

## DETERMINATION DES VOLUMES PRELEVABLES SUR LE PERIMETRE DU SAGE CHER AMONT

### RAPPORT FINAL PROVSOIRE

Février 2011



67 allées Jean Jaurès  
31000 Toulouse  
Tél 05 61 62 50 68 –  
Fax 05 61 62 65 58  
E-mail [eaucecia@eaucecia.fr](mailto:eaucecia@eaucecia.fr)

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
1.1	Objectifs de l'étude et méthodologie.....	3
1.2	Rappel du Contexte hydrogéologique.....	8
1.2.1	Les grands types de formations géologiques.....	8
1.2.2	Qualification des aquifères et redistribution des forages .....	11
1.2.3	Influence des prélèvements en nappes .....	13
<b>2</b>	<b>NATURALISATION DES DEBITS DU BASSIN .....</b>	<b>14</b>
2.1	Présentation de la structure du modèle.....	14
2.2	Description des activités humaines impactant l'hydrologie.....	15
2.2.1	Données sur la ressource prélevée .....	15
2.2.2	Prélèvements AEP .....	15
2.2.3	Prélèvements industriels .....	21
2.2.4	Prélèvements agricoles pour l'irrigation.....	25
2.2.5	Prélèvements agricoles pour l'abreuvement du bétail .....	38
2.2.6	Bilan de consommation des usages préleveurs.....	40
2.2.7	Compensations et soutiens d'étiage .....	42
2.3	Résultats .....	43
2.3.1	Reconstitution des débits naturels .....	43
2.3.2	Indicateurs statistiques .....	48
<b>3</b>	<b>DETERMINATION DES VOLUMES PRELEVABLES.....</b>	<b>50</b>
3.1	Présentation de la méthode de calcul .....	50
3.1.1	Principe de simulation des débits "attendus" .....	50
3.1.2	Hypothèses sur le niveau d'usage actuel .....	52
3.2	Présentation des résultats .....	53
3.2.1	Analyse par sous bassin.....	53
3.2.2	Prise en compte du niveau piézométrique des aquifères .....	58
3.2.3	Volumes prélevables hivernaux .....	60
3.2.4	Synthèse des volumes prélevables sur le Cher amont .....	62
	<b>ANNEXES.....</b>	<b>64</b>

## 1 INTRODUCTION

---

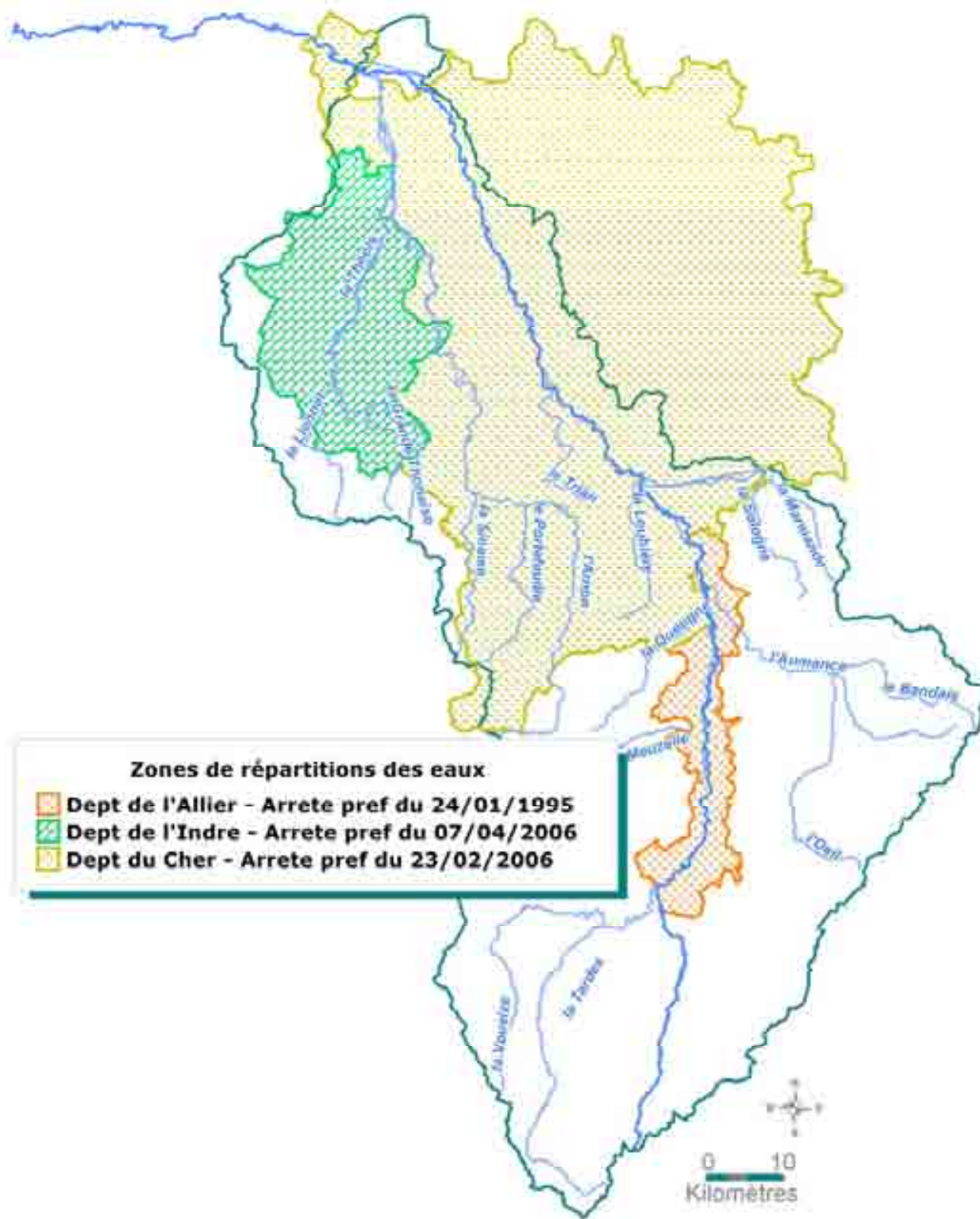
### 1.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE ET METHODOLOGIE

Dans le cadre de la loi sur l'eau et des milieux aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006 et du décret n°2007-1381 du 24 septembre 2007, puis de la circulaire ministérielle du 30 juin 2008 relative à la résorption des déficits quantitatifs en matière de prélèvement d'eau et à la gestion collective des prélèvements d'irrigation, les bassins versants situés en zones de répartition des eaux (ZRE) ou considérés en déséquilibre quantitatif doivent faire l'objet prioritairement de mesures de gestion des prélèvements qui pèsent sur la ressource naturelle, notamment à l'étiage.

Les deux axes proposés pour la résorption des déficits sont la création d'organismes uniques de gestion des prélèvements d'irrigation et la détermination de volumes maximaux prélevables dans les ressources en eau permettant de respecter 8 années sur 10 en moyenne les objectifs de débit fixés sur les territoires considérés.

Ce dernier point est l'objectif de l'étude portée par l'Etablissement public Loire pour le compte de la CLE : déterminer les volumes prélevables sur le périmètre du SAGE Cher amont (classé en grande partie en ZRE) **pour chacun des types d'usage ; ils seront répartis spatialement par unité de gestion et temporellement par saison.**

## Zones de répartition des eaux



Les volumes prélevables seront déterminés sur des unités de gestion cohérentes et homogènes et devront permettre de garantir le respect des objectifs de débit sur les cours d'eau. Le nouveau SDAGE Loire-Bretagne (2010-2015) fixe en quatre points nodaux du bassin de tels objectifs, les débits objectifs d'étiage (DOE). Ils sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Point nodal	Code	DOE (SDAGE 1996)	DOE (SDAGE 2010-2015)
Le Cher à Foëcy	Ch3	5,9	4,0
Le Cher à Montluçon	Ch4	4,0	1,55
Le Cher à Chambonchard	Ch5	-	0,25
La Théols à Sainte-Lizaigne	Th1	-	0,6

Les valeurs de DOE fixées à Foëcy et à Montluçon en 1996 ont été revues à la baisse du fait de l'abandon du projet de barrage de Chambonchard. A noter que la station sur la Théols est en cours de remise en service.

Pour les bassins sur lesquels le SDAGE n'a pas fixé d'objectifs, il est proposé de retenir les seuils des arrêtés cadre départementaux de restriction de prélèvements. Enfin, des objectifs pourront être proposés au droit de stations hydrométriques, suivant la méthodologie retenue en Loire-Bretagne (référence au QMNA<sub>5</sub>).

La proposition de découpage peut dans un premier temps s'appuyer sur les principaux sous bassins versants du territoire :

- Cher en amont du barrage de Rochebut
- Tardes et Voueize
- Cher à l'aval de Rochebut et à l'amont de l'Aumance
- Œil et Aumance
- Cher à l'aval de l'Aumance
- Arnon et Théols

Sur ces sous bassins, les caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques peuvent être très variables : socle cristallin, bassin sédimentaire, axe réalimenté ou non, relations nappe - rivière plus ou moins fortes, etc. Les problématiques liées aux prélèvements peuvent également être très diverses : forte sollicitation des milieux pour l'eau potable autour des agglomérations, bassins industriels (Montluçon - Commentry), prélèvements pour l'abreuvement en têtes de bassin, irrigation dans les vals, etc.

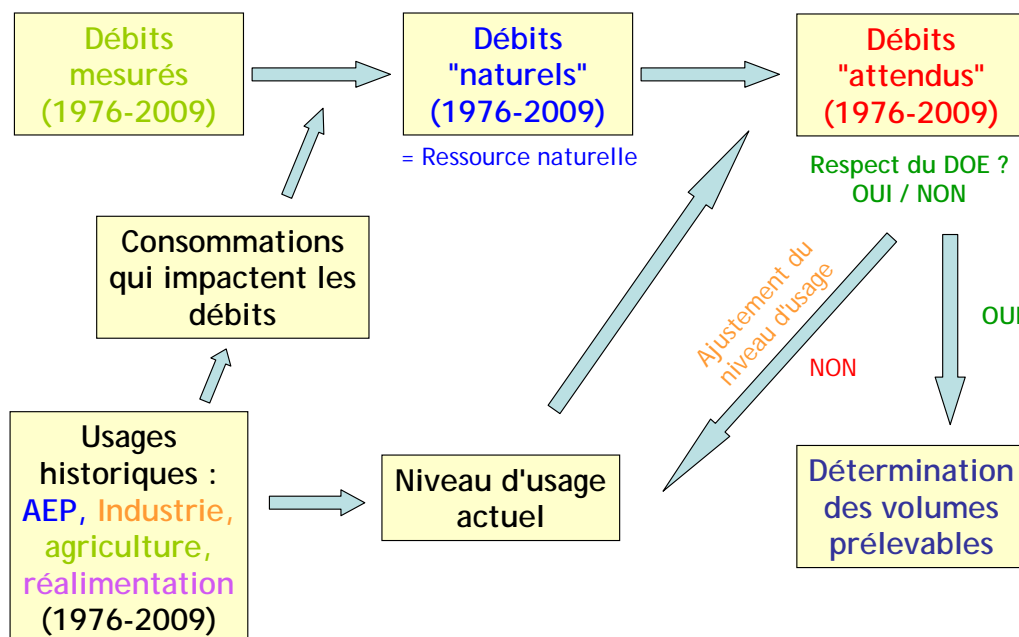
Une synthèse du contexte géologique et hydrogéologique est présentée dans la partie 1.2, notamment en vue de mettre en perspective le rôle du compartiment souterrain vis-à-vis des prélèvements et de leurs impacts sur le réseau superficiel.

La méthodologie proposée dans le cadre de l'étude est résumée et schématisée ci-dessous.

① La détermination des volumes prélevables nécessite de connaître et de **quantifier le plus précisément possible la ressource naturelle du bassin**. Cela consistera premièrement à reconstituer les débits naturels du bassin, au droit des stations hydrométriques gérées par la DREAL Centre, en désinfluençant l'hydrologie observée de l'ensemble des impacts historiques (consommations et apports). C'est l'objet du chapitre 2 qui explicite la méthode employée de reconstitution des débits naturels.

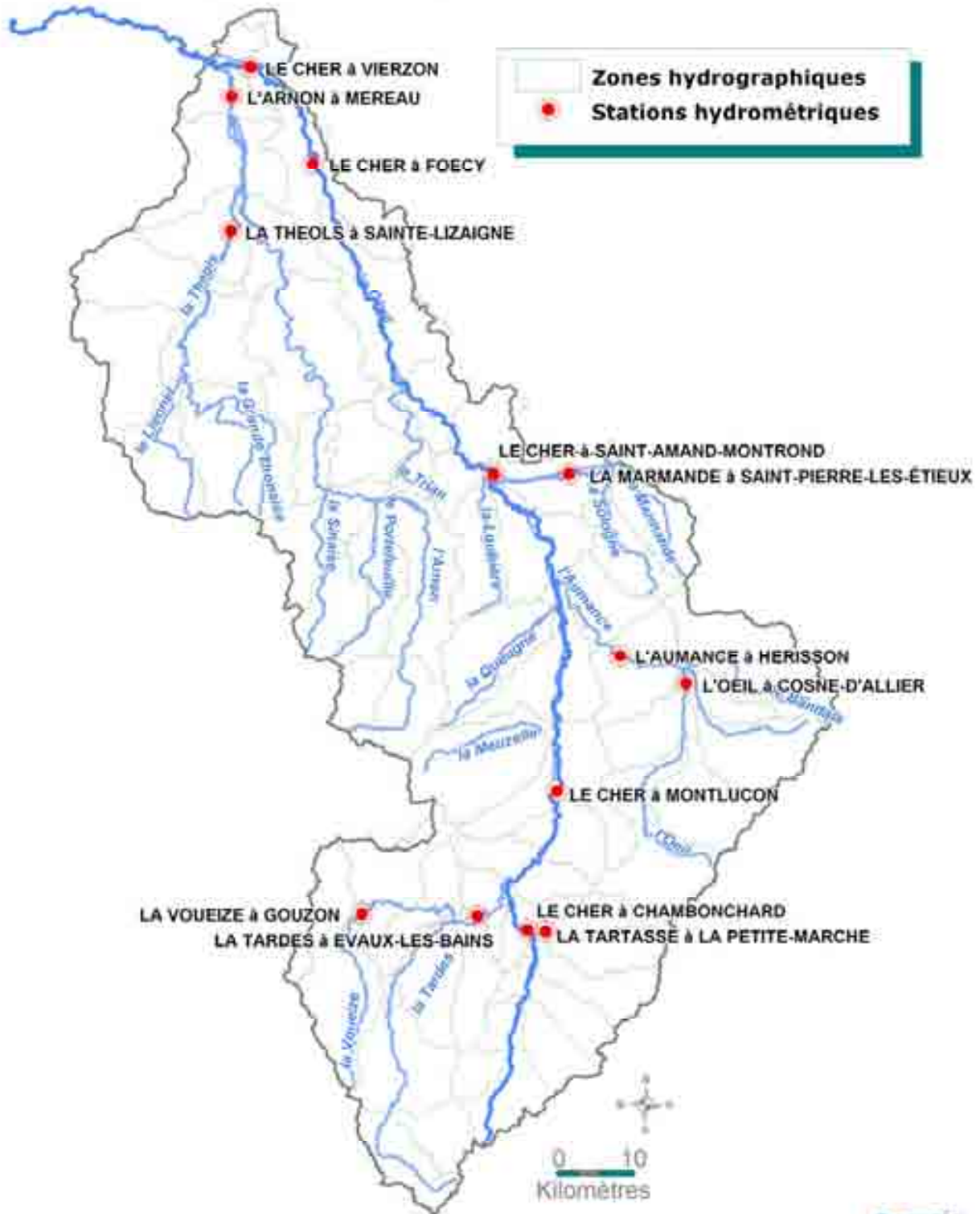
② Ces chroniques de débits naturels, les plus longues, complètes et homogènes possibles, sont le point de départ pour le calcul et la détermination des volumes prélevables. On confronte cette potentialité naturelle du bassin au niveau d'usage actuel, de manière à décrire les débits influencés de façon homogène avec la pression de prélèvement actuelle

③ On vérifie ainsi le respect ou non des objectifs du SDAGE. Si l'objectif est respecté, cela permet de définir le volume prélevable au niveau de l'usage actuel. S'il n'est pas respecté, il est nécessaire d'ajuster le niveau d'usage (ie. les prélèvements) jusqu'à atteindre l'équilibre du bassin considéré.



# Stations hydrométriques Cher amont

Source : BD Hydro et BD Carthage



## 1.2 RAPPEL DU CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

L'objectif de cette analyse est de pouvoir déterminer pour chaque point de captage la nature de la ressource souterraine sollicitée. Une nappe est dite captive quand son fonctionnement est considéré comme indépendant de l'hydrologie de surface, et de libre si un lien direct est identifié avec le fonctionnement des cours d'eau. La nature interconnectée ou non de la ressource souterraine avec l'hydrologie est directement liée à la nature géologique des terrains rencontrés.

Le bassin versant du Cher amont est formé par quatre grands types de formation :

- Le socle cristallin qui affleure sur tout l'amont du bassin versant et qui représente presque la moitié du bassin versant total.
- Les formations sédimentaires secondaires qui sont présentes sur toute la partie aval du bassin versant du Cher amont.
- Les petits bassins sédimentaires du Tertiaire ; ils affleurent de manière plus sporadique sur le bassin versant et sont enclavés dans les formations plus anciennes du socle ou du secondaire.
- Les formations alluviales, présentes essentiellement dans le lit majeur du Cher et, dans une moindre mesure, de l'Arnon, de la Théols et de la Marmande.

### 1.2.1 Les grands types de formations géologiques

#### Formations de socle

Le socle est composé de roches métamorphiques et plutoniques granitiques. Cette formation est le siège de petits aquifères présents dans la tranche superficielle altérée (arènes granitiques).

Ces aquifères sont très peu capacitifs et ne constituent pas une ressource significative. Ils sont essentiellement exploités pour la production locale d'eau potable. Les tarissements sont rapides. Ils contribuent à la réalimentation des têtes de bassin, sauf pour les plus profonds.

#### Formations du secondaire

Ce système aquifère multicouche s'étend sur toute la partie aval du bassin du Cher et se compose des aquifère du Trias, du Jurassique et du Crétacé dans sa partie terminale au nord.

L'hydrogéologie de l'aquifère du Trias est assez mal connue, il est exploité pour l'adduction en eau potable et l'irrigation. Il est essentiellement exploité dans sa partie



superficielle avec certains forages qui permettent d'exploiter une ressource potentiellement intéressante (plusieurs dizaines de milliers de mètres cube par an).

Les formations jurassiques forment essentiellement des aquifères karstiques peu capacitifs ; ils permettent toutefois d'exploiter des forages très productifs au bénéfice des réseaux de fracture. Ils sont considérés comme participant à la réalimentation superficielle.

Le Jurassique est majoritairement exploité dans sa partie superficielle et libre. On notera toutefois la présence de quelques ouvrages sans influence sur les écoulements, soit parce qu'ils sont profonds (> 40 mètres) soit parce qu'ils exploitent le Jurassique captif sous les placages des sédiments tertiaires.

### **Bassins sédimentaires tertiaires**

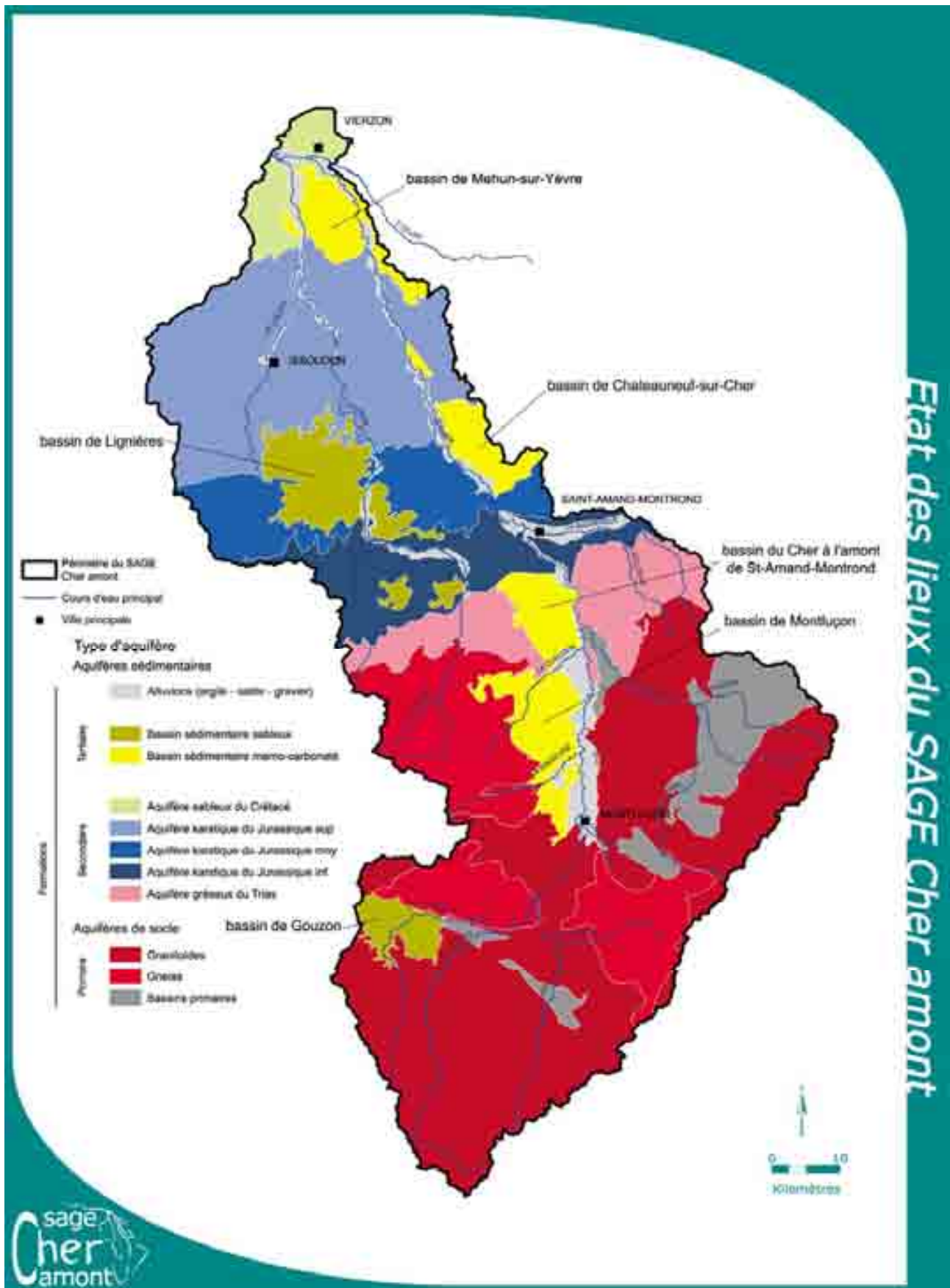
Sur le bassin versant, six bassins sédimentaires de faible extension sont identifiés. Les aquifères formés en tête de bassin versant ont une puissance limitée qui contraint la ressource disponible. Les aquifères à l'aval du bassin peuvent toutefois atteindre 30 à 40 mètres d'épaisseur au maximum (Bassin de Lignère, Chateauneuf-sur-Cher et Mehun-sur-Yèvre) et constituent une ressource localement intéressante et largement exploitée pour l'irrigation et l'eau potable.

Ainsi, lorsque des forages sont localisés sur ces bassins tertiaires, on les considère comme en lien avec le réseau superficiel, sauf si leur profondeur est telle que c'est l'aquifère sous-jacent qui est impacté (globalement si la profondeur est supérieure à 40 mètres), auquel cas le prélèvement est considéré comme n'ayant pas de lien avec le réseau hydrographique superficiel.

### **Les formations alluviales**

Sur la partie amont du bassin versant, les nappes alluviales se retrouvent essentiellement dans le lit du Cher, l'aquifère est principalement sollicité pour la production d'eau potable, la productivité des ouvrages est bonne.

Sur la partie aval du bassin versant, les nappes alluviales occupent le lit de la Théols, de l'Arnon, de la Marmande et du Cher. Sur ce secteur, les nappes alluviales sont en relation avec les calcaires jurassiques sous jacents et constituent une ressource localement intéressante. L'ensemble des nappes alluviales est exploité pour l'irrigation et dans une moindre mesure pour l'eau potable. Ces aquifères sont très largement sollicités dans le cours aval de la Théols. **Ils sont tous considérés en lien avec les cours d'eau.**



## 1.2.2 Qualification des aquifères et redistribution des forages

Deux cas de figure se rencontrent sur le bassin versant :

- Les grands aquifères captifs
- Les aquifères localement captifs

### Les grands aquifères captifs :

Les secteurs de chevauchement des formations géologiques et donc les zones propices à la formation de grands aquifères captifs se concentrent à l'aval du bassin dans les formations secondaires.

Le premier niveau d'analyse permet d'identifier les zones où des aquifères captifs sont en place. Ce sont des aquifères dits captifs au sens géologique du terme, à savoir des formations dont le toit est recouvert par une éponte imperméable. Il convient toutefois de compléter cette analyse géologique brute par une interprétation hydrogéologique. Cette analyse est indispensable pour les formations calcaires du secondaire.

