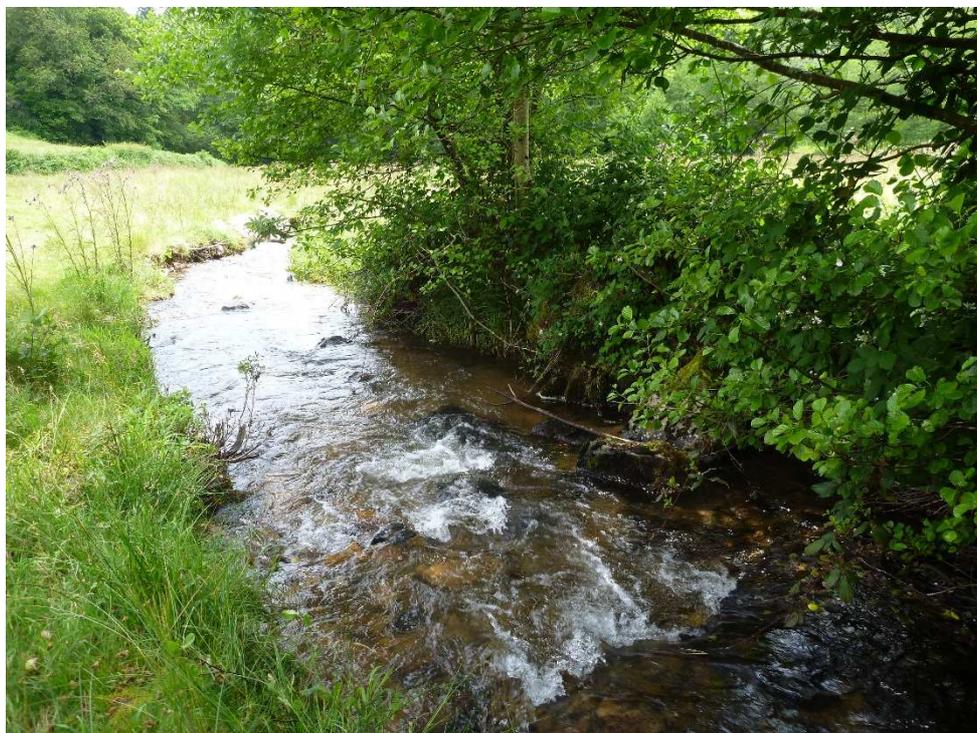


Etude des populations de truite commune et du métabolisme thermique du cours principal du Méchet et de ses principaux affluents(71).

Rapport de synthèse - Eté 2016



Fédération de Saône et Loire pour la Pêche et la Protection du milieu Aquatique



Rédaction : Rémy CHASSGNOL (FDPPMA 71)
Juillet 2017

SOMMAIRE

Liste des figures.....	1
Liste des tableaux.....	2
Liste photographie	2
INTRODUCTION	3
1 PRESENTATION DU MECHET	4
2 MATERIEL ET METHODES	7
2.1 Analyse des variables météorologiques et hydrologiques.....	7
2.2 Analyse des caractéristiques de la population de truites communes du Méchet	8
2.3 Analyse du métabolisme thermique du Méchet et de ses affluents	9
2.3.1 La température un élément prépondérant.....	9
2.3.2 Acquisition des données thermiques.....	10
2.3.3 Analyse des données thermiques	12
3 RESULTATS.....	13
3.1 Caractéristiques hydrologiques et météorologiques de l'été 2016.....	13
3.1.1 Caractéristiques hydrologiques.....	13
3.1.2 Caractéristiques météorologiques	14
3.2 Caractéristiques de la population de truites communes du Méchet.....	14
3.3 Caractéristiques du métabolisme thermique du Méchet et ses affluents.....	17
3.3.1 Données de thermie générales	17
3.3.2 Preferendum thermique le la truite fario (4 à 19°C).....	21
3.3.3 Valeur de référence pour la truite commune, la Tmoy 30	25
4 INTERPRETATION.....	28
Références.....	31

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique du Méchet au sein du département de Saône-et-Loire.....	5
Figure 2 : Carte du réseau hydrographique du bassin du Méchet.....	6
Figure 3 : Carte de localisation des secteurs échantillonnés (en vert) et des ouvrages transversaux pouvant faire obstacle à libre circulation piscicole.....	8
Figure 4 : Carte des stations de mesure thermique.....	11
Figure 5 : Variation hydrologique de la Celle à la Celle en Morvan.....	13
Figure 6 : Abondances brutes de truites communes sur les stations d'études.....	15
Figure 7 : Taille moyenne des individus de truites communes sur les stations d'études.....	15
Figure 8 : Températures instantanées maximales observées sur le Méchet et ses affluents.	18
Figure 9 : Amplitudes thermiques journalières maximales ($A_{jmax} T_i$) observées sur le Méchet et ses affluents	19
Figure 10 : Profils thermiques longitudinaux du Méchet le 15/07/2016 à différentes heures.	20
Figure 11 : Pourcentage de jour où la température moyenne journalière est supérieure à $19^{\circ}C$ ($T_{mj} > 19^{\circ}C$)	22
Figure 12 : Nombre d'heure totale où la température instantanée ($N_b T_i > 19 C$).....	23
Figure 13 : Nombre d'heures maximum consécutives durant lesquels les températures restent supérieures à $19^{\circ}C$ ($N_{bmax} T_i csf > 19.$).....	24
Figure 14 : Evolution des densités de truite en relation avec la moyenne des températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds.....	25
Figure 15 : Moyenne des températures moyennes sur les 30 jours consécutifs les plus chauds de l'été 2016 ($T_{m30j max}$)	27
Figure 16 : Relation entre la $T_{m30j max}$ et les abondances de truite commune du Méchet .	29

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des stations du suivi thermique du Méchet et de ses affluents.....	10
Tableau 2 : Caractéristiques de la population de truite commune du Méchet.....	14
Tableau 3 : Abondance de truites communes sur les stations d'études (référenciel CSP DR 6)	16
Tableau 4 : Limites des classes de densité de truites communes pour le référentiel CSP DR6, 1978.....	16
Tableau 5 : Elément de thermie générale.....	17
Tableau 6 : Seuil de stress physiologique.....	21
Tableau 7 : Moyennes des températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds sur le Méchet et ses affluents	26
Tableau 8: Condition de développement d'une population de truite commune selon la moyenne des températures moyennes des trente jours consécutifs les plus chauds.....	26

Liste photographie

Photographie 1 : Le Méchet à la Grande Verrière	4
Photographie 2 : Tacon issu des déversement ayant lieu sur le Méchet.....	5

INTRODUCTION

La Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique participe activement avec le Parc Naturel Régional du Morvan à l'étude et la restauration des ruisseaux et rivières de 1^{ère} catégorie.

Parmi toutes les altérations qui affectent la qualité écologique des rivières du Morvan, l'altération de la continuité écologique et l'altération du métabolisme thermique des cours d'eau peuvent-être des problématiques importantes au bon déroulement du cycle écologique de certaines espèces de poissons telles que la truite commune et certaines de ses espèce accompagnatrices (chabot, lamproie de planer,...).

Dans ce contexte, la Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique a lancé dans le courant de l'été 2016 un programme d'étude sur le bassin du Méchet.

Une étude génétique de la population de truite commune du Méchet et une étude du métabolisme thermique des principaux cours d'eau du bassin du Méchet ont ainsi été réalisées.

L'étude génétique (Caudron A. et Chassignol R. 2017) dont l'objectif principal était de démontrer les effets réels de la fragmentation du milieu par les obstacles sur le fonctionnement écologique des populations de truites commune a permis de démontrer que l'ensemble des obstacles à libre circulation piscicole sur le Méchet ne constituait pas des barrières totalement infranchissables pour les truites à l'exception du chute d'eau naturelle située très amont sur le bassin. Néanmoins ces obstacles n'étaient pas continuellement franchissables ce qui pouvait être contraignant pour les truites en période critique (étiage sévère).

Pour accompagner ces travaux, des sondes de température ont été disposées sur le Méchet et ses principaux affluents afin d'estimer si le métabolisme thermique estivale du Méchet pouvait être limitant pour le développement des populations de truite commune.

C'est dans ce contexte qu'une étude de la température des eaux du Méchet et de ses principaux affluents a été menée dans le courant de l'été 2016.

L'analyse du métabolisme thermique du Méchet et de ses affluents ainsi que l'analyse des abondances brutes de truites communes issues des prélèvements effectués pour l'étude génétique sont présentés dans ce rapport de synthèse.

1 PRESENTATION DU MECHET

Le Méchet prend sa source sur la commune de Saint Prix (71190) à 665 m d'altitude sous le refuge forestier de la Croisette. C'est un affluent de l'Arroux qu'il rejoint à la limite des communes de Monthelon et de Laizy.

Il s'écoule sur 24 km en traversant successivement les villages de Saint Prix, Saint-Léger-sous-Beuvray et La Grande Verrière. Le bassin versant de 94 km² est partagé entre forêts sur les hauteurs et prairies dans les fonds de vallée.



Photographie 1 : Le Méchet à la Grande Verrière

Rivière du domaine privé, classée en première catégorie piscicole, le Méchet est un cours d'eau de fort intérêt patrimonial dont la gestion piscicole est confiée en aval de Saint-Léger-sous-Beuvray (71190) à l'Association Agréée pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (AAPPMA) d'Autun et en amont à la société de pêche communale de Saint Prix (71190).

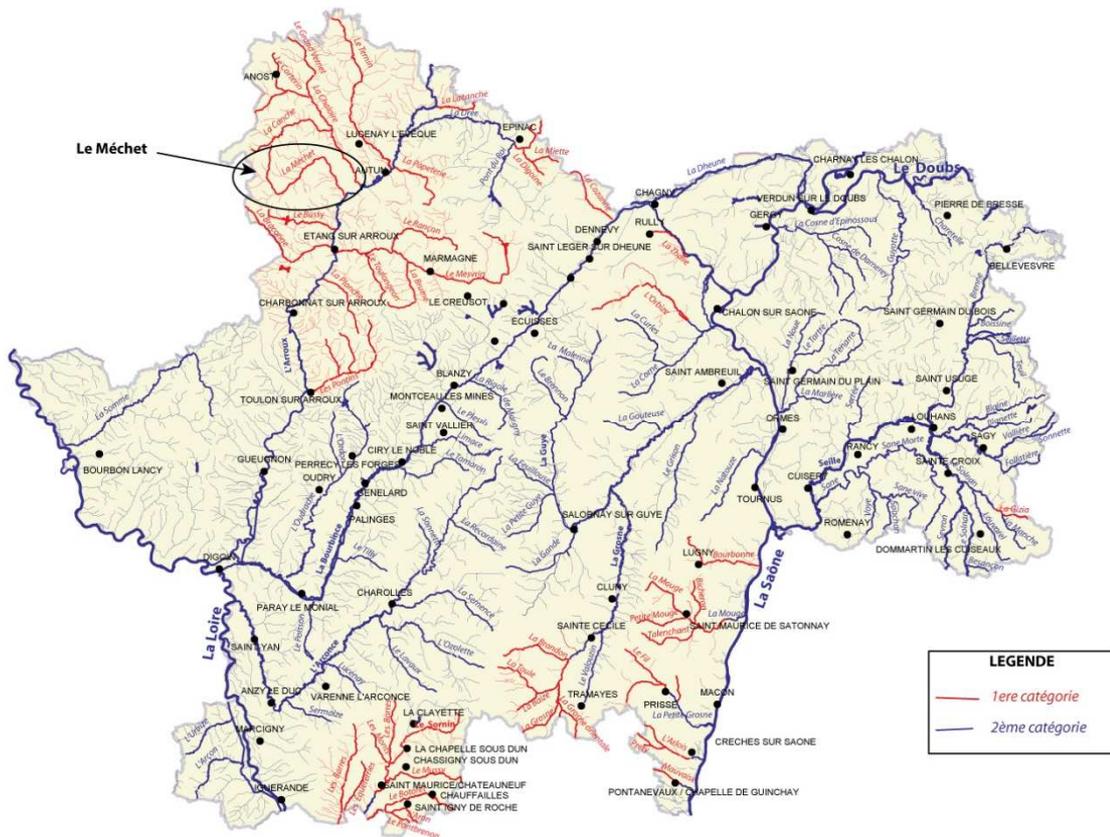


Figure 1 : Situation géographique du Mèchet au sein du département de Saône-et-Loire

Le Mèchet est caractérisé par un peuplement piscicole de type salmonicole avec la présence sur ces portions les plus aval de quelques cyprinidés d'eau vives. Parmi les espèces de poissons qui colonisent le Mèchet, on peut citer le barbeau fluviatile, le chabot, le chevesne, le goujon, le hotu, la loche franche, la lote, la lamproie de planer, le spirilin, la truite commune, le vairon et la vandoise.

