
SUIVI PISCICOLE DU CONTRAT DE RIVIERE GARON, ANNEE 2021



Rapport final – mai 2023

Maître d'ouvrage :

**Fédération du Rhône et de la Métropole de Lyon
pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique**

1, allée du Levant
69890 La Tour de Salvagny
Tél : 04 72 180 180
www.peche69.fr

Auteurs :

Léa MASSANES – Technicienne
Jean-Pierre FAURE – Directeur technique

Avec la participation de :

Jérémy VAUCHER – Chargé d'études
Simon GAILLOT – Chargé d'études
Jean-Charles JULLIN – Technicien Garde-Pêche

Personnel technique du SMAGGA

Bénévoles de l'AAPPMA de Givors et de la Vallée du Garon

Table des matières

RESUME.....	6
INTRODUCTION	7
PARTIE I : CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE	8
1. PRESENTATION GENERALE DU BASSIN VERSANT DU GARON.....	8
1.1. Contexte géographique.....	8
1.2. Réseau hydrographique et hydrologie.....	9
1.3. Occupation des sols.....	11
1.4. Facteurs limitant la condition piscicole.....	12
1.5. Qualité biologique des cours d'eau.....	18
2. CONTEXTE DU CONTRAT DE RIVIERE.....	19
2.1. Historique de la démarche.....	19
1.2. Bilan final du second contrat de rivière 2013-2018, état des lieux.....	21
3. LES OBJECTIFS DE CE RAPPORT.....	22
PARTIE II : MATERIEL ET METHODES	23
1. LES SITES D'ETUDE.....	23
2. PROTOCOLES DE SUIVI PISCICOLE.....	23
2.1 Principe de la pêche électrique.....	23
2.2. Traitement des données.....	24
3. PROTOCOLE DE RELEVÉ THERMIQUE.....	25
PARTIE III : RESULTATS.....	27
1. LA THERMIE.....	27
1.1 Hydrologie et climatologie de l'été 2020.....	27
1.2. Caractérisation thermique du bassin versant pour l'été 2020.....	27
1.3. Evolution thermique du bassin versant.....	30
2. PEUPEMENT PISCICOLE 2021.....	34
2.1. Etat des lieux 2021.....	34
2.2. Evolution des peuplements depuis 2006.....	42
2.3. Quel avenir pour les truites ?.....	44
CHAPITRE IV : DISCUSSION ET PERSPECTIVES D'ACTIONS	45
1. DIAGNOSTIC FINAL.....	45
2. PROPOSITIONS D'AMELIORATION ET/OU DE RESTAURATION.....	46
2.1 Actions liées à la thermie et à la ressource en eau.....	47
2.2. Actions liées à la continuité écologique.....	49
2.3. Actions liées à la hydromorphologie.....	49
CONCLUSION	50
BIBLIOGRAPHIE.....	51
Webographie.....	53

Table des figures

Figure 1 : Localisation géographique du bassin versant du Garon région Rhône Alpes. (Source : contrat de rivière, 2013-2018).

Figure 2 : Réseau hydrographique du bassin versant du Garon (Source : PGRE Garon 2016).

Figure 3 : Masses d'eau classées en liste I et Liste II (Fournier, 2015).

Figure 4 : Occupation des sols du bassin versant du Garon. (Source : Mollard, 2019)

Figure 5 : Evolution des concentrations en Ptot et PO4 sur le Garon et le Mornantet (ARALEP, 2019)

Figure 6 : Classes de qualité pour l'élément phosphore par station sur le bassin versant du Garon (ARALEP, 2019)

Figure 7 : VCN30, débits minimums sur 30 jours consécutifs (1970-2020), de l'Yzeron à Taffignon et Craponne. (Source : Banque Hydro).

Figure 8 : 44 obstacles traités sur 73 au cours du second contrat de rivière. (Source : Mollard, 2019)

Figure 9 : Evolution schématique de l'abondance des macro-invertébrés sur le Mornantet (source : Master BEEB, Université Lyon 1).

Figure 10 : Représentation schématique de l'historique de la démarche menant à la naissance des deux contrats de rivière

Figure 11 : Comparaison des données climatologiques de l'été 2020 et les normales saisonnières (1981-2010) à Lyon-Bron, (source : Infoclimat).

Figure 12 : Tmoy 30, Tmax30 et Tmax absolue, bassin versant du Garon, été 2020

Figure 13 : Répartition des classes de qualité des températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds sur le bassin versant du Garon (été 2020).

Figure 15 : Evolution de la fréquence des classes de qualité des Tmoy 30 en fonction des exigences salmonicoles (2013-2020).

Figure 17 : fréquence d'observation des différentes espèces piscicoles pêchées sur les 29 stations d'inventaires, été 2021.

Figure 18 : Répartitions des différentes espèces piscicoles pêchées en fonction de leur biomasse relative durant l'été 2021.

Figure 19 : Evolution des biomasses linéaire (Kg/100ml) piscicoles relatives du bassin versant du Garon (2013-2021)

Figure 20 : Biomasses totales estimées en kg/ha pour chacune des stations de pêche électrique (été 2021)

Figure 21 : Biomasses de truites fario en kg/ha pour chacune des stations électriques (été 2021)

Figure 22 : Evolution des biomasses linéaires (Kg/100ml) de truites fario du Cartelier et de l'Artilla dans le cadre du suivi RSTBV (2008-2021).

Figure 23 : Evolution des densités linéaires (ind/100ml) de truites fario, du Cartelier et de l'Artilla, suivi RSTBV (2004-2021)

Figure 25 : Répartition des classes de qualité IPR sur les 29 stations échantillonnées (été 2021)

Figure 26 : Evolution des proportions des classes de qualité de l'IPR entre 2006 et 2021 sur le bassin versant du Garon.

Figure 28 : Prédiction des densités (ind/100ml) de truitelles (0+) en fonction des débits.

Figure 29 : Photo d'enrochements plantés (à gauche) et non plantés (à droite) sur la Turdine à l'Arbresle (Gacon, 2021)

Figure 30 : Niveaux d'entretien des ripisylves du Garon par les brigades rivières (SMAGGA, 2017-2022)

Table des tableaux

Tableau 1 : Limite des classes des composantes physico-chimiques des eaux de rivières pour la vie des espèces salmonicoles (Source : Lepimpec, 2002)

Tableau 2 : synthèse du bilan technique du contrat de rivière 2013-2018.

Tableau 3 : Résultats des simulations pour différents scénarios de prélèvements en nappe du Garon (PGRE, 2016-2021)

Table des annexes

Annexe 1 : Localisation des stations d'inventaire piscicole 2021.

Annexe 2 : Métriques et variables environnementales prises en compte dans le calcul de l'IPR, notes et correspondantes des classes de qualité.

Annexe 3 : Limite des classes d'abondance de truites fario selon le référentiel du CSP (1978).

Annexe 4 : Fiche station TIGRE, Cartelier.

Annexe 5 : Fiche station TIGRE, Artilla.

Annexe 6 : Photo du reste de seuil sur le Cartelier (CARTE-11).

Table des abréviations

AAPPMA	Association Agrée pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
CSP	Conseil Supérieur de la pêche (anciennement Onema puis OFB)
IPR	Indice Poissons Rivière
DCE	Directive Cadre européenne sur l'Eau
FRPPMA	Fédération du Rhône et de la métropole de Lyon pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
SMAGGA	Syndicat de Mise en valeur, d'Aménagement et de Gestion du bassin versant du Garon
VCN X	Débit minimum sur X jours
Tmoy 30	Température moyenne des 3 à jours consécutifs les plus chauds
Tmax 30	Température maximale moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds
TmaxAbsolue	Température maximale absolue
ARALEP	Application de la Recherche à l'Expertise des Pollution
STEP	Station d'épuration
IOTA	Installation, Ouvrages, Travaux et Aménagement
PNA	Plan National d'Action
OFB	Office Français de la Biodiversité

Espèce piscicoles présente dans le bassin versant du Garon		
Code	Nom commun	Nom latin
BAF	Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i>
BOU	Bouvière	<i>Rhodeus sericeus</i>
CAS	Carassin	<i>Carassius carassius</i>
CHE	Chevesne	<i>Leuciscus leuciscus</i>
GAR	Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>
GOU	Goujon	<i>Gobio gobio</i>
HOT	Hotu	<i>Chondrostoma nasus</i>
LOF	Loche franche	<i>Barbatula barbatula</i>
PCH	Poisson chat	<i>Ictalurus nebulosus</i>
PES	Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>
ROT	Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>
SPI	Spirilin	<i>Alburnoides bipunctatus</i>
TAC	Truite arc en ciel	<i>Onchorynncus mykiss</i>
TAN	Tanche	<i>Tinca tinca</i>
TRF	Truite fario	<i>Salmo trutta fario</i>
TRS	Truite surdensitaire	/
VAI	Vairon	<i>Phoxinus phoxinus</i>

Résumé

Cette étude est réalisée dans le cadre du suivi piscicole post contrat de rivière (2013- 2018) du bassin versant du Garon. Ainsi, 29 stations d'inventaires piscicoles sont prospectées par pêche électrique au mois de Juillet 2021, et 16 sondes thermiques sont relevées au mois de mai 2021. La mise en place de deux contrats de rivières successifs (entre 2006 et 2018) a principalement permis un très gros travail de décloisonnement du sous bassin versant du Garon, restaurant la continuité écologique de la quasi-totalité de son linéaire. Ces travaux ont permis, dans un premier temps, aux populations de truites fario de recoloniser les têtes de bassin, notamment sur la Garon amont entre 2006 et 2014. Depuis 2015, les conditions climatiques estivales limitantes se succèdent, les biomasses de truites fario chutent, se dégradent. Les températures de l'eau augmentent sur l'ensemble du bassin versant. Cependant, le sous bassin versant du Garon semble mieux résister que le sous bassin versant du Mornantet, affluent principal du Garon, non concerné par les travaux de décloisonnement. Des zones "refuges" se dessinent en tête de bassin, notamment sur le Cartelier et l'Artilla, affluents du Garon.

L'impact du réchauffement climatique est sans appel, et aura de lourdes conséquences pour la faune piscicole d'ici 2050. Afin de réduire ces conséquences, il est nécessaire qu'un nouveau programme d'actions voit le jour, se concentrant sur le sou bassin versant du Mornantet, et prenant en compte d'avantage le réchauffement climatique et son impact sur le long terme.

Introduction

Le bassin versant du Garon se situe au Sud-ouest de l'agglomération Lyonnaise, entre les Monts du Lyonnais et la vallée du Rhône. Ses deux principaux affluents sont le Garon et le Mornantet, le réseau hydrographique, qui s'étend sur un linéaire de 130kms, coule au travers de zones forestières et rurales en amont, pour ensuite rapidement rencontrer des zones plus urbanisées en aval. Les milieux aquatiques du bassin versant sont dégradés depuis plusieurs années, les activités humaines ont pollué chimiquement les eaux de surface via des pollutions d'origines agricoles et domestique. La continuité écologique au sein du bassin était très perturbée par la présence de nombreux seuils, impactant la faune piscicole principalement.

Afin de répondre au mieux aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), qui impose un objectif d'atteinte du « bon état écologique » des masses d'eau, le Syndicat de Mise en valeur, d'Aménagement et de Gestion du bassin versant du Garon (SMAGGA) a signé en juillet 2013 un second contrat de rivière pour la période 2013-2018. Aujourd'hui, sur les 313 opérations prévues initialement, 252 sont terminées ou en cours de réalisation, 44 ont été abandonnées avant ou après leur révision à mi-parcours, effectuée en 2016.

La Fédération du Rhône et de la Métropole de Lyon pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique assure le suivi piscicole et thermique des rivières du bassin du Garon, depuis 2013 en tant que maître d'ouvrage. Aujourd'hui, les actions du contrat ont permis de décroisonner presque intégralement le Garon et ses affluents, restaurant ainsi la continuité écologique du linéaire. Il reste cependant beaucoup de travail à effectuer sur le Mornantet.

Bien que le contrat se soit terminé en 2018, les travaux de restauration ont continué et les effets des aménagements réalisés sont à évaluer sur le long terme. La présente étude constitue donc un bilan 2021 de l'état des populations piscicoles du bassin versant du Garon. De plus, l'été 2020 a battu le record historique de chaleur, l'année 2020 a été l'année la plus chaude de France depuis le début du XXe siècle (Météo France). Une attention particulière sera donc portée à l'évolution des températures des eaux superficielles du bassin. En effet, ces épisodes climatiques exceptionnels risquent de devenir récurrents dans les années à venir, il sera donc important de les prendre en compte pour la mise en place de futures perspectives de gestion.

Le suivi piscicole est effectué par échantillonnage du peuplement via la méthode de pêche électrique, sur l'ensemble du bassin versant du Garon. Le suivi thermique est effectué à l'aide de sondes thermiques. La qualité du peuplement sera comparée aux campagnes effectuées précédemment, et une attention particulière sera portée à la mise en relation des résultats avec l'évolution de la température et la sévérité des étiages.

Partie I : Contexte général de l'étude

Les milieux aquatiques sont des systèmes vivants, particulièrement complexes, en évolution permanente, dont chaque composantes (physique, biologique et chimique) dépendent les unes des autres, rendant l'équilibre de ce système très fragile. Ils sont victimes de nombreuses dégradations, principalement d'origines anthropiques. En effet, l'augmentation de la population et des activités humaines au cours des dernières décennies a mené à l'artificialisation des cours d'eau, à leur pollution, leur fragmentation, en plus de contribuer au réchauffement climatique. Ces différentes pressions mènent notamment à de sévères étiages, et à l'augmentation de la température de l'eau (Nilsson *et al.* 2005). La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) de 2000 impose à ses états membres, dont la France, un objectif d'atteinte du « bon état écologique » des masses d'eau. Ainsi, la restauration et protection des milieux aquatiques d'eau douce sont au coeur des programmes de gestion des bassins versants de France.

1. Présentation générale du bassin versant du Garon

1.1. Contexte géographique

Le bassin versant du Garon se situe dans le département du Rhône, en région Rhône Alpes, au sud-ouest de Lyon (Figure 1). D'une superficie de 206km², le réseau hydrographique du bassin s'étend sur un linéaire de 130kms (contrat de rivière, 2013-2018). Le Garon prend sa source à 700m d'altitude, et s'écoule jusqu'au Rhône sur un linéaire de 25km. Le bassin rassemble 24 communes et un peu plus de 68 000 habitants (SMAGGA 2019).

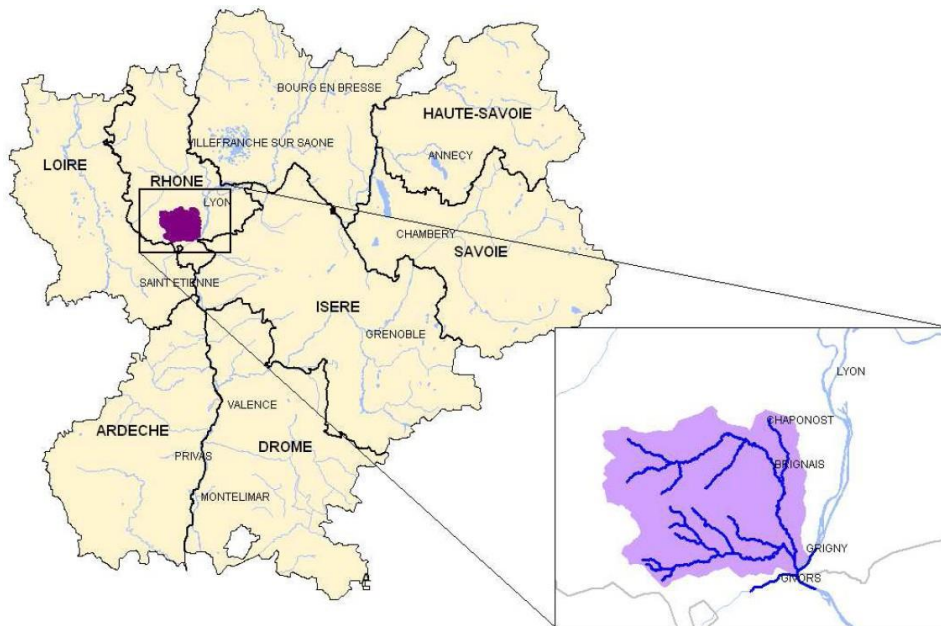


Figure 1 : Localisation géographique du bassin versant du Garon région Rhône Alpes. (Source : contrat de rivière, 2013-2018).

1.2. Réseau hydrographique et hydrologie

Le bassin est composé de deux axes majeurs : Le Garon, affluent du Rhône et le Mornantet, affluent principal du Garon. Ces deux axes sont bien sur accompagnés de nombreux petits affluents (Figure 2). Limité par le Rhône à l'est et la rivière Gier au sud, le bassin du Garon est voisin du bassin versant de l'Yzeron au Nord. Le Garon prend sa source dans les Monts du Lyonnais, la partie amont de son lit se trouve donc dans un zone à forte pente (>5%) et est particulièrement encaissé. Un plan d'eau est situé dans cette zone, le barrage de Thurins, dont l'ancienne vocation était l'alimentation en eau potable. Il est aujourd'hui utilisé pour le loisir et assure un soutien d'étiage au cours d'eau en période estivale, avec un débit réservé de 5L/s, par ouverture de la vanne de demi-fond. Ce soutien d'étiage permet également un rafraîchissement du linéaire en aval de l'ouvrage de près de 2°C en période estivale (ARALEP, 2017). En amont de la ville de Thurins, le Garon conflue avec l'Artilla, puis le Cartelier, deux affluents principaux du haut Garon. Dans sa partie médiane, le Garon arrive sur un plateau, la pente devient plus faible, mais le lit mineur reste relativement encaissé, avec une faible zone d'expansion de crue. Il reçoit alors deux affluents, dont le Furon. Ce n'est qu'en arrivant aux abords de Brignais qu'une réelle zone d'expansion naturelle apparaît, dans la vallée en Barret. La partie aval du Garon, dont la pente est bien plus faible (0.5%), de Brignais à sa confluence avec le Rhône, est fortement urbanisée. Le Garon reçoit alors deux affluents dont le Merdanson de Chaponost, puis conflue au nord de Givors avec le Mornantet, son affluent principal, juste avant de se jeter dans le Rhône.

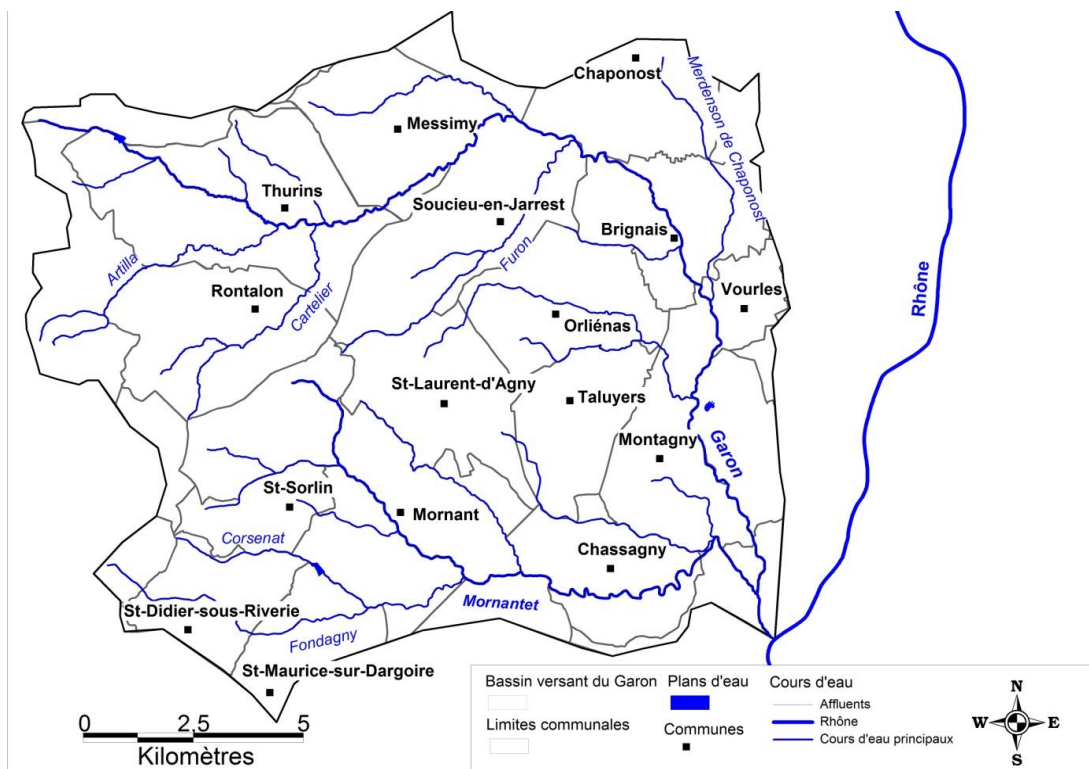


Figure 2 : Réseau hydrographique du bassin versant du Garon (Source : PGRE Garon 2016).

Une Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) est introduite en 2006 afin de classer les cours d'eau pour lesquels des enjeux de continuité ont été identifiés, en s'appuyant sur les objectifs de la DCE dans le SDAGE. Les cours d'eau sont classés en deux listes :

- **Classement en Liste I (article L.214-217 du code de l'environnement)** : permet de protéger les cours d'eau concernés des dégradations, la création de tout nouvel obstacle est interdite, les obstacles déjà présents ne doivent pas impacter négativement le cours d'eau en le dégradant. Cela permet de suivre un objectif de préservation à long terme. Quatre tronçons du bassin versant du Garon sont classés en Liste I, le Haut Garon, le Cartelier, l'Artilla, le Furon amont (figure 3).
- **Classement en Liste II (article L.214-17 du code de l'environnement)** : concerne des cours d'eau ou portions de cours d'eau qui nécessitent des actions de restauration pour assurer la continuité écologique. La création de nouveaux ouvrages est possible dans la mesure où ils permettent la libre circulation des poissons et des sédiments. Cela implique la restauration d'anciens ouvrages, la mise en place d'équipement tel qu'une passe à poissons, une ouverture régulière des vannes lorsqu'elles sont présentes.

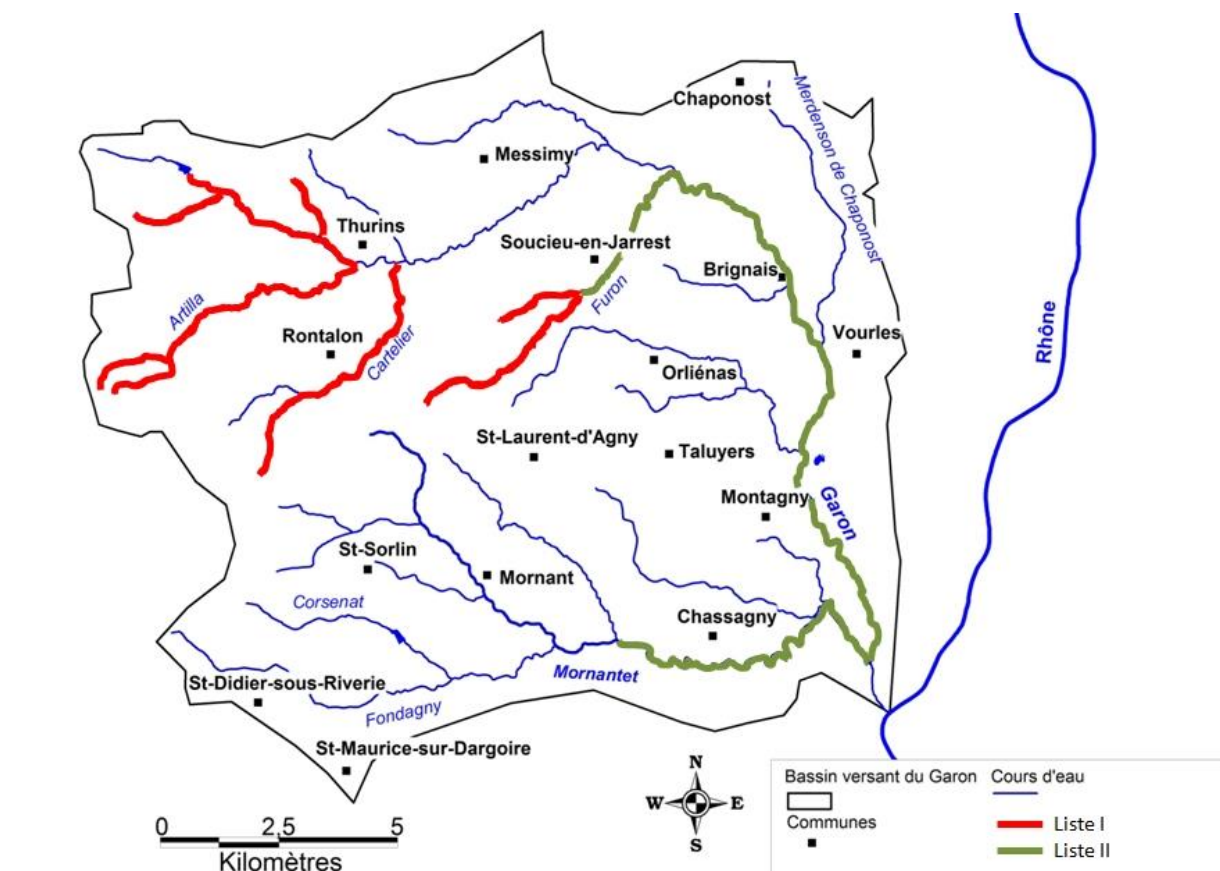


Figure 3 : Masses d'eau classées en liste I et Liste II (Fournier, 2015).

