



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 final



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 final

Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche
et la Protection du Milieu Aquatique
123, rue de Barbentane
71000 MACON

Auteurs :

Julien MAUPOUX – Responsable technique
Camille MARCON – Chargée de missions Milieux aquatiques

Avec la participation de :

Thomas BRETON, Cyril COLIN, Rémy CHASSIGNOL, Cédric GOUJON

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 en 2018.....	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 Résultats des mesures estivales de la température de l'eau en 2018.....	12
2.1.1 Variables thermiques générales.....	12
2.1.2 Variables thermiques en lien avec le preferendum thermique de la truite fario.....	13
2.2 Résultats du suivi physico-chimique.....	13
2.3 Résultats des inventaires piscicoles.....	14
2.3.1 Caractéristiques des inventaires réalisés et des stations.....	14
2.3.2 Espèces rencontrées et statuts juridiques.....	15
2.3.3 Effectifs et biomasses bruts et estimés, classes de taille.....	15
2.3.4 Indice Poissons Rivière.....	17
Conclusion	20
Références bibliographiques.....	21

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 un suivi du peuplement piscicole du ruisseau avant et après travaux afin d'observer les éventuelles évolutions. 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 après travaux en 2018, 2020 et 2021. 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. Si les résultats ont été moins bons en 2020 en raison d'un recrutement en juvéniles nul (du aux conditions hydrologiques défavorables), le suivi 2021 a clairement démontré que la station amont était désormais bien colonisée par la truite fario.

Le score de l'Indice Poisson Rivière sur la station 1 évolue lui aussi de manière positive au cours des différents suivis réalisés, ce qui confirme l'intérêt des travaux réalisés pour le peuplement piscicole de la partie amont du ruisseau.

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 après travaux en 2018, 2020 et 2021.

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.

Le présent rapport présente les résultats des investigations menées en 2015, 2017, 2018, 2020 et 2021.

L'année 2021 signe la fin du suivi des travaux de restauration du ruisseau des Naudiots.



PHOTOGRAPHIE 2 : BARRAGE DE LA PRISE D'EAU IMPLANTÉ 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 en 2018

Elément 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 létal 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	Code sandre	Localisation	Coordonnées aval station en m (Lambert 93)		Mesures effectuées
				X	Y	
Naudiots 1	St 1	04412014	Amont de l'ancien barrage	803148,9	6642596,3	Inventaire piscicole en 2015, 2017 et 2018, 2020 et 2021
Naudiots 2	St 2	04412015	Aval de l'ancien barrage	903114,8	6642666,9	Inventaire piscicole en 2015, 2017, 2018, 2020 et 2021 ; thermie en 2018, physico-chimie en 2018 et 2020

TABLEAU 1 : LISTE DES STATIONS ETUDIEES

1.2 Suivi physico-chimique

Deux campagnes ponctuelles de mesure de certains paramètres physico-chimiques ont été réalisées sur la station St2 le 17/10/2018 et le 27/08/2020. 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-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 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, puis après travaux en 2018, 2020 et 2021.

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 - 7 [Excellente
Nombre d'espèces rhéophiles	Distance à la source (km)	[7 - 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 Résultats des mesures estivales de la température de l'eau en 2018

2.1.1 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)