Mais le Mèchet présente aussi d'excellentes potentialités pour les poissons migrateurs amphihalins (saumon atlantique, lamproie marine et anguille). Ce pourquoi, il fait d'ailleurs l'objet de campagnes d'alevinage en tacon (jeune saumon atlantique) par le Conservatoire National du Saumon Sauvage.



Photographie 2 : Tacon issu des déversement ayant lieu sur le Mèchet

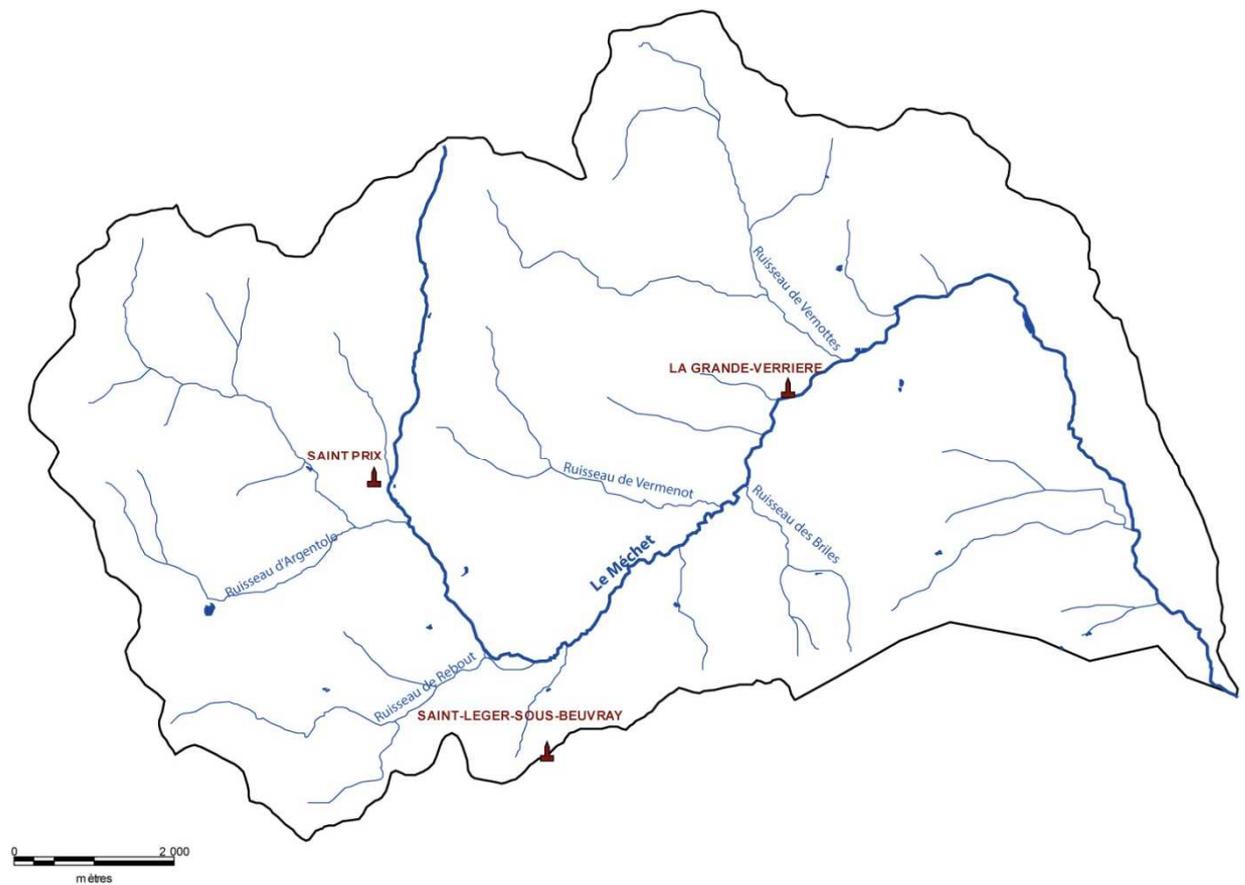


Figure 2 : Carte du réseau hydrographique du bassin du Méchet

Le Méchet fait aussi l'objet de campagnes d'alevinages annuelles en truites fario adultes, issues de pisciculture. Ces alevinages ont une vocation halieutique. Ils sont réalisés peu avant et peu après l'ouverture de la pêche en 1^{ère} catégorie piscicole. Ils permettent aux pêcheurs de capturer plus facilement des poissons atteignant la taille légale de capture. Peu adaptés et vite capturés ces poissons ne subsistent quasiment pas dans le milieu naturel.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 Analyse des variables météorologiques et hydrologiques

Le métabolisme thermique estival des cours d'eau est étroitement lié aux variables météorologiques et hydrologiques.

Ces variables ont une incidence très forte sur des cours d'eau tel que le Méchet.

Comme de nombreuses rivières du Morvan, le Méchet présente des caractéristiques liées à la nature et à l'histoire géologique de son bassin versant.

Le Morvan est un vieux massif cristallin dont l'histoire géologique est étroitement liée à la formation du massif central pendant l'ère primaire.

La nature de ces sols granitiques et volcano-sédimentaire empêche l'infiltration des eaux en profondeur. Cette caractéristique essentielle explique l'importance des écoulements de surface dont découle la densité du réseau hydrographique.

Le climat océanique à tendance montagnarde favorise des hivers froids et humides où les précipitations sont abondantes et fréquentes.

Les hivers sont généralement longs et les étés plutôt chauds et secs, ce qui conduit parfois à un déficit d'eau dans ces sols peu épais et imperméables.

Le Méchet et ses affluents sont donc soumis à de rapides montées des eaux en période de pluie mais aussi à des étiages marqués avec une tendance au réchauffement thermique lorsque les rivières sont particulièrement exposées au rayonnement solaire. Ces extrêmes contraignent la vie piscicole.

Voilà pourquoi il est important d'étudier les variables météorologiques et hydrologiques.

Dans notre situation ces dernières doivent nous renseigner sur l'intensité de l'étiage 2016 (température et quantité d'eau).

2.2 Analyse des caractéristiques de la population de truites communes du Méchet

L'échantillonnage de la population de truites du Méchet a été réalisé en 2016 par la Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique. Cet échantillonnage avait pour objectif premier la capture de truite pour la réalisation de l'étude génétique des truites du Méchet (Caudron A. et Chassignol R. 2017).

Comme l'objectif était de vérifier si les obstacles à la libre circulation piscicole avaient pour effet d'isoler des populations de truites, les stations ont été réparties sur 8 secteurs de part et d'autres des principaux barrages :

- 7 sur le Méchet
- et 1 sur le ruisseau d'Argentole (Cf figure3).

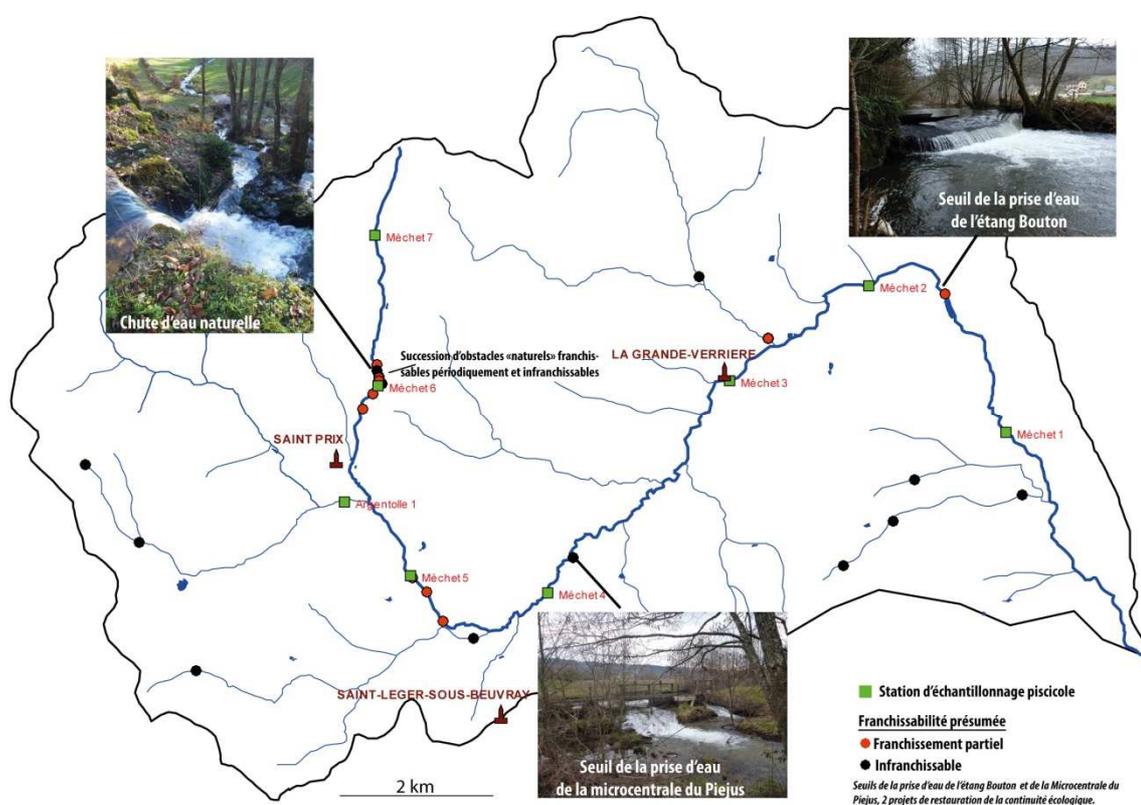


Figure 3 : Carte de localisation des secteurs échantillonnés (en vert) et des ouvrages transversaux pouvant faire obstacle à libre circulation piscicole

Les stations d'échantillonnages piscicoles ont été identiques à celles du suivi thermique (Cf tableau 1 – Méchet 1, Méchet 2, Méchet 3, Méchet 4, Méchet 5, Méchet 6, Méchet 7 et Argentole 1 en amont de sa confluence avec le Méchet).

L'échantillonnage s'est déroulé sur 4 jours, le 08, le 11 juillet, le 2 août et le 22 septembre 2016. Sur chaque secteur, un minimum de 20 individus a été recherché. Le nombre final d'individus échantillonnés par secteur varie de 22 à 52 individus non juvéniles (selon les abondances naturelles des différentes stations).

Le prélèvement n'a pas respecté les normes en vigueur en termes d'échantillonnage piscicole. Seules les truites ont été capturées et mesurées lors d'un seul et unique passage. Ce protocole était avant tout adapté au besoin de prélèvement de l'étude génétique.

Les résultats évoqués dans ce rapport sont donc des résultats bruts (absence traitement type carl et strub). Ils permettent de décrire simplement les quantités de truites présentes sur le Méchet et l'aval du ruisseau d'Argentole. Néanmoins ces données peuvent tout de même permettre d'analyser les « relations » existantes entre les abondances brutes de truite commune et le métabolisme thermique des cours d'eau du bassin.

