

SUIVI PLURIANNUEL DE LA QUALITE THERMIQUE DU GIFFRE ET DE SES AFFLUENTS

Synthèse 2012-2017



Philippe HUCHET

Septembre 2018

Préambule

Entre 2009 et 2011, la Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FDPPMA74) avait mis en place un suivi thermique pluriannuel du cours principal du Giffre, dont un des principaux résultats, outre l'impact du débit réservé du barrage de Tanninges, avait été la mise en évidence d'une forte variabilité interannuelle des conditions thermiques du cours d'eau.

Suite à ce premier constat, et afin de mieux cerner la problématique de la thermie des eaux sur ce secteur, la FDPPMA74 a souhaité mettre en place à partir de 2012 un suivi pluriannuel étendu à l'ensemble des cours d'eau du bassin versant, dans le cadre d'un partenariat avec le SM3A formalisé en 2015 par la signature d'une convention. L'intérêt d'un tel suivi est double :

- D'une part, la thermie est un des paramètres les plus structurants vis-à-vis des communautés biologiques colonisant les milieux aquatiques. Elle se révèle entre autres particulièrement importante pour les peuplements piscicoles, expliquant pour une grande partie la répartition des espèces, leurs abondances et l'état de santé de leurs populations. Sur le bassin versant du Giffre, une attention particulière est portée, au travers des métriques analysées, aux exigences particulières de la truite commune, espèce centrale des peuplements piscicoles de l'ensemble de ses cours d'eau.
- D'autre part, ce suivi permet de disposer d'une banque de données thermiques fondamentale en termes de suivi et de compréhension des effets du changement climatique sur les cours d'eau du secteur à moyen et long terme.

Le présent rapport est une synthèse des principaux résultats obtenus au cours de la période 2012/2017, le détail de ces résultats et leurs analyses annuelles figurant par ailleurs dans 3 rapports intermédiaires correspondants aux périodes 2012/2014, 2015/2016 et 2017 (Jésus G., 2016 et 2017 ; Huchet, 2018).

1. Matériel et méthode

Présentation du secteur d'étude

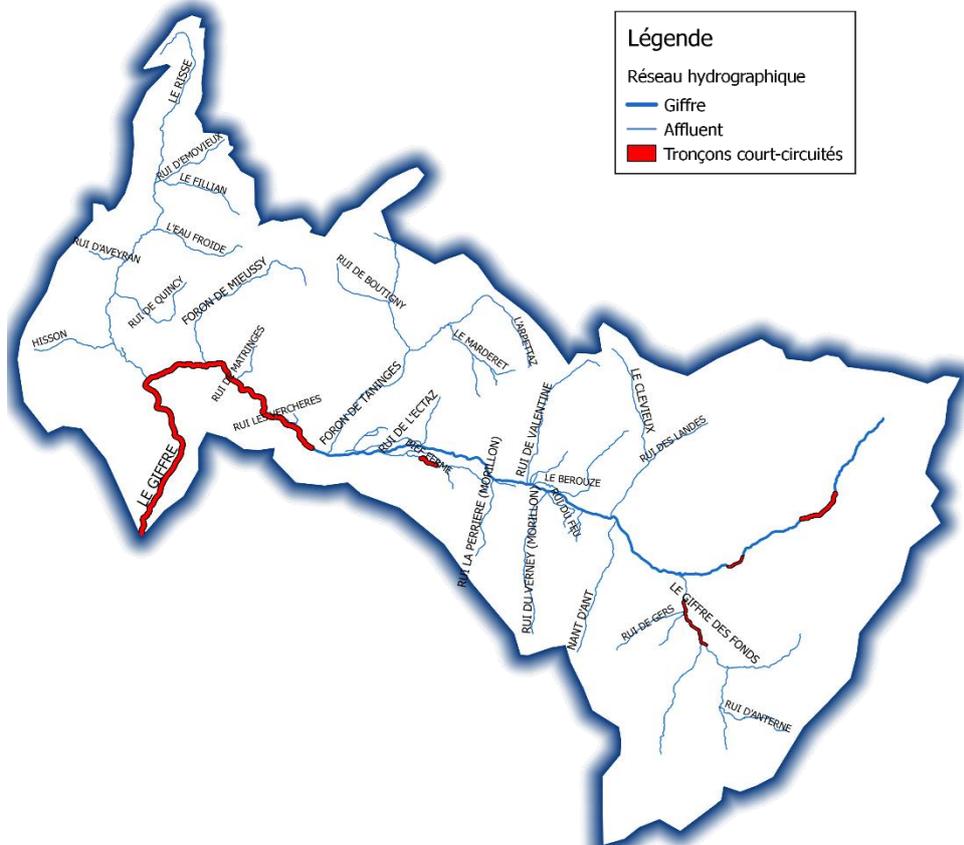


Figure 1 : Présentation générale du bassin versant du Giffre.

Matériel utilisé

Les données de température ont été acquises grâce à 40 enregistreurs thermiques de type HOBO. Ceux-là ont été disposés sur l'ensemble du bassin versant du Giffre (Figure 2) de manière à mettre en évidence les facteurs de changement de la température de l'eau et ont effectué des mesures au pas de temps horaire pendant la période d'étude (Tableau 1). Les enregistreurs GIF11, 12, 13, 16 et 17, initialement programmés et systématiquement perdus lors des premières années de suivi pour des raisons de configuration des cours d'eau (lit instable, hydrologie trop forte en période de hautes eaux), n'ont pas été reposés ultérieurement.

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

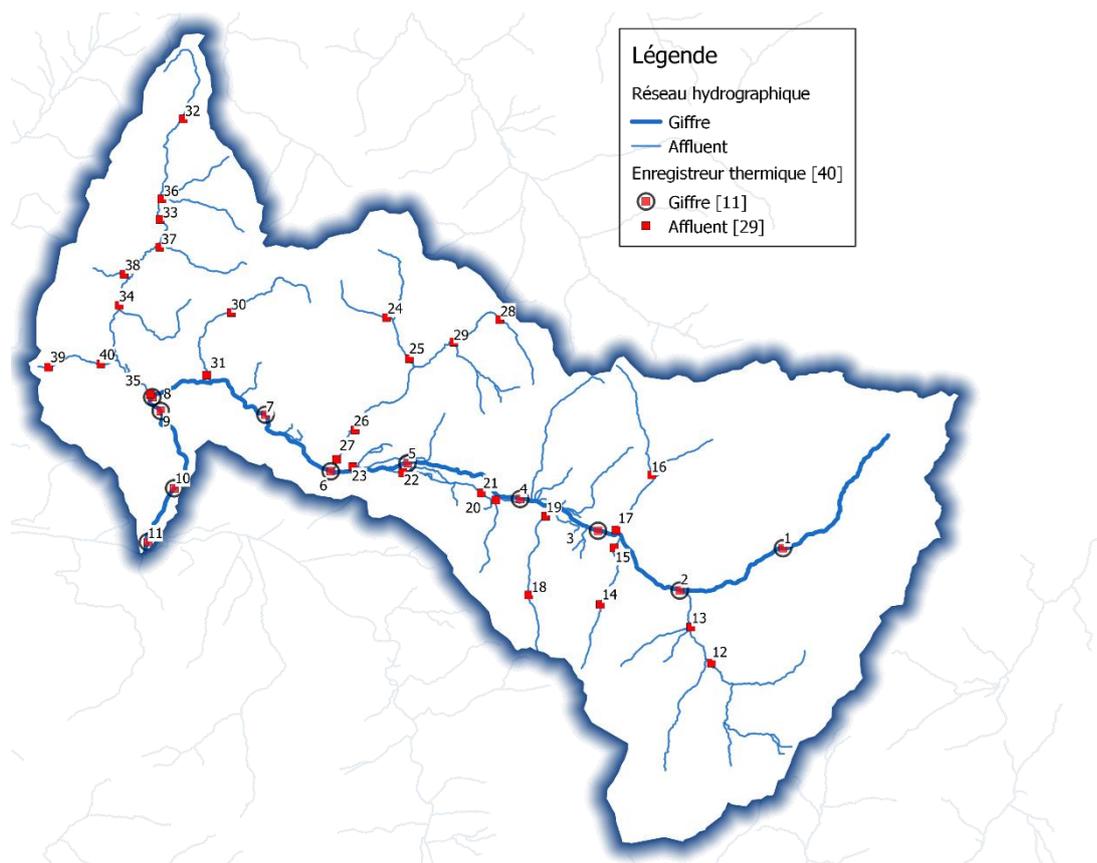


Figure 2 : Localisation des enregistreurs thermiques sur le bassin versant du Giffre. Par soucis de lisibilité le préfixe « GIF » des identifiants stations a été supprimé sur cette carte.

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

Tableau 1 : Présentation des enregistreurs thermiques positionnés sur le bassin versant du Giffre. (X : données disponibles, en bleu : seulement les mesures en période hivernale, en jaune : seulement les mesures en période estivale, en gris : enregistreurs perdus)

	ID	Cours d'eau	Affluent de	Nom station	Nom Commune	COORD_X	COORD_Y	Données disponibles :					
								2012	2013	2014	2015	2016	2017
Giffre	GIF01	Giffre	Arve	AMONT BARRAGE BRAIRET	SIXT-FER-A-CHEVAL	946001	2128718	x	x	x			x
	GIF02	Giffre	Arve	AVAL CONFLUENCE GIFFRE DES FONDS	SIXT-FER-A-CHEVAL	942070	2126830	x	x	x	x	x	x
	GIF03	Giffre	Arve	PONT SAMOENS	SAMOENS	938753	2128996	x	x	x	x	x	x
	GIF04	Giffre	Arve	PONT DE MORILLON	VERCHAIX	935650	2130070				x	x	x
	GIF05	Giffre	Arve	GRAVIERE MONTESSUIT	TANINGES	931183	2131228	x	x	x	x	x	x
	GIF06	Giffre	Arve		TANINGES	928210	2130750	x	x	x	x	x	
	GIF07	Giffre	Arve	Sous chatel	MIEUSSY	925550	2132830			x	x	x	x
	GIF08	Giffre	Arve	Amont Risse	SAINT-JEOIRE	921103	2133281	x	x	x	x	x	x
	GIF09	Giffre	Arve	Plan s?raphin	MARIGNIER	921460	2132760	x	x	x	x	x	x
	GIF10	Giffre	Arve	CENTRE VILLE MARIGNIER	MARIGNIER	922145	2129760	x	x	x	x	x	x
Affluents amonts	GIF14	Nan d'Ant	Giffre	Pont de LEDEDIAN	SAMOENS	939000	2126110	x	x	x	x	x	x
	GIF15	Nan d'Ant	Giffre	Pont Bemont	SAMOENS	939420	2128360	x	x	x	x	x	x
	GIF18	Torrent du Verney	Giffre	L'echarny	MORILLON	936190	2126330	x	x	x	x	x	x
	GIF19	Torrent du Verney	Giffre	RUI DU VERNEY AVAL	SAMOENS	936680	2129450	x	x	x			x
	GIF20	Rui. de la Perriere	Giffre	PERRIERE AVAL	MORILLON	934710	2129980	x	x	x	x	x	x
	GIF21	Rivière Enverse	Giffre		LA RIVIERE-ENVERSE	934120	2130220	x	x	x	x	x	x
	GIF22	Rivière Enverse	Giffre	Fargots	LA RIVIERE-ENVERSE	931020	2130850	x	x	x	x	x	x
GIF23	Ectaz	Giffre		TANINGES	929060	2130980	x	x	x	x	x	x	
Foron de Taninges	GIF24	Boutigny	Foron de Taninges	BOUTIGNY AVAL	TANINGES	930060	2136890	x	x	x	x	x	x
	GIF25	Foron de Taninges	Giffre	PONT DE FRY	LES GETS	931034	2135328	x	x	x	x	x	x
	GIF26	Foron de Taninges	Giffre	Amont taninges	TANINGES	929070	2132420	x	x	x	x	x	x
	GIF27	Foron de Taninges	Giffre	AVAL CHEF LIEU TANINGES	TANINGES	928413	2131233	x	x	x			x
	GIF28	Arpettaz	Foron de Taninges	Amont Les Gets	LES GETS	934467	2137061	x	x	x			x
	GIF29	Marderet	Foron de Taninges	Confluence Foron	LES GETS	932732	2136073	x	x	x	x	x	x
Foron de Mieussy	GIF30	Foron de Mieussy	Giffre	ANDELIAY	MIEUSSY	924006	2136760	x	x	x	x	x	x
	GIF31	Foron de Mieussy	Giffre	Amont Giffre	MIEUSSY	923173	2134257	x	x	x	x	x	x
Le Risse	GIF32	Risse	Giffre	Dorjon	MEGEVETTE	921730	2144232	x	x	x	x	x	x
	GIF33	Risse	Giffre	Aval step megevette, pont d'accès les rosettes	ONNION	921033	2140256	x	x	x	x	x	x
	GIF34	Risse	Giffre	POUILLY	MIEUSSY	919628	2136809	x	x	x			x
	GIF35	Risse	Giffre	RISSE AVAL	SAINT-JEOIRE	921020	2133390	x	x	x	x		x
	GIF36	Filian	Risse	FILLIAN AVAL	MEGEVETTE	921060	2141060	x	x	x			x
	GIF37	Eau froide	Risse	eau froide aval	ONNION	921080	2139170	x	x	x	x	x	x
	GIF38	Rui. des Jourdillets	Risse	aval	ONNION	919756	2138038	x	x	x	x	x	
	GIF39	Hisson	Risse	MARAIS	LA TOUR	916998	2134248	x	x	x	x	x	x
	GIF40	Hisson	Risse	SCIERIE LA PALLUD	SAINT-JEOIRE	919033	2134486	x	x	x	x	x	x

Période d'étude et données disponibles

La présente étude s'intéresse aux données thermiques du Giffre et ses affluents pour la période 2012/2017. Pour les années 2013 et 2015, les enregistrements ont été partiels, respectivement seulement hivernaux et estivaux (Tableau 1).

Les données de débit moyen journalier proviennent de la banque hydro pour la station de Plan Séraphin à Marignier [V0154010], les valeurs de débits de références utilisées (QMNA5 et module) sont celles calculées au droit de cette même station dans le cadre de l'étude DMB du Giffre en 2012. Les données de température moyenne journalière proviennent d'une station météorologique amateur située à Thyez (967 m d'altitude). Pour chacune des périodes de suivi annuel, les données ont été traitées sur une année glissante de novembre à novembre de manière à correspondre aux périodes des suivis thermiques.

Validation et traitement des données

Une fois récoltées, les données ont été vérifiées pour s'affranchir d'éventuelles valeurs incorrectes causées par un dysfonctionnement, une mise hors d'eau ou un engravement de l'enregistreur. Après la phase de validation, les données brutes ont permis de caractériser sur chaque station 30 variables thermiques (Tableau 2) calculées à l'aide d'une macro Excel *MACMASalmo1.0* (Dumoutier *et al.*, 2010). Ces variables permettent de décrire les conditions thermiques générales, leur concordance avec le *preferendum* thermique de la truite, le risque de développement de la Maladie Rénale Proliférative et les conditions pendant la phase de croissance embryon-larvaire. Celles-ci ont été calculées sur une année glissante de novembre à novembre de manière à être cohérent avec le cycle de vie de la Truite commune (frais pendant l'hiver).

