

# ÉTUDES D'ESTIMATION DES VOLUMES PRÉLEVABLES GLOBAUX



## Sous bassin versant du Garon Phase 2 : Estimation de l'impact des prélèvements sur les milieux naturels

Rapport final • Janvier 2013





# ÉTUDE GLOBALE DE LA GESTION QUANTITATIVE DE LA RESSOURCE EN EAU SUR LE BASSIN VERSANT DU GARON – PHASE 2

<b>1. OBJECTIFS ET PRINCIPES.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ANALYSE DES DONNEES CLIMATIQUES SUR LE BASSIN VERSANT .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Données utilisées et traitement des données</b>	<b>6</b>
2.1.1 Stations disponibles pour caractériser la pluviométrie et l'ETP du bassin versant	6
2.1.2 Compléments des séries de données pluviométriques	7
<b>2.2 Reconstitution et analyse des pluies sur le bassin</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Analyse de l'ETP sur le bassin</b>	<b>10</b>
<b>3. ANALYSE DES DONNEES DEBITMETRIQUES DISPONIBLES .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Stations hydrométriques en place</b>	<b>11</b>
3.1.1 Localisation et caractéristiques des stations	11
3.1.2 Analyse de la précision des stations hydrométriques	13
<b>3.2 Analyse des débits mesurés aux stations</b>	<b>13</b>
3.2.1 Débits caractéristiques mesurés à la station hydrométrique sur le Garon à Brignais	14
3.2.2 Débits caractéristiques mesurés à la station hydrométrique sur le Corsenat à Saint Didier sous Riverie	14
<b>3.3 Bilan des jaugeages réalisés sur le bassin versant</b>	<b>15</b>
3.3.1 Jaugeages effectués par la DREAL	15
3.3.2 Campagnes de jaugeages effectuées par BRLi au cours de l'étiage 2010	16
3.3.3 Campagnes de jaugeages d'ARALEP, 2006	16
3.3.4 Synthèses des jaugeages	17
<b>4. DETERMINATION DES DEBITS NATURELS AU DROIT DES POINTS DE REFERENCE .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Naturalisation des débits influencés</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Estimation de la ressource superficielle : éléments de méthodologie</b>	<b>21</b>
4.2.1 Description du modèle GR2M	21
4.2.2 Incertitudes	22
4.2.3 Stratégie d'estimation de la ressource aux points de référence	24
<b>4.3 Estimation de la ressource superficielle - étapes pour chacun des points de référence</b>	<b>26</b>
4.3.1 Estimation de la ressource sur le Garon à Brignais	26
4.3.2 Estimation de la ressource sur le Garon à Thurins	34
4.3.3 Estimation de la ressource sur le Mornantet à Mornant	35
4.3.4 Estimation de la ressource sur le Mornantet à Givors	42

---

4.4 Bilan de la ressource naturelle aux points de référence et comparaison avec les débits mesurés lors des campagnes de jaugeage	44
<b>5. BILAN RESSOURCE NATURELLE /BESOINS AU NIVEAU DES POINTS DE REFERENCE .....</b>	<b>46</b>
5.1 Bilan ressource – Prélèvements sur le Garon à Thurins	46
5.2 Bilan ressource – Prélèvements sur le Garon à Brignais	47
5.3 Bilan ressource – Prélèvements sur le Mornantet à Mornant	49
5.4 Bilan ressource – Prélèvements sur le Mornantet à Givors	49

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### CARTES :

Carte 1 : Localisation des points de référence .....	4
Carte 2 : Localisation des stations climatiques (P et ETP) utilisées .....	6
Carte 3 : Stations hydrométriques sur le bassin versant du Garon .....	12
Carte 4 : Positions et valeurs des débits mesurés sur le territoire lors des campagnes de BRL, ARALEP et de la DREAL .....	18
Carte 5 : Localisation des points de référence .....	19
Carte 6 : Point de référence sur le Garon à Thurins .....	34
Carte 7 : Le point de référence du Mornantet à Mornant.....	36
Carte 8 : Position de la station de la Madone, du lac et du point de référence sur le Mornantet .....	36
Carte 9 : Point de référence sur le Mornantet à Givors .....	42

### TABLEAUX :

Tableau 1 : les points de référence .....	3
Tableau 2 : Caractéristiques des stations climatiques (P et ETP) utilisées .....	7
Tableau 3 : Utilisation des postes sur les trois périodes, et corrélations pour le complément des séries de données .....	8
Tableau 4 : Pluviométrie sur les sous-bassins versants en mm .....	9
Tableau 5 : Statistique sur l'ETP depuis 1970 sur le bassin du Garon (source : météoFrance, station Lyon-Bron 1970-2009) .....	10
Tableau 6 : Caractéristiques des stations hydrométriques du bassin versant (source : <a href="http://www.hydro.eaufrance.fr">http://www.hydro.eaufrance.fr</a> ) .....	12
Tableau 7 : Fiabilité des stations hydrométriques disponibles (source <a href="http://www.hydro.eaufrance.fr">http://www.hydro.eaufrance.fr</a> ) .....	13
Tableau 8 : Mesures réalisées par la DREAL le 22/07/1997 et débits spécifiques associés .....	15
Tableau 9 : Bilan des jaugeages réalisés par BRLi .....	16
Tableau 10 : Bilan des jaugeages réalisés par ARALEP .....	17
Tableau 11 : Méthodes d'estimation de la ressource aux points de référence.....	25

**FIGURES :**

Figure 1 : Précipitations mensuelles sur le bassin versant du Garon .....	8
Figure 2 : ETP moyenne, 5 ans haut et 10 ans haut sur le bassin du Garon (source : météoFrance, station Lyon-Bron 1970-2009).....	10
Figure 3 : Corrélation simple entre les stations de Brignais et de Craponne (débits mensuels) .....	27
Figure 4 : Corrélation par classes entre les station de Brignais et de Craponne (débits mensuels) .....	27
Figure 5 : Comparaison des deux types de corrélation (période 1970-1985) .....	28
Figure 6 : Comparaison des débits mesurés (Brignais, Craponne) et estimés (Brignais) .....	29
Figure 7 : Pluies, débit naturel reconstitué et débit simulé à Brignais par calage sur Q, entre janvier 2003 et décembre 2008 .....	30
Figure 8 : Historique d'implantation des retenues et volume de stockage cumulé .....	31
Figure 9 : Pluie, débit naturel reconstitué et débit simulé à Brignais par calage sur lnQ, entre janvier 1970 et décembre 1985 .....	32
Figure 10 Comparaison des résultats des deux méthodes sur le débits mensuel T=5ans sec.....	33
Figure 11 : Pluies, débit naturel reconstitué et débit simulé à Saint Didier sous Riverie entre janvier 1970 et décembre 1985 .....	37
Figure 12 : Similitudes entre les bassins amont du Garon et du Mornantet .....	39
Figure 13 : Comparaison des résultats des deux méthodes sur le débits mensuel T = 5ans sec.....	41
Figure 14 : Bilan ressource-Besoin sur le Garon à Thurins .....	46
Figure 15 : Bilan ressource/besoin sur le Garon à Brignais .....	47
Figure 16 : Bilan ressource/besoin sur le Mornantet à Mornant.....	49
Figure 17 : Bilan ressource/besoin sur le Mornantet à Givors .....	50

# PREAMBULE

## CONTEXTE

Le SMAGGA (Syndicat Mixte d'Aménagement et de Gestion du bassin versant du Garon), succédant depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007 au SMAVG, s'apprête à s'engager avec les 27 communes du bassin du Garon dans son second contrat de rivière.

Suite au premier contrat, les enjeux prioritaires du bassin ont été ciblés :

- ▶ amélioration globale de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques, liée à des déficits de débits à l'étiage et nécessitant une redéfinition de la gestion concertée sur le territoire,
- ▶ protection des ressources stratégiques en eau.

Ces enjeux doivent répondre aux exigences de la Directive Cadre Européenne en terme de bon état chimique et écologique et quantitatif des masses d'eau, d'autant que la nappe du Garon a été identifiée par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône-Méditerranée comme un aquifère d'intérêt patrimonial.

La présente Etude globale de la gestion quantitative des ressources en eau sur le bassin versant du Garon doit répondre aux objectifs suivants :

- ▶ Etablir l'état de référence au niveau de l'utilisation de la ressource du bassin : décrire les prélèvements et usages actuels par sous bassin,
- ▶ Expliciter le fonctionnement hydrologique du bassin, cours d'eau et nappe,
- ▶ Evaluer l'impact de la pression anthropique sur les ressources,
- ▶ Définir les volumes prélevables du bassin versant,
- ▶ Identifier, caractériser et délimiter les secteurs alluviaux stratégiques pour l'alimentation actuelle et future en eau potable,
- ▶ Etablir un programme d'actions d'amélioration de la gestion de la ressource sur le bassin

La notion de **volume prélevable** est le nœud de l'étude : les trois premiers points servent à réaliser le calcul des volumes prélevables, le dernier point constitue son application sur le terrain. Défini de manière simplifiée, le volume prélevable sur un bassin donné est la différence entre la ressource disponible (ressource naturelle et volumes de régulations éventuellement disponibles) et ce qu'il est nécessaire de laisser dans le milieu pour garantir son bon état, il est donc au cœur de la démarche du rétablissement de l'équilibre offre / demande en eau.

## PHASAGE

L'étude se décompose en 4 phases.

- ▶ Phase 1 : Diagnostic de l'utilisation de la ressource en eau sur le bassin versant,
- ▶ Phase 2 : Evaluation de l'impact des prélèvements sur les milieux naturels,
- ▶ Phase 3 : Définition d'objectifs quantitatifs,
- ▶ Phase 4 : Programme d'actions d'amélioration de la gestion de la ressource.

La phase 2 de l'étude a pour objectif de quantifier la ressource en eau superficielle disponible sur les sous bassins, à un pas de temps suffisamment fin pour établir le calcul intégral des volumes prélevables qui aura lieu en phase 3.

Cette quantification implique d'analyser le fonctionnement hydrologique et hydraulique du bassin versant du Garon, pour en déterminer les débits naturels aux exutoires des sous bassins. Les débits naturels ou non influencés sont les débits en l'absence d'influence anthropique (prélèvements et régulation).

Les calculs de ressource non influencée sont conduits au droit de chacun des exutoires des sous bassins, au **pas de temps mensuel**. Pour mener à bien cette estimation de ressource superficielle et en évaluer sa pertinence, une première étape vise à analyser les données d'entrée du bilan hydrologique, données climatiques et hydrométriques, pour en dégager des tendances spatiales et statistiques sur les différents sous bassins ou cours d'eau, ainsi que pour estimer leur fiabilité ; ensuite suit une présentation des méthodes à adopter pour les estimations sur chacun des secteurs puis les résultats seront commentés.

## 1. OBJECTIFS ET PRINCIPES

Les objectifs de cette phase sont :

- ▶ la détermination de la ressource non influencée,
- ▶ la comparaison des prélèvements avec cette ressource.

La ressource non influencée sera caractérisée par des séries de débits naturels reconstitués sur la période 1970-2009, au pas de temps mensuel. L'utilisation d'une période d'au moins 40 années permet de cerner statistiquement l'aléa hydrologique pour les temps de retours utilisés dans le cadre de l'étude.

L'exercice est réalisé pour chacun des points de référence qui vont structurer la suite de la réflexion de l'étude sur la détermination des volumes prélevables.

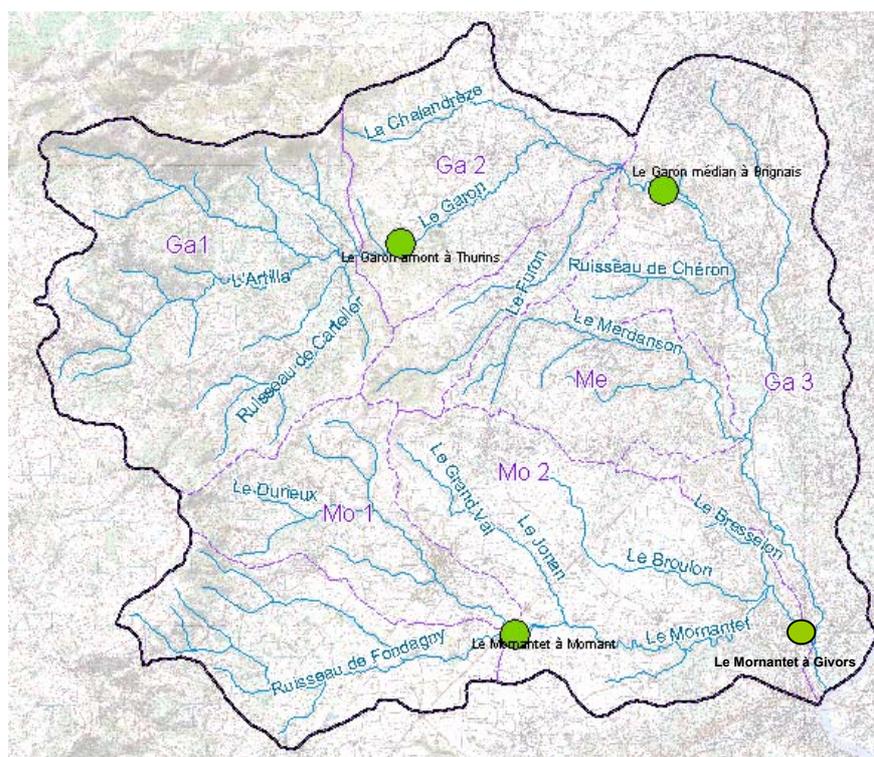
Plusieurs paramètres ont déterminé le choix de ces points de référence : représentativité en terme de morphologie du cours d'eau (voir le rapport de Phase 3), disponibilité d'information sur l'hydrologie (présence de station de mesure des débits), pression exercée (répartition des prélèvements).

Le tableau ci-dessous indique les points retenus et la carte ci-après précise leur localisation. Trois points ont été retenus initialement, un quatrième point a été ajouté par la suite à l'aval du Mornantet à la demande du secrétariat technique.

Tableau 1 : les points de référence

Point de référence	Précision de localisation	Sous bassins concernés	Bassin drainé (km <sup>2</sup> )
<b>Le Garon à Thurins</b>	en aval de la confluence avec le Ruisseau de la Vallière	Ga1	45 km <sup>2</sup>
<b>Le Garon médian à Brignais</b>	Au niveau de la station hydrométrique	Ga1, Ga2, Fu	79 km <sup>2</sup>
<b>Le Mornantet à Mornant</b>	En aval de la Cconfluence avec le Ruisseau de Fondagny	RF, Mo1	37 km <sup>2</sup>
<b>Le Mornantet à Givors</b>	Juste à l'amont de la confluence au Rhône	RF, Mo1, Mo2	73 km <sup>2</sup>

Carte 1 : Localisation des points de référence



### HORIZONS TEMPORELS DES CALCULS

L'hypothèse formulée dans un premier temps est que la variabilité observée dans le passé caractérise statistiquement l'aléa hydrologique à venir : hypothèse d'invariance climatique.

Cette hypothèse est admissible pour le travail sur le court terme et l'horizon pratique de l'étude qui constitue la réflexion sur l'équilibre besoins/ressources.

On sait aujourd'hui que cette hypothèse est par contre fautive quand on s'intéresse à du plus long terme. Le climat change et ce qui s'est passé les quarante dernières années ne peut pas être utilisé pour caractériser ce qui pourrait être observé dans quelques décennies en termes hydrologiques.

### CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Sur ce sujet, les idées suivantes peuvent être notées :

- ▶ Le changement climatique est déjà observable : à l'échelle du XX<sup>ème</sup> siècle, et particulièrement des trois ou quatre dernières décennies, à l'échelle du globe : hausse de la température moyenne globale, remarquable en terme de dynamique par comparaison aux changements recensés dans les temps historiques ou géologiques. Cette hausse se retrouve sur le territoire national.
- ▶ Les changements devraient se poursuivre, en terme de température mais également en terme de précipitations. La dynamique et l'intensité des changements à venir restent soumises à des incertitudes liées en particulier aux différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre et à l'imprécision des modélisations climatiques.

## CADRE GENERAL POUR LA RECONSTITUTION DES DEBITS NATURELS

L'équation de naturalisation des débits est la suivante :

$$Q_{\text{naturel}} = Q_{\text{mesuré}} + \text{Impacts des Prélèvements} + \Delta \text{Régulation}$$

avec :

- ▶ Q naturel : le débit sans les influences anthropiques,
- ▶ Q mesuré : le débit influencé, ou observé,
- ▶ Impacts des Prélèvements : la quantification en débit de l'influence des prélèvements sur les ressources superficielles.
- ▶  $\Delta$  Régulation : Impact du stockage/déstockage inter-saisonniers dans les barrages.  
 $\Delta$  Régulation = Q entrant dans le barrage – Q sortant du barrage

Ce travail est réalisé au niveau des différents points de référence choisis et où seront également déterminés les Débits Minimum Biologiques.

**L'équation ci-dessus ne peut être employée que sur une période où les prélèvements sont connus.** Or les prélèvements ne sont pas nécessairement stationnaires (ils varient dans le temps) et une bonne connaissance des prélèvements au-delà des 10 dernières années est difficile. La modélisation pour la reconstitution des débits naturels permet donc, à partir d'informations sur les prélèvements des dernières années, de reconstituer les débits naturels à partir de données de pluie et d'ETP.

La modélisation fait par ailleurs l'hypothèse de l'invariance du fonctionnement hydrologique : à l'échelle temporelle sur laquelle est estimée la ressource (1970-2009), les bassins versants sont supposés garder les mêmes propriétés générales et les mêmes fonctions de production de ruissellement (capacité à transformer de la pluie en écoulement). Les données de prélèvements et de débits mesurés étant connues sur 2003-2009, les variables Pluies et ETP aussi, il est alors possible d'approcher le fonctionnement du bassin par une modélisation Pluies-ETP-Débit (le modèle « GR2M »), les débits naturels sont ainsi reconstitués sur toute la période pour laquelle les données de pluie et d'ETP sont disponibles (voir plus bas la description plus précise de GR2M).

Les deux parties 2 et 3 s'intéressent à l'analyse des variables climatiques puis hydrométriques du bassin du Garon, avant leur utilisation dans les parties suivantes.

## 2. ANALYSE DES DONNEES CLIMATIQUES SUR LE BASSIN VERSANT

La pluviométrie, grandeur d'entrée du bilan hydrologique, est une grandeur difficile à connaître de manière exacte car la pluie est discontinue dans le temps et dans l'espace. La technique la plus employée dans le monde pour la mesurer est de placer des pluviomètres dans des sites et de relever automatiquement, à intervalle de temps régulier, la hauteur d'eau qui s'est accumulée, tout en sachant que cette donnée est ponctuelle et biaisée. Un long travail a été réalisé ici pour estimer la pluie à l'échelle des sous bassins versants du bassin du Garon.

L'évaporation de référence est elle aussi entachée d'approximation. Celle utilisée dans cette étude est l'évaporation de référence selon la formule de Penman-Monteith, calculée par MétéoFrance d'après des paramètres climatiques de base, sur une station climatique proche du bassin (Bron).

### 2.1 DONNEES UTILISEES ET TRAITEMENT DES DONNEES

#### 2.1.1 Stations disponibles pour caractériser la pluviométrie et l'ETP du bassin versant

Parmi les stations pluviométriques de Météo France existantes sur le bassin versant du Garon, 9 stations ont été sélectionnées (pour leur emplacement par rapport au bassin et la longueur des séries de données disponibles). Elles seront mentionnées au nombre de huit par la suite car deux d'entre elles sont au même endroit, l'une ayant succédé à l'autre. Elles sont localisées sur la carte ci-dessous et leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant.

Il n'existe qu'une station mesurant l'ETP (évapotranspiration) à proximité du bassin du Garon, la station Lyon-Bron 69029001.