2.3 Analyse du métabolisme thermique du Méchet et de ses affluents

2.3.1 La température un élément prépondérant

Élément prépondérant de la répartition des espèces piscicoles, la température de l'eau doit être finement étudiée pour délimiter les zones de vie de chaque espèce. La température joue en effet un rôle fondamental sur la dynamique des populations puisque chaque espèce piscicole et chaque stade de développement (œufs, larves, juvéniles, adultes) possèdent un optimum thermique propre.

La truite fario a des exigences très strictes vis-à-vis de ce paramètre physique des eaux. Pour cette espèce sténotherme d'eaux froides, les dangers sont liés essentiellement à une élévation des températures estivales. Le préférendum thermique de la truite s'étend de 4 à 19°C. Au-delà, la truite ne s'alimente plus, elle est en état de stress physiologique. A partir de 25°C, le seuil léthal est atteint (ce seuil peut être inférieur si la qualité d'eau est altérée).

Au-delà de l'échelle individuelle, les valeurs influençant la réponse globale à long terme des populations de truites communes en milieu naturel sont à évaluer sur des périodes plus longues via le calcul de la moyenne des températures moyennes journalières sur les 30 jours consécutifs les plus chauds ($T_{m30j \max}$). Sur cette base la limite des 17,5-18°C influencerait en particulier le stade juvénile de l'année ou 0+ (mécanismes de mortalité, alimentation, croissance ; Elliot, 1995, Elliot et Hurley, 1998, Baran *et al.*, 1999, Baran et Delacoste, 2005, *in* Faure et Grès, 2008). En effet, suivant les études d'Elliot, auteur anglo-saxon ayant beaucoup travaillé sur le métabolisme des truites fario en relation avec les facteurs externes dont la thermie, il apparaîtrait que les truitelles 0+ ont une forte sensibilité au régime thermique des cours d'eau en été dès lors que la $T_{moy30j \max}$ atteint le seuil de 17,5-18°C. A partir de ce seuil, le rendement énergétique est défavorable et l'énergie apportée par l'alimentation est plus faible que celle utilisée pour la capture de ses proies. Ce phénomène induit un amaigrissement des individus ainsi que des mortalités progressives et continues et des dévalaisons potentielles vers des milieux encore moins favorables.

Les poissons plus âgés (1+, 2+ et au-delà) seraient plus robustes et résilients vis-à-vis de la thermie en raison de la relation inversement proportionnelle entre la sensibilité au réchauffement du poisson et son rapport volume/surface.

La température a également un effet indirect sur d'autres paramètres physico-chimiques (oxygénation ...), sur les invertébrés benthiques et sur les agents pathogènes (INTERREG III, 2006).

2.3.2 Acquisition des données thermiques

Dans l'été 2016, des enregistreurs thermiques ont donc été disposés sur le Méchet et ses affluents (Cf. tableau et carte ci-dessous).

Station	Début période	Fin période	Durée (j)	Commune	Lieu-dit	Lambert X93	Lambert Y93
Méchet 1	01/07/2016	20/09/2016	82	Monthelon	La Corvée	790443	6651439
Méchet 2	01/07/2016	20/09/2016	82	La Grande Verrière	Sennavelle	788651	6653402
Méchet 3	01/07/2016	20/09/2016	82	La Grande Verrière	Mouille Reneau-Moulin Blanc	786216	6651354
Méchet 4	01/07/2016	20/09/2016	82	Saint-Léger-sous-Beauvray	Le Vivier	784376	6649326
Méchet 5	01/07/2016	20/09/2016	82	Saint-Prix	La Charmée	782572	6649552
Méchet 6	01/07/2016	20/09/2016	82	Saint Prix	Genetouse	782092	6652042
Méchet 7	01/07/2016	20/09/2016	82	Saint Prix	Les Seintes	782140	6654095
Affluent Argentole(Ru Combe du Diable)	01/07/2016	20/09/2016	82	Saint Prix		781305	6650567
Argentole (confluence Ru Combe du Diable)	01/07/2016	20/09/2016	82	Saint Prix		781351	6650484
Confluence Argentole -Méchet	01/07/2016	17/09/2016	79	Saint Prix	Les Vernets	781855	6650563
Rebout	01/07/2016	20/09/2016	82	Saint-Léger-sous-Beauvray	La Boutière	782920	6648817
Confluence Vermenot	01/07/2016	20/09/2016	82	La Grande Verrière	Petite Vernay	785876	6650788
Confluence Briles	01/07/2016	20/09/2016	82	La Grande Verrière	Moulin Blanc	786298	6651022
Confluence Vernottes	01/07/2016	20/09/2016	82	La Grande Verrière	La Brile	787427	6652621
Vernottes 1	sonde non retrouvée			La Grande Verrière	Montaugey	787728	6653148

Tableau 1 : Liste des stations du suivi thermique du Méchet et de ses affluents

Les enregistreurs thermiques de type HOBO UA-001-64 ont été immergés dans des zones calmes et profondes (fosse), à l'abri des rayons directs du soleil.

Pour le Méchet, les enregistreurs ont été disposés sur les secteurs où les pêches électriques d'échantillonnage pour l'étude Génétique Méchet ont eu lieu (Caudron & Chassignol 2017). Sur les affluents, les sondes ont été positionnées à proximité des zones de confluence (avec le Méchet ou d'autres affluents).

Les températures ont été prises avec un pas de temps d'une heure sur une période s'étalant du mois de juin à septembre, période à laquelle les conditions thermiques sont les plus défavorables à la truite.

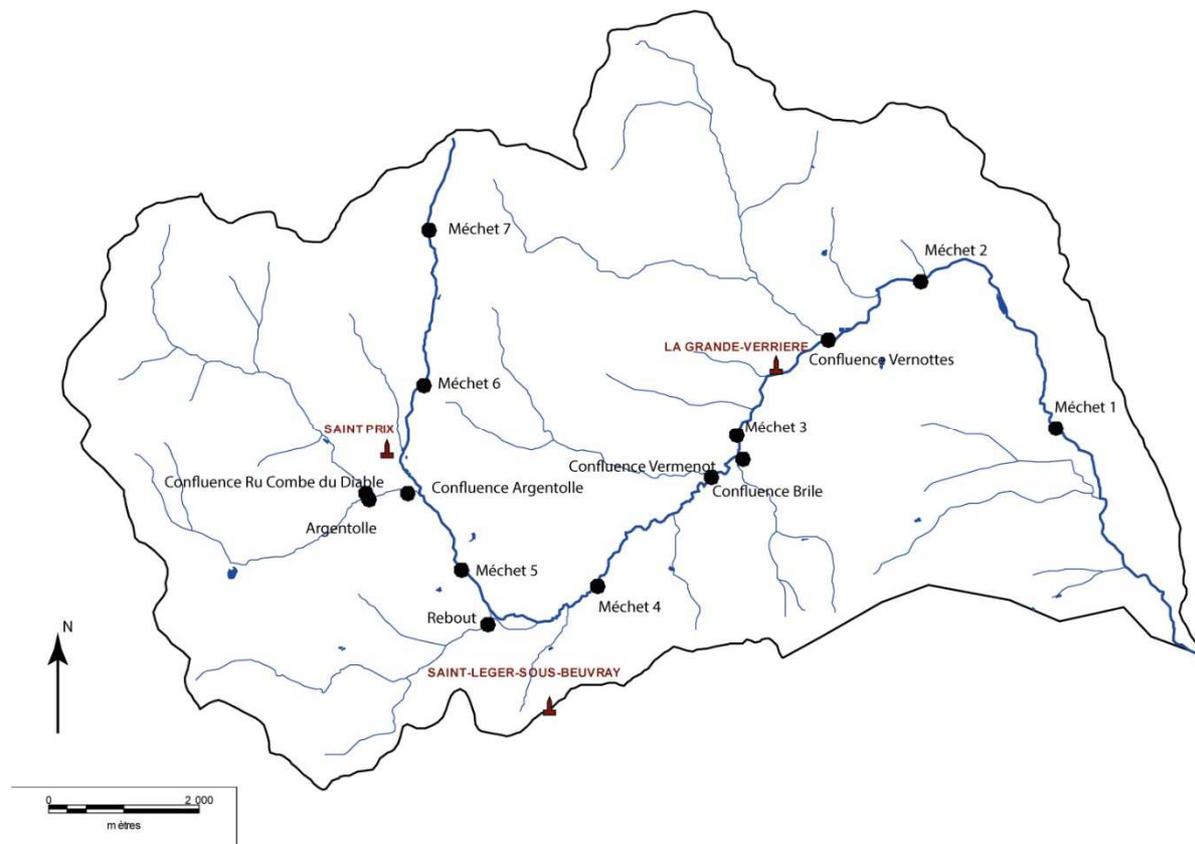


Figure 4 : Carte des stations de mesure thermique

2.3.3 Analyse des données thermiques

Les données récupérées par l'enregistreur thermique ont tout d'abord été vérifiées. En effet, pour des raisons d'ensablements ou de mise hors d'eau, les valeurs enregistrées peuvent être anormales et non représentatives de la température de l'eau de la rivière.

Après la phase de validation, les données brutes ont été analysées (Marco Macmaslmo Excel) afin de calculer différentes valeurs de référence (seuil biologique de développement de la truite fario) :

Thermie générale :

- **Ti min** : température instantanée minimale
- **Ti max** : température instantanée maximale
- **Ajmax Ti** : amplitude thermique journalière maximale
- **Tmp** : température moyenne de la période

Préferendum thermique de la truite

- **% Tmj 4-19** : pourcentage de jours durant lesquels la température est comprise entre 4 et 19°C (préférence thermique de la truite)
- **Tm 30j max** : température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds.

Stress physiologique de la truite fario (arrêt alimentation)

- **% Tmj>19** : pourcentage de jours où la température moyenne journalière est supérieure à 19°C
- **Nb Ti > 19** : nombre d'heures total où la température instantanée est supérieure à 19°C
- **Nb sq Ti>19** : nombre de séquences durant lesquelles les températures restent supérieures à 19°C
- **Nbmax Ti csf>19** : nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les températures restent supérieures à 19°C.

Seuil léthal de la truite fario

- **Nb Ti ≥ 25** : nombre d'heures total où la température instantanée est supérieure ou égale à 25°C
- **Nb sq Ti≥25** : nombre de séquences durant lesquelles les températures restent supérieures ou égale à 25°C
- **Nbmax Ti csf≥25** : nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les températures restent supérieures ou égale à 25°C

3 RESULTATS

3.1 Caractéristiques hydrologiques et météorologiques de l'été 2016

3.1.1 Caractéristiques hydrologiques

Les données hydrologiques utilisées dans ce document proviennent de la banque de données hydro (<http://hydro.eaufrance.fr/> - producteur DREAL Bourgogne).

Le Méchet ne disposant plus de station de mesure de débit depuis 1995. Les données du cours d'eau, la Celle, situé sur le bassin voisin ont été utilisées pour approcher les conditions hydrologiques du Méchet. S'agissant de bassins tout proches, issus des massifs du Morvan aux caractéristiques similaires (altitude, pente, occupation des sols, pluviométrie), l'exploitation des données de débits mesurés sur la Celle paraît pertinente pour approcher les conditions hydrologiques du Méchet lors de l'été 2016.

