

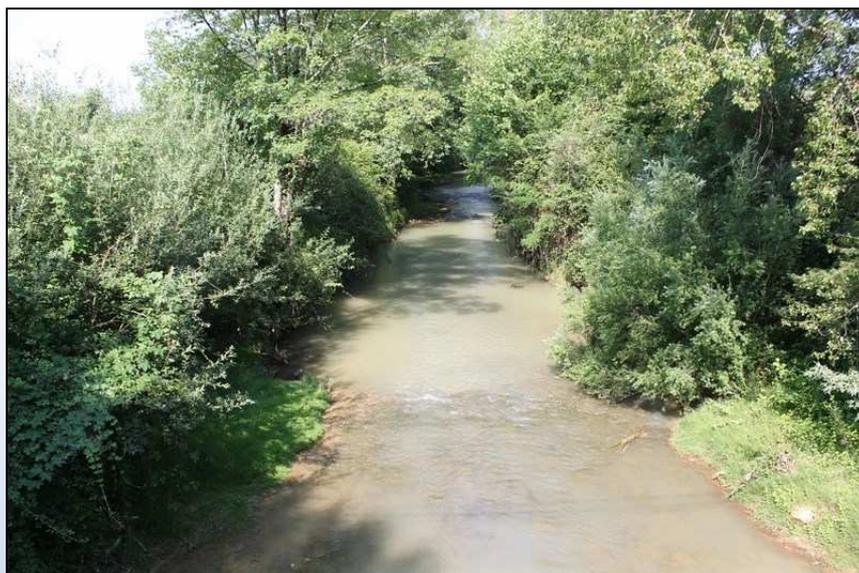


72 rue Riquet – Bat A  
31000 Toulouse  
Tél : 05 61 62 50 68  
E-mail : [eaucea@eaucea.fr](mailto:eaucea@eaucea.fr)  
[www.eaucea.fr](http://www.eaucea.fr)

# Etude de la valeur des débits objectifs d'étiage (DOE) de 10 stations de mesure du bassin Adour Garonne

## La Barguelonne à Fourquet

### CONTEXTE ET HYDROLOGIE



LOT 1

PHASES I et II



VERSION FINALE  
Décembre 2019



## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>CONTEXTE GENERAL .....</b>	<b>7</b>
1.1	Contexte de l'étude .....	7
1.2	Contextualisation géographique .....	10
1.2.1	Position géographique.....	10
1.2.2	Relief.....	11
1.2.3	Contexte géologique .....	12
1.2.4	Climat.....	14
1.2.5	Evolution climatique longue période .....	17
1.2.5.1	Pluviométrie.....	17
1.2.5.2	Températures .....	19
1.2.6	L'occupation du sol.....	21
1.2.6.1	Analyse Corine Land Cover .....	21
1.2.6.2	Analyse du RPG : Les parcelles agricoles irriguées et assolement .....	23
1.2.7	Démographie .....	24
1.3	Hydromorphologie .....	25
1.3.1	Méthode .....	25
1.3.2	Sectorisation de l'axe.....	26
1.4	Explication historique de la valeur actuelle du DOE.....	29
1.5	Qualité de l'eau .....	29
1.6	Fonctionnalité des habitats aquatiques .....	31
1.6.1	Hydrobiologie .....	31
1.6.2	Contexte écologique du bassin .....	31
1.7	Identification des enjeux structurants .....	33
<b>2</b>	<b>ANALYSE DE L'HYDROLOGIE.....</b>	<b>35</b>
2.1	Hydrologie mesurée.....	35
2.1.1	Positionnement du point nodal.....	35
2.1.2	Analyse des données hydrologiques disponibles au point nodal.....	36
2.2	Analyse des données hydrologiques de la barguelonne.....	38
2.2.1.1	Régime hydrologique.....	38
2.2.1.2	Régime instantané.....	42
2.2.1.3	Tendances longues périodes.....	43
2.2.1.4	Les étiages mesurés.....	43
2.2.1.5	Les QMNA mesurés.....	47
2.2.1.6	Respect du DOE de 120 l/s.....	47
2.3	Prélèvements .....	48
2.3.1	Les soutiens d'étiages.....	48
2.3.2	Prélèvements d'irrigation .....	49
2.3.2.1	Les volumes prélevables .....	49
2.3.2.2	L'AUP et le PAR 2016 .....	51
2.3.2.3	Données de redevance agence de l'eau.....	52
2.3.3	Analyses des prélèvements domestiques et industriels .....	53
2.3.3.1	Prélèvements AEP.....	53
2.3.3.2	Prélèvements industriels.....	55

2.3.3.3	Rejets des step .....	55
2.3.3.4	Bilan net des prélèvements d'eau potable en tenant compte des restitutions des STEP.....	57
2.3.4	Analyse des usages spécifiques .....	58
2.3.5	Synthèse des enjeux .....	58
<b>2.4</b>	<b>Hydrologie naturelle reconstituée .....</b>	<b>58</b>
2.4.1	Objectif .....	58
2.4.2	Méthodologie .....	58
2.4.3	Modèle d'impact hydrologique principes .....	60
2.4.4	Modélisation agro-climatique .....	60
2.4.4.1	Principes .....	60
2.4.4.2	Résultats et calage .....	62
2.4.4.3	Conclusion.....	63
2.4.5	Prise en compte des retenues et ouvrages de stockage .....	63
2.4.5.1	Recensement et caractérisation .....	63
2.4.5.2	Capacité d'interception des retenues .....	65
2.4.6	Du modèle d'impact au calage du modèle pluie débit.....	68
2.4.7	Tests de sensibilité aux hypothèses .....	70
2.4.8	Résultats .....	71
<b>2.5</b>	<b>Synthèse sur l'hydrologie .....</b>	<b>73</b>
2.5.1	Analyse des régimes hydrologiques et des impacts des usages de l'eau.....	73
2.5.2	Variables hydrologiques du bassin de la Barguelonne naturalisé.....	73
2.5.3	Vulnérabilité du bassin versant au changement climatique .....	74

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Carte de situation .....	10
Figure 2 : Part départementale Source CEREQ .....	11
Figure 3 - Carte du relief .....	11
Figure 4 - Géologie du bassin versant .....	12
Figure 5 : Hydromorphologie du bassin .....	13
Figure 6 - La lithologie sur le bassin versant .....	14
Figure 7 - Stations Météo-France sur l'ensemble des bassins versants .....	14
Figure 8 : Carte de la pluviométrie - source Météo France.....	16
Figure 9 : Pluviométrie longue période Montauban- source Météo France Graphe Eaucéa .....	18
Figure 10 : précipitations saisonnières longue période à Montauban source Météo France Graphe Eaucéa .....	19
Figure 11 le réchauffement planétaire Source Météo France .....	19
Figure 12 : contexte thermique et ETP-données météo-France .....	20
Figure 13 Carte et diagramme de l'occupation du sol 2012 .....	22
Figure 14 – Orientations culturelles des ilots PAC (RPG 2012) .....	23
Figure 15 - Les assolements irrigués en 2010 sur le bassin de la Barguelonne.....	23
Figure 16 – Densité de la population sur le bassin versant de la Barguelonne.....	24
Figure 17 – Evolution de la population entre 2008 et 2013.....	25
Figure 18 : Tableau de synthèse de la sectorisation .....	27
Figure 19 : Carte de sectorisation .....	28
Figure 20 : Localisation des obstacles à l'écoulement .....	29
Figure 21 : Tableau des stations qualité retenue.....	30
Figure 22 : Carte de positionnement des ZNIEFF du bassin de la Barguelonne.....	32
Figure 23 – Position du point nodal et enjeux quantitatifs – PAR 2016.....	36
Figure 24 - Stations de mesures et sous bassins versants.....	38
Figure 25 Statistique des débits .....	41
Figure 26 Hydrogramme instantané de la Barguelonne en 2016 .....	42
Figure 27 : évolution du module .....	43
Figure 28: Vitesse de tarissement de la Barguelonne.....	46
Figure 29 - Volumes autorisés pour l'irrigation en période estivale (PAR) .....	52
Figure 30 Carte des captages AEP et périmètre de protection (source ARS).....	54
Figure 31 - Stations d'épuration sur le bassin versant .....	57
Figure 32 : Position des réservoirs supérieurs à 2000 m <sup>3</sup> ou inscrits dans le PAR .....	65
Figure 33 – Usages des plans d'eau et leur bassin versant .....	66
Figure 34 : Cycle de l'eau à l'échelle d'une retenue.....	67
Figure 35 Illustration de la deuxième étape « Qimpact2 » année 2016. La chronique naturalisée, servira au calage du modèle GR4J. ....	68
Figure 36Schéma de fonctionnement du modèle GR4J.....	69
Figure 37 Exemple de calage du modèle GR4J.....	70



## 1 CONTEXTE GENERAL

### 1.1 CONTEXTE DE L'ETUDE

La définition du débit objectif d'étiage est inscrite dans le SDAGE Adour-Garonne (mesure C3) :

« Le DOE est le débit de référence permettant l'atteinte du bon état des eaux et au-dessus duquel est satisfait l'ensemble des usages en moyenne 8 années sur 10. Il traduit les exigences de la gestion équilibrée visée à l'article L. 211-1 du code de l'environnement. »

Sur la Barguelonne il est fixé à Fourquet

Point nodal	DOE	DCR
La Barguelonne à Fourquet	0,12 m <sup>3</sup> /s	0,02 m <sup>3</sup> /s

La mesure C4 précise les attendus d'une étude de révision d'un DOE :

#### « C4 Réviser les débits de référence

Sur la base des SAGE, ou à défaut, d'autres démarches de planification ou de contractualisation, en concertation avec les acteurs concernés, des études peuvent être conduites pour proposer de nouveaux points nodaux et préciser, sur les points nodaux existants, les différentes valeurs de débits de référence (DOE - DCR). Ces études identifient les moyens qui seraient nécessaires pour satisfaire ces valeurs de débits de référence et leurs impacts sur les usages.

L'objectif est de mieux prendre en compte le fonctionnement des écosystèmes aquatiques, les besoins des espèces présentes dont les poissons migrateurs et les évolutions éventuellement constatées de l'hydrologie naturelle, notamment au regard des évolutions climatiques.

Le cas échéant, de nouvelles valeurs de DOE et DCR peuvent être modifiées durant la mise en œuvre du SDAGE par le préfet coordonnateur de bassin dans le cadre d'un arrêté préfectoral après avis du Comité de bassin.

La participation du public et des partenaires institutionnels est organisée selon les mêmes modalités que celles prévues pour l'élaboration du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux.

A l'issue de cette procédure, les nouvelles valeurs des débits de référence seront opposables aux décisions administratives prises dans le domaine de l'eau au même titre que celles figurant dans le SDAGE. »

#### 1) Conclusion de l'étude DOE 2015<sup>1</sup>

« **Proposition** : réaliser des études complémentaires pour statuer sur la valeur du DOE. Maintien de la valeur dans le SDAGE 2016-2021 en attendant cette analyse.

L'hydrologie naturelle reconstituée n'est pas bien connue à ce jour sur ce cours d'eau très influencé par les prélèvements. L'absence d'une démarche concertée de gestion quantitative

<sup>1</sup> Analyse de DOE du bassin Adour Garonne dans le cadre de la révision du SDAGE 2016-2021 (2015 AEAG /DREAL/ Eaucéa)

*spécifique sur ce territoire pénalise la capacité à poser un diagnostic précis sur le niveau d'influence. Toutefois, les débits d'étiage mesurés avant 1985, c'est-à-dire probablement avant le développement de l'irrigation, offrent des références susceptibles d'encadrer la valeur du VCN10 naturel à reconstituer. La valeur du VCN10 quinquennal sec mesuré avant 1985 était de 40 l/s et celle du VCN30 quinquennal sec était de 90l/s. Outre des précisions sur l'hydrologie naturelle, l'évaluation du DOE actuel nécessite de connaître le niveau des prélèvements ainsi que l'état qualitatif de la masse d'eau.*

*Les débits d'irrigation autorisés (source DDT 82) seraient supérieurs à 500 l/s en amont du point nodal et d'environ 140 l/s (moyenne sur 2010-2012 d'après les données DDT 82 et DDT 46) en aval du point nodal, avant la confluence avec la Garonne. Le risque d'assec, déjà observé, reste donc très important sur ce bassin.*

*En 2012, la qualité est bonne pour la majorité des paramètres de l'état écologique, y compris les indicateurs biologiques. L'oxygène dissous et le taux de saturation sont classés en état moyen. Durant l'étiage estival et en période chaude, les concentrations en oxygène dissous mesurées en deçà du seuil de bon état ne montrent aucune tendance à l'amélioration, ce qui incite à la vigilance.*

*Une pollution chronique par le mercure suspectée pendant un temps ne semble pas confirmée par les données récentes plus précises en termes de seuil de détection et serait donc sans incidence sur la gestion quantitative.*

*L'état des connaissances actuelles sur l'hydrologie ne permet pas de conclure sur la valeur du DOE. Il convient donc d'expertiser le DOE en tenant compte notamment d'un calcul de l'hydrologie naturelle, des prélèvements à évaluer plus précisément à l'aval du point nodal et de l'incidence des rejets urbains sur le bon état de la masse d'eau. »*

## **2) Précisions méthodologiques**

Le prestataire devra expertiser la position actuelle du point de contrôle de Fourquet afin de savoir s'il est opportun de le déplacer plus en aval pour un meilleur contrôle du bassin versant. Le lien avec la nappe d'accompagnement sera expertisé dans ce contexte.

L'analyse des données hydrologiques de la phase 1 de l'étude « Analyse de DOE du bassin Adour Garonne dans le cadre de la révision du SDAGE 2016-2021 » a mis en évidence qu'aucune chronique de débits naturalisés n'existe pour la Barguelonne à Fourquet.

L'analyse de l'hydrologie sera réalisée au niveau du point nodal étudié. Elle pourra être complétée au niveau d'autres points de référence du bassin considéré.

En utilisant la chronique de débits mesurés avant la période d'irrigation (environ 1985), il est proposé de reconstituer une chronique de débits naturels au pas de temps journalier à l'aide d'une modélisation de type pluie-débit sur 30 ans au moins. Le cas échéant, le prestataire argumentera l'utilisation d'une autre méthodologie, en lien avec les enjeux et le contexte du bassin. Les relations entre les compartiments hydrogéologiques de la nappe d'accompagnement et les eaux superficielles seront étudiées avec attention dans l'objectif de qualifier plus précisément les interactions nappe- rivière.

De nombreuses retenues existent sur ce bassin versant. Le prestataire analysera les données disponibles sur ces retenues sans mener des investigations de terrain. L'analyse portera notamment sur les caractéristiques physiques des retenues, leur positionnement (connectées ou non), leur fonctionnement hydraulique (taux de remplissage), leur(s) fonction(s). Le prestataire

précisera dans la mesure du possible si leur remplissage résulte du ruissellement du bassin versant et/ou du débit de sources et/ou de cours d'eau. Il proposera une approche pour qualifier l'impact des retenues sur l'hydrologie du bassin versant en étiage.

Afin de consolider la modélisation hydrologique, 2 stations hydrométriques sont disponibles sur le bassin versant de la Barguelonne.

L'analyse hydromorphologique de la Barguelonne devra tenir compte des données recueillies par le syndicat mixte des Barguelonnes et du Lendou en 2013.

Du point de vue de la qualité des eaux, l'incidence des rejets polluants sur la masse d'eau sera analysée précisément à partir des dernières données et de mesures complémentaires en étiage afin de préciser les risques pour l'état du milieu aquatique. La possibilité de traiter ces rejets, dans des conditions technico-économiques acceptables, sera explicitée par le prestataire en lien étroit avec les services de l'Etat (DDT et/ou DREAL selon les installations à l'origine des rejets). Dans l'affirmative, une seconde valeur de débit (Q BE) sera proposée en tenant compte du traitement théoriquement envisageable.

Pour la proposition de DOE, l'attention est attirée sur le positionnement très amont de la station du Fourquet. Vis-à-vis des fonctions de planification et de gestion opérationnelle, il est demandé que soit prise en compte la distribution géographique des prélèvements autorisés. En effet, la situation du point nodal en amont de la confluence avec la Garonne implique de faire une analyse des prélèvements impactant la Barguelonne entre le point nodal et la confluence aval. Un travail précis sur le positionnement des prélèvements s'avère donc nécessaire. Les données disponibles à ce jour conduisent aux estimations suivantes de part et d'autre du point nodal de Valence (Fourquet) dont le DOE est aujourd'hui de 120 l/s.

Secteur	Volume demandé 2015 (m <sup>3</sup> )	Débit demandé en 2015 (m <sup>3</sup> /h)	Débit demandé en 2015 (l/s)
<b>Amont point nodal</b>	2 104 760	5 442	1 512
<b>Aval point nodal</b>	546 319	1 213	336
<b>Total</b>	2 651 079	6 655	1 848

Source : Etude d'impact de l'autorisation unique pluriannuelle de l'organisme unique Garonne amont

Ce bilan devra être expertisé à l'aide d'une note établie en juin 2014 et des données de prélèvements historiques. Le tableau ci-dessus montre en particulier une très forte sollicitation potentielle de la ressource en eau probablement incompatible avec le respect des objectifs précédents sans un soutien d'étiage ou un ajustement des prélèvements.

Les données disponibles auprès de la DDT 46 de piézométrie et de prélèvements devront aussi être prises en compte.

L'ensemble de l'évaluation des prélèvements sera effectuée en rapprochant les données Agence de l'eau, des DDT et de l'organisme unique.

Dans le cas d'un déplacement de la station, le prestataire produira les indicateurs d'étiage suivants : VCN3, 5, 10 de fréquence 1/10, 1/20 secs et proposera une valeur de DCR.

Enfin, le prestataire évaluera les conséquences de l'actualisation du DOE sur le volume prélevable d'irrigation spécifique à la Barguelonne.

## 1.2 CONTEXTUALISATION GEOGRAPHIQUE

### 1.2.1 Position géographique

La Barguelonne est un affluent du cours aquitain de la Garonne en rive droite.

Point nodal	DOE	DCR
La Barguelonne à Valence (Fourquet)	0,12 m <sup>3</sup> /s	0,02 m <sup>3</sup> /s

Il n'existe pas de point nodal en amont du Fourquet. Le bassin versant sera donc étudié dans son intégralité.

En aval, le bassin de la Barguelonne contribue modestement aux écoulements du bassin de la Garonne aval, lui-même contrôlé par un point nodal à Lamagistère (DOE 85 m<sup>3</sup>/s). Le choix d'un DOE sur la Barguelonne n'aura donc pas d'interférence significative sur d'autres points nodaux.

La carte suivante présente le positionnement du bassin versant de la Barguelonne dans le grand bassin Adour Garonne.



Figure 1 : Carte de situation

### 1.2.2 Relief

Le bassin versant de la Barguelonne s'étend du nord au sud sur trois départements : le Lot (81), le Tarn et Garonne (82) et le Lot-et-Garonne(47).

Département	Surface (ha)	%
Tarn et Garonne	28 616	52%
Lot	25 776	47%
Lot et Garonne	691	1%

Figure 2 : Part départementale Source CEREG

La Barguelonne prend sa source dans la partie Est du territoire. Il est constitué du regroupement de trois cours d'eau :

- la Petite Barguelonne ;
- Le Lendou ;
- La Grande Barguelonne.

Le bassin versant de la Barguelonne est situé à une altitude comprise entre 320 m NGF à Labastide- Marnhac et 60 m NGF au niveau de sa confluence avec la Garonne à Valence d'Agen.

La source de la Barguelonne jaillit sur la commune de Pern à une altitude de 245 m.

Le bassin versant est de 552 km<sup>2</sup> de superficie dont 273 km<sup>2</sup> pour son affluent principal la Petite Barguelonne et son principal contributeur le Lendou.

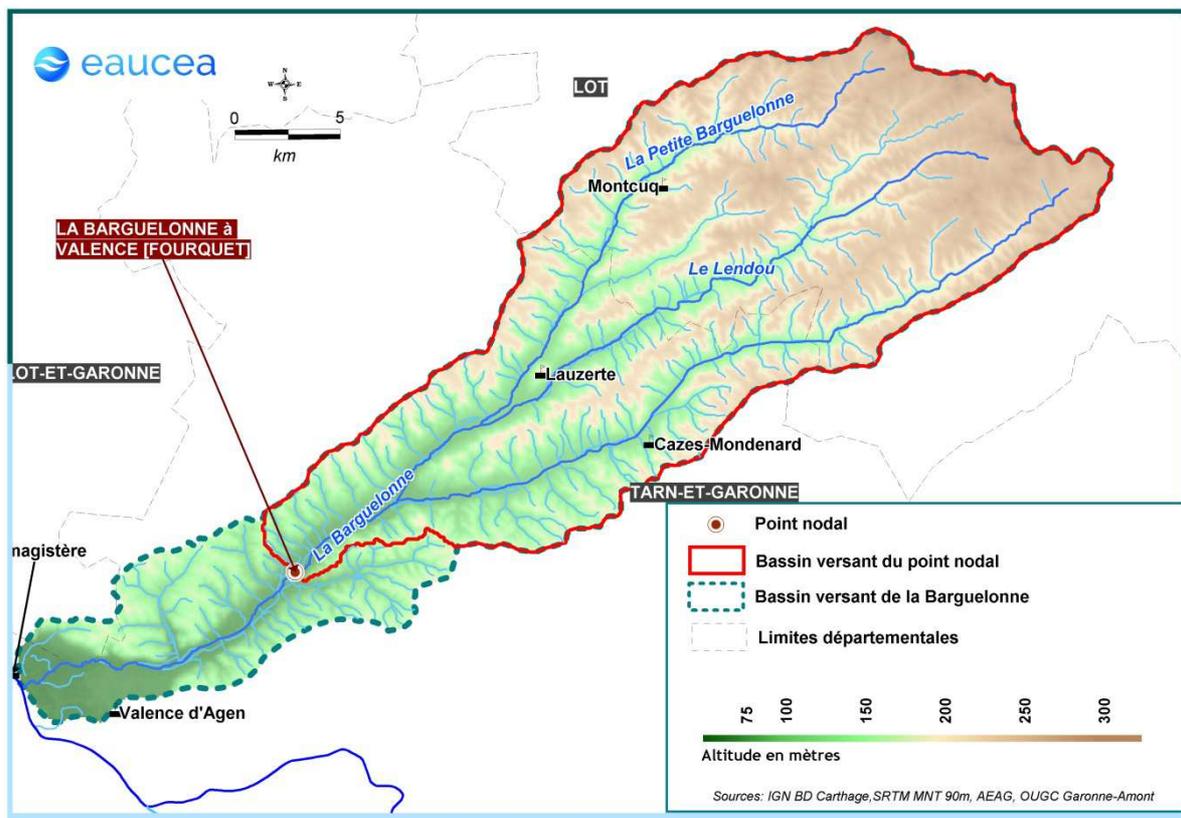


Figure 3 - Carte du relief

### 1.2.3 Contexte géologique

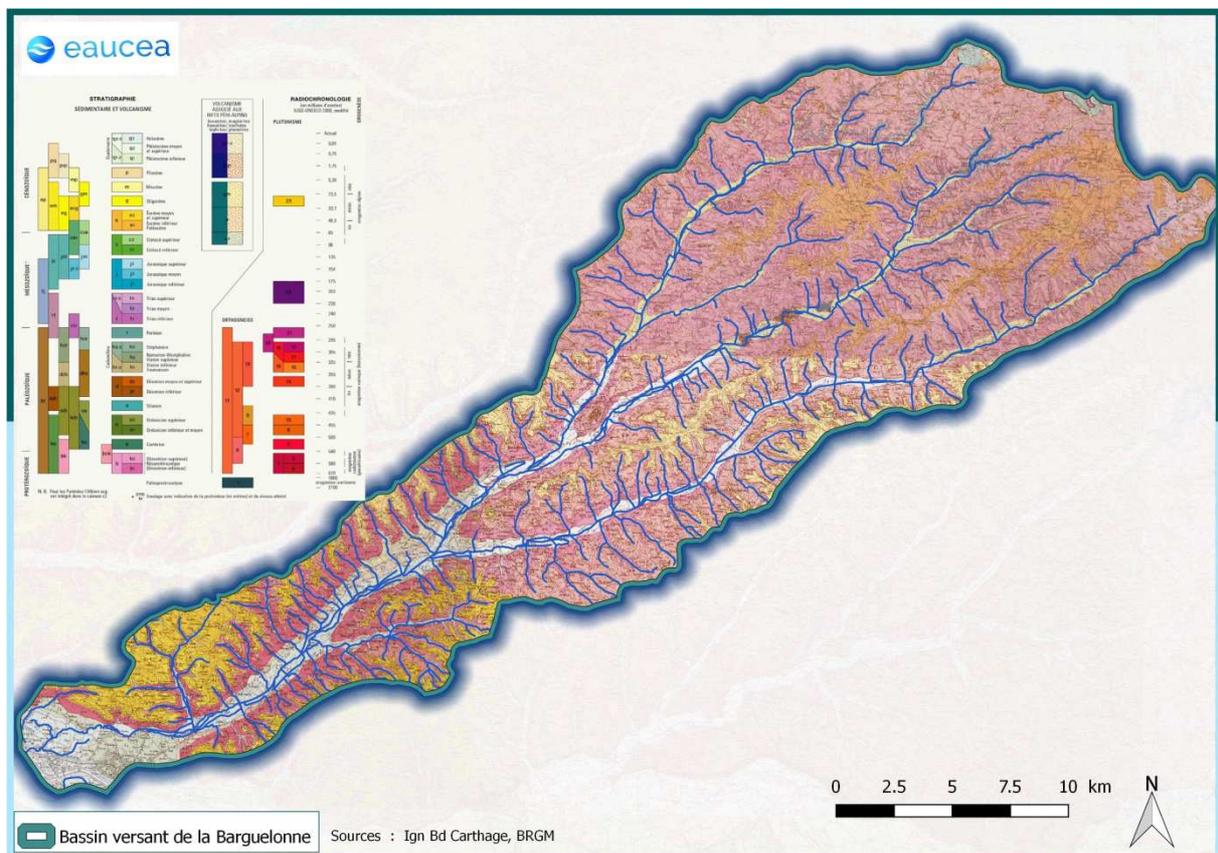
Une étude hydromorphologique du bassin a été réalisée pour le syndicat mixte du bassin de la Barguelonne et du Lendou en 2012 par CEREG Massif Central. Les informations ci-après en sont extraites.

« Le bassin versant de la Barguelonne est inclus dans la sous-région naturelle du Quercy Blanc. Il est constitué de formations tertiaires de l'Agenais (miocène et oligocène), comme l'illustre la figure suivante, issues de longues périodes de sédimentation fluvio-lacustre.

La formation géologique de base est le Stampien supérieur (oligocène) surmonté par des dépôts de l'Aquitanien (miocène). »

Un système alluvionnaire se développe en fond de vallée.

A noter que le cours aval de la Barguelonne s'inscrit dans le vaste système de terrasse alluviale de la Garonne



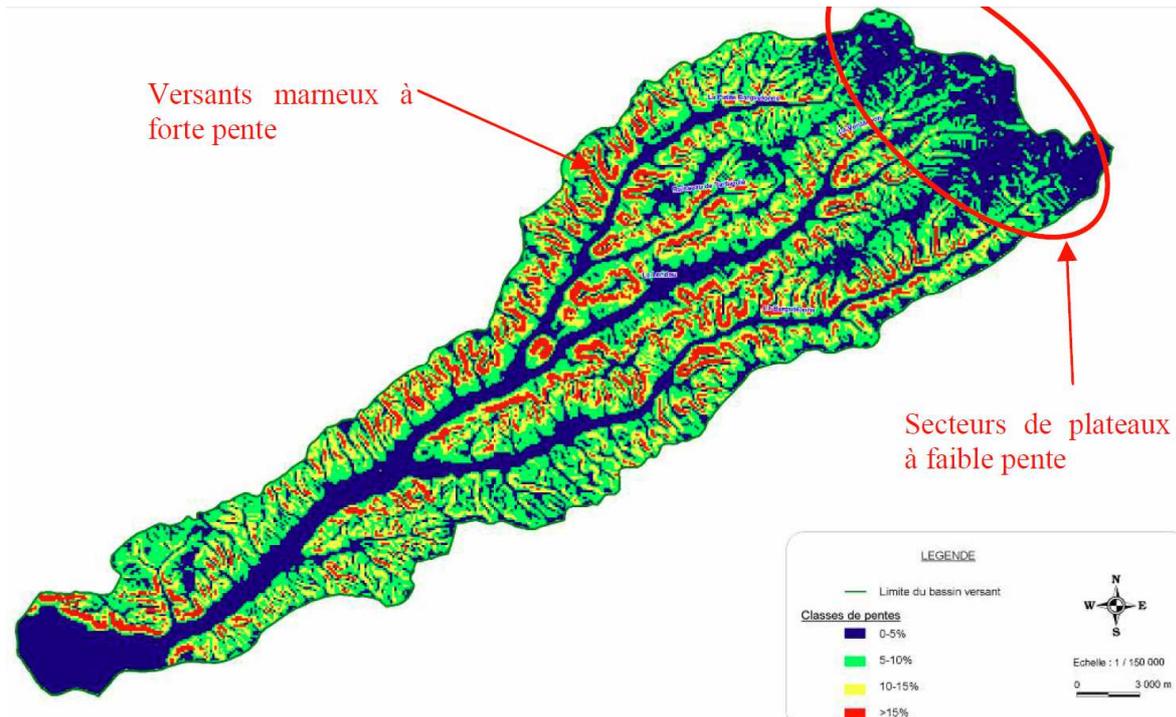


Figure 5 : Hydromorphologie du bassin

« La nappe alluviale des cours d'eau du bassin versant de la Barguelonne est de type alluvionnaire, constituant un réservoir médiocre, de composition argilo-limoneuse, très peu perméable. Par ailleurs, des accumulations de cailloutis calcaires forment des aquifères exploitables pour des besoins locaux. Dans ce cas, des puits ou des excavations, ajoutant une réserve d'eau à la productivité de l'ouvrage, permettent des débits d'exploitation suffisants.

L'hétérogénéité des formations conditionne alors l'implantation des ouvrages de prélèvement. L'épaisseur des alluvions de cette nappe d'accompagnement n'excède pas 5 m. La nappe est limitée par un mur constitué de marnes imperméables du stampien inférieur (oligocène). Cette nappe est libre et draine les cours d'eau qui lui sont associés.

Elle est alimentée uniquement par les eaux de ruissellement des cours d'eau, aucune nappe subprofonde ne lui est connectée. »

Les formations qui forment les reliefs du bassin ne constituent pas une ressource suffisante pour être exploitée et ne contribuent que faiblement aux écoulements superficiels à l'étiage avec de rares sources avec une débitance limitée de l'ordre du l/s. Seules les alluvions à l'aval peuvent localement contenir une ressource exploitable. La carte lithologique rend bien compte de ce caractère très largement favorable au ruissellement.

