



72 rue Riquet – Bat A
31000 Toulouse
Tél : 05 61 62 50 68
E-mail : eauceca@eauceca.fr
www.eauceca.fr

Etude de la valeur des débits biologiques sur plusieurs cours d'eau du bassin Boutonne, Charente et Seudre

**Territoire du SAGE Charente
Rivière le Trèfle : affluent de la
Seugne**

CONTEXTE ET METHODOLOGIE

LOT 1

**Tranche
optionnelle 1.4**



**VERSION
Juin 2021**

SOMMAIRE

1	PREAMBULE	8
2	INTRODUCTION	9
3	CONTEXTE GENERAL	10
3.1	le bassin versant	10
3.2	Géologie	10
3.3	Hydromorphologie	13
3.3.1	Méthode	13
3.3.2	Sectorisation de l'axe.....	13
3.3.3	Altérations hydromorphologiques	14
3.4	Qualité de l'eau au sens DCE	16
3.4.1	Stations qualité sur le bassin versant du Trèfle.....	16
3.4.2	Analyse des données disponibles.....	17
3.4.2.1	<i>Pressions de la masse d'eau</i>	17
3.4.2.2	<i>Etat global de la masse d'eau</i>	18
3.4.2.3	<i>Paramètres physico-chimiques</i>	19
3.4.2.4	<i>Confirmation du diagnostic en amont</i>	24
3.4.2.5	<i>Composante biologique</i>	25
3.4.3	Conclusion sur la qualité de l'eau.....	25
3.5	Prélèvements	26
3.5.1	Prélèvements d'irrigation	26
3.5.1.1	<i>Le Plan Annuel de Répartition</i>	26
3.5.1.2	<i>Données de redevances Agence de l'eau</i>	28
3.5.1.3	<i>Modélisation agro-climatique</i>	30
3.5.2	Analyses des prélèvements domestiques et industriels	34
3.5.2.1	<i>Prélèvements AEP</i>	34
3.5.2.2	<i>Prélèvements industriels</i>	35
3.5.2.3	<i>Rejets des STEP</i>	36
3.5.3	Synthèse des prélèvements/rejets.....	39
4	ANALYSE DE L'HYDROLOGIE	41
4.1	Hydrologie mesurée	41
4.1.1	Positionnement des stations hydrométriques	41
4.1.2	Description de l'installation.....	42
4.1.2.1	<i>Equipement utilisé</i>	43
4.1.2.2	<i>Chronique de débits</i>	44
4.1.2.3	<i>Corrélation entre le Trèfle à Clam et la Seugne à Saint Germain de Lusignan</i>	45
4.1.2.4	<i>Régime hydrologique simulé</i>	48
4.1.2.5	<i>Assec</i>	49
4.1.2.6	<i>Les tendances climatiques</i>	52
4.1.2.7	<i>Des débits instantanés soumis à l'influence des manœuvres de bief</i>	53
4.1.3	Piézométrie et écoulements	54
4.1.3.1	<i>Objectifs</i>	54
4.1.3.2	<i>Outils</i>	54
4.1.3.3	<i>Tableaux de données</i>	56
4.1.3.4	<i>Traitement des données pour le Trèfle</i>	57

4.1.3.5	Détermination des valeurs seuils	57
4.1.3.6	Reconstitution de chroniques d'assecs : principes	60
4.1.3.7	Analyse interannuelle des assecs modélisés	62
4.1.4	Calendrier des contraintes hydrologiques pour l'écosystème aquatique	65
5	FONCTIONNALITE DES HABITATS AQUATIQUES	66
5.1	Contexte écologique du bassin	66
5.1.1	ZNIEFF	66
5.1.2	Natura 2000	67
5.1.3	Autres zones de protection	69
5.1.4	Conclusion sur les espaces protégés	69
5.2	Invertébrés benthiques	70
5.2.1	Indice I2M2	70
5.2.2	Invertébrés benthiques en station sensible aux assecs	70
5.3	Peuplements piscicoles	72
5.3.1	Données du Réseau Hydrobiologique et Piscicole RHP (source : Naïades Eau France)	72
5.3.2	Présentation de l'IPR	72
5.3.2.1	Résultats de l'IPR à Allas-Champagne	73
5.3.2.2	Analyse du peuplement théorique versus peuplement observé	76
5.3.2.3	Comparaison interannuelle	76
5.3.2.4	Bilan	78
5.4	Choix des espèces piscicoles cibles	78
5.5	Choix des débits	80
6	ETUDE DE L'HABITAT AQUATIQUE : DE L'HYDRAULIQUE A LA BIOLOGIE	81
6.1	Principes de ces études	81
6.2	Les micro-habitats en rivière à écoulement permanent et peu impactée sur le plan hydromorphologique	83
6.2.1	Principes et méthodes disponibles	83
6.2.2	Méthode des scénarios	83
6.2.3	Synthèse des indicateurs à prendre en compte selon la période	84
6.3	Les micro-habitats en rivière en assecs réguliers et peu impactée sur le plan hydromorphologique	86
6.3.1	Assec et biologie : généralités	86
6.3.2	Calendrier biologique et assec du Trèfle	88
6.3.3	Des spécificités à vérifier sur le terrain	89
6.4	Les micro-habitats en bief régulé par un seuil	89
6.4.1	Généralités sur la qualité des eaux en lien avec le débit biologique	90
6.4.2	Le cas particulier des plans d'eau en rivière	91
6.4.3	Méthodologie envisageable pour décrire et modéliser une station plan d'eau	91
7	PROPOSITION DE SITE DE STATION DE DEBIT BIOLOGIQUE	93
7.1	Station plan d'eau	94
7.2	Station cours d'eau	95
7.3	Station intermittente risque d'assec	96
7.4	Synthèse des secteurs proposés	97

8	PROPOSITION POUR L'INSTRUMENTATION	99
9	RESUME DES ETAPES METHODOLOGIQUES DES ETUDES DE DEBITS BIOLOGIQUES	100
9.1	Etapes préparatoires	100
9.1.1	Etape 1 – Analyse de l'hydromorphologie	100
9.1.2	Etape 2 - Analyse de l'hydrologie	100
9.1.3	Etape 3 - Analyse de l'écologie et des enjeux du débit biologique	101
9.1.4	Etape 4 : Validation des secteurs d'études et des enjeux	101
9.2	Etapes de prise de données et d'interprétations	101
9.2.1	Etape 5 : Choix d'un protocole expérimental adapté aux enjeux	102
9.2.2	Etape 6 : Prises de données terrain	102
9.2.3	Etape 7 : Réalisation d'un modèle hydraulique sous Hec-Ras 2D et couplage de ce modèle avec les modèles biologiques	103
9.2.4	Etape 8 : Enjeux biologiques et cycle hydrologique	103
10	ANNEXE : EXEMPLE D'ANALYSE SPECIFIQUE DE LA STATION PLAN D'EAU DE SAINT NAZAIRE : RELATION QUALITE/QUANTITE	105

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Le Trèfle, un beau nom pour la végétation	8
Figure 2 : Coupe géologique à travers le synclinal de Saintes et l'anticlinal de Jonzac (sigespoc.brgm.fr)	11
Figure 3 : Contexte géologique général	12
Figure 4 : Sectorisation SYRAH sur le Trèfle et stations hydrométriques	14
Figure 5 : Photographie du Trèfle et d'un seuil favorisant le ralentissement de l'eau	15
Figure 6 : ROE sur le Trèfle	15
Figure 7 : Stations de suivi qualité en service sur le bassin versant du Trèfle	17
Figure 8 : Pressions de la masse d'eau FRFR16 (Extrait de la fiche masse d'eau, source : SIE AG)	18
Figure 9 : Résultats de la station qualité de St-Georges d'Antignac en 2019 (tiré du SIE AG)	19
Figure 10 : Suivi d'oxygène dissous sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac	20
Figure 11 : Observations du Réseau ONDE à Marniac	20
Figure 12 : Oxygène dissous en fonction de la température sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac ..	21
Figure 13 : Taux de saturation en Oxygène en fonction de la température sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac	21
Figure 14 : Suivi de la concentration d'ammonium sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac	22
Figure 15 : Suivi de la concentration de nitrates sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac	22
Figure 16 : Suivi de la concentration de phosphore totale sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac	23
Figure 17 : Suivi de la somme des concentrations de la chlorophylle a et des phéopigments sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac	23
Figure 18 : Suivi d'oxygène dissous sur le Trèfle	24
Figure 19 : Suivi du phosphore sur le Trèfle	24
Figure 20 : Suivi des nitrates et de l'ammonium sur le Trèfle	25
Figure 21 : I2M2 au niveau du Trèfle à Saint Georges d'Antignac	25
Figure 22 : Volume proposé à l'étiage 2020 (source OUGC Saintonge)	27
Figure 23 : Volume prélevé pour l'irrigation en 2019 (hors collinaires)	28
Figure 24 : Volume prélevé pour l'irrigation sur le Trèfle (source AEAG)	29

Figure 25 : Calage des volumes consommés AEAG pour l'irrigation et des consommations simulées sur le bassin versant de la Seugne (source étude Débit biologique Seugne).....	32
Figure 26 : Statistique des débits d'irrigation sur le Trèfle	33
Figure 27 : Volume prélevé pour l'AEP sur le Trèfle (source AEAG)	34
Figure 28 : Volume prélevé pour l'AEP sur le Trèfle (source AEAG) en fonction des gestionnaires	34
Figure 29 : Carte des communes avec des prélèvements AEP (source AEAG).....	35
Figure 30 : Localisation des rejets industriels 2018	37
Figure 31 : Répartition des rejets domestiques en fonction de leur capacité 2017	38
Figure 32 : Localisation des rejets domestiques 2017	38
Figure 33 : Régime des prélèvements sur les rivières par ressource et usage.....	39
Figure 34 : Estimation forfaitaire du régime des impacts des prélèvements du bassin du Trèfle sur les rivières du bassin de la Seugne par ressource et usage	40
Figure 35 : Carte des stations hydrométriques et du Réseau ONDE du Trèfle	41
Figure 36 : Localisation de la station du Trèfle à Clam.....	42
Figure 37 : Photo du dispositif et du tarage.....	43
Figure 38 : Photos de l'amont du pont.....	44
Figure 39 Débits de synthèse simulés pour le Trèfle à Clam à partir de la station banque hydro à Saint Germain de Lusignan sur la Seugne	47
Figure 40 : Modules annuels du Trèfle simulés à Clam	48
Figure 41 : Quantiles caractéristiques à Clam (à partir de la simulation)	49
Figure 42 : Assecs du Trèfle en aout et septembre 2017	51
Figure 43 : Assecs du Trèfle en aout et septembre 2018.....	51
Figure 44 : Observation du Réseau ONDE à Marignac	52
Figure 45 : Observation du Réseau ONDE à Allas Champagne	52
Figure 46 : Localisation des piézomètres retenus pour établir la relation.....	55
Figure 47 : Hauteur piézométrique relevée aux 2 piézomètres par date d'observation à la station de Marignac	57
Figure 48 : Boîte à moustache sur les hauteurs piézométriques du piézomètre 18/F enregistrées lors des observations d'assecs à la station de Marignac	58
Figure 49 : Boîte à moustache sur les hauteurs piézométriques du piézomètre 11/S enregistrées lors des observations d'assecs à la station de Marignac	59
Figure 50 : Evolution des hauteurs piézométriques de l'année 2019 utilisées pour les calculs de chroniques d'assecs de l'année 2019.....	60
Figure 51 : Intensités d'assecs calculées à partir de chroniques piézométriques du piézomètre 07325X0018/F	61
Figure 52 : Intensités d'assecs calculées à partir de chroniques piézométriques du piézomètre 07314X0011/S	61
Figure 53 : Répartition mensuelle des intensités d'assecs calculées à partir de la chronique piézométrique mesurée au piézomètre 07325X0018/F.....	62
Figure 54 : Répartition mensuelle des intensités d'assecs calculées à partir de la chronique piézométrique mesurée au piézomètre 07314X0011/S.....	62
Figure 55 : Chronique d'assecs reconstituée à partir des variations piézométriques mesurées au piézomètre 07325X0018/F	63
Figure 56 : Chronique d'assec reconstituée à partir des variations piézométriques mesurées au piézomètre 07314X0011/S	64
Figure 57 : Calendrier des assecs calculés à partir de la chronique piézométrique du piézomètre 07325X0018/F	65
Figure 58 : Calendrier des assecs calculés à partir de la chronique piézométrique du piézomètre 07314X0011/S	65
Figure 59: Carte de ZNIEFF du bassin du Trèfle.....	66
Figure 60: Zone Natura 2000 du bassin du Trèfle	68
Figure 61: Position du terrain du CREN dans le bassin du Trèfle	69
Figure 62: Indice I2M2 en amont (Allas-Champagne) et en aval (Saint-Georges-Antignac) de la zone des assecs	70
Figure 63: Métrique de l'indice I2M2 à Saint-Georges-Antignac par année.....	71
Figure 64: Localisation de la station RHP d'Allas-Champagne	72
Figure 65: Métriques de l'IPR.....	73
Figure 66: résultat de l'inventaire piscicole à Allas-Champagne en 2019.....	74

Figure 67: Note IPR et métriques pour la campagne 2019 à la station RHP d'Allas-Champagne	75
Figure 68: Comparaison des classes d'abondance attendues et observées	76
Figure 69 : Débits mensuels simulés sur le Trèfle à Clam	80
<i>Figure 70 : Principe de correspondance entre débits, saisons et enjeux biologiques</i>	81
Figure 71 Carte des différents tronçon-types du Trèfle.....	82
<i>Figure 72 : Sélection d'habitat</i>	83
Figure 73 : Matrice saisonnière des indicateurs (partie 1).....	85
Figure 74 : Matrice saisonnière des indicateurs (partie 2).....	86
Figure 75: Chronique des assecs à la station piézométrique de Champagnac (en rouge : assec, en orange : écoulement non-visible, en bleu clair : écoulement faible, en bleu foncé : écoulement « acceptable »)	88
Figure 76: Calendrier biologique de BRS (brochets), CHA (chabot) et VAI (vairon)	88
Figure 77 secteurs de prospection du Trèfle.....	94
Figure 78 : Obstacles à l'écoulement en fonction de la hauteur de chute	95
Figure 79 : Carte du secteur du positionnement de la station « cours d'eau »	96
Figure 80 : Carte du secteur du positionnement de la station « intermittente »	97
Figure 81 : Synthèse des secteurs proposés pour les stations	98
<i>Figure 82 : Mesures de terrain</i>	103

Tableau 1 : Caractéristiques des piézomètres retenus	54
--	----

1 PREAMBULE

Les tranches optionnelles sont affermies par le maître d'ouvrage, à l'issue de la réunion du comité de pilotage de clôture des parties « Définition de la méthodologie » qui a eu lieu le 1er décembre 2020 et en concertation avec les parties prenantes du territoire. Cette tranche optionnelle correspond au bassin Trèfle/Seugne.

Pour ce secteur sans références de données hydrométriques, actuellement dépourvu d'instrumentation, cette tranche optionnelle 1.4 comportent une partie « Définition de la méthodologie », qui sera un préalable à la partie « Détermination de DB ».

- Partie 1 : définition de la méthodologie sur les points sans références de données et sans instrumentation existante ;

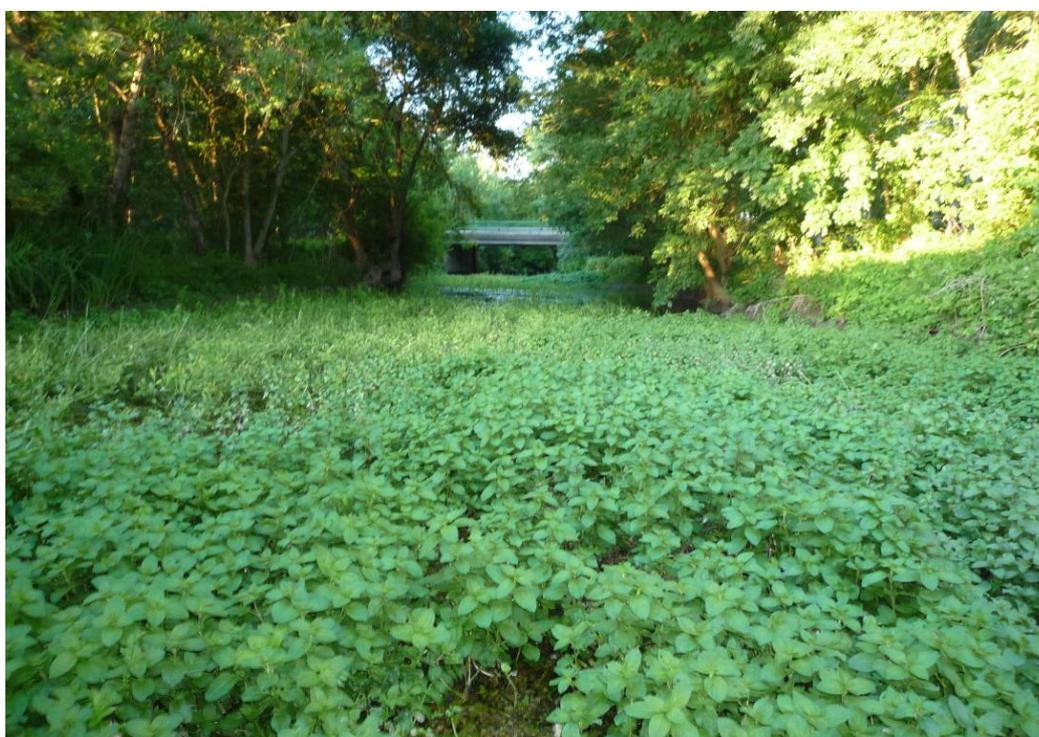


Figure 1 : Le Trèfle, un beau nom pour la végétation

2 INTRODUCTION

L'objectif de cette note est la présentation d'une proposition de pré-positionnement de points de mesures de débits biologiques sur le Trèfle et de définition de la méthode aboutissant à une proposition de débits biologiques. Le but n'est pas encore de fixer l'emplacement exact de ces points mais plutôt de définir dans quels secteurs, il serait intéressant de les positionner.

Le choix de l'emplacement de ces points repose entre autres sur plusieurs exigences de la méthode qui sont décrits plus en détail dans la note méthodologique « débit biologique » :

- Les points de mesure sont censés couvrir les principaux ensembles hydromorphologiques rencontrés sur le linéaire du cours d'eau, de sorte à fournir in fine une image représentative de l'ensemble du linéaire. Chaque changement significatif dans l'hydromorphologie à large échelle (pente du cours d'eau, largeur du fond de vallée, sinuosité, ...) induit théoriquement la mise en place d'un nouveau point de mesure. Le nombre de points de mesures est toutefois limité à 3 par secteur par le cahier des charges de l'étude. Il est à noter que sur chaque secteur, un seul débit biologique sera proposé à la fin de l'étude, qui prend en compte les résultats de tous les points de mesure du secteur ;
- Pour l'évaluation des habitats aquatiques en milieu courant, les points de mesure sont positionnés dans des secteurs présentant encore une certaine « naturalité hydromorphologique » de sorte à étudier un potentiel « naturel » du cours d'eau. De plus, les protocoles de mesures des méthodes micro-habitats imposent de couvrir au moins deux successions radiers (ou plats courants)/mouilles. Les secteurs trop recalibrés ou influencés par les retenues (mise en plan d'eau) sont donc évités pour ce type de diagnostic.
- Pour l'évaluation des milieux ralentis par les seuils en rivière, la principale préoccupation n'est plus liée à l'évolution de la géométrie des sections mouillées du lit car celle-ci est forcée par la gestion du seuil et très peu par le débit. En revanche ces milieux « lacustres » ou lenticules peuvent être le siège de mécanismes à fortes conséquences qualitatives et notamment vis-à-vis de l'oxygénation des eaux. Le critère principal devient celui de la profondeur et de la perte d'énergie de qui ne peut plus brasser la masse d'eau. Le secteur recherché sera donc un secteur plutôt profond et donc un seuil plutôt haut (supérieur à 2 m environ).
- Pour mettre en relation les observations avec le débit et le régime hydrologique, Il est également préférable qu'il ne soit pas non plus dans un secteur court-circuité. La proximité du point de mesure à une station de mesures préexistantes (station qualité DCE, station de pêche, station hydrométrique, ...) serait donc un atout, puisqu'elle favoriserait le rapprochement des débits mesurés avec les observations de terrain ou modélisées. Néanmoins, sur le Trèfle il n'y a pas encore de station de référence hydrologique disposant d'un historique suffisant. Un travail de rapprochement avec d'autres stations et des piézomètres a donc été nécessaire. Ce travail met aussi en évidence l'importance des assecs dans le fonctionnement de l'aval de ce cours d'eau. Cette situation singulière a conduit à une réflexion spécifique en lien avec le régime annuel des débits (cycle écoulements/assecs).

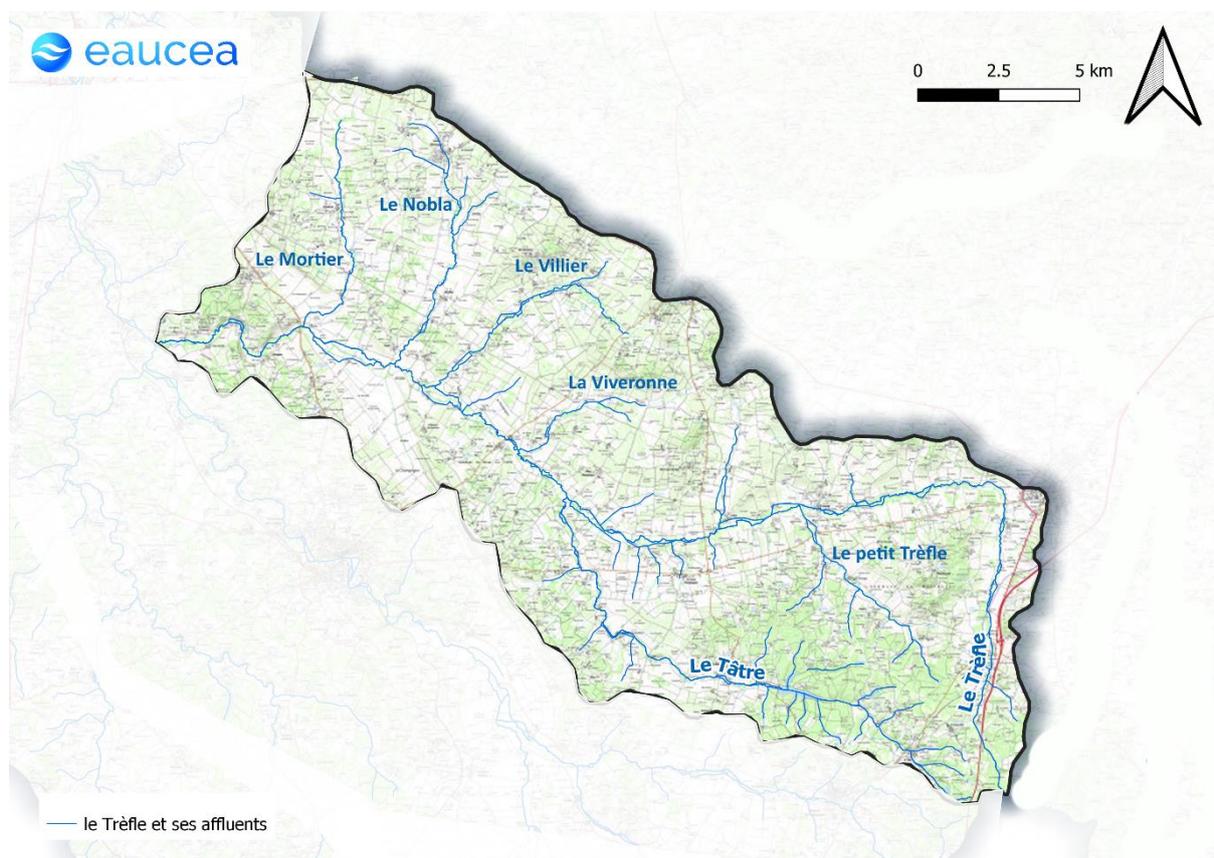
3 CONTEXTE GENERAL

3.1 LE BASSIN VERSANT

Le trèfle est le principal affluent de la Seugne, cours d'eau affluent de la Charente aval en limite de domaine fluvio-estuarien. Beaucoup d'éléments de contexte ont déjà été présentés dans le cadre de l'étude du bassin versant de la Seugne. Certains, utiles à l'analyse seront repris ici dans ce « zoom territorial ».

Le bassin versant du trèfle est de 281 km².

Plusieurs affluents contribuent à son alimentation.



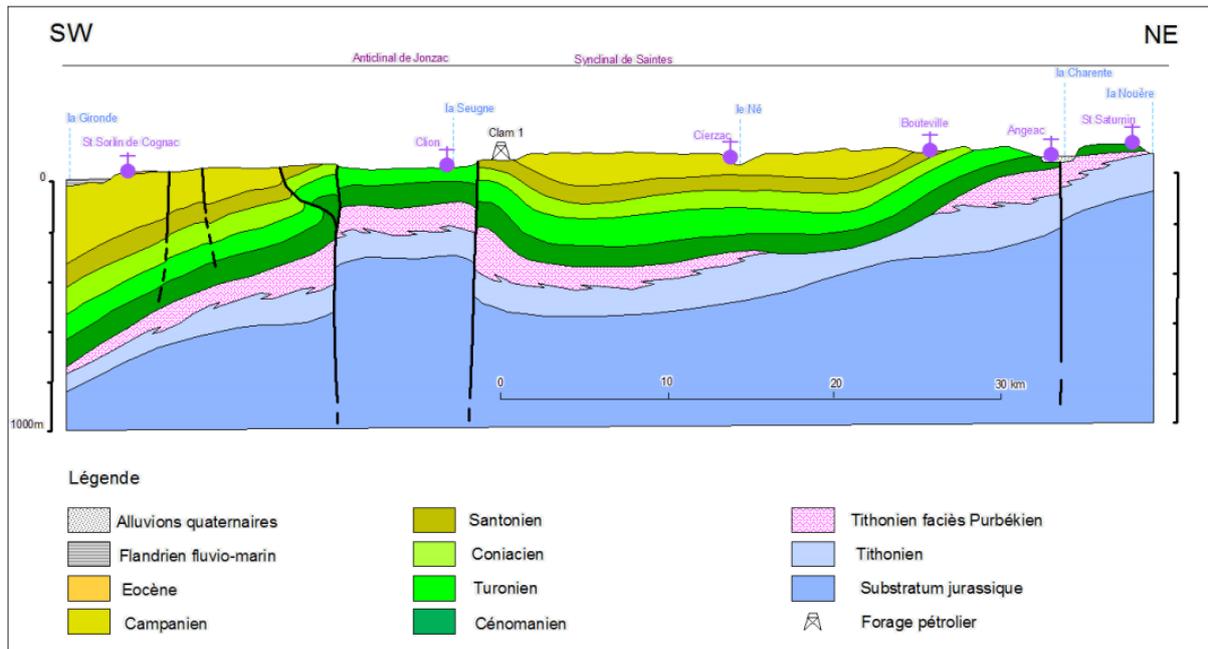
3.2 GEOLOGIE

C'est un point déterminant de l'hydrographie et de l'hydrologie du bassin.

Les formations présentes sur le bassin du Trèfle correspondent majoritairement aux formations du Crétacé supérieur. L'hydrogéologie est caractérisée par les aquifères suivants :

- nappes des terrains sablo-argileux du Tertiaire à l'amont (plaquage),
- nappes des calcaires du Turonien-Coniacien et du Cénomaniens dans la partie centrale (crétacé supérieur),
- nappes superficielles des zones altérées des calcaires marneux du Santonien-Campanien à l'aval.

Le bassin de la Seugne est particulier d'un point de vue topographique et correspond en son centre à une zone plate encadrée par 2 grandes failles (cf. figure 2) et fermé à l'aval, au niveau de Pons par une barrière constituée de marnes santonniennes. L'une de ces failles est recoupée par le Trèfle peu avant de confluer avec la Seugne. La Seugne crée alors un passage dans cette barrière pour repartir vers le nord et la Charente. La nappe du Turonien-Coniacien vient vraisemblablement alimenter la rivière en période d'étiage sur toute cette zone. En effet, le cœur de l'anticlinal de Jonzac ouvre là une fenêtre sur cette nappe qui contribue significativement à l'alimentation des cours d'eau. En basses eaux, c'est l'apport des nappes, dont la nappe du Turonien représentée dans le modèle par le piézomètre de Biron, qui fait le débit du cours d'eau.



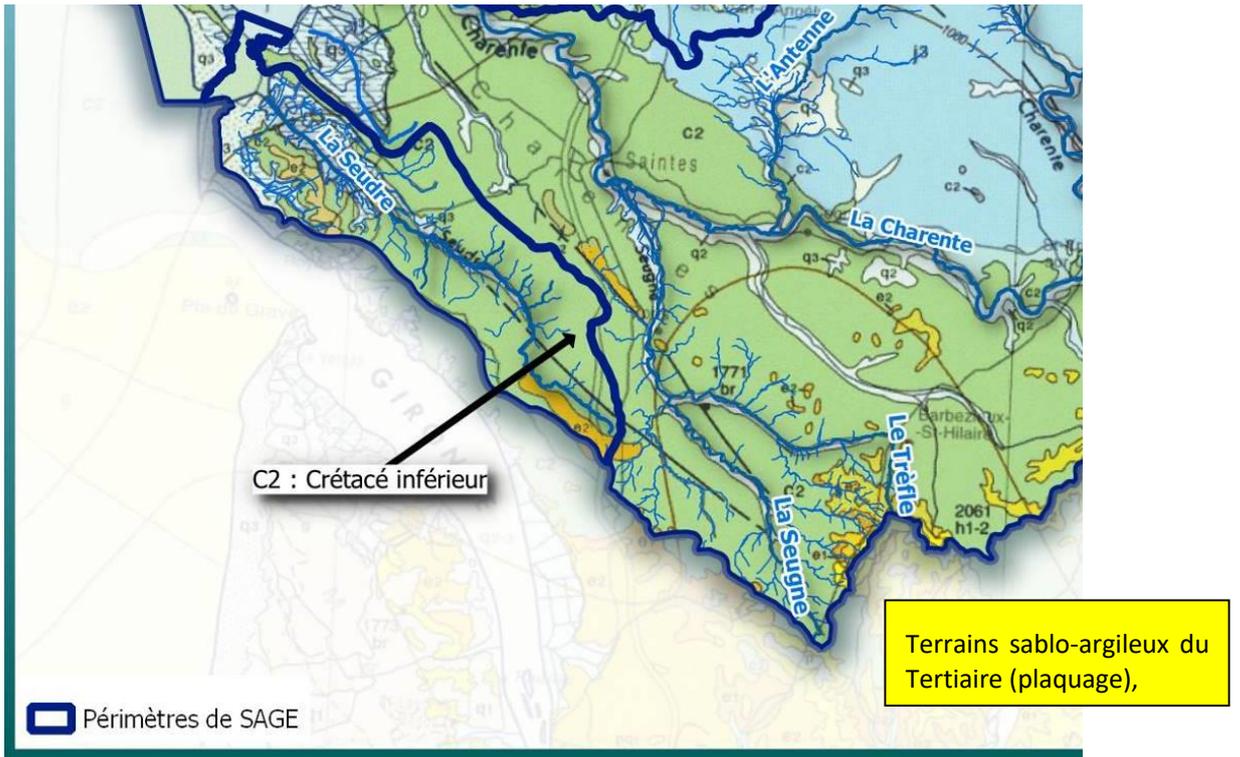


Figure 3 : Contexte géologique général

3.3 HYDROMORPHOLOGIE

3.3.1 Méthode

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

La présente sectorisation se base sur les entités disponibles sous SYRAH.

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

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

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

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

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

3.3.2 Sectorisation de l'axe

La sectorisation SYRAH sert de base pour cibler les différents secteurs hydromorphologiques présents sur le territoire.



Figure 4 : Sectorisation SYRAH sur le Trèfle et stations hydrométriques

De l'analyse des caractéristiques des différents tronçons du trèfle, trois grands ensembles se dessinent :

- Un secteur en amont de la commune de Guimps (tronçons 53676, 53677, 53678 et 53680) dans lequel le Trèfle possède une pente assez importante et est encaissé. Son lit de plein bord y est assez réduit;
- Un secteur intermédiaire en aval de Guimps et s'étendant jusqu'à la confluence avec le Nobla (tronçons 53679, 53681 et 53682) où le Trèfle n'est plus aussi encaissé et où les pentes sont moins marquées. La largeur de plein bord augmente considérablement dans ce secteur.
- Un secteur en aval de la confluence avec le Nobla (tronçons 53683 et 53684) où les pentes sont réduites et l'encaissement relativement faible. Le lit de plein bord du Trèfle s'y élargit significativement.

3.3.3 Altérations hydromorphologiques

Le Trèfle est un cours d'eau artificialisé sur tout son linéaire. 81 ouvrages sont identifiés sur le bassin par le ROE (Référentiel des Obstacles à l'Écoulement) et participent à la création de ralentissement. Ce sont donc des aménagements dont les effets cumulatifs sont probablement déterminants pour le fonctionnement écologique de la rivière



Figure 5 : Photographie du Trèfle et d'un seuil favorisant le ralentissement de l'eau

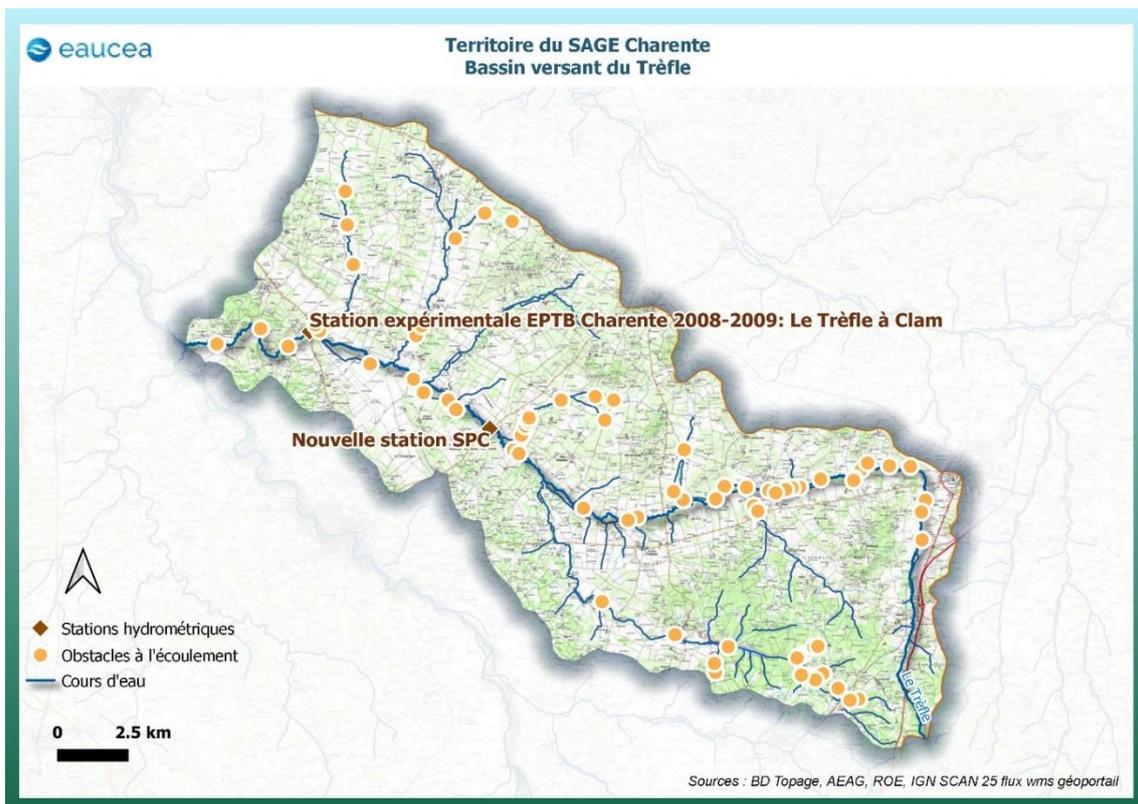


Figure 6 : ROE sur le Trèfle

3.4 QUALITE DE L'EAU AU SENS DCE

La qualité de l'eau DCE est étudiée à travers les résultats des stations de suivi DCE et de l'état des lieux des masses d'eau de 2019.

3.4.1 Stations qualité sur le bassin versant du Trèfle

Le bassin-versant comprend au total 8 masses d'eau superficielles dont le cours du Trèfle : FRFR16 – Le Trèfle et ses 7 affluents. Le bassin dispose de 14 stations de suivi qualité dont 10 en service (3 stations se trouvent au niveau d'Allas-Champagne). Le cours d'eau du Trèfle est suivi par 6 stations qualité en service dont 3 stations au niveau d'Allas Champagne. Sur ces 6 stations en service, 2 sont très récentes (suivi depuis 2019, Le Trèfle au niveau de Saint-Germain-de-Lusignan (5007925) et Le Trèfle au niveau d'Allas-Champagne (5007931)). Sur les 4 stations disposant de plus d'une année de chronique, 2 d'entre elles se trouvent au niveau d'Allas Champagne.

L'analyse de l'évolution des paramètres va donc s'appuyer sur les 3 stations suivantes :

- Le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac
- Le Trèfle au niveau de Saint-Germain-de-Lusignan
- Le Trèfle à Barbezieux-St-Hilaire

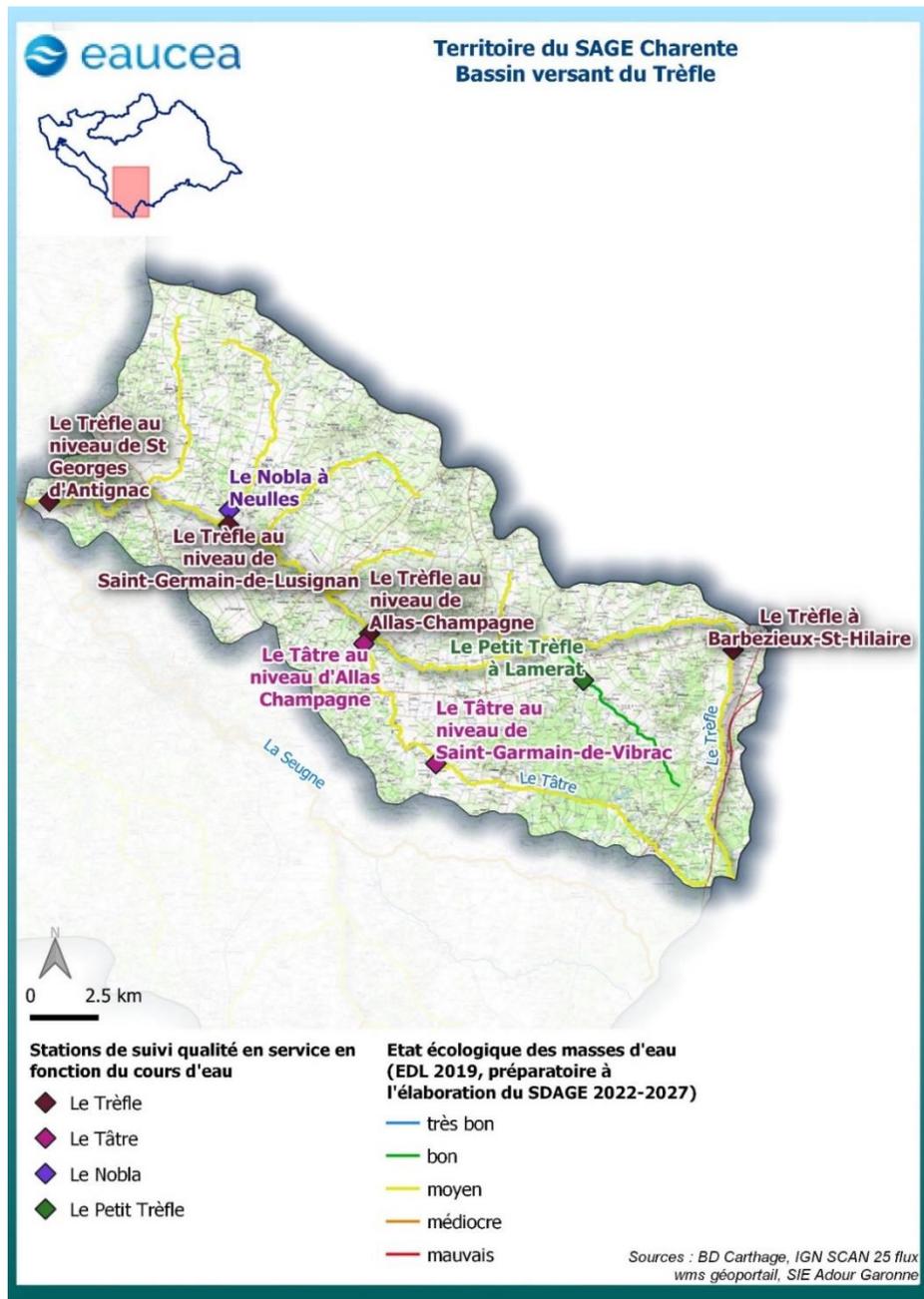


Figure 7 : Stations de suivi qualité en service sur le bassin versant du Trèfle

3.4.2 Analyse des données disponibles

3.4.2.1 Pressions de la masse d'eau

La fiche de la masse d'eau indique des pressions qualitatives significatives : rejets de polluants d'activités industrielles mal raccordées et pollutions diffuses agricoles (nitrates et pesticides). Elle pointe également une pression significative des prélèvements d'irrigation et une pression élevée de la continuité écologique.

Pressions de la masse d'eau (Etat des lieux 2019)

Pressions ponctuelles

Rejets macropolluants des stations d'épurations domestiques par temps sec

Non significative

Rejets macro polluants d'activités industrielles non raccordées

Significative

Rejets substances dangereuses d'activités industrielles non raccordées

Non significative

Sites industriels abandonnés

Inconnue

Pressions diffuses

Azote diffus d'origine agricole

Significative

Pesticides

Significative

Prélèvements d'eau

Prélèvements AEP

Non significative

Prélèvements industriels

Pas de pression

Prélèvements irrigation

Significative

Altérations hydromorphologiques et régulations des écoulements

Altération de la continuité

Elevée

Altération de l'hydrologie

Modérée

Altération de la morphologie

Modérée

Figure 8 : Pressions de la masse d'eau FRFR16 (Extrait de la fiche masse d'eau, source : SIE AG)

3.4.2.2 Etat global de la masse d'eau

Le Trèfle, présente un état écologique considéré « moyen » au niveau de la station de St-Georges d'Antignac (05007900), située à la sortie de son bassin versant. Cette station étant l'unique station de référence pour définir l'état écologique à l'échelle de la masse d'eau (FRFR16 – Le Trèfle), son classement se répercute sur celui de la masse d'eau.

Ecologie		Moyen			
Physico chimie		Médiocre			L
Les valeurs retenues pour qualifier la physico-chimie sur trois années correspondent au percentile 90. Cet indicateur correspond à la valeur qui est supérieure à 90 % des valeurs annuelles relevées.					
			Valeurs retenues	Seuil Bon état	
Oxygène		Médiocre			L
Carbone Organique		Très bon	4.3 mg/l	≤ 7 mg/l	
Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5)		Très bon	1.6 mg O2/l	≤ 6 mg/l	
Oxygène dissous		Médiocre	3.8 mg O2/l	≥ 6 mg/l	
Taux de saturation en oxygène		Médiocre	39.7 %	≥ 70%	
Nutriments		Bon			L
Ammonium		Très bon	0.05 mg/l	≤ 0,5 mg/l	
Nitrites		Très bon	0.08 mg/l	≤ 0,3 mg/l	
Nitrates		Bon	30 mg/l	≤ 50 mg/l	
Phosphore total		Bon	0.05 mg/l	≤ 0,2 mg/l	
Orthophosphates		Très bon	0.09 mg/l	≤ 0,5 mg/l	
Acidification		Très bon			L
Potentiel min en Hydrogène (pH)		Très bon	7.4 U pH	≥ 6 U pH	
Potentiel max en Hydrogène (pH)		Très bon	8 U pH	≤ 9 U pH	
Température de l'Eau		Très bon	19.7 °C	≤ 25,5° (Eaux cyprinicoles)	L
Biologie		Moyen	Note brute	E. Q. R.	Seuil Bon état L
La valeur retenue pour qualifier un indice biologique sur trois années correspond à la moyenne des notes relevées chaque année.					
Indice biologique diatomées		Bon	14.67 /20	0.80	≥ 14.34 (0.78 eqr)
Indice Biologique macroinvertébrés (IBG RCS)		Inconnu	14.67 /20	0.85	≥ 14.00 (0.81 eqr)
Variété taxonomique 2017-2018-2019			56-40-28		
Groupe indicateur 2017-2018-2019			5-6-3		
Indice Invertébrés Multimétrique (I2M2)		Moyen		0.41	≥ 0.443 
Nb de taxons contributifs 2017-2018-2019			77-58-49		
Richesse Taxonomique 2017-2018-2019			1.00-0.74-0.55		
Ovoviviparité 2017-2018-2019			0.42-0.305-0.197		
Polyvoltinisme 2017-2018-2019			0.43-0.138-0.257		
ASPT 2017-2018-2019			0.37-0.243-0.56		
Indice de shannon 2017-2018-2019			0.55-0.63-0		
Polluants spécifiques		Très bon			L
L'année retenue pour qualifier l'indicateur DCE "polluants spécifiques" est la plus récente pour laquelle on dispose d'au moins 4 opérations de contrôle, dans la période de trois ans.					

Figure 9 : Résultats de la station qualité de St-Georges d'Antignac en 2019 (tiré du SIE AG)

3.4.2.3 Paramètres physico-chimiques

Le principal paramètre physico-chimique déclassant est l'oxygène dissous, qui apparaît déficitaire.