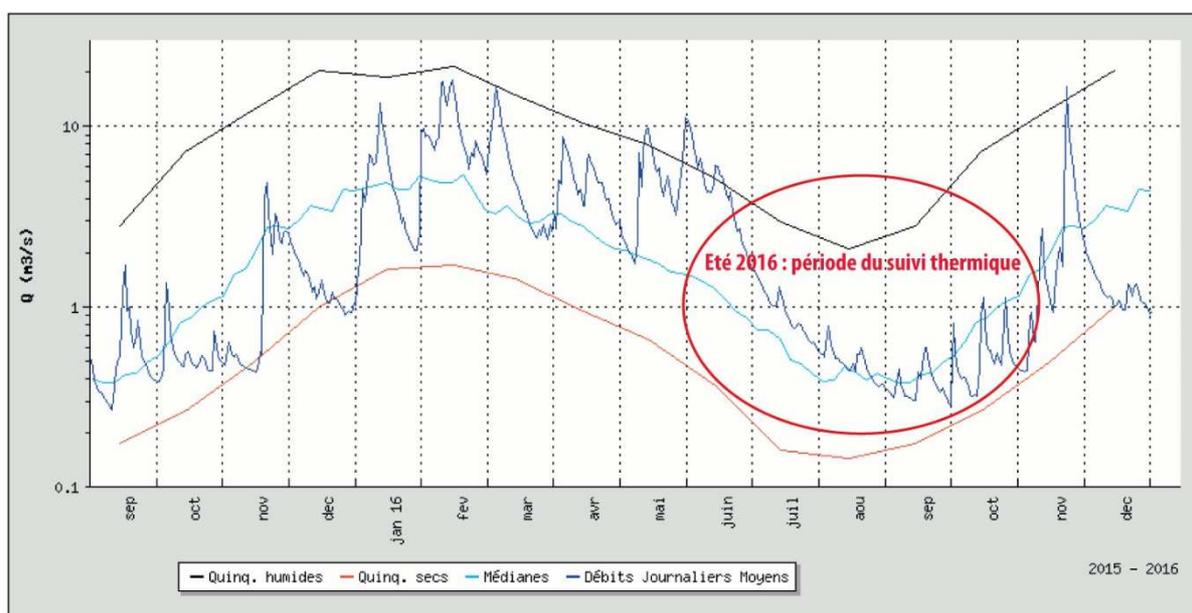


Figure 5 : Variation hydrologique de la Celle à la Celle en Morvan

Sur le plan hydrologique, les mois de juin, juillet et août 2016 ont été plutôt favorables à la faune piscicole des rivières du sud Morvan puisque les débits sont restés supérieures à la valeur médiane.

Ce n'est qu'à partir du mois de septembre que les débits sont réellement passés sous la valeur médiane. Cependant la valeur de débit quinquennal sec n'a jamais atteint.

3.1.2 Caractéristiques météorologiques

(Source Météo France)

Après un mois de juin bien arrosé, l'été 2016 a réellement débuté au mois de juillet, mois qui a été marqué par l'absence d'eau sans pour autant qu'il n'y ait de fortes chaleurs.

La chaleur (sans être excessive) est arrivée un peu plus tard lors du mois d'août qui a été chaud, sec et calme. Le mois d'août 2016 se classe ainsi dans le top 10 des mois les plus secs et ensoleillés depuis le début des mesures.

Cette atmosphère estivale s'est poursuivie lors du mois de septembre où la sensation de chaleur s'est même accentuée.

Dans l'ensemble, l'été 2016 a été conforme ou un peu plus chaud que la normale mais il s'est caractérisé par la faiblesse de l'activité orageuse et des déficits de précipitations.

La forte pluviométrie du printemps 2016 a permis de maintenir des débits corrects en période estivale sur les cours d'eau du sud Morvan. Comme les températures n'ont pas été excessives, il semble que l'été 2016 n'ait pas été très défavorable à la faune piscicole.

3.2 Caractéristiques de la population de truites communes du Méchet

Caractéristique station				Caractéristiques population truite				Juvénile de l'année			Poisson de "maille"		
Stations	Longueur (m)	Largeur (m)	Surface (m ²)	Effectif pêché	Individus par 100m linéaire	Individus par 100m ²	Taille moy individus (mm)	Effectif de juvénile	% juvénile	Juvénile par 100 m ²	Effectif > 23 cm	% > 23 cm	> 23 cm par 100 m ²
Méchet 1	323	7,3	2357,9	22	6,81	0,93	213,73	0	0	0,00	4	18	0,17
Méchet 2	238	7,6	1808,8	50	21,01	2,76	199,18	0	0	0,00	11	22	0,61
Méchet 3	284	6,4	1817,6	52	18,31	2,86	202,73	2	4	0,11	20	38	1,10
Méchet 4	194	6,82	1323,08	52	26,80	3,93	214,88	0	0	0,00	18	35	1,36
Méchet 5	184	5,2	956,8	40	21,74	4,18	178,70	0	0	0,00	5	13	0,52
Méchet 6	225	1,5	337,5	64	28,44	18,96	143,53	14	22	4,15	4	6	1,19
Méchet 7	100	0,95	95	64	64,00	67,37	109,11	14	22	14,74	0	0	0,00
Argentole 1	175	3,1	542,5	42	24,00	7,74	179,86	6	14	1,11	6	14	1,11

Tableau 2 : Caractéristiques de la population de truite commune du Méchet

Les abondances de truites communes observées lors des échantillonnages de l'été 2016 sont beaucoup plus importantes sur les stations les plus apicales du Méchet : Méchet 6 et surtout Méchet 7 (Cf Figure 6).

Inversement la taille moyenne des individus capturés est plus importante sur les portions aval du Méchet (Cf Figure 7).

La part des individus juvéniles (poisson de l'année) est nulle à très faible sur une très grande majorité du linéaire du Méchet. Seules les stations apicales, Méchet 6 et Méchet 7 ainsi que la station Argentole 1 sont quelque peu peuplés en alevins de l'année. Sur les stations Méchet 1, Méchet 2, Méchet 4 et Méchet 5, aucun alevin n'a été capturé. L'absence d'alevin sur le Méchet a déjà pu être constatée par le passé.

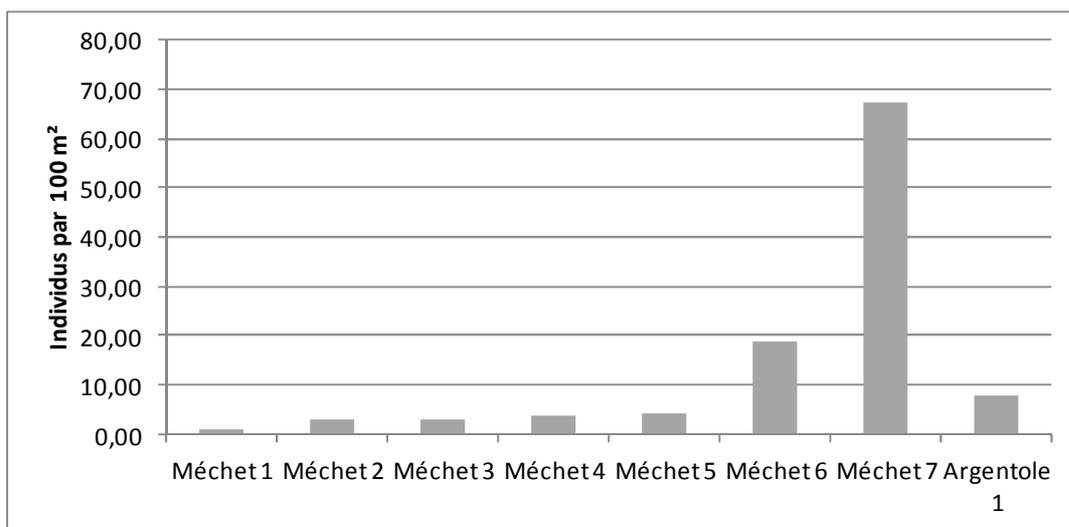


Figure 6 : Abondances brutes de truites communes sur les stations d'études.

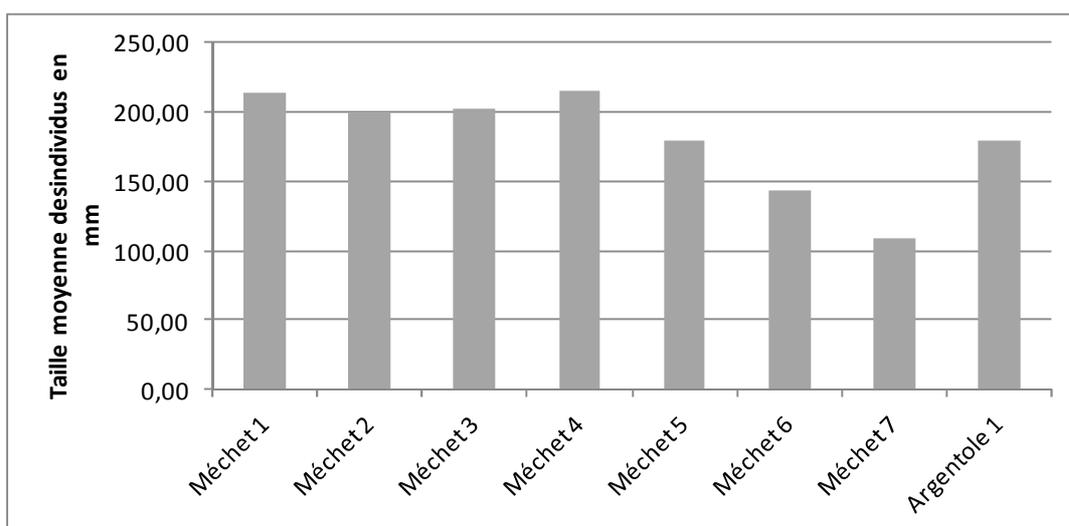


Figure 7 : Taille moyenne des individus de truites communes sur les stations d'études

Les poissons dépassant la taille légale de capture (23 cm) sont plus nombreux sur les stations Méchet 4, Méchet 6 et Méchet 3 (parcours No kill de la Grande Verrière).

DENSITE BRUT TRF				
Station (Code Etude)	Effectif	Abondance (ind/100m ²)	Abondance (ind/ha)	Classe d'abondance
Méchet 1	22	0,93	93	Très faible
Méchet 2	50	2,76	276	Très faible
Méchet 3	52	2,86	286	Très faible
Méchet 4	52	3,93	393	Très faible
Méchet 5	40	4,18	418	Faible
Argentole 1	42	7,74	774	Assez faible
Méchet 6	64	18,96	1896	Moyenne
Méchet 7	64	67,37	6737	Importante

Tableau 3 : Abondance de truites communes sur les stations d'études (référenciel CSP DR 6)

Classe de densité TRF selon référentiel CSP DR6, 1978
Très faible
Faible
Assez faible
Moyenne
Assez importante
Importante
Très importante

Tableau 4 : Limites des classes de densité de truites communes pour le référentiel CSP DR6, 1978

Comparées au référentiel existant pour les cours d'eau Français (référentiel CSP DR 6), les densités de truites communes sur le Méchet sont faibles à très faibles pour les stations Méchet 1 à Méchet 5.

Ces densités sont moyennes à importantes sur les stations Méchet 6 et Méchet 7. Elles sont assez faibles pour la station Argentole 1.

3.3 Caractéristiques du métabolisme thermique du Méchet et ses affluents

3.3.1 Données de thermie générales

Stations	Ti min	Ti max	Ajmax Ti	Tmp
Méchet 1	12,4	23,1	5,6	17,73
Méchet 2	12	22,1	5,8	17,24
Méchet 3	11,8	23,4	7,6	17,2
Méchet 4	11,2	21,8	6,4	16,78
Méchet 5	10,7	23	7,7	16,43
Méchet 6	10,7	20,6	6,2	15,69
Méchet 7	9,6	16,2	3,3	13,09
Affluent Argentole	10,6	23	7,4	16,07
Argentole	10,9	21,3	7,1	15,66
Confluence Argentole	10,7	22,9	8,1	16,31
Rebout	10,4	21,5	8,1	15,76
Confluence Vermenot	10,9	24	8,4	17,47
Confluence Briles	10,7	23,8	8,8	17,12
Confluence Vernottes	11	25	9,6	17,81

Tableau 5 : Elément de thermie générale

Ti min : température instantanée minimale

Ti max : température instantanée maximale

Ajmax Ti : amplitude thermique journalière maximal

Tmp : température moyenne de la période

Les températures moyennes pour toute la période d'étude (tmp) sont les plus fortes :

- pour le ruisseau des Vernottes (amont immédiat confluence Méchet),
- pour la station de mesure la plus aval sur le Méchet (Méchet 1),
- pour le ruisseau de Vermenot (amont immédiat confluence avec le Méchet),
- pour les stations de mesure Méchet 2 et Méchet 3
- et pour le ruisseau des Briles.