Le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) 2016-2021 a classé plusieurs

cours d'eau en tant que réservoirs biologiques. Ces cours d'eau sont les suivants : Le Garon amont (du barrage de l'Yzeron à l'aval de sa confluence avec l'Artilla), l'Artilla, le Cartelier, le Furon et ses affluents et, nouvellement, le Mornantet en aval de sa confluence avec la condamine, ainsi que le Fondagny en aval du lieu-dit la « Grimodière ». Ce sont des milieux considérés comme déterminants pour atteindre certaines exigences de la DCE, en termes de masses d'eau et de préservation de la biodiversité (SDAGE, 2016-2021). La gestion de ces réservoirs impose qu'ils ne soient pas altérés au niveau de la qualité des eaux, de substrats et d'hydrologie. L'article R.214-109 du code de l'environnement rappelle la définition d'un obstacle à la continuité écologique, et impose une vigilance particulière concernant le respect des conditions hydrologique nécessaire au bon fonctionnement des réservoirs biologiques (SDAGE, 2016-2021).

Le régime hydrologique du bassin est de type pluvial, il est caractérisé par des précipitations en hiver, très peu présentes en été, les débits suivent les variations de précipitations, ce qui provoque de forts étiages en période estivale, pouvant provoquer l'assèchement des cours d'eau jusqu'en automne. Les débits sont en moyenne divisés par deux entre la période hivernale et estivale, en été, ils sont inférieurs à 0,03m³/s. En automne, les pluies reviennent, les débits augmentent soudainement et l'encassement du lit mineur sur toute sa partie amont et médiane, additionné aux sols secs ou urbanisés, peu perméables, provoquent des crues, des inondations, notamment au niveau de la ville de Brignais.

Le Garon ne possède qu'une nappe, de type alluviale, qui se situe entre Brignais et Givors. La nappe est fortement connectée aux eaux de surfaces, son alimentation se fait à 80-95% via l'infiltration (ruissellements de surface, eaux de pluie, infiltration du Garon), très peu via les apports latéraux, ce qui la rend particulièrement vulnérable et sensible aux variations climatiques. De plus, cette nappe se situe dans la zone la plus anthropisée du bassin, son système d'alimentation et son emplacement l'expose énormément aux risques de pollutions. Sa ressource est principalement utilisée pour l'alimentation en eau potable, elle a été identifiée dans le SDAGE comme une ressource stratégique pour l'alimentation en eau potable du fait de sa forte productivité, et alimente 90 000 personnes en eau potable. En 2016, un Plan de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE) a été mis en place afin de définir la répartition des volumes prélevables entre les différents types d'usages, domestiques ou industriels. Il autorise un prélèvement de 5,5 millions de m³ répartis entre 3 catégories d'usagers, avec 5,35Mm³ pour l'eau potable, 100 000m³ pour l'industrie et 50 000m³ pour l'irrigation. L'irrigation est en grande partie effectuée via le SMHAR (Syndicat Mixte d'Hydraulique Agricole du Rhône), qui mobilise également la ressource du Rhône (PGRE, 2016) pour épargner la nappe du Garon.

1.3. Occupation des sols

Le bassin versant du Garon comprend 68 000 habitants, pour 24 communes. L'occupation des sols est diversifiée, elle varie en fonction de la zone géographique du bassin et son relief paysager (figure 4). Les monts du lyonnais, à l'ouest du bassin sont principalement constitués de zones boisées et de prairies, c'est une zone peu aménagée, peu urbanisée, caractérisée par des vallées profondes. Aux monts du lyonnais

succède le plateau du sud ouest lyonnais, essentiellement rural, caractérisé par la présence de nombreux vergers, vignobles, élevages, prairies. Il précède la basse vallée du Garon située à l'Est du bassin, entre Brignais et Givors. Dans cette zone, la densité de la population augmente, tout comme l'urbanisation des sols, avec la présence de zones industrielles et commerciales, une forte anthropisation des cours d'eau. Enfin, les coteaux du sud ouest lyonnais sont à la fois urbanisés et agricoles. Le territoire est donc en grande partie agricole, d'ailleurs, la part de SAU (Surface Agricole Utile) est de 50% (SMAGGA, 2013), et présente une activité industrielle principalement concentrée au niveau de Vourles, Brignais, Chaponost à l'est et au niveau de Saint Laurent d'Agnay et Mornant au sud ouest.

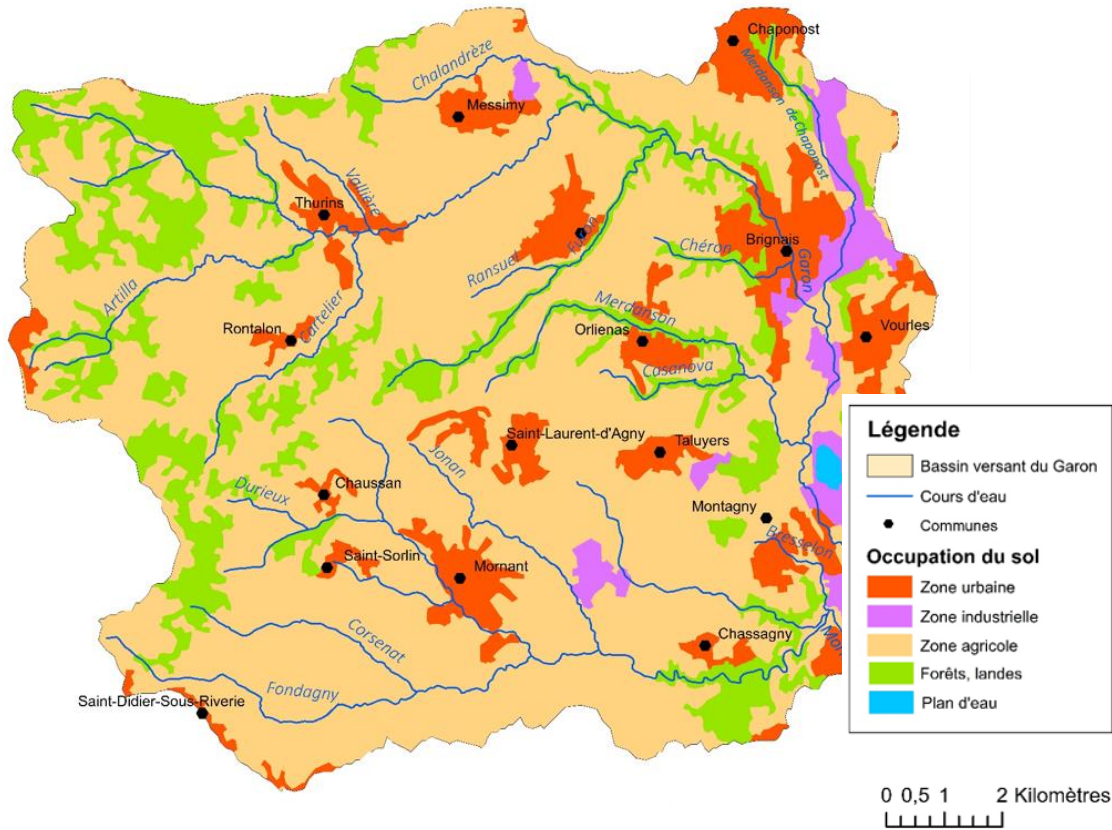


Figure 4 : Occupation des sols du bassin versant du Garon. (Source : Mollard, 2019)

1.4. Facteurs limitant la condition piscicole

❖ Facteurs physico-chimiques

Les pollutions d'origine anthropique font parties des pressions majeures impactant la faune piscicole (Gagnaire, 2019). Plusieurs éléments physico-chimiques (tableau 1) conditionnent la survie des poissons d'eau douce, et tout particulièrement : le pH, qui peut entraîner des irritations cutanées, allant jusqu'à de graves hémorragies. Un pH trop basique ou trop acide induit des changements physiologiques chez l'individu, pouvant mener à la mort. Selon les exigences salmonicoles, un pH équilibré doit se situer entre 6 et 8,5 (Lepimpec, 2002). La teneur en oxygène dissous, conditionné par les températures principalement, doit être de minimum 8mg/L, la saturation en oxygène doit être supérieure à 70% pour assurer le bon

développement et la survie de l'ichtyofaune. La teneur en phosphates (PO₄) ne doit pas dépasser 0,2mg/L afin d'être considérée comme "bonne". Un taux élevé de phosphore, souvent conséquence d'une pollution d'origine anthropique, peut induire la production d'algues (phénomène d'eutrophisation). L'eutrophisation induit une hausse de l'utilisation de l'oxygène dissous, augmentant les risques d'asphyxie des poissons et de leurs oeufs. La teneur en nitrates (NO₃-) conditionne également le phénomène d'eutrophisation, et ne doit pas dépasser les 20mg/L.

pH	Conductivité	Teneur en O ₂	Saturation en O ₂	DBO ₅	NH ₄	NH ₃	NO ₂	NO ₃	MES	PO ₄
	µS/cm	mg/l	% de O ₂	mg/l O ₂	mg/l	mg/l	mg/l NO ₂	mg/l NO ₃	mg/l	mg/l PO ₄
6 - 8	< 700	> 8	> 90	< 3	< 0,05	< 0,025	< 0,01	< 5	< 25	< 0,1
8 - 8,5	700 à 1 000	6 - 8	70 à 90	3 - 6	0,05 - 0,5		0,01 - 0,05	5 - 20	25 - 50	0,1 - 0,2
8,5 - 9	1 000 à 2 000	4 - 6	50 à 70	6 - 10	0,5 - 1		0,05 - 0,1	20 - 30	50 - 100	0,2 - 0,3
9 - 9,5	> 2 000	3 - 4	30 à 50	10 - 25	1 - 2		0,1 - 0,3	30 - 50	100 - 150	0,3 - 0,4
> 9,5		< 3	< 30	> 25	> 2	> 0,025	> 0,3	> 50	> 150	> 0,4

Tableau 1 : Limite des classes des composantes physico-chimiques des eaux de rivières pour la vie des espèces salmonicoles (Source : Lepimpec, 2002)

En 2006, 2010, 2015, et 2019 le bureau d'expertise ARALEP a mené des campagnes de suivi de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques du bassin du Garon. Ces campagnes comprenaient des analyses physico-chimiques de l'eau, et échantillonnages de macro-invertébrés sur des stations réparties sur l'ensemble du bassin versant. Plusieurs sources de dégradations de la qualité des eaux superficielles ont été relevées en 2010, avec notamment une quantité déclassante de phosphore, dès l'amont du bassin versant. Ces pollutions étaient principalement dues à l'utilisation massive de produits phytosanitaires par le domaine agricole. De plus, cinq stations d'épuration (STEP) rejetaient leurs effluents traités dans les eaux superficielles du bassin versant. Les eaux du sous bassin versant du Mornantet étaient plus dégradées que celles du sous bassin versant du Garon.

La campagne de 2019 a été menée dans le cadre du bilan du 2nd contrat de rivière. Au sens SEEE (Système d'Évaluation de l'État des Eaux), 10 des 31 stations échantillonnées atteignent l'objectif de bon état pour l'élément physico-chimique en 2019 (ARALEP, 2020). Sur le bassin versant du Garon, les composants les plus déclassants au regard de la faune piscicole sont par ordre décroissant : Nutriments > Bilan de l'oxygène > Acidification.

L'élément « nutriments » regroupe l'ensemble des paramètres liés à l'eutrophisation des cours d'eau (matière azotées et phosphatées). Le phosphore, d'origine anthropique, semble toujours être le problème majeur dans le bassin versant du Garon depuis 2006. Cependant, depuis cette année, l'évolution de l'élément nutriment s'améliore en termes de classe de qualité, avec une diminution de la classe « mauvaise » au bénéfice de la classe « bonne », mais la classe « moyenne », elle, se maintient.

Qualité des eaux du Garon et ses affluents

Le Garon amont est peu impacté par les pollutions phosphorées (0,1mg/L PO₄ et 0,03mg/L Ptot) (figure 5). On peut cependant observer une augmentation significative des concentrations en Ptot (phosphore total) et PO₄ (Orthophosphates) à partir de la STEP de Rontalon sur le Cartelier (0,35mg/L PO₄ et 0,12mg/L Ptot). Ce schéma se reproduit en aval de la STEP de Messimy (0,48mg/L PO₄ et 0,17mg/L Ptot). Les concentrations baissent ensuite en aval de la ville de Brignais, malgré une forte urbanisation. Les concentrations en PO₄ et Ptot se stabilisent dans la partie aval du Garon, en raison d'assecs l'été, rendant impossible l'échantillonnage (figures 5 et 6).

Qualité des eaux du Mornantet et ses affluents

Le bassin du Mornantet est globalement plus atteint par ce type de pollution que le Garon. En effet, la station la plus en amont présente des concentrations de PO₄ et P_{tot} plus élevées que pour le Garon (0,35mg/L PO₄ et 0,11mg/L P_{tot}) (figure 5). Un gradient est également observé de l'amont vers l'aval, entre les deux stations les plus en amont (M16 et M18), surtout pour les orthophosphates (0,52mg/L et 0,16mg/L P_{tot}). Le ruisseau des condamines pourrait être à l'origine de cette nette augmentation, classé en qualité "mauvaise" il conflue avec le Mornantet entre ces deux stations de suivi. Les concentrations continuent d'augmenter (0,57mg/L PO₄ et 0,18mg/L P_{tot}) pour ensuite baisser dans un secteur favorisant sans doute l'autoépuration (forte pente, gorges) (figures 5 et 6).

Conclusion : Les matières phosphorées sont les éléments les plus discriminants depuis 2006 sur l'ensemble du bassin. L'impact des STEPs, en termes de pollution phosphorée se fait toujours ressentir sur le Cartelier (STEP Rontalon) et le Garon (STEP Messimy) même si elles ont été rénovées entre 2013 et 2016. Le Mornantet est plus sujet aux pollutions phosphorées que le Garon. De manière générale, les valeurs ne permettent pas l'apparition d'un phénomène d'eutrophisation. Concernant les classes de qualité, la campagne 2019 confirme une diminution des pressions sur cet élément et au sens de l'élément physico chimique, une amélioration de la qualité de l'eau, avec une diminution de la classe "mauvaise" au bénéfice de la classe "bonne" est observée.

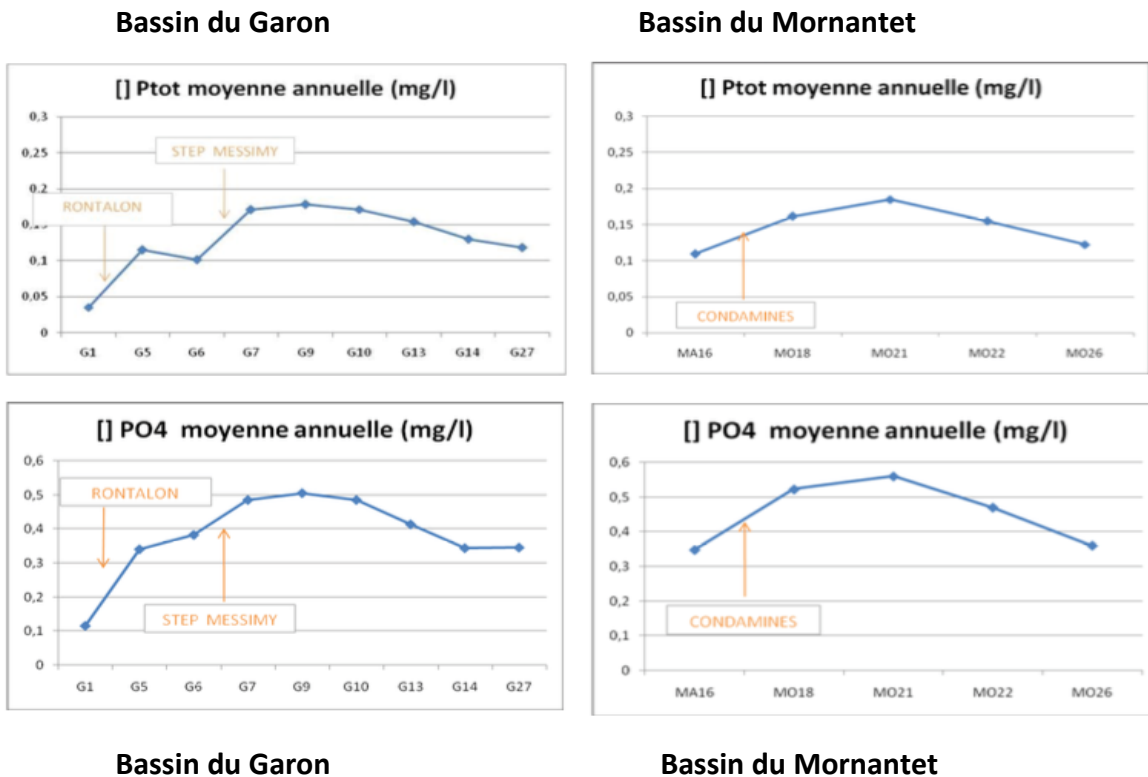


Figure 5 : Evolution des concentrations en P_{tot} et PO₄ sur le Garon et le Mornantet (ARALEP, 2019)

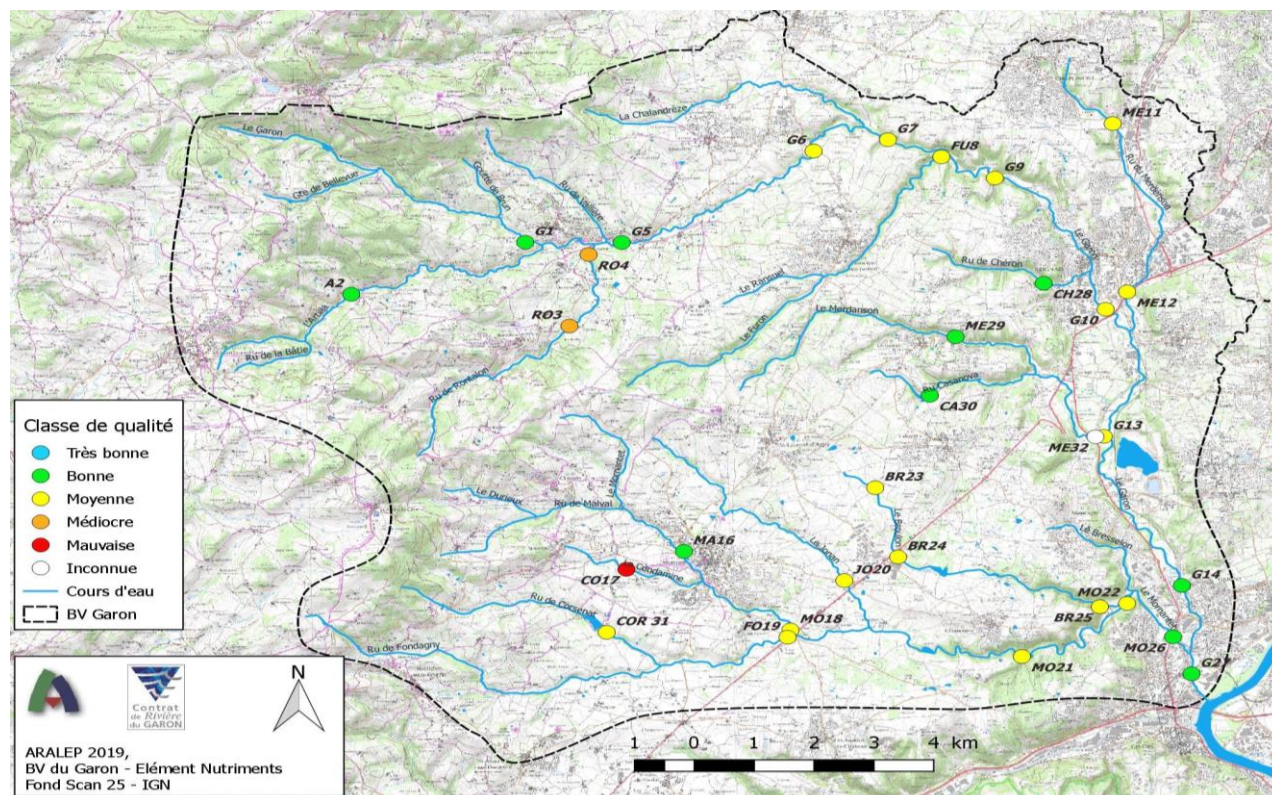


Figure 6 : Classes de qualité pour l'élément phosphore par station sur le bassin versant du Garon (ARALEP, 2019)

Le bilan oxygène intègre des paramètres de charge organique et des mesures d'oxygénation. 80% des stations ont atteint des classes de qualité situées entre les classes "bonne" et "très bonne". Aucune pollution chronique par l'élément "charge organique" n'est relevée, certains secteurs apparaissent cependant ponctuellement impactés comme le Broulon, le Jonan et le Mordanson de Chaponost. Cependant, l'élément oxygène montre une désoxygénation chronique du bassin, liée aux étiages sévères en période estivale. Le secteur du Garon amont et médian est épargné contrairement au secteur aval et au Mornantet qui est particulièrement impacté.

Acidification : De manière générale, le pH des stations est compris entre 7,85 et 8,1. L'ensemble des stations présentent donc une classe bonne, à très bonne au cours des 4 campagnes effectuées en automne, hiver, printemps, été. La campagne automnale est entièrement classée "très bonne".

❖ Facteurs hydrologiques :

Le débit d'un cours d'eau est un facteur majeur conditionnant la bonne santé des écosystèmes aquatiques d'eau douce. Le bassin versant du Garon est sujet à de forts étiages en période estivale, menant dans certains secteurs, à des assèchements. De sévères étiages mènent au réchauffement de l'eau. Or une augmentation de la température peut entraîner des réactions physiologiques graves chez les poissons, des perturbations moléculaires vont s'opérer, altérant le fonctionnement cellulaire et physiologique de l'organisme (Tissot & Souchon, 2011). L'augmentation des températures induit une diminution en oxygène dissous, provoquant une hypoxie, pénalisante pour les poissons d'eaux froides comme les salmonidés (Souchon et al. 1996). Les salmonidés, sténothermes, ne supportent pas de grandes variations de températures dans leur environnement et sont donc très souvent utilisés comme espèces « bio indicatrices » de l'état écologique du milieu. La truite fario ne supporte pas une hausse de température au

dessus de 18-19°C, à partir de là, elle ne s'alimentera plus, des températures supérieures à 24°C représentent le seuil mortel, si la qualité de l'eau est optimale. Dans le cas contraire, ce seuil est atteint bien plus tôt, les truites sont donc très sensibles à l'augmentation des températures en période estivale. De plus, les juvéniles de l'année (0+) montrent une sensibilité élevée au régime thermique des cours d'eau en été. En effet dès que la température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (Tmoy30) dépasse les 18°C, cela a un impact sur leur croissance, leur alimentation, et donc leur survie (Elliot et al. 1995).

La hausse des chaleurs en été, la diminution des précipitations et l'absence de réel aquifère pour soutenir les débits induisent un fort stress hydrique, notamment dans le secteur du Garon aval, où se trouve la nappe infiltrante du Garon. Les retenues collinaires accentuent la diminution des débits très faible, lorsque les températures sont élevées, des phénomènes d'évaporation ont lieu. Ces retenues détournent une partie de l'eau du cours d'eau, qui va venir stagner, et s'évaporer en période estivale, ce qui représente une grande perte de la ressource en eau, impactant directement le cours d'eau en période d'étiages (Roger, 2020). Sur le bassin du Garon, 138 plans d'eau favorisent ce phénomène, la perte en eau a été estimée à 260 000 m³/an, le volumes d'eau prélevé par les retenues pour l'irrigation étant de 430 000 m³/an.

A cela s'ajoutent les prélèvements pour l'AEP (Alimentation en Eau Portable), augmentant la fréquence des assècs. De plus, la réduction du volume habitable par la faune piscicole augmente les phénomènes densité/dépendance (Richard, 2014).

Des phénomènes de crues ont lieu en hiver et au printemps. Le caractère encaissé du Garon amont et le sol très peu perméable de la zone industrielle de Brignais occasionnent de fortes crues suivies d'inondations. En périodes de hautes eaux, le débit décennal du Garon à Brignais est évalué à 25m³/s et le débit centennal à 70m³/s (PGRE, 2016-2021). La crue la plus forte a été enregistrée en décembre 2003, avec un débit maximum de 65 à 70m³/s à Brignais et jusqu'à 90m³/s après la confluence du Merdanson. La figure 7 présente les débits minimums sur 30 jours consécutifs (VCN30) de 1970 à 2020, sur la station limnigraphique de l'Yzeron à Craponne et Taffignon. Nous pouvons observer que depuis 2014, les conditions hydrologiques se dégradent fortement avec des VCN30 inférieurs à 0,01m³/s pour la station de Taffignon, pendant 5 années de suite.