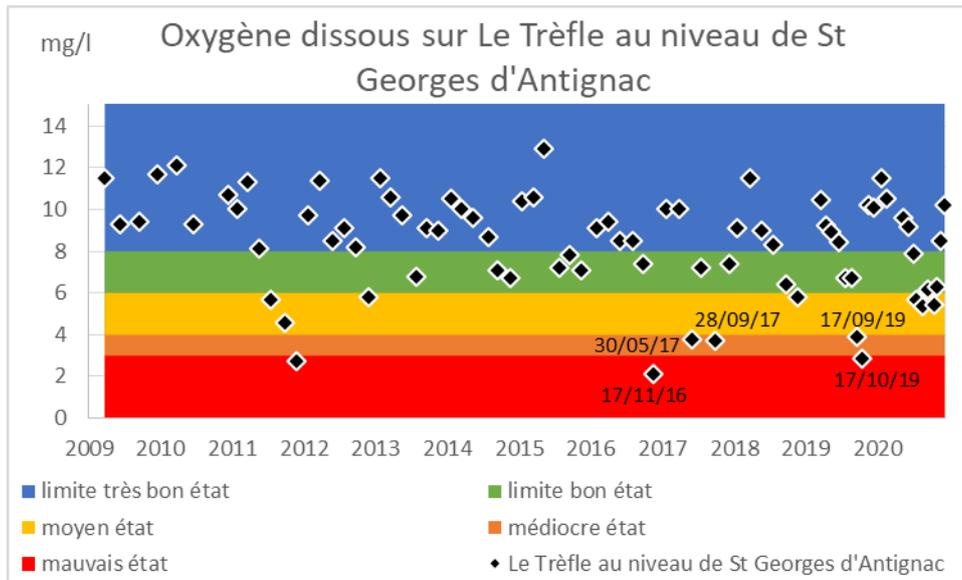


Figure 10 : Suivi d'oxygène dissous sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac

Au niveau de la station de suivi qualité, l'oxygène dissous est faible et régulièrement en dessous du bon état DCE.

Une analyse du réseau ONDE indique que le Trèfle à Marignac (commune adjacente à Saint Georges Antignac) est en assec pour 4 des 5 dates avec une concentration d'oxygène dissous très faible (le 26 mai 2017, un écoulement visible est observé).

De plus, l'analyse de l'ensemble des observations à Marignac indique que les mois d'août, septembre, octobre et novembre sont régulièrement en écoulement non visible ou assec :

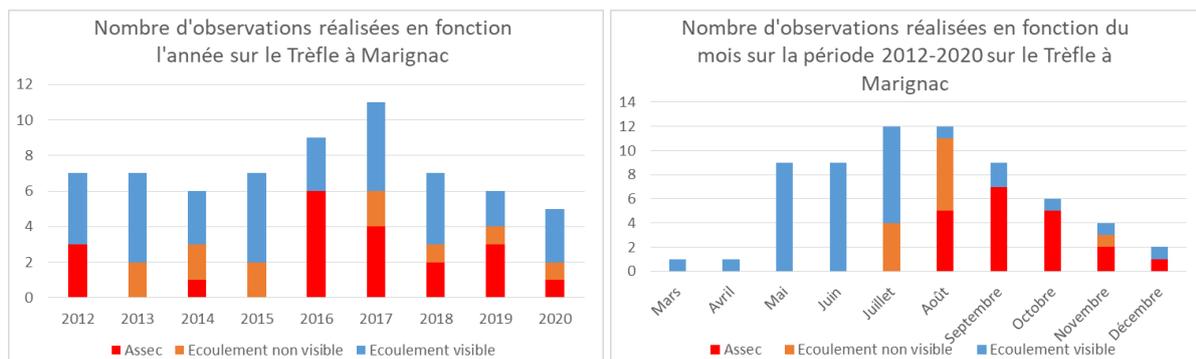


Figure 11 : Observations du Réseau ONDE à Marignac

Les concentrations d'oxygène dissous faibles correspondent donc à des périodes pour lesquelles les assecs sont fréquents. L'évaluation de l'état des masses d'eau présentant un caractère intermittent est basée sur les conditions de référence et indicateurs de qualité du référentiel typologique national (arrêté du 20 janvier 2010), du moins en première interprétation. Notons qu'il est recommandé ne pas prélever en situation d'assec, ni sur flaques d'eau ou résurgences d'eau hyporhéique. Le déclassement sur le critère oxygène est donc à contextualiser.

Ce déficit en oxygène peut également être amplifié par d'autres causes : dégradation de matière organiques ou de nutriments excédentaires, faible brassage de l'eau (ralentissement des écoulements par les barrages, diminution du débit, ...).

Logiquement, les concentrations les plus faibles d'oxygène dissous correspondent à des températures élevées (loi physique de la dissolution). Cependant les mesures montrent :

- d'une part un réchauffement limité (inférieur à 20°C)
- d'autre part le taux de saturation qui désinfluence ce mécanisme physique, fait apparaître des situations médiocres à mauvaise sur tout le spectre thermique du cours d'eau.

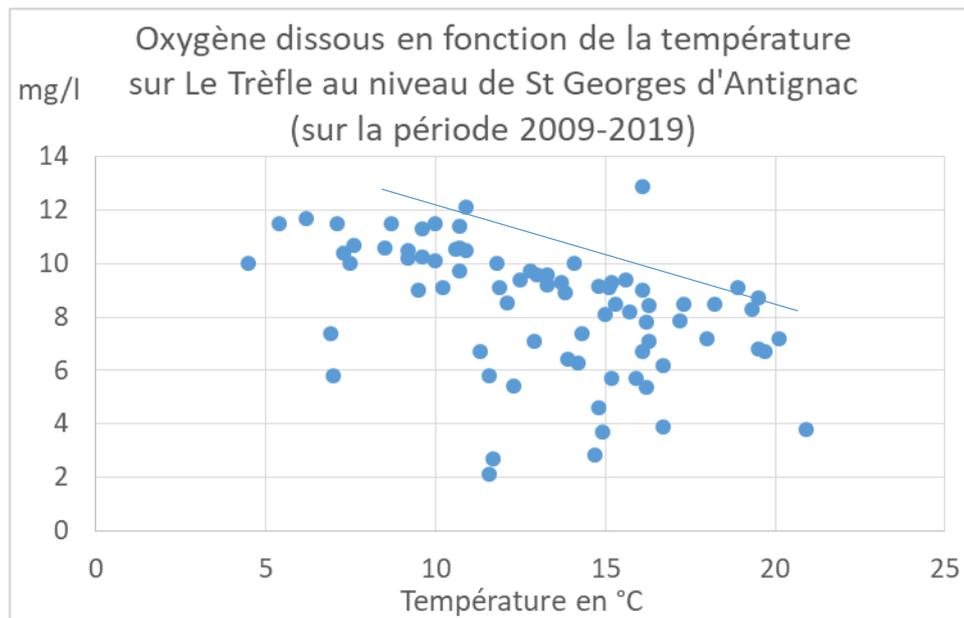


Figure 12 : Oxygène dissous en fonction de la température sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac

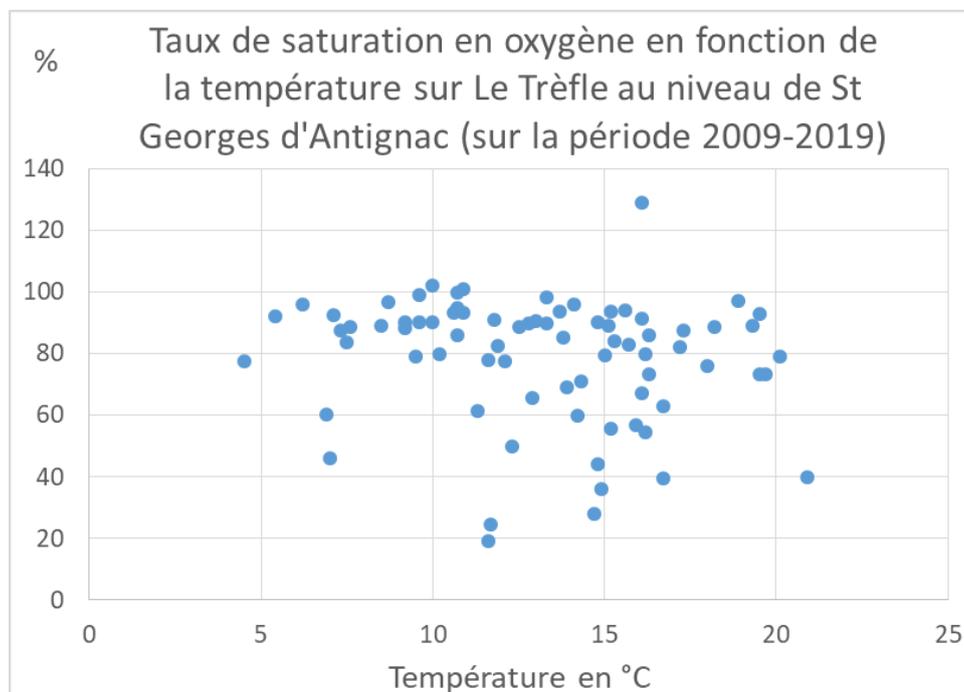


Figure 13 : Taux de saturation en Oxygène en fonction de la température sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac

Le reste des paramètres physico-chimiques de la station ne semblent pas mettre en évidence de problèmes de nutriments.

La quantité d'ammonium mesurée est faible ce qui permet un classement en très bon état DCE. Il n'y a donc pas de pollution organique majeure en sortie de bassin.

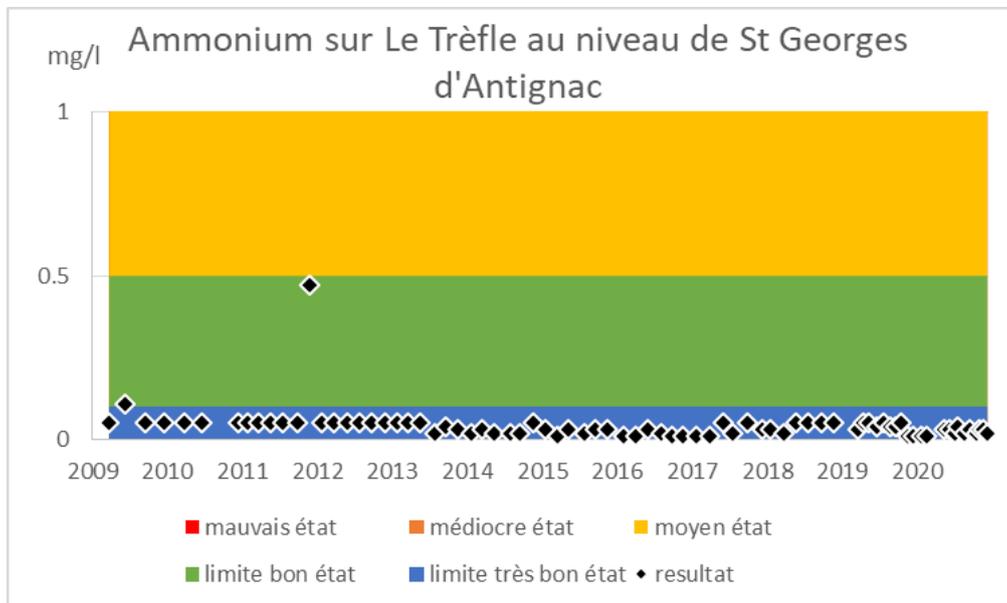


Figure 14 : Suivi de la concentration d'ammonium sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac

Les valeurs de nitrates indiquent un bon état DCE mais sont tout de même élevées. La valeur guide de 50 mg/l pour la production de l'eau de consommation n'est cependant jamais franchie au niveau de cette station.

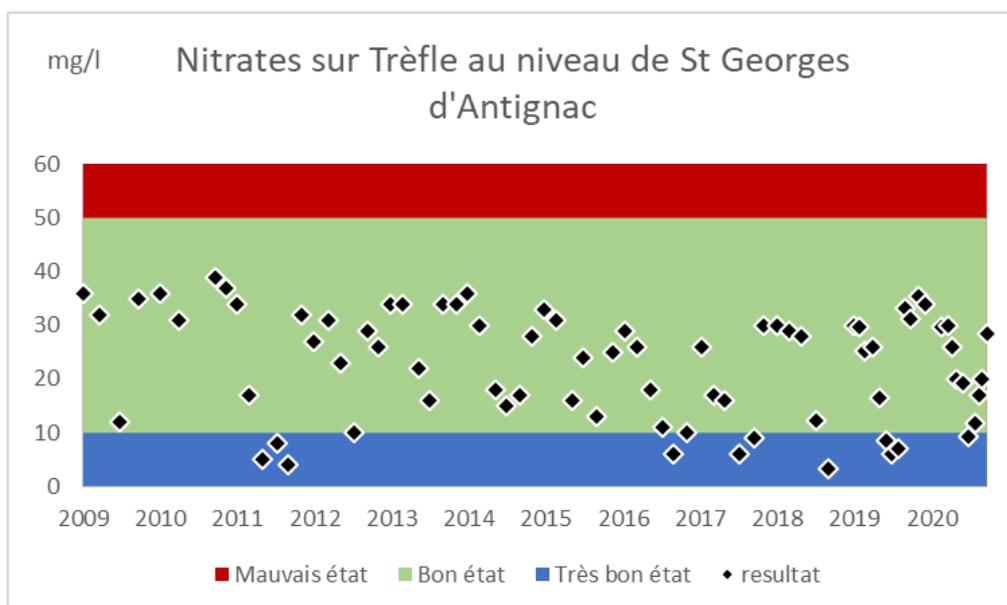


Figure 15 : Suivi de la concentration de nitrates sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac

La concentration de phosphore total en sortie de bassin indique un bon état DCE. Ceci se traduit logiquement par peu d'indice d'eutrophisation par le phytoplancton (cf suivi chlorophylle).

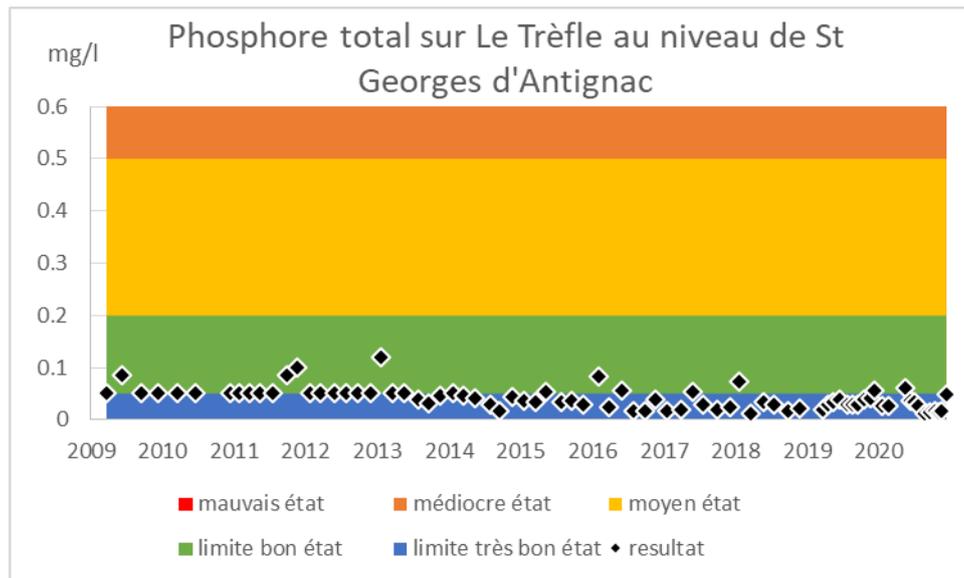


Figure 16 : Suivi de la concentration de phosphore totale sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac

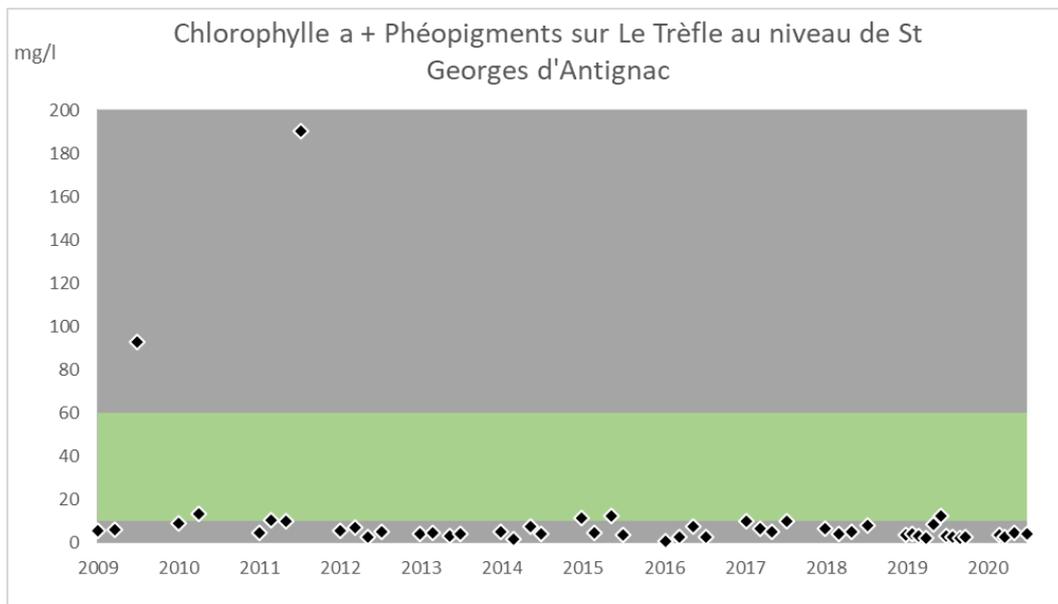


Figure 17 : Suivi de la somme des concentrations de la chlorophylle a et des phéopigments sur le Trèfle au niveau de St Georges d'Antignac

3.4.2.4 Confirmation du diagnostic en amont

Les problèmes d'oxygène dissous à l'aval du Trèfle sont également présents sur la partie amont :

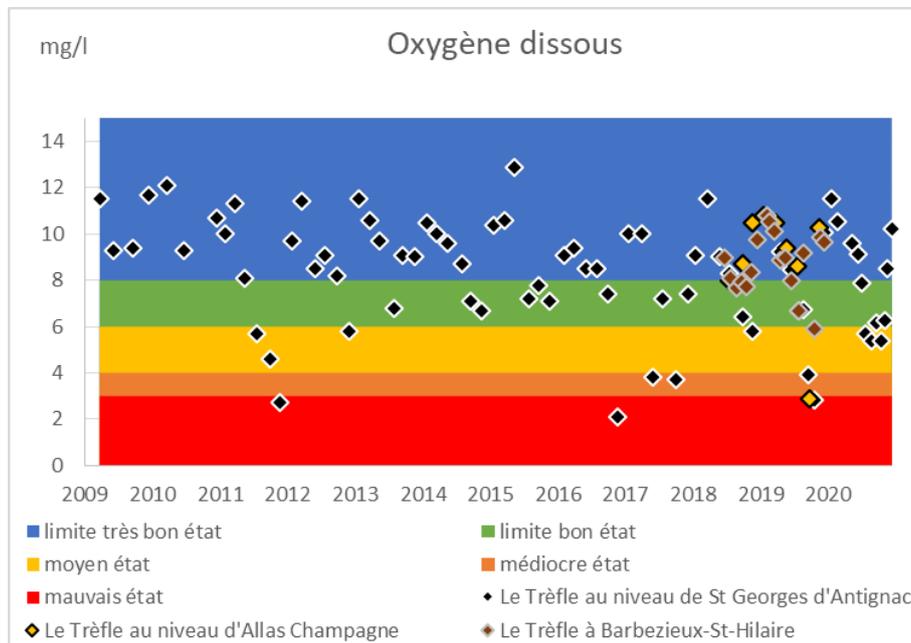


Figure 18 : Suivi d'oxygène dissous sur le Trèfle

Les autres paramètres analysés sont également présents dans les mêmes proportions qu'à St-Georges d'Antignac tout le long du Trèfle :

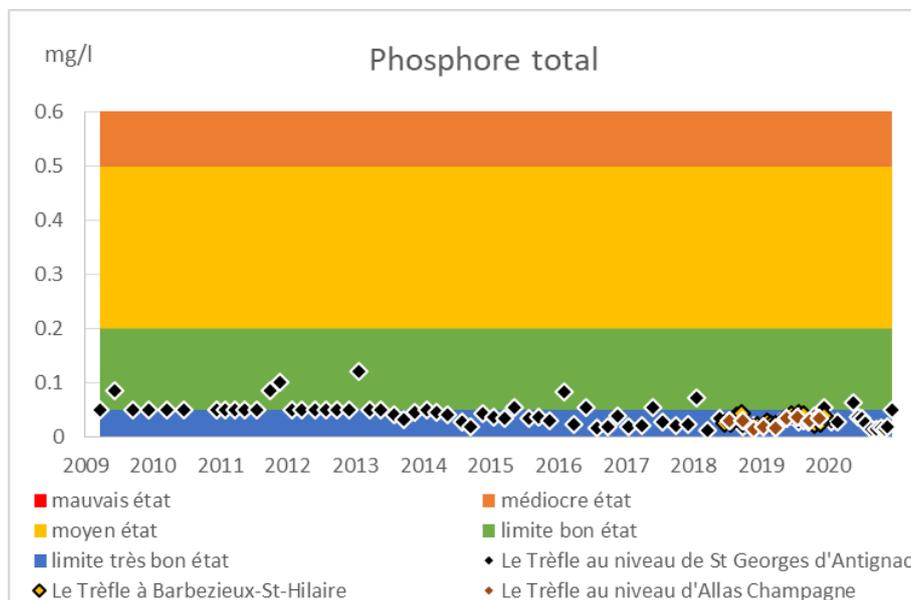


Figure 19 : Suivi du phosphore sur le Trèfle

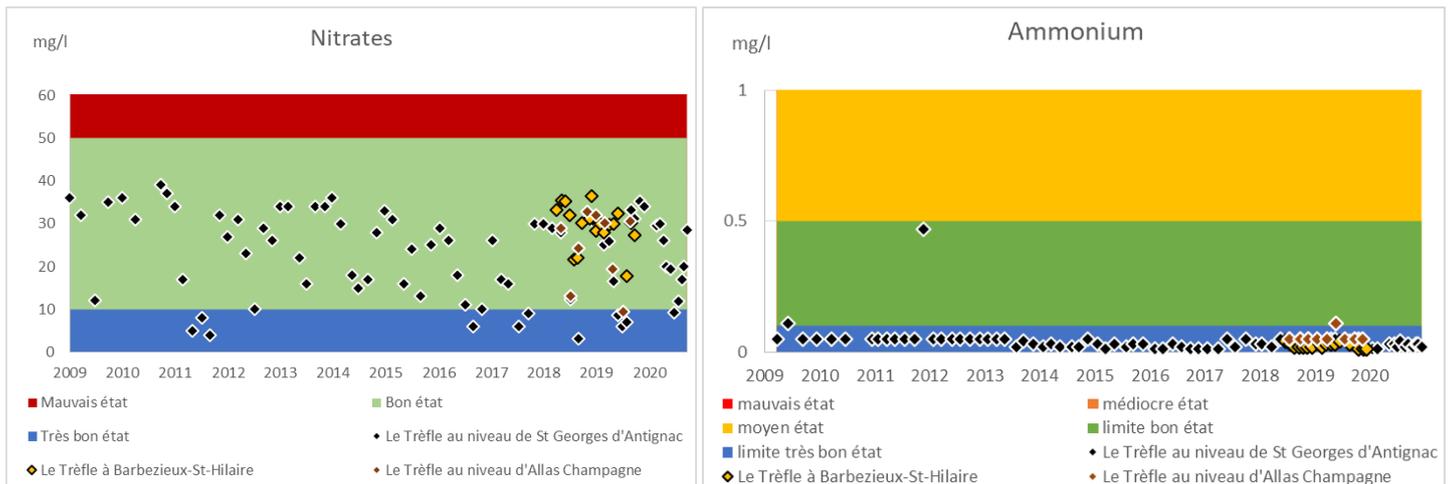


Figure 20 : Suivi des nitrates et de l'ammonium sur le Trèfle

Remarque : la valeur de 0.05 en ammonium est attribuée sur la station du Trèfle au niveau d'Allas Champagne quand le résultat est inférieur au seuil de quantification.

3.4.2.5 Composante biologique

L'I2M2 affiche là-encore un état écologique « moyen » et avec une tendance qui semble se dégrader. L'IBD considère en revanche le Trèfle en bon état écologique, signe d'une qualité physico-chimique peu altérée sur le plan de la teneur en nutriments malgré la présence de Nitrates.

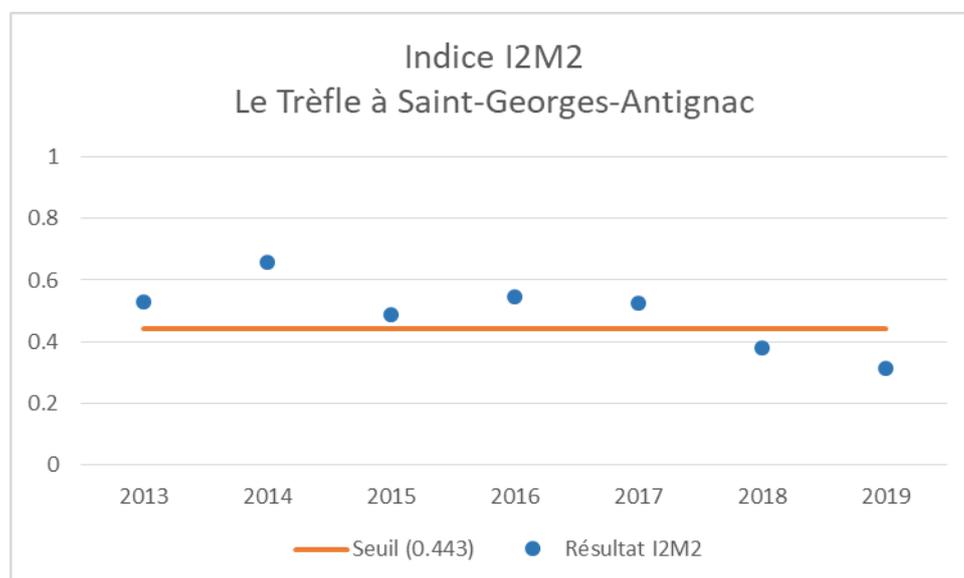


Figure 21 : I2M2 au niveau du Trèfle à Saint Georges d'Antignac

3.4.3 Conclusion sur la qualité de l'eau

La masse d'eau associée au Trèfle subit des altérations hydromorphologiques de continuité hydrauliques et des pressions de pollution diffuse significatives.

L'état physico-chimique apparaît dégradé sur une partie du linéaire du Trèfle. Les problèmes d'oxygénation sont en effet visibles sur l'ensemble du linéaire. Des nutriments tels que les nitrates sont observables à Saint Georges d'Antignac et sur l'ensemble du linéaire mais restent tout de même en dessous du seuil de bon état DCE.

Les indices biologiques, notamment l'I2M2, affichent logiquement un état dégradé à Saint Georges d'Antignac.

3.5 PRELEVEMENTS

3.5.1 Prélèvements d'irrigation

Les prélèvements pour l'irrigation sont très fluctuants d'une année à l'autre en raison de leur dépendance aux conditions climatiques. Les données de prélèvements sont issues de déclarations annuelles des irrigants mais leurs collectes et leurs traitements suivent des calendriers et des procédures différentes :

- Le territoire est couvert par l'OUGC Saintonge. En effet, la mise en place d'un organisme de gestion et de répartition des volumes prélevés à usage agricole est principalement recommandée sur les Zones de Répartition de Eau (ZRE). Depuis quelques années, l'OUGC collecte à l'automne les données de demande d'autorisation pour l'année N et les volumes prélevés l'année N-1 puis les transmet à l'Etat au travers du projet de Plan Annuel de Répartition PAR.
- Les préleveurs redevables auprès de l'Agence de l'Eau transmettent depuis au moins 2003 leur déclaration (compteur ou forfait) qui les inscrit dans la Banque des données sur l'Eau environ 2 ans après. Nous disposons actuellement des données 2018 et précédentes.

3.5.1.1 Le Plan Annuel de Répartition

L'Organisme Unique de Gestion Collective présent sur le bassin versant du Trèfle est l'OUGC Saintonge. Les volumes proposés dans la cadre du PAR pour l'étiage 2020 sont illustrés sur la carte ci-dessous :

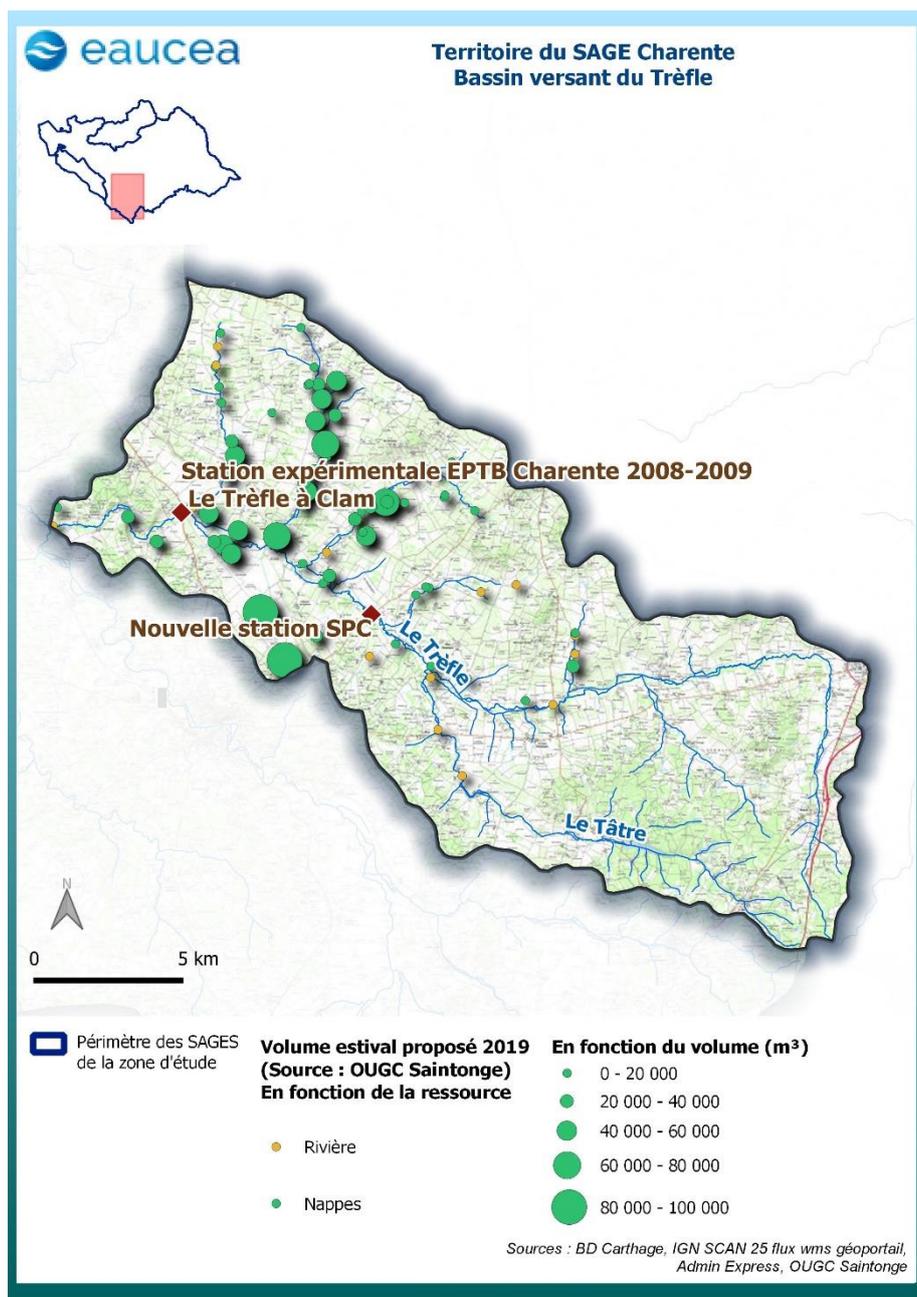


Figure 22 : Volume proposé à l'été 2020 (source OUGC Saintonge)

La majorité des points de prélèvement se répartissent le long des cours d'eau, et en aval du bassin. Cependant la ressource sollicitée est associée à une nappe sous-jacente, seule ressource pérenne dans ce contexte. En période estivale ces cours d'eau doivent probablement être en assec car ce sont les nappes plus faciles à atteindre dans leur axe de drainage qui sont mobilisées.

Ressources	Volume proposé été 2020	Pourcentage
Nappes	1 586 436	93%
Rivières	122 170	7%
Total	1 708 606	100%

Sur le bassin versant du Trèfle, les nappes sont sollicitées à 93% contre 7% pour les rivières.

3.5.1.2 Données de redevances Agence de l'eau

Les données de prélèvements agricoles sont aussi disponibles grâce aux déclarations faites à l'Agence de l'Eau, effective avec une fiabilité satisfaisante depuis 2003 sur le bassin Adour Garonne mais à l'échelle communale. La carte ci-dessous confirme que la partie aval est davantage concernée par cet usage de l'eau que l'amont du bassin :

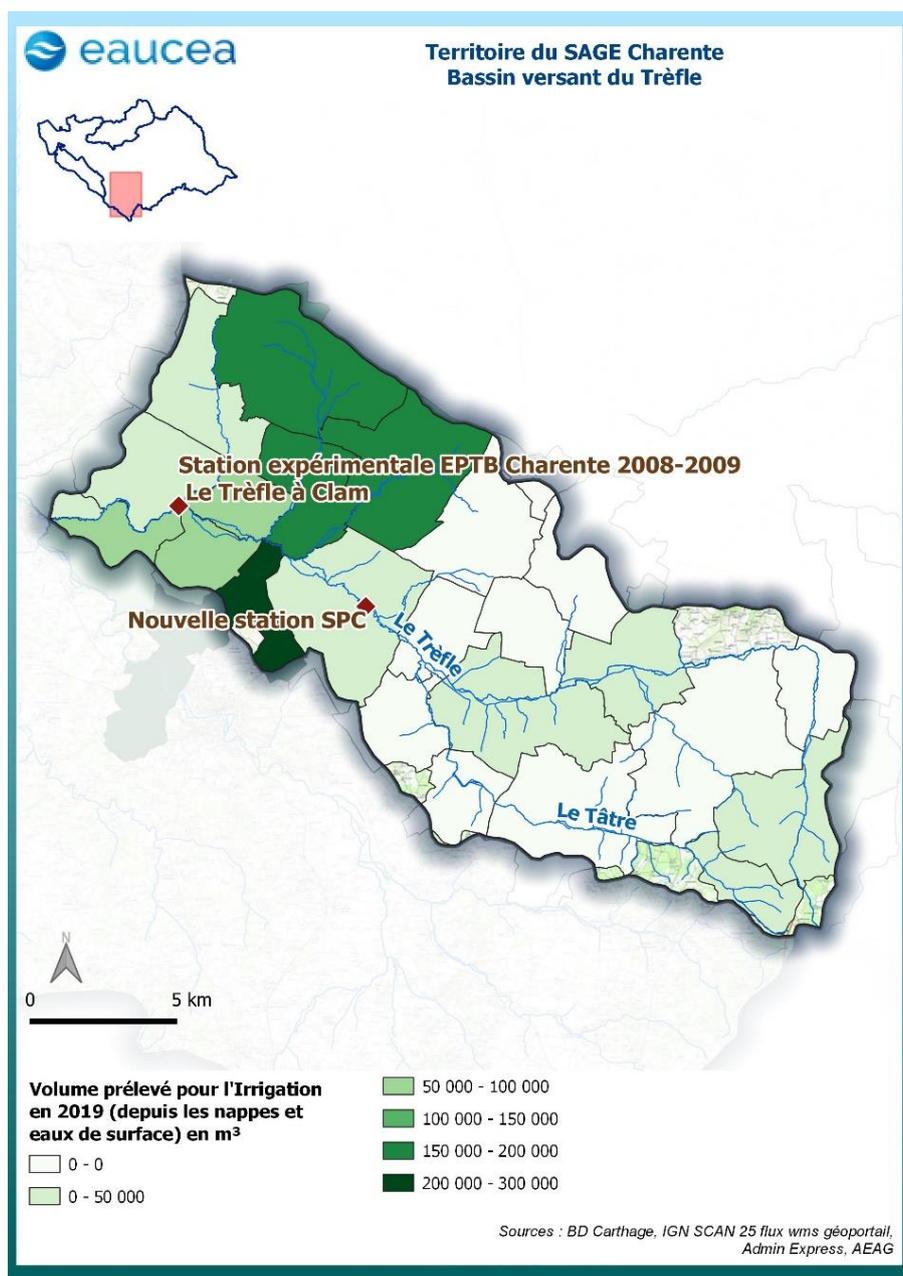


Figure 23 : Volume prélevé pour l'irrigation en 2019 (hors collinaires)

Certaines communes à l'amont ressortent avec des prélèvements pour l'irrigation alors qu'aucun point de prélèvement du PAR n'y figure, plusieurs explications peuvent l'expliquer :

- les points de prélèvements du PAR concerne l'année 2020 (source OUGC Saintonge) alors que les volumes prélevés à l'échelle communale concerne l'année 2019 (source AEAG), des prélèvements en 2019 ont pu être arrêtés en 2020 ;
- le volume prélevé (source AEAG) a pu être associé à la commune sur laquelle le siège de l'exploitation se trouve et non la commune sur laquelle le point de prélèvement se trouve.

Le graphique ci-dessous illustre l'évolution des prélèvements agricoles pour les prélèvements en eaux de surface et en nappes (captives et phréatiques) sur la période 2003-2019 :

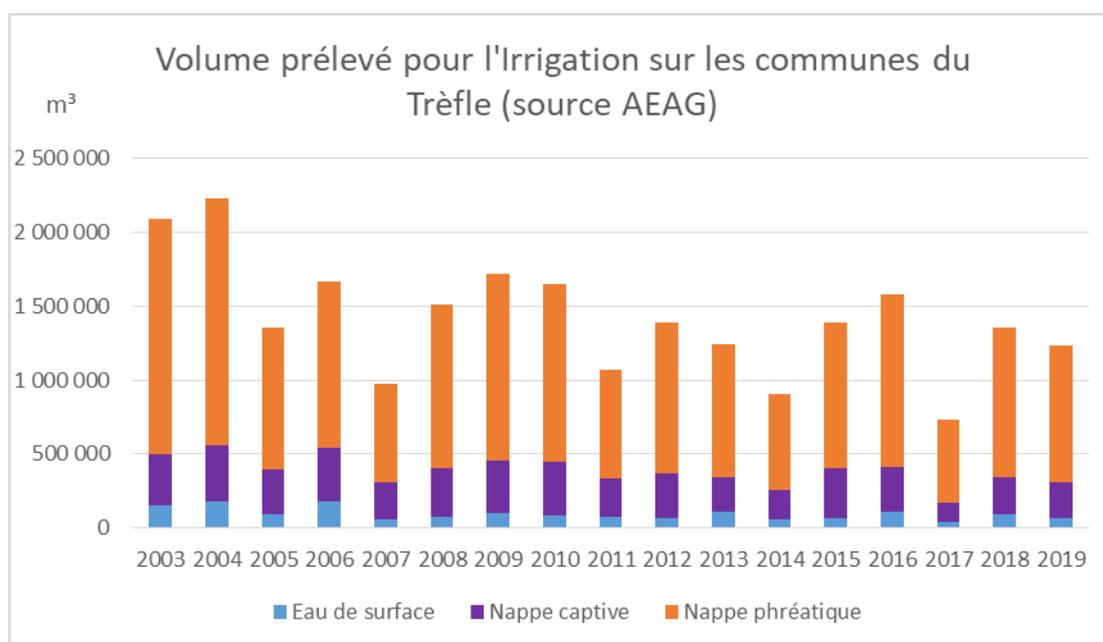


Figure 24 : Volume prélevé pour l'irrigation sur le Trèfle (source AEAG)

En 2019, 1,2 Mm³ sont prélevés pour l'irrigation (hors collinaires) sur le bassin versant du Trèfle.

Les prélèvements agricoles en eau de surface correspondent à environ 7% des prélèvements, en nappes dites phréatiques 73% et en nappes dites captives 21%.

Remarque :

Sur le bassin, la distinction réalisée dans les données de prélèvement de l'Agence de l'eau Adour Garonne entre nappes phréatiques et nappes captives est à considérer avec prudence. En effet, les ouvrages supposés s'adresser au captif ne seraient pas forcément chemisés et capteraient alors tous les niveaux traversés (non captifs et captifs). En Charente-Maritime, une action entreprise par la DDTM est en cours pour inciter à la réhabilitation des forages non chemisés.

3.5.1.3 Modélisation agro-climatique

Pour pouvoir répartir les volumes tout au long de la période d'été, nous devons modéliser la demande agro-climatique sur le bassin.

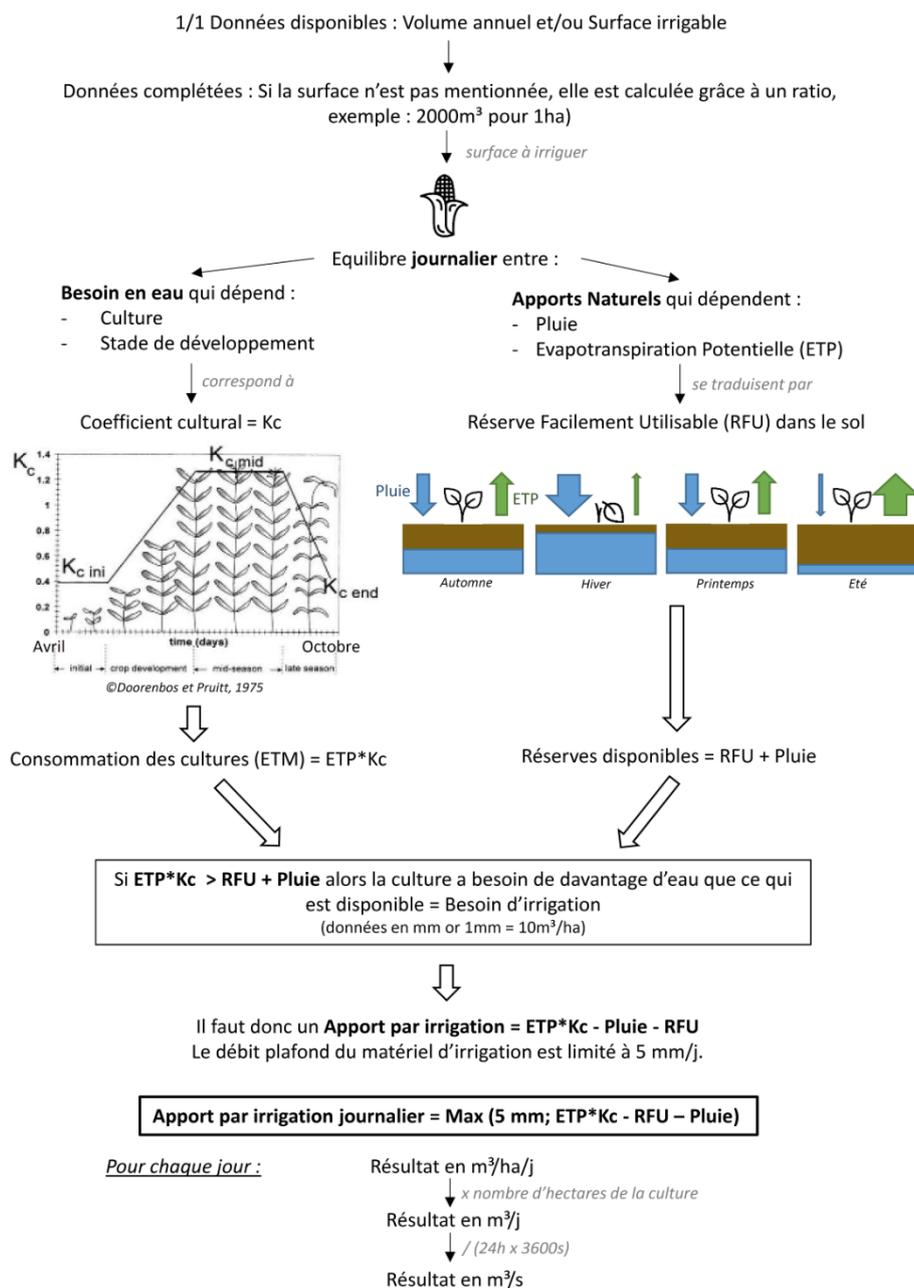
Principes

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

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

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

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



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

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

Les hypothèses pédologiques et de pratiques culturales sont les suivantes :

- RFU : 60 mm (hypothèse favorable à une bonne valorisation de la pluie) ;

→ Cultures : Nous avons sélectionné un assolement simplifié de 100% de maïs ;

- Les coefficients culturaux (Kc) sont calculés chaque année à partir des degrés/jour ;
- Plafond de débit (10 mm/jour), ce qui équivaut à pas de plafond de débit ;

Les données météorologiques retenues dans la modélisation sont les mêmes que celles du bassin de la Seugne dans son ensemble :

- ETP : Cognac
- Pluies : lame d'eau Antilope
- Température : Cognac

Résultats et calage

Les résultats du modèle sont des chroniques de prélèvements estimés au pas de temps journalier. Chaque année, nous les calons avec les données de prélèvements déclarés à l'AEAG avec un calage effectué à l'échelle du bassin de la Seugne, ce qui amorti les incertitudes, inévitable à ce niveau. Les écarts peuvent s'expliquer par des restrictions temporaires, l'assolement et les pratiques agricoles réelles.