Pour chacune de ces stations, la température moyenne sur la période d'étude (Tmps) dépasse les 17°C. Pour le reste des stations, la valeur de Tmp est inférieure au seuil des 17°C.

Les stations pour lesquelles la valeur de température moyenne est la plus faible sont :

- la station la plus amont sur le Méchet (Méchet 7) avec une valeur très faible de 13.09°C,
- la station sur le ruisseau d'Argentole (amont confluence ruisseau de la combe du Diable),
- la station Méchet 6
- et la station sur le ruisseau de Rebout.

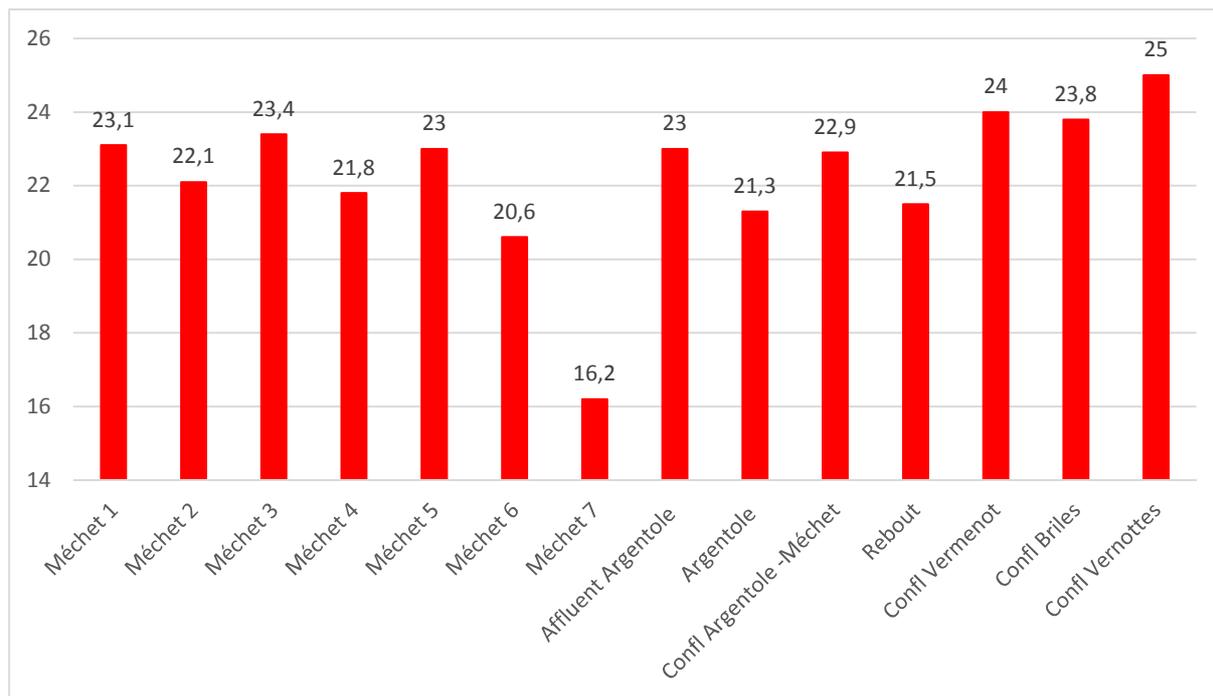


Figure 8 : Températures instantanées maximales observées sur le Méchet et ses affluents.

Les températures instantanées maximales (T_i max) sont fortes et excessives pour le ruisseau des Vernottes avec une valeur de 25°C, pour le ruisseau de Vermenot juste avant sa confluence avec le Méchet (24°C), pour le ruisseau des Briles juste avant sa confluence avec le Méchet (23,8°C) et pour le Méchet au niveau du parcours No kill de la Grande Verrière (23,4°C pour Méchet 3).

Il convient de remarquer que la station Méchet 3 est située en aval tout proche de la confluence avec le ruisseau des Briles et le ruisseau de Vermenot. L'arrivée de deux ruisseaux chauds peut en partie expliquer ce résultat

Concernant le ruisseau de Vernottes, ce dernier avait déjà fait l'objet d'un suivi thermique lors de l'été 2015. A l'époque la T_i max observée était de 30,7 °C (Chassignol, 2015). L'été 2015 avait été particulièrement chaud et sec. En effet il a été le deuxième été le plus chaud et le deuxième été le plus sec jamais observé (source météo France).

La partie aval du ruisseau des Vernottes subit un réchauffement excessif de la température de l'eau puisque cette dernière peut atteindre des valeurs critiques pour la survie de la truite commune. Lors de l'été 2015, comme lors de l'été 2016, la température maximale instantanée (T_i max) a atteint ou dépassé le seuil léthal pour la truite commune de 25°C.

Les températures maximales instantanées (T_i max) sont aussi importantes pour les portions aval et intermédiaires du Méchet (entre l'aval du bourg de Saint Prix et la confluence avec l'Arroux), excepté pour les stations Méchet 2 et Méchet 4.

A contrario la température maximale instantanée (Ti max) est très faible sur la station Méchet 7 où la température la plus forte enregistrée sur la période est de 16.2°C.

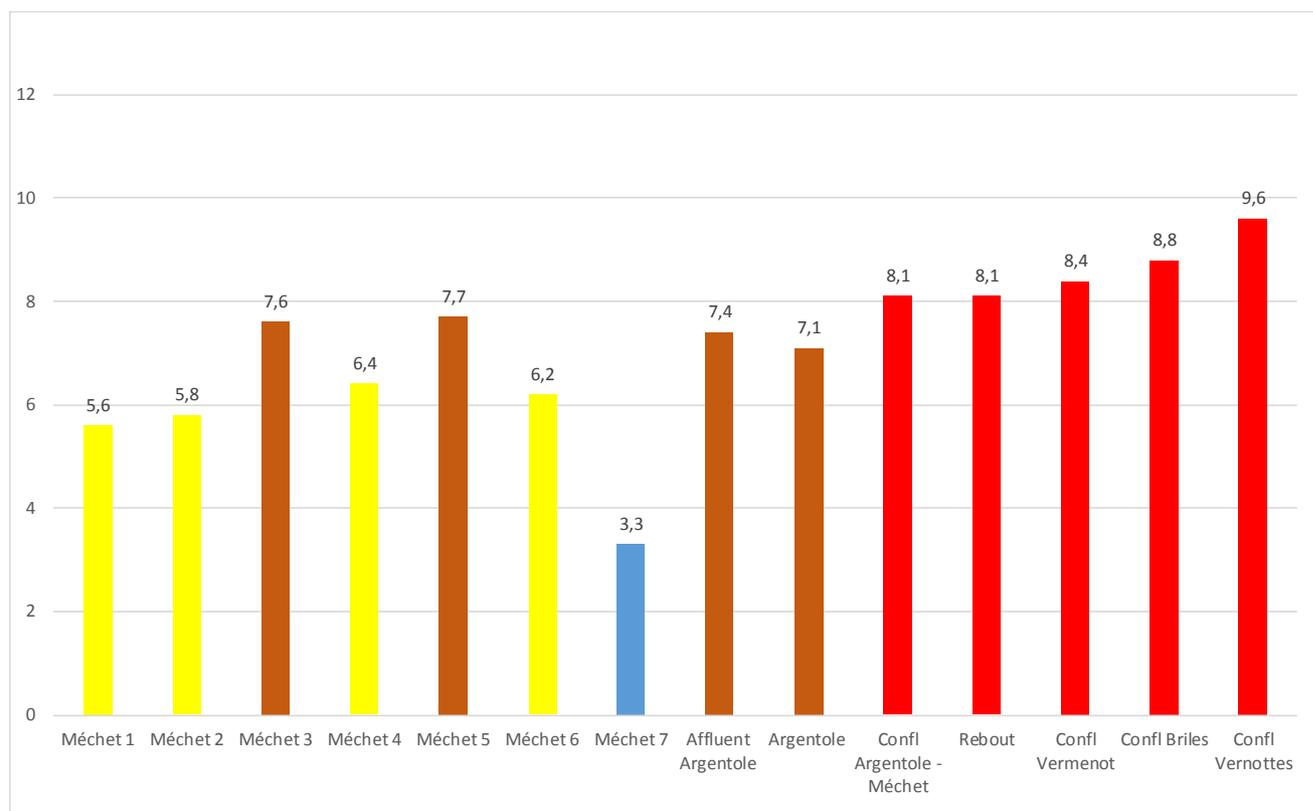


Figure 9 : Amplitudes thermiques journalières maximales (Ajmax Ti) observées sur le Méchet et ses affluents

Les amplitudes thermiques journalières maximales (Ajmax Ti) sont moyennes sur une grande partie du Méchet (entre 5.6 et 6.4°C) depuis l'amont du bourg de Saint-Prix jusqu'à la confluence avec l'Arroux. Seules les stations Méchet 3 et Méchet 5 ont connu une amplitude thermique journalière assez forte lors de l'été 2016 (autour des 7.6°C). A contrario la station Méchet 7 présente des températures assez stables en journée, la plus forte amplitude thermique journalière observée a été de 3.3°C sur cette station apicale.

Sur les affluents, les amplitudes thermiques journalières maximales sont beaucoup plus importantes et tout particulièrement sur les portions aval du ruisseau de Vermenot, du ruisseau des Briles et du ruisseau des Vernottes. La faiblesse de leur débit en période estivale et l'absence de ripisylve peuvent en partie expliquer ces fortes variations thermiques journalières. L'eau chauffe fortement en journée et lors de la nuit des eaux plus fraîches des parties amont boisées viennent refroidir la température.

En conclusion les températures maximales instantanées (Ti max) et les amplitudes thermiques journalières maximales sont globalement plus fortes sur les affluents avals du Méchet et tout particulièrement sur l'aval du ruisseau de Vermenot, sur l'aval du ruisseau des Briles et sur l'aval du ruisseau des Vernottes.

Sur le Méchet, les amplitudes thermiques journalières et les températures maximales sont moins importantes en raison très certainement des plus forts débits et de la présence plus importante de la ripisylve. Seule la station, la plus apicale du Méchet (Méchet 7) conserve des eaux froides et une température presque stable en été.