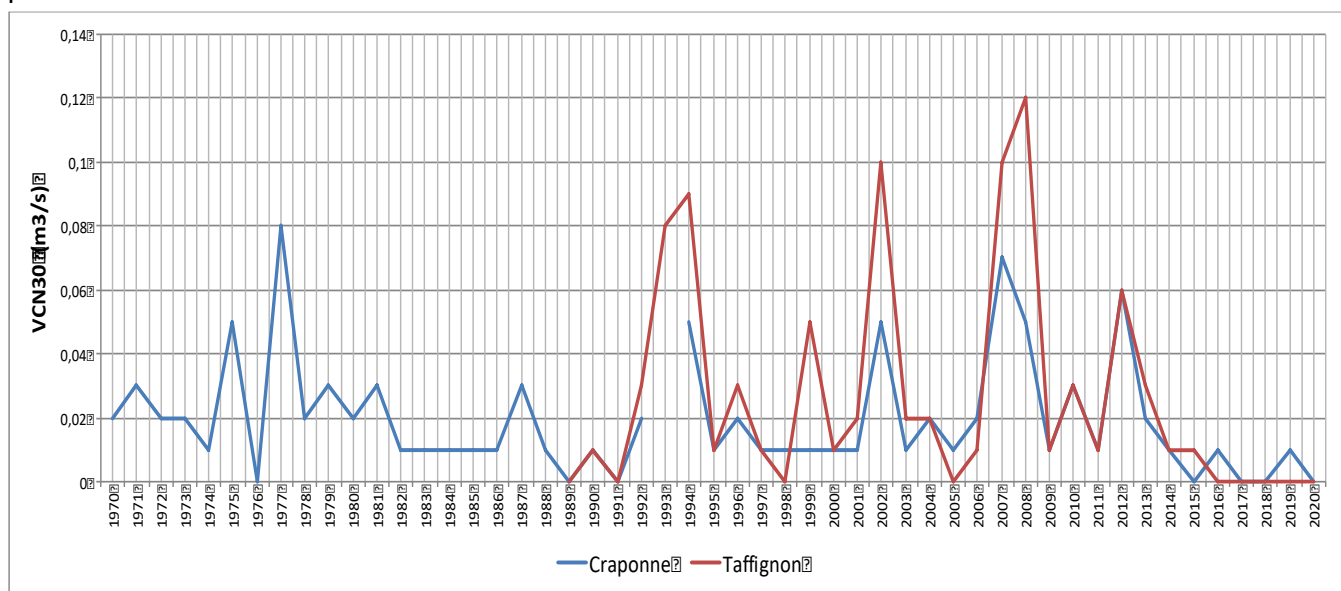


Figure 7 : VCN30, débits minimums sur 30 jours consécutifs (1970-2020), de l'Yzeron à Taffignon et Craponne. (Source : Banque Hydro).

En 2020, les débits mensuels des mois de juin, juillet, août et septembre étaient en moyenne 10

fois inférieurs aux débits mensuels moyens mesurés à la station à Craponne et deux fois inférieurs aux débits mensuels 5ans secs.

Les crues sont généralement bénéfiques pour les milieux aquatiques puisqu'elles permettent d'effectuer un tri au niveau du substrat, redynamise les échanges latéraux et diversifie les habitats pour la faune (*Cemagref, 1996*). Ces épisodes permettent également d'évacuer les matières organiques, limitent le phénomène de colmatage, c'est donc un mécanisme indispensable pour la reproduction et le développement des truites farios. Un colmatage important du substrat et donc des frayères induisent un manque d'oxygénation des oeufs, ne permettant pas leur croissance (*Coll. et al., 2016*).

❖ La continuité écologique

En France, en 2018, ce sont près de 110 000 obstacles à l'écoulement qui ont été recensés dans le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement (ROE), avec un nombre moyen de 24,3 obstacles pour 100km de cours d'eau, soit un obstacle tous les 5km en moyenne (*Eau France, 2019*). Les seuils sont des ouvrages qui barrent principalement le lit mineur du cours d'eau, sur toute sa largeur généralement. Fixes ou mobiles, leur hauteur peut aller jusqu'à 5m. Ces ouvrages fragmentent l'habitat, modifient les faciès d'écoulement, limitent la migration de l'ichtyofaune et favorisent les phénomènes d'assecs (*Baran et al. 1995*). Ces obstacles limitent également le flux sédimentaire, le sédiment grossier se retrouve piégé en amont, il est alors déficitaire en aval, ne joue plus son rôle de protection du lit et des berges du cours d'eau, qui vont alors souffrir de l'érosion. Le sédiment fin, également piégé en amont va contribuer à l'augmentation des MES (matière en suspension), entraînant une baisse de l'oxygène dissous, et augmentant le phénomène de colmatage (*Malavoi, 2003*). Avant le premier contrat de rivière, le bassin versant était très cloisonné et comptait près de 73 obstacles à la continuité écologique. La mise en place de deux contrats de rivière successifs ont permis de décroisonner la quasi-totalité du Garon. A contrario, le Mornantet reste toujours très fragmenté (figure 8).

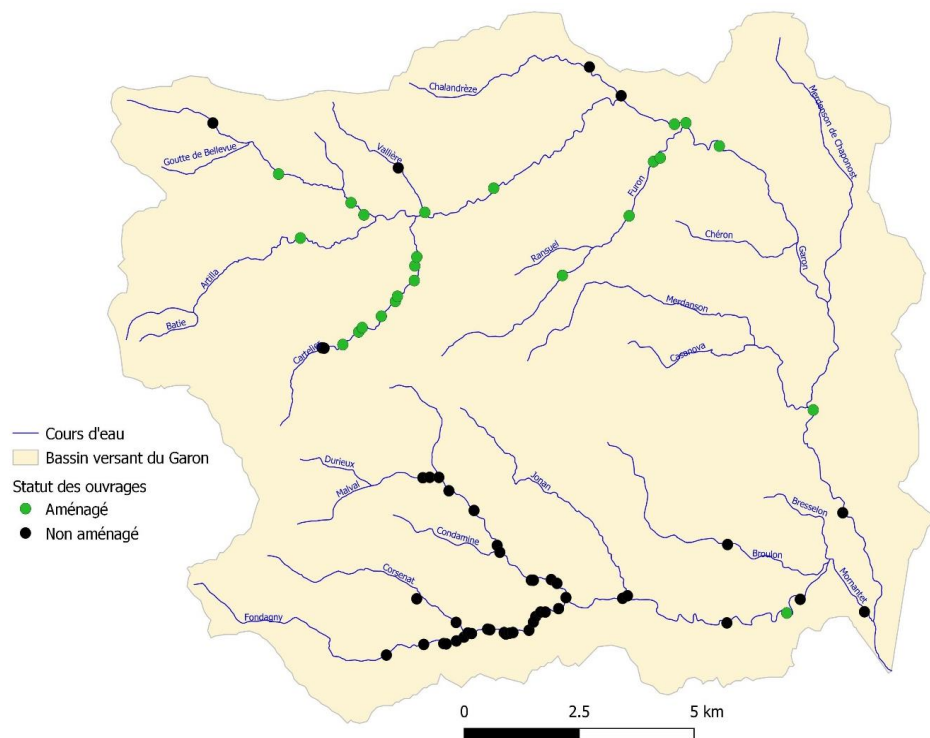


Figure 8 : 44 obstacles traités sur 73 à la fin du second contrat de rivière. (Source : Mollard,2019)

1.5. Qualité biologique des cours d'eau

❖ Macro-invertébrés

Les résultats du protocole Indice Global Normalisé (IBGN) réalisé lors des premières campagnes ont démontré une dégradation très significative de la qualité hydrobiologique du Garon, de son amont à son aval. Les affluents amont sont ressortis avec des notes "bonne" à "très bonne", ce qui contraste avec les affluents plus en aval au niveau de Chaponost. Ces résultats étaient liés à l'anthropisation des cours d'eau, qui étaient très canalisés, avec la présence de nombreux seuils et enrochements. Le sous bassin du Mornantet présentait une moins bonne qualité hydrobiologique que celle du Garon, avec des affluents très dégradés et des notes IBGN considérées comme mauvaises (ARALEP 2013).

En 2019, Le bon état écologique est atteint par 13 des 20 stations de suivi pour l'élément macro-invertébrés. La note moyenne IBGN était de 14,45, note qui s'améliore significativement depuis le premier contrat de rivière, (13.2 en 2006) notamment grâce à la transition zéro pesticide opérée au cours du second contrat de rivière. Cette amélioration est mise en évidence grâce à l'étude de l'abondance des macro-invertébrés polluo-sensibles du Mornantet (figure 9).

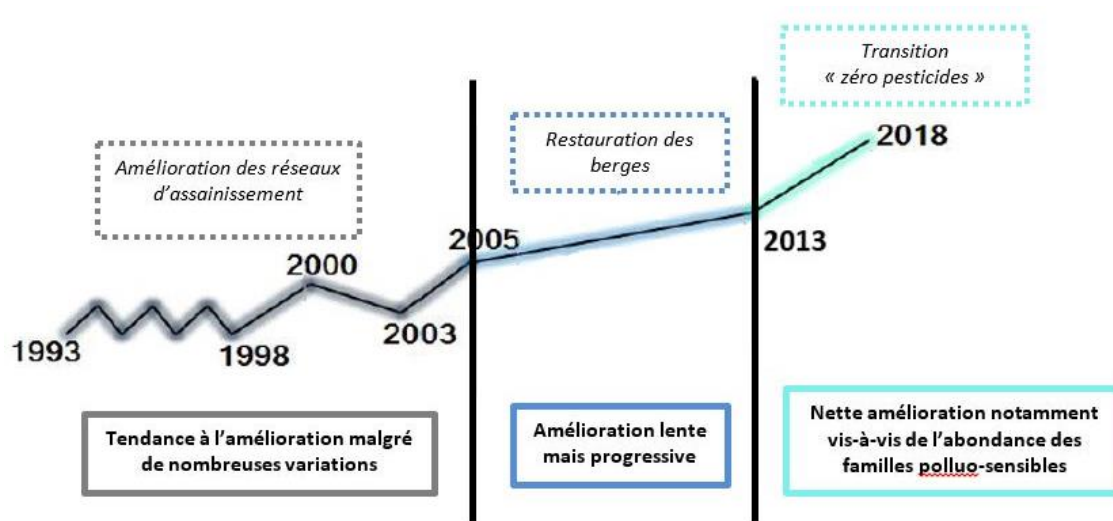


Figure 9 : Evolution schématique de l'abondance des macro-invertébrés sur le Mornantet (source : Master BEEB, Université Lyon 1).

❖ Population piscicole

L'ensemble des cours d'eau du bassin sont classés en 1ère catégorie piscicole, et sont donc théoriquement dominés par un peuplement à dominance salmonicole (truite fario et ses espèces d'accompagnement, cyprinidés) (zonation de Huet, 1949). En 2006, lors de l'étude préliminaire au contrat, le bilan piscicole effectué par la Fédération de Pêche du Rhône établissait que les milieux étaient extrêmement perturbés, avec une qualité piscicole très altérée qui se dégradait d'amont en aval. Le bassin

du Mornantet était plus pauvre que celui du Garon, reflétant un fort contraste entre le bassin du Garon et le sous bassin du Mornantet. La truite fario semblait avoir disparu du sous bassin du Mornantet, le Garon amont voyait des populations de chevennes et de goujons se développer, avec une régression de la truite. Ces résultats étaient principalement causés par la présence de très nombreux seuils, couplés aux conditions hydrologiques difficiles. Aujourd'hui, les différents suivis piscicoles du Garon permettent d'affirmer que la qualité piscicole du Garon s'est globalement améliorée, grâce au décloisonnement massif de son linéaire. La truite fario a recolonisé le Garon amont, l'Artilla et le Cartelier. Cependant, le contraste entre le Garon et le Mornantet est toujours flagrant si ce n'est plus. Puisqu'aucun travail de décloisonnement n'a été entrepris dans le sous bassin du Mornantet, la qualité des populations piscicole n'a cessé de chuter.

2. Contexte du contrat de rivière

Le contrat de rivière est avant tout un outil de gestion territoriale. C'est un programme d'actions qui se présente sous forme d'un accord technique et financier entre partenaires et acteurs du milieu, il a pour but de réaliser et concrétiser les objectifs fixés par le SDAGE et préconisés par la loi sur l'eau. Le Syndicat de Mise en valeur et d'Aménagement et de Gestion du bassin versant du Garon (SMAGGA) a signé son second contrat de rivière du bassin du Garon en juillet 2013.

2.1. Historique de la démarche

Afin de répondre aux exigences de la DCE, un premier contrat de rivière a été mis en place sur la période 2000-2006. Le bilan de ce contrat a permis de mettre en avant certaines perturbations majeures, notamment des pollutions chimiques (azotée, phosphorée), physiques avec la présence de nombreux seuils (73), des ruptures d'écoulements. De nouveaux objectifs ont alors vu le jour, ainsi que de nouvelles perspectives de gestion, de nouvelles pistes d'actions ont été proposées, et un second contrat de rivière (2013-2018) a été signé le 1^{er} juillet 2013 (figure 10). Les objectifs du second contrat de rivière étaient axés sur 3 volets différents :

- **Le volet A**, qui a pour but d'améliorer la qualité chimique des eaux du bassin, en réduisant les pollutions d'origine domestique, agricole industrielle et routière.
- **Le volet B**, qui a pour but d'améliorer le fonctionnement et les usages des milieux aquatiques et de la ressource en eau, avec notamment l'arasement de seuils, pour rétablir une libre circulation de l'ichtyofaune à travers le bassin, permettre la recolonisation de certains secteurs inaccessibles aux poissons.
- **Le volet C**, qui a pour objectif de promouvoir et pérenniser la gestion globale de la ressource en eau, avec la réhabilitation, protection et mise en valeur des milieux aquatiques, l'amélioration de la gestion des inondations et de leurs conséquences et enfin l'amélioration de la gestion quantitative de la ressource en eau.

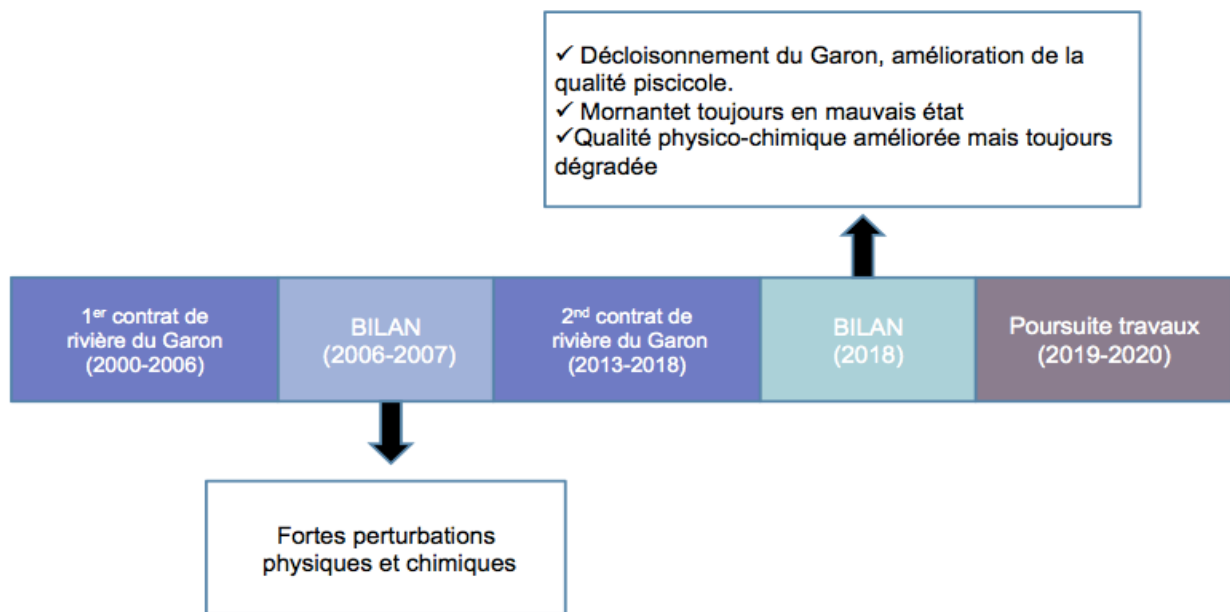


Figure 10 : Représentation schématique de l'historique de la démarche menant à la naissance du second contrat de rivière.

1.2 Bilan final du second contrat de rivière 2013-2018, état des lieux

Sur les 313 opérations initialement programmées, 252 d'entre elles sont terminées ou en cours de réalisation, 44 ont été abandonnées, soit moins de 15% des actions prévues (tableau 2). Le second contrat de rivière 2013-2018 a mené au décloisonnement presque complet du Garon et de ses affluents, (figure 8) ce qui a permis le maintien et le développement de populations de truite fario (Mollard, 2019) notamment au niveau des têtes de bassin versant.

Volets et % de réalisation	Objectifs	Actions réalisées
<p>Volet A : 66%</p>	<p>Améliorer la qualité des eaux</p>	<p>Réduction des pollutions domestiques : 5 STEP's mises aux normes ; 300 installations d'assainissements non collectifs réhabilitées.</p> <p>Réduction des pollutions d'origine agricole : Charte "zéro pesticides dans nos villes et nos villages ", passage de 118kg de matières actives utilisées en 2013 à 3kg en 2017.</p> <p>Réduction de la pollution d'origine industrielle.</p>
<p>Volet B : 90%</p>	<p>Améliorer le fonctionnement et les usages des milieux aquatiques et de la ressource en eau</p>	<p>Réhabilitations, protection et mise en valeur des milieux aquatiques : 1800 arbres plantés, 28 chantiers de restaurations en techniques végétales ; 20 seuils arasés ; 1 rivière de contournement (Montagny) ; 1 passe à poissons (Fondagny).</p> <p>Amélioration de la gestion des inondations et de leurs conséquences : 15 repères de crues mis en place ; une réflexion sur la mise en place d'ORD (ouvrages écreteurs de crues).</p>
<p>Volet C : 97%</p>	<p>Promouvoir et pérenniser la gestion globale de la ressource en eau</p>	<p>Opérations d'animation et coordination de la démarche du contrat de rivière.</p> <p>Opérations de communication et sensibilisations.</p> <p>Opérations « suivre et évaluer » et « Pérenniser la gestion globale de la ressource en eau » sont en cours de réalisation.</p>

Tableau 2 : synthèse du bilan technique du contrat de rivière 2013-2018.

A l'issu du second contrat de rivière, la reconquête de la qualité de l'eau restait une priorité, les efforts de restauration de ripisylve et de continuité écologique devaient être poursuivis, notamment au niveau des têtes de bassin versant du Mornantet. Les effets positifs des travaux n'étaient pas encore tout à fait visibles en 2019, d'où l'importance d'effectuer un suivi régulier de ce bassin.

3. Les objectifs de ce rapport

Les travaux de restauration ont continué en 2018 et 2019 à travers le bassin versant, les effets des aménagements réalisés sont à évaluer sur le long terme. L'objectif de ce rapport est d'analyser l'évolution des populations piscicoles du bassin versant, dans la continuité des campagnes de suivi déjà effectuées en 2013, 2015, 2017 et 2019. La température fera partie intégrante de ce suivi, d'autant plus que l'été 2020 a battu le record historique de chaleur, l'année 2020 a été l'année la plus chaude de France depuis le début du XXe siècle (*Météo France*). Déjà soumis à de sévères étiages, le bassin versant du Garon a très certainement souffert de cet épisode climatique exceptionnel. Cette campagne terrain 2021 va alors permettre de faire un état des lieux et de proposer un diagnostic de l'état du bassin. Cela permettra d'avoir une idée plus précise de l'impact de cette sécheresse record sur les milieux aquatique du bassin, et son peuplement piscicole. Il sera alors possible d'émettre de nouvelles orientations de gestion et un nouveau programme d'actions, en tenant compte du fait que ces sécheresses exceptionnelles risquent malheureusement de devenir la norme dans les années à venir (*GIEC, 2021*).

Une attention particulière sera portée à la truite fario (*Salmo trutta*), espèce bio-indicatrice du bassin versant. Etant donné l'épisode climatique exceptionnel qui a eu lieu durant l'été 2020, il est attendu une possible détérioration de la qualité du peuplement piscicole par rapport aux précédentes études. Il sera donc attendu une possible diminution de la biomasse piscicole générale, ainsi qu'une diminution de densité et biomasses des truites fario. Il est possible qu'une modification de l'aire de répartition de la truite soit observée, avec des individus présents uniquement au niveau des têtes de bassins versants.

Partie II : Matériel et méthodes

1. Les sites d'étude

L'échantillonnage du peuplement piscicole est réalisé via la méthode de pêche électrique, sur l'ensemble du bassin versant du Garon avec un total de 29 stations (annexe 1) auxquelles s'ajoute une station pêchée de façon exceptionnelle dans le cadre d'un sauvetage avant travaux.

28 d'entre elles ont déjà été échantillonnées en 2019, et 15 ont déjà été échantillonnées en 2013, 2015 et 2017. De plus, 2 d'entre elles sont échantillonnées de façon annuelle depuis 2007 car elles font parties d'une autre étude menée par la FDPMAA, le réseau de suivi des têtes de bassin versant. Des sondes thermiques (17), permettant la caractérisation thermique du bassin, sont placées au même endroit, ou à proximité des stations d'inventaire piscicole (annexe 1).

2. Protocoles de suivi piscicole

L'ichtyofaune représente le dernier maillon de la chaîne alimentaire au sein des écosystèmes aquatiques continentaux (Verneaux, 1981). Leur durée de vie relativement longue additionnée à cette position au sein de l'écosystème les mène à intégrer les variations de la qualité globale des milieux aquatiques (Allardi, 1997). Il est donc pertinent d'évaluer les communautés piscicoles afin de connaître l'état du milieu étudié. Pour cela, la méthode de la pêche électrique est utilisée.

2.1 Principe de la pêche électrique.

La méthode de pêche électrique repose sur l'induction d'un champ électrique de faible intensité dans l'eau via une anode qui est reliée à un générateur portable. Le champ électrique va entraîner l'électrotaxie ou « nage forcée » chez le poisson, qui va se rapprocher de l'anode et pourra alors être capturé à l'aide d'une épuisette. Ce phénomène de nage forcée n'est pas létal, en conditions défavorables le taux de mortalité est inférieur à 5% (Degiorgi & Raymond, 2000). Les stations sont prospectées à deux reprises, de l'aval vers l'amont, le porteur de l'anode est généralement accompagné de deux personnes avec des épuisettes pour capturer les poissons. Les poissons capturés lors du premier passage sont placés dans un vivier, de façon séparée afin de distinguer les individus capturés lors du premier passage et ceux capturés lors du second passage.

Le matériel utilisé dépend de la largeur et la profondeur du cours d'eau prospecté :

- Pour un cours d'eau dont la largeur mouillée (lm) est inférieure à 5m, avec une profondeur de 1m maximum, c'est un appareil portable de type FEG 1500 (EFKO) à une anode qui est utilisé.
- Pour un cours d'eau dont la largeur mouillée (lm) est supérieure à 5m, c'est un appareil de type FEG 5000 (EFKO) à deux anodes qui est utilisé.

2.1.1. Biométrie

En parallèle de la pêche, un atelier de biométrie est mis en place sur le terrain. Les poissons sont

identifiés et séparés par espèce, puis pesés et mesurés en faisant la distinction entre les individus pêchés lors du premier et du second passage. Les résultats sont directement enregistrés dans un fichier Excel via un ordinateur de terrain, puis les poissons sont remis à l'eau.

Dans le cas où un grand nombre d'individus d'une même espèce sont capturés lors d'un même passage (>30 individus), il est possible de constituer un lot de classes de tailles aléatoires. Les individus de ce lot sont mesurés, et pesés, les autres sont seulement comptés et pesés. Les individus de grande taille sont mesurés et pesés séparément.

Les résultats de la biométrie vont permettre par la suite de faire une estimation de l'effectif, et des biomasses piscicoles de la station. Cela va également permettre de transformer la biomasse (kg/ha) et la densité (individus/10ares) en classe d'abondance, notamment pour la truite fario (*Salmo trutta*).

2.1.2. Données hydromorphologiques

En parallèle de l'atelier de biométrie, une description hydromorphologique est effectuée à l'aide d'une « fiche description » (annexe 2). Il s'agit ici de décrire les caractéristiques hydrologiques et morphologiques de la station en renseignant :

- La conductivité et la température de l'eau
- Les conditions hydrologiques du jour (étiage/basses eaux/ moyennes eaux ou hautes eau), la turbidité (nulle, faible, moyenne ou forte)
- La largeur mouillée du cours d'eau, la largeur de son lit,
- Une description des faciès d'écoulements, d'après une clé de détermination (Malavoi et Souchon, 2002), les faciès sont exprimés en % de recouvrement de la station.
- Une estimation des abris pour la faune piscicole présente sur la station, exprimé en m²
- Enfin, une description de la ripisylve : son épaisseur, le pourcentage du linéaire boisé, le pourcentage d'ombrage de la surface de l'eau.

Ces descriptions de stations, effectuées lors de chaque pêche électrique permettent d'avoir un suivi global de l'évolution de la station au fil des années, une partie de ces données est nécessaire aux outils de traitement de données comme l'IPR.

2.2. Traitement des données

2.2.1. Indice Poisson Rivière (IPR)

L'indice Poissons Rivière est une méthode normalisée depuis 2004 (NF T90-344) qui permet de déterminer la qualité biologique d'un cours d'eau à partir de la structure de son peuplement piscicole, échantillonné par pêche électrique.

L'IPR permet de mesurer l'écart entre l'état, la composition, du peuplement observé sur la station prospectée et l'état du peuplement théorique attendu en situation de référence, en condition pas ou très peu modifiée par l'homme. La description du peuplement repose sur sept métriques (annexe 3) basées sur l'occurrence et l'abondance des espèces. La somme de chacune des métriques donne la note IPR, plus cette note est proche de 0, plus le peuplement observé est conforme à celui attendu en situation de référence. Une note élevée est caractéristique d'un milieu perturbé.

Cependant, l'IPR ne nous donne aucun indice sur l'origine de la perturbation, ce qui constitue une de ses limites. De plus, il ne prend pas en compte la taille des individus capturés, ou leur biomasse. Il n'est donc pas pertinent de l'appliquer dans le cas où une seule espèce de poisson est observée sur le terrain, comme dans les zones à truites sans analyser les classes de tailles parallèlement. Dans ce cas, en complément de l'IPR, il est possible d'effectuer la méthode statistique CARLE & STRUB afin d'évaluer les effectifs et les biomasses piscicoles de la station.