Le résultat du calage sur la Seugne sur la période 2009-2018 est le suivant :

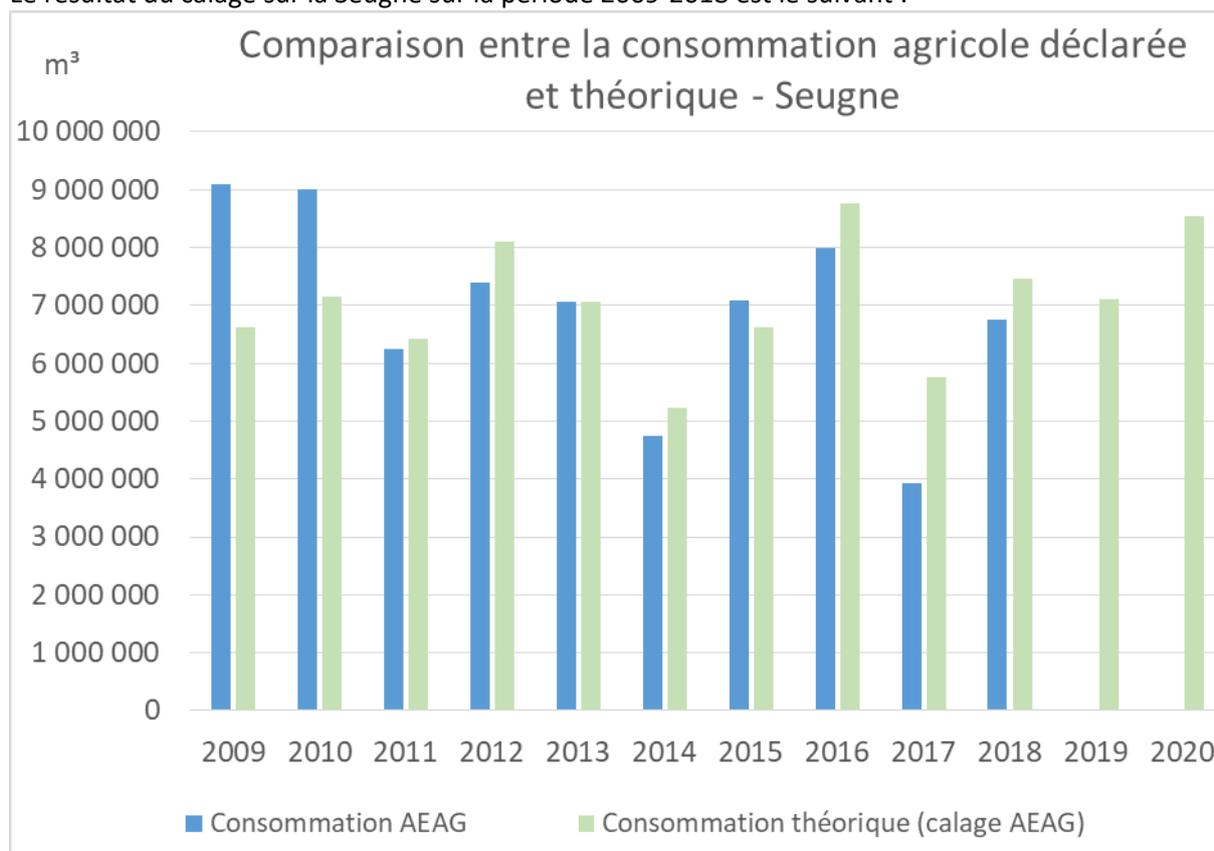


Figure 25 : Calage des volumes consommés AEAG pour l'irrigation et des consommations simulées sur le bassin versant de la Seugne (source étude Débit biologique Seugne)

Le Trèfle étant une sous partie de la Seugne, un prorata des consommations agricoles est donc réalisé pour déterminer le profil de l'hydrogramme des prélèvements agricoles. Les prélèvements pour l'irrigation sur le Trèfle représentent 19% des prélèvements agricoles sur l'ensemble de la Seugne :

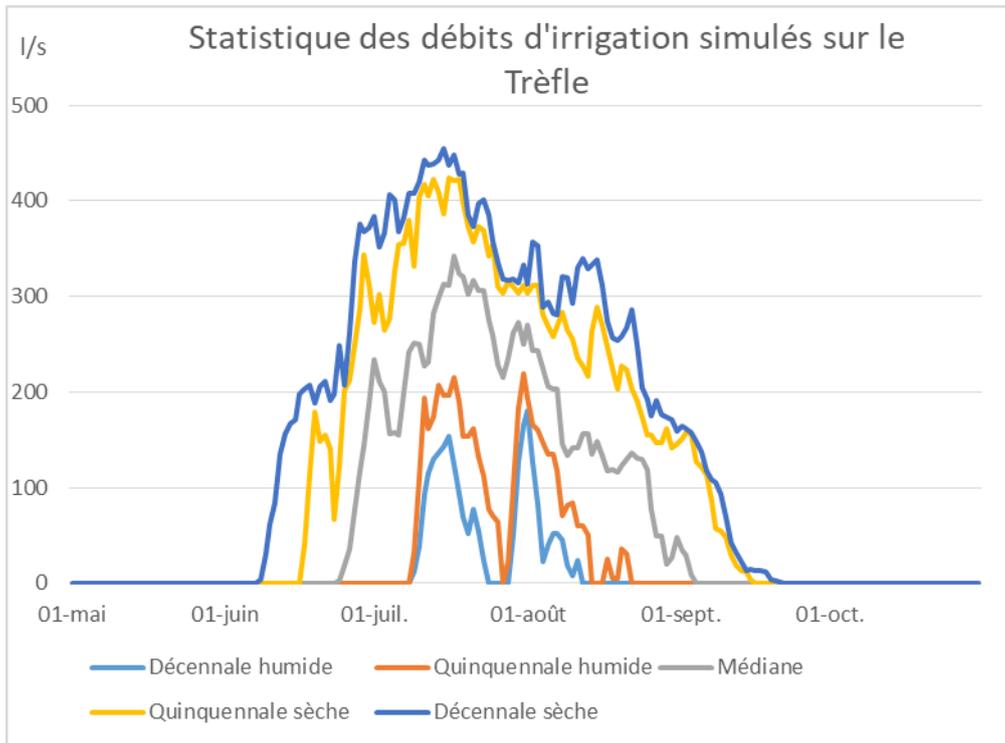


Figure 26 : Statistique des débits d'irrigation sur le Trèfle

Conclusion

Pour un volume annuel d'irrigation de 1.2 Mm^3 en moyenne, le débit de pointe des prélèvements sur le bassin est **450 l/s** sur la période juillet et août et prélevé à 73% depuis les nappes phréatiques.

3.5.2 Analyses des prélèvements domestiques et industriels

Les données concernant les prélèvements d'eau potable et industriels réalisés sur le bassin sont pour tous les préleveurs, des données déclaratives à l'Agence de l'Eau effectives depuis au moins 2003 sur le bassin Adour Garonne et avec une fiabilité satisfaisante à l'échelle communale.

Ces données de redevances Agence de l'Eau sont réparties par usage, ressource et par an sur une base communale.

3.5.2.1 Prélèvements AEP

Le graphique ci-dessous illustre l'évolution des prélèvements AEP sur le bassin sur la période 2003-2019 :

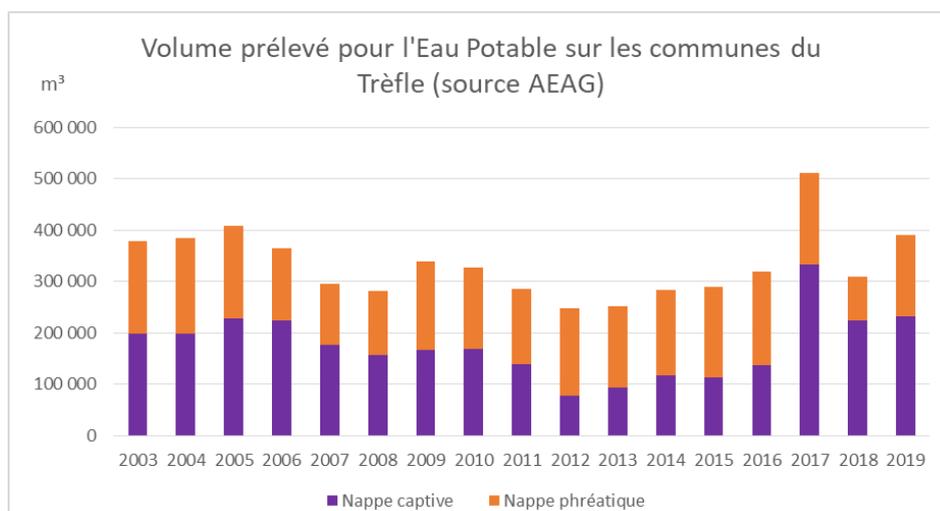


Figure 27 : Volume prélevé pour l'AEP sur le Trèfle (source AEAG)

Le graphique ci-dessous permet de comprendre les évolutions de gestionnaires qu'il y a eu sur le territoire :

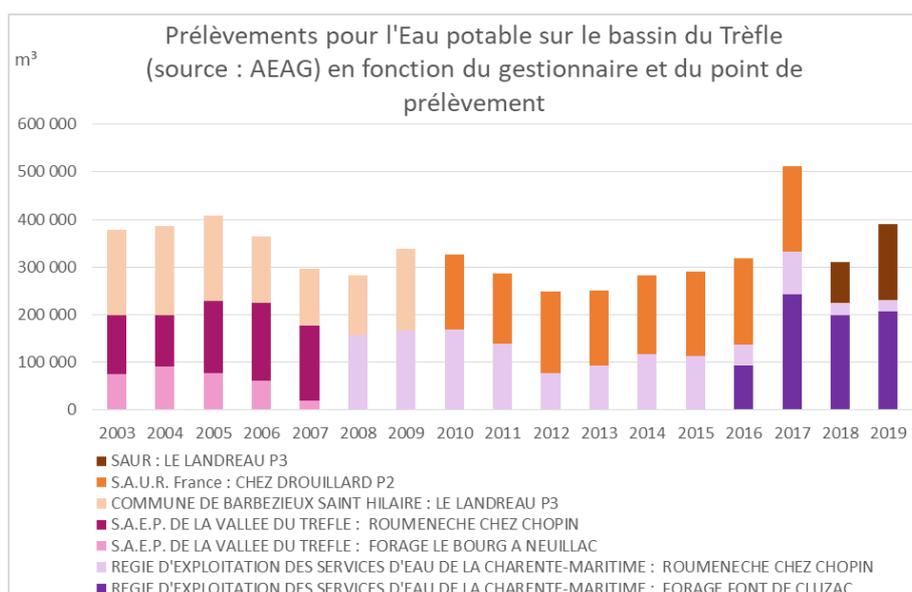


Figure 28 : Volume prélevé pour l'AEP sur le Trèfle (source AEAG) en fonction des gestionnaires

- Les prélèvements depuis les **nappes phréatiques** sont gérés par la commune de Barbezieux Saint Hilaire puis par la SAUR (ces prélèvements sont réalisés sur une commune en périphérie du bassin) ;
- Concernant les prélèvements depuis les **nappes captives**, en 2008, le gestionnaire change et passe du SAEP de la Vallée du Trèfle à la Regie d'exploitation des services d'eau de la Charente Maritime (RESE/Eau 17) avec 1 ou 2 points de prélèvement.

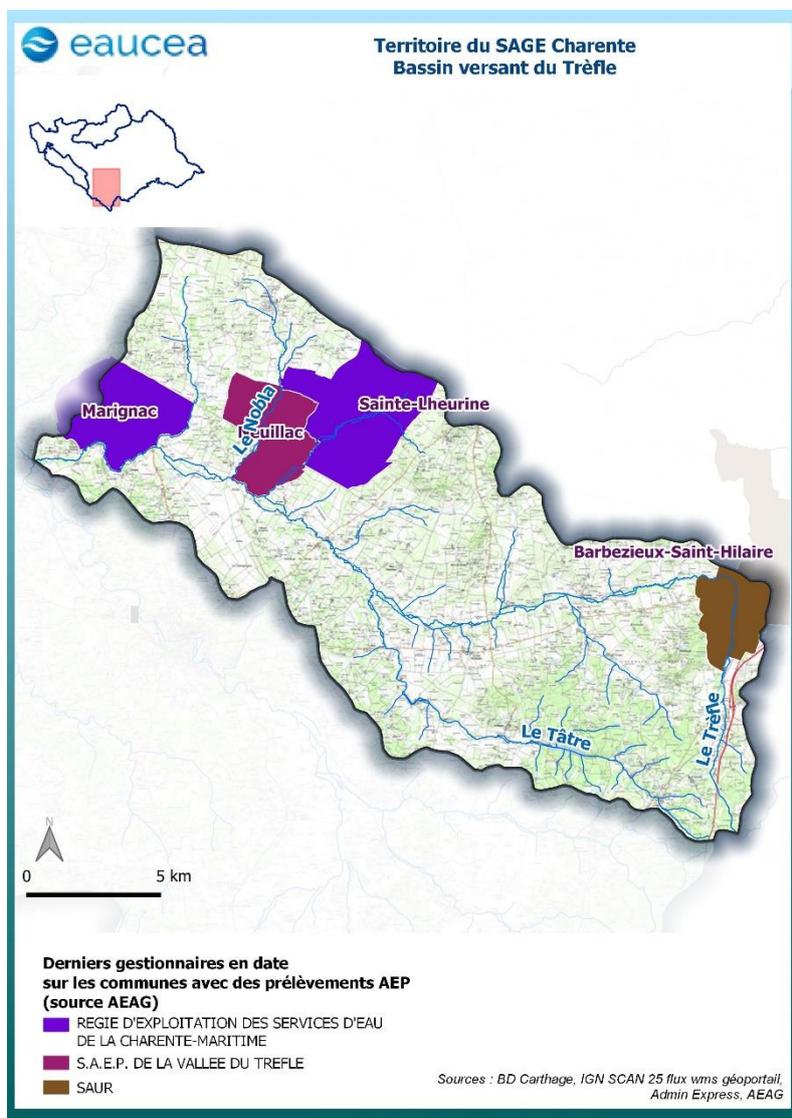


Figure 29 : Carte des communes avec des prélèvements AEP (source AEAG)

Les débits prélevés en étiage pour l'AEP sont d'environ 300 000 Mm³/365 jours soit environ 9.5 l/s.

3.5.2.2 Prélèvements industriels

Depuis 2012, aucun prélèvement industriel n'est recensé sur le bassin du Trèfle.

3.5.2.3 Rejets des STEP

Les rejets des stations d'épuration se distinguent en rejets industriels et rejets domestiques :

- 59 rejets industriels sont présents en 2018 sur le bassin avec principalement :
 - Culture de la vigne ou vinification ;
 - Production de boissons alcooliques, d'eaux de vie naturelles ;

Catégories des rejets industriels	Nombre de rejets
Trèfle	59
Culture de fruits à pépins et à noyau	1
Fabrication d'autres réservoirs, citernes et conteneurs métalliques	1
Fabrication de beurre	1
Non mentionné	1
Commerce de gros (commerce interentreprises) de boissons	2
Production d'eaux de vie naturelles	2
Culture de céréales (à l'exception du riz), de légumineuses et de graines oléagineuses	3
Production de boissons alcooliques distillées	8
Culture de la vigne	40
Total général	59

La carte ci-après illustre la répartition géographique des rejets industriels en 2018 :

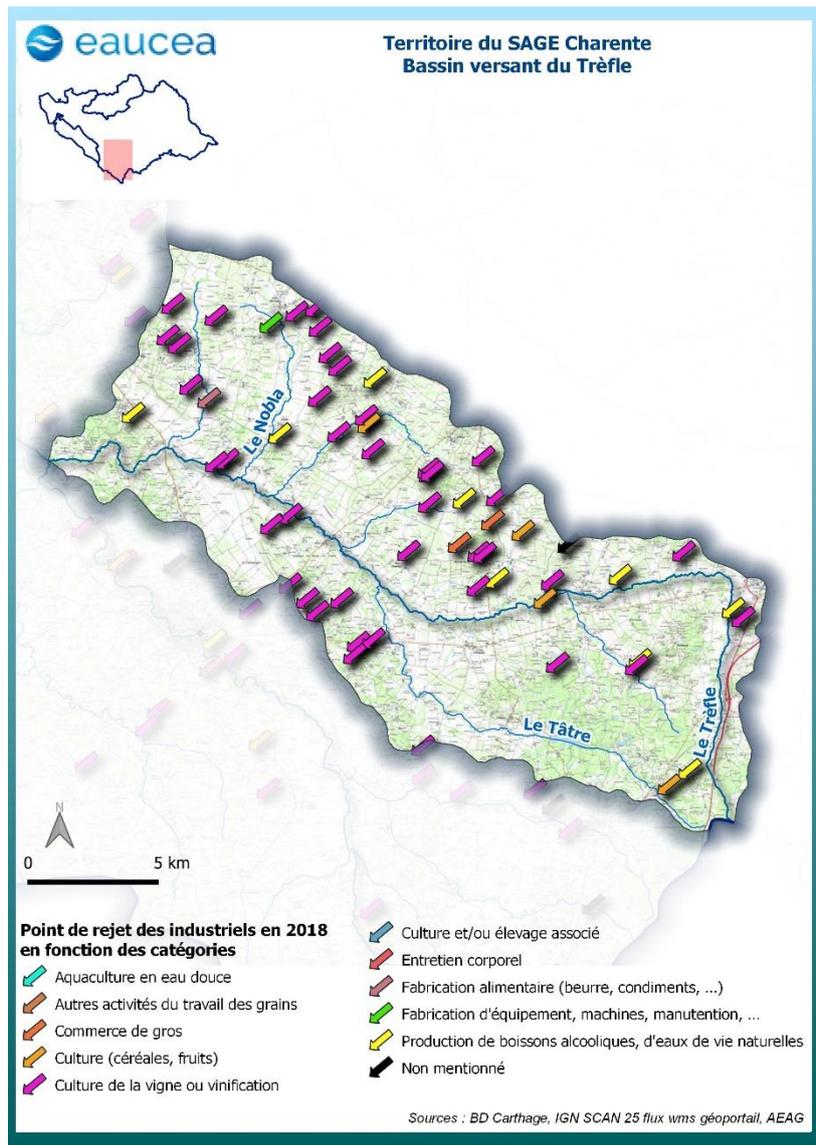


Figure 30 : Localisation des rejets industriels 2018

- 3 rejets domestiques :

Les rejets domestiques sur le territoire du Trèfle se situent à l'amont du bassin.

La somme de ces rejets équivaut à 190 EH (équivalent habitant) soit pour 1 EH = 150 l/j, les rejets domestiques sont inférieurs à **1 l/s**.

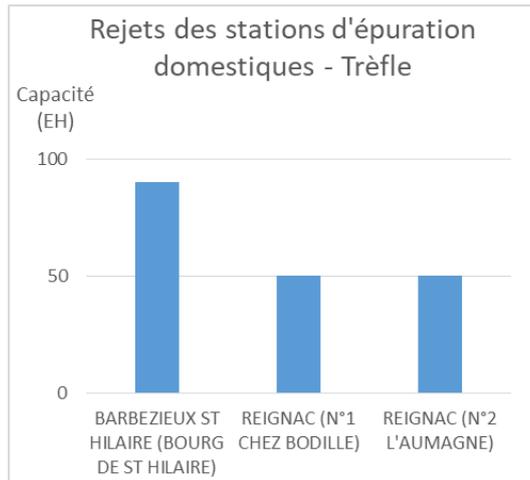


Figure 31 : Répartition des rejets domestiques en fonction de leur capacité 2017

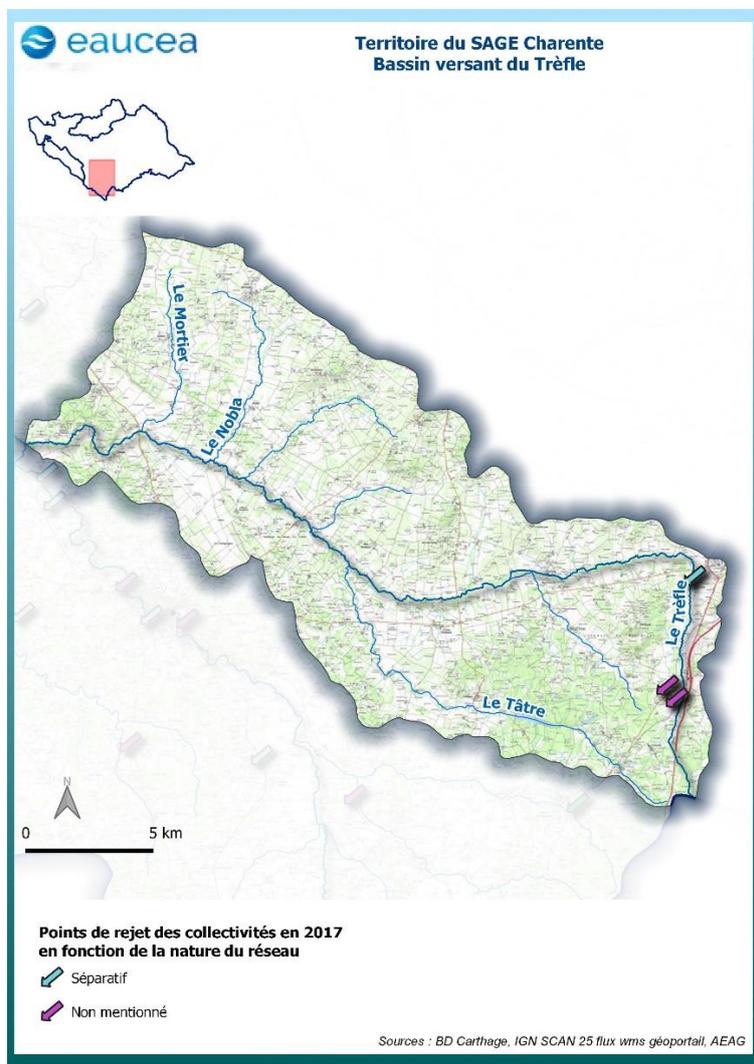


Figure 32 : Localisation des rejets domestiques 2017

3.5.3 Synthèse des prélèvements/rejets

Les prélèvements de tous les usages ne sont généralement connus qu'au travers des volumes annuels déclarés à l'Agence de l'Eau. Le travail précédent a permis de transformer ces volumes annuels en débits instantanés répartis sur l'année.

Pour l'irrigation, des modélisations agro-climatiques permettent de fixer l'enveloppe statistique du besoin en eau exprimé en débit.

Le cumul de tous les prélèvements par ressource s'inscrit dans l'enveloppe dite quinquennale sèche représentée dans le graphique ci-après. On constate le rôle prépondérant des prélèvements d'irrigation.

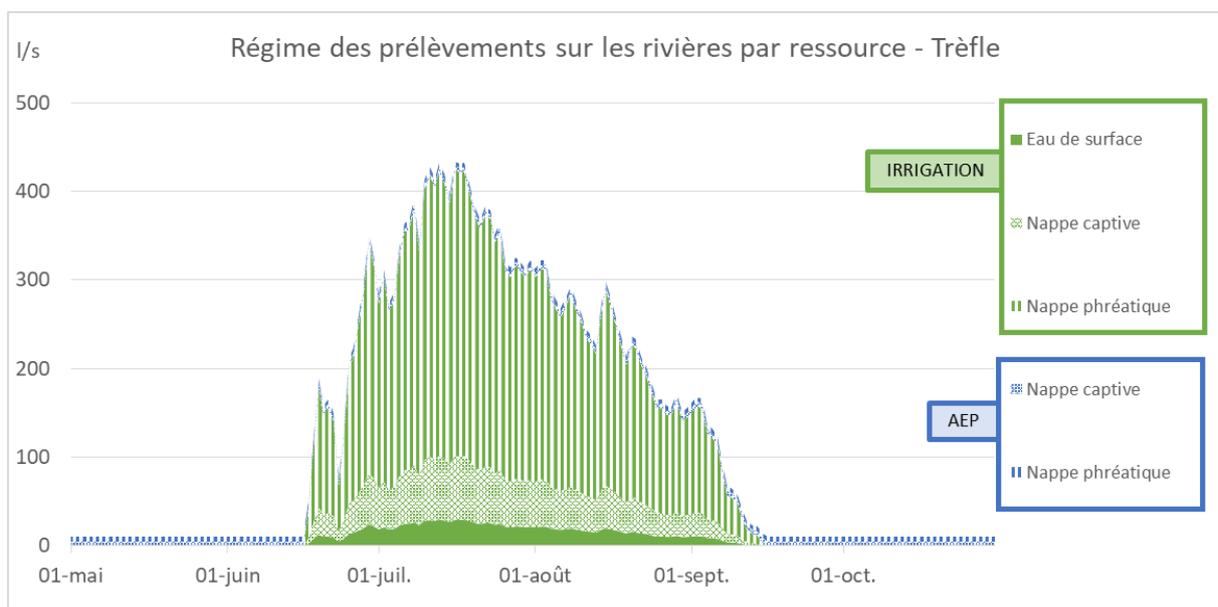


Figure 33 : Régime des prélèvements sur les rivières par ressource et usage

L'impact sur les cours d'eau dépend du bilan prélèvement et rejets de chaque usage qui reposent sur des hypothèses. Pour l'eau potable, l'industrie et les rejets des stations d'épuration, le bilan a été construit avec des règles simplificatrices :

- Le débit de prélèvement et rejet est constant sur l'année ;
- Le bilan prélèvement (prel) – rejet = consommation (conso) a été calculé à partir des mêmes ratios du PGE (Plan de Gestion des Etiages) à savoir conso = 35% x prel pour l'eau potable et conso = 7% x prel pour l'industrie.

D'autre part, il est important de tenir compte de la ressource exploitée car l'impact sur les débits des cours d'eau n'est pas équivalent.

- Les consommations en rivières sont créditées à 100% ;
- Les consommations en nappes phréatiques sont créditées à 50% (ordre de grandeur modélisé sur certains sous bassins de la Charente) ;
- Les consommations en nappes captives sont créditées forfaitairement à 10% ;
- Les prélèvements d'irrigation fortement saisonnalisés sont affectés d'un effet d'amortissement dans le temps. Il se décrit simplement par une moyenne glissante sur 60 jours.

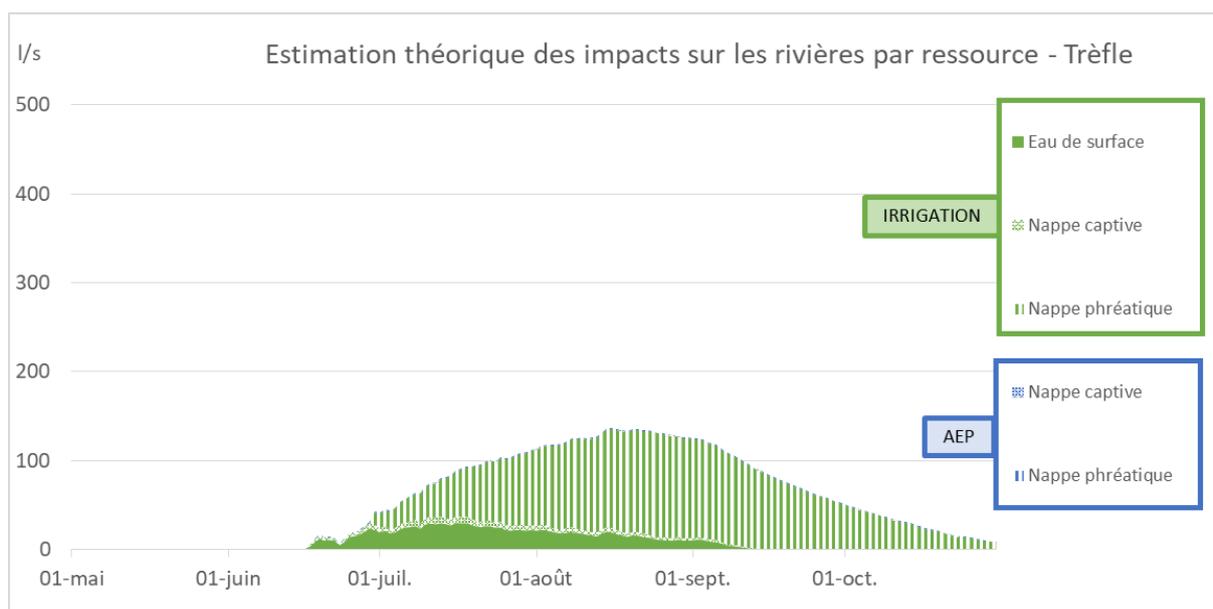


Figure 34 : Estimation forfaitaire du régime des impacts des prélèvements du bassin du Trèfle sur les rivières du bassin de la Seugne par ressource et usage

Le graphique est une estimation de l'impact des prélèvements sur les débits des rivières. Dans la réalité des modélisations beaucoup plus complexes sont nécessaires pour reconstituer les débits naturels. D'autre part, la situation hydrogéologique de l'aval du bassin du Trèfle ne permet pas d'affirmer qu'une réduction des prélèvements se traduirait obligatoirement par plus d'eau sur ce tronçon. Comme la nappe exploitée est partagée avec la Seugne, il serait nécessaire de cumuler ces effets avec au moins les bassins périphériques.

On peut retenir cependant que l'impact de l'irrigation augmente l'intensité des étiages et les prolonge en automne les années sèches. Cet impact serait potentiellement de l'ordre de 135 L/s en étiage. Un enjeu important est celui de l'inertie de la nappe qui supporte l'essentiel des prélèvements.

4 ANALYSE DE L'HYDROLOGIE

4.1 HYDROLOGIE MESUREE

4.1.1 Positionnement des stations hydrométriques

Le Trèfle ne disposait pas de stations d'hydrométrie générale et cette situation a souvent été regrettée. Une nouvelle station SPC est en cours d'installation sur la commune de Réaux au niveau de la départementale mais ne produira des données fiabilisées que dans quelques années, le temps de stabiliser la courbe de tarage.

L'analyse s'appuie sur un suivi temporaire datant de 2009 sur « l'hydrométrie du bassin versant de la Charente » réalisée par Eaucéa pour l'EPTB Charente. Cette étude visait à améliorer la connaissance hydrologique du bassin de la Charente, avec notamment l'installation d'une station de suivi sur le Trèfle.

Le site retenu sur le Trèfle est un pont situé sur la commune de Clam ; la station a été mise en place le 22/07/08. En ce point, le Trèfle draine un bassin versant de 267 km², soit 27% du bassin de la Seugne. A cet endroit la lame d'eau reste importante, même avec de faibles débits, du fait du contrôle hydraulique aval créé par le Moulin de Chante-Raine situé à environ 1 km en aval. A noter toutefois que ce moulin connaît deux modes de fonctionnement :

- été : toutes vannes fermées,
- hiver : toutes vannes ouvertes.

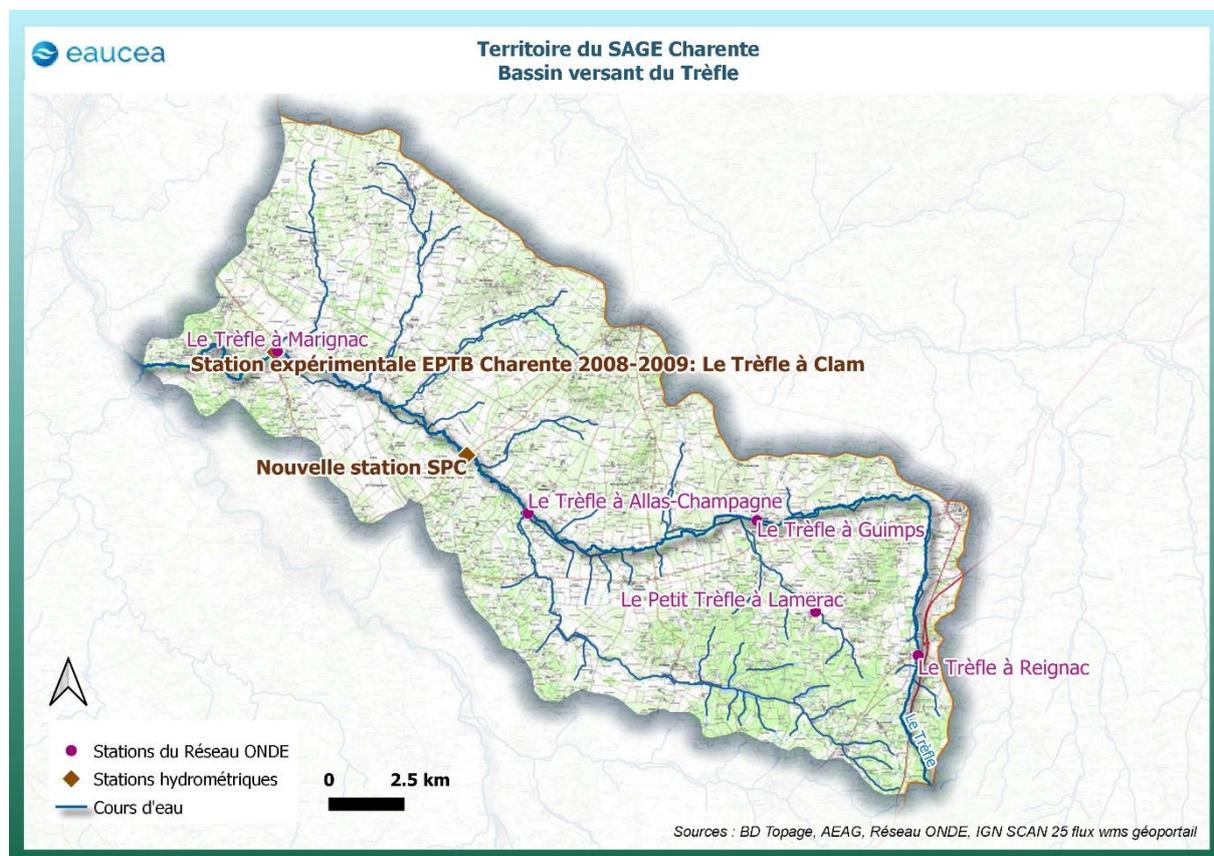


Figure 35 : Carte des stations hydrométriques et du Réseau ONDE du Trèfle

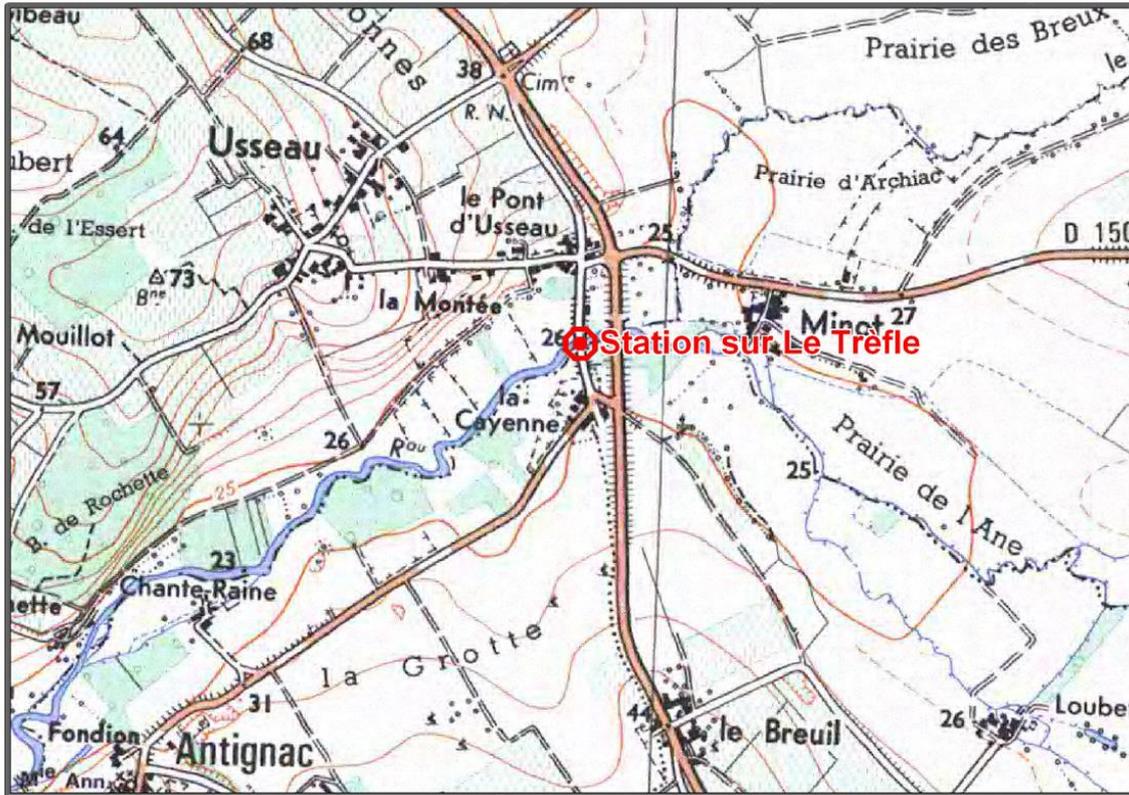
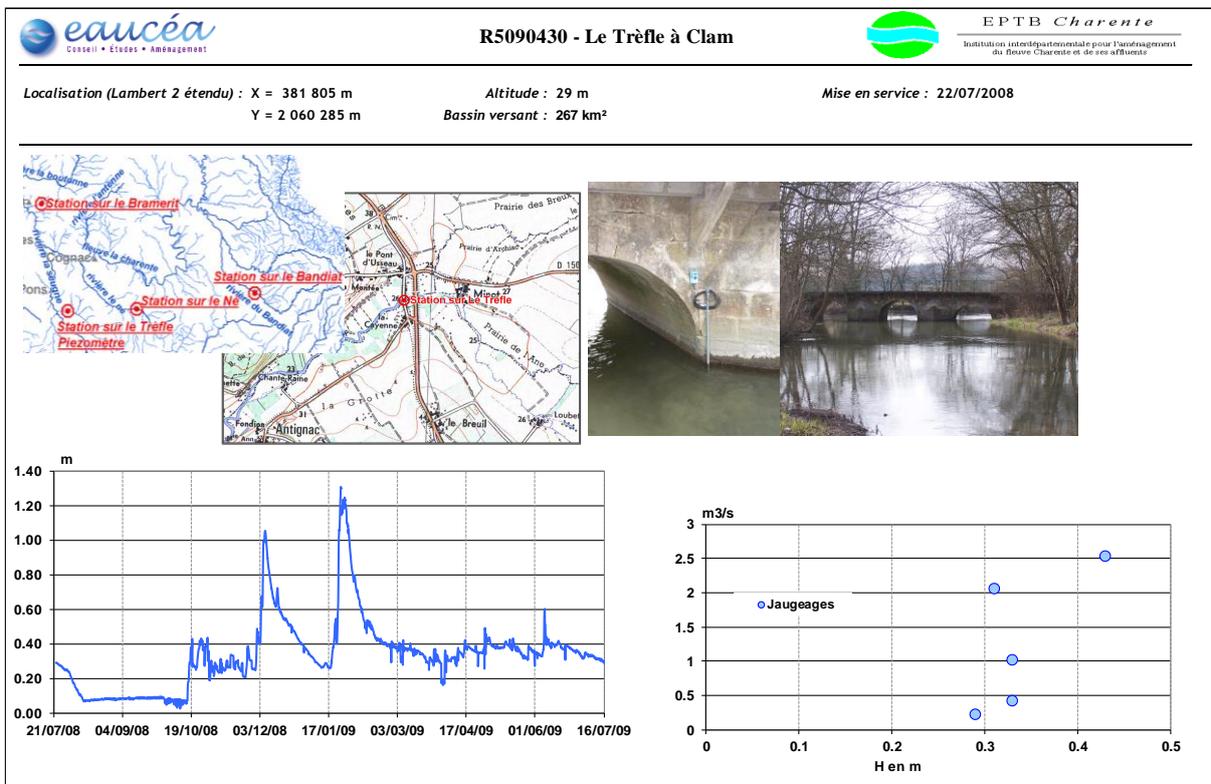


Figure 36 : Localisation de la station du Trèfle à Clam



4.1.2 Description de l'installation

La station placée sur la commune de Clam répondait aux contraintes hydrauliques :

Le but est de convertir les hauteurs d'eau en débits grâce à une courbe de tarage. Celle-ci s'établit en réalisant des jaugeages successifs dans des conditions hydrologiques variées. Pour que cette courbe soit fiable et reste inchangée dans le temps, il y a des impératifs :

- la section d'écoulement ne doit pas être variable dans le temps (érosion ; embâcle ; herbier) ;
- l'écoulement doit être le moins chahuté possible, éviter les phénomènes de ressauts, tourbillons, etc ;
- s'il existe une contrainte aval (seuil, vanne), elle doit être constante dans le temps.

4.1.2.1 Equipement utilisé

Le matériel était composé d'un capteur pression immergé Hydreka (0-350 mBar) et d'un enregistreur Hydreka (Octopus ou Vista Plus). Le capteur pression est fixé sur une partie fixe (mur de berge, pile de pont) et est protégé par un tuyau PVC pour amortir les fluctuations parasites et protéger le capteur. L'enregistreur est fixé hors d'eau. Chaque station fait l'objet d'un calibrage d'étalonnage par le constructeur.



Figure 37 : Photo du dispositif et du tarage

La mesure est enregistrée au pas de temps horaire et correspond à la hauteur d'eau moyenne mesurée sur 10 secondes consécutives, ce qui permet de s'affranchir d'oscillations éventuelles. Les événements de crue nécessitent parfois des restaurations de station qui sont repérées dans la chronique (réinstallation de la station du Trèfle arrachée par la crue).

La station a fait l'objet de 4 campagnes de tarage, avec des débits si possibles contrastés. Nous rappelons qu'une station peut être considérée comme stabilisée dans ces résultats au terme de deux à trois années consécutives de suivi. Le caractère expérimental de l'opération génère des contraintes spécifiques qui doivent limiter l'usage des données produites à des utilisateurs avertis.

Du fait de la double gestion du Moulin de Chante-Raine aval, l'établissement de deux courbes de tarage serait nécessaire pour exploiter l'ensemble du cycle hydrologique. Le site a été jaugé quatre fois, avec deux jaugeages vanne fermée et deux jaugeages vanne ouverte.

Jaugeages vanne fermée (été)		
Date	Hauteur d'eau (m)	Débit (m ³ /s)

22/07/08	0.29	0.219
08/07/09	0.33	0.422

Jaugeages vanne ouverte (hiver)		
Date	Hauteur d'eau (m)	Débit (m ³ /s)
16/02/09	0.43	2.539
03/06/09	0.33	1.013



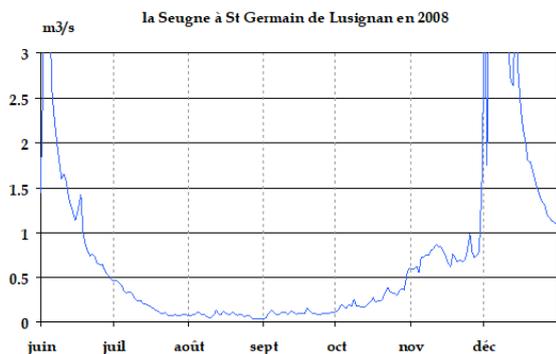
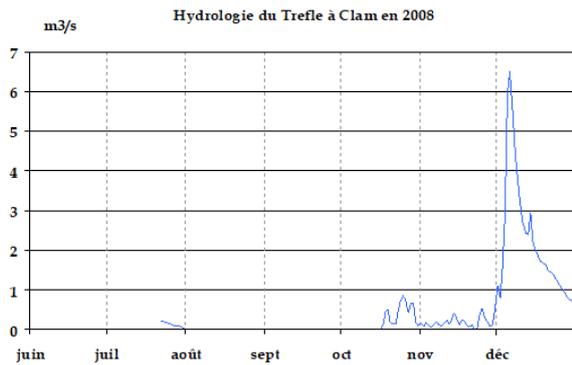
Figure 38 : Photos de l'amont du pont

Remarque :

Lors de la visite de terrain du 02/10/08, les écoulements n'étaient plus visibles (rupture d'écoulement mais pas assec).

4.1.2.2 Chronique de débits

Les graphiques suivants présentent les débits moyens journaliers calculés à partir des hauteurs d'eau enregistrées. En 2008, les débits étaient de l'ordre de 300 l/s fin juillet et ont chuté très rapidement en août. Dès le 10 août, le Trèfle ne présentait plus d'écoulement au droit de la station. L'assec s'est poursuivi durant tout l'étiage et les écoulements se sont rétablis qu'à partir de la mi-octobre.



En comparaison, les débits observés à St Germain de Lusignan sur la Seugne (station amont de la confluence avec le Trèfle) présentent un profil comparable. Toutefois la Seugne n'a pas présenté d'assec durant l'été 2008, alors que son bassin versant est plus petit que celui du Trèfle.

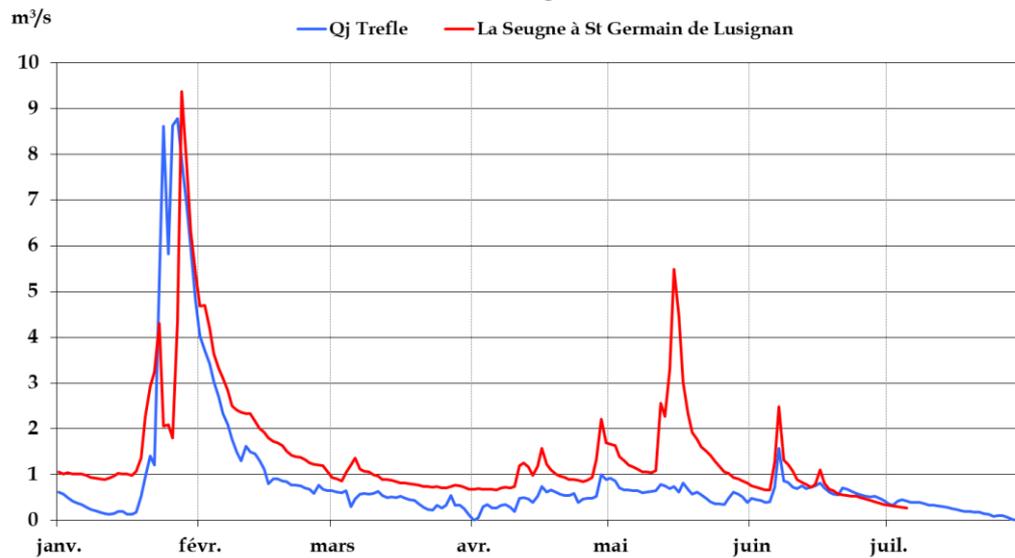
Sur l'ensemble de la chronique, deux événements de crue sont identifiables ; la courbe de tarage ne permettant toutefois pas d'évaluer les débits de crue. L'enregistrement permet néanmoins, sur la nature, de caractériser l'hydrogramme de crue. Sur les deux événements observés, le temps entre le début de l'événement et son maximum d'intensité (temps de concentration) est de plus de 72 heures. La décrue est très lente et 14 jours sont nécessaires pour retrouver le niveau de débit normal.