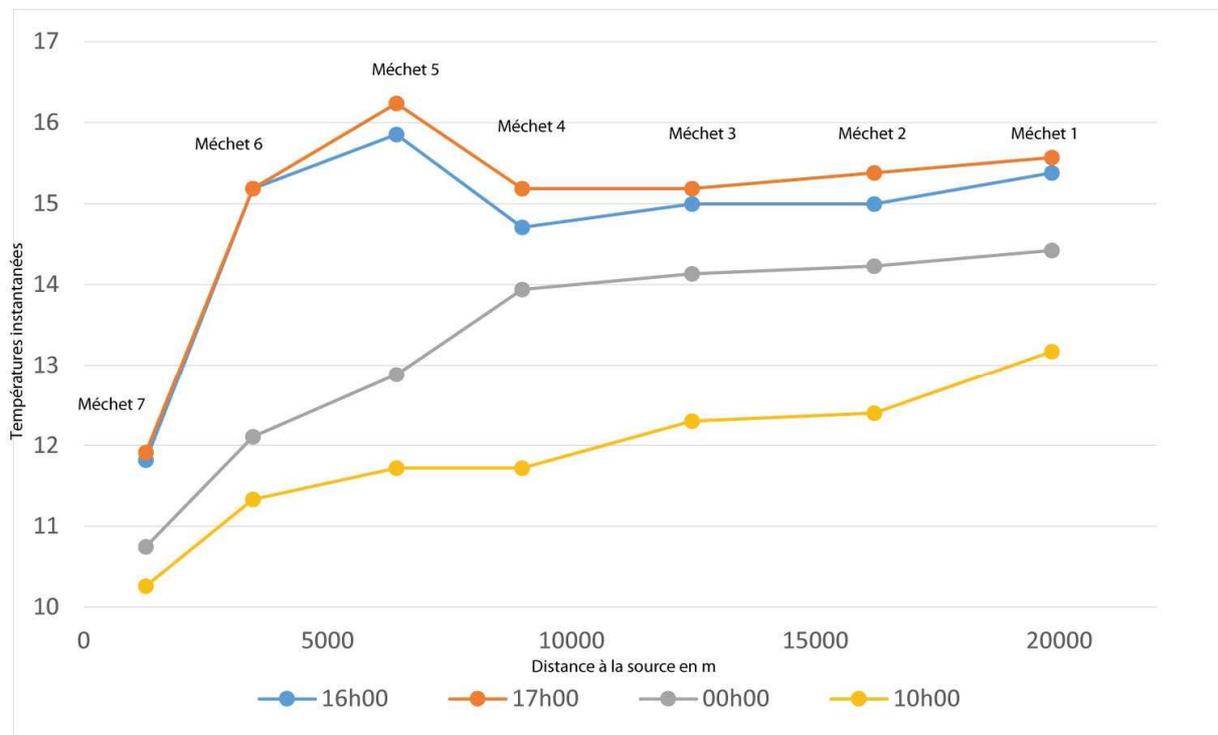


Figure 10 : Profils thermiques longitudinaux du Méchet le 15/07/2016 à différentes heures.

Sur le Méchet, les profils thermiques réalisés le 15 juillet (données issues des sondes thermiques) montrent que globalement la température instantanée augmente de l'amont vers l'aval. Cette température augmente d'ailleurs très rapidement sur les 5 à 8 premiers kilomètres de cours d'eau puis se stabilisent quelque peu.

On observe néanmoins 2 situations. En période nocturne et matinale (eau la plus fraîche) la température augmente de façon presque rectiligne depuis l'amont vers l'aval. (Figure 10)

Dans l'après midi, alors que les eaux sont les plus chaudes, les stations Méchet 6 et Méchet 5 présentent des températures plus élevées que les stations plus aval. (Figure 10)

De toute évidence, la faiblesse des débits sur les portions amont et l'absence très fréquente de ripisylve sur les ruisseaux en zone de tête de bassin induisent une augmentation forte de la température de l'eau dès les zones apicales lorsque l'ensoleillement est maximal. En période nocturne, sur ces petits ruisseaux amont, les eaux restent plus fraîches.

3.3.2 Préferendum thermique de la truite fario (4 à 19°C)

Stations	%j Tmj 4-19	Nb Ti > 19	Nb sq Ti > 19	Nbmax Ti csf > 19
Méchet 1	83	497	53	43
Méchet 2	89	289	30	18
Méchet 3	90	370	44	17
Méchet 4	96	207	28	15
Méchet 5	98	300	47	12
Méchet 6	100	69	16	7
Méchet 7	100	0	0	0
Affluent Argentole	98	208	36	12
Argentole	100	122	29	8
Confluence Argentole	100	270	47	11
Rebout	100	138	32	9
Confluence Vermentot	87	559	64	16
Confluence Briles	93	439	55	16
Confluence Vernottes	77	628	63	18

Tableau 6 : Seuil de stress physiologique

%Tmj 4-19 : pourcentage de jours où la température moyenne journalière est comprise entre 4 et 19°C

Nb Ti > 19 : nombre d'heures totales où les températures restent supérieures à 19°C

Nb sq Ti > 19 : nombre de séquences durant lesquelles les températures restent supérieures à 19°C

Nbmax Ti csf > 19 : nombre d'heures max consécutives durant lesquels les températures restent supérieures à 19°C

Comme il a déjà été énoncé, la truite commune, espèce repère du Méchet et de ses affluents est une espèce sténotherme d'eau froide. Son préferendum thermique se situe entre 4 et 19°C. Au-delà de 19°C de température instantanée, la truite ne s'alimente plus, elle est en état de stress physiologique.

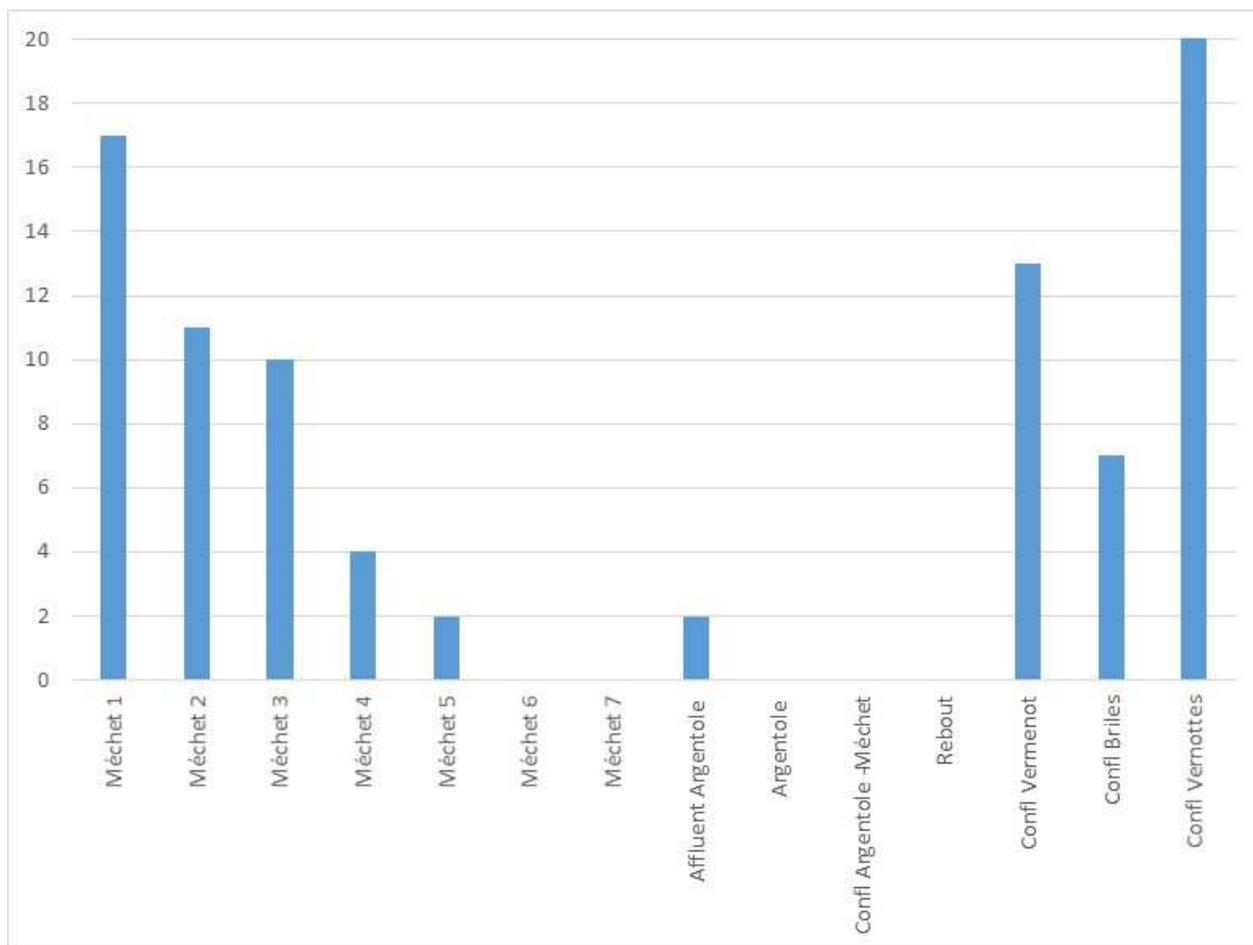


Figure 11 : Pourcentage de jour où la température moyenne journalière est supérieure à 19°C ($T_{mj} > 19^{\circ}\text{C}$)

Sur le bassin hydrographique du Méchet, il existe des stations où la température moyenne journalière n'a jamais dépassé les 19°C . Ces stations sont situées en amont du bassin. Il s'agit des stations Méchet 7 et Méchet 6 ainsi que des stations du ruisseau d'Argentole, du ruisseau de Rebout et de la confluence entre l'Argentole et le Méchet. Ces dernières stations situées sur les affluents amont connaissent certes des températures moyennes journalières plutôt favorables à la truite, mais elles sont sujettes, comme il a été déjà énoncé à de fortes amplitudes thermiques journalières (autour des 8°C).

Sur le Méchet, le pourcentage de jour où la température moyenne journalière ($T_{mj} > 19^{\circ}\text{C}$) de l'été 2016 est supérieure à 19°C augmente selon un gradient longitudinal. Les stations aval subissent plus régulièrement des jours où la température moyenne journalière est supérieure à 19°C (Cf. Figure 6)

Enfin, les stations où la température moyenne journalière est le plus souvent supérieure à 19°C ($T_{mj} > 19^{\circ}\text{C}$) sont le ruisseau de Vernottes peu avant sa confluence avec le Méchet, le Méchet tout en aval (Méchet 1) et le ruisseau de Vermenot peu avant sa confluence avec le Méchet.

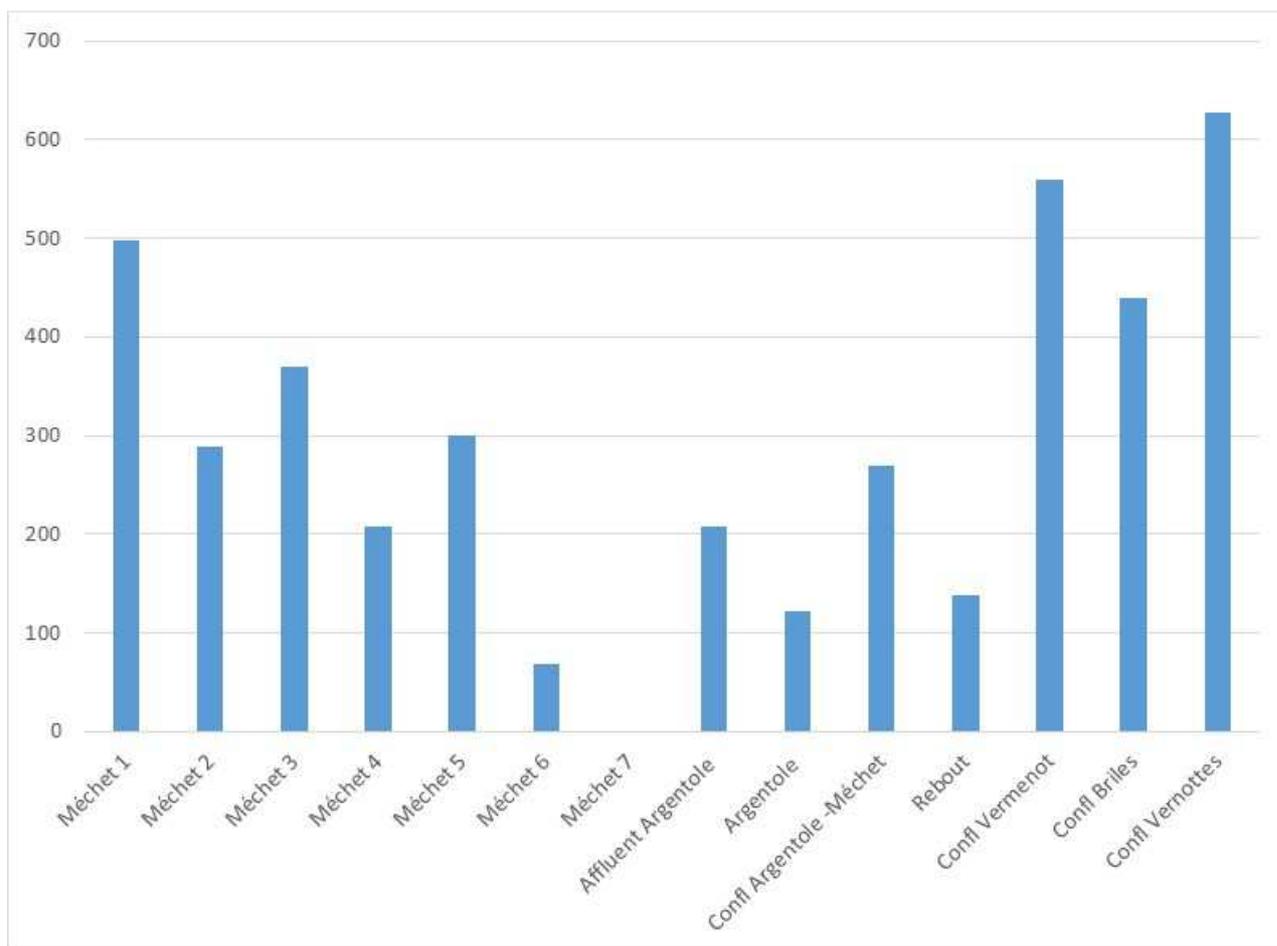


Figure 12 : Nombre d'heure totale ou la température instantanée (Nb Ti > 19 C)

