

**Organisme d'accueil : Syndicat Mixte des Vallées du Clain Sud**

**Tuteur universitaire : Michel Bacchi**

**Tuteur professionnel : Anne Brangeon**

## **Bilan du Contrat Territorial des Milieux Aquatiques** **2012-2017 :**

Evaluation de la continuité écologique des aménagements



**Leconte Thomas**

**Mots clés :** Aménagements, Bilan, brochet, Clouère, continuité écologique, Contrat Territorial des Milieux Aquatiques, évaluation, franchissement, vitesse d'écoulement, vitesse de nage, tirant d'eau, micro-seuil, radier

## Remerciements

Que soient ici remerciés :

M. Bacchi, professeur de Polytech' Tours, en tant que tuteur universitaire de ce stage,

M. Bellin, président du Syndicat Mixte des Vallées du Clain Sud, pour avoir permis l'existence de ce stage ainsi que pour m'avoir accueillie au sein de la structure,

M. Bibaud, vice-président du Syndicat Mixte des Vallées du Clain Sud, pour avoir contribué à l'encadrement de ce stage,

Mme Brangeon, technicienne de rivière au Syndicat Mixte des Vallées du Clain Sud, maître de stage au sein du syndicat, pour ses conseils, son aide ainsi que sa compagnie tout au long de ce stage,

M. Mirlyaz, technicien de rivière au Syndicat Mixte des Vallées du Clain Sud, pour son aide durant ce stage,

La fédération de pêche de la Vienne pour le prêt de matériel et l'échange de donnée,

L'agence de l'eau Loire-Bretagne, pour avoir supervisé la mise en place du bilan évaluatif du CTMA, ainsi que pour la réactivité de réponse aux demandes de renseignements.

## Résumé

Depuis l'entrée en vigueur de la Directive Cadre Eau le 22 Décembre 2000, l'atteinte du bon état des milieux est devenu l'objectif principal fixé pour les bassins versants. Dans le bassin Loire-Bretagne, les maîtres d'ouvrages ont à leur disposition un outil opérationnel principal : Le Contrat Territorial des Milieux Aquatiques (CTMA). Un outil technique et financier à caractère contractuel développé par l'Agence de l'Eau. Le but du CTMA est de développer un programme pluriannuel de restauration et d'entretien des milieux aquatiques. Cela afin de maintenir le bon état écologique du milieu et de corriger les altérations identifiées.

Le Syndicat Mixte d'Aménagement du Val de Clouère, existant avant la création du Syndicat Mixte des vallées du Clain Sud (créé 1<sup>er</sup> janvier 2016) a mis en place un programme d'actions ambitieux par le biais d'un CTMA 2012-2017.

En cette dernière année de contrat, un bilan évaluatif a pour objectif d'amener à une réflexion générale sur les résultats des actions réalisées, leurs succès, leurs limites ainsi que les perspectives d'amélioration.

Ce présent document traite essentiellement de la continuité écologique amenée par les aménagements.

Le brochet est choisi comme espèce cible pour ce cours d'eau ; cette espèce étant la principale espèce cible indiquée par le PDPG 2017 (Fédération de pêche de la Vienne, 2017). Cette espèce a la capacité de nager à des vitesses de pointes supérieures à 3,36m/s (vitesse de pointe d'un individu de 40cm) (Baudoin et al., 2014). Les vitesses d'écoulement ne constituent alors pas un obstacle pour ce poisson. En effet, les vitesses de courant mesurées sur les micro-seuils avaient pour valeur maximale 1,75m/s. Le brochet pouvant maintenir son effort de pointe durant 10 secondes, il serait en capacité de franchir tous les micro-seuils aménagés par le syndicat.

Cependant, pour atteindre de telles vitesses de nage, cette espèce a besoin d'un tirant d'eau minimal de 15cm (Baudoin et al., 2014). Or, les mesures effectuées mettent en évidence une majorité d'écoulement dont la hauteur de lame d'eau est inférieure à cette valeur. Ces résultats sont à mettre en relation avec le fait que les mesures ont été réalisées en période d'étiage d'une année déficitaire en quantité d'eau. Le brochet se déplaçant principalement lors de sa période de reproduction, entre Février et fin Avril (Bruslé & Quignard, 2001), les débits pendant la fraie sont estimés 5,91 fois supérieurs à ceux présents lors des mesures. Des tirants d'eau 2 fois supérieurs sont alors théoriquement attendus durant la période de migration (Banque hydro, 2017). En se basant sur cette hypothèse, trois sites seraient toujours non franchissables par le brochet. En effet, au moins un des micro-seuils aménagés présente des lames d'eau empêchant la bonne nage de cette espèce, et cela sur tous ses écoulements.

Deux indicateurs que sont le taux d'étagement et le taux de fractionnement peuvent être utilisés pour rendre compte du niveau de dégradation des cours d'eau (Comité de bassin Loire-Bretagne, 2015). Le premier rendant compte de l'artificialisation et de la perte de dénivelé, le second indiquant la dégradation de la continuité écologique et plus particulièrement piscicole. La Clouère ressort alors comme un cours d'eau moyennement artificialisé dont la continuité écologique est considérée comme non dégradée pour le brochet à la suite des aménagements.

## Abstract

Since the 22th of December 2000, to reach the good condition of the natural environment has become the major goal for the watersheds. In the Loire-Bretagne watershed, an operational tool has been established to help contracting authorities: The Contrat Territorial des Milieux Aquatiques (CTMA). It is a technical and financial contractual tool established by the Water Agency. The goal of the CTMA is to develop a program over several years to restore and maintain the aquatic environment to keep the good ecological state of the environment or to try to fix identified degradations.

The Syndicat Mixte d'Aménagement du Val de Clouère, existed before the creation of the Syndicat Mixte des vallées du Clain Sud (1st of January 2016) set an ambitious action plan up thanks to a CTMA for 2012 to 2017.

In this last year of contrat, an evaluative assessment is aiming to lead to a general reflexion on results of the actions which has been done, its success and its possibilities to improve. This document mainly handles the ecological continuity brought by the micro-threshold created.

The northern Pike (*Esox lucius*) has been chosen as target species for this river. This species has the capacity to swim at speeds higher than 3.36m/s (top speed of a 40cm length subject) (Baudoin et al., 2014). The flow speeds do not contribute to stop the northern Pike. Indeed, measured flow speeds on the micro-threshold did not exceed 1.75m/s. The northern Pike can maintain its effort to swim at its top speed for 10 seconds. It should be able to cross all the created micro-threshold of the Clouère River. However, to reach such swim speeds, this species needs a minimal draught of 15cm. Unfortunately, measurements show most of water flows for which the draught is lower than this value. Those results must be correlated to the fact that measurement have been done during low water period, on a year lacking water quantitatively speaking. The northern Pike is principally moving during its reproduction period which is between February and April (Bruslé & Quignard, 2001). Flows during the spawning period are estimated to be 5.91 times superior to those during the measurements (Banque hydro, 2017). Draughts two times more important are theoretically expected. According to this hypothesis, three sites remain stopping the species. Indeed, at least one of the micro-threshold draughts does not permit the northern Pike to swim properly.

Two indicators, the terracing rate and the division rate, can be used to show up the degradation rate of a river (Comité de bassin Loire-Bretagne, 2015). The first one concerns the artificialization and the loss of difference in level, the second one indicates about the degradation of the ecological continuity and especially concerning fishes. The Clouère River is indicated as being moderately artificialized and has having a good ecological continuity the northern Pike thanks to micro-thresholds set up by the syndicate.



## Table des matières

Remerciements .....	2
Résumé.....	3
Abstract.....	4
Introduction .....	5
I.1. Le réseau hydrographique.....	7
I.2. Contexte hydrologique .....	10
I.3. Les types d'aménagements réalisés.....	11
II. Evaluation de la continuité écologique des aménagements réalisés .....	13
II.1 Impact des ouvrages transversaux sur le milieu naturel .....	13
II.2 Le brochet comme espèce cible .....	16
II.3. Matériels et méthodes .....	17
II.3.1 Recherche bibliographique sur la capacité de nage du brochet.....	18
II.3.2. Mesures des hauteurs de lame d'eau sur les aménagements .....	18
II.3.3 Mesures des vitesses d'écoulement sur les aménagements .....	20
II.3.4 Distances franchissables par le brochet .....	21
II.3.4 Indicateurs de la continuité écologique.....	21
II.4 Résultats .....	23
II.4.1. Capacité de nage du brochet .....	23
II.4.2 Tirant d'eau nécessaire .....	26
II.4.3 Vitesses d'écoulements sur les aménagements .....	28
II.4.4 Linéaires amont-aval des micro-seuils .....	29
II.4.5 Taux d'étagement .....	29
II.4.6 Taux de fractionnement.....	29
II.5 Interprétation des résultats .....	30
II.5.1 Hauteur de lame d'eau sur les aménagements .....	30
II.5.2 Vitesses d'écoulement sur les aménagements.....	31
II.5.3 Linéaire amont-aval des micro-seuils .....	31
II.5.4 Indicateurs de la continuité écologiques .....	31
II.6 Discussion.....	32
II.6.1 Franchissabilité des aménagements .....	32
II.6.2 Taux d'étagement et taux de fractionnement.....	34
II.6.3 Limites des aménagements réalisés par le syndicat.....	34
Conclusion .....	36
Bibliographie .....	37
Webographie.....	38
Annexes .....	40

## Introduction

Le 22 Décembre 2000, la directive établissant un cadre pour une politique dans le domaine de l'eau (Directive Cadre Européenne sur l'Eau, DCE 2000/60/CE) est entrée en vigueur. Celle-ci a pour objectif d'apporter une cohérence de la législation dans le domaine de l'eau par le biais d'une politique communautaire globale. Cette directive définit un cadre en matière de gestion et de protection des eaux par bassin hydrographique.

Des objectifs de préservation et de restauration de l'état des eaux superficielles et souterraines sont fixés par la DCE. L'objectif général étant l'atteinte du « bon état » des différents milieux à l'horizon 2021 et 2027. Initialement fixés en 2015, des délais supplémentaires ont été accordés pour certaines masses d'eau. La DCE repose sur les grands principes que sont :

- Une gestion par bassin ;
- la fixation d'objectifs par masse d'eau ;
- une planification et une programmation avec une méthode de travail spécifique et des échéances ;
- une analyse économique des modalités de tarification de l'eau et une intégration des coûts environnementaux ;
- une consultation du public dans le but de renforcer la transparence de la politique de l'eau.

Dans le bassin Loire-Bretagne, afin de pouvoir agir sur les cours d'eau et les zones humides, les maîtres d'ouvrages ont à leur disposition un outil opérationnel principal : Le Contrat Territorial des Milieux Aquatiques (CTMA). Le CTMA est un outil technique et financier à caractère contractuel. Il est développé par l'Agence de l'Eau et est consolidé dans les modalités du 9<sup>ème</sup> programme (2007/2012) et du 10<sup>ème</sup> programme (2013/2018) pour la réalisation d'actions sur les milieux aquatiques.

Le but du CTMA est de développer un programme pluriannuel de restauration et d'entretien des milieux aquatiques. Cela afin de maintenir le bon état écologique du milieu ou de corriger les altérations identifiées.

Le Syndicat Mixte d'Aménagement du Val de Clouère, existant avant la création du Syndicat Mixte des vallées du Clain Sud (créé 1<sup>er</sup> janvier 2016), a réalisé un diagnostic sur son bassin versant en 2011. Un programme d'actions ambitieux a ensuite été validé pour la période 2012-2017 grâce à la signature du CTMA en Juillet 2012.

Arrivant au terme de ce Contrat Territorial des Milieux Aquatiques sur le bassin versant de la Clouère, le Syndicat Mixte des Vallées du Clain Sud entreprend la mise au point d'un bilan évaluatif des actions menées durant ces cinq années. Ce bilan a pour objectif d'amener à une réflexion générale sur la dynamique et les résultats des actions menées, leurs succès, leurs limites ainsi que les perspectives d'amélioration. Ce stage, encadré par la technicienne de rivière chargée de la gestion du Val de la Clouère, dont le siège se situe à Saint Maurice la Clouère, s'inscrit dans ce bilan évaluatif.

Ce document se concentrera sur l'évaluation de la continuité écologique des aménagements réalisés pendant ce contrat. Dans cette optique, le brochet sera choisi comme espèce cible pour ce cours d'eau. Ce rapport comprendra alors un recueil de données bibliographiques traitant des modalités de migration et de franchissement du brochet : tirant d'eau nécessaire, vitesses de nage, période de migration. Ensuite, des mesures seront réalisées sur chaque aménagement créé afin d'évaluer leur capacité à être franchis par le brochet. Ces mesures seront alors comparées aux données recueillies en première partie afin de déterminer la capacité de l'espèce cible à franchir chaque micro-seuil mis en place par le Syndicat Mixte des Vallées du Clain Sud. Enfin, des propositions contribuant à faciliter le franchissement des aménagements seront émises dans l'optique des prochaines actions à venir. Il est à noter que toutes les photographies ont été réalisées par l'auteur de ce document.

## Présentation générale du Bassin Versant de la Clouère

### **I.1. Le réseau hydrographique**

La Clouère se situe dans le département de la Vienne (86) au sud de Poitiers (Figure 1 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), en région Nouvelle Aquitaine (ex Poitou-Charentes). Ce cours d'eau fait partie du bassin hydrographique de la rivière Clain, un des affluents de la Vienne.

La Clouère draine un bassin versant de 392km<sup>2</sup>. Sa source se situe dans le département de la Charente à une altitude de 210 m NGF. Elle se jette dans la rivière Clain à une altitude de 92 m NGF. La rivière Clouère possède un linéaire de près de 65 km (Thema environnement, 2011). Le linéaire total de la Clouère, bras secondaires inclus, est quant à lui de 99,581km.

De forme allongée, le bassin versant de la Clouère présente une distance moyenne entre la ligne d'interfluve et le thalweg relativement courte. De ce fait, le temps de réponse à des phénomènes de ruissellement est rapide.

La Clouère est alimentée par neuf principaux affluents et possède un chevelu hydrographique dense dans sa partie amont (Figure 2). Le linéaire cumulé de ces affluents est proche de 53 km. Ces derniers sont :

#### En rive gauche :

- **L'Arceau**
- **La Belle**
- Le Drion
- La Fontaine Génouse

#### En rive droite :

- **La Douce**
- La Ménoff
- Le ruisseau Chanteloup
- Le ruisseau des étangs de Beauregard
- Le ruisseau des Pluches
- Le ruisseau de la Terrasse

Seulement trois de ces affluents sont compris dans le Contrat Territorial des Milieux Aquatiques en cours en plus de la Clouère : L'Arceau, La belle et la Douce. Ce rapport ne traitera cependant que de la continuité écologique sur la Clouère.