Sur cette station, compte tenu de l'importance des périodes de rupture d'écoulement, il a été recommandé en 2009 un couplage expérimental avec une mesure piézométrique voisine. Le puits du hameau de Cayenne semble dans une situation idéale pour ce type d'opération. Cette station est stratégique pour une bonne compréhension de l'hydrologie du bassin du Trèfle, en complément avec une station hydrométrique comme celle proposée par le Service de Prévision des Crues (SPC).

4.1.2.3 *Corrélation entre le Trèfle à Clam et la Seugne à Saint Germain de Lusignan*

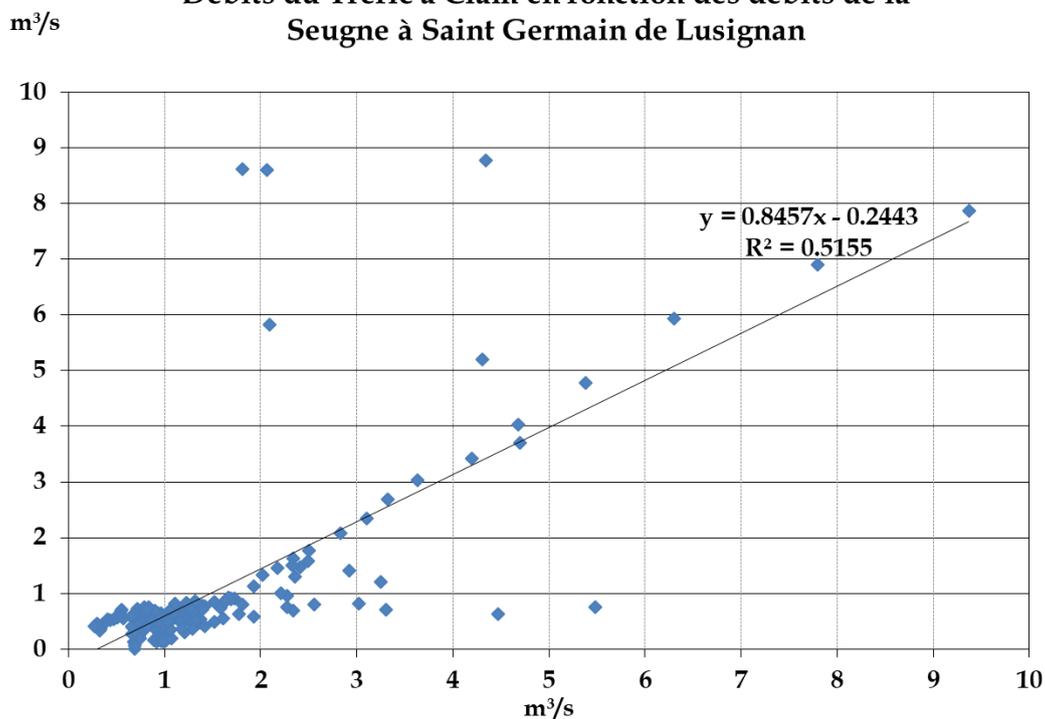
Les mesures de l'année 2009 du Trèfle à Clam sont comparées aux données de la Seugne à Saint Germain de Lusignan.

Comparaison des débits entre le Trèfle à Clam et la Seugne à Saint Germain de Lusignan



Les débits des 2 stations suivent le même régime bien que certains événements hydrologiques soient davantage marqués sur la Seugne.

Débits du Trèfle à Clam en fonction des débits de la Seugne à Saint Germain de Lusignan

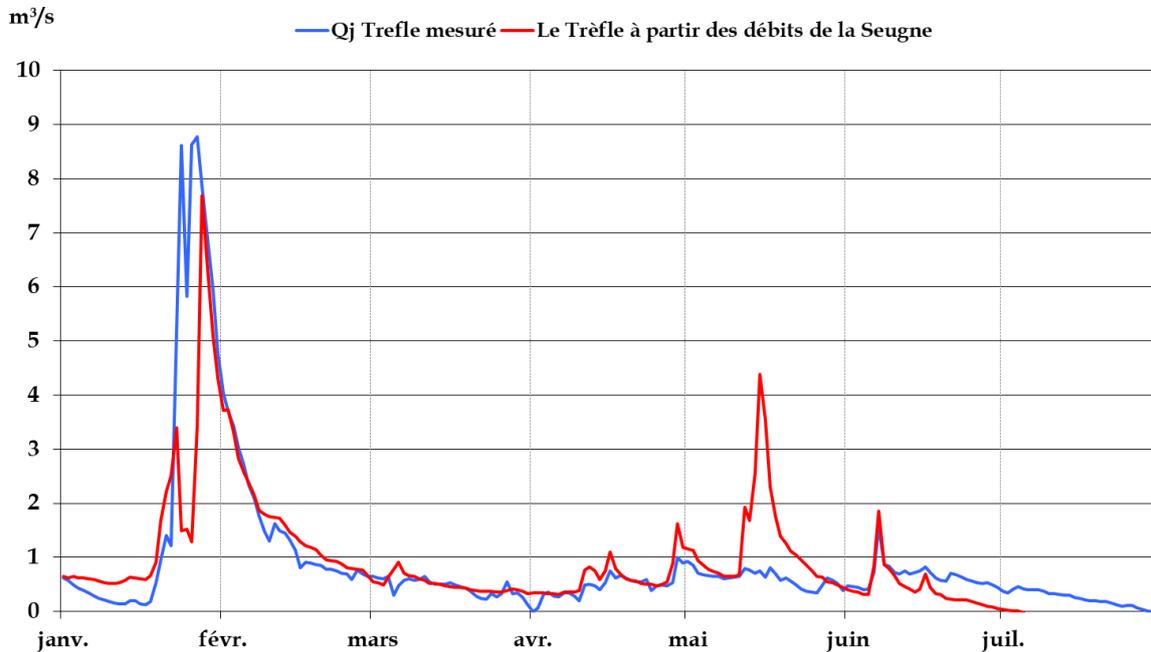


Une corrélation existe entre les 2 stations, les points les plus éloignés de l'axe de corrélation correspondent aux phénomènes pluvieux locaux.

$$\text{Débits simulés du trèfle} = 0.8457 * \text{Débits de la Seugne} - 0.2443$$

En utilisant cette corrélation, il est raisonnable de décrire les débits d'étiage du Trèfle à Clam à partir des débits de la Seugne à Saint Germain de Lusignan. Le test sur l'année commune 2009 confirme la bonne concordance de la corrélation du moins en étiage.

Comparaison entre les débits du Trèfle mesurés et simulés (à partir des débits de la Seugne)



En l'appliquant à l'ensemble de la chronique mesurée sur la Seugne, nous pouvons donc reconstituer une chronique approchée des débits du Trèfle à Clam et produire des éléments de type statistique.

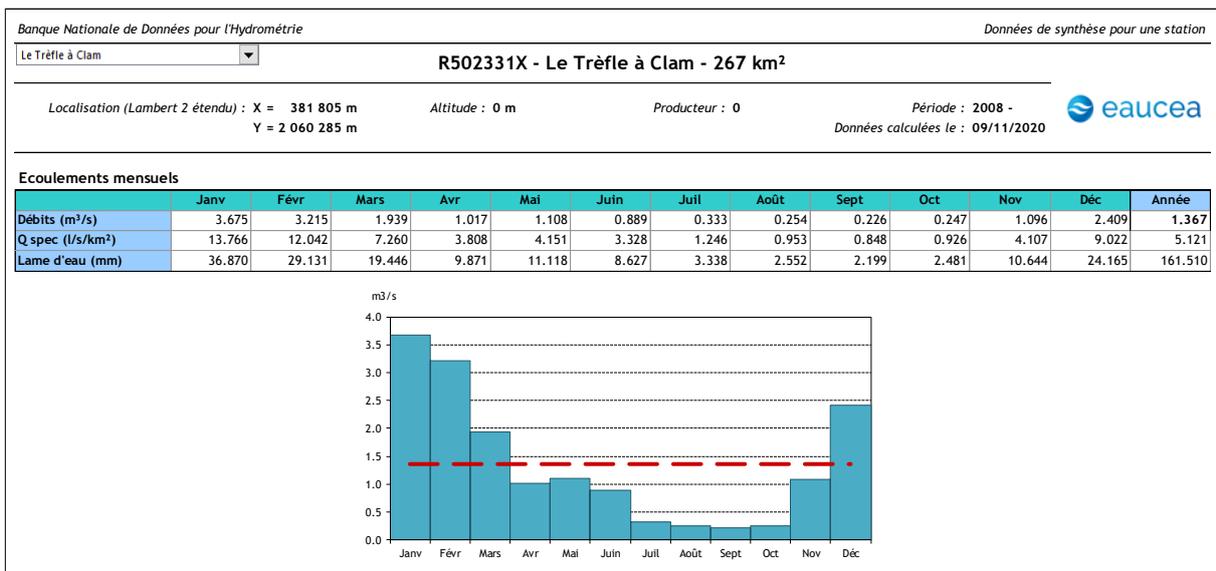


Figure 39 Débits de synthèse simulés pour le Trèfle à Clam à partir de la station banque hydro à Saint Germain de Lusignan sur la Seugne

4.1.2.4 Régime hydrologique simulé

Le module du Trèfle à Clam sur la période 2008/2020 serait de 1,37 m³/s. Ceci correspond à une lame d'eau écoulée de 5,12 l/s/km² soit un ruissellement de 162 mm/an.

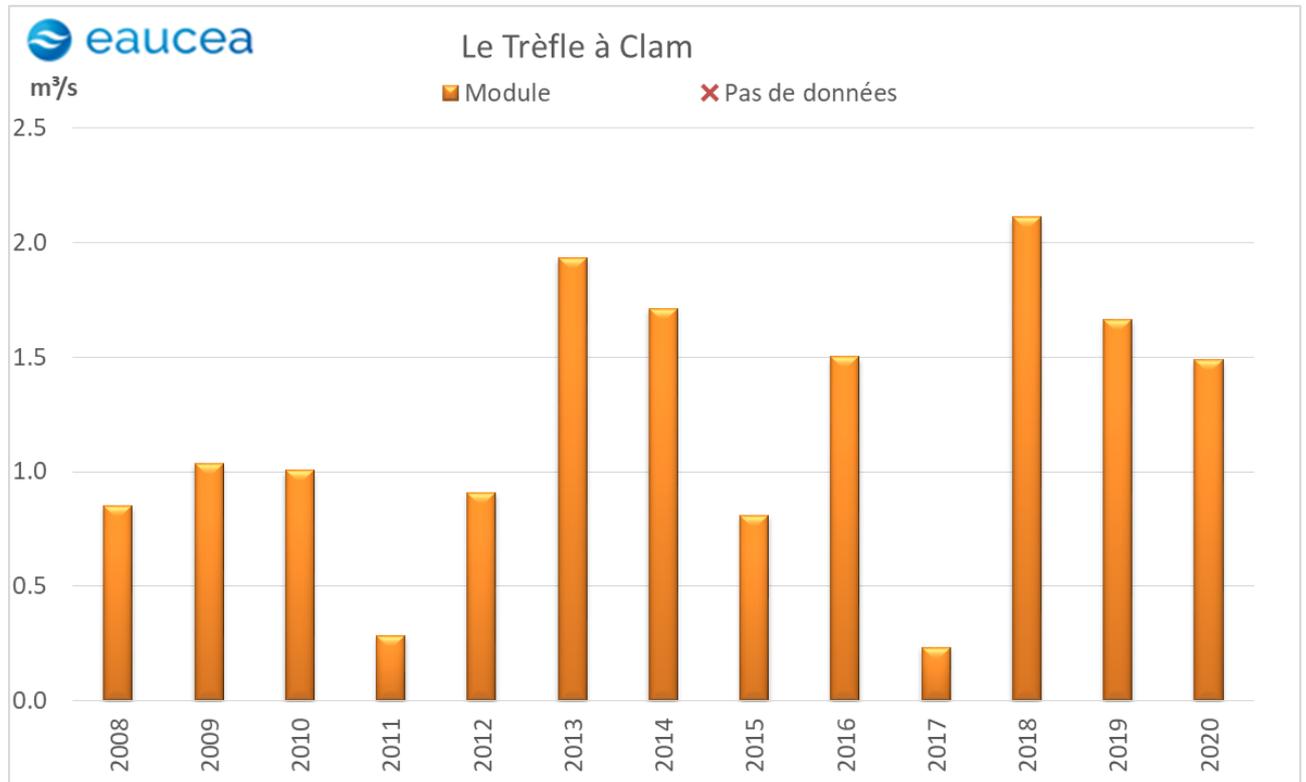


Figure 40 : Modules annuels du Trèfle simulés à Clam

On observe de très fortes variations du module avec un record sec en 2017 (0,234 m³/s) suivi de 2011 (0,286 m³/s). Aucune tendance statistique ne se dégage sur cette période.

La répartition des débits dans le temps montre un régime pluvial caractéristique avec un maximum en hiver et des étiages marqués. Les débits d'étiages à l'exutoire sont à 0 ce qui correspond à des assècs qui s'explique par un régime de perte. Les apports de l'amont qui se maintienne en étiage, réalimentent alors la nappe.

Statistiques de débits moyennés sur 10 jours 2008-2020

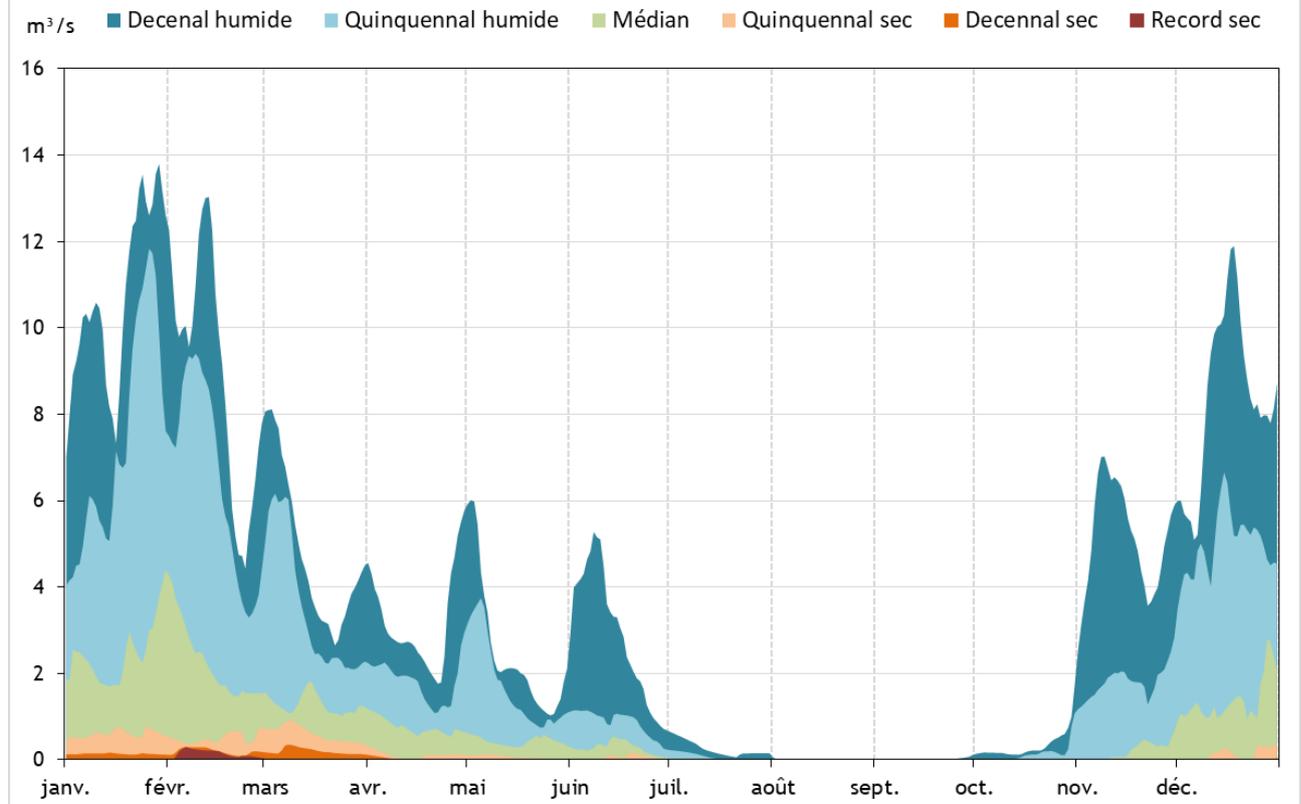


Figure 41 : Quantiles caractéristiques à Clam (à partir de la simulation)

4.1.2.5 Assec

Le Trèfle subit des assecs annuels entre l'amont du Moulin de Chaillot, à Clam et l'aval du Moulin de Chante-Raine à Saint-Georges-d'Antignac. Il semble important de noter que d'après l'étude « Etude préalable à l'aménagement des cours d'eau du bassin versant de la Seugne, en amont de Pons » de la SEGI en 2005, bien que le Trèfle ait présenté des assecs depuis longtemps, des travaux de curages ayant eu lieu dans les années 80 et 90 ont décapé les sédiments du fond du lit (sables et calcaires karstiques) aggravant ainsi la perte d'eau. Cette perméabilité laisse alors l'eau s'infiltrer lorsque les niveaux de nappes et des apports de l'amont baissent.

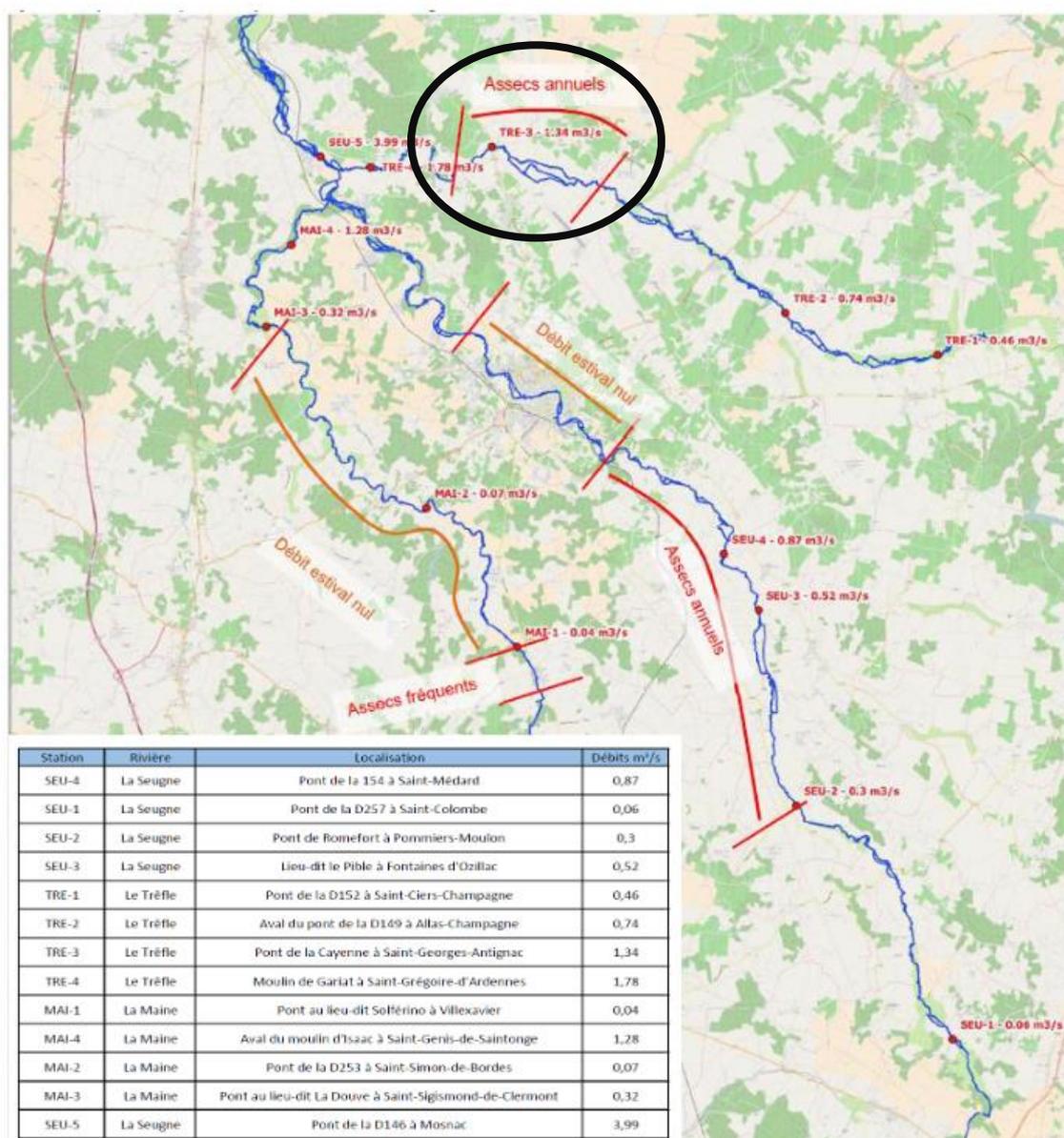


Figure 13: Localisation des stations de mesures du débit, mars 2017

Source : Étude diagnostic réactualisé de la Seugne et de ses 2 principaux affluents en Haute-Saintonge, SEGI

Les assecs du bassin de la Charente sont suivis par différents opérateurs (syndicats de rivière, fédérations de pêche 16 et 17, ...) depuis plusieurs années avec une précision supérieure à celle du réseau Onde. Ces données ont été transmises par l'EPTB Charente. La carte des assecs du projet de territoire de la Seugne (2017), confirme les assecs fréquents au niveau de l'aval du Tréfle.

Les deux années 2017 et 2018 montre que les assecs sont très fréquents sur le Trèfle et ses affluents accompagnant en général la baisse des niveaux piézométriques malgré des écoulements permanents issus de la nappe du tertiaire en tête de bassin versant.

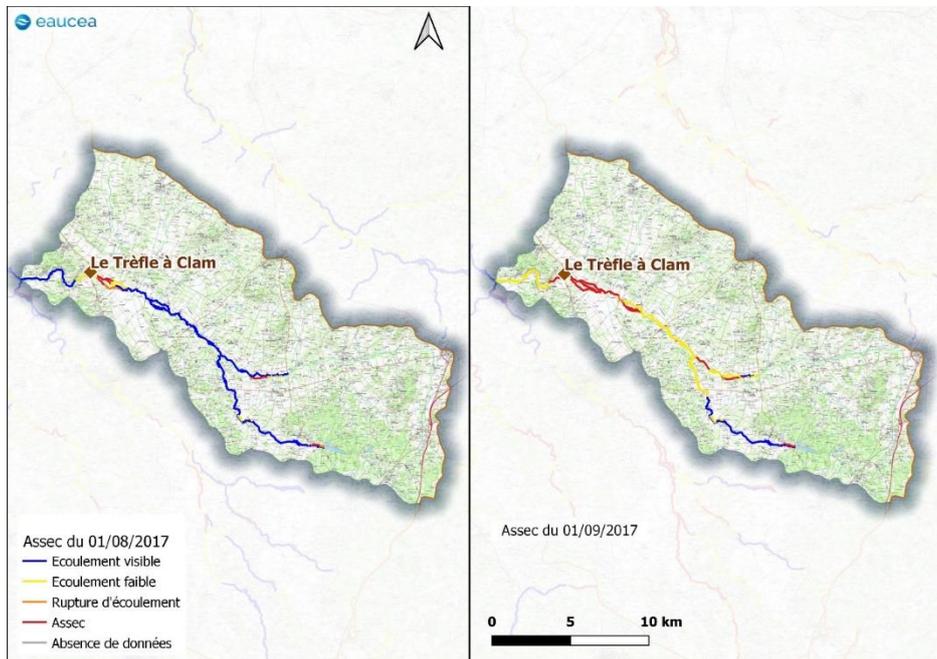


Figure 42 : Assecs du Trèfle en aout et septembre 2017

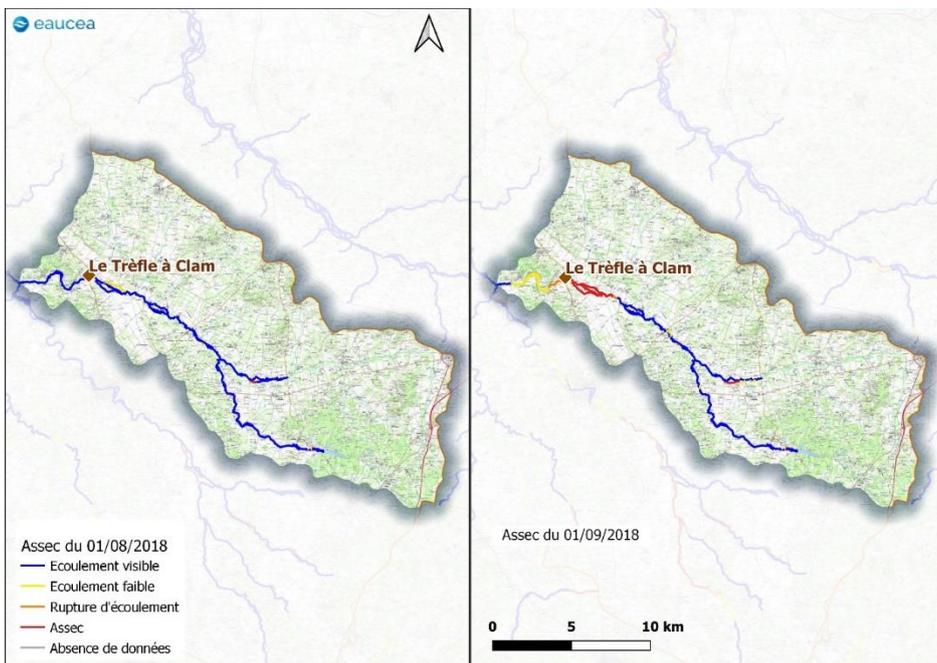


Figure 43 : Assecs du Trèfle en aout et septembre 2018

La station expérimentale du Trèfle à Clam était donc positionnée au niveau d'assecs fréquents ce que l'observation a confirmé. Une analyse ultérieure des chroniques de débit produite par le SPC permettrait par rapprochement d'évaluer le débit de ces pertes. Attention d'autre part au vocabulaire. Le terme perte est relatif à la rivière. Ces débits et volume d'eau rechargent la nappe est émergent plus en aval dans le système hydrographique.

Les 2 stations de suivi du Réseau ONDE se trouvant à proximité des stations hydrométriques ont donc été analysées. Elles illustrent le fait que les assecs sont observés à l'aval du bassin au niveau de Marignac et qu'aucun assec n'observé plus en amont, au niveau d'Allas-Champagne depuis 2017.

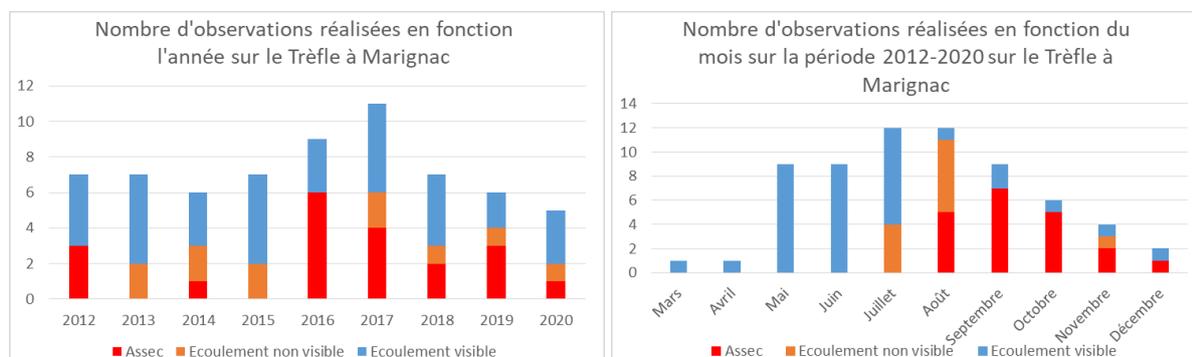


Figure 44 : Observation du Réseau ONDE à Marignac

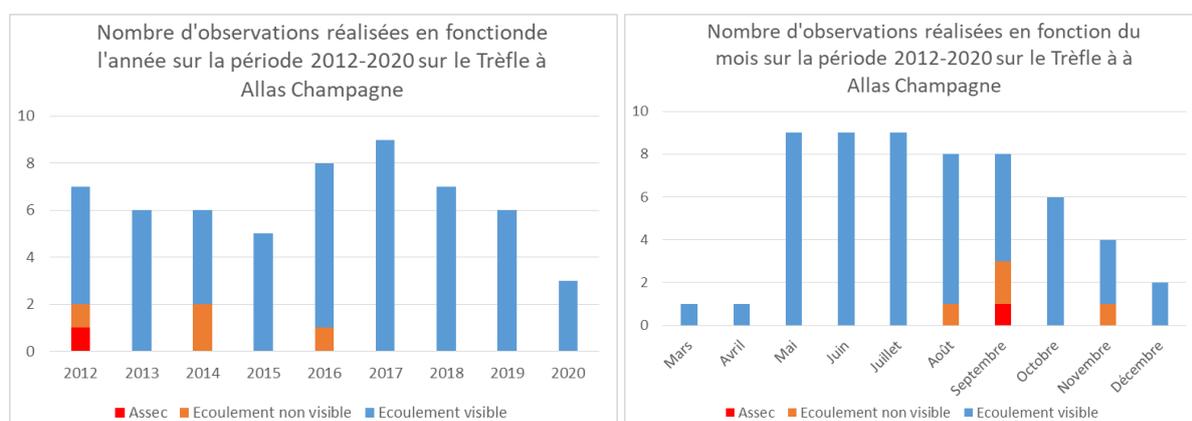


Figure 45 : Observation du Réseau ONDE à Allas Champagne

Remarque : La nouvelle station SPC se trouve entre Allas-Champagne et Marignac.

4.1.2.6 Les tendances climatiques

L'impact du changement climatique sur les ressources en eau a donné lieu, et donne lieu, à de nombreux sujets de recherche. Les conclusions de ces études insistent sur le fait que :

- Le changement climatique est déjà observable : à l'échelle du XXème siècle, et particulièrement des trois ou quatre dernières décennies, à l'échelle du globe : hausse de la température moyenne annuelle globale de l'air, remarquable en termes de dynamique par comparaison aux changements recensés dans les temps historiques ou géologiques. Cette hausse se retrouve sur le territoire national et local ;
- Les changements devraient se poursuivre, en termes d'augmentation de température mais également en termes d'évolution du régime des précipitations. La dynamique et l'intensité des changements à venir restent soumises à des incertitudes liées en particulier aux

différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre et à l'imprécision des modélisations climatiques et des modèles d'impact, et en particulier à l'échelle locale. Les changements hydrologiques observés peuvent en partie être liés à d'autres facteurs que le changement climatique : cas de l'évolution de l'occupation des sols par exemple et des usages.

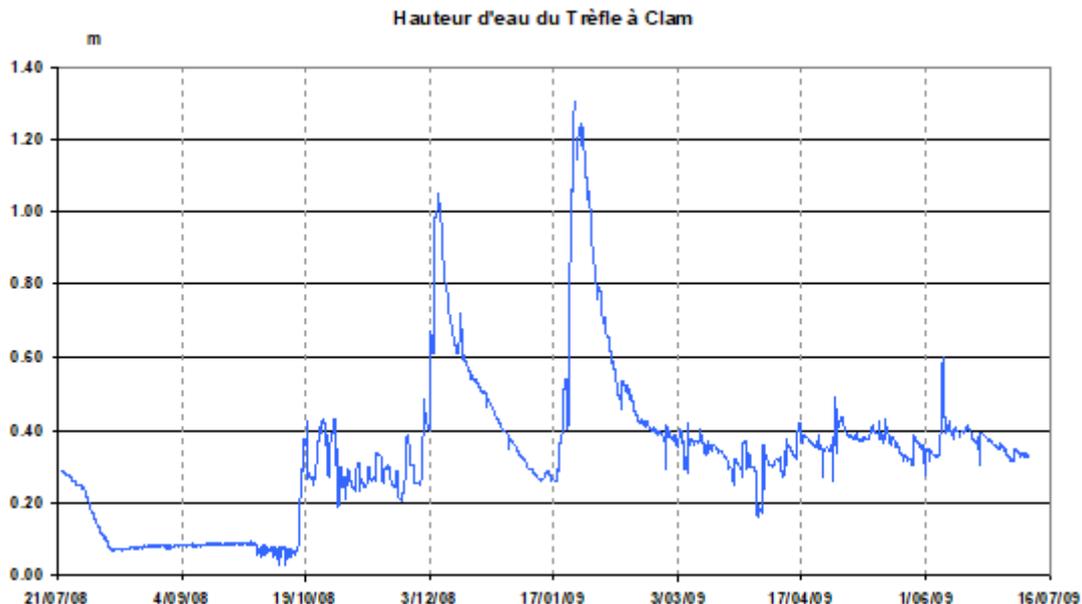
Plusieurs indicateurs en Adour Garonne convergent vers le constat d'un appauvrissement de la ressource, visible depuis le milieu des années 80' au travers du suivi du module.

Le suivi interannuel est trop parcellaire pour autoriser une analyse tendancielle. La meilleure station sur le bassin de la Charente est sans doute Vindelle (environ 940 hm³ de débit moyen annuel) bien que la période d'étiage soit largement influencée par les deux effets antagonistes des prélèvements d'eau et du soutien d'étiage par Lavaud et Mas Chaban (enjeu de 21 hm³ au maximum). On note sur la période récente un affaiblissement significatif des débits en hiver et au printemps.

Le bassin du Trèfle présentant des assecs fréquents risque dans le futur d'être en assec sur une période plus longue et de manière encore plus régulière.

4.1.2.7 Des débits instantanés soumis à l'influence des manœuvres de bief

L'examen des débits instantanés enregistré en 2009 a fait apparaître des fluctuations artificielles de type éclusées. Il n'est pas possible d'identifier l'origine amont ou aval de ce phénomène vraisemblablement lié à des manœuvres de vannes (moulin ?). Ce phénomène sera confirmé ou non par la station SPC.



4.1.3 Piézométrie et écoulements

4.1.3.1 Objectifs

Pouvoir suivre et anticiper un assec dans un cours d'eau grâce à des mesures piézométriques.

4.1.3.2 Outils

- Piézomètre représentatif des variations de la hauteur d'eau dans le cours d'eau ;
 - Niveaux piézométriques proches de la surface ;
 - Interaction avec le cours d'eau ;
 - Cycles hydrogéologiques présentant de fortes amplitudes de variation de niveau d'eau ;
- Relevés d'assec sur le cours d'eau ;
 - Date de relevé ;
 - Intensité de l'assec ;
 - Localisation de la station de mesure.

Pour obtenir un piézomètre représentatif des variations de la hauteur d'eau dans le cours d'eau, il faut sélectionner l'ensemble des piézomètres situés au sein du bassin versant d'étude. À partir d'une comparaison des variations moyennes des hauteurs d'eau au cours du temps, il s'agit de repérer si un ou plusieurs piézomètres présentent de fortes amplitudes de niveau piézométrique.

Après ce premier tri, il s'agit de repérer les piézomètres qui enregistrent des valeurs proches de la surface. Le niveau piézométrique enregistré au niveau de ces points d'eau est susceptible d'être en interaction avec le cours d'eau adjacent. Les niveaux piézométriques proches de la surface présentent des grandes valeurs en m NGF et des petites valeurs en m/sol. Si le niveau piézométrique enregistré est sous le niveau de la mer, les valeurs à garder seront les faibles en m NGF et en m/sol.

Les données à mettre en relation au linéaire d'assec sont des données piézométriques en m NGF.

Les piézomètres retenus pour l'étude des écoulements du Trèfle sont les suivants (cf. Figure 46) :

Code BSS	Code Euro	Commune	Altitude	Code masse d'eau	Entité hydrogéologique
BSS001VATK	07314X0011/S	Neuillac (17258)	34 m	FG073	Calcaires, grès et sables du Turonien du nord du Bassin aquitain
BSS001VBZE	07325X0018/F	Champagnac (17082)	53 m	FG073 et FG094	Calcaires crayo_marneux et marnes du Santonien-Campanien du nord du Bassin aquitain

Tableau 1 : Caractéristiques des piézomètres retenus

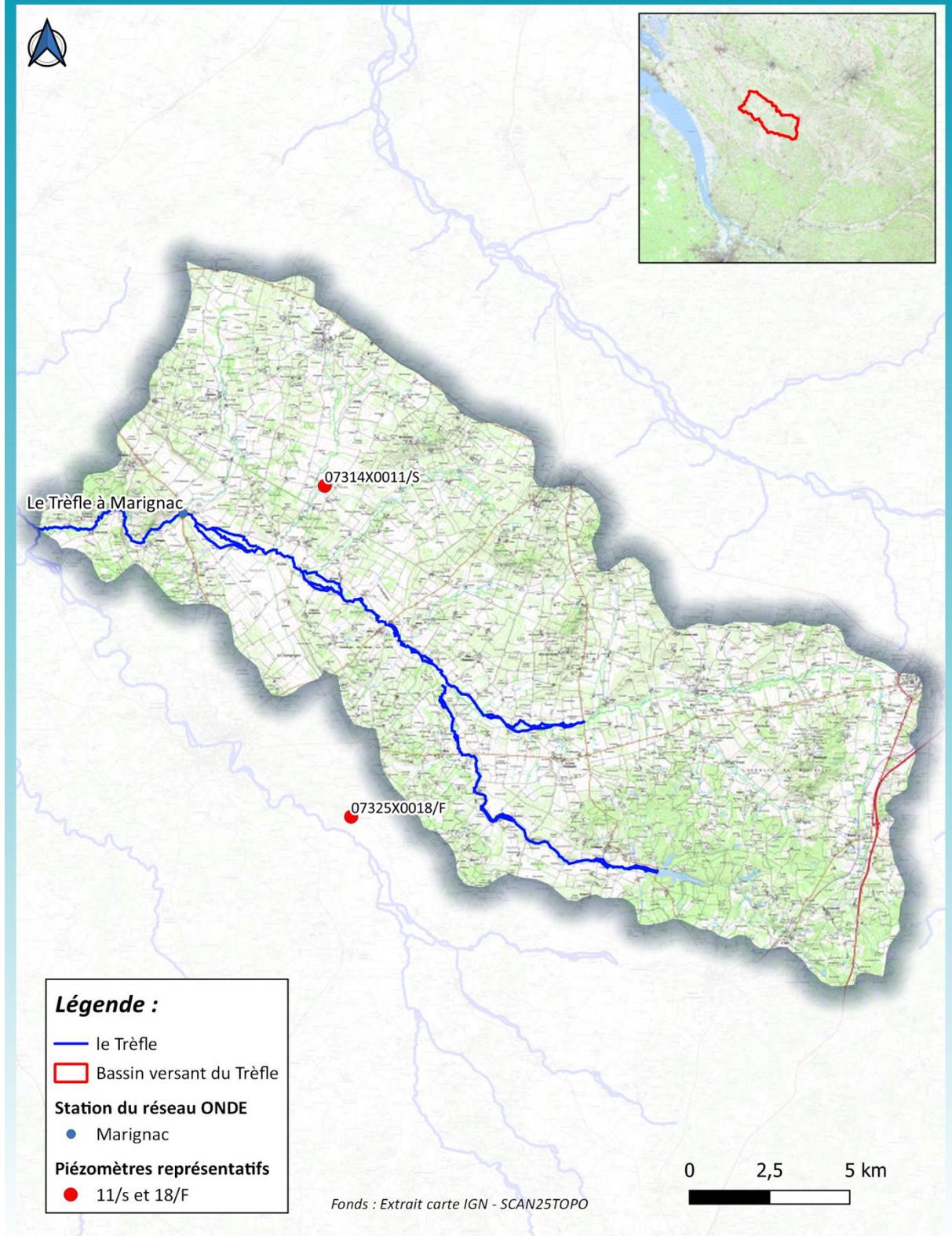


Figure 46 : Localisation des piézomètres retenus pour établir la relation

4.1.3.3 Tableaux de données

Les données piézométriques

Les mesures de hauteur d'eau des piézomètres situés aux alentours du cours d'eau sont extraites de la banque ADES.

Les données d'assecs à Marignac

Les intensités d'assecs sont classées de la manière suivante :

Code	Observation de terrain*
EVA	Écoulement visible acceptable - correspond à une station présentant un écoulement continu - écoulement permanent et visible à l'oeil nu
EVF	Écoulement visible faible - correspond à une station sur laquelle il y a de l'eau et un courant visible mais le débit faible ne garantit pas un fonctionnement biologique.
ENV	Écoulement non visible - correspond à une station sur laquelle le lit mineur présente toujours de l'eau mais le débit est nul. Cette modalité correspond aux situations où soit, l'eau est présente sur toute la station mais il n'y a pas de courant (grandes zones lenticques), soit il ne reste que quelques flaques sur plus de la moitié du linéaire.
AS	Assec - correspond à une station à sec, où l'eau est totalement évaporée ou infiltrée sur plus de 50% de la station.

*source : ondes.eaufrance.fr

4.1.3.4 Traitement des données pour le Trèfle

Un premier traitement permet d'extraire les hauteurs piézométriques pour chaque date de relevé d'assec.

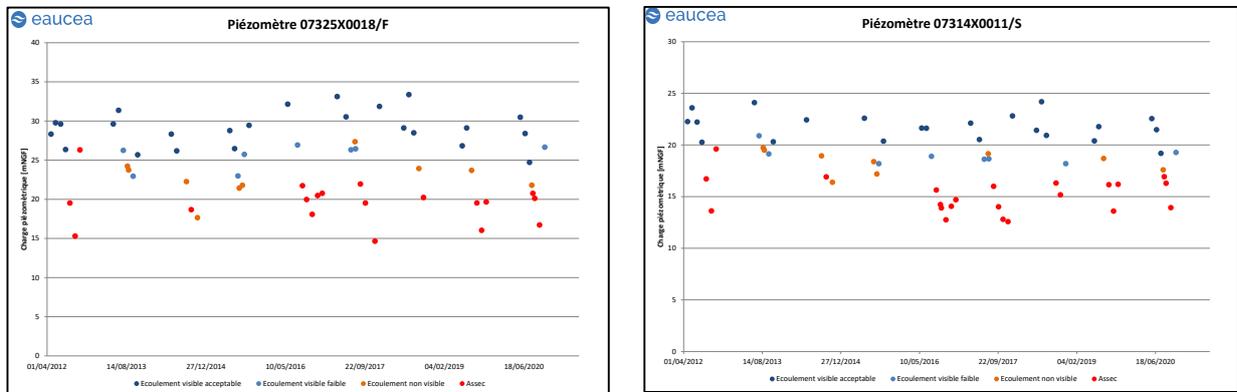


Figure 47 : Hauteur piézométrique relevée aux 2 piézomètres par date d'observation à la station de Maignac

4.1.3.5 Détermination des valeurs seuils

Les assecs de fortes intensités – assec et écoulement non visible, présentent des charges piézométriques plus faibles que les assecs de faibles intensités – écoulement visible faible et acceptable. Pour chaque piézomètre il est possible d'identifier des valeurs seuils correspondant à des intensités d'assecs ciblées.

À partir d'une analyse en boîte à moustache, des valeurs seuils sont retenues. Afin de maximiser l'identification des situations à risque d'assec, nous avons retenu pour chaque intensité d'assec le 3eme quartile des charges piézométriques. Le 3eme quartile est la valeur de charge piézométrique qui est supérieure ou égale à au moins 75% des charges composant la série statistique.

Piézomètre 07325X0018/F

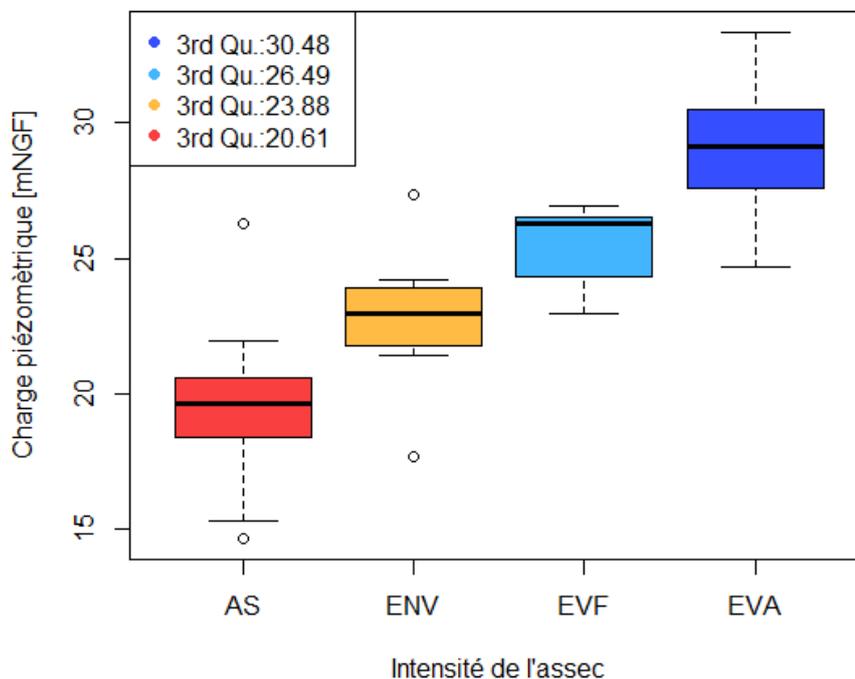


Figure 48 : Boîte à moustache sur les hauteurs piézométriques du piézomètre 18/F enregistrées lors des observations d'assec à la station de Marignac

Les boîtes à moustache obtenues pour des intensités très faibles et très fortes sont significativement différentes. Les quartiles ne se recoupent pas, permettant de fixer des seuils avec une incertitude acceptable.

