



Fédération de l'Allier pour la
Pêche et la Protection des
Milieux Aquatiques

Février 2022

Réseau départemental de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier

-

Résultats 2021



Gestion du réseau et analyse des données

Thibaut ROSAK

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

Direction

Mickael LELIEVRE

Directeur – Fédération de l'Allier pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
06 08 92 81 34 – fede03.lelievre@orange.fr

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX.....	5
LISTE DES FIGURES	5
1 PREAMBULE.....	6
2 PRESENTATION DU RST 03.....	7
2.1 INTERETS ET OBJECTIFS DU RST 03	7
2.2 MATERIELS ET METHODES DU RST 03	7
2.2.1 Récolte des données.....	7
2.2.2 Traitement des données	8
2.3 STATIONS DE SUIVI	11
3 RESULTATS 2020/2021	13
3.1 BASSIN-VERSANT DE LA LOIRE.....	14
<i>La Besbre à Saint-Clément - station 1.....</i>	<i>15</i>
<i>La Besbre à Saint-Prix - station 2.....</i>	<i>16</i>
<i>Le Graveron à Sorbier - station 21.....</i>	<i>17</i>
<i>Le Sapey à Laprugne - station 25.....</i>	<i>18</i>
<i>La Têche à Trézelles - station 27.....</i>	<i>19</i>
<i>L'Andan à Saint-Prix - station 30.....</i>	<i>20</i>
<i>La Besbre au Mayet-de-Montagne - station 35.....</i>	<i>21</i>
<i>Le Barbenan au Breuil - station 43.....</i>	<i>23</i>
<i>La Besbre au Breuil - station 45.....</i>	<i>24</i>
<i>Le Coindre à Saint-Clément - station 48.....</i>	<i>25</i>
<i>Le Barbenan à l'amont d'Arfeuilles - station 51.....</i>	<i>26</i>
<i>Le Barbenan à l'aval d'Arfeuilles - station 52.....</i>	<i>27</i>
<i>La Besbre à La Chabanne - station 56.....</i>	<i>28</i>
3.2 BASSIN-VERSANT DE L'ALLIER	29
<i>L'Andelot à Broût-Vernet - station 7.....</i>	<i>30</i>
<i>La Sioule à Saint-Germain-de-Salles - station 9.....</i>	<i>31</i>
<i>Le Venant à Voussac - station 10.....</i>	<i>32</i>
<i>La Bouble à Chantelle - station 11.....</i>	<i>33</i>
<i>La Bouble à Echassières - station 19.....</i>	<i>34</i>
<i>Le Gaduet à Bransat - station 28.....</i>	<i>35</i>
<i>Le Mourgon à Creuzier-le-Neuf - station 29.....</i>	<i>36</i>
<i>Le Darot à Mariol - station 31.....</i>	<i>37</i>
<i>La Sioule à Chouvigny - station 40.....</i>	<i>38</i>
<i>La Sioule à Ebreuil - station 41.....</i>	<i>39</i>
<i>Le Béron à Espinasse-Vozelle - station 42.....</i>	<i>40</i>
<i>Le Theux à Ferrières-sur-Sichon - station 46.....</i>	<i>41</i>
<i>Le Terrasson à Ferrières-sur-Sichon - station 47.....</i>	<i>42</i>

<i>Le Sichon à Molles - station 53</i>	43
<i>Le Sichon à Ferrières-sur-Sichon - station 54</i>	44
3.3 BASSIN-VERSANT DU CHER	45
<i>L'Œil à Malicorne - station 15</i>	46
<i>La Tartasse à Marcillat-en-Combraille - station 18</i>	47
<i>La Magieure à Vaux - station 20</i>	48
<i>L'Arnon à Viplaix - station 22</i>	49
<i>Le Cher à La Petite-Marche - station 34</i>	50
<i>Le Cher à Sainte-Thérance - station 36</i>	51
<i>Le ruisseau de Fay à Meaulne - station 37</i>	53
<i>Le ruisseau de la Fontaine Jarsaud à Isle-et-Bardais - station 38</i>	54
<i>Le Chandon à Isle-et-Bardais - station 39</i>	55
<i>Le Boron à Saint-Marcel-en-Marcillat - station 44</i>	56
<i>Le Bouron à Marcillat-en-Combraille - station 49</i>	57
4 SYNTHÈSE	59
4.1 BILAN CLIMATIQUE	59
4.2 THERMIE GÉNÉRALE	61
4.3 TEMPÉRATURE MOYENNE DES 30 JOURS CONSÉCUTIFS LES PLUS CHAUDS (TM30J MAX)	67
4.4 APTITUDE DES COURS D'EAU À L'ACCUEIL D'UNE POPULATION DE TRUITE FARIO	68
5 CONCLUSION	71
6 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	73

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Description des 25 variables thermiques calculées par NERIUS à partir des données brutes de température.....	8
Tableau 2 : Stations du RST 03 suivies en 2020/2021	12
Tableau 3 : Comparaison des températures moyennes des deux dernières périodes de suivi	66
Tableau 4 : Tm30j max mesurées en 2021 au droit des stations du RST 03.....	67
Tableau 5 : Impact de la Tm30j max sur les populations de truite fario	67
Tableau 6 : Evaluation en 2021 de l'aptitude des stations du RST 03 à l'accueil des populations de truite fario	68

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Synthèse du préférendum thermique des différents stades de développement de la truite fario	9
Figure 2 : Impact de l'augmentation des Tm30j max sur les densités de population des alevins et adultes de truites fario	10
Figure 3 : Localisation des stations du RST 03 suivies en 2020/2021.....	11
Figure 4 : Impact de la retenue de Saint-Clément sur les températures moyennes journalières de la Besbre.....	22
Figure 5 : Ecart à la moyenne saisonnière de référence 1981-2010 de la température moyenne de l'hiver 2020/2021	59
Figure 6 : Evolution des températures minimales et maximales quotidiennes de l'hiver 2020/2021 par rapport à la normale.....	59
Figure 7 : Ecart à la moyenne saisonnière de référence 1981-2010 de la température moyenne de l'été 2021	60
Figure 8 : Rapport aux normales de précipitations et de températures des hivers 1958 à 2021.....	60
Figure 9 : Régimes thermiques des cours d'eau du RST suivis en 2020/2021	61
Figure 10 : Régimes thermiques des cours d'eau du bassin-versant de la Loire suivis en 2020/2021	63
Figure 11 : Régimes thermiques des cours d'eau du bassin-versant de l'Allier suivis en 2020/2021	64
Figure 12 : Régimes thermiques des cours d'eau du bassin-versant du Cher suivis en 2020/2021	65
Figure 13 : Ecart à la normale 1981-2010 des températures moyennes annuelles de 1900 à 2021.....	66
Figure 14 : Aptitude en 2021 des stations du RST 03 à l'accueil des populations de truite fario	69
Figure 15 : Comparaison des écarts à la moyenne estivale 1981-2010 des températures moyennes des étés 2020 (à gauche) et 2021 (à droite).....	70
Figure 16 : Ecart par rapport à la Tm30jmax 2020 de la Tm30jmax 2021	70
Figure 17 : Températures moyennes annuelles en France depuis 1900	71
Figure 18 : Ecart à la moyenne 2016-2020 de la Tm30jmax 2021.....	71

1 PREAMBULE

La température de l'eau influe sur l'ensemble des écosystèmes aquatiques, des producteurs primaires jusqu'aux consommateurs situés au sommet des chaînes 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 2020 à l'automne 2021.

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

² Indice Poisson Rivière (CSP, 2006)

2 PRESENTATION DU RST 03

2.1 INTERETS 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 depuis été reconduit avec comme objectifs principaux :

- 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 ou pour l'actualisation du Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion de la ressource piscicole (PDPG) ;
- De collaborer avec des organismes publics et/ou de recherches (EPL, AELB, OFB, IRSTEA), dans le cadre d'études et de travaux visant à caractériser à plus large échelle l'impact actuel et à prévoir du changement climatique sur la ressource en eau et les peuplements piscicoles.

2.2 MATERIELS ET METHODES 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 boîtiers PVC troués permettant à l'eau d'atteindre les capteurs thermiques. Ces boîtiers 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.



Installation d'une sonde

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, dysfonctionnement 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 HOB0®, 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.

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 (stephanelaverture@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 CARTEL de Thonon.

Comme détaillé dans le tableau suivant, 25 variables thermiques différentes peuvent 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 (« préférendum thermique »).

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

CATEGORIE	CODE VARIABLE	DESIGNATION
Variables thermiques générales	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)
	Tmj min	Température moyenne journalière minimale
	Tmj max	Température moyenne journalière maximale
	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 de début des 30 jours consécutifs les plus chauds
	Df Tm30j max	Date de fin des 30 jours consécutifs les plus chauds
Préférendum thermique de la truite fario	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 de début des séquences où la température moyenne journalière est inférieure à 4°C
	Df Tmj <4	Date de fin des séquences où la température moyenne journalière est inférieure à 4°C
	%j Tmj >19	% de jours où la température moyenne journalière est supérieure à 19°C
	Nb Ti >19	Nombre de températures instantanées supérieures à 19°C
	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

La truite fario constitue l'espèce repère de la majorité des stations suivies dans le cadre de ce réseau. Elle possède en tant qu'espèce sténotherme d'eau froide des exigences très strictes vis-à-vis de la température des eaux. Ce paramètre physico-chimique joue un rôle fondamental sur sa dynamique de population et tous les stades de son développement (œufs, larves, juvéniles, adultes) possèdent leurs propres optimums/préférendums. Au stade adulte, son préférendum s'étend de 4 à 19°C (Varley, 1967 ; Elliott, 1975 ; Alabaster et Lloyd, 1980 ; Elliott, 1981 ; Crisp, 1996 ; Elliott et Hurley, 2001). Au-delà, son métabolisme se dégrade et la truite est en état de « stress physiologique ». Le seuil léthal largement repris par la communauté scientifique est fixé à 25°C, il peut être inférieur si les autres paramètres de qualité d'eau sont également dégradés. Pour les stades les plus sensibles (alevins de l'année et juvéniles), le préférendum thermique est logiquement plus restreint, et il est notamment considéré que des stress métaboliques peuvent intervenir dès 17°C de moyenne journalière.

Concernant le stade « embryo-larvaire » particulièrement sensible du cycle biologique de la truite fario, 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. Ce stade 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 à l'intérieur ou en dehors de la gamme de température précédemment citée permet de caractériser les conditions de développement de ce stade.

Température de l'eau en °C		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27°C
COURT TERME (qq heures)	Seuil léthal	Métabolisme réduit			Préferendum thermique												Stress physiologique			Seuil léthal									
LONG TERME (moyenne journalière)	Seuil léthal	Danger pour juvéniles			Préferendum thermique												Danger juvéniles		Seuil critique			Seuil léthal							
Stade embryo-larvaire	Seuil léthal			Préferendum thermique										Seuil léthal															

Figure 1 : Synthèse du préférendum thermique des différents stades de développement de la truite fario

Mais au-delà de l'échelle individuelle, des températures instantanées et des moyennes journalières, c'est sur des périodes plus longues que les valeurs structurant les populations de truite fario sont à rechercher. A ce titre, il existe une variable thermique de référence communément admise par la communauté scientifique : la température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds de l'année (Tm30j max).

De nombreux auteurs (Elliott, 1995 ; Elliott et Hurley, 1998; Baran et al., 1999 ; étude sur la truite en Bourgogne, DR CSP, Baran ; Baran et Delacoste, 2005) considèrent qu'au-delà d'une Tm30j max de 17,5-18°C, les impacts sur les populations sont avérés, en particulier sur les truitelles de l'année. Au-delà de ce seuil de température, le rendement énergétique de l'espèce devient défavorable si bien que l'énergie apportée par l'alimentation est plus faible que celle dépensée pour capturer les proies. Ce phénomène engendre donc un amaigrissement des individus, des mortalités progressives et continues, ainsi que des dévalaisons possibles vers des milieux encore moins favorables.

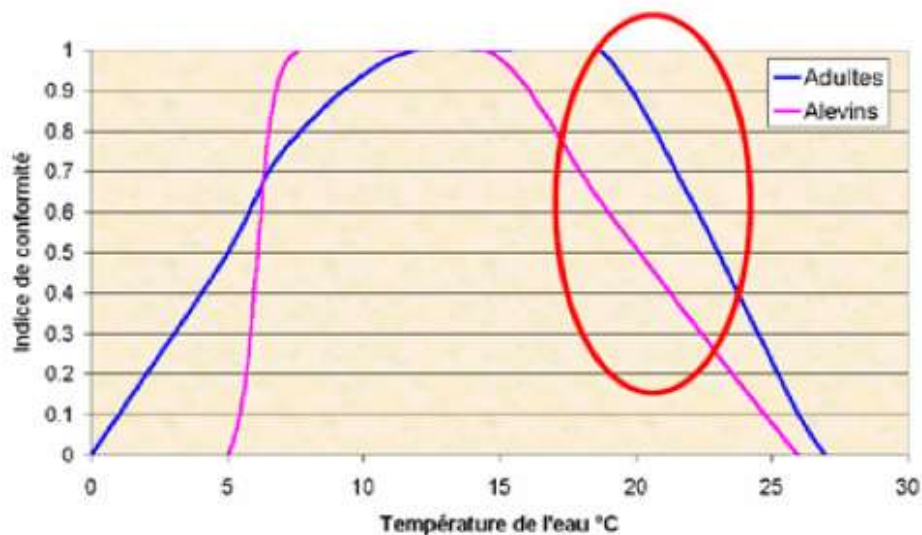
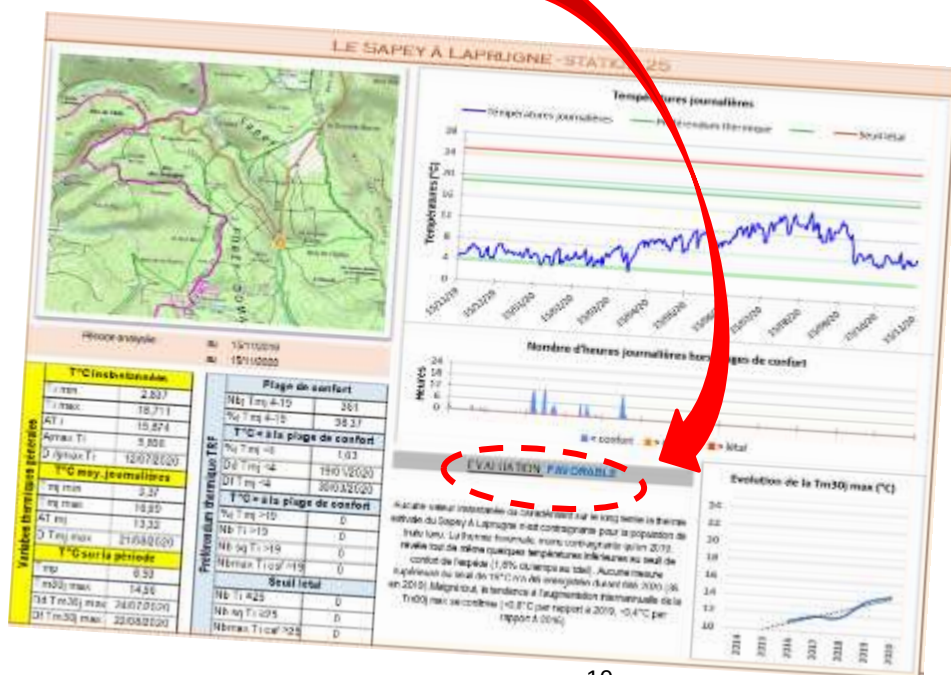


Figure 2 : Impact de l'augmentation des Tm30j max sur les densités de population des alevins et adultes de truites fario (source : FDPPMA 69)

La sensibilité au réchauffement des eaux étant inversement proportionnelle au rapport taille/surface des individus, les poissons plus âgés sont plus « robustes ». On gardera également à l'esprit qu'à l'échelle des déplacements d'une truite fario, la température des eaux ne se répartit pas de manière uniforme, et qu'il existe des « refuges » thermiques (affluents, apports exogènes et afférences phréatiques, ...) que savent utiliser les salmonidés lorsque des obstacles (p. ex. ouvrages transversaux) n'en limitent pas l'accès.

On retiendra en conclusion que dans des milieux non limitants en termes de qualité d'eau et d'habitat, la thermie peut en grande partie expliquer la structure de population en truites, et notamment l'abondance des truitelles de l'année à la fin de l'été. Une bonne reproduction peut être réduite à néant par un été très chaud. La thermie des eaux influence par ailleurs indirectement les populations de poissons par son effet sur d'autres paramètres physico-chimiques (p. ex. l'oxygénation), sur les ressources trophiques (p. ex. les larves d'insectes) et sur le développement d'agents pathogènes (p. ex. maladie rénale proliférative).

Associées à la Tm30j max, les valeurs des variables thermiques présentées dans le Tableau 1 participent également à évaluer l'aptitude du milieu à accueillir ou non, vis-à-vis de la thermie, une population fonctionnelle de truite fario. Cette évaluation est fournie dans les fiches de synthèses associées à chacune des stations du suivi :



2.3 STATIONS DE SUIVI

Afin de répondre au mieux aux objectifs assignés au RST 03, l'emplacement des stations doit permettre :

- D'apporter 1/ une vision globale de la thermie sur chaque contexte salmonicole identifié dans la version récemment mise à jour du PDPG, et 2/ des données thermiques précises dans 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, en ciblant en priorité les populations piscicoles qui présentent les sensibilités les plus marquées vis-à-vis de ce paramètre abiotique.

Lors de la mise en place du RST (2014), 22 stations de suivi avaient été réparties sur l'ensemble du département. Dans la mesure du possible, l'implantation d'un minimum de trois stations par bassin-versant avait été réalisée. Au printemps 2016, ce parc de sondes a été complété par l'équipement de nouvelles stations. Depuis, de nouveaux arbitrages ont été faits et des besoins spécifiques sont apparus, justifiant le suivi de 41 stations pour la période 2020/2021 (+12 par rapport à 2020).

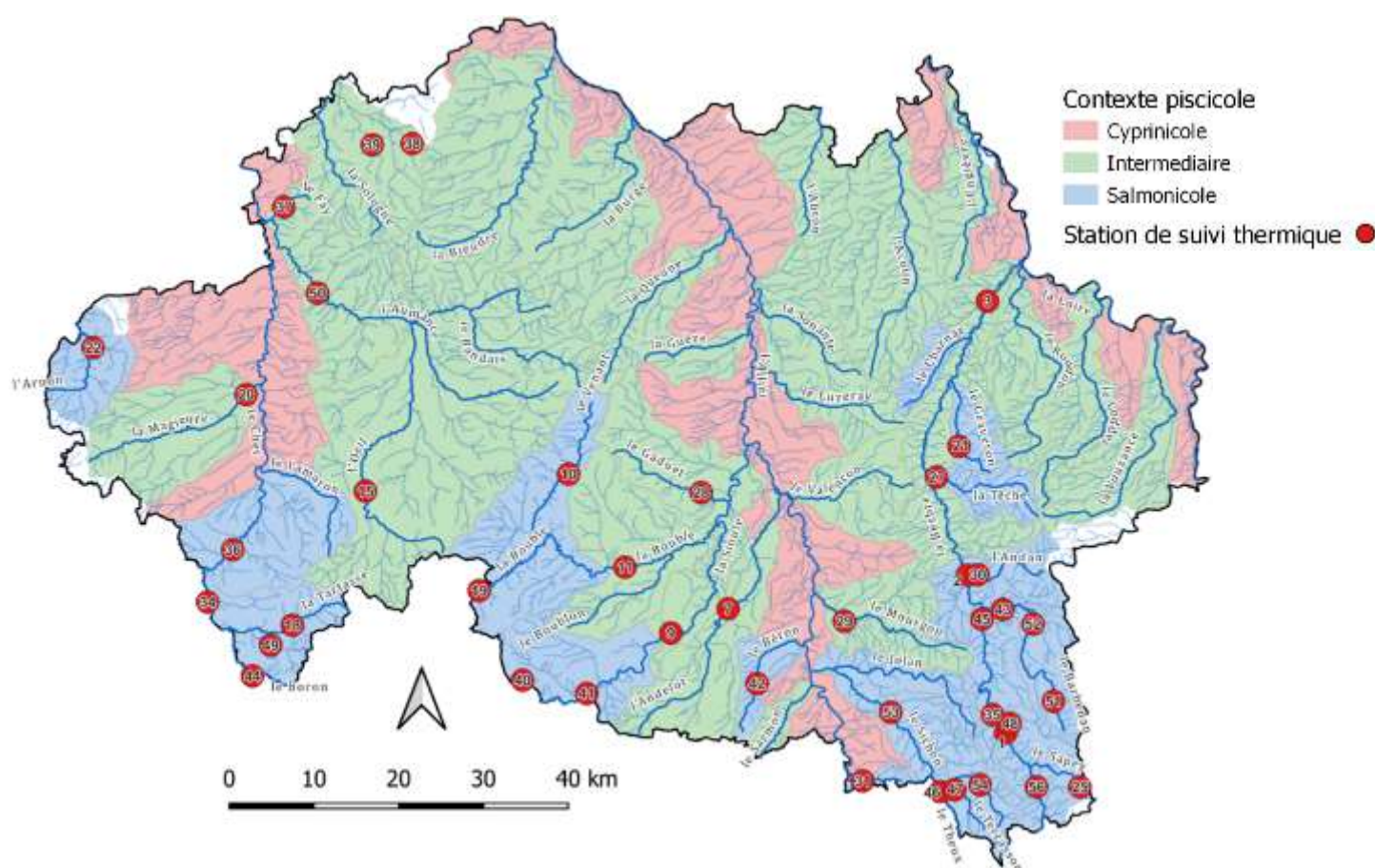


Figure 3 : Localisation des stations du RST 03 suivies en 2020/2021

Certaines stations ont subi des actes de malveillance ou des dysfonctionnements matériels au cours de la période 2020/2021. Elles possèdent des chroniques de données lacunaires pouvant aller jusqu'à l'absence totale de donnée. 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.

Tableau 2 : Stations du RST 03 suivies en 2020/20201

N°	COURS D'EAU	COMMUNE	COORDONNEES (L93)		DONNEES
			X	Y	Complètes - Partielles - Absentes
1	Besbre	Saint-Clément	754230	6552316	
2	Besbre	Saint Prix	749849	6570338	
3	Besbre	Dompierre-sur-Besbre	752136	6601605	Infiltration d'eau dans la sonde
7	Andelot	Broût-Vernet	722536	6566494	
9	Sioule	Saint-Germain-de-Salles	715999	6563737	
10	Venant	Voussac	704345	6581860	
11	Bouble	Chantelle	710768	6571245	
15	Œil	Malicorne	681165	6579914	Sonde défectueuse
18	Tartasse	Marcillat-en-Combraille	672822	6564623	
19	Bouble	Echassières	694134	6568570	
20	Magieure	Vaux	667540	6590935	
21	Graveron	Sorbier	748887	6585038	Défaut d'alimentation
22	Arnon	Viplaix	650090	6596292	
25	Sapey	Laprugne	762673	6546155	
27	Têche	Trézelles	746334	6581525	
28	Gaduet	Bransat	719463	6579759	
29	Mourgon	Creuzier-le-Neuf	735802	6565070	
30	Andan	Saint-Prix	751087	6570347	
31	Darot	Mariol	737896	6546858	
34	Cher	La-Petite-Marche	663151	6567255	
35	Besbre	Le Mayet-de-Montagne	752715	6554415	
36	Cher	Sainte-Thérance	666009	6573222	
37	Rau Fay	Meaulne	671858	6612342	
38	Fontaine Jarsaud	Isle-et-Bardais	686490	6619570	
39	Chandon	Isle-et-Bardais	681945	6619444	
40	Sioule	Chouvigny	699092	6558342	
41	Sioule	Ebreuil	706405	6556817	
42	Espinasse-Vozelle	Moulin des Gots	725850	6557968	
43	Le Breuil	Montciant	753886	6566420	
44	Saint-Marcel-en-Marcillat	Pont de Chabanusse	668260	6558831	
45	Le Breuil	Magnant	751506	6565306	
46	Ferrières-sur-Sichon	Le Moulin Bigay	746749	6545627	
47	Ferrières-sur-Sichon	Pont de Becouze	748403	6545832	
48	Saint-Clément	Pont Carot	754714	6553399	Vol de sonde
49	Marcillat-en-Combraille	Moulin Billaud	670344	6562327	
50	Hérisson	La Besace	675682	6602512	
51	Arfeuilles	Pont D25	759665	6555946	
52	Arfeuilles	Pont Morel	757348	6564752	
53	Molles	Gué Chervais	741115	6554687	
54	Ferrières-sur-Sichon	Pierre Encize	751304	6546389	Installation au printemps2021
56	La Chabanne	Pont de la Presle	757739	6546164	Installation au printemps2021

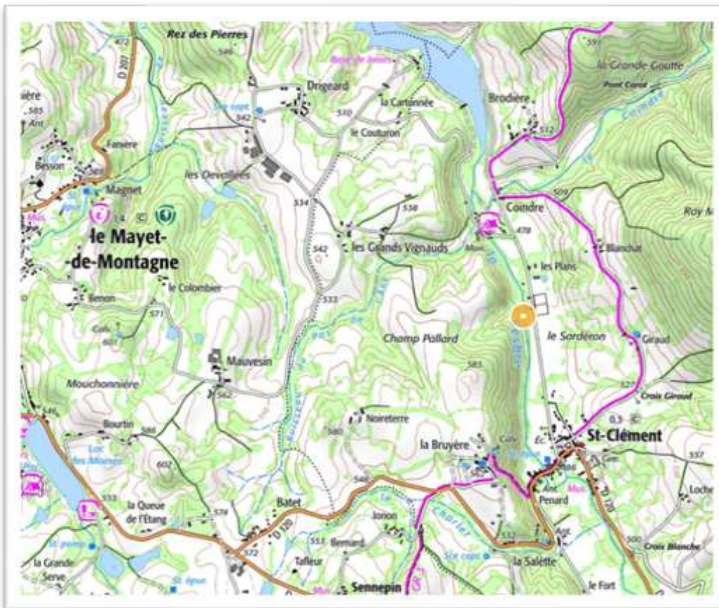
Les dispositions prises depuis 2018/2019 ont permis de diviser par cinq les pertes de données causées par des actes de vandalisme, un dysfonctionnement du matériel ou un défaut d'alimentation. Les sondes subissant des actes de vandalisme sont systématiquement déplacées. La fréquence de remplacement des piles a été doublée. Aucune sonde n'a été exondée lors de l'étiage estival. Ces mesures de prévention seront reconduites et complétées en 2022 avec l'objectif de réduire encore davantage le risque de perte de données.

3 RESULTATS 2020/2021

Les résultats sont présentés sous forme de fiche de synthèse réalisées pour chacune des stations, regroupées dans une logique hydrographique selon les trois grands bassins-versants du département : la Loire, l'Allier et le Cher.

3.1 BASSIN-VERSANT DE LA LOIRE

LA BESBRE À SAINT-CLÉMENT - STATION 1

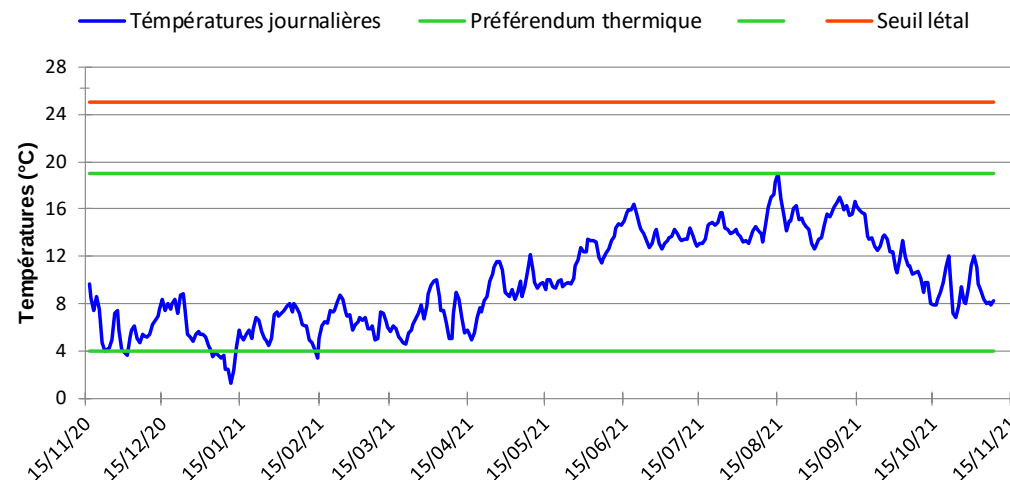


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

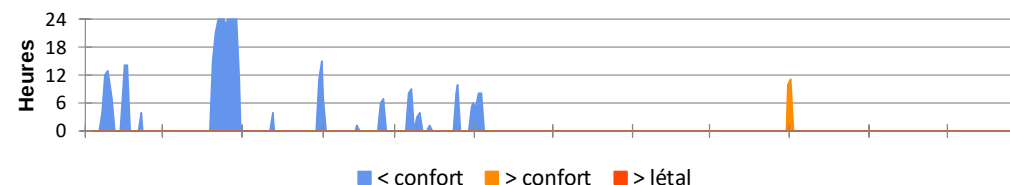
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,893
	Ti max	20,424
	AT i	19,531
	Ajmax Ti	6,548
	D Ajmax Ti	08/05/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	1,3
	Tmj max	18,98
	AT mj	17,68
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	9,78
	Tm30j max	15,46
	Dd Tm30j max	11/08/2021
	Df Tm30j max	09/09/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	345
	% j Tmj 4-19	96,37
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	3,63
	Dd Tmj <4	22/11/2020
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0
	Nb Ti >19	21
	Nb sq Ti >19	2
	Nbmax Ti csf >19	11
	Seuil légal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



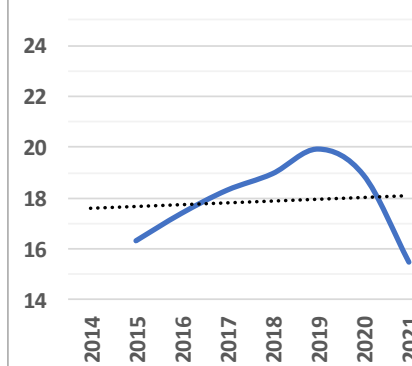
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



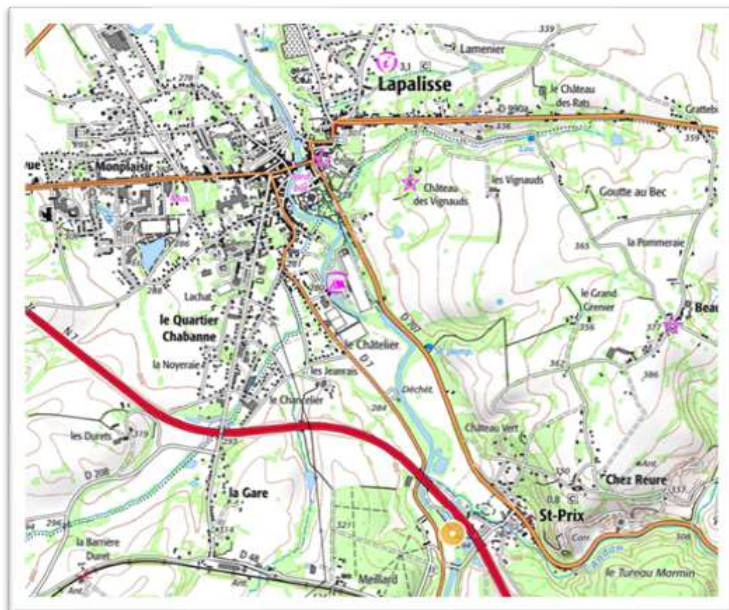
EVALUATION: FAVORABLE

Les températures maximales instantanées se maintiennent très nettement sous le seuil légal de la truite fario et les moyennes journalières maximales demeurent comprises dans son préférendum thermique. Les températures hivernales apparaissent plus contraignantes, notamment pour les plus jeunes individus et pour le stade embryo-larvaire de l'espèce. Le bilan annuel indique que plus de 96% des températures moyennes journalières sont comprises dans la plage de confort de la truite fario (4°C - 19°C). La température moyenne des 30 jours les plus chauds (Tm30j max) est très nettement inférieure à la limite haute de cette plage de confort. Elle est également inférieure de plus de 3°C à la valeur relevée en 2020.

Evolution de la Tm30j max (°C)



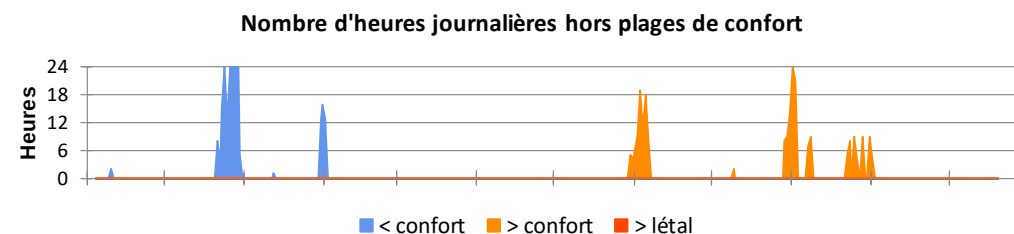
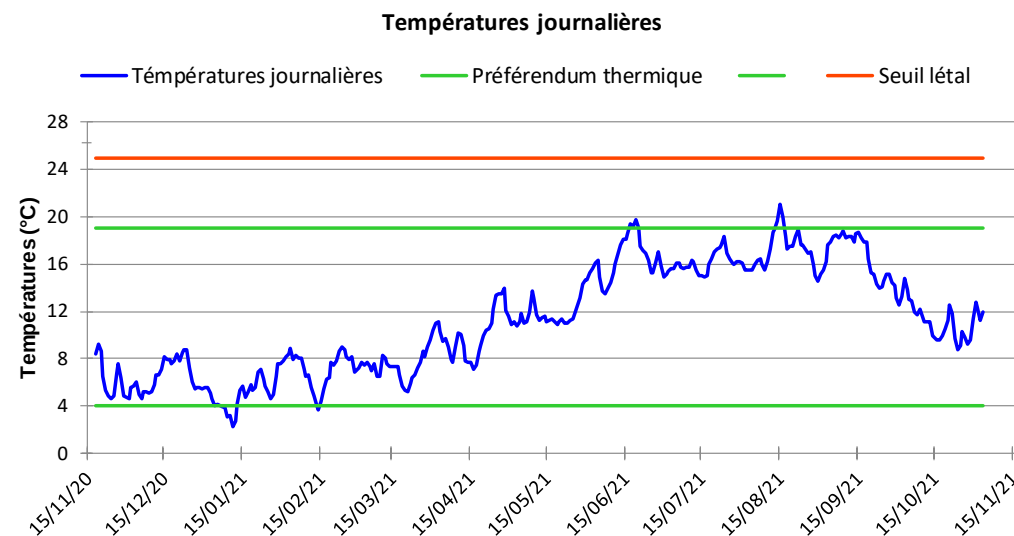
LA BESBRE À SAINT-PRIX - STATION 2



Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	1,872
	Ti max	22,238
	AT i	20,366
	Ajmax Ti	6,824
	D Ajmax Ti	03/11/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	2,22
	Tmj max	21,02
	AT mj	18,8
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11,23
	Tm30j max	17,71
	Dd Tm30j max	12/08/2021
	Df Tm30j max	10/09/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	338
	% j Tmj 4-19	96,3
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	1,71
	Dd Tmj <4	07/01/2021
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	1,99
	Nb Ti >19	222
	Nb sq Ti >19	18
	Nbmax Ti csf >19	56
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

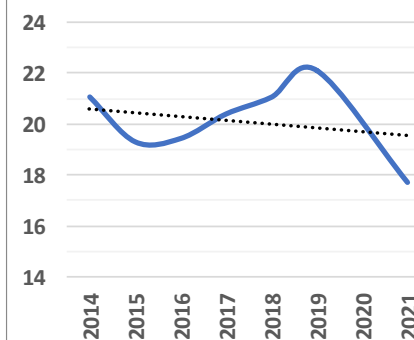


EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

L'année 2021 présente, sur l'ensemble de la chronique de données (2014-2021), les conditions les plus favorables aux populations de truites fario de ce secteur salmonicole de la Besbre médiane.

Aucune Ti n'atteint ni ne se rapproche du seuil léthal (Ti max = 22,2°C) et les Tmj sont supérieures au préférendum thermique de l'espèce seulement 2% du temps. Les plus longues séquences de dépassement du seuil de 19°C atteignent 2,5 jours consécutifs et la Tm30j max (17,7°C) est très nettement inférieure à la dernière valeur connue (2019, 22,1°C). A l'image des résultats enregistrés sur de nombreuses stations du suivi, les températures hivernales sont relativement contraignantes mais aucune n'atteint des valeurs potentiellement létales pour la truite fario.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LE GRAVERON À SORBIER - STATION 21

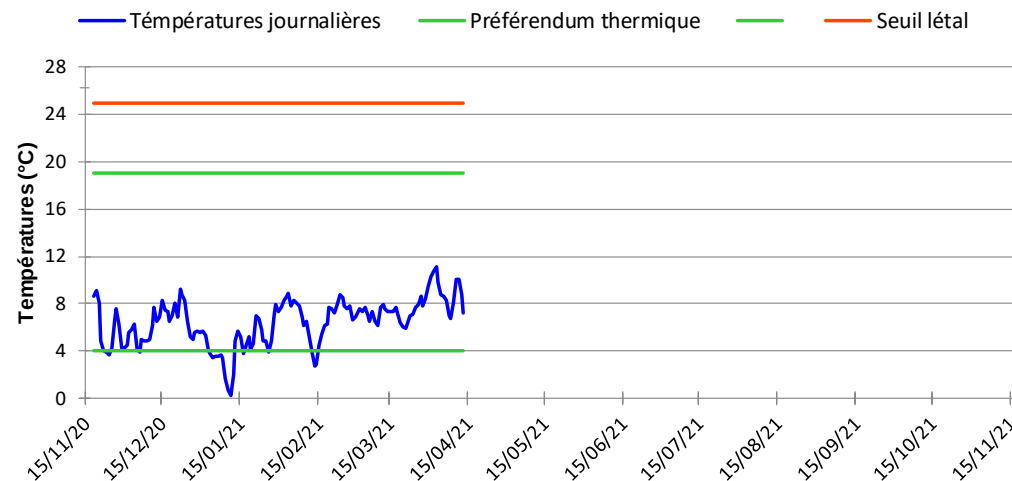


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

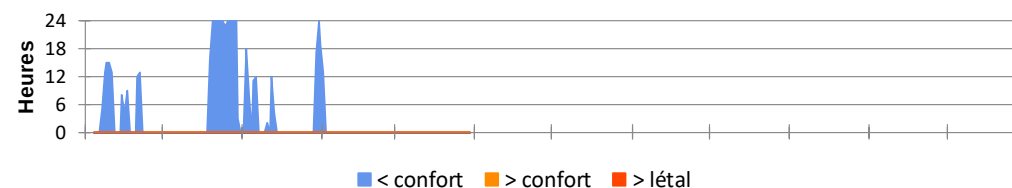
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,01
	Ti max	12,69
	AT i	12,68
	Ajmax Ti	4,019
	D Ajmax Ti	31/03/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	0,23
	Tmj max	11,13
	AT mj	10,9
	D Tmj max	02/04/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	6,45

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	129
	% j Tmj 4-19	87,76
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	12,24
	Dd Tmj <4	23/11/2020
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0
	Nb Ti >19	0
	Nb sq Ti >19	0
	Nbmax Ti csf >19	0
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



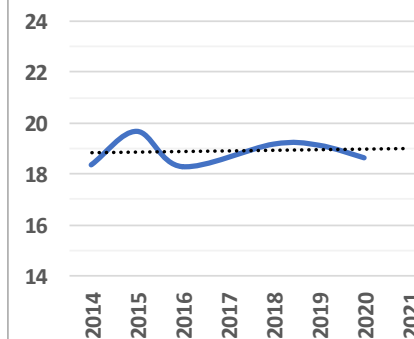
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



EVALUATION: INDETERMINEE

Une panne de batterie n'a pas permis d'enregistrer les valeurs de températures estivales. L'aptitude du Graveron à accueillir une population fonctionnelle de truite fario n'est donc pas évaluée. On retiendra tout de même que les conditions hivernales relevées sont les plus contraignantes du suivi, toutes stations confondues. Ainsi les minimales instantanées atteignent le seuil léthal associé à la truite fario (0°C) et les Tmj min sont potentiellement mortelles pour son stade embryo-larvaire. La rigueur des températures s'accompagne également d'un important étalement dans le temps des Tmj inférieures à 4°C (de la fin novembre 2020 à la mi-février 2021).

