





Réseau de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier (RST 03)

Campagne automne 2017 à automne 2018

- JANVIER 2019 -

Réalisation:

Fédération de l'Allier pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

8 rue de la Ronde – 03500 Saint-Pourçain-sur-Sioule

Tél: 04.70.45.42.90

federation-peche-allier@wanadoo.fr - www.federation-peche-allier.fr

Coordination générale :

Mickaël LELIEVRE

Directeur – Fédération de l'Allier pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique 06.80.92.81.34 – fede03.lelievre@orange.fr

Mise en place et gestion du réseau - Acquisition, traitement et analyse des données :

Thibaut ROSAK

Technicien – Fédération de l'Allier pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique fede03.rosak6@orange.fr

Céline GOMBERT

Technicienne – Fédération de l'Allier pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

Photo de couverture : la Bouble à Chantelle - FDPPMA 03

<u>Crédits photos</u>: sauf mention contraire, FDPPMA 03

Table des matières

1	Pr	REAMBULE	3
2	LE	E RESEAU DE SUIVI THERMIQUE DES COURS D'EAU DE L'ALLIER (RST 03)	3
	2.1	Intérêts et objectifs du RST 03	3
	2.2	Matériels et méthodes du RST 03	4
	2.3	Stations de suivi	6
3	Rı	ESULTATS 2017/2018	
	3.1	Bassins-versants Besbre & Loire	
	J.1	St 25 - SAPEY	
		St 1 - BESBRE amont	
		St 24 – BARBENAN amont	
		St 8 – BARBENAN aval	
		St 2 – BESBRE médiane	
		St 21 – GRAVERON	
		St 4 – LODDES	
		St 5 – ABRON	18
	3.2	Bassins-versants Sioule & Allier	19
		St 26 – SICHON amont	20
		St 6 – SICHON médian	21
		St 31 – DAROT	22
		St 29 – MOURGON	23
		St 9 – SIOULE	24
		St 10 – VENANT	25
		St 19 – BOUBLE amont	26
		St 28 – GADUET	27
	3.3	Bassin-versant du Cher	28
		St 18 – TARTASSE	29
		St 12 – CHER médian	30
		St 20 – MAGIEURE	31

	St 22 – ARNON	32
	St 17 -AUMANCE	33
4	Synthese	34
,	4.1 Thermie générale	3 .
	· ·	
4	4.2 Température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (Tm30jmax)	
5	CONCLUSION	42
6	References bibliographiques	4
7	Annexes	4
-		
	Liste des figures	
Figi	sure 1 : Installation d'une sonde	
Figi	iure 2 : Localisation des stations du RST 03	
	SURE 3: RESULTATS 2017/2018 DU RST 03 SUR LES BASSINS-VERSANTS DE LA BESBRE ET DE LA LOIRE	
	SURE 4: RESULTATS 2017/2018 DU RST03 SUR LES BASSINS-VERSANTS DE LA SIOULE ET DE L'ALLIER	
	SURE 5: RESULTATS 2017/2018 DU RST 03 SUR LE BASSIN-VERSANT DU CHER	
	SURE 6 : COMPARAISON DES TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES DES DIFFERENTES STATIONS SUIVIES EN 2017/2018	
	EURE 7 : COMPARAISON DES TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES DES DIFFERENTES STATIONS DES BASSINS-VERSANTS DE LA BESBRE ET DE LA LOIRE SUIVIES EN 2017/2018	
	EURE 8 : COMPARAISON DES TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES DES DIFFERENTES STATIONS DES BASSINS-VERSANTS DE L'ALLIER ET DE LA SIOULE SUIVIES EN 2017/2018	
	SURE 9: COMPARAISON DES TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES DES DIFFERENTES STATIONS DU BASSIN-VERSANT DU CHER SUIVIES EN 2017/2018	
	EURE 10: ANALYSE DE L'ECART PAR RAPPORT AU SEUIL DE 19°C DES TEMPERATURES MOYENNES DES 30 JOURS CONSECUTIFS LES PLUS CHAUDS DU SUIVI 2017/2018	
	SURE 11 : ECART A LA MOYENNE ESTIVALE 1981-2010 DE LA TEMPERATURE MOYENNE DE L'ETE 2018 SOURCE : METEO FRANCE	
	SURE 12: RAPPORT A LA MOYENNE ESTIVALE 1981-2010 DES CUMULS DE PRECIPITATION DE L'ETE 2018 SOURCE: METEO FRANCE	
Figu	EURE 13 : COMPARAISON DE LA TM30J MAX DE L'ANNEE 2018 PAR RAPPORT A LA MOYENNE OBSERVEE SUR LA PERIODE 2014-2017	4
	Liste des tableaux	
Тав	BLEAU 1 : DESCRIPTION DES 25 VARIABLES THERMIQUES CALCULEES PAR NERIUS A PARTIR DES DONNEES BRUTES DE TEMPERATURE	!
Тав	BLEAU 2: STATIONS DU RST 03 SUIVIES EN 2017/2018	
	BLEAU 3: COMPARAISON DES TEMPERATURES MOYENNES DES 30 JOURS LES PLUS CHAUDS DE 2018 PAR RAPPORT A LA LIMITE « HAUTE » DU PREFERENDUM THERMIQUE DE LA TRUITE FARIO	
	Liste des annexes	
Ann	NEXE 1: EXEMPLE DE FICHE DE SUIVI STATION	4

1 Préambule

La température de l'eau influe sur l'ensemble des écosystèmes aquatiques, des producteurs primaires jusqu'aux consommateurs situés au sommet des chaines alimentaires. Tous ces organismes possèdent des optimums thermiques qui régissent leur répartition longitudinale depuis la source jusqu'à l'embouchure, phénomène visible même à l'échelle locale. Les variations de températures conditionnent également le bon déroulement des cycles de reproduction de la faune de nos cours d'eau. Le régime thermique des cours d'eau constitue donc une caractéristique structurante pour les peuplements piscicoles.

Par ailleurs de nombreux processus biologiques sont liés à la température : l'oxygénation, la respiration, la photosynthèse, la nitrification et la dégradation des matières organiques, ... S'intéresser à la température d'un cours d'eau est donc indispensable pour comprendre son fonctionnement global, estimer sa qualité et sa capacité à offrir des conditions satisfaisantes pour les espèces piscicoles.

Ainsi, le paramètre température est pris en compte dans le calcul d'indices utilisés pour analyser la qualité des peuplements piscicoles (NTT¹, IPR²). L'acquisition de données thermiques sur les cours d'eau du département apporte donc des informations de premier ordre, qui constituent une aide précieuse quant à l'interprétation des inventaires piscicoles, et qui permettent de suivre l'évolution des peuplements dans un contexte de changement climatique. Enfin, le Réseau de Suivi Thermique (RST) mis en place assure, à une échelle de temps significative, une source de données nécessaire à une meilleure compréhension du régime des cours d'eau du département et des fluctuations des populations d'espèces sensibles comme la truite fario. Enfin, les données contribuent à alimenter des études ponctuelles et fournissent des éléments pour l'actualisation du Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion de la ressource piscicole (PDPG).

Ce rapport synthétise et analyse les données récoltées de l'automne 2017 à l'automne 2018.

2 Le Réseau de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier (RST 03)

2.1 Intérêts et objectifs du RST 03

Initialement mis en place pour une durée de cinq ans (printemps 2014 à printemps 2019), le Réseau de Suivi Thermique a pour objectifs :

- D'apporter une vision globale de la thermie sur chaque bassin-versant ;
- > De fournir des données précises pour le calcul des indices de qualité des peuplements piscicoles (NTT, IPR);
- > De permettre une analyse plus fine des résultats des pêches électriques et d'apporter des éléments de compréhension sur la modification des peuplements piscicoles en général, et des fluctuations des populations d'espèces sensibles comme la truite fario ;
- De fournir des éléments de gestion et d'apporter des données pour des études ponctuelles ;
- > De fournir des éléments pour l'actualisation du Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion de la ressource piscicole (PDPG).

¹ Niveau Typologique Théorique (Verneaux, 1973,1976 et 1981)

² Indice Poisson Rivière (CSP, 2006)

2.2 Matériels et méthodes du RST 03

2.2.1 Récolte des données

Le parc de sondes thermiques est constitué d'un matériel de type HOBO® Pendant Temperature Data Logger et d'une navette de même marque pour le déchargement des données sur le terrain.

Les sondes sont paramétrées pour une récolte de données à pas de temps régulier (une heure). Pour les protéger des chocs qu'elles peuvent subir une fois immergées (lors de crues par exemple), il a été choisi de les placer dans des boitiers PVC troués permettant à l'eau d'atteindre les capteurs thermiques. Ces boitiers sont ensuite fixés à un élément solide et stable de la berge, comme des systèmes racinaires, au moyen d'un câble métallique gainé suffisamment long pour permettre à la sonde de rester immergée même en période d'étiage sévère. Elle est calée à l'aide d'une pierre à la profondeur la plus importante possible.

Pour les besoins du suivi, et notamment dans le but de retrouver les sondes plus facilement lors des relevés de données, une « fiche station » traitant des informations suivantes est renseignée pour chaque enregistreur posé (cf. annexe) :

- Numéro de station et numéro de sonde ;
- Nom du cours d'eau et du bassin ;
- Date de pose / levé et nom de la personne ayant posé la sonde ;
- Coordonnées GPS du site ;
- > Description précise de l'accès et de la localisation exacte de la sonde ;
- Plusieurs photos de situation avec un indice de localisation de la sonde (laissé uniquement le temps des photos).

Ces fiches sont compilées dans un classeur et complétées à chaque campagne de terrain. Elles permettent donc le suivi des actions réalisées sur les stations au cours du temps.

Afin de réduire le risque d'une perte massive de données (e.g. destruction ou arrachage de la sonde lors d'une crue, vandalisme, dysfonctionnent matériel), deux campagnes de récupération des données sont réalisées chaque année. La mise en place des sondes et la récupération des données doivent se faire à des périodes permettant d'éviter les interruptions dans les phases « critiques » pour la faune piscicole (incubation des œufs, périodes les plus chaudes...). De plus, l'accès aux cours d'eau peut s'avérer compliqué en période hivernale (hautes eaux, conditions de circulation). Les meilleures périodes pour la manipulation des sondes se situent donc à la fin du printemps, et à l'automne.

Les données sont alors récupérées directement sur le terrain grâce à une navette étanche HOBO®, et les sondes aussitôt remises à l'eau. Cette opération permet également de vérifier le bon état de fonctionnement du matériel et de le remplacer si besoin.



Figure 1: Installation d'une sonde

2.2.2 Traitement des données

Les données récupérées sur le terrain sont mises en forme, vérifiées (e.g. suppression des données aberrantes), et compilées par station dans des tableurs au format « .csv ». Les données brutes sont traitées à l'aide du programme d'analyse NERIUS, développé en 2016 par S. LAVERDURE (stephanelaverdure@hotmail.fr). Les variables calculées et les seuils thermiques ont été définis par la FDPPMA 03 à partir d'un travail bibliographique sur la physiologie générale de la truite fario en contexte salmonicole, et des variables de MACMASalmo V1.0 (Dumoutier et al., 2010), développées par la FDPPMA 74 et l'INRA UMR CARRTEL de Thonon.

Comme détaillé dans le tableau suivant, 25 variables thermiques différentes peuvent, grâce à NERIUS, être caractérisées et réparties en deux grandes catégories : les variables thermiques générales caractérisant le milieu, et les variables thermiques relatives aux exigences écologiques de la truite fario (« preferendum thermique »).

Tableau 1 : Description des 25 variables thermiques calculées par NERIUS à partir des données brutes de température

CATEGORIE	CODE VARIABLE	DESIGNATION
	Ti min	Température instantanée minimale (sur la période de mesure)
	Ti max	Température instantanée maximale (sur la période de mesure)
	AT i	Amplitude thermique instantanée (sur la période de mesure)
	Ajmax Ti	Amplitude journalière maximale (sur les températures instantanées)
	D Ajmax Ti	Date de l'amplitude journalière maximale (sur les températures instantanées)
Variables	Tmj min	Température moyenne journalière minimale
thermiques	Tmj max	Température moyenne journalière maximale
générales	AT mj	Amplitude thermique moyenne journalière
	D Tmj max	Date de la température moyenne journalière maximale
	Tmp	Température moyenne de la période
	Tm30j max	Température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds
	Dd Tm30j max	Date début des 30 jours consécutifs les plus chauds
	Df Tm30j max	Date fin des 30 jours consécutifs les plus chauds
	Nbj Tmj 4-19	Nombre de jours où la température moyenne journalière est comprise entre 4 et 19°C
	%j Tmj 4-19	% de jours où la température moyenne journalière est comprise entre 4 et 19°C
	%j Tmj <4	% de jours où la température moyenne journalière est inférieure à 4°C
	Dd Tmj <4	Date début des séquences où la température moyenne journalière est inférieure à 4°C
Preferendum	Df Tmj <4	Date fin des séquences où la température moyenne journalière est inférieure à 4°C
thermique de la	%j Tmj >19	% de jours où la température moyenne journalière est supérieure à 19°C
truite fario	Nb Ti >19	Nombre de températures instantanées supérieures à 19°C
truite iario	Nb sq Ti >19	Nombre de séquences de températures instantanées supérieures à 19°C
	Nbmax Ti csf >19	Nombre maximal de températures instantanées consécutives supérieures à 19°C
	Nb Ti ≥25	Nombre de températures instantanées supérieures ou égales à 25°C
	Nb sq Ti ≥25	Nombre de séquences de températures instantanées supérieures ou égales à 25°C
	Nbmax Ti csf ≥25	Nombre maximal de températures instantanées consécutives supérieures ou égales à 25°C

En fonction des besoins, une évolution du programme NERIUS permettant le calcul de variables relatives à d'autres espèces (brochet, ombre...) pourra être mise en place.

Description des conditions thermiques générales

Les conditions thermiques générales sont décrites par :

- L'évolution annuelle des températures moyennes journalières pour l'ensemble des stations étudiées ;
- Les données thermiques estivales, période sur laquelle les températures les plus élevées sont enregistrées et qui peuvent avoir le plus d'impact sur les peuplements piscicoles. La température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (Tm30j max) est directement exploitable pour le calcul du niveau typologique théorique (NTT) d'après la formule proposée par Verneaux (1973).

Description des conditions thermiques vis-à-vis des exigences écologiques de la truite commune

Ces conditions traduisent le preferendum thermique, le stress métabolique et les risques de mortalité de l'espèce.

Les données thermiques recueillies permettent de calculer le nombre de jours par an pour lequel la température permet une activité métabolique efficace de la truite, c'est-à-dire favorable à son alimentation et à sa croissance. En accord avec de nombreux auteurs (Varley, 1967; Elliott, 1975; Alabaster et Lloyd, 1980; Elliott, 1981; Crisp, 1996; Elliott et Hurley, 2001), ce « preferendum thermique » est fixé entre 4°C et 19°C. En dehors de cette gamme, l'activité de l'espèce se réduit progressivement (état de « stress métabolique ») ce qui peut notamment affecter, en fonction de la fréquence et des durées d'exposition, le taux de survie des stades les plus sensibles (alevins de l'année et juvéniles). Enfin, le risque de mortalité associé aux températures élevées est évalué pour la truite via l'atteinte du seuil létal, fixé à 25°C.

