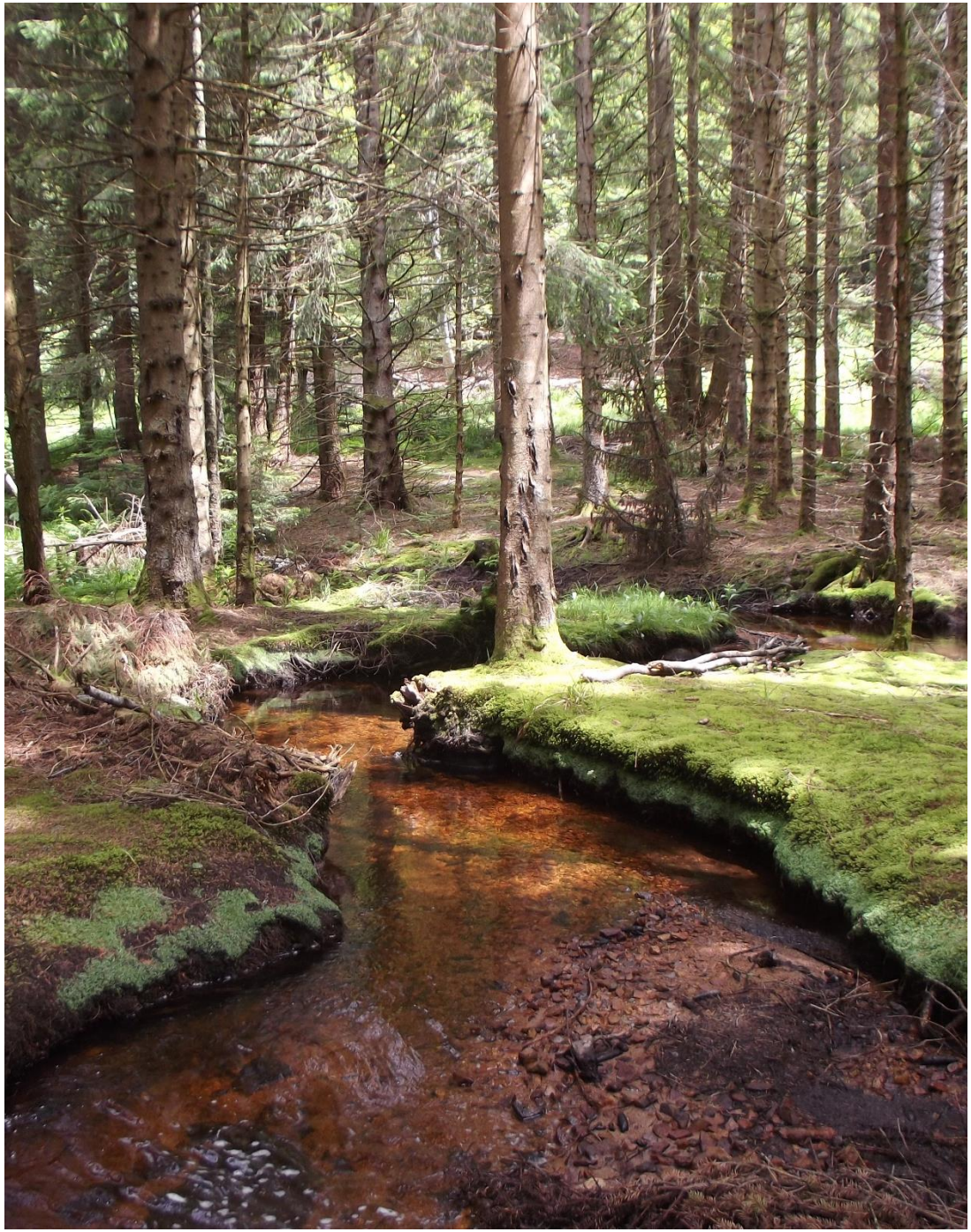


Réseau de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier (RST03)

Campagne automne 2015 à automne 2016

- Avril 2017 -

Réalisation :

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

8 rue de la ronde – 03500 ST Pourçain sur Sioule

Tél : 04.70.45.42.90

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

Coordination :

Mickaël LELIEVRE

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

06.80.92.81.34 – fede03.lelievre@orange.fr

Mise en place du réseau, collecte et traitement des données, rédaction :

Céline GOMBERT

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

fede03.gombert@orange.fr

Photo de couverture : Le Sapey à La Chabanne – FDPPMA 03

Crédits photos : Sauf mention contraire, FDPPMA 03.

Table des matières

1 PREAMBULE 4

2 LE RESEAU DE SUIVI THERMIQUE DES COURS D'EAU DE L'ALLIER (RST 03) 5

2.1 Intérêts et objectifs du RST 03 5

2.2 Matériels et méthodes du RST 03 5

2.2.1 Récolte des données 5

2.2.2 Traitement des données 6

2.2.3 Stations de suivi 8

3 RESULTATS 2016 11

3.1 Bassins versants Besbre & Loire 11

St 25 - SAPEY 12

St 1 – BESBRE amont 13

St 24 – BARBENAN amont 14

St 8 – BARBENAN aval 15

St 2 – BESBRE médiane 16

St 30 - ANDAN 17

St 27 - TÊCHE 18

St 21 - GRAVERON 19

St 3 – BESBRE aval 20

St 4 - LODDES 21

St 5 - ABRON 22

3.2 Bassins versants Sioule & Allier 23

St 26 – SICHON amont 24

St 6 – SICHON médian *25*
St 31 - DAROT *26*
St 14 - SARMON *27*
St 29 - MOURGON *28*
St 7 - ANDELOT *29*
St 9 - SIOULE *30*
St 10 - VENANT *31*
St 19 – BOUBLE amont *32*
St 11 – BOUBLE aval *33*
St 28 - GADUET *34*
St 13 - BURGE *35*
3.3 Bassin versant du Cher 36
St 18 - TARTASSE *37*
St 12 – CHER amont *38*
St 20 - MAGIEURE *39*
St 22 - ARNON *40*
St 15 – ŒIL *41*
St 16 - BANDAIS *42*
St 17 – AUMANCE aval *43*
St 33 – CHER aval *44*
4 SYNTHESE 45
4.1 Thermie générale 45
4.2 Température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (Tm30jmax) 46
5 CONCLUSION 49
6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 50
7 ANNEXES 51

Liste des figures

FIGURE 1 : INSTALLATION D'UNE SONDE 6
FIGURE 2 : LOCALISATION DES STATIONS DU RST 03 10
FIGURE 3 : LE BARBENAN A L'AMONT D'ARFEUILLES 11
FIGURE 4 : LA BOUBLE A CHANTELLE 23
FIGURE 5 : LA TARTASSE A MARCILLAT EN COMBRAILLE 36
FIGURE 6 : COMPARAISON DES TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES DES DIFFERENTES STATIONS SUIVIES SUR LA SAISON 2016 45
FIGURE 7 : TEMPERATURES MOYENNES DES 30 JOURS CONSECUTIFS LES PLUS CHAUDS EN 2016 47
FIGURE 8 : ECART ENTRE LES TEMPERATURES MOYENNES DES 30 JOURS LES PLUS CHAUDS DE 2016 ET LA MOYENNE 2014-2015 48

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : PRESENTATION ET DESCRIPTION DES 25 VARIABLES THERMIQUES CALCULEES PAR NERIUS A PARTIR DES DONNEES DE TEMPERATURE 7
TABLEAU 2 : STATIONS DU RST 03 9
TABLEAU 3 : TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES DES 30 JOURS LES PLUS CHAUDS EN 2016 48

Liste des annexes

ANNEXE 1 : EXEMPLE DE FICHE DE SUIVI STATION 51

1 Préambule

La température de l'eau influe sur l'ensemble des écosystèmes aquatiques, des producteurs primaires jusqu'aux consommateurs au sommet des chaines alimentaires. Tous ces organismes possèdent des optimums thermiques qui conditionnent leur répartition longitudinale depuis la source jusqu'à l'embouchure, phénomène visible même à l'échelle locale. Les variations de températures sont également en adéquation directe avec le bon déroulement des cycles de reproduction de la faune de nos cours d'eau. La température fait donc partie intégrante des caractéristiques déterminantes des peuplements piscicoles.

D'autre part, de nombreux processus biologiques sont liés à la température, comme 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 (NTT[1]). L'acquisition de données thermiques précises sur les cours d'eau du département permet donc d'affiner les interprétations des inventaires piscicoles et de l'évolution des peuplements dans un contexte de changement climatique. D'autre part, ce réseau assurera, sur le long terme, 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 pourront contribuer à alimenter des études ponctuelles et fournir des éléments pour l'actualisation du Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion de la ressource piscicole (PDPG).

Le présent rapport présente les données récoltées au cours de la période allant de l'automne 2015 à l'automne 2016.

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

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

2.1 Intérêts et objectifs du RST 03

Le Réseau de Suivi Thermique a pour objet de :

- Fournir des données précises pour le calcul des indices de qualité des peuplements piscicoles (NTT) ;
- Permettre une analyse plus fine des résultats des pêches électriques ;
- 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 ;
- Permettre une meilleure compréhension des régimes hydrologiques ;
- Apporter une vision globale de la thermie sur chaque bassin versant ;
- Apporter des données pour des études ponctuelles ;
- Fournir des éléments de gestion ;
- Fournir des éléments pour l'actualisation du Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion de la ressource piscicole (PDPG).

2.2 Matériels et méthodes du RST 03

2.2.1 Récolte des données

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

Les sondes sont paramétrées pour une récolte de données sur un pas de temps d'une heure. Pour les protéger des chocs qu'elles peuvent subir une fois immergées, lors de crues par exemple, il a été choisi de les placer dans des boitiers PVC troués et permettant donc à l'eau d'atteindre les capteurs thermiques.

Ces boitiers sont ensuite fixés à un élément solide et stable de la berge, comme des systèmes racinaires, au moyen d'un câble métallique gainé suffisamment long pour permettre à la sonde de rester immergée même en période d'étiage sévère. Elle est calée le plus profond possible avec une pierre.

Afin de pouvoir retrouver les emplacements facilement, une fiche station est renseignée pour chaque enregistreur posé (cf. annexe). Les données essentielles à noter sont :

- Nom du cours d'eau et du bassin
- Numéro de station
- Numéro de sonde
- Date de pose / levé
- 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).

Figure 1 : Installation d'une sonde

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.

Lors de la mise en place des sondes et de la récupération des données, il est important 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, faible température). Les meilleures périodes pour la manipulation des sondes se trouvent donc en juin et en septembre - octobre. En 2014, première année du suivi, les sondes ont donc été placées au printemps.

Afin de perdre le moins d'informations possible en cas de dysfonctionnement d'une sonde ou d'impossibilité d'accès (crue…), deux campagnes de récupération des données sont réalisées chaque année, à l'automne (octobre) et au printemps (mai / juin).

Les données sont alors récupérées directement sur le terrain grâce à une navette étanche HOBO®, et les sondes aussitôt remises à l'eau. Cette opération permet également de vérifier le bon état de fonctionnement du matériel et de le remplacer au besoin. En effet, la durée de vie des piles étant d'un an d'après les données constructeur, il est nécessaire d'avoir quelques sondes et/ou piles de remplacement pour pouvoir changer les enregistreurs montrant une faiblesse.

2.2.2 Traitement des données

Les données récupérées sur le terrain sont mises en forme pour leur traitement (suppression des données hors d'eau…), vérifiées (absence de données aberrantes), et compilées par station, dans des tableurs au format csv.

Les données brutes sont traitées à l'aide du programme d'analyse NERIUS, développé en 2016 par S. LAVERDURE (stephanelaverdure@hotmail.fr). Les variables calculées et la définition des seuils thermiques ont été défini 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), développée par la FDPPMA 74 et l'INRA UMR CARRTEL de Thonon.

Grâce à NERIUS, 25 variables thermiques différentes peuvent être caractérisées et réparties en 2 grandes catégories (tableau 1) :

- les variables thermiques générales caractérisant le milieu,
- les variables thermiques relatives aux exigences écologiques de la truite commune (préférendum thermique)

Catégorie	Code variable	Désignation
Variables thermiques générales	Ti min	Température instantanée minimale
	Ti max	Température instantanée maximale
	AT i	Amplitude thermique instantanée
	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 début des 30 jours consécutifs les plus chauds
	Df Tm30j max	Date fin des 30 jours consécutifs les plus chauds
Préférendum thermique TRF	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 < à 4°C
	Dd Tmj <4	Date début des séquences où la température moyenne journalière est < à 4°C
	Df Tmj <4	Date fin des séquences où la température moyenne journalière est < à 4°C
	%j Tmj >19	% de jours où la température moyenne journalière est > à 19°C
	Nb Ti >19	Nombre de températures instantanées supérieures à 19°C
	Nb sq Ti >19	Nombre de séquences de températures instantanées > à 19°C
	Nbmax Ti csf >19	Nombre maximal de températures instantanées consécutives > 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

Tableau 1 : Présentation et description des 25 variables thermiques calculées par NERIUS à partir des données de température

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. Afin d'avoir un minimum de recul et de pouvoir analyser l'évolution des données au cours du temps, ce suivi est défini pour une durée de 5 ans (printemps 2014 à printemps 2019).

2.2.2.1 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 de la biotypologie d'après la formule proposée par Verneaux (1973).

2.2.2.2 Conditions thermiques vis-à-vis des exigences écologiques de la truite commune

- **Préférendum thermique, stress métabolique et risque de mortalité**

Les données thermiques recueillies permettent de calculer le temps (nombre de jours par an) où la température de l'eau est comprise dans le préférendum thermique de la truite commune. Ce préférendum peut être défini comme la plage de températures d'eau permettant une activité métabolique de la truite, c'est-à-dire favorable à son alimentation et à sa croissance. En accord avec de nombreux auteurs (Varley, 1967 ; Elliott, 1975 ; Alabaster et Lloyd, 1980 ; Elliott, 1981 ; Crisp, 1996 ; Elliott et Hurley, 2001), les valeurs limites basse et haute de ce préférendum ont été fixées respectivement à 4°C et 19°C.

Le stress thermique potentiellement engendré par les températures estivales est évalué par la durée totale où la température instantanée mesurée est supérieure à 19°C (Nb Ti>19°C).

Par ailleurs, le risque de mortalité pour la truite, associé aux fortes températures de l'eau, est évalué par l'atteinte du seuil de 25°C.

2.2.3 Stations de suivi

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

- Apporter des données précises sur les secteurs où des pêches du RSPP sont réalisées ;
- Permettre une vision globale de l'évolution de la thermie sur le long terme et donc être réparties sur l'ensemble des grands contextes hydrographiques du département ;
- Apporter une vision globale de la thermie sur chaque bassin versant.

Depuis 2014, 22 stations sont ainsi réparties sur l'ensemble du département, avec si possible, 3 sondes par bassin versant. Au printemps 2016, ce parc de sondes s'est vu complété de 9 nouvelles stations. Le réseau est donc maintenant composé de 31 stations de suivi :

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

Tableau 2 : Stations du RST 03

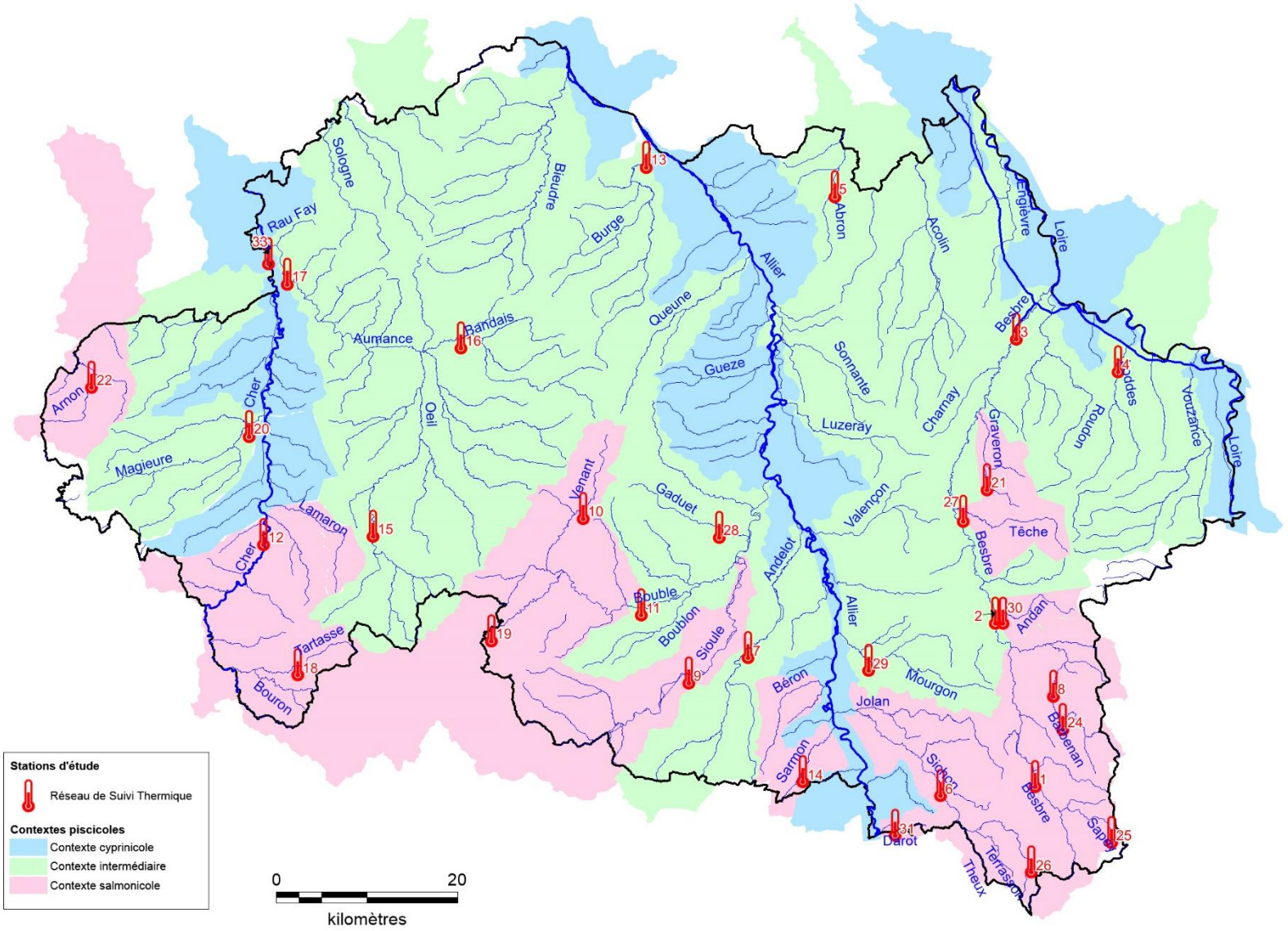


Figure 2 : Localisation des stations du RST 03

3 Résultats 2016

3.1 Bassins versants Besbre & Loire

De l'amont vers l'aval :

St 25 : Sapey à Laprugne

St 1 : Besbre à St Clément

St 24 : Barbenan (amont) à Arfeuilles

St 8 : Barbenan (aval) à Arfeuilles

St 2 : Besbre à St Prix

St 30 : Andan à St Prix

St 27 : Têche à Trézelles

St 21 : Graveron à Sorbier

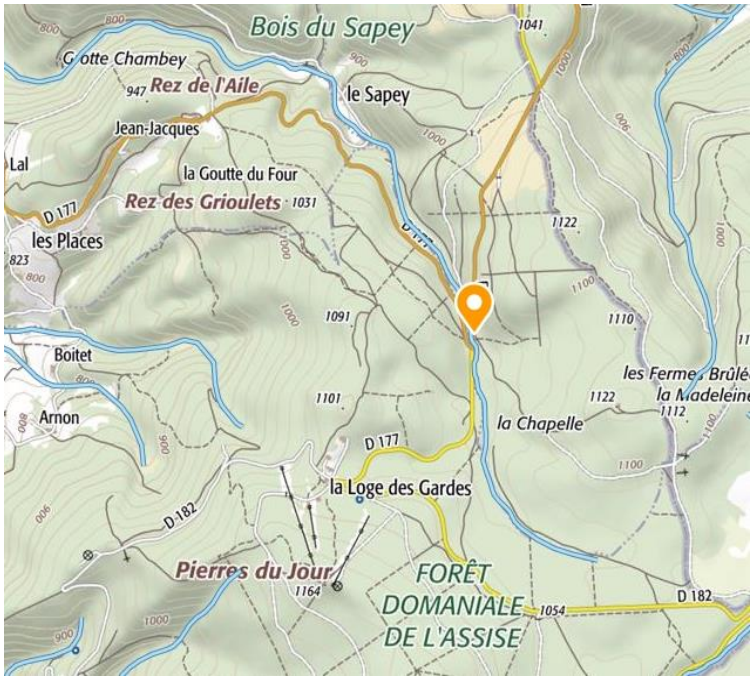
St 3 : Besbre à Dompierre-sur-Besbre

St 4 : Rau de Loddes à Pierrefitte-sur-Loire

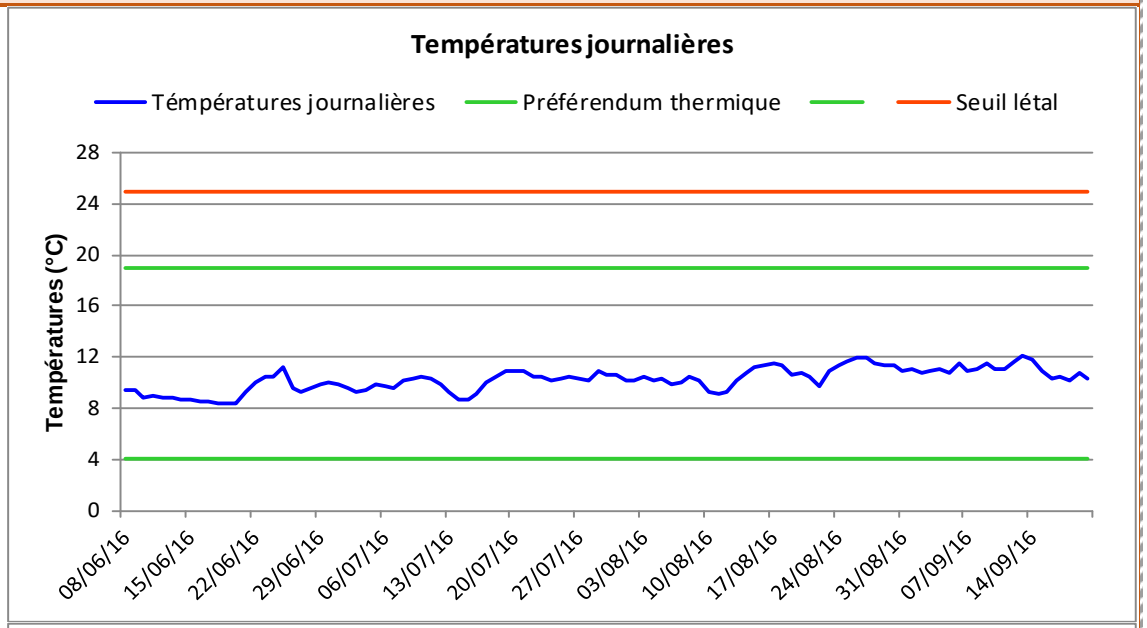
St 5 : Abron à St Ennemond

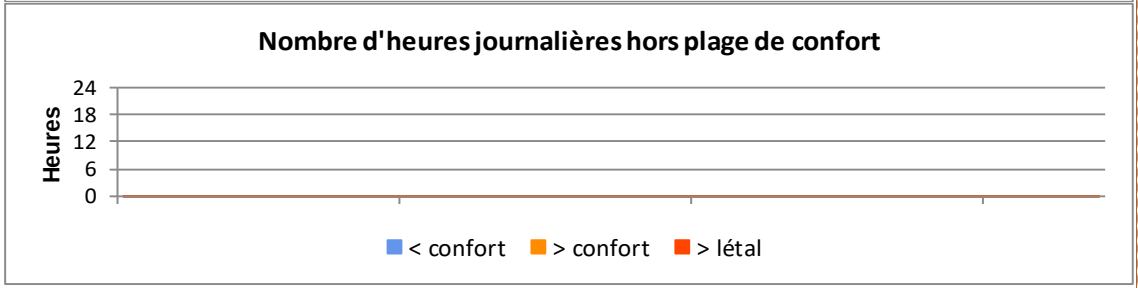
Figure 3 : Le Barbenan à l'amont d'Arfeuilles

St 25 - SAPEY



Période analysée : du 08/06/2016
au 20/09/2016





Variables thermiques générales

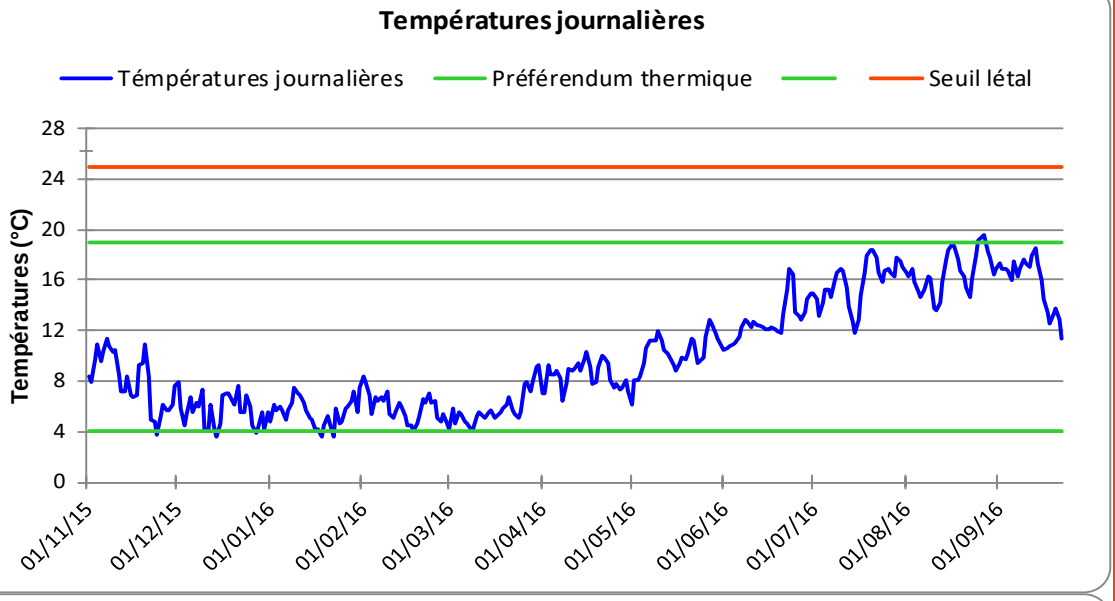
T°C instantanées	
Ti min	7,582
Ti max	13,654
AT i	6,072
Ajmax Ti	3,493
D Ajmax Ti	17/08/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	8,36
Tmj max	12,18
AT mj	3,82
D Tmj max	13/09/2016
T°C sur la période	
Tmp	10,25
Tm30j max	11,2
Dd Tm30j max	16/08/2016
Df Tm30j max	14/09/2016

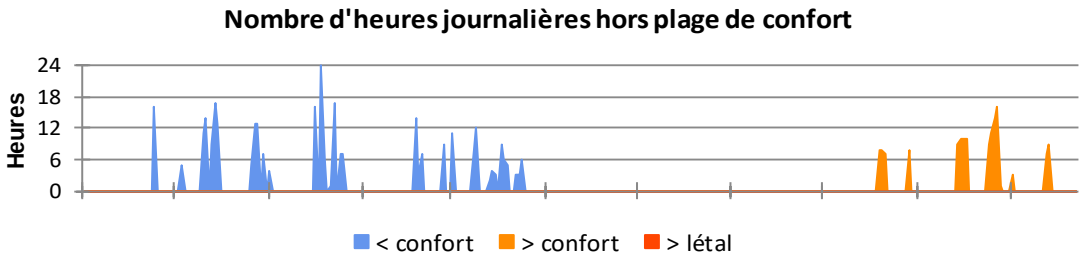
Préférendum thermique TRF

Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	105
%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	0
Nb sq Ti >19	0
Nbmax Ti csf >19	0
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

La sonde a été mise en place au printemps 2016. Seules les données estivales sont donc disponibles, ce qui explique l'absence de périodes avec des températures sous la limite de confort de la truite fario. La courbe de températures présente peu de variations et l'ensemble des températures relevées sont comprises dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). La température moyenne des 30 jours les plus chauds (mi-août à mi-septembre) n'excède pas les 11,2°C. De plus, la température instantanée maximale est de seulement 13,7°C. **Ces températures estivales particulièrement fraiches expliquent le faible taux de croissance de la truite sur ce secteur apical. Toutefois, le régime thermique estival du Sapey reste entièrement compatible avec la présence et le maintien de l'espèce.**