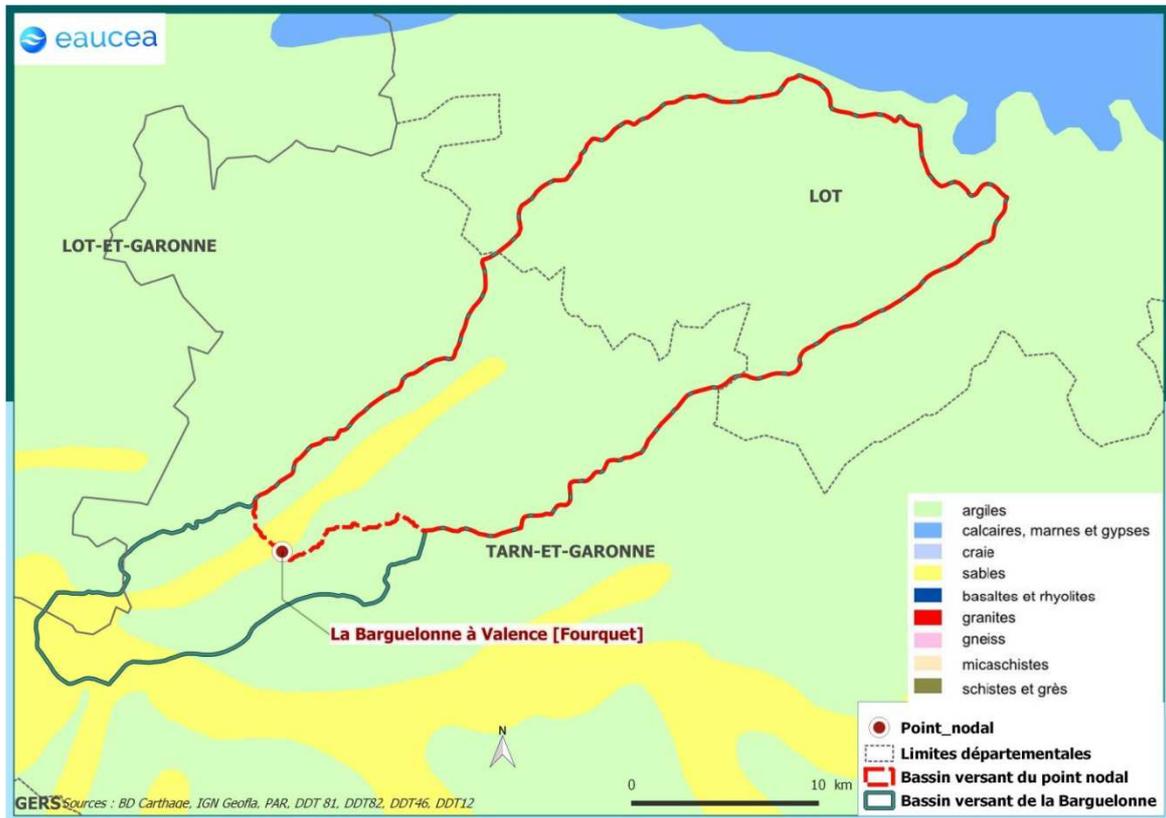


Figure 6 - La lithologie sur le bassin versant

### 1.2.4 Climat

Les données disponibles et acquises par la DREAL pour cette étude sont les suivantes :

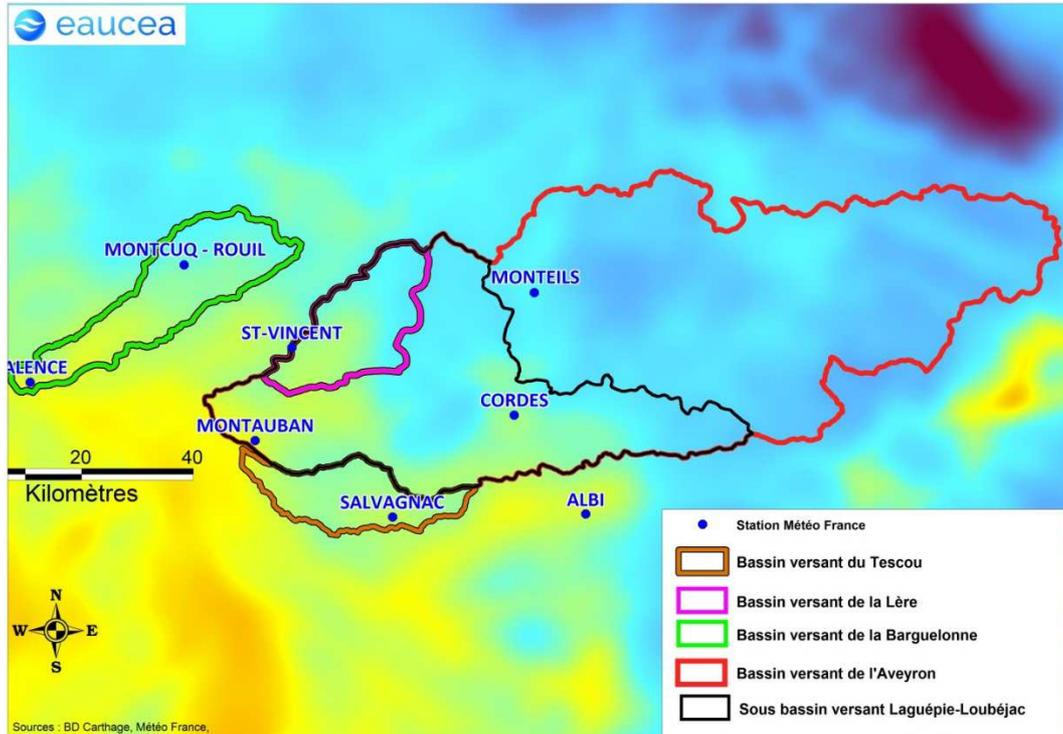


Figure 7 - Stations Météo-France sur l'ensemble des bassins versants

LOT / BASSIN	Nom station	Code station	Code bassin	PARAMETRES						
				Hauteur de précipitations quotidienne	Température moyenne quotidienne	Température min. quotidienne	Température max. quotidienne	ETP Montleith quotidienne	Hauteur totale décadaire des précipitations	ETP Penman décadaires
Lot 1, bassin de la Barguelonne	ESTILLAC (AGEN)	47091001	O641					du 01/01/1976 au 31/12/2016		du 01/01/1976 au 31/12/2016
	LOURDON	46127001	P235					du 01/01/1976 au 31/12/2016		du 01/01/1976 au 31/12/2016
	MONTCUQ (MONTCUQ - ROUIL)	46201001	O612	du 01/01/1976 au 31/12/2016						
	VALENCE	82186003	O613	du 01/07/1994 au 31/12/2016					Demandé mais non disponible	
Lot 1, bassin de la Lère	SAINT-VINCENT (ST-VINCENT)	82174001	O593	du 01/06/1976 au 31/12/2016	Demandé de 2003 à 2016 juin-septembre mais non disponible	de 2003 à 2016 juin à sept.	de 2003 à 2016 juin à sept.			
Lot 3, bassin du Tescou	SALVAGNAC	81276001	O485	du 01/01/1976 au 31/12/2016						
Lot 4, bassin de l'Aveyron	CORDES-SUR-CIEL (CORDES)	81069001	O565	du 01/01/1976 au 31/12/2016						
	LE SEQUESTRE (ALBI)	81284001	O392					du 01/01/1989 au 31/12/2016		du 01/01/1989 au 31/12/2016
	MONTEILS	12150001	O524	du 01/01/1976 au 31/12/2016						
	MONTAUBAN	82121002	O587	du 01/01/1976 au 31/12/2016	du 02/04/1990 au 31/12/2016	du 01/01/1976 au 02/04/1990	du 01/01/1976 au 02/04/1990	du 02/04/1990 au 31/12/2016	du 01/12/1874 au 31/12/2016	du 01/05/1990 au 31/12/2016

Les lames d'eau précipitées moyennes sur le territoire pour la période entre 1981-2010 sont issues de l'analyse AURHELY (Analyse Utilisant le Relief pour l'Hydrométéorologie). Cette méthode d'interpolation développée par Météo France se base sur l'utilisation des mesures pluviométriques ponctuelles et sur le relief pour générer une carte des précipitations moyennes.

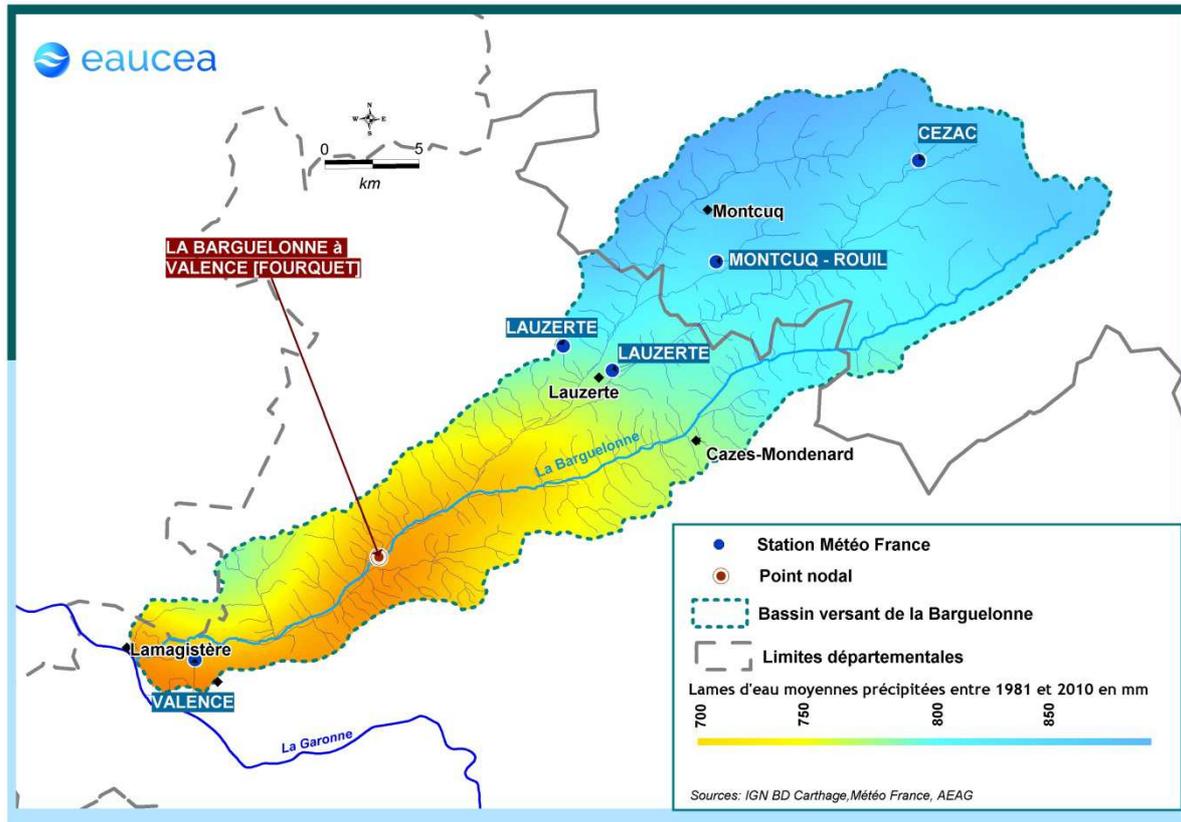


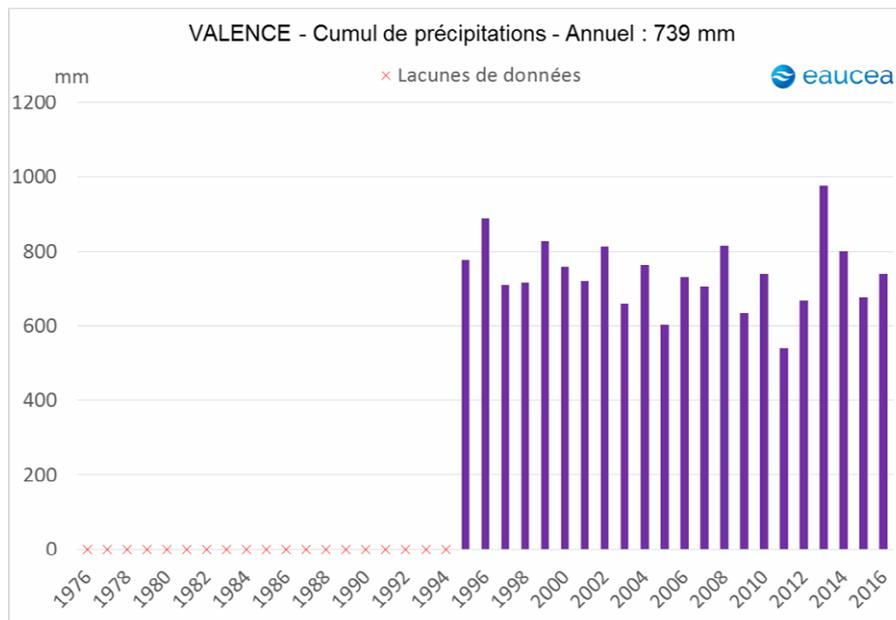
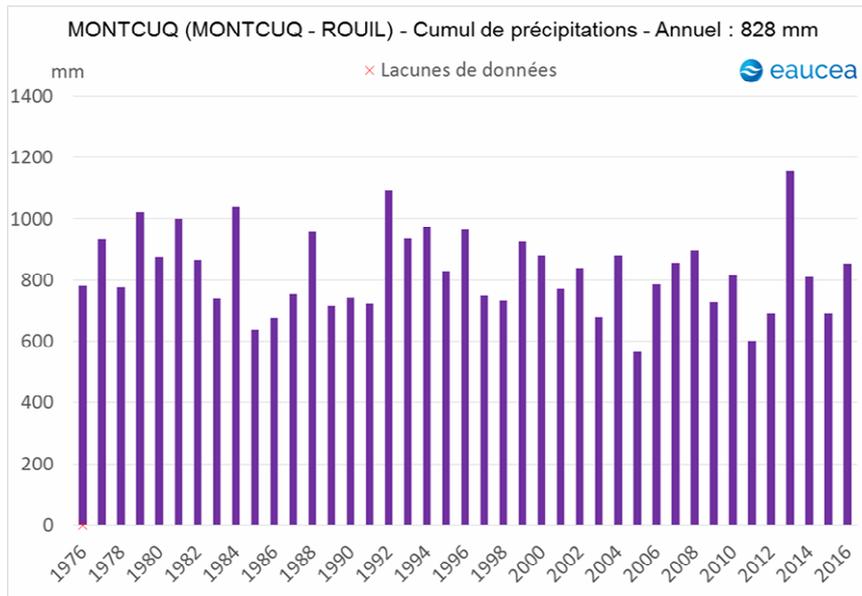
Figure 8 : Carte de la pluviométrie - source Météo France

Selon cette carte interprétative, la lame d'eau précipitée moyenne sur le bassin versant est de 793 mm. Vers Valence, les lames d'eau sont les plus basses avec 710 mm environ sur la même période. Le nord-est du bassin et notamment la petite Barguelonne recevrait les lames d'eau précipitées les plus importantes de l'ordre de 880 mm soit un écart de 168 mm entre min et max.

Une pondération des débits par un coefficient de bassin versant sera donc opportune.

	Précipitation en mm	Interprétation AURELHY		
		Valeur minimale	Valeur maximale	Valeur moyenne
Bassin versant	Barguelonne	711	879	793

La répartition des précipitations conduit à retenir plusieurs stations qui encadrent le bassin d'étude. La station de Montcuq (828 mm sur la période 1976/2016) et de Valence (739 mm sur la période 1995/2016) comme décrivant correctement le régime des pluies moyen du bassin versant. Ces stations seront exploitées pour les simulations agronomiques et hydrologiques.



Pour l'analyse de l'irrigation, les données d'ETP des 3 stations de Montauban, de Gourdon et d'Agen ont aussi été exploitées.

### 1.2.5 Evolution climatique longue période

Les données disponibles sur le secteur couvrent des périodes historiques plus ou moins longues en fonction du paramètre retenu et de la station choisie.

#### 1.2.5.1 Pluviométrie

Les données disponibles sur le secteur couvrent des périodes historiques plus ou moins longues en fonction du paramètre retenu et de la station choisie.

**Une station régionale très longue période : Montauban**

La station de Montauban est au niveau régional celle qui présente l'historique le plus ancien avec des données partielles débutant à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle.

L'analyse de ces longues séries permet de montrer une variabilité très significative d'une année à l'autre mais ne permet pas de dégager de tendance lourde séculaire sur l'abondance des précipitations. Des cycles pluriannuels peuvent être mis en évidence avec un lissage des données sur 10 ans (courbe pointillée).

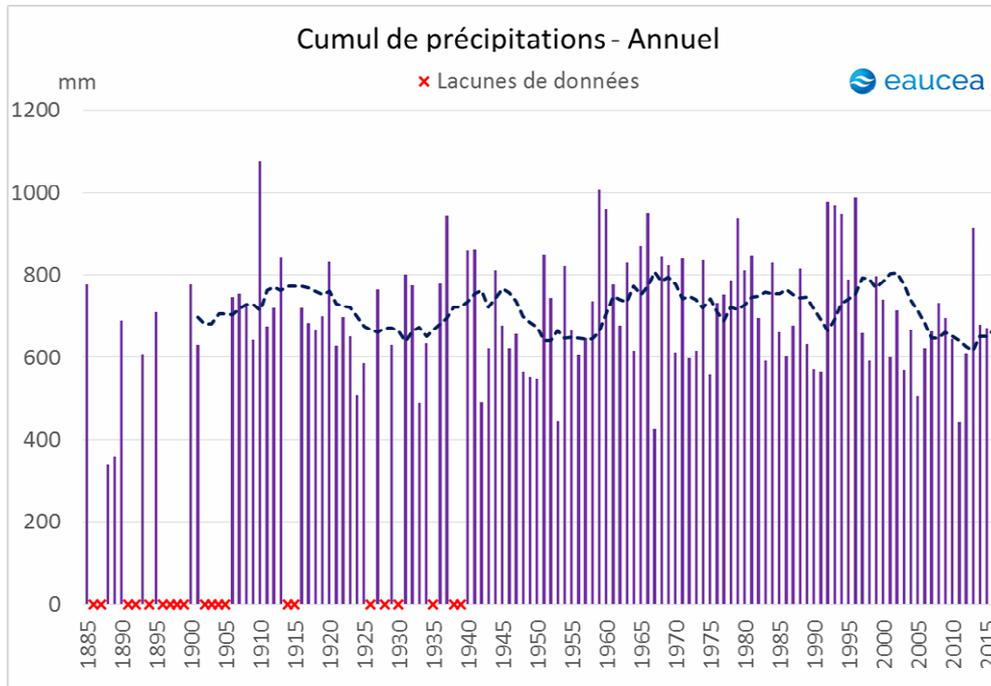


Figure 9 : Pluviométrie longue période Montauban- source Météo France Graphe Eauceca

La répartition saisonnière des précipitations a été analysée pour identifier d'éventuelles tendances contrastées au sein du cycle annuel. Les mêmes constats que précédemment peuvent à nouveau être effectués. Il n'apparaît pas de tendance pouvant conclure à un décalage saisonnier des précipitations.

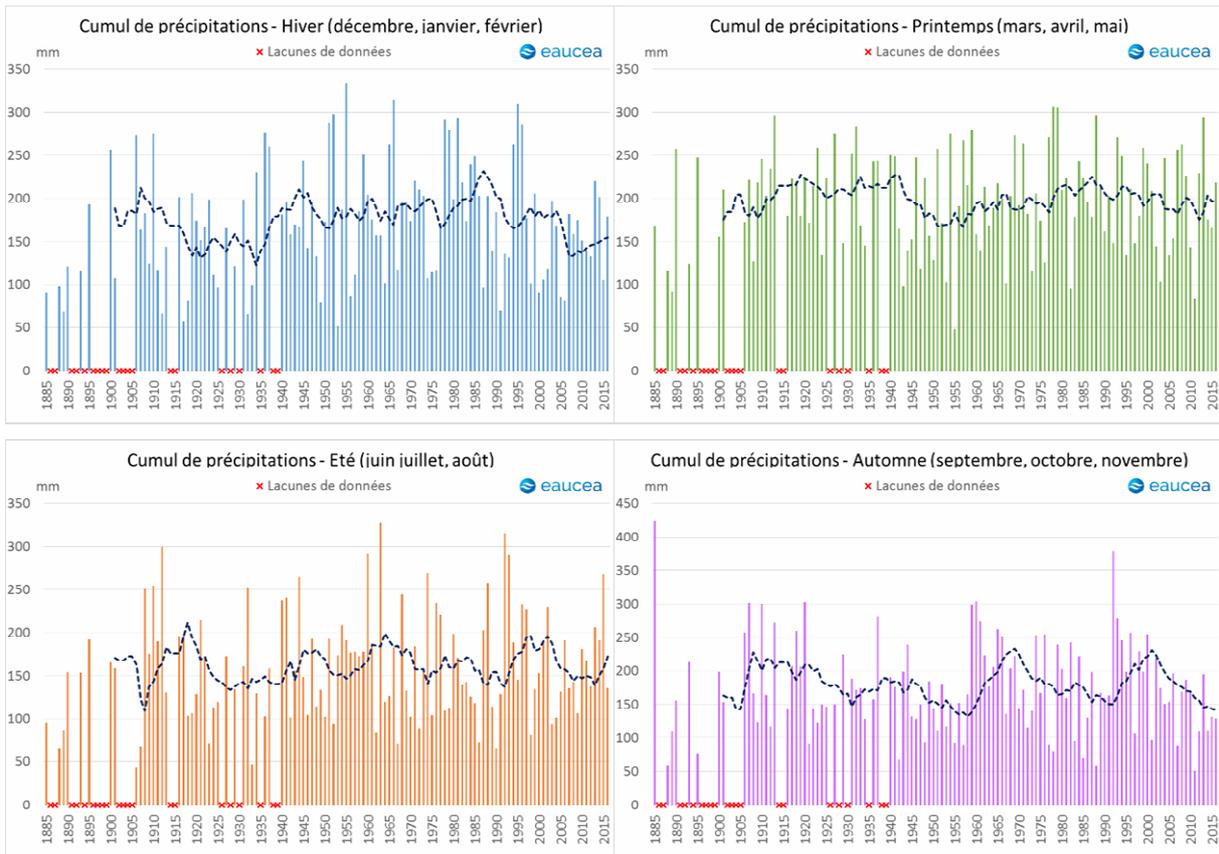


Figure 10 : précipitations saisonnières longue période à Montauban source Météo France Graphe Eaucea

### 1.2.5.2 Températures

La température est un paramètre majeur pour le cycle de l’eau et l’écosystème. C’est par ailleurs celui qui serait le plus probablement fortement impactés par les changements climatiques.

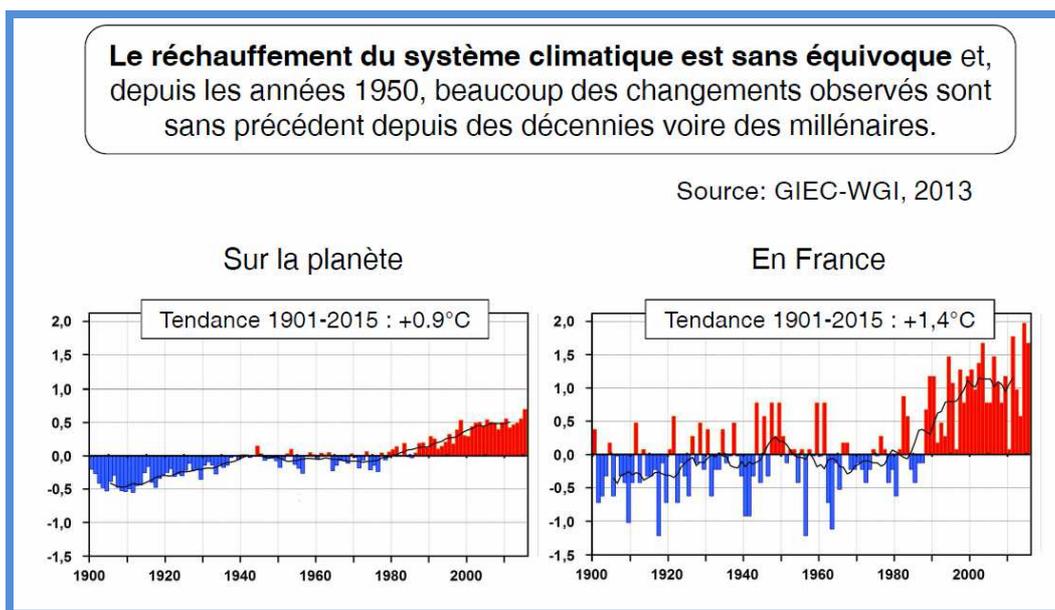


Figure 11 le réchauffement planétaire Source Météo France

Ce paramètre a comme principale conséquence une augmentation du potentiel d'évaporation et donc, moins d'eau disponible pour la recharge des nappes ou le ruissellement. Sur le bassin de la Barguelonne, l'analyse des températures sur les 4 dernières décennies peut être approchée par la station de Montauban.

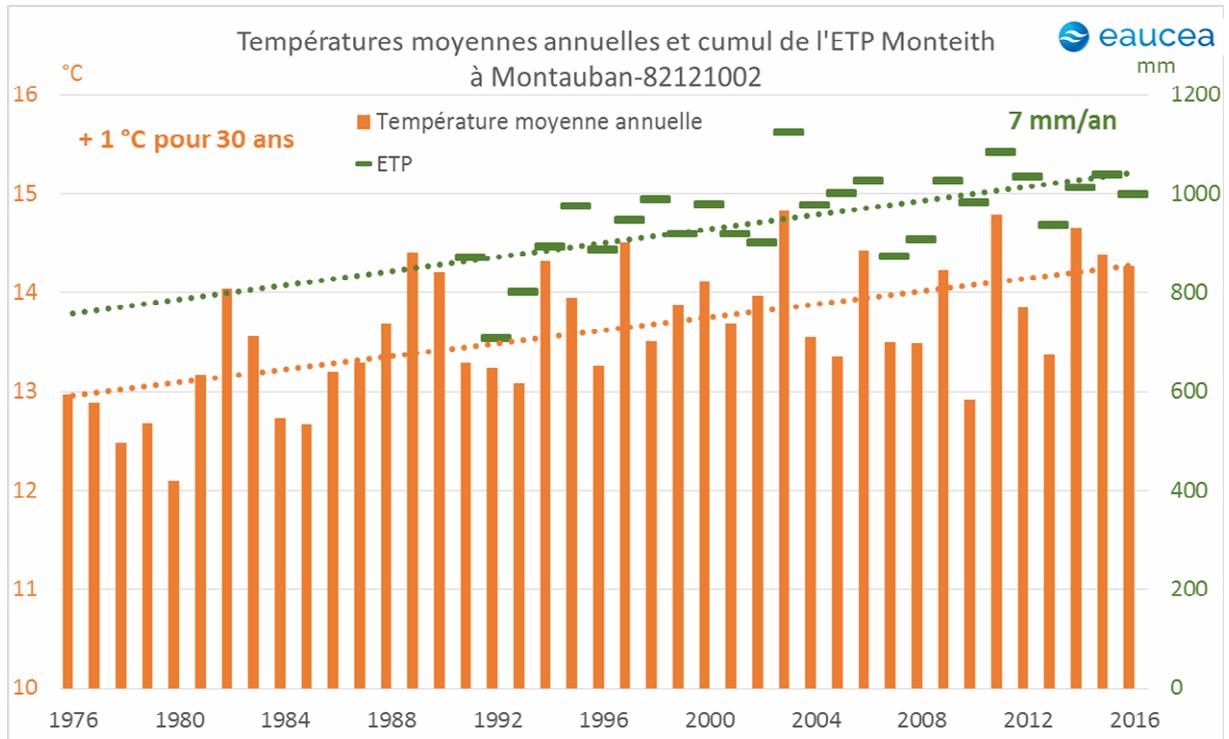
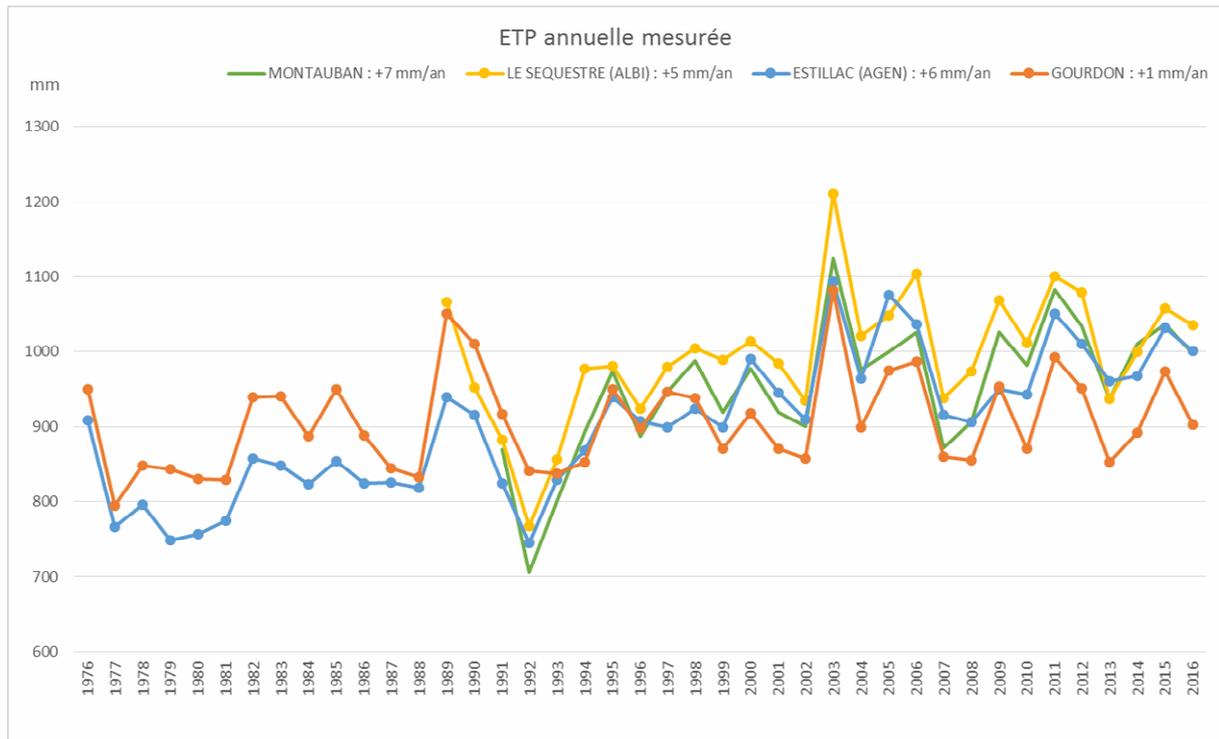


Figure 12 : contexte thermique et ETP-données météo-France

On y retrouve les mêmes tendances d'augmentation de l'ordre de +1°C en trente ans. L'évapotranspiration potentielle annuelle (ETP : évaporation d'un couvert végétal bas type pelouse-raygrass anglais) est elle aussi en augmentation quasi constante avec un accroissement de 7 mm/an à Montauban ce qui est significatif en termes d'impact potentiel sur les écoulements moyens annuels. Des tendances très voisines s'observent sur les stations d'Agen et d'Albi. Seule la station de Gourdon ne présente pas de tendance marquée.



