



Effacement du barrage de l'ancienne prise d'eau sur le ruisseau des Naudiots à Marmagne : évaluation de l'intérêt des travaux réalisés pour la faune piscicole

Rapport intermédiaire : années 2015, 2017 et 2018



Effacement du barrage de l'ancienne prise d'eau sur le
ruisseau des Naudiots à Marmagne : évaluation de l'intérêt
des travaux réalisés pour la faune piscicole

Rapport intermédiaire : années 2015, 2017 et 2018

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 de :

Thomas BRETON, Cyril COLIN, Anne CHARVET, Rémy CHASSIGNOL

AAPPMA « Les Amis du Mesvrin » (MARMAGNE)

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	4
Introduction	5
Partie 1 : Méthodologie.....	6
1.1 Etude de la température de l'eau en période estivale.....	6
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.....	10
1.3.1 Acquisition des données piscicoles.....	10
1.3.2 Analyse des données piscicoles.....	11
Partie 2 : Résultats.....	12
2.1 Caractérisation des conditions météorologiques de l'été 2018.....	12
2.2 Résultats des mesures estivales de la température de l'eau.....	14
2.2.1 Variables thermiques générales.....	14
2.2.2 Variables thermiques en lien avec le preferendum thermique de la truite fario.....	15
2.3 Résultats du suivi physico-chimique.....	15
2.4 Résultats des inventaires piscicoles.....	16
2.4.1 Caractéristiques des inventaires réalisés et des stations.....	16
2.4.2 Espèces rencontrées et statuts juridiques.....	16
2.4.3 Effectifs et biomasses bruts et estimés, classes de taille.....	17
2.4.4 Indice poissons rivière.....	19
Conclusion	21
Références bibliographiques.....	22

Résumé

La Communauté Urbaine Creusot-Montceau a procédé au cours de l'automne 2017 à l'effacement d'un barrage lié à une ancienne prise d'eau sur le ruisseau des Naudiots à Marmagne. Cet ouvrage, qui était implanté en travers du ruisseau, constituait un obstacle strictement infranchissable pour la faune piscicole, et notamment la truite fario.

Afin d'évaluer l'intérêt des travaux effectués pour la faune piscicole, la Fédération de Saône-et-Loire pour la pêche et la protection du milieu aquatique a mis en œuvre une étude du peuplement piscicole du ruisseau avant et après travaux afin d'observer les évolutions éventuelles. Des inventaires piscicoles ont ainsi été réalisés en 2015 et en 2017, avant la réalisation des travaux d'effacement du barrage, puis se sont poursuivis en 2018, après travaux. Par ailleurs, afin d'aider à l'interprétation des résultats, une campagne de suivi de la température de l'eau a été réalisée au cours de l'été 2018 ainsi qu'une campagne de suivi physico-chimique.

Les mesures de la température de l'eau réalisés dans le ruisseau des Naudiots au cours de l'été 2018 ont clairement montré que le ruisseau était resté relativement frais et ce, alors que les températures extérieures ont été exceptionnellement chaudes. Par ailleurs, la campagne de mesure ponctuelle de la qualité d'eau effectuée le 10 octobre 2018 indique que le cours d'eau est de très bonne qualité pour l'ensemble des paramètres mesurés. Les différentes mesures réalisées montrent ainsi que le ruisseau des Naudiots présente des caractéristiques physico-chimiques compatibles avec la présence d'une espèce sensible, la truite fario.

Les inventaires piscicoles réalisés en 2015 et 2017 avant travaux ont clairement mis en évidence l'impact négatif du barrage de l'ancienne prise d'eau sur les peuplements piscicoles du ruisseau. En effet, jusqu'en 2017, alors qu'une population importante de truite fario était présente en aval du barrage (station St2), il n'y avait quasiment aucune truite en amont (station St1). En 2018, quelques mois après l'effacement de l'ouvrage, l'inventaire réalisé sur la station St1 montre que, non seulement la truite fario a pu coloniser la partie amont du ruisseau, mais aussi qu'elle a pu s'y reproduire puisque des juvéniles y ont été contactés.

Le score de l'Indice Poisson Rivière sur la station 1 évolue de manière positive en 2018, ce qui confirme l'intérêt des travaux réalisés pour le peuplement piscicole de la partie amont du ruisseau. La faible évolution négative de l'indice entre 2015/2017 et 2018 sur la station aval serait quant à elle plutôt liée à la forte variabilité naturelle des densités de juvéniles de truite fario.

Afin de confirmer l'intérêt des travaux réalisés, il apparaît nécessaire de poursuivre ce suivi au cours des prochaines années, notamment une année au cours de laquelle le recrutement en truite fario aura été plus favorable qu'en 2018.

Introduction

Le Contrat Territorial Arroux Mesvrin Drée prévoit la mise en œuvre d'actions de restauration de la continuité écologique dans le bassin de l'Arroux. Dans ce cadre, la Communauté Urbaine Creusot-Montceau a procédé au cours de l'automne 2017 à l'effacement d'un barrage lié à une ancienne prise d'eau sur le ruisseau des Naudiots à Marmagne, un petit affluent du Rançon classé en 1^{ère} catégorie piscicole. Cet ouvrage, qui était implanté en travers du ruisseau, constituait un obstacle strictement infranchissable pour la truite fario, espèce repère de ce type de cours d'eau.

Afin d'évaluer l'intérêt des travaux effectués pour la faune piscicole, la Fédération de Saône-et-Loire pour la pêche et la protection du milieu aquatique a décidé de mettre en œuvre une étude de suivi du peuplement piscicole avant et après travaux afin d'observer les évolutions liées aux travaux. Des inventaires piscicoles ont ainsi été réalisés en 2015 et en 2017, avant la réalisation des travaux d'effacement du barrage, puis se sont poursuivis en 2018, après travaux.