St 1 - BESBRE amont





Période analysée : du 01/11/2015 au 22/09/2016

Variables thermiques générales

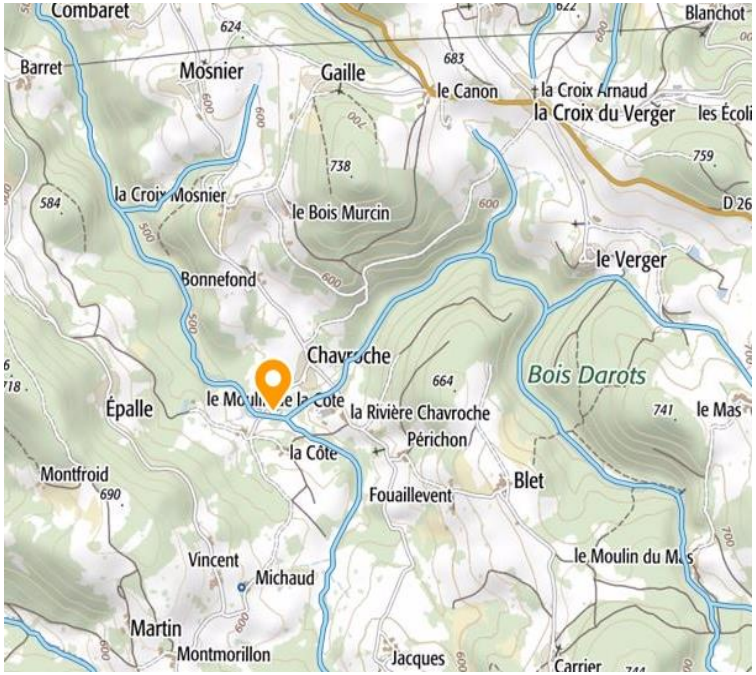
T°C instantanées	
Ti min	2,41
Ti max	21,282
AT i	18,872
Ajmax Ti	5,924
D Ajmax Ti	05/05/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	3,52
Tmj max	19,59
AT mj	16,07
D Tmj max	27/08/2016
T°C sur la période	
Tmp	9,92
Tm30j max	17,38
Dd Tm30j max	15/08/2016
Df Tm30j max	13/09/2016

Préférendum thermique TRF

Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	318
%j Tmj 4-19	97,25
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	1,83
Dd Tmj <4	24/11/2015
Df Tmj <4	22/01/2016
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	0,92
Nb Ti >19	140
Nb sq Ti >19	15
Nbmax Ti csf >19	15
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Les températures moyennes journalières varient de 3,5 à 19,5 °C. Elles sont donc comprises à plus de 97% dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). La température moyenne des 30 jours les plus chauds est de 17,38°C et reste donc comprise dans la plage de confort. La période la plus chaude concerne la fin de la période estivale, entre le 15 août et le 13 septembre 2016. Durant ce mois, 140 températures instantanées, réparties en 15 séquences, ont été supérieures à 19°C sans toutefois atteindre le seuil létal de 25°C. Du 25 au 27 août, la température a été supérieure à la plage de confort plus de 12 h par jour. La période concernée reste cependant trop peu importante pour impacter la population de truite fario. L'analyse de la période hivernale révèle des températures moyennes inférieures à 4°C du 24 novembre au 22 janvier (1,8%). Les températures instantanées inférieures à 4°C ont été relevées jusqu'à fin mars, avec un pic de froid le 19 janvier où les 24h journalières sont concernées. Cependant, **le régime thermique apparait compatible avec le maintien et le développement d'une population de truites fario.**

St 24 - BARBENAN amont



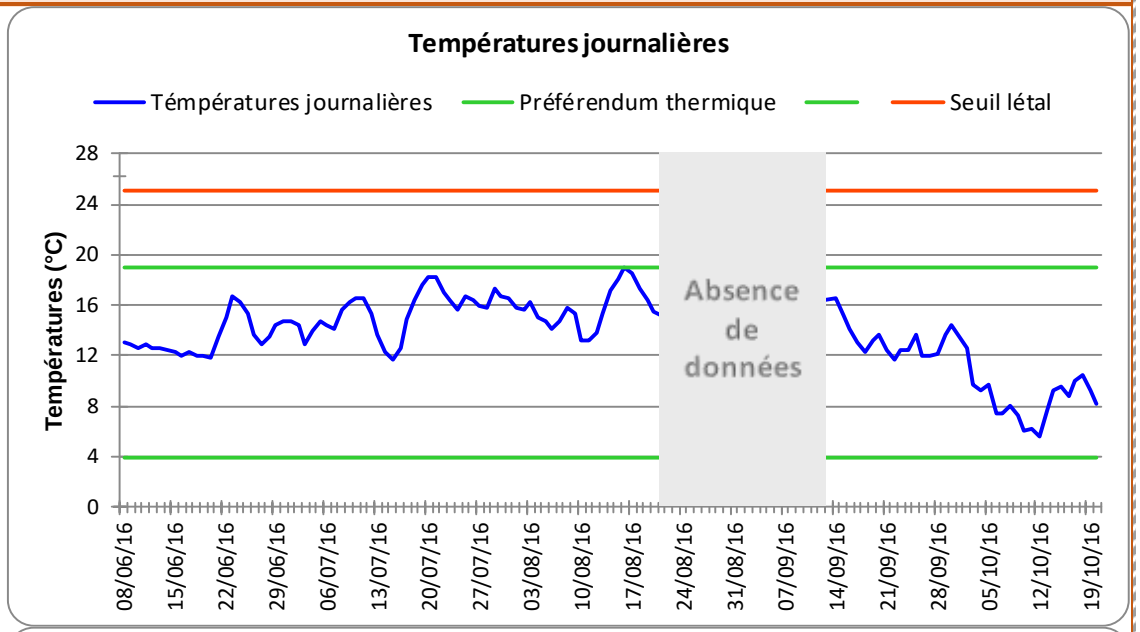
Période analysée : du 08/06/2016
au 20/10/2016

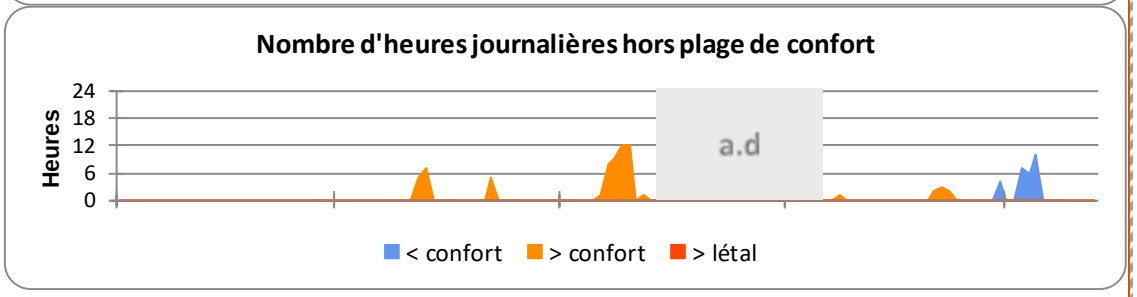
Variables thermiques générales

T°C instantanées	
Ti min	1,98
Ti max	23,869
AT i	21,889
Ajmax Ti	14,119
D Ajmax Ti	29/09/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	5,6
Tmj max	18,94
AT mj	13,34
D Tmj max	16/08/2016
T°C sur la période	
Tmp	13,58
Tm30j max	16,15
Dd Tm30j max	19/07/2016
Df Tm30j max	17/08/2016

Préférendum thermique TRF

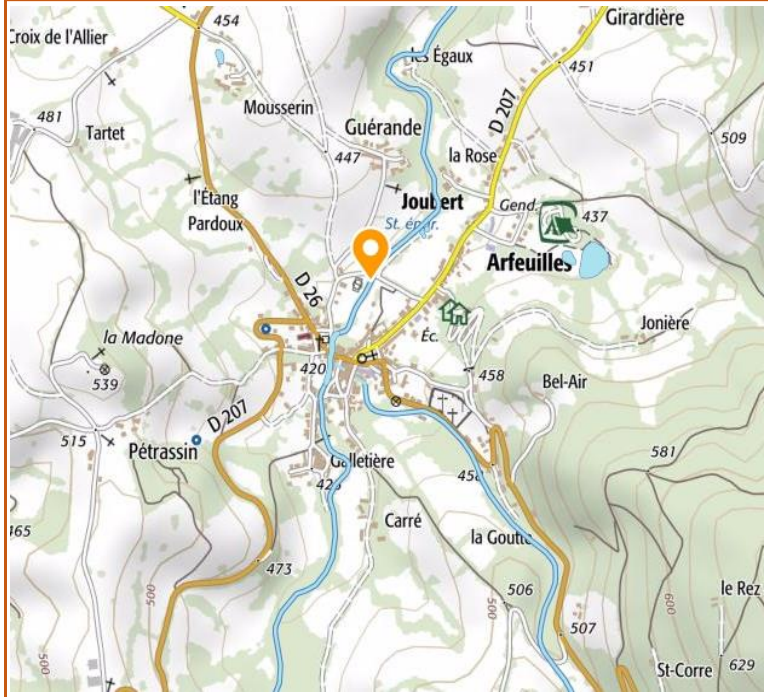
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	113
%j Tmj 4-19	100
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	0
Dd Tmj <4	
Df Tmj <4	
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	0
Nb Ti >19	69
Nb sq Ti >19	16
Nbmax Ti csf >19	12
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

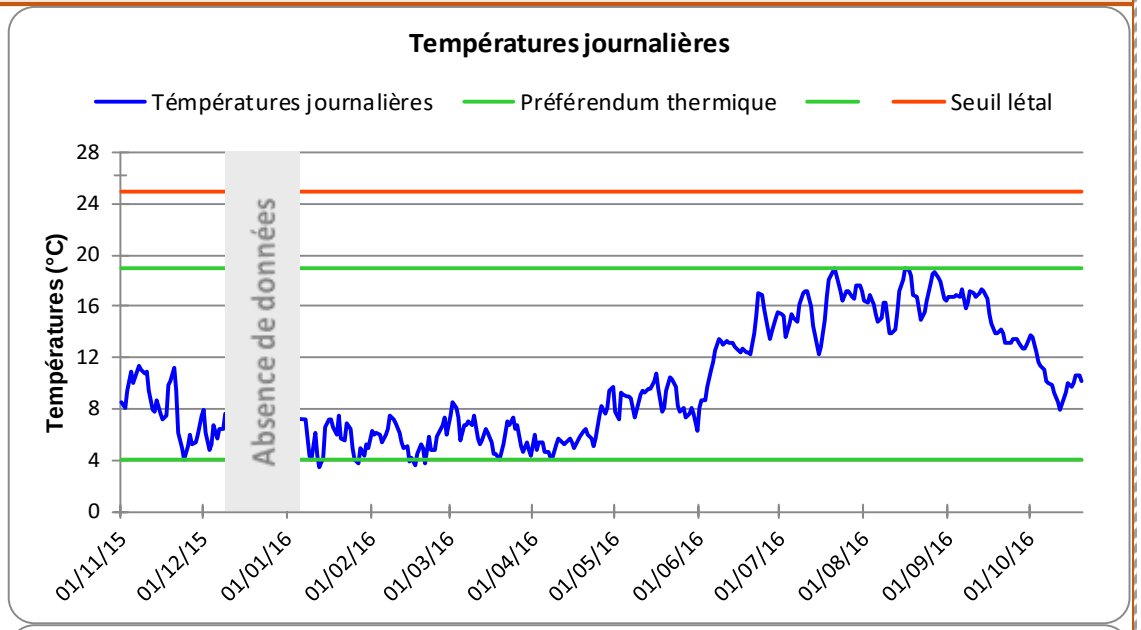


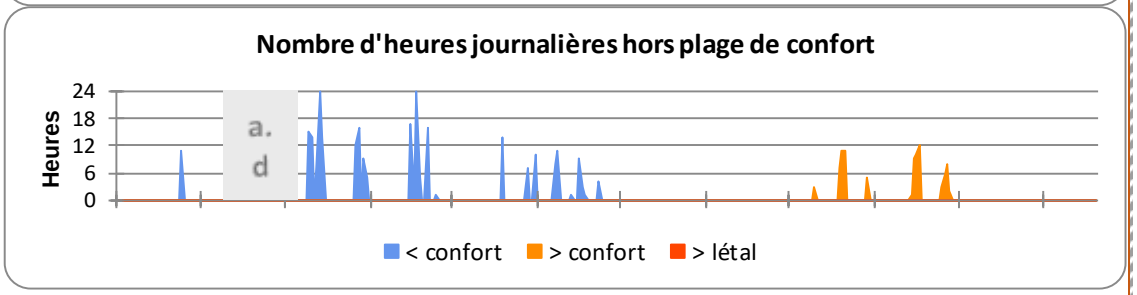


La sonde a été mise en place au printemps 2016. Seules les données estivales sont donc disponibles. Suite à un étiage marqué, les données de fin août à mi-septembre ne sont pas exploitables. Cependant, le Barbenan apparaît relativement frais. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (mi-juillet à mi-août) n'excède pas les 16,2°C, et est donc largement comprise dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). 16 séquences avec des températures instantanées supérieures à 19°C ont cependant été relevées, mais elles n'excèdent pas les 12h consécutives (au total, 69h cumulées). Ainsi, 100% des températures moyennes journalières sont comprises dans la plage de confort de la truite. **Le régime thermique du Barbenan amont apparaît donc entièrement compatible avec la présence et le maintien d'une population de truites fario.** A noter, la mesure de températures instantanées inférieures à 4°C dès le mois d'octobre 2016 peut annoncer une saison hivernale 2016-2017 particulièrement froide.

St 8 - BARBENAN aval







Période analysée : du 01/11/2015 au 20/10/2016

Variables thermiques générales

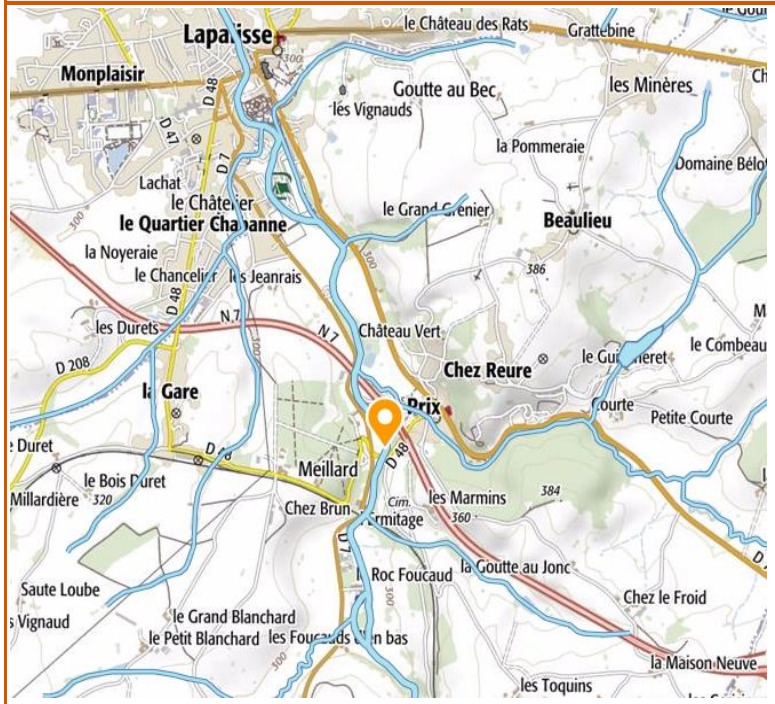
T°C instantanées	
Ti min	2,837
Ti max	20,71
AT i	17,873
Ajmax Ti	5,322
D Ajmax Ti	04/06/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	3,45
Tmj max	18,92
AT mj	15,47
D Tmj max	21/07/2016
T°C sur la période	
Tmp	10,13
Tm30j max	17,12
Dd Tm30j max	15/08/2016
Df Tm30j max	13/09/2016

Préférendum thermique TRF

Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	320
%j Tmj 4-19	98,16
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	1,84
Dd Tmj <4	13/01/2016
Df Tmj <4	21/02/2016
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	0
Nb Ti >19	88
Nb sq Ti >19	12
Nbmax Ti csf >19	13
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Suite à un dysfonctionnement de la sonde, les données de mi-décembre à début janvier ne sont pas disponibles. Cependant, la période hivernale apparait assez douce, avec seulement 1,84% des températures moyennes journalières inférieures à 4°C entre la mi-janvier et fin février. L'examen des températures instantanées révèle cependant plusieurs pics de froid de courte durée, jusqu'au mois de mai. Il est donc possible que les plus jeunes stades aient été impactés, notamment suite aux épisodes de crues printanières. Au contraire, la période estivale apparait conforme aux exigences de la truite fario avec une température moyenne des 30 jours les plus chauds de 17,12°C (mi-août à mi-septembre). Seulement 88h réparties en 12 séquences de 13h consécutives au maximum ont été recensées, et le seuil létal est loin d'être atteint (température instantannée maximale de 20,7°C). **Le régime thermique du Barbenan apparait donc conforme au maintien et au développement de la truite fario, malgré un impact possible sur les jeunes stades en fin d'hiver.**

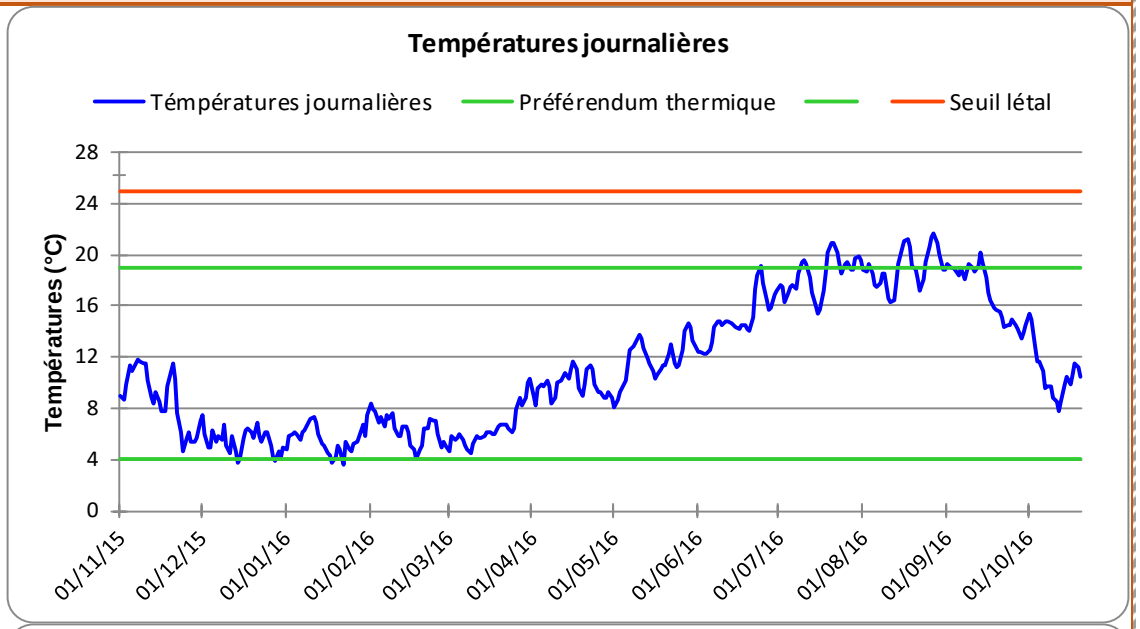
St 2 - BESBRE médiane

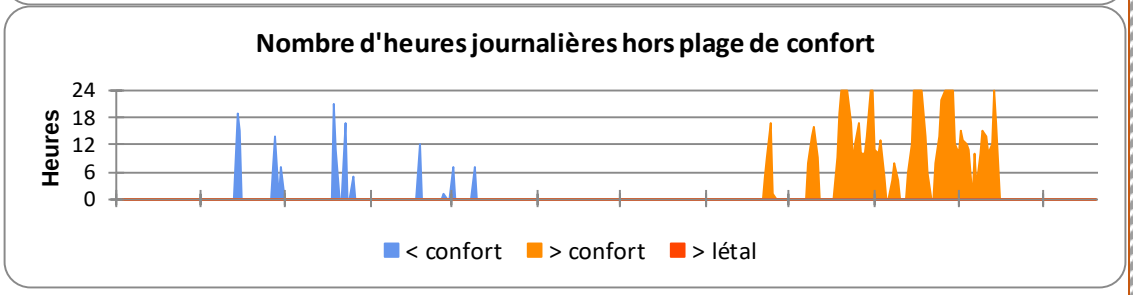


Période analysée : du 01/11/2015
au 20/10/2016

Variables thermiques générales	
T°C instantanées	
Ti min	2,837
Ti max	22,908
AT i	20,071
Ajmax Ti	3,825
D Ajmax Ti	05/05/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	3,66
Tmj max	21,72
AT mj	18,06
D Tmj max	27/08/2016
T°C sur la période	
Tmp	11,21
Tm30j max	19,43
Dd Tm30j max	15/08/2016
Df Tm30j max	13/09/2016

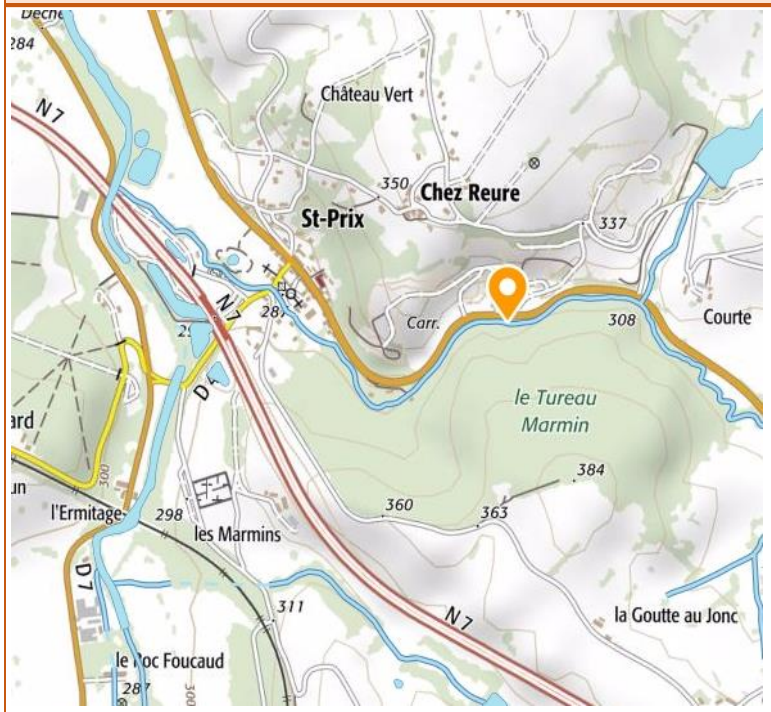
Préférendum thermique TRF	
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	319
%j Tmj 4-19	89,86
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	1,13
Dd Tmj <4	14/12/2015
Df Tmj <4	22/01/2016
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	9,01
Nb Ti >19	832
Nb sq Ti >19	41
Nbmax Ti csf >19	112
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

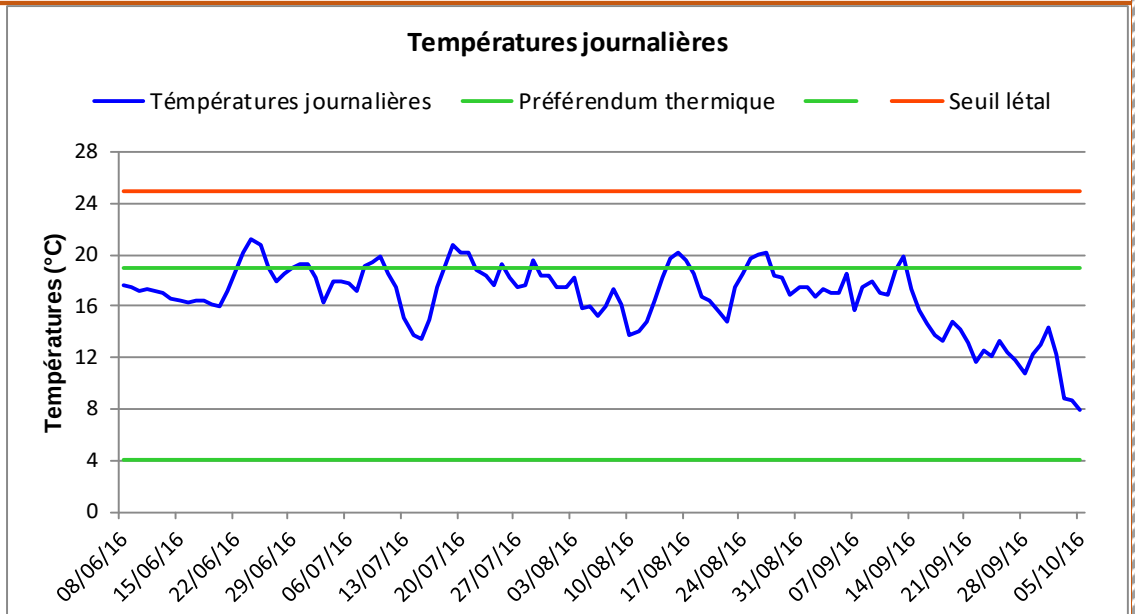


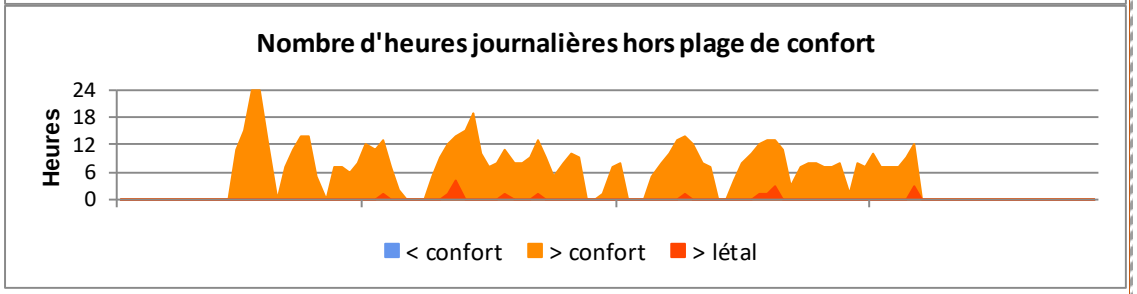


Les températures moyennes journalières varient de 3,66 à 21,72 °C, soit comprises à 89,8% dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). La température moyenne des 30 jours les plus chauds (mi-août à mi-septembre) s'élève à 19,43°C et est donc en limite supérieure de la plage de confort. Durant cette période, on observe un nombre important de températures instantanées supérieures à 19°C : 832 h réparties en 41 séquences d'une durée maximale de 112h. Cette période relativement chaude peut donc avoir un impact sur la survie estivale des juvéniles 0+, plus sensibles à la thermie. Les adultes peuvent aussi être impactés, notamment via des paramètres annexes comme la diminution de la concentration en oxygène. Toutefois, le seuil létal de 25°C n'est pas atteint (Température instantanée maximale de 22,9°C). La période hivernale peut être jugée favorable au bon déroulement de la phase embryo-larvaire, avec seulement 1% des températures moyennes journalières inférieures à 4°C. **Le régime thermique n'est donc pas réellement incompatible avec la présence de truites fario, mais peut représenter un facteur limitant potentiellement important pour l'implantation d'une population de manière durable.**

St 30 - ANDAN







Période analysée : du 08/06/2016 au 05/10/2016

Variables thermiques générales

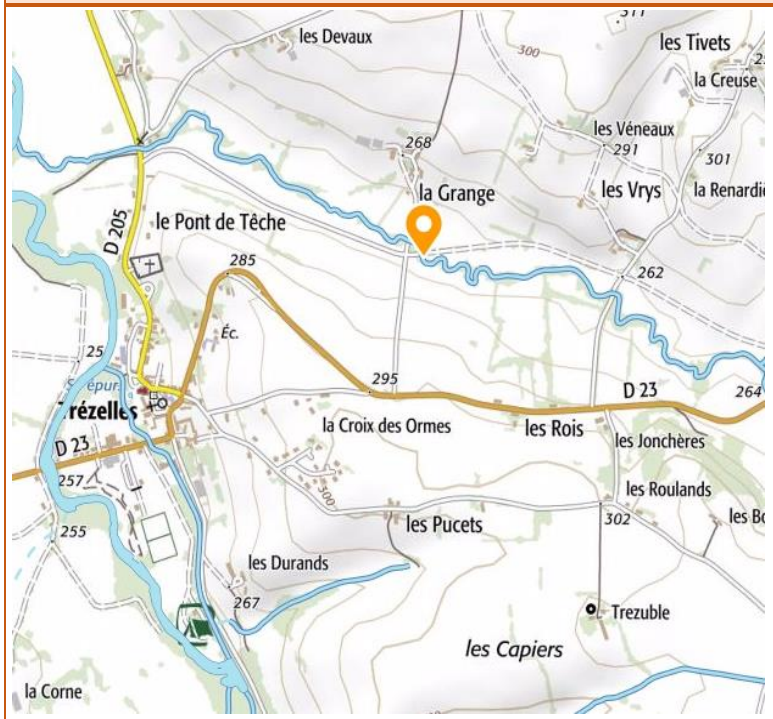
T°C instantanées	
Ti min	4,623
Ti max	28,357
AT i	23,734
Ajmax Ti	12,693
D Ajmax Ti	19/07/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	7,85
Tmj max	21,26
AT mj	13,41
D Tmj max	24/06/2016
T°C sur la période	
Tmp	16,76
Tm30j max	18,31
Dd Tm30j max	23/06/2016
Df Tm30j max	22/07/2016