En moyenne sur le bassin, l'ordre de grandeur de l'accroissement de l'ETP doit avoisiner les 5 mm/an. Aujourd'hui, et par comparaison, la lame d'eau écoulee (équivalent du volume interannuel mesuré à la station lame d'eau = Volume annuel / superficie du bassin versant) mesurée à Fourquet est de 198 mm par an. Ceci traduit une évaporation réelle (ETR) de l'ordre de :  
 $793 \text{ (précipitation)} - 198 \text{ (observé à Fourquet)} = 595 \text{ mm/an.}$

Cette aggravation de l'ETP se traduit potentiellement par une érosion du potentiel d'écoulement des cours d'eau de l'aval si la couverture végétale (naturelle et agricole) est en capacité à évaporer l'eau disponible dans le sol (notion d'évapotranspiration réelle- ETR).

Nota : Toute chose égale par ailleurs, hors période de canicules, le cycle végétatif est accéléré pour les plantes annuelles et des semis plus précoces peuvent être envisagés. Pour les plantes pérennes (les arbres notamment) le cycle végétatif s'allonge au printemps et en automne avec un impact potentiel sur la précocité des étiages et leur allongement. A l'inverse, ce cycle peut être impacté aussi directement par la teneur en CO<sub>2</sub> de l'air (réduction de la durée quotidienne d'évaporation des plantes). Les bilans sont donc assez complexes à réaliser.

## 1.2.6 L'occupation du sol

### 1.2.6.1 Analyse Corine Land Cover

L'occupation du sol joue un rôle majeur sur le cycle de l'eau au travers de l'imperméabilisation (faible sur le bassin) et la couverture végétale pérenne (forêts, prairies) ou non (terres labourées).

Le bassin versant est couvert par 47 % de terres arables, d'après les données d'occupation du sol Corine Land Cover 2012.

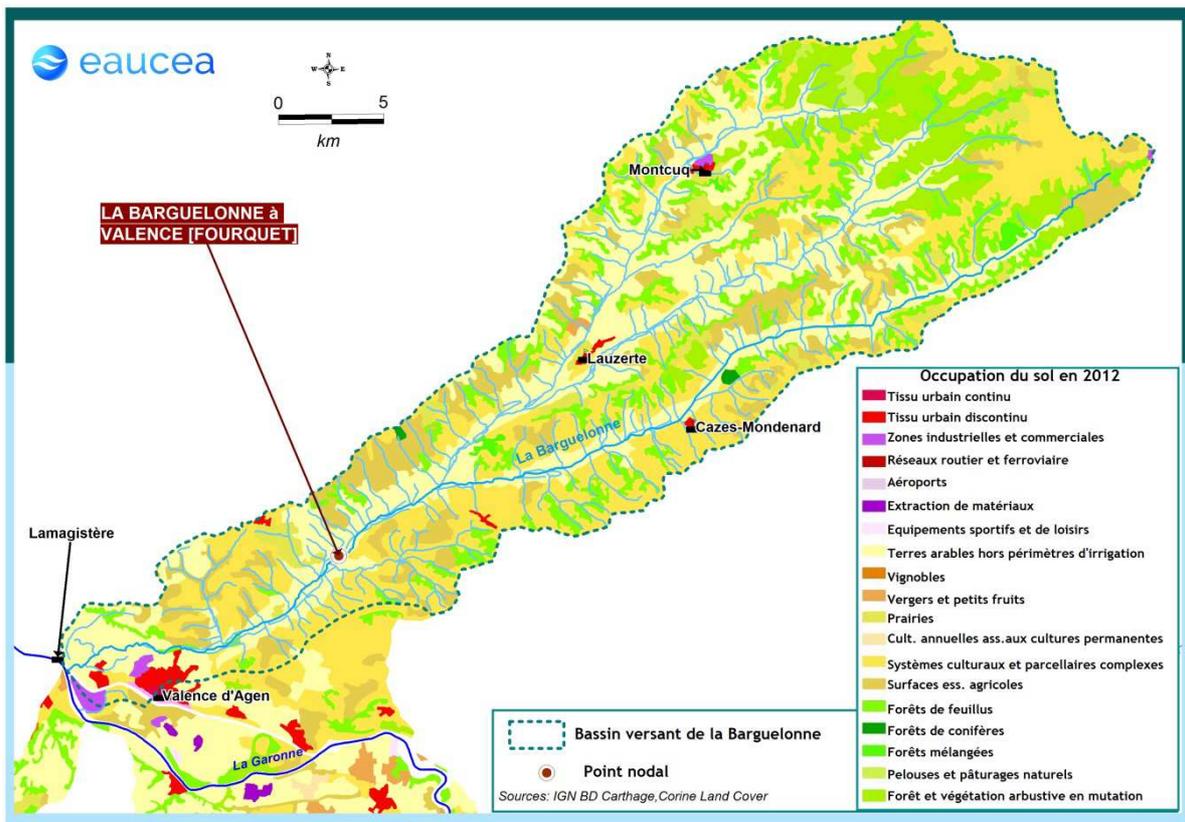
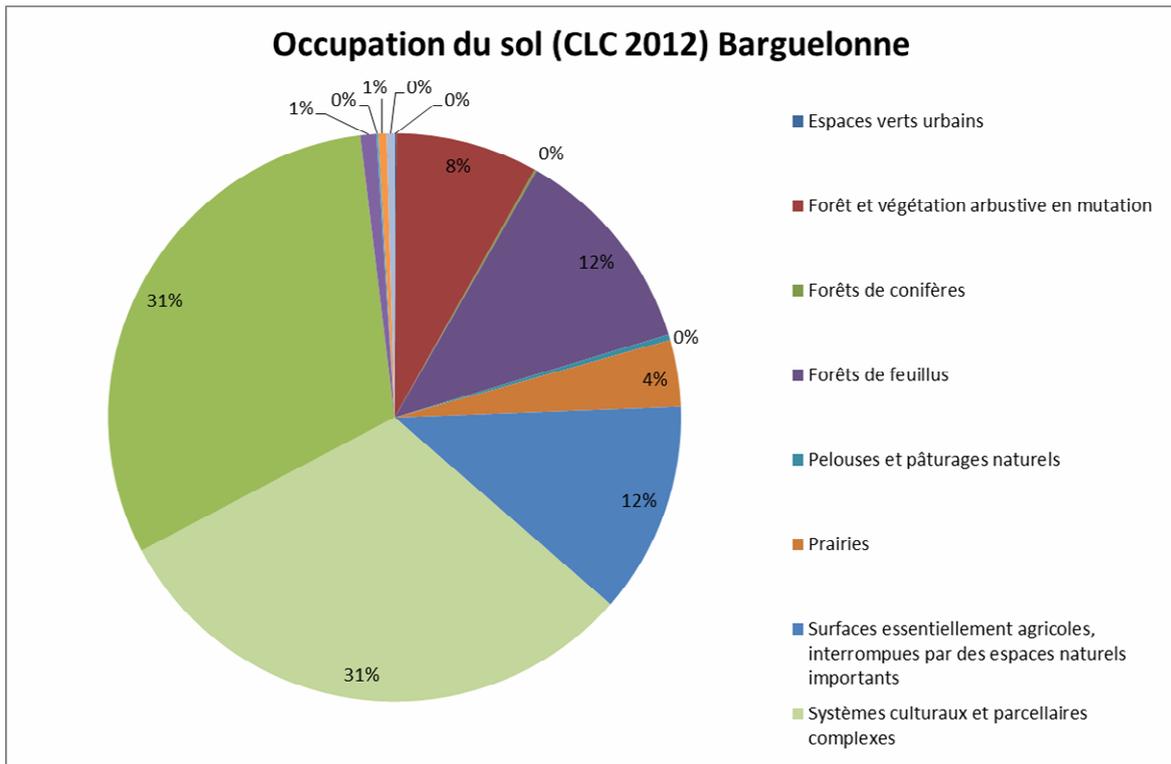


Figure 13 Carte et diagramme de l'occupation du sol 2012

1.2.6.2 Analyse du RPG : Les parcelles agricoles irriguées et assolement

Le RPG 2012 apporte une information beaucoup plus précise que la couverture Corin Land Cover sur le parcellaire agricole (il s'agit en réalité d'îlot culturaux). Cependant ce découpage ne distingue pas les cultures irriguées des autres. Les zones blanches sont généralement des zones forestières.

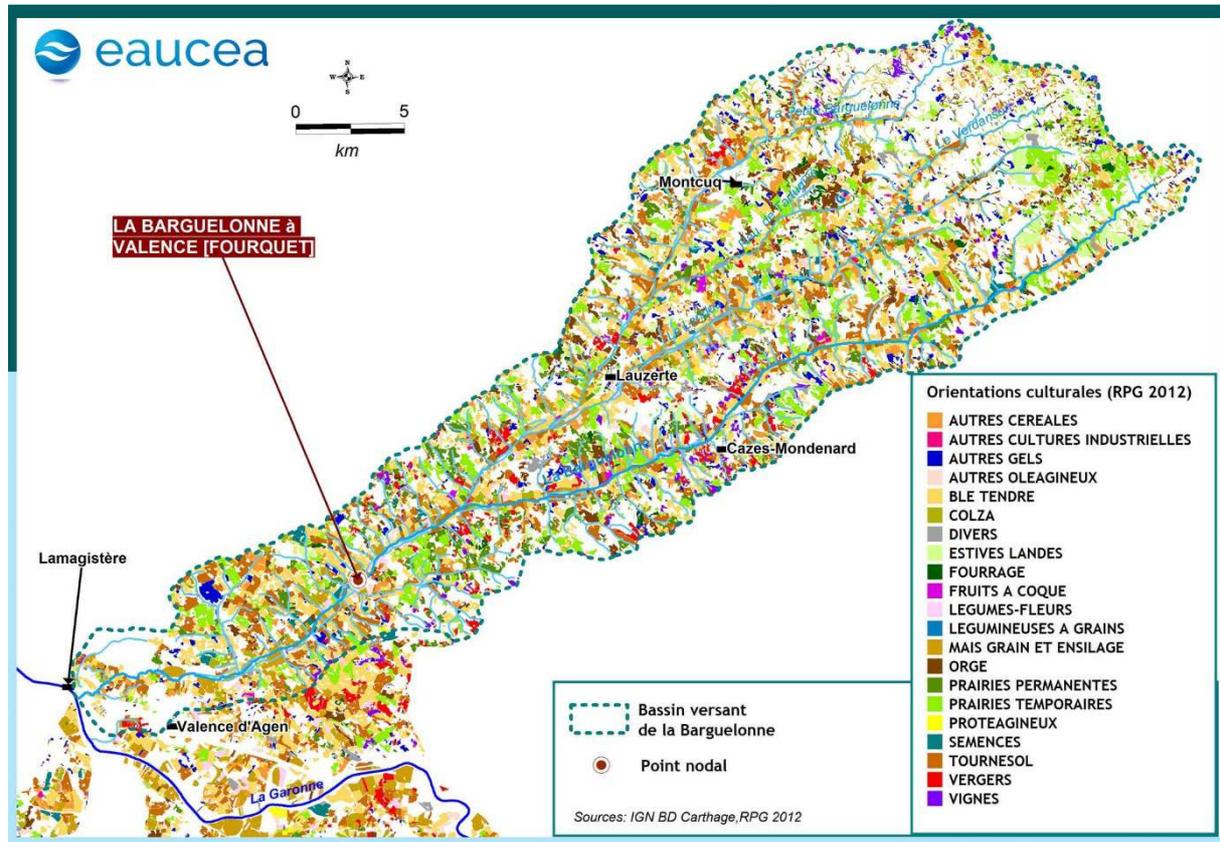


Figure 14 – Orientations culturales des îlots PAC (RPG 2012)

Paradoxalement, la connaissance des prélèvements pour l'irrigation s'améliore régulièrement avec le travail des organismes uniques, alors que le positionnement des surfaces agricoles irriguées en 2017 est assez mal connu. Le dernier recensement exhaustif disponible est le RPG 2009 qui recense les superficies déclarées irriguées dans le cadre d'un inventaire PAC. La surface irriguée en 2009 était de 2948 ha. Elle se répartie entre les assolements suivants :

RPG 2009	La Barguelonne de sa source au confluent de la petite Barguelonne : 567 ha	La petite Barguelonne : 1072 ha	La Barguelonne du confluent de la petite Barguelonne via le canal de Golfech au confluent de la Garonne : 1308 ha	Total : 2948 ha
Blé	19%	14%	13%	14%
Mais	20%	20%	41%	29%
Mais ensilage	6%	15%	3%	8%
Mais semence	18%	19%	7%	14%
Prairies	15%	10%	6%	9%
Soja	2%	5%	16%	9%
Sorgho	7%	3%	2%	3%
Tournesol	12%	11%	10%	11%
Verger	1%	3%	3%	3%

Figure 15 - Les assolements irrigués en 2010 sur le bassin de la Barguelonne

Les différentes productions de maïs représentent 51 % du total ce qui est une valeur plutôt faible dans le contexte régional. Une enquête réalisée par l’OUGC en 2017 confirmerait le dynamisme de l’irrigation au service des cultures spécialisées.

### 1.2.7 Démographie

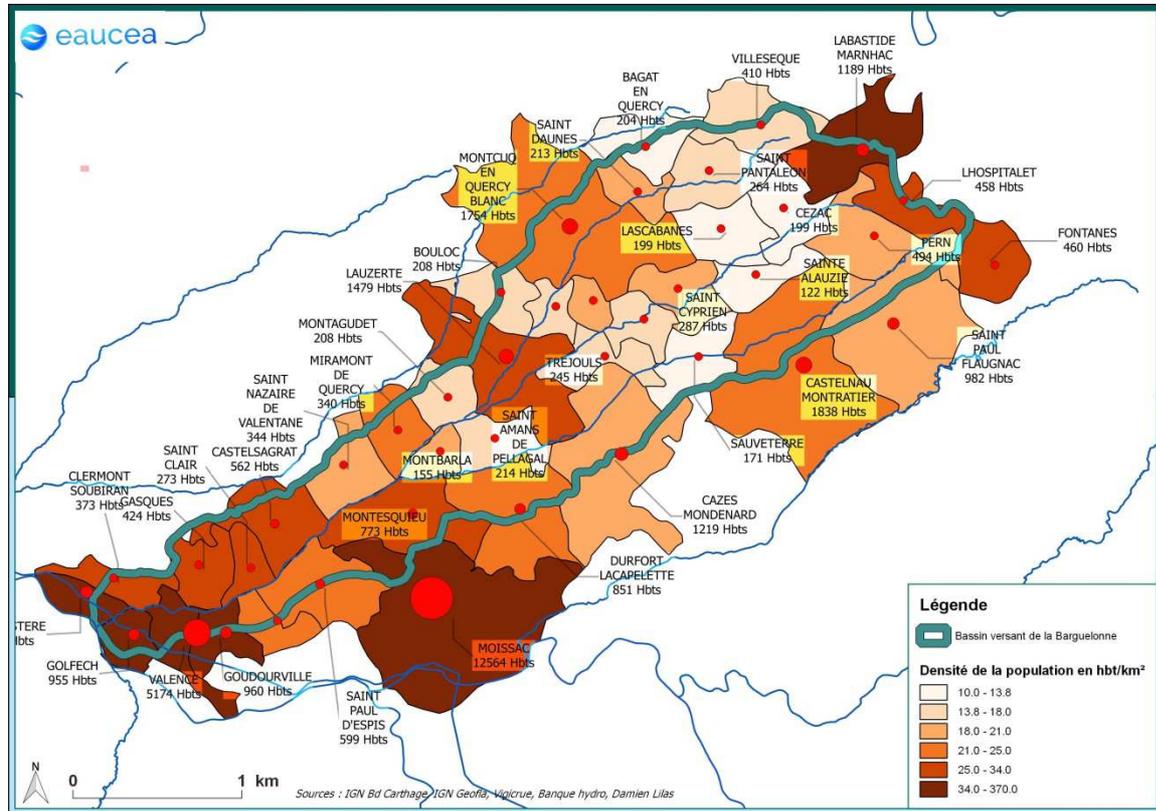


Figure 16 – Densité de la population sur le bassin versant de la Barguelonne

La population communale (21 510 habitants environ en 2013) est surtout concentrée dans le périmètre d’influence de la vallée de la Garonne (Valence et Moissac) ainsi que de Cahors en tête de bassin versant.

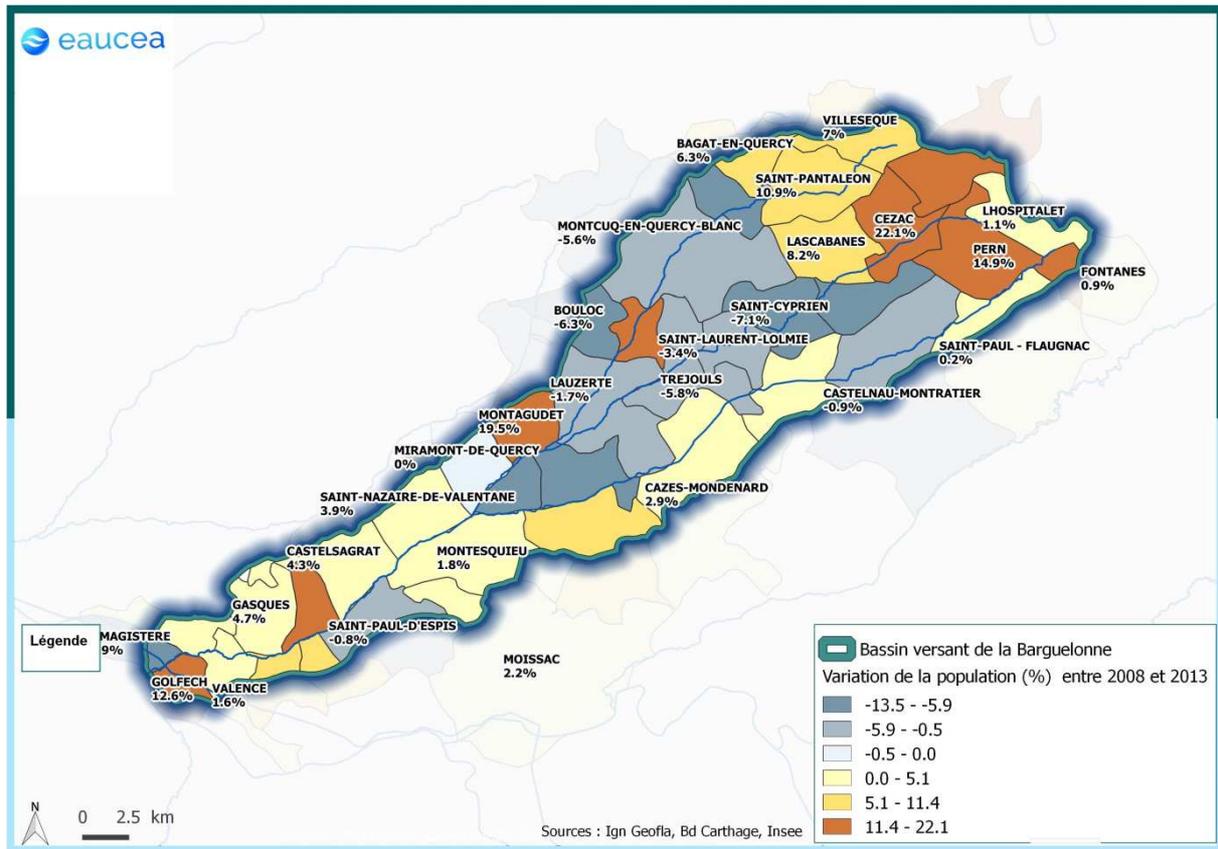


Figure 17 – Evolution de la population entre 2008 et 2013

20 894 (en 2008) + 616 habitants = 21 510 (en 2013)

Le bassin se caractérise par un accroissement démographique modeste (+ 616 habitants environs) sur la période récente (période 2008 à 2013) plus marqué sur les communes de la périphérie et un déclin au cœur du bassin versant

Le principal enjeu associé à ces variations est celui de la prise en charge d'un niveau d'assainissement adapté aux capacités du milieu récepteur.

## 1.3 HYDROMORPHOLOGIE

### 1.3.1 Méthode

La sectorisation hydromorphologique permet un découpage des cours d'eau selon des entités homogènes d'un point de vue géomorphologique. Ces entités sont donc également homogènes du point de vue de leurs fonctionnements écologiques (tout du moins en conditions naturelles). Ce découpage peut se faire selon diverses échelles, qui entre dans un système emboîté. A chaque niveau de l'échelle, différents facteurs vont entrer en considération, des facteurs de contrôle majeur pour les secteurs (géologie, climat, relief,...) aux facteurs de réponses spécifiques à l'échelle d'ambiance.

Dans le cadre de cette étude, durant le COPIL de démarrage, le choix de se baser sur la sectorisation SYRAH a été mis en avant. La présente sectorisation va donc se baser sur les entités disponibles sous SYRAH, ces entités seront validées par les données de terrain et seront redécoupées aux besoins si des divergences importantes apparaissent.

Pour rappel de la terminologie et des facteurs de sectorisation pris en compte dans SYRAH :

- Le secteur correspond aux grandes entités primaires du découpage des cours d'eau. Les secteurs ont été définis d'après les hydro-écorégions de niveaux 1 et 2, ces hydro-écorégions étant basées sur les facteurs de contrôle dominant notamment la géologie, le relief et climat ;
- Le tronçon est un sous-ensemble du secteur. Cette entité est définie par la largeur du fond de vallée alluviale (alluvions modernes, Fz et Fy sur les cartes géologiques), la pente et la forme du fond de vallée (MNT 50m), l'hydrologie (ordination de Strahler) et la nature du substratum.

Ces deux échelles seront utilisées pour la sectorisation de l'axe principal. Elles ont servies de base pour le choix des vérifications hydromorphologiques de terrains et les choix de redécoupage en unités d'échelle inférieure de certaines zones.

Deux autres échelles seront également utilisées pour permettre d'affiner l'analyse notamment pour y coupler des notions plus biologiques :

- Le sous-secteur, il s'agit de découper les grands secteurs des hydro-écorégions en entités plus petite qui vont avoir un sens dans la description, notamment écologique ou d'usage, pour les besoins de cette étude ;
- Le sous-tronçon, cette échelle peut avoir divers paramètres pris en compte pour son identification, cela dépend des objectifs du découpage (Malavoi et Bravard, octobre 2010). Dans le cadre de cette étude ce découpage en sous-tronçon ne sera pas effectué sur tout le linéaire de l'axe mais au besoin selon les zones à enjeux définis. Les facteurs pris en compte sont : l'occupation du sol, la ripisylve, la largeur du lit, les faciès dominant ou encore le niveau de prélèvement.

### 1.3.2 Sectorisation de l'axe

La sectorisation SYRAH identifie pour la Barguelonne 19 tronçons hydromorphologiques, ces tronçons peuvent être placés dans un seul secteur d'après les HER et trois sous-secteurs. La Petite Barguelonne possède elle 13 tronçons hydromorphologiques, ces tronçons peuvent également être placés dans un seul secteur d'après les HER et trois sous-secteurs.

Le tableau ci-après présente de façon synthétique cette sectorisation.

Secteur	HER 1 et 2	Sous-secteur	Facteur	Tronçon	
Barguelonne	14-Coteaux Aquitains ; 66-Coteaux molassiques Nord Aquitains	Aval	Entrée dans la vallée de la Garonne, fond de vallée très large	1	
				2	
			Médian	Fond de vallée peu large, traversant des coteaux molassiques, morphologie du lit assez semblable sur les différents tronçons	3
					4
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
		16			
		Amont	Zone amont, fond de vallée étroit, boisement assez présent, coteaux pentus	17	
				18	
				19	
Petite Barguelonne	14-Coteaux Aquitains ; 66-Coteaux molassiques Nord Aquitains	Aval	Entre confluence du Lendou et de la Barguelonne, fond de vallée plus large, débit plus important	1	
				2	
		Médian	Contexte similaire au sous-secteur médian de la Barguelonne	3	
				4	
				5	
				6	
				7	
				8	
				9	
				10	
				11	
		Amont	Contexte amont, fond de vallée étroit, présence plus importante de boisement	12	
				13	

Figure 18 : Tableau de synthèse de la sectorisation (source SYRAH ONEMA)

La carte ci-après présente la sectorisation réalisée par Eauceá.

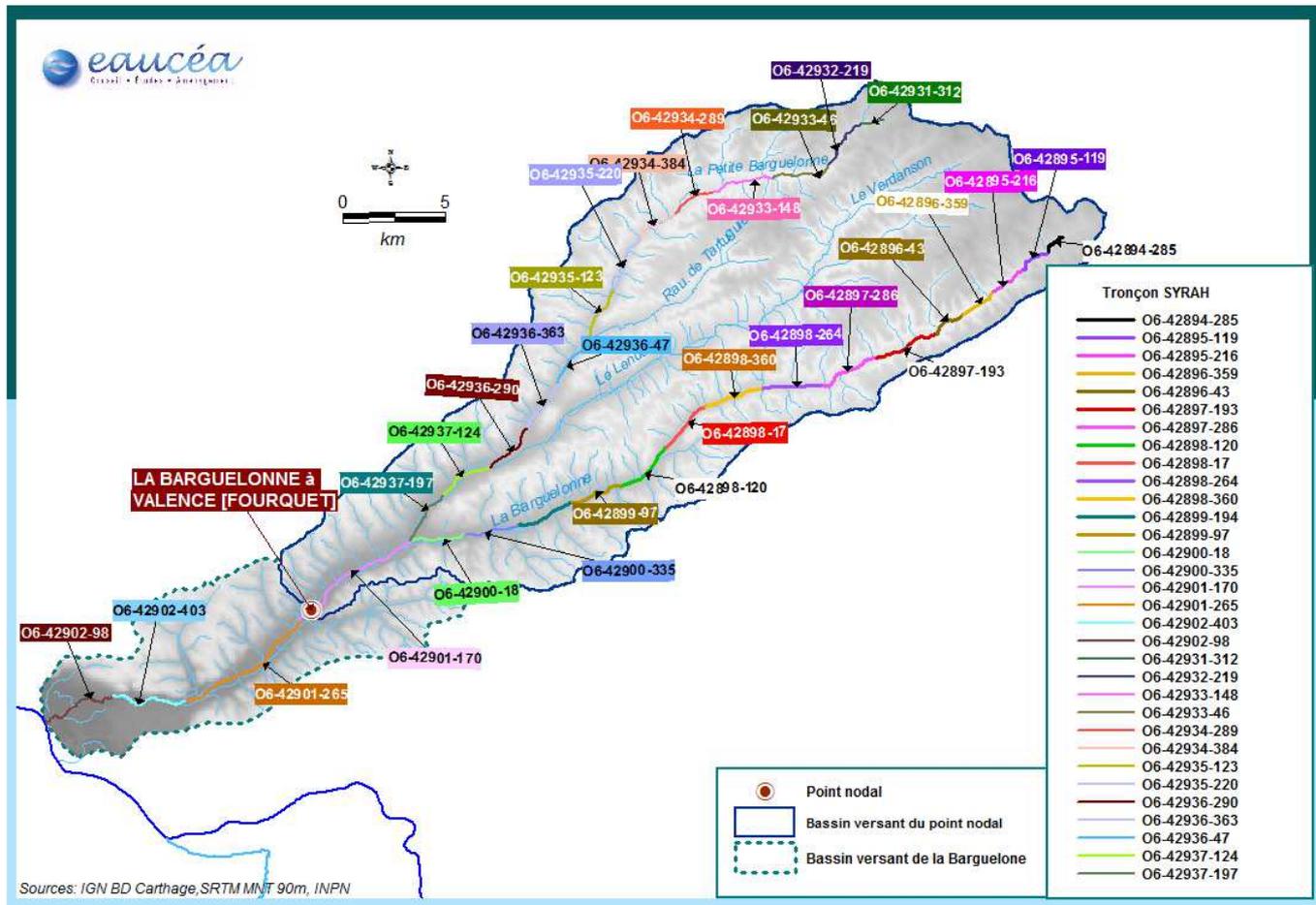


Figure 19 : Carte de sectorisation

Aucune modification de la sectorisation SYRAH n'a été faite sur cet axe.

La répartition des ouvrages en rivière permet aussi de contextualiser la sectorisation :

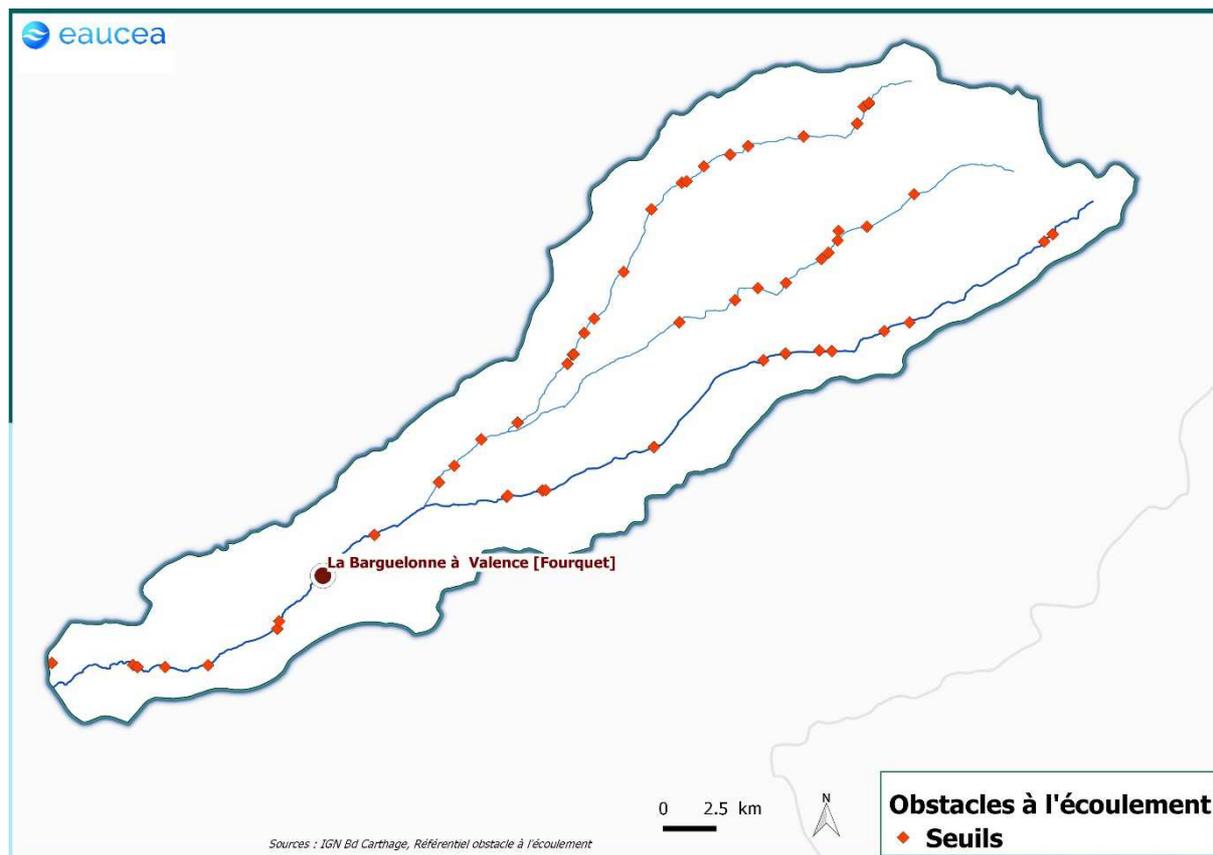


Figure 20 : Localisation des obstacles à l'écoulement

#### 1.4 EXPLICATION HISTORIQUE DE LA VALEUR ACTUELLE DU DOE

Le SDAGE de 1996 ne proposait pas de point nodal sur la Barguelonne, il apparaît dans le SDAGE 2010-2015 avec les valeurs actuelles.

