



## Restauration morphologique de la Mouge en amont du bourg d'Azé : état initial avant travaux : années 2018 & 2019

### Rapport intermédiaire



Avril 2020

# Restauration morphologique de la Mouge en amont du bourg d'Azé : état initial avant travaux : années 2018 & 2019

## Rapport intermédiaire

Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche  
et la Protection du Milieu Aquatique  
123, rue de Barbentane - Sennecé  
BP 99 - 71004 MACON Cedex

Auteur

Julien MAUPOUX – Responsable technique

Avec la participation technique de :

Thomas BRETON, Cyril COLIN, Anne CHARVET, Elsie MOUREU, Fédération de Saône-et-Loire pour la  
pêche et la protection du milieu aquatique

Renaud MILLARD, Office Français de la biodiversité

David FAVRICHON, Département de Saône-et-Loire

Yves MAZOT, AAPPMA « les Amis de la Mouge »

André BRETON, bénévole

Etude réalisée avec le concours financier de :

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse

Fédération Nationale pour la Pêche en France

# Table des matières

Table des matières.....	3
Résumé	2
Introduction	3
Partie 1 : Méthodologie.....	4
1.1 Etude de la température de l'eau en période estivale.....	4
1.1.1 Acquisition des données thermiques .....	6
1.1.2 Analyse des données thermiques.....	6
1.2 Suivi physico-chimique .....	7
1.3 Etude des peuplements piscicoles .....	9
1.3.1 Acquisition des données piscicoles.....	9
1.3.2 Analyse des données piscicoles .....	10
Partie 2 : Résultats .....	11
2.1 Résultats des mesures estivales de la température de l'eau.....	11
2.1.1 Conditions climatiques des étés 2018 et 2019.....	11
2.1.2 Résultats des mesures de la température de l'eau .....	12
2.1.2.1 Variables thermiques générales .....	12
2.1.2.2 Variables thermiques en lien avec le preferendum thermique de la truite fario .....	13
2.1.2.3 Evolution longitudinale de la température .....	14
2.1.2.1 Explication des résultats obtenus.....	15
2.2 Résultats du suivi physico-chimique .....	16
2.2.1 Evaluation de la qualité selon le système d'évaluation de l'état des eaux.....	16
2.2.2 Evaluation de la qualité des eaux en fonction des exigences de la truite fario .....	16
2.3 Résultats des inventaires piscicoles .....	17
2.3.1 Caractéristiques des stations d'inventaire et des opérations réalisées.....	17
2.3.2 Espèces rencontrées et statuts juridiques.....	18
2.3.4 Effectifs et biomasses bruts et estimés, classes de taille .....	19
2.3.6 Indice poissons rivière .....	21
2.3.7 Interprétation des résultats, discussion .....	23
Partie 4 : Conclusion .....	24
Partie 5 : Références bibliographiques.....	25

## Résumé

Le Département de Saône-et-Loire a pour projet, dans la cadre du Contrat des rivières du Mâconnais, de restaurer la morphologie du lit de la Mouge en amont du bourg d'Azé aux lieux-dits « Fourgeau » et « La Bouzolle » sur un linéaire de 800 m environ. La Fédération de Saône-et-Loire pour la pêche et la protection du milieu aquatique et l'Agence Française pour la Biodiversité ont décidé de porter une étude de suivi dont le but est d'évaluer l'intérêt de ces travaux.

Le suivi proposé découle des préconisations du guide "Aide à la définition d'une étude de suivi" (NAVARRO et al., 2012). Il comprend l'étude de la faune piscicole, de la température de l'eau du cours d'eau en période estivale, de la macrofaune benthique ainsi que de la morphologie du cours d'eau. Un suivi ponctuel de la qualité de l'eau est aussi réalisé. Ce suivi sera mis en œuvre avant travaux en 2018, 2019 et 2020 – année prévisionnelle des travaux – puis, après travaux, à partir de 2021.

Le présent rapport présente les résultats des investigations menées avant travaux en 2018 et 2019 par la Fédération de pêche : une campagne d'inventaire piscicole, de mesure de la température de l'eau et de suivi de la qualité de l'eau. Le suivi de la macro-faune benthique réalisé par l'Agence Française pour la Biodiversité en 2018 et 2020, sera quant à lui présenté dans le rapport final présentant l'ensemble des résultats de l'état initial avant travaux.

Les inventaires piscicoles réalisés ont permis de constater la présence d'une population de truite fario, avec de bonnes densités, aussi bien sur la station 1, implantée en amont de la zone de travaux (station référence), que sur la station 2, située dans un secteur où l'habitat est aujourd'hui considéré comme dégradé. La présence de cette espèce considérée comme sensible, indique clairement que la Mouge est, dans ce secteur, un cours d'eau de relative bonne qualité. Toutefois, l'absence des espèces d'accompagnement de la truite, comme le vairon, le chabot ou encore la loche franche, indique une dégradation du peuplement piscicole, sans doute liée à la présence de seuils non franchissables pour ces espèces en aval. Les résultats obtenus sur la station 4, station implantée sur un bras de Mouge aujourd'hui très peu alimenté en eau, indiquent une mauvaise qualité du peuplement piscicole dû à un habitat très dégradé et probablement des températures très élevées.

Le suivi de la température de l'eau réalisé au cours des étés 2018 et 2019 a permis de constater une élévation importante de la température de l'eau entre la station 1, située en amont de la zone de travaux, dans un secteur où le cours d'eau est très ombragé, et la station 2, située 400 m en aval, dans un secteur où la ripisylve est dégradée. La température de l'eau augmente ensuite plus légèrement jusqu'à la station 6 (station aval). Les températures mesurées à partir de la station 2 sont, lors des étés les plus chauds, comme en 2018, très préjudiciables à la truite fario.

Le suivi physico-chimique réalisé ponctuellement lors des étés 2018 et 2019 indiquent, pour les paramètres étudiés, une bonne ou une très bonne qualité de l'eau, si on se réfère aux limites de classe de qualité du Système d'Evaluation de la qualité de l'Eau. Les teneurs mesurées en nitrites étaient cependant pénalisantes pour la truite fario en 2018 sur la station 6, située en aval de la zone d'étude.

La campagne de suivi engagée en 2018 et 2019, se poursuivra en 2020 avec les mêmes protocoles, afin de compléter l'état initial de la Mouge avant travaux.

## Introduction

Le Département de Saône-et-Loire a pour projet, dans la cadre du Contrat des rivières du Mâconnais, de restaurer la morphologie du lit de la Mouge en amont du bourg d'Azé aux lieux-dits « Fourgeau » et « La Bouzolle » sur un linéaire de 800 m environ. Le lit mineur de la Mouge ayant été autrefois déplacé pour alimenter en eau un ancien moulin, le projet prévoit de remettre le cours d'eau dans son fond de vallée naturel. Le ruisseau de Joux et le ruisseau des Prés de la Côte, deux petits affluents de la Mouge situés dans le secteur d'intervention, sont aussi concernés par ces travaux dans leur zone de confluence. Cet aménagement permettra aussi l'effacement, par contournement, d'un obstacle majeur à la continuité écologique implanté en travers du lit actuel de la Mouge.

Ce projet étant une action importante du Contrat des rivières du Mâconnais, les partenaires de cette démarche ont décidé de mettre en œuvre une étude visant à évaluer l'intérêt des travaux effectués. La Fédération de Saône-et-Loire pour la pêche et la protection du milieu aquatique et l'Office Français pour la Biodiversité ont décidé de porter cette étude de suivi. Cette démarche bénéficie de l'appui financier de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée & Corse et de la Fédération Nationale pour la Pêche en France.

Le suivi proposé découle des préconisations du guide "Aide à la définition d'une étude de suivi" (NAVARRO et al., 2012). Il comprend l'étude de la faune piscicole, de la température de l'eau du cours d'eau en période estivale, de la macrofaune benthique ainsi que de la morphologie du cours d'eau. Un suivi ponctuel de la qualité de l'eau est aussi réalisé. Ce suivi sera mis en œuvre avant travaux en 2018, 2019 et 2020 – année prévisionnelle des travaux – puis, après travaux, à partir de 2021.

Le présent rapport présente les résultats des investigations menées avant travaux en 2018 et en 2019 par la Fédération de pêche : deux campagnes d'inventaire piscicole, de mesure de la température de l'eau et de suivi de la qualité de l'eau en 2018 et 2019. Le suivi de la macro-faune benthique réalisé par l'Office Français pour la Biodiversité, sera quant à lui présenté dans le rapport final présentant l'ensemble des résultats de l'état initial avant travaux.

## Partie 1 : Méthodologie

Les différentes protocoles mis en œuvre en 2018 et 2019 sur chacune des stations étudiées sont listées dans le Tableau 1. Ces stations sont localisées sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Code étude	Cours d'eau	Code sandres	Localisation	Année 2018 n-2	Année 2019 n-1	Remarque
St 1	Mouge	06000381	Amont pont RD 15	Inventaire piscicole, thermie, physico-chimie, IBGN	Inventaire piscicole, thermie, physico-chimie, CARHYCE	Station référence, située en amont de la zone de travaux
St 2	Mouge	06000381	Aval pont RD 15	Inventaire piscicole, thermie, IBGN	Inventaire piscicole, thermie, CARHYCE	Stations en zone de travaux. Ces stations seront déplacées après travaux car le lit aura été déplacé dans son talweg.
St3	Mouge	06000381	Aval confluence du ruisseau de Joux	Thermie	Thermie	
St4	Bras secondaire	06000382	Aval confluence Ruisseau des Prés de la Côte	Inventaire piscicole	-	Station en zone de travaux. Actuellement dans un bras secondaire intermittent de la Mouge, cette station sera, après travaux, implantée sur le cours de la Mouge.
St5	Mouge	-	Amont confluence bras secondaire	Thermie	Thermie	Stations en zone de travaux. Ces stations seront déplacées après travaux car le lit aura été déplacé dans son talweg.
St6	Mouge	06000382	Aval confluence bras secondaire	Thermie, physico-chimie	Thermie, physico-chimie	