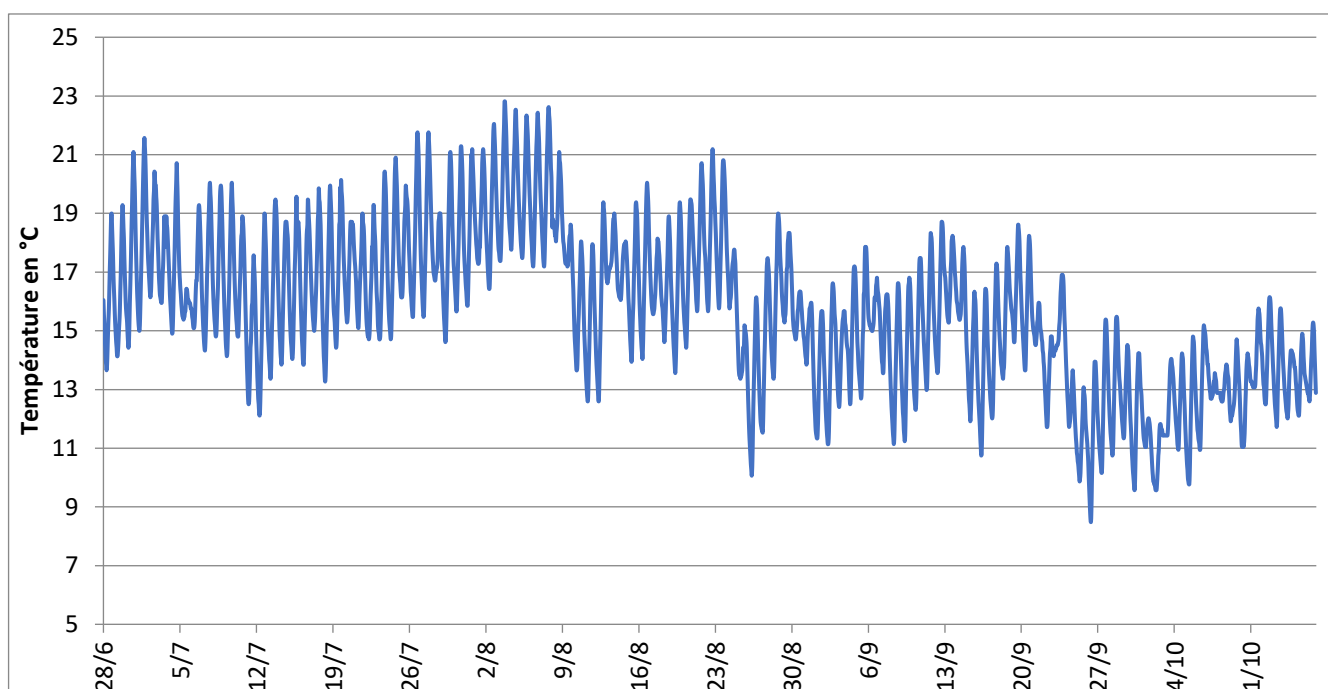


FIGURE 1 : EVOLUTION DE LA TEMPERATURE DE L'EAU DU RUISSEAU DES NAUDIOTS SUR LA STATION ST2 ENTRE LE 28 JUIN ET LE 16 OCTOBRE 2018

Les valeurs de températures mesurées dans le ruisseau des Naudiots au cours de l'été 2018 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.

2.1.2 Variables thermiques en lien avec le preferendum thermique de la truite fario

Code station	Température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	Pourcentage de jours où la température moyenne est restée supérieure à 19°C	Nombre d'heures où la température est restée supérieure ou égale à 25°C
St1	17,89	6%	0

TABLEAU 7 : VARIABLES THERMIQUES EN LIEN AVEC LE PREFERUNDUM THERMIQUE GENERALES DE LA TRUITE FARIO – MESURES SUR LE RUISSEAU DES NAUDIOTS ENTRE LE 28/06/18 AU 16/10/18)

Tm30j max	
>19°C	Très défavorable
18,5 - 19°C	Défavorable
18 - 18,5°C	Faiblement favorable
17,5 - 18°C	Moyennement favorable
17-17,5°C	Assez Favorable
16,5°C-17°C	Favorable
<16,5° C	Très favorable

TABLEAU 6 : CONDITIONS DE DEVELOPPEMENT D'UNE POPULATION DE TRUITE FARIO SELON LA MOYENNE DES TEMPERATURES MOYENNES DES TRENTE JOURS CONSECUTIFS LES PLUS CHAUDES.

Les mesures réalisées sur les Naudiots permettent de constater que les valeurs de température mesurées au cours de l'été 2018 ont été moyennement favorables à la truite fario avec une température moyenne des 30 jours les plus chauds de 17,89°C. Ce résultat, même s'il n'est pas optimal, est plutôt correct dans le contexte de l'été 2018, où les valeurs de température de l'air ont été très importantes.

Le seuil des 25°C, léthal pour la truite fario, n'a pas été atteint sur ce cours d'eau. De même, seulement 6 % des températures ont été supérieures à 19°C, ce qui est assez peu au vu des caractéristique de l'été 2018.