Par ailleurs, afin d'aider à l'interprétation des résultats, une campagne de suivi de la température de l'eau a été réalisée au cours de l'été 2018 ainsi que une campagne de suivi physico-chimique.

Le présent rapport présente les résultats des investigations menées en 2015, 2017 et 2018. Il sera ensuite complété par des prochaines prospections à venir en 2019 et 2020.



PHOTOGRAPHIE 2 : BARRAGE DE LA PRISE D'EAU IMPLANTE SUR LE RUISSEAU DES NAUDIOTS A MARMAGNE (PHOTO PRISE LE 30/10/17 AVANT TRAVAUX)



PHOTOGRAPHIE 1 : LE RUISSEAU DES NAUDIOTS A L'EMPLACEMENT DE L'ANCIEN BARRAGE DE LA PRISE D'EAU (PHOTO PRISE LE 13/12/17 APRES TRAVAUX)

Partie 1 : Méthodologie

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

Élément prépondérant de la répartition des espèces piscicoles (VERNEAUX, 1976), 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 sur le ruisseau des Naudiots, 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).

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 1 station (St2, cf. Tableau 1). La période de mesure s'étend entre le 28 juin et le 16 octobre 2018.

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 :

- Paramètres de thermie générale : température instantanée maximale (Ti max), température moyenne journalière maximale (Tmj max), amplitude thermique journalière maximale (Ajmax Ti), température moyenne de la période (Tmp).

- Paramètres en lien avec le préférendum thermique de la truite : température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds, pourcentage de jours où la température instantanée est supérieure à 19°C, nombre d'heures total où la température instantanée est supérieure ou égale à 25°C.

Code BD Fédération	Code étude	Localisation	Coordonnées aval station en m (Lambert 93)		Mesures effectuées
			X	Y	
	St 1	Amont de l'ancien barrage	803148,9	6642596,3	Inventaire piscicole en 2015, 2017 et 2018
	St 2	Aval de l'ancien barrage	903114,8	6642666,9	Inventaire piscicole en 2015, 2017 et 2018 ; thermie et physico-chimie en 2018

TABLEAU 1 : LISTE DES STATIONS ETUDIEES

1.2 Suivi physico-chimique

Une campagne ponctuelle de mesure de certains paramètres physico-chimiques a été réalisée sur la station St2 le 17 octobre 2018. Sans constituer une véritable étude de la physico-chimie de l'eau, pour laquelle il aurait fallu réaliser plusieurs prélèvements au cours de l'année, ces mesures permettront d'aider à la compréhension des résultats des inventaires piscicoles.

Les paramètres qui ont été mesurés sont : le pH, la conductivité, la dureté, la concentration en oxygène, les concentrations en ammonium, nitrites, nitrates, orthophosphates, phosphore total et azote total, la turbidité et la demande chimique en oxygène.

Certains paramètres comme le pH, la conductivité, la concentration en oxygène dissous et la saturation en oxygène sont mesurés directement dans le cours d'eau à l'aide des instruments suivants :

- Testeur multi paramètres ph/EC/TDS/°C HI98130 (HANNA instruments) : Ph et conductivité,
- Oxymètre HI9147-15 (HANNA instruments) : concentration en oxygène dissous et la saturation en oxygène,
- Thermomètre de précision avec sonde déportée Checktemp®1 HI98509 (HANNA instruments) : température.



PHOTOGRAPHIE 3 : PHOTOMETRE PF12-PLUS ET BLOC CHAUFFANT MACHEREL-NAGEL



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

Les autres paramètres sont mesurés à l'aide d'un spectrophotomètre MACHEREREY-NAGEL PF12-Plus (cf. Photographie 3). 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 phosphates, 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 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 2). Au-delà de ces limites, le spectrophotomètre donne une valeur approximative moins fiable.

Type de test	Paramètres	Limites de quantification	Fraction analysée
Visocolor	Ammonium	0.1-2.5 mg/L	Eau filtrée
Visocolor	Nitrites	4-60 mg/L	Eau filtrée
Visocolor	Nitrates	0.02-0.5 mg/L	Eau filtrée
Visocolor	Orthophosphates	0.6-15 mg/L	Eau filtrée
Nanocolor	Azote total	0.5-22.0 mg/L	Eau filtrée
Nanocolor	Phosphore total	0.05-1.5 mg/L	Eau brute
Nanocolor	Orthophosphates	0.2-5 mg/L	Eau filtrée
Nanocolor	DCO	15-160 mg/L	Eau brute

TABLEAU 2 : PARAMETRES PHYSICO-CIMIQUES 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 dans les eaux salmonicoles (cf. Tableau 3). 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).

Paramètre	Origine	Effets sur la faune piscicole	Eaux salmonicoles	
			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	
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
NH4	Présent dans les eaux riches en matières organiques en décomposition. Signe évident de pollution.		<=0,04 mg/l	<=1mg/l
NH3	Sa concentration liée au couple acide/base NH4/NH3 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	

TABLEAU 3 : POLLUANTS LES PLUS FREQUENTS, EFFETS SUR LA FAUNE PISCICOLE DES EAUX SALMONICOLES ET SEUILS DE TOXICITE (ALABASTER ET LLOYD, 1980 ; DE KINKELIN ET AL., 1986 IN PROGRAMME INTERREG IIIA, 2006 ET LEPIMPEC ET AL., 2002.)

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 portatif de marque « EFCO » et de type « Héron » sur lequel est fixé une anode.

Sur les stations inventoriées dans le cadre de cette étude, les inventaires piscicoles sont réalisés selon la méthode de pêche électrique complète à pieds. Au vu de la taille très modeste du milieu aquatique et de la bonne capturabilité de la truite fario (qui est quasiment la seule espèce présente), 1 seul passage est considéré comme un effort de pêche suffisant.

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, 2 inventaires piscicoles ont été réalisés (cf. Tableau 1) en 2015 et en 2017 avant les travaux d'effacement du barrage et en 2018 après travaux.

