
Note de synthèse

Etude de la valeur du débit objectif d'étiage (DOE) et du débit de crise (DCR) de la Touvre à Foulpougne

<i>Etude portée par</i>	<i>Et réalisée par</i>
<p>PRÉFET DE LA RÉGION OCCITANIE <i>Liberté Égalité Fraternité</i> PRÉFET COORDONNATEUR DU BASSIN ADOUR-GARONNE</p>	<p>antea[®]group</p> <p>géo-hyd membre d'Antea Group</p> <p>G E T</p>

<i>Note de synthèse réalisée par</i>
<p>EPTB Charente Etablissement Public Territorial de Bassin Charente</p>

Sommaire

1	<i>Préambule</i>	4
2	<i>Contexte et définition</i>	5
2.1	Point nodaux et DOE/DCR	5
2.2	Origine de la valeur actuelle du DOE	6
2.3	Présentation générale du Karst et de la Touvre dans le BV Charente	6
3	<i>Méthode de détermination du DOE</i>	7
4	<i>Détermination du débit naturel (Q Nat)</i>	8
4.1	Hydrogéologie	8
4.2	Hydrologie mesurée	9
4.3	Usages de l'eau	9
4.3.1	Alimentation en Eau Potable (AEP)	9
4.3.2	Industrie	10
4.3.3	Irrigation	10
4.3.4	Rejet	10
4.3.5	Synthèse des usages	10
4.4	Reconstitution de l'hydrologie désinfluencée	11
4.4.1	Analyse des modèles existants	11
4.4.2	Construction du modèle	12
4.4.3	Résultats	13
4.5	Analyse de la valeur actuelle du DOE et des débits désinfluencés	14
5	<i>Détermination du débit biologique (Q BE)</i>	14
6	<i>Détermination du débit environnemental (Q DCE)</i>	15
7	<i>Proposition de valeurs de DOE et de DCR</i>	16
7.1	Détermination d'une valeur de DOE	16
7.2	Détermination d'une valeur de DCR	19
8	<i>Synthèse du processus de détermination du DOE de la Touvre</i>	21
9	<i>Conséquences des valeurs proposées sur la gestion</i>	22
9.1	Analyse du respect du DOE et du DCR	22
9.1.1	DOE	22
9.1.2	DCR	23
9.2	Analyse des conséquences des valeurs proposées sur la gestion	23
9.3	Préconisations et échéances	23
9.3.1	Gestion conjoncturelle des prélèvements	23
9.3.1	Volume prélevable	24

Table des illustrations

Figure 1 : Localisation des points nodaux du bassin de la Charente	5
Figure 2 : Coupe hydrogéologique interprétative Nord-Est Sud-Ouest à travers le bassin de la Touvre	6
Figure 3 : Localisation géographique du Karst , des sources et de la station de Foulpougue	7
Figure 4 : Méthode de détermination du DOE retenue	8
Figure 5 : Répartition des volumes par bassin versant et par point d'usage	10
Figure 6 : Schéma simplifié d'un système karstique, Goldscheider & Drew, 2007	12
Figure 7 : Position des bassins versants des points nodaux du bassin de la Charente	17
Figure 8 : Schématisation de la méthodologie de prise en compte de la cohérence de bassin	17
Figure 9 : Schématisation de la proposition de la nouvelle valeur de DOE	18
Figure 10 : Schématisation de la proposition de la nouvelle valeur de DCR	20

Table des tableaux

Tableau 1 : DOE et DCR aux points nodaux du SDAGE 2016-2021 sur le bassin de la Charente	5
Tableau 2 : Présentation des indicateurs de débits naturels caractéristiques de la Touvre issus de la modélisation (valeurs modélisées au niveau du point nodal)	13
Tableau 3 : Débits caractéristiques d'étiage de période de retour 5 ans mesurés et naturalisés	14
Tableau 4 : Présentation des résultats de l'analyse de l'écologie	15
Tableau 5 : Présentation des usages au regard des indicateurs de l'hydrologie naturelle	15
Tableau 6 : Présentation du respect du DOE par année	22
Tableau 7 : Franchissement du DCR	23

1 Préambule

La disposition E11 du SDAGE 2010-2015 prévoyait la possibilité de réviser les débits de référence pour mieux prendre en compte le fonctionnement des écosystèmes aquatiques, les besoins des espèces et les évolutions éventuelles de l'hydrologie naturelle.

L'Etat s'est alors engagé à conduire une analyse de la cohérence des valeurs de DOE à l'échelle du bassin Adour-Garonne, dans le cadre des protocoles d'accord sur les volumes prélevables, signés avec les chambres régionales d'agriculture d'Aquitaine, de Midi-Pyrénées et de Poitou-Charentes en 2011 et 2012.

Ainsi, en 2013 et 2014, deux études ont été menées dans l'objectif d'évaluer la cohérence des DOE. Ces études ont conclu à la nécessité de réviser, sur le bassin de la Charente, le DOE du Né à Salles d'Angles et le DOE de la Touvre à Foulpougne, ce dernier faisant l'objet du présent document.

Sur ce point nodal, la valeur de DOE actuelle de 6,5 m³/s est trop élevée par rapport à l'hydrologie naturelle sans qu'il n'y ait de justification. Ce constat fait consensus auprès des acteurs locaux et explique la réalisation d'une étude spécifique en vue de sa révision. Enfin, l'étude doit également confirmer ou corriger la valeur de DCR avec pour objectif d'intégrer ces nouvelles valeurs dans le SDAGE 2022-2027. La nécessité de réviser le DOE et le DCR de la Touvre sont évoqués depuis la révision du SDAGE 2010-2015 et a été abordée à de nombreuses reprises lors de différentes réunions de la Commission de Suivi du Plan de Gestion des Etiages du bassin de la Charente (2009 et 2014 notamment).

L'étude de définition des DOE et DCR de la Touvre a ainsi démarré en 2017 et s'est terminée lors du comité de pilotage du 3 septembre 2020. Ce comité de pilotage (cf. annexe) n'a pas été décisionnel sur les valeurs de DOE/DCR.

La conclusion de l'étude rédigée par le comité de pilotage est la suivante :

« La valeur de 6,5 m³/s n'est pas satisfaisante. L'étude technique conclut sur une valeur de 5,6 m³/s, satisfaisante pour une majorité du COPIL, jugée encore trop élevée pour la profession agricole (une valeur alternative de 4,8 m³/s est proposée sur la base d'études antérieures). Il n'y a pas de consensus sur le DCR. Une majorité des présents souhaite une hausse de la valeur existante (pour rappel : fixée à 2,8 m³/s). L'étude technique propose une valeur de 3,8 m³/s. Le COPIL note les imprécisions sur les données et stations de mesure qui limitent l'analyse des impacts de la mise en œuvre des nouvelles valeurs. Il reste du travail pour transformer le modèle en outil prédictif pour aider à la gestion conjoncturelle de l'étiage.

Une partie du COPIL propose la saisie de la CLE du SAGE Charente pour qu'elle se prononce sur les valeurs et sur le programme de travail à conduire pour améliorer la gestion quantitative. »

Dans ce cadre, la CLE doit émettre un avis sur les valeurs de DOE/DCR durant la consultation sur le projet de SDAGE 2022-2027, soit avant le 1er juillet 2021.

Le présent document a pour objectif de synthétiser les principaux éléments et résultats de l'étude afin d'en faciliter la compréhension par les membres de la CLE et afin que celle-ci puisse émettre un avis éclairé sur le sujet.

2 Contexte et définition

2.1 Point nodule et DOE/DCR

Selon le SDAGE Adour-Garonne 2016-2021, le Débit d'Objectif d'Etiage (DOE) constitue le débit de référence permettant l'atteinte du bon état des eaux et au-dessus duquel est satisfait l'ensemble des usages en moyenne 8 années sur 10. Le Débit de Crise (DCR) constitue quant à lui le débit de référence en dessous duquel seuls les usages prioritaires peuvent être satisfaits, à savoir les usages concernant la santé publique, la salubrité publique, la sécurité civile, l'alimentation en eau potable et les besoins des milieux naturels.

Pour tenir compte des situations d'étiages difficiles et des aléas de gestion, jusqu'à présent le DOE est considéré a posteriori comme :

- « satisfait une année donnée », lorsque le plus faible débit moyen de 10 jours consécutifs (VCN10) a été maintenu au-dessus de 80 % de la valeur du DOE ;
- « satisfait durablement », lorsque les conditions précédentes ont été réunies au moins 8 années sur 10.

Dans le cadre du SDAGE 2022-2027 il est proposé de modifier l'indicateur de respect du DOE et de vérifier les éléments ci-dessous :

- Le DOE est respecté une année donnée si le QMNA est supérieur à la valeur du DOE ;
- Il est respecté durablement si le DOE est respecté au moins 8 années sur 10.

La valeur du DCR est impérativement sauvegardée en valeur moyenne journalière.

Ces valeurs de DOE et DCR sont définies au niveau de stations de référence appelées « points nodule ». Sur le bassin de la Charente, 6 points nodule sont inscrits dans le SDAGE Adour-Garonne 2016-2021.