2.2.2. Caractérisation du peuplement de truites fario

L'indice Poissons de Rivière se révèle peu sensible dans le cas de cours d'eau naturellement pauvre en espèces, (1 à 3 espèces) (CSP, 2006). Or, les cours d'eau en tête de bassin versant sont généralement pauvres en espèces, avec la présence de la truite fario, parfois accompagnée du chabot et du vairon, mais il est possible de la trouver seule. La truite fario est l'espèce repère du bassin du Garon, elle est particulièrement sensible à la qualité du milieu, cette espèce est donc intéressante à étudier dans le cadre d'un suivi de la qualité écologique d'un cours d'eau. Il est possible d'analyser plus précisément l'abondance de la truite fario à l'aide du référentiel truite fario établi par la DR6 du CSP (1978). Ce référentiel définit 7 classes d'abondances basées sur les densités numériques et pondérales de cette espèce dans le Massif Central Cristallin (annexe 4).

3. Protocole de relevé thermique

La température est un des facteurs abiotiques les plus importants, influençant fortement le cycle de vie des poissons, et notamment de la truite, espèce repère du bassin versant du Garon. Comme nous l'avons vu (*cf. facteurs limitant la condition piscicole, p.10*), son préférendum thermique, au stade adulte, se trouve entre 4°C et 19°C. Au-delà de 25°C le seuil létal est atteint, si la qualité de l'eau est optimale. Les juvéniles de l'année (0+) sont encore plus sensibles et ne supportent pas des températures excédant les 18°C (*Elliot et al. 1995*).

Un suivi thermique estival de l'eau du Garon et ses affluents a donc été effectué à l'aide de 17 sondes thermiques de type HOBO Water Temp Pro v2 (figure7), afin de caractériser le régime thermique du bassin et son potentiel impact sur les communautés piscicoles. Ces sondes enregistrent automatiquement la température de l'eau toutes les heures. Elles sont fixées, à l'aide d'une attache métallique, à des endroits stratégiques (racines, souches, sous berges) afin qu'elles restent immergées même en période d'étiage, et qu'elles ne se décrochent pas. L'emplacement doit être à l'abri du soleil, et la sonde ne doit pas risquer d'être ensevelie par du sédiment, afin de ne pas enregistrer des données inadéquates.

Les données sont relevées tous les deux ans, au mois de mai puis analysées. Les valeurs qui semblent incorrectes, occasionnées par un dysfonctionnement de la sonde par exemple, ou par une période d'ensevelissement, ou d'exondation sont retirées si ces épisodes sont très spontanés et ne dépassent pas plusieurs jours. Un logiciel permet par la suite de traiter les données et de déterminer certains les paramètres suivants :

- La température moyenne journalière sur les 30 jours consécutifs les plus chauds (**Tmoy30**)
- La moyenne des valeurs maximales journalières des 30 jours consécutifs les plus chauds (**T°max30**)
- La température maximale absolue (**T°max absolue**)
- La température journalière moyenne maximale (T°max jour)

Etant donné le caractère très exigeant des truites fario vis à vis de la température de l'eau, et notamment sensible aux élévations de températures en période estivales, le paramètre Tmoy30 sera tout particulièrement étudié.

Partie III : Résultats

1. La thermie

1.1 Hydrologie et climatologie de l'été 2020

Le mois de juillet 2020 a été particulièrement sec et chaud en région Lyonnaise comme en témoignent la comparaison des paramètres climatiques de l'année 2020, avec les moyennes saisonnières (figure 11).

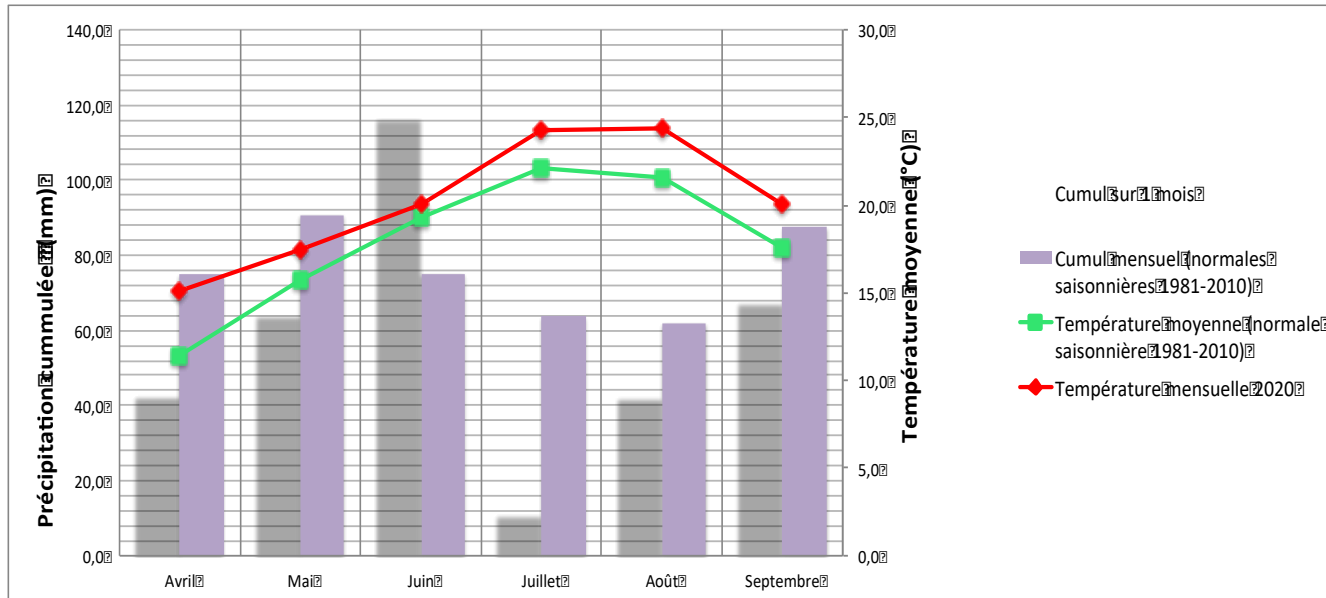


Figure 11 : Comparaison des données climatologiques de l'été 2020 et les normales saisonnières (1981-2010) à Lyon-Bron, (source : Infoclimat).

La température moyenne en juillet 2020 a été de 23,6 (+1,5°C par rapport à la normale) et de 23,5 en août (+1,7°C). Les températures de l'air mesurées durant l'été 2020 ont été les plus chaudes jamais enregistrées avec des températures maximales observées de 39,9°C en juin et juillet et 38°C en août. Les précipitations moyennes ont été largement en dessous des moyennes de saison pour les mois de juillet et d'août avec respectivement 11,1mm (soit -83% par rapport à la moyenne saisonnière) et 42,2mm (-32%), le mois de juillet a été le plus sec de l'été 2020.

1.2. Caractérisation thermique du bassin versant pour l'été 2020.

L'analyse des données thermiques fournies grâce aux sondes thermiques réparties sur l'ensemble du bassin versant du Garon permet d'évaluer l'impact de cet été caniculaire sur les milieux aquatiques. Les 16 sondes thermiques placées au mois de mai 2019 ont été relevées en mai 2020, 3 d'entre elles n'ont pas été retrouvées (Garon auberge, Cartelier amont STEP et Cartelier RSTBV) et 2 (Mornantet Ollières et Fondagny Pont rompu) ont montré des résultats estivaux non exploitables, à cause d'une période d'exondation de la sonde trop importante.

Les 11 enregistrements restants correspondent à des sondes réparties de manière homogène sur le

bassin versant. Les températures des 3 sondes non retrouvées ont été obtenues grâce à une simulation à partir de variables environnementales telles que le débit et la température de l'air. Les variables et les températures de l'eau sont toutes prises sur l'année de la campagne précédente afin d'établir leur relation à l'aide d'un modèle de régression linéaire effectué sous le logiciel de programmation R. Les coefficients d'équations des variables significativement corrélées à la température de l'eau obtenus sont par la suite utilisés pour modéliser la température de l'eau pour la campagne actuelle, en utilisant cette fois ci les variables environnementales de l'année.

De manière générale, les relevés thermiques confirment le caractère exceptionnel, caniculaire et sec de l'été 2020. Au regard des exigences salmonicoles, les températures impactantes pour l'espèce cible du bassin, la truite fario, sont constamment atteintes pour les juvéniles, sur l'ensemble du bassin (figure 12). Concernant les truites adultes, 6 stations ont montré des températures moyennes supérieures à leurs optimums thermiques, les températures maximales moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds de 8 stations dépassent l'optimum thermique des adultes, et les températures maximales absolues de 7 stations dépassent le seuil mortel des truites adultes (températures supérieures à 24°C). Les températures moyennes journalières sur la période des 30 jours consécutifs les plus chauds sont comprises entre 16,9°C et 20,4°C pour le Garon et ses affluents. Elles sont comprises entre 19,4 et 20°C pour le Mornantet et ses affluents, de plus, 2 sondes du sous bassin versant du Mornantet ont été hors d'eau durant l'été 2020. Pendant l'été 2020, 30% des Tmoy30 étaient supérieures à 19,5°C, seulement 6% inférieures à 17°C et 64% étaient comprises entre 17 et 19,5°C. L'analyse des fréquences des Tmoy30 mettent en avant une différence assez nette entre le bassin versant du Garon et le sous bassin versant du Mornantet, qui n'est pas décroisé. En effet, 60% des températures moyennes journalières étaient supérieures à 19,5°C pour le sous bassin du Mornantet contre 9% pour le bassin du Garon. Aucune Tmoy30 ne se trouve en dessous de 19°C pour le Mornantet, contre 82% pour le Garon.

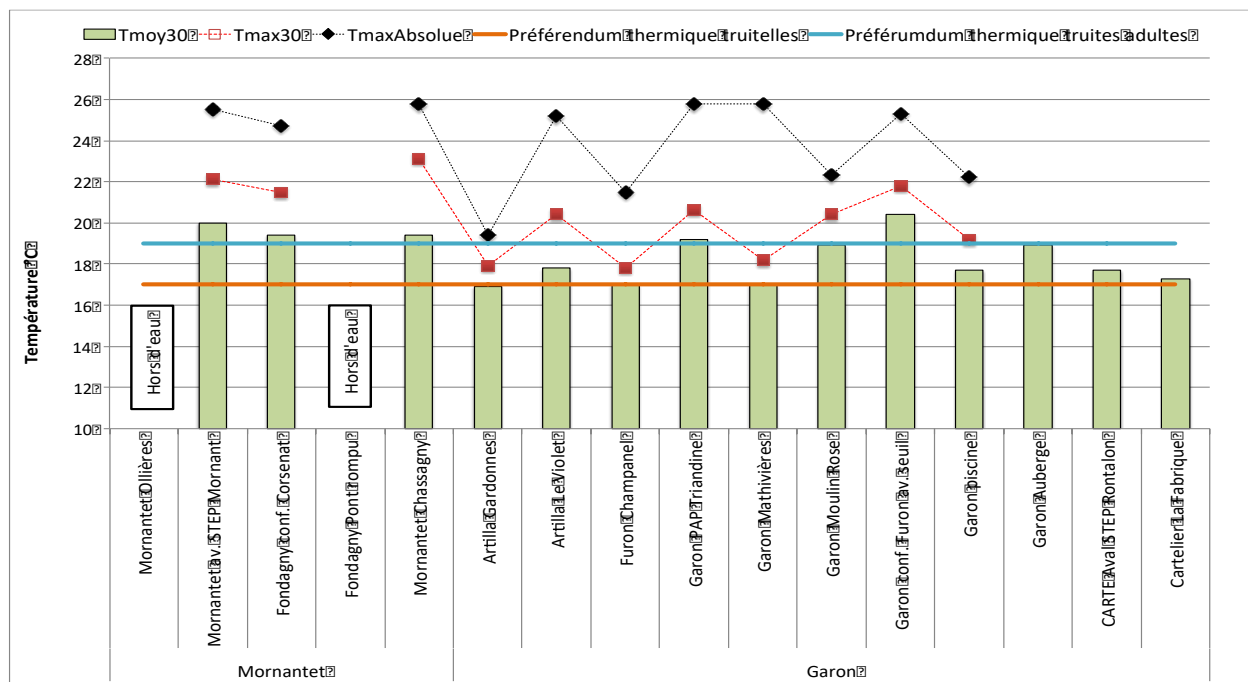


Figure 12 : Tmoy 30, Tmax30 et Tmax absolue, bassin versant du Garon, été 2020.

Le régime thermique du bassin continue de se dégrader, et se trouve être limitant pour la truite. Les températures moyennes enregistrées sur les 30 jours consécutifs les plus chauds atteignent ou dépassent presque systématiquement les optimums thermiques de la truite fario adulte (4°C-19°C), et présentent donc un fort impact négatif sur les juvéniles, dont les optimums thermiques sont encore plus exigeants (maximum 17°C). Les Tmoy30 de l'été 2018 présentaient un régime relativement compatible avec le maintien d'un peuplement salmonicole (Mollard, 2019) au niveau des ruisseaux de têtes de bassin, avec des Tmoy30 allant de 17,2°C à 18,3°C. Les truites pouvaient donc se réfugier au niveau du Cartelier, de l'Artilla ou du Garon amont, où les températures étaient les plus favorables du bassin. Les résultats de l'été 2020 montrent que ces zones refuges se réchauffent, mais restent plus fraîches que le reste du bassin. Aujourd'hui, La répartition des Tmoy30 sur le bassin versant (figure 13) nous indique que les ruisseaux en tête de bassin présentent en effet les conditions les moins défavorables du bassin. Cependant, seule la station la plus en amont du bassin (Artilla, pont Gardonnes) présente des températures favorables aux adultes et aux truitelles (<17°C). Les ruisseaux en tête de bassin représentent toujours des zones refuges puisque les Tmoy30 se situent entre 16,9 et 18°C degrés, cependant, ce ne sont pas des températures optimales pour le recrutement de juvéniles.

Sur le reste du bassin, la comparaison des températures de l'été 2018 avec celles de l'été 2020 indique qu'elles se sont globalement dégradées, avec en moyenne une hausse de +0,5°C. On peut observer un réchauffement brutal des températures à partir de la ville de Thurins (Tmoy30 19°C-19,5°). Dans cette zone, le Garon traverse une partie du bassin à dominance agricole, peu boisée (cf. figure 4), ce qui peut expliquer cette augmentation. Les températures vont ensuite baisser légèrement (18-18,5°C) avec une zone plus boisée et vont ensuite à nouveau fortement se dégrader dans la partie aval du Garon, qui passe par une zone particulièrement urbanisée avec la ville de Brignais et sa zone industrielle jusqu'à Givors.

Du côté du Mornantet, les températures sont limitantes dès l'amont (Tmoy30 19,4°C), et se dégradent d'amont en aval avec des températures supérieures à 19,5°C. Ces résultats sont probablement dus à la grande succession de seuils présents sur tout le linéaire du Mornantet, favorisant le réchauffement des eaux.

Les zones urbanisées présentent généralement des berges très pauvres en termes de ripisylve. Or, située à l'interface entre les milieux aquatiques et les milieux terrestre, la végétation située sur les berges des cours d'eau joue un rôle très important pour l'écosystème aquatique. Elle apporte de l'ombrage et permet à la température de l'eau de rester fraîche (Maridet L., 1995). Dans le sous bassin versant du Garon, 3 stations de suivi piscicoles se sont démarquées en 2021, avec un boisement de berge en pourcentage de linéaire faible voir très faible. Deux se situent sur le Garon, au niveau de la ville de Brignais, présentent un boisement de berge de 25 et 20%. En effet, dans ce secteur, les berges, recalibrées ne sont qu'une succession d'enrochements, et la ripisylve est très pauvre, l'ombrage presque absent. Pour finir, le Merdanson présente un boisement de 10%. Ces observations peuvent expliquer, en partie, les températures obtenues.

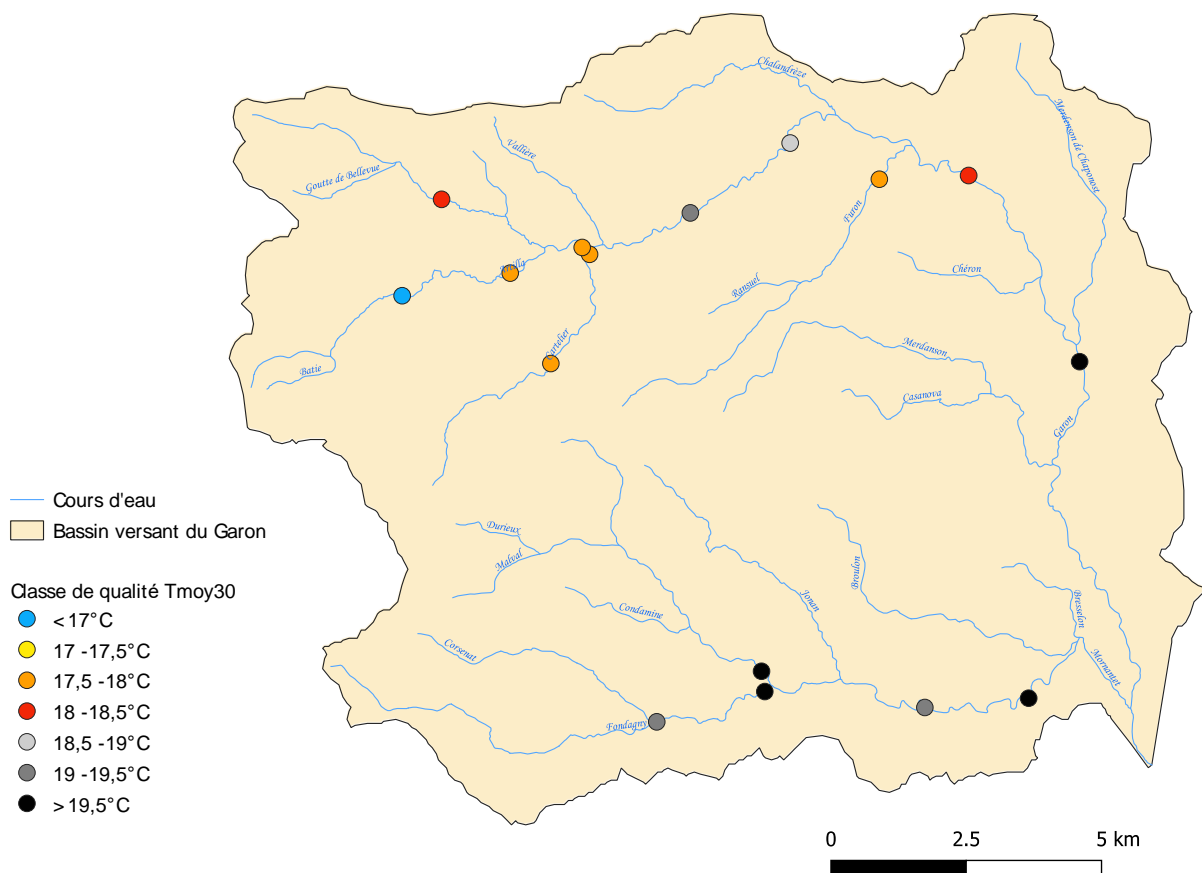


Figure 13 : Répartition des classes de qualité des températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds sur le bassin versant du Garon (été 2020).

1.3. Evolution thermique du bassin versant

L'INRAE, en partenariat avec l'université de Tours et l'OFB ont récemment mené un projet nommé projet TIGRE (Thermie en rivière : analyse géostatistique et description de régime). Ce projet consistait à collecter et mettre en forme des fichiers de données de températures provenant des stations de la France

entière. Cela afin de reconstituer des chroniques de températures moyennes journalières aux stations de mesures, sur la période 2009-2018 (*Beaufort et al., 2020*). Les données aberrantes ont pu être corrigées et les données manquantes complétées en se basant sur la relation entre la température de l'eau et de l'air. Les résultats de ce travail permettent d'évaluer les conditions de températures favorables au développement et à la survie de certaines espèces piscicoles en fonction de leurs caractéristiques biologiques respectives. Deux stations situées sur le bassin versant du Garon ont fait l'objet de ce projet, l'une est située sur l'Artilla et l'autre sur le Cartelier (annexe 6 et 7).

L'analyse des température moyennes mensuelles des 30 jours consécutifs les plus chauds (figure 14) met en avant plusieurs éléments. Premièrement, nous pouvons noter une augmentation des T_{moy30} de l'Artilla (+1,1°C) et du Cartelier (1°C) en 9ans. Le Cartelier est en moyenne 0.4°C plus chaud que l'Artilla, ce qui peut s'expliquer par la distance à la source de la station. En effet, la station du Cartelier est 1km plus éloignée de la source que l'Artilla (respectivement 6km et 5km). Depuis l'été 2014, les températures augmentent progressivement, hors épisode caniculaire exceptionnel de 2015. Les températures ont augmenté de 2.1°C pour le Cartelier et de 2°C pour l'Artilla.

Ces résultats, comparés aux tolérances thermique des truites au stade juvénile indiquent que, pour l'Artilla, l'optimum thermique de ces dernières est dépassé de moins d'1°C à 3 reprises en 2010, 2013, 2018 et dépassé de plus d'1°C en 2015. L'optimum des truites adultes n'est pas dépassé une seule fois entre 2009 et 2018 (annexe 7). Pour le Cartelier, l'optimum est dépassé de moins d'1°C, à 4 reprises : 2009, 2010, 2013, 2017 ; il est dépassé de plus d'1°C à 2 reprises en 2015 et 2018. L'optimum des truites adultes n'est quant à lui jamais dépassé (annexe 6). Ces données nous confirment le caractère « refuge » pour les truites de ces deux cours d'eau et ce malgré le réchauffement des eaux.

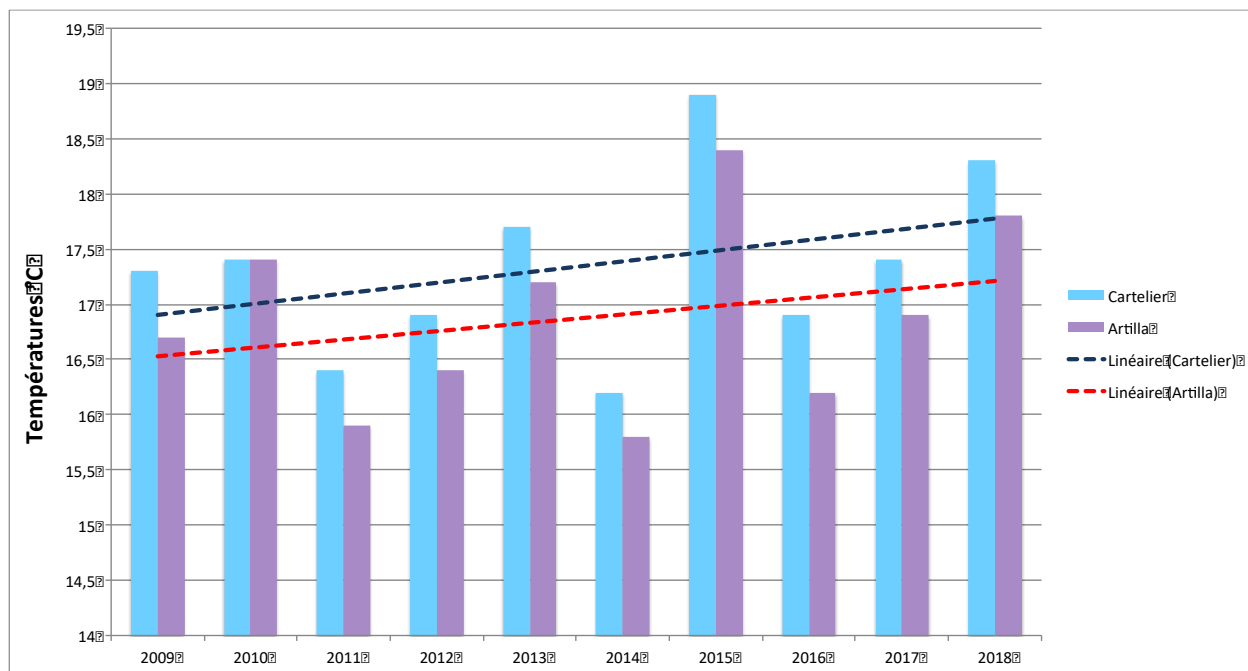


Figure 14 : Températures moyennes mensuelles maximales sur 30 jours (°C), Cartelier et Artilla pour la période 2009-2018. (Source : projet TIGRE, INRAE).

L'analyse des fréquences des Tmoy30 sur les stations Mornantet aval STEP, Fondagny confluence Corsenat, Mornantet Chassagny, Garon Moulin rose, Garon PAP Triandine, Garon Mathivière et Garon piscine de 2013 à 2020 permet d'illustrer la dégradation des températures dans le temps, en fonctions des exigences salmonicoles. Les températures supérieures à 19°C sont passées de 20% à 47% en seulement 7ans (figure 15).

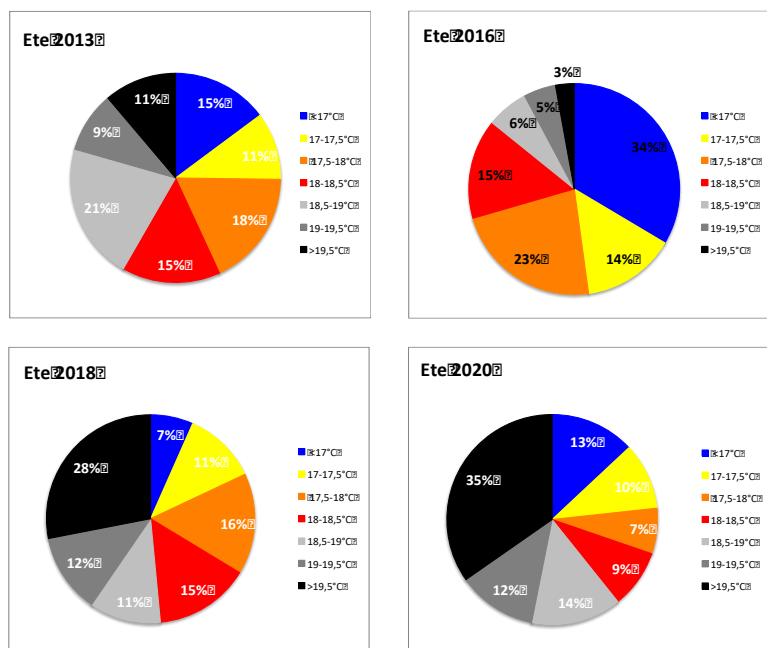


Figure 15 : Evolution de la fréquence des classes de qualité des Tmoy30 en fonction des exigences salmonicoles (2013-2020).