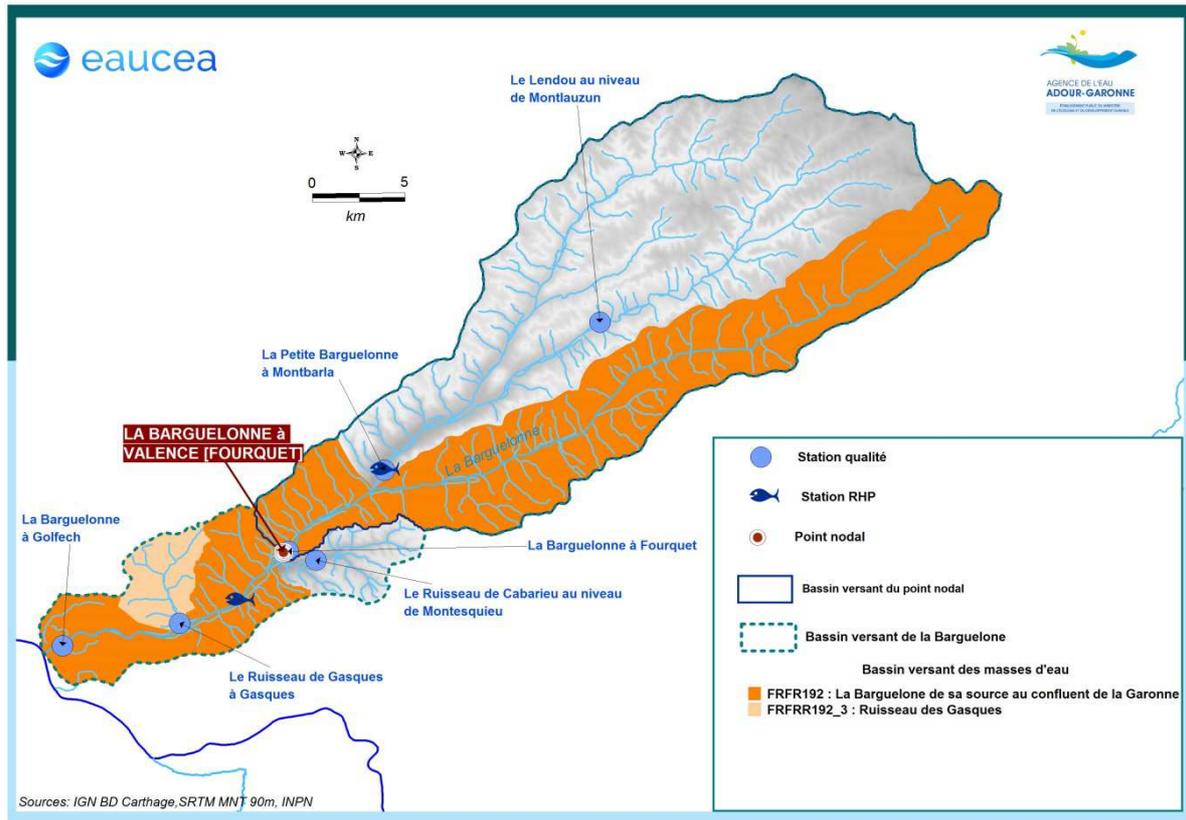
#### 1.5 QUALITE DE L'EAU

La Barguelonne est comprise dans une seule masse d'eau : "FRFR192 – La Barguelonne".

Son affluent principal est compris dans la masse d'eau "FRFR191 – La petite Barguelonne".

La masse d'eau de la Barguelonne est considérée en état écologique moyen, avec un objectif de bon état fixé en 2021. La masse d'eau est en bon état chimique. Les pressions identifiées dans le SDAGE sont présentées dans le tableau suivant.

Plusieurs stations qualité sont disponibles, il y en a 3 sur l'axe Barguelonne, une sur la petite Barguelonne et trois sur des affluents, dont le Lendou.



05117100 - La Barguelonne à Golfech
05117500 - La Barguelonne à Fourquet
05117540 - La Barguelonne à Montesquieu
05117530 - La Petite Barguelonne à Montbarla
05117580 - Le Lendou au niveau de Montlauzun
05117450 - Le Ruisseau de Cabarieu au niveau de Montesquieu
05117430 - Le ruisseau de Gasques à Gasques

Figure 21 : Tableau des stations qualité retenue

**Au sens du respect des indicateurs de la DCE, il ne ressort pas d'enjeu apparent de dilution des pollutions organiques, azotées ou phosphorées au sens de la DCE sur l'axe Barguelonne. Les processus internes aux cours d'eau et déterminant la dynamique hydrochimique des polluants spécifiques retrouvés à Fourquet (Cuivre et Chlortoluron, retrouvés par ailleurs dans de nombreux cours d'eau d'Adour Garonne) ne sont pas suffisamment connus pour déterminer des pistes de gestion adaptées dans le domaine quantitatif.**

L'absence d'enjeu serait à confirmer en aval sur la Barguelonne du point nodal, où d'autres step rejettent (voir carte des step § 2.3.3.3). A titre d'exemple, un suivi ponctuel réalisé par la DDT lors de l'étiage 2017 (09/08/17) a mis en évidence les apports en ammonium en aval de la station d'épuration de Goudourville. Le suivi amont-aval step indique que la concentration augmente de 0.07 à 0.3 mg/L.

## 1.6 FONCTIONNALITE DES HABITATS AQUATIQUES

### 1.6.1 Hydrobiologie

Le bassin de la Barguelonne inclue une faible proportion de zones d'inventaires et de protections relatifs à des habitats aquatiques. Quelques prairies humides sont présentes en amont du bassin mais ne concernent pas directement les cours d'eau.

Les peuplements piscicoles comprennent un migrateur amphihalien, l'anguille européenne, plusieurs espèces de cyprinidés rhéophiles (vairon, chevaine, toxostome, barbeaux fluviatile), ainsi que la lamproie de planer (espèce protégée et d'intérêt communautaire) et le brochet (espèce patrimoniale et d'intérêt halieutique). Les autres espèces du peuplement sont des espèces plutôt généralistes (goujon, ablette), typique de milieux lenticules (carpes, gardons) ou introduites (écrevisses américaines, épirine, pseudorasbora, perche-soleil, ...). Ce peuplement est considéré très perturbé par le PDPG 82 qui constate un déficit en cyprinidés rhéophiles, espèces repères de ce type de contexte, et incrimine diverses perturbations comme les obstacles à la continuité écologiques, les altérations hydromorphologiques, le colmatage, la sévérité des étiages, les espèces invasives, ... Ces peuplements sont toutefois considérés comme représentatif d'un « bon état » écologique par les IPR ainsi que par les suivis physico-chimiques et biologiques (IBD, IBG RCS, IBMR). Des polluants spécifiques sont toutefois présents au niveau de la station de suivi du point nodal (Cuivre et Chlortoluron) et du ruisseau des Gasques (Cadmium).

### 1.6.2 Contexte écologique du bassin

Pour décrire le contexte écologique du bassin de la Barguelonne, nous nous sommes appuyés sur les données disponibles et notamment les zones d'inventaires et de protections. Il faut également rappeler que la totalité du bassin de la Barguelonne est situé dans l'HER1 14-Coteaux Aquitains et dans l'HER2 68-Coteaux molassiques Est Aquitains.

#### ZNIEFF :

L'inventaire des ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) a pour objectifs d'identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. Il existe deux types de ZNIEFF :

- Les types I qui sont des secteurs de grand intérêt biologique ou écologique ;
- Les types II qui sont des grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.

Il faut cependant noter que les ZNIEFF ne sont qu'une zone d'inventaire, elles n'ont aucune portée juridique.

Le bassin versant de la Barguelonne comprend un nombre important de ZNIEFF (27 au total). Cependant, la plupart d'entre elles concernent des milieux non liés à l'eau (coteaux, pelouses sèches, habitats forestiers, ...).

Quelques-unes d'entre elles, toutefois, incluent quelques habitats humides, type prairies humides. C'est le cas notamment des ZNIEFF de type I « Haute vallée du Lendou et serres de Cézac » et « Combre perdude et Serres de Pern ». Cependant, ces ZNIEFF ne concernent pas directement les cours d'eau du bassin. Seule la ZNIEFF de type I « Prairies du haut vallon de la petite Barguelonne et du ruisseau de Saint-Jean » prend en considération un tronçon de cours d'eau. Il s'agit de la partie complètement amont de la Petite Barguelonne, dans laquelle l'écrevisse à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes*) a été recensée.

La carte ci-après positionne les différentes ZNIEFF.

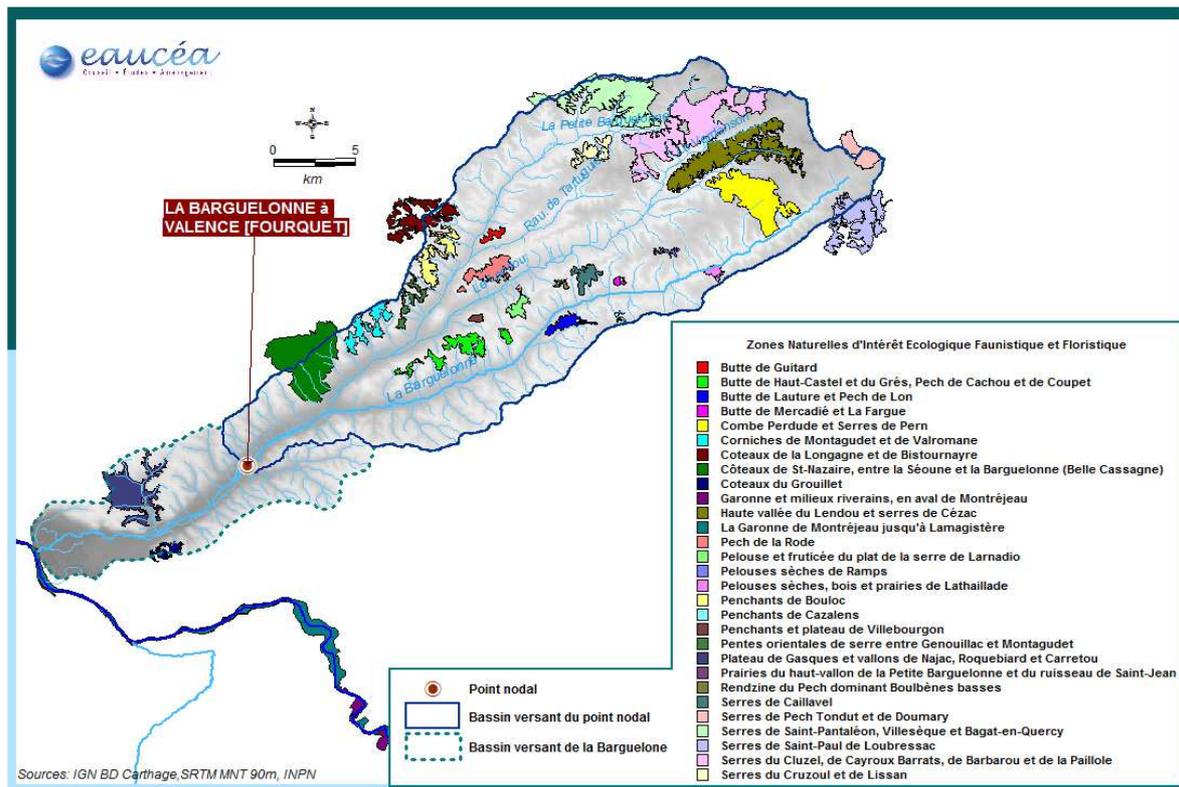


Figure 22 : Carte de positionnement des ZNIEFF du bassin de la Barguelonne

### Natura 2000 :

Natura 2000 est un réseau Européen de sites écologiques, qui a pour objectif de contribuer à conserver la biodiversité et de contribuer au développement durable des territoires. Il s'appuie sur deux Directives :

- La Directive « Oiseaux » du 2 avril 1979, qui vise à protéger les habitats nécessaires à la reproduction et à la survie des oiseaux considérés comme rares et menacés dans l'Union Européenne, notamment les espèces citées à l'annexe I qui « font l'objet de mesures de conservations spéciale concernant leur habitat, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans leur aire de distribution ». Cette directive et son annexe I permettent de mettre en place des ZPS (Zone de Protection Spéciale) ;
- La Directive « Habitats » du 21 mai 1992, qui vise à conserver les habitats naturels, les habitats d'espèces (faune/flore) et les espèces considérés comme rares et menacés dans l'Union Européenne. L'application de cette Directive passe notamment par la prise en compte : de son annexe I fixant la liste des habitats d'intérêt communautaire, de son annexe II fixant la liste des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation et de son annexe IV fixant la liste des espèces animales et végétales présentant un intérêt communautaire et nécessitant une protection stricte. Cette Directive et ses annexes permettent de mettre en place des SIC (Sites d'Importance Communautaire), puis des ZSC (Zone Spéciale de Conservation)

Aucune zone Natura 2000 n'est présente dans le bassin versant de la Barguelonne. La zone la plus proche se situe sur la Garonne, dans laquelle se jette la Barguelonne. Il s'agit du Site Natura 2000 Directive Habitat « Garonne, Ariège, Hers, Salat, Pique et Neste ».

#### Autres zones de protections :

Un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB) est présent sur le cours de la Garonne. Un APPB assure la protection particulière des biotopes essentiels à la survie de certaines espèces animales et végétales. L'arrêté édicte des mesures spécifiques qui s'appliquent au biotope lui-même (et non directement aux espèces). Il peut également interdire certaines activités ou pratiques pour maintenir l'équilibre biologique du milieu.

L'APPB mis en place sur la Garonne vise à protéger les habitats potentiels des poissons migrateurs présents sur cet axe. Il s'intitule « Cours de la Garonne, de l'Aveyron, du Viaur et du Tarn ».

La Barguelonne n'est pas incluse dans les zones protégées par l'arrêté. Elle est tout de même connectée à la Garonne, et son cours est en partie colonisée par l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*).

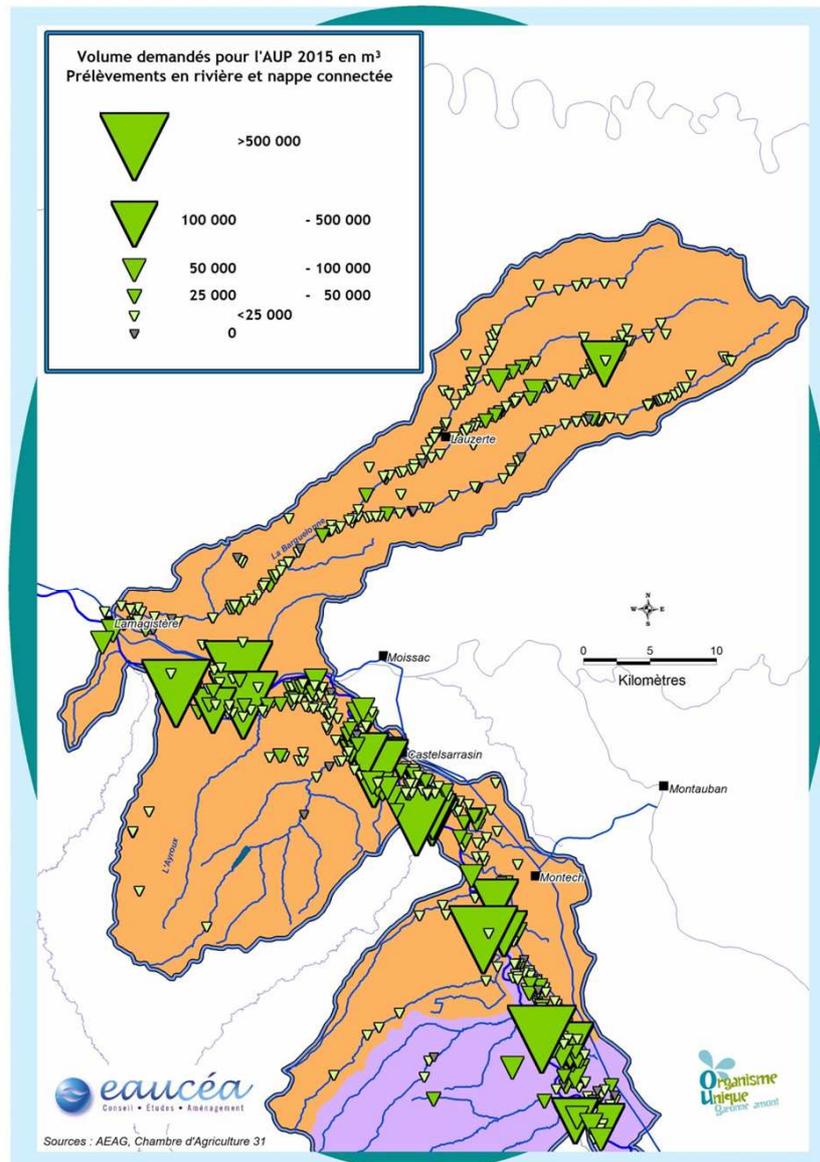
Aucune autre zone de protection n'est présente dans le bassin de la Barguelonne.

## 1.7 IDENTIFICATION DES ENJEUX STRUCTURANTS

Les enjeux structurants en lien avec la gestion quantitative de la Barguelonne peuvent se distribuer comme suit :

- Un écart très important entre la demande en eau d'irrigation sollicitée dans l'AUP depuis les rivières et nappes d'accompagnement et la réalité des volumes disponibles depuis cette ressource. Une étude en cours de l'OUGC devrait permettre de mieux décrire les pratiques réelles de l'irrigation.
- Ce constat est largement induit par l'intégration du bassin de la Barguelonne dans un périmètre élémentaire Garonnais contrôlé à Lamagistère avec un débit objectif de 85 m<sup>3</sup>/s.

Avec 120 l/s de DOE, la Barguelonne ne représente que 1,5 millième de cette ressource mais pèse pour environ 13% des volumes visés par l'AUP (20,9 hm<sup>3</sup>).



- Une pression potentielle des ouvrages sur l'interception des ruissellements en période d'étiage ;
- Un positionnement trop en amont du point nodal ;
- La qualité des habitats aquatiques. Elle passe par un diagnostic hydraulique de la rivière sur quelques stations représentatives du fonctionnement du cours d'eau avec les variations de profondeurs, de largeurs mouillées et de vitesses qui toutes dépendent du débit. Ces informations nécessitent une analyse effectuée par des experts au regard des espèces qui fréquentent le cours d'eau, de leur cycle biologique et de la durée des étiages.

Ces enjeux sont analysés en détail dans les chapitres suivants avec un niveau d'avancement qui sera précisée et qui pourra évoluer d'ici la fin de l'étude.

## 2 ANALYSE DE L'HYDROLOGIE

### 2.1 HYDROLOGIE MESUREE

#### 2.1.1 Positionnement du point nodal

*La station de Fourquet : trop en amont un positionnement à revoir, une proposition d'emplacement alternatif.*

Les débits sont suivis à la station de Fourquet, point nodal du bassin sur lequel est fixé le DOE. La station contrôle un bassin de 477 km<sup>2</sup>, soit 86 % du bassin total de la Barguelonne (550 km<sup>2</sup>).

La carte ci-dessous et le tableau positionnent la station en regard des principaux enjeux quantitatifs étudiés dans le cadre de cette étude. Les prélèvements agricoles autorisés en aval du point nodal représentent un potentiel de 331 l/s (somme des autorisations en débit du PAR 2016) à 159 l/s (calcul sur la base des volumes autorisés du PAR 2016). Pour un DOE de 120 l/s, cette situation semble difficilement gérable.

Nous proposons de déplacer la station vers l'aval au lieu-dit Pont de Coupet.



Ce site est le plus favorable en amont du canal latéral et hors influence hydraulique de la Garonne. Le site semble hydrauliquement adapté à une métrologie. Une expertise de la Dreal devra le confirmer.

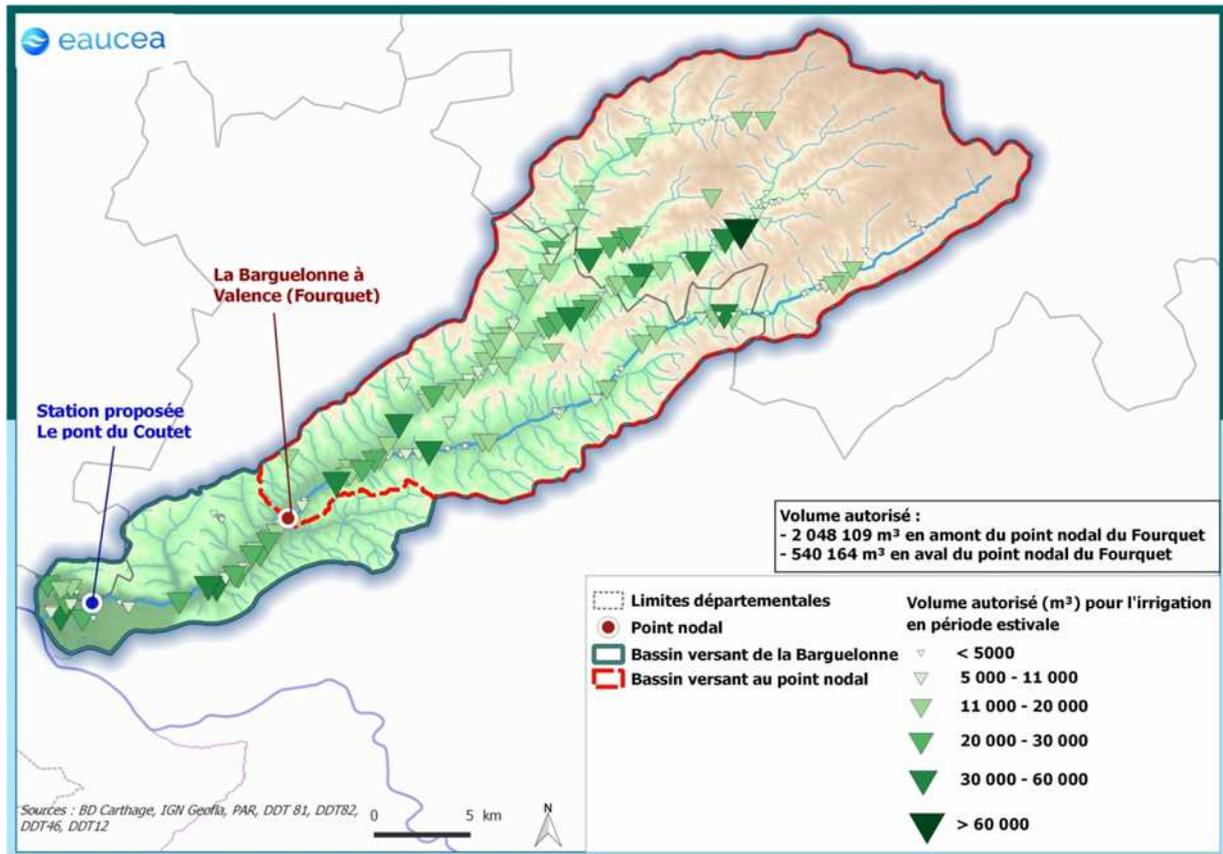


Figure 23 – Position du point nodal et enjeux quantitatifs – PAR 2016

PAR 2016	Ressource	Nombre	Volume	Débit demandé		Calcul
			m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /h	l/s	2000 m <sup>3</sup> / 0.6 l/s
Prélèvements entre Fourquet et Pont de Coutet	rivière	19	258 996	597	166	78
	nappe	4	97 475	155	43	29
	<b>sous-total</b>	<b>23</b>	<b>356 471</b>	<b>752</b>	<b>209</b>	<b>107</b>
Prélèvements Aval Pont de Coutet	rivière	6	79 052	259	72	24
	nappe	9	62 810	140	39	19
	<b>sous-total</b>	<b>16</b>	<b>173 862</b>	<b>439</b>	<b>122</b>	<b>52</b>
<b>Total aval Fourquet</b>		<b>39</b>	<b>530 333</b>	<b>1 191</b>	<b>331</b>	<b>159</b>

### 2.1.2 Analyse des données hydrologiques disponibles au point nodal

La station est suivie en continu depuis 1974, seules les années 2000, 2003 et 2007 présentent des lacunes de données durant l'été. La chronique est suffisamment longue pour calculer les références d'été mesuré avec une bonne robustesse sur le plan statistique.

- Eléments concernant la qualité de la station et l'hypothèse de son déplacement de Fourquet à Coupet :

Visite de terrain effectuée le 7/12 par l'équipe hydrométrie de la DREAL Occitanie : l'installation d'une station au pont de Coupet est techniquement possible mais les contraintes administratives et foncières sont à définir.

Avis de la Direction des Risques Naturels de la Dreal : pas favorable au déplacement de la station car :

- Localisation proche de la Garonne (environ 3 km) avec une influence probable de la Garonne pour les hautes eaux, or on recherche en priorité des stations toutes eaux ;
- Fourquet dispose d'une chronique intéressante (50 ans de données) même s'il ne s'agit pas d'une station patrimoniale et c'est une station qui fonctionne très bien en HE et BE ; station très sensible, d'autant plus suite aux travaux réalisés en 2009 pour améliorer la sensibilité de la station : création d'un bourrelet de 30 cm en RD sous 1 arche et bourrelet en RG ouvert (ouverture dimensionnée pour être sensible autour du DOE) → 20 000 € de travaux + 5 000 € pour l'étude de continuité écologique. L'abandon de Fourquet n'est pas souhaitable d'autant plus à la suite des travaux réalisés ;
- Une nouvelle station implique la nécessité de garder les 2 stations le temps nécessaire pour les corrélérer ; hors difficulté de corrélérer 2 stations parfois (cas de Villemur et Villemade).

Contexte actuel : audit national en cours pour rationaliser/optimiser le réseau de stations hydrométriques de l'État.

Conclusion : Devant l'enjeu d'un meilleur positionnement du point nodal de la Barguelonne, la Direction écologie-Délégation de bassin de la Dreal a fait remonter le besoin de créer une nouvelle station à Pont de Coupet en plus de Fourquet dans le cadre de l'audit national sur le réseau hydrométrique de l'État. Selon le scénario national choisi (scénario d'optimisation du réseau à moyen constant), la création d'une station en aval de Fourquet est inscrite dans le plan d'action du rapport de l'audit. Cette création sera étudiée à court terme (5 ans à partir de 2020) et pourrait se concrétiser sous réserve de trouver un site adéquat (qualité de la mesure, hors influence de la Garonne...).