1.3.2 Analyse des données piscicoles

- Diversité spécifique, effectifs et biomasses bruts, classes de taille

Une première analyse basée sur la diversité spécifique, la densité, la biomasse des peuplements piscicoles sera réalisée.

- Calcul de l'Indice Poissons Rivière

L'analyse des inventaires piscicoles sera aussi 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 4). 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).

Métriques	Variables environnementales	Note IPR	Classe de qualité
Nombre total d'espèces	Surface du bassin versant (km ²)	[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		

TABLEAU 4 : METRIQUES ET VARIABLES ENVIRONNEMENTALES UTILISEES POUR LE CALCUL DE L'INDICE POISSONS RIVIERE ET CLASSES DE QUALITE

Partie 2 : Résultats

2.1 Caractérisation des conditions météorologiques de l'été 2018

Les bulletins climatiques de Bourgogne fournis par MétéoFrance (J-M LACAVE, 2018, a, b, c, d, e) permettent d'avoir une vision globale des conditions météorologiques qui permettent de remettre dans le contexte météorologique de l'été 2018, les résultats des mesures réalisées sur le ruisseau des Naudiots au cours de l'été 2018.

- Températures

En juin, le bulletin climatique indique que, à partir du 15 juin, les conditions anticycloniques s'installent durablement avec une masse d'air sèche. Un grand soleil domine largement sur la région jusqu'à la fin du mois. Un court pic de chaleur apparaît du 19 au 21 avant la chute des températures le 22. A partir du 25, une dépression au large de la péninsule ibérique favorise des remontées d'air chaud sur le pays et les thermomètres grimpent au fil des jours. Le 30, les maximales se situent entre 31° et 35°C en plaine.

Avec des températures moyennes dépassant de 2° à 3°C les normales, le mois de juillet se situe parmi les 5 plus chauds depuis 1946 (4e place à Mâcon). Ce sont surtout les maximales qui sont nettement supérieures aux normales de saison, avec un écart de +3° à +4°C. La chaleur règne tout au long du mois : on enregistre 29 jours avec plus de 25°C à Mâcon, égalant le record de juillet 1983. Les thermomètres dépassent 30°C durant 17 jours à Mâcon, dont 2 jours avec plus de 35°C. Après un début de mois chaud, un net refroidissement apparaît le 5, journée la plus fraîche, les maximales perdant 7° à 10°C. Il ne fait pas plus de 23.3°C à Mâcon. Les températures grimpent de jour en jour du 21 au 26 et de fortes chaleurs s'installent les 26 et 27. Les thermomètres perdent ensuite 8 à 10°C le 28.

En août, pour le 5e mois consécutif, la Bourgogne est concernée par des températures largement supérieures aux normales (écarts de +1.5°C à +3°C). Août 2018 fait partie des 5 mois d'août les plus chauds en Bourgogne depuis 1945. Il se situe en 2e position à Mâcon (71) après août 2003. Une vague de forte chaleur s'installe du 1er au 7, avec des températures caniculaires à partir du 3. Pendant 5 jours, les mercures dépassent 35°C sur quasiment toute la région, avoisinant parfois 40°C. Les minimales restent parfois bien supérieures à 20°C (25.6°C à Mâcon). Après une nette baisse des températures les 8 et 9, celles-ci se maintiennent principalement au-dessus des normales jusqu'à la fin du mois. Le nombre de jours très chauds avec plus de 30°C est de 13 jours à Mâcon. Les mercures ont franchi la barre des 35°C durant 5 jours à Mâcon. Le 25 est la journée la plus fraîche après le passage d'un front froid, les maximales plafonnant à 21°C à Mâcon.

En septembre, la chaleur estivale se poursuit, surtout les après-midis, avec des températures maximales remarquablement élevées pour la saison. La région enregistre entre 12 et 19 jours avec plus de 25°C contre une normale proche de 7 jours. A Mâcon, le thermomètre dépasse 30°C durant 9 jours, ce qui constitue un record, battant les 8 jours en septembre 1947. La moyenne des maximales dépasse les normales de 3 à 5°C. Les minimales quant à elles oscillent autour des normales avec un écart entre -2°C et +2°C. Un pic de chaleur apparaît le 12, journée la plus chaude : 34.5 à Charolles (71), 33.7 °C à Romenay. Le 24, les températures plongent en dessous des normales après le passage d'un front froid. A Mâcon, la température maximale perd 13°C passant de 30.5°C le 23 à 17.6°C le 24.

Les 2 premières décades d'octobre restent exceptionnellement douces. Le nombre de jours avec plus de 25°C égale ou dépasse les records pour un mois d'octobre avec 5 jours à Mâcon. Les journées les plus chaudes sont les 5 et 12 avec des mercures grimpant entre 25° et 30° C les après-midi, près de 10°C au-dessus des normales.

- Précipitations

En juin, les cumuls de précipitations varient sensiblement selon les secteurs. Ils s'échelonnent de moins de 32 mm à Torcy à plus de 100 mm à Beaubery. Les zones les plus sèches observent un déficit pluviométrique jusqu'à 60% de la normale, notamment à Bellevesvre. Sur les zones très arrosées, les cumuls dépassent 1,5 fois les normales. Les précipitations se concentrent sur la première moitié du mois sous forme de pluies orageuses. La période du 17 au 30 est très sèche, sans aucun jour de pluie.

En juillet, la pluviométrie varie sensiblement selon la trajectoire des pluies orageuses, allant de 10 mm à plus de 100 mm. La majeure partie de la région Bourgogne connaît un déficit pluviométrique de 30 à 60%. Mais un excédent de précipitation apparaît sur les secteurs très arrosés par les orages, notamment du nord du Mâconnais au Dijonnais (près de 1.5 fois la normale à Lugny et Chalon-sur-Saône). Des épisodes orageux intenses se produisent du 3 au 5, le 15 et le 20 août, avec de la grêle et de violentes précipitations.