Les grands ensembles du secondaire que sont le Malm, le Dogger et le Lias forme des niveaux dont la puissance varie de 150 à 350 m. Ces grands ensembles sont toutefois composés d'alternance de calcaire formant des compartiments décimétriques plus ou moins indépendants les uns des autres. Ces aquifères ont une géométrie variable allant d'une vingtaine de mètres à plus de soixante mètres. Cette variation de la puissance des aquifères s'observe autant entre les âges géologiques qu'en changement latéral de faciès.

Cet ordre de grandeur peut être affiné par les observations réalisées par le BRGM (notice géologique d'Issoudun) sur le fonctionnement hydrogéologique de ces formations :

**« Ces formations présentent un réseau karstique très important. Le diamètre de ces gouffres diminue d'autant que le réseau est profond. Les karsts ont été rencontrés en forage à plus de 40 m de profondeur. Toutefois, il a été constaté que ce réseau n'avait pas de communication directe avec la surface. »**

La littérature fournit peu d'informations complémentaires quant au fonctionnement intime des aquifères karstiques du secondaire. A défaut d'une expertise géologique nécessitant des investigations terrains systématiques, l'hypothèse d'une limite d'interconnexion réseau de surface - aquifère à 40 m en moyenne - peut être retenue. Cette hypothèse permet d'intégrer la géométrie moyenne des différents aquifères du secondaire ainsi que le fonctionnement hydrogéologique des systèmes complexes que peuvent former les réseaux karstiques.

Le tableau ci-dessous résume pour chaque zone hydrogéologique l'hypothèse retenue quant à son épaisseur.

**Les aquifères localement captifs :**

Les aquifères libres peuvent présenter un caractère localement captif lorsqu'ils se situent sous une zone de dépôt sédimentaire. Cette situation s'observe pour les formations recouvertes par les alluvions du Cher ainsi que pour celles recouvertes par les bassins sédimentaires. Les alluvions du Cher sont identifiées comme masse d'eau par l'agence de l'eau et leurs dimensions sont connues, en revanche les bassins sédimentaires nécessitent une analyse géologique spécifique pour décrire leurs géométries.

L'ensemble des notices géologiques faisant état des lieux de la connaissance permet de mieux caractériser la géométrie de ces dépôts sédimentaires. L'analyse reprend les données de notices géologiques BRGM des cartes de : Vatan, Bourges, Issoudun, Châteauneuf, St-Amand- Montrond, Charenton, Chateameillant, Hérisson, Boussac, Montluçon et Evaux-les-Bains

L'ensemble des informations disponibles permet de dimensionner les dépôts sédimentaires avec une précision adaptée à l'échelle d'analyse (précision de 1 à 5 mètres). La géométrie moyenne des différents bassins sédimentaires et alluvions est synthétisée dans le tableau suivant :

Bassin sédimentaire	Epaisseur
Bassin de Mehun	20 m
Bassin de Chateauneuf-sur-Cher	30 m
Bassin du Cher en amont de St-Amand-Montrond	20 m
Bassin de Montluçon	20 m
Bassin de Gouzon	60 m

Ces limites sont retenues pour l'analyse et la caractérisation des forages situés sur ces bassins sédimentaires.

Néanmoins, concernant les forages agricoles, les informations disponibles montrent que la plupart d'entre eux sont crépinés sur une hauteur importante, mettant ainsi des aquifères profonds en contact avec des aquifères superficiels en lien avec les cours d'eau. Ils ont donc été classés en tant que prélèvements en lien avec les cours d'eau. Seuls les ouvrages très profonds (> 100 mètres) et crépinés au niveau d'aquifères captifs ont été écartés.

**Grâce à l'analyse fine des masses d'eau souterraines du SAGE et de la localisation des points de prélèvements souterrains, l'ensemble des forages a pu être classé selon le critère "lien avec le réseau superficiel", et par là même a permis de déterminer quels prélèvements impactaient les débits des cours d'eau (nappe "libre") et ceux qui ne les impactaient pas (nappe "considérée comme captive"). Chaque prélèvement a été étudié au cas par cas.**

Les résultats sont présentés pour chacun des usages dans les chapitres concernés.

### 1.2.3 Influence des prélèvements en nappes

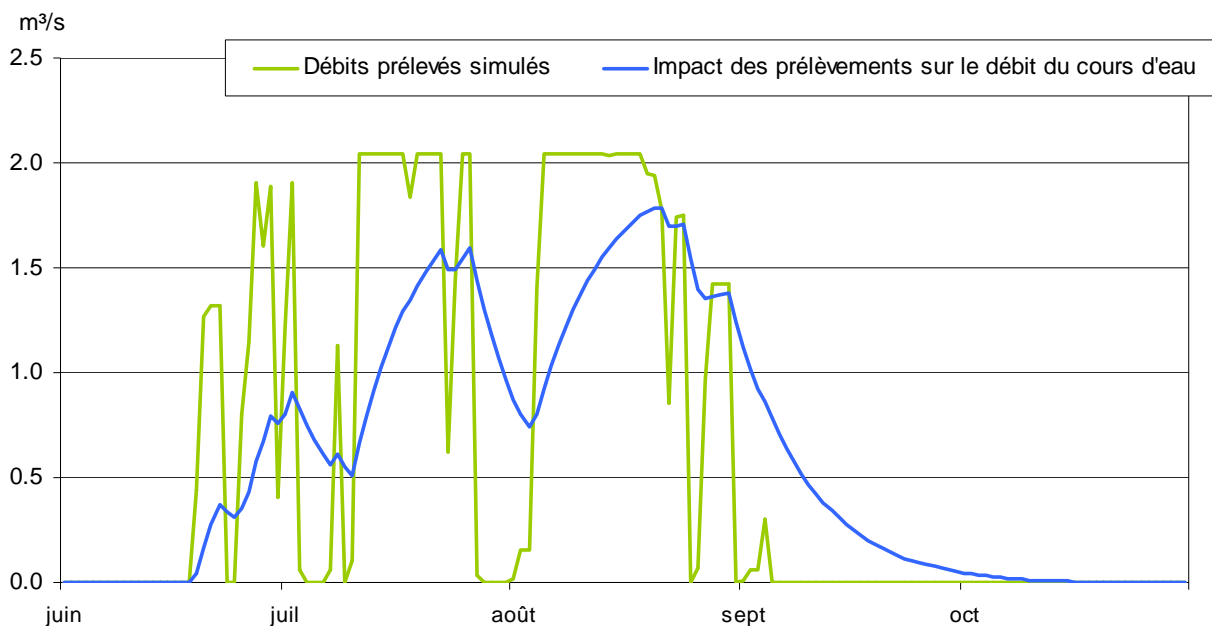
La nappe alluviale du Cher et la nappe du Jurassique sont des ressources fortement sollicitées en étiage, notamment pour les prélèvements d'irrigation.

L'impact de ces prélèvements souterrains sur la ressource superficielle a fait l'objet d'un traitement particulier dans la modélisation, pour prendre en compte l'effet retard induit par l'inertie de réaction de l'aquifère à une sollicitation de pompage. L'effet d'un prélèvement direct en rivière est pratiquement immédiat sur l'hydrogramme mesuré un peu plus en aval au droit de la station hydrométrique ; en revanche, l'effet d'un prélèvement en nappe aura un impact retardé et étalé dans le temps sur les débits de la rivière.

L'expertise d'Eaucéa sur le sujet, notamment au travers des plans de gestion des étiages de la Charente et de l'Adour, a permis de simuler l'influence des prélèvements en nappe en lien avec le réseau superficiel sur les débits de la rivière Cher. L'influence des prélèvements est plus ou moins retardée suivant l'éloignement du forage vis-à-vis du cours d'eau impacté, la profondeur du forage, la conductivité hydraulique de l'aquifère impacté, etc. Il n'est pas possible de simuler une par une l'ensemble des situations que l'on rencontre sur le bassin ; le principe retenu est un étalement et un amortissement de l'impact des prélèvements moyennés.

Le graphe suivant illustre l'influence prise en compte dans le cas des prélèvements en nappe simulés sur le bassin pour une année donnée. On observe que l'impact maximum des prélèvements est inférieur au débit de pointe de ceux-ci. L'impact se fait par contre ressentir après la fin de la campagne d'irrigation. L'essentiel de l'impact s'exprime au bout d'un mois environ, ce qui est compatible globalement avec les conductivités des principaux aquifères du bassin.

**Impact des prélèvements en nappes "libres" sur le débit du cours d'eau**



Débits prélevés simulés sur le bassin Cher amont en 2005

## 2 NATURALISATION DES DEBITS DU BASSIN

### 2.1 PRESENTATION DE LA STRUCTURE DU MODELE

Le modèle d'impact hydrologique a été construit et utilisé pour la mise en place de Plans de Gestion d'Étiage. Le modèle s'applique à l'échelle d'un bassin versant (Garonne, Loire amont, Charente, Ardèche, etc.) pour la description de l'hydrologie naturelle et la simulation de scénarios de gestion de la ressource proposés dans le cadre des PGE ou des volets quantitatifs des SAGE. Il est ici utilisé dans sa fonction "naturalisation des débits mesurés".

Le bassin est divisé en unités de gestion, associées à des stations hydrométriques et définies par un ensemble de zones hydrographiques (ZHY de la BD Carthage). Les calculs sont effectués au pas de temps journalier sur la période d'étiage.

Les données de base sont les données de débits journaliers mesurés aux stations hydrométriques sur la période 1976-2009 (ou à défaut la plus longue période disponible), ainsi que l'inventaire des usages consommateurs d'eau et des compensations éventuelles par les réservoirs. L'inventaire est réalisé à l'échelle de chaque unité de gestion.

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

$$\text{Débit mesuré} + \text{Influence historique} = \text{Débit naturel}$$

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

$$\text{Débit mesuré} + \text{Consommations} - \text{Apports} = \text{Débit naturel}$$

Les influences historiques prises en compte sont décrites dans le paragraphe suivant.

## 2.2 DESCRIPTION DES ACTIVITES HUMAINES IMPACTANT L'HYDROLOGIE

### 2.2.1 Données sur la ressource prélevée

La plupart des données de prélèvement proviennent des bases redevances de l'Agence de l'eau Loire - Bretagne.

Elles sont disponibles sur la période 1996 - 2007 et fournissent les volumes prélevés par usage (AEP, industrie, irrigation) annuellement et sur la période d'étiage (1<sup>er</sup> mai au 30 novembre pour les prélèvements en eaux superficielles et nappes alluviales et du 1<sup>er</sup> avril au 31 octobre pour les prélèvements en nappes autres qu'alluviales). Ces volumes prélevés sont soit mesurés par compteurs, soit estimés par forfait.

La nature de la ressource prélevée est également précisée. Cette information est très importante, afin de pouvoir connaître le niveau d'impact des prélèvements humains sur les débits des cours d'eau. Les types de ressource sont les suivants :

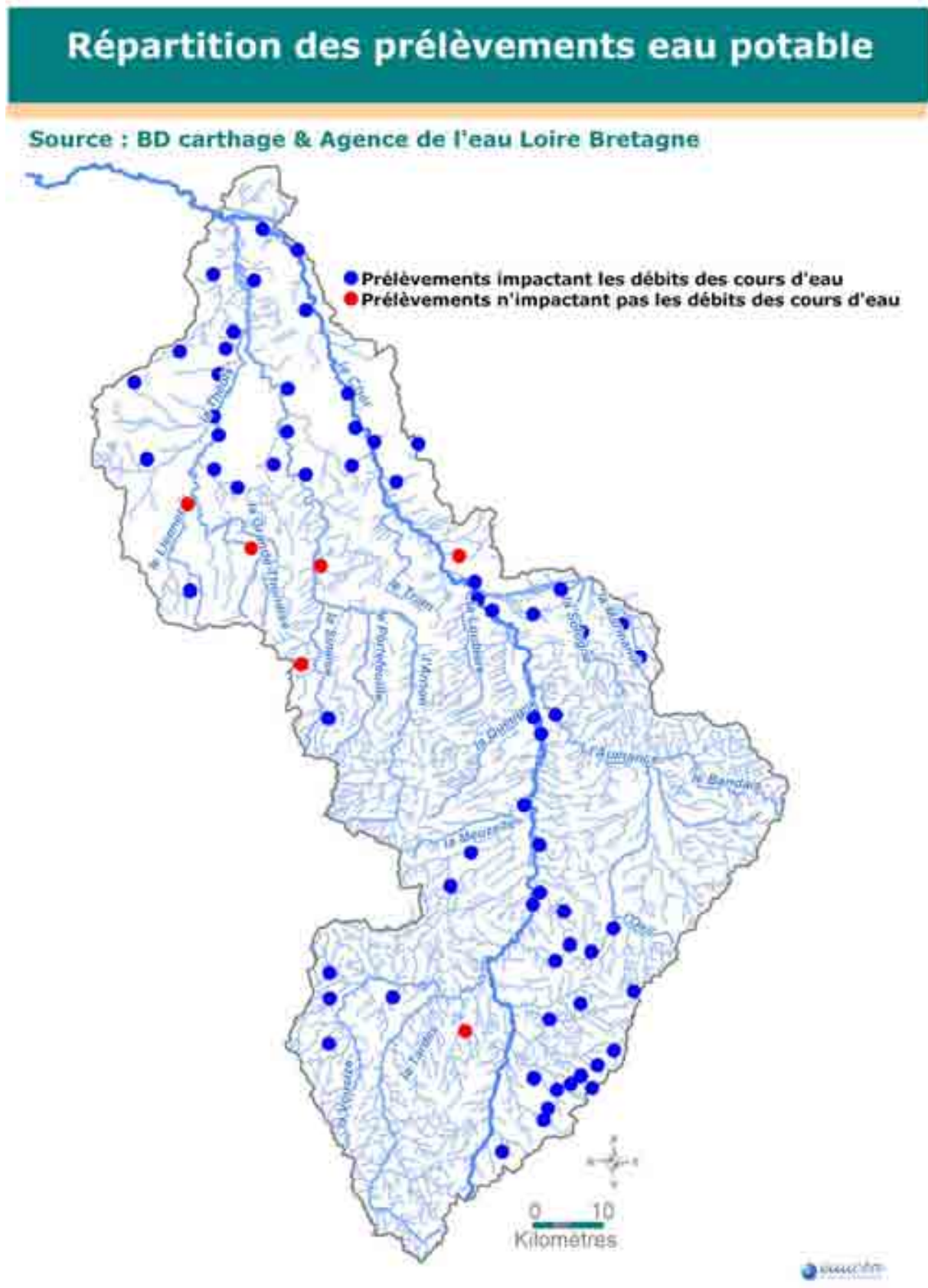
- SOURCE ou COURS D'EAU NATUREL : eau de surface ou superficielle.
- RETENUE : elles sont alimentées de diverses manières et, la plupart du temps, impactent les écoulements du réseau superficiel, sauf si elles sont complètement déconnectées des cours d'eau.
- NAPPE ALLUVIALE : ressource prélevée dans la nappe alluviale (ou dite d'accompagnement) des cours d'eau.
- NAPPE PROFONDE : forage permettant de prélever dans une nappe autre qu'alluviale. Ce classement en nappe profonde ne permet pas a priori de statuer sur le lien entre la nappe prélevée et le réseau hydrographique superficiel. Une analyse hydrogéologique spécifique a été menée afin de déterminer si les prélèvements effectués dans ces "nappes profondes" impactaient les débits des cours d'eau à l'étiage. Cf. paragraphe précédent.

### 2.2.2 Prélèvements AEP

Les données proviennent de l'Agence de l'Eau (base redevances) et sont disponibles pour les années 1996 à 2007. Elles fournissent les volumes prélevés localisés par commune et par code hydrographique, ce qui permet de répartir les prélèvements par zone hydrographique (ZHY), puis par sous bassin du SAGE, et de les distribuer par nature de la ressource sollicitée.

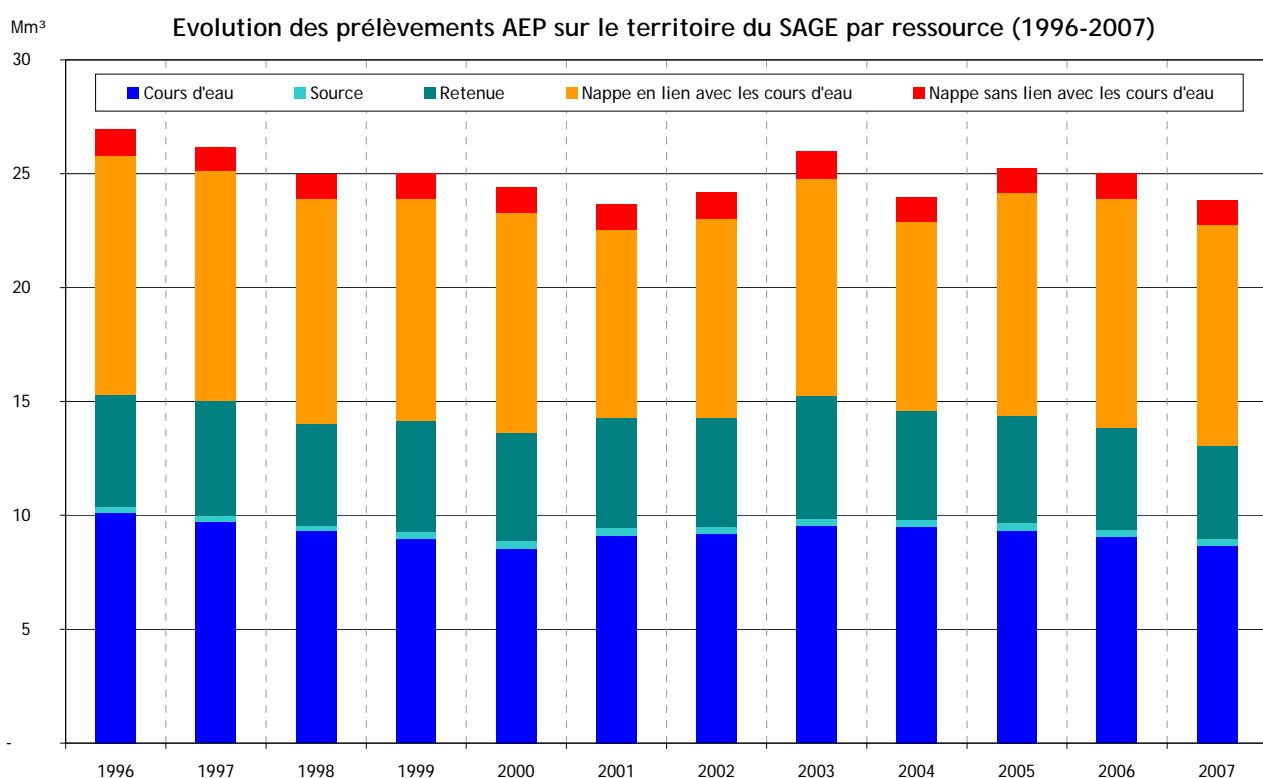
L'usage AEP représente un prélèvement annuel de 25 millions de m<sup>3</sup> (Mm<sup>3</sup>) en moyenne. Cet usage est assuré à 57% par les eaux superficielles (rivières, sources et retenues) ; le reste provient de forages souterrains. L'analyse hydrogéologique amène à classer 8 captages AEP en nappe sans lien avec les cours d'eau à l'étiage (cf. carte page suivante - à noter que plusieurs captages se trouvent sur le même point). Ils représentent 1,11 Mm<sup>3</sup> en moyenne, soit seulement 4,4% des volumes prélevés à l'échelle du SAGE. On considèrera dans la suite de l'étude qu'ils n'impactent pas les débits des cours d'eau à l'étiage : ils ne

seront donc pas pris en compte pour la détermination des volumes prélevables vis-à-vis du respect du DOE. Les volumes impactant les rivières sont en moyenne de 23,8 Mm<sup>3</sup>/an.





Prélèvements AEP déclarés à l'Agence de l'Eau 1996-2007 (Mm <sup>3</sup> )							
Périmètre SAGE Cher amont	Eaux superficielles			Eaux souterraines		Volumes toutes ressources	Volumes impactant les cours d'eau
	Cours d'eau	Sources	Retenues	En lien avec les cours d'eau	Sans lien avec les cours d'eau		
1996	10.10	0.27	4.91	10.52	1.16	26.96	25.80
1997	9.72	0.26	5.04	10.12	1.03	26.18	25.15
1998	9.30	0.26	4.45	9.91	1.08	25.01	23.93
1999	8.98	0.29	4.88	9.74	1.14	25.03	23.89
2000	8.53	0.37	4.73	9.66	1.10	24.39	23.29
2001	9.09	0.35	4.86	8.25	1.10	23.65	22.55
2002	9.20	0.32	4.79	8.75	1.14	24.19	23.05
2003	9.55	0.31	5.38	9.54	1.23	26.02	24.79
2004	9.49	0.34	4.75	8.31	1.07	23.96	22.89
2005	9.36	0.31	4.71	9.78	1.09	25.24	24.15
2006	9.05	0.31	4.51	10.04	1.14	25.04	23.90
2007	8.65	0.32	4.09	9.70	1.08	23.84	22.76
<b>Moyenne</b>	<b>9.25</b>	<b>0.31</b>	<b>4.76</b>	<b>9.53</b>	<b>1.11</b>	<b>25.0</b>	<b>23.8</b>
<b>Mini</b>	<b>8.53</b>	<b>0.26</b>	<b>4.09</b>	<b>8.25</b>	<b>1.03</b>	<b>23.6</b>	<b>22.5</b>
<b>Maxi</b>	<b>10.10</b>	<b>0.37</b>	<b>5.38</b>	<b>10.52</b>	<b>1.23</b>	<b>27.0</b>	<b>25.8</b>



L'usage AEP est globalement stable d'une année à l'autre, même s'il tend à une très légère baisse (tendance d'environ 150 000 m<sup>3</sup>/an en moyenne).

Le prélèvement AEP ayant un impact sur les cours d'eau est calculé pour chaque ZHY et, par sommation, pour chaque sous bassin versant ou à l'amont de chaque station hydrométrique. Les volumes prélevés sont également renseignés sur la période d'étiage dans la base Agence de l'Eau. Les deux tableaux ci-dessous présentent, pour 2007, les volumes prélevés à l'année et à l'étiage, par sous bassin.

Les bassins de plus forte consommation correspondent à peu de chose près aux agglomérations : Montluçon pour le Cher amont, Vierzon sur le Cher aval, Issoudun sur la Théols et le SIAEP de Marche et Boischaux avec le barrage de Sidiailles sur l'Arnon.

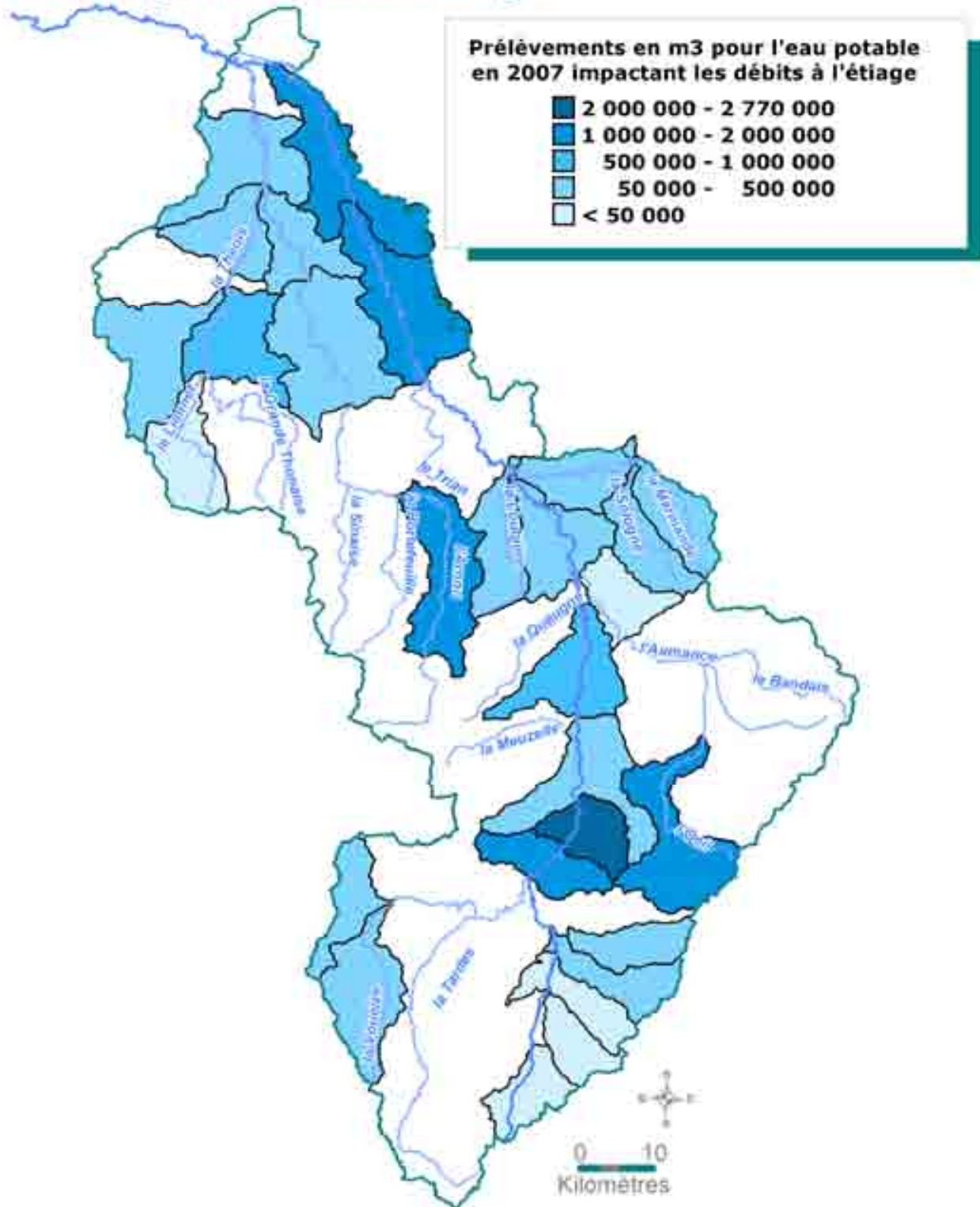
Les prélèvements AEP peuvent être considérés comme globalement constants au cours de l'année. Les volumes d'étiage (13,85 Mm<sup>3</sup> en 2007) représentent 58% des volumes annuels (23,84 Mm<sup>3</sup>), soit une proportionnalité quasi parfaite par rapport à la durée de l'étiage administratif (214 jours).