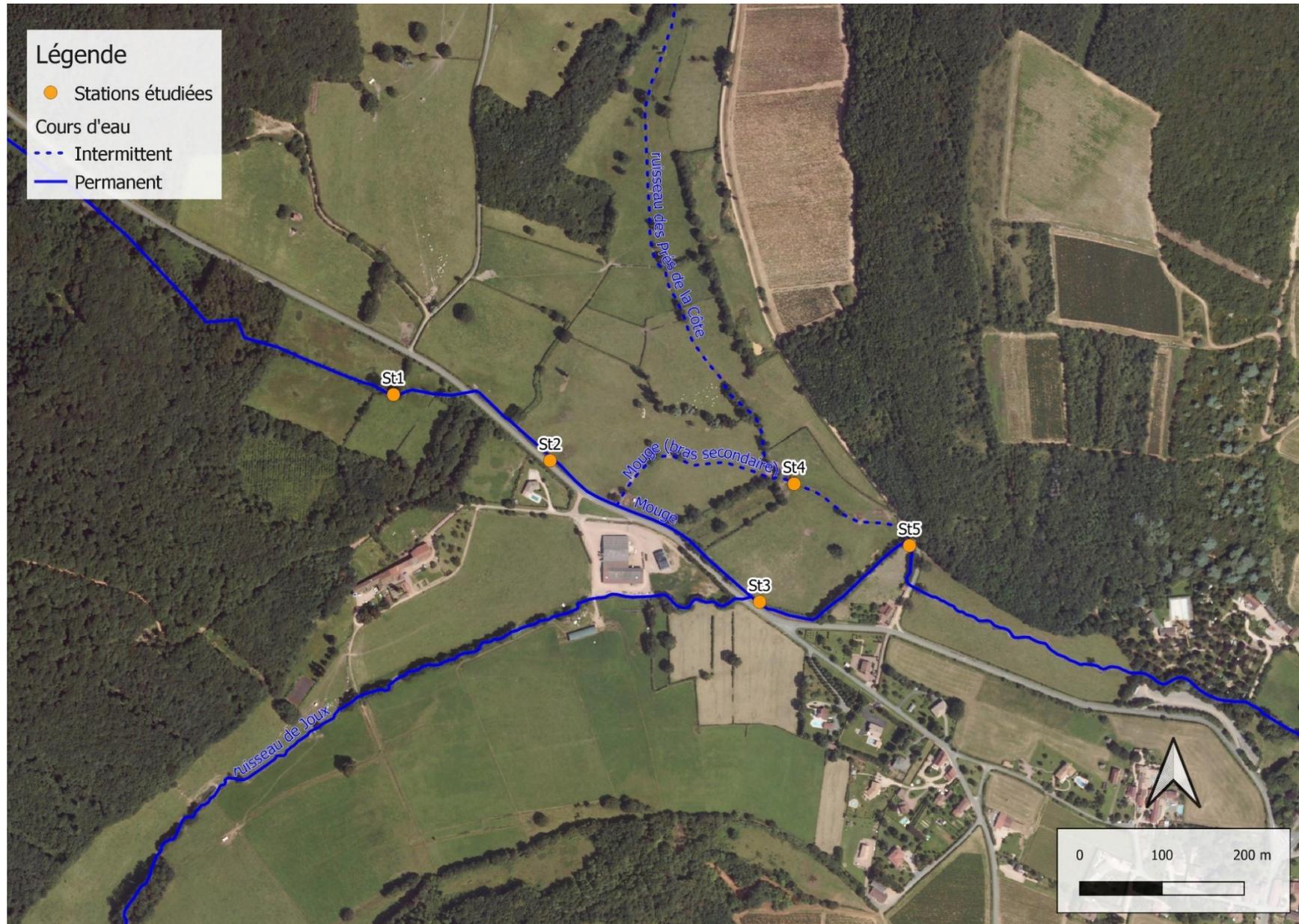
TABLEAU 1 : LISTE DES STATIONS ETUDIÉES ET DES COMPARTIMENTS SUIVIS SUR CHACUN D'ENTRE ELLES

### 1.1 Etude de la température de l'eau en période estivale

Elément prépondérant de la répartition des espèces piscicoles, la température de l'eau doit être finement étudiée pour délimiter les zones de vie de chaque espèce. La température joue en effet un rôle fondamental sur la dynamique des populations puisque chaque espèce piscicole et chaque stade de développement (œufs, larves, juvéniles, adultes) possède un optimum thermique propre (BISHAI, 1960 ; HOKANSON *et al.*, 1973 ; EDSALL et ROTTIERS, 1976 ; CASSELMAN, 1978 *in* FAURE et GRES, 2008).

La truite fario, espèce repère de la majorité du réseau hydrographique étudié, a des exigences très strictes vis-à-vis de ce paramètre physique des eaux. Pour cette espèce sténotherme d'eaux froides, les dangers sont liés essentiellement à une élévation des températures estivales. Le préférendum thermique de la truite s'étend de 4 à 19°C, (ELLIOT, 1975, ELLIOT et CRISP, 1996 *in* INTERREG III, 2006). Au-delà, la truite ne s'alimente plus, elle est en état de stress physiologique. A partir de 25°C, le seuil léthal est atteint (ELLIOT, 1981 ; VARLET, 1967, ALABASTER et LLYOD, 1980, CRISP, 1986 *in* INTERREG III, 2006) (ce seuil peut être inférieur si la qualité d'eau est altérée). Au-delà de l'échelle individuelle, les valeurs influençant la réponse globale à long terme des populations de truite fario en milieu naturel sont à évaluer sur des périodes plus longues via le calcul de la moyenne des températures moyennes journalières sur les 30 jours consécutifs les plus chauds (Tmoy30). Sur cette base la limite des 17.5-18°C influencerait en particulier le stade juvénile de l'année ou 0+ (mécanismes de mortalité, alimentation, croissance ; ELLIOT, 1995, ELLIOT et HURLEY, 1998, BARAN *et al.*, 1999, BARAN et DELACOSTE, 2005, *in* FAURE et GRES, 2008). Les poissons plus âgés (1+, 2+ et au-delà) seraient plus robustes et résilients vis-à-vis de la thermie en raison de la relation inversement proportionnelle entre la sensibilité au réchauffement du poisson et son rapport volume/surface.

La température a également un effet indirect sur d'autres paramètres physico-chimiques (oxygénation ...), sur les invertébrés benthiques et sur les agents pathogènes (INTERREG III, 2006).



CARTE 1 : LOCALISATION DES STATIONS ETUDIÉES (FOND DE CARTE : PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES 2007, IGN)

### 1.1.1 Acquisition des données thermiques

Des enregistreurs thermiques sont installés dans l'eau en période estivale. Ces appareils de type HOBO UA-001-64 sont immergés dans des zones calmes et profondes, à l'abri des rayons directs du soleil. La température est mesurée et enregistrée avec un pas de temps de 1 heure.

Dans le cadre de cette étude, la température de l'eau a été étudiée sur 5 stations réparties le long de la Mouge (cf. Tableau 1) : 1 station en amont de la future zone de travaux (station référence) et 4 stations au sein de la zone de travaux (Cf. Tableau 1, Tableau 2 et Carte 1). Lors des 2 années de suivis prises en compte, la période de mesure s'étend sur chaque station du 15 juin au 15 septembre.

### 1.1.2 Analyse des données thermiques

Les données récupérées par les enregistreurs thermiques sont tout d'abord vérifiées et validées. Après la phase de validation, les données brutes sont analysées afin de calculer différentes valeurs de référence : température instantanée maximale (Ti max), température moyenne journalière maximale (Tmj max), amplitude thermique journalière maximale (Ajmax Ti), température moyenne de la période (Tmp).

Les résultats seront aussi analysés en utilisant le préférendum thermique des truites juvéniles (< valeurs inférieures à 17 °C), de la truite adulte (valeurs inférieures à 19 °C) et le seuil létal pour cette espèce (25 °C). Ces paramètres seront analysés au cours 30 jours consécutifs les plus chauds.

La comparaison des résultats des différentes stations permettra enfin de mesurer l'importance des écarts de température entre chaque station et d'en comprendre les raisons.

Code étude	Cours d'eau	Codes sandre		Localisation	Coordonnées en m (RGF Lambert 93)	
		Station	Point de prélèvement		X	Y
St 1	Mouge	06000381	004	Amont pont RD 15	834230,7	6595036,4
St 2	Mouge	06000381	005	Aval pont RD 15	834409,9	6594942,3
St3	Mouge	06000381	003	Aval confluence du ruisseau de Joux	834653,2	6594780,4
St5	Mouge	-	-	Amont confluence bras secondaire	834832,4	6594852,9
St6	Mouge	06000382	001	Aval confluence bras secondaire	834835,4	6594848,5

TABLEAU 2 : LISTE DES STATIONS DE SUIVI THERMIQUE (PERIODE DE SUIVI : 15 JUIN AU 15 SEPTEMBRE 2018 ET 2019)

## 1.2 Suivi physico-chimique

Code étude	Cours d'eau	Localisation	Coordonnées aval station en m (Lambert 93)		Dates
			X	Y	
			St 1	Mouge	
St6	Mouge	Aval confluence bras secondaire	834835,4	6594848,5	26/09/2019

TABLEAU 3 : LISTE DES STATIONS DE SUIVI PHYSICO-CHIMIQUE

Une campagne ponctuelle de mesure de certains paramètres physico-chimiques est réalisée lors de chaque année de suivi en période estivale sur deux stations (Cf. Tableau 1, Tableau 3 et Carte 1). Sans constituer une véritable étude de la physico-chimie de l'eau, pour laquelle il aurait fallu réaliser plusieurs prélèvements au cours de chaque année de suivi, ces mesures permettront d'aider à la compréhension des résultats.

Le multi paramètre HI 98194 (HANNA® instruments) (cf. Photographie 1) a permis de faire les mesures des paramètres suivants : la conductivité, la teneur en oxygène dissous et le taux de saturation en oxygène. Un thermomètre de précision avec sonde déportée Checktemp®1 HI98509 (HANNA instruments) a permis de mesurer la température de l'eau.



PHOTOGRAPHIE 1 : A GAUCHE, PHOTOMETRE PF12-PLUS ET BLOC CHAUFFANT MACHEREL-NAGEL ; A DROITE, MULTI PARAMETRE HI 98194 (HANNA INSTRUMENTS).

Les autres paramètres sont mesurés à l'aide d'un spectrophotomètre MACHEREREY-NAGEL PF12-Plus (cf. Photographie 1). Des prélèvements d'eau sont réalisés et analysés directement sur le terrain afin d'éviter toute détérioration des échantillons. Pour les analyses d'ammonium, nitrates, nitrites et, des tests « Visocolor » (Macherey-Nagel) sont utilisés. Un ou plusieurs réactifs sont ajoutés à l'échantillon d'eau. Après un temps de réaction, un changement de couleur dont l'intensité est reliée à la concentration peut être observé. L'intensité du signal est mesurée grâce au spectrophotomètre. Avant chaque mesure, un « blanc » est effectué (calibrage de l'appareil avec un échantillon d'eau sans réactif). L'analyse des orthophosphates, du phosphore total, de l'azote total et de la demande chimique en oxygène nécessite de faire des tests dits « Nanocolor » (Macherey-Nagel). En complément de l'ajout de réactifs, les échantillons sont chauffés. Cela est réalisé à l'aide d'un bloc chauffant MACHEREREY-NAGEL Nanocolor vario C2. Après les avoir laissés refroidir, la concentration est mesurée à l'aide du spectrophotomètre.

Pour chacun des paramètres, le résultat est donné selon les limites de quantification (cf. Tableau 4).

Type de test	Paramètres	Limites de quantification	Fraction analysée	Remarque
Visocolor	Ammonium	0.1-2.5 mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .l <sup>-1</sup>	Eau filtrée	Utilisé en 2018
Visocolor	Nitrites	4-60 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> .l <sup>-1</sup>	Eau filtrée	
Visocolor	Nitrates	0.02-0.5 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .l <sup>-1</sup>	Eau filtrée	
Nanocolor	Ammonium	0.05-3 mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .l <sup>-1</sup>	Eau filtrée	Utilisé en 2019
Nanocolor	Azote total	0.5-22.0 mg N.l <sup>-1</sup>	Eau filtrée	
Nanocolor	Phosphore total	0.05-1.5 mg P.l <sup>-1</sup>	Eau brute	
Nanocolor	Orthophosphates	0.2-5 mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> .l <sup>-1</sup>	Eau filtrée	
Nanocolor	DCO	15-160 mg O <sub>2</sub> .l <sup>-1</sup>	Eau brute	

TABLEAU 4 : PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ETUDIES ET LIMITES DE QUANTIFICATION

Les limites de classes de qualité, fixées dans l'arrêté du 27/07/2015, relatifs aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface, sont utilisées pour analyser les résultats (MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER, 2016).

Concernant les espèces piscicoles, certains paramètres sont plus impactants que d'autres et toutes les espèces n'ont pas les mêmes exigences. On distingue les seuils de toxicité dans les eaux salmonicoles et cyprinicoles (cf. Tableau 5).