## **Situation du Bassin versant de la Clouère dans le département de la Vienne**

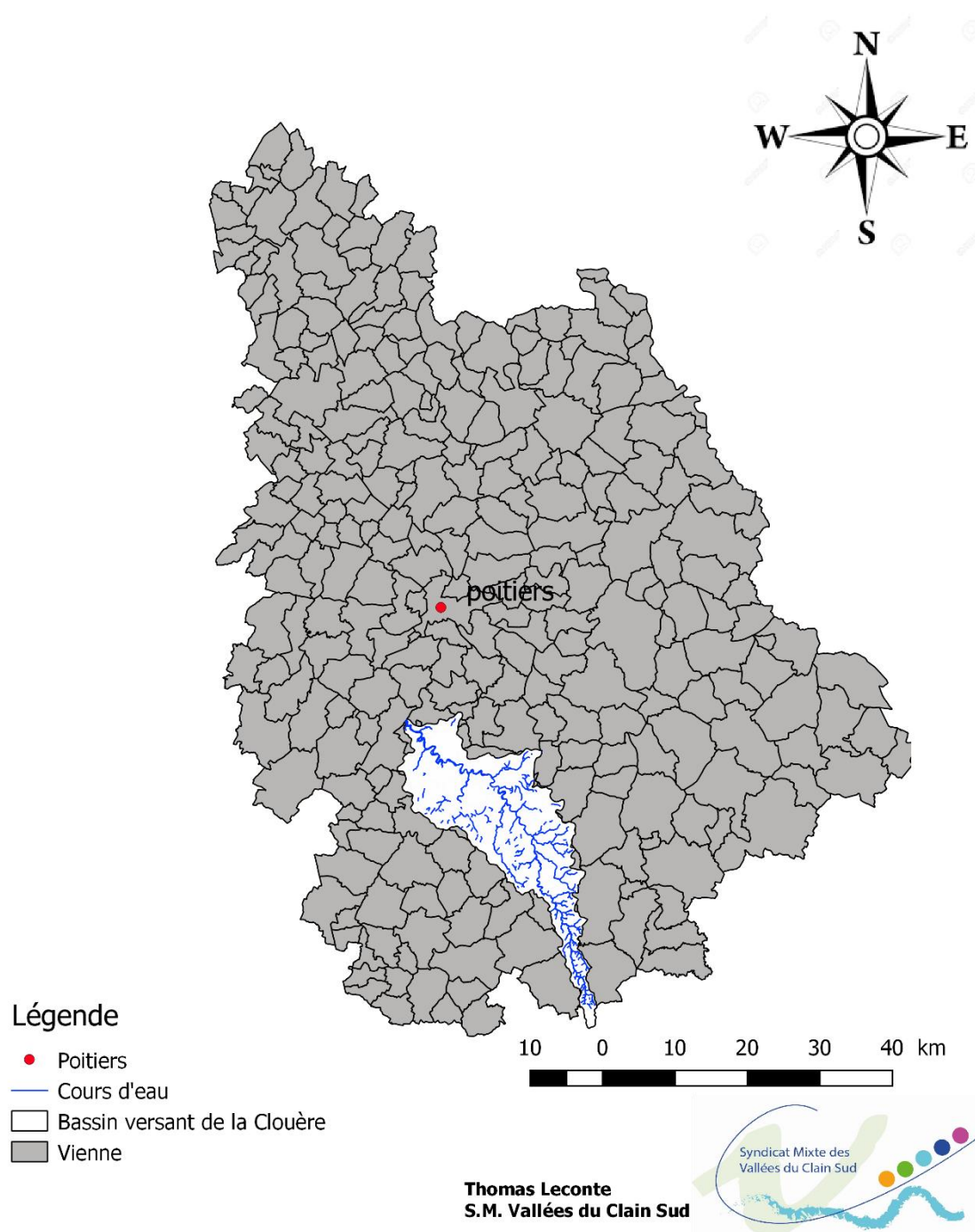


Figure 1: Carte de localisation du Bassin versant de la Clouère dans le département de la Vienne



## **Carte des ouvrages du Val de Clouère**

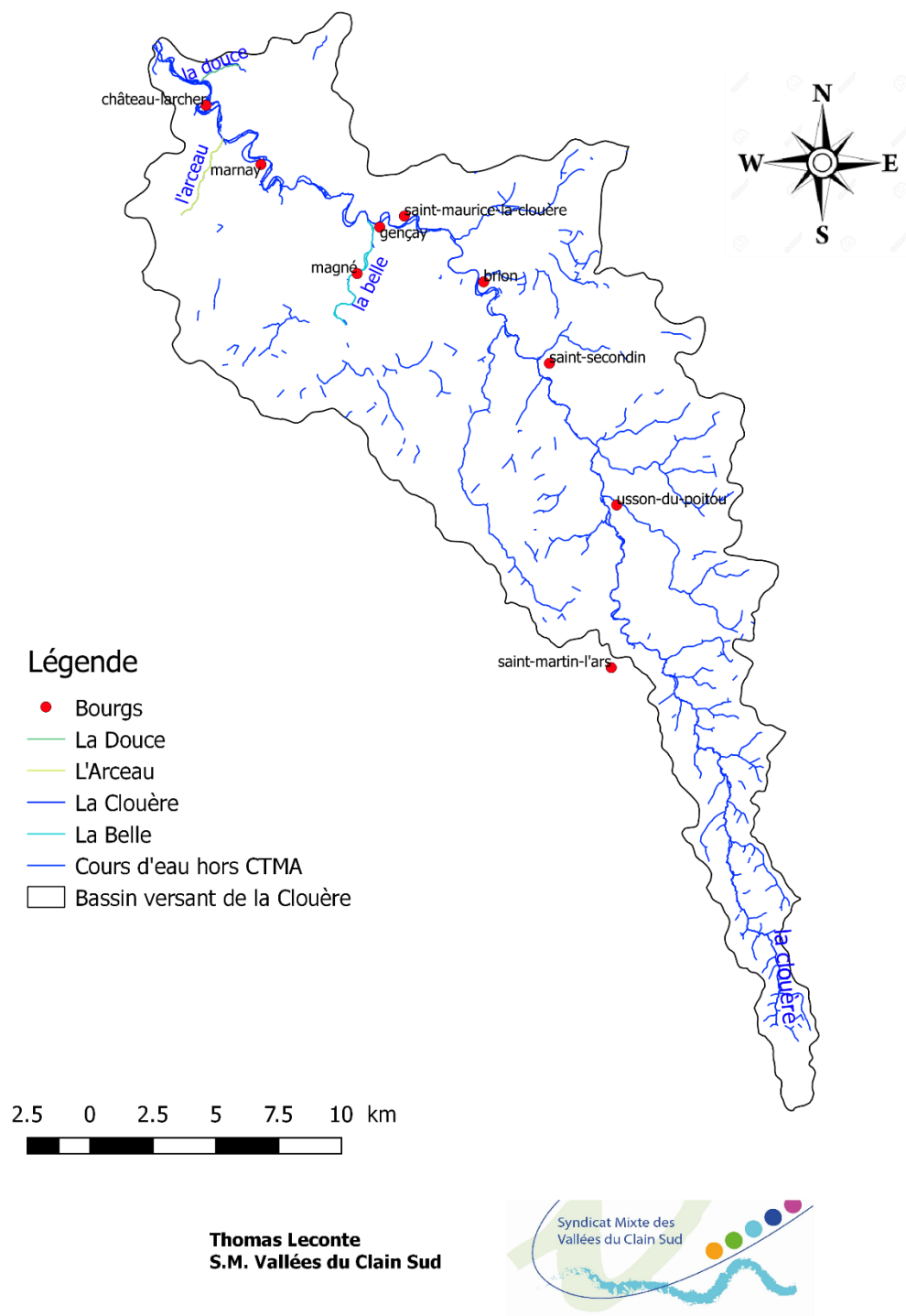


Figure 2: Carte du réseau hydrographique du bassin versant de la Clouère

## I.2. Contexte hydrologique

Le suivi hydrologique du bassin versant de la Clouère est assuré par une station principale localisée à Château-Larcher, au lieu-dit le Roseau (code station : L2313050). Une deuxième station a été installée à Marnay en 2015 (code station : L2313030). Ces stations sont exploitées par le Service de Prévision des Crues Vienne Charente Atlantique dont le centre se situe à Poitiers. Entre 1990 et 2017, le module de la Clouère était de 2,19 m<sup>3</sup>/s, le débit d'étiage quinquennal était de 0,280 m<sup>3</sup>/s (Tableau 1).

Tableau 1: Données de débit entre 1990 et 2017 (Source : Banque hydro)

Code Station Hydrométrique	L2313050
Période en suivi	1990-2017
Module (en m <sup>3</sup> /s)	2,19 [1,86 ; 2,52]
QMNA5 (en m <sup>3</sup> /s)	0,280 [0,210 ; 0,350]
Débit journalier de retour de 10 ans (m <sup>3</sup> /s)	30
Débit spécifique annuel Qsp (en l/s/km <sup>2</sup> )	5,6
Débit spécifique du mois le plus sec Qsp (en l/s/km <sup>2</sup> )	1,4 (Août)

Les prospections des aménagements ont été réalisées entre le 1<sup>er</sup> et le 17 Juin. A ces dates, le débit moyen de la Clouère est alors de 1,6 m<sup>3</sup>/s (Figure 3).

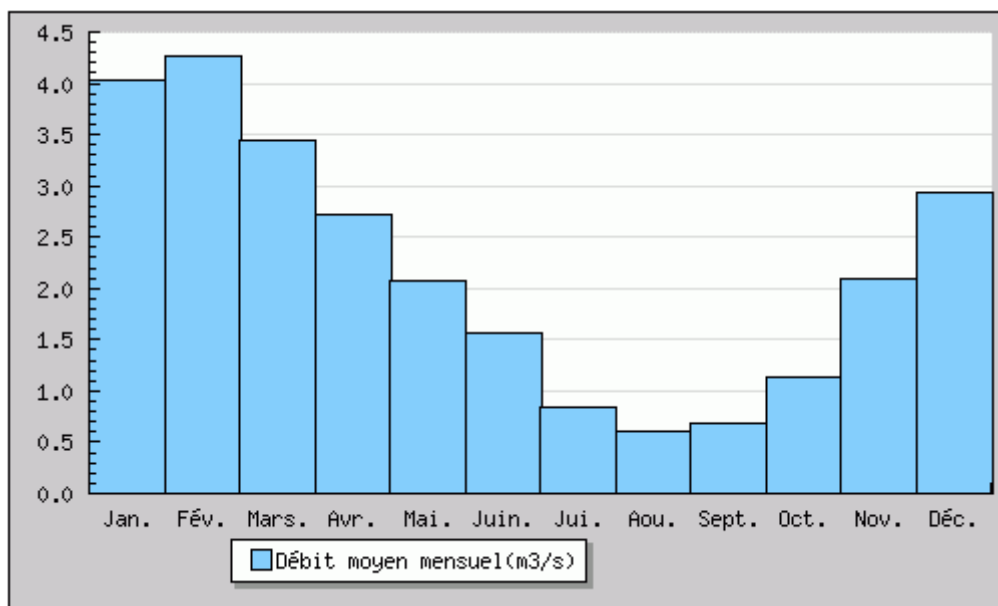


Figure 3 : Débits mensuels observés à la station du Roseau, à Château Larcher - Données calculées sur 28 ans (1990-2017) (Banque Hydro)

Cependant, les débits mesurés à la station hydrologique du Roseau se sont révélés être nettement inférieurs pour cette année : 0,592 m<sup>3</sup>/s en moyenne pour le mois de Juin 2017 (Banque hydro).

Il est alors important de noter que l'année 2017 est une année particulière en termes de quantité d'eau. En effet, les débits, au mois de Juin, étaient 2,5 fois inférieurs à ceux habituellement présents à cette période de l'année. De plus, ces débits ne cessent de diminuer fortement, se rapprochant du QMNA5 de la Clouère : 0,380 m<sup>3</sup>/s au 1<sup>er</sup> Août. Ces faibles quantités d'eau pourraient alors avoir un impact sur les mesures effectuées.

En effet, cela pourrait induire des résultats plus faibles que ce qu'ils ne devraient être dans des conditions hydrologiques normales.

### I.3. Les types d'aménagements réalisés

Afin d'améliorer la continuité écologique de la Clouère, l'action principale du Contrat Territorial des Milieux Aquatiques 2012-2017 vise à réduire l'impact des ouvrages transversaux (Clapets, vannes, passages à gué et moulins) sur la continuité écologique et sédimentaire. Dans cette optique, deux types d'aménagements sont envisagés :

- L'abaissement de l'ouvrage compensé par la création de radiers en aval. Ce type d'action permet de maintenir le niveau d'eau à la même hauteur afin de ne pas perturber les usages s'étant développés autour de l'ouvrage. La chute d'eau de l'ouvrage se voit ainsi répartie sur un linéaire plus grand. Le nombre de radiers créés dépendant de l'importance de la chute d'eau initialement présente. Chacun de ces micro-seuils étant inférieur à 20 cm de hauteur, ils ne constituent pas un obstacle pour la continuité piscicole (Baran, 2007). De plus, ce type d'aménagement ne présente pas de chute puisque la dénivellation est répartie le long du radier (Figure 4). Les écoulements peuvent être dirigés vers un passage préférentiel central, ou bien séparés par un atterrissement central comme sur la figure suivante.



*Figure 4: Radier de la Petite Epine (Usson du Poitou)*

- La création d'un bras de contournement (Figure 5). Ce type d'aménagement est envisagé si la hauteur de chute est trop importante pour être compensée par la mise en place de radiers dans la partie aval. La création d'un bras de contournement peut également être prévue lorsque la mise en place d'un dispositif de franchissement (équipement de moulin par exemple) entraînerait une intervention ainsi qu'un entretien



complexe. Cela peut également être le cas si des contraintes empêchent l'intervention pour la création de radier ou dans le cas où le choix est fait de maintenir l'ouvrage à une hauteur importante : maintien de zones humides en amont de l'ouvrage. Dans le cas de la création d'un bras de contournement, la répartition des débits prévue est de deux tiers du module s'écoulant dans le bras de contournement pour un tiers du module s'écoulant dans le bief du moulin. Cette répartition est une convention adoptée par l'Agence Française de Biodiversité (AFB) lorsqu'aucun droit d'eau n'existe. Dans le cas où un droit d'eau est détenu par un propriétaire, ce dernier doit être respecté afin de définir la répartition des débits. La Direction Départementale des Territoires peut également émettre un avis modifiant cette répartition.



*Figure 5: Bras de contournement de Brion*

## II. Evaluation de la continuité écologique des aménagements réalisés

### II.1 Impact des ouvrages transversaux sur le milieu naturel

Sur le bassin versant de la Clouère, les ouvrages transversaux se présentent sous la forme de clapets basculant, de vannes de décharge ou de passages à gué. Dans les cas des clapets et des vannes, le but est de réguler les écoulements dans le bras principal de la Clouère et dans les bras secondaires ainsi que les biefs ; ces derniers alimentant des moulins pour la plupart des cas. Les passages à gué contribuent à maintenir un niveau d'eau donné dans la partie amont, tout en permettant la traversée facile du cours d'eau.

Dans chacun des cas de figure, ces ouvrages ont des impacts sur l'hydromorphologie et l'état écologique des cours d'eau. Sept principaux impacts des ouvrages transversaux contribuant à la modification des cours d'eau peuvent être identifiés (Chocat, 2014).

Deux effets principaux peuvent être identifiés :

- Un effet global de "**retenue**" induit par l'obstacle : Modification de la fonctionnalité des habitats aquatiques,
- Un effet plus spécifique de "**barrière**" : Obstacle à la libre circulation des espèces aquatiques

Cinq effets secondaires sont également répertoriés :

- Modification du régime hydraulique : la fréquence, la durée ainsi que l'importance des crues et des périodes d'étiages sont modifiées par les ouvrages. La manipulation de ces derniers peut également impacter les écoulements sur le court terme, d'autant que le bassin versant possède un temps de réponse rapide.
- Modification des processus d'érosion : dans la partie amont, l'obstacle crée un point dur et diminue l'érosion latérale. En aval, les débits étant régulés, le phénomène d'érosion est également perturbé.
- Modification du transport solide : Les différentes particules sont piégées en amont de la retenue où la sédimentation est favorisée. Les eaux sont alors moins chargées de particules dans la partie aval, ce qui favorise l'érosion du lit mineur alors qu'un phénomène de comblement est observé en amont de l'obstacle.
- Perturbation des conditions écologiques en amont de l'ouvrage : Dans cette zone, le niveau de la lame d'eau augmente et les écoulements sont ralentis. Un phénomène de colmatage est observé. Cela contribue à une modification importante de l'écologie du cours d'eau (habitat, faune, flore).
- Effet "verrou" de la circulation piscicole : que ce soit à la montaison ou à la dévalaison, les ouvrages transversaux sont considérés comme obstacles au franchissement des espèces dès lors que leur chute d'eau atteint une hauteur de 20 centimètres.