Concernant la phase particulièrement sensible du cycle biologique de la truite fario que constitue le développement du stade embryo-larvaire, on considère (Humpesh, 1985) que les températures moyennes journalières de 1,5°C et de 15°C peuvent être retenues comme des valeurs limites en dessous ou au-delà desquelles le taux de survie est fortement affecté. Le stade embryo-larvaire couvre les mois de décembre, janvier et février, et son bon déroulement conditionne en partie la réussite de la reproduction. L'analyse des séquences (fréquence, intensité, durée) d'exposition à des températures situées en dehors de cette gamme permet de caractériser les conditions de développement de ce stade.

Les caractéristiques obtenues sur chacune des stations pour les variables citées précédemment permettent de connaître l'aptitude du milieu à accueillir ou non, vis-à-vis de la thermie, une population fonctionnelle de truite. Le dépassement prolongé du seuil de confort, l'atteinte du seuil létal, ou de trop faibles températures durant la période de vie embryo-larvaire, sont autant de facteurs limitant le développement voire même le maintien d'une population naturelle de truite.

2.3 Stations de suivi

Afin de répondre au mieux aux objectifs, l'emplacement des stations doit permettre :

- D'apporter des données précises sur les secteurs où des pêches du Réseau de Suivi des Peuplements Piscicoles (RSPP) sont réalisées ;
- > De fournir une vision globale et à long terme de l'évolution de la thermie. Les stations doivent donc être réparties sur l'ensemble des grands contextes hydrographiques du département ;
- > D'apporter une vision globale de la thermie sur chaque bassin-versant.

Lors de la mise en place du RST (2014), 22 stations de suivi ont été réparties sur l'ensemble du département. Dans la mesure du possible, l'implantation d'un minimum de trois stations par bassin-versant a été réalisée. Au printemps 2016, ce parc de sondes a été complété par l'équipement de neuf nouvelles stations. Pour l'année 2018, le réseau était donc composé de 31 stations de suivi :

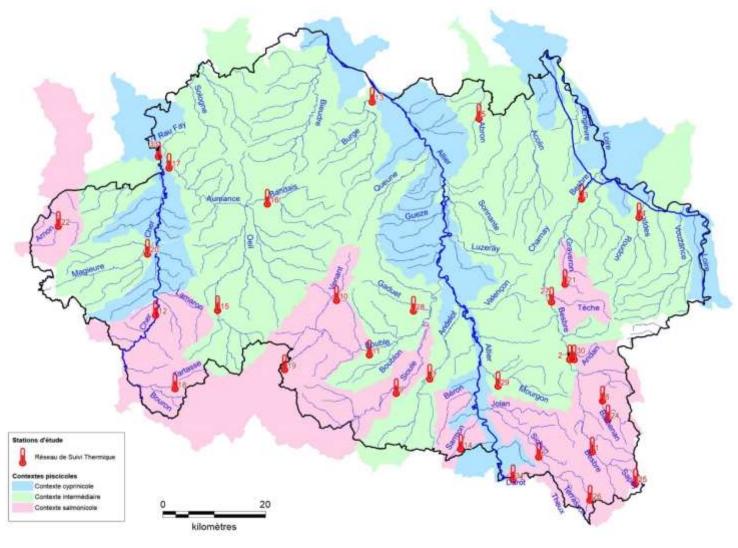


Figure 2: Localisation des stations du RST 03

Pour diverses raisons (actes de malveillance, dégradation du matériel due aux conditions hydrologiques, dysfonctionnement), certaines stations possèdent des chroniques de données lacunaires pouvant aller jusqu'à l'absence totale de donnée. Des dispositions ont été prises pour réduire de manière significative les pertes de données à l'avenir. La suite de ce rapport traite uniquement les stations pour lesquelles la définition du régime thermique, ou une analyse pertinente des données disponibles, étaient possibles. Les autres stations sont mises en évidence en italique dans le tableau de synthèse suivant :

Tableau 2: Stations du RST 03 suivies en 2017/2018

N° STATION	COURS D'EAU	COMMUNE	LIEU-DIT - EMPLACEMENT		INEES (L93)	DATE DE POSE
N STATION	COURS D EAU	COMMONE	LIEU-DII - EIVIPLACEIVIENI	Х	Y	DATE DE POSE
1	Besbre	Saint Clément	Stade	754230	6552316	03/04/2014
2	Besbre	Saint Prix	Déchetterie	749849	6570338	03/04/2014
3	Besbre	Dompierre sur Besbre	Les Persières	752136	6601605	04/07/2016
4	Rau de Loddes	Pierrefitte sur Loire	Pont RD465	763354	6597999	29/04/2014
5	Abron	Saint Ennemond	Les Veillards	732096	6617349	29/04/2014
6	Sichon	Arronnes	Bourg	743794	6551159	03/04/2014
7	Andelot	Brout Vernet	Les Dacs	722536	6566494	15/04/2014
8	Barbenan	Arfeuilles	Bourg - Terrain de tennis	756220	6562279	03/04/2014
9	Sioule	Saint Germain de Salles	La Cure	715999	6563737	15/04/2014
10	Venant	Voussac	Pont – Les Magnoux	704345	6581860	15/04/2014
11	Bouble	Chantelle	Moulin Dieu	710747	6571205	15/04/2014
12	Cher	Lavault Sainte Anne	Ecole canoé kayak	669023	6578956	23/04/2014
13	Burge	Aubigny	Pont RD101	711295	6620537	30/04/2014
14	Sarmon	Brugheas	Pont D221	728591	6552846	05/05/2014
15	Oeil	Malicorne	Moulin de Beaufrancon	681165	6579914	23/04/2014
16	Bandais	Vieure	Le Pont	690834	6600637	06/07/2016
17	Aumance	Meaulne	Pont des Seignes	671655	6607668	30/04/2014
18	Tartasse	Marcillat en Combraille	La Pouge	672822	6564623	23/04/2014
19	Bouble	Echassières	Villonnes	694204	6568367	15/04/2014
20	Magieure	Vaux	Chantemerle	667473	6590911	30/04/2014
21	Graveron	Sorbier	La Crotte	748887	6585038	29/04/2014
22	Arnon	Viplaix	Pont D246	650090	6596292	30/04/2014
24	Barbenan	Arfeuilles	Moulin de la Côte	757301	6558595	07/06/2016
25	Sapey	Laprugne	La Grande Ecluse	762673	6546155	07/06/2016
26	Sichon	Lavoine	Moulin Greffier	753820	6542891	09/05/2016
27	Têche	Trézelles	La Grange	746306	6581542	21/06/2016
28	Gaduet	Bransat	Les Millets	719340	6579800	02/05/2016
29	Mourgon	Creuzier le Neuf	Moulin de Celzat	735846	6565094	09/05/2016
30	Andan	Saint Prix	Carrière	750700	6570321	07/06/2016
31	Darot	Mariol	Bourg	738755	6546912	09/05/2016
33	Cher	Meaulne	Pont D28-D4	669592	6609913	05/07/2016

3 Résultats 2017/2018

Les résultats sont présentés sous forme de fiche de synthèse réalisées pour chacune des stations, regroupées dans une logique hydrographique selon les grands bassinsversants suivants :

- Besbre et Loire
- Sioule et Allier
- > Cher

3.1 Bassins-versants Besbre & Loire

En lien avec la géographie du secteur et la diversité typologique des milieux rencontrés, les températures relevées sur les cours d'eau des bassins-versants de la Besbre et de la Loire montrent un véritable gradient thermique de l'amont des bassins vers l'aval. Logiquement, c'est en Montagne Bourbonnaise que les cours d'eau présentent les régimes thermiques les plus frais, et donc les plus favorables au maintien des populations de truite fario.

La Loddes (affluent rive gauche de la Loire à l'ouest de Digoin), qui s'écoule majoritairement en dehors du territoire de la Montagne Bourbonnaise, fait office d'exception. Son régime thermique est influencé par des apports réguliers d'eau fraiche qui lui ont permis, sur la période d'analyse considérée, de conserver 99% de ses températures instantanées dans le preferendum thermique de la truite fario. Du strict point de vue de la thermie et parmi tous les cours d'eau du suivi, la Loddes constitue le plus favorable au développement de l'espèce (Tm30j max = 16,3°C). Ce cours d'eau souffre en revanche d'autres perturbations (qualité et quantité d'eau, colmatage des substrats) qui contraignent fortement l'implantation pérenne d'une population de truite fario.

En Montagne Bourbonnaise, le Sapey présente un régime thermique jugé « favorable » à la truite fario. Il bénéficie d'une « régulation » des valeurs estivales par les zones de tourbières d'altitude qui l'alimentent et permettent de contenir la température moyenne des 30 jours les plus chauds largement en deçà du seuil de 19° C (Tm30j max $\approx 11,9^{\circ}$ C). La faiblesse des températures hivernales apparait alors comme le principal facteur limitant le développement de l'espèce (et notamment ses stades « embryo-larvaire » et « alevin »). Cette caractéristique est commune aux cours d'eau situés en tête de bassin-versant de la Montagne Bourbonnaise (Sapey, Besbre, Sichon).

Parmi les autres cours d'eau du bassin-versant suivis dans le cadre de cette étude, la Besbre à Saint-Clément, le Barbenan aval, le Graveron et l'Abron possèdent des régimes thermiques jugés « compatibles » avec le développement de la truite fario. Ils sont caractérisés par des dépassements contenus du preferendum de l'espèce (compris entre 3% et 6% des températures instantanées), n'atteignant jamais le seuil létal.

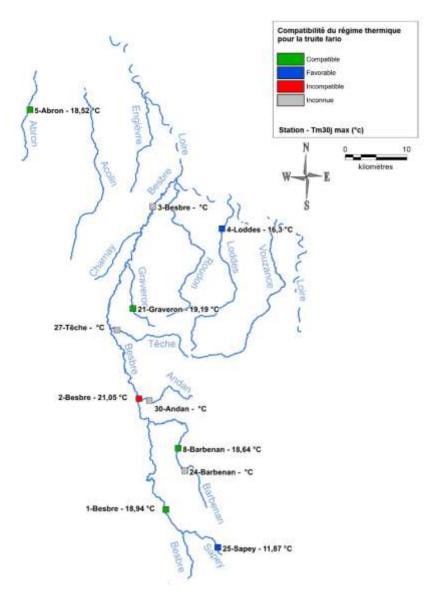


Figure 3 : Résultats 2017/2018 du RST 03 sur les bassins-versants de la Besbre et de la Loire

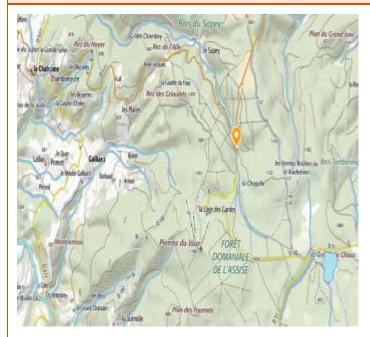
Les températures moyennes des 30 jours les plus chauds de ces cours d'eau sont voisines du seuil de 19°C, à l'exception du Barbenan aval où elle le dépasse nettement (Tm30j max ≈ 18,6°C), en lien direct avec la vague de chaleur de début août et la faiblesse des débits estivaux rencontrés sur ce secteur cette année. Leurs régimes thermiques ont donc pu être ponctuellement limitant pour les stades les plus sensibles (alevins et juvéniles).

Plus à l'aval sur le bassin-versant, la Besbre médiane (à Saint-Prix) possède un régime thermique jugé « incompatible » avec le développement de la truite fario du fait de températures instantanées régulièrement limitantes (13% des valeurs sont supérieures au seuil de 19°C), et dépassant ponctuellement le seuil létal de 25°C. La fréquence (près de 1100 heures réparties en 40 séquences) et la durée des épisodes de dépassement du preferendum de l'espèce (jusqu'à 2 semaines) sont particulièrement contraignantes. Ce secteur marque clairement la charnière entre les deux grands types de profils thermiques rencontrés sur le territoire, avec une température moyenne des 30 jours les plus chauds dépassent nettement le seuil des 19°C (Tm30j max ≈ 21°C).

Enfin, le régime thermique du Barbenan amont n'a pas pu être caractérisé précisément cette année par manque de données estivales. Ses caractéristiques (position sur le bassin-versant, climat) et les données antérieures plaident cependant *a minima* pour une bonne compatibilité vis-à-vis des exigences de la truite fario.

Les résultats à l'échelle de chacune des stations de ces bassins-versants sont présentés dans les pages suivantes.

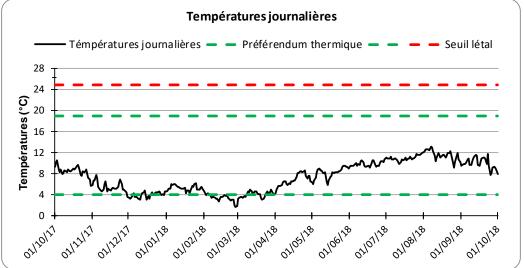
St 25 - SAPEY à Laprugne

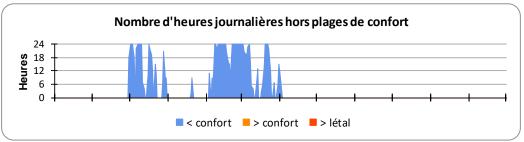


Période analysée : du 01/10/2017 au 01/10/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	1,33
	Ti max	15,282
S	AT i	13,952
rale	Ajmax Ti	4,189
éné	D Ajmax Ti	12/08/2018
es g	T°C moy. jo	urnalières
igu	Tmj min	1,62
erm	Tmj max	13,11
s th	AT mj	11,49
abe	D Tmj max	07/08/2018
Variabes thermiques générales	T°C sur la	période
_	Tmp	7,38
	Tm30j max	11,87
	Dd Tm30j max	26/07/2018
	Df Tm30j max	24/08/2018

	01/10/2010	
	Plage de d	confort
	Nbj Tmj 4-19	316
	%j Tmj 4-19	86,34
	T°C < à la plage	de confort
TR.	%j Tmj <4	13,11
ane	Dd Tmj <4	30/11/2017
ığ.	Df Tmj <4	23/03/2018
the	T°C > à la plage	de confort
Préférendum thermique TRF	%j Tmj >19	0
lpu	Nb Ti >19	0
fére	Nb sq Ti >19	0
Pré	Nbmax Ti csf >19	0
	Seuil le	étal
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

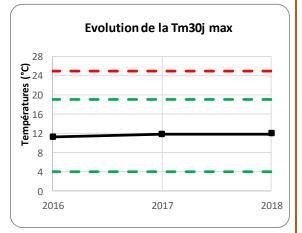




Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : FAVORABLE

Le Sapey à Laprugne fait partie des deux stations du suivi 2018 ne présentant aucune valeur de température supérieure au preferendum thermique de la truite fario. La température moyenne des 30 jours les plus chauds se situe au niveau de l'optimum de l'espèce (12°C), elle est stable par rapport à 2017. En revanche les températures de la saison froide constituent un facteur limitant pour les jeunes stades, tant par leur rigueur (13% des données inférieures à 4°C, Ti min = 1,3°C) que par leur durée (elles sont

observées de fin novembre à fin mars).