Lors de l'été 2016, sur une seule station, la température instantanée n'a jamais dépassé les 19°C. Il s'agit de la station Méchet 7, située dans une zone boisée non loin de la source du Méchet. Le maximum de température instantanée enregistrée pour cette station est de 16,2°C (Ti max).

Pour le reste du Méchet, le nombre d'heure où les températures instantanées ont dépassé les 19°C (Nb Ti > 19 C) varie entre légèrement moins de 100 heures pour la station apicale Méchet 6 à presque 500 heures sur la station la plus aval. Sur le Méchet intermédiaire les stations Méchet 2 et Méchet 4 sont les moins sujettes au dépassement des 19°C.

Pour les affluents, le ruisseau des Vernottes, le ruisseau de Vermenot et dans une moindre mesure le ruisseau des Briles connaissent des dépassements importants de 19°C de température instantanée (entre 439 et 628h).

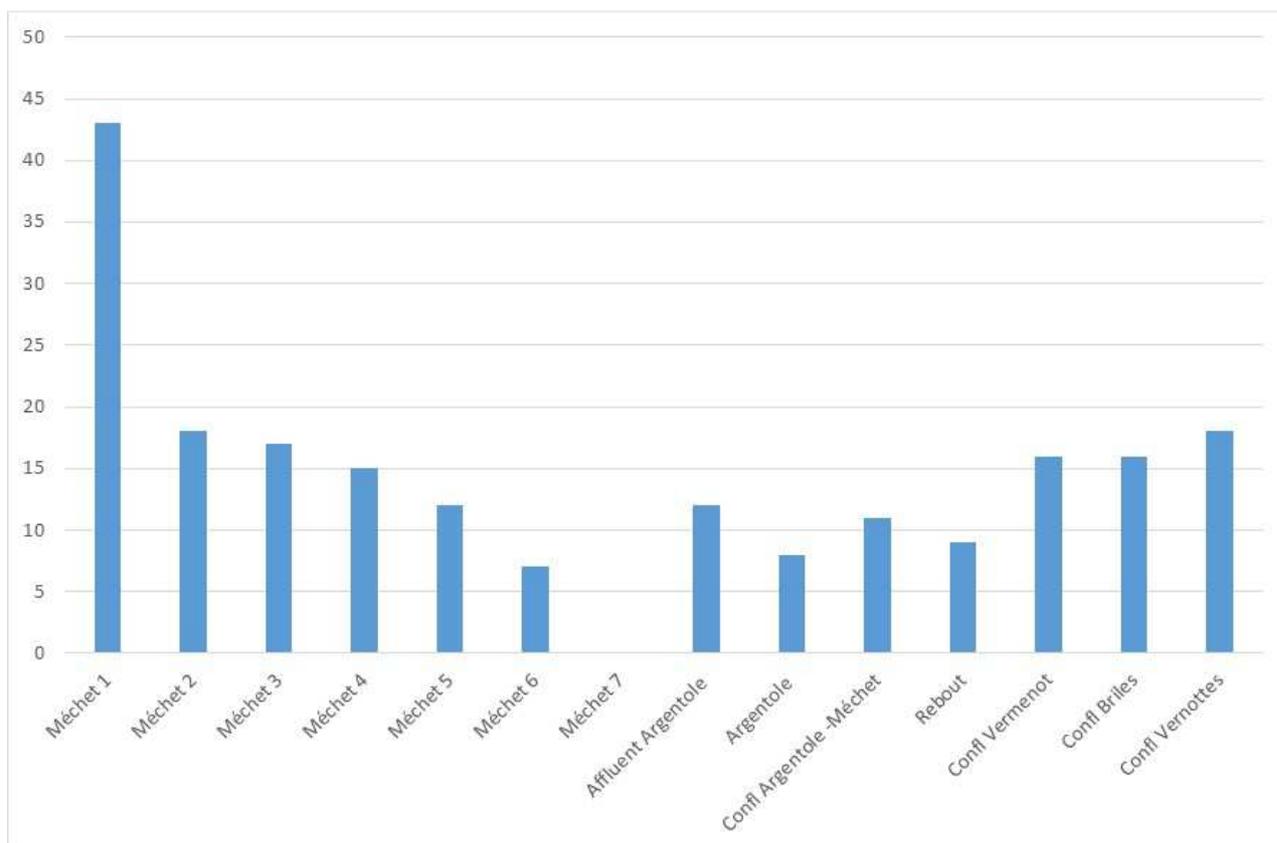


Figure 13 : Nombre d'heures maximum consécutives durant lesquels les températures restent supérieures à 19°C (Nbmax Ti csf>19.)

Si le dépassement de 19°C de température instantanée peut être important sur certains ruisseaux (Vernottes, Vermenot, Briles) et sur le Méchet aval et intermédiaire (selon les stations), le nombre d'heures consécutives maximales où les températures dépassent ce seuil n'est pas trop important.

Il ne dépasse jamais 20 heures consécutives excepté sur la station Méchet 1 où le nombre d'heures maximum consécutives durant lesquels les températures restent supérieures à 19°C (Nbmax Ti csf>19.) est supérieur à 40 heures.

Concernant le seuil thermique létal de la truite fario, seul le ruisseau des Vernottes a connu une séquence durant laquelle la température a dépassé 25°C. Cette séquence a duré juste 1 heure. Il s'agit déjà d'une altération forte du métabolisme thermique qui ne peut-être que défavorable à la truite commune.

3.3.3 Valeur de référence pour la truite commune, la Tmoy 30

Jusqu'alors, il a été évoqué les valeurs thermiques instantanées ou moyennes qui permettent de décrire le métabolisme thermique des cours d'eau du bassin du Méchet lors de l'été 2016. Selon l'importance de ces valeurs, on a pu déduire le dysfonctionnement thermique de la rivière en fonction du preferendum de la truite commune.

Mais pour mieux caractériser l'évolution sur le long terme d'une population de truite commune, on calcul la moyenne des températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds (Tm30j max).

Sur cette base, la limite des 17,5 -18°C influencerait en particulier le stade juvénile de l'année (0+). En effet, suivant les études d'Elliot, auteur anglo-saxon ayant beaucoup travaillé sur le métabolisme des truites communes en relation avec les facteurs externes dont la thermie, il apparaîtrait que les truitelles 0+ ont une forte sensibilité au régime thermique des cours d'eau en été dès lors que la moyenne des températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds (Tm30j max) atteint le seuil de 17,5-18°C.

A partir de ce seuil, le rendement énergétique est défavorable et l'énergie apportée par l'alimentation est plus faible que celle utilisée pour la capture de ses proies. Ce phénomène induit un amaigrissement des individus ainsi que des mortalités progressives et continues et des dévalaisons potentielles vers des milieux encore moins favorables.

Des récentes et nombreuses mesures ont montré qu'un gain de 0,5°C au-delà du seuil de 17°C (de Tm30j max) entraînait une baisse des densités d'un facteur 2 à 3.

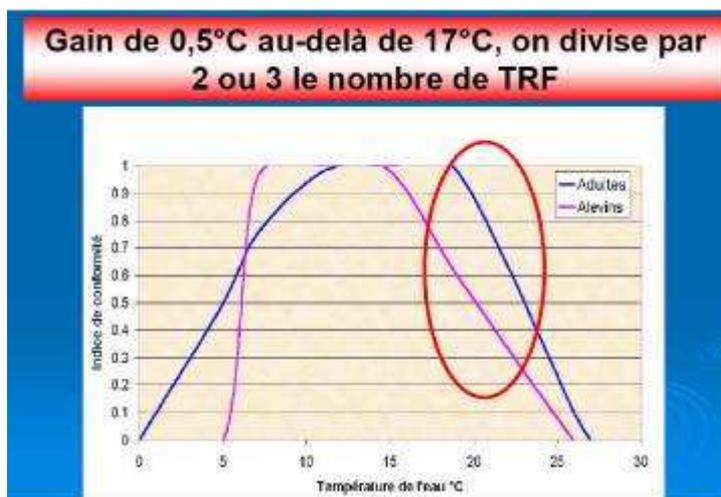


Figure 14 : Evolution des densités de truite en relation avec la moyenne des températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds

Stations	Tm30j max
Méchet 1	18,37
Méchet 2	17,73
Méchet 3	17,79
Méchet 4	17,51
Méchet 5	17,21
Méchet 6	16,47
Méchet 7	13,9
Affluent Argentole	17,11
Argentole	16,1
Confluence Argentole	16,99
Rebout	16,48
Confluence Vermentot	18,1
Confluence Briles	17,63
Confluence Vernottes	18,58

Tableau 7 : Moyennes des températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds sur le Méchet et ses affluents

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

Tableau 8 : Condition de développement d'une population de truite commune selon la moyenne des températures moyennes des trente jours consécutifs les plus chauds.

L'analyse de la Tm30j max montre une situation contrastée sur le bassin du Méchet.

Le métabolisme thermique des cours d'eau du bassin du Méchet est favorable à la truite commune sur le secteur de tête de bassin du Méchet. Plus en aval, la situation se dégrade en s'amplifiant à mesure que le Méchet s'approche de sa confluence avec l'Arroux.

En effet, les stations apicales du Méchet (Méchet 6 et Méchet 7) ainsi que les stations du ruisseau d'Argentole, de l'Argentole en amont immédiat de la confluence avec le Méchet et du ruisseau du Rebout présentent des caractéristiques thermiques (Tm30j max) très favorables à favorables à la truite commune (pour l'été 2016).

Plus en aval, les stations Méchet 5 et Méchet 6 sont moyennement favorables à la truite lorsque l'été n'est pas trop chaud (tel que l'été 2016). On peut supposer que lors d'étiages plus chauds, la thermie deviendrait un facteur limitant essentiel sur ces portions du Méchet.

Toutes les portions intermédiaires du Méchet, en aval de la microcentrale du Piéjus (Méchet 3, Méchet 2) sont plus chaudes. La situation peut être critique lors d'épisodes de types caniculaires.

Enfin, l'aval du Méchet, l'aval du ruisseau des Vernottes et l'aval du ruisseau de Vermenot sont très peu favorable au développement de la truite lors de l'étiage, y compris si l'été n'est pas particulièrement chaud.

L'analyse de la (Tm30j max) indique que seules les parties les plus apicales du bassin le Méchet et ses affluents sont favorables aux développements des alevins de truite.