Depuis la loi pêche 1984 et la loi sur le régime des échelles à poissons de 1865 (article1), la réglementation se focalise sur l'impact des ouvrages sur la continuité piscicole. Particulièrement sur l'effet verrou que ces ouvrages constituent pour la migration de certaines espèces. Leur franchissement est alors priorisé au détriment de la gestion de l'effet "retenue" dont les impacts sont plus conséquents pour l'état du cours d'eau. En effet, l'état écologique est très fortement modifié par rapport à celui de référence en présence d'un ouvrage transversal (Secrétariat technique du Bassin Loire-Bretagne, 2017).



Il est à noter le fait que tout ouvrage dont la hauteur est inférieure à 20cm ne constitue théoriquement pas un obstacle à la circulation des espèces (Baran, 2007).

Sur le cours d'eau de la Clouère, treize sites ont été aménagés entre 2012 et 2017 (Figure 6). Les actions menées visaient en l'abaissement des clapets ou le contournement de biefs de moulins. Les aménagements ont consisté en la création de radiers successifs pour maintenir la hauteur d'eau tout en permettant la continuité longitudinale sur la Clouère (Tableau 2) ou par la création de bras de contournement. Les ouvrages sont présentés du plus en aval au plus en amont. Un quatorzième site a été aménagé au mois de Juillet 2017, cependant, les mesures n'ont pas pu être effectuées sur les micro-seuils créés car ces derniers étant récents, leurs écoulements peuvent être amenés à se modifier.

Tableau 2: Actions menées sur la Clouère sous le CTMA 2012-2017

Sites concerné	Ouvrage transversal	Actions menées	Années de réalisation des travaux
Clapet du Roseau - Bras gauche (Aslonnes/Château-Larcher)	Clapet basculant	Abaissement du clapet et création de 2 radiers	2014
Clapet du Roseau - Bras droit (Aslonnes/Château-Larcher)	Clapet basculant	Abaissement du clapet et création de 2 radiers	2014
Déversoir du plan d'eau de Château-Larcher (Château-Larcher)	Déversoir de bief de Moulin	Aménagement du déversoir et création de 4 radiers	2012
Clapet du Vieux Marnay (Marnay)	Clapet mécanique basculant	Abaissement du clapet et création de 2 radiers	2013
Gué de la Grange Neuve (Marnay)	Passage à gué	Aménagement du gué et création de 7 radiers	2015
Clapet de Verneuil (Saint-Maurice la Clouère)	Clapet basculant	Abaissement du clapet et création de 2 radiers	2014
Clapet de Brion (Brion)	Clapet basculant	Bras de contournement	2013
Clapet de la Boutinelière (Saint Secondin)	Clapet basculant	Abaissement du clapet et création de 4 radiers	2016
Clapet de Jouet (Saint Secondin)	Clapet basculant	Abaissement du clapet et création de 4 radiers	2015
Clapet de la petite Epine (Usson du Poitou)	Clapet basculant	Abaissement du clapet et création de 5 radiers	2016
Clapet de la Grande Vaux (Usson du Poitou)	Clapet basculant	Abaissement du clapet et création de 3 radiers	2015
Clapet de Maillé (Saint-Martin l'Ars)	Clapet basculant	Abaissement du clapet et création de 4 radiers	2016
Moulin de la Roche (Magné)	Moulin	Bras de contournement	2014

## **Carte des ouvrages du Val de Clouère**

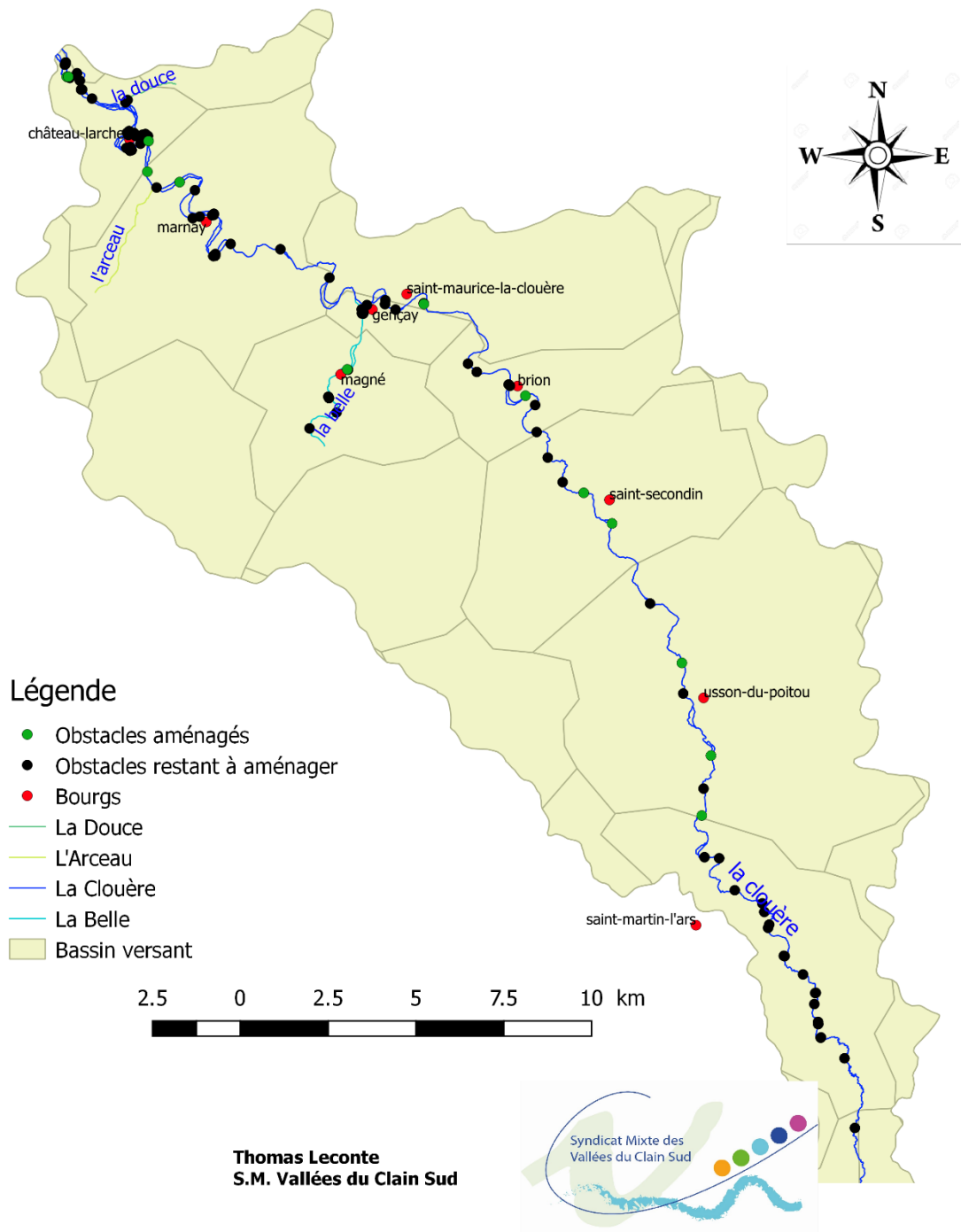


Figure 6: Carte des ouvrages aménagés et ceux restant à traiter dans le Val de Clouère.

Source : Onema (ROE)

## II.2 Le brochet comme espèce cible

Le bilan du CTMA du val de Clouère 2012-2017 visait, en partie, à évaluer le franchissement des aménagements réalisés. Cela dans le but de porter un regard critique sur les actions du syndicat concernant la réelle amélioration de la continuité piscicole apportée par les travaux.

La Clouère est un cours d'eau de deuxième catégorie piscicole. Cela signifie que le peuplement piscicole de ce cours d'eau est principalement constitué de cyprinidés (Eau France, 2005). La Clouère est classée en liste 1 et 2. Le classement en liste 1 induit l'interdiction de créer de nouveaux ouvrages (principe de non dégradation). Il est toutefois possible de renouveler des concessions et des autorisations relatives aux ouvrages. Des actions peuvent être réalisées pour améliorer la continuité (Arrêté du 10 Juillet 2012). Aucune limite de temps n'est indiquée. Le classement en liste 2 implique l'obligation de rendre les ouvrages transparents dans un délai de 5 ans (Arrêté du 10 Juillet 2012). Dans le cas où un projet est porté à connaissance de la DDT, un délai de 5 années supplémentaires peut être accordé. Ces arrêtés sont au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement.

L'état écologique de la Clouère est considéré comme moyen d'après les mesures effectuées en 2015. La zonation est de zone à Ombres à zone à Brèmes (Fédération de pêche de la Vienne, 2017). Le Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles (PDPG), réalisé en 2017, a mis en évidence, sur la Clouère, des espèces patrimoniales telles que le brochet, la truite fario, la vandoise, la bouvière et la loche franche (Annexe 1). De plus, les prélèvements par pêche électrique ont montré que le brochet était l'espèce cible la plus présente, à la vue de sa densité par hectare ((Fédération de pêche de la Vienne, 2017). La fédération de pêche de la Vienne indique alors le brochet comme espèce repère sur la Clouère.

De surcroît, bien que des espèces cibles telles que le chabot ou la truite fario soient présentes sur les affluents de la Clouère, le choix de ces dernières comme espèce indicatrice du franchissement des aménagements ne semble pas pertinent. Tout d'abord, pour le cas de la truite fario, aucune reproduction naturelle n'est observée sur le cours principal de la Clouère. Le peuplement est renouvelé uniquement par des lâchés d'individus issus de pisciculture. Pour ce qui est du chabot, sa distance de migration n'étant que de l'ordre de quelques centaines de mètres : 400m (Burgun & Ovidio, 2014) cette espèce semble être en capacité de trouver des zones de frayère sans que ses déplacements ne soient impactés par la présence d'obstacles, pourvu que sa zone de reproduction soit présente entre les obstacles. La Clouère, lit principal et bras secondaires réunis, a un linéaire de 99,581 km. Sur ce linéaire, 101 obstacles ont été recensés en 2012 (ROE, 2012) et toutes hauteurs de chute confondues. Ainsi, la distance moyenne entre chaque ouvrage était de 986m en 2012.

En revanche, une étude réalisée en 2000-2001 à l'université de Liège a mis en évidence le fait que le brochet pouvait effectuer des migrations de 1,05 à 15,8km en avalaison pour rejoindre les zones de frayère, puis des déplacements en dévalaison compris entre 1,05 et 24,1km. Le brochet est une espèce dont la distance parcourue lors de la migration est, en moyenne, de l'ordre de la dizaine de kilomètres (11,8km de moyenne dans l'étude de 2000-2001) (Philippart et al., 2000-2001). Ainsi, le brochet est fortement susceptible de rencontrer des aménagements réalisés par le syndicat lors de ses phases de migration. Le franchissement de ces ouvrages doit alors être possible pour cette espèce cible. Le brochet étant l'espèce cible majoritaire dans le peuplement piscicole de la Clouère et à la vue des distances qu'il est susceptible de devoir parcourir lors de migrations, cette espèce sera prise comme indicatrice du franchissement des aménagements. Sera alors prise en compte la vitesse de nage afin d'évaluer, pour chaque radier, le franchissement potentiel de l'obstacle.

### II.3. Matériels et méthodes

Dans l'optique du bilan du CTMA 2012-2017, un des objectifs était l'évaluation des aménagements réalisés au cours de ces cinq années de Contrat. Pour cela, une prospection de chaque ouvrage aménagé a été réalisée. Pour chaque site, plusieurs paramètres ont été pris en compte à l'échelle du site aménagé :

- Nombre de radiers créés
- Longueur du linéaire aménagé;
- Le type de ripisylve dominante ainsi que sa continuité
- L'état des berges : érosion, protection de berge
- Le statut foncier et l'occupation des sols sur chaque rive
- La conservation des anciens usages hydrauliques : Moulins, zones humides
- Les habitats dans le lit mineur ainsi que sur les berges

D'autres paramètres ont été mesurés à l'échelle des radiers aménagés :

- lame d'eau au niveau de l'ouvrage
- **Lames d'eau sur les radiers**
- **Vitesses d'écoulement sur les radiers**
- La périodicité d'encombrement des aménagements et la fréquence d'entretien nécessaire
- **Linéaire Amont-Aval**

Ces données ont été répertoriées sous forme de fiches techniques propres à chaque site ayant fait l'objet d'un aménagement des ouvrages transversaux de la part du syndicat entre 2012 et 2017 (Annexe 2 : Annexe 2).

Dans le cadre de ce rapport, trois principaux paramètres seront exploités afin d'évaluer la continuité piscicole sur chaque radier : Les **vitesses d'écoulements**, les **hauteurs de lame d'eau** ainsi que les **linéaires amont-aval**.

### II.3.1 Recherche bibliographique sur la capacité de nage du brochet

Le paramètre permettant d'évaluer le fait qu'un obstacle soit franchissable est la capacité de nage de l'espèce en question. En effet, la vitesse de nage pouvant être atteinte par l'espèce étudiée doit être supérieure à celle présente dans les écoulements. De plus, la lame d'eau doit être assez importante pour permettre à l'individu d'évoluer convenablement.

Ainsi, des recherches bibliographiques ont été effectuées afin de mettre en évidence la vitesse de pointe pouvant être atteinte par le brochet, ainsi que la hauteur de lame d'eau idéale permettant la nage correcte des individus de cette espèce.

Le brochet entreprend des déplacements de migration lors de sa période de reproduction, des données sur cette période de fraie seront également recherchées. De plus, des informations concernant l'âge auquel a lieu la première reproduction ainsi que la taille minimale d'un individu à cet âge donné seront nécessaires dans le but de connaître les mensurations et les vitesses de nage de pointe d'individus pour lesquels le passage des obstacles sera le plus difficile. Les individus de tailles les moins importantes étant considérés comme les plus sensibles aux impacts des ouvrages.

Ce recueil de données s'est principalement fait par le biais de recherches sur des moteurs de recherches scientifiques tels que googlscholar, Science direct et Wiley Online Library. Ces recherches ont également été complétées par des documents transmis par les différents acteurs territoriaux du département de la Vienne : Fédération de pêche de la Vienne, Agence de l'eau Loire Bretagne (délégation Poitou Limousin).

### II.3.2. Mesures des hauteurs de lame d'eau sur les aménagements

Afin de pouvoir franchir un obstacle, il ne suffit pas au brochet de nager à des vitesses supérieures à celles présentes dans les écoulements. En effet, si la hauteur de la lame d'eau ne permet pas à l'individu d'utiliser ses pleines capacités de nage, le passage sera alors rendu difficile, voire impossible. Il est alors nécessaire que le tirant d'eau permette la propulsion par ondulation du corps du poisson, ainsi que des mouvements de sa nageoire caudale. La hauteur minimale de la lame d'eau nécessaire est alors spécifique à chaque espèce.

Sur chaque radier aménagé la hauteur de la lame d'eau a été mesurée afin de pouvoir évaluer leur possibilité de franchissement par les populations de brochet.

