



Suivi du régime thermique du Lot en aval des aménagements hydroélectriques de Castelnau, Golin hac et Cambeyrac



Le Lot en aval de la confluence de la Boralde de St-Chély



352 Avenue Roger Tissandié
31600 MURET
Tél : 05.62.20.98.24
ecogea@wanadoo.fr

Rapport ECOGEA
n° 210511c
Juillet 2022

VALIDATION	
Version	Juillet 2022 ECOGEA pour Syndicat Mixte du Bassin du Lot
Maître d'œuvre	
Rédacteur	Laurent CAZENEUVE
Relecteur	Jean-Marc LASCAUX
Appuis techniques	Jean Kardacz

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	1
2.	METHODOLOGIE	3
3.	REGIME THERMIQUE MOYEN MENSUEL DU LOT	4
4.	REGIME THERMIQUE MOYEN JOURNALIER DU LOT	7
4.1.	AU NIVEAU DU SECTEUR CASTELNAU-ESPALION	7
4.2.	A L' AVAL DE LA CONFLUENCE AVEC LA TRUYERE.....	8
5.	INFLUENCE SUR L'ICHTYOFAUNE.....	9
5.1.	FREQUENCE DE DEPASSEMENT DE TEMPERATURES -SEUILS.....	9
5.2.	CALCUL DES NIVEAUX TYPOLOGIQUES THEORIQUES	10
5.3.	PERIODES DE REPRODUCTION THEORIQUES DES PRINCIPALES ESPECES PISCICOLES	12
6.	CONCLUSION.....	14
7.	BIBLIOGRAPHIE	15

1. INTRODUCTION

Les éclusées correspondent à des variations artificielles, rapides et fréquentes, du niveau des eaux dans les cours d'eau en aval d'aménagements de production d'énergie hydroélectrique. L'eau est stockée dans de grandes retenues créées sur les rivières lorsque la demande d'énergie électrique sur le réseau est plus faible et peut être couverte par les moyens de production de base (nucléaire, hydraulique fil de l'eau ...). Elle est turbinée en période de forte demande sur le réseau afin d'ajuster rapidement la production à la consommation.

Ces variations de débit, brutales et pouvant être de fortes amplitudes, ont des impacts multiples et reconnus sur les tronçons de cours d'eau situés en aval de ces aménagements (**Lauters F.**, 1995, **OFEFP**, 2003 ou **Cornu V.**, 2015). Concernant les peuplements piscicoles en particulier, plusieurs cours d'eau, sur lesquels des aménagements hydroélectriques fonctionnant par éclusées sont implantés, ont fait l'objet de suivis biologiques mettant en évidence l'impact de ces dernières :

- échouages-piégeages de poissons et notamment d'alevins de salmonidés (**Saltveit et al.**, 2001 et **Halleraker et al.**, 2003 sur des rivières norvégiennes, **Lascaux et Cazeneuve**, 2008 a et b sur la Dordogne, **Lascaux et al.**, 2008 sur la Maronne, **Aubert et al.**, 2013 sur l'Ain),
- exondations de frayères de truite et saumon (**ECOGEA pour MIGADO**, 2000 à 2020) sur la Dordogne et la Maronne ; **Olivier et Poinard**, 1988 sur l'Ain) ou de nids et pontes d'autres espèces piscicoles (brochet, perche, chabot, ombre commun, barbeau - **Cazeneuve et al.**, 2012 à 2021 sur le bassin de la Dordogne),
- dérive forcée des alevins de salmonidés en période de turbinage (**Liébig**, 1998 sur l'Oriège ; **Chanseau et Gaudard**, 2005 sur la Dordogne).

Dans l'optique de quantifier l'impact des éclusées, peuvent être également menés des inventaires ou échantillonnages piscicoles en fin d'été-début d'automne afin de caractériser le recrutement en alevins des espèces potentiellement sensibles aux éclusées. C'est le cas sur la Dordogne corrézienne et la Maronne en aval des derniers aménagements hydroélectriques de chaîne fonctionnant par éclusées (respectivement le barrage du Sablier et l'aménagement de Haute-fage) où **MIGADO** contrôle le recrutement en alevins de salmonidés, c'est le cas également sur la Dordogne entre Beaulieu (19) et Cénac (24), en aval du secteur échantillonné par **MIGADO** (peuplement piscicole mixte salmo-cyprinicole, **Cazeneuve et Lascaux**, **ECOGEA pour EPIDOR**, 2011 à 2021), sur la Cère (**ECOGEA pour EDF**, 2012 à 2016 puis **ECOGEA pour EPIDOR**, 2017 à 2021) ou encore sur la Creuse à l'aval du complexe hydroélectrique d'Eguzon (peuplement cyprinicole - **Lascaux et al.**, 2013 – **ECOGEA pour FNPF/EDF**, 2012 à 2020).