Figure 1 : Localisation des points nodule du bassin de la Charente

Bassin	Cours d'eau	Point nodal	BV (km ²)	N° Station	Valeur DOE (m ³ /s)	Valeur DCR (m ³ /s)
Charente	Charente	Vindelle	3 750	R2240010	3	2.5
	Touvre	Foulpougne	Résurgence	R2335050	6.5	2.8
	Charente	Jarnac	3 936	R3090020	10	7
	Charente	Pont de Beillant	7412	R5200010	15	9
	Boutonne	Moulin de Châtre	535	R6092920	0.68	0.4
	Seugne	Lijardière	902	R5123320	1	0.5
	Né	Salles d'Angles	602	R4122523	0.4	0.13

Tableau 1 : DOE et DCR aux points nodule du SDAGE 2016-2021 sur le bassin de la Charente

Le présent document concerne le point nodal situé sur la Touvre au lieu-dit Foulpouge (commune de Gond-Pontouvre). Le point nodal de Foulpouge n'est pas localisé tout à fait à l'aval du cours d'eau en raison de l'influence de la Charente sur les niveaux de la Touvre à proximité de la confluence. La pertinence du positionnement de la station de Foulpouge a été étudié mais aucun autre positionnement n'a été jugé plus pertinent pour mesurer les débits de la Touvre. L'étude a conclu que la station de mesure était positionnée au meilleur endroit possible et qu'il n'était donc pas nécessaire ni judicieux de la déplacer.

2.2 Origine de la valeur actuelle du DOE

Dans les différents documents existants, la valeur de $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ remonte à l'étude « Eléments pour une politique de l'eau dans le bassin de la Charente », datant de juillet 1978. Le rapport d'information définit un débit de référence à $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la Touvre qui correspond à une moyenne mensuelle pour le mois d'août de fréquence quinquennale sèche sur la période 1967-1976 à Ruelle.

La valeur initiale et toujours en vigueur du DOE de la Touvre à Foulpouge, de $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$, a été fixée dans le SDAGE de 1996. Elle est issue de l'étude précédemment citée de 1978 et reprise dans le protocole de gestion de la Charente de 1992.

2.3 Présentation générale du Karst et de la Touvre dans le BV Charente

La Touvre est un affluent de rive gauche de la Charente d'une dizaine de kilomètres de longueur dont la confluence avec la Charente se trouve au niveau d'Angoulême. Elle est principalement alimentée par plusieurs émergences karstiques situées sur la commune de Touvre à 7 km à l'est d'Angoulême. Les sources de la Touvre correspondent à l'exutoire du Karst de La Rochefoucauld. Elles émergent des calcaires récifaux de l'Oxfordien-Kimméridgien inférieur à la faveur de la faille de l'Echelle mettant en contact ces calcaires avec les marnes du Kimméridgien supérieur. Le débit de la Touvre dépend principalement du niveau piézométrique du Karst.

A l'échelle du bassin de la Charente, la Touvre constitue un affluent important de la Charente en terme de débit (30 à 50% du débit mesuré à Beillant à l'étiage). De plus, une partie des écoulements de certains affluents de la Charente (Bandiat et Tardoire notamment) se perdent dans le massif karstique et alimentent donc indirectement la Touvre au lieu d'alimenter la Charente amont. A ce titre la Touvre et le Karst de la Rochefoucauld sont des éléments structurants dans le fonctionnement hydrologique du bassin de la Charente.

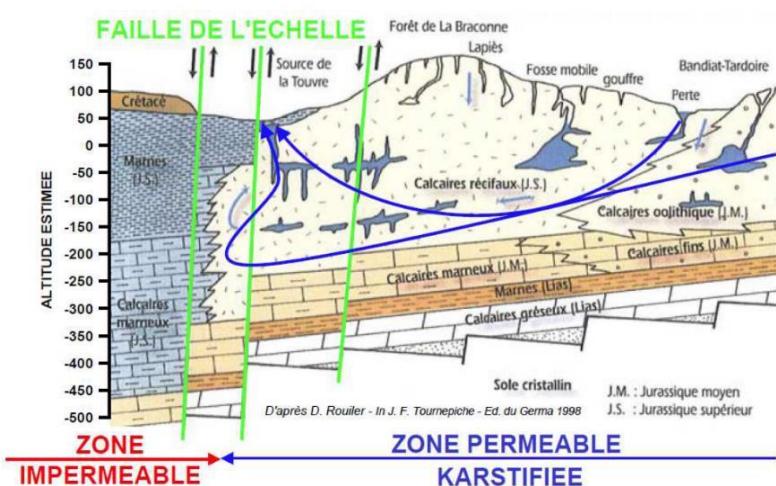


Figure 2 : Coupe hydrogéologique interprétative Nord-Est Sud-Ouest à travers le bassin de la Touvre

(Sources : DDAH-Mise de la Charente – Hydro Invest)

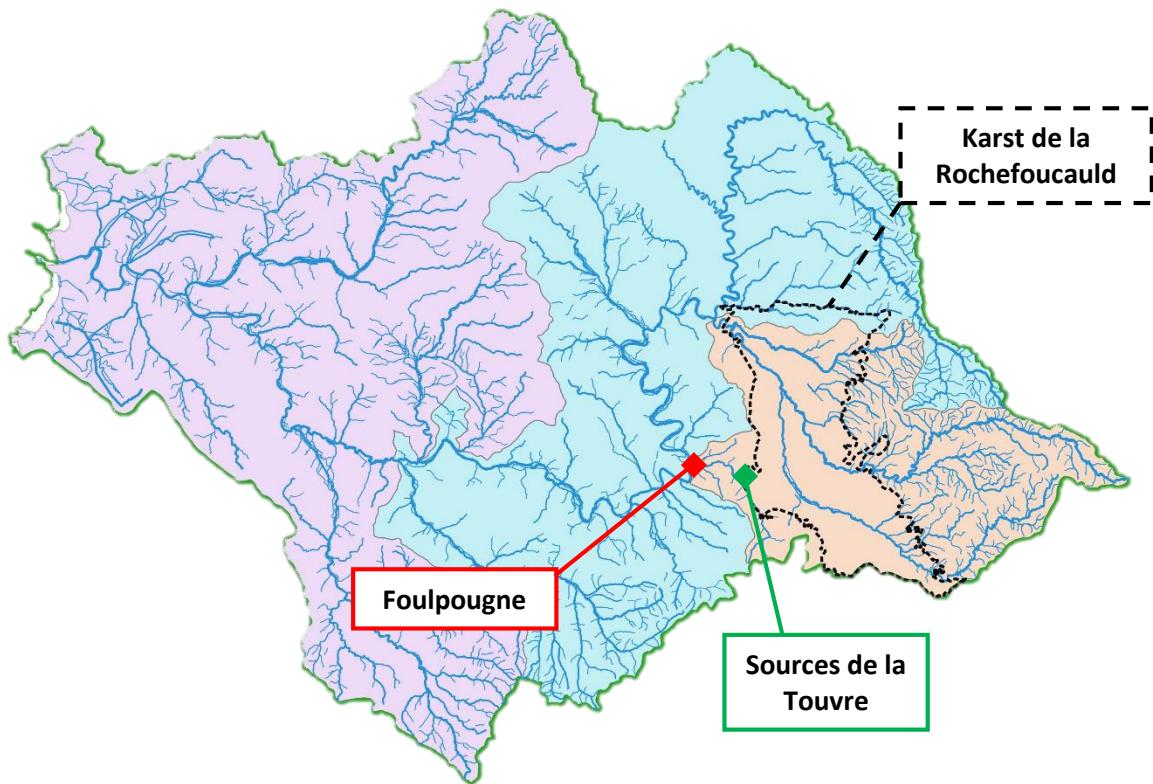


Figure 3 : Localisation géographique du Karst , des sources et de la station de Foulpouge

3 Méthode de détermination du DOE

La détermination du DOE implique de prendre en compte les éléments suivants :

- l'**hydrologie naturelle reconstituée** du cours d'eau, c'est-à-dire sans influence des prélèvements anthropiques et des réalimentations (Q Nat) ;
- les besoins du milieu aquatique avec l'évaluation **d'un débit biologique** (DB) (Q Bon Etat);
- **certains usages « prioritaires »** (eau potable, dilution d'un rejet résiduel dépassant les conditions d'épuration techniquement et économiquement acceptables, grands canaux de dérivation,...) et pour les points nodaux non situés à l'aval du bassin, les prélèvements entre le point nodal et la confluence aval (Q fonctions).

Le logigramme simplifié ci-après illustre la méthode de construction du DOE.