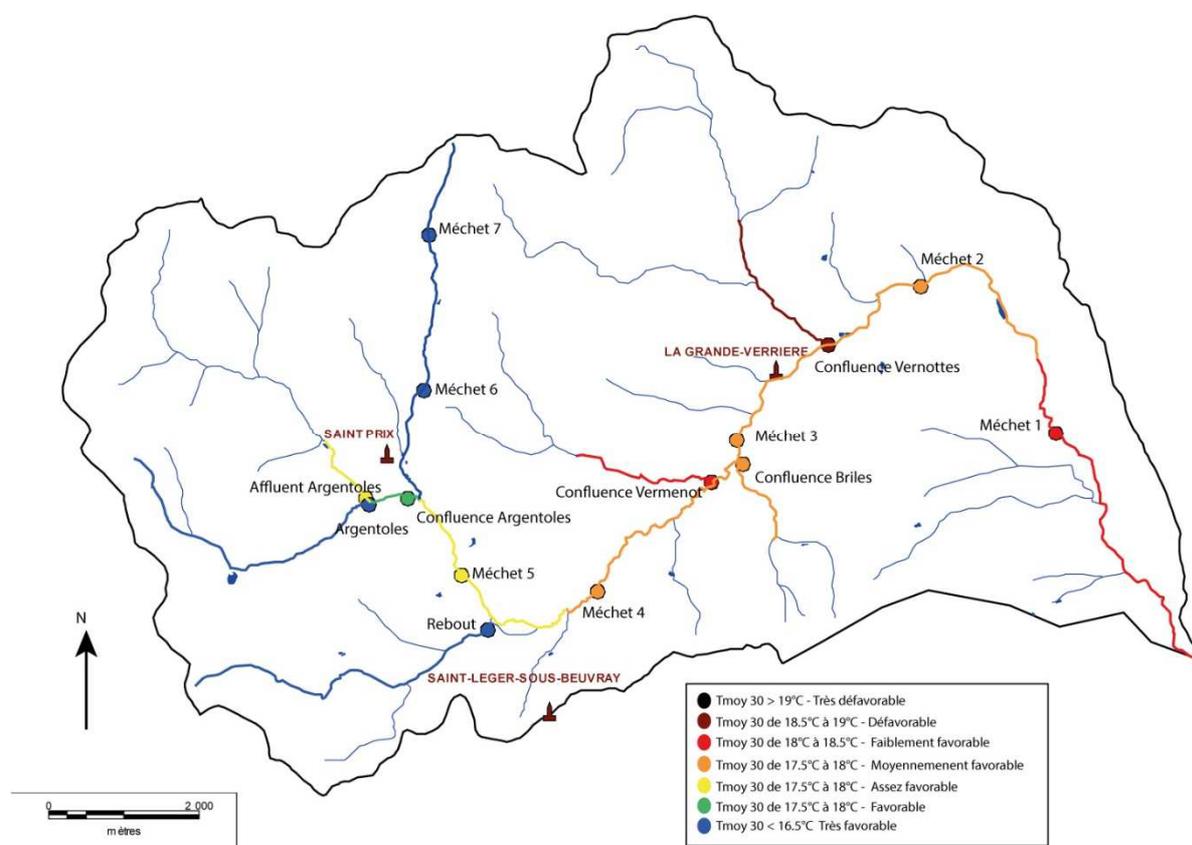


Figure 15 : Moyenne des températures moyennes sur les 30 jours consécutifs les plus chauds de l'été 2016 (Tm30j max)

4 INTERPRETATION

Les mesures des abondances de truite communes ainsi que l'analyse du métabolisme thermique du Méchet et des portions aval de ses principaux affluents ont été entreprises lors de l'été 2016 ; un été plus ou moins conforme aux références saisonnières pour l'aspect thermique. L'été a été sec, mais les importantes précipitations du printemps ont permis de maintenir de débits suffisant pour la faune piscicole.

Dans l'ensemble l'été est resté assez favorable à la faune piscicole. L'été 2015 a été sur le plan thermique beaucoup plus néfaste à la vie piscicole.

Malgré un été assez satisfaisant les abondances de truites fario du Méchet sont assez faibles et le métabolisme du Méchet et des ses affluents est bien souvent trop excessif.

La situation apparaît néanmoins contrastée sur le bassin hydrographique du Méchet.

Les stations apicales Méchet 7, Méchet 6 ainsi que le ruisseau d'Argentole présentent des eaux assez fraîches plutôt correctement peuplées en truite commune. Le ruisseau du Rebout est aussi frais mais il n'a pas fait l'objet d'échantillonnage piscicole.

Vers l'aval du bassin, une accentuation des problèmes thermiques (réchauffement) est assez facilement observable. Le réchauffement des eaux apparaît principalement à partir de la station Méchet 5. Ce réchauffement peut apparaître moins marqué sur certain station (exemple Méchet 4), mais néanmoins on constate une élévation du métabolisme thermique assez néfaste aux populations de truites communes.

Cette élévation du métabolisme thermique est aussi extrêmement marquée sur l'aval du ruisseau des Vernottes, du ruisseau de Vermenot et dans une moindre mesure du ruisseau des Briles. Tous les ruisseaux n'alimentent donc pas le Méchet en eaux Fraiches et ce principalement sur les portions intermédiaires du Méchet (secteur de la Grande Verrière).

Ces mêmes ruisseaux peuvent faire l'objet de forte amplitude thermique journalière entre l'arrivée d'eaux fraîches des zones des sources (zones boisées) la nuit et un réchauffement excessif de l'eau en journée dans les portions où les ruisseaux coulent en prairies. Ces fortes amplitudes thermiques associées à des eaux globalement trop chaudes font de ces ruisseaux des milieux aquatiques peu propices au développement des alevins de truite ; tout le contraire de ce qu'ils devraient être.

L'élévation des températures de l'eau est principalement liée au réchauffement climatique terrestre et à l'absence de ripisylve sur de grands linéaires de cours d'eau. C'est particulièrement le cas pour le ruisseau des Vernottes et le ruisseau de Vermenot dont la ripisylve est très absente sur les cours aval.

En certains lieux, des étangs peuvent contribuer à augmenter les températures de l'eau. C'est le cas des quelques petits plans d'eau situés aux sources du Méchet.

Ainsi entre les stations apicales Méchet 7 et Méchet 6, l'absence trop généralisée de ripisylve et la présence de petits étangs peuvent générer une augmentation de la température de l'eau de 2.6°C en moyenne sur quelques kilomètres seulement.

De même, des aménagements comme le seuil de la microcentrale du Piejus peuvent avoir une incidence notable sur le métabolisme thermique du Méchet. Des sondes thermiques ont été disposées de part et d'autre de cet aménagement lors de l'été 2017 pour vérifier des telles hypothèses.

L'amplification du métabolisme thermique du Méchet a une incidence directe sur les populations de truites communes du Méchet.

La moyenne des températures moyennes sur les 30 jours consécutifs les plus chauds de l'été 2016 ($T_{m30j\ max}$ -valeur de référence) est trop importante depuis l'aval de Saint Prix jusqu'à la confluence avec l'Arroux. Ceci peut certainement expliquer la faiblesse des abondances d'alevins de truite dans le Méchet.

De même lorsqu'on observe la relation existante entre la valeur de $T_{m30j\ max}$ et les abondances de truite fario, il apparaît une corrélation assez nette. Plus cette valeur est importante (éloignée du seuil des 17°C) plus les abondances de truites communes sont faibles.

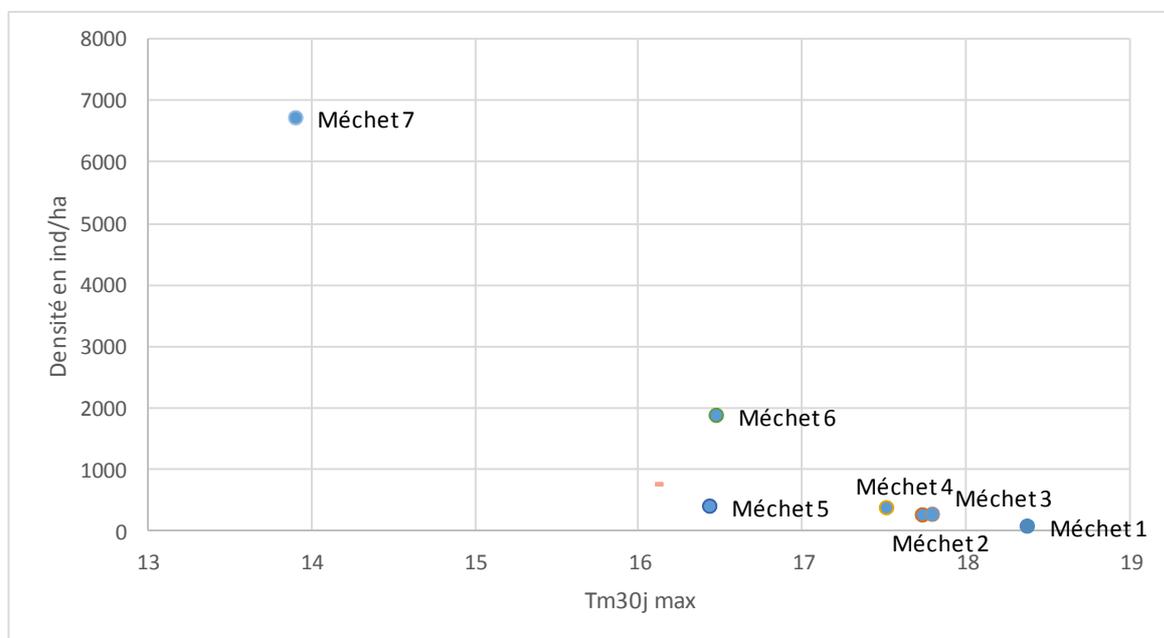


Figure 16 : Relation entre la $T_{m30j\ max}$ et les abondances de truite commune du Méchet

Faire face au réchauffement climatique terrestre reste une problématique vaste et complexe, mais peut-être que des actions ciblées sur la ripisylve (Cf figure 16) pourraient permettre de mieux maîtriser les hausses du métabolisme thermique.

Références

- Baran P., Lagarrigue T., Lascaux J.M., Henniaux H. et Belaud A., 1999. Etude de l'habitat de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans quatre cours d'eau à haute valeur patrimoniale de la Loire. INP-ENSAT. 70p.+ annexes
- Carle F.L. & Strub M.R., 1978. A new method for estimating population size from removal data. *Biometrics*, 34 : 621-630
- Caudron A., Chassignol R., 2017. Etude génétique de la population de truite commune (*Salmo Trutta*) du cours principal du Méchet (71).
- Chassignol R., 2015. Suivi technique des opérations de restauration de ripisylves – Ruisseau des Vernottes à la Grande Verrière. Etat initial.
- Elliott, J. M. & Hurley, J. A (1995). The effect of the rate of temperature increase on the critical thermal maximum for parr of Atlantic salmon and brown trout
- Elliott, J. M. & Hurley, M. A. (1998a). An individual-based model for predicting the emergence period of sea trout fry in a Lake District stream. *Journal of Fish Biology* 53, 414–433. doi: 10.1111/j.1095-8649.1998.tb00990.x
- Elliott, J. M. & Hurley, M. A. (1998b). Predicting fluctuations in the size of newly emerged sea-trout fry in a Lake District stream. *Journal of Fish Biology* 53, 1120–1133. doi: 10.1111/j.1095-8649.1998.tb00468.x
- Faure J.P & Grès P., 2008. Etude piscicole et astacicole préalable au contrat de rivières Rhins, Rhodon et Trambouzan (département 42 et 69) – 102p
- Macro Excel d'Aide au Calcul de variables thermiques appliquées aux Milieux Aquatiques SALMONicoles. Version 1.0, mars 2010. Fédération de Haute Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique