

ÉTUDES D'ESTIMATION DES VOLUMES PRÉLEVABLES GLOBAUX



Sous bassin versant de l'YZERON

Phase 3 : Impact des prélèvements et quantification des
ressources existantes • 2012

sagyr

BRL
Ingénierie



ETUDE DE DETERMINATION DES VOLUMES MAXIMUMS PRELEVABLES SUR LE BASSIN VERSANT DE L'YZERON

Rapport de phase 3

Impact des prélèvements et quantification des ressources existantes

PREAMBULE.....	1
1. EXPLICATION DE LA METHODE.....	3
1.1 Les objectifs de la phase 3	3
1.2 Terminologie	3
1.3 Les hypothèses de calcul	4
1.3.1 Horizon temporel des calculs	4
1.3.2 Changement climatique	4
1.3.3 Cadre général pour la reconstitution des débits naturels	4
2. ANALYSE DES DONNEES CLIMATIQUES.....	6
2.1 Données utilisées et traitement des données	6
2.1.1 Stations disponibles pour caractériser la pluviométrie et l'évapotranspiration (ETP) du bassin versant	6
2.1.2 Compléments des séries de données pluviométriques	8
2.2 Reconstitution et analyse des pluies sur le bassin	10
2.3 Analyse de l'ETP sur le bassin	12
3. ANALYSE DES DONNEES DEBITMETRIQUES.....	13
3.1 Stations hydrométriques en place	13
3.1.1 Localisation et caractéristiques des stations	13
3.1.2 Analyse de la précision des stations hydrométriques	15
3.2 Analyse des débits mesurés aux stations	15
3.2.1 Débits caractéristiques mesurés aux stations hydrométriques	15
3.3 Bilan des jaugeages réalisés sur le bassin versant	18
3.3.1 Jaugeages effectués par la DREAL	18
3.3.2 Campagnes de jaugeages effectuées par BRLi lors de l'étiage 2011	18

4. DETERMINATION DES DEBITS NATURELS AU DROIT DES POINTS DE REFERENCE	22
4.1 Positionnement des points de référence	22
4.2 Naturalisation des débits influencés	24
4.2.1 Principe	24
4.2.2 Quels termes de prélèvements utiliser ? Quantification de l'effet des prélèvements sur les cours d'eau ?	25
4.3 Estimation de la ressource superficielle : éléments de méthodologie	26
4.3.1 Principe	26
4.3.2 Description du modèle GR2M	27
4.3.3 Incertitudes	29
4.3.4 Faire avec l'incertitude ...	30
4.4 Estimation de la ressource superficielle - étapes pour chacun des points de référence	31
4.4.1 Estimation de la ressource sur l'Yzeron à Craponne	31
4.4.2 Estimation de la ressource sur l'Yzeron à Taffignon	38
4.4.3 Estimation de la ressource sur le Charbonnières à la confluence	47
4.4.4 Estimation de la ressource sur l'Yzeron à l'exutoire du bassin versant	53
5. BILAN RESSOURCE NATURELLE /BESOINS AU NIVEAU DES POINTS DE REFERENCE	60
5.1 Bilan ressource / Prélèvements sur l'Yzeron à Craponne	60
5.2 Bilan ressource / Prélèvements sur l'Yzeron à Taffignon	62
5.3 Bilan ressource / Prélèvements sur le Charbonnières au point de confluence	64
5.4 Bilan ressource / Prélèvements sur l'Yzeron à l'exutoire du bassin versant	66
ANNEXES	69
Annexe 1 : Résultats des jaugeages menés en novembre 2011 sur le bassin de l'Yzeron par BRL Ingénierie	71
Annexe 2 : Bilan des prélèvements et rejets historiques récents (2003-2010) sur le bassin versant de l'Yzeron	77
Annexe 3 : Bilan des prélèvements et rejets les plus récents (2010) sur le bassin versant de l'Yzeron	81
Annexe 4 : Description du modèle GR2M	85
Annexe 5 : Calcul des pluies de bassin à l'aide de la méthode des polygones de Thiessen	89

TABLES DES ILLUSTRATIONS

FIGURES :

Figure 1 : Balance des équilibres entre les ressources en eau et les quantités prélevées.	1
Figure 2 : Stations pluviométriques et ETP sur le bassin versant de l'Yzeron.....	7
Figure 3 : Corrélation entre la série pluviométriques de Tassin et celles d'autres postes	9
Figure 4 : Pluies mensuelles moyennes calculées par bassin-versant.....	10
Figure 5 : ETP moyenne, 5 ans haut et 10 ans haut sur le bassin de l'Yzeron	12
Figure 6 : Stations hydrométriques sur le bassin versant de l'Yzeron	14
Figure 7 : Campagne de jaugeage menée les 5 et 6 Octobre 2011 par BRLi.....	19
Figure 8 : Positionnement des points de référence sur le bassin de l'Yzeron	23
Figure 9 : Schéma du fonctionnement du modèle GR2M.....	27
Figure 10 : Positionnement du point de référence de Craponne	31
Figure 11 : Calage du modèle GR2M à Craponne sur l'Yzeron, sur la période 2004-2010	32
Figure 12 : Comparaison des hydrogrammes de débit naturel obtenus par les deux méthodes décrites sur le point de référence de Craponne	37
Figure 13 : Positionnement du point de référence de Taffignon	38
Figure 14 : Calage du modèle GR2M à Taffignon sur l'Yzeron, sur la période 2004-2010	39
Figure 15 : Comparaison des hydrogrammes de débit naturel obtenus par les deux méthodes décrites sur le point de référence de Taffignon (période 1988-2010)	43
Figure 16 : Comparaison des hydrogrammes de débit naturel obtenus par les deux méthodes décrites sur le point de référence de Taffignon (période 1970-2010)	44
Figure 17 : Comparaison des hydrogrammes de débit naturel obtenus par les méthodes A et B bis décrites sur le point de référence de Taffignon (période 1970-2010)	45
Figure 18 : Positionnement du point de référence de Confluence sur le Charbonnières	47
Figure 19 : Simulation du débit naturel au point de confluence sur le Charbonnières à l'aide de GR2M (zoom sur la sous période 1970-1990)	48
Figure 20 : Comparaison des résultats des deux méthodes de calcul de la ressource naturalisée sur le Charbonnières en amont du point de confluence	52
Figure 21 : Positionnement du point de référence à l'Exutoire du bassin de l'Yzeron.....	54
Figure 22 : Simulation avec GR2M du débit naturel au point de référence situé à l'exutoire du bassin-versant de l'Yzeron (zoom sur la sous période 1970-1990).....	55
Figure 23 : Comparaison des résultats des deux méthodes de calcul de la ressource naturalisée sur l'Yzeron à son exutoire avant sa confluence avec le Rhône	59
Figure 24 : Bilan Besoin / ressource naturelle à Craponne : valeurs moyennes et 5 ans sec	61
Figure 25 : Bilan Besoin / ressource naturelle à Taffignon : valeurs moyennes et 5 ans sec	63
Figure 26 : Bilan Besoin / ressource naturelle sur le Charbonnières au point de Confluence: valeurs moyennes et 5 ans sec.....	65
Figure 27 : Bilan Besoin / ressource naturelle sur l'Yzeron au point d'Exutoire : valeurs moyennes et 5 ans sec	67

TABLEAUX :

Tableau 1 : Caractéristiques des stations climatiques (P et ETP) utilisées	7
Tableau 2 : Corrélations utilisées pour le comblement des séries de données	9
Tableau 3 : Pluviométrie calculée sur les sous bassins versants (mm)	11
Tableau 4 : Statistique sur l'ETP depuis 1970 sur le bassin de l'Yzeron	12
Tableau 5 : Caractéristiques des stations hydrométriques	13
Tableau 6 : Disponibilité et fiabilité des données des stations hydrométriques	13
Tableau 7 : Analyse statistique des données de la station de Craponne	16
Tableau 8 : Analyse statistique des données de la station de Taffignon	17
Tableau 9 : Résultats des campagnes de jaugeage : mesures de débit, de conductivité et de température	20
Tableau 10 : Points de référence choisis sur le bassin de l'Yzeron	22
Tableau 11 : Valeurs statistiques de débit naturalisé calculé au point de référence de Craponne, à l'aide de la méthode A (dite « GR2M »)	34
Tableau 12 : Valeurs statistiques de débit naturalisé calculé au point de référence de Craponne, à l'aide de la méthode B (dite « arithmétique »)	36
Tableau 13 : Valeurs statistiques du débit naturalisé calculé au point de référence de Taffignon, avec la méthode A (dite « GR2M »)	40
Tableau 14 : Valeurs statistiques du débit naturalisé calculé au point de référence de Taffignon, avec la méthode B (dite « arithmétique »)	42
Tableau 15 : Valeurs statistiques du débit naturalisé calculé au point de référence de Taffignon, avec la méthode B bis (dite « arithmétique étendue »)	46
Tableau 16 : Valeurs statistiques de débit naturalisé calculé au point de référence situé sur le Charbonnières avant la confluence, avec la méthode A (dite « GR2M »)	49
Tableau 17 : Valeurs statistiques de débit naturalisé calculé au point de référence situé sur le Charbonnières avant la confluence, avec la méthode B (dite « des débits spécifiques »)	51
Tableau 18 : Valeurs statistiques de débit naturalisé calculé au point de référence situé sur l'Yzeron avant l'exutoire, avec la méthode A (dite « GR2M »)	56
Tableau 19 : Valeurs statistiques de débit naturalisé calculées au point de référence situé sur l'Yzeron avant l'exutoire, avec la méthode B (dite « des débits spécifiques »)	58
Tableau 20 : Bilan Besoin / Ressource à Craponne	60
Tableau 21 : Bilan Besoin / Ressource à Taffignon	62
Tableau 22 : Bilan Besoin / Ressource sur le Charbonnières au point de Confluence	64
Tableau 23 : Bilan Besoin / Ressource sur l'Yzeron au point de l'Exutoire	66

PREAMBULE

CONTEXTE

Le bassin versant de l'Yzeron est soumis à des étiages sévères. Ces étiages, récurrents, mettent en évidence un **déséquilibre structurel entre offre et demande en eau** en période estivale.

Le rétablissement de l'équilibre entre offre et demande en eau est un objectif affiché par le plan national de gestion de la rareté de l'eau¹. Cet objectif s'inscrit aussi pleinement dans celui, plus large, de la **mise en œuvre de la DCE**². Cette dernière exige l'atteinte du bon état des ressources en eau à l'horizon 2015, et pour ce faire le rétablissement de l'équilibre offre/demande en eau.

Pour atteindre le bon état des eaux, il est en effet essentiel d'obtenir cet équilibre entre les ressources en eau (l'offre) et les quantités prélevées (la demande), illustré par la Figure 1 ci-contre.

L'adoption de nouveaux comportements est une priorité : ils sont fondés sur le partage de l'eau. C'est pour cela que des études sur les « volumes prélevables » ont été initiées par l'Agence de l'Eau RMC, aux côtés des services de l'Etat, dans chaque territoire déficitaire en eau.

La date à laquelle le volume total autorisé sur un bassin ne devra plus dépasser ce « volume prélevable » ne pourra en aucun cas excéder le 31 décembre 2014.³

La notion de **volume prélevable** est au cœur de la démarche du rétablissement de l'équilibre offre / demande en eau. Défini de manière simplifiée, le volume prélevable sur un bassin donné est la différence entre la ressource disponible *a priori* (ressource naturelle et volumes de régulations éventuellement disponibles) et ce qu'il faut laisser dans le milieu pour garantir son bon état.⁴

→ La présente étude a ainsi pour premier objectif d'établir un **bilan entre la ressource en eau et les besoins de prélèvement en eau** (agriculture, eau potable, industrie et milieu naturel) afin de caractériser la pression exercée actuellement sur le milieu et de déterminer les volumes prélevables à l'avenir.

Figure 1 : Balance des équilibres entre les ressources en eau et les quantités prélevées.



Source : BRLi.

¹ Voir CGAAER & IGE (2007).

² Directive Cadre sur l'Eau : Directive du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Voir par exemple la synthèse suivante : http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/128002b_fr.htm.

³ Voir MEEDDAT (2008).

⁴ Extrait de MEEDDAT (2008) : « Le volume prélevable est le volume que le milieu est capable de fournir dans des conditions écologiques satisfaisantes... ».

Conscients des déséquilibres existants sur l'Yzeron, le Syndicat d'Aménagement et de Gestion de l'Yzeron, du Ratier et de Charbonnières (SAGYRC), ainsi que les acteurs de l'eau et les partenaires techniques concernés par le bassin versant de l'Yzeron, ont décidé de lancer un Protocole de Gestion Concertée de la Ressource (PGCR) en 2007.

La présente étude a pour objet la détermination des volumes maximum prélevables sur le bassin versant de l'Yzeron. Elle s'inscrit dans la poursuite de l'étude de faisabilité pour une meilleure gestion des étiages réalisée en 2006 par BRL. Cette dernière avait permis une appréciation technique et financière des solutions d'aménagement proposées par BCEOM en 1999, et avait également contribué à améliorer la connaissance des usages de l'eau sur le bassin.

→ Dans la présente étude, le traitement des données collectées (y compris via l'utilisation de modèles pluie-ETP-débit) permettra de déterminer des volumes maximum prélevables par sous-bassin versant de l'Yzeron ainsi que des Débits Objectifs d'Etiage (DOE) associés. Ces volumes prélevables seront à la base de la concertation entre les usagers.

PHASAGE

L'étude de détermination des volumes prélevables maximum sur le bassin versant de l'Yzeron se décompose en 6 phases.

- ▶ Phase 1 : Caractérisation des sous-bassins et aquifères et recueil de données complémentaires ;
- ▶ Phase 2 : Bilan des prélèvements existants, analyse de l'évolution ;
- ▶ Phase 3 : Impact des prélèvements et quantification des ressources existantes ;
- ▶ Phase 4 : Détermination des débits minimum biologiques ;
- ▶ Phase 5 : Détermination des volumes prélevables et des Débits Objectif d'Etiage ;
- ▶ Phase 6 : Proposition de répartition des volumes entre les usages et proposition de périmètre d'organisme unique.

Le présent rapport correspond à la phase 3 de l'étude.

PHASE 3

La phase 3 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 5.

Cette quantification implique d'analyser le fonctionnement hydrologique et hydraulique du bassin versant de l'Yzeron, 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).

Les calculs de ressource non influencée sont conduits au droit de chacun des sous bassins, au pas de temps mensuel. Pour mener à bien cette estimation de ressource superficielle et en évaluer la pertinence, une première étape vise à analyser les données d'entrée du bilan hydrologique, c'est-à-dire les données climatiques et hydrométriques, pour en dégager des tendances spatiales et statistiques sur les différents sous bassins ou cours d'eau, ainsi que d'estimer leur fiabilité. Nous présentons ensuite les méthodes adoptées pour les estimations sur chacun des secteurs, avant d'analyser les résultats.

1. EXPLICATION DE LA METHODE

1.1 LES OBJECTIFS DE LA PHASE 3

Les objectifs de cette troisième phase sont :

- ▶ La détermination de la ressource non influencée, dite « naturalisée »,
- ▶ La comparaison des prélèvements avec cette ressource naturalisée.

Dans le présent document, nous nous proposons de caractériser la ressource non influencée grâce à des séries de débits naturels reconstituées sur la période 1970-2010. La reconstitution des débits naturels s'appuiera sur les données de prélèvements inventoriées en phases 1 et 2, et sur les mesures de débits disponibles aux stations hydrométriques présentes sur le territoire d'étude.

La période de disponibilité des mesures hydrométriques étant limitée dans le temps, nous aurons recours à des méthodes de modélisation ou de reconstitution pour étendre les séries de débits naturalisés. L'utilisation d'une période de 40 ans sur les données hydrologiques permet de cerner statistiquement l'aléa hydrologique pour les temps de retours utilisés dans le cadre de l'étude.

L'exercice sera mené en chacun des 4 points de référence définis au cours de la phase 2 de la présente étude de détermination des volumes prélevables, et dont le choix a fait l'objet d'une note technique transmise au maître d'ouvrage et aux partenaires techniques. C'est en ces points de référence que va se structurer la réflexion dans la suite de l'étude, au travers notamment de la détermination des volumes prélevables.

1.2 TERMINOLOGIE

Dans la suite du rapport, afin de distinguer les observations/mesures des calculs/modélisations, on parlera de :

- ▶ débit **observé** (au niveau d'une station de mesure) = débit mesuré par la station de mesure ;
- ▶ débit **reconstitué** (au niveau d'un point donné du cours d'eau) = débit non nécessairement observé mais résultant de calculs du Consultant.

De plus, dans la suite du rapport, afin de distinguer les débits influencés des débits non-influencés par l'homme, on parlera de :

- ▶ débit **influencé** (au niveau d'un point donné du cours d'eau) = débit du cours d'eau en ce point ; il est dit « influencé » car il prend en compte les éventuels prélèvements/régulations humaines amont ; il est égal au débit observé si une station de mesure de qualité se trouve à ce point ;
- ▶ débit **naturel** (au niveau d'un point donné) = débit du cours d'eau en ce point, désinfluencé des prélèvements/régulations humaines amont ; il est égal au débit influencé s'il n'y a pas de prélèvement/régulation amont.

Enfin, on parlera parfois de débit « **simulé** », uniquement pour désigner dans ce rapport les débits résultants de la modélisation GR2M.

1.3 LES HYPOTHESES DE CALCUL

Nous présentons ici certains points utiles à la compréhension générale des méthodes mises en œuvre dans ce document .

1.3.1 Horizon temporel des calculs

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

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.

Nous savons en revanche aujourd'hui que cette hypothèse est fautive lorsque l'on s'intéresse à du plus long terme. En raison du changement climatique, les observations réalisées ces quarante dernières années ne peuvent pas être utilisées pour caractériser ce qui pourrait être observé dans quelques décennies en termes hydrologiques.

1.3.2 Changement climatique

Sur ce sujet, les idées suivantes peuvent être notées :

- ▶ Le changement climatique est déjà observable : à l'échelle du XX^{ème} 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.

1.3.3 Cadre général pour la reconstitution des débits naturels

L'équation de naturalisation des débits est la suivante :

$$Q_{\text{naturel}} = Q_{\text{mesuré}} + \text{Impacts des Prélèvements et Rejets anthropiques}$$

avec :

- ▶ **Q naturel** : le débit sans les influences anthropiques. C'est le débit qui serait observé en rivière en l'absence des pressions quantitatives existant en amont et qui se soldent soit par des prélèvements, soit par des rejets
- ▶ **Q mesuré** : le débit observé, c'est à dire influencé. Ce débit est généralement observé au droit de stations hydrométriques. Il est influencé par les influences anthropiques existant en amont (prélèvements ou rejets).
- ▶ **Impacts des Prélèvements et Rejets anthropiques** : la quantification en débit de l'influence des prélèvements et rejets anthropiques sur les ressources superficielles.

Ce travail est réalisé au niveau des différents points de référence choisis, 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 permettra, à partir d'informations sur les prélèvements des dernières années et de données météorologiques sur toute la période d'étude, de reconstituer les débits naturels sur l'ensemble de la période d'étude (1970-2010).

La modélisation fait par ailleurs **l'hypothèse de l'invariance du fonctionnement hydrologique** : à l'échelle temporelle sur laquelle est estimée la ressource (1970-2010), 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 parties 2 et 3 qui suivent s'intéressent à l'analyse des variables climatiques puis hydrométriques du bassin de l'Yzeron.

Dans la partie 4, on procède au calcul du débit naturalisé en chaque point de référence à l'aide de différentes méthodes détaillées au cas par cas.

Enfin en partie 5, les résultats obtenus sur la ressource naturelle est mise en perspective en les confrontant avec les pressions anthropiques quantitatives mises en évidence en phases 1 et 2.

2. ANALYSE DES DONNEES CLIMATIQUES

Les deux types de données climatiques qui seront utilisées comme variables d'entrée dans le bilan hydrologique sont **la pluviométrie** et **l'évapotranspiration de référence**.

- ▶ La pluviométrie se répartit de manière hétérogène dans le temps et l'espace. Le suivi dans le temps est assuré par des pluviomètres dont la relève des mesures se fait automatiquement à un pas de temps régulier. En revanche la distribution spatiale de la pluie ne peut être donnée directement par cette méthode de mesure, les données de chaque pluviomètre n'étant valables qu'au point exact où il se situe.

Pour spatialiser cette pluie sur le territoire drainé par l'Yzeron, il a été nécessaire de procéder à un calcul de **pluies de bassins**. Cette étape permet la transformation de données de pluie exprimées sous la forme de valeurs ponctuelles, à des données agrégées valables à l'échelle de l'ensemble du bassin versant ou des sous-bassins constitutifs. La méthode employée est détaillée dans la suite de ce rapport.

- ▶ L'évapotranspiration de référence est elle aussi une valeur ponctuelle. Les données utilisées dans cette étude correspondent à l'évaporation de référence calculée par MétéoFrance selon la formule de Penman-Monteith, d'après des paramètres climatiques de la station de Lyon Bron, à proximité immédiate du bassin.

2.1 DONNEES UTILISEES ET TRAITEMENT DES DONNEES

2.1.1 Stations disponibles pour caractériser la pluviométrie et l'évapotranspiration (ETP) du bassin versant

Au total **10 stations pluviométriques** ont été retenues, issues de trois sources différentes :

- ▶ MétéoFrance,
- ▶ le Cemagref,
- ▶ le Grand Lyon.

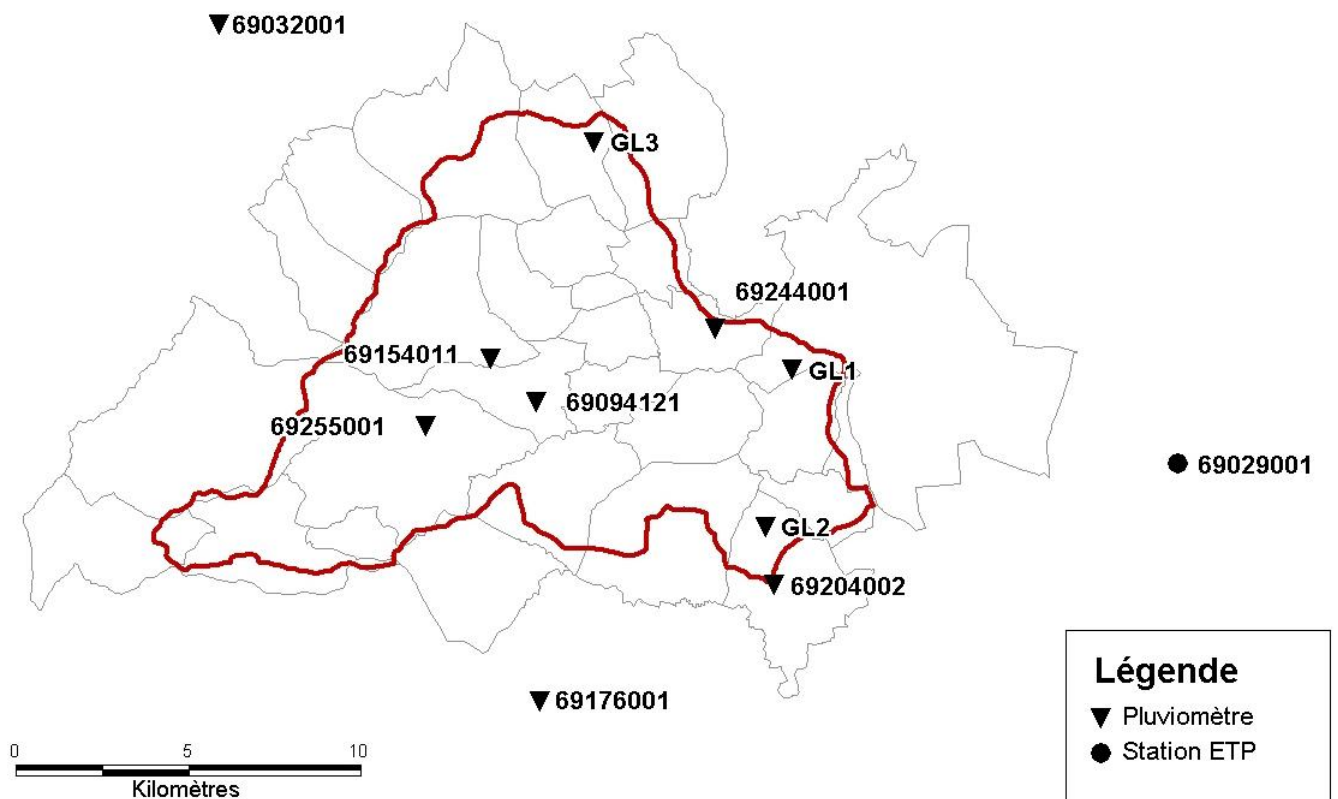
Ces stations ont été sélectionnées en raison de leur localisation et des périodes de mesures disponibles. Leurs principales caractéristiques et leur position sont exposées au Tableau 1 et à la Figure 2 ci-dessous.

Une seule station mesurant l'évapotranspiration se trouve à proximité du bassin versant, à l'aéroport de Lyon Bron. Ses caractéristiques figurent également au Tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques des stations climatiques (P et ETP) utilisées

Données (pas de temps)	Commune	Référence	Source	Période de mesures disponibles		X	Y
				Date de début	Date de fin		
Pluie (décadaire)	Bully	69032001	Météo France	Janv-70	actuel	774500	2096300
Pluie (décadaire)	St Genis Laval	69204002	Météo France	Janv-70	actuel	790600	2080100
Pluie (décadaire)	Vaugneray	69255001	Météo France	Janv-70	déc-86	780500	2084700
Pluie (décadaire)	Tassin la Demi Lune	69244001	Météo France	Juin-85	actuel	788900	2087500
Pluie (décadaire)	Soucieu	69176001	Météo France	Févr-90	actuel	783800	2076700
Pluie (journalier)	Lyon	GL1	Grand Lyon	Janv-86	actuel	791103	2086324
Pluie (journalier)	St Genis Laval	GL2	Grand Lyon	Janv-86	actuel	790342	2081775
Pluie (journalier)	La Tour de Salvagny	GL3	Grand Lyon	Janv-86	actuel	785363	2092885
Pluie (journalier)	Pollionay	69154011	CEMAGREF	Janv-97	actuel	782378	2086632
Pluie (journalier)	Grezieu la Varenne	69094121	CEMAGREF	Févr-97	actuel	783712	2085373
ETP (journalier)	Bron	69029001	Météo France	Janv-70	actuel	802 300	2083600

Figure 2 : Stations pluviométriques et ETP sur le bassin versant de l'Yzeron



Pour chaque poste ponctuel, la fréquence d'enregistrement est soit ponctuelle, soit décadaire. Au cours de cette phase ces données brutes seront par la suite transformées pour faire apparaître des pluies mensuelles. Le raisonnement sur la ressource et sur les volumes prélevables se fera en effet à cette échelle de temps (unité de mesure = 1 mois).

Au cours de cette phase, on souhaite reconstituer l'hydrologie naturelle sur la période s'étalant entre 1970 et 2010. Or seules deux stations pluviométriques couvrent entièrement cette période (stations 69204002 et 69032001). La prise en compte de ces seuls postes ne permettrait pas de représenter la diversité de l'aléa pluviométrique sur l'ensemble du territoire d'étude. En revanche, l'ajout des autres postes pluviométriques et de l'information qu'ils contiennent dans leurs données, peut permettre d'améliorer la représentativité de la pluie de bassin. Ainsi, afin de pouvoir tenir compte des stations ayant été mises en route au cours de la période 1970-2010 et ainsi pouvoir affiner nos résultats, nous avons divisé la période d'étude en trois sous périodes :

- ▶ Une première période : 1970 - 1987,
- ▶ Une deuxième période : 1988 – 1996,
- ▶ Une troisième période : 1997 - 2010.

2.1.2 Compléments des séries de données pluviométriques

En chacun des postes précédemment cités, nous estimons sur la période d'enregistrement le taux de lacunes qui correspond au ratio de valeurs manquantes sur le nombre de données disponibles.

Pour tenter de combler ces lacunes dans les séries pluviométriques nous avons cherché, lorsque cela était possible, à reconstituer ces séries à partir de données d'une autre station via une régression linéaire simple. Cette opération de reconstitution n'a été menée que sur les postes présentant un taux de lacune inférieur à 15%.

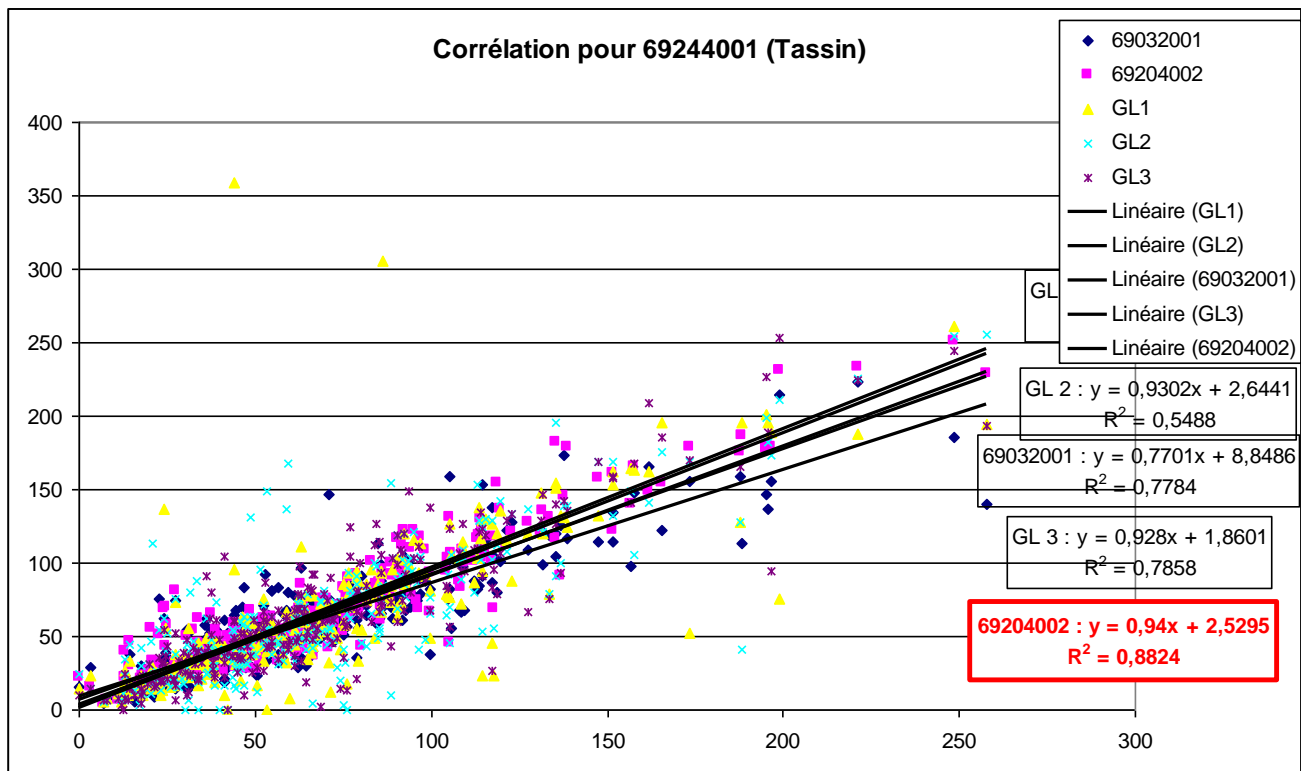
Pour chacun des postes où l'on veut tenter de compléter les données pluviométriques, on établit un calcul de corrélation entre les données mensuelles du poste en question et celles d'une autre station pluviométrique où des données sont disponibles sur la période de recouvrement. Les différentes stations disponibles sur cette période sont alors testées. Pour chaque droite de régression établie, on ne retient finalement que celle présentant le meilleur coefficient de corrélation (R^2) dans la mesure où celui-ci dépasse 0,80.

Il est à noter que pour un poste donné où sont présentes des lacunes, ce n'est pas systématiquement la station la plus proche géographiquement qui a été retenue.

Les lacunes peuvent alors être complétées à l'aide des droites de régression obtenues qui lient les données de pluviométrie entre elles..

Le graphique suivant illustre ces recompositions dans le cas spécifique du poste pluviométrique de Tassin (poste 69244001). Les données mensuelles de cette station sont mises en regard avec celles des autres postes pluviométriques. Sur les différentes droites de régression représentées, seule une sera retenue (celle qui lie le poste de Tassin à la station pluviométrique de Saint Genis Laval, numérotée 69204002).