Paramètre	Origine	Effets sur la faune piscicole	Eaux salmonicoles		Eaux cyprinicoles	
			Guide	Impérative	Guide	Impérative
DBO5	Permet de considérer la charge organique en estimant la quantité d'oxygène biologiquement nécessaire à son oxydation. Une surcharge organique diminue la quantité d'oxygène dissous	La principale nuisance induite est la baisse de la teneur en oxygène dissous	<= 3mg/l		<= 6mg/l	
NO2	Forme instable de l'azote entre l'ammoniaque et les nitrates. Les nitrites résultent soit de l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque soit de la réduction des nitrates	Des fortes teneurs en nitrites provoquent des lésions branchiales et une transformation de l'hémoglobine en méthémoglobine. Induit une gêne respiratoire pouvant aller jusqu'à l'asphyxie.	< =0,01mg/l	< =0,1mg/l	< =0,03mg/l	< =0,3mg/l
NH4	Présent dans les eaux riches en matières organiques en décomposition. Signe évident de pollution.		< =0,04 mg/l	< =1mg/l	< =0,2mg/l	< = 1mg/l
NH3	Sa concentration liée au couple acide/base NH <sub>4</sub> /NH <sub>3</sub> varie en fonction du pH et de la température.	L'azote ammoniacal non ionisé est très toxique pour les poissons. Les pathologies branchiales entraînent très rapidement la mort.		< 0,025mg/l		
PO4	Présent naturellement à faibles concentrations (décomposition de la matière vivante, altération des minéraux). Indique plutôt une pollution (terres fertilisées, eaux usées, industrie chimique)	Favorise la prolifération algale et donc l'eutrophisation des milieux pouvant avoir des effets directs sur les organismes (mortalité des œufs) ou indirects sur l'habitat (colmatage du substrat)	<= 0,2 mg/l		<= 0,4mg/l	

TABLEAU 5 : POLLUANTS LES PLUS FREQUENTS, EFFETS SUR LA FAUNE PISCICOLE ET SEUILS DE TOXICITE (ALABASTER ET LLOYD, 1980 ; DE KINKELIN ET AL., 1986 IN PROGRAMME INTERREG IIIA, 2006 ET LEPIMPEC ET AL., 2002.)

Le cas de la truite fario sera étudié plus précisément. Certaines valeurs optimales et seuils sont donnés dans la littérature :

- le pH doit être compris entre 6 et 9. Un pH inférieur à 6 est néfaste pour la reproduction (Baglinière et al., 1991).
- la concentration en oxygène dissous ne doit pas être inférieure à 6 mg/L. Les truites ont besoin d'un milieu très oxygéné pour vivre.
- la concentration en matière en suspension (MES) ne doit pas être trop élevée, puisqu'en période d'étiage, elle entraîne une irritation branchiale et est source d'infections bactériennes. En hiver, elle est

responsable du colmatage des frayères et de l'asphyxie des œufs. Pour cela, Caudron (2006) fixe une valeur seuil de 30 mg/L de MES en période d'étiage hivernal et de 75 mg/L pour les autres périodes. Les résultats de diverses études indiquent que la mortalité des truites augmente lorsqu'elles sont exposées chroniquement à des taux de matières en suspension supérieurs à 100 mg/L (Fischnetz, 2004).

- les nitrites présentent un effet toxique pour les truites à partir de 0.1 mg/L (Caudron, 2006 ; Lepimpec, 2002). Les alevins sont beaucoup plus sensibles que les adultes (Fishnetz, 2004). De fortes teneurs en nitrites provoquent des lésions branchiales (Télangiectasie des cellules pilastres des lamelles branchiales) et transforment l'hémoglobine en méthémoglobine. Cela induit une gêne respiratoire pouvant entraîner l'asphyxie (Caudron, 2006).

- Les orthophosphates et les nitrates, favorisent l'eutrophisation des rivières et ainsi leur concentration peut impacter la vie des truites. Des seuils de 20 mg/L de nitrates et de 0.3 mg/L de phosphates sont donnés pour les cours d'eau salmonicoles (Le pimpec, 2002 ; Caudron, 2006).

## 1.3 Etude des peuplements piscicoles

### 1.3.1 Acquisition des données piscicoles

L'analyse des peuplements piscicoles est basée sur des inventaires piscicoles par pêche électrique. La méthode de pêche consiste à créer un champ électrique entre deux électrodes en délivrant par un générateur un courant continu de 0,5 à 1A. Dans un rayon d'action de 1 m autour de l'anode, des lignes électriques équipotentielles sont créées et ressenties par le poisson. La différence de potentiel entre la tête et la queue actionne les muscles du poisson qui adopte alors un comportement de nage forcée en direction de l'anode (zone d'attraction). A proximité de l'anode, ses muscles sont alors tétanisés ce qui rend le poisson capturable à l'épuisette (zone de galvanotaxie).

Le matériel utilisé est un groupe fixe de marque « DREAM ELECTRONIQUE » et de type « Héron » sur lequel sont fixées deux ou trois anodes selon la largeur du cours d'eau.

Sur toutes les stations inventoriées dans le cadre de cette étude, les inventaires piscicoles sont réalisés selon la méthode de pêche électrique par épuisement (DE LURY, 1951). Deux passages successifs sont réalisés sans remise à l'eau entre les passages, les poissons capturés lors du premier et du second passage sont dissociés.

Tous les poissons capturés sont identifiés à l'espèce, puis dénombrés, mesurés et pesés individuellement ou par lot avant remise à l'eau sur la station.

Une description des stations est systématiquement réalisée. Elle permet d'apporter des renseignements portant sur le chantier de pêche (surface pêchée, conditions de pêche, ...) et la station en elle-même (faciès d'écoulement, profondeurs, substrats, végétation, et habitats piscicoles). Par ailleurs, la localisation cartographique permet, à l'aide du logiciel Qgis et du Scan25 de l'IGN, de déterminer les limites et la surface du bassin versant drainée, la distance à la source, la pente et l'altitude pour chaque station.

Dans le cadre de cette étude, 3 inventaires piscicoles ont été réalisés (cf. Tableau 1, Tableau 6, Carte 1) le 26 juin 2018.

Code étude	Cours d'eau	Codes sandre		Localisation	Coordonnées aval station en m (Lambert 93)		Dates inventaires piscicoles
		Station	Point de prélèvement		X	Y	
St 1	Mouge	06000381	004	Amont pont RD 15	834230,7	6595036,4	26/06/2018 23/07/2019
St 2	Mouge	06000381	005	Aval pont RD 15	834409,9	6594942,3	26/06/2018 23/07/2019
St4	Bras secondaire	06000382	002	Aval confluence Ruisseau des Prés de la Côte	834733,3	6594905,9	26/06/2018

TABLEAU 6 : LISTE DES STATIONS D'INVENTAIRE PISCICOLE

### 1.3.2 Analyse des données piscicoles

- Evaluation des peuplements réels

Même en appliquant deux passages successifs, la méthode de pêche électrique ne permet pas de capturer l'ensemble des individus. Les pêches d'inventaire à deux passages successifs permettent néanmoins une estimation relativement précise du peuplement réel. Les estimations sont effectuées par la méthode de Carle et Strub (1978). L'estimation des peuplements réels permet une première analyse basée sur la densité, la biomasse et la diversité spécifique des peuplements piscicoles.

- Calcul de l'Indice Poissons Rivière

L'analyse des inventaires piscicoles sera menée à l'aide du calcul de l'Indice Poissons Rivière selon la norme française NF T90-344 (CHAUVIN, 2011) et l'arrêté du 27 juillet 2015 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, 2016). L'Indice Poissons Rivière (IPR) permet de mesurer l'écart entre le peuplement d'une station à partir des résultats du premier passage de pêches électriques, et le peuplement attendu en situation de référence. Il prend en compte 7 métriques auxquelles il attribue un score en fonction de l'écart observé (cf. Tableau 7). L'IPR est obtenu par la somme de ces 7 valeurs, et est égal à 0 lorsque le peuplement n'est pas perturbé. La situation de référence est déterminée par 9 variables environnementales. L'indice se présente sous la forme d'une échelle ouverte à laquelle correspondent 5 classes de qualité.

Basé uniquement sur les effectifs, cet indice ne prend en compte ni la biomasse, ni la structure des populations (classes d'âge). Il se révèle par conséquent relativement peu sensible dans les cours d'eau présentant une diversité naturellement pauvre (1 à 3 espèces, soient les biotypes B1.5, et B2) pour lesquels les altérations se manifestent en premier lieu par une altération de la structure des populations (BELLIARD et al., 2006).

TABLEAU 7 : METRIQUES ET VARIABLES ENVIRONNEMENTALES UTILISEES POUR LE CALCUL DE L'INDICE POISSONS RIVIERE ET CLASSES DE QUALITE

Métriques	Variables environnementales	Note IPR	Classe de qualité
Nombre total d'espèces	Surface du bassin versant (km <sup>2</sup> )	[0 - 5 [	Excellente
Nombre d'espèces rhéophiles	Distance à la source (km)	[5 - 16 [	Bonne
Nombre d'espèces lithophiles	Largeur moyenne en eau (m)	[16 - 25 [	Médiocre
Densité d'individus tolérants	Pente (‰)	[25 - 36 [	Médiocre
Densité d'individus invertivores	Profondeur moyenne en eau (m)	≥ 36	Mauvaise
Densité d'individus omnivores	Altitude (m)		
Densité totale d'individus	Température moyenne de l'air en juillet (°C)		
	Température moyenne de l'air en janvier (°C)		
	Unité hydrographique		

## Partie 2 : Résultats

### 2.1 Résultats des mesures estivales de la température de l'eau

#### 2.1.1 Conditions climatiques des étés 2018 et 2019

- Eté 2018

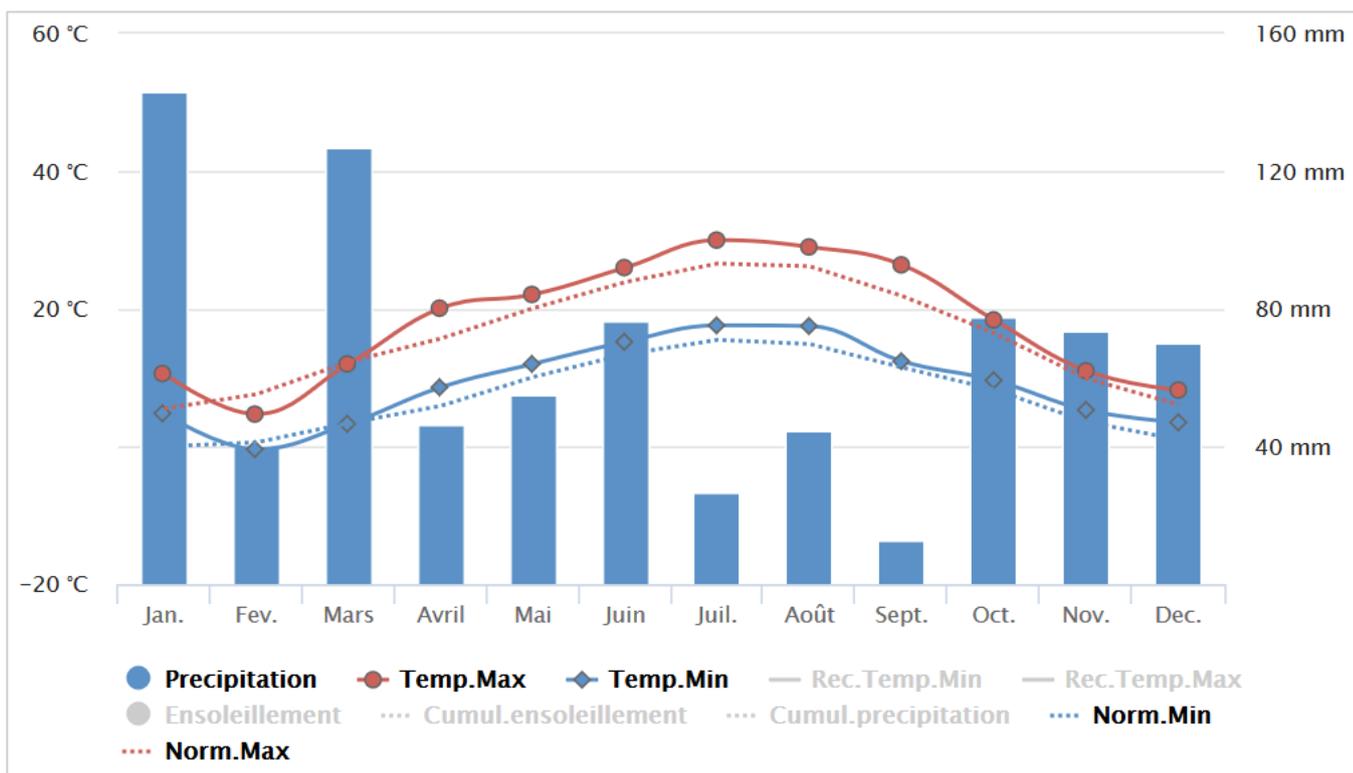


FIGURE 2 : DONNEES CLIMATIQUES DE LA STATION DE MACON – ANNEE 2018 (SOURCE : METEO FRANCE)

Selon Météo France, la période s'étalant de juin à septembre 2018 a été remarquable en termes de déficit pluviométrique, de chaleur et de fort ensoleillement sur la Bourgogne.