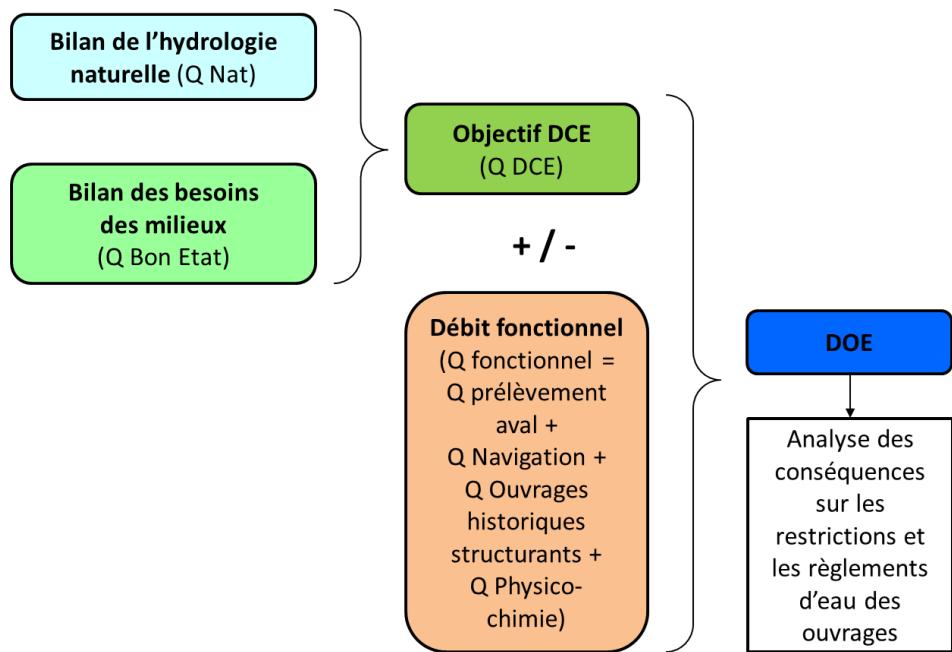


Figure 4 : Méthode de détermination du DOE retenue

La reconstitution de l'hydrologie naturelle (ou désinfluencée) est réalisée à travers :

- une hydrologie **naturelle de fréquence quinquennale sèche**, qui représente la charnière entre une situation courante et une situation de sécheresse caractérisée ;
- un indicateur basé sur un **débit minimal moyen sur 10 j (VCN 10)**, qui permet à la fois de lisser les variations journalières des débits (aléas de gestion, manœuvre de barrages au fil de l'eau...) et de prendre en compte les tendances globales d'évolution de l'hydrologie.

Le DOE est ainsi intégrateur de plusieurs fonctions qui recouvrent :

- un **objectif environnemental** permettant le bon état des eaux et des milieux aquatiques (Q DCE) ;
- l'intégration de fonctions liées à certains **usages structurants** et qui peuvent s'imposer à la gestion (Q fonctionnel)

4 Détermination du débit naturel (Q Nat)

4.1 Hydrogéologie

Le système karstique de la Touvre comprend 3 exutoires principaux :

- Le Bouillant
- Le Dormant
- La Font de Lussac

Les sources de la Lèche situées à environ 600 m en amont participent également au drainage du système karstique.

L'alimentation du système se fait par les précipitations sur le périmètre du karst et par les apports d'eau, par pertes de la Tardoire et du Bandiat. Ces deux cours d'eau prennent leur source dans le Massif Central et se perdent en totalité ou en partie (en fonction de la période) lorsqu'ils rentrent en

contact avec le massif calcaire karstique au niveau de Montbron et de Feuillade. Les pertes principales sont enregistrées à l'aval de Rancogne et à l'aval de Bunzac.

Des incertitudes persistent dans la bibliographie sur l'alimentation du Karst par la Bonnieure au nord du secteur d'étude. Dans le cadre de la présente étude il a été considéré que l'alimentation par la Bonnieure était constante au cours de l'année mais faible (2% du débit de la Bonnieure).

L'ensemble du bassin d'alimentation du Karst et des sources de la Touvre représente ainsi près de 1500 km².

4.2 Hydrologie mesurée

Deux stations permettent de disposer de chroniques de débits sur la Touvre :

- la Touvre [résurgence] à Gond-Pontouvre [Foulpougne] (1980 à nos jours) ;
- la Touvre [usine DCNS] (1919 à 1996).

La station de l'usine de DCNS disposant uniquement de données hebdomadaires, seules les grandeurs caractéristiques de l'étiage ont été analysées sur cette station au cours de l'étude de l'hydrologie. Toutefois, cette station n'étant plus fonctionnelle depuis 1996 et ne disposant pas de débit moyen journalier, elle n'a pas été conservée dans l'analyse permettant la proposition d'une nouvelle valeur de DOE. En outre, la proposition de DOE se faisant au niveau d'un point nodal et la station de Foulpougne correspondant à ce point, l'ensemble de la proposition de la nouvelle valeur de DOE se base sur l'analyse hydrologique de cette station. Il est important d'indiquer que la mesure des débits instantanés de la Touvre est rendue difficile en raison de la largeur du lit mineur, de la faible lame d'eau sur le seuil en période d'étiage et de la végétation importante encombrant le lit. Les services de l'état réalisent régulièrement des réajustements de la courbe de tarage pour pallier à ces contraintes mais les débits mesurés restent entachés d'un pourcentage d'erreur difficile à estimer. Toutefois, les difficultés rencontrées sur la station de Foulpougne sont similaires à celles rencontrées sur chaque station hydrométrique et sont inhérentes à la mesure du débit d'un cours d'eau. De plus, comme pour chaque station hydrométrique, les données mesurées à Foulpougne sont ensuite analysées et corrigées si nécessaire avant d'être bancarisées et mises à disposition. Les données disponibles et utilisés pour la réalisation de cette étude donc été fiabilisées. Enfin, depuis 2020, une seconde sonde a été installée sur le site de Foulpougne afin de réduire encore l'incertitude de mesure.

A partir des données de la station de Foulpougne en service depuis 1980, le débit mensuel minimum interannuel quinquennal sec (QMNA5) a ainsi été déterminé à **4,65 m³/s**. Le débit minimal sur 10 jours consécutifs de fréquence de retour 5 ans (VCN10 1/5) est établi à **4 m³/s**. L'étiage absolu a été observé le 10/09/1991 avec un débit de **2m³/s**. L'année 1991 est une année douteuse au sens de la banque Hydro. Toutefois, une comparaison des valeurs mesurées sur les stations hydrométriques à proximité (sur le Bandiat, la Bonnieure, la Tardoire) ainsi que l'accumulation d'années particulièrement sèches (1989, 1990 et 1991) sur le karst de la Rochefoucauld permettent de démontrer que l'étiage absolu a dû survenir sur cette période avec une valeur approchant. Par conséquent, ce débit de **2m³/s** est conservé comme valeur d'étiage absolu.

Les débits minimums mensuels annuels sont majoritairement retrouvés en septembre/octobre et mettent en avant le caractère décalé de l'étiage sur la Touvre.

4.3 Usages de l'eau

4.3.1 Alimentation en Eau Potable (AEP)

Les émergences du système karstique de la Touvre constituent la principale ressource exploitée pour l'alimentation en eau potable du Grand Angoulême. L'eau prélevée aux sources de la Touvre

représente 97% de la production d'eau potable de l'agglomération d'Angoulême. Sur le périmètre du bassin versant du karst et des sources de la Touvre, les volumes prélevés pour l'Alimentation en Eau Potable représentent environ 12 Mm³ en 2015 pour 170 000 habitants environ.

4.3.2 Industrie

Environ 1 Mm³ ont été prélevés en 2015 sur le secteur d'étude pour les usages industriels. De plus, 4 piscicultures sont recensées sur la Touvre.

4.3.3 Irrigation

Le bassin versant de la Touvre est inscrit dans le périmètre de compétence de l'Organisme Unique de Gestion Collective (OUGC) des prélèvements à usage d'irrigation agricole du système karstique de la Touvre, relevant de l'Association du Grand Karst de la Rochefoucauld. Ce périmètre englobe un ensemble de formations hydrogéologiques et de bassins versants attribués sur une surface de 1 590 km².

Dans l'attente de la révision du DOE et de la détermination du volume prélevable correspondant, les modalités de gestion du karst s'appuient sur un volume de gestion (Vg) de 11,5 Mm³, modulé en fonction du niveau de remplissage du karst à deux dates distinctes (1^{er} avril pour la gestion de printemps et 15 juin pour la gestion estivale).

En 2015, 7,4 Mm³ ont été prélevés sur le périmètre de l'OUGC répartis sur 180 points de prélèvements dont 4,6 Mm³ dans le réservoir du Karst.

4.3.4 Rejet

110 stations d'épuration sont recensées sur le bassin versant hydrologique de la Touvre pour un volume rejeté de 5500 m³/j soit 64 l/s. La station de Gond-Pontouvre est la station la plus importante représente 55% des rejets globaux. Ce rejet a été dévié vers la Charente depuis 2015 et n'affecte plus le bassin de la Touvre.