2.2 Résultats du suivi physico-chimique

Date	17/10/2018	27/08/2020
Heure	08h30	8h30
Température air en °C	6,6	13,3
Température eau en °C	10,4	13,7
Ph	7,15	6,78
Saturation en oxygène en %	94	98,9
Oxygène dissous en mg/L	10,5	9,8
Conductivité en µS/cm	120	252
Turbidité (en NTU)	12	11
Dureté (en ppm)	35	40
Ammonium (en mg/L)	<0,1	<0,05
Nitrate (en mg/L)	8,3	11,5
Nitrite (en mg/L)	<0,02	0,03
Ortho-phosphate (en mg/L)		<0,2
Phosphate total (en mg/L)	<0,05	<0,05
Azote total (en mg/L)	2,4	2,2
DCO (mg/L O2)	<15	14

TABLEAU 8 : RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES REALISEES SUR LE RUISSEAU DES NAUDIOTS EN 2018 ET 2020

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

Les mesures ont été réalisées le 17 octobre 2018 et le 27 aout 2020. Les résultats concernant le paramètre orthophosphates n'ont pas été validés en 2018.

Les mesures réalisées montrent que la qualité d'eau de ce ruisseau est bonne ou excellente pour chacun des paramètres mesurés, 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.

2.3 Résultats des inventaires piscicoles

2.3.1 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	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	32	0,7	0,1	22,4
					30/10/17	13	1	0,15	13
					27/6/18	50	1	0,15	50
					6/7/20	50	1	0,13	50
					21/7/21	52	1,36	0,13	70,7
St 2	1,75	1,5	76,9	419	23/9/15	38	1,1	0,1	41,8
					30/10/17	20	1,8	0,15	36
					27/6/18	50	1,8	0,15	90
					6/7/20	50	1,4	0,12	70
					21/7/21	51	2,16	0,16	110,2

TABEAU 9 : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES STATIONS ET DES INVENTAIRES REALISES



PHOTOGRAPHIE 4 : INVENTAIRE PISCICOLE REALISE LE 30/10/17 SUR LA STATION St2

2.3.2 Espèces rencontrées et statuts juridiques

Les inventaires piscicoles réalisés ont permis de capturer 3 espèces de poissons différentes (cf. Tableau 10) : la truite fario (une espèce protégée en France), la perche soleil (espèce inscrite sur la liste des espèces exotiques envahissantes) et le gardon (espèce largement répartie en France).

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Code	Espèces 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
FAMILLE : CYPRINIDAE							
Gardon	<i>Rutilus Rutilus</i>	GAR					

⁽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 (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 10 : LISTE DES ESPECES CAPTUREES, STATUT JURIDIQUE ET ETAT DE CONSERVATION EN FRANCE

2.3.3 Effectifs et biomasses bruts et estimés, classes de taille

▪ Station 1 :

Année	2015	2017	2018	2020		2021
	Truite fario	Truite fario	Truite fario	Truite fario	Perche soleil	Truite fario
Effectif (ind.)	1	0	8	3	1	20
Densité (ind/1000m ²)	44,6	0	160	60	20	283
Biomasse (g)	75	0	135	128	25	278
Biomasse (kg/ha)	33,5	0	27	25,6	5	39

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 déconnecté de sa partie aval et donc du Rançon, en raison de la présence du barrage. Depuis l'automne 2017, la continuité écologique a été rétablie grâce à l'effacement de cet ouvrage.

La densité de truite était, avant les travaux d'effacement du barrage, très faible, avec 1 seul individu capturé en 2015 et aucun en 2017.

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

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. En 2021, ce ne sont pas moins de 20 truites qui ont été capturées (une truite de 16cm, une de 23cm et les autres d'environ 8cm), avec une densité de 283 ind/1000m² et une biomasse de 39 kg/ha. Ce résultat est 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 que 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.

En 2020, la densité de truites redevient plus faible en lien avec des conditions hydrologiques très défavorables. On note l'absence totale de juvéniles de l'année, comme sur la station 2.

En 2021, on dénombre 18 truitelles et 2 géniteurs capturés. Cette année semble avoir été favorable à la reproduction et au recrutement des truites sur ce secteur.