- le bilan pluviométrique de juin à septembre se situe dans les 5 plus secs depuis l'après-guerre. Le cumul de pluie se situe au 3e rang à Mâcon (71). Le nombre de jours de pluie est extrêmement bas.
- cette période de l'année se place en 2<sup>ème</sup> position des plus chaudes, juste derrière 2003.
- l'ensoleillement a approché ou battu des records. A Mâcon, la durée d'ensoleillement en 4 mois a atteint 1182h30, dépassant le précédent record de 1962 (1168 heures).

- Eté 2019

Les températures ont été très importantes au cours de l'été 2019, largement supérieures aux valeurs habituelles. L'été a notamment été marqué par 2 canicules : une première canicule fin juin et une deuxième fin juillet.

Si la pluviométrie a été exceptionnellement faible au cours des mois de juillet et de septembre 2019, le mois d'août a été marqué en revanche par une pluviométrie importante, supérieure à 100 mm, à la faveur d'épisodes orageux intenses. Les débits des cours d'eau sont cependant restés bas tout au long

de l'été, en lien avec une recharge hivernale des réserves d'eau très insuffisante et les températures importantes de l'été.

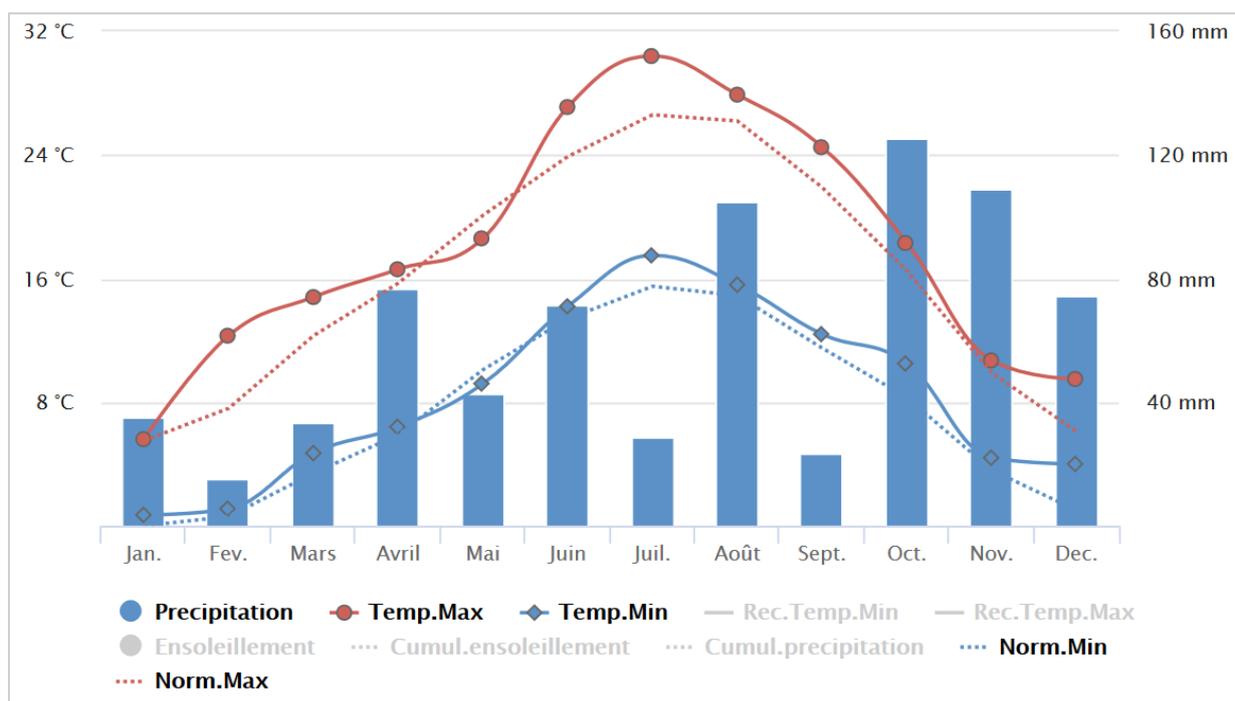


FIGURE 3 : DONNEES CLIMATIQUES DE LA STATION DE MACON – ANNEE 2019 (SOURCE : METEO FRANCE)

## 2.1.2 Résultats des mesures de la température de l'eau

### 2.1.2.1 Variables thermiques générales

Code station		Température instantanée maximale (en °C)	Amplitude thermique journalière la plus élevée (en °C)	Température moyenne journalière maximale (en °C)	Température moyenne de la période (en °C)
2018	St1	22,1	4,3	20,6	17.12
	St2	25,6	6,5	22	17.91
	St3	25,2	6,8	22,5	18.33
	St5	24.4	6.3	22.5	18.35
	St6	24,5	6,2	22,5	18.44
	2019	St1	22,1	4.1	20,2
St2		23,7	5.3	21,2	17,46
St3		23,8	6	21,2	17,46
St5		23.9	5.5	21,4	17,57
St6		24.2	6.6	21,5	17,66

TABEAU 8 : VARIABLES THERMIQUES GENERALES DE LA MOUGE SUR LES 5 STATIONS ETUDIEES (PERIODE DE MESURE DU 15/06 AU 15/09 2018 ET 2019)

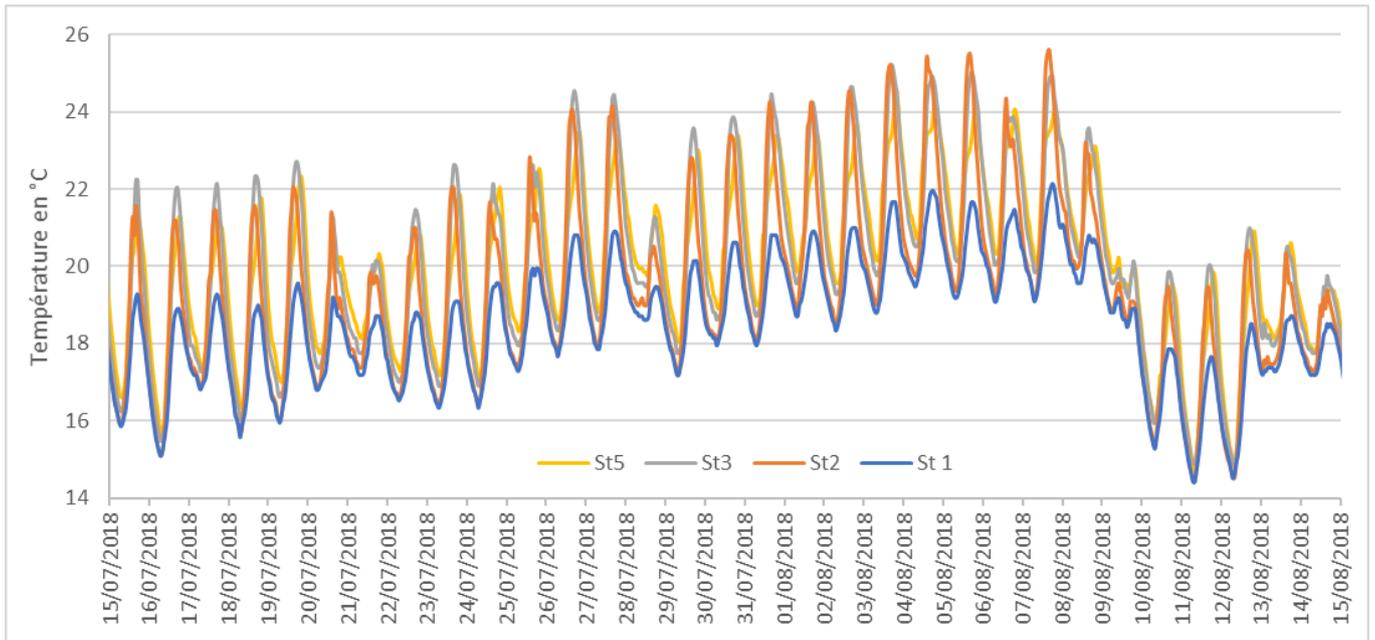


FIGURE 4 : EVOLUTION DE LA TEMPERATURE DE L'EAU DES DIFFERENTES STATIONS DE MESURE : EXEMPLE ENTRE LE 15 JUILLET ET LE 15 AOUT 2018

Les mesures réalisées dans la Mouge au cours des étés 2018 et 2019 permettent de constater que la station n°1, située en amont, se distingue des autres par des valeurs de température plus faibles pour l'ensemble des variables thermiques étudiées. Dès la station 2, on constate un réchauffement important de l'eau avec une augmentation de l'ensemble des variables présentées dans le Tableau 8. La température moyenne de la période montre que la température augmente encore vers l'aval mais de manière plus modérée.

La valeur maximale mesurée lors de ces mesures est de 25.6 °C en 2018 sur la station St2. L'amplitude thermique journalière maximale a été de 6.8 °C sur la station 3 en 2018.

L'ensemble des variables étudiées pour l'ensemble des stations montrent que l'été 2018 a été beaucoup plus chaud que l'été 2019. En moyenne, sur les 5 stations étudiées, la température moyenne de l'eau lors de l'été 2018 a été 0.7 °C plus importante que lors de l'été 2019.

### 2.1.2.2 Variables thermiques en lien avec le préférendum thermique de la truite fario

Les variables thermiques en lien avec le préférendum thermique de la truite fario ont été étudiés au cours de la période des 30 jours consécutifs les plus chauds, déterminé chaque année pour chaque station. Cette période est en effet la période la plus pénalisante pour cette espèce préférant les eaux fraîches.

En 2018, au cours des 30 jours consécutifs les plus chauds, le préférendum thermique de la truite fario a été dépassé plus de la moitié du temps sur les 4 stations aval (entre 55 et 70 % des mesures > 19°C). Cette situation a été très pénalisante pour cette espèce, puisque au-delà de son préférendum, la truite entre en stress physiologique et ne s'alimente plus. La situation a été particulièrement préoccupante sur les stations St2 et St3 où le seuil léthal pour la truite (25 °C) a été dépassé.

En 2019, même si la situation a été plus favorable, la température de l'eau a été au-delà du préférendum thermique de la truite fario entre 41 et 50 % de la période des 30 jours les plus chauds. La température létale pour la truite fario n'a heureusement pas été atteinte en 2019.

La situation apparaît plus favorable sur la station 1 avec des gammes de températures sensiblement plus fraîches que sur les autres stations aussi bien en 2018 qu'en 2019. C'est la station où les températures sont les plus favorables à la truite. A partir de la station 2, la situation devient nettement moins favorable et continue à se dégrader plus lentement jusqu'à la station St6.