Figure 3 : Corrélation entre la série pluviométriques de Tassin et celles d'autres postes



Le Tableau 2 suivant fait la synthèse des corrélations ayant été retenues pour compléter les séries de données incomplètes. Chaque ligne du tableau précise la station qui a été complétée, et lui associe un poste pluviométrique servant pour la reconstitution, ainsi que les coefficients de la droite de régression.

Tableau 2 : Corrélation utilisées pour le comblement des séries de données

Station	Période disponible		Sous périodes			Taux de données manquantes	Corrélation			
			1970-1987	1988-1996	1997-2009		Station pour compléter	a	b	R ²
69255001	janv-70	mars-86	X			11%	69204002	0,929	2,998	0,80
69176001	mars-90	déc-10		X	X	11%	69244001	0,975	7,571	0,87
GL3	janv-86	déc-10		X	X	5%	69176001	0,804	8,960	0,80
69154011	janv-97	déc-10			X	7%	69176001	0,864	11,461	0,81
69094121	janv-97	déc-10			X	7%	69244001	0,935	10,329	0,83
69244001	janv-86	déc-10		X	X	2%	69204002	0,940	2,530	0,88

A l'issue de cette étape, nous disposons donc de séries pluviométriques, complétées ou non, utilisables pour le calcul d'une pluie de bassins. Remarquons que tous les postes disponibles ne seront pas nécessairement utilisés dans le calcul à venir, comme cela est détaillé dans le paragraphe qui suit.

2.2 RECONSTITUTION ET ANALYSE DES PLUIES SUR LE BASSIN

Les pluies de bassin ont été calculées par la **méthode des polygones de Thiessen** à partir des données des stations présentées au paragraphe précédent. Cette méthode d'interpolation spatiale permet de passer de données 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.

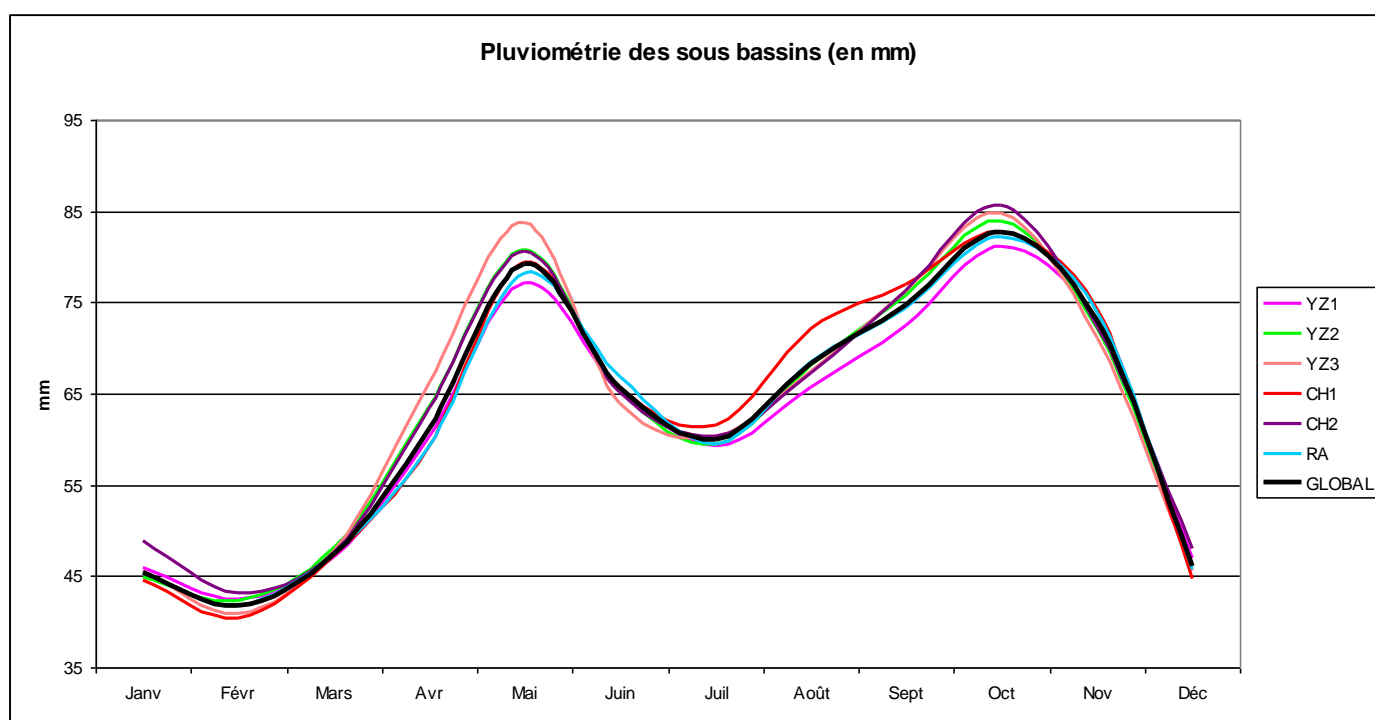
Le détail de la méthode des polygones de Thiessen est présentée en [Annexe 5](#).

Les tableaux suivants présentent les valeurs statistiques de pluie mensuelle pour chacun des sous bassins utilisés en phase 2 pour le bilan des prélèvements.

Sur l'ensemble du bassin de l'Yzeron, la pluie de bassin calculée représente une lame d'eau annuelle moyenne de 765 mm. Considérant la superficie du bassin, qui vaut près de 146 km², **cette lame d'eau précipitée représente un volume de 112 millions de m³ annuel** (ce n'est pas la lame d'eau ruisselée). Sur l'échantillon de données, les valeurs statistiques calculées permettent d'estimer une pluie de retour 5 ans sec de 650 mm environ (volume annuel de 95 millions de m³).

En termes de saisonnalité, la répartition mensuelle de la pluie calculée par bassin est illustrée dans le graphique ci-contre. Ces données laissent observer deux pics principaux centrés sur le mois de mai (79 mm en moyenne sur l'ensemble du bassin) et octobre (83 mm en moyenne sur l'ensemble du bassin).

Figure 4 : Pluies mensuelles moyennes calculées par bassin-versant



BRLi

Tableau 3 : Pluviométrie calculée sur les sous bassins versants (mm)

YZ1														
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans sec	21	17	11	20	28	22	30	24	25	36	28	15	571	26,7
5ans sec	25	22	13	28	47	29	33	36	30	46	36	25	640	29,9
Moyenne	46	42	47	60	77	66	59	66	72	81	73	47	757	35,4
5 ans humide	65	62	78	73	109	97	81	97	127	112	98	62	880	41,1
10 ans humide	73	74	89	96	115	99	104	109	142	132	123	76	910	42,5

YZ2														
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans sec	17	19	13	19	33	23	23	37	19	28	24	18	619	10,2
5ans sec	28	23	21	26	49	36	34	43	28	40	37	24	638	10,5
Moyenne	45	42	48	64	81	65	59	68	76	84	72	46	771	12,7
5 ans humide	61	64	71	77	105	96	84	89	142	118	100	56	888	14,6
10 ans humide	66	75	83	148	130	105	98	112	167	135	115	74	929	15,3

YZ3														
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans sec	14	17	12	16	38	22	20	30	22	21	22	15	629	11,6
5ans sec	27	21	22	26	47	39	29	41	29	36	33	22	649	11,9
Moyenne	46	41	48	66	84	64	60	67	76	85	71	46	775	14,3
5 ans humide	59	62	70	88	109	99	88	93	147	131	102	66	868	16,0
10 ans humide	103	76	86	165	140	103	101	112	174	154	111	83	899	16,6

CH1														
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans sec	16	15	11	18	28	24	28	27	27	34	28	13	583	16,7
5ans sec	28	20	21	24	48	36	33	40	30	45	36	23	644	18,4
Moyenne	44	40	47	59	79	66	62	72	77	83	74	45	769	22,0
5 ans humide	59	59	77	75	110	91	99	99	128	128	97	58	896	25,6
10 ans humide	72	69	87	107	121	99	107	118	144	138	122	73	942	27,0

CH2														
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans sec	16	19	16	22	35	21	23	34	22	32	23	18	642	3,8
5ans sec	29	22	20	26	56	39	29	41	31	39	36	27	653	3,9
Moyenne	49	43	48	63	81	65	60	67	76	86	72	48	779	4,7
5 ans humide	62	64	73	90	106	94	87	96	143	117	101	64	872	5,2
10 ans humide	69	77	86	111	135	103	95	112	156	160	119	74	936	5,6

RA														
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans sec	18	15	12	20	26	22	26	27	26	34	28	16	576	17,7
5ans sec	27	21	19	28	46	29	33	42	30	45	36	23	642	19,8
Moyenne	45	42	47	59	78	67	59	68	74	82	74	46	763	23,5
5 ans humide	64	59	77	75	109	95	89	98	128	114	98	58	892	27,4
10 ans humide	73	76	89	96	116	99	102	108	145	132	123	76	913	28,1

GLOBAL														
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Annuel	Volumes Mm3
10 ans sec	16	18	13	19	29	25	29	30	24	33	27	20	599	88,0
5ans sec	27	21	18	29	50	33	32	47	28	45	37	24	652	95,9
Moyenne	45	42	47	61	79	66	60	68	75	83	73	46	765	112,5
5 ans humide	62	63	76	77	108	92	84	98	135	118	98	59	893	131,3
10 ans humide	71	68	83	104	118	103	106	108	152	129	120	75	914	134,3

2.3 ANALYSE DE L'ETP SUR LE BASSIN

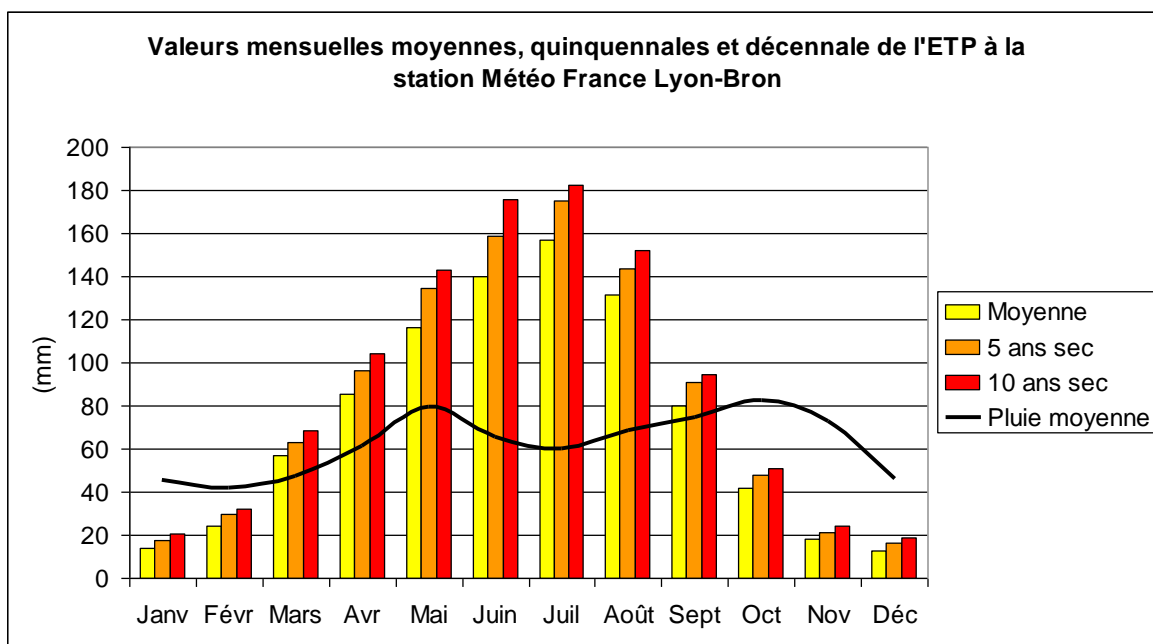
Contrairement à la pluie, pour laquelle nous disposons de plusieurs sources d'informations, l'ETP n'est décrite que par une seule station à proximité du bassin, située à Bron. Nous considérerons cette station comme représentative de l'ensemble du bassin. L'analyse statistique des 40 ans de mesure disponibles est présentée ci-après.

Tableau 4 : Statistique sur l'ETP depuis 1970 sur le bassin de l'Yzeron

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

Source : Météo France, station Lyon-Bron (1970-2010)

Figure 5 : ETP moyenne, 5 ans haut et 10 ans haut sur le bassin de l'Yzeron



Source : Météo France, station Lyon-Bron 1970-2010

L'ETP calculée à Bron selon la formule de Penman-Monteith représente 900 mm en moyenne sur l'année. Le profil de répartition mensuelle présente **un pic en juillet** avec une **valeur d'ETP ce mois-ci de 161 mm (18% de l'ETP annuelle)**. **Sur les 4 mois d'été (juin, juillet, août et septembre), l'ETP moyenne représente 522 mm soit 58 % de l'ETP annuelle.**

Précipitation et évapotranspiration de référence sont des données d'entrée du modèle GR2M utilisé pour la modélisation des débits (voir § 4.3).

3. ANALYSE DES DONNEES DEBITOMETRIQUES

3.1 STATIONS HYDROMETRIQUES EN PLACE

3.1.1 Localisation et caractéristiques des stations

Pour notre étude nous avons choisi de retenir deux stations hydrométriques, toutes deux sur l'Yzeron, l'une à Craponne l'autre à Taffignon (Francheville). Les stations sont repérées sur la Figure 6 et décrites dans le Tableau 5 et le Tableau 6 suivants.

Tableau 5 : Caractéristiques des stations hydrométriques

Code station	Cours d'eau	Commune	Bassin	Ouverture	Fermeture	Années complètes	Gestionnaire	Qualité en basses eaux
V3015010	Yzeron	Craponne	49 km ²	26/10/1969	-	40	DREAL Rhône Alpes	bonne
V3015020	Yzeron	Taffignon	129 km ²	16/09/1988	-	18	DREAL Rhône Alpes	bonne

Source : <http://www.hydro.eaufrance.fr>

Ces deux stations nous permettent de disposer de données valides en étiage sur une période suffisamment longue comme le montre le Tableau 6 suivant reprenant les caractéristiques de ces stations affichées sur le site <http://www.hydro.eaufrance.fr/>.

Tableau 6 : Disponibilité et fiabilité des données des stations hydrométriques

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Craponne	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon
Taffignon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Craponne	Validé bon	Validé bon	Année incomplète	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon
Taffignon	Validé bon	Validé bon	Année incomplète	Validé bon	Validé bon	Année incomplète	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Année incomplète	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Validé bon	Année incomplète	Validé bon	Validé bon	Validé bon

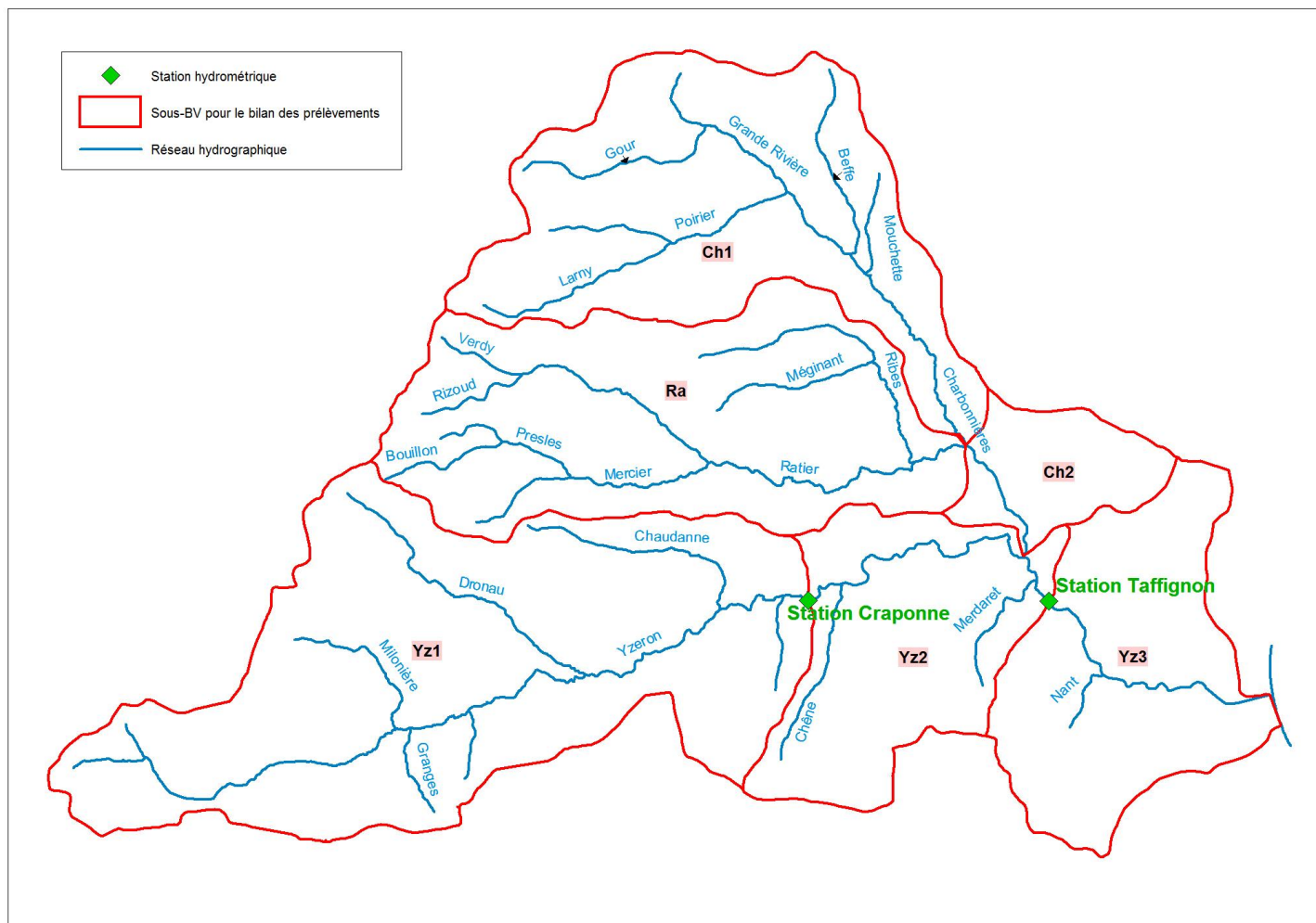
Validé bon

Année incomplète

Source : <http://www.hydro.eaufrance.fr>

Les années incomplètes ont été analysées plus particulièrement afin de ne pas introduire de biais dans les étapes de calcul ultérieures. Les données manquantes correspondent à des périodes de crues fortes ; ces manques ne seront donc pas préjudiciables pour la suite de l'étude.

Figure 6 : Stations hydrométriques sur le bassin versant de l'Yzeron



3.1.2 Analyse de la précision des stations hydrométriques

Les deux stations hydrométriques sont de type « échelle » ; c'est-à-dire que le débit est obtenu de manière indirecte, en croisant la mesure de la hauteur d'eau à une courbe de tarage donnant les équivalences hauteur d'eau – débit en cette station.

La méthode la plus directe pour juger de la précision de stations hydrométriques est de procéder à l'analyse de ces courbes de tarage. Nous avons donc contacté la DREAL Rhône Alpes, gestionnaire des deux stations de Craponne et Taffignon.

Les courbes de tarage que nous a transmis la DREAL sont peu précises pour effectuer une analyse qualitative des données. On ne voit pas apparaître le nuage de points de jaugeage ayant servi au calcul de la courbe et l'on ne sait pas non plus l'équation représentative. On sait que :

- ▶ La station de Craponne a bénéficié de 4 courbes de tarage depuis sa création. La dernière en date, ayant valeur aujourd'hui, date du 2 novembre 2008.
- ▶ La station de Taffignon a bénéficié quant à elle de 2 courbes, la plus récente datant du 24 octobre 1993.

3.2 ANALYSE DES DEBITS MESURES AUX STATIONS

3.2.1 Débits caractéristiques mesurés aux stations hydrométriques

Les données des stations hydrométriques de Craponne et Taffignon ont été récupérées auprès de la banque hydro (<http://www.hydro.eaufrance.fr>) puis analysées. Les valeurs clés sont présentées dans le Tableau 7 et le Tableau 8 donnés dans les pages suivantes.

La lecture de ces tableaux permet de fournir quelques premiers chiffres clés sur la ressource influencée observée en ces deux sites.

- ▶ **A Craponne** : sur les valeurs statistiques calculées, on constate que le **débit mensuel le plus bas est atteint au mois d'août avec une valeur moyenne de 68 L/s**, alors que sur ce même mois le débit mensuel chute à **14 L/s une année sur cinq**.(année sèche).

En termes de **volume**, l'écoulement moyen du **mois d'août représente 182 000 m³**, tandis que sur les **4 mois d'étiage successifs** (juin, juillet, août, septembre) le **volume moyen cumulé atteint 1 270 000 m³**.

Enfin précisons que le **QMNA de période de retour 5 ans (QMNA5)** atteint la valeur de **14L/s**.

- ▶ **A Taffignon** : le débit mensuel le plus bas est atteint au mois d'août avec une valeur moyenne de 111 L/s, tandis que pour ce même mois le débit peut chuter jusqu'à 25 L/s une année sur cinq (année sèche).

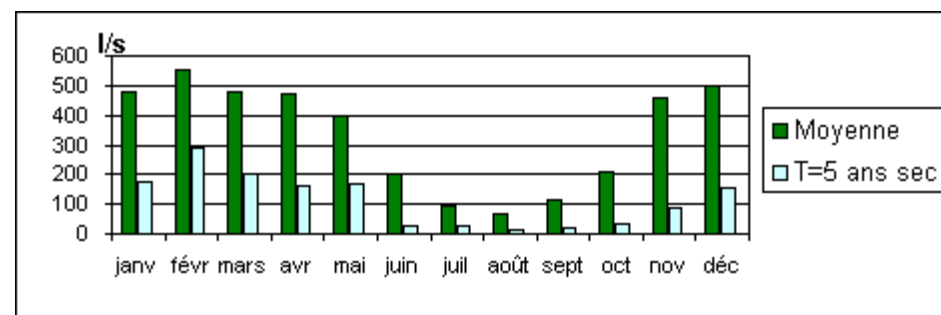
En termes de volume, l'écoulement moyen du mois d'août représente 297 000 m³, tandis que sur les **4 mois d'étiage successifs** (juin, juillet, août, septembre) le **volume moyen cumulé atteint 2 580 000 m³**.

Enfin précisons que le **QMNA de période de retour 5 ans (QMNA5)** atteint la valeur de **15L/s**.

Tableau 7 : Analyse statistiques des données de la station de Craponne

Débit en l/s													Annuel		1/10 mod	1/20 mod
(F expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	l/s	l/s/km ²	l/s	l/s
Moyenne	478,5	549,6	479,3	475,2	396,7	201,9	92,4	68,0	115,5	210,0	459,4	501,4	335,7	7,0	33,6	16,8
T=10 ans sec	111,1	187,5	165,9	108,8	121,7	22,7	18,9	12,6	12,3	26,3	50,9	69,8	219,6	4,6		
T=5 ans sec	177,0	288,3	199,9	163,4	167,1	30,1	26,0	14,3	19,5	36,3	90,7	154,7	258,4	5,4		
T=2 ans	448,8	440,0	385,7	327,4	266,5	88,9	57,8	29,9	33,3	125,6	264,3	385,8	319,3	6,7		
T= 5 ans humide	638,6	765,8	758,9	704,4	593,6	261,3	148,1	65,2	162,5	364,3	832,6	751,7	425,8	8,9		
T=10 ans humide	845,0	1 000,8	1 002,7	928,1	878,7	349,1	200,7	145,6	253,5	387,8	1 071,1	1 079,5	459,6	9,6		

(F expérimentales)	VCN 30		VCN 10		QMNA	
	l/s	l/s/km ²	l/s	l/s/km ²	l/s	l/s/km ²
Moyenne	20,2	0,4	11,2	0,2	29,9	0,6
T=10 ans sec	5,5	0,1	1,8	0,0	8,3	0,2
T=5 ans sec	6,8	0,1	2,3	0,0	13,9	0,3
T=2 ans	15,3	0,3	6,2	0,1	22,3	0,5
T=5 ans humide	28,2	0,6	16,0	0,3	35,3	0,7



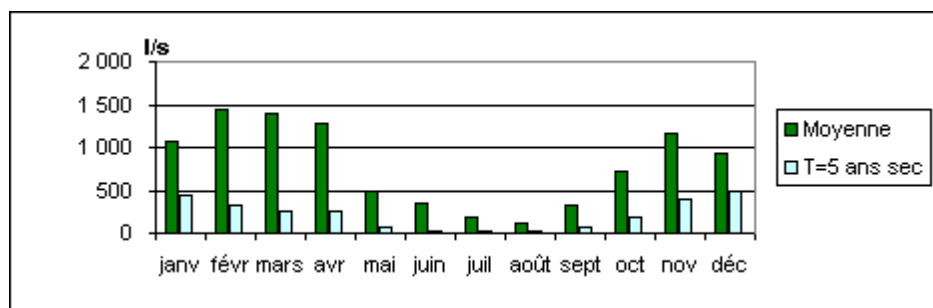
Apport en Mm3

(F expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Total annuel	Total juin à sept
Moyenne	1,282	1,472	1,159	1,273	1,028	0,541	0,239	0,182	0,309	0,544	1,230	1,300	10,59	1,27
T=10 ans sec	0,298	0,502	0,401	0,291	0,315	0,061	0,049	0,034	0,033	0,068	0,136	0,181	6,93	0,18
T=5 ans sec	0,474	0,772	0,484	0,438	0,433	0,081	0,067	0,038	0,052	0,094	0,243	0,401	8,15	0,24
T=2 ans	1,202	1,178	0,933	0,877	0,691	0,238	0,150	0,080	0,089	0,325	0,708	1,000	10,07	0,56
T= 5 ans humide	1,710	2,051	1,836	1,887	1,539	0,700	0,384	0,175	0,435	0,944	2,230	1,949	13,43	1,69

Tableau 8 : Analyse statistique des données de la station de Taffignon

Débit en l/s													Annuel		1/10 mod	1/20 mod
(F expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	l/s	l/s/km ²	l/s	l/s
Moyenne	1 074,3	1 441,1	1 388,2	1 276,3	498,8	339,1	183,7	110,9	336,2	716,4	1 154,7	937,4	788,1	6,11	78,809	39,404
T=10 ans sec	401,9	289,4	141,6	186,0	45,3	15,5	8,2	14,5	36,6	143,1	246,6	445,1	445,1	3,45		
T=5 ans sec	446,2	334,0	250,4	245,8	68,8	32,5	30,7	25,3	75,0	178,9	396,9	488,0	488,0	3,78		
T=2 ans	780,4	489,4	626,3	432,4	237,3	63,1	59,9	108,1	155,3	1 125,6	708,2	705,0	705,0	5,47		
T= 5 ans humide	1 344,9	1 087,2	1 487,0	688,1	455,3	189,4	118,8	451,7	794,9	2 222,9	1 521,4	856,5	856,5	6,64		
T=10 ans humide	1 879,9	1 911,9	4 043,4	716,6	734,4	425,0	163,7	1 067,2	919,0	2 362,1	1 846,5	998,2	998,2	7,74		

(F expérimentales)	VCN 30		VCN 10		QMNA	
	l/s	l/s/km ²	l/s	l/s/km ²	l/s	l/s/km ²
Moyenne	28,8	0,2	7,5	0,1	50,5	0,4
T=10 ans sec	1,4	0,0	0,0	0,0	5,6	0,1
T=5 ans sec	4,3	0,0	0,0	0,0	14,6	0,3
T=2 ans	14,6	0,1	0,0	0,0	30,2	0,6
T=5 ans humide	41,0	0,3	15,1	0,1	91,5	1,9



Apport en Mm3

(F expérimentales)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Total annuel	Total juin à sept
Moyenne	2,877	3,860	3,358	3,418	1,293	0,908	0,476	0,297	0,900	1,857	3,093	2,430	24,87	2,58
T=10 ans sec	1,076	0,775	0,343	0,498	0,118	0,041	0,021	0,039	0,098	0,371	0,660	1,154	14,05	0,20
T=5 ans sec	1,195	0,894	0,606	0,658	0,178	0,087	0,080	0,068	0,201	0,464	1,063	1,265	15,40	0,44
T=2 ans	2,090	1,311	1,515	1,158	0,615	0,169	0,155	0,289	0,416	2,917	1,897	1,827	22,25	1,03
T= 5 ans humide	3,602	2,912	3,597	1,843	1,180	0,507	0,308	1,210	2,129	5,762	4,075	2,220	27,03	4,15

3.3 BILAN DES JAUGEAGES REALISES SUR LE BASSIN VERSANT

3.3.1 Jaugeages effectués par la DREAL

Nous nous sommes rapprochés de la DREAL pour obtenir les résultats d'éventuelles mesures de jaugeage sur le bassin de l'Yzeron. Les seules données récupérées concernent la période hivernale avec des mesures faites en mars 1993. Le personnel interrogé nous dit ne pas disposer d'autres mesures sur le bassin.

3.3.2 Campagnes de jaugeages effectuées par BRLi lors de l'étiage 2011

Afin de mieux appréhender le fonctionnement des cours d'eau sur le bassin versant en période d'étiage, et notamment de préciser les relations nappes-rivières, une campagne de jaugeage a été réalisée les 5 et 6 Octobre 2011.

A l'occasion de cette campagne de jaugeage les données de température, de conductivité et de débit ont été menées en 23 points. Pour 7 d'entre eux, le déplacement sur site a permis de constater l'absence d'écoulement apparent sur les biefs considérés, rendant de fait les mesures de conductivité et de température impossibles. L'emplacement de ces jaugeages figure à la Figure 7 suivante. Le Tableau 9 ci-dessous précise les résultats obtenus en chacun des points enquêtés. **Notons qu'il s'agit là de débits mesurés, donc influencés.**

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessous sont localisés sur les points de mesure et sur le réseau hydrographique au moyen de cartes jointes en [Annexe 1](#) du présent document.