Dans ce but, les mesures ont été effectuées sur les écoulements préférentiels le long des micro-seuils créés. En moyenne, trois mesures ont été effectuées pour chaque écoulement : Une dans la partie amont, une dans la partie médiane et une dans la partie aval (Figure 7**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les hauteurs de lame d'eau ont été mesurées à l'aide d'une mire de chantier télescopique de 5m de long, précise au centimètre près. Les mesures ont été effectuées dans la veine d'eau principale. Certaines supplémentaires ont été réalisées lorsque la hauteur de la lame d'eau paraissait faible, donc bloquante pour la remontée des espèces. Lorsque la largeur amont-aval des radiers l'exigeait, des mesures étaient effectuées dans la partie moyenne des zones séparant les habituels points de mesure (Figure 8). La prospection des aménagements s'est faite d'amont en aval et celle des écoulements de la rive gauche vers la rive droite. Dans cette étude, pour chaque écoulement, sera retenue la hauteur d'eau la plus faible de chaque écoulement pour évaluer le franchissement. L'objectif étant de retenir la situation la plus limitante pour le passage de l'espèce cible.







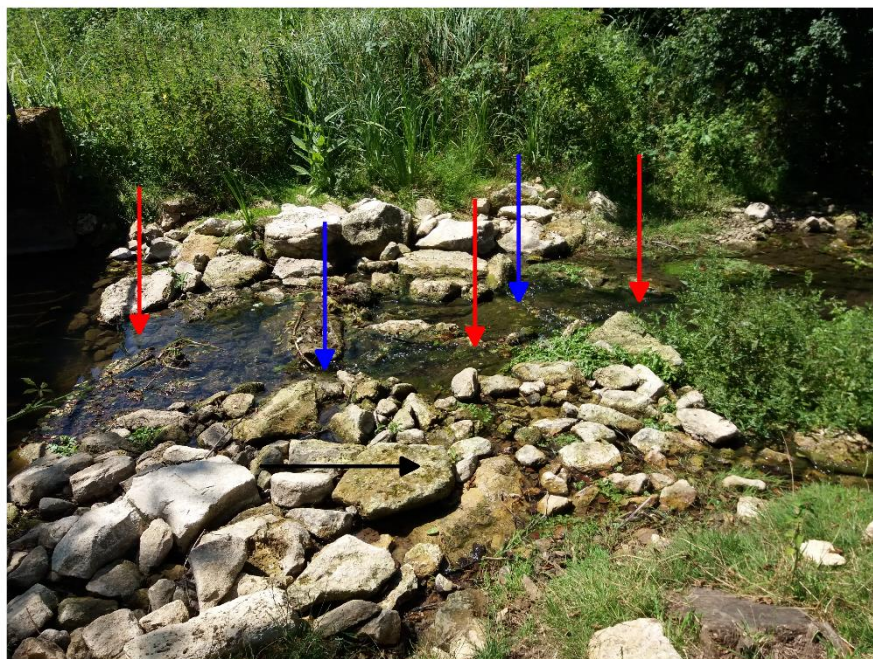
 Localisation des mesures de hauteur de lame d'eau  
 Sens du Courant

Figure 7: Localisation des points de mesures des hauteurs de lame d'eau



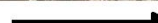


 Sens du Courant  
 Points de mesures habituels  
 Points de mesure supplémentaires

Figure 8: Localisation des points de mesure de hauteur de lame d'eau supplémentaires

La lame d'eau nécessaire pour la nage correcte des poissons est fonction de la taille ainsi que de la morphologie de l'individu. Dans le cadre du protocole ICE, le tirant d'eau nécessaire pour permettre à l'espèce (ou groupe d'espèces) de nager a été considéré comme égal à 1,5 fois la hauteur moyenne des individus de l'espèce considérée (Figure 9).

Le facteur de forme de l'espèce est un outil servant à apprécier la hauteur des individus (Baudoin et al., 2014). Le protocole ICE (Information sur la Continuité Ecologique) est un outil, développé par l'Onema, permettant de diagnostiquer et quantifier les impacts des ouvrages hydrauliques sur la circulation de l'ichtyofaune. Son objectif est donc de diagnostiquer le franchissement d'un obstacle par l'ichtyofaune, cela en évitant au maximum le recours à l'expertise (Baudoin et al., 2014).

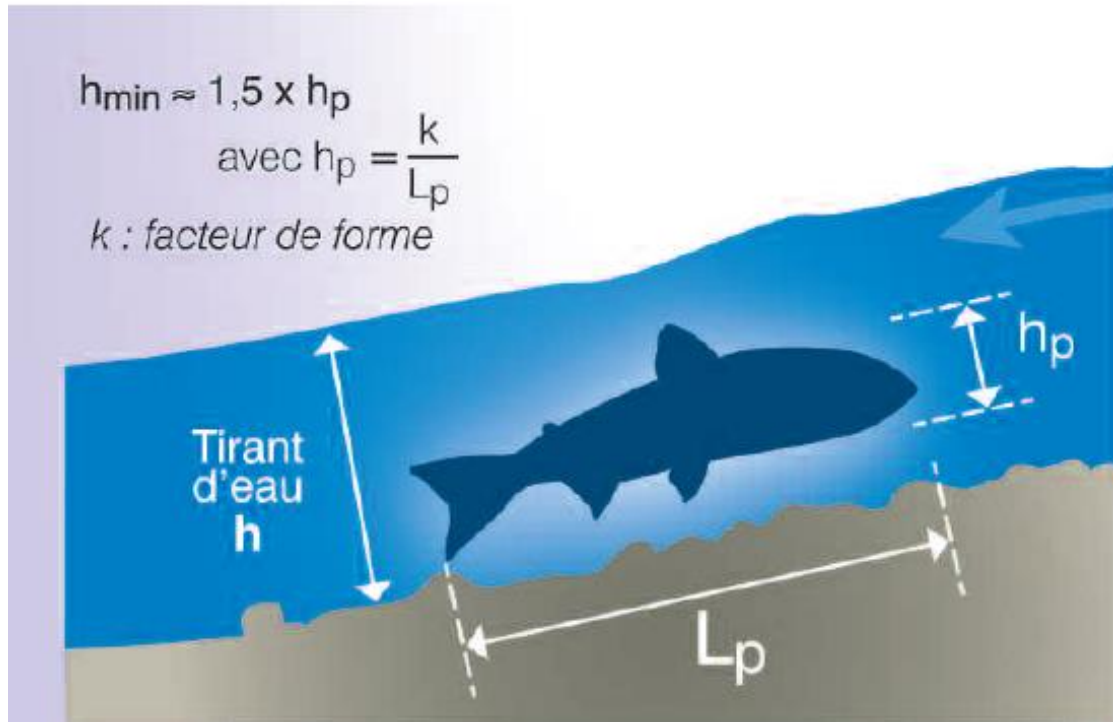


Figure 9: Schéma représentant le tirant d'eau considéré comme minimum nécessaire pour qu'un poisson puisse nager convenablement. D'après Baudoin et al., 2014.

Avec :  $h_{min}$  : le tirant d'eau minimum,  $h_p$  : la hauteur de l'individu,  $L_p$  : la longueur de l'individu et  $k$  : le facteur de forme de l'espèce.

### II.3.3 Mesures des vitesses d'écoulement sur les aménagements

Comme pour les hauteurs de lame d'eau, les vitesses d'écoulement ont été mesurées le long de chaque radier au niveau des écoulements préférentiels. Ces mesures ont été effectuées à l'aide d'un courantomètre indiquant directement la vitesse d'écoulement en mètre par seconde. A chaque point de mesure, une lecture a été effectuée au niveau du lit, puis une lecture a été réalisée tous les 10cm en remontant la lame d'eau jusqu'à la surface. De manière générale, deux à trois lectures étaient nécessaires pour chaque point de mesure. Une moyenne des vitesses mesurées a ensuite été calculée pour chaque point. Les écoulements étant de faible largeur, de l'ordre de quelques centimètres, les mesures ont uniquement été réalisées dans la partie centrale de l'écoulement. Dans le cas d'une lame d'eau dont la hauteur était proche mais toutefois supérieure à 10cm, une mesure au niveau du fond ainsi qu'une en surface était effectuée. Comme pour les hauteurs de lame d'eau, sera retenue pour l'évaluation du franchissement de l'obstacle, la vitesse moyenne la plus limitante, donc la plus élevée. Comme pour les mesures des hauteurs de lame d'eau, la prospection des aménagements a été effectuée d'amont en aval et la prospection des écoulements, de la rive gauche à la rive droite. Dans cette étude, ne seront présentées que les vitesses les plus importantes pour chaque écoulement des dispositifs aménagés.



### III.3.4 Distances franchissables par le brochet

La vitesse des écoulements ainsi que la hauteur de la lame d'eau permettent de déterminer la possibilité de nage correcte de l'individu. Cependant, l'effort demandé ne peut être soutenu indéfiniment. La longueur de l'aménagement doit alors être franchissable par le poisson durant le laps de temps que ce dernier peut maintenir son effort de nage de pointe : le temps d'endurance. Afin de mesurer le linéaire à franchir, sur chaque micro-seuil, des mesures ont été faites à l'aide d'un décimètre pour déterminer la distance amont-aval.

La distance,  $D$ , pouvant être parcourue par un individu se déplaçant à la vitesse  $V$  dans un écoulement ayant une vitesse  $U$  dépend de l'endurance de l'individu,  $T$ , donnée par l'expression suivante (Larinier, 1992) :

$$D = (V - U) * T$$

L'endurance du brochet donnée dans la bibliographie pour des déplacements s'effectuant à des vitesses voisines de la vitesse de pointe est de **10** à 20 secondes (Larinier, 1992 ; Baudoin et al., 2014). Pour chaque micro-seuils, sera pris en compte la vitesse d'écoulement la plus importante dans le calcul de la distance théoriquement franchissable par un individu durant dix secondes d'effort.

### II.3.4 Indicateurs de la continuité écologique

#### II.3.4.1 Le taux d'étagement

Depuis le Sdage 2010-2015, sur le bassin Loire-Bretagne, la pression induite par les ouvrages transversaux sur le réseau hydrographique est évaluée selon un indicateur principal qui est le taux d'étagement (Comité de bassin Loire-Bretagne, 2015). Cet indicateur représente le taux d'artificialisation des cours d'eau. Il est le rapport entre la somme cumulée des hauteurs des ouvrages à l'étiage et le dénivelé naturel et est exprimé en pourcentage (Figure 10) :

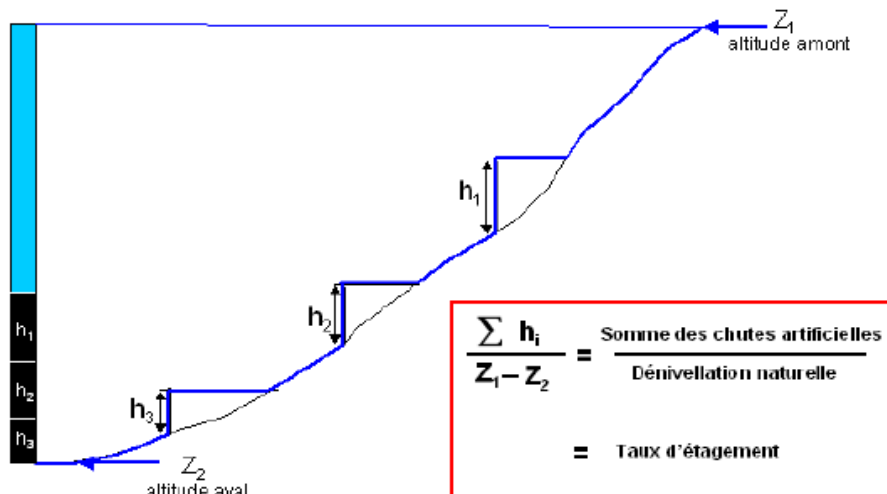


Figure 10: Schéma du calcul du taux d'étagement d'un cours d'eau. D'après Secrétariat technique du bassin Loire-Bretagne, 2017.

Afin de calculer le taux d'étagement sur le cours d'eau de la Clouère, seuls les obstacles se trouvant sur le linéaire principal, thalweg sans affluents et bras secondaires, ont été pris en compte. Les ouvrages situés sur les biefs et les bras secondaires n'entrent alors pas dans le calcul de cet indicateur. Les hauteurs de chute ont été recueillies dans la base de données de l'Onema : le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement (ROE).

#### II.3.4.2 Le taux de fractionnement

Un deuxième indicateur, complémentaire, peut être utilisé afin de définir l'altération de la continuité écologique d'un cours d'eau. Il s'agit du taux de fractionnement (Comité de bassin Loire-Bretagne, 2015). Comme le taux d'étagement, cet indicateur secondaire se base sur la somme cumulée des chutes artificielles des ouvrages transversaux en période d'étiage. Cependant, le taux de fractionnement calcule cette fois le rapport entre le cumul des chutes artificielles et le linéaire total du cours d'eau (Figure 11). Cette valeur est alors exprimée en ‰.

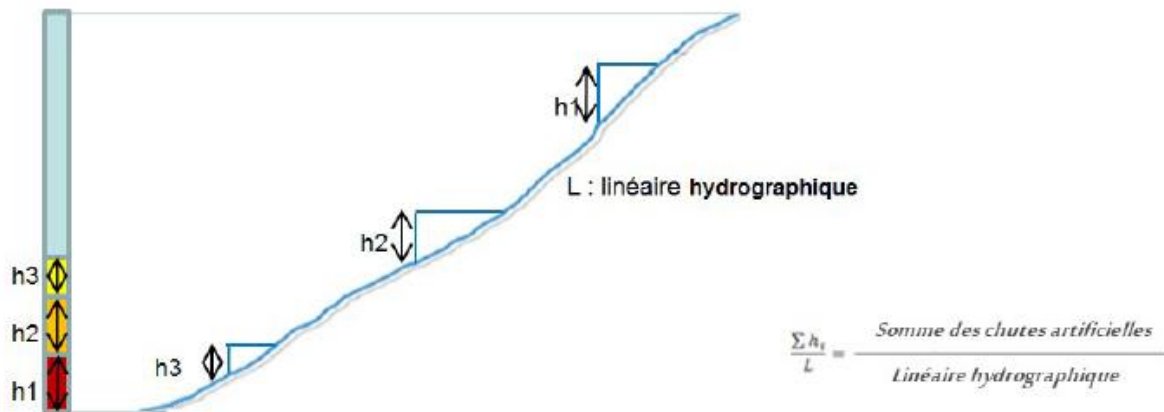


Figure 11 : Schéma du calcul du taux de fractionnement. D'après le secrétariat technique du bassin Loire-Bretagne, 2017.

Cet indicateur vient en complément du taux d'étagement et décrit quant à lui la pression des obstacles sur la continuité longitudinale du cours d'eau étudié. Le taux de fractionnement prend en compte l'effet "barrière" des ouvrages. En d'autres termes, si un ouvrage permet le franchissement piscicole, la hauteur de ce dernier est considérée comme nulle (secrétariat technique du bassin Loire-Bretagne, 2017). Dans ce rapport, seront pris en compte tous les ouvrages ne permettant pas le passage de l'espèce cible choisie, le brochet, qu'ils se trouvent sur le bras principal ou sur un des bras secondaires de la Clouère. Deux taux de fractionnement sont à calculer : le taux de fractionnement brut qui ne prend pas en compte les dispositifs de franchissement, le taux spécifique calculé pour une espèce cible prenant en compte les dispositifs permettant le passage de l'espèce étudiée.

## II.4 Résultats

### II.4.1. Capacité de nage du brochet

Le brochet est une espèce fréquentant principalement les eaux dont le courant est faible (<25 cm/s) ou stagnantes. Son mode de vie étant sédentaire, le brochet reste dissimulé dans la végétation. Il reste à l'affût en effectuant des mouvements lents voir en restant immobile (Bruslé & Quignard, 2001). Malgré sa nage principalement lente, le brochet est capable de fortes accélérations lors de la capture de sa proie (Webb, 1984 in Bruslé & Quignard, 2001).