Pour le piézomètre 07325X0018/F, les valeurs seuils retenues sont les suivantes :

- Observation d'un assec : 20.61 m NGF ;
- Observation d'eau mais sans écoulement : 23.88 m NGF ;
- Observation d'un écoulement faible : 26.49 m NGF ;
- Observation d'un écoulement acceptable : 30.48 m NGF.

Piézomètre 07314X0011/S

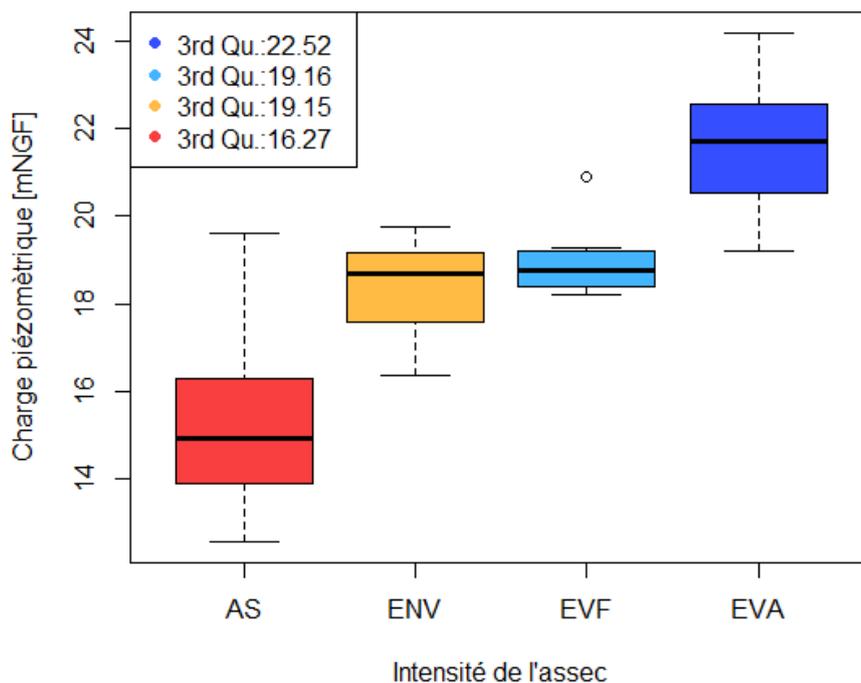


Figure 49 : Boîte à moustache sur les hauteurs piézométriques du piézomètre 11/S enregistrées lors des observations d'assecs à la station de Marniac

Les boîtes à moustache ne sont pas significativement différentes (cf. **Figure 49**). Les quartiles obtenus pour des intensités très faibles et très fortes ne se recoupent pas, leurs seuils seront analysés avec une incertitude acceptable. Les seuils définis pour des intensités moyennes, portent quant à elles, de fortes incertitudes.

Pour le piézomètre 07314X0011/S, les valeurs seuils retenues sont les suivantes :

- Observation d'un assec : 16.27 m NGF ;
- Observation d'eau mais sans écoulement : 19.15 m NGF ;
- Observation d'un écoulement faible : 19.16 m NGF ;
- Observation d'un écoulement acceptable : 22.52 m NGF.

Les valeurs seuils permettent de faire le lien entre une intensité d'assec et un niveau piézométrique.

Etant donnée la distance entre les forages retenus et la station de relevés des assecs (5 et 10 km), des variations locales sont à prendre en compte lors du rapprochement entre valeur d'assec et valeur piézométrique.

4.1.3.6 Reconstitution de chroniques d'assecs : principes

À partir des valeurs de seuils, il est possible de tracer une évolution du fonctionnement hydrologique à la station de Marnagnac.

Par exemple, pour l'année 2019, les chroniques piézométriques des piézomètres 07314X0011/S et 07325X0018/F sont de la forme suivante :

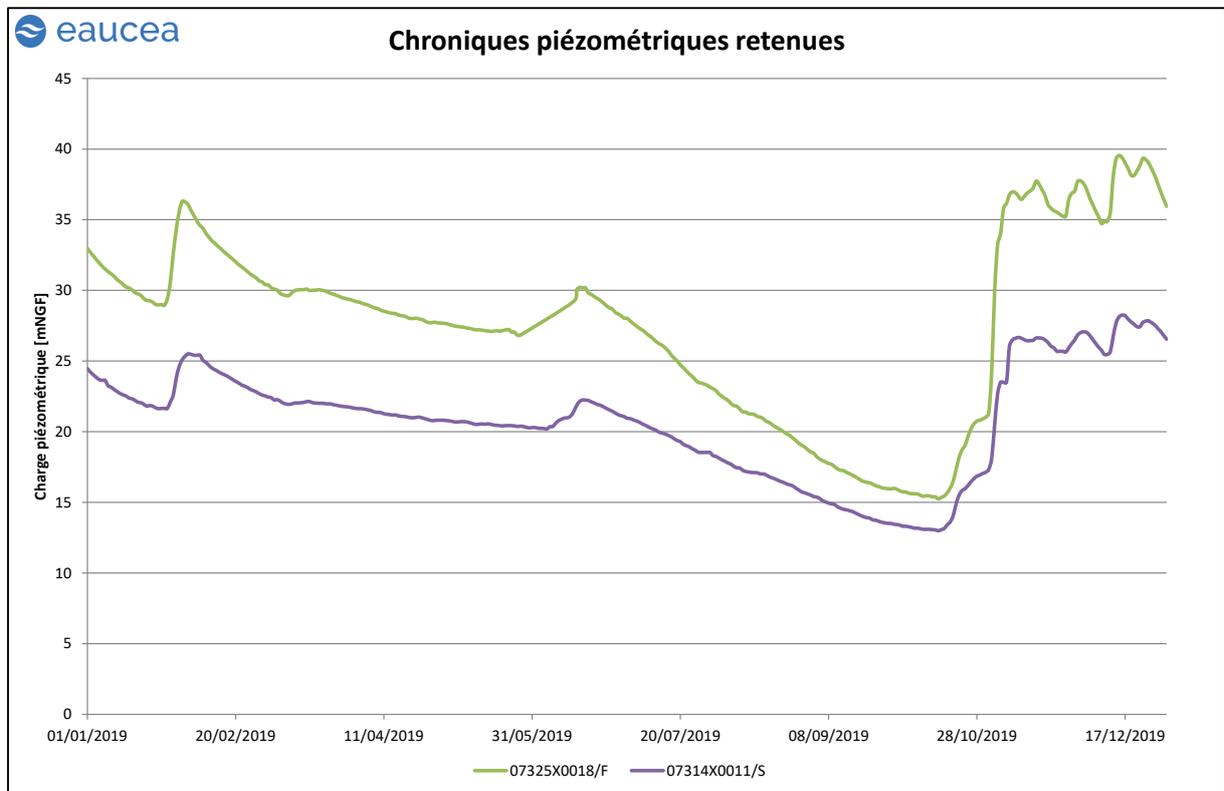


Figure 50 : Evolution des hauteurs piézométriques de l'année 2019 utilisées pour les calculs de chroniques d'assecs de l'année 2019

Les seuils précédemment définis permettent d'associer des hauteurs piézométriques à des intensités d'assecs. A partir des données piézométriques il est donc possible de reconstituer une chronique d'intensité d'assec. Les hauteurs piézométriques mesurées dans l'année 2019 sont transformées en données d'intensité d'assec, selon les piézomètres choisis et leurs seuils associés.

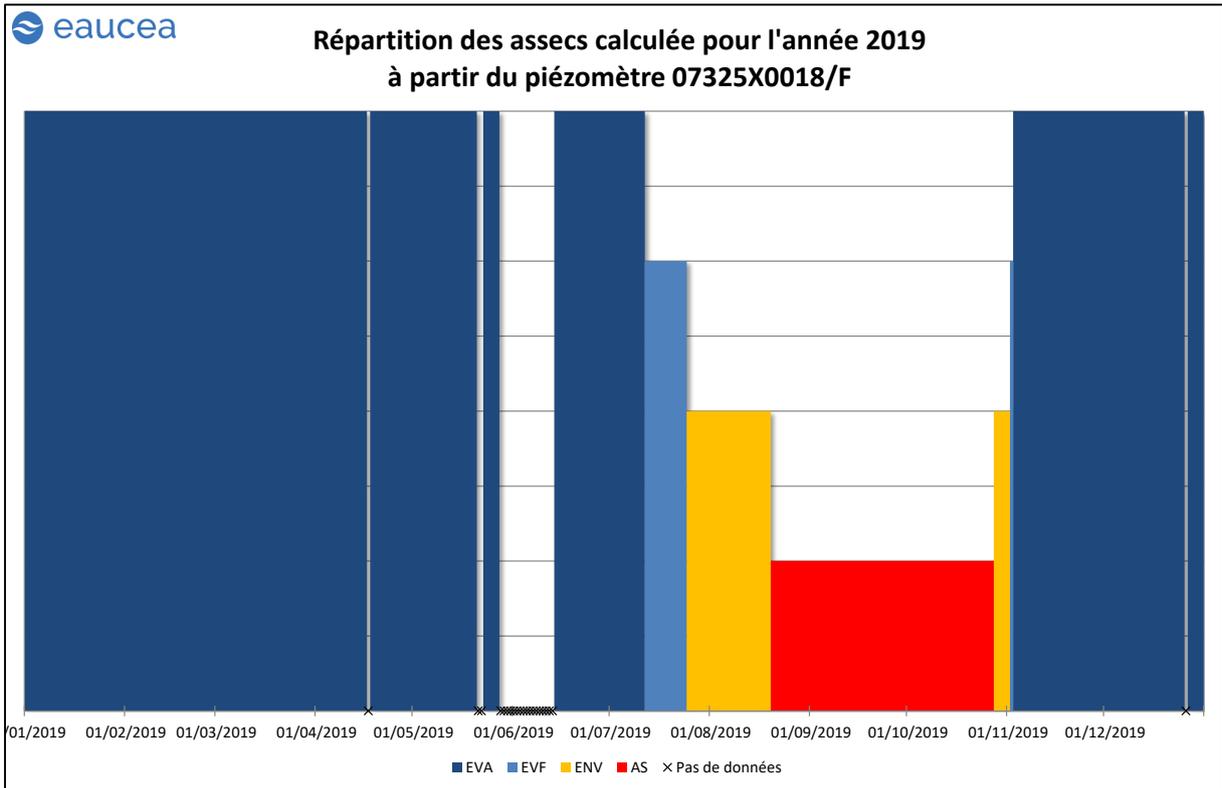


Figure 51 : Intensités d'assecs calculées à partir de chroniques piézométriques du piézomètre 07325X0018/F

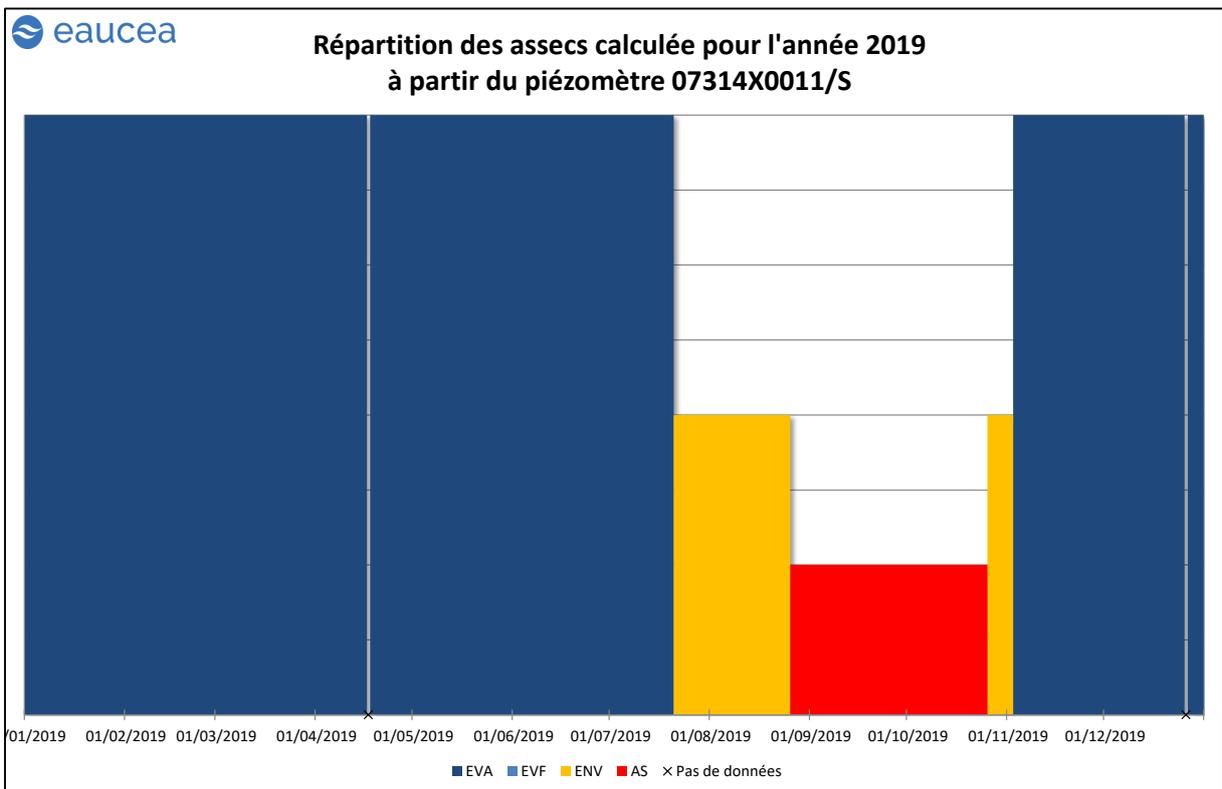


Figure 52 : Intensités d'assecs calculées à partir de chroniques piézométriques du piézomètre 07314X0011/S

4.1.3.7 Analyse interannuelle des assecs modélisés

Les chroniques piézométriques des forages retenus présentent de la donnée journalière continue sur la période 2010-2020. En utilisant les valeurs seuils associées à chaque piézomètre, il est possible de calculer une chronique d'intensité d'assec sur toute la période 2010-2020 (cf. **Figure 55** et **Figure 56**). Les deux piézomètres produisent un résultat similaire.

En calculant les proportions de chaque intensité d'assec par mois sur la période 2010-2020, il est mis en évidence que l'occurrence des assecs est plus forte à la fin de l'été avec un maximum en septembre/octobre (cf. **Figure 53** et **Figure 54**).

Les durées d'assecs peuvent être exploitées en période interannuelle. Pour chaque année, il est précisé le mois où l'écoulement disparaît du cours d'eau ainsi que le mois où l'écoulement redevient visible.

Ce calendrier des assecs est calculé à partir de variations piézométriques mesurées à 10 km de distance. Il est important de garder en tête les incertitudes liées à ces calculs.

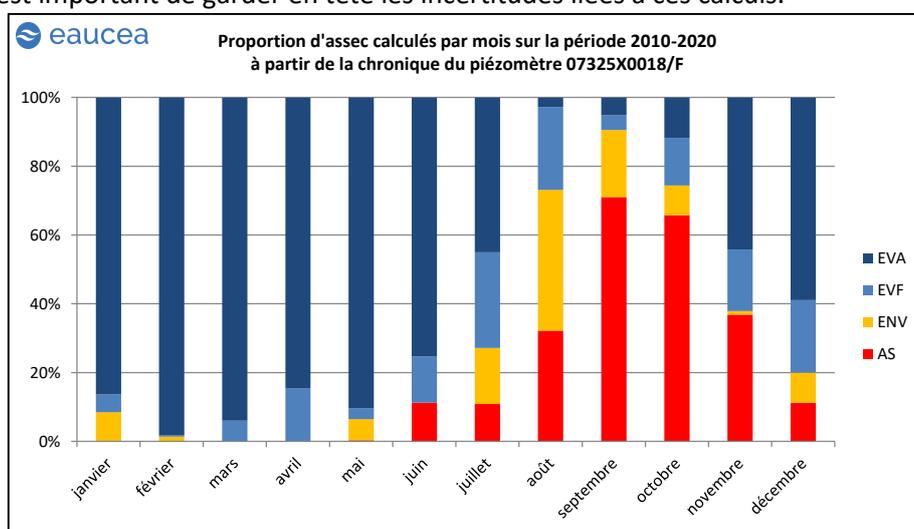


Figure 53 : Répartition mensuelle des intensités d'assecs calculées à partir de la chronique piézométrique mesurée au piézomètre 07325X0018/F

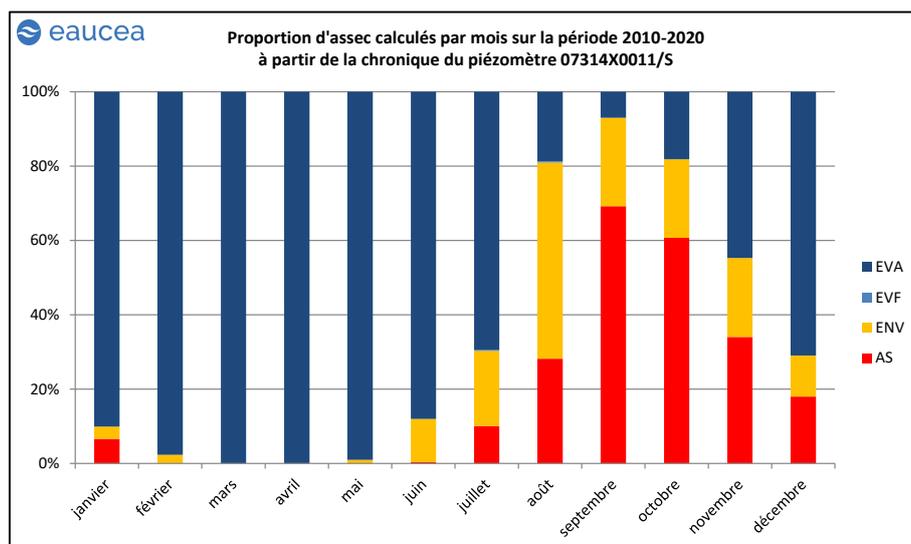


Figure 54 : Répartition mensuelle des intensités d'assecs calculées à partir de la chronique piézométrique mesurée au piézomètre 07314X0011/S

Répartition des assecs calculée à partir de la chronique du piézomètre 07325X0018/F

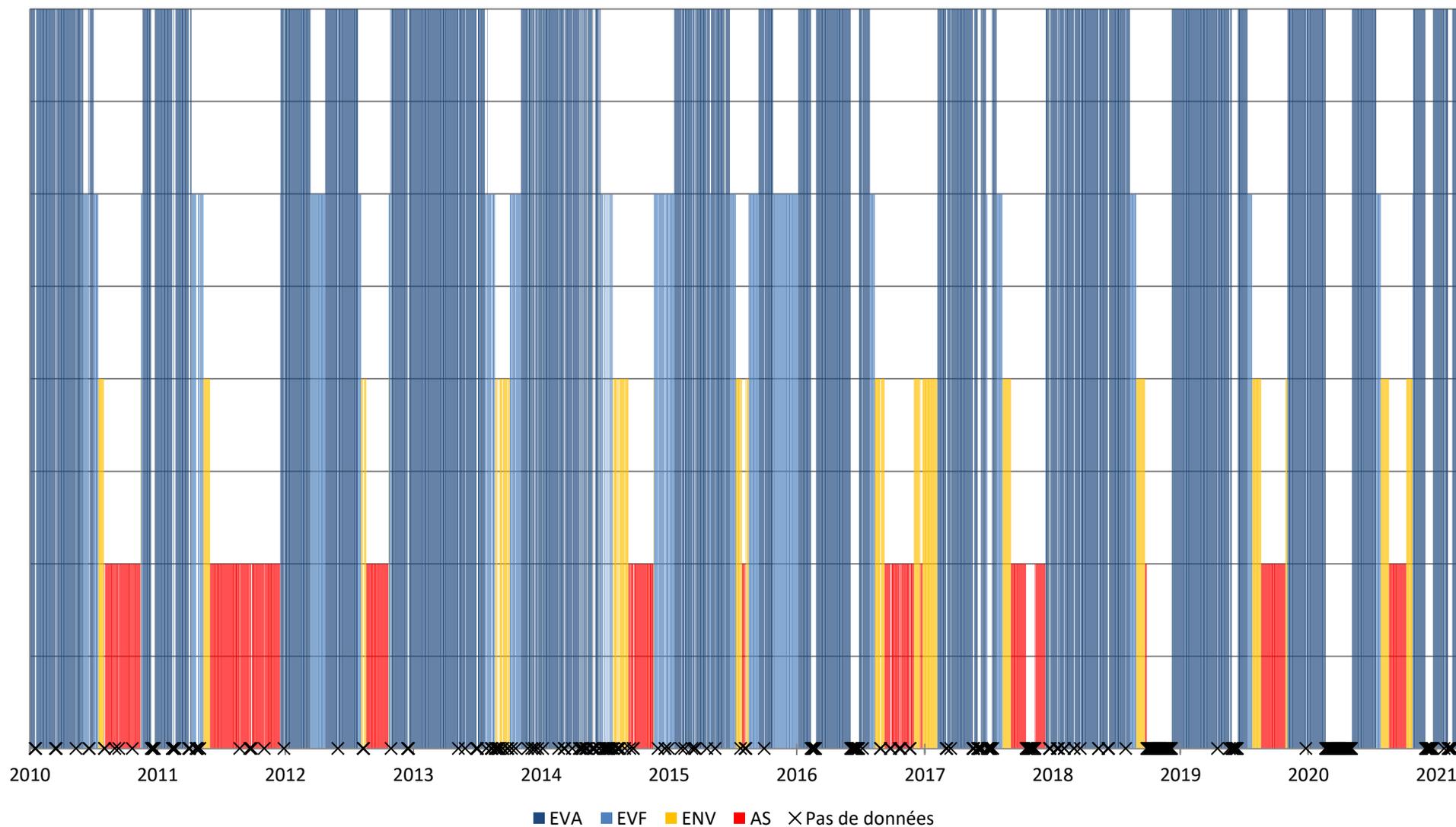


Figure 55 : Chronique d'assecs reconstituée à partir des variations piézométriques mesurées au piézomètre 07325X0018/F

Répartition des assecs calculée à partir de la chronique du piézomètre 07314X0011/S

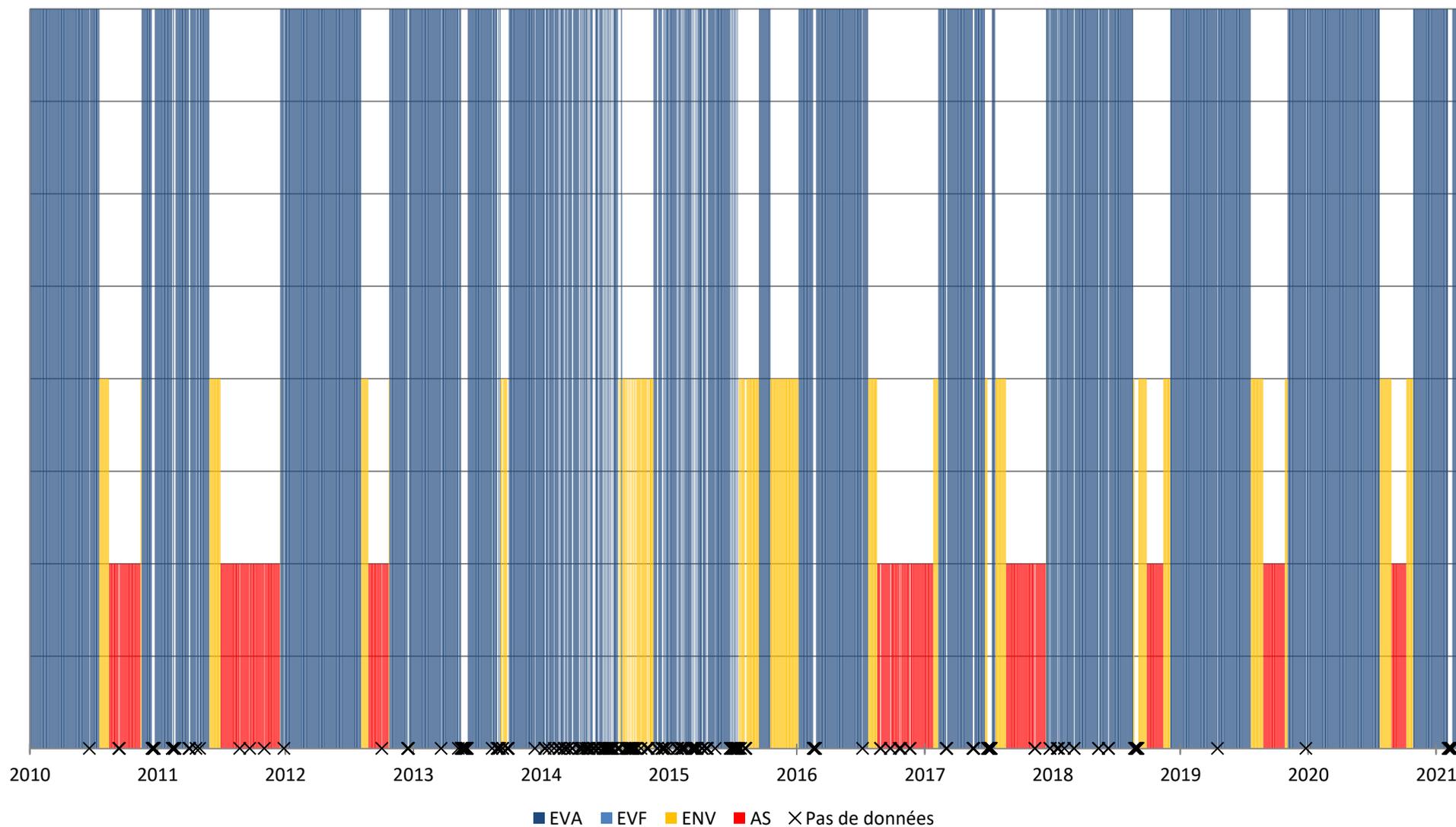


Figure 56 : Chronique d'assec reconstituée à partir des variations piézométriques mesurées au piézomètre 07314X0011/S

4.1.4 Calendrier des contraintes hydrologiques pour l'écosystème aquatique

Ce calendrier permet de restituer à la fois la dimension saisonnière des événements et d'autre part leur répartition plus ou moins intense sur une période pluriannuelle.

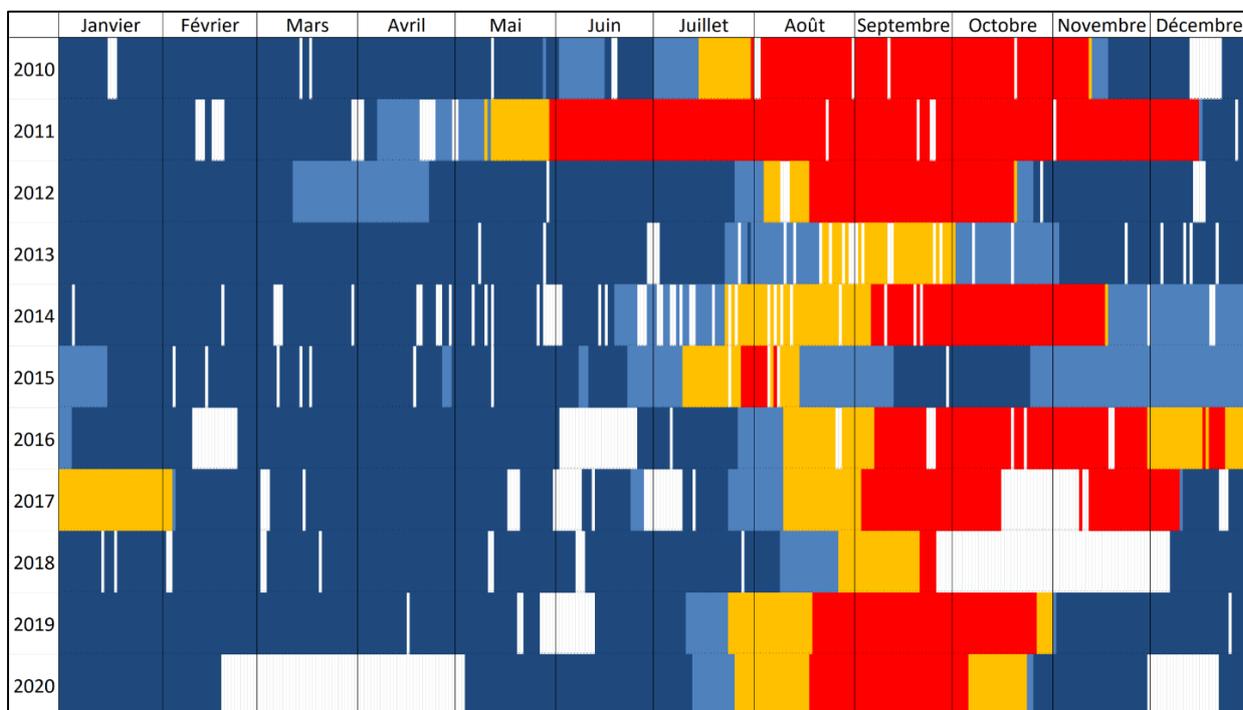


Figure 57 : Calendrier des assecs calculés à partir de la chronique piézométrique du piézomètre 07325X0018/F

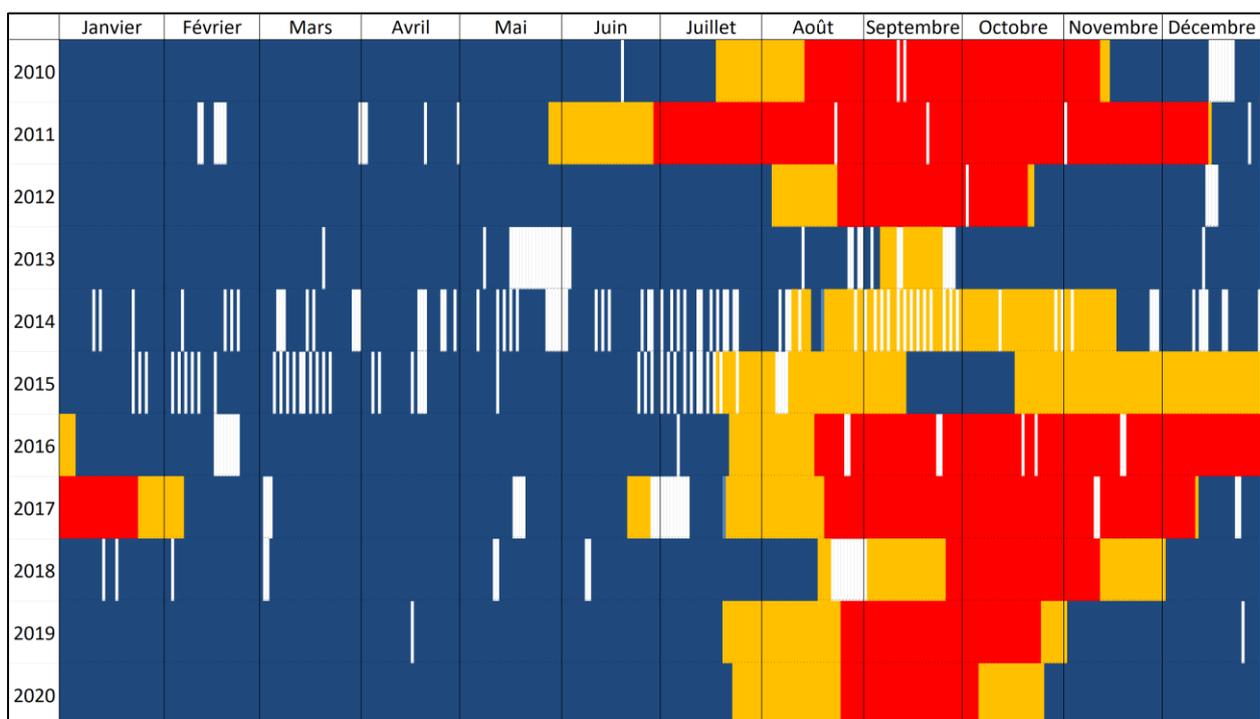


Figure 58 : Calendrier des assecs calculés à partir de la chronique piézométrique du piézomètre 07314X0011/S

5 FONCTIONNALITE DES HABITATS AQUATIQUES

5.1 CONTEXTE ECOLOGIQUE DU BASSIN

Le contexte écologique du bassin du Trèfle a été décrit en utilisant les données disponibles notamment via les zones d'inventaires et de protections. Il faut également rappeler que la totalité du bassin du Trèfle est située dans l'HER1 9-Tables calcaires et dans l'HER2 97-Charente Poitou.

5.1.1 ZNIEFF

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

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

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

De nombreuses ZNIEFF sont présentes dans le bassin de la Seugne dont le Trèfle est l'affluent principal. Seules sont dans cette étude celles qui concernent les milieux aquatiques et humides liés au Trèfle. Une seule ZNIEFF est donc concernée : la ZNIEFF de type 2 « Haute vallée de la Seugne ».



Figure 59: Carte de ZNIEFF du bassin du Trèfle

ZNIEFF type II : Haute Vallée de la Seugne (540120112)

Cette ZNIEFF vaste de 4340 hectares est située en amont de la Seugne et intègre certains affluents principaux tels que le Trèfle.

Tiré du formulaire ZNIEFF : « *Il s'agit pour l'essentiel de cours d'eau mésotrophes associant des milieux variés : cours d'eau à nombreux méandres et ramifications isolant des îlots boisés peu accessibles à l'homme ; rivière à courant rapide et eaux bien oxygénées ; boisements hygrophiles linéaires ou en bosquet ; peuplements riverains de grands héliophytes ; prairies méso-hygrophiles inondables ; cultures. L'étang d'Allas est un des plus grands lacs artificiels de Charente-Maritime. Il se situe en tête de bassin de la Maine, dans un vallon boisé remarquable et peu altéré.* »

L'intérêt principal de ce site se trouve dans la présence du vison d'Europe qui est une espèce classée « En danger critique d'extinction » sur la liste rouge IUCN au niveau mondial. La loutre ajoute aussi un fort intérêt à cette zone puisqu'elle est protégée en France, en Europe et figure sur la directive Européenne « Habitats, faune, flore ».

Pour les poissons, le toxostome (*Chondrostoma toxostoma*) et la lamproie de Planer (*Lampetra planeri*) sont recensés dans la ZNIEFF. En revanche, il n'existe aucune donnée de présence du toxostome dans les résultats des pêches de suivis (RHP).

Les forêts alluviales à aulne et frêne présentes sur le site représentent des habitats d'intérêt communautaire.

Cette ZNIEFF est menacée par l'intensification agricole, la perte par transformation des zones humides, la baisse importante du débit estival, ainsi que la diminution de la ripisylve.

5.1.2 Natura 2000

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

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

Deux sites Natura 2000 sont implantés dans le bassin. L'un d'entre eux concerne peu le réseau hydrographique (FR5400422 - Landes de Touverac - Saint-Vallier). Il n'est donc pas présenté dans la suite du rapport.

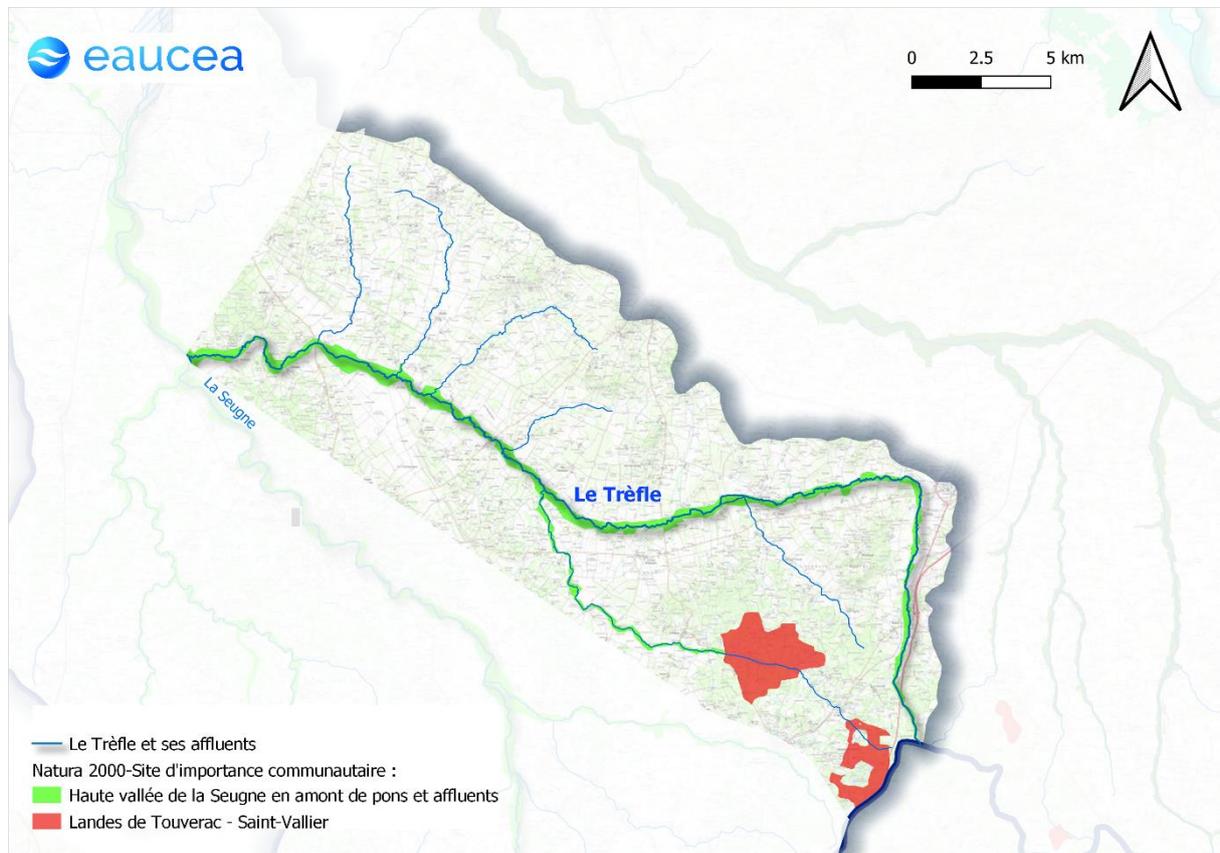


Figure 60: Zone Natura 2000 du bassin du Trèfle

Site FR5402008 (ZSC) : Haute vallée de la Seugne en amont de Pons et affluents

Le DOCOB distingue trois types de végétation sur le site Natura 2000. En tête de bassin versant, la végétation est à dominante acidiphile. Les fonds de vallon, quant à eux, sont majoritairement des boisements humides, constitué d'aulne (*Alnus glutinosa*), de frêne commun (*Fraxinus excelsior*) et moins fréquemment d'orme (*Ulmus minor*) caractéristique des forêts alluviales. La présence de prairies et cultures plus ou moins humides est spécifiée, ainsi que la présence de plans d'eau de tailles variables. Ces plans d'eau possèdent des intérêts biologiques forts pour certains. Les ruisseaux et rivières de ce secteur abritent régulièrement des végétaux immergés procurant un attrait important pour la faune aquatique. Enfin, le reste de la zone Natura 2000 est à tendance calcicole.

Au sein de cette aire de protection, quinze habitats recensés sont inscrits à l'annexe I de la Directive Habitats. Parmi eux, treize sont en lien avec les zones humides ou rivière (forêt de frênes et d'aulnes des fleuves médio-européens, mégaphorbiaies eutrophes, tapis immergés de characées, ...). De plus, vingt habitats d'espèce d'intérêts communautaires sont présents, dont une dizaine sont associés aux milieux humides (lits des rivières, prairies humides de transition à hautes herbes, communautés flottantes des eaux peu profondes...).

Au niveau des espèces, la loutre, le vison d'Europe et la cistude d'Europe sont classées comme étant les enjeux majeurs de ce site. Le chabot est associé à un enjeu fort, tout comme l'agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*). La lamproie de Planer est associé à un enjeu moyen.

5.1.3 Autres zones de protection

Les autres zones de protections concernent uniquement les terrains du CREN Poitou-Charentes.

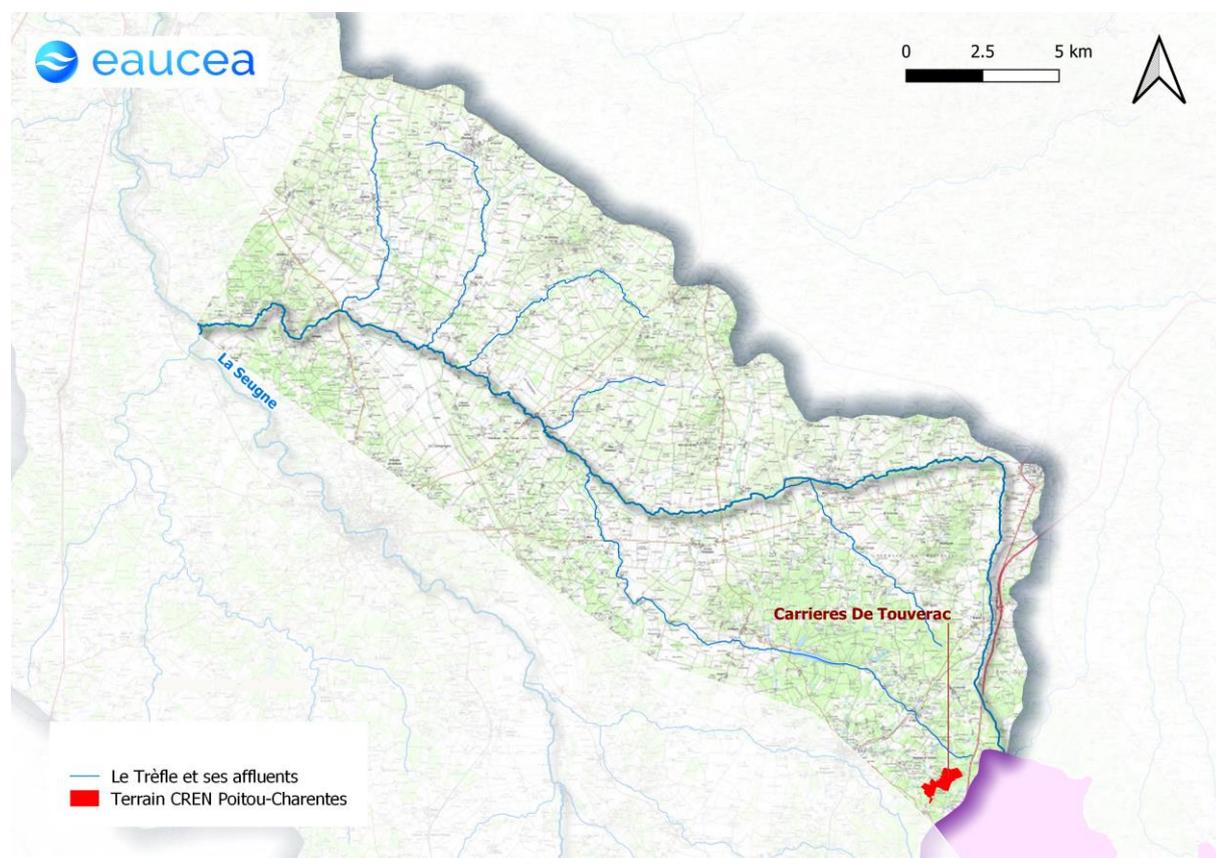


Figure 61: Position du terrain du CREN dans le bassin du Trèfle

Extrait du site du CREN Poitou-Charentes : Le CREN Poitou-Charentes est une association qui a pour but « la sauvegarde, la protection, la mise en valeur et l'étude des sites, milieux et paysages naturels de la région Poitou-Charentes qui représentent un intérêt écologique, floristique, faunistique, biologique, géologique et paysager remarquable et de tous sites à valeur écologique potentielle ».

Il intervient directement par l'acquisition, la maîtrise d'usage, l'aménagement et la gestion des milieux d'intérêt patrimonial, mais également en assistant les porteurs de projet souhaitant valoriser leurs espaces et leurs paysages les plus remarquables. Un seul site sur le bassin du Trèfle est à signaler, il s'agit du terrain CREN FR1501607 dit « Les Carrières de Touvérac ». Cependant, cette zone de protection n'est pas directement inféodée aux cours d'eau et elle ne sera donc pas prise en compte dans la présente étude.

5.1.4 Conclusion sur les espaces protégés

Le Trèfle est marqué par la présence de nombreux espaces naturels pour la plupart liés au bassin de la Seugne à plus large échelle. Ils traduisent un bon état de conservation de l'hydromorphologie du cours d'eau et un potentiel écologique important. Cependant de longues périodes d'assecs en période estivale et automnale ainsi que la présence de nombreux seuils créant des plans d'eau constituent des paramètres importants pour décrire l'équilibre écologique du bassin du Trèfle. De nombreux enjeux liés aux milieux humides périphériques sur le bassin de la Seugne, dont le Trèfle est le principal affluent, ressortent (présence de nombreuses espèces protégées et habitats d'intérêt communautaires). Ces

milieux sont généralement dépendants de l'hydrologie notamment hivernale (inondation). Il peut donc être intéressant de prendre en compte des débits hivernaux propres à l'enjeu « zones humides alluviales » sur l'aval de ce bassin versant.