Carte 2 : Localisation des stations climatiques (P et ETP) utilisées

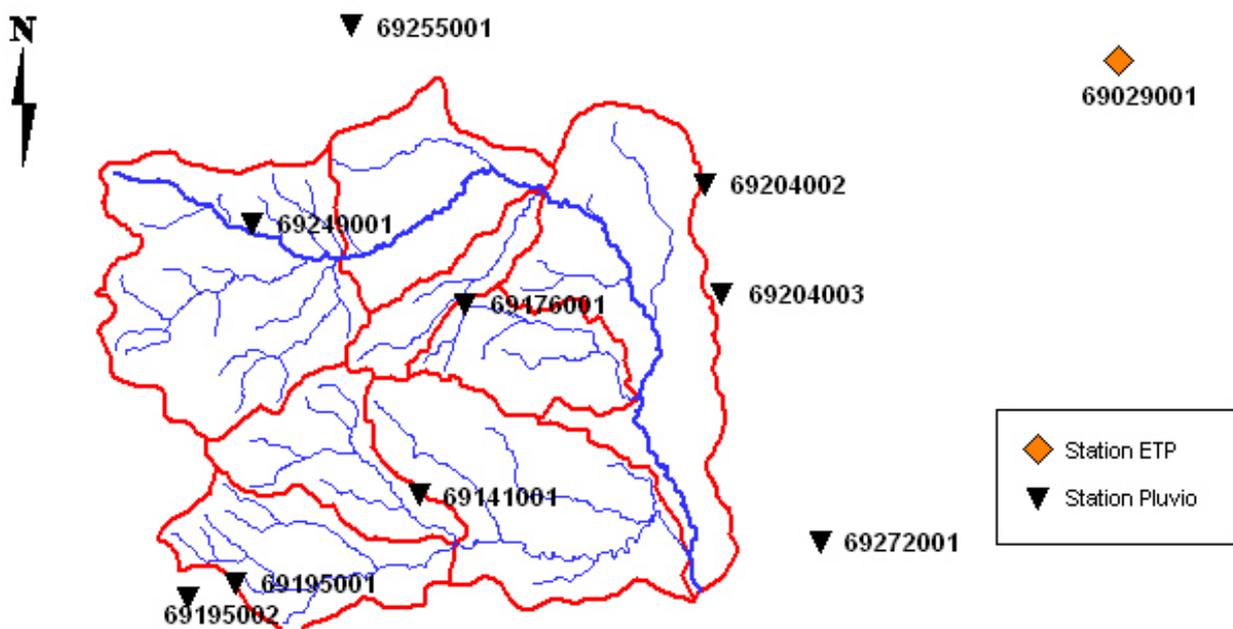


Tableau 2 : Caractéristiques des stations climatiques (P et ETP) utilisées

	N°	Nom station	ID Commune	X	Y	Z	période	
P, mois	69141001	RUE VICTOR HUGO	4371	782500	2071300	362	01/11/1888	actuel
P, mois	69176001	LES PIERRES BLANCHES	6622	783800	2076700	370	01/02/1990	actuel
P, mois	69195001	LA COGNATIERE	5681	777300	2068800	470	01/01/1957	31/07/1977
P, décade	69195002	L'ARZELIER	5681	776000	2068400	612	01/01/1978	actuel
P, décade	69204002	OBSERVATOIRE	5755	790600	2080100	290	01/01/1881	actuel
P, décade	69204003	LE-COIN	5755	791100	2077000	247	01/02/1970	actuel
P, mois	69249001	LE-JULIN	6812	777800	2079000	450	01/07/1957	actuel
P, mois	69255001	LA PIERRE RONDE	7083	780600	2084600	450	01/11/1945	31/12/1986
P, mois	69272001	RUE DES CHANTUTIERES	1835	793900	2070000	244	01/04/1947	actuel
ETP, décadaire	69029001	AEROPORT (LYON BRON)	1071	802 300	2083 600	198	01/01/1970	actuel

La période de modélisation choisie pour reconstituer l'hydrologie est 1970 à 2009. Trop peu de stations couvrent cette période en entier, elle a donc été divisée en trois sous périodes, choisies selon la disponibilité des stations. A chaque période, le jeu de stations utilisées pour calculer la pluie des sous bassins est fonction de la disponibilité des données.

## 2.1.2 Compléments des séries de données pluviométriques

Lorsqu'une station a des lacunes dans sa chronique et que celles-ci ne dépassent pas 10% de la donnée disponible, alors les lacunes peuvent être complétées via une régression linéaire grâce à une autre station. La seconde station doit remplir quelques conditions :

- ▶ avoir les données aux dates qui manquent à la première
- ▶ être la station la mieux corrélée à la première station

Ce n'est donc pas le critère de proximité géographique mais bien une logique rigoureuse mathématique qui permet d'élire les stations binômes.

Quand les données manquantes d'une station dépassent 10% de la donnée totale disponible, les séries n'ont pas été complétées et la station n'a pas été retenue dans le jeu de donnée de la période considérée.

Les corrélations testées ont un coefficient de détermination  $R^2$  qui juge de la qualité de la régression.

Le tableau ci-dessous présente pour chacune des trois sous périodes, les stations retenues pour compléter les autres stations. Il donne également le nombre de données complétées sur les périodes et le coefficient  $R^2$  associé.

Tableau 3 : Utilisation des postes sur les trois périodes, et corrélations pour le complément des séries de données

Poste	Période disponible		Sous périodes				Corrélation			
			utilité			tx de vides	Poste pour compléter	équation		
			1970 - 1985	1986 - 1990	1991- 2009			a	b	R <sup>2</sup>
69141001	janv-70	déc.-09	x	x	x	0,4%	69204002	1,03	0,46	<b>0,89</b>
69195001-2	janv-70	déc.-09	x	x	x	7,5%	69249001	0,94	8,74	<b>0,91</b>
69176001	janv-90	déc.-09			x	2,5%	69141001	0,8898	7,3688	<b>0,87</b>
69204002	janv-70	déc.-09	x		x	0,0%	complete !			
69204003	févr-70	déc.-84	x	x		7,8%	69204002	0,9899	1,5068	<b>0,94</b>
69249001	janv-70	déc.-07	x	x	x	5,0%	69195001-2	0,9146	4,9237	<b>0,88</b>
69255001	janv-70	déc.-86	x			0,1%	69249001	0,929	6,7227	<b>0,87</b>
69272001	janv-70	déc.-09	x	x	x	0,0%	complete !			

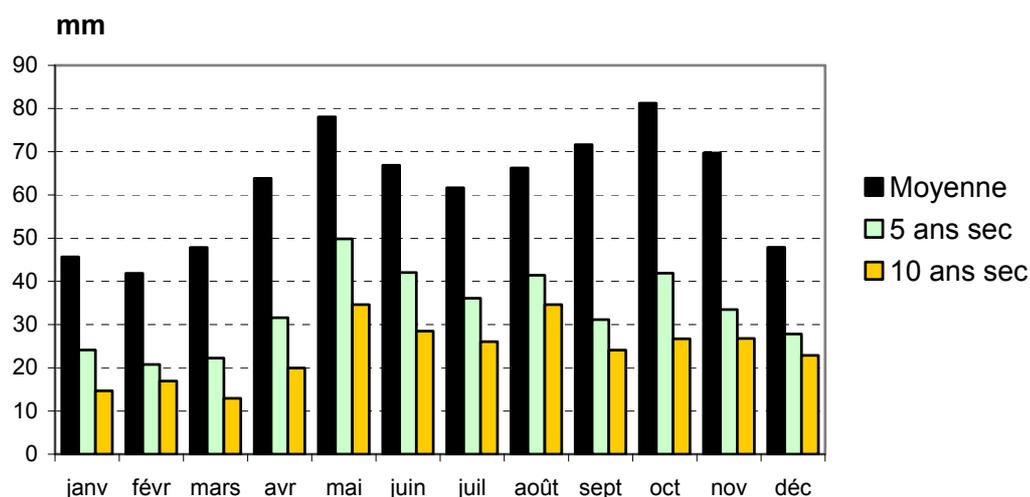
Les pluies mesurées aux stations sont des variables ponctuelles : elles représentent la pluviométrie en un point du territoire, le lieu de la station. Il faut donc spatialiser (ou interpoler) ces variables sur le territoire pour exprimer la pluie moyenne de chacun des sous bassins. La méthode d'interpolation des chroniques de pluie utilisée est présentée au paragraphe suivant.

## 2.2 RECONSTITUTION ET ANALYSE DES PLUIES SUR LE BASSIN

A partir des différentes stations de MétéoFrance, la pluie par bassin versant a été estimée par la méthode des polygones de Thiessen. Cette méthode d'interpolation spatiale permet de passer de données de précipitations ponctuelles sur un nombre limité de station, à une donnée de précipitation continue dans l'espace à l'échelle de chacun des sous bassins versants étudiés.

La synthèse des résultats de précipitations est présentée dans la Figure 1 concernant le bassin versant du Garon dans son ensemble et dans le Tableau 4 pour les résultats par sous bassin.

Figure 1 : Précipitations mensuelles sur le bassin versant du Garon



Remarque : Les deux séries 5 ans sec et 10 ans sec sont des années construites telles que, pour chacun des mois, les pluies sont plus faibles seulement une année sur 5 et une année sur 10. C'est n'est donc pas l'année quinquennale ou décennale sèche mais l'année avec tous les mois quinquennaux ou décennaux secs, ce qui, hydrologiquement parlant, est bien plus extrême.

Tableau 4 : Pluviométrie sur les sous-bassins versants en mm

Ga1														
	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans humide	86	83	92	119	145	123	117	117	144	141	122	77	991	44,53
5 ans humide	76	72	84	94	125	102	107	106	121	126	109	71	937	42,10
Moyenne	54	49	56	73	89	75	68	75	78	89	81	56	843	37,85
5 ans sec	27	26	29	33	59	43	35	45	35	49	41	33	733	32,93
10 ans sec	19	23	15	26	35	31	30	34	25	32	31	29	669	30,07
Ga2														
	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans humide	78	80	99	112	132	114	110	114	142	140	122	77	917	20,40
5 ans humide	65	62	76	83	115	96	95	101	114	123	106	68	888	19,75
Moyenne	50	45	52	69	84	70	65	70	75	87	77	52	796	17,70
5 ans sec	28	24	28	32	56	43	35	38	33	47	39	29	666	14,81
10 ans sec	18	19	12	22	35	27	30	32	25	32	30	24	633	14,08
Ga3														
	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans humide	68	75	85	128	135	109	104	111	154	149	116	75	887	38,75
5 ans humide	62	59	72	83	103	94	85	93	134	123	97	63	860	37,56
Moyenne	46	42	49	67	81	68	64	68	79	89	75	48	776	33,89
5 ans sec	28	20	22	29	52	43	38	41	29	36	33	29	668	29,18
10 ans sec	17	15	12	18	39	31	24	29	25	26	22	17	632	27,61
Mo1														
	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans humide	73	74	82	116	122	111	121	120	142	138	117	68	880	15,06
5 ans humide	60	57	70	80	104	92	94	109	114	118	94	62	848	14,50
Moyenne	46	42	47	64	78	70	64	68	74	83	70	48	755	12,92
5 ans sec	23	21	18	31	47	48	37	39	32	43	33	29	631	10,80
10 ans sec	14	14	13	17	39	36	25	33	26	27	27	25	614	10,51
Mo2														
	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans humide	66	72	82	106	125	112	105	115	144	145	122	67	877	31,66
5 ans humide	57	56	69	83	98	87	91	96	116	119	94	63	836	30,16
Moyenne	44	40	46	64	76	66	64	68	75	84	70	47	743	26,83
5 ans sec	24	21	19	29	53	40	37	42	29	37	29	26	636	22,96
10 ans sec	12	16	11	19	36	28	30	33	25	24	22	21	598	26,84
Fu														
	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans humide	73	78	86	107	126	109	105	116	145	145	122	69	882	8,01
5 ans humide	61	58	73	80	106	91	92	94	115	119	96	65	854	7,75
Moyenne	46	41	48	65	79	66	63	67	74	85	71	48	755	6,85
5 ans sec	26	21	22	32	53	40	37	39	29	40	31	26	637	5,78
10 ans sec	16	16	11	19	34	25	30	34	25	27	24	22	604	27,13
Me														
	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans humide	66	72	82	106	125	112	105	115	144	145	122	67	877	13,06
5 ans humide	57	56	69	83	98	87	91	96	116	119	94	63	836	12,44
Moyenne	44	40	46	64	76	66	64	68	75	84	70	47	744	11,07
5 ans sec	24	21	19	29	53	40	37	42	29	37	29	26	636	9,47
10 ans sec	12	16	11	19	36	28	30	33	25	24	22	21	598	8,90
RF														
	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans humide	73	78	86	107	126	109	105	116	145	145	122	69	882	17,56
5 ans humide	61	58	73	80	106	91	92	94	115	119	96	65	854	17,00
Moyenne	45	41	48	65	79	66	63	67	74	85	71	48	754	15,01
5 ans sec	26	21	22	32	53	40	37	39	29	40	31	26	637	12,68
10 ans sec	16	16	11	19	34	25	30	34	25	27	24	22	604	12,03
Bassin du Garon														
	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans humide	74	78	89	116	128	111	113	114	144	136	121	71	911	189,38
5 ans humide	63	60	75	84	109	97	96	100	119	120	98	66	868	180,46
Moyenne	48	44	50	68	82	70	65	70	77	87	75	50	786	163,39
5 ans sec	25	23	22	32	54	48	37	44	31	47	34	31	683	142,07
10 ans sec	17	19	13	20	38	32	29	36	26	27	27	24	634	131,76

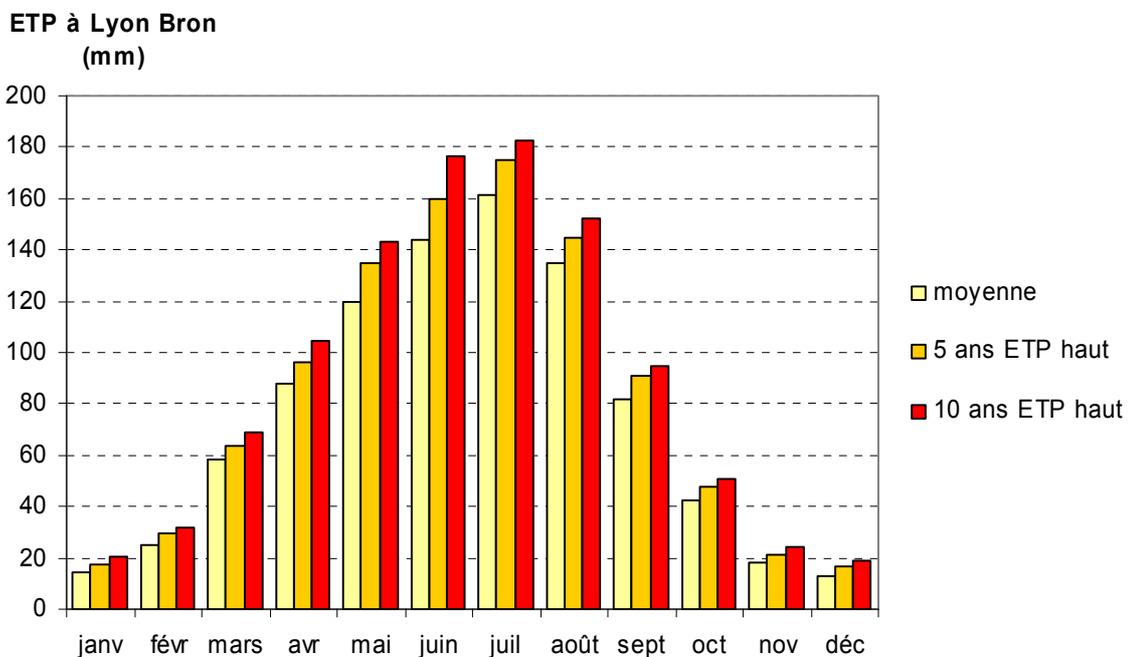
## 2.3 ANALYSE DE L'ETP SUR LE BASSIN

Contrairement à la pluie dont l'analyse était complexe, l'ETP, elle, n'est décrite que par une seule station à proximité du bassin. L'évapotranspiration est donc acceptée identique sur chacun des sous bassins. Son analyse statistique sur 40 ans de mesures est présentée ci-après :

Tableau 5 : Statistique sur l'ETP depuis 1970 sur le bassin du Garon  
(source : météoFrance, station Lyon-Bron 1970-2009)

en mm	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	total
10 ans ETP haut	21	32	69	105	143	176	182	152	94	51	24	19	1068
5 ans ETP haut	17	30	63	97	135	160	175	145	91	48	21	16	998
moyenne	14	25	58	88	119	144	161	135	82	43	18	13	900
5 ans ETP bas	11	21	51	78	103	126	147	123	73	36	15	10	794
10 ans ETP bas	9	19	49	73	98	119	141	121	69	35	14	8	756

Figure 2 : ETP moyenne, 5 ans haut et 10 ans haut sur le bassin du Garon  
(source : météoFrance, station Lyon-Bron 1970-2009)



Précipitation et évapotranspiration de référence sont des données d'entrée du modèle GR2M utilisé pour la modélisation des débits (voir § 4.2).

### 3. ANALYSE DES DONNEES DEBITOMETRIQUES DISPONIBLES

La donnée hydrométrique est une base fondamentale dans une étude de volumes prélevables. Ce paragraphe présente les données disponibles, ainsi qu'une analyse de leur qualité. Cette analyse est basée sur :

- ▶ le recueil et la mise en forme des données hydrométriques depuis la banque Hydro,
- ▶ la consultation du personnel de à la DREAL en charge de l'hydrométrie
- ▶ des visites sur site des stations afin de juger de la qualité hydraulique des stations (stabilité du lit, influence aval...),
- ▶ une analyse des données de jaugeage existantes
- ▶ deux campagnes de mesures de débits

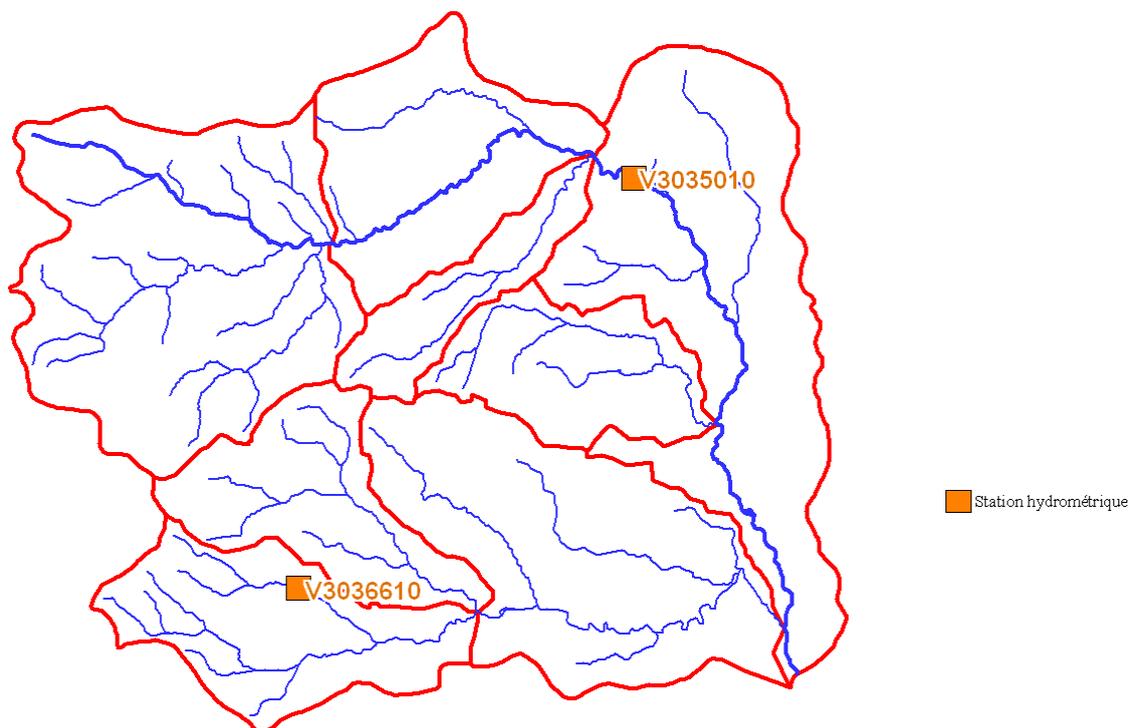
#### 3.1 STATIONS HYDROMETRIQUES EN PLACE

Le bassin du Garon est assez peu équipé en station de mesure des débits : seules deux stations sont disponibles dans la Banque HYDRO (base de données du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, [www.hydro.eaufrance.fr](http://www.hydro.eaufrance.fr)), et aucune n'est encore en fonctionnement actuellement.