4.3.5 Synthèse des usages

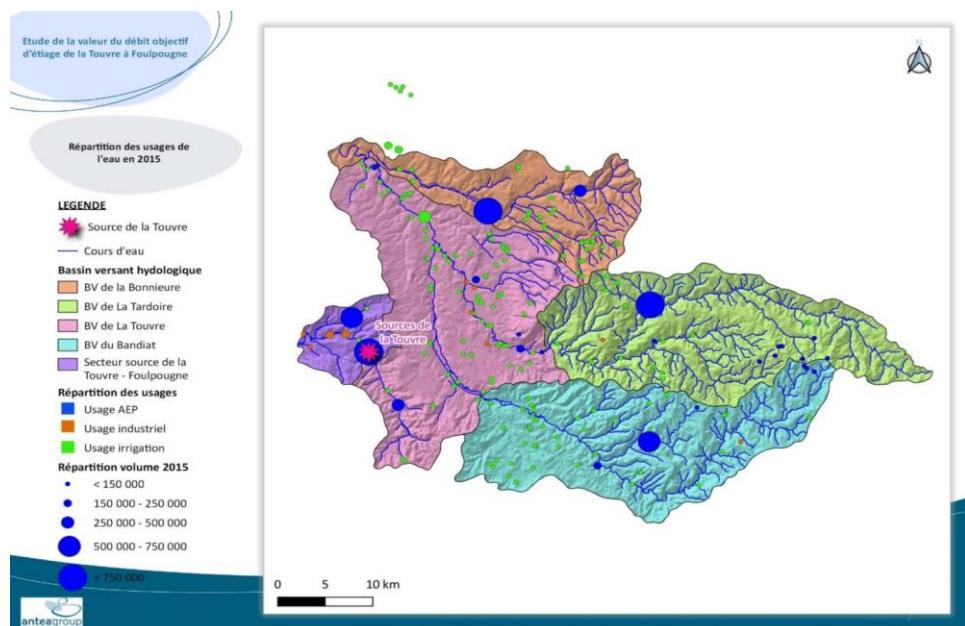


Figure 5 : Répartition des volumes par bassin versant et par point d'usage

(Source : fichier redevances AEAG)

Note de synthèse de l'étude de la valeur du débit objectif d'étiage de la Touvre à Foulongne

4.4 Reconstitution de l'hydrologie désinfluencée

4.4.1 Analyse des modèles existants

Depuis une quinzaine d'années, plusieurs modèles ont été élaborés permettant de reproduire les relations entre le niveau piézométrique du Karst et le débit de la Touvre. Cependant, ces modèles ne reproduisent pas de manière suffisamment détaillée la complexité du système karstique et notamment l'impact des prélèvements sur le niveau piézométrique du Karst et sur le débit de la Touvre.

Ces modèles utilisent trois approches différentes :

- BRGM : ne tient pas compte des spécificités du fonctionnement du système karstique et son application reste discutable ;
- HydroInvest : la pertinence de la relation niveaux/débits est mise en doute, notamment pour le piézomètre de la RocheFoucauld situé en milieu fissuré. De plus, le modèle ne prend pas en compte explicitement les prélèvements (modèle pessimiste, puisque faisant l'hypothèse d'une absence totale de pluie, est toutefois fiable pour l'objectif pour lequel il a été élaboré à savoir prévoir le débit de la Touvre au 30 septembre en fonction du niveau du Karst au 1er avril. Entre ces deux dates, le modèle ne fournit pas de résultats)
- Eaucéa : à la différence du modèle d'HydroInvest, le modèle d'Eaucéa prend en compte les prélèvements mais la simplicité de la loi de vidange utilisée pour le modèle ne permet pas de rendre compte du fonctionnement complexe du système karstique.

L'analyse de ces trois modèles met en évidence que le bassin de la Touvre ne dispose aujourd'hui d'aucun modèle prédictif sur de longues périodes intégrant une composante karstique prépondérante entre les différentes composantes du massif et permettant une prise en compte des prélèvements s'opérant sur ce bassin.

Ainsi, afin d'apporter des éléments suffisamment précis pour la définition des valeurs de DOE et DCR sur la Touvre un quatrième modèle a été élaboré dans le cadre de cette étude, permettant de prendre en compte la complexité du système karstique. Ce quatrième modèle se veut être plus conforme aux phénomènes physiques régissant les écoulements en milieu karstique et intègre une spatialisation des prélèvements ce qui n'était pas le cas des modèles précédents. Le modèle utilisé est un modèle hydrogéologique dérivé du modèle Karstmod¹. Le principe de ce modèle est de simuler les écoulements en milieu karstique tout en prenant en compte les infiltrations de surface et les prélèvements opérés dans les différents compartiments du bassin.

L'objectif de ce modèle est de reconstituer et d'estimer le régime hydrologique de la Touvre en l'absence d'action anthropique sur les milieux aquatiques de surface et souterrains. Les données de ce modèle serviront de base à la détermination des débits d'objectif et du débit de crise. La reconstitution de l'hydrologie désinfluencée permet donc de disposer à l'exutoire du bassin :

- d'une longue série temporelle de débits désinfluencée des prélèvements et rejets liés à l'activité humaine sur la période 1980-2018 (sauf sur les deux années 1997 et 1998 où les données de débits mesurés n'ont pu être mobilisées).
- d'une estimation des débits caractéristiques de la Touvre sur une période couvrant 35 ans.

¹Plateforme de modélisation adaptée aux bassins karstiques, développée dans le cadre du réseau d'observatoires du KARST à l'initiative de l'INSU / CNRS (<https://sokarst.org/logiciels/karstmod/>)

Note de synthèse de l'étude de la valeur du débit objectif d'étiage de la Touvre à Foulpougne

4.4.2 Construction du modèle

Le modèle est construit au pas de temps journalier afin de répondre avec précision aux attentes de l'étude.

Données météorologiques :

Les données de précipitations sont issues de la station MétéoFrance de la Couronne et les données d'évapotranspiration potentielle de la station MétéoFrance de Cognac. Ces deux stations, bien que n'étant pas situées directement sur le périmètre du Karst, sont les seules situées à proximité et disposant de chroniques de données suffisamment longues c'est-à-dire depuis 1980.

Cependant, les observations météorologiques montrent qu'il existe, à l'échelle du bassin versant de la Touvre, de fortes disparités dans les valeurs de précipitations et d'évapotranspiration, liées notamment à son étendue et son relief contrasté. Les données météorologiques ont donc nécessité une correction dans la phase de calibration du modèle

Données hydrométriques :

Les données hydrométriques sont issues de la Banque Hydro et présentent de nombreuses lacunes, celles-ci ont été comblées par corrélation croisée entre les différentes stations du secteur à l'exception des années 1997 et 1998 présentant un trop grand nombre de lacunes. Deux périodes sont ainsi considérées pour la suite de la modélisation : 1980-1996 et 1999-2018.

Données de prélèvements :

Les données de prélèvement disponibles couvrent la période 2003-2018 et sont issues des DDT. Il s'agit des volumes annuels prélevés aux différents points de prélèvements. Ces données ont subi un traitement dans le cadre de cette étude afin de les répartir au pas de temps mensuel puis journalier. Pour ce faire, le modèle Irrid développé par Eaucea a été utilisé pour produire une valeur de prélèvement mensuel en s'appuyant sur les besoins agro-climatiques des cultures irriguées. Cette valeur a ensuite été divisée par le nombre de jour pour obtenir une valeur journalière. Il est également considéré que l'influence des prélèvements est différente selon qu'il s'opère sur la matrice ou sur le conduit karstique. Il est considéré que moins de 10% des points de prélèvements captent les conduits karstiques.

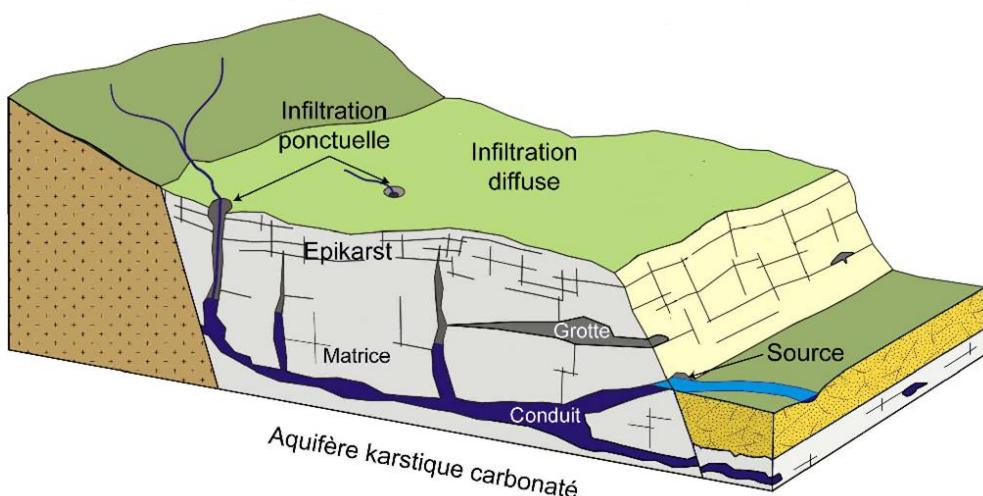


Figure 6 : Schéma simplifié d'un système karstique, Goldscheider & Drew, 2007

Enfin, aucune donnée de prélèvement n'étant disponible sur la période 1980-2003, 500 scénarios de prélèvement ont été simulés afin de déterminer quel scénario est le plus à même de reproduire les débits observés. Le scénario retenu constitue une bonne estimation des prélèvements sur la période 1980-2003.