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

Tableau 2 : Variables thermiques calculées à l'aide de la macro excel MACMASalmo1.0 (Dumoutier et al., 2010).

Catégorie	Code variable	Désignation succincte
Rappel	Dd Période	Date de début de la période étudiée
	Df Période	Date de fin de la période étudiée
	Durée	Durée de la période en jours
Thermie générale	Ti min	Température instantanée minimale
	Ti max	Température instantanée maximale
	ATi	Amplitude thermique sur la période étudiée
	Ajmax Ti	Amplitude thermique journalière maximale
	D Ajmax Ti	Date à laquelle l'amplitude thermique journalière maximale a été observée
	Tmj min	T° moyenne journalière minimale
	Tmj max	T° moyenne journalière maximale
	ATmj	Amplitude thermique des moyennes journalières
	D Tmj max	Date à laquelle la T° instantanée maximale a été observée
	Tmp	T° moyenne de la période
	Tm30j max	T° moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds
	Dd Tm30j max	Date de début de la période correspondante aux 30 jours consécutifs les plus chauds
	Df Tm30j max	Date de fin de la période correspondante aux 30 jours consécutifs les plus chauds
Preferendum thermique	Nbj Tmj 4-19	Nombre total de jours durant lesquels la T° est comprise entre 4 et 19°C
	%j Tmj 4-19	Pourcentage de jours où la T° moy journalière est comprise entre 4 et 19°C
	Dd Tmj <4	Date à laquelle la T° moy journalière est pour la première fois < 4°C
	Df Tmj <4	Date à laquelle la T° moy journalière est pour la dernière fois < 4°C
	%j Tmj<4	Pourcentage de jours où la T° moy journalière est < 4°C
	%j Tmj>19	Pourcentage de jours où la T° moy journalière est > 19°C
	Nb Ti > 19	Nombre d'heures totales où la T° instantanée est > 19°C
	Nb sq Ti > 19	Nombre de séquences durant lesquelles les T° restent > 19°C
	Nbmax Ti csf > 19	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T° restent > 19°C
	Nb Ti >= 25	Nombre d'heures totales où la T° est ≥ 25°C
	Nb sq Ti >= 25	Nombre de séquences durant lesquelles les T° restent ≥ 25°C
	Nbmax Ti csf >= 25	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T° restent ≥ 25°C
	Développement potentiel MRP	Nb Ti >= 15
Nb sq Ti >=15		Nombre de séquences durant lesquelles les T° restent ≥ 15°C
Nbmax Ti csf >=15		Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T° restent ≥ 15°C
Phase de vie embryo-larvaire (PEL)	D50 ponte	Date médiane de ponte rentrée par l'utilisateur
	Nbj Inc	Nombre de jours d'incubation
	D50 Ecl	Date médiane d'éclosion
	Nbj Rsp	Nombre de jours de résorption
	Nbj PEL	Nombre total de jours de la phase de vie Embryo-Larvaire
	D50 Emg	Date médiane d'émergence
	Nb Ti > 15 (PEL)	Nombre d'heures totales où la T° est > 15°C pendant la PEL
	Nb sq Ti > 15 (PEL)	Nombre de séquences pendant la PEL durant lesquelles les T° restent > 15°C
	Nbmax Ti csf > 15 (PEL)	Nombre d'heures max consécutives pendant la PEL durant lesquelles les T° restent > 15°C
	Nb Ti < 1.5 (PEL)	Nombre d'heures totales où la T° est < 1,5°C pendant la PEL
	DNb sq Ti < 1.5 (PEL)	Nombre de séquences pendant la PEL durant lesquelles les T° restent < 1,5°C
	Nbmax Ti csf < 1.5 (PEL)	Nombre d'heures max consécutives pendant la PEL durant lesquelles les T° restent < 1,5°C

2. Caractérisation hydrologique et météorologique des années de la période d'étude

2.1. Données hydrologiques

L'analyse des débits du Giffre à la station de Plan Séraphin durant les 6 années de suivi met en évidence une relative variabilité interannuelle, les années 2017 et dans une moindre mesure 2015 ayant été des années plutôt sèches, à l'inverse de 2013 et 2016 durant lesquelles les débits du Giffre ont été plus soutenus, 2012 et 2014 étant quant à elles des années moyennes en termes de débits.

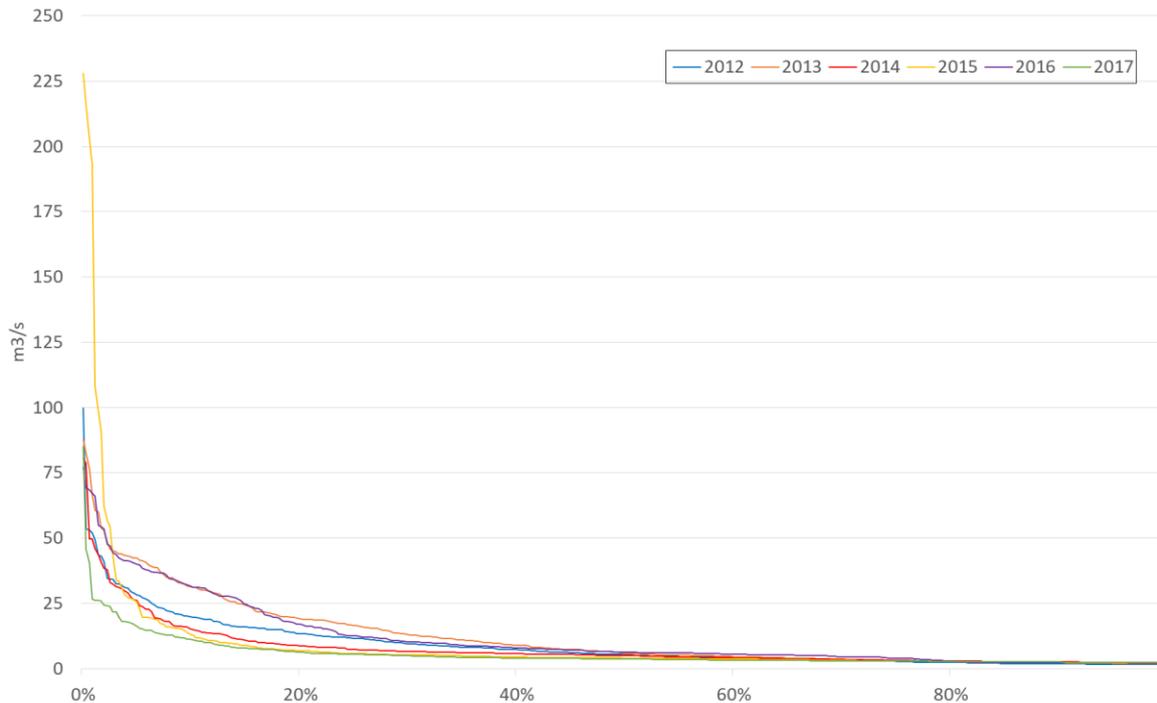


Figure 3 : Débits classés des 6 années de suivis à la station du pont de Plan Séraphin à Marignier.

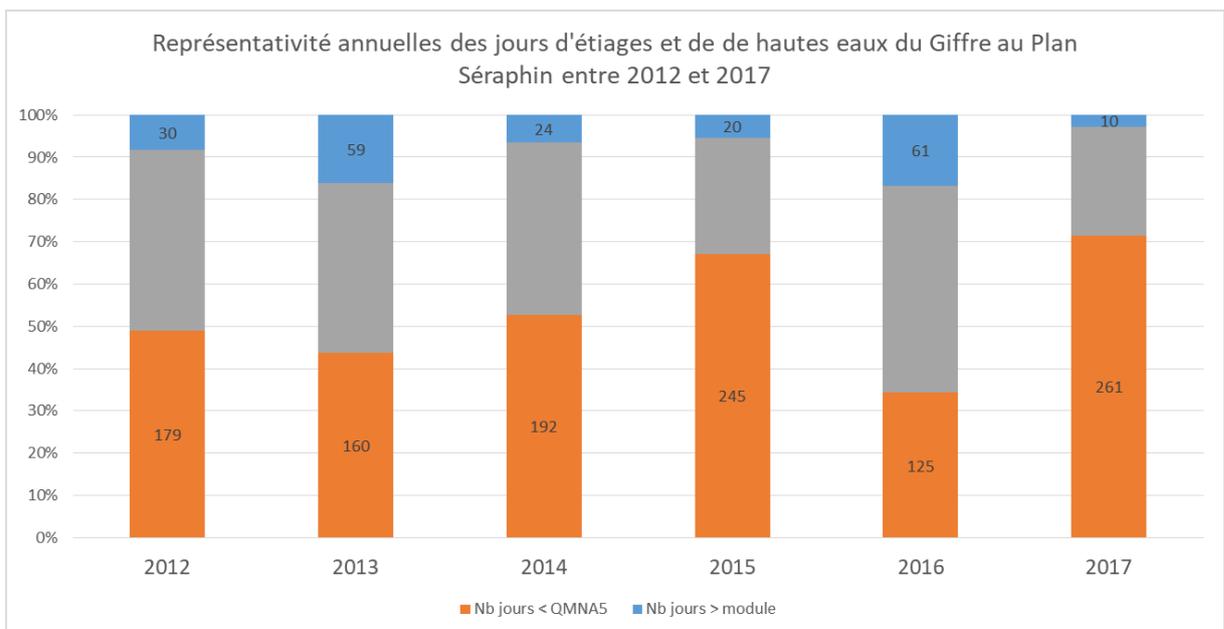


Figure 4 : Représentativité annuelle des périodes de hautes eaux (en bleu) et de basses eaux (en orange) durant les 6 années de suivis à la station du pont de Plan Séraphin à Marignier.

2.2. Données météorologiques

L'analyse des températures de l'air mesurées à Thyez durant les 6 années de suivis met également en évidence une nette variabilité interannuelle, les 3 premières années de suivis ayant globalement été plus fraîches que les 3 dernières. Au sein de ces 2 périodes, deux années extrêmes se dégagent, 2015 étant sans conteste l'année la plus chaude de la période d'étude, avec un été long et chaud, 2014 étant quant à elle la plus fraîche, notamment en période estivale. 2012 et 2013 se révèlent avoir été des années moyennes, avec un hiver plutôt froid et un été modérément chaud, 2016 et 2017, enfin, s'en distinguant principalement par une période estivale plus longue sans toutefois être plus chaude.

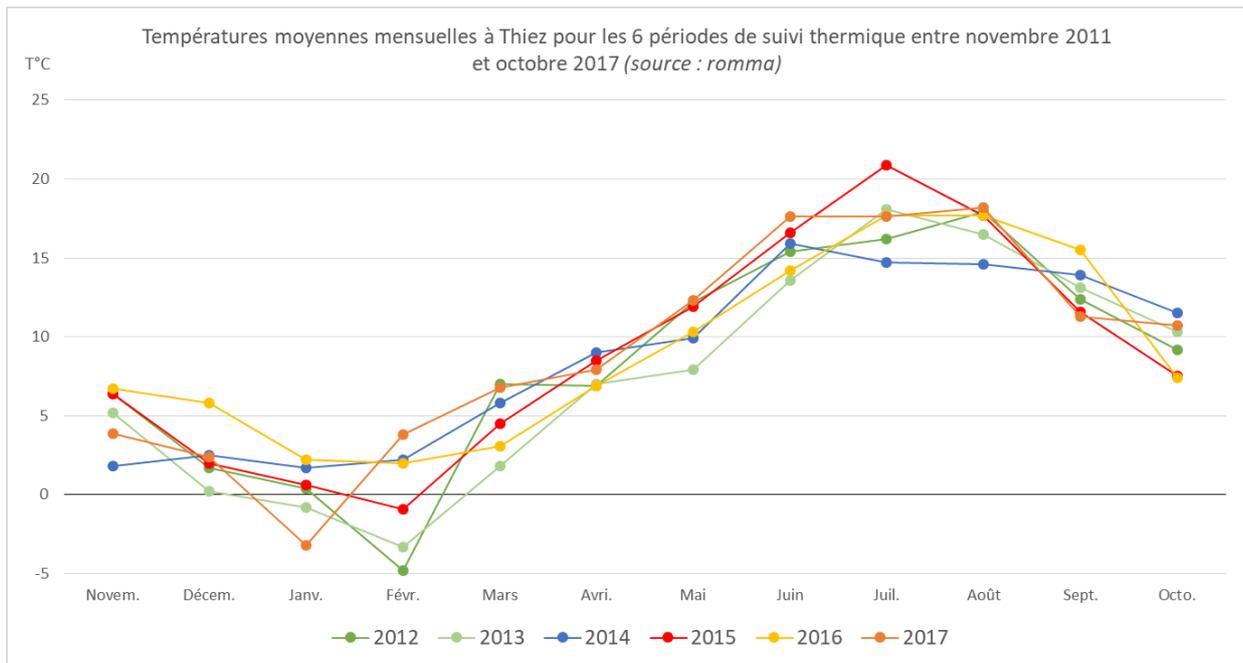


Figure 5 : Températures moyennes mensuelles enregistrées par la station de météorologie amateur de Thyez durant la période d'étude (nov. 2011/oct. 2017) (Propriétaire : Eric MUGNIER)

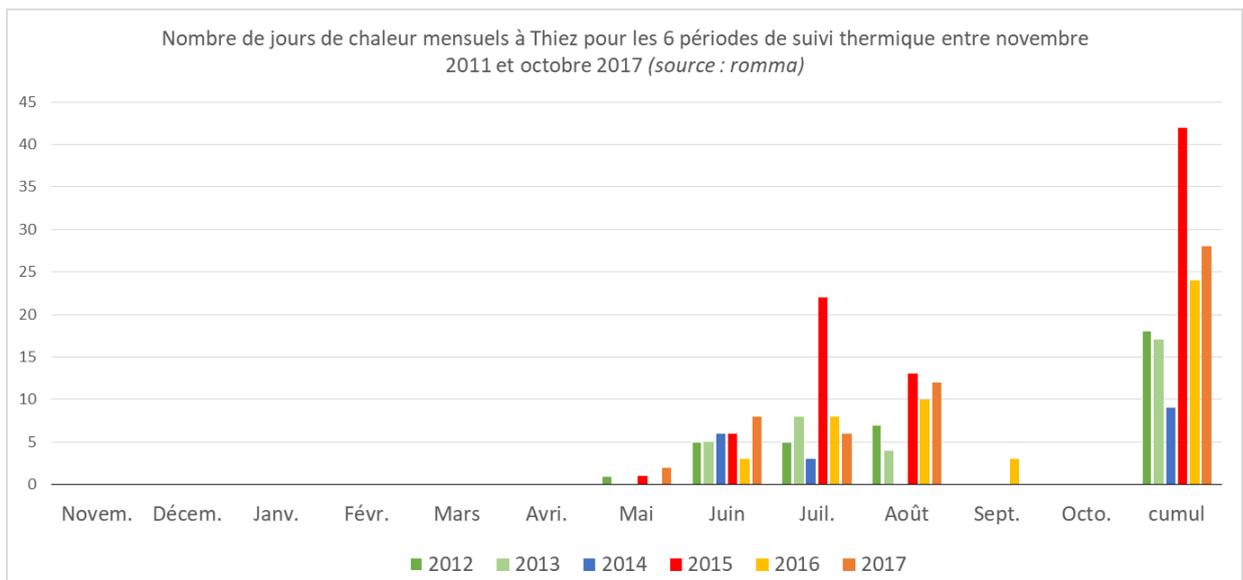


Figure 6 : Nombre de jours de chaleur mensuels enregistrés par la station de météorologie amateur de Thyez durant la période d'étude (nov. 2011/oct. 2017) (Propriétaire : Eric MUGNIER)