Prélèvements AEP déclarés à l'Agence de l'Eau pour l'année 2007 (Mm <sup>3</sup> )							
Bassin versant	Eaux superficielles			Eaux souterraines		Volumes toutes ressources	Volumes impactant les cours d'eau
	Cours d'eau	Sources	Retenues	En lien avec les cours d'eau	Sans lien avec les cours d'eau		
Haut Cher	-	0.15	0.22	0.18	-	0.54	0.54
Tardes et Voueize	-	-	-	0.64	-	0.64	0.64
Cher amont	6.50	0.17	0.27	1.95	-	8.89	8.89
Oeil et Aumance	-	-	1.74	0.04	-	1.79	1.79
Cher médian	-	-	-	1.66	-	1.66	1.66
Cher aval	2.16	-	-	2.70	0.21	5.07	4.86
Haut Arnon	-	-	-	-	-	-	-
Arnon amont	-	-	1.86	-	0.11	1.97	1.86
Arnon médian	-	-	-	0.34	0.36	0.70	0.34
Théols	-	-	-	2.03	0.40	2.44	2.03
Arnon aval	-	-	-	0.15	-	0.15	0.15
<b>Total</b>	<b>8.65</b>	<b>0.32</b>	<b>4.09</b>	<b>9.70</b>	<b>1.08</b>	<b>23.84</b>	<b>22.76</b>

Prélèvements AEP déclarés à l'Agence de l'Eau pour l'étiage 2007 (Mm <sup>3</sup> )							
Bassin versant	Eaux superficielles			Eaux souterraines		Volumes toutes ressources	Volumes impactant les cours d'eau
	Cours d'eau	Sources	Retenues	En lien avec les cours d'eau	Sans lien avec les cours d'eau		
Haut Cher	-	0.09	0.12	0.10	-	0.31	0.31
Tardes et Voueize	-	-	-	0.36	-	0.36	0.36
Cher amont	3.76	0.10	0.18	1.17	-	5.20	5.20
Oeil et Aumance	-	-	1.03	0.02	-	1.05	1.05
Cher médian	-	-	-	0.98	-	0.98	0.98
Cher aval	1.27	-	-	1.48	0.13	2.88	2.75
Haut Arnon	-	-	-	-	-	-	-
Arnon amont	-	-	1.08	-	0.05	1.13	1.08
Arnon médian	-	-	-	0.18	0.21	0.39	0.18
Théols	-	-	-	1.21	0.24	1.45	1.21
Arnon aval	-	-	-	0.09	-	0.09	0.09
<b>Total</b>	<b>5.03</b>	<b>0.19</b>	<b>2.40</b>	<b>5.60</b>	<b>0.63</b>	<b>13.85</b>	<b>13.22</b>

## Prélèvements pour l'alimentation en eau potable en 2007

Source : Agence de l'eau Loire Bretagne



L'usage AEP sur le bassin représente un débit de prélèvement total moyen de 790 l/s (740 l/s impactant les cours d'eau).

Une part de ces prélèvements revient au milieu, après traitement par les stations d'épuration. Quantitativement, c'est un impact positif pour les cours d'eau. Pour estimer l'impact de l'usage AEP sur les débits, il est donc nécessaire de prendre en compte la consommation de l'usage (prélèvement - rejet).

Pour cela, les rejets volumiques des STEP ont été estimés. Pour les grosses stations d'épuration, les débits sont connus et ont été utilisés. Pour les stations dont le débit de rejet n'est pas connu ou peu précis, il a été estimé à partir des données soit de capacité de rejet soit des données d'Equivalent-Habitants, avec une hypothèse de rejet de 150 l/jour/EH. Suivant le type de traitement, le volume réellement rejeté au milieu subit un abattement plus ou moins fort par rapport au volume entrant (lagunage par exemple qui favorise l'évaporation des effluents avant leur retour au cours d'eau) : un ratio est donc appliqué aux rejets théoriques.

Ces rejets sont ensuite répartis par ZHY, ce qui permet de mettre en évidence les transferts d'eau, lorsque le prélèvement se fait sur un bassin et le rejet après consommation sur un autre bassin. En cumul moyen sur le SAGE Cher amont, le débit rejeté par les STEP est estimé à environ 490 l/s, soit un taux de retour au milieu d'environ 60 à 65%.

Bassin versant	Rejets STEP estimés	
	l/s	Mm <sup>3</sup> /an
Haut Cher	14	0.43
Tardes et Voueize	15	0.47
Cher amont	148	4.66
Oeil et Aumance	43	1.37
Cher médian	37	1.17
Cher aval	100	3.15
Haut Arnon	1	0.02
Arnon amont	17	0.53
Arnon médian	9	0.29
Théols	96	3.04
Arnon aval	7	0.23
<b>Total SAGE</b>	<b>487</b>	<b>15.4</b>

*Nota* : lorsque les prélèvements s'effectuent totalement ou en grande partie dans une nappe captive, les rejets se faisant dans le cours d'eau, le bilan de consommation pour la rivière est négatif (consommation AEP négative = gain pour le cours d'eau).

La reconstitution des débits naturels sur une longue période impose de reconstituer les chroniques de prélèvement depuis 1976. Les prélèvements AEP sont connus au travers de la base agence de l'eau pour les années 1998-2007 ; ils sont estimés pour la période précédente, en prenant en compte une évolution linéaire depuis 1976, calée sur les variations démographiques du bassin (diminution de la population du bassin de 4,25% entre 1982 et 1990 et de 4,31% entre 1990 et 1999). En parallèle, la consommation par habitant a pu évoluer ; elle n'est néanmoins pas connue sur les années anciennes. Les

marges d'erreur liées à ces estimations pour les anciennes années restent faibles vis-à-vis de l'impact réel de l'usage sur les milieux.

### **Prospective sur les prélèvements AEP**

Le document sur les scénarios tendanciels du SAGE Cher amont fait état de réductions qui seraient obtenus sur les volumes prélevés pour l'AEP, par augmentation du rendement des réseaux, liés aux objectifs du nouveau SDAGE Loire - Bretagne.

Les volumes potentiellement économisables sont évalués à 2,8 Mm<sup>3</sup> à l'échelle du bassin, dont : 1,4 Mm<sup>3</sup> pour l'agglomération de Montluçon, 0,5 Mm<sup>3</sup> pour les autres zones urbaines (SIAEP Marche-Boischaux, Vierzon, Issoudun, Saint-Florent-sur-Cher et Saint-Amand-Montrond) et 0,9 Mm<sup>3</sup> pour les zones rurales.

Cela représenterait globalement une économie d'eau de 10% à l'échelle du SAGE.

### **2.2.3 Prélèvements industriels**

Les prélèvements industriels dont il est question ici sont ceux qui ont des dispositifs propres de pompage et qui sont indépendants du réseau AEP. Une grande partie des industries prélèvent sur le réseau public ; leurs prélèvements sont donc comptabilisés dans les volumes "AEP".

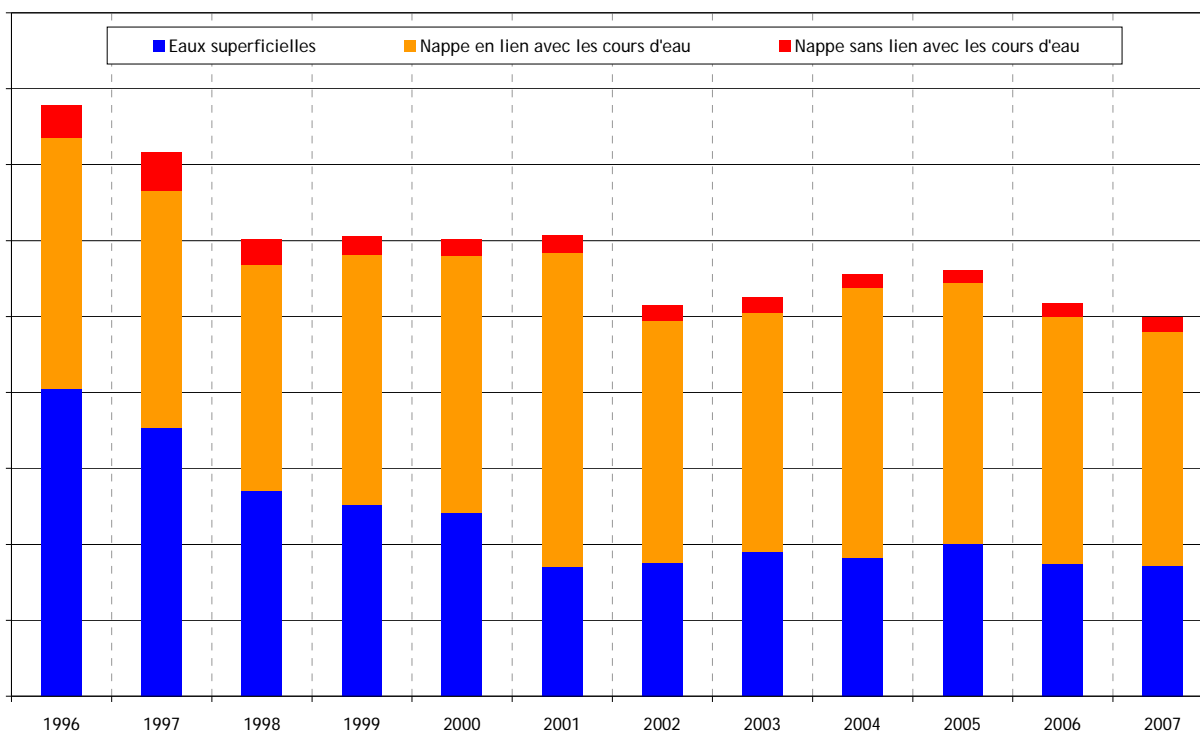
Les volumes prélevés par l'industrie sont fournis par les données redevances. La démarche suivie est identique à celle des volumes prélevés par l'AEP. Les prélèvements industriels sont globalement constants sur la période d'étiage.

Les volumes déclarés à l'Agence de l'eau concernent 27 industries sur le bassin. L'évolution des prélèvements annuels par type de ressource est présentée dans le tableau et le graphe ci-dessous. Ces volumes sont orientés à la baisse depuis 1996, soit du fait de fermetures d'usine, soit grâce à une baisse des prélèvements des industriels (amélioration des process, économies d'eau, etc.). Depuis 1996, ils représentent en moyenne sur le territoire du SAGE un prélèvement de 5,9 Mm<sup>3</sup>. Mais depuis 2002, la moyenne atteint plutôt 5,3 Mm<sup>3</sup>/an. 39% des volumes sont prélevés dans les eaux superficielles, 56% dans les nappes dites "libres". Environ 4% de ces prélèvements n'impactent pas la ressource circulante dans le réseau hydrographique.

Prélèvements industriels déclarés à l'Agence de l'Eau 1996-2007 (Mm <sup>3</sup> )					
Périmètre SAGE Cher amont	Cours d'eau, sources, retenues	Eaux souterraines		Volumes toutes ressources	Volumes impactant les cours d'eau
		En lien avec les cours d'eau	Sans lien avec les cours d'eau		
1996	4.05	3.31	0.42	7.78	7.36
1997	3.54	3.11	0.50	7.15	6.65
1998	2.71	2.98	0.33	6.02	5.69
1999	2.52	3.30	0.24	6.06	5.82
2000	2.41	3.40	0.22	6.03	5.81
2001	1.71	4.12	0.23	6.07	5.84
2002	1.75	3.19	0.21	5.15	4.94
2003	1.91	3.15	0.20	5.26	5.06
2004	1.83	3.55	0.18	5.56	5.38
2005	2.01	3.43	0.17	5.61	5.44
2006	1.74	3.26	0.18	5.18	5.00
2007	1.72	3.08	0.19	4.99	4.80
<b>Moyenne</b>	<b>2.32</b>	<b>3.32</b>	<b>0.26</b>	<b>5.9</b>	<b>5.6</b>
<b>Mini</b>	<b>1.71</b>	<b>2.98</b>	<b>0.17</b>	<b>5.0</b>	<b>4.8</b>
<b>Maxi</b>	<b>4.05</b>	<b>4.12</b>	<b>0.50</b>	<b>7.8</b>	<b>7.4</b>

Mm<sup>3</sup>

Evolution des prélèvements industriels du bassin par ressource (1996-2007)



Dans les process industriels, une large part du prélèvement est restituée au milieu. Le ratio de consommation moyen est estimé à 18%, soit 82% de retour au milieu. Néanmoins, certaines industries rejettent dans une STEP et non directement au milieu. Afin de ne pas comptabiliser deux fois les rejets au milieu, ces industries ont été identifiées et traitées différemment pour prendre en compte cette particularité. Le bilan est présenté dans le tableau suivant.

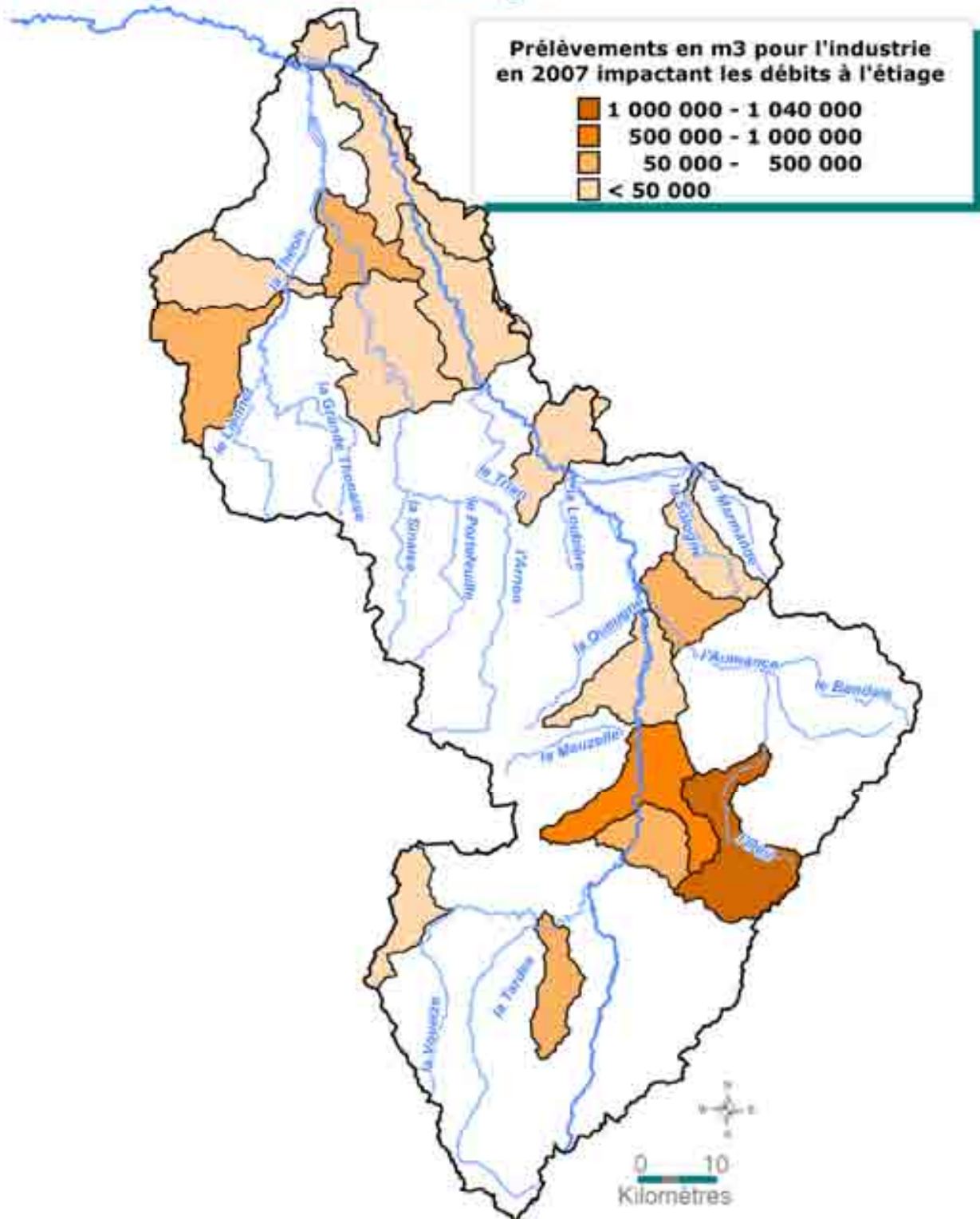
Prélèvements industriels et consommations pour 2007 (Mm <sup>3</sup> )						
Bassin versant	Cours d'eau, sources, retenues	Eaux souterraines		Volumes toutes ressources	Volumes impactant les cours d'eau	Bilan consommation après rejet au milieu naturel
		En lien avec les cours d'eau	Sans lien avec les cours d'eau			
Haut Cher	-	-	-	-	-	-
Tardes et Voueize	0.06	0.02	-	0.08	0.08	0.01
Cher amont	1.66	0.39	-	2.05	2.05	1.80
Oeil et Aumance	-	1.90	-	1.90	1.90	0.34
Cher médian	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00
Cher aval	-	0.10	0.15	0.25	0.10	0.00
Haut Arnon	-	-	-	-	-	-
Arnon amont	-	-	-	-	-	-
Arnon médian	-	0.13	0.04	0.16	0.13	0.01
Théols	-	0.54	-	0.54	0.54	0.53
Arnon aval	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>1.72</b>	<b>3.08</b>	<b>0.19</b>	<b>4.99</b>	<b>4.80</b>	<b>2.67</b>

Pour 2007 par exemple, 5 Mm<sup>3</sup> ont été prélevés et le bilan vis-à-vis des cours d'eau fait apparaître une consommation de 2,7 Mm<sup>3</sup> (hors rejets aux STEP rappelons-le). L'impact des consommations industrielles sur les débits à l'étiage reste donc relativement faible, de l'ordre de 90 l/s.

Les bassins concernés sont principalement le Cher amont et l'Oeil, avec le bassin industriel de Montluçon – Commentry qui regroupe environ 80% de l'usage industriel de l'eau du territoire.

## Prélèvements pour l'industrie en 2007

Source : Agence de l'eau Loire Bretagne





## 2.2.4 Prélèvements agricoles pour l'irrigation

L'unité spatiale pour l'analyse est le bassin versant unitaire qui aura été préalablement déterminé (ZHY a priori). Tous les prélèvements sont donc associés à un bassin superficiel ou à une masse d'eau souterraine.

L'établissement d'une information synthétique est toujours délicat et le rapprochement de données d'origines diverses (Agence de l'eau et Etat par exemple) peut révéler des écarts d'appréciation. Par exemple, concernant l'irrigation, trois types d'informations sont utiles à la compréhension et à l'anticipation des problèmes de gestion :

PARAMETRES	AVANTAGES	INCONVENIENTS
La surface irriguée	Permet des simulations sur la <b>variabilité de la demande en eau</b>	Il existe parfois une confusion entre surface irriguée et surface irrigable voire avec surface primable. La relation entre surface et consommation dépend de nombreux paramètres agronomiques, du type de culture, du taux d'intensification, etc.
Le débit de prélèvement	Permet une description de l'impact instantané maximum. Le débit peut être un facteur limitant. Ce paramètre est adapté à la <b>gestion des débits naturels</b> ; il répond bien aux exigences <b>de la loi sur l'eau</b>	Il ne donne pas une image juste de l'intensité moyenne sur 24 heures, ni sur la saison. Le débit est dépendant du type de matériel et du type de culture.
Le volume autorisé	Ce paramètre fixe un maximum. Il est nécessaire à <b>une gestion de stock</b>	Il ne donne aucune information sur le volume réellement prélevé. De nombreux paramètres font que ce maximum n'est jamais atteint partout.

Les trois informations ne sont pas systématiquement disponibles conjointement. Des clés de passage doivent être établies par des équivalences débit/volume/surface irriguée.

Des approximations sont incontournables et peuvent expliquer des écarts entre différentes bases de données notamment issus de départements distincts. L'exploitation croisée des différentes informations doit permettre de décrire le plus objectivement possible les volumes prélevés par ressource, par période et leur évolution. Ce résultat très sensible doit être validé par la profession.

Concernant les prélèvements agricoles à des fins d'irrigation, ils sont difficilement appréhendables car la seule connaissance des volumes et débits autorisés et/ou des volumes prélevés annuellement ou sur la période d'étiage (mai à novembre) n'est pas suffisante. En effet, leur variabilité interannuelle et au sein d'une campagne peut être très forte suivant les conditions météorologiques et les pratiques d'irrigation. Notamment, ces prélèvements nécessitent d'être simulés pour obtenir un régime de prélèvement journalier pour chacune des années. Il est effectué en simulant la demande agroclimatique des cultures irriguées, croisée avec les surfaces irriguées sur le bassin versant.

## Volumes autorisés par la Police de l'eau

Une enquête a été menée auprès des services de Police de l'eau (SPE) afin de récupérer les données d'autorisations de prélèvement pour l'irrigation. Des compléments ont pu être fournis par les chambres d'agriculture.

Cela concerne surtout la part du bassin versant classée en Zone de Répartition des Eaux (départements de l'Allier, du Cher et de l'Indre). Il ressort de cette enquête une grande diversité des informations d'un département à l'autre. Les données datent de l'année 2009.

Indre : les données concernent le bassin de la Théols. Le fichier transmis par la DDT 36 fournit les débits et volumes autorisés pour les pompages en cours d'eau et les forages/puits. Les débits autorisés sont en cumul de 350 m<sup>3</sup>/h pour les pompages et 1765 m<sup>3</sup>/h pour les forages.

Volume annuel autorisé en m <sup>3</sup> (DDT36)				
UG SAGE	Cours d'eau	Forage	Plans d'eau	Total
Théols	310 000	1 189 645		1 499 645
<b>Total</b>	<b>310 000</b>	<b>1 189 645</b>	-	<b>1 499 645</b>

Cher : les fichiers fournis par la DDT 18 permettent d'établir les volumes autorisés dans ce département pour l'année 2009. A noter que les données des plans d'eau sont très peu renseignées en terme de volumes ; ceux-ci sont donc vraisemblablement sous estimés.

La Chambre d'Agriculture du Cher a fourni également des données sur les prélèvements en rivière sur le Cher et l'Arnon. Les volumes demandés par les irrigants en 2010 sont de 1 085 000 m<sup>3</sup> sur le Cher et de 529 200 m<sup>3</sup> sur l'Arnon, soit un total de 1 614 200 m<sup>3</sup>. Ce chiffre légèrement supérieur à celui fourni par la DDT n'est pas dû à une augmentation des autorisations mais à une plus grande exhaustivité des données de la Chambre d'Agriculture.

Volume annuel autorisé en m <sup>3</sup> (DDT18)				
UG SAGE	Cours d'eau	Forage	Plans d'eau	Total
Cher médian	24 300	30 000	27 300	81 600
Cher aval	954 813	5 198 950	115 000	6 268 763
Arnon amont	16 380	623 700	-	640 080
Arnon médian	367 549	3 519 062	312 700	4 199 311
Théols	-	40 900	-	40 900
Arnon aval	145 271	1 380 064	-	1 525 335
<b>Total</b>	<b>1 508 313</b>	<b>10 792 676</b>	<b>455 000</b>	<b>12 755 989</b>

Allier : sur le département de l'Allier, le volume autorisé est fixé à hauteur de 3 000 m<sup>3</sup>/ha, mais les surfaces réellement irriguées ne sont pas connues. Seuls sont disponibles les volumes prélevés de 2001 à 2009, fournis par la DDT 03. Cette donnée est une synthèse provenant de la Chambre d'Agriculture de l'Allier, qui réalise à la fin de chaque année un inventaire des prélèvements réels. Cette base de la CA03 fournit les débits autorisés, les stocks des retenues et les volumes prélevés chaque année, mais pas les volumes autorisés.