Préférendum thermique TRF

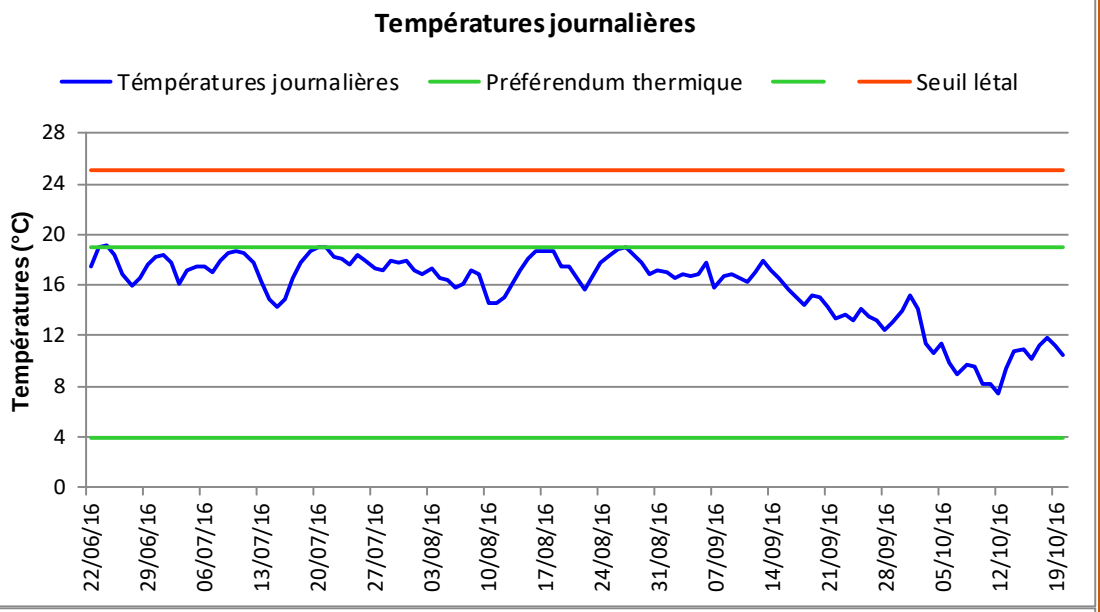
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	97
%j Tmj 4-19	80,83
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	0
Dd Tmj <4	
Df Tmj <4	
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	19,17
Nb Ti >19	680
Nb sq Ti >19	75
Nbmax Ti csf >19	68
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	17
Nb sq Ti ≥25	12
Nbmax Ti csf ≥25	4

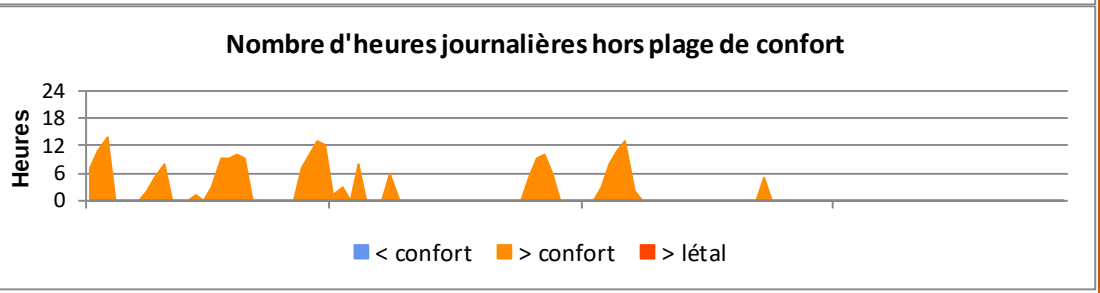
La sonde a été mise en place au printemps 2016, seules les données estivales sont donc disponibles. Avec seulement 80,8% de températures moyennes journalières comprises dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C), l'Andan montre une forte tendance à l'échauffement, en lien avec la présence d'un grand plan d'eau à l'amont. Ainsi, 680h ont été relevées avec une température instantanée supérieure à 19°C entre juin et fin septembre. 17h présentent également une température supérieure au seuil létal des 25°C (Ti max = 28,4°C). La température moyenne des 30 jours les plus chauds, de 18,3°C en juillet, ne semble pas alors réellement représentative de la situation. Ce constat peut s'expliquer par la faible durée des épisodes les plus chauds (4h consécutives au maximum), n'impactant alors pas la moyenne journalière. **Le régime thermique estival de l'Andan apparaît toutefois incompatible avec la présence de truites en cette saison 2016.**

St 27 - TÊCHE



Période analysée : du 22/06/2016
au 20/10/2016





Variables thermiques générales

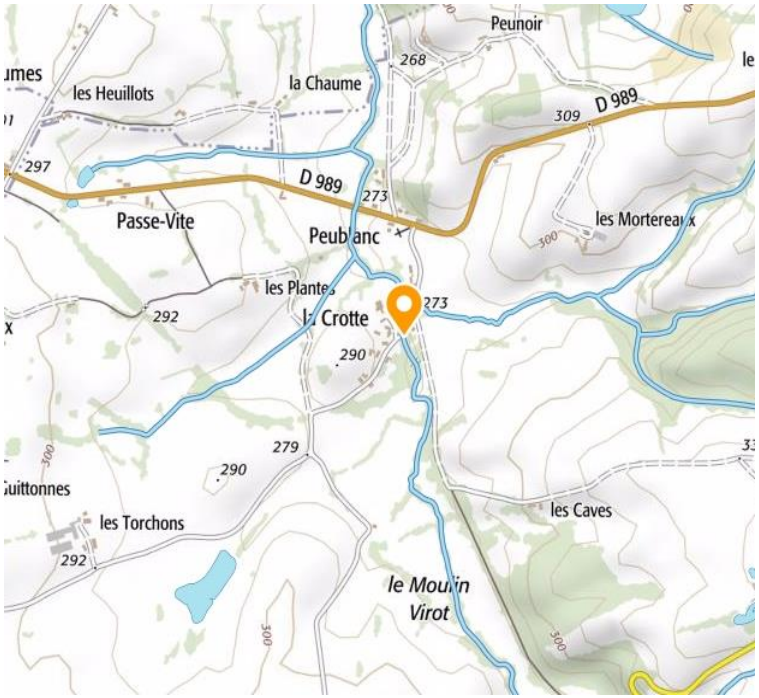
T°C instantanées	
Ti min	5,86
Ti max	21,091
AT i	15,231
Ajmax Ti	4,664
D Ajmax Ti	10/07/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	7,42
Tmj max	19,08
AT mj	11,66
D Tmj max	24/06/2016
T°C sur la période	
Tmp	15,73
Tm30j max	17,48
Dd Tm30j max	30/06/2016
Df Tm30j max	29/07/2016

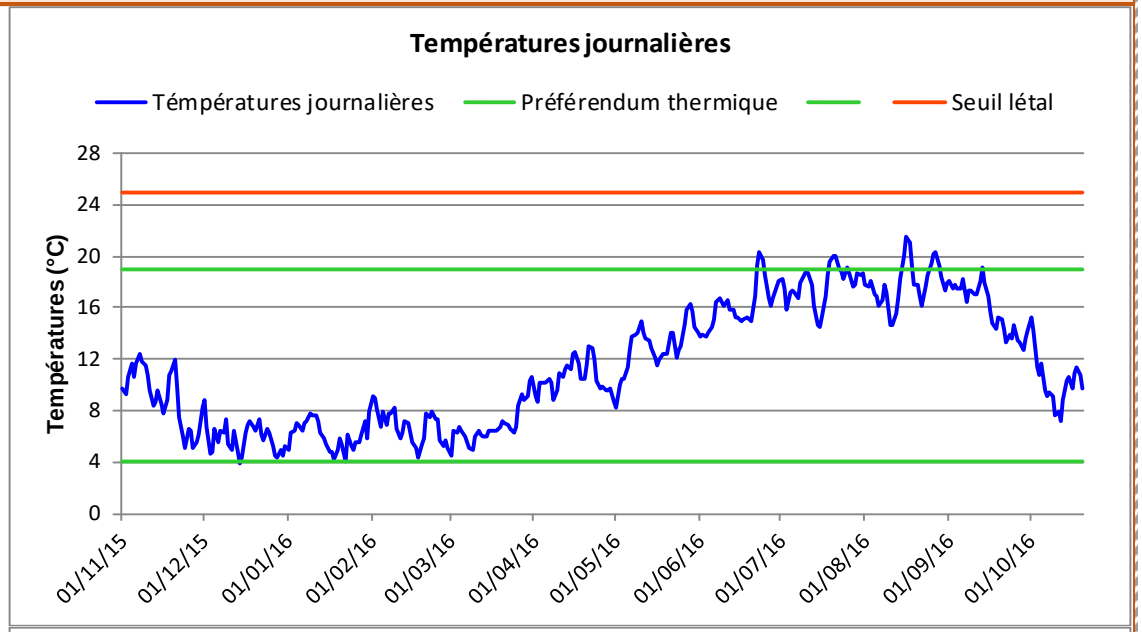
Préférendum thermique TRF

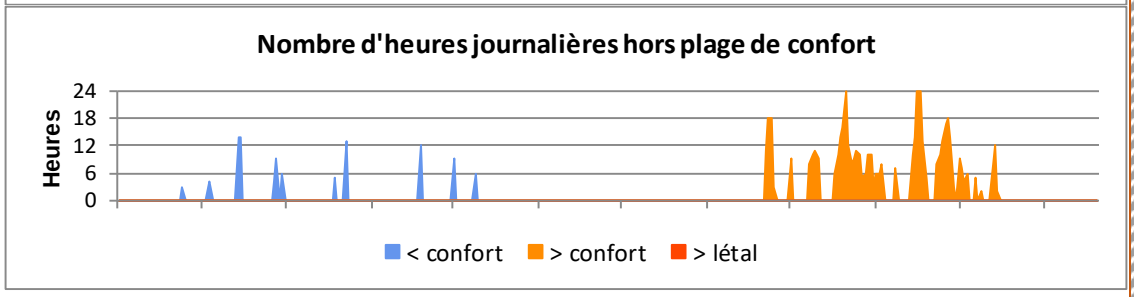
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	118
%j Tmj 4-19	97,52
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	0
Dd Tmj <4	
Df Tmj <4	
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	2,48
Nb Ti >19	220
Nb sq Ti >19	28
Nbmax Ti csf >19	14
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

La sonde a été mise en place au printemps 2016. Seules les données estivales sont donc disponibles. Ainsi, 2,5% des températures moyennes journalières sont supérieures à la plage de confort de la truite fario (4-19°C). Des températures supérieures à 19°C ont été relevées sur un total de 220h réparties en 28 séquences d'une durée maximale de 14h. Toutefois, le seuil létal des 25°C n'est pas atteint (Ti max = 21°C), et la température moyenne des 30 jours les plus chauds n'excède pas les 17,5°C (en juillet). **La Têche montre donc une tendance à l'échauffement en période estivale, ce qui peut représenter un facteur limitant notamment pour la survie des juvéniles en période estivale.**

St 21 - GRAVERON







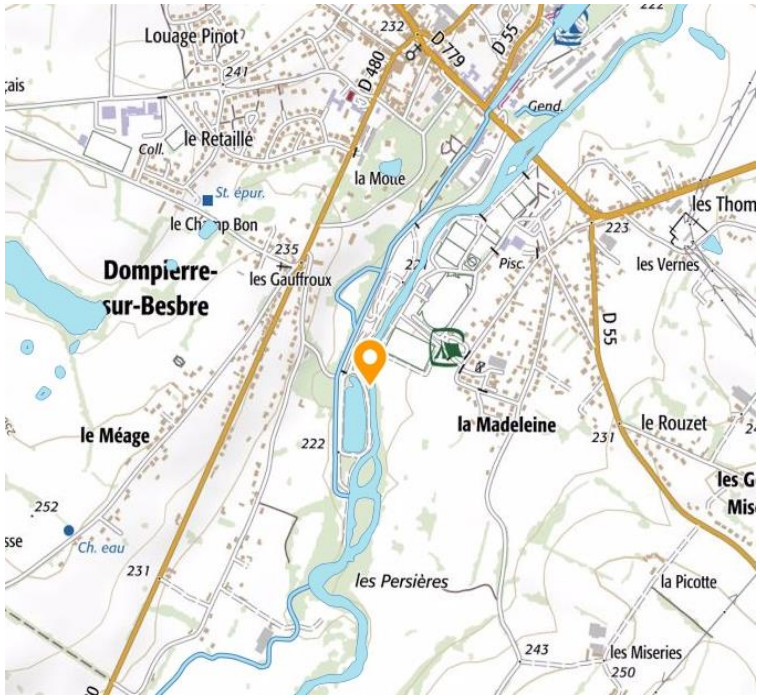
Période analysée : du 01/11/2015 au 20/10/2016

Variables thermiques générales		
T°C instantanées		
	Ti min	3,155
	Ti max	23,196
	AT i	20,041
	Ajmax Ti	6,722
	D Ajmax Ti	05/05/2016
T°C moy. journalières		
	Tmj min	3,88
	Tmj max	21,49
	AT mj	17,61
	D Tmj max	16/08/2016
T°C sur la période		
	Tmp	11,39
	Tm30j max	18,3
	Dd Tm30j max	15/08/2016
	Df Tm30j max	13/09/2016

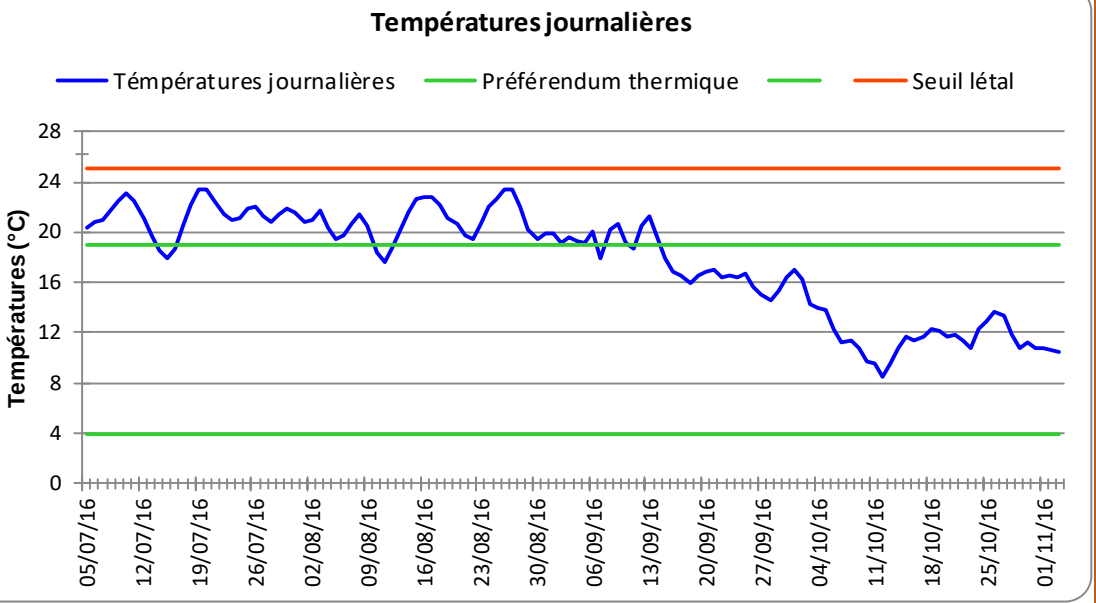
Préférendum thermique TRF		
Plage de confort		
	Nbj Tmj 4-19	337
	%j Tmj 4-19	94,93
T°C < à la plage de confort		
	%j Tmj <4	0,28
	Dd Tmj <4	14/12/2015
	Df Tmj <4	14/12/2015
T°C > à la plage de confort		
	%j Tmj >19	4,79
	Nb Ti >19	506
	Nb sq Ti >19	43
	Nbmax Ti csf >19	63
Seuil létal		
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

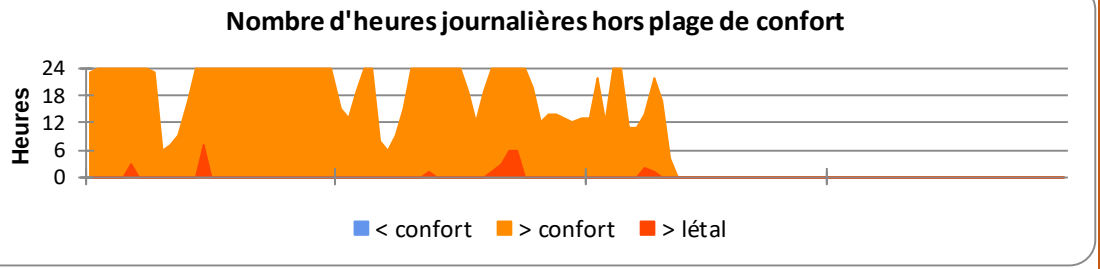
Avec 94% des températures moyennes journalières comprises dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C), le Graveron présente un hiver doux avec une seule journée où la température moyenne est inférieure à 4°C. En revanche, durant la période estivale, 4,8% des températures moyennes sont supérieures à 19°C. Ainsi, 506 h ont été relevées avec une température instantanée supérieure à ce seuil, soit 43 séquences d'une durée maximale de 2,6 jours consécutifs. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (mi-août à mi-septembre) n'excède pas les 18,3°C, et reste donc favorable à la truite. Toutefois, la température instantanée maximale relevée se rapproche du seuil létal des 25°C sans toutefois l'atteindre (Ti max = 23,2°C). **Le régime thermique du Graveron peut donc représenter un facteur limitant au maintien d'une population de truites, notamment vis-à-vis de la survie des juvéniles en période estivale, ou via des paramètres annexes comme la diminution de la concentration en oxygène disponible lors des périodes chaudes.**

St 3 - BESBRE aval



Période analysée : du 05/07/2016
au 03/11/2016





Variables thermiques générales

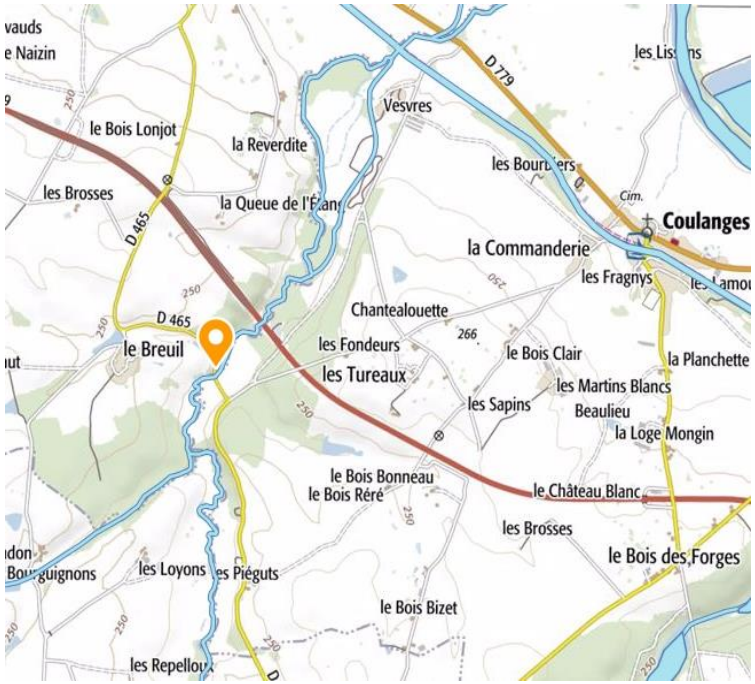
T°C instantanées	
Ti min	6,37
Ti max	26,683
AT i	20,313
Ajmax Ti	9,258
D Ajmax Ti	02/09/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	8,51
Tmj max	23,4
AT mj	14,89
D Tmj max	20/07/2016
T°C sur la période	
Tmp	17,71
Tm30j max	21,26
Dd Tm30j max	06/07/2016
Df Tm30j max	04/08/2016

Préférendum thermique TRF

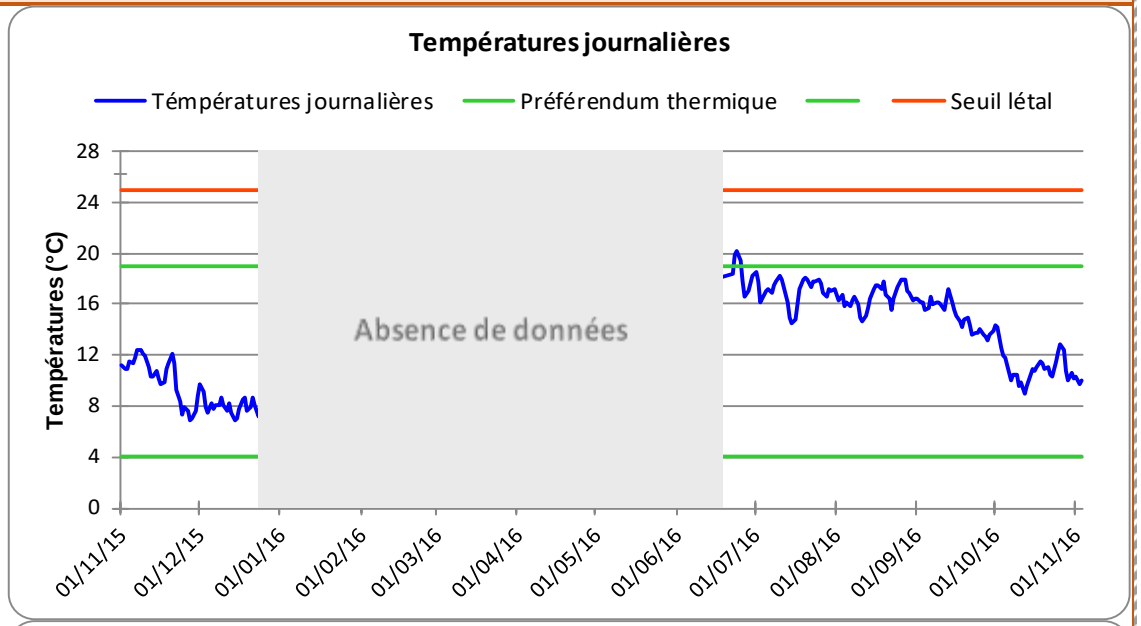
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	58
%j Tmj 4-19	47,54
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	0
Dd Tmj <4	
Df Tmj <4	
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	52,46
Nb Ti >19	1428
Nb sq Ti >19	33
Nbmax Ti csf >19	449
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	30
Nb sq Ti ≥25	11
Nbmax Ti csf ≥25	7

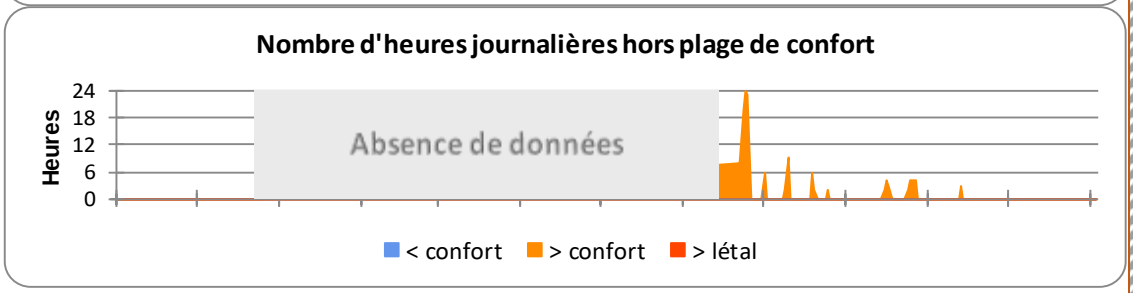
La sonde ayant été replacée début juillet, seules les données estivales sont disponibles. Ainsi, on constate que seulement 47,5% des températures moyennes journalières sont comprises dans le préférendum thermique de la truite fario. En effet, les températures instantanées varient de 6,37 à 26,7°C et dépassent le seuil létal des 25°C au cours de 11 séquences d'une durée maximale de 7h et pour un total de 30h entre début juillet et mi-septembre. Durant cette période, plusieurs heures par jour présentent systématiquement une température supérieure à la plage de confort (>19°C), soit plus de 1400 h réparties en 33 séquences d'une durée maximale de plus de 18 jours consécutifs. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (en juillet) atteint les 21,26°C. **Le régime thermique estival de la Besbre à Dompierre-sur-Besbre apparaît donc incompatible avec le maintien d'une population de truites fario.**

St 4 - LODDES



Période analysée : du 01/11/2015
au 03/11/2016





Variabes thermiques générales

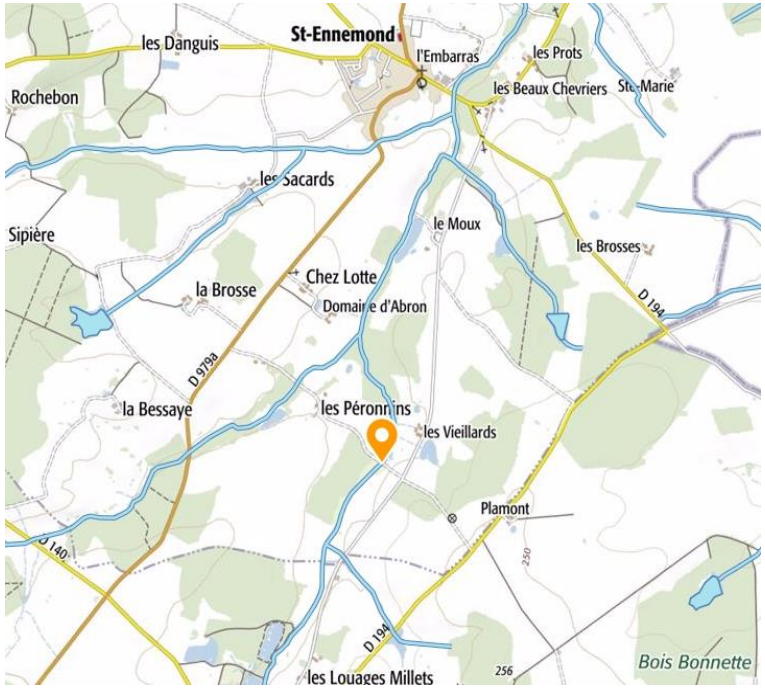
T°C instantanées	
Ti min	6,573
Ti max	20,71
AT i	14,137
Ajmax Ti	3,91
D Ajmax Ti	02/09/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	6,81
Tmj max	20,18
AT mj	13,37
D Tmj max	24/06/2016
T°C sur la période	
Tmp	13,37
Tm30j max	n.c.
Dd Tm30j max	n.c.
Df Tm30j max	n.c.

Préférendum thermique TRF

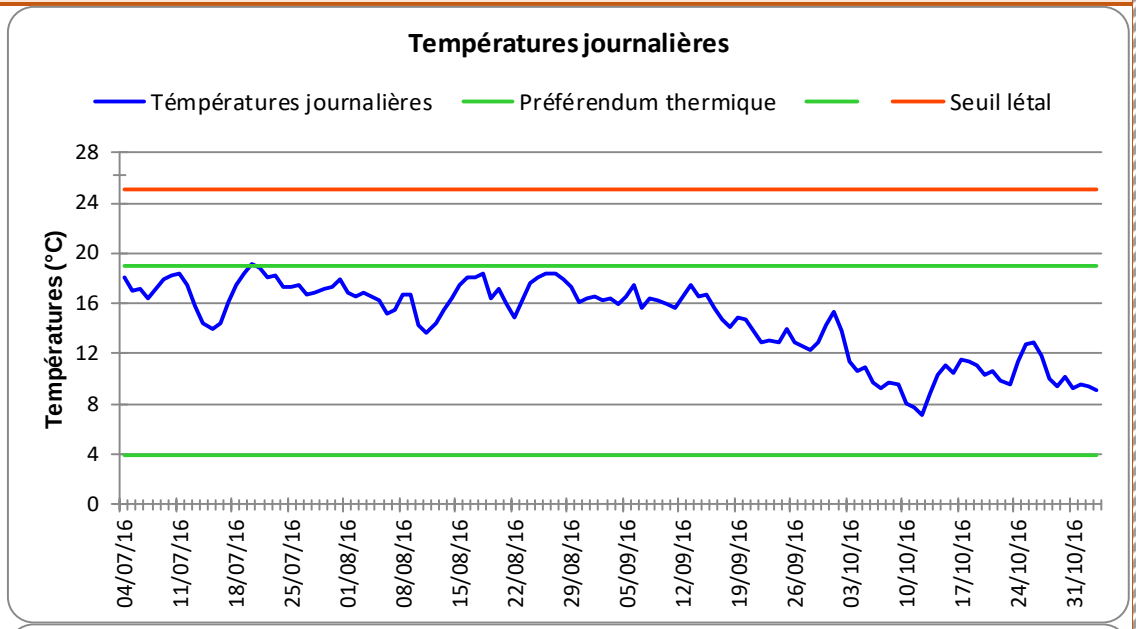
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	187
%j Tmj 4-19	98,42
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	0
Dd Tmj <4	
Df Tmj <4	
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	1,58
Nb Ti >19	128
Nb sq Ti >19	17
Nbmax Ti csf >19	48
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

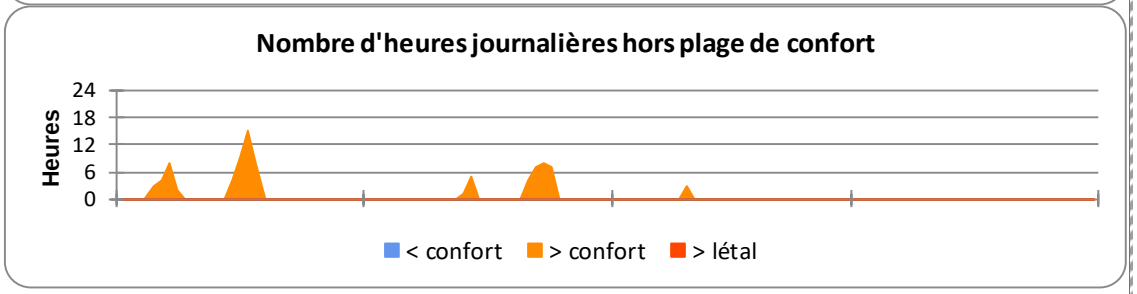
Suite à un dysfonctionnement de la sonde, les données hivernales et printanières (janvier à fin juin) ne sont pas disponibles et certaines variables n'ont pas pu être calculées. Cependant, l'observation de la période estivale révèle que 98% des températures moyennes journalières sont comprises dans la plage de confort de la truite fario (4-19°C). On relève toutefois quelques températures supérieures à la plage de confort (128h réparties en 17 séquences de 48h consécuvives au maximum), mais le seuil létal de 25°C n'est pas atteint (Ti max = 20,7°C) alors que le ce cours d'eau n'est pas considéré commun un contexte salmonicole. Ainsi, **le régime thermique estival du Rau de Loddes ne semble pas un facteur limitant le maintien d'une populaion de truites fario**. L'analyse des données sur un cycle complet permettra d'affiner ces résultats.