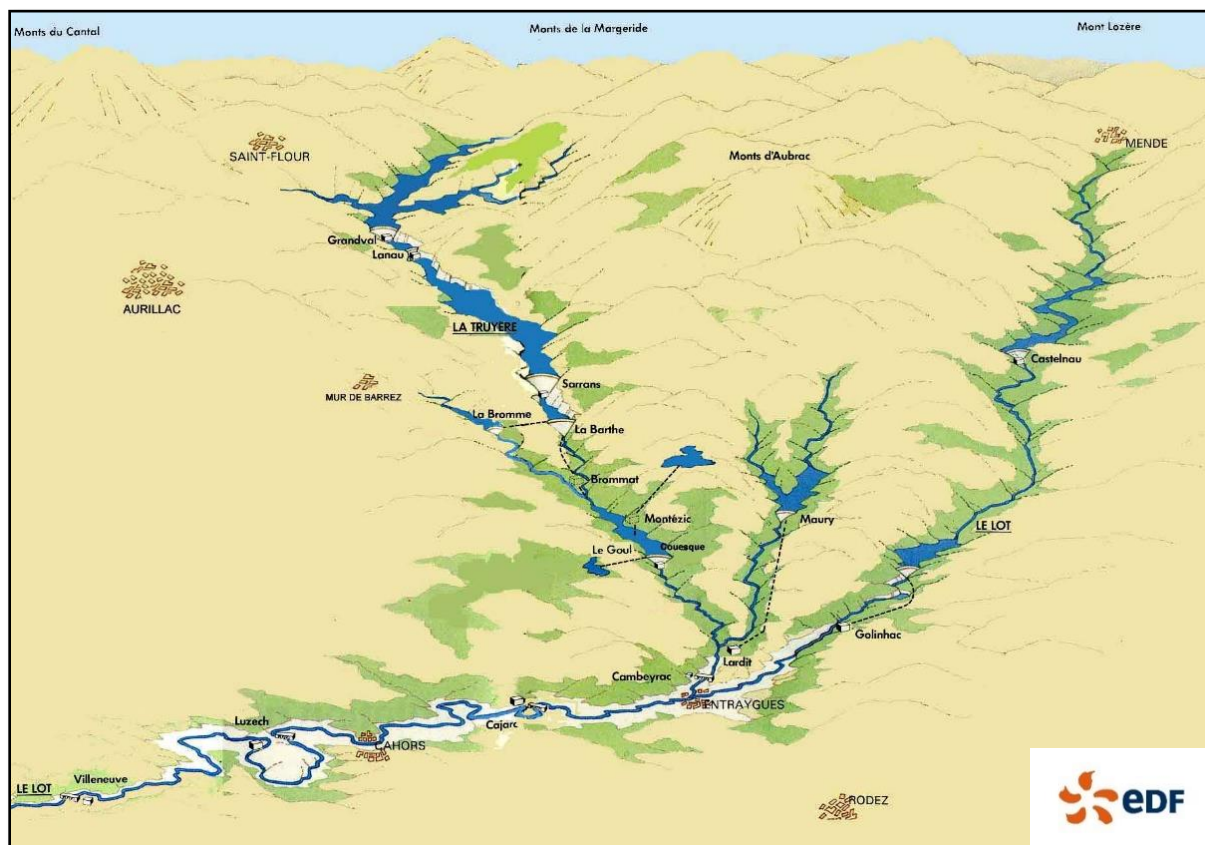


Figure 1 : Vue des bassins versants amont du Lot et de la Truyère et de leurs aménagements hydroélectriques.

Sur le Lot, le barrage-usine de Castelnau et le barrage de Golinhac dérivant les eaux vers l'usine du même nom situé 4,5 km à l'aval, ainsi que le barrage usine de Cambeyrac sur la Truyère fonctionnent par éclusées (à l'instar d'ailleurs des autres aménagements de la chaîne Truyère).

En 2011, le conseil d'administration de l'Entente Lot a souhaité lancer une étude pour quantifier l'impact du fonctionnement par éclusées des aménagements hydroélectriques sur les milieux aquatiques en se basant sur des modélisations hydrauliques de tronçons de cours d'eau du Lot en amont et en aval de la confluence avec la Truyère. Cette étude réalisée par le bureau d'études AGERIN avec la participation du pôle écohydraulique de l'ONEMA¹ (**AGERIN/ONEMA**, 2016) a permis de proposer un premier diagnostic, en caractérisant le régime d'éclusées puis en modélisant l'habitat piscicole des principales espèces en fonction du débit. Ces modélisations ont conduit à proposer des mesures de mitigation visant à réduire l'impact des éclusées à l'aval des aménagements hydroélectriques.

En 2017, l'Entente Lot a poursuivi ses investigations concernant l'impact écologique des éclusées en aval des ouvrages hydroélectriques de Castelnau, Golinhac et Cambeyrac. Cette seconde phase intègre un suivi du régime thermique du Lot, des suivis biologiques printaniers avec notamment un suivi des échouages-piégeages de poissons ainsi qu'un suivi de la reproduction des espèces piscicoles se reproduisant au printemps, des pêches électriques de contrôle du recrutement à la fin de l'été ainsi qu'un suivi de l'activité de reproduction des truites en fin d'année.

¹ Au 1^{er} janvier 2020, l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) a fusionné avec l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) pour devenir l'Office Français de la Biodiversité (OFB).

Ces investigations menées sur la période 2017-2020 (**Cazeneuve et Lascaux**, 2018 a, b, c et d pour l'année 2017 par exemple) ont notamment permis d'identifier de nombreuses interactions entre le régime d'éclusées, la plupart du temps très sévère au sens de **Courret et al.** (2014) et les cycles biologiques des principales espèces piscicoles qui colonisent le Lot, conduisant à des abondances piscicoles faibles à très faibles.

A l'issue de la période 2017-2020, une synthèse des études à disposition doit voir le jour (**Cazeneuve et Lascaux**, 2022 à paraître). Elle a pour objectifs de faire le lien entre toutes les données acquises depuis 2011 et proposer de nouvelles pistes de gestion des aménagements hydroélectriques dont pourrait bénéficier la biocénose aquatique et les peuplements piscicoles en particulier.