Figure 7 : Campagne de jaugeage menée les 5 et 6 Octobre 2011 par BRLi

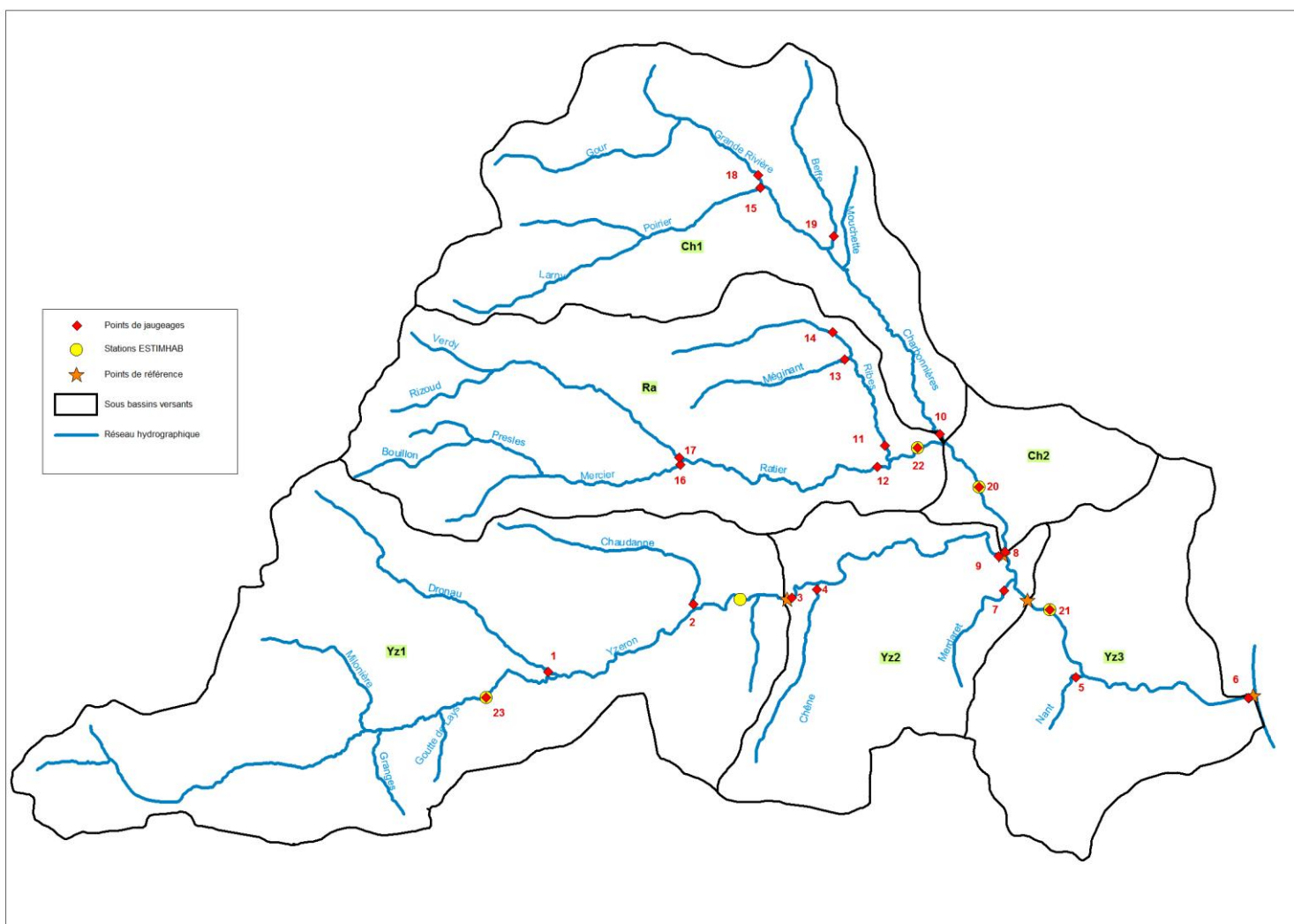


Tableau 9 : Résultats des campagnes de jaugeage : mesures de débit, de conductivité et de température

ID	Cours d'eau	Bassin	Débit (l/s)	Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	Température ($^{\circ}\text{C}$)	Commentaires
1	Dronau	Yz1	0			A sec
2	Chaudanne	Yz1	0			A sec
23	Yzeron	Yz1	2	320	12,9	Largeur du lit inférieure à 3,5m
3	Yzeron	Yz2	<1	508	12,0	Epaisseur d'alluvions importante
4	Chêne	Yz2	<1	475	14,9	
7	Merdaret	Yz2	2	626	14,6	
9	Yzeron	Yz2	0			A sec
5	Nant	Yz3	<1	739	15,3	
6	Yzeron	Yz3	<1	735	17,1	
21	Yzeron	Yz3	3	719	16,1	Principalement alimenté par un rejet en amont (entre 1 et 2 l/s).
10	Charbonnières	Ch1	4	670	12,3	
15	Poirier	Ch1	0	481	11,7	Rupture d'écoulement
18	Grande Rivière	Ch1	<1	650	12,0	
19	Beffe	Ch1	0			A sec
8	Charbonnières	Ch2	1	598	17,0	
20	Charbonnières	Ch2	7	544	15,8	
11	Ribes	Ra	7	447	16,1	
12	Ratier	Ra	<1	555	15,3	En limite de rupture d'écoulement
13	Méginant	Ra	0			A sec
14	Ribes	Ra	<1	734	17,2	
16	Mercier	Ra	0			A sec
17	Ratier	Ra	0			A sec
22	Ratier	Ra	8	487	17,3	

BRLi

Ces mesures de débit réalisées confirment les hypothèses et observations faites par BRLi et Hydrofis dans les phases précédentes, notamment sur les questions liées au collecteur et au soutien d'étiage par les nappes du bassin.

En effet, les valeurs obtenues laissent apparaître un écoulement très faible sur **l'Yzeron amont** d'abord proche de 2 L/s et très faiblement gonflé par l'apport des ruisseaux affluents, le Chêne notamment avec moins de 1 L/s d'apport supplémentaire. Ce débit semble se perdre dans la descente vers la confluence avec le Charbonnières et finit par disparaître juste avant cette confluence. Sur le terrain on observe une rupture d'écoulement.

Parallèlement **sur le Charbonnières, l'amont du bassin** semble produire assez peu. La contribution des petits ruisseaux affluents tels que le Poirier, le Beffe, le Mouchette, permet d'atteindre près de 4 L/s avant la confluence avec le Ratier

Sur le bassin du Ratier, les débits observés s'avèrent plus importants que sur le reste du territoire. Le Ratier en tant que tel produit en fait assez peu avant la confluence avec le Ribes (moins de 1 L/s). En revanche le système Ribes/Méginant s'avère très productif. Notons une singularité à ce propos : sur les parties amont de ces deux cours d'eau l'écoulement est faible (inférieur à 1 L/s), mais cet écoulement augmente ensuite fortement avant la confluence avec le Ratier, probablement sous l'effet du soutien d'étiage de la nappe de Méginand en limite du cours d'eau. Avec cet apport du Ribes, la contribution du Ratier juste avant sa rencontre avec le Charbonnières est élevée à 8 L/s.

Sur **l'aval du Charbonnières**, l'écoulement se perd progressivement passant de 12 L/s après la confluence avec le Ratier, à seulement 1 L/s avant la rencontre avec l'Yzeron. Plusieurs facteurs peuvent venir expliquer ces pertes :

- ▶ l'existence de **prélèvements de surface** notamment domestiques sur la partie aval du ruisseau de Charbonnières,
- ▶ l'influence du **collecteur** qui longe le ruisseau de Charbonnières et qui prélève probablement, sous forme d'eaux claires parasites, une partie de l'écoulement superficiel et de l'écoulement dans la nappe d'accompagnement,
- ▶ la **fuite** suspectée du système Charbonnières et sa nappe d'accompagnement vers la Saône à travers **l'aquifère constitué des dépôts fluvio-glaciaires de Tassin**

Sur **l'aval du Charbonnières**, l'écoulement se perd progressivement passant de 12 L/s après la confluence avec le Ratier, à seulement 1 L/s avant la rencontre avec l'Yzeron. Plusieurs facteurs peuvent venir expliquer ces pertes :

- ▶ l'existence de **prélèvements de surface** notamment domestiques sur la partie aval du ruisseau de Charbonnières,
- ▶ l'influence du **collecteur** qui longe le ruisseau de Charbonnières et qui prélève probablement, sous forme d'eaux claires parasites, une partie de l'écoulement superficiel et de l'écoulement dans la nappe d'accompagnement,
- ▶ la **fuite** suspectée du système Charbonnières et sa nappe d'accompagnement vers la Saône à travers **l'aquifère constitué des dépôts fluvio-glaciaires de Tassin**

Sur l'Yzeron, après la confluence avec le Charbonnières cet écoulement reste faible. D'abord proche de 1 L/s, cet écoulement est quelque fois gonflé par les apports de quelques ruisseaux affluents (Merdaret : 2 L/s, Nant : <1 L/s). Après la station de Taffignon, l'écoulement sur l'Yzeron est évalué à 3 L/s. Ce débit provient apparemment d'un rejet situé en amont du point de mesure et après la station. En amont de la station et en amont de la mesure, l'écoulement est faible et semble passer en inféroflux. A l'exutoire du bassin, le débit observé sur l'Yzeron est une fois encore très faible proche de 1 L/s. Cette décroissance progressive peut encore une fois s'expliquer par le jeu des prélèvements de surface ou encore par l'influence du collecteur.

Au cours de cette partie 3, les paramètres mesurés par BRLi en termes de débit, de conductivité ou de température, serviront à cadrer les reconstitutions faites sur la ressource. Ainsi pour l'évaluation du soutien d'étiage joué par les nappes du bassin, ces données permettront de confronter les résultats de l'approche paramétrique menée par Hydrofis avec les éléments de terrain issus de la visite sur site. Notons

4. DETERMINATION DES DEBITS NATURELS AU DROIT DES POINTS DE REFERENCE

4.1 POSITIONNEMENT DES POINTS DE REFERENCE

Conformément à la note technique transmise en phase 2 de l'étude par BRLi, quatre points de référence ont été définis. En ces points, nous tenterons de déterminer la ressource naturelle existante, considérant les prélèvements mis en évidence dans les phases précédentes. Au cours de la phase 4 à venir, nous déterminerons également un débit biologique discriminant et valable pour les tronçons hydrographiques contrôlés par chacun de ces points. Le calcul des trois termes du bilan (prélèvement, ressource et débit biologique) permettra enfin en phase 5 la détermination des volumes maximum prélevables au droit des points de référence.

Les points choisis et leurs caractéristiques sont rappelés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10 : Points de référence choisis sur le bassin de l'Yzeron

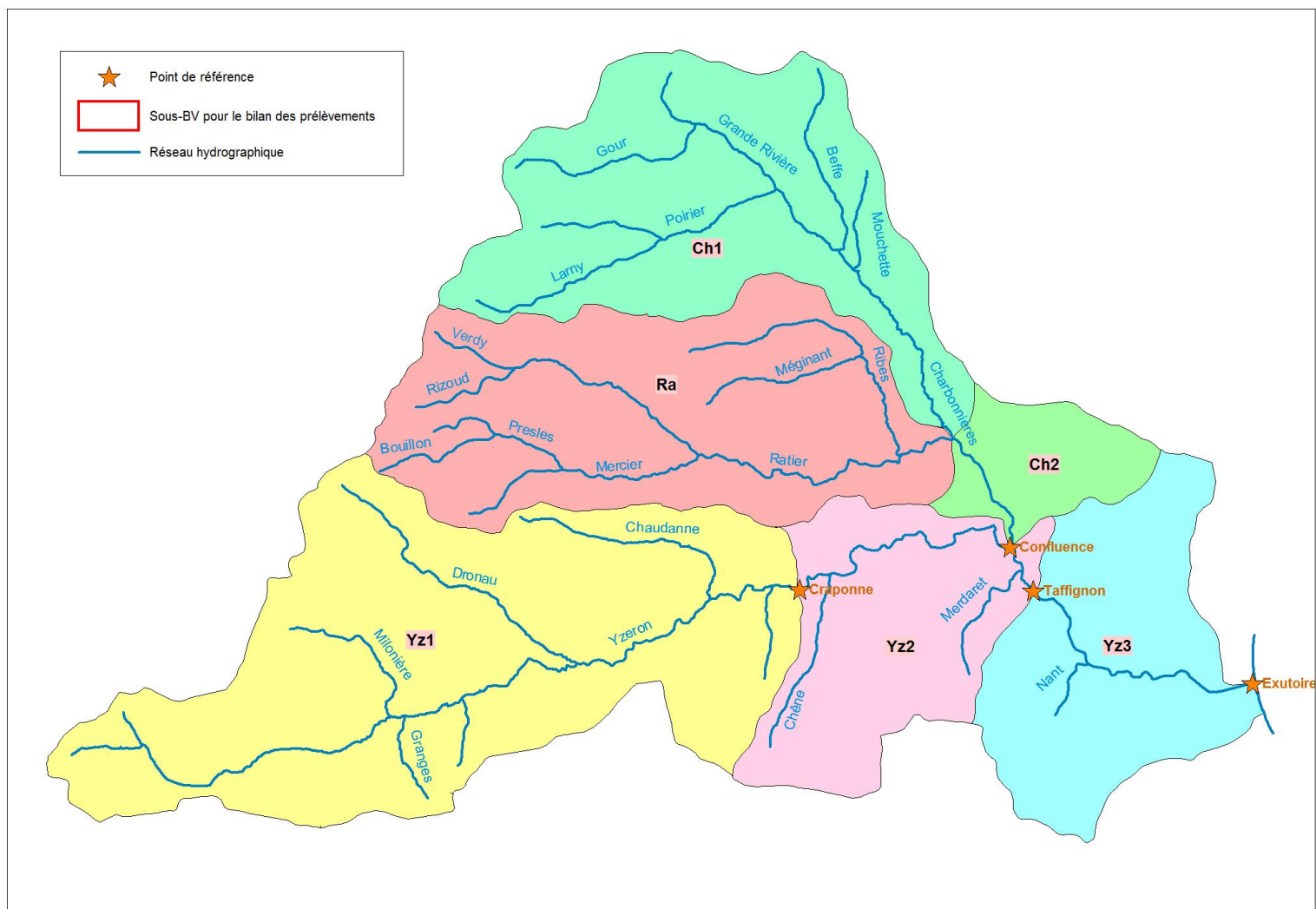
Nom	Cours d'eau	Type	Bassins contrôlés
Craponne	Yzeron	Station hydrométrique	Yz1
Taffignon	Yzeron	Station hydrométrique	Yz1, Yz2, Ch1, Ch2, Ra
Confluence	Charbonnières	Point de confluence	Ch1, Ch2, Ra
Exutoire	Yzeron	Point de confluence	Yz1, Yz2, Yz3, Ch1, Ch2, Ra

On retrouve finalement deux catégories de points de référence parmi cet ensemble cite :

- ▶ **Les points de référence coïncidant avec des stations hydrométriques** : c'est le cas des points « Craponne » et « Taffignon ». En ces points il est facile de suivre la ressource, puisque l'on dispose d'observations journalières des débits influencés. Ceci facilitera la gestion en situation d'étiage à terme. De plus nous disposons également pour ces nœuds, de données historiques qui vont nous permettre d'évaluer la ressource naturelle et de la caractériser statistiquement.
- ▶ **Les points de référence correspondant à des nœuds hydrographiques**, c'est-à-dire situés en amont de confluences remarquables : c'est le cas des points « Confluence » et « Exutoire ». Le premier est situé sur le Charbonnières juste avant sa rencontre avec l'Yzeron, le second est situé sur l'Yzeron à Oullins peu avant sa confluence avec le Rhône. Ces points permettent de dissocier des ensembles hydrologiques singuliers. En revanche, nous ne disposons pas pour ces nœuds de mesures hydrologiques pérennes et il sera donc nécessaire d'avoir recours à des méthodes de reconstitution des débits (cf. infra).

Le positionnement de ces quatre points de référence est donné dans la figure ci-contre.

Figure 8 : Positionnement des points de référence sur le bassin de l'Yzeron



4.2 NATURALISATION DES DEBITS INFLUENCES

4.2.1 Principe

Le débit naturel correspond au débit qui coulerait dans la rivière en l'absence de prélèvements ou de rejets anthropiques, soit :

$$Q_{\text{naturel}} = Q_{\text{mesuré}} + \text{Impacts des Prélèvements et Rejets anthropiques}$$

Avec :

- ▶ **Q naturel** : le débit sans les influences anthropiques. C'est le débit qui serait observé en rivière en l'absence des pressions quantitatives existant en amont et qui se soldent soit par des prélèvements, soit par des rejets
- ▶ **Q mesuré** : le débit observé, c'est à dire influencé. Ce débit est généralement observé au droit de stations hydrométriques. Il est influencé par les influences anthropiques existant en amont (prélèvements ou rejets).
- ▶ **Impacts des Prélèvements et Rejets anthropiques** : la quantification en débit de l'influence des prélèvements et rejets anthropiques sur les ressources superficielles.

Les prélèvements connus sont rappelés en [Annexe 3](#), et sont détaillés par bassin versant ou encore regroupés par point de référence.

L'estimation de l'impact des usages anthropiques (et donc du débit naturel) à un instant donné nécessite avant tout d'avoir une bonne connaissance des prélèvements et rejets sur la zone d'étude ; c'était là tout l'enjeu des phases 1 et 2. Or s'il est difficile de constituer un inventaire exhaustif des prélèvements et rejets actuels, il est utopique de chercher à reproduire précisément la chronologie de ces usages sur une période aussi longue que celle que nous étudions ici (1970-2009).

Dans un premier temps nous utiliserons les termes mis en évidence en phases 1 et 2 pour estimer un débit naturalisé à l'aide de la formule donnée ci-dessus, ce sur la période la plus récente où l'on pense que ces prélèvements sont valables (2003-2009). Dans un second temps, nous utiliserons ces valeurs de débits naturalisés reconstitués pour caler un modèle pluie pluie-ETP-débit qui en utilisant les variables météorologiques permettra d'étendre la série de débits naturalisés à l'ensemble de la période 1970-2009. Les détails de cette modélisation sont présentés au paragraphe 4.3 du présent rapport.

Nous verrons par la suite que pour chaque point de référence, nous avons détaillé deux méthodes. Celle que nous venons de décrire fait l'hypothèse que les prélèvements ne peuvent être estimés que sur la seule période récente, c'est-à-dire 2003-2010. Dans le cas des points de référence de Craponne et Taffignon, nous calculerons par une seconde méthode des débits naturels à l'aide de la formule décrite ci-dessus. Ceci supposera que l'on connaisse les prélèvements sur l'ensemble de la période de travail (période utilisée pour le calcul des valeurs statistiques hydrologiques, c'est-à-dire 1970-2010).

4.2.2 Quels termes de prélèvements utiliser ? Quantification de l'effet des prélèvements sur les cours d'eau ?

Les prélèvements et rejets anthropiques ont été inventoriés et quantifiés en phases 1 et 2 de l'étude. L'impact de ces usages quantitatifs sur le débit du cours d'eau doit maintenant être étudié afin de pouvoir reconstituer les débits naturels.

Dans son rapport de phase 2, BRLi estime quantitativement ce que représentent les **prélèvements superficiels** et chiffrent leur impact probable sur les cours d'eau en étiage. En ce qui concerne les prélèvements superficiels, **nous avons fait l'hypothèse que leur impact hydrologique s'aurait direct que l'intégralité des prélèvements qu'ils représentaient était effectivement retirée au cours d'eau**. C'est le cas des prélèvements par pompage, mais aussi des retenues collinaires pour lesquelles l'impact a été abordé sous l'angle du remplissage estival par les eaux de ruissellement ou de dérivation. Dans le cas des captages AEP, les prélèvements sur le bassin versant de l'Yzeron se font de manière gravitaire au niveau des résurgences de sources. La quantité prélevée sur ces sources représente autant de volume d'eau qui s'écoulerait en plus en rivière en l'absence de prélèvement.

En ce qui concerne les **prélèvements souterrains**, l'impact provoqué par une sollicitation de la nappe n'est pas aussi direct. Les nappes jouent en effet le rôle de réservoirs de stockage, dont le remplissage et la vidange sont conditionnées par la variabilité climatique (pluviométrie et ETP) et par les paramètres hydrodynamiques utilisés pour les représenter. Face à l'aléa pluviométrique, la réponse hydrologique de ces systèmes s'avère décalée dans le temps et modifiée en termes d'amplitude, ce qui s'explique par les phénomènes d'inertie qui gouvernent le fonctionnement de ces aquifères. Dans le cadre de l'étude en cours, les prélèvements réalisés dans le milieu souterrain sont constitués de forages domestiques, mais aussi indirectement de prélèvements effectués par le grand collecteur d'Yzeron dans les nappes traversées. Les eaux captées sous formes d'eaux claires parasites par le collecteur sont prises au milieu souterrain, et diminuent de fait le soutien d'étiage de ces aquifères et donc l'écoulement dans les cours d'eau.

L'approche exploratoire menée par Hydrofisis a permis de mettre en évidence :

- ▶ Un nombre de forages domestiques et un volume prélevé dans le milieu souterrain.
- ▶ Le fonctionnement des hydro systèmes à travers une approche par modélisation, et donc par suite le débit de soutien d'étiage parvenant aux cours d'eau en limite des systèmes aquifères.
- ▶ Les modèles hydrodynamiques utilisés ont finalement permis d'estimer l'impact sur le soutien d'étiage des prélèvements domestiques préalablement estimés. Cet impact s'exprime mois par mois comme un débit en moins qui ne viendrait donc pas participer au soutien d'étiage des cours d'eau en limite des systèmes aquifères.

Ce sont ces termes de soutien d'étiage qui seront utilisés pour la naturalisation de la ressource superficielle.

4.3 ESTIMATION DE LA RESSOURCE SUPERFICIELLE : ELEMENTS DE METHODOLOGIE

4.3.1 Principe

4.3.1.1 Points de référence coïncidant avec les stations hydrométriques

Sur les 4 points de référence considérés, deux d'entre eux coïncident avec des stations hydrométriques équipées par la DREAL Rhône-Alpes. En ces deux points de référence, nous disposons donc de séries de débits observés, c'est-à-dire influencés. Pour les bassins qu'ils contrôlent nous estimerons la ressource superficielle parallèlement à l'aide de deux méthodes que nous comparerons :

- ▶ **Méthode A : Approche par modélisation.** Nous aurons ici recours au modèle hydrologique GR2M, de type pluie-débit, décrit plus bas. Le calcul se fera en 2 étapes :

- **Calage des paramètres du modèle** Pluie-ETP-Débit sur une période pour laquelle nous avons pu calculer le débit naturel avec la formule citée au paragraphe 4.1.1.

Le calage d'un modèle consiste à rechercher les paramètres qui permettront de reproduire au mieux le fonctionnement d'une variable mesurée. Des indices tels que le critère de Nash permettent de déterminer mathématiquement les paramètres pour lesquels les séries de données mesurées et simulées sont les plus proches.

- **Mise en routine du modèle** sur l'intégralité de la période d'étude (1970-2010) avec les paramètres validés. Le modèle permet alors de simuler une série de débit naturalisée sur l'intégralité de la période citée, ce à partir des données météorologiques historiques récupérées.

- ▶ **Méthode B : Reconstitution arithmétique des débits.** Cette méthode consiste à recalculer les prélèvements/rejets anthropiques sur l'intégralité de la période 1970-2010 et à les soustraire/ajouter à l'aide de la formule décrite au paragraphe 4.2.1

Au final, après comparaison, nous ne retiendrons qu'une méthode sur chacun des deux points de référence.

4.3.1.2 Points de référence sans stations hydrométriques associées

Pour les points de référence placés à la confluence Yzeron-Charbonnières et à l'exutoire, nous ne disposons pas de séries de débits permettant la reconstitution directe d'un débit naturel.

Le bassin versant de l'Yzeron fait régulièrement l'objet de travaux d'étude de la part de chercheurs du CEMAGREF, du CNRS ou de l'INSA, ou de la part des localités. Ainsi en plus des deux stations citées précédemment que nous avons retenues pour l'étude des débits d'étiage, il existe sur le bassin versant plusieurs stations de mesures installées sur les cours d'eau du bassin. Malheureusement aucune de ces stations ne semble être localisée sur les parties de cours d'eau qui auraient pu nous servir d'appui pour les méthodes d'extrapolation. **D'autre part, il est nécessaire pour reconstruire le débit naturalisé sur une période aussi longue que 1970-2009 de disposer d'un échantillon de mesure suffisamment étalé dans le temps.** Ces stations ne seront donc pas utilisées pour reconstruire les débits des deux points détaillés ici.

Les deux stratégies que l'on privilégiera sont décrites ci-dessous. Ces deux méthodes supposent une similarité entre le bassin dont on cherche à reconstituer la ressource, et celui qui lui sert de modèle. Cette similarité se traduit par un comportement hydrogéologique et hydrologique proche, comparable en termes de ruissellement et de soutien d'étiage par les nappes par exemple. Pour un bassin dépourvu de données hydrométriques on pourra donc :

- ▶ **Méthode A : Approche par modélisation.** Nous aurons à nouveau recours au modèle GR2M décrit plus bas. Ne disposant pas cette fois-ci de données hydrométriques pour le calage du modèle, **on fait l'hypothèse forte que ce dernier peut être ajusté avec les mêmes paramètres qu'un autre bassin servant de modèle** (un bassin contrôlé par une station hydrométrique, et pour lequel on a effectué le calage). De fait on ne recours pas au calage, mais on procède directement à la simulation de la ressource naturalisée en utilisant les données climatiques récupérées. Si les paramètres sont pris égaux à ceux d'un autre bassin, les variables de pluie et d'ETP sont quant à elles calculées spécifiquement pour le point de référence qui nous intéresse.
- ▶ **Méthode B : Méthode des débits spécifiques.** On tentera ici d'utiliser les débits naturels estimés aux points de référence qui coïncident avec les stations hydrométriques. Ces débits seront transformés en **débits spécifiques**, c'est-à-dire ramenés au km² (unité de surface). Pour le point de référence qui nous intéressera, le calcul du débit naturel fera alors intervenir ce ou ces débits spécifiques que l'on **rapportera à la surface de bassin** contrôlée par le point.

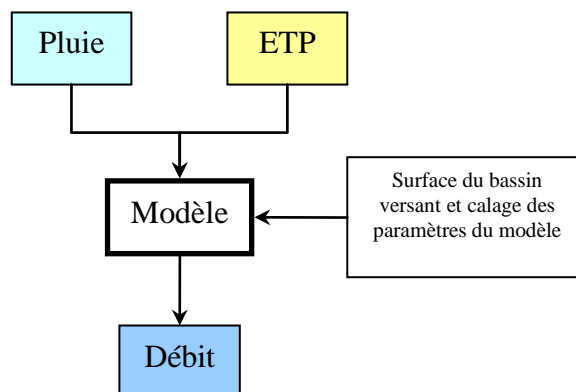
La localisation des stations de mesure, la disponibilité des données de base et la facilité d'utilisation de GR2M permettront de décider au cas par cas de l'utilisation d'une des méthodes.

4.3.2 Description du modèle GR2M

Le modèle **GR2M (modèle du Génie Rural à 2 paramètres Mensuel)** est un modèle pluie-ETP-débit global à deux paramètres. Son développement a été initié au CEMAGREF à la fin des années 1980, avec des objectifs d'applications dans le domaine des ressources en eau et des étiages. Il a depuis été repris et amélioré dans de nombreux travaux de recherche. La version utilisée ici est celle présentée par Mouelhi (2003) et Moulehi et al. (2006)⁵.

Comme tout modèle pluie-ETP-débit, GR2M calcule à partir de séries de données pluviométriques et d'évapotranspiration, une série de données de débit.

Figure 9 : Schéma du fonctionnement du modèle GR2M



⁵ **Mouelhi, S., 2003.** Vers une chaîne cohérente de modèles pluie-débit conceptuels globaux aux pas de temps pluriannuel, annuel, mensuel et journalier. Thèse de Doctorat, ENGREF, Cemagref Antony, France, 323 pp.

Mouelhi, S., C. Michel, C. Perrin, and V. Andréassian (2006), Stepwise development of a two-parameter monthly water balance model, J. Hydrol., 318, 200-214, doi:10.1016/j.jhydrol.2005.1006.1014.

4.3.2.1 Calage du modèle

Dans un premier temps, on doit avoir recours au **calage du modèle**. Ce calage se fait sur les 2 paramètres du modèle (paramètres S et R – cf. Annexe 4), dans l'objectif de maximiser certains critères. Il doit permettre d'ajuster au mieux la relation entre l'aléa climatique (pluie et évaporation) et la réponse hydrologique (débit).

- Le premier critère est 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 cherchant à maximiser 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. Les estimations faites sur les forts débits (hors étiage) sont alors 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). Le choix final de la solution optimale se fait par la comparaison des différents résultats de calage et l'observation visuelle des débits modélisés.

- Le second critère étudié est le **critère de bilan** (noté R_{bilan}), qui représente la mesure sur l'erreur du volume global écoulé. Il est de la forme :

$$R_{bilan} = \frac{\sum_{i=1}^N Q_{cal,i}}{\sum_{i=1}^N Q_{obs,i}} \times 100$$

Où : $Q_{cal,i}$ est le débit simulé au pas de temps i , $Q_{obs,i}$ est le débit observé au pas de temps i , et N le nombre total de pas de temps de la période de simulation. Ici le pas de temps est le mois. Les paramètres seront optimisés de manière à ce que le critère de bilan se rapproche de 100.

La détermination des deux paramètres du modèle, **en un point donné**, permet finalement de fixer la relation au pas de temps mensuel entre l'aléa climatique (pluie et évaporation) et la réponse hydrologique. (débit). Ces paramètres représentent la meilleure combinaison possible entre les deux sources de données susmentionnées.

4.3.2.2 Simulation

A l'aide de la relation établie et en utilisant les données de pluie et d'ETP calculées entre 1970 et 2010 pour le point de référence, on est alors capable de **simuler par modélisation** les débits naturels sur cette même période.

4.3.3 Incertitudes

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

4.3.3.1 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**, ces incertitudes sont :

- ▶ 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 Taffignon notamment (cf. Tableau 6 supra). Nous estimons que la marge d'erreur globale est de l'ordre de 10 à 20 %, à nuancer selon les stations.
- ▶ Incertitudes sur les éléments de désinfluencement pour calculer les débits naturels :
Les connaissances sur l'usage liés aux plans d'eau et retenues sont restreintes, la quantification des volumes en jeu est donc marquée par une certaine imprécision. Par ailleurs, en l'absence des courbes hauteur-volume établies pour chaque retenue, l'estimation de l'évaporation à la surface des plans d'eau reste approximative. Nous estimons que la marge d'erreur liée à l'évaluation des prélèvements est d'au moins 20 à 30 %.
- ▶ Incertitudes sur les données d'entrée climatiques du modèle pluie-ETP-débit
Les lames d'eau sont des données spatialisées à partir de données ponctuelles, parfois obtenues à partir de régression linéaires avec d'autres stations. Sans que l'on puisse estimer le degré d'imprécision de ces données, il est certain qu'elles contiennent une part d'incertitude.
- ▶ Incertitudes sur le calage du modèle pluie-ETP-débit
Le modèle est calé sur quelques années. Les calages observés dans le cas du bassin du Yzeron sont corrects (étant donné les valeurs des critères de Nash), cependant il demeure toujours une imprécision.
- ▶ Incertitudes sur le calcul des valeurs statistiques pour la ressource
L'approche retenue ici est un calcul en quantile expérimental. Nous considérons 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). Ces indicateurs sont purement statistiques.
- ▶ Incertitudes sur les interactions nappes – cours d'eau
Les résultats formulés concernant les échanges entre nappes et cours d'eau résultent d'une approche par modélisation qui a été réalisée sans calage et validation. C'est donc avant tout et seulement une approche exploratoire de type phénoménologique. Elle permet de proposer de grandes orientations en terme de comportement et des ordres de grandeur sous réserve d'une réelle convergence des résultats obtenus lors de l'analyse paramétrique.

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.

4.3.3.2 Ordre de grandeur global de l'incertitude

Il est très délicat de quantifier chaque source d'incertitude ou même l'incertitude globale associée au calcul de la ressource naturalisée. Néanmoins quelques observations générales peuvent être apportées :

- ▶ 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 : nous avons ainsi des erreurs relatives plus importantes pour les débits des mois d'étiage que pour les débits des mois moyens (néanmoins des erreurs importantes peuvent également être trouvées sur les débits très élevés).

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 pourrait 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 ou de couverture proches). Sur les débits d'étiage, les erreurs relatives peuvent être très élevées si aucune mesure non influencée n'est disponible.

4.3.4 Faire avec l'incertitude...

L'étude a été l'occasion d'un gros travail de collecte 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 en cours. Nous disposons ainsi d'éléments suffisant pour nous permettre d'avoir une connaissance approfondie du fonctionnement du bassin versant de l'Yzeron.

Pour autant nous venons de voir que certaines lacunes ou imprécision persistent. Bien que cela nous oblige à prendre une certaine distance avec les résultats obtenus, ces incertitudes ne doivent pas représenter un frein à la mise en place des volumes prélevables.

Pour l'heure nous retiendrons que :

- ▶ 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 entachées d'une erreur d'au moins 10 à 15 %,
- ▶ les décisions prises à l'avenir pourront être « confrontées au réel » en procédant à des suivis réguliers et de ce fait éventuellement réajustées.