En août, la majeure partie de la région est concernée par une faible pluviométrie, généralement comprise entre 20 et 50 mm d'eau, soit un déficit de 30 à 70% par rapport aux normales. Toutefois, les violents orages donnent par endroit d'importants arrosages. En Saône-et-Loire, on relève 108 mm à Lugny, ce qui équivaut à 1.5 fois les normales.

Septembre est marqué par un net déficit pluviométrique, avec des cumuls ne représentant généralement que 10 à 50 % de la normale. Il se situe parmi les 3 mois de septembre les plus secs sur la Bourgogne, derrière 1977 et 1985. Les pluviomètres enregistrent moins de 10 mm par endroit. On comptabilise un nombre de jours de pluie extrêmement faible, entre 2 et 6 jours.

En octobre, les précipitations ont été nombreuses dans le sud de la région Bourgogne : le secteur le plus arrosé se situe du Mâconnais à la Bresse où on relève entre 60 et 80 mm, soit plus de 70% de la normale (78 mm à Mâcon). Les pluies orageuses du 6 au 7 occasionnent d'importants arrosage par endroit en Saône-et-Loire jusqu'à plus de 20 mm (21 mm à Mâcon).

Les données de pluviométrie fournies par MétéoFrance indiquent une situation pluviométrique très hétérogène sur la Région Bourgogne. Cette situation est toutefois assez classique en période estivale où les précipitations sont apportées le plus souvent par des orages.

- Bilan de juin à septembre :

Selon MétéoFrance, 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 2e 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).

2.2 Résultats des mesures estivales de la température de l'eau

2.2.1 Variables thermiques générales

Période	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)
28/06 au 16/10 2018	22,8	6,9	20	15,75

TABLEAU 5 : VARIABLES THERMIQUES GENERALES DU RUISSEAU DES NAUDIOTS SUR LA STATION ST2 (PERIODE DE MESURE DU 28/06/18 AU 16/10/18)

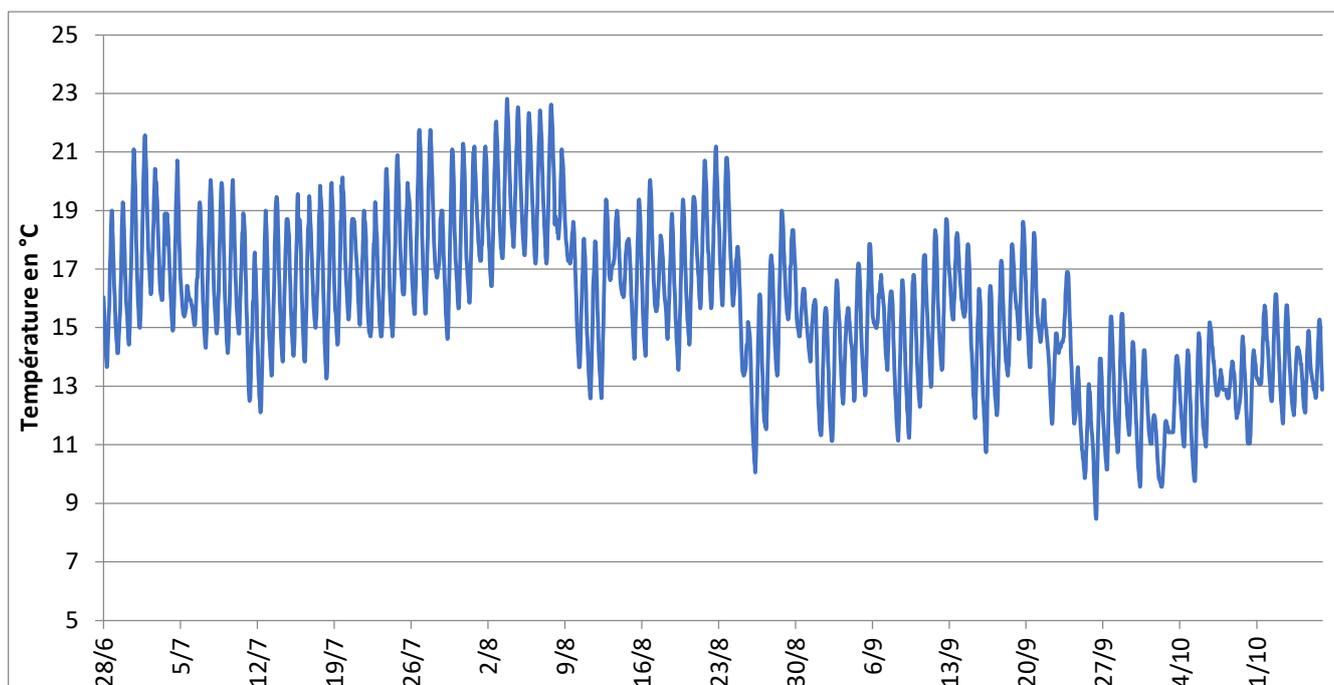


FIGURE 1 : EVOLUTION DE LA TEMPERATURE DE L'EAU DU RUISSEAU DES NAUDIOTS SUR LA STATION ST2 ENTRE LE 28 JUIN ET LE 16 OCTOBRE 2018

Les valeurs de températures mesurées dans le ruisseau des Naudiots ont été plutôt fraîches, si on se replace dans le contexte caniculaire de l'été 2018, avec par exemple une valeur instantanée maximale a été de 22.8 °C et une température moyenne de la période à 15.75 °C. Il s'agit des valeurs de températures parmi les plus fraîches mesurées dans les cours d'eau de Saône-et-Loire au cours de la même période.

Les mesures ont été réalisées le 17 octobre 2018. Les résultats concernant le paramètre orthophosphates n'ont pas été validés et ne sont donc pas présentés.