5.2 INVERTEBRES BENTHIQUES

5.2.1 Indice I2M2

Le Trèfle étant sujet à des assècs récurrents, le compartiment benthique est directement impacté. En effet, les communautés vivant dans le substrat ou à l'interface entre l'eau et le substrat peuvent subir de plein fouet tout changement de remplissage du lit. Comme développé plus haut, l'indice I2M2 (indice invertébrés multimétrique) est un outil intégratif permettant deux choses :

- Qualifier la différence entre le peuplement attendu et le peuplement observé, un score 1 étant une différence nulle entre l'attendu et l'observé, trahissant un écosystème non-perturbé ;
- Identifier la source d'une éventuelle perturbation grâce à différentes métriques basées sur les traits fonctionnels du peuplement observé.

Ci-dessous sont représentés graphiquement les résultats sur plusieurs années de cet indice sur le Trèfle à la station à la station d'Allas-Champagne (5007930) et sur le Trèfle à hauteur de Saint-Georges-Antignac (500790). Il est à noter que la station d'Allas-Champagne se situe en amont de la zone « traditionnelle » des assècs tandis que celle de Saint-Georges-Antignac se situe en aval de cette zone, juste en amont de la confluence avec la Seugne.

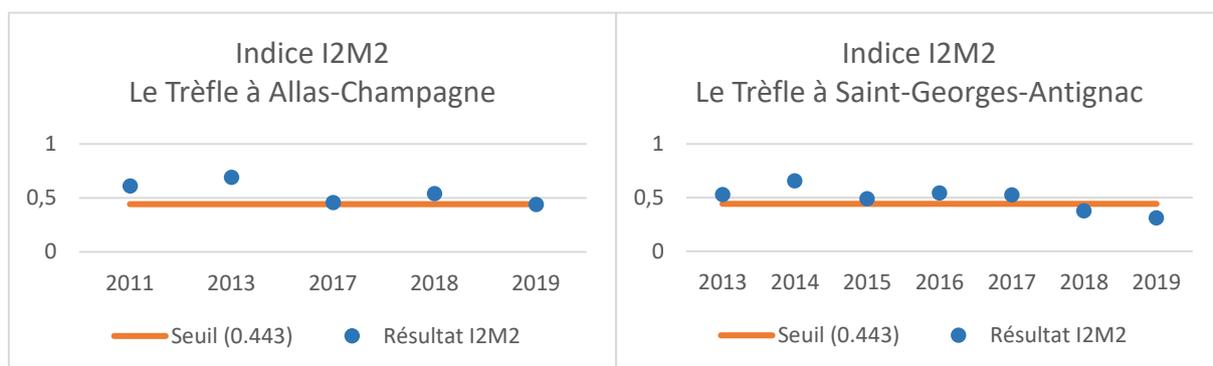


Figure 62: Indice I2M2 en amont (Allas-Champagne) et en aval (Saint-Georges-Antignac) de la zone des assècs

Les deux stations présentent une qualité de peuplement « moyenne » signifiant que le Trèfle présente de manière générale des altérations. La station de Saint-Georges-Antignac présente par contre une aggravation de son état : en 2018 et 2019, les notes sont passées en-dessous du seuil de bon état relatif.

5.2.2 Invertébrés benthiques en station sensible aux assècs

La station de Saint-Georges-Antignac est la station existante la plus proche de la zone des assècs. Nous nous intéressons ici aux métriques employées dans le calcul de l'I2M2 que sont :

- L'hétérogénéité et la stabilité de l'habitat (Indice de Shannon-Weaver) ;
- Le niveau de polluo-sensibilité du peuplement (ASPT) ;
- La présence d'une pression anthropique forte (fréquence de taxons polyvoltins) ;
- La dégradation de qualité physico-chimique de l'eau (fréquence de taxons ovovivipares) ;

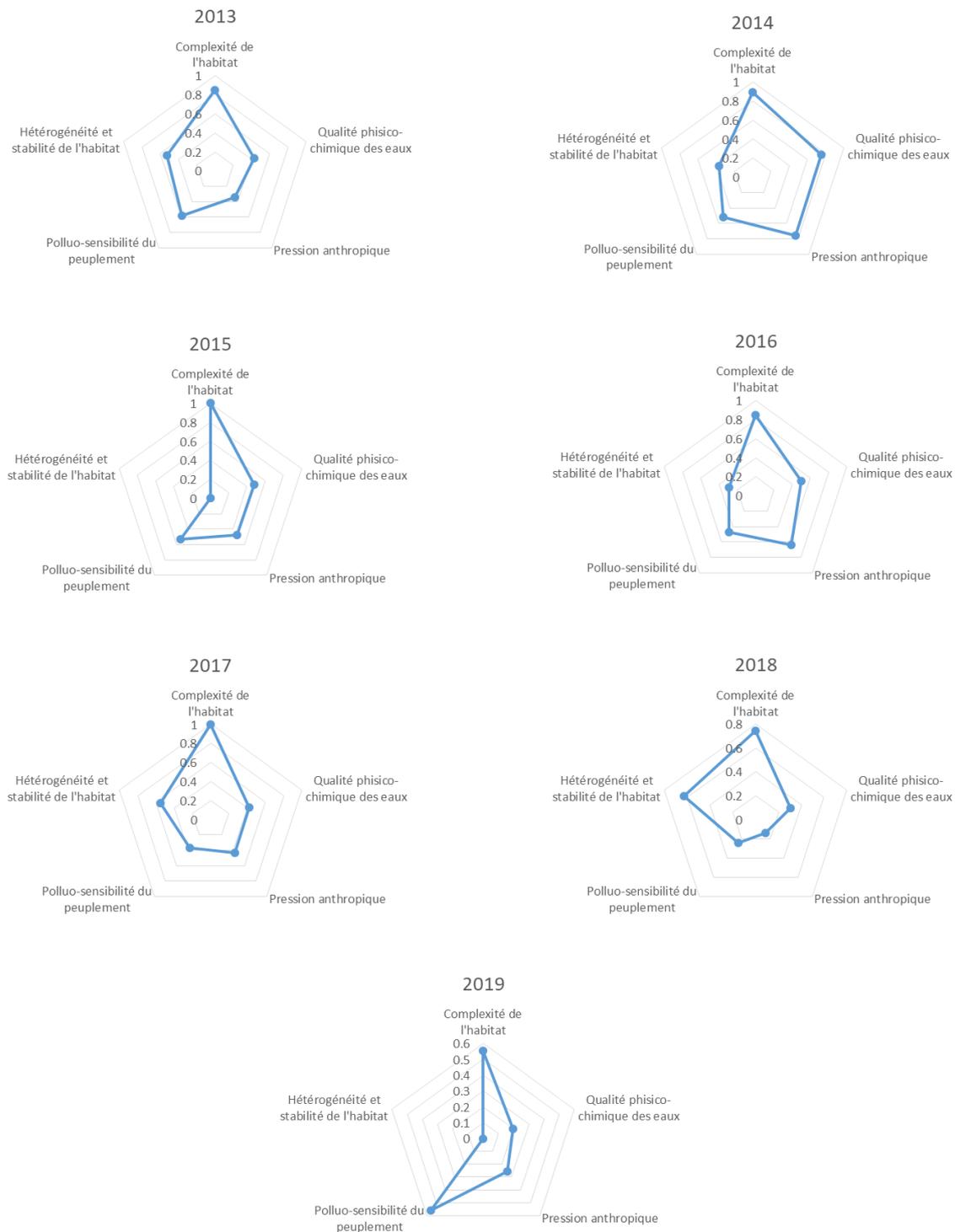


Figure 63: Métrique de l'indice I2M2 à Saint-Georges-Antignac par année

- La complexité de l'habitat (richesse taxonomique).

Malgré une complexité d'habitat plutôt bonne, cette station présente des métriques « moyennes ». Cependant la métrique « Hétérogénéité et stabilité de l'habitat » semble très pénalisante, indiquant des perturbations des milieux telles que la population d'invertébrés benthiques en souffre et qui peuvent être rapprochées des situations d'assec.

5.3 PEUPELEMENTS PISCICOLES

Les peuplements piscicoles sont étudiés au travers de l'analyse de la structure du peuplement, du résultat de l'IPR et de l'analyse formulée par le PDPG et autres documents de référence (PPG, PTGE, ...) s'ils existent.

5.3.1 Données du Réseau Hydrobiologique et Piscicole RHP (source : Naiades Eau France)

Une seule station faisant l'objet de relevés piscicoles est présente sur le linéaire du Trèfle. Il s'agit de la station RHP 05007930 – Le Trèfle à Allas-Champagne. Elle se situe en aval de la confluence avec le Tâtre.

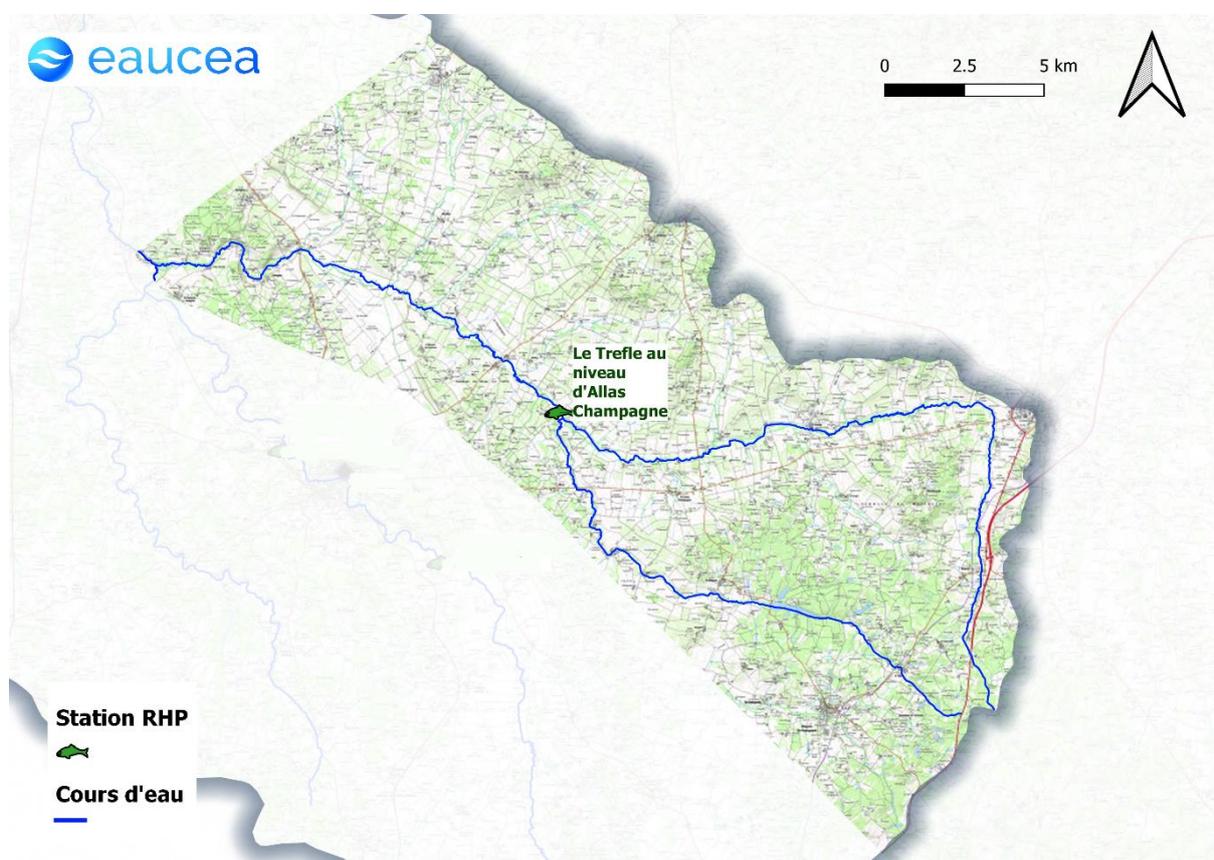


Figure 64: Localisation de la station RHP d'Allas-Champagne

5.3.2 Présentation de l'IPR

L'IPR participe à la définition de l'état écologique DCE des masses d'eau superficielles. Il est fondé sur l'analyse des écarts entre une situation observée (pêches d'inventaire) et une situation théorique. Il est basé sur plusieurs métriques détaillées dans la figure ci-après. La somme du score attribué à chacune de ces métriques définit la note globale de l'IPR.

Plus la note est basse, plus le peuplement observé est jugé proche du peuplement de référence. Une note basse est donc associée à un bon état écologique.

Liste des métriques intervenant dans le calcul de l'IPR		
Métrique	Abréviation	Réponse à l'augmentation des pressions humaines
Nombre total d'espèces	NTE	↔ ou ↔
Nombre d'espèces rhéophiles	NER	↔
Nombre d'espèces lithophiles	NEL	↔
Densité d'individus tolérants	DIT	↔
Densité d'individus invertivores	DII	↔
Densité d'individus omnivores	DIO	↔
Densité totale d'individus	DTI	↔ ou ↔

Figure 65: Métriques de l'IPR

5.3.2.1 Résultats de l'IPR à Allas-Champagne

Les communautés piscicoles ont été représentées graphiquement dans le but de conserver une certaine lisibilité (source : RHP-Naiades). Les résultats de l'inventaire de 2019 sont visibles ci-dessous.

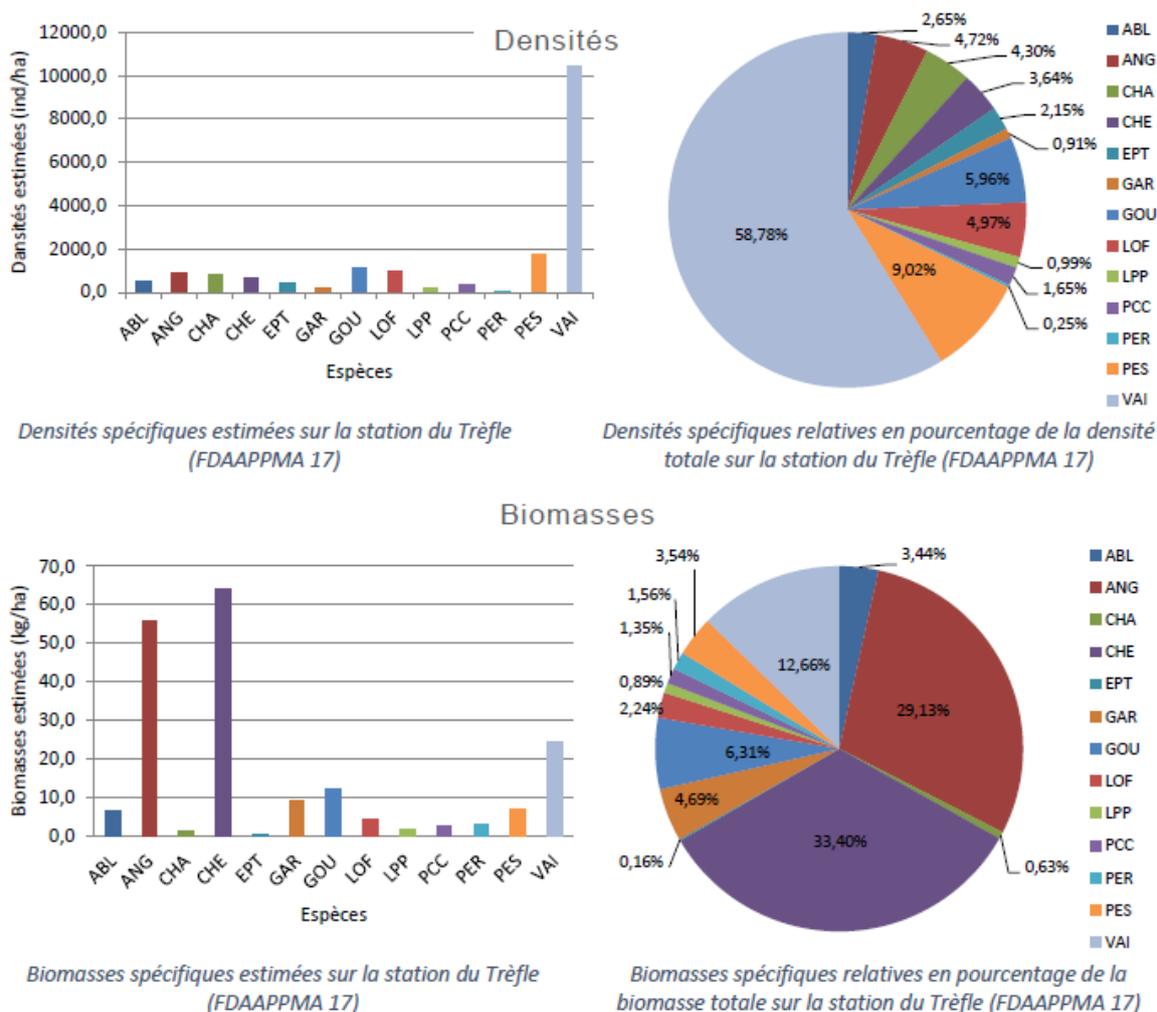


Figure 66: résultat de l'inventaire piscicole à Allas-Champagne en 2019

Les résultats obtenus sur le Trèfle, au niveau de l'aire de loisir, montre un peuplement piscicole diversifié. La densité piscicole totale est estimée à 19 174 individus par hectare soit une très forte abondance pour un cours d'eau de gabarit inférieur à 20 m de large. La biomasse piscicole estimée à 191,90 kg/ha est moyenne pour un cours d'eau de gabarit inférieur à 20 m de large.

Le Trèfle, sur l'ensemble de son linéaire, a été classé en contexte intermédiaire très perturbé (PDPG 17) avec comme espèces repères les cyprinidés rhéophiles. On peut constater la domination des cyprinidés (CHE, GOU et VAI) rhéophiles sur le peuplement. Ce dernier représente 68,38 % de la densité totale pour 52,37 % de la biomasse totale du peuplement. Si on rajoute à ce cortège les espèces accompagnatrices de la truite fario (CHA et LOF), dont fait partie le vairon, la domination des espèces rhéophiles s'élève à 77,65 % de la densité totale et 55,24 % de la biomasse totale du peuplement. Les cyprinidés inféodés aux milieux lenticques sont aussi présents sur la station (ABL, EPT et GAR). Leurs populations semblent toutefois limitées et représentent 5,71 % de la densité totale de la population.

On peut également constater la présence de la perche. Cette dernière est peu représentée avec seulement 3 individus.

On trouve aussi deux espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques, l'écrevisse de Louisiane (PCC) et la perche soleil (PES). Elles représentent tout de même 10,67 % de la densité totale et 4,89 % de la biomasse totale du peuplement.

La population d'anguilles représente 4,72 % de la densité totale, avec une densité de 905 ind./ha. Un seul individu de taille inférieure à 15 cm est présent. La classe de taille comprise entre 15 et 30 cm,

représentant les individus encore en cours de colonisation, est également présente avec 26 individus. Enfin, 20 individus sédentaires, ayant une taille supérieure à 30 cm, ont été capturés.

En ce qui concerne la note de l'IPR et les métriques pour la campagne de 2019, les résultats sont visibles ci-dessous.

Métriques	Score associé	Valeur observée	Valeur théorique	Espèces concernées
Nombre total d'espèces (NTE)	3,6015	12	8,4706	ABL, ANG, CHA, CHE, EPT, GAR, GOU, LOF, LPP, PER, PES, VAI
Nombre d'espèces rhéophiles (NER)	2,9120	1	1,8341	CHA
Nombre d'espèces lithophiles (NEL)	1,0631	3	2,7200	CHA, LPP, VAI
Densité d'individus tolérants (DIT)	3,1134	0,1841	0,0486	ABL, CHE, GAR, LOF
Densité d'individus invertivores (DII)	0,1504	0,3095	0,0650	ANG, PES, CHA, GOU
Densité d'individus omnivores (DIO)	6,1866	0,1413	0,0109	ABL, CHE, GAR, EPT
Densité totale d'individus (DTI)	5,4743	1,4286	0,2304	ABL, ANG, CHA, CHE, EPT, GAR, GOU, LOF, LPP, PER, PES, VAI
Valeur totale de l'IPR				22,501
Classe de qualité				Médiocre

Figure 67: Note IPR et métriques pour la campagne 2019 à la station RHP d'Allas-Champagne

Le nombre total d'espèces (NTE), supérieur à la prédiction du modèle, 12 espèces observées contre 8 à 9 espèces attendues, est fortement pénalisant pour la note finale. La métrique NER (nombre d'espèces rhéophiles) est également pénalisante. Seul le chabot est inventorié contre 1 à 2 espèces attendues ce qui explique que cette métrique se voit attribuer un score de 2,91.

En revanche, la métrique NEL (nombre d'espèces lithophiles) donne un score peu pénalisant avec la présence de 3 espèces lithophiles dans le peuplement contre 2,7 attendues par le modèle.

Les métriques d'abondance sont les plus pénalisantes pour la note finale. La totalité des densités observées sont supérieures aux densités théoriques.

La densité d'individus invertivores (DII) est la seule métrique d'abondance non pénalisante du fait du caractère spécialisé de ces individus exigeant une bonne qualité du milieu.

La DIT (densité d'individus tolérants) avec un score de 3,11, mais aussi la DIO (densité d'individus omnivores) avec 6,19 points, sont pénalisantes du fait de trop fortes densités d'individus tolérants. Ils appartiennent principalement aux groupes des cyprinidés rhéophiles (CHE, LOF) et aux espèces inféodées aux milieux lenticulaires (ABL, GAR, EPT).

Enfin, la densité totale d'individus (DTI), très supérieure aux prévisions, entraîne également un score pénalisant de 5,47 pour la note finale.

5.3.2.2 Analyse du peuplement théorique versus peuplement observé

Le Trèfle correspond à un peuplement théorique de type B6.5 sur cette station ce qui correspond à une zone de transition riche en espèces et présentant une majorité de cyprinidés d'eaux vives.

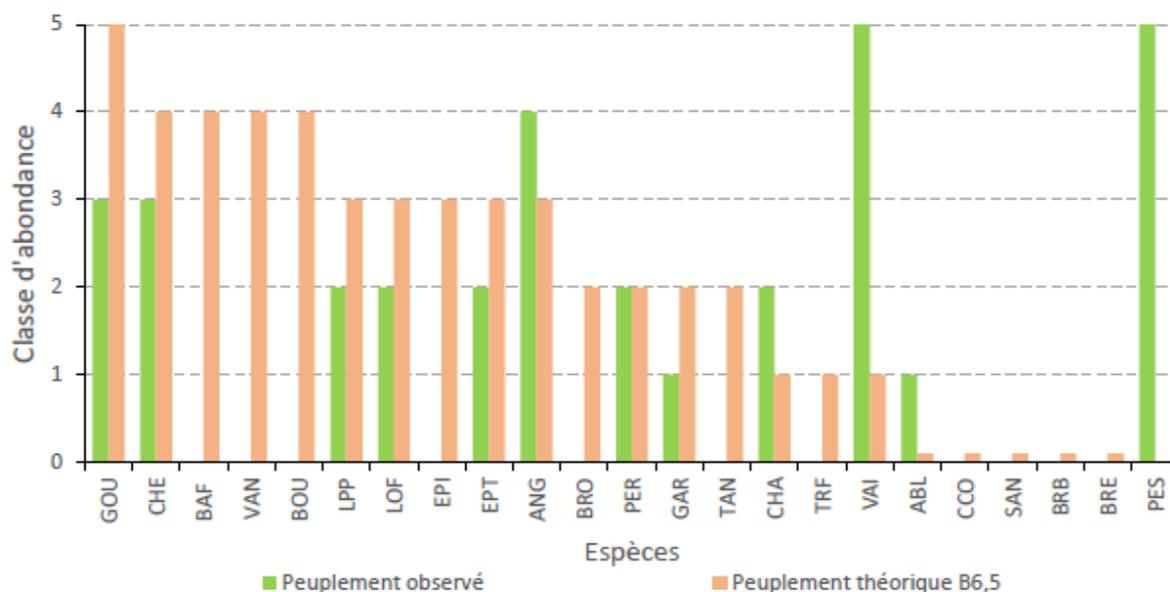


Figure 68: Comparaison des classes d'abondance attendues et observées

On peut observer des différences entre le peuplement théorique du Trèfle et le résultat de l'inventaire. En effet, les cyprinidés rhéophiles (GOU et CHE) sont sous-représentés et on peut aussi noter l'absence de la vandoise et du barbeau qui sont des espèces sensibles malgré la présence du chabot, sensible lui aussi.

Les espèces dites « pionnières » sont bien représentées (EPT, LOF) surtout en ce qui concerne le vairon. Ceci peut s'expliquer par les assècs récurrents sur le bassin du Trèfle qui poussent l'ichtyofaune à recoloniser le milieu chaque année ou presque.

Les espèces appréciant les milieux lenticques (perche et gardon) sont présentes de manière cohérente avec le modèle de prévision tandis que l'ablette est surreprésentée.

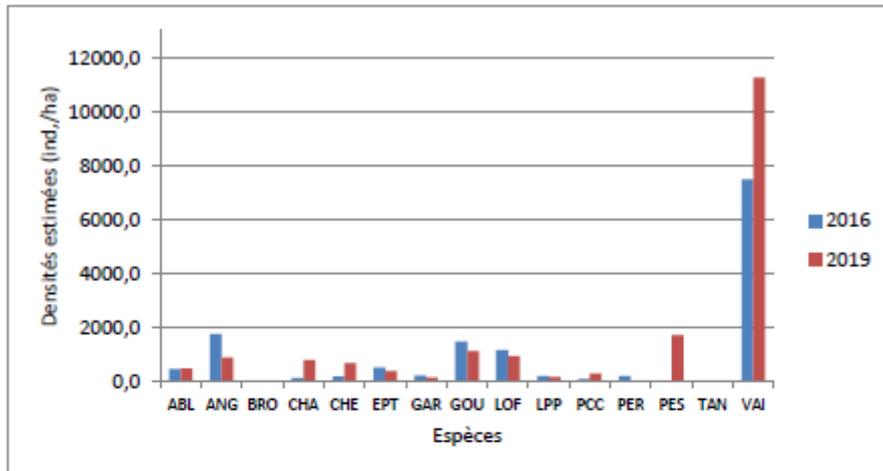
La présence d'anguille au-delà des prévisions du modèle témoigne d'une continuité écologique avec l'aval même si la faible représentation d'individus en dessous de 15 cm (un seul individu !) nuance fortement ce constat sans doute dépendant des cycles hydrologiques annuels 2018/2019.

De manière plus générale, la sous-représentation de la plupart des espèces vis-à-vis du modèle théorique de même que la présence dominante du vairon, espèce pionnière, laisse penser que les pressions sont importantes sur le bassin du Trèfle ce que corrobore la présence de la perche soleil.

5.3.2.3 Comparaison interannuelle

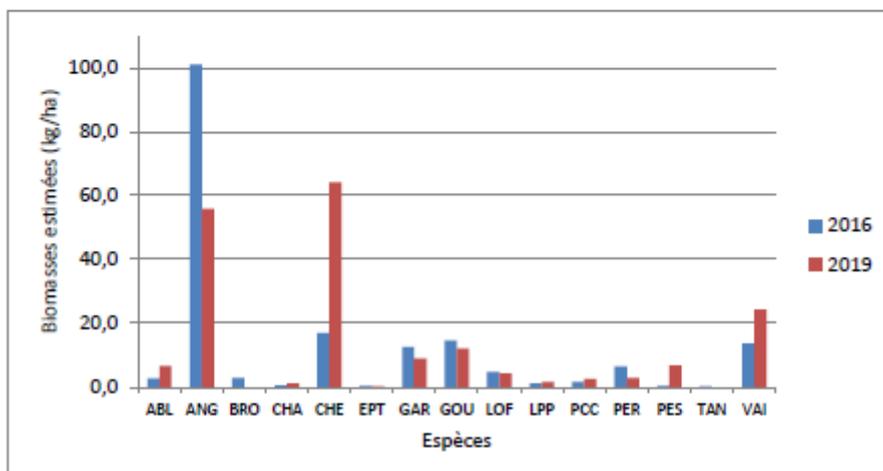
La mise en regard des campagnes 2016 et 2019 permet de suivre l'évolution de ce peuplement. Il est à noter que lors de la campagne de 2016, ce sont 15 espèces qui furent recensées contre seulement 13 en 2019, la tanche et le brochet n'ayant été observés. La note IPR en est d'ailleurs impactée car elle était de 23.653 en 2016 contre 22.501 en 2019, ce qui suggère une légère amélioration de la qualité du peuplement. Les comparaisons en termes de densité et de biomasse sont visibles ci-dessous.

• Densités



Comparaisons interannuelles des densités estimées pour chaque espèce

• Biomasses



Comparaisons interannuelles des biomasses estimées pour chaque espèce

Le brochet et la tanche, espèces inféodées aux milieux lenticques, n'ont pas été recensés lors deuxième inventaire. Cependant, ces espèces, bien que non-observées, sont très probablement présentes dans le milieu du fait de la présence de nombreux ouvrages et de plans d'eau favorisant leur développement.

Ceci peut aussi expliquer la densité de perche soleil, notamment celle observée en 2019 qui a fortement augmenté par rapport à celle de 2016. De plus, malgré un classement en contexte intermédiaire (PDPG 17), avec comme espèces repères le cortège des cyprinidés rhéophiles, on peut constater l'absence des espèces de cyprinidés les plus sensibles et notamment de la vandoise. Sur la station, le cortège des cyprinidés rhéophiles est dominé par les chevesnes et le goujon, espèces tolérantes, et surtout les vairons, espèce pionnière à cycle de vie court.

La diminution du nombre d'espèces ne paraît cependant pas être le facteur déclassant et ce rôle incomberait plutôt aux métriques d'abondances (notamment l'abondance du vairon).

5.3.2.4 Bilan

Le classement de cette station en 2019 était « médiocre » avec une note de 22.501. Le peuplement piscicole sur le Trèfle semble perturbé.

La présence d'un nombre important d'espèces inféodées aux milieux lenticques ainsi que de la perche soleil témoigne de l'impact des nombreux ouvrages et plans d'eau sur le linéaire du Trèfle. Ceci est confirmé par la présence de l'anguille uniquement à des tailles supérieures à 15 cm (sauf un individu) témoignant d'une continuité piscicole laissant à désirer.

La domination des espèces pionnières et tolérantes, caractéristiques de la recolonisation d'un milieu perturbé, tend à montrer que le Trèfle subit des perturbations marquées et récurrentes. Ceci est à mettre en lien avec les assècs récurrents se produisant sur le Trèfle. L'absence de la vandoise est d'ailleurs cohérente avec cet état de fait.

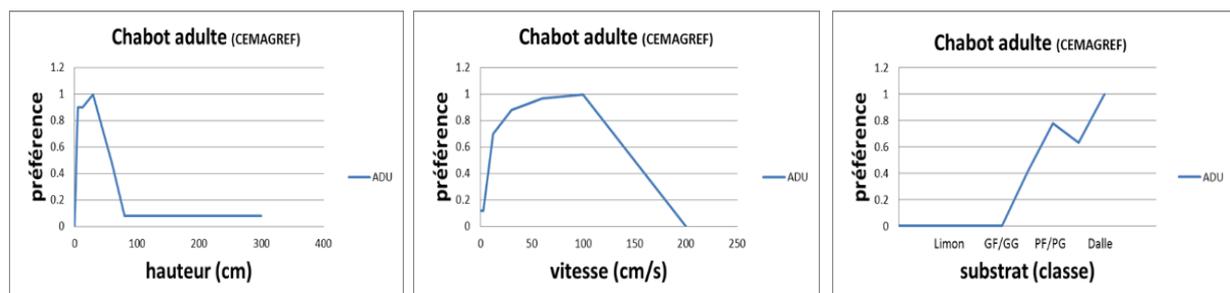
5.4 CHOIX DES ESPECES PISCICOLES CIBLES

L'étude des débits biologiques nécessite la définition de cibles biologiques pour l'analyse. Ces cibles biologiques répondent à plusieurs critères :

Espèce présente ou historiquement présente dans le peuplement du cours d'eau ;

Espèce exigeante vis-à-vis de l'habitat physique et notamment des paramètres influencés par les variations de débit (hauteur d'eau, vitesse, ...) ;

Espèce dont les exigences en termes d'hydraulique (hauteur d'eau et vitesse) et d'hydromorphologie (substrat) sont connues et renseignées dans des modèles. Ces modèles se présentent sous la forme de courbes de préférence d'habitats (visible ci-dessous).



En tout, ce sont 27 espèces de poissons qui ont fait l'objet de création de modèles biologiques. Les modèles concernent généralement plusieurs stades de développement (adulte, juvénile, alevin, frai), variables en fonction des espèces.

Un tableau récapitulatif des espèces présentes sur chaque secteur de cours d'eau listé dans le marché et des espèces retenues comme cibles est visible ci-dessous. Une liste de la signification des différents sigles correspondant aux noms des espèces est également jointe ci-dessous. Les espèces dont le sigle apparaît en gras sont celles dont les modèles biologiques (courbes de préférence) sont disponibles.

La définition des espèces cibles listées dans le tableau a été réalisée suite à plusieurs étapes :

- Etude des peuplements piscicoles par EAUCEA à l'aide des données transmises par les fédérations de pêche, l'OFB, la plateforme Naiades et les Syndicats de rivière (Cf partie « Peuplements piscicoles ») ;
- Création d'une première liste d'espèces cibles par EAUCEA ;
- Présentation de la liste d'espèces cibles provisoires au COTECH ;
- Retours des différentes structures compétentes (Fédérations de pêche, Syndicats de rivière, ...) sur les espèces cibles proposées ;
- Mise à jour de la liste d'espèces cibles par cours d'eau/zone hydrographique.

SAGE	Rivière	Espèces dominantes	Espèces accompagnatrices	Rhéophiles/lithophiles	Continuité latérale	Migrateurs	Espèces cibles proposées
Boutonne	Boutonne amont	VAI GOU LOF ABL	CHA GAR LPP EPT ANG TRF VAR CHE BRS	VAI CHA LPP TRF VAR	BRS	ANG	VAI CHA TRF VAR BRS
	Boutonne médiane	VAI BAF CHE GAR ABL	LOF ANG EPT LPP VAR BRS PER PES ROT BBB CHA TAN TRF	VAI BAF LPP VAR CHA TRF	BRS	ANG	VAI CHA TRF VAR BRS
	Trézence	VAI LOF GOU	EPT GAR CHE ANG VAR PES ROT	VAI VAR		ANG	VAI VAR GOU
	Brédoire	VAI LOF	TRF EPT GOU ANG CHE LPP GAR BRS ABL VAR GOU	VAI TRF LPP VAR	BRS	ANG	VAI VAR TRF BRS
	Nie	VAI EPT LOF	LPP ANG CHE BRS TRF GAR	VAI LPP TRF	BRS	ANG	VAI TRF BRS
Seudre	Seudre moyenne	GAM GAR PES GOU ANG CHE	TAN VAR PER LOF BBB BRS VAI ROT CAS BBG	VAR VAI	BRS	ANG	BRS VAR
	Seudre aval	ANG GAR GOU CHE	BRS CAS PES LOF CCO EPI VAR	VAR	BRS	ANG	BRS VAR
	Chatelard	BRS VAI VAR ?	?	VAI VAR ?	BRS	ANG ?	BRS VAI VAR
	Benigousse	VAI VAR ? BRS ?	?	VAI VAR ?	?	ANG ?	BRS VAI VAR
	Chantegrenouille	BRS VAI VAR ?	?	VAI VAR ?	BRS	ANG ?	BRS VAI VAR
Pellisson	VAI VAR ?	?	VAI VAR ?	?	ANG ?	VAI VAR	
Charente	Aume	VAI LOF TRF CHE	ANG CHA PER GRE PES BBB BRS ABL GOU HOT LPP TAN ROT BAF SIL	VAI TRF CHA HOT LPP BAF	BRS	ANG	VAI TRF CHA
	Seugne amont	GAR CHE BBB ABL VAI	PER PES GOU LOF ANG TAN ROT EPT ABH BRS GAM	VAI	BRS	ANG	VAI GOU BRS
	Seugne aval	ANG GAR GOU CHE VAI	TAN ROT EPT GAM BOU LPP ABL PES BRS PER VAR EPI CHA CAS TRF PCH	VAI LPP VAR CHA TRF PCH	BRS	ANG	VAI CHA VAR BRS
	Trèfle	VAI	GOU LOF ANG PES CHE ABL CHA EPT GAR LPP PER BRS TAN	VAI CHA LPP	BRS	ANG	VAI CHA BRS
	Antenne	VAI LOF ANG GOU	CHE EPT TRF GAR LPP BRS CHA TAN VAR ABL PES	VAI TRF LPP CHA	BRS	ANG	VAI TRF VAR CHA BRS

ABH : Able de Heckel

ABL : Ablette

ANG : Anguille européenne

BAF : Barbeau fluviatile

BBB : Brème

BBG : Black bass

BOU : Bouvière

BRO : Brochet

CAS : Carassin

GAR : Gardon

GOU : Goujon

GRE : Grémille

HOT : Hotu

LOF : Loche franche

LPP : Lamproie de Planer

PCH : Poisson-chat

PER : Perche fluviatile

PES : Perche soleil

CCO : Carpe commune

ROT : Rotengle

CHA : Chabot

SIL : Silure

CHE : Chevaîne

TAN : Tanche

EPI : Epinoche

TRF : Truite fario

EPT : Epinochette

VAN : Vandoise

GAM : Gambusie

Il est à noter la non prise en compte de l'anguille européenne, seule espèce migratrice présente sur l'ensemble des cours d'eau étudiés. Cette espèce possède en effet une grande plasticité écologique. Elle occupe en effet un vaste panel d'habitats des marais côtiers saumâtres et eutrophes aux rivières oligotrophes et torrentielles montagnardes. Ses faibles exigences vis-à-vis de l'habitat en ont fait une espèce peu pertinente à prendre en compte en tant que cible biologique.

5.5 CHOIX DES DEBITS

Les débits mensuels statistiques simulés (2008-2020) sur le Trèfle à Clam sont les suivants. Ces débits permettent d'encadrer le cycle annuel type du Trèfle. Pour des stations de débit biologique situées ailleurs sur le bassin, des corrélations seront faites au prorata du bassin versant avec une performance limitée aux périodes hors assec (novembre à juin). Elles pourront bénéficier ultérieurement des débits mesurés à la station SPC située en amont de la zone de perte.

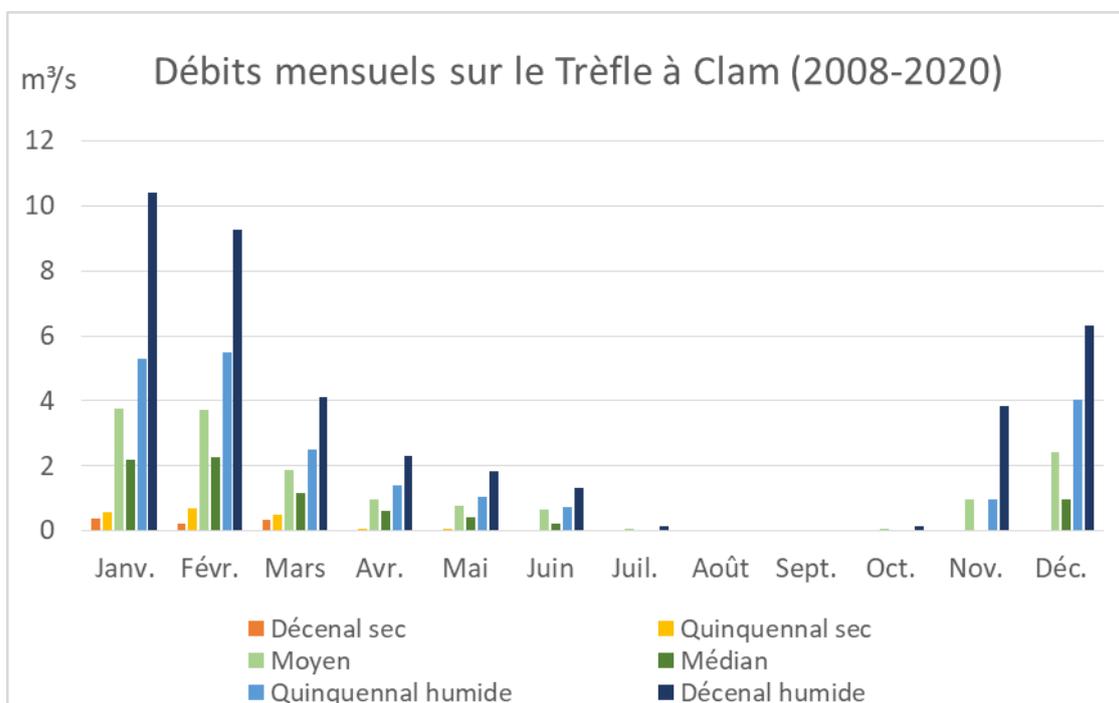


Figure 69 : Débits mensuels simulés sur le Trèfle à Clam

6 ETUDE DE L'HABITAT AQUATIQUE : DE L'HYDRAULIQUE A LA BIOLOGIE

6.1 PRINCIPES DE CES ETUDES

Un document complet réalisé dans le cadre des études DB Charente Boutonne Seudre, expose les méthodes d'études de terrain disponibles et les clés d'interprétation. Nous invitons le lecteur à s'y reporter sachant que les nombreux diagnostics de terrain réalisés en contexte charentais de 2020 à 2022, renforceront progressivement le contenu de ce document.

Un débit biologique est un débit qui garantit la bonne fonctionnalité des milieux aquatiques d'un cours d'eau (maintien d'un environnement favorable à la faune et à la flore aquatiques et maintien des principales fonctions du cours d'eau). Exprimé sous la forme d'une plage de valeurs (et non d'une seule valeur figée), il concerne généralement la période d'étiage, période naturellement limitante pour les milieux sur le plan hydrologique. Il se rapproche alors du DMB (débit minimum biologique) qui correspond au débit minimum garantissant la survie, la circulation et la reproduction de la faune aquatique. Les méthodes de prospection et d'analyse sont aujourd'hui largement paratgées.

Le débit biologique peut également être saisonnalisé, c'est-à-dire défini à plusieurs périodes de l'année. Il représente alors la plage de valeurs favorable à certains enjeux spécifiques (reproduction de certaines espèces, mise en eau d'une zone humide, ...). Les méthodes de définition des débits biologiques relatifs aux périodes hors basses eaux restent toutefois expérimentales car encore peu utilisées, contrairement aux méthodes appliquées en basses eaux (étiage).

Différents enjeux se posent suivant les saisons d'où l'importance d'une exploration saisonnalisée des enjeux et des débits. La courbe ci-dessous est un exemple sur la saisonnalité de ces enjeux.

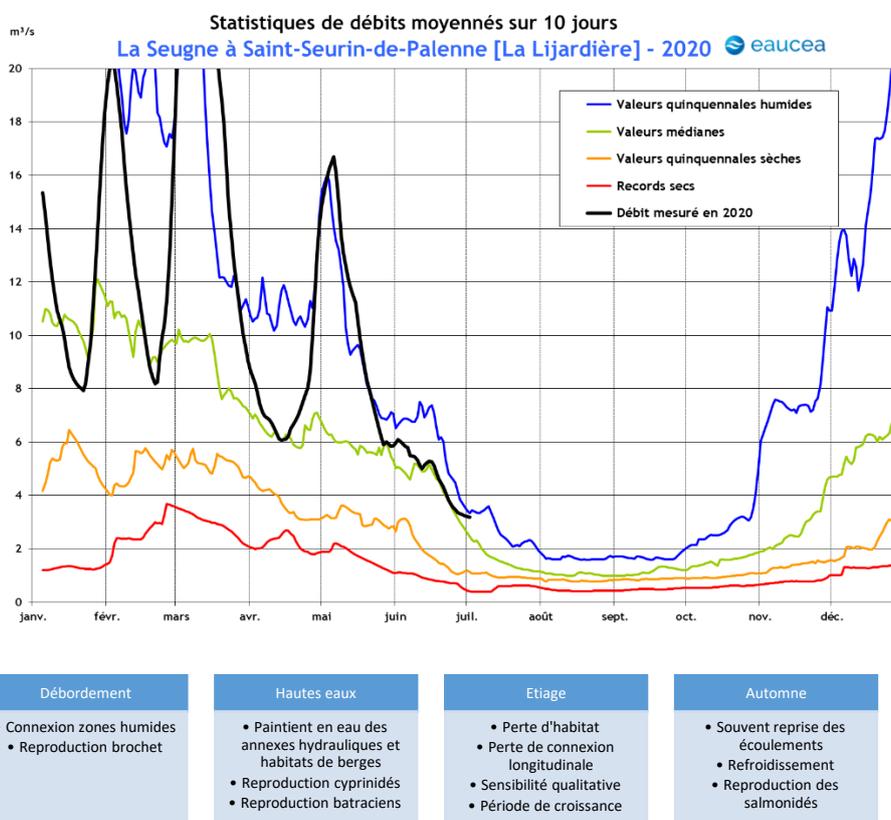


Figure 70 : Principe de correspondance entre débits, saisons et enjeux biologiques

Notons enfin que dans le cas du Trèfle, trois macro-habitats peuvent être identifiés :

- Une rivière à écoulement permanent et peu impactée sur le plan hydromorphologique ; Ces tronçons peuvent être analysés selon des modalités « classiques » développés précédemment ;
- Des tronçons en retenues avec des biefs permanents ou temporaires ; Ce type de milieu implique une approche spécifique en termes de description du fonctionnement hydraulique et de qualité des eaux ;
- Des tronçons en assecs réguliers. Ces milieux sont encore mal connus dans leur fonctionnement. Ils sont pourtant très nombreux dans les bassins Charentais et constitutifs d'une part importante de l'écosystème aquatique. Des approches novatrices sont à envisager.

Le présent chapitre vise donc à balayer les différentes méthodes existantes pour proposer des « débits biologiques » adaptés au cas particulier du Trèfle.