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

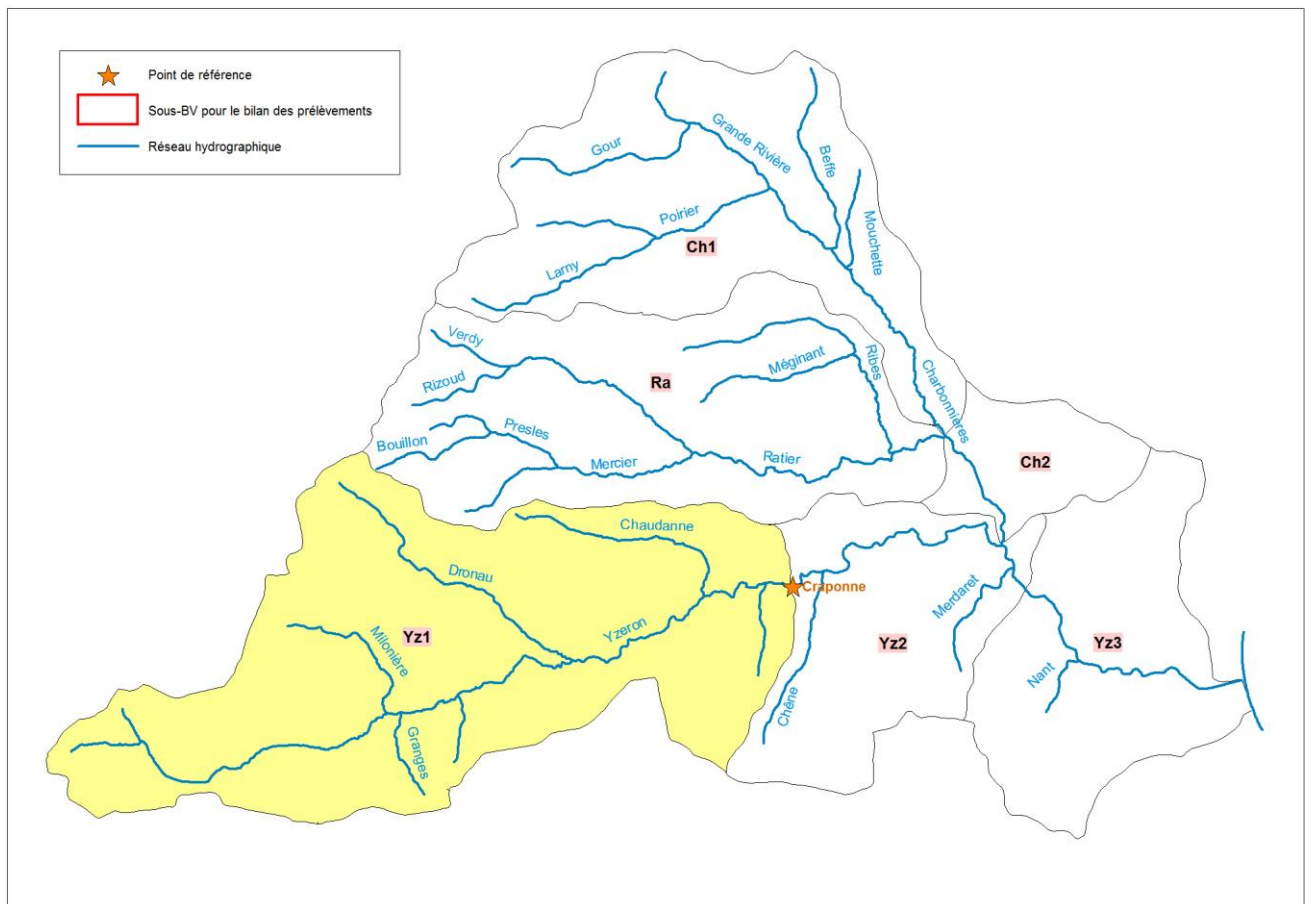
Pour mémoire, la localisation des 4 points de référence est présentée à la Figure 8 dans les paragraphes précédents.

4.4.1 Estimation de la ressource sur l'Yzeron à Craponne

4.4.1.1 Localisation de la station de Craponne

Sur la période 1970-2010, la station de Craponne dispose de séries complètes journalières des débits de l'Yzeron. Cette station se place à l'exutoire du sous- bassin Yz1, et coïncide avec le point de référence placé à cet emplacement en accord avec le maître d'ouvrage.

Figure 10 : Positionnement du point de référence de l'Yzeron à Craponne



4.4.1.2 Méthode A : Simulation du débit naturel avec GR2M

PRINCIPE

La méthode utilisée est celle décrite au paragraphe 4.3.1.1.

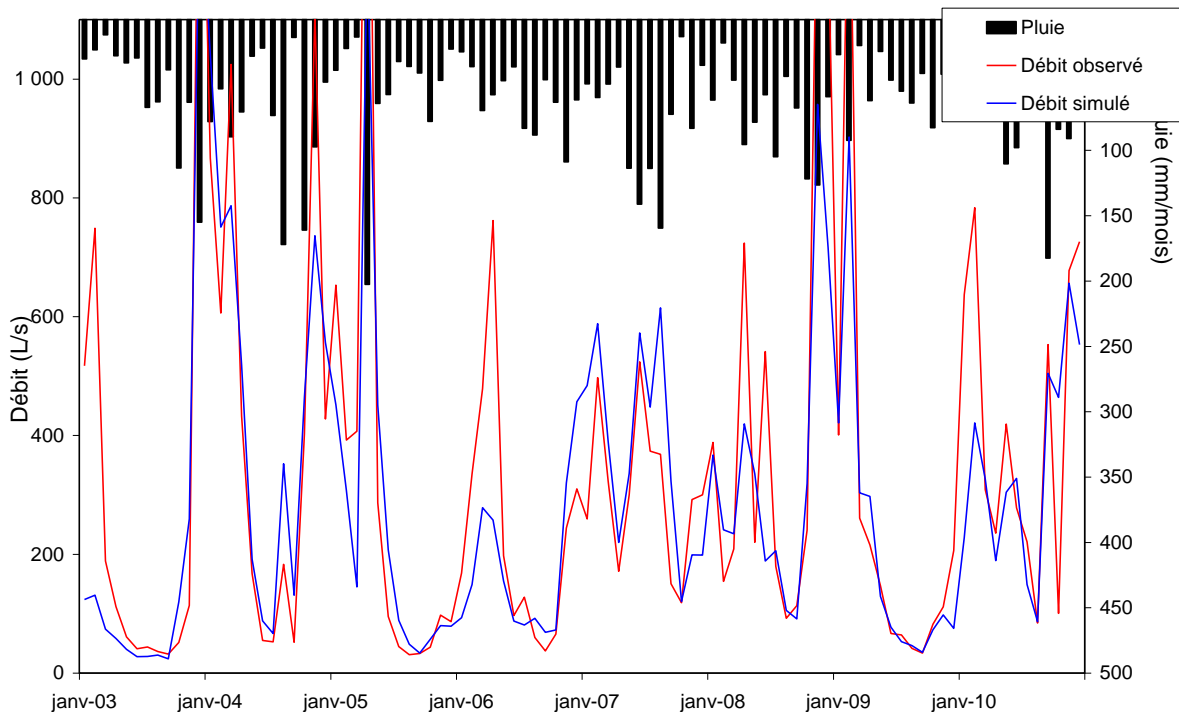
- ▶ Les débits observés, influencés, sont **naturalisés sur la période 2003-2010** en utilisant la base de prélèvements construite par BRLi et Hydrofis.
- ▶ Les débits obtenus servent à **caler le modèle pluie-débit GR2M**. Le calage est effectué sur la sous-période 2004-2010 en utilisant comme critère d'optimisation le Nash ($\ln Q$). Ce dernier atteint alors 80%.
- ▶ Le modèle calé permet de **simuler par modélisation sur la période 1970-2010**, le débit naturel à Craponne.

RESULTATS

Sur le graphique ci-dessous, on présente les **résultats du calage** réalisé sur la période 2004-2010. Ce calage vise à optimiser le critère Nash ($\ln Q$), c'est-à-dire à représenter au mieux les faibles débits. Dans le cadre de cette étude volumes prélevables, on cherche avant tout à être le plus précis sur cette période. Pour cette raison l'hydrogramme de débit simulé tend à être le plus proche possible de l'observé (naturel reconstitué) en étiage, mais peut en revanche être très éloigné en hautes eaux. De façon générale, sur ce calage, on a tendance à sous-estimer en hautes eaux le débit par rapport à l'observé.

On l'aura compris, le domaine de validité de la courbe simulée se situe en étiage. En dehors de cette période l'hydrogramme simulé est en deçà de ce que l'on observerait

Figure 11 : Calage du modèle GR2M à Craponne sur l'Yzeron, sur la période 2004-2010



A l'aide des paramètres ajustés obtenus, on simule ensuite l'intégralité de la série naturelle à Craponne sur la période 1970-2010. Les valeurs obtenues sont traitées statistiquement pour tirer quelques caractéristiques affichées dans le tableau suivant.

Le minimum de débit est atteint en août avec un débit moyen de 122 L/s. En septembre, le débit atteint une année sur cinq la valeur minimale de 57 L/s (année sèche).

Le débit spécifique moyen calculé sur le bassin atteint 6,4 L/s/km². Enfin, le QMNA de période de retour 5 ans vaut 35 L/s.

Tableau 11 : Valeurs statistiques de débit naturalisé calculé au point de référence de Craponne, à l'aide de la méthode A (dite « GR2M »)

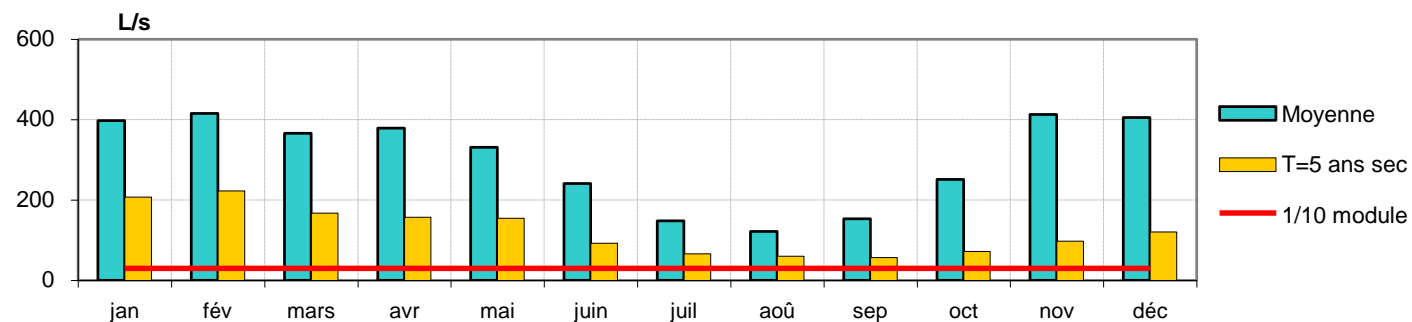
Analyse statistique sur la période 1970-2010

Cours d'eau : **Yzeron**Station : **Craponne**superficie contrôlée : **47 km²**Type de débit : **METHODE A : NATUREL SIMULE AVEC GR2M**

Débit en L/s

(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Annuel		1/10 mod	1/20 mod
													L/s	L/s/km ²	L/s	L/s
Moyenne	398	415	366	378	331	241	148	122	153	251	413	405	301	6,4	30	15
T=10 ans sec	126	185	139	95	80	77	53	41	35	51	71	75	176	3,8		
T=5 ans sec	207	223	168	157	155	92	67	61	57	72	98	121	205	4,4		
T=2 ans	370	400	298	258	277	188	130	88	86	170	275	350	293	6,3		
T= 5 ans humide	523	555	588	468	451	371	206	140	262	319	693	638	377	8,1		
T=10 ans humide	723	666	742	654	528	411	228	185	311	464	897	766	443	9,5		

(F expérimentales)	QMNA	
	L/s	L/s/km ²
Moyenne (m3/s)	67	1,4
T=5 ans sec (m3/s)	35	0,7
T=2 ans sec (m3/s)	66	1,4
T= 5 ans humide (m3/s)	86	1,8



4.4.1.3 Méthode B : Reconstitution arithmétique du débit naturel

PRINCIPE

Dans la méthode A décrite précédemment, on faisait l'hypothèse que les prélèvements étaient bien connus sur la période 2003-2010. Ceci nous servait à calculer un débit naturel « arithmétique » servant ensuite pour le calage de GR2M. La simulation avec le modèle pluie-débit se faisait ensuite à l'aide des variables climatiques et du débit naturel, sans se préoccuper des prélèvements sur le reste de la période.

Une autre méthode, que nous décrivons ici, consiste à faire des hypothèses sur l'historique des prélèvements depuis 1970. On reconstitue alors l'intégralité des prélèvements sur la période 1970-2010. Pour ce faire nous avons considéré les prélèvements connus, étalés sur la période 2003-2010 (1997-2010 pour l'AEP). Nous les avons étendu et extrapolés en considérant :

- ▶ un **taux de croissance démographique** estimé à l'aide des données de l'INSEE. Ce taux de croissance est choisi constant et égal à **0,8%**. Ce taux de croissance est utilisé pour la reconstitution des prélèvements servant pour l'AEP, des pompages et forages domestiques et pour les rejets de l'assainissement.
- ▶ un **taux de croissance des prélèvements en eaux claires parasites**. Ce taux de prélèvement est choisi égal au taux de croissance démographique (0,8%). Il est utilisé pour estimer les débits d'eaux claires parasites historiques

Le remplissage des retenues est calculé à partir des données climatiques historiques pour la perte en évaporation. Pour le remplissage lié aux usages anthropiques, nous avons considéré constants ces prélèvements.

Disposant finalement d'une base de prélèvements reconstituée sur la période 1970-2010, nous calculons le débit naturel à Craponne sur cette même période à partir de la formule décrite au paragraphe 4.4.1 (et qui n'était utilisé dans la méthode A que pour servir au calage du modèle pluie-débit sur 2003-2010). Ce calcul s'écrit :

$$Q_{\text{naturel}} = Q_{\text{mesuré}} + \text{Impacts des Prélèvements et Rejets anthropiques}$$

RESULTATS

Les valeurs obtenues sont traitées statistiquement pour tirer quelques caractéristiques affichées dans le tableau suivant.

Le minimum de débit est atteint en août avec un débit moyen de 89 L/s, alors que sur ce même mois le débit le plus bas obtenu une année sur cinq ne vaut que 36 L/s. Le débit atteint une année sur cinq en septembre est très proche de la valeur atteinte en août et vaut 38 L/s.

Le débit spécifique moyen calculé sur le bassin atteint 7,8 L/s/km². Enfin, le QMNA de période de retour 5 ans vaut 34 L/s.

Tableau 12 : Valeurs statistiques de débit naturalisé calculé au point de référence de Craponne, à l'aide de la méthode B (dite « arithmétique »)

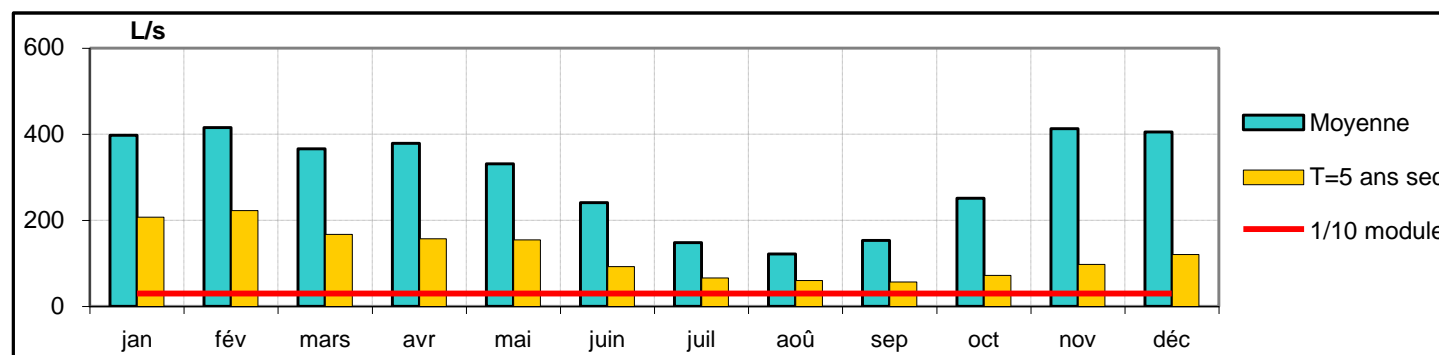
Analyse statistique sur la période 1970-2010

Cours d'eau : **Yzeron**Station : **Craponne**superficie contrôlée : **47 km²**Type de débit : **NATUREL ARITHMETIQUE**

Débit en L/s

(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Annuel		1/10 mod	1/20 mod
													L/s	L/s/km ²	L/s	L/s
Moyenne	498	568	499	495	418	226	115	89	135	226	476	519	354	7,6	35	18
T=10 ans sec	130	206	187	129	147	67	44	35	34	43	68	87	239	5,1		
T=5 ans sec	196	306	220	183	191	91	50	36	38	53	108	170	277	5,9		
T=2 ans	469	458	407	348	288	165	82	50	52	141	280	402	336	7,2		
T= 5 ans humide	657	788	777	724	615	342	171	88	180	381	849	769	440	9,4		
T=10 ans humide	867	1 018	1 025	945	898	431	226	164	273	404	1 088	1 096	479	10,3		

(F expérimentales)	QMNA	
	L/s	L/s/km ²
Moyenne (m3/s)	51	1,1
T=5 ans sec (m3/s)	34	0,7
T=2 ans sec (m3/s)	41	0,9
T= 5 ans humide (m3/s)	55	1,2

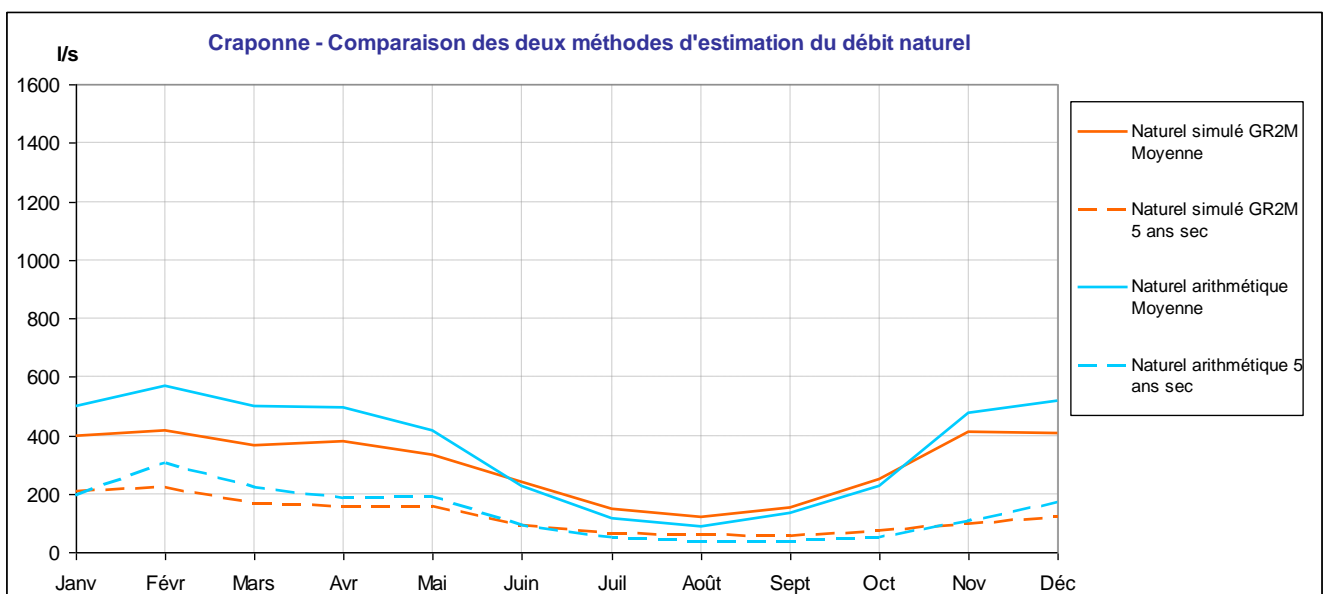


4.4.1.4 Comparaison des deux méthodes pour Craponne

Dans le graphique suivant, on donne les hydrogrammes obtenus pour la ressource naturalisée via l'une ou l'autre des deux méthodes précédemment décrites. Pour la dénomination, on appellera :

- ▶ Débit naturel simulé GR2M, le débit naturel obtenu par la **méthode A** (utilisation du modèle pluie-débit GR2M)
- ▶ Débit naturel arithmétique, le débit obtenu par la **méthode B** (reconstitution des prélèvements sur la période 1970-2010)

Figure 12 : Comparaison des hydrogrammes de débit naturel obtenus par les deux méthodes décrites sur le point de référence de Craponne



Les résultats des deux méthodes sont globalement comparables. La méthode B s'avère plus sévère en étiage que la méthode A : en juillet et en août, la différence entre les hydrogrammes moyens atteint 30 L/s. En septembre cette différence atteint 20 L/s.

Le modèle A s'avère également moins performant à reproduire les hautes eaux. Ceci a été expliqué dans le descriptif de la méthode et est lié au calage du modèle pluie-débit sur les basses-eaux seulement. Cependant, l'enjeu des volumes prélevables étant centré sur l'étiage, ce constat n'est pas discriminant pour le choix d'une méthode ou d'une autre.

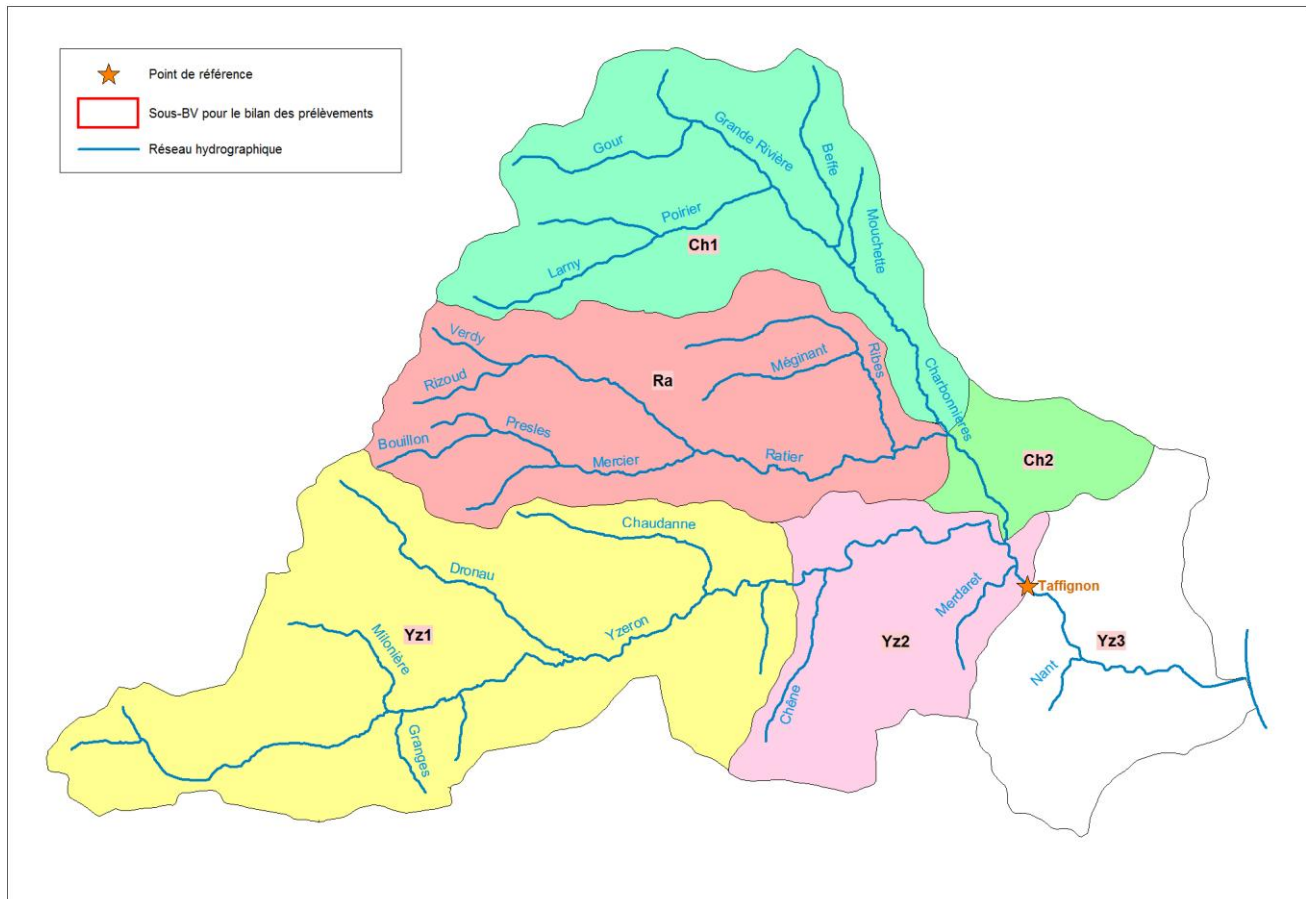
Par souci de cohérence avec le point de Taffignon (décrit ci-après), on retiendra en fin de compte la méthode B, dite « arithmétique », pour le point de référence de Craponne. Le choix de méthodes similaires pour ces deux points s'avère plus judicieux pour ensuite utiliser les données produites dans le calcul des débits naturels aux deux points restants (points de « confluence » et « exutoire » décrits plus bas).

4.4.2 Estimation de la ressource sur l'Yzeron à Taffignon

4.4.2.1 Localisation de la station de Craponne

Sur la période 1987-2010, la station de Taffignon dispose de séries complètes journalières des débits de l'Yzeron. Cette station se place à l'exutoire du sous- bassin Yz2, et coïncide avec le point de référence placé à cet emplacement en accord avec le maître d'ouvrage.

Figure 13 : Positionnement du point de référence de Taffignon



4.4.2.2 Méthode A : Simulation du débit naturel avec GR2M

METHODE

La méthode utilisée est celle décrite au paragraphe 4.3.1.1

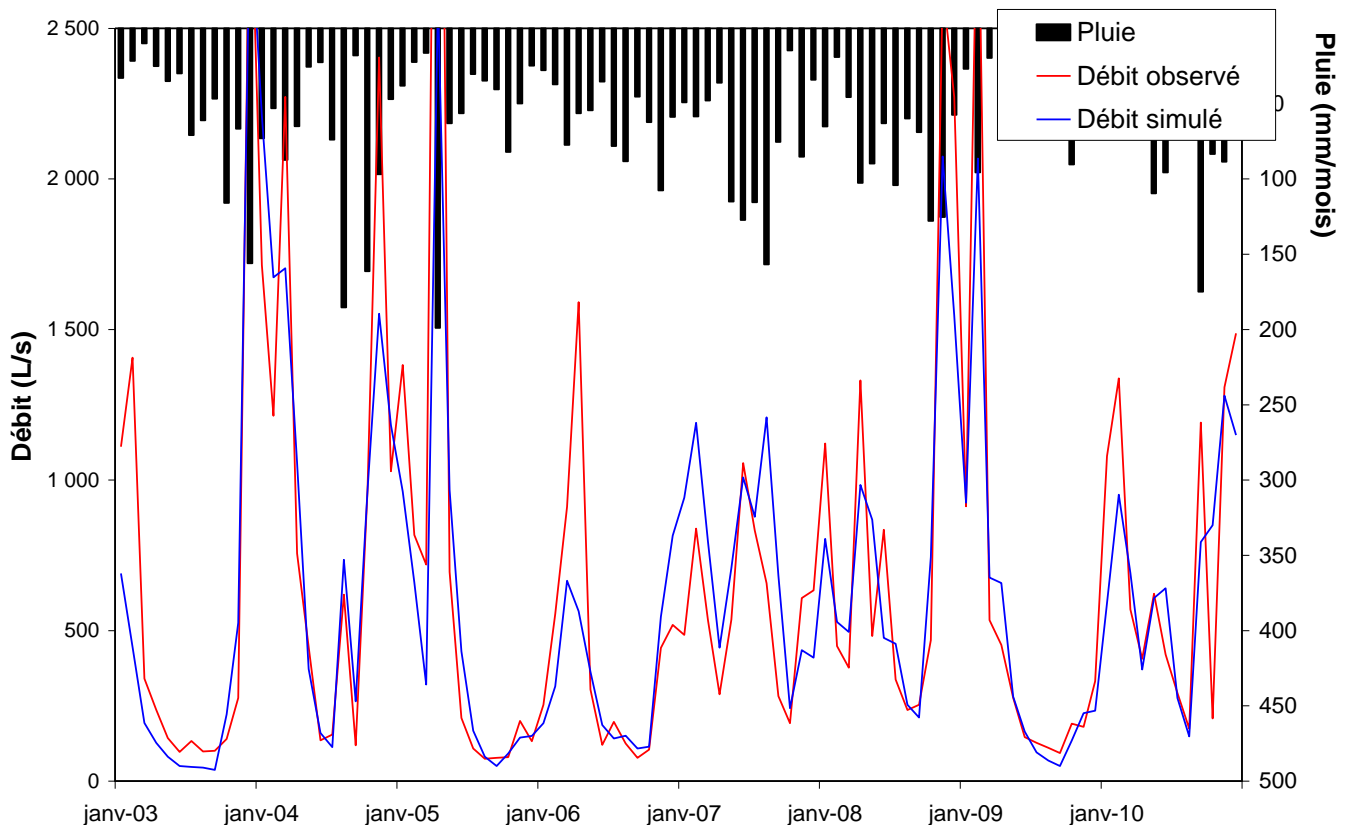
- ▶ Les débits observés, influencés, sont **naturalisés sur la période 2003-2010** en utilisant les base de prélèvements construite par BRLi et Hydrofis.
- ▶ Les débits obtenus servent à **caler le modèle pluie-débit GR2M**. Le calage est effectué sur la sous-période 2004-2010 en utilisant comme critère d'optimisation le Nash ($\ln Q$). Ce dernier atteint alors 84%.
- ▶ Le modèle calé permet de **simuler par modélisation sur la période 1970-2010**, le débit naturel à Craponne.

RESULTAT

Sur le graphique ci-dessous, on présente les **résultats du calage** réalisé sur la période 2004-2010. Ce calage vise encore une fois à optimiser le critère Nash ($\ln Q$), c'est-à-dire à représenter au mieux les faibles débits. Encore une fois, comme pour Craponne, on a tendance à sous-estimer en hautes eaux le débit par rapport à l'observé.

Le domaine de validité de la courbe simulée se situe en étiage. En dehors de cette période l'hydrogramme simulé est en deçà de ce que l'on observerait.

Figure 14 : Calage du modèle GR2M à Taffignon sur l'Yzeron, sur la période 2004-2010



A l'aide des paramètres ajustés obtenus, on simule ensuite l'intégralité de la série naturelle à Taffignon sur la période 1970-2010. Les valeurs obtenues sont traitées statistiquement pour tirer quelques caractéristiques affichées dans le tableau suivant.

Le minimum de débit est atteint en août avec un débit moyen de 235 L/s et qui atteint 101 L/s une année sur cinq (année sèche). En septembre le débit le plus faible atteint une année sur cinq est de 95 L/s.

Le débit spécifique moyen sur le bassin atteint 4,8 L/s/km². Enfin, le QMNA de période de retour 5 ans vaut 52 L/s.

Notons également que cette méthode permet de reconstituer la ressource naturelle à Taffignon sur l'ensemble de la période 1970-2010, alors que les données de débit observé (influencé) ne sont disponibles qu'entre 1988 et 2010. Cette reconstitution sur 40 ans s'avère fiable pour ensuite évaluer les indicateurs statistiques.

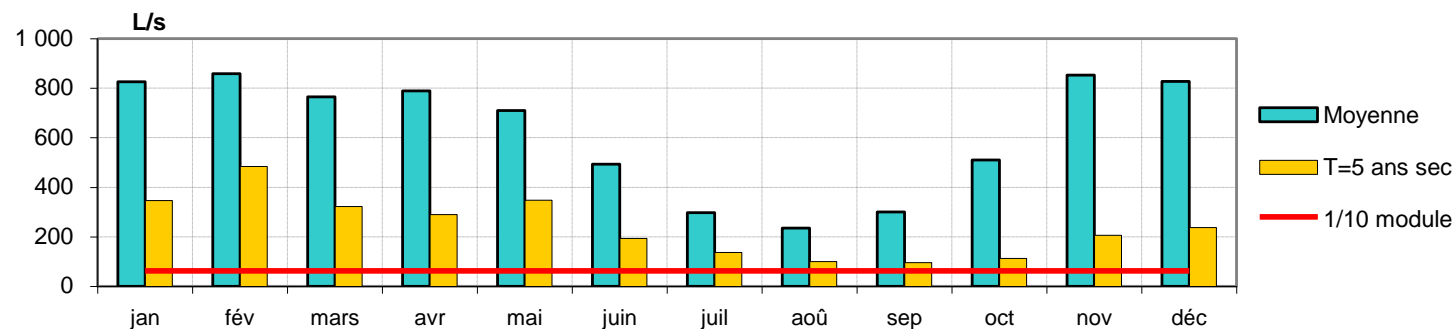
Tableau 13 : Valeurs statistiques du débit naturalisé calculé au point de référence de Taffignon, avec la méthode A (dite « GR2M »)

Analyse statistique sur la période 1970-2010

Cours d'eau : **Yzeron**Station : **Taffignon**superficie contrôlée : **129 km²**Type de débit : **METHODE A : NATUREL SIMULE AVEC GR2M**

(F expérimentales)													Annuel		1/10 mod	1/20 mod
	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	L/s	L/s/km ²	L/s	L/s
Moyenne	826	858	765	789	709	493	297	235	300	510	853	827	620	4,8	62	31
T=10 ans sec	255	348	271	233	187	160	95	65	50	85	104	101	331	2,6		
T=5 ans sec	347	485	323	290	348	194	138	101	97	114	207	238	393	3,1		
T=2 ans	804	728	665	533	528	389	234	184	159	302	549	681	591	4,6		
T= 5 ans humide	1 147	1 190	1 169	1 056	967	772	452	270	477	744	1 409	1 311	815	6,3		
T=10 ans humide	1 649	1 423	1 655	1 421	1 157	932	493	352	683	951	2 025	1 546	922	7,2		

(F expérimentales)	QMNA	
	L/s	L/s/km ²
Moyenne (m3/s)	122	1,0
T=5 ans sec (m3/s)	52	0,4
T=2 ans sec (m3/s)	114	0,9
T= 5 ans humide (m3/s)	159	1,2



4.4.2.3 Méthode B : Reconstitution arithmétique du débit naturel

PRINCIPE

On réemploie la même « méthode arithmétique » décrite précédemment pour le point de référence de Craponne. Dans cette méthode, on reconstitue l'intégralité des prélèvements sur la période 1970-2010, moyennant certaines hypothèses de croissance qu'on applique aux prélèvements connus.