Les températures de l'eau atteintes durant l'été 2020 représentent donc un facteur de stress conséquent pour l'ichtyofaune, et notamment pour la truite fario qui est une espèce thermosensible. Comme nous l'avons vu précédemment dans

ce rapport, la hausse des températures induit théoriquement une diminution de la densité des individus voire de la mortalité en fonction de la qualité physico chimique de l'eau et en fonction des classes d'âge des individus (*Souchon Y. et al, 1996*). A cela s'ajoute le manque d'eau, en effet, les débits très faibles induisent de sévères étiages, des assecs dans certains secteurs, ne laissant que quelques fosses comme zones de réservoirs pour l'ichtyofaune. Dans ces conditions, le seul moyen pour l'ichtyofaune de survivre est de rejoindre des zones refuges en amont du cours d'eau principal, ou dans les affluents.

Ces zones présentent théoriquement des températures plus fraîches, cependant, elles ne sont pas toujours accessibles, comme dans le sous bassin versant du Mornantet qui présente un grand nombre de seuils infranchissables, rendant leur accès impossible. Les poissons sont alors forcés de rester dans les fosses, au sein desquelles la température monte très vite, et où la compétition est très présente au vu d'une grande densité d'individus dans un espace restreint aux conditions limitantes (*A. Richard, 2014*). Les résultats thermiques de la campagne 2020-2021 ne sont donc pas très encourageants concernant l'avenir des populations de truites du bassin versant du Garon.

2. Peuplement piscicole 2021

2.1. Etat des lieux 2021

2.1.1. Description de l'ichtyofaune : occurrences 2021

Parmi les 29 stations inventoriées en 2020, 5 se sont montrées apiscicoles, les 21 autres ont permis de mettre en évidence un total de 15 espèces piscicoles sur le bassin versant du Garon auxquelles s'ajoutent l'écrevisse qualifiée de nuisible sur le bassin versant : l'écrevisse signal (*Pacifastacus leniusculus*), présente sur 11 stations, réparties sur l'ensemble du bassin. Contrairement à 2019, la truite fario, qui était présente dans 57% des stations, n'est plus l'espèce la plus représentée. Elle est aujourd'hui devancée par le vairon que l'on retrouve dans 59% des stations (figure 17), la loche franche (52%) et arrive seulement en 3eme position, ex-aequo avec le chevesne (45%). L'occurrence élevée des espèces tolérantes selon l'IPR comme la loche franche (LOF) et le chevesne (CHE), et la faible occurrence de la truite laissent supposer une altération des peuplements.

L'augmentation de l'occurrence de vairons (VAI), espèce accompagnatrice de la truite, pourrait tout à fait être en lien avec la baisse de l'occurrence de cette dernière, qui engendrerait une diminution de la pression de prédation sur les vairons. A titre de comparaison, l'occurrence de la truite fario était de 90% en 2013, elle a donc été divisée par 2 en moins de 10 ans. La présence de pseudo rasboras (PSR), perches soleil (PES), tanches (TAN) ou encore de carassin (CAS) témoignent de l'influence de plans d'eau dont ils dévalent. Cela indique également que les conditions du milieu sont propices à la survie temporaire de ces espèces de plans d'eau, notamment avec des zones de courants lents, des températures autour de 20°C.

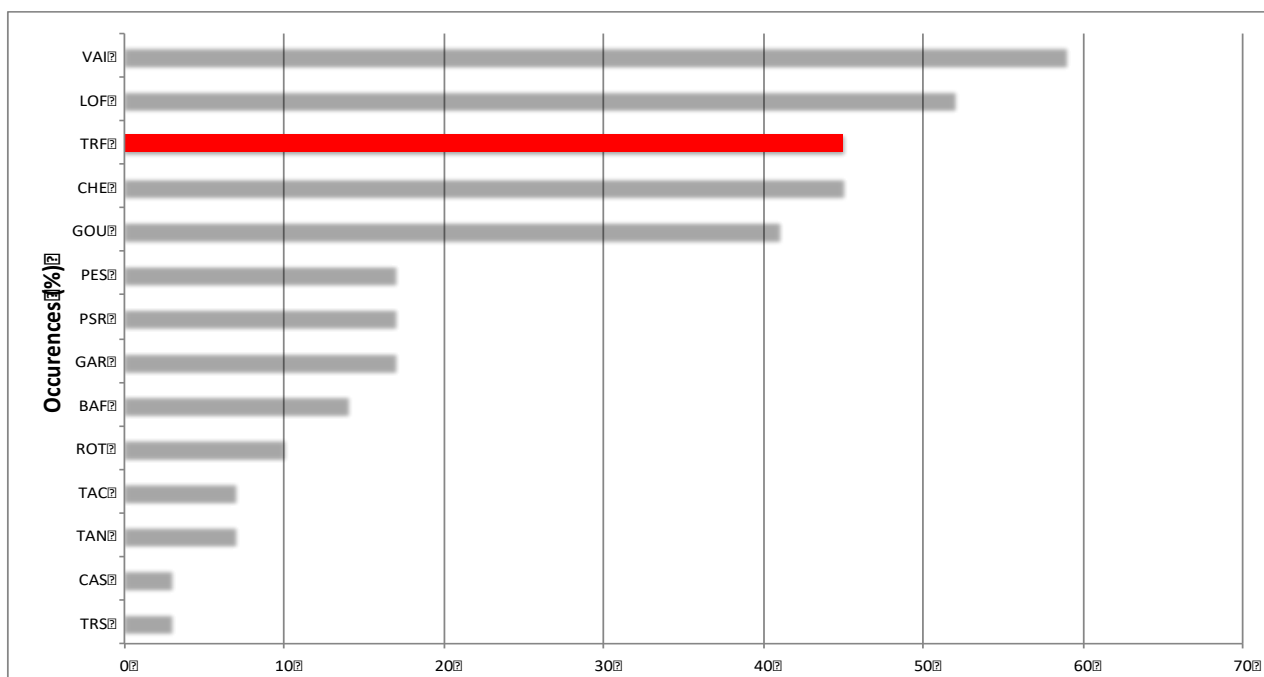


Figure 17 : fréquence d'observation des différentes espèces piscicoles pêchées sur les 29 stations d'inventaires, été 2021.

2.1.2. Description de l'ichtyofaune : qualité du peuplement 2021

La répartition spatiale des espèces nous indique que la truite fario est principalement présente sur les têtes de bassin : sur le cours principal du haut Garon, sur deux affluents l'Artilla et le Cartelier (Figure 18). Coté Garon, on observe une nette modification de la composition spécifique du peuplement à partir de la ville de Thurins (confluence entre le Cartelier et le Garon). Les espèces dominantes ne sont alors plus la truite mais des espèces qualifiées de "peu exigeantes" ou "tolérantes" comme le chevesne (CHE), le goujon (GOU) et la loche franche (LOF).

En 2019, la truite était présente dans 57% des stations, contre 38% en 2020. La modification de la composition spécifique du peuplement à partir de la ville de Thurins était déjà visible en 2019.

Plusieurs stations se sont révélées apiscicoles, 5 sur le Garon et 1 sur le Mornantet. Coté Garon, deux d'entre elles se situent sur le Cartelier, ce sont deux stations de suivis post travaux. Un seuil avait été détruit en 2018, cependant, le lit de la rivière en aval du seuil s'est abaissé, laissant apparaître une marche conséquente (annexe 8). La présence de ce seuil pourrait expliquer l'absence d'individus en amont, et la présence de truitelles, seules truites échantillonnées, en aval. De plus, ce secteur, très ensablé présente une ripisylve pauvre, apportant peu d'ombrage au cours d'eau. L'absence d'individus dans les 3 autres stations apiscicoles est très certainement dûe à l'assèchement du cours d'eau au niveau de ces stations durant l'été 2020. La station située sur le Merdanson est apiscicole depuis 2019, cette station se situe en zone industrielle, avec une ripisylve absente, un milieu exclusivement dominé par la présence d'amphibiens. La présence de ces derniers témoigne d'une absence de faune piscicole. En effet, le Merdanson est un cours d'eau victime de pollutions de chroniques (ARALEP, 2017), de plus cette station située en zone industrielle, la rendant très vulnérable aux dégradations et pollutions d'origine anthropiques. La station présente une très faible ripisylve, exposant presque entièrement le cours d'eau au soleil et donc au réchauffement de l'eau. Les stations situées sur le Furon, apiscicole depuis 2019 pour l'une d'elle (FURON-06), ont souffert du manque d'eau en 2020. Enfin, celle située sur le Fondagny dans le sous bassin versant du Mornantet est apiscicole depuis 2017.

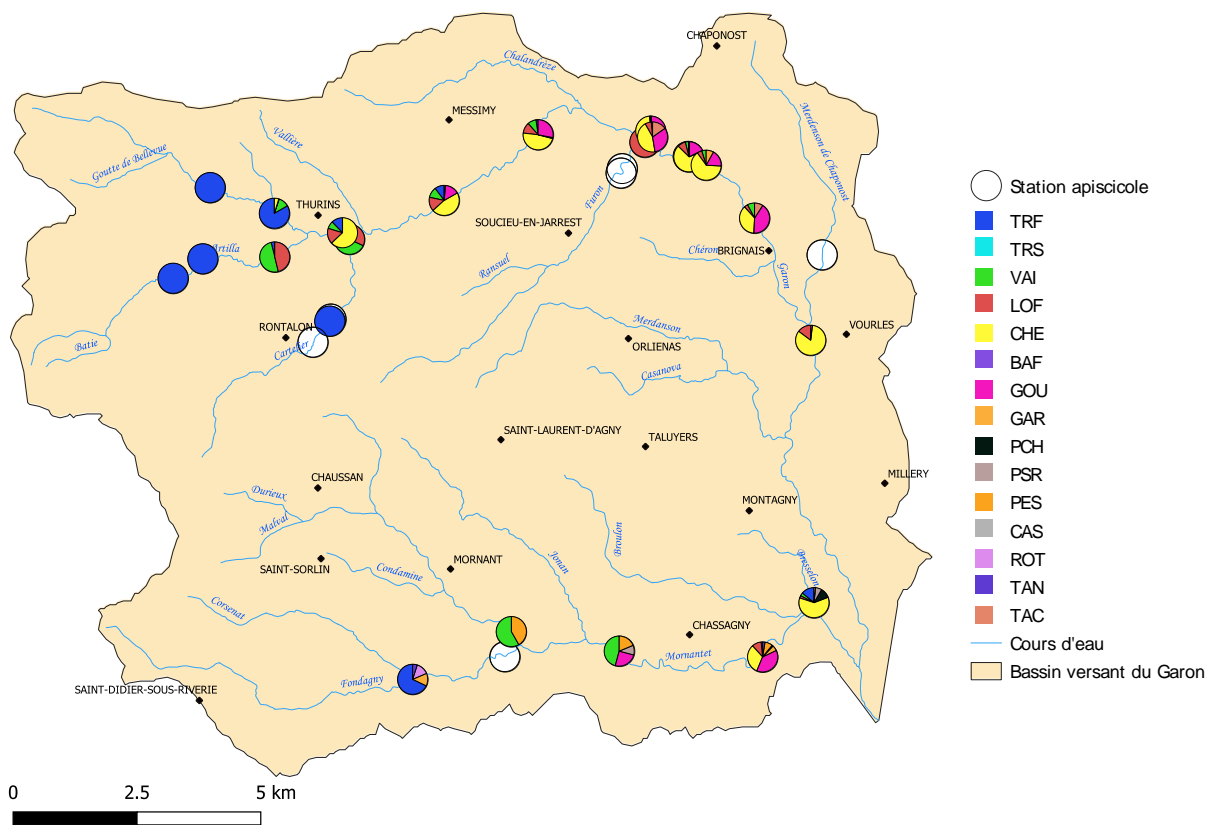


Figure 18 : Répartitions des différentes espèces piscicoles pêchées en fonction de leur biomasse relative durant l'été 2021.

2.1.3. Description de l'ichtyofaune : biomasses

Avec une biomasse moyenne de 51 kg/ha et une médiane de 39, la biomasse piscicole échantillonnée durant l'été 2021 est en dessous des résultats obtenus en 2013 (89,4kg/ha), conséquence de l'été 2020, chaud et très sec, ayant entraîné de fortes mortalités. Cependant, les conditions hydrologiques des stations ne sont pas toujours les mêmes d'une année à l'autre, de ce fait, les surfaces des stations prospectées ne sont pas les mêmes et varient chaque année. Il est donc plus pertinent d'analyser les biomasses non pas manière surfacique (kg/ha) mais de manière linéaire (kg/100m). Depuis 2013, pour 19 stations, réparties sur l'ensemble du bassin, la biomasse linéaire de poissons (kg/100ml) au sein du bassin versant du Garon est en déclin, en moyenne, nous pouvons noter une régression de 2,1kg de poissons pour 100 mètres en 8ans malgré les travaux de décloisonnement du Garon (figure 19).

Toutefois, de fortes biomasses ont été observées sur différents secteurs (figure 20). Les biomasses totales du Garon ont tendance à être bien plus importante à partir de la ville de Thurins, jusqu'à Brignais, à l'exception de la station "PAP Triandine" située entre Thurins et le Moulin Rose. Comme en 2019, le peuplement est composé d'espèces tolérantes comme le chevesne, le goujon et la loche franche.

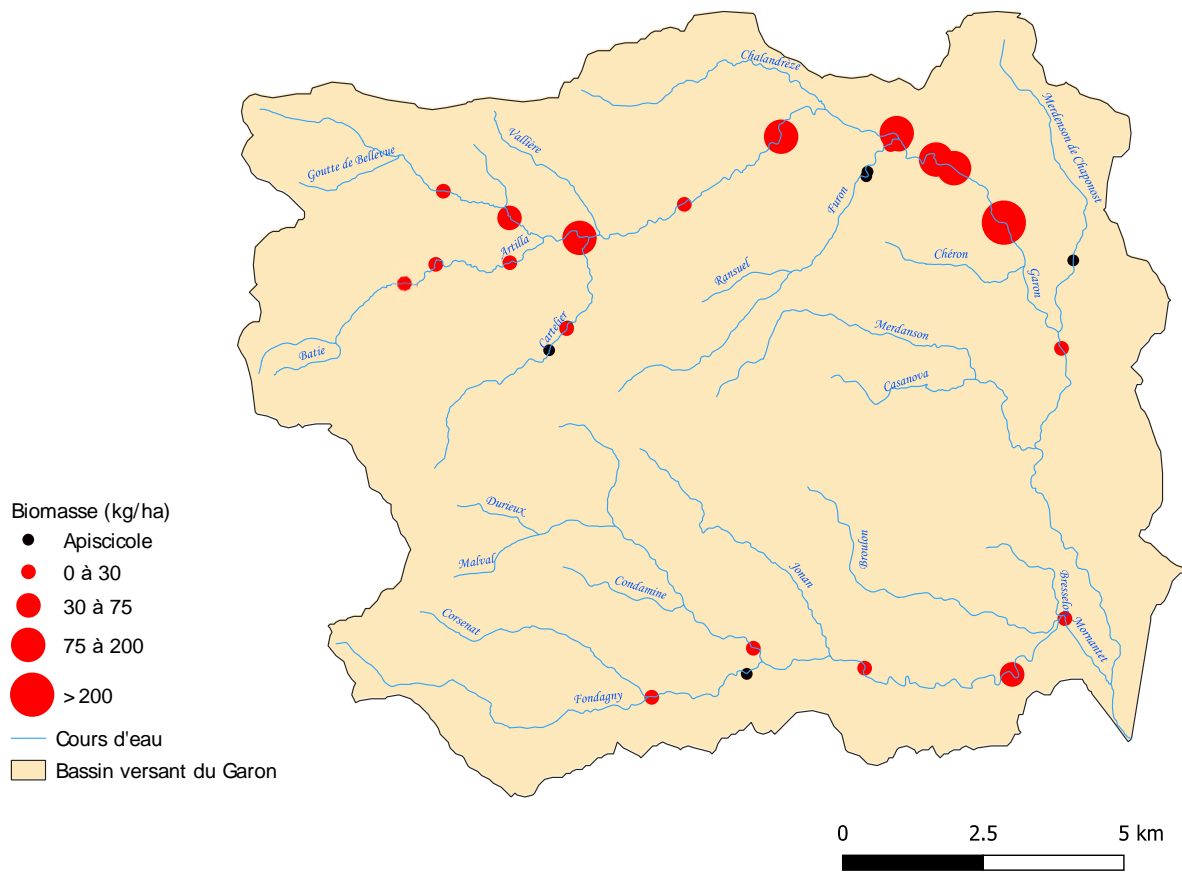


Figure 19 : Evolution des biomasses linéaire (Kg/100ml) piscivores relatives du bassin versant du Garon (2013-2021)

On notera tout de même une augmentation de la présence du goujon dans la partie aval du Garon. Le goujon et le chevesne sont des espèces plus tolérantes en termes de température mais aussi de qualité d'eau. Les conditions difficiles de l'été 2020 ont donc dû avoir un impact réduit sur ces espèces. Les 5 stations présentes du Moulin Rose au stade de Brignais présentent des biomasses allant de 86 kg/ha à 241kg/ha. Un sauvetage avant travaux a été effectué sur le Garon à Brignais, la station se trouve en amont de la station d'inventaire "Garon pont lunettes" et en aval de la station de Brignais, au niveau du stade (GARON-47). Un sauvetage avait déjà été effectué à cet endroit en 2004 et 2010, depuis, un seuil en aval a été effacé en 2019 permettant à 9 nouvelles espèces de remonter le Garon jusqu'à Brignais. En effet, la pêche électrique de sauvetage a permis d'échantillonner les nouvelles espèces suivantes : le hotu (HOT), le spirin (SPI), le barbeau fluvatile (BAF), le gardon (GAR), le pseudorasboras (PSR), la bouvière (BOU), le carassin (CAS), le poisson chat (PCH), et l'écrevisse signal (PFL). Pour une biomasse estimée de 252kg/ha et une densité estimée de 20496 ind/1000m². La démolition du seuil en aval a permis à ces espèces de remonter le Garon aval.

On observe à nouveau une nette différence entre le bassin versant du Garon et le sous bassin versant du Mornantet. Coté Garon, les biomasses (57kg/ha) et densités (490ind/1000m²) totales moyennes sont respectivement 4 et 7 fois plus importantes que sur le Mornantet et ses affluents (14,7kg/ha et 65ind/1000m²).

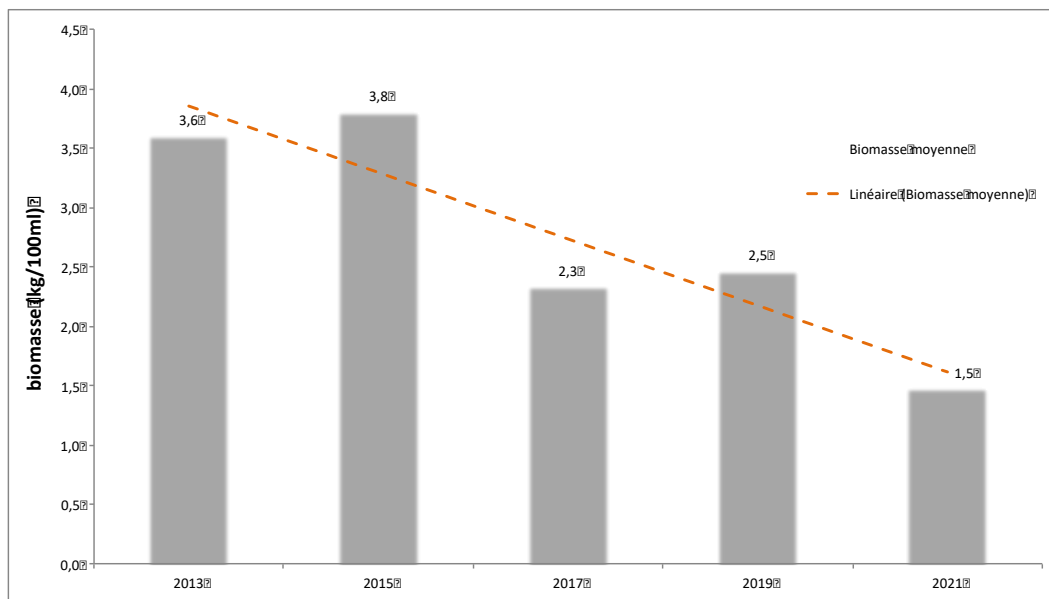


Figure 20 : Biomasses totales estimées en kg/ha pour chacune des stations de pêche électrique (été 2021)

2.1.4. Description de l'ichtyofaune : zoom sur la truite

La truite fario est présente de façon majoritaire au niveau du Garon amont, de l'Artilla amont, et du Cartelier amont (figure 21). A l'approche de la ville de Thurins la truite s'efface, son espèce accompagnatrice, le vairon (VAI) voit alors sa biomasse augmenter, puis diminuer à l'approche du Garon médian. Cette répartition reflète la réponse des populations de truites face à l'intensité des étiages qui ont eu lieu en période estivale depuis 2015 notamment. Les truites se sont réfugiées en têtes de bassin pour atteindre les zones les plus favorables à leurs survie, déplacements qu'elles n'auraient pas pu effectuer sans le décloisonnement du Garon. La truite est alors quasiment absente du Garon médian, et totalement absente du Garon aval. Elle est également quasi absente du sous bassin versant du Mornantet, qui est entièrement cloisonné. Un unique individu a été échantillonné en extrême aval, individu provenant probablement du Rhône, où des traces ADN de souche méditerranéenne avaient été retrouvées (FAURE, 2012).

Concernant le Mornantet amont, 2 individus ont été échantillonnés en aval d'un seuil, situé sur le Fondagny, juste en aval de sa confluence avec le Corsenat. Ces individus ont probablement dévalé pendant les grosses crues intervenues au mois de mai. Un sondage a été effectué dans le Fondagny amont, à environ 2,5km en amont de la station de pêche. Plusieurs individus adultes (2+) ont été trouvés, ce qui indique que le Fondagny présente une petite population de truites avec une reproduction naturelle, donc un bon potentiel en recrutement de truites, et donne de l'espoir pour la recolonisation du linéaire en cas de décloisonnement.

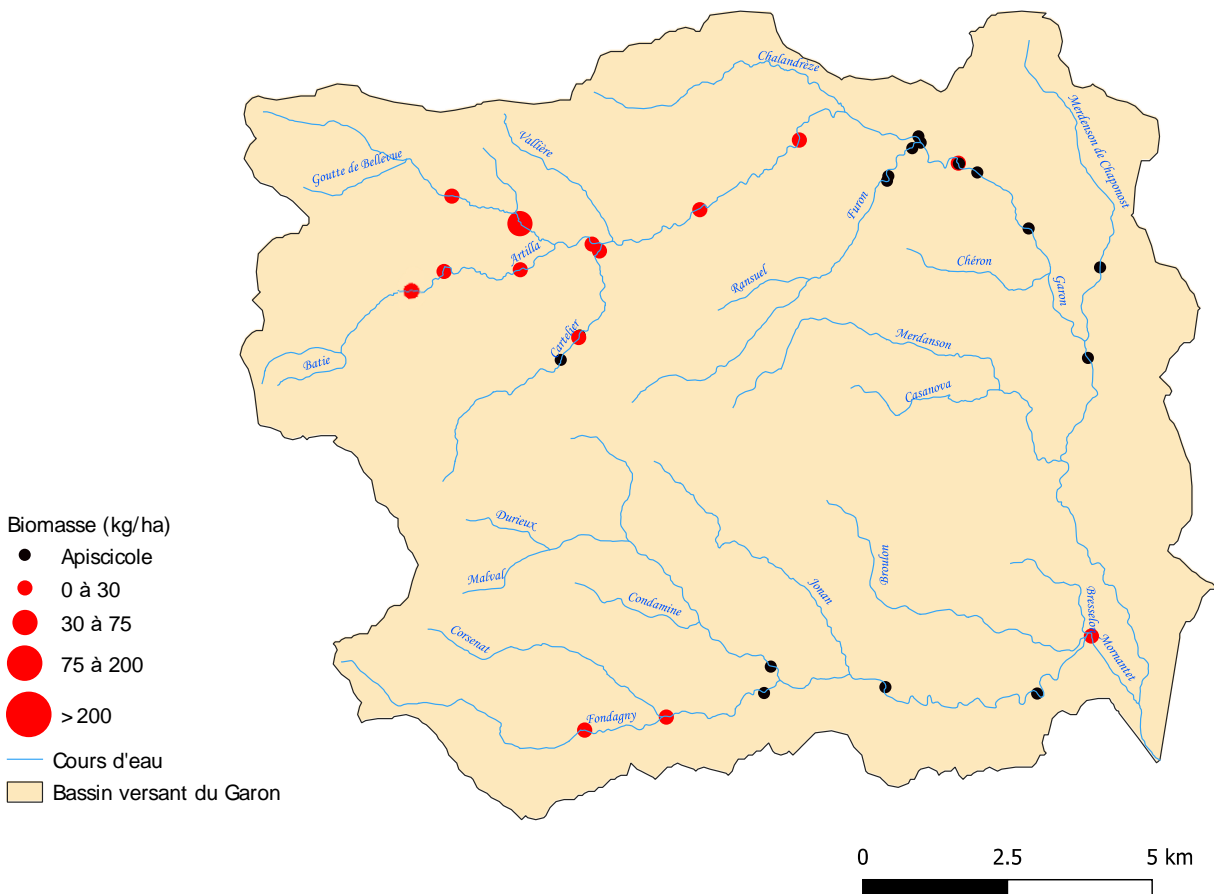


Figure 21 : Biomasses de truites fario en kg/ha pour chacune des stations électriques (été 2021)

Selon le référentiel du CSP de la DR6, les populations de truites se dégradent d'amont en aval sur le Garon amont et son affluent l'Artilla. Les classes de densité des truites fario se dégradent depuis 2013, avec la disparition progressive des classes "très importante", "importante" et "assez importante". Les populations de truites ont été fortement perturbées depuis 2013, 14% des stations sont apiscicoles, 36% ne présentent aucune truite, aucune station ne présente de densité assez importante, importante ou très importante. Seules les stations du Garon amont et de l'Artilla maintiennent une classe de qualité moyenne.