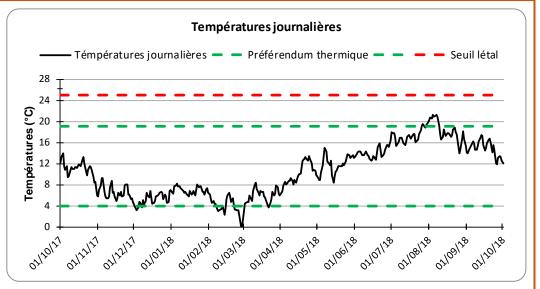
St 1 - BESBRE à St Clément

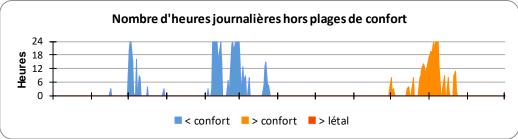


du 01/10/2017 au 01/10/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	0,01
	Ti max	23,196
S	AT i	23,186
rale	Ajmax Ti	6,622
éné	D Ajmax Ti	18/04/2018
es g	T°C moy. jo	urnalières
igu	Tmj min	0,04
erm	Tmj max	21,28
s th	AT mj	21,24
ape	D Tmj max	04/08/2018
Variabes thermiques générales	T°C sur la	période
	Tmp	10,51
	Tm30j max	18,94
	Dd Tm30j max	25/07/2018
	Df Tm30j max	23/08/2018

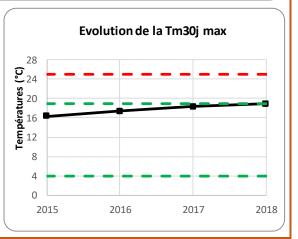
	Plage de d	onfort			
	Nbj Tmj 4-19	329			
	%j Tmj 4-19	89,89			
	T°C < à la plage	de confort			
TRF	%j Tmj <4	6,28			
ane	Dd Tmj <4	01/12/2017			
m i	Df Tmj <4	22/03/2018			
Préférendum thermique TRF	T°C > à la plage de confort				
Ē	%j Tmj >19	3,83			
andı	Nb Ti >19	358			
fére	Nb sq Ti >19	27			
Pré	Nbmax Ti csf >19	93			
	Seuil le	étal			
	Nb Ti ≥25	0			
	Nb sq Ti ≥25	0			
	Nbmax Ti csf ≥25	0			





Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : COMPATIBLE

Bien qu'aucune température supérieure au seuil létal n'ait été enregistrée (Ti max = 23°C), le régime thermique constitue tout de même un des facteurs limitant le développement de l'espèce, notamment ses stades les plus sensibles (alevin et juvénile) via la réduction de l'activité métabolique lorsque la température dépasse 19°C (4% du temps sur la période considérée pour l'analyse). Enfin, 2018 marque une nouvelle année d'augmentation de la température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (+16% depuis 2015).



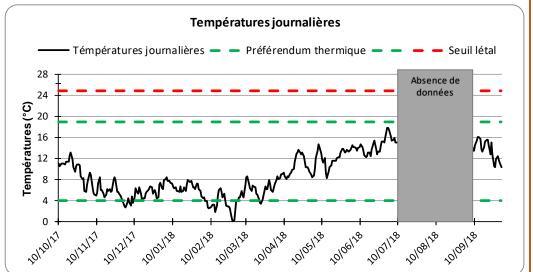
St 24 - BARBENAN amont à Arfeuilles

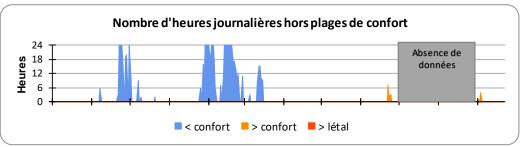


Période analysée : du 10/10/2017 au 01/10/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	0,121
	Ti max	20,615
S	AT i	20,494
rale	Ajmax Ti	8,57
éné	D Ajmax Ti	11/05/2018
Variabes thermiques générales	T°C moy. jo	urnalières
igu	Tmj min	0,18
erm	Tmj max	17,84
s th	AT mj	17,66
ape	D Tmj max	01/07/2018
/ari	T°C sur la	période
	Tmp	8,85
	Tm30j max	
	Dd Tm30j max	
	Df Tm30j max	

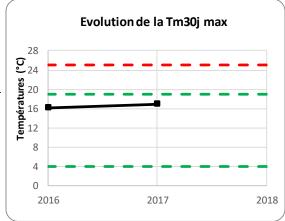
-	,,		
	Plage de d	onfort	
	Nbj Tmj 4-19	270	
	%j Tmj 4-19	90,91	
	T°C < à la plage	de confort	
TRF	%j Tmj <4	9,09	
ank	Dd Tmj <4	01/12/2017	
mic	Df Tmj <4	22/03/2018	
theı	T°C > à la plage de confort		
Préférendum thermique TRF	%j Tmj >19	0	
ndı	Nb Ti >19	16	
fére	Nb sq Ti >19	5	
Pré	Nbmax Ti csf >19	7	
	Seuil le	étal	
	Nb Ti ≥25	0	
	Nb sq Ti ≥25	0	
	Nbmax Ti csf ≥25	0	



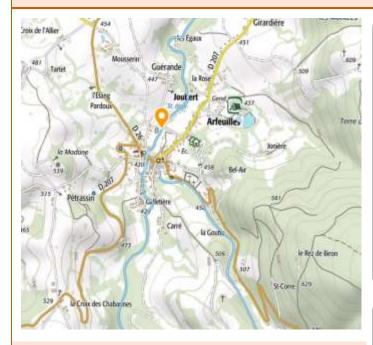


Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : INDETERMINE

L'absence de données estivales, due à la mise en assec de la sonde par la faiblesse des débits, ne permet pas de caractériser la compatibilité du régime thermique 2018 vis-àvis du développement de la truite fario. Les données aquises lors des précédentes années du suivi concluaient cependant à un régime thermique favorable à son développement, simplement marqué par la rigueur (9% des données inférieures à 4°C, Ti min voisine de 0°C) et par la durée (de début décembre à fin mars) des températures les plus faibles.



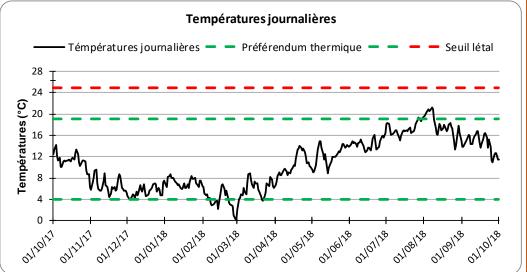
St 8 - BARBENAN aval à Arfeuilles

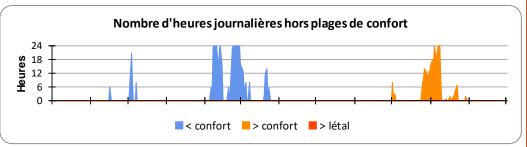


Période analysée :	du	01/10/2017
	au	01/10/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	0,232
	Ti max	23,484
S	AT i	23,252
rale	Ajmax Ti	5,571
éné	D Ajmax Ti	06/04/2018
es g	T°C moy. jo	urnalières
igu	Tmj min	0,23
erm	Tmj max	21,22
s th	AT mj	20,99
Variabes thermiques générales	D Tmj max	07/08/2018
/ari	T°C sur la	période
	Tmp	10,62
	Tm30j max	18,64
	Dd Tm30j max	25/07/2018
	Df Tm30j max	23/08/2018

ıu	01/10/2016			
	Plage de confort			
	Nbj Tmj 4-19	334		
	%j Tmj 4-19	91,26		
	T°C < à la plage	de confort		
TRF	%j Tmj <4	5,19		
ank	Dd Tmj <4	03/12/2017		
mic	Df Tmj <4	22/03/2018		
the	T°C > à la plage de confort			
Préférendum thermique TRF	%j Tmj >19	3,55		
pue	Nb Ti >19	291		
fére	Nb sq Ti >19	24		
Pré	Nbmax Ti csf >19	70		
	Seuil létal			
	Nb Ti ≥25	0		
	Nb sq Ti ≥25	0		
	Nbmax Ti csf≥25	0		

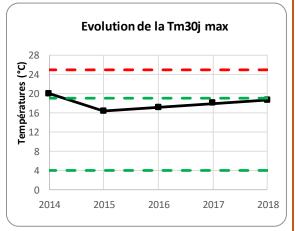




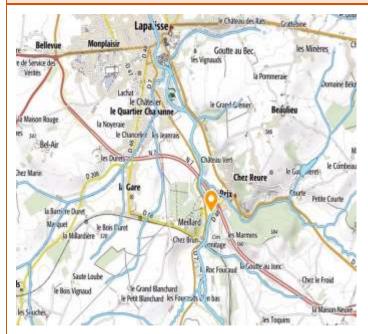
Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : **COMPATIBLE**

Bien qu'aucune température supérieure au seuil létal n'ait été enregistrée (Ti max = 23,5°C), le régime thermique estival constitue un des facteurs limitant le développement de

l'espèce, notamment ses stades les plus sensibles (alevin et juvénile), via la réduction de l'activité métabolique de l'espèce lorsque la température dépasse 19°C (3,5% du temps en 2018). Tout en se maintenant sous le seuil de 19°C, 2018 marque une nouvelle année d'augmentation de la température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds.



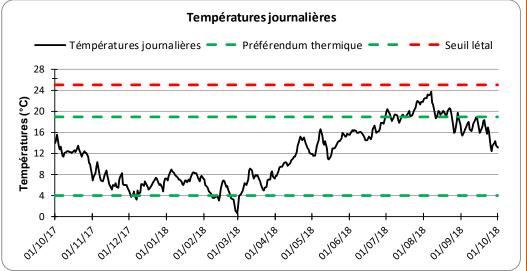
St 2 - BESBRE à St Prix

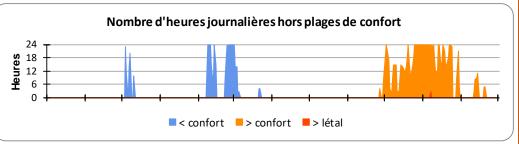


Période analysée : du 01/10/2017 au 01/10/2018

	T°C instantannées			
S	Ti min	0,232		
	Ti max	25,222		
	AT i	24,99		
rale	Ajmax Ti	4,347		
éné	D Ajmax Ti	18/04/2018		
es g	T°C moy. jo	urnalières		
iqu	Tmj min	0,7		
erm	Tmj max	23,69		
s th	AT mj	22,99		
ape	D Tmj max	07/08/2018		
Variabes thermiques générales	T°C sur la période			
	Tmp	11,83		
	Tm30j max	21,05		
	Dd Tm30j max	25/07/2018		
	Df Tm30j max	23/08/2018		

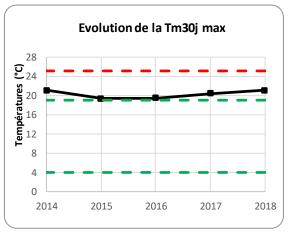
	Plage de d	confort		
	Nbj Tmj 4-19	303		
	%j Tmj 4-19	82,79		
	T°C < à la plage	de confort		
TRF	%j Tmj <4	4,64		
ane	Dd Tmj <4	03/12/2017		
Préférendum thermique TRF	Df Tmj <4	02/03/2018		
the	T°C > à la plage de confort			
E	%j Tmj >19	12,57		
pue	Nb Ti >19	1074		
fére	Nb sq Ti >19	40		
Pré	Nbmax Ti csf >19	353		
	Seuil létal			
	Nb Ti ≥25	3		
	Nb sq Ti ≥25	1		
	Nbmax Ti csf ≥25	3		



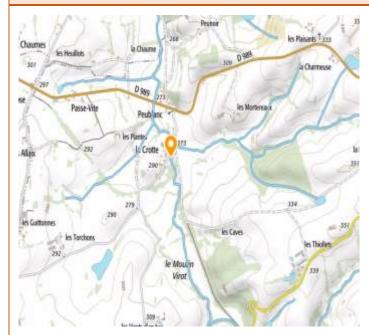


Compatibilité de la thermie avec la présence de la truite fario : **INCOMPATIBLE**

Sur la période d'analyse, la plage de confort a été dépassée plus de 17% du temps (et jusqu'à 2 semaines consécutives) et le seuil létal a été ponctuellement dépassé (Ti max = 25,2°C). Le régime thermique observé n'est pas compatible avec la présence durable d'une population de truite fario. Enfin, la température moyenne des 30 jours les plus chauds de 2018 confirme la progression observée ces dernières années et égale son maximum historique atteint en 2014 (env. 21°C).



St 21 - GRAVERON à Sorbier

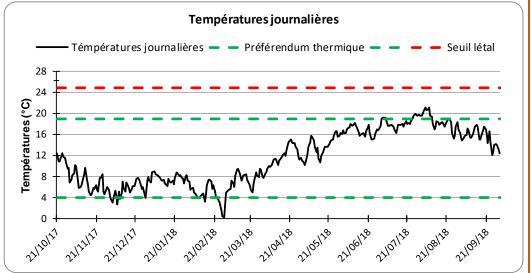


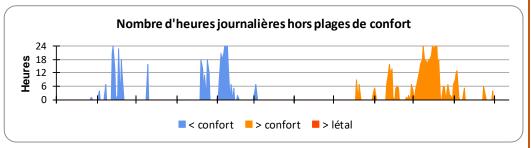
ysée :	du	21/10/2017
	au	01/10/2018

	T°C instantannées			
	Ti min	0,01		
	Ti max	22,621		
S	AT i	22,611		
rale	Ajmax Ti	6,949		
éné	D Ajmax Ti	18/04/2018		
Variabes thermiques générales	T°C moy. journalières			
igue	Tmj min	0,3		
erm	Tmj max	21,25		
the	AT mj	20,95		
ape	D Tmj max	04/08/2018		
/aria	T°C sur la période			
	Tmp	11,56		
	Tm30j max	19,19		
	Dd Tm30j max	25/07/2018		
	Df Tm30j max	23/08/2018		

Période anal

	Plage de d	confort		
	Nbj Tmj 4-19	309		
	%j Tmj 4-19	89,31		
	T°C < à la plage	de confort		
TRF	%j Tmj <4	4,62		
ant	Dd Tmj <4	02/12/2017		
mic	Df Tmj <4	01/03/2018		
the	T°C > à la plage de confort			
Préférendum thermique TRF	%j Tmj >19	6,07		
npu	Nb Ti >19	531		
fére	Nb sq Ti >19	45		
Pré	Nbmax Ti csf >19	63		
	Seuil létal			
	Nb Ti ≥25	0		
	Nb sq Ti ≥25	0		
	Nbmax Ti csf ≥25	0		

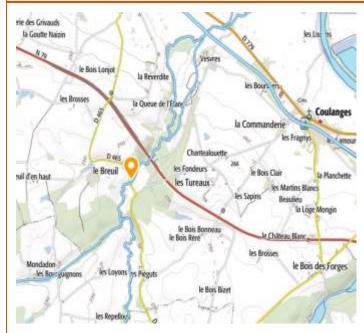




Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : COMPATIBLE

Caractérisées par l'absence de mesures au delà du seuil létal et par une proportion contenue de mesures supérieures à la plage de "confort" de la truite (6%), les données 2018 montrent 1/ la compatibilité du régime thermique du Graveron à Sorbier avec le développement de cette espèce, et 2/ le caractère limitant du régime thermique pour cette population, notamment vis à vis des plus jeunes individus. La température moyenne des 30 jours les plus chauds augmente (+5% par rapport à 2016), et s'établit légèrement au delà du seuil de 19°C.