Calibration et correction :

Le modèle du système de la Touvre est caractérisé par 12 paramètres qui régissent les interactions entre les différents réservoirs simulés. Il a été procédé à des jeux de simulation de calibration pour chaque scénario de prélèvements (soit 500 scénarios au total). Pour ces 500 scénarios, la pertinence et validité de la calibration était vérifiée à l'aide d'un critère dit de Nash qui correspond à l'écart entre débit observé et débit simulé. Plus l'écart est faible et plus le scénario simulé est robuste.

Cette méthodologie de modélisation/optimisation/calibration a été réalisée sur les deux périodes testées de 1980-1996 et 1999-2018 (soit 35 ans) et pour différents pourcentages d'infiltration des rivières Bandiat et Tardoire. Les résultats indiquent que le meilleur scénario correspond à des pourcentages d'infiltration « hautes eaux/basses eaux » de 0.3 et 0.5. Ce couple d'infiltration a été retenu et discuté en COPIL. A ce titre, de nouvelles simulations ont été effectuées à la demande du COPIL et ont validé la robustesse du modèle.

Une analyse plus fine des résultats a permis de vérifier que les résultats pouvaient encore être améliorés notamment en période d'étiage, en introduisant un coefficient correcteur constant chaque année. Ce coefficient correcteur est justifié par la prise en compte de la forte variabilité des précipitations et de l'évapotranspiration à l'échelle du bassin d'alimentation et de la présence de « fuites » d'eau non comptabilisées dans le modèle. Ce coefficient a permis de réduire l'écart entre valeur mesurée et simulée et de répondre à l'objectif fixé : reproduire les débits de la Touvre à Foulpouge afin d'en déduire les débits caractéristiques.

4.4.3 Résultats

Les simulations réalisées via ce modèle ont permis de reconstituer des chroniques de débits désinfluencés de la Touvre, puis d'en produire une analyse statistique afin de déterminer les valeurs caractéristiques de l'étiage de la Touvre. Le tableau suivant présente ces débits caractéristiques :

Fréquence de retour	Indicateur de Q naturalisé			
	VCN3	VCN10	VCN30	QMNA
Biennal	6,48	6,64	7,10	7,40
Quinquennal	5,22	5,37	5,77	6,05
Décennal	4,66	4,80	5,18	5,45
Vicennal	4,24	4,38	4,74	5,00

Tableau 2 : Présentation des indicateurs de débits naturels caractéristiques de la Touvre issus de la modélisation (valeurs modélisées au niveau du point nodal)

Ce tableau met ainsi en évidence que l'hydrologie naturelle (non-influencée par les prélèvements) en sortie du karst, avec une fréquence de retour 5 ans, peut être caractérisée par un débit de l'ordre de 5,37 à 6,05 m³/s (valeur des 10 jours de plus faible débit ou débit mensuel minimum).

Le débit naturel (Q Nat) déterminé dans le cadre de cette étude correspond donc à une plage de débits compris entre 5,37 et 6,05 m³/s.

4.5 Analyse de la valeur actuelle du DOE et des débits désinfluencés

Les valeurs actuelles définies pour la Touvre sont respectivement pour le Débit d'Objectif Etiage (DOE) et le Débit de Crise (DCR): 6,5 m³/s et 2,8 m³/s.

L'analyse de l'hydrologie, mesurée et renaturalisée, fait ressortir les débits caractéristiques suivants :

- ✓ Le débit mensuel minimum interannuel quinquennal sec (QMNA5) mesuré est de 4,65 m³/s et le QMNA5 renaturalisé est de 6,05 m³/s.
- ✓ Le débit minimal sur 10 jours consécutifs de fréquence de retour 5 ans (VCN10 1/5) mesuré est de 4 m³/s et le VCN10 1/5 renaturalisé est de 5,37 m³/s.

Il est donc à noter que le DOE actuel est très nettement supérieur au QMNA5 et au VCN10 1/5. A l'opposé, la valeur de DCR est nettement en dessous des valeurs de débits caractéristiques.

QMNA 5 (m ³ /s)		VCN10 1/5 (m ³ /s)	
Mesuré	Naturalisé	Mesuré	Naturalisé
4,65	6,05	4	5,37

Tableau 3 : Débits caractéristiques d'étiage de période de retour 5 ans mesurés et naturalisés

5 Détermination du débit biologique (Q BE)

Cette analyse comporte différents volets :

- L'hydromorphologie
- La qualité de l'eau
- La fonctionnalité des habitats

En dehors des problèmes de qualité d'eau, les besoins biologiques du cours d'eau s'expriment à travers le maintien des habitats dont la fonctionnalité ne peut être préservée, a minima, qu'en étant immersés. Les indicateurs hydrologiques naturels doivent être mis en relation avec les conditions nécessaires au maintien d'un « **débit biologique** », composante clé de la détermination des valeurs de DOE. On entend ici par "débit biologique", la plage de débit nécessaire au maintien d'habitats satisfaisant les exigences de vie, circulation et reproduction des espèces vivants dans les eaux (diversité des écoulements, section mouillée minimale, qualité d'eau compatible avec l'exigence de la DCE, risque d'assèche... vis-à-vis des taxons cibles du cours d'eau considéré).

Deux méthodes d'évaluation du débit biologique d'un cours d'eau sont potentiellement applicables dans le cadre de cette étude : les méthodes hydrauliques et les méthodes dites des micro-habitats.

Ces méthodes visent à analyser la relation dynamique entre les variations d'habitat physique et le débit des cours d'eau. A ce titre, elles constituent de bons supports d'aide à la décision pour l'analyse de la fonctionnalité des habitats aquatiques.

Toutefois, l'hydrologie, le contexte géologique et la morphologie du cours d'eau de la Touvre présentent un certain nombre de particularités qui limitent l'utilisation de ces différentes méthodes.

L'approche utilisée pour l'évaluation du débit biologique est donc une approche couplant l'approche hydraulique à une analyse de type micro-habitats. Les interprétations des résultats et les conclusions de cette analyse micro-habitats sont donc à considérer avec précautions.

Les indicateurs utilisés pour ces analyses sont la qualité de l'habitat, la présence des habitats et l'accessibilité des différentes zones. Les espèces cibles testées sont l'anguille, la loche franche, le vairon, la truite fario.

	Etiage absolu	DCR actuel	Q1	VCN10 1/5 mesuré	Q2	QMNAS mesuré	Q3	VCN10 1/5 naturel	Q4	QMNAS naturel	DOE actuel
Indicateur	2	2,8	3	4	4,5	4,65	5	5,37	6	6,05	6,5
Qualité de l'habitat pour la loche franche	96%	97%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%
Qualité de l'habitat pour les truites adultes	94%	96%	97%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Qualité de l'habitat pour les truites juvéniles	110%	108%	107%	105%	103%	102%	101%	100%	98%	98%	96%
Qualité de l'habitat pour l'anguille à travers la guilde mouille	104%	103%	103%	102%	101%	101%	100%	100%	99%	99%	99%
Qualité de l'habitat pour le vairon à travers la guilde berge	110%	107%	106%	104%	102%	102%	101%	100%	98%	98%	97%
Franchissabilité des radiers (>5cm)											
Franchissabilité des radiers (grassette)											
Habitat de reproduction											
Accès aux habitats rivulaires											
Développement végétaux											

Tableau 4 : Présentation des résultats de l'analyse de l'écologie

D'après la combinaison des analyses, l'ensemble de la gamme de débit d'étiage considéré (entre 2 m³/s et 6,5 m³/s) permet d'assurer la fonctionnalité des habitats. Un niveau optimal est atteint pour des débits supérieurs à 4 m³/s.

Le débit biologique (Q BE) déterminé dans le cadre de cette étude correspond donc à une plage de débits compris entre 4 et 6,5 m³/s.

6 Détermination du débit environnemental (Q DCE)

Le croisement entre la plage de débits de l'hydrologie naturelle (Q Nat) et la plage de débits biologiques (Q BE) permet d'obtenir le tableau suivant :

	Etiage absolu	DCR actuel	Q1	VCN10 1/5 mesuré	Q2	QMNAS mesuré	Q3	VCN10 1/5 naturel	Q4	QMNAS naturel	DOE actuel
Indicateur	2	2,8	3	4	4,5	4,65	5	5,37	6	6,05	6,5
Qualité de l'habitat pour la loche franche	96%	97%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%
Qualité de l'habitat pour les truites adultes	94%	96%	97%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Qualité de l'habitat pour les truites juvéniles	110%	108%	107%	105%	103%	102%	101%	100%	98%	98%	96%
Qualité de l'habitat pour l'anguille à travers la guilde mouille	104%	103%	103%	102%	101%	101%	100%	100%	99%	99%	99%
Qualité de l'habitat pour le vairon à travers la guilde berge	110%	107%	106%	104%	102%	102%	101%	100%	98%	98%	97%
Franchissabilité des radiers (>5cm)											
Franchissabilité des radiers (grassette)											
Habitat de reproduction											
Accès aux habitats rivulaires											
Développement végétaux											
Prélèvement à l'aval du point nodal (sur le bassin de la Touvre)											
Navigation											
Ouvrages fonctionnels historiques et structurants											
Dilution des rejets et qualité physico-chimique de la Touvre											

Plage de débits biologiques envisageables

Indicateurs de l'hydrologie naturelle

Tableau 5 : Présentation des usages au regard des indicateurs de l'hydrologie naturelle

(avec pour rappel la plage de débits biologiques et les indicateurs de l'hydrologie naturelle). En vert, les débits testés offrent des conditions satisfaisantes au regard de l'indicateur biologique considéré ; en orange, les conditions ne sont pas favorables ; en gris, l'indicateur n'a pas été testé.