Evolution de la Tm30j max (°C)



LE SAPEY À LAPRUGNE - STATION 25



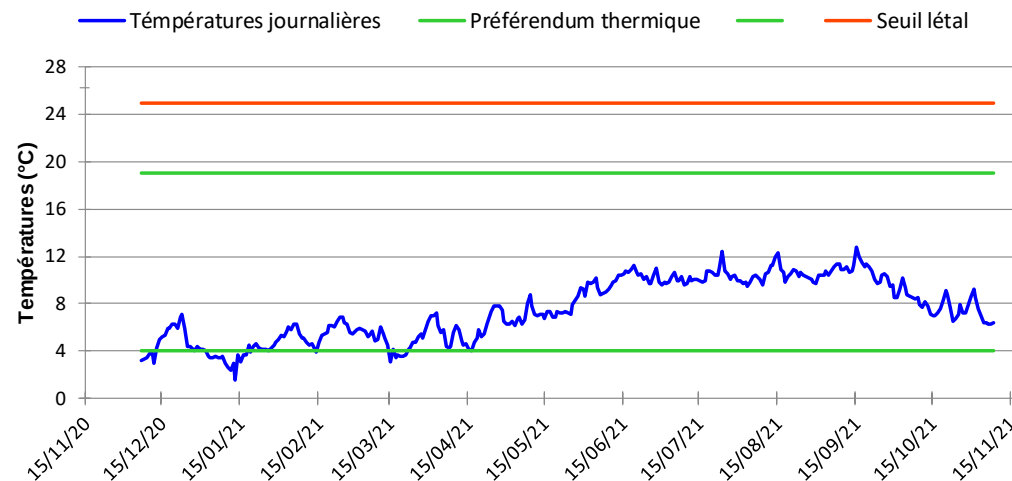
Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

T°C instantanées	
Ti min	0,232
Ti max	14,996
AT i	14,764
Ajmax Ti	6,522
D Ajmax Ti	23/04/2021
T°C moy. journalières	
Tmj min	1,51
Tmj max	12,8
AT mj	11,29
D Tmj max	15/09/2021
T°C sur la période	
Tmp	7,48
Tm30j max	10,83
Dd Tm30j max	22/08/2021
Df Tm30j max	20/09/2021

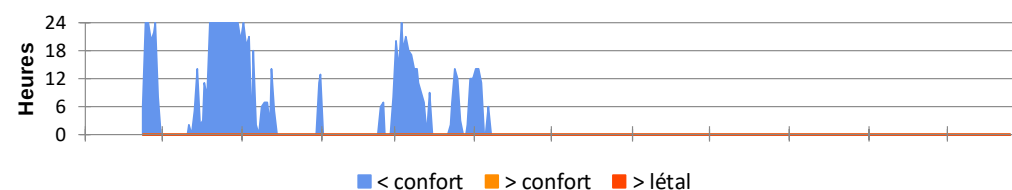
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	306
% j Tmj 4-19	90,8
T°C < à la plage de confort	
% j Tmj <4	8,9
Dd Tmj <4	07/12/2020
Df Tmj <4	21/03/2021
T°C > à la plage de confort	
% j Tmj >19	0
Nb Ti >19	0
Nb sq Ti >19	0
Nbmax Ti csf >19	0
Seuil légal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Préférendum thermique TRF

Températures journalières



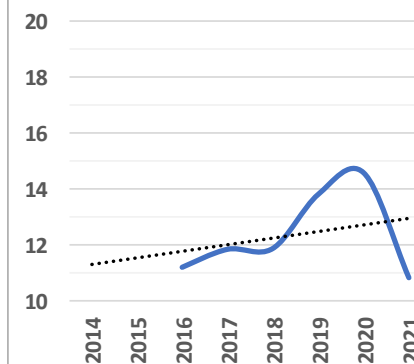
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



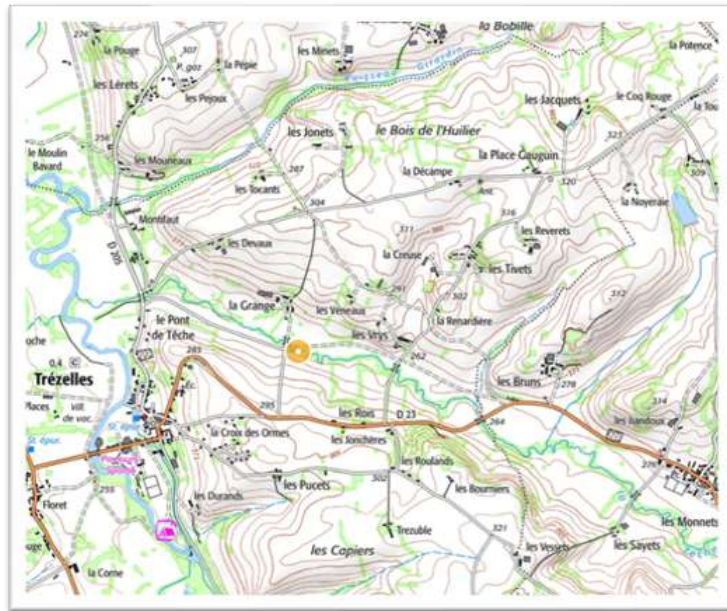
EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Aucune valeur instantanée ou caractérisant sur le long terme la thermie estivale du Sapey à Laprugne n'est contraignante pour la population de truite fario. La thermie hivernale, plus contraignante qu'en 2020, révèle en revanche de nombreuses températures inférieures au seuil de confort de l'espèce (8,9% du temps au total). Aucune mesure supérieure au seuil de 19°C n'a été enregistrée durant l'été 2021 et après plusieurs années de hausse consécutives, la Tm30j max relevée en 2021 atteint son niveau le plus bas depuis la création de cette station, inférieur de près de 4°C à la valeur mesurée en 2020.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LA TÊCHE À TRÉZELLES - STATION 27

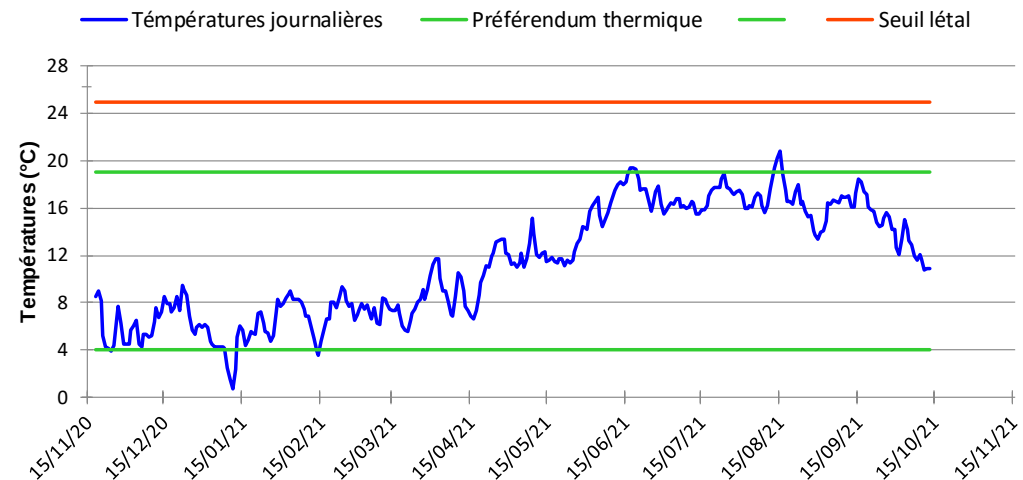


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

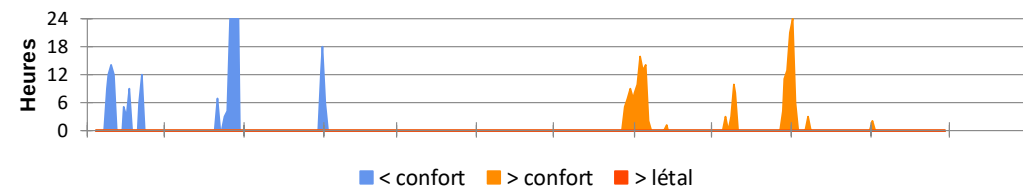
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,121
	Ti max	22,238
	AT i	22,117
	Ajmax Ti	6,984
	D Ajmax Ti	24/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	0,76
	Tmj max	20,83
	AT mj	20,07
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11,36
	Tm30j max	17,57
	Dd Tm30j max	19/07/2021
	Df Tm30j max	17/08/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	317
	% j Tmj 4-19	96,06
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	2,12
	Dd Tmj <4	24/11/2020
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	1,82
	Nb Ti >19	200
	Nb sq Ti >19	19
	Nbmax Ti csf >19	45
	Seuil légal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



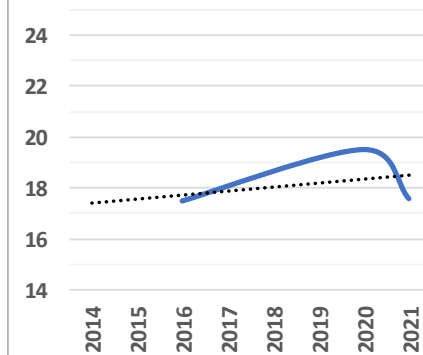
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



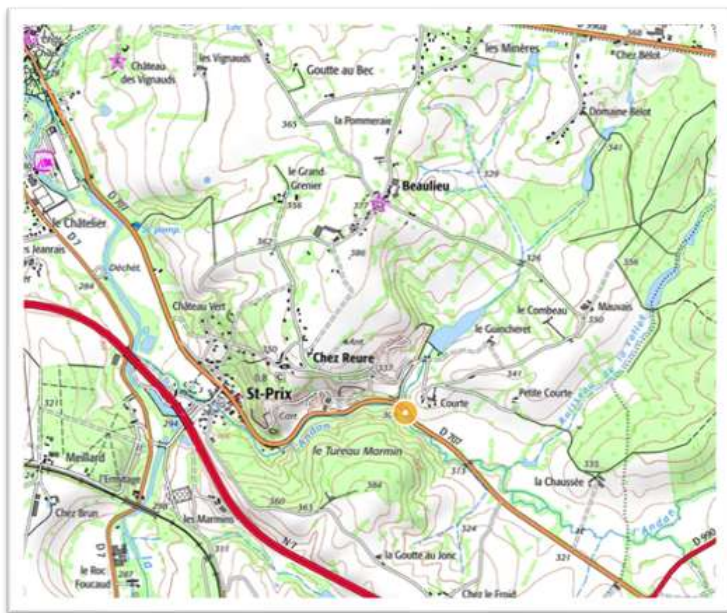
EVALUATION: PLUTOT DEFAVORABLE

La sévérité des derniers étages a fortement impacté le peuplement de ce cours d'eau salmonicole. Malgré une amélioration par rapport aux années précédentes, le régime thermique 2021 est jugé "plutôt défavorable" au développement de la truite fario. La Ti max (22,2°C) et Tmj max (20,8°C) sont nettement supérieures au seuil de 19°C. La Tm30j max demeure contenue, de nettes périodes de refroidissement ayant eu lieu durant l'été 2021. Caractérisées par des Ti min (0,1°C) voisines du seuil légal et des Tmj min (0,8°C) inférieures au seuil de 1°C, les conditions hivernales sont potentiellement très contraignantes pour les juvéniles et pour le stade embryo-larvaire de l'espèce.

Evolution de la Tm30j max (°C)



L'ANDAN À SAINT-PRIX - STATION 30

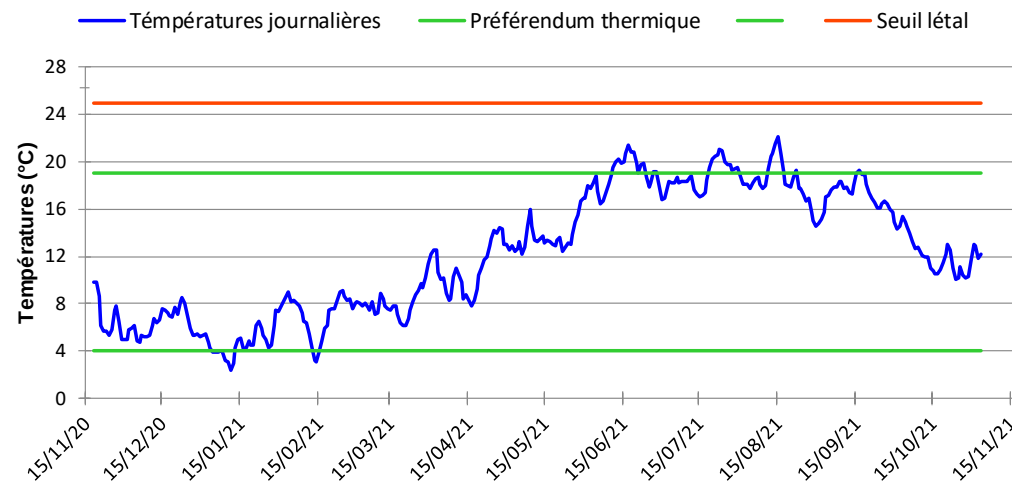


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

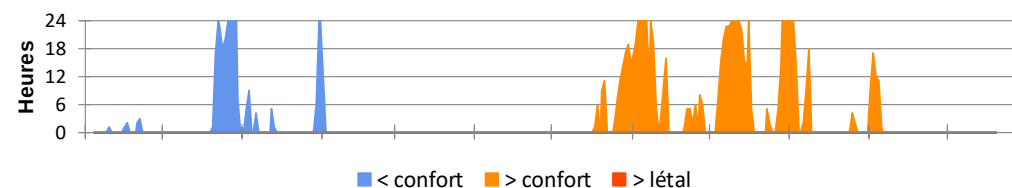
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	2,088
	Ti max	23,1
	AT i	21,012
	Ajmax Ti	7,901
	D Ajmax Ti	24/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	2,35
	Tmj max	22,18
	AT mj	19,83
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	12,2
	Tm30j max	19,5
	Dd Tm30j max	19/07/2021
	Df Tm30j max	17/08/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	302
	% j Tmj 4-19	86,04
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	3,42
	Dd Tmj <4	04/01/2021
	Df Tmj <4	15/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	10,54
	Nb Ti >19	885
	Nb sq Ti >19	42
	Nbmax Ti csf >19	137
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



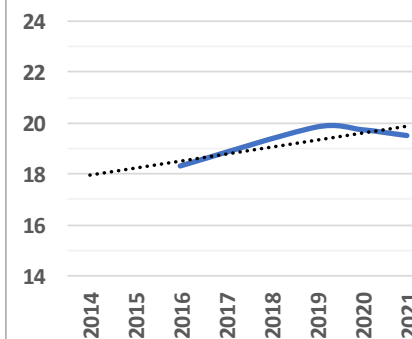
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



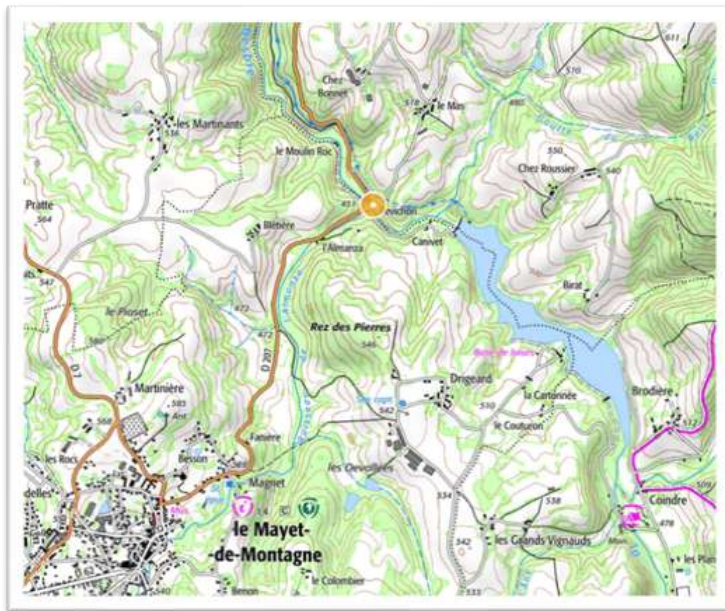
EVALUATION: PLUTOT DEFAVORABLE

La population piscicole de l'Andan a été fortement impactée par les assecs estivaux subis en 2019 et 2020. En 2021 le régime thermique est jugé "plutôt défavorable" aux populations de truites fario, notamment vis-à-vis des conditions estivales. Ainsi la Ti max a dépassé 23°C, et les Tmj ont dépassé le seuil de confort à 42 reprises, parfois de plus de 3°C et pendant près de 6 jours consécutifs. La Tm30j max diminue légèrement par rapport à 2020 (-0,2°C) mais demeure supérieure d'environ 2°C au seuil au delà duquel les impacts sur les populations sont avérés, en particulier sur les truitelles de l'année. Les températures hivernales sont en revanche peu contraignantes à l'échelle du suivi (Ti min > 2°C et seulement 12 Tmj inférieures à 4°C).

Evolution de la Tm30j max (°C)



LA BESBRE AU MAYET-DE-MONTAGNE - STATION 35

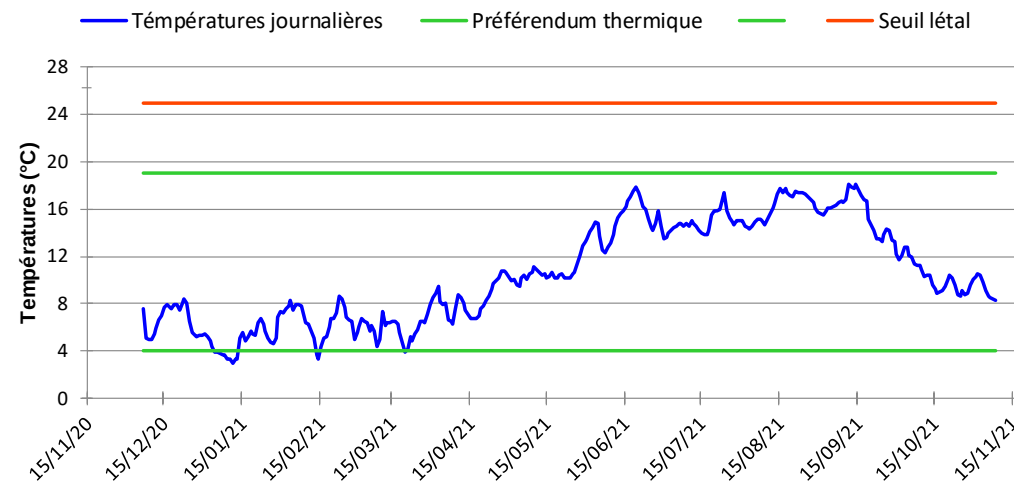


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

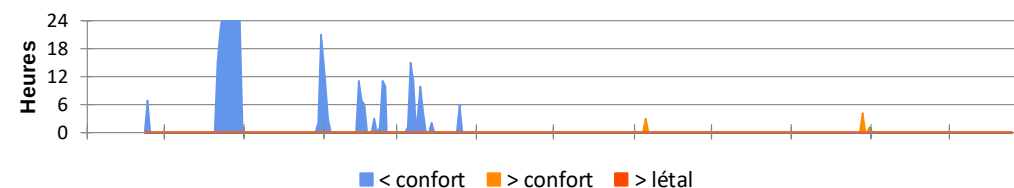
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	1,98
	Ti max	19,472
	AT i	17,492
	Ajmax Ti	6,817
	D Ajmax Ti	08/12/2020
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	2,95
	Tmj max	18,05
	AT mj	15,1
	D Tmj max	11/09/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	10,53
	Tm30j max	16,88
	Dd Tm30j max	17/08/2021
	Df Tm30j max	15/09/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	324
	% j Tmj 4-19	96,14
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	3,86
	Dd Tmj <4	04/01/2021
	Df Tmj <4	20/03/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0
	Nb Ti >19	8
	Nb sq Ti >19	4
	Nbmax Ti csf >19	4
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



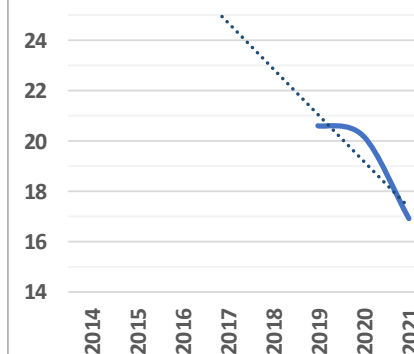
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



EVALUATION: FAVORABLE

Les valeurs caractéristiques de thermie estivale indiquent un régime nettement moins contraignant que celui enregistré en 2020, notamment vis-à-vis des Ti max (19,5°C, soit 3°C de moins qu'en 2020) et de la Tmj max. La Tm30j max régresse également de manière prononcée (-3,3°C). Sur l'ensemble de la période analysée, aucune température moyenne journalière n'a dépassé la plage de confort de l'espèce. Les valeurs hivernales apparaissent plus contraignantes (4% des Tmj inférieures à 4°C), notamment pour les plus jeunes individus et le stade embryo-larvaire de l'espèce.

Evolution de la Tm30j max (°C)



En revanche, la comparaison des températures moyennes journalières relevées à l'amont (station n°1) et à l'aval (station n°35) du barrage de Saint-Clément met en évidence l'impact significatif de la retenue sur la thermie de la Besbre :

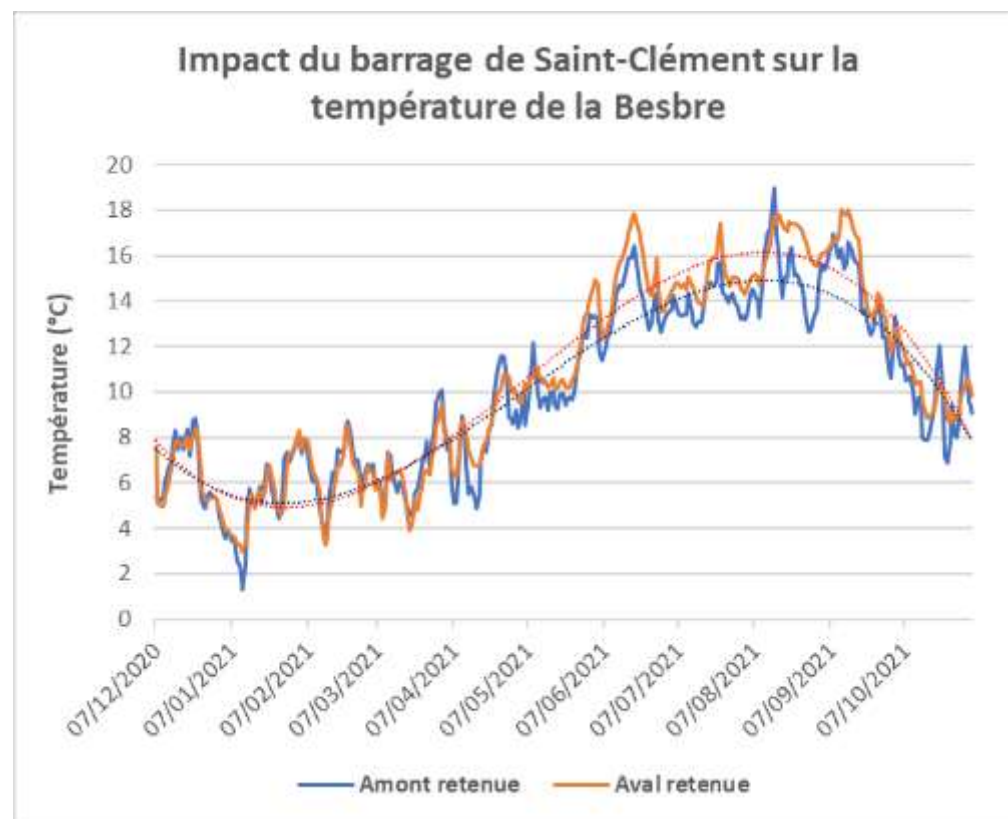
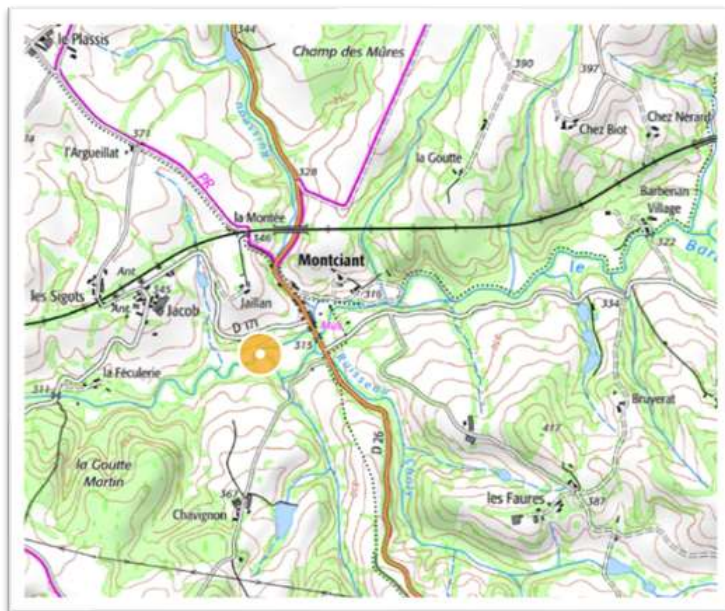


Figure 4 : Impact de la retenue de Saint-Clément sur les températures moyennes journalières de la Besbre

Durant une première période s'étendant de la fin de l'automne 2020 à la fin du mois d'avril 2021, les températures moyennes sont équivalentes entre l'amont et l'aval de la retenue ($6,48^{\circ}\text{C} \pm 0,01^{\circ}\text{C}$). On notera simplement un écrêtement à l'aval de la retenue de certaines valeurs « extrêmes » (11 janvier, 2 avril) observées à l'amont. Ce phénomène résulte de l'homogénéisation des températures au sein de la retenue (brassage automnal et printanier des eaux du lac, mise en place de la thermocline hivernale). A cette période l'inertie thermique de la retenue joue un effet « tampon » sur les variations rapides de température observées à l'amont.

De début mai à la fin du mois de septembre, la stratification thermique estivale et le mode de restitution du débit ne permettent pas de relâcher à l'aval de la retenue de l'eau plus fraîche issue des couches inférieures à la thermocline. Le réchauffement accru des eaux superficielles provoqué par la retenue se traduit à l'aval du barrage par une température moyenne plus chaude d'environ 1°C par rapport à la valeur relevée à l'amont de la retenue.

LE BARBENAN AU BREUIL - STATION 43

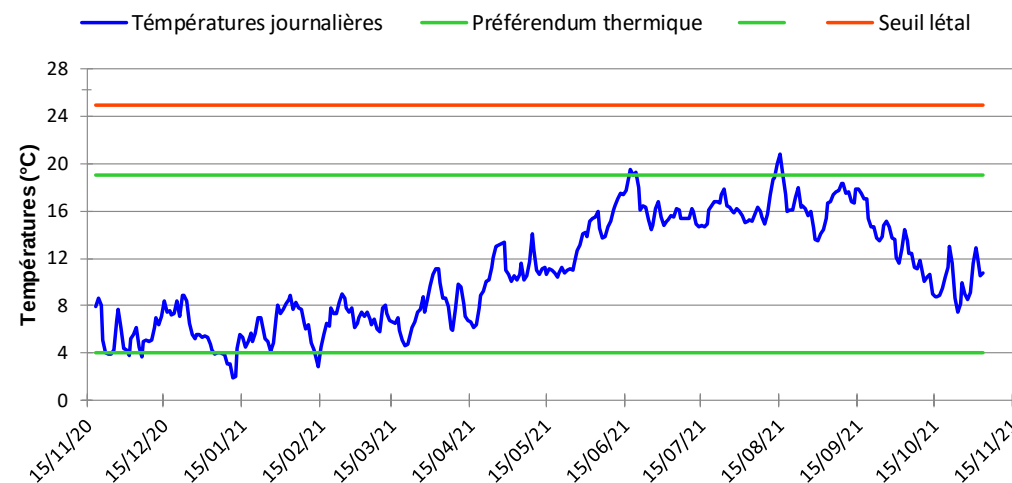


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

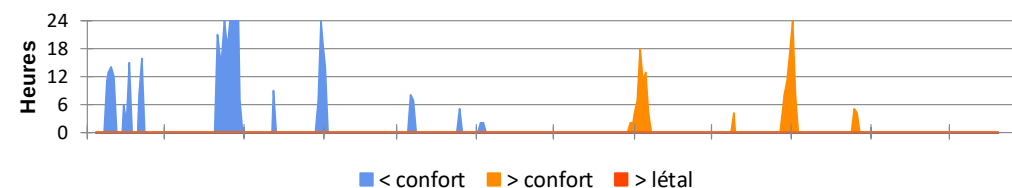
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	1,548
	Ti max	22,142
	AT i	20,594
	Ajmax Ti	7,33
	D Ajmax Ti	03/11/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	1,93
	Tmj max	20,79
	AT mj	18,86
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	10,82
	Tm30j max	16,82
	Dd Tm30j max	12/08/2021
	Df Tm30j max	10/09/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	332
	% j Tmj 4-19	94,59
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	3,7
	Dd Tmj <4	23/11/2020
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	1,71
	Nb Ti >19	147
	Nb sq Ti >19	13
	Nbmax Ti csf >19	43
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



Nombre d'heures journalières hors plages de confort



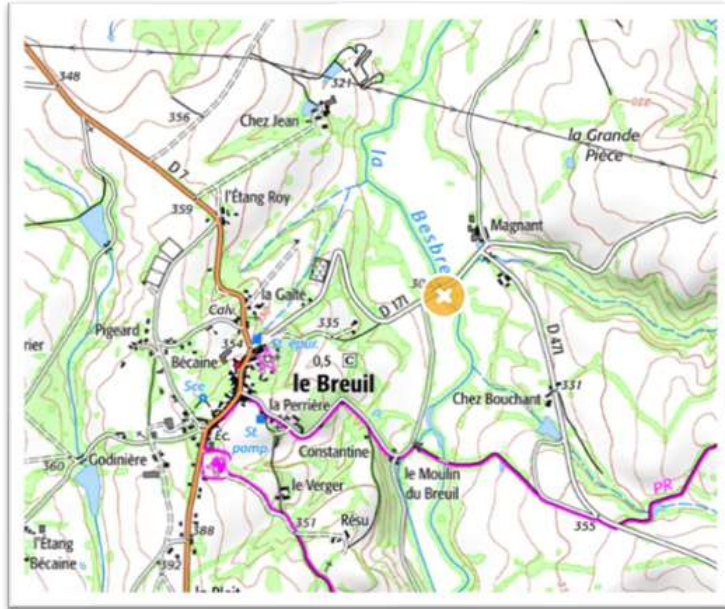
EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Implantée pour suivre le régime thermique de la partie aval de ce cours d'eau salmonicole, la sonde a enregistré des valeurs jugées plutôt favorables à la population de truites fario. Bien que nettement supérieure au seuil de confort de l'espèce, aucune température instantanée n'atteint ni ne se rapproche des valeurs létales (Ti max = 22,1°C). Six Tmj dépassent 19°C et la plus longue séquence de Ti supérieures à ce seuil atteint deux jours (14 et 15 août). Les températures hivernales sont fraîches (Tmj inférieures à 4°C durant treize jours), mais aucune d'entre elles n'est potentiellement létale pour l'espèce. La Tm30j max vaut 16,8°C, soit une valeur largement contenue dans le préférendum thermique de la truite fario.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LA BESBRE AU BREUIL - STATION 45



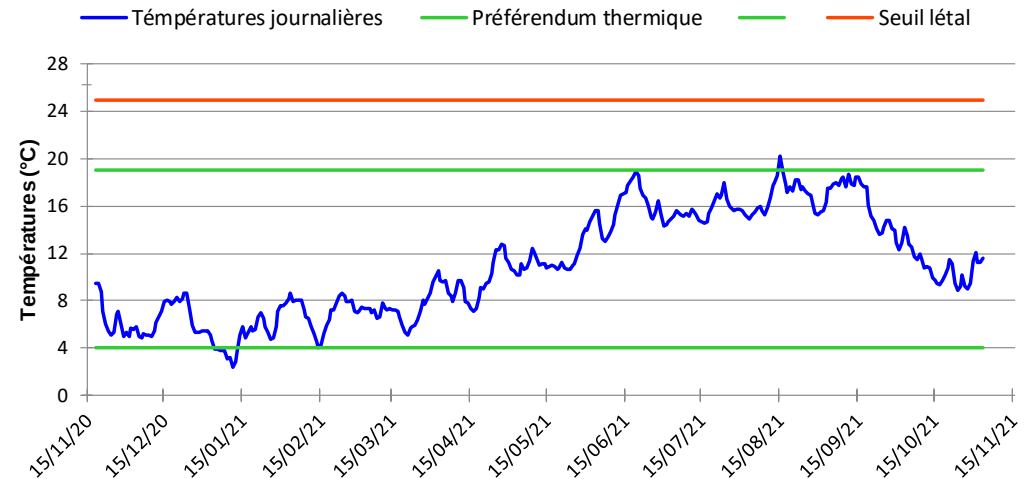
Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

T°C instantanées	
Ti min	1,656
Ti max	21,378
AT i	19,722
Ajmax Ti	7,406
D Ajmax Ti	03/11/2021
T°C moy. journalières	
Tmj min	2,36
Tmj max	20,19
AT mj	17,83
D Tmj max	15/08/2021
T°C sur la période	
Tmp	10,95
Tm30j max	17,47
Dd Tm30j max	13/08/2021
Df Tm30j max	11/09/2021

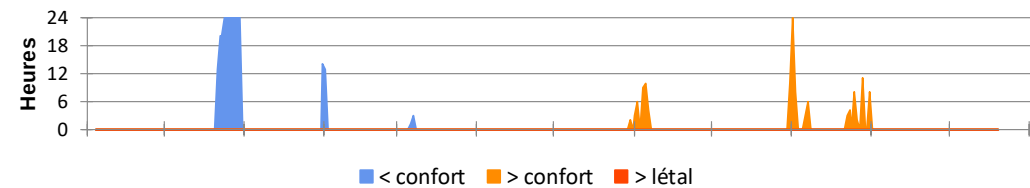
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	339
% j Tmj 4-19	96,58
T°C < à la plage de confort	
% j Tmj <4	3,13
Dd Tmj <4	04/01/2021
Df Tmj <4	14/02/2021
T°C > à la plage de confort	
% j Tmj >19	0,28
Nb Ti >19	121
Nb sq Ti >19	13
Nbmax Ti csf >19	42
Seuil légal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Préférendum thermique TRF

Températures journalières



Nombre d'heures journalières hors plages de confort



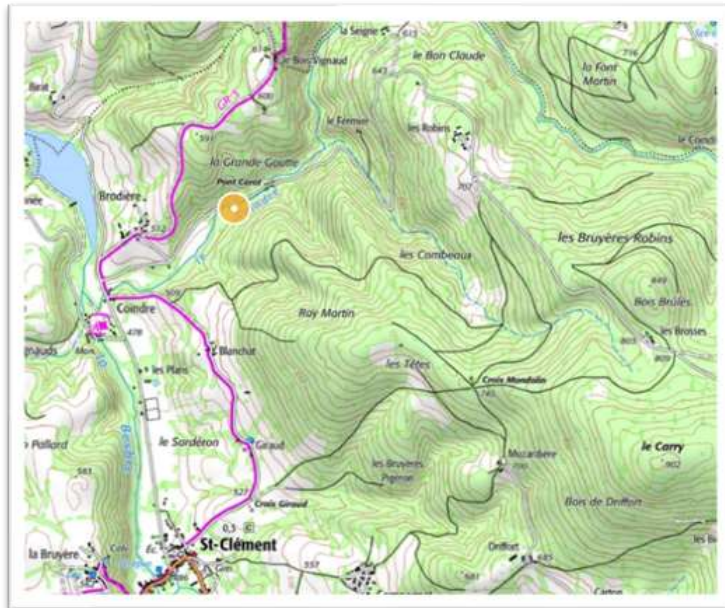
EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Implantée à l'été 2020 pour suivre la thermie au droit d'une station historique du RSPP 03, la sonde a enregistré des résultats voisins de ceux enregistrés à Saint-Prix (station n°2), environ 7 km à l'aval. Les conditions thermiques sont "plutôt favorables" aux populations de truites fario, caractérisées par des Ti max intermédiaires entre seuil de confort (19°C) et seuil légal (25°C), aucune Tmj max supérieure à 19°C à l'exception du 15 août, et une Tm30j max inférieure d'environ 2,5°C à ce seuil. A l'image des résultats enregistrés sur de nombreuses stations du suivi, les températures hivernales sont relativement contraignantes mais aucune n'atteint des valeurs potentiellement létales pour la truite fario, quelque soit le stade de développement considéré.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LE COINDRE À SAINT-CLÉMENT - STATION 48

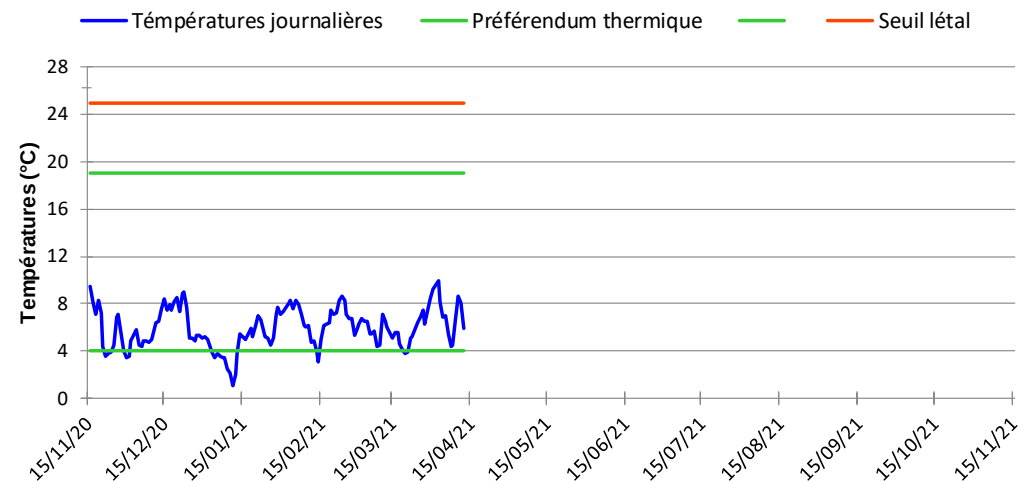


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

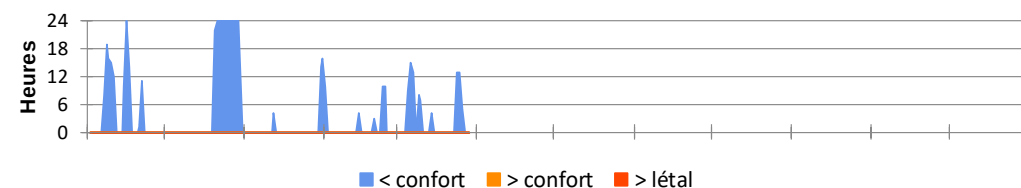
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,453
	Ti max	12,98
	AT i	12,527
	Ajmax Ti	7,549
	D Ajmax Ti	08/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	1,06
	Tmj max	9,93
	AT mj	8,87
	D Tmj max	02/04/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	5,96
	Tm30j max	
	Dd Tm30j max	
	Df Tm30j max	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	128
	% j Tmj 4-19	86,49
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	13,51
	Dd Tmj <4	22/11/2020
	Df Tmj <4	21/03/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0
	Nb Ti >19	0
	Nb sq Ti >19	0
	Nbmax Ti csf >19	0
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



Nombre d'heures journalières hors plages de confort



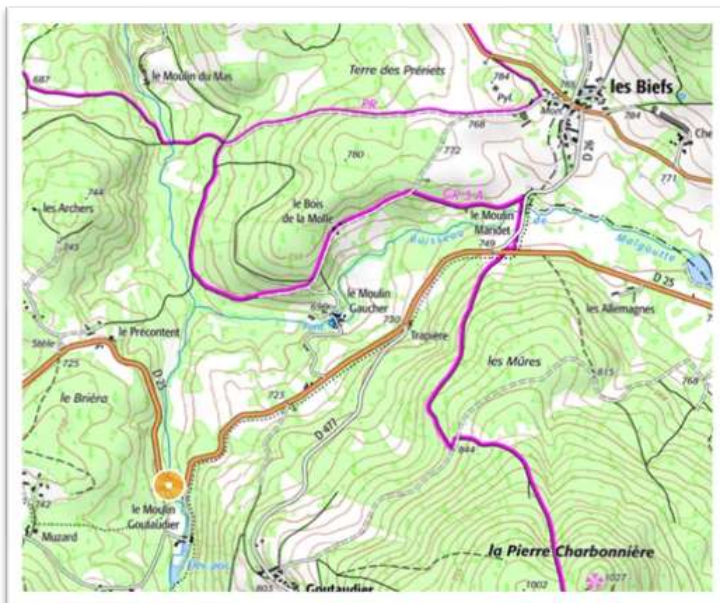
EVALUATION: INDETERMINEE

Un acte de vandalisme n'a pas permis de récupérer les valeurs de températures estivales. L'aptitude du Coindre à accueillir en 2021 et vis-à-vis de la thermie une population fonctionnelle de truite fario n'est donc pas évaluée. On retiendra tout de même que les conditions hivernales relevées apparaissent relativement contraignantes, notamment pour les juvéniles et le stade embryolaire de l'espèce. Elles sont caractérisées par des minimales instantanées inférieures au seuil de 1°C, et des Tmj minimales tout juste supérieures. La période durant laquelle des Tmj inférieures à 4°C sont enregistrées est également particulièrement étendue (4 mois de fin novembre 2020 à fin mars 2021).