##### 3.1.1 Localisation et caractéristiques des stations

La carte ci-dessous montre les stations hydrométriques du bassin (orange).

Carte 3 : Stations hydrométriques sur le bassin versant du Garon



Ces deux stations ne fonctionnent plus depuis des années. Leurs caractéristiques sont rappelées dans le tableau suivant.

**Tableau 6 : Caractéristiques des stations hydrométriques du bassin versant**  
(source : <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

Code Station	Cours d'eau	Commune	Bassin	X	Y	Z	Date début	Date fin	nb d'années complètes de mesures	Gestionnaire	type	qualité (basses, moyennes, hautes eaux)
V3035010	Garon	Brignais (69)	79 km <sup>2</sup>	786931	2079460	230	28/12/1969	08/01/1985	15	Dreal Rhône Alpes	échelle	ok, ok, ok
V3036610	Ruisseau de Fondagny	Saint Didier sous Riverie (69)	4 km <sup>2</sup>	779645	2070459	405	01/01/1988	13/12/1995	4	Dreal Rhône Alpes	échelle	ok, ok, ok

En plus de leur durée de fonctionnement très courte, il faut aussi admettre que lorsque les données sont disponibles, leur exhaustivité et leur fiabilité sont une contrainte. Sur le site hydro.eaufrance, une appréciation des données fournies et de leur fiabilité est proposée. Celle-ci est résumée dans le Tableau 7.

Remarque : Bien que le site de la Banque Hydro place la station V3036610 sur le Ruisseau de Fondagny, elle est en fait sur le Corsenat.

Tableau 7 : Fiabilité des stations hydrométriques disponibles (source <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

Nom Station	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	
V3035010	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	x											
V3036610																		x	■	■	■	■	■	x	x	x	

Qualité des résultats :

■ provisoires	■ invalidés
■ validés bons	■ validés douteux
■ x année incomplète	■ qualité inconnue

La partie suivante porte une analyse critique de la précision des données.

### 3.1.2 Analyse de la précision des stations hydrométriques

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

- ▶ la sensibilité 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 sensibilité du site de mesure pour la gamme de débit considérée.

**En l'absence des courbes de tarage, seul le troisième facteur peut être analysé.**

La sensibilité du site de la mesure dépend du substrat et de la géométrie de la section : un site sur substrat rocheux (non vulnérable à des variations de section par érosion/dépôt) et bien encaissé (pouvant accueillir des hauts débits sans déborder) sera préférable à un lit large, caillouteux et instable. En effet, plus le lit est large, plus l'imprécision sur la hauteur mesurée engendre des imprécisions sur le débit ; et vis et versa, une grande variation de débit sera plus visible sur une section étroite (grande variation de hauteur d'eau) que sur une section large.

Le personnel de la DREAL en charge du suivi des stations hydrométriques a également été contacté pour l'évaluation des stations. Il en ressort que :

- si aucune station hydrométrique n'est en place actuellement, il y a en revanche un projet d'installation d'une nouvelle station.
- l'ancienne station de Brignais, dont les données sont décrites « douteuses », n'était pas très exacte pour les crues, car soumise à des débordements, mais très correcte pour les étiages et les moyennes eaux bénéficiaient d'un contrôle hydraulique stable. Elle a été arrêtée, entre autre car il y avait une bonne corrélation avec les débits de la rivière Yzeron à la station de Craponne (toujours en service). Cette corrélation est testée paragraphe 4.3.

## 3.2 ANALYSE DES DEBITS MESURES AUX STATIONS

Pour chacune des deux stations, une fiche technique synthétise les mesures de débits.

NB : Il faut prendre les résultats de la station du Corsenat avec précaution car l'échantillon de données est très court (seulement 4 années complètes).

### 3.2.1 Débits caractéristiques mesurés à la station hydrométrique sur le Garon à Brignais

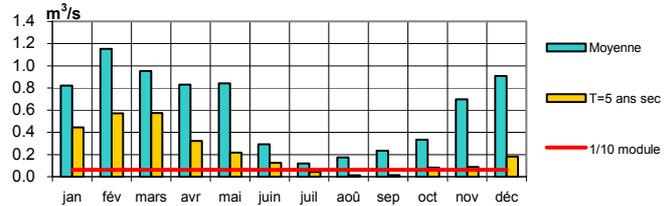
Analyse statistique sur la période 1970-1985

Cours d'eau : Garon  
 Station : V3035510 superficie contrôlée : 79 km<sup>2</sup>  
 Type de débit : OBSERVE

**Débit en m<sup>3</sup>/s**

(F expérimentales)													Annuel		1/10 mod	1/20 mod
	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
Moyenne	0.822	1.151	0.953	0.831	0.842	0.293	0.120	0.174	0.234	0.334	0.698	0.908	0.61	7.72	0.061	0.031
T=5 ans sec	0.446	0.572	0.574	0.323	0.218	0.127	0.045	0.013	0.015	0.082	0.088	0.182	0.42	5.34		
T=2 ans	0.745	0.936	0.763	0.559	0.517	0.194	0.077	0.043	0.069	0.233	0.344	0.933	0.60	7.58		
T= 5 ans humide	1.091	1.731	1.216	0.965	1.253	0.508	0.115	0.131	0.433	0.430	1.116	1.144	0.80	10.18		

(F expérimentales)	QMNA		VCN 30		VCN 10	
	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>
Moyenne (m <sup>3</sup> /s)	0.050	0.6	0.032	0.4	0.022	0.3
T=10 ans sec (m <sup>3</sup> /s)	0.009	0.1	0.008	0.1	0.006	0.1
T=5 ans sec (m <sup>3</sup> /s)	0.009	0.1	0.008	0.1	0.007	0.1
T=2 ans (m <sup>3</sup> /s)	0.043	0.5	0.020	0.3	0.011	0.1
T= 5 ans humide (m <sup>3</sup> /s)	0.081	1.0	0.049	0.6	0.027	0.3



**Apport en Mm3**

(F expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	annuel	Total juin à sept
Moyenne	0.000	3.083	2.306	2.226	2.182	0.784	0.312	0.466	0.628	0.865	1.868	2.354	1.63	2.19
T=5 ans sec	0.000	1.532	1.388	0.864	0.564	0.340	0.117	0.035	0.041	0.211	0.235	0.471	1.13	0.53
T=2 ans	0.000	2.508	1.846	1.496	1.341	0.519	0.198	0.116	0.186	0.604	0.922	2.419	1.60	1.02
T= 5 ans humide	0.000	4.635	2.942	2.586	3.249	1.361	0.299	0.352	1.159	1.114	2.990	2.967	2.15	3.17

### 3.2.2 Débits caractéristiques mesurés à la station hydrométrique sur le Corsenat à Saint Didier sous Rivierie

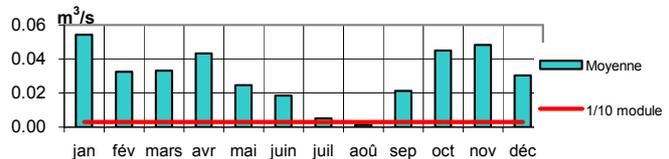
Analyse statistique sur la période 1988-1995

Cours d'eau : Ruisseau de Fondagny  
 Station : V3036610 superficie contrôlée : 4 km<sup>2</sup>  
 Type de débit : OBSERVE

**Débit en m<sup>3</sup>/s**

(F expérimentales)													Annuel		1/10 mod	1/20 mod
	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
Moyenne	0.054	0.033	0.033	0.043	0.025	0.019	0.005	0.001	0.021	0.045	0.048	0.030	0.029	7.331	0.003	0.001
T=2 ans	0.023	0.027	0.016	0.034	0.016	0.010	0.005	0.001	0.003	0.020	0.025	0.021	0.029	7.335		

(F expérimentales)	QMNA		VCN 30		VCN 10	
	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>
Moyenne (m <sup>3</sup> /s)	0.001	0.3	0.001	0.2	0.001	0.1
T=2 ans (m <sup>3</sup> /s)	0.001	0.2	0.001	0.2	0.001	0.1



**Apport en Mm3**

(F expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	annuel	Total juin à sept
Moyenne	0.000	0.087	0.080	0.116	0.064	0.050	0.013	0.004	0.057	0.117	0.129	0.079	0.08	0.12
T=2 ans	0.000	0.073	0.039	0.090	0.041	0.027	0.012	0.003	0.008	0.051	0.066	0.054	0.08	0.05



### 3.3 BILAN DES Jaugeages REALISES SUR LE BASSIN VERSANT

Plusieurs bases de données de jaugeages sont disponibles :

- ▶ Les jaugeages effectués par la DREAL au cours de l'année 1997
- ▶ Les jaugeages effectués par ARALEP en 2006, dans le cadre de l'étude de « suivi de qualité des cours d'eau du département du Rhône » appliquée au bassin versant du Garon
- ▶ Les 2 campagnes de jaugeages effectuées par BRLi en 2010

Rappelons que ces données sont des mesures ponctuelles, qu'elles ont été réalisées avec un matériel hétérogène et qu'elles sont influencées par les prélèvements ayant lieu sur le cours d'eau et dont les débits varient selon les périodes de mesures. Cependant, il est probable que sur les parties amonts du bassin l'impact des prélèvements soit minime étant donné que la majeure partie des prélèvements agricoles proviennent du Rhône et que les prélèvements sur la nappe du Garon se font plus en aval.

Une carte reprend les valeurs en litres/seconde à la fin des descriptions des campagnes.

#### 3.3.1 Jaugeages effectués par la DREAL

La DREAL avait effectué des jaugeages le 22 Juillet 1997. Les données sont disponibles dans son rapport DIREN Rhône-Alpes (S.E.M.A.) Edition du 15 avril 2002.

Le tableau suivant récapitule les localisations et débits mesurés. Il présente également les débits spécifiques associés aux cours d'eau.

Tableau 8 : Mesures réalisées par la DREAL le 22/07/1997 et débits spécifiques associés

	N°	Cours d'eau	Commune	Localisation	BV (km <sup>2</sup> )	Débit (l/s)	Débit spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )	QMNA5 (l/s)	QMNA5 l/s/km <sup>2</sup>
Garon et affluents amont Chaponost	363	Le Garon	Thurins	Au niveau de la Herse	14.4	10	0.7	4	0.3
	359	Le Garon	Thurins	Aval Thurin, au niveau de la Valette	45.6	34	0.7	14	0.3
	360	Le Garon	Chaponost	Aval Malataverne au niveau de Corrandin	65.8	28	0.4	12	0.2
Garon et affluents aval Chaponost	361	Le Garon	Brignais	Amont de Brignais niveau auberge du Garon	78.9	29	0.4	12	0.2
	362	Le Garon	Brignais	Aval Brignais	87.6	32	0.4	14	0.2
Mornantet et affluents	364	Le Momantet	Chassagny	Aval de Chassagny à "la Marlinche"	56	11	0.2	6	0.1

Les débits spécifiques permettent de comparer la productivité des différents sous bassins versants. Ils donnent ainsi des indications sur leur comportement hydrologique et sur les similitudes/différences qui existent entre les différents secteurs.

Les débits spécifiques retrouvés sur les deux points les plus en amont sur le Garon sont proches de 0.7 l/s/km<sup>2</sup>. Plus en aval, il semble que les débits spécifiques soient inférieurs et descendent autour de 0.4 l/s/km<sup>2</sup>. Sur le Mornantet, le débit spécifique retrouvé est encore plus faible, puisqu'il est de l'ordre de 0.2 l/s/km<sup>2</sup>.

Les mesures de la DREAL montrent une diminution des débits du Garon entre Thurins et l'amont de Brignais, puis une augmentation entre l'amont et l'aval de Brignais.

### 3.3.2 Campagnes de jaugeages effectuées par BRLi au cours de l'étiage 2010

Deux campagnes de mesure de débit ont été menées par BRLi dans la première quinzaine du mois d'août et début octobre 2010 afin de mieux connaître les écoulements dans le bassin. Les résultats sont les suivants :

Tableau 9 : Bilan des jaugeages réalisés par BRLi

	N°	Cours d'eau	Commune	Localisation	BV (km <sup>2</sup> )	1ere campagne 12-13/08/2010		2nde campagne 01/10/2010	
						Débit (l/s)	Débit spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )	Débit (l/s)	Débit spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )
Garon et affluents (amont Chaponost)	1	Artilla	Thurins	Juste avant la confluence avec le Garon	15	19,6	1,3	27,5	1,9
	2	Garon	Thurins	Avant la confluence avec l'Artilla	12	11,4	1,0	20,4	1,7
	3	Ruisseau de Cartelier	Thurins	Juste avant la confluence avec le Garon	14	13,7	1,0	48,8	3,6
	4	Garon	Thurins	Après la fermeture du BV GA1	45	49,5	1,1	96	2,1
Garon et affluents (de Chaponost à la confluence au Rhône)	5	Furon	Soucieu en Jarrest	Juste avant la confluence	9	1	0,1	12,7	1,4
	6	Garon	Brignais	Après la fermeture du BV Ga2 et la confluence du Furon	80	67,3	0,8	176	2,2
	7	Garon	Brignais	Entre Brignais et Vourles	89	55	0,6	187	2,1
	8	Merdanson de Chaponost	Vourles	Juste avant la confluence avec le Garon	12	26	2.1 *	27,8	2,3
	9	Garon	Millery	Après la carrière	128	0	0,0	44	0,3
	10	Garon	Grigny	Juste avant la confluence avec le Mornantet	133	0	0,0	16	0,1
Mornantet et affluents	11	Ruisseau de Fondagny	Mornant	Fermeture du BV RF (juste avant confluence avec le Mornantet)	20	6,2	0,3	25,9	1,3
	12	Mornantet	Mornant	Fermeture de Mo1, juste avant la confluence avec le Ruis. De fondagny	17	5,1	0,3	23,1	1,4
	13	Mornantet	St Andreol le Château	Juste après la confluence du Mornantet et du ruisseau de Fondagny	37	13,1	0,4	49	1,3
	13	Mornantet	Givors	Juste avant la confluence avec le Garon	73	12	0,2	71	1,0

\* attention : influence d'un rejet important qui alimente le ruisseau

Ces campagnes mettent en évidence **une forte chute des débits du Garon entre Brignais et son exutoire** dans le Rhône, avec des assecs en période de basses eaux. En effet, en août, alors que le débit du Garon est de plus de 67 l/s après sa confluence avec le Furon, il chute à 55 l/s à l'aval de Brignais et, plus en aval, alors que le Merdanson de Chaponost lui apporte 26 l/s supplémentaires, il tombe à 20-30 l/s en amont de la carrière de Millery, et connaît un assec à l'aval de la carrière. En octobre, les mêmes phénomènes sont constatés, sans atteindre d'assecs. Les affluents (Ruisseau du Chéron par exemple) sont également à sec en août.

### 3.3.3 Campagnes de jaugeages d'ARALEP, 2006

Au cours de l'étude de Suivi de la Qualité des cours d'eau, ARALEP a réalisé des mesures de débits en différents points du bassin versant. La localisation des points choisis s'est faite sur des critères optimisant le suivi de la qualité de l'eau et non l'estimation quantitative de la ressource. Les bassins versants associés à chaque point de mesures ne sont pas précisés dans l'étude ; ils ont été calculés par SIG.

Le tableau suivant récapitule les valeurs des jaugeages réalisés au cours des 4 campagnes (les débits spécifiques ont été calculés dans le cadre de la présente étude).

Tableau 10 : Bilan des jaugeages réalisés par ARALEP

	N° point	Cours d'eau	Débits mesurés en l/s				Surf du BV associé (km²)	Débits spécifiques en l/s/km²			
			juin-06	juil-06	août-06	nov-06		juin-06	juil-06	août-06	nov-06
Garon et affluents (amont Chaponost)	G 1	Garon		22	34		12	-	1.9	2.9	-
	A 2	Artilla		16	33		7	-	2.3	4.8	-
	Ro 3	Rontalon		32	65		9	-	3.7	7.5	-
	Ro 4	Rontalon		36	44		14	-	2.6	3.2	-
	G 5	Garon		48	113		45	-	1.1	2.5	-
	G 6	Garon		77	68		56	-	1.4	1.2	-
	G 7	Garon		75	75	112	679	64	1.17	1.17	1.74
Garon et affluents (de Chaponost à la confluence a Rhône)	Fu 8	Furon		<1	<1		9	-	0	0	-
	G 9	Garon		64	143		79	-	0.8	1.8	-
	G 10	Garon	50	50	176	788	88	0.6	0.6	2.0	8.9
	Me 11	Merdenson		3	10		4	-	0.8	2.6	-
	Me 12	Merdenson		67	92		12	-	5.5	7.5	-
	G 13	Garon		a sec	100		107	-	0	0.9	-
	G 14	Garon		Flaques (Q=0)	Flaques (Q=0)		130	-	0	0	-
G 15	Garon	A sec	Flaques (Q=0)	A sec	282	133	0	0.0	0	2.1	
Mornantet et affluents	Mo 16	Mornantet		14	<1		12	0	1.2	0	0
	Co 17	Condamines	<1	3	<1	12	1	0	2.7	0	10.9
	Mo 18	Mornantet		31	<1		17	-	1.8	0	-
	Fo 19	Fondagny		26	2		20	-	1.3	0.1	-
	Jo 20	Jouan	A sec	Flaques (Q=0)	A sec	15	8	0	0.0	0.0	1.9
	Mo 21	Mornantet		45	5		50	0	0.9	0.1	0
	Mo 22	Mornantet		22	1		55	0	0.4	0.0	0
	Br 23	Broulon		Flaques (Q=0)	Flaques (Q=0)		4	-	0	0	-
	Br 24	Broulon		5	2		6	-	0.8	0.31	-
	Br 25	Broulon	A sec	a sec	A sec	2	10	0	0	0.0	0.2
Mo 26	Mornantet		13	<1		73	-	0.2	0	-	

Comme lors des campagnes 2010 menées par BRLi, les débits mesurés sur le Garon croissent de l'amont jusqu'à Chaponost, puis diminuent au niveau de Brignais, jusqu'à la confluence au Rhône.

Au mois de juillet, les débits spécifiques de la partie amont du Garon sont légèrement supérieurs, mais restent proches de ceux retrouvés sur la partie amont du Mornantet (Mo16, Co17, Mo18, Fo19). Sur la campagne d'août, les débits sont au contraire très élevés sur la partie amont du Garon et très faibles voir nuls sur l'ensemble du Mornantet et de ces affluents.

### 3.3.4 Synthèses des jaugeages

La Carte 4 reprend les valeurs de débits mesurés par BRL, la DREAL et ARALEP sur le Garon et ses affluents.

D'après les informations présentées, il en ressort que

- la partie amont-médiane du bassin du Garon est plus productive que son aval (débits spécifiques constants jusqu'à Brignais puis ensuite décroissants),
- à partir de l'aval de la carrière de Millery, toutes les campagnes ont identifié des assecs, sauf en octobre 2010,
- la partie sud du bassin (Mornantet et affluents) est moins productive également.





Cette partie donne d'abord les éléments de compréhension sur la naturalisation des débits en général, discute ensuite l'évaluation de l'impact des prélèvements, puis présente les approches choisies pour chaque point de référence et propose enfin une analyse des résultats de débits naturels obtenus.

## 4.1 NATURALISATION DES DEBITS INFLUENCES

Le débit naturel correspond au débit qui coulerait dans la rivière en l'absence de régulation et de prélèvements.

$$Q_{nat} = Q_{inf} + \Delta R_{régulation} + \text{Impacts des Prélèvements}$$

Avec :

- ▶  $Q_{nat}$  = le débit naturel reconstitué (=débit influencé – estimation des prélèvements),
- ▶  $Q_{inf}$  = le débit influencé (mesuré au point considéré),
- ▶  $\Delta R_{régulation}$  = la variation de stock d'eau dans le barrage existant = Q sortant – Q entrant,
- ▶ Impacts des Prélèvements = le prélèvement net global sur le cours d'eau à l'amont du point de référence.