Les mesures réalisées montrent que la qualité d'eau est excellente sur ce ruisseau, si on prend en compte les limites de classes de qualité du système d'évaluation de l'état des eaux. De même, les valeurs obtenues pour les paramètres mesurés sont conformes aux exigences de la truite fario.

2.4 Résultats des inventaires piscicoles

2.4.1 Caractéristiques des inventaires réalisés et des stations

Station	Distance à la source (en km)	Surf. du bassin versant (en km ²)	Pente (en ‰)	Altitude (en m)	Date	Nombre de passages	Longueur (en m)	Largeur moyenne (en m)	Profondeur moyenne (en m)	Surface échantillonnée (en m ²)
St 1	1,7	1,5	58,1	427	23/9/15	1	32	0,7	0,1	22,4
					30/10/17	1	13	1	0,15	13
					27/6/18	2	50	1	0,15	50
St 2	1,75	1,5	76,9	419	23/9/15	1	38	1,1	0,1	41,8
					30/10/17	1	20	1,8	0,15	36
					27/6/18	2	50	1,8	0,15	90

TABEAU 9 : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES STATIONS ET DES INVENTAIRES REALISES



PHOTOGRAPHIE 4 : INVENTAIRE PISCICOLE REALISE LE 30/10/17 SUR LA STATION ST2

2.4.2 Espèces rencontrées et statuts juridiques

Les inventaires piscicoles réalisés ont permis de capturer 2 espèces de poissons différentes (cf. Tableau 10) : la truite fario, une espèce protégée en France et la perche soleil, une espèce inscrite sur la liste des espèces exotiques envahissantes.

Effacement du barrage de l'ancienne prise d'eau sur le ruisseau des Naudiots à Marmagne : évaluation de l'intérêt des travaux réalisés pour la faune piscicole - Rapport intermédiaire : année 2018 (n+1)

Nom vernaculaire	Espèces Nom scientifique	Code protégées ⁽¹⁾	Espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques ⁽²⁾	Espèces exotiques envahissantes ⁽³⁾	Espèces inscrites à la	
					Directive européenne Habitat-Faune- Flore ⁽⁴⁾	Liste rouge des espèces menacées en France ⁽⁵⁾
FAMILLE : CENTRARCHIDAE						
Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	PES	X	X		NA
FAMILLE : SALMONIDAE						
Truite fario	<i>Salmo trutta</i>	TRF	X			LC

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

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

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

⁽⁴⁾ 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.

⁽⁵⁾ Liste rouge des espèces de poissons d'eau douce menacées en France (IUCN 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 10 : LISTE DES ESPECES CAPTUREES, STATUT JURIDIQUE ET ETAT DE CONSERVATION EN FRANCE

2.4.3 Effectifs et biomasses bruts et estimés, classes de taille

▪ **Station 1 :**

Année	2015	2017	2018
Espèce	TRF	TRF	TRF
Effectifs (ind.)	1		8
Densités (ind/1000m ²)	44,6	0	160
Biomasses (g)	75		135
Biomasses (kg/ha)	33,5	0	27

TABLEAU 11 : EFFECTIFS, BIOMASSES ET DENSITES DE POISSONS OBSERVES SUR LA STATION ST1

Sur la station 1, située en amont du barrage de la prise d'eau aujourd'hui effacé, le ruisseau des Naudiots était jusqu'en 2017, un petit ruisseau déconnecté de sa partie aval et donc du Rançon, le cours d'eau principal du secteur. La densité de truite en 2015 y était donc très faible, avec 1 seul individu capturé. En 2017, aucune truite n'avait été capturée mais le linéaire prospecté était plus faible.

En 2018, après les travaux d'effacement du barrage, la densité de truite est beaucoup plus forte qu'avant travaux, mais reste modeste avec 160 indiv./1000 m². Ce résultat est cependant largement positif puisque l'on constate que l'effacement de l'ouvrage permet désormais aux truites présentes dans la partie aval du ruisseau des Naudiots de coloniser aussi la partie amont.

L'analyse des classes de taille montre 6 des 8 truites fario capturées en 2018 sont des juvéniles, contrairement à 2015 où la seule 1 truite capturée était un géniteur. Cela montre que la suppression de l'ouvrage permet désormais la reproduction de la truite fario dans la partie amont du ruisseau.

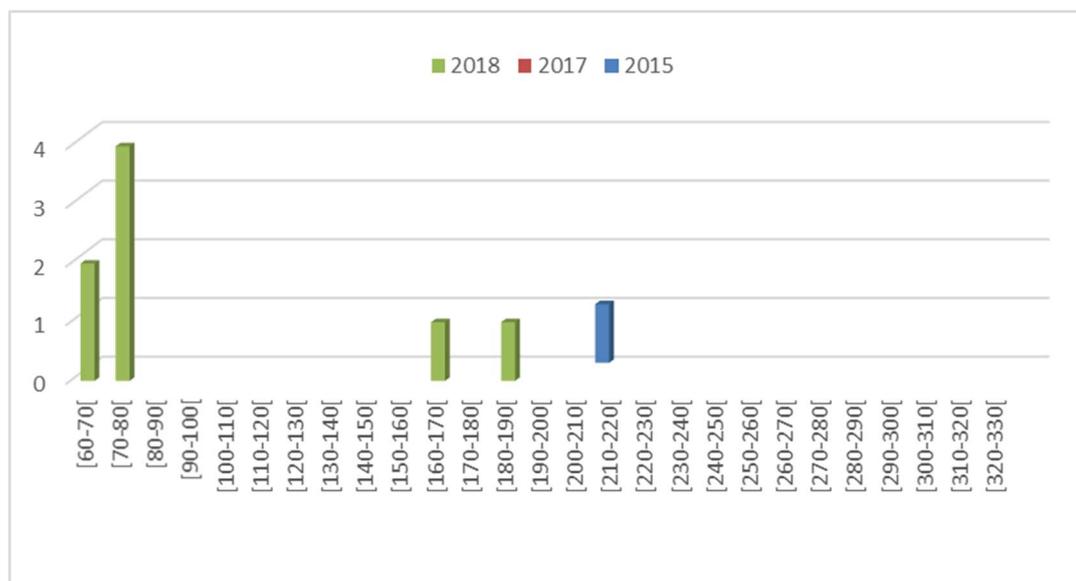


FIGURE 2 : HISTOGRAMME DE CLASSES DE TAILLE DES TRUITES FARIO CAPTUREES SUR LA STATION N°1 LORS DES 3 INVENTAIRES PISCICOLES