- le **taux de croissance démographique** estimé à l'aide des données de l'INSEE est pris constant et égal à **0,8%**.
- le **taux de croissance des prélèvements en eaux claires parasites** est choisi égal au taux de croissance démographique (0,8%).

Le calcul du débit naturel est fait à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{\text{naturel}} = Q_{\text{mesuré}} + \text{Impacts des Prélèvements et Rejets anthropiques}$$

Notons que cette reconstitution arithmétique n'est applicable que sur la seule période de disponibilité des données hydrométriques. Les relevés de Taffignon ne remontant pas au-dessus de 1988, on sera limité à une reconstitution du débit naturel sur la période 1988-2010.

RESULTATS

Les valeurs obtenues sont traitées statistiquement pour tirer quelques caractéristiques affichées dans le tableau suivant.

Le minimum de débit est atteint en août avec un débit moyen de 182 L/s. Une année sur cinq (année sèche), ce débit atteint son minimum en septembre avec 90 L/s.

Le débit spécifique moyen calculé sur le bassin atteint 6,6 L/s/km². Enfin, le QMNA de période de retour 5 ans vaut 82 L/s.

Le calcul statistique est mené sur la période 1988-2010 (soit plus de 30 ans de données).

Tableau 14 : Valeurs statistiques du débit naturalisé calculé au point de référence de Taffignon, avec la méthode B (dite « arithmétique »)

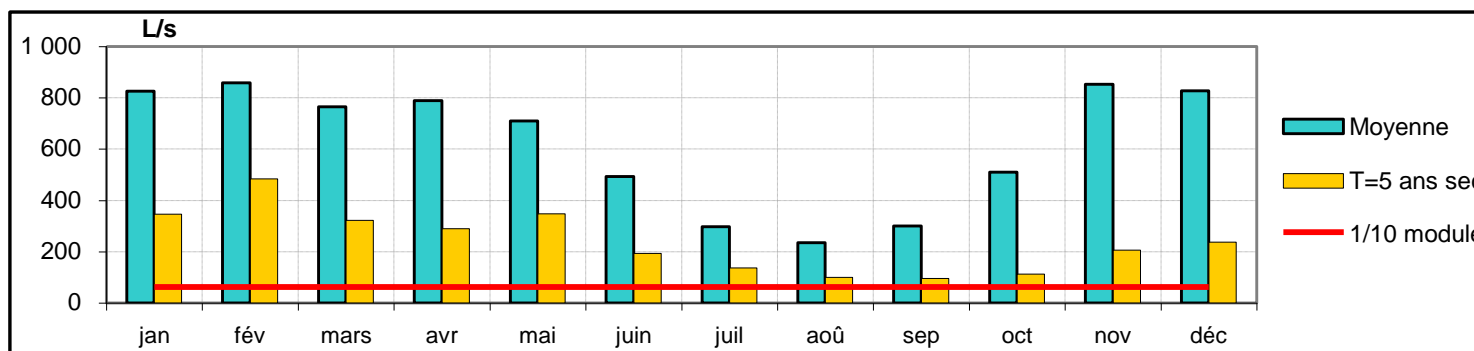
Analyse statistique sur la période 1988-2010

Cours d'eau : **Yzeron**Station : **Taffignon**superficie contrôlée : **129 km²**Type de débit : **METHODE B : NATUREL ARITHMETIQUE**

Débit en L/s

(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Annuel		1/10 mod	1/20 mod
													L/s	L/s/km ²	L/s	L/s
Moyenne	1 128	1 495	1 445	1 333	560	416	259	182	389	756	1 163	977	844	6,6	84	42
T=10 ans sec	273	457	350	203	248	129	102	83	85	92	195	305	506	3,9		
T=5 ans sec	378	497	389	309	309	146	107	103	90	130	217	454	539	4,2		
T=2 ans	1 084	835	546	684	492	308	174	129	159	217	1 149	703	763	5,9		
T= 5 ans humide	1 398	1 401	1 142	1 546	747	531	319	189	499	824	2 173	1 553	910	7,1		
T=10 ans humide	1 709	1 932	1 964	4 094	778	815	542	238	1 067	970	2 412	1 871	1 056	8,2		

(F expérimentales)	QMNA	
	L/s	L/s/km ²
Moyenne (m3/s)	120	0,9
T=5 ans sec (m3/s)	82	0,6
T=2 ans sec (m3/s)	103	0,8
T= 5 ans humide (m3/s)	172	1,3



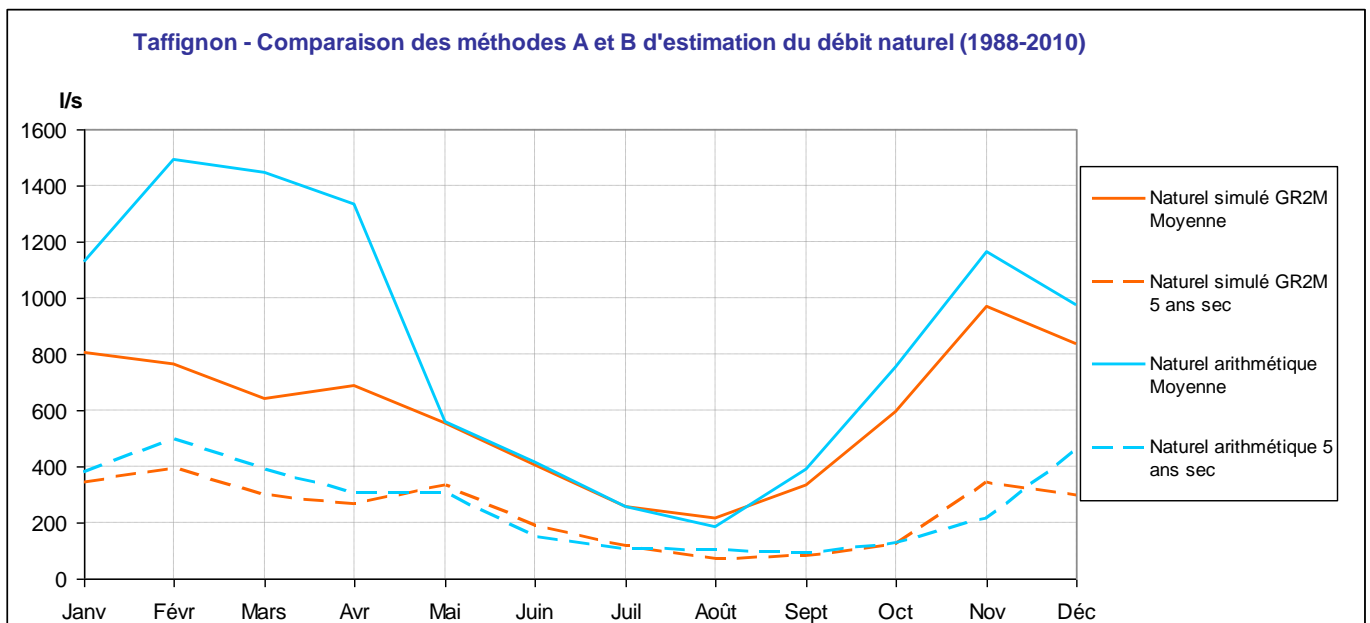
4.4.2.4 Comparaison des méthodes A et B pour Taffignon

Dans le graphique suivant, on donne les hydrogrammes obtenus pour la ressource naturalisée via l'une ou l'autre des deux méthodes précédemment décrites. Pour la dénomination, on appellera :

- ▶ Débit naturel simulé GR2M, le débit naturel obtenu par la **méthode A** (utilisation du modèle pluie-débit GR2M)
- ▶ Débit naturel arithmétique, le débit obtenu par la **méthode B** (reconstitution des prélèvements sur la période 1970-2010)

Ces deux hydrogrammes sont présentés ci-dessous sur la seule période de recouvrement : 1988-2010

Figure 15 : Comparaison des hydrogrammes de débit naturel obtenus par les deux méthodes décrites sur le point de référence de Taffignon (période 1988-2010)



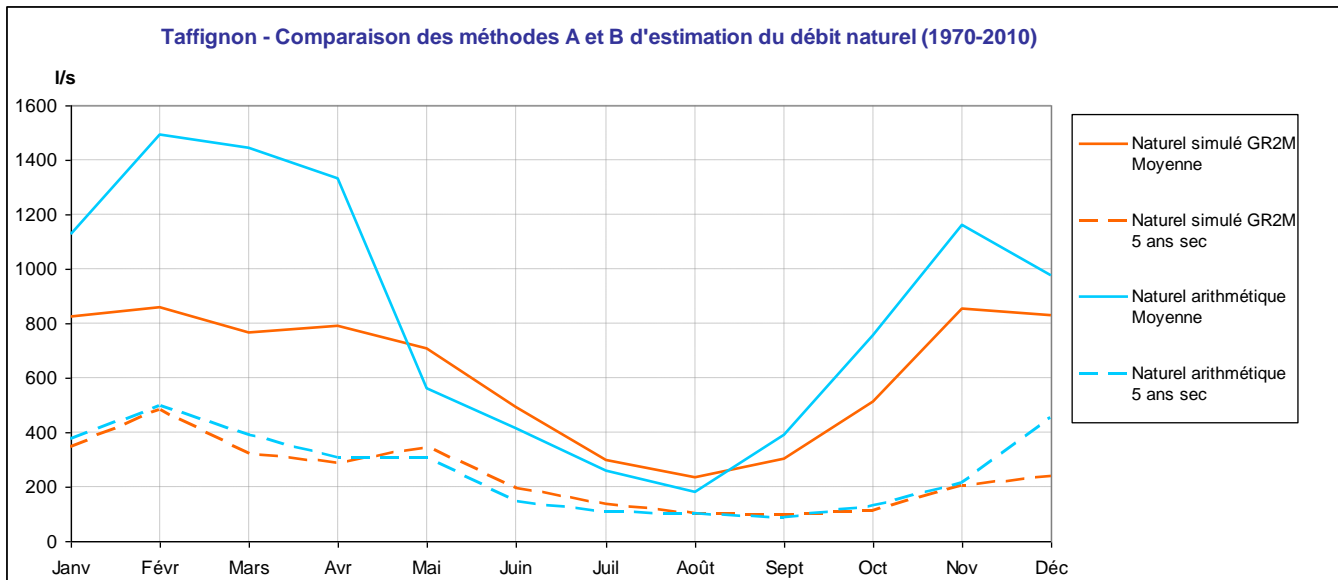
Notons comme caractéristique remarquable que les deux méthodes s'avèrent parfaitement comparables en ce qui concerne leurs débits d'été (jusqu'en août ici). En revanche, la méthode A (dite « GR2M ») sous-estime le débit naturel en hautes eaux. Ceci est lié au calage du modèle sur les plus faibles débits.

Un résultat intéressant de cette analyse est que sur le point de Taffignon, il **ne semble pas y avoir de différence en été** entre la situation où on reconstitue théoriquement l'intégralité des prélèvements pour obtenir le débit naturel (méthode B) et la situation où l'on ne se sert que des prélèvements connus et des variables climatiques pour reconstituer le débit naturel (méthode A). Les deux méthodes se valent en été, il paraît plus logique de ne conserver que la méthode B, respectant d'avantage le profil complet de l'hydrogramme annuel.

Notons cependant que les hydrogrammes commentés ne valent que pour la seule période 1988-2010. Si à l'hydrogramme obtenu par la méthode B (dite « arithmétique »), on superpose celui obtenu par la méthode A sur l'intégralité de la période 1970-2010 (méthode dite « GR2M »), on obtient alors le graphique suivant. Les deux hydrogrammes ne sont donc pas calculés sur la même période.

Ici la méthode B s'avère plus sévère en étiage que la méthode B : sur les mois de mai, juin, juillet et août : la différence de débit atteint 40 L/s en juillet et 50 L/s en août. En revanche, dès septembre, la méthode arithmétique conduit à un débit plus important

Figure 16 : Comparaison des hydrogrammes de débit naturel obtenus par les deux méthodes décrites sur le point de référence de Taffignon (période 1970-2010)



Comme pour le point de Craponne, la méthode B (dite « arithmétique ») s'avère légèrement plus sévère en étiage, sur les mois de mai, juin, juillet et août : la différence de débit atteint 40 L/s en juillet et 50 L/s en août. Cette différence s'explique par la seule prise en compte des années les plus anciennes, entre 1970 et 1987.

4.4.2.5 Méthode B bis : Reconstitution arithmétique étendue du débit naturel

A l'issue de cette comparaison entre les méthodes A et B, nous choisissons finalement de retenir la solution calculée par la méthode B (dite « arithmétique ») en la modifiant quelque peu pour l'étendre sur la période 1970-2010.

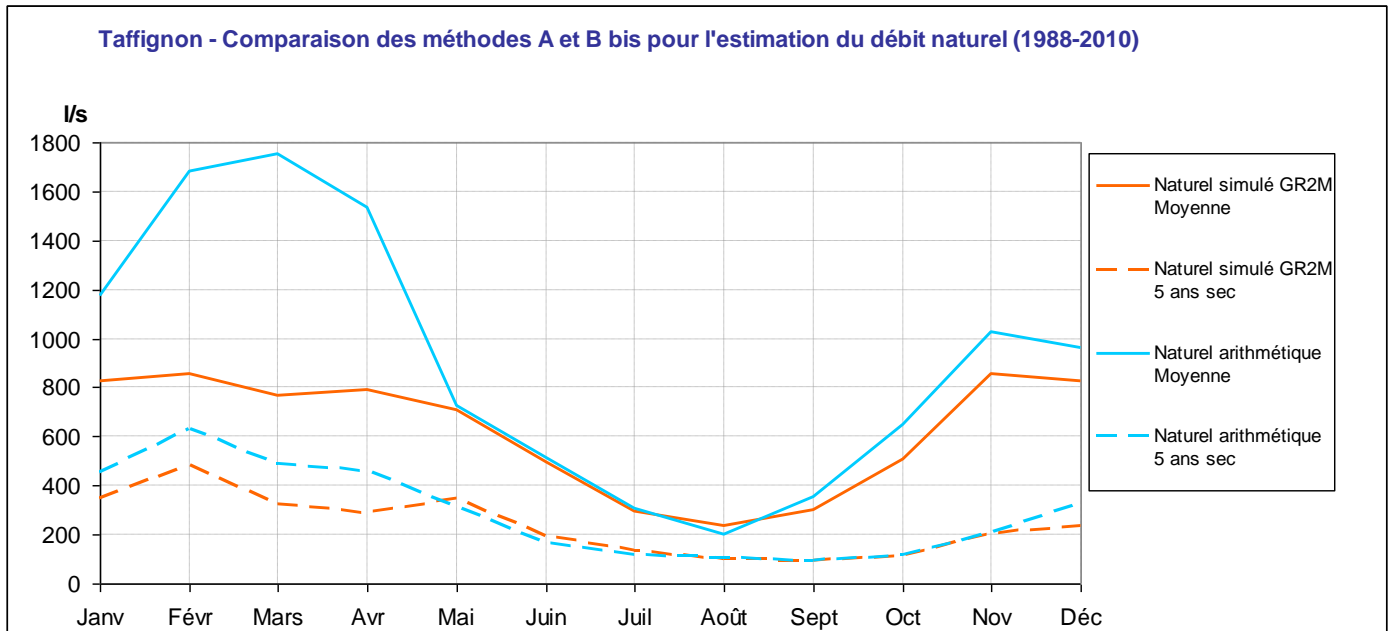
Pour ce faire nous corrigeons en amplitude les années comprises entre 1970-1987 pour respecter la progression historique constatée sur la série calculée avec la méthode A. Cette extrapolation est réalisé avec la formule de calcul suivante :

$$Q_{\text{naturel méthode B bis (mois } i, \text{ année } n)} =$$

$$Q_{\text{naturel méthode A (mois } i, \text{ année } n)} * \text{Moyenne}_{1988-2010} (Q_{\text{naturel méthode B}} / Q_{\text{naturel méthode A}})$$

Les résultats obtenus avec cette méthode B bis sont comparés à ceux de la méthode A dans le graphique suivant :

Figure 17 : Comparaison des hydrogrammes de débit naturel obtenus par les méthodes A et B bis décrites sur le point de référence de Taffignon (période 1970-2010)



Les deux méthodes A (dite « GR2M ») et B bis (dite « arithmétique étendue ») sont donc comparables. Notons que la méthode B bis anticipe légèrement la fin de l'étiage relativement à la méthode A. Ainsi en septembre, on note une différence de 50 L/s entre les deux méthodes. En août la méthode B bis descend un peu plus bas dans l'étiage, environ 30 L/s de moins que pour la méthode A.

Pour la suite, nous retiendrons la méthode B bis (dite « arithmétique étendue ») pour la reconstitution du débit naturel. Les résultats statistiques pour cette méthode sont donnés ci-dessous sur la période 1970-2010.

Le minimum de débit est atteint en août avec un débit moyen de 199 L/s. Une année sur cinq (année sèche), ce débit atteint son minimum en septembre avec 93 L/s.

Le débit spécifique moyen calculé sur le bassin atteint 7 L/s/km². Enfin, le QMNA de période de retour 5 ans vaut 81 L/s.

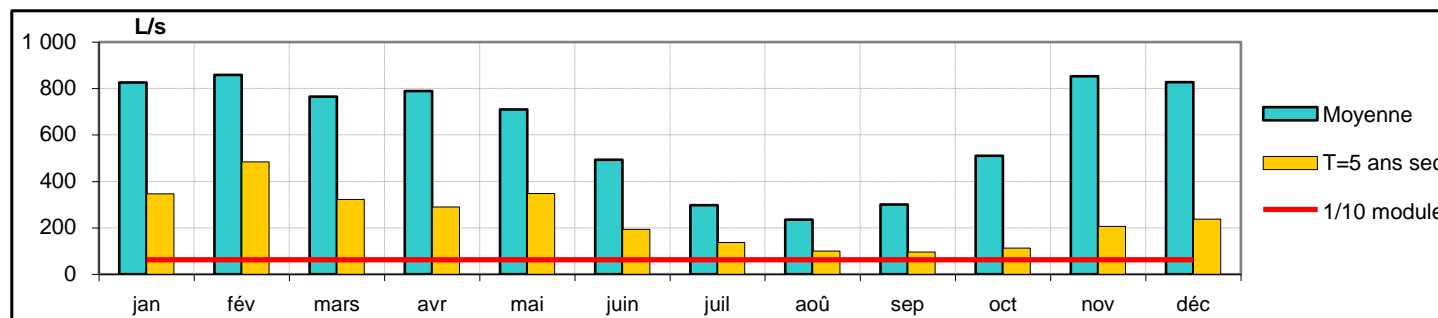
Tableau 15 : Valeurs statistiques du débit naturalisé calculé au point de référence de Taffignon, avec la méthode B bis (dite « arithmétique étendue »)

Analyse statistique sur la période 1970-2010

Cours d'eau : **Yzeron**Station : **Taffignon**superficie contrôlée : **129 km²**Type de débit : **METHODE B BIS : NATUREL ARITHMETIQUE ETENDU**

Débit en L/s													Annuel		1/10 mod	1/20 mod
	(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	L/s	L/s/km ²	L/s
Moyenne	1 173	1 684	1 755	1 534	728	512	304	199	353	647	1 024	964	901	7,0	90	45
T=10 ans sec	273	494	384	296	188	142	102	81	88	107	151	118	477	3,7		
T=5 ans sec	453	632	488	459	311	165	115	107	93	120	207	328	575	4,5		
T=2 ans	1 093	1 349	1 021	891	573	362	242	156	171	382	615	819	777	6,0		
T= 5 ans humide	1 594	2 011	2 455	1 984	906	806	432	229	532	865	1 846	1 591	1 063	8,3		
T=10 ans humide	2 306	2 776	3 294	3 190	1 229	962	550	298	747	1 204	2 410	1 817	1 289	10,0		

(F expérimentales)	QMNA	
	L/s	L/s/km ²
Moyenne (m3/s)	129	1,0
T=5 ans sec (m3/s)	81	0,6
T=2 ans sec (m3/s)	113	0,9
T= 5 ans humide (m3/s)	181	1,4



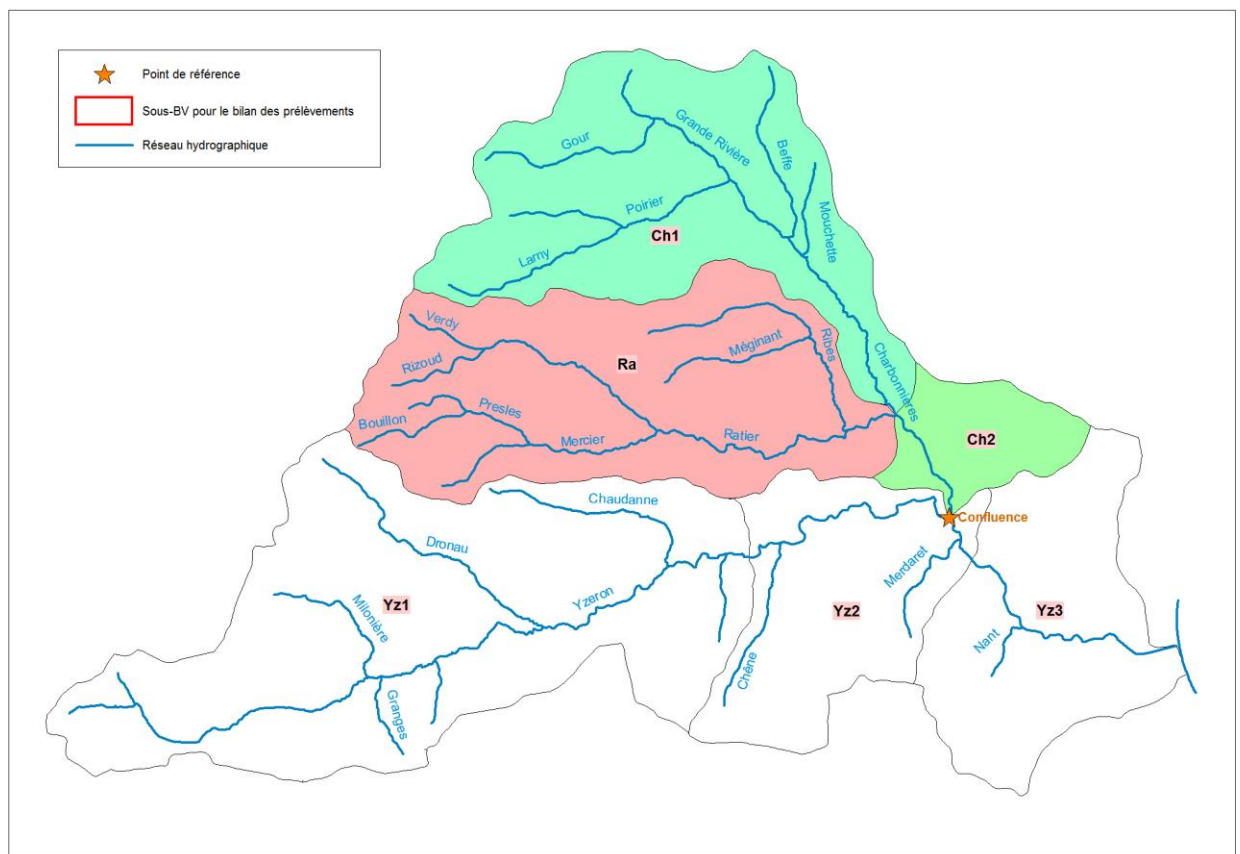
4.4.3 Estimation de la ressource sur le Charbonnières à la confluence

Comme décrit plus haut différentes méthodes sont possibles. Nous les rappelons ici dans le cas spécifique du point situé sur le Charbonnières en amont de la confluence avec l'Yzeron.

4.4.3.1 Localisation du point

Le point de référence est situé à l'exutoire du bassin Ch2, soit sur le cours du Charbonnières juste avant la confluence avec l'Yzeron. Les sous bassins contrôlés par ce nœud sont : Ch1, Ra et Ch2. Les phases précédentes de l'étude en cours ont mis en évidence un comportement complexe du système Charbonnières (fuites vers la Saône par la nappe) et du système Ratier/Ribes (avec un soutien d'étiage depuis l'aquifère du plateau de Mègningant).

Figure 18 : Positionnement du point de référence de Confluence sur le Charbonnières



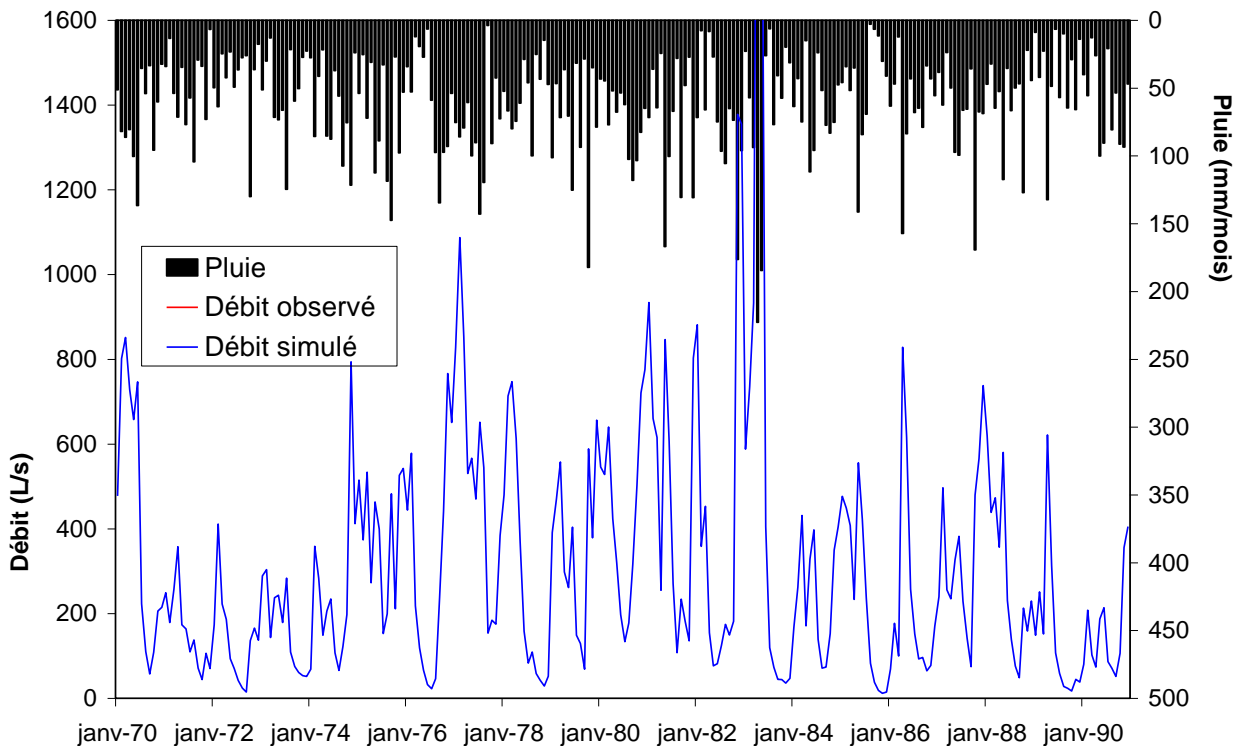
4.4.3.2 Méthode A : Utilisation du modèle GR2M

On utilise ici directement le modèle GR2M, sans calage, en considérant que ses paramètres ajustés sont les mêmes que pour le point de référence situé à Taffignon. Ce faisant, on fait implicitement l'hypothèse que le comportement hydrologique du bassin contrôlé par le point de référence, et donc sa réponse à l'aléa climatique (pluie et ETP), est similaire à celui du système contrôlé par Taffignon.

On simule ensuite sur la période 1970-2010 les débits naturalisés sur le Charbonnières en amont du point de confluence.

Dans le graphique ci-dessous, on peut observer sur une sous-période (1970-1990) l'allure de l'hydrogramme simulé par GR2M.

Figure 19 : Simulation du débit naturel au point de confluence sur le Charbonnières à l'aide de GR2M (zoom sur la sous période 1970-1990)



Le minimum de débit est atteint en août avec un débit moyen de 124 L/s. En revanche c'est en septembre qu'est atteint le minimum de débit une année sur cinq (année sèche), soit 49 L/s.

Le débit spécifique moyen sur la bassin est de 4,9 L/s/km². Enfin, le QMNA de période de retour 5 ans vaut 27 L/s.

Tableau 16 : Valeurs statistiques de débit naturalisé calculé au point de référence situé sur le Charbonnières avant la confluence, avec la méthode A (dite « GR2M »)

Analyse statistique sur la période 1970-2010

Cours d'eau : Charbonnières

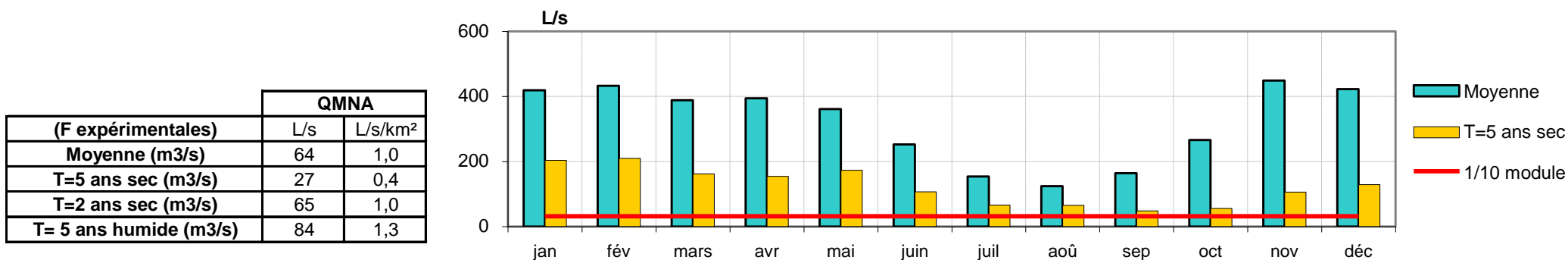
Station : Confluence

superficie contrôlée : 65 km²

Type de débit : METHODE A : NATUREL SIMULE AVEC GR2M

Débit en L/s

(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Annuel		1/10 mod	1/20 mod
													L/s	L/s/km ²	L/s	L/s
Moyenne	419	433	388	394	361	253	154	124	164	266	449	423	318	4,9	32	16
T=10 ans sec	135	179	137	119	93	78	48	34	25	44	53	52	160	2,4		
T=5 ans sec	204	210	163	155	173	107	66	66	49	56	106	129	209	3,2		
T=2 ans	443	370	344	289	292	213	125	84	85	153	299	370	298	4,6		
T= 5 ans humide	588	591	558	532	503	404	236	141	237	442	721	651	424	6,5		
T=10 ans humide	828	735	851	621	603	433	273	178	364	502	1 004	790	471	7,2		



4.4.3.3 Méthode B : Calcul à partir des débits spécifiques

Les débits de Craponne et de Taffignon calculés dans les paragraphes précédents sont ramenés à des débits spécifiques (c'est-à-dire ramenés à l'unité de surface en L/s/km²) à l'échelle des bassins contrôlés par les deux stations. Ces débits spécifiques sont ensuite étendus à des sous bassins versants plus grands :

- ▶ On considère que le débit de l'Yzeron et du Charbonnières réunis, en amont de la confluence, peut être obtenu à partir du débit de Taffignon rapporté aux bassins versants de ces deux sous-ensembles. Le débit spécifique de Taffignon est donc multiplié par la surface de ces deux bassins versants. Ce faisant, on considère que le comportement hydrologique de ces deux bassins agrégés est similaire à celui contrôlé par la station de Taffignon. Ceci est plus plausible que d'effectuer un parallèle direct entre Taffignon et le Charbonnières, compte tenu du comportement complexe de ce dernier mis en évidence dans les phases précédentes de l'étude (échanges nappe rivière dans le secteur du plateau de Méginant, fuites vers la Saône par la nappe de dépôts fluvio-glaciaires de Tassin)
- ▶ On considère que le débit de l'Yzeron seul, au-dessus de la confluence, peut être calculé à partir de celui de Craponne, que l'on étend à l'intégralité du bassin versant en amont de la confluence drainé par l'Yzeron. Le débit spécifique de Craponne est multipliée par la surface de bassin versant correspondante. Ce faisant, on a considéré que le comportement de ce sous-bassin est similaire à celui contrôlé par la station de Craponne.