Evolution de la Tm30j max (°C)



LE BARBENAN À L'AMONT D'ARFEUILLES - STATION 51

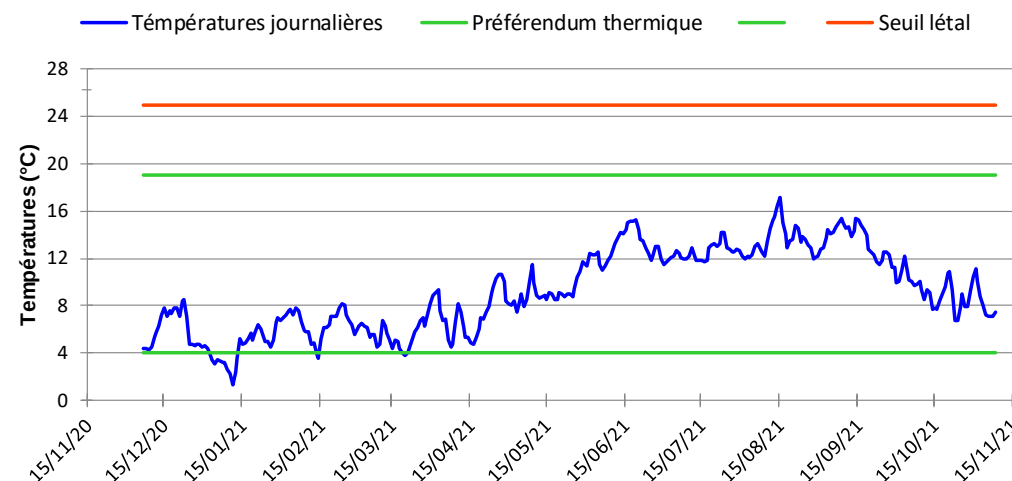


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

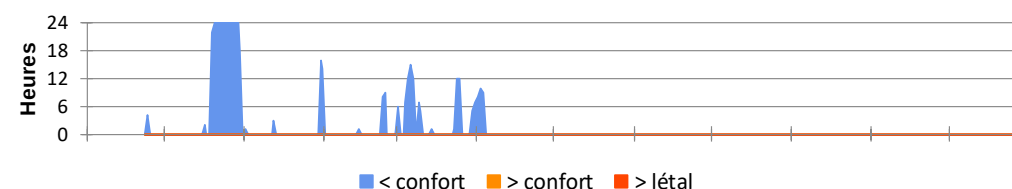
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,674
	Ti max	18,331
	AT i	17,657
	Ajmax Ti	6,575
	D Ajmax Ti	08/05/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	1,33
	Tmj max	17,15
	AT mj	15,82
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	9,23
	Tm30j max	14,09
	Dd Tm30j max	12/08/2021
	Df Tm30j max	10/09/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	322
	% j Tmj 4-19	95,55
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	4,45
	Dd Tmj <4	02/01/2021
	Df Tmj <4	20/03/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0
	Nb Ti >19	0
	Nb sq Ti >19	0
	Nbmax Ti csf >19	0
	Seuil légal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



Nombre d'heures journalières hors plages de confort



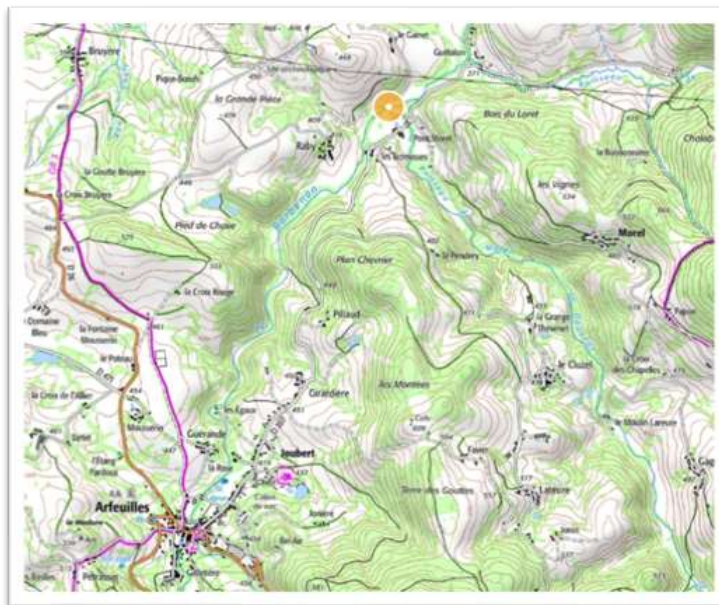
EVALUATION: FAVORABLE

Aucune valeur instantanée ou caractérisant sur le long terme la thermie estivale du Barbenan à l'amont d'Arfeuilles n'est contraignante pour la population de truite fario. Les mesures hivernales révèlent en revanche qu'environ 4,5% des Tmj ont été inférieures au seuil de 4°C, et qu'un faible nombre de valeurs de température instantanées relevées aux alentours de la mi-janvier ont été potentiellement létales pour le stade embryo-larvaire de l'espèce. La Tm30j max, mesurée pour la première fois dans ce secteur du Barbenan, est légèrement supérieure à 14°C, constituant ainsi la seconde plus faible valeur enregistrée en 2021 à l'échelle de ce suivi.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LE BARBENAN À L'AVAL D'ARFEUILLES - STATION 52

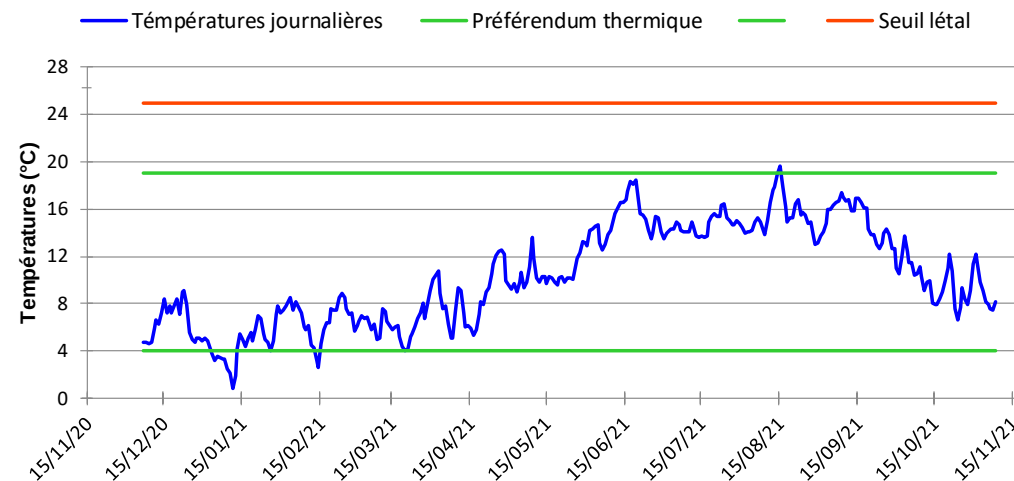


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

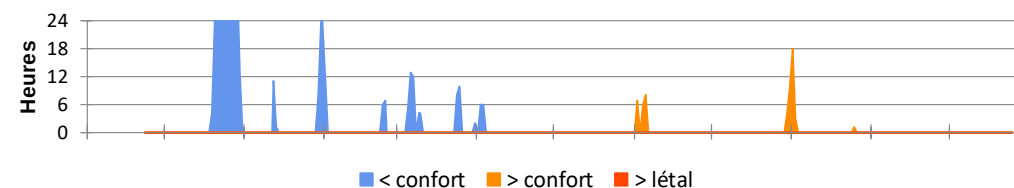
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,453
	Ti max	20,805
	AT i	20,352
	Ajmax Ti	6,231
	D Ajmax Ti	24/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	0,8
	Tmj max	19,69
	AT mj	18,89
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	10,36
	Tm30j max	15,95
	Dd Tm30j max	12/08/2021
	Df Tm30j max	10/09/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	323
	% j Tmj 4-19	95,85
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	3,86
	Dd Tmj <4	03/01/2021
	Df Tmj <4	20/03/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0,3
	Nb Ti >19	57
	Nb sq Ti >19	7
	Nbmax Ti csf >19	16
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



Nombre d'heures journalières hors plages de confort



EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Située environ 13km à l'aval de la station n°51 (amont Arfeuilles), la station du Barbenan à l'aval d'Arfeuilles présente une thermie logiquement moins favorable aux populations de truites fario, notamment vis-à-vis des températures estivales. Si aucune d'entre elles n'atteint des seuils létaux, la Tmj max est légèrement supérieure à la plage de confort de l'espèce, et les Ti max la dépassent de près de 2°C. Environ 4% des températures moyennes journalières sont inférieures au seuil de 4°C, et quelques températures instantanées sont potentiellement létales pour le stade embryo-larvaire de la truite fario. La thermie demeure globalement "plutôt favorable" à l'espèce, avec comme indicateur principal la valeur de Tm30j max, largement inférieure au seuil de 19°C.

Evolution de la Tm30j max (°C)



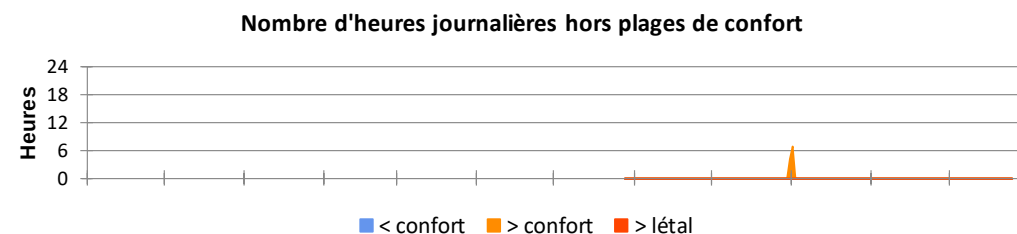
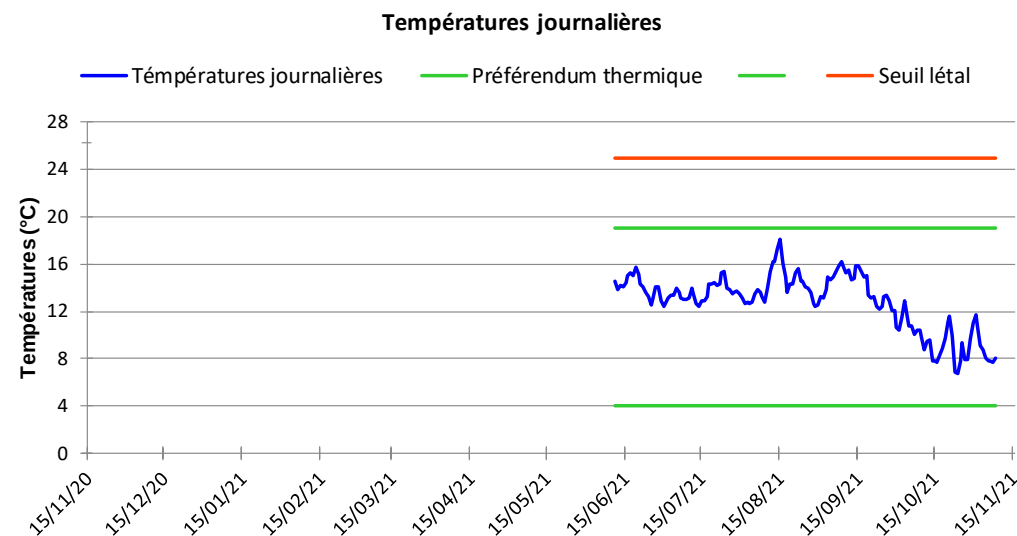
LA BESBRE À LA CHABANNE - STATION 56



Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

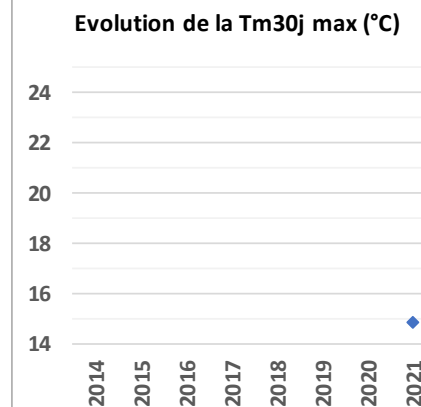
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	5,244
	Ti max	19,758
	AT i	14,514
	Ajmax Ti	4,418
	D Ajmax Ti	14/06/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	6,75
	Tmj max	18,09
	AT mj	11,34
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	12,81
	Tm30j max	14,79
	Dd Tm30j max	11/08/2021
	Df Tm30j max	09/09/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	151
	% j Tmj 4-19	100
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	0
	Dd Tmj <4	
	Df Tmj <4	
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0
	Nb Ti >19	11
	Nb sq Ti >19	2
	Nbmax Ti csf >19	7
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0



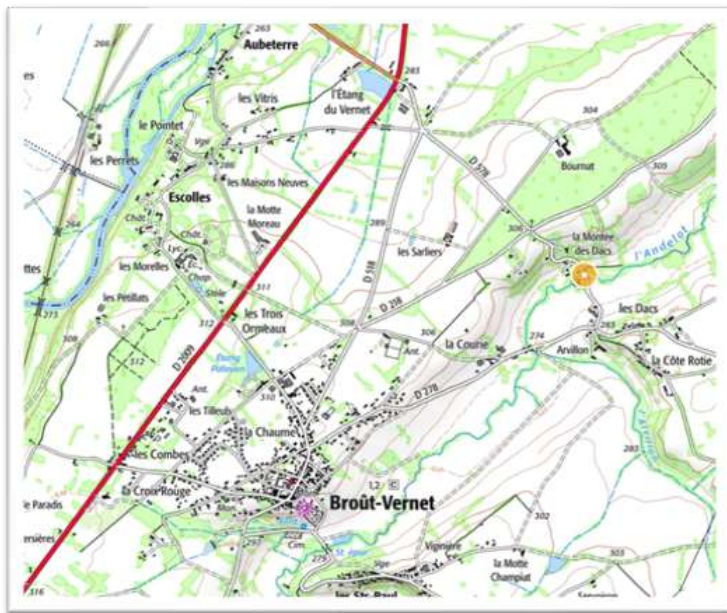
EVALUATION: **FAVORABLE**

Installée au printemps 2021, la sonde de mesure a permis d'évaluer comme "favorable" à la population de truite fario la thermie estivale de la Besbre à La Chabanne. Elle est notamment caractérisée par une Tmj max et une Tm30j max respectivement inférieures de 0,9°C et 4,2°C à la limite haute du préférendum thermique de l'espèce, fixée à 19°C. Seules quelques valeurs ponctuelles de températures instantanées enregistrées autour du 15 août ont été susceptibles d'engendrer un stress physiologique sur la population de truite fario.



3.2 BASSIN-VERSANT DE L'ALLIER

L'ANDELLOT À BROÛT-VERNET - STATION 7



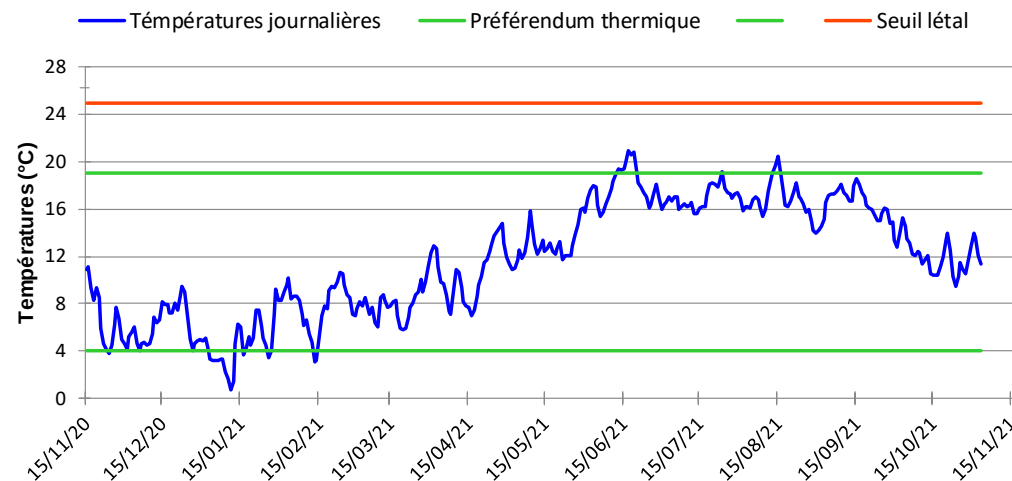
Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

T°C instantanées	
Ti min	0,343
Ti max	22,046
AT i	21,703
Ajmax Ti	4,899
D Ajmax Ti	08/05/2021
T°C moy. journalières	
Tmj min	0,69
Tmj max	20,96
AT mj	20,27
D Tmj max	17/06/2021
T°C sur la période	
Tmp	11,64
Tm30j max	17,92
Dd Tm30j max	01/06/2021
Df Tm30j max	30/06/2021

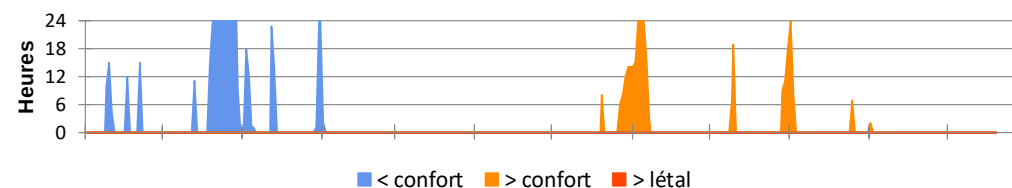
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	327
% j Tmj 4-19	92,37
T°C < à la plage de confort	
% j Tmj <4	4,24
Dd Tmj <4	24/11/2020
Df Tmj <4	14/02/2021
T°C > à la plage de confort	
% j Tmj >19	3,11
Nb Ti >19	287
Nb sq Ti >19	17
Nbmax Ti csf >19	97
Seuil légal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Préférendum thermique TRF

Températures journalières



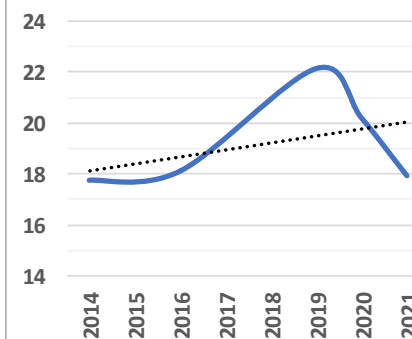
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



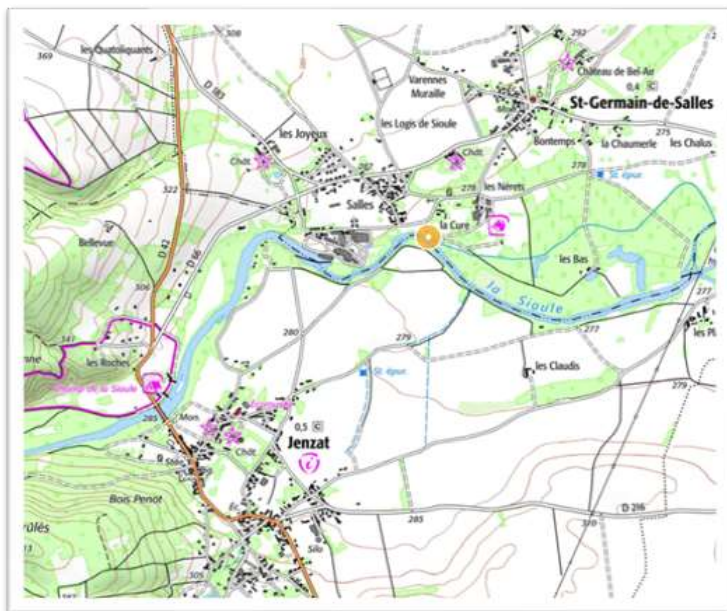
EVALUATION: PLUTOT DEFAVORABLE

Le régime thermique de l'Anelot à Broût-Vernet est jugé "plutôt défavorable" à une éventuelle population de truite fario. On rappelle ici que la truite fario est absente de ce secteur, et au mieux présente à l'état relictuel dans le cours supérieur de l'Anelot. Les conditions estivales s'améliorent par rapport aux années précédentes mais les Ti max (22°C) et Tmj max (21°C) demeurent susceptibles d'avoir un impact négatif sur les populations. La Tm30j max est contenue, de nettes périodes de refroidissement ayant eu lieu durant l'été 2021. Caractérisées par des Ti min (0,3°C) et Tmj min (0,7°C) très basses, les conditions hivernales ont été potentiellement très contraignantes pour les juvéniles et pour le stade embryo-larvaire de l'espèce.

Evolution de la Tm30j max (°C)



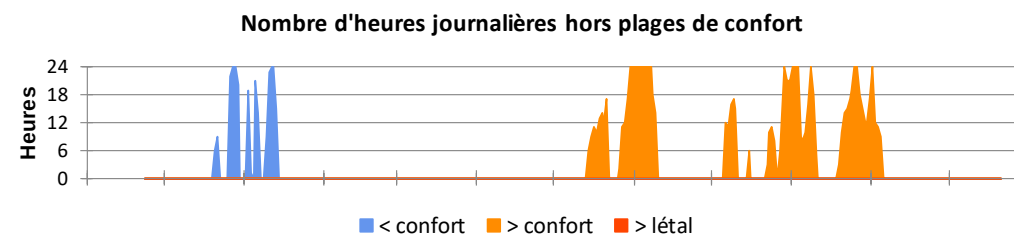
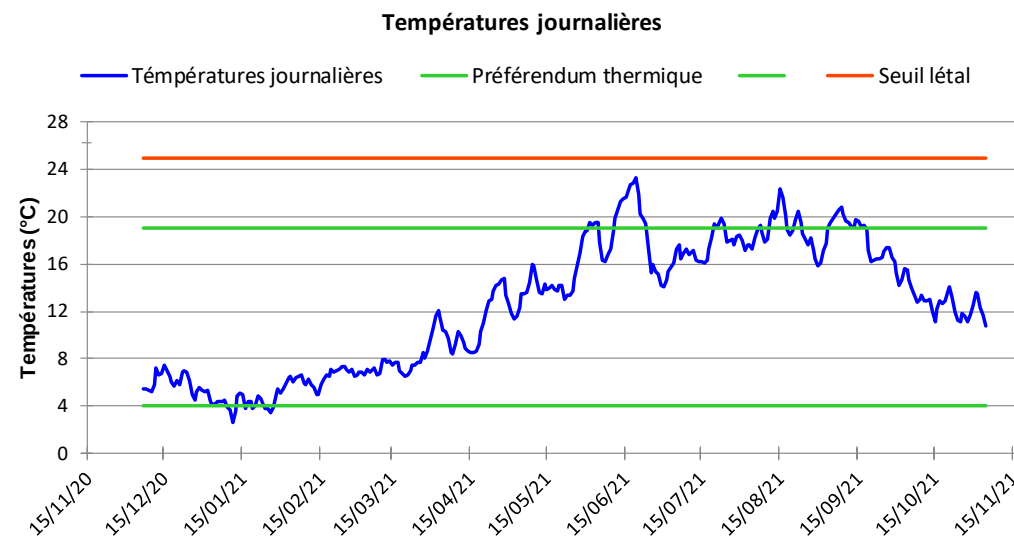
LA SIOULE À SAINT-GERMAIN-DE-SALLES - STATION 9



Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	2,41
	Ti max	24,835
	AT i	22,425
	Ajmax Ti	5,363
	D Ajmax Ti	08/05/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	2,6
	Tmj max	23,28
	AT mj	20,68
	D Tmj max	19/06/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	12,48
	Tm30j max	19,34
	Dd Tm30j max	28/05/2021
	Df Tm30j max	26/06/2021

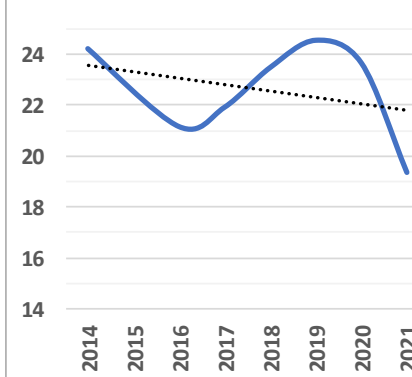
Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	275
	% j Tmj 4-19	82,58
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	3
	Dd Tmj <4	09/01/2021
	Df Tmj <4	27/01/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	14,41
	Nb Ti >19	999
	Nb sq Ti >19	48
	Nbmax Ti csf >19	234
	Seuil légal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0



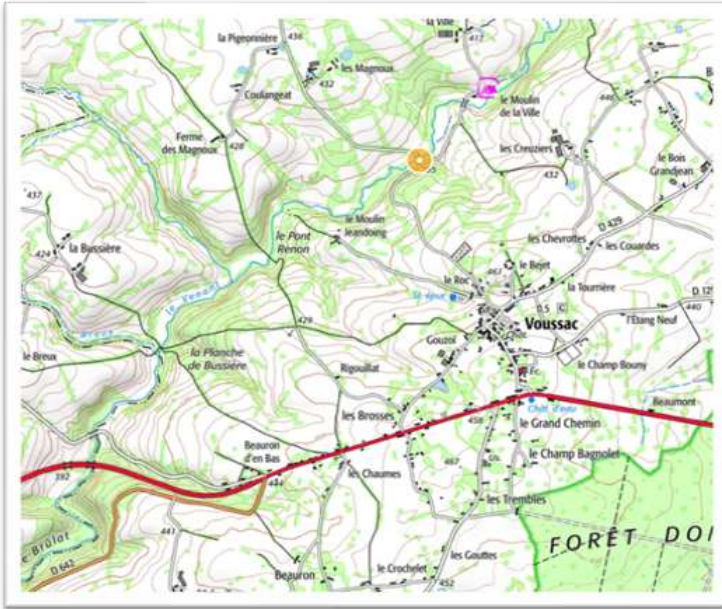
EVALUATION: **DEFAVORABLE**

A l'image de la majorité des autres stations du RST, l'année 2021 marque, au sein de la Sioule à Saint-Germain-de-Salles et vis-à-vis des salmonidés, une nette amélioration des conditions thermiques. La Tm30j max, voisine du seuil de 19°C, perd notamment plus de 4°C par rapport à 2020. La Basse Sioule reste particulièrement sensible au réchauffement estival des eaux et les quelques périodes de fortes chaleurs (fin juin, 15 août) ont occasionnées des Ti max voisines du seuil légal de l'espèce, ainsi que 48 Tmj supérieures au seuil de 19°C. Les plus longues séquences continues de dépassement de ce seuil ont atteint 10 jours. Comme sur l'ensemble des stations disposées sur la Sioule, les températures hivernales figurent parmi les moins contraignantes du suivi.

Evolution de la Tm30j max (°C)



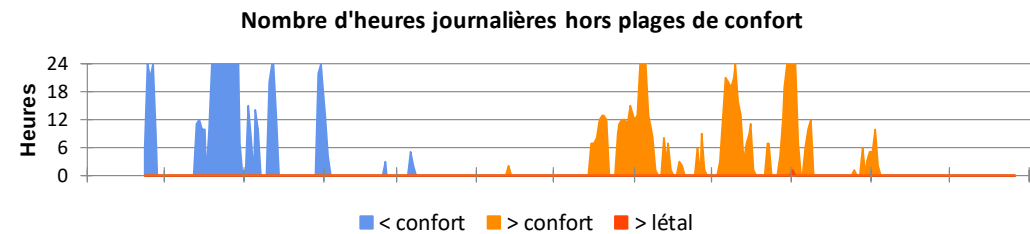
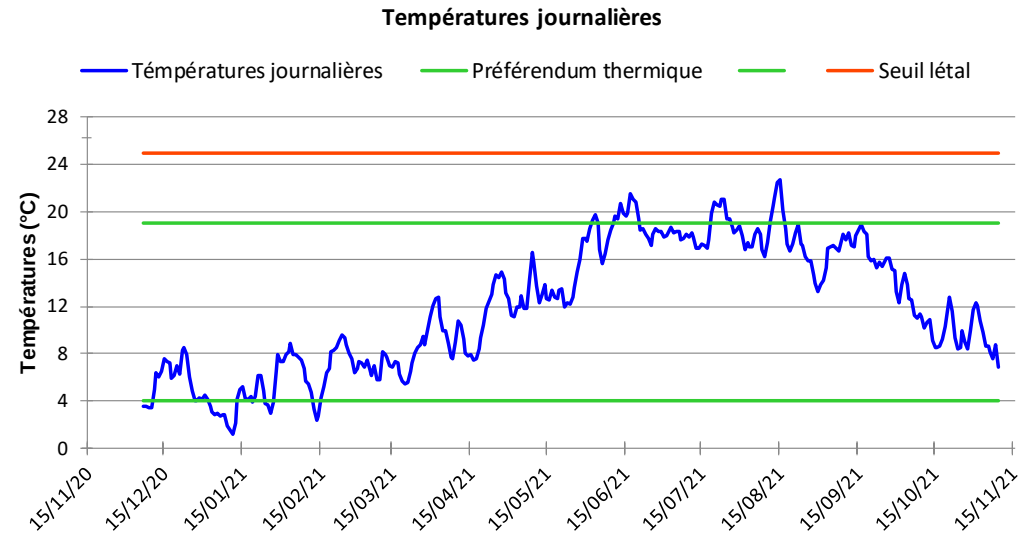
LE VENANT À VOUSSAC - STATION 10



Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	1,003
	Ti max	25,125
	AT i	24,122
	Ajmax Ti	7,887
	D Ajmax Ti	24/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	1,2
	Tmj max	22,72
	AT mj	21,52
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11,94
	Tm30j max	19,09
	Dd Tm30j max	19/07/2021
	Df Tm30j max	17/08/2021

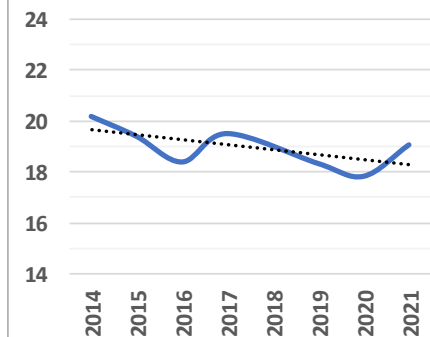
Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	287
	% j Tmj 4-19	84,91
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	6,8
	Dd Tmj <4	07/12/2020
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	8,28
	Nb Ti >19	718
	Nb sq Ti >19	53
	Nbmax Ti csf >19	111
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	1
	Nb sq Ti ≥25	1
	Nbmax Ti csf ≥25	1



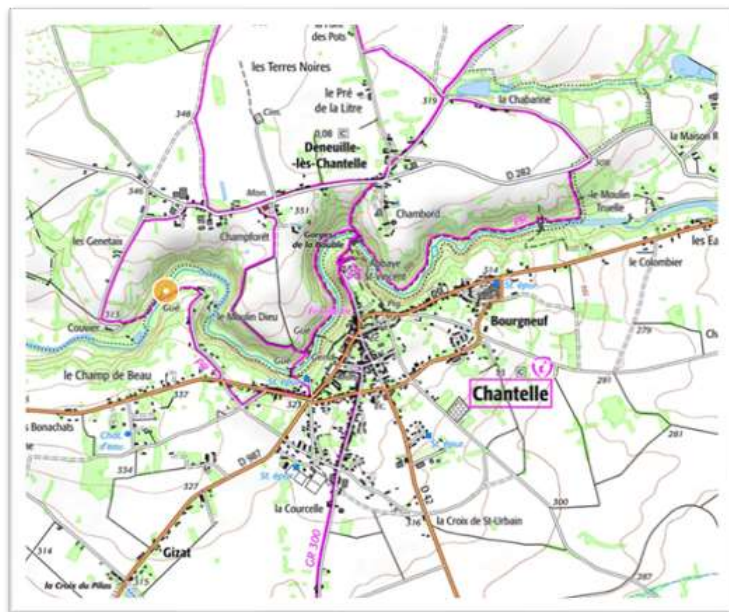
EVALUATION: INCOMPATIBLE

Le régime thermique est jugé "incompatible" avec l'implantation d'une population de truite fario, notamment en raison de Ti potentiellement létales. La Tmj max est également très élevée (22,7°C), et 28 Tmj sont supérieures à 19°C. La plus longue séquence de dépassement de ce seuil atteint 4,5 jours consécutifs. Les températures hivernales sont également contraignantes, notamment pour le stade embryo-larvaire de la truite fario. L'évolution de la Tm30j max est surprenante puisqu'hormis celle du Cher à Teillet-Argenty (influencée par les barrages de Rochebut-Prat), elle est la seule qui augmente par rapport à 2020 (+1,2°C). Au bénéfice du doute la sonde implantée sur cette station sera remplacée pour la prochaine période de suivi.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LA BOUBLE À CHANTELLE - STATION 1 1

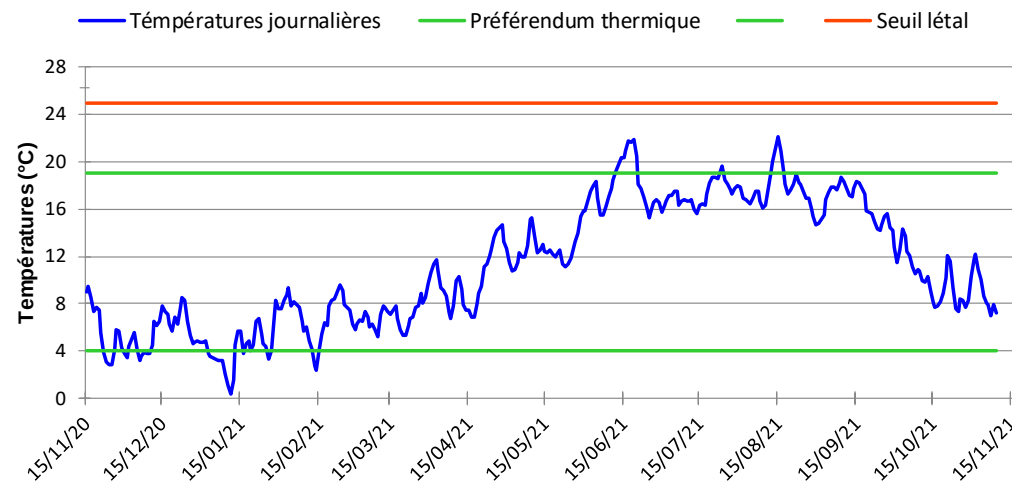


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

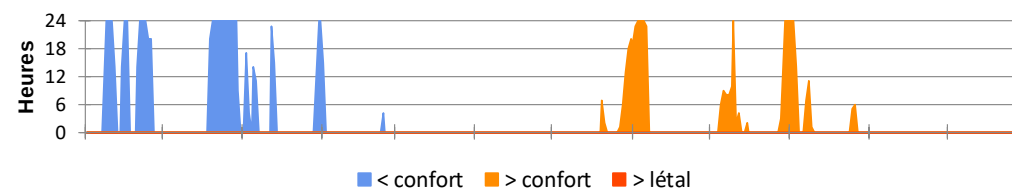
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,232
	Ti max	23,484
	AT i	23,252
	Ajmax Ti	4,818
	D Ajmax Ti	08/05/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	0,42
	Tmj max	22,16
	AT mj	21,74
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11,17
	Tm30j max	18,2
	Dd Tm30j max	19/07/2021
	Df Tm30j max	17/08/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	318
	% j Tmj 4-19	88,33
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	7,22
	Dd Tmj <4	22/11/2020
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	4,44
	Nb Ti >19	430
	Nb sq Ti >19	21
	Nbmax Ti csf >19	112
	Seuil légal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



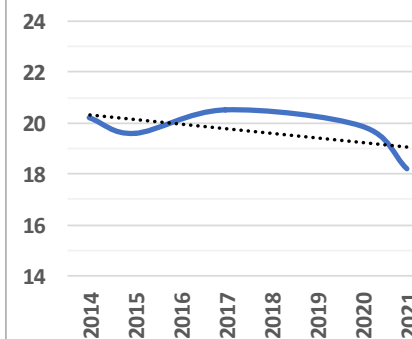
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



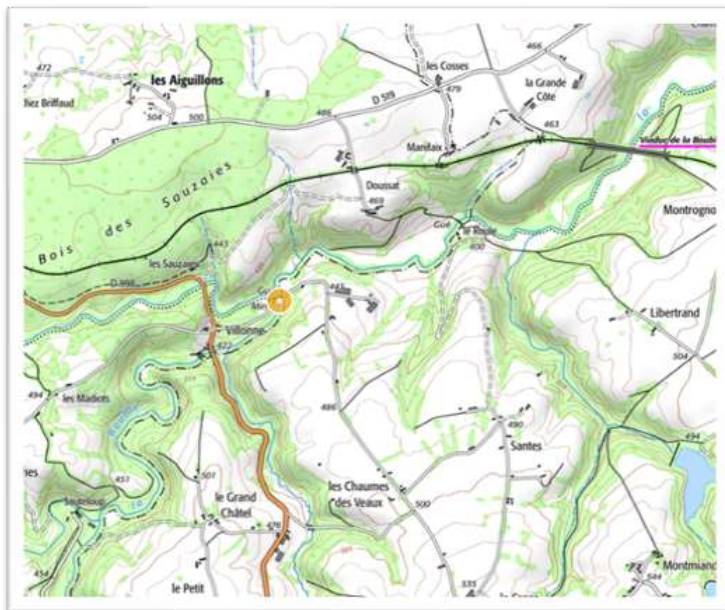
EVALUATION: PLUTOT DEFAVORABLE

La Boule à Chantelle est située à l'aval immédiat de la limite 1ère/2ème catégorie. Son régime thermique est jugé "plutôt défavorable" en 2021. Si la Tm30j max est contenue et témoigne de la relative fraîcheur de l'été 2021, les valeurs de Ti max (23,5°C) et Tmj max (22,2°C) sont potentiellement impactantes pour les populations de truites fario et traduisent la propension au réchauffement des eaux de ce secteur de la Boule lors des épisodes de fortes chaleurs. Le seuil de 19°C est dépassé lors de 21 séquences, parfois durant près de 5 jours consécutifs. Les conditions hivernales figurent également parmi les plus contraignantes du suivi (7% des Tmj inférieures à 4°C réparties sur près de 2 mois, Ti min voisines de 0°C).