Note de synthèse de l'étude de la valeur du débit objectif d'étiage de la Touvre à Foulpougne

Les indicateurs permettant de déterminer le débit fonctionnel (Q fonctions) sont :

- Prélèvement à l'aval du point nodal (sur le bassin de la Touvre)
- Navigation
- Ouvrages structurants
- Dilution des rejets et qualité physico-chimique de l'eau

Après analyse de chacun de ces indicateurs, aucun n'est recensé sur le bassin de la Touvre et l'ensemble de la gamme de débits étudiée (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) est compatible avec les usages dits prioritaires. Par conséquent, la prise en compte du débit fonctionnel (Q fonctions) n'a pas d'incidence sur la proposition de valeur de Débit d'Objectif d'Etiage (DOE). Le débit environnemental est donc compris entre 5,37 m³/s (VCN10 naturel quinquennal sec) et 6,05 m³/s (QMNA5 naturel).

Au vu des résultats sur l'hydrologie naturelle, sur l'éologie et sur les usages prioritaires sur le bassin de la Touvre, la valeur du DOE doit être comprise entre 5,37 m³/s et 6,05 m³/s.

7 Proposition de valeurs de DOE et de DCR

7.1 Détermination d'une valeur de DOE

La Touvre et le Karst de la Rochefoucauld, jouent un rôle structurant dans le fonctionnement hydrologique du bassin de la Charente dans son ensemble. Le débit de la Touvre à l'étiage peut être supérieur au débit de la Charente au niveau de la confluence malgré la réalimentation et le soutien des débits de la Charente par les barrages de Lavaud et Mas Chaban. Ainsi, la Touvre contribue de manière non négligeable, à l'étiage notamment, au maintien du débit de la Charente à l'aval d'Angoulême où il existe plusieurs captages destinés à l'alimentation en eau potable (environ 18 Mm³ prélevés en moyenne).

Compte tenu de son rôle majeur pour la sécurité de l'alimentation en eau potable pour les départements de Charente et de Charente-Maritime, le système karstique de la Touvre est considéré comme réserve stratégique d'intérêt régional.

Outre l'enjeu relatif à l'eau potable, les enjeux aval identifiés sont en particulier :

- Amélioration de la qualité de l'eau de la Charente aval (dilution, notamment sur les nitrates),
- Les apports en eau douce à l'estuaire et plus largement sur le littoral (pour la conchyliculture et le fonctionnement écologique – bouchon vaseux),
- L'alimentation en eaux douces des marais de Rochefort via le canal de l'UNIMA (en plus des enjeux de la prise d'eau de Saint Hyppolyte qui est située sur ce canal).

Compte tenu de ces éléments, et afin de déterminer une valeur de DOE au sein de la plage de valeur déterminée précédemment, il convient de contextualiser la réflexion sur le DOE de la Touvre en analysant la cohérence d'une nouvelle valeur avec les autres débits d'objectifs d'étiage de la Charente.

Les points noraux concernés pour l'analyse de la cohérence amont-aval de la valeur de DOE sont :

- Foulpouge
- Vindelle (à l'amont de la confluence de la Touvre avec la Charente) : la valeur de DOE est de 3 m³/s
- Jarnac (à l'aval de la confluence de la Touvre avec la Charente) : la valeur de DOE est de 10 m³/s

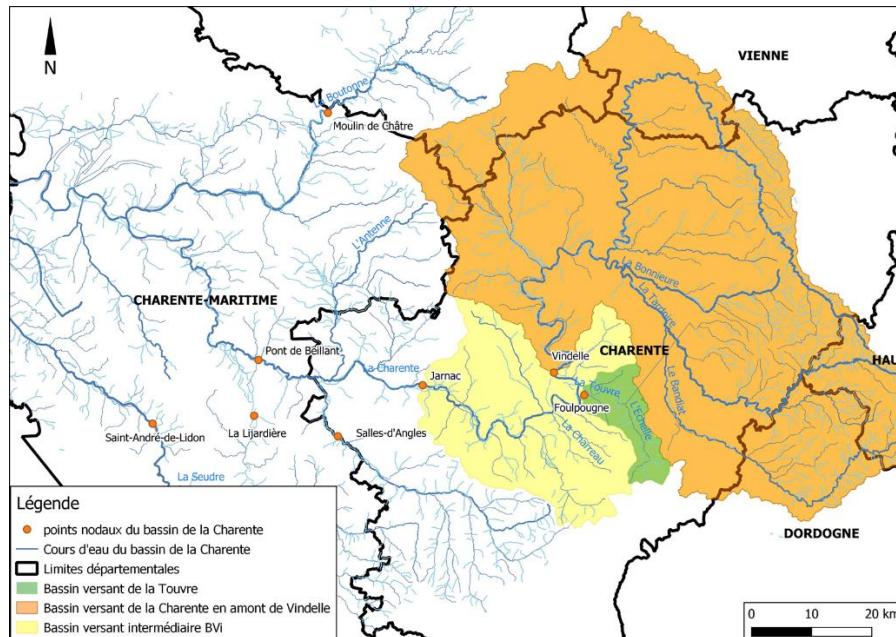


Figure 7 : Position des bassins versants des points nodaux du bassin de la Charente

(concernant la Touvre, seul le BV hydrologique est représenté, son BV complet (hydrologique + hydrogéologique) est nettement plus étendu)

La cohérence des DOE est établie en calculant les apports du bassin versant intermédiaire² (BVi) situé entre les trois points nodaux concernés (Vindelle, Foulpouge et Jarnac)

$$DOE_{Jarnac} = DOE_{Vindelle} + DOE_{Touvre} + Apports_{BVi}$$

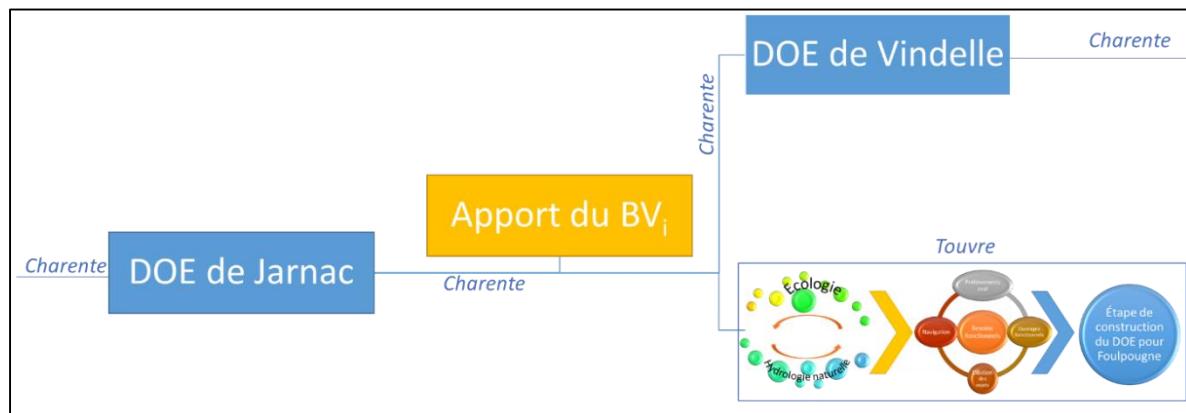


Figure 8 : Schématisation de la méthodologie de prise en compte de la cohérence de bassin

²Bassin en jaune sur la cartographie précédente

Note de synthèse de l'étude de la valeur du débit objectif d'étiage de la Touvre à Foulpouge

La période d'étiage de la Touvre, et par conséquent la période critique pour la contribution de la Touvre au débit de la Charente, s'étale sur les mois de septembre et octobre. Ce sont donc ces deux mois qui sont spécifiquement analysés pour la détermination des apports du bassin versant intermédiaire.

Plusieurs méthodes ont été envisagées pour calculer les apports du BVi et la méthode retenue est celle de l'utilisation de la station de mesure installée sur la Charreau. L'exploitation des données disponibles sur cette station permet, par l'utilisation de la formule de Meyer, de déterminer des chroniques d'apports par le BVi de 2010 à 2018. Pour tenir compte des contextes hydrogéologiques différents entre la rive droite et la rive gauche de la Charente, les données de la station installée sur l'Antenne ont également été exploitées dans un premier temps. Les apports calculés à partir de l'Antenne étant deux fois supérieurs aux apports calculés à partir de la Charreau, seule cette dernière station a été utilisée afin de ne pas surévaluer les apports du BVi. Ce choix permet de considérer une hypothèse contraignante vis-à-vis de la valeur de DOE de Foulpouge.