Parallèlement, les suivis biologiques se poursuivent dans l'attente des modifications de gestion des aménagements hydroélectriques et ce rapport présente les résultats du suivi du régime thermique du Lot en aval des aménagements hydroélectriques de Castelnau, Golin hac et Cambeyrac au cours de l'année 2021.

2. METHODOLOGIE

Le régime thermique du Lot en aval des ouvrages hydroélectriques de Castelnau, Golin hac et Cambeyrac a été appréhendé à l'aide d'enregistreurs autonomes de type Tinytag aquatic 2. Ils enregistrent les températures au pas de temps horaire.

10 enregistreurs ont été disposés comme suit (les enregistreurs thermiques ont été doublés pour chaque station afin de se prémunir des pertes de données) :

- 2 enregistreurs sur le Lot à l'aval proche du barrage de Castelnau (environ 950 m à l'aval du barrage et à l'amont de la Boralde de St Chély),
- 2 enregistreurs sur le Lot environ 1,5 km à l'aval de la Boralde de St-Chély,
- 2 enregistreurs sur le Lot environ 500 m à l'aval de la Boralde de Flaujac,
- 2 enregistreurs sur le Lot à l'aval proche de la confluence avec la Truyère (600 m à l'aval de la confluence et nommé ci-après « Entraygues »),
- 2 enregistreurs sur le Lot un peu plus de 15 km à l'aval de la confluence avec la Truyère, et à l'aval proche du lieu-dit « Soulou ».

Le tableau suivant indique la localisation précise de ces enregistreurs.

Nom thermographe	Coordonnées X Lambert 93 (m)	Coordonnées Y Lambert 93 (m)
Aval Castelnau	689375.0	6378513.9
Aval Boralde St Chély	686248.0	6378853.0
Aval Boralde Flaujac	682171.1	6380156.6
Entraygues	665038.8	6393398.8
Soulou	651839.0	6394187.4

Tableau 1 : Localisation des enregistreurs de température

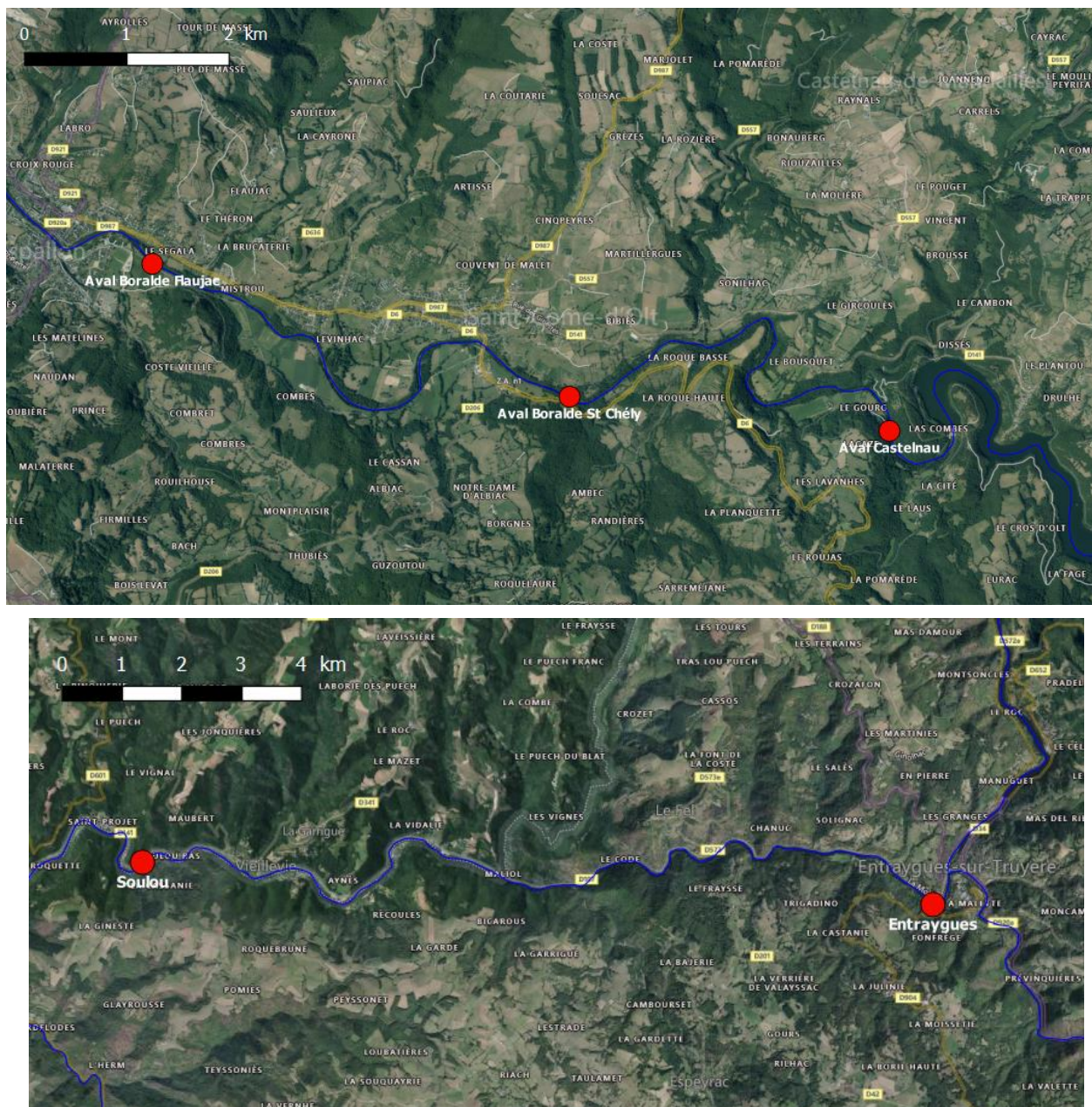


Figure 2 : Localisation des enregistreurs de température sur le Lot à l'aval du barrage de Castelnau et à l'aval de la confluence avec la Truyère