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

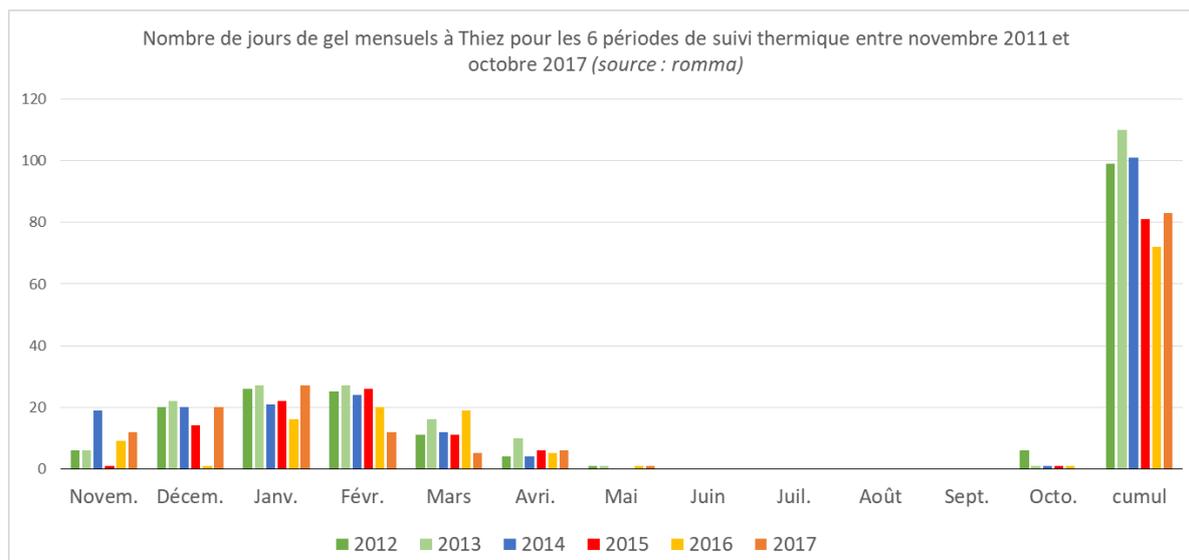


Figure 7 : Nombre de jours de chaleur mensuels enregistrés par la station de météorologie amateur de Thyez durant la période d'étude (nov. 2011/oct. 2017) (Propriétaire : Eric MUGNIER) Résultats

3. Résultats

3.1. Affluents amont du Giffre

- *Le Nant d'Ant (GIF14 et 15)*

L'analyse du profil thermique du Nant d'Ant fait apparaître un cours globalement frais, peu sensible au réchauffement estival et relativement constant dans le temps. Les températures hivernales y sont cependant froides et souvent limitante vis-à-vis de la reproduction naturelle de la truite commune, constat en rapport avec le caractère montagnard et apical marqué du ruisseau.

- *Le torrent du Verney (GIF18 et 19)*

Le torrent du Verney présente quant à lui un profil beaucoup plus contrasté en période estivale. En effet, si l'amont demeure relativement frais, l'aval du cours d'eau présente une nette tendance au réchauffement estival de ses eaux, pouvant se révéler problématique, en particulier lors des années les plus chaudes. En hiver, en revanche, la thermie du cours d'eau est plus uniforme, globalement froide, les températures pouvant se révéler limitantes vis-à-vis de la reproduction naturelle de la truite commune.

- *Le ruisseau de la Perrière (GIF20)*

Les températures relevées sur le ruisseau de la Perrière entre 2012 et 2017 se révèlent globalement satisfaisantes et ne présentent aucun caractère limitant vis-à-vis de la faune piscicole, même si le cours d'eau fait montre d'une relative dépendance aux conditions météorologiques extérieures, transparaissant au travers d'une variabilité interannuelle marquée.

- *La Rivière Enverse (GIF21 et 22)*

La Rivière Enverse présente un profil thermique satisfaisant sur l'ensemble de la période d'étude, traduisant des eaux globalement fraîches et tamponnées, totalement favorables au bon développement de la faune pisciaire tant en période estivale qu'en période hivernale.

- *L'Ectaz (GIF23)*

L'Ectaz présente un profil thermique similaire à celui du ruisseau de la Perrière, avec une relative dépendance aux températures extérieures en période estivale, se traduisant par une tendance au réchauffement des eaux, sans toutefois atteindre des seuils problématiques vis-à-vis de la faune piscicole. Les températures hivernales sont quant à elles relativement douces et ne présentent aucun problème vis-à-vis de la reproduction de la truite commune.

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

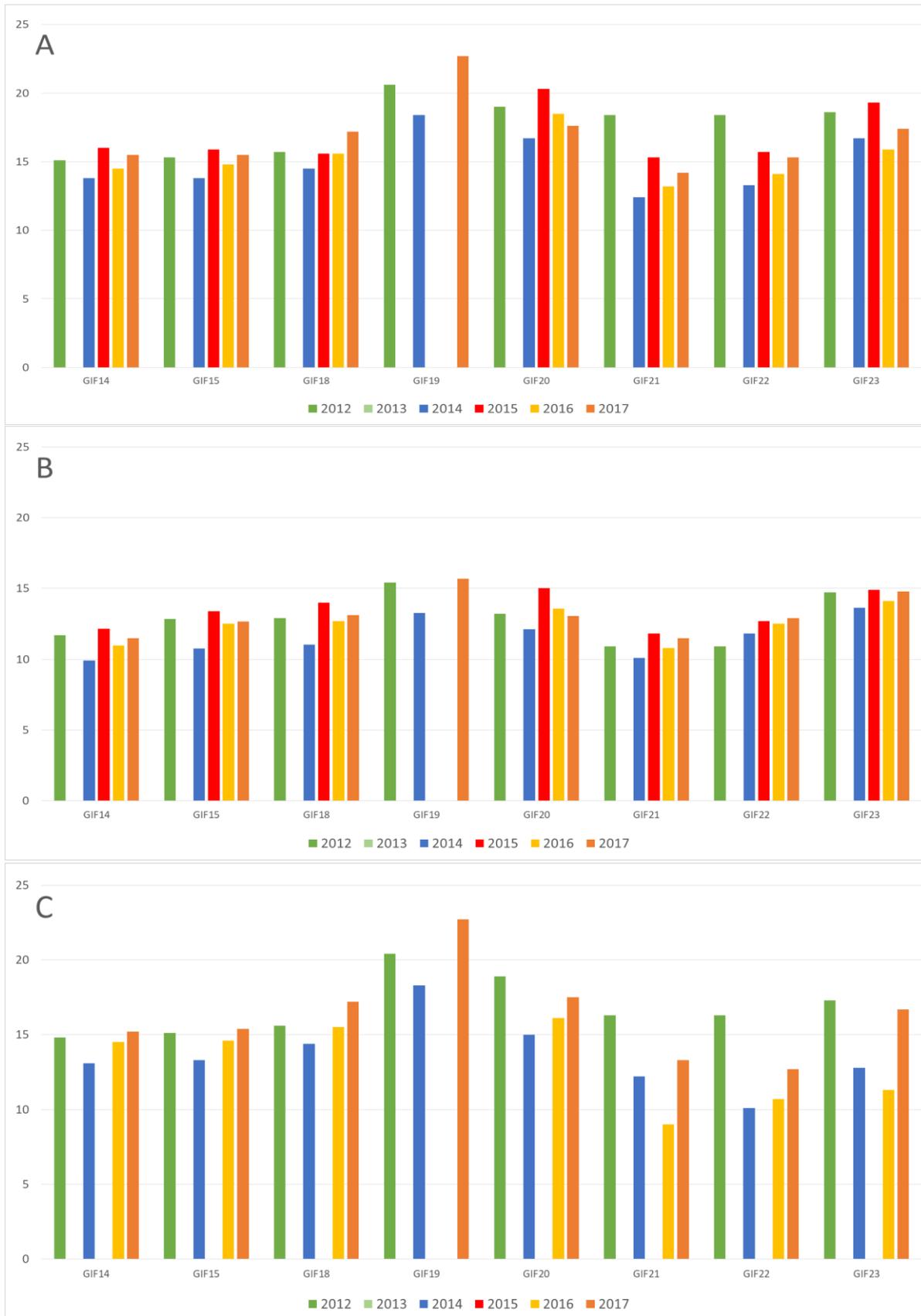


Figure 8 : Température instantanée maximale T_i (A), température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds $T_{m30j \max}$ (B) et amplitude thermique $A T_i$ (C) sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations des affluents amont du Giffre.

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

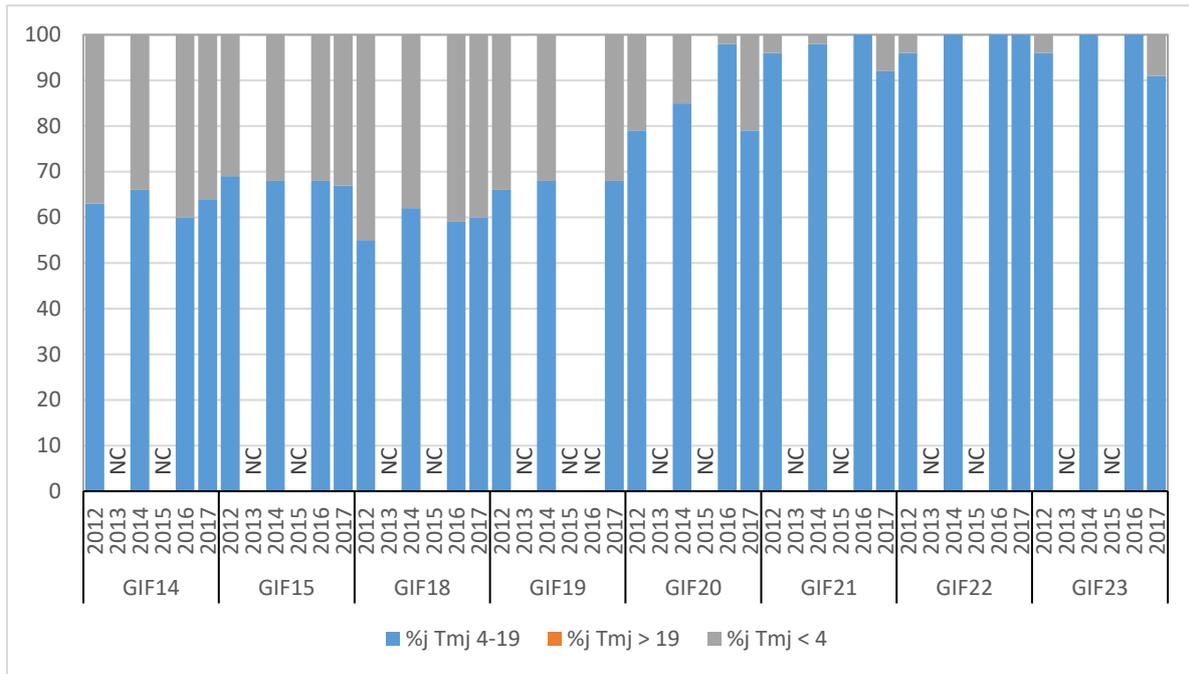


Figure 9 : Pourcentage de jours dont la température moyenne journalière est comprise dans le préférendum thermique de la Truite commune (%j Tmj 4-19), est en dessous de 4°C (%j Tmj < 4) ou dépasse 19°C (%j Tmj > 19), dont X heures consécutives sur la période étudiée pour l'année 2017 sur es stations des affluents amont du Giffre (Nan d'ant, Ruisseau du Verney, Ruisseau de la Perriere, la rivière Enverse).

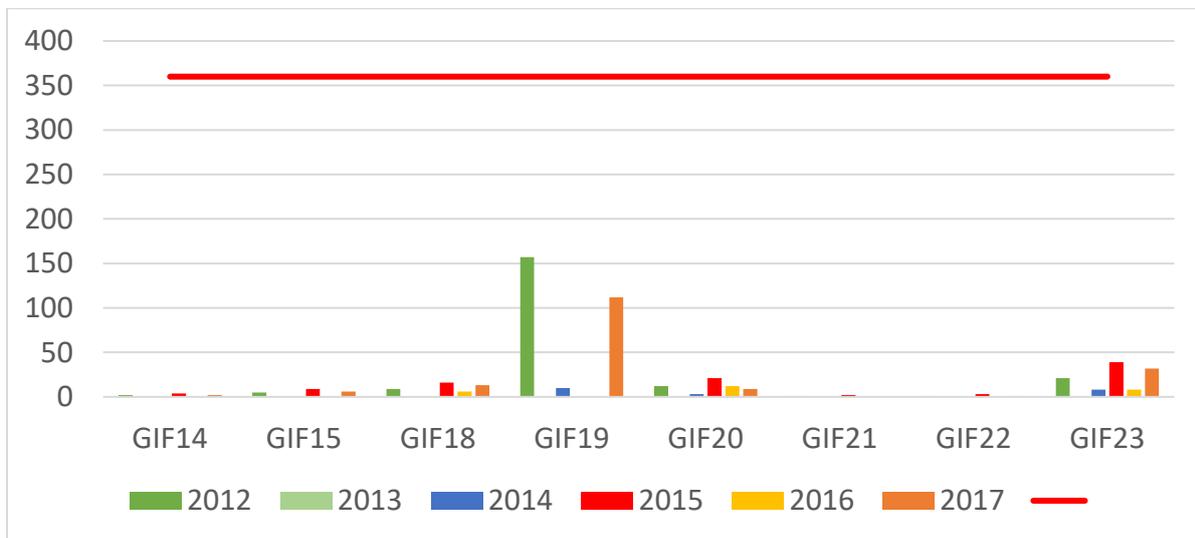


Figure 10 : Durée (en heure) de la séquence maximale durant laquelle la température est restée au-dessus de 15°C sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations des affluents amont du Giffre (Nan d'ant, Ruisseau du Verney, Ruisseau de la Perriere, la rivière Enverse). La ligne rouge représente le seuil théorique de 360h où la température reste au-dessus de 15°C.