Truite fario - Naudiots 1

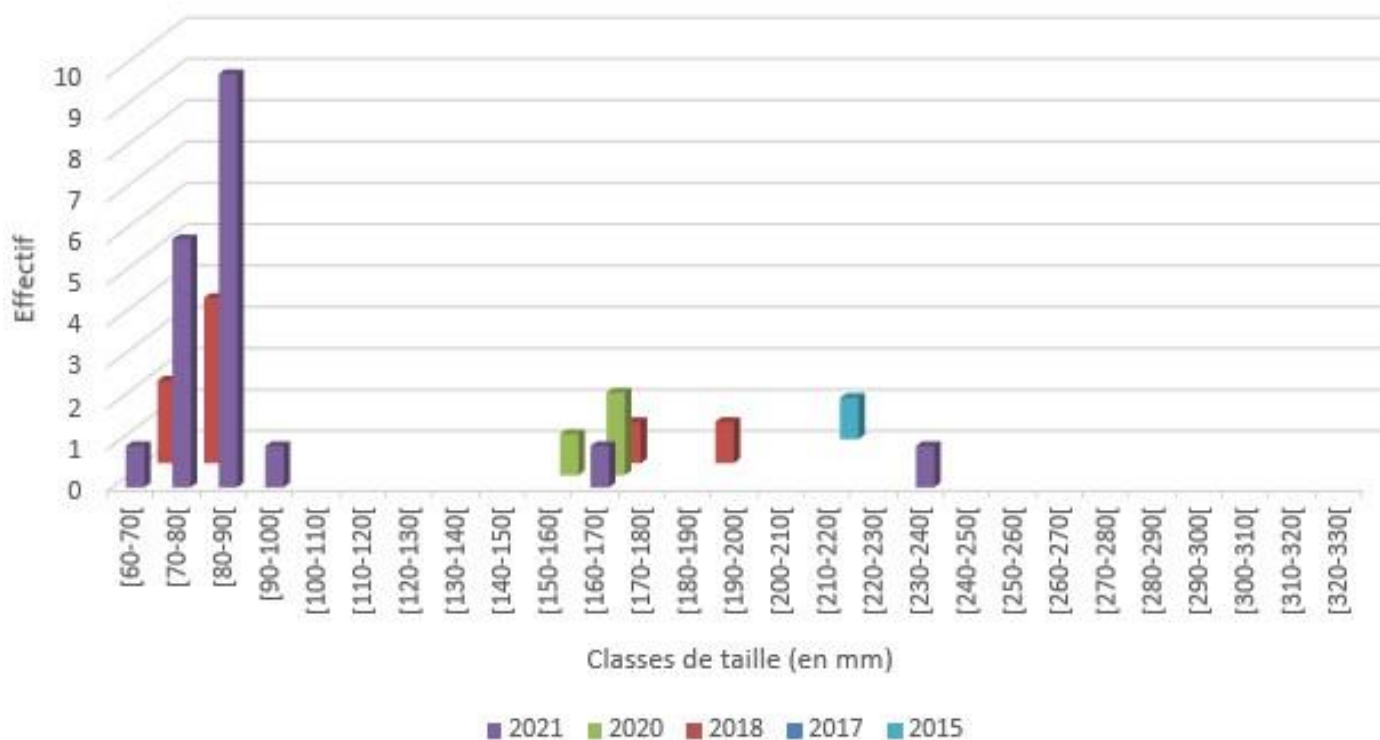


FIGURE 2 : HISTOGRAMME DE CLASSES DE TAILLE DES TRUITES FARIO CAPTUREES SUR LA STATION N°1

Station 2 :

Année	2015		2017		2018		2020	2021	
	Truite fario	Perche soleil	Truite fario	Perche soleil	Truite fario	Perche soleil		Truite fario	Truite fario
Effectif (ind.)	17	1	6	1	9	1	5	12	1
Densité (ind/1000m ²)	406,7	23,9	166,7	27,8	100,0	11,1	71,4	108,9	9,1
Biomasse (g)	909	15	122	11	697	5	252	549	18
Biomasse (kg/ha)	217,5	3,6	33,9	3,1	77,4	0,6	36,0	49,8	1,6

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

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

La station 2 est située juste en aval de l'ancien barrage de la prise d'eau. Le ruisseau des Naudiots se jette ensuite dans le Rançon, le cours d'eau principal du secteur, 100 m en aval de la station. Les truites fario peuvent donc librement circuler du Rançon jusqu'à cette station.