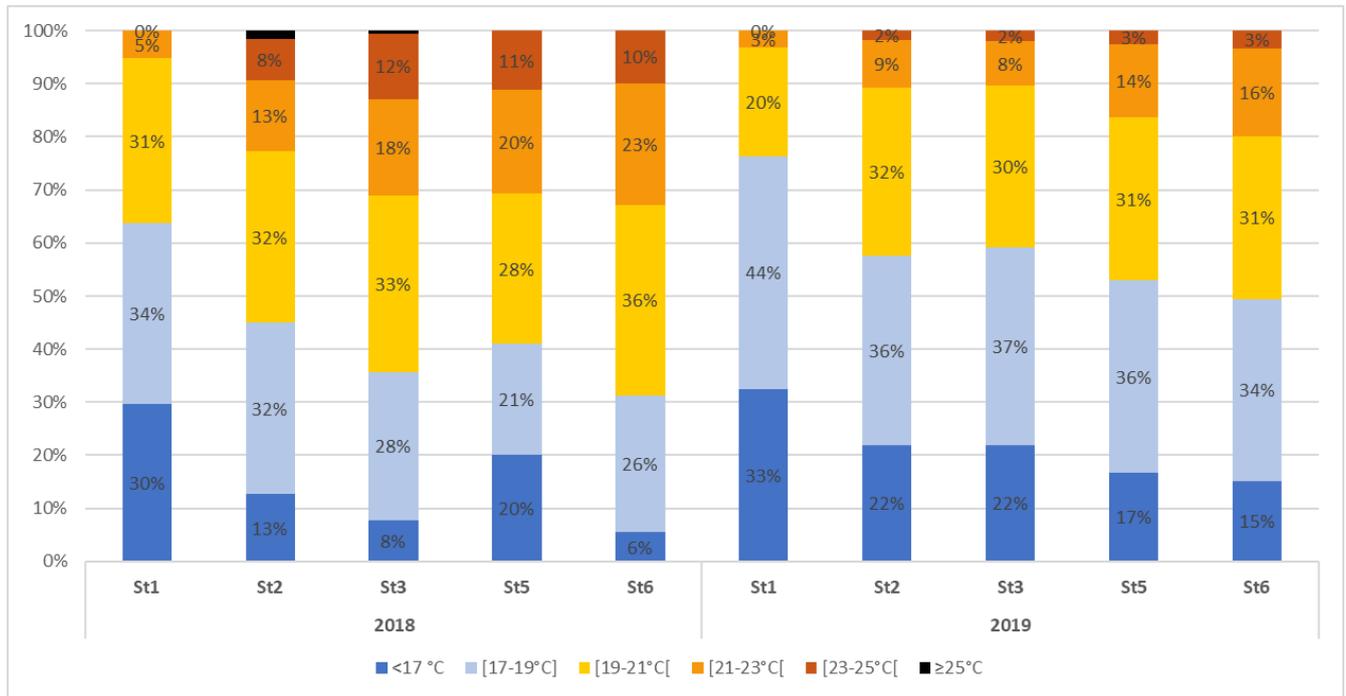


FIGURE 5 : CLASSES DE TEMPERATURE OBSERVEES SUR LES 5 STATIONS DE LA MOUGE AU COURS DES 30 JOURS CONSECUTIFS LES PLUS CHAUDS LORS DES ETES 2018 ET 2019 (<17°C : PREFERENDUM THERMIQUE DES JUVENILES DE TRUITES ; <19°C PREFERENDUM THERMIQUE DES TRUITES ; >25°C : TEMPERATURE LETALE DE LA TRUITE)

### 2.1.2.3 Evolution longitudinale de la température

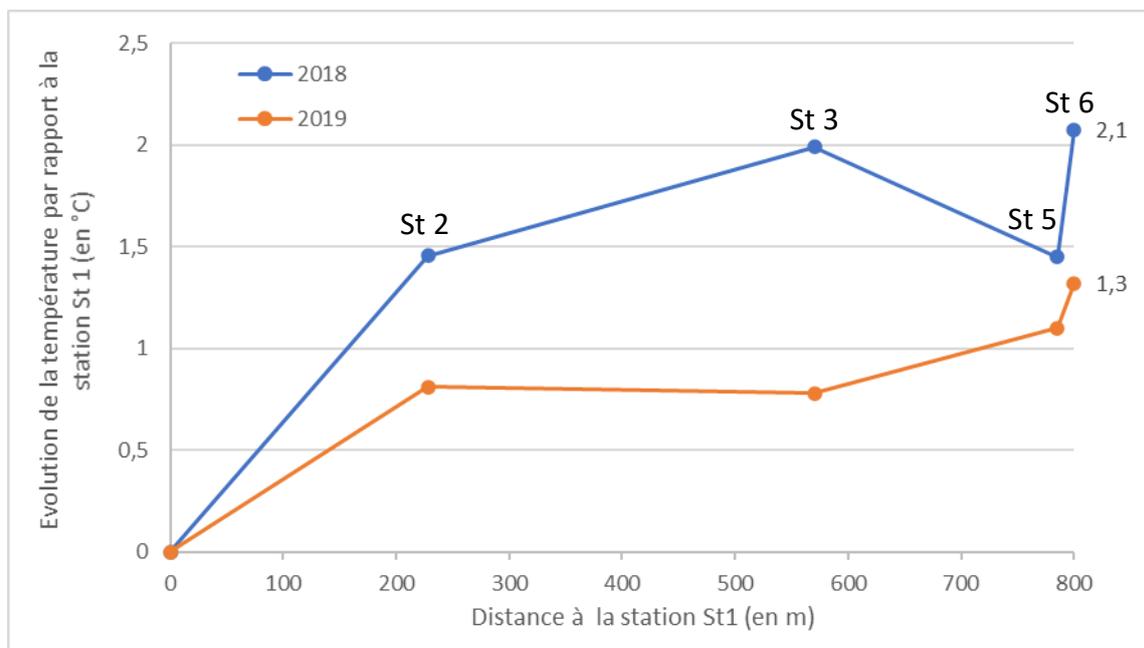


FIGURE 6 : ÉCART MOYEN A LA STATION St 1 DE LA TEMPERATURE MOYENNE DE L'EAU DES AUTRES STATIONS AU COURS DES 30 JOURS LES PLUS CHAUDS DES ETES 2018 ET 2019

La Figure 6 permet d'observer une augmentation importante de la température de l'eau entre la station St 1 et la station St 2 au cours des 30 jours les plus chauds : en 2018, la température de l'eau était en moyenne 1.4 °C plus importante sur la station St 2 que la station amont tandis qu'en 2019 le gain était de 0.8 °C.

Au cours des deux années de suivi, la température continue à augmenter entre les stations 2 et 5 mais de manière plus modeste.

Enfin, on remarque à nouveau une forte augmentation de la température moyenne de l'eau entre les stations 5 et 6, alors qu'elles sont pourtant très proches, en raison de la confluence avec le bras secondaire de la Mouge.

L'augmentation moyenne de la température de l'eau au cours des 30 jours les plus chauds de l'été 2018 entre les stations 1 et 6 était au total de 2.1 °C sur un linéaire de 800 m, soit une augmentation moyenne de 0.26 °C pour 100 m de cours d'eau. Avec 1.3 °C en 2019, cette augmentation était plus faible mais reste importante avec une élévation moyenne de la température de 0.16°C pour 100 m de cours d'eau.

### 2.1.2.1 Explication des résultats obtenus

La relative fraîcheur observée sur la station 1 est liée à une ripisylve continue sur la quasi-totalité du linéaire de la Mouge en amont de la station qui permet de maintenir un ombrage sur le cours d'eau.

L'augmentation de la température de l'eau à partir de la station 2 est à mettre en lien avec la disparition de la ripisylve dès lors que la Mouge longe la route départementale D15.

Entre les stations 2 et 5, deux facteurs entrent en compte pour expliquer l'augmentation plus modeste de la température :

- la ripisylve est discontinuée le long de la Mouge entre ces 2 stations,
- la confluence avec le ruisseau de Joux qui est largement dépourvu de ripisylve.

Enfin, l'augmentation importante de la température entre les stations 5 et 6 est due à la confluence avec le bras secondaire de la Mouge qui est, lui aussi, dépourvu de ripisylve.

## 2.2 Résultats du suivi physico-chimique

### 2.2.1 Evaluation de la qualité selon le système d'évaluation de l'état des eaux

Les mesures ont été réalisées le 21 août 2018 et le 26 septembre 2019. Les résultats concernant les paramètres pH et orthophosphates ont été invalidés en 2018.

Selon les limites de classes de qualité utilisées par le Système d'Évaluation de l'État des Eaux, pour l'ensemble paramètres étudiés, la qualité de l'eau est, selon les classes de qualité définies par le système d'évaluation de l'état des eaux, bonne ou très bonne.

Station	St1	St6	St1	St6
Date	21/08/2018	21/08/2018	26/09/2019	26/09/2019
Température de l'air en °C	18,1	19,1	20	21
Température de l'eau en °C	17,1	18	15,7	16,7
pH			7,88	7,94
Taux de satur. en oxygène %	95	92	86	85
Oxygène dissous mg O <sub>2</sub> .l <sup>-1</sup>	9,1	8,6	8,24	7,95
Conductivité μS.cm <sup>-1</sup>	890	810	951	963
Turbidité (en NTU)	8	26	15	15
Dureté °f	280	260	220	200
Ammonium mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .l <sup>-1</sup>	<0,1	<0,1	<0,05	0,08
Nitrates mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .l <sup>-1</sup>	17,3	13,6	13,3	13,1
Nitrites mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> .l <sup>-1</sup>	<0,02	0,02	<0,02	<0,02
Orthophosphates mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> .l <sup>-1</sup>			0,2	0,2
Phosphate total mg P.l <sup>-1</sup>	0,1	0,1	0,08	0,14
Azote total mg N.l <sup>-1</sup>	2,8	2,3	2,1	3,3
DCO mg O <sub>2</sub> .l <sup>-1</sup>	<15	<15	<15	17

Tableau 9 : Résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur la Mouge et classes d'état utilisées par le Système d'évaluation de l'état des eaux (bleu : très bon état ; vert : bon état ; jaune : état moyen ; orange : état médiocre ; rouge : mauvais état)

### 2.2.2 Evaluation de la qualité des eaux en fonction des exigences de la truite fario

Avec 0.02 mg/L, les teneurs en nitrites sont supérieures à la valeur guide pour les eaux salmonicoles sur la station n°6 en 2018 : cette valeur peut être pénalisante pour la population de truite fario. De fortes teneurs en nitrites provoquent des lésions branchiales et une transformation de l'hémoglobine en méthémoglobine, ce qui peut induire une gêne respiratoire pouvant aller jusqu'à l'asphyxie. De même, la teneur en ammonium mesurée sur la station n°6 en 2019, avec 0.08 mg/L, est supérieure à la valeur guide pour les eaux salmonicoles dont le maximum est fixé à 0.04 mg/L.

Ainsi, même si la qualité de l'eau de la Mouge est plutôt bonne, on observe une légère dégradation de la qualité entre la station 1 et 6 qui pourrait impacter les espèces aquatiques les plus sensibles, dont la truite fario.

## 2.3 Résultats des inventaires piscicoles

### 2.3.1 Caractéristiques des stations d'inventaire et des opérations réalisées

Station	Caractéristiques stations				Caractéristiques opérations					
	Distance à la source (en km)	Surf. du bassin versant (en km <sup>2</sup> )	Pente (en ‰)	Altitude (en m)	Date	Nombre de passages	Longueur (en m)	Largeur moyenne (en m)	Profondeur moyenne (en m)	Surface échantillonnée (en m <sup>2</sup> )
St 1	2,6	5,05	20,3	269	26/06/2018	2	61	1,54	0,15	94
					23/07/2019	2	61	1,45	0,11	88,5
St 2	2,8	5,35	20,3	266	26/06/2018	2	70	1	0,1	70
					23/07/2019	2	70	0,9	0,09	63
St 4	3,2	10,9	22,6	259	26/06/2018	2	62	0,5	0,14	31

TABLEAU 10 : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES STATIONS ET DES INVENTAIRES REALISES

- Description de la station St1 (la Mouge en amont de la RD 15)

Sur cette station, la Mouge présente une majorité de faciès courant de type « plat courant » et « radier ». Bordé d'un côté par une forêt et de l'autre par un pré de fauche, le lit mineur ne subit pas d'altérations physiques importantes. La ripisylve y est quasi continue ce qui permet d'apporter un ombrage important. Le substrat est diversifié avec à la fois des éléments grossiers (blocs, pierre, cailloux) et des éléments plus fins (gravier, sable). Les abris pour la faune piscicole sont assez nombreux et diversifiés avec la présence de sous-berges, de blocs, d'embâcles et de racines.