Ainsi, par cette méthode, le débit moyen mensuel quinquennal sec du BVi est évalué à 1,55 m³/s au mois de septembre. Les prélèvements sur le BVi sont eux évalués à 0,144 m³/s ce qui permet d'estimer les apports réels du BVi à 1,4 m³/s.

La valeur du DOE de la Touvre est alors déterminée par la formule suivante :

$$DOE_{Touvre} = DOE_{Jarnac} - (DOE_{Vindelle} + Apports_{BVi})$$

La figure suivante schématisé l'approche.

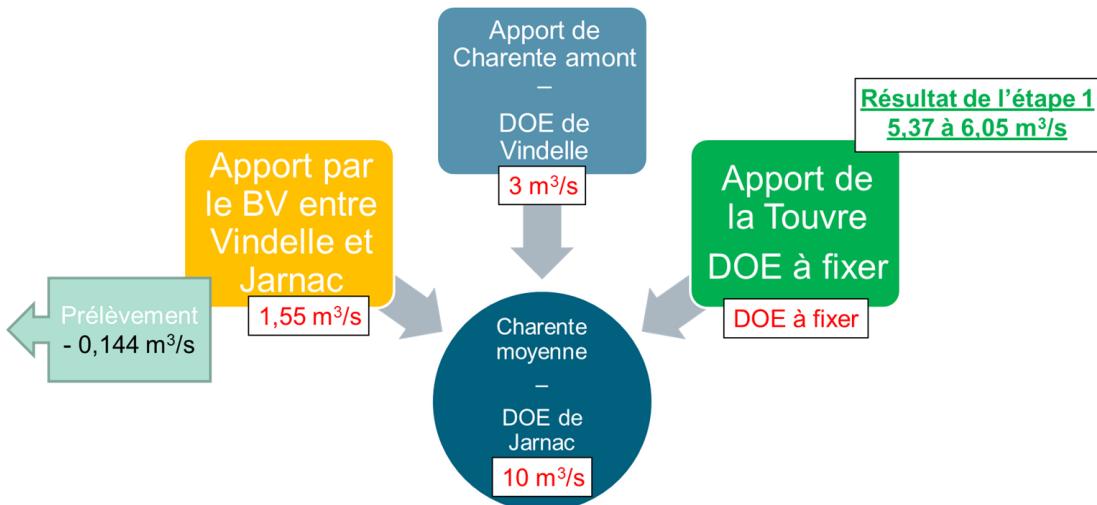


Figure 9 : Schématisation de la proposition de la nouvelle valeur de DOE

Cette approche permet de définir une valeur de DOE de 5,6 m³/s. Cette valeur est compatible avec la plage de débit environnemental déterminée précédemment (5,37 m³/s à 6,05 m³/s).

A l'issu de l'ensemble de ces analyses, à savoir, calcul du débit désinfluencé des prélèvements, calcul du débit biologique et vérification de la cohérence des DOE du bassin de la Charente, la valeur du DOE proposée pour la Touvre à Foulpouge est de 5,6 m³/s.

7.2 Détermination d'une valeur de DCR

La valeur actuelle du DCR est de 2,8 m³/s. Elle a été introduite par le SDAGE 1996-2000 et n'a été franchie qu'à deux reprises (1990 et 1991) sur l'ensemble de la période de mesure des débits de la Touvre à Foulpougne (1980 à nos jours). Cette valeur est nettement inférieure à l'ensemble des débits caractéristiques étudiés après renaturalisation des débits.

De plus, la valeur du DCR a été abordée à plusieurs reprises lors de différentes réunions de la commission de suivi du Plan de Gestion des Etiage du bassin de la Charente. Lors de ces réunions il a été acté que la valeur actuelle était très faible au regard des indicateurs d'étiage mais également au regard de la cohérence entre les valeurs de DCR du bassin de la Charente et du rapport entre la valeur de DOE et de DCR de la Touvre. Les études menées en 2014/2015 et présentées en Commission de suivi du PGE montraient alors la nécessité de réviser la valeur de DCR. La modification des valeurs de DOE et DCR a ainsi été inscrite dans l'avenant au PGE Charente 2015-2018, validé par la CS PGE le 27 janvier 2015.

Lors de l'étude de révision du DOE de la Touvre, la modification de la valeur du DCR a ainsi été abordé conformément au cahier des charges.

A l'image de la méthodologie de détermination du DOE, le DCR est déterminé à partir d'une analyse multicritère de différents éléments :

- Analyse de l'hydrologie
- Analyse de l'écologie
- Analyse des usages

L'analyse de l'hydrologie montre un étiage absolu mesuré à 2 m³/s. Comme pour la détermination du DOE, une plage de débit allant de 2 à 6,5 m³/s a alors été testée pour évaluer les conséquences de l'hydrologie sur l'écologie. L'analyse montre qu'aucun impact sur l'écologie n'est mis en évidence entre 4 et 6,5 m³/s. Des difficultés apparaissent entre 2 et 4 m³/s mais sans toutefois constituer une crise. De plus, du point de vue de l'écologie, aucune crise historique en relation avec de faibles débits n'a pu être mise en évidence.

De la même façon la plage de débits testé (2 à 6,5 m³/s) ne montre aucun impact sur la santé publique, la salubrité et l'alimentation en eau potable. Un débit de 2 m³/s est suffisant pour diluer les rejets industriels recensés sur le bassin. De plus, aucune crise historique relative aux usages prioritaires n'est recensée sur la Touvre.

A l'image de la proposition de la valeur de DOE, la proposition d'une valeur de DCR repose sur l'analyse de la cohérence des valeurs de DCR du bassin de la Charente à savoir Jarnac (DCR = 7 m³/s) et Vindelle (DCR = 2,5 m³/s).

Une méthodologie identique a été utilisé pour évaluer les apports du BVi lors d'une crise hydrologique. Cette méthodologie a permis de déterminer les apports du BVi à 0,69 m³/s correspondant au VCN3 1/20.

Le DCR est alors déterminé selon la formule suivante :

$$DCR_{Touvre} = DCR_{Jarnac} - (DCR_{Vindelle} + Apports_{BVi})$$

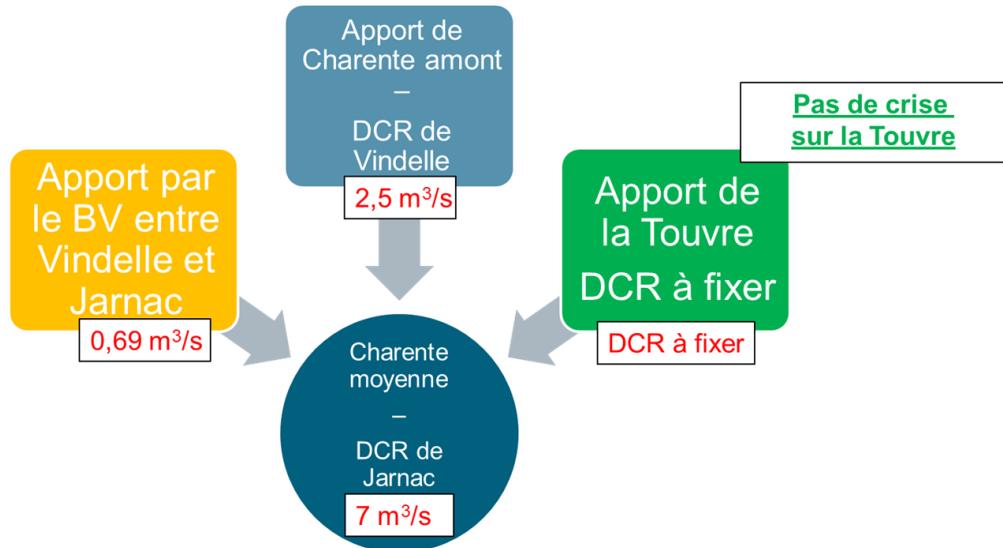


Figure 10 : Schématisation de la proposition de la nouvelle valeur de DCR

A l'issu de l'ensemble des analyses, à savoir, analyse de l'hydrologie, de l'écologie et des usages et vérification de la cohérence des DCR du bassin de la Charente, la valeur du DCR proposée pour la Touvre à Foulpougne est de $3,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

8 Synthèse du processus de détermination du DOE de la Touvre

Calcul du débit désinfluencé des prélevements par modélisation du fonctionnement hydrogéologique du Karst de la Rochefoucauld

$$Q_{Nat} = 5,37 \text{ à } 6,05 \text{ m}^3/\text{s}$$

Calcul du débit biologique permettant le bon état (Q BE)

$$Q_{BE} = 4 \text{ à } 6,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Détermination du débit environnemental par croisement entre l'hydrologie naturelle et le débit biologique

$$Q_{DCE} = 5,37 \text{ à } 6,05 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pas d'usage fonctionnel structurant recensé sur le bassin hydrologique de la Touvre

$$Q_{Fonctionnel} = 0 \text{ m}^3/\text{s}$$

Analyse de la cohérence entre les DOE de Vindelle (**3 m³/s**), Jarnac (**10 m³/s**) et de la Touvre par détermination des apports du bassin versant intermédiaire (Q

$$BVi = 1,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

Détermination du DOE de la Touvre à Foulpougue

$$\text{DOE proposé} = 5,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Note de synthèse de l'étude de la valeur du débit objectif d'étiage de la Touvre à Foulpougue

9 Conséquences des valeurs proposées sur la gestion

9.1 Analyse du respect du DOE et du DCR

9.1.1 DOE

L'utilisation du nouvel indicateur proposé dans le cadre du SDAGE 2022-2027 à savoir respect du DOE une année donnée si le QMNA est supérieur au DOE et durablement si le DOE est respecté au moins 8 années sur 10, permet de déterminer, sur les années antérieures, le respect ou non de la valeur actuelle du DOE et de la valeur proposée.