Ces thermographes enregistrent la température des eaux du Lot, au pas de temps horaire, depuis avril 2017 (Aval Castelnau, Entraygues et Soulou) ou mai 2018 (Aval Boralde St Chély et Aval Boralde de Flaujac).

3. REGIME THERMIQUE MOYEN MENSUEL DU LOT

Le tableau suivant récapitule les valeurs des températures moyennes mensuelles d'avril 2017 à décembre 2021.

	T1 - Aval Castelnau	T2 - Aval Boralde St Chély	T3 - Aval Boralde Flaujac	T4 - Enraygues	T5 - Soullou
avr-17	10.9			11.4	12
mai-17	12.3			13.5	14
juin-17	14.5			17.1	17.8
juil-17	17.0			18.3	19.3
août-17	19.0			19.1	20.1
sept-17	18.3			16	15.9
oct-17	15.9			14.7	14.5
nov-17	10.8			10.3	10
déc-17	6.5			6.7	6.7
janv-18	7.1			7.6	7.2
févr-18	5.5			5.7	5.4
mars-18	6.5			6.9	6.2
avr-18	9.5			10	9.1
mai-18	12.3	12.6	12.7	12.8	12.8
juin-18	14.4	14.7	14.9	15.4	15.4
juil-18	16.5	17.4	17.9	17.1	17
août-18	18.9	19.4	19.5	19	19.7
sept-18	19.2	19.0	18.6	17	17.1
oct-18	16.5	15.9	15.2	15.3	15.3
nov-18	10.8	10.6	10.4	11.3	11.5
déc-18	7.6	7.5	7.4	8.2	8.4
janv-19	4.9	4.5	4.3	4.9	5.0
févr-19	5.0	5.1	4.9	5.3	5.4
mars-19	6.6	7.4	7.3	7.4	7.3
avr-19	9.3	9.5	9.6	9.4	9.4
mai-19	11.2	11.2	11.4	12.1	12.3
juin-19	13.7	14.3	14.9	15.7	16.4
juil-19	15.6	17.0	17.8	18.6	19.9
août-19	17.8	18.6	18.8	18.9	19.9
sept-19	19.1	19.0	18.1	16.9	17.3
oct-19	16.4	16.0	15.6	15.2	15.2
nov-19	9.5	9.4	9.4	10.0	10.3
déc-19	7.8	7.9	7.9	8.2	8.2
janv-20	6.1	6.2	6.2	6.4	6.4
févr-20	7.4	7.4	7.5	7.4	7.2
mars-20	8.2	8.3	8.4	8.4	8.1
avr-20	10.5	11.1	11.4	11.1	11.0
mai-20	13.8	14.1	14.3	14.5	14.8
juin-20	14.2	14.6	15.0	15.5	15.9
juil-20	15.3	16.5	17.3	16.6	16.9
août-20	18.2	19.0	19.3	17.8	18.4
sept-20	19.0	19.0	18.3	16.5	16.5
oct-20	13.1	12.5	12.6	12.7	12.8
nov-20	10.3	10.0	10.1	10.4	10.6
déc-20	7.3	7.1	7.1	7.7	8.1
janv-21	4.8	4.6	4.6	5.1	5.4
févr-21	7.5	7.8	7.8	7.3	6.9
mars-21	7.8	7.9	8.0	7.5	6.9
avr-21	9.1	9.6	9.7	9.6	9.3
mai-21	11.4	11.6	11.9	12.4	12.1
juin-21	13.3	14.3	15.0	16.5	16.9
juil-21	17.1	17.4	17.7	18.1	18.0
août-21	18.5	18.7	18.7	18.3	18.2
sept-21	18.6	18.4	18.0	16.1	16.1
oct-21	15.5	14.8	14.1	13.9	13.8
nov-21	10.2	9.9	9.7	10.1	10.4
déc-21	6.6	5.9	5.9	6.5	6.7