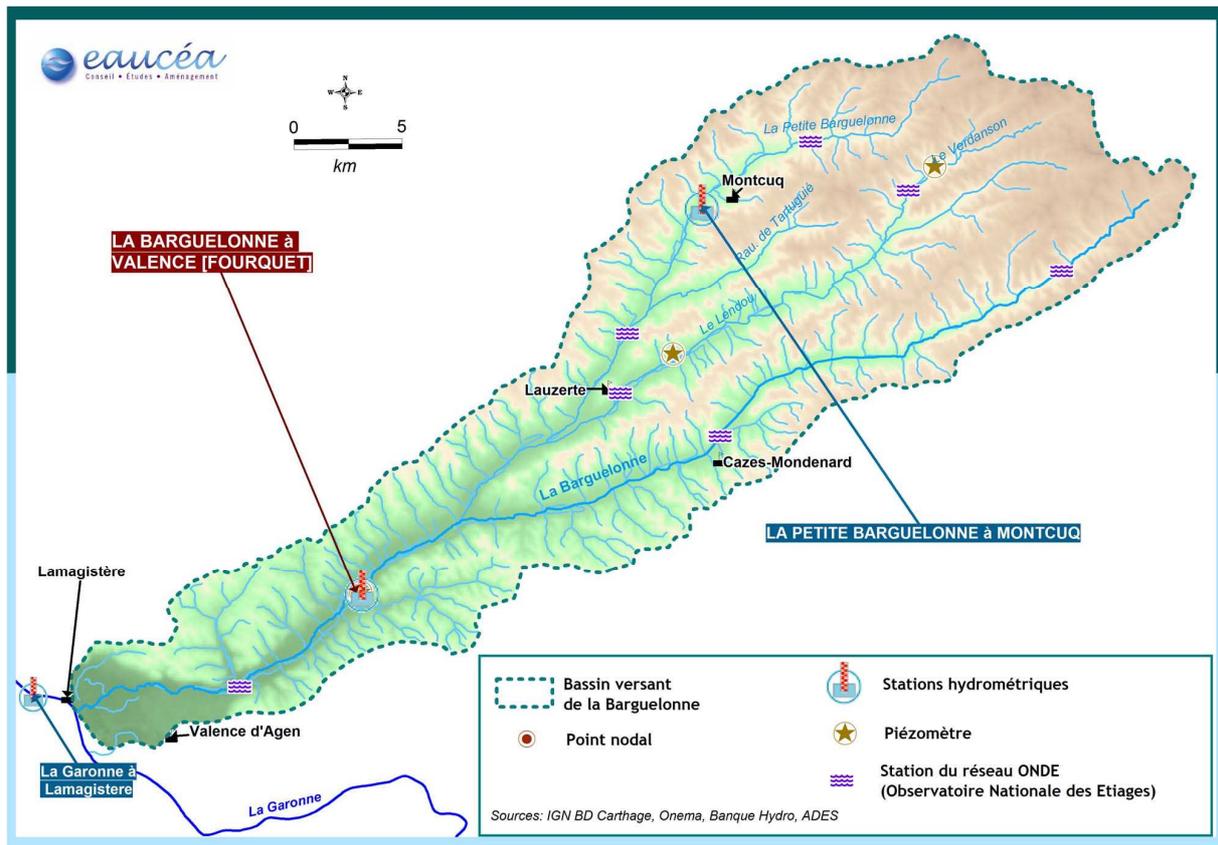


Figure 24 - Stations de mesures et sous bassins versants

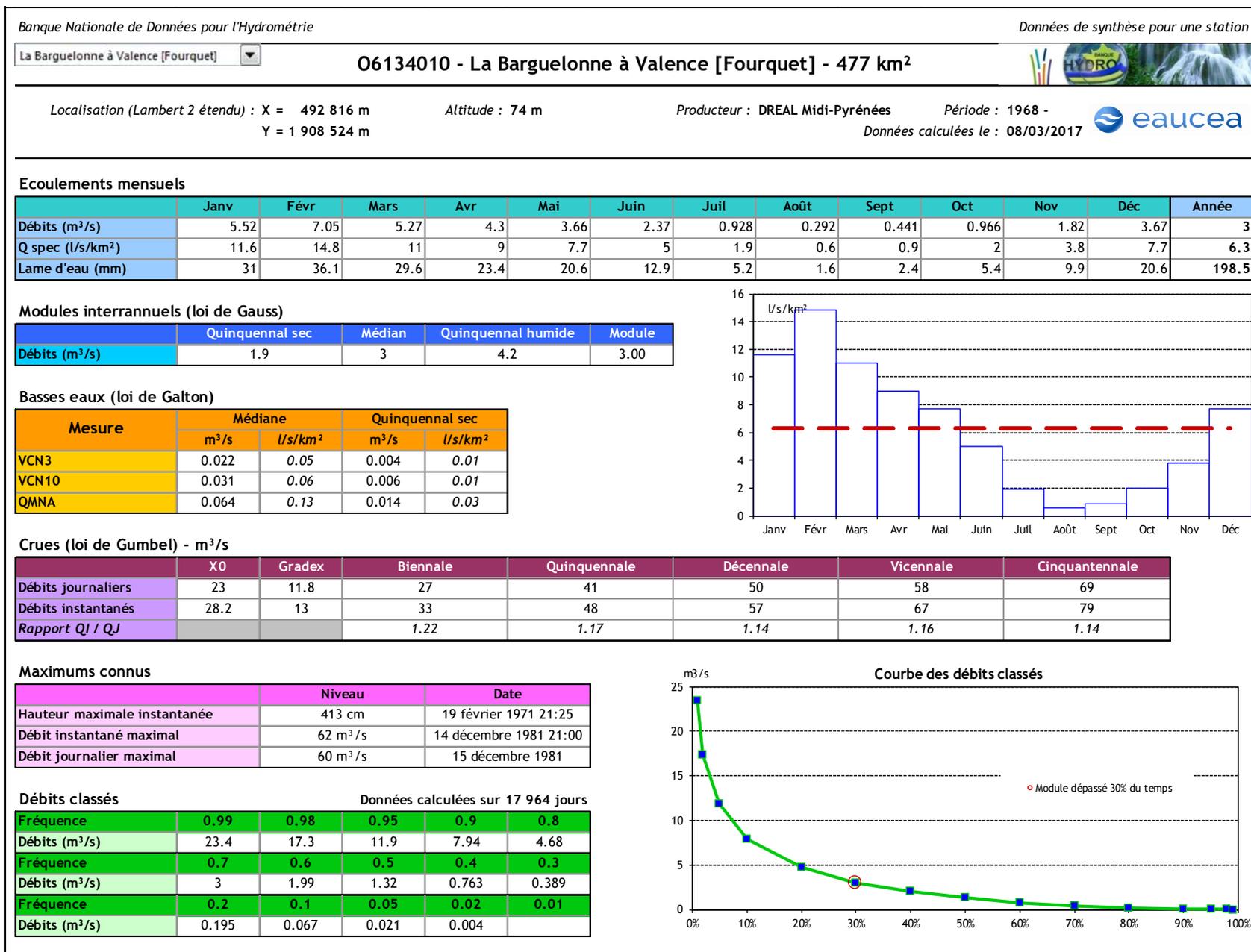
## 2.2 ANALYSE DES DONNEES HYDROLOGIQUES DE LA BARGUELONNE

### 2.2.1.1 Régime hydrologique

Les valeurs de référence publiées dans la Banque Hydro sont présentées dans la fiche suivante.

Le module de la Barguelonne est de  $2.99 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ceci correspond à une lame d'eau écoulee de  $6.3 \text{ l/s/km}^2$  soit un ruissellement de  $200 \text{ mm/an}$  (environ 25 % de la pluie qui tombe). Pour la Petite Barguelonne en amont le module spécifique est de  $8,6 \text{ l/s/km}^2$  soit une lame d'eau de  $272 \text{ mm/an}$ . Le gradient hydrologique sera exploité pour le calage des débits de référence aux stations de débit biologique.

Les étiages sont centrés sur le mois de septembre et le QMNA5 mesuré et calculé par la banque nationale de données pour l'hydrométrie est de  $14 \text{ l/s}$  et le VCN30 1/5 de l'ordre de  $10 \text{ l/s}$ .



La Petite Barguelonne à Montcuq

**06125010 - La Petite Barguelonne à Montcuq - 62 km<sup>2</sup>**



Localisation (Lambert 2 étendu) : X = 508 528 m  
Y = 1 926 520 m

Altitude : 140 m

Producteur : DREAL Midi-Pyrénées

Période : 1971 -

Données calculées le : 08/11/2017



**Écoulements mensuels**

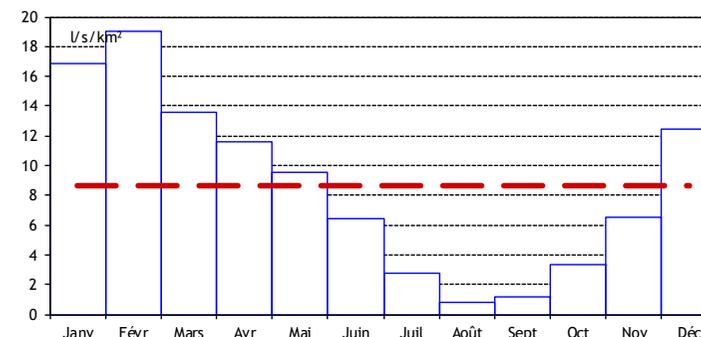
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Débites (m <sup>3</sup> /s)	1.05	1.18	0.845	0.719	0.591	0.394	0.172	0.051	0.073	0.205	0.404	0.771	0.534
Q spec (l/s/km <sup>2</sup> )	16.9	19	13.6	11.6	9.5	6.4	2.8	0.8	1.2	3.3	6.5	12.4	8.6
Lame d'eau (mm)	45.4	46.5	36.5	30.1	25.5	16.5	7.4	2.2	3.1	8.9	16.9	33.3	271.8

**Modules interrannuels (loi de Gauss)**

	Quinquennal sec	Médian	Quinquennal humide	Module
Débites (m <sup>3</sup> /s)	0.37	0.54	0.72	0.53

**Basses eaux (loi de Galton)**

Mesure	Médiane		Quinquennal sec	
	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s/km <sup>2</sup>
VCN3	0.002	0.03	0.001	0.02
VCN10	0.003	0.05	0.001	0.02
QMNA	0.004	0.06	0.001	0.02



**Crues (loi de Gumbel) - m<sup>3</sup>/s**

	X0	Gradex	Biennale	Quinquennale	Décennale	Vicennale	Cinquantennale
Débites journaliers	4.6	2.9	5.7	9	11	13	16
Débites instantanés	7.4	5	9.1	15	19	22	27
Rapport QI / QJ			1.60	1.67	1.73	1.69	1.69

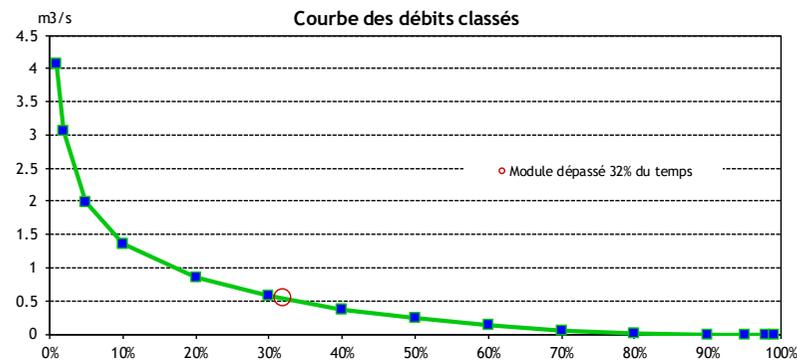
**Maximums connus**

	Niveau	Date
Hauteur maximale instantanée	360 cm	10 janvier 1996 04:56
Débit instantané maximal	40 m <sup>3</sup> /s	10 janvier 1996 04:56
Débit journalier maximal	29 m <sup>3</sup> /s	10 janvier 1996

**Débites classés**

Données calculées sur 17 090 jours

Fréquence	0.99	0.98	0.95	0.9	0.8
Débites (m <sup>3</sup> /s)	4.07	3.06	1.99	1.35	0.856
Fréquence	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
Débites (m <sup>3</sup> /s)	0.574	0.374	0.246	0.141	0.055
Fréquence	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Débites (m <sup>3</sup> /s)	0.013				



Sur la période 1968-2017 les indicateurs hydrologique à Valence calculé par la banque nationale de données pour l'hydrométrie sont les suivants :

1968-2017	Banque hydro		
m <sup>3</sup> /s	Médian	Quinquennal	Décennal
VCN10	0.031	0.006	0.003
VCN30	0.046	0.010	0.004
QMNA	0.063	0.014	0.006
MODULE	2.99		

L'examen des variations journalières de débits sur un cycle annuel montre une forte réactivité aux évènements pluvieux et une baisse rapide des débits qui sont très faibles pendant l'étiage voire nuls. Ce régime traduit la faiblesse des stocks d'eau régulateurs du sol et du sous-sol (roche globalement imperméable).

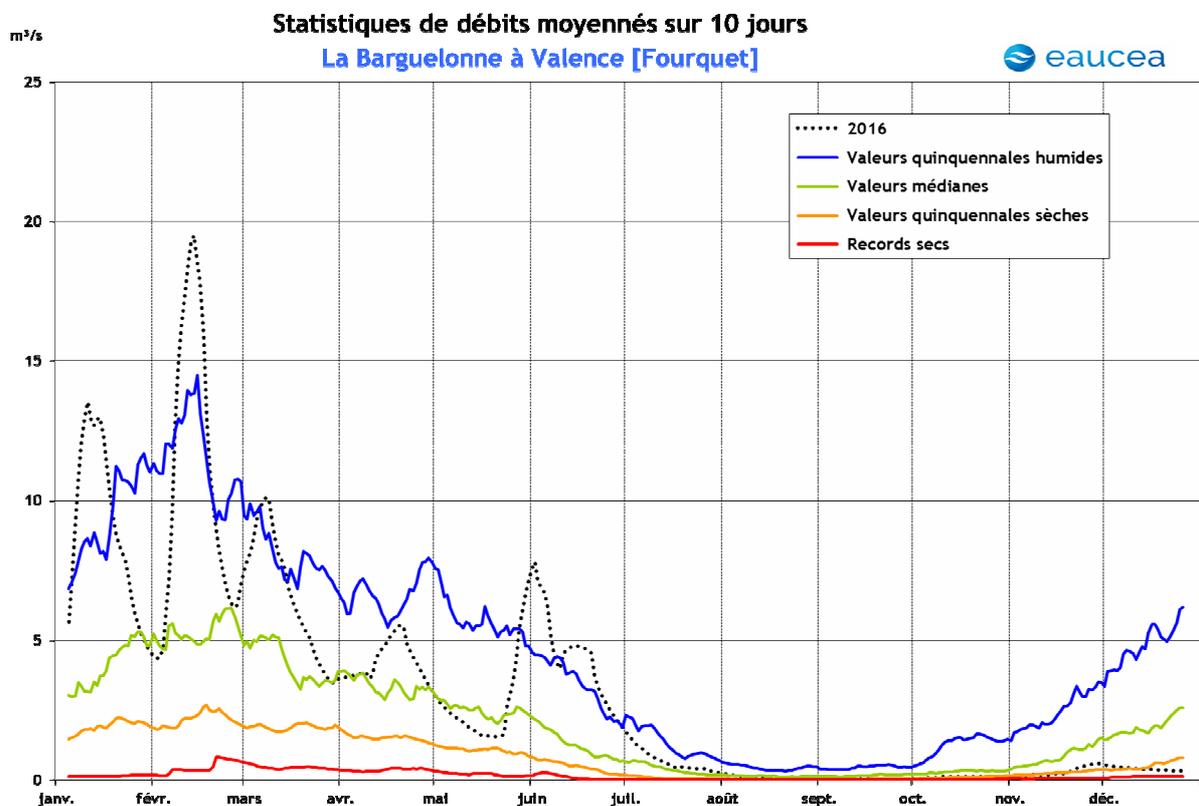


Figure 25 Statistique des débits

En amont, les nappes du bassin ne sont que très peu développées et réalimentent la rivière par déversement sur les coteaux mollassiques avec de faibles capacités volumiques.

Les réserves disséminées dans les passées détritiques de la molasse n'offrent que de médiocres possibilités : 1 à 10 m<sup>3</sup>/h. Des sources émergent à flanc de coteau parfois exploitées par captages.

Ces eaux sont généralement potables mais présentent un faciès calcique marqué. Ce type d'aquifère à impluvium faible et au transit court, peut être soumis à pollution, en particulier par les nitrates. Pour suppléer au relatif manque d'eau pour les cultures demandant arrosage, de nombreuses retenues ont été édifiées, certaines recevant par pompages des eaux prélevées sur les rivières.

Les niveaux calcaires lacustres miocènes du sommet des plateaux constituent par le développement de système karstique, un petit aquifère perché. Le système karstique contribue à l'apparition de sources en base des bancs calcaires sur la bordure du plateau.

Les réserves accumulées dans les dépôts alluvionnaires montrent des capacités différentes selon que l'on se place sur les vallées principales ou secondaires. Pour ce qui est de la nappe de la Barguelonne, elle ne délivre que des débits maximum de 30 m<sup>3</sup>/h (904-3X-0001). Sa grande vulnérabilité interdit généralement, des usages autres qu'industriels ou agricoles. Exception faite par le captage de la vallée de la Barguelonne (904-3X-0001) exploité en AEP et qui possède un périmètre de protection.

A l'aval, dans la partie alluviale, des échanges nappe alluviale-rivière peuvent se faire localement au bénéfice de la rivière. La nappe étant peu exploitée, les relations nappes rivières se font donc relativement naturellement sans impact fort des usages préleveurs, mais pourrait être influencées localement par l'aménagement des berges.

### 2.2.1.2 Régime instantané

Les débits instantanés des rivières sont parfois très « fluctuants » sans que cette variation ne ressorte clairement de l'analyse des moyennes journalières. Cette information est importante, car une variation de débit autour de la moyenne rend les milieux aquatiques plus vulnérables en période d'étiage.

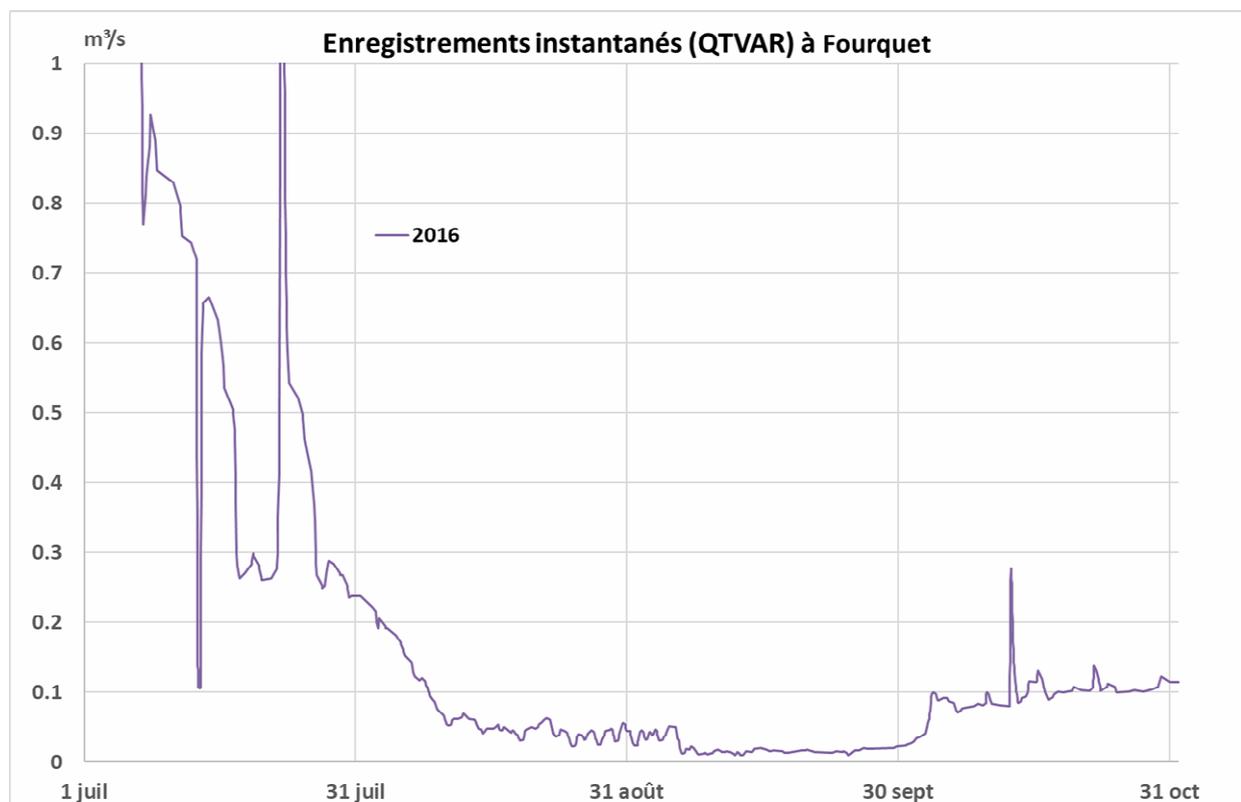


Figure 26 Hydrogramme instantané de la Barguelonne en 2016

### 2.2.1.3 Tendances longues périodes

Eu égard aux valeurs très faibles en étiage, seuls les volumes écoulés moyens annuels (modules), peuvent être comparés pour rechercher éventuellement une tendance longue période. Le principal constat issu du graphique ci-dessous est la très forte variabilité interannuelle et cela depuis l'origine des enregistrements. La moyenne très longue période du module est de  $2.980 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Cette irrégularité rend peu pertinente la recherche d'une tendance fiable.

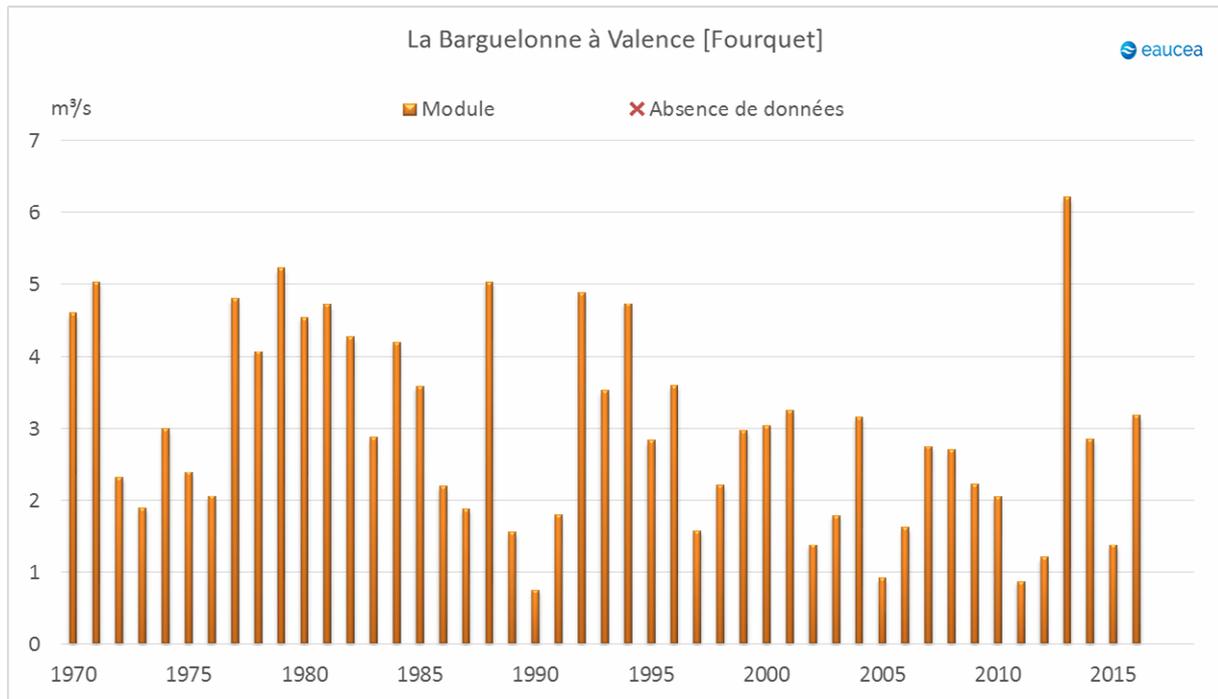
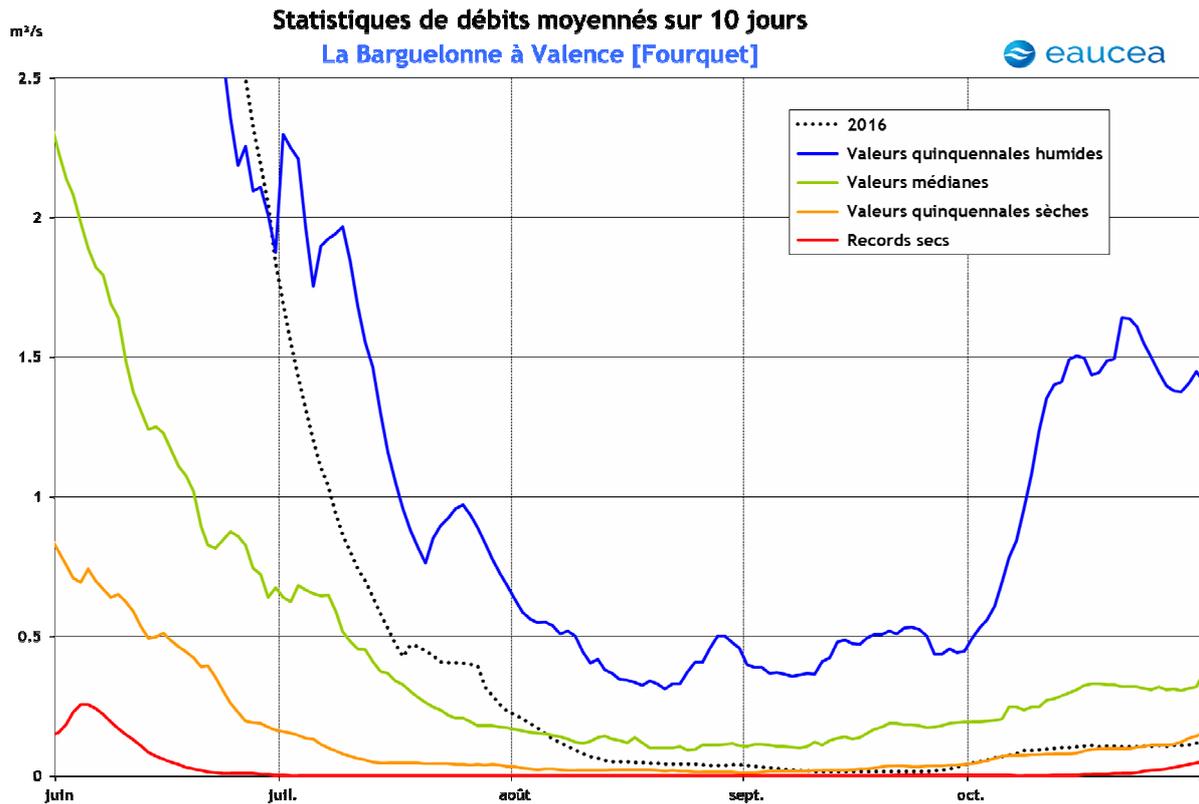


Figure 27 : évolution du module

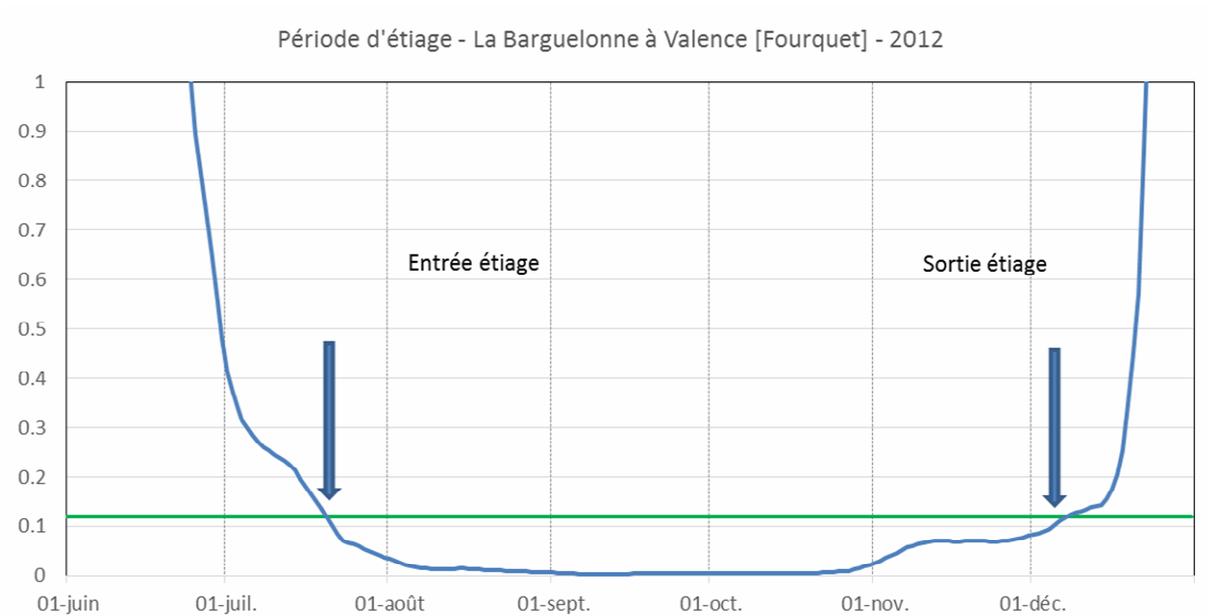
### 2.2.1.4 Les étiages mesurés

Sur la période 1975-2016, les valeurs statistiques d'étiage mesuré (VCN10 quinquennale & QMNA5) sont quasiment nulles en année quinquennale sèche avec des débits de l'ordre de quelques l/s seulement.



Le graphe présente la distribution statistique des débits observés pour chaque jour calendaire sur la période juin à octobre. Ce classement des débits observés montre que les assecs peuvent être observés du début du mois de juillet jusqu'à la mi-septembre. Les valeurs médianes observées depuis 42 ans sont de l'ordre de 100 l/s au mois d'août. Elles sont de l'ordre de quelques dizaines de litres par seconde en quinquennale.

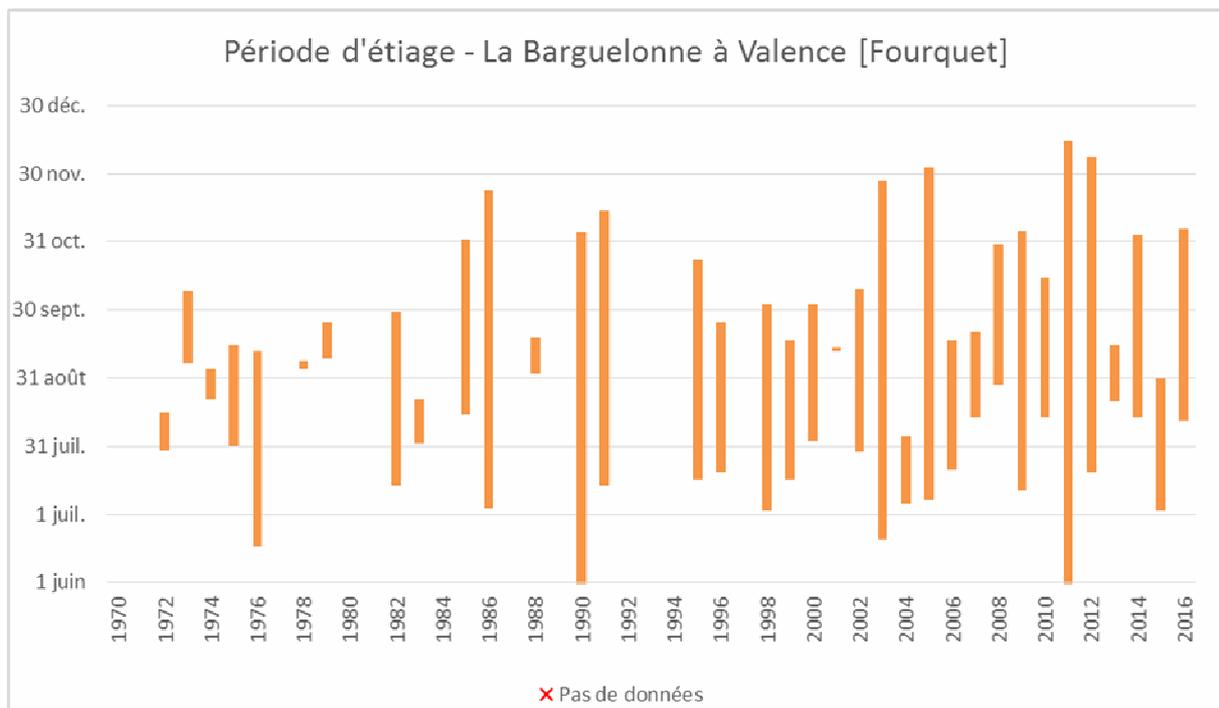
Cette faiblesse des débits est souvent durable et s'étend parfois sur de longues périodes consécutives. Pour caractériser ce phénomène, nous considérerons que la période d'étiage est la période entre le premier franchissement du DOE et la date de fin de franchissement comme dans l'exemple suivant :



Avec cette définition, nous constatons que les étiages peuvent s’installer durablement pendant 3 à 4 mois:

- 80 jours en moyenne ;
- 299 jours en 1990 !

Notons également que sur des années particulièrement sèches, comme 1990 et 2011, le DOE peut être franchi avant le 1<sup>er</sup> juin. Ces étiages peuvent également se prolonger jusqu’au mois de décembre comme en 2010 et en 2011.



Analyse de la vitesse de tarissement :

L'analyse des récessions peut être décomposée en deux phases, une première phase de décrue puis une phase de tarissement. L'estimation de la vitesse de tarissement a été réalisée avec la loi de Maillet qui considère que l'évolution du débit d'un cours d'eau en fonction du temps est proportionnelle à une loi exponentielle décroissante de paramètre alpha :

$$Q(t) = Q_0 \cdot \exp(-\alpha.t)$$

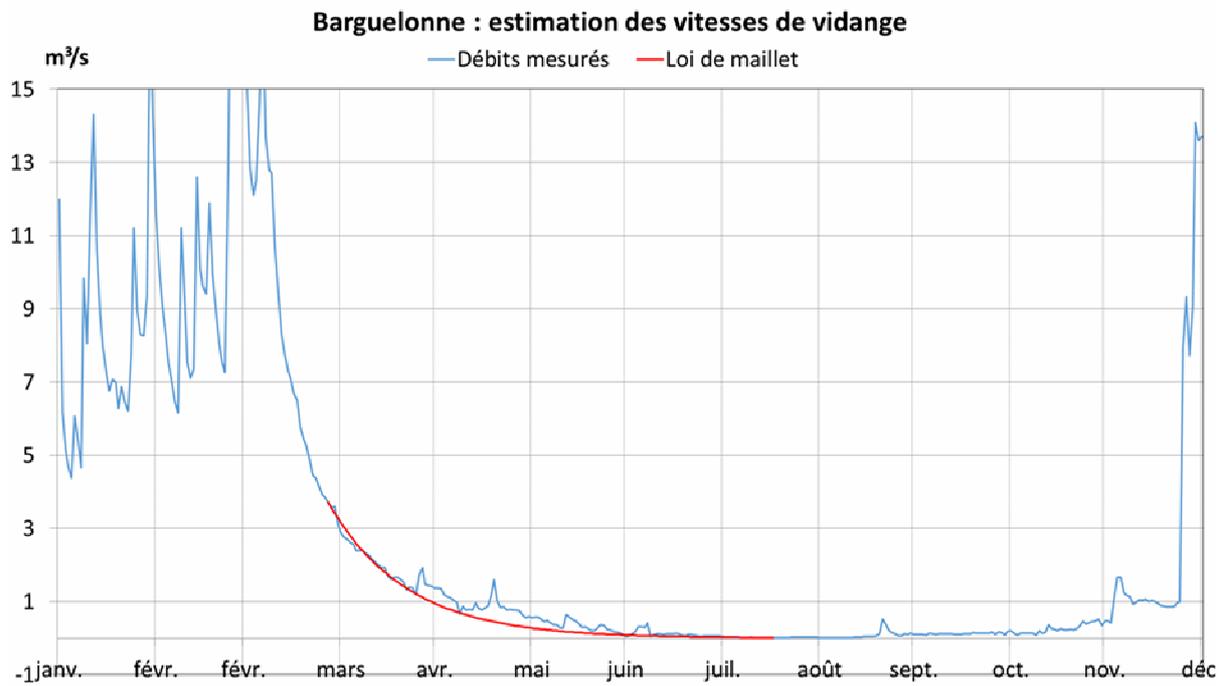


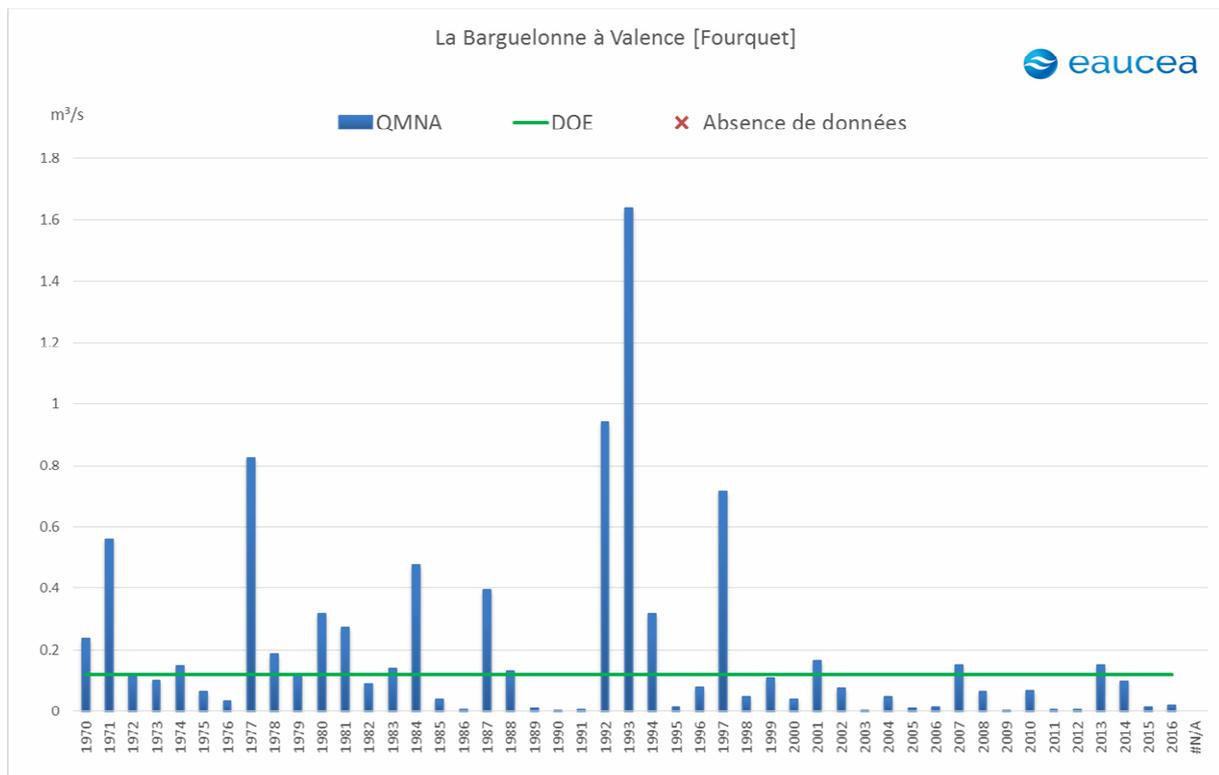
Figure 28: Vitesse de tarissement de la Barguelonne

Ainsi pour la Barguelonne la valeur du coefficient de tarissement est de  $0.04 \text{ j}^{-1}$ .

### 2.2.1.5 Les QMNA mesurés

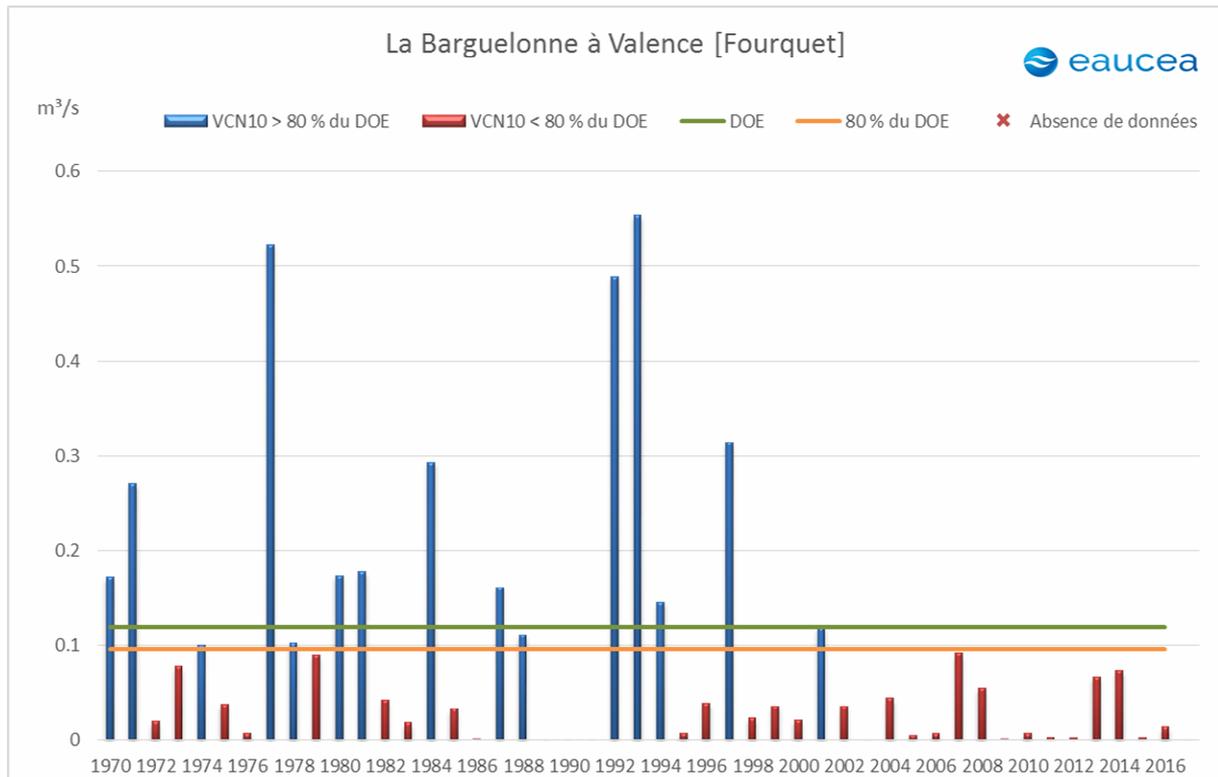
Sur la longue période nous retrouvons globalement les grands cycles secs ou humides. La valeur actuelle du DOE est de 120 l/s.

Le QMNA5 mesuré est estimé selon une loi de Galton à 14 l/s par la banque hydro.



### 2.2.1.6 Respect du DOE de 120 l/s

Au sens du Sdage, le DOE est considéré comme étant respecté quand 8 années sur 10 le VCN mesuré est supérieur à 80 % du DOE. Le graphique suivant présente la comparaison du VCN10 et des seuils objectifs depuis la création de la station à Valence.



Le taux de respect de cet objectif est de 3,5 années sur 10 depuis 1968, date du début des mesures, jusqu'à nos jours.

Il est seulement respecté deux fois sur les 20 dernières années 1996 à 2016.

## 2.3 PRELEVEMENTS

### 2.3.1 Les soutiens d'étiages

Il n'existe pas de soutien d'étiage important sur le bassin de la Barguelonne. Néanmoins, l'arrêté préfectoral de la retenue de Lascabanes, propriété de l'ASA du Lendou, prévoit un volume de 15 000 m<sup>3</sup> réservé à cet usage.

#### 4.1 – Débit réservé et volume garanti :

Le débit à maintenir en permanence dans le ruisseau de « Bâches » immédiatement en aval du plan d'eau (débit réservé) ne devra pas être inférieur à 3,5 l/s ou au débit naturel du ruisseau de « Murat » s'écoulant à l'amont de l'ouvrage lorsque celui-ci est inférieur à cette valeur.

Sans préjudice de l'application de ces dispositions, le permissionnaire est tenu de réserver un volume dit « garanti » de 15000 m<sup>3</sup> par an, destiné à soutenir l'étiage du ruisseau de « Bâches » avant sa confluence avec le Verdanson.

Ce débit garanti est mis en œuvre suivant le protocole de fonctionnement joint au dossier.

Un dispositif permettant la mesure du débit d'étiage du ruisseau de « Murat » sera implanté juste en amont du plan d'eau. Un compteur volumétrique sera installé sur la conduite de restitution du débit réservé.

### 2.3.2 Prélèvements d'irrigation

Les données concernant les prélèvements réalisés sont :

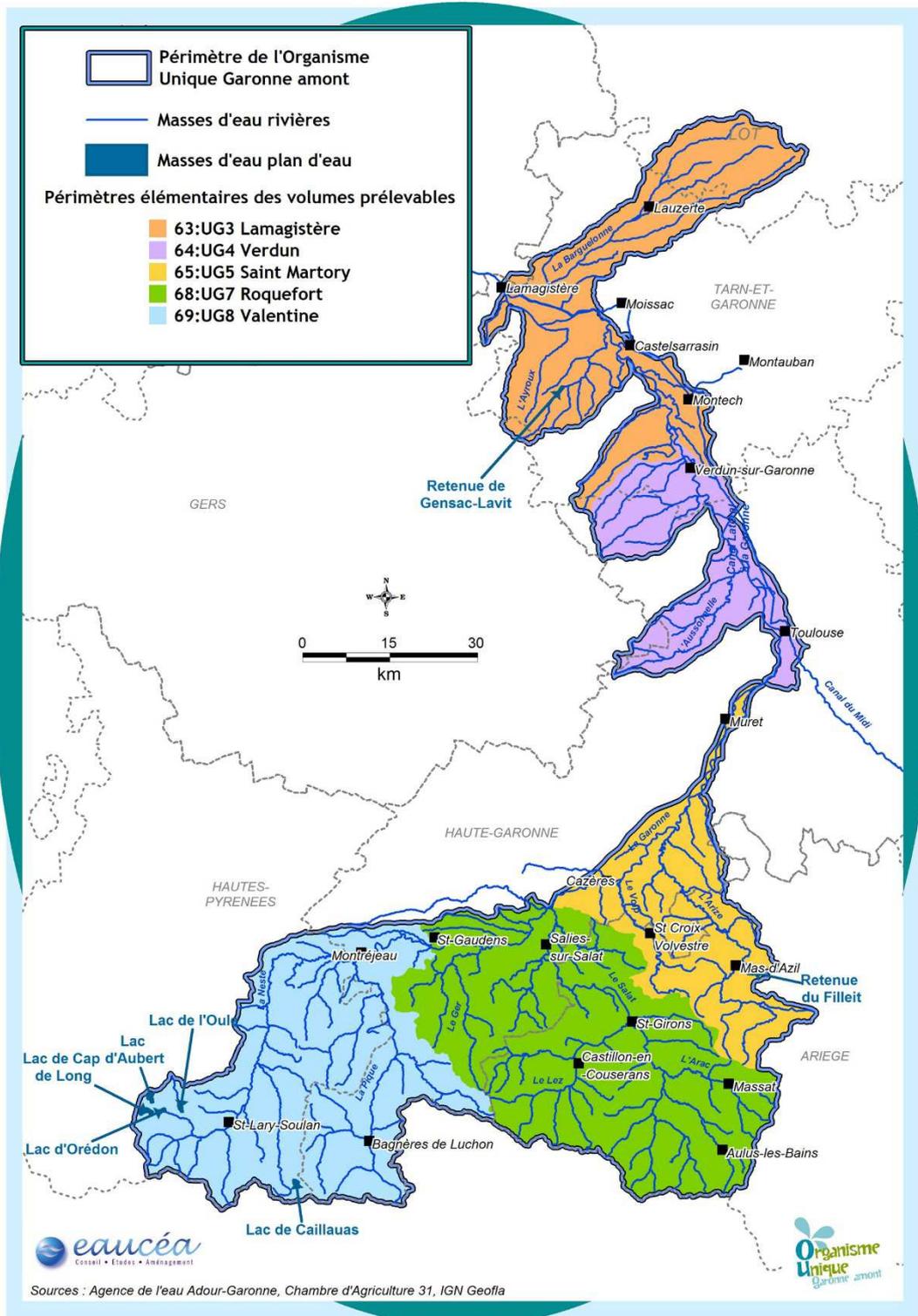
- Pour tous les préleveurs, des données déclaratives à l'agence de l'eau effective depuis longtemps et avec une fiabilité satisfaisante depuis le début des années 2000 ;
- et pour les irrigants des données déclaratives complémentaires vers les Organismes Uniques de Gestion Collective (OUGC) mais seulement depuis 2015.

Les données concernant les volumes et débits autorisés sont théoriquement attachées aux actes administratifs autorisant ces activités. Pour les irrigants, l'émergence des Autorisations Uniques de Prélèvement administré par les OUGC et l'Etat offre une donnée très précise et annualisée des demandes exprimées. Sur la Barguelonne, c'est l'OUGC Garonne Amont qui recueille ces demandes et les organise au travers du Plan Annuel de Répartition (PAR).

Ces données servent dans le cadre de la présente étude à expertiser le niveau de pression quantitative exercée sur la ressource dans les années récentes. Elle ne préjuge pas des besoins en eau du futur qui feront l'objet d'une autre analyse.

#### 2.3.2.1 Les volumes prélevables

La Barguelonne est compris dans l'un des périmètres élémentaires gérés par l'Organisme unique Garonne amont.



## 2.3.2.2 L'AUP et le PAR 2016

Les volumes autorisés depuis les rivières dans le cadre de l'AUP sont légèrement inférieurs aux VP notifiés.

<b>Volume autorisé PAR 2016 en m<sup>3</sup> - été</b>		
<b>amont Fourquet</b>		
<b>NAPPE CONNECTEE</b>		
	La Barguelonne de sa source au confluent de la petite	
O611	Barguelonne	213 588
O612	La petite Barguelonne	352 045
	La Barguelonne du confluent de la petite Barguelonne au	
O613	confluent de la Garonne	19 454
<b>RIVIERE</b>		
	La Barguelonne de sa source au confluent de la petite	
O611	Barguelonne	204 562
O612	La petite Barguelonne	1 071 073
	La Barguelonne du confluent de la petite Barguelonne via le canal de Golfech au confluent de	
O613	la Garonne	186 388
<b>aval Fourquet</b>		
<b>Canal</b>		
	La Barguelonne du confluent de la petite Barguelonne au	
O613	confluent de la Garonne	32 000
<b>NAPPE CONNECTEE</b>		
	La Barguelonne du confluent de la petite Barguelonne au	
O613	confluent de la Garonne	164 285
<b>RIVIERE</b>		
	La Barguelonne du confluent de la petite Barguelonne au	
O613	confluent de la Garonne	343 879

Les données mobilisées pour estimer la pression d'irrigation sont celles du PAR 2016, qui constitue la base la plus fiable quant à la demande exprimée sur le territoire pour le niveau de ressource existant. Ce recensement correspond au niveau d'usage actuel et ne préjuge pas des demandes futures.

Le tableau suivant présente l'ensemble des prélèvements recensés dans l'AUP en fonction des ressources sollicitées et des périodes de demande.

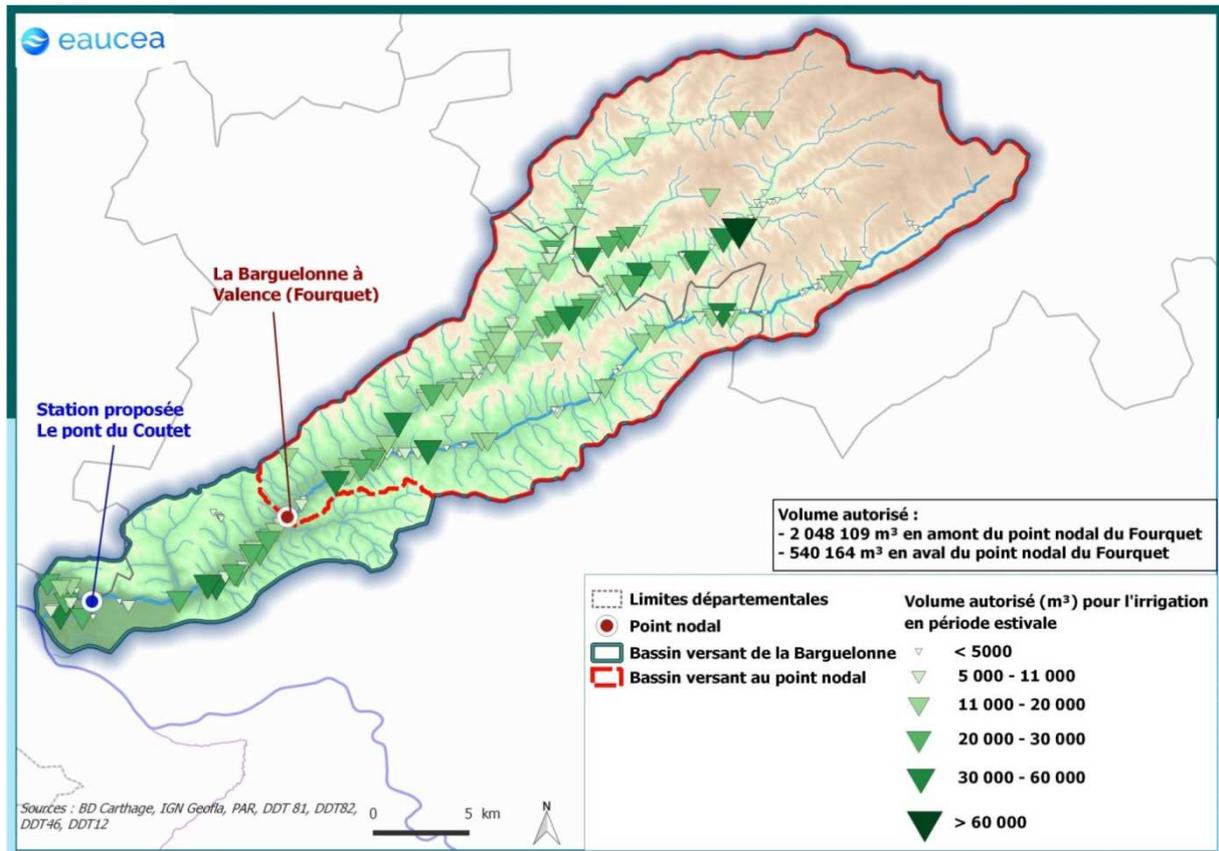
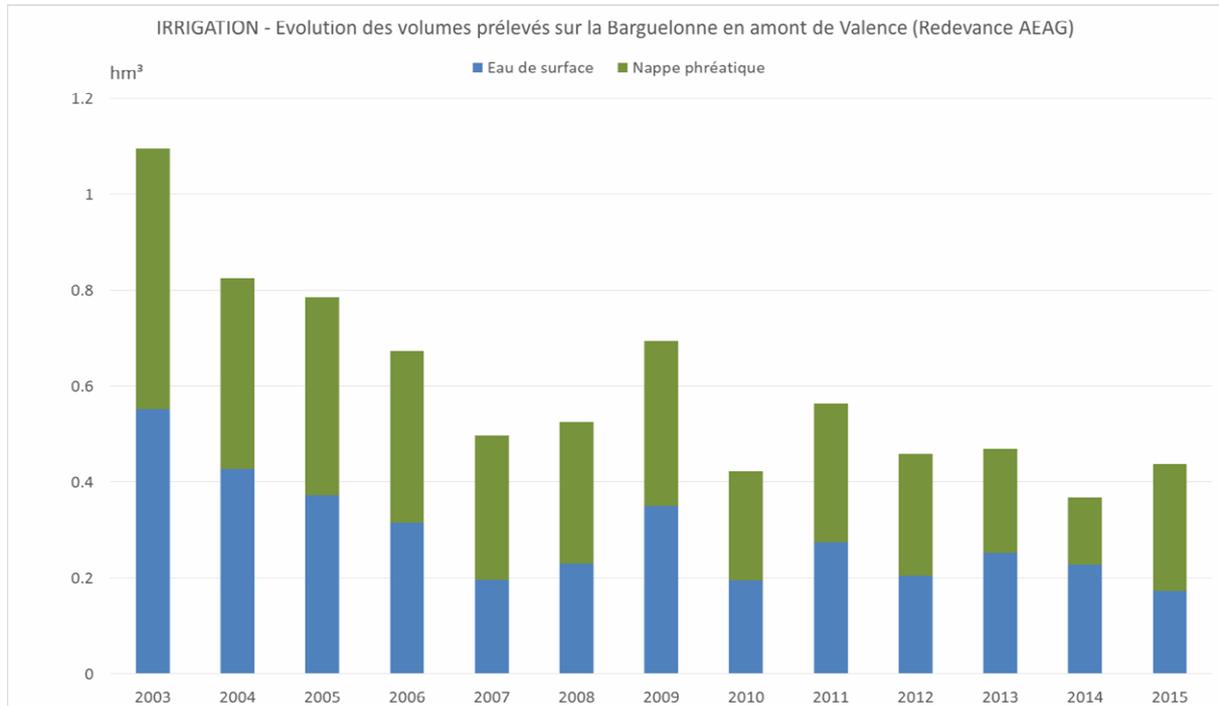


Figure 29 - Volumes autorisés pour l'irrigation en période estivale (PAR)

Un coefficient d'impact sera donc fixé pour prendre en compte l'effet d'amortissement induit par l'inertie de la nappe. La valeur de 60% a été retenue par analogie avec des études comparables.

### 2.3.2.3 Données de redevance agence de l'eau

Les volumes **déclarés annuels** décroissent sur la période avec des fluctuations interannuelles s'expliquant en partie par de nouvelles modalités de déclaration (forfait, réel, etc..) et par les contextes météorologiques. Depuis 2003, les volumes prélevés ont été divisé par 2.



L'historique des consommations montre que les volumes prélevables n'ont jamais été atteints et que depuis 2003 les consommations sont largement à la baisse.

### 2.3.3 Analyses des prélèvements domestiques et industriels

#### 2.3.3.1 Prélèvements AEP

Trois captages pour l'eau potable sont réalisés en nappe phréatique, tous en amont du point nodal actuel. Le débit de prélèvement correspondant reste relativement faible, 6 l/s :

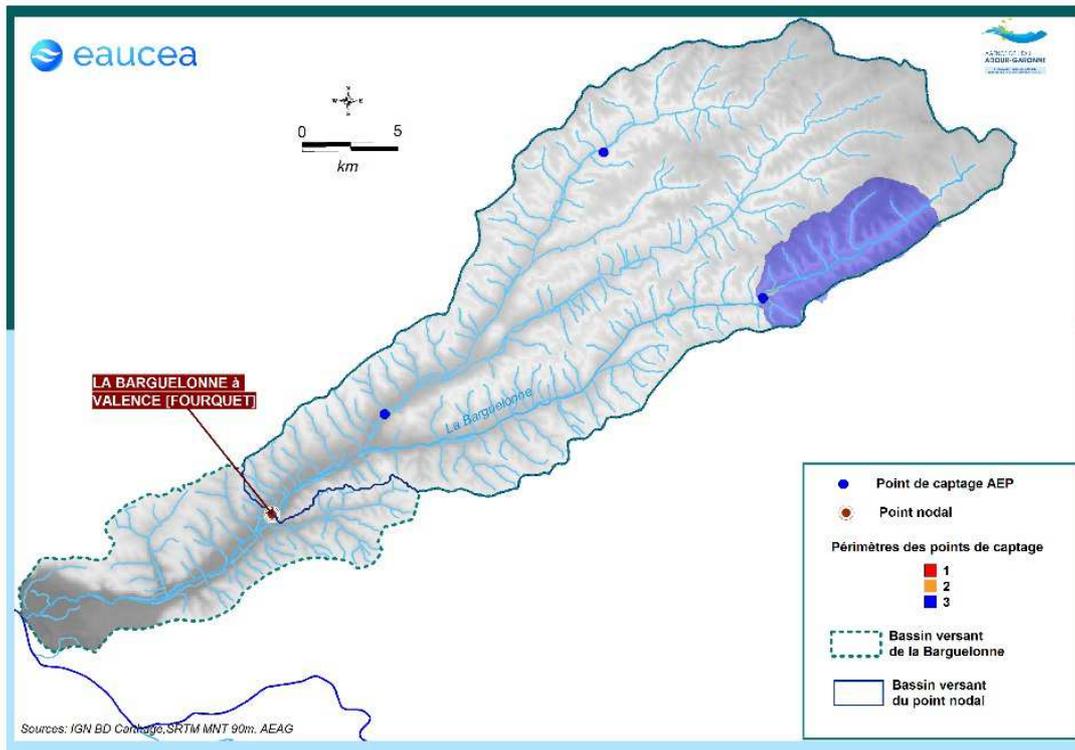
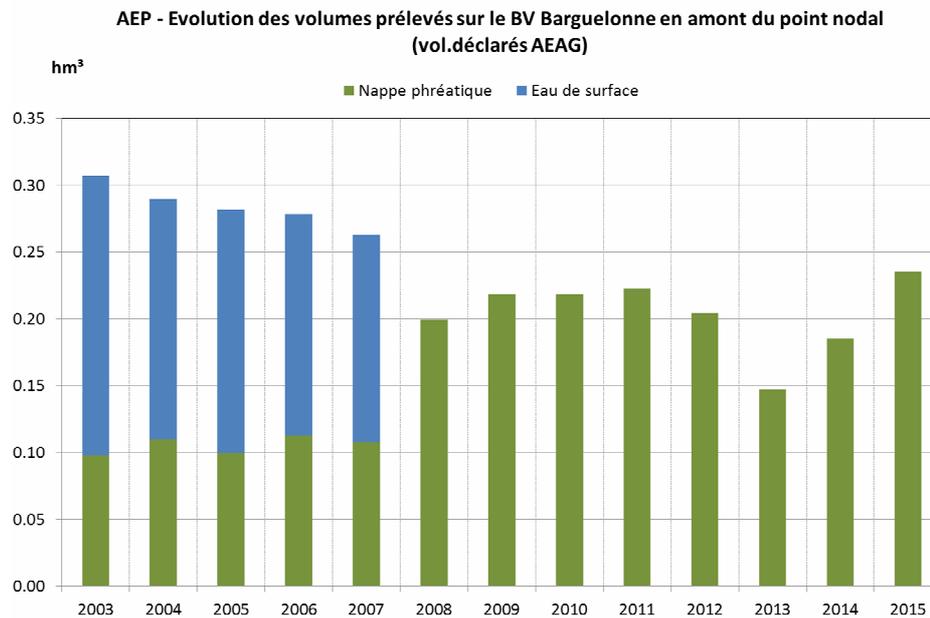


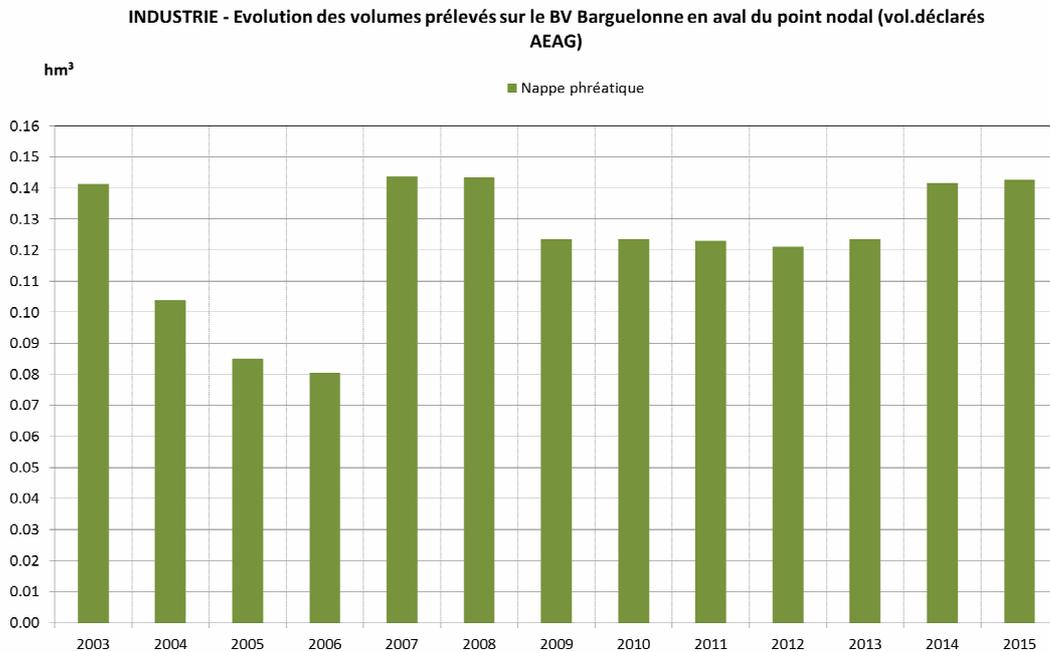
Figure 30 Carte des captages AEP et périmètre de protection (source ARS)



Les volumes prélevés déclarés à l'agence de l'eau sont de l'ordre de 200 000 m<sup>3</sup>/an. La traduction en débit est un prélèvement moyen de 6 l/s.

### 2.3.3.2 Prélèvements industriels

Un prélèvement industriel est recensé par l'Agence de l'eau sur la Barguelonne dans la commune de Valence, en aval du point nodal actuel, de l'ordre de 130 000 m<sup>3</sup>/an en moyenne sur les 5 dernières années, soit environ 4 l/s.



Volumes prélevés déclarés AEAG (hm<sup>3</sup>)

Usage	Ressource	Volume annuel moyen sur 2011-2015	Débit équivalent (l/s)
INDUSTRIE	eau de surface	0.0	0
	nappe phréatique	0.13	4

### 2.3.3.3 Rejets des step

Le bassin versant compte 14 stations d'épuration domestiques en service et avec rejet en cours d'eau, traitent 4 435 EH :

dep.	Numero_step	Nom step	Capacité nominale en EH	Volume de rejet journalier 2015 en m <sup>3</sup> /j *	Conversion en débit de rejet en l/s **
46	46201V001	MONTCUQ	1500	126	1.5
82	82094V003	LAUZERTE (COMMUNALE)	860	80	0.9
82	82032V002	CASTELSAGRAT	500	25	0.3
82	82042V001	CAZES MONDENARD	300	<i>pas de donnée</i>	0.4
82	82073V001	GOUDOURVILLE (COMMUNALE)	250	<i>pas de donnée</i>	0.3
82	82170V001	ST-PAUL D'ESPIS	190	14	0.2
82	82051V001	DURFORT LACAPELETTE (ORPHELINAT D AUTEUIL)	150	<i>pas de donnée</i>	0.2
82	82089V003	LAMAGISTERE (HAMEAU ROUDHES)	150	<i>pas de donnée</i>	0.2
46	46158V001	LASCABANES	150	11	0.1
82	82111V001	MIRAMONT DE QUERCY (COMMUNALE)	115	9	0.1
82	82051V002	DURFORT LACAPELETTE (COMMUNALE)	100	8	0.1
82	82127V002	MONTESQUIEU (COMMUNALE)	100	8	0.1
82	82160V001	SAINT-CLAIR	50	4	0.04
82	82127V001	MONTESQUIEU	20	<i>pas de donnée</i>	0.0
				<b>TOTAL</b>	<b>4 l/s</b>

\* source : AEAG décembre 2017

\*\* Hypothèse en l'absence de données AEAG : débit de rejet = 80% de la capacité nominale x 150 l/jour/EH

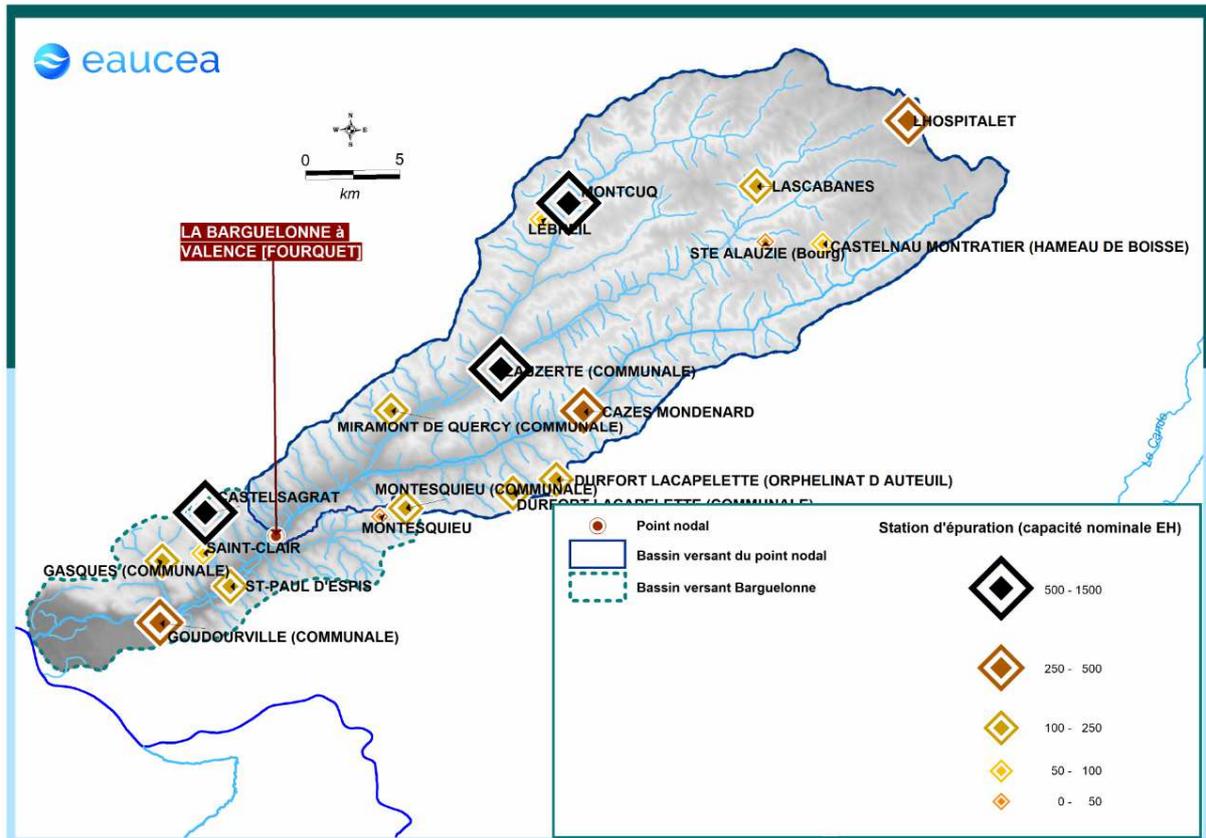


Figure 31 - Stations d'épuration sur le bassin versant



Un rejet industriel est aussi recensé, en aval du point nodal et sans indication de débit de rejet.

**L'apport cumulé des stations d'épuration est de 4 l/s, dont 3 l/s en amont du point nodal et 1 l/s en aval.**

#### 2.3.3.4 Bilan net des prélèvements d'eau potable en tenant compte des restitutions des STEP

L'impact quantitatif des prélèvements de l'eau potable et de l'industrie est à nuancer par les débits restitués aux cours d'eau par les stations d'épuration. Pour poser ce bilan, un pré-traitement des données step domestiques de l'AEAG a été fait pour préciser les conditions de rejet des step (rejet effectif en cours d'eau, infiltration, ...) en recoupant avec les informations DDT et avec le Portail National de l'Assainissement Collectif. Seuls les rejets effectifs de step ont été pris en compte dans le bilan. Pour l'industrie, il n'y a pas de données sur les volumes rejetés, sur les établissements concernés.

Le tableau ci-dessous dresse ce bilan hydraulique de l'AEP et de l'industrie en débits cumulés pour le BV Barguelonne. Il distingue BV amont / BV aval du point nodal :

## BILAN des prélèvements nets

(valeur négative = apport net, lié aux restitutions des step)

BARGUELONNE	Prelvt AEP	Bilan net AEP	Prelvt INDUSTRIE	Bilan net INDUSTRIE ?
	l/s	l/s	l/s	l/s
AMONT point nodal	6	3	0	0
AVAL point nodal	0	-1	4	< 4
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>&lt; 4</b>
Source	AEAG base volume	AEAG base volume	AEAG Base volume	AEAG Base volume

La pression de prélèvement nette peut être évaluée à 6 l/s au maximum.

### 2.3.4 Analyse des usages spécifiques

Aucun usage spécifique hormis la pêche n'est pratiqué sur la Barguelonne.

### 2.3.5 Synthèse des enjeux

Les principaux enjeux sont des débits d'étiages très faibles, confrontés à une sollicitation agricole potentiellement importante sur le plan administratif. La demande d'irrigation reste forte sur ce bassin et s'appuie très majoritairement sur les retenues, mais aussi sur la partie aval du bassin depuis la ressource Garonne. En conséquence, une ré-analyse des autorisations visant à plus de réalisme semble nécessaire. Cette analyse sera à rapprocher de la définition d'un nouveau périmètre élémentaire, indépendant de la Garonne.

## 2.4 HYDROLOGIE NATURELLE RECONSTITUEE

### 2.4.1 Objectif

Il s'agit de reconstituer les débits naturels d'étiage sur le bassin versant au niveau du point nodal. Ce bassin versant est le siège des impacts des prélèvements d'irrigation et des compensations agricoles, des prélèvements AEP et du soutien d'étiage.

### 2.4.2 Méthodologie

La reconstitution des débits naturels s'est appuyée sur trois types de modélisation.

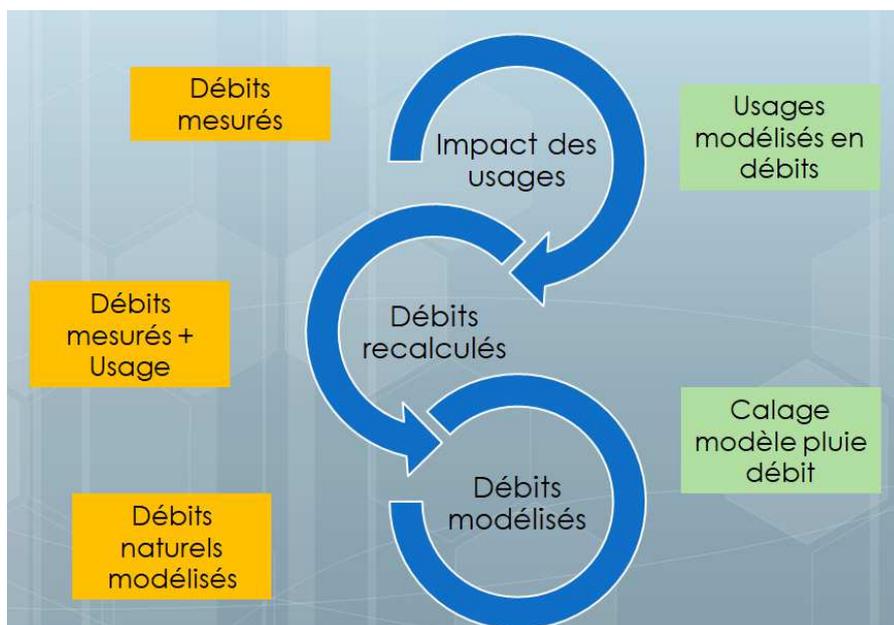
La première consiste à désinfluer les débits mesurés de l'ensemble des impacts quantitatifs identifiés s'exerçant sur le système (prélèvements, dérivations, restitutions, lâchers de compensation

ou de soutien d'étiage, etc.) : c'est le modèle d'impact hydrologique. Il nécessite une bonne connaissance des influences anthropiques à la fois spatiale (localisation des prélèvements) et temporelle (répartition au cours de la campagne et évolution historique sur l'ensemble de la période). Il est dépendant de la fiabilité des mesures. Les hypothèses prises en compte quant aux influences peuvent induire des écarts sensibles dans la naturalisation des débits. C'est pourquoi ce modèle n'est appliqué qu'aux années récentes ou l'information apparaît la plus fiable.

La deuxième modélisation a pour objectif d'évaluer l'impact des retenues sur les écoulements. La modélisation permet d'évaluer les écoulements entrants dans la retenue, intègre l'évaporation du plan d'eau et les consommations agricoles et calcule les bilans des débits restitués et interceptés. Les débits entrants sont ceux du modèle d'impact précédent. Le calcul est aussi effectué sur le moyen terme. Ces impacts sont à nouveau appliqués au modèle d'impact qui produit alors une chronique de débit pseudo naturel à partir des débits mesurés.

La troisième modélisation s'affranchit de la connaissance des influences sur le long termes, puisqu'elle reconstitue les débits naturels directement à partir des données météorologiques de pluie et d'évapotranspiration (modèle pluie – débit). Le modèle hydrologique utilisé est le modèle pluie débit GR4J développé par IRSTEA. Il n'est pas sujet aux incertitudes des influences humaines sur les cours d'eau mais nécessite un calage de ses paramètres de fonctionnement, indispensable à la bonne modélisation des débits naturels. Il sera donc calé sur les débits pseudo naturels évalués à l'étape précédente par le modèle d'impact hydrologique.

Le schéma suivant, présente l'articulation complète de la procédure d'utilisation de ces outils.



L'utilisation conjointe de ces outils a ainsi permis, par des itérations successives, d'optimiser la modélisation et d'affiner les résultats.

Les principales étapes peuvent faire l'objet de scénario utile à l'analyse de la sensibilité du modèle aux hypothèses.

### 2.4.3 Modèle d'impact hydrologique principes

Le modèle d'impact hydrologique, présenté ci-dessus, a été construit et utilisé pour la mise en place de Plan de Gestion d'Étiage. Le modèle s'applique à l'échelle d'un bassin versant pour la description de l'hydrologie naturelle et la simulation de scénarios de gestion de la ressource et des scénarios climatiques.

Les calculs sont effectués au pas de temps journalier sur toute la période 2010/2016. Les données de base sont :

- les débits journaliers mesurés à FOURQUET ;
- l'inventaire des usages consommateurs d'eau ; Les influences historiques prises en compte sont considérées comme constantes pour l'industrie, l'AEP et les rejets de STEP. Les influences historiques de l'usage agricole sont recalculées par une modélisation agro-climatique.
- Les déstockages par les réservoirs.

Le modèle reconstitue les chroniques de débits naturels en désinfluençant les débits mesurés des prélèvements des différents usagers (AEP, agriculture, interception des retenues) et des apports par lâchers de compensation ou de soutien d'étiage.

Débit mesuré + influence historique = Débit naturel
---

Les influences historiques sont comptées positives lorsqu'elles correspondent à une consommation et négatives lorsqu'elles correspondent à des apports d'eau.

Débit mesuré + consommations - apports = Débit naturel
--

### 2.4.4 Modélisation agro-climatique

#### 2.4.4.1 Principes

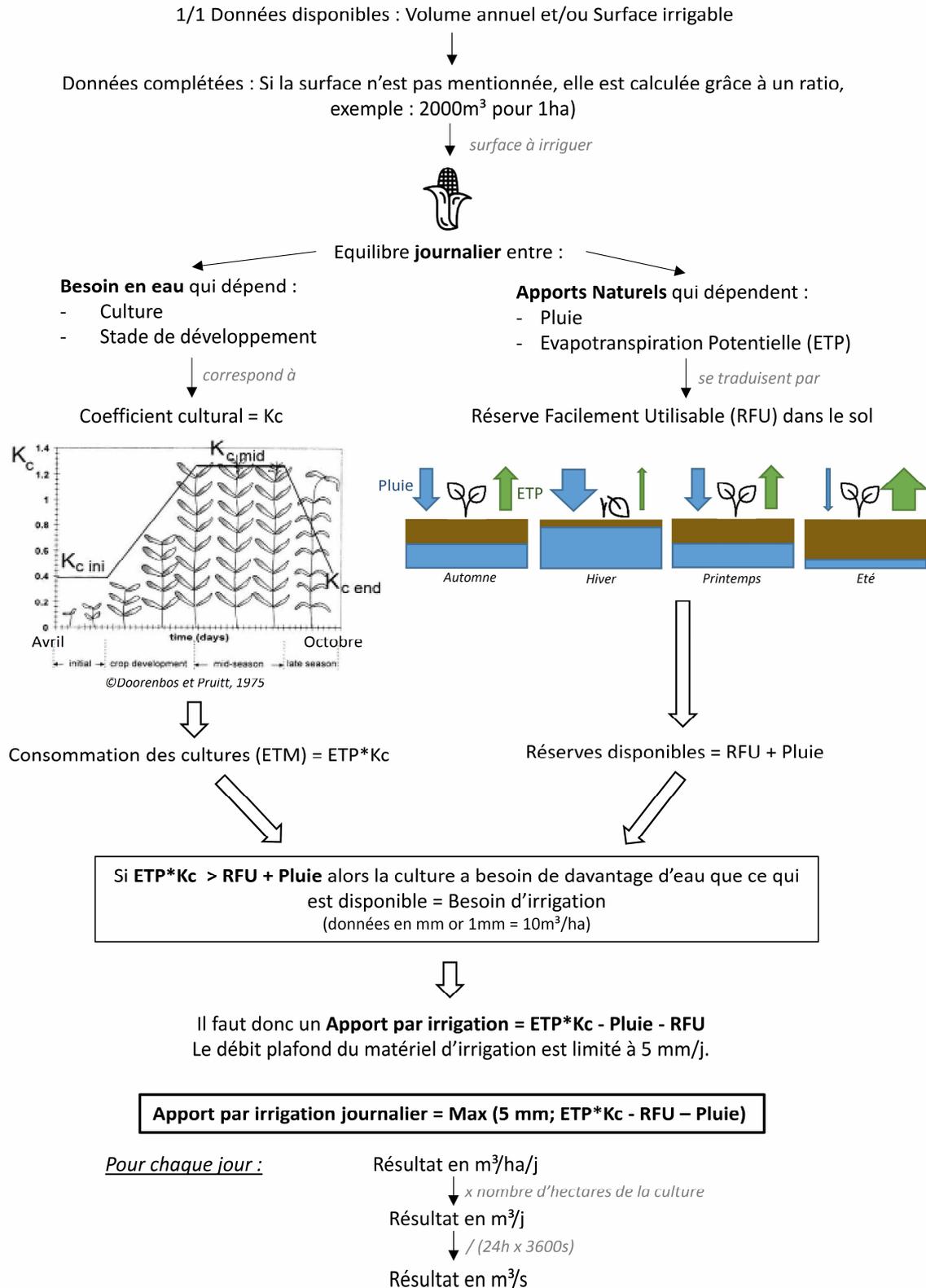
**Les volumes prélevés déclarés sont distincts des volumes autorisés, qui correspondent à un potentiel qui n'est jamais complètement exprimé.**

**Les débits historiques de consommation ne sont pas connus au pas de temps journalier.** L'objectif de ce chapitre est d'exposer la méthode retenue pour passer d'un volume plafond et/ou une surface irrigable à une estimation des débits prélevés pendant la saison d'irrigation. Pour cela on s'appuie sur les principes suivants :

- les règles de bonne gestion agronomique de l'irrigation répondent à des principes bien connus et qui servent notamment aux chambres d'agriculture pour le conseil aux irrigants, **ces règles permettent de caler le régime saisonnier des besoins en eau** en fonction de météorologie ;
- Les volumes annuels consommés sont connus via les déclarations à l'Agence de l'eau et aux DDT, ces volumes déclarés permettent le cas échéant de caler le besoin en eau global sur le territoire tous les ans. Ils sont répartis par famille de ressource. Les incertitudes sur la géolocalisation sont fortes sur la périphérie du bassin versant, mais sans influence pour le calage au sein du bassin.

La demande en eau journalière théorique de la culture est évaluée par zone agro-climatique par un bilan en eau dépendant de la nature du sol et de sa réserve en eau (RFU). Celle-ci fluctue tous les jours en raison de la pluviométrie et de l'évaporation par les plantes (ETP).

Méthode de reconstitution des débits de prélèvements agricoles sur la base des données AUP



En première approche, les hypothèses retenues visent à répartir les volumes autorisés en faisant varier les conditions climatiques d'une année à l'autre durant chaque campagne d'irrigation. Un modèle agronomique produit un régime de prélèvement théorique au pas de temps journalier. La culture retenue dans le modèle est celle d'un maïs grain semé fin avril. Le développement phénologique est piloté par la température.

Une expertise de l'assolement observé ces dernières années conduit à nuancer les simulations produites sachant que le mix cultural favorise un étalement des consommations dans le temps. Ces simulations ne préjugent pas des besoins en eau du futur qui peuvent évoluer en fonction de multiples critères.

En absence de recensement récent, les surfaces irriguées sont calculées à partir des volumes autorisés dans le PAR 2016 en considérant un ratio de 1900 m<sup>3</sup>/ha.

Les hypothèses pédologiques et de pratiques culturales sont les suivantes :

- RFU : 60 mm (hypothèse favorable à une bonne valorisation de la pluie)  
→ Cultures : Nous avons sélectionné un assolement simplifié de 100% de maïs ;
- Les coefficients culturaux (Kc) sont calculés chaque année à partir des degrés/jour ;
- Plafond de débit (5 mm/jour) ;
- Taux de réduction (foisonnement) 75% ou calage selon donnée agence de l'eau.

Les données météorologiques retenues dans la modélisation sont :

- ETP : Agen ;
- Pluies : Montcuq ;
- Température : Montauban.

Les résultats du modèle sont des chroniques de prélèvements estimés au pas de temps journalier. Nous vérifions que sur chaque sous bassin versant, le régime des prélèvements est :

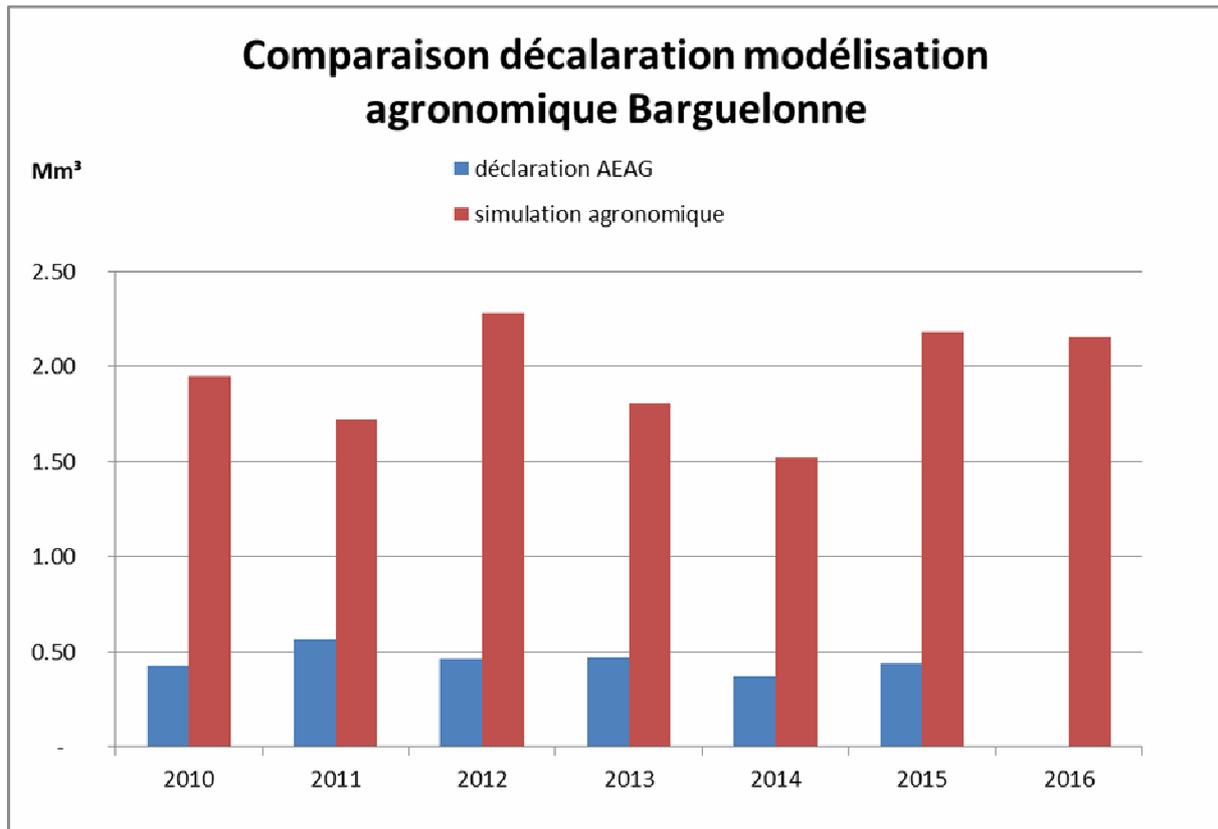
→ Très variable d'une année à l'autre

#### 2.4.4.2 Résultats et calage

Le graphique suivant présente les résultats des simulations comparés aux volumes déclarés à l'Agence l'eau. L'écart trop important entre le modèle et les déclarations s'explique par une insuffisance manifeste de la ressource en étiage.

Le système fonctionne en double ressource : Rivière puis plan d'eau.

La modélisation n'est donc pas pertinente pour le modèle d'impact.



#### 2.4.4.3 Conclusion

La modélisation des prélèvements d'irrigation en eau superficielle n'est donc pas pertinente pour le modèle d'impact. Les besoins en eau pour l'irrigation ne peuvent pas se faire depuis les cours d'eau quand les débits diminuent trop, ils peuvent se faire qu'en début de campagne en juin et juillet. Lorsque les débits sont à leur niveau le plus faible l'irrigation n'impacte plus l'hydrologie.

#### 2.4.5 Prise en compte des retenues et ouvrages de stockage

##### 2.4.5.1 Recensement et caractérisation

**Le recensement** des retenues et ouvrages de stockage s'est appuyé sur 2 bases de données :

- Les données de la DDT du département 46 ;
- Les données de la DDT du département 82 qui permettent un recensement de tous les plans d'eau présents sur leur territoire, y compris des plans d'eau de très petites tailles (mares);

Un recensement complémentaire a été réalisé par Eaucéa pour identifier les principaux ouvrages non recensés dans les bases de données mises à disposition. Ce travail s'est appuyé sur un repérage des plans d'eau sur les photos aériennes.

Les caractéristiques des ouvrages (surface, volume) pouvaient parfois être disponibles dans les bases de données parfois non. Or ces deux termes sont importants pour simuler les impacts de ces ouvrages sur le régime des eaux. En conséquence les bases de données ont été complétées en partant d'un ratio simplificateur reliant la surface au volume en considérant que la profondeur

moyenne est de 2,5 m. Certaines surfaces ont été vérifiées et recalculées par analyse sur photographie aérienne.

Le classement des ouvrages montre une grande hétérogénéité dans les volumes stockés avec de très nombreux plans d'eau petits à très petits.

Une première sélection nous conduit pour homogénéiser la précision des bases de données départementales, à ne retenir que les ouvrages de plus de 2 000 m<sup>3</sup>.

**Le classement par type d'usage** qui a été simplifié en deux catégories « irrigation » et « autre usage » en se fondant sur le PAR 2016 qui identifie les ouvrages sur lesquels une demande d'autorisation de prélèvement pour irrigation a été exprimée ;

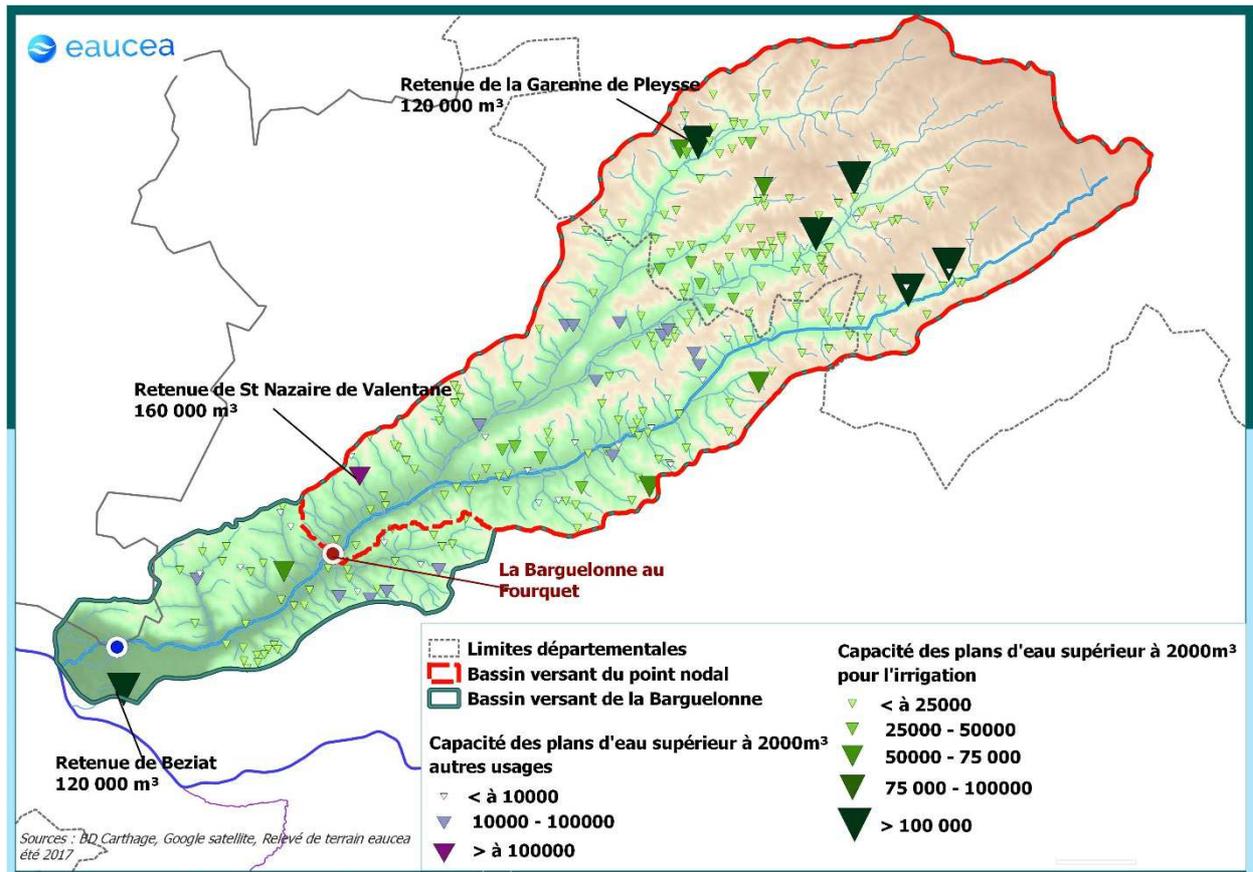
Ces bases ont été compilées et traitées pour fusionner les différentes informations disponibles. N'ont été conservés pour l'analyse que les ouvrages faisant plus de 2 000 m<sup>3</sup> de volume ou ceux identifiés dans le PAR 2016.