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

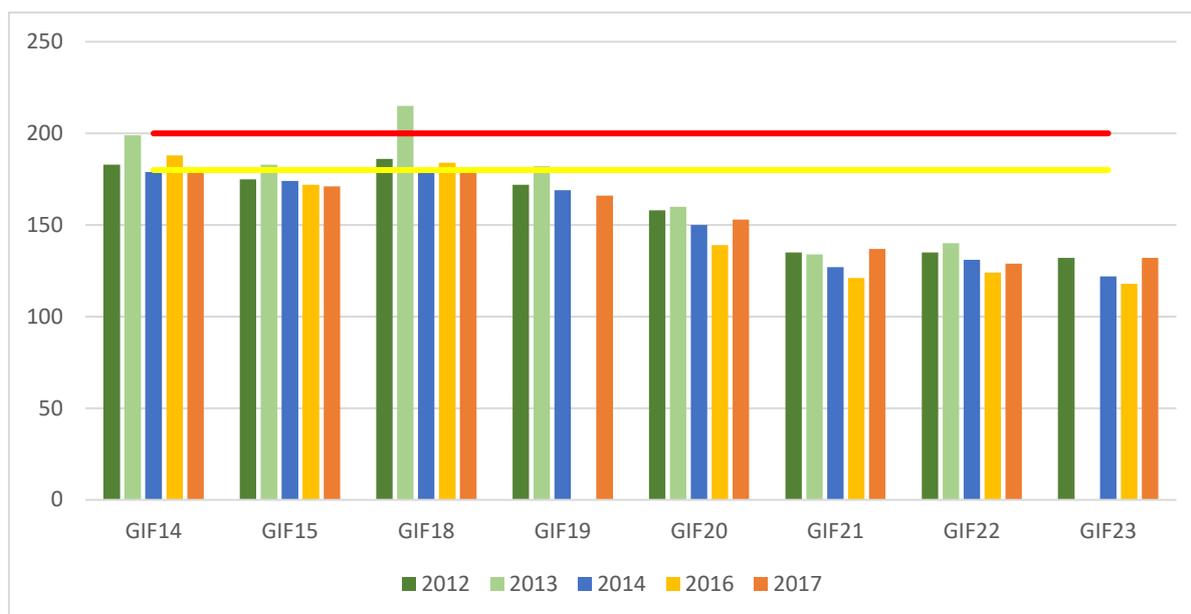


Figure 11 : Durée totale (en jour) de la phase embryo-larvaire Nbj PEL (50% d'alevins émergeants) sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations des affluents amont du Giffre (Nan d'ant, Ruisseau du Verney, Ruisseau de la Perriere, la rivière Enverse). La ligne jaune représente la limite de 180 jours en dessous desquels les alevins ont de bonnes chances de survie et la ligne rouge la limite de 200 jours au-dessus desquels les alevins ont peu de chances de survie.

3.2. Foron de Taninges

- *Le ruisseau de Boutigny (GIF24)*

Le ruisseau de Boutigny présente un profil thermique globalement satisfaisant, et une relative indépendance vis-à-vis des variations interannuelles des températures estivales. Du fait du caractère montagnard marqué du cours d'eau, les températures hivernales y sont plutôt froides, atteignant certaines années le seuil limite de bon développement embryo-larvaire pour la truite commune.

- *L'Arpetaz (GIF28)*

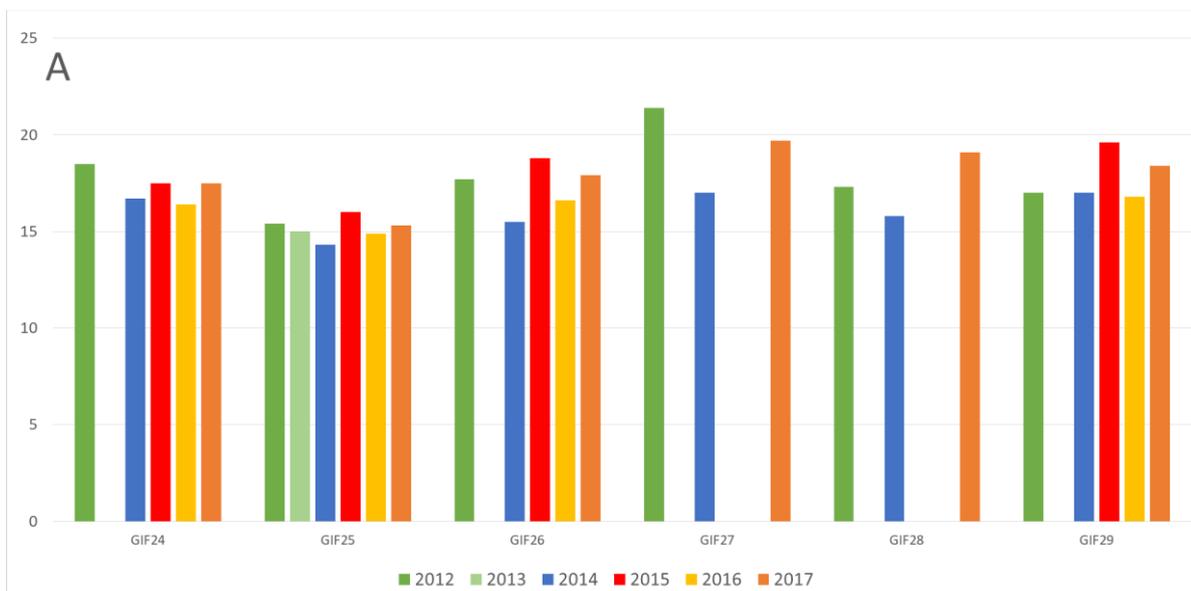
L'Arpetaz présente des caractéristiques thermiques similaires à celle du ruisseau de Boutigny, à savoir une relative indépendance vis-à-vis des températures extérieures en période estivale, et des eaux demeurant fraîches même les années les plus chaudes. En hiver, les températures sont froides et parfois limitantes vis-à-vis de la reproduction naturelle de la truite commune, constat n'ayant rien d'étonnant au regard du caractère apical et de l'altitude du cours d'eau.

- *Le ruisseau du Marderet (GIF29)*

Cet affluent de l'Arpetaz présente quant à lui une certaine tendance au réchauffement estival de ses eaux, en particulier les années les plus chaudes, sans toutefois atteindre de valeurs rédhibitoires vis-à-vis de la faune piscicole. Les températures hivernales y sont globalement froides et peuvent s'y révéler limitante vis-à-vis de la reproduction de la truite commune.

- *Le Foron de Taninges (GIF25, 26, 27)*

Le Foron de Taninges présente un profil thermique globalement satisfaisant et favorable au bon développement de la truite commune. On note cependant que l'amont se révèle plus tamponné et indépendant vis-à-vis des variations météorologiques interannuelles, les secteurs médians et avals présentant une légère tendance au réchauffement estival les années les plus chaudes ainsi que des températures hivernales plus froides, pouvant s'avérer limitantes vis-à-vis de la reproduction de la truite commune au cours des hivers les plus rigoureux (2013).



Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

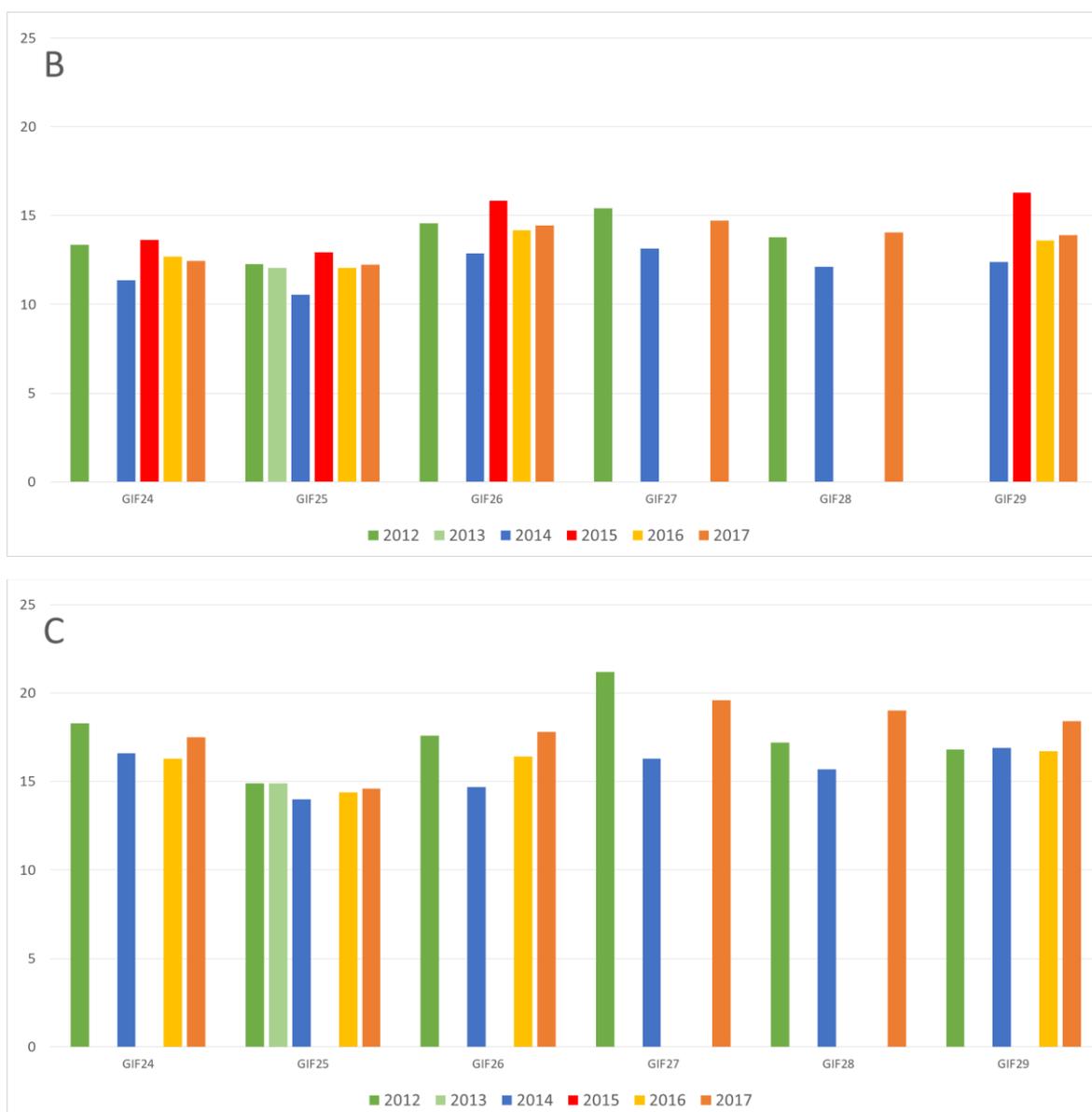


Figure 12: Température instantanée maximale T_i (A), température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds $T_{m30j\ max}$ (B) et amplitude thermique sur la période étudiée $A\ T_i$ (C) sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du Foron de Talinges et de ses affluents.

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

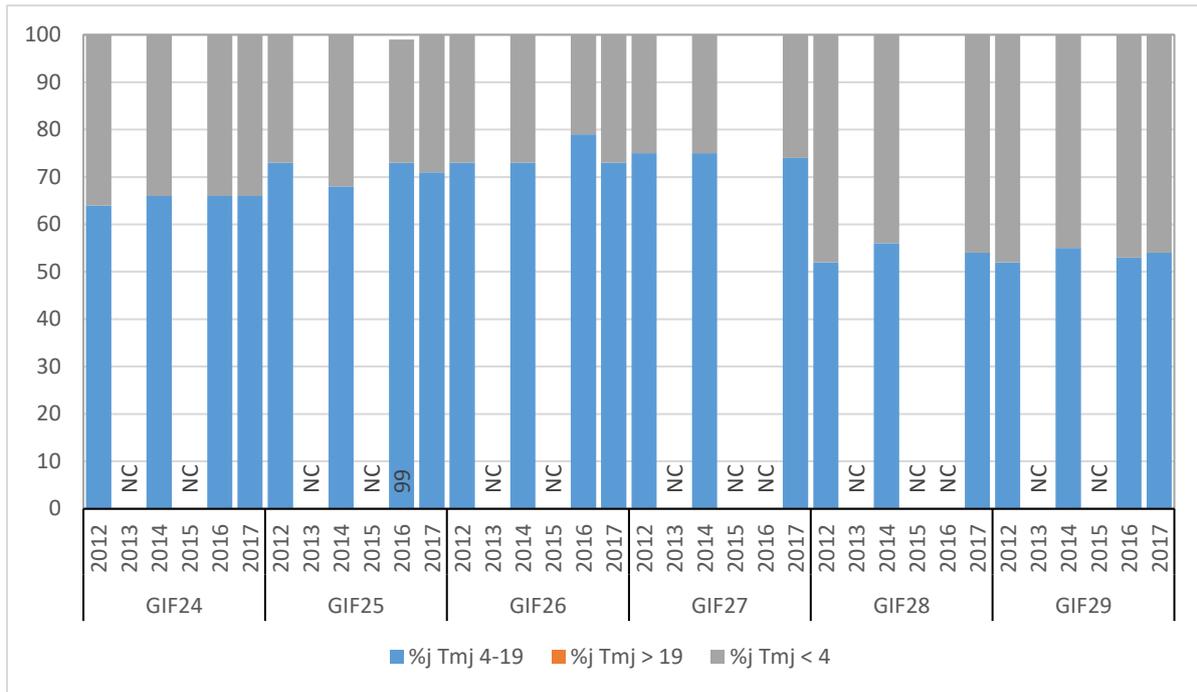


Figure 13 : Pourcentage de jours dont la température moyenne journalière est comprise dans le préférendum thermique de la Truite commune (%j Tmj 4-19), est en dessous de 4°C (%j Tmj <4) ou dépasse 19°C (%j Tmj >19), dont X heures consécutives sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du Foron de Taninges et de ses affluents.

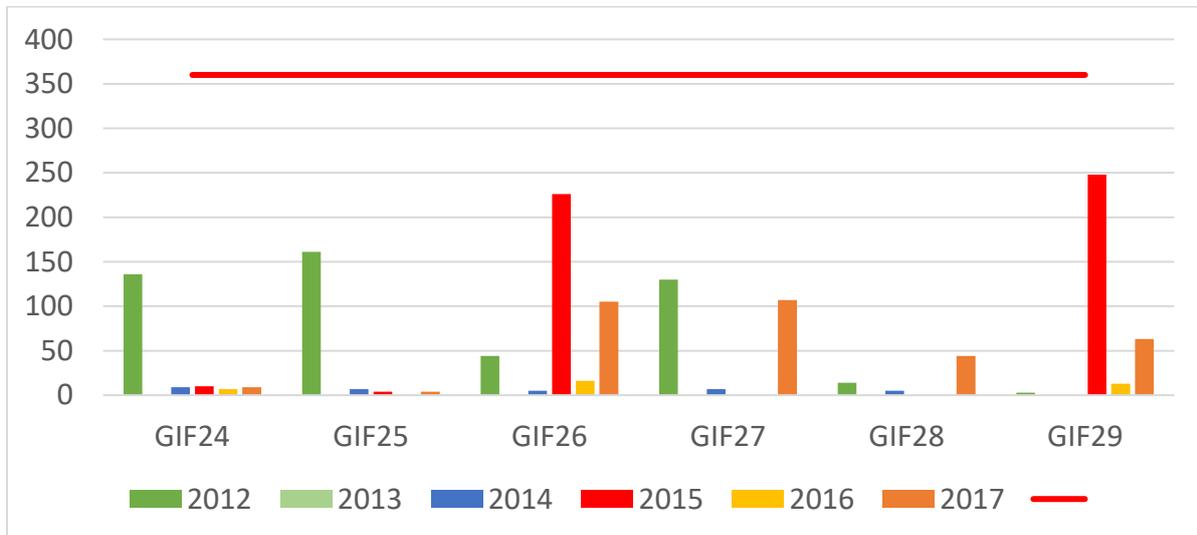


Figure 14 : Durée (en heure) de la séquence maximale durant laquelle la température est restée au-dessus de 15°C sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du Foron de Taninges. La ligne rouge représente le seuil théorique de 360h où la température reste au-dessus de 15°C.