### QUELS TERMES DE PRELEVEMENTS UTILISER ? QUANTIFICATION DE L'EFFET DES PRELEVEMENTS SUR LES COURS D'EAU ?

Les prélèvements ont été estimés en phase 1 de la présente étude. L'impact de ces prélèvements sur le débit du cours d'eau doit maintenant être étudié afin de pouvoir reconstituer les débits naturels.

Les prélèvements superficiels ont un impact direct sur les cours d'eau, l'intégralité du prélèvement est effectivement retiré au cours d'eau.

L'effet sur le réseau hydrographique de surface des prélèvements souterrains (notamment AEP) sont plus difficiles à cerner. Les données hydrogéologiques (voir rapport de Phase 1 – Rapport B sur l'hydrogéologie) montrent une déconnexion hydraulique entre la nappe et les cours d'eau de surface dans la partie de la nappe à l'amont du seuil des Mouilles. Pour le compartiment à l'amont du seuil des Mouilles, les données hydrogéologiques font état d'une incertitude sur d'éventuelles relations entre la nappe du Garon et les sources de la Mouche. Les données récentes tendent à laisser penser que ces sources sont directement ou indirectement influencées par la piézométrie de la nappe. Ce qui implique qu'une modification des prélèvements sur le compartiment amont induirait une modification des flux vers le compartiment aval (et donc indirectement une diminution de la contribution de la nappe vers le cours d'eau dans sa partie aval) mais aussi probablement une diminution du débit des sources de la Mouche. Pour le compartiment aval, les données hydrogéologiques montrent un fonctionnement classique de type nappe alluviale d'accompagnement. Une modification des prélèvements dans ce secteur de la nappe se traduira nécessairement sur les débits de soutien d'étiage au Garon.

L'effet des prélèvements souterrains va varier en fonction de leur position par rapport au seuil des Mouilles :

- ▶ A l'amont : aucun impact sur les cours d'eau superficiels situés au dessus de cette partie de la nappe, mais un effet à retardement est possible sur l'aval du cours d'eau
- ▶ A l'aval : la nappe alimente les cours d'eau en période d'étiage, une modification des prélèvements se fait donc ressentir en surface.

La quantification de l'impact des modifications des prélèvements sera connu à l'issu des simulations réalisées par BURGEAP.

## 4.2 ESTIMATION DE LA RESSOURCE SUPERFICIELLE : ELEMENTS DE METHODOLOGIE

Sur les bassins équipés de station hydrométrique, l'estimation de la ressource superficielle a été réalisée par une modélisation en deux étapes :

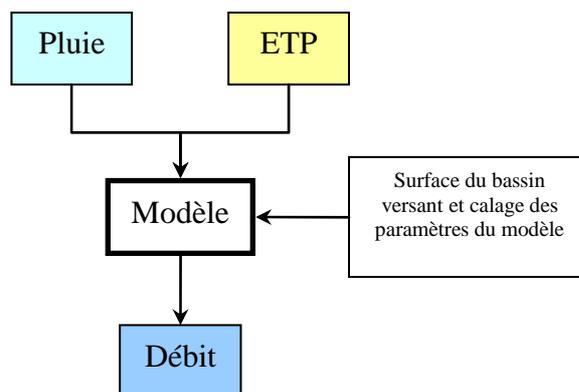
- ▶ calage des paramètres du modèle Pluie-ETP-Débit, avec les données disponibles de débits mesurés aux stations, de données climatiques et de prélèvements ;
- ▶ mise en routine du modèle réutilisant les paramètres calés pour une reconstitution adaptée et spécifique des débits sur la période 1970-2009, (voir description GR2M ci-dessous).

Pour les sous bassins non équipés, des stratégies doivent être étudiées au cas par cas : corrélation, extrapolation, homothétie...

La localisation des stations de mesure, la disponibilité des données de base et la facilité d'utilisation de GR2M décident au cas par cas de l'utilisation d'une des méthodes. On a noté que les données hydrométriques ne sont pas exhaustives. Cela a posé un sérieux problème pour le calage du modèle GR2M qui requiert un minimum acceptable de 3 années de données.

### 4.2.1 Description du modèle GR2M

GR2M est un modèle pluie-ETP-débit à l'échelle mensuelle avec deux paramètres. Il a été développé par le CEMAGREF (travaux de Mouelhi, Michel, Perrin et Andreassian). Cet outil est capable de transformer, à l'échelle d'un bassin versant donné, le signal « précipitations » et le signal « évapotranspiration » en un signal « débit à l'aval du sous-bassin versant ».



Le croisement des données de pluviométrie et d'évapotranspiration avec les données de débits naturels sur au moins trois ans permet de caler les 2 paramètres du modèle pour le bassin versant considéré.

Le calage du modèle se fait de façon à maximiser le critère de Nash (Nash et Sutcliffe, 1970). Ce critère est sans dimension et est défini par :

$$Nash = \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \hat{Q}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2} \right] \times 100$$

où  $Q_i$  et  $\hat{Q}_i$  sont respectivement les débits observés et simulés durant la période de calage; et où  $\bar{Q}$  est la moyenne des débits simulés. Si le critère de Nash est de 100%, l'ajustement est parfait, par contre s'il est négatif, le débit calculé par le modèle est une plus mauvaise estimation que le simple débit moyen.

Un calage maximisant Nash ( $\sqrt{Q}$ ) ou Nash(ln(Q)) permet de diminuer l'influence des forts débits et d'obtenir ainsi un meilleur calage des faibles débits, au contraire les estimations des forts débits sont moins précises.

Pour la présente étude, afin de l'optimiser, le calage a donc été réalisé en maximisant soit le Nash(Q), soit le Nash( $\sqrt{Q}$ ), soit le Nash(lnQ), selon l'observation graphique des résultats des différents calages.

Une fois les deux paramètres du modèle calés, les données de pluie et d'évapotranspiration permettent de modéliser les débits naturels sur toute la période de leur disponibilité. En règle générale, ces données sont disponibles sur de longues périodes, ce qui est rarement le cas des débits des stations considérées. L'utilisation d'un modèle pluie-débit permet donc d'étendre considérablement la période d'étude.

Ce modèle sera utilisé pour modéliser les débits naturels aux différents points du bassin versant où les débits influencés sont connus sur une période de longueur suffisante pour le calage (c'est-à-dire où il existe une station hydrométrique).

## 4.2.2 Incertitudes

L'approche conduite ici présente des incertitudes, inhérentes à toute approche quantitative en hydrologie.

### SOURCES DES INCERTITUDES

Selon les points considérés, les sources d'incertitude seront différentes.

Pour les points pour lesquels nous avons utilisé une station de mesure existante ou ayant existé :

- ▶ *Incertitudes sur la connaissance des débits mesurés* : l'analyse de ce point a été présentée en détail au paragraphe 3 pour les différentes stations. Globalement, les séquences retenues présentent une assez bonne précision en étiage, mais sont peu fiables pendant les crues dans le cas de la station de Brignais. On peut estimer que la marge d'erreur globale est de l'ordre de 10 à 20 %, à nuancer selon les stations.
- ▶ *Incertitudes sur les éléments de désinfluencements pour calculer les débits naturels* :

- connaissance des prélèvements : les prélèvements sont majoritairement liés aux plans d'eau et retenues. Les connaissances sur l'usage de ces nombreux plans d'eau sont restreintes, l'utilisation de ces retenues pour l'irrigation restent donc très approximative. Par ailleurs, en l'absence des courbes hauteur-volume de chacune d'entre elle, l'estimation de l'évaporation à la surface des plans d'eau reste approximative. On peut estimer que la marge d'erreur est d'au moins 20 à 30 %.
- ▶ *Incertitudes sur les données d'entrée climatiques du modèle pluie-débit*  
Les lames d'eau sont des données spatialisées à partir de données ponctuelles.
- ▶ *Incertitudes sur le calage du modèle pluie-débit et les corrélations entre stations*  
Le modèle est calé sur quelques années. Les calages observés dans le cas du bassin du Garon sont corrects (étant donné les valeurs des critères de Nash), cependant il demeure toujours une imprécision.
- ▶ *Incertitudes sur le calcul des quantiles*  
L'approche retenue ici est un calcul en quantile expérimental. On considère que les séries sont assez longues pour fournir de bons indicateurs des quantiles dans les temps de retour peu rares qui sont manipulés (5 à 10 ans).
- ▶ *Incertitudes sur les interactions nappes – cours d'eau*  
On a procédé à des analyses globales des retours dans les cours d'eau pour l'étiage mais sans pouvoir donner leurs évolutions au cours de l'année ni décrire précisément l'inertie des systèmes en jeu.

Pour les points de référence qui ne sont pas attachés à une station hydrométrique, il y a des sources d'incertitudes supplémentaires : les méthodes employées (homothétie, répartition à dire d'expert de la ressource entre sous-bassins contributeurs, ...) , en l'absence de points de calage par des mesures répétées, restent approximatives.

### ORDRE DE GRANDEUR GLOBAL DE L'INCERTITUDE

Il est très délicat de quantifier chaque source d'incertitude et l'incertitude globale qu'on a ici sur la ressource naturalisée. De plus, l'incertitude ne peut le plus souvent se résumer à un seul chiffre.

En particulier :

- ▶ plus on va zoomer dans l'espace (plus les bassins étudiés seront de taille réduites) plus l'incertitude sera élevée (en particulier dans l'approche des précipitations),
- ▶ plus les valeurs manipulées vont être petites, plus les erreurs relatives vont être importantes : on a ainsi des erreurs relatives plus importantes pour les débits des mois d'étiage que pour les débits des mois moyens (on peut également retrouver des erreurs importantes sur les débits très élevés).

On peut tenter de donner les éléments suivants :

Sur les bassins jaugés, la connaissance des modules reste certainement très correcte et l'erreur relative inférieure à 15 - 20 % . Pour les débits d'étiage, étant donné les incertitudes sur les mesures des débits influencés, les prélèvements, etc ... , l'erreur doit pouvoir atteindre 30 % ou plus.

Sur les bassins non jaugés, les ordres de grandeur des modules restent certainement corrects quand la mise en parallèle avec un bassin jaugé est possible (bassins de taille, de géologie, de couvertures, ... proches). Sur les débits d'étiage, les erreurs relatives peuvent être très élevées si aucune mesure non influencée n'est disponible.

### FAIRE AVEC L'INCERTITUDE ...

L'étude a été l'occasion d'un gros travail de collectes de données, sur la ressource, les prélèvements et sur les données climatiques. L'essentiel de l'information disponible, pour les aspects quantitatifs, sur la ressource ou ses usages a été collecté et intégré dans l'étude.

Il est bien sur toujours possible de faire mieux, en particulier en terme de mesures ponctuelles de débits pour valider ou invalider les approximations faites. Les étiages à venir pourront être, en dehors de l'étude, l'occasion de campagnes complémentaires qui feront progresser la connaissance.

Faut il pour autant attendre de tout connaître pour décider ? Non, nous semble-t-il.

D'abord parce qu'on ne cernerait jamais un système aussi complexe qu'un bassin versant, ensuite, et surtout, parce qu'il est possible de décider malgré l'incertitude :

- les ordres de grandeurs sont relativement bien connus,
- les moyens de contrôle restent aussi soumis à des incertitudes : une mesure de débit en étiage restera toujours entachée d'une erreur d'au moins 10 à 15 %,
- les décisions prises pourront être « confrontées au réel » en procédant à des suivis réguliers et de ce fait éventuellement réajustées.

### **4.2.3 Stratégie d'estimation de la ressource aux points de référence**

Le niveau d'instrumentalisation des cours d'eau et la disponibilité des données obligent à mener des méthodes différentes aux trois points de référence. Celles-ci sont présentées synthétiquement dans le Tableau 11 et sont détaillées par la suite.

Tableau 11 : Méthodes d'estimation de la ressource aux points de référence

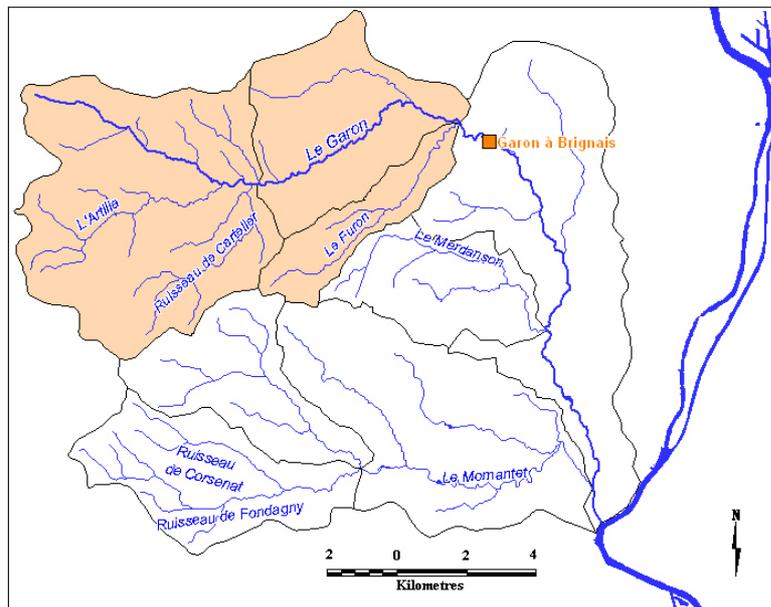
Point de référence	Station hydrométrique associée	Position de la station	Constats	Méthodes d'estimation proposées
Le Garon à Brignais	Le Garon à Brignais	même endroit	$Q_{\text{Garon-Brignais}}$ suivi de 1970 à 1985, qualité douteuse	<b>METHODE A</b> => recherche de la meilleure relation $Q_{\text{Garon-Brignais}} = f(Q_{\text{Yzeron-Craponne}})$ => estimation du $Q_{\text{Garon-Brignais}}$ de 2003-2009 influencé => désinfluencement de 2003 à 2009 avec les prélèvements => calage de GR2M de 2003-2009 ou <b>METHODE B</b> => impacts des retenues de 1970 à 1985 => désinfluencement de 1970 à 1985 => calage GR2M de 1970 à 1985  <b>PUIS</b> => modélisation 1970-2009 => <b>débit naturel du Garon à Brignais connu de 1970 à 2009</b>
			$Q_{\text{Yzeron-Craponne}}$ suivi de 1970 à 2009	
			stations Brignais et Craponne connues pour être corrélées	
			Prélèvements connus 2003-2009	
			historique d'implantation des retenues ( $S_{\text{retenue}}$ , $V_{\text{retenue}}$ , $\text{Date}_{\text{retenue}}$ )	
			Données climatiques 1970-2009	
Le Garon à Thurins	x	x	les débits spécifiques déduits des campagnes de mesures sont semblables	=> $Q_{\text{Garon-Thurins}} = Q_{\text{Garon-Brignais}} * S_{\text{Garon-Thurins}} / S_{\text{Garon-Brignais}}$ => <b>débit naturel du Garon à Thurins connu de 1970 à 2009</b>
Le Mornantet à Mornant	La Madone	en amont, sur le Corsenat	$Q_{\text{Mornantet-Mornant}} = f(Q_{\text{Corsenat-Madone}})$ par relation amont-aval	<b>METHODE A</b> => $Q_{\text{Corsenat-Madone}}$ mesuré de 1988 à 1995 = $Q_{\text{Corsenat-Madone}}$ naturel de 1988 à 1995 => calage de GR2M de 1988 à 1995 => modélisation 1970-2009 => <b>débit naturel du Corsenat à La Madone connu de 1970 à 2009</b> <b>PUIS</b> => $Q_{\text{Mornantet-Mornant}} = Q_{\text{Corsenat-Madone}} * S_{\text{Mornantet-Mornant}} / S_{\text{Corsenat-Madone}}$ => <b>débit naturel du Mornantet à Mornant connu de 1970 à 2009</b>  <b>METHODE B</b> $Q_{\text{Mornantet-Mornant}} = Q_{\text{Garon-Thurins}} * S_{\text{Mornantet-Mornant}} / S_{\text{Garon-Thurins}}$ => <b>débit naturel du Mornantet à Mornant connu de 1970 à 2009</b>
			$Q_{\text{Corsenat-Madone}}$ suivi de 1988 à 1995, bonne qualité	
			Prélèvements connus de 2003-2009 : négligeables à l'amont de la station	
			Données climatiques 1970-2009	
			Ga1 et Mo1 & RF ont des similitudes : -amont du bassin -sur plateau -couverture de sol -réseaux hydrographiques chevelus	
Le Mornantet à Givors	x	x	les débits spécifiques déduits des campagnes de mesures sont similaires	=> $Q_{\text{Mornantet-Givors}} = Q_{\text{Mornantet-Mornant}} * S_{\text{Mornantet-Givors}} / S_{\text{Mornantet-Mornant}}$ => <b>débit naturel du Mornantet à Givors connu de 1970 à 2009</b>

## 4.3 ESTIMATION DE LA RESSOURCE SUPERFICIELLE - ETAPES POUR CHACUN DES POINTS DE REFERENCE

### 4.3.1 Estimation de la ressource sur le Garon à Brignais

#### LOCALISATION DU POINT DE REFERENCE

La station de Brignais enregistre les débits du Garon, dans sa partie médiane. Les bassins drainés en ce points sont : Ga1, Ga2 et Fu dans leur totalité, ainsi que une petite zone amont de Ga3 qui pourra être négligée.



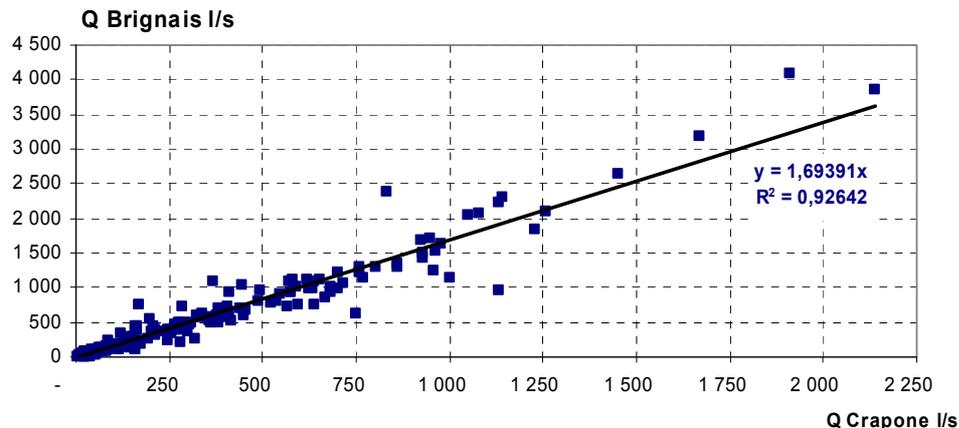
D'après le personnel de la DREAL interrogé, la station de Brignais a été arrêtée, entre autre parce qu'elle présentait une bonne corrélation avec les débits mesurés sur l'Yzeron à la station de Craponne. Vu l'absence de données hydrométriques fiables sur le Garon, cette corrélation avec l'Yzeron a été étudiée ici pour valider l'utilisation des informations de l'Yzeron pour la détermination de l'hydrologie du Garon.

#### METHODE A : DE L'ESTIMATION DU GARON SUR 2003-2009 PAR CORRELATIONS AU CALAGE DE GR2M

Une première relation a été testée en considérant tous les couples de débits mensuels des deux stations de Brignais et de Craponne.

Les résultats sont présentés dans la Figure 3.