▪ **Station 2 :**

Année	2015		2017		2018	
	TRF	PES	TRF	PES	TRF	PES
Effectifs (ind.)	17	1	6	1	9	1
Densités (ind./1000m ²)	406,7	23,9	166,7	27,8	100,0	11,1
Biomasses (g)	909	15	122	11	697	5
Biomasses (kg/ha)	217,5	3,6	33,9	3,1	77,4	0,6

TABEAU 12 : EFFECTIFS, BIOMASSES ET DENSITES DE POISSONS OBSERVES SUR LA STATION ST2

Sur la station 2, située en aval du barrage de la prise d'eau, le ruisseau des Naudiots est connecté avec le Rançon, le cours d'eau principal du secteur. Les truites fario peuvent donc librement circuler du Rançon jusqu'à cette station.

Les densités de truites sur cette station étaient en 2015 assez importantes avec une densité de 407 indiv./1000 m². Cette densité a chuté lors de l'inventaire réalisé en 2017 avec seulement 167 indiv./1000 m². Ce résultat est toutefois à relativiser, le linéaire inventorié ayant été beaucoup plus faible en 2017, l'objectif de la pêche de 2017 étant de réaliser une pêche de sauvetage avant travaux.

Après les travaux d'effacement de l'ouvrage, les densités de truites ont encore baissé en 2018 sur cette station avec une densité de 100 indiv./1000 m². Ce résultat est à mettre en relation avec la dynamique des populations de truite qui peut être très fluctuante d'une année sur l'autre : comme le montre l'histogramme des classes de taille de truites capturées lors des 3 inventaires sur la station, le recrutement en juvéniles de truite semble ainsi avoir été beaucoup plus faible en 2017 et 2018 comparé à 2015.

On note aussi sur cette station la capture systématique d'une perche soleil. Cette espèce non attendue dans ce type de ruisseau est probablement échappée du plan d'eau implanté dans le ruisseau environ 700 m en amont au lieu-dit « les Naudiots ».

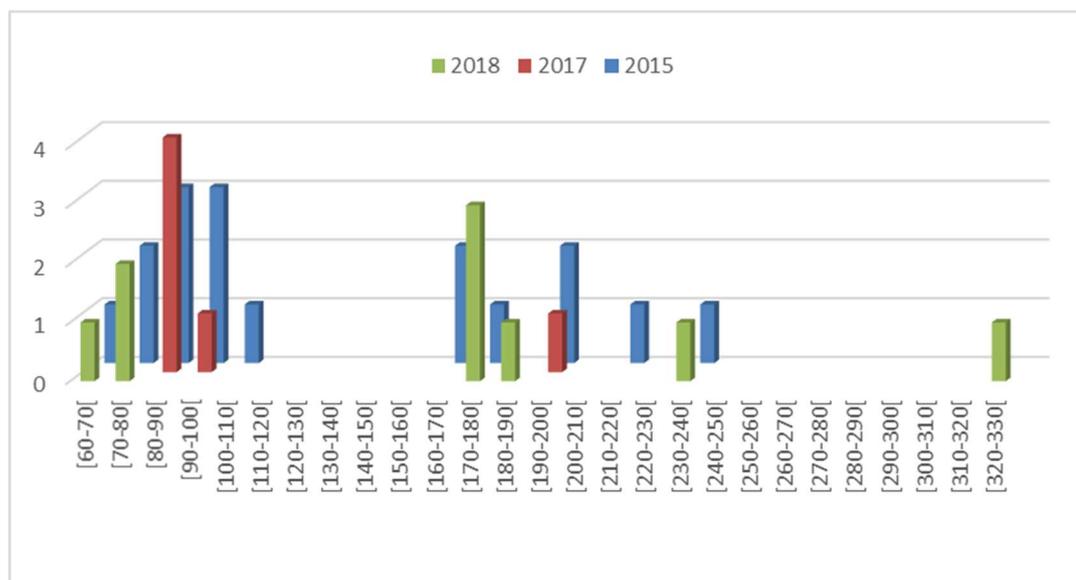


FIGURE 3 : HISTOGRAMME DE CLASSES DE TAILLE DES TRUITES FARIO CAPTUREES SUR LA STATION N°2 LORS DES 3 INVENTAIRES PISCICOLES