2.1.5. Réseau de suivi des têtes de bassin versant (RSTBV)

Deux stations, respectivement situées sur l'Artilla et le Cartel, affluents du Garon, font partie, depuis 2004, du réseau de suivi des têtes de bassin versant, étude menée par la FDRPPMA. Ces deux stations sont pêchées chaque année, depuis maintenant 13 ans, ce qui représente une quantité de données piscicole non négligeable. Les résultats nous confirment que la truite fario disparaît petit à petit des têtes du bassin versant du Garon depuis la sécheresse de 2015, avec une chute des biomasses et densités en 2021.

Entre 2015 et 2021, les biomasses et densités de truites sont passées (figure 22 et 23):

- ➔ Pour l'Artilla, de 2,3kg/100ml à 0kg/100ml et de 50 à 2 ind/100ml.
- ➔ Pour le Cartelier, de 1,2kg/100ml à 0,1kg/100ml et de 159ind/100ml à 2ind/100ml.

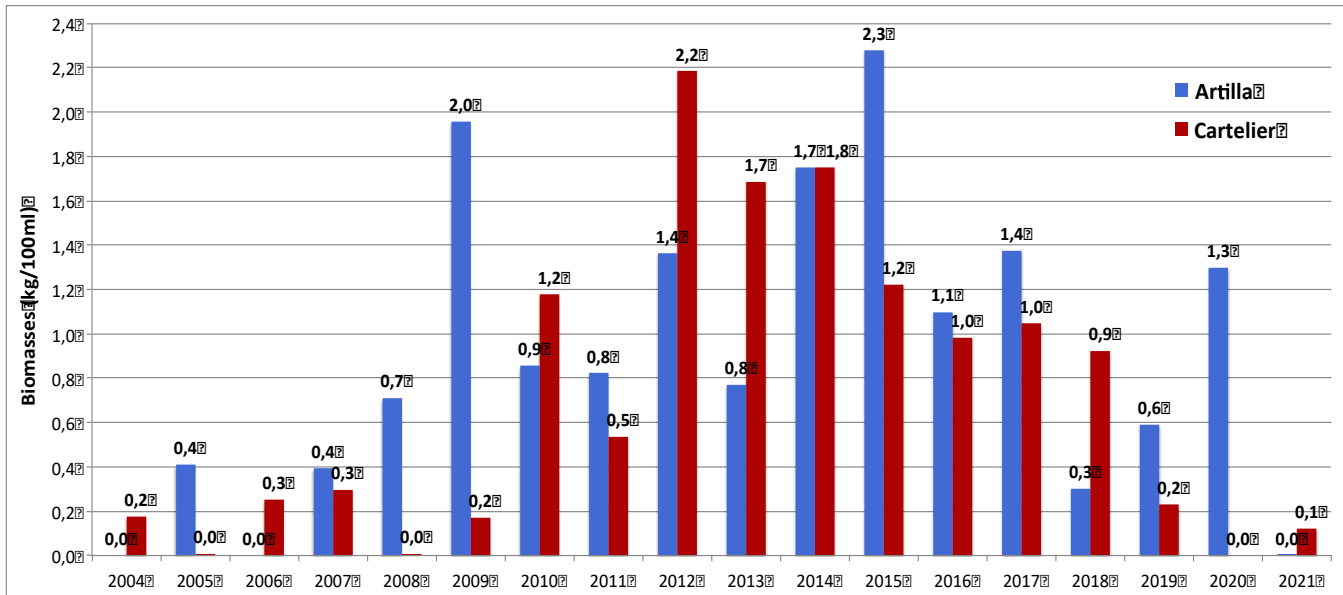


Figure 22 : Evolution des biomasses linéaires (Kg/100ml) de truites fario du Cartelier et de l'Artilla dans le cadre du suivi RSTBV (2008-2021).

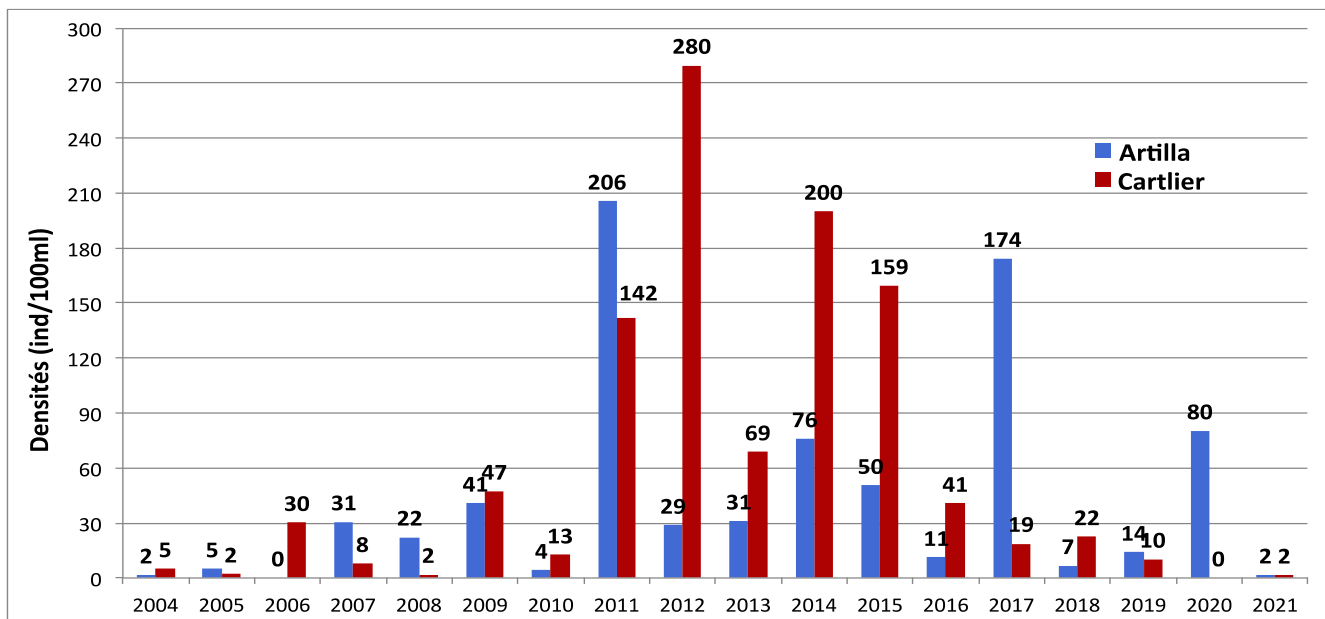


Figure 23 : Evolution des densités linéaires (ind/100ml) de truites fario, du Cartelier et de l'Artilla, suivi RSTBV (2004-2021)

Dès 2015, on observe une chute particulièrement forte des densités, alors que les biomasses diminuent, certes, mais de manière légèrement moins brutale. Cela peut s'expliquer par le fait que les truitelles (0+) se font de plus en plus rares, et vont jusqu'à disparaître en 2021. Seuls les adultes, plus

robustes subsistent, mais la reproduction, de moins en moins bonne, fini par devenir quasi nulle en 2021. Sur l'ensemble du bassin versant 61 truitelles ont été échantillonnées, sur 3 stations du haut Garon, 2 stations de l'Artilla amont, et 1 station du Cartelier. Le faible nombre de truitelles peut s'expliquer de plusieurs façons : les températures et le manque d'eau de l'été 2020, empêchant toute reproduction, ajouté aux conditions hydrologiques du mois de mai 2021. En effet, en mai 2021, une crue morphogène a eu lieu, mobilisant la phase gravier du lit des rivières, phase où se trouvent les juvéniles de l'année, qui ont donc été emportés, et très certainement tués lors de cette crue. A l'échelle du département, les conditions hydroclimatiques étaient déjà jugées défavorables pour les populations de truites fario en 2019/2020 (Vaucher, 2020), en 2021, ces conditions sont encore plus défavorables. Sur le bassin versant du Garon, la biomasse moyenne de truite a baissé de 77,7% depuis 2013, et de 50% sur l'ensemble du département.

2.1.6. Indice Poissons de Rivière (IPR)

Les résultats de l'Indice Poissons Rivière viennent appuyer les résultats précédemment mis en évidence. La figure 24 permet de visualiser l'altération des peuplements du bassin. Sur les 29 stations échantillonnées, aucune n'obtient de note correspondant à la classe excellente. Sur 5 stations, aucun poisson n'a été pêché, 48% des stations occupent les classes de qualité mauvaise et très mauvaise, enfin, 28% occupent la classe médiocre.

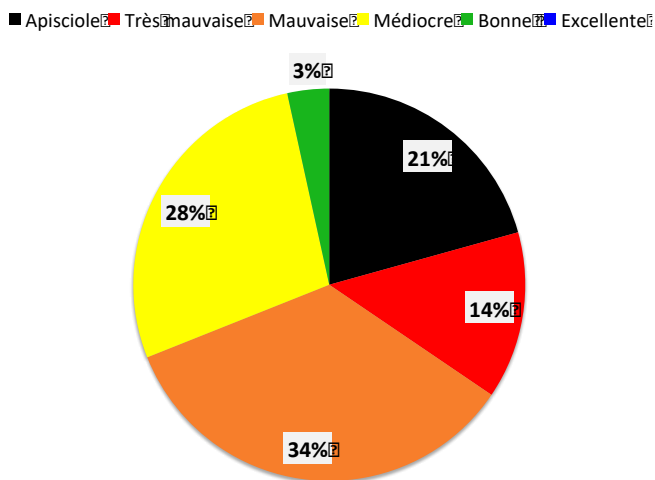


Figure 24 : Classes de qualité de l'IPR sur les 29 stations échantillonnées (été 2021).

La seule station atteignant la classe de qualité « bonne » se situe au niveau du Garon amont, en tête de bassin (Artilla pont Gardonnes) (figure 25). Contrairement aux résultats de la campagne de suivi 2019, les têtes de bassin ne représentent plus les stations aux meilleures classes de qualité. En effet, les stations présentent des notes qualifiées de « médiocre » dès l'amont de l'Artilla, en plus des notes qualifiées de mauvaise et très mauvaise. Une station est d'ailleurs apiscicole sur le Cartelier, pourtant située en tête de bassin. Les stations du Garon amont sont classées « médiocre », « mauvaise » et/ou « très mauvaise », elles le sont par manque de représentation de la truite fario et de ses espèces accompagnatrices. Il n'est plus possible d'observer une évolution significative des classes en fonction de l'emplacement géographique des stations. Les stations apiscicoles sont réparties de manière homogène sur le bassin, autant en aval qu'en amont, sur le Garon ou le Mornantet. Il est tout de même possible d'observer un léger contraste entre les classes de qualités présentes dans le bassin versant du Garon et celles du sous bassin versant du Mornantet. La « meilleure » classe de qualité représentée dans ce dernier est « mauvaise », 4 des 6 stations sont

qualifiées de « mauvaise », une de « très mauvaise » et la dernière est apiscicole.

Il est important de noter que l'IPR peut avoir tendance à surestimer la qualité du peuplement étudié. Un peuplement dominé par la présence d'espèces tolérantes comme le chevesne ou la loche verra sa note nettement améliorée en cas de présence d'une seule truite, sans que ce soit réellement significatif. Par exemple, pour la station située sur le Fondagny (la plus en amont du sous bassin versant du Mornantet), la présence de deux truites adultes, au milieu des gardons, tanches, rotangles et écrevisses de Californies, permet de faire passer la note de « très mauvaise » (47,5) à « mauvaise » (29,8). C'est également le cas pour la station la plus en aval du Mornantet, la présence d'un individu fait passer la note de « très mauvaise » (43,3) à « mauvaise » (34,9).

De plus, la représentativité des différentes classes de tailles ne sont pas prises en compte par l'IPR. Il n'est donc pas possible, simplement grâce à l'IPR de juger la qualité de reproduction de la truite et le recrutement en juvéniles 0+ de l'année. La densité de juvéniles 0+ est considérée comme très faible lorsqu'elle est inférieure à 4ind/100m² pour une campagne de suivi effectuée entre mai et juillet. C'est le cas pour 25 des 29 stations échantillonnées soit 86% des stations, dont 84% sont sans truitelles.

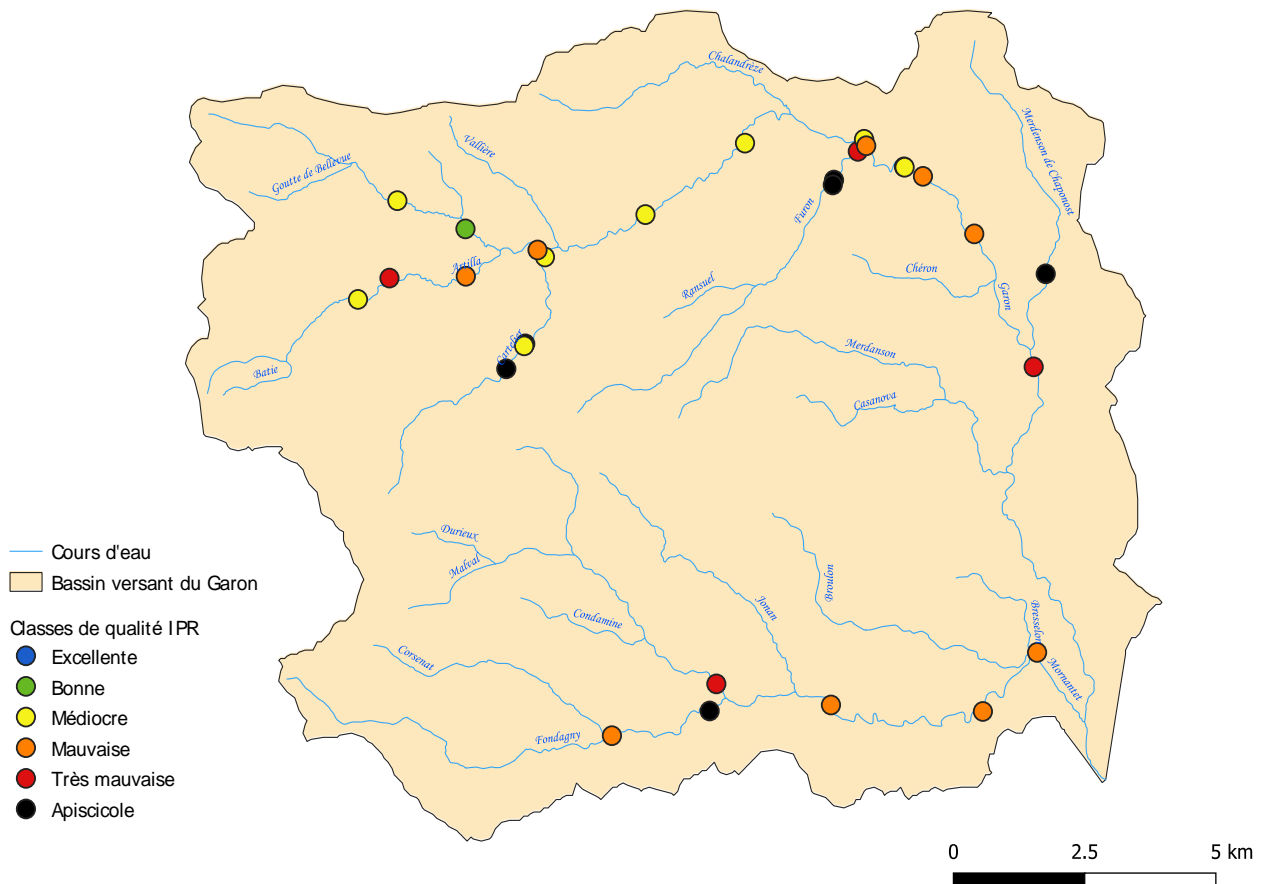


Figure 25 : Répartition des classes de qualité IPR sur les 29 stations échantillonnées (été 2021)

2.2. Evolution des peuplements depuis 2006

La qualité du peuplement piscicole semblait s'améliorer depuis 2006, avec des classes « très mauvaise » diminuant au profit des classes mauvaise et médiocre, l'augmentation de la classe bonne, cela principalement grâce aux efforts de décloisonnement du Garon (figure 26). Cependant, les classes de qualités IPR se dégradent depuis 2015. Nous pouvons observer une diminution de la classe « médiocre », mais cette diminution se fait au profit des stations apiscicoles dont la proportion augmente. La classe de qualité « bonne » recule.

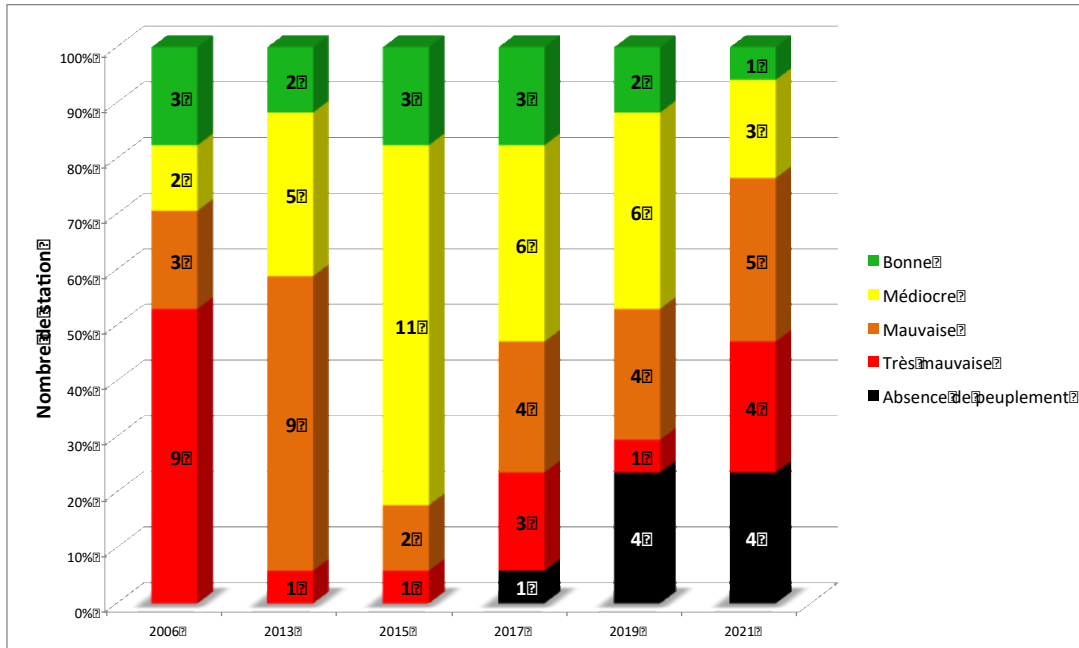


Figure 26 :
des

Evolution

proportions des classes de qualité de l'IPR entre 2006 et 2021 sur le bassin versant du Garon.

Afin d'évaluer l'effet du décloisonnement du Garon amont sur les biomasses moyennes de truites, par rapport au Mornantet amont non décloisonné, les biomasses linéaires en g/100ml sont analysées (figure 27). Le résultat est sans appel, depuis 2006, les travaux se sont succédés et, pour le Garon amont, les biomasses n'ont pas cessé d'augmenter jusqu'en 2015. A partir de 2015, les conditions climatiques se sont montrées de plus en plus compliquées, avec des étés toujours plus secs et chauds chaque année. Nous pouvons cependant voir que le Garon amont a nettement mieux résisté que le Mornantet, avec une chute des biomasses de truites moins vertigineuse. Entre 2015 et 2017, les biomasses du Mornantet passent de 1067g/100ml à 100g/100ml. Sur la même période, le Garon amont passe de 2150g/100ml à 1350g/100ml. Cela représente une baisse relativement similaire, mais la biomasse plus élevée du Garon décloisonné lui permet de mieux résister à la sévérité des étiages pendant l'été. Cependant, les biomasses de truites déclinent, autant pour le Garon amont, que pour le Mornantet amont, et ce malgré les travaux de décloisonnement. Les biomasses de truites sont en train de retrouver leur état initial de 2006. En cause, les conditions environnementales qui se dégradent, et que nous ne pouvons pas maîtriser.

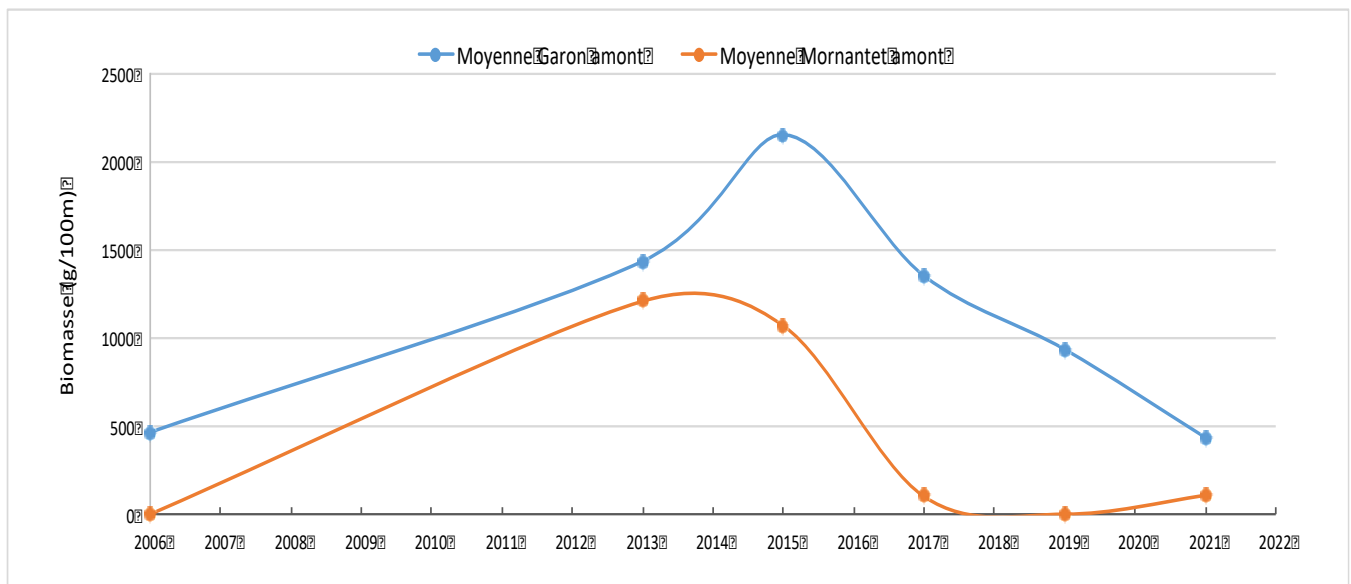


Figure 27 : Evolution des biomasses moyennes de truites fario du Garon amont (Garon, Cartelier, Artilla) et du Mornantet amont (Fondagny, Mornantet) entre 2006 et 2021.

2.3. Quel avenir pour les truites ?

Le rapport du GIEC 2021 prédit une augmentation de 50% de l'occurrence des crues dans le cas d'un réchauffement climatique de 2°C, et l'intensité de ces dernières augmentera de 14%. (GIEC, 2021). La FDPPMMA69 a mis au point un modèle permettant de prédire la densité de juvénile pour les années à venir en fonction des débits nécessaires à leur période de montaison et d'émergence. En effet, chez les salmonidés, l'hydrologie au moment de la reproduction ou de l'émergence des alevins conditionne grandement la dynamique des populations au stade juvénile et adulte (Neslon et al., 1986). Le rapport du GIEC indique également que les débits seront divisés par deux d'ici 2050, le modèle se base donc sur des débits d'étiages divisés par 2. Des épisodes de crues, 14% plus importantes que celles rencontrées aujourd'hui sur le département du Rhône ont été ajoutées aléatoirement à ce modèle, à partir de 2020, en augmentant leur occurrence de 50% (figure 28). Les résultats indiquent que le recrutement en juvéniles résultant (0+) serait globalement réduit de moitié.

Cependant, malgré la baisse des débits d'étiage et l'augmentation de l'occurrence des crues et de leur intensité, les juvéniles seront toujours présents sur le département, en nombre réduit, mais en nombre toujours suffisamment pour maintenir une population. De plus, la truite ne pond pas l'intégralité de ses oeufs au même moment ni au même endroit (Baran, 2008), les juvéniles ne sont donc pas tous impactés au même moment par les évènements hydrologiques exceptionnels.