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

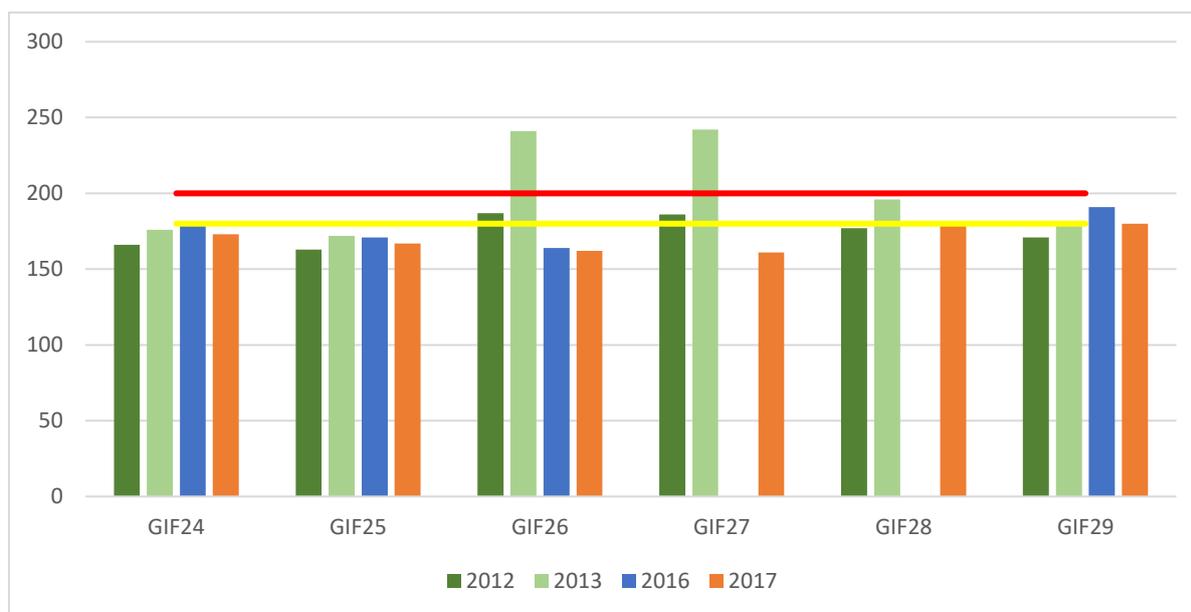


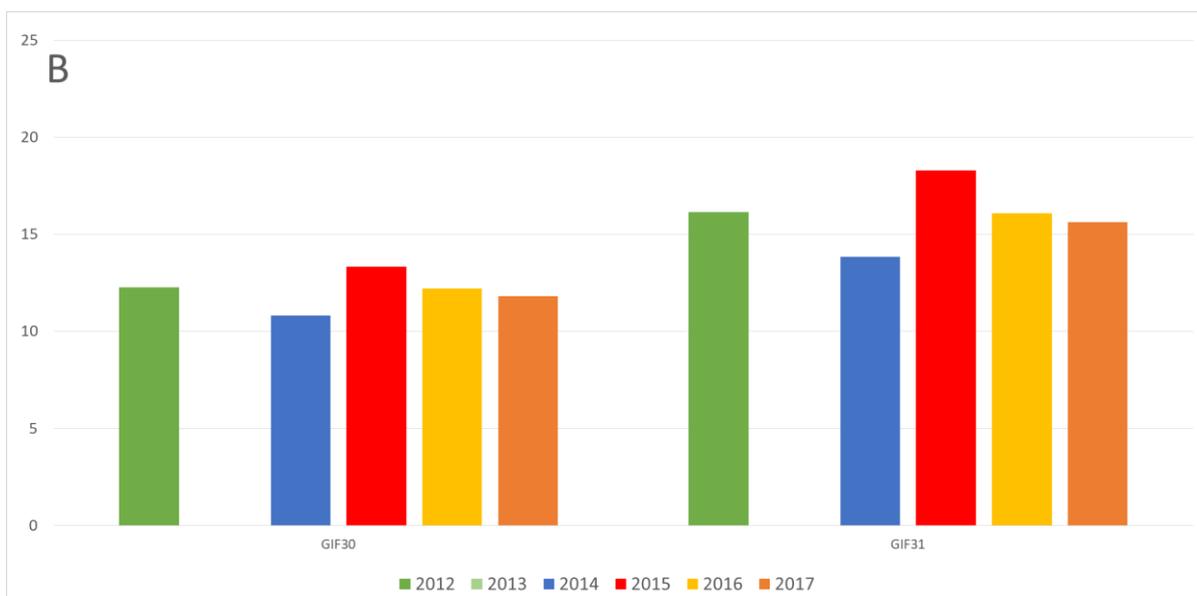
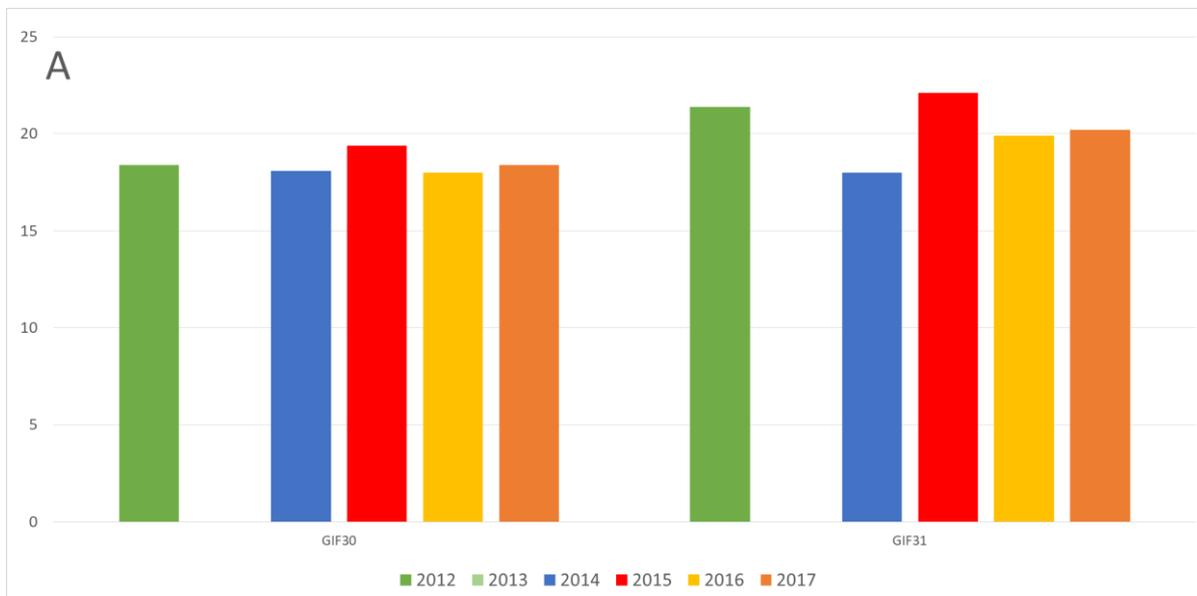
Figure 15 : Durée totale (en jour) de la phase embryo-larvaire Nbj PEL (50% d'alevins émergents) sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du Foron de Talinges. La ligne jaune représente la limite de 180 jours en dessous desquels les alevins ont de bonnes chances de survie et la ligne rouge la limite de 200 jours au-dessus desquels les alevins ont peu de chances de survie.

3.3. Foron de Mieussy

Le Foron de Mieussy présente un profil thermique très contrasté entre l'amont et l'aval.

En effet, le secteur amont se révèle globalement frais en période estivale, même si les températures maximales relevées ponctuellement au cours des années les plus chaudes (2015) peuvent sembler un peu élevées au regard du caractère apical du cours d'eau. En période hivernale, les eaux y sont froides et la thermie peut s'avérer limitante vis-à-vis de la reproduction naturelle de la truite commune.

L'aval, quant à lui, présente des températures plus élevées, tant en été qu'en hiver. De fait, les températures hivernales n'y présentent aucun problème vis-à-vis de la reproduction de la truite. En revanche, les températures estivales se révèlent élevées, en particulier les années chaudes, traduisant une nette dépendance du cours d'eau aux températures extérieures. Cette tendance marquée au réchauffement estival transparait également au travers du dépassement du seuil de risque de développement de la maladie rénale proliférative en 2015, année la plus chaude de ce suivi.



Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

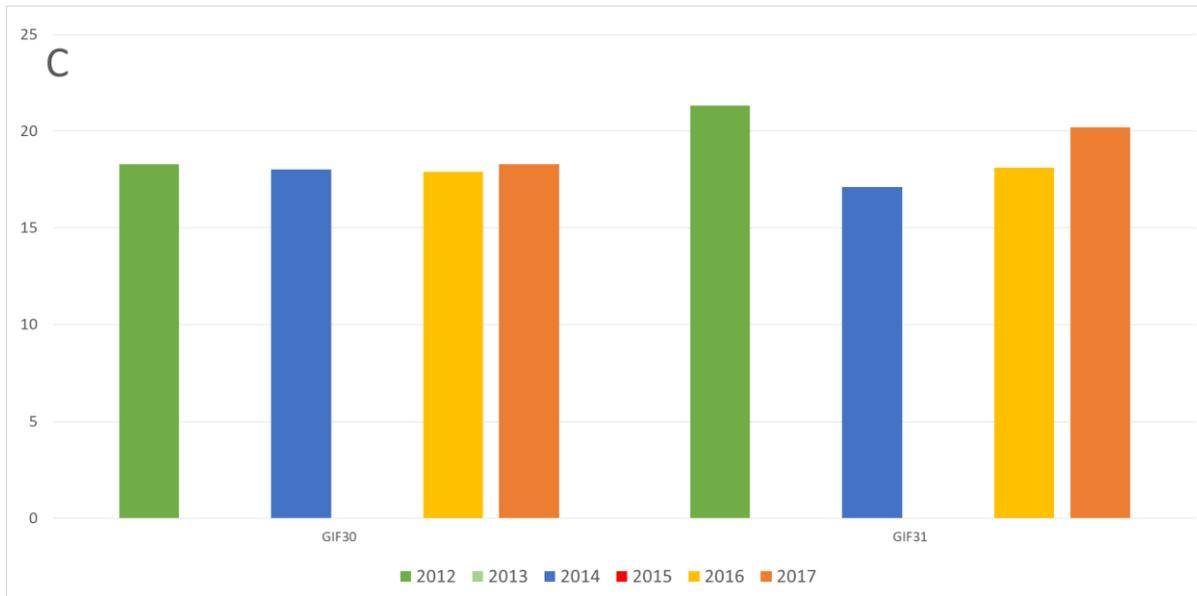


Figure 16 : Température instantanée maximale T_i (A), température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds $T_{m30j\ max}$ (B) et amplitude thermique sur la période étudiée $A\ T_i$ (C) sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du Foron de Mieussy.

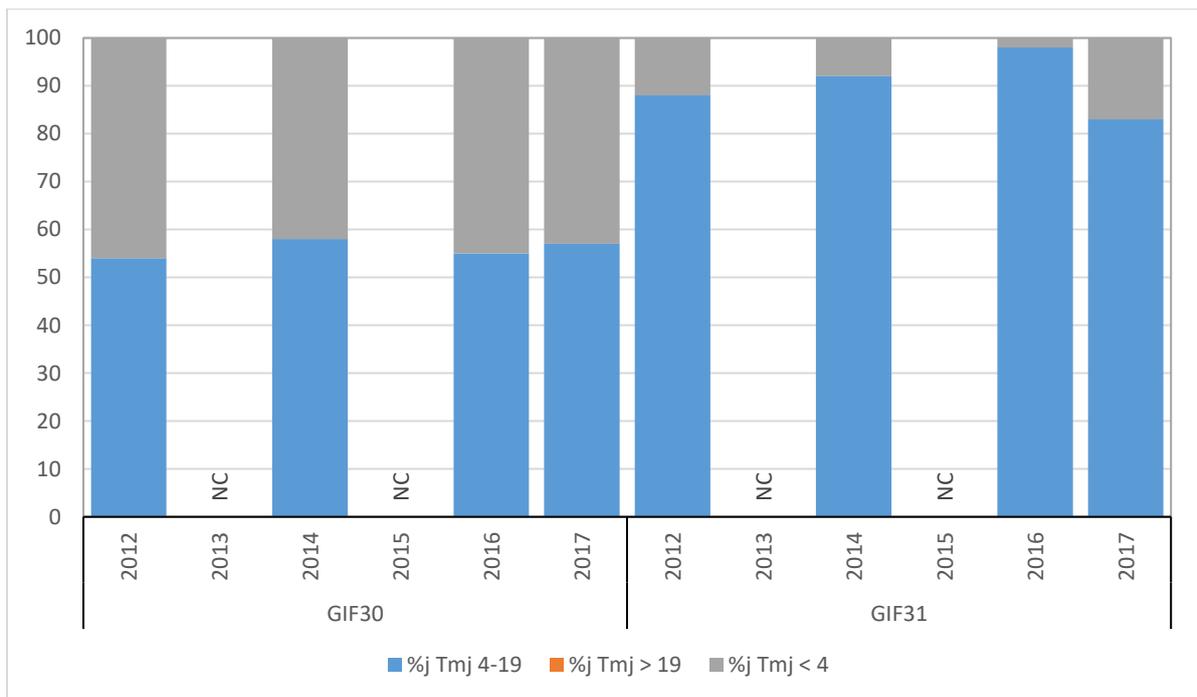


Figure 17 : Pourcentage de jours dont la température moyenne journalière est comprise dans le préférendum thermique de la Truite commune (%j T_{mj} 4-19), est en dessous de 4°C (%j T_{mj} <4) ou dépasse 19°C (%j T_{mj} >19), dont X heures consécutives sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du Foron de Mieussy.

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

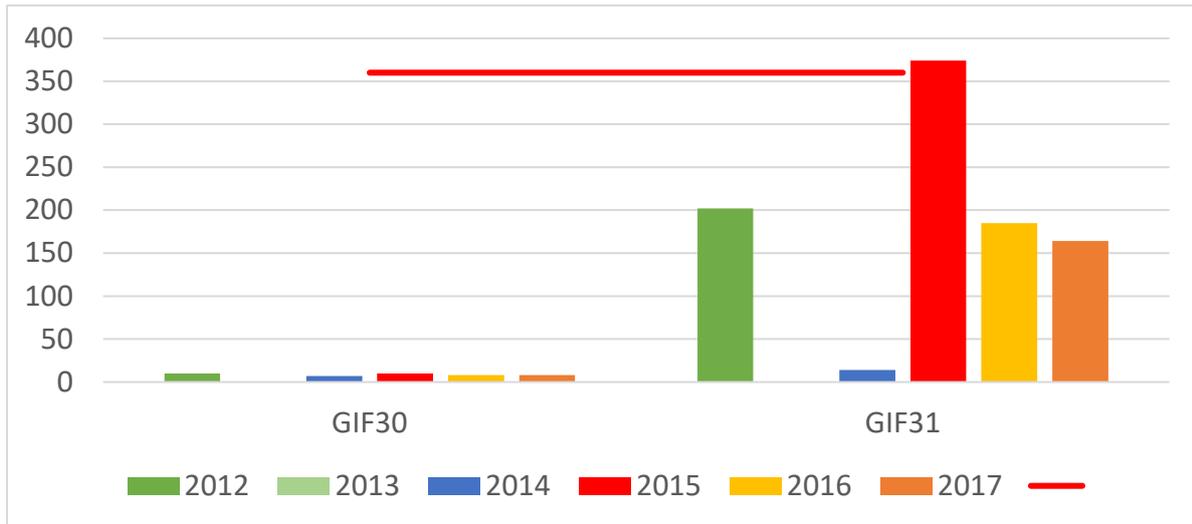


Figure 18 : Durée (en heure) de la séquence maximale durant laquelle la température est restée au-dessus de 15°C sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du Foron de Mieussy. La ligne rouge représente le seuil théorique de 360h où la température reste au-dessus de 15°C.

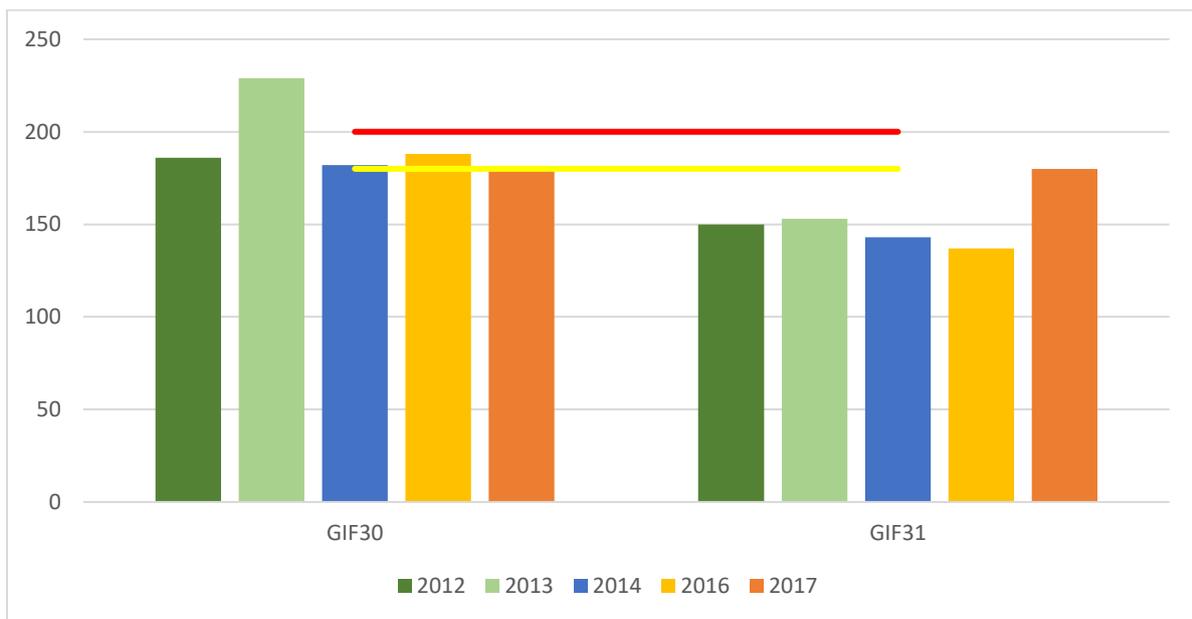


Figure 19 : Durée totale (en jour) de la phase embryo-larvaire Nbj PEL (50% d'alevins émergeants) sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du Foron de Mieussy. La ligne jaune représente la limite de 180 jours en dessous desquels les alevins ont de bonnes chances de survie et la ligne rouge la limite de 200 jours au-dessus desquels les alevins ont peu de chances de survie.

3.4. Risse

- *Le Fillian (GIF36)*

Le suivi du Fillian met en évidence un profil thermique globalement satisfaisant et favorable au bon développement de la truite fario. Les températures hivernales demeurent bien en deçà des seuils limitants vis-à-vis de la reproduction de la truite. Les températures estivales semblent également favorables, bien que l'on relève une très légère tendance au réchauffement, n'ayant cependant rien de rédhibitoire au cours des années pour lesquels nous disposons des données (malheureusement les données sont manquantes pour l'année 2015, la plus chaude de ce suivi).

- *L'Eau Froide (GIF37)*

L'Eau Froide présente un profil thermique proche de celui du Fillian, avec toutefois une tendance bien plus marquée au réchauffement estival, en particulier au cours des années les plus chaudes. En 2015, cette tendance s'est d'ailleurs traduite par le dépassement du seuil de déclenchement de la MRP, maladie potentiellement impactante pour les juvéniles de truite commune. Les conditions hivernales, en revanche, ne présentent aucun problème.

- *Le ruisseau des Jourdillets (GIF38)*

Le ruisseau des Jourdillets présente un profil thermique très satisfaisant, le cours d'eau se révélant très tamponné, c'est dire frais en été (toujours <15°C) et doux en hiver (rarement <4°C). Ces conditions thermiques s'avèrent idéales pour la truite commune.

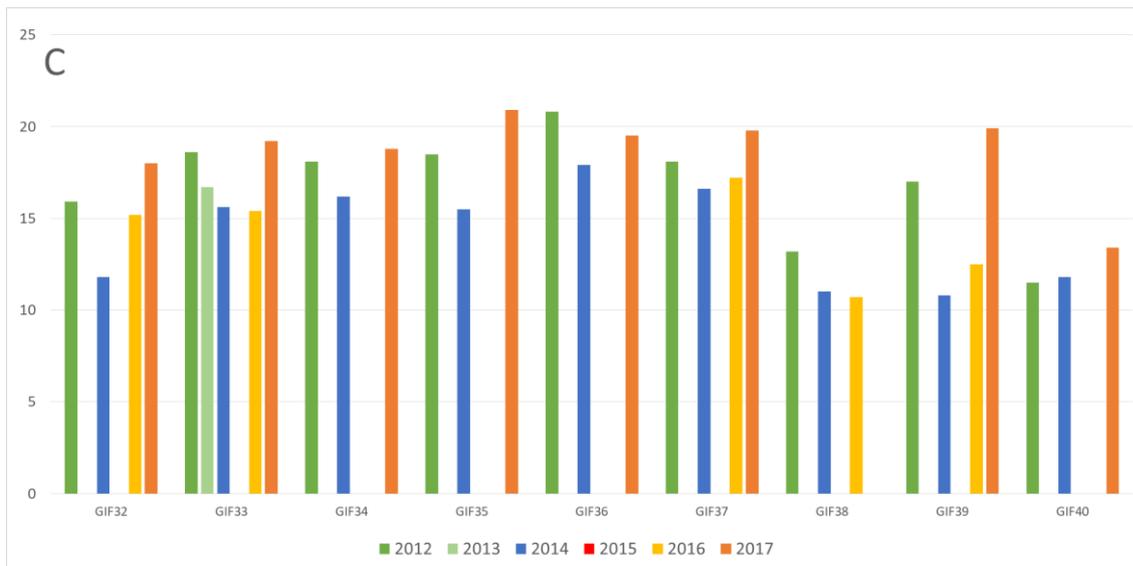
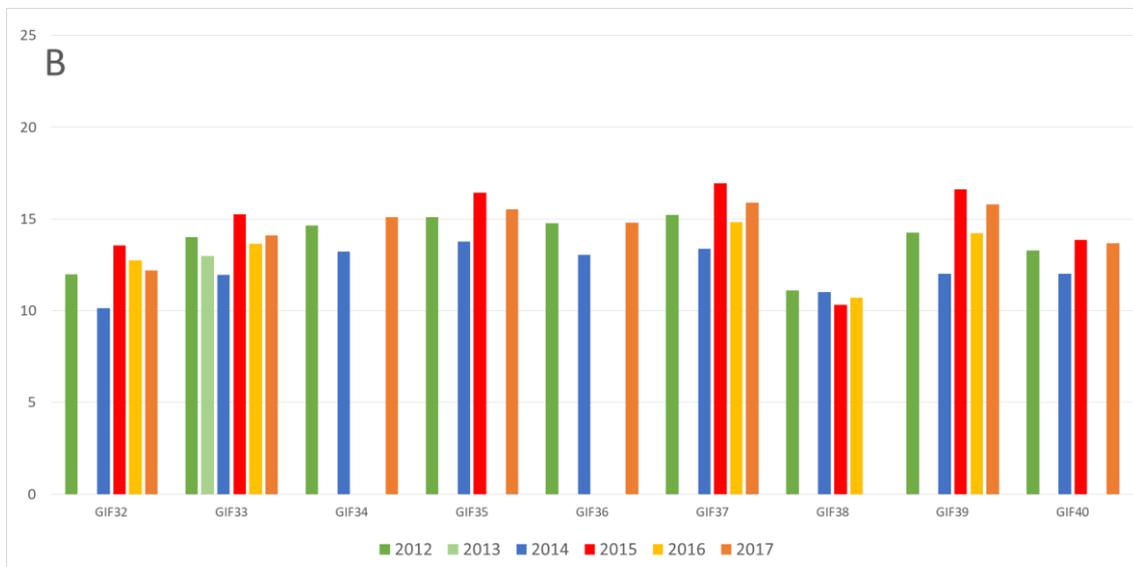
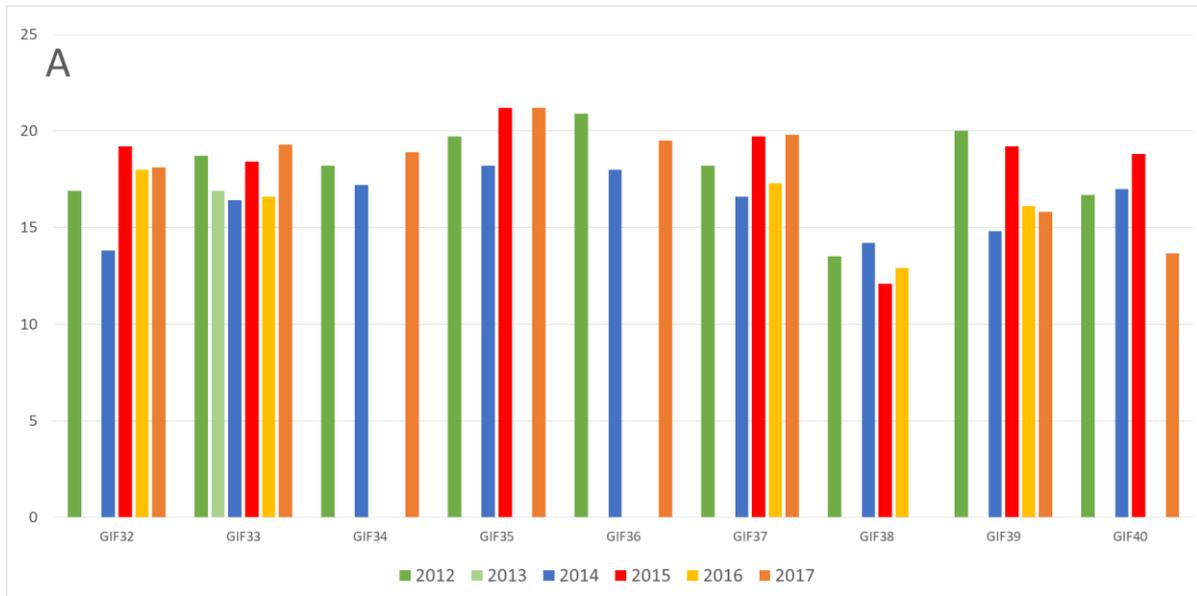
- *Le Hisson (GIF36)*

Les températures relevées sur le Hisson durant ce suivi sont globalement satisfaisantes, bien que l'amont du cours d'eau présente une certaine tendance au réchauffement estival lors des années chaudes, sans toutefois que cela s'avère problématique. Le seuil de déclenchement de la MRP y est d'ailleurs approché en 2015, sans être atteint cependant. L'aval en revanche se révèle bien moins dépendant vis-à-vis des conditions thermiques extérieures et demeure relativement frais en été, probablement en lien avec des apports phréatiques. La thermie hivernale est favorable à la reproduction de la truite sur l'ensemble du cours d'eau.

- *Le Risse (GIF32, 33, 34, 35)*

Le Risse présente des températures globalement satisfaisantes et favorables au bon développement de sa faune piscicole élective, tant en période hivernale qu'en période estivale. On relève toutefois un gradient amont/aval modéré mais régulier le long du cours d'eau, l'extrême aval présentant une légère tendance au réchauffement de ses eaux les années les plus chaudes, sans toutefois atteindre des valeurs problématiques.

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents



Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

Figure 20 : Température instantanée maximale T_i (A), température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds $T_{m30j\ max}$ (B) et amplitude thermique sur la période étudiée $A\ T_i$ (C) sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du Risse et ses affluents.

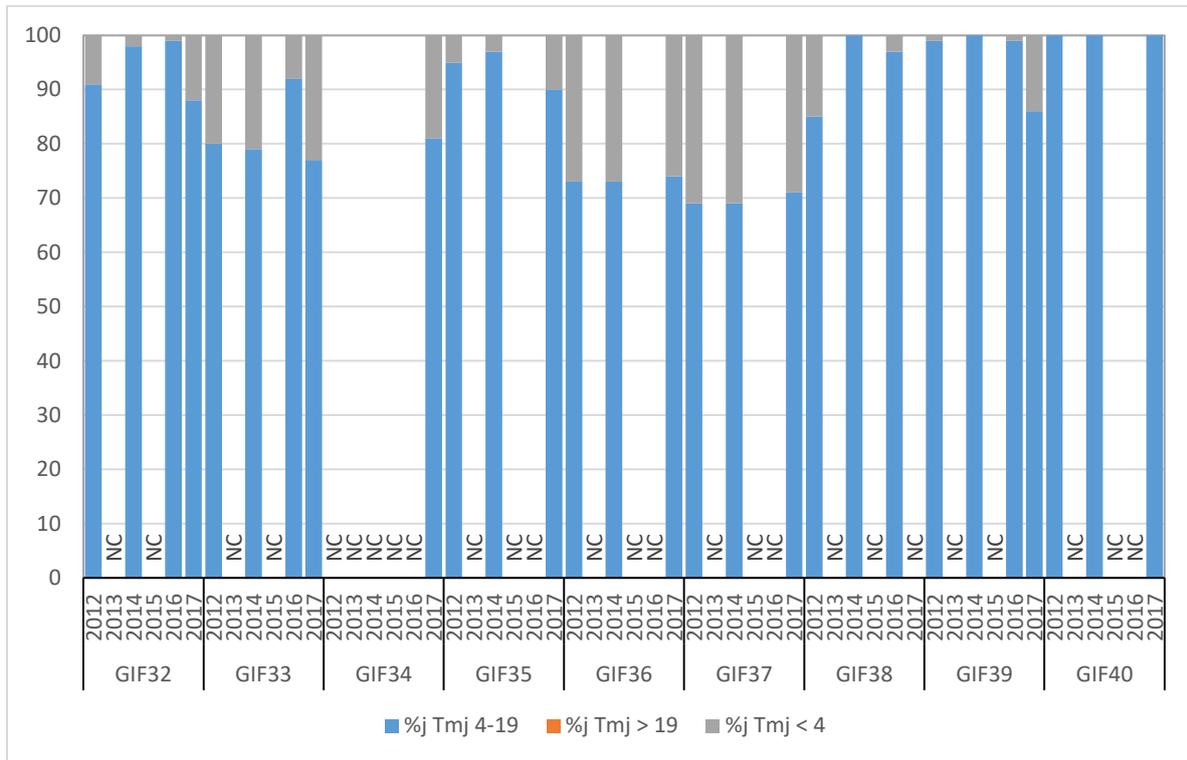


Figure 21 : Pourcentage de jours dont la température moyenne journalière est comprise dans le préférendum thermique de la Truite commune (%j Tmj 4-19), est en dessous de 4°C (%j Tmj <4) ou dépasse 19°C (%j Tmj >19), dont X heures consécutives sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du Risse et ses affluents.

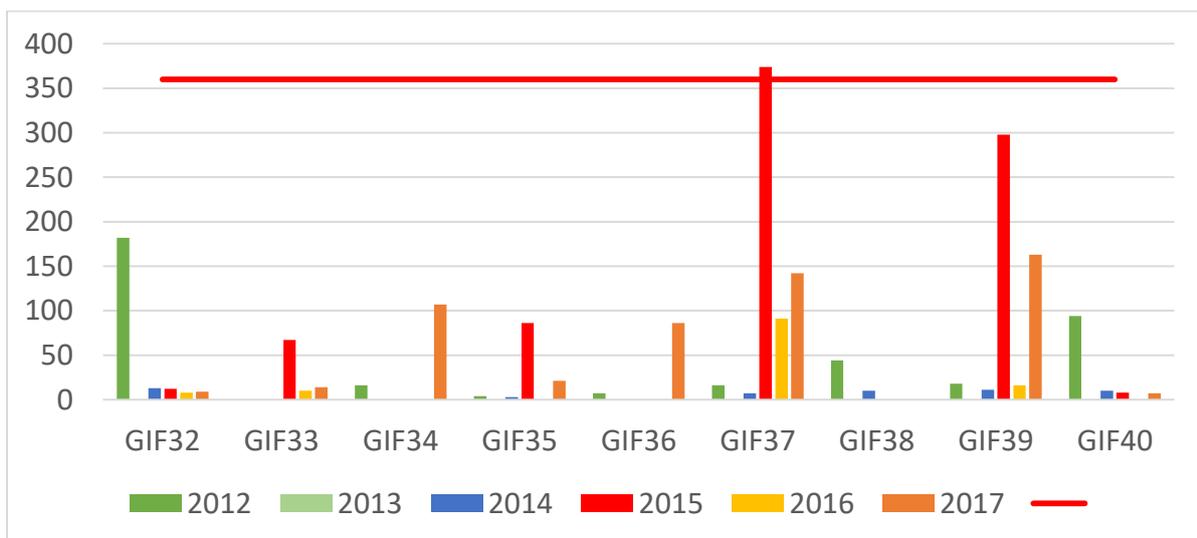


Figure 22 : Durée (en heure) de la séquence maximale durant laquelle la température est restée au-dessus de 15°C sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du Risse et ses affluents. La ligne rouge représente le seuil théorique de 360h où la température reste au-dessus de 15°C.

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

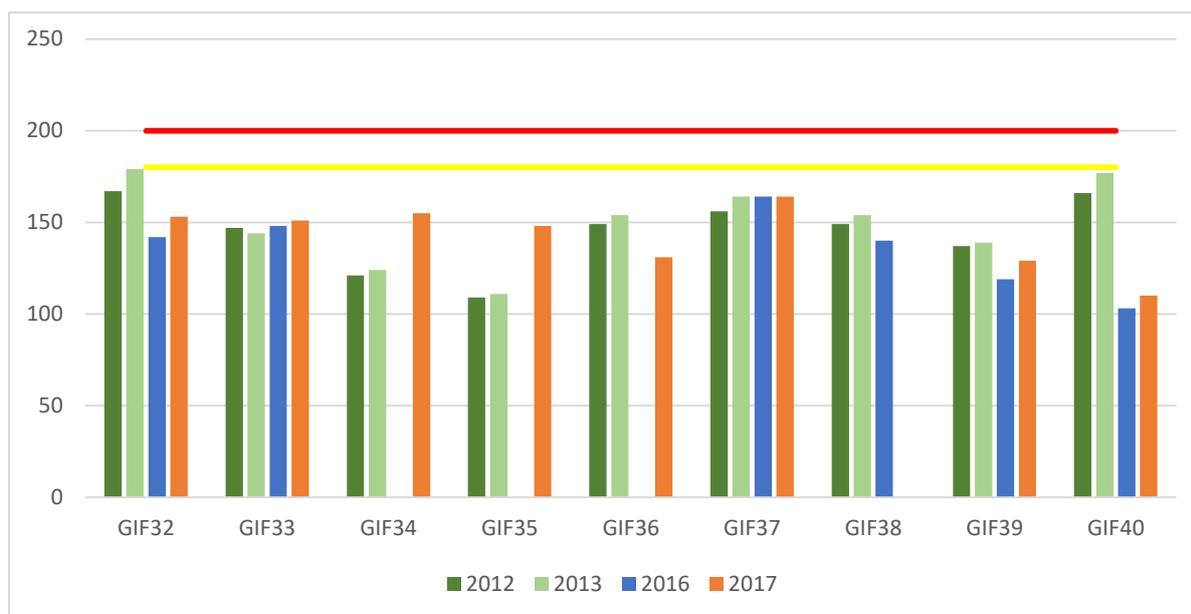


Figure 23 : Durée totale (en jour) de la phase embryo-larvaire Nbj PEL (50% d'alevins émergeants) sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du Risse et ses affluents. La ligne jaune représente la limite de 180 jours en dessous desquels les alevins ont de bonnes chances de survie et la ligne rouge la limite de 200 jours au-dessus desquels les alevins ont peu de chances de survie.

3.5. Cours principal du Giffre

En préambule à l'analyse des chroniques thermiques enregistrées sur le cours principal du Giffre entre 2012 et 2017, nous tenons à rappeler que le cours d'eau est scindé en deux par le barrage de Taninges, les stations GIF01 à GIF06 étant situées en amont de l'ouvrage et soumises au débit naturel du cours d'eau, les stations GIF07 à GIF10 étant quant à elle en aval et soumises à un débit réservé. Par ailleurs, ce débit réservé a fait l'objet d'un relèvement le 1^{er} janvier 2014, passant du 1/40^{ème} du module au droit de l'ouvrage à un débit au 1/12^{ème} en période hivernale et au 1/15^{ème} en période estivale.

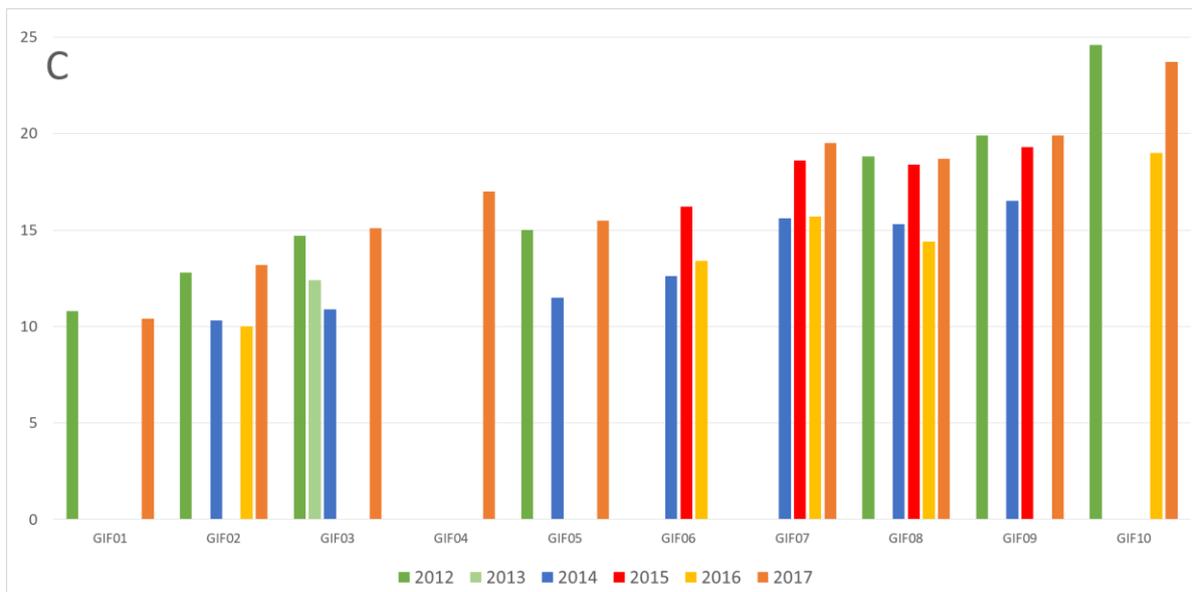
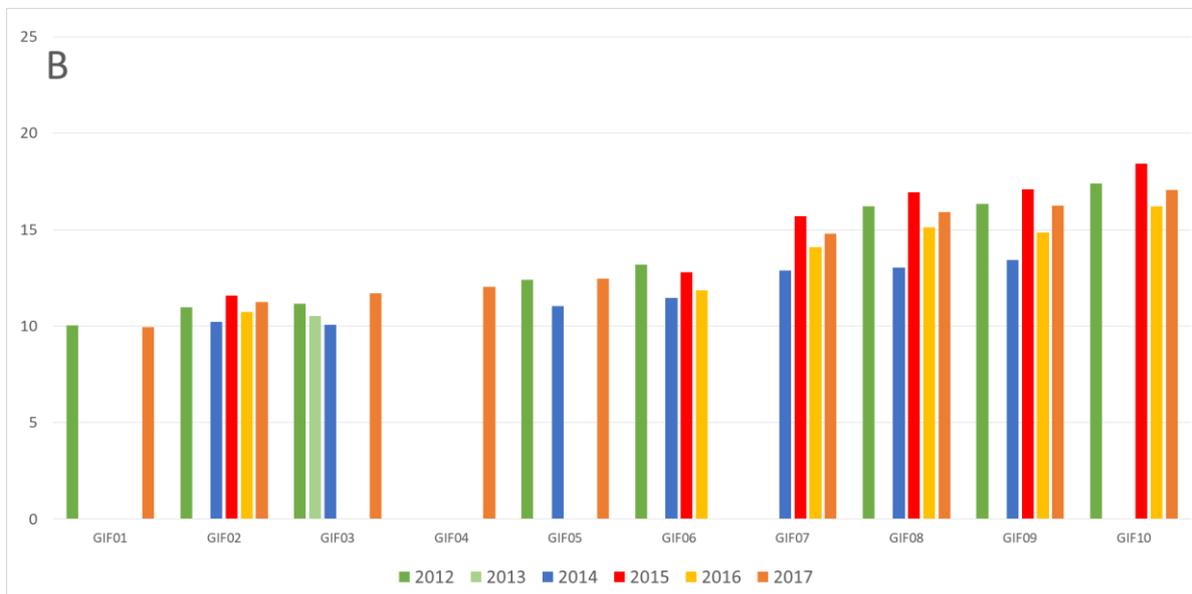
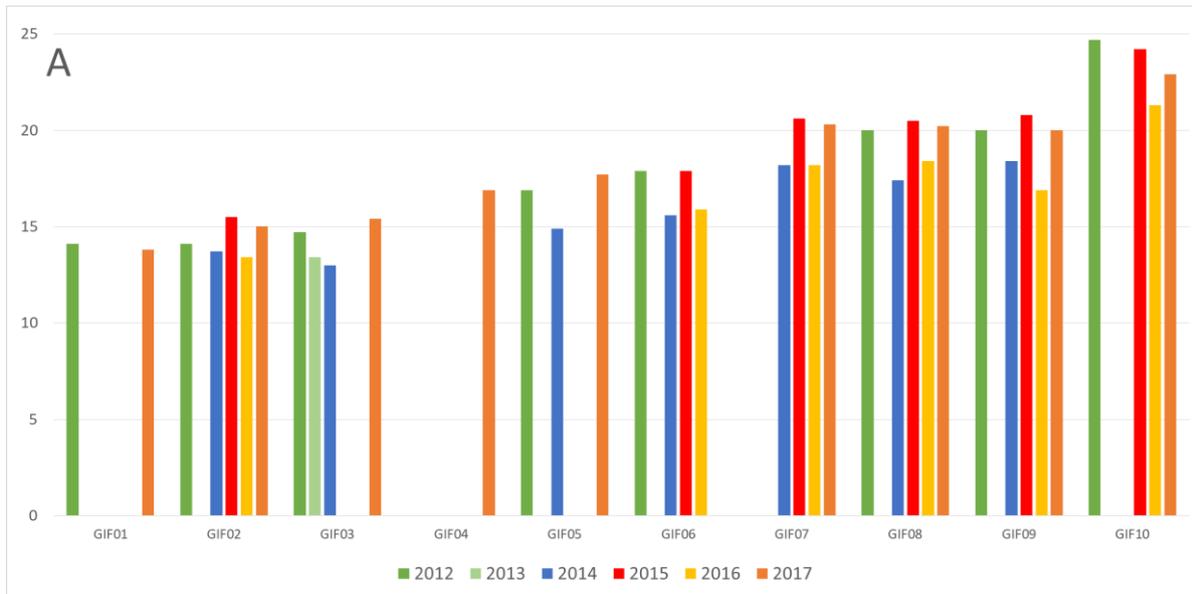
A l'analyse des données, on constate en premier lieu une relative homogénéité thermique spatiale et temporelle du cours d'eau en période hivernale, les températures se révélant globalement favorables à la reproduction naturelle de la truite commune sur l'ensemble des stations suivies.

En revanche, il en va tout autrement en période estivale, le profil thermique du cours d'eau apparaissant clairement scindé par le barrage de Taninges. Les stations situées en amont de l'ouvrage (GIF01 à GIF06) y présentent des températures estivales globalement satisfaisantes, fraîches et peu soumises aux variations météorologiques interannuelles, en particulier sur le secteur le plus apical (GIF01 en amont de la confluence avec le Giffre des Fonds). Les stations situées en aval, quant à elles, présentent un profil thermique beaucoup plus dépendant des conditions extérieures, avec un net réchauffement des eaux dès l'aval de l'ouvrage, et un gradient amont/aval marqué au sein du tronçon court-circuité.

Ce réchauffement des eaux au sein du linéaire soumis au débit réservé transparait également au travers du seuil de déclenchement de la MRP, approché au cours de l'année 2015, la plus chaude de la période de suivi, sur l'ensemble des stations du tronçon court-circuité à l'exception de la plus apicale (GIF07). Les températures estivales y demeurent de fait problématiques vis-à-vis des peuplements piscicoles, et en particulier de la truite commune, en dépit du relèvement du débit réservé, seule l'année 2014 (la plus fraîche de la période suivie) faisant exception à ce constat.

On note toutefois que les températures estivales du Giffre relevées en 2012 et en 2015 sont relativement semblables, en dépit du fait que l'été 2015 ait été bien plus chaud que celui de 2012 : cet état de fait tant à monter que le relèvement du débit réservé a légèrement amoindri les effets de ce dernier sur la thermie du Giffre aval, mais de manière cependant insuffisante pour avoir un réel effet sur le compartiment biologique, les températures estivales relevées après le changement de débit réservé demeurant limitantes en aval du barrage de Mieussy.

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents



Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

Figure 24 : Température instantanée maximale T_i (A), température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds $T_{m30j\ max}$ (B) et amplitude thermique sur la période étudiée $A\ T_i$ (C) sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du cours principal du Giffre.

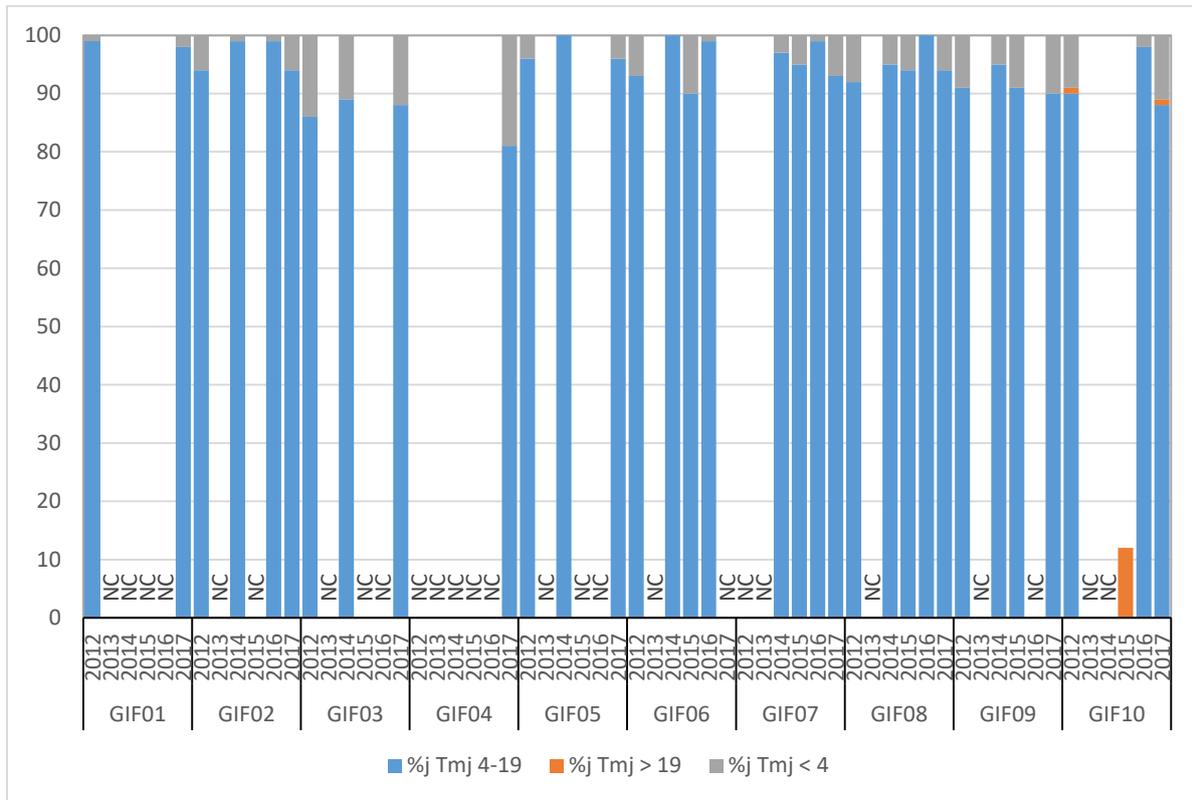


Figure 25 : Pourcentage de jours dont la température moyenne journalière est comprise dans le préférendum thermique de la Truite commune (%j T_{mj} 4-19), est en dessous de 4°C (%j T_{mj} <4) ou dépasse 19°C (%j T_{mj} >19), dont X heures consécutives sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du cours principal du Giffre.

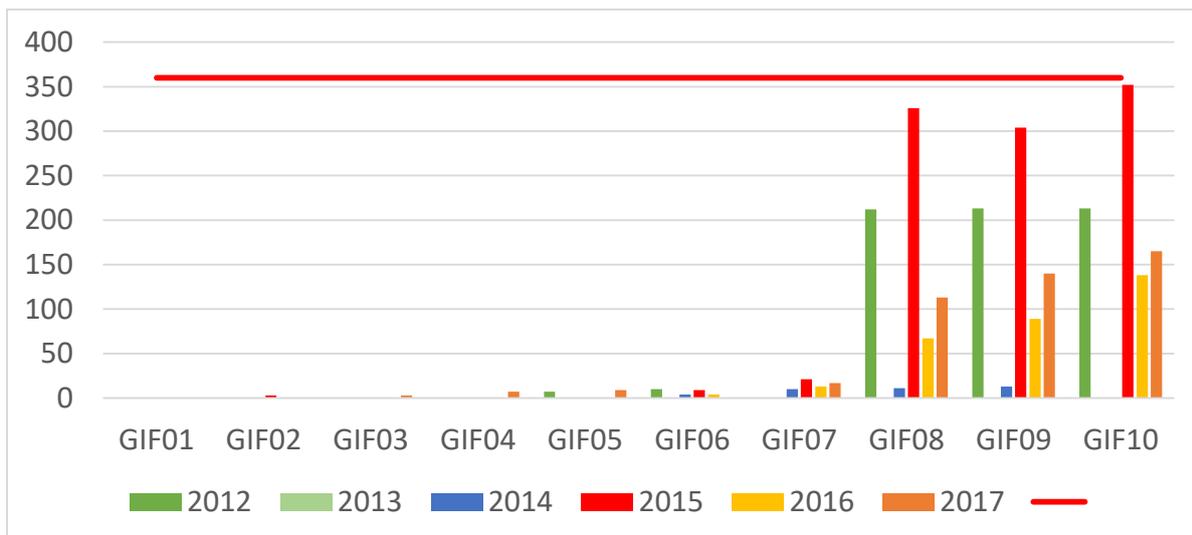


Figure 26 : Durée (en heure) de la séquence maximale durant laquelle la température est restée au-dessus de 15°C pour sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du cours principal du Giffre. La ligne rouge représente le seuil théorique de 360h où la température reste au-dessus de 15°C.

Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents

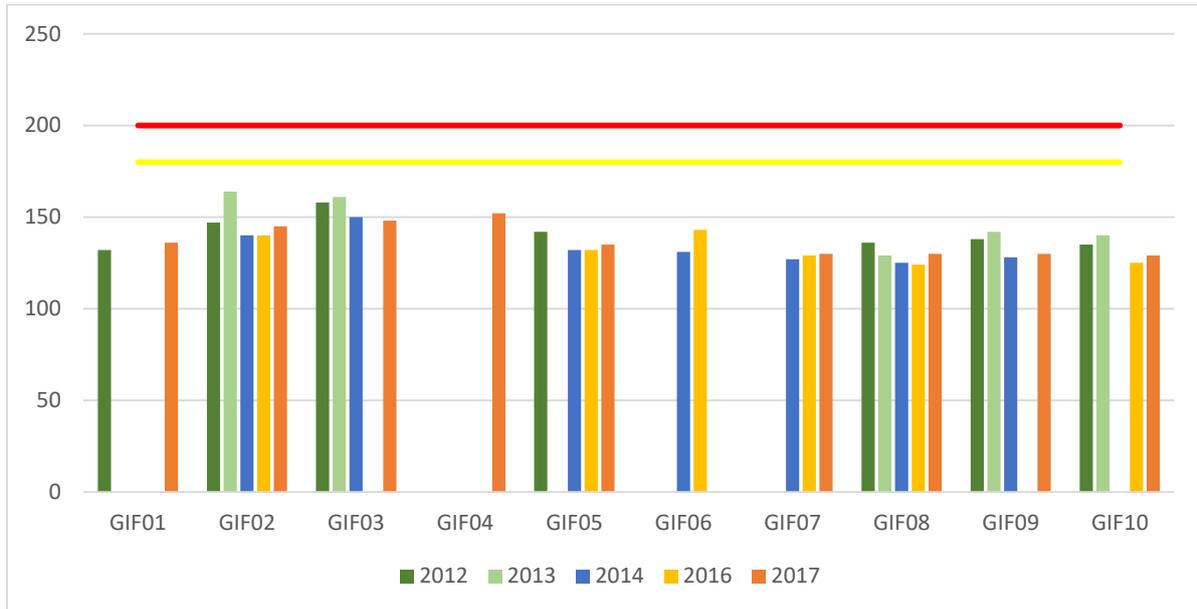


Figure 27 : Durée totale (en jour) de la phase embryo-larvaire Nbj PEL (50% d'alevins émergents) sur la période étudiée pour l'année 2017 sur les stations du cours principal du Giffre. La ligne jaune représente la limite de 180 jours en dessous desquels les alevins ont de bonnes chances de survie et la ligne rouge la limite de 200 jours au-dessus desquels les alevins ont peu de chances de survie.

4. Bilan et perspectives

Dans leur ensemble, les cours d'eau du bassin versant du Giffre présentent des caractéristiques thermiques globalement satisfaisantes et plutôt favorables au bon développement des peuplements piscicoles électifs, et particulièrement des populations de truite commune, espèce centrale des communautés pisciaires sur l'ensemble du bassin versant.

On relève toutefois des conditions thermiques hivernales parfois limitantes sur les secteurs apicaux, situation tout à fait normale eu égard au caractère montagnard du bassin versant et aux altitudes auxquelles se situent les secteurs concernés.

De même, si les conditions thermiques estivales se révèlent globalement satisfaisantes et favorable à la faune piscicole sur la grande majorité des stations étudiées, on relève quelques secteurs présentant une nette tendance au réchauffement de leurs eaux en été, pouvant se révéler limitante les années les plus chaudes : l'aval du torrent du Vernay, l'aval du Foron de Mieussy, l'Eau Froide et le Giffre en aval du barrage de Tanninges. Au sujet de ce dernier secteur et au vu des données acquises durant les 6 ans du présent suivi, il semble que le relèvement du débit réservé ayant eu lieu en janvier 2014 n'ait eu qu'un effet modéré sur la thermie du Giffre aval, les conditions de températures demeurant problématiques vis-à-vis de la faune piscicole en période estivale, en dépit d'un léger amoindrissement de l'impact du tronçon court-circuité.

La lecture des données acquises au cours de ce suivi pluriannuel semble également mettre en évidence une plus forte influence des températures extérieures que des conditions hydrologiques des cours d'eau sur la thermie de ces derniers. En effet, la variabilité pluriannuelle observée sur la thermie estivale des secteurs les plus fragiles tend plutôt à être corrélée avec celle des températures de l'air qu'avec celle des débits des cours d'eau. En substance, il semble que les réchauffements estivaux observés sur les secteurs concernés aient plus lieu lors des années chaudes (2015) que lors des années sèches (2017). La poursuite du suivi programmée pour 2 ans supplémentaires, et en particulier les données acquises durant la canicule 2018, permettront d'affiner ce constat.

Bibliographie

Publications scientifiques :

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

Anderson C.L., Canning E.U., Okamura B., 1999. 18S rDNA sequences indicate that PKX organism parasites bryozoa. *Bulletin of the European association of fish pathologists*, 19, 94-97.

Burkhardt-Holm P., Peter A. Segner H. (2002) Decline of fish catch in Switzerland. Project fishnet : a balance between analysis and synthesis. *Aquatic Sciences* 64, 36-54.

Canning E.U., Curry A., Feist S.W., Longshaw M. Okamura B., 1999. Tetracapsula bryosalmonae n. sp. for PKX organism the cause of PKD in salmonid fish. *Bulletin of the European association of fish pathologists*, 19, 203-206.

Caudron A., Champigneulle A., Vulliet J.P., 2003. Evaluation de l'efficacité du repeuplement et comparaison des caractéristiques des truites (*Salmo trutta* L.) sauvages et introduites dans les rivières de Haute-savoie. Campagne 2002. Rapport SHL 237 et FDP74.03/06

Caudron A. & Champigneulle A., 2007. Evaluation à grande échelle de l'efficacité du repeuplement et comparaison des caractéristiques des truites (*Salmo trutta* L.) sauvages et introduites dans les rivières de Haute-Savoie. Rapport final 2002-2006. Rapport SHL 274-2007 et FDP74.07/06. 68p+annexes.

Champigneulle A. Melhaoui M., Maisse G., Baglinière J.-L., Gillet C., Gerdeaux D., 1988. Premières observations sur la truite (*Salmo trutta* L.) dans le Redon, un petit affluent frayère du Lac Léman. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 310, 59-76.

Champigneulle A., Largiader C.R., Caudron A., 2003. Reproduction de la truite (*Salmo trutta* L.) dans le torrent de chevenne, Haute-Savoie. Un fonctionnement original ? *Bulletin Français de Pêche et pisciculture*, 369, 41-70.

Crisp D.T., 1988. Prediction, from water temperature, of eyeing, hatching and "swim-up" times for salmonids embryos. *Freshwat. Biol.*, 19, 41-48.

Crisp D.T., 1989. Use of artificial eggs in studies of washout depth and drift distance for salmonid eggs. *Hydrobiologia*, 178, 155-163.

Crisp D.T., 1992. Measurement of stream water temperature and biological applications to salmonid fishes, grayling and dace. *Freshwater biological association*, occasional publication N°29, 72p.

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

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

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

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

Elliott J.M., 1984. Growth, size, biomass and production of young migratory trout *Salmo trutta* in a Lake District stream; 1966-83. *J. Anim.Ecol.* 53, 979-994.

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

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

Feist S.W., Peeler E.J., Gardiner R., Smith E., Longshaw M., 2002. Proliferative kidney disease and renal myxosporidiosis in juvenile salmonids from rivers in England and Wales. *Journal of Fish Diseases*, 25, 451-458.

Gay M., Okamura B., De Kinkelin P., 2001. Evidence that infectious stages of *Tetracapsula bryosalmonae* for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* are present throughout the year. *Diseases of Aquatic Organisms*, 46, 31-40.

Gen-Tereo, 2008. Contrat de rivière Giffre et Risse ; Volet B : étude piscicole, 67p.

Huchet P., 2017. Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents ; données 2017. Rapport FDP74 18/05, 32p.

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

Jésus G., 2016. Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents ; données 2012-2014. Rapport FDP74 16/01, 40p.

Jésus G., 2017. Suivi pluriannuel de la qualité thermique du Giffre et ses affluents ; données 2015-2016. Rapport FDP74 17/02, 35p.

Jungwirth M. Winkler H., 1984. The temperature dependance of embryonic-development of grayling (*Thymallus thymallus*), Danube salmon (*Hucho hucho*) arctic char (*Salvelinus alpinus*) and brown trout (*Salmo trutta*). *Aquaculture*, 38, 315-327.

Renoy M., 2002. Diagnose écologique du Giffre. Rapport FDP74.02. 45p. + annexes.

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

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

Vigier L., 2011. Etude de la structure thermique du cours principal du Giffre : évaluation des effets du barrage de Taninges sur le régime thermique du Giffre - Données 2009-2010. *Rapport FDP74.11/02*. 12p + annexes.

Wahli T., Knuesel R., Bernet D. Segner H. Pugovkin D., Burkhardt-Holm P. Escher M., Schmidt-Posthaus H., 2002. Proliferative kidney diseases in Switzerland: current state of knowledge. *Journal of Fish Diseases*, 25, 491-500.