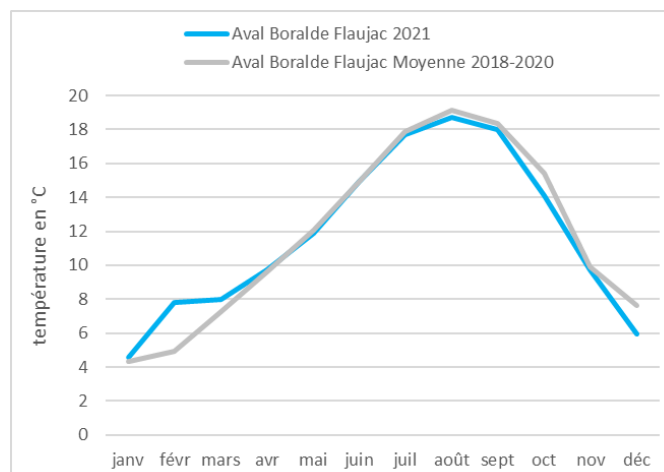
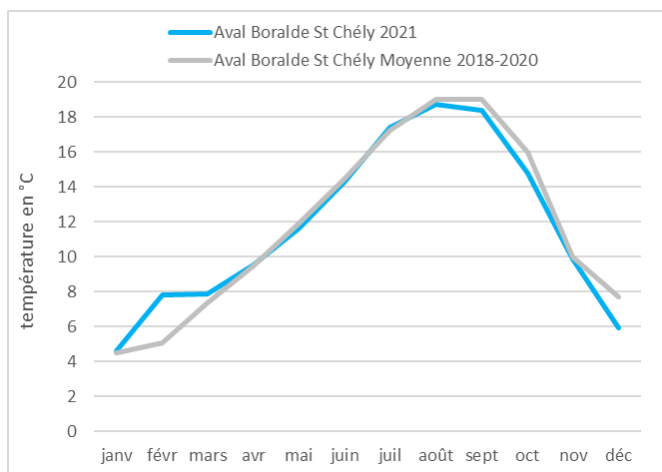
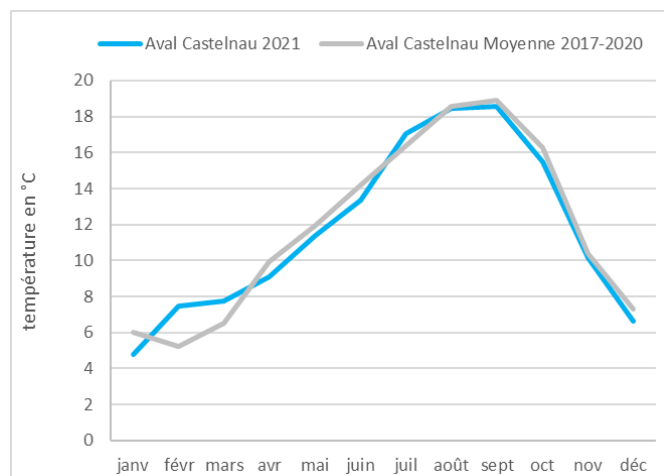
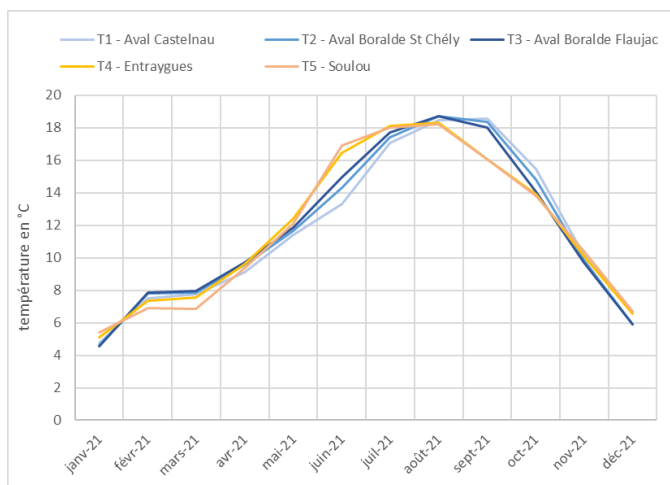
Tableau 2 : Températures moyennes mensuelles d'avril 2017 à décembre 2021 – le mois d'avril 2017 est incomplet

Au niveau du secteur Castelnau- Espalion, nous observons de manière assez classique un réchauffement progressif des eaux du Lot de l'amont (T1) vers l'aval (T3), en périodes printanières et estivales, sous l'influence des températures atmosphériques. Cette tendance s'inverse de septembre à décembre, les eaux en sortie du barrage de Castelnau restant généralement plus chaudes que sur les stations plus aval. Les températures moyennes maximales de 2021 ont été observées en août en T2 et T3 (18,7°C) et septembre en T1 (18,6°C).

Comparativement aux années précédentes, le mois de février 2021 a été bien plus chaud que la moyenne observée sur la période 2017-2020 (ou 2018-2020) sur l'ensemble des stations (+2,3°C à 2,9°C). Le printemps reste ensuite plus conforme aux températures moyennes et les températures moyennes estivales se situent un peu en dessous des moyennes interannuelles. L'automne et le début de l'hiver ont également été plus frais sur l'ensemble des stations.

Le constat est différent à l'aval de la confluence avec la Truyère, où nous n'avons pas constaté de véritable réchauffement des eaux entre nos 2 thermographes au cours des périodes printanières et estivales, ni de différence de forte amplitude le restant de l'année. Comparativement aux années précédentes, le mois de février y a été plus chaud qu'à l'accoutumée, alors que le printemps et la période estivale ont été plus frais (-1,3°C à Soulou notamment en août).

La température moyenne maximale, observée en août 2021, est égale à 18,3°C en T4 et 18,2°C en T5.