Quatre différents types de nage ont été identifiés principalement en raison du comportement de prédation et des habitats fréquentés (Christiansen, 1976 in Rolland 2010). Dans le premier type de nage, le brochet se déplace lentement. Sa vitesse de nage est alors de l'ordre de 0,05m/s. Ce premier type de nage représente 15% de l'activité du brochet et semble correspondre à la localisation des proies.

Le second type de nage est dit de croisière. Il est plus rapide que le précédent : de 0,05 à 0,25 m/s. La nage de croisière représente 65% de l'activité de ce poisson.

Le troisième type de nage est la vitesse soutenue, initiée par des stimuli tels que la présence de proies ou de congénères. Ce type de mouvement ne représente que 2,5% de l'activité de brochet. Les vitesses de nage sont alors comprises entre 0,25 et 0,75m/s.

Enfin, le dernier type de nage identifié est dit de pointe. Il intervient lorsqu'une forte accélération est nécessaire, sur une durée courte. Cela est le cas lors de la capture d'une proie, de la fuite ou du franchissement d'un obstacle. Ce type de nage intervient à hauteur de 1,1% de l'activité du brochet. L'évaluation du franchissement des micro-seuils sera alors basée sur ce dernier type de nage permettant l'atteinte des vitesses les plus importantes.

Ces types de nage peuvent être caractérisés par le temps durant lequel l'individu peut soutenir des déplacements aux vitesses correspondantes (Beach, 1984 in Baudoin et al, 2014). Ainsi, la nage de croisière est caractérisée comme susceptible d'être maintenue durant plusieurs heures sans que cela n'engendre de modifications physiologiques significatives de l'individu.

L'activité soutenue peut, elle, être maintenue pendant plusieurs minutes voire dizaine de minutes. Ce type de nage entraîne, à terme, la fatigue du poisson. La durée possible de nage dépend de la vitesse du déplacement. Plus cette dernière est élevée, moins l'effort pourra être maintenu dans le temps. Enfin, la vitesse de pointe est le résultat d'un effort intense qui ne peut être maintenu que sur une durée limitée, de l'ordre de quelques secondes voire dizaines de secondes : entre **10** et 20 secondes (Larinier, 1992 ; Baudoin et al, 2014). Le maintien de la vitesse de pointe peut, à terme, provoquer l'épuisement total de l'individu.

Lors de ses migrations, le brochet se déplace selon sa vitesse de croisière en l'absence d'obstacle. Cependant, pour le franchissement d'un ouvrage, pourvu que le saut ne soit pas nécessaire, le brochet utilise alors des vitesses de l'ordre de la nage soutenue, si l'obstacle présente un linéaire important avec une pente faible. Pour le passage d'ouvrages courts, sur lesquels les écoulements ont des vitesses élevées, le brochet sera alors contraint de nager à des vitesses parfois proches de sa vitesse de pointe (Kreutzenberger & Voegtli, 2014).



Les recherches bibliographiques effectuées ont mis en évidence le fait que les vitesses de nage pouvant être atteintes étaient fonction de la taille de l'individu (Videler, 1993 in Baudoin et al, 2014). En effet, la taille du poisson apparaît comme le facteur prépondérant déterminant la vitesse de nage. En se basant sur la compilation de résultats expérimentaux, Videler propose, en 1993, une équation permettant de calculer la vitesse maximale en fonction de la longueur de l'individu :

$$U_{max} = 0,4 + 7,4 * L_p$$

Avec :

- **U<sub>max</sub>** : la vitesse de pointe exprimée en m/s
- **L<sub>p</sub>** : la longueur de l'individu

Baudoin et al (2014) ont ensuite observé les classes de tailles, par espèce, des individus adultes ou en approche de maturité sexuelle. Cette gamme de taille a été définie à partir de la Banque de Données des Milieux Aquatiques et des Poissons de l'Onema, des données de l'atlas des poissons d'eau douce de France (Keith et al, 2011) ainsi que des données fournies par Fishbase (Baudoin et al, 2014). Ainsi, pour le brochet, la taille minimale des individus migrant lors de la période de reproduction est de **40cm**, la taille maximale pouvant dépasser régulièrement les 100cm. Sera gardée la taille minimale dans l'étude de l'évaluation de la franchissabilité des ouvrages car ce sont ces individus qui présentent le plus fort risque de non franchissement des obstacles.

En utilisant la formule de Videler pour un individu de 40cm, la vitesse de pointe pouvant être théoriquement atteinte est alors de **3,36m/s**.

Une étude, menée en 1990, s'était également intéressée à la vitesse de pointe que pouvait atteindre le brochet. Dans cette étude, la taille moyenne était alors de **38cm**, les vitesses ont été mesurées à l'aide d'accéléromètres placés sous la peau des individus étudiés. Ces recherches ont montré que la vitesse de pointe moyenne des sujets était de **3,09m/s** lorsque ces derniers avaient comme objectifs la capture d'une proie. La vitesse de pointe était en moyenne de 3,97m/s lorsque l'individu prenait la fuite (Harper & Blake, 1990).

Une seconde étude effectuée en 1995 a également tenté de mesurer les vitesses maximales pouvant être atteintes par le brochet. Ces mesures ont été réalisées en laboratoire, à l'aide de caméra pour pouvoir observer la distance parcourue en un temps donné. Dix points de références, localisés le long de la ligne dorsale ont alors été filmés à chaque image. Les individus testés avaient des tailles comprises entre **39,6** et **41,2** cm. Deux modes de nage ont alors été identifiés. Le premier correspond à la capture de proies. Pour ce type de nage, le corps du brochet adopte une forme en "S" pour pouvoir se propulser. Les vitesses atteintes étaient alors comprises entre **1,7** et **3,4 m/s**. Dans le deuxième mode de nage, le brochet adopte une posture dite en "C" afin de se propulser. Ce type de nage est utilisé lors de fuites. Les vitesses ainsi générées ont été mesurées entre **2,3** et **2,8 m/s**.

Les individus les plus sensibles aux obstacles lors des périodes de migration sont ceux dont les tailles sont les moins importantes. Concernant le brochet, les migrations étant occasionnées par le phénomène de reproduction, il est possible de supposer que les plus petits individus seront ceux se reproduisant pour la première fois. L'âge de la première reproduction est estimé entre 2 et 3 ans. Les mâles devenant mature plus rapidement que les femelles. Les tailles correspondantes se situent alors entre 33 et 42 cm (Bruslé & Quignard, 2001) (Figure 12).

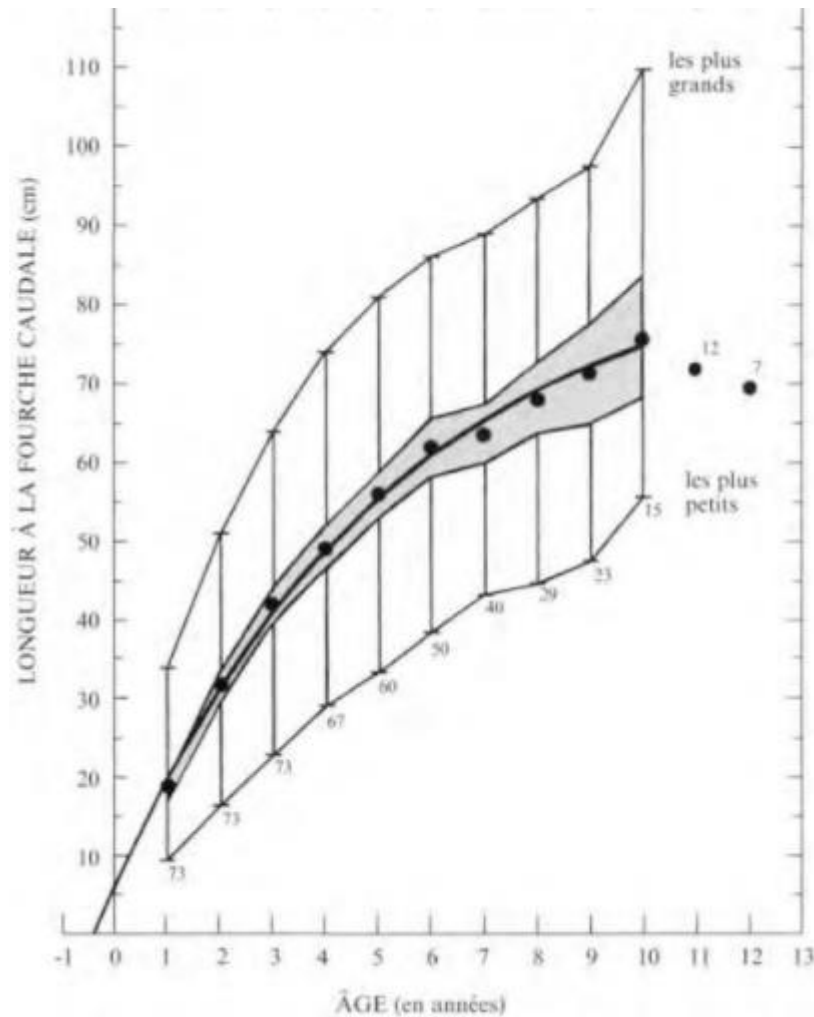


Figure 12: Croissance linéaire du brochet : relation entre la taille et l'âge estimé établie pour 73 populations. D'après Craig, 1996 in Bruslé & Quignard, 2001. Les valeurs comprises dans l'intervalle de confiance de 95% sont représentées en grisé.

Ces tailles correspondent alors à celles des individus testés dans les deux études ainsi qu'à celle estimée par l'Onema pour les individus les plus petits entreprenant des migrations de reproduction (40cm).

#### II.4.2 Tirant d'eau nécessaire

D'après une publication de l'Onema datant de 2014 (Baudoin et al., 2014), le brochet est classé dans le cinquième groupe d'espèce pour le franchissement des obstacles. Ces groupes ont été réalisés selon la capacité de nage (vitesse de pointe et tirant d'eau minimum nécessaire à la nage), ainsi qu'en fonction de l'aptitude au saut des espèces. Le cinquième groupe rassemble alors le brochet et l'aspe, deux carnassiers holobiotiques dont la capacité de saut est faible, voire nulle.

Concernant le tirant d'eau minimum nécessaire, il s'agit d'estimer une valeur moyenne convenant à la majeure partie des individus de l'espèce et non pas, comme précédemment, en se basant sur les plus jeunes individus. Ainsi, la taille des géniteurs dépasse fréquemment 50cm et peut régulièrement atteindre des tailles supérieures au mètre chez le brochet.

D'après la publication de l'Onema de 2014 visant l'évaluation du franchissement des obstacles par les poissons, pour ce groupe d'espèce, la hauteur de la lame d'eau minimum nécessaire à la nage correcte des individus doit alors être de 15cm (Baudoin et al., 2014).

Sur les aménagements réalisés par le syndicat mixte des Vallées du Clain Sud, entre 2012 et 2017, les hauteurs de lame d'eau les plus limitantes étaient comprises entre 3cm (Radier n°2 du clapet de Verneuil, dans son écoulement gauche) et 20 cm (Radier n°3 du déversoir du plan d'eau de Château-Larcher, dans son écoulement gauche) (Tableau 3).

**Bilan évaluatif du Contrat Territorial des Milieux Aquatiques 2012-2017 :  
Evaluation de la continuité écologique des aménagements**

*Tableau 3: Hauteurs des lames d'eau les plus limitantes mesurées sur chaque écoulement de chaque aménagement.*

*R : Radier ; D : écoulement rive droite ; G : écoulement rive gauche ; M : écoulement central ; Av : Aval ; Am : Amont. ;  
MD : partie droite de l'écoulement central ; MG : partie gauche de l'écoulement central*

*En rouge, les lames d'eau inférieures au minimum nécessaire au passage du brochet ; en vert les lames d'eau égales ou supérieures au minimum nécessaire pour le passage du brochet.*

*Pas d'obstacle : pas de modification du faciès d'écoulement au droit de l'aménagement*

Sites	Hauteur lames d'eau (en cm)								
<b>Clapet de maillé</b>	R1 : G D 0,12 0,05	R2 : G ; D 0,09 ; 0,09	R3 : 0,09	R4 : 0,11					
<b>Clapet gauche du Roseau</b>	R1 0,20	R2 0,15							
<b>Clapet droit du Roseau</b>	R1 : D 0,22	R1 : G 0,23	R2 : G(D) 0,17	R2 : G (G) 0,20	R2 : M 0,17	R2 : D 0,20			
<b>Clapet de jouet</b>	R1 : 0,20	R2 : 0,10	R3 : MG 0,12	R3 : MD (G) 0,20	R3 MD (D) 0,20	R3 : D 0,25	R4 : G 0,12	R4 : MG 0,10	R4 : MD 0,10
<b>Clapet de la Boutinelière</b>	R1 : G D 0,16 0,11	R2 : G 0,06	R2 M 0,12	R2 D 0,06	R3 : G D 0,09 0,12	R4 : G D 0,06 0,13			
<b>Bras de contournement de la Roche</b>	Amont 0,20	Milieu 0,12	Aval 0,05						
<b>Bras de contournement de Brion</b>	Amont : 0,10	Milieu : G 0,12	Milieu : D 0,30	Aval : 0,14					
<b>Déversoir du plan d'eau de Château-Larcher</b>	Déversoir : 0,08	R1 : Pas d'obstacle	R2 : G 0,09	R2 M 0,17	R2 D 0,09	R3 G : D 0,25 0,30	R4 : G D 0,22 0,17		
<b>Gué de la Grange Neuve</b>	Gué : 0,08	R1 : G D 0,11 0,17	R2 : 0,24	R3 : Pas d'obstacle	R4 : G M 0,13 0,12	R5 : G M 0,12 0,14	R6 : 0,15	R7 : G D 0,20 0,22	
<b>Clapet de la Petite Epine</b>	R1 : 0,12	R2 : G D 0,13 0,08	R3 : G D 0,12 0,11	R4 : G D 0,12 0,11	R5 : M D 0,15 ,14				
<b>Clapet de la Grande Vaux</b>	R 1 : 0,04	R 2 : 0,10	R 3 : 0,07						
<b>Clapet du Vieux Marnay</b>	R 1 : G 0,20	R 1 : D 0,18	R 2 : G 0,22	R 2 : D 0,18					
<b>Clapet de Verneuil</b>	R 1 : 0,07	R 2 : G 0,03	R 2 : D 0,09						

#### II.4.3 Vitesses d'écoulements sur les aménagements

Sur les treize sites étudiés, les vitesses d'écoulement étaient comprises entre des valeurs allant de 0,2m/s (radier n°1 du clapet de Maillé dans sa partie amont, radier n°3 du clapet de Jouet dans la partie amont de son écoulement central, radier n°2 du clapet de la Boutinelière dans la partie amont de son écoulement rive droite) (ces valeurs ne sont pas présentées dans le tableau suivant car non limitantes) et **1,75m/s** sur le radier n°2 du clapet droit du Roseau, dans son écoulement en rive droite. La vitesse moyenne des écoulements, sur les treize sites aménagés est de **0,76m/s**.

Dans le Tableau suivant, sont référencées les vitesses les plus importantes mesurées pour chaque écoulement identifié sur les aménagements (Tableau 4).

Tableau 4: Vitesses des écoulements mesurées sur chaque aménagement réalisé par le syndicat mixte des vallées du Clain Sud entre 2012 et 2017.