Evolution de la Tm30j max (°C)



LA BOUBLE À ECHASSIÈRES - STATION 19



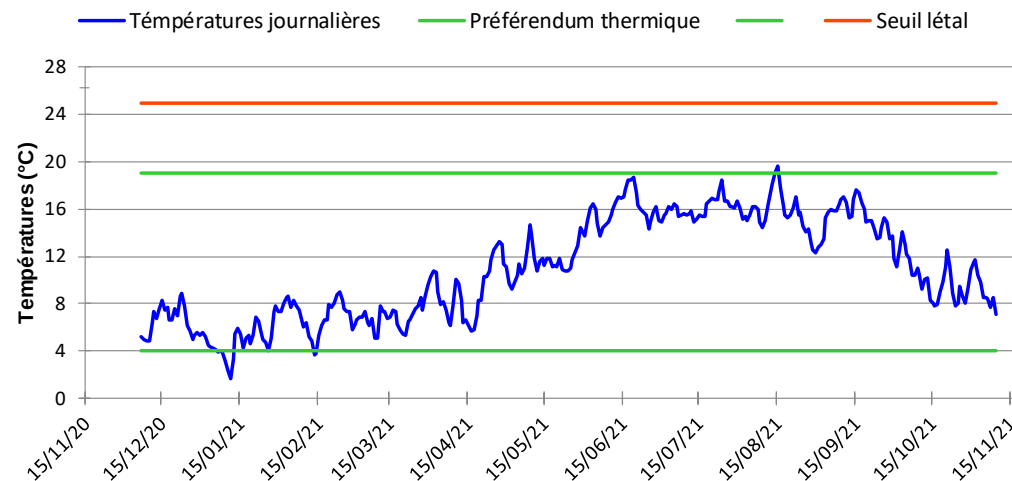
Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

T°C instantanées	
Ti min	1,221
Ti max	20,996
AT i	19,775
Ajmax Ti	7,096
D Ajmax Ti	24/04/2021
T°C moy. journalières	
Tmj min	1,69
Tmj max	19,62
AT mj	17,93
D Tmj max	15/08/2021
T°C sur la période	
Tmp	10,89
Tm30j max	16,55
Dd Tm30j max	18/07/2021
Df Tm30j max	16/08/2021

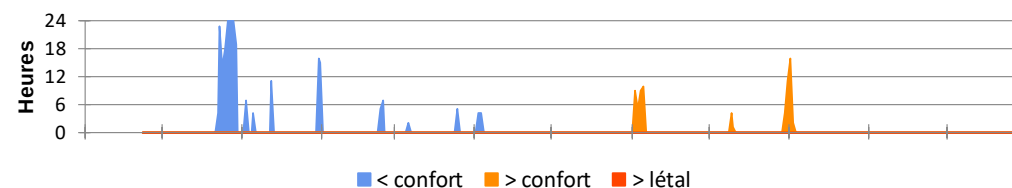
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	327
% j Tmj 4-19	96,75
T°C < à la plage de confort	
% j Tmj <4	2,37
Dd Tmj <4	06/01/2021
Df Tmj <4	14/02/2021
T°C > à la plage de confort	
% j Tmj >19	0,3
Nb Ti >19	71
Nb sq Ti >19	8
Nbmax Ti csf >19	15
Seuil légal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Préférendum thermique TRF

Températures journalières



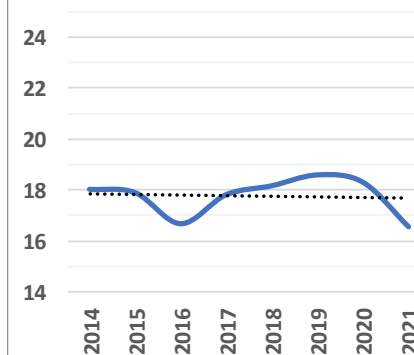
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



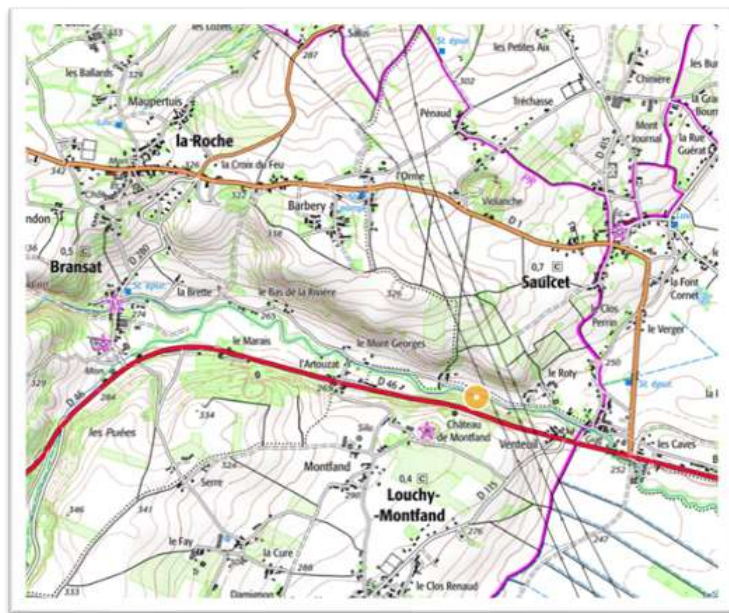
EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Située au cœur du contexte salmonicole de la Bouble, cette station a subi des étages estivaux très sévères aux cours des années précédentes. Le régime thermique enregistré en 2021 est nettement meilleur qu'en 2019 et 2020 et redevient "plutôt favorable" à la truite fario. Si la Ti max (21°C) dépasse de deux degrés la limite haute du préférendum thermique de l'espèce (contre 4,5°C en 2019), une seule valeur de Tmj dépasse ce seuil (15 aout). Les Tmj min sont plus régulièrement inférieures au seuil de 4°C (8 jours), en lien avec les différents pics de froid hivernaux. Inférieure d'environ 2,5°C à la limite haute du préférendum thermique de la truite fario, la Tm30j max est également 1,8°C plus basse qu'en 2020.

Evolution de la Tm30j max (°C)



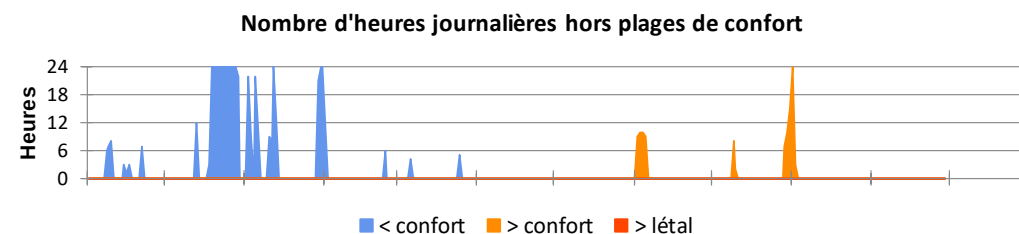
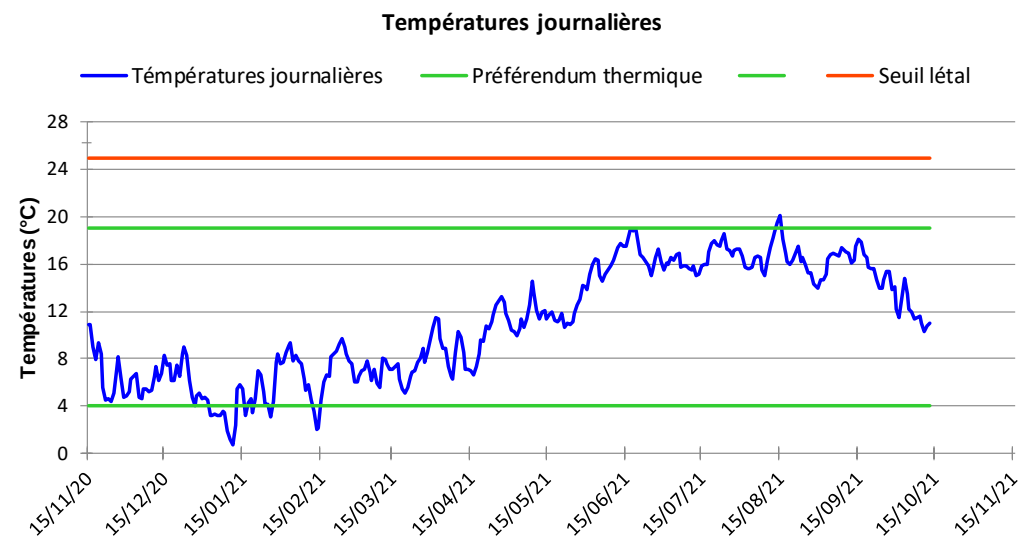
LE GADUET À BRANSAT - STATION 28



Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,121
	Ti max	21,282
	AT i	21,161
	Ajmax Ti	6,614
	D Ajmax Ti	24/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	0,66
	Tmj max	20,15
	AT mj	19,49
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11
	Tm30j max	17,19
	Dd Tm30j max	18/07/2021
	Df Tm30j max	16/08/2021

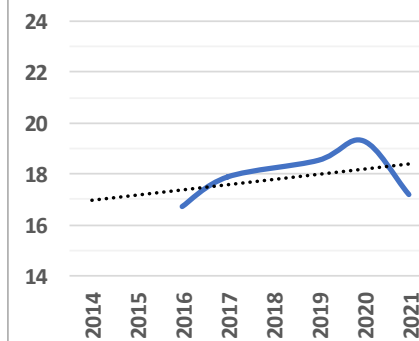
Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	314
	% j Tmj 4-19	94,29
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	5,11
	Dd Tmj <4	02/01/2021
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0,6
	Nb Ti >19	107
	Nb sq Ti >19	8
	Nbmax Ti csf >19	39
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0



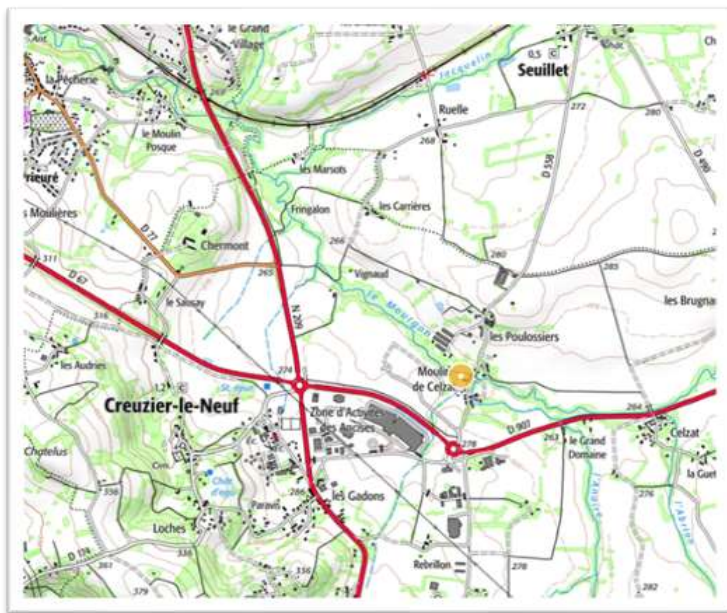
EVALUATION: PLUTOT DEFAVORABLE

La Gaduet possède une population de truites fario historiquement présente et particulièrement vulnérable au réchauffement des eaux. La thermie estivale 2021 est nettement meilleure qu'en 2020. Largement contenue dans le préférendum thermique de l'espèce, la Tm30j max perd plus de 2°C par rapport à 2020. La Ti max est inférieure de près de 4°C aux valeurs létales et les Tmj ont été supérieures à 19°C seulement deux jours. Ce sont principalement les températures hivernales qui ont été les plus contraignantes, caractérisées par un Ti min voisin du seuil léthal et des Tmj min susceptibles de diminuer le taux de survie des juvéniles et du stade embryo-larvaire de la truite fario. Dix-sept jours du début d'année 2021 possèdent des Tmj inférieures au seuil de 4°C.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LE MOURGON À CREUZIER-LE-NEUF - STATION 29

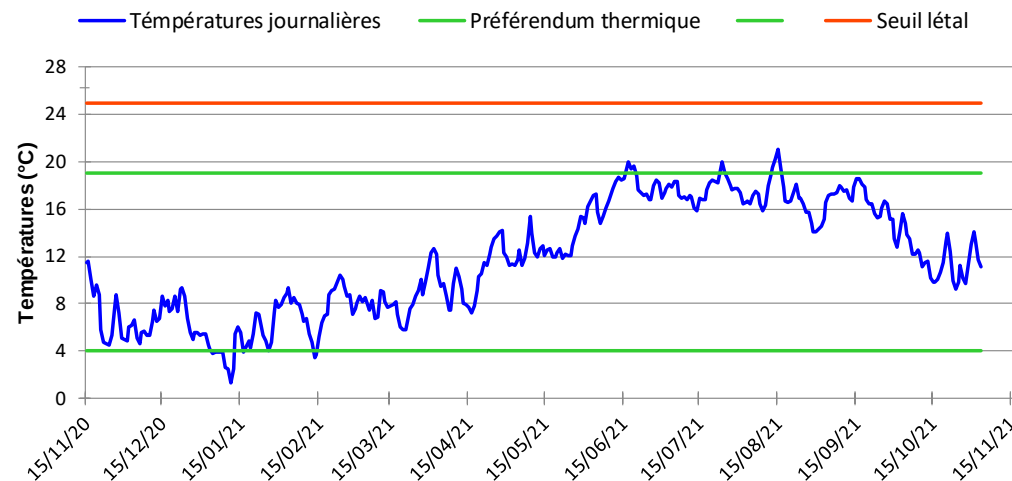


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

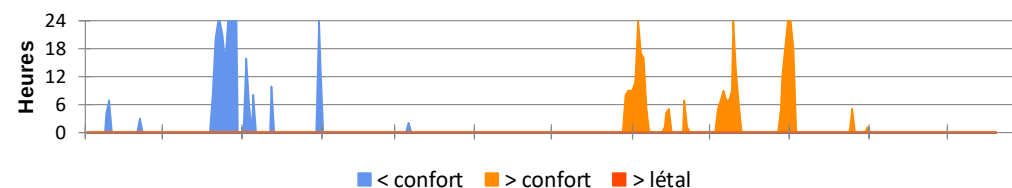
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,784
	Ti max	21,855
	AT i	21,071
	Ajmax Ti	5,752
	D Ajmax Ti	22/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	1,31
	Tmj max	21,01
	AT mj	19,7
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11,75
	Tm30j max	18
	Dd Tm30j max	19/07/2021
	Df Tm30j max	17/08/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	333
	% j Tmj 4-19	94,07
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	3,11
	Dd Tmj <4	04/01/2021
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	2,82
	Nb Ti >19	320
	Nb sq Ti >19	23
	Nbmax Ti csf >19	78
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



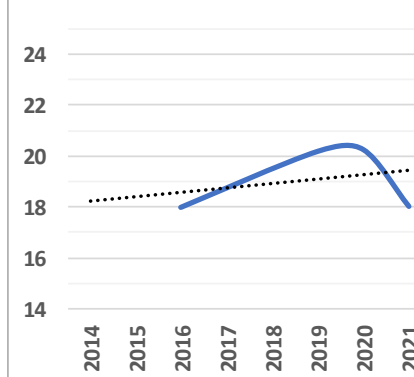
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



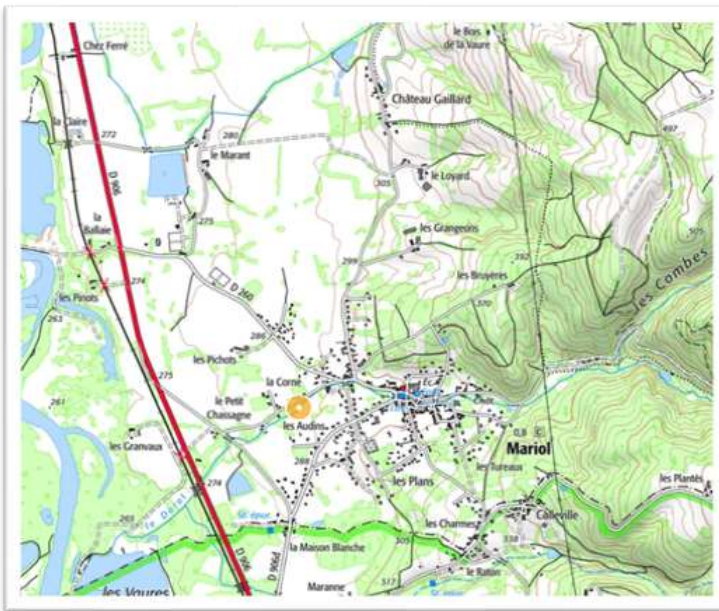
EVALUATION: PLUTOT DEFAVORABLE

Classé en contexte "intermédiaire" par le PDPG 03, le Mourgon possède au droit de cette station une population de truite fario peu dense et vulnérable aux conditions thermiques, qui s'améliorent nettement par rapport à 2020. Le régime thermique demeure "plutôt défavorable" du fait de Ti max très nettement supérieures au seuil de confort (Ti max = 21,9°C) et de Tmj supérieures à 19°C à 10 reprises (parfois de plus de 2°C). La Tm30j max, en baisse de 2°C par rapport à 2020, reste susceptible d'avoir des impacts négatifs sur les populations, en particulier sur les truitelles de l'année. Les températures hivernales sont également contraignantes, notamment les tmj min qui sont potentiellement létales pour le stade embryolaire de l'espèce.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LE DAROT À MARIOL - STATION 31

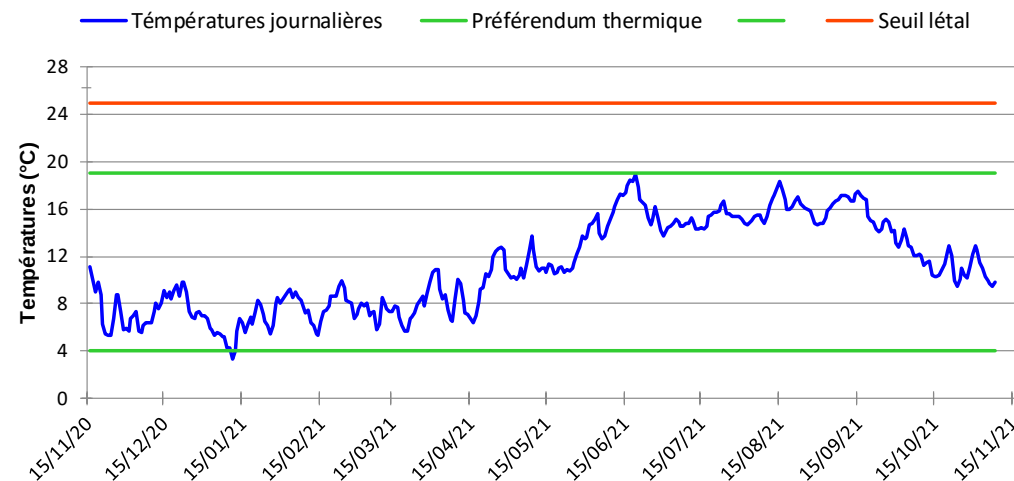


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

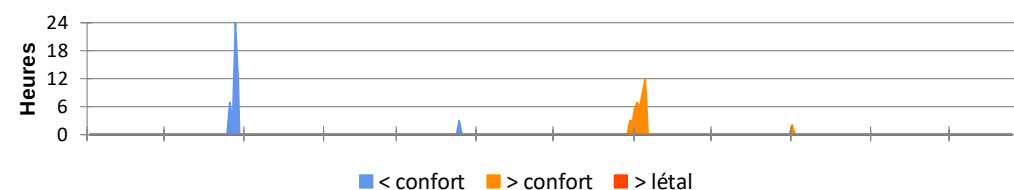
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	2,837
	Ti max	20,996
	AT i	18,159
	Ajmax Ti	6,885
	D Ajmax Ti	24/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	3,34
	Tmj max	18,91
	AT mj	15,57
	D Tmj max	19/06/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11,15
	Tm30j max	16,34
	Dd Tm30j max	13/08/2021
	Df Tm30j max	11/09/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	357
	% j Tmj 4-19	99,72
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	0,28
	Dd Tmj <4	11/01/2021
	Df Tmj <4	11/01/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0
	Nb Ti >19	47
	Nb sq Ti >19	8
	Nbmax Ti csf >19	12
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



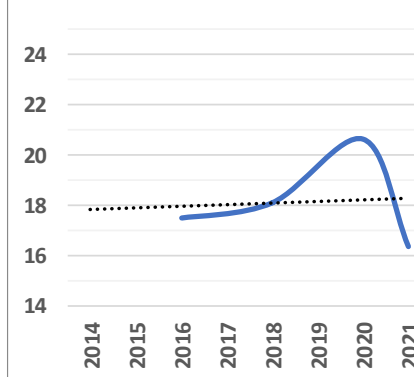
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



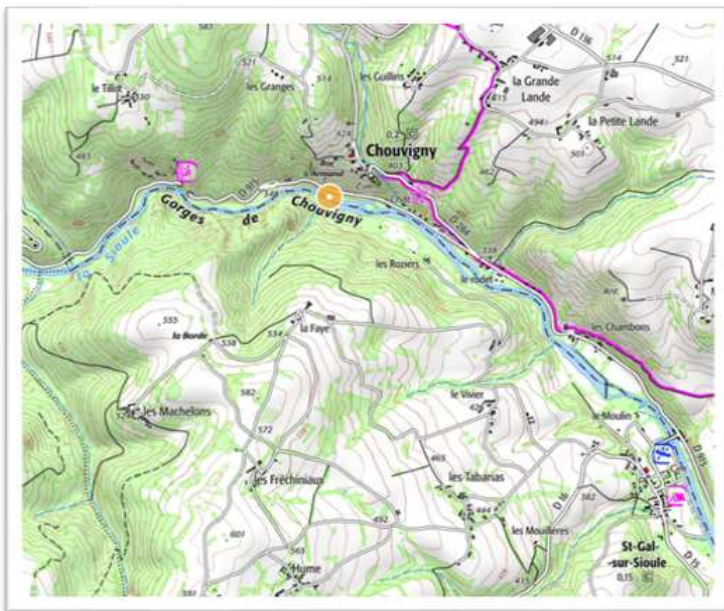
EVALUATION: FAVORABLE

Après une forte dégradation en 2020, le régime thermique est à nouveau jugé "favorable" à la population de truite fario du Darot. Les Ti max se maintiennent très nettement sous le seuil léthal et les moyennes journalières maximales demeurent comprises dans le préférendum thermique de l'espèce. Caractérisées par une seule valeur de Tmj inférieure à 4°C (le 11 janvier 2021), les températures hivernales figurent à l'échelle du département parmi les moins contraignantes pour les jeunes individus et pour le stade embryon-larvaire de la truite fario. La Tm30j max est largement inférieure à la limite haute de la plage de confort de la truite fario, elle est également inférieure de plus de 4°C à la valeur mesurée en 2020.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LA SIOULE À CHOUVIGNY - STATION 40

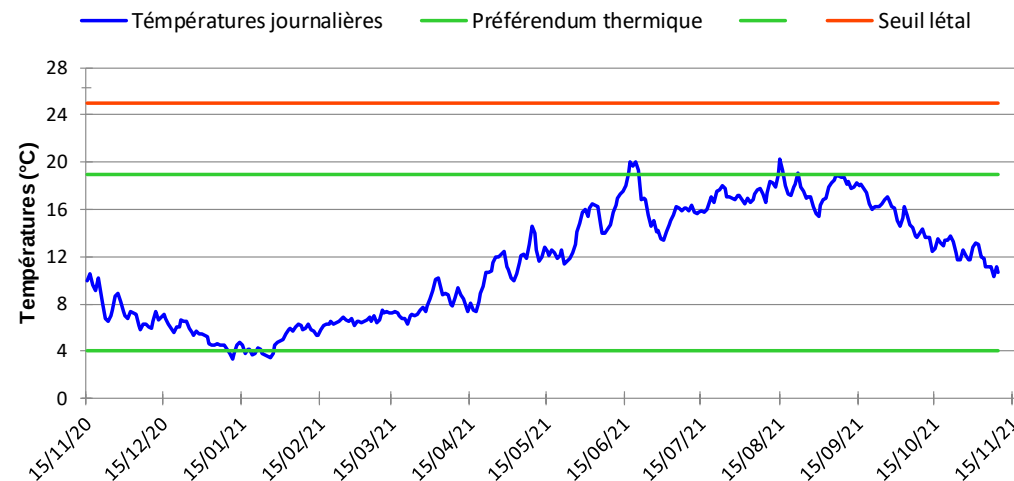


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

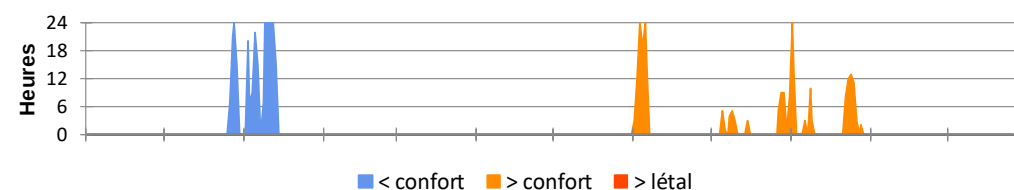
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	2,195
	Ti max	20,996
	AT i	18,801
	Ajmax Ti	5,148
	D Ajmax Ti	20/07/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	2,87
	Tmj max	20,21
	AT mj	17,34
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11,35
	Tm30j max	17,82
	Dd Tm30j max	11/08/2021
	Df Tm30j max	09/09/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	340
	% j Tmj 4-19	94,44
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	3,33
	Dd Tmj <4	09/01/2021
	Df Tmj <4	27/01/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	2,22
	Nb Ti >19	253
	Nb sq Ti >19	20
	Nbmax Ti csf >19	50
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



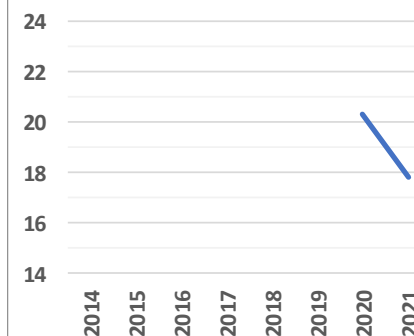
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



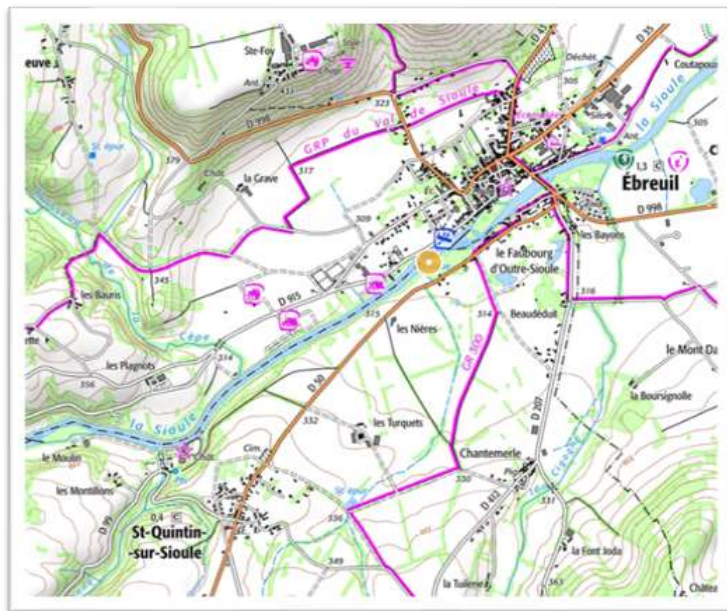
EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Depuis fin 2019, cette sonde permet de qualifier le régime thermique de la Sioule à la sortie des gorges de Chouvigny. En 2021 il apparaît "plutôt favorable" à la population de truite fario, notamment du fait d'une Tm30j max nettement inférieure (-1,2°C) à 19°C, de Tmj comprises à près de 95% du temps dans le préférendum thermique de l'espèce, et de Ti max 4°C inférieures aux valeurs considérées comme létales. Les températures hivernales figurent parmi les plus clémentes mesurées lors de l'hiver 2020/2021, potentiellement en lien avec la stratification thermique inversée du complexe hydroélectrique de Fades/Queuille à cette période. Douze Tmj sont inférieures à 4°C en janvier, mais aucune valeur potentiellement létale n'a été mesurée.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LA SIOULE À EBREUIL - STATION 41

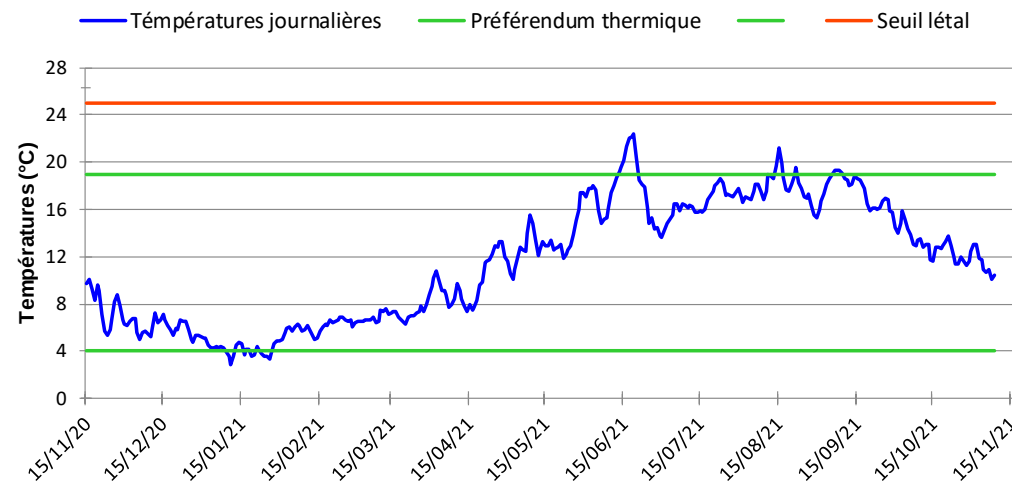


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

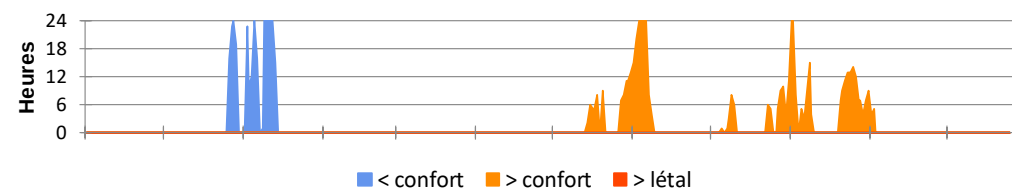
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	2,837
	Ti max	24,931
	AT i	22,094
	Ajmax Ti	6,234
	D Ajmax Ti	08/05/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	3,32
	Tmj max	22,37
	AT mj	19,05
	D Tmj max	19/06/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11,63
	Tm30j max	18,16
	Dd Tm30j max	11/08/2021
	Df Tm30j max	09/09/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	332
	% j Tmj 4-19	92,48
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	3,06
	Dd Tmj <4	10/01/2021
	Df Tmj <4	27/01/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	4,46
	Nb Ti >19	511
	Nb sq Ti >19	46
	Nbmax Ti csf >19	110
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



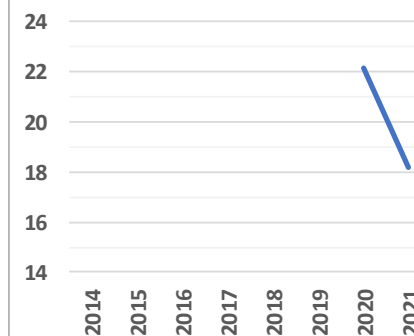
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



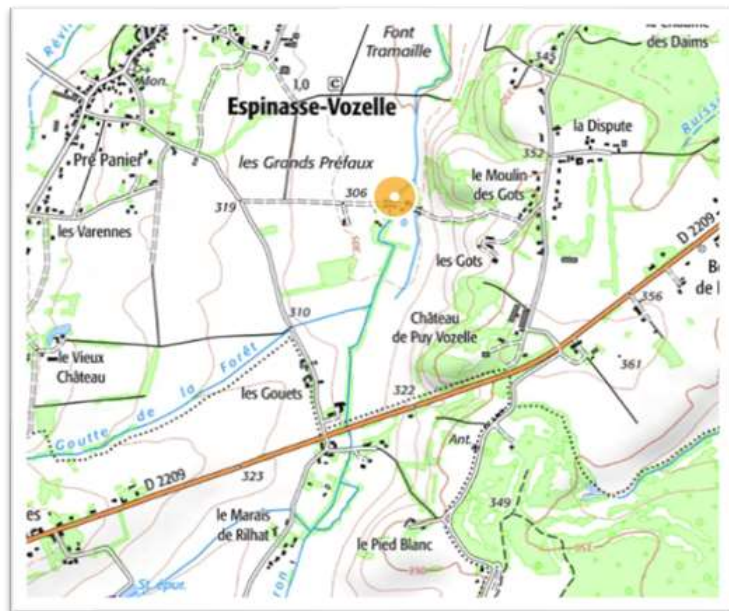
EVALUATION: PLUTOT DEFAVORABLE

Située environ 10 km à l'aval de Chouigny (station n°40), cette station permet de caractériser le régime thermique dans un secteur de la Basse Sioule dont les populations de salmonidés sont particulièrement sensibles aux températures estivales. L'année 2021 marque une nette amélioration par rapport à 2020, sans que le régime thermique puisse pour autant être qualifié de "favorable". Les Ti max sont voisines du seuil léthal (Ti max = 24,9°C) et 16 Tmj dépassent 19°C, parfois de plus de 3°C. La Tm30j max perd 4°C par rapport à 2020 mais elle demeure susceptible d'avoir des impacts négatifs sur les populations, en particulier sur les truitelles de l'année. Les températures hivernales figurent parmi les moins contraignantes relevées à l'échelle du RST.

Evolution de la Tm30j max (°C)



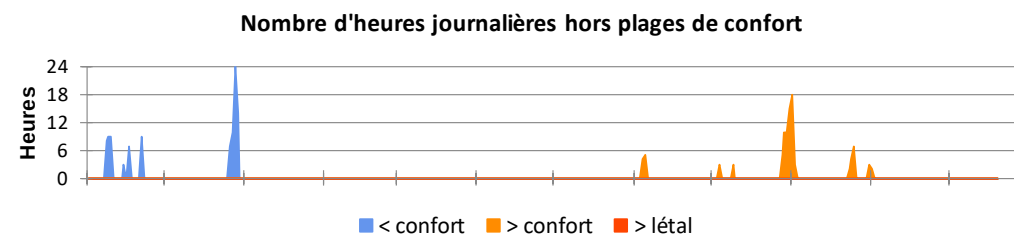
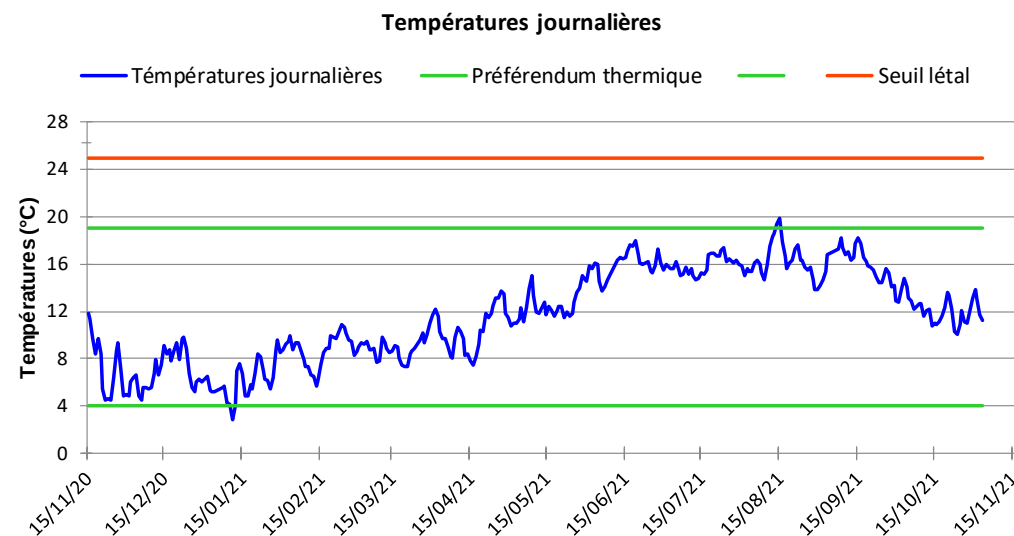
LE BÉRON À ESPINASSE-VOZELLE - STATION 42



Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	2,088
	Ti max	21,091
	AT i	19,003
	Ajmax Ti	7,586
	D Ajmax Ti	23/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	2,83
	Tmj max	19,83
	AT mj	17
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11,65
	Tm30j max	16,62
	Dd Tm30j max	18/07/2021
	Df Tm30j max	16/08/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	351
	% j Tmj 4-19	99,15
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	0,28
	Dd Tmj <4	11/01/2021
	Df Tmj <4	11/01/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0,56
	Nb Ti >19	94
	Nb sq Ti >19	14
	Nbmax Ti csf >19	17
	Seuil légal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0



EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Implantée durant l'été 2020 pour suivre le régime thermique d'un cours d'eau du domaine salmonicole exempt de données, la sonde a enregistré des valeurs jugées "plutôt favorables" à la population de truites fario historiquement présente sur ce secteur. Ainsi la Ti max (21,1°C), bien qu'assez nettement supérieure au seuil de confort de l'espèce, est très nettement inférieure aux valeurs considérées comme létales. Le seuil de 19°C est dépassé par seulement 2 Tmj, et la Tm30j max lui est inférieure d'environ 2,4°C. Enfin, on notera également que les températures hivernales enregistrées au droit de cette station figurent parmi les moins contraignantes relevées à l'échelle du suivi (Ti min > 2°C, une seule Tmj inférieure à 4°C).