Finalement, on calcule la différence entre ces deux termes pour ne garder que la seule part provenant du Charbonnières et qui serait observable en amont du point de confluence.

$$Q \text{ confluence Charbonnières} = [Q \text{ Taffignon} * ((S1+S2)/S3)] - [Q \text{ Craponne} * (S2/S4)]$$

Où :

- ▶ Q Taffignon : débit naturalisé calculé à Taffignon
- ▶ Q Craponne : débit naturalisé calculé à Craponne
- ▶ S1 : Surface de bassin versant captée par le point situé sur l'Yzeron juste en amont de la confluence
- ▶ S2 : Surface de bassin versant captée par le point situé sur le Charbonnières juste en amont de la confluence
- ▶ S3 : Surface de bassin versant captée par la station de Taffignon
- ▶ S4 : Surface de bassin versant captée par la station de Craponne

A l'aide des séries calculées à Taffignon et Craponne on est donc capable de reconstituer la ressource naturelle au point de confluence sur le Charbonnières entre 1970 et 2010. Les valeurs obtenues sont traitées statistiquement pour tirer quelques caractéristiques affichées dans le tableau suivant.

Le minimum de débit est atteint en août avec un débit moyen de 84 L/s. En revanche c'est en mai qu'est atteint le minimum de débit une année sur cinq (année sèche), soit 12 L/s.

Le débit spécifique moyen sur la bassin est de 6,6 L/s/km². Enfin, le QMNA de période de retour 5 ans vaut 0 L/s.

Tableau 17 : Valeurs statistiques de débit naturalisé calculé au point de référence situé sur le Charbonnières avant la confluence, avec la méthode B (dite « des débits spécifiques »)

Analyse statistique sur la période 1970-2010

Cours d'eau : Charbonnières

Station : Confluence

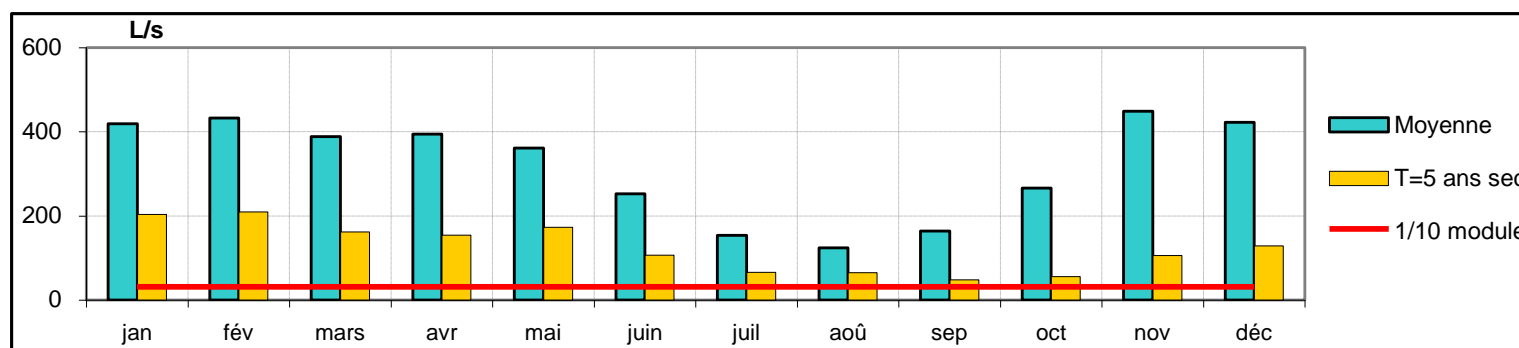
superficie contrôlée : 65 km²

Type de débit : METHODE B : NATUREL RECONSTITUE PAR LA METHODE DES DEBITS SPECIFIQUES

Débit en L/s

(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Annuel		1/10 mod	1/20 mod
													L/s	L/s/km ²	L/s	L/s
Moyenne	514	915	1 073	863	196	215	150	84	171	340	388	307	431	6,6	43	22
T=10 ans sec	44	122	99	81	0	21	32	36	34	29	24	0	150	2,3		
T=5 ans sec	100	187	134	151	12	61	47	50	42	42	61	25	203	3,1		
T=2 ans	434	417	387	353	112	118	105	71	89	142	194	240	326	5,0		
T= 5 ans humide	871	1 090	1 547	885	271	348	205	111	209	301	612	609	599	9,2		
T=10 ans humide	1 144	1 761	2 372	1 518	362	543	333	135	442	607	924	692	696	10,6		

(F expérimentales)	QMNA	
	L/s	L/s/km ²
Moyenne (m3/s)	35	0,5
T=5 ans sec (m3/s)	0	0,0
T=2 ans sec (m3/s)	25	0,4
T= 5 ans humide (m3/s)	63	1,0

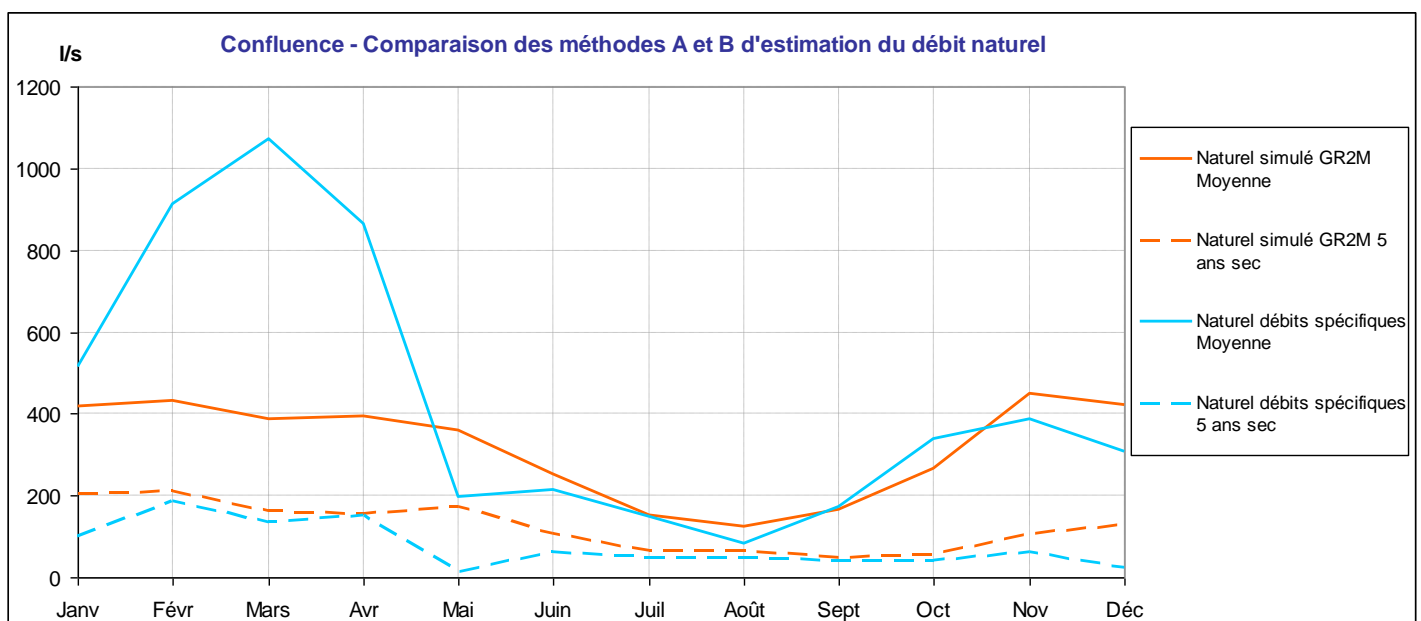


4.4.3.4 Comparaison des méthodes A et B pour le point de Confluence

Dans le graphique suivant, on donne les hydrogrammes obtenus pour la ressource naturalisée via l'une ou l'autre des deux méthodes précédemment décrites. Pour la dénomination, on appellera :

- ▶ Débit naturel simulé GR2M, le débit naturel obtenu par la **méthode A** (utilisation du modèle pluie débit GR2M)
- ▶ Débit naturel reconstitué, le débit obtenu par la **méthode B** (utilisation de la méthode des débits spécifiques)

Figure 20 : Comparaison des résultats des deux méthodes de calcul de la ressource naturalisée sur le Charbonnières en amont du point de confluence



Au vu de ce graphique, la méthode A (dite « GR2M ») fournit des résultats se traduisant par un hydrogramme moyen très étalé sur l'année. Ceci est dû encore une fois à l'utilisation du modèle GR2M, calé sur Taffignon pour les petits débits, et qui génère donc par simulation des pics hivernaux plus faibles que la réalité.

En ce qui concerne la période d'étiage, qui nous intéresse ici, on observe quelques différences entre les hydrogrammes. Le début de l'étiage est plus tardif avec la méthode A. Dans la méthode B, au contraire, on a une décroissance du débit qui s'initie dès le mois de mai. Pour cette méthode B, on observe également une chute du débit au mois d'août qui atteint 84 L/s en moyenne (soit 40 L/s de moins que dans la méthode A).

Bien que l'hydrogramme obtenu par la méthode B (dite « des débits spécifiques ») paraisse être plus réaliste sur l'ensemble de l'année que celui obtenu par la méthode A, on peut s'interroger sur la validité de cette affirmation à l'étiage.

Rappelons quelques points quant aux hypothèses faites dans chacune des méthodes de reconstitution :

En termes de simulation, le modèle GR2M semble donner des résultats en termes de débits inférieurs à ceux de la méthode B (dite « GR2M »). Ceci s'explique par les observations suivantes :

- ▶ Dans la méthode A (dite « GR2M »), nous avons établi un lien entre le bassin du Charbonnières et le bassin contrôlé par Taffignon. Nous avons en quelque sorte utilisé la fonction de production de débit de Taffignon et l'avons extrapolé au sous-bassin du Charbonnières.
- ▶ Dans la méthode B (dite « des débits spécifiques »), nous avons établi un lien entre l'agrégat des deux bassins situés sur l'Yzeron et le Charbonnières, et le bassin contrôlé par Taffignon. Nous avons en quelque sorte utilisé la fonction de production de débit de Taffignon et l'avons extrapolé à ces deux sous-bassins agrégés. Dans un second temps nous avons retranché au débit calculé la part venant de l'Yzeron seul (au-dessus de la confluence), part qui a été estimée à partir de la fonction de production de Craponne.

En définitive, nous ne retiendrons que la méthode B (dite « des débits spécifiques »). Cette méthode est la plus plausible du fait qu'elle établit un lien entre le bassin contrôlé par Taffignon et les deux sous-bassins situés sur l'Yzeron et le Charbonnières en amont de la confluence (et pas seulement le bassin du Charbonnières comme supposé dans la méthode A). Les observations faites sur le fonctionnement hydrogéologique du bassin du Charbonnières tendent en effet à prouver que ce dernier dispose d'un comportement singulier peu comparable au reste du bassin de l'Yzeron.

A l'étiage, on suppose que cette méthode fournit des résultats plus réalistes que ceux donnés par la méthode A.

4.4.4 Estimation de la ressource sur l'Yzeron à l'exutoire du bassin versant

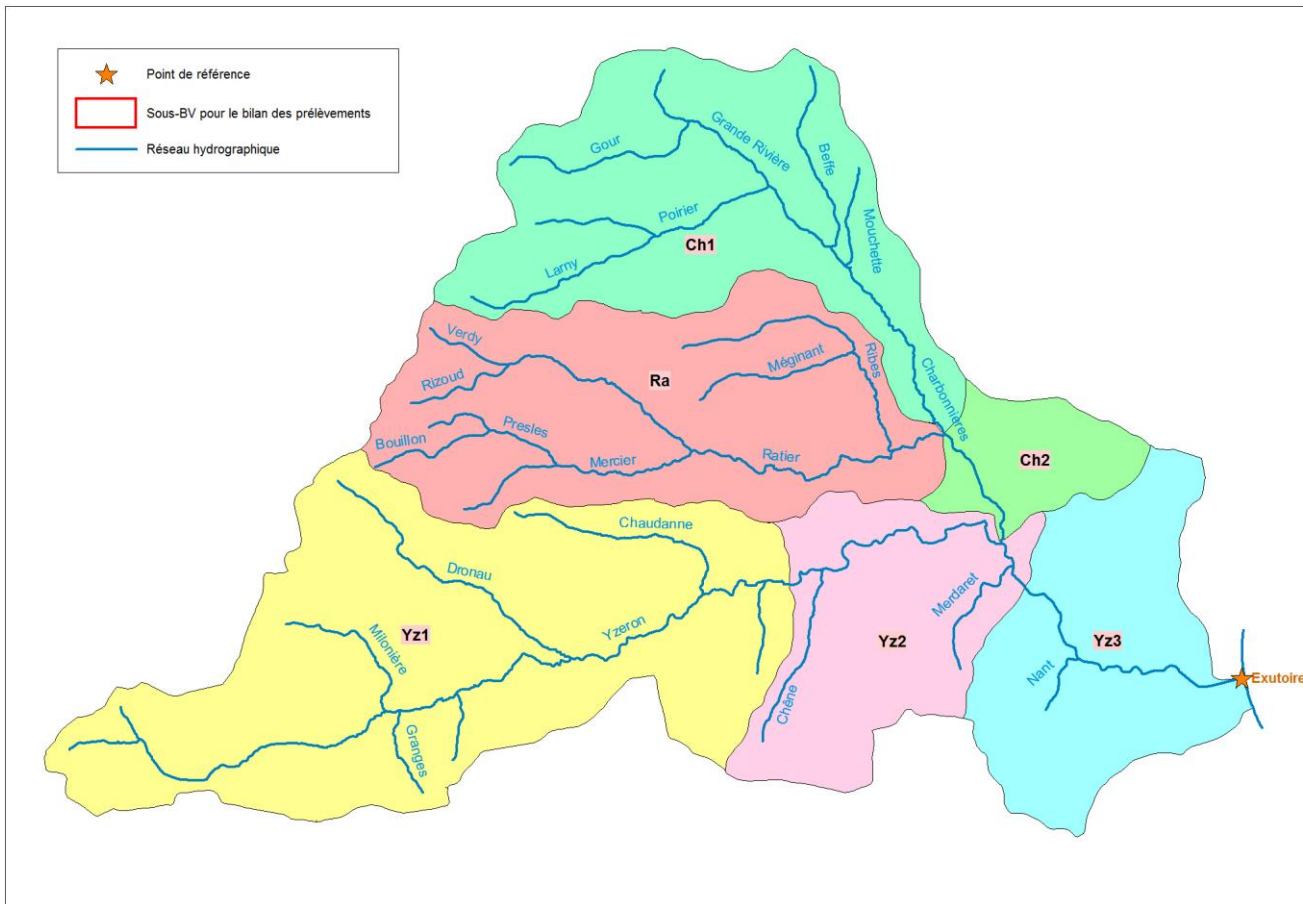
Encore une fois différentes méthodes sont possibles (cf. explications décrites précédemment). Nous les rappelons ici dans le cas spécifique du point situé à l'exutoire du bassin de l'Yzeron, juste avant la confluence avec le Rhône.

4.4.4.1 Localisation du point

Le point de référence est situé à l'exutoire du bassin Yz3, soit sur le cours de l'Yzeron à l'exutoire de son bassin-versant peu avant la confluence avec le Rhône. Ce point contrôle l'ensemble des sous bassins mis en évidence dans la phase 2 de cette étude : Yz1, Yz2, Yz3, Ch1, Ch2 et Ra.

L'extrémité aval de l'Yzeron est fortement artificialisée, aucune station de mesure n'y est installée. De plus il est prévu dans les années à venir que des travaux de re-naturalisation du cours d'eau soient menés. Ces travaux, réalisés dans le cadre de la prévention des inondations, devraient avoir d'importantes conséquences sur la largeur, la nature des berges et la nature du substrat dans le lit mineur du cours d'eau. Il est difficile de prévoir actuellement quel sera l'impact exact de ces travaux sur le régime d'étiage.

Figure 21 : Positionnement du point de référence à l'Exutoire du bassin de l'Yzeron



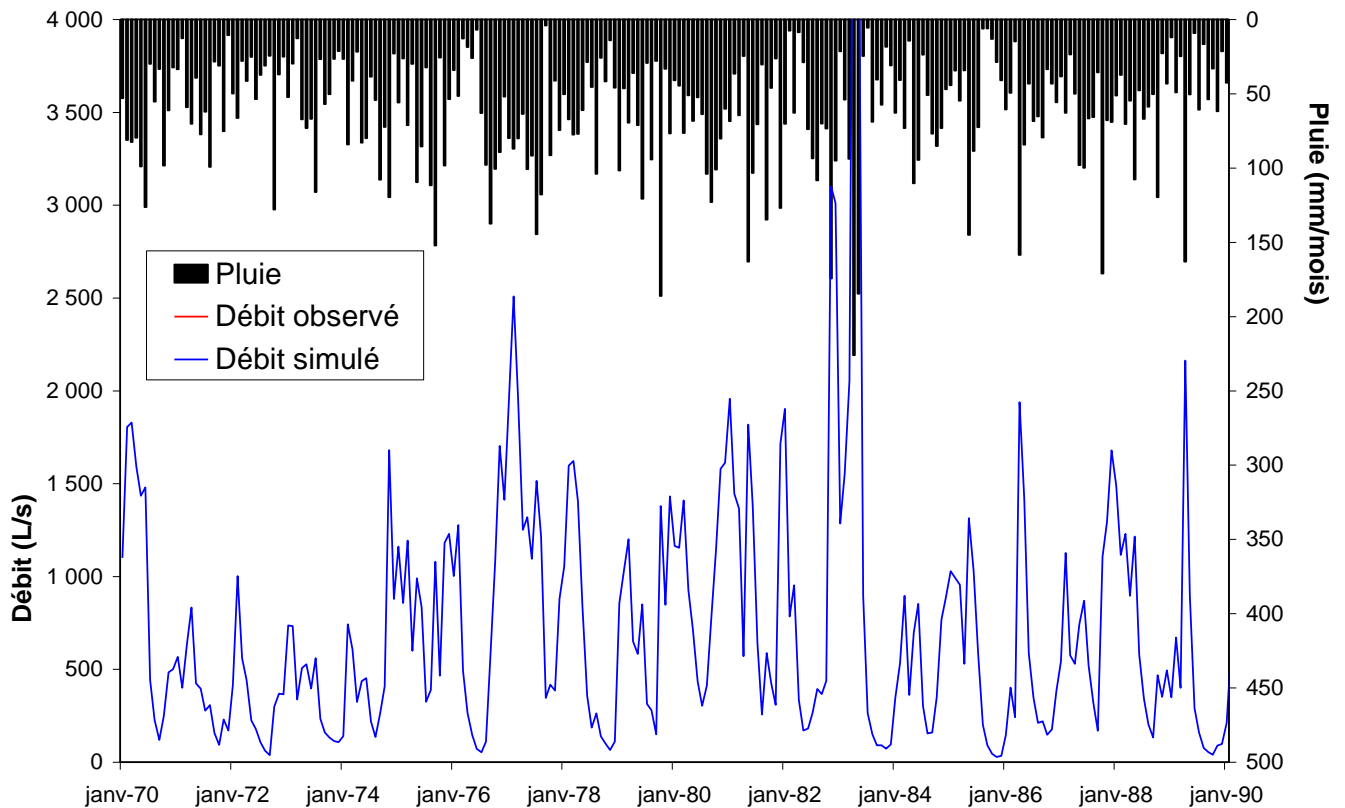
4.4.4.2 Méthode A : Utilisation du modèle GR2M

On utilise ici directement le modèle GR2M, sans calage, en considérant que ses paramètres ajustés sont les mêmes que pour le point de référence situé à Taffignon. Ce faisant, on fait implicitement l'hypothèse que le comportement hydrologique du bassin contrôlé par le point de référence, et donc sa réponse à l'aléa climatique (pluie et ETP), est similaire à celui du système contrôlé par Taffignon.

On simule ensuite sur la période 1970-2010 les débits naturalisés sur l'Yzeron en amont de l'exutoire.

Dans le graphique ci-dessous, on peut observer sur une sous-période (1970-1990) l'allure de l'hydrogramme simulé par GR2M.

Figure 22 : Simulation avec GR2M du débit naturel au point de référence situé à l'exutoire du bassin-versant de l'Yzeron (zoom sur la sous période 1970-1990)



Le minimum de débit est atteint en août avec un débit moyen de 268 L/s. En revanche c'est en septembre qu'est atteint le minimum de débit une année sur cinq (année sèche), soit 103 L/s.

Le débit spécifique moyen sur la bassin est de 4,9 L/s/km². Enfin, le QMNA de période de retour 5 ans vaut 65 L/s.

Tableau 18 : Valeurs statistiques de débit naturalisé calculé au point de référence situé sur l'Yzeron avant l'exutoire, avec la méthode A (dite « GR2M »)

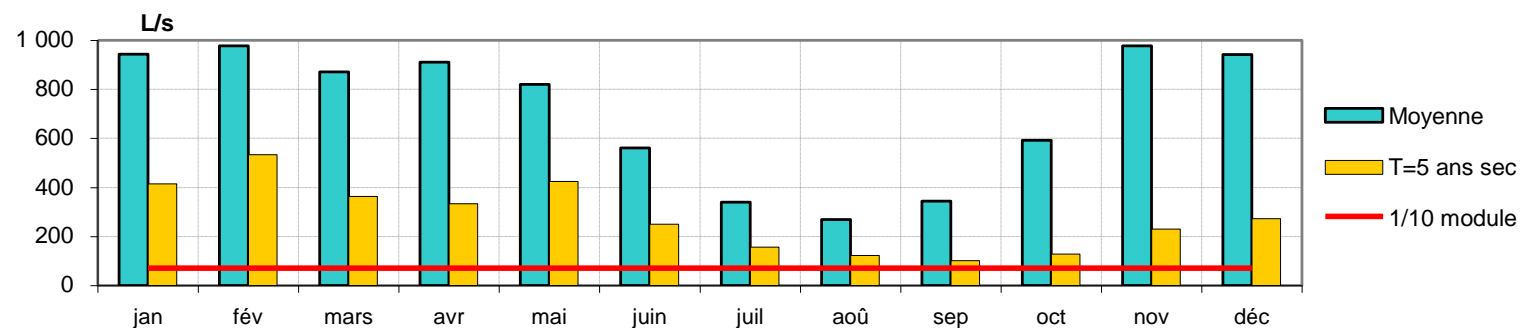
Analyse statistique sur la période 1970-2010

Cours d'eau : **Yzeron**Station : **Exutoire**superficie contrôlée : **145 km²**Type de débit : **METHODE A : NATUREL SIMULE AVEC GR2M**

Débit en L/s

(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Annuel		1/10 mod	1/20 mod
													L/s	L/s/km ²	L/s	L/s
Moyenne	944	978	871	911	820	561	341	268	344	593	978	943	711	4,9	71	36
T=10 ans sec	295	401	300	274	225	181	126	76	56	90	100	111	400	2,8		
T=5 ans sec	415	534	364	335	425	251	157	123	103	128	230	274	450	3,1		
T=2 ans	931	806	783	628	633	435	270	203	186	409	702	783	678	4,7		
T= 5 ans humide	1 284	1 321	1 366	1 171	1 088	869	503	312	585	891	1 580	1 431	932	6,4		
T=10 ans humide	1 903	1 597	1 829	1 589	1 331	1 095	583	394	778	1 079	2 301	1 716	1 040	7,2		

(F expérimentales)	QMNA	
	L/s	L/s/km ²
Moyenne (m3/s)	139	1,0
T=5 ans sec (m3/s)	65	0,4
T=2 ans sec (m3/s)	131	0,9
T= 5 ans humide (m3/s)	186	1,3



4.4.4.3 Méthode B : Calcul à partir des débits spécifiques

Dans les paragraphes précédents, on a calculé la ressource naturelle disponible au point de référence de Taffignon. Ce point situé à l'exutoire du sous-bassin Yz2 est peu éloigné de celui visé ici (situé à l'exutoire de Yz3).

On fait l'hypothèse que le comportement hydrologique du bassin versant total de l'Yzeron, contrôlé par le point de référence à l'exutoire, est assimilable à celui contrôlé par la station de Taffignon. A partir du débit spécifique calculé à Taffignon, on est donc capable de connaître pour la surface de bassin versant totale contrôlée par le point de référence, quelle est la ressource naturelle qui lui correspond.

Le calcul réalisé est détaillé dans la ligne qui suit :

$$Q_{\text{Exutoire Yzeron}} = Q_{\text{Taffignon}} * S5 / S3$$

Où :

- ▶ Q Exutoire Yzeron : débit naturalisé au point de référence situé à l'exutoire du bassin de l'Yzeron
- ▶ Q Taffignon : débit naturalisé simulé à Taffignon à l'aide de GR2M
- ▶ S3 : Surface de bassin versant captée par la station de Taffignon
- ▶ S5 : Surface de bassin versant captée par le point de référence à l'exutoire du bassin de l'Yzeron

A l'aide de la série simulée à Taffignon on est donc capable de reconstituer la ressource naturelle au point de référence situé à l'exutoire du bassin de l'Yzeron, ce sur la période entre 1970 et 2010. Les valeurs obtenues sont traitées statistiquement pour tirer quelques caractéristiques affichées dans le tableau suivant.

Le minimum de débit est atteint en août avec un débit moyen de 224 L/s. En revanche c'est en septembre qu'est atteint le minimum de débit une année sur cinq (année sèche), soit 105 L/s.

Le débit spécifique moyen sur la bassin est de 4,8 L/s/km² (comme Taffignon). Enfin, le QMNA de période de retour 5 ans vaut 92 L/s.

Tableau 19 : Valeurs statistiques de débit naturalisé calculées au point de référence situé sur l'Yzeron avant l'exutoire, avec la méthode B (dite « des débits spécifiques »)

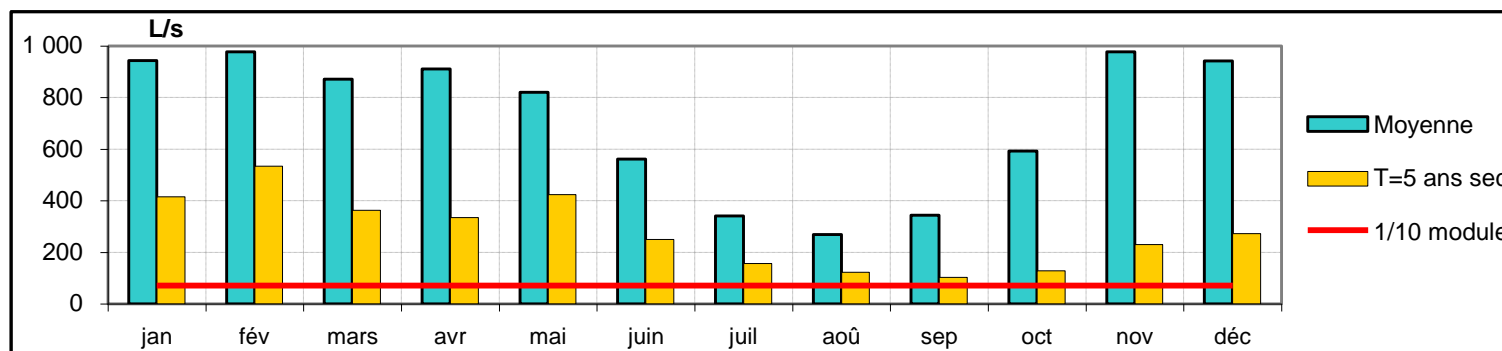
Analyse statistique sur la période 1970-2010

Cours d'eau : **Yzeron**Station : **Exutoire**superficie contrôlée : **145 km²**Type de débit : **METHODE B : NATUREL RECONSTITUE PAR LA METHODE DES DEBITS SPECIFIQUES**

Débit en L/s

(F expérimentales)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Annuel		1/10 mod	1/20 mod
													L/s	L/s/km ²	L/s	L/s
Moyenne	1 323	1 901	1 981	1 731	822	578	343	224	398	730	1 156	1 088	1 017	7,0	102	51
T=10 ans sec	308	558	433	334	213	160	115	92	99	121	170	133	538	3,7		
T=5 ans sec	511	714	551	518	350	186	130	121	105	136	233	370	648	4,5		
T=2 ans	1 233	1 523	1 152	1 006	647	409	273	176	193	432	694	924	877	6,0		
T= 5 ans humide	1 799	2 269	2 770	2 239	1 023	910	488	258	600	976	2 083	1 795	1 200	8,3		
T=10 ans humide	2 602	3 133	3 717	3 600	1 386	1 085	621	337	843	1 359	2 720	2 051	1 455	10,0		

(F expérimentales)	QMNA	
	L/s	L/s/km ²
Moyenne (m3/s)	146	1,0
T=5 ans sec (m3/s)	92	0,6
T=2 ans sec (m3/s)	128	0,9
T= 5 ans humide (m3/s)	204	1,4

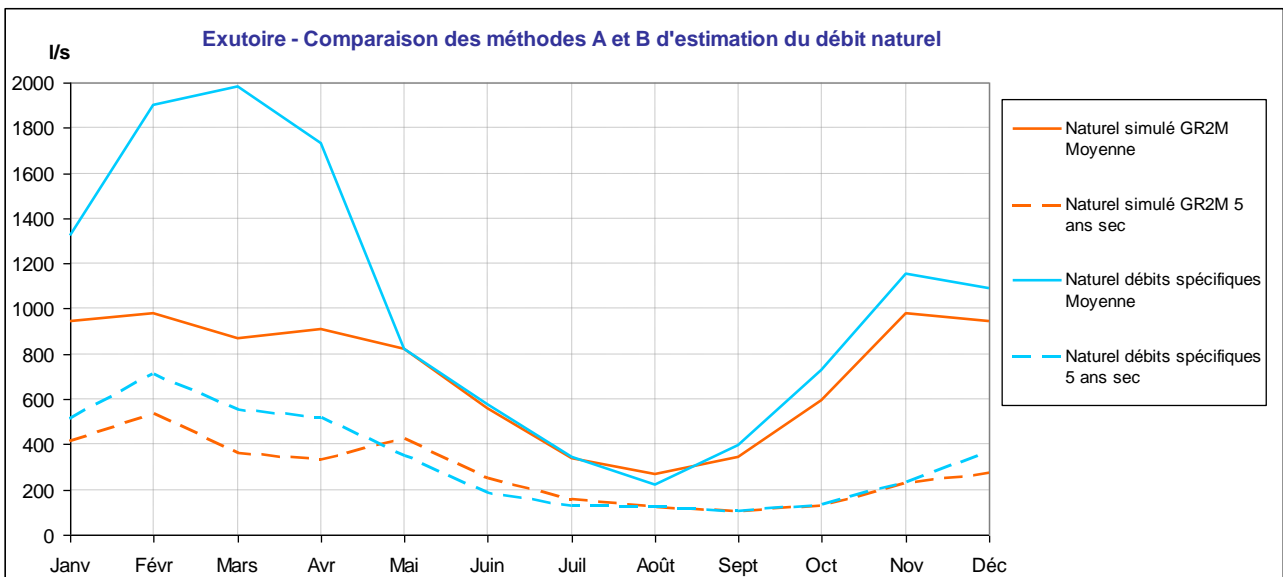


4.4.4.4 Comparaison des méthodes A et B utilisées au point Exutoire

Dans le graphique suivant, on donne les hydrogrammes obtenus pour la ressource naturalisée via l'une ou l'autre des deux méthodes précédemment décrites. Pour la dénomination, on appellera :

- ▶ Débit naturel simulé GR2M, le débit naturel obtenu par la **méthode A** (utilisation du modèle pluie débit GR2M)
- ▶ Débit naturel reconstitué, le débit obtenu par la **méthode B** (utilisation de la méthode des débits spécifiques)

Figure 23 : Comparaison des résultats des deux méthodes de calcul de la ressource naturalisée sur l'Yzeron à son exutoire avant sa confluence avec le Rhône



Au vu de ce graphique et des tableaux de valeurs précédemment décrits, on constate que les résultats des deux méthodes convergent en étiage. La méthode B donne au mois d'août des valeurs plus faibles, situées en moyenne 40 L/s en dessous des débits obtenus pour ce même mois par la méthode A.