Le tableau suivant présente ces résultats :

Année	QMNA (en m ³ /s)	Respect du DOE actuel	Respect de la proposition de DOE
2000*	8.91	VRAI	VRAI
2001*	6.00	FAUX	VRAI
2002	6.79	VRAI	VRAI
2003	4.60	FAUX	FAUX
2004	5.74	FAUX	VRAI
2005	3.75	FAUX	FAUX
2006	5.79	FAUX	VRAI
2007	9.42	VRAI	VRAI
2008	8.1	VRAI	VRAI
2009	5.42	FAUX	FAUX
2010	5.4	FAUX	FAUX
2011	3.93	FAUX	FAUX
2012	4.44	FAUX	FAUX
2013	8.77	VRAI	VRAI
2014	8.47	VRAI	VRAI
2015	6.08	FAUX	VRAI
2016	5.7	FAUX	VRAI
2017	4.67	FAUX	FAUX
2018	6.3	FAUX	VRAI
2019	4.4	FAUX	FAUX
Fréquences de respect		6 années sur 20	12 années sur 20

Tableau 6 : Présentation du respect du DOE par année

(* : 2000 et 2001 sont des années douteuses pour cause de manque de jaugeage ces années-là permettant de recalibrer la courbe de tarage)

Comme le montre le tableau précédent, avec cet indicateur, la nouvelle valeur proposée permet une nette amélioration du respect du DOE. En effet, le DOE actuel n'est respecté que 6 années sur 20 contre 12 années sur 20 pour la proposition.

Bien que la satisfaction du DOE soit plus fréquente avec la valeur proposée, celle-ci ne permet pas une satisfaction durable au sens du SDAGE puisque le DOE serait respecté 6 années sur 10.

9.1.2 DCR

Le DCR est vérifié en terme de débit journalier. Avec la valeur actuelle, aucun franchissement du DCR n'est recensé entre 2000 et 2019. En considérant la valeur proposée le DCR aurait été franchi 3 années (2005, 2011 et 2012) pour un total de 65 jours. Les années 2005 et 2011 ont en effet été des années particulièrement sèches sur l'ensemble du bassin de la Charente. Les DCR situés à l'aval (Jarnac et Beillant) ont également été franchi en 2011 traduisant une situation hydrologique de crise mettant en péril les enjeux à l'aval du fleuve (AEP, dilution des rejets, alimentation des marais en eau douce via le canal de l'UNIMA, apport en eau douce à l'estuaire pour la conchyliculture et le fonctionnement écologique). A noter également qu'un dysfonctionnement de la station de Beillant en 2005 ne permet pas d'avoir de données durant la période d'étiage mais il est très probable que le DCR ait également été franchi cette année-là.

Valeur DCR	Nb d'année avec au moins 1 j sous seuil	Nb jours total sous seuil
2,8 m ³ /s	0	0
3,8 m ³ /s	3	65

Tableau 7 : Franchissement du DCR

9.2 Analyse des conséquences des valeurs proposées sur la gestion

Le dimensionnement actuel des usages ne permet pas totalement de respecter la valeur de DOE proposée. Une adaptation voire une modification des règles de gestion sera nécessaire pour permettre une satisfaction durable du DOE.

A la suite de cette étude, un volume prélevable sera défini pour le karst, et une modification du mode de gestion actuelle basé sur le niveau du karst au 1er avril et au 15 juin sera à envisager. Cette modification du mode de gestion pourrait se traduire par une gestion plus réactive des prélèvements à usage d'irrigation afin d'adapter les prélèvements à la situation hydrologique tout en prenant en compte l'inertie et le fonctionnement particulier du système karstique qui implique inévitablement un mode de gestion adapté et différent que pour un bassin « classique ».

De plus, les volumes prélevés à usage d'irrigation ne devraient pas augmenter et les valeurs de DOE et DCR n'auront donc aucune conséquence sur l'AEP du Grand Angoulême (captage directement au niveau des sources de la Touvre).

9.3 Préconisations et échéances

9.3.1 Gestion conjoncturelle des prélèvements

9.3.1.1 Actualisation de la gestion actuelle

Le mode de gestion actuel basé sur le niveau du karst au 1^{er} avril et au 15 juin est fonctionnel et permet de ne pas être très éloigné des objectifs de respect du DOE. Dans ce cadre, et dans un premier temps, il est envisagé de conserver le même type d'outil de gestion en actualisant la « courbe de tarissement », et les règles de gestion associée utilisées dans l'AUP et l'arrêté cadre, en l'améliorant avec les connaissances acquises au cours de cette étude. Cet outil permettrait ainsi de continuer la gestion selon la même logique que le fonctionnement actuel tout en bénéficiant de l'amélioration des connaissances acquises au cours de cette étude, pour améliorer le respect des objectifs de débit sur la Touvre. L'élaboration de cet outil pourrait débuter dès 2022 et son expérimentation être réalisée à partir de 2023.

9.3.1.2 Modification de la gestion actuelle

Une modification plus importante du modèle développé dans le cadre de cette étude permettrait d'en faire un outil de gestion prévisionnelle et opérationnelle plus réactif que l'outil actuel. Ce type d'outil, intégré aux outils de modélisation déjà existants sur le reste du bassin versant, permettrait d'améliorer la gestion du bassin de la Charente en prenant mieux en compte l'impact des prélèvements. L'exploitation de ce modèle pourrait permettre de transformer en profondeur la gestion des prélèvements sur le karst afin de la rendre plus en adéquation avec l'impact en temps réel des prélèvements.

De plus, ce mode de gestion permettrait d'avoir une gestion plus en adéquation avec l'importance de le Touvre au sein du bassin de la Charente.

Ce travail de transformation du modèle en un modèle prédictif opérationnel pourrait prendre 2 à 3 ans et débuter dès 2022. A l'issu de ce travail, le modèle ainsi développé pourrait permettre d'élaborer un nouveau mode de gestion du karst et d'expérimenter sa mise en œuvre.

9.3.1 Volume prélevable

Comme prévu dans le cadre du protocole d'accord de 2011 et de l'Autorisation Unique Pluriannuelle (AUP) de l'OUGC du Karst, la détermination d'une nouvelle valeur de DOE entraînera la détermination d'un volume prélevable en accord avec cette nouvelle valeur. L'AUP relative au périmètre du karst de la Rochefoucauld étant valable jusqu'en 2031 le calendrier permettant de réaliser cette étude est favorable.

De plus, le modèle Karstmod développé au cours de cette étude est une vraie avancée vis-à-vis de la modélisation du Karst de la Rochefoucauld. Le but était de reproduire le comportement inertiel du système à travers la simulation des périodes de recharge pluviométrique et celles de relargage estival, et d'améliorer la prise en compte de l'impact des prélèvements dans le karst. La modification du modèle pour en faire un modèle prédictif permettra alors de déterminer le volume prélevable permettant de respecter la valeur de DOE proposée.

Ce travail de définition du volume prélevable pourrait débuter en 2026 pour un rendu final en 2028 afin de fournir les éléments nécessaires aux études qui seront engagées dans le cadre du renouvellement de l'AUP de l'OUGC du Karst qui prend fin en 2031.

Annexe : Composition du COPIL

Agence de l'Eau Adour Garonne
DREAL bassin Adour Garonne
DREAL Nouvelle-Aquitaine
DRAAF Occitanie
OFB Nouvelle-Aquitaine
DDT 16
DDTM 17
OFB Service départemental 16
OFB Service départemental 17
Agglomération du Grand Angoulême
Association environnementale 16 : Charente Nature
Association environnementale 17 : Nature Environnement
BRGM
Chambre d'agriculture 16
Chambre d'agriculture 17
Conseil départemental 16
Conseil départemental 17
FDAAPPMA 16
FDAAPPMA 17
Hydro-Invest
EPTB Charente (structure porteuse du SAGE Charente)
LPO
OUGC (Association du grand karst de la Rochefoucauld)
Piscicultures Bellet
SyBRA
Syndicat Charente Eaux
Syndicat d'aménagement des rivières Bandiat-Tardoire-Bonnieure
ANTEA / GEOHYD
ACTEON