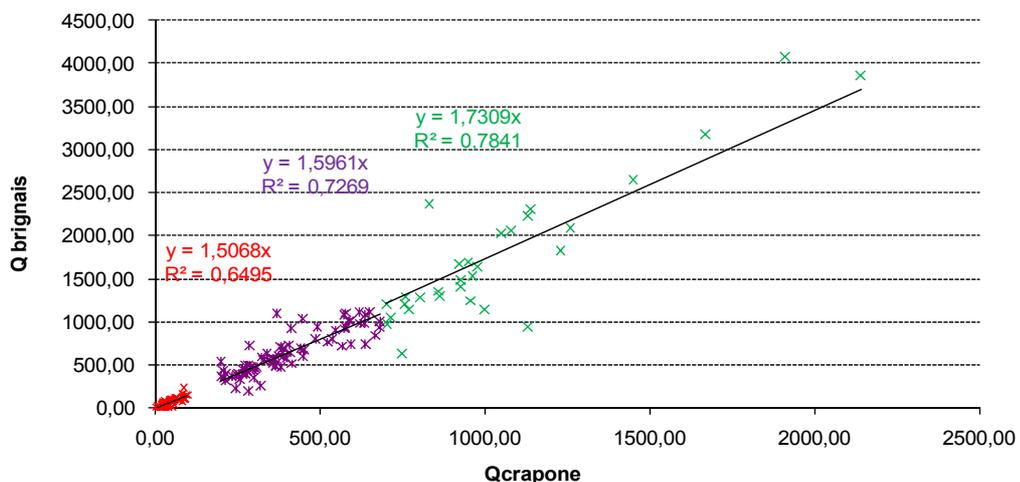
Figure 3 : Corrélation simple entre les stations de Brignais et de Craponne (débits mensuels)



Avec 180 couples de données, la relation  $Q_{\text{Garon-Brignais}} = 1,69 \cdot Q_{\text{Yzeron-Craponne}}$  a un coefficient de détermination de  $R^2=0,92$ .

Une meilleure corrélation a été cherchée en distinguant des classes de débits pour lesquelles le Garon à Brignais et l'Yzeron à Craponne seraient mieux corrélées (avec un  $R^2$  plus grand). En théorie, ce classement permet d'affiner la relation pour des débits d'étiage, des débits moyens et des débits de crues. Plusieurs distinctions de classes ont été testées et la plus satisfaisante est présentée dans la figure suivante.

Figure 4 : Corrélation par classes entre les stations de Brignais et de Craponne (débits mensuels)

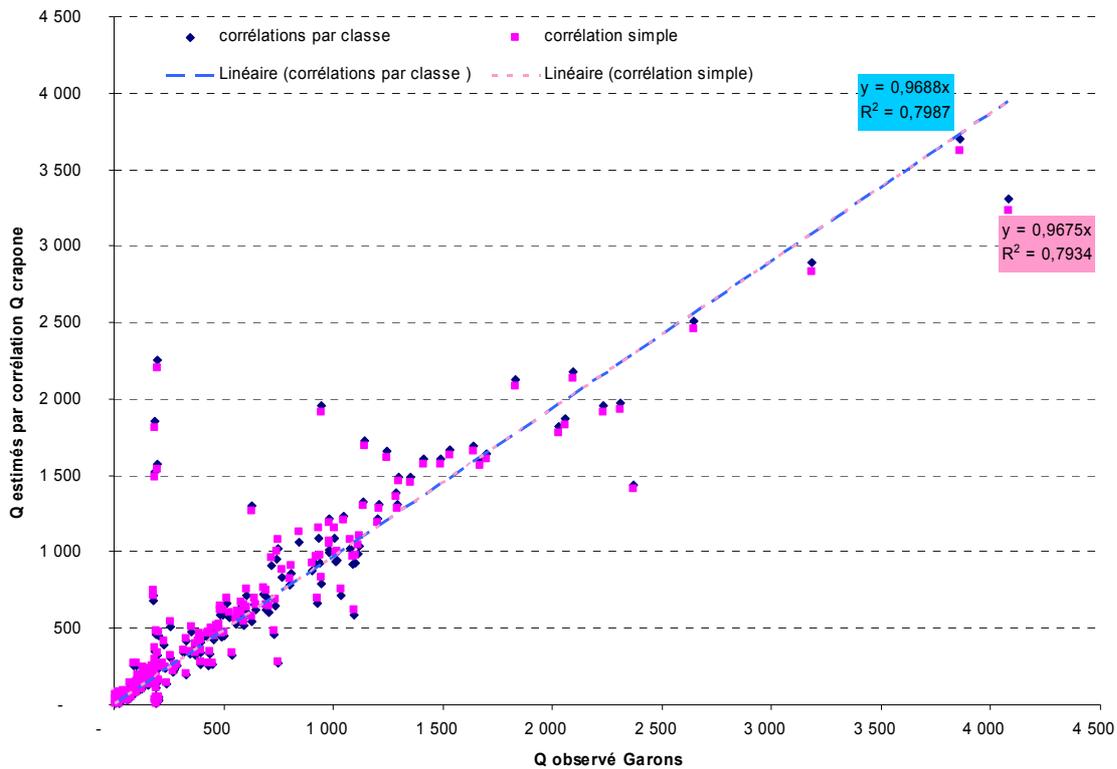


L'évaluation de ces corrélations donne des résultats au premier abord moins bons :

- ▶ La classe  $Q_{\text{Craponne}} [0 ; 100 \text{ L/s}]$  comporte 52 couples,  $R^2=0,65$
- ▶ La classe  $Q_{\text{Craponne}} [100 ; 700 \text{ L/s}]$  comporte 98 couples,  $R^2=0,73$
- ▶ La classe  $Q_{\text{Craponne}} [700 ; \infty \text{ L/s}]$  comporte 30 couples,  $R^2=0,78$

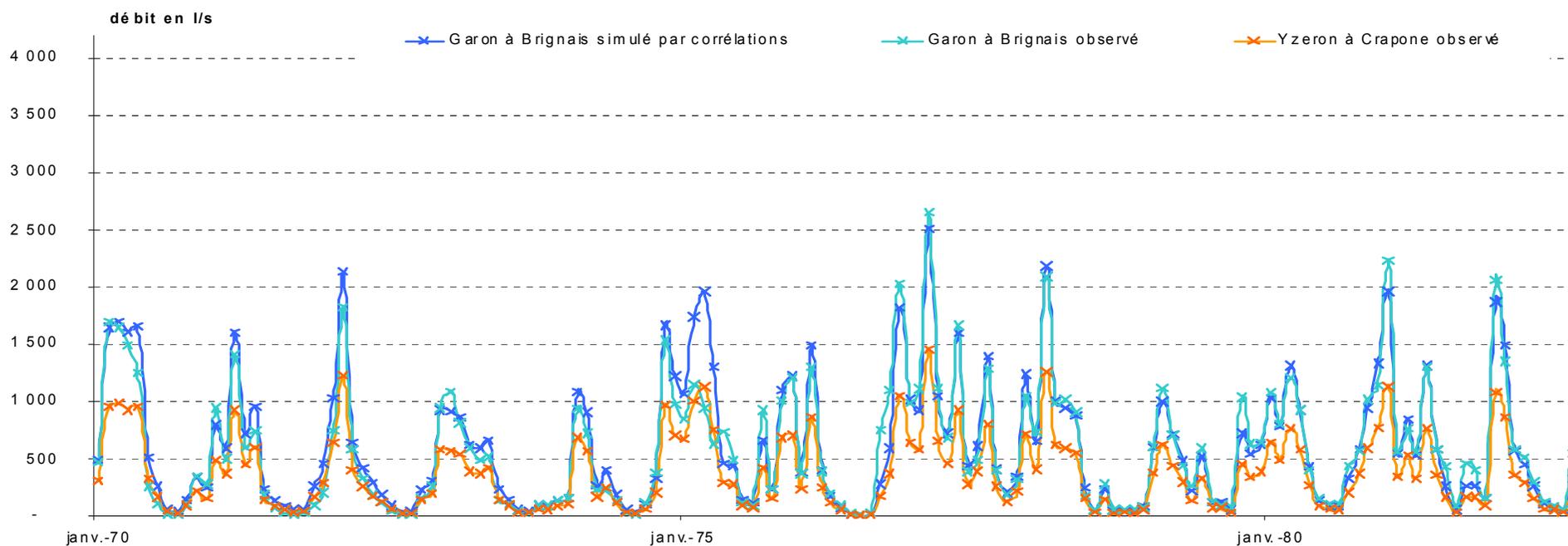
Mais en essayant d'évaluer les estimations des débits du Garon non pas par rapport à leur corrélation avec l'Yzeron mais par rapport aux données de débits effectivement mesurées sur le Garon à Brignais, il en ressort, comme le montre la figure suivante, que la corrélation par classe donne une estimation du Garon plus proche des mesures que la corrélation simple.

Figure 5 : Comparaison des deux types de corrélation (période 1970-1985)



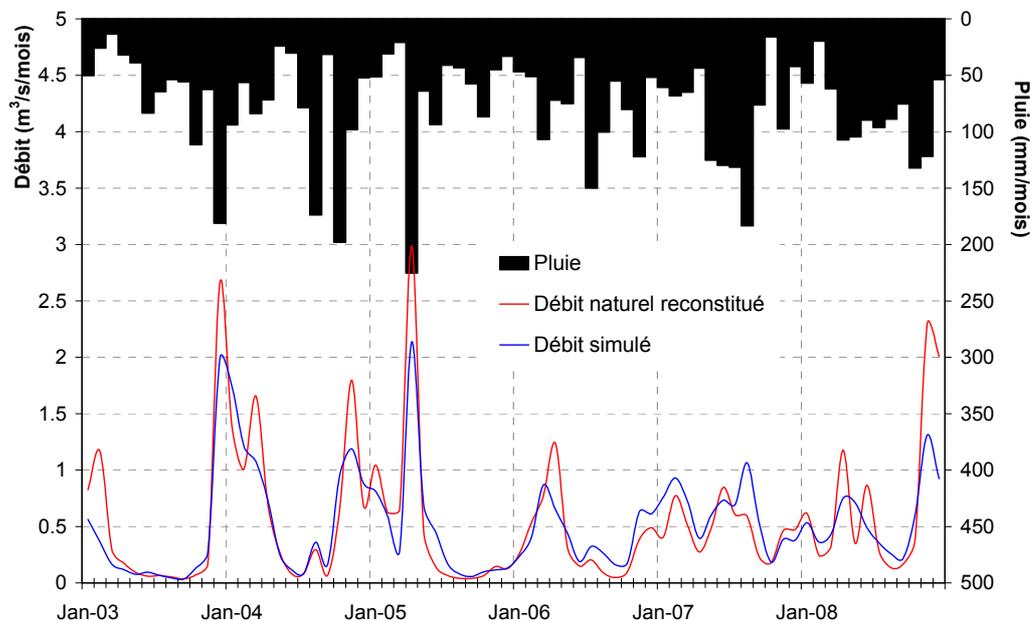
L'estimation du Garon selon la corrélation par classe est donc gardée. La figure suivante montre le débit mesuré sur le Garon à Brignais, celui mesuré de l'Yzeron à Craponne et le débit estimé du Garon à Brignais par la seconde relation trouvée. Il en ressort que les débits estimés et mesurés du Garon sont très proches sur la période de mesure, ce qui conforte les relations trouvées.

Figure 6 : Comparaison des débits mesurés (Brignais, Craponne) et estimés (Brignais)



Le débit est ensuite naturalisé en additionnant les impacts des prélèvements sur la période 2003-2009. Le calage de GR2M est réalisé sur le débit, avec un critère de Nash(Q) = 77,4 %. Les résultats de la simulation sont illustrés sur le graphe ci-dessous :

Figure 7 : Pluies, débit naturel reconstitué et débit simulé à Brignais par calage sur Q, entre janvier 2003 et décembre 2008



## METHODE A : RESULTATS

### Analyse statistique sur la période 1970-2009

Cours d'eau : Garon

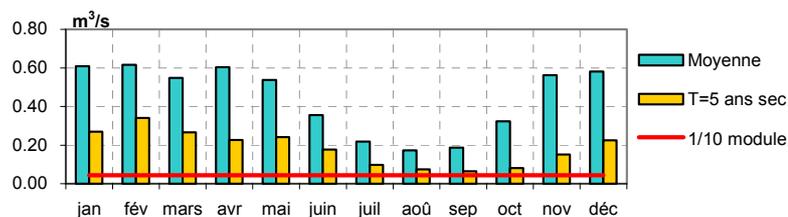
Station : V3035510 superficie contrôlée : 79 km<sup>2</sup>

Type de débit : NATUREL RECONSTITUE PAR SIMULATION (estimé de 2003 à 2009 par corrélation par classes)

### Débit en m<sup>3</sup>/s

(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Annuel		1/10	1/20
													m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
Moyenne	0.61	0.62	0.55	0.60	0.54	0.36	0.22	0.17	0.19	0.32	0.56	0.58	0.44	6	0.04	0.02
T=10 ans sec	0.17	0.30	0.22	0.17	0.17	0.14	0.09	0.05	0.05	0.05	0.07	0.08	0.29	4		
T=5 ans sec	0.27	0.34	0.27	0.23	0.24	0.18	0.10	0.07	0.06	0.08	0.15	0.23	0.32	4		
T=2 ans	0.52	0.55	0.49	0.47	0.43	0.27	0.17	0.13	0.12	0.23	0.38	0.50	0.45	6		
T= 5 ans humide	0.89	0.87	0.84	0.74	0.71	0.55	0.32	0.24	0.27	0.51	0.83	0.88	0.57	7		
T=10 ans humide	1.07	1.04	0.96	0.92	0.95	0.72	0.35	0.28	0.38	0.61	1.25	1.09	0.61	8		

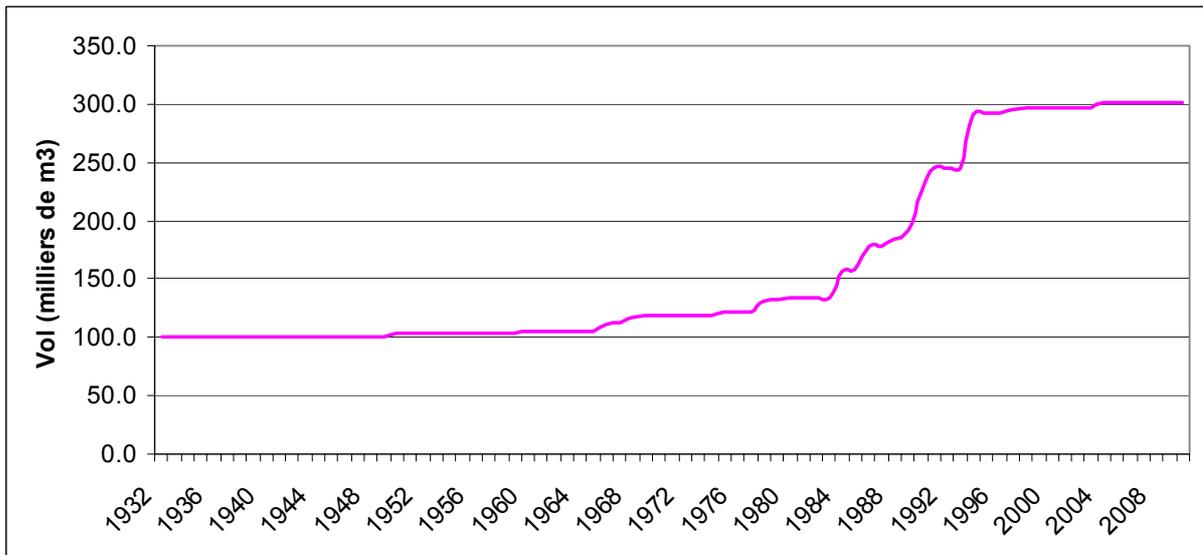
(F expérimentales)	QMNA	
	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>
Moyenne (m <sup>3</sup> /s)	0.084	1.1
T=5 ans sec (m <sup>3</sup> /s)	0.037	0.5
T=2 ans sec (m <sup>3</sup> /s)	0.068	0.9
T= 5 ans humide (m <sup>3</sup> /s)	0.141	1.8



## METHODE B : DE LA DETERMINATION DE L'IMPACT DES RETENUES DE 1970 A 1985 AU CALAGE DE GR2M

Un fichier détaille les retenues et leurs caractéristiques, dont leur volume et leur date d'implantation. Le graphe suivant montre le cumul de stockage dans les retenues à l'amont de Brignais, au grès de l'implantation de nouvelles retenues. Pour les retenues dont la date d'implantation ne figurait pas, il est convenu que le volume total de ces retenues se distribue de façon égale pour chacune des années de l'historique des retenues.

Figure 8 : Historique d'implantation des retenues et volume de stockage cumulé



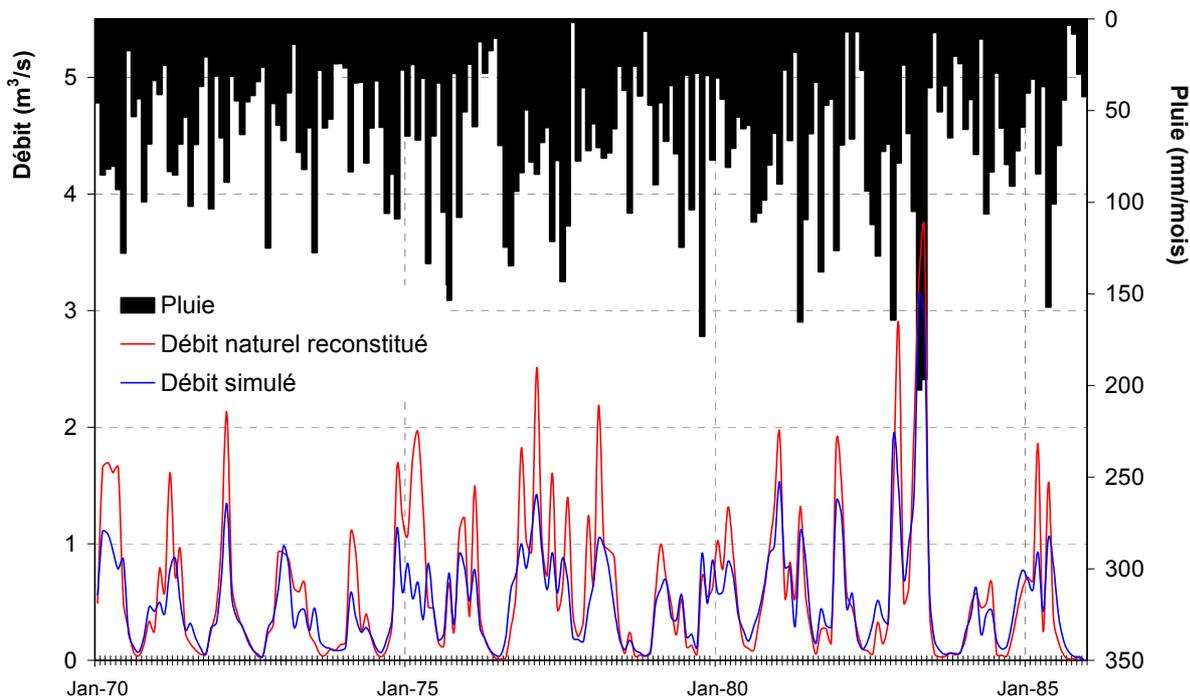
Pour approcher l'impact de ces retenues, l'hypothèse suivante est posée : l'impact des retenues est directement proportionnel au volume total des retenues. Or dans la phase 1 de l'étude, l'impact actuel des retenues mois par mois a pu être estimé en fonction de l'évaporation et des prélèvements agricoles (avec le volume total de retenues proche de 330 000 m<sup>3</sup> à l'amont de Brignais). Par des produits en croix, l'impact des retenues mois par mois de chaque année a pu être calculé.

Les autres prélèvements (domestiques et industriels) de 1970 à 1985 seront considérés comme équivalents à ceux de la période 2003-2009, c'est-à-dire nuls puisque la zone est rurale (sans industries ayant leurs propres captages) et les habitants sont desservis en eau potable par des sources extérieures au bassin et la nappe du Garon pompée en Ga3. Cette connaissance des prélèvements permet de désinfluencer le débit du Garon à Brignais mesuré sur la période 1970-1985, et de pouvoir procéder au calage de GR2M sur cette même période.