Cette station située en amont de la zone de travaux a été considérée comme une station de référence.

- Description de la station St2 (la Mouge en aval du pont de la RD 15)

Bordé d'un côté, par la route départementale n°15, et de l'autre, par un pré, le lit mineur de la Mouge sur cette station a été déplacé dans le fossé de la route : il en résulte un lit mineur rectifié qui présente, à priori, des caractéristiques morphologiques moins favorables pour la faune piscicole que la station amont.

La Mouge présente toujours une majorité de faciès courant (radiers). Toutefois, contrairement à la station précédente, on observe aussi la présence de « plat lentique » sur un environ 25 % de la station. Le substrat présente à la fois des éléments grossiers (cailloux principalement) et des éléments plus fins (gravier, sable et limons). Par rapport à la station précédente, on note l'apparition d'argiles et limons et l'absence de blocs. La ripisylve est absente en rive gauche côté route. En rive droite, une haie basse (taillée chaque année) est implantée en haut de berge. Cette haie ne remplit pas toutes les fonctions d'une ripisylve : elle n'apporte pas d'ombrage au cours d'eau, aucune racine et branchages ne sont présents dans le cours d'eau, ...

En termes d'abris, on note la présence de très nombreuses sous-berges, qui se sont formées par érosion de la berge coté route : ce type d'abris est très recherché par la faune piscicole. Par ailleurs, de nombreuses plantes de types « hélrophytes » (plante à tige dressée ayant le système racinaire dans l'eau) sont présentes dans le lit mineur et constituent aussi des abris estivaux.

- Description de la station St4 (bras secondaire de la Mouge en aval de la confluence avec le ruisseau des Prés de la Côte)

Sur cette station, la Mouge est privée de la majeure partie de son débit, qui est dérivé depuis de nombreuses années dans un autre bras situé le long de la RD15 pour alimenter en eau un moulin qui n'existe plus aujourd'hui. Ce tronçon de cours d'eau s'est même totalement asséché au cours des étés 2018 et 2019.

La station St 4 est située juste en aval de la confluence avec le ruisseau des Prés de la Côte. Malgré l'apport de cet affluent, les débits de la Mouge étaient très faibles dans ce secteur au moment de l'inventaire piscicole en 2018 dans ce secteur. En 2019, la pêche n'a pas pu être réalisée, le débit étant trop faible.

Le lit de la Mouge y est actuellement très dégradé : la granulométrie est constituée uniquement d'éléments fins (graviers et sable principalement) ; les faciès d'écoulement sont majoritairement lenticulaires (plat lenticulaire) et on note un développement important d'une végétation herbacée (de type héliophytique) au sein même du lit mineur. Par ailleurs, la ripisylve est totalement absente. Les abris intéressants pour la faune piscicole, comme les blocs, les sous-berges, les embâcles, les souches sont eux aussi absents de cette station.

### 2.3.2 Espèces rencontrées et statuts juridiques

Les inventaires piscicoles réalisés sur 3 stations ont permis de capturer 3 espèces de poissons différentes (cf. Tableau 11) : la truite fario, la loche franche et le chevesne. Parmi ces espèces, 1 est protégée en France : la truite fario.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Code	Espèces protégées <sup>(1)</sup>	Espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques <sup>(2)</sup>	Espèces exotiques envahissantes <sup>(3)</sup>	Espèces inscrites à la Directive européenne Habitat-Faune-Flore <sup>(4)</sup>	Liste rouge des espèces menacées en France <sup>(5)</sup>
FAMILLE : CYPRINIDAE							
Chevesne	<i>Leuciscus cephalus</i>	CHE					LC
FAMILLE : NEMACHEILIDAE							
Loche franche	<i>Barbatula barbatula</i>	LOF					LC
FAMILLE : SALMONIDAE							
Truite fario	<i>Salmo trutta</i>	TRF	x				LC

<sup>(1)</sup> Arrêté ministériel du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national

<sup>(2)</sup> Article R 432.5 du Code de l'Environnement fixant la liste des espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques

<sup>(3)</sup> Règlement d'exécution 2016/1141 de la commission européenne du 13 juillet 2016 adoptant une liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union

<sup>(4)</sup> Directive 92/43/CEE du Conseil de l'Union européenne du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages ; Espèces inscrites en annexe II : espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation ; annexe V : espèces d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

<sup>(5)</sup> Liste rouge des espèces de poissons d'eau douce menacées en France (UICN France, MNHN, SFI & ONEMA, 2010). EX : Eteint dans la nature ; RE : Disparu de France métropolitaine ; CR : en danger critique d'extinction ; EN : en danger ; VU : Vulnérable ; NT : Quasi menacé ; LC : Préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable (taxon introduit, en limite d'aire, ...)

TABLEAU 11 : LISTE DES ESPECES CAPTUREES, STATUT JURIDIQUE ET ETAT DE CONSERVATION EN FRANCE

### 2.3.4 Effectifs et biomasses bruts et estimés, classes de taille

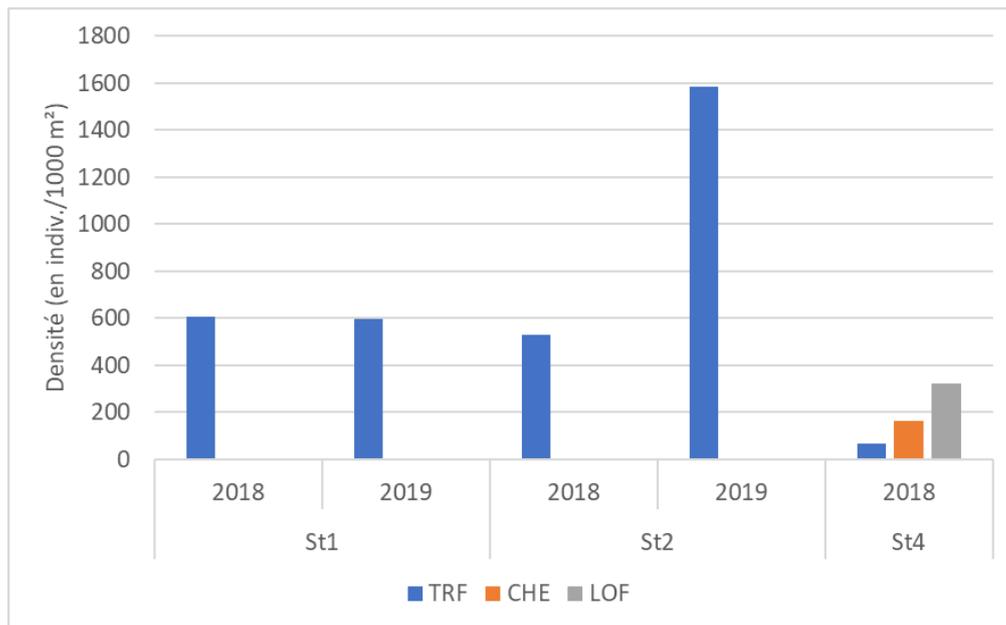


FIGURE 7 : DENSITES DE POISSONS CAPTUREES SUR LES 3 STATIONS DE SUIVI EN 2018 ET 2019 (DENSITES ESTIMEES PAR LA METHODE DE CARLE ET STRUB, 1978)

Sur la station 1 et 2, les inventaires piscicoles n'ont permis de capturer qu'une seule espèce, la truite fario. On constate l'absence des espèces d'accompagnement de la truite fario, comme le vairon ou la loche franche.

La densité de truite sur la station 1 est importante aussi bien en 2018 qu'en 2019 avec une densité d'environ 600 indiv./1000 m<sup>2</sup>. Sur la station 2 en 2018, la densité de truite est quasi identique à celle observée sur la station 1. En 2019, en revanche, la densité de truite explose avec près de 1600 indiv./1000 m<sup>2</sup>, ce qui correspond à une densité très forte.

L'analyse des classes de taille (cf. Figure 8 et Figure 9) montre une répartition classique des classes de taille dans ce type de petit ruisseau, avec une majorité de juvéniles de l'année de petite taille (entre 40 et 100 mm), et un nombre d'individus de taille moyenne à grosse beaucoup plus faible. Ce résultat s'explique par la taille modeste du ruisseau qui ne permet pas d'accueillir beaucoup de gros individus. On note toutefois, aussi bien en 2018 qu'en 2019 que les rares gros sujets (de taille supérieure à 23 cm) ont été pris uniquement sur la station 2.

L'inventaire piscicole réalisé sur la station St4 a permis de capturer 3 espèces de poissons : le chevesne, la loche franche et la truite fario. Sur cette portion de cours d'eau privée de la majeure partie de son débit, les quantités de poissons sont beaucoup trop faibles. La densité de truite y est très faible. Néanmoins, la présence de la loche franche, une espèce attendue dans ce type de cours d'eau, est intéressante, même si ses densités sont là encore beaucoup trop faibles.