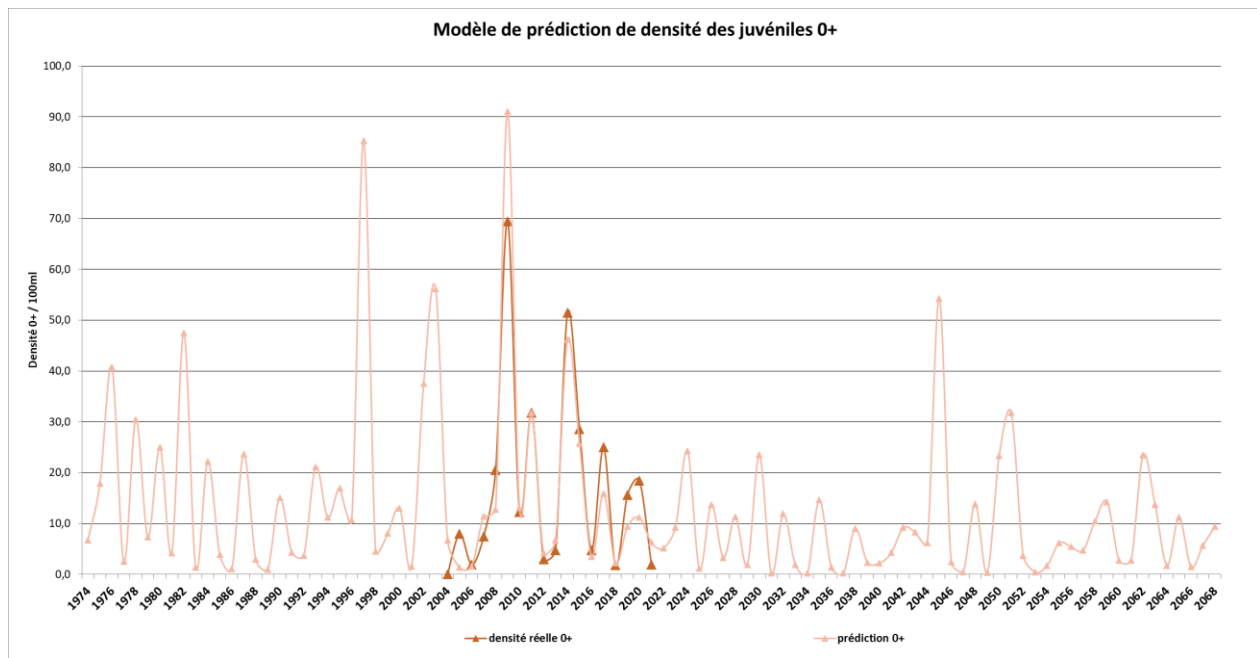


Figure 28 : Prédiction des densités (ind/100ml) de truitelles (0+) en fonction des débits et températures futures et passées.

Chapitre IV : Discussion et perspectives d'actions

1. Diagnostic final

De manière générale, la qualité du peuplement piscicole du bassin versant du Garon se dégrade. Alors que la campagne de suivi 2019 se concluait par un maintien des populations piscicoles et principalement salmonicoles dans le sous bassin versant du Garon (*Mollard, 2019*), la campagne 2021 mène à un constat bien plus négatif.

Le Garon amont, dominé par la truite fario présente l'habitat piscicole le plus favorable du bassin, notamment en termes de température avec des Tmoy 30 situées entre 17 et 18°C. De la source du Garon jusqu'à sa confluence avec l'Artilla à Thurins, ce tronçon présente une ripisylve de bonne qualité, un habitat riche et varié, avec une belle alternance de faciès d'écoulements et un substrat dominé par des blocs, pierres et du gravier. L'unique note IPR de classe "bonne" correspond à la station la plus en amont du bassin versant du Garon.

Le Garon médian, depuis la ville de Thurins à Brignais, voit sa population piscicole se dégrader dès la ville de Thurins, avec des notes IPR allant de médiocre à très mauvais, il est dominé par des espèces dites "tolérantes" comme le chevesne, le goujon et la loche. Les températures se dégradent également, et deviennent limitantes au regard des exigences salmonicoles avec des Tmoy 30 situées entre 18 et 19,5°C. Le Garon à Brignais est caractérisé par des faciès d'écoulement très monotones, dominés par des plats courants et lenticules, des fosses d'affouillements et une hauteur d'eau faible. Le substrat est dominé par la présence de sable, et présente un colmatage important. La majeure partie des berges sont recalibrées, de

nombreux enrochement sont présents, et la ripisylve est pauvre.

Enfin, le Garon aval de Brignais à Givors traverse une alternance de zones urbanisées et de zones industrielles. A l'image du Garon à Brignais, ce tronçon présente une ripisylve très pauvre, un habitat de mauvaise qualité, un peuplement piscicole dominé par le chevesne, le goujon et la loche, des faciès d'écoulement très homogènes. La quasi-absence de ripisylve, ajoutée à l'influence des rejets urbains induisent une forte augmentation de la température de l'eau, qui se traduit par des Tmoy30 supérieures à 19,5°C. De plus, la partie aval du Garon se situe au-dessus de la seule nappe phréatique du bassin. Cette nappe est alimentée uniquement par apports extérieurs, ce tronçon se retrouve donc régulièrement à sec durant les étiages les plus sévères.

Le sous bassin versant présente quatre stations apiscicoles, toutes situées sur des affluents, le Cartelier, sous l'influence d'un seuil, le Furon, qui subit de violents assècs en période estivale et enfin, sur le Merdanson, station située en zone urbanisée, sans ripisylve. Le sous bassin versant du Mornantet, très fragmenté, présente des populations piscicoles témoignant de la dégradation du milieu, avec une majorité d'espèces tolérantes, et des notes IPR qualifiées de "mauvaises", et "très mauvaise". La fragmentation du milieu rend le cours d'eau très vulnérable à la hausse des températures, les Tmoy30 sont d'ailleurs toutes supérieures à 19°C. Les poissons ne pouvant pas rejoindre de zones refuges se retrouvent piégés dans des fosses au sein desquelles la température augmente fortement, ces conditions expliquent la quasi-absence de truites fario dans ce secteur. Cependant, les truites trouvées dans le Fondagny amont lors d'un sondage laissent penser que le sous bassin du Mornantet aurait un bon potentiel en termes de recolonisation par la truite fario s'il est décroissant.

Globalement, le sous bassin versant du Garon voit donc ses populations piscicoles, et principalement salmonicoles, se dégrader malgré les travaux massifs de décroissant entrepris durant ces dernières années. La comparaison des biomasses linéaires de truites entre le Garon amont et le Mornantet amont depuis 2006 nous indique que les travaux entrepris ont permis une augmentation des biomasses de truites au sein du bassin versant. Entre 2006 et 2013, les biomasses de truites sont passées de 0g/100ml à 1207g/100ml pour le Mornantet amont et de 464g/100ml à 1433g/100ml pour le Garon amont. Cependant, à partir de 2015, les biomasses se dégradent, celles du Mornantet passent de 1067g/100ml à 100g/100ml. Sur la même période, le Garon amont passe de 2150g/100ml à 1350g/100ml. Les conditions hydrologiques extrêmes de l'été 2020 ont mené à une très mauvaise reproduction, les juvéniles nés pendant l'hiver ont ensuite subi une crue morphogène au mois de mai 2021. Les différentes campagnes de suivis effectuées cette année (RSTBV 2021 et suivi piscicole du beaujolais 2021) ont mené au même constat, très peu de juvéniles ont été échantillonnés sur le département, confirmant une très mauvaise reproduction en 2020.

2. Propositions d'amélioration et/ou de restauration

Les projections de l'impact du réchauffement climatique sur les milieux aquatiques sont alarmantes, à l'échelle du bassin versant du Garon, nous pouvons constater que malgré un gros travail de décroissant et de restauration du milieu, les actions à l'échelle locale pour lutter contre le réchauffement climatique semblent atteindre leurs limites. Cependant, les résultats du suivi 2021 nous indiquent que de nombreux travaux de restaurations, avec décroissant, des ripisylves restaurées, des STEPS remises aux normes permettent aux populations piscicoles de mieux résister. Il est donc toujours

possible d'améliorer les conditions actuelles, à notre échelle.

2.1 Actions liées à la thermie et à la ressource en eau

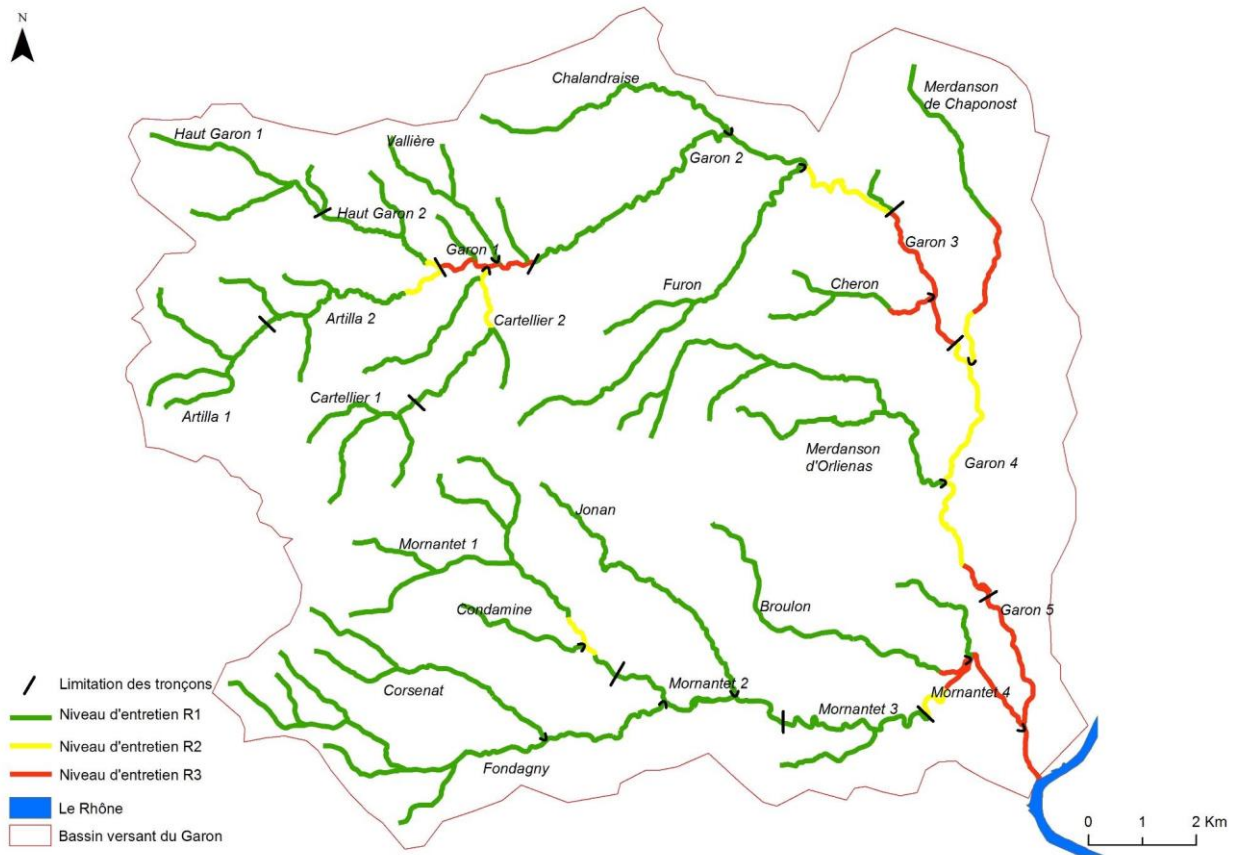
La température de l'eau est étroitement liée à la qualité de la ripisylve et sa capacité à fournir de l'ombrage au cours d'eau. En plus d'apporter une diversité d'habitats supplémentaire, la ripisylve représente une source de nourriture pour de nombreux poissons et invertébrés (Maridet L., 1995) et permet de maintenir les berges en place tout en les protégeant. Nous l'avons vu, plusieurs secteurs du bassin versant du Garon présentent une ripisylve de mauvaise qualité. A l'image des travaux entrepris dans le cadre du contrat de rivière, des chantiers de restauration en techniques végétales pourraient être réalisés sur ces secteurs afin d'améliorer la ripisylve et ainsi, peut-être, améliorer la thermie de ces stations. En effet, 160km de linéaire ont déjà été restaurés. Le Garon est recalibré à l'aide d'enrochements sur la quasi-totalité de son linéaire traversant la ville de Brignais. Sur le bassin, 23 chantiers de restaurations en techniques végétales ont été mis en place sur le haut Garon, le Cartelier et l'Artilla. Il serait intéressant de remplacer les enrochements nus présents au centre de Brignais et opter pour des enrochements plantés (figure 29) afin d'apporter plus d'ombrage au cours d'eau, créer des zones de caches pour les poissons (chevelu racinaire).



Figure 29 : Photo d'enrochements plantés (à gauche) et non plantés (à droite) sur la Turdine à l'Arbresle (Gacon, 2021)

De plus, des « brigades de rivière » entretiennent les ripisylves du bassin versant du Garon, selon 3 fréquences différentes : tous les 5ans, tous les 2ans ou tous les ans. Le Garon à Thurins, à Brignais, et dans sa partie aval sont des secteurs entretenus tous les ans (figure 30). Ce qui signifie que la ripisylve dans ces secteurs n'a pas la possibilité de s'étendre, et de prendre de l'importance. Il serait donc préférable de revoir ce planning d'entretien et ainsi intervenir moins souvent dans ces secteurs. Le Chéron, Merdanson et Mornantet aval sont également concernés. Le sous bassin du Mornantet, presque exclusivement situé en zone agricole (cf. figure 4), possède une ripisylve relativement satisfaisantes avec des pourcentages de

boisement situés entre 80 et 95% aux stations d'inventaire piscicole. Le Mornantet n'est d'ailleurs pas sujet aux entretiens intensifs des brigades rivières puisque la quasi-totalité de son linéaire est entretenu seulement tous les 5ans.



Niveaux d'entretien	Entretien du boisement de berge (R = ripisylve)	Représentation schématique
Niveau 1	Régulier : R1 (5ans)	R1
Niveau 2	Fréquent : R2 (2ans)	R2
Niveau 3	Très fréquent : R3 (tous les ans)	R3

Figure 30 : Niveaux d'entretien des ripisylves du Garon par les brigades rivières (SMAGGA, 2017-2022)

Concernant la ressource en eau, il serait peut-être préférable de réviser les volumes prélevables autorisés dans le cadre de l'étude volumes prélevables du PGRE (plan de la ressource en eau). Le réchauffement climatique est un facteur qu'il faut d'avantage prendre en compte, la nappe du Garon, qui ne se recharge que par apports externes, ne devrait plus être sollicitée à la fois par les usagers, l'industrie et l'eau potable. Le PGRE autorise un prélèvement maximum de 5,5Mm/m3/an dans cette nappe, or aujourd'hui la nappe est en surexploitation, avec des prélèvements de 6Mm3/an. Dans le cadre de l'EVP, un modèle numérique de la nappe a été développé afin de simuler plusieurs scénarios de prélèvements, en fonction du secteur de Vourles et de Montagny.

Seul un prélèvement réduit, de 4Mm3/an, permettrait une augmentation des débits en surface. Un prélèvement de 6Mm3 ne permet aucun soutient d'étiage pour le Garon (tableau 3). En période estivale, la nappe, surexploitée ne permet aucun soutient d'étiage, au contraire, l'eau s'infiltré, le cours d'eau s'assèche alors en surface, impactant l'écosystème tout entier et notamment la faune piscicole.

Scénario	Prélèvement simulé	Remontée piézométrique / situation actuelle (2010)		Débit supplémentaire drainé par le Garon
	millions m ³ /an	Secteur Vourles	Secteur Montagny	litre/seconde
SP1	6	1.20 m	0.00 m	0
SP2	5	6.10 m	1.10 m	2
SP3	4	9.30 m	2.10 m	15
Non influencé	0	12.60 m	4.00 m	103

Tableau 3 : Résultats des simulations pour différents scénarios de prélèvements en nappe du Garon (PGRE, 2016-2021)

Le travail de suppression des retenues collinaires doit continuer, afin de limiter au maximum les pertes d'eau par évaporation qui est de 260 000m3/an (ARALEP, 2016), et ainsi impacter le moins possible les débits déjà faibles en période estivale.

2.2. Actions liées à la continuité écologique

Un nouveau contrat de rivière devrait être relancé afin de se concentrer sur le décroisement du Mornantet, tout en prenant d'avantage en compte le facteur réchauffement climatique. La présence de truite en amont du Fondagny nous prouve que le sous bassin versant du Mornantet pourrait avoir du potentiel et mérite que l'on se penche dessus pour le décroiser, à l'image du sous bassin du Garon.

2.3. Actions liées à la l'hydromorphologie

Le Garon à Brignais très recalibré à l'aide d'enrochement, présente une hydromorphologie dégradée, avec un faciès d'écoulement très monotone, essentiellement composé de plats lenticulaires. Le lit est large (en moyenne 5m), la lame d'eau est basse, entre 5 et 20cm, le substrat est composé de sables en grande majorité. Pour resserrer le lit mineur et rehausser la ligne d'eau, des aménagements plus conséquents seraient nécessaires, mais la largeur du lit limite le champ d'actions. Pour permettre au cours d'eau de "travailler" il serait nécessaire de libérer ses berges, ce qui n'est pas possible en zone urbaine. Des aménagements ont donc été mis en place pour essayer de dynamiser le cours d'eau, rehausser la lame d'eau et diversifier les habitats.

Or, dans certains secteurs ces épis, trop courts, ont été disposés de façon trop rapprochée, annulant l'effet recherché. En effet, le Garon à Brignais est essentiellement constitué de plats lenticulaires, donc avec un

écoulement inférieur à 0,3 m/s, ce qui n'est pas suffisant pour que ce type d'aménagement fonctionne s'il n'est pas mis en œuvre correctement. L'ajout d'épi pour diversifier les écoulements et apporter des caches à la faune piscicole semble fonctionner au niveau du stade de Brignais, des travaux similaires sont prévus en aval du stade, les effets seront à analyser sur le long terme.

Conclusion

La campagne de suivi 2021 nous indique que la qualité du peuplement piscicole du bassin versant du Garon est variable, de très mauvaise à bonne. Mais de façon globale, le peuplement piscicole du bassin versant du Garon se dégrade. Cette campagne de suivi intervient après une succession de périodes estivales très contraignantes, l'été 2020 fut le plus contraignant de tous. Les conditions estivales extrêmes à répétition ont un impact sur le cycle biologique complet des populations piscicoles, limitant la reproduction, la croissance et donc la survie.

Un contraste net est observé entre le sous bassin versant du Garon et celui du Mornantet : Le Garon présente, sur sa partie amont, les densités et des biomasses salmonicoles les plus importantes du bassin, qui restent cependant faibles voire très faibles au regard du référentiel du CSP. Sur la partie médiane et aval, les biomasses piscicoles sont dominées par des espèces tolérantes comme le chevesne et le goujon. Les travaux de décroisements ont permis aux truites d'atteindre des zones refuges en tête de bassin, les espèces tolérantes ont quant à elles colonisé d'avantage le Garon médian.

A l'inverse, les populations piscicoles du Mornantet, très fragmenté subissent une forte dégradation suite aux conditions extrêmes des étés précédents, malgré l'amélioration de la qualité physico-chimique de l'eau. Cela permet d'apprécier l'impact positif des travaux entrepris sur le Garon. Des truites échantillonnées lors d'un sondage dans le Fondagny amont donnent de l'espoir quant à un potentiel retour de l'espèce dans le sous bassin versant. Cela pourrait motiver la mise en route d'un 3ème contrat de rivière, qui se concentrerait cette fois-ci sur le décroisement du Mornantet. Si le Mornantet n'est pas décroisé dans les années à venir, la qualité du peuplement piscicole va continuer de se dégrader.

Le réchauffement climatique n'est pas un facteur que nous pouvons contrôler de manière directe, mais nous pouvons en limiter les conséquences, comme nous le prouvent les résultats obtenus sur le Garon. A titre de comparaison, le bassin versant voisin, l'Yzeron, a également fait l'objet d'importants travaux de restauration de la continuité écologique, et les résultats en 2020 étaient similaires, les populations de truites ont pu résister en rejoignant les zones refuges en têtes de bassin. Dans les deux cas, L'ichtyofaune a souffert, mais a résisté, et ce grâce aux travaux de décroisement, nous prouvant l'importance d'un maintien, d'une restauration, de la continuité écologique de nos cours d'eau.

La conformation de ce bassin versant, les travaux effectués uniquement sur le Garon, créant un contraste entre deux sous bassin versant est une situation inédite qui nous a permis d'évaluer de manière très concrète l'impact d'un décroisement massif du milieu. Si le Mornantet prend le même chemin, il sera encore plus intéressant d'en analyser les résultats sur le long terme.

Bibliographie

- Allardi J., Les poissons comme indicateurs biologiques de l'état des écosystèmes aquatiques, Cemagref Ed. pp 229-241, 1997.
- ARALEP, Suivi de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques et étude d'impacts des retenues collinaires sur le bassin versant du Garon - campagne 2015-2016, 141 p.
- ARALEP, Suivi de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques sur le bassin versant du Garon - Bilan du deuxième contrat de rivières 2013-2018, campagne 2018-2019, 96 p.
- Baran P, Delacoste M, Dauba F, Lascaux J.M, Belaud A, Lek S, Effects of Reduced Flow on Brown Trout (*Salmo Trutta* L.) Populations Downstream Dams in French Pyrenees, volume 10, issue 2-4 / p.347-361, 1995.
- Christer Nilson, Catherine A. Reidy, Mats Dynesius, Carmen Revenga, Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems », *SCIENCE*, vol 308, 2005.
- Coll. M, Durbe G, Bosc S, Menchi O, Evaluation du colmatage du substrat des frayères à salmonidés sur le bassin de la Garonne amont, 27 p. 2015.
- Daniel Gerdeaux. Impacts du changement climatique sur les milieux aquatiques continentaux européens. Rendez-vous Techniques de l'ONF, Office national des forêts, 2007, pp.21-26. hal-02653215
- Degiorgi F, Raymond J, Utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité globale des écosystèmes d'eau courante, CSP DR5, 2000.
- Eau France, La continuité écologique, eau et biodiversité, gestion, protection et restauration, 27 août 2019.
- Etienne Brulebois, Impacts du changement climatique sur la disponibilité de la ressource en eau en Bourgogne : aspects quantitatifs et qualitatifs, Université de Bourgogne Franche-Comté, 2016.
- Elliott J.M., Hurley M.A., Fryer R.J., A New, Improved Growth Model for Brown Trout, *Salmo trutta*, *Functional Ecology* 9, 290, 1995.
- FAURE, J-P., Etude génétique des populations de truites fario du département du Rhône, comparaison avec quelques bassins versants du département de la Loire, rapport final, 60 p. 2012.
- GIEC, Rapport spécial du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2019/2021.

- Joe Hay, Movement of Salmonids in response to low flow: a literature review, Feb 2004.
- Lenore Fahrig, Effects of habitat fragmentation on biodiversity, Ottawa University, 2003.
- Lepimpec P, Guide pratique de l'agent préleveur chargé de la police des milieux aquatiques. Pollution des milieux aquatiques. CEMAGREF, ISBN2/885362-554-0, p.159, 2002.
- Malavoi J-R., Souchon Y, Le démantèlement des seuils en rivière, une mesure de restauration en vogue : état des lieux et des connaissances, aperçu international des bénéfices physiques et écologiques potentiels, rapport de synthèse, 92 p. 2012.
- Mollard, D, Suivi piscicole du contrat de rivière Garon, année 2019, résultats et discussion, 13 p.
- Nalson F. A., Effect of flow fluctuations on brown trout in the Beaverhead river, Montana. N. Am. J. Fish. Manag. 6 551-559, 1986.
- Plan de gestion de la ressource en eau sur le bassin versant du Garon 2016/2021, 136 p.
- Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux Rhône-Méditerranée 2016-2021, 512 p.
- Simon Blanchet, Olivier Rey, Roselyne Etienne, Sovan Lek, Géraldine Loot. Species-specific responses to landscape fragmentation: implications for management strategies. Evolutionary Applications, Blackwell, 2010, p.291-304.
- SMAGGA., Contrat de rivière du Garon 2013 – 2018, Etat des lieux, enjeux et objectifs. Dossier définitif, 202 p.
- SMAGGA., Contrat de rivière du Garon 2013 – 2018, Bilan technique et financier, 46 p. 2019.
- Souchon Y, Philippe M, Maridet L, Cohen H, Wasson JG, Rôle et impact des étiages dans les cours d'eau : les sécheresses menacent-elles les communautés végétales et animale des cours d'eau ? » rapport final, 1996.
- Tissot & Souchon, Synthesis on thermal tolerance of the principal freshwater fish species of large Western Europe rivers, Hydroécologie, Tome 17, pp.17-76, 2011.
- VAUCHER, J., Suivi thermique et piscicole des têtes de bassin du département du Rhône 2014. Rapport final, Fédération du Rhône pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 58p, 2020
- Verneaux J., Les poissons et la qualité des cours d'eau. Annales Scientifiques de l'université de Franche-Comté, Besançon 2, p 33-41, 1981.

Verneaux J., Cours d'eau de Franche-Comté (Massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de biotypologie. (Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté), 1973.

Verneaux J., Biotypologie de l'écosystème « eau courante ». La structure biotypologique.

Académie des Sciences de Paris Série D, 1976.