2.4.4 Indice poissons rivière

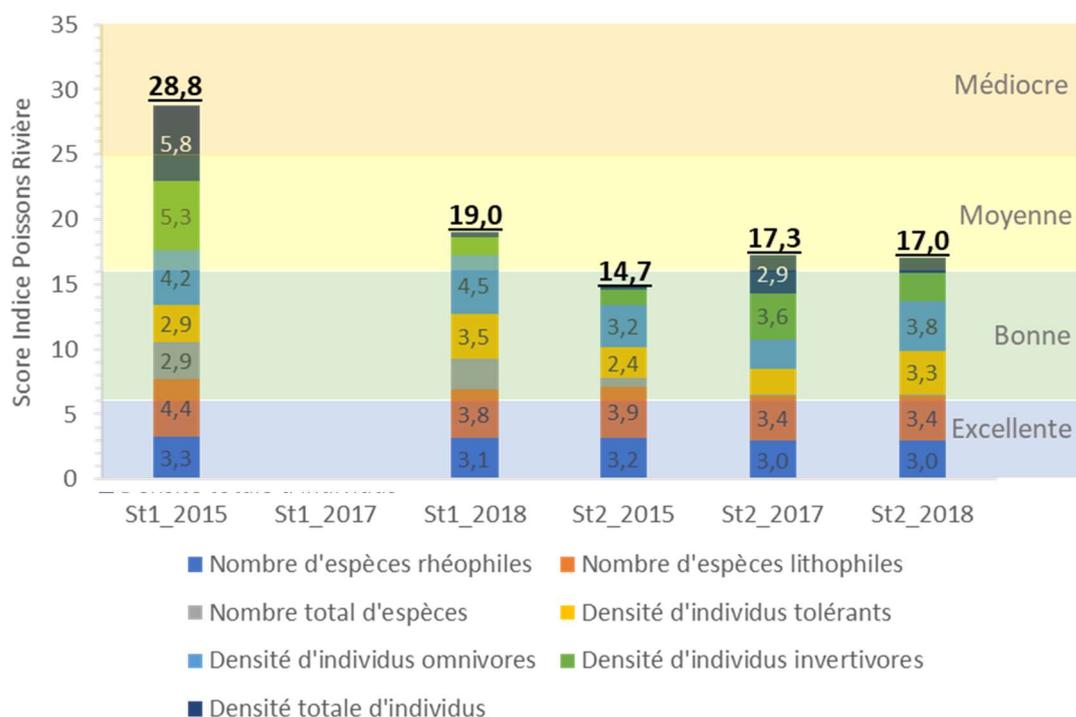


FIGURE 4 : HISTOGRAMME PRESENTANT LES SCORES DE L'INDICE POISSONS RIVIERE OBTENUS SUR LES 3 STATIONS DE SUIVI, LES CLASSES DE QUALITE ASSOCIEES ET LA CONTRIBUTION DES DIFFERENTES METRIQUES AU SCORE

L'Indice Poissons Rivière sur la station 1 en 2015 indiquait que le peuplement piscicole était de qualité médiocre avec un score de 28.8. Au vu du faible nombre de poissons capturés (1 individu) et de la faible diversité spécifique (1 espèce), l'ensemble des métriques de l'IPR considèrent soit que les densités sont trop faibles, soit que le nombre d'espèces est trop faible.

En 2017, l'Indice poissons rivière n'avait pu être mis en œuvre en raison de l'absence de poissons capturés.

En 2018, le score de l'Indice Poisson Rivière est plus favorable avec une note de 19, correspondant à une qualité moyenne. Là encore, les métriques de l'IPR sanctionnent une densité et une diversité spécifique trop faibles.

Sur la station 2, le score de de l'Indice avec 14.7 en 2018 correspondait à une bonne qualité. Les métriques les plus déclassantes étaient le nombre d'espèces rhéophiles et lithophiles trop faible. Avec la diminution de la densité de truite fario sur cette station en 2017 et en 2018, le score de l'IPR a légèrement augmenté pour obtenir des scores correspondant à une qualité moyenne. Cette diminution de la densité n'est cependant probablement pas liée aux travaux mais plutôt à une dynamique de populations variable d'une année sur l'autre de la truite fario.

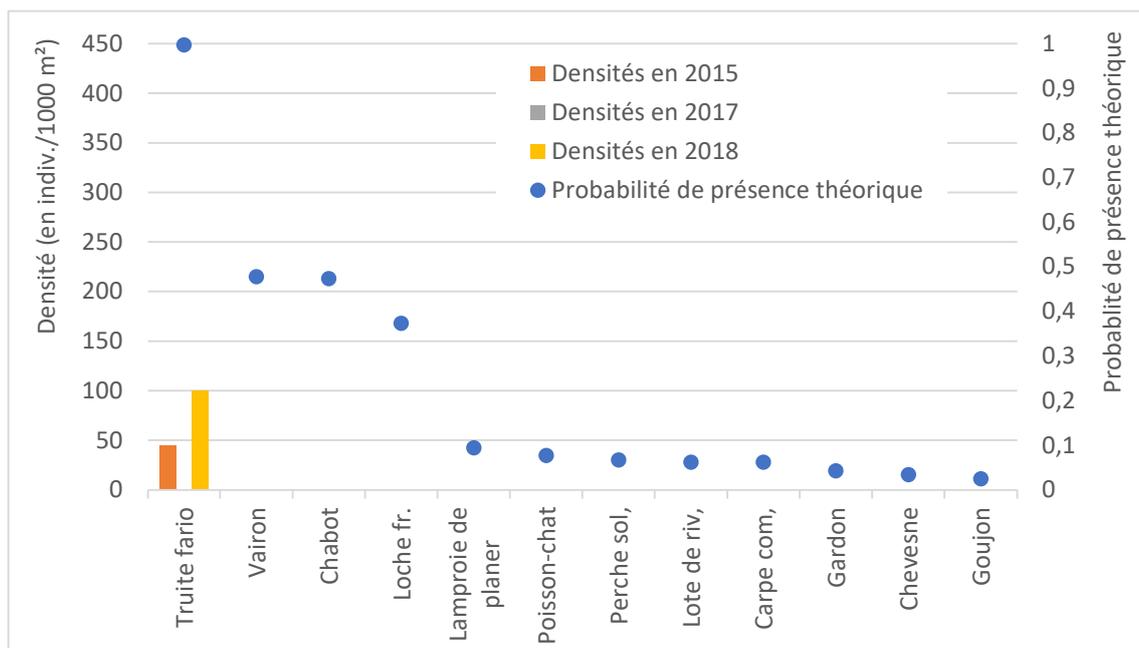


FIGURE 5 : HISTOGRAMME DE PROBABILITE DE PRESENCE THEORIQUES DES ESPECES SELON L'IPR ET DENSITES OBSERVEES SUR LA STATION ST1