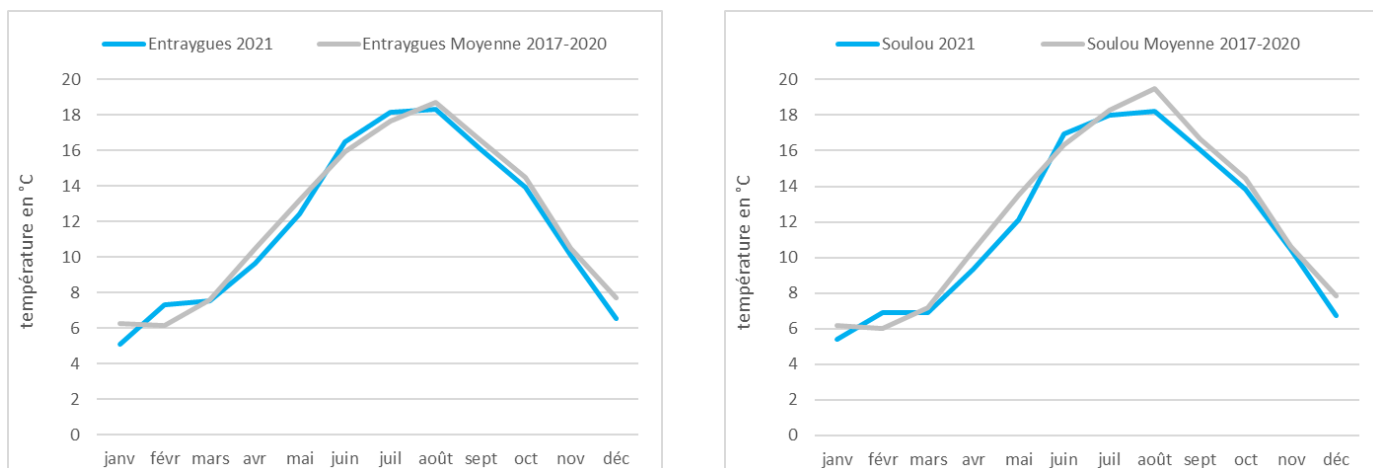


Figure 3 : Comparaison des températures moyennes mensuelles du Lot en T1, T2 et T3 au cours de l'année 2021 avec les températures moyennes mensuelles des années précédentes (2017-2020 ou 2018-2020 selon les stations)

4. REGIME THERMIQUE MOYEN JOURNALIER DU LOT

4.1. AU NIVEAU DU SECTEUR CASTELNAU-ESPALION

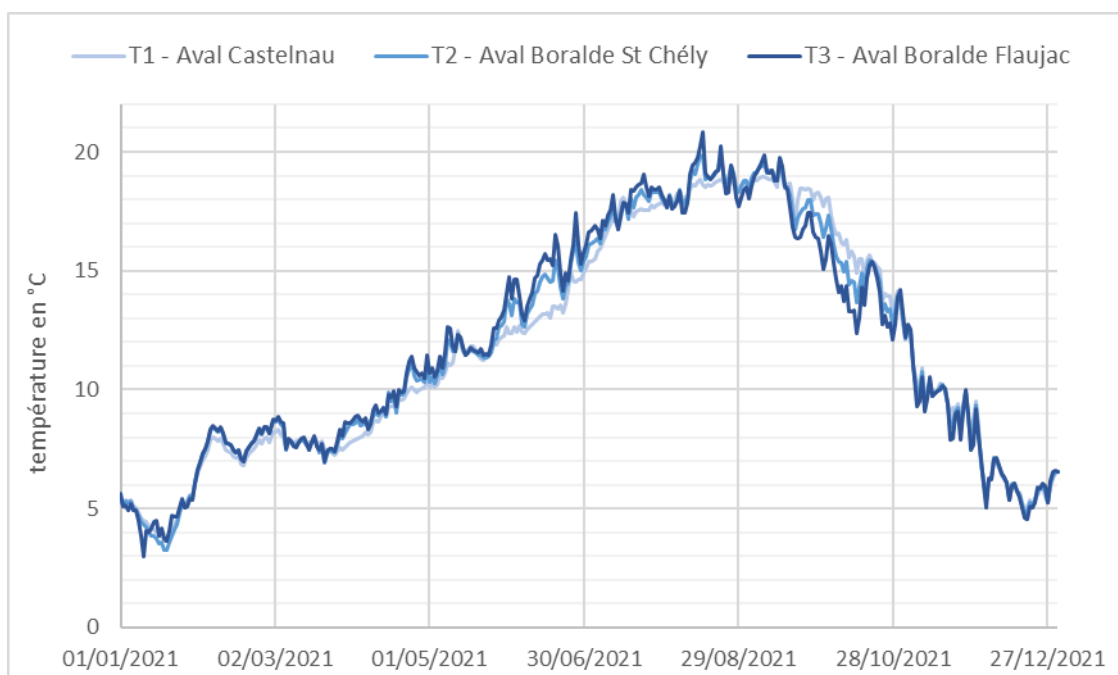


Figure 4 : Régime thermique moyen journalier du Lot à l'aval de Castelnau – T1, T2 et T3 de janvier à décembre 2021

Comme les années précédentes, on constate en premier lieu que les températures à l'aval proche de Castelnau sont très stables, le différentiel de température d'un jour sur l'autre ne dépassant qu'exceptionnellement les 1°C. Ceci traduit l'influence de la retenue d'eau en amont du barrage de Castelnau dont les couches profondes restituées présentent des températures plus stables, tamponnées, moins directement influencées par les températures atmosphériques. La proximité du barrage en T1 empêche également toute « renaturalisation »

de ce régime thermique, que ce soit par l'influence des températures extérieures ou par la reconstitution du débit par les affluents.

Ce n'est plus le cas en T2 puis T3 où les températures reprennent une allure plus naturelle, à la fois sous l'influence des températures atmosphériques ainsi que par le biais, parfois modeste comparativement aux débits turbinés, des apports des affluents.