La densité de truite sur cette station était en 2015 assez importante avec 407 indiv./1000 m². On remarque la présence de nombreux juvéniles de l'année de moins de 12 cm qui représentent 50 % de la population.

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 : l'objectif de la pêche de 2017 était en effet de réaliser une pêche de sauvetage avant travaux.

Après les travaux d'effacement de l'ouvrage, la densité de truite reste faible sur cette station en 2018, 2020 et 2021 avec respectivement 100 indiv./1000 m², 71 individus/1000 m² et 108,9 ind/1000m².

On note aussi sur cette station la capture de perches-soleil en 2015, 2017 et 2018, ainsi que d'un gardon en 2021. Ces espèces non attendues dans ce type de ruisseau sont probablement échappées du plan d'eau implanté dans le ruisseau environ 700 m en amont au lieu-dit « les Naudiots ».

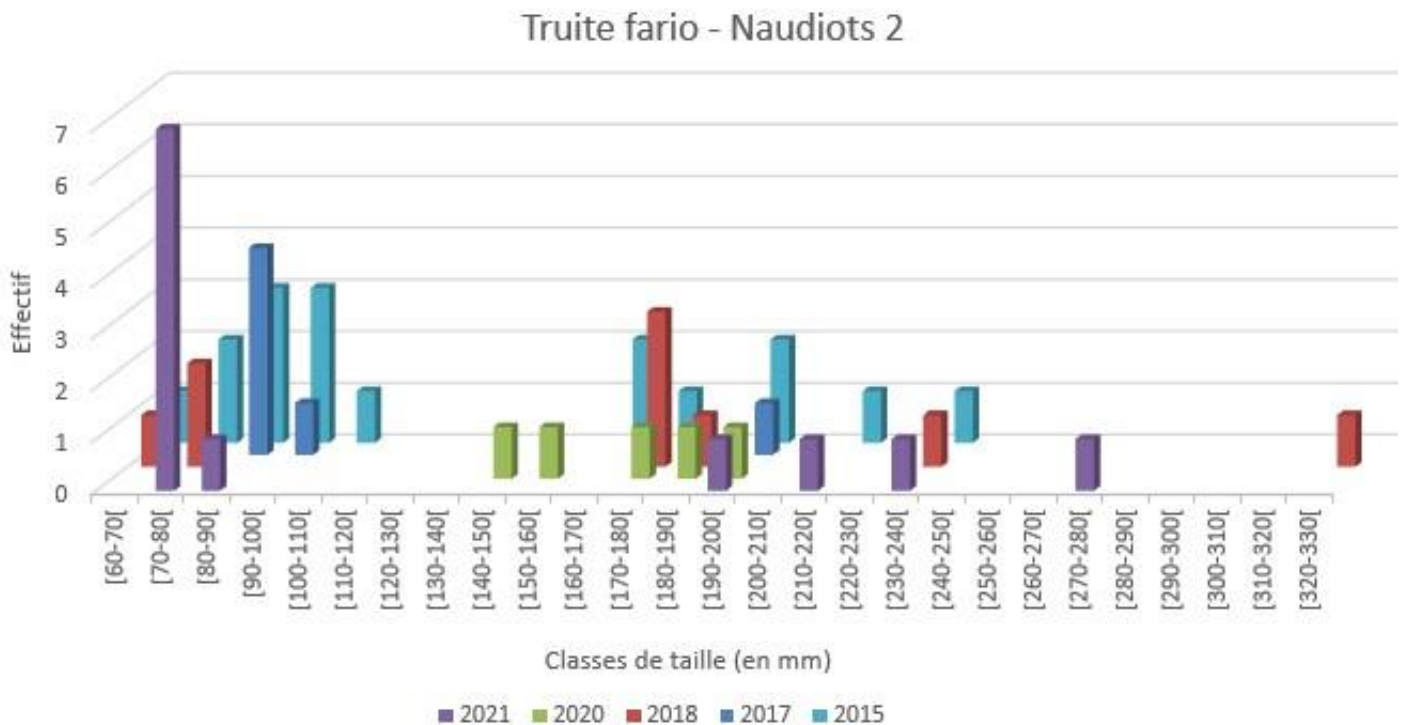


FIGURE 3 : HISTOGRAMME DE CLASSES DE TAILLE DES TRUITES FARIO CAPTUREES SUR LA STATION N°2 LORS DES 4 INVENTAIRES PISCICOLES

2.3.4 Indice Poissons Rivière

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 de la station amont (St1) n'avait pu être mis en œuvre en raison de l'absence de poissons capturés.