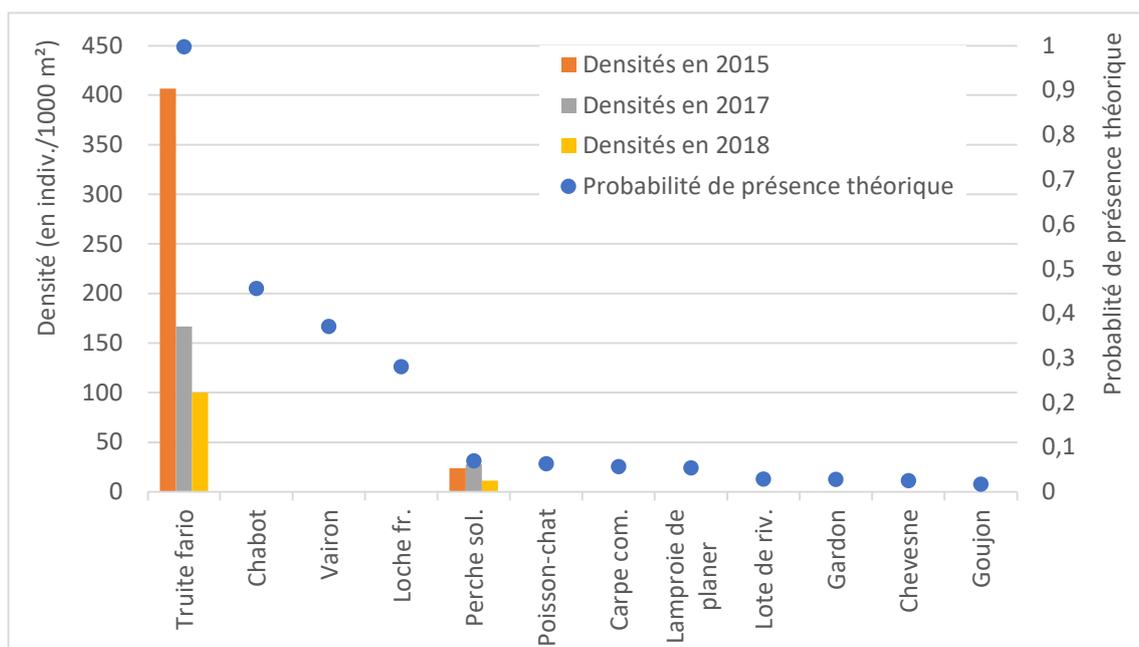


FIGURE 6 : HISTOGRAMME DE PROBABILITE DE PRESENCE THEORIQUES DES ESPECES SELON L'IPR ET DENSITES OBSERVEES SUR LA STATION ST2

Conclusion

Les mesures de la température de l'eau réalisées dans le ruisseau des Naudiots au cours de l'été 2018 ont clairement montré que ce ruisseau était resté relativement frais et ce, alors que les températures extérieures ont été exceptionnellement élevées. Par ailleurs, la campagne de mesure ponctuelle de la qualité d'eau effectuée le 10 octobre 2018 indique que le cours d'eau est de très bonne qualité pour l'ensemble des paramètres mesurés. Evidemment, ce résultat est à relativiser car pour étudier plus finement la qualité de l'eau de ce ruisseau, il aurait fallu réaliser de nombreuses campagnes au cours de plusieurs années de suivi. Néanmoins, les différentes mesures réalisées montrent que le ruisseau des Naudiots présente des caractéristiques physico-chimiques compatibles avec la présence d'espèce sensibles comme la truite fario.

Les inventaires piscicoles réalisés en 2015 et 2017 avant travaux ont clairement mis en évidence l'impact négatif du barrage de l'ancienne prise d'eau sur les peuplements piscicoles du ruisseau. En effet, jusqu'en 2017, alors qu'une population de truite fario importante était présente en aval du barrage (station 2), il n'y avait quasiment aucune truite en amont (station 1). En 2018, quelques mois après l'effacement de l'ouvrage, l'inventaire réalisé en amont sur la station 1 montre que, non seulement la truite fario a pu coloniser la partie amont du ruisseau, mais aussi qu'elle a pu s'y reproduire puisque des juvéniles y ont été contactés.

Néanmoins, les densités de truite étaient faibles en 2018, aussi bien en amont de l'ancien ouvrage qu'en aval. Cette faible densité est sans doute liée à un mauvais recrutement en juvéniles en 2018, le succès de reproduction de cette espèce étant naturellement variable en fonction des conditions hydrologiques et météorologiques de l'année.

L'évolution positive du score de l'Indice Poisson Rivière sur la station 1 confirme l'intérêt des travaux réalisés pour le peuplement piscicole de la partie amont du ruisseau. La faible évolution négative de l'Indice en 2017 et 2018 sur la station 2 serait quant à elle plutôt liée à la forte variabilité naturelle des densités de juvéniles de truite fario.

Afin de confirmer l'intérêt des travaux réalisés, il apparaît nécessaire de poursuivre ce suivi au cours des prochaines années, notamment une année au cours de laquelle le recrutement en truite fario aura été plus favorable qu'en 2018.

Références bibliographiques

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

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.

LACAVE J-M, 2018 (a). Bulletin climatique, Bourgogne. Juin 2018. Météofrance, 4 p.

LACAVE J-M, 2018 (b). Bulletin climatique, Bourgogne. Juillet 2018. Météofrance, 4 p.

LACAVE J-M, 2018 (c). Bulletin climatique, Bourgogne. Août 2018. Météofrance, 4 p.

LACAVE J-M, 2018 (d). Bulletin climatique, Bourgogne. Septembre 2018. Météofrance, 4 p.

LACAVE J-M, 2018 (e). Bulletin climatique, Bourgogne. Octobre 2018. Météofrance, 4 p.

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

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.

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.

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.