De ce fait, seule une estimation peut être présentée, en calculant des volumes autorisés "équivalents" à partir des débits autorisés pour les prélèvements en rivière ou en nappe : le ratio retenu est un équipement d'irrigation à 2,5 m<sup>3</sup>/h/ha et une autorisation à 3000 m<sup>3</sup>/ha. Pour les retenues, on considère que le volume autorisé est égal au volume stocké. Ces **estimations** sont faites par souci d'homogénéité et de comparaison avec les autres départements. Elles sont données à titre indicatif et, dans la suite de l'étude, ce seront les volumes prélevés qui serviront.

Volume annuel autorisé estimé en m <sup>3</sup> (CA03)				
UG SAGE	Cours d'eau	Forage	Plans d'eau	Total
Cher amont	390 000	60 000	423 000	873 000
Oeil et Aumance	247 200	534 000	969 750	1 750 950
Cher médian	144 000	876 000	796 400	1 816 400
Haut Arnon	-	-	250 000	250 000
<b>Total</b>	<b>781 200</b>	<b>1 470 000</b>	<b>2 439 150</b>	<b>4 690 350</b>

Le tableau suivant compile l'ensemble des données d'autorisations récupérées et analysées.

Au total, ce sont presque 19 Mm<sup>3</sup> qui sont autorisés sur le territoire du SAGE, aux estimations et aux manques près.

Rappelons que ces volumes sont des plafonds qui ne sont qu'exceptionnellement atteints, et que les volumes réellement prélevés par les irrigants sont inférieurs et très variables suivant les conditions climatiques de l'année, le type des cultures, les assolements et les contraintes de gestion.

**Ces données d'autorisations ne seront pas utilisées dans la suite de l'étude pour la détermination des volumes prélevables.**

Autorisations pour l'irrigation (2009)				
UG SAGE	Cours d'eau	Forages	Plans d'eau	TOTAL
Haut Cher				
Tardes et Voueize				
Cher amont	390 000	60 000	423 000	873 000
Oeil et Aumance	247 200	534 000	969 750	1 750 950
Cher médian	168 300	906 000	823 700	1 898 000
Cher aval	954 813	5 198 950	115 000	6 268 763
Haut Arnon	-	-	250 000	250 000
Arnon amont	16 380	623 700	-	640 080
Arnon médian	367 549	3 519 062	312 700	4 199 311
Théols	310 000	1 230 545	-	1 540 545
Arnon aval	145 271	1 380 064	-	1 525 335
<b>Total</b>	<b>2 599 513</b>	<b>13 452 321</b>	<b>2 894 150</b>	<b>18 945 984</b>

Sources : Chambre d'agriculture 03 et 18, DDT 03, 18 et 36

## Volumes prélevés

Afin de rendre compte de la variabilité des prélèvements, les données d'autorisation sont insuffisantes ; il est nécessaire d'avoir des informations sur les volumes réellement prélevés, année après année. Cette donnée est disponible depuis 1996 auprès de l'Agence de l'eau via la base redevances. Même s'il est probable que quelques prélèvements manquent à cette base, c'est de loin la plus homogène à l'échelle du bassin versant, avec autant d'années disponibles.

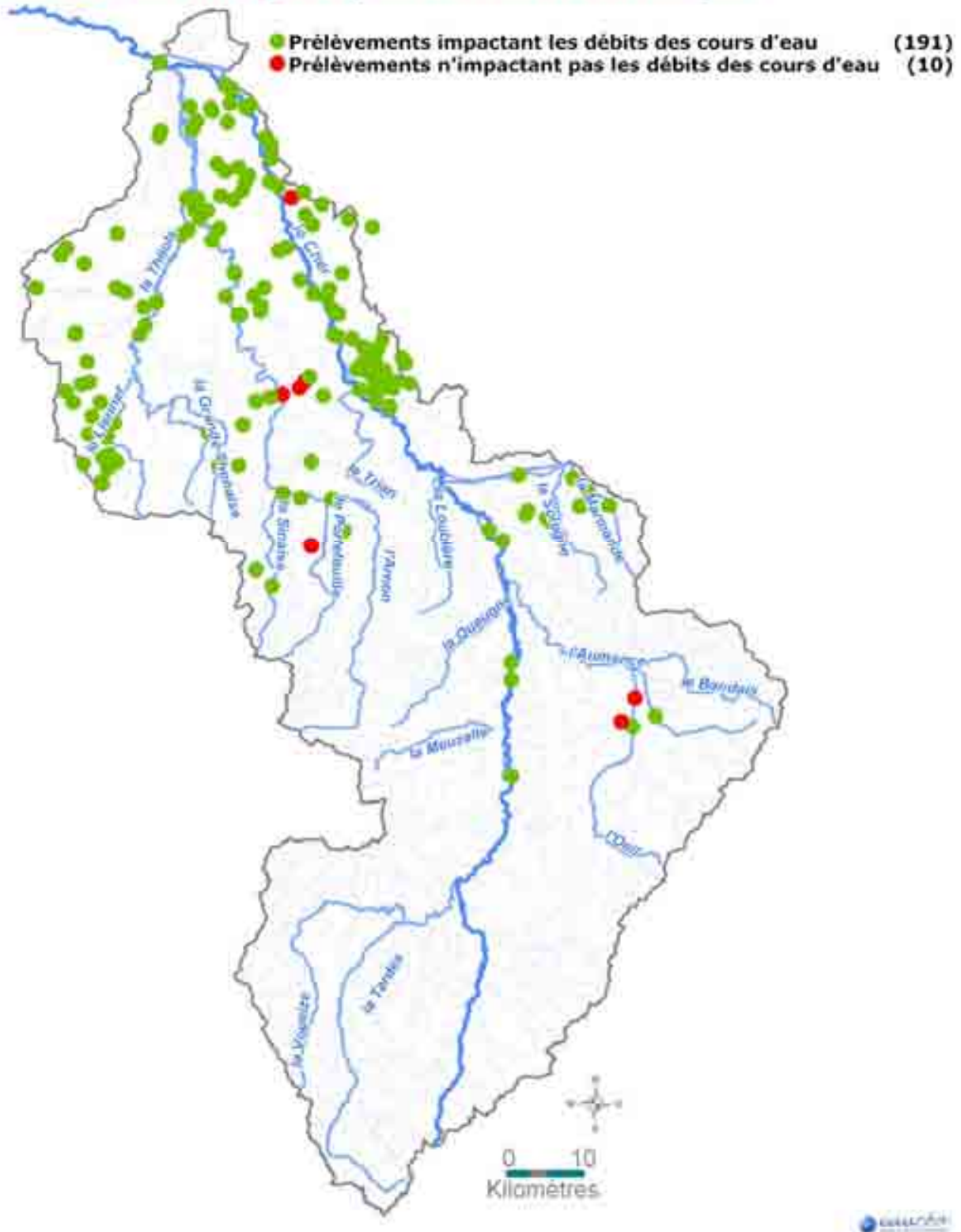
Pour chaque prélèvement déclaré, sont mentionnés les coordonnées géographiques ainsi que le type de ressource prélevée. Pour les prélèvements souterrains, la profondeur du forage est indiquée. Le positionnement précis du captage et l'analyse hydrogéologique des aquifères captés permettent de classer les prélèvements suivant qu'ils impactent ou pas les débits des cours d'eau à l'étiage. Ceci est primordial pour la bonne reconstitution des

débits naturels du bassin, mais également pour la détermination des volumes prélevables, qui doivent respecter des objectifs de débits dans les rivières.

Sur la carte ci-après, les points de prélèvements agricoles souterrains sont positionnés sur le bassin. Les points verts correspondent aux prélèvements qui impactent la ressource circulante ; les points rouges sont considérés comme "captifs", sans lien avec les débits des cours d'eau à l'étiage.

## Répartition des forages agricoles

Source : BD carthage & Agence de l'eau Loire Bretagne



De plus, l'analyse des prélèvements en retenue a été effectuée. La taille et le mode d'alimentation des retenues est multiple (source, cours d'eau, eaux de ruissellement, nappe, etc.) et, suivant leur fonctionnement, elles impactent ou pas les débits d'étiage. Une retenue déconnectée du réseau hydrographique et remplie strictement hors période d'étiage ne pèse pas sur le bilan hydrologique d'étiage : elle sera donc sortie des prélèvements "étiage". En revanche, si elle intercepte des écoulements superficiels (située sur un cours d'eau ou une source) ou si elle est remplie au fur et à mesure des besoins d'irrigation (retenue tampon), les prélèvements associés vont impacter les débits des cours d'eau en étiage.

L'analyse a donc consisté à vérifier, dans les données disponibles dans les bases de l'Agence de l'Eau, le mode d'alimentation et la taille des retenues. Si une retenue a une capacité inférieure aux prélèvements effectués, c'est qu'elle se remplit au cours de l'étiage, et donc qu'elle pèse sur les débits du cours d'eau concerné. Ces types de prélèvements seront donc classés comme des prélèvements directs en rivière ou en nappe.

Cette analyse permet donc de classer les prélèvements par ressource et par sous bassin du SAGE, ils sont présentés dans les tableaux de synthèse ci-dessous.

Prélèvements agricoles déclarés à l'Agence de l'Eau pour l'étiage 2008 (Mm <sup>3</sup> )						
Bassin versant	Eaux superficielles	Eaux souterraines		Retenues (déconnectées à l'étiage)	Volumes toutes ressources	Volumes impactant les cours d'eau
		En lien avec les cours d'eau	Sans lien avec les cours d'eau			
Haut Cher	-	-	-	-	-	-
Tardes et Voueize	0.01	-	-	-	0.01	0.01
Cher amont	0.11	0.05	-	0.14	0.29	0.15
Oeil et Aumance	0.09	0.01	0.06	0.25	0.41	0.10
Cher médian	0.09	0.30	-	0.40	0.80	0.39
Cher aval	0.30	2.53	0.20	0.04	3.07	2.83
Haut Arnon	-	-	-	0.00	0.00	-
Arnon amont	-	0.05	0.04	0.21	0.31	0.05
Arnon médian	0.18	1.39	0.26	-	1.83	1.57
Théols	0.07	0.84	-	0.08	0.99	0.91
Arnon aval	0.11	0.45	-	0.09	0.65	0.56
<b>Total (Mm<sup>3</sup>)</b>	<b>0.97</b>	<b>5.61</b>	<b>0.57</b>	<b>1.22</b>	<b>8.37</b>	<b>6.58</b>
<b>Total (%)</b>	<b>12%</b>	<b>67%</b>	<b>7%</b>	<b>15%</b>	<b>100%</b>	<b>79%</b>

Même si l'année 2008 n'est pas une année de très forts prélèvements agricoles, ce tableau permet de visualiser la répartition des prélèvements, en fonction de la ressource sollicitée et par unité hydrographique.

Ainsi, environ 80% des volumes sont prélevés sur les bassins Cher aval et Arnon-Théols.

L'appel à la ressource souterraine est majoritaire sur le bassin, puisque les trois quarts des prélèvements se font par puits ou forage. Au total, environ 80% des prélèvements agricoles ont un impact sur les débits des cours d'eau pendant l'étiage.

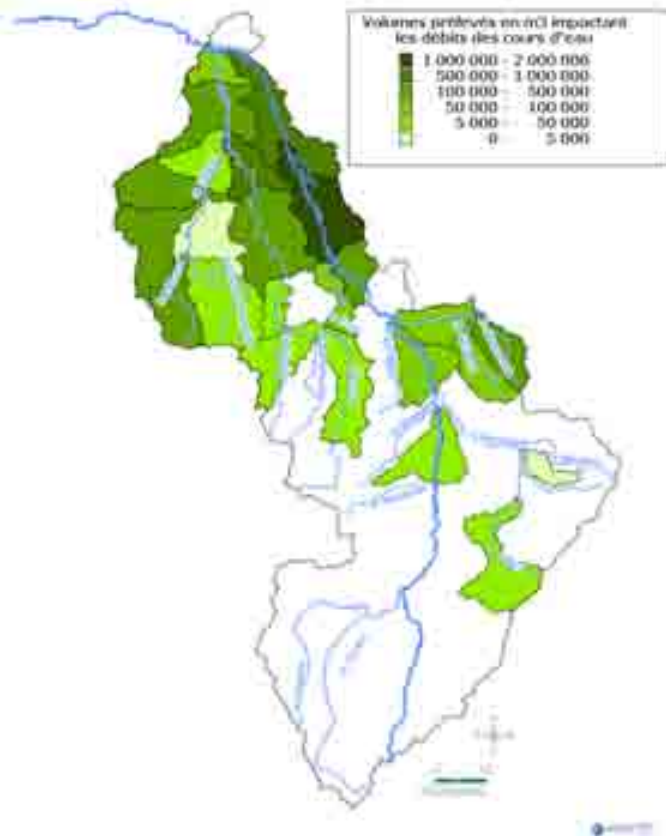
Depuis 1996, les volumes prélevés pour l'irrigation ont évolué comme décrit dans le tableau et le graphe suivants. La moyenne 1996-2008 est de 11,1 Mm<sup>3</sup>.

Les années de forts prélèvements sont 1996, 1998 et 2003 (plus de 14 Mm<sup>3</sup>). L'année 2007, particulièrement humide, reste l'année de plus faible consommation de la chronique.



**Volumes prélevés pour l'irrigation en 2008**  
ressource : nappe "libre"

Source : Agence de l'eau Loire Bretagne, BD Carthage IGN



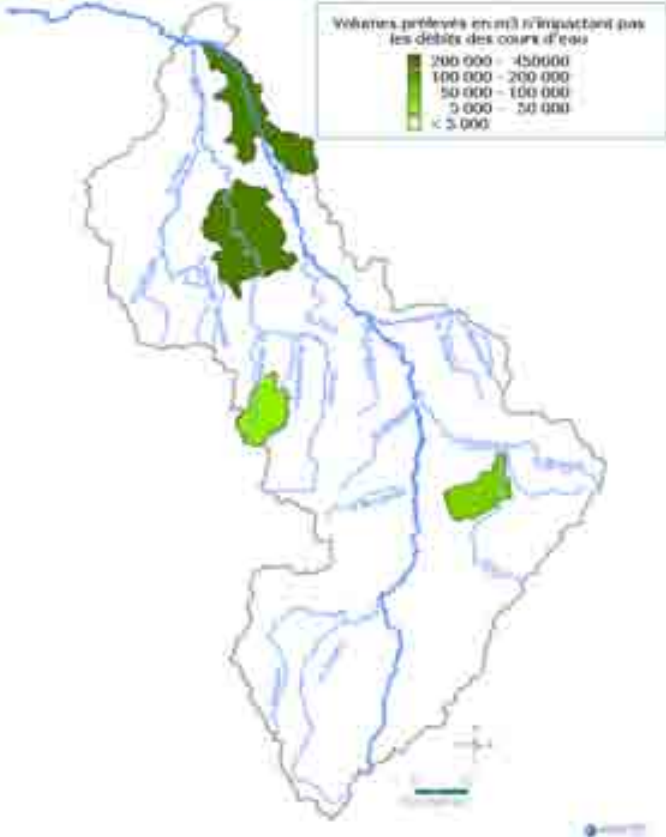
**Volumes prélevés pour l'irrigation en 2008**  
ressource : cours d'eau

Source : Agence de l'eau Loire Bretagne, BD Carthage IGN



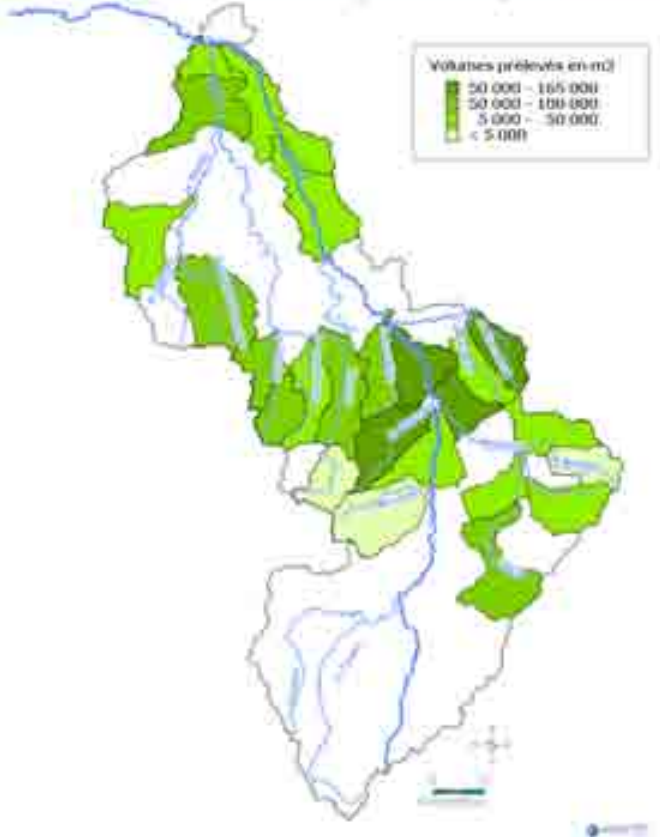
**Volumes prélevés pour l'irrigation en 2008**  
ressource : nappe "captive"

Source : Agence de l'eau Loire Bretagne, BD Carthage IGN

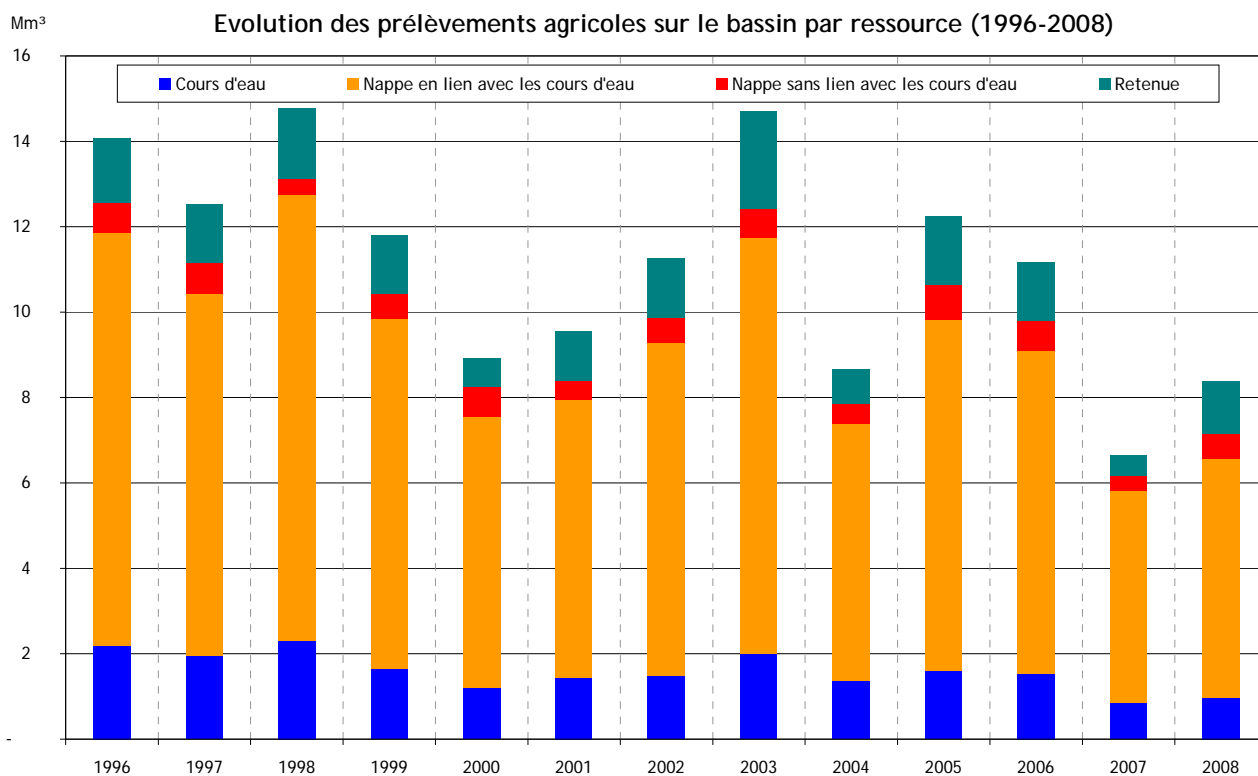


**Volumes prélevés pour l'irrigation en 2008**  
ressource : retenues

Source : Agence de l'eau Loire Bretagne, BD Carthage IGN



Prélèvements agricoles déclarés à l'Agence de l'Eau 1996-2008 (Mm <sup>3</sup> )						
Périmètre SAGE Cher amont	Eaux superficielles	Eaux souterraines		Retenues (déconnectées à l'étiage)	Volumes toutes ressources	Volumés impactant les cours d'eau
		En lien avec les cours d'eau	Sans lien avec les cours d'eau			
1996	2.18	9.68	0.70	1.52	14.09	11.87
1997	1.96	8.47	0.73	1.37	12.54	10.43
1998	2.30	10.45	0.38	1.64	14.77	12.75
1999	1.63	8.22	0.58	1.37	11.81	9.85
2000	1.20	6.36	0.69	0.67	8.92	7.56
2001	1.43	6.51	0.45	1.17	9.55	7.94
2002	1.49	7.79	0.58	1.39	11.25	9.28
2003	1.99	9.76	0.67	2.28	14.70	11.75
2004	1.37	6.02	0.46	0.80	8.65	7.39
2005	1.59	8.24	0.81	1.61	12.25	9.83
2006	1.53	7.57	0.70	1.37	11.17	9.10
2007	0.86	4.95	0.37	0.49	6.66	5.81
2008	0.97	5.61	0.57	1.22	8.37	6.58
<b>Moyenne</b>	<b>1.58</b>	<b>7.66</b>	<b>0.59</b>	<b>1.30</b>	<b>11.1</b>	<b>9.2</b>
<b>Mini</b>	<b>0.86</b>	<b>4.95</b>	<b>0.37</b>	<b>0.49</b>	<b>6.7</b>	<b>5.8</b>
<b>Maxi</b>	<b>2.30</b>	<b>10.45</b>	<b>0.81</b>	<b>2.28</b>	<b>14.8</b>	<b>12.7</b>



La seule connaissance du volume d'irrigation annuel ne permet pas d'avoir une idée sur la répartition de ce volume au sein de la campagne d'irrigation. Si les usages AEP et industriels sont globalement constants au cours de l'été, ce n'est pas le cas de l'irrigation, qui possède des dates de démarrage et de fin ainsi que des périodes de pointe ou de ralentissement des prélèvements très largement variables au sein de l'été, notamment liées aux conditions agroclimatiques. L'étalement sur la période d'irrigation du volume annuel est une hypothèse beaucoup trop approximative ; il est essentiel de connaître le régime des prélèvements agricoles qui, croisé avec le régime de disponibilité de la ressource naturelle (débits des cours d'eau et nappes), pourra impacter plus ou moins le niveau d'étiage des bassins versants.

**Pour ce faire, il est proposé de partir des surfaces irriguées, qui seront ensuite croisées avec les besoins d'irrigation unitaires journaliers, afin de décrire le régime journalier des prélèvements agricoles.**

### Surfaces irriguées

La donnée de surface irriguée mentionnée dans l'état des lieux du SAGE est issue du RGA 2000 (tableau ci-dessous). Elle s'établit à environ 8 300 ha.

Bassins versants	Surface irrigable		Surface irriguée		Part des surfaces irrigables effectivement irriguées en 2000 (%)
	(ha)	%	(ha)	%	
Haut Cher	12	0	5	0	39
Cher amont	481	3	303	3,6	63
Cher médian	880	5,5	624	7,5	71
Cher aval	4 665	29	2 468	30	53
Tardes et Voueize	106	0,5	48	0,5	45
Oeil et Aumance	1 036	6,5	744	8,9	72
Haut Arnon	143	1	61	0,5	42
Arnon amont	724	4,5	251	3	35
Arnon médian	2 344	15	1 370	16,5	58
Arnon aval	2 026	13	958	11,5	47
Théols	3 530	22	1 491	18	42
SAGE	15 947	100	8 322	100	52

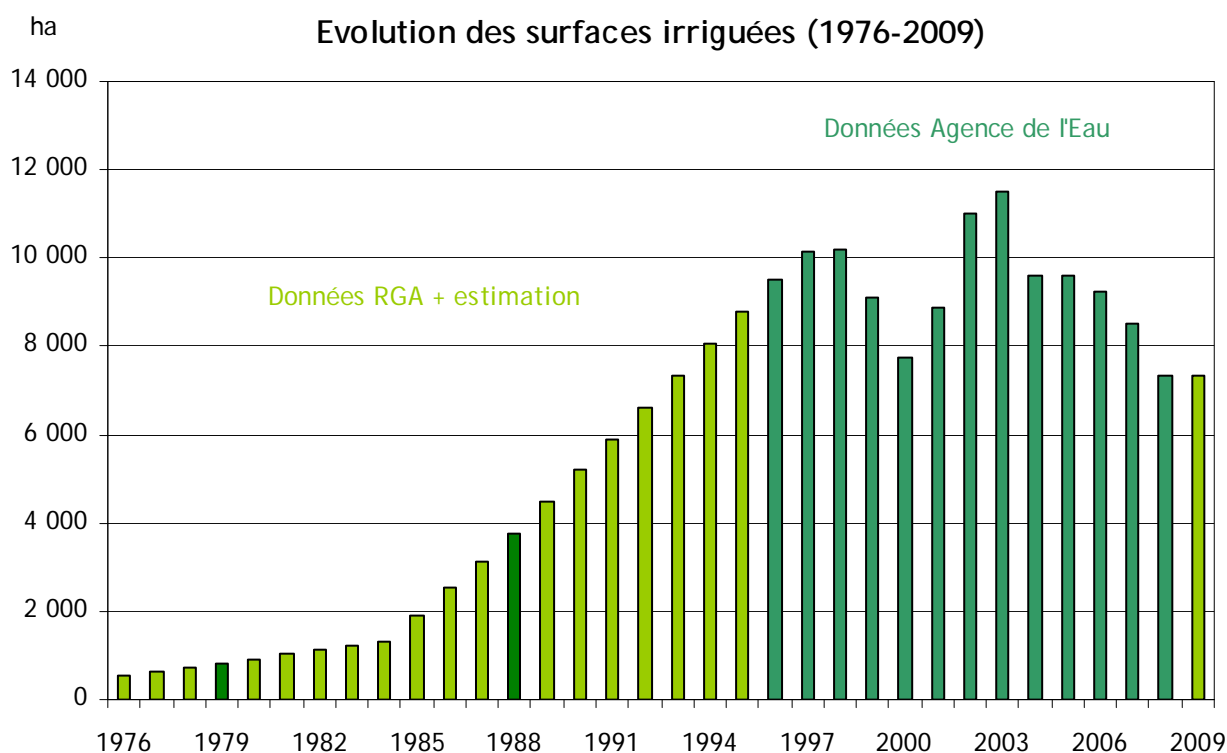
On observe sur les données Agence de l'Eau que les surfaces irriguées peuvent évoluer de façon sensible d'une année à l'autre. De ce fait, il est préférable de partir des données Agence de l'Eau, beaucoup plus proches de la réalité.