St 5 - ABRON



Période analysée : du 04/07/2016
au 03/11/2016





Variables thermiques générales	
T°C instantanées	
Ti min	5,757
Ti max	20,138
AT i	14,381
Ajmax Ti	4,121
D Ajmax Ti	16/07/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	7,19
Tmj max	19,1
AT mj	11,91
D Tmj max	20/07/2016
T°C sur la période	
Tmp	14,65
Tm30j max	17,14
Dd Tm30j max	04/07/2016
Df Tm30j max	02/08/2016

Préférendum thermique TRF	
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	122
%j Tmj 4-19	99,19
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	0,81
Nb Ti >19	88
Nb sq Ti >19	14
Nbmax Ti csf >19	15
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Suite à un dysfonctionnement de la sonde, les données hivernales ne sont pas disponibles. L'analyse de la période estivale révèle que la quasi-totalité des températures moyennes journalières sont comprises dans le préférendum thermique de la truite fario (99,19%) alors que ce cours d'eau n'est pas considéré comme un contexte salmonicole. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (en juillet) est de 17,14°C et reste donc inférieure au seuil des 19°C. D'autre part, seulement 14 séquences d'une durée maximale de 15h présentent une température instantannée supérieure à 19°C (88h au total). **Le régime thermique estival de l'Abron n'apparait donc pas comme un facteur limitant au maintien d'une population de truite fario.**

3.2 Bassins versants Sioule & Allier

De l'amont vers l'aval :

St 26 : Sichon à Lavoine

St 6 : Sichon à Arronnes

St 31 : Darot à Mariol

St 14 : Sarmon à Brugheas

St 29 : Mourgon à Creuzier le Neuf

St 7 : Andelot à Brout-Vernet

St 9 : Sioule à St Germain de Salles

St 10 : Venant à Voussac

St 19 : Bouble à Echassières

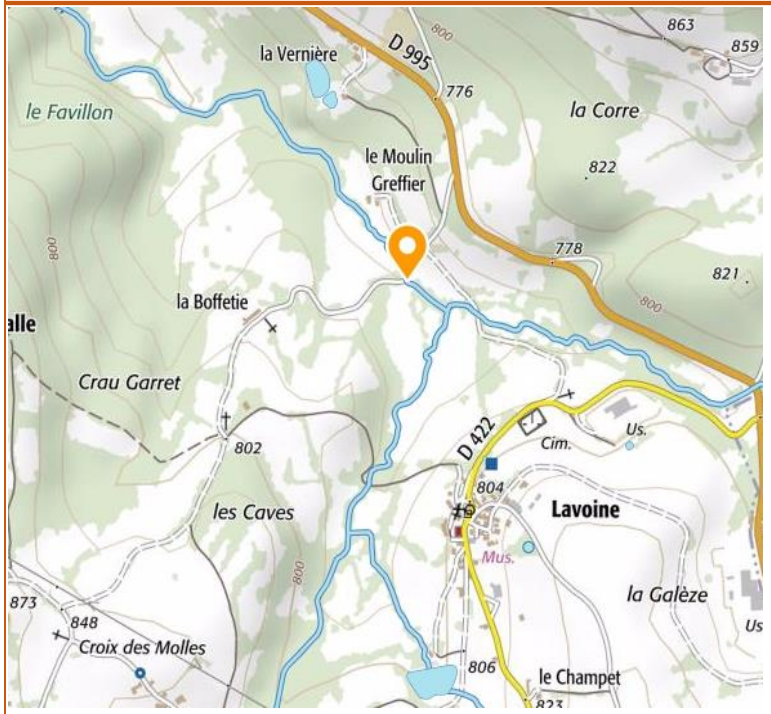
St 11 : Bouble à Chantelle

St 28 : Gaduet à Bransat

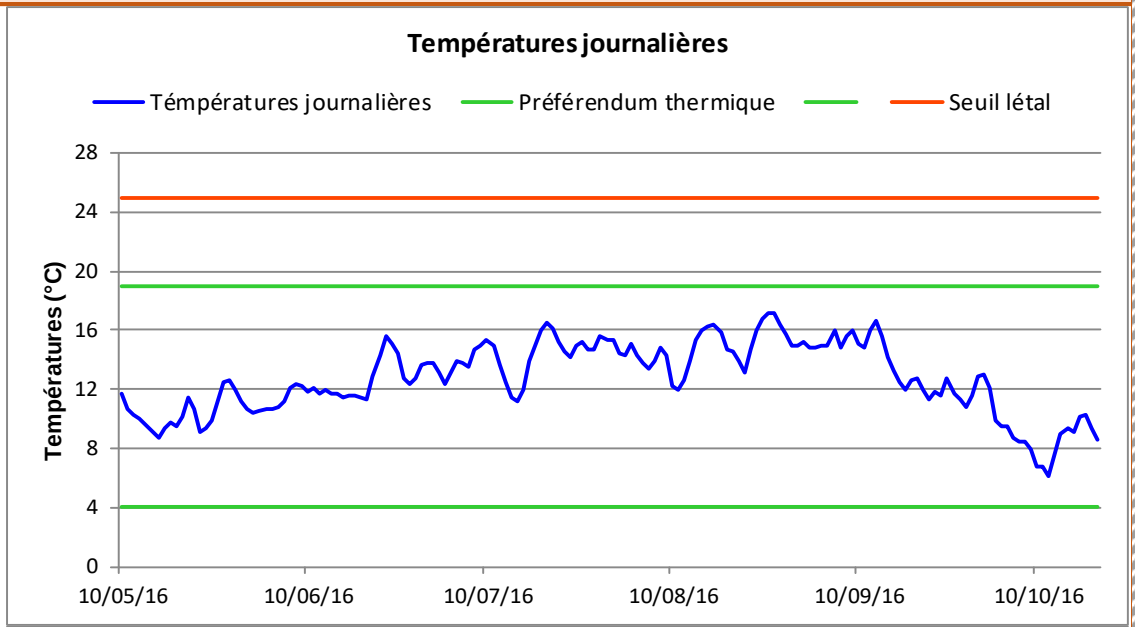
St 13 : Burge à Aubigny

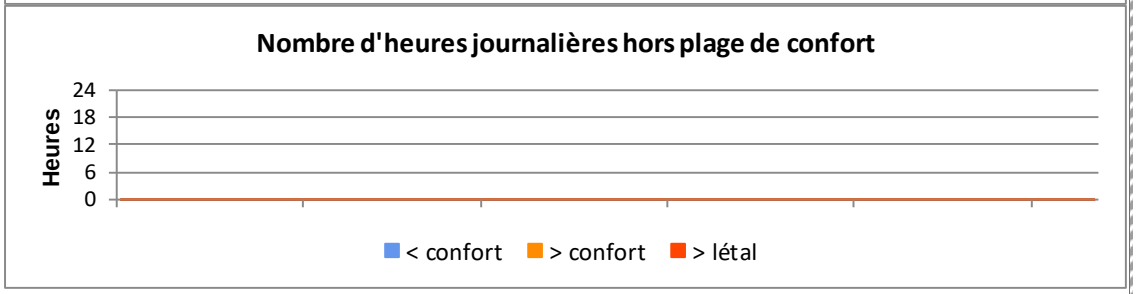
Figure 4 : La Bouble à Chantelle

St 26 - SICHON amont



Période analysée : du 10/05/2016
au 20/10/2016





Variabes thermiques générales

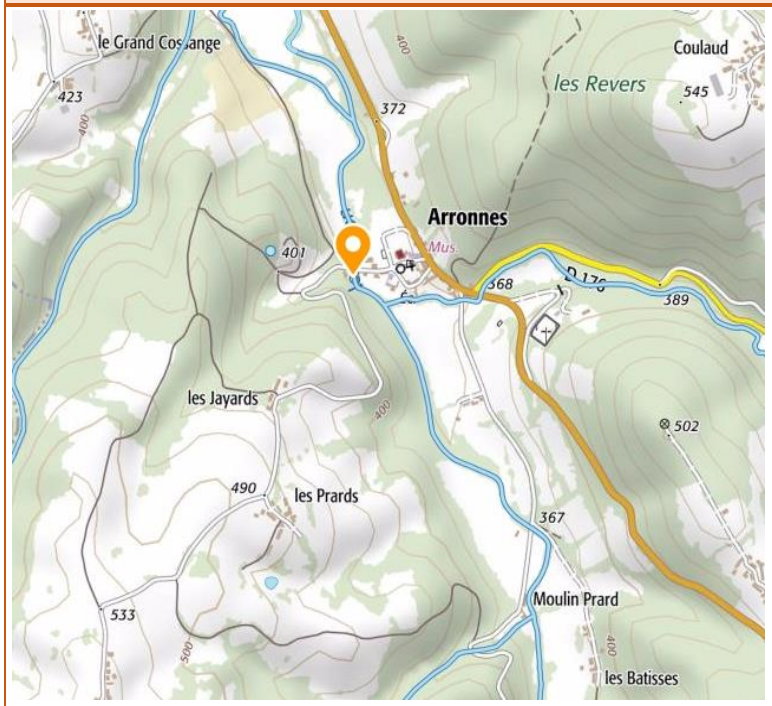
T°C instantanées	
Ti min	5,244
Ti max	18,711
AT i	13,467
Ajmax Ti	5,539
D Ajmax Ti	21/05/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	6,17
Tmj max	17,14
AT mj	10,97
D Tmj max	26/08/2016
T°C sur la période	
Tmp	12,73
Tm30j max	15,47
Dd Tm30j max	15/08/2016
Df Tm30j max	13/09/2016

Préférendum thermique TRF

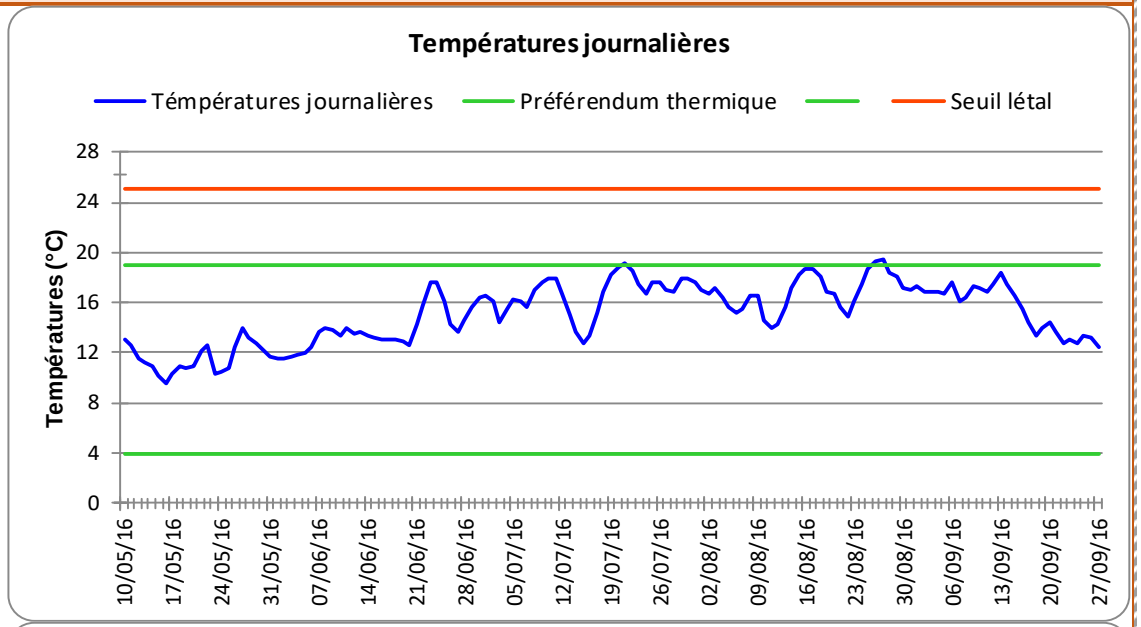
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	164
%j Tmj 4-19	100
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	0
Dd Tmj <4	
Df Tmj <4	
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	0
Nb Ti >19	0
Nb sq Ti >19	0
Nbmax Ti csf >19	0
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

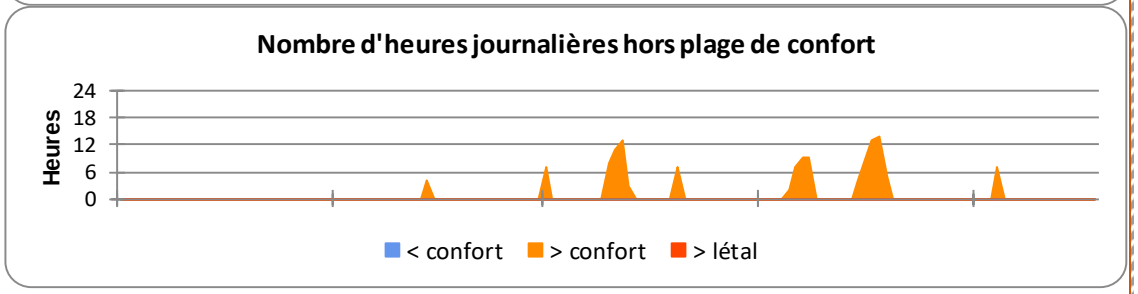
La sonde a été mise en place au printemps 2016. Seules les données estivales sont donc disponibles. Avec une température instantanée maximale de 18,7°C et une température moyenne des 30 jours les plus chauds n'excédent pas les 15,5°C entre mi-août et mi-septembre, la totalité des valeurs relevées est comprise dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). Ainsi, **le régime thermique estival du Sichon amont apparaît entièrement compatible avec la présence et le maintien d'une population de truites fario.**

St 6 - SICHON médian



Période analysée : du 10/05/2016
au 27/09/2016



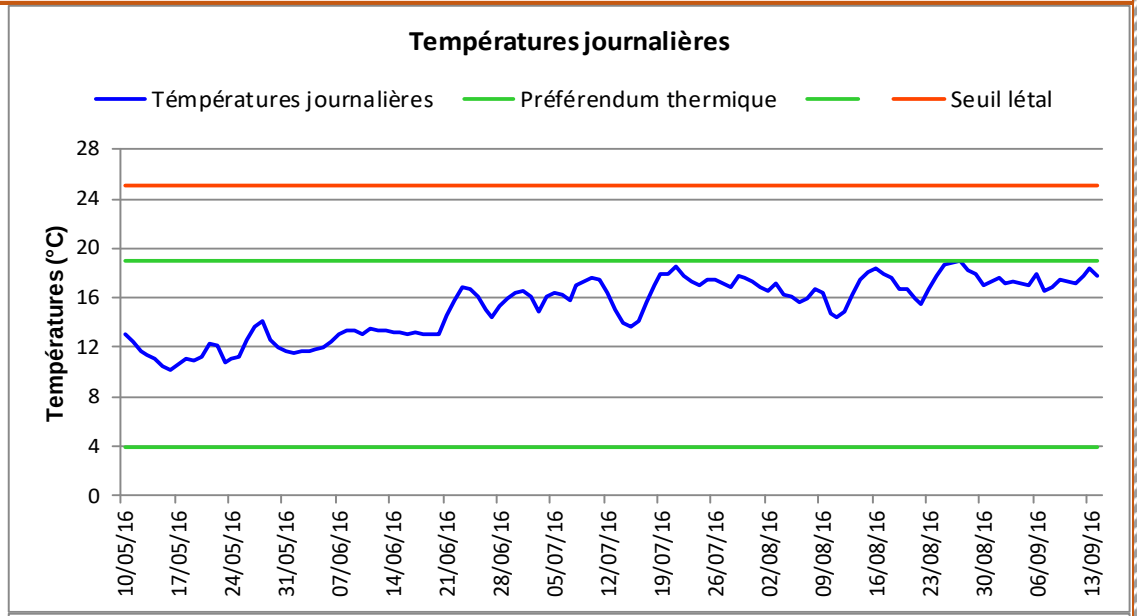


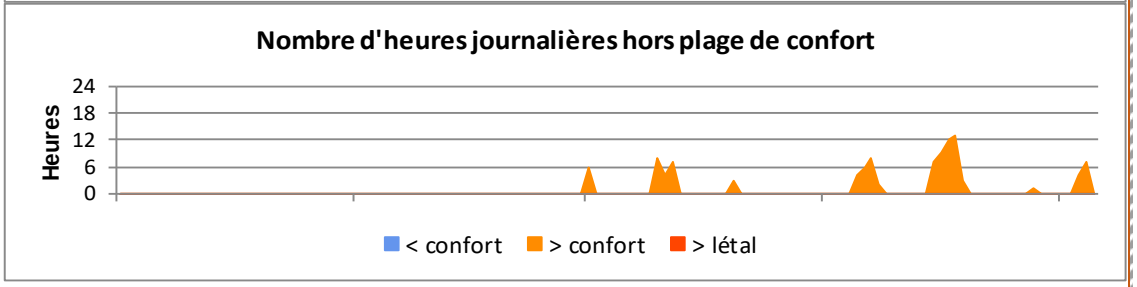
Variables thermiques générales		
T°C instantanées		
	Ti min	7,983
	Ti max	20,901
	AT i	12,918
	Ajmax Ti	4,837
	D Ajmax Ti	21/05/2016
T°C moy. journalières		
	Tmj min	9,61
	Tmj max	19,37
	AT mj	9,76
	D Tmj max	27/08/2016
T°C sur la période		
	Tmp	15,09
	Tm30j max	17,38
	Dd Tm30j max	15/08/2016
	Df Tm30j max	13/09/2016

Préférendum thermique TRF		
Plage de confort		
	Nbj Tmj 4-19	138
	%j Tmj 4-19	97,87
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	2,13
	Nb Ti >19	132
	Nb sq Ti >19	16
	Nbmax Ti csf >19	14
Seuil létal		
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

Suite à un dysfonctionnement de la sonde, seules les données estivales sont disponibles. Elles révèlent des températures moyennes journalières comprises à 97,9% dans le préférendum thermique de la truite fario. Les températures instantanées varient de 7,9 à 20,9 °C, le seuil létal de 25°C n'est donc pas atteint. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (mi-août à mi-septembre) s'élève à 17,4°C et reste donc comprise dans la plage de confort de la truite. Durant cette période, 132 h ont été relevées avec une température supérieure à 19°C. Elles se répartissent en 16 séquences d'une durée maximale de 14h. **Le régime thermique estival du Sichon à Arronnes apparaît donc favorable au maintien et au développement d'une population de truites fario.**

St 31 - DAROT





Période analysée : du 10/05/2016
au 14/09/2016

Variabes thermiques générales

T°C instantanées	
Ti min	8,68
Ti max	20,424
AT i	11,744
Ajmax Ti	4,064
D Ajmax Ti	21/05/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	10,11
Tmj max	19,04
AT mj	8,93
D Tmj max	27/08/2016
T°C sur la période	
Tmp	15,28
Tm30j max	17,48
Dd Tm30j max	15/08/2016
Df Tm30j max	13/09/2016

Préférendum thermique TRF

Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	127
%j Tmj 4-19	99,22
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	0,78
Nb Ti >19	104
Nb sq Ti >19	17
Nbmax Ti csf >19	13
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

La sonde a été mise en place au printemps 2016. Seules les données estivales sont donc disponibles. Avec une température moyenne des 30 jours les plus chauds n'excédant pas les 17,5°C (mi-août à mi-septembre), les moyennes journalières sont comprises à 99% dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). Toutefois, 17 séquences d'une durée maximale de 13h consécutives ont été relevées comme supérieures à 19°C (104h cumulées au total). La température instantanée maximale n'excède cependant pas les 20,4°C. Le seuil létal des 25°C n'est donc pas atteint. **Le régime thermique estival du Darot apparaît donc peu sujet au réchauffement, et favorable à la présence de truites et au maintien d'une population.**

St 14 - SARMON

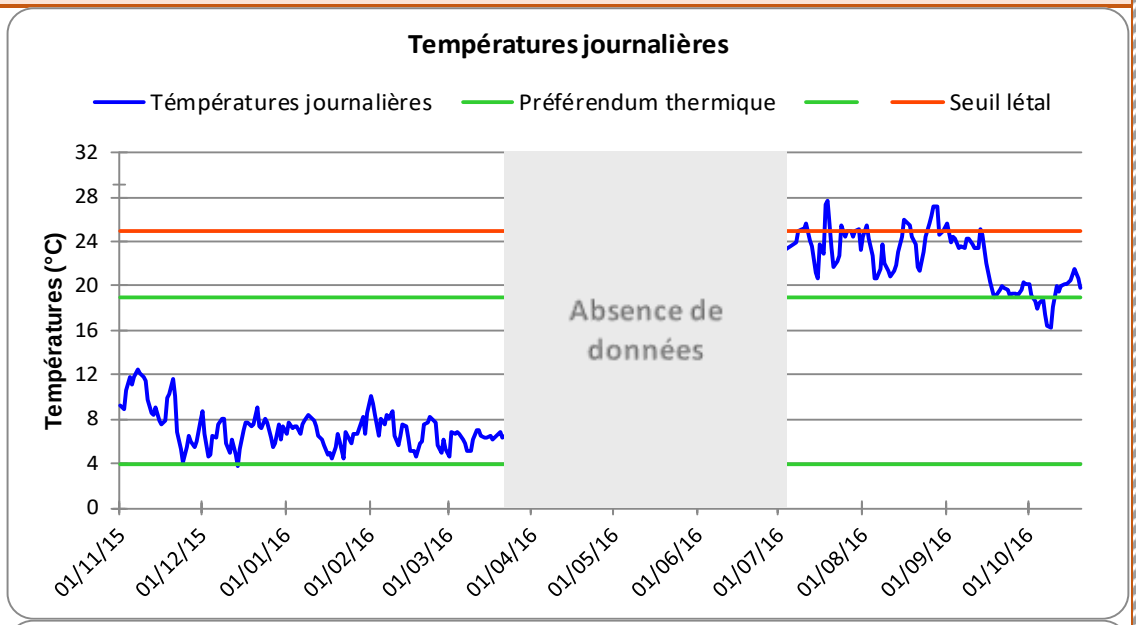
Période analysée : du 01/11/2015
au 20/10/2016

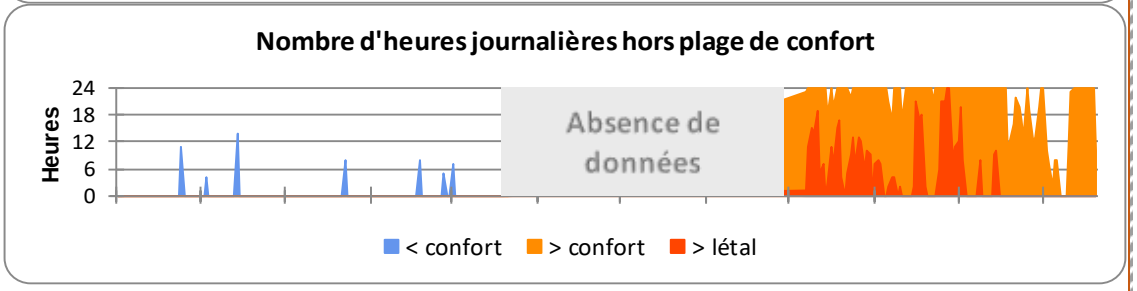
Variables thermiques générales

T°C instantanées	
Ti min	2,943
Ti max	33,848
AT i	30,905
Ajmax Ti	13,614
D Ajmax Ti	24/07/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	3,77
Tmj max	27,7
AT mj	23,93
D Tmj max	19/07/2016
T°C sur la période	
Tmp	13,68
Tm30j max	
Dd Tm30j max	
Df Tm30j max	

Préférendum thermique TRF

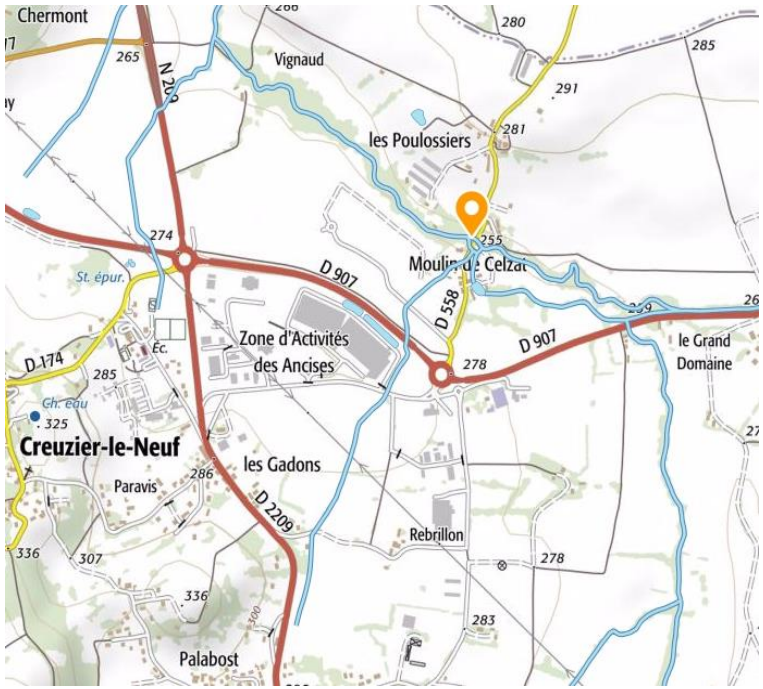
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	150
%j Tmj 4-19	60,48
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	0,4
Dd Tmj <4	14/12/2015
Df Tmj <4	14/12/2015
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	39,11
Nb Ti >19	2236
Nb sq Ti >19	24
Nbmax Ti csf >19	646
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	489
Nb sq Ti ≥25	49
Nbmax Ti csf ≥25	68



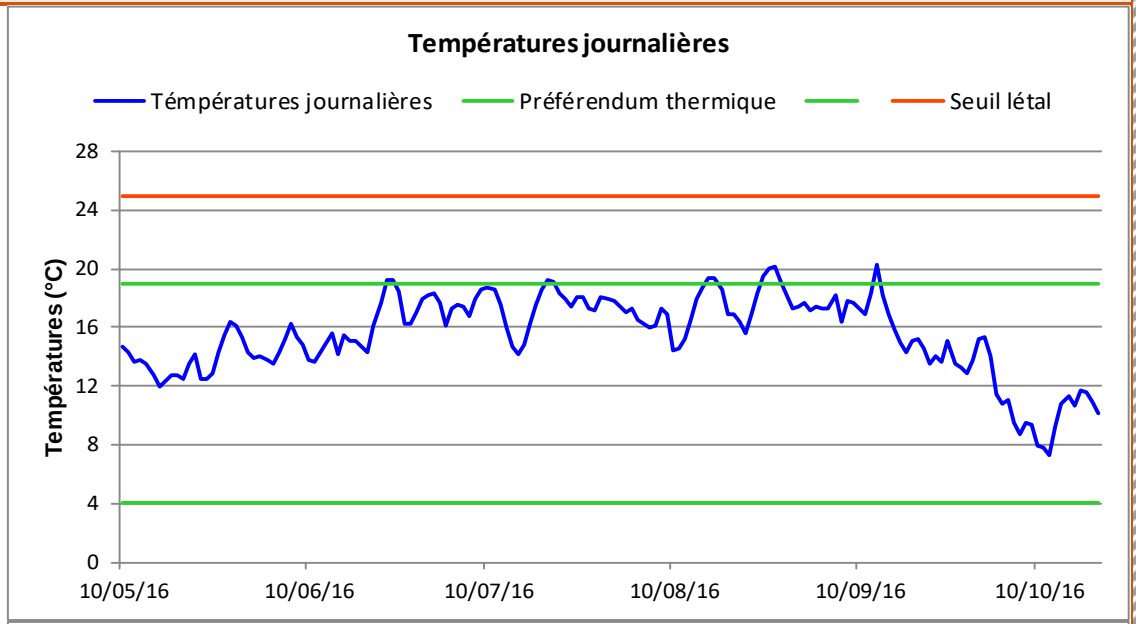


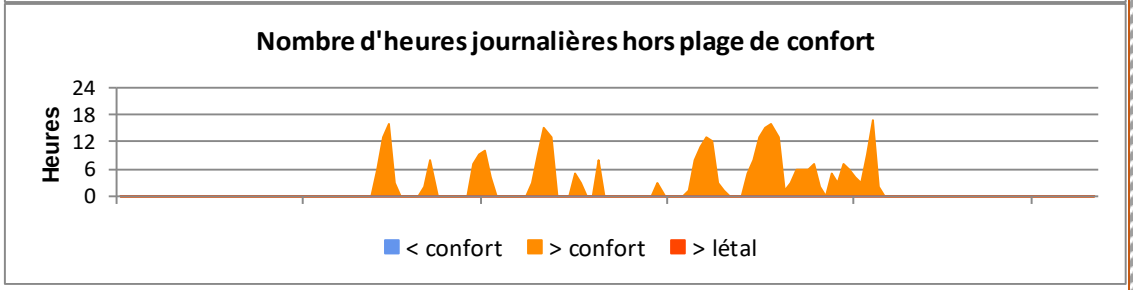
Suite à un dysfonctionnement de la sonde, les données ne sont pas disponibles entre fin mars et début juillet. Sur la période étudiée, seulement 60,5% des températures moyennes journalières sont comprises dans le préférendum themique de la truite fario (4-19°C). La période hivernale apparait plutôt douce, avec seulement une journée où la température moyenne est inférieure à 4°C. En revanche, la période estivale (début juillet à fin octobre) présente la quasi totalité de ses températures instantanées au dessus de la plage de confort. Ainsi, 2236h réparties en 24 séquences allant jusqu'à 26 jours consécutifs sont supérieures à 19°C. Le seuil létal des 25°C est également dépassé pour 49 séquences pouvant aller jusqu'à plus de 2 jours consécutifs. En raison de l'absence de données sur la période juin - début juillet, la température moyenne des 30 jours les plus chauds n'a pas pu être calculée. **Alors que le Sarmon est considéré comme contexte salmonicole dans le PDPG de l'Allier, il apparait clairement que son régime thermique n'a pas été compatible avec la présence de truites en cette année 2016.**