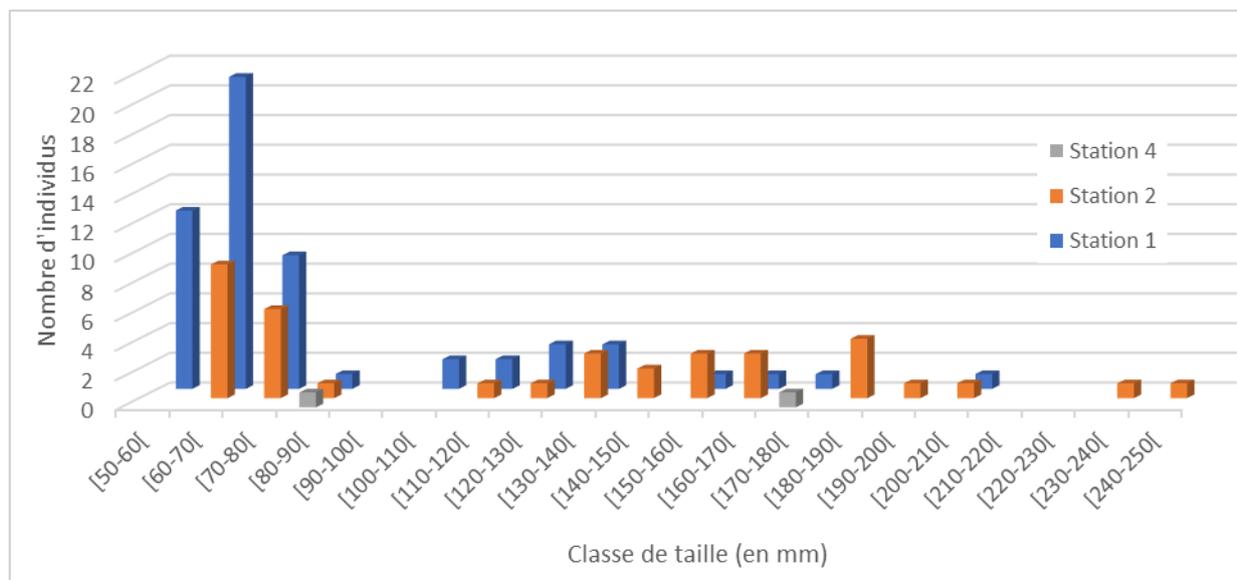


FIGURE 8 : HISTOGRAMME DE CLASSES DE TAILLE DES TRUITES FARIO CAPTUREES SUR LES STATIONS 1, 2 ET 4 EN 2018

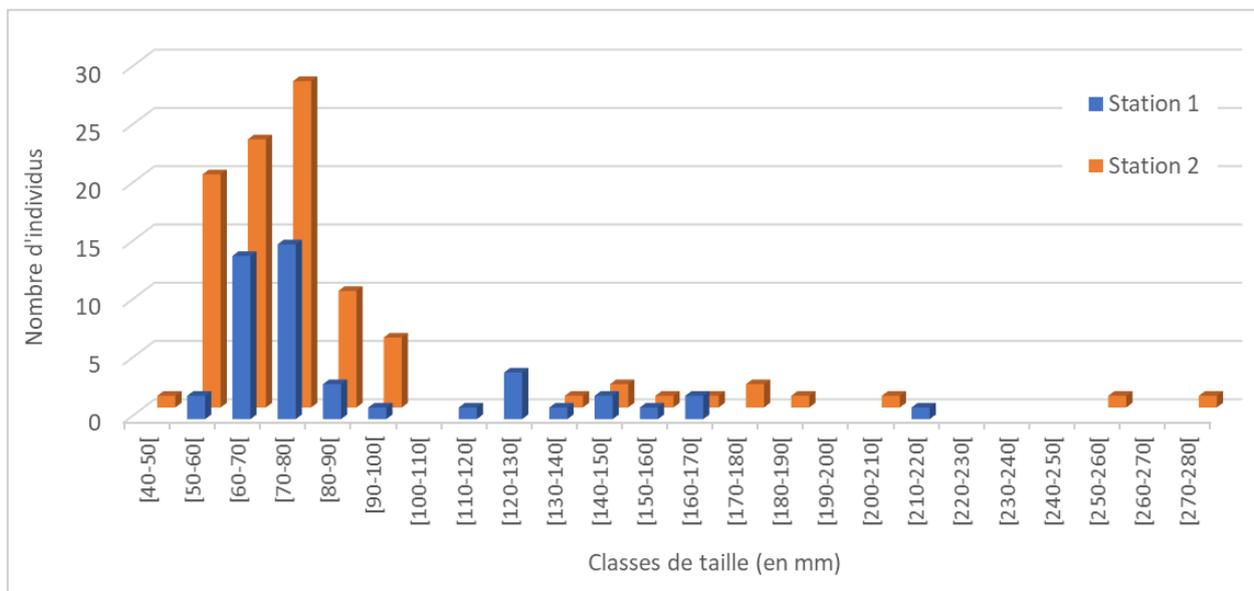


FIGURE 9 : HISTOGRAMME DE CLASSES DE TAILLE DES TRUITES FARIO CAPTUREES SUR LES STATIONS 1 ET 2 EN 2019

## 2.3.6 Indice poissons rivière

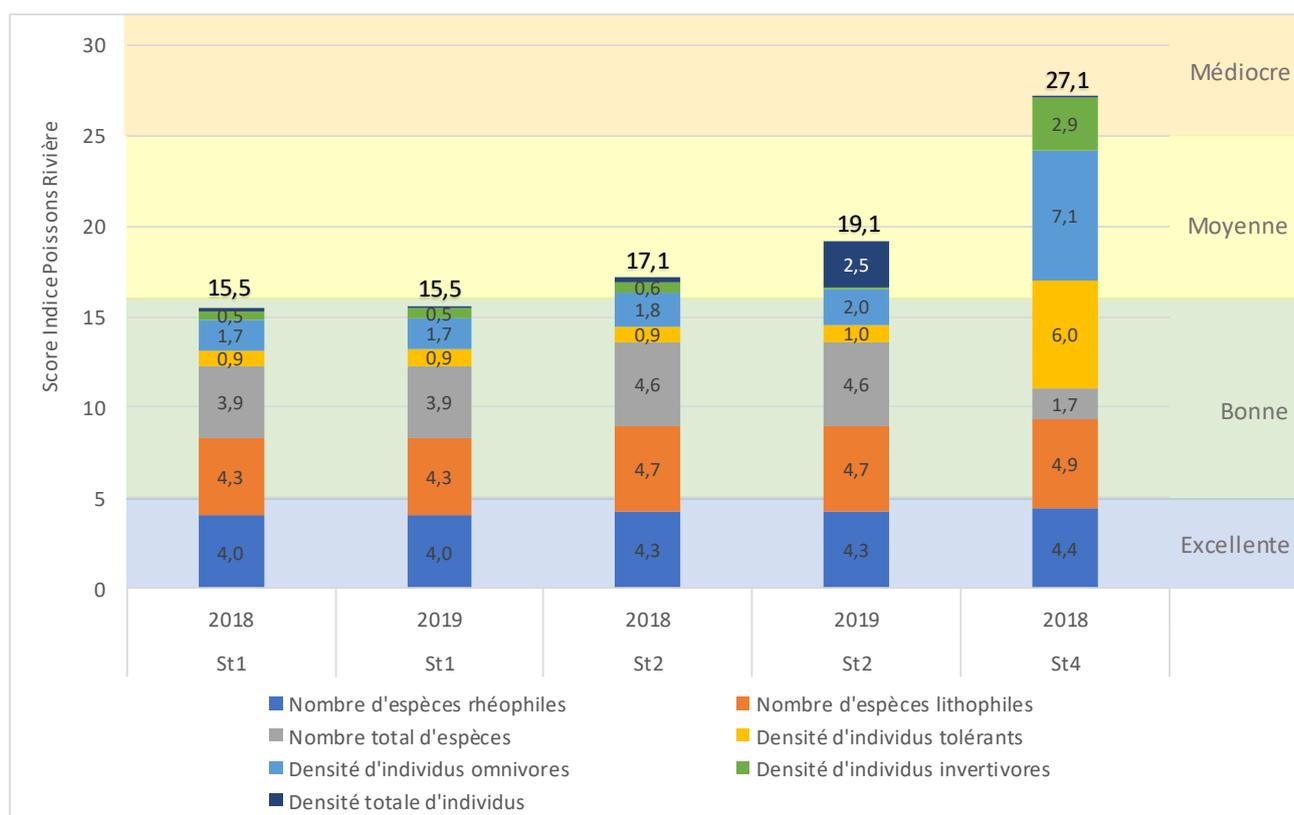


FIGURE 10 : SCORE DE L'INDICE POISSONS RIVIERE ET CONTRIBUTION DES DIFFERENTES METRIQUES A CE SCORE

L'Indice Poissons Rivière sur la station 1 indique que le peuplement piscicole est de bonne qualité avec une note de 15.5, situé toutefois en limite proche de la qualité moyenne. Sur cette station, ce sont les métriques liées au nombre d'espèces, trop faible, qui déclassent le peuplement piscicole.

Sur la station 2, le score de de l'Indice avec 17.1 en 2018 est un peu plus fort que sur la station 1, ce qui déclasse le peuplement piscicole en qualité moyenne. Les caractéristiques du peuplement piscicole sont cependant très proches de la station amont avec un déclassement lié au déficit du nombre d'espèces (présence uniquement de la truite fario). L'IPR augmente légèrement en 2019, l'IPR considérant que la densité totale d'individus est un peu trop forte.

Sur la station 4, le score de l'Indice Poisson Rivière en 2018 est plus important avec 27,1, ce qui correspond à une qualité médiocre. Sur cette station où la diversité spécifique est plus forte, les métriques déclassantes sont :

- le nombre d'espèces rhéophiles et lithophiles, trop faible (1 seule espèce rhéophile et lithophile, la truite fario),
- les densités d'individus omnivores (chevesne) et tolérants (chevesne et loche franche) qui sont trop fortes.

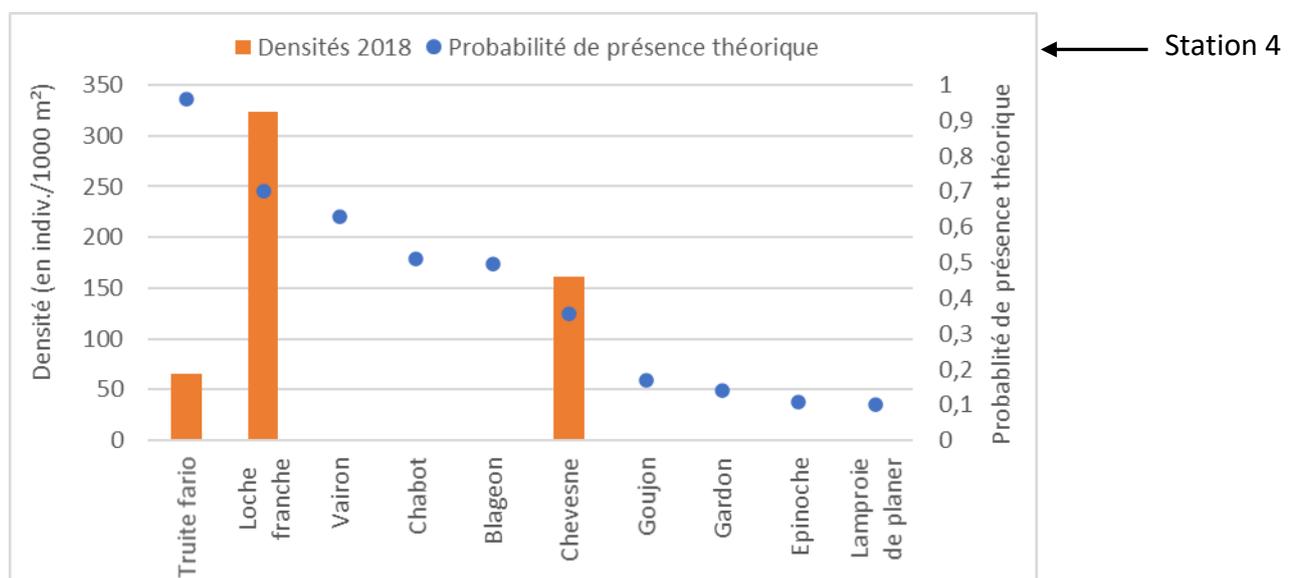
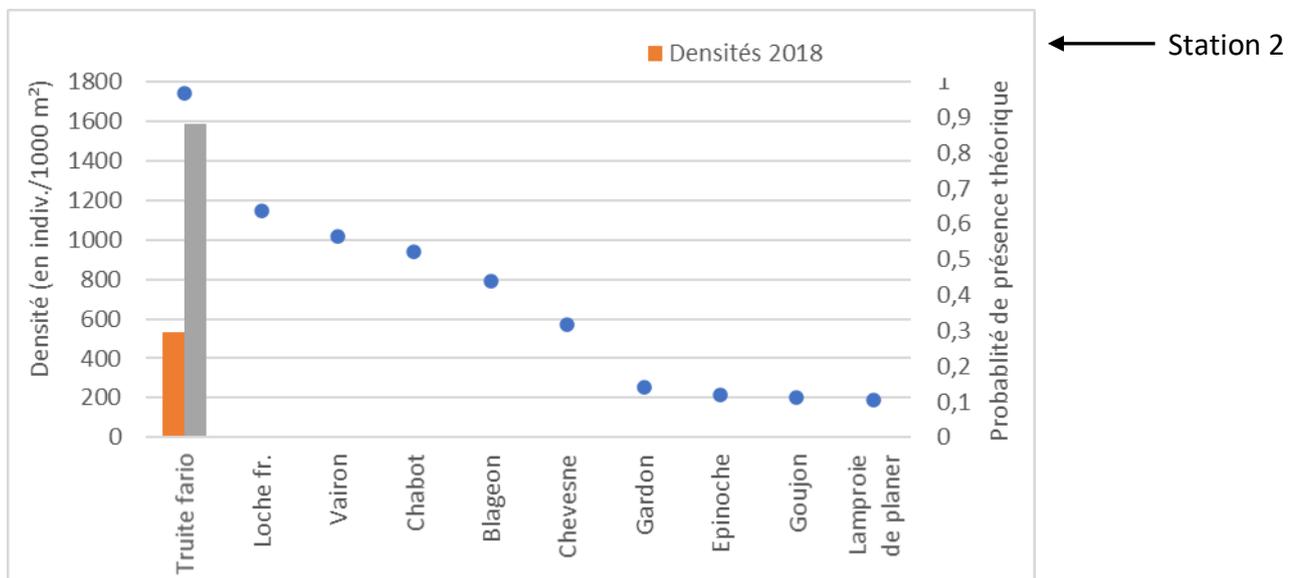
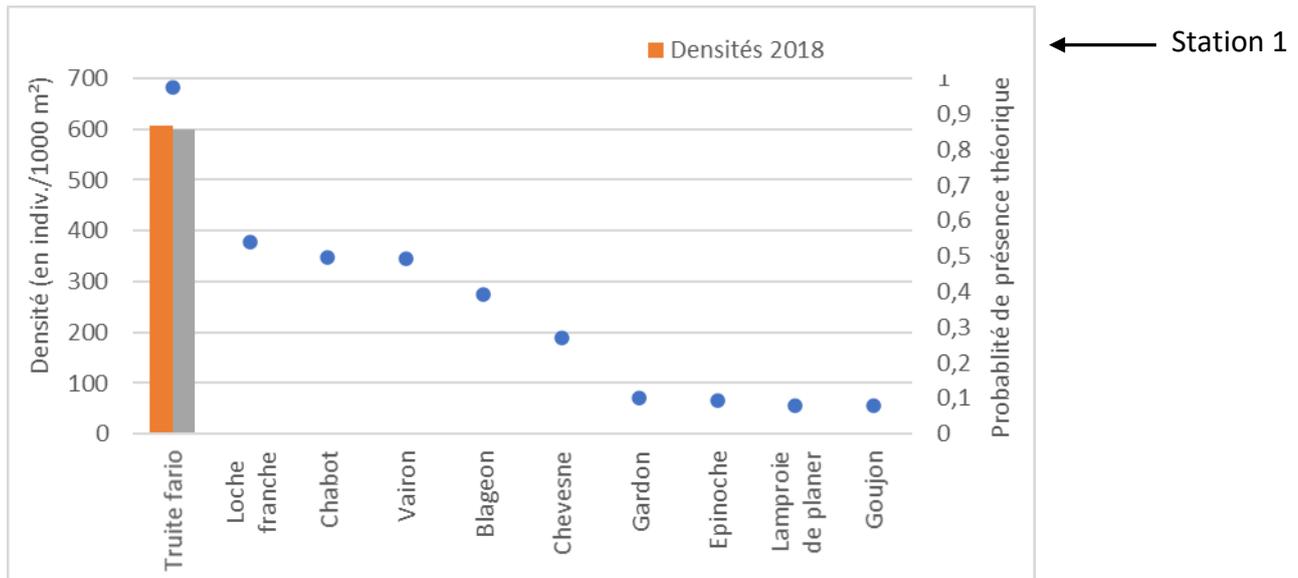