Cette sélection se traduit par les éléments suivants :

stat	Superficie m <sup>2</sup>	Volume m <sup>3</sup>
NB	285	285
max	20 984 375	166 759
min	-	2 028
moy	852 629	12 246
Somme	222 858 750	4 287 844

Le volume cumulé des 285 ouvrages recensés représente 4,3 Mm<sup>3</sup>

La carte ci-dessous positionne ces ouvrages en les distinguant par leur classe de volume et leur usage.

Figure 32 : Position des réservoirs supérieurs à 2000 m<sup>3</sup> ou inscrits dans le PAR

#### 2.4.5.2 Capacité d'interception des retenues

Une partie des retenues présentes sur le bassin est remplie en tout ou partie par ruissellement. La capacité d'interception de chaque ouvrage a été évaluée à partir du bassin versant drainé recalculé sur la base des données altimétriques de la BD Topo. Un traitement au cas par cas a conduit à ne pas retenir certaines petites retenues implantées en aval de grand bassin versant. L'objectif est d'estimer une capacité d'interception significative de chacun des ouvrages.

La carte suivante présente le résultat du calcul.

Le cumul des surfaces interceptées ainsi calculées a été évalué. Parfois certains ouvrages se succèdent sur un même bassin versant. Dans ce cas, la fusion des bassins versants captés aboutit à une surface réellement interceptée de l'ordre de 109 km<sup>2</sup> pour 550 km<sup>2</sup> de BV total et 477 km<sup>2</sup> à Fourquet.

Le BV significativement intercepté est estimé à 109 km<sup>2</sup> soit 20% des 550 km<sup>2</sup> du BV total.

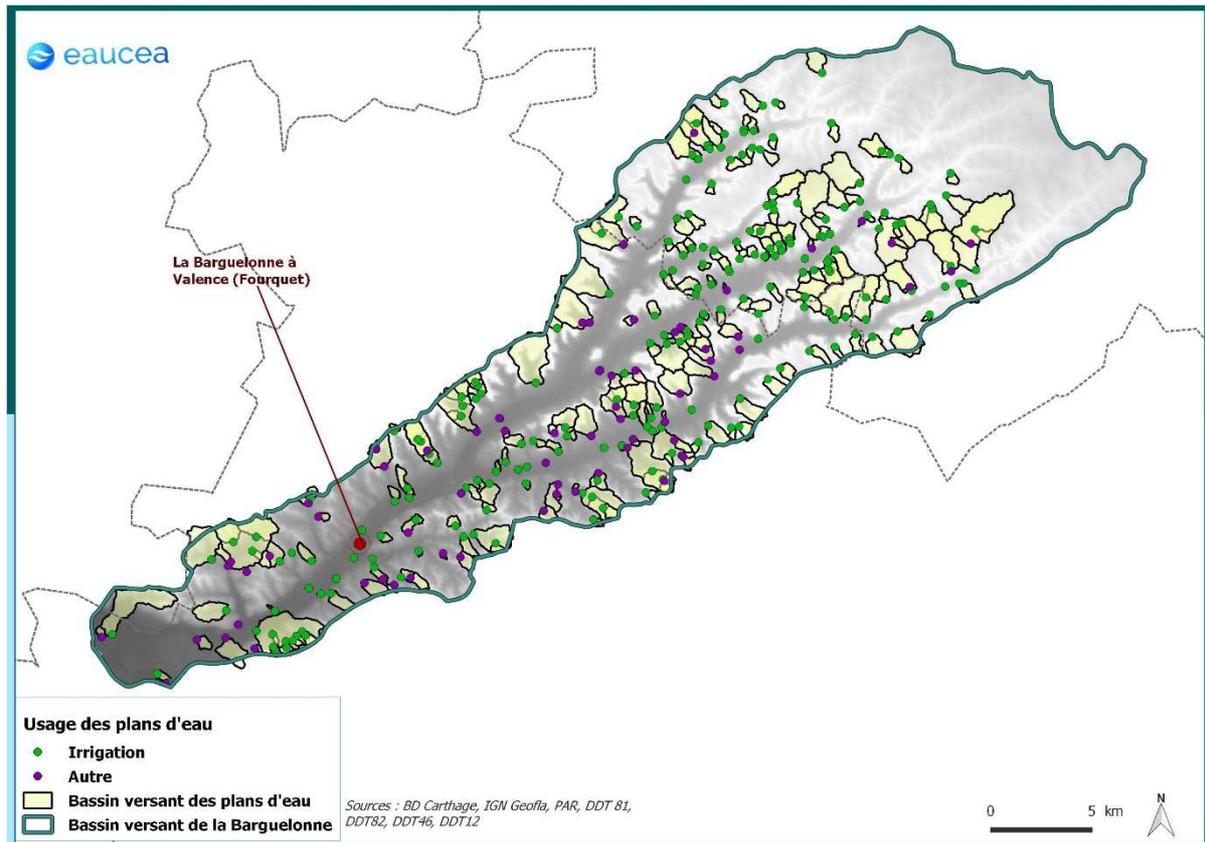


Figure 33 – Usages des plans d'eau et leur bassin versant

Pour chaque retenue identifiée, il est important d'établir un bilan entre les entrants (hydrologie du bassin versant) et les sortants (évaporations et irrigations). L'hydrologie peut être reconstituée au pas de temps journalier avec :

$Q_{entrant} = \text{Superficie du bassin versant} \times \text{débit pseudo naturel journalier spécifique en l/s/km}^2$ .

Le calcul du débit pris en compte est présenté au chapitre « hydrologie naturelle reconstituée » par le modèle d'impact.

Il s'agit au travers d'une démarche itérative de confronter les données de gestion aux conditions de ressource en eau. Il s'agit donc de confronter deux cycles :

#### Le cycle hydrologique

- Alimenté par les pluies et le ruissellement (débit naturel à reconstituer) ;
- Impacté par le cycle des retenues (débit observable).

#### Le cycle des retenues

- La vidange sous l'effet de l'évaporation, du débit réservé et de l'irrigation. L'irrigation est limitée par la disponibilité de la ressource en eau dans l'ouvrage. Si le remplissage est insuffisant, alors l'irrigation ne pourra pas pleinement s'exprimer ;
- Le remplissage limité par la disponibilité de la ressource entrant (naturelle ou impactée par les usages amont) et par le volume de la retenue ;
- Le déversement quand la retenue est pleine.

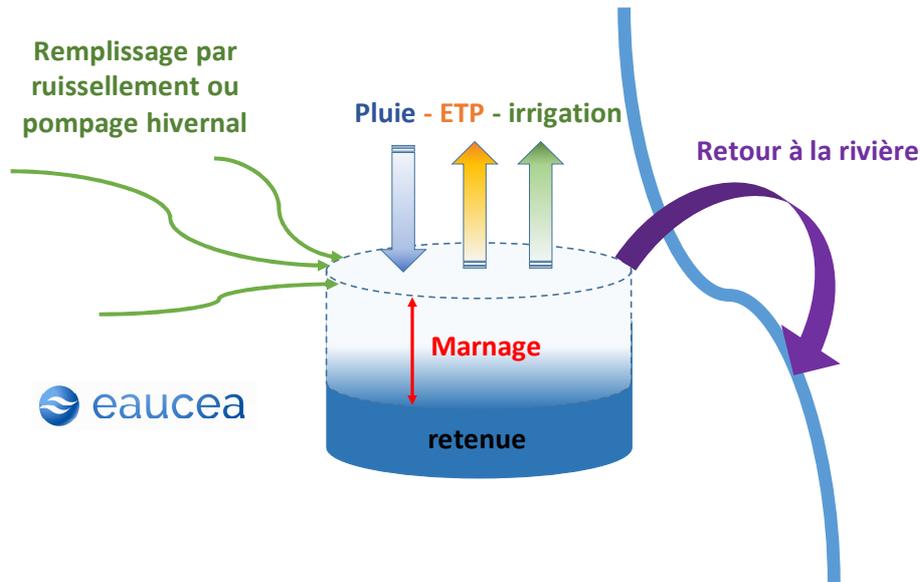
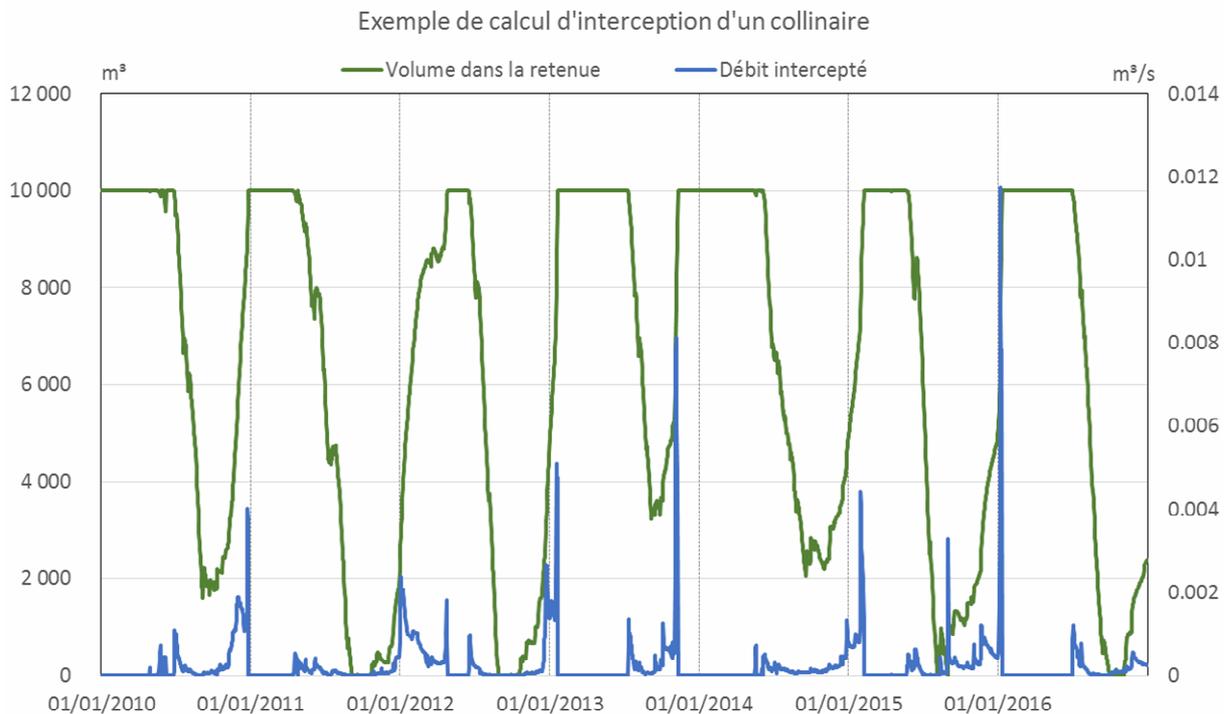


Figure 34 : Cycle de l'eau à l'échelle d'une retenue

Les simulations ainsi permises restituent bien la complexité des interactions sur le bassin et peuvent se prêter à des hypothèses de gestion pour chaque ouvrage. Ainsi un même ouvrage peut être totalement vidé certaines années et rester quasiment plein sur d'autres années. Le graphique ci-dessous présente un exemple de résultats sur un ouvrage du bassin de la Barguelonne de 2010 à 2016.

Ce graphe présente :

- L'évolution du volume stocké ;
- L'estimation des débits interceptés pour le remplissage.



**Chaque ouvrage pris en compte fait l'objet d'une modélisation individuelle. Leurs effets peuvent être cumulés de l'amont vers l'aval.**

### 2.4.6 Du modèle d'impact au calage du modèle pluie débit

Les écoulements mesurés sont influencés par les divers prélèvements, les réalimentations et la présence des retenues présentes sur le bassin versant. Afin de caractériser l'hydrologie naturelle, le principe méthodologique itératif suivant est mis en œuvre :

1. Dans un premier temps les débits naturels sont reconstitués par le modèle d'impact à partir des débits mesurés et des usages d'irrigation, industrie, de l'AEP et des rejets de STEP ainsi que des réalimentations. Les débits naturels sont reconstitués par le modèle d'impact sur les années de 2010 à 2016 pour constituer une première référence pour le calcul des entrants dans les retenues, « **Qimpact\_1** ».
2. L'influence des retenues (interception) est simulée à travers un réseau hydrographique en utilisant les caractéristiques hydrologiques issues de la première étape (**Qimpact\_1**), ainsi que le modèle de calcul de l'interception des retenues; Il apparaît que pour la Barguelonne le volume stocké constitue le principal facteur de modification du régime.
3. Les débits naturels sont à nouveau recalculés en intégrant l'effet des retenues modélisées précédemment. Ce nouveau modèle d'impact produit une deuxième chronique de débit « **Qimpact\_2** ».

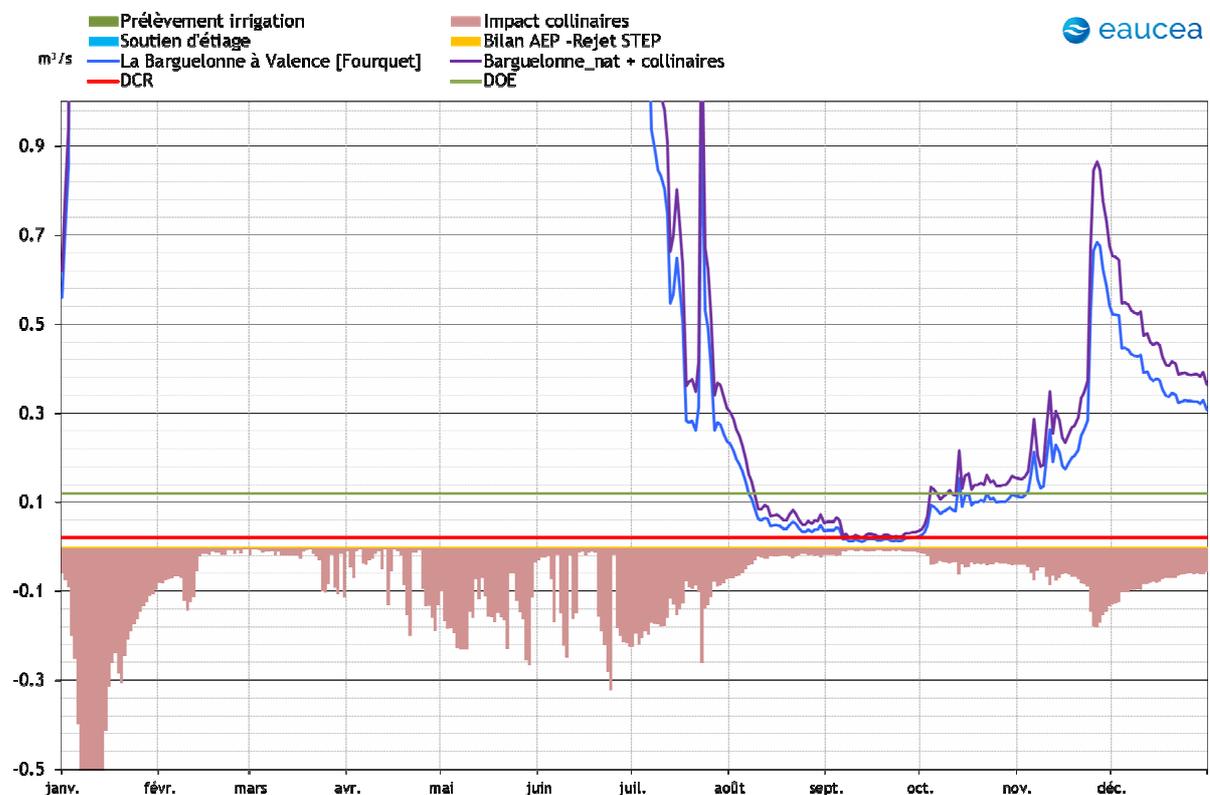


Figure 35 Illustration de la deuxième étape « Qimpact2 » année 2016. La chronique naturalisée, servira au calage du modèle GR4J.

- Les débits naturels qui seront retenus pour l'analyse des variables hydrologiques naturelles, « **Qnat\_final** » sont enfin reconstitués en calant le modèle pluie débit GR4J sur les chroniques issues des débits calculés par le modèle d'impact (**Qimpact\_2**)

Le modèle utilisé est un modèle global à réservoirs du type GR4, développé par l'IRSTEA. Il simule pour un bassin versant donné les phénomènes de ruissellement, d'infiltration et de transfert des écoulements superficiels et souterrains vers l'exutoire. Il s'appuie sur les données de précipitations et d'EvapoTranspiration Potentielle mesurées aux stations Météo-France.

Le caractère global du modèle signifie que le bassin versant est pris comme une seule et même entité, les possibles variations spatiales au niveau de sa structure ne sont pas prises en compte.

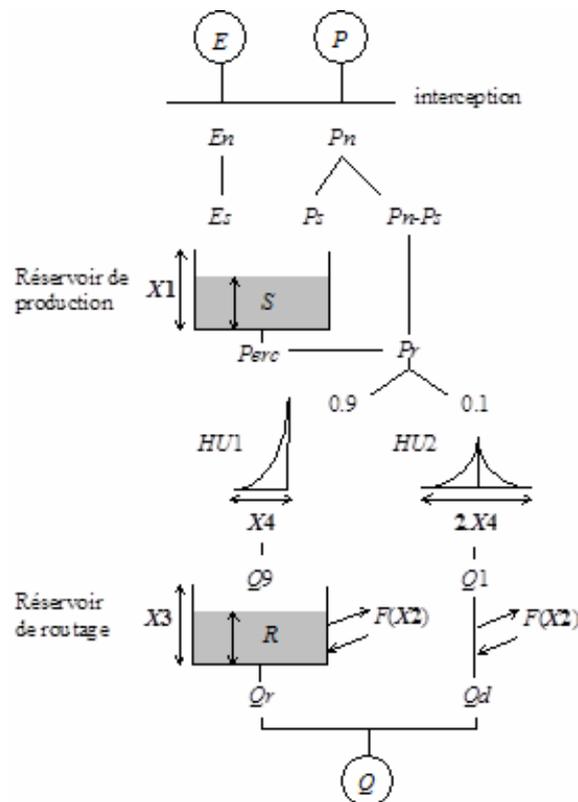


Figure 36 Schéma de fonctionnement du modèle GR4J

Le graphique ci-dessous présente un exemple de résultat de calage du modèle pluie/débit.

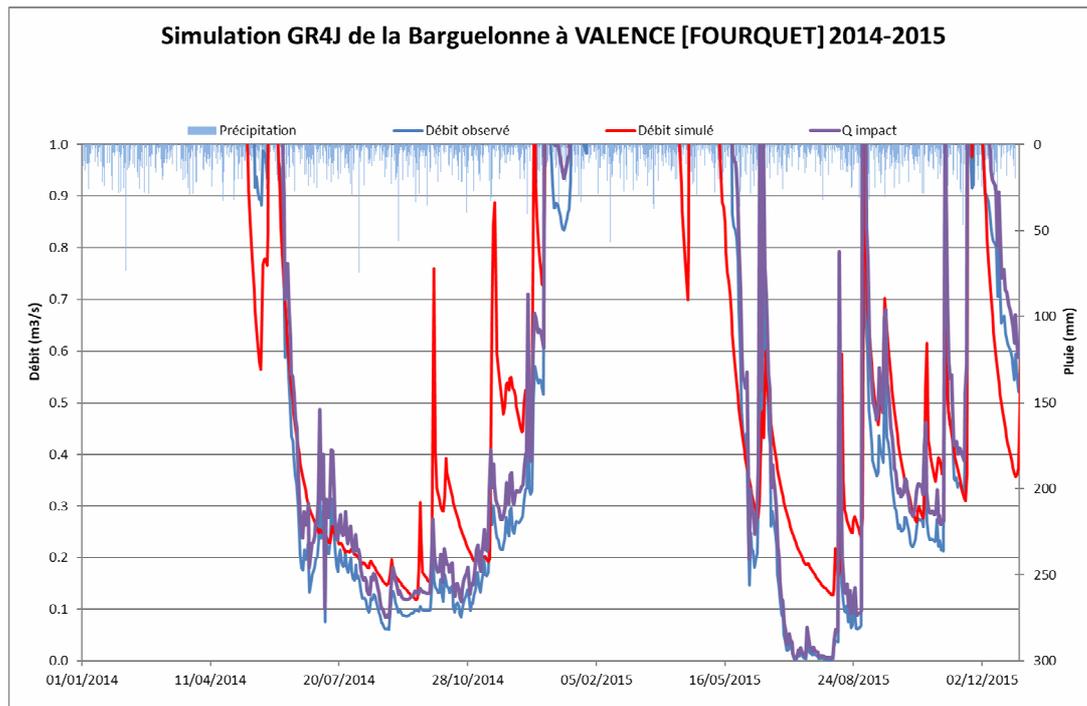


Figure 37 Exemple de calage du modèle GR4J

Le modèle est optimisé pour les débits d'étiage avec un calage logarithmique.

Pour les périodes d'étiage, certains écarts sont difficiles à expliquer mais proviennent potentiellement :

- Des incertitudes sur la « référence » qui est construite au terme d'un processus complexe ;
- De la difficulté à modéliser certains épisodes de reprises hydrologiques qui peuvent avoir échappé au réseau de pluviomètres exploités dans la modélisation.

#### 2.4.7 Tests de sensibilité aux hypothèses

Les incertitudes associées au protocole de modélisation peuvent avoir plusieurs origines :

- Incertitudes sur les données météorologiques ;
- Incertitudes sur les données hydrométriques ;
- Incertitudes sur le niveau d'usage.

Les principales incertitudes proviennent des pratiques réelles de l'irrigation qui ne sont pas forcément uniformes et où l'exploitation des ressources disponibles peut se combiner dans le temps. Le schéma ci-dessous, illustre les grands types de pratiques que l'on peut envisager sur un bassin versant partiellement sécurisé par de la réalimentation et très vulnérable aux arrêts de restrictions temporaires.

Nous proposons donc de tester la sensibilité aux hypothèses d'usages qui conditionne les deux premières étapes du calcul nécessaires au calage du modèle GR4J sur la période 2010-2016. Deux hypothèses majeures sont importantes :

- Les cultures simulées. L'analyse de sensibilité des résultats d'irrigation a conclu à une faible sensibilité à cette hypothèse ;
- Le respect ou non du débit réservé sur les retenues dans le passé. Le débit réservé est en effet obligatoire par arrêté préfectoral pour certaines retenues depuis leurs mises en eau et depuis janvier 2014 pour toutes les retenues sur cours d'eau. Il apparaît cependant que la mise en œuvre effective de cette disposition est souvent très incertaine et souvent pour de réelles difficultés techniques. Ne connaissant pas le statut de l'ensemble des retenues, trois hypothèses (h) sont appliquées :
  - (h1) Toutes les retenues respectaient un débit réservé = 10% du module reconstitué pour chaque retenue ;
  - (h2) Les retenues ne respectaient pas le débit réservé ;
  - (h3) Seules les retenues de plus de 100 000 m<sup>3</sup> respectaient le débit réservé.

Ces scénarios permettent d'évaluer la sensibilité des résultats au travers de l'analyse des références hydrologiques statistiques d'étiage VCN<sub>10</sub> quinquennal et QMNA5. Pour chaque scénario, une chronique Qimpact\_2 est donc reconstituée.

**Le scénario que nous considérons comme le plus probable sur la période 2010/2016 est le scénario h3.**

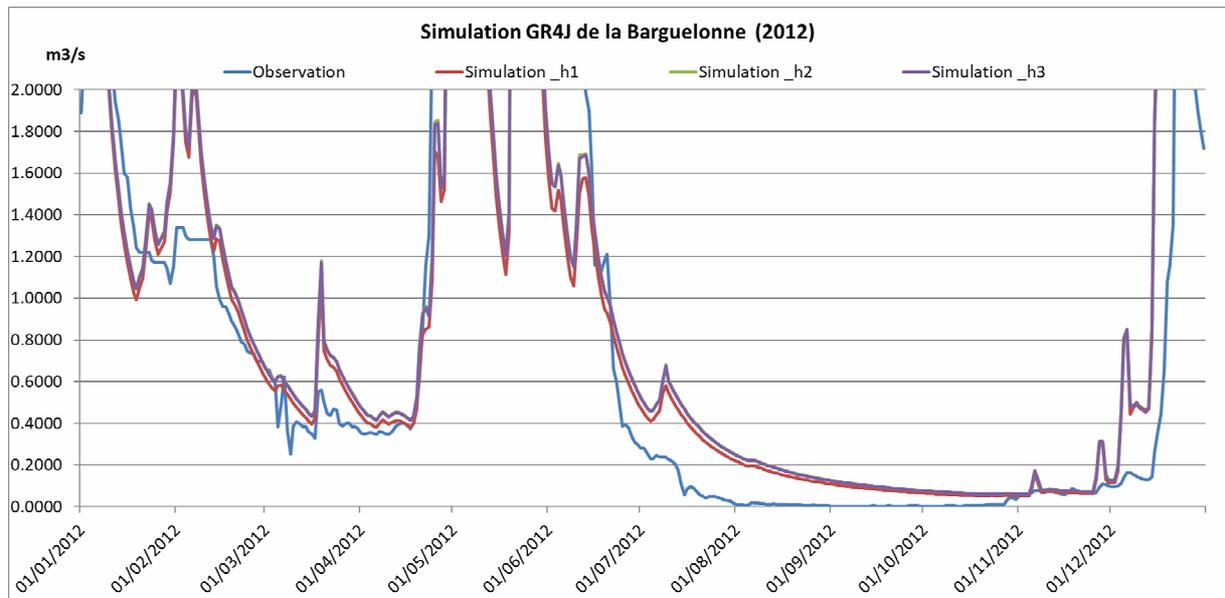
#### 2.4.8 Résultats

Les valeurs caractéristiques du modèle GR4J calées pour chaque scénario sont les suivantes.

	H1 DR=10%	H2 DR = 0%	H3 Dr = 10% pour les gros réservoirs 0% pour les autres
x1: Capacité rés. production (mm)	248.61	253.97	253.85
x2: Paramètre d'échange (mm)	-1.13	-0.91	-0.93
x3: Capacité rés. routage (mm)	30.99	31.93	31.92
x4: Délai (jours)	2.33	2.33	2.33
Nash(Q)	70.98	72.20	72.18
Nash(ln(Q))	87.58	87.83	87.85

Le graphique suivant illustre les résultats des simulations de débits naturels pour les 3 scénarios testés.

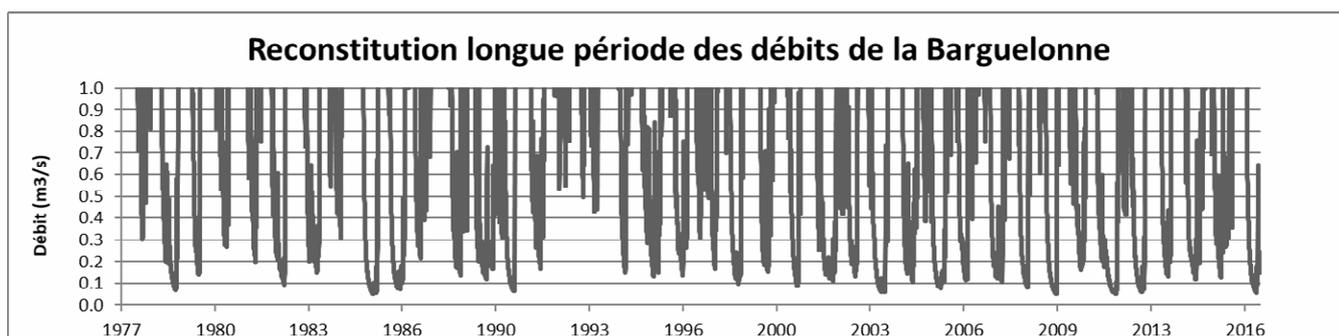
Dans ce graphe, nous voyons que la variabilité des résultats est sensible aux hypothèses posées même si le régime général reste équivalent pour tous les scénarios. Cela signifie que les hypothèses d'usage pèsent surtout sur les valeurs d'étiage (celles que l'on cherche à déterminer) mais assez peu sur l'abondance hydrologique globale.



## 2.5 SYNTHÈSE SUR L'HYDROLOGIE

### 2.5.1 Analyse des régimes hydrologiques et des impacts des usages de l'eau

Les modélisations permettent de reconstituer des chroniques longues périodes. L'intérêt de cette modélisation est de permettre si nécessaire des simulations impliquant des variations de niveau d'usage ou de changement climatique.



### 2.5.2 Variables hydrologiques du bassin de la Barguelonne naturalisé

Selon le modèle produit par construction, des étiages peuvent parfois être faibles mais jamais nuls.

Pour les stations de débits biologiques, la reconstitution des débits naturels sera effectuée en appliquant un simple rapport de bassin versant pondéré afin de tenir compte des gradients pluviométriques. Les valeurs de référence retenues sont celles du scénario H3 dit expert.

Les valeurs statistiques d'étiage issues de ces différents scénarios appliqués sur la période 1977/2016 sont les suivantes :

Scénarios de calage des modèles hydrologiques de naturalisation				
Valeurs probables des indicateurs de l'étiage naturel selon l'évaluation du niveau de pression dans le passé				
	m <sup>3</sup> /s	VCN10 1/5	VCN30 1/5	QMNA5
Scénario d'évaluation des pressions du passé (2010-2016)	H1 DR=10%	0.067	0.073	0.081
	H2 DR=0%	0.079	0.086	0.094
	H3 Dr = 10% pour les gros réservoirs 0% pour les autres	0.078	0.085	0.093

Le scénario surligné est retenu comme scénario le plus probable. Il faudra cependant toujours se rappeler du niveau d'incertitude qui pèse sur ces calculs.

### 2.5.3 Vulnérabilité du bassin versant au changement climatique

L'impact du changement climatique sur les ressources en eau a donné lieu, et donne lieu, à de nombreux sujets de recherche.

Les conclusions de ces études insistent sur le fait que :

- Le changement climatique est déjà observable : à l'échelle du XXème siècle, et particulièrement des trois ou quatre dernières décennies, à l'échelle du globe : hausse de la température moyenne annuelle globale de l'air, remarquable en termes de dynamique par comparaison aux changements recensés dans les temps historiques ou géologiques. Cette hausse se retrouve sur le territoire national et local.
- Les changements devraient se poursuivre, en termes d'augmentation de température mais également en termes d'évolution du régime des 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 et des modèles d'impact, et en particulier à l'échelle locale. Les changements hydrologiques observés peuvent en partie être liés à d'autres facteurs que le changement climatique : cas de l'évolution de l'occupation des sols par exemple et des usages.

Nous proposons d'aborder la vulnérabilité du bassin versant au changement climatique en comparant l'évolution des statistiques des variables d'étiages sur deux périodes (La période de référence de l'étude 1977-2016 et la période récente 2002-2016).

m <sup>3</sup> /s	1977-2016	2002-2016	EVOLUTION
VCN10 quinq.	0.078	0.066	-15%
VCN30 quinq	0.085	0.072	-16%
QMNA5	0.093	0.076	-19%

**Les statistiques d'étiages de la période récente sont en diminution sensible par rapport à la statistique calculée sur la période de 40 ans.**