St 29 - MOURGON



Période analysée : du 10/05/2016
au 20/10/2016





Variables thermiques générales

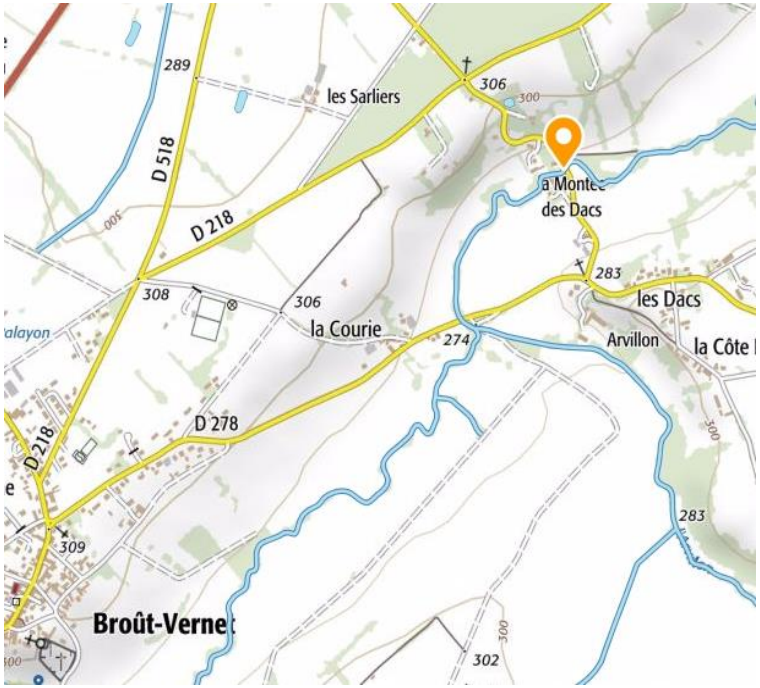
T°C instantanées	
Ti min	5,244
Ti max	23,869
AT i	18,625
Ajmax Ti	6,58
D Ajmax Ti	13/08/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	7,32
Tmj max	20,3
AT mj	12,98
D Tmj max	13/09/2016
T°C sur la période	
Tmp	15,5
Tm30j max	17,96
Dd Tm30j max	15/08/2016
Df Tm30j max	13/09/2016

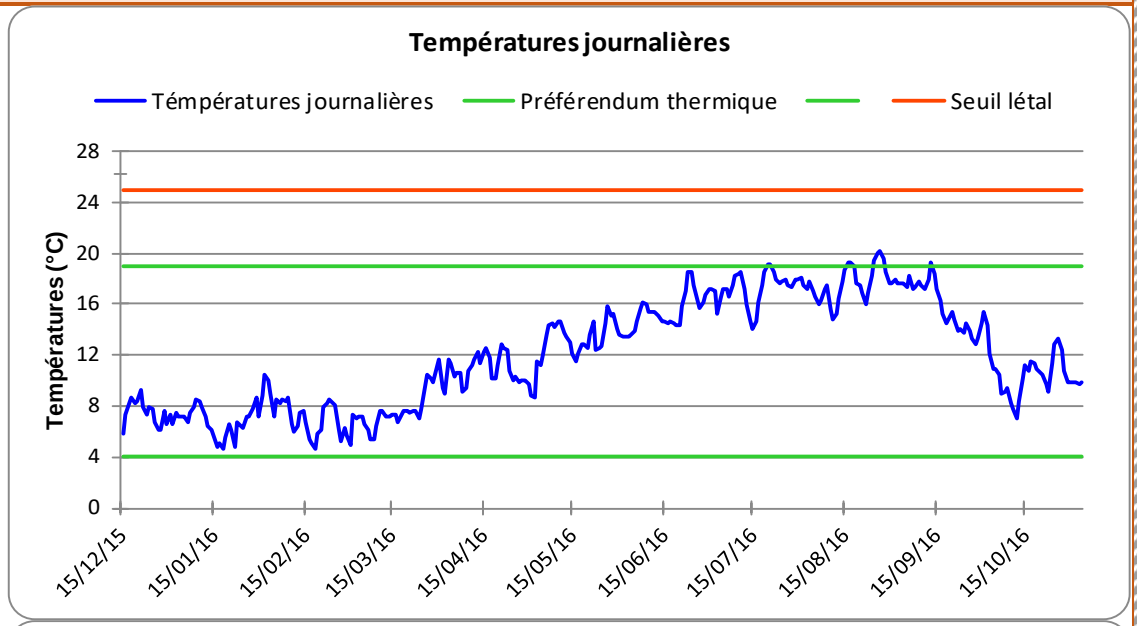
Préférendum thermique TRF

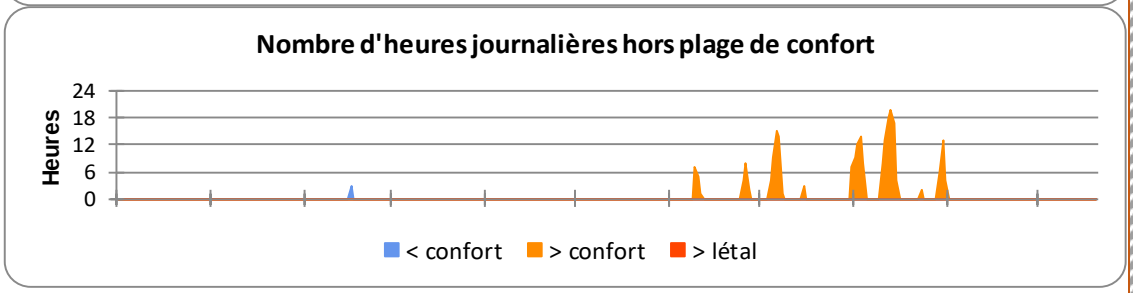
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	153
%j Tmj 4-19	93,29
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	0
Dd Tmj <4	
Df Tmj <4	
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	6,71
Nb Ti >19	343
Nb sq Ti >19	46
Nbmax Ti csf >19	16
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

La sonde a été mise en place au printemps 2016. Seules les données estivales sont donc disponibles. Avec 93% des températures moyennes journalières comprises dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C), le Mourgon montre une tendance à l'échauffement. Ainsi, 343h ont été relevées avec une température supérieure à 19°C (46 séquences d'une durée maximale de 16h consécutives). Le seuil létal des 25°C n'est cependant pas atteint, bien que la température instantanée maximale s'en rapproche (23,9°C). La température moyenne des 30 jours les plus chauds, plafonnée à 17,9°C entre mi-août et mi-septembre, reste toutefois comprise dans la plage de confort de la truite. **Le régime thermique estival du Mourgon, bien que compatible avec la présence de truites, peut représenter un réel facteur limitant notamment pour la survie des juvéniles en période estivale. Ce constat est en lien avec la présence de nombreux plans d'eau sur le contexte.**

St 7 - ANDELOT







Période analysée : du 15/12/2015
au 03/11/2016

Variabes thermiques générales

T°C instantanées	
Ti min	3,893
Ti max	21,378
AT i	17,485
Ajmax Ti	3,828
D Ajmax Ti	19/04/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	4,69
Tmj max	20,18
AT mj	15,49
D Tmj max	27/08/2016
T°C sur la période	
Tmp	12,01
Tm30j max	18,1
Dd Tm30j max	15/08/2016
Df Tm30j max	13/09/2016

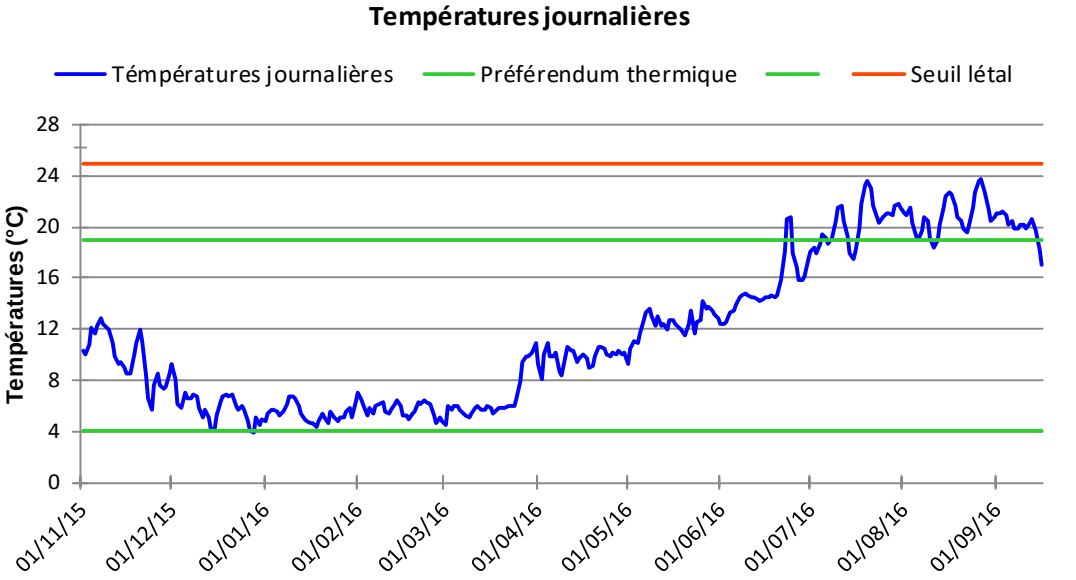
Préférendum thermique TRF

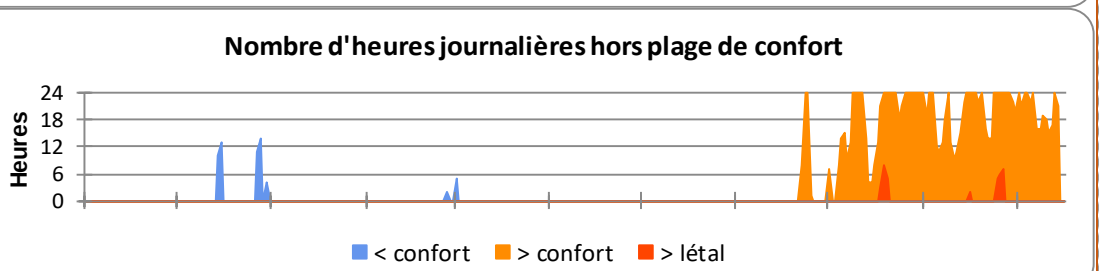
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	315
%j Tmj 4-19	96,92
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	0
Dd Tmj <4	
Df Tmj <4	
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	3,08
Nb Ti >19	228
Nb sq Ti >19	23
Nbmax Ti csf >19	20
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Les températures moyennes journalières varient de 4,69 à 20,18°C. Elles sont comprises à 97% dans le préférendum thermique de la truite fario. Ainsi, seulement 3% des températures moyennes journalières sont au dessus de 19°C - soit 228h réparties en 23 séquences d'au maximum 20h consécutives en période estivale. Ces épisodes, de courte durée et discontinus, n'apparaissent donc pas comme limitant pour les truites fario. La température moyenne des 30 jours les plus chauds est de 18,1°C et est donc comprise dans la plage de confort de l'espèce. Enfin, la période hivernale apparait plutôt douce, sans températures inférieures à 4°C. **Le régime thermique de l'Andelot n'est donc pas limitant à la présence et au maintien d'une population de truites fario.**

St 9 - SIOULE aval

Période analysée : du 01/11/2015
au 16/09/2016



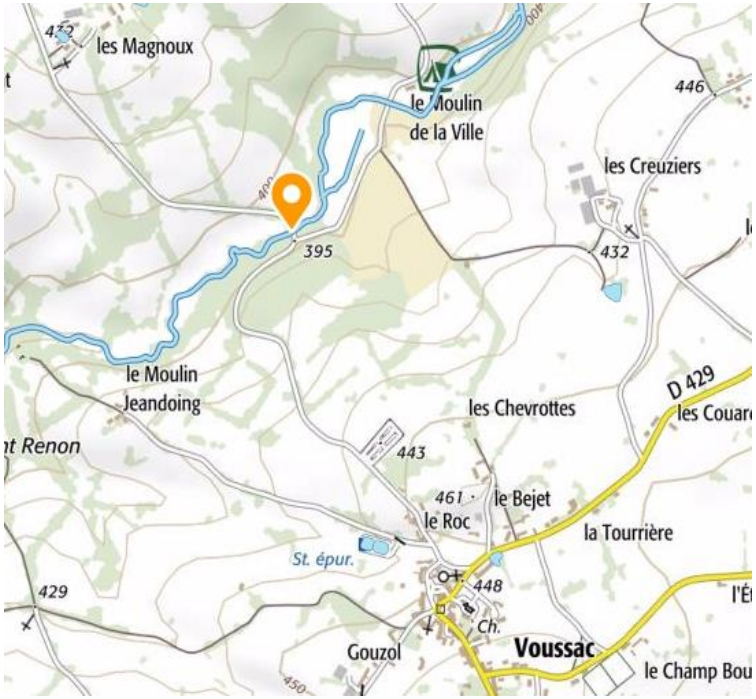


Variables thermiques générales	
T°C instantanées	
Ti min	2,837
Ti max	26,488
AT i	23,651
Ajmax Ti	6,224
D Ajmax Ti	18/07/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	3,9
Tmj max	23,77
AT mj	19,87
D Tmj max	27/08/2016
T°C sur la période	
Tmp	11,67
Tm30j max	21,14
Dd Tm30j max	14/08/2016
Df Tm30j max	12/09/2016

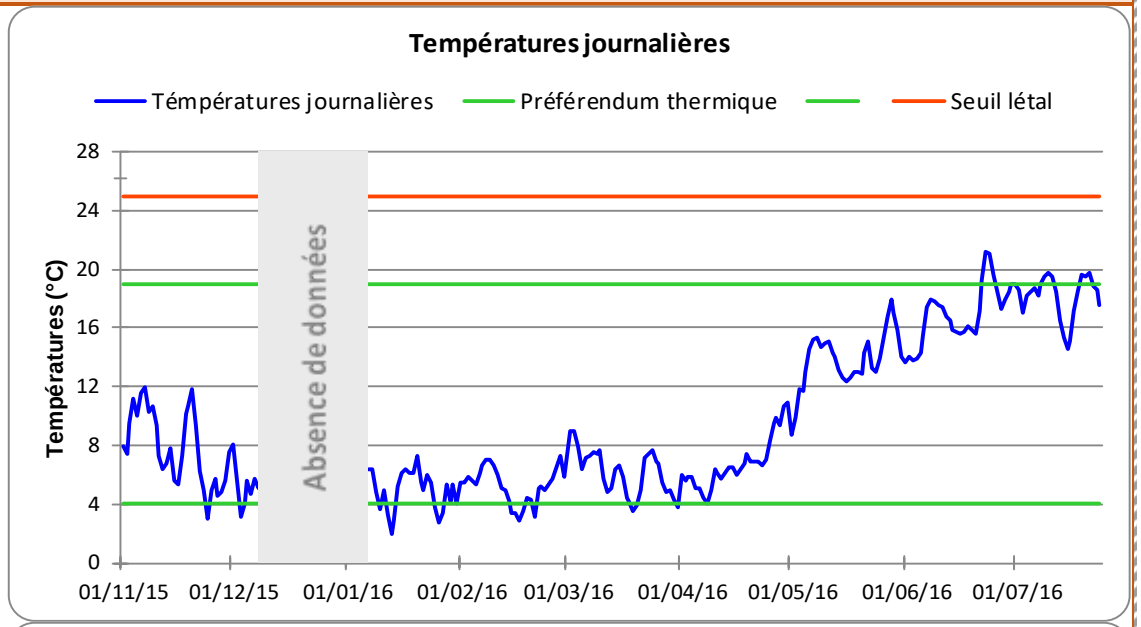
Préférendum thermique TRF	
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	253
%j Tmj 4-19	78,82
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	0,31
Dd Tmj <4	28/12/2015
Df Tmj <4	28/12/2015
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	20,87
Nb Ti >19	1482
Nb sq Ti >19	39
Nbmax Ti csf >19	188
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	36
Nb sq Ti ≥25	7
Nbmax Ti csf ≥25	8

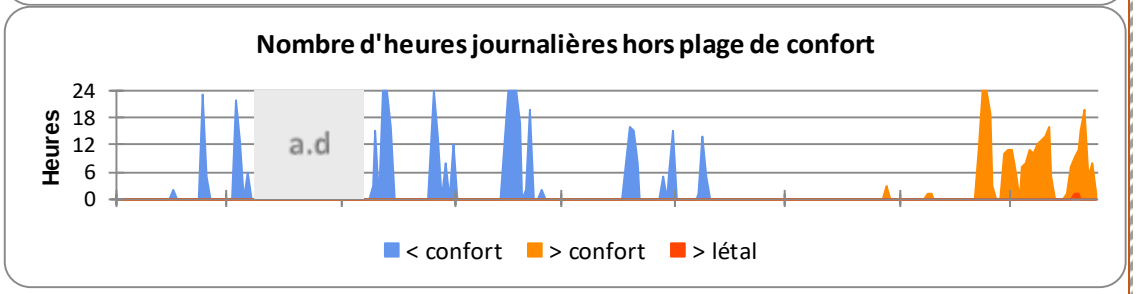
Les températures moyennes journalières varient de 3,9 à 21,14°C et sont comprises dans le préférendum thermique de la truite fario à 78,8%. La période hivernale apparait conforme aux exigences de l'espèce, avec seulement une journée où la température moyenne est inférieure à 4°C. En revanche, la fin de la saison estivale (à partir de mi-août) apparait majoritairement supérieure à la plage de confort (20,8%), avec 1482h supérieures à 19°C, réparties en 39 séquences allant jusqu'à 8 jours consécutifs. Le seuil létal de 25°C est également atteint pour 36 h réparties en 7 séquences de 8h au maximum. Ainsi, la température moyenne des 30 jours les plus chauds (14 août au 12 septembre) s'élève à 21,14°C, soit plus de 2°C au dessus de la limite supérieure du préférendum thermique de la truite fario. **Le régime thermique de ce secteur aval de la Sioule, montrant un fort réchauffement estival, n'est donc pas favorable au maintien et développement d'une population de truites.**

St 10 - VENANT



Période analysée : du 01/11/2015
au 24/07/2016





Variables thermiques générales

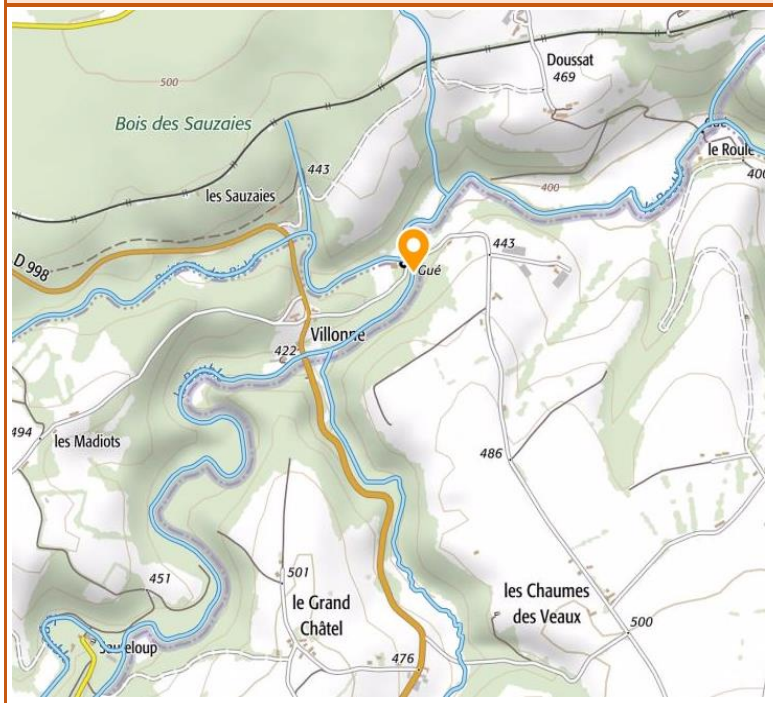
T°C instantanées	
Ti min	1,221
Ti max	28,555
AT i	27,334
Ajmax Ti	11,937
D Ajmax Ti	19/07/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	2,01
Tmj max	21,16
AT mj	19,15
D Tmj max	23/06/2016
T°C sur la période	
Tmp	9,75
Tm30j max	18,42
Dd Tm30j max	22/06/2016
Df Tm30j max	21/07/2016

Préférendum thermique TRF

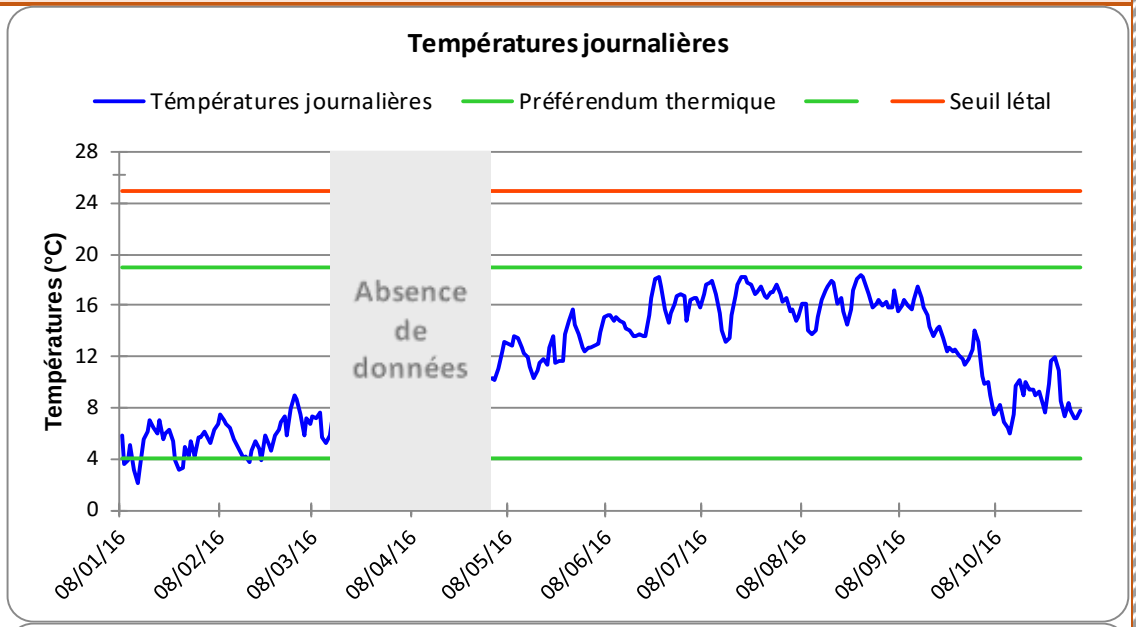
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	209
%j Tmj 4-19	87,82
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	7,14
Dd Tmj <4	24/11/2015
Df Tmj <4	31/03/2016
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	5,04
Nb Ti >19	297
Nb sq Ti >19	30
Nbmax Ti csf >19	67
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	2
Nb sq Ti ≥25	2
Nbmax Ti csf ≥25	1

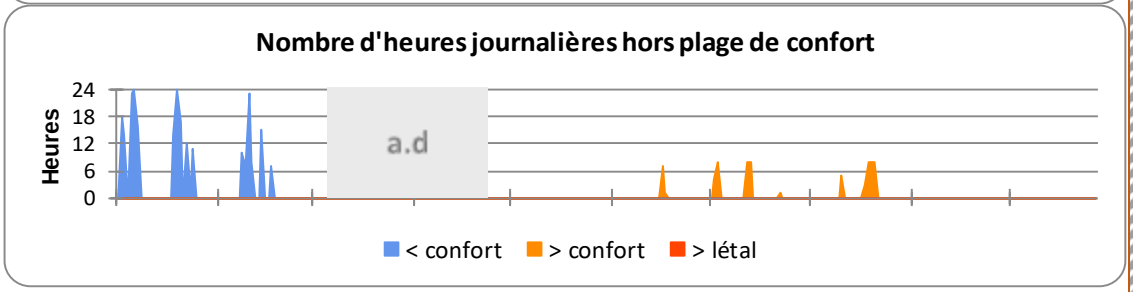
Suite à un à sec, les données ne sont plus disponibles à partir de fin juin. Le début de la saison estivale apparait déjà relativement chaud, avec 5% des températures moyennes journalières supérieures à la plage de confort de la truite fario (4-19°C), soit 297h réparties en 30 séquences d'une durée maximale de 67h consécutives. Le seuil létal des 25°C est également atteint ponctuellement à la fin de la période analysée. Durant les 30 jours consécutifs les plus chauds (22 juin au 21 juillet), la température moyenne est de 18,42°C. Elle n'est cependant pas représentative de la situation, puisque le cours d'eau a été assèché par la suite. Les températures potentiellement les plus élevées n'ont donc pas été relevées. D'autre part, la saison hivernale apparait relativement froide, avec 7% des températures moyennes journalières inférieures à 4°C entre le 24 novembre et le 21 mars. Au total, 8 pics de froid apparaissent, certains se maintenant sur plusieurs jours. L'impact possible sur le développement embryo-larvaire des truites pendant la période hivernale, et l'à sec subi en fin de période estivale révèlent un régime thermique et hydrologique non compatible avec la présence de truites sur le Venant en cette année 2016.