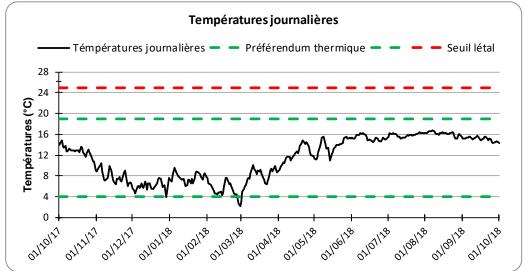
St 4 - LODDES à Pierrefitte sur Loire

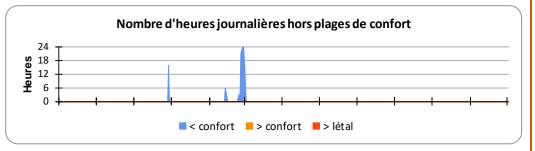


Période analysée : 01/10/2017 au 01/10/2018

	T°C instantannées				Plage de
10	Ti min	1,98			Nbj Tmj 4-19
	Ti max	17,475			%j Tmj 4-19
	AT i	15,495			T°C < à la plage
ale	Ajmax Ti	3,754		TRF	%j Tmj <4
iné	D Ajmax Ti	11/05/2018		ne .	Dd Tmj <4
S ge	T°C moy. journalières			mig	Df Tmj <4
Variabes thermiques générales	Tmj min	2,25		her	T°C > à la plage
	Tmj max	16,72		Préférendum thermique TRF	%j Tmj >19
the	AT mj	14,47			Nb Ti >19
pes	D Tmj max	07/08/2018			Nb sq Ti >19
aria	T°C sur la période			Pré	Nbmax Ti csf >1
>	Tmp	11,39			Seuil
	Tm30j max	16,3			Nb Ti ≥25
	Dd Tm30j max	26/07/2018			Nb sq Ti ≥25
	Df Tm30j max				Nbmax Ti csf ≥2!

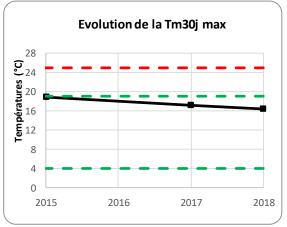
20 02/20/2020			
	Plage de d	onfort	
	Nbj Tmj 4-19	361	
	%j Tmj 4-19	98,63	
	T°C < à la plage	de confort	
품	%j Tmj <4	1,37	
ane	Dd Tmj <4	29/12/2017	
ığ.	Df Tmj <4	01/03/2018	
Préférendum thermique TRF	T°C > à la plage	de confort	
重	%j Tmj >19	0	
lpu	Nb Ti >19	0	
fére	Nb sq Ti >19	0	
Pré	Nbmax Ti csf >19	0	
	Seuil le	étal	
	Nb Ti ≥25	0	
	Nb sq Ti ≥25	0	
	Nbmax Ti csf ≥25	0	





Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : FAVORABLE

Sur la base des données aquises depuis le lancement du suivi thermique, le régime thermique de la Loddes ne constitue pas un facteur limitant le développement de la truite fario. La plage de confort est satisfaite près de 99% du temps, elle n'est jamais dépassée. Par ailleurs la Loddes est un des rares cours d'eau du suivi sur lequel une tendance à l'augmentation de la température moyenne des 30 jours les plus chauds n'est pas constatée (-13% depuis 2015).



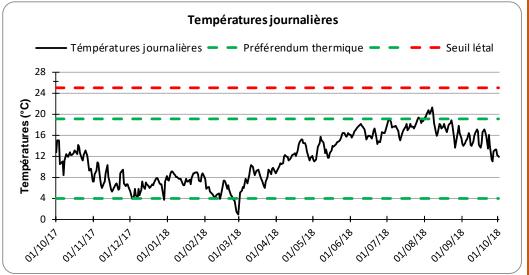
St 5 - ABRON à St Ennemond

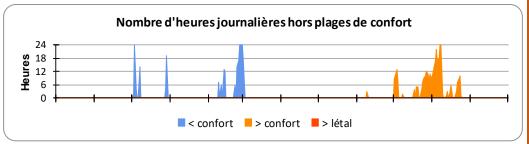


Période analysée : du 01/10/2017 au 01/10/2018

	T°C instantannées		
	Ti min	0,343	
	Ti max	23,484	
S	AT i	23,141	
rale	Ajmax Ti	7,556	
éné	D Ajmax Ti	05/10/2017	
es g	T°C moy. jo	urnalières	
iqu	Tmj min	0,94	
erm	Tmj max	21,34	
s th	AT mj	20,4	
abe	D Tmj max	07/08/2018	
Variabes thermiques générales	T°C sur la période		
	Tmp	11,62	
	Tm30j max	18,52	
	Dd Tm30j max	25/07/2018	
	Df Tm30j max	23/08/2018	

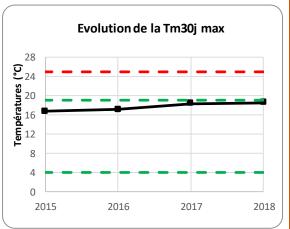
au	01/10/2018			
	Plage de confort			
	Nbj Tmj 4-19	345		
	%j Tmj 4-19	94,26		
	T°C < à la plage	de confort		
TRF	%j Tmj <4	2,46		
ank	Dd Tmj <4	03/12/2017		
'n.	Df Tmj <4	01/03/2018		
theı	T°C > à la plage de confort			
Préférendum thermique TRF	%j Tmj >19	3,28		
pu	Nb Ti >19	330		
fére	Nb sq Ti >19	32		
Pré	Nbmax Ti csf >19	63		
	Seuil létal			
	Nb Ti ≥25	0		
	Nb sq Ti ≥25	0		
	Nbmax Ti csf ≥25	0		





Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : **COMPATIBLE**

Aucune température supérieure au seuil létal n'a été enregistrée sur la période de mesure. En revanche le régime thermique estival constitue ponctuellement un des facteurs limitant le développement de l'espèce *via* la réduction de son activité métabolique lors des dépassement de la plage de "confort" (env. 3% du temps en 2018). Enfin, l'augmentation observée depuis 2015 de la température moyenne des 30 jours les plus chauds se confirme en 2018 (+11% sur la période).



3.2 Bassins-versants Sioule & Allier

Parmi les stations des bassins-versants de la Sioule et de l'Allier pour lesquelles la chronique de données acquise permet de caractériser le régime thermique, seules celles situées en Montagne Bourbonnaise (Sichon et Darot) et sur la Bouble amont apparaissent comme étant « compatibles » avec le maintien de populations de truite fario. Ces stations présentent un jeu réduit de données dépassant le preferendum de l'espèce : jamais plus de 5% des températures instantanées sont supérieures au seuil de 19°C. Leurs températures moyennes des 30 jours les plus chauds de 2018 sont comprises entre 18,1°C (Darot) et 18,4°C (Sichon médian), et aucune valeur instantanée voisine du seuil létal n'a été enregistrée (Ti max = 22,6°C sur le Sichon médian).

En revanche, sur la Sioule à Saint-Germain-de-Salles (*i.e.* en limite amont de la seconde catégorie piscicole associée à ce cours d'eau), le régime thermique apparait largement « incompatible » avec le développement d'une population pérenne de truite fario. La thermie de ce secteur est marquée par une proportion importante de températures instantanées supérieures au preferendum de l'espèce (21% du temps, Tm30j max \approx 23,5°C), atteignant à près de 20 reprises des valeurs nettement supérieures au seuil létal (Ti max = 28°C), et sur des laps de temps significatifs (jusqu'à 16 heures consécutives).

Les autres cours d'eau du suivi localisés sur ces bassins-versants présentent tous des chroniques de données lacunaires ne permettant pas de caractériser leurs régimes thermiques, notamment en période estivale. Les résultats détaillés pour chacun des cours d'eau de ces bassins-versants sont présentés dans les pages qui suivent.

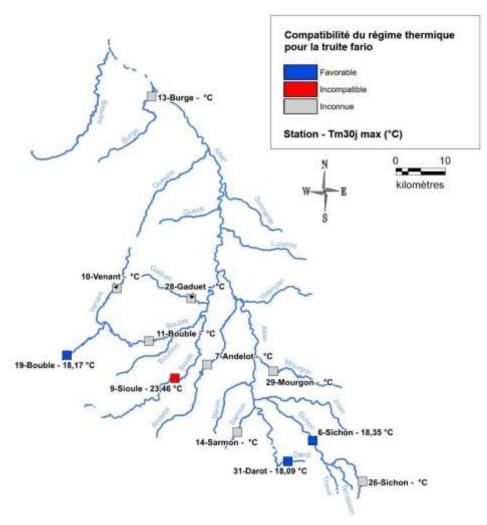
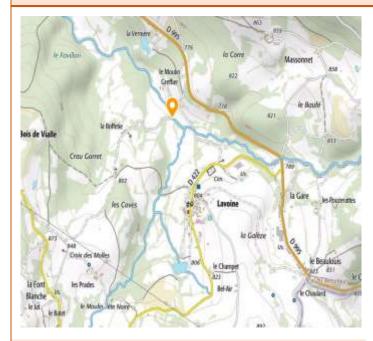


Figure 4 : Résultats 2017/2018 du RST03 sur les bassins-versants de la Sioule et de l'Allier

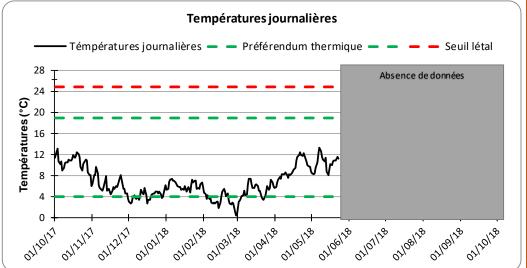
St 26 - SICHON à Lavoine

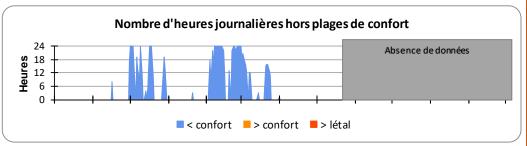


Période analysée : du 01/10/2017 au 23/05/2018

	T°C instantannées			
	Ti min	0,121		
	Ti max	16,046		
S	AT i	15,925		
rale	Ajmax Ti	6,803		
éné	D Ajmax Ti	17/04/2018		
es g	T°C moy. jo	noy. journalières		
igu	Tmj min	0,47		
erm	Tmj max	13,29		
s th	AT mj	12,82		
ape	D Tmj max	07/05/2018		
Variabes thermiques générales	T°C sur la	T°C sur la période		
	Tmp	6,86		
	Tm30j max			
	Dd Tm30j max			
	Df Tm30j max			

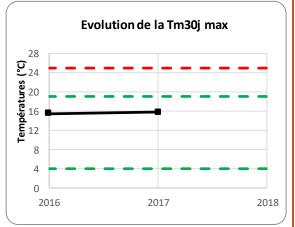
34 25/05/2018				
	Plage de confort			
	Nbj Tmj 4-19	196		
	%j Tmj 4-19	83,4		
	T°C < à la plage de confort			
Préférendum thermique TRF	%j Tmj <4	16,17		
ank	Dd Tmj <4	30/11/2017		
mic	Df Tmj <4	22/03/2018		
the	T°C > à la plage de confort			
ur,	%j Tmj >19	0		
pu	Nb Ti >19	0		
fére	Nb sq Ti >19	0		
Pré	Nbmax Ti csf >19	0		
	Seuil le	étal		
	Nb Ti ≥25	0		
	Nb sq Ti ≥25	0		
	Nbmax Ti csf ≥25	0		



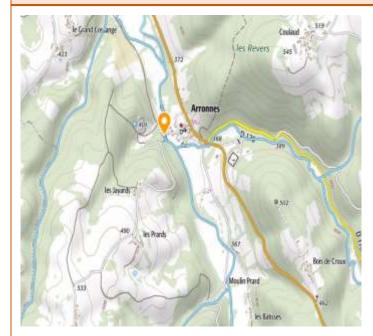


Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : INDETERMINE

L'absence de données sur la période estivale (acte de vandalisme) ne permet pas de conclure quant à la compatibilité du régime thermique 2018 vis-à-vis du développement de la truite fario. L'historique des données indique cependant que les conditions de thermie sont compatibles avec les besoins de l'espèce. On retiendra simplement pour 2018 la rigueur de la saison froide (intensité et durée), et en corollaire, l'impact potentiel sur les stades "embryo-larvaire" et "alevin".



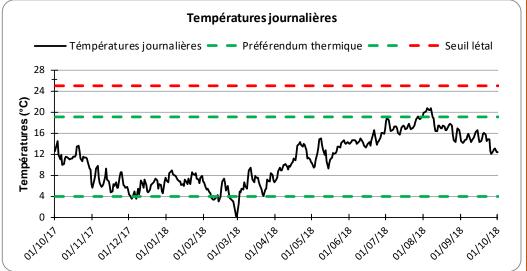
St 6 - SICHON à Arronnes

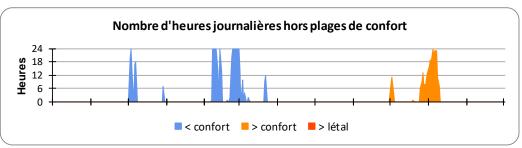


Période analysée : du 01/10/2017 au 01/10/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	0,121
	Ti max	22,621
S	AT i	22,5
rale	Ajmax Ti	5,057
éné	D Ajmax Ti	06/04/2018
Variabes thermiques générales	T°C moy. jo	urnalières
igu	Tmj min	0,13
erm	Tmj max	20,72
s th	AT mj	20,59
ape	D Tmj max	07/08/2018
/ari	T°C sur la	période
	Tmp	10,82
	Tm30j max	18,35
	Dd Tm30j max	19/07/2018
	Df Tm30j max	17/08/2018

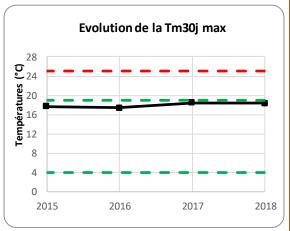
	Diana da d	
	Plage de d	ontort
	Nbj Tmj 4-19	337
	%j Tmj 4-19	92,08
	T°C < à la plage	de confort
TRF	%j Tmj <4	5,19
ank	Dd Tmj <4	02/12/2017
m ie	Df Tmj <4	01/03/2018
Préférendum thermique TRF	T°C > à la plage	de confort
Ę	%j Tmj >19	2,73
pue	Nb Ti >19	254
fére	Nb sq Ti >19	18
Pré	Nbmax Ti csf >19	44
	Seuil le	étal
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0



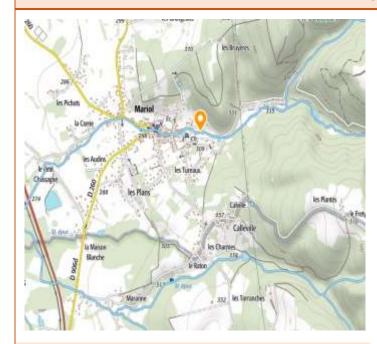


Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : FAVORABLE

Aucune température supérieure au seuil létal n'a été enregistrée sur la période de mesure. En revanche le régime thermique constitue ponctuellement un des facteurs limitant le développement de la truite fario, notamment ses plus jeunes stades *via* la réduction de l'activité métabolique de l'espèce en dehors de son preferendum thermique (env. 8% du temps en 2018). Enfin la température moyenne des 30 jours les plus chauds de 2018 est comparable à celle observée en 2017. Elle se maintient sous le seuil de 19°C.



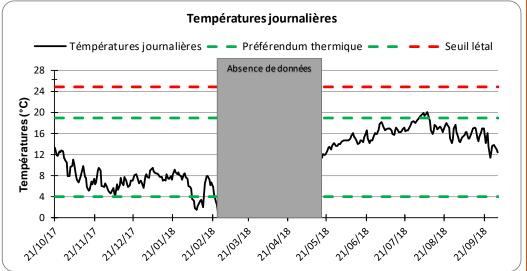
St 31 - DAROT à Mariol

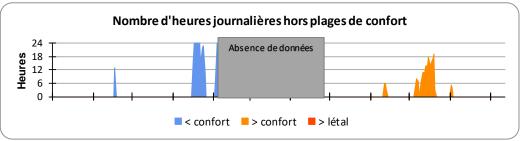


Période analysée : du 21/10/2017 au 01/10/2018

	T°C instar	ntannées
S	Ti min	0,01
	Ti max	22,046
	AT i	22,036
rale	Ajmax Ti	5,61
éné	D Ajmax Ti	26/09/2018
es g	T°C moy. journalières	
igu	Tmj min	1,34
erm	Tmj max	20,18
s th	AT mj	18,84
ape	D Tmj max	07/08/2018
Variabes thermiques générales	T°C sur la période	
	Tmp	11,72
	Tm30j max	18,09
	Dd Tm30j max	25/07/2018
	Df Tm30j max	23/08/2018

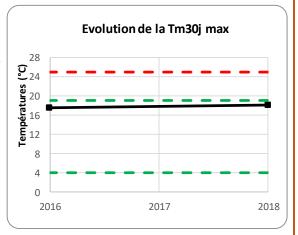
	01/10/2010	
	Plage de d	onfort
	Nbj Tmj 4-19	246
	%j Tmj 4-19	92,48
	T°C < à la plage	de confort
TRF	%j Tmj <4	4,51
ane	Dd Tmj <4	05/02/2018
mic	Df Tmj <4	25/02/2018
Préférendum thermique TRF	T°C > à la plage	de confort
m,	%j Tmj >19	3,01
ndı	Nb Ti >19	196
fére	Nb sq Ti >19	20
Pré	Nbmax Ti csf >19	20
	Seuil le	étal
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0





Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : FAVORABLE

Les lacunes de données (assec de la sonde) n'impactent pas la période estivale. Le régime thermique est caractérisé par des températures estivales contenues (3% des données hors plage de "confort", réparties sur des périodes relativement courtes). La température instantanée maximale atteint en revanche 22°C et dépasse donc nettement ce preferendum. Comparativement aux dernières données disponibles, la température moyenne des 30 jours les plus chauds de 2018 marque une progression d'environ 3,5%.



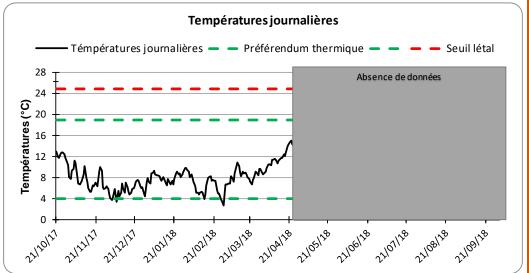
St 29 - MOURGON à Creuzier le Neuf

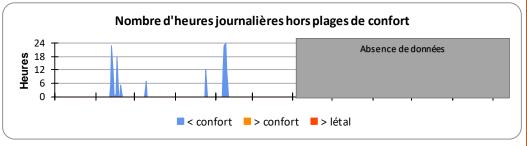


Période analysée : du 21/10/2017 au 24/04/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	1,98
	Ti max	16,427
S	AT i	14,447
rale	Ajmax Ti	3,929
éné	D Ajmax Ti	01/03/2018
es g	T°C moy. jo	urnalières
igu	Tmj min	2,67
erm	Tmj max	15,01
s th	AT mj	12,34
ape	D Tmj max	22/04/2018
Variabes thermiques générales	T°C sur la période	
	Tmp	8,1
	Tm30j max	
	Dd Tm30j max	
	Df Tm30j max	

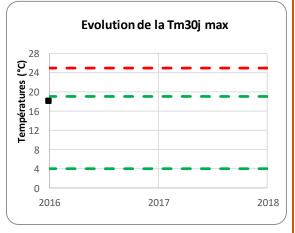
	Plage de d	confort
	Nbj Tmj 4-19	180
	%j Tmj 4-19	96,77
	T°C < à la plage	de confort
TRF	%j Tmj <4	3,23
lne	Dd Tmj <4	03/12/2017
m.	Df Tmj <4	28/02/2018
the	T°C > à la plage	de confort
Ę	%j Tmj >19	0
ndı	Nb Ti >19	0
Préférendum thermique TRF	Nb sq Ti >19	0
Pré	Nbmax Ti csf >19	0
	Seuil lé	étal
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0



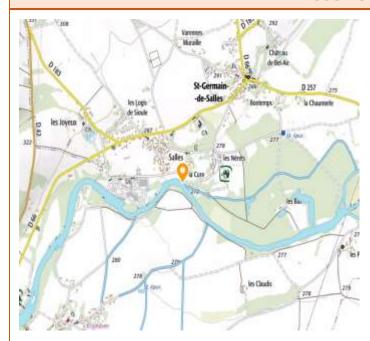


Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : INDETERMINE

Les lacunes dans la chronique de données estivales (vandalisme) ne permettent pas de définir la compatibilité du régime thermique vis-à-vis du développement de la truite. Les données antérieures ont mis en évidence un réchauffement estival significatif, en lien direct avec la présence de nombreux plans d'eau sur le bassin-versant. La température moyenne des 30 jours les plus chauds demeurant comprise dans la plage de "confort" de la truite, le régime thermique avait alors été jugé "compatible" avec le développement de l'espèce.



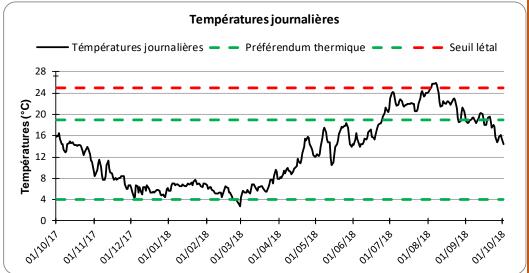
St 9 - SIOULE à St Germain de Salles

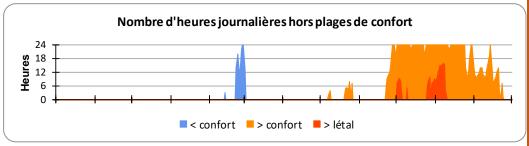


Période analysée : du 01/10/2017 au 01/10/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	2,088
	Ti max	27,961
S	AT i	25,873
rale	Ajmax Ti	5,963
éné	D Ajmax Ti	01/07/2018
ss go	T°C moy. jo	urnalières
iqu	Tmj min	2,8
erm	Tmj max	25,97
s th	AT mj	23,17
abe	D Tmj max	07/08/2018
Variabes thermiques générales	T°C sur la	période
	Tmp	12,76
	Tm30j max	23,46
	Dd Tm30j max	25/07/2018
	Df Tm30j max	23/08/2018

	ıu	01/10/2016	
		Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	285	
		%j Tmj 4-19	77,87
		T°C < à la plage	de confort
	TRF	%j Tmj <4	1,37
	ank	Dd Tmj <4	23/02/2018
	m E	Df Tmj <4	28/02/2018
	the	T°C > à la plage	de confort
	Préférendum thermique TRF	%j Tmj >19	20,77
	pue	Nb Ti >19	1876
	fére	Nb sq Ti >19	44
	Pré	Nbmax Ti csf >19	455
		Seuil létal	
		Nb Ti ≥25	194
		Nb sq Ti ≥25	19
		Nbmax Ti csf ≥25	16

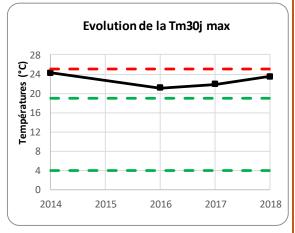




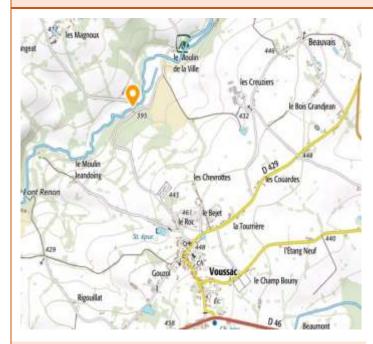
Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario :

INCOMPATIBLE

Le préférendum thermique de l'espèce est dépassé près d'un quart du temps, sur des périodes pouvant atteindre 3 semaines au maximum. Le seuil létal a été atteint à 19 reprises sur la période considérée, avec une température maximale instantanée voisine de 28°C (!). La température moyenne des 30 jours les plus chauds (23,5°C) poursuit l'augmentation observée depuis 2016, et avoisine le maximum mesuré sur la période de suivi (2014).



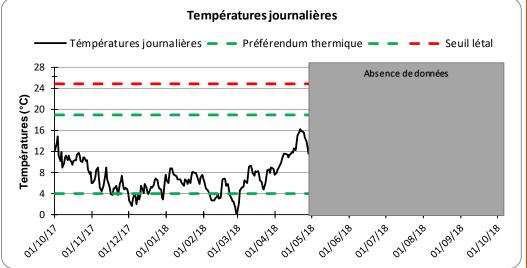
St 10 - VENANT à Voussac

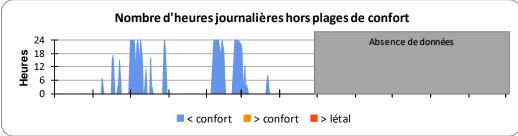


Période analysée : du 01/10/2017 au 02/05/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	0,01
	Ti max	18,236
S	AT i	18,226
rale	Ajmax Ti	5,863
éné	D Ajmax Ti	06/04/2018
Variabes thermiques générales	T°C moy. jo	urnalières
igu	Tmj min	0,23
erm	Tmj max	16,37
s th	AT mj	16,14
ape	D Tmj max	21/04/2018
/ari	T°C sur la	période
	Tmp	7,35
	Tm30j max	
	Dd Tm30j max	
	Df Tm30j max	

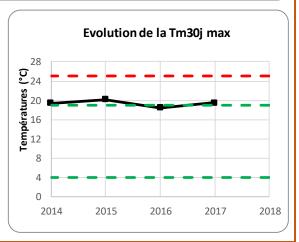
	Plage de d	confort
	Nbj Tmj 4-19	181
	%j Tmj 4-19	84,58
	T°C < à la plage	de confort
TRF	%j Tmj <4	15,42
ant	Dd Tmj <4	16/11/2017
mic	Df Tmj <4	01/03/2018
Préférendum thermique TRF	T°C > à la plage	de confort
ur,	%j Tmj >19	0
pu	Nb Ti >19	0
fére	Nb sq Ti >19	0
Pré	Nbmax Ti csf >19	0
	Seuil le	étal
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf≥25	0



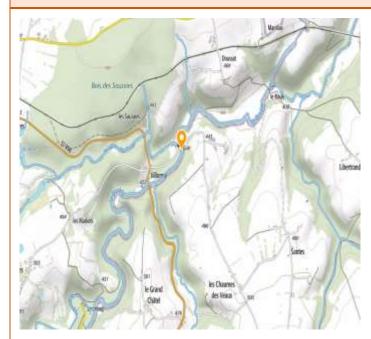


Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : INDETERMINE

L'absence de données sur la période estivale, due à un dysfonctionnement matériel, ne permet pas de conclure quant à la compatibilité du régime thermique vis-à-vis du développement de la truite fario. Les valeurs 2017, globalement moins contraignantes qu'en 2018 à l'échelle du département, concluaient à une incompatibilité. On retiendra simplement la forte amplitude thermique anuelle caractérisant ce cours d'eau, avec des valeurs hivernales parfois égales à 0°C.



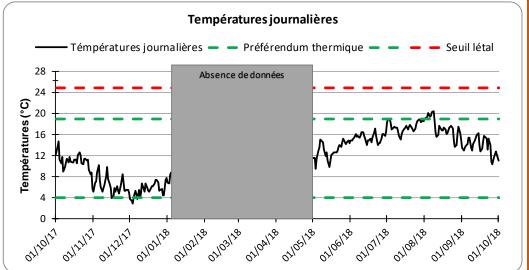
St 19 - BOUBLE amont à Echassières

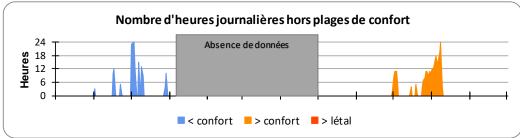


Période analysée : du 01/10/2017 au 01/10/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	2,624
	Ti max	21,951
S	AT i	19,327
rale	Ajmax Ti	4,754
éné	D Ajmax Ti	11/05/2018
Variabes thermiques générales	T°C moy. jo	urnalières
igu	Tmj min	2,97
erm	Tmj max	20,44
s th	AT mj	17,47
ape	D Tmj max	08/08/2018
/ari	T°C sur la période	
	Tmp	12,41
	Tm30j max	18,17
	Dd Tm30j max	16/07/2018
	Df Tm30j max	14/08/2018

u	01/10/2018		
	Plage de confort		
	Nbj Tmj 4-19	239	
	%j Tmj 4-19	95,22	
	T°C < à la plage	de confort	
TRF	%j Tmj <4	1,59	
ank	Dd Tmj <4	01/12/2017	
mig	Df Tmj <4	07/12/2017	
the	T°C > à la plage	de confort	
Préférendum thermique TRF	%j Tmj >19	3,19	
pua	Nb Ti >19	251	
fére	Nb sq Ti >19	23	
Pré	Nbmax Ti csf >19	40	
	Seuil létal		
	Nb Ti ≥25	0	
	Nb sq Ti ≥25	0	
	Nbmax Ti csf ≥25	0	



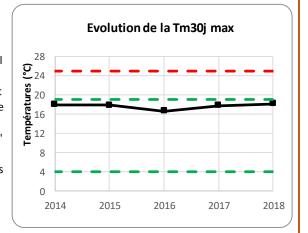


Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : FAVORABLE

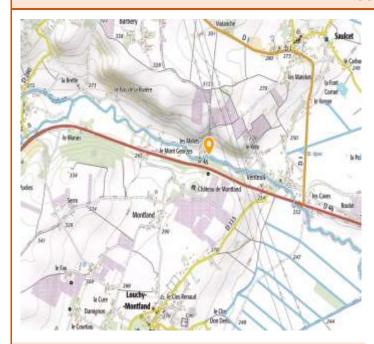
Aucune température supérieure au seuil létal n'a été enregistrée. En revanche le régime thermique constitue un des facteurs limitant ponctuellement le développement de la truite fario via la réduction de son activité métabolique au delà de la plage de "confort" thermique (env. 3% du temps en 2018). Enfin la température moyenne des 30 jours les plus chauds de 2018 est comparable à celle

observée en 2017, globalement stable sur

l'ensemble du suivi.