R : Radier ; D : écoulement rive droite ; G : écoulement rive gauche ; M : écoulement central ; Av : Aval ; Am : Amont ; MD : partie droite de l'écoulement central ; MG : partie gauche de l'écoulement central

Pas d'obstacle : pas de modification du faciès d'écoulement au droit de l'aménagement

Sites	Vitesses mesurées sur les aménagements (en m/s)								
Clapet de maillé	R1 : G D 0,8 0,5	R2 : G D 0,7 ; 0,8	R3 : 0,8	R4 : 1,05					
Clapet gauche du Roseau	R1 1,1	R2 0,9							
Clapet droit du Roseau	R1 : D 1,33	R1 : G 1,05	R2 : G(D) 1,35	R2 : G (G) 1,35	R2 : M 1,3	R2 : D 1,75			
Clapet de jouet	R1 : 0,6	R2 : 0,8	R3 : MG 0,4	R3 : MD (G) 0,4	R3 MD (D) 0,4	R3 : D 0,5	R4 : G 0,9	R4 : MG 0,5	R4 : MD 0,8
Clapet de la Boutinelière	R1 : G D 0,9 0,9	R2 : G 0,9	R2 M 0,9	R2 D 0,65	R3 : G D 0,7 1,2	R4 : G D 0,8 1,1			
Bras de contournement de la Roche	Amont 0,56	Milieu 1,03	Aval 0,7						
Bras de contournement de Brion	Amont : 0,8	Milieu : G 0,9	Milieu : D 1,0	Aval : 1,1					
Déversoir du plan d'eau de Château-Larcher	Déversoir : 1,45	R1 : Pas d'obstacle	R2 : G 1,2	R2 M 1,6	R2 D 1,2	R3 G : D 1,4 1,45	R4 : G D 1,4 0,65		
Gué de la Grange Neuve	Gué : 1,0	R1 : G D 1,4 1,4	R2 : 1,13	R3 : Pas d'obstacle	R4 : G M 1,1 1,1	R5 : G M 1,0 0,9	R6 : 1,5	R7 : G D 1,2 1,2	
Clapet de la Petite Epine	R1 : 1,0	R2 : G D 0,9 0,9	R3 : G D 0,75 0,65	R4 : G D 1,3 1,15	R5 : M D 0,9 0,85				
Clapet de la Grande Vaux	R 1 : 0,8	R 2 : 0,7	R 3 : 0,5						



Bilan évaluatif du Contrat Territorial des Milieux Aquatiques 2012-2017 :  
Evaluation de la continuité écologique des aménagements

Clapet du Vieux Marnay	R 1 : G 1,0	R 1 : D 1,2	R 2 : G 1,4	R 2 : D 1,2					
Clapet de Verneuil	R 1 : 0,8	R 2 : G 0,9	R 2 : D 0,7						

#### II.4.4 Linéaires amont-aval des micro-seuils

La distance moyenne amont-aval mesurée sur les micro-seuils est de 4,1m avec des valeurs allant de 1,6m (Radier n°2 du clapet de Maillé) à 13,2m (Déversoir de Château-Larcher). D'après la formule permettant de calculer la distance qu'un individu parcourir en fonction de la vitesse du courant, les micro-seuils aménagés sur le Val de Clouère permettrait en moyenne à un individu de 40cm nageant à sa vitesse de pointe pendant 10 secondes de couvrir une distance de 23,4m. Aucun aménagement ne serait infranchissable en considérant uniquement le linéaire Amont-Aval (Annexe 3).

#### II.4.5 Taux d'étagement

Sur l'ensemble de linéaire du bras principal de la Clouère, 49 obstacles à l'écoulement ont été identifiés dans le ROE 2016. Leurs hauteurs de chute sont alors comprises entre 5cm et 1,6m pour une hauteur cumulée de chute de 26,35m. Le dénivelé naturel de la Clouère étant de 140 m, le taux d'étagement est donc de 22,7% sur ce cours d'eau, en Août 2017.

#### II.4.6 Taux de fractionnement

Le linéaire total de la Clouère est de 99,581km (Base de Données TOPO de la Vienne, 2011), biefs et bras secondaire inclus. Sans prendre en compte les dispositifs de franchissement aménagés pour les déplacements migratoires et en prenant les ouvrages dont la chute est inférieure à 20cm, la hauteur cumulée des obstacles sur la Clouère est de 36,15m pour un total de 68 ouvrages. Le taux de fractionnement brut est alors de **0,36‰**.

Pour ce qui est du taux de fractionnement spécifique au brochet, ce calcul se base sur l'hypothèse que tous les aménagements réalisés par le syndicat s'avèrent franchissable en une période de l'année, excepté 3 sites, comme il le sera expliqué dans la suite de ce document. Ainsi, cela permet de considérer comme nulle les chutes des ouvrages concernés. De plus, les ouvrages dont la chute est inférieure à 20cm sont considérés comme franchissables comme vu précédemment. La hauteur cumulée des obstacles non franchissables est alors de 27,55m pour 48 ouvrages. Le taux spécifique du brochet sur la Clouère est alors de **0,27‰**.

## II.5 Interprétation des résultats

### II.5.1 Hauteur de lame d'eau sur les aménagements

Les mesures des hauteurs d'eau ont mis en évidence que écoulements sur les aménagements étaient globalement caractérisés par des tirants d'eau ne favorisant pas le passage du brochet. En effet, sur l'ensemble des treize sites ayant fait l'objet de travaux, seulement 3 présentent des écoulements dont les hauteurs d'eau sont de dimensions supérieures, ou égales, au tirant d'eau minimum nécessaire pour le passage de cette espèce :

- Le clapet du Roseau sur le bras gauche
- Le clapet du Roseau sur le bras droit
- Le clapet du Vieux Marnay

Sur tous les autres sites les hauteurs d'eau de faibles dimensions constituent un obstacle au franchissement du brochet sur au moins un des radiers aménagés. Cela, même si plusieurs écoulements sont présents sur les aménagements, dans tous ces cas, la totalité des écoulements d'au moins un radier par site se trouve dans l'incapacité théorique d'être franchis par cette espèce.

Rappelons que le tirant d'eau minimum nécessaire pour la nage correcte du brochet est de 15cm. Parmi toutes les mesures de lame d'eau effectuées sur les micro-seuils. Seules celles présentant des tirants d'eau les plus défavorables au passage du brochet ont été retenues dans ce rapport. Soixante valeurs présentant les plus faibles tirant d'eau ont alors été recueillies. Seulement **38%** de ces mesures (23 mesures) présentent une valeur supérieure ou égale à cette hauteur d'eau minimale nécessaire. Les autres points de mesures (**62%**, soit 37 mesures) révèlent des points de blocage dans les déplacements migratoires de ce prédateur. Dix-neuf points de mesure ont des hauteurs d'eau comprises entre 10 cm et 15 cm, 18 points de mesure ont des hauteurs d'eau inférieures à 10 cm. Cette valeur de 10cm étant le tirant d'eau minimal nécessaire pour le passage d'espèces de cyprinidés rhéophiles telles que le barbeau fluviatile, le hotu et le chevesne, ainsi que des espèces holobiotiques telles que la brème bordelière, la lote de rivière, la perche ou encore la tanche (Baudoin et al., 2014). Ces espèces étant également présentes sur le cours d'eau de la Clouère.

De plus, quelques mesures ont révélé des hauteurs d'eau inférieures ou égales à 5cm, tirant d'eau minimum pour le passage de plus petites espèces (Baudoin et al., 2014).

- Clapet de Verneuil : écoulement en rive gauche du radier n°2
- Clapet de la Grande Vaux : écoulement sur le radier n°1

Ces 2 sites sont alors théoriquement les plus bloquants en ce qui concerne la remontée du brochet ainsi que celle des autres espèces migratrices sur la Clouère part les très faibles hauteurs d'eau présentes. De manière générale, les micro-seuils aménagés par le syndicat sont alors considérés comme des obstacles non franchissables par le brochet dans les gammes de débits présentent lors des mesures.

Ces résultats se basent toutefois sur une hauteur de lame d'eau nécessaire générale. En effet, le facteur de condition du brochet sur la Clouère n'étant pas connu, la valeur de 15cm a alors été retenue. Un suivi de la population de brochet sur la Clouère pourrait alors apporter des précisions dans l'estimation du tirant d'eau nécessaire à la bonne nage de l'espèce cible.

### II.5.2 Vitesses d'écoulement sur les aménagements

En ce qui concerne les vitesses des écoulements présents sur les différents radiers étudiés, celles-ci sont toutes inférieures aux valeurs de vitesses de pointes du brochet données d'après la bibliographie. En effet, ces vitesses de pointes, pour des individus de 40 cm, excédaient les 3m/s. La valeur indiquée par l'Onema étant de 3,36m/s. Cette vitesse ayant été calculée à l'aide de la formule de Videler.

La vitesse d'écoulement la plus importante mesurée sur l'ensemble des aménagements étudiés a été de **1,75m/s**, sur l'écoulement en rive droite du radier n°2 du clapet du Roseau situé sur le bras droit. Cette valeur est alors nettement inférieure à la vitesse de nage de pointe du brochet : **52%** de la vitesse de pointe. La vitesse moyenne des écoulements maximaux retenus est quant à lui de 0,76m/s, ce qui ne représente que **22,6%** de la capacité de nage de pointe du brochet. Les vitesses d'écoulement semblent alors très favorables au franchissement de l'espèce sur tous les sites aménagés.

### II.5.3 Linéaire amont-aval des micro-seuils

D'après les mesures réalisées ainsi que les calculs permettant d'estimer la distance qu'un brochet de 40 cm pourrait parcourir en vitesse de pointe en soutenant son effort durant 10 secondes consécutives, tous les micro-seuils mis en place par le syndicat semblent alors permettre le passage de l'espèce cible. En effet, les écoulements sur les micro-seuils permettent au brochet de couvrir des distances supérieures au linéaire amont-aval de tous les micro-seuils.

### II.5.4 Indicateurs de la continuité écologique

Le taux d'étagement est un indicateur permettant d'évaluer les modifications hydromorphologiques et des habitats aquatiques induits par la présence d'ouvrages transversaux sur un linéaire de cours d'eau donné. Cet indicateur décrit de manière globale l'altération des conditions d'écoulement dans le cours d'eau. Réduire les ouvrages, aussi bien leur nombre que l'importance de leurs chutes respectives, serait alors un des moyens de diminuer l'artificialisation des cours d'eau et ainsi tendre vers un bon état écologique des cours d'eau.

Cependant, le taux d'étagement ne varie que suite à des modifications des hauteurs de chute. Autrement dit, sans l'arasement (partiel ou total) de l'ouvrage, ou de l'ouverture permanente des parties mobiles, le taux d'étagement reste inchangé. Les aménagements réalisés dans le but de rétablir la continuité écologique et sédimentaire sur les cours d'eau ne réduisent pas l'effet "retenue" d'un ouvrage ni ne modifie les hauteurs de chute qui se voient alors répartie différemment selon l'action choisie (Secrétariat technique du bassin Loire-Bretagne, 2017). Le taux d'étagement de la Clouère ne se voit donc pas modifié par les aménagements réalisés dans le cadre du CTMA 2012-2017.

Pour le cours d'eau de la Clouère, la valeur de cet indicateur est de 22,7%. Il n'existe pas actuellement de classes d'artificialisation des cours d'eau en fonction du taux d'étagement. Cependant, au-delà d'une valeur de 40%, le peuplement piscicole est considéré comme dégradé (Chaplais, 2010). En se référant au SAGE Clain 2011, le taux d'étagement de la Clouère qualifiait ce cours d'eau comme moyennement artificialisé.

Concernant le taux de fractionnement, comme le taux d'étagement, aucune classe de qualité n'existe pour cet indicateur. Toutefois, selon une étude dirigée en 2012 sur le bassin du Clain, la valeur de 0,4‰ semble être la limite au-dessus de laquelle la continuité du cours d'eau est considérée comme dégradée (Robert, 2012). Le taux de fractionnement brut (0,36‰) classerait alors la Clouère comme ayant une continuité piscicole faiblement dégradée. Le taux de fractionnement spécifique du brochet (0,27‰) indiquerait alors une continuité écologique non dégradée pour cette espèce à la suite des aménagements réalisés.

## II.6 Discussion

### II.6.1 Evaluation du franchissement des aménagements

Les mesures effectuées sur les aménagements mis en place par le Syndicat Mixte des Vallées du Clain Sud sous le Contrat Territorial des Milieux Aquatiques 2012-2017 ont permis de caractériser les différents écoulements présents sur ces derniers. Comparés aux données issues de la bibliographie, les vitesses d'écoulement ainsi que les linéaires amont-aval des aménagements créés sont favorables au passage de l'espèce cible choisie pour cette étude : le brochet.

Cependant, concernant les hauteurs de lame d'eau, ces dernières sont dans la majeure partie des cas (62% des mesures retenues) non favorables au franchissement de l'obstacle par cette espèce. Pour presque la moitié des lames d'eau non franchissables (49% des cas) le tirant d'eau présent serait même d'une hauteur ne permettant pas le passage des plus petites espèces migratrices.

Bien que théoriquement infranchissables, ces écoulements ont été mesurés au mois de Juin, qui plus est, lors d'une année particulièrement sèche. Les quantités d'eau observées sur dans le val de la Clouère sont nettement inférieures à celles habituellement présentes sur le bassin ce bassin versant. Il est vrai que les débits avoisinent de plus en plus la valeur du QMNA5. De surcroît, les déplacements du brochet en cette période sont naturellement réduits du fait de la température élevée et de l'oxygénation de l'eau diminuant.

Les obstacles présents le long de la Clouère doivent être franchissables pendant la période de reproduction de l'espèce. Le brochet ayant une période de reproduction aux mois de Février à fin Avril (Bruslé & Quignard, 2001), des débits, et donc de lames d'eau plus importantes peuvent être attendues. En effet, pendant cette période, les débits mesurés à la station du Roseau, à Château-Larcher sont en moyenne de 4,30m³/s en Février, 3,40m³/s en Mars et 2,8m³/s en Avril (Figure 3). Rappelons que les débits moyens au mois de Juin 2017, lors des mesures, étaient de 0,592m³/s.

Il est possible de mesurer le débit s'écoulant sur un seuil, cela en fonction de paramètres tels que le coefficient de débit à caler et vérifier, la largeur du seuil rectangulaire, l'épaisseur de la lame d'eau au-dessus du seuil et l'angle d'échancrure (Kouyi et al., 2010 ; Baril et al., 2014). Pour un écoulement en forme de "V", auquel peuvent s'apparenter ceux des radiers, le débit est donné par la formule suivante :

$$Q = C * \sqrt{2g} * \tan \alpha * h^{2/5}$$

Avec : Q : le débit en m³/s

C : Le coefficient de débit

G : L'accélération de la pesanteur (9,81 m/s²)

$\alpha$  : Le demi-angle de l'échancrure en °

h : La hauteur d'eau de l'écoulement en m

L'angle d'échancrure ainsi que le coefficient de débits étant constants, la hauteur de la lame d'eau peut alors être exprimée en fonction du débit par la formule :

$$h = \left(\frac{Q}{K}\right)^{2/5}$$

Avec k ( $C\sqrt{2g} * \tan \alpha$ ), une constante symbolisant les paramètres inchangés de la formule précédente.

Ainsi, la hauteur de la lame d'eau serait proportionnelle selon  $x^{2/5}$  au débit, x étant le rapport entre les débits mesurés à deux périodes différentes.

Exemple : Si le débit double entre un instant t1 et un instant t2, la hauteur d'eau à t2 sera  $2^{2/5}$  fois supérieure à celle mesurée à t1.

La moyenne des débits sur la Clouère pendant la période de reproduction du brochet est de 3,50m³/s. Le rapport entre cette valeur est celle des débits mesurés lors de la prospection terrain est alors égale à 5,91.

Partant de l'hypothèse que les débits seront en tous points de la Clouère 5,91 fois supérieurs pendant la période de fraie que pendant la période de mesure, et d'après la relation entre la hauteur de lame d'eau et les débits sur un écoulement en forme de "V", les valeurs des hauteurs d'eau sur les écoulements lors de la période de reproduction seraient alors 2,03 fois supérieures à celles mesurées en Juin 2017. Plusieurs écoulements pouvant exister au sein d'un même aménagement, une valeur de lame d'eau infranchissable sur seulement l'un des écoulements ne contribue pas à classer le radier comme bloquant pour le passage du brochet. Ainsi, trois sites présenteraient toujours des tirants d'eau limitant le passage du brochet en période de reproduction : le clapet de la Grande Vaux, le clapet de Verneuil et le bras de contournement du moulin de la Roche. Sur tous les autres sites, au moins un écoulement permet le passage sur chaque micro-seuil (Tableau 3).

Concernant les vitesses d'écoulement, leur évolution semble être minime avec l'accroissement des débits puisque la hauteur d'eau ainsi que la largeur de l'écoulement augmenteront en même temps que celui-ci. La vitesse du courant est liée au débit selon la relation suivante (Degoutte) :

$$V = \frac{Q}{H * L}$$

Où V est la vitesse du courant (en m/s), Q le débit (en m³/s), H la hauteur d'eau (en m) et L la largeur de la section (en m).

Il faut toutefois prendre en compte le fait que ces résultats ne soient que théoriques. En effet, les valeurs prises en compte concernant la hauteur d'eau minimale nécessaire ainsi que les vitesses de nage sont des valeurs générales indiquées par l'Onema. Aucun suivi d'individu n'a été effectué. Il se pourrait alors qu'une lame d'eau de hauteur de 15cm ne soit pas suffisante, ou au contraire, que des individus puissent franchir des tirants d'eau inférieurs à cette valeur. Les estimations des hauteurs d'eau en période de reproduction se basent elles aussi sur une équation mathématique mise en place pour des seuils à parois lisses, non composés de blocs. Cela peut amener à une majoration ou une minoration des estimations par rapport aux faits réels. Enfin, l'hypothèse faite selon laquelle la modification des vitesses serait minime n'est cependant pas quantifiée. Cela qui constitue également une limite dans l'évaluation de la continuité écologique. Une prospection pendant la période de reproduction de l'espèce cible est nécessaire afin de compléter cette première étude.

## II.6.2 Taux d'étagement et taux de fractionnement

Afin de pouvoir réduire le taux d'étagement d'un cours d'eau, le seul moyen est de supprimer tout ouvrage dont l'existence entraîne une chute d'eau artificielle. Seul l'arasement, total ou partiel, sans création de dispositifs de maintien de la hauteur d'eau pourrait contribuer à diminuer la valeur de cet indicateur. Cependant, en raison des enjeux tant anthropiques qu'écologiques, le maintien du niveau d'eau tel que l'assurait l'ouvrage est, dans la majeure partie des cas, une condition non négociable pour que tout projet ait lieu. A minima, la manipulation des ouvrages mobiles peut contribuer à modifier le taux d'étagement. Les aménagements réalisés par le Syndicat mixte des Vallées du Clain Sud ont toutefois permis de minimiser le taux de fractionnement sur la Clouère et permettent alors des déplacements facilités pour le brochet, espèce cible de cette étude.

Ces deux indicateurs présentent toutefois des limites. En effet, ils ne se basent que sur la somme cumulée des chutes artificielles mais ne prennent pas en compte l'importance de chacune de ces chutes. L'impact d'un ouvrage important sera alors le même que plusieurs de tailles plus modestes dont la hauteur cumulée est égale à celle de cet ouvrage. La densité des obstacles sur le linéaire du cours d'eau n'est ainsi pas prise en compte. De plus, le taux de fractionnement n'intègre pas le fait que le franchissement des dispositifs ne soit que partiel. Considérer la hauteur de chute comme nulle revient à assimiler la création de micro-seuils comme un arasement de l'ouvrage alors que les résultats écologiques induits par les deux actions sont différents. Enfin, le fait qu'aucune classe de qualité d'étagement et de fractionnement n'existe contribue en un frein à l'exploitation de ces deux indicateurs. Des objectifs de bon état du taux d'étagement devraient toutefois être fixés par le SAGE du Clain.

## II.6.3 Limites des aménagements réalisés par le syndicat

Bien qu'ayant contribué à améliorer la continuité écologique de la Clouère, les aménagements mis en place peuvent parfois être des points bloquant les migrations piscicoles. Les tirants d'eau de faibles dimensions sont la raison principale rendant certains micro-seuils potentiellement infranchissables.

Afin d'augmenter les tirants d'eau sur les aménagements, il serait possible, lorsque l'emprise foncière le permet, de créer un plus grand nombre de micro-seuils dans le but de réduire le dénivelé de chacun d'entre eux. De plus, il est également envisageable de ne concentrer les eaux que vers un seul écoulement au sein des micro-seuils. Cela contribuera alors à réduire la section d'écoulement et ainsi augmenter localement la lame d'eau. Dans cette même optique, ce principe peut également être appliqué sur un plus large tronçon de cours d'eau sur lequel des aménagements contribueraient à réduire la largeur du lit mineur. Ces aménagements peuvent être des banquettes végétalisées mises en place à l'aide de tressages et de fascines, des enrochements ou encore des déflecteurs placés en quinconce. Ces dispositifs présentent cependant l'inconvénient d'un entretien très régulier.

De plus, la présence de blocs de taille plus importante placés dans l'écoulement peut contribuer à augmenter la rugosité du lit tout en offrant des zones d'abris dynamique et en augmentant le tirant d'eau à proximité de ces blocs. Les micro-seuils ainsi équipés s'apparentent alors à une passe à poisson dite naturelle. Le cas est présent sur certains sites du Val de la Clouère, comme ceux du déversoir de Château-Larcher et des deux bras du Roseau, pour lesquels la puissance du cours d'eau nécessite des blocs de tailles importantes. Enfin, l'arasement total de l'ouvrage sans dispositif de maintien de la hauteur d'eau permettrait le passage de toutes les espèces. Cependant, en raison des différents usages et enjeux liés au cours d'eau, cette opportunité ne se présente que très rarement (aucun cas dans le Val de la Clouère).

Les résultats de ce rapport se trouvent limités par le fait que cette étude se base essentiellement sur des données bibliographiques théoriques. Les valeurs retenues pour les paramètres pris en compte dans l'évaluation du franchissement des aménagements par le



brochet peuvent alors être différentes des conditions réelles. Afin de compléter ce document, un suivi de la population de brochet de la Clouère, par radiopistage ou marquage, pourrait être envisagé. A cela s'ajoute, l'hypothèse utilisée pour l'estimation des valeurs des hauteurs de lame d'eau qui est issue d'un calcul destiné à des écoulements artificiels dont le lit est régulier, ce qui n'est pas le cas des micro-seuils aménagés. Des tirants d'eau des valeurs très différentes pourraient alors être mesurés. Une nouvelle campagne de mesures en période de migration serait alors nécessaire.

Enfin, le val de Clouère possède également des problématiques liées aux quantités d'eau faibles sur ce bassin versant. Cela est dû aux conditions météorologiques changeantes, à l'artificialisation du cours d'eau, ainsi qu'aux usages liés à l'eau (prélèvements agricoles). Il est alors nécessaire de garder l'eau dans le val de Clouère afin de pouvoir répondre à ces demandes sans que le milieu ne s'en trouve dégradé. Dans ce sens, des projets de réserves de substitution sont en place afin de permettre l'irrigation agricole sans prélever directement dans le milieu. Ces projets sont cependant complexes, autant d'un point de vue administratif que financier, et ne sont alors qu'au stade de conception.

## Conclusion

Le but de ce rapport était d'évaluer la continuité écologique des micro-seuils et bras de contournements, aménagés sur le cours d'eau de la Clouère par le Syndicat Mixte des Vallées du Clain Sud, au cours du CTMA 2012-2017. L'espèce cible principale indiquée par le PDPG sur ce cours d'eau de 2<sup>ème</sup> catégorie étant le brochet, cette étude s'est alors concentrée sur cette espèce afin de déterminer le potentiel des aménagements à permettre le passage d'individus. Cependant, les mesures ayant été effectuées au mois de Juin d'une année particulièrement déficitaire en quantité d'eau, les données recueillies peuvent ne pas être significatives des conditions réelles lors des déplacements de l'espèce cible. La période de reproduction du brochet ayant lieu de Février à fin Avril, les débits sont en moyenne 5,91 fois supérieurs à ceux de la période de prospection des aménagements. Des hauteurs de lame d'eau de l'ordre de 2 fois supérieures à celles mesurées peuvent alors être attendues. Ces tirants d'eau permettraient ainsi le passage du brochet sur 10 des 13 sites aménagés ; le tirant d'eau limite nécessaire à cette espèce étant de 15cm. Pour ce qui est des vitesses d'écoulement, ces dernières n'excèdent pas 1,75m/s. Un individu de 40cm pouvant atteindre une vitesse de pointe de 3,36m/s et ce durant 10 secondes, il serait alors capable de parcourir 16m pendant son effort. Le micro-seuil ayant le linéaire le plus important s'étendant sur 11m, un jeune brochet serait alors en capacité de franchir tous les ouvrages réalisés dans le cadre du CTMA. La taille de 40cm étant la taille minimale retenue par l'Onema pour les reproducteurs les plus jeunes.

Deux indicateurs de la continuité écologique, les taux d'étagement et de fractionnement, peuvent être utilisés afin de tenter de catégoriser le niveau de dégradation des cours d'eau. Sur la Clouère, le taux d'étagement indique une artificialisation moyenne alors que le taux de fractionnement met en évidence une faible dégradation de la continuité piscicole. Plus spécifiquement, pour le brochet, les aménagements ont permis de réduire le taux de fractionnement en permettant une meilleure capacité de déplacement. La continuité écologique du brochet est alors considérée comme très peu dégradée selon le taux de fractionnement spécifique de cette espèce cible. Le taux d'étagement n'a, quant à lui, pas été modifié par les actions du syndicat. Cela en raison d'un maintien de la hauteur d'eau par des dispositifs engendrant donc des chutes artificielles, même franchissables. Des objectifs de réduction du taux d'étagement doivent être fixés prochainement sur la Vallée du Clain (SAGE Clain). Le seul moyen permettant l'atteinte de ces objectifs serait alors l'arasement, total ou partiel, des ouvrages. Ce genre d'action est toutefois difficile à mettre en place sur des cours d'eau tels que la Clouère où la population a connu la mise en place des ouvrages transversaux et a pris l'habitude de cours d'eau sur lesquels les écoulements sont faibles, voir nuls. Changer les mentalités prend alors du temps. La présence de zones humides en amont des ouvrages exige également la conservation de la hauteur d'eau initiale. La manipulation des ouvrages mobiles ne permettant qu'une modification temporaire et minime de la hauteur de la chute artificielle. Les enjeux et usages ne permettant pas de tels interventions, ces objectifs risquent de rendre encore plus difficile l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau. Le taux d'étagement n'est toutefois qu'un indicateur et ne doit pas être pris comme seul paramètre de la qualité de la continuité écologique.

Les résultats de ce document devraient être complétés par une étude supplémentaire se déroulant pendant la période de reproduction de l'espèce cible afin de connaître la valeur des paramètres, pris en compte dans l'évaluation du franchissement d'un seuil, pendant la période de migration. Enfin, une étude morphologique de la population de brochet sur la Clouère permettrait de connaître le facteur de forme de l'espèce sur ce cours d'eau et ainsi de permettre une meilleure estimation du tirant d'eau minimum nécessaire.

## Bibliographie

- Baran, 2007. Diagnostic et restauration de la libre circulation piscicole dans les petits hydrosystèmes. Conseil supérieur de la pêche.
- Baril D., Courret D., Faure B., 2014. Note technique sur la conception des dispositifs de restitution du débit minimal.
- Baudoin J.M., Burgun V., Chanseau M., Larinier M., Ovidio M., Sremski W., Steinbach P., Voetgle B., 2014. Information sur la Continuité Ecologique – ICE. Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons : Principes et méthodes. Onema
- Beach M.H., 1984. Fish pass design. Criteria for the design and approval of fish passes and other structures to facilitate the passage of migratory fishes in rivers. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Lowestoft, Fish. Res. Tech. Rep. 78, 45.
- Bruslé J., Quignard J.P., 2001. Biologie des poissons d'eau douce européenne. Techniques et documentation, Paris.
- Burgun V., Ovidio M., 2014. Continuité écologique et exigences pour l'ichtyofaune. Journée d'échange technique sur la continuité écologique 16 mai 2014. Onema.
- Chaplais S., 2010. Etude des impacts de l'étagement des cours d'eau sur les peuplements piscicoles en Bretagne et en Pays de Loire. Onema, Université de Rennes 1.
- Chocat B., 2014. Les barrages sont-ils un bien pour l'environnement ? LGCIE-INSA de Lyon.
- Christiansen D.G., 1976. Feeding behaviour of northern pike (*Esox Lucius* Linnaeus). Master of Sci., Univ. of Alberta, Chapter 4, 79-90.
- Code de l'environnement du Bassin Loire-Bretagne, 2012. Arrêté du 10 Juillet 2012 portant sur la liste 1 des cours d'eau, tronçons de cours d'eau ou canaux classés au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement du bassin Loire-Bretagne.
- Code rural ancien, 1984. Loi n°84-512 du 29 Juin 1984 Relative à la pêche en eau douce et à la gestion des ressources piscicole.
- Comité de bassin Loire-Bretagne, 2015. Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2016-2021 : Bassin Loire-Bretagne. Adopté par le comité de bassin le 4 novembre 2015.
- Conseil général de la Vienne, 2011. Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Clain, Etat initial. Rapport. Validé par la CLE le 29 Juin 2011.
- Fédération de pêche de la Vienne, 2017. Extrait du Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles : Clouère-86.1-I-
- Harper D.G., Blake R.W., 1990. Prey capture and the fast-start performance of northern pike *Esox Lucius*. Department of Zoology, University of British Columbia, Vancouver. J. exp. Biol. 155, 175-192 (1991).
- Keith P., Persat H., Feunteun E., Allardi J., 2011. Les poisons d'eau douce de la France. Biotope, Mèze ; Museum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaire et biodiversité), 552p.
- Kreutzenberger K., Voegtli B., 2014. Petits ouvrages hydrauliques et continuité piscicole – Diagnostic de la franchissabilité des OH existants par les poissons : méthode I.C.E (Informations sur la Continuité Ecologique).
- Kouyi G.L., Besson F., Bier M.A., Chocat B., Lucchinacci P., 2010. Assessment of flow rate in a complex sewer pipe by means of a water depth sensor and modelling,

Estimation du débit dans une canalisation complexe en utilisant une mesure de hauteur d'eau et la modélisation numérique. Novatech, Lyon.