Les surfaces irriguées impactant les débits des cours d'eau sont en moyenne de 7 800 ha sur le bassin, pour un total 9 400 ha.

Les variations des prélèvements agricoles sur les dernières années sont donc dues à la fois à la variabilité de la demande en eau des cultures, mais également aux assolements pouvant varier fortement d'une année à l'autre. Les doses unitaires moyennes sur les dernières années sont d'environ 1200 m<sup>3</sup>/ha ; elles varient entre 800 et 1500 m<sup>3</sup>/ha environ.

Irrigation : volumes prélevés et surfaces irriguées sur le bassin Cher amont															
		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	MOY
Prélèvements impactant les cours d'eau	Volumes prélevés (Mm <sup>3</sup> )	11.9	10.4	12.7	9.9	7.6	7.9	9.3	11.7	7.4	9.8	9.1	5.8	6.6	9.2
	Surfaces irriguées (ha)	7 854	8 416	8 623	7 515	6 595	7 321	9 024	9 475	7 845	7 938	7 644	7 238	5 709	7 784
Prélèvements sans impact sur les cours d'eau	Volumes prélevés (Mm <sup>3</sup> )	2.2	2.1	2.0	2.0	1.4	1.6	2.0	2.9	1.3	2.4	2.1	0.9	1.8	1.9
	Surfaces irriguées (ha)	1 638	1 754	1 568	1 603	1 152	1 544	1 994	2 011	1 754	1 662	1 609	1 276	1 651	1 632
Prélèvements totaux	Volumes prélevés (Mm <sup>3</sup> )	14.1	12.5	14.8	11.8	8.9	9.6	11.3	14.7	8.7	12.3	11.2	6.7	8.4	11.1
	Surfaces irriguées (ha)	9 492	10 170	10 191	9 117	7 747	8 865	11 019	11 486	9 599	9 600	9 253	8 515	7 359	9 416
	Dose unitaire (m <sup>3</sup> /ha)	1 484	1 233	1 449	1 295	1 152	1 077	1 021	1 279	901	1 276	1 207	782	1 137	1 182

En revanche, pour la reconstitution historique des prélèvements d'irrigation, il est nécessaire d'avoir une idée de l'évolution des surfaces, notamment celle concernant les surfaces irriguées depuis les années 70. Cette information est difficilement mobilisable avant 1996 ; elle a donc été estimée sur la base des données comparatives des RGA 1979, 1988 et 2000. En considérant que l'essor de l'irrigation sur le bassin a été fort entre le milieu des années 80 et le milieu des années 90, l'historique des surfaces irriguées estimées entre 1976 et 2009 est présenté sur le graphe ci-après.



Ce graphe concerne toutes les surfaces irriguées. Dans la suite du rapport il ne sera fait état que des surfaces irriguées impactant les débits des cours d'eau à l'étiage.

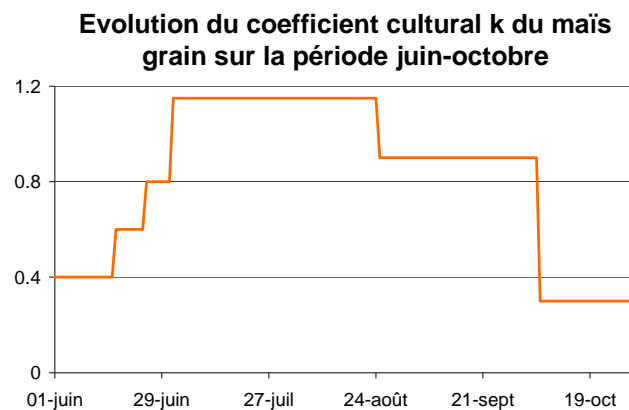
## Simulations des prélèvements agricoles

Pour les raisons évoquées précédemment, il est nécessaire de simuler les prélèvements agricoles, à la fois pour les années antérieures à 1996 et pour établir le régime des prélèvements au cours de l'étiage. Le but étant de croiser les prélèvements effectués avec la ressource circulante, il par conséquent plus important d'avoir une bonne estimation du **débit de pointe** de prélèvements au bon moment dans la campagne que du volume global prélevé pendant une année donnée.

Le principe de simulation des prélèvements agricoles est le suivant : chaque jour, on considère que l'irrigation complète les besoins de la culture qui ne sont pas satisfaits soit par la réserve en eau du sol soit par la pluie (conduite de l'irrigation à l'ETM). Les besoins en eau des plantes sont évalués grâce aux données d'évapotranspiration et de précipitations et aux coefficients culturaux du maïs (culture irriguée majoritaire sur le bassin).

Les données météorologiques, achetées à Météo France, sont les suivantes :

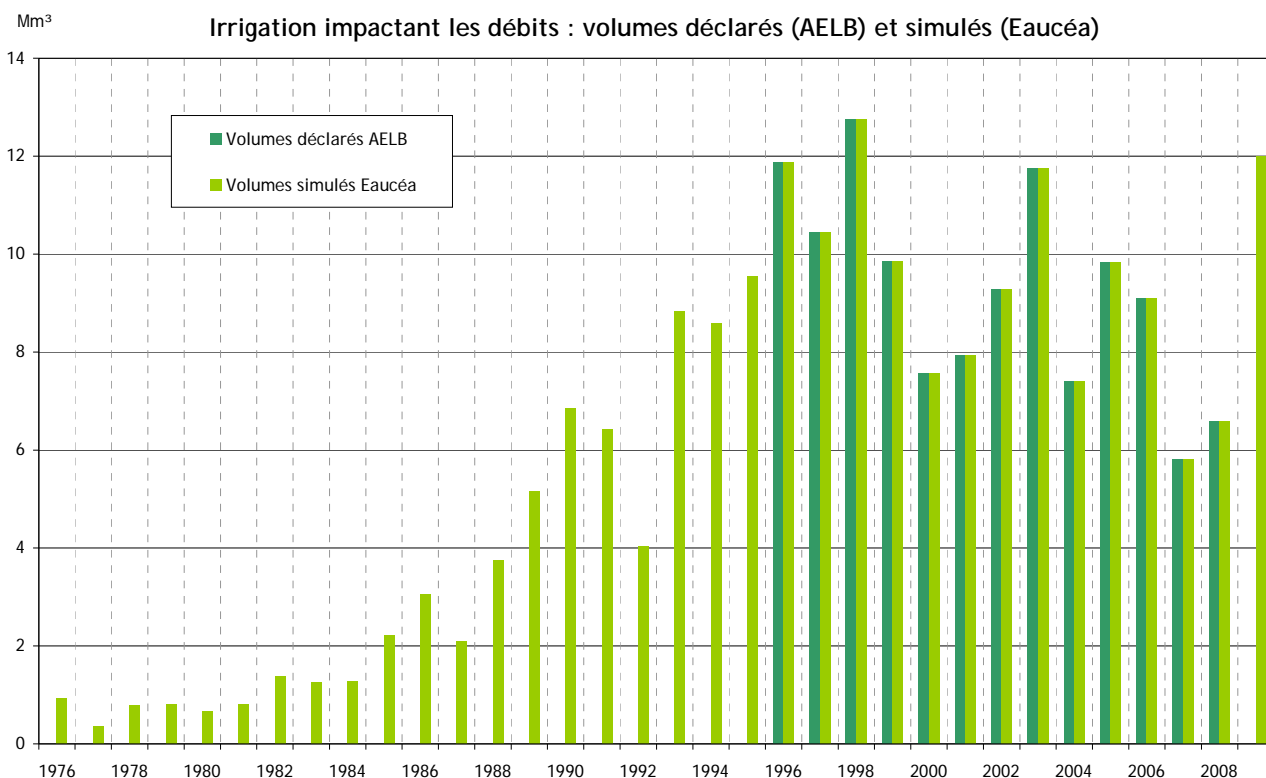
- Evapotranspiration décadaire de 1976 à 2009 : station de Bourges ;
- Précipitations journalières estivales de 1976 à 2009 : stations de Bourges et Archignat.



Ces données permettent d'évaluer les besoins climatiques des cultures sur les parties médiane et aval du bassin, concernées par l'irrigation.

Cette simulation des apports en eau nécessaires évalue donc les besoins théoriques des cultures, qui ne correspondent pas toujours à la réalité. Tous les irrigants ne conduisent pas leur irrigation de cette façon, et il existe une multitude de comportements. Les simulations sont ensuite ajustées avec notamment la fixation de doses d'irrigation maximales et un coefficient de "foisonnement" qui décrit la diversité des comportements des exploitants.

Les prélèvements agricoles simulés ont été confrontés aux données de volumes déclarés à l'Agence de l'Eau, sur la période 1996-2008, afin d'effectuer le calage du modèle agroclimatique utilisé. Grâce à cela, on peut simuler les besoins d'irrigation pour les années non disponibles dans les données Agence (avant 1996 et en 2009).



Cela aboutit à un coefficient de foisonnement de 64%, ce qui est équivalent à des pratiques d'irrigation apportant en moyenne 64% des besoins de l'optimum agronomique (par rapport aux surfaces de la base Agence de l'Eau).

Les simulations donnent des doses d'irrigation unitaires d'environ 1 930 m<sup>3</sup>/ha à l'optimum agronomique, qui se traduit par une consommation observée de 1 240 m<sup>3</sup>/ha en moyenne sur le territoire du SAGE. En année sèche de fréquence quinquennale, la dose simulée peut atteindre 2 340 m<sup>3</sup>/ha théoriques, soit près de 1 500 m<sup>3</sup>/ha observés. La variabilité est faible d'amont en aval.

A titre de comparaison, sur la période récente, les prélèvements impactant les débits des cours d'eau déclarés à l'Agence de l'Eau sur les dernières années représentent une moyenne de 9,2 Mm<sup>3</sup>, pour 7 800 ha, un ratio de 1 200 m<sup>3</sup>/ha environ.

### 2.2.5 Prélèvements agricoles pour l'abreuvement du bétail

Le bassin du Cher amont comprend de nombreuses exploitations agricoles à vocation d'élevage.

Le RGA 2000 permet d'obtenir des éléments quantitatifs sur les cheptels (bovins, ovins, caprins, porcins, équins, volailles, etc.). Cette activité est surtout concentrée sur l'amont du bassin versant (cf. état des lieux du SAGE).

Les besoins en eau de cette activité sont tout à fait conséquents et largement dépendants de ressources extérieures telles que l'AEP. En effet, les règlements sanitaires imposent que certains besoins soient obligatoirement satisfaits par de l'eau potable et il n'est pas rare d'observer en année très sèche que le tarissement des sources nécessite un appel au réseau AEP y compris pour le bétail au pâturage.

Les besoins concernent l'abreuvement des animaux et le nettoyage (exemple salle de traite). Les plus forts besoins concernent les filières bovines et porcines. On peut citer quelques valeurs de référence qui pourraient être affinées ultérieurement.

L'abreuvement des animaux exprimé par tête et par jour dépend de l'état physiologique et du stade de développement. On peut retenir les valeurs suivantes :

- Caprins : de 3 à 8 litres, soit une moyenne de 5 l/j/animal
- Ovins : de 5 à 10 litres, soit une moyenne de 7,5 l/j/animal
- Bovins : veaux de 3 à 4 mois : de 15 à 18 litres ; gros bovins : de 50 à 60 litres et jusqu'à 100 litres en été ; soit une moyenne de 60 l/j/animal
- Porcins : de 8 à 25 litres. L'Institut Technique du Porc (ITP) considère que pour une truie productive, il faut compter une moyenne de 80 l/jour sachant que 19 porcs charcutiers sont menés au bout chaque année pour chaque truie, les consommations moyennes seraient de 8 l/j et par porc. Rappelons que l'eau d'alimentation des porcs est obligatoirement de l'eau potable.

Le deuxième poste est le nettoyage avec, par exemple une consommation estimée en laiterie entre 3 et 6 litres d'eau par litre de lait produit, en salle de traite entre 10 à 15 litres d'eau par litre produit. Pour les porcs l'ITP retient un ordre de grandeur de 12 m<sup>3</sup>/jour pour un élevage de 100 truies mères. Ces ratios de consommation pourront être affinés, si des données ou des études le permettent.

Les besoins satisfaits par les réseaux AEP sont déjà pris en compte dans l'usage AEP. Il reste néanmoins des prélèvements importants directement dans le milieu naturel, près des lieux de pâture, notamment sur les têtes de bassin versant. Les types de cheptels concernés sont principalement les bovins, les ovins et les caprins. Les porcins, équins et les volailles sont alimentés en eau grâce au réseau d'eau potable, donc déjà comptabilisés par ailleurs.

Le tableau ci-dessous récapitule les effectifs des différents cheptels par sous bassin versant et présente les estimations des prélèvements nécessaires à l'abreuvement du bétail. Cela représente à l'échelle du SAGE Cher amont un impact cumulé sur le milieu naturel d'environ 290 l/s. L'état des lieux du SAGE mentionne une étude de la DDAF de la Creuse qui aboutit à une estimation de la consommation du bétail de 7000 m<sup>3</sup>/jour sur le bassin Tardes et Voueize.

**Pour les besoins de l'étude, le comité de pilotage a validé l'hypothèse de 50% de l'abreuvement satisfait par le réseau AEP et 50% par le milieu naturel.**

	Effectifs des cheptels			Prélèvement estimé m <sup>3</sup> /jour		
	Bovins	Ovins	Caprins	Bovins	Ovins	Caprins
Haut Cher	50 325	15 723	878	3 019	110	4
Tardes et Voueize	88 223	36 500	1 950	5 293	255	10
Cher amont	61 154	27 771	1 239	3 669	194	6
Oeil et Aumance	84 457	66 387	2 098	5 067	465	10
Cher médian	30 463	17 828	1 669	1 828	125	8
Cher aval	10 778	3 492	1 691	647	24	8
Haut Arnon	11 557	6 637	247	693	46	1
Arnon amont	34 091	18 480	1 772	2 045	129	9
Arnon médian	8 808	2 897	2 352	529	20	12
Théols	12 070	5 916	2 090	724	41	10
Arnon aval	1 686	719	1 059	101	5	5
<b>TOTAL SAGE</b>	<b>393 613</b>	<b>202 350</b>	<b>17 044</b>	<b>23 617</b>	<b>1 416</b>	<b>85</b>

### 2.2.6 Bilan de consommation des usages préleveurs

Les prélèvements pèsent sur la ressource disponible et contribuent au déséquilibre éventuel localement ou à l'échelle du bassin. En revanche, les rejets (station d'épuration par exemple) amortissent l'impact quantitatif. La notion de consommation nette doit donc être clairement distinguée de celle de prélèvement :

$$\text{CONSOMMATION} = \text{PRELEVEMENT} - \text{REJET}$$

Les graphes ci-dessous illustrent, à partir des données de prélèvements moyens déclarés à l'Agence de l'eau de 1996 à 2007 (ainsi que des estimations pour l'abreuvement), la consommation des principaux usages préleveurs à l'étiage sur l'aire du SAGE. Les volumes sont exprimés en hm<sup>3</sup> et concernent les **prélèvements ayant un impact sur les débits des cours d'eau à l'étiage**.

Notamment la part relative de chacun des usages évolue sensiblement entre prélèvements annuels, puis prélèvements à l'étiage et enfin consommations à l'étiage.

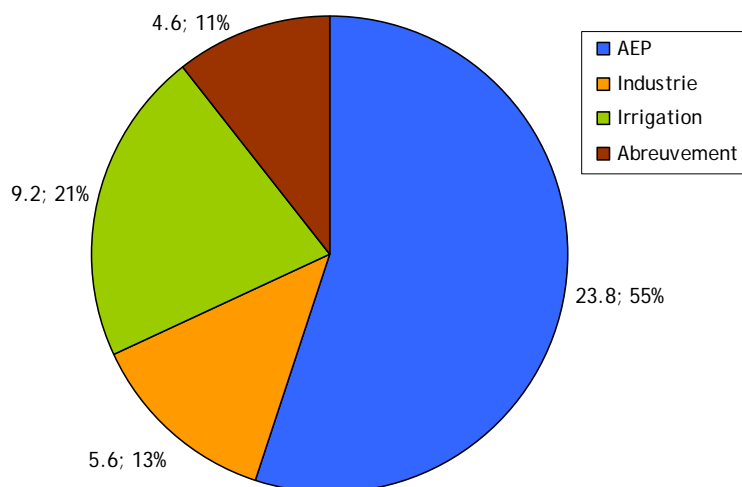
La part de l'irrigation devient ainsi majoritaire à l'étiage (49%), car cette activité se concentre en été et, comme il n'y a a priori aucun retour au milieu de l'eau apportée aux cultures, la consommation égale le prélèvement.

La consommation en eau des étangs n'est pas prise en compte ici. Par ailleurs, les volumes de l'abreuvement présentés sont des estimations, ils ne sont pas comptabilisés précisément.



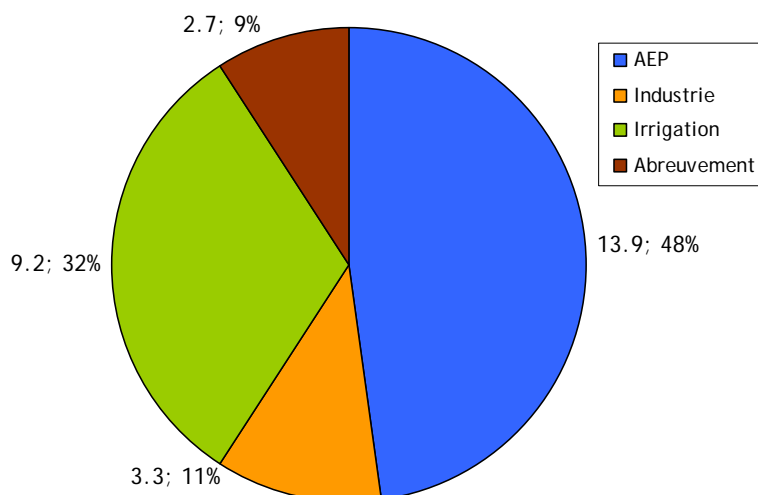
**Prélèvements** impactant les débits des cours d'eau en Mm<sup>3</sup>

Volumes annuels par usage (1996-2007)



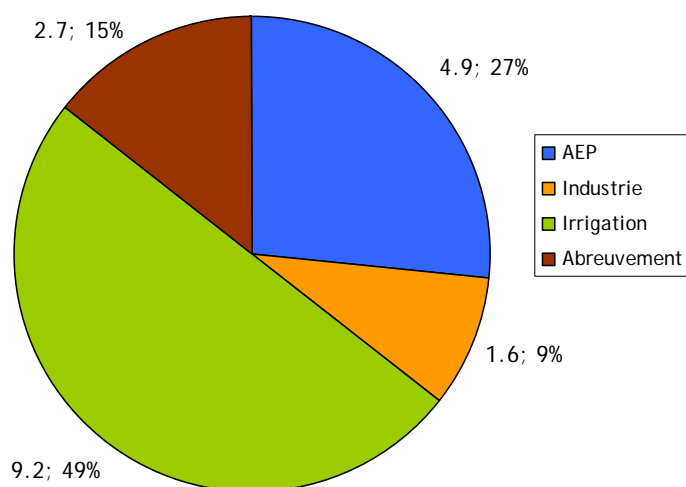
**Prélèvements** impactant les débits des cours d'eau en Mm<sup>3</sup>

Volumes d'étéage par usage (1996-2007)



**Consommations** impactant les débits des cours d'eau en Mm<sup>3</sup>

Volumes d'étéage par usage (1996-2007)



### 2.2.7 Compensations et soutiens d'été

#### *Rochebut*

Il s'agit ici de prendre en compte le soutien d'été effectué par la retenue de Rochebut, située sur le Cher à l'amont de Montluçon et gérée par EDF.

Cet ouvrage garantit en été un débit plancher minimum sur l'axe Cher à l'aval de l'usine de Prat. Ce débit plancher était auparavant de 1,3 m<sup>3</sup>/s ; il est depuis 2007 de 1,55 m<sup>3</sup>/s. Ce débit de 1,55 m<sup>3</sup>/s peut être garanti par EDF 97% du temps, étant donné l'hydrologie et les prélèvements actuels en amont de la retenue. Si les prélèvements venaient à augmenter en amont, ce niveau de garanti pourrait diminuer.

Les chroniques de lâchers de soutien d'été depuis Rochebut ont été récupérées auprès d'EDF. Par ailleurs, la mise à disposition par EDF via la Banque HYDRO des débits naturels reconstitués au droit des ouvrages permet de connaître l'historique des débits si Rochebut n'existait pas. A partir de là, la reconstitution des débits nécessaires au maintien du débit plancher est possible en calculant chaque jour la différence entre débit objectif et débit naturel. Si cette différence est positive, EDF est contraint de faire du soutien d'été ; dans le cas contraire les débits lâchés le sont pour les besoins énergétiques propres du concessionnaire.

Ces chroniques de lâchers de soutien sont intégrées au modèle d'impact hydrologique, pour les stations qui dépendent de ce soutien (stations du Cher aval : Montluçon, Saint-Amand-Montrond, Foëcy et Vierzon).

#### *Sidiailles*

Le barrage de Sidiailles, mis en service en 1976, se situe sur le cours d'eau de l'Arnon dans le département du Cher. Il est la propriété du département.

Il possède une capacité de 5,6 hm<sup>3</sup> ; sa vocation première est l'alimentation en eau potable du Syndicat de la Marche et du Boischaut.

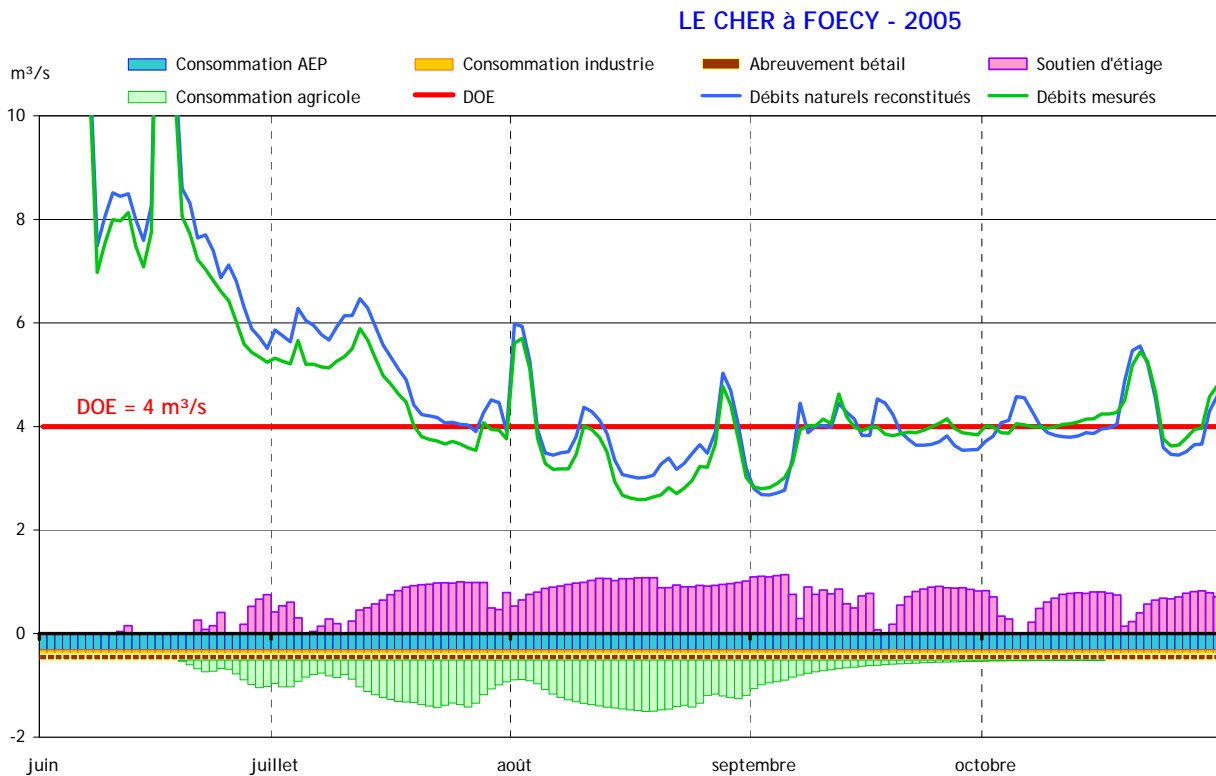
Même si aucune opération de soutien d'été proprement dite n'est menée depuis cet ouvrage, le débit réservé de 200 l/s lâché en pied de barrage maintient un débit minimum dans l'Arnon au cours de l'été.