St 19 - BOUBLE amont



Période analysée : du 08/01/2016
au 03/11/2016





Variabes thermiques générales

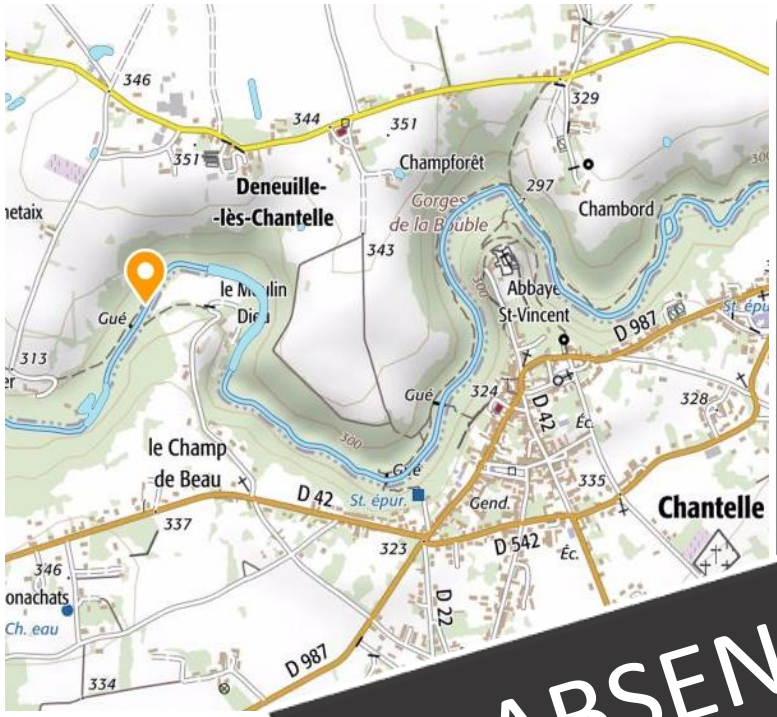
T°C instantanées	
Ti min	1,112
Ti max	20,043
AT i	18,931
Ajmax Ti	5,368
D Ajmax Ti	05/05/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	2,05
Tmj max	18,41
AT mj	16,36
D Tmj max	26/08/2016
T°C sur la période	
Tmp	11,68
Tm30j max	16,67
Dd Tm30j max	05/07/2016
Df Tm30j max	03/08/2016

Préférendum thermique TRF

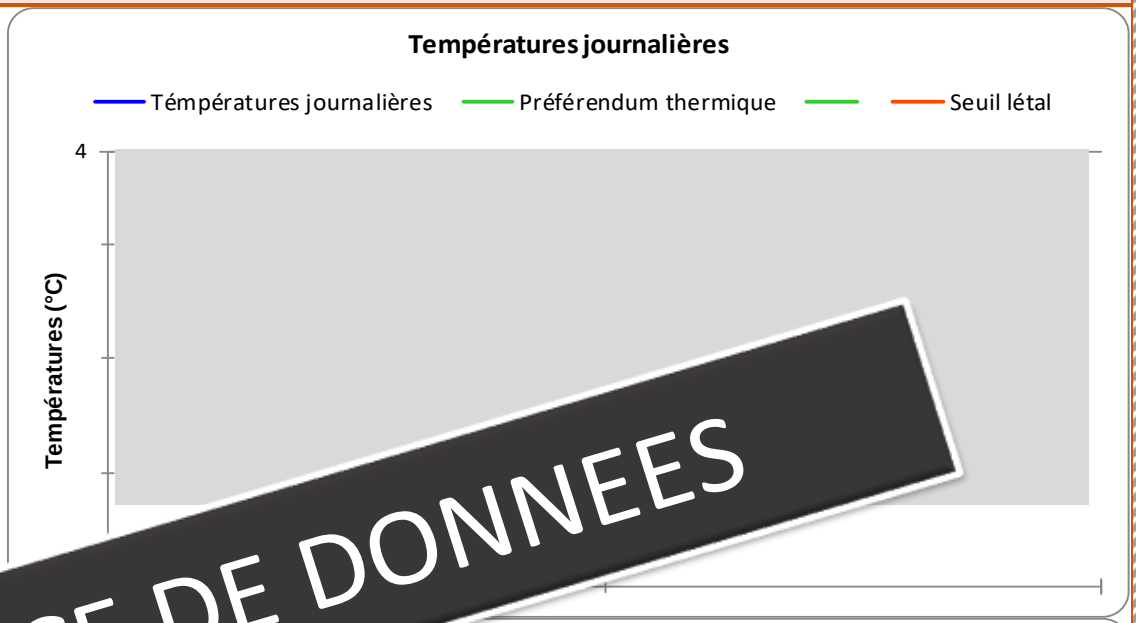
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	243
%j Tmj 4-19	96,05
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	3,95
Dd Tmj <4	09/01/2016
Df Tmj <4	21/02/2016
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	0
Nb Ti >19	69
Nb sq Ti >19	11
Nbmax Ti csf >19	9
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

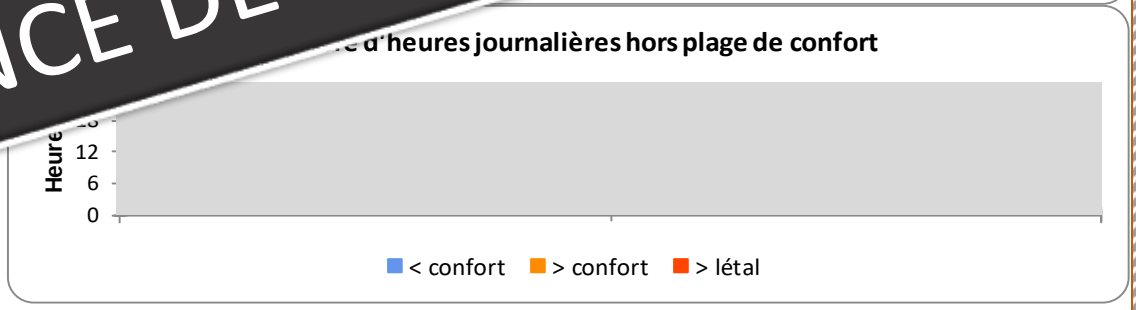
Suite à un dysfonctionnement de la sonde, les données printanières ne sont pas disponibles. Il apparaît cependant un hiver relativement froid, avec près de 4% des températures moyennes journalières inférieures à 4°C en janvier et février (3 pics de froid visibles). La saison estivale est au contraire plutôt douce, avec la totalité des températures journalières comprises dans la plage de confort de la truite fario (4-19°C). Le seuil de 19°C a toutefois été dépassé au cours de 11 séquences d'une durée maximale de 9h consécutives, soit 69h au total. La température moyenne des 30 jours les plus chauds reste fraiche (16,7°C en juillet), et le seuil létal des 25°C n'est pas atteint (température instantanée maximale de 20°C). **Le régime thermique de la Bouble à Echassières apparaît favorable au maintien d'une population de truites. Toutefois, le reproduction 2016 peut avoir été impactée par les épisodes de froid du début d'année.**

St 11 - BOUBLE aval



Période analysé





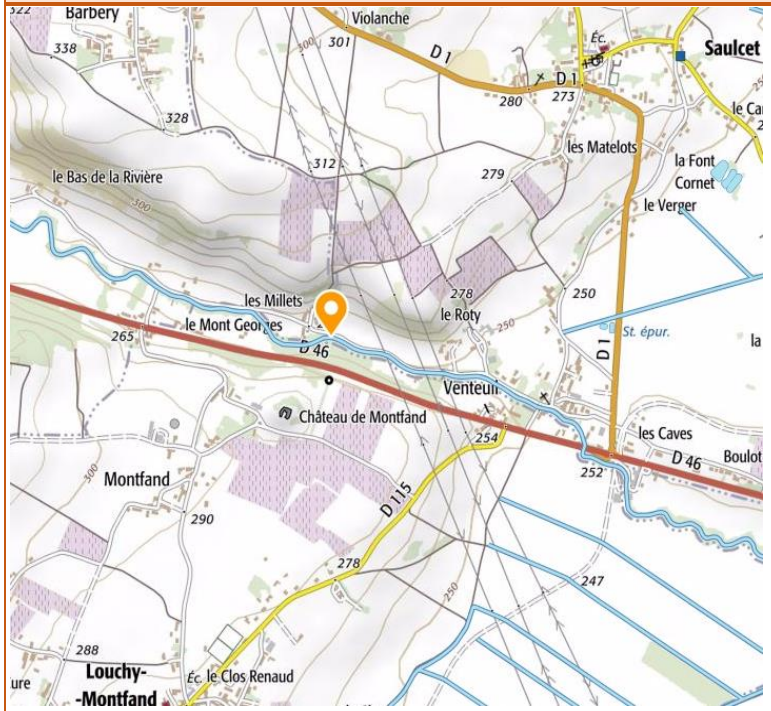
ABSENCE DE DONNEES

Variables thermiques générales		
T°C instantanées		
Ti min		
Ti max		
AT i		
Ajmax Ti		
D Ajmax Ti		
T°C moy. journalières		
Tmj min		
Tmj max		
AT mj		
D Tmj max		
T°C sur la période		
Tmp		
Tm30j max		
Dd Tm30j max		
Df Tm30j max		

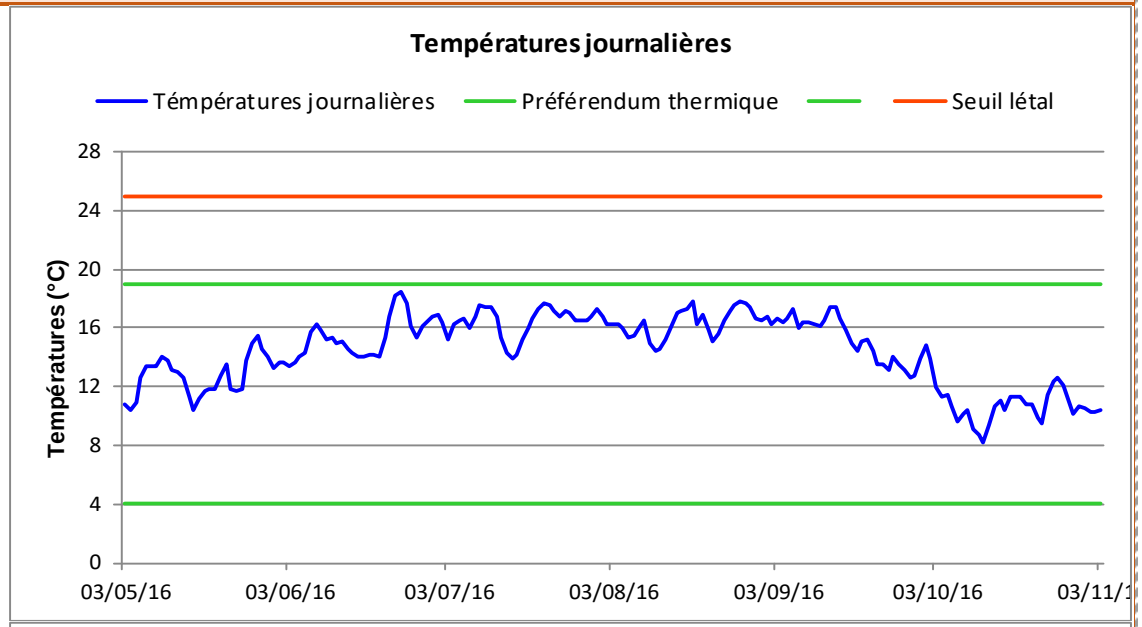
Préférendum thermique TRF	
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	
%j Tmj 4-19	
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	
Dd Tmj <4	
Df Tmj <4	
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	
Nb Ti >19	
Nb sq Ti >19	
Nbmax Ti csf >19	
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	
Nb sq Ti ≥25	
Nbmax Ti csf ≥25	

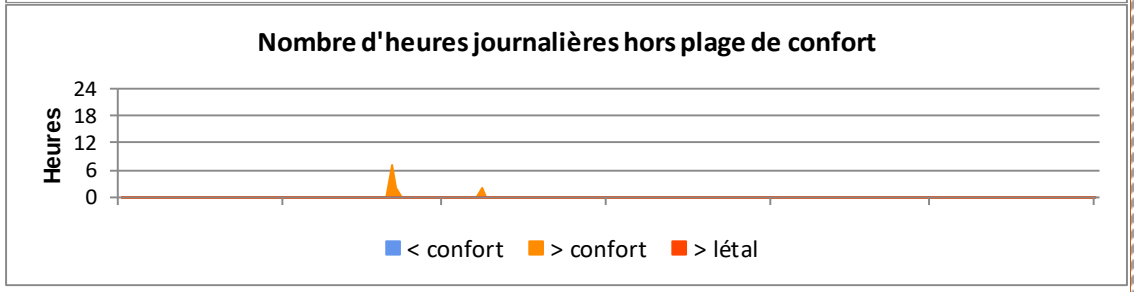
Suite à un dysfonctionnement de la sonde, aucune donnée n'est disponible pour la saison 2016.

St 28 - GADUET



Période analysée : du 03/05/2016
au 03/11/2016



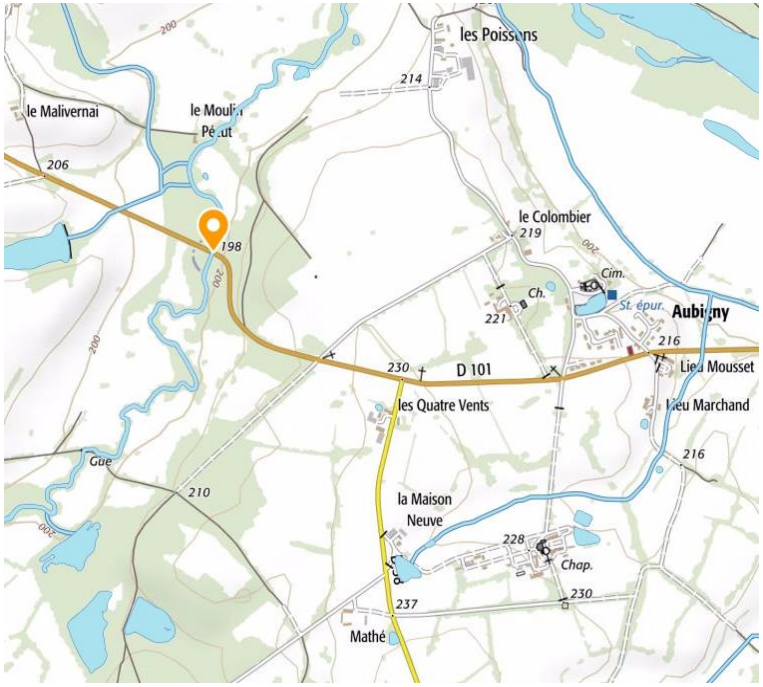


Variables thermiques générales		
T°C instantanées		
	Ti min	7,079
	Ti max	19,567
	AT i	12,488
	Ajmax Ti	4,788
	D Ajmax Ti	05/05/2016
T°C moy. journalières		
	Tmj min	8,2
	Tmj max	18,41
	AT mj	10,21
	D Tmj max	24/06/2016
T°C sur la période		
	Tmp	14,43
	Tm30j max	16,72
	Dd Tm30j max	16/08/2016
	Df Tm30j max	14/09/2016

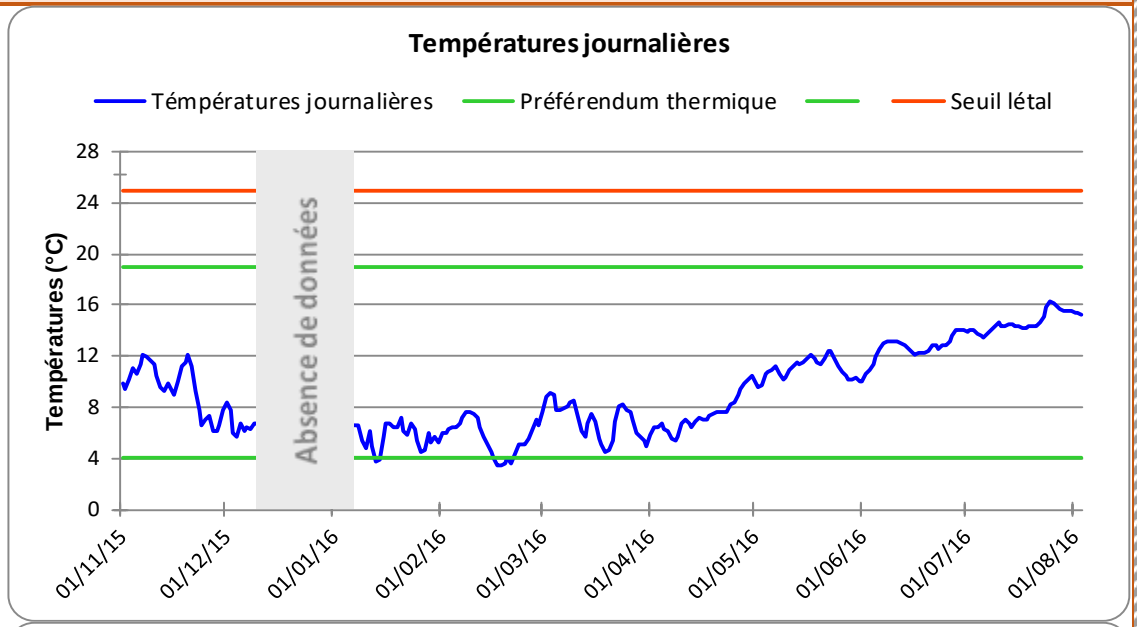
Préférendum thermique TRF		
Plage de confort		
	Nbj Tmj 4-19	185
	%j Tmj 4-19	100
T°C < à la plage de confort		
	%j Tmj <4	0
	Dd Tmj <4	
	Df Tmj <4	
T°C > à la plage de confort		
	%j Tmj >19	0
	Nb Ti >19	11
	Nb sq Ti >19	4
	Nbmax Ti csf >19	7
Seuil létal		
	Nb Ti ≥25	0
	Nb sq Ti ≥25	0
	Nbmax Ti csf ≥25	0

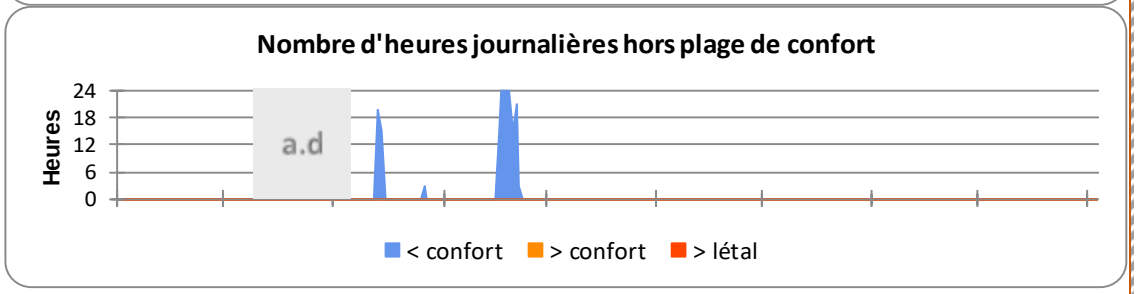
La sonde a été mise en place au printemps 2016, seules les données estivales sont donc disponibles. Sur la période, la totalité des températures moyennes journalières sont comprises dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). Des températures instantanées supérieures à 19°C peuvent être notées de manière anecdotique en juin et juillet. Cependant, elles n'excèdent pas les 11h de durée cumulée (4 séquences d'une durée maximale de 7h consécutives). Avec une température instantanée maximale de 19,6°C, la température moyenne des 30 jours les plus chauds (mi-août à mi-septembre) n'excède pas les 16,7°C. **Ainsi, le régime thermique estival du Gaduet apparait favorable à la présence de truites et ne représente pas un facteur limitant le maintien d'une population. Ce constat peut donc expliquer la présence d'une population fonctionnelle de truites sur ce cours d'eau de 2ème catégorie piscicole.**

St 13 - BURGE



Période analysée : du 01/11/2015
au 03/08/2016





Variables thermiques générales

T°C instantanées	
Ti min	3,049
Ti max	16,237
AT i	13,188
Ajmax Ti	2,144
D Ajmax Ti	21/11/2015
T°C moy. journalières	
Tmj min	3,46
Tmj max	16,22
AT mj	12,76
D Tmj max	25/07/2016
T°C sur la période	
Tmp	9,29
Tm30j max	14,8
Dd Tm30j max	05/07/2016
Df Tm30j max	03/08/2016

Préférendum thermique TRF

Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	241
%j Tmj 4-19	97,18
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	2,82
Dd Tmj <4	13/01/2016
Df Tmj <4	21/02/2016
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 létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

Les données ne sont disponibles que jusqu'en août. En effet, lors du passage à l'automne 2016, les données n'ont pas pu être récupérées (boîtier ouvert, et absence de la sonde). Toutefois, les résultats restent exploitables pour la période hivernale et le début de la période estivale. Pour la période hivernale, on note seulement deux pics de froid, entre mi-janvier et fin février, où les températures ont été inférieures à 4°C. En ce qui concerne la période estivale, les 30 jours consécutifs les plus chauds (5 juillet au 3 août) ont une température moyenne de 14,8°C avec une température instanée maximale de 16,2°C. Ces valeurs étonnament basses posent la question de la validité des données, d'autant plus que la courbe de température est toujours ascendante à la fin de la période analysée. Il est alors probable que les séquences les plus chaudes n'aient pas été relevées. En effet, cette année, la période la plus chaude et où l'étiage a été le plus marqué sur la pluspart des cours d'eau est assez tardive (mi août à mi septembre). De plus, le régime thermique de 2015 était considéré comme un facteur limitant à la présence de truites (Tm30j max = 19,98°C avec 868h > 19°C). Il semble donc prudent d'écarter ces données pour la caractérisation du régime thermique estival de la Burge.

3.3 Bassin versant du Cher

De l'amont vers l'aval :

St 18 : Tartasse à Marcillat en Combraille

St 12 : Cher à Lavault-Ste-Anne

St 20 : Magieure à Vaux

St 22 : Arnon à Viplaix

St 15 : Œil à Malicorne

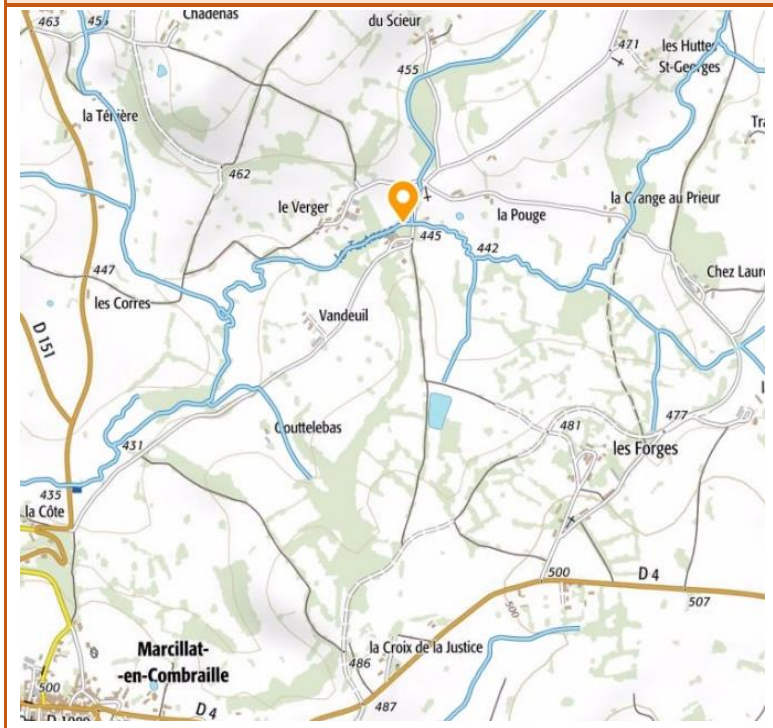
St 16 : Bandais à Vieure

St 17 : Aumance à Meaulne

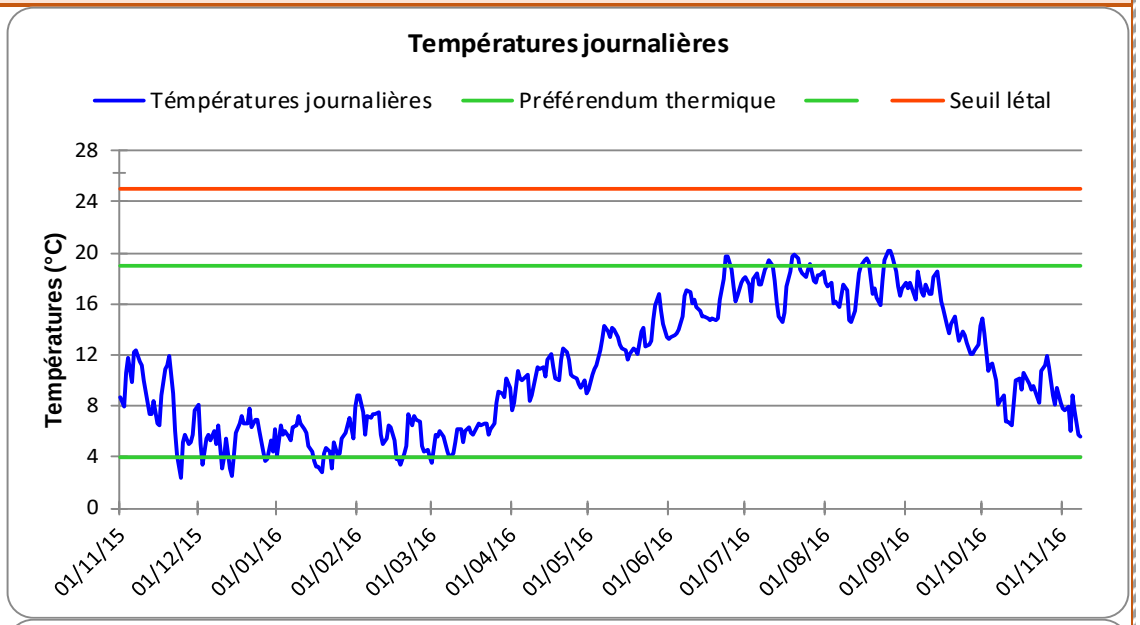
St 33 : Cher à Meaulne

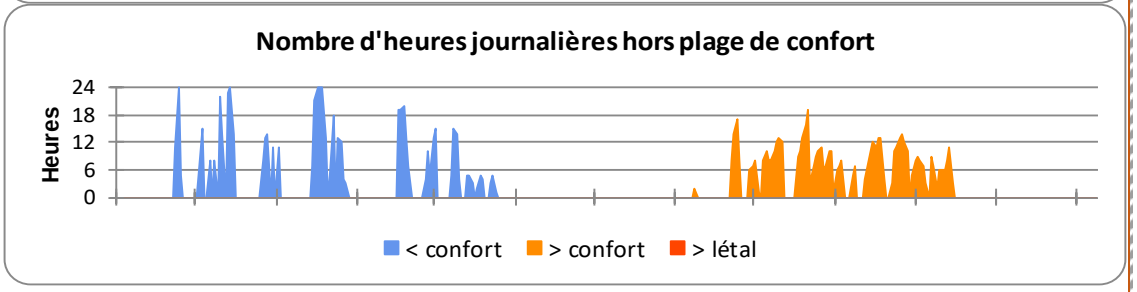
Figure 5 : La Tartasse à Marcillat en Combraille

St 18 - TARTASSE



Période analysée : du 01/11/2015
au 08/11/2016





Variables thermiques générales

T°C instantanées	
Ti min	0,893
Ti max	24,448
AT i	23,555
Ajmax Ti	8,227
D Ajmax Ti	05/05/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	2,35
Tmj max	20,14
AT mj	17,79
D Tmj max	26/08/2016
T°C sur la période	
Tmp	10,87
Tm30j max	18,01
Dd Tm30j max	04/07/2016
Df Tm30j max	02/08/2016

Préférendum thermique TRF

Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	341
%j Tmj 4-19	91,18
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	4,55
Dd Tmj <4	24/11/2015
Df Tmj <4	01/03/2016
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	4,01
Nb Ti >19	572
Nb sq Ti >19	63
Nbmax Ti csf >19	20
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

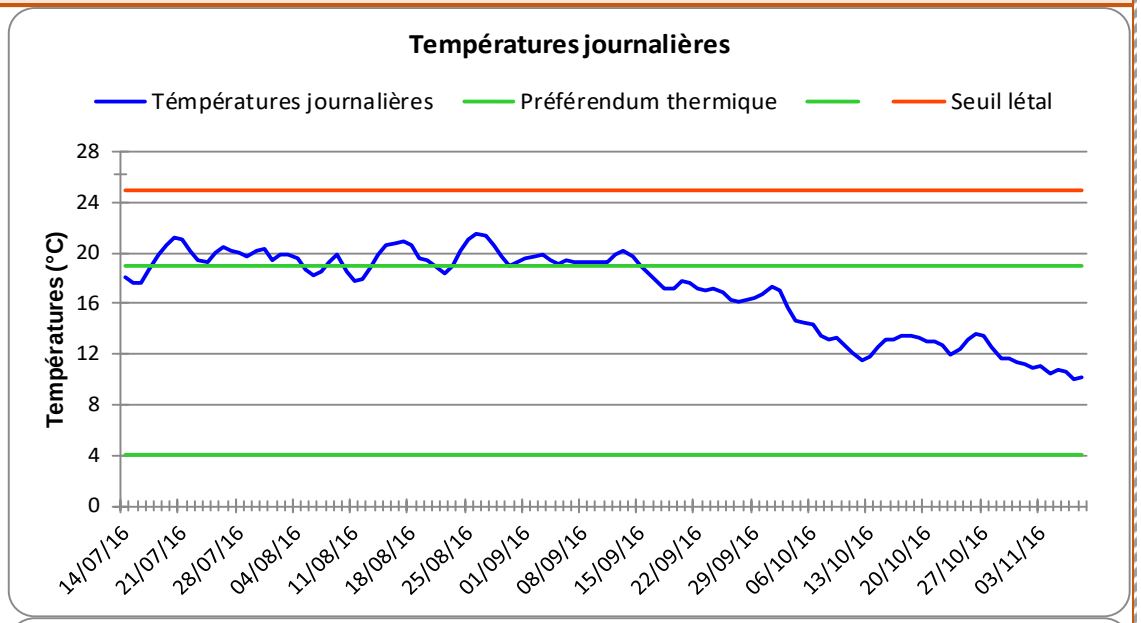
Avec des températures instantanées variant de 0,9 à 24,4°C, 91,2% des températures journalières restent comprises dans la plage de confort de la truite (4-19°C). Plusieurs pics de froid peuvent être notés jusqu'à fin mars, mais seulement 4,5% des températures moyennes journalières passent en dessous des 4°C. En période estivale, les températures instantanées passent fréquemment au dessus de la imite des 19°C (572 h au total, soit 63 séquences de 20h consécutives au maximum), mais le seuil létal de 25°C n'est pas atteint. Ainsi, la température moyenne des 30 jours les plus chauds, avec une valeur de 18°C en juillet, reste comprise dans le préférendum thermique de la truite. **Le régime thermique de la Tartasse n'est donc pas incompatible avec la présence de truites, mais peut représenter un facteur limitant pour la survie des juvéniles en période estivale, nottament via des paramètres annexes comme la diminution de l'oxygène disponible.**

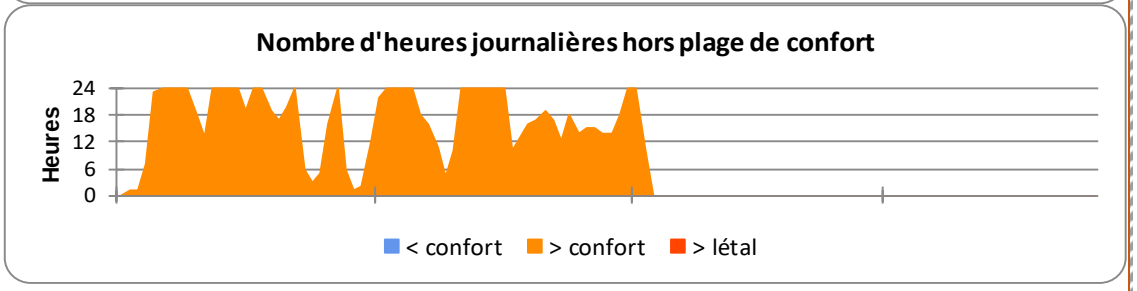
St 12 - CHER amont

Période analysée : du 14/07/2016
au 08/11/2016

Variables thermiques générales	
T°C instantanées	
Ti min	9,472
Ti max	22,717
AT i	13,245
Ajmax Ti	2,855
D Ajmax Ti	23/08/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	9,97
Tmj max	21,47
AT mj	11,5
D Tmj max	26/08/2016
T°C sur la période	
Tmp	17,01
Tm30j max	19,82
Dd Tm30j max	15/08/2016
Df Tm30j max	13/09/2016

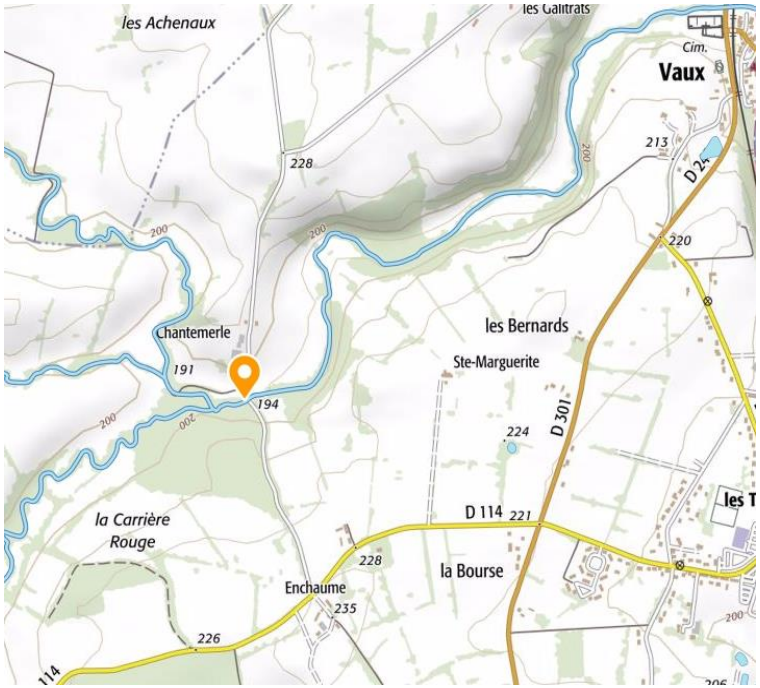
Préférendum thermique TRF	
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	70
%j Tmj 4-19	59,32
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	0
Dd Tmj <4	
Df Tmj <4	
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	40,68
Nb Ti >19	1068
Nb sq Ti >19	39
Nbmax Ti csf >19	154
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0