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

En 2018 et en 2020, après travaux, le score de l'Indice Poisson Rivière est plus favorable avec des notes respectives de 19 et de 23, correspondant à une qualité moyenne. Là encore, les métriques de l'IPR sanctionnent une densité et une diversité spécifique trop faibles.

En 2021, l'IPR de la station amont (St1) des Naudiots présente une note de 15,3 (à la limite de la classe de qualité « bonne »). La capture de 20 truites semble moins sanctionner le score DTI (densité totale d'individus) de la note IPR.

Sur la station 2, le score 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 continue de la densité de truites fario sur cette station, le score de l'IPR a légèrement augmenté pour obtenir des scores correspondant à une qualité moyenne.

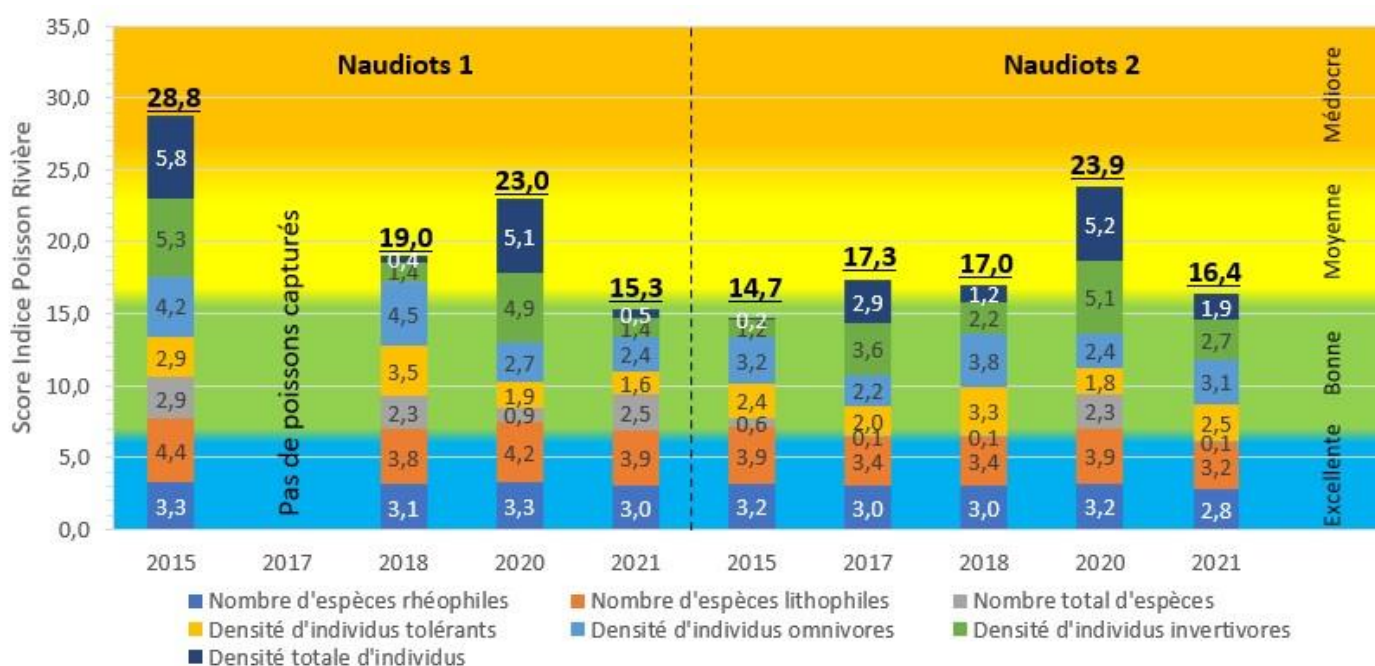


FIGURE 4 : HISTOGRAMME PRESENTANT LES SCORES DE L'INDICE POISSONS RIVIERE CALCULE SUR LES 2 STATIONS DE SUIVI, LES CLASSES DE QUALITE ASSOCIEES ET LA CONTRIBUTION DES DIFFERENTES METRIQUES AU SCORE