FIGURE 11, 12, 13 : HISTOGRAMME DE PROBABILITE DE PRESENCE THEORIQUES DES ESPECES SELON L'IPR ET DENSITES OBSERVEES

### 2.3.7 Interprétation des résultats, discussion

Sur les stations 1 et 2, la présence de la truite fario, une espèce rhéophile, lithophile et très sensible aux pollutions, est un indicateur d'un cours d'eau de relative bonne qualité, surtout lorsqu'on observe ses densités qui sont importantes à très importantes.

Ces résultats sont en concordance avec la campagne de mesure de la qualité de l'eau réalisée en 2018 et 2019 qui indiquait que la qualité de l'eau était, selon les paramètres pris en compte, bonne, voire très bonne. L'élévation de la température de l'eau en période estivale constatée entre les stations 1 et 2, aussi bien en 2018 qu'en 2019, ne semblent pas affecter la population de truite puisque la densité de truite est égale ou supérieure sur la station 2. A noter tout de même que l'inventaire piscicole 2018 a été réalisé au mois de juin, qui ne correspondait pas à la période la plus chaude de l'été (le résultat aurait peut-être été différent 1 mois plus tard). De même, il est difficile de corréliser les résultats de densités de truite obtenu au cours d'un inventaire piscicole avec les mesures de températures réalisées au cours d'un été car la truite fario est une espèce mobile qui a la capacité de se déplacer le long d'un cours d'eau, notamment en période estivale pour fuir les secteurs les plus chauds.

L'explosion des effectifs de truites sur la station 2 en 2019 est difficile à expliquer. On peut supposer qu'en raison des débits très faibles, un certain nombre d'abris étaient hors d'eau sur la station 1 et que les nombreuses sous-berges présentes sous la route sur la station 2 ont pu constituer un abri de qualité pour cette espèce. C'est aussi la présence de ces sous-berges qui permet aussi probablement la présence, sur cette station, de quelques individus de taille supérieure à 23 cm.

L'absence des espèces d'accompagnement de la truite sur ces deux stations, comme le vairon, le chabot ou encore la loche franche, indique une dégradation du peuplement piscicole. Cette absence pourrait être due à une disparition de ces espèces, par exemple suite à une forte pollution, et à l'impossibilité pour ces espèces de recoloniser ces stations en raison de la présence de seuils non franchissables pour ces espèces en aval.

Le calcul de l'Indice Poisson Rivière sur la station 1 indique que le peuplement piscicole est de bonne qualité en 2018 et 2019. En revanche sur la station 2, alors que la note obtenue est très proche de celle obtenue sur la station 1 et que le peuplement piscicole est quasi-identique, le classe de qualité obtenue par l'IPR est moyenne, en raison d'un effet de seuil. En revanche, la dégradation de la note en 2019 sur la station est illogique dans la mesure où l'augmentation de la densité de truite fario ne peut pas être considéré comme un signe de dégradation de la qualité du cours d'eau. Au final, on peut considérer que le peuplement piscicole de la station 2 est de qualité similaire à la station 1.

Les résultats obtenus sur la station 4, démontrent clairement la mauvaise qualité du peuplement piscicole de ce bras de Mouge aujourd'hui privé de la majeure partie de son débit. Le manque d'ombrage et les faibles débits favorisent un réchauffement important de la température de l'eau, qui profite au développement du chevesne au détriment de la truite fario. L'absence d'abris sur cette station, tels que les blocs, les débris ligneux ou encore les sous-berges, pénalise directement la faune piscicole. Néanmoins, la présence de la loche franche est intéressante car cette espèce est attendue dans ce type de cours d'eau. Même si ses densités sont aujourd'hui très faibles, cette espèce pourrait, suite à la mise en œuvre des travaux de restauration, se développer sur cette station et même recoloniser la partie amont de la Mouge, jusqu'à la station 1. Ce serait alors un excellent indicateur de l'intérêt des travaux réalisés.

## Partie 4 : Conclusion

Le suivi physico-chimique réalisé en 2018 et en 2019 indique, pour les paramètres étudiés, une bonne ou une très bonne qualité de l'eau, si on se réfère aux limites de classe de qualité du Système d'Évaluation de la qualité de l'Eau. Les teneurs mesurées en nitrites étaient à priori pénalisantes pour la truite fario en 2018 sur la partie aval du secteur étudié.

Le suivi de la température de l'eau réalisé au cours des étés 2018 et 2019 a permis de constater une élévation importante de la température de l'eau dès lors que la Mouge est dérivée le long de la route départementale RD15. Dans cette dérivation la Mouge est en effet partiellement dépourvue de ripisylve et conflue avec 2 affluents eux-mêmes dépourvus de ripisylve. La température de l'eau en période apparaît comme étant un bon indicateur de la dégradation du cours d'eau.

Les inventaires piscicoles réalisés en 2018 et 2019 sur la Mouge en amont du bourg d'Azé ont permis d'observer sur les stations 1 et 2, la présence d'une population de truite fario, avec de bonnes densités, indicatrice d'une relative bonne qualité du cours d'eau. Toutefois l'absence des espèces d'accompagnement de la truite – comme la loche franche, le vairon ou le chabot - est un signe de dégradation, qui est sans doute à mettre en relation avec la présence d'obstacles transversaux pénalisant la continuité écologique. La station n°4, située sur un bras de Mouge aujourd'hui peu alimenté en eau, présente en revanche un peuplement piscicole de mauvaise qualité en lien avec un habitat dégradé. Trois espèces y ont été capturées : la truite fario et la loche franche mais avec des effectifs trop faibles et le chevesne, une espèce thermophile et tolérante, peu attendue dans ce ruisseau.

A l'issue de ces deux campagnes de mesure avant travaux, on peut déjà définir différents indicateurs qu'il sera intéressant de suivre après la mise en œuvre des travaux pour évaluer l'intérêt des actions mises en œuvre. Outre l'évolution des densités de truite et des notes de l'Indice Poisson Rivière sur chaque station, il sera particulièrement intéressant d'observer l'évolution longitudinale de la température de l'eau en période estivale après travaux, dans la mesure où elle influe directement sur les peuplements piscicoles et qu'elle constituera un bon indicateur de la restauration de la ripisylve. De même, l'évolution des populations de loche franche sur chacune des stations étudiées sera un bon indicateur de la restauration de la continuité écologique.

La campagne de suivis engagée en 2018 et 2019 se poursuivra en 2020 avec les mêmes protocoles, afin de compléter l'état initial de la Mouge avant travaux.

## Partie 5 : Références bibliographiques

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER, 2016. Guide technique relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales (cours d'eau, canaux, plans d'eau). Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 106 p.

LACAVE J-M, 2018, 2019. Bulletin climatique, Bourgogne. Juin 2018, juillet 2018, août 2018, septembre 2018, juin 2019, juillet 2019, août 2019, septembre 2019. Météofrance, 4 p.

BELLIARD J., DITCHE JM, ROSET N., 2008. Guide pratique de mise en œuvre des opérations de pêche à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons. ONEMA, 23p.

BELLIARD J., ROSET N., 2006. L'indice poissons rivière (IPR) – Notice de présentation et d'utilisation. Conseil Supérieur de la Pêche, 24p.

CARLE F.L. & STRUB M.R., 1978. A new method for estimating population size from removal data. *Biometrics*, **34** : 621-630.

CHAUVIN (Coord.) (2011). Norme française NF T90-344 – Qualité de l'eau : détermination de l'indice poissons rivière (IPR). AFNOR, 16p.

KEITH Ph., PERSAT H., FEUNTEUN E., ALLARDI J. (2011). Les Poissons d'eau douce de France. Biotope Editions, Publications scientifiques du Muséum, 552 p.

MARTINET (Coord.) (2003). Norme européenne NF EN 14011 – Qualité de l'eau : échantillonnage des poissons à l'électricité. AFNOR, 13p.

MAUPOUX J., VALLI J., 2010. Etude piscicole et astacicole des rivières du Mâconnais. Fédération de Saône-et-Loire pour la pêche et la protection du milieu aquatique, Fédération du Rhône pour la pêche et la protection du milieu aquatique, 180 p.

MAUPOUX J. 2015. Etat des lieux de la faune piscicole de la Mouge à Azé. Fédération de Saône-et-Loire pour la pêche et la protection du milieu aquatique. 35p.

PREFET DE SAONE-ET-LOIRE, 2003. Arrêté préfectoral relatif au classement en deux catégories piscicoles des cours d'eau, canaux, et plans d'eau du département de Saône-et-Loire, 13 fév. 2003, art. 1.

RIOURY (Coord.) (2008). Normalisation française XPT90-383 – Qualité de l'eau : échantillonnage des poissons à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons en lien avec la qualité des cours d'eau. AFNOR, 14p.

UICN Comité français, MNHN, SFI & AFB (2019). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Poissons d'eau douce de France métropolitaine. Paris, France, 16p.