,06	0,96	1,11	5,55	7,41	1,01	0,35	0,21	6,07	2,55	14,89	40,67
2 001	18,26	8,98	12,01	2,98	3,47	2,20	0,99	0,52	0,52	10,87	1,43	0,58
2 002	0,74	2,38	5,26	2,96	2,81	1,68	0,50	0,41	12,78	9,83	15,47	26,42
2 003	4,44	5,32	4,78	3,05	1,87	0,97	0,68	0,33	0,26	4,54	30,59	35,38
2 004	2,73	7,75	10,66	20,83	9,62	1,50	0,64	0,92	0,50	5,34	3,30	1,33
2 005	0,69	0,53	0,54	1,12	1,12	0,66	0,17	0,19	4,34	6,44	14,43	1,50
2 006	14,66	6,45	2,15	2,11	1,48	0,61	0,51	0,46	3,78	14,55	9,23	5,95

■ Débit moyen mensuel inférieur au débit réservé

Si l'on s'intéresse aux 10 dernières années, le débit naturel désinfluencé moyen mensuel était inférieur au 1/10° du module 6 années sur 10, et inférieur au 1/20° du module 2 années sur 10.

4.2 ANALYSE DES FACIÈS D'ÉCOULEMENT DU TRONÇON IMPACTÉ

Une analyse des faciès d'écoulement du tronçon de cours d'eau impacté par le béal a été réalisée pendant l'étiage 2009. L'intégralité de l'analyse est présentée dans le rapport Note sur les campagnes de terrain complémentaires à l'étude du PGCR des Gardons réalisé par BRL Ingénierie.

Il est proposé de présenter les conclusions :

Répartition des faciès d'écoulement et sensibilité du tronçon:

Béal n°65		
Faciès d'écoulement	linéaire (m)	% de recouvrement
Fosse profonde	63	5
Mouille	146	12
Plat/chenal lentique	771	65
Radier	125	11
Rapide	77	7
Cascade	0	0
Chute	0	0

L'alternance des faciès plat/chenal lentique et de secteurs courants type radier ou rapide représentent près de 80 % des faciès dont 65 % de plat/chenal lentique ce qui peut être considéré comme fort. Ce tronçon est typiquement représentatif d'un contexte piscicole intermédiaire (cyprinidé d'eau vive).

La forme du lit relativement effilé sur les secteurs plat/chenal (voir profil en travers) rend les habitats très vulnérables à une réduction du débit. L'impact sur les habitats est très fort en cas de réduction de débit sur ce tronçon par risque d'assèchement des parties de cours d'eau moins profondes situées sur les rives.

5. GESTION DES RESSOURCES EN EAU

DROIT D'EAU

Le propriétaire de la prise, Monsieur Christian Baudoin, possède un droit d'eau de 54 l/s. C'est le bailleur qui gère son irrigation : Claude Méjan. L'ONEMA a contrôlé la prise à 180 l/s en 2007. Il est prêt à se mettre aux normes, mais souhaiterait être mieux informé et disposer d'un moyen de mesure simple et efficace.

ORGANISATION

Le béal est géré par l'ASA du canal d'irrigation de la baraque, et regroupe 4 personnes. Elle a été fondée il y a une trentaine d'années. Elle permet de répartir le droit d'eau au prorata de la surface irrigable de chaque adhérent.

GESTION DU BÉAL

Une forte irrigation est nécessaire après la semence, soit fin mars et fin mai. Le champ est alors inondé pendant 2 jours consécutifs. L'eau excédentaire ruisselle alors directement vers le Gardon. Cette démarche est reproduite 2 ou 3 fois dans l'année, selon la météo du moment. Après la seconde coupe du mois d'août, les terres servent de pâturage à l'automne.

ENTRETIEN

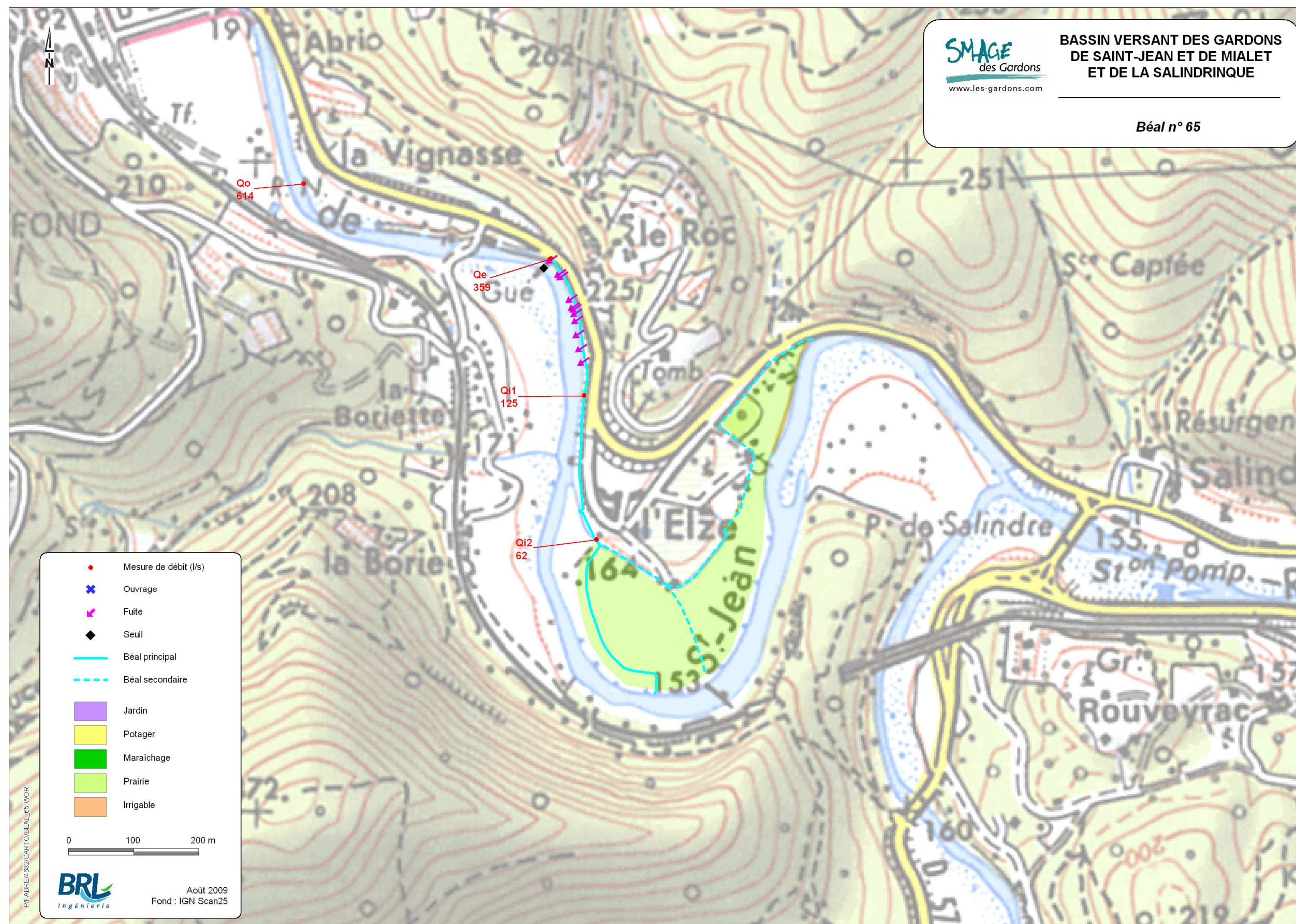
Chaque propriétaire est tenu d'entretenir son tronçon. A noter qu'une aide publique a été débloquée pour la reconstruction du canal, suite à la crue de 2002. Ainsi, le béal a été restauré en 2006.

L'ensablement peut être fort durant les crues, mais les vannes de restitution au Gardon en début de canal permettent de limiter l'accumulation de sédiments. La végétation des berges peut être envahissante mais le fond étant bétonné jusqu'au champ, le canal n'est pas végétalisé. L'accès n'est toutefois pas facile, compte tenu des ronces et de la position du béal, en contrebas de la route, ce qui peut rendre l'entretien difficile pour un particulier.

CONFLITS D'USAGE

Un conflit persiste avec l'agriculteur qui utilise le béal situé juste en en amont, Didier Gout, concernant le partage de l'eau. M. Gout aurait un prélèvement trop important. Celui-ci vient d'établir un dossier loi sur l'eau pour la réalisation d'un seuil temporaire dans le Gardon. Mais le conflit ne semble pas aller au-delà de quelques échanges houleux.

Un procès verbal de l'ONEMA a été établi en 2008, et l'ASA a dû payer une amande. La transaction pénale en cours implique, pour toute réouverture du béal, la réalisation d'un système permettant le respect du débit réservé. Au vu de la réduction de l'importance du béal pour l'irrigation (M. Baudoin est parti à la retraite, M. Méjan peut se passer de l'irrigation), il est possible que le béal ne soit plus mis en eau désormais, si les travaux de mise en conformité sont trop coûteux.



BEAL 83 (LOUB 1) – béal de la Lèque	
Rivière prélevée :	Le Valat de la Loubière, au lieu dit de la Lèque, commune de St André de Valborgne
Entretien mené :	03/10/2008 à La Lèque
Personnes rencontrées :	M. Meynadier
Superficie du BV intercepté par la prise :	3,77 km ²

1. RESSOURCES EN EAU

ORIGINE DE L'EAU

Le béal prélève dans le valat de la Loubière en rive gauche au niveau d'un seuil (la Calade) au lieu dit de la Lèque.

A l'entrée du béal, un peu moins de la moitié du débit du gardon est prélevée, soit 10 l/s sur les 22 l/s du cours d'eau. La plupart du débit prélevé est restitué 3 à 8 mètres plus loin par les fuites de la maçonnerie et les débordements du béal. A l'entrée des terres de M. Meynadier, le débit mesuré est d'environ 2 l/s. Le rejet du béal est effectué environ 40 m après le prélèvement.



Photo 1 : Seuil de prélèvement (la Calade)



Photo 2: passage busé Photo 3: départ du béal (vu de l'aval) et vanne d'entrée

2. PATRIMOINE

La construction du canal remonte à une vingtaine d'années.

SEUIL

Le seuil réalisé en pierres disposées verticalement, d'où son nom « La Calade ». Il est en bon état et mesure environ 5 m de large sur 1,6 m de haut (photo1). La hauteur de la chute est plus grande car le seuil rehausse une chute naturelle.

PRISE D'EAU

L'ouvrage de prise est constitué d'une buse de diamètre 200 mm que M. Meynadier débouche après chaque crue (photo 2). Une vanne située 8 m en aval permet de fermer le béal pendant l'hiver (photo 3).

CANAL

Le béal est en béton jusqu'à l'entrée du 2° champ de M. Meynadier. Des fuites importantes sont observées dans les 8 premiers mètres, jusqu'à la vanne de fermeture. Une grande grille est disposée en travers du béal afin d'éviter la venue de sangliers dans le potager par les bords du béal. La restitution au Valat de la Loubière s'effectue par une vanne de restitution située au niveau d'un point bas du béal à une quarantaine de mètres de la prise (photos 4 et 5).

Dans le 2° champ de M. Meynadier, le secondaire est en terre et ne rejoint pas le Gardon de St Jean.



Photo 4: vanne de restitution vue depuis le béal Photo 5: restitution au valat de la Loubière

3. USAGES DE L'EAU : IRRIGATION DU POTAGER

Autrefois, plusieurs agriculteurs irriguaient leurs prairies par pompage dans le valat de la Loubière. Aujourd'hui seul M. Meynadier irrigue un jardin potager d'une superficie approximative de 1000 m. Ce potager a une vingtaine d'années.

4. GESTION DES RESSOURCES EN EAU

DROIT D'EAU

L'autorisation de prélèvement et de création du béal a été obtenue oralement auprès du maire il y a une vingtaine d'années.

ORGANISATION

M. Martin, médecin marseillais, est propriétaire du Moulin de la Lèque et du jardin cultivé par M. Meynadier. M. Meynadier est donc le seul usager du béal. St André de Valborgne est sa résidence secondaire où il se rend toutes les semaines.

GESTION DU BÉAL

M. Meynadier utilise l'eau du béal environ 2h par semaine pour arroser son jardin à la raie. Il ouvre alors l'accès au béal en ferment la vanne de restitution (à 40 m de la prise) afin de faire monter le niveau d'eau dans son béal pour que l'eau atteigne son 2° champ. Il a disposé les raies perpendiculairement à la pente afin de maximiser l'infiltration.

Les 40 premiers mètres du béal sont toujours en eau pendant la période d'irrigation : cela évite à M. Meynadier d'aller manipuler la vanne d'entrée du béal car le chemin d'accès est étroit et un peu dangereux (il surplombe de 3 m le valat).

L'irrigation est pratiquée de fin avril-début mai à fin septembre. Cette année, il n'y a pas encore eu de pluies automnales. Aussi, M. Meynadier continue-t-il à irriguer. En dehors de cette période, le béal est fermé par une vanne à 8 m de la buse de prélèvement.

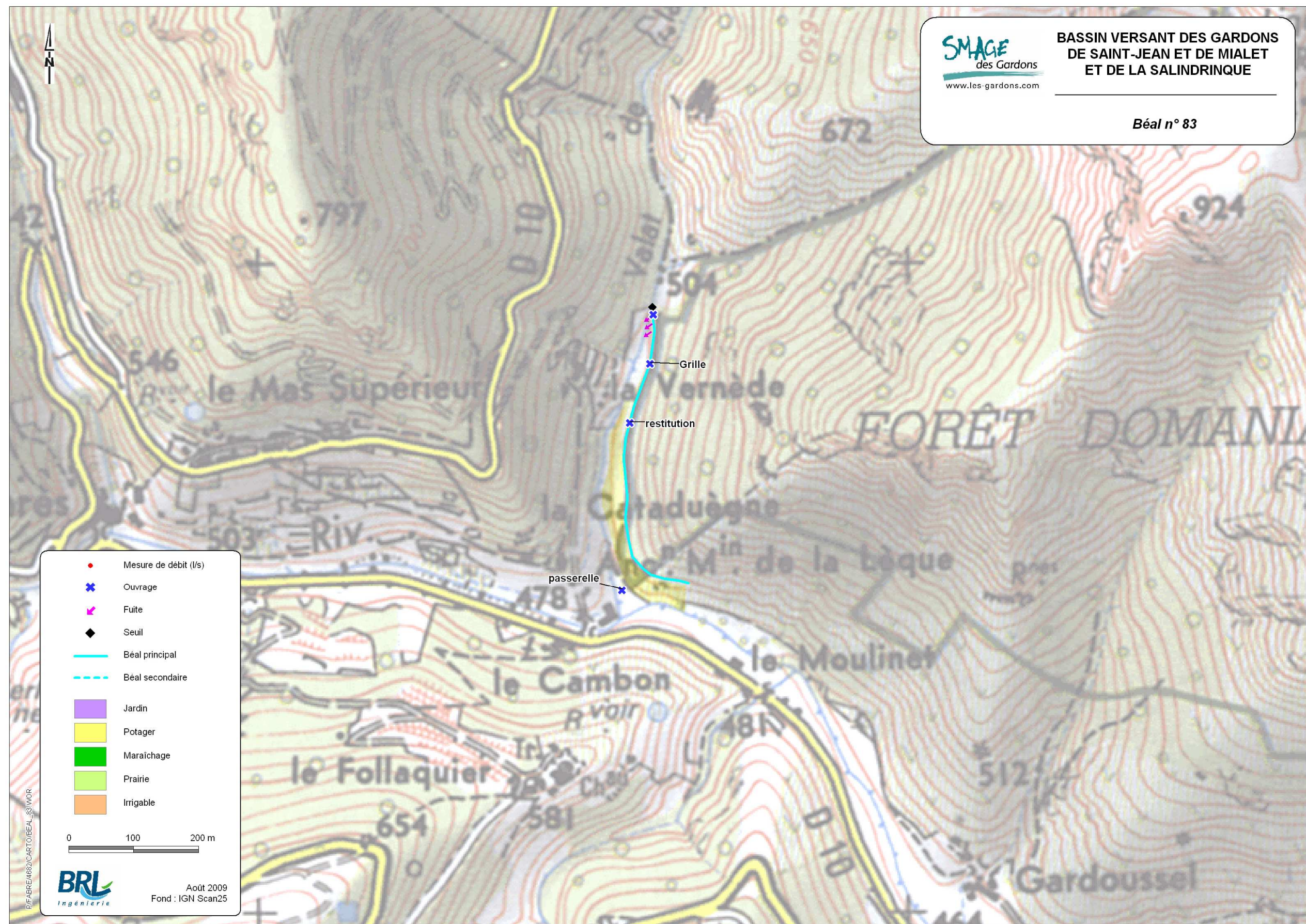
Pendant les périodes de sécheresse, la fréquence d'arrosage peut être augmentée d'un arrosage toutes les 2 semaines. M. Meynadier respecte les restrictions d'horaires d'arrosage (après 20h ou tôt le matin). Il a été informé une fois par des gardes du parc de l'existence de ces restrictions, sinon l'arrêté est affiché en mairie. Cela ne lui pose pas de problème particulier, vu qu'arroser à ces horaires est même meilleur pour les plantes.

CONFLITS D'USAGE

M. Meynadier a observé que les débits ont diminué dans les cours d'eau. Cela peut être dû à la multiplication des forages et des usages consommateurs (type piscines). Certains puits et sources locaux s'assèchent lorsque les forages sont utilisés. Il faudrait à son avis des petits barrages ou des retenues collinaires pour constituer des réserves d'eau.

ENTRETIEN

M. Meynadier cure la buse de prélèvement tous les ans. Le béal est en béton et ne nécessite pas d'entretien particulier.



BEAL 85 (MONE 1)	
Rivière prélevée :	Le Valat de Monésille, sur les communes de l'Estréchure et Saumane
Entretien mené :	07/08/2008 à l'Estréchure.
Personnes rencontrées :	<ul style="list-style-type: none"> ▶ M. et Mme PLAT, retraités. ▶ Mme LEPRINCE, retraitée.
Superficie du BV intercepté par la prise :	0,71 km ²



Photo 1 : Seuil et prise d'eau. A gauche, M. PLAT



Photo 2 : prise d'eau

1. RESSOURCES EN EAU

Le béal prélève en rive droite du ruisseau Valat de Monésille, affluent du Gardon de St Jean. Ce cours d'eau alterne en étiage des zones en eau et des zones d'assec.

Le débit du ruisseau en amont de la prise est difficilement mesurable, une partie des écoulements se faisant en parallèle par la nappe alluviale. Son ordre de grandeur est d'environ 10 l/s.

Il n'est pas possible de quantifier les volumes mensuels prélevés. Le débit entrant lorsque les vannes sont ouvertes en mode de fonctionnement classique est d'environ 2 l/s (ce qui correspond également au débit mesuré par le SMAGE le 08/07/08), soit environ 20 % du débit.

Le faible débit de la rivière ne permettrait pas un prélèvement plus important.

2. PATRIMOINE

Le béal a été reconstruit en 1958 à la suite des inondations.

SEUIL

Le seuil en béton est en bon état. Il mesure 5 mètres de long pour 3 mètres de haut, voir photo 1.

PRISE DANS LE MILIEU

La prise comporte deux ouvrages :

- ▶ Buse de diamètre 100 mm située sur la partie haute du seuil et partiellement obstruée par un pot de fleurs. C'est cette buse qui est généralement ouverte pour alimenter le béal (photo 2).
- ▶ Vanne-martelière située en bas de la prise d'eau : la vanne n'est manipulée que lorsque le niveau d'eau est trop bas pour permettre l'écoulement par la buse.

CANAL

Le béal est bétonné et présente un bon état général, malgré les fuites diffuses par infiltration sur les 30 premiers mètres.



Photo 3 : Aqueduc



Photo 4 : bassin

OUVRAGES

Le béal franchit un thalweg sur un aqueduc (photo 3).

Un bassin d'environ 15 m³ a été reconstruit récemment au niveau de la propriété de M. AMALRIC, à l'extrémité du réseau principal (photo 4). L'ensemble des usagers a participé aux frais liés aux travaux. Ce bassin constitue une réserve d'eau et permet de ne pas ouvrir la prise à chaque utilisation. Le béal retourne au milieu naturel (le Gardon de St Jean) par trop-plein du bassin, mais le débordement se produit rarement.

M. AMALRIC pompe l'eau du bassin afin d'arroser son jardin potager situé en contrebas (photo 6).

Un des propriétaires dispose également d'une petite cuve de l'ordre de 2 m³ pour stocker de l'eau mais arrose rarement (photo 5).

Un pont-canal permet au béal de franchir le Valat de Monésille.



Photo 5 : Cuve particulière



Photo 6 : pompe

3. USAGES



Photo 7 : Potager en fin de béal

Le béal est utilisé afin d'arroser des jardins et potagers. La surface de l'ensemble des jardins arrosés n'excède pas 1 500 m². Des tomates, salades et oignons y sont cultivés.

L'arrosage se fait en gravitaire, excepté M. AMALERIC, qui détient une pompe de capacité maximale 3 m³/h.

Aucune activité économique ne dépend de l'irrigation. La majorité des usagers sont des vacanciers utilisant l'eau seulement durant les 3 mois d'été.

4. IRRIGATION

DROIT D'EAU

7 personnes ont un droit d'eau. Le nombre d'heures alloué à chaque utilisateur ci-dessous est indicatif, et correspond à un tour d'eau pratiqué il y a plusieurs dizaines d'années. M PLAT possède une copie d'un document en faisant état, mais les propriétaires ayant changé, l'information est désormais incomplète.

Nom de l'utilisateur	Nombre d'heures allouées par semaine, à titre indicatif
M AMALERIC Olivier	?
MM PLAT	18 h
MM VOLGA	?
MM LAURIOL	12 h
Mme PERRIER	?
Mme LEPRINCE	18 h
MM PAGES	24 h
TOTAL	168 h

Seuls 3 propriétaires utilisent réellement cette ressource : MM VOLGA, M. AMALRIC et MM PLAT. Les horaires ne sont pas respectés, chacun utilisant l'eau selon ses besoins, le partage de l'eau se fait à l'amiable.

GESTION DU BÉAL

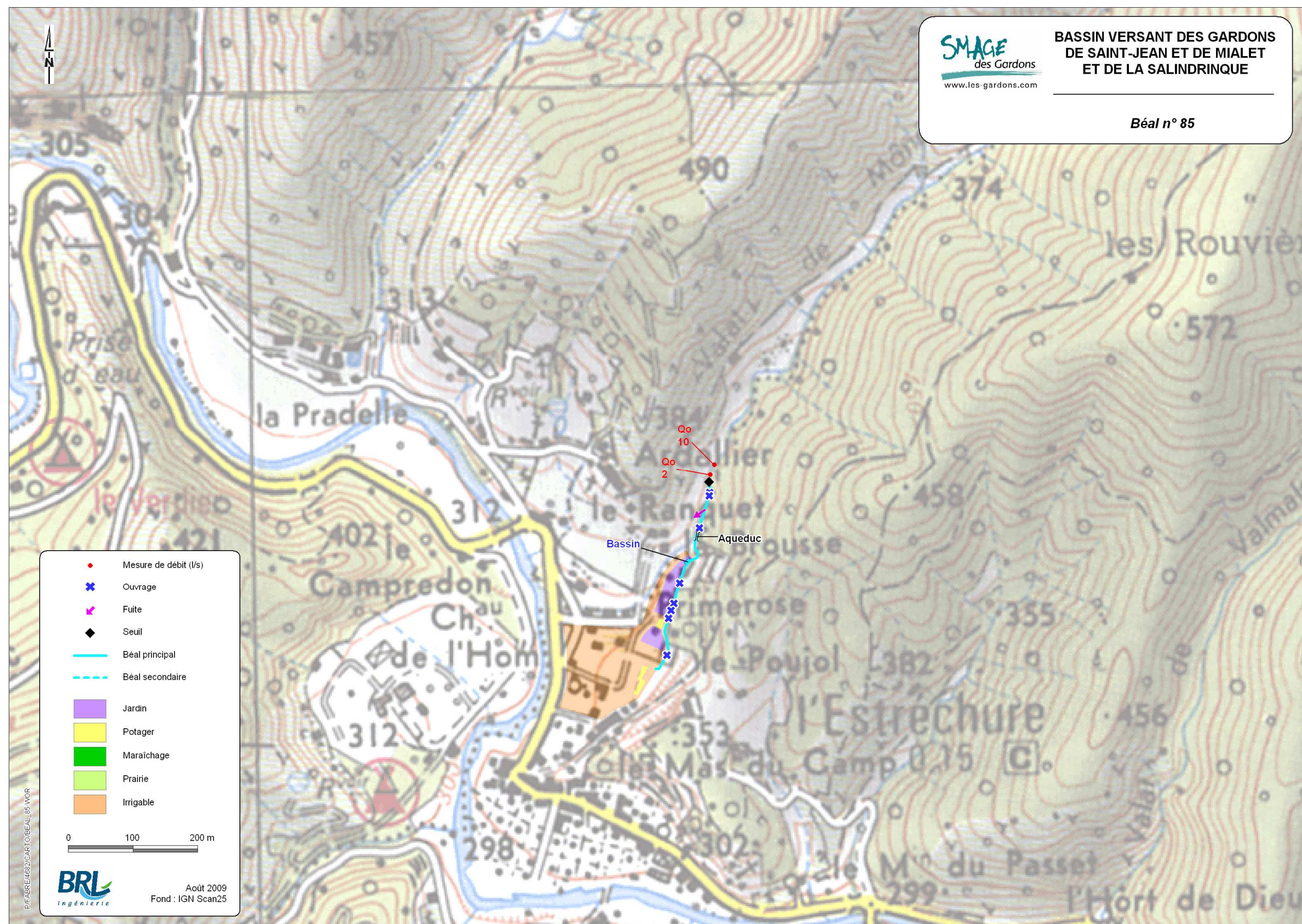
La prise du béal est fermée par défaut toute l'année, et n'est ouverte que lorsque les usagers souhaitent arroser leur jardin en période estivale. Un bassin à l'extrémité du réseau principal permet également de stocker de l'eau afin d'éviter d'ouvrir le béal.

La plupart des usagers sont des vacanciers possédant une résidence secondaire, aussi, l'utilisation de l'eau se limite généralement à la période allant du mois de juin au mois de septembre.

ENTRETIEN

Le béal est bien entretenu. L'entretien est réalisé par M PLAT et M. AMALRIC sur la base du volontariat, et consiste en un débroussaillage 4 à 5 fois par an des abords du béal.

Pour la construction du bassin, des démarches afin d'obtenir des subventions ont été entreprises. Devant la complexité des dossiers à fournir, les usagers ont finalement préféré payer l'intégralité des travaux.



BEAL 92 (RIEU 2)	
Rivière prélevée :	Le Ruisseau de Rieumal, sur les communes de l'Estréchure et Saumane
Entretien mené :	05/08/2008 à l'Estréchure.
Personnes rencontrées :	► M. et Mme FEADAT

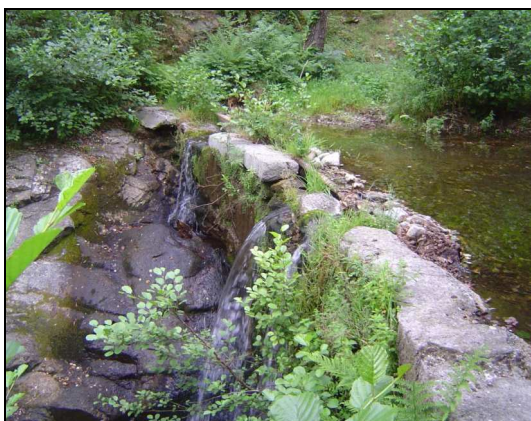


Photo 1 : Seuil



Photo 2 : Canal d'amenée, longeant en contrebas la D152

1. RESSOURCES EN EAU

L'eau provient du ruisseau du Ruisseau de Rieumal, et est prélevée en rive gauche. Le débit mesuré en aval du seuil était de 3 l/s. Le débit prélevé par le béal a été mesuré à 5 l/s, le débit en amont du seuil est donc de 8 l/s. Le prélèvement réalisé correspond donc à plus de 60% du débit du cours d'eau.

2. RÉSEAU ET OUVRAGES

SEUIL

Le seuil, en pierres maçonnées (photo 1), mesure 15 mètres de long sur 4 de haut et présente un état moyen. Certaines pierres de la chape ont été charriées par les crues. Un colmatage sommaire a été mis en place à l'aide de sacs de ciments, branches et feuilles pour rehausser la ligne d'eau et mettre en eau le béal.

OUVRAGE DE PRISE

La prise d'eau est constituée d'un muret en béton aménagé d'un tuyau en fonte de diamètre 100 mm.

CANAL

Le béal est bétonné et présente un bon état général. Il mesure au total 380 mètres de long. La prise d'eau alimente un canal bétonné dont la restitution est bouchée au moyen d'une pierre. La partie qui surplombe la route présente quelques fuites mineures. Le surplus de l'eau est automatiquement rejeté au ruisseau grâce à une canalisation qui passe sous la route.

Le béal travers ensuite la route. Après ce passage, un tuyau (PVC diam.200 mm) est installé dans le béal sur une portion de 50m qui longe la route. Il présente alors de nombreuses fuites.

Le béal se poursuit ensuite jusqu'au hameau du pont de Rieumal et chemine dans des propriétés privées.

OUVRAGES

Un petit bassin d'un mètre cube récupère l'eau du béal. Une pompe permet de puiser dedans et d'arroser le jardin en amont.



Photo 3 : Bassin devant l'entrée de la maison

3. USAGES

ARROSAGE DE JARDINS

Le béal est utilisé par la famille de Mme FEADAT, fille de Mme VIALA, depuis plus de 4 générations, pour l'irrigation.

La surface de jardin arrosé n'excède pas 1 000 m². Ce sont des potagers et jardins d'agrément.

L'arrosage se fait par pompage. Seules quelques plates-bandes fleuries en contrebas peuvent être arrosées en gravitaire.

Sans le béal, les propriétaires installeraient une pompe directement dans le ruisseau.

ABREUVEMENT

5 chèvres, un mouton, un âne, quelques lapins et quelques poules profitent de l'eau du béal.

4. IRRIGATION

DROIT D'EAU

Le ruisseau est un ruisseau privé et MM Feadat sont propriétaires des 2 berges. Le droit est transmis de père en fils depuis plusieurs générations, mais aucune information n'est disponible à ce sujet.

GESTION DU BÉAL

Le béal est ouvert 4 mois dans l'année et est fermé en hiver à cause du gel.

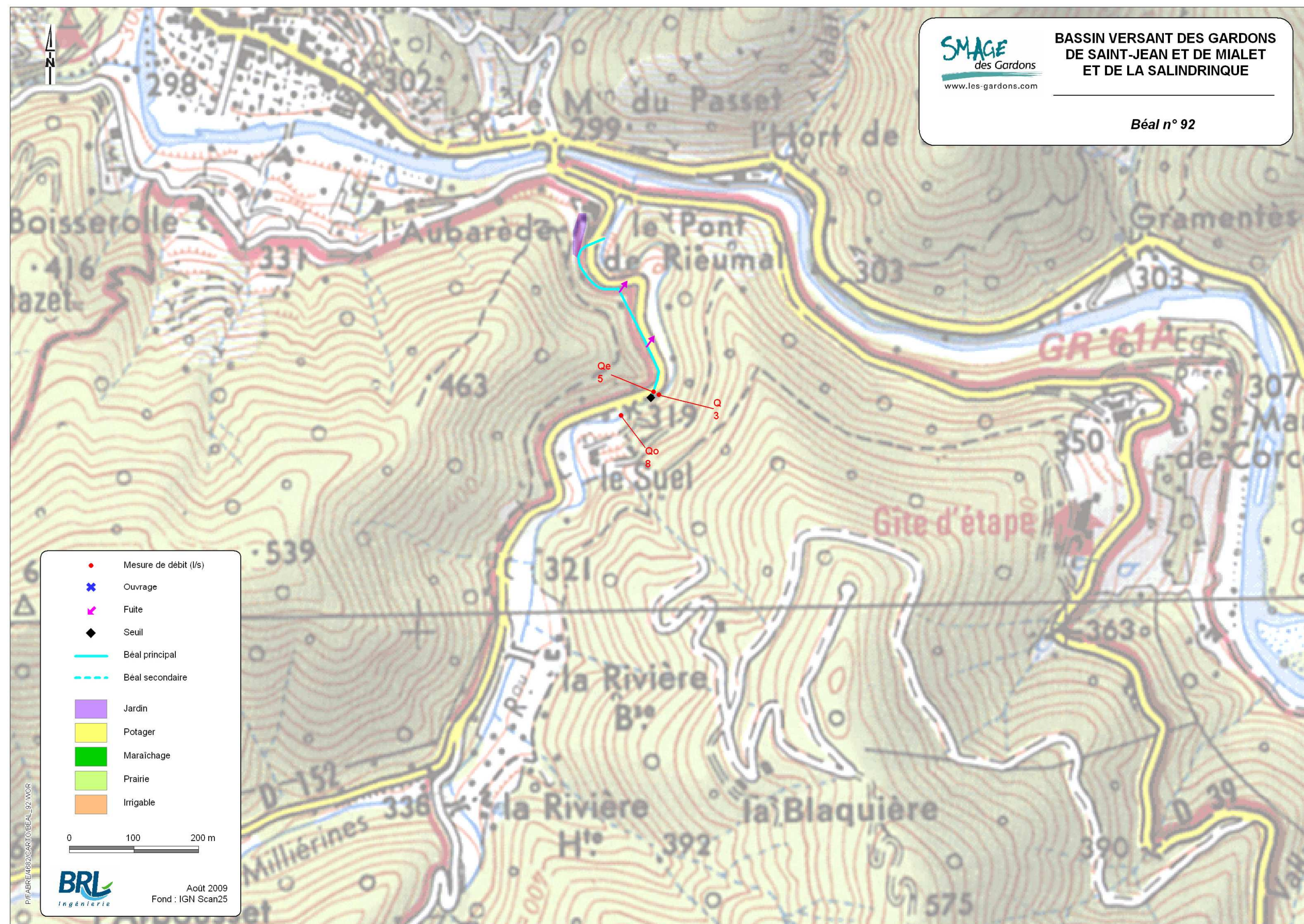
Lors de la sécheresse de 2007, le béal n'était pas fermé. Le prélèvement était réalisé en continu mais l'arrosage pratiqué uniquement la nuit.

ENTRETIEN

M. FEADAT s'occupe seul de l'entretien, qui consiste à tailler régulièrement la végétation et à déblayer les éboulis dans le canal causé par le passage des sangliers.

CONFLITS D'USAGES

M. FEADAT est obligé de couper la végétation avant le passage de la DDE pour l'entretien de la route, car lorsque les agents de la DDE fauchent eux-mêmes, ils laissent les déchets verts dans le béal.



BEAL 95 (OUR2)	
Rivière prélevée :	L'Ourne au lieu dit Jasse de l'Ourne
Entretien mené :	13/08/08 à Tornac
Personnes rencontrées :	► Mme SPRANGERS, propriétaire du terrain de la prise.
Superficie du BV intercepté par la prise :	10,04 km ²

1. RESSOURCES EN EAU

L'eau qui alimente ce béal de rive gauche provient de la rivière Ourne, dont le débit mesuré en amont de la prise est de 80 l/s. A noter toutefois que cette mesure a été effectuée le lendemain de pluies importantes pour la saison.

Le débit entrant dans le béal est de 1,5 l/s, soit environ 2%.

A titre d'information, le débit prélevé mesuré par le SMAGE était de 5 l/s le 02/07/08.

2. RÉSEAU ET OUVRAGES

SEUIL

Le seuil, de 10 mètres de long sur 0,90 mètre de haut, a été reconstruit en 2002 suite aux crues, et présente un très bon état.

Le seuil déborde sur toute sa longueur. La hauteur d'eau dans la prise est régulée par la pose de quelques pierres le long de l'entonnement du béal.

Photo 1:Seuil



CANAL

Le béal, en béton puis en PVC, présente un état moyen. Les demi-buses en PVC qui acheminent l'eau en amont des jardins potagers sont posées sommairement.

L'eau du béal retourne à la rivière après le 3^{ème} potager. Son débit n'est pas mesurable car trop faible.



Photo 2: Prise d'eau

OUVRAGES

Il n'y a quasiment pas d'ouvrages sur ce béal. Des fuites importantes sont observées au niveau du passage busé. La buse en plastique est trouée à plusieurs endroits afin de faciliter le nettoyage.

3. USAGES

Environ 200 m² de jardins d'agrément sont arrosés par pompage dans le béal alimentant un goutte-à-goutte et un tuyau d'arrosage dans les jardins de Mme SPRANGERS.

4. GESTION DES RESSOURCES EN EAU

ORGANISATION

Aucune organisation ne gère l'utilisation du béal.

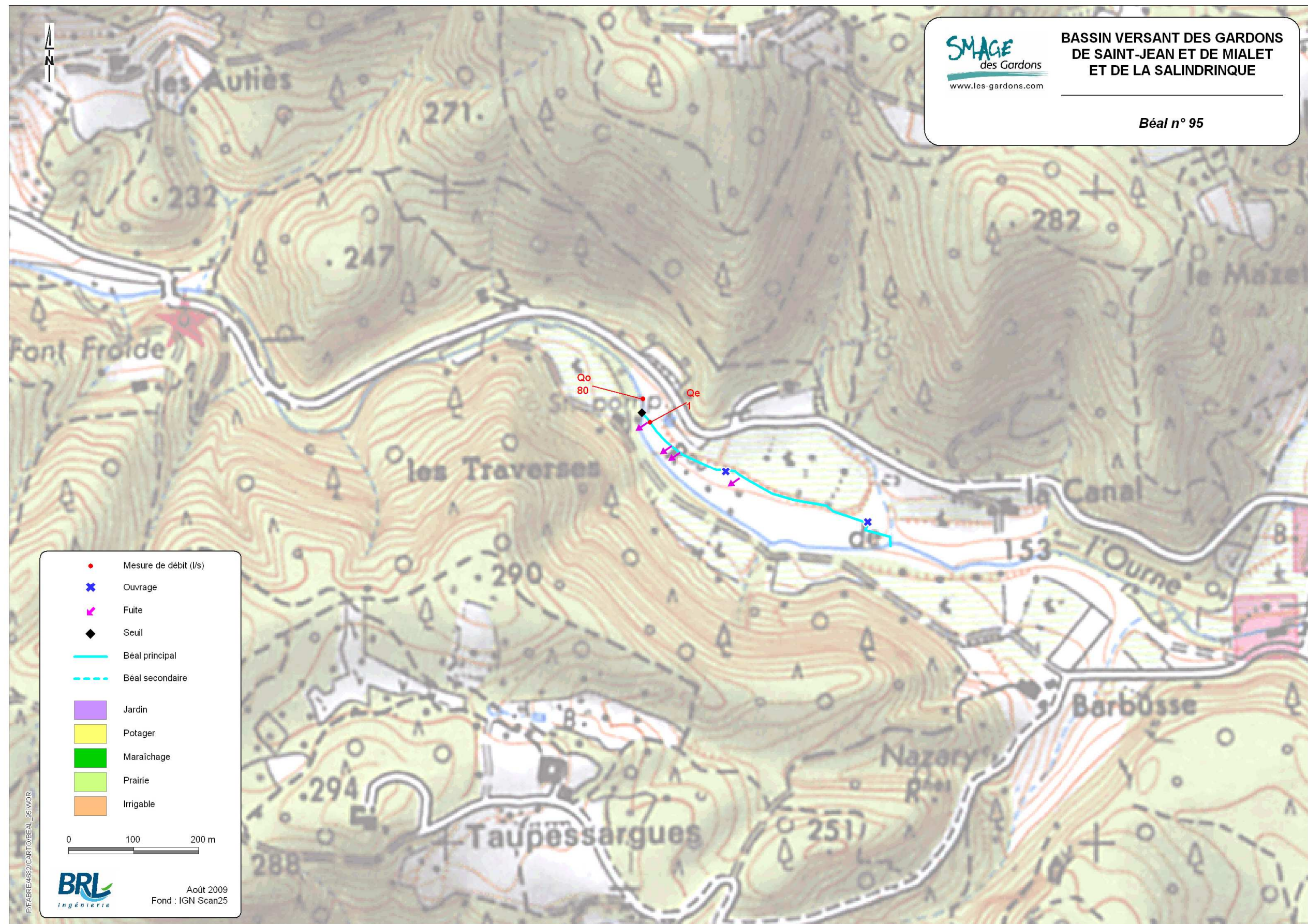
GESTION DU BÉAL

L'eau du béal est utilisée du mois de mai-juin au mois d'août, voire septembre s'il ne pleut pas.

ENTRETIEN

Le propriétaire des terres et principal utilisateur loue ces parcelles pour des jardins potagers. Ce sont ces locataires qui s'occupent de l'entretien jusqu'à la prise. Mme Sprangers n'entretient pas le béal.

Aucune contribution financière n'est demandée. Lorsque des travaux sont nécessaires comme lorsqu'il a fallu reconstruire le seuil et la prise suite à la crue de 2002, chacun des usagers a cotisé pour acheter du matériel.



BEAL 96 (OUR3)	
Rivière prélevée :	L'Ourne au lieu dit Le Mas Blanc
Entretien mené :	
Personnes rencontrées :	
Superficie du BV intercepté par la prise :	11,43 km ²

1. RESSOURCES EN EAU

Le béal prélève dans l'Ourne en rive droite. Le débit mesuré en amont de la prise est de 30 l/s, et le débit détourné est de 29 l/s, soit la quasi-totalité.

A titre de comparaison, les estimations sommaires du SMAGE avaient mesuré un débit prélevé de 3 l/s le 02/07/08.

Ces valeurs doivent être considérées avec précaution car il s'agit d'évaluations et non de mesures précises.

2. RÉSEAU ET OUVRAGES

Le béal a été détruit pendant les crues de 2002, puis reconstruit.

SEUIL

Le seuil mesure 20 m de long sur 3 de haut. Il n'est pas entretenu (la végétation a poussé)



Photo 1: Seuil



Photo 2: Martelière de restitution en entrée du bassin

OUVRAGE DE PRISE

Il n'y a pas d'ouvrage de régulation sur le canal, mais une vanne de restitution est présente avant l'arrivée du canal dans le 1^{er} bassin.

CANAL

Le béal était à l'origine construit pour l'alimentation en eau du moulin. Un grand bassin stocke encore l'eau en aval immédiat de la prise mais il n'est plus utilisé. Sa capacité est assez importante mais difficile à estimer, les ronces empêchant le passage.

Le béal est en béton. Il traverse l'Ourne par un pont-canal couvert, puis un thalweg par un aqueduc, il retransverse l'Ourne sur un autre pont-canal pour alimenter le mas de la Roque et où il se perd dans un canal plus large après avoir contourné la ferme. Le canal se poursuivait autrefois le long du chemin mais cette partie n'est plus en état.



Photo 3 et Photo 4: Vues du bassin

OUVRAGES

Une deuxième vanne de restitution est présente au niveau du pont sur l'Ourne.



Photo 5 : pont canal et Photo 6: Aqueduc



Photo 7 : Aqueduc

3. USAGES

Ce canal n'est utilisé que pour l'agrément autour du mas de la Roque. Les champs autour du mas sont désormais cultivés en vignes et ne sont plus irrigués.

4. GESTION DES RESSOURCES EN EAU

ORGANISATION

Aucune organisation ne gère l'utilisation du béal.

GESTION DU BÉAL

Le canal est rarement fermé : il est en eau toute l'année. Une encoche existe au niveau du bassin pour fermer le béal. Le canal peut également être mis hors d'eau au niveau du 1^{er} pont. Mais en pratique, il reste en eau sauf pendant l'entretien.

Annexe 7 : Fiches récapitulatives des points nodaux

Le Gardon de St Martin à la confluence

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s)

Superficie de BV (km²)	88	<i>Reconstitution à partir de la somme des débits naturels à des Gardons de St Martin et St Germain, au prorata des surfaces des bassins</i>	Module	1 985
			1/10ème du module	200
Débit spécifique (l/s/km²)	22,7		1/20ème du module	100

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	1 990	140	170	200	880	430	260	460
Année décennale sèche	730	80	90	100	340	200	140	100
Année quinquennale sèche	1 160	90	100	110	360	250	160	110
Période de retour 2 ans	1 990	130	150	170	650	330	190	240

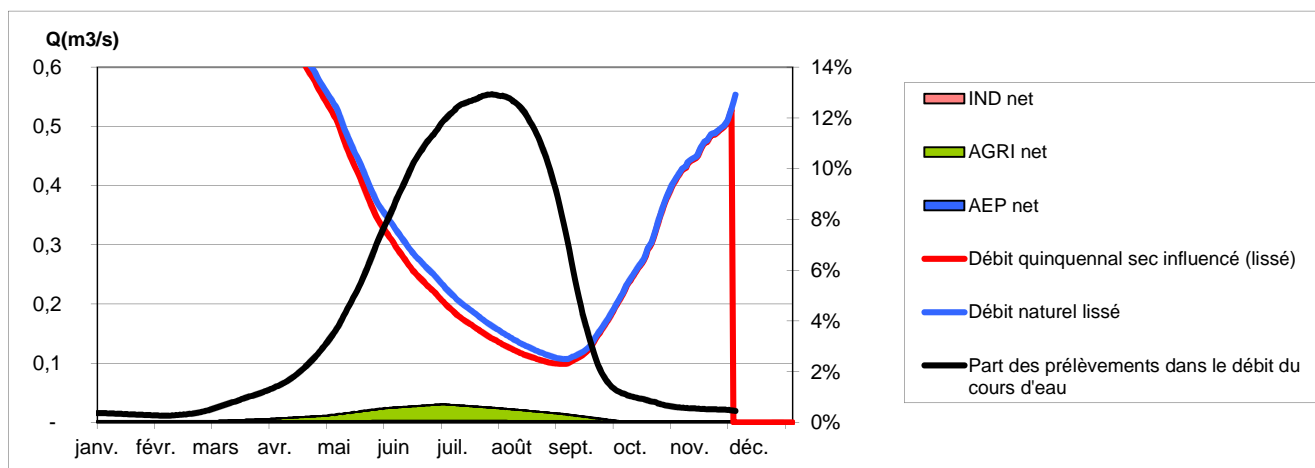
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	3	3	4	3	3
Usage agricole	8	21	28	21	12
Usage industriel	0	0	0	0	0

Statistiques débit influencé (l/s)

Superficie de BV (km²)	88	<i>Reconstitution à partir des débits désinfluencés et des usages.</i>	Module	1 970
			1/10ème du module	200
Débit spécifique (l/s/km²)	22,5		1/20ème du module	100

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	1 970	130	160	180	850	390	240	450
Année décennale sèche	720	70	80	90	300	170	110	90
Année quinquennale sèche	1 150	80	90	100	330	210	140	100
Période de retour 2 ans	1 970	120	140	150	620	300	170	230



Le Gardon de Ste Croix à la confluence

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s)

Superficie de BV (km²)	101	Reconstitution à partir des débits mesurés à Gabriac, au prorata des surfaces	Module		2 100			
			1/10ème du module		210			
Débit spécifique (l/s/km²)	20,7		1/20ème du module		110			
	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	2 100	220	260	300	1 070	500	360	690
Année décennale sèche	950	110	140	140	390	250	160	180
Année quinquennale sèche	1 350	140	160	180	490	280	190	180
Période de retour 2 ans	2 100	160	200	230	890	440	270	460

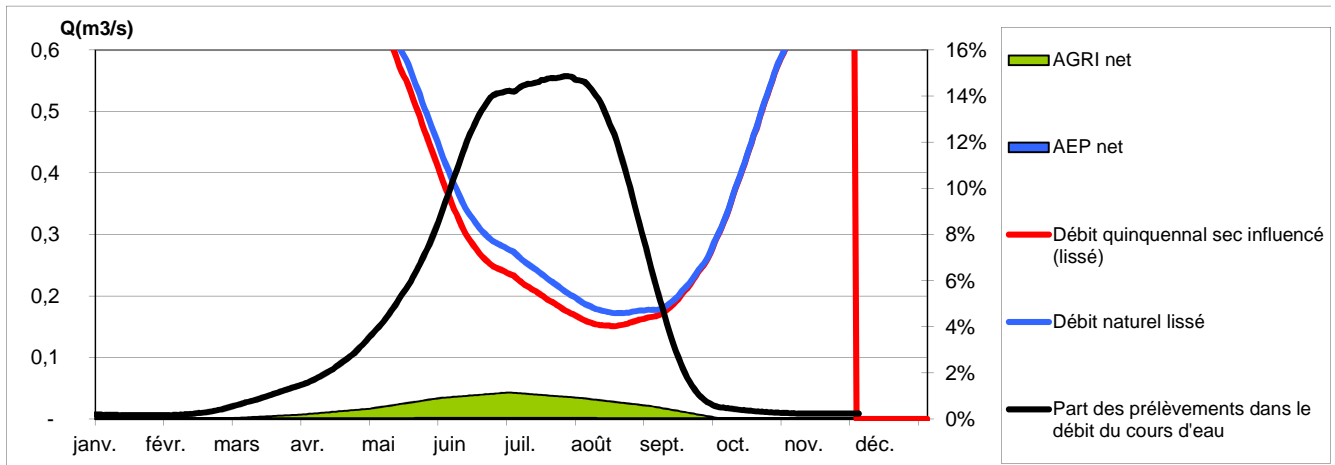
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	2	3	3	3	2
Usage agricole	12	33	41	33	20
Usage industriel	0	0	0	0	0

Statistiques débit influencé (l/s)

Superficie de BV (km²)	101	Reconstitution à partir des débits désinfluencés et des usages.	Module		2 080
			1/10ème du module		210
Débit spécifique (l/s/km²)	20,5		1/20ème du module		110

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	2 080	210	240	270	1 010	460	330	680
Année décennale sèche	930	100	120	120	340	210	130	170
Année quinquennale sèche	1 330	130	150	160	430	240	160	180
Période de retour 2 ans	2 080	160	180	210	840	390	250	450



Le Gardon de St Jean à Corbès

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s) à partir de l'historique des usages

Superficie de BV (km²)	263	Reconstitution à partir des débits mesurés et des usages.	Module		7 140			
			1/10ème du module		710			
Débit spécifique (l/s/km²)	27,2		1/20ème du module		360			
	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	7 140	430	530	630	2 900	1 090	1 010	3 470
Année décennale sèche	3 000	210	280	290	1 100	510	340	500
Année quinquennale sèche	4 420	250	330	380	1 320	610	410	720
Période de retour 2 ans	7 140	400	480	550	2 040	820	580	1 590

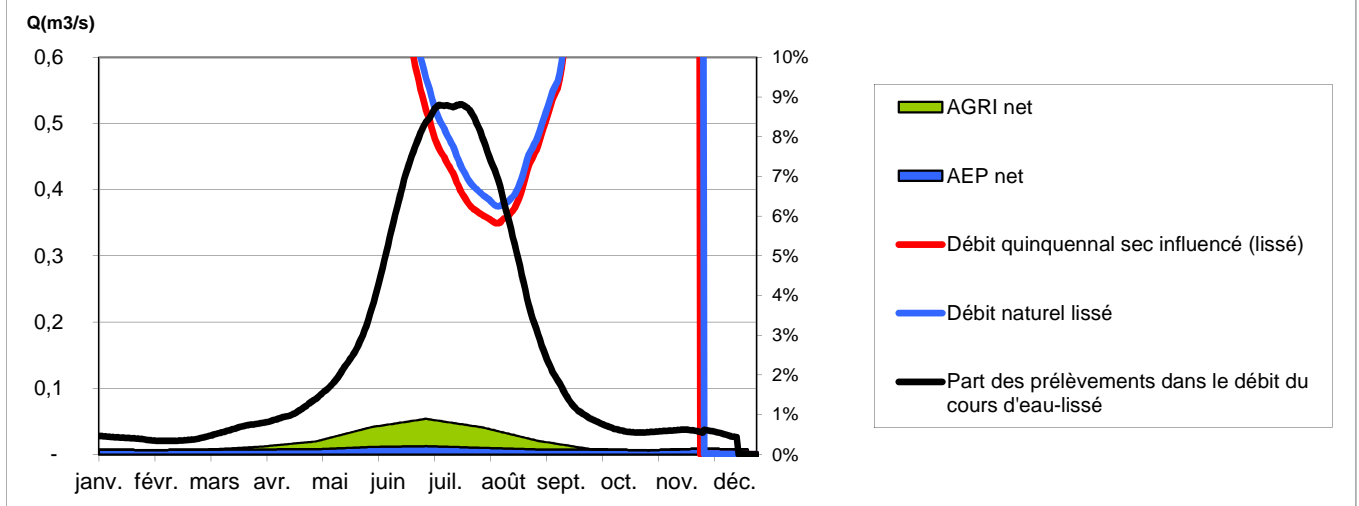
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	19	23	28	21	22
Usage agricole	19	53	71	54	24
Usage industriel	0	0	0	0	0

Statistiques débit influencé mesuré à la station hydrométrique (l/s)

Superficie de BV (km²)	263	Période de mesures: 1967-2006	Module		7 110
			1/10ème du module		710
Débit spécifique (l/s/km²)	27,0		1/20ème du module		360

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	7 110	380	480	580	2 810	1 000	950	3 450
Année décennale sèche	2 960	170	250	250	960	400	280	480
Année quinquennale sèche	4 390	200	270	340	1 240	500	350	690
Période de retour 2 ans	7 110	350	450	490	1 930	700	500	1 560



Le Gardon de Mialet à Générargues

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s) à partir de l'historique des usages

Superficie de BV (km²)	240,00	<i>Reconstitution à partir des débits mesurés et des usages.</i>	Module	6 507
			1/10ème du module	650
Débit spécifique (l/s/km²)	27,1		1/20ème du module	330

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	6 510	430	550	650	3 030	1 080	1 180	2 910
Année décennale sèche	2 910	170	230	270	1 190	540	350	390
Année quinquennale sèche	4 140	240	300	370	1 240	630	460	560
Période de retour 2 ans	6 510	380	480	550	2 200	1 020	690	1 060

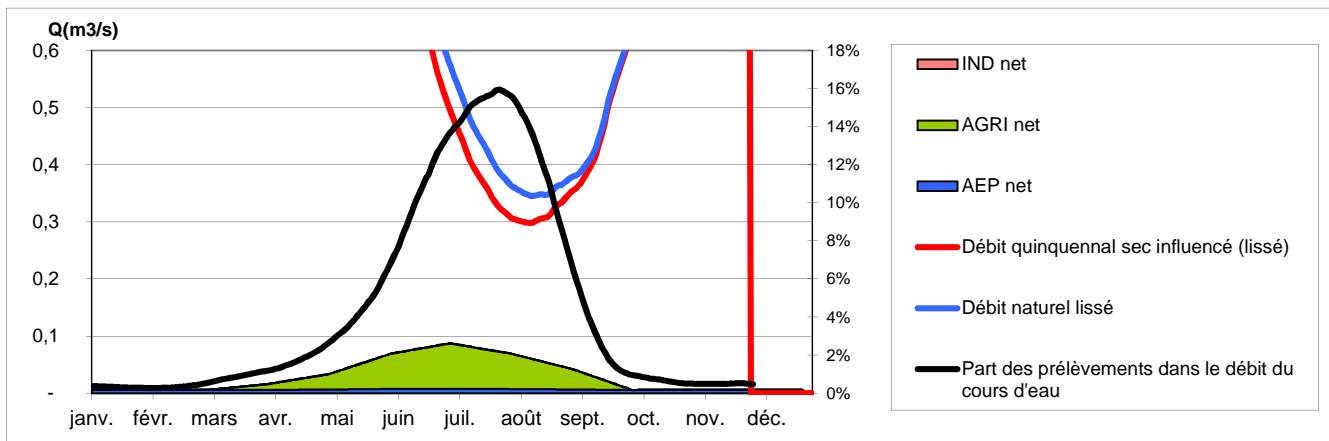
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	8	9	10	9	8
Usage agricole	23	61	79	62	35
Usage industriel	0	0	0	0	0

Statistiques débit influencé mesuré à la station hydrométrique (l/s)

Superficie de BV (km²)	240	<i>Période de mesures: 1963-2006</i>	Module	6 470
			1/10ème du module	650
Débit spécifique (l/s/km²)	27,0		1/20ème du module	330

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	6 470	380	490	580	2 920	960	1 090	2 870
Année décennale sèche	2 870	100	170	200	820	430	250	350
Année quinquennale sèche	4 100	220	250	310	1 130	520	360	520
Période de retour 2 ans	6 470	330	420	520	2 090	900	600	1 030



La Salindrenque à la confluence

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s)

Superficie de BV (km²)	73	<i>Reconstitution avec GR4J, avec les coefficients du Gardon de St Jean à Corbès et la pluviométrie du bassin.</i>	Module	1 852
			1/10ème du module	190
Débit spécifique (l/s/km²)	25,3		1/20ème du module	100

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	1 850	190	240	280	890	460	380	920
Année décennale sèche	730	130	140	150	370	210	160	210
Année quinquennale sèche	1 120	140	160	170	500	260	190	290
Période de retour 2 ans	1 850	170	200	240	790	350	280	530

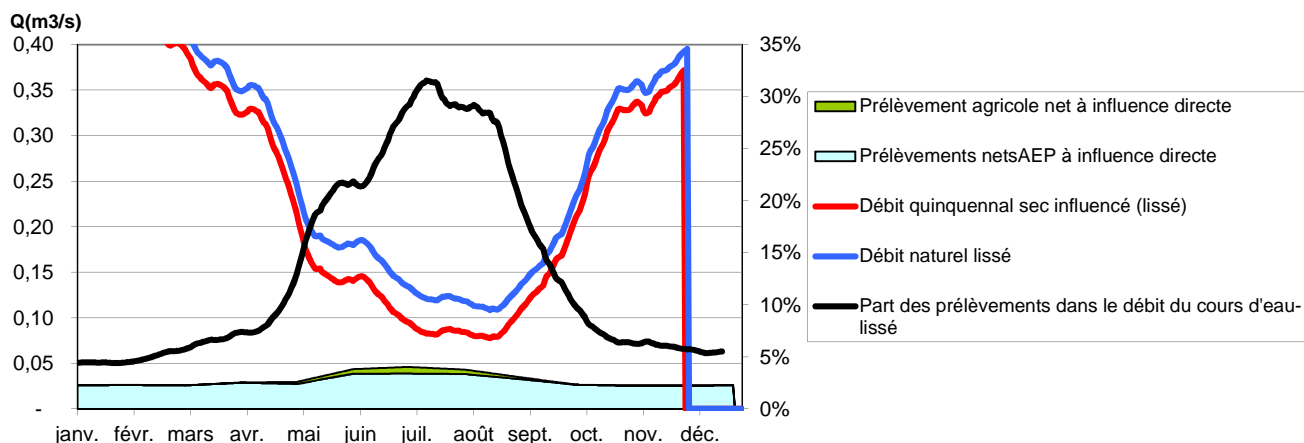
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	9	9	14	9	12
Usage agricole	8	23	29	23	11
Usage industriel	0	0	0	0	0

Statistiques débit influencé (l/s)

Superficie de BV (km²)	73	<i>Reconstitution à partir des débits désinfluencés et des usages.</i>	Module	1 830
			1/10ème du module	180
Débit spécifique (l/s/km²)	25,0		1/20ème du module	90

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	1 830	160	210	250	840	420	350	900
Année décennale sèche	710	110	120	120	320	160	120	190
Année quinquennale sèche	1 100	120	130	140	460	210	160	270
Période de retour 2 ans	1 830	140	170	210	750	310	250	510



Le Gardon d'Anduze

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s)

Superficie de BV (km²)	543	<i>Reconstitution à partir de la somme des débits naturels à Corbès et Gènerargues, au prorata des surfaces des bassins</i>	Module	14 880
			1/10ème du module	1 490
Débit spécifique (l/s/km²)	27,4		1/20ème du module	740

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	14 880	950	1 160	1 360	5 870	2 270	2 240	6 320
Année décennale sèche	6 260	530	630	680	2 180	1 180	790	1 000
Année quinquennale sèche	9 220	640	780	930	3 000	1 440	990	1 440
Période de retour 2 ans	14 880	900	1 100	1 200	4 690	2 000	1 330	2 810

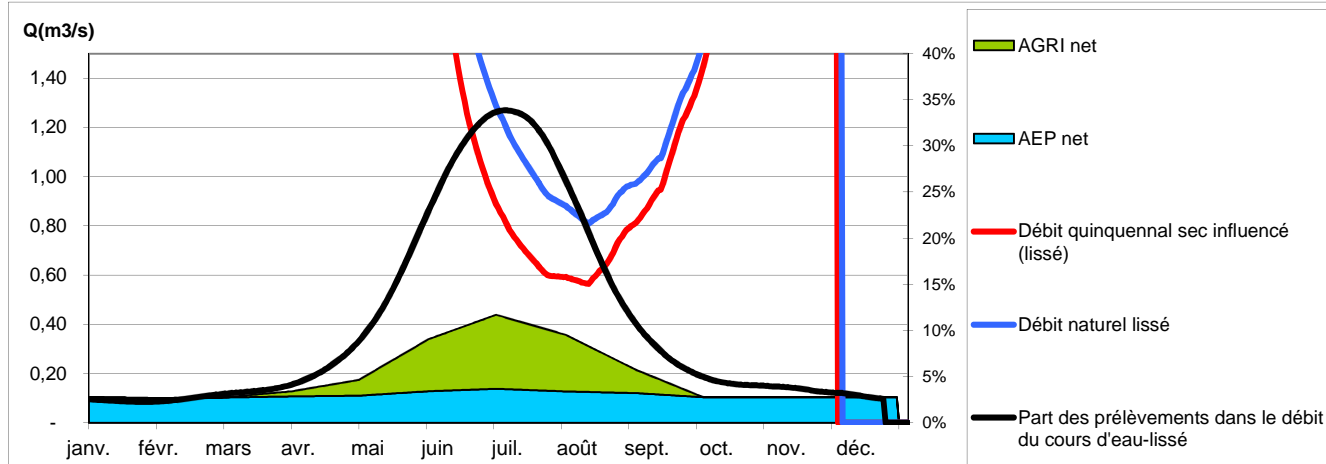
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	107	125	137	114	108
Usage agricole	77	212	301	229	95
Usage industriel	0	0	0	0	0

Statistiques débit influencé (l/s)

Superficie de BV (km²)	543	<i>Reconstitution à partir du débit naturel auquel on retranche les usages</i>	Module	14 814
			1/10ème du module	1 480
Débit spécifique (l/s/km²)	27,3		1/20ème du module	740

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	14 810	710	900	1 100	5 580	1 870	1 960	6 760
Année décennale sèche	6 190	290	360	420	1 890	790	490	820
Année quinquennale sèche	9 150	370	530	680	2 610	990	680	1 270
Période de retour 2 ans	14 810	720	880	950	4 360	1 610	1 020	2 600



Le Gardon d'Alès au barrage de Ste-Cécile-d'Andorge

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s) à partir de l'historique des usages

Superficie de BV (km²)	109	Reconstitution à partir des débits mesurés et des usages.: Entrée Ste-Cécile + usages	Module	3 130
			1/10ème du module	310
Débit spécifique (l/s/km²)	28,7		1/20ème du module	160

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	3 120	80	140	190	1 260	360	380	1 330
Année décennale sèche	1 240	10	60	90	390	100	60	90
Année quinquennale sèche	1 880	30	80	90	430	130	80	130
Période de retour 2 ans	3 120	60	100	120	790	260	120	270

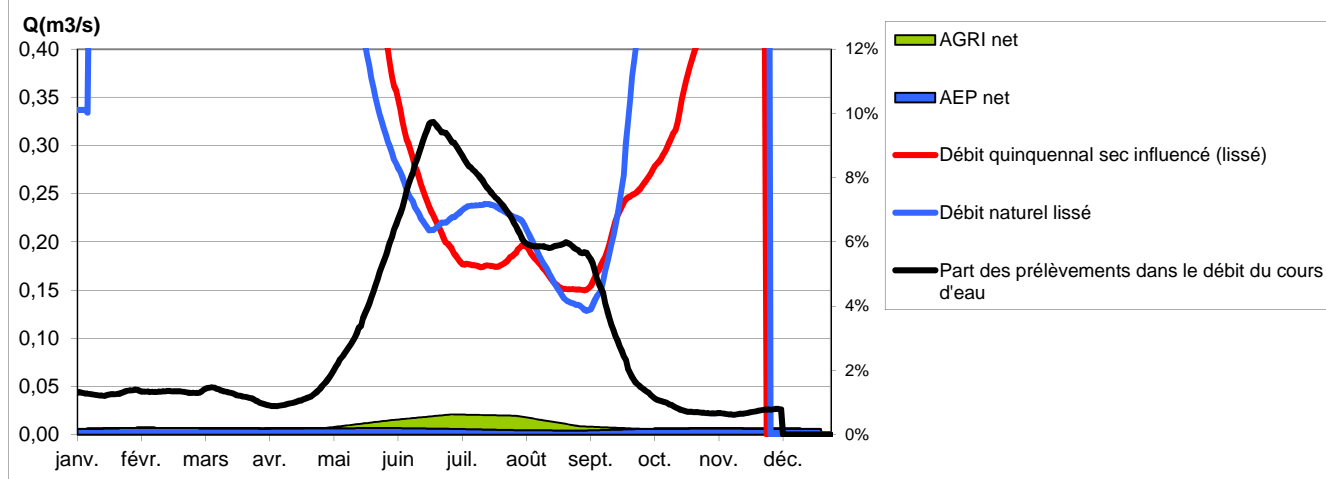
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	-1	-1	-1	-1	-1
Usage agricole	4	8	15	15	4
Usage industriel	0	0	0	0	0

Statistiques débit influencé mesuré au niveau du barrage (l/s)

Superficie de BV (km²)	109	Période de mesures: 1976-2006 (Sortie des Cambous)	Module	3 130
			1/10ème du module	310
Débit spécifique (l/s/km²)	28,7		1/20ème du module	160

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	3 130	50	100	140	1 210	320	360	1 370
Année décennale sèche	1 230	0	10	30	360	70	50	90
Année quinquennale sèche	1 890	0	20	60	400	110	60	130
Période de retour 2 ans	3 130	30	70	90	750	230	90	300



Le Galeizon à la confluence

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s)

Superficie de BV (km²)	86	Reconstitution avec GR4J, avec un calage sur les années existantes à la station de St-Paul-la-Coste, désinfluencées des usages	Module				1 780	
			1/10ème du module				180	
Débit spécifique (l/s/km²)	20,8		1/20ème du module				90	
	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	1 780	120	140	170	830	330	240	600
Année décennale sèche	770	50	60	70	270	140	90	80
Année quinquennale sèche	1 120	60	70	80	330	180	100	110
Période de retour 2 ans	1 780	100	130	160	560	230	180	240

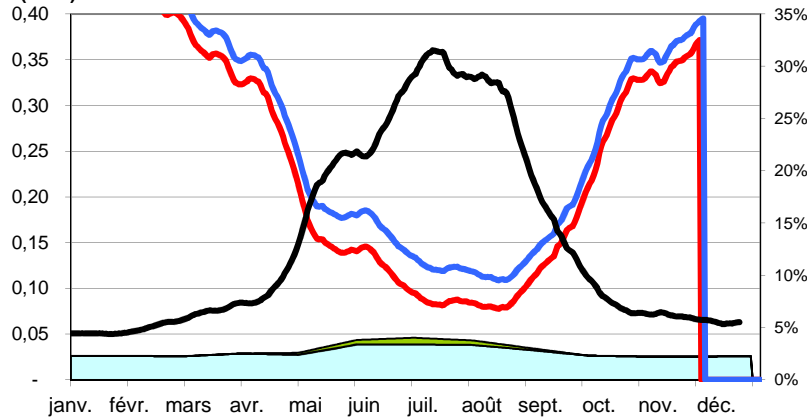
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	5	6	4	6	5
Usage agricole	7	18	28	21	7
Usage industriel	0	0	0	0	0

Statistiques débit influencé (l/s)

Superficie de BV (km²)	86	Reconstitution à partir des débits désinfluencés et des usages.	Module		1 770			
			1/10ème du module		180			
Débit spécifique (l/s/km²)	20,6		1/20ème du module		90			
	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	1 770	100	130	150	800	300	220	590
Année décennale sèche	750	40	50	50	230	100	70	70
Année quinquennale sèche	1 100	50	60	60	290	150	80	100
Période de retour 2 ans	1 770	90	110	140	530	200	150	230

Q(m³/s)



- Prélèvement agricole net à influence directe
- Prélèvements nets AEP à influence directe
- Débit quinquennal sec influencé (lissé)
- Débit naturel lissé
- Part des prélèvements dans le débit du cours d'eau-lissé

Le Gardon d'Alès en amont de la confluence avec le Galeizon

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s)

Superficie de BV (km²)	314	<i>Reconstitution avec GR4J, avec ules coefficients du Galeizon et la pluviométrie du bassin.</i>	Module	4 415
			1/10ème du module	440
Débit spécifique (l/s/km²)	14,1		1/20ème du module	220

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	4 410	220	270	320	1 410	610	460	1 480
Année décennale sèche	4 380	130	140	160	490	300	180	160
Année quinquennale sèche	4 390	130	150	160	620	320	220	170
Période de retour 2 ans	4 410	200	230	270	1 080	470	280	320

Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	132	159	158	148	115
Usage agricole	4	10	19	17	5
Usage industriel	1	1	1	1	1

Statistiques débit influencé (l/s)

Superficie de BV (km²)	314	<i>Reconstitution à partir des débits désinfluencés et des usages.</i>	Module	3 910
			1/10ème du module	390
Débit spécifique (l/s/km²)	12,5		1/20ème du module	200

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	3 910	90	150	210	1 060	400	330	1 280
Année décennale sèche	1 450	0	10	20	210	90	70	90
Année quinquennale sèche	1 870	0	30	70	300	140	100	120
Période de retour 2 ans	3 570	50	110	170	610	260	210	270

Le Gardon d'Alès à St-Hilaire-de-Brethmas

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s) à partir de l'historique des usages

Superficie de BV (km²)	328	Reconstitution à partir des débits mesurés et des usages, puis prolongement des séries avec GR4J	Module				7 230	
			1/10ème du module				720	
Débit spécifique (l/s/km²)	22,1		1/20ème du module				360	
	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	7 230	400	480	560	2 370	1 030	720	2 690
Année décennale sèche	7 140	220	240	260	880	530	340	280
Année quinquennale sèche	7 170	250	270	310	1 030	570	390	320
Période de retour 2 ans	7 230	360	420	490	1 940	840	530	560

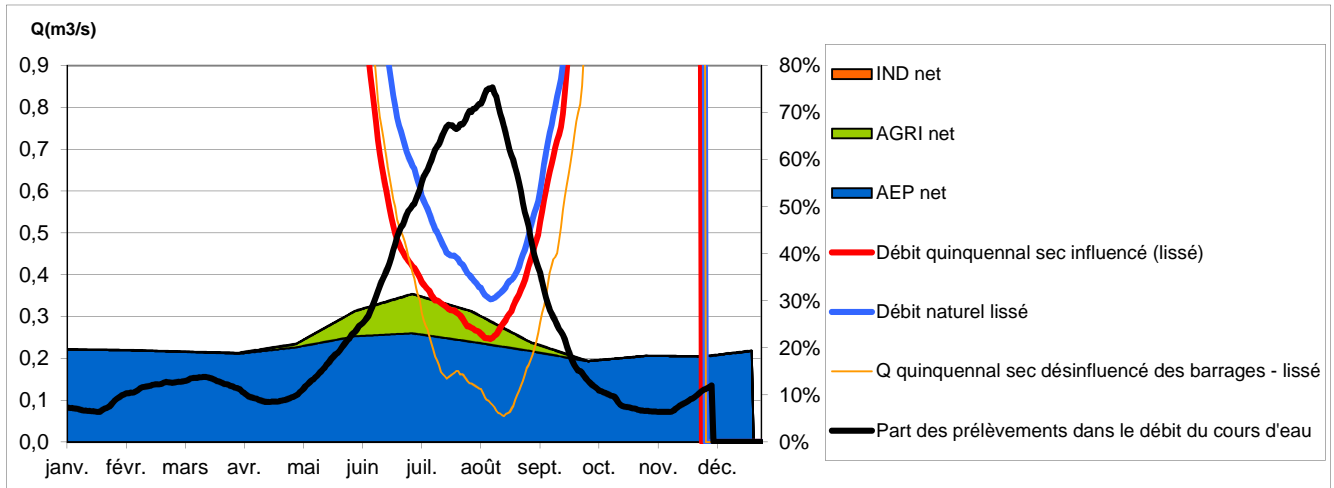
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s), hypothèse karst sans rôle tampon

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	172	202	202	195	149
Usage agricole	21	60	93	72	20
Usage industriel	1	1	1	1	1

Statistiques débit influencé (l/s)

Superficie de BV (km²)	328	Reconstitution à partir des débits modélisés par GR4J et des usages	Module		6 520
			1/10ème du module		650
Débit spécifique (l/s/km²)	19,9		1/20ème du module		330

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	6 520	220	310	390	1 980	710	510	2 470
Année décennale sèche	6 430	40	90	140	570	230	150	140
Année quinquennale sèche	6 460	110	150	170	690	280	200	220
Période de retour 2 ans	6 520	160	220	290	1 470	480	320	400



Le Gardon d'Alès à St-Hilaire-de-Brethmas

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s) à partir de l'historique des usages

Superficie de BV (km²)	328	<i>Reconstitution à partir des débits mesurés et des usages,</i>	Module	7 721
			1/10ème du module	770
Débit spécifique (l/s/km²)	23,5		1/20ème du module	390

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	7 720	400	520	670	3 140	1 270	850	2 760
Année décennale sèche	4 450	170	320	420	1 610	670	420	840
Année quinquennale sèche	5 640	210	330	460	1 800	740	460	1 040
Période de retour 2 ans	7 720	380	540	610	1 970	1 030	610	1 830

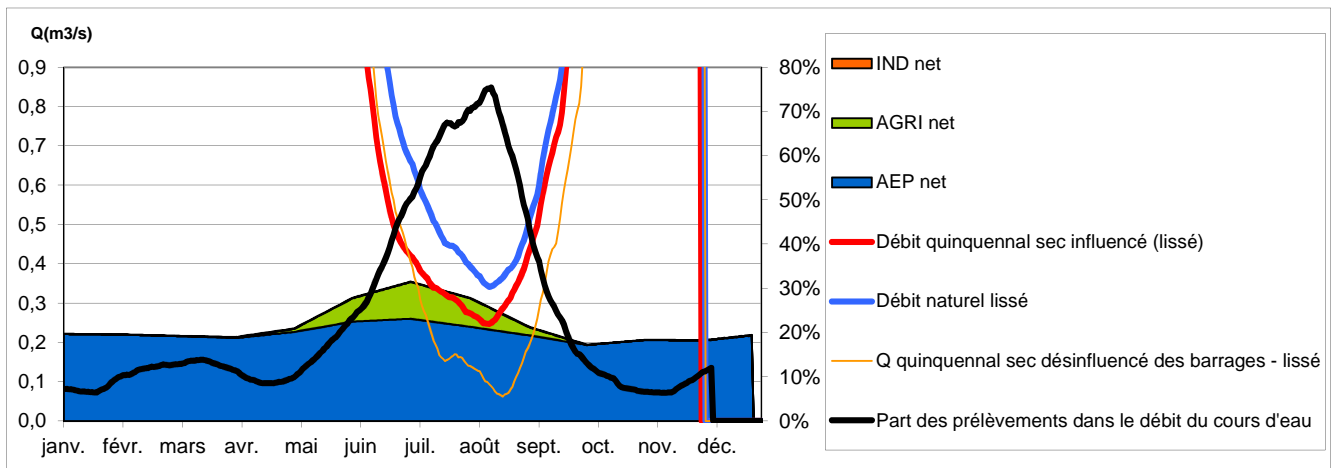
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s), hypothèse karst sans rôle tampon

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	172	202	202	195	149
Usage agricole	21	60	93	72	20
Usage industriel	1	1	1	1	1

Statistiques débit influencé mesuré à la station hydrométrique (l/s)

Superficie de BV (km²)	328	<i>Période de mesures: 1971-1979</i>	Module	7 450
			1/10ème du module	750
Débit spécifique (l/s/km²)	22,7		1/20ème du module	380

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	7 450	310	400	540	2 810	1 010	670	2 380
Année décennale sèche	4 280	130	220	320	1 280	420	320	690
Année quinquennale sèche	5 370	160	240	330	1 460	460	330	910
Période de retour 2 ans	7 450	320	410	530	1 530	770	530	1 300



Le Gardon à Ners

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s) à partir de l'historique des usages

Superficie de BV (km²)	1 090	<i>Reconstitution à partir des débits mesurés et des usages, puis prolongement des séries avec GR4J. Période de calage 1998-2002</i>	Module	19 902
			1/10ème du module	1 990
Débit spécifique (l/s/km²)	18,3		1/20ème du module	1 000

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	19 900	1 150	1 350	1 560	7 600	3 150	1 940	6 220
Année décennale sèche	6 450	590	660	720	2 510	1 450	920	780
Année quinquennale sèche	11 070	690	760	800	3 020	1 660	1 040	1 020
Période de retour 2 ans	19 900	1 090	1 310	1 420	6 010	2 410	1 550	2 050

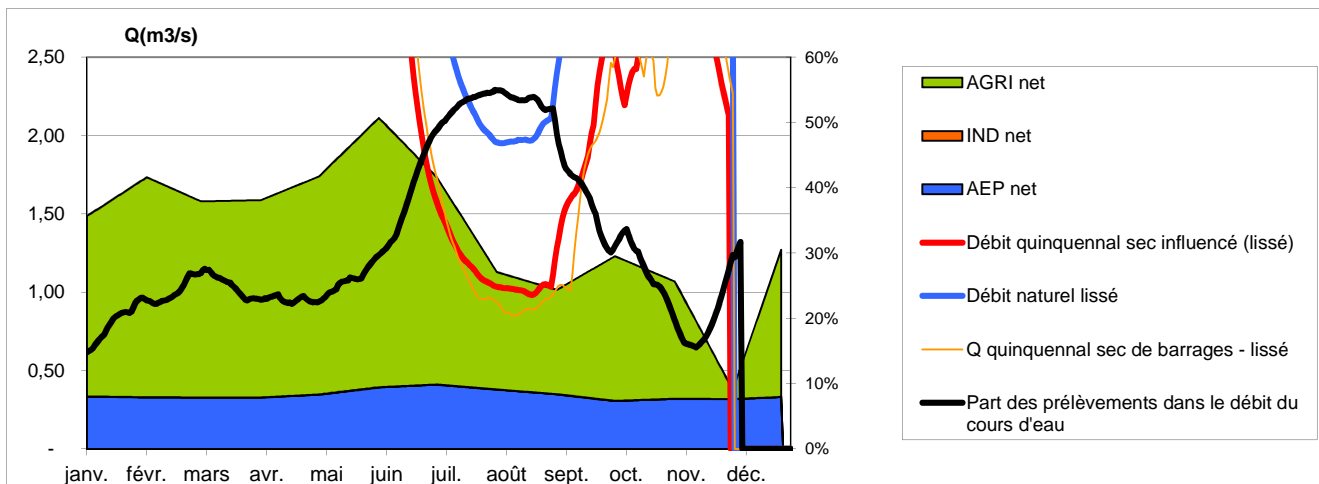
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	290	340	352	321	268
Usage agricole	1 053	1 718	1 321	749	665
Usage industriel	2	2	2	2	2

Statistiques débit influencé (l/s)

Superficie de BV (km²)	1 090	<i>Reconstitution à partir des débits modélisés par GR4J et des usages</i>	Module	18 410
			1/10ème du module	1 840
Débit spécifique (l/s/km²)	16,9		1/20ème du module	920

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	18 410	740	920	1 130	5 870	2 210	1 440	6 390
Année décennale sèche	16 340	280	310	360	1 770	610	380	470
Année quinquennale sèche	17 050	330	380	390	2 080	840	500	640
Période de retour 2 ans	18 140	500	680	980	5 150	1 520	980	1 350



Le Gardon à Ners

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s) à partir de l'historique des usages

Superficie de BV (km²)	1 090	<i>Reconstitution à partir des débits mesurés et des usages,</i>	Module	19 902
			1/10ème du module	1 990
Débit spécifique (l/s/km²)	18,3		1/20ème du module	1 000

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	16 740	1 050	1 380	1 690	10 010	2 960	2 090	5 730
Année décennale sèche	11 560	640	980	1 130	5 370	2 330	1 700	2 120
Année quinquennale sèche	13 340	670	1 140	1 360	5 780	2 460	1 940	2 710
Période de retour 2 ans	16 740	1 090	1 410	1 540	7 070	2 570	2 250	3 830

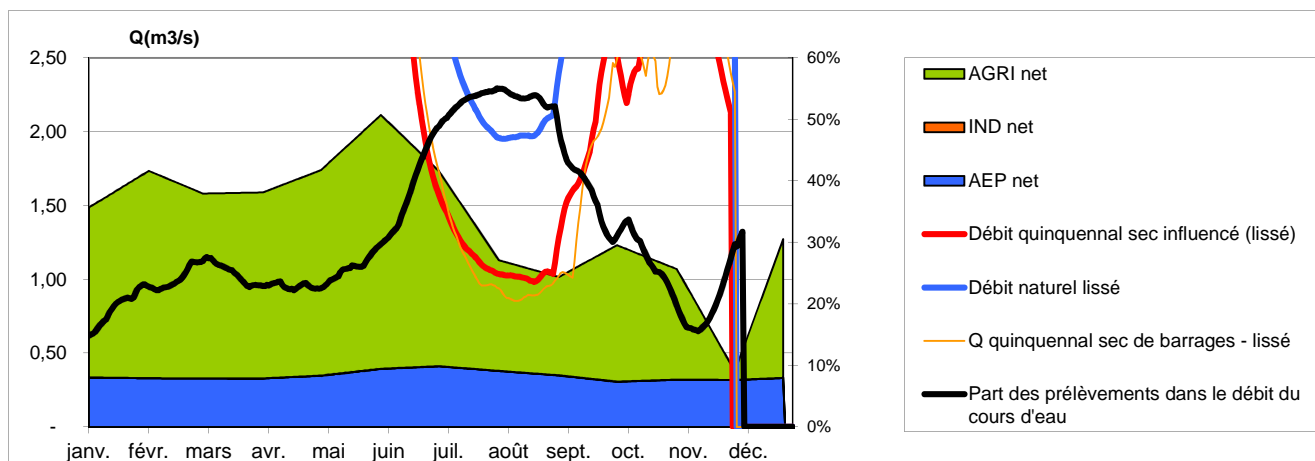
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	290	340	352	321	268
Usage agricole	1 053	1 718	1 321	749	665
Usage industriel	2	2	2	2	2

Statistiques débit influencé mesuré à la station hydrométrique (l/s)

Superficie de BV (km²)	1 090	<i>Période de mesures: 1998-2002</i>	Module	16 320
			1/10ème du module	1 630
Débit spécifique (l/s/km²)	15,0		1/20ème du module	820

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	16 320	910	1 070	1 330	9 160	2 150	1 490	4 910
Année décennale sèche	12 100	640	810	940	4 650	1 520	1 160	1 590
Année quinquennale sèche	15 120	670	810	970	4 940	1 630	1 320	1 670
Période de retour 2 ans	17 970	910	1 130	1 410	6 100	1 760	1 590	3 480



Le Gardon à la Baume

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s) à partir de l'historique des usages

Superficie de BV (km²)	1 583	<i>Reconstitution à partir des débits mesurés et des usages</i>	Module	34 129
			1/10ème du module	3 410
Débit spécifique (l/s/km²)	21,6		1/20ème du module	1 710

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	34 130	2 590	2 840	3 240	17 120	6 000	5 960	12 350
Année décennale sèche	12 180	1 860	1 960	2 110	4 970	3 570	2 690	2 260
Année quinquennale sèche	19 720	1 960	2 080	2 240	7 250	3 810	2 850	2 430
Période de retour 2 ans	34 130	2 470	2 620	2 800	9 160	4 110	3 270	4 530

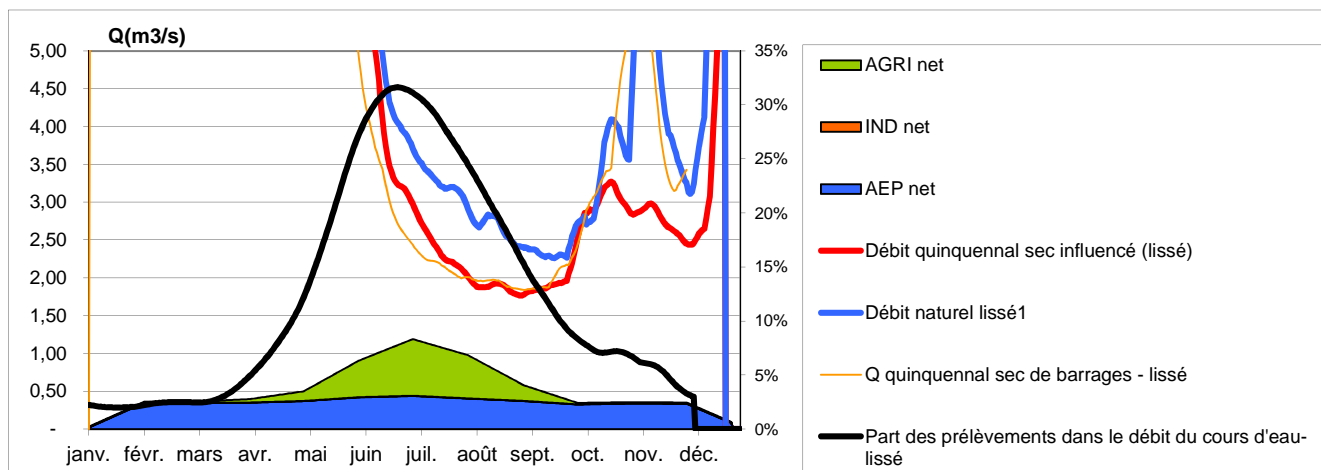
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	316	372	385	352	295
Usage agricole	1 107	1 826	1 510	900	722
Usage industriel	3	3	3	3	3

Statistiques débit influencé mesuré à la station hydrométrique (l/s)

Superficie de BV (km²)	1 583	<i>Période de mesures: 1970-1982</i>	Module	33 440
			1/10ème du module	3 340
Débit spécifique (l/s/km²)	21,1		1/20ème du module	1 670

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	33 440	2 090	2 320	2 670	15 910	4 770	5 090	11 870
Année décennale sèche	11 380	1 670	1 700	1 700	3 680	2 300	1 880	1 780
Année quinquennale sèche	18 950	1 690	1 760	1 770	6 010	2 580	1 990	2 040
Période de retour 2 ans	33 440	1 880	1 990	2 140	7 940	2 890	2 480	4 050



L'Alzon à Uzès

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s) à partir de l'historique des usages

Superficie de BV (km²)	71	<i>Reconstitution à partir des débits mesurés et des usages.</i>	Module	540
			1/10ème du module	50
Débit spécifique (l/s/km²)	7,6		1/20ème du module	30

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	540	140	170	200	470	340	280	270
Année décennale sèche	320	90	120	130	220	170	150	140
Année quinquennale sèche	390	100	130	150	240	200	170	170
Période de retour 2 ans	540	120	150	190	330	290	210	250

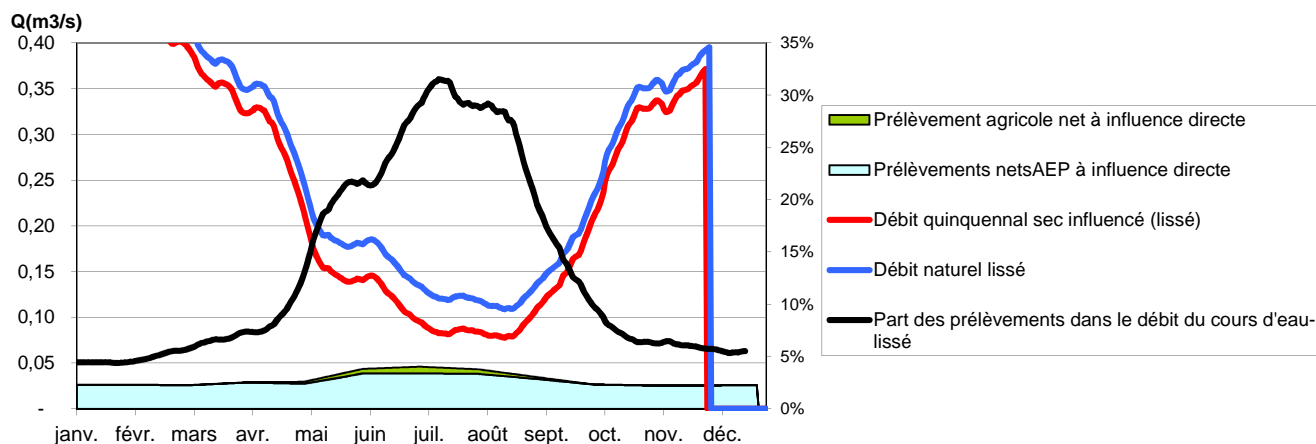
Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	25	35	30	41	23
Usage agricole	15	40	69	50	16
Usage industriel	0	0	0	0	0

Statistiques débit influencé mesuré à la station hydrométrique (l/s)

Superficie de BV (km²)	71	<i>Période de mesures: 1997-2006</i>	Module	500
			1/10ème du module	50
Débit spécifique (l/s/km²)	7,0		1/20ème du module	30

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	500	100	130	150	380	250	210	230
Année décennale sèche	270	50	60	70	120	70	80	100
Année quinquennale sèche	350	50	70	80	150	100	100	130
Période de retour 2 ans	500	70	100	130	240	200	150	220



Le Gardon à Remoulins

Statistiques de débit naturel reconstitué (l/s) à partir de l'historique des usages

Superficie de BV (km²)	1930	<i>Reconstitution à partir des débits influencés et des usages.</i>	Module	27 418
			1/10ème du module	2 740
Débit spécifique (l/s/km²)	14,2		1/20ème du module	1 370

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	27 420	2 090	2 540	3 100	12 290	7 090	3 970	21 810
Année décennale sèche	9 790	1 360	1 590	1 750	3 040	3 550	2 240	2 100
Année quinquennale sèche	15 840	1 530	1 740	1 860	5 960	4 200	2 340	2 300
Période de retour 2 ans	27 420	1 790	2 190	2 940	11 790	6 310	3 730	5 900

Prélèvements nets actuels (2005) en amont du nœud (l/s)

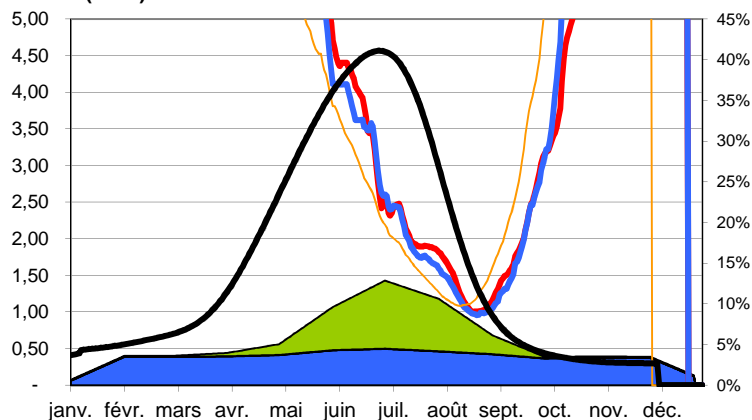
	Année	Juin	Juillet	Août	Septembre
Usage domestique	358	426	437	414	338
Usage agricole	1 148	1 930	1 690	1 046	772
Usage industriel	3	4	3	3	3

Statistiques débit influencé mesuré à la station hydrométrique (l/s)

Superficie de BV (km²)	1930	<i>Années de mesure: 1986-2006</i>	Module	26 360
			1/10ème du module	2 640
Débit spécifique (l/s/km²)	13,7		1/20ème du module	1 320

	Module	VCN10	VCN30	QMNA	Juin	Juillet	Août	Septembre
Année moyenne	26 360	1 620	1 990	2 480	12 730	5 960	3 180	19 620
Année décennale sèche	8 200	880	970	1 000	1 000	2 120	1 240	1 550
Année quinquennale sèche	14 440	950	1 010	1 160	4 650	2 610	1 440	1 820
Période de retour 2 ans	26 360	1 420	1 640	1 920	10 570	4 970	2 790	5 470

Q(m³/s)



- AGRI net
- IND net
- AEP net
- Débit quinquennal sec influencé (lissé)
- Débit naturel lissé1
- Quinquennal désinfluencé des barrages
- Part des prélèvements dans le débit du cours d'eau-lissé

Annexe 8 : Rapport complet sur la détermination des débits biologiques

Définition des Débits Biologiques sur les Gardons



Rapport final – Version finale



Adresse Postale :
Parc Scientifique Tony Garnier
6/8 Espace Henry Vallée
69366 LYON Cedex 07
Tél : 04-78-93-68-90
Fax : 04-78-94-11-98
Email : contact@asconit.com

Sommaire

1	Contexte de l'étude.....	5
2	Méthodologie	6
2.1	Méthode des microhabitats (EVHA)	6
2.2	Méthode Estimhab	8
2.3	Interprétation	9
3	Détermination des valeurs ESTIMHAB	11
3.1	Critères de localisations des stations de mesure	11
3.2	Justification et représentativité des stations.....	12
3.3	Calculs des débits caractéristiques	21
3.4	Modèles biologiques	23
3.4.1	Présentation de l'espèce cible : la Truite fario	23
3.5	Résultats de la modélisation	26
3.5.1	Station 1.....	26
3.5.2	Station 2.....	29
3.5.3	Station 3.....	33
3.5.4	Station 4.....	36
3.5.5	Station 5.....	37
3.5.6	Station 6.....	41
3.5.7	Station 7 : la Salendrinque à Thoiras	45
3.5.8	Station 8 : le Gardon d'Anduze à la Madeleine	50

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques hydrologiques et hydrauliques des cours d'eau pour lesquels les simulations par espèces réalisées avec Estimhab et EVHA sont comparables	9
Tableau 2 : Caractéristiques hydrologiques et hydrauliques des cours d'eau pour lesquels les simulations par guildes réalisées avec Estimhab et EVHA sont comparables.....	9
Tableau 3 : Débits caractéristiques relevés au droit des stations de jaugeage et calculés au niveau des stations de débit biologique de 2008	21
Tableau 4 : Localisation géographique de la station DMB et de la station de référence	21
Tableau 5 : Débits caractéristiques relevés au droit des stations de jaugeage et calculés au niveau des stations de débit biologique de 2009	21
Tableau 6 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station 1 sur le Gardon	26
Tableau 5 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station 2 sur l'Alzon.....	29
Tableau 8 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station 3 sur le Gardon d'Alès	33
Tableau 9 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station 5 sur le Gardon de St Germain	37
Tableau 10 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station 6 sur le Gardon de Ste Croix	41
Tableau 11 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station Salendrinque à Thoiras.....	45
Tableau 12 : Synthèse des résultats obtenus au niveau de la station de la Salendrinque	48
Tableau 13 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station Gardon d'Anduze à la Madeleine	50

Liste des figures

Figure 1 : Principes de la méthode des microhabitats (source : Cemagref).....	7
Figure 2 : Localisation des 6 stations débit biologique à l'échelle du bassin versant des Gardons	11
Figure 3 : Localisation de la station DMB sur la Salendrinque	19
Figure 4 : Localisation de la station DMB sur le Gardon d'Anduze.....	20
Figure 5 : Courbes de préférences de la Truite fario utilisées en France dans le cadre des études de microhabitats. D'après Souchon, Y., Trocherie, F., Fragnoud E. et Lacombe C. (1989).	24
Figure 6 : Courbes de préférences de différentes espèces, prises en compte dans le logiciel Estimhab. D'après Lamouroux et Capra (2002). Adapté de Lamouroux et collaborateurs (1999).	25
Figure 7 : Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m de linéaire) en fonction du débit pour les 4 guildes d'habitats définies par le Cemagref – Station 1 sur le Gardon.....	26
Figure 8 : détail de la courbe SPU pour la guildes "Rive" – Station 1 sur le Gardon	27
Figure 9 : détail de la courbe SPU pour la guildes "Mouille" – Station 1 sur le Gardon	27
Figure 10 : détail de la courbe SPU pour la guildes "Radier" – Station 1 sur le Gardon	27
Figure 11 : détail de la courbe SPU pour la guildes "Chenal" – Station 1 sur le Gardon	27
Figure 12 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station 1 sur le Gardon.....	28
Figure 11 : Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit – Stades adulte et juvénile de la Truite fario – Station 2 sur l'Alzon	29
Figure 14 : détail de la courbe SPU pour le stade juvénile de la Truite fario – Station 2 sur l'Alzon.....	30
Figure 15 : détail de la courbe SPU pour le stade adulte de la Truite fario – Station 2 sur l'Alzon.....	30
Figure 16 : Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m) en fonction du débit – Espèces accompagnatrices de la Truite fario – Station 2 sur l'Alzon.....	31
Figure 17 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station 2 sur l'Alzon	32
Figure 18 : Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m) en fonction du débit pour les 4 guildes d'habitats définies par le Cemagref – Station 3 sur le Gardon d'Alès.	33
Figure 19 : détail de la courbe SPU pour la guildes "Rive" – Station 3 sur le Gardon d'Alès .	34
Figure 20 : détail de la courbe SPU pour la guildes "Radier" – Station 3 sur le Gardon d'Alès	34
Figure 21 : détail de la courbe SPU pour la guildes "Mouille" – Station 3 sur le Gardon d'Alès	34
Figure 22 : détail de la courbe SPU pour la guildes "Chenal" – Station 3 sur le Gardon d'Alès	34
Figure 23 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station 3 sur le Gardon d'Alès	35
Figure 24 : Courbes d'évolution de la surface utile (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit – Truite fario – Station 5 sur le Gardon St Germain	37
Figure 25 : détail de la courbe SPU pour le stade juvénile de la Truite fario – Station 5 sur le Gardon St Germain.....	38
Figure 26 : détail de la courbe SPU pour le stade adulte de la Truite fario – Station 5 sur le Gardon St Germain.....	38
Figure 27 : Evolution de la surface utile en fonction du débit – Espèces accompagnatrices de la Truite fario – Station 5 sur le Gardon St Germain.	38

Figure 28 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station 5 sur le Gardon St Germain	40
Figure 29 : Courbes d'évolution de la surface utile (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit – Truite fario – Station 6 sur le Gardon de Ste Croix	41
Figure 30 : détail de la courbe SPU pour le stade juvénile de la Truite fario – Station 6 sur le Gardon de Ste Croix.....	42
Figure 31 : détail de la courbe SPU pour le stade adulte de la Truite fario – Station 6 sur le Gardon de Ste Croix.....	42
Figure 32 : Evolution de la surface utile en fonction du débit – Espèces accompagnatrices de la Truite fario – Station 6 sur le Gardon de Ste Croix.....	42
Figure 33 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station 6 sur le Gardon de Ste Croix.....	44
Figure 34 : Evolution des VHA en fonction du débit pour les deux stades de la Truite fario – Station de la Salendrinque.....	46
Figure 35 : Evolution des VHA en fonction du débit pour les espèces accompagnatrices de la Truite fario – Station de la Salendrinque	46
Figure 36 : Evolution des SPU en fonction du débit pour le stade adulte de la Truite fario– Station de la Salendrinque.....	46
Figure 37 : Evolution des SPU en fonction du débit pour le stade juvénile de la Truite fario– Station de la Salendrinque.....	46
Figure 38 : Evolution des SPU en fonction du débit pour le Goujon et le Vairon – Station de la Salendrinque	47
Figure 39 : Evolution des SPU en fonction du débit pour le Goujon et le Vairon – Station de la Salendrinque.....	47
Figure 40 : Evolution des SPU en fonction du débit pour le Goujon et le Vairon – Station de la Salendrinque.....	47
Figure 41 : Evolution des courbes de SPU avec le débit pour les différentes espèces étudiées et identification des valeurs seuils de débit – Station de la Salendrinque.....	49
Figure 42 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station 7 sur la Salindrenque.....	49
Figure 43 : Evolution des VHA en fonction du débit par guildes – Station du Gardon d'Anduze	51
Figure 44 : Evolution des SPU par guildes - Station du Gardon d'Anduze.....	51
Figure 45 : Evolution des SPU pour la guildes « rive » - Station du Gardon d'Anduze	51
Figure 46 : Evolution des SPU pour la guildes « radier » - Station du Gardon d'Anduze.....	51
Figure 47 : Evolution des SPU pour les guildes « mouille » et « chenal » - Station du Gardon d'Anduze	52
Figure 48 : Evolution des courbes de SPU avec le débit pour les différentes guildes et identification des valeurs seuils de débit – Station du Gardon d'Anduze.....	54
Figure 49 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station8 sur le Gardon d'Anduze	54

1 Contexte de l'étude

L'étude s'inscrit dans le cadre de l'élaboration d'un plan de gestion concertée de la ressource en eau et est relative à la définition de débits minimums biologiques, concept initialement développé dans le cadre de la « Loi Pêche » de 1984, et repris dans les textes de la nouvelle Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) de décembre 2006. Elle complète les analyses réalisées en 2008 et finalise la définition des débits minimums sur le bassin versant des Gardons.

L'objectif est d'estimer le débit à conserver dans le cours d'eau afin de garantir le maintien de la vie aquatique, à partir d'une méthode adaptée prenant en compte les variations du débit (modélisation hydraulique) et la capacité d'accueil potentielle pour la faune aquatique (modèles biologiques).

Le principe de l'étude est de déterminer les DMB et non les débits réservés, il n'est donc tenu compte de la réglementation ouvrages qu'à titre de comparaison, mais les valeurs ne peuvent influencer la réflexion mise en œuvre par la méthode (si nécessaire : à la demande du maître d'ouvrage de l'étude) – Reprendre l'ensemble du chapitre en tenant compte de ces remarques.

Si la problématique « **débits biologiques** » s'intéresse plus particulièrement aux poissons, il est intéressant de rappeler l'une de ses définitions : « *débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces qui peuplent les eaux* » (décret n°89-804 du 27 octobre 1989 du Code rural).

Rappelons également que plusieurs bassins hydrographiques ont défini la notion de **Débit Objectif d'Étiage** (DOE) et de **Débit de Crise Renforcé** (DCR).

Le projet de SDAGE Rhône Méditerranée définit ainsi ces Débits :

- le Débit d'Objectif d'Étiage (DOE) est le débit pour lequel est simultanément satisfait le bon état des eaux et, en moyenne, huit années sur dix, l'ensemble des usages.
- le Débit de Crise Renforcée (DCR) est le Débit en dessous duquel seuls les prélèvements pour l'alimentation en eau potable, la sécurité des installations sensibles et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits.

Ces deux débits seuils sont dépendants du besoin du milieu que l'on peut quantifier à travers un débit minimum biologique (DMB).

2 Méthodologie

De nombreuses méthodes, plus ou moins élaborées et validées, existent pour prendre en compte les équilibres biologiques dans la définition des débits d'étiage et/ou des régimes hydrauliques.

Le choix méthodologique relayé par les institutions publiques (Ministère de l'Environnement, Services de l'Etat), les aménageurs et gestionnaires d'ouvrages hydrauliques (EDF, CNR) et les organismes de recherche s'est porté sur une méthode couplant un modèle hydraulique et un modèle biologique de préférence d'habitat. Elle permet de définir les besoins des différentes espèces de poisson d'eaux douces.

Les deux techniques les plus couramment utilisées sont la méthode des microhabitats, associée au logiciel EVHA, et un modèle d'habitat statistique développé récemment par le CEMAGREF de Lyon (associé au logiciel Estimhab). Une présentation succincte des méthodes est faite dans les paragraphes qui suivent.

2.1 Méthode des microhabitats (EVHA)

La méthode des microhabitats permet d'évaluer, en fonction du débit, l'évolution de l'habitat « physique » d'une portion de rivière vis-à-vis de quelques espèces de poissons cibles. En d'autres termes, il s'agit d'associer à des caractéristiques physiques (habitat) une réponse biologique (qualité de l'habitat).

Cette méthode s'applique au niveau d'une station représentative d'un tronçon de cours d'eau et consiste à coupler une information physique qui décrit l'habitat, et une réponse biologique qui va permettre d'en apprécier la qualité. Un modèle hydraulique permet de calculer les hauteurs d'eau et les vitesses de courant à différents débits à partir d'une (ou deux) campagne(s) de mesure des variables hydrauliques majeures (hauteur d'eau, vitesse de courant, granulométrie du substrat).

Un **modèle biologique** traduit ces variables en termes de valeur d'habitat grâce à des **courbes de préférences** établies pour différents stades de développement de plusieurs espèces de poissons (espèces repères). Ces courbes de préférences calées pour des valeurs comprises entre 0 et 1 pour chacune des variables hydrauliques ont été mises au point et validées dans des cours d'eau non perturbés et aux débits non influencés.

Les courbes de variable d'habitat des différents stades des espèces cibles varient entre 0 et 1.

Dans l'état actuel de sa validation en France, la méthode des microhabitats doit être **préférentiellement réservée aux cours d'eau à Truites** (hors torrents de montagne), et aux **cours d'eaux mixtes à dominante salmonicole**. Les limites d'application de la méthode peuvent être résumées par les caractéristiques suivantes :

- Pente comprise entre 2 et 50‰,
- Largeur inférieure à 20 m,
- Module inférieur à 30 m³/s,
- Température estivale inférieure à 20°C,
- La présence d'une section de contrôle, c'est-à-dire d'un transect dont les niveaux d'eau ne sont pas contrôlés par les niveaux d'eau de l'aval. Généralement, les cascades, les seuils ou à défaut les radiers très marqués présentent les meilleurs caractéristiques pour ces sections de contrôle.

Cette méthode est cependant très lourde à mettre en œuvre et nécessite d'importants moyens humains et matériels. C'est pourquoi nous avons opté pour l'application d'un protocole allégé, à savoir la méthode Estimhab.

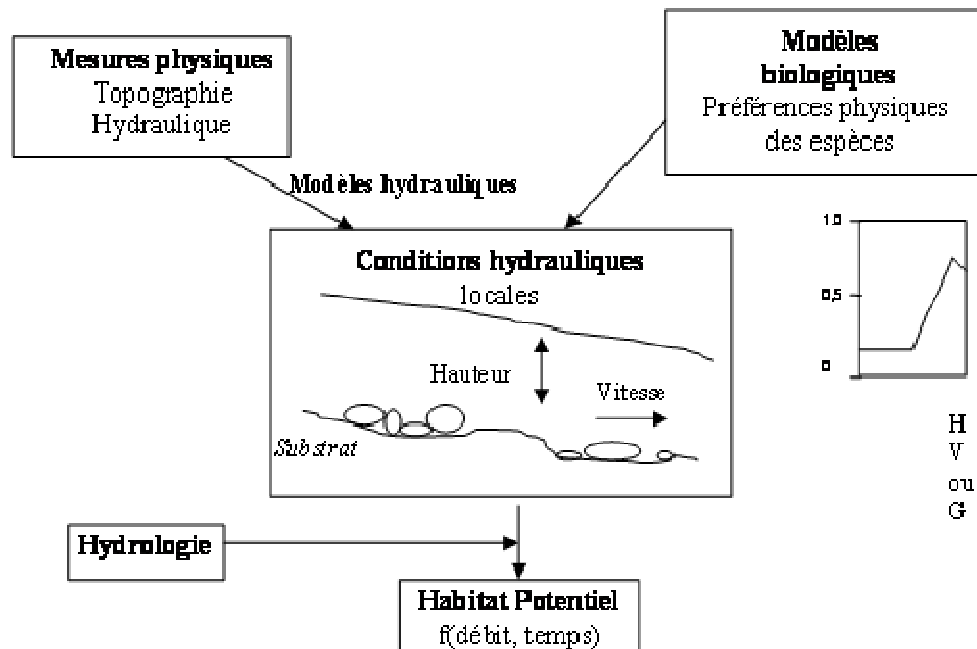


Figure 1 : Principes de la méthode des microhabitats (source : Cemagref)

2.2 Méthode Estimhab

Le CEMAGREF a développé des modèles d'habitat statistiques et a mis au point le logiciel Estimhab qui utilise les résultats les plus récents issus de la recherche fondamentale (voir par exemple Lamouroux, 2002). Ce logiciel permettant d'estimer l'impact écologique de la gestion hydraulique des cours d'eau est particulièrement adapté à l'étude des modifications des débits minima (en aval d'un ouvrage) ou de l'ajout/suppression de seuils. Il donne des résultats très proches de ceux fournis par les méthodes des microhabitats plus classiques (logiciels Evha par exemple), mais utilise des variables d'entrée simplifiées (mesures de largeurs, de hauteurs d'eau et de taille du substrat dominant, à deux débits différents).

Les atouts de cette méthode reposent sur trois points :

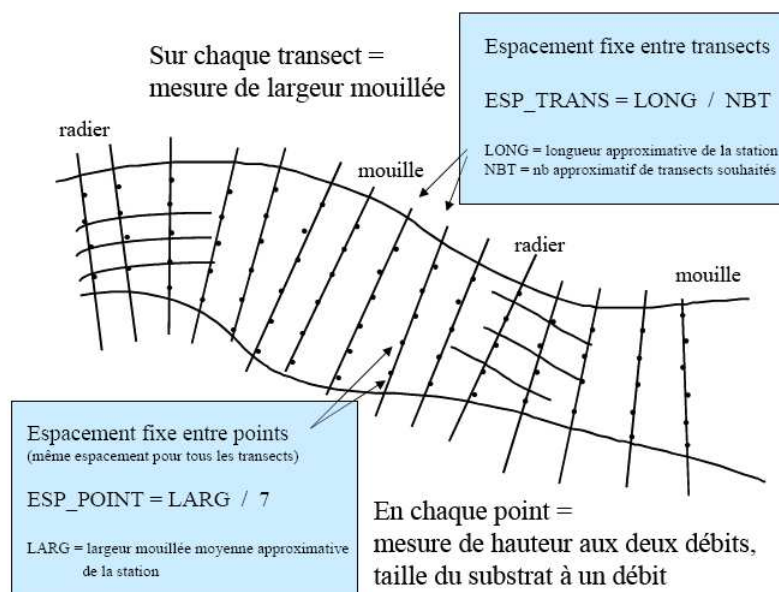
le développement de **courbes de préférence pour (presque) toutes les espèces piscicoles** : des modèles moyens sur différents cours d'eau des bassins de la Loire, du Rhône et de la Garonne sont actuellement disponibles pour 24 espèces de poissons (à différents stades de développement),

la **simplification des variables d'entrée des modèles** : des modèles d'habitat statistiques ont pu être développés par l'analyse des nombreuses applications des modèles d'habitat classiques et ainsi permettre d'identifier les caractéristiques hydrauliques moyennes des tronçons gouvernant la valeur d'habitat,

la **validation biologique des simulations** : sur plusieurs sites, les prédictions des modèles ont été validées par comparaison avec des données issues de pêches.

Estimhab permet de simuler la qualité de l'habitat ou **valeur d'habitat VHA** (variant entre 0 et 1) ou la **surface potentiellement utilisable SPU** (valeur d'habitat x surface mouillée), en fonction du débit, pour différentes espèces/stades (simulations - populations) mais aussi pour des guildes d'espèces¹ (simulations - guildes) caractéristiques des principaux faciès d'écoulement (radier, chenal, mouille et berge). Ainsi, pour des espèces non renseignées, on ne simule plus sa population mais sa guildes. La guildes chenal est la plus favorisée par les augmentations de débit.

On obtient alors une courbe d'évolution de la SPU en fonction du débit.



Le protocole de terrain consiste à mesurer 100 hauteurs d'eau locales et tailles du substrat dominant ainsi que 15 largeurs sur un tronçon de cours d'eau faisant environ 15 à 30 fois la largeur du cours d'eau et ceci à deux débits les plus différents possible et inférieurs au débit de plein bord.

D'après Lamouroux, 2002

¹ Groupe d'espèces écologiquement proches qui occupent un même habitat dont elles exploitent en commun les ressources disponibles.

Le guide méthodologique du protocole Estimhab précise que les simulations par espèces (exception faites du Saumon atlantique et de l'Ombre commun) sont tout à fait comparables à celles d'EVHA (plus de 80% de la variance en valeur d'habitat expliquée) dans une gamme de cours d'eau dont les caractéristiques sont données ci-dessous :

Tableau 1 : Caractéristiques hydrologiques et hydrauliques des cours d'eau pour lesquels les simulations par espèces réalisées avec Estimhab et EVHA sont comparables

Caractéristique du cours d'eau	Minimum	Maximum
Débit médian Q50 (m ³ /s)	0,20	13,10
Largeur à Q50 (m)	5,15	39,05
Hauteur à Q50 (m)	0,18	1,45
Substrat D50 (m)	0,02	0,64
Pente (%)	-	5

Pour ce qui est des guildes d'espèces, les simulations sont également comparables à celles d'EVHA dans une gamme de cours d'eau plus « large ».

Tableau 2 : Caractéristiques hydrologiques et hydrauliques des cours d'eau pour lesquels les simulations par guildes réalisées avec Estimhab et EVHA sont comparables

Caractéristique du cours d'eau	Minimum	Maximum
Débit médian Q50 (m ³ /s)	1,00	152,00
Largeur à Q50 (m)	7,00	139,00
Hauteur à Q50 (m)	0,25	2,25
Substrat D50 (m)	0,01	0,33
Pente (%)	-	5

Les stations 1 et 3 au niveau desquelles les guildes seront utilisées comme modèle biologique de référence présentent des caractéristiques qui appartiennent à ces différents intervalles.

2.3 Interprétation

L'évolution de la **capacité d'accueil (SPU)** des stations en fonction du débit est déterminée par le protocole Estimhab. Les mesures de terrain (hauteur d'eau, granulométrie du substrat, largeur du cours d'eau) ont été effectuées au cours de deux campagnes, l'une en basses eaux, l'autre en hautes eaux.

Dans un premier temps, nous avons identifié les stades limitants de l'espèce cible retenue dans le cadre de cette étude, à savoir la Truite fario. Pour cette espèce, c'est bien souvent le stade adulte qui est limitant car il est très rapidement défavorisé aux faibles débits (réduction des hauteurs d'eau et des vitesses).

Dans un second temps, nous avons réalisé l'analyse qualitative et quantitative des courbes d'évolution de la SPU.

Le **raisonnement qualitatif** cherche à définir graphiquement un **seuil d'accroissement du risque (SAR)** qui est la limite en dessous de laquelle les valeurs de SPU chutent très rapidement, ce qui se traduit graphiquement par une augmentation de la pente de la courbe.

L'objectif est de proposer des gammes de valeurs de débits minimums biologiques variables suivant les périodes de l'année. En effet, il convient de rappeler que les débits

« biologiques » définis dans le cadre de cette étude ne sont qu'un des éléments qui doivent être pris en compte dans la définition du débit réservé et qu'il faut donc laisser une certaine latitude dans la proposition de la valeur de ces débits « biologiques ». Dans la pratique, l'étude de ces courbes peut s'avérer assez difficile, l'absence de franche rupture dans l'allure des courbes ne permettant pas de définir un réel SAR.

Le **raisonnement quantitatif** s'attache à définir la SPU la plus limitante pour le cours d'eau en situation d'hydrologie aussi naturelle que possible et fait donc référence à la situation hydrologique du mois le plus sec pour le stade limitant des populations de Truites c'est-à-dire l'adulte. En effet, la communauté scientifique s'accorde sur le fait que le débit minimum d'étiage est l'un des facteurs majeurs qui régule les peuplements piscicoles (voir par exemple Capra, 1995). Ainsi, le principe de précaution impose de prendre comme valeur seuil minimale et temporaire une valeur correspondant à 80% de la SPU adulte prise au mois le plus sec (QMNA5) afin de garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces (Loi pêche de 1984). Dans la pratique, il semble que le QMNA5 constitue une valeur trop « extrême » pour les populations piscicoles et que l'analyse doit s'orienter vers des débits moins drastiques tels que le QMNA2 (Y. Souchon, Cemagref Lyon, communication personnelle). Compte tenu de l'absence d'information et/ou de l'incertitude relative au QMNA2, cette méthode n'a pas été retenue dans le cadre de cette étude.

Il convient donc de définir plus précisément les notions présentées ci-dessus, dans la perspective de la mise en place de régimes réservés, voire de l'élaboration d'un plan de gestion global à l'échelle du bassin versant.

Dans le reste du texte, nous distinguerons 2 types de valeurs de débit minimum biologique :

- **Une valeur ESTIMHAB haute :** *qui correspond à un débit minimal permettant le respect des conditions de vie de la faune et de la flore aquatique. La caractérisation de cette valeur de débit est basée sur la mise en évidence de « ruptures de pentes » (modification de la courbure) sur les courbes d'évolution de SPU. Nous avons défini différentes valeurs hautes selon les périodes de l'année pour suivre au mieux l'hydrologie naturelle des cours d'eau étudiés. Il est évident que des valeurs de débit plus élevées seraient d'autant plus favorables au fonctionnement du cours d'eau et des communautés aquatiques qui le colonisent.*
- **Une valeur ESTIMHAB basse :** valeur plus contraignante de débit en-dessous duquel le fonctionnement écologique du cours d'eau et des communautés qui le colonisent pourrait² être mis en danger. La valeur basse correspond également à une rupture de pente sur la courbe de SPU, valeur en dessous de laquelle la perte d'habitat potentiel est (plus) « rapide » avec la baisse du débit et est considérée (par expertise) critique vis-à-vis des espèces/stades de développement/guille étudiés.

Remarque importante : La mise en œuvre de la méthode des microhabitats fournit un ordre de grandeur de débits biologiques. La détermination des débits biologiques par une méthode micro-habitat reste en effet entachée d'une forte incertitude liée :

- à la complexité du système (représentativité des stations, modifications fréquentes du lit...)
- aux conditions d'étiage (paramètres qualitatifs limitants pour le milieu et non intégrés dans les débits biologiques).
- à la méthode (couplage d'un modèle hydrologique avec un modèle biologique simplifié ne pouvant intégrer toutes les composantes d'un hydrosystème, imprécision sur la mesure des débits...).

² Le manque de retour d'expérience sur la réaction du milieu à des variations du débit rend difficile toute conclusion définitive. Un suivi de la physico-chimie des cours d'eau en étiage et des compartiments biologiques (présence d'abris...) permettrait de caractériser la réponse des communautés aquatiques à une modification des débits d'étiage.

3 Détermination des valeurs ESTIMHAB

3.1 Critères de localisations des stations de mesure

La localisation des stations a été définie en prenant en compte les éléments suivants :

- Répartition des stations dans des contextes hydrologiques, géomorphologiques et biologiques différents sur le territoire d'étude.
- Localisation préférentiellement non loin de stations de mesures hydrométriques afin de pouvoir estimer avec le moins de variabilité possible le débit médian (Q50), débit indispensable à la mise en oeuvre du protocole ESTIMHAB, et suivre sur le long terme les débits des cours d'eau.
- Identification de problématiques particulières spécifiques au territoire d'étude.
- Les facilités d'accès aux cours d'eau afin de pouvoir réaliser les mesures (certaines zones de gorges étant particulièrement inaccessibles),
- Des conditions d'écoulements représentatives des différents faciès rencontrés sur le cours d'eau (ou le tronçon de cours d'eau), en évitant au maximum les sections aménagées et/ou influencées par les aménagements (remous des retenues/seuils par exemple). De plus, la longueur de chaque station a aussi été choisie afin d'intégrer au moins deux successions de faciès d'écoulement de type rapide/lent.

8 stations de mesure ont ainsi été choisies sur la base de ces critères au niveau de la zone d'étude. 6 ont été analysées en 2008 et 2 en 2009.

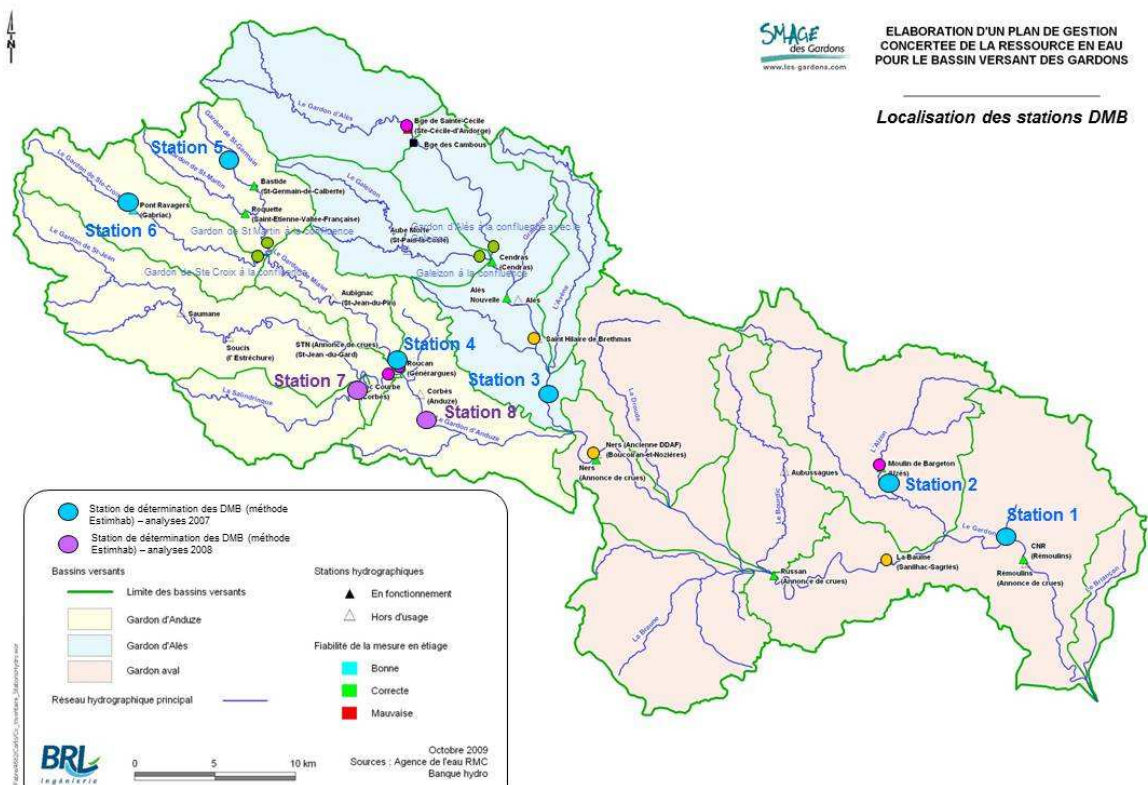
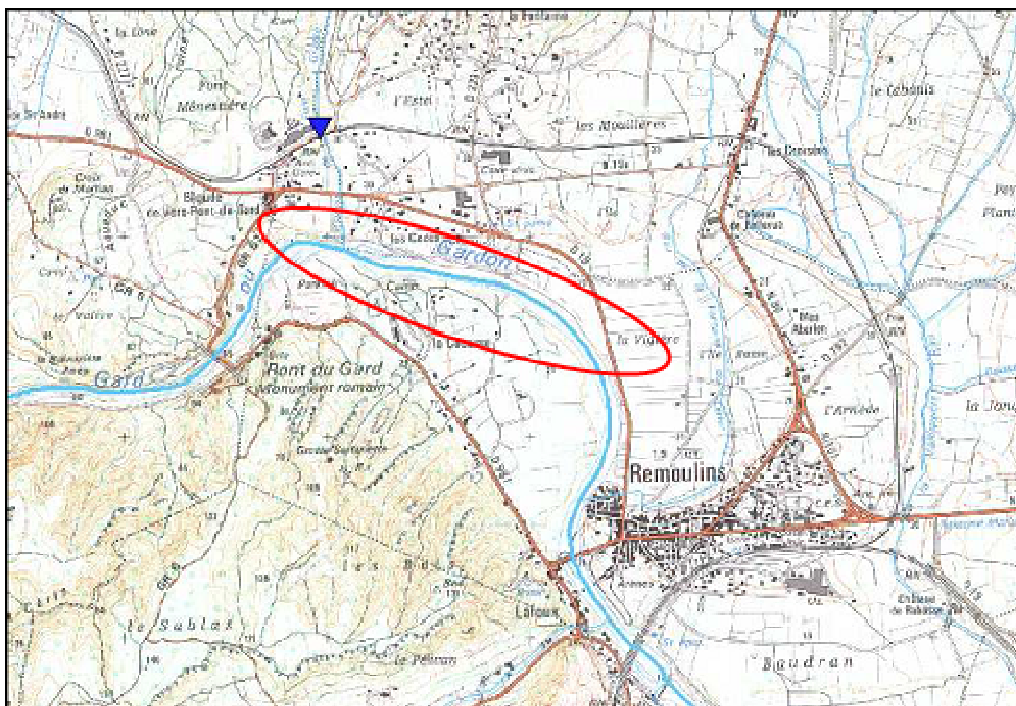


Figure 2 : Localisation des 6 stations débit biologique à l'échelle du bassin versant des Gardons

3.2 Justification et représentativité des stations

Station 1 : Le Gardon entre le pont du Gard et Remoulins.

Cette station est située au niveau de la partie aval du bassin versant et permet d'évaluer le DÉBIT BIOLOGIQUE du Gardon en aval de la zone d'étude et en aval de la principale zone de résurgences située dans les gorges. La partie aval du Gardon correspond à un contexte intermédiaire-cyprinicole. Les contraintes principales de choix de station sont liées à la présence de seuils modifiant les conditions d'écoulement du Gardon. La station choisie présente cependant les caractéristiques les plus naturelles possibles sur ce secteur.



Vue amont



Vue aval

Station 2 : L'Alzon en amont de la confluence avec les Seynes.

L'Alzon est une rivière qui a subi d'importantes modifications par le passé. On observe de nombreux seuils et chenaux recalibrés qui ont fortement modifié les conditions d'écoulement « naturelles » de ce cours d'eau. Cette station est située dans un secteur médian de l'Alzon en contexte salmonicole. L'hydrologie différente de l'Alzon en comparaison des cours d'eau Cévenols justifie également l'implantation d'une station sur ce type de cours d'eau.

La station 2 sur l'Alzon était initialement située au Sud de la ville d'UZES à environ 1,5 km de la fontaine d'Eure. Un seuil situé à quelques centaines de mètres à l'aval influence de manière trop prononcée la ligne d'eau sur la station initialement choisie. Une nouvelle station a donc été placée à environ 2,5 km en aval de la station 2 initiale au lieu dit « Mas St Eugène ». La localisation et les principales caractéristiques de la station proposée sont présentées ci après.



Localisation de la station



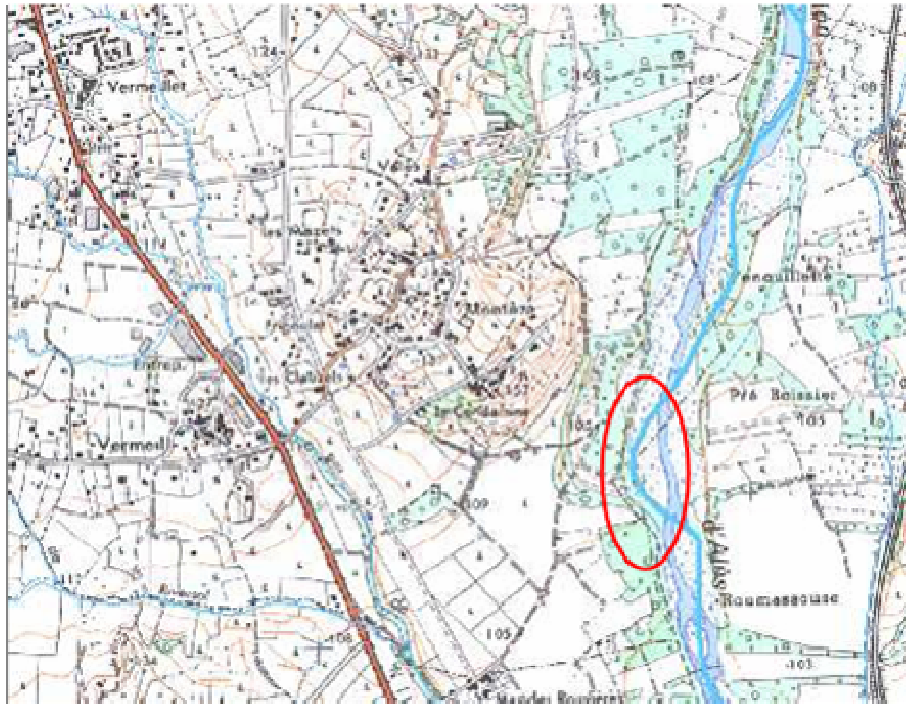
Vue amont



Vue aval

Station 3 : Le Gardon d'Alès entre Alès et la confluence avec le Gardon d'Anduze.

Cette station est située en contexte intermédiaire dans un secteur où le lit présente une divagation relativement active. De multiples chenaux peuvent se former et évoluer selon les épisodes de crues. La station choisie est située en aval des seuils présents sur ce secteur. Une station de mesure hydrométrique est située en amont de la station choisie.

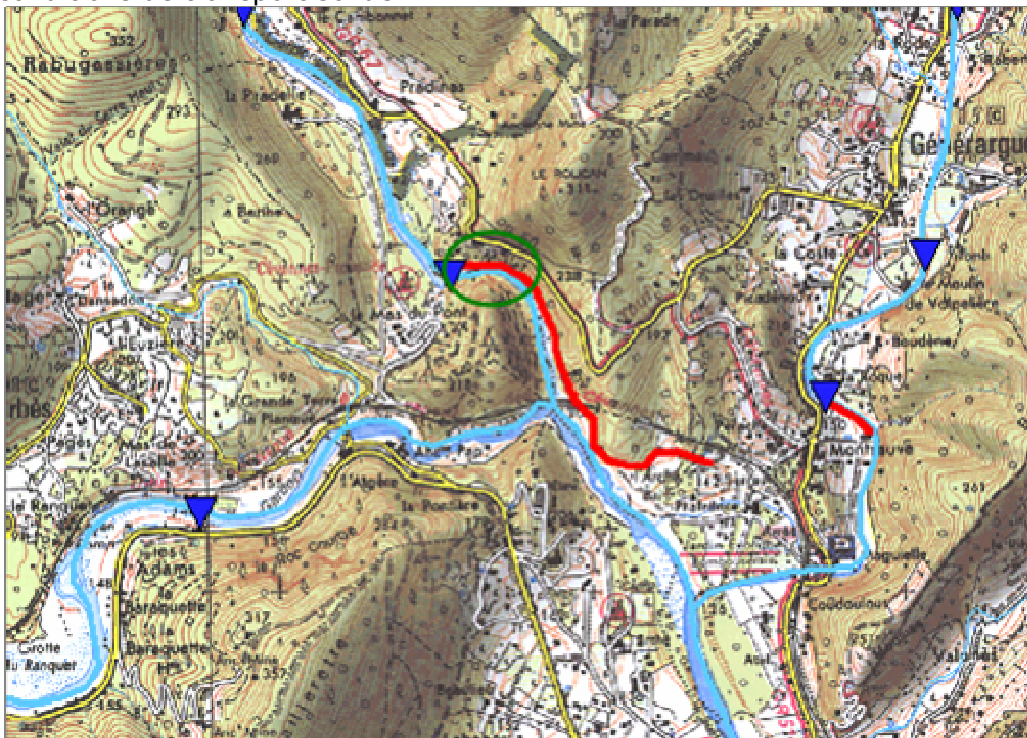
*Vue amont**Vue aval*

Station 4 : Le Gardon de Saint Jean avant la confluence avec le Gardon de Mialet.

Cette station est située sur un tronçon aval de cours d'eau cévenol en contexte salmonicole. Une des principales problématiques est liée à la présence importante de prises d'eau de béals sur ces linéaires de cours d'eau. La station est située en aval de la prise d'eau du béal n°39 qui fait l'objet d'une analyse détaillée dans le cadre de cette étude.

Ce cas de figure représente une situation particulièrement défavorable avec un fort prélèvement par le béal. Une station de mesure hydrométrique est située légèrement en aval de la station choisie.

A noter que le seuil de ce béal semble avoir un impact relativement fort sur la morphologie du cours d'eau (incision assez nette à l'aval, forte sédimentation à l'amont) et les conditions de transport solide.

*Vue aval**Vue amont*

En fait, sur cette station, le passage de la crue à la fin du mois d'octobre, a profondément modifié la morphologie du lit du Gardon de St Jean. En effet, la plupart des mouilles, très profondes lors de notre première campagne de mesure, ont été presque toutes et entièrement remplies de sédiments grossiers (galets, graviers). D'après le propriétaire du camping attenant, ce type d'évènement est assez classique. Les crues importantes charriant et déposant des sédiments grossiers que les coups d'eau moins importants se chargent d'évacuer progressivement vers l'aval. Dans ces conditions, il n'était pas envisageable de mettre en œuvre le protocole Estimhab dans de bonnes conditions, du moins dans le délai imparti pour la réalisation de cette étude.



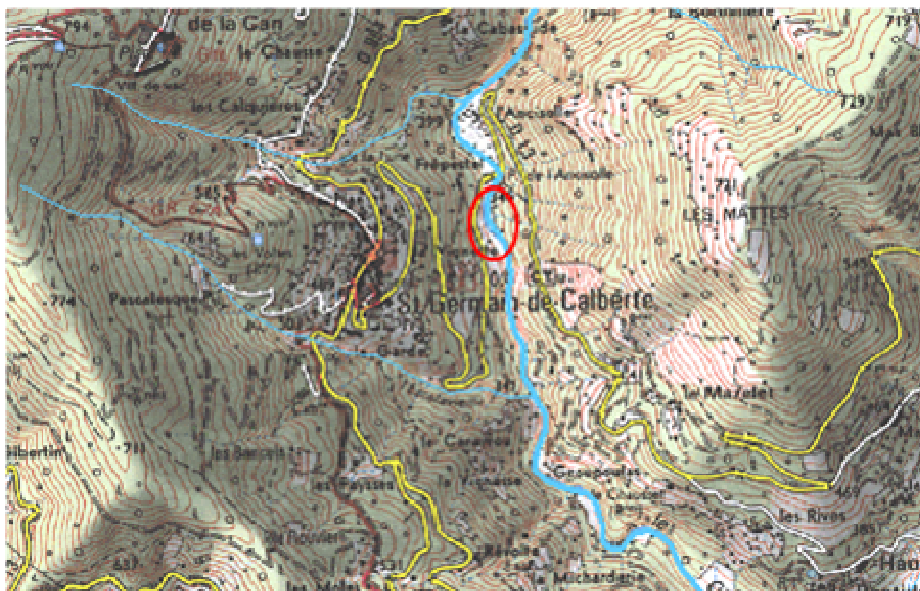
Station 5 : Le Gardon de Saint Germain avant la confluence avec le Gardon de Saint Martin.

Cette station est située dans un secteur médian de cours d'eau en contexte salmonicole. La rivière est « exploitée » par des béals. L'hydrologie différente de l'Alzon en comparaison des autres cours d'eau Cévenols justifie également l'implantation d'une station sur ce type de cours d'eau. Une station de mesure hydrométrique est située légèrement en aval de la station choisie.

La station 5 était initialement située sur le Gardon de Saint Germain juste à l'amont de la confluence avec le Gardon de Saint Martin au lieu dit « pont de Burgeau » en amont immédiat de ce dernier. Lors de la réalisation des mesures le 10/09/08, le propriétaire des parcelles riveraines est intervenu et a stoppé la réalisation des mesures. Malgré les efforts déployés pour joindre ce propriétaire par le SMAGE des Gardons et BRLi, il n'a pas été possible de le recontacter et lui expliquer le contexte et l'utilité de l'étude.

Il a donc été choisi avec le maître d'ouvrage de changer la localisation de la station 5. Cette dernière est située sur le Gardon de Saint Germain au droit du village de Saint Germain de Calberte en aval du pont de la D 13 (300m environ).

La carte ci après donne la nouvelle localisation de cette station.



Vue amont



Vue aval

Station 6 : Le Gardon de Sainte Croix entre les bourgs de Pont-Ravagers et La Rouvière.

Cette station est située sur un tronçon médian de cours d'eau cévenol en contexte salmonicole. Une des principales problématiques est la présence importante de béals sur ces parties de cours d'eau. La station est située en aval de la prise d'eau du béal n°35 qui fait l'objet d'une analyse détaillée dans le cadre de cette étude. Ce cas de figure représente une situation assez contraignante pour le milieu avec un prélèvement relativement important par le béal.

Contrairement à ce qui est observé au droit de la station n°4, le cours d'eau ne présente pas de dysfonctionnement morphologique important.

Une station de mesure hydrométrique est située en aval de la station choisie.



Vue amont



Vue aval

Station 7 : Station de la Salendrinque à Thoiras

Cette station est située en clôture du bassin versant de la Salendrinque, à proximité de la confluence avec le Gardon de Saint Jean, dans un contexte salmonicole (peuplement dominé par la Truite fario).

Un certain nombre de seuils sont présents plus en amont et impactent notablement les écoulements, ce qui a justifié la localisation très aval de la station.

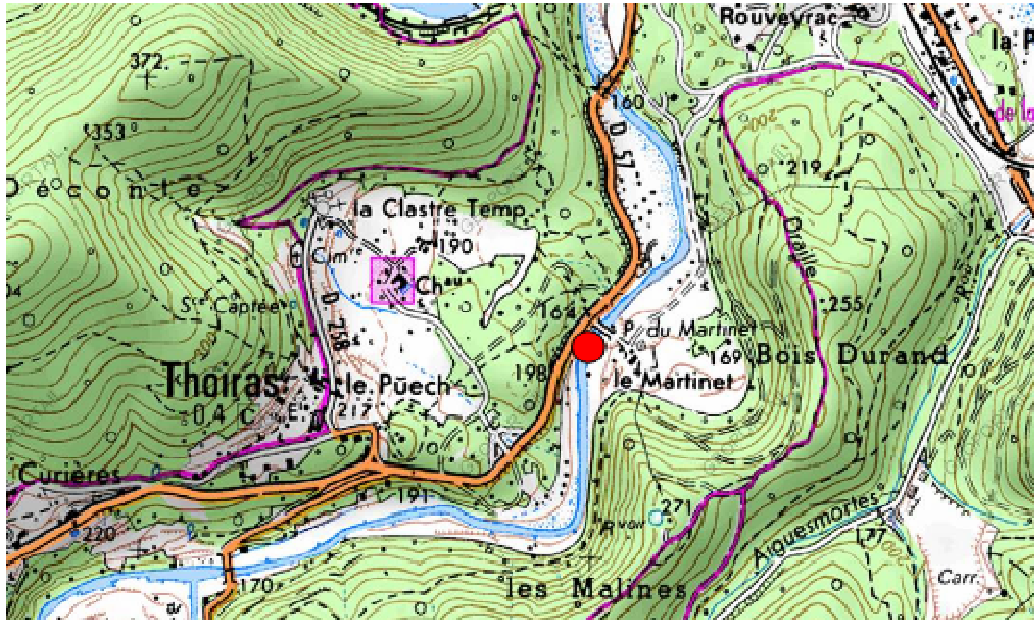


Figure 3 : Localisation de la station DMB sur la Salendrinque



Vue aval



Vue amont

Station 7 : Station du Gardon d'Anduze à la Madeleine

La présence d'un très grand nombre de seuils (notamment sur la partie aval) contraint très fortement les possibilités de localisation de cette station. Il a été décidé de la placer au niveau de la Madeleine, sur une section où les écoulements semblent les plus naturels et peu impactés par les différents aménagements. Cette partie du Gardon d'Anduze correspond à un contexte intermédiaire cyprinicole. A noter qu'une forte divagation latérale est observée sur ce cours d'eau. Les variations de débits dans cette large plaine alluviale favorisent la formation de divers atterrissements et bras secondaires plus ou moins connectés par l'amont ou l'aval.



Figure 4 : Localisation de la station DMB sur le Gardon d'Anduze



Vue amont



Vue aval

3.3 Calculs des débits caractéristiques

Dans le cadre de la mise en œuvre et de l'application du protocole Estimhab, il est nécessaire de connaître le débit médian (Q50), i.e. le débit dépassé en moyenne la moitié du temps.

Nous avons pour cela utilisé les données disponibles au niveau des différentes stations de mesures présentes sur le bassin versant. L'extrapolation des valeurs calculées au niveau de ces stations de jaugeage, au droit des stations de débit biologique s'est fait à l'aide du coefficient K calculé comme suit :

$$K = (S_c/S_s)^{0,85}$$

Où : S_c superficie du bassin versant au droit de la station de débit biologique
 S_s : superficie du bassin versant au niveau de la station de jaugeage

Les surfaces des bassins versants au droit des stations de débit biologique ont été calculées sous SIG à partir des SCAN 25 et de la BD Alti.

Les résultats de ces différents calculs sont reportés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Débits caractéristiques relevés au droit des stations de jaugeage et calculés au niveau des stations de débit biologique de 2008

Station	Cours d'eau	Caractéristiques de la station de débit biologique					Caractéristiques de la station de jaugeage			
		X	Y	Superficie du BV	Module estimé	Q50	Localisation	Superficie du BV	Module calculé	Q50
1	Gardon	777220,600	1885868,990	1780,0	36,96	11,29	La Baume	1580,0	33,4	10,2
2	Alzon	768032,000	1889571,000	51,6	0,55	0,41	Uzès - Moulin Bargeton	46,7	0,50	0,38
3	Gardon d'Alès	741922,966	1897679,052	407,0	10,01	3,31	Alès - Pont Vieux	315,0	8,107	2,66
4	Gardon de st Jean	730755,663	1898951,754	190,0	5,39	1,64	Corbes	263,0	7,11	2,16
5	Gardon de Saint Germain	718128,265	1914214,059	24,0	0,55	0,23	St Germain de Calberte	30,5	0,68	0,28
6	Gardon de S te Croix	709601,318	1911340,649	35,0	0,85	0,35	Gabriac - Pont ravagers	47,0	1,09	0,45

Tableau 4 : Localisation géographique de la station DMB et de la station de référence

Cours d'eau	Caractéristiques de la station DMB			Caractéristiques de la station de référence		
	Commune	X	Y	Localisation	X	Y
Gardon d'Anduze	La Madeleine	733900	1894477	Anduze	732160	1896926
Salendrinque	Thoiras	728167	1897383	Thoiras	728269	1898359

Tableau 5 : Débits caractéristiques relevés au droit des stations de jaugeage et calculés au niveau des stations de débit biologique de 2009

Cours d'eau	Caractéristiques de la station DMB					Caractéristiques de la station de référence				
	Superficie BV	Module estimé	Q50 estimé	QMNA2 estimé	QMNA5 estimé	Superficie BV	Module calculé	Q50 calculé	QMNA2 calculé	QMNA5 calculé
Gardon d'Anduze	549	14,99	5,05	0,96	0,69	543	14,81	4,99	0,95	0,68
Salendrinque	67,3	1,68	0,78	0,20	0,13	73,3	1,83	0,85	0,21	0,14

Il convient de préciser que nous avons pu estimer les modules manquants à l'aide des débits de référence relevés au droit de stations de jaugeage les plus proches, dont la superficie du bassin versant était comparable et/ou du même ordre de grandeur à celui de la station de débit biologique en question.

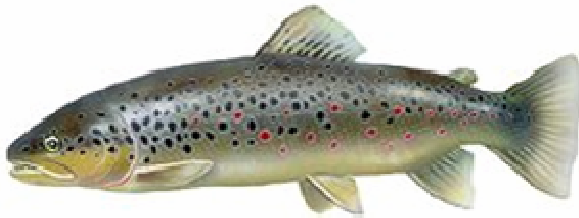
3.4 Modèles biologiques

3.4.1 Présentation de l'espèce cible : la Truite fario

Dans le cadre de cette étude, et sur les stations situées au sein des contextes salmonicoles (stations 3, 5 et 6), l'espèce cible retenue comme modèle biologique est la Truite fario *Salmo trutta fario*. Une présentation succincte de la biologie/écologie de la Truite fario est donnée dans les paragraphes qui suivent.

Description

Espèce autochtone des rivières françaises, la truite fario peut mesurer plus de 60 cm pour un poids d'environ 3,5 kg. Elle est généralement de couleur brune, au dos foncé à vert clair, aux flans nacrés à jaunâtres, avec des tâches noires et des points rouges qui couvrent ses flancs, ses opercules et sa nageoire dorsale.



Source : <http://rdb.eaurmc.fr>



Source : ASCONIT Consultants

Biologie-Ecologie

La Truite fario est un salmonidé rhéophile et pélagique. La Truite est un poisson d'eau vive, froide et bien oxygénée. Elle colonise les secteurs amont des cours d'eau et se nourrit principalement d'invertébrés et de petits poissons. Les stades de développement de la Truite fario pris en compte par le logiciel Estimhab dans l'évaluation des débits biologiques sont :

- Adulte : sujet en âge de se reproduire (14 à 28 cm),
- Juvénile : sujet de plus d'un an non encore reproductif (10 à 16 cm),

Elle atteint sa maturité sexuelle dès l'âge de 1 à 2 ans et la reproduction a lieu de novembre à fin février, au niveau des têtes de bassin (chevelu hydrographique) dans les zones de transition entre mouille et radier, là où le courant s'accélère, la profondeur est peu importante et sur fond de graviers (2 à 6 cm de diamètre).

La truite présente un intérêt patrimonial et halieutique important. Les habitats qu'elle utilise au cours de son cycle vital font l'objet d'une protection nationale (arrêté du 8 décembre 1988). Elle est un indicateur de la bonne qualité de l'eau et du maintien de l'intégrité des habitats aquatiques.

En termes de dynamique de population, le stade limitant est le plus souvent représenté par le stade adulte du fait de la forte territorialité des individus et de la réduction des surfaces colonisables en période d'étiage et/ou de faible débit.

Les courbes de préférences utilisées pour cette espèce sont présentées à la figure suivante. A noter qu'Estimhab, à la différence d'EVHA, ne distingue pas les stades alevins et juvéniles étant donné que les résultats obtenus avec ces deux stades de développement sont très proches voire comparables.

L'analyse prendra également en compte les espèces d'accompagnement « classiques » de la Truite fario dont les courbes de préférences sont disponibles sous Estimhab. Il s'agit

des adultes de Chabot *Cottus gobio*, de Loche franche *Barbatula barbatula*, de Goujon *Gobio gobio* et de Vairon *Phoxinus phoxinus*.

Une recherche rapide menée à partir des données disponibles sur le site « Image » de l'ONEMA montre que toutes ces espèces sont susceptibles de coloniser les stations de débit biologique étudiées.

Pour les deux autres stations (1 et 3), situées dans des contextes piscicoles différents (intermédiaire et cyprino-ésocicole), nous avons choisi de simuler les guildes d'habitat telles que définies dans le logiciel Estimhab :

- **Gilde « radier »** : qui intègre la Loche franche, le Chabot et les « jeunes » Barbeaux (<9cm) *Barbus barbus*
- **Gilde « chenal »** : avec les Barbeaux >9cm, les Blageons « adultes » (>8cm) *Telestes souffia* (+ le Hotu *Chondrostoma nasus*, le Toxostome *Chondrostoma toxostoma*, la Vandoise *Leuciscus leuciscus*, et l'Ombre commun *Thymallus thymallus*)
- **Gilde « mouille »** : comprenant l'anguille *Anguilla anguilla*, le Perche soleil *Lepomis gibbosus*, la Perche commune *Perca fluviatilis*, le Gardon *Rutilus rutilus*, ainsi que les Chevesnes *Leuciscus cephalus* >17cm
- **Gilde « berge »** : qui regroupe le Goujon, les Blageons <8cm, les Chevesnes <17cm, et le Vairon

A l'exception de l'Ombre commun, toutes ces espèces sont « naturellement » présentes sur le bassin versant des Gardons.

Les courbes de préférences de ces espèces sont présentées à la figure suivante.

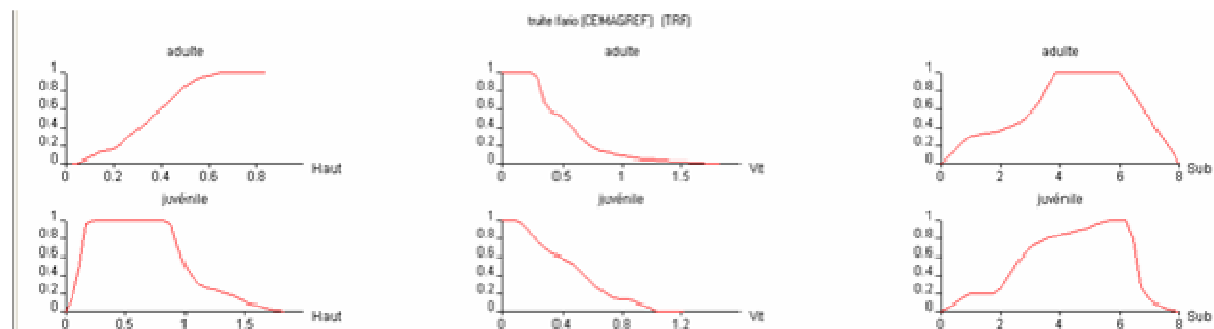


Figure 5 : Courbes de préférences de la Truite fario utilisées en France dans le cadre des études de microhabitats. D'après Souchon, Y., Trocherie, F., Fragnoud E. et Lacombe C. (1989).

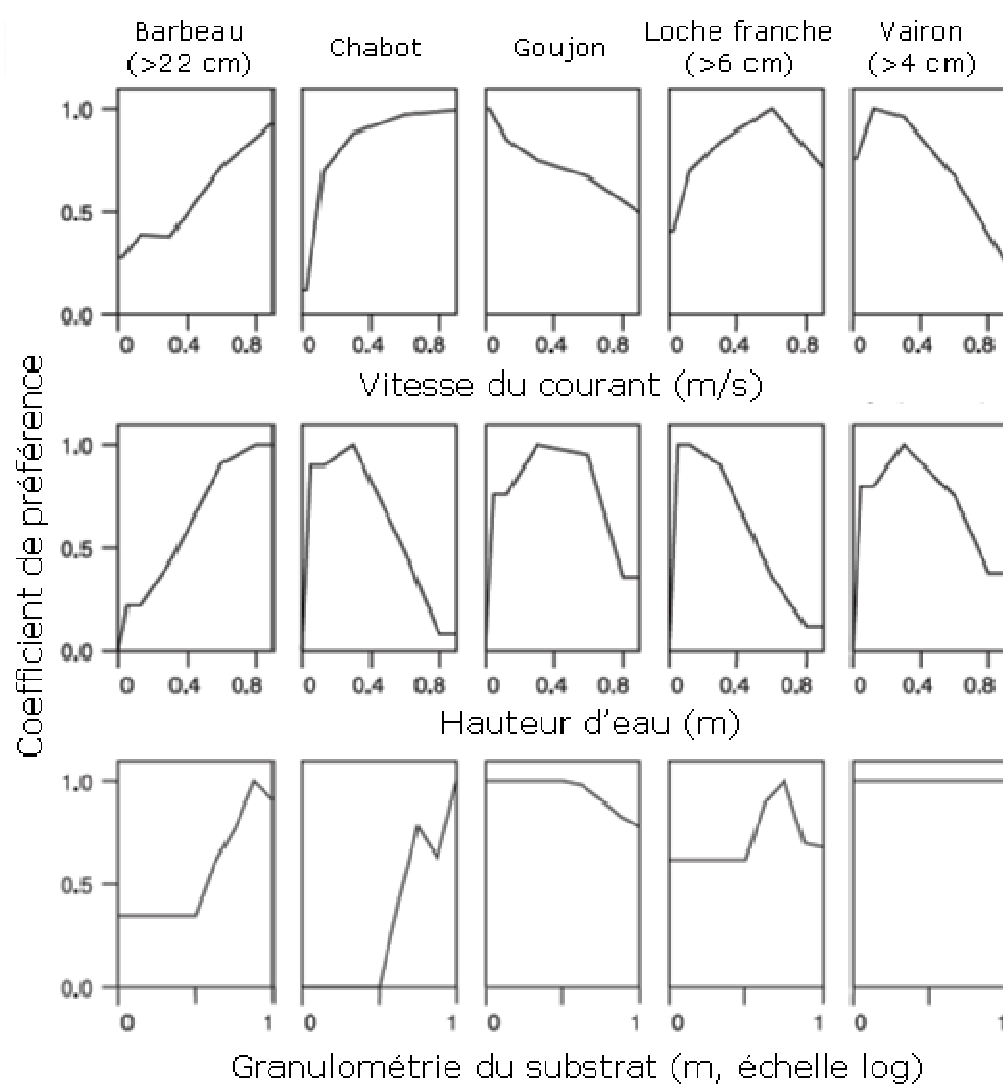


Figure 6 : Courbes de préférences de différentes espèces, prises en compte dans le logiciel Estimhab. D'après Lamouroux et Capra (2002). Adapté de Lamouroux et collaborateurs (1999).

3.5 Résultats de la modélisation

3.5.1 Station 1

3.5.1.1 Calage du modèle et courbe SPU

Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain sont reportées dans le tableau suivant. A noter que pour chaque date d'intervention, le débit a été mesuré au droit de la station, immédiatement après la description de la station.

Date	Débit (m ³ /s)	Largeur moyenne (m)	Hauteur moyenne (m)
11/09/08	4,1	39,1	0,85
30/10/08	34,7	43,7	1,25
Q50 (m ³ /s)			
11,3			
Taille du substrat (m)			
0,04			
Gamme de modélisation			
0,5 à 20 m ³ /s			

Tableau 6 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station 1 sur le Gardon

Ce cours d'eau se trouve dans un contexte intermédiaire cyprinicole. Les modèles biologiques pris en compte dans la suite de l'analyse correspondent donc aux guildes d'habitat définies par le Cemagref.

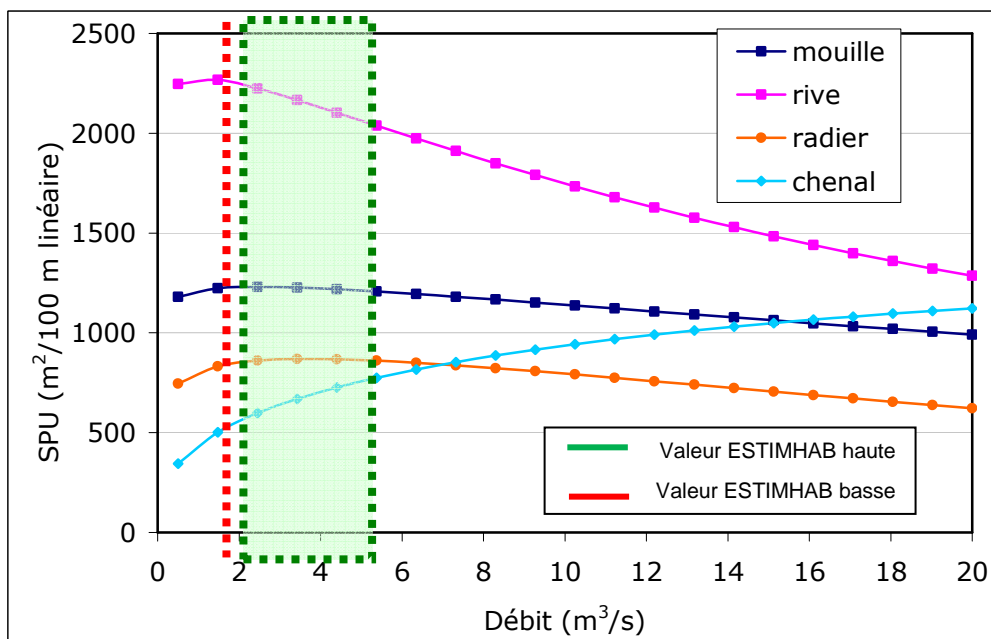


Figure 7 : Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m de linéaire) en fonction du débit pour les 4 guildes d'habitats définies par le Cemagref – Station 1 sur le Gardon

Pour faciliter l'interprétation des courbes d'évolution de la SPU en fonction du débit, des « zooms » sont réalisés sur les parties des courbes qui mettent en évidence la perte d'habitat potentielle avec la réduction du débit.

Sur cette station, la guilda « rive » trouve des conditions d'habitat très favorables avec des surfaces (potentiellement) disponibles de plus de 2 000 m² pour 100 m de linéaire de cours d'eau. Le maximum de SPU est atteint pour des débits relativement faibles de l'ordre de 950 l/s. Les valeurs d'habitat sont elles aussi très élevées et dépassent 0,6 (i.e. 60% de la surface total en eau). La SPU (comme la VHA) diminue ensuite avec le débit mais reste relativement élevée (plus de 1 400 m²/100 m pour un débit de l'ordre de 14 m³/s). La réduction des débits n'aura donc que peu d'impact sur ce pool d'espèces qui profite en fait sur cette station de la présence de nombreuses plages de galets en pente douce. On relève cependant une nette baisse de la SPU en dessous d'un débit de 750 l/s, valeur qui peut être retenue comme SAR.

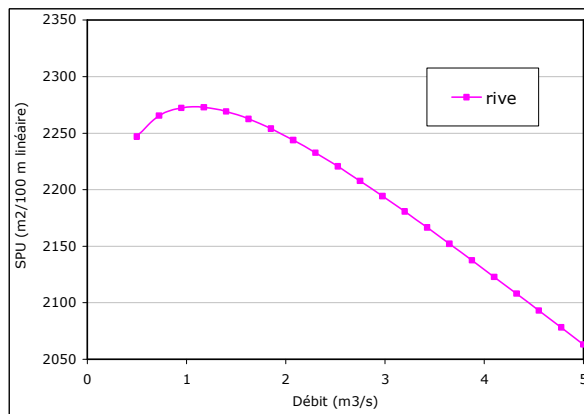


Figure 8 : détail de la courbe SPU pour la guilda « Rive » – Station 1 sur le Gardon

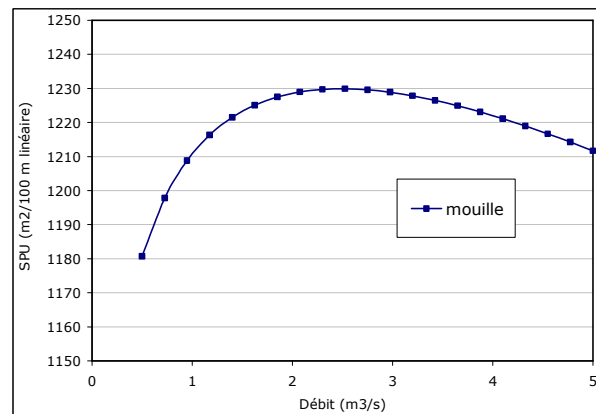


Figure 9 : détail de la courbe SPU pour la guilda « Mouille » – Station 1 sur le Gardon

La guilda « mouille » présente une évolution comparable à la guilda « radier », si ce n'est que pour cette dernière, les surfaces potentiellement colonisables sont inférieures de l'ordre de 30 à 35%. Pour ces deux guildes, on met en évidence une augmentation assez rapide des valeurs de SPU entre 0 et 2 m³/s puis une baisse très progressive (lente) des valeurs de SPU avec l'augmentation de débit. Pour les faibles débits, la chute de SPU est significative en dessous de 2,9 m³/s environ pour la guilda « radier » (avec un SAR associé compris entre 2,4 et 2,9 m³/s) et 1,5 m³/s pour la guilda « mouille » (SAR compris entre 1 et 1,5 m³/s), moins sensible aux baisses de débit que la précédente. Les valeurs « critiques » étant de 1,5 m³/s et 0,5 m³/s pour respectivement la guilda radier et la guilda mouille.

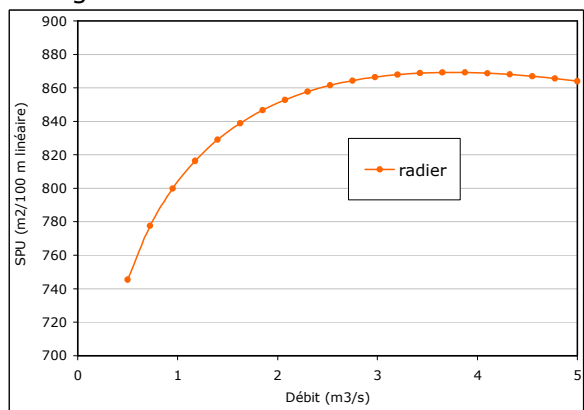


Figure 10 : détail de la courbe SPU pour la guilda « Radier » – Station 1 sur le Gardon

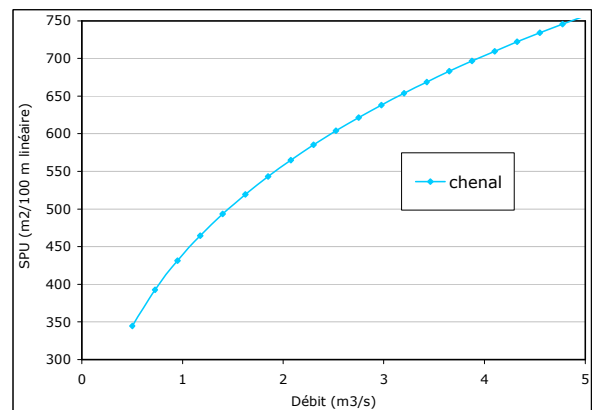


Figure 11 : détail de la courbe SPU pour la guilda « Chenal » – Station 1 sur le Gardon

Enfin, pour la guilda « chenal », les valeurs de SPU sont faibles pour les faibles débits (moins de 250 m²/100 m à 0,5 m³/s) correspondant à de faibles valeurs de VHA (<0,1). On note ensuite une augmentation rapide et continue des valeurs de SPU avec le débit jusqu'à environ 1,5 m³/s. L'augmentation est ensuite (légèrement) moins rapide mais reste continue sur l'intervalle de débits modélisé. La rupture de « pente » la plus nette semble se faire en dessous d'un débit de l'ordre de 4,3 m³/s, sachant que la perte d'habitat favorable étant « critique » en dessous de 2,4 m³/s. Le SAR retenu correspond à la gamme de débit compris entre 3,8 et 4,3 m³/s.

Au niveau de cette station, il est proposé de distinguer trois périodes hydrologiques :

- ✓ une **période de basses eaux** (juin à septembre) avec une valeur ESTIMHAB haute de l'ordre de 2 m³/s, correspondant approximativement au SAR «critique » de la guilda chenal, la plus sensible à la réduction des débits,
- ✓ une période de « **moyennes** » **eaux** (mars à mai + octobre) avec un débit à respecter de l'ordre de 2,4 m³/s
- ✓ une période de **hautes eaux** (novembre à février), pour laquelle un compromis pourrait être trouvé autour de 5 m³/s, sachant que pour ce débit, les SPU sont maximales ou proches du maximum pour les guildes radier et mouille. Comme mentionné précédemment, pour la guilda « chenal », il n'y a pas de maximum : plus il y a de débit, plus la SPU augmente. Cette gamme de valeur de débit est par contre assez défavorable à la guilda rive dont le maximum de SPU se situe autour de 1 m³/s. Néanmoins, pour ce pool d'espèces, les valeurs de SPU restent élevées (bien supérieures aux autres), et à cette époque de l'année, les individus de l'année (de petite taille) sont moins inféodés aux rives.

La **valeur ESTIMHAB basse** peut être fixé autour de **1,6 m³/s**. A ce débit, les habitats potentiels des guildes radier, rive et mouille sont relativement bien préservés, mais sont franchement limitants pour la guilda chenal qui, d'une façon plus global, et pour les débits d'étiage, ne trouve que peu d'habitats (potentiels) favorables sur cette station. Il est potentiellement applicable en période d'étiage, c'est-à-dire entre juin et octobre inclus.

Ces résultats sont présentés de façon synthétique à la figure suivante.

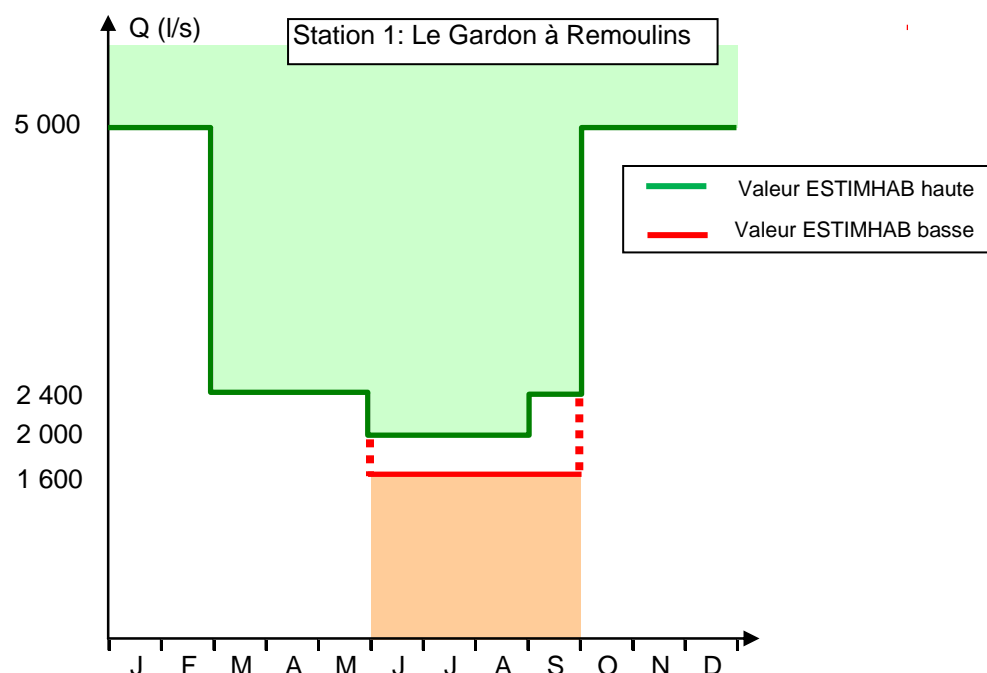


Figure 12 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station 1 sur le Gardon

3.5.2 Station 2

3.5.2.1 Calage du modèle et courbe SPU

Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain sont reportées dans le tableau suivant. A noter que pour chaque date d'intervention, le débit a été mesuré au droit de la station, immédiatement après la description de la station, près de l'extrémité aval.

A noter que le fond du cours d'eau était, lors de nos différents passages, recouvert par une gangue calcaire qui, en dehors des radiers, colmatait tous les interstices du sédiment. Ce phénomène se répercute sur la taille « moyenne » du substrat, relativement faible pour ce type du cours d'eau, du fait que ce type de colmatage est noté « 0 » lors des mesures de terrain. Ce cours d'eau se singularise également par la présence de mouilles très profondes (>1,5 m), même à l'étiage.

Date	Débit (m ³ /s)	Largeur moyenne (m)	Hauteur moyenne (m)
09/10/08	0,257	6,74	0,420
10/11/08	1,141	7,59	0,566
Q50 (m ³ /s)			
0,412			
Taille du substrat (m)			
0,012			
Gamme de modélisation			
25 l/s à 1 m ³ /s			

Tableau 7 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station 2 sur l'Alzon

Sur ce cours d'eau, l'espèce cible est la Truite fario *Salmo trutta fario*. L'analyse prend également en compte les espèces accompagnatrices de la Truite, à savoir le Vairon *Phoxinus phoxinus*, le Chabot *Cottus gobio*, la Loche franche *Barbatula barbatula* et le Goujon *Gobio gobio*.

Les courbes résultant de la modélisation Estimhab sont présentées dans les figures suivantes.

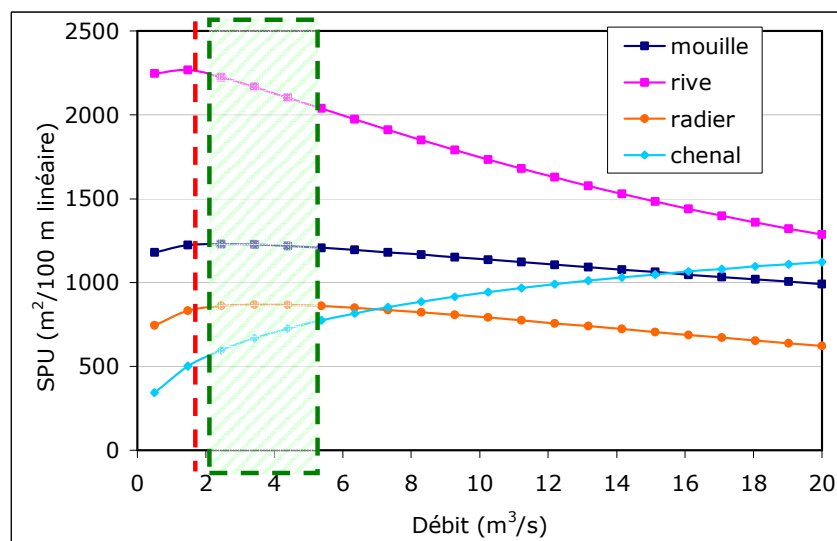


Figure 13 : Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit – Stades adulte et juvénile de la Truite fario – Station 2 sur l'Alzon

La courbe d'évolution de la surface utile (SPU) pour le stade juvénile de la Truite fario présente un optimum légèrement supérieur à $450 \text{ m}^2/100 \text{ m}$ pour un débit de l'ordre de $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Ce résultat traduit en fait la bonne disponibilité de l'habitat pour ce stade de développement de la Truite fario, les valeurs d'habitats (VHA) étant élevées et proches de 0,7 (*i.e.* 70% de la surface en eau est « favorable » à ce stade de développement). On note ensuite une baisse lente et continue sur la gamme de débits modélisés, l'habitat restant (très) favorable même à $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (plus de 400 m^2 de SPU/100 m et $VHA < 0,5$). Pour les faibles débits, la perte de SPU devient importante et rapide en dessous de 100 l/s (entre 75 et 100 l/s), valeur qui peut être considérée comme le SAR pour ce stade de développement.

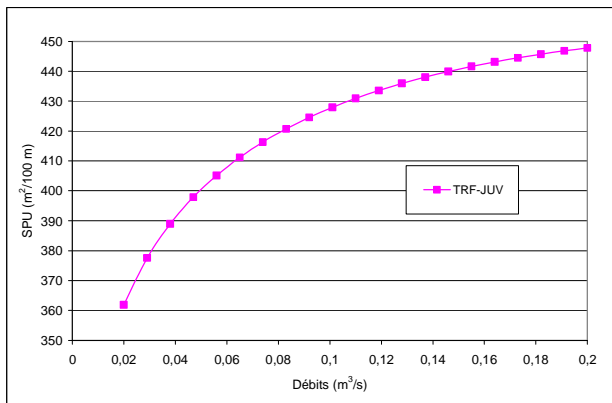


Figure 14 : détail de la courbe SPU pour le stade juvénile de la Truite fario – Station 2 sur l'Alzon

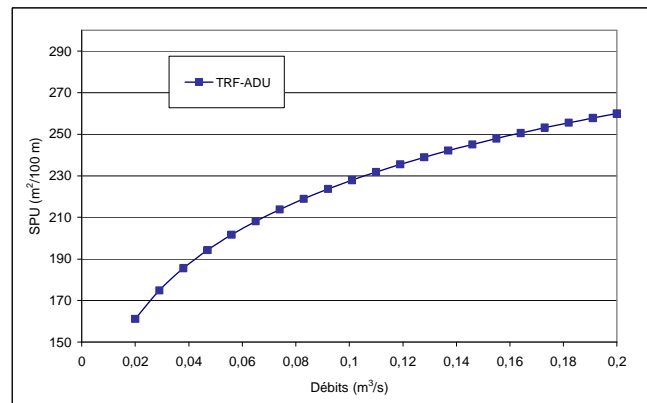


Figure 15 : détail de la courbe SPU pour le stade adulte de la Truite fario – Station 2 sur l'Alzon

Pour le stade adulte, les valeurs de SPU sont nettement plus faibles que pour les stades juvéniles (et alevins) même si la surface potentiellement colonisable est loin d'être négligeable (autour de $300 \text{ m}^2/100 \text{ m}$), reflet de valeurs d'habitats (VHA) conséquentes (comprises entre 0,3 et 0,4). Sur l'intervalle de débit étudié, les valeurs de SPU augmentent de façon continue avec le débit, en lien avec des préférences pour des hauteurs d'eau importantes à ce stade de développement. Pour les faibles valeurs de débit, la baisse de SPU est moins brutale que chez les juvéniles. Néanmoins, la perte de SPU s'accélère en dessous de 150 l/s et devient très forte en dessous de 100 l/s .

Sur cette station, et pour les espèces accompagnatrices de la Truite fario, on distingue plusieurs cas :

- D'une part le Chabot dont les valeurs de SPU demeurent faibles même à des débits élevés ($VHA < 0,1$ et moins de 100 m^2 de SPU pour 100 m). Les faibles valeurs de VHA confirment que cette espèce ne trouve pas, sur cette station, les habitats adéquats pour leur bon développement. L'absence de granulométrie grossière explique notamment le manque d'habitats favorables pour le Chabot, quel que soit le débit considéré.
- De l'autre le Goujon et le Vairon qui trouvent sur cette station de nombreux habitats (potentiels) favorables, comme le laissent supposer les valeurs élevées des VHA (comprises entre 0,6 et 0,7). Les valeurs de SPU sont optimales pour des débits élevés (compris entre 600 et 700 l/s) et décroissent légèrement ensuite avec l'augmentation de débit. C'est le Vairon qui apparaît le plus sensible à la réduction de débit : la chute de SPU, au fur et à mesure que le débit diminue, est plus rapide et plus importante que pour le Goujon. Pour cette espèce, la perte d'habitat devient significative en dessous de 90 l/s , alors que pour le Goujon, ce serait plutôt de l'ordre de 70 l/s .
- Enfin la Loche franche qui occupe une position « intermédiaire » du fait de VHA « moyennes » comprises entre 0,25 et 0,35. La courbe de SPU met en évidence une augmentation rapide des surfaces favorables à cette espèce

jusqu'à un débit de l'ordre de 500 l/s puis une relative stabilité pour des débits plus élevés. Pour cette espèce, le SAR est assez élevé et comparable à celui du Vairon (de l'ordre de 90 l/s).

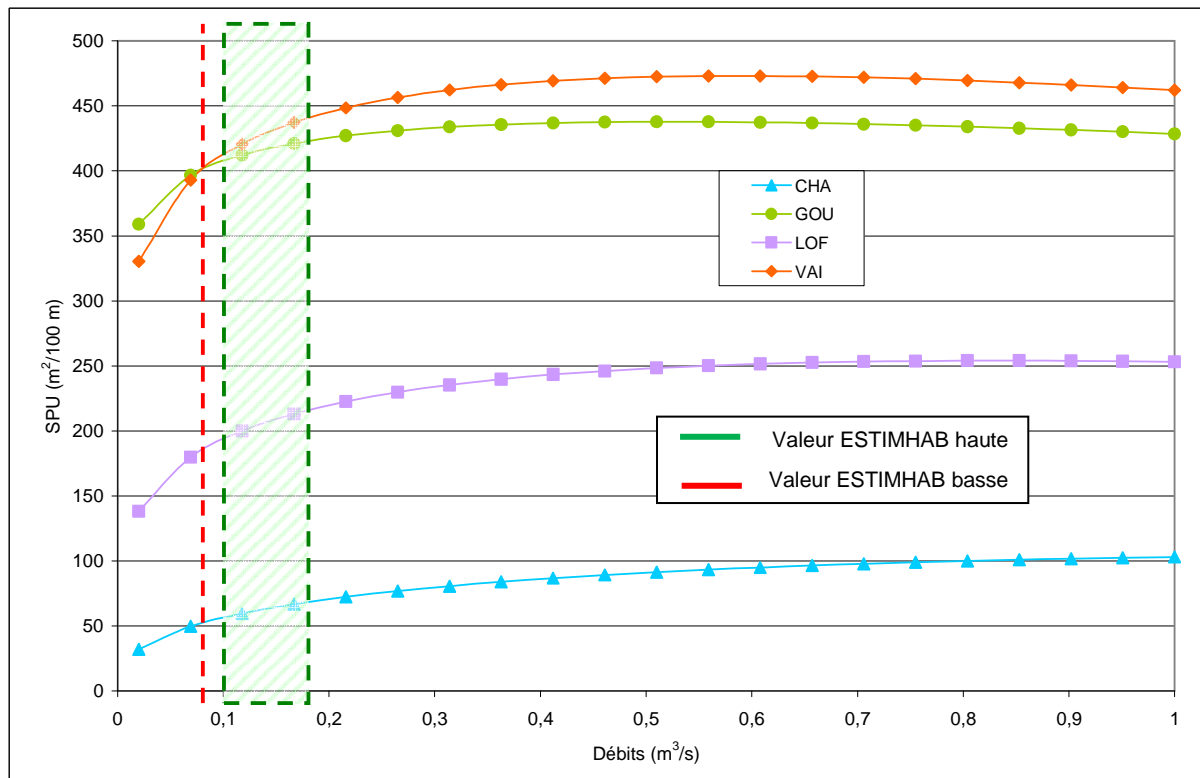


Figure 16 : Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m) en fonction du débit – Espèces accompagnatrices de la Truite fario – Station 2 sur l'Alzon

Au niveau de cette station, il est proposé de distinguer deux périodes hydrologiques :

- ✓ une **période de basses eaux (juin à septembre) avec une valeur ESTIMHAB haute de l'ordre de 100 l/s** permettant de ne pas trop pénaliser le stade adulte de la Truite fario, alors que pour les juvéniles de Truite et les espèces accompagnatrices, le potentiel d'habitat est bien préservé,
- ✓ une **période de hautes eaux (octobre à mai) pendant laquelle une valeur ESTIMHAB haute pourrait être calée autour de 175 l/s.**

Sur cette station, **la valeur ESTIMHAB basse a été calée autour de 75 l/s** afin de préserver au mieux les habitats potentiels du stade juvénile de la Truite, comme des espèces accompagnatrices. Il est évident que l'habitat (hydraulique) est alors très pénalisant pour le stade adulte de la Truite fario, qui pourra cependant trouver refuge dans les mouilles profondes du secteur (mais aux capacités d'accueil limitées) et/ou dévaler vers des secteurs plus adaptés à ses exigences écologiques.

Il est important de souligner que le choix de la Truite fario comme espèce « repère » sur ce cours d'eau implique de limiter les variations de débit pendant toute la durée des périodes de reproduction et de vie sous gravier des œufs puis des alevins après leur éclosion. Cette période s'étend généralement de mi-novembre à fin mars dans la plupart des cours d'eau. Cela explique pourquoi nous n'avons pas proposé une troisième période distincte sur cette station.

Ces résultats sont présentés de façon synthétique à la figure suivante.

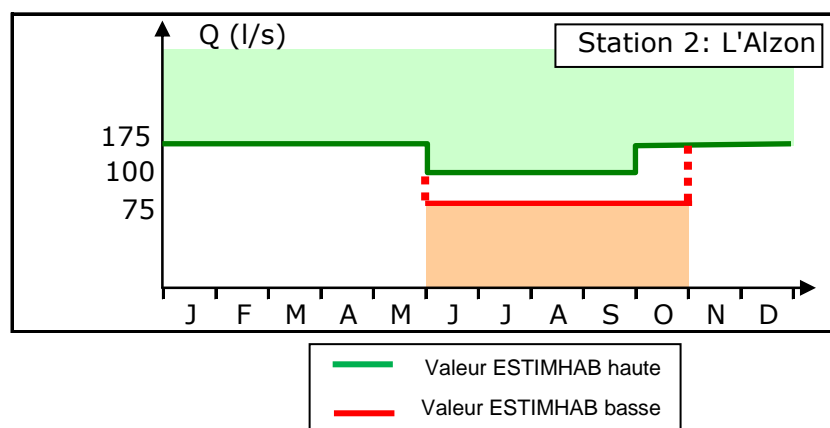


Figure 17 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station 2 sur l'Alzon

3.5.3 Station 3

3.5.3.1 Calage du modèle et courbe SPU

Date	Débit (m ³ /s)	Largeur moyenne (m)	Hauteur moyenne (m)
10/09/08	1,018	21,14	0,34
29/10/08	8,168	31,46	0,47
Q50 (m ³ /s)			
3,32			
Taille du substrat (m)			
0,04			
Gamme de modélisation			
0,2 à 10 m ³ /s			

Tableau 8 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station 3 sur le Gardon d'Alès

Cette station est située dans un contexte piscicole « intermédiaire ». La suite de l'analyse se fera donc à l'aide des **guildes d'habitats** définies par le Cemagref. Les résultats de la modélisation sont présentés à la figure suivante.

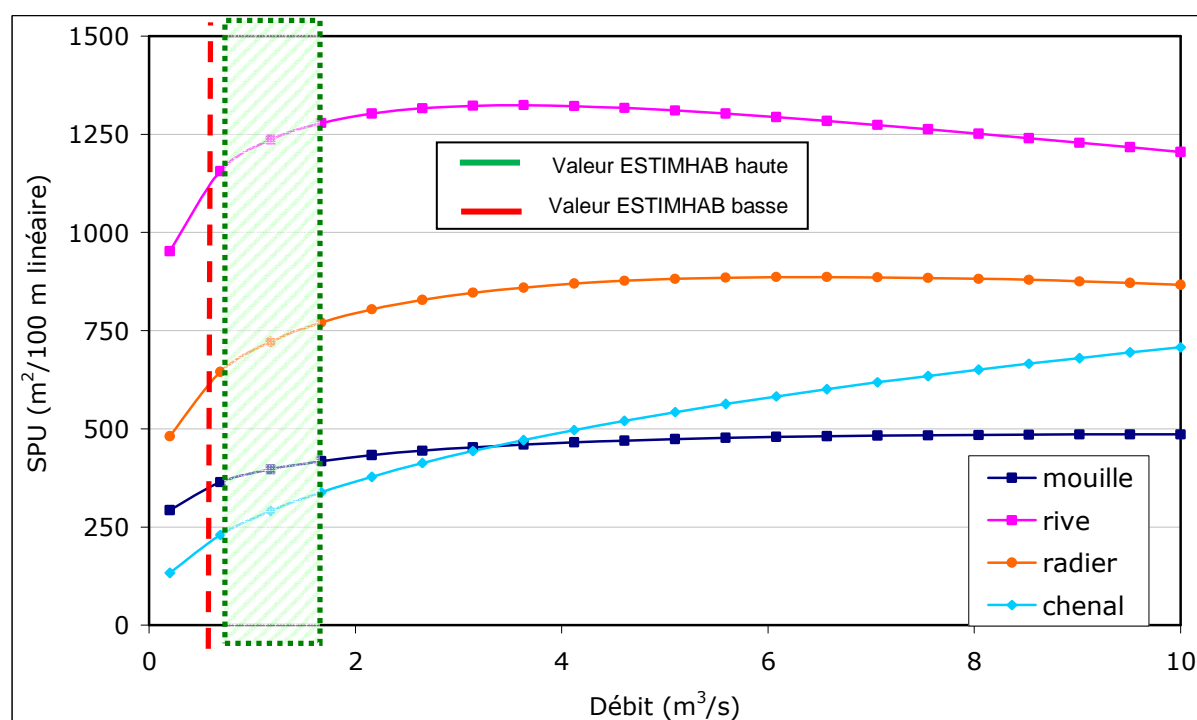


Figure 18 : Courbes d'évolution de la SPU (pour 100 m) en fonction du débit pour les 4 guildes d'habitats définies par le Cemagref – Station 3 sur le Gardon d'Alès.

Concernant la guildes d'habitat rive, les valeurs d'habitat sont relativement élevées (supérieures à 0,6) aux faibles débits mais diminuent ensuite assez rapidement pour atteindre 0,35 à 10 m³/s. La surface potentiellement colonisable (SPU) atteint un maximum de 1 325 m²/100 m pour un débit de l'ordre de 3,6 m³/s et apparaît relativement élevée dans la gamme de débits modélisée, traduisant une capacité d'habitat importante pour ce pool d'espèces. Les valeurs de SPU chutent assez rapidement lorsque le débit passe en dessous de 900 l/s, et la perte d'habitat devient

nette pour des débits inférieurs à 600 l/s. Pour cette guildes, et sur cette station, le seuil d'accroissement du risque (SAR) est donc compris entre 500 et 600 l/s, alors que le débit critique est proche de 350 l/s.

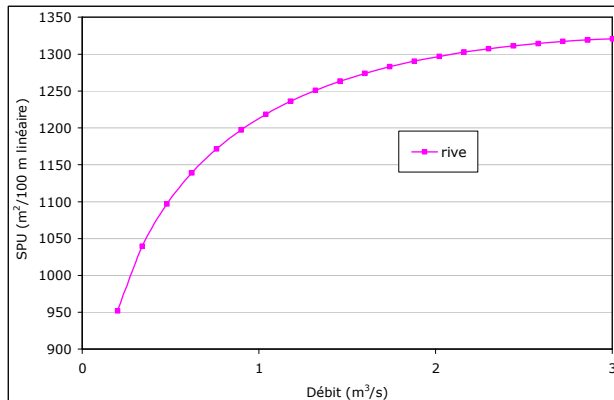


Figure 19 : détail de la courbe SPU pour la guildes "Rive" – Station 3 sur le Gardon d'Alès

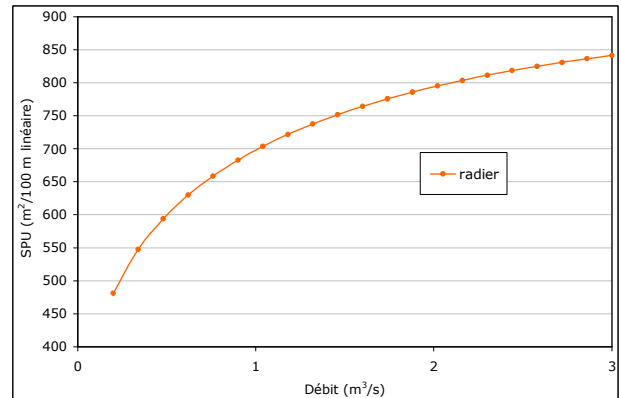


Figure 20 : détail de la courbe SPU pour la guildes "Radier" – Station 3 sur le Gardon d'Alès

La guildes radier présente des valeurs d'habitats nettement plus faibles (comprises entre 0,25 et 0,35), valeurs qui augmentent légèrement avec le débit jusqu'à 1 m³/s environ puis diminuent de façon lente et continue jusqu'à 10 m³/s. La valeur maximale de la SPU (proche de 900 m²/100 m) est atteinte pour un débit de l'ordre de 6,5 m³/s et les valeurs sont très comparables sur un intervalle assez large compris entre 4 et 10 m³/s. A l'inverse, la SPU chute assez rapidement en dessous de 1 m³/s, le SAR retenu correspondant à l'intervalle [750 l/s – 900 l/s]. L'habitat potentiel devient critique en dessous de 600 l/s.

Les VHA de la guildes « Mouille » sont faibles (<0,2) et légèrement décroissantes dans la gamme de débits prise en compte. L'habitat de cette station est donc très peu favorable à ce pool d'espèces qui affectionne les zones profondes et peu courantes. Les valeurs maximales de SPU sont obtenues pour des débits très élevés et proches de 10 m³/s. Les variations sont cependant faibles quelque soit le débit considéré et les valeurs restent relativement faibles (moins de 500 m²/100 m de cours d'eau). Pour cette guildes d'habitat, classiquement moins sensible que les autres à la baisse de débit, le SAR est évalué entre 600 et 750 l/s, l'habitat hydraulique devenant franchement limitant en dessous de 500 l/s.

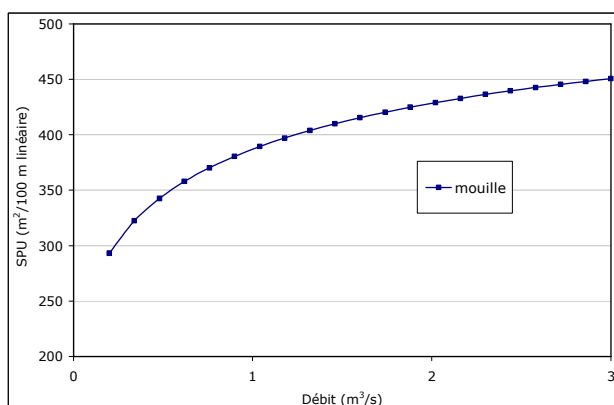


Figure 21 : détail de la courbe SPU pour la guildes "Mouille" – Station 3 sur le Gardon d'Alès

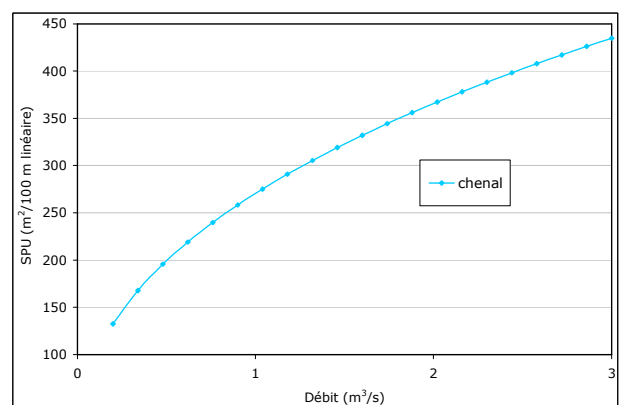


Figure 22 : détail de la courbe SPU pour la guildes "Chenal" – Station 3 sur le Gardon d'Alès

Enfin, pour la guildes « Chenal », et de façon classique également, les valeurs de SPU augmentent de façon relativement régulière avec le débit, reflet de préférences pour des vitesses de courant et des hauteurs d'eau importantes. Les SPU sont faibles aux faibles

débits (de l'ordre de $350 \text{ m}^3/100 \text{ m}$) mais sont quasiment doublées à $10 \text{ m}^3/\text{s}$. De la même façon, les VHA augmentent fortement jusqu'à $1 \text{ m}^3/\text{s}$ environ de façon plus douce ensuite pour atteindre $0,22$ à $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Cette station présente donc des conditions d'habitats (potentiels) peu favorables pour ces espèces. Il est difficile, sur la courbe de SPU de repérer une rupture de pente du fait de sa quasi-linéarité. Il apparaît cependant un léger décrochement entre 1 et $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$, intervalle qui peut être mis comme SAR pour cette guildes sur cette station. Le débit en dessous duquel la perte d'habitat apparaît « critique » étant de l'ordre de 750 l/s .

Au niveau de cette station, et en respectant les éléments de cadrage issus de la LEMA, il est proposé de distinguer trois périodes hydrologiques :

- ✓ une **période de basses eaux (juin à septembre)** avec une **valeur ESTIMHAB haute** de l'ordre de **600 l/s**, correspondant approximativement au SAR «critique» de la guildes radier, une des plus sensible à la réduction des débits. A noter qu'à ce débit, l'habitat est franchement limitant pour la guildes « chenal » qui ne trouve cependant pas sur cette station, et de façon générale, des conditions d'habitat (potentielles) favorables,
- ✓ une **période de « moyennes »** eaux (mars à mai + octobre) avec un débit à respecter de l'ordre de **800 l/s** qui permet de retrouver des conditions d'habitat potentiel plus favorable pour la guildes « chenal »
- ✓ une **période de hautes eaux (novembre à février)**, pour laquelle un compromis pourrait être trouvé autour de **$1,5 \text{ m}^3/\text{s}$** .

La valeur ESTIMHAB basse est fixée à 500 l/s, valeur de débit qui permet de relativement bien préserver les zones refuges que constituent les « mouilles ».

Ces résultats sont présentés de façon synthétique à la figure suivante.

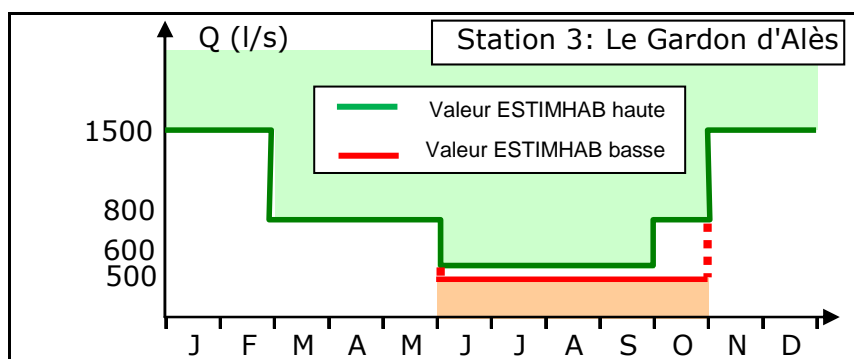


Figure 23 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station 3 sur le Gardon d'Alès

3.5.4 Station 4

Comme mentionné dans les paragraphes précédents, cette station n'a pas été étudiée en raison des profondes modifications de la morphologie de cette portion de cours d'eau entraînées par la crue de fin octobre.

3.5.5 Station 5

3.5.5.1 Calage du modèle et courbe SPU

Date	Débit (m ³ /s)	Largeur moyenne (m)	Hauteur moyenne (m)
11/09/08	0,056	5,15	0,18
28/10/08	0,290	5,86	0,23
Q50 (m ³ /s)			
0,225			
Taille du substrat (m)			
0,051			
Gamme de modélisation			
5 à 200 l/s			

Tableau 9 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station 5 sur le Gardon de St Germain

Sur ce cours d'eau qui appartient à un contexte type salmonicole, l'espèce cible est la Truite fario. Comme mentionné précédemment, l'analyse prend également en compte les espèces accompagnatrices de la Truite, à savoir le Vairon *Phoxinus phoxinus*, le Chabot *Cottus gobio*, la Loche franche *Barbatula barbatula* et le Goujon *Gobio gobio*.

Les courbes résultant de la modélisation Estimhab sont présentées dans les figures suivantes.

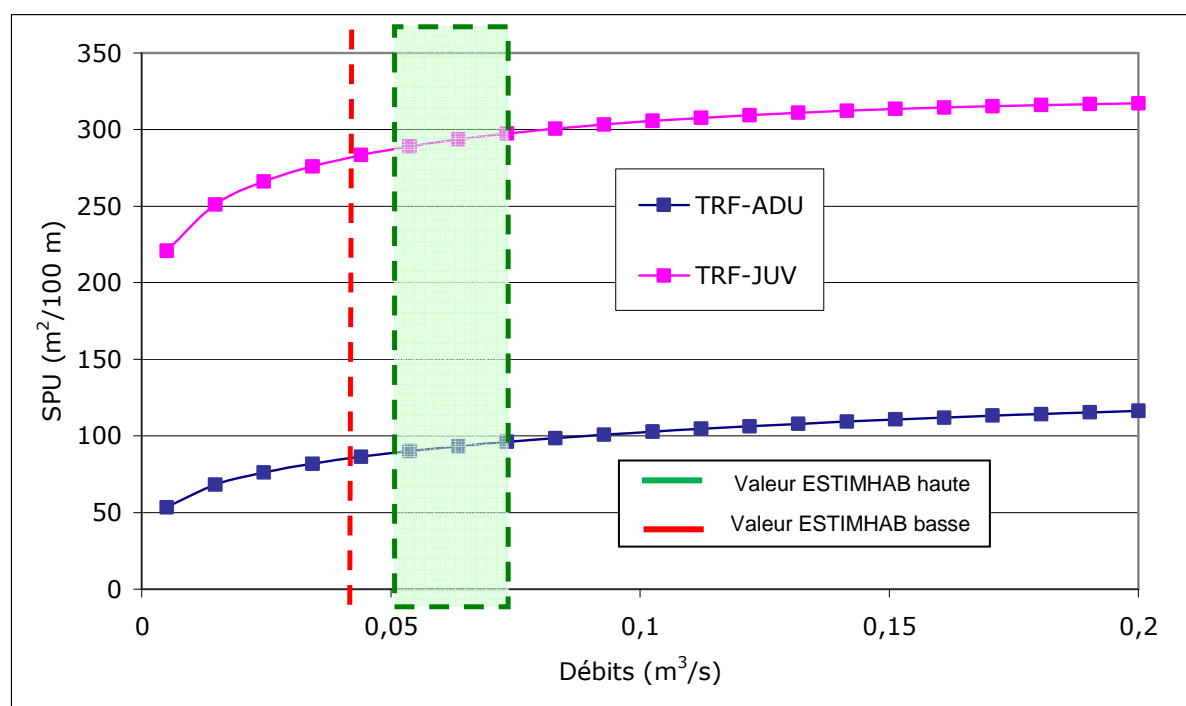


Figure 24 : Courbes d'évolution de la surface utile (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit – Truite fario – Station 5 sur le Gardon St Germain

Pour la Truite adulte, les habitats présents sur cette station n'apparaissent pas favorables, les VHA étant faibles (comprises entre 0,1 et 0,2). Les valeurs « augmentent » assez rapidement avec le débit jusqu'à 30 l/s, puis l'augmentation se fait

de façon plus progressive mais continue jusqu'à 200 l/s. Il en est de même pour les SPU qui présentent des valeurs faibles (moins de 100 m²/100 m jusqu'à 80 l/s) mais augmentent régulièrement avec le débit. La SPU fait plus que doubler sur l'intervalle de débits étudié. La principale raison de cette faible habitabilité est liée à la profondeur faible (23 cm en moyenne lors de la campagne de hautes eaux), et à la présence de nombreux affleurements de roche mère qui n'offrent que peu d'intérêt pour cette espèce. Dans ces conditions, le SAR est compris entre 45 et 55 l/s, sachant que de toute façon, la station restera peu favorable à ce stade de développement.

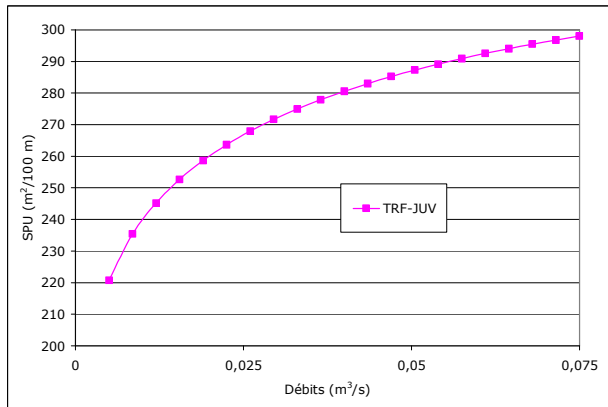


Figure 25 : détail de la courbe SPU pour le stade juvénile de la Truite fario – Station 5 sur le Gardon St Germain

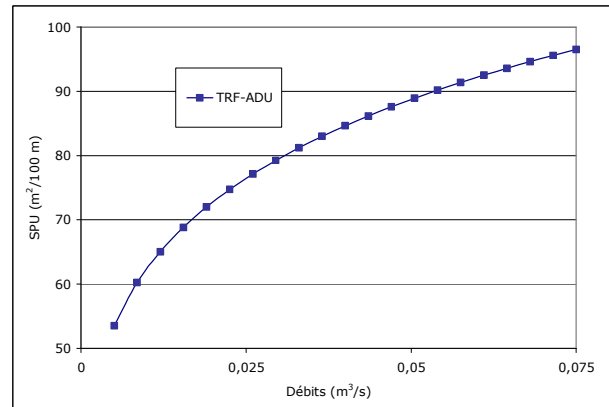


Figure 26 : détail de la courbe SPU pour le stade adulte de la Truite fario – Station 5 sur le Gardon St Germain

Concernant le stade juvénile, la capacité d'accueil de cette station est beaucoup plus importante. Cela se traduit par des VHA élevées et relativement stables (autour de 0,55) sur la gamme de débits modélisé. Les SPU présentent donc une légère augmentation (+ 40% environ entre 20 et 200 l/s) avec le débit du fait de l'augmentation de la surface mouillée. La chute des valeurs de SPU est nette en dessous de 45 l/s et devient critique en dessous de 25 l/s. Dans ces conditions, il est proposé de retenir une valeur de SAR comprise entre 35 et 45 l/s.

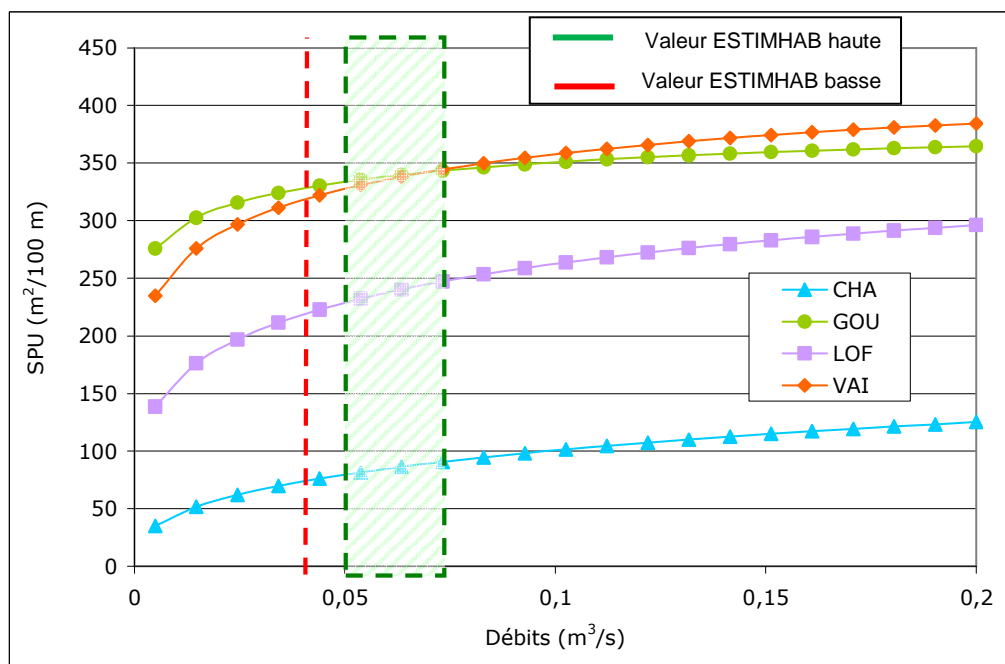


Figure 27 : Evolution de la surface utile en fonction du débit – Espèces accompagnatrices de la Truite fario – Station 5 sur le Gardon St Germain.

Sur cette station du Gardon de St Germain, et pour les espèces accompagnatrices de la Truite fario, on distingue plusieurs cas :

- Pour le Chabot, les conditions habitationnelles sont relativement mauvaises du fait de VHA relativement faibles (comparables à celles de la Truite adulte). Les VHA augmentent cependant rapidement avec le débit pour atteindre 0,22 à 200 l/s. De la même façon, les SPU sont faibles mais augmentent de façon continue : elles sont quasiment multipliées par 4 entre 20 et 200 l/s. Les faibles valeurs de VHA confirment que cette espèce ne trouve pas, sur cette station, les habitats adéquats pour son bon développement. La présence de nombreux affleurements de roche mère, et la rareté des éléments de substrat les plus grossiers, limitent la quantité d'abris disponibles. L'évolution de la SPU avec le débit est en lien avec l'augmentation des vitesses de courant, plus favorables à cette espèce. Pour les faibles débits, la SPU diminue assez rapidement en dessous de 45 l/s environ ; la baisse s'accélère en dessous de 25 l/s. Dans ces conditions, il est proposé, pour le Chabot, de fixer le SAR entre 35 et 45 l/s.
- Le Goujon et le Vairon trouvent sur cette station des conditions d'habitat relativement favorables. Pour le Goujon, les VHA sont élevées et relativement stable, autour de 0,65, sur l'intervalle de débit étudié. Les SPU sont donc élevées et légèrement croissantes (+ 30% environ entre 20 et 200 l/s). Sur cette station le Goujon reste donc relativement peu sensible à la baisse du débit : les SPU diminuant rapidement en dessous de 25 l/s, valeur retenue pour le SAR vis-à-vis de cette espèce.
Concernant le Vairon, les VHA sont également élevées (>0,5) mais augmentent de façon continue sur la gamme de débit étudiée pour atteindre 0,675 à 200 l/s. De ce fait, la SPU augmente de façon plus rapide que chez le Goujon (+ 60% entre 20 et 200 l/s) et approche les 400 m²/100 m de cours d'eau à 200 l/s. L'augmentation (modérée) conjointe de la vitesse du courant et de la hauteur de l'eau sont les paramètres qui expliquent ces résultats. Pour cette espèce, la réduction des débits se traduit par une perte significative d'habitat en dessous de 55 l/s et une chute « critique » en dessous de 25 l/s. Dans ces conditions, il est proposé de retenir une valeur de SAR comprise entre 45 et 55 l/s.
- Et enfin la Loche franche qui occupe une position « intermédiaire » du fait de VHA « moyennes » mais qui augmentent rapidement avec le débit, passant de 0,32 à 0,52 sur la gamme de débit étudié. Ce résultat reflète les préférences de cette espèce pour des vitesses de courant relativement fortes (optimum autour de 60 cm/s). La courbe de SPU met en évidence une augmentation rapide des surfaces favorables à cette espèce jusqu'à un débit de l'ordre de 30 l/s puis une augmentation moins rapide. La SPU est plus que doublée entre 20 et 200 l/s. La perte de SPU avec la réduction du débit est marquée en dessous de 65 l/s et devient sévère en dessous de 35 l/s. Pour cette espèce, et sur cette station, le SAR est estimé entre 55 et 65 l/s.

Pour cette station située sur le Gardon St Germain, il est proposé de distinguer deux périodes hydrologiques :

- ✓ une **période de basses eaux (juin à septembre) avec une valeur ESTIMHAB haute de l'ordre de 50 l/s** qui permet de relativement bien préserver le potentiel d'habitat pour le stade adulte de la Truite fario, même si ce potentiel est globalement faible à l'échelle de la station. Pour le stade juvénile de la Truite, comme pour les espèces accompagnatrices, cette valeur ESTIMHAB haute est proche des valeurs de SAR identifiées précédemment,
- ✓ une **période de hautes eaux (octobre à mai) pendant laquelle une valeur ESTIMHAB haute pourrait être calée autour de 75 l/s**, ce qui permet

d'augmenter sensiblement la capacité d'accueil pour le stade adulte de la Truite fario, ainsi que les hauteurs et vitesses « moyennes », paramètres importants pour que cette espèce puisse se reproduire dans de bonnes conditions.

Sur cette station, **une valeur ESTIMHAB basse a été calée à 40 l/s** afin de préserver au mieux les habitats potentiels du stade juvénile de la Truite, comme des espèces accompagnatrices, exception faite de la Loche franche. Du fait de la contrainte que ce (faible) débit représente pour le stade adulte de la Truite fario, il conviendra de lui assurer de bonnes conditions de déplacement (dévalaison) afin de lui permettre de rejoindre des secteurs plus accueillants.

Ces résultats sont présentés de façon synthétique à la figure suivante.

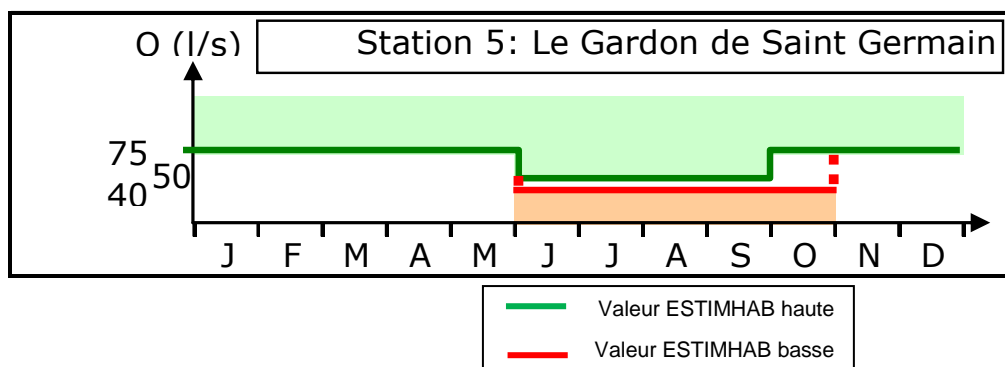


Figure 28 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station 5 sur le Gardon St Germain

3.5.6 Station 6

3.5.6.1 Calage du modèle et courbe SPU

Date	Débit (m ³ /s)	Largeur moyenne (m)	Hauteur moyenne (m)
09/09/08	0,091	8,63	0,22
28/10/08	0,175	8,74	0,25
Q50 (m ³ /s)			
0,348			
Taille du substrat (m)			
0,068			
Gamme de modélisation			
10 à 300 l/s			

Tableau 10 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station 6 sur le Gardon de Ste Croix

Sur ce cours d'eau qui appartient, comme le précédent, à un contexte type salmonicole, l'espèce cible est la Truite fario. L'analyse prend également en compte les espèces accompagnatrices de la Truite, à savoir le Vairon, le Chabot, la Loche franche *Barbatula* et le Goujon.

Les courbes résultant de la modélisation Estimhab sont présentées dans les figures suivantes.

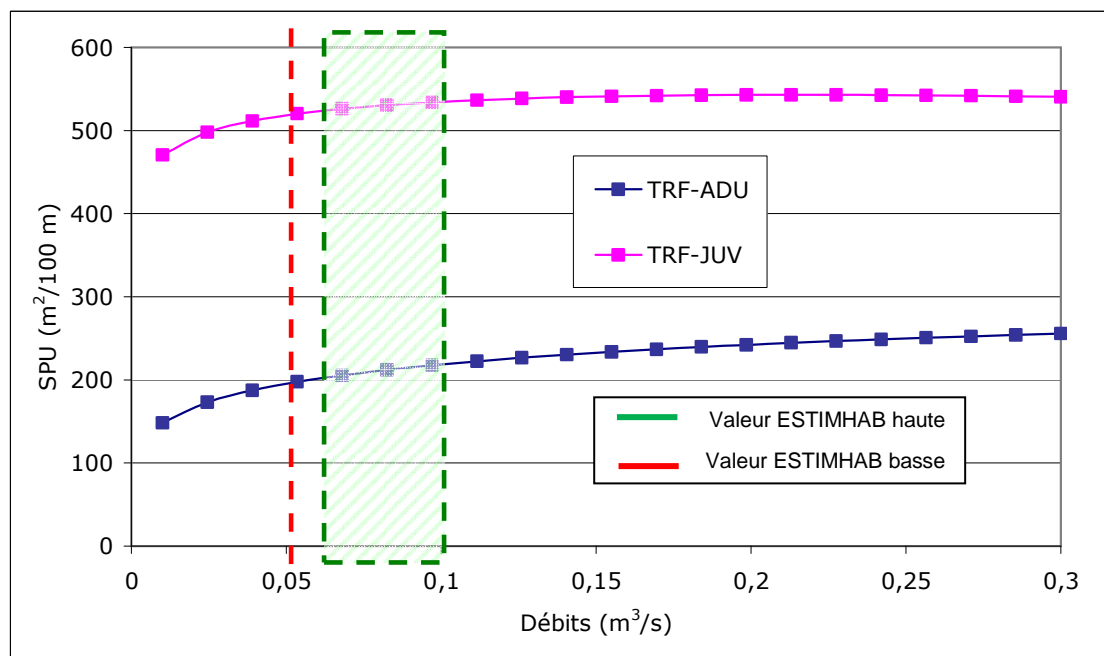


Figure 29 : Courbes d'évolution de la surface utile (pour 100 m de cours d'eau) en fonction du débit – Truite fario – Station 6 sur le Gardon de Ste Croix

Sur cette station, comme sur la précédente, les VHA relatives au stade adulte de la Truite fario sont relativement faibles (<0,3) mais augmentent de façon continue sur la gamme de débits étudiée. Les valeurs de SPU sont relativement faibles (<250 m²/100 m) même si la courbe montre une augmentation significative avec le débit (+70% sur l'intervalle de

modélisation). Sur cette courbe, les ruptures de « pente » sont assez peu marquées. La baisse de SPU est cependant assez nette en dessous de 95 l/s et devient importante en dessous de 55 l/s. Dans ces conditions, la gamme de débit proposée pour le SAR est comprise entre 80 et 95 l/s.

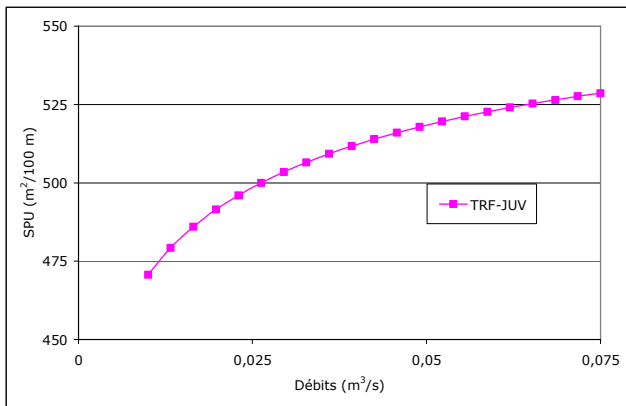


Figure 30 : détail de la courbe SPU pour le stade juvénile de la Truite fario – Station 6 sur le Gardon de Ste Croix

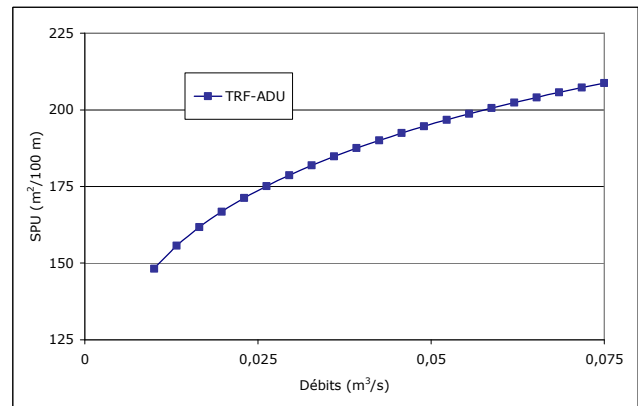


Figure 31 : détail de la courbe SPU pour le stade adulte de la Truite fario – Station 6 sur le Gardon de Ste Croix

Pour le stade juvénile, les VHA sont élevées (autour de 0,55) et ne présentent que peu d'évolution avec le débit. La courbe de SPU est elle aussi assez « plate » (+15% de SPU entre 10 et 300 l/s) et présente un maximum légèrement supérieur à 540 m²/100 m pour un débit de l'ordre de 200 l/s. La baisse de SPU présente une rupture assez nette lorsque le débit passe en dessous de 70 l/s. la perte d'habitat potentiel devenant franchement importante en dessous de 40 l/s. Pour tenir compte de ces éléments, il est proposé comme SAR un intervalle compris entre 55 et 70 l/s.

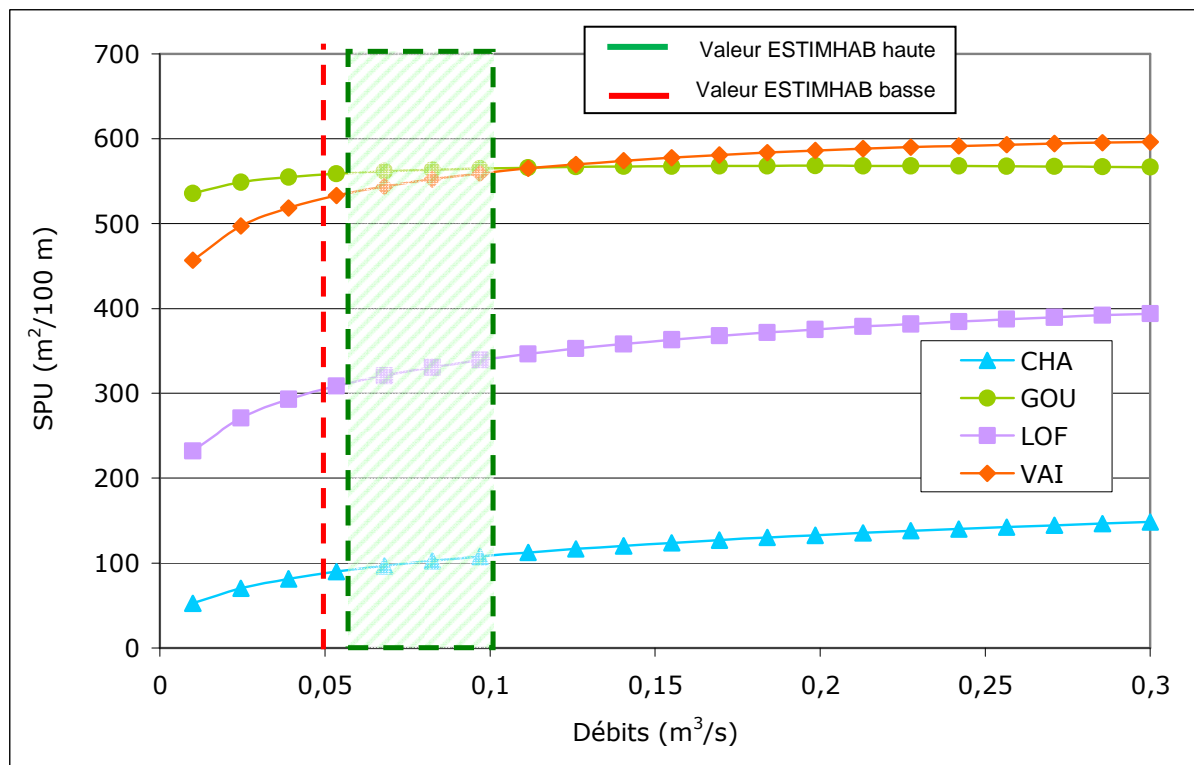


Figure 32 : Evolution de la surface utile en fonction du débit – Espèces accompagnatrices de la Truite fario – Station 6 sur le Gardon de Ste Croix.

Pour les espèces accompagnatrices de la Truite fario, on retrouve des courbes comparables à ce qui est observé au niveau de la station précédente, au moins pour ce qui est de leur position respective et de leur évolution avec le débit.

Pour le Chabot, les VHA sont globalement faibles ($<0,1$ jusqu'à 50 l/s) et augmentent assez nettement avec le débit pour atteindre 0,17 à 300 l/s). Les SPU sont également faibles mais sont quasiment multipliées par 3 sur l'intervalle considéré, passant d'environ 50 m²/100 à près de 150 m²/100 m. Le Chabot apparaît de ce fait relativement sensible à la baisse de débit. La perte de SPU est nette en dessous de 80 l/s et devient « critique » en dessous de 40 l/s. Le SAR proposé pour le Chabot sur cette station du Gardon de Ste Croix correspond à l'intervalle 65-80 l/s.

Parmi les espèces accompagnatrices, la Loche franche occupe toujours une position intermédiaire. Les VHA sont « moyennes » bien que continuellement croissantes sur la gamme de débits considérée. L'augmentation est relativement rapide jusqu'à 40 l/s puis se poursuit de façon plus douce. La SPU est également intermédiaire, de l'ordre de 230 m²/100 m pour un débit de 10 l/s et augmente de façon significative avec le débit (+70% entre 10 et 300 l/s). Du fait d'exigences assez élevées en terme de valeur de vitesse du courant (optimum autour de 60 cm/s), la Loche franche est assez sensible à la réduction du débit. La perte de SPU est marquée en dessous de 95 l/s, et apparaît franchement dommageable en dessous de 55 l/s. La gamme de débit proposée pour le SAR est donc comprise entre 80 et 95 l/s.

Pour le Goujon, l'habitabilité (potentielle) de cette station est importante. Les VHA sont élevées (autour de 0,65), de même que les SPU qui avoisinent les 550 m²/100 m. En revanche, ces valeurs ne présentent que peu d'évolution avec le débit, ce qui rend difficile la recherche de valeurs « seuils ». Néanmoins, on note une réduction de SPU pour des valeurs de débit inférieures à 55 l/s, la baisse s'accroissant assez nettement en dessous de 25 l/s. Le SAR proposé est donc compris entre 40 et 55 l/s.

Enfin, pour le Vairon, les VHA sont là aussi relativement élevées (0,55 à 10 l/s) mais augmentent de façon assez nette avec le débit. (0,675 à 300 l/s). La courbe de SPU présente les mêmes caractéristiques, *i.e.* valeurs élevées et augmentation significative avec le débit. Sur la gamme de débits modélisée, l'augmentation de la SPU atteint 30%. Les valeurs seuils de débit en dessous desquels la perte d'habitat est importante (*i.e.* au niveau des ruptures de « pente » de la courbe de SPU) sont respectivement de 85 l/s et 55 l/s. La gamme de débit proposé pour le SAR est donc finalement comprise entre 70 et 85 l/s.

Pour cette station située sur le Gardon de Ste Croix, comme pour la précédente, il est proposé de distinguer deux périodes hydrologiques :

- ✓ une **période de basses eaux (juin à septembre)** avec une valeur **ESTIMHAB haute de l'ordre de 60 l/s**, valeur supérieure au débit critique définit pour le stade adulte de la Truite fario,
- ✓ une **période de hautes eaux (octobre à mai)** pendant laquelle une valeur **ESTIMHAB haute** pourrait être calée autour de **100 l/s**, ce qui permet d'augmenter sensiblement la capacité d'accueil pour le stade adulte de la Truite fario, et donne une marge de sécurité appréciable par rapport aux différents SAR identifiés précédemment.

La valeur ESTIMHAB basse a été calée, sur cette station, à 50 l/s, ce qui est, comme précisé dans les paragraphes précédents une valeur « extrême » à ne réserver qu'aux situations les plus critiques. A 50 l/s, l'habitat (potentiel) des juvéniles de Truite fario reste relativement important (plus de 500 m²/100 m). Il en est de même pour le

Goujon et le Vairon. Les contraintes résultant de ce faible débit sont nettement plus fortes vis-à-vis de la Loche franche et surtout du stade adulte de la Truite fario.

Ces résultats sont présentés de façon synthétique à la figure suivante.

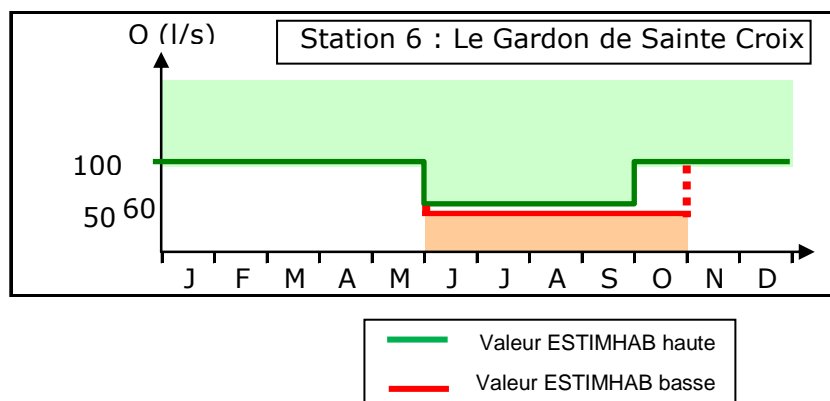


Figure 33 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station 6 sur le Gardon de Ste Croix

3.5.7 Station 7 : la Salendrinque à Thoiras

3.5.7.1 Calage du modèle et courbe SPU

Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain sont reportées dans le tableau suivant. A noter que pour chaque date d'intervention, le débit a été mesuré au droit de la station, immédiatement après la description de la station.

Date	Débit (m ³ /s)	Largeur moyenne (m)	Hauteur moyenne (m)
10/09/09	0,054	10,09	0,17
24/11/09	0,268	11,95	0,24
Q50 (m ³ /s)			
0,78			
Taille du substrat (m)			
0,03			
Gamme de modélisation (m ³ /s)			
0,01 à 1,0			

Tableau 11 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station Salendrinque à Thoiras

Le rapport entre le débit de basses eaux et celui de hautes eaux est de l'ordre de 2,0, ce qui est correcte et permet un bon calage du modèle. De la même façon, les « pentes »³ des relations entre d'une part la Largeur / Hauteur d'eau et le débit d'autre part sont satisfaisantes (*i.e.* comprises dans l'intervalle donné par les auteurs de la méthode).

Sur cette station, qui appartient à un contexte type salmonicole, l'espèce cible est la Truite fario. Comme mentionné précédemment, l'analyse prend également en compte les espèces accompagnatrices de la Truite, à savoir le Vairon *Phoxinus phoxinus*, le Chabot *Cottus gobio*, la Loche franche *Barbatula barbatula* et le Goujon *Gobio gobio*.

Les courbes résultant de la modélisation Estimhab sont présentées dans les figures suivantes.

Pour le stade adulte de la Truite fario, les habitats présents sur cette station n'apparaissent pas favorables, les VHA étant faibles (maximum de 0,27). Les valeurs augmentent assez rapidement avec le débit jusqu'à 60 l/s (VHA = 0,2), puis l'augmentation se fait de façon très progressive mais continue jusqu'à 1 300 l/s.

Les SPU présentent des valeurs faibles (moins de 200 m²/100 m jusqu'à 60 l/s) mais augmentent régulièrement avec le débit. Globalement, la SPU triple sur l'intervalle de débits étudié. La faible profondeur (moins de 20 cm en moyenne à 100 l/s, environ 30 cm à 750 l/s) est un facteur très limitant pour les adultes de la Truite fario, l'optimum sur la courbe de préférence étant atteint pour des hauteurs d'eau supérieures à 50 cm. Par ailleurs, d'un point de vue du substrat, la prédominance des affleurements de roche mère est un élément défavorable vis-à-vis de cette espèce.

Dans ces conditions, le SAR est autour de 250-300 l/s, sachant que de toute façon, la station restera peu favorable à ce stade de développement. Un autre seuil est franchi lorsque le débit passe en dessous de 120-130 l/s, soit des valeurs proches de celles du QMNA5.

³ les exposants de géométrie hydraulique (exposants reliant la hauteur et la largeur au débit) ont généralement des valeurs de l'ordre 0,15 (0 à 0,3) pour la largeur et de l'ordre de 0,4 (0,2 à 0,6) pour la hauteur.

La capacité d'accueil de cette station est beaucoup plus importante pour les juvéniles puisque les valeurs de VHA atteignent 0,585/1 pour un débit de 200l/s. Elles sont par ailleurs relativement stables (0,53 à 0,58) sur la gamme de débits modélisés.

Les SPU augmentent d'abord très rapidement (+50% entre 10 et 150 l/s), conséquence principalement de l'augmentation de la surface mouillée, puis de manière moins marquée jusqu'à un pic situé autour de 720 l/s (740 m²/100m).

Pour ce stade de développement, il est proposé de retenir un SAR autour de 150-160 l/s, valeur pour laquelle la chute de SPU devient significative. En dessous de 100 l/s, la perte de SPU devient critique.

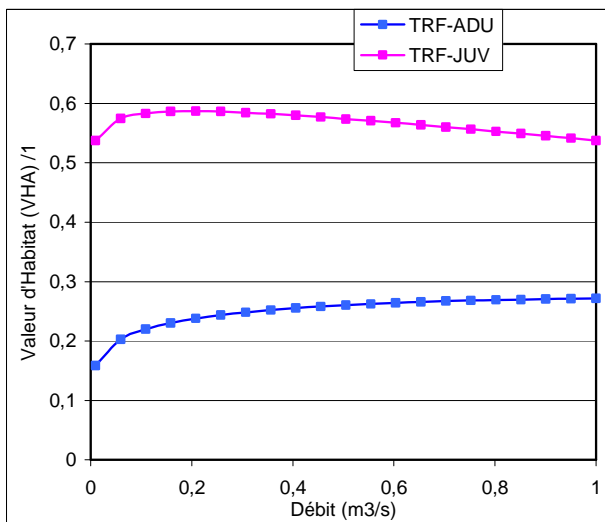


Figure 34 : Evolution des VHA en fonction du débit pour les deux stades de la Truite fario – Station de la Salendrinque

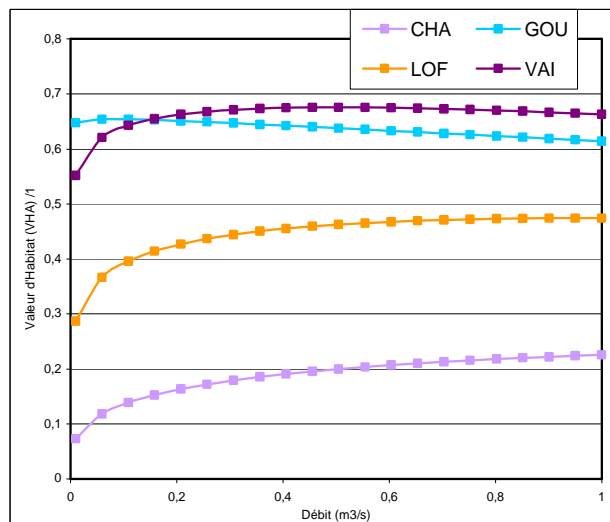


Figure 35 : Evolution des VHA en fonction du débit pour les espèces accompagnatrices de la Truite fario – Station de la Salendrinque

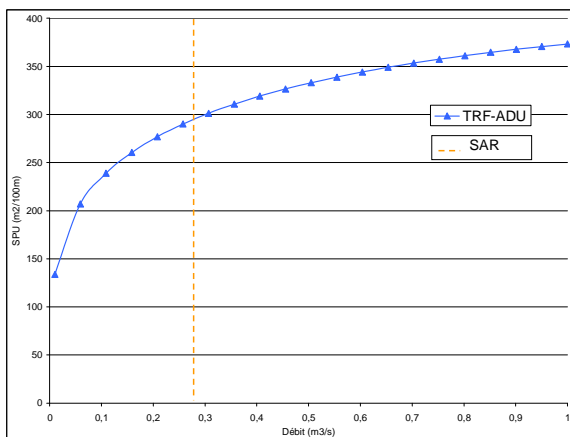


Figure 36 : Evolution des SPU en fonction du débit pour le stade adulte de la Truite fario- Station de la Salendrinque

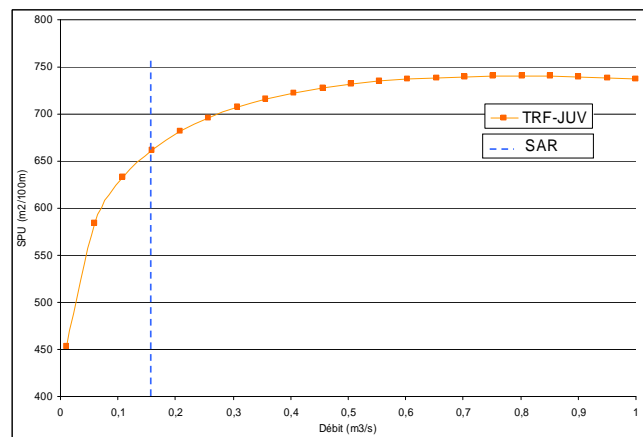


Figure 37 : Evolution des SPU en fonction du débit pour le stade juvénile de la Truite fario- Station de la Salendrinque

Le Vairon et le Goujon sont les deux espèces accompagnatrices qui présentent les valeurs d'habitat les plus élevées (entre 0,6 et 0,7 globalement). En cascade, les valeurs de SPU sont intéressantes puisqu'elles atteignent respectivement 850 m²/100m et 920 m²/100m lorsque le débit est de 1m³/s.