Evolution de la Tm30j max (°C)



LE THEUX À FERRIÈRES-SUR-SICHON - STATION 46

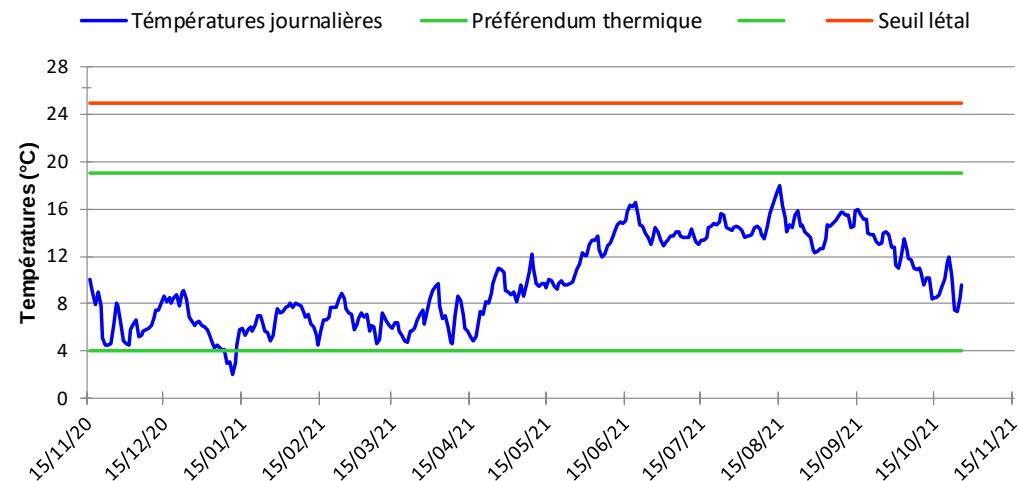


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

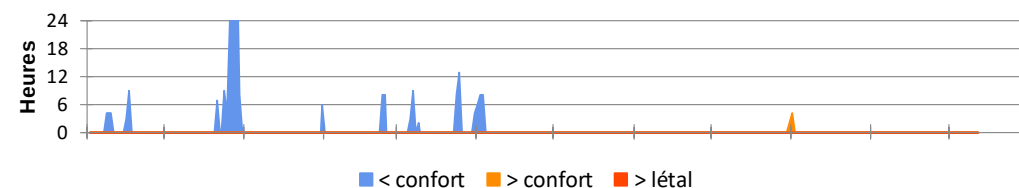
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	1,656
	Ti max	19,282
	AT i	17,626
	Ajmax Ti	6,348
	D Ajmax Ti	08/05/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	2,02
	Tmj max	17,96
	AT mj	15,94
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	9,93
	Tm30j max	14,87
	Dd Tm30j max	19/07/2021
	Df Tm30j max	17/08/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	341
	% j Tmj 4-19	98,84
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	1,16
	Dd Tmj <4	09/01/2021
	Df Tmj <4	12/01/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0
	Nb Ti >19	6
	Nb sq Ti >19	2
	Nbmax Ti csf >19	4
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



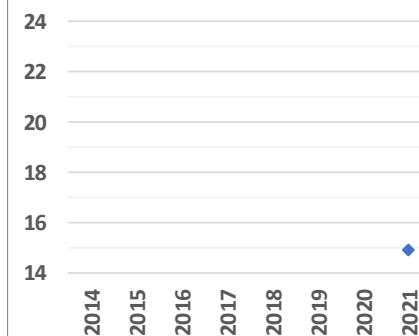
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



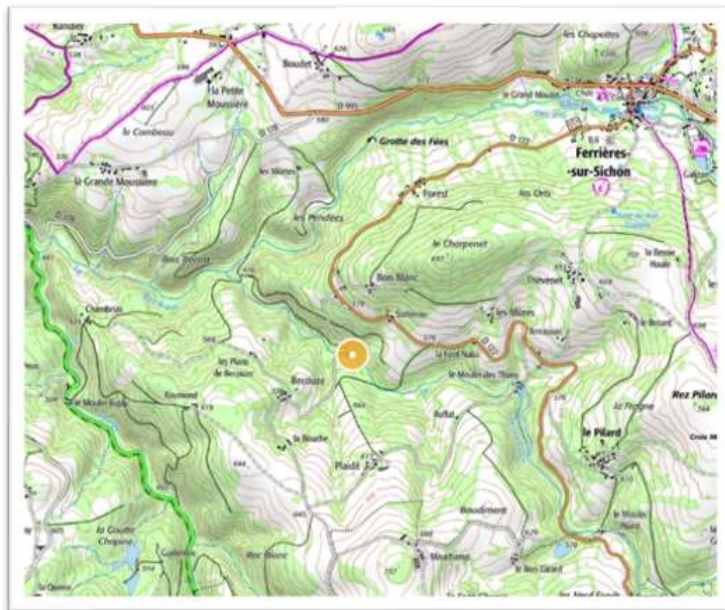
EVALUATION: FAVORABLE

Nouvellement installée pour caractériser le régime thermique de cet affluent rive gauche du Sichon, la sonde n'a relevé en 2021 aucune valeur moyenne journalière supérieure à la plage de confort de la truite fario, et seule la période du 9 au 12 janvier 2021 a vu les moyennes journalières devenir inférieures au seuil de 4°C. Les Ti max ont légèrement et très ponctuellement dépassé 19°C, et la Tm30j max, inférieure à 15°C, figure parmi les plus faibles enregistrées en 2021 à l'échelle du réseau.

Evolution de la Tm30j max (°C)



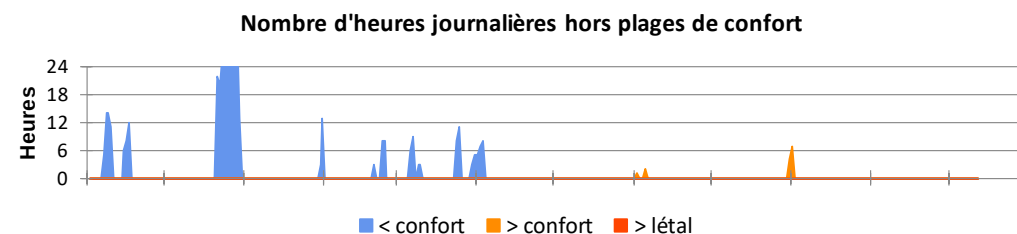
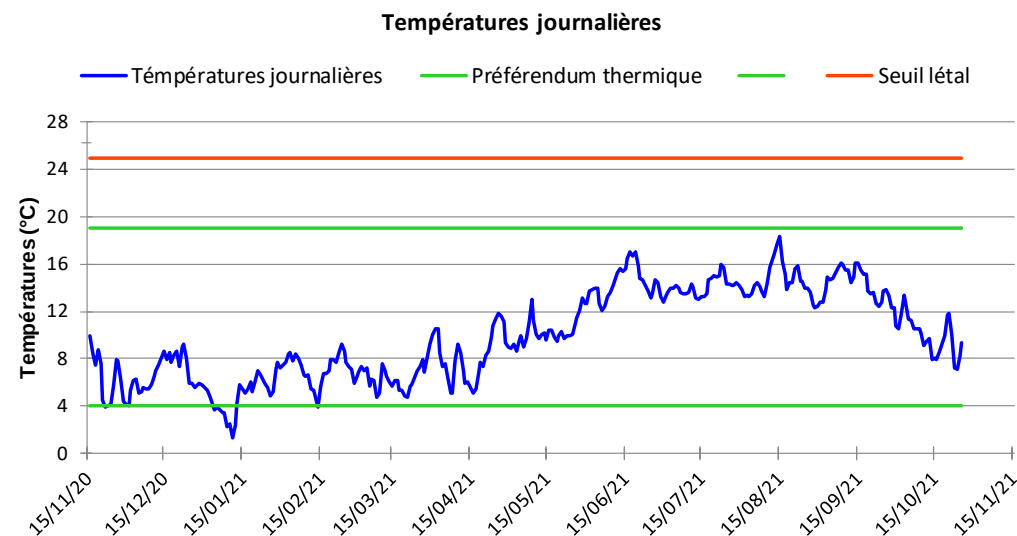
LE TERRASSON À FERRIÈRES-SUR-SICHON - STATION 47



Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,453
	Ti max	19,758
	AT i	19,305
	Ajmax Ti	7,299
	D Ajmax Ti	08/05/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	1,26
	Tmj max	18,29
	AT mj	17,03
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	9,94
	Tm30j max	14,83
	Dd Tm30j max	11/08/2021
	Df Tm30j max	09/09/2021

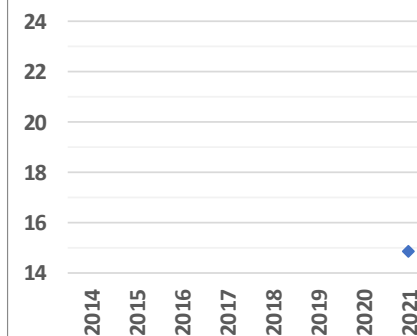
Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	333
	% j Tmj 4-19	96,52
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	3,19
	Dd Tmj <4	22/11/2020
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0
	Nb Ti >19	14
	Nb sq Ti >19	4
	Nbmax Ti csf >19	7
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0



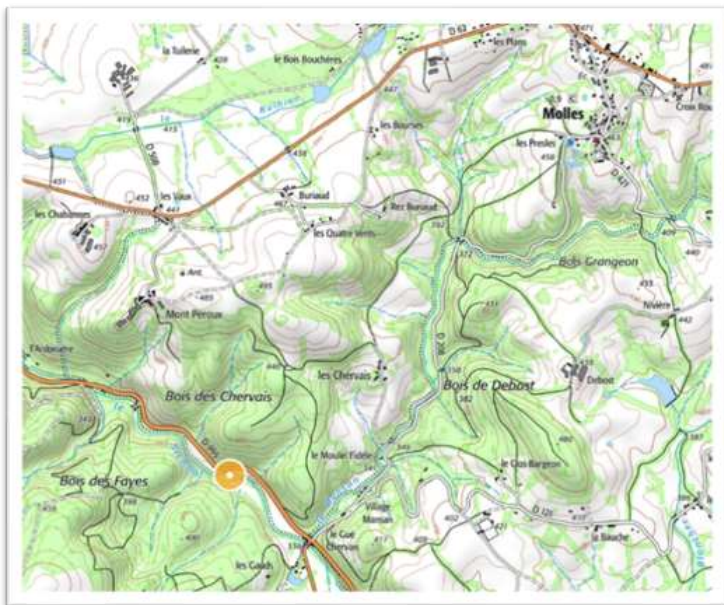
EVALUATION: FAVORABLE

Aucune valeur caractérisant sur le long terme la thermie estivale du Terrasson n'est réellement contraignante pour la population de truite fario. Seules quelques valeurs instantanées dépassent de moins d'un degré la plage de confort thermique de l'espèce. La thermie hivernale révèle en revanche que onze Tmj ont été inférieures au seuil de 4°C (soit 3% du temps), ce qui présente un danger pour les plus jeunes individus. Mesurée pour la première fois au droit de cette station, la Tm30j max s'établit à 14,8°C, soit une valeur parmi les plus faibles du suivi 2021, inférieure d'environ 3°C aux températures à partir desquelles de nombreux scientifiques considèrent que les populations de truites fario sont impactées négativement.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LE SICHON À MOLLES - STATION 53

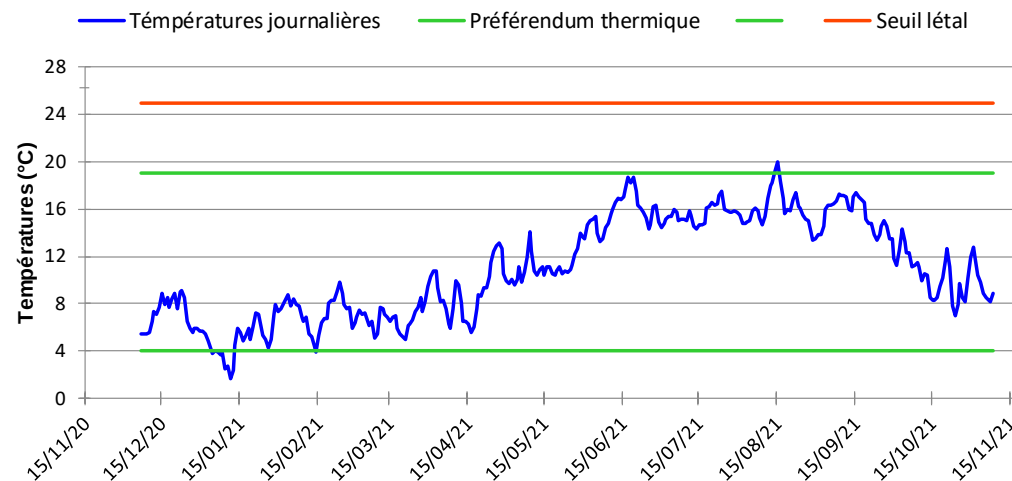


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

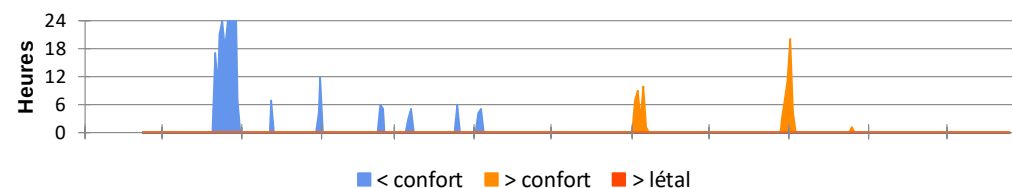
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	1,221
	Ti max	21,282
	AT i	20,061
	Ajmax Ti	6,905
	D Ajmax Ti	24/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	1,66
	Tmj max	19,94
	AT mj	18,28
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	10,93
	Tm30j max	16,36
	Dd Tm30j max	19/07/2021
	Df Tm30j max	17/08/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	326
	% j Tmj 4-19	96,74
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	2,67
	Dd Tmj <4	04/01/2021
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0,59
	Nb Ti >19	76
	Nb sq Ti >19	9
	Nbmax Ti csf >19	18
	Seuil légal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



Nombre d'heures journalières hors plages de confort



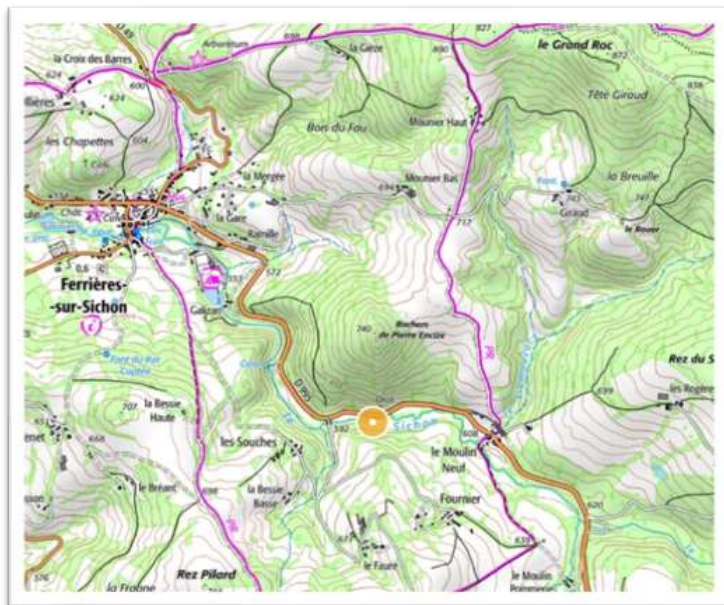
EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Située sur la portion aval du Sichon, cette station présente sur la période analysée une thermie "plutôt favorable" à la population de truite fario, caractérisée notamment par des Tmj conformes à la plage de confort de l'espèce 97% du temps et une Tm30j max inférieure de près de 3°C au seuil de 19°C. Les Ti max dépassent en revanche assez nettement ce seuil mais demeurent largement inférieures au seuil légal. Bien que les températures hivernales soient moins contraignantes qu'au droit des stations situées plus à l'amont du bassin-versant, les plus basses valeurs enregistrées représentent tout de même un danger pour les individus les plus faibles.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LE SICHON À FERRIÈRES-SUR-SICHON - STATION 54

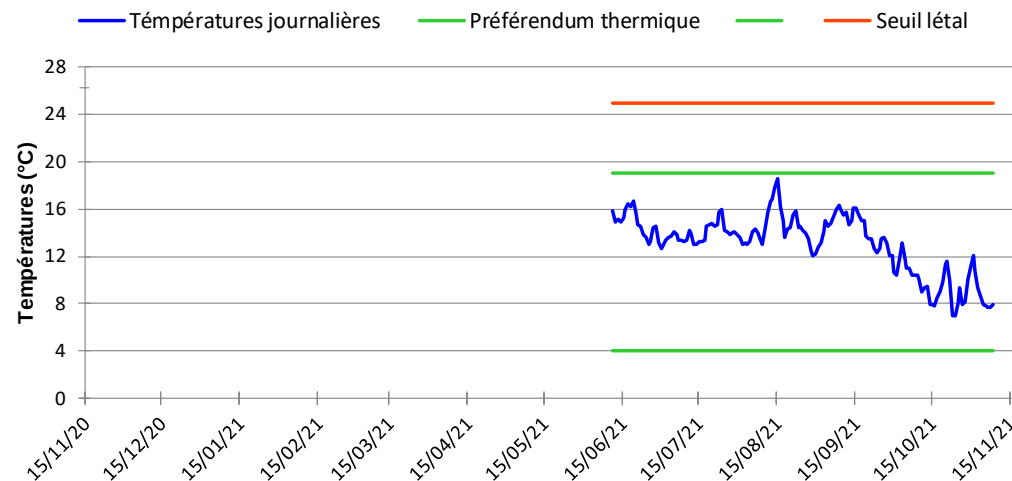


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

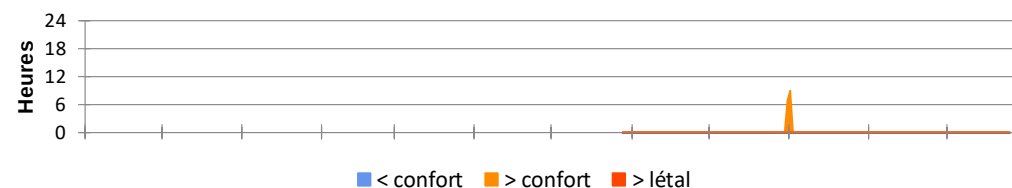
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	5,244
	Ti max	20,043
	AT i	14,799
	Ajmax Ti	4,69
	D Ajmax Ti	14/06/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	6,93
	Tmj max	18,59
	AT mj	11,66
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	13,05
	Tm30j max	14,87
	Dd Tm30j max	11/08/2021
	Df Tm30j max	09/09/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	151
	% j Tmj 4-19	100
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	0
	Dd Tmj <4	
	Df Tmj <4	
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0
	Nb Ti >19	16
	Nb sq Ti >19	2
	Nbmax Ti csf >19	9
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



Nombre d'heures journalières hors plages de confort



EVALUATION: FAVORABLE

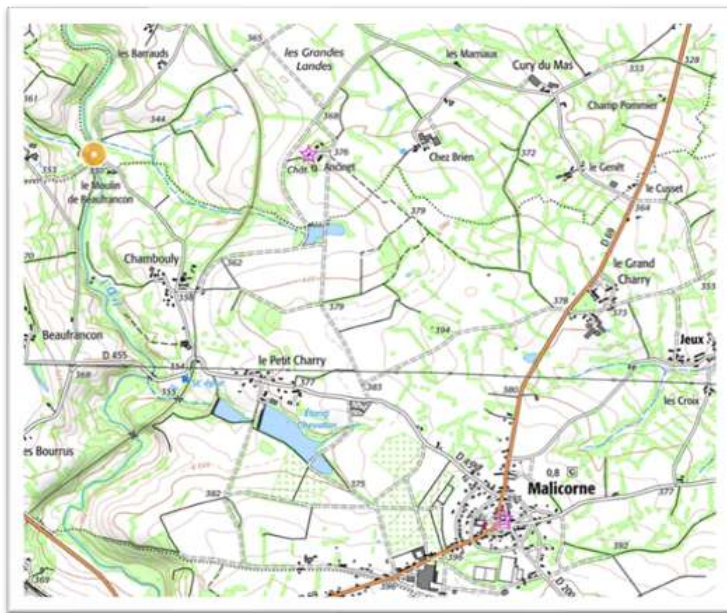
Installée au printemps 2021, la sonde de mesure a permis d'évaluer comme "favorable" à la population de truite fario la thermie estivale du Sichon à Ferrières-sur-Sichon. Elle est notamment caractérisée par une Tmj max et une Tm30j max respectivement inférieures de 0,4°C et 4,1°C à la limite haute du préférendum thermique de l'espèce, fixée à 19°C. Seules quelques valeurs ponctuelles de températures instantanées enregistrées autour du 15 août ont été susceptibles d'engendrer un stress physiologique sur la population de truite fario.

Evolution de la Tm30j max (°C)



3.3 BASSIN-VERSANT DU CHER

L'ŒIL À MALICORNE - STATION 15

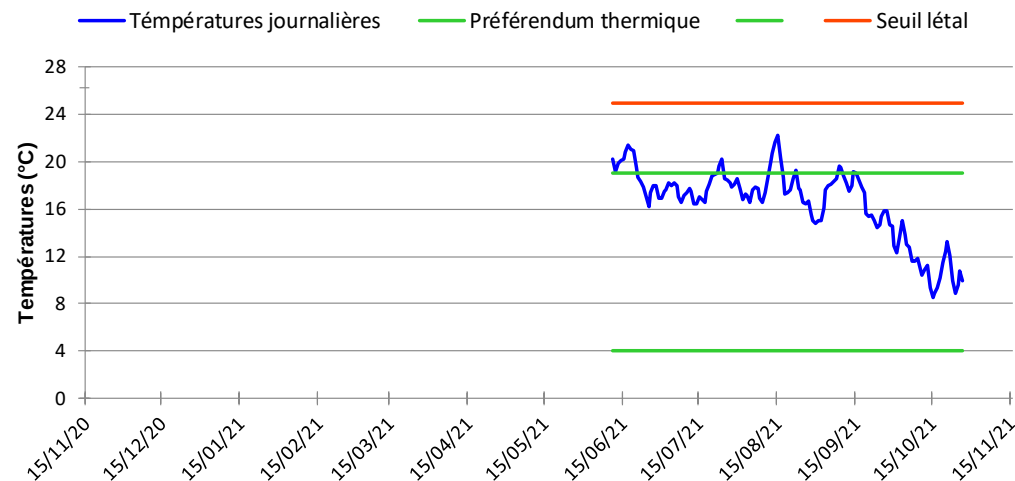


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

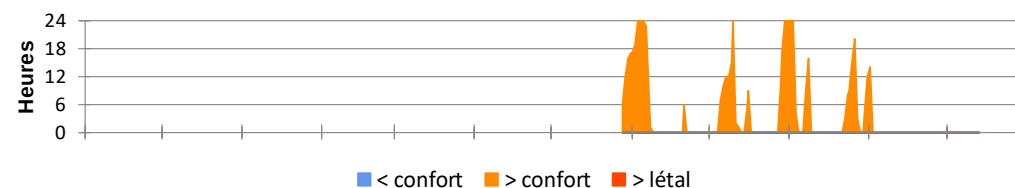
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	7,582
	Ti max	23,484
	AT i	15,902
	Ajmax Ti	4,482
	D Ajmax Ti	16/06/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	8,57
	Tmj max	22,3
	AT mj	13,73
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	16,49
	Tm30j max	18,55
	Dd Tm30j max	19/07/2021
	Df Tm30j max	17/08/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	116
	% j Tmj 4-19	83,45
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	0
	Dd Tmj <4	
	Df Tmj <4	
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	16,55
	Nb Ti >19	534
	Nb sq Ti >19	31
	Nbmax Ti csf >19	111
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



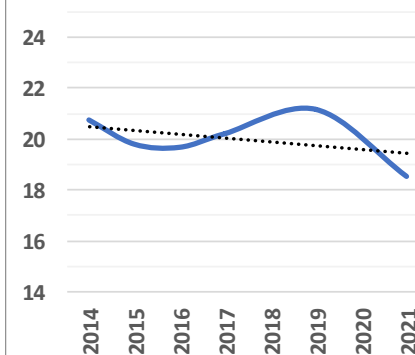
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



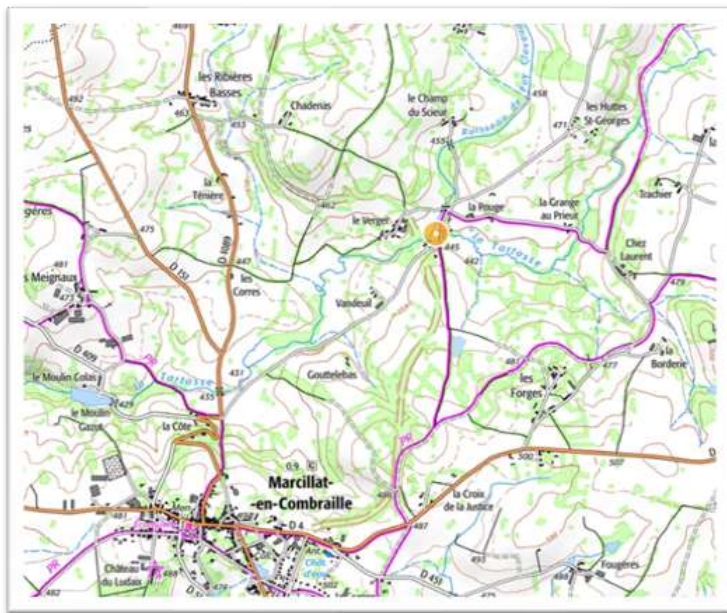
EVALUATION: INDETERMINE

Suite à un dysfonctionnement de la sonde, seules les données permettant de caractériser le régime thermique estival ont pu être relevées. Elles traduisent des conditions potentiellement contraignantes pour les populations salmonicoles, notamment vis-à-vis des Ti max (23,5°C) et des Tmj max (22,3°C), très nettement supérieures au seuil de confort de la truite fario. Sur la période d'analyse considérée, 534 Ti dépassent 19°C, réparties en 31 séquences pouvant atteindre 4,5 jours consécutifs. La Tm30j max est plus de 2,5°C inférieure à la dernière valeur connue, mais elle demeure susceptible de causer un stress physiologique important, notamment sur les individus les plus sensibles.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LA TARTASSE À MARCILLAT-EN-COMBRAILLE - STATION 18



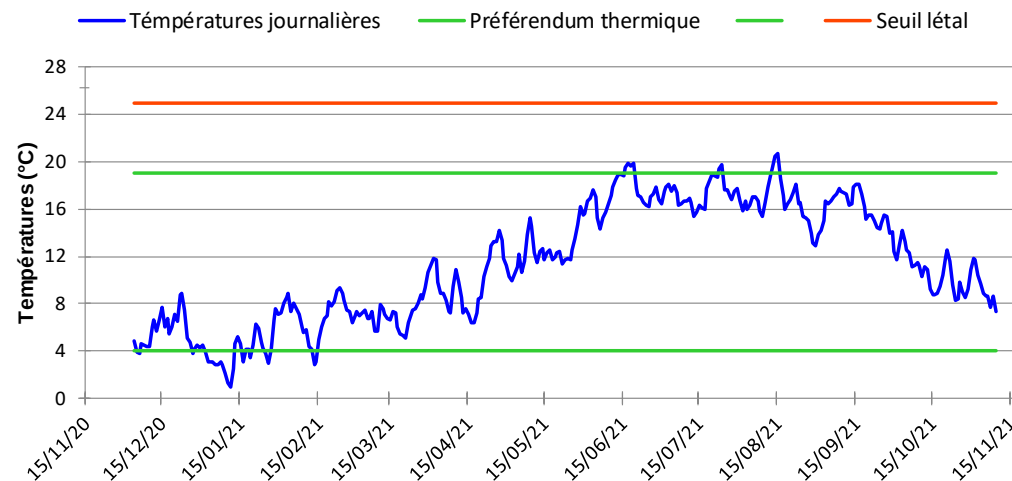
Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

T°C instantanées	
Ti min	0,232
Ti max	22,812
AT i	22,58
Ajmax Ti	8,124
D Ajmax Ti	24/04/2021
T°C moy. journalières	
Tmj min	1
Tmj max	20,69
AT mj	19,69
D Tmj max	15/08/2021
T°C sur la période	
Tmp	11,29
Tm30j max	17,73
Dd Tm30j max	18/07/2021
Df Tm30j max	16/08/2021

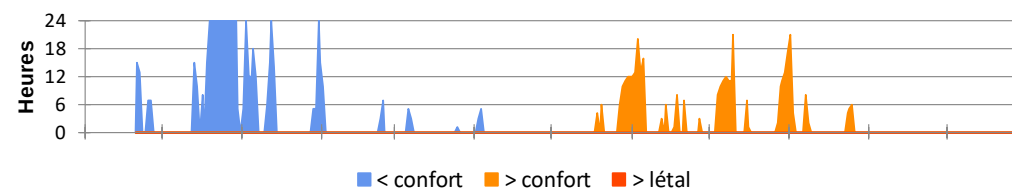
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	311
% j Tmj 4-19	91,2
T°C < à la plage de confort	
% j Tmj <4	6,16
Dd Tmj <4	05/12/2020
Df Tmj <4	14/02/2021
T°C > à la plage de confort	
% j Tmj >19	2,64
Nb Ti >19	358
Nb sq Ti >19	40
Nbmax Ti csf >19	20
Seuil légal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Préférendum thermique TRF

Températures journalières



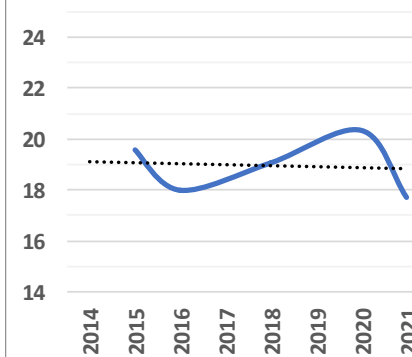
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



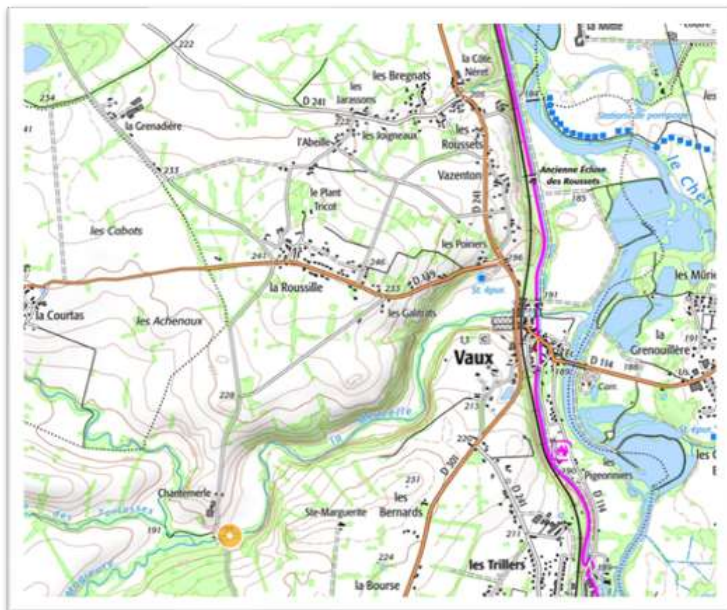
EVALUATION: PLUTOT DEFAVORABLE

Le régime thermique est caractérisé par des Ti max et des Tmj max susceptibles d'avoir un impact négatif sur les populations, en particulier sur les plus jeunes individus. Inférieure de plus de 2,5°C à la valeur relevée en 2020, la Tm30j max est contenue (17,7°C), de franches périodes de refroidissement ayant eu lieu durant l'été. Caractérisées par des Ti min (0,2°C) et Tmj min (0,4°C) parmi les plus basses du suivi, les conditions hivernales sont potentiellement très contraignantes pour les juvéniles et pour le stade embryonnaire de la truite fario. On remarquera également la période conséquente durant laquelle des Tmj inférieures à 4°C sont constatées.

Evolution de la Tm30j max (°C)



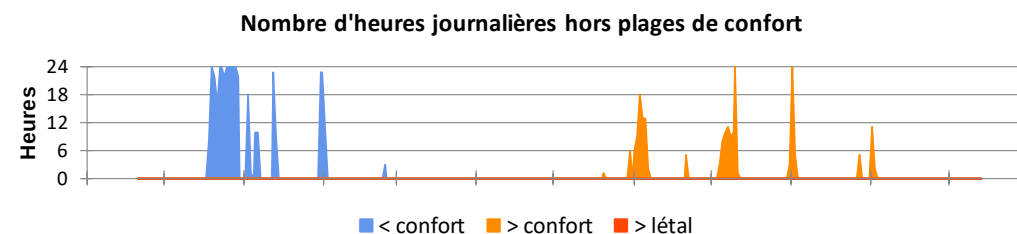
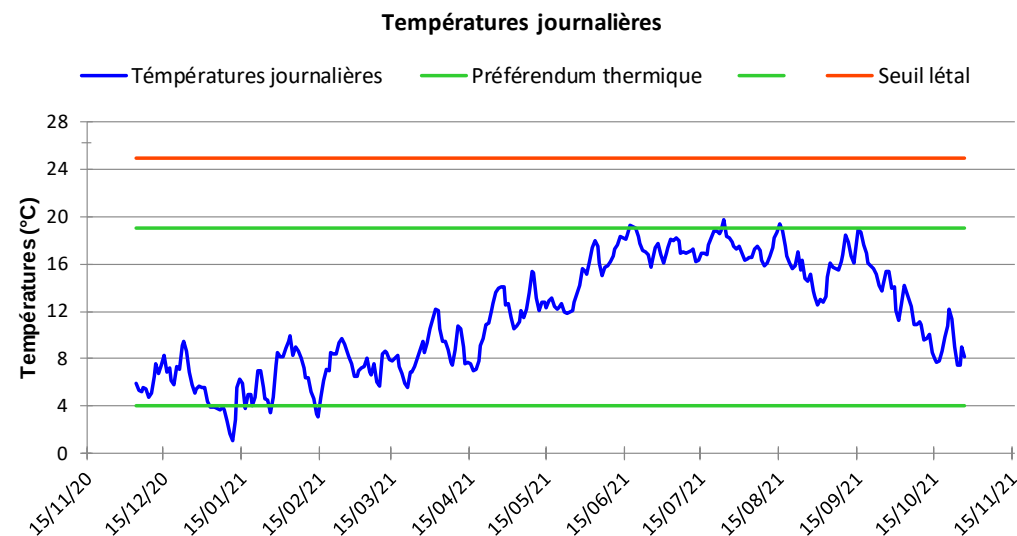
LA MAGIEURE À VAUX - STATION 20



Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,453
	Ti max	20,138
	AT i	19,685
	Ajmax Ti	5,705
	D Ajmax Ti	24/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	1,03
	Tmj max	19,71
	AT mj	18,68
	D Tmj max	24/07/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11,58
	Tm30j max	17,66
	Dd Tm30j max	01/07/2021
	Df Tm30j max	30/07/2021

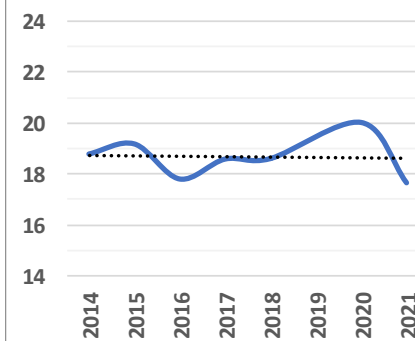
Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	308
	% j Tmj 4-19	93,9
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	4,57
	Dd Tmj <4	02/01/2021
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	1,52
	Nb Ti >19	199
	Nb sq Ti >19	17
	Nbmax Ti csf >19	34
	Seuil légal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0



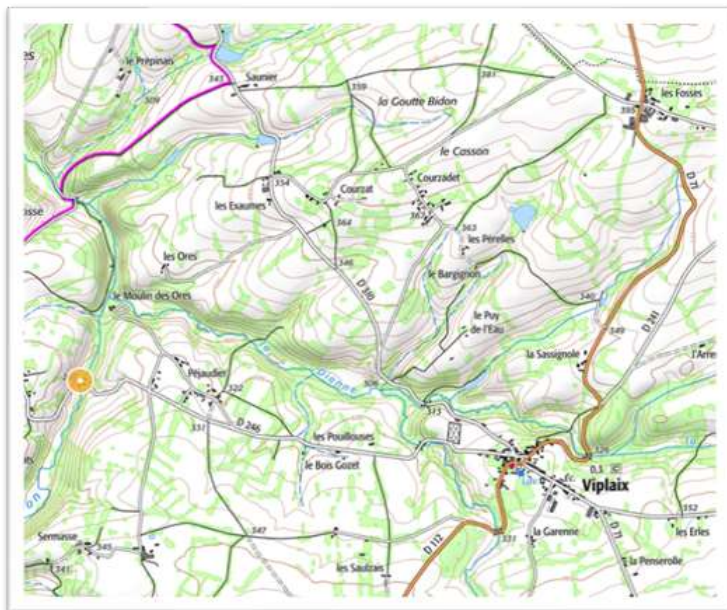
EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Les données montrent un régime thermique "plutôt favorable" de la Magieure à Vaux vis-à-vis des exigences d'une population de truite fario. Les Ti max sont près de 5°C inférieures au seuil légal et seulement 5 Tmj dépassent 19°C. La valeur de Tm30j max (17,7°C) est la plus faible parmi celles mesurées depuis 2014 au droit de cette station. Inférieure d'environ 2,5°C à celle relevée en 2020, elle est assez nettement comprise dans le préférendum thermique de l'espèce. Au final les températures hivernales apparaissent comme étant les plus contraignantes (Ti min = 0,45°C et Tmj inférieures à 4°C durant 15 jours consécutifs au début de l'année 2021), notamment vis-à-vis des plus jeunes individus et du stade embryo-larvaire de la truite fario.