Les hypothèses sous-jacentes derrière chacune de ces méthodes sont les mêmes. Elles reposent toutes deux sur une similarité hydrologique entre le bassin contrôlé par Taffignon (129 km²) et celui contrôlé par le point situé à l'exutoire du bassin versant de l'Yzeron (145 km²).

En hautes eaux, on constate à nouveau une différence due au calage de GR2M sur les débits supposés les plus faibles. Les deux méthodes se valant, on choisira une fois de plus de ne garder que la méthode B, dite « des débits spécifiques ».

En définitive, les différences sont minimales. On choisira par la suite de garder les résultats de la méthode B (dite « des débits spécifiques »), qui s'avère plus homogène avec les résultats des autres points de référence. Il est néanmoins remarquable de constater qu'en étiage les deux méthodes testées se valent.

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

5.1 BILAN RESSOURCE / PRELEVEMENTS SUR L'YZERON A CRAPONNE

Le tableau ci-dessous fait le bilan des résultats obtenus sur le point de référence situé à Craponne. Les valeurs de prélèvement indiquées dans le tableau sont celles des prélèvements actuels, représentant l'année 2010. Le débit influencé est obtenu par reconstitution à partir du débit naturel calculé.

Les valeurs statistiques moyennes et cinq ans sèches sont calculées sur la période 1970-2010.

Tableau 20 : Bilan Besoin / Ressource à Craponne

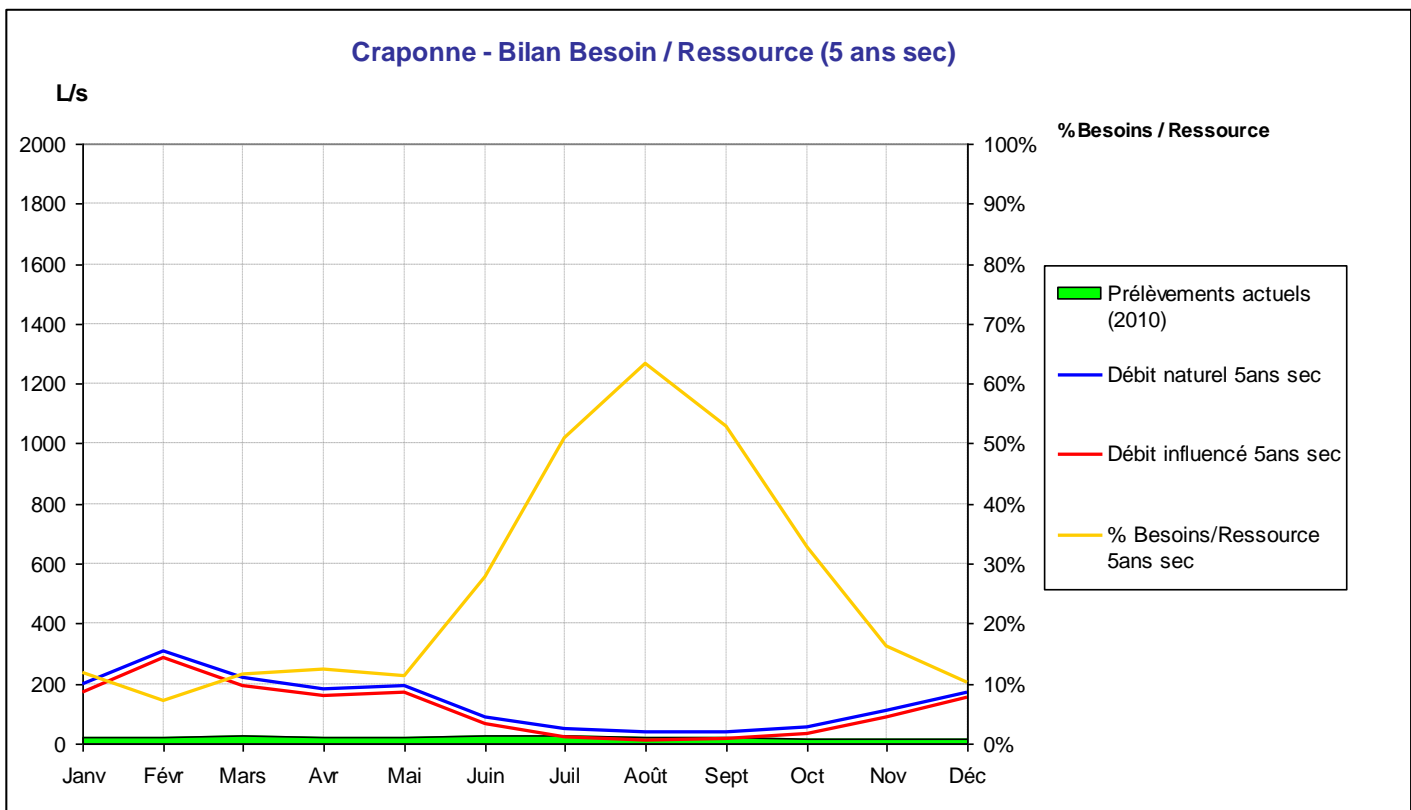
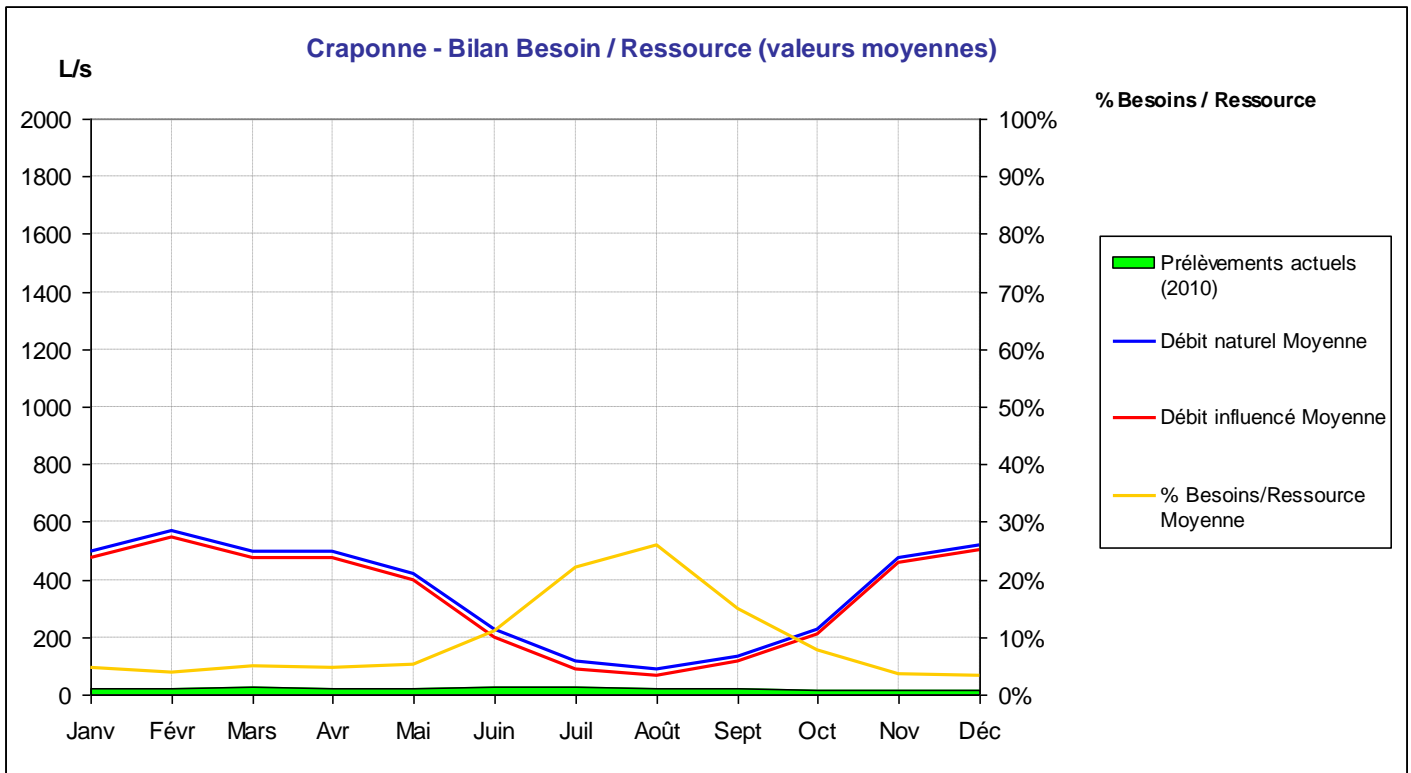
En L/s		Craponne											
		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Prélèvements actuels (2010)	AEP	2	1	4	0	-1	-1	-3	-3	-3	-3	-3	-4
	Retenues	7	7	7	9	7	4	7	5	3	7	7	7
	Pompages	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
	Forages domestiques	0	0	0	0	0	6	6	6	6	0	0	0
	Assainissement	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	ECP	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	TOTAL	23	22	25	23	22	25	26	23	20	17	17	17
Débit naturel	Moyenne	498	568	499	495	418	226	115	89	135	226	476	519
Débit influencé (reconstitué)	Moyenne	474	546	474	472	397	201	90	66	115	209	459	501
% Besoins/Ressource	Moyenne	5%	4%	5%	5%	5%	11%	22%	26%	15%	8%	4%	3%
Débit naturel	5ans sec	196	306	220	183	191	91	50	36	38	53	108	170
Débit influencé	5ans sec	173	284	195	160	170	66	24	13	18	36	91	153
% Besoins/Ressource	5ans sec	12%	7%	11%	12%	11%	28%	51%	63%	53%	33%	16%	10%

Les besoins anthropiques actuels représentent 26 L/s le mois de pointe (en juillet). Ces prélèvements représentent en moyenne 11% à 26% de la ressource naturelle en étiage (pointe en août avec 26%). Au mois d'août, le débit naturel vaut 89 L/s, tandis que le débit influencé représente 66 L/s.

Une année sur cinq, lorsque la ressource est faible, le ratio entre besoin anthropique et ressource influencée bascule entre 28% et 63% (63% atteints en août). Le débit naturel ne vaut plus que 36 L/s, tandis que le débit influencé atteint lui 13 L/s.

Dans les graphiques suivants, est illustré le bilan besoin / ressources décrit dans le précédent tableau. Les prélèvements sont donnés mensuellement et figurent sous forme d'aire en vert. Le débit naturel et le débit influencé sont les courbes bleues et rouges, exprimées en L/s. Enfin, la courbe jaune-orangée se lit sur le second axe d'ordonnées : elle renseigne sur le ratio entre besoins et ressource naturelle. Elle correspond au taux de ressource consommée pour permettre la satisfaction des usages anthropiques actuels.

Figure 24 : Bilan Besoin / ressource naturelle à Craponne : valeurs moyennes et 5 ans sec



5.2 BILAN RESSOURCE / PRELEVEMENTS SUR L'YZERON A TAFFIGNON

Le tableau ci-dessous fait le bilan des résultats obtenus sur le point de référence situé à Taffignon. Les valeurs de prélèvement indiquées dans le tableau sont celles des prélèvements actuels, représentant l'année 2010. Le débit influencé est obtenu par reconstitution à partir du débit naturel calculé.

Les valeurs statistiques moyennes et cinq ans sèches sont calculées sur la période 1970-2010.

Tableau 21 : Bilan Besoin / Ressource à Taffignon

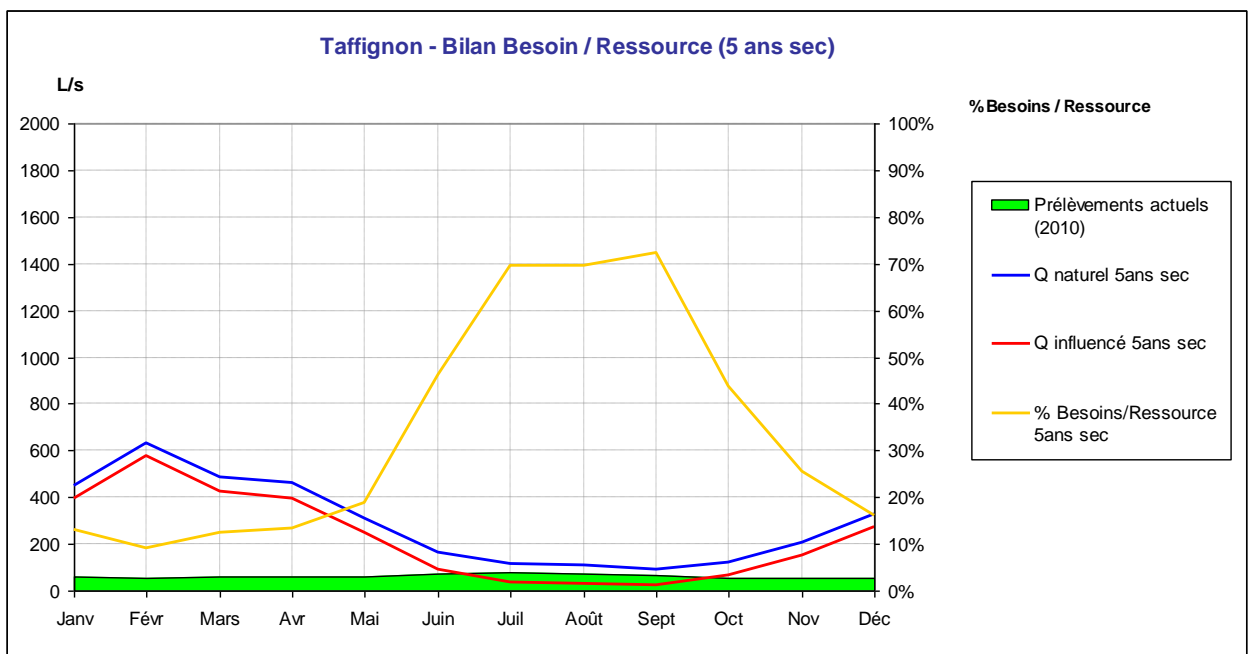
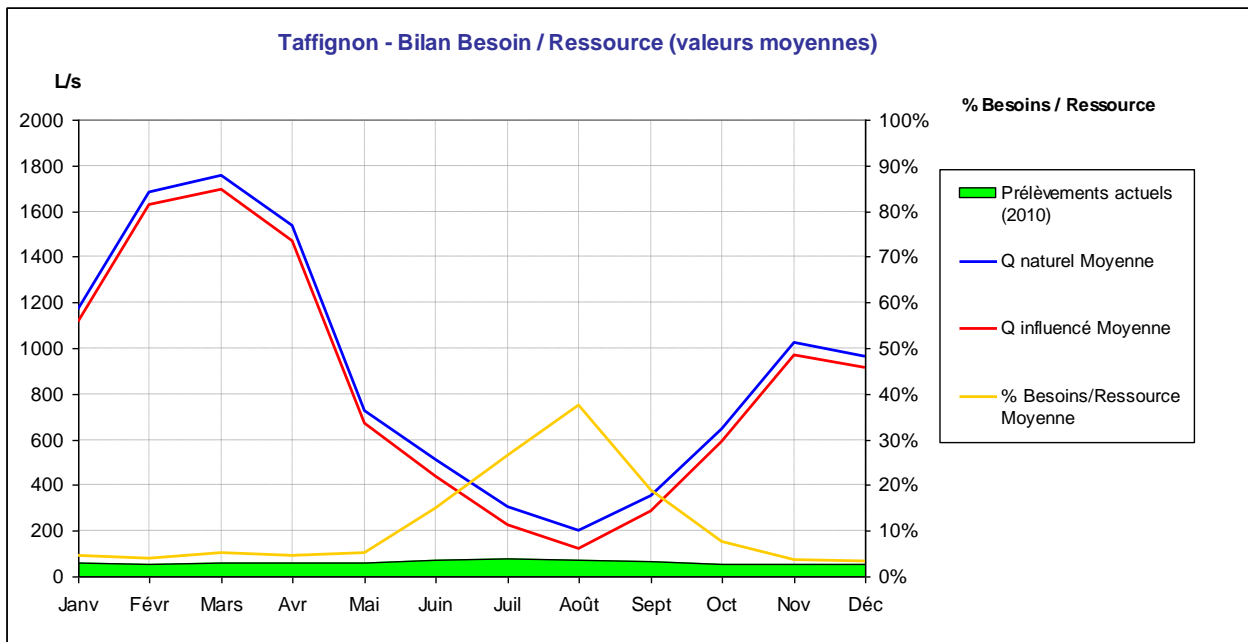
En L/s		Taffignon											
		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Prélèvements actuels (2010)	AEP	-14	-15	-12	-16	-17	-17	-18	-18	-19	-19	-19	-19
	Retenues	13	13	14	19	13	10	17	13	7	13	13	13
	Pompages	0	0	0	0	3	3	2	1	0	0	0	0
	Forages domestiques	0	0	0	0	0	20	20	20	20	0	0	0
	Assainissement	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	ECP	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	TOTAL	59	57	62	62	59	76	80	74	67	53	53	53
Q naturel	Moyenne	1 173	1 684	1 755	1 534	728	512	304	199	353	647	1 024	964
Q influencé (reconstitué)	Moyenne	1 114	1 627	1 694	1 473	669	437	225	125	286	594	972	912
% Besoins/Ressource	Moyenne	5%	4%	5%	5%	5%	15%	26%	38%	19%	8%	4%	3%
Q naturel	5ans sec	453	632	488	459	311	165	115	107	93	120	207	328
Q influencé (reconstitué)	5ans sec	394	575	427	398	252	89	35	33	26	68	154	275
% Besoins/Ressource	5ans sec	13%	9%	13%	13%	19%	46%	70%	70%	72%	44%	26%	16%

Les besoins anthropiques actuels représentent 80 L/s le mois de pointe (en juillet). Ces prélèvements représentent en moyenne 15% à 38% de la ressource naturelle en étiage (pointe en août avec 38%). Au mois d'août, le débit naturel vaut 199 L/s, tandis que le débit influencé représente 125 L/s.

Une année sur cinq, lorsque la ressource est faible, le ratio entre besoin anthropique et ressource influencée bascule entre 46% et 72% (72% atteints en septembre). Le débit naturel ne vaut plus que 93 L/s en septembre, tandis que le débit influencé atteint lui 26 L/s.

Dans les graphiques suivants, est illustré le bilan besoin / ressources décrit dans le précédent tableau. Les prélèvements sont donnés mensuellement et figurent sous forme d'aire en vert. Le débit naturel et le débit influencé sont les courbes bleues et rouges, exprimées en L/s. Enfin, la courbe jaune-orangée se lit sur le second axe d'ordonnées : elle renseigne sur le ratio entre besoins et ressource naturelle. Elle correspond au taux de ressource consommée pour permettre la satisfaction des usages anthropiques actuels.

Figure 25 : Bilan Besoin / ressource naturelle à Taffignon : valeurs moyennes et 5 ans sec



5.3 BILAN RESSOURCE / PRELEVEMENTS SUR LE CHARBONNIERES AU POINT DE CONFLUENCE

Le tableau ci-dessous fait le bilan des résultats obtenus sur le point de référence situé sur le Charbonnières peu avant la confluence avec l'Yzeron. Les valeurs de prélèvement indiquées dans le tableau sont celles des prélèvements actuels, représentant l'année 2010. Le débit influencé est obtenu par reconstitution à partir du débit naturel calculé.

Les valeurs statistiques moyennes et cinq ans sèches sont calculées sur la période 1970-2010.

Tableau 22 : Bilan Besoin / Ressource sur le Charbonnières au point de Confluence

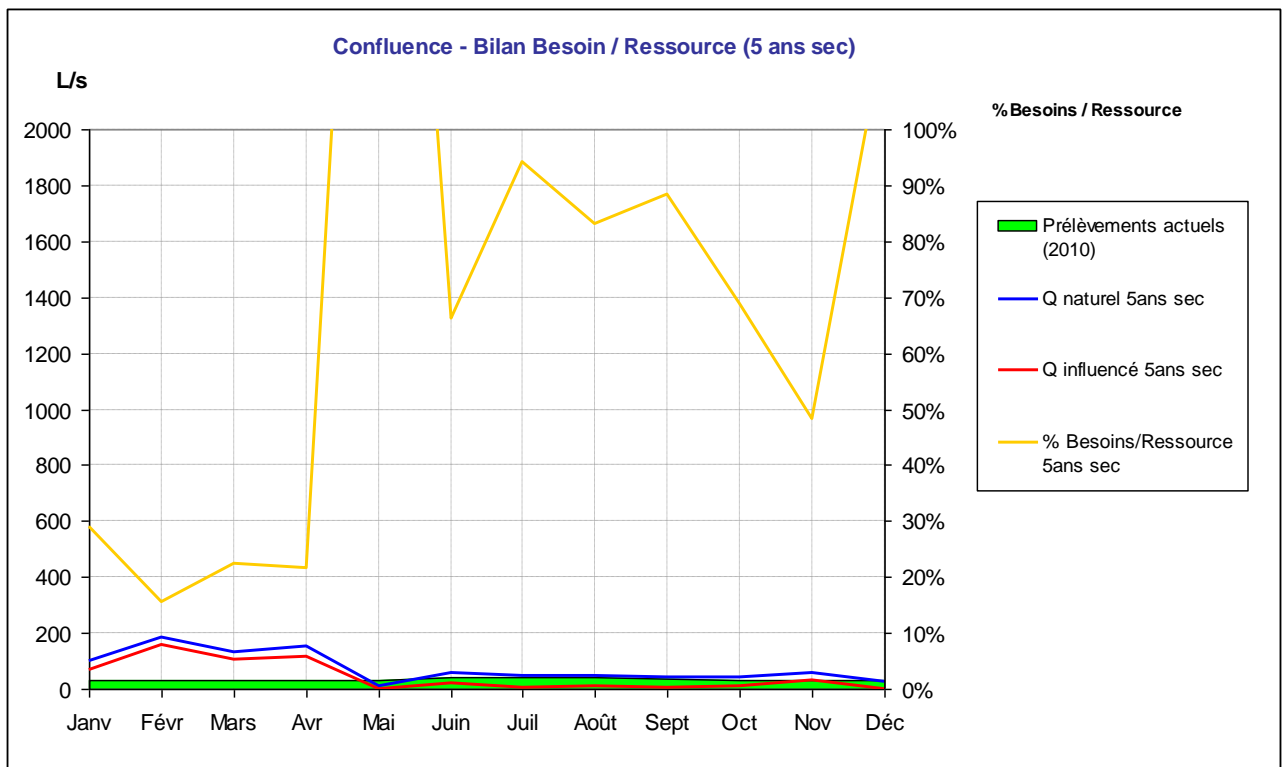
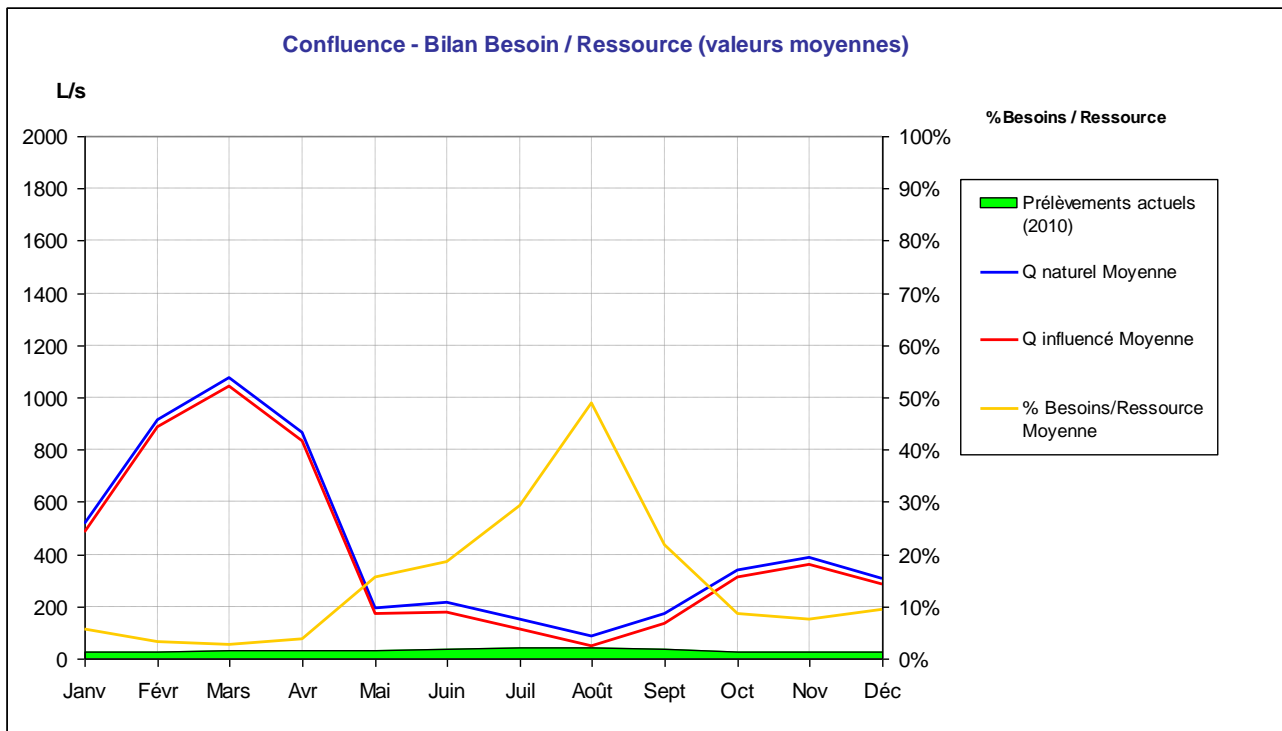
En L/s		Confluence											
		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Prélèvements actuels (2010)	AEP	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11
	Retenues	5	5	6	9	6	5	9	7	3	5	5	5
	Pompages	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
	Forages domestiques	0	0	0	0	0	10	10	10	10	0	0	0
	Assainissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ECP	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
	TOTAL	29	29	30	33	30	40	44	41	37	29	29	29
Q naturel	Moyenne	514	915	1 073	863	196	215	150	84	171	340	388	307
Q influencé (reconstitué)	Moyenne	486	886	1 043	832	171	179	111	48	136	312	361	283
% Besoins/Ressource	Moyenne	6%	3%	3%	4%	16%	19%	29%	49%	22%	9%	8%	10%
Q naturel	5ans sec	100	187	134	151	12	61	47	50	42	42	61	25
Q influencé (reconstitué)	5ans sec	71	157	104	118	0	20	3	8	5	13	31	0
% Besoins/Ressource	5ans sec	29%	16%	22%	22%	244%	66%	94%	83%	88%	69%	48%	117%

Les besoins anthropiques actuels représentent 44 L/s le mois de pointe (en juillet). Ces prélèvements représentent en moyenne 19% à 49% de la ressource naturelle en étiage (pointe en juillet avec 49%). Au mois d'août, le débit naturel vaut 84 L/s, tandis que le débit influencé représente 48 L/s.

Une année sur cinq, lorsque la ressource est faible, le ratio entre besoin anthropique et ressource influencée bascule entre 66% et 94% (94% atteints en septembre). Le débit naturel ne vaut plus que 47 L/s en juillet, tandis que le débit influencé atteint lui 3 L/s. En mai, la totalité de la ressource peut alors être consommée un année sur cinq : le débit influencé est nul quand le débit naturel vaut lui 12 L/s.

Dans les graphiques suivants, est illustré le bilan besoin / ressources décrit dans le précédent tableau. Les prélèvements sont donnés mensuellement et figurent sous forme d'aire en vert. Le débit naturel et le débit influencé sont les courbes bleues et rouges, exprimées en L/s. Enfin, la courbe jaune-orangée se lit sur le second axe d'ordonnées : elle renseigne sur le ratio entre besoins et ressource naturelle. Elle correspond au taux de ressource consommée pour permettre la satisfaction des usages anthropiques actuels.

Figure 26 : Bilan Besoin / ressource naturelle sur le Charbonnières au point de Confluence: valeurs moyennes et 5 ans sec



5.4 BILAN RESSOURCE / PRELEVEMENTS SUR L'YZERON A L'EXUTOIRE DU BASSIN VERSANT

Le tableau ci-dessous fait le bilan des résultats obtenus sur le point de référence situé sur le Charbonnières peu avant la confluence avec l'Yzeron. Les valeurs de prélèvement indiquées dans le tableau sont celles des prélèvements actuels, représentant l'année 2010. Le débit influencé est obtenu par reconstitution à partir du débit naturel calculé.

Les valeurs statistiques moyennes et cinq ans sèches sont calculées sur la période 1970-2010.