## 2.3 RESULTATS

### 2.3.1 Reconstitution des débits naturels

Une fois tous ces impacts et influences pris en compte, le modèle restitue les débits naturels reconstitués par cette méthode. Ils sont reconstitués pour toutes les stations et toutes les années disponibles. Afin de ne pas surcharger le rapport, les graphiques d'une seule année sont présentés.

Le graphe ci-dessous illustre la naturalisation des débits du Cher pour la station de Foëcy en 2005. Les influences sont également représentées et correspondent à toutes les influences sommées **en amont de la station** (consommations en négatif, apports en positif).

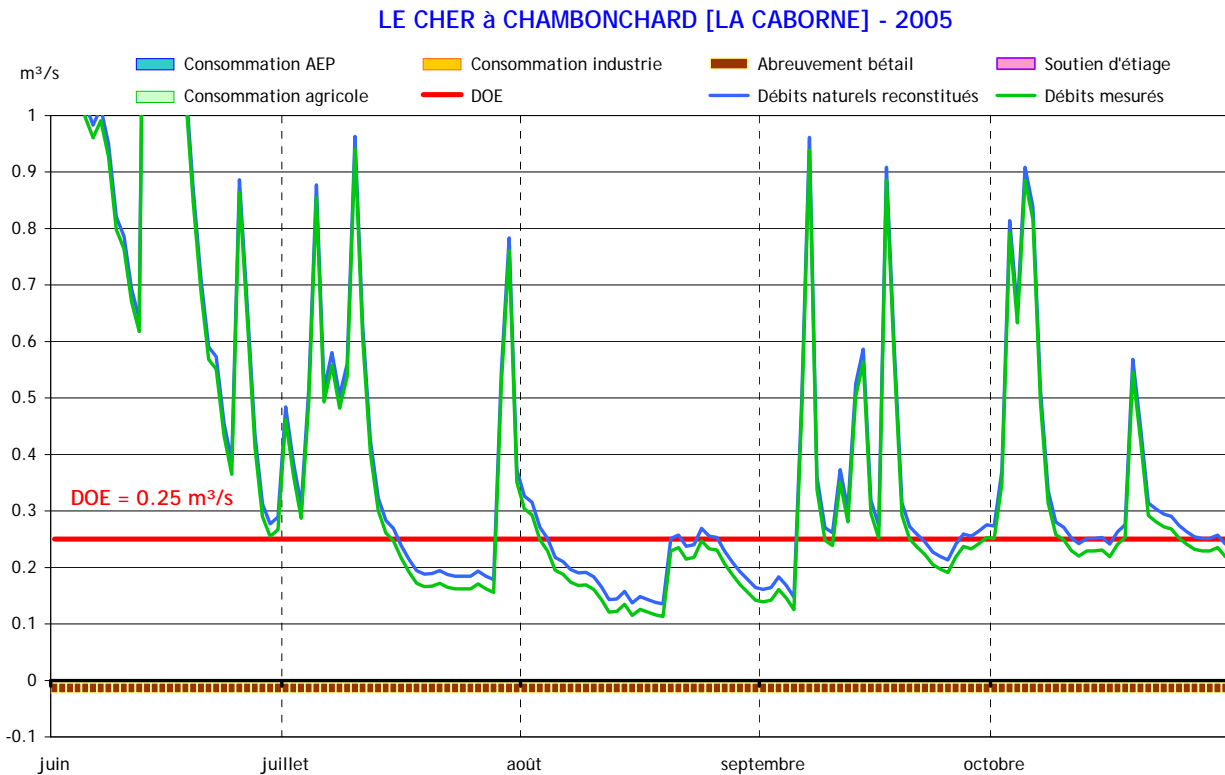


On retrouve ainsi un régime hydrologique de tarissement estival, plus conforme à un phénomène naturel. On constate qu'au début de l'été, les débits naturels du bassin sont supérieurs aux débits mesurés, du fait de prélèvements supérieurs aux lâchers de soutien depuis Rochebut.

Les graphes suivants présentent, par cours d'eau et d'amont en aval, des exemples pour chaque station du bassin.

## Cher

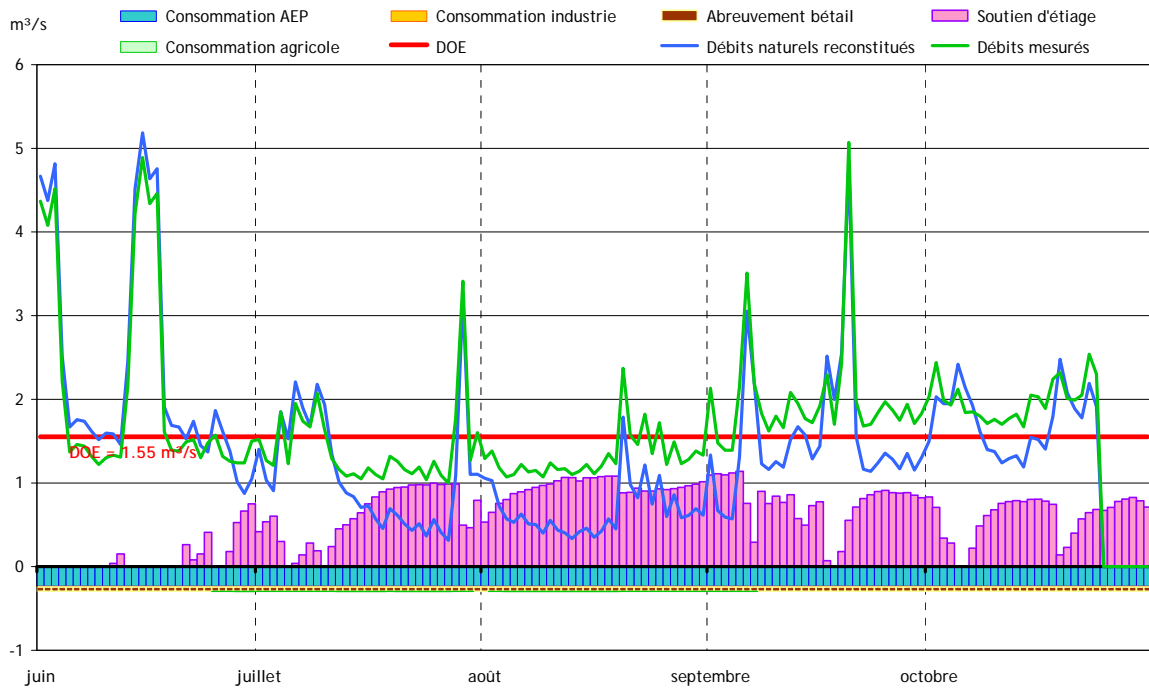
En amont du complexe hydroélectrique de Rochebut, les débits à l'étiage sont surtout impactés par les prélèvements d'eau pour l'abreuvement du bétail : c'est le cas du Haut Cher à Chambonchard, tout comme le bassin de la Tardes (voir plus bas).



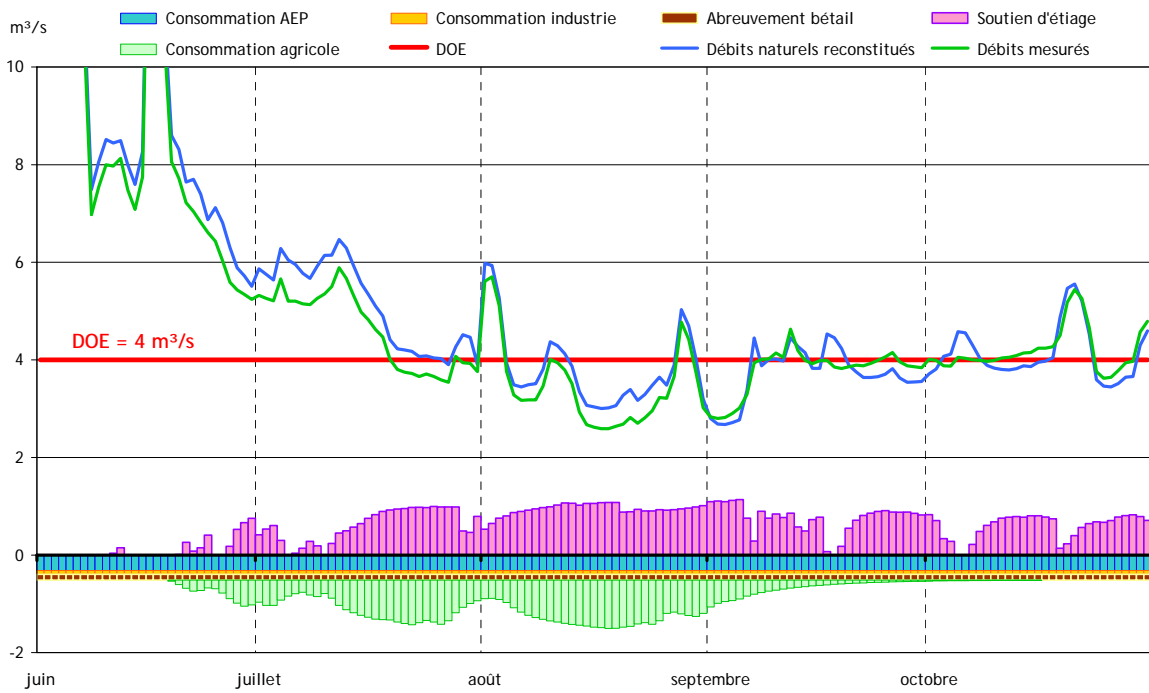
Sur le cher à l'aval de Rochebut, à Montluçon, on observe clairement l'impact du soutien d'étiage depuis Rochebut, ce qui permet de mesurer des débits dans le Cher supérieurs à ce que la ressource naturelle aurait pu fournir. A ce niveau du bassin, en année sèche, les lâchers de soutien d'étiage sont prépondérants par rapport aux prélèvements anthropiques.

A Foëcy, l'équilibre entre prélèvements et apports depuis Rochebut varie au sein de l'année et d'une année à l'autre. Les débits naturels sont tantôt supérieurs aux débits mesurés (lorsque les prélèvements sont supérieurs aux déstockages EDF), tantôt inférieurs (souvent après la campagne d'irrigation lorsque les lâchers sont plus élevés que les prélèvements cumulés)

LE CHER à MONTLUCON - 2005

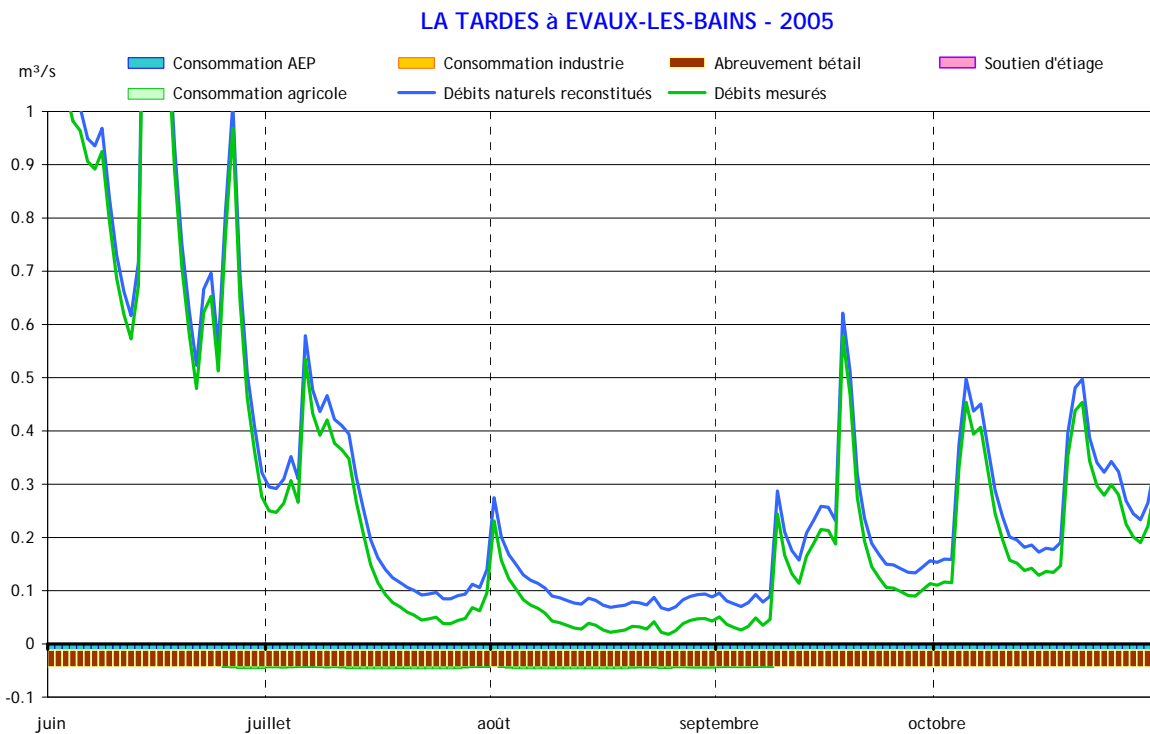


LE CHER à FOECY - 2005



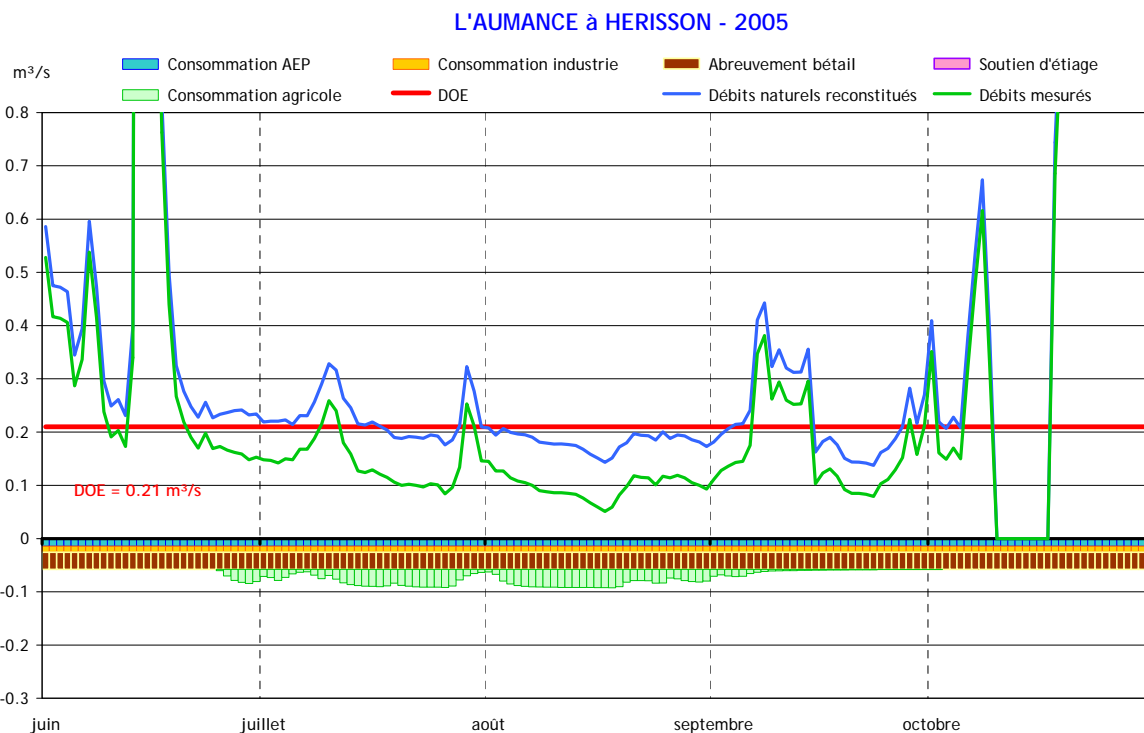
## Tardes

Tout comme le bassin du Haut Cher, c'est principalement l'usage abreuvement qui pèse sur les débits du bassin.



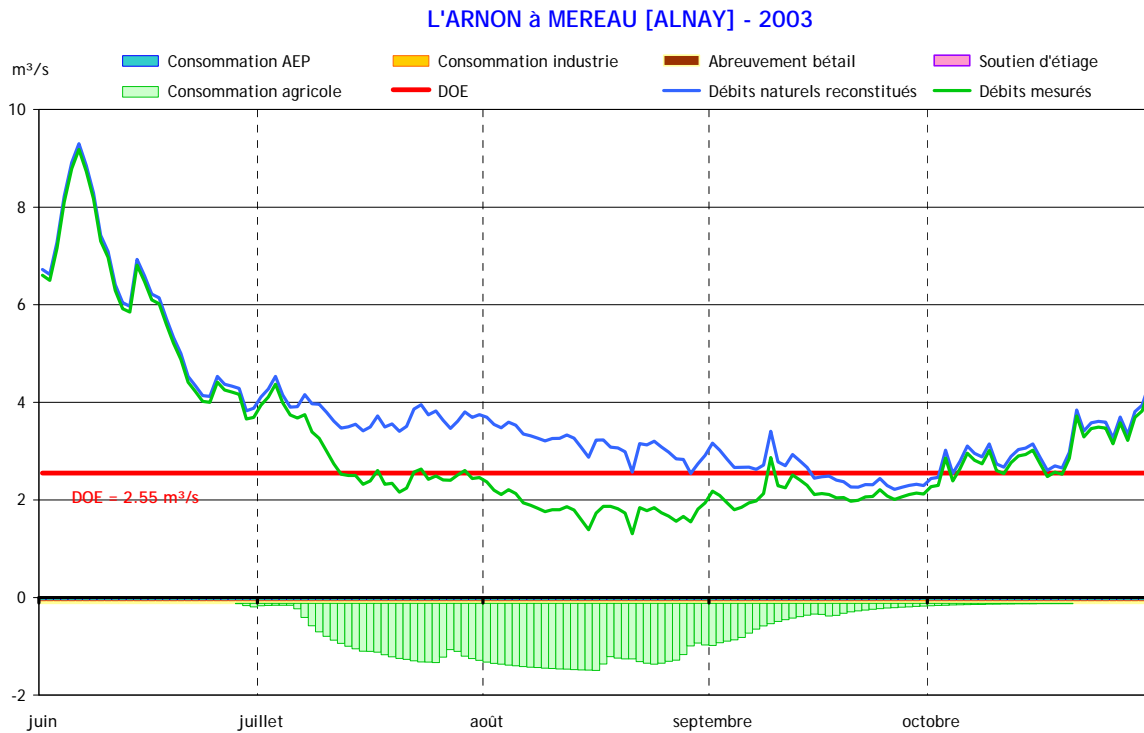
## Aumance

L'Aumance est également soumise à ces prélèvements à destination du bétail, mais également aux pratiques d'irrigation.



## Arnon

Sur l'Arnon, les prélèvements agricoles sont proportionnellement plus importants et ont tendance à plus creuser les étiages de ce bassin. On observe clairement sur le graphe ci-dessous l'impact de cet usage sur les débits naturels du bassin (*Nota* : le DOE indiqué sur le graphe est ici le 1<sup>er</sup> seuil de l'arrêté cadre sécheresse du département du Cher).



### 2.3.2 Indicateurs statistiques

En disposant de chroniques de débits naturels reconstitués relativement longues, il est ainsi possible de calculer des indicateurs d'étiage statistiques.

Les trois indicateurs présentés dans le tableau situé plus loin sont les suivants :

- **QMNA** ( $\text{m}^3/\text{s}$ ): Débit (Q) mensuel (M) minimal (N) de chaque année civile (A).

Le QMNA<sub>5</sub> de fréquence quinquennale sèche (cf. ci après) est retenu par le SDAGE Loire Bretagne 2010-2015 pour la définition des débits objectifs d'étiage (DOE).

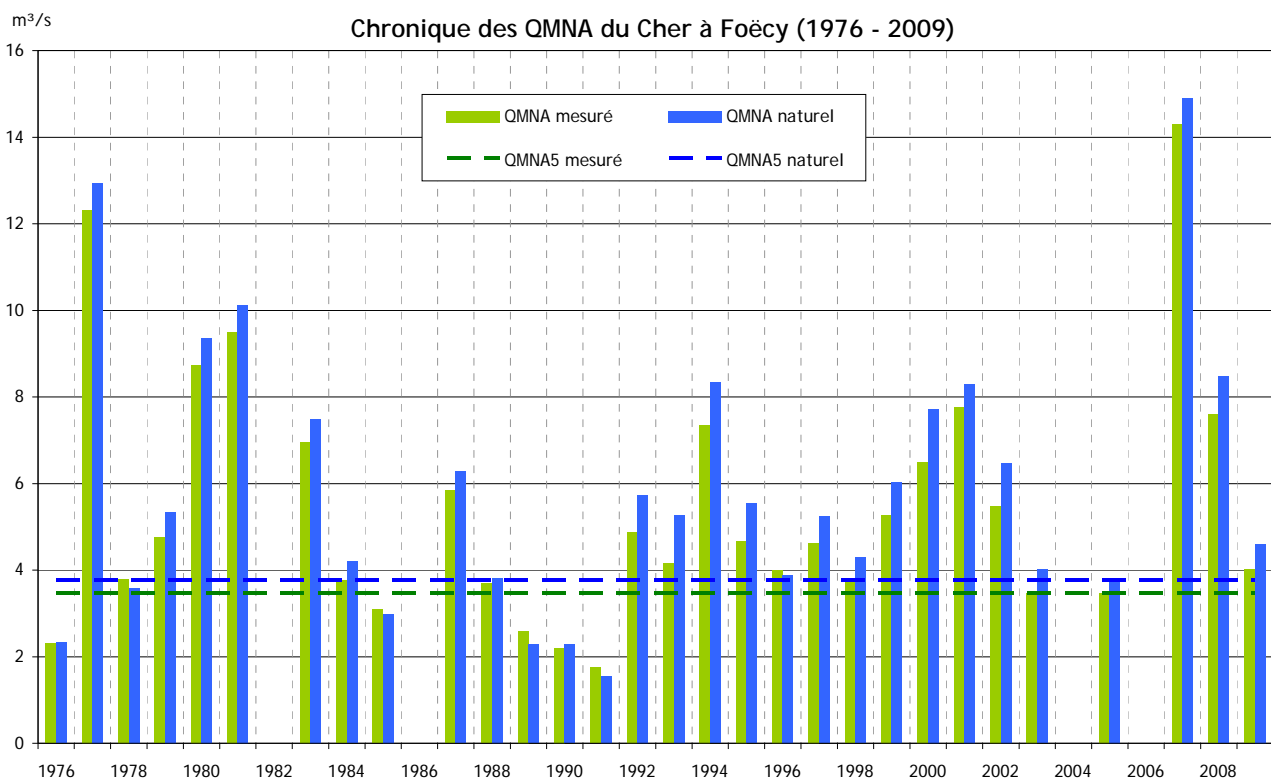
- **VCN<sub>30</sub>** ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) : plus faible moyenne de débit pendant 30 jours consécutifs

Le VCN<sub>30</sub> quinquennal a une valeur proche du débit mensuel d'étiage de fréquence quinquennale, mais reste plus faible car calculée sur une moyenne glissante sur 30 jours et non sur un mois calendaire.

- **VCN<sub>10</sub>** ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) : plus faible moyenne de débit pendant 10 jours consécutifs.

Ce paramètre permet de montrer les situations d'étiage les plus sévères tout en évitant les biais liés à des situations exceptionnelles très courtes dont les origines ne sont pas forcément représentatives de l'étiage.

Par exemple pour le Cher à Foëcy, le graphe suivant représente les QMNA mesurés et naturels reconstitués sur la période 1976 - 2009.





Le même type de graphe peut être présenté pour les autres points nodaux du bassin ainsi que pour les autres indicateurs d'étiage (placés en annexe).

Les valeurs statistiques quinquennales sont présentées dans le tableau ci-dessous, pour les indicateurs QMNA5, VCN30 1/5 et VCN10 1/5.

Indicateurs d'étiage (période 1976 - 2009)								
Cours d'eau	Station	DOE (m <sup>3</sup> /s)	Indicateurs mesurés quinquennaux (m <sup>3</sup> /s)			Indicateurs naturels quinquennaux (m <sup>3</sup> /s)		
			QMNA5	VCN30 1/5	VCN10 1/5	QMNA5	VCN30 1/5	VCN10 1/5
LE CHER	CHAMBONCHARD [LA CABORNE]	0.25	0.25	0.17	0.08	0.28	0.19	0.12
LA TARDES	EVAUX-LES-BAINS		0.111	0.077	0.044	0.167	0.131	0.097
LE CHER	MONTLUCON	1.55	1.32	1.22	1.08	0.75	0.50	0.16
L'AUMANCE	HERISSON	0.21	0.22	0.15	0.11	0.30	0.24	0.19
LE CHER	SAINT-AMAND-MONTROND		2.11	1.97	1.76	1.82	1.66	1.32
LE CHER	FOECY	4	3.26	2.98	2.66	3.32	2.97	2.54
LE CHER	VIERZON		3.87	3.73	3.43	4.30	4.08	3.73
L'ARNON	MEREAU [ALNAY]	2.55	2.51	2.24	2.04	2.89	2.70	2.46

Les DOE ou seuils d'alerte fixés sur les sous bassins du Cher amont sont globalement cohérents avec ces indicateurs statistiques.

La valeur de QMNA5 légèrement plus faible que le DOE sur le Cher à Montluçon est la traduction d'objectifs de soutien d'étiage moins ambitieux avant 2007 (1,3 m<sup>3</sup>/s, relevé à 1,55 m<sup>3</sup>/s depuis trois ans).

A noter également les forts écarts sur les indicateurs d'étiage entre les stations de Foëcy et de Vierzon sur le Cher, alors que celles-ci drainent des superficies pratiquement identiques (23 km<sup>2</sup> d'écart seulement, soit 0,5%). De tels écarts ne peuvent pas s'expliquer par l'hydrologie et par des apports aussi conséquents à l'étiage. La cause de ces écarts vient du nombre d'années disponibles, qui induit un biais dans les calculs statistiques. Dans la suite de l'étude, seul le point nodal de Foëcy sera conservé.

## 3 DETERMINATION DES VOLUMES PRELEVABLES

### 3.1 PRESENTATION DE LA METHODE DE CALCUL

#### 3.1.1 Principe de simulation des débits "attendus"

D'après le SDAGE, un bassin est à l'équilibre si le QMNA5 mesuré à une station reste au-dessus du DOE. Lorsque le QMNA5 devient inférieur au DOE, cela indique que les prélèvements des différents usages ne permettent pas d'assurer le fonctionnement du milieu aquatique. Il est important de vérifier **le respect du DOE par rapport aux usages actuels** car, on se limitant au QMNA5 mesuré, on prend en compte dans les statistiques des années pour lesquelles les prélèvements étaient bien inférieurs. Par exemple, si les conditions hydrologiques de l'année 1976 revenaient aujourd'hui, les débits constatés seraient inférieurs à ceux mesurés à l'époque, car les volumes AEP ont augmenté et les surfaces irriguées ont fortement augmenté depuis 1976.

La première phase de l'étude a permis de reconstituer les débits naturels aux différentes stations du bassin. En réinfluençant ces débits naturels avec le niveau d'usage actuel (AEP, industries, surfaces irriguées), on a accès à une chronique homogène, tant du point de vue des débits naturels que des usages. En considérant que le "passé climatique" permet d'avoir une vision statistique sur l'avenir climatique (succession des années sèches et humides), on peut ainsi calculer un QMNA5 "attendu", en s'appuyant sur les données hydro-climatiques de la période 1976-2009.

Pour illustrer cette méthodologie, l'année 1976 est présentée pour la station de Foëcy sur le Cher.

Pour cette année, le QMNA mesuré a été de 2,30 m<sup>3</sup>/s. Cette valeur fait partie de la chronique permettant de calculer la valeur statistique du QMNA5 mesuré.

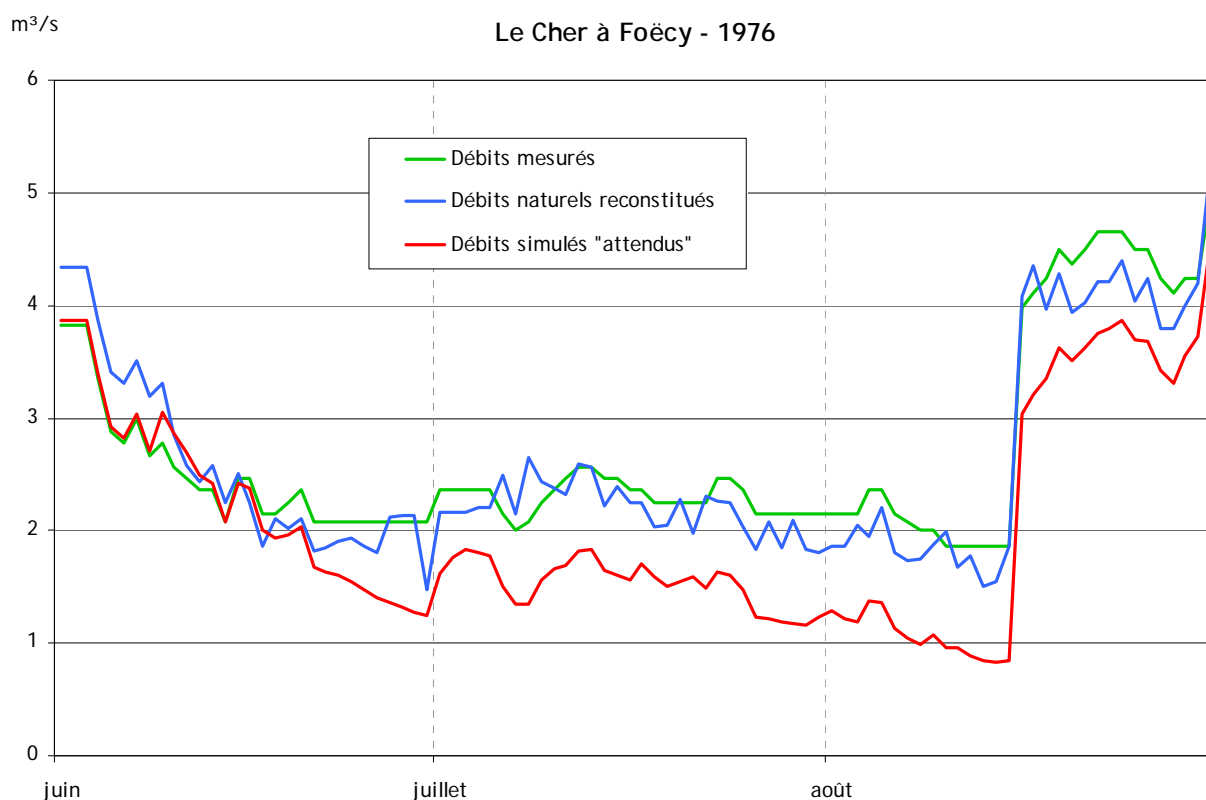
Ces débits étaient impactés par des lâchers depuis Rochebut avec un débit garanti de 1,3 m<sup>3</sup>/s et par des prélèvements, AEP et industriels pour la majorité, car les surfaces irriguées pesant sur les débits en amont de Foëcy en 1976 étaient d'environ 180 ha seulement.

En retirant ces impacts anthropiques, on reconstitue un débit pseudo-naturel. Le QMNA "naturel" calculé est alors de 2,20 m<sup>3</sup>/s, soit 100 l/s de moins que le QMNA mesuré. Cette valeur fait partie de la chronique permettant de calculer la valeur statistique du QMNA5 "naturel".

Si les conditions climatiques de 1976 avaient été impactées avec le niveau d'usage actuel, les débits auraient été plus faibles, car les prélèvements ont augmenté depuis 1976, notamment les surfaces irriguées (environ 3000 ha). Les débits pseudo-naturels sont alors impactés avec le niveau de prélèvement actuel. Ces prélèvements simulés sont appelés débits "attendus", car ce sont les débits que l'on s'attendrait à mesurer avec le niveau de

d'usage actuel. Le QMNA "attendu" de 1976 est ici de 1,54 m<sup>3</sup>/s. Cette valeur fait partie de la chronique permettant de calculer la valeur statistique du QMNA5 "attendu".

Le graphe suivant illustre les trois courbes des débits du Cher à Foëcy en 1976 : mesurés, naturels reconstitués et simulés "attendus".



Chaque indicateur statistique est donc décliné en trois valeurs : mesuré, naturel et attendu (tableau ci-dessous).

	Le Cher à Foëcy		
	QMNA5	VCN30 1/5	VCN10 1/5
Mesuré	3.26	2.98	2.66
Naturel	3.32	2.97	2.54
Attendu	3.11	2.81	2.45

Face aux prélèvements qui ont augmenté depuis les années 1970, la hausse du débit garanti à la sortie de l'usine de Prat (1,55 m<sup>3</sup>/s) vient compenser cet effet, ce qui fait que le QMNA5 à Foëcy est peu variable entre les chroniques mesurées (3,26 m<sup>3</sup>/s) et les chroniques attendues (3,09 m<sup>3</sup>/s). Pour les bassins ne bénéficiant pas de lâchers depuis des barrages, les écarts entre ces valeurs de QMNA5 sont plus importants.

### 3.1.2 Hypothèses sur le niveau d'usage actuel

Les simulations des débits "attendus" avec le niveau d'usage actuel nécessitent de fixer des hypothèses de scénarios d'usage. Ils sont résumés dans ce paragraphe.

#### **AEP**

Prendre comme hypothèse la dernière année de donnée disponible (2007) est risqué car l'année 2007 s'est révélée être une année de faible consommation. A l'inverse, retenir l'année de plus forte consommation porte préjudice aux autres usages, même si l'usage AEP doit être sécurisé. Il est proposé de retenir la moyenne des prélèvements sur la période 1998-2007 comme valeur de référence pour les hypothèses de volumes prélevables à destination de la distribution publique.

Un scénario alternatif sera testé avec les prospectives de rendements de réseaux, décrites dans les scénarios tendanciels du SAGE. Celles-ci sont décrites dans le chapitre AEP de ce rapport ; elles correspondent globalement à une économie d'eau de 10% à l'échelle du bassin Cher amont.

#### **Industrie**

Les prélèvements industriels sont globalement stabilisés depuis 2002 et on retiendra donc comme usage actuel la moyenne des prélèvements 2002-2007.

Rappelons que cet usage restitue une grande part de l'eau prélevée au milieu (82%), son impact sur les débits est marginal.

#### **Irrigation**

Par rapport à l'usage agricole de l'eau, qui est très variable d'une année à l'autre, la question de l'usage actuel est cruciale : l'usage actuel est-il défini par rapport à un constat (exemple : volumes moyens ou maximums prélevés), ou bien est-il défini par rapport à une potentialité agricole (surfaces irrigables maximales) ou une potentialité réglementaire (autorisations délivrées par les services de police de l'eau) ?

#### **Rappel sur quelques incertitudes**

Dans la chronique des débits mesurés sur l'Arnon à Méreau (Alnay), plusieurs années sont manquantes, notamment des années particulièrement sèches (1976 et 1989 à 1991). Cela peut induire un biais dans l'analyse.

## 3.2 PRESENTATION DES RESULTATS

### 3.2.1 Analyse par sous bassin

Le QMNA5 attendu avec le niveau d'usage actuel est ensuite comparé au débit objectif :

- Lorsqu'il est supérieur au débit objectif, les usages peuvent être maintenus au niveau actuel. Sachant que le bassin étant globalement déficitaire, il ne faut pas aggraver la situation globale. Le volume prélevable d'irrigation peut ainsi être maintenu au niveau d'usage actuel (volumes maximaux prélevés déclarés à l'Agence de l'eau sur la période 1996-2007). **Ce volume "d'usage actuel" est déterminé en fonction des connaissances les plus précises disponibles à la date de rédaction du rapport et des incertitudes subsistent concernant le classement de certains prélèvements. Les études d'incidence des organismes uniques permettront de préciser de façon définitive ce classement. Le niveau de l'usage actuel et donc les volumes prélevables pourront être ajustés lorsqu'une meilleure connaissance des caractéristiques des prélèvements aura été acquise et qu'il aura été établi qu'ils ne portent pas atteinte à l'équilibre du bassin versant concerné.**
- Lorsqu'il est inférieur au débit objectif, il est nécessaire de diminuer les prélèvements afin d'atteindre le retour à l'équilibre sur le bassin. Dans ce cadre, il est proposé que les prélèvements d'irrigation représentent la variable d'ajustement, les prélèvements pour l'eau potable étant prioritaires et les consommations des prélèvements industriels restant marginales.

Ainsi, le volume d'irrigation prélevé est plafonné jusqu'à ce qu'il permette de respecter les critères d'équilibre définis par le SDAGE.

Les volumes prélevables d'irrigation calculés pour chacun des sous bassins suivants sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Sous bassins	Station de référence	Débit mobilisé pour le calcul des Vp (m <sup>3</sup> /s)		QMNA <sub>5</sub> attendu avec le niveau d'usage actuel		Volume maximum prélevé 1996-2008 (Mm <sup>3</sup> )	Volume prélevable irrigation proposé (Mm <sup>3</sup> )
		Valeur	Statut	Sc. AEP : usage actuel	Sc. AEP : économies d'eau		
Haut Cher	CHAMBONCHARD	0.25	DOE	0.25	0.25	0.00	-
Tardes et Voueize	EVAUX-LES-BAINS	0.106	QMNA <sub>5</sub> 1976-2006	0.11	0.11	0.015	0.015
Cher à l'aval de Rochebut et à l'amont de Montluçon	MONTLUCON	1.55	DOE	1.51	1.56	0.00	-
Cher à l'aval de Montluçon et à l'amont de St Amand Montrond	SAINT-AMAND-MONTROND	2.1	QMNA <sub>5</sub> 1976-2006	2.31	2.34	0.36	0.36
Œil et Aumance	HERISSON	0.21	Arrêté cadre	0.21	0.21	0.18	0.18
Cher médian	SAINT-AMAND-MONTROND	2.1	QMNA <sub>5</sub> 1976-2006	2.31	2.34	0.75	0.75
Cher aval	FOECY	4	DOE	3.11	3.15	5.07	0.00
		3.2	QMNA <sub>5</sub> 1976-2006				4.79
Arnon - Théols	MEREAU [ALNAY]	2.55	Arrêté cadre	2.37	2.37	6.81	4.69

Les stations de référence ne correspondant pas toujours aux sous bassins du SAGE, l'ajustement des volumes a été effectué en prenant en compte ces particularités.

Pour les différents sous bassins du SAGE Cher amont, on peut retenir les conclusions suivantes :

- **Cher en amont du barrage de Rochebut (Haut Cher - hors ZRE)**

Ce sous bassin est suivi par la station de Chambonchard, avec un DOE fixé par le SDAGE à 0,25 m<sup>3</sup>/s. Le QMNA<sub>5</sub> attendu avec le niveau d'usage actuel est égal au DOE. Ce sous bassin est donc à l'équilibre au sens du SDAGE.

**Aucun prélèvement d'irrigation n'a été identifié sur ce bassin. Il n'y a donc pas de volume prélevable d'irrigation défini pour ce bassin.**

- **Tardes et Voueize (hors ZRE)**

Ce sous bassin est suivi par la station d'Evaux les bains. Il n'y a pas de DOE, ni de débit objectif dans les arrêtés cadres sur cette station. Il est proposé d'y définir, suivant la même méthodologie que pour les DOE du SDAGE, un débit de gestion à hauteur du QMNA<sub>5</sub> de référence mesuré sur la période 1976-2006, à savoir 0,106 m<sup>3</sup>/s.

Le QMNA<sub>5</sub> attendu avec le niveau d'usage actuel (0,11 m<sup>3</sup>/s) est supérieur au QMNA<sub>5</sub> de référence. Ce sous bassin est donc à l'équilibre au sens du SDAGE. Ce résultat est notamment lié à une baisse des prélèvements AEP sur ce sous bassin ces dernières années, abaissant ainsi la valeur du QMNA<sub>5</sub> attendu.

**Le bassin étant à l'équilibre, le volume prélevable pour l'irrigation est défini au niveau de l'usage actuel, soit 15 000 m<sup>3</sup> prélevés au maximum selon les volumes déclarés Agence (maximum en 2005).**

- **Cher à l'aval de Rochebut et à l'amont de l'Aumance (Cher amont)**

Ce bassin a été divisé en deux sous ensembles pour l'analyse des volumes prélevables au niveau de la station de Montluçon. En effet, le SDAGE définit un DOE de 1,55 m<sup>3</sup>/s à cette station : il est fixé à hauteur du débit garanti à l'aval de Rochebut par EDF depuis 2007. En l'absence de station de suivi sur le sous bassin du Cher amont en aval de Montluçon, l'analyse des volumes prélevables d'irrigation sur ce secteur a été globalisée au niveau de la station de Saint Amand de Montrond (qui reçoit les apports du bassin de l'Aumance).

**Le QMNA<sub>5</sub> attendu avec le niveau d'usage actuel (1,51 m<sup>3</sup>/s), et avec la définition du volume prélevable d'irrigation sur le bassin de la Tardes et de la Voueize est très légèrement inférieur au DOE à Montluçon. Ce bassin n'est donc pas strictement à l'équilibre au sens du SDAGE.** Aucun prélèvement d'irrigation n'a été identifié sur le bassin intermédiaire en amont de Montluçon. Il n'y a donc pas de volume prélevable d'irrigation défini pour ce bassin. A noter que même la suppression de l'irrigation sur le bassin Tardes et Voueize ne permettrait pas d'assurer le DOE.

Les consommations pour l'eau potable pèsent par contre à hauteur de 250 l/s en débit moyen journalier, mais il faut rappeler que cet usage est prioritaire.

**Avec le scénario de réduction des prélèvements AEP**, notamment grâce aux gains de rendement du réseau AEP de l'agglomération Montluçonnaise, **le QMNA5 attendu est supérieur : il est simulé à hauteur de 1,56 m<sup>3</sup>/s. Ce scénario permettrait donc respecter le DOE au sens du SDAGE à Montluçon.** Il aura aussi un impact sur le QMNA5 du Cher à l'aval de Montluçon (voir paragraphes suivants).

- **Oeil et Aumance**

Ce sous bassin est suivi par la station de Hérisson sur l'Aumance. Il n'y a pas de DOE, mais l'arrêté cadre du département de l'Allier définit un débit seuil de 0,21 m<sup>3</sup>/s, mobilisé ici pour le dimensionnement du volume prélevable. Il est tout à fait compatible avec le QMNA5 mesuré sur la période 1976-2006, qui est de 0,207 m<sup>3</sup>/s.

Le QMNA<sub>5</sub> attendu avec le niveau d'usage actuel (0,21 m<sup>3</sup>/s) est égal au seuil de l'arrêté cadre. Ce bassin est donc à l'équilibre au sens du SDAGE.

**Le volume prélevable d'irrigation peut être défini à hauteur de l'usage actuel, soit 0,18 Mm<sup>3</sup>** correspondant au volume maximum prélevé ces dernières années (années 1998 et 2003). Rappelons que sur ce bassin, la majeure partie des prélèvements se fait depuis des retenues remplies théoriquement hors période d'étiage, et donc pour lesquelles est déterminé un volume prélevable hivernal.

Sur ce bassin, il existe un prélèvement industriel relativement important : ADISSEO avec une consommation évaluée à environ 10 l/s (pour un prélèvement d'environ 60 l/s). Les marges de manœuvre sur le volume prélevable d'irrigation induites par une stratégie d'économies d'eau sur ce prélèvement pourraient être évaluées.

Une part importante des prélèvements d'irrigation impactant les débits des cours d'eau est réalisée sur le sous bassin de l'Oeil. Cependant, ils sont principalement situés en aval de la station de Villefranche d'Allier et la station de Cosne d'Allier vient d'être mise en service (2009). Ces deux stations ne peuvent donc pas être directement mobilisées pour le calcul d'un volume prélevable d'irrigation individualisant le sous bassin de l'Oeil.

- **Cher entre Montluçon et Saint-Amand-Montrond (Cher amont et médian)**

Ce bassin a été divisé en deux sous ensembles pour l'analyse des volumes prélevables puisque le SAGE définit deux sous bassins à savoir le Cher amont et le Cher médian (à l'aval de l'Aumance) . Le Cher amont a été développé en partie précédemment (bassin en amont de Montluçon).

Le Cher médian est suivi par la station de Saint-Amand-Montrond. Il n'y a pas de DOE ni de débit objectif dans les arrêtés cadre sur cette station. Il est proposé d'y définir un débit de gestion à hauteur du QMNA<sub>5</sub> mesuré sur la période 1976-2006 pour le dimensionnement du volume prélevable, à savoir 2,1 m<sup>3</sup>/s.

Le QMNA<sub>5</sub> attendu avec le niveau d'usage actuel (2,31 m<sup>3</sup>/s) est supérieur à cet objectif de débit. Ce sous bassin peut donc être considéré comme à l'équilibre. Ce résultat est notamment lié à une hausse du débit garanti à l'aval du barrage de Rochebut qui est passé de 1,3 à 1,55 m<sup>3</sup>/s en 2007.

**Le bassin étant à l'équilibre, le volume prélevable peut être défini au niveau de l'usage actuel sur la base des volumes déclarés Agence (maximum en 2003), soit 0,361 Mm<sup>3</sup> impactant les cours d'eau sur le Cher de Montluçon à la Confluence avec l'Aumance (Cher amont) et 0,751 Mm<sup>3</sup> impactant les cours d'eau de la confluence avec l'Aumance à la station de Saint Amand Montrond (Cher médian).**

Sur le Cher médian, deux départements sont concernés : l'Allier et le Cher. Pour les besoins des futurs organismes uniques, il est nécessaire de scinder le volume prélevable départementalement. Le constat des consommations agricoles sur ce bassin montre que 70% des prélèvements se font sur le département de l'Allier et 30% sur le département du Cher. Il est donc proposé de conserver ce ratio pour le volume prélevable, celui-ci ne venant pas limiter l'usage. **Ainsi les volumes prélevables pour l'irrigation dans ce sous-bassin versant sont de 0,526 Mm<sup>3</sup> pour la partie située dans le département de l'Allier et de 0,225 Mm<sup>3</sup> pour celle située dans le département du Cher.**

- **Cher aval**

Le Cher aval est suivi par la station de Foëcy, avec un DOE de 4 m<sup>3</sup>/s. A noter que le DOE a ici été défini à un niveau nettement supérieur au QMNA<sub>5</sub> mesuré sur la période 1976-2006, à savoir 3,2 m<sup>3</sup>/s.

Le QMNA<sub>5</sub> attendu avec le niveau d'usage actuel (3,11 m<sup>3</sup>/s ou 3,15 m<sup>3</sup>/s avec le scénario de réduction des prélèvements AEP) est significativement inférieur au DOE, même avec un débit garanti au pied de Rochebut de 1,55 m<sup>3</sup>/s. Ce sous bassin n'est donc pas à l'équilibre au sens du SDAGE.

**La suppression de tous les prélèvements d'irrigation (c.-à-d. un volume prélevable d'irrigation = 0 m<sup>3</sup>) sur ce bassin ne permettrait pas d'atteindre le retour à l'équilibre, avec dans ce scénario, un QMNA<sub>5</sub> attendu de 3,8 m<sup>3</sup>/s.**

Ce constat pose la question de la possibilité de maintenir un DOE de 4 m<sup>3</sup>/s à Foëcy, si d'autres scénarios de retour à l'équilibre du bassin ne peuvent être envisagés (soutien d'étiage, nouvelle hausse du débit garanti à l'aval du barrage de Rochebut ?).

**A la demande du comité de pilotage, il a été étudié un scénario alternatif qui consiste à se référer au QMNA<sub>5</sub> de référence du SDAGE, soit 3,2 m<sup>3</sup>/s.**

**Dans ce cas, le QMNA<sub>5</sub> attendu avec le niveau d'usage actuel (3,11 m<sup>3</sup>/s) est légèrement inférieur à cette référence. Afin de les faire correspondre, il est nécessaire de définir un volume prélevable d'irrigation de 4,79 Mm<sup>3</sup> sur le secteur Cher aval, sachant que le volume maximum prélevé ces dernières années est de 5,07 Mm<sup>3</sup> (années 1998 et 2003) et que le volume moyen prélevé est de 3,54 Mm<sup>3</sup> (sur la période 1996-2008).**

- **Arnon et Théols**

Ce sous bassin est suivi par la station de Mereau sur l'Arnon. Il n'y a pas de DOE, mais l'arrêté cadre du département du Cher définit un débit de gestion à 2,55 m<sup>3</sup>/s, mobilisé ici pour le dimensionnement du volume prélevable. Il est compatible avec le QMNA<sub>5</sub> mesuré sur la période 1976-2006, qui est de 2,6 m<sup>3</sup>/s.



Le QMNA<sub>5</sub> attendu avec le niveau d'usage actuel (2,37 m<sup>3</sup>/s) est légèrement inférieur au DOE. Ce bassin n'est donc pas strictement à l'équilibre au sens du SDAGE.

Il est nécessaire de définir un volume prélevable d'irrigation de 4,69 Mm<sup>3</sup>, afin d'assurer le retour à l'équilibre sur ce bassin, sachant que le volume maximum prélevé ces dernières années (année 1998) est de 6,81 Mm<sup>3</sup> (dont 4,26 Mm<sup>3</sup> sur l'Arnon et 2,55 Mm<sup>3</sup> sur la Théols) et que le volume moyen prélevé est de 4,89 Mm<sup>3</sup> (sur la période 1996-2008).