Suite à un dysfonctionnement de la sonde, les données ne sont disponibles que sur la période estivale. Comprises seulement à 59,3% dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C), les températures moyennes journalières apparaissent élevées. Ainsi, lors des 30 jours consécutifs les plus chauds (mi-août à mi-septembre), la température moyenne est de 19,8°C, donc en limite supérieure de la plage de confort. Le seuil létal des 25°C n'est pas atteint, cependant, plus de 40% des températures de la période sont supérieures à 19°C. Ainsi, plus de 1000h, réparties en 39 séquences d'une durée maximale de 6,4 jours, ont une température non favorable à la présence de truites fario. Le Cher à Lavault Ste Anne apparait donc sujet à un réchauffement estival conséquent (sur la durée principalement). **Son régime thermique est donc difficilement compatible avec le maintien d'une population de truites fario.**

St 20 - MAGIEURE



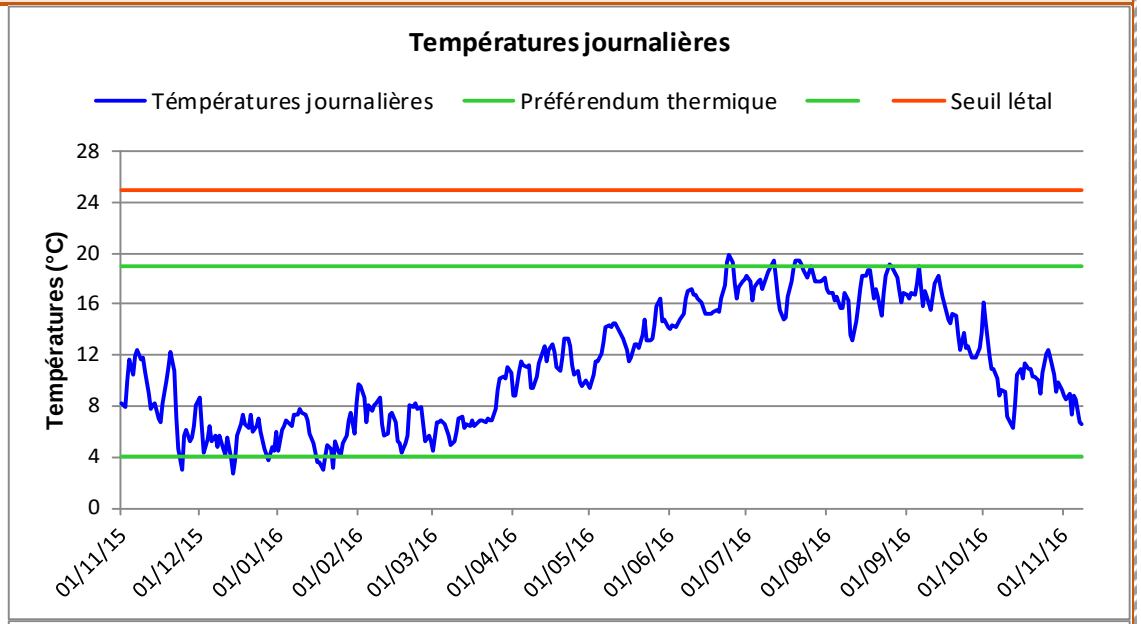
Période analysée : du 01/11/2015
au 08/11/2016

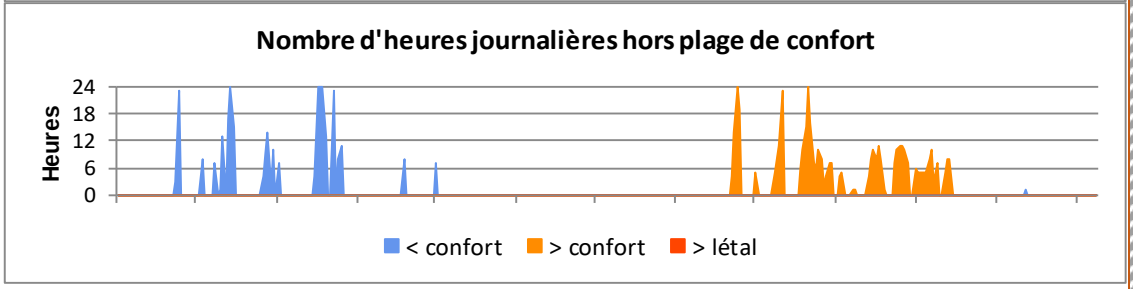
Variables thermiques générales

T°C instantanées	
Ti min	1,764
Ti max	22,621
AT i	20,857
Ajmax Ti	7,463
D Ajmax Ti	07/09/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	2,71
Tmj max	19,92
AT mj	17,21
D Tmj max	24/06/2016
T°C sur la période	
Tmp	11,18
Tm30j max	17,81
Dd Tm30j max	23/06/2016
Df Tm30j max	22/07/2016

Préférendum thermique TRF

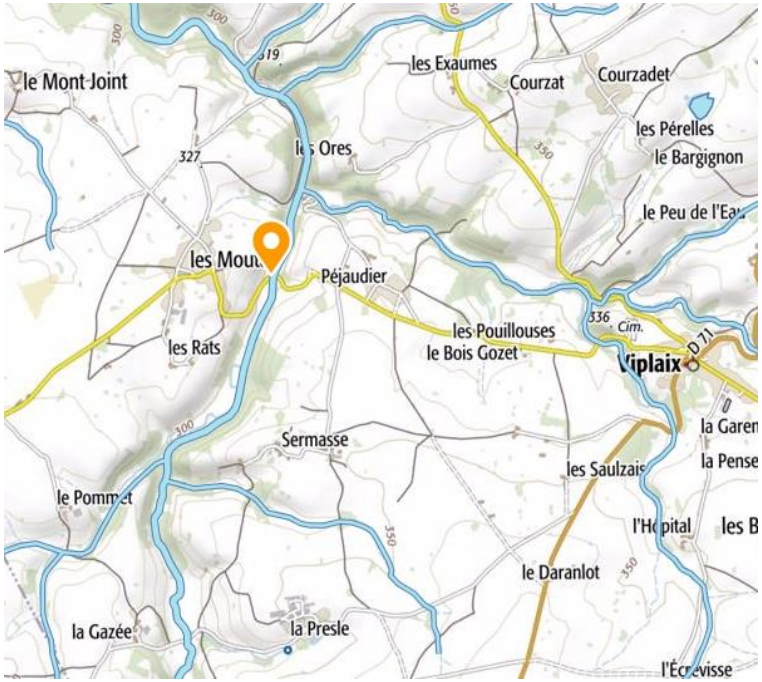
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	355
%j Tmj 4-19	94,92
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	2,41
Dd Tmj <4	24/11/2015
Df Tmj <4	22/01/2016
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	2,67
Nb Ti >19	427
Nb sq Ti >19	49
Nbmax Ti csf >19	45
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

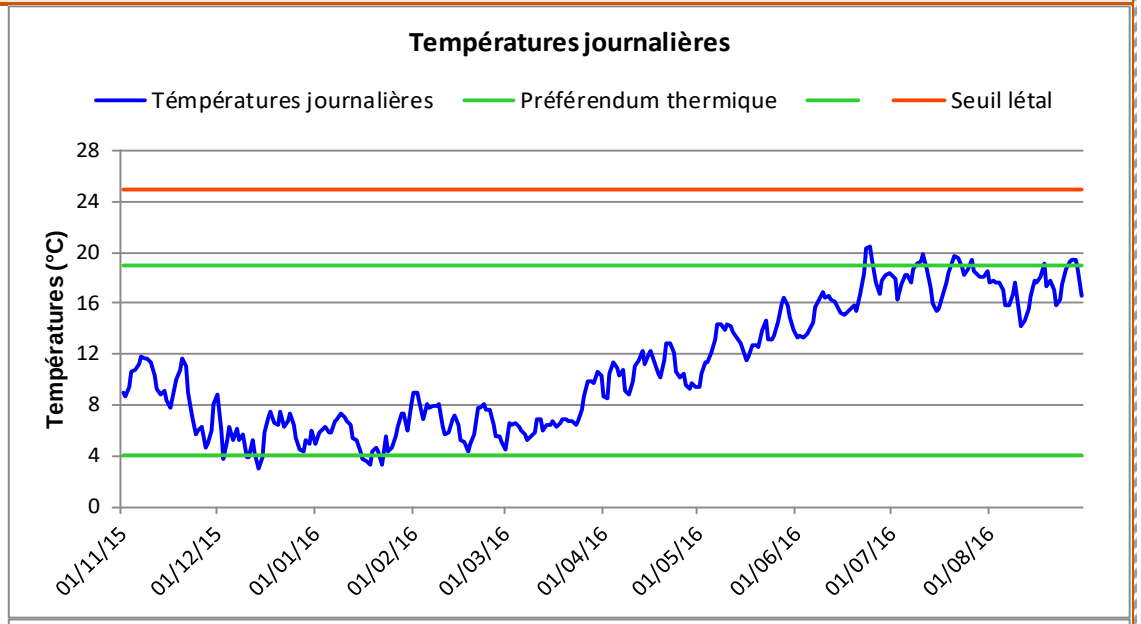


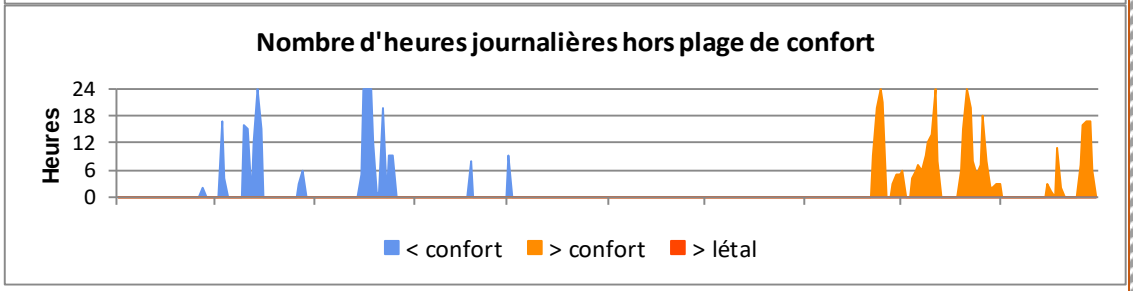


Avec 4 pics de froid entre fin novembre et fin janvier, l'hiver apparaît relativement froid (2,4% des températures moyennes inférieures à 4°C). La saison estivale présente également des températures hors du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). Ainsi, 2,6% des températures moyennes journalières sont supérieures à 19°C. Les 30 jours les plus chauds, en juillet, présentent une température moyenne de 17,8°C, ce qui reste compris dans la plage de confort de la truite. Cependant, 427h ont été relevées avec une température supérieure à 19°C. Entre fin juin et fin septembre, ce sont donc 49 séquences d'une durée maximale de 45h consécutives qui ont été relevées. Le seuil létal des 25°C n'est cependant pas atteint (température instantanée maximale de 22,6°C). **Le régime thermique de la Magieure ne semble pas incompatible avec la présence de truites, cependant, sa tendance au réchauffement peut être un facteur limitant à la survie des juvéniles en période estivale.**

St 22 - ARNON







Période analysée : du 01/11/2015
au 30/08/2016

Variabes thermiques générales

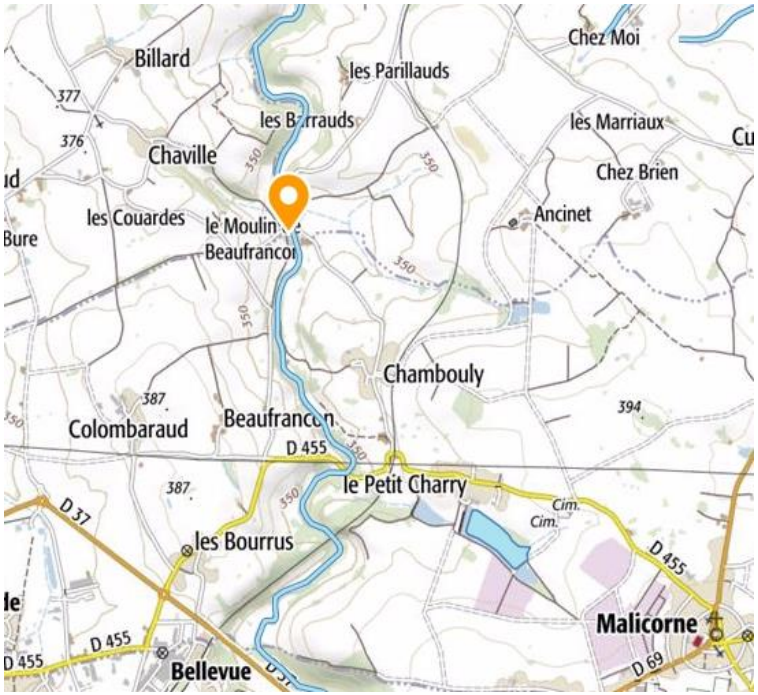
T°C instantanées	
Ti min	2,41
Ti max	22,333
AT i	19,923
Ajmax Ti	5,52
D Ajmax Ti	05/05/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	3,05
Tmj max	20,46
AT mj	17,41
D Tmj max	24/06/2016
T°C sur la période	
Tmp	10,96
Tm30j max	18,15
Dd Tm30j max	05/07/2016
Df Tm30j max	03/08/2016

Préférendum thermique TRF

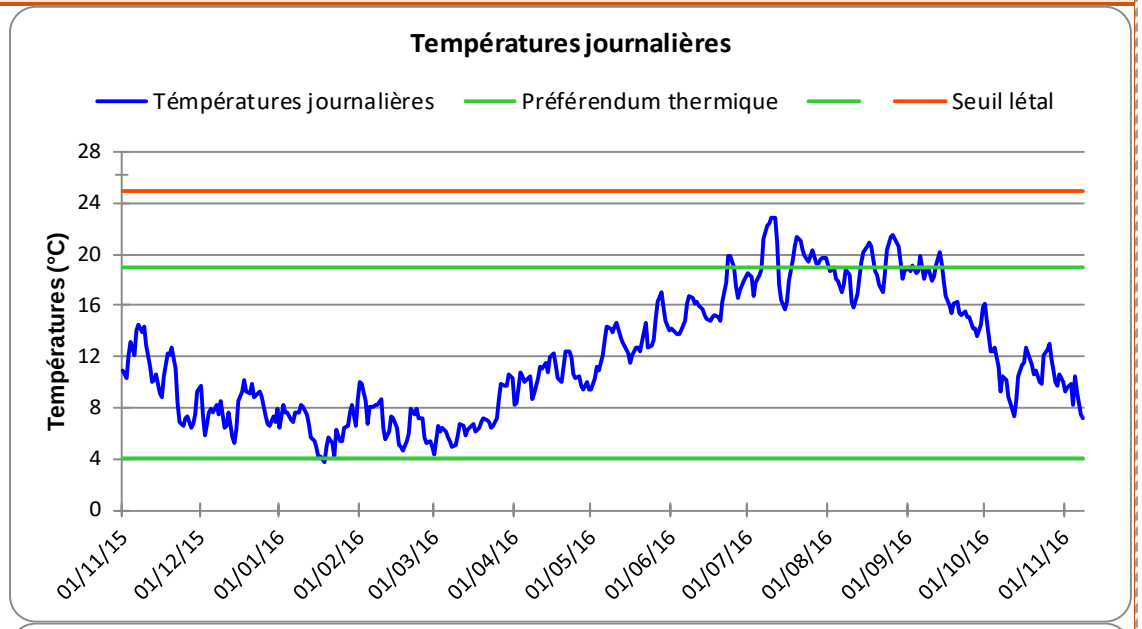
Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	281
%j Tmj 4-19	92,43
T°C < à la plage de confort	
%j Tmj <4	2,96
Dd Tmj <4	03/12/2015
Df Tmj <4	22/01/2016
T°C > à la plage de confort	
%j Tmj >19	4,61
Nb Ti >19	384
Nb sq Ti >19	34
Nbmax Ti csf >19	48
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	0
Nb sq Ti ≥25	0
Nbmax Ti csf ≥25	0

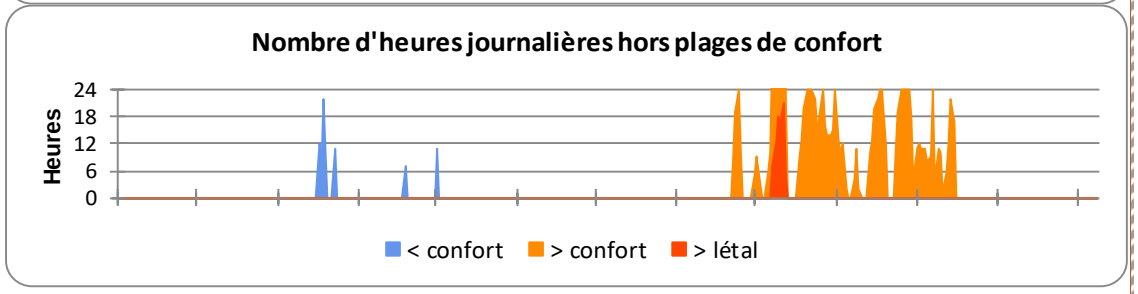
Avec une température instantanée minimale de 2,4°C et 2,96% de températures moyennes inférieures à 4°C, la période hivernale apparaît assez froide. 2 principaux pics de froid sont ainsi visibles en décembre et janvier. La période estivale montre une tendance au réchaufement de l'eau avec 4,6% des températures moyennes journalières supérieures au préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). Ainsi, 384 h ont été relevées avec une température supérieure à 19°C, sans toutefois atteindre le seuil létal des 25°C. Elles se répartissent en 34 séquences d'un durée maximale de 2 jours consécutifs. La température moyenne des 30 jours les plus chauds n'excède cependant pas les 18,2°C (juillet) et reste donc comprise dans la plage de confort de la truite. **Le régime thermique de l'Arnon n'est donc pas incompatible avec la présence de truites, mais il peut représenter un facteur limitant important, notamment pour la survie des juvéniles en période estivale.**

St 15 - OEIL



Période analysée : du 01/11/2015
au 08/11/2016



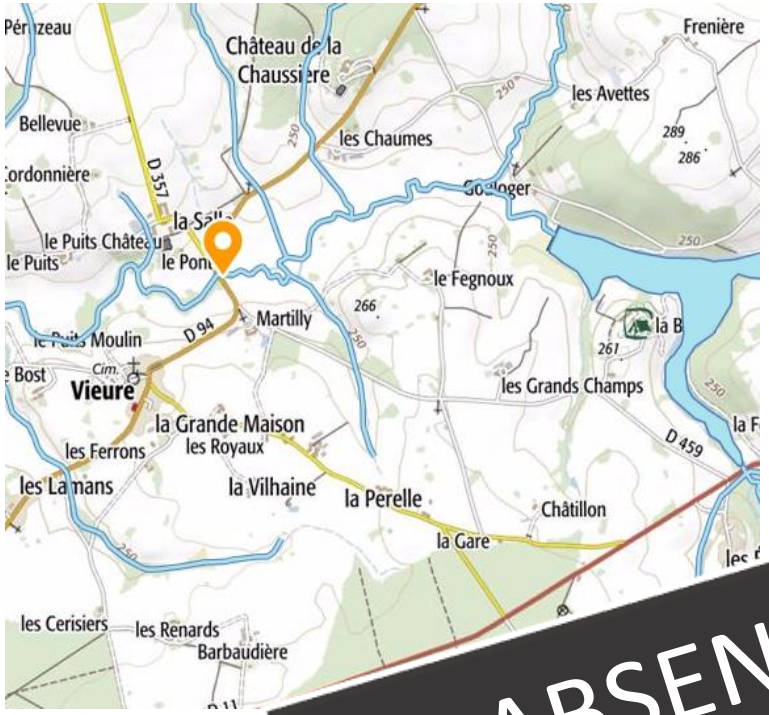


Variables thermiques générales		
T°C instantanées		
	Ti min	3,155
	Ti max	26,781
	AT i	23,626
	Ajmax Ti	9,116
	D Ajmax Ti	08/07/2016
T°C moy. journalières		
	Tmj min	3,79
	Tmj max	22,88
	AT mj	19,09
	D Tmj max	11/07/2016
T°C sur la période		
	Tmp	12,03
	Tm30j max	19,68
	Dd Tm30j max	05/07/2016
	Df Tm30j max	03/08/2016

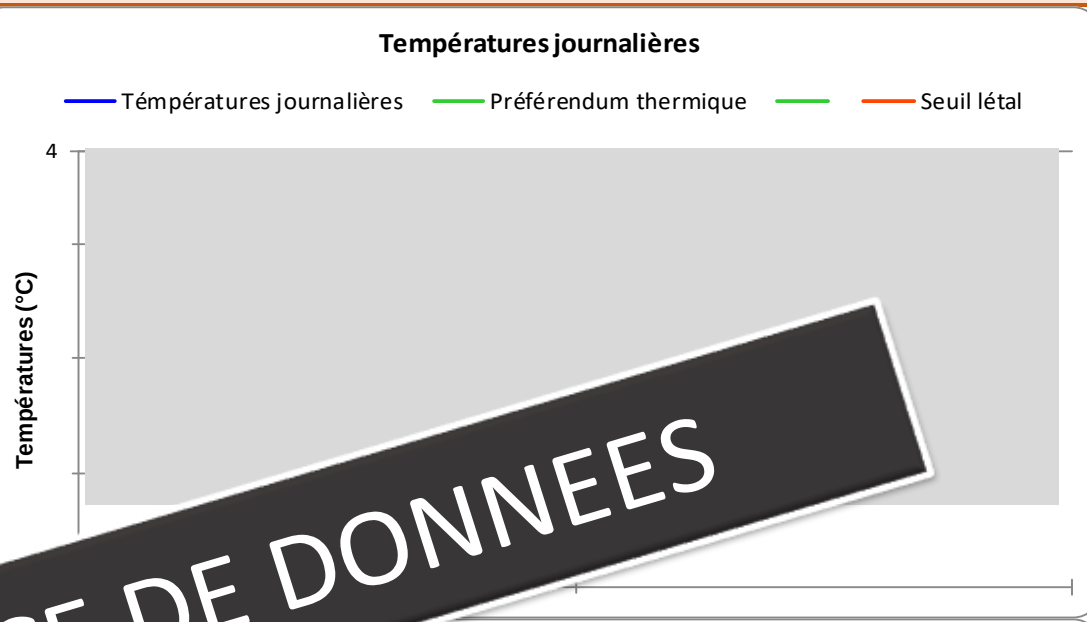
Préférendum thermique TRF		
Plage de confort		
	Nbj Tmj 4-19	331
	%j Tmj 4-19	88,5
T°C < à la plage de confort		
	%j Tmj <4	0,27
	Dd Tmj <4	18/01/2016
	Df Tmj <4	18/01/2016
T°C > à la plage de confort		
	%j Tmj >19	10,96
	Nb Ti >19	1083
	Nb sq Ti >19	98
	Nbmax Ti csf >19	117
Seuil létal		
	Nb Ti ≥25	80
	Nb sq Ti ≥25	80
	Nbmax Ti csf ≥25	1

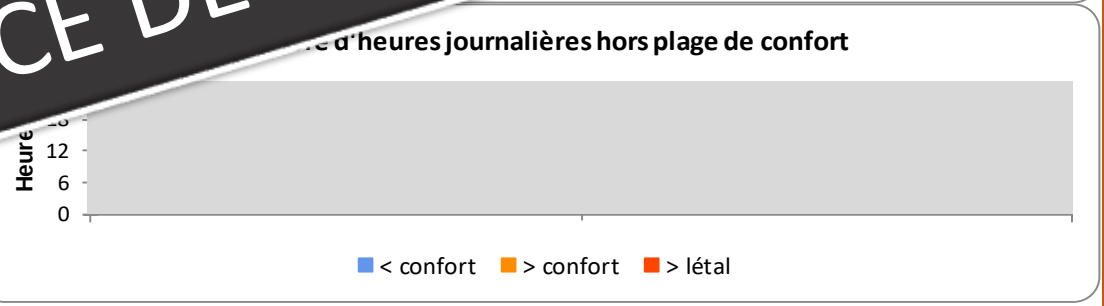
Avec seulement une journée de température moyenne inférieure à 4°C, la période hivernale apparait plutôt douce. En revanche, près de 11% des températures estivales sont supérieures au préférendum thermique de la truite (4-19°C). Ainsi, la température moyenne des 30 jours les plus chauds est de 19,68°C (début juillet à début août), avec une température instantanée maximale s'élevant à 26,8°C. Le seuil létal des 25°C est donc atteint (sur 80h non consécutives). Les températures supérieures à 19°C concernent 1083 h réparties en 98 séquences pouvant durer jusqu'à quasiment 5 jours consécutifs. **Ces résultats, similaires à ceux de 2015, confirment que le régime thermique de l'Oeil est défavorable au maintien et développement des truites fario, notammant vis-à-vis de la survie des juvéniles en période estivale.**

St 16 - BANDAIS



Période analysé



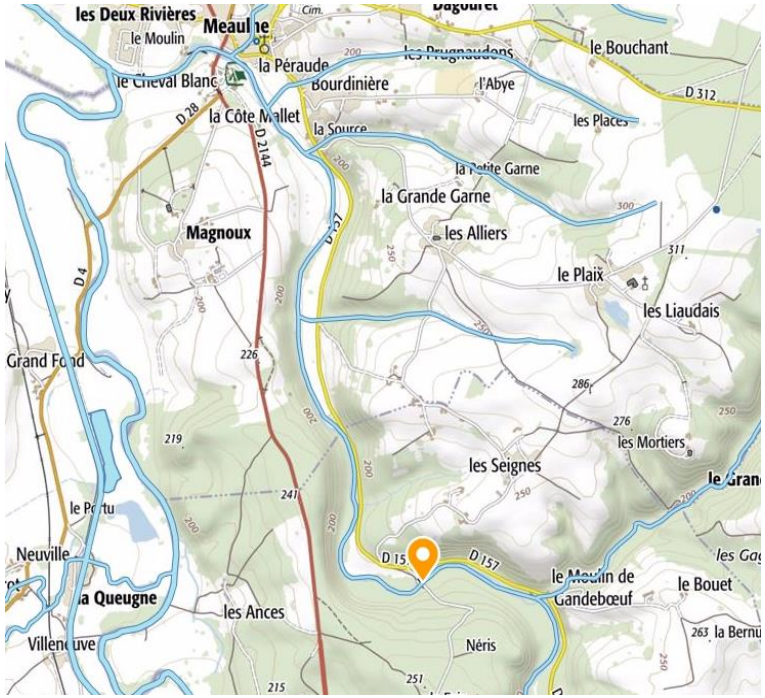


ABSENCE DE DONNEES

Variables thermiques générales			Préférendum thermique TRF		
T°C instantanées			**Plage de confort**		
Ti min			Nbj Tmj 4-19		
Ti max			%j Tmj 4-19		
AT i			**T°C < à la plage de confort**		
Ajmax Ti			%j Tmj <4		
D Ajmax Ti			Dd Tmj <4		
T°C moy. journalières			Df Tmj <4		
Tmj min			**T°C > à la plage de confort**		
Tmj max			%j Tmj >19		
AT mj			Nb Ti >19		
D Tmj max			Nb sq Ti >19		
T°C sur la période			Nbmax Ti csf >19		
Tmp			**Seuil létal**		
Tm30j max			Nb Ti ≥25		
Dd Tm30j max			Nb sq Ti ≥25		
Df Tm30j max			Nbmax Ti csf ≥25		

La sonde a été mise en place au printemps 2016. Cependant, lors du passage automnal pour le relevé des données, le niveau d'eau était trop important pour pouvoir accéder à la sonde. Aucune donnée n'est donc disponible pour cette saison.