Evolution de la Tm30j max (°C)



L'ARNON À VIPLAIX - STATION 22



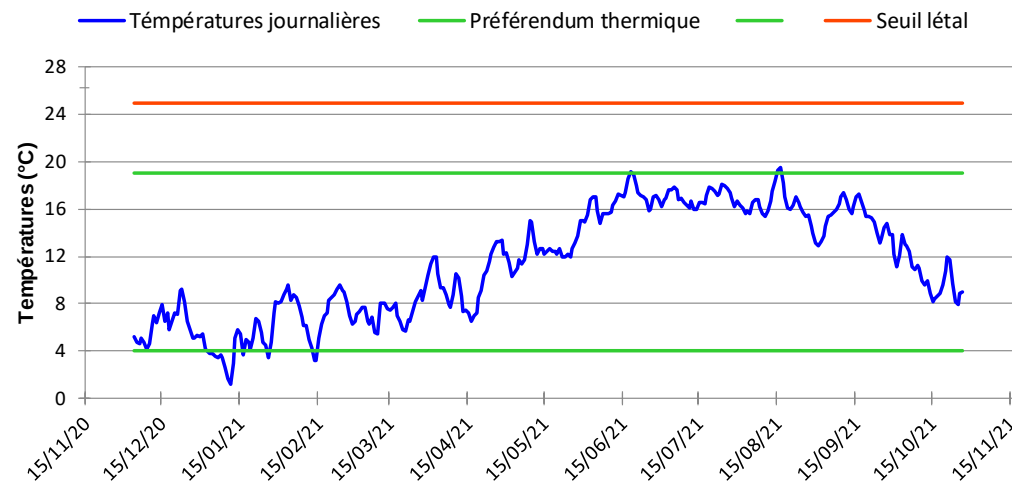
Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

T°C instantanées	
Ti min	0,453
Ti max	20,234
AT i	19,781
Ajmax Ti	6,387
D Ajmax Ti	24/04/2021
T°C moy. journalières	
Tmj min	1,21
Tmj max	19,48
AT mj	18,27
D Tmj max	16/08/2021
T°C sur la période	
Tmp	11,33
Tm30j max	17,17
Dd Tm30j max	11/06/2021
Df Tm30j max	10/07/2021

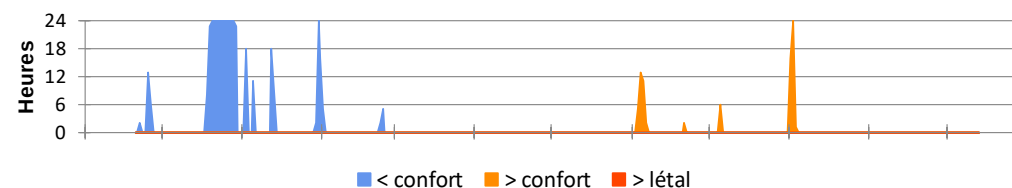
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	310
% j Tmj 4-19	94,51
T°C < à la plage de confort	
% j Tmj <4	4,57
Dd Tmj <4	02/01/2021
Df Tmj <4	14/02/2021
T°C > à la plage de confort	
% j Tmj >19	0,91
Nb Ti >19	80
Nb sq Ti >19	6
Nbmax Ti csf >19	41
Seuil légal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Préférendum thermique TRF

Températures journalières



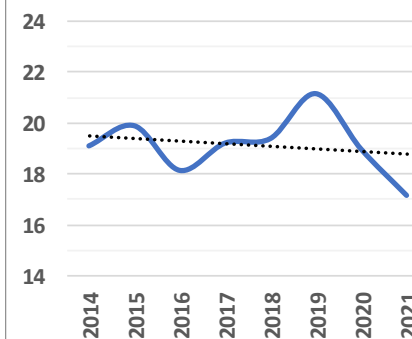
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



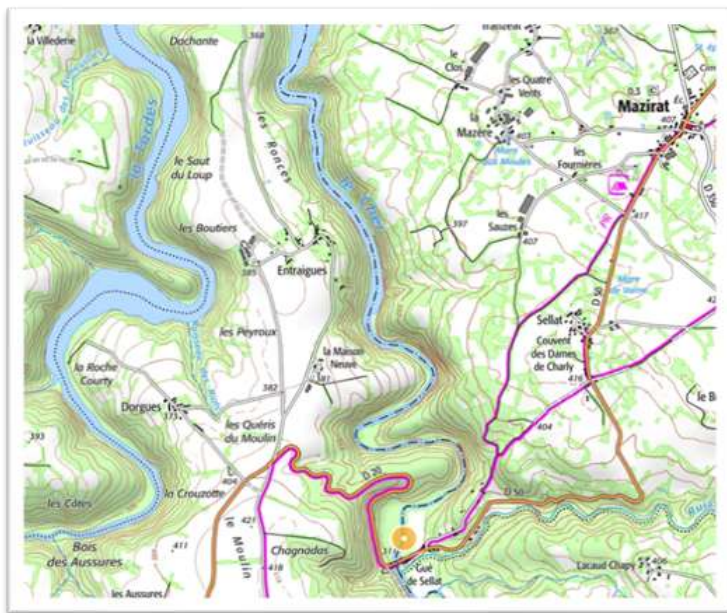
EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Le régime thermique de l'Arnon à Vipplais marque une amélioration sensible par rapport à la situation des années précédentes. Les maximales instantanées sont inférieures de près de 5°C au seuil légal et seulement trois Tmj dépassent 19°C. La valeur de Tm30j max mesurée en 2021 (17,2°C) est la plus faible parmi celles mesurées depuis 2014. Inférieure de près de 2°C à celle relevée en 2020, elle est assez nettement comprise dans le préférendum thermique de la truite fario. Au final ce sont les températures hivernales qui apparaissent comme étant les plus contraignantes (Ti min = 0,45°C et Tmj inférieures à 4°C durant 15 jours consécutifs au début de l'année 2021), notamment vis-à-vis des plus jeunes individus et du stade embryo-larvaire de la truite fario.

Evolution de la Tm30j max (°C)



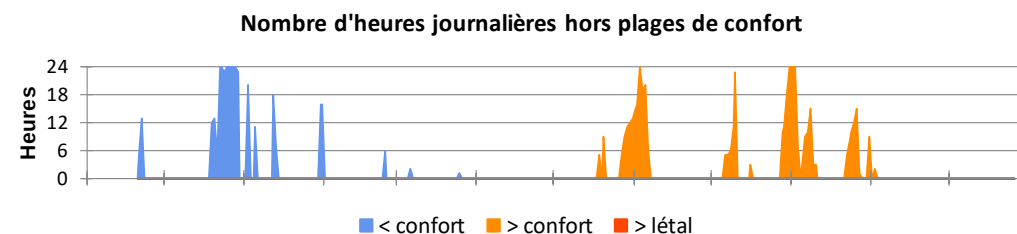
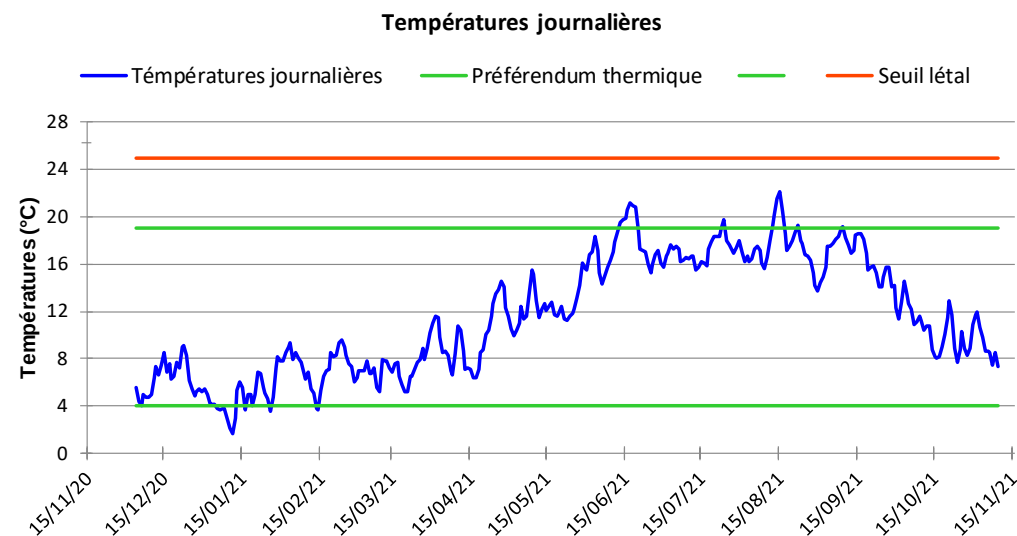
LE CHER À LA PETITE-MARCHE - STATION 34



Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

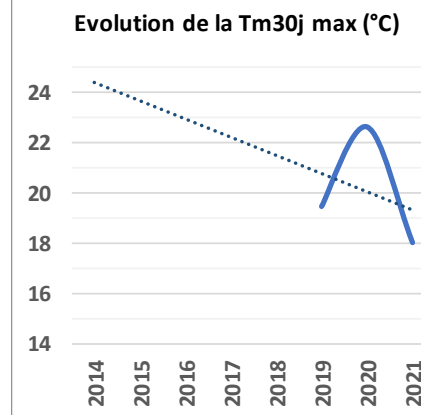
Variables thermiques générales	T°C instantannées	
	Ti min	1,221
	Ti max	24,255
	AT i	23,034
	Ajmax Ti	6,479
	D Ajmax Ti	24/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	1,64
	Tmj max	22,16
	AT mj	20,52
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11,56
	Tm30j max	17,99
	Dd Tm30j max	19/07/2021
Df Tm30i max	17/08/2021	

Préfrendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	313
	% j Tmj 4-19	91,79
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	3,52
	Dd Tmj <4	05/01/2021
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	4,69
	Nb Ti >19	439
	Nb sq Ti >19	33
	Nbmax Ti csf >19	87
	Seuil légal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0	

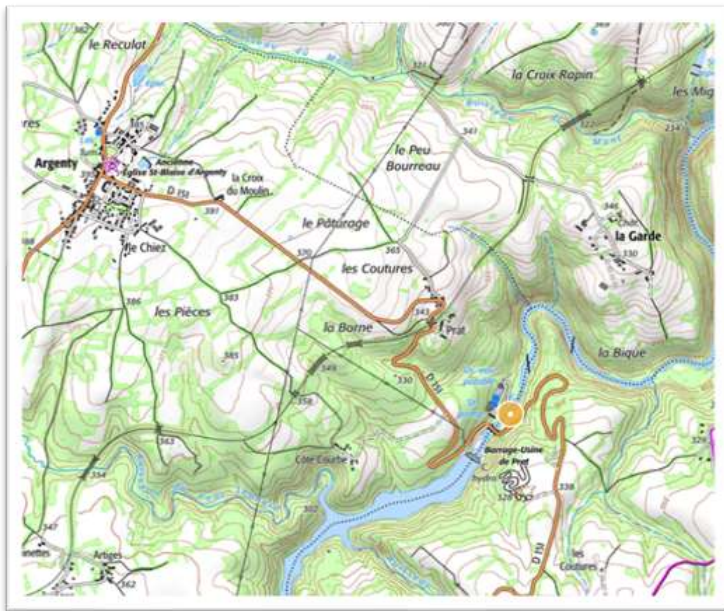


EVALUATION: **PLUTOT DEFAVORABLE**

Située dans le contexte salmonicole du Cher amont, cette station caractérise sa thermie avant son entrée dans le barrage de Rochebut. Les données analysées montrent une nette amélioration des conditions par rapport à celles enregistrées en 2020, sans qu'elles puissent pour autant être qualifiées de "favorables" à la population de truites fario. Les T_i max sont voisines du seuil légal (T_i max = 24,3°C) et 33 T_{mj} dépassent 19°C, parfois de plus de 3°C. La T_{m30j} max perd plus de 4°C par rapport à 2020 mais elle demeure susceptible d'avoir des impacts sur les populations, en particulier sur les truitelles de l'année. Les températures hivernales sont également contraignantes, même si aucune valeur instantanée n'atteint le seuil légal.



LE CHER À SAINTE-THÉRENCE - STATION 36

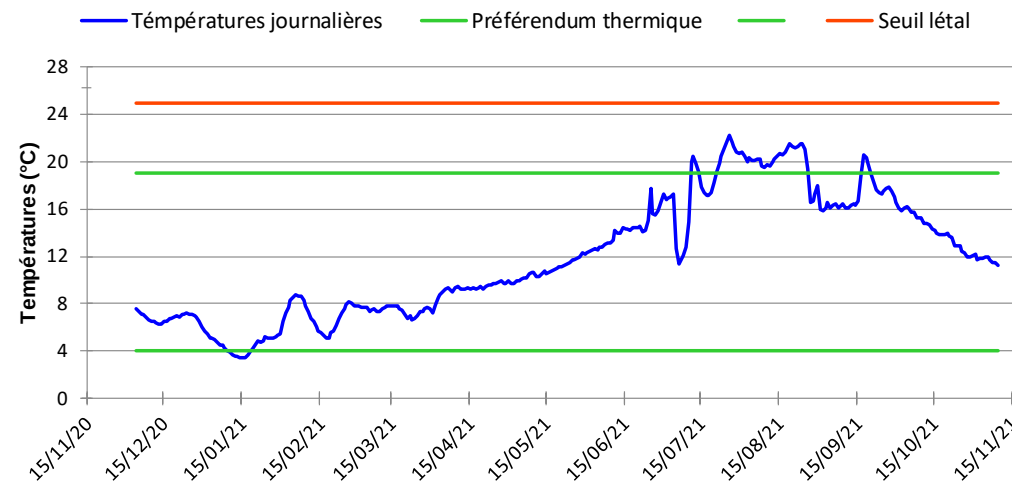


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

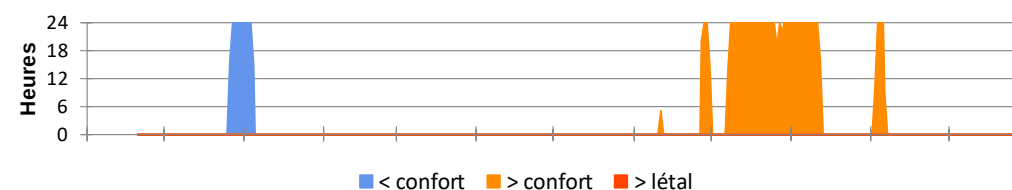
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	3,261
	Ti max	23,004
	AT i	19,743
	Ajmax Ti	5,85
	D Ajmax Ti	05/07/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	3,39
	Tmj max	22,21
	AT mj	18,82
	D Tmj max	26/07/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11,85
	Tm30j max	20,67
	Dd Tm30j max	25/07/2021
	Df Tm30j max	23/08/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	287
	% j Tmj 4-19	84,16
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	2,64
	Dd Tmj <4	10/01/2021
	Df Tmj <4	18/01/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	12,9
	Nb Ti >19	1042
	Nb sq Ti >19	7
	Nbmax Ti csf >19	448
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



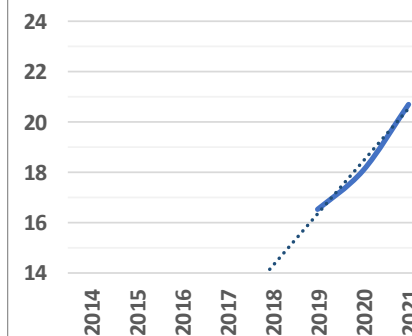
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



EVALUATION: DEFAVORABLE

Les mesures traduisent l'impact de la stratification thermique et du fonctionnement des retenues de Rochebut-Prat sur la thermie du Cher. Une analyse plus détaillée de cet impact est fournie à la page suivante. Malgré des conditions hivernales parmi les plus clémentes du suivi, le régime thermique est jugé "défavorable", en lien avec des conditions estivales particulièrement contraignantes. La Ti max atteint 23°C et 44 Tmj sont supérieures à 19°C, parfois de plus de 3°C. La plus longue séquence de dépassement de ce seuil atteint plus de 18 jours consécutifs. La Tm30j max, en forte augmentation depuis 2019 (+4°C), est supérieure d'environ 3°C aux valeurs au delà desquelles les impacts sur les populations sont avérés, en particulier sur les truitelles de l'année.

Evolution de la Tm30j max (°C)



Le fonctionnement du complexe hydroélectrique de Rochebut-Prat induit un régime thermique singulier du Cher à l'aval de l'aménagement, assez nettement décorrélé des conditions climatiques. Ainsi, la station du Cher à Sainte-Thérance fait partie des deux seules stations du RST 2021 dont la Tm30j max mesurée en 2021 augmente par rapport à 2020. Les opérations de maintenance de l'aménagement de Prat, son fonctionnement, et l'hydrologie globalement excédentaire de l'été 2021 expliquent notamment les variations parfois très importantes de température de l'eau mesurées à l'aval du barrage de Prat.

L'analyse de l'évolution annuelle des températures de l'eau mesurées en aval immédiat du barrage de Prat indique chronologiquement :

- Une augmentation rapide de la température à la fin du mois de juin due au déversement par trop-plein d'eau « chaude » (car de surface) issue de la retenue de Prat, en lien avec les précipitations importantes de la fin juin (débit entrant dans la retenue > débit sortant) ;
- Une chute importante (-5°C) de la température de l'eau début juillet, causée par l'arrêt du déversement par surverse et le turbinage d'eaux froides par la vanne de fond du barrage ;
- Une augmentation très importante (+8,5°C) des températures durant la première quinzaine de juillet, en lien avec les précipitations importantes sur le bassin versant et la reprise du déversement des eaux de surface de la retenue ;
- Des températures moyennes journalières qui se maintiennent à un niveau élevé jusqu'à fin juillet du fait d'opérations de maintenance sur les installations hydroélectriques du barrage et du mode de restitution par déversement des eaux du Cher à l'aval de l'ouvrage (débit entrant dans la retenue > débit sortant) ;
- Une baisse brutale (-5°C) des températures de l'eau à l'aval du barrage de Prat à la fin du mois d'août, sans variation de débit, en lien avec la diminution des débits entrants et le passage à un mode de restitution des eaux par la vanne de fond du barrage ;
- A partir de la seconde quinzaine de septembre : une augmentation tout aussi brutale des températures de l'eau, en lien avec la reprise hydrologique automnale qui fait repasser par déversement le mode de restitution des eaux du Cher à l'aval du barrage de Prat.

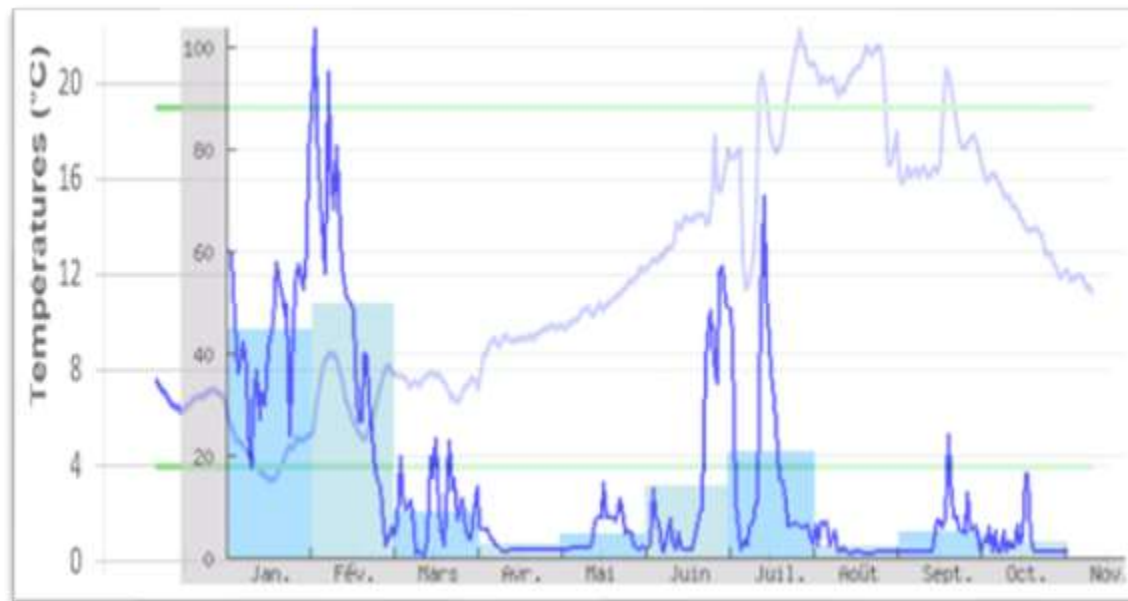
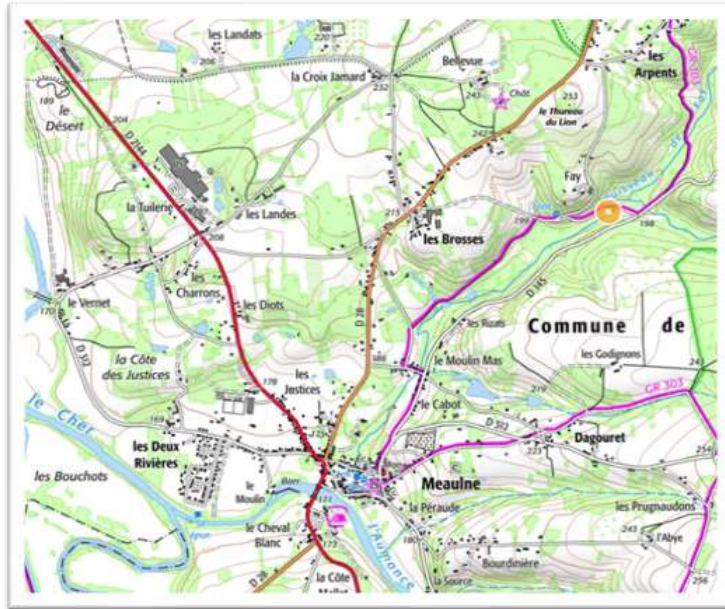


Figure 5 : Evolutions comparatives 2021 des débits du Cher à Montluçon (en m³/s, courbe bleu soutenue) et de la température à l'aval immédiat du barrage de Prat (courbe bleu estompée)

La température joue un rôle prépondérant sur la totalité du cycle de vie des poissons : reproduction, incubation des œufs, croissance, migrations, etc. La quantité d'oxygène dissous diminue également au fur et à mesure que la température augmente. L'artificialisation du régime thermique du Cher a un impact important sur la composition et la structure du peuplement piscicole présent à l'aval de l'aménagement, notamment vis-à-vis des espèces sténothermes d'eau froide telle que la truite fario. Il se manifeste par un glissement typologique du peuplement piscicole vers des espèces eurythermes, typiques des cours d'eau cyprinicoles, moins sensibles aux températures élevées.

LE RUISSEAU DE FAY À MEAULNE - STATION 37



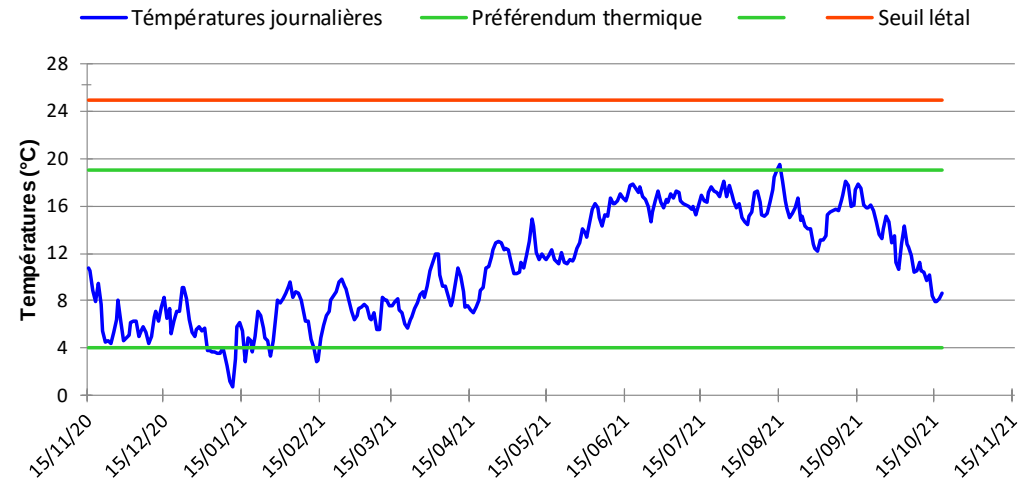
Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

T°C instantanées	
Ti min	0,121
Ti max	20,71
AT i	20,589
Ajmax Ti	8,518
D Ajmax Ti	24/04/2021
T°C moy. journalières	
Tmj min	0,77
Tmj max	19,52
AT mj	18,75
D Tmj max	15/08/2021
T°C sur la période	
Tmp	10,93
Tm30j max	16,72
Dd Tm30j max	18/07/2021
Df Tm30j max	16/08/2021

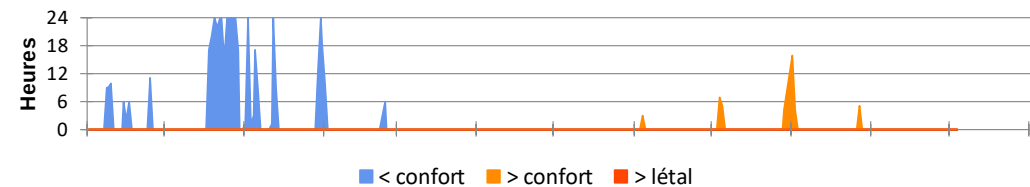
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	319
% j Tmj 4-19	94,38
T°C < à la plage de confort	
% j Tmj <4	5,03
Dd Tmj <4	01/01/2021
Df Tmj <4	14/02/2021
T°C > à la plage de confort	
% j Tmj >19	0,59
Nb Ti >19	64
Nb sq Ti >19	8
Nbmax Ti csf >19	15
Seuil légal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Préférendum thermique TRF

Températures journalières



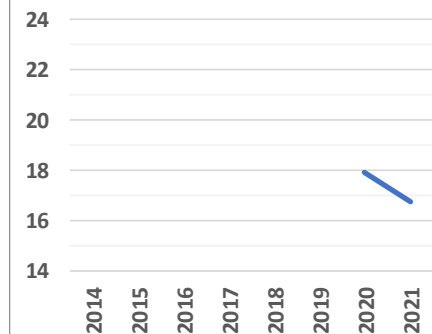
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



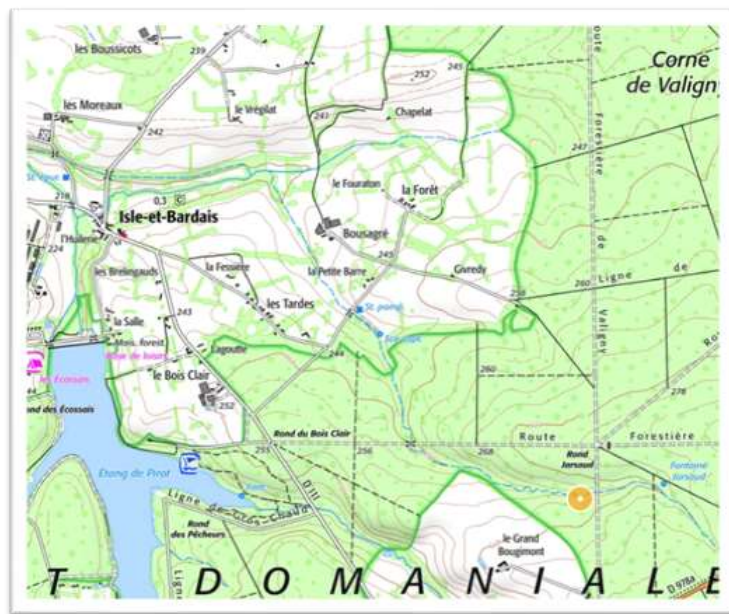
EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Implantée sur le ruisseau de Fay à la fin de l'année 2019, cette sonde a permis de mettre en évidence un régime thermique "plutôt favorable" au développement de la population de truite fario, caractérisé par des Ti max nettement inférieures au seuil légal de l'espèce, des Tmj n'ayant dépassé son seuil de confort que deux jours, et une Tm30jmax égale à 16,7°C, soit 1,2°C de moins qu'en 2020. Les températures hivernales apparaissent en revanche plus contraignantes, avec des Ti min potentiellement létales pour le stade embryon-larvaire de la truite fario, figurant parmi les plus faibles enregistrées à l'échelle du suivi.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LE RUISSEAU DE LA FONTAINE JARSAUD À ISLE-ET-BARDAIS - STATION 38



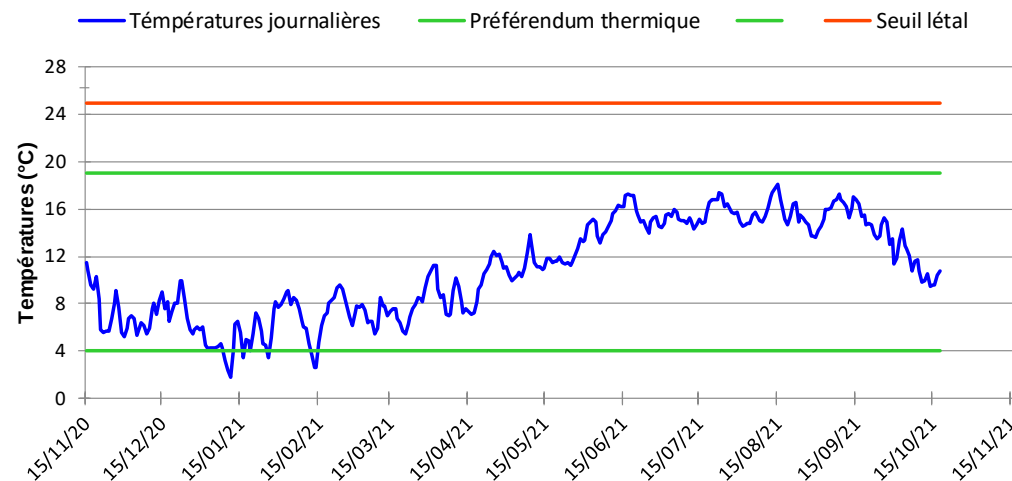
Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

T°C instantanées	
Ti min	0,893
Ti max	19,377
AT i	18,484
Ajmax Ti	7,751
D Ajmax Ti	24/04/2021
T°C moy. journalières	
Tmj min	1,76
Tmj max	18,13
AT mj	16,37
D Tmj max	15/08/2021
T°C sur la période	
Tmp	10,81
Tm30j max	16,07
Dd Tm30j max	19/07/2021
Df Tm30j max	17/08/2021

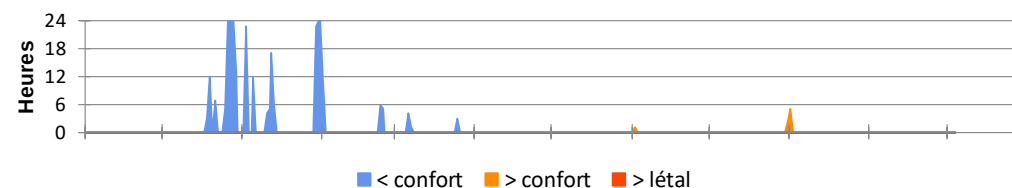
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	330
% j Tmj 4-19	97,63
T°C < à la plage de confort	
% j Tmj <4	2,37
Dd Tmj <4	09/01/2021
Df Tmj <4	14/02/2021
T°C > à la plage de confort	
% j Tmj >19	0
Nb Ti >19	8
Nb sq Ti >19	3
Nbmax Ti csf >19	5
Seuil légal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Préférendum thermique TRF

Températures journalières



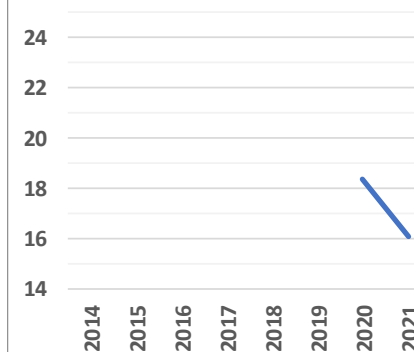
Nombre d'heures journalières hors plages de confort



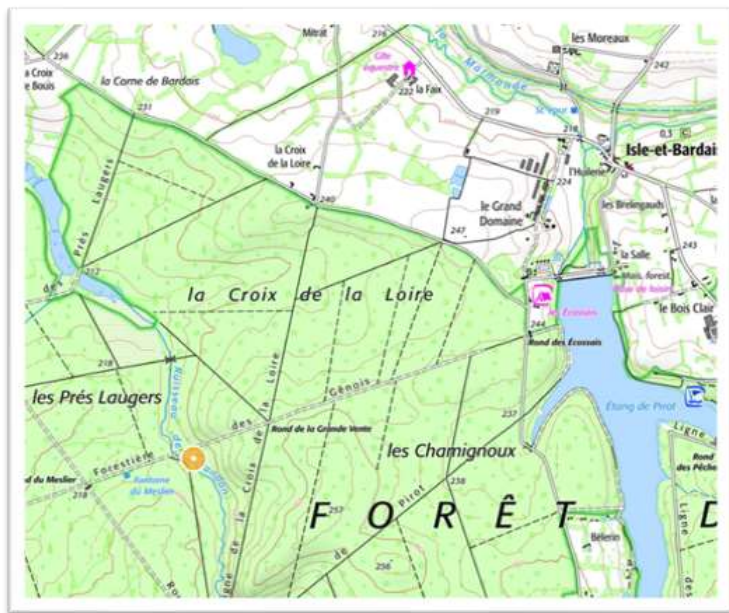
EVALUATION: FAVORABLE

Le régime thermique du ruisseau de la Fontaine Jarsaud est caractérisé par des températures estivales "favorables" au développement des populations de truite fario, et par des températures hivernales froides mais globalement moins contraignantes que celles relevées dans d'autres secteurs salmonicoles du département. Ainsi, près de 98% des températures moyennes journalières sont comprises dans le préférendum thermique de l'espèce, et seules quelques valeurs instantanées dépassent le seuil de confort, fixé à 19°C. Légèrement supérieure à 16°C, la Tm30j max est tout à fait conforme aux exigences de la truite fario. Elle est 2°C plus basse que celle relevée en 2020.