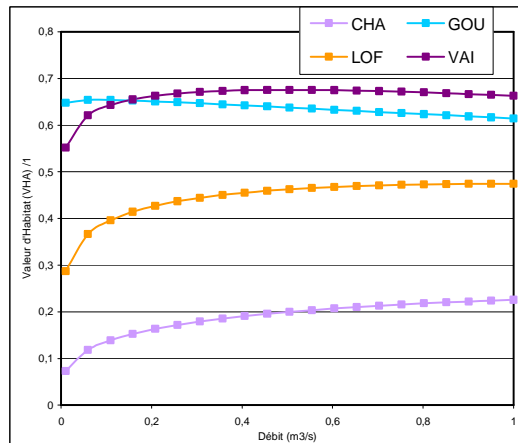


Figure 38 : Evolution des SPU en fonction du débit pour le Goujon et le Vairon – Station de la Salendrinque

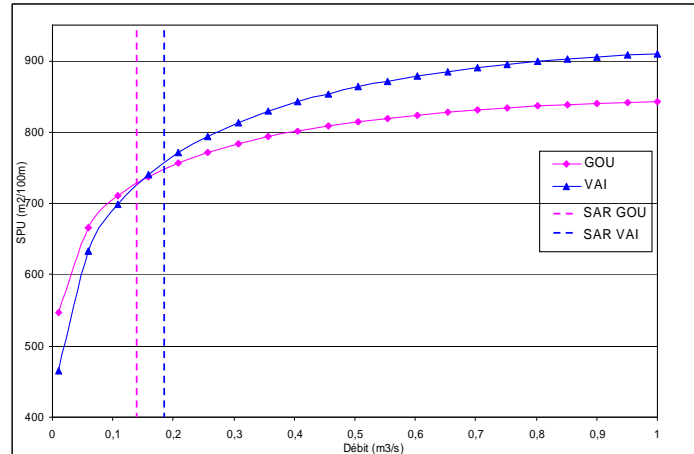


Figure 39 : Evolution des SPU en fonction du débit pour le Goujon et le Vairon – Station de la Salendrinque

Les deux courbes de SPU mettent en évidence une rupture de pente assez nette, traduisant une perte d'habitat préjudiciable à partir de 130 l/s pour le Goujon et de 180 l/s pour le Vairon. En dessous de 100 l/s, la perte de SPU devient critique pour les deux espèces.

En revanche, les caractéristiques de la station semblent peu favorables au Chabot dont les VHA sont inférieurs à celles de la truite adulte. Elles n'excèdent jamais 25%, même pour des valeurs de débits très élevées (optimum autour de 2,5 m³/s). Ces résultats mettent en évidence le manque d'abris et plus généralement de substrat grossier sur la station (beaucoup de roche mère), ainsi que la forte affinité du Chabot pour des vitesses de courant élevées. Par ailleurs, il n'existe pas de rupture de pente significative sur la courbe des SPU.

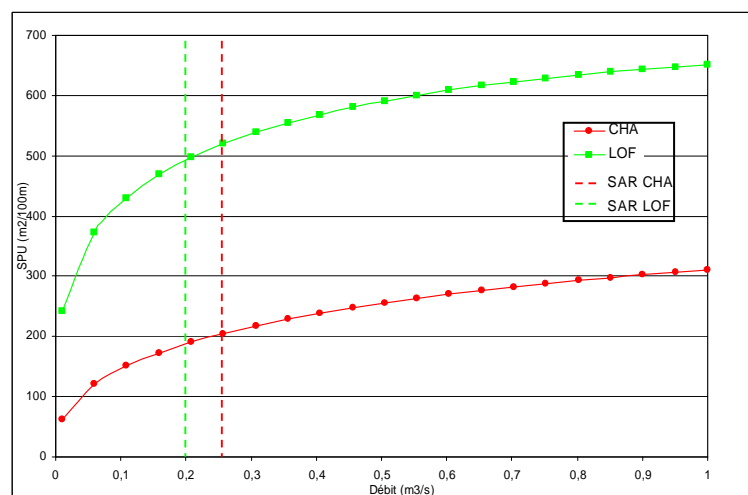


Figure 40 : Evolution des SPU en fonction du débit pour le Goujon et le Vairon – Station de la Salendrinque

On retiendra un SAR d'environ 250-260 l/s (environ 1/3 de la valeur de SPU maximale est déjà perdue pour ce débit), tout en sachant que la faible habitabilité (naturelle) de la Salendrinque vis-à-vis de cette espèce, n'en fait pas une espèce « cible » sur cette station.

La Loche se trouve dans une situation intermédiaire avec des valeurs d'habitat moyenne (VHA comprises entre 0,3 à 0,5). Les grands plat lentiques observés sur la station sont peu favorables à cette espèce plutôt rhéophile (affinité au courant, optimum de préférence pour des vitesses de l'ordre de 60 à 70 cm/s). Pour la Loche, il est retenu un SAR d'environ 200 l/s, avec une perte de SPU critique en dessous de 130 l/s.

Synthèse

Tableau 12 : Synthèse des résultats obtenus au niveau de la station de la Salendrinque

Espèce	SAR	Débit critique	Habitabilité
Truite adulte	250 - 300	120-130	Faible
Truite juvénile	150-160	100	Forte
Vairon	180	100	Très forte
Goujon	130	100	Très forte
Loche	200	130	Moyenne
Chabot	250-260	-	Très faible

A la vue de ce tableau et de la figure 12, un compromis semble pouvoir être trouvé pour une valeur haute Estimhab autour de 250 l/s. Cette valeur est cohérente avec le SAR de la Truite fario adulte (espèce cible) juvénile et adulte mais également du Chabot, espèce très exigeante notamment vis-à-vis des vitesses de courant, même si au final la station lui sera globalement peu favorable en termes d'habitat potentiel. Ce débit permet également de répondre aux exigences « hydrauliques » du Vairon, du Goujon et de la Loche franche.

Pour ce qui est de la valeur basse ESTIMHAB, un compromis pourrait être trouvé autour de 130 à 160 l/s, ce qui permettrait de rester au-dessus des débits critiques identifiés pour les différentes espèces, et de préserver l'habitat du juvénile de Truite fario, voire du Goujon.

Les valeurs de QMNA5 et QMNA2 sont difficilement interprétables en raison de la mauvaise connaissance hydrologique du bassin versant (QMNA5 = 140 l/s, QMNA2=210 l/s en régime influencé). Ce résultat montre que l'hydrologie « naturelle » de la Salindrenque, en particulier le QMNA5, est relativement contraignante pour le peuplement de poissons, ce qui n'est pas très surprenant compte tenu de l'influence climatique méditerranéenne.

Pour cette station située sur la Salendrenque, on conseillera de rechercher au plus près les débits biologiques suivants :

- ✓ **une valeur ESTIMHAB allant de 130/s pour la valeur basse à 160 l/s pour la valeur haute** en période de basses eaux (juin à septembre). On conserve ainsi le potentiel d'habitat de la plupart des espèces (DMB>SAR) hormis pour le stade adulte de la Truite fario, dans une moindre mesure la Loche franche et pour le chabot dont l'habitabilité est de toute façon très faible. Précisons que cette dernière espèce n'est de toute façon pas signalée dans les données piscicoles disponibles notamment dans les inventaires réalisés par l'ONEMA sur le Gardon d'Alès, cours d'eau aux caractéristiques assez similaires (Thoiras 2003, Saint André de Valborgne 1999)
- ✓ **une valeur ESTIMHAB haute calée autour de 280-300 l/s** en période de hautes eaux (octobre à mai), ce qui permettrait d'augmenter sensiblement la capacité d'accueil pour les différentes espèces, mais surtout de maintenir une hauteur d'eau moyenne suffisante pour que la truite puisse (éventuellement) se reproduire dans de bonnes conditions.

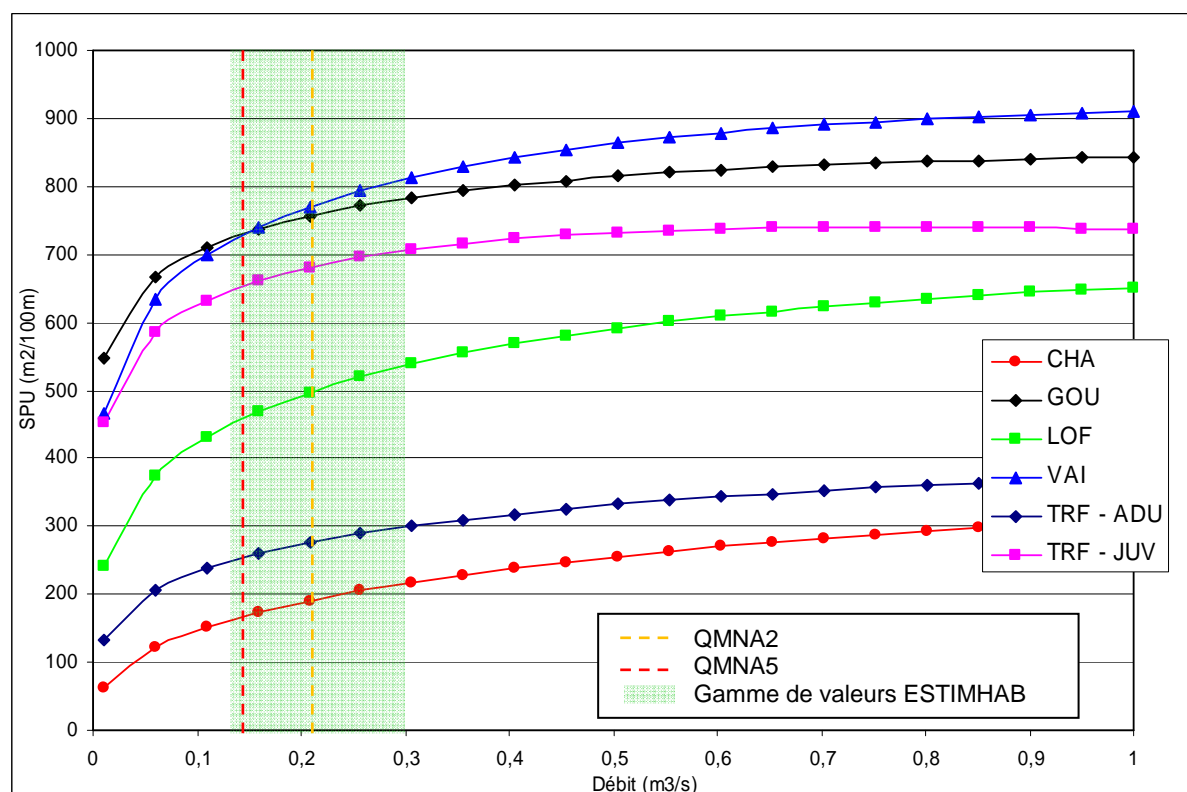


Figure 41 : Evolution des courbes de SPU avec le débit pour les différentes espèces étudiées et identification des valeurs seuils de débit – Station de la Salindrenque

Ces résultats sont présentés de façon synthétique à la figure suivante.

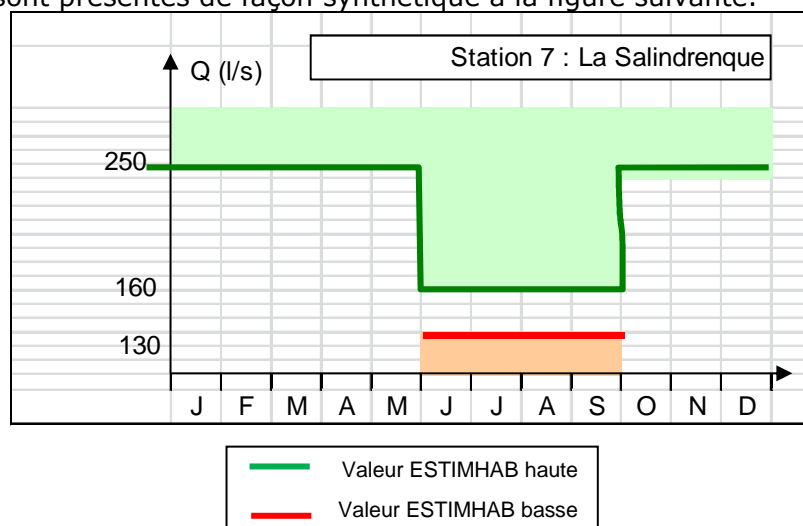


Figure 42 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station 7 sur la Salindrenque

3.5.8 Station 8 : le Gardon d'Anduze à la Madeleine

3.5.8.1 Calage du modèle et courbe SPU

Les données d'entrée du modèle issues des mesures de terrain sont reportées dans le tableau suivant. A noter que pour chaque date d'intervention, le débit a été mesuré au droit de la station, immédiatement après la description de la station.

Date	Débit (m ³ /s)	Largeur moyenne (m)	Hauteur moyenne (m)
22/09/09	0,626	27,7	0,32
24/11/09	1,398	32,6	0,34
Q50 (m ³ /s)			
5,05			
Taille du substrat (m)			
0,027			
Gamme de modélisation (m ³ /s)			
0,1 à 8,0			

Tableau 13 : Paramètres d'entrée du modèle Estimhab – Station Gardon d'Anduze à la Madeleine

Le rapport entre le débit de basses eaux et celui de hautes eaux est de l'ordre de 2,2, ce qui est correcte et permet un bon calage du modèle.

De la même façon, la « pente »⁴ de la relation entre la Largeur et le débit est satisfaisante (*i.e.* comprises dans l'intervalle donné par les auteurs de la méthode). A l'inverse, celle reliant la Hauteur d'eau à ce même débit est un peu faible (0,075 contre 0,2 pour la borne inférieure de ce qui est généralement observé). Cela traduit le fait que la Hauteur d'eau augmente relativement lentement avec le débit, plus lentement que ce qui est « généralement » observé. Plus concrètement, cela correspond à l'étalement de la lame d'eau dans un lit relativement large et plat.

Ce cours d'eau se trouve dans un contexte intermédiaire cyprinicole. Les modèles biologiques pris en compte dans la suite de l'analyse correspondent donc aux guildes d'habitat définies par le Cemagref.

Pour rappel, les pools d'espèces constituant les différentes guildes sont les suivants :

- Guilde « radier » : la Loche franche, le Chabot et les Barbeaux <9cm,
- Guilde « chenal » : le Barbeaux >9cm, les Blageons « adultes » (>8cm), le Hotu, le Toxostome, la Vandoise, et l'Ombre commun
- Guilde « mouille » : l'anguille, la Perche soleil, la Perche commune, le Gardon et les Chevesnes >17cm
- Guilde « berge » : le Goujon, les Blageons <8cm, les Chevesnes <17cm et le Vairon

Les informations relatives au peuplement de poissons du Gardon d'Anduze ont ainsi été recherchées, mais aucune donnée relative à ce cours d'eau n'a pu être trouvée. Ainsi, les références utilisées ont pour origine les deux stations d'inventaire situées sur le Gardon d'Alès (cours d'eau proche géographiquement et aux caractéristiques relativement similaires), légèrement en amont de la confluence des deux cours d'eau (communes d'Alès et de St Hilaire de Brethmas – ONEMA 2004).

Les résultats démontrent que sur l'ensemble des espèces constituant les guildes, seul le chabot, l'ombre commun et la perche commune ne sont pas recensées dans ces

⁴ les exposants de géométrie hydraulique (exposants reliant la hauteur et la largeur au débit) ont généralement des valeurs de l'ordre 0,15 (0 à 0,3) pour la largeur et de l'ordre de 0,4 (0,2 à 0,6) pour la hauteur.

inventaires. Cela sous entend que le peuplement piscicole est relativement diversifié et qu'il existe à priori des enjeux sur l'ensemble des guildes.

L'évolution des valeurs de VHA et de SPU en fonction du débit sont présentées dans les figures ci-dessous :

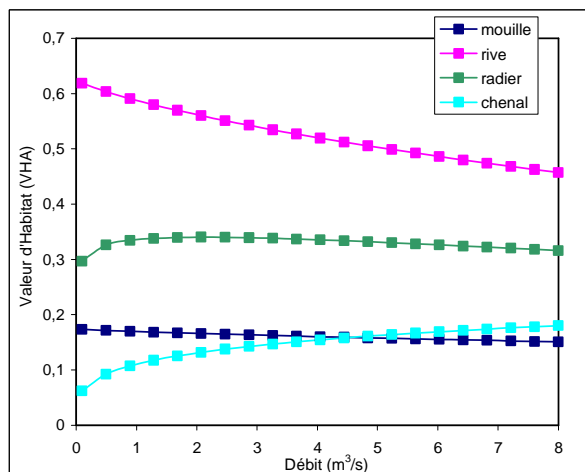


Figure 43 : Evolution des VHA en fonction du débit par guildes - Station du Gardon d'Anduze

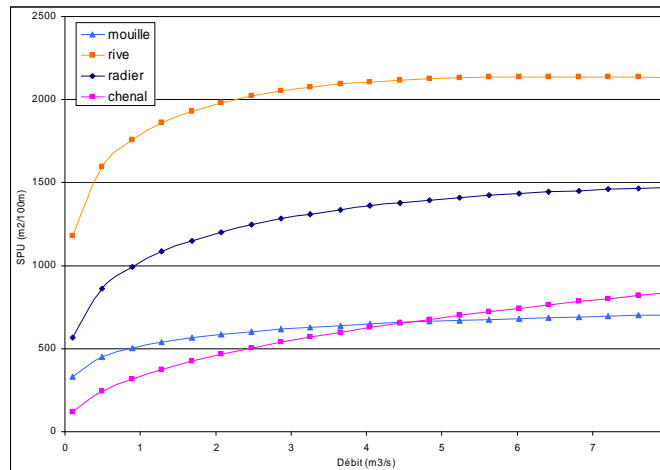


Figure 44 : Evolution des SPU par guildes - Station du Gardon d'Anduze

Pour faciliter l'interprétation des courbes d'évolution de la SPU en fonction du débit, des « zooms » sont réalisés sur les parties des courbes qui mettent en évidence l'accélération de la perte d'habitat potentielle avec la réduction du débit.

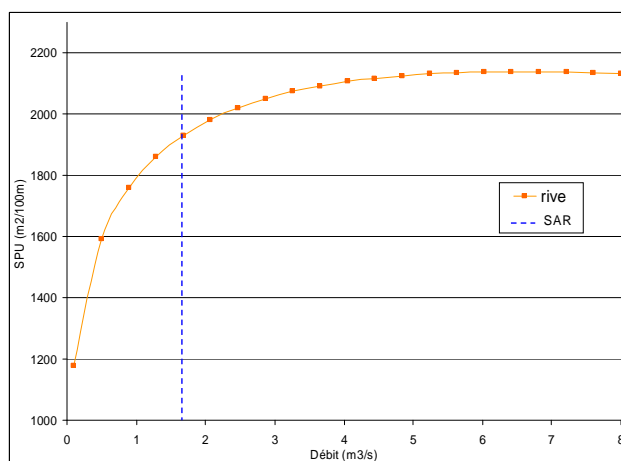


Figure 45 : Evolution des SPU pour la guildes « rive » - Station du Gardon d'Anduze

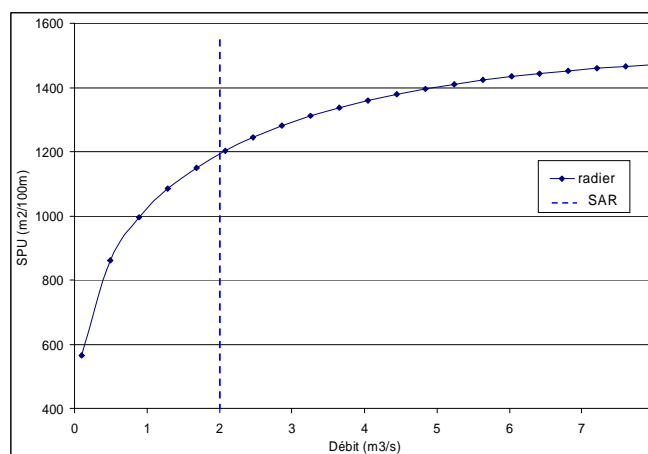


Figure 46 : Evolution des SPU pour la guildes « radier » - Station du Gardon d'Anduze

Sur cette station, c'est la guildes rive qui renvoie aux valeurs de VHA les plus élevées. Elles varient entre 0,5 et 0,6 (i.e. 50 à 60% de la surface en eau est potentiellement favorable à ce pool d'espèces) sur la gamme de débit modélisée mais présente une allure décroissante avec l'augmentation de débit. Malgré tout, la SPU croît de façon constante jusqu'à environ 6 m³/s. Cette observation traduit essentiellement le fait que ce cours d'eau répond à une augmentation du débit par un étalement de la lame d'eau dans la plaine alluviale. A titre d'exemple, la largeur moyenne gagne 5m entre la campagne de basses eaux et celle hautes eaux alors que la hauteur d'eau moyenne est quasiment

identique (+2 cm en moyenne). La surface mouillée est ainsi beaucoup plus importante notamment par recouvrement des plages de galets à pente douce et une mise en eau des bras secondaires, autant de zones intéressantes pour ce pool d'espèces. La surface potentiellement disponible atteint de cette façon près de 2 200 m² pour 100m de linéaire de cours d'eau. L'augmentation de SPU est rapide puisque 93% de la SPU maximale est atteinte dès 2 m³/s. La chute rapide de SPU avec la réduction du débit et les enjeux liés à cette guildes conduisent à fixer le SAR autour de 1,65 m³/s.

Pour la guildes radier, l'allure de la courbe des SPU est tout à fait comparable bien que les valeurs de SPU soient près de 40% inférieures. Les conditions d'habitat sont donc moyennement favorables à cette guildes (traduites par des valeurs de VHA d'environ 30% et relativement stables sur la gamme de débits modélisés). Contrairement à la guildes rive, le « plateau » de la courbe SPU intervient à un débit beaucoup plus élevé (avec un maximum autour de 11,5 m³/s). Malgré une pente relativement faible, la perte de SPU devient plus rapidement significative d'un point de vue relatif ce qui explique que le SAR soit fixé un peu plus haut, autour de 2 m³/s.

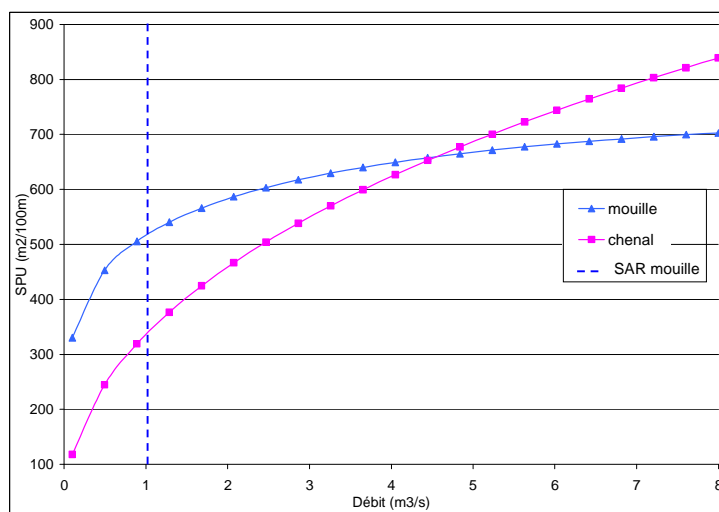


Figure 47 : Evolution des SPU pour les guildes « mouille » et « chenal » - Station du Gardon d'Anduze

Les conditions d'habitat sont très peu favorables aux espèces de la guildes mouille puisque la VHA n'excède jamais 17%. Aussi, même à des débits très élevés, la SPU dépasse difficilement 700 m²/100m. Entre les deux campagnes de mesures, tandis que le débit a plus que doublé, la hauteur d'eau moyenne est passée de 32 à 34 cm seulement. Encore une fois, ce type de cours d'eau a plutôt tendance à s'étaler et à reconnecter un système latéral, qu'à voir ses hauteurs d'eau (et certainement vitesses de courant) augmenter de façon significative, au moins pour la gamme de débits étudié.

Le débit n'a donc que peu d'impact sur cette guildes. Le SAR pourra être fixé autour de 1 m³/s tout en gardant à l'esprit que les potentialités sont faibles

Enfin, la guildes chenal met en évidence des valeurs d'habitat et de SPU faibles mais qui augmentent de façon continue avec le débit. Ainsi, pour des débits inférieurs à 1 m³/s, la SPU dépasse à peine 300 m²/100m. Cependant, la pente de la courbe de SPU est forte et cette SPU a déjà doublé à 3,5 m³/s. Ce résultat, « classique », traduit l'affinité des espèces appartenant à cette guildes, pour des valeurs élevées de hauteur d'eau et de vitesse du courant. Le milieu leur sera d'autant plus favorable que le débit sera important. L'absence d'une rupture de pente significative rend difficile la détermination d'un SAR, même si un « seuil » semble être franchit en dessous de 3 m³/s.

Au final, la valeur de DMB proposée pourrait se situer autour de 1 m³/s (voir figure 19). A ce débit :

- les habitats potentiels de la guildes rive sont relativement bien préservés, puisqu'ils représentent plus de 80% de la SPU max modélisée
- Il en est de même pour les habitats de type « mouille » (environ 70% de la SPU max à ce débit), qui constituent généralement des zones refuges pour les poissons en cas d'étiage prononcé,

- Les habitats potentiels sont franchement limitants pour les guildes radier et chenal sachant que cette dernière, d'une façon plus globale et pour les débits d'étiage, ne trouve que peu d'habitats (potentiels) favorables sur cette station.

Par ailleurs, le Gardon d'Anduze a un fonctionnement hydrologique relativement atypique puisqu'il subit à la fois une période d'étiage sévère et durable mais aussi des épisodes pluvieux très courts et très violents (contexte cévenol). Conséquemment, le module (qui est une valeur moyenne) « tamponne » ces événements. Ainsi, malgré une courte durée, les crues cévenoles ont tendance à faire augmenter fortement la valeur du module. La valeur du Q50 (valeur médiane et non moyenne), près de 3 fois inférieure au module, témoigne de cette caractéristique locale.

Dans cette situation, il est intéressant de constater que les valeurs « références » des débits d'étiage, que ce soit le QMNA2 (0,95 m³/s en régime influencé), comme le QMNA5 (0,68 m³/s en régime influencé) apparaissent très contraignantes pour les différentes guildes étudiées, et donc pour le peuplement de poisson en général.

Au niveau de cette station, il est proposé de distinguer trois périodes hydrologiques :

- ✓ **une période de basses eaux (mi-juin à mi-septembre) avec un débit minimal de l'ordre de 0,9 à 1,2 m³/s** soit légèrement au-dessus du QMNA2, afin de préserver au maximum les habitats de type « mouille », qui constituent généralement des zones refuges pour les poissons en cas d'étiage prononcé, et « rive », largement colonisés par les jeunes de l'année de la plupart des espèces de cyprinidés,
- ✓ **deux périodes de moyennes eaux (début mai à mi-juin et mi-septembre à fin octobre) où serait maintenue une valeur de débit comprise entre 1,7 et 2 m³/s.** A noter que cette gamme de débit n'est rencontrée que 6,5 années sur 10 en débit naturel en septembre, il faut donc la considérer comme une valeur guide à partir des premières pluies et de la fin de l'étiage,
- ✓ **une période de hautes eaux (novembre à avril), pour laquelle un compromis pourrait être trouvé autour de 2,5 m³/s,** sachant que pour ce débit, les SPU se rapprochent du maximum pour les guildes rive, radier et mouille. Comme mentionné précédemment, pour la guildes « chenal », il n'y a pas de maximum (plus il y a de débit, plus la SPU augmente), mais cette valeur de débit semble permettre de franchir un « seuil ».

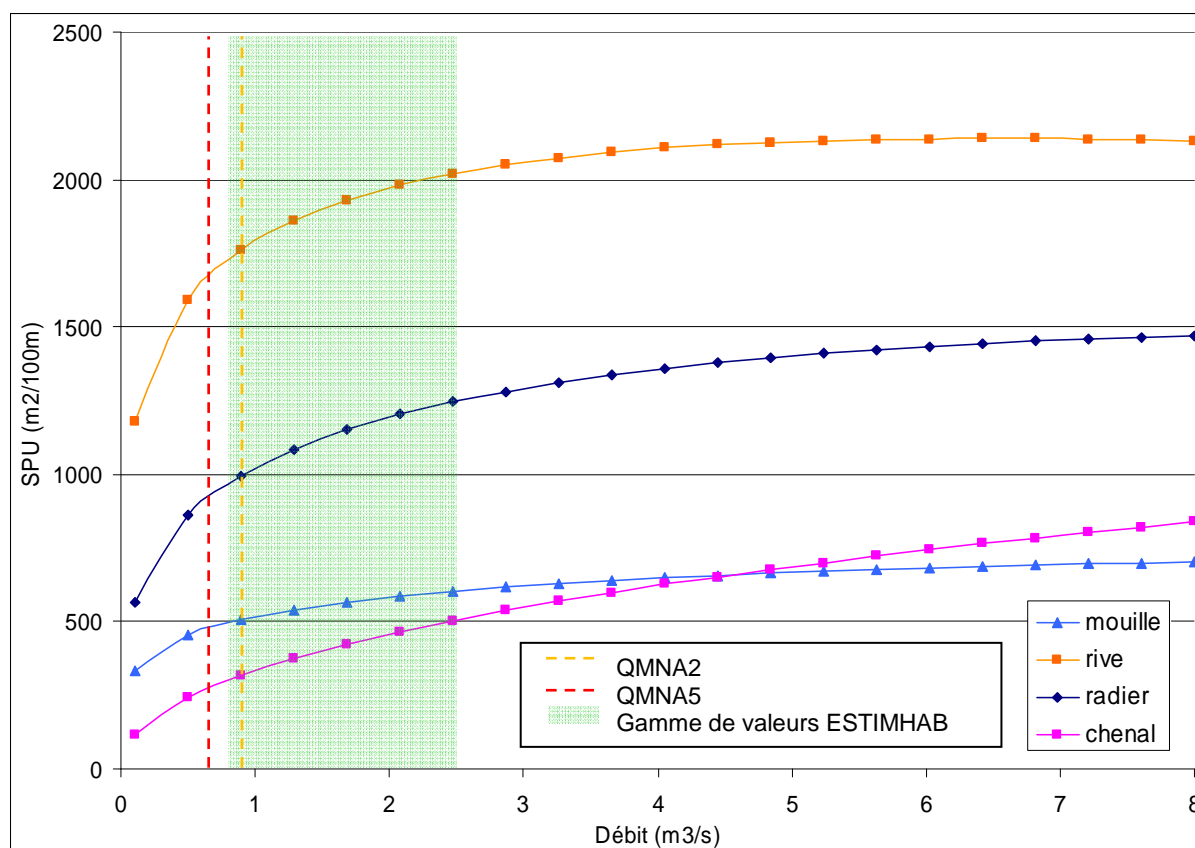


Figure 48 : Evolution des courbes de SPU avec le débit pour les différentes guildes et identification des valeurs seuils de débit – Station du Gardon d'Anduze

Ces résultats sont présentés de façon synthétique à la figure suivante.

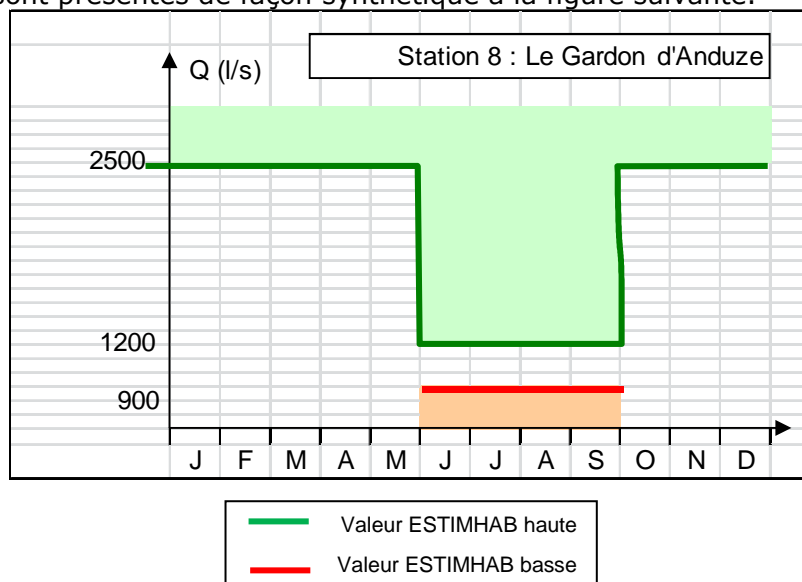


Figure 49 : Propositions de valeurs ESTIMHAB hautes et valeurs ESTIMHAB basses – Station8 sur le Gardon d'Anduze



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