Les températures journalières sont restées très proches les unes des autres sur les 3 stations durant la période hivernale et jusqu'à la fin du mois de mars. A partir de ce moment-là et jusqu'à la fin du mois d'août, les températures atmosphériques ont induit un réchauffement des eaux en allant vers l'aval. A l'inverse, en fin d'été et à l'automne, les eaux du Lot sont apparues généralement plus fraîches en T3 et T2 qu'en T1.

La température moyenne journalière maximale observée en T1 est de 19,6°C, celle en T2 est égale à 19,9°C et celle en T3 égale à 20,8°C.

4.2. A L'AVAL DE LA CONFLUENCE AVEC LA TRUYERE

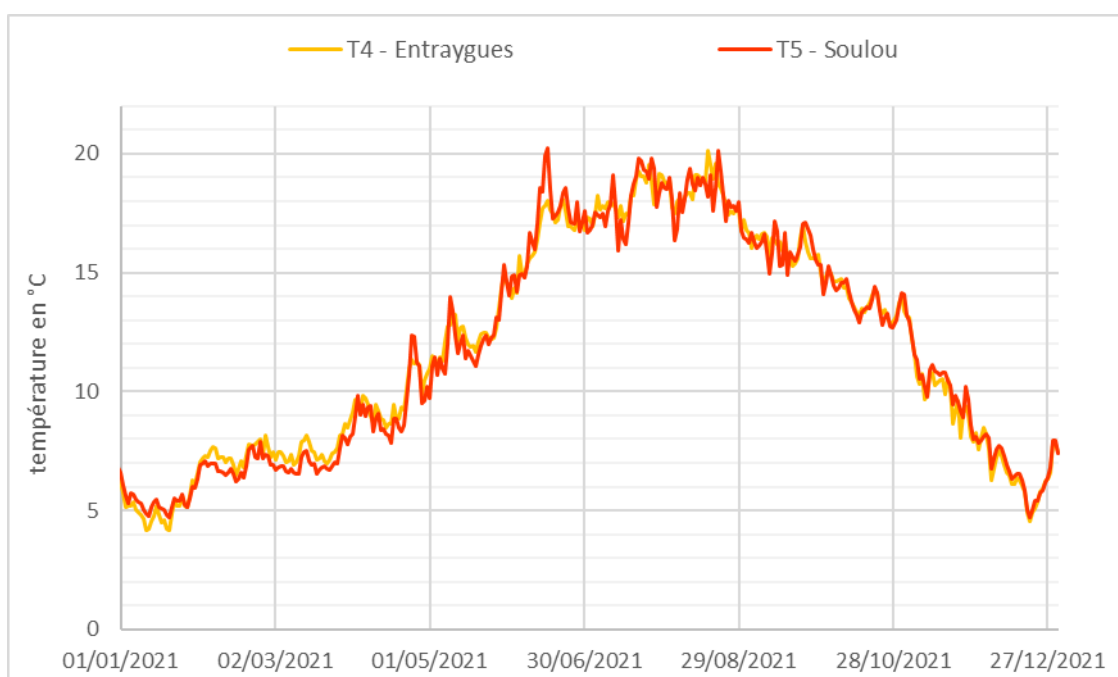


Figure 5 : Régime thermique moyen journalier du Lot à l'aval de la confluence avec la Truyère – T4 et T5 de janvier 2021 à décembre 2021

A l'aval de la Truyère, les eaux du Lot présentent une variabilité plus importante à l'échelle journalière. Les variations de température de plus de 1 degré d'un jour sur l'autre ne sont pas rares.

De manière assez exceptionnelle, les températures à Entraygues et Soulou sont restées proches les unes des autres, y compris en période estivale. Ceci est à rapprocher à la fois des températures extérieures plutôt fraîches pour la période (mais malgré tout plus chaudes que l'eau et donc qui auraient dû la réchauffer) et des turbinés importants (voir figure 9 ci-dessous avec une période estivale assignée en classe 4 par l'indicateur éclusées contre des classes 2 à 3 habituellement).

La température moyenne journalière maximale observée en T4 est de 20,1°C, celle en T5 égale à 20,2°C. Comme en 2020, il s'agit de températures journalières bien plus fraîches que celles observées sur la période 2017-2019.

5. INFLUENCE SUR L'ICHTYOFAUNE

5.1. FREQUENCE DE DEPASSEMENT DE TEMPERATURES -SEUILS

		TMJ > 18°C (Nb jours)	TMJ > 19°C (Nb jours)	TMJ > 20°C (Nb jours)	T° moy. jour. max
T1 - Aval Castelnau	2017	47	28	0	20.0
	2018	61	40	0	19.7
	2019	45	28	0	19.6
	2020	52	18	0	19.4
	2021	58	2	0	19.6
T2 - aval Boralde St-Chély	2017				
	2018	68	40	4	20.2
	2019	59	25	4	20.5
	2020	55	33	2	20.4
	2021	53	21	0	19.9
T3 - Aval Boralde Flaujac	2017				
	2018	67	41	8	20.6
	2019	53	26	7	20.5
	2020	55	35	9	21.2
	2021	54	23	3	20.8
T4 - Entraygues	2017	56	27	6	21.2
	2018	21	17	6	20.8
	2019	47	23	11	21.2
	2020	17	5	0	19.6
	2021	35	11	1	20.1
T5 - Soulou	2017	64	49	36	23.0
	2018	30	24	20	22.5
	2019	67	49	31	22.2
	2020	33	10	3	20.7
	2021	41	15	2	20.2

Tableau 3 : Fréquence de dépassement de températures-seuils (avril 2017 à décembre 2021) de T1 à T5

Le calcul du nombre de jours pour lesquels la température moyenne journalière dépasse les 18°C ou 20°C illustre d'une certaine manière la capacité de chaque tronçon à héberger une population de truite, celle-ci étant influencée négativement par les températures trop chaudes (diminution du recrutement, diminution de l'activité alimentaire, entre autres, lorsque les eaux dépassent 18°C).