Webographie

AGENCE DE L'EAU RHONE MEDITERRANEE CORSE, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse [en ligne]. <www.eaurmc.fr>

EAUFRANCE, Eau France [en ligne]. Disponible sur <www.eaufrance.fr>

HYDRO, Banque HYDRO [en ligne]. <<http://www.hydro.eaufrance.fr/selection.php>>

METEOCIEL, Observations, Prévisions, Modèles en temps réel [en ligne]. Disponible sur <<http://www.meteociel.fr/>>

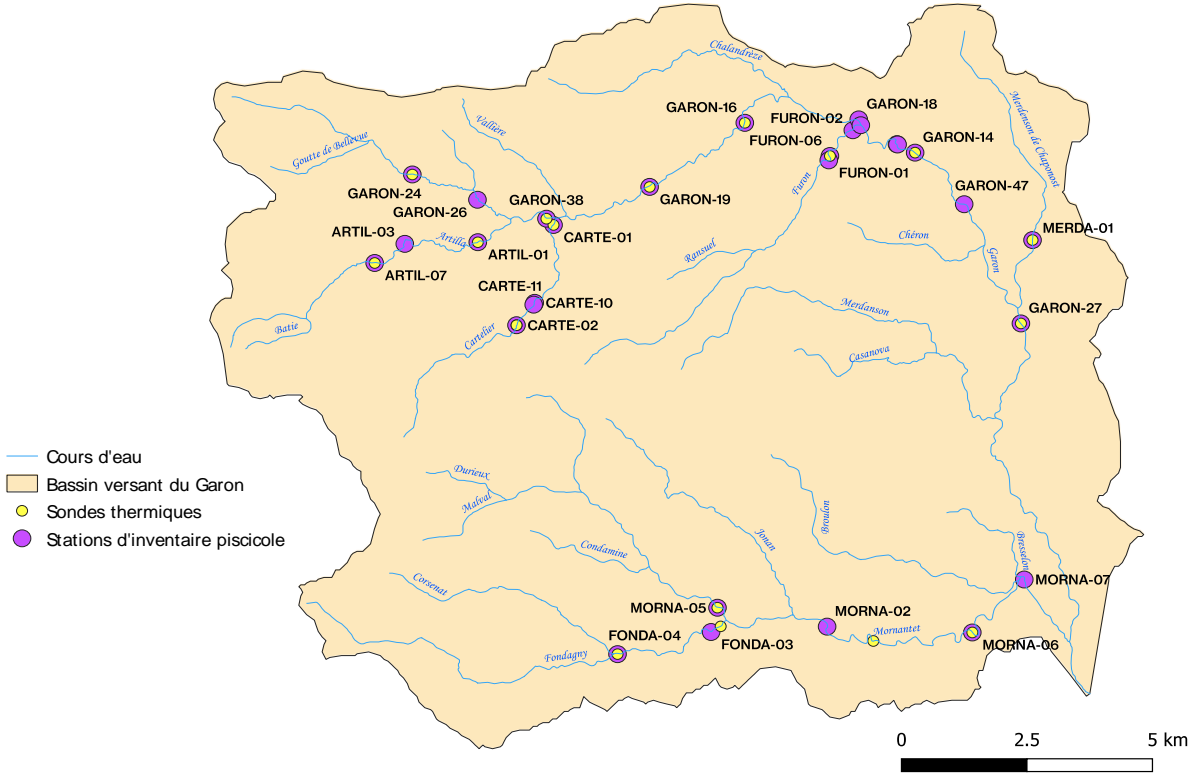
METEOFRANCE, Bilan climatique de l'année 2020, [en ligne].

<<http://www.meteofrance.fr/>>PROJET TIGRE, [en ligne]. <<https://thermie-rivieres.inrae.fr/>>

SMAGGA, Contrat de Rivière du Garon [en ligne]. Disponible sur <<http://www.contratderiviereduGaron.fr>>

Annexes

Annexe 1 : Localisation des sondes thermiques, des stations d'inventaire piscicoles 2021 sur le bassin versant du Garon



Sous-bassin versant	Cours d'eau	Localisation	Code station	Date	But de la pêche	X Lambert II	Y Lambert II	
GARON	Artilla	Le Violet	ARTIL-01	01/06/21	RSTBV	778664	2077315	
	Artilla	Pont de Duranthetaire	ARTIL-03	29/06/21	Inventaire	777250	2077370	
	Artilla	Pont des Gardonnes	ARTIL-07	29/06/21	Inventaire	776670	2077380	
	Cartelier	La Fabrique	CARTE-01	01/06/21	RSTBV	780128	2077375	
	Cartelier	Amont de l'Éprouvette	CARTE-02	21/06/21	Inventaire	779228	2075351	
	Cartelier	Le Villards à mont	CARTE-10	21/06/21	Inventaire	779776	2076305	
	Cartelier	Le Villards à val	CARTE-11	21/06/21	Inventaire	779757	2076268	
	Furon	Lieu dit le Furon	FURON-01	21/06/21	Inventaire	785249	2079221	
	Furon	Amont de confluence Garon	FURON-02	28/06/21	Inventaire	785210	2079230	
	Furon	Seuil Champanel	FURON-06	21/06/21	Inventaire	785271	2079208	
	Garon	Auberge du Garon	GARON-14	28/06/21	Inventaire	787220	2079290	
	Garon	Moulin Rose	GARON-16	30/06/21	Inventaire	783317	2079262	
	Garon	Confluence Furon à val	GARON-17	28/06/21	Inventaire	786064	2079233	
	Garon	Confluence Furon à mont	GARON-18	29/06/21	Inventaire	786023	2080249	
	Garon	PAP Triandine	GARON-19	30/06/21	Inventaire	781983	2078256	
	Garon	La Mathivière	GARON-24	29/06/21	Inventaire	777384	2078267	
	Garon	Le Champ	GARON-26	30/06/21	Inventaire	778350	2078270	
	Garon	Pont à Lunettes	GARON-27	30/06/21	Inventaire	789200	2079270	
	Garon	Parking Piscine Thurins	GARON-38	29/06/21	Inventaire	779290	2078200	
	Garon	Stade	GARON-47	22/06/21	Inventaire	788359	2076218	
	Garon	Suivi à queduc à val	GARON-49	28/06/21	Inventaire	786778	2079251	
	Garon	Suivi à queduc à mont	GARON-50	28/06/21	Inventaire	786767	2079259	
	Merdanson	Z. Brignais	MERDA-01	30/06/21	Inventaire	789210	2077250	
	MORNANTET	Mornantet	Pont de Chassagny	MORNA-02	23/06/21	Inventaire	785297	2069238
		Mornantet	Val de l'ancienne STEP Mornantet	MORNA-05	23/06/21	Inventaire	783370	2070200
		Mornantet	L'ollières	MORNA-06	22/06/21	Inventaire	788312	2069244
		Mornantet	Les Vernes	MORNA-07	22/06/21	Inventaire	789308	2070218
Fondagny		Pont de l'ompu	FONDA-03	23/06/21	Inventaire	783250	2069210	
Fondagny	Confluence de Corsenat	FONDA-04	23/06/21	Inventaire	781242	2069249		

Annexe 2 : Métriques et variables environnementales prises en compte dans le calcul de l'IPR, notes et correspondances des classes de qualité.

		Variables environnementales	
		Surface du bassin versant (km ²)	
		Distance à la source (km)	
		Largeur moyenne en eau (m)	
Métriques		Pente (%)	
Nombre total d'espèces		Profondeur moyenne en eau (m)	
Nombre total d'espèces rhéophiles		Altitude (m)	
Nombre total d'espèces lithophiles		Température moyenne de l'air en janvier (°C)	
Densité d'individus tolérants		Température moyenne de l'air en juillet (°C)	
Densité d'individus invertivores		Unité hydrographique	
Densité d'individus omnivores		Note IPR	Classe de qualité
Densité totale d'individus		[0 ; 7[Excellente
		[7 ; 16[Bonne
		[16 ; 25[Médiocre
		[26 ; 36[Mauvaise
		≥ 36	Très mauvaise

Annexe 3 : Limites des classes d'abondance de truite fario selon le référentiel du CSP (1978)

Densité pondérale (kg/ha)	Classe de densité	Densité numérique (ind./ha)		
		Largeur du cours d'eau		
		< 3m	3-10m	> 10m
	Très importante			
300		10 000	7 000	5 000
	Importante			
200		5 500	4 000	2 700
	Assez importante			
125		3 200	2 200	1 600
	Moyenne			
75		1 800	1 200	900
	Assez faible			
50		1 100	700	550
	Faible			
30		600	400	300
	Très faible			

Synthèse des données thermiques en rivière – Période 2009–2018

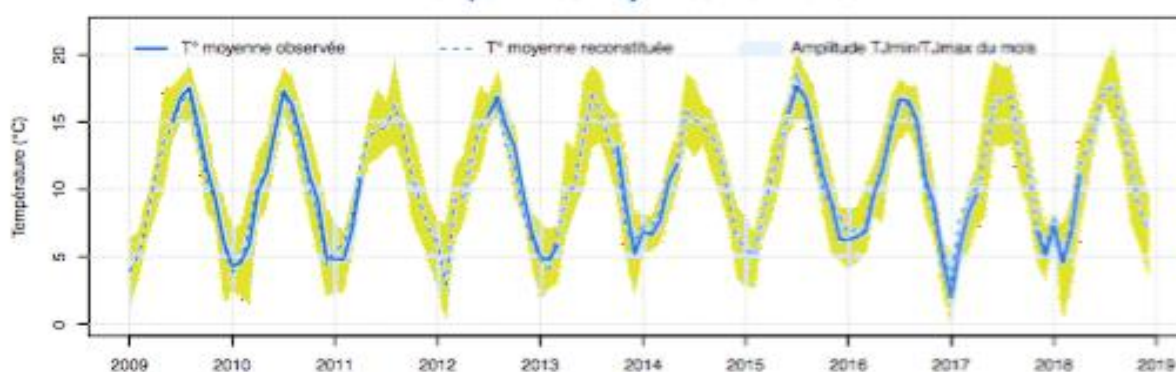
Cartelier à THURINS (69)

Description de la station

Nom (code producteur) : Cartelier à THURINS (CARTE-01)
 Département : RHONE (69)
 Producteur de la donnée : FD69
 Coordonnées (Lambert 93) : X = 828332 ; Y = 650987
 Altitude : 414 m
 Surface de bassin versant (source : RHT) : 12 km²
 Distance à la source (source : RHT) : 6 km
 Ordre de Strahler (source : RHT) : 1
 Pente du tronçon (source : RHT) : 36.4 ‰



Températures moyennes mensuelles



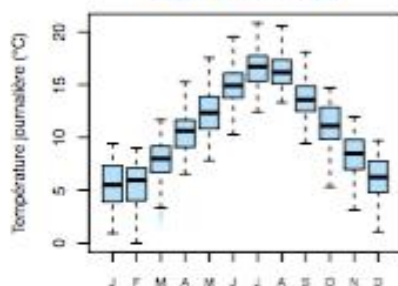
Températures moyennes mensuelles, annuelles et températures maximales sur 1, 7 et 30 jours (°C)

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	TÅmoy
2009	3.9	5.1	7.6	10.8	13.6	15	16.9	17.5	14.7	11.6	9.3	6.1	10.7
2010	4.3	4.6	5.9	9.9	11.3	14.4	17.3	16.2	13.9	11	9.2	4.9	10.3
2011	4.9	4.8	7	10.8	14	14.4	14.7	16.3	14.2	11.1	8.9	7.1	11
2012	6	2.9	9.2	9.3	12.4	14.7	15.6	16.9	14.7	13.1	9.6	6.7	10.5
2013	5	4.8	5.9	9.6	10.3	13.9	17	15.9	13.7	13.2	8.8	5.2	10.1
2014	6.9	6.6	7.7	10.6	11.9	15.8	15.3	14.6	14	12.4	9.3	6.4	11.1
2015	5.6	5	8.2	10.8	12.8	15.7	17.7	16.8	14.1	11.1	9	6.3	11.1
2016	6.3	6.5	6.9	9.7	11.5	14.5	16.7	16.6	15.1	10.7	8.9	4.8	10.7
2017	1.9	5.8	8.3	9.7	12.6	16.6	16.6	16.9	12.6	11.7	6.9	5.1	10.9
2018	7.3	4.6	6.7	11	13	15.2	17.5	17.5	15	11.8	8.6	6.9	11.5

Tjmax (date)	T7jmax (date)	T30jmax (date)
19.8 (21/08)	19.1 (17/08)	17.3 (26/07)
19 (12/07)	18.6 (10/07)	17.4 (28/06)
19.9 (24/08)	19 (20/08)	16.4 (30/07)
19.3 (24/08)	18.5 (21/08)	16.9 (28/07)
19.3 (28/07)	18.5 (24/07)	17.7 (03/07)
18.6 (13/06)	17.9 (10/06)	16.2 (08/06)
20.9 (06/07)	20.2 (03/07)	16.9 (28/06)
18.3 (02/06)	17.7 (23/07)	16.9 (22/07)
19.7 (24/06)	18.8 (22/06)	17.4 (08/07)
20.6 (08/06)	20.1 (03/06)	18.3 (26/07)

Calcul réalisé à partir de données journalières reconstituées (si plus de 3 observations journalières manquantes dans le mois)

Régime thermique



Synthèse interannuelle et températures classées (°C)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	5.5	5.5	7.9	10.5	12.3	15	16.5	16.3	13.7	11.1	8.3	6.2
Tjmax	9.5	9	11.7	15.3	17.5	19.7	20.9	20.6	18.1	14.7	11.9	9.7
Tjmin	0.9	0	1.5	6.5	7.8	9.9	12.4	13.3	9.5	5.3	3.1	1.1

Freq. au dépassement	1%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	99%
Tjmooy	19.1	17.5	16.5	14.3	10.6	7.4	5	3.8	1.8

Pour plus de précisions sur les statistiques présentées, veuillez consulter la notice de lecture associée à la fiche

Résultats issus du projet TIGRE (contact : forendina.moutar@inrae.fr), en partenariat avec :



Tolérance thermique des espèces piscicoles – Période 2009–2018

Cartellier à THURINS (69)

Tolérance au stade juvénile* vs température moyenne maximale sur 30 jours

	Opt. min.	5	4	6	13	14	7	15		13	12	12		19	10	7			25		14	7	13		
	Opt. max.	26	17	25		15	25	27	25		24	24	25		25	25	21			30		28	25	28	
	Mortal.	27	25	29		30					32				31	32	30			34		34	30	30	
Année	T30Jmax	CHA	TRF	LOF	OBR	BLN	CHE	GOU	HOT	TOX	BAF	SPI	VAN	BOU	BRO	PER	GAR	ABL	CCO	SAN	BRB	BRE	GRE	PES	SIL
2009	17.3		+			?									-					-					
2010	17.4		+			?									-					-					
2011	18.4					?									-					-					
2012	16.9					?									-					-					
2013	17.7		+			?									-					-					
2014	18.2					?									-					-					
2015	18.9		-			?									-					-					
2016	16.9					?									-					-					
2017	17.4		+			?									-					-					
2018	18.3		-			?									-					-					

Tolérance au stade adulte* vs température moyenne maximale sur 30 jours

	Opt. min.	4	4	4	4	10	14	7	15	16	10	12	10	12	10	16	12	20	15	10	16	10	15	12	12
	Opt. max.	26	19	28	20	18	24	30	24	25	24	24	25	30	24	27	25	30	30	27	25	26	25	30	28
	Mortal.	27	25	29	29	27	30	36			30	27	32	37	31	33	31	35	35	35		35	31	35	32
Année	T30Jmax	CHA	TRF	LOF	OBR	BLN	CHE	GOU	HOT	TOX	BAF	SPI	VAN	BOU	BRO	PER	GAR	ABL	CCO	SAN	BRB	BRE	GRE	PES	SIL
2009	17.3																	-							
2010	17.4																	-							
2011	18.4																	-							
2012	16.9																	-							
2013	17.7																	-							
2014	18.2																	-							
2015	18.9					+												-							
2016	16.9																	-							
2017	17.4																	-							
2018	18.3					+												-							

Legende

CHA : Chabot	BOU : Boulière	 T30Jmax dans l'optimum biologique
TRF : Truite fario	BRO : Brochet	 T30Jmax < optimum biologique (écart inférieur à 1°C)
LOF : Loche franche	PER : Perche	 T30Jmax > optimum biologique (écart inférieur à 1°C)
OBR : Ombre commun	GAR : Gardon	 T30Jmax << optimum biologique (écart supérieur à 1°C)
BLN : Blageon	ABL : Ablète	 T30Jmax >> optimum biologique (écart supérieur à 1°C)
CHE : Chevaie	CCO : Carpe	 T30Jmax >> optimum biologique (seuil de mortalité non documenté)
GOU : Goujon	SAN : Sandre	 T30Jmax > seuil de mortalité
HOT : Hotu	BRB : Brème bordelière	 Seuils de tolérance non documentés
TOX : Toxostome	BRE : Brème commune	
BAF : Barbeau	GRE : Grémille	
SPI : Spirin	PES : Perche soleil	
VAN : Vannoise	SIL : Silure	

*D'après : Frisk et al. (2012), Tisot & Souchon (2010), Mallet et al. (1999), Casselman et Lewis (1996), Elliott & Elliott (1995), Elliott et al. (1994), Piersat (1988), Elliott (1981)

Résultats issus du projet TIGRE (contact : florentina.moatar@inrae.fr), en partenariat avec :



Synthèse des données thermiques en rivière – Période 2009–2018

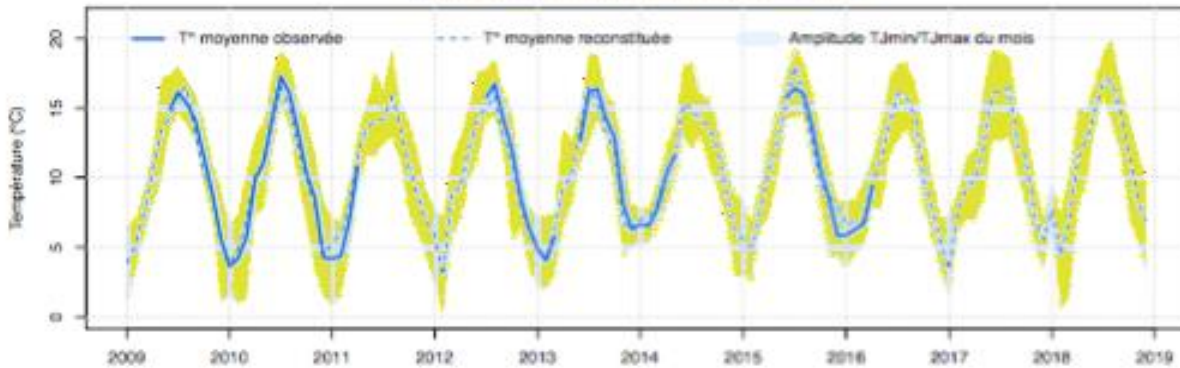
Artilla à THURINS (69)

Description de la station

Nom (code producteur) : Artilla à THURINS (ARTIL-01)
 Département : RHONE (69)
 Producteur de la donnée : FD69
 Coordonnées (Lambert 93) : X = 826866 ; Y = 6509640
 Altitude : 421 m
 Surface de bassin versant (source : RHT) : 15 km²
 Distance à la source (source : RHT) : 5 km
 Ordre de Strahler (source : RHT) : 1
 Pente du tronçon (source : RHT) : 33.9 ‰



Températures moyennes mensuelles



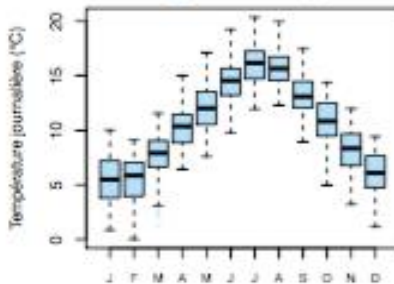
Températures moyennes mensuelles, annuelles et températures maximales sur 1, 7 et 30 jours (°C)

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	août	Sept	Oct	Nov	Dec	T°moy
2009	3.9	5.1	7.5	10.5	13.3	14.9	16.1	15.3	14.1	11.5	8.9	5.6	10.5
2010	3.6	4.2	5.8	9.8	11.1	14.3	17.3	16.1	13.3	10.3	8.5	4.2	9.9
2011	4.2	4.4	6.9	10.8	13.6	14	14.2	15.8	13.8	10.8	8.7	6.9	10.7
2012	5.9	2.9	9.1	9.1	12.1	14.3	15.8	16.7	14.2	12	8.6	6.4	10.2
2013	4.9	4.1	5.8	9.3	10.1	12.6	16.2	16.4	14.2	12.9	8.1	6.3	9.9
2014	6.8	6.6	7.8	10.3	11.6	15.4	14.8	14.2	13.6	12	9.1	6.1	10.8
2015	5.5	5	8	10.8	12.5	15.8	16.4	16.1	13.8	10.6	8.5	5.8	10.9
2016	5.9	6.3	6.7	9.4	11.4	14	16.1	15.8	14.3	9.8	7.8	5.2	10.4
2017	3.4	7.8	9.2	9.8	12.4	16.1	16.1	16.4	12.2	11.4	7.1	5.5	10.6
2018	7.7	4.4	7.2	11.5	12.7	14.8	17	17	14.5	11.4	8.4	6.8	11.2

Tjmax (date)	T7jmax (date)	T30jmax (date)
19.3 (21/08)	16.6 (17/08)	16.7 (29/07)
19.2 (12/07)	16.8 (10/07)	17.4 (28/06)
19.4 (24/08)	16.5 (20/08)	15.9 (29/07)
19.1 (23/08)	16 (21/08)	16.4 (27/07)
18.9 (28/07)	16.1 (24/07)	17.2 (09/07)
18.3 (20/07)	17.4 (10/06)	15.8 (08/06)
20.4 (08/07)	19.7 (03/07)	18.4 (28/06)
18.3 (23/07)	17.3 (27/08)	16.2 (17/08)
19.3 (24/06)	16.3 (21/06)	16.9 (07/07)
20 (07/08)	19.6 (03/08)	17.8 (25/07)

Calcul réalisé à partir de données journalières reconstruites (si plus de 3 observations journalières manquantes dans le mois)

Régime thermique



Synthèse interannuelle et températures classées (°C)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmoy	5.4	5.4	7.8	10.3	12.1	14.6	16	15.8	13.3	10.8	8.1	6.1
Tjmax	10	9.1	11.6	15	17.1	19.3	20.4	20	17.5	14.4	12	9.5
Tjmin	0.8	0	1.3	6.4	7.6	9.7	11.9	12.3	8.9	5	3.2	1.1

Freq. au dépassement	1%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	99%
Tjmax	18.7	17	16	13.9	10.4	7.5	4.9	3.7	1.7

Pour plus de précisions sur les statistiques présentées, veuillez consulter la notice de lecture associée à la fiche

Résultats issus du projet TIGRE (contact : florentina.mota@inrae.fr), en partenariat avec :



Tolérance thermique des espèces piscicoles – Période 2009–2018

Artilla à THURINS (69)

Tolérance au stade juvénile* vs température moyenne maximale sur 30 jours

	Opt. min.	5	4	6		13	14	7	15		13	12	12		19	10	7		25	14	7	13				
	Opt. max.	26	17	25		15	25	27	25		24	24	25		25	25	21		30	26	25	26				
	Mortal.	27	25	29		30					32				31	32	30		34	34	30	30				
Année	T30Jmax	CHA	TRF	LOF	OBR	BLN	CHE	GOU	HOT	TOX	BAF	SPI	VAN	BOU	BRO	PER	GAR	ABL	CCO	SAN	BRB	BRE	GRE	PES	SIL	
2009	16.7					?									-				-							
2010	17.4		+			?									-				-							
2011	15.9					+									-				-							
2012	16.4					?									-				-							
2013	17.2		+			?									-				-							
2014	15.8					+									-				-							
2015	18.4		+			?									-				-							
2016	16.2					?									-				-							
2017	16.9					?									-				-							
2018	17.8		+			?									-				-							

Tolérance au stade adulte* vs température moyenne maximale sur 30 jours

	Opt. min.	4	4	4	4	10	14	7	15	16	10	12	10	12	10	16	12	20	15	10	16	10	15	12	12	
	Opt. max.	26	19	28	20	18	24	30	24	25	24	24	25	30	24	27	25	30	30	27	25	26	25	30	26	
	Mortal.	27	25	29	23	27	30	36			32	27	32	37	31	33	31	36	35	35		36	31	35	32	
Année	T30Jmax	CHA	TRF	LOF	OBR	BLN	CHE	GOU	HOT	TOX	BAF	SPI	VAN	BOU	BRO	PER	GAR	ABL	CCO	SAN	BRB	BRE	GRE	PES	SIL	
2009	16.7																	-								
2010	17.4																	-								
2011	15.9									-						-		-				-				
2012	16.4																	-								
2013	17.2																	-								
2014	15.8									-							-	-				-				
2015	18.4					+												-								
2016	16.2																	-								
2017	16.9																	-								
2018	17.8																	-								

Legende

CHA : Chabot	BOU : Bouvière	T30Jmax dans l'optimum biologique
TRF : Truite fario	BRO : Brochet	T30Jmax < optimum biologique (écart inférieur à 1°C)
LOF : Loche franche	PER : Perche	T30Jmax > optimum biologique (écart inférieur à 1°C)
OBR : Ombre commun	GAR : Gardon	T30Jmax << optimum biologique (écart supérieur à 1°C)
BLN : Blageon	ABL : Ablette	T30Jmax >> optimum biologique (écart supérieur à 1°C)
CHE : Chevaine	CCO : Carpe	T30Jmax >> optimum biologique (seuil de mortalité non documenté)
GOU : Goujon	SAN : Sandre	T30Jmax > seuil de mortalité
HOT : Hotu	BRB : Brème bordelière	Seuils de tolérance non documentés
TOX : Toxostome	BRE : Brème commune	
BAF : Barbeau	GRE : Grémille	
SPI : Spirin	PES : Perche soleil	
VAN : Vandoise	SIL : Silure	

*D'après Frisk et al. (2012), Tissot & Souchon (2010), Mallet et al. (1999), Casselman et Lewis (1998), Elliot & Elliot (1995), Elliot et al. (1994), Perrat (1988), Elliot (1981)

Résultats issus du projet TIGRE (contact : florentina.moalar@inrae.fr), en partenariat avec :



Annexe 6 : Photo des restes du seuil sur le Cartelier (CARTE-11)