- Larinier M., 1992. Facteurs biologiques à prendre en compte dans la conception des ouvrages de franchissement, notions d'obstacles à la migration. Bull.Fr. Pêche Piscic. (1992), 326-327 : 20-29, Chapitre 3. CSP-CEMAGREF, GHAPPE – Institut de mécanique des fluides. Toulouse.
- Parlement Européen et Conseil, 2000. Directive 2000/60/CE établissant un cadre pour la politique communautaire dans le domaine de l'eau, 32000L0060, adoptée le 23 Octobre 2000.
- Phillipart J.C., Piels J., Ovidio M., Rimbaud G., 2000-2001. Etude de la biologie de la reproduction du brochet dans l'Ourthe Liégeoise et la basse Ambleve. Université de Liège – Faculté des sciences. Rapport de recherches au fonds piscicole de la région Wallonne.
- Robert B., 2012. Résumé du rapport de stage pour l'obtention de la 1<sup>ère</sup> année de Master : Inventaire et caractérisation des ouvrages du bassin du Clain. Université François Rabelais de Tours.
- Rolland B., 2010. Le brochet : Gestion dans le milieu naturel et élevage. Institut national de la recherche agronomique, France.
- Secrétariat technique du Bassin Loire-Bretagne, 2017. Fiche d'aide à la lecture du SDAGE Loire-Bretagne – Utilisation des indicateurs de pression imputable aux ouvrages transversaux : taux d'étagement et taux de fractionnement – Dispositions 1C-2 et 1D-4. Fiche n°7. Commission administrative de Bassin 16/06/2017.
- Service d'Administration National des Données et Référentiels sur l'Eau, 2005. Description des données sur les plans d'eau. Thème : Plan d'eau, Version : 1.
- Thema environnement, 2011. Pré-diagnostic et diagnostic Syndicat Mixte d'aménagement du val de Clouère. Phase 1 : Définition d'un programme d'actions dans le cadre du Contrat Territoriale de la Clouère.
- Thema environnement, 2011. Rapport d'étude Syndicat Mixte d'aménagement du val de Clouère. Phase 2 : Définition d'un programme d'actions pluriannuel dans le cadre d'un contrat restauration entretien.
- Videler J.J., 1993. Fish swimming Chapman & Hall, 206p.
- Webb P., 1984. Les formes et les nages des poissons. Pour la Science, sept : 44-54.

## Webographie

- Banque hydro – Eau France. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'Energie [en ligne]. Disponible sur : < <http://hydro.eaufrance.fr> >.
- Fishbase – Muséum National d'Histoire Naturelle [en ligne]. Disponible sur : < <http://fishbase.mnhn.fr> >.
- Institut National de l'Information Géographique et forestière. L'information Grandeur Nature [en ligne]. Disponible sur < <http://professionnels.ign.fr> >
- Legifrance – le service publique de la diffusion du droit [en ligne]. Disponible sur : < <https://www.legifrance.gouv.fr> >.
- Sandre – Eau France. Service d'administration national des données et référentiels sur l'eau [en ligne] ; Disponible sur : < <http://www.sandre.eaufrance.fr> >.

## Table des figures

Figure 1: Carte de localisation du Bassin versant de la Clouère dans le département de la Vienne.....	8
Figure 2: Carte du réseau hydrographique du bassin versant de la Clouère....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 3 : Débits mensuels observés à la station du Roseau, à Château Larcher - Données calculées sur 28 ans (1990-2017) (Banque Hydro).....	10
Figure 4: Radier de la Petite Epine (Usson du Poitou).....	11
Figure 5: Bras de contournement de Brion .....	12
Figure 6: Carte des ouvrages aménagés et ceux restant à traiter dans le Val de Clouère. ...	15
Figure 7: Localisation des points de mesures des hauteurs de lame d'eau .....	19
Figure 8: Localisation des points de mesure de hauteur de lame d'eau supplémentaires.....	19
Figure 9: Schéma représentant le tirant d'eau considéré comme minimu nécessaire pour qu'un poisson puisse nager convenablement. D'après Baudoin et al., 2014. ....	20
Figure 10: Schéma du calcul du taux d'étagement d'un cours d'eau. D'après Secrétariat technique du bassin Loire-Bretagne, 2017. ....	21
Figure 11 : Schéma du calcul du taux de fractionnement. D'après le secrétariat technique du bassin Loire-Bretagne, 2017.....	22
Figure 12: Croissance linéaire du brochet : relation entre la taille et l'âge estimé établie pour 73 populations. D'après Craig, 1996 in Bruslé & Quignard, 2001. Les valeurs comprises dans l'intervalle de confiance de 95% sont représentées en grisé.....	25

## Tableaux

Tableau 1: Données de débit entre 1990 et 2017 (Source : Banque hydro).....	10
Tableau 2: Actions menées sur la Clouère sous le CTMA 2012-2017 .....	14
Tableau 3: Hauteurs des lames d'eau les plus limitantes mesurées sur chaque écoulement de chaque aménagement.....	27
Tableau 4: Vitesses des écoulements mesurées sur chaque aménagement réalisé par le syndicat mixte des vallées du Clain Sud entre 2012 et 2017. ....	28

## Annexes

Annexe 1: Extrait du PDPG Vienne 2017: Peuplement.....	40
Annexe 2: Fiche technique des micro-seuils.....	42
Annexe 3: Linéaire couvrable par un brochet de 40cm, en vitesse de pointe durant 10 secondes, selon les différents micro-seuils aménagés .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

## Annexes

### Annexe 1 :

Annexe 1: Extrait du PDPG Vienne 2017 : Peuplement

Peuplement				
Domaine		Cyprinicole		
Espèce(s) repère(s)		BRO		
Espèce(s) cible(s) (patrimoniales, vulnérables et/ou halieutiques)		BRO, TRF, VAN, BOU, LOF / GAR, TAN, SAN, CCO		
Etat fonctionnel		Très perturbé		
Zonation piscicole		Zones à Ombres - zones à Brèmes		
Biocénotypes		B6-B8		
Peuplement actuel		ABL, ANG, BAF, BOU, BRE, BRO, CAS, CCO, CHA, CHE, EPT, GAR, GOU, LOF, LPP, PCH, PER, PES, SIL, SPI,TAN, TRF, VAI & VAN		
Peuplement potentiel (espèces dominantes, intermédiaires, marginales)		SPI, GOU, VAN, BAF, CHE, BOU, PER, BRO, GAR, TAN, LOF, VAI, CHA, TRF, CCO, GRE, ABL, SAN, PES, BRE		
Présence de poissons migrateurs		ANG		
Présence d'espèces invasives		OCL, PCL, PCH & PES		
Inventaires piscicoles récents				
Cours d'eau Année	Localisation	Métrique ou indice piscicole (IPR/ densité en ind/ha)	Espèces d'accompagnement	Observations
Ru de Beauregard 07/2016	Usson du Poitou Amont D102 509884.85 6579741.18	12,61 BRO : 74,77 ind/ha	CHA, CHE, EPT, LOF, PER, PES & TAN	-
La Belle 07/2016	Magné Bourg de Magné D13 499451.31 6587495.06	30,61 BRO : 22,49 ind/ha	CAS, CHA, CHE, GAR, GOU, LOF, PER, PES & VAI	-
L'Arceau 07/2016	Marnay Aval du lieu-dit « la Robinière » 493754.52 6592039.25	33,54	EPT & VAI	Présence de PCL
La Douce 06/2016	Aslonnes et Château Larcher Aval du lieu-dit « La Douce » 494475.62 659575.59	22,09	EPT, TRF & VAI	Présence de PCL
La Clouère 07/2012	Château Larcher Au niveau du Plan d'eau 493879 6594282	20.688 1 BRO capturé	BAF, CHA, CHE, GAR, GOU, PER, PES, SPI, VAN	-



Bilan évaluatif du Contrat Territorial des Milieux Aquatiques 2012-2017 :  
Evaluation de la continuité écologique des aménagements

La Clouère 07/2013	Brion Coude avant le lieu-dit « Château de la Bussière » 504853 6586920	<b>18.33</b> BRO : 143 ind/ha	VAI, BOU, GAR, CHA, GOU, LOF	-
La Clouère 08/2013	Château Larcher Au niveau du plan d'eau 493879 6594282	<b>36.65</b> BRO : 14 ind/ha	BAF, CHA, GAR, CHE, VAN, PER, ABL, GOU	Présence d'OCL et PCL
La Clouère 09/2014	Château Larcher Châtillon 492071 6595959	<b>14</b>	LPP, CHA, BOU, ANG, VAI, LOF, BAF, SPI, GOU, CHE, GAR, EPT, PER	-
La Clouère 06/2015	Château Larcher Au niveau du plan d'eau 494096.12 6594180.52	<b>22.65</b>	ABL, BAF, CHA, CHE, GAR, GOU, PER, SPI	-
La Clouère 06/2015	Brion 504808.27 6586838.02	<b>23.1</b>	ABL, BRE, CAS, CHA, CHE, EPI, GAR, GOU, LOF, PER, PES, PCH, VAI, VAN, TAN	Présence de OCL

Bilan évaluatif du Contrat Territorial des Milieux Aquatiques 2012-2017 :  
Evaluation de la continuité écologique des aménagements

**Annexe 2 :**

*Annexe 2: Fiche technique des micro-seuils*

	<b>Coordonnées :</b>			
	<b>Nom de l'ouvrage :</b>			
	<b>Type d'ouvrage :</b>			
	<b>Type d'aménagement :</b>			
	<b>Localisation :</b>			
	<b>Date de l'aménagement :</b>			
	<b>Date de prospection:</b>			
<b>Eléments suivis</b>				
<b>Morphologie</b>				
Linéaire total ouvert (m)				
Linéaire principal ouvert (m)				
Débit (mesuré à la station de Château-Larcher) (m3/s)				
Largeur du lit mouillé au niveau de l'ouvrage (m)				
Chute d'eau avant travaux (m)				
Lame d'eau sur l'ouvrage (m)				
Longueur aménagement (m)				
Habitats dans le lit mouillé				
Nombre de fosses créées				
Nombre de radiers Créés				
Largeur lit mouillé radiers (m)				
Linéaire amont-aval Radiers (m)				
Hauteur lame d'eau radiers (m) (mesures Amont, Milieu, Aval)				
Linéaire amont-aval (m)				
<b>Hydrologie</b>				
Vitesses d'écoulement (m/s)				
Faciès d'écoulement				
<b>Ripisylve</b>				
		<b>Eléments existants</b>	<b>Eléments à améliorer</b>	
<b>Strate dominante</b>	Rive Gauche			
	Rive Droite			
<b>Continuité de la ripisylve</b>	Rive Gauche			
	Rive Droite			
<b>Espèces dominantes</b>	Rive Gauche			

Bilan évaluatif du Contrat Territorial des Milieux Aquatiques 2012-2017 :  
Evaluation de la continuité écologique des aménagements

	Rive Droite		
Plantations	Rive Gauche		
	Rive Droite		
Usages			
Occupation des sols	Rive Gauche		
	Rive Droite		
Statut foncier			
Accessibilité			
Types d'usage			
Conservation des anciens usages hydrauliques			
Berges			
Habitats en berge			
Etat des berges			
Présence de protection de berge et solution apportées			
Substrat			
Granulométrie dominante sur l'aménagement			
Colmatage de l'aménagement (%)			
Stabilité par rapport à la date de l'aménagement			
Connectivité			
	Existant	A améliorer	
Connectivité longitudinale			
Connectivité latérale			
Etat des annexes hydrauliques			
Entretien de l'aménagement			
Type dominant	Embâcle	Végétation	
Impacts sur les écoulements			
Périodicité			
Commentaires			

### **Annexe 3 :**

*Annexe 3: Linéaire couvrable par un brochet de 40cm, en vitesse de pointe durant 10 secondes, selon les différents micro-seuils aménagés*

<b>Clapet de Maillé</b>			
<b>N° des aménagements</b>	<b>Vitesses maximales mesurées (m/s)</b>	<b>Longueur de l'aménagement (m)</b>	<b>Distance parcourue en vitesse de pointe (m)</b>
<b>Radier 1</b>	0,8	2,2	25,6
<b>Radier 2</b>	0,8	1,6	25,6
<b>Radier 3</b>	0,8	2,4	25,6
<b>Radier 4</b>	1,05	1,8	23,1

<b>Clapet du Roseau - Bras Droit</b>			
<b>N° des aménagements</b>	<b>Vitesses maximales mesurées (m/s)</b>	<b>Longueur de l'aménagement (m)</b>	<b>Distance parcourue en vitesse de pointe (m)</b>
<b>Radier 1</b>	1,33	2,5	20,3
<b>Radier 2</b>	1,75	4,2	16,1

<b>Clapet du Roseau - Bras Gauche</b>			
<b>N° des aménagements</b>	<b>Vitesses maximales mesurées (m/s)</b>	<b>Longueur de l'aménagement (m)</b>	<b>Distance parcourue en vitesse de pointe (m)</b>
<b>Radier 1</b>	0,9	4,3	24,6
<b>Radier 2</b>	1,1	4	22,6

<b>Clapet de Jouet</b>			
<b>N° des aménagements</b>	<b>Vitesses maximales mesurées (m/s)</b>	<b>Longueur de l'aménagement (m)</b>	<b>Distance parcourue en vitesse de pointe (m)</b>
<b>Radier 1</b>	0,6	3,8	27,6
<b>Radier 2</b>	0,8	2,3	25,6
<b>Radier 3</b>	0,5	3,6	28,6
<b>Radier 4</b>	0,9	2,8	24,6

<b>Clapet de la Boutinelière</b>			
<b>N° des aménagements</b>	<b>Vitesses maximales mesurées (m/s)</b>	<b>Longueur de l'aménagement (m)</b>	<b>Distance parcourue en vitesse de pointe (m)</b>
<b>Radier 1</b>	0,6	4,8	27,6
<b>Radier 2</b>	0,8	4,7	25,6
<b>Radier 3</b>	0,5	3,7	28,6
<b>Radier 4</b>	0,9	4,1	24,6

<b>Déversoir de Château-Larcher</b>			
N° des aménagements	Vitesses maximales mesurées (m/s)	Longueur de l'aménagement (m)	Distance parcourue en vitesse de pointe (m)
Déversoir	1,45	13,2	19,1
Radier 1		4,3	
Radier 2	1,6	10,8	17,6
Radier 3	1,45	2,1	19,1
Radier 4	1,4	4	19,6

<b>Gué de la Grange Neuve</b>			
N° des aménagements	Vitesses maximales mesurées (m/s)	Longueur de l'aménagement (m)	Distance parcourue en vitesse de pointe (m)
Gué	1	8,4	23,6
Radier 1	1,4	3,9	19,6
Radier 2	1,13	3,6	22,3
Radier 3		4,4	
Radier 4	1,1	2,8	22,6
Radier 5	1	3,1	23,6
Radier 6	1,5	3,2	18,6
Radier 7	1,2	4,3	21,6

<b>Clapet de la Petite Epine</b>			
N° des aménagements	Vitesses maximales mesurées (m/s)	Longueur de l'aménagement (m)	Distance parcourue en vitesse de pointe (m)
Radier 1	1	3,4	23,6
Radier 2	0,9	3,6	24,6
Radier 3	0,7	5,5	26,6
Radier 4	1,3	3,1	20,6
Radier 5	0,9	3,8	24,6

<b>Clapet de la Grande Vaux</b>			
N° des aménagements	Vitesses maximales mesurées (m/s)	Longueur de l'aménagement (m)	Distance parcourue en vitesse de pointe (m)
Radier 1	0,8	7,1	25,6
Radier 2	0,7	4,9	26,6
Radier 3	0,5	4	28,6

<b>Clapet du Vieux Marnay</b>			
N° des aménagements	Vitesses maximales mesurées (m/s)	Longueur de l'aménagement (m)	Distance parcourue en vitesse de pointe (m)
Radier 1	1,2	2,3	21,6
Radier 2	1,4	3,6	19,6

<b>Clapet de Verneuil</b>			
N° des aménagements	Vitesses maximales mesurées (m/s)	Longueur de l'aménagement (m)	Distance parcourue en vitesse de pointe (m)
Radier 1	0,8	3,7	25,6
Radier 2	0,9	3,3	24,6