Le calage de GR2M est réalisé sur le logarithme du débit, avec un critère de Nash(Ln(Q)) = 81,1 %. Un calage sur le logarithme permet d'améliorer la modélisation des étiages, cependant il diminue la précision avec laquelle sont estimés les pics de crue.

Les résultats de la simulation, sont illustrés sur le graphe ci-dessous :

Figure 9 : Pluie, débit naturel reconstitué et débit simulé à Brignais par calage sur lnQ, entre janvier 1970 et décembre 1985



**METHODE B : RESULTATS**

**Analyse statistique sur la période 1970-2009**

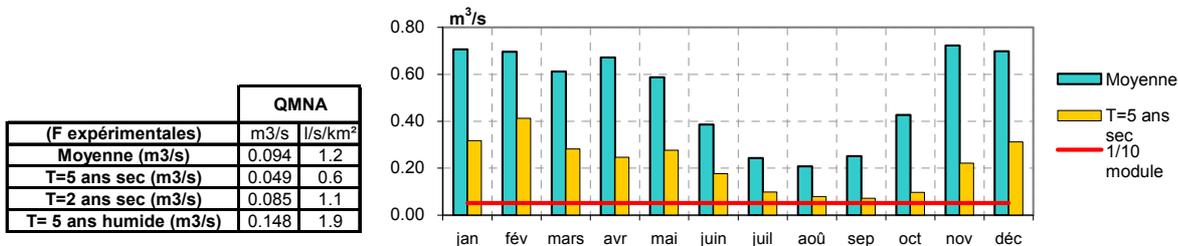
Cours d'eau : Garon

Station : Brignais superficie contrôlée : 79 km<sup>2</sup>

Type de débit : NATUREL RECONSTITUE PAR SIMULATION (estimé de 1970 à 1985 avec l'historique des retenues)

**Débit en m<sup>3</sup>/s**

(F expérimentales)													Annuel		1/10 mod	1/20 mod
	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
Moyenne	0.71	0.70	0.61	0.67	0.59	0.39	0.24	0.21	0.25	0.43	0.72	0.70	0.52	7	0.052	0.026
T=10 ans sec	0.22	0.37	0.24	0.18	0.16	0.14	0.09	0.06	0.06	0.06	0.09	0.12	0.35	4		
T=5 ans sec	0.32	0.41	0.28	0.25	0.28	0.18	0.10	0.08	0.07	0.10	0.22	0.31	0.38	5		
T=2 ans	0.64	0.61	0.56	0.51	0.45	0.31	0.17	0.14	0.14	0.30	0.47	0.61	0.50	6		
T= 5 ans humide	0.98	1.01	0.93	0.78	0.79	0.58	0.35	0.28	0.42	0.65	1.09	0.98	0.64	8		
T=10 ans humide	1.24	1.11	1.09	1.03	1.06	0.81	0.38	0.35	0.55	0.77	1.41	1.37	0.68	9		



(F expérimentales)	QMNA	
	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>
Moyenne (m <sup>3</sup> /s)	0.094	1.2
T=5 ans sec (m <sup>3</sup> /s)	0.049	0.6
T=2 ans sec (m <sup>3</sup> /s)	0.085	1.1
T= 5 ans humide (m <sup>3</sup> /s)	0.148	1.9

### BILAN DES DEUX METHODES

Afin de visualiser les écarts entre ces deux simulations, les graphes suivants montrent les débits annuels statistiques moyen et T=5 ans sec issus des deux méthodes.

Figure 10 : Comparaison des résultats des deux méthodes sur le débits mensuel moyen

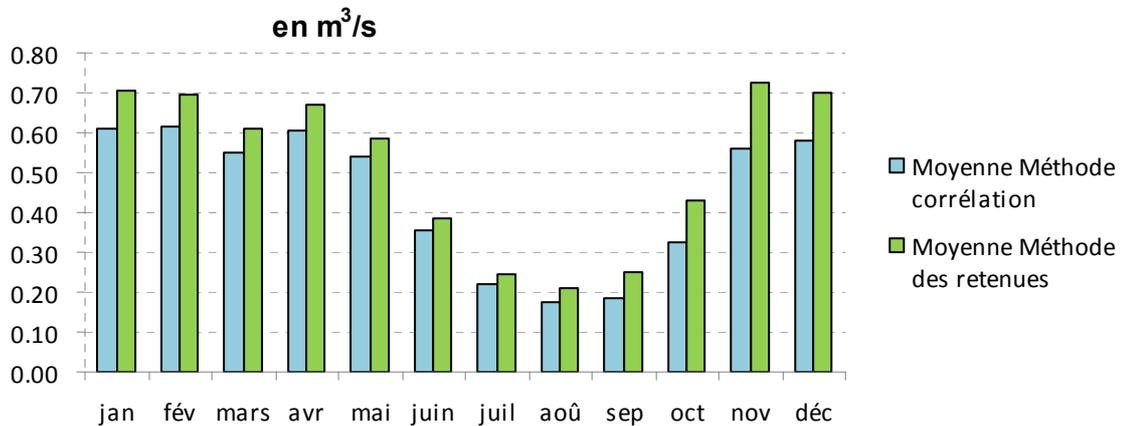
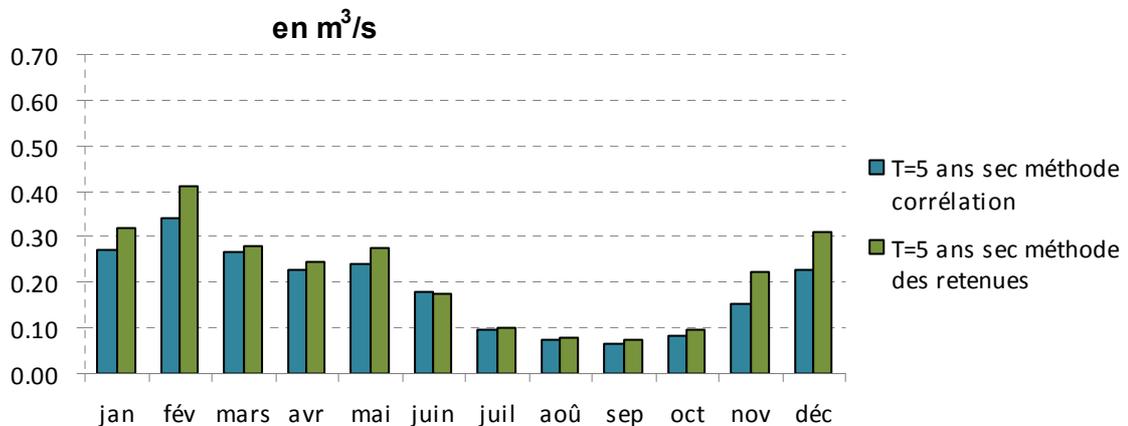


Figure 10 Comparaison des résultats des deux méthodes sur le débits mensuel T=5ans sec



Les écarts sont faibles sur les débits d'étiages (entre juin et septembre), mais se font plus ressentir les autres mois, surtout sur les débits moyens. La méthode de l'historique de l'impact des retenues estime généralement des débits supérieurs à ceux obtenus avec la méthode de la corrélation par classe.

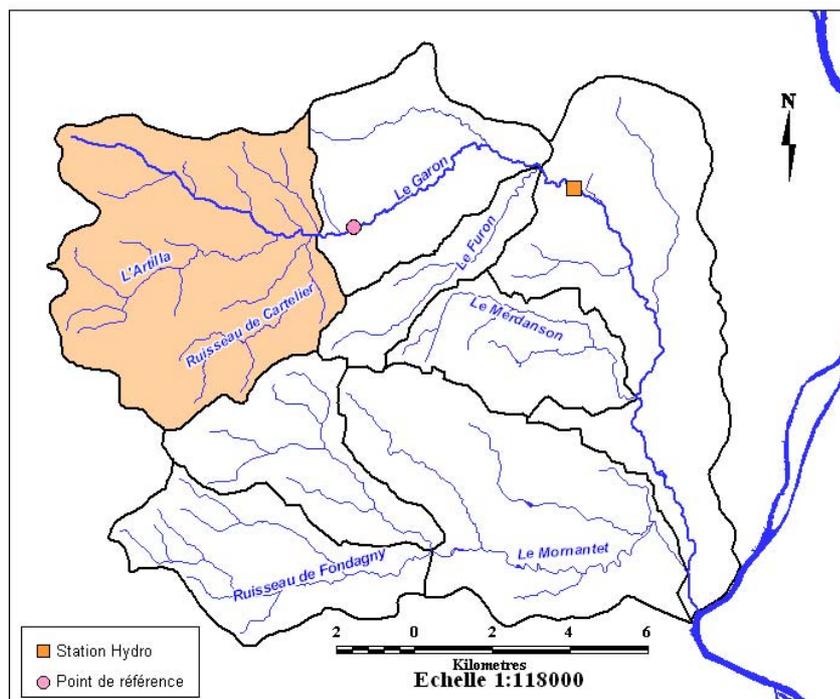
Par la suite, les résultats de la méthode A seront utilisés.

### 4.3.2 Estimation de la ressource sur le Garon à Thurins

#### LOCALISATION DU POINT DE REFERENCE

Ce point de référence est juste à la fermeture du bassin du Garon amont Ga1, d'une surface de 45 km<sup>2</sup>.

Carte 6 : Point de référence sur le Garon à Thurins



#### METHODE : RAPPORT DE SURFACE AVEC LE GARON A BRIGNAIS

L'analyse des débits spécifiques l'a montré, de Thurins (rond rose sur la carte) à Brignais (carré orange sur la carte) les bassins produisent globalement le même ruissellement par unité de surface. Par un simple rapport des surfaces donc, le débit à Thurins peut être estimé connaissant celui à Brignais.

$$\frac{Q_{\text{Thurins}}}{Q_{\text{Brignais}}} = \frac{S_{\text{Thurins}}}{S_{\text{Brignais}}} \text{ avec } Q \text{ débit en m}^3/\text{s} \text{ et } S \text{ surface en km}^2$$

La chronique du Garon à Brignais utilisée est celle qui résulte de la méthode A (voir paragraphe 4.3.1).

## RESULTATS

### Analyse statistique sur la période 1970-2009

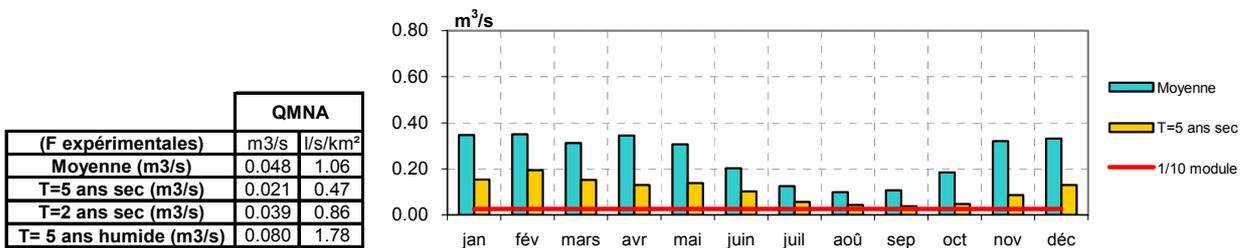
Cours d'eau : Garon

Station : à Thurins superficie contrôlée : 45 km<sup>2</sup>

Type de débit : NATUREL RECONSTITUE PAR rapport surfacique avec le garon à Brignais

#### Débit en m<sup>3</sup>/s

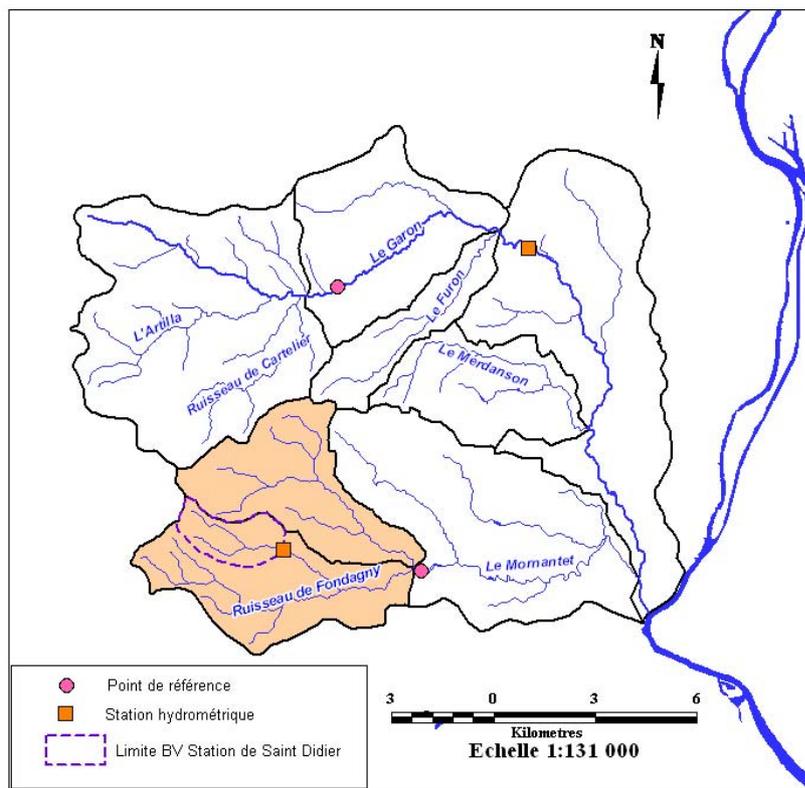
(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Annuel		1/10	1/20
													m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	mod	mod
Moyenne	0.35	0.35	0.31	0.34	0.31	0.20	0.12	0.10	0.11	0.18	0.32	0.33	0.25	6	0.03	0.01
T=10 ans sec	0.10	0.17	0.13	0.10	0.09	0.08	0.05	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.17	4		
T=5 ans sec	0.15	0.19	0.15	0.13	0.14	0.10	0.06	0.04	0.04	0.05	0.09	0.13	0.18	4		
T=2 ans	0.30	0.31	0.28	0.27	0.25	0.15	0.10	0.07	0.07	0.13	0.22	0.28	0.25	5		
T= 5 ans humide	0.51	0.49	0.48	0.42	0.41	0.31	0.18	0.14	0.16	0.29	0.47	0.50	0.32	7		
T=10 ans humide	0.61	0.59	0.55	0.52	0.54	0.41	0.20	0.16	0.22	0.35	0.71	0.62	0.34	8		



### 4.3.3 Estimation de la ressource sur le Mornantet à Mornant

#### 4.3.3.1 Localisation du point de référence

Ce point de référence est à la confluence du Mornantet amont et du Ruisseau de Fondagny, il est à l'aval de la station de Saint Didier qui mesure le Corsenat juste avant sa traversé du lac de la Madone (et non le Ruisseau de Fondagny comme l'indique la Banque Hydro). Le bassin drainé par cette station hydrométrique est une petite portion du bassin RF amont de 4 km<sup>2</sup>. Le bassin drainé par le Mornantet à Mornant est de 37 km<sup>2</sup>. La naturalisation de l'affluent Corsenat va aider à la naturalisation du Mornantet.

Carte 7 : Le point de référence du Mornantet à Mornant

#### 4.3.3.2 Méthode A : Utilisation de la station hydrométrique sur le Corsenat

Cette méthode est découpées en 2 étapes :

- ▶ Etape 1 : détermination des débits naturels sur le Corsenat avec GR2M
- ▶ Etape 2 : détermination des débits sur le Mornantet à Mornant en se basant sur les débits modélisés sur le Corsenat et en réalisant un rapport de surface.

#### ETAPE 1- CALAGE DE GR2M SUR LE CORSENAT DE 1988 A 1995

Les mesures sur le Corsenat sont jugées bonnes et complètes du 03/1988 au 08/1993. De plus, à l'amont de cette station, à la vue des constats suivants :

- très faible nombre de retenues à l'amont de la Madone, minimisant donc les prélèvements agricoles et les pertes par évaporation
- absence de prélèvements pour l'AEP et l'industrie dans le bassin RF
- ▶ le bassin n'a pas d'influence anthropique sur la période 1988-1995 : les débits mesurés sont donc « naturels ».

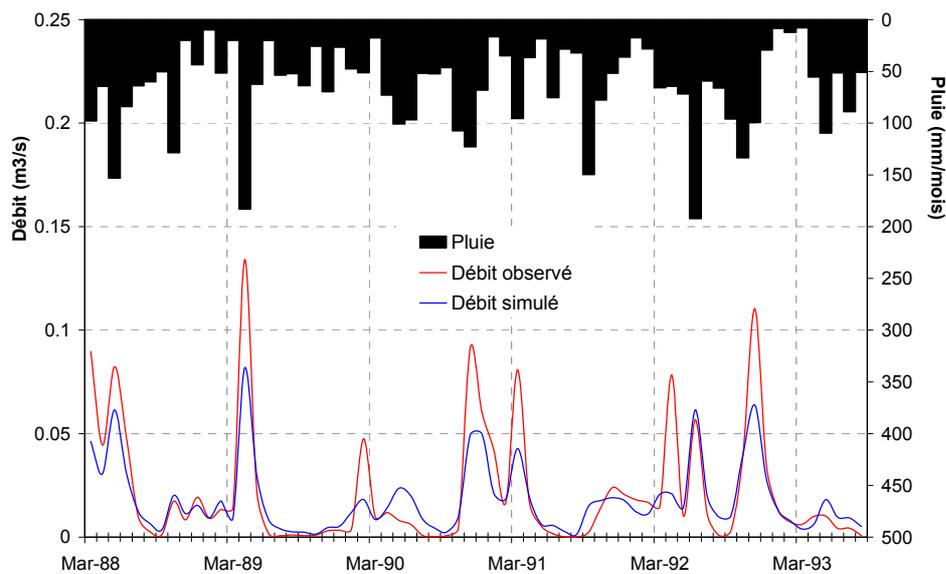
En effet, la carte suivante montre la position de la station de mesure par rapport au lac de la Madone et au point de référence : les prélèvements agricoles et évaporation calculés en phase 1 sont imputés principalement au Lac et n'influencent pas le débit à la station.