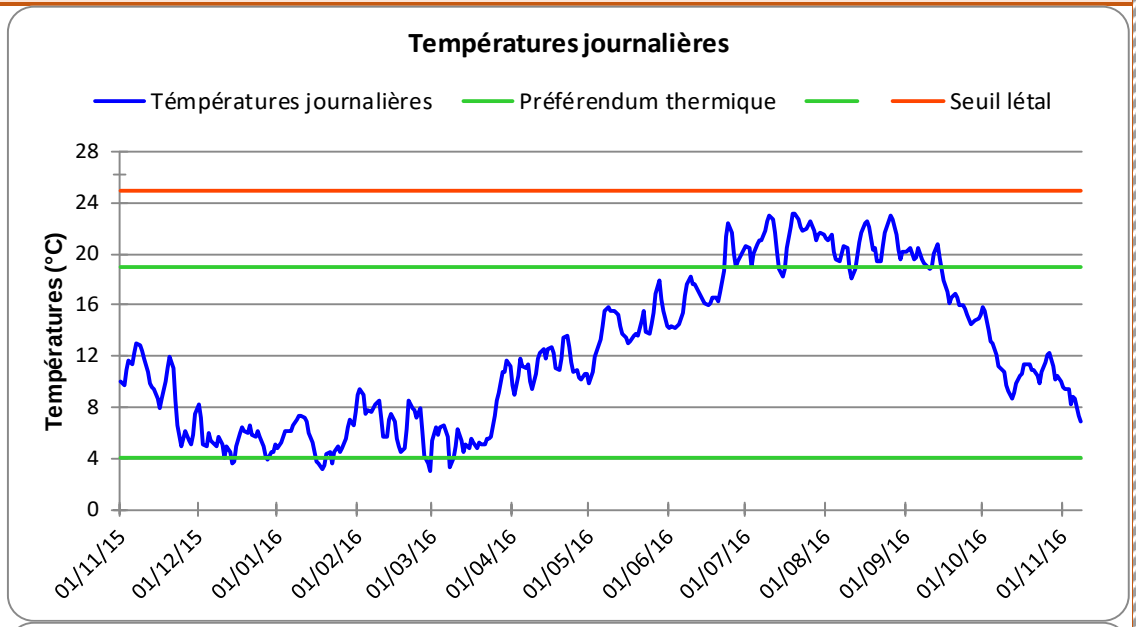
St 17 - AUMANCE aval

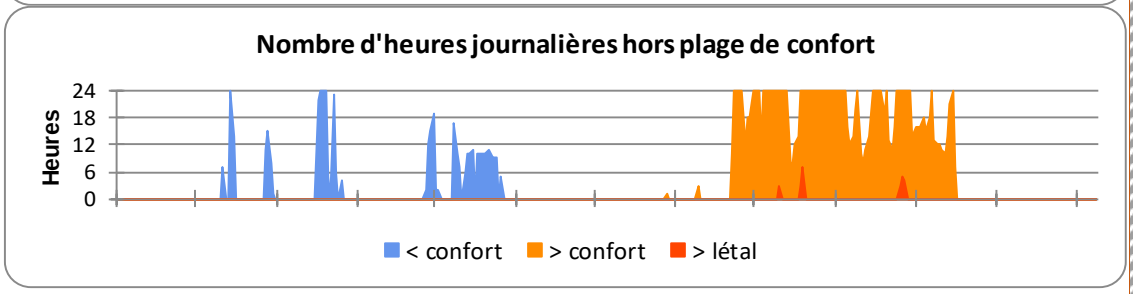


Période analysée : du 01/11/2015
au 08/11/2016

Variables thermiques générales		
T°C instantanées		
	Ti min	0,121
	Ti max	26,292
	AT i	26,171
	Ajmax Ti	12,648
	D Ajmax Ti	26/03/2016
T°C moy. journalières		
	Tmj min	3,01
	Tmj max	23,23
	AT mj	20,22
	D Tmj max	20/07/2016
T°C sur la période		
	Tmp	12,22
	Tm30j max	21,5
	Dd Tm30j max	05/07/2016
	Df Tm30j max	03/08/2016

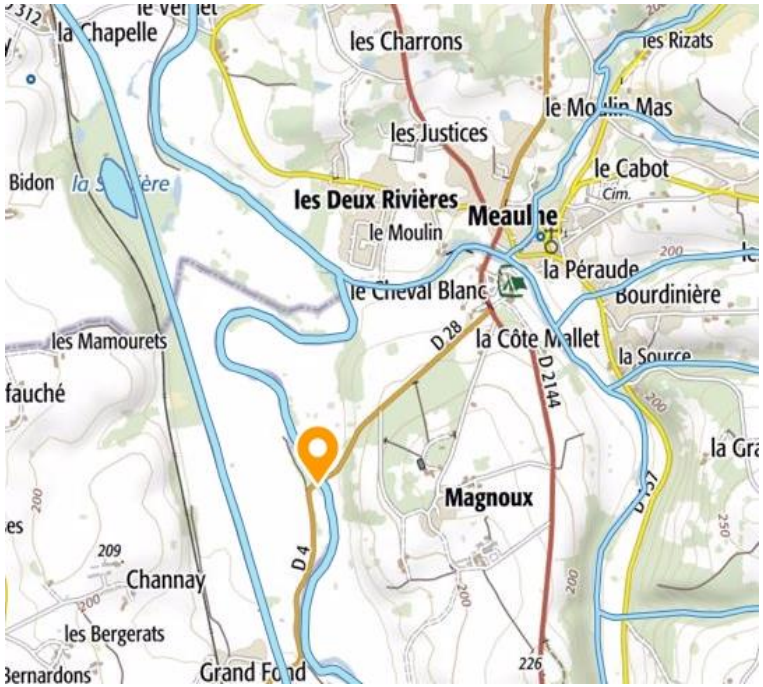
Préférendum thermique TRF		
Plage de confort		
	Nbj Tmj 4-19	287
	%j Tmj 4-19	76,74
T°C < à la plage de confort		
	%j Tmj <4	2,94
	Dd Tmj <4	14/12/2015
	Df Tmj <4	08/03/2016
T°C > à la plage de confort		
	%j Tmj >19	20,05
	Nb Ti >19	1689
	Nb sq Ti >19	39
	Nbmax Ti csf >19	450
Seuil létal		
	Nb Ti ≥25	25
	Nb sq Ti ≥25	6
	Nbmax Ti csf ≥25	7

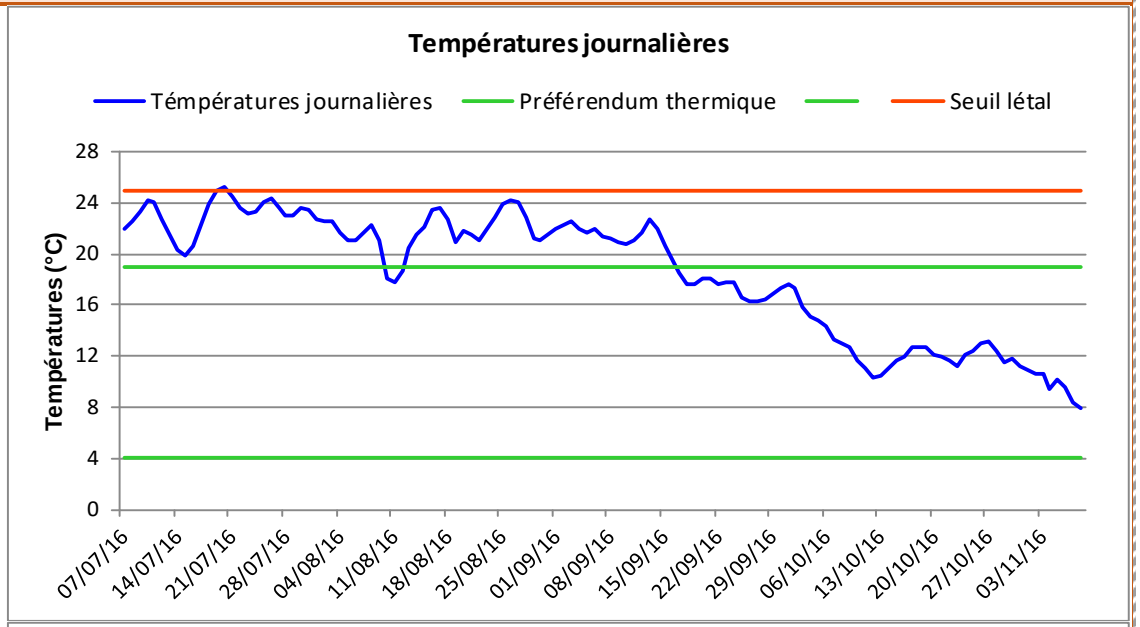


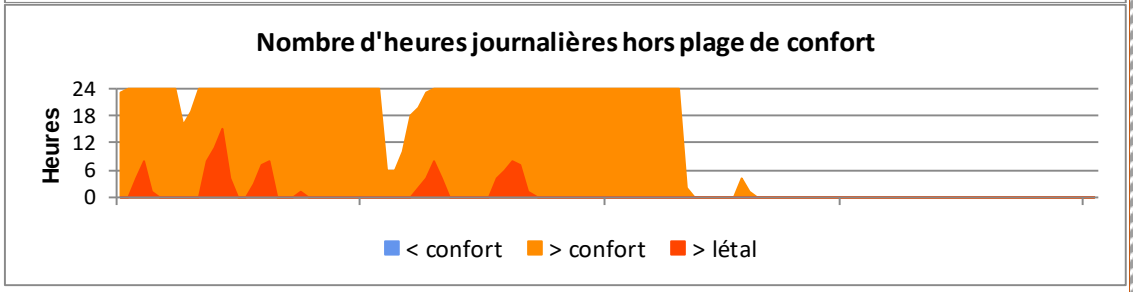


Avec des températures instantanées variant entre 0,1 et 26,3°C, seulement 76,7% des températures moyennes journalières sont comprises dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). En période hivernale, 2,9% des températures moyennes sont inférieures à 4°C. 5 pics de froid sont ainsi visibles entre décembre et mars, dont certains sur plusieurs jours. En période estivale, la température passe fréquemment la barre des 19°C (20% des températures moyennes journalières), à raison de 39 séquences jusqu'à 18 jours consécutifs (1689 h au total). Ainsi, la température moyenne des 30 jours les plus chauds atteint les 21,5°C (juillet), soit 2,5°C au dessus de la plage de confort de la truite. Le seuil létal des 25°C est également atteint à 6 reprises pour une durée totale de 25h (7h consécutives au maximum). **Conformément à l'analyse de 2015, le régime thermique de l'Aumance apparaît donc incompatible avec la présence de truites fario à ce niveau de l'axe.**

St 33 - CHER aval







Période analysée : du 07/07/2016
au 08/11/2016

Variables thermiques générales

T°C instantanées	
Ti min	7,782
Ti max	28,159
AT i	20,377
Ajmax Ti	6,99
D Ajmax Ti	14/08/2016
T°C moy. journalières	
Tmj min	7,86
Tmj max	25,33
AT mj	17,47
D Tmj max	20/07/2016
T°C sur la période	
Tmp	18,49
Tm30j max	22,93
Dd Tm30j max	07/07/2016
Df Tm30j max	05/08/2016

Préférendum thermique TRF

Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	56
%j Tmj 4-19	44,8
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	55,2
Nb Ti >19	1660
Nb sq Ti >19	11
Nbmax Ti csf >19	786
Seuil létal	
Nb Ti ≥25	114
Nb sq Ti ≥25	18
Nbmax Ti csf ≥25	14

La sonde a été mise en place au printemps 2016. Seules les données estivales sont donc disponibles. Ainsi, seulement 44,8% des températures moyennes journalières sont comprises dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). La moyenne des 30 jours les plus chauds est également supérieure à cette plage de confort de près de +4°C (22,9°C en juillet). D'autre part, 114h ont une température supérieure au seuil létal des 25°C (18 séquences d'une durée maximale de 14h consécutives). **Le régime thermique estival du Cher aval est donc incompatible avec la présence de truites fario.**

4 Synthèse

4.1 Thermie générale

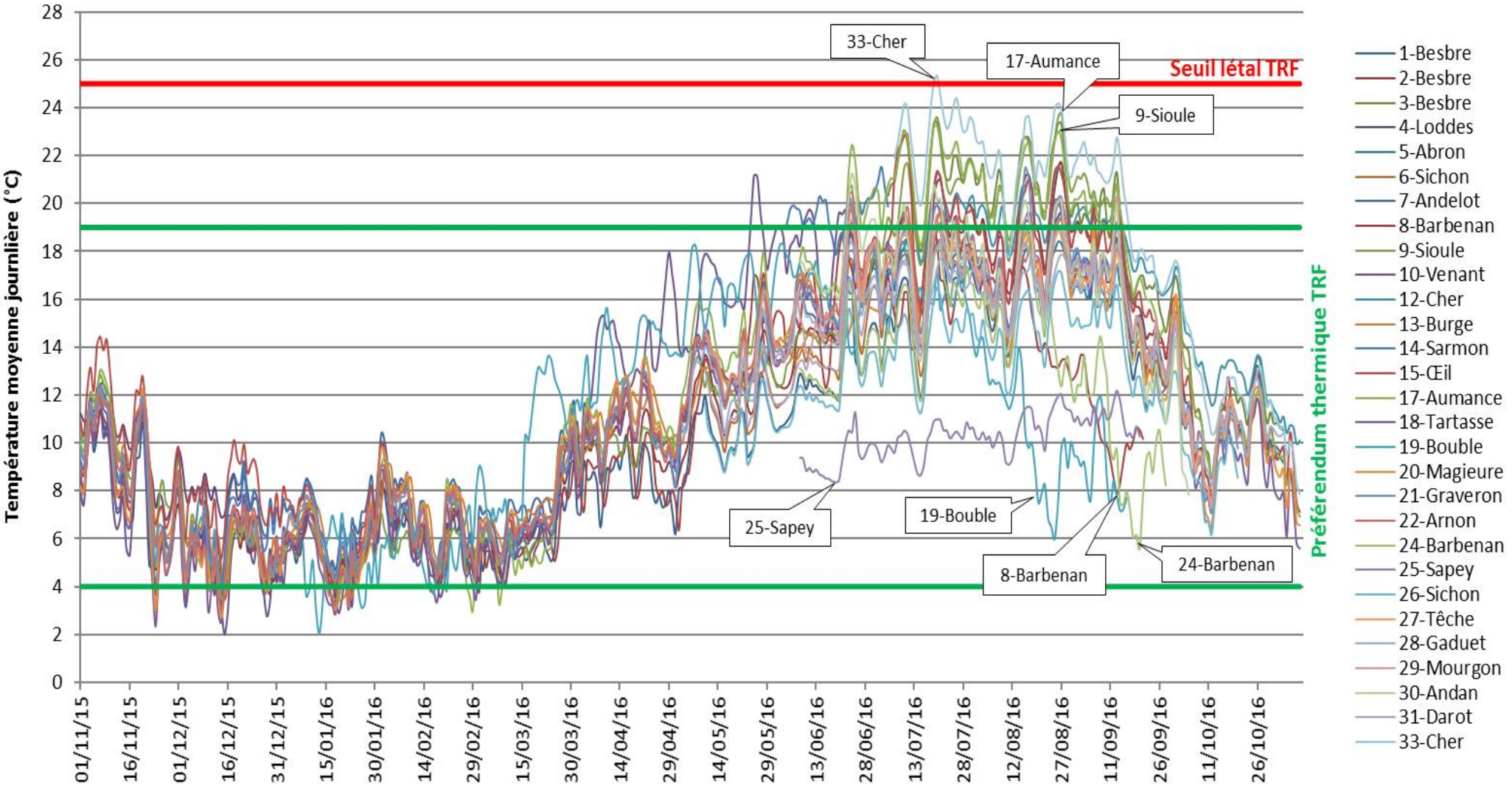


Figure 6 : Comparaison des températures moyennes journalières des différentes stations suivies sur la saison 2016

La comparaison des courbes de température sur l'ensemble des stations suivies permet de constater que la thermie des cours d'eau suit, globalement, les mêmes tendances sur l'ensemble du département, pour la période hivernale principalement. Ainsi, l'hiver apparaît plutôt doux pour l'ensemble des stations, avec peu de valeurs inférieures à 4°C. En effet, avec des températures supérieures de +2.6°C à la normale, l'hiver 2016 est le plus doux enregistré depuis 1981 (Météo France).

Les températures moyennes des cours d'eau du département se différencient plus clairement pour la période estivale, même si une tendance commune reste suivie. La période la plus chaude apparaît ainsi plutôt vers la fin de la saison estivale. Des rafraichissements ponctuels précédant les vagues de chaleur, relevés par Météo France les 18 juin, 14 juillet et 10 août, sont bien visibles (principalement celui du 14/07). Les pics de chaleur, courts mais prononcés, relevés les 23 juin, 19 juillet, 16 août, et du 23 au 27 août, ont entrainé un déficit pluviométrique de 50% en moyenne sur le pays pour les mois de juillet et août. La pluviométrie de ces deux mois est d'ailleurs la plus faible depuis 1959 (Météo France). Ce phénomène fait ressortir les écarts entre les régimes thermiques des cours d'eau de l'Allier. Trois cours d'eau, le Cher aval, l'Aumance et la Sioule, apparaissent comme particulièrement sujets au réchauffement. Le Cher aval dépasse même le seuil létal de la truite fario à 25°C. A l'opposé, 3 cours d'eau, dont 2 de la Montagne Bourbonnaise, montrent les régimes thermiques les plus frais du département :

- La Bouble amont et le Barbenan (station amont et aval) ont subi le réchauffement mais reviennent à des températures fraiches dès la fin août ;
- Le Sapey, qui fait preuve d'une étonnante stabilité dans son régime thermique, marque nettement les rafraichissements mais ne subit aucun réchauffement à proprement parlé. Ce comportement est lié à son placement en tête de bassin versant, à son altitude élevée (station suivie la plus haute), et à son alimentation régulée pour une grande partie par des zones tourbeuses d'altitude.

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

La température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds est utilisée pour le calcul de variables comme le Niveau Typologique Théorique (NTT). La température du mois le plus chaud de l'année entre donc dans les caractéristiques stationnelles influençant la nature et la diversité des peuplements piscicoles. Ces données permettront donc, entre autres, d'affiner l'interprétation des données du Réseau de Suivi des Peuplements Piscicoles 2016.

Cette année a été marquée par un déficit hydrique important en fin de saison estivale, associé à des épisodes de chaleur importants mais brefs. Les cours d'eau ont ainsi globalement connus des étiages marqués après un printemps particulièrement pluvieux (excédentaire de +25% selon Météo France). Certains cours d'eau, comme le Venant, ont subi un à sec total, et le manque d'eau s'est fait ressentir sur l'ensemble du département. La thermie des cours d'eau n'a cependant pas été trop impactée par cette saison particulière. En effet, la majorité des cours d'eau suivis depuis 2014, montrent une température moyenne des 30 jours les plus chauds inférieure à celles des deux années précédentes. Toutefois, la Besbre à Dompierre-sur-Besbre, la Sioule à St-Germain de Salles, l'Aumance et le Cher à Meaulne, présentent une Tmoy30jmax supérieure de plus de 1°C au préférendum thermique de la truite fario, et sont donc incompatibles avec la présence de l'espèce. Ce constat, déjà effectué en 2015, est problématique, notamment pour la Sioule qui représente des enjeux forts pour la survie du saumon atlantique.

De manière générale, on constate que le bassin versant du Cher est le plus sujet au réchauffement estival (axes Cher, Aumance, Œil). Sur le bassin Sioule et Allier, seule la Tmoy30jmax de la Sioule apparait supérieure du préférendum thermique de la truite. Les autres cours d'eau, pourtant majoritairement de plaine, n'ont pas subi de

réchauffement important malgré des étiages marqués. Enfin, sur le bassin versant de la Besbre et de la Loire, seule la Besbre aval est incompatible avec la présence de truites. L'élévation de sa température se fait remarquer à partir de Saint-Prix, en limite de la Montagne Bourbonnaise (limite 1ère / 2ème catégorie piscicole). Au niveau de St Clément, on peut remarquer que la température de la Besbre a subi une augmentation par rapport aux années précédentes. Elle reste néanmoins comprise dans la page de confort de la truite fario.

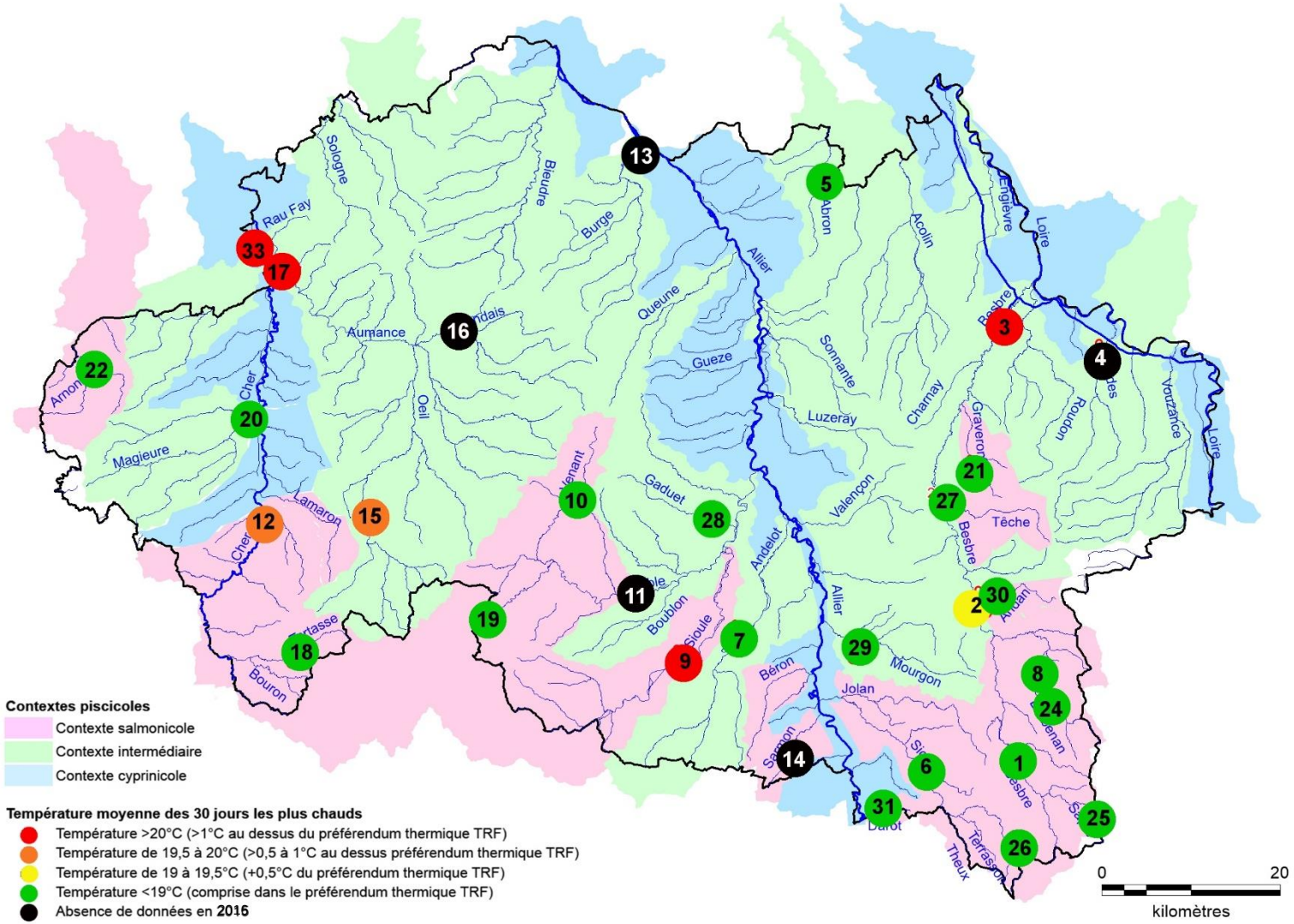
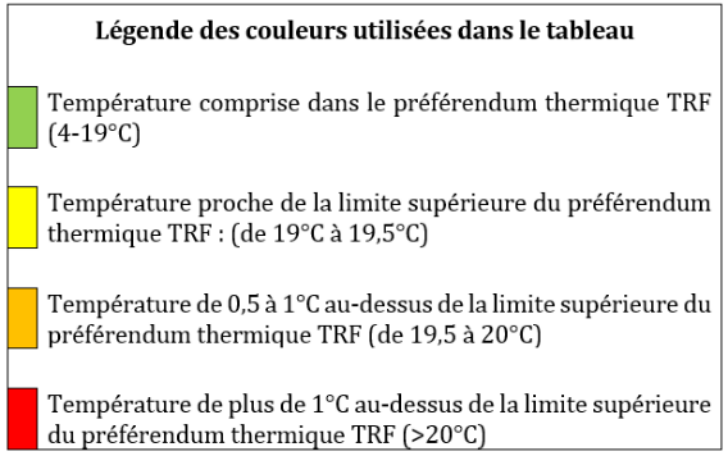


Figure 7 : Températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds en 2016

BV	N° st	Cours d'eau	Commune	Lieu-dit	X L93	Y L93	Temp. Moy. 30 j les plus chauds 2016
BESBRE & LOIRE	25	Sapey	Laprugne	La Grande Ecluse	762673	6546155	11,20
	1	Besbre	St Clément	stade	754230	6552316	17,38
	24	Barbenan	Arfeuilles	Moulin de la Côte	757301	6558595	16,15
	8	Barbenan	Arfeuilles	bourg - terrain de tennis	756220	6562279	17,12
	2	Besbre	Saint Prix	déchetterie	749849	6570338	19,43
	30	Andan	St Prix	carrière	750700	6570321	18,31
	27	Têche	Trézelles	La Grange	746306	6581542	17,48
	21	Graveron	Sorbier	La Crotte	748887	6585038	18,30
	3	Besbre	Dompierre s/ Besbre	Les Persières	752136	6601605	21,26
	4	Loddes	Pierrefitte sur Loire	Pont RD465	763354	6597999	-
	5	Abron	St Ennemond	Les Veillards	732096	6617349	17,14
SIOULE & ALLIER	26	Sichon	Lavoine	Moulin Greffier	753820	6542891	15,47
	6	Sichon	Arronnes	bourg	743794	6551159	17,38
	31	Darot	Mariol	bourg	738755	6546912	17,48
	14	Sarmon	Brugheas	Pont D221	728591	6552846	-
	29	Mourgon	Creuzier le Neuf	Moulin de Celzat	735846	6565094	17,96
	7	Andelot	Brout Vernet	Les Dacs	722536	6566494	18,10
	9	Sioule	St Germain de Salles	La Cure	715999	6563737	21,14
	10	Venant	Voussac		704345	6581860	18,42
	19	Bouble	Echassières	Villonnes	694204	6568367	16,67
	11	Bouble	Chantelle	Moulin Dieu	710747	6571205	-
	28	Gaduet	Bransat	Les Millets	719340	6579800	16,72
	13	Burge	Aubigny	Pont RD101	711295	6620537	-
CHER	18	Tartasse	Marcillat en Combraille	La Pouge	672822	6564623	18,01
	12	Cher	Lavault Ste Anne	Ecole canoe kayak	669023	6578956	19,82
	20	Magieure	Vaux	Chantemerle	667473	6590911	17,81
	22	Arnon	Viplaix	Pont D246	650090	6596292	18,15
	15	Oeil	Malicorne	Moulin de Beaufrancon	681165	6579914	19,68
	16	Bandais	Vieure	Le Pont	690834	6600637	-
	17	Aumance	Meaulne	pont des Seignes	671655	6607668	21,15
	33	Cher	Meaulne	pont D28-D4	669592	6609913	22,93

Tableau 3 : Températures moyennes journalières des 30 jours les plus chauds en 2016



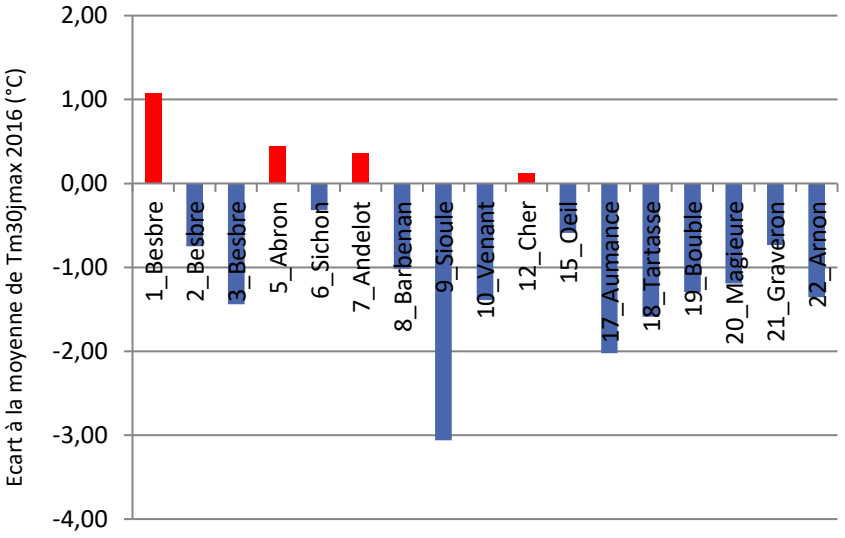


Figure 8 : Ecart entre les températures moyennes des 30 jours les plus chauds de 2016 et la moyenne 2014-2015
(stations où les données sont disponibles)

5 Conclusion

Les données 2016 montrent que la thermie des cours d'eau a globalement assez peu augmenté au cours des épisodes de chaleur de la saison estivale, et ce malgré un déficit hydrique marqué.

Toutefois, la fin de la saison hivernale a connu quelques pics de froid tardifs. Associés aux épisodes de crues printanières et à l'étiage marqué en fin de saison estivale, les conditions ont été peu favorables pour la vie aquatique. Le régime thermique particulier de cette saison 2016 pourra alors expliquer en partie le faible recrutement en juvéniles de truites constaté lors des pêches électriques automnales.

Ces résultats confirment donc l'importance du RST 03. La poursuite de l'acquisition des données de températures permettra de compléter et affiner les interprétations, autant au niveau des régimes thermiques que du calcul des indices qui y sont liés.

6 Références bibliographiques

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

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

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

Dumoutier Q., Vigier L. et Caudron A. 2010. Macro Excel d'Aide au Calcul de variables thermiques appliquées aux Milieux Aquatiques Salmonicoles, MACMASalmo1.0. Rapport SHL293.2010 / FDP74.10/03 disponible sur http://www.pechehautesavoie.com/telechargement1_bis.php?categ=5

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7 Annexes

Annexe 1 : Exemple de fiche de suivi station

Réseau de Suivi Thermique de l'Allier :
Fiche station

N° station :	6

Cours d'eau : SICHON
Bassin Versant : ALLIER
Commune : ARRONNES Lieu dit : bourg

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

Description de l'accès au site :

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

Description de la localisation de la sonde :

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

Type de support : Racine

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

Remarques :