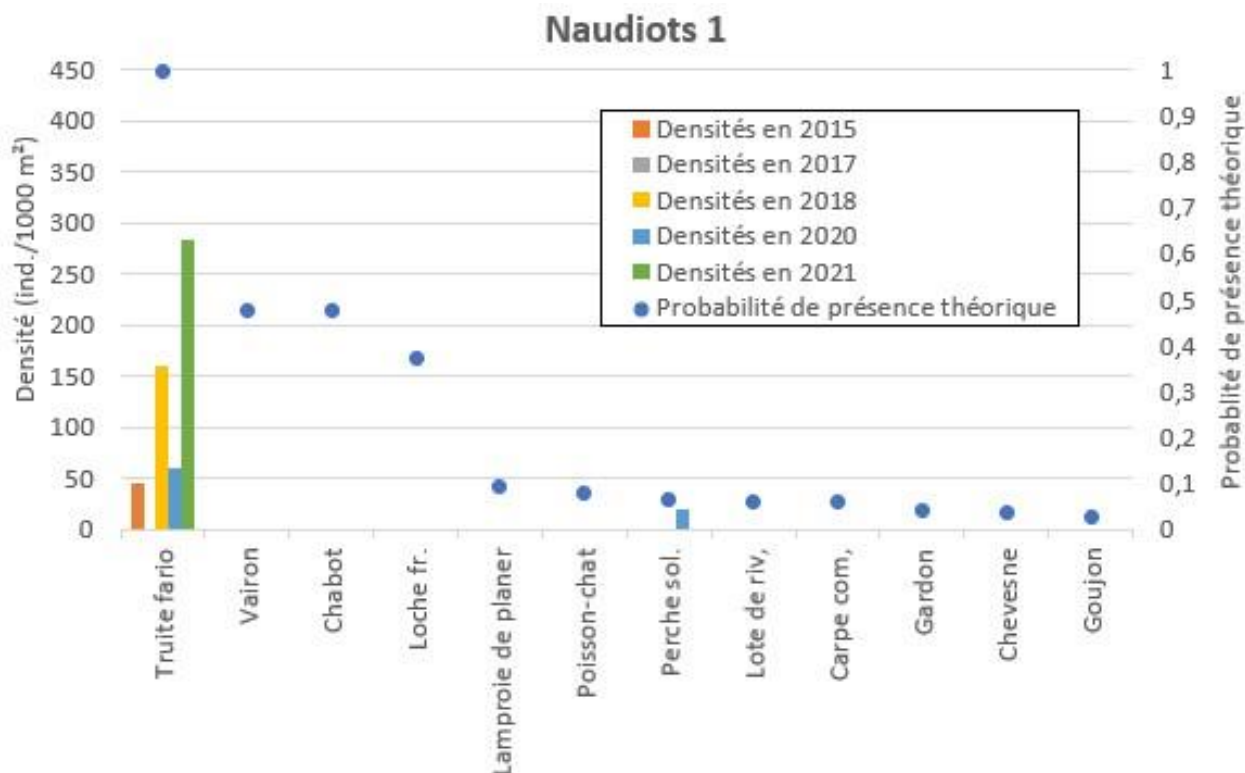


FIGURE 5 : HISTOGRAMME DE PROBABILITE DE PRESENCE THEORIQUES DES ESPECES SELON L'IPR ET DENSITES OBSERVEES SUR LA STATION ST1