Carte 8 : Position de la station de la Madone, du lac et du point de référence sur le Mornantet



Le calage de GR2M est réalisé de 1988 à 1995, avec un critère de Nash de 74 %. Les résultats du calage sont illustrés sur le graphe ci-dessous :

Figure 11 : Pluies, débit naturel reconstitué et débit simulé à Saint Didier sous Riverie entre janvier 1970 et décembre 1985



## RESULTATS DE LA NATURALISATION DU CORSENET

### Analyse statistique sur la période 1970-2009

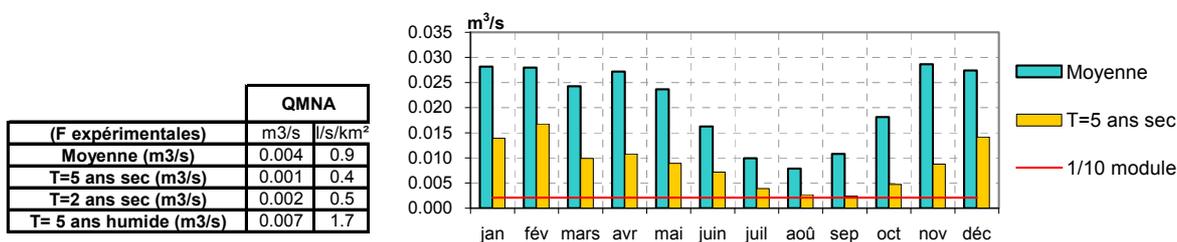
Cours d'eau : Corsenet

Station : V3036610 superficie contrôlée : 4 km<sup>2</sup>

Type de débit : NATUREL RECONSTITUE PAR SIMULATION

#### Débit en m<sup>3</sup>/s

(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Annuel		1/10	1/20
													m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	mod	mod
Moyenne	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	5	0.002	0.001
T=10 ans sec	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	3		
T=5 ans sec	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	4		
T=2 ans	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	5		
T= 5 ans humide	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.05	0.04	0.03	7		
T=10 ans humide	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.07	0.05	0.03	7		



## ETAPE 2 : RAPPORT DE SURFACE AVEC LE MORNANTET A MORNANT

Par le rapport des surfaces, le débit naturel du Mornantet à Mornant peut être estimé connaissant celui de son affluent le Corsenet à la station de mesure.

$$\frac{Q_{\text{Corsenet}}}{Q_{\text{Mornantet}}} = \frac{S_{\text{Corsenet}}}{S_{\text{Mornantet}}} \text{ avec } Q \text{ débit en m}^3/\text{s} \text{ et } S \text{ surface en km}^2$$

## RESULTATS DE LA NATURALISATION DU MORNANTET

### Analyse statistique sur la période 1970-2009

Cours d'eau : Mornantet

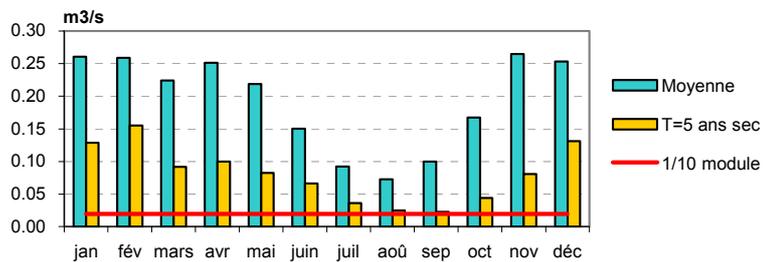
Station : à Mornant superficie contrôlée : 37 km<sup>2</sup>

Type de débit : NATUREL RECONSTITUE PAR rapport surfacique avec le Corsenat

Débit en m<sup>3</sup>/s

(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Annuel		1/10	1/20
													m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	mod	mod
Moyenne	0.26	0.26	0.22	0.25	0.22	0.15	0.09	0.07	0.10	0.17	0.26	0.25	0.19	5	0.019	0.010
T=10 ans sec	0.09	0.12	0.08	0.05	0.06	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.12	3		
T=5 ans sec	0.13	0.16	0.09	0.10	0.08	0.07	0.04	0.02	0.02	0.04	0.08	0.13	0.14	4		
T=2 ans	0.23	0.21	0.21	0.18	0.18	0.11	0.07	0.05	0.05	0.11	0.19	0.22	0.18	5		
T= 5 ans humide	0.36	0.36	0.36	0.29	0.30	0.20	0.14	0.09	0.16	0.25	0.45	0.39	0.24	7		
T=10 ans humide	0.45	0.42	0.39	0.40	0.45	0.30	0.18	0.16	0.25	0.38	0.60	0.47	0.27	7		

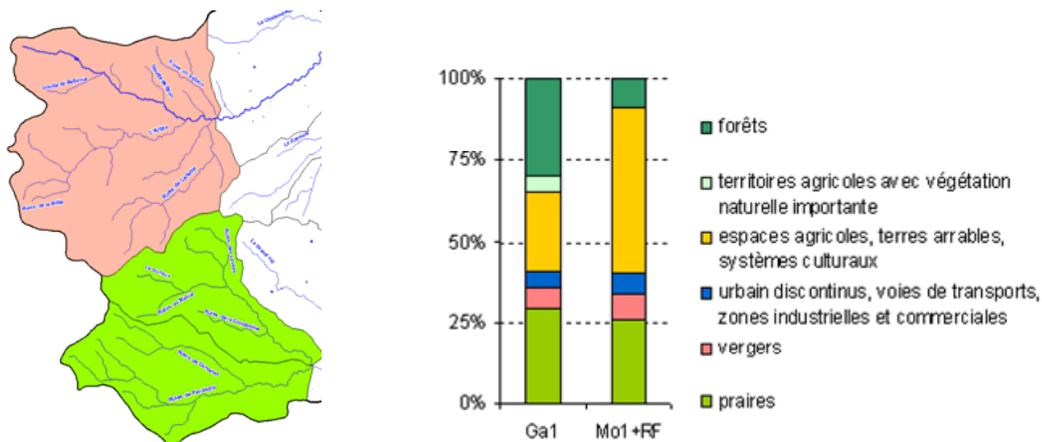
(F expérimentales)	QMNA	
	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>
Moyenne (m <sup>3</sup> /s)	0.033	0.9
T=5 ans sec (m <sup>3</sup> /s)	0.014	0.4
T=2 ans sec (m <sup>3</sup> /s)	0.019	0.5
T= 5 ans humide (m <sup>3</sup> /s)	0.063	1.7



### 4.3.3.3 Méthode B : Analogie entre le Mornantet à Mornant et le Garon à Thurins

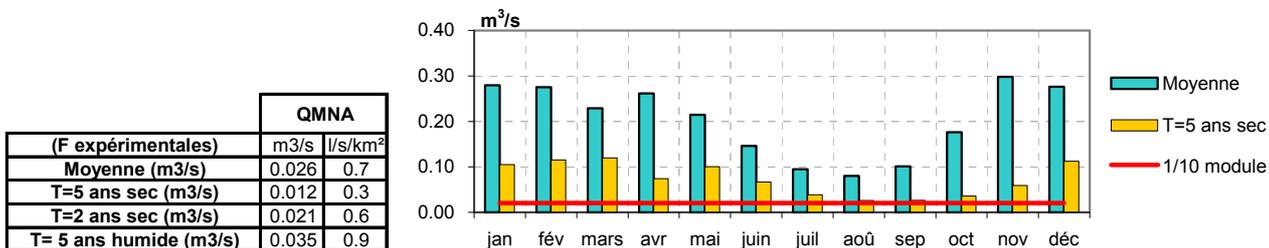
Il s'agit ici d'exprimer le débit sur le Mornantet à Mornant grâce à celui estimé sur le Garon à Thurins, via un rapport de surface. En effet, ces deux ensembles présentent des similitudes rapportées dans le Tableau 11 et présentées ici.

Figure 12 : Similitudes entre les bassins amont du Garon et du Mornantet



**RESULTATS METHODE B :****Analyse statistique sur la période 1970-2009**Cours d'eau : **Mornantet**Station : **à Mornant** superficie contrôlée : **37 km<sup>2</sup>**Type de débit : **NATUREL RECONSTITUE PAR rapport surfacique avec le Garon à Thurins****Débit en m<sup>3</sup>/s**

(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Annuel		1/10	1/20
													m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
<b>Moyenne</b>	0.28	0.28	0.23	0.26	0.22	0.15	0.09	0.08	0.10	0.18	0.30	0.28	0.20	5	0.020	0.010
<b>T=10 ans sec</b>	0.09	0.10	0.10	0.05	0.06	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04	0.06	0.09	3		
<b>T=5 ans sec</b>	0.11	0.12	0.12	0.07	0.10	0.07	0.04	0.03	0.03	0.04	0.06	0.11	0.14	4		
<b>T=2 ans</b>	0.24	0.25	0.16	0.19	0.19	0.12	0.06	0.05	0.05	0.11	0.20	0.21	0.21	6		
<b>T= 5 ans humide</b>	0.40	0.41	0.35	0.36	0.32	0.21	0.15	0.10	0.12	0.23	0.50	0.42	0.27	7		
<b>T=10 ans humide</b>	0.46	0.50	0.51	0.41	0.37	0.30	0.18	0.14	0.24	0.35	0.60	0.51	0.30	8		

**4.3.3.4 Bilan des deux méthodes**

Afin de visualiser les écarts entre ces deux simulations, les graphes suivants montrent les débits annuels statistiques moyen et T=5 ans sec issus des deux méthodes.

Figure 10 : Comparaison des résultats des deux méthodes sur le débits mensuel moyen

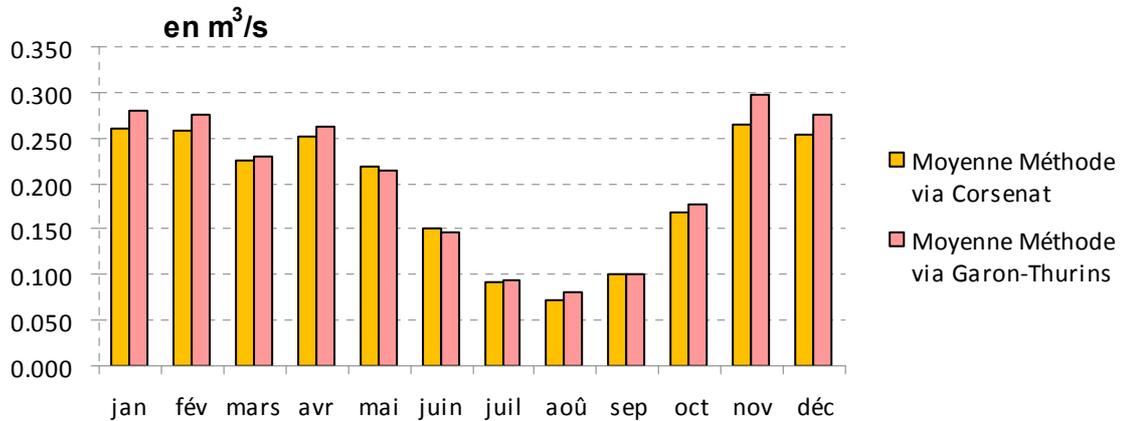
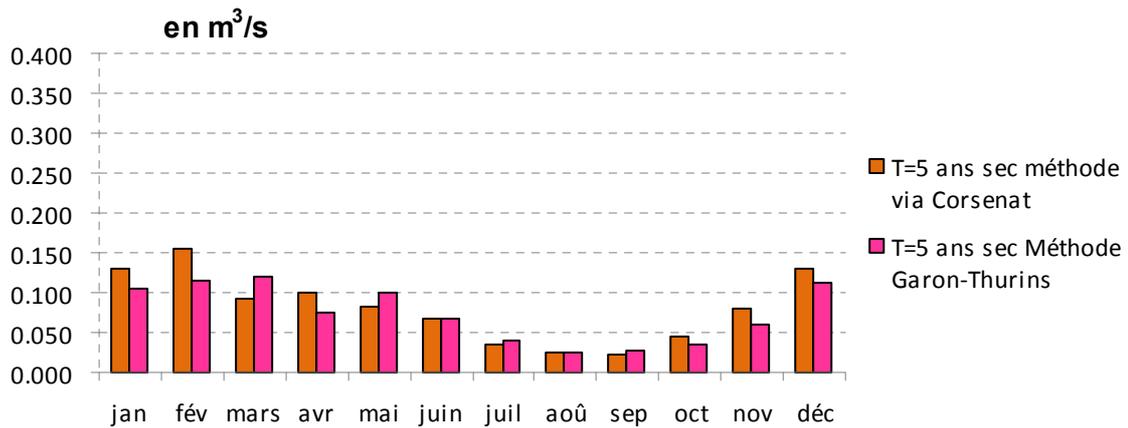


Figure 13 : Comparaison des résultats des deux méthodes sur le débits mensuel T = 5ans sec



Les écarts entre les deux méthodes peuvent aller jusqu'à une variation de 30% certains mois en année quinquennale sèche.

En situation moyenne, la méthode utilisant l'analogie avec le sous bassin du Garon à Thurins estime généralement des débits plus élevés que celle utilisant la station sur le Corsenat. Ce résultat est cohérent avec les mesures de jaugeages ponctuels réalisées, lors desquelles on constate une plus faible productivité du bassin du Mornantet amont en comparaison de celle du Garon amont (voir paragraphe 3.3). En revanche, en situation quinquennale sèche, aucune tendance générale n'apparaît.

Dans les tous les cas, avec les deux méthodes, les débits obtenus les mois d'été sont similaires, les différences sont plus importantes en dehors des périodes d'étiages.

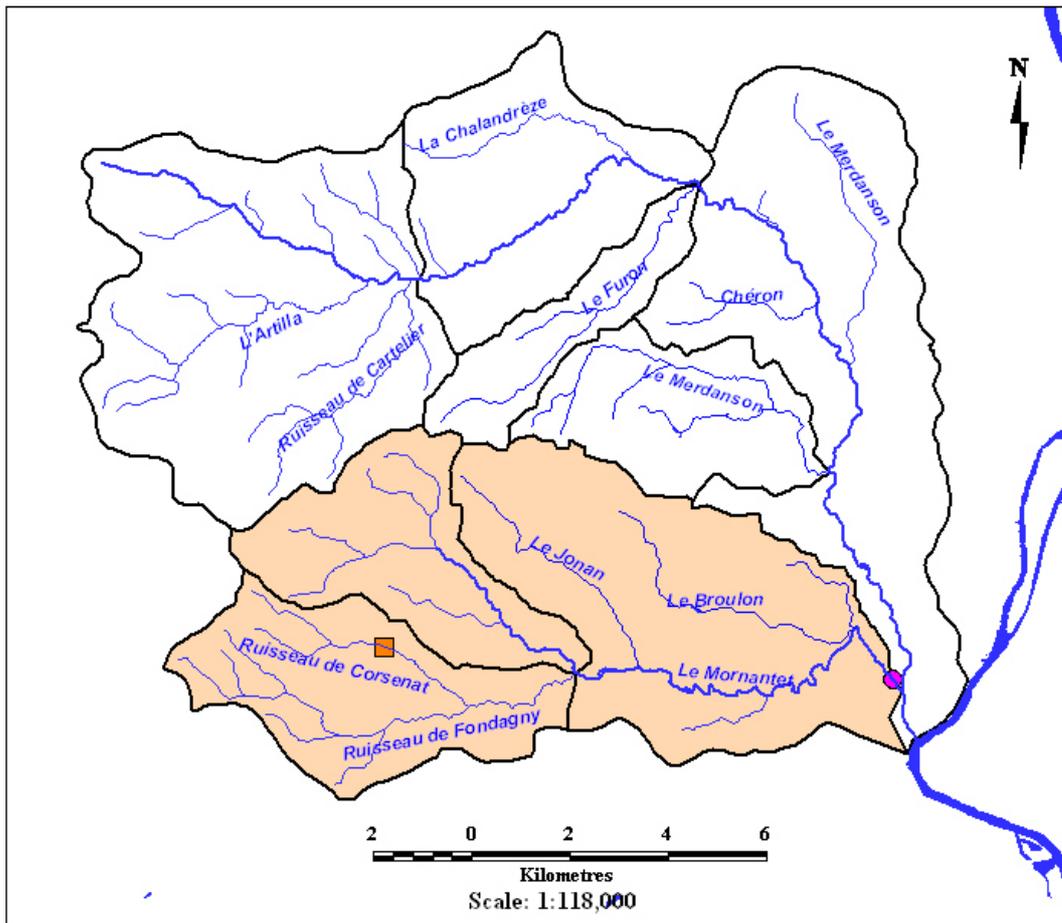
On préférera la méthode A, car les données de la station sur le Corsenat sont considérées comme fiables, qu'elle a l'avantage de se situer sur le même sous bassin que le point de référence étudié et que les mesures de terrain ont confirmé une différence de productivité entre les bassins du Garon amont et du Mornantet.

### 4.3.4 Estimation de la ressource sur le Mornantet à Givors

#### LOCALISATION DU POINT DE REFERENCE

Ce point de référence est situé à l'aval du bassin du Mornantet mais en amont des pertes, et contrôle un bassin de 73 km<sup>2</sup>. Il n'avait pas été choisi initialement comme point de référence pour mener une réflexion sur les débits biologiques et les volumes prélevables, mais il a par la suite été ajouté à la demande du secrétariat technique.

Carte 9 : Point de référence sur le Mornantet à Givors



#### METHODE : RAPPORT DE SURFACE AVEC LE MORNANTET A MORNANT

Il existe peu de données disponibles pour caractériser les débits sur le Mornantet aval. La station hydrométrique située sur le Corsenat ne contrôle qu'un bassin de 4 km<sup>2</sup>, soit à peine plus de 5% du sous bassin total, utiliser les données de cette station pour déterminer des débits sur l'aval du Mornantet implique donc de fortes incertitudes.

Les jaugeages réalisés lors des différentes campagnes semblent montrer que les débits spécifiques à l'aval du Mornantet sont de 25 à 30% inférieurs à ceux mesurés au niveau du Mornantet à Mornant. Lors de la campagne d'Arlep en aout 2006, on constate même une diminution de débit entre l'amont et l'aval du Mornantet (pertes). Le caractère ponctuel de ces jaugeages rend difficile toute généralisation, cependant il paraît raisonnable de considérer que la ressource produite sur la partie aval du Mornantet est largement inférieure à la production sur la partie amont.

On estimera les débits du Mornantet à Givors en fonction des débits sur le Mornantet à Mornant, tout en considérant que la productivité du bassin aval est de 50% inférieure à celle de la partie amont. Cette estimation ne considère donc pas de pertes, mais une nette baisse de la productivité du bassin versant à l'aval.

$$Q \text{ Givors} = Q \text{ Mornant} + \frac{S \text{ Givors} - S \text{ Mornant}}{S \text{ Mornant}} * 50\% * Q \text{ Mornant}$$

avec Q débit en m<sup>3</sup>/s et S surface en km<sup>2</sup>

**Les résultats obtenus sont entachés d'une très forte incertitude, notamment en période d'étiage. Une estimation précise n'est pas réalisable compte tenu des données disponibles.**

La chronique du Mornantet à Givors utilisée est celle qui résulte de la méthode A (voir paragraphe 4.3.1).

## RESULTATS

### Analyse statistique sur la période 1970-2009

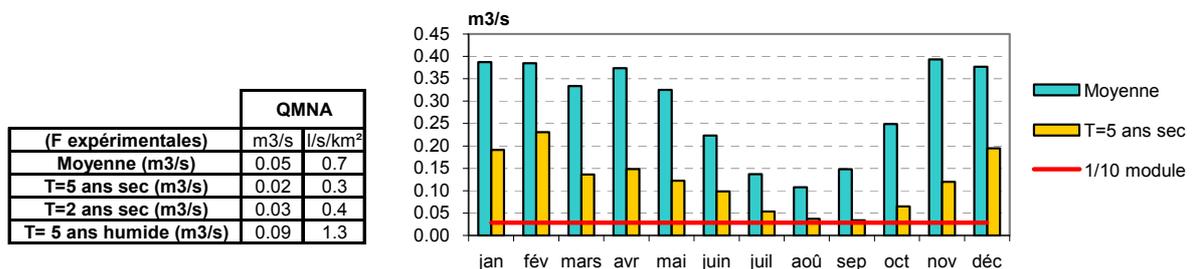
Cours d'eau : Mornantet

Station : à Givors superficie contrôlée : 73 km<sup>2</sup>

Type de débit : NATUREL RECONSTITUE PAR rapport surfacique avec le Mornantet à Mornant

#### Débit en m<sup>3</sup>/s

(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Annuel		1/10	1/20
													m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	mod	mod
Moyenne	0.39	0.38	0.33	0.37	0.33	0.22	0.14	0.11	0.15	0.25	0.39	0.38	0.29	4	0.03	0.01
T=10 ans sec	0.14	0.18	0.11	0.08	0.08	0.07	0.04	0.03	0.03	0.03	0.06	0.06	0.19	3		
T=5 ans sec	0.19	0.23	0.14	0.15	0.12	0.10	0.05	0.04	0.03	0.07	0.12	0.19	0.21	3		
T=2 ans	0.34	0.31	0.31	0.27	0.26	0.16	0.10	0.08	0.08	0.17	0.28	0.32	0.27	4		
T= 5 ans humide	0.53	0.53	0.54	0.43	0.44	0.30	0.21	0.13	0.24	0.37	0.66	0.58	0.36	5		
T=10 ans humide	0.66	0.63	0.58	0.59	0.67	0.44	0.27	0.23	0.37	0.56	0.90	0.70	0.40	5		