Evolution de la Tm30j max (°C)



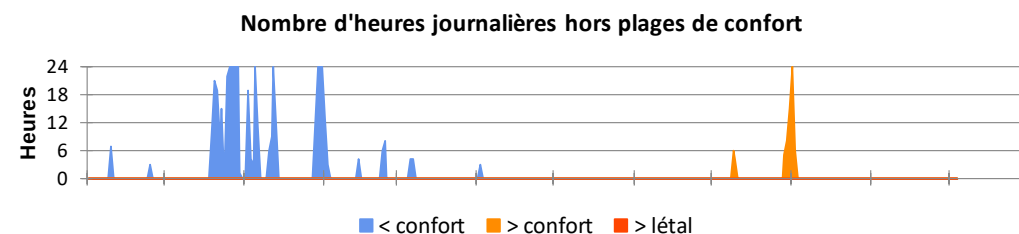
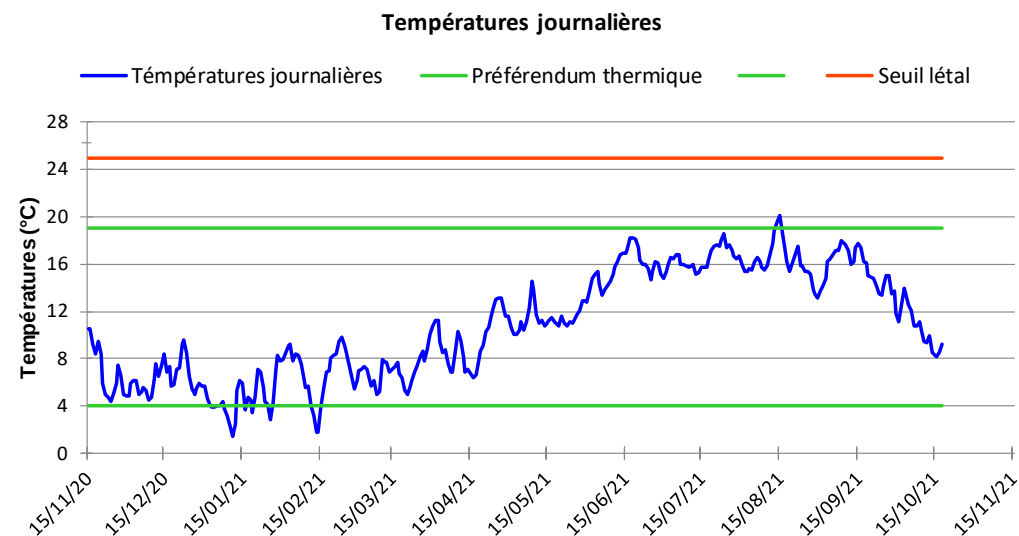
LE CHANDON À ISLE-ET-BARDAIS - STATION 39



Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,674
	Ti max	20,901
	AT i	20,227
	Ajmax Ti	7,756
	D Ajmax Ti	24/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	1,46
	Tmj max	20,1
	AT mj	18,64
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	10,81
	Tm30j max	17,04
	Dd Tm30j max	19/07/2021
	Df Tm30j max	17/08/2021

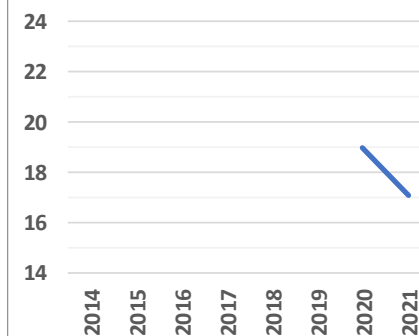
Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	322
	% j Tmj 4-19	95,27
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	4,14
	Dd Tmj <4	03/01/2021
	Df Tmj <4	15/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	0,59
	Nb Ti >19	68
	Nb sq Ti >19	4
	Nbmax Ti csf >19	40
	Seuil légal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0



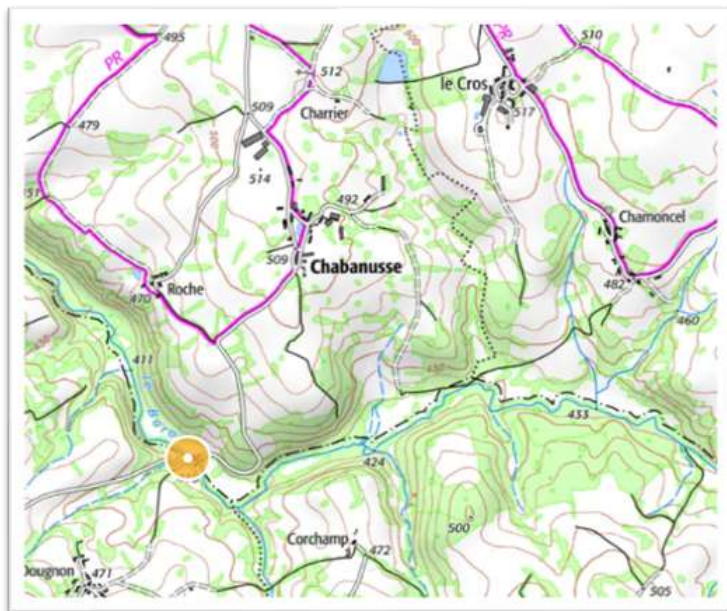
EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Les valeurs caractéristiques du régime thermique du Chandon à Isle-et-Bardais montrent des distorsions globalement bien contenues par rapport aux exigences écologiques de la truite fario, notamment en période estivale. Aucune Ti n'atteint ni ne se rapproche des valeurs létales (Ti max = 20,9°C) et seulement deux Tmj dépassent le seuil de 19°C. La Tm30j max, en recul de près de 2°C par rapport à 2020, est largement contenue dans le préférendum thermique de l'espèce. Les températures hivernales apparaissent plus contraignantes, notamment les minimales instantanées (Ti min = 0,7°C) qui sont susceptibles de provoquer des mortalités sur le stade embryo-larvaire de l'espèce. Entre le début d'année et la mi-février, 14 Tmj min sont inférieures au seuil de 4°C.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LE BORON À SAINT-MARCEL-EN-MARCILLAT - STATION 44



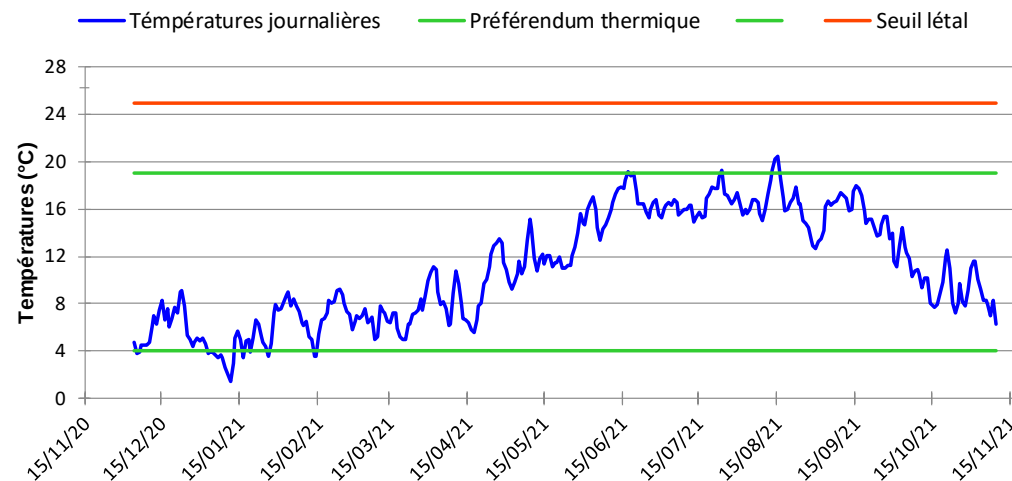
Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

T°C instantanées	
Ti min	1,003
Ti max	21,855
AT i	20,852
Ajmax Ti	7,175
D Ajmax Ti	24/04/2021
T°C moy. journalières	
Tmj min	1,48
Tmj max	20,53
AT mj	19,05
D Tmj max	15/08/2021
T°C sur la période	
Tmp	10,99
Tm30j max	17,27
Dd Tm30j max	19/07/2021
Df Tm30j max	17/08/2021

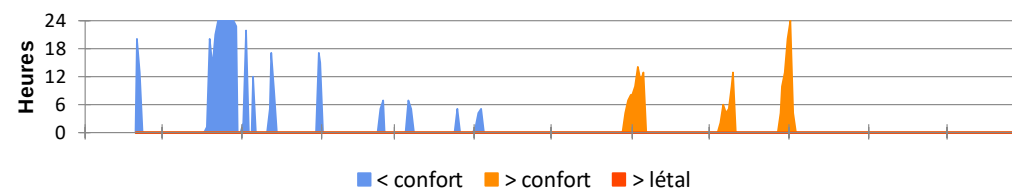
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	317
% j Tmj 4-19	92,96
T°C < à la plage de confort	
% j Tmj <4	5,28
Dd Tmj <4	05/12/2020
Df Tmj <4	14/02/2021
T°C > à la plage de confort	
% j Tmj >19	1,76
Nb Ti >19	190
Nb sq Ti >19	18
Nbmax Ti csf >19	42
Seuil léthal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Préférendum thermique TRF

Températures journalières



Nombre d'heures journalières hors plages de confort



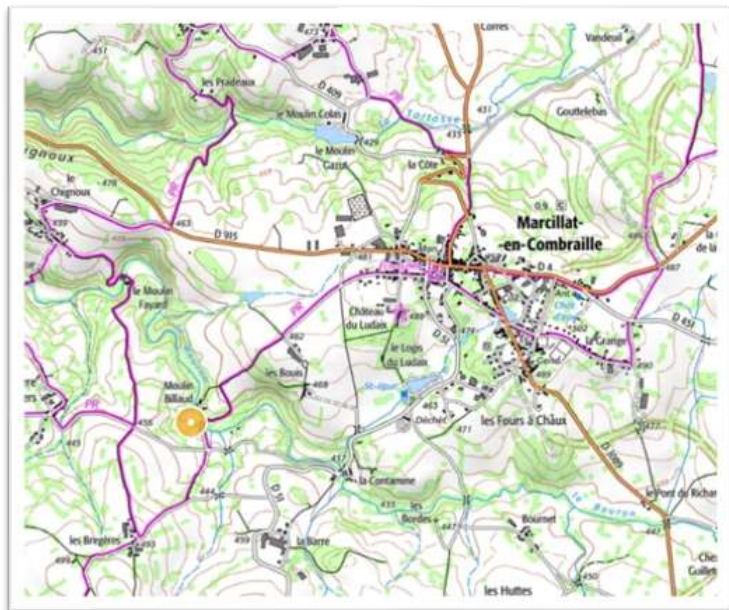
EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Implantée fin 2020 pour suivre la thermie de ce cours d'eau régulièrement aleviné en truitelles par l'AAPPMA locale, la sonde a enregistré des valeurs jugées "plutôt favorables" à cette espèce. Les Ti max dépassent nettement 19°C, mais restent largement inférieures à 25°C (Ti max = 21,9°C). Seules six Tmj dépassent 19°C et la plus longue séquence de dépassement est limitée à deux jours (mi-août). Les températures hivernales sont froides (Tmj inférieures à 4°C durant 16 jours, répartis de début décembre à mi-février), et les minimales instantanées sont tout juste supérieures au seuil de 1°C susceptible d'engendrer des mortalités sur le stade embryo-larvaire de la truite fario. La Tm30j max (17,3°C) est assez nettement contenue dans le préférendum thermique de l'espèce.

Evolution de la Tm30j max (°C)



LE BOURON À MARCILLAT-EN-COMBRAILLE - STATION 49

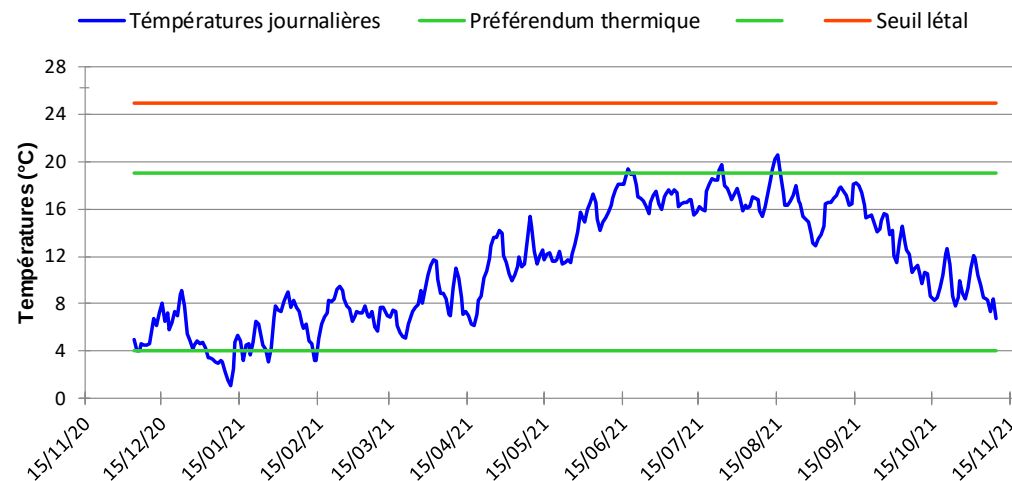


Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

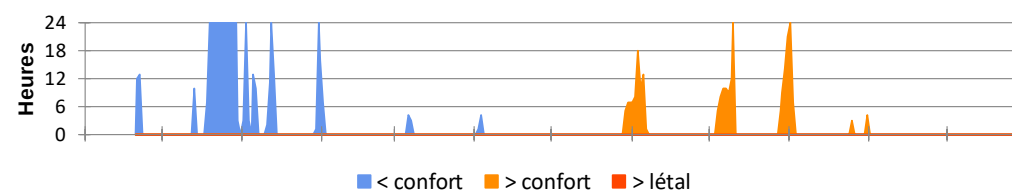
Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,563
	Ti max	21,664
	AT i	21,101
	Ajmax Ti	7,245
	D Ajmax Ti	24/04/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	1,07
	Tmj max	20,61
	AT mj	19,54
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	11,27
	Tm30j max	17,65
	Dd Tm30j max	18/07/2021
	Df Tm30j max	16/08/2021

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	318
	% j Tmj 4-19	93,26
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	4,69
	Dd Tmj <4	02/01/2021
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	2,05
	Nb Ti >19	241
	Nb sq Ti >19	20
	Nbmax Ti csf >19	44
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Températures journalières



Nombre d'heures journalières hors plages de confort



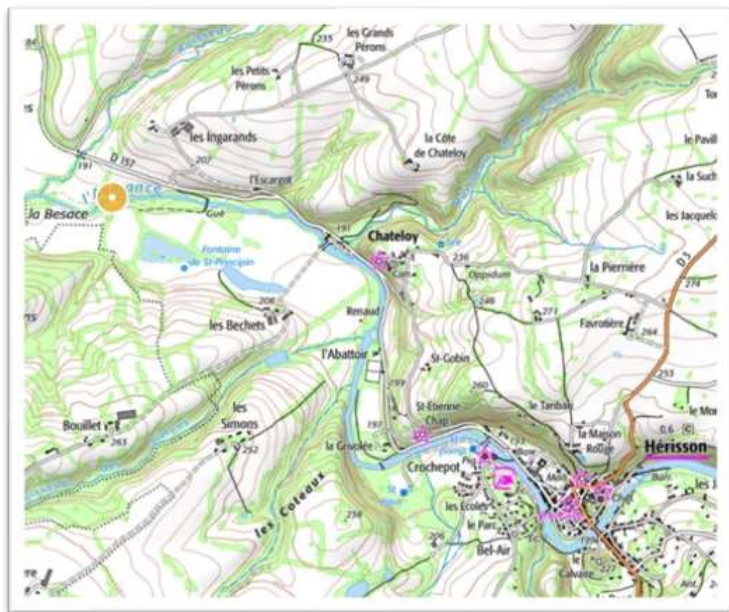
EVALUATION: PLUTÔT FAVORABLE

Récemment implantée pour suivre la thermie de ce cours d'eau salmonicole, la sonde a enregistré des valeurs jugées "plutôt favorables" à la population de truite fario. Bien que nettement supérieure au seuil de 19°C, aucune Ti n'atteint ni ne se rapproche des valeurs létales (Ti max = 21,7°C). Sept Tmj dépassent 19°C et la plus longue séquence de Ti supérieures à ce seuil est limitée à deux jours (mi-août). En revanche les températures hivernales sont contraignantes. Les Tmj sont inférieures à 4°C durant 16 jours, et les Ti min (0,6°C) sont susceptibles d'engendrer des mortalités sur le stade embryo-larvaire de la truite fario. Enfin, la Tm30j max est conforme aux exigences de l'espèce.

Evolution de la Tm30j max (°C)



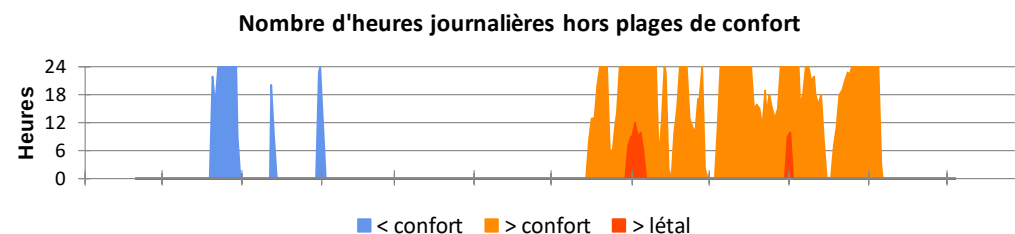
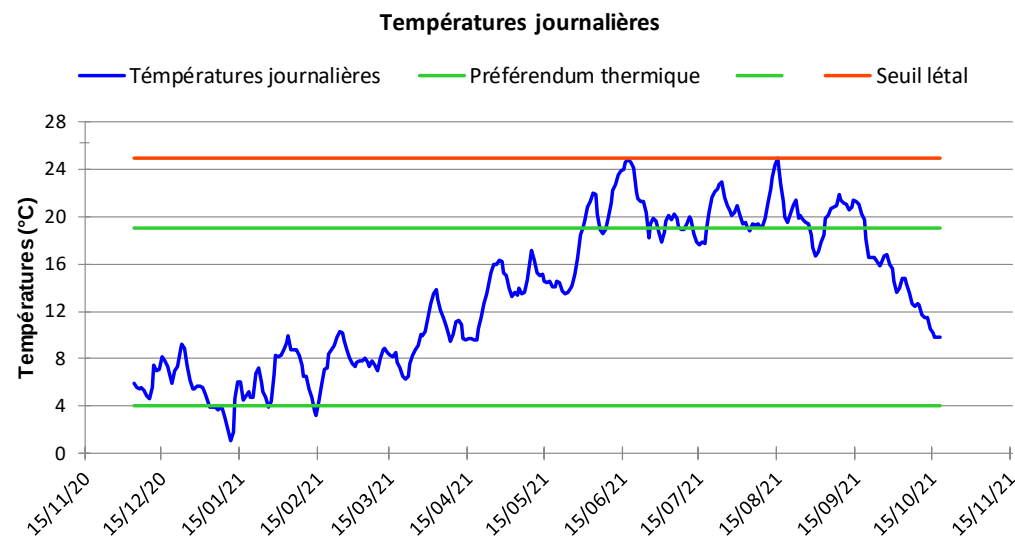
L'AUMANCE À HÉRISSON - STATION 50



Période analysée : du 15/11/2020
au 15/11/2021

Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0,784
	Ti max	27,272
	AT i	26,488
	Ajmax Ti	5,512
	D Ajmax Ti	16/06/2021
	T°C moy. journalières	
	Tmj min	1,08
	Tmj max	25,01
	AT mj	23,93
	D Tmj max	15/08/2021
	T°C sur la période	
	Tmp	13,5
	Tm30j max	21,37
	Dd Tm30j max	30/05/2021
	Df Tm30j max	28/06/2021

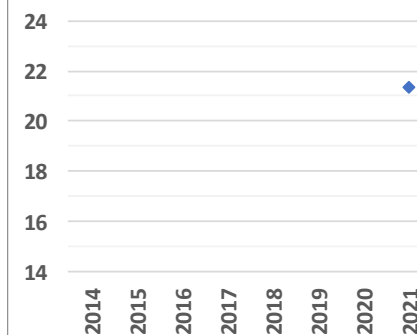
Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	216
	% j Tmj 4-19	67,71
	T°C < à la plage de confort	
	% j Tmj <4	4,08
	Dd Tmj <4	03/01/2021
	Df Tmj <4	14/02/2021
	T°C > à la plage de confort	
	% j Tmj >19	28,21
	Nb Ti >19	2067
	Nb sq Ti >19	46
	Nbmax Ti csf >19	374
	Seuil léthal	
	Nb Ti ≥25	81
	Nb sq Ti ≥25	9
	Nbmax Ti csf ≥25	14



EVALUATION: INCOMPATIBLE

Récemment implantée en remplacement de la station n°17 (l'Aumance à Meaulne), la sonde a permis de caractériser l'incompatibilité du régime thermique vis-à-vis de la population de truite fario. Les Ti max sont supérieures de plus de 2°C au seuil léthal de l'espèce, et certaines Tmj atteignent également 25°C. Au final 90 Tmj sont supérieures au préférendum thermique de la truite fario. Les plus longues séquences de dépassement atteignent 15 jours consécutifs. La Tm30j max vaut 21,4°C, soit la plus forte valeur enregistrée cette année à l'échelle du suivi. Les températures hivernales sont également contraignantes, caractérisées par des Ti min potentiellement létales pour les plus jeunes individus et pour le stade embryo-larvaire de la truite fario.

Evolution de la Tm30j max (°C)



4 SYNTHÈSE

4.1 BILAN CLIMATIQUE

Un hiver 2020/2021 très arrosé, alternant temps hivernal et douceur printanière

Comme le souligne Météo France : « L'hiver 2020-2021 a été marqué par des périodes très douces succédant à des pics de froid accompagnés de chutes de neige sur les massifs et parfois jusqu'en plaine. Un épisode de froid marqué a notamment concerné une grande moitié nord du pays, du 7 au 14 février, tandis que des records de douceur fin février sont venus clore cet hiver très contrasté. Les températures, alternant tout au long de l'hiver entre douceur et nets refroidissements, ont été en moyenne 1 à 2 °C au-dessus des valeurs saisonnières, de la Nouvelle-Aquitaine aux frontières du Nord et du Nord-Est ».

Cette situation marque un retour assez net vers des valeurs de saison, après un hiver 2019-2020 sans pic de froid qui avait été l'hiver le plus chaud en France depuis le début du XXe siècle.

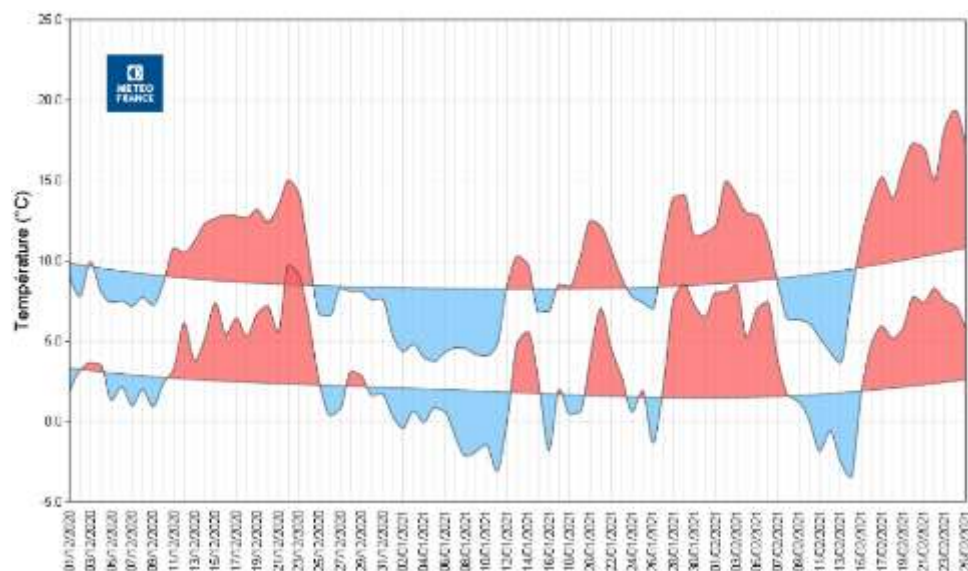


Figure 7 : Evolution des températures minimales et maximales quotidiennes de l'hiver 2020/2021 par rapport à la normale (source : Météo France)

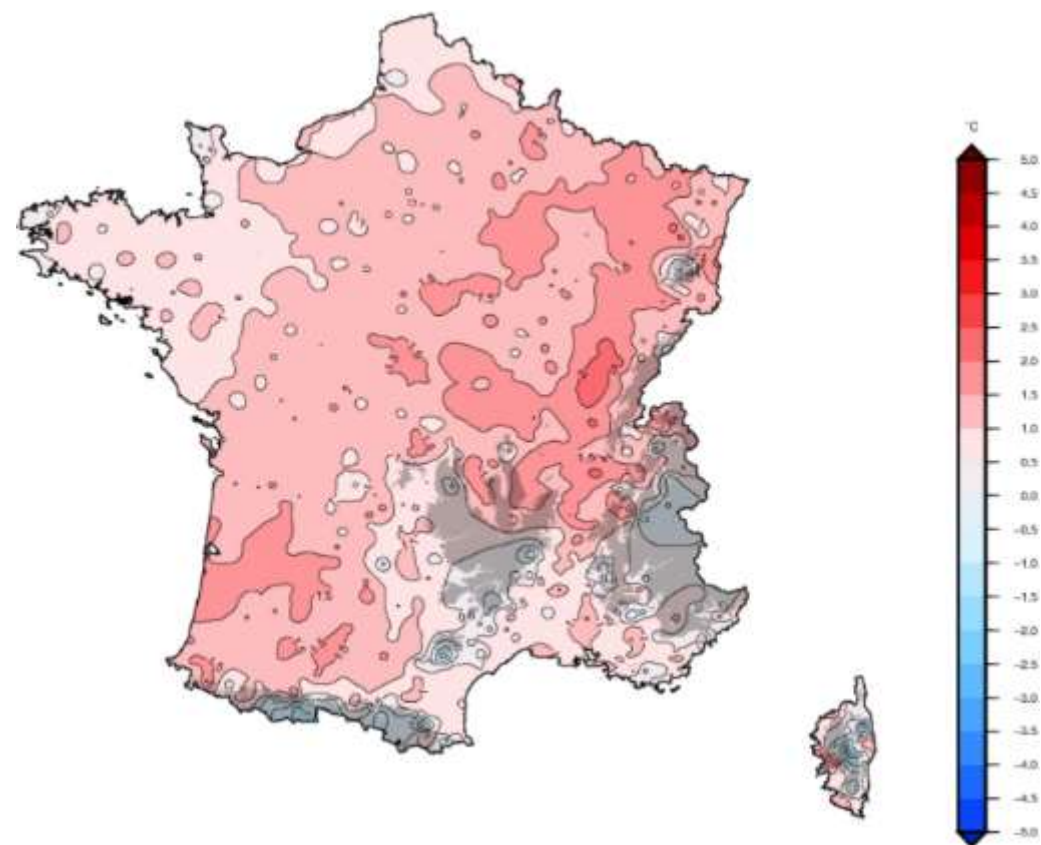


Figure 6 : Ecart à la moyenne saisonnière de référence 1981-2010 de la température moyenne de l'hiver 2020/2021 (source : Météo France)

Un été 2021 assez maussade

Comme le souligne Météo France : « Après un mois de juin au 5e rang des mois de juin les plus chauds depuis 1900, juillet et août ont été ponctués de plusieurs refroidissements marqués. Malgré un épisode précoce de fortes chaleurs sur le pays courant juin, puis un épisode caniculaire sur le Sud-Est mi-août, la France n'a pas connu d'été aussi frais depuis 2014. Après un début d'été très chaud, des périodes de fraîcheur marquée ont alterné avec quelques épisodes de forte chaleur, et les températures ont été en moyenne proches des valeurs de saison sur la majeure partie de l'Hexagone. À l'échelle de la France et de la saison, la température moyenne de 20,0 °C a été supérieure à la normale de 0,4 °C ».

Ce bilan contraste fortement avec celui de l'été 2020, classé parmi les étés les plus chauds depuis le début du XXe siècle. D'abord caractérisé par un mois de juillet exceptionnellement sec sur l'ensemble du territoire, l'été 2020 s'était poursuivi avec un mois d'août classé au 3e rang des mois d'août les plus chauds sur la période 1900-2020.

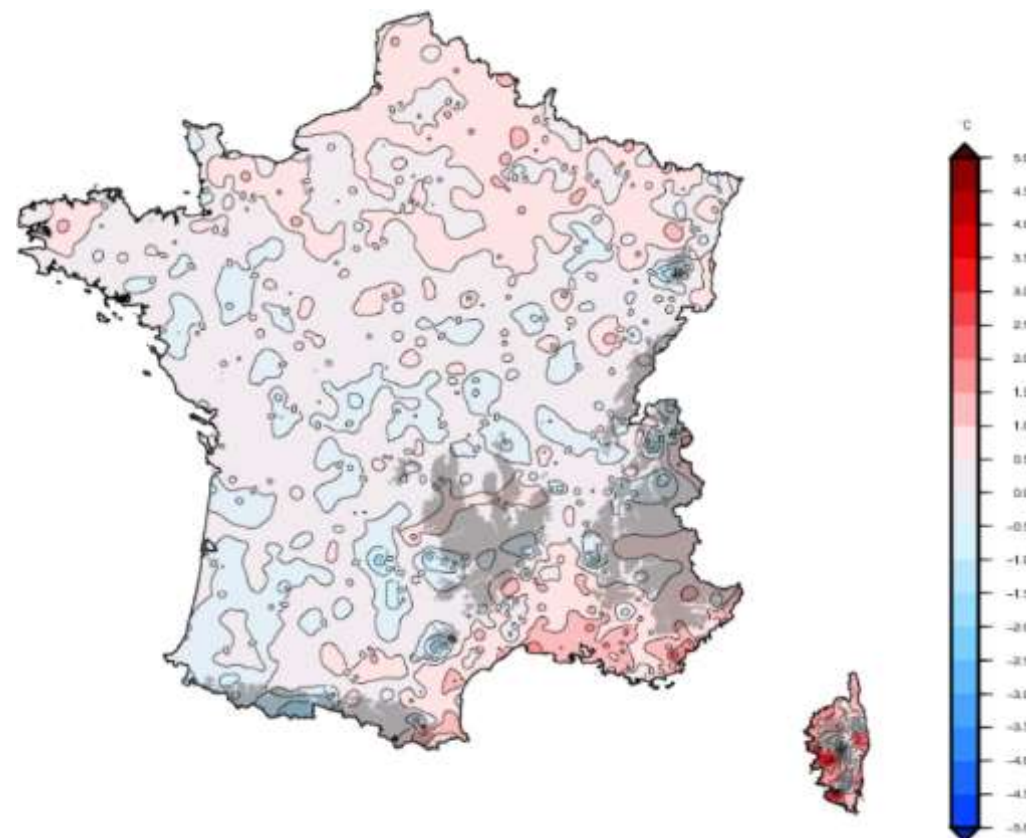


Figure 8 : Ecart à la moyenne saisonnière de référence 1981-2010 de la température moyenne de l'été 2021 (source : Météo France)

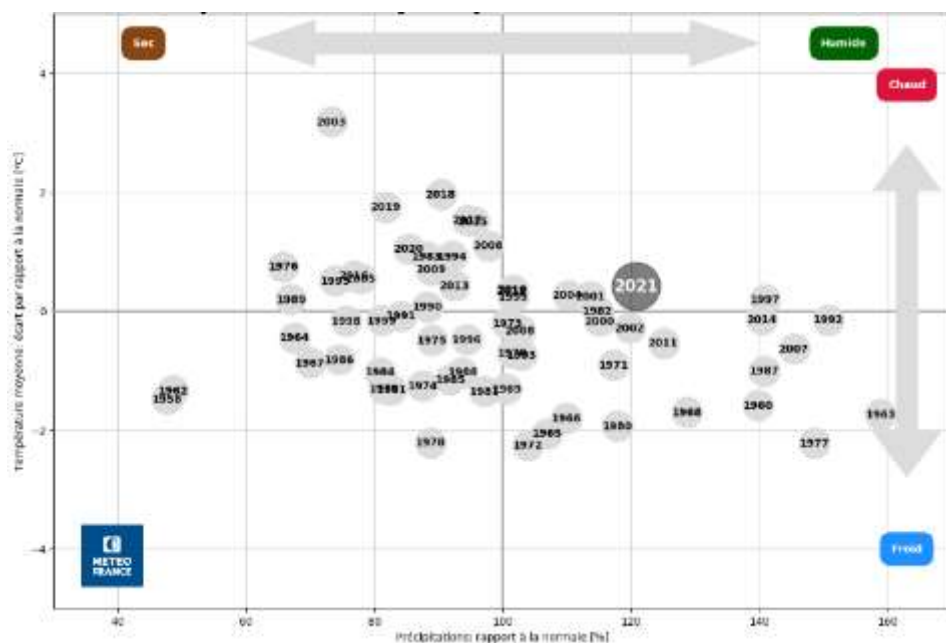


Figure 9 : Rapport aux normales de précipitations et de températures des hivers 1958 à 2021 (source : Météo France)

4.2 THERMIE GENERALE

Le graphique suivant représente les régimes thermiques caractérisés au droit de chacune des stations du RST 2020/2021. Le détail des stations n'est volontairement pas précisé dans ce graphique, le nombre de stations suivies et la superposition de leurs régimes thermiques ne permettant pas de les dissocier.

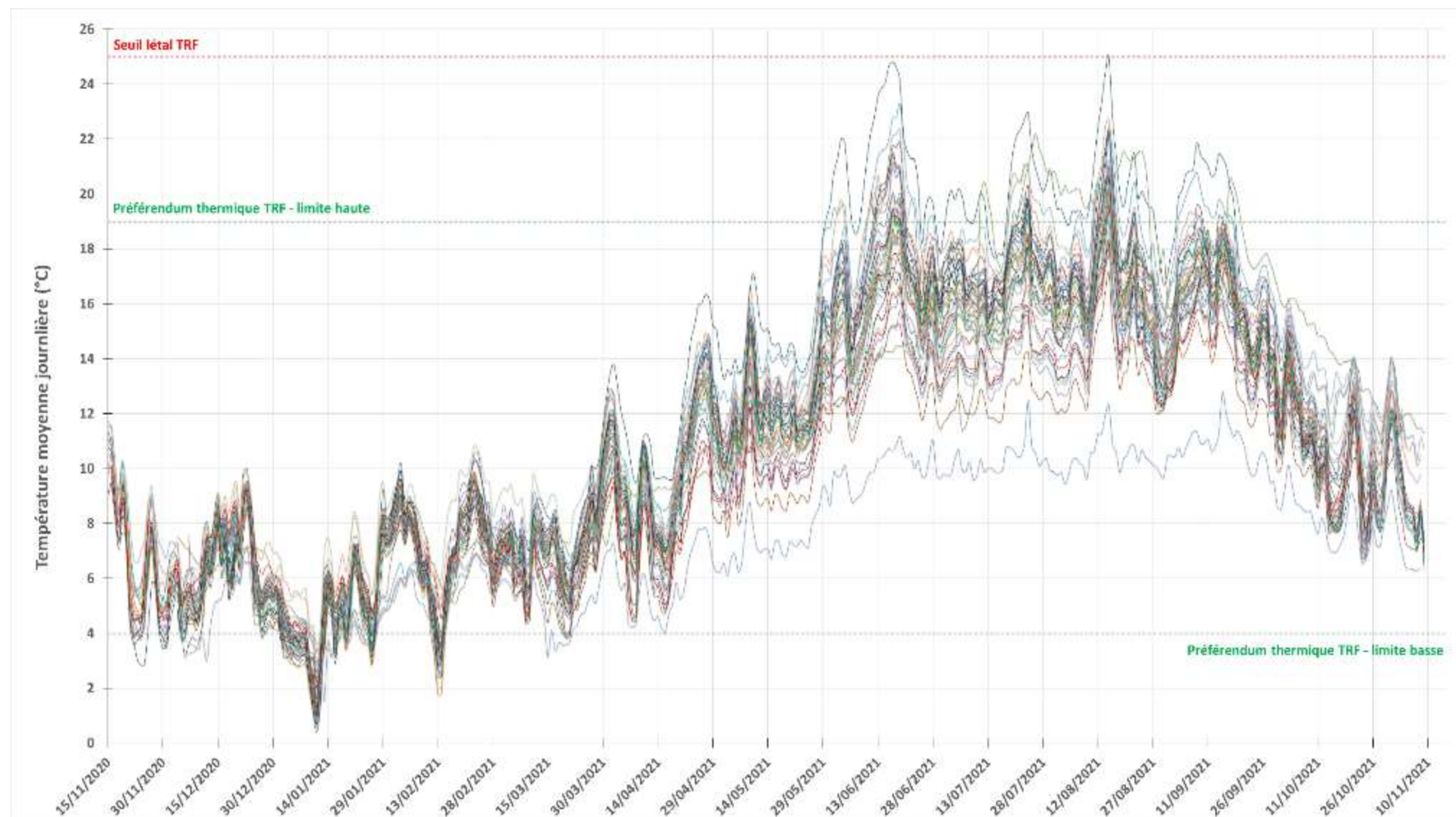


Figure 10 : Régimes thermiques des cours d'eau du RST suivis en 2020/2021

Si la superposition des régimes thermiques ne permet pas une analyse individuelle, elle permet en revanche de dissocier, au-delà des fluctuations de courtes durées et d'amplitudes variables, différentes périodes caractéristiques de la thermie générale des cours d'eau du département :

- Du cœur de l'automne 2020 jusqu'à la mi-avril 2021 : des températures moyennes journalières (Tmj) relativement douces pour la saison, globalement comprises dans la gamme 4°C – 12°C, mais entrecoupées par des pics de froids intenses, notamment à la mi-janvier avec des températures inférieures à 1°C sur la moitié des stations suivies (moyenne des Tmj du 11 janvier = 1,7°C) ;
- De la seconde quinzaine d'avril jusqu'à la fin du printemps : des variations de courtes durées qui s'inscrivent dans une tendance générale à la hausse des températures, et qui se conclut par un premier « pic de chaleur » mi-juin au cours duquel environ la moitié des stations voient leurs Tmj atteindre ou dépasser la limite haute du préférendum thermique de la truite fario (moyenne des Tmj du 19 juin = 18,8°C)
- Du début de l'été à la seconde quinzaine de septembre : une période de Tmj globalement inférieures au seuil de 19°C sur la majorité des stations du RST, entrecoupées de pics de chaleur les 24 juillet et 15 août (moyenne des Tmj du 15 août = 20°C) et d'une phase de net refroidissement à la fin du mois d'août (moyenne des Tmj du 30 août = 13,7°C) ;
- Du début de l'automne 2021 jusqu'à la mi-novembre : une période de refroidissement relativement progressif des températures moyennes qui passent d'environ 16°C à 7°C sur une majorité des stations suivies ;

D'un point de vue halieutique, l'évolution des régimes thermiques traduit de bonnes conditions de pêche sur la plupart des cours d'eau salmonicoles du département, caractérisées par des températures moyennes journalières très majoritairement inscrites dans le préférendum thermique de la truite fario durant toute la durée d'ouverture de sa pêche.

Pour une meilleure lisibilité et comparaison des régimes thermiques des différents cours d'eau, les figures suivantes les présentent en les dissociant suivant les grands bassins-versants auxquels ils se réfèrent.

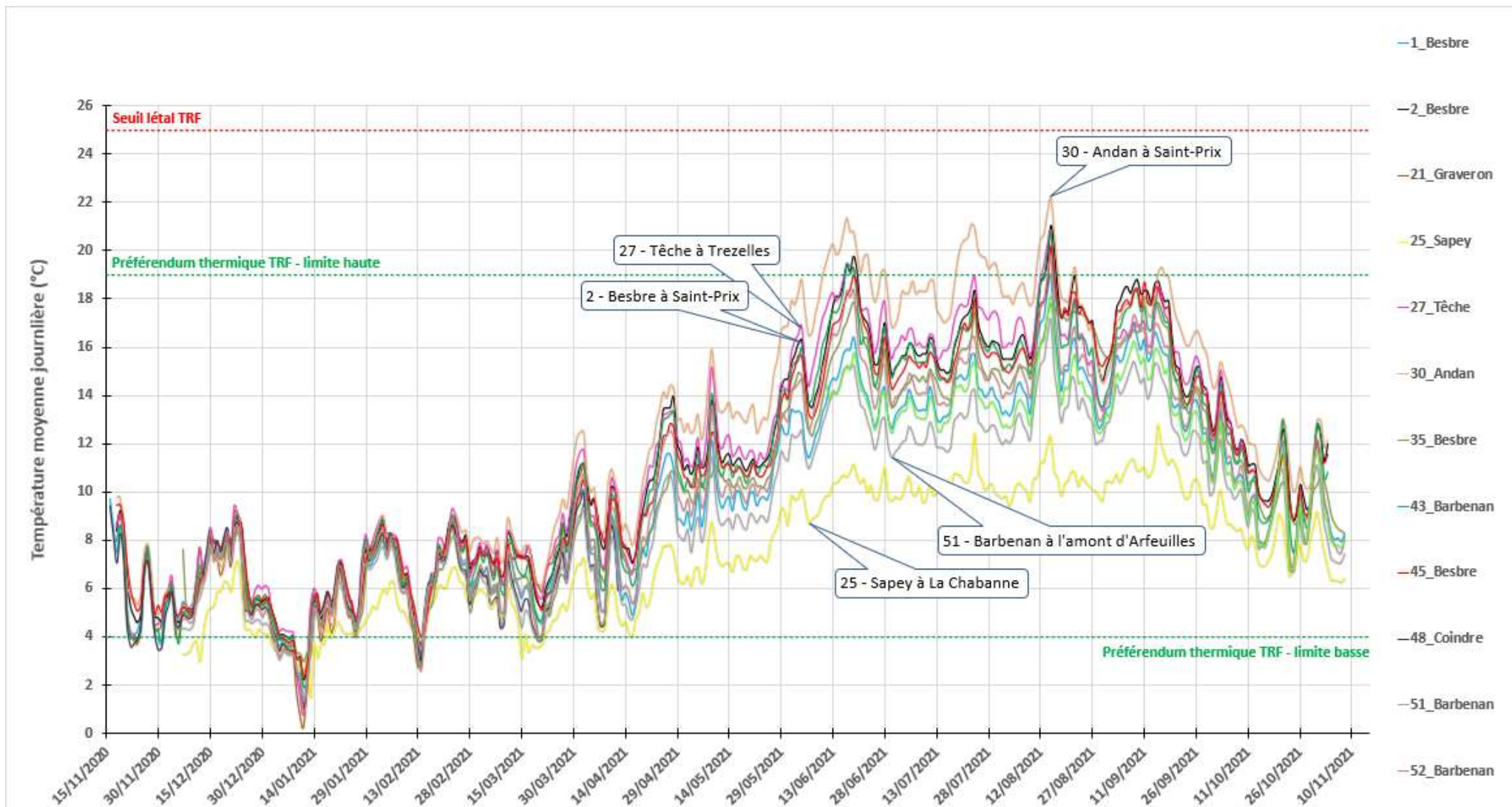


Figure 11 : Régimes thermiques des cours d'eau du bassin-versant de la Loire suivis en 2020/2021

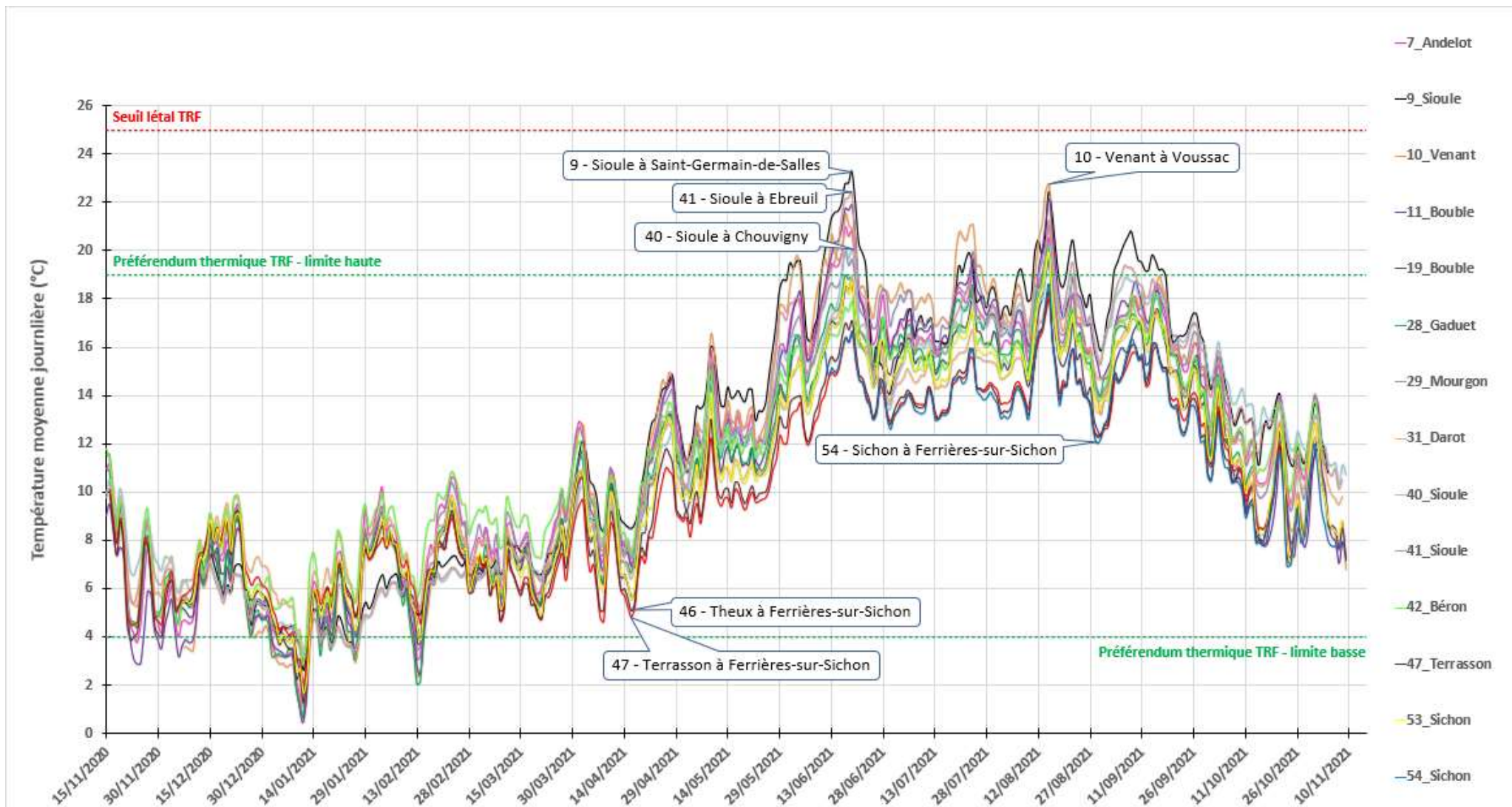


Figure 12 : Régimes thermiques des cours d'eau du bassin-versant de l'Allier suivis en 2020/2021



Figure 13 : Régimes thermiques des cours d'eau du bassin-versant du Cher suivis en 2020/2021

A l'échelle de l'ensemble des stations suivies, les températures relevées au cours de l'hiver 2020/2021 sont très contrastées, partagées entre des périodes très douces et des refroidissements nets. La température hivernale moyenne est égale à 6,1°C, soit 1,3°C plus froide que l'hiver 2019/2020 qui avait été particulièrement doux. Les stations offrant les conditions hivernales les moins contraignantes pour les populations piscicoles, notamment salmonicoles, sont situées sur la Sioule (stations 9, 40 et 41), le Cher (station 36), la Besbre (station 35) et sur le Darot à Mariol (station 31). Hormis le Darot à Mariol, ces stations possèdent pour caractéristique commune d'être influencées par des grands lacs de barrage (Fades/Queuille, Rochebut/Prat et Saint-Clément).