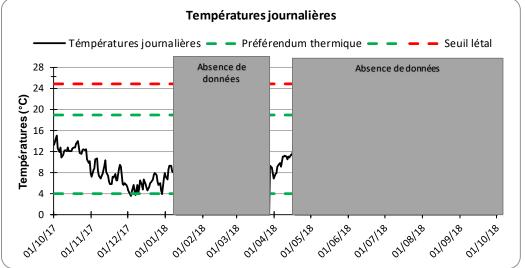
St 28 - GADUET à Bransat

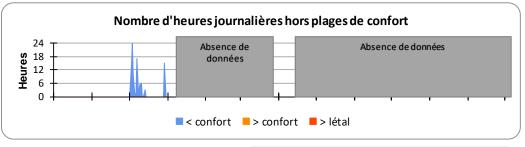


Période analysée : du 01/10/2017 au 17/04/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	2,73
	Ti max	15,378
S	AT i	12,648
rale	Ajmax Ti	5,246
éné	D Ajmax Ti	06/04/2018
Variabes thermiques générales	T°C moy. jo	urnalières
igu	Tmj min	3,56
erm	Tmj max	15,17
s th	AT mj	11,61
ape	D Tmj max	03/10/2017
/ari	T°C sur la période	
	Tmp	8,7
	Tm30j max	
	Dd Tm30j max	
	Df Tm30j max	·

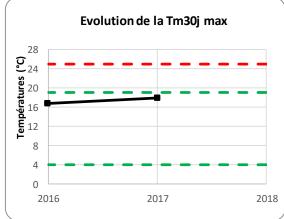
	17,01,2010	
	Plage de d	confort
	Nbj Tmj 4-19	118
	%j Tmj 4-19	96,72
	T°C < à la plage	de confort
TRF	%j Tmj <4	3,28
ank	Dd Tmj <4	02/12/2017
mic	Df Tmj <4	29/12/2017
Préférendum thermique TRF	T°C > à la plage	de confort
m,	%j Tmj >19	0
ndı	Nb Ti >19	0
fére	Nb sq Ti >19	0
Pré	Nbmax Ti csf >19	0
	Seuil létal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0





Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : INDETERMINE

La chronique 2018 est marquée un manque de données important (dysfonctionnement matériel) ne permettant pas de caractériser le régime thermique vis-à-vis du développement de la truite fario. Les données antérieures concluaient à une bonne compatibilité, quelque soit le stade de développement considéré.



3.3 Bassin-versant du Cher

Parmi les cours d'eau du bassin-versant du Cher pour lesquels la chronique de données récoltée autorise une analyse fiable du régime thermique, tous montrent une tendance plus ou moins marquée au réchauffement estival, avec des températures supérieures au preferendum thermique de la truite fario (4-19°C).

Seuls la Magieure à Vaux et l'Arnon à Viplaix ne sont pas jugés « incompatibles » avec la présence de la truite fario. Leurs thermies respectives constituent néanmoins des facteurs limitant clairement son développement, notamment vis-à-vis de la survie des jeunes stades. Ces deux stations présentent un réchauffement modéré des eaux en période estivale, caractérisé 1/ par un jeu réduit de températures instantanées supérieures au preferendum de l'espèce, compris en 4% (Magieure) et 8% (Arnon), et 2/ par l'absence de donnée supérieure à son seuil létal. Les températures moyennes des 30 jours les plus chauds de 2018 avoisinent le seuil de 19°C (Magieure, 18,6°C et Arnon, 19,4°C), alors que les températures maximales instantanées le dépassent nettement (Magieure, 22,6°C et Arnon, 23°C).

Les régimes thermiques du Cher médian (*i.e.* à Lavault-Sainte-Anne) et de la Tartasse à Marcillat-en-Combraille sont en revanche jugés « incompatibles » avec le développement de la truite fario. La Tartasse subi la présence de plans d'eau sur son bassin-versant et la faiblesse des débits estivaux 2018, conjugués à la vague de chaleur ayant touché l'ensemble du territoire français au cœur de l'été. Si la température moyenne des 30 jours les plus chauds demeure voisine de la limite « haute » du preferendum thermique de l'espèce (19,1°C), 12% des valeurs enregistrées tout au long de la campagne de mesure la dépassent. La température maximale instantanée excède de plus de 4°C le seuil létal de l'espèce qui, sur la période d'analyse, est dépassé à 14 reprises. A Lavault-Sainte-Anne, aucune donnée supérieure à 25°C n'a été atteinte. C'est davantage la fréquence et la durée des périodes pour lesquelles la température enregistrée se situe au-delà du preferendum de la truite qui conduit à juger « incompatible » le régime thermique du Cher vis-à-vis du maintien d'une population de truite fario. Ainsi le seuil de 19°C a été dépassé plus de 1700 heures, réparties en 38 séquences pouvant atteindre près de 3 semaines au maximum.

Le détail des résultats pour chaque cours d'eau est disponible dans les pages qui suivent.

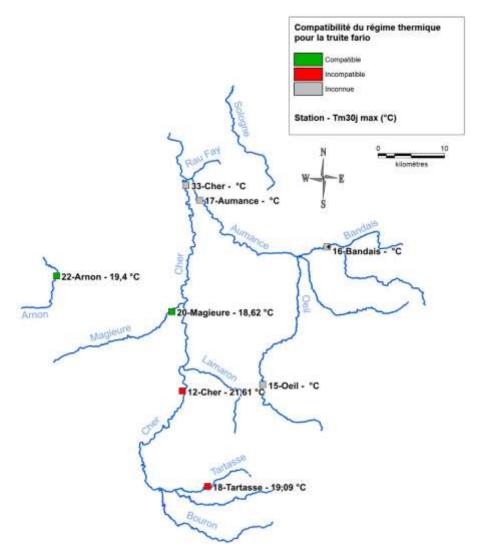
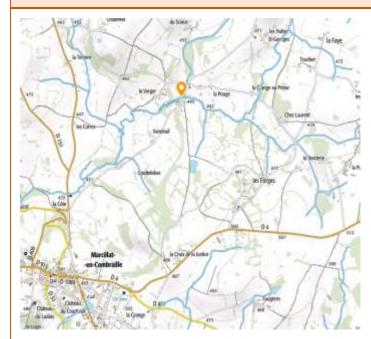


Figure 5 : Résultats 2017/2018 du RST 03 sur le bassin-versant du Cher

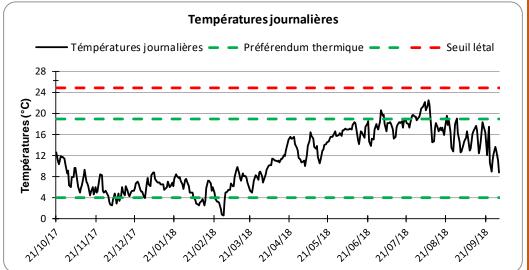
St 18 - TARTASSE à Marcillat en Combraille

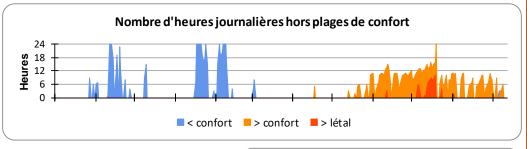


Période analysée :	du	21/10/2017
	au	01/10/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	0,121
	Ti max	29,352
S	AT i	29,231
rale	Ajmax Ti	16,878
éné	D Ajmax Ti	17/09/2018
es g	T°C moy. jo	urnalières
iqu	Tmj min	0,62
erm	Tmj max	22,65
s th	AT mj	22,03
abe	D Tmj max	07/08/2018
Variabes thermiques générales	T°C sur la période	
	Tmp	11,21
	Tm30j max	19,09
	Dd Tm30j max	11/07/2018
	Df Tm30j max	09/08/2018

	01/10/2010	
	Plage de d	onfort
	Nbj Tmj 4-19	303
	%j Tmj 4-19	87,57
	T°C < à la plage	de confort
TRF	%j Tmj <4	6,94
ank	Dd Tmj <4	01/12/2017
mic	Df Tmj <4	01/03/2018
## %j Tmj <4 01/12/ Dd Tmj <4 01/03/ T°C > à la plage de confo %j Tmj >19 Nb Ti >19 Nb sq Ti >19 Nbmax Ti csf >19		de confort
E,	%j Tmj >19	5,49
npu	Nb Ti >19	857
fére	Nb sq Ti >19	94
Pré	Nbmax Ti csf >19	38
	Seuil létal	
	Nb Ti ≥25	77
	Nb sq Ti ≥25	14
	Nbmax Ti csf≥25	10

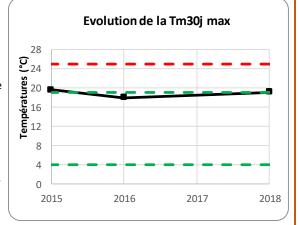




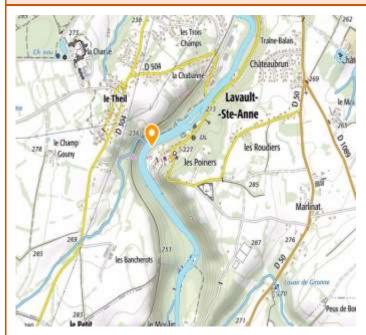
Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : INCOMPATBILE

Les températures mesurées se situent en dehors du préférendum thermique de la truite plus de 12% du temps. Le dépassement de la plage de "confort" a été relevé à 94 reprises et le seuil létal a été atteint à 14 reprises sur la période considérée, avec une température maximale instantanée supérieure à 29°C (!). La température moyenne des 30 jours les plus chauds se situe en limite supérieure du

preferendum thermique de la truite (19,1°C).



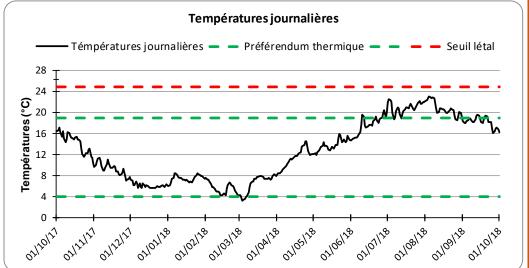
St 12 - CHER à Lavault Ste Anne

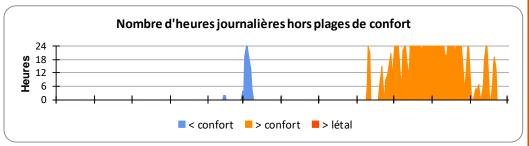


Période analysée : du 01/10/2017 au 01/10/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	2,837
	Ti max	24,545
S	AT i	21,708
rale	Ajmax Ti	4,481
éné	D Ajmax Ti	30/06/2018
es g	T°C moy. jo	urnalières
iqu	Tmj min	3,27
erm	Tmj max	23,09
s th	AT mj	19,82
abe	D Tmj max	04/08/2018
Variabes thermiques générales	T°C sur la période	
	Tmp	12,76
	Tm30j max	21,61
	Dd Tm30j max	16/07/2018
	Df Tm30j max	14/08/2018

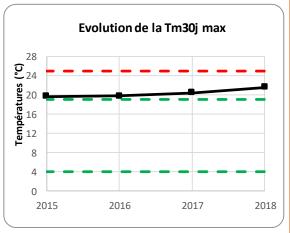
u	01/10/2010	
	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	289
	%j Tmj 4-19	78,96
	T°C < à la plage	de confort
TRF	%j Tmj <4	1,37
ant	Dd Tmj <4	02/03/2018
mic	Df Tmj <4	06/03/2018
theı	T°C > à la plage de confort	
Préférendum thermique TRF	%j Tmj >19	19,67
pua	Nb Ti >19	1707
fére	Nb sq Ti >19	38
Pré	Nbmax Ti csf >19	454
	Seuil létal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0



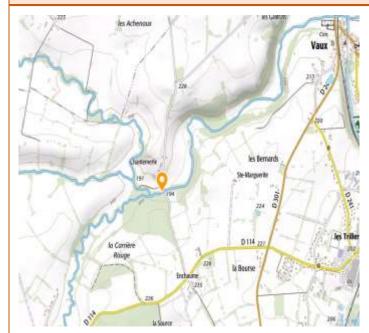


Compatibilité de la thermie avec la présence de la truite fario : **INCOMPATIBLE**

Le seuil létal n'a pas été dépassé en 2018. En revanche, l'intensité et la durée des périodes de dépassement du preferendum thermique (20% du temps, jusqu'à 19 jours consécutifs) rendent le régime thermique du Cher à Lavault-Saint-Anne incompatible avec le développement de l'espèce, notamment vis à vis de la survie estivale des plus jeunes stades. Enfin la tendance à l'augmentation de la température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds observée ces dernières années se confirme en 2018 (+5,5% par rapport à 2017).



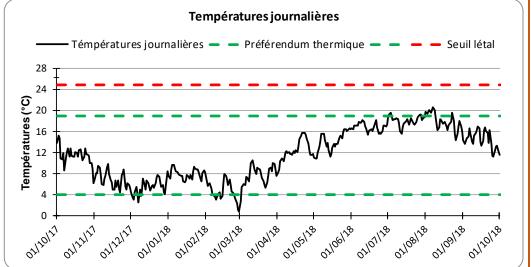
St 20 - MAGIEURE à Vaux

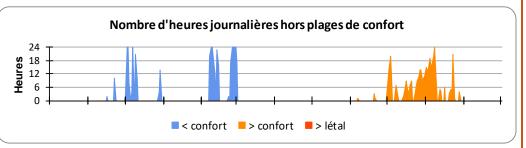


Période analysée : du 01/10/2017 au 01/10/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	0,343
	Ti max	22,621
S	AT i	22,278
rale	Ajmax Ti	7,801
éné	D Ajmax Ti	15/10/2017
Variabes thermiques générales	T°C moy. jo	urnalières
igu	Tmj min	0,73
erm	Tmj max	20,7
s th	AT mj	19,97
ape	D Tmj max	07/08/2018
/ari	T°C sur la période	
	Tmp	11,59
	Tm30j max	18,62
	Dd Tm30j max	16/07/2018
	Df Tm30j max	14/08/2018

	Plage de d	confort
	Nbj Tmj 4-19	337
	%j Tmj 4-19	92,08
	T°C < à la plage	de confort
Préférendum thermique TRF	%j Tmj <4	4,37
ank	Dd Tmj <4	02/12/2017
Ĩ	Df Tmj <4	01/03/2018
the	T°C > à la plage	de confort
E	%j Tmj >19	3,55
pue	Nb Ti >19	401
fére	Nb sq Ti >19	44
Pré	Nbmax Ti csf >19	41
	Seuil le	étal
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

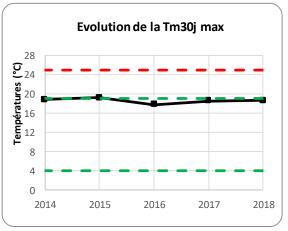




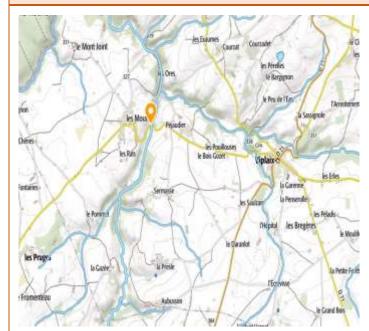
Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : COMPATIBLE

Le régime thermique de la Magieure à Vaux répond globalement aux préférences de la truite fario. Il demeure cependant un des facteurs limitant le développement de l'espèce, au même titre que les assecs fréquents dont souffre ce cours d'eau. Des dépassements de la plage de confort sont constatés 3,5% du temps, mais sur des périodes relativement courtes. Le seuil létal n'est jamais atteint (Ti max = 22,6°C) et la température moyenne des 30 jours les plus chauds se maintient, comme en 2017, sous le

seuil de 19°C.



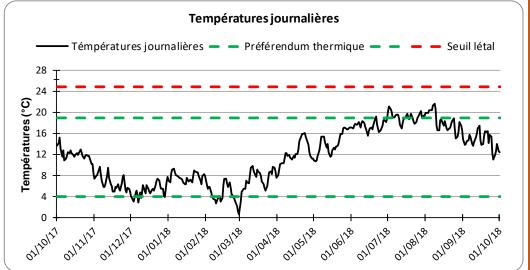
St 22 - ARNON à Viplaix

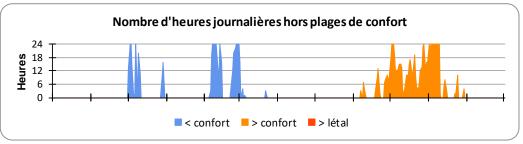


Période analysée : du 01/10/2017 au 01/10/2018

	T°C instantannées	
	Ti min	0,121
	Ti max	23,004
S	AT i	22,883
rale	Ajmax Ti	5,238
éné	D Ajmax Ti	30/06/2018
es g	T°C moy. jo	urnalières
igu	Tmj min	0,71
erm	Tmj max	21,75
s th	AT mj	21,04
ape	D Tmj max	08/08/2018
Variabes thermiques générales	T°C sur la période	
	Tmp	11,7
	Tm30j max	19,4
	Dd Tm30j max	11/07/2018
	Df Tm30j max	09/08/2018

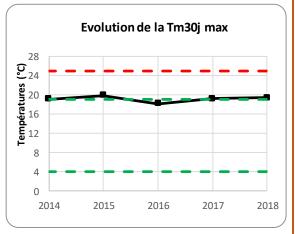
	Plage de d	onfort
	Nbj Tmj 4-19	318
	%j Tmj 4-19	86,89
	T°C < à la plage	de confort
TRF	%j Tmj <4	4,92
ank	Dd Tmj <4	02/12/2017
mic	Df Tmj <4	01/03/2018
Préférendum thermique TRF	T°C > à la plage	de confort
m,	%j Tmj >19	8,2
ndı	Nb Ti >19	747
fére	Nb sq Ti >19	46
Pré	Nbmax Ti csf >19	180
	Seuil le	étal
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf≥25	0



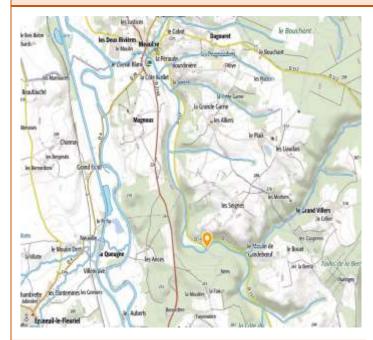


Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : COMPATIBLE

Aucune température supérieure au seuil létal n'a été enregistrée en 2018 (Ti max = 23°C). En revanche la température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds dépasse le seuil de "confort", tout comme 8,2% des données enregistrées. Ce dépassement a duré plus d'une semaine dans la situation la plus défavorable. En conclusion le régime thermique de l'Arnon à Viplaix apparait comme étant compatible avec la présence de la truite fario, mais n'en demeure pas moins un facteur limitant le développement de cette espèce.



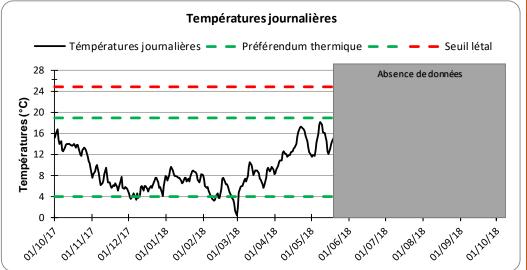
St 17 - AUMANCE à Meaulne

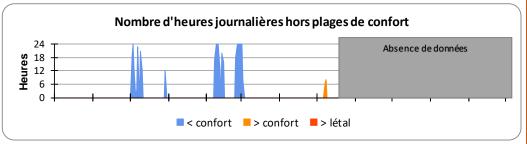


Période analysée : du 01/10/2017 au 22/05/2018

	T°C instar	ntannées
	Ti min	0,01
	Ti max	19,853
S	AT i	19,843
rale	Ajmax Ti	4,294
éné	D Ajmax Ti	06/05/2018
Variabes thermiques générales	T°C moy. journalières	
igu	Tmj min	0,53
erm	Tmj max	18,14
s th	AT mj	17,61
ape	D Tmj max	08/05/2018
/ari	T°C sur la période	
	Tmp	9,1
	Tm30j max	
	Dd Tm30j max	
	Df Tm30j max	

u	22/03/2010					
	Plage de confort					
Préférendum thermique TRF	Nbj Tmj 4-19	218				
	%j Tmj 4-19	93,16				
	T°C < à la plage de confort					
	%j Tmj <4	6,84				
	Dd Tmj <4	02/12/2017				
	Df Tmj <4	01/03/2018				
	T°C > à la plage de confort					
	%j Tmj >19	0				
	Nb Ti >19	15				
	Nb sq Ti >19	2				
	Nbmax Ti csf >19	8				
	Seuil létal					
	Nb Ti ≥25	0				
	Nb sq Ti ≥25	0				
	Nbmax Ti csf≥25	0				





Compatibilité du régime thermique avec la présence de la truite fario : INDETERMINE L'absence de données sur la période estivale, due à un dysfonctionnement matériel, ne permet pas de conclure quant à la compatibilité du régime thermique vis-à-vis du développement de la truite fario. Les valeurs 2017, globalement moins contraignantes qu'en 2018 à l'échelle du département, concluaient à une incompatibilité. Les données aquises lors des précédentes années du suivi font état d'un fort réchauffement estival des eaux, caractérisé par un dépassement systématique du seuil létal de l'espèce.

4 Synthèse

4.1 Thermie générale

Le graphique suivante représente le régime thermique de chacune des stations du suivi 2018 sur lesquelles un nombre significatif de données a pu être acquis :

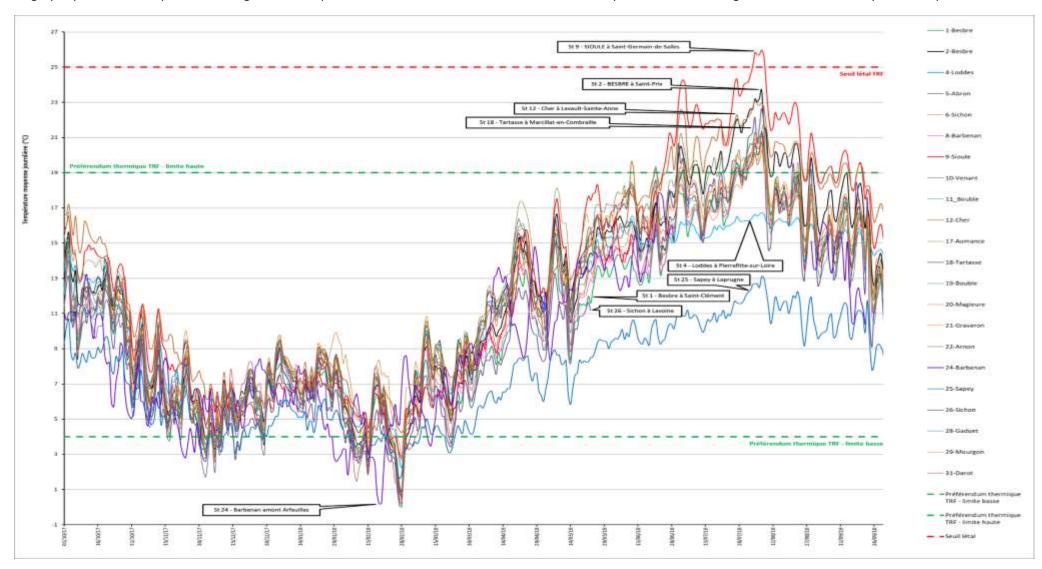


Figure 6 : Comparaison des températures moyennes journalières des différentes stations suivies en 2017/2018

Pour une meilleure lisibilité, les données sont également fournies en les dissociant suivant les grands bassins-versants auxquelles elles se réfèrent :

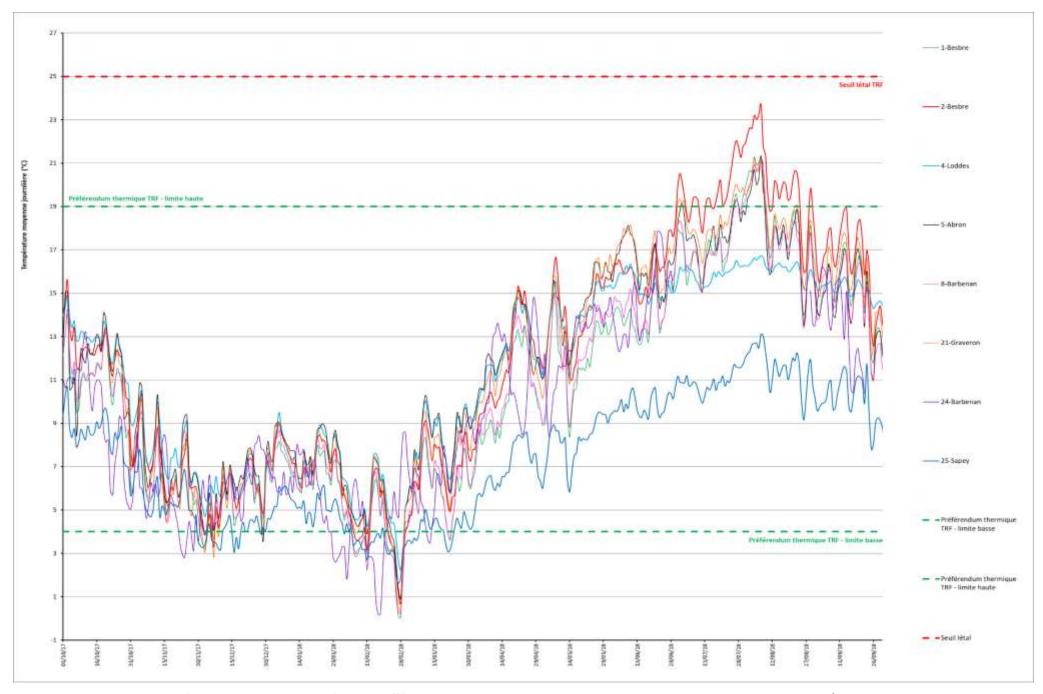


Figure 7 : Comparaison des températures moyennes journalières des différentes stations des bassins-versants de la Besbre et de la Loire suivies en 2017/2018



Figure 8 : Comparaison des températures moyennes journalières des différentes stations des bassins-versants de l'Allier et de la Sioule suivies en 2017/2018



Figure 9 : Comparaison des températures moyennes journalières des différentes stations du bassin-versant du Cher suivies en 2017/2018

La comparaison des courbes de température sur l'ensemble des stations suivies permet de constater que la thermie des cours d'eau suit globalement, jusqu'à la fin de l'hiver, la même tendance. L'hiver apparaît plutôt doux pour l'ensemble des stations, avec une majorité de températures supérieures à 4°C. Deux périodes plus « rudes », logiquement calquées sur les vagues de froids de décembre 2017 et février 2018, sont mises en évidence et caractérisées, notamment en février, par des températures inférieures au preferendum thermique de la truite fario.

Les températures moyennes des cours d'eau du département se différencient plus clairement dès le début du printemps et jusqu'à la fin de la période d'analyse. Le pic de chaleur le plus important est observé au début du mois d'août, en lien direct avec la vague de chaleur relevée par Météo France à cette période. Durant cet épisode :

- La Sioule à Saint-Germain-de-Salles constitue la seule station dont les températures <u>moyennes</u> journalières franchissent le seuil létal pour la truite fario, avec un maximum atteint le 7 aout 2018 (26°C);
- Seules deux stations voient leurs températures moyennes journalières se maintenir sous le seuil des 19°C : la Loddes à Pierrefitte-sur-Loire, qui bénéficie d'apport continu d'eau fraiche tout au long de la saison, et le Sapey à Laprugne, qui profite de sa situation en tête de bassin-versant (station du suivi la plus en altitude, 1000 m) et à la régulation de son alimentation en eau par les zones de tourbières d'altitude situées plus en amont sur le bassin-versant.

Au-delà des considérations liées à l'intensité des valeurs, c'est également la durée de l'épisode qui retient l'attention. Ainsi des températures moyennes journalières dépassent le preferendum thermique de la truite fario dès le début du mois de juin (19,6°C le 10 juin 2018 sur le Cher à Lavault-Sainte-Anne), et elles sont observées jusqu'au 20 et 21 septembre 2018 sur cette même station ainsi que sur la Sioule à Saint-Germain-de-Salles.

Ces constats corroborent globalement bien le bilan météorologique de Météo France, qui met en évidence :

- Le contraste de la période hivernale (dépassant de 0,6°C la normale), caractérisée par l'exceptionnelle douceur des températures en janvier, puis par la rudesse de février conclue par un pic de froid tardif (26-28 février);
- En période estivale, la persistance quasi continue de températures supérieures aux valeurs saisonnières et la vague de chaleur exceptionnelle qui a concerné l'ensemble du territoire du 24 juillet au 8 août.

L'été 2018 est classé par Météo France comme étant le deuxième plus chaud depuis 1900 (21,2 °C sur la période, supérieur à la normale de 2°C). Dans le cadre du RST 03, ce constat est bien mis en évidence par l'analyse de l'évolution, depuis 2014, des températures moyennes des 30 jours les plus chauds.

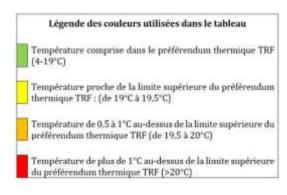
4.2 Température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (Tm30jmax)

La température du mois le plus chaud de l'année constitue une grandeur caractéristique largement reconnue comme influençant la nature et la diversité des peuplements piscicoles. Elle est notamment utilisée pour le calcul des variables du Niveau Typologique Théorique (NTT, Verneaux, 1973). Au sein de la FDPPMA 03, elle constitue également une aide à l'interprétation des données du Réseau de Suivi des Peuplements Piscicole (RSPP).

Pour chaque station du RST, le tableau et la figure suivante analysent pour la période considérée l'écart entre la température moyenne des 30 jours les plus chauds et la limite « haute » du preferendum thermique de la truite fario (19°C) :

Tableau 3 : Comparaison des températures moyennes des 30 jours les plus chauds de 2018 par rapport à la limite « haute » du preferendum thermique de la truite fario

BASSIN VERSANT	N° station	Cours d'eau	Commune	Tm30jmax 2018	
	1	Besbre	Saint-Clément	18,94	
	2	Besbre	Saint-Prix	21,05	
BESBRE	4	Loddes	Pierrefitte-sur-Loire	16,30	
&	5	Abron	Saint-Ennemond	18,52	
LOIRE	8	Barbenan	Arfeuilles	18,64	
	21	Graveron	Sorbier	19,19	
	25	Sapey	Laprugne	11,87	
	6	Sichon	Arronnes	18,35	
SIOULE	9	Sioule	Saint-Germain-de-Salles	23,46	
& ALLIER	19	Bouble	Echassières	18,17	
	31	Darot	Mariol	18,09	
	12	Cher	Lavault-Saint- Anne	21,61	
CHED	18	Tartasse	Marcillat en Combraille	19,09	
CHER	20	Magieure	Vaux	18,62	
	22	Arnon	Viplaix	19,40	



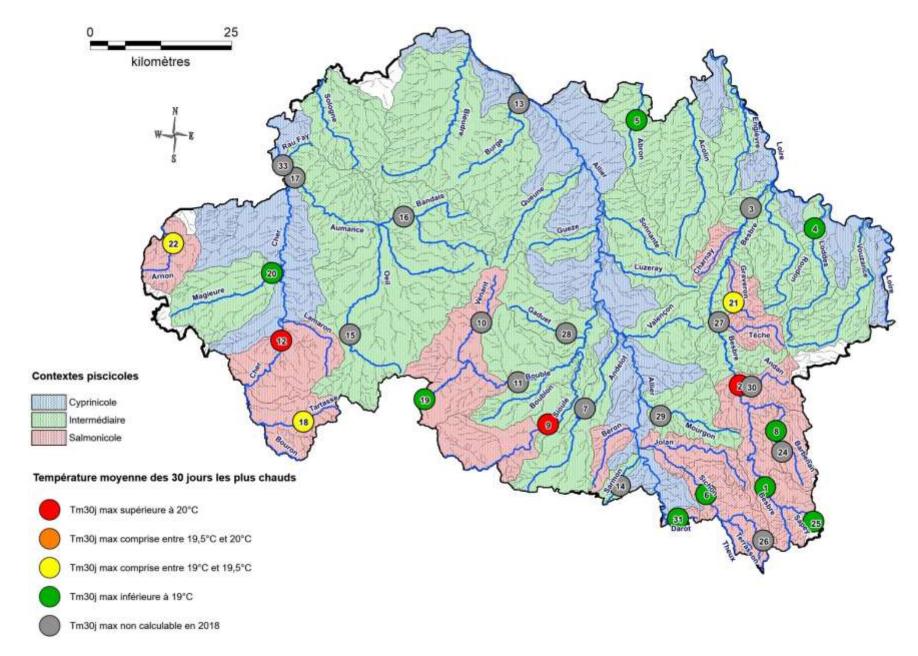


Figure 10: Analyse de l'écart par rapport au seuil de 19°C des températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds du suivi 2017/2018

L'année 2018 a été marquée par une saison estivale particulièrement chaude (+ 1,5°C par rapport à l'été 2017 et + 2°C par rapport à la normale) et par des déficits hydriques conséquents à l'échelle de tout le département :

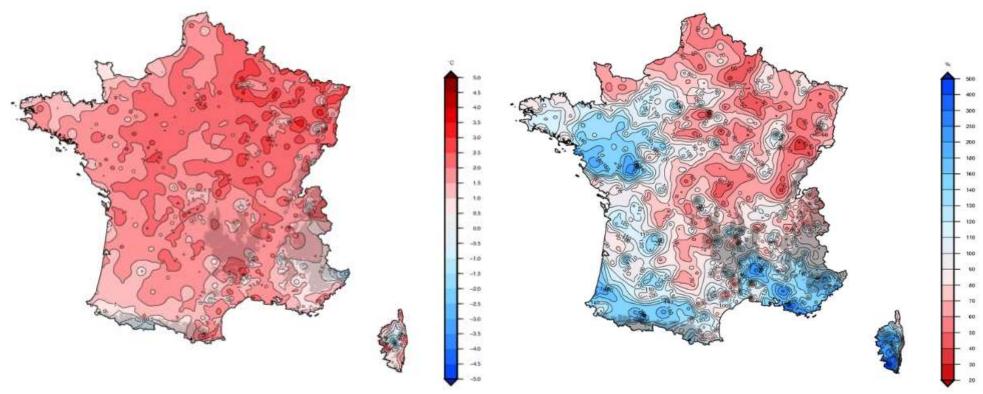


Figure 11 : Ecart à la moyenne estivale 1981-2010 de la température moyenne de l'été 2018 source : Météo France

Figure 12 : Rapport à la moyenne estivale 1981-2010 des cumuls de précipitation de l'été 2018 source : Météo France

A la lumière de ces informations météorologiques, il est logique de constater qu'hormis la Loddes à Pierrefitte-sur-Loire, toutes les stations du RST 03 présentent en 2018 une température moyenne des 30 jours les plus chauds supérieure à leur moyenne 2014-2017 :

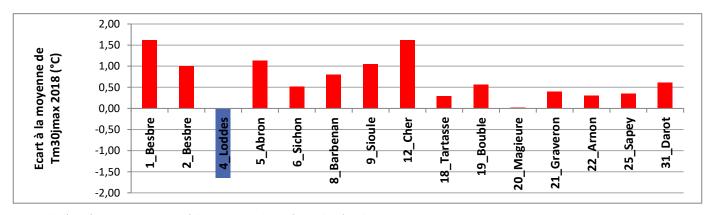


Figure 13 : Comparaison de la Tm30j max de l'année 2018 par rapport à la moyenne observée sur la période 2014-2017

Les cours d'eau pour lesquels cette augmentation est la plus marquée sont la Besbre à Saint-Clément (+1,6°C) et à Saint-Prix (+1°C), l'Abron à Saint-Ennemond (+1,1°C), la Sioule à Saint-Germain-de-Salles (+1,1°C) et le Cher à Lavault-Sainte-Anne (+1,6°C). Parmi ces stations, seule la première citée maintient une Tm30jmax tout juste inférieure à la limite « haute » du preferendum thermique de la truite fario (18,9°C). Le cas particulier de la Sioule, qui voit sa Tm30j max augmenter de 7% par rapport à 2017 pour atteindre 23,5°C, est particulièrement préoccupant dans la mesure où ce cours d'eau représente un enjeu majeur pour la préservation du saumon atlantique de souche Loire-Allier.

5 Conclusion

D'une manière générale, les données acquises en 2018 traduisent l'impact de la canicule estivale et de la sévérité de l'étiage sur le régime thermique des cours d'eau du territoire. Ainsi la plupart d'entre eux (seule la Loddes fait exception) ont vu leurs températures moyennes des 30 jours les plus chauds augmenter par rapport aux dernières années du suivi, parfois dans des proportions importantes, supérieures à 1°C. Conjuguée aux pics de froids tardifs qui ont pu impacter le développement de la phase embryo-larvaire de la truite fario, cette caractéristique pourra alors expliquer en partie le faible recrutement globalement constaté pour cette espèce lors des pêches électriques automnales.

A l'image de ce qui a été observé lors des précédentes années du RST 03, les cours d'eau de la Montagne Bourbonnaise sont les plus préservés du point de vue de la thermie. Les cours d'eau de ce secteur, situés en tête de bassin-versant, présentent des températures estivales contenues, pouvant ponctuellement dépasser le preferendum thermique de la truite fario (et donc induire un stress métabolique), mais n'atteignant jamais des valeurs létales. En revanche le régime thermique hivernal de ces cours d'eau peut constituer un facteur limitant le développement de l'espèce en réduisant le taux de survie des stades les plus sensibles de l'espèce : les stades « embryo-larvaire » et « alevin ». En bordure du territoire de la Montagne Bourbonnaise et sur le reste du département, les cours d'eau présentent à quelques exceptions près (Loddes, Bouble amont, Abron) une tendance plus ou moins marquée au réchauffement estival des eaux, parfois incompatible avec le maintien d'une population naturelle de truite fario (Besbre médiane, Sioule, Tartasse, Cher médian).

Outre le fait qu'elles soient utiles au calcul d'indices de qualité des peuplements piscicoles, les données acquises dans le cadre de ce suivi permettent de caractériser les régimes thermiques des cours d'eau, qui constituent un des paramètres abiotiques majeurs régissant notamment l'évolution des peuplements piscicoles en général, et en particulier celle des populations d'espèces sténothermes d'eau froide telles que la truite fario. Elles contribuent également à alimenter des études ponctuelles ou des documents de cadrage (e.g. PDPG) permettant d'orienter la gestion des cours d'eau en ciblant notamment ceux sur lesquels des efforts doivent être fournis pour contenir le réchauffement des eaux.

Pour ces raisons, et au vu de la sensibilité générale du territoire vis-à-vis du réchauffement des eaux et du caractère de plus en plus redondant des épisodes d'étiage sévère et de canicule estivale, la poursuite du RST 03 semble nécessaire.

6 Références bibliographiques

Alabaster J.S., Llyod R., 1980. Water quality criteria for fresh water fish, Butter Worths Ed., London, 297p.

Crisp D.T., 1996. Environmental requirements of common riverine European salmonid fish species in freshwater with particular reference to physical and chemical aspects. Hydrobiologia 323, 201-221.

Demore A., 2013. Suivi thermique et piscicole des têtes de bassin du département du Rhône 2013. Fédération du Rhône pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique. 62p.

Dumoutier Q., Vigier L. et Caudron A. 2010. Macro Excel d'Aide au Calcul de variables thermiques appliquées aux Milieux Aquatiques Salmonicoles, MACMASalmo1.0. Rapport SHL293.2010 / FDP74.10/03 disponible sur http://www.pechehautesavoie.com/telechargement1 bis.php?categ=5

Elliott J.M., 1975. The growth rate of brown trout (Salmo trutta L.) fed on maximum rations. Journal of Animal Ecology 44, 805-821.

Elliott J.M., 1981. Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. pp 209-245 In Stress and fish, Pickering A.D (ed), Academic Press London.

Elliott J.M., 1984. Grouwth, size, biomass and production of young migratory trout Salmo trutta in a Lake District stream; 1966-83. Journal of Animal Ecology 53, 979-994.

Elliott J.M., 1994. Quantitative ecology and the brown trout. Oxford University Press, Oxford, 286 pp.

Elliott J.M., Hurley M.A, 2001. Modelling growth of brown trout, Salmo trutta, in terms of weight and energy units. Freshwater Biology 46, 679-692.

Gombert C., Lelièvre M., 2018. Réseau de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier (RST03) – Campagne automne 2016 à automne 2017. FDPPMA 03, juin 2018. 53 p.

Gombert C., Lelièvre M., 2017. Réseau de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier (RST03) – Campagne automne 2015 à automne 2016. FDPPMA 03, février 2017. 53 p.

Gombert C., Lelièvre M., 2016. Réseau de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier (RST03) – Campagne automne 2014 à automne 2015. FDPPMA 03, février 2016. 44 p.

Gombert C., Lelièvre M., 2015. Réseau de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier (RST03) – Campagne printemps à automne 2014. FDPPMA 03, mars 2015. 45 p.

Gres P., 2013. Réseau Départemental de Suivi de la Qualité des Rivières de la Loire, Bilan de l'année 2012. FDPPMA 42, juillet 2013. 166 p.

Humpesch U.H., 1985. Inter-and intra-specific variation in hatching success and embryonic development of five species of salmonids and Thymallus thymallus. Archiv fur Hydrobiologie 104, 129-144.

Lery S., 2009. Mesures en continu des températures sur quelques rivières du Pays de la Loire. Période 2003-2007. Cellules Qualité des Eaux et Hydrométrie de la DIREN des Pays de la Loire, ONEMA, février 2009. 16 p.

Passeron R., Barla C., 2012. Réseau Thermiques des cours d'eau des Alpes Maritimes 2012. FDPPMA 06. 12 p.

Service communication de l'ONEMA. La température des cours d'eau sous haute surveillance. Les fiches de l'Onema. 2 p.

Varley M.E., 1967. Water temperature and dissolved oxygen as environmental factors affecting fishes. pp 29-52 In British freshwater fishes, Fishing News, London

Vigier L., Catinaud L.& Bini G., 2013. Etude de la qualité thermique du bassin des Dranses données 2007-2008. Rapport FDP74.13/08, 15p

Verneaux J., 1973. Cours d'eau de Franche-Comté (Massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Thèse d'Etat. Université de Franche-Comté, Besançon, 257p.

Annexe 1: Exemple de fiche de suivi station

03
PECHE

Réseau de Suivi Thermique de l'Allier : Fiche station

N° station: Cours d'eau : SICHON Bassin Versant : ALLIER

Commune: ARRONNES Lieu dit: bourg

Coordonnées GPS: LII et X : 695167 Y: 2118364 L93 X : 743794 Y: 6551159

Description de l'accès au site :

Depuis centre du village, descendre sur la gauche du pont (avant de le traverser)

Description de la localisation de la sonde :

Traverser (sonde en rive gauche) - Petite anse à l'aplomb du rocher sur l'autre rive, en dessous de 3 arbres alignés. Sur racine à gauche de l'anse

Type de support : Racine

	Pose			Levé				
N° sonde	Date	Heure	Opérateur	Date	Heure	Opérateur	Rempl. Sonde (n°)	Rempl. Pile
2366247	03/04/14	15:20	CG	06/10/2014	17:00	CG	non	non
2366247	06/10/14	17:00	CG					

Remarques :		