Tableau 23 : Bilan Besoin / Ressource sur l'Yzeron au point de l'Exutoire

En L/s		Exutoire											
		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Prélèvements actuels (2010)	AEP	-14	-15	-12	-16	-17	-17	-18	-18	-19	-19	-19	-19
	Retenues	13	13	14	19	13	10	18	13	7	13	13	13
	Pompages	0	0	0	0	3	3	2	1	0	0	0	0
	Forages domestiques	0	0	0	0	0	20	20	20	20	0	0	0
	Assainissement	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	ECP	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	TOTAL	99	97	102	102	99	116	121	115	107	93	93	93

Q naturel	Moyenne	1 323	1 901	1 981	1 731	822	578	343	224	398	730	1 156	1 088
Q influencé (reconstitué)	Moyenne	1 225	1 803	1 879	1 630	723	464	227	114	294	638	1 065	997
% Besoins/Ressource	Moyenne	7%	5%	5%	6%	12%	20%	35%	51%	27%	13%	8%	9%

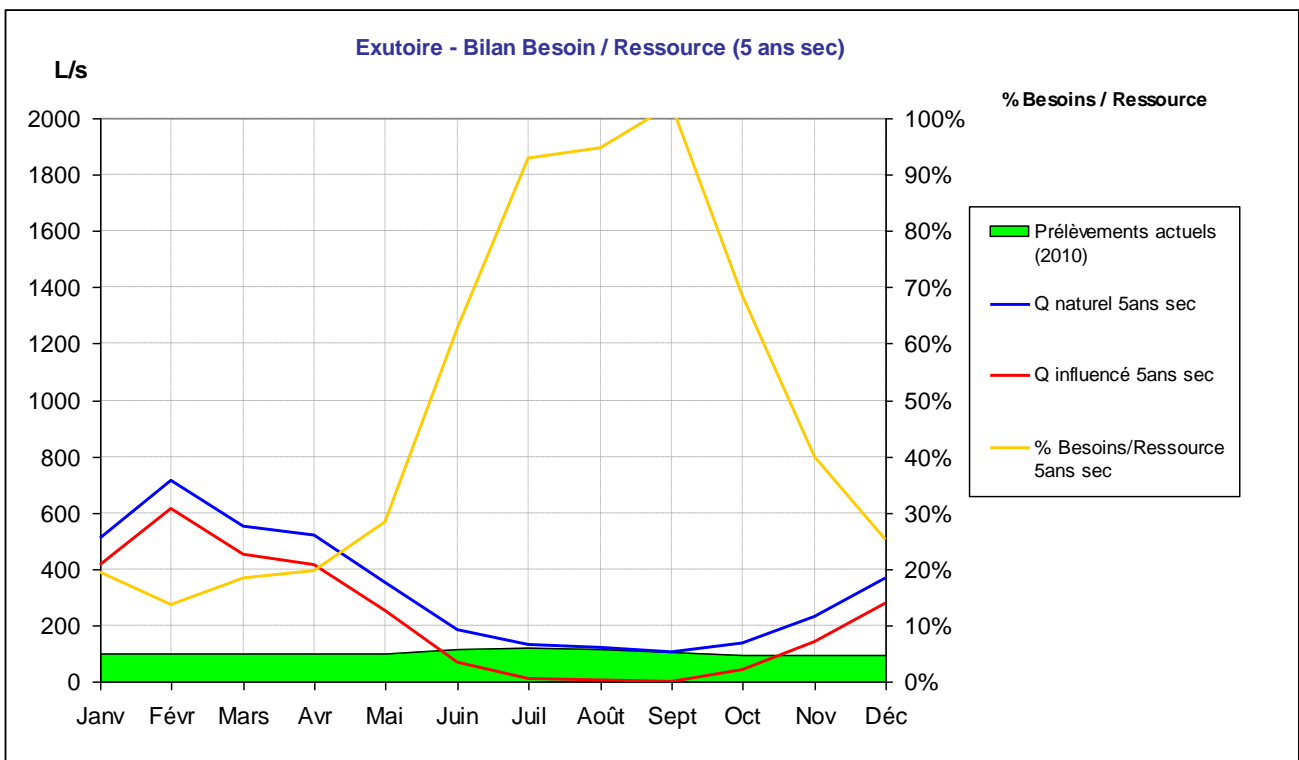
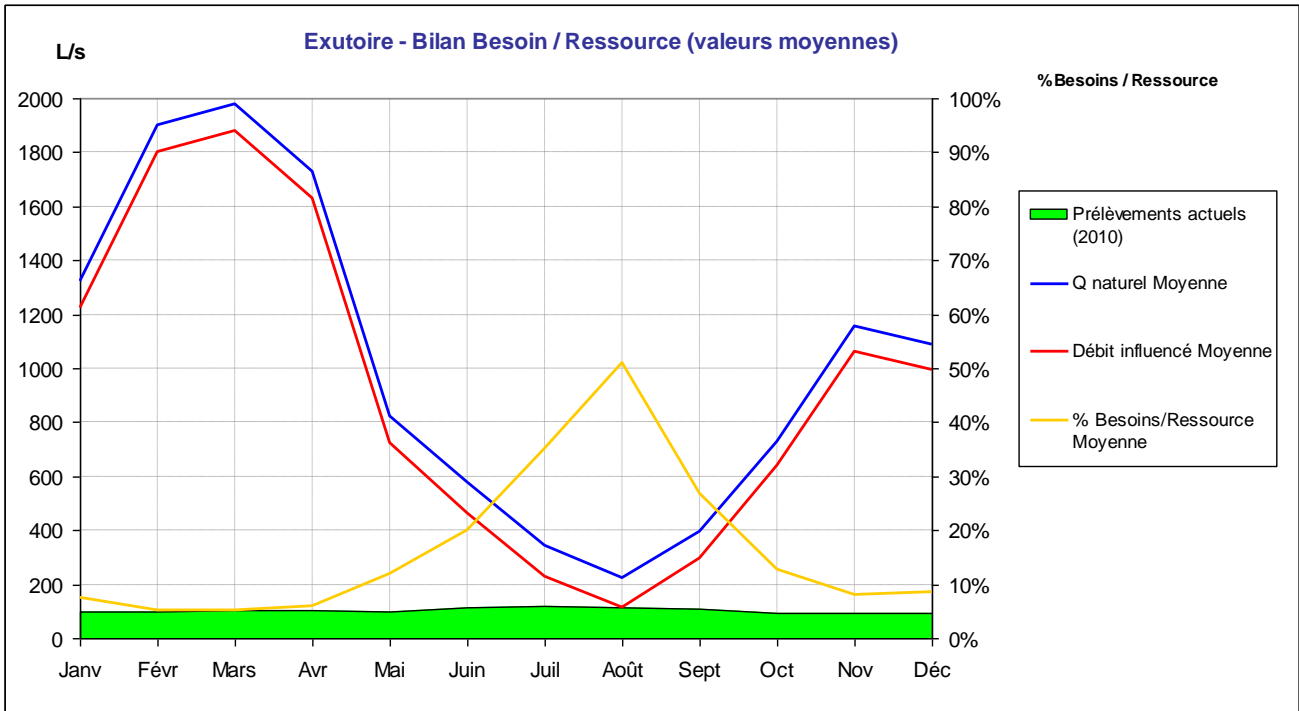
Q naturel	5ans sec	511	714	551	518	350	186	130	121	105	136	233	370
Q influencé (reconstitué)	5ans sec	412	616	449	416	251	69	9	6	0	43	140	277
% Besoins/Ressource	5ans sec	19%	14%	18%	20%	28%	63%	93%	95%	102%	68%	40%	25%

Les besoins anthropiques actuels représentent 121 L/s le mois de pointe (en juillet). Ces prélèvements représentent en moyenne 20% à 51% de la ressource naturelle en étiage (pointe en août avec 51%). Au mois d'août, le débit naturel vaut 224 L/s, tandis que le débit influencé représente 114 L/s.

Une année sur cinq, lorsque la ressource est faible, le ratio entre besoin anthropique et ressource influencée bascule entre 63% et 100% (maximum en septembre). Le débit naturel ne vaut plus que 105 L/s en juillet, tandis que le débit influencé atteint lui 0 L/s. En septembre, la totalité de la ressource peut alors être consommée un année sur cinq.

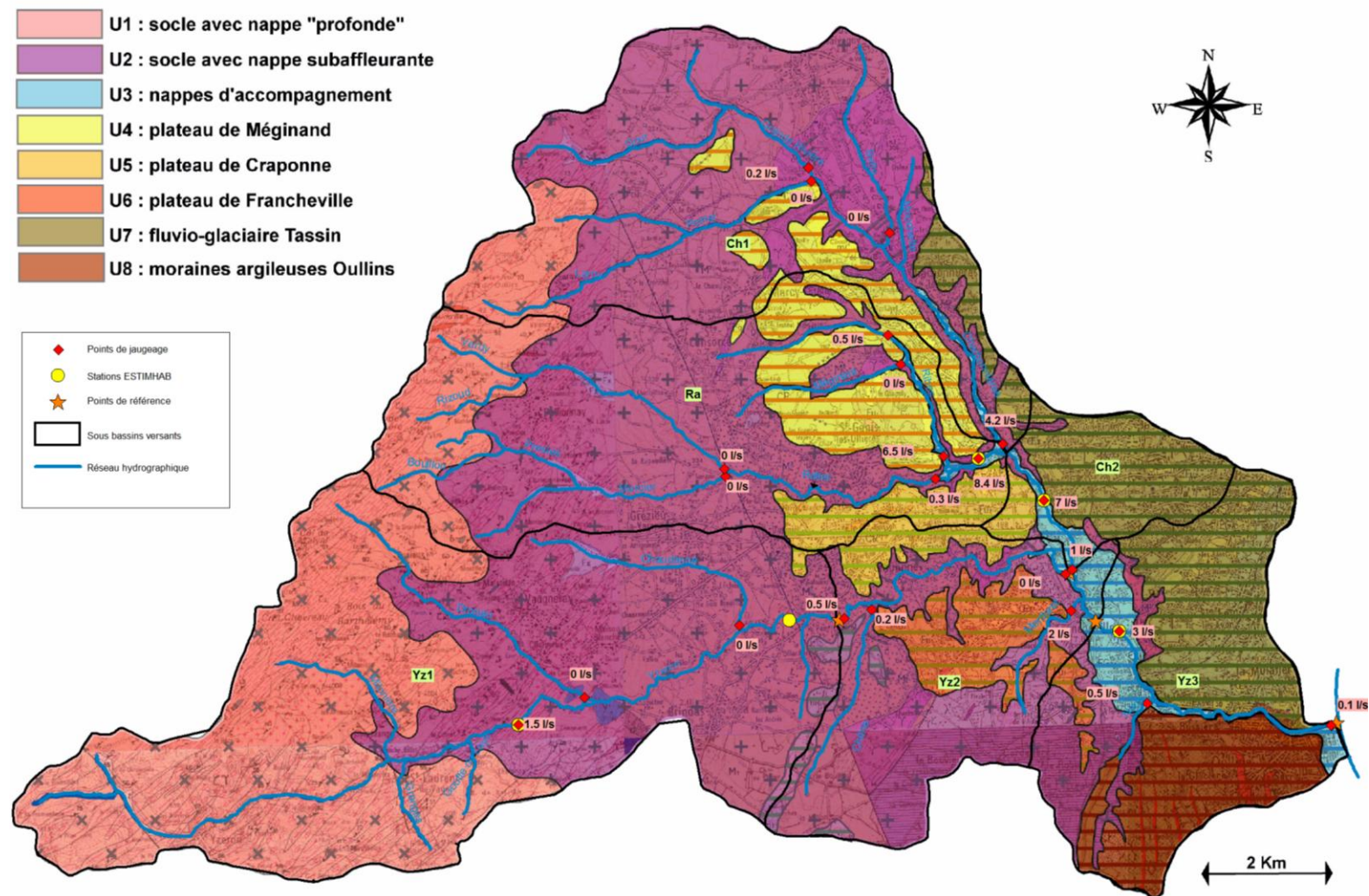
Dans les graphiques suivants, est illustré le bilan besoin / ressources décrit dans le précédent tableau. Les prélèvements sont donnés mensuellement et figurent sous forme d'aire en vert. Le débit naturel et le débit influencé sont les courbes bleues et rouges, exprimées en L/s. Enfin, la courbe jaune-orangée se lit sur le second axe d'ordonnées : elle renseigne sur le ratio entre besoins et ressource naturelle. Elle correspond au taux de ressource consommée pour permettre la satisfaction des usages anthropiques actuels.

Figure 27 : Bilan Besoin / ressource naturelle sur l'Yzeron au point d'Exutoire : valeurs moyennes et 5 ans sec

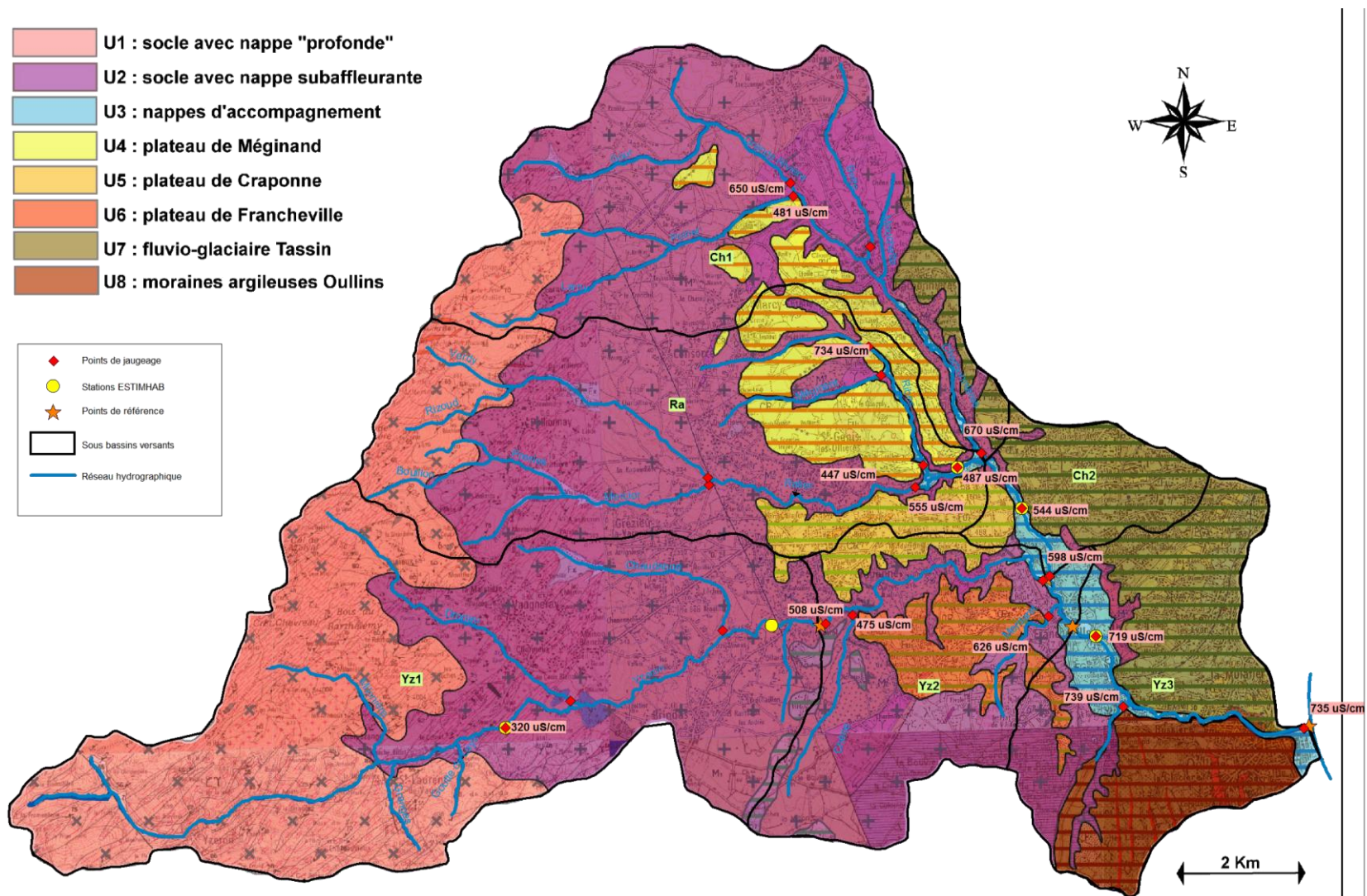


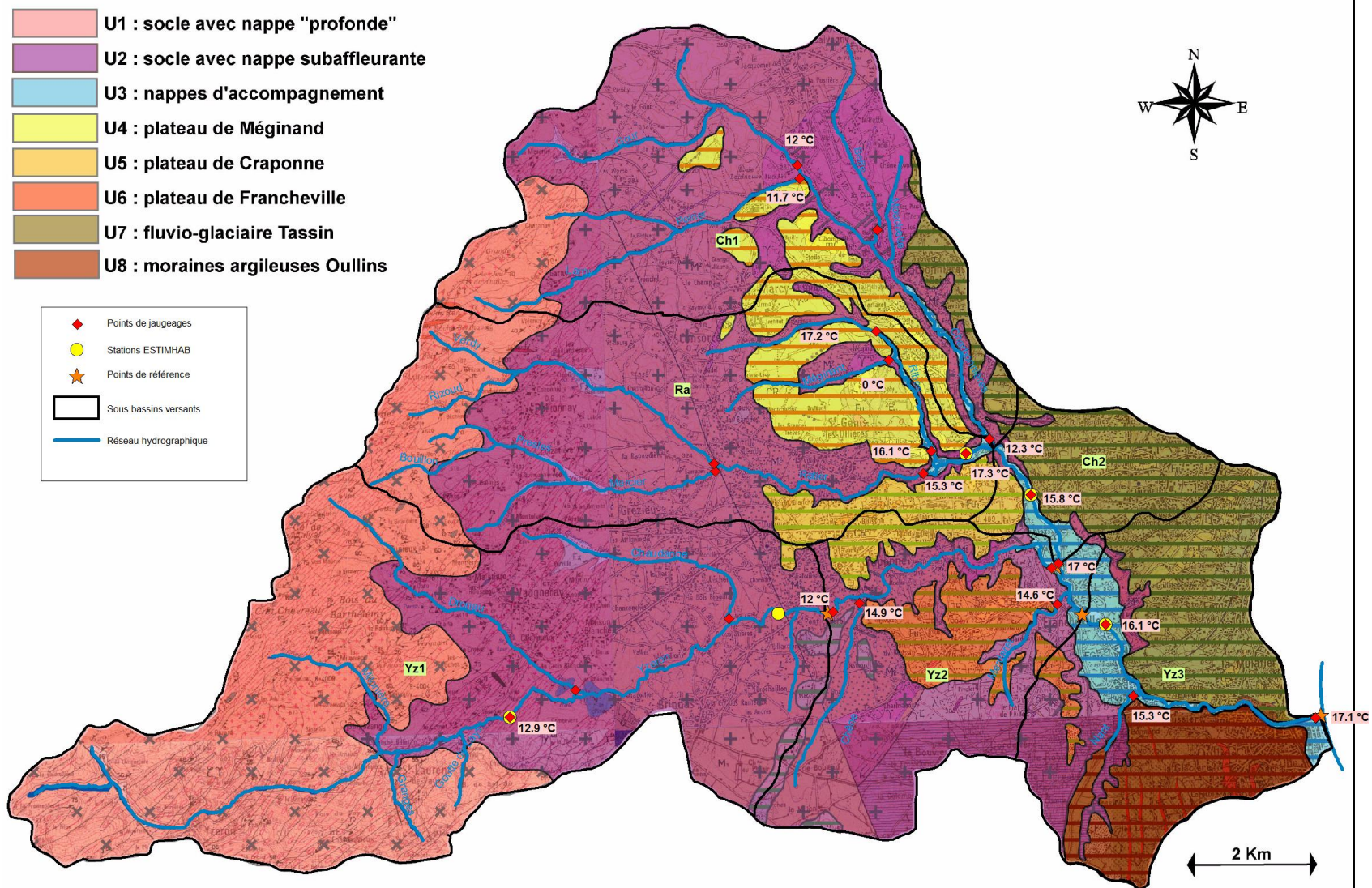
ANNEXES

**ANNEXE 1 : RESULTATS DES JAUGEAGES MENES EN NOVEMBRE 2011 SUR LE BASSIN DE
L'YZERON PAR BRL INGENIERIE**

ANNEXE 1A : MESURES DE **DEBITS** REALISEES PAR BRLI LORS DE LA CAMPAGNE DE JAUGEAGE DE NOVEMBRE 2011

ANNEXE 2B : MESURES DE CONDUCTIVITES REALISEES PAR BRLI LORS DE LA CAMPAGNE DE JAUGEAGE DE NOVEMBRE 2011



ANNEXE 3C : MESURES DE TEMPERATURES REALISEES PAR BRLI LORS DE LA CAMPAGNE DE JAUGEAGE DE NOVEMBRE 2011

ANNEXE 2 : BILAN DES PRELEVEMENTS ET REJETS HISTORIQUES RECENTS (2003-2010) SUR LE BASSIN VERSANT DE L'YZERON

ANNEXE 2A : PRELEVEMENTS HISTORIQUES MOYENS ENTRE 2003 ET 2010, PAR BASSIN VERSANT ET EXPRIMES EN L/s

	Yz1											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	0	-1	0	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-3	-3
Retenues	7	7	7	8	9	6	6	5	4	7	7	7
Assainissement	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Pompages	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	6	6	6	6	0	0	0
ECP	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
TOTAL	21	20	22	22	24	27	25	23	22	18	18	18

	Ch1											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Retenues	2	2	2	3	4	4	3	2	1	2	2	2
Assainissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pompages	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0
ECP	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
TOTAL	7	7	8	8	9	12	12	10	10	7	7	7

	Yz2											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Retenues	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Assainissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pompages	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0
ECP	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
TOTAL	6	6	6	6	7	11	10	10	10	6	6	6

	Ch2											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenues	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Assainissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pompages	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0
ECP	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
TOTAL	10	10	10	10	10	13	13	13	13	10	10	10

	Yz3											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenues	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Assainissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pompages	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECP	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
TOTAL	40	40	40	40	41	41	40	40	40	40	40	40

	Ra											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6
Retenues	3	3	4	4	5	5	4	4	3	4	3	3
Assainissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pompages	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0
ECP	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
TOTAL	12	12	13	13	14	18	18	17	16	12	12	12

ANNEXE 2B : PRELEVEMENTS HISTORIQUES MOYENS ENTRE 2003 ET 2010, PAR POINT DE REFERENCE ET EXPRIMES EN L/S

Craponne												
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	0	-1	0	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-3	-3
Retenues	7	7	7	8	9	6	6	5	4	7	7	7
Assainissement	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Pompages	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	6	6	6	6	0	0	0
ECP	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
TOTAL	21	20	22	22	24	27	25	23	22	18	18	18

Confluence												
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11
Retenues	5	5	6	7	8	8	8	6	5	5	5	5
Assainissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pompages	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	10	10	10	10	0	0	0
ECP	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
TOTAL	29	29	30	31	33	43	43	40	39	29	29	29

Taffignon												
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	-16	-17	-15	-17	-16	-17	-18	-18	-19	-19	-19	-18
Retenues	13	13	15	16	18	15	15	11	10	13	13	13
Assainissement	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Pompages	0	0	0	0	3	3	2	1	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	20	20	20	20	0	0	0
ECP	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
TOTAL	56	56	59	59	64	81	78	73	70	53	53	54

Exutoire												
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	-16	-17	-15	-17	-16	-17	-18	-18	-19	-19	-19	-18
Retenues	13	13	15	16	18	15	15	11	10	13	13	13
Assainissement	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Pompages	0	0	0	0	3	3	2	1	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	20	20	20	20	0	0	0
ECP	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL	96	96	99	99	105	121	118	113	110	93	93	94

**ANNEXE 3 : BILAN DES PRELEVEMENTS ET REJETS LES PLUS RECENTS (2010) SUR LE BASSIN
VERSANT DE L'YZERON**

ANNEXE 3A : PRELEVEMENTS EN 2010, PAR BASSIN VERSANT ET EXPRIMES EN L/S

	Yz1											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	2	1	4	0	-1	-1	-3	-3	-3	-3	-3	-4
Retenues	7	7	7	9	7	4	7	5	3	7	7	7
Assainissement	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Pompages	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	6	6	6	6	0	0	0
ECP	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
TOTAL	23	22	25	23	22	25	26	23	20	17	17	17

	Ch1											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Retenues	2	2	2	4	2	2	4	3	1	2	2	2
Assainissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pompages	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0
ECP	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
TOTAL	7	7	8	9	7	10	12	11	9	7	7	7

	Yz2											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Retenues	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Assainissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pompages	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0
ECP	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
TOTAL	6	6	6	6	7	11	11	10	10	6	6	6

	Ch2											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenues	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Assainissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pompages	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0
ECP	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
TOTAL	10	10	10	10	10	13	13	13	13	10	10	10

	Yz3											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenues	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Assainissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pompages	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECP	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
TOTAL	40	40	40	40	41	41	40	40	40	40	40	40

	Ra											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6
Retenues	3	3	4	5	4	3	5	4	3	3	3	3
Assainissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pompages	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0
ECP	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
TOTAL	12	12	13	14	13	17	18	17	15	12	12	12

ANNEXE 3B : PRELEVEMENTS EN 2010, PAR POINT DE REFERENCE ET EXPRIMES EN L/S

	Craponne											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	2	1	4	0	-1	-1	-3	-3	-3	-3	-3	-4
Retenues	7	7	7	9	7	4	7	5	3	7	7	7
Assainissement	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Pompages	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	6	6	6	6	0	0	0
ECP	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
TOTAL	23	22	25	23	22	25	26	23	20	17	17	17

	Confluence											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11
Retenues	5	5	6	9	6	5	9	7	3	5	5	5
Assainissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pompages	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	10	10	10	10	0	0	0
ECP	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
TOTAL	29	29	30	33	30	40	44	41	37	29	29	29

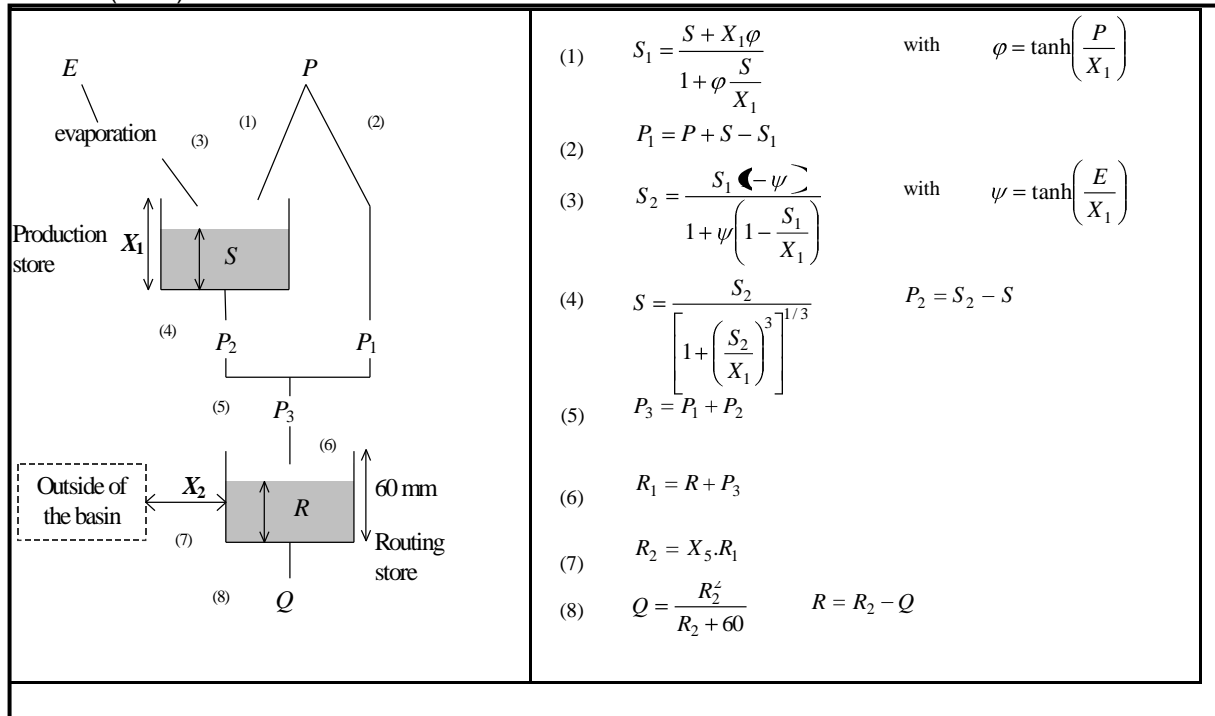
	Taffignon											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	-14	-15	-12	-16	-17	-17	-18	-18	-19	-19	-19	-19
Retenues	13	13	14	19	13	10	17	13	7	13	13	13
Assainissement	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Pompages	0	0	0	0	3	3	2	1	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	20	20	20	20	0	0	0
ECP	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
TOTAL	59	57	62	62	59	76	80	74	67	53	53	53

	Exutoire											
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
AEP	-14	-15	-12	-16	-17	-17	-18	-18	-19	-19	-19	-19
Retenues	13	13	14	19	13	10	18	13	7	13	13	13
Assainissement	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Pompages	0	0	0	0	3	3	2	1	0	0	0	0
Forages	0	0	0	0	0	20	20	20	20	0	0	0
ECP	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL	99	97	102	102	99	116	121	115	107	93	93	93

ANNEXE 4 : DESCRIPTION DU MODELE GR2M

ANNEXE 4: FONCTIONNEMENT DU MODELE MENSUEL GR2M

Il existe plusieurs versions du modèle GR2M. Une description de la dernière version mise au point par Mouelhi (2003) est donnée ici.



La fonction de production du modèle repose sur un réservoir de suivi d'humidité du sol, très similaire à celui existant dans le modèle GR4J. Du fait de la pluie P , le niveau S dans le réservoir devient S_1 défini par :

$$S_1 = \frac{S + X_1 \varphi}{1 + \varphi \frac{S}{X_1}}$$

où

$$\varphi = \tanh\left(\frac{P}{X_1}\right)$$

Le paramètre X_1 , capacité du réservoir, est positif et exprimé en mm La pluie P_1 en excès est donnée par :

$$P_1 = P + S - S_1$$

Du fait de l'évapotranspiration, le niveau S_1 devient S_2 :

$$S_2 = \frac{S_1 (-\psi)}{1 + \psi \left(1 - \frac{S_1}{X_1}\right)}$$

où

$$\psi = \tanh\left(\frac{E}{X_1}\right)$$

E est l'évapotranspiration potentielle. Le réservoir se vidange ensuite en une percolation P_2 et son niveau S , prêt pour les calculs du mois suivant, est alors donné par :

$$S = \frac{S_2}{\left[1 + \left(\frac{S_2}{X_1}\right)^3\right]^{1/3}}$$

et

$$P_2 = S_2 - S$$

La pluie totale P_3 qui atteint le réservoir de routage est donnée par :

$$P_3 = P_1 + P_2$$

Le niveau R dans le réservoir devient alors R_1 :

$$R_1 = R + P_3$$

Un terme d'échange en eau est alors calculé par :

$$F = (X_2 - 1) \cdot R_1$$

Le paramètre X_2 est positif et adimensionnel. Le niveau dans le réservoir devient :

$$R_2 = X_2 \cdot R_1$$

Le réservoir, de capacité fixe égale à 60 mm, se vidange suivant une fonction quadratique. Le débit est donné par :

$$Q = \frac{R_2^2}{R_2 + 60}$$

Le modèle a deux paramètres optimisables :

- ▶ **X1** : capacité du réservoir de production (mm)
- ▶ **X2** : coefficient d'échanges souterrains (-)

Références :

- ▶ Mouelhi, S., 2003. Vers une chaîne cohérente de modèles pluie-débit conceptuels globaux aux pas de temps pluriannuel, annuel, mensuel et journalier. Thèse de Doctorat, ENGREF, Cemagref Antony, France, 323 pp.
- ▶ Mouelhi, S., Michel, C., Perrin, C. et Andréassian, V. (2006a) Stepwise development of a two-parameter monthly water balance model. J. Hydrol. 318(1-4), 200-214, doi:10.1016/j.jhydrol.2005.06.014.
- ▶ Mouelhi, S., Michel, C., Perrin, C. et Andréassian, V. (2006b) Linking stream flow to rainfall at the annual time step: the Manabe bucket model revisited. J. Hydrol. 328, 283-296, doi:10.1016/j.jhydrol.2005.12.022.

**ANNEXE 5 : CALCUL DES PLUIES DE BASSIN A L'AIDE DE LA METHODE DES POLYGONES DE
THIESSEN**

ANNEXE 5: CALCUL D'UNE PLUIE DE BASIN A L'AIDE DE LA METHODE DES POLYGONES DE THIESSEN

La période 1970-2010 est découpée en trois sous-périodes. Pour chacune d'elles nous estimons par bassin le taux de couverture des pluviomètres disponibles. La surface de contrôle d'un pluviomètre correspond à l'emprise du polygone de Thiessen qui le représente. Ces surfaces sont données dans le tableau ci-dessous.

Par la suite, nous calculerons une pluie de bassin en sommant les données des postes pluviométriques selon leur taux de couverture. Les pluies de bassin calculées sur chaque période sont ensuite concaténées pour ne constituer plus qu'une seule série entre 1970 et 2010.

Période 1 : 1970 - 1988

		Surface contrôlée (en km ²)					
		Yz1	Yz2	Yz3	Ch1	Ch2	Ra
Poste pluviométrique		46,7	16,4	18,4	28,6	6,0	30,8
Vaugneray	69255001	46,7	4,3	0,0	27,5	0,0	30,0
Bully	69032001	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
StGenis	69024002	0,0	12,2	18,4	0,6	6,0	0,8
		100%	100%	100%	100%	100%	100%

Période 2 : 1989 - 1996

		Surface contrôlée (en km ²)					
		Yz1	Yz2	Yz3	Ch1	Ch2	Ra
Poste pluviométrique		46,7	16,4	18,4	28,6	6,0	30,8
Bully	69032001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
StGenis	69204002	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
Tassin	69244001	10,3	6,5	0,0	3,5	3,6	14,7
Lyon	GL1	0,0	0,9	5,1	0,0	2,4	0,0
StGenis	GL2	1,0	8,4	12,6	0,0	0,0	0,0
LaTour	GL3	2,3	0,0	0,0	25,1	0,0	16,1
Soucieu	69176001	33,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
		100%	100%	100%	100%	100%	100%

Période 3 : 1996 - 2010

		Surface contrôlée (en km ²)					
		Yz1	Yz2	Yz3	Ch1	Ch2	Ra
Poste pluviométrique		46,7	16,4	18,4	28,6	6,0	30,8
Bully	69032001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
StGenis	69204002	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
Tassin	69244001	0,0	3,4	0,0	3,5	3,6	5,3
Lyon	GL1	0,0	0,9	5,6	0,0	2,4	0,0
StGenis	GL2	0,0	5,1	12,1	0,0	0,0	0,0
LaTour	GL3	0,0	0,0	0,0	19,4	0,0	0,9
Soucieu	69176001	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pollionay	69154011	28,3	0,0	0,0	5,7	0,0	19,7
Grézieu	69094121	17,3	7,0	0,0	0,0	0,0	4,9
		100%	100%	100%	100%	100%	100%



**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 d'Aménagement et de Gestion de l'Yzeron, du Ratier et de Charbonnières (SAGYRC)

Financeurs :

Agence de l'eau Rhône-Méditerranée & Corse

Bureau d'études :

BRL ingénierie