Les stations présentant les minimales journalières les plus contraignantes pour la faune piscicole répondent quant à elles à une logique géographique puisqu'elles sont majoritairement situées en plaine et dans les secteurs de basse altitude (Andelot à Broût-Vernet, Bouble à Chantelle, Graveron à Sorbier, Têche à Trezelles, Gaduet à Bransat, Ruisseau de Fay à Meaulne). Ces stations présentent des températures journalières minimales plus basses que celles de la plupart des stations implantées en Montagne Bourbonnaise, à l'exception du Barbenan à l'amont d'Arfeuilles (station 52).

Dès le début du printemps et jusqu'à la fin de l'été, les températures moyennes des cours d'eau du département se différencient plus clairement. Durant les pics de chaleur estivaux relevés par Météo France (24 juillet, 15 août) :

- Le Venant à Voussac, la Sioule à Ebreuil et à Saint-Germain-de-Salles, et l'Aumance à Hérisson sont les seules stations du suivi dont les températures maximales instantanées avoisinent ou dépassent le seuil léthal associé à la truite fario (25°C). L'Aumance à Hérisson, classée dans le domaine « intermédiaire » par le PDPG 03, est la seule station du suivi à présenter une température moyenne journalière (Tmj) supérieure au seuil léthal de la truite fario ;
- Dix stations voient leurs Tmj se maintenir sous le seuil de 19°C. Seul le Sapey à Laprugne (Alt. = 1000 m) était dans ce cas de figure lors de l'été 2020. A l'exception du ruisseau de la Fontaine Jarsaud à Isle-et-Bardais, ces stations sont situées en Montagne Bourbonnaise.

Ces résultats de thermie estivale, globalement conformes aux exigences minimales des populations de truites fario, sont bien évidemment étroitement liés au bilan climatique de l'été 2021. Il convient cependant de rappeler qu'ils sont également influencés par le fait que parmi les 14 stations nouvellement implantées, les deux tiers sont localisés en Montagne Bourbonnaise, dans des secteurs généralement mieux préservés des fortes chaleurs estivales que dans le reste du département. En gardant ces éléments de contexte à l'esprit, on peut alors comparer quelques valeurs caractéristiques de la thermie des deux dernières périodes de suivi, qui corroborent le bilan météorologique de Météo France qui classait l'année 2020 au 1er rang des années les plus chaudes en France depuis le début du XXe siècle (+1,6°C par rapport à la normale), alors que l'année 2021 a été très contrastée mais globalement plus conforme à la normale (+0,4°C).

Tableau 3 : Comparaison des températures moyennes des deux dernières périodes de suivi

	Température hivernale moyenne	Température estivale moyenne	Température annuelle moyenne
2020	7,2°C	18,1°C	12,2°C
2021	6,1°C (-15%)	16,2°C (-10%)	11,1°C (-9%)

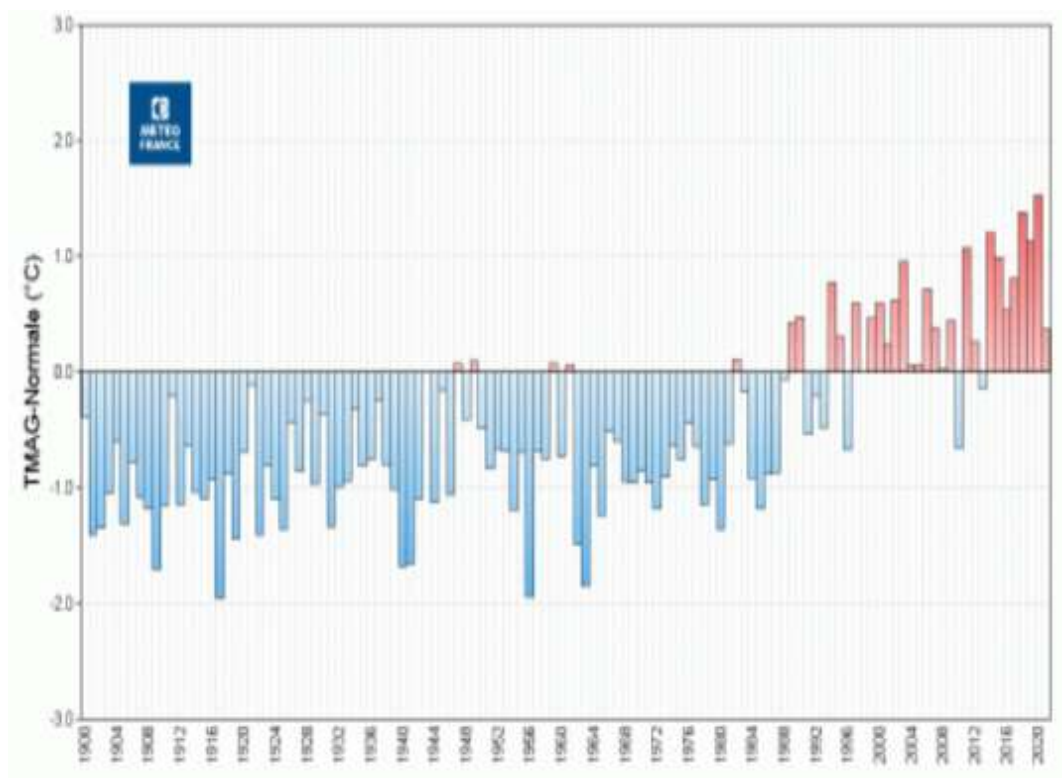


Figure 14 : Ecart à la normale 1981-2010 des températures moyennes annuelles de 1900 à 2021

4.3 TEMPERATURE MOYENNE DES 30 JOURS CONSECUTIFS LES PLUS CHAUDS (Tm30j max)

La Tm30j max constitue une grandeur caractéristique largement reconnue par la communauté scientifique comme influençant la nature et la diversité des peuplements piscicoles, et notamment la dynamique des populations de truite fario. Elle est notamment utilisée pour le calcul des variables du Niveau Typologique Théorique (Verneaux, 1973) et la FDPMA 03 l'utilise comme principale (mais pas unique) variable permettant de caractériser l'aptitude des cours d'eau à accueillir ou non, vis-à-vis de la thermie, une population fonctionnelle de truite fario. Le tableau suivant synthétise les Tm30j max mesurées en 2021 au droit des différentes stations du RST 03 :

Tableau 4 : Tm30j max mesurées en 2021 au droit des stations du RST 03

BASSIN-VERSANT	STATION N°	COURS D'EAU	COMMUNE	Tm30j max (°C)
LOIRE	1	Besbre	Saint-Clément	15,5
	2	Besbre	Saint-Prix	17,7
	25	Sapey	Laprugne	10,8
	27	Têche	Trézelles	17,6
	30	Andan	Saint-Prix	19,5
	35	Besbre	Le Mayet-de-Montagne	16,9
	43	Barbenan	Le Breuil	16,8
	45	Besbre	Le Breuil	17,5
	51	Barbenan	Arfeuilles	14,1
	52	Barbenan	Arfeuilles	16,0
	56	Besbre	La Chabanne	14,8
ALLIER	7	Andelot	Broût-Vernet	17,9
	9	Sioule	Saint-Germain-de-Salles	19,3
	10	Venant	Voussac	19,1
	11	Bouble	Chantelle	18,2
	19	Bouble	Echassières	16,6
	28	Gaduet	Bransat	17,2
	29	Mourgon	Creuzier-le-Neuf	18,0
	31	Darot	Mariol	16,3
	40	Sioule	Chouvigny	17,8
	41	Sioule	Ebreuil	18,2
	42	Béron	Espinasse-Vozelle	16,6
	46	Theux	Ferrières-sur-Sichon	14,9
	47	Terrasson	Ferrières-sur-Sichon	14,8
	53	Sichon	Molles	16,4
	54	Sichon	Ferrières-sur-Sichon	14,9

BASSIN-VERSANT	STATION N°	COURS D'EAU	COMMUNE	Tm30j max (°C)
CHER	15	Œil	Malicorne	18,6
	18	Tartasse	Marcillat-en-Combraille	17,7
	20	Magieure	Vaux	17,7
	22	Arnon	Viplaix	17,2
	34	Cher	La Petite-Marche	18,0
	36	Cher	Sainte-Thérèse	20,7
	37	Ruisseau de Fay	Meaulne	16,7
	38	Fontaine Jarsaud	Isle et Bardais	16,1
	39	Chandon	Isle et Bardais	17,0
	44	Boron	Saint-Marcel-en-Marcillat	17,3
	49	Bouron	Marcillat-en-Combraille	17,7
	50	Aumance	Hérisson	21,4

Tableau 5 : Impact de la Tm30j max sur les populations de truite fario

Tm30j max	Impact
> 22°C	↗↗↗↗
20 – 22°C	↗↗↗
19 – 20°C	↗↗
18 – 19°C	↗
17 – 18°C	↘
< 17°C	↘↘

4.4 APTITUDE DES COURS D'EAU A L'ACCUEIL D'UNE POPULATION DE TRUITE FARIO

Au droit d'une station du RST 03, l'évaluation de l'aptitude d'un cours d'eau à accueillir ou non une population fonctionnelle de truite fario est principalement guidée par la valeur de la Tm30j max. Elle repose également sur la prise en compte d'autres variables caractéristiques telles que l'existence et, le cas échéant, la fréquence des températures instantanées ou de moyennes journalières dépassant les seuils létaux de l'espèce (< 1°C ou > 25°C), et la sévérité des températures hivernales vis-à-vis de l'espèce. Ces données sont synthétisées dans le tableau et la figure suivants :

Tableau 6 : Evaluation en 2021 de l'aptitude des stations du RST 03 à l'accueil des populations de truite fario

Station	Cours d'eau	Commune	APTITUDE ACCUEIL TRUITE FARIO	Tm30j max (°C)	STADES DE DEVELOPPEMENT								
					ADULTES				JUVENILES				EMBRYO LARVAIRE
					Ti min (°C)	Ti max (°C)	Tmj min (°C)	Tmj max (°C)	Ti min (°C)	Ti max (°C)	Tmj min (°C)	Tmj max (°C)	
1	Besbre	Saint-Clément	FAVORABLE	15,5	0,9	20,4	1,3	19,0	0,9	20,4	1,3	19,0	0,9
2	Besbre	Saint-Prix	PLUTÔT FAVORABLE	17,7	1,9	22,2	2,2	21,0	1,9	22,2	2,2	21,0	1,9
7	Andelot	Broût-Vernet	PLUTÔT DEFAVORABLE	17,9	0,3	22,0	0,7	21,0	0,3	22,0	0,7	21,0	0,3
9	Sioule	Saint-Germain-de-Salles	DEFAVORABLE	19,3	2,4	24,8	2,6	23,3	2,4	24,8	2,6	23,3	2,4
10	Venant	Voussac	INCOMPATIBLE	19,1	1,0	25,1	1,2	22,7	1,0	25,1	1,2	22,7	1,0
11	Bouble	Chantelle	PLUTÔT DEFAVORABLE	18,2	0,2	23,5	0,4	22,2	0,2	23,5	0,4	22,2	0,2
15	Œil	Malicorne	PLUTÔT DEFAVORABLE	18,6	#N/A	23,5	#N/A	22,3	#N/A	23,5	#N/A	22,3	#N/A
18	Tartasse	Marcillat-en-Combraille	PLUTÔT DEFAVORABLE	17,7	0,2	22,8	1,0	20,7	0,2	22,8	1,0	20,7	0,2
19	Bouble	Echassières	PLUTÔT FAVORABLE	16,6	1,2	21,0	1,7	19,6	1,2	21,0	1,7	19,6	1,2
20	Magieure	Vaux	PLUTÔT FAVORABLE	17,7	0,5	20,1	1,0	19,7	0,5	20,1	1,0	19,7	0,5
22	Arnon	Viplaix	PLUTÔT FAVORABLE	17,2	0,5	20,2	1,2	19,5	0,5	20,2	1,2	19,5	0,5
25	Sapey	Laprugne	PLUTÔT FAVORABLE	10,8	0,2	15,0	1,5	12,8	0,2	15,0	1,5	12,8	0,2
27	Têche	Trézelles	PLUTÔT DEFAVORABLE	17,6	0,1	22,2	0,8	20,8	0,1	22,2	0,8	20,8	0,1
28	Gaduet	Bransat	PLUTÔT DEFAVORABLE	17,2	0,1	21,3	0,7	20,2	0,1	21,3	0,7	20,2	0,1
29	Mourgon	Creuzier-le-Neuf	PLUTÔT DEFAVORABLE	18,0	0,8	21,9	1,3	21,0	0,8	21,9	1,3	21,0	0,8
30	Andan	Saint-Prix	PLUTÔT DEFAVORABLE	19,5	2,1	23,1	2,4	22,2	2,1	23,1	2,4	22,2	2,1
31	Darot	Mariol	FAVORABLE	16,3	2,8	21,0	3,3	18,9	2,8	21,0	3,3	18,9	2,8
34	Cher	La Petite-Marche	PLUTÔT DEFAVORABLE	18,0	1,2	24,3	1,6	22,2	1,2	24,3	1,6	22,2	1,2
35	Besbre	Le Mayet-de-Montagne	FAVORABLE	16,9	2,0	19,5	3,0	18,1	2,0	19,5	3,0	18,1	2,0
36	Cher	Sainte-Thérènce	DEFAVORABLE	20,7	3,3	23,0	3,4	22,2	3,3	23,0	3,4	22,2	3,3
37	Ruisseau de Fay	Meaulne	PLUTÔT FAVORABLE	16,7	0,1	20,7	0,8	19,5	0,1	20,7	0,8	19,5	0,1
38	Fontaine Jarsaud	Isle et Bardais	FAVORABLE	16,1	0,9	19,4	1,8	18,1	0,9	19,4	1,8	18,1	0,9
39	Chandon	Isle et Bardais	PLUTÔT FAVORABLE	17,0	0,7	20,9	1,5	20,1	0,7	20,9	1,5	20,1	0,7
40	Sioule	Chouvigny	PLUTÔT FAVORABLE	17,8	2,2	21,0	2,9	20,2	2,2	21,0	2,9	20,2	2,2
41	Sioule	Ebreuil	PLUTÔT DEFAVORABLE	18,2	2,8	24,9	3,3	22,4	2,8	24,9	3,3	22,4	2,8
42	Béron	Espinasse-Vozelle	PLUTÔT FAVORABLE	16,6	2,1	21,1	2,8	19,8	2,1	21,1	2,8	19,8	2,1
43	Barbenan	Le Breuil	PLUTÔT FAVORABLE	16,8	1,5	22,1	1,9	20,8	1,5	22,1	1,9	20,8	1,5
44	Boron	Saint-Marcel-en-Marcillat	PLUTÔT FAVORABLE	17,3	1,0	21,9	1,5	20,5	1,0	21,9	1,5	20,5	1,0
45	Besbre	Le Breuil	PLUTÔT FAVORABLE	17,5	1,7	21,4	2,4	20,2	1,7	21,4	2,4	20,2	1,7
46	Theux	Ferrières-sur-Sichon	FAVORABLE	14,9	1,7	19,3	2,0	18,0	1,7	19,3	2,0	18,0	1,7
47	Terrasson	Ferrières-sur-Sichon	FAVORABLE	14,8	0,5	19,8	1,3	18,3	0,5	19,8	1,3	18,3	0,5
49	Bouron	Marcillat-en-Combraille	PLUTÔT FAVORABLE	17,7	0,6	21,7	1,1	20,6	0,6	21,7	1,1	20,6	0,6
50	Aumance	Hérissou	INCOMPATIBLE	21,4	0,8	27,3	1,1	25,0	0,8	27,3	1,1	25,0	0,8
51	Barbenan	Arfeuilles	FAVORABLE	14,1	0,7	18,3	1,3	17,2	0,7	18,3	1,3	17,2	0,7
52	Barbenan	Arfeuilles	PLUTÔT FAVORABLE	16,0	0,5	20,8	0,8	19,7	0,5	20,8	0,8	19,7	0,5
53	Sichon	Molles	PLUTÔT FAVORABLE	16,4	1,2	21,3	1,7	19,9	1,2	21,3	1,7	19,9	1,2
54	Sichon	Ferrières-sur-Sichon	FAVORABLE	14,9	#N/A	20,0	#N/A	18,6	#N/A	20,0	#N/A	18,6	#N/A
56	Besbre	La Chabanne	FAVORABLE	14,8	#N/A	19,8	#N/A	18,1	#N/A	19,8	#N/A	18,1	#N/A

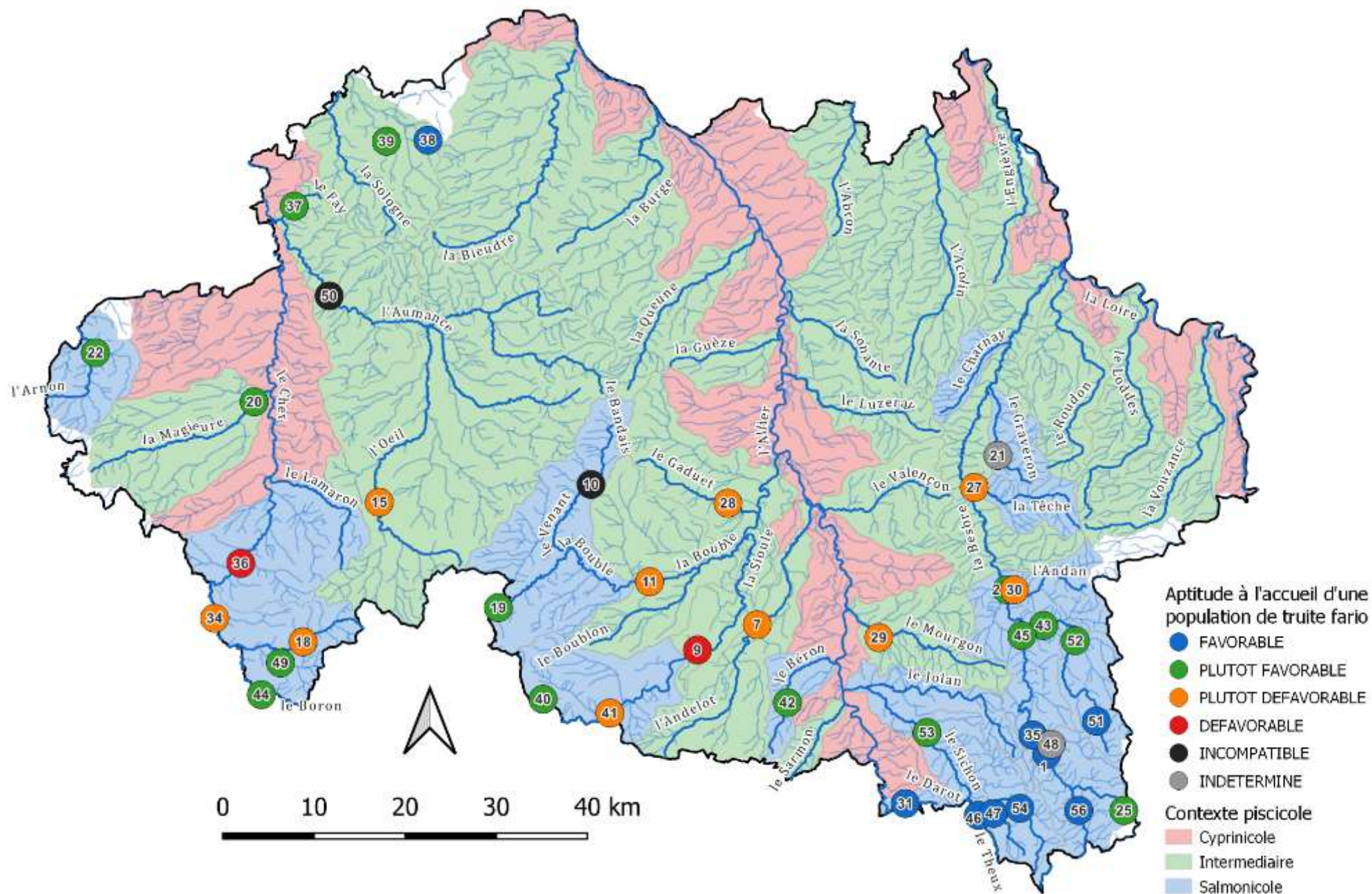


Figure 15 : Aptitude en 2021 des stations du RST 03 à l'accueil des populations de truite fario

Comme le montre la figure suivante, les températures de l'été 2021 ont été nettement moins élevées que celles de l'été 2020 :

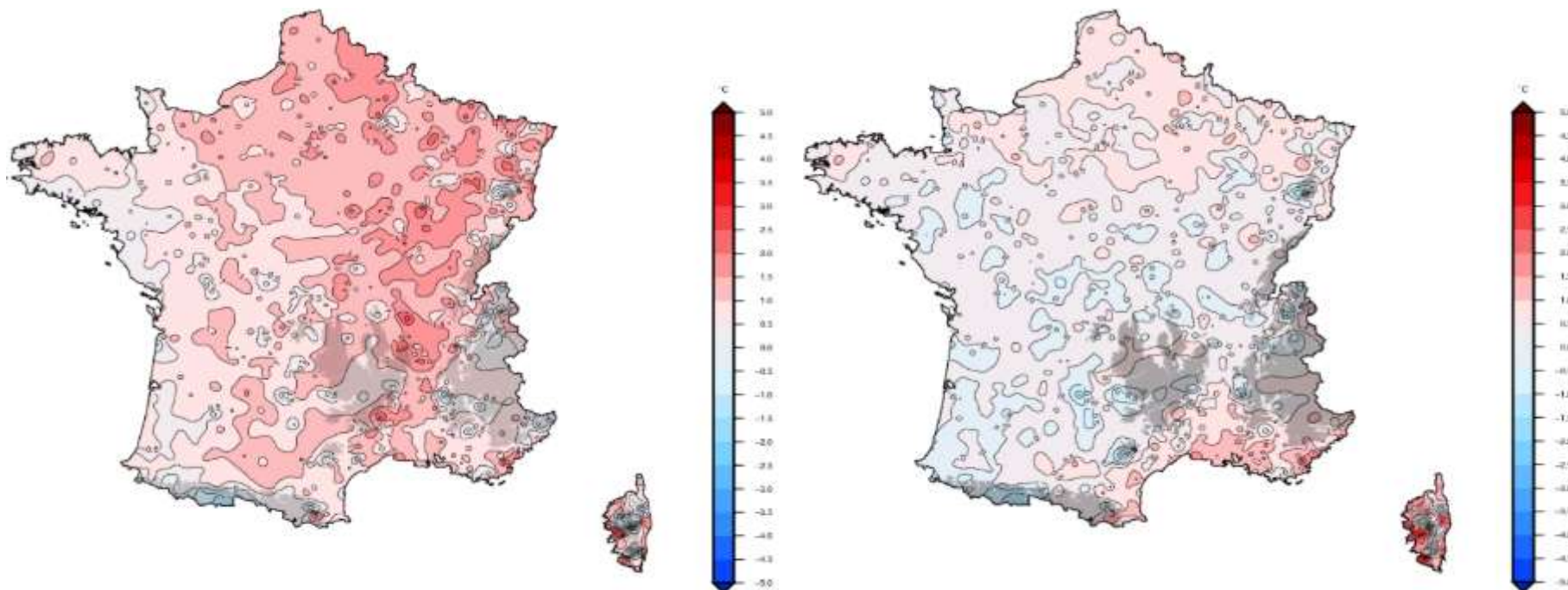


Figure 16 : Comparaison des écarts à la moyenne estivale 1981-2010 des températures moyennes des étés 2020 (à gauche) et 2021 (à droite)

Il est donc logique de constater qu'une majorité des stations du RST voient leurs Tm30j max 2021 diminuer significativement par rapport à celles mesurées en 2020 (cf. figure ci-contre). Parmi les stations qui ne suivent pas cette logique, la Tm30j max 2021 du Cher à Sainte-Thérènce (station n°36) est influencée par la gestion des débits au droit du complexe hydroélectrique de Rochebut-Prat. La sonde positionnée sur le Venant à Voussac fourni quant à elle des données surprenantes depuis trois ans. Après deux baisses successives de la Tm30j max lors de saisons très chaudes (2019 et 2020), la Tm30j max de l'année 2021, pourtant marquée par un été maussade, augmente de plus d'un degré. Une exondation temporaire de la sonde peut a priori être exclue, des dispositions particulières ayant été prises pour l'éviter. Un remplacement de la sonde avant l'été 2022 sera réalisé pour vérifier si le matériel peut être en cause.

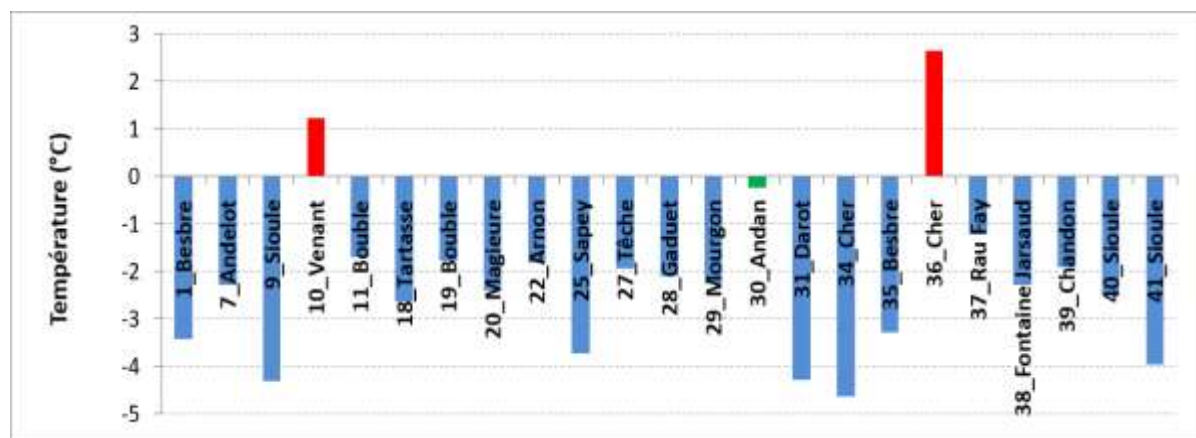


Figure 17 : Ecart par rapport à la Tm30jmax 2020 de la Tm30jmax 2021

5 CONCLUSION

Les conditions thermiques constituent un des principaux facteurs de régulation des populations de truite fario, expliquant en partie la diminution des densités spécifiques observée ces dernières années au droit de certaines stations du RSPP 03. Le régime hydrologique des cours d'eau, et notamment l'occurrence de crue durant l'incubation des œufs ou lors de l'émergence et des premières semaines de vie des alevins, constitue un autre facteur majeur de régulation des peuplements salmonicoles mis en évidence lors du RSPP 03.

D'une manière générale, les données thermiques acquises en 2021 traduisent, après trois années particulièrement chaudes, un retour vers des valeurs plus proches de la normale 1981-2010. Ce constat d'ensemble ne doit cependant pas occulter l'existence de pics de froid intenses (première quinzaine de janvier et mi-février) et de fortes chaleurs (courant juin et mi-août), qui ont occasionné sur des périodes relativement courtes des températures d'eau potentiellement limitantes pour les peuplements salmonicoles. Après un mois de juin classé au cinquième rang des mois de juin les plus chauds depuis 1900, plusieurs refroidissements marqués des températures ont eu lieu en juillet et août, entrecoupés d'un épisode caniculaire à la mi-août. Ces conditions nettement plus contrastées que durant les étés 2020 et 2019 (le plus chaud du XXème siècle) ont occasionné, sur une majorité des cours d'eau suivis dans le cadre du RST, une diminution importante de la température moyenne des 30 jours les plus chauds.

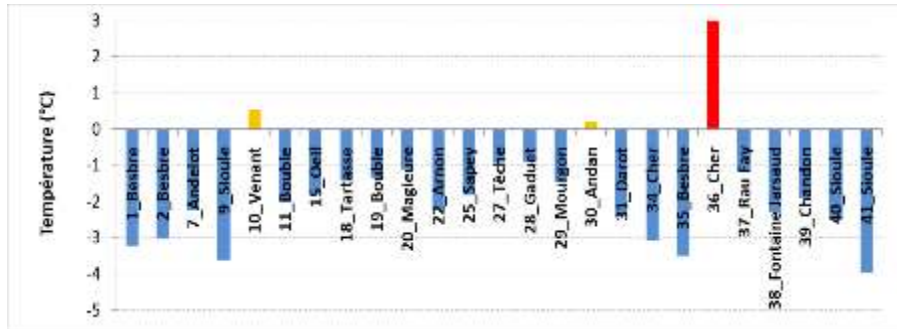


Figure 19 : Ecart à la moyenne 2016-2020 de la Tm30jmax 2021

complexe hydroélectrique de Rochebut/Prat (le Cher à Sainte-Thérance, station n°36), soit caractérisées par la sévérité de leurs étiages estivaux favorisant ainsi le réchauffement des eaux (le Cher à La-Petite-Marche, station n°34 et la Tartasse à Marcillat-en-Combraille, station n°18). On notera également la forte influence du complexe hydroélectrique de Rochebut/Prat sur la thermie du Cher, puisqu'après avoir été jugé « favorable » en 2020 (Ti max = 19,9°C et Tm30j max = 18°C) malgré un été caniculaire, le régime thermique du Cher à l'aval des installations hydroélectriques a été jugé « défavorable » en 2021 (Ti max = 23°C et Tm30j max = 20,7°C).

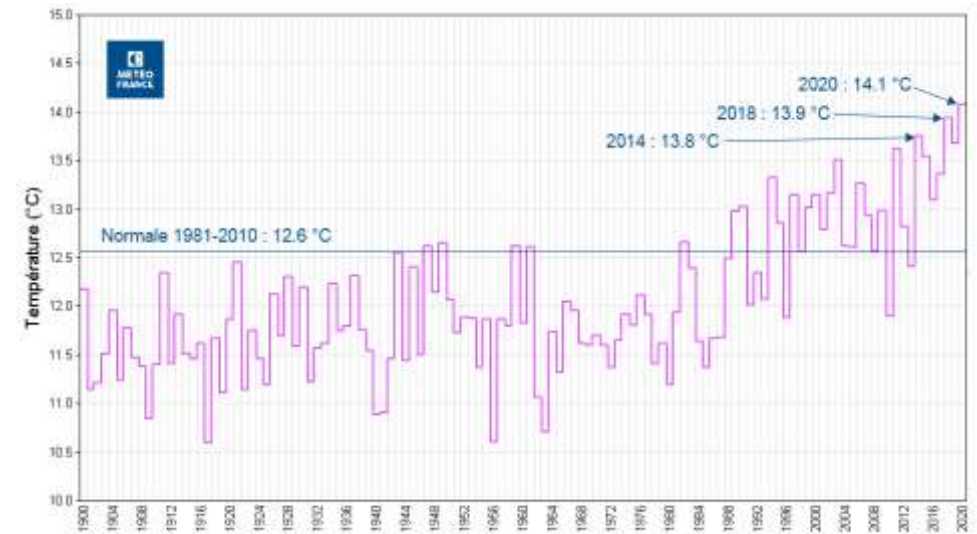


Figure 18 : Températures moyennes annuelles en France depuis 1900

Sur une période de cinq ans, comparable à la durée de vie moyenne d'une truite fario, 2021 marque une rupture franche avec la tendance générale d'augmentation sensible des Tm30j max observée depuis 2016 (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Ainsi, parmi les 27 stations appartenant aux contextes salmonicoles, les deux tiers d'entre elles présentent en 2021 des conditions thermiques de développement des populations de truite fario jugées « favorables » (30%) ou « plutôt favorables » (45%). Elles n'étaient que 38% dans ce cas de figure en 2020.

A l'exception de la Têche et de l'Andan, situées en bord du massif, toutes les stations implantées en Montagne Bourbonnaise présentent des régimes thermiques « favorables » ou « plutôt favorables » au développement des populations de truites fario. Les autres stations des contextes salmonicoles dont les régimes thermiques sont jugés « plutôt défavorables » ou « défavorables » sont généralement situées en Combrailles, et sont soit influencées par le

On remarquera également le réchauffement rapide des eaux de la Sioule, dont les T_i max augmentent de près de 4°C entre la sortie des gorges de Chouvigny (station n°40, T_i max = 21°C) et Ebreuil (station n°41, T_i max = 24,9°C). Pour étudier l'impact de la succession de seuils sur le réchauffement de ce cours d'eau, la FDPPMA 03 a installé au printemps 2021 une cinquantaine de sondes tout au long de son parcours départemental. Les résultats de cette étude seront fournis au premier trimestre 2023 dans un rapport spécifique.

A l'image de ce qui a été observé lors des précédentes années du RST 03, les cours d'eau situés en tête de bassin-versant en Montagne Bourbonnaise, dans les Combrailles ou en Forêt de Tronçais, sont logiquement les moins impactés du point de vue de la thermie. Les cours d'eau de ces secteurs peuvent cependant présenter, lors des situations « exceptionnelles » (canicule, sécheresse) qui malheureusement tendent à se multiplier depuis deux décennies, des conditions défavorables aux populations salmonicoles. En 2021, les températures maximales enregistrées au droit de ces stations ont été généralement inférieures de 3°C à 6°C au seuil légal de la truite fario (-10°C pour le Sapey, qui fait figure d'exception au vu de sa position au sein du réseau hydrographique et des caractéristiques de son bassin-versant). A l'exception de l'Aumance à Hérisson, du Venant à Voussac et des stations situées le plus en aval sur la Sioule, toutes les stations situées en bordure de la Montagne Bourbonnaise, dans le Bocage, la Limagne ou la Sologne Bourbonnaise, parviennent à maintenir leurs températures maximales en deçà de 25°C.

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 le régime thermique des cours d'eau, qui constitue 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 et l'ombre commun. Elles contribuent également à alimenter des études ponctuelles ou des documents de cadrage (p. ex. le PDPG de l'Allier récemment mis à jour) en permettant d'orienter les efforts pour contenir le réchauffement des eaux vers les cours d'eau à enjeux présentant les peuplements piscicoles les plus vulnérables. En tant que producteur de données, la FDPPMA 03 collabore également avec des organismes publics et/ou de recherches (EPL, AELB, OFB, IRSTEA), dans le cadre d'études et de travaux visant à caractériser à plus large échelle (bassin de la Loire, France métropolitaine), l'impact actuel et à prévoir du changement climatique sur la ressource en eau et les peuplements piscicoles.

Pour ces raisons, et au vu de la sensibilité générale du territoire vis-à-vis du réchauffement des eaux, la poursuite du RST 03 est nécessaire. Après une phase importante de réorganisation du réseau (2019-2021) visant à améliorer la couverture des cours d'eau salmonicoles du département (+40% de stations équipées sur la période), seuls la création d'une station de suivi sur le bas du Sichon (Cusset) et le déplacement de la sonde du Graveron (actuellement à Sorbier) au droit de la station de pêche électrique de Chatelperron, sont prévues durant la prochaine période de suivi.

6 REFERENCES 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
- 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. Growth, 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.
- 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.
- 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.
- Humpesch U.H., 1985. Inter-and intra-specific variation in hatching success and embryonic development of five species of salmonids and *Thymallus thymallus*. *Archiv für 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.
- Rosak T. Lelièvre M., 2021. Réseau de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier (RST03) – Campagne automne 2019 à automne 2020. FDPPMA 03, août 2020. 58 p.
- Rosak T. Lelièvre M., 2020. Réseau de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier (RST03) – Campagne automne 2018 à automne 2019. FDPPMA 03, août 2020. 54 p.
- Rosak T., Lelièvre M., 2019. Réseau de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier (RST03) – Campagne automne 2017 à automne 2018. FDPPMA 03, janvier 2019. 44 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.