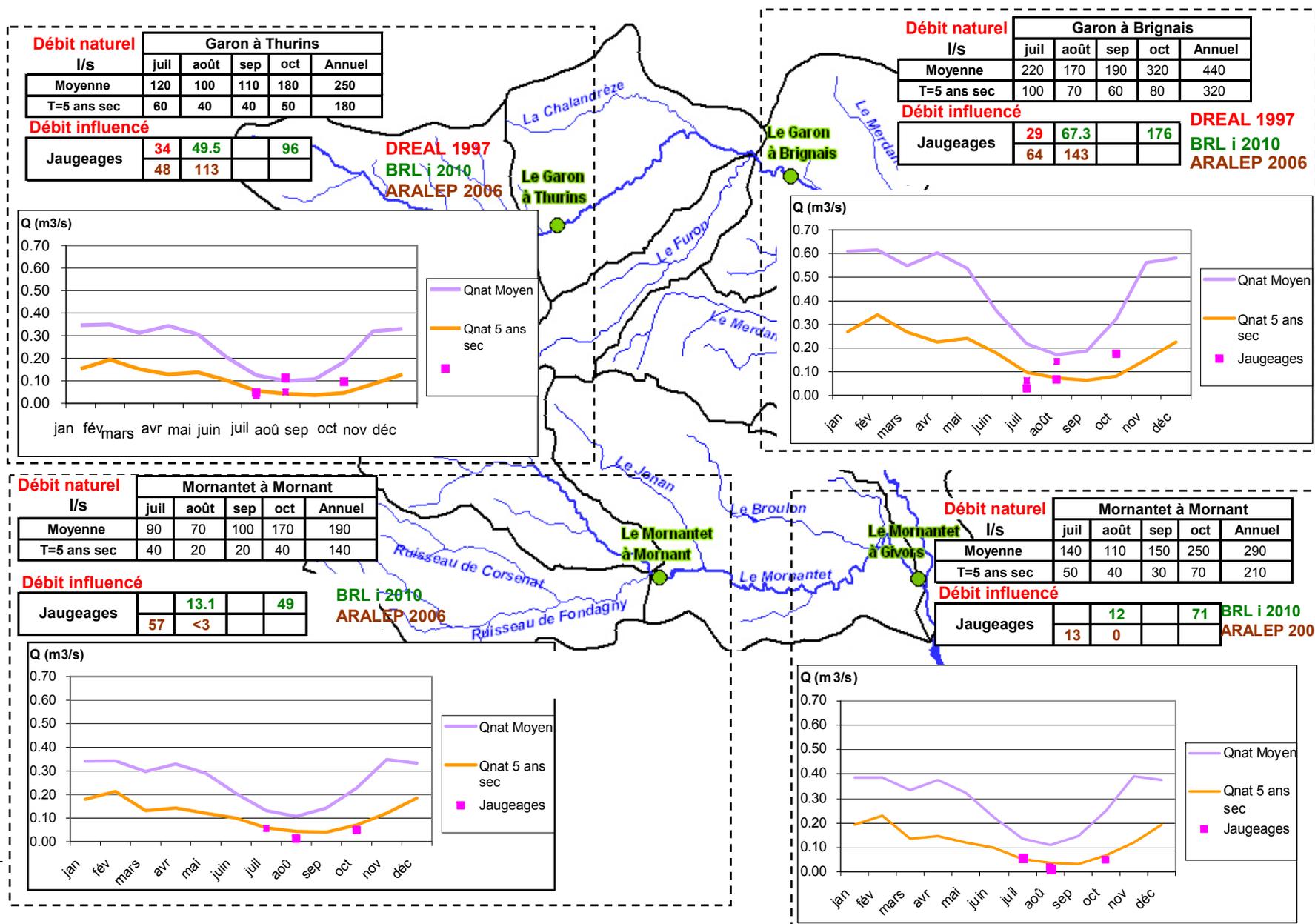


#### **4.4 BILAN DE LA RESSOURCE NATURELLE AUX POINTS DE REFERENCE ET COMPARAISON AVEC LES DEBITS MESURES LORS DES CAMPAGNES DE JAUGEAGE**

La carte ci-dessous présente les débits naturels retrouvés au niveaux des points de référence, en moyenne sur l'année et durant les mois d'été.

A titre de comparaison, on a également rappelé les débits mesurés lors des différentes campagnes de jaugeage aux points correspondants.

Les débits mesurés sont donnés à titre indicatif, il convient de garder à l'esprit qu'il s'agit de mesures journalières ponctuelles, influencées par les prélèvements, alors que les estimations réalisées sont des débits naturels et mensuels.



## 5. BILAN RESSOURCE NATURELLE /BESOINS AU NIVEAU DES POINTS DE REFERENCE

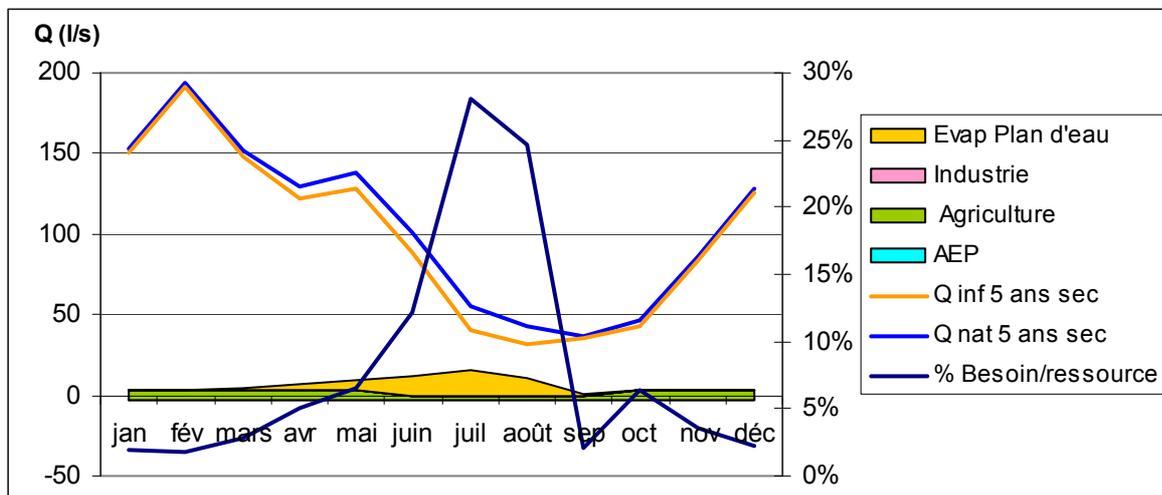
### 5.1 BILAN RESSOURCE – PRELEVEMENTS SUR LE GARON A THURINS

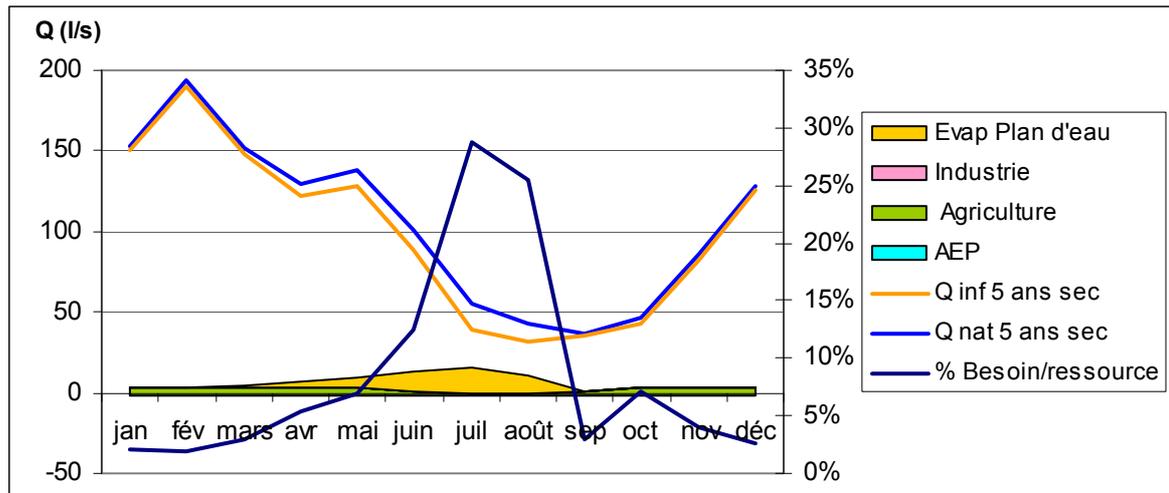
Le tableau ci-dessous fait le bilan des résultats obtenus au niveau du Garon à Thurins (valeurs de prélèvement : voir Phase 1 de l'étude) :

en l/s		Garon à Thurins											
		jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août	sep	oct	nov	déc
Prélèvements	AEP	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4
	Agriculture	5.3	5.9	5.3	5.5	5.3	2.2	2.2	2.2	2.2	5.3	5.5	5.3
	Industrie	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Evap Plan d'eau	0.0	0.0	1.3	3.4	6.1	12.5	15.9	10.7	0.9	0.0	0.0	0.0
Q nat 5 ans sec		153	194	152	129	138	101	56	43	37	46	86	129
Q inf 5 ans sec		150	191	148	122	129	89	40	32	36	43	83	126
% Besoin/ressource		2%	2%	3%	5%	7%	12%	28%	25%	2%	6%	4%	2%

Le graphique ci-dessous présente le bilan entre la ressource disponible et le besoin en eau. Les prélèvements sont représentés en aires de couleurs. La courbe bleue claire correspond au débit naturel au niveau du point de référence avec pour chaque mois une valeur quinquennale sèche. La courbe orange représente le débit influencé, également en conditions quinquennales sèches. La courbe bleue foncée représente le taux de ressource qu'il est nécessaire de consommer pour satisfaire le besoin.

Figure 14 : Bilan ressource-Besoin sur le Garon à Thurins





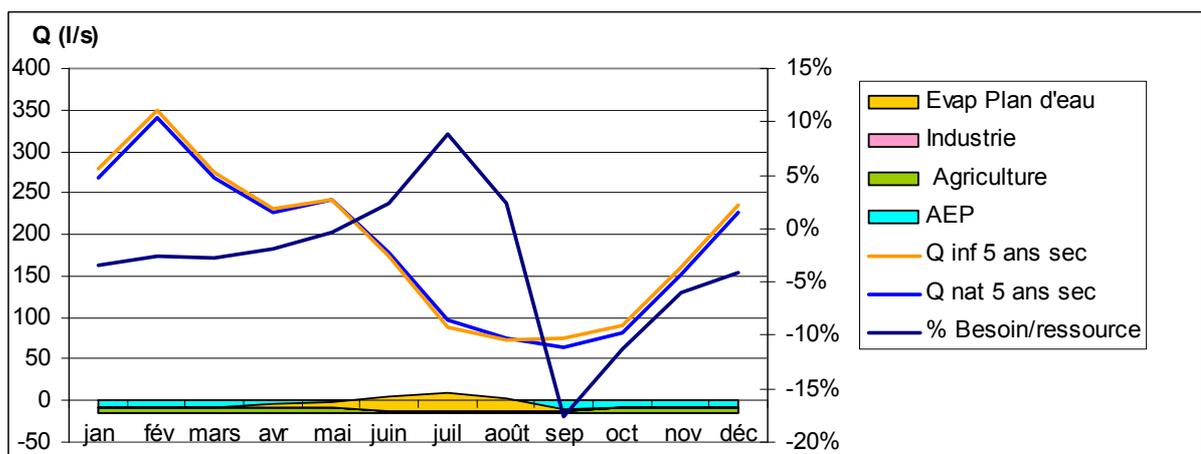
Les principaux prélèvements sont liés à l'agriculture et à l'évaporation à la surface des plans d'eau. Cette évaporation est plus élevée en période estivale, le taux de ressource sollicitée atteint alors près de 35 %.

## 5.2 BILAN RESSOURCE – PRELEVEMENTS SUR LE GARON A BRIGNAIS

Le tableau et la figure ci-dessous font le bilan des résultats obtenus au niveau du Garon à Brignais :

		Garon à Brignais											
		jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août	sep	oct	nov	déc
Prélèvements	AEP	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15
	Agriculture	6	7	6	6	6	3	3	3	3	6	6	6
	Industrie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Evap Plan d'eau	0	0	2	5	8	17	21	14	1	0	0	0
Q nat 5 ans sec		269	341	267	226	242	178	98	75	64	81	152	226
Q inf 5 ans sec		278	350	275	231	243	174	89	73	75	90	161	235
% Besoin/ressource		-3%	-3%	-3%	-2%	0%	2%	9%	2%	-18%	-11%	-6%	-4%

Figure 15 : Bilan ressource/besoin sur le Garon à Brignais



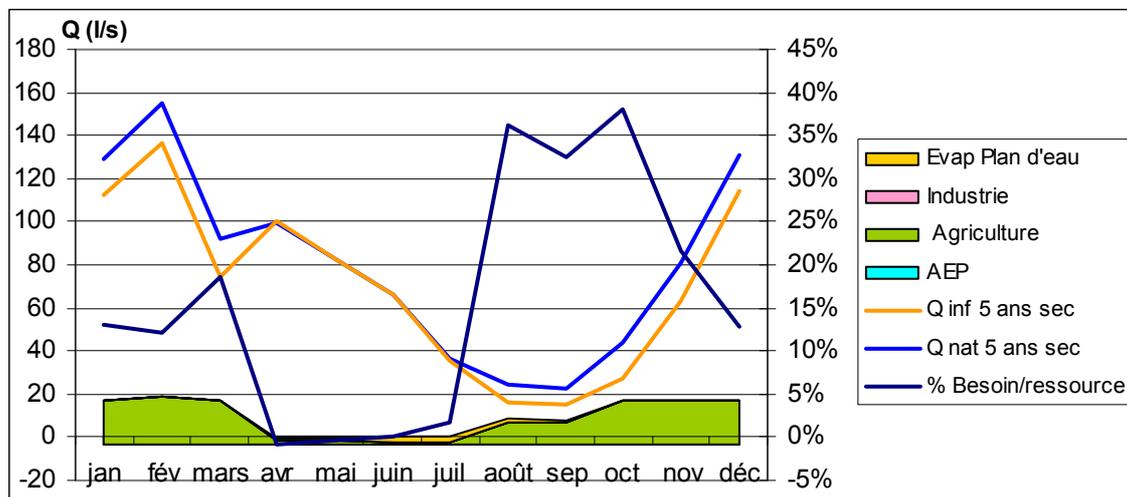
Au niveau du Garon à Brignais, le débit influencé est supérieur au débit naturel durant plus de la moitié de l'année, en raison des rejets de stations d'épuration (notamment celle de Messimy), qui représentent un gain en eau pour le réseau hydrographique de surface (transfert des ressources souterraines utilisées pour l'alimentation en eau potable vers la surface lors du processus d'assainissement). Ainsi, même en été, alors que l'évaporation sur les plans d'eau est la plus importante, les besoins dépassent à peine 10% de la ressource disponible.

### 5.3 BILAN RESSOURCE – PRELEVEMENTS SUR LE MORNANTET A MORNANT

Le tableau et la figure ci-dessous font le bilan des résultats obtenus au niveau du Mornantet à Mornant :

en l/s		Mornantet à Mornant											
		jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août	sep	oct	nov	déc
Prélèvements	AEP	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5
	Agriculture	19,8	21,7	19,8	1,6	1,5	0,6	0,6	9,9	10,2	19,8	20,4	19,8
	Industrie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Evap Plan d'eau	0,0	0,0	0,3	0,7	1,2	2,4	3,1	2,1	0,2	0,0	0,0	0,0
Q nat 5 ans sec		129	155	92	100	82	66	36	25	23	44	81	131
Q inf 5 ans sec		113	137	75	101	83	67	36	16	16	28	64	115
% Besoin/ressource		13%	12%	18%	-1%	-1%	-1%	0%	34%	30%	37%	21%	12%

Figure 16 : Bilan ressource/besoin sur le Mornantet à Mornant



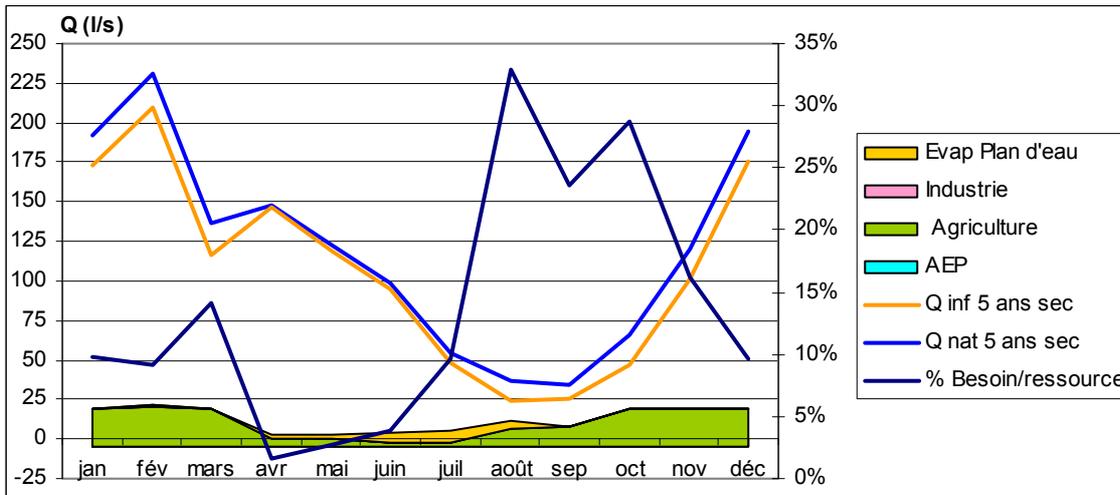
Les prélèvements agricoles sont les plus importants en hivers (période de remplissage des retenues, notamment du lac de la Madone), ces prélèvements représentent alors jusqu'à environ 35% de la ressource disponible.

### 5.4 BILAN RESSOURCE – PRELEVEMENTS SUR LE MORNANTET A GIVORS

Le tableau et la figure ci-dessous font le bilan des résultats obtenus au niveau du Mornantet à Givors :

en l/s		Mornantet à Givors											
		jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août	sep	oct	nov	déc
Prélèvements	AEP	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-4	-4,2	-4	-4	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2
	Agriculture	23,2	25,4	23,2	5,1	5	2	2	12	12,0	23,2	23,9	23,2
	Industrie	-0,2	-0,3	-0,2	-0,2	0	0	0	0	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
	Evap Plan d'eau	0	0	1	2	3	6	7	5	0	0	0	0
Q nat 5 ans sec		191	231	136	148	123	99	54	37	34	65	120	195
Q inf 5 ans sec		173	210	117	146	119	95	49	25	26	47	101	176
% Besoin/ressource		10%	9%	14%	2%	3%	4%	10%	33%	24%	29%	16%	10%

Figure 17 : Bilan ressource/besoin sur le Mornantet à Givors



Les prélèvements agricoles sont les plus importants en hivers (période de remplissage des retenues, notamment du lac de la Madone), ces prélèvements représentent alors jusqu'à environ 30% de la ressource disponible.

Dans les réflexions menées au niveau de ce point de référence encore plus que pour les autres points, il est nécessaire de garder à l'esprit la forte incertitude à laquelle est soumise l'estimation des débits, notamment en période d'étiage.





**ATTEINDRE  
L'ÉQUILIBRE QUANTITATIF  
EN AMÉLIORANT  
LE PARTAGE  
DE LA RESSOURCE EN EAU  
ET EN ANTICIPANT  
L'AVENIR**

## **ÉTUDES D'ESTIMATION DES VOLUMES PRÉLEVABLES GLOBAUX**

Les études volumes prélevables visent à améliorer la connaissance des ressources en eau locale dans les territoires en déficit de ressource.

Elles doivent aboutir à la détermination d'un volume prélevable global sur chaque territoire. Ce dernier servira par la suite à un ajustement des autorisations de prélèvement dans les rivières ou nappes concernées, en conformité avec les ressources disponibles et sans perturber le fonctionnement des milieux naturels.

Ces études sont également la première étape pour la définition de plans de gestion de la ressource et des étiages, intégrant des règles de partage de l'eau et des actions de réduction des prélèvements.

Les études volumes prélevables constituent une déclinaison opérationnelle du SDAGE et répondent aux objectifs de l'Orientation fondamentale 7 « Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir ».

Elles sont menées par des bureaux d'études sur 70 territoires en déficit du bassin Rhône-Méditerranée.

### **Maître d'ouvrage :**

Syndicat de Mise en valeur d'Aménagement et de Gestion du bassin versant du Garon

### **Financeurs :**

Agence de l'eau  
Rhône-Méditerranée & Corse

### **Bureau d'études :**

BRL ingénierie