Il reste la question de la fiabilité de cette station en terme de disponibilité de l'information (nombreux manques de données dans les chroniques, pouvant fausser l'analyse).

L'existence de deux organismes uniques sur le bassin de l'Arnon nécessite de distinguer les volumes prélevables sur la Théols de ceux sur l'Arnon.

La station de Sainte-Lizaigne sur la Théols permettra à terme une autonomie dans la gestion de la Théols avec des objectifs propres au bassin ; c'est un point nodal du nouveau SDAGE, avec un DOE fixé à 0,6 m<sup>3</sup>/s. En attendant que celle-ci soit opérationnelle, **deux règles de partage du volume prélevable d'irrigation précédemment défini sont proposées :**

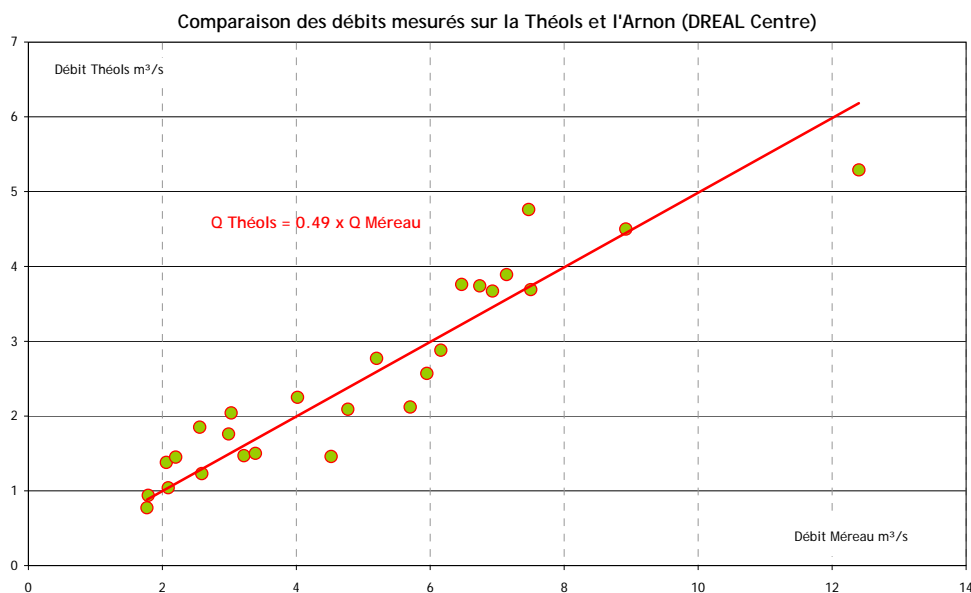
**a) au prorata de l'usage actuel**

Les volumes moyens prélevés pour l'irrigation sur l'Arnon total de 1996 à 2008 sont de 4,89 Mm<sup>3</sup>, dont 1,81 Mm<sup>3</sup> sur la Théols (37%) et 3,08 Mm<sup>3</sup> sur l'Arnon (63%).

**b) en fonction des apports hydrologiques des deux bassins.**

Grâce aux jaugeages de la DREAL Centre effectués depuis plusieurs années, comparés aux débits mesurés à la station de Méreau sur l'Arnon, on peut estimer la part relative apportée par chacun des bassins.

Pour cela, on retient les débits jaugés pour des débits plutôt faibles (inférieurs au module de l'Arnon à Méreau, soit 13,3 m<sup>3</sup>/s), en enlevant les données liées à des montées d'eau importantes, qui viennent fausser l'analyse. Ces débits sont comparés sur le graphe ci-dessous.



Ainsi, la Théols apporte globalement 49% de l'eau qui transite à Méreau, en sortie du bassin, les 51% restant sont apportés par l'Arnon en amont de la confluence (alors que les bassins représentent respectivement 37% et 63%).

En conclusion, les répartitions proposées pour les 4,69 Mm<sup>3</sup> s'établissent donc comme présenté dans le tableau suivant. Ils sont comparés aux volumes moyens et maximaux prélevés.

	Arnon	Théols	Total
Volumes prélevables agricoles Proposition a)	2,95 Mm <sup>3</sup> (-32%)	1,74 Mm <sup>3</sup> (-32%)	4,69 Mm <sup>3</sup> (-32%)
Volumes prélevables agricoles Proposition b)	2,39 Mm <sup>3</sup> (-44%)	2,30 Mm <sup>3</sup> (-10%)	
Volumes moyens prélevés (1996-2008)	3,08 Mm <sup>3</sup>	1,81 Mm <sup>3</sup>	4,89 Mm <sup>3</sup>
Volumes maximaux prélevés (1996-2008)	4,26 Mm <sup>3</sup>	2,55 Mm <sup>3</sup>	6,81 Mm <sup>3</sup>

La répartition des volumes "Arnon", entre Haut Arnon, Arnon amont, Arnon médian et Arnon aval est effectuée au prorata des usages actuels.

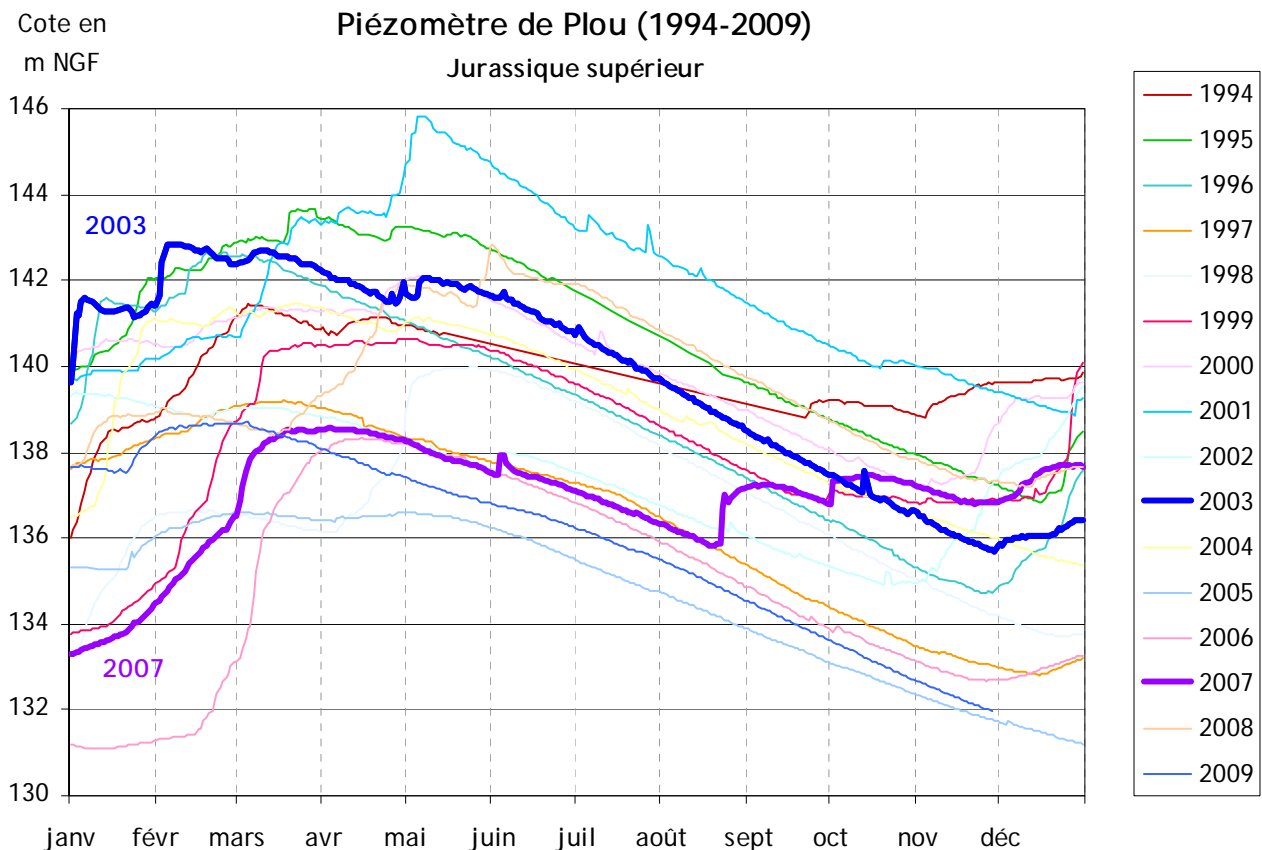
Cela donne un prorata de respectivement 0%, 3%, 74% et 23% pour les quatre sous unités hydrographiques de l'Arnon.

### 3.2.2 Prise en compte du niveau piézométrique des aquifères

Sur des systèmes à forte inertie comme les aquifères karstiques du Jurassique, il est tentant de vouloir établir une correspondance entre le niveau piézométrique constaté en fin de période de recharge (fin avril – début mai le plus souvent) et le niveau de débit observé dans les cours d'eau en étiage. En effet, la partie aval du territoire est constituée de cours d'eau qui sont pour bonne partie alimentés par drainage des aquifères libres affleurants.

Il peut être envisagé d'établir une corrélation entre le niveau pézométrique au 1<sup>er</sup> mai (niveau représentatif de l'aquifère alimentant les cours d'eau) et le QMNA observé sur le cours d'eau exutoire. **Ainsi, cela pourrait permettre de déterminer des volumes prélevables supplémentaires (ou inversement de les réduire) en fonction de la cote piézométrique observée en entrée d'étiage.**

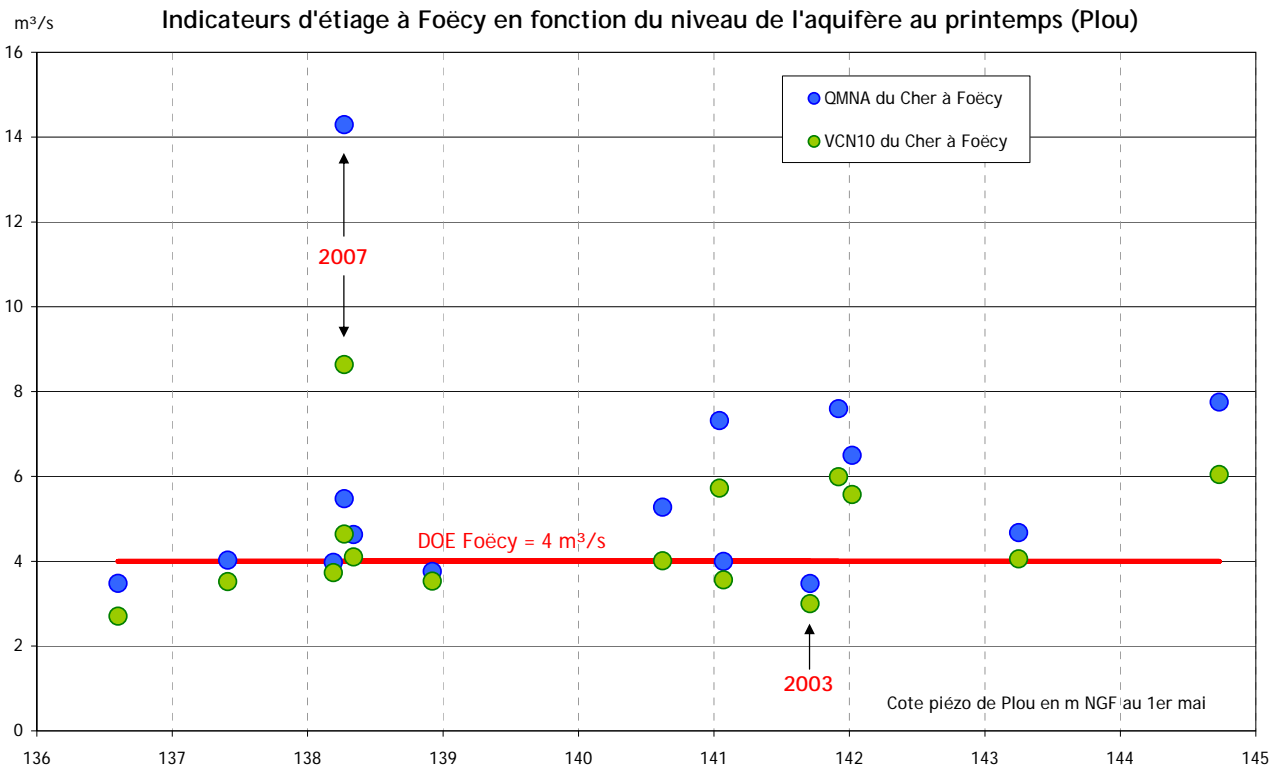
Cette recherche de corrélation a été effectuée sur le sous-bassin versant Cher aval, particulièrement soumis aux prélèvements agricoles estivaux. Le piézomètre de Plou, situé dans le département du Cher, est représentatif du fonctionnement de l'aquifère libre dans ce secteur (Jurassique supérieur, nappe de l'Oxfordien) ; il est non influencé par les prélèvements. Son évolution est représentée ci-dessous (16 années). On constate qu'au 1<sup>er</sup> mai, la période de recharge est très souvent terminée : on peut donc considérer cette date comme "point de départ" de la vidange de l'aquifère et de l'entrée en phase d'étiage.



Les baisses piézométriques sont ensuite très régulières, avec la même pente chaque année, et non influencées par des prélèvements : elles sont donc un très bon témoin de la vidange de l'aquifère.

Ainsi, les années pour lesquelles le niveau piézométrique est bas au printemps, on risque de constater des débits faibles dans les cours d'eau. Et inversement avec un niveau haut.

Le graphe suivant présente donc les QMNA constatés sur le Cher à Foëcy, en fonction des niveaux piézo au 1<sup>er</sup> mai. La corrélation entre piézométrie et QMNA est loin d'être évidente (coefficient de corrélation de 2% seulement). De plus, un niveau piézométrique haut au début de l'étiage ne garantit en rien que le QMNA reste au-dessus du DOE. Ce constat est accentué lorsque l'on s'intéresse aux courts épisodes de crise (indicateur VCN<sub>10</sub>).



Si on s'intéresse à quelques exemples d'années particulières, on s'aperçoit qu'en 2003, le niveau piézométrique au-dessus de la moyenne en mai – juin n'a pas permis d'éviter un étiage très intense, avec le plus petit QMNA observé sur les 18 dernières années.

Autoriser un volume plus important cette année-là, du fait d'un haut niveau de nappes en début de campagne, aurait sans doute provoqué une situation qui n'aurait pu qu'être moins favorable en terme de débit dans les cours d'eau et entraîné sans doute des restrictions d'usage plus intenses.

A l'inverse, l'année 2007 pouvait s'annoncer sévère en mai – juin (4<sup>ème</sup> année de plus bas niveau piézo) ; les débits constatés cette année-là ont en fait été largement supérieurs aux seuils de restriction et les usages ont pu s'exprimer sans contrainte.

**Dans ces conditions, l'attribution d'un volume supplémentaire prélevable suivant le niveau des nappes semble peu pertinente.**

### 3.2.3 Volumes prélevables hivernaux

Les volumes prélevables hivernaux couvrent la période du 1<sup>er</sup> novembre au 31 mars. C'est une période d'abondance hydrologique et durant laquelle le respect des DOE n'est pas un souci. L'expression des usages préleveurs peut donc se faire sans contrainte.

La ressource disponible au-dessus des DOE peut être estimée facilement, en calculant chaque année les volumes qui pourraient être soutirés au cours d'eau en hiver de manière à respecter les DOE du bassin en moyenne quatre années sur cinq.

Globalement, les volumes prélevables du 01/11 au 31/03 sont respectivement de 313 Mm<sup>3</sup> en amont de Foëcy (avec un DOE de 4 m<sup>3</sup>/s) et de 117 Mm<sup>3</sup> pour le bassin de l'Arnon.

Les volumes prélevables hivernaux tous usages sont ainsi estimés à 430 Mm<sup>3</sup> sur l'ensemble du bassin.

Ces volumes apparaissent énormes vis-à-vis des usages actuels du bassin et cette donnée est finalement peu pertinente pour deux raisons :

- l'ensemble des capacités de prélèvement du bassin ne permettrait pas de soutirer toute cette eau au milieu naturel
- Cela sous-tend de ramener chaque jour le débit des cours d'eau au niveau des DOE, ce qui serait extrêmement préjudiciable pour le milieu et ne correspond pas à l'esprit de fixation des volumes prélevables.

En fin de compte la détermination des volumes prélevables pour l'AEP et l'industrie est aisée pour la période hivernale puisque ces usages sont globalement constants dans le temps.

En ce qui concerne l'irrigation, cet usage se concentre au printemps et en été. Les volumes agricoles d'hiver sont ceux destinés au remplissage des retenues collinaires. Ainsi, les volumes prélevables agricoles d'hiver concernent seulement les retenues déconnectées des cours d'eau à l'étiage, ceux-ci étant censés être effectués hors période d'étiage.

On considère ici que la ressource est non limitante en période hivernale et donc que leur remplissage n'est pas restreint, sous contrainte du respect du débit réservé de chacun des ouvrages. Leur capacité cumulée sur le bassin représente environ 3,15 Mm<sup>3</sup>, pour un prélèvement maximum de 2,3 Mm<sup>3</sup> (année 2003).

Le volume prélevable associé à ces retenues remplies strictement hors période d'étiage n'est pas fixé sur le prélèvement maximal constaté, mais bien sur les capacités cumulées de ces retenues (3,15 Mm<sup>3</sup> donc).

Concernant les éventuels projets de créations de retenue, augmentant ainsi la capacité cumulée de stockage, rappelons que ce point est évoqué dans la circulaire de juin 2008 :

*"Si certains bassins ont prévu le développement de nouvelles ressources, pour autant que toutes les actions d'économies d'eau aient été réalisées, et si un calendrier précis de réalisation de ces ressources est fourni au préfet, celui-ci peut prendre en compte les projets réalistes de création de réserves, si leur mise en eau est prévue avant le 31 décembre 2014"*

En l'état actuel des connaissances, aucun projet précis n'a été mentionné par la profession agricole. **L'importance de la ressource disponible entre le 1<sup>er</sup> novembre et le 31 mars peut donc donner lieu à un volume prélevable pour l'irrigation supérieur à 3,15 Mm<sup>3</sup>.**

Ce volume reste à définir en tenant compte des spécificités des milieux aquatiques et des perspectives d'évolution des usages de l'eau dans chacune des unités hydrologiques, ainsi que des dispositions du SDAGE encadrant la gestion des prélèvements dans les ZRE.

### 3.2.4 Synthèse des volumes prélevables sur le Cher amont

Les tableaux de la page suivante synthétisent les volumes prélevables, déterminés par usage, par période (période "étiage" : 01/04 au 31/10) et par sous bassin du SAGE.

Afin de présenter les différents scénarios et propositions étudiés, trois tableaux sont présentés :

- Tableau avec les volumes prélevables calculés sur l'ensemble du bassin, **suivant la référence de débit prise en compte à Foëcy** sur le cher aval : DOE (4 m<sup>3</sup>/s) ou QMNA<sub>5</sub> de référence (3,2 m<sup>3</sup>/s). Le bassin Arnon - Théols est présenté dans sa globalité
- Tableau avec les volumes prélevables calculés sur le bassin Arnon - Théols, avec leur répartition effectuée **au prorata de l'usage actuel** (scénario a)
- Tableau avec les volumes prélevables calculés sur le bassin Arnon - Théols, avec leur répartition effectuée **en fonction des apports hydrologiques** (scénario b)

*Nota :*

Les prélèvements agricoles à l'étiage retenus ici sont seulement ceux qui impactent les débits des cours d'eau ; ils n'incluent donc pas les prélèvements en retenue remplies hors période d'étiage, ni les prélèvements dans des nappes n'impactant pas les débits des cours d'eau l'été.

**Synthèse des volumes prélevables par usage, par période et par unité hydrographique (en Mm<sup>3</sup>) - Avec référence à Foëcy de 4 ou 3,2 m<sup>3</sup>/s**

Bassin versant	AEP (Mm <sup>3</sup> )			Industrie (Mm <sup>3</sup> )			Irrigation (Mm <sup>3</sup> )			Tous usages (Mm <sup>3</sup> )			
	Volumes impactant l'étiage	Volumes n'impactant pas l'étiage	Volumes hors étiage	Volumes impactant l'étiage	Volumes n'impactant pas l'étiage	Volumes hors étiage	Volumes impactant l'étiage	Volumes n'impactant pas l'étiage	Volumes hors étiage (retenues actuelles)	Volumes impactant l'étiage	Volumes n'impactant pas l'étiage	Volumes hors étiage	Total
Haut Cher	0.361	-	0.254	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.62
Tardes et Voueize	0.388	0.002	0.294	0.065	-	0.008	0.015	-	-	0.015	-	-	0.77
Cher amont	5.532	-	3.646	1.153	-	0.893	0.361	-	0.325	0.686	-	-	11.91
Oeil et Aumance	1.069	-	0.784	1.118	-	0.847	0.180	-	0.097	1.041	-	-	4.86
Cher médian	0.817	-	0.569	0.000	-	0.000	0.751	-	1.072	1.823	-	-	3.21
Cher aval (4 m <sup>3</sup> /s à Foëcy)	3.058	0.167	2.189	0.099	0.090	0.153	-	0.328	0.166	0.494	-	-	6.25
Cher aval (3.2 m <sup>3</sup> /s à Foëcy)	3.614	0.602	2.677	0.509	0.022	0.333	4.790	-	5.284	6.130	-	-	11.04
Arnon - Théols	-	-	-	-	-	-	4.690	-	0.818	6.130	-	-	13.89
<b>Total</b> (4 m <sup>3</sup> /s à Foëcy)	<b>14.84</b>	<b>0.77</b>	<b>10.41</b>	<b>2.94</b>	<b>0.11</b>	<b>2.23</b>	<b>6.00</b>	<b>1.05</b>	<b>3.15</b>	<b>10.19</b>	<b>1.93</b>	<b>15.79</b>	<b>41.50</b>
<b>Total</b> (3.2 m <sup>3</sup> /s à Foëcy)							<b>10.79</b>			<b>14.98</b>			<b>46.29</b>

**Synthèse des volumes prélevables sur Arnon et Théols - Scénario a) prorata de l'usage actuel**

Bassin versant	AEP (Mm <sup>3</sup> )			Industrie (Mm <sup>3</sup> )			Irrigation (Mm <sup>3</sup> )			Tous usages (Mm <sup>3</sup> )			
	Volumes impactant l'étiage	Volumes n'impactant pas l'étiage	Volumes hors étiage	Volumes impactant l'étiage	Volumes n'impactant pas l'étiage	Volumes hors étiage	Volumes impactant l'étiage	Volumes n'impactant pas l'étiage	Volumes hors étiage (retenues actuelles)	Volumes impactant l'étiage	Volumes n'impactant pas l'étiage	Volumes hors étiage	Total
Haut Arnon	-	-	-	-	-	-	-	-	0.065	-	-	0.065	0.07
Arnon amont	1.935	0.146	1.235	-	-	-	0.084	-	0.547	0.178	-	0.324	4.13
Arnon médian	0.240	0.215	0.293	0.101	0.022	0.055	2.177	0.444	-	0.444	-	0.681	3.55
Théols	1.355	0.242	1.091	0.408	-	0.278	1.735	-	0.137	-	-	0.242	5.25
Arnon aval	0.084	-	0.057	-	-	-	0.694	-	0.069	-	-	0.126	0.90
<b>Total</b>	<b>3.61</b>	<b>0.60</b>	<b>2.68</b>	<b>0.51</b>	<b>0.02</b>	<b>0.33</b>	<b>4.69</b>	<b>0.62</b>	<b>0.82</b>	<b>0.62</b>	<b>1.25</b>	<b>3.83</b>	<b>13.89</b>

**Synthèse des volumes prélevables sur Arnon et Théols - Scénario b) en fonction des apports hydrologiques**

Bassin versant	AEP (Mm <sup>3</sup> )			Industrie (Mm <sup>3</sup> )			Irrigation (Mm <sup>3</sup> )			Tous usages (Mm <sup>3</sup> )			
	Volumes impactant l'étiage	Volumes n'impactant pas l'étiage	Volumes hors étiage	Volumes impactant l'étiage	Volumes n'impactant pas l'étiage	Volumes hors étiage	Volumes impactant l'étiage	Volumes n'impactant pas l'étiage	Volumes hors étiage (retenues actuelles)	Volumes impactant l'étiage	Volumes n'impactant pas l'étiage	Volumes hors étiage	Total
Haut Arnon	-	-	-	-	-	-	-	-	0.065	-	-	0.065	0.07
Arnon amont	1.935	0.146	1.235	-	-	-	0.068	-	0.547	0.178	-	0.324	4.11
Arnon médian	0.240	0.215	0.293	0.101	0.022	0.055	1.762	0.444	-	0.444	-	0.681	3.13
Théols	1.355	0.242	1.091	0.408	-	0.278	2.298	-	0.137	-	-	0.242	5.81
Arnon aval	0.084	-	0.057	-	-	-	0.562	-	0.069	-	-	0.126	0.77
<b>Total</b>	<b>3.61</b>	<b>0.60</b>	<b>2.68</b>	<b>0.51</b>	<b>0.02</b>	<b>0.33</b>	<b>4.69</b>	<b>0.62</b>	<b>0.82</b>	<b>0.62</b>	<b>1.25</b>	<b>3.83</b>	<b>13.89</b>