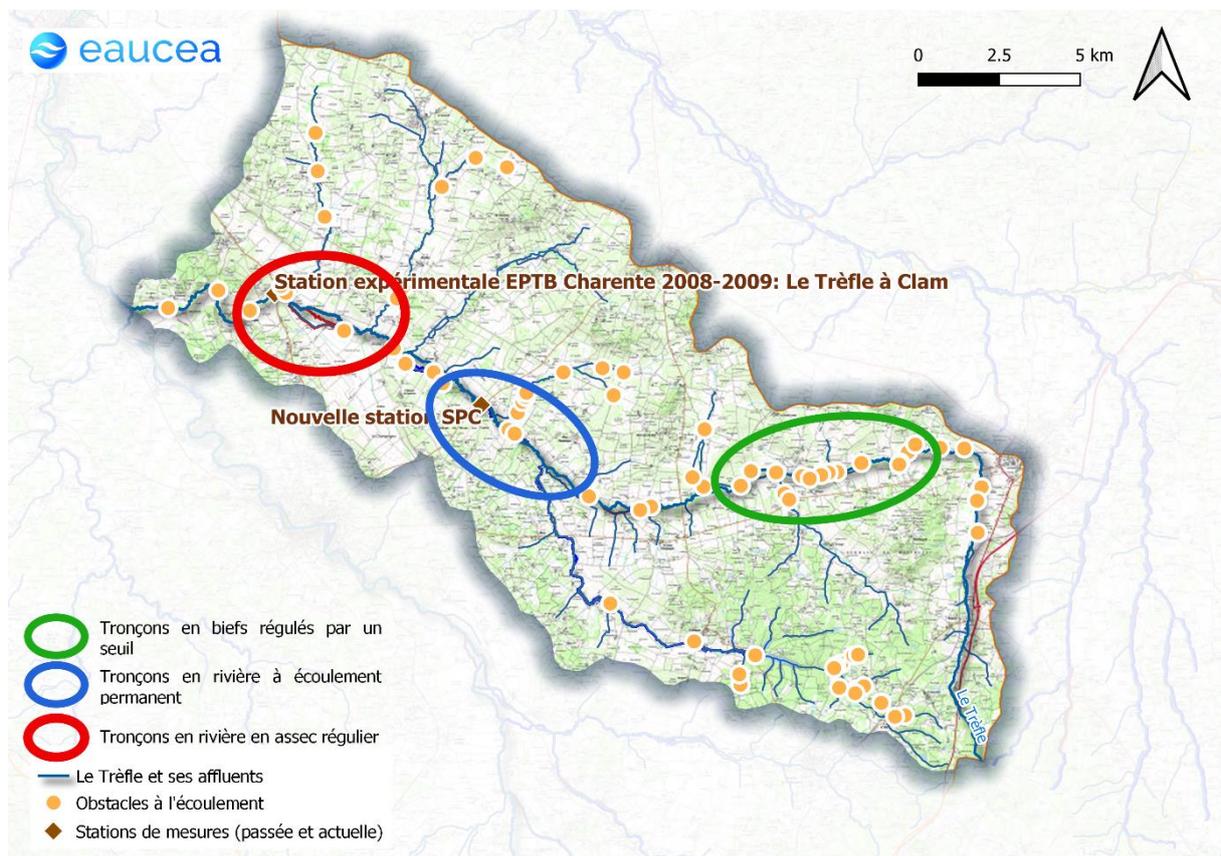


Figure 71 Carte des différents tronçon-types du Trèfle

6.2 LES MICRO-HABITATS EN RIVIERE A ECOULEMENT PERMANENT ET PEU IMPACTEE SUR LE PLAN HYDROMORPHOLOGIQUE

6.2.1 Principes et méthodes disponibles

La méthode proposée est une étude dite de « micro-habitats ». Ce type de méthode permet de relier le comportement hydraulique au comportement biologique d'une espèce cible à un stade donné. Pour cela, une modélisation hydraulique des stations de mesure est réalisée. Ce modèle hydraulique est ensuite couplé à un modèle biologique (préférence des espèces cibles aux paramètres hydrauliques modélisés : vitesse et hauteurs d'eau).

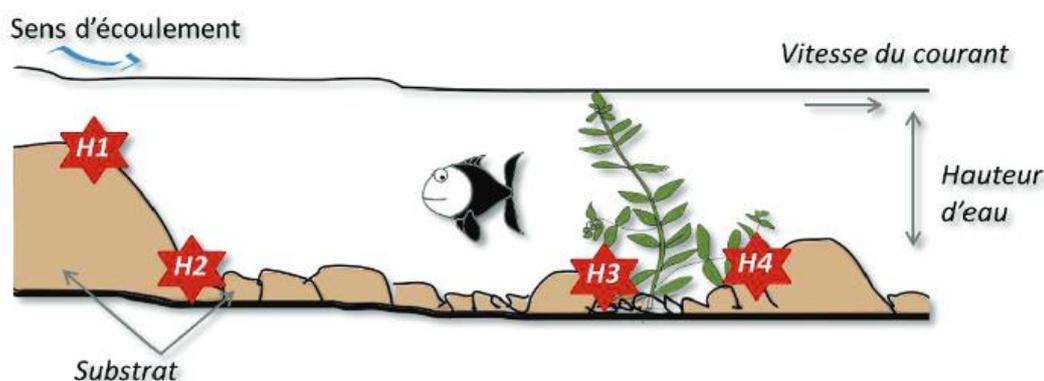


Fig. I.1.2. La sélection d'habitat est le processus à travers lequel le poisson choisit l'habitat le plus favorable où vivre en fonction des habitats H1, H2, H3 et H4 disponibles autour de lui. En écohydraulique, les habitats sont caractérisés par la vitesse du courant, la profondeur d'eau et des caractéristiques du substrat.

Figure 72 : Sélection d'habitat

Source : Laura Plichard. Modélisation multi-échelles de la sélection de l'habitat hydraulique des poissons de rivière. Ecosystèmes. Université de Lyon, 2018.

Les principes sont largement décrits dans le rapport de synthèse « METHODOLOGIE DES ETUDES DE DEBITS BIOLOGIQUES ». Plusieurs méthodes de calcul de débits biologiques existent à ce jour. Pour les tronçons du Trèfle en écoulement permanent et peu influencés par l'artificialisation, nous utiliserons la méthode développée par Eaucea qui s'appuie sur un modèle hydraulique 2D (modèle HEC-RAS) couplé à des modèles biologiques issus de EVHA. Elle permet une analyse fine des paramètres hydrauliques et des valeurs d'habitats. Les relevés de terrain sont réalisés à un seul passage, réduisant la contrainte logistique.

6.2.2 Méthode des scénarios

Chaque situation de références hydrologiques, hautes eaux ou étiages, est associée à un type d'enjeu spécifique décrit par des indicateurs (métriques). Des relations peuvent être trouvées montrant par exemple qu'une fonction écologique peut être plus ou moins sécurisée par tel ou tel débit. Néanmoins, les variations de débit sont constantes dans les milieux naturels et les écosystèmes sont adaptés à ces fluctuations. Il n'y a donc pas un débit biologique unique par fonction, mais plutôt une gamme de débits qui permet le bon état des cours d'eau.

La méthode des scénarios consiste donc à évaluer pour chaque fonction écologique les pertes et gains dépendant de scénario de débit. Le modèle hydraulique et les modèles biologiques produisent donc des indicateurs qui sont contextualisés en fonction de la saison et du croisement entre cycle biologique et cycle hydrologique. Des variations autour des valeurs hydrologiques habituelles pour la saison (scénario de référence) peuvent être simulées et il est possible de quantifier la sensibilité des indicateurs à ces fluctuations.

Trois cas de figures peuvent se rencontrer pour chaque fonction :

- L'indicateur est « constant » dans la gamme de débits testés. Il n'est donc pas sensible aux variations habituelles et ne constitue pas un paramètre discriminant.
- L'indicateur est « variable » dans la gamme de débits testés et cette variation est continue. L'indicateur est donc sensible aux variations habituelles et constitue un paramètre à prendre en compte. Ces variations sont exprimées en relatif (pourcentage de perte ou de gain par rapport au scénario de référence). Des plages de débits critiques, bons ou très bons peuvent être identifiées.
- L'indicateur présente une rupture dans la gamme de débits testés (exemple du débit de débordement, de la connectivité). Le débit critique est alors clairement identifié.

En général ces trois cas de figure cohabitent et il est donc important de les confronter. Pour cela, un tableau appelé « matrice comparative » est réalisé pour chaque phase importante (étiage, hautes eaux, crues). Cette étape se solde par la proposition de plages de débits biologiques par période de l'année. Au-delà d'une aide à la décision pour orienter le choix d'une plage de débit biologique, elle permet aussi d'évaluer les conséquences d'une crise climatique ou d'une décision de gestion à venir : autorisation d'un prélèvement, effet d'une économie d'eau, etc. Elle permet donc de mesurer la sensibilité du milieu aux variations de débits. Elle permet ainsi de se faire une idée de la résilience des milieux notamment vis-à-vis des effets attendus des changements climatiques (diminution de l'hydrologie, augmentation de la durée et de l'intensité des étiages, ...). Elle facilite la communication sur les enjeux avec des acteurs non experts.

6.2.3 Synthèse des indicateurs à prendre en compte selon la période

Les tableaux ci-dessous recensent des indicateurs qui peuvent être pris en compte pour la construction des matrices en fonction de chaque saison hydrologique x biologie. Ce tableau sera utilement complété durant l'avancement des travaux par les partenaires du groupe technique. Rappelons que certaines propositions restent exploratoires y compris pour le monde de la recherche. Elles s'appuient donc sur des approches de type expert.

		Saison	Eté	Automne
		Hydrologie dominante	étiage	étiage/recharge
Analyse piscicole				
Critère	Espèce	Stade de développement	Eté	Automne
Habitat (SPU)	Toutes espèces piscicoles cibles	Tous stades	SPU en m ²	SPU en m ²
Habitat de reproduction	Selon période	Adulte		SPU en m ² (salmonidés)
Habitat de sous-berge ennoyé	Toutes espèces + invertébrés	Tous stades	Linéaire en m	Linéaire en m
Vitesses	Toutes espèces	Tous stades	Très faible / faible / moyen	Très faible / faible / moyen
Surface mouillée	Toutes espèces	Tous stades	Surface en m ²	Surface en m ²
Franchissabilité des radiers	Grandes espèces	Adulte	Oui/non	Oui/non
	Toutes espèces	Juvenile ou petites	Oui/non	Oui/non
Accessibilité aux annexes fluviales	Toutes espèces	Tous stades	Oui/non (enjeu prononcé sur espèces limnophiles)	Oui/non
Analyse qualité				
Paramètre	Enjeu	Objectif	Eté	Automne
Pression polluante	Toxicité, eutrophisation	Dilution	Enjeu fort	Enjeu fort
Oxygène dissous	Survie de la faune, auto-épuration	Brassage de l'eau suffisant	Enjeu fort (T°C)	Enjeu moyen
Analyse indicateurs bio				
Paramètre	Enjeu	Objectif	Eté	Automne
Invertébrés benthiques	Contraintes de fond du lit	Préservation et renouvellement de l'habitat, décolmatage	Enjeu secteurs courants	Enjeu secteurs courant et remobilisation substrat (crue)
Macrophytes	Contraintes d'arrachement (crue) et exondation (étiage)	Préservation et renouvellement de l'habitat	Enjeu secteurs courants	Enjeu secteurs courant et remobilisation substrat (crue)

Figure 73 : Matrice saisonnière des indicateurs (partie 1)

		Saison	Hiver	Printemps
		Hydrologie dominante	Hautes eaux	Hautes eaux
Analyse piscicole				
Critère	Espèce	Stade de développement	Hiver	Printemps
Habitat (SPU)	Toutes espèces piscicoles cibles	Tous stades	SPU en m ²	SPU en m ²
Habitat de reproduction	Selon période	Adulte	Débordement (esocidés)	Micro-habitat favorable estimé en m ² (cyprinidés rhéophiles et phytophiles, lamproies, percidés, ...)
Habitat de sous-berge ennoyé	Toutes espèces + invertébrés	Tous stades	Linéaire en m	Linéaire en m
Vitesses	Toutes espèces	Tous stades	Peu d'enjeu	Peu d'enjeu
Surface mouillée	Toutes espèces	Tous stades	Surface en m ²	Surface en m ²
Franchissabilité des radiers	Grandes espèces	Adulte	Peu d'enjeu	Peu d'enjeu
	Toutes espèces	Juvenile ou petites espèces	Peu d'enjeu	Peu d'enjeu
Accessibilité aux annexes fluviales	Toutes espèces	Tous stades	Oui/non	Oui/non (enjeu prononcé sur espèces limnophiles)
Analyse qualité				
Paramètre	Enjeu	Objectif	Hiver	Printemps
Pression polluante	Toxicité, eutrophisation	Dilution	Peu d'enjeu	Peu d'enjeu
Oxygène dissous	Survie de la faune, auto-épuration	Brassage de l'eau suffisant	Peu d'enjeu	Peu d'enjeu
Analyse indicateurs bio				
Paramètre	Enjeu	Objectif	Hiver	Printemps
Invertébrés benthiques	Contraintes de fond du lit	Préservation et renouvellement de l'habitat, décolmatage	Enjeu remobilisation substrat (crue)	Enjeu remobilisation substrat (crue)
Macrophytes	Contraintes d'arrachement (crue) et exondation (étiage)	Préservation et renouvellement de l'habitat	Enjeu remobilisation substrat (crue)	Enjeu remobilisation substrat (crue)

Figure 74 : Matrice saisonnière des indicateurs (partie 2)

6.3 LES MICRO-HABITATS EN RIVIERE EN ASSECS REGULIERS ET PEU IMPACTEE SUR LE PLAN HYDROMORPHOLOGIQUE

6.3.1 Assec et biologie : généralités

Une partie du linéaire du Trèfle présentant des assecs réguliers, il est opportun de prendre cette spécificité en compte dans notre analyse. La méthodologie pour les objectifs de gestion du débit biologique est donc à adapter.

Un cours d'eau intermittent n'est pas biologiquement « mort » mais des stratégies spécifiques sont à développer. D'une part, des périodes d'écoulements permettent l'expression d'une vie aquatique temporaire mais qui peut être importante pour l'écosystème à grande échelle. Par exemple, des poissons peuvent coloniser ces rivières depuis d'autres milieux pérennes pour s'alimenter ou se reproduire. D'autre part, la fonction de corridor écologique offerte par la végétation des berges perdure pendant l'assec et favorise l'ombrage de poches d'eau oasis. La présence de ces trous d'eau, s'ils sont pérennes, devient alors un avantage décisif pour la recolonisation de la rivière au retour des débits. Les apports de la nappe même très ténus, jouent un rôle majeur dans la préservation de ces zones relictuelles et pour la faune qui survit enfouies dans le sédiment humide. La dynamique d'entretien de ces trous d'eau permise par les débits de hautes eaux devient un enjeu fort pour l'écosystème.

Les débits biologiques alors proposés sont à considérer prudemment dans ces cours d'eau. Une analyse spécifique de l'intermittence permettrait en effet de compléter la présente étude. Les cours d'eau intermittents ne sont pas des milieux sans potentiel biologique et possèdent un fonctionnement spécifique dépendant notamment des caractéristiques des assecs :

- Fréquence des assecs dans le cycle annuel et interannuel ;
- Durée des assecs ;
- Intensité des assecs (rupture d'écoulement partielle, totale ou assec total, ...) ;
- Linéaire en assecs ;
- Présence ou non d'une zone hyporhéique et de sous-écoulements et profondeur de ces derniers (piézométrie) ;
- Présence ou non de zones refuges sur le bassin versant (mouilles non asséchées, linéaire ou affluent pérenne, étang, ...), et caractéristiques de ces zones (durée de vie, capacité d'accueil, fonctionnalité, éloignement, effectif, ...) ;
- Capacité de dispersion et de recolonisation des espèce-cibles du bassin versant.

L'étude de toutes ces caractéristiques est donc nécessaire pour mieux qualifier le phénomène et l'analyser au regard des besoins des milieux diagnostiqués dans la présente étude. La Seugne en aval ou le Trèfle dans la partie médiane de son linéaire semble par exemple être un secteur relativement pérenne (hors années très sèches) qui peuvent servir de réservoir biologique pour des secteurs plus sensibles aux assecs. Des espèces comme le vairon (très abondant à Allas-champagne) sont moins sensibles que beaucoup d'autres poissons aux ruptures d'écoulement. Le vairon est d'ailleurs une espèce pionnière capable de repeupler rapidement le linéaire assec après remise en l'eau. De nombreuses espèces d'invertébrés aquatiques sont susceptibles de migrer dans la zone hyporhéique voire de développer une forme de résistance pour quelques espèces spécialisées. Les secteurs très soumis aux assecs estivaux peuvent être envahis de végétation terrestre ou amphibie pouvant servir de support de ponte à l'ichtyofaune après ennoisement en hiver.

Pour ces cours d'eau, un enjeu d'avenir majeur semble être de ne pas intensifier le phénomène d'assecs actuel que ce soit dans sa fréquence, sa durée ou son intensité. La fréquence des années à caractère humide joue probablement aussi un rôle important dans l'équilibre des communautés piscicoles.

La durée des assecs est bien sur un facteur déterminant pour ces écosystèmes et leur capacité de résilience.

Le linéaire et la durée des assèchements influencent la composition des communautés d'invertébrés. Les larves d'Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (EPT) semblent les plus sensibles. Les gradients de biodiversité créés le long du cours d'eau par les assèchements peuvent se maintenir dans le temps plusieurs mois après remise en eau. Les sédiments asséchés contiennent des formes de résistance de certains invertébrés aquatiques qui participent à la recolonisation lors des remises en eau. Le maintien des sous-écoulements favorise la résilience des biocénoses. (source « Note du secrétariat technique du SDAGE RMC 2014 « Les cours d'eau intermittents »)

Un lien existe entre le niveau piézométrique et l'observation des assecs et il a été largement documenté dans le chapitre dédié. Nous disposons donc des chroniques saisonnalisées des assecs ce qui nous permet de rapprocher le cycle biologique des espèces présentes et l'hydrologie atypique de ce secteur du Trèfle.

D'autre part, le suivi des données de qualité à la station de Marnac montre des problèmes d'oxygénation sur ces périodes d'assec qui rajoutent des contraintes pour l'écosystème.

6.3.2 Calendrier biologique et assec du Trèfle

Sur un plan plus biologique, l'assec d'une partie du linéaire peut empêcher la réalisation de leurs cycles biologiques par les espèces piscicoles présentes. En effet, les frayères doivent être en eau durant toute la phase précédant l'émergence et le développement des alevins afin d'être suffisamment mobiles pour « évacuer » la zone lors des assecs et recoloniser les milieux une fois la période d'assec terminée. Les espèces qui seront prises en compte dans notre analyse étant le brochet (*Esox lucius* et *Esox aquitanicus*), le chabot commun (*Cottus gobio*) et le vairon (*Phoxinus phoxinus*).

Les deux figures ci-dessous présentent :

- D'une part, la chronique des assecs mis en relation avec à la station de Champagnac ;
- D'autre part, le calendrier biologique des espèces prises en compte.

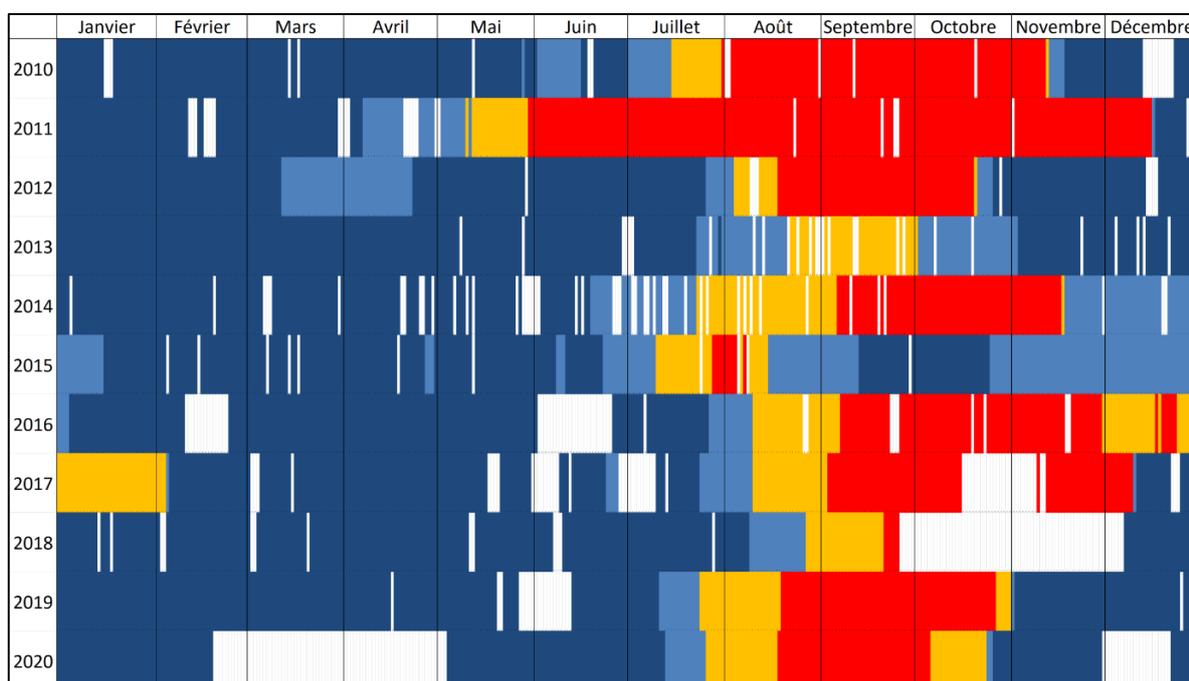


Figure 75: Chronique des assecs à la station piézométrique de Champagnac (en rouge : assec, en orange : écoulement non-visible, en bleu clair : écoulement faible, en bleu foncé : écoulement « acceptable »)

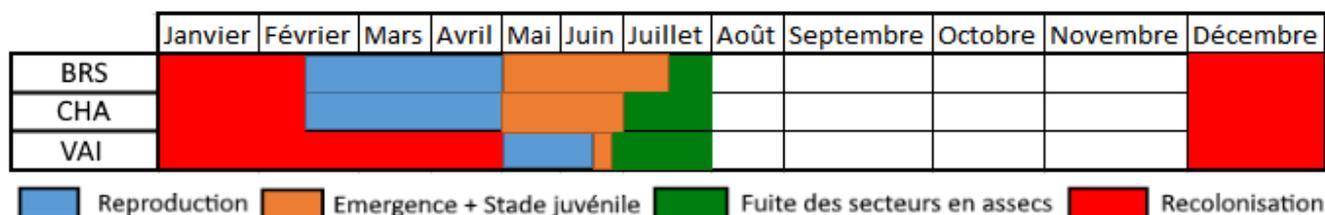


Figure 76: Calendrier biologique de BRS (brochets), CHA (chabot) et VAI (vairon)

La comparaison de ces deux figures permet de constater que les périodes d'assecs sur les 10 dernières années sont adéquates à la réalisation de la phase « critique » qu'est la production d'une nouvelle génération d'individus (si l'on fait abstraction de l'année 2011 où les assecs ont débuté particulièrement tôt dans l'année).

De manière plus opérationnelle, il s'agirait de mettre en œuvre un protocole classique « débit biologique » lors d'une période « en eau » afin de pouvoir étudier le secteur en assec à la période estivale lorsque celui-ci présente des débits suffisants pour soutenir la vie piscicole. Ce relevé de terrain aura lieu lorsque les débits sont suffisamment hauts pour permettre l'étude du site lors de condition « en eau ». Cette phase devra avoir lieu lorsque l'écoulement est visible sans être en crue car le modèle hydraulique permettant de simuler le remplissage du lit se « cale » mieux lorsque les débits sont bas.

La reproduction du brochet est d'ailleurs un des enjeux majeurs dans ce type d'approche. La période de reproduction des brochets est variable suivant le climat local et suivant les années. La ponte se produit lorsque la végétation est fraîchement submergée ce qui correspond à des périodes de hautes eaux mais aussi de hausse des températures, soit de février à fin mars en général. La submersion doit être stable pendant un mois et demi à deux mois consécutifs pour le développement de la fraie. Ceci correspond donc à environ **45 jours, valeur minimale qui sera retenue pour l'étude des épisodes hydrologiques favorables**. Ce critère est respecté sur la chronique des assecs, sauf pour 2011. Sur la station « débit biologique », il conviendra alors de déterminer un débit de débordement conditions nécessaires mais pas forcément suffisante. Il n'est pas prévu dans notre mission de modéliser le lit majeur. Des frayères à brochet sont d'ailleurs suspectées aux environs des falaises de Cordis par l'AAPPMA « La Gaule Jonzacaïse ». La présence de lieux de fraies potentielles pour le brochet, à proximité directe de la station « débit biologique » sera donc un plus.

Il conviendra aussi de prospecter la station et de recenser les zones de frayères potentielles pour le chabot et le vairon afin de juger du potentiel d'accueil de la fraie de ces espèces et aussi de calculer le débit nécessaire à leur ennoïement. La durée de cet ennoïement devra permettre dans tous les cas de mener à bien le développement des juvéniles (et notamment le développement de leur mobilité) afin qu'ils puissent « évacuer » le secteur lors de la survenue des assecs.

Les résultats obtenus pourront ensuite être mis en regard du potentiel de recolonisation de la station par la faune piscicole (faune pionnière et tolérantes) notamment par la mise en relation des durées d'assecs, des niveaux de nappes et des débits constatés ainsi que par l'observation de la station en rivière à écoulement permanent.

6.3.3 Des spécificités à vérifier sur le terrain

Tous les indicateurs ne sont pas pertinents pour toutes les stations ; les travaux de terrain nous permettront d'en juger. On peut cependant évoquer :

- L'intensité des étiages/assecs ;
- Les espèces cibles;
- L'hydromorphologie et les formes ;
- La présence de trous d'eau lors de la période d'assecs (et éventuellement le piégeage de faune) ;
- La présence de sites potentiels pour la fraie des brochets ;
- La présence d'herbiers aquatiques ;
- La vulnérabilité aux épisodes de sous oxygénation notamment durant les assecs.

6.4 LES MICRO-HABITATS EN BIEF REGULE PAR UN SEUIL

6.4.1 Généralités sur la qualité des eaux en lien avec le débit biologique

L'analyse de la qualité des eaux est essentielle à la description de l'état du milieu selon les critères de la directive européenne. Il s'agit de décrire les paramètres de la qualité actuelle sur la base des données publiques regroupées par l'Agence de l'Eau.

Les paramètres qui déclassent la qualité du cours d'eau font l'objet d'une attention particulière. D'une manière générale, deux grands types de pollution sont à distinguer dans les milieux aquatiques :

- **Les pollutions diffuses** sont causées par le transfert des polluants présents dans les sols agricoles (nitrates, pesticides, ...). Elles proviennent généralement de l'ensemble du bassin versant. Leur intensité, variable dans le temps, dépend notamment du type de sol, du niveau de traitement et de la pluviométrie. Ces polluants peuvent, selon les cas de figure, être entraînés dans le cours d'eau par ruissellement superficiel (phénomènes d'érosion des sols) ou via les aquifères souterrains (via les eaux d'infiltration). Le manque ou l'absence de ripisylve le long des cours d'eau, les destructions et dégradations du contexte bocagers et des zones humides sont des facteurs aggravant la pollution diffuse, ces milieux jouant un rôle de « filtres » pour les eaux de ruissellement. Dans un système karstique comme celui de la majorité des secteurs amont des bassins versant charentais, la pollution diffuse passe essentiellement par les aquifères souterrains avant de rejoindre les cours d'eau au niveau des sources.

En conséquence, les principaux flux de pollutions diffuses par ruissellement correspondent à des épisodes de hautes eaux alors que les flux issus des eaux souterraines sont strictement proportionnels aux apports hydrauliques de ces nappes et donc au débit du cours d'eau. **Une meilleure gestion des prélèvements n'est donc pas susceptible de diluer d'avantage ces pollutions.** Néanmoins, en permettant le maintien d'apports quantitatifs à la rivière, la gestion quantitative constitue un facteur important pour le maintien des équilibres biologiques des milieux aquatiques. Ces derniers peuvent être à l'origine d'une autoépuration importante, dont un des moteurs principaux est l'oxygénation de l'eau (explicité plus en détail plus bas). Ce paramètre, sur lequel le débit peut avoir une influence, est en effet un réactif essentiel dans les processus de dégradation de la matière organique et d'adsorption du phosphore pour le rendre peu biodisponible. A contrario, certains composés comme les nitrates sont dégradés via des processus de réduction survenant en absence d'oxygène (réaction anaérobie).

La gestion quantitative au sens gestion des prélèvements n'est donc pas un levier d'action direct pour traiter la problématique des pollutions diffuses sauf à imaginer des apports par des ressources extérieures de meilleure qualité. Les pollutions diffuses ont davantage vocation à être réduites à la source et en agissant sur les mécanismes de transfert sur les bassins versant (lessivage et érosion).

- **Les pollutions ponctuelles** proviennent de rejets polluants dans le cours d'eau. Ces rejets peuvent être d'origines diverses : domestiques (STEP, ANC), industrielles ou agricoles (IOTA, ICPE). Une vaste gamme de polluants peut être concernée (nutriments, métaux, hydrocarbures, ...). Parmi les polluants les plus courants peuvent être mentionnés les molécules phosphorées, l'ammonium, les matières organiques, ... Ces molécules peuvent avoir des effets divers (désoxygénation de l'eau lors de processus de réduction, toxicité, eutrophisation des milieux aquatiques, ...).

En cas de pollution de ce type, il convient évidemment de procéder dans un premier temps à la mise en place du traitement le plus efficace possible du rejet. Toutefois, les procédés de traitement peuvent s'avérer dans certains cas insuffisants pour abattre l'intégralité de la

pollution, induisant une pollution résiduelle. Dans ce type de cas, il peut s'avérer nécessaire de garantir le maintien d'un débit minimum dans le cours d'eau récepteur. Ce débit a donc pour but de sécuriser le potentiel de dilution du cours d'eau dans les secteurs vulnérables et favoriser l'autoépuration biologique par les milieux aquatiques eux-mêmes. Ce type de mesure permet d'atténuer l'effet de la pollution sur les communautés aquatiques.

La plupart des pollutions diffuses ne sont donc pas prises en considération directement pour établir le débit biologique. Il s'agira essentiellement de considérer l'oxygénation et les pollutions ponctuelles.

6.4.2 Le cas particulier des plans d'eau en rivière

Les plans d'eau créés entre les nombreux seuils sont représentatifs du secteur amont, il nous paraît opportun de proposer une station sur un tronçon comportant une hydromorphologie modifiée par ces seuils. La géométrie hydraulique des biefs étant peu sensibles aux variations de débit, c'est plutôt la qualité de l'eau qui peut être prépondérante dans l'état écologique du cours d'eau. En particulier, le principal risque est celui d'hypoxie/anoxie du fond en été lorsque les températures augmentent et que le débit est faible (manque de brassage de la colonne d'eau, stratification thermique/chimique). Dans cette opération, nous nous intéresserions donc aussi aux débits pour lesquels des problèmes d'hypoxie/anoxie du fond apparaîtraient à l'aide d'une bathymétrie, de profils verticaux, de mesures de l'oxygène dissous, d'un jaugeage et d'une modélisation. Cela permettrait d'établir une gamme de débit à maintenir dans le Trèfle pour garantir un minimum de conditions propices au benthos dans les plans d'eau et éviter un phénomène de réductions (au sens chimique) dans le sédiment (potentiellement à l'origine, entre autres, des nitrites dont le paramètre est classé « moyen » sur la station de mesure d'Allas-Champagne).

Dans des secteurs profonds (fosse, bief de moulin ...), une différence parfois marquée est observable entre la teneur du fond et celle de la surface. Cette différence est due au temps de diffusion de l'oxygène dissous particulièrement long dans les fosses profondes. Ce phénomène est comparable au sucre dissous dans du café : sans mélange, le sucre n'est pas homogénéisé dans la tasse...

6.4.3 Méthodologie envisageable pour décrire et modéliser une station plan d'eau.

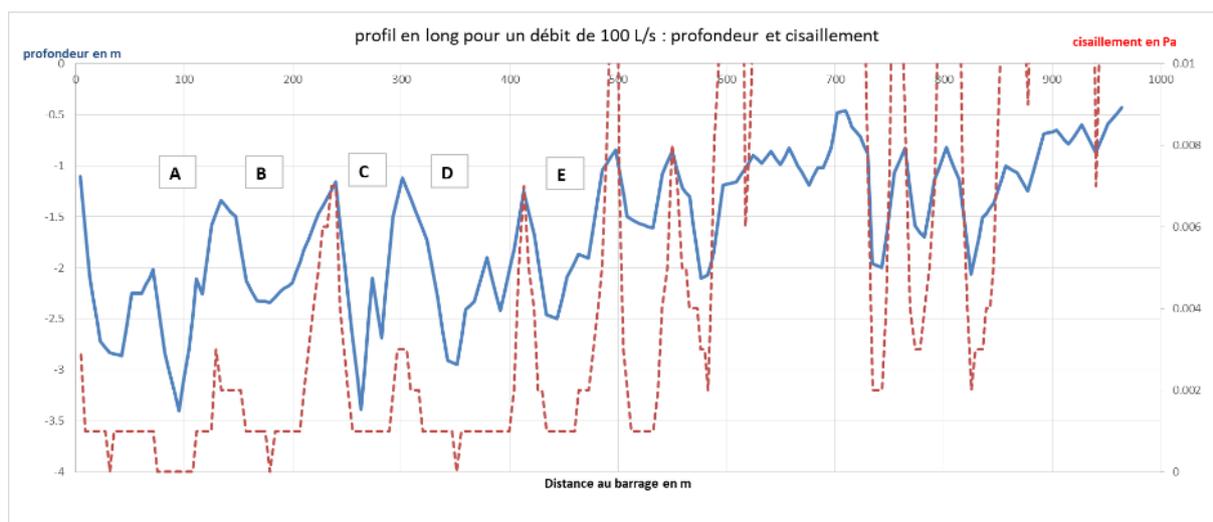
Nous présentons ci-dessous et à titre d'exemple le résultat d'une étude réalisée sur un petit affluent de l'Aveyron et qui se caractérise par la présence de nombreux biefs ainsi que par des rejets de stations d'épuration de petites collectivités.

L'objectif poursuivi est de déterminer à partir de quelle valeur de débit le risque d'hypoxie disparaît.

Le processus suit alors les étapes suivantes :

- Bathymétrie du plan d'eau (bateau ou aquadronne) ;
- Mesures in situ de paramètres physico chimique en période critique (température élevée + étiage) ;
- Modélisation hydraulique du plan d'eau (calcul du cisaillement hydraulique) ;
- Conclusion pour un débit biologique minimum estival.

Le produit type est donc la modélisation du profil « d'énergie » porteur du risque de sous oxygénation en fonction du débit. Il peut se traduire comme dans l'exemple ci-dessous développé en annexe.



Ce coefficient évolue avec le débit. Les situations à risque se réduisent rapidement avec l'augmentation du débit.

Débit en L/s	80	100	125	150	175	200	600
Nombre de situations à risque (0,002 Pa)	76	72	63	37	12	9	0
Taux de risque pour l'ensemble du plan d'eau	31%	30%	26%	15%	5%	4%	0%
Nombre de situations à risque (0,001 Pa)	47	12	8	6	4	0	0
Taux de risque pour l'ensemble du plan d'eau	19%	5%	3%	2%	2%	0%	0%

L'étiage peut se traduire par une stagnation importante des eaux dans les biefs profonds de plus de 2 m avec comme principale conséquence environnementale, une désoxygénation des eaux de fond avec un impact probable sur la faune benthique (les poissons peuvent éviter temporairement ces zones). Malgré des incertitudes sur le débit exact entraînant un risque significatif, les résultats établis sur le plan d'eau suggèrent qu'un débit inférieur à 100 l/s se traduit par un risque certain d'hypoxie sur au moins 5% de la surface du plan d'eau (valeur observée). Pour 80 l/s, la proportion passe à 20%. Le risque devient négligeable quelle que soit l'hypothèse au-delà de 175 l/s. La valeur de 100 l/s peut être considérée comme une valeur de précaution minimale eu égard aux pressions qualitatives qui s'exercent.

Ce type de méthodologie semble adapté à l'étude du secteur amont du Trèfle pourvu de nombreux seuils et plans d'eau. Il apparaît que ce déficit en oxygénation est concomitant avec la période des assècs pouvant entraîner des complications en termes de biologie.

7 PROPOSITION DE SITE DE STATION DE DEBIT BIOLOGIQUE

L'objectif de ce chapitre est la présentation d'une proposition de pré-positionnement de 3 stations d'étude de débits biologiques sur le Trèfle. La proposition du choix des stations vise à représenter les grandes configurations du cours d'eau pour avoir une vision générale représentative du cours d'eau.

Le but n'est pas de fixer partout l'emplacement exact de ces points mais plutôt de définir dans quels secteurs il serait intéressant de les positionner.

Plusieurs paramètres conditionnent le choix de l'emplacement des stations d'étude de débits biologiques :

- Les stations sont réparties de sorte à couvrir au maximum les différentes configurations du cours d'eau le long de son linéaire. Ils permettent d'avoir une vision globale des besoins du cours d'eau dans ses sections « naturelles » en termes de débit. Les stations d'étude sont donc censées couvrir les principaux ensembles hydromorphologiques rencontrés sur le linéaire du cours d'eau, de sorte à fournir in fine une image représentative de l'ensemble du linéaire. Chaque changement significatif dans l'hydromorphologie à large échelle (pente du cours d'eau, largeur du fond de vallée, sinuosité, ...) induit théoriquement la mise en place d'une nouvelle station d'étude. Le nombre de stations d'étude est toutefois limité à 3 par secteur par le cahier des charges de l'étude. Il est à noter que, sur chaque secteur, une seule plage de débit biologique sera proposée à la fin de l'étude, qui intègre cependant les résultats de toutes les stations d'étude du secteur ;
- Les stations sont positionnées dans des secteurs présentant encore une certaine « naturalité » de sorte à étudier un potentiel « naturel » du cours d'eau. De plus, les protocoles de mesures des méthodes micro-habitats imposent de couvrir au moins deux successions radiers (ou plats courants) /mouilles ;
- Dans le cas d'une hydrologie atypique, le choix de la station reposera sur la pertinence du contexte à décrire : biefs, plans d'eau, zones humides à proximité, etc...

Il est également préférable qu'elle ne soit pas située dans un secteur court-circuité avec un fort impact sur le débit de sorte à faciliter l'analyse hydrologique. La proximité de la station d'étude à une station de mesures pré-existante (station qualité DCE, station de pêche, station hydrométrique, ...) est un atout. Il peut en effet permettre de faire du lien entre la biologie et le comportement hydraulique du cours d'eau et d'avoir des références fiables en termes d'hydrologie mesurée. La station d'étude doit tout de même rester représentative du secteur à décrire.

La sectorisation SYRAH sert de base pour cibler les différents secteurs hydromorphologiques présents sur le territoire.

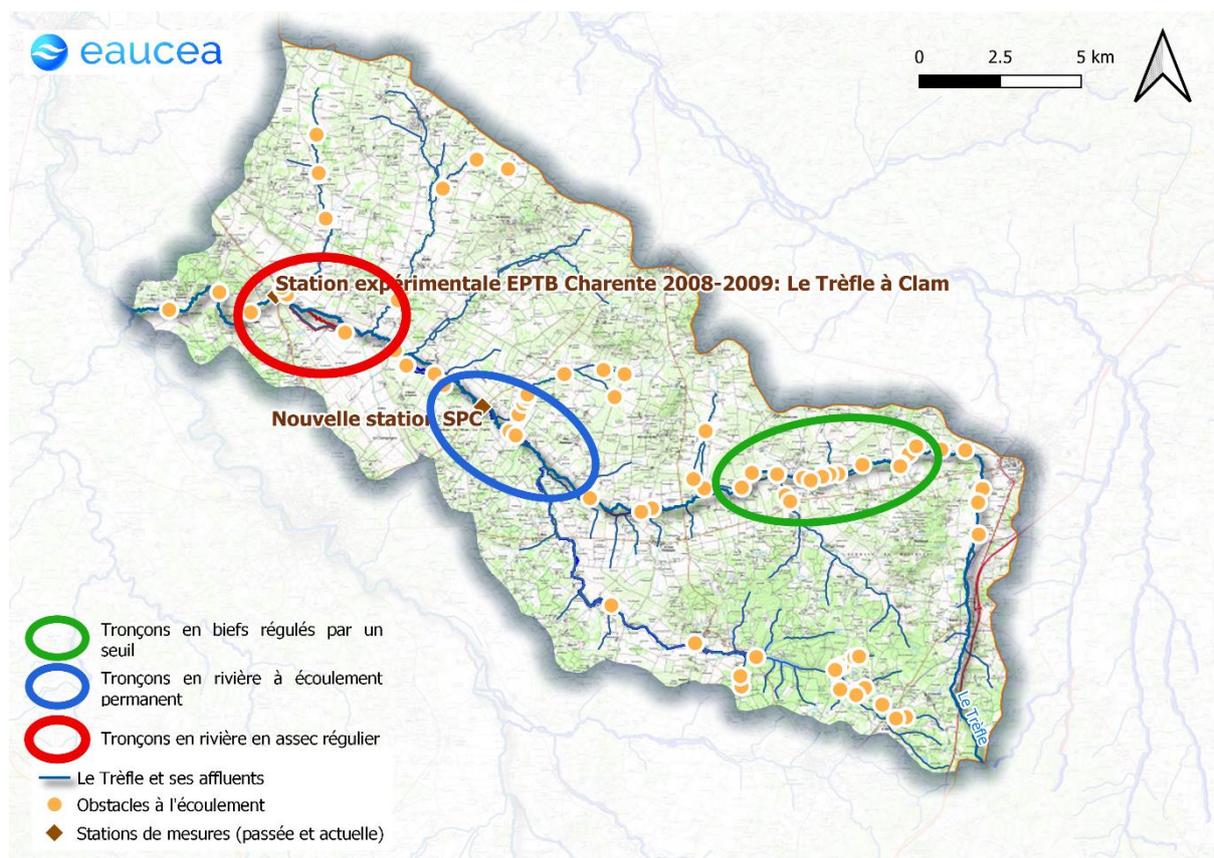


Figure 77 secteurs de prospection du Trèfle

7.1 STATION PLAN D'EAU

Ainsi la station devra être positionnée dans un plan d'eau de retenue présentant si possible des zones de profondeur supérieur à 2 m.

Les recensements du ROE propose une première sélection qui devra être affiné avec le syndicat.

CdObstEcou	NomPrincip	NomSecond	CdTypeOuvr	LbTypeOuvr	CoordXPoin	CoordYPoin	HautChutEt
ROE50401	Moulin du Chillaud		1.2.1	Seuil en riviè	444950.346	6490205.56	17
ROE98348	grand étang de la grue		1.1.7	Barrage en r	447737.754	6484218.97	5.5
ROE98345	étang de Givrezac		1.1.7	Barrage en r	448215.327	6483422.58	4.5
ROE98343	étang des Galiments		1.1.7	Barrage en r	449710.222	6482607.66	3.5
ROE50398	Moulin de Minet		1.2.1	Seuil en riviè	445987.86	6489505.75	3
ROE98354	étang des grenouilles		1.1.7	Barrage en r	447678.223	6483469.54	3
ROE98344	étang de chez Brillhouet		1.1.7	Barrage en r	449403.305	6482567.97	2.5
ROE98349	étang médian de la Grue		1.1.7	Barrage en r	448115.446	6484467.02	2.5
ROE72273	moulin de Chadenac		1.2.1	Seuil en riviè	431580.225	6499514.3	2.3
ROE72272	amont moulin du Petit Morlu		1.2.1	Seuil en riviè	431789.848	6498111.54	2.3
ROE72271	moulin du Petit Morlu		1.2.1	Seuil en riviè	431846.888	6498082.87	2.3
ROE98347	étang des défends		1.1.7	Barrage en r	448441.545	6483516.5	2.2
ROE98346	étang de chez Bancheraud		1.1.7	Barrage en r	448978.649	6482999.24	2
ROE98353	moulin de Givrezac		1.2.1	Seuil en riviè	448172.993	6483299.55	2

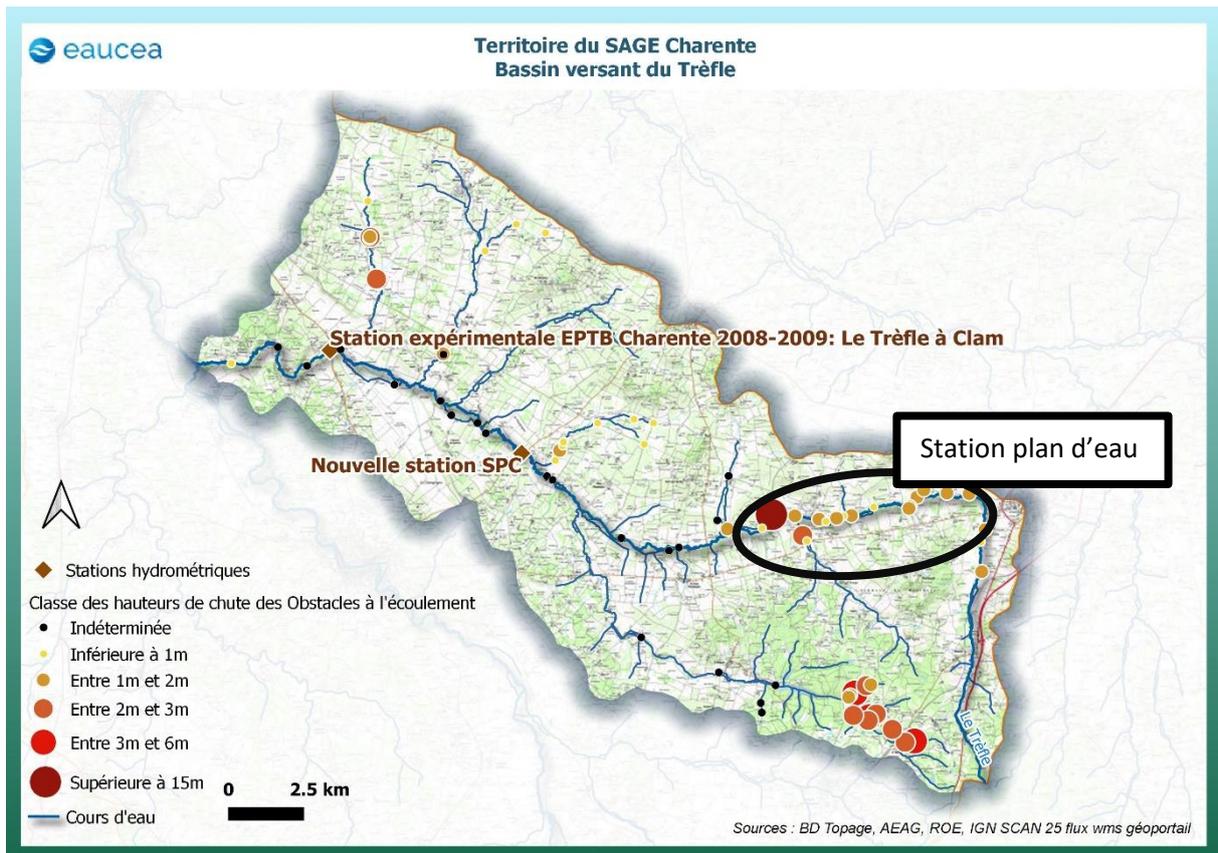


Figure 78 : Obstacles à l'écoulement en fonction de la hauteur de chute

Le secteur amont est celui qui nous assure la présence de plusieurs seuils avec une hauteur d'au moins 2 m.

Un seuil à 17m est également signalé sur ce secteur au niveau du Moulin du Chillaud mais vue la topographie du secteur et la hauteur moyenne des biefs de la région semble peu cohérente. Une vérification sur le terrain semble indispensable.

7.2 STATION COURS D'EAU

Une station DMB est proposée à proximité de la nouvelle station du SPC pour illustrer les enjeux de débits du Trèfle. Il s'agirait d'une station « classique » à l'instar des celles déjà positionnées sur les bassins de la Charente et de la Seudre. Les données de la station SPC présente sur ce secteur permettra alors une meilleure prise en compte des débits et des hauteurs d'eaux dans l'étude des potentialités biologiques de la station DMB.

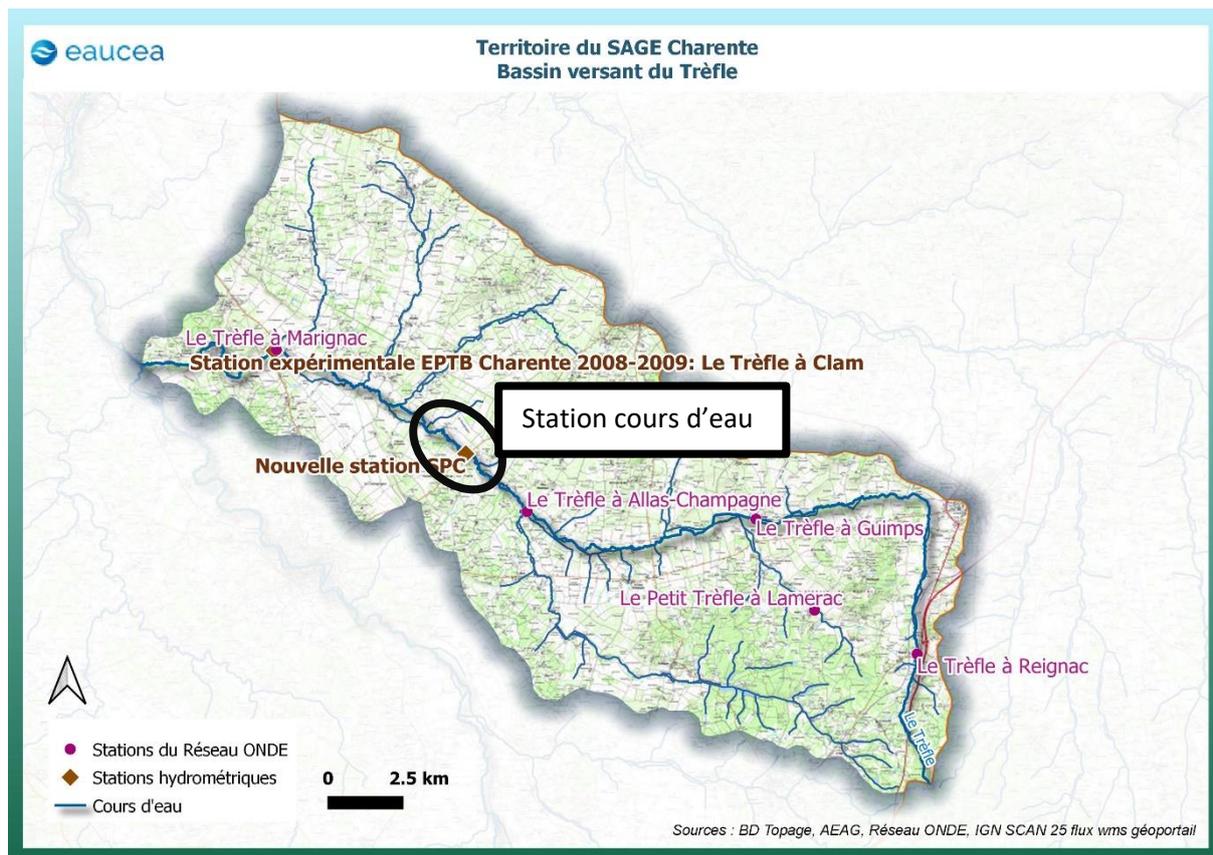


Figure 79 : Carte du secteur du positionnement de la station « cours d'eau »

7.3 STATION INTERMITTENTE RISQUE D'ASSEC

La station en cours d'eau intermittente se situerait dans le secteur aval du Trèfle. Dans l'idéal elle se situerait à proximité du lieu-dit « La Cayenne » afin de pouvoir valoriser les données piézométriques préexistantes en ce point et ainsi de mieux appréhender la relation débit/nappe. Cette station se trouve naturellement dans un tronçon traditionnellement en assec.

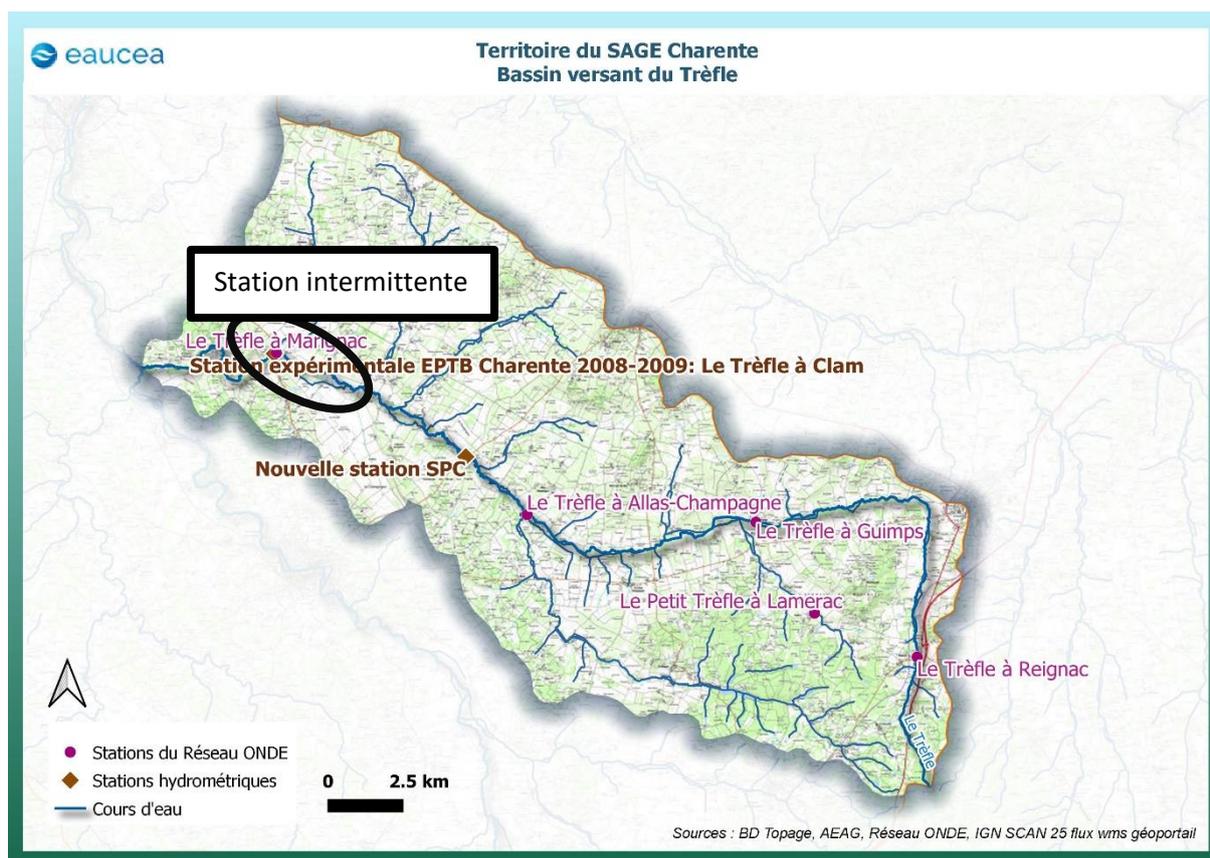


Figure 80 : Carte du secteur du positionnement de la station « intermittente »

7.4 SYNTHÈSE DES SECTEURS PROPOSÉS

Le contexte du Trèfle demande de diversifier les méthodes de prises en compte de son hydrologie atypique. Présentant des secteurs en assecs, des secteurs comportant des biefs et des plans d'eau ainsi que des secteurs à l'hydrologie plus classique, la description du fonctionnement de ce système nécessite une telle diversité d'approches. Les trois stations proposées devraient couvrir l'ensemble des enjeux ayant trait avec ce fonctionnement :

- Une station « plan d'eau » en amont, où le cours d'eau présente une succession seuil/plan d'eau, sensible aux enjeux de qualité de l'eau ;
- Une station « cours d'eau » intermédiaire, plus classique, qui décrira une situation « naturelle » et en eau ;
- Une station « intermittente » en aval, lieu des assecs, sensible aux enjeux de reproduction/fuite/recolonisation notamment concernant le brochet et ses besoins particuliers en termes de frayères.

Une attention particulière sera portée à la mise en regard des résultats de ces différentes approches afin de décrire au plus près de la réalité le système « Trèfle ». Les acquis sur ce type de station atypique auront un intérêt méthodologique certain pour l'ensemble du SAGE Charente.

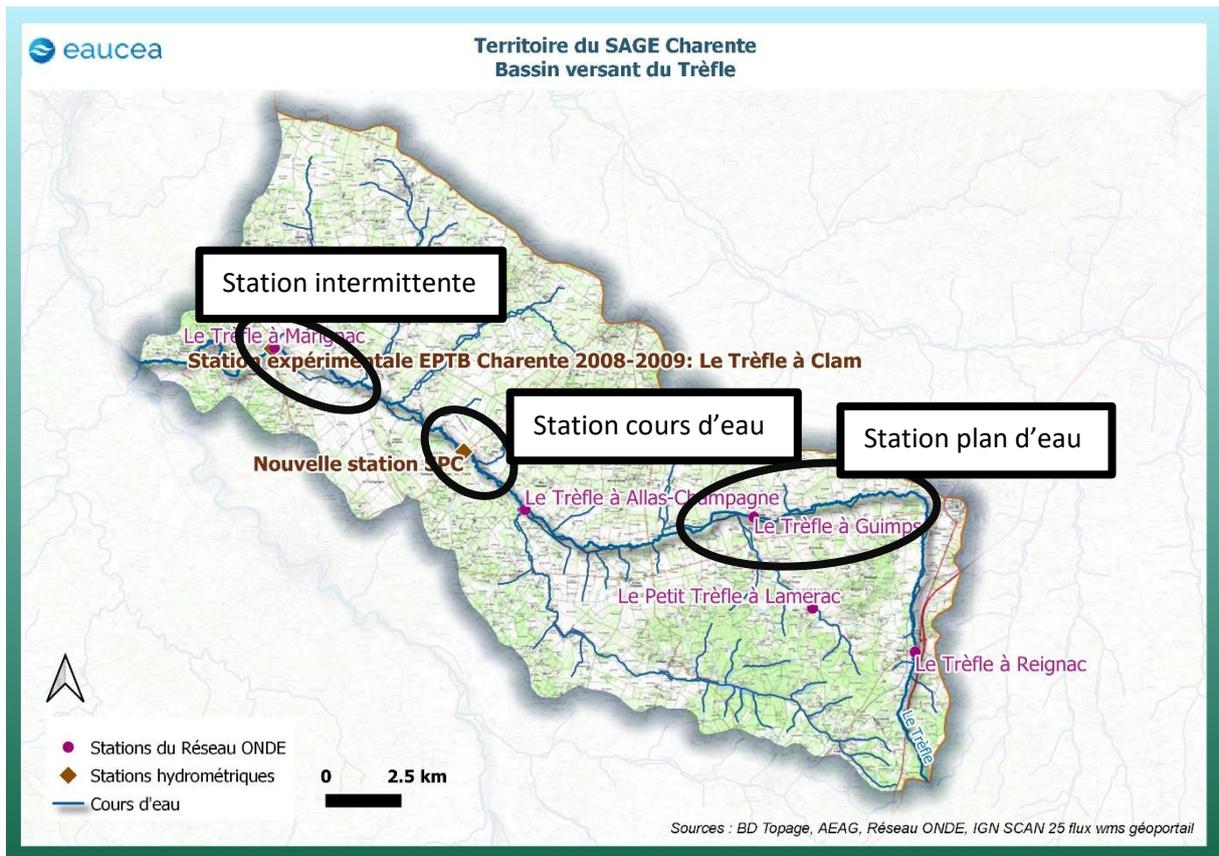


Figure 81 : Synthèse des secteurs proposés pour les stations

8 PROPOSITION POUR L'INSTRUMENTATION

L'instrumentation viendra en complément de la station SPC dont les premiers résultats interviendront à moyen termes.

Le secteur aval du Trèfle est le plus sensible aux relations nappes rivières puisqu'il peut être soumis à assec. Le présent rapport confirme que l'écoulement du Trèfle aval est sous contrôle de la piézométrie et qu'il est possible de prédire l'état du trèfle en analysant la piézométrie.

Les mesures de 2008 à 2009 à Clam montrent une bonne corrélation du Trèfle aval avec la Seugne en période d'écoulement. Elles devraient être aussi bien corrélées avec la future station de débit SPC. Le régime des hautes eaux sera bien décrit avec les éléments disponibles sur ces deux stations Etat.

L'observation des assec nous donnera donc une information importante sur le :

débit minimum des pertes du Trèfle aval \geq débit mesuré station SPC en assec.

En conséquence, nous recommandons d'établir un suivi piézométrique à proximité de la rivière au niveau de Clam, calé en cote par rapport au niveau de la rivière.

En situation d'assec, l'abaissement piézométrique pourra continuer d'être suivi.

Cette information pourra donc être exploitée de façon complémentaire aux autres données puisque la gestion quantitative impacte directement ces niveaux piézométriques.

9 RESUME DES ETAPES METHODOLOGIQUES DES ETUDES DE DEBITS BIOLOGIQUES

Pour chaque rivière à étudier, les travaux sont organisés selon plusieurs étapes.

Les trois premières étapes relèvent de l'état des lieux et préparent les travaux de terrain. Elles permettent de contextualiser les bassins versants étudiés et d'arrêter une stratégie pour choisir des stations expérimentales : nombres de stations à réaliser, secteurs à étudier, espèces à prendre en compte, cadrage hydrologique. Ces étapes qui s'apparentent à une monographie de la rivière et de son bassin versant, sont l'analyse de l'hydromorphologie, l'analyse de l'hydrologie naturelle et influencée par les usages et l'analyse de l'écologie et de la qualité des eaux (enjeux). Elles font l'objet d'un rapport par sous bassin versant.

Ce rapport vise à définir les enjeux spécifiques à chaque bassin afin d'y appliquer l'approche méthodologique qui est présentée dans le présent document. Cette phase se conclut par une quatrième étape qui présente les éléments méthodologiques d'entrée (stations d'études, gamme de débits sur la période basses et hautes eaux, espèces cibles).

Les quatre suivantes concernent plus spécifiquement l'approche de terrain, les modélisations et l'analyse des résultats qui conduisent à la définition des débits biologiques. Ces modalités pratiques de prise de données et de traitement conditionneront la qualité et la diversité des analyses souhaitées.

Ces quatre étapes constituent la deuxième phase de l'étude, dite de détermination des débits biologiques, et qui feront l'objet de commande secteur par secteur en fonction des choix prioritaires des maîtres d'ouvrage.

9.1 ETAPES PREPARATOIRES

9.1.1 Etape 1 – Analyse de l'hydromorphologie

De cette partie découle la caractérisation de l'ambiance générale des différents cours d'eau (habitats aquatiques) ainsi qu'une sectorisation hydromorphologique (découpage des cours d'eau en tronçons homogènes du point de vue de l'hydromorphologie). Cette sectorisation permet de déterminer sur quels tronçons il sera pertinent de mettre en place les stations de mesure des débits biologiques. L'objectif est de cibler les tronçons les plus intéressants pour étudier les besoins des milieux et de définir combien de stations de mesures sont à mettre en place (ce nombre étant fonction de la diversité des contextes à explorer). Une phase de repérage de terrain permet d'aller sélectionner les emplacements des stations de mesure.

9.1.2 Etape 2 - Analyse de l'hydrologie

L'analyse de l'hydrologie mesurée permet notamment de se faire une idée de la gamme de débits du cours d'eau notamment en période d'étiage (paroxysme pour la biologie) mais aussi pour le régime annuel y compris en hautes eaux. Les pressions quantitatives qui s'exercent sur le cours d'eau et les nappes connectées (prélèvement, modification du régime, etc.) permettent d'approcher plus ou moins précisément, l'hydrologie naturelle à savoir l'hydrologie telle qu'elle serait sans influence humaine.

Ces débits de référence permettront à posteriori de déterminer la gamme de débits à tester pour leur intérêt écologique (Crues, hautes eaux, étiages).

9.1.3 Etape 3 - Analyse de l'écologie et des enjeux du débit biologique

Il s'agit à cette étape de formaliser les enjeux milieux avec comme clés de lecture qui s'imposent aux acteurs : la non dégradation de l'état des eaux, l'atteinte du bon état écologique et la prise en compte d'espèces protégées. Ce sont donc à minima les mêmes paramètres que ceux qui qualifient les masses d'eau.

Cette partie correspond d'une part à l'analyse des données de qualité de l'eau au sens de la DCE et de la fonctionnalité des milieux aquatiques. Elle intègre donc l'analyse de la qualité physico-chimique de l'eau, premier facteur de pression pour la biodiversité. Cette partie identifie à partir des bases de données historiques, les enjeux de qualité des eaux qui sont en lien avec la question du débit (dilution, autoépuration, oxygénation).

D'autre part, cette étape permet de désigner les espèces qui serviront d'indicateurs dans le reste de l'analyse (il est considéré que leurs besoins intègrent ceux de l'ensemble du milieu). Attention cependant à une vision trop statique de l'écosystème qui s'obligerait à retrouver des populations dites de référence. La notion d'indicateur est plus ouverte et plus proche de la réalité du fonctionnement des écosystèmes (une espèce peut être remplacée par une autre sans pénaliser l'équilibre global). Le peuplement piscicole est notamment étudié au travers des inventaires piscicoles de l'OFB et des fédérations de pêche, de l'IPR, du PDPG, des retours d'expériences des divers experts locaux, ... Dans le cas présent, ces enjeux faunistiques ont été débattus lors du Cotech de juillet 2020.

9.1.4 Etape 4 : Validation des secteurs d'études et des enjeux

Aux termes des étapes précédentes, plusieurs éléments méthodologiques sont disponibles :

- le choix du nombre et de l'emplacement des stations d'études ;
- la gamme des débits à utiliser dans l'analyse ;
- les espèces repères pour l'analyse ;

Ces éléments méthodologiques sont définis à l'issue de la phase « Définition de la méthodologie ». Elle se conclut par une validation de ces éléments.

Après validation de ces différents éléments, les phases de terrain et d'analyse peuvent commencer. En fonction des investigations de terrain, certains de ces éléments pourront être ajustés.

9.2 ETAPES DE PRISE DE DONNEES ET D'INTERPRETATIONS

Les modalités de prise de données terrain et de modélisation permettront de couvrir l'intégralité du cycle hydrologique et d'effectuer des tests hydrauliques pour vérifier la fonctionnalité écologique évaluée au travers des indicateurs.

9.2.1 Etape 5 : Choix d'un protocole expérimental adapté aux enjeux

Le passage de l'état des lieux écologique à l'analyse des liens avec l'hydrologie (le régime des débits puis le cas échéant l'hydrogéologie) passe par une analyse hydraulique. Le cycle biologique est particulièrement sensible aux événements à haute fréquence qui imposent des conditions adaptatives récurrentes, telles que les basses eaux estivales ou les crues fréquentes. Des espèces d'insectes aquatiques à cycle court (quelques mois) peuvent par exemple être adaptées à des assecs estivaux.

A l'inverse, le brochet, espèce à cycle long nécessitant des épisodes d'inondation pour la fraie, peut tolérer quelques années consécutives sans conditions favorables à la reproduction. En revanche l'inondation des zones de fraie même rare doit durer quelques semaines pour l'émergence des brochetons.

Les objectifs poursuivis dans la présente étude consistent donc à rapprocher la satisfaction des fonctions écologiques au travers de critères hydrauliques : profondeur, vitesse, granulométrie des fonds, énergie dissipée, remplissage du lit et ennoisement des berges, débordement ou connexion aux annexes fluviales.

Le choix du protocole de prise de données sur le terrain conditionne notre capacité à explorer ces différentes questions. Un modèle hydraulique 2 D est systématiquement préconisé dans cette gamme de cours d'eau.

9.2.2 Etape 6 : Prises de données terrain

Après repérage préalable et validation du choix de l'emplacement des stations, les relevés de terrain sont réalisés de préférence en période de basses eaux qui révèle le mieux la diversité des habitats. Ceci conditionne aussi la qualité prédictive du modèle. Il est donc plus prudent d'observer des basses eaux et de modéliser des débits plus élevés que le contraire.

Le protocole permet de collecter l'ensemble des données nécessaires à la création du modèle hydraulique (débit du cours d'eau le jour des mesures, paramètres hydrauliques : hauteurs d'eau, largeurs mouillées et vitesses, paramètres géomorphologiques : profil en travers du cours d'eau, profil des berges, substrat, ...). Il est conduit sous la responsabilité d'un expert en hydraulique.

Il permet aussi de collecter des observations naturalistes réalisées par un écologue (végétation, milieux annexes, etc...). En particulier, les sites et conditions favorables à la reproduction des espèces présentes seront identifiés. Par exemple, un lit de gravier exondé en étiage, période de prise des données, peut constituer une frayère fonctionnelle au printemps. Il sera repéré et la modélisation hydraulique permettra de calculer le débit nécessaire à sa submersion.

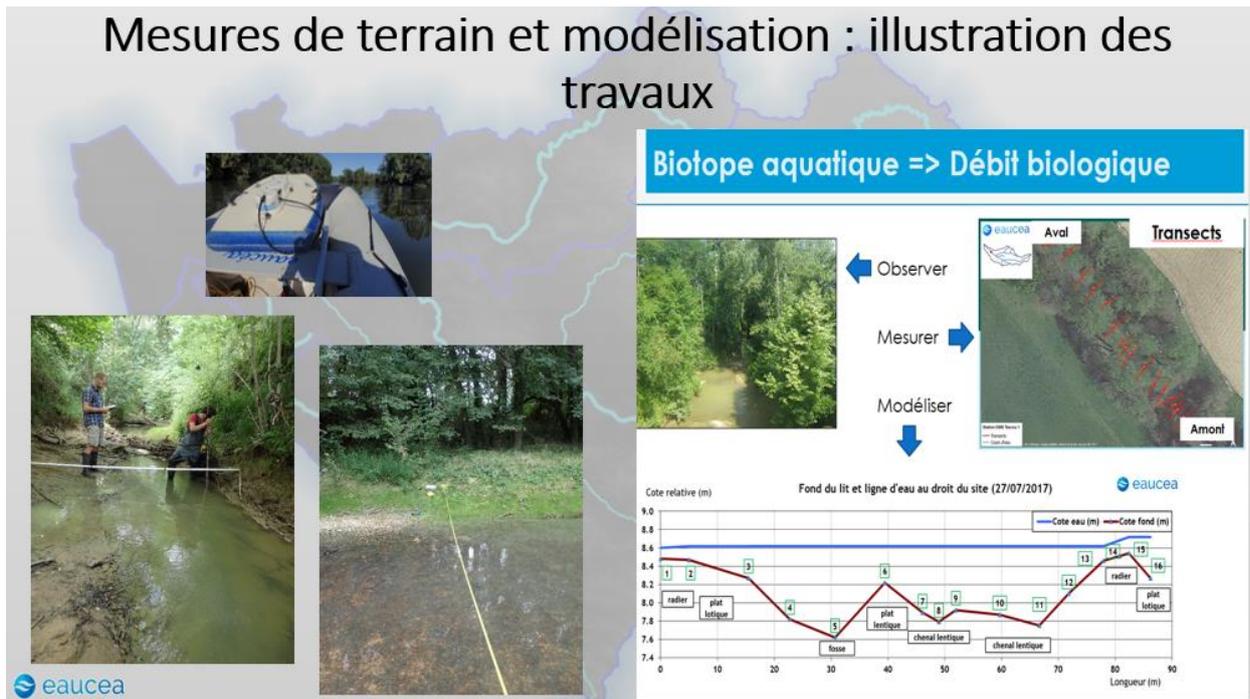


Figure 82 : Mesures de terrain

9.2.3 Etape 7 : Réalisation d'un modèle hydraulique sous Hec-Ras 2D et couplage de ce modèle avec les modèles biologiques

Un modèle hydraulique est réalisé pour chaque station sous le logiciel Hec-Ras 2D. Il permet de connaître l'évolution des différents paramètres hydrauliques (largeur mouillée, profondeur et vitesse, débordement, énergie) en fonction du débit.

Il est par la suite couplé à des modèles biologiques (préférences des espèces cibles pour les différents paramètres mesurés : profondeur, vitesse et substrat) ou à des considérations écologiques (ennoisement des berges, débordement, connexion à des habitats latéraux). Cette étape permet de quantifier le potentiel d'accueil du milieu pour les espèces cibles en fonction du débit. D'autres paramètres du milieu peuvent être étudiés de manière fine : débit en dessous desquels la lame d'eau devient trop faible au niveau des radiers pour permettre le déplacement des poissons, connexion du cours d'eau à un habitat particulier, surface de faciès courants, ...).

Le couplage des paramètres hydrauliques aux modèles biologiques sera réalisé en considérant les périodes de hautes eaux et celles de basses eaux (voir le paragraphe suivant « Etape 8 » et son diagramme).

9.2.4 Etape 8 : Enjeux biologiques et cycle hydrologique

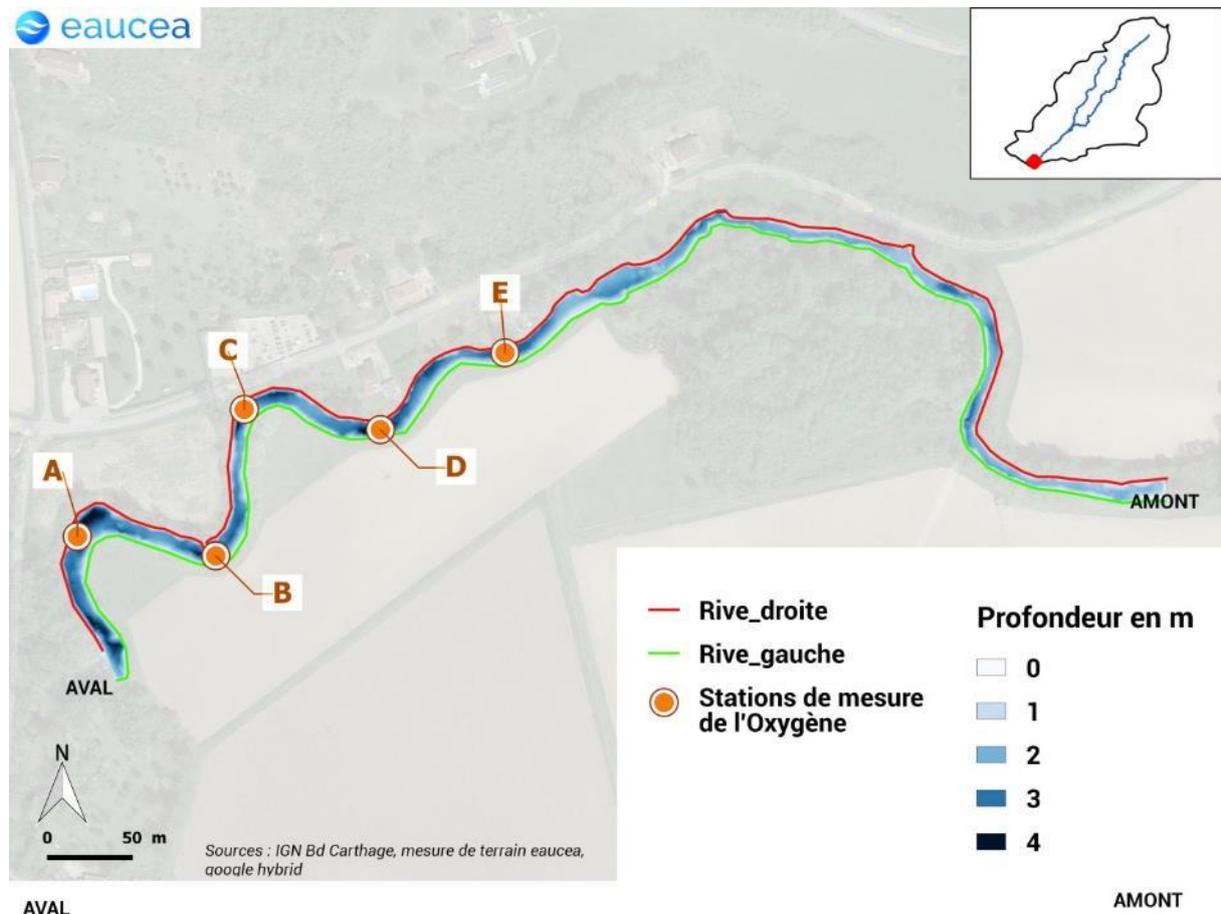
Les pertes et gains de fonctionnalités écologiques des cours d'eau étudiés seront analysés sur l'ensemble du cycle hydrologique décrit au travers des fréquences statistiques (cf. étude hydrologique). La situation sera donc qualifiée pour différents indicateurs à enjeux écologiques en simulant l'hydrologie médiane et ses fluctuations quinquennales (bornes hautes et basses) ou d'autres scénarios jugés pertinents par le comité technique. L'expérience montre que cette étape est souvent itérative et implique un partage des points de vue d'experts.

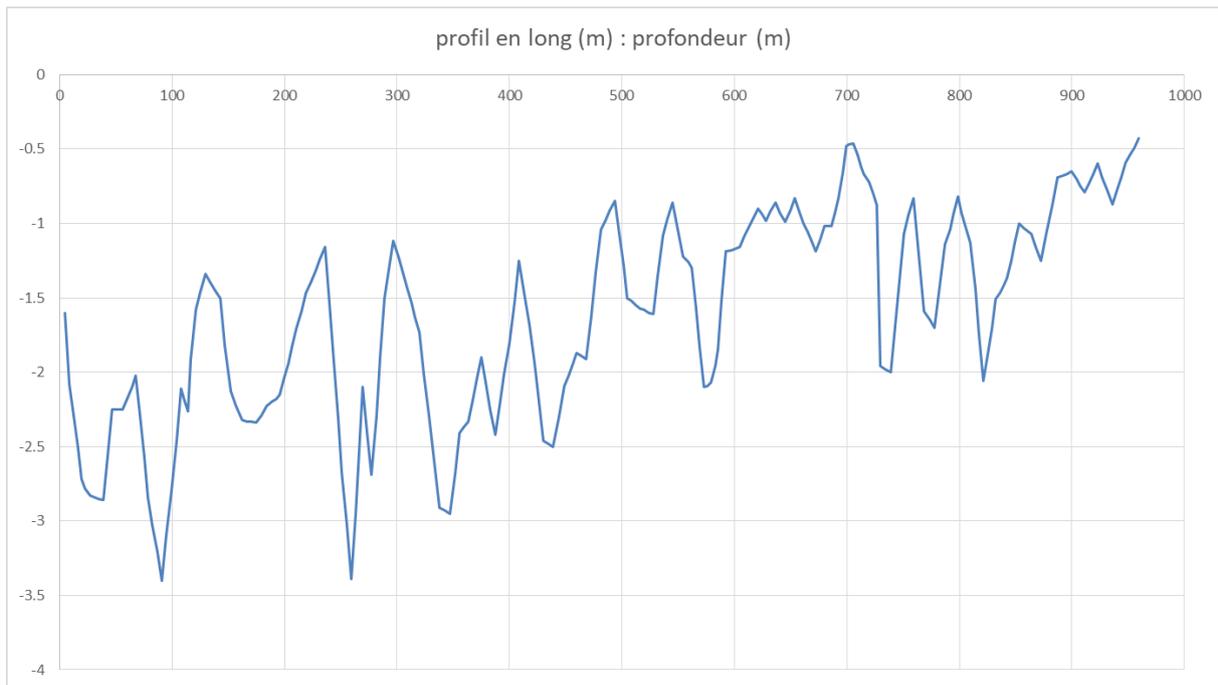
10 ANNEXE : EXEMPLE D'ANALYSE SPECIFIQUE DE LA STATION PLAN D'EAU DE SAINT NAZAIRE : RELATION QUALITE/QUANTITE

Bathymétrie

Une bathymétrie du plan d'eau du seuil artificiel de Camp d'Alba a été effectuée. Ce plan d'eau se caractérise par une succession de « haut fonds » et de « fosses » qui s'approfondissent en se rapprochant du seuil aval.

Les profondeurs maximales sont de l'ordre de 3 m avec des creux très ponctuels jusqu'à 4 m environ.



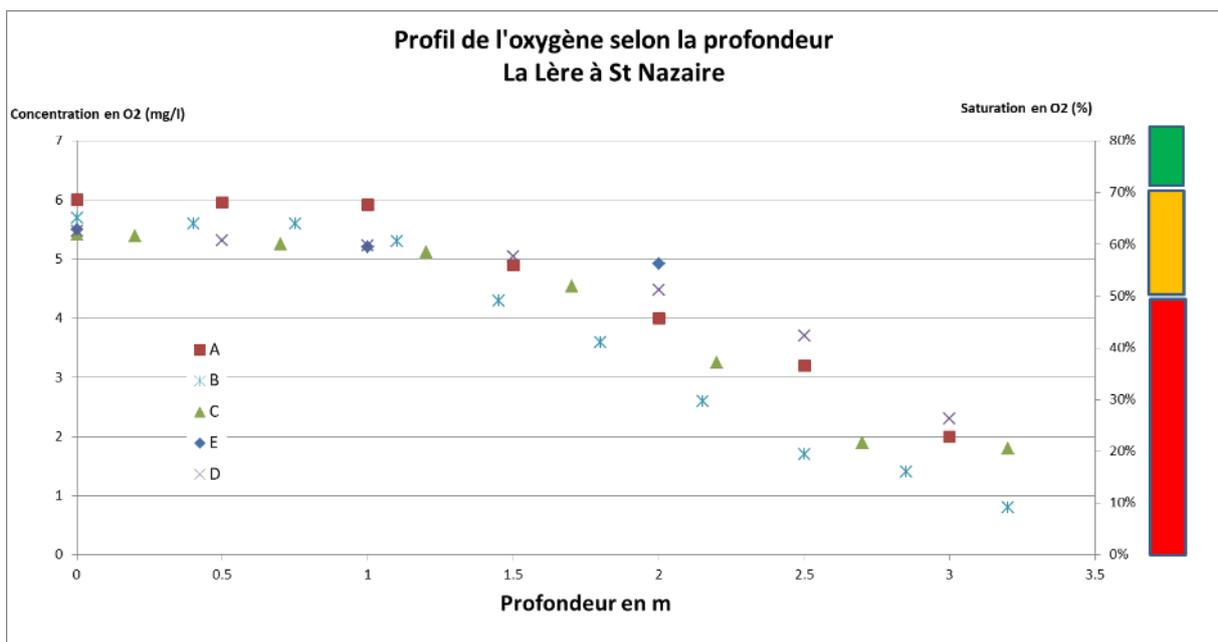


Points de qualités réalisés

Le relevé des caractéristiques physiques a été doublé d'une succession longitudinale de points de contrôle des deux paramètres qualitatifs sensibles au brassage des eaux (Oxygène, température).

5 profils de l'oxygène (point A à E) ont été réalisés entre la surface et le fond dans les zones les plus profondes.

En dessous de 2 m de profondeur, la saturation en oxygène a été systématiquement en dessous du seuil de mauvais état. En dessous de 2,5 m la concentration est proche d'une situation d'hypoxie (<2 mg/l) et probablement d'anoxie dans le sédiment.



Analyse des profils verticaux de l'oxygène et relation avec le débit

La teneur en oxygène dissous d'un cours d'eau est un paramètre qualitatif essentiel pendant la période d'étiage, notamment pour des cours d'eau lents. Ce paramètre a donc été plus finement analysé, afin de rendre compte des phénomènes particuliers qui ont été observés lors des campagnes de mesure.

Au fur et à mesure de son avancement dans le bief, le bilan en oxygène dissous d'une masse d'eau est fonction de plusieurs phénomènes de consommations :

- La consommation d'oxygène par dégradation de la matière organique ;
- La consommation d'oxygène par nitrification de l'ammoniac en nitrate ;
- La consommation d'oxygène des boues à l'interface eau – sédiment du fond du cours d'eau ;
- La consommation d'oxygène par respiration du phytoplancton et des algues.

Et de phénomènes d'apports d'oxygène

- La réoxygénation via l'interface eau – atmosphère ;
- La production d'oxygène par photosynthèse (algues et phytoplancton) efficace en journée ;
- La réoxygénation par chute d'eau au passage d'un seuil.

Les phénomènes précédents ont tendance à appauvrir en O_2 le fond du cours d'eau et à enrichir la proche surface. Ce déséquilibre dans les cours d'eau est en général effacé par la diffusion de l'oxygène des zones à forte concentration vers les zones à faible concentration. Les flux d' O_2 au travers de la tranche d'eau sont inversement proportionnels au gradient de concentration, et fonction du coefficient de mélange de l'oxygène. Plus ce coefficient est fort, plus les échanges sont rapides. **Ce coefficient de mélange est variable et dépend notamment de la turbulence de l'écoulement.**

Pour le plan d'eau de la Lère, la différence marquée entre la teneur du fond et celle de la surface est due au temps de diffusion de l'oxygène dissous particulièrement long dans les fosses profondes. Ce phénomène est comparable au sucre dissous dans du café : sans mélange, le sucre n'est pas homogénéisé dans la tasse...

Dans le cas de la Lère à l'étiage, les débits faibles et la profondeur des biefs peuvent induire des vitesses très faibles (à peine quelques cm/s), et donc un régime peu turbulent. Le faible coefficient de mélange qui s'ensuit entraîne une hétérogénéité verticale de la teneur en O_2 déterminante pour le bon fonctionnement du benthos.

L'objectif de la modélisation est donc de rechercher les conditions favorables/défavorables à l'installation d'un risque d'hypoxie marqué au moins en période nocturne estivale.

La modélisation des écoulements pour la qualité des eaux a été réalisée avec un modèle 1D HECRAS à partir de la bathymétrie.

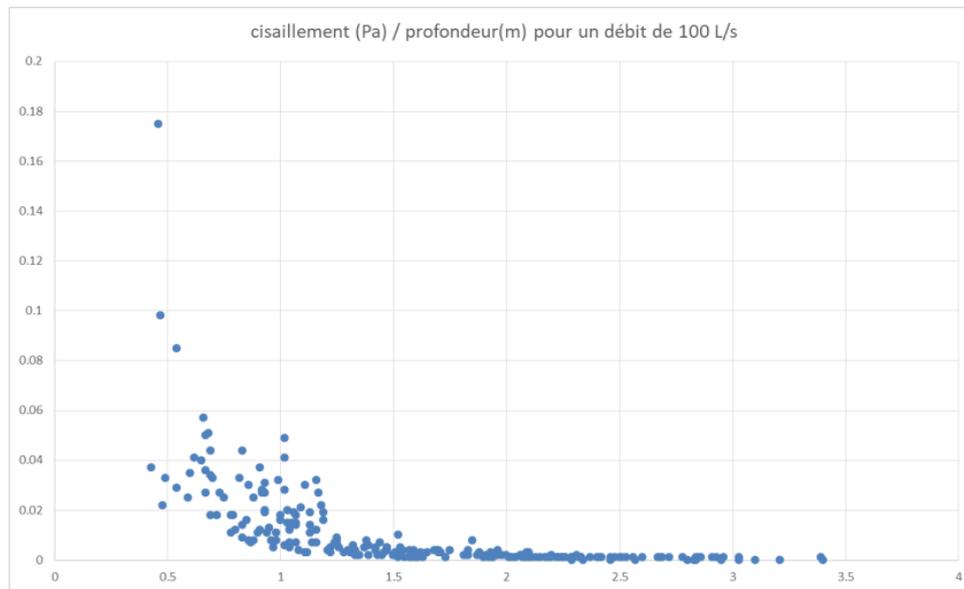
En fonction du débit, il est ainsi possible d'obtenir la valeur de la profondeur (peu variable) et de la vitesse de l'eau sur tout le profil en long. A l'étiage, les débits de la Lère (le plus souvent inférieurs à 100 L/s) et la profondeur des biefs, entraînent des vitesses inférieures à quelques cm/s.

Le paramètre le plus pertinent pour décrire la relation entre le débit et le mélange des eaux entre surface et fond est le calcul du cisaillement. Il traduit une pression exercée en interaction avec la rugosité du fond. Il s'exprime en Pascal :

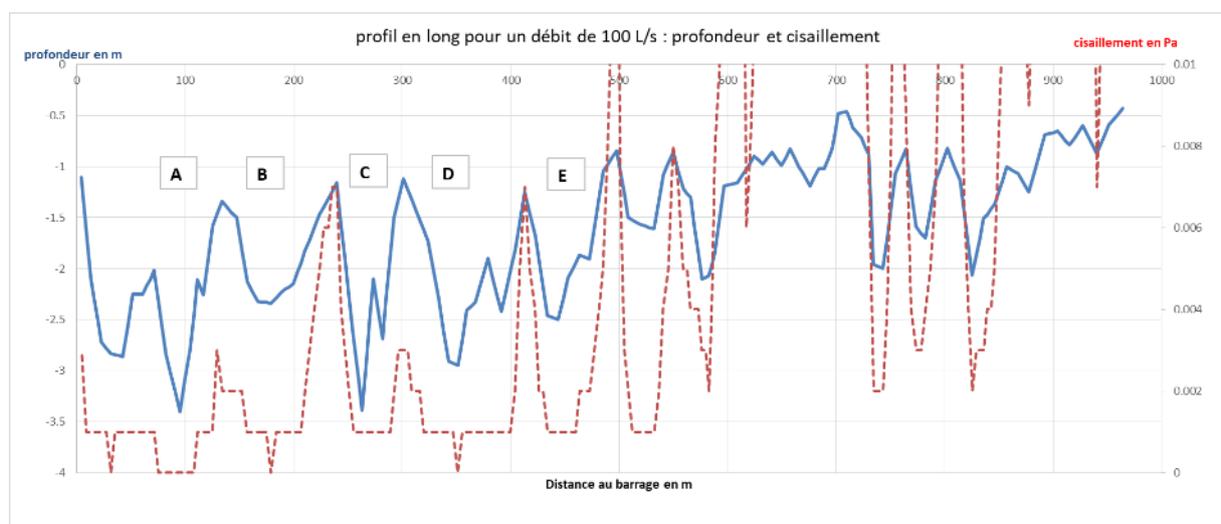
$$\tau^* = \rho (u^*)^2$$

ρ : masse volumique de l'eau

u^* : vitesse de frottement calculée en tout point



Grace à la modélisation hydraulique et aux observations de terrain, il est possible de qualifier le risque de désoxygénation sur des zones significatives en s'intéressant au coefficient de cisaillement et aux zones supérieures à 2 m de profondeur. Une valeur seuil caractérisant **le risque de « non mélange des eaux » et donc d'hypoxie** est issue des observations de terrain en dessous de 0,001 à 0,002 Pa. La répartition de ce risque a été étudiée sur le profil en long du cours d'eau.



Ce coefficient évolue avec le débit. Les situations à risque se réduisent rapidement avec l'augmentation du débit.

Débit en L/s	80	100	125	150	175	200	600
Nombre de situations à risque (0,002 Pa)	76	72	63	37	12	9	0
Taux de risque pour l'ensemble du plan d'eau	31%	30%	26%	15%	5%	4%	0%
Nombre de situations à risque (0,001 Pa)	47	12	8	6	4	0	0
Taux de risque pour l'ensemble du plan d'eau	19%	5%	3%	2%	2%	0%	0%