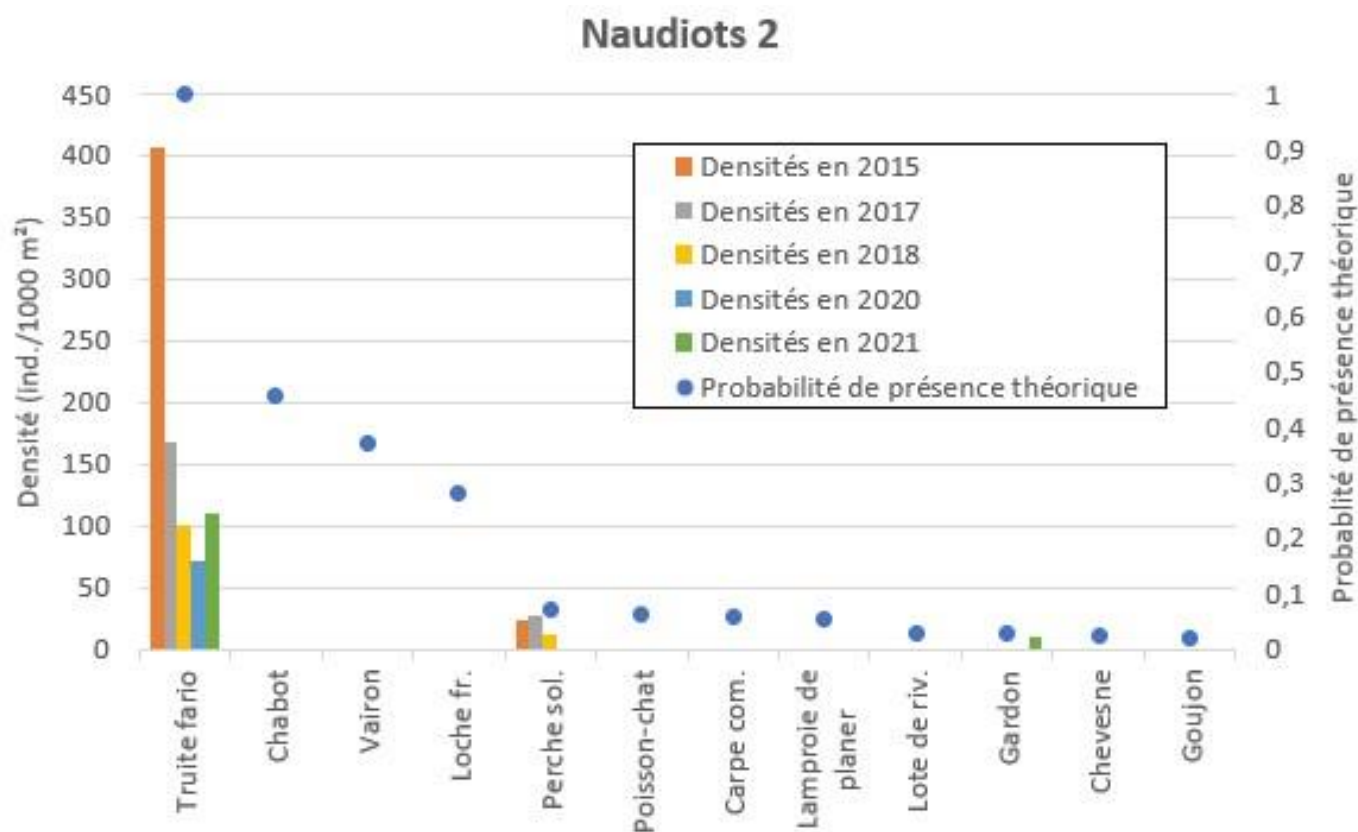


FIGURE 6 : HISTOGRAMME DE PROBABILITE DE PRESENCE THEORIQUES DES ESPECES SELON L'IPR ET DENSITES OBSERVEES SUR LA STATION ST2

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, les campagnes de mesures ponctuelles de la qualité d'eau effectuées en 2018 et 2020 indiquent que le cours d'eau est de bonne ou 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'espèces 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 truites étaient faibles en 2018, 2020, aussi bien en amont de l'ancien ouvrage qu'en aval. Cette faible densité est liée à un mauvais recrutement en juvéniles en 2018 et à l'absence totale de juvéniles en 2020, le succès de reproduction de cette espèce étant naturellement variable en fonction des conditions hydrologiques et météorologiques de l'année. Par ailleurs, le débit particulièrement faible du ruisseau au cours des printemps et étés 2018 et 2020 pourrait aussi expliquer ces résultats moins bons. Les densités de truites étaient meilleures en 2021 sur la station amont, confirmant l'intérêt des travaux réalisés pour le peuplement piscicole de cette station.

L'évolution positive des scores de l'Indice Poisson Rivière sur la station 1 est un autre indicateur de la réussite des travaux réalisés pour le peuplement piscicole de la partie amont du ruisseau.

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.