Entre Castelnau et Espalion, pour l'année 2021, les températures moyennes journalières en T1 et T2 n'ont jamais dépassé les 20 °C. Ce seuil n'est franchi qu'à 3 reprises en T3. Le nombre de jours à plus de 19°C est également le plus faible des 5 années de suivi. Nous pouvons conclure que l'année 2021 a été la plus fraîche des 5 années d'études sur la durée de la période estivale, et malgré des températures journalières extrêmes pouvant être très ponctuellement supérieures à celles des années précédentes.

A l'aval de la confluence avec la Truyère, les températures sont restées supérieures à 18°C pendant plus d'un mois alors que le seuil des 20°C n'a été franchi qu'une seule journée en T4 et 2 jours en T5. L'année 2021 se positionne comme une année un peu plus chaude que 2020 sur la durée mais reste bien plus fraîche que les années 2017, 2018 et 2019, tant au niveau des durées de dépassement des températures que des températures extrêmes mesurées.

5.2. CALCUL DES NIVEAUX TYPOLOGIQUES THEORIQUES

Les niveaux typologiques théoriques NTT ont été calculés à partir de la méthodologie de **Verneaux** (1973, 1976 et 1977), qui considère que le NTT est dépendant de 3 grands déterminants environnementaux, le métabolisme thermique apprécié par la température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds, le niveau trophique naturel appréhendé grâce à la distance à la source et la dureté calco-magnésienne de l'eau, et les caractéristiques morphodynamiques du cours d'eau (la pente, la largeur du lit mineur et la section mouillée à l'étiage).

$$\text{NTT} = 0,45 \text{ T1} + 0,3 \text{ T2} + 0,25 \text{ T3}$$

$$\text{T1} = 0,55 \text{ t} - 4,34$$

$$\text{T2} = 1,17 [\text{Ln}(d0.D/100)] + 1,5$$

$$\text{T3} = 1,75 [\text{Ln}(\text{Sm}/(p.l^2) \times 100)] + 3,92$$

Avec :

- t = moyenne des températures maximales hebdomadaires du mois le plus chaud en °C,
- d0= distance à la source (km, mesurée par SIG),
- D = dureté calco-magnésienne en mg/l (récupérée sur les stations de suivis physico-chimiques de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne),
- Sm = section mouillée à l'étiage en m² (profondeur et largeur moyenne sur les secteurs étudiés récupérées à partir des stations modélisées),
- P = pente du lit en ‰ (mesurée sur le Géoportail IGN),
- l = largeur du lit mineur en m (mesurée sur le Géoportail IGN).

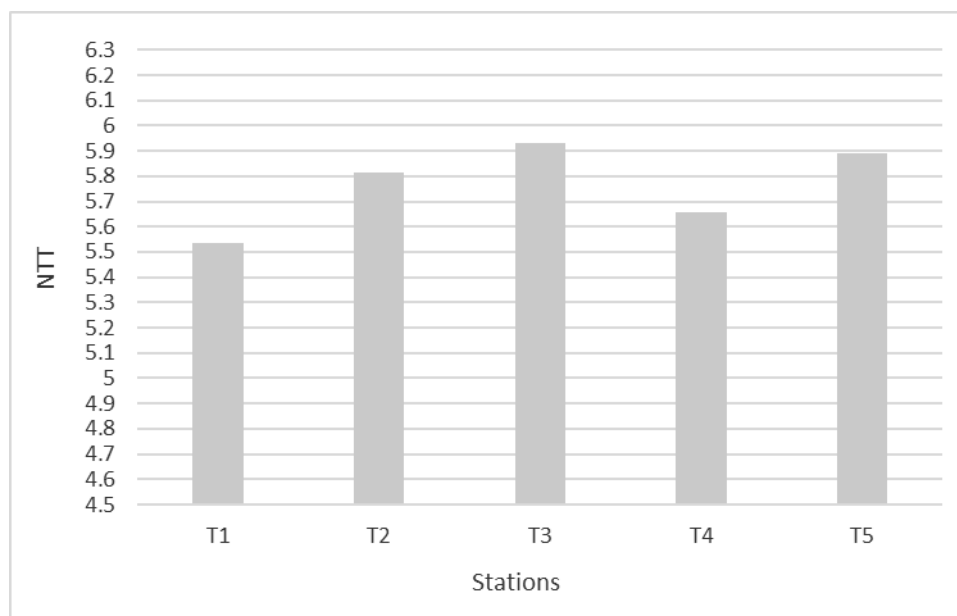


Tableau 4 : Valeurs moyennes des NTT calculées au droit des stations de suivi thermique sur la période 2017-2022

Les valeurs moyennes des NTT varient de 5,6 à 6,1 au niveau du secteur d'études.

Espèce / NTT	5	5.5	6
CHA	3	2	1
TRF	4	4	2
LPP	5	5	4
VAI	3	3	2
LOF	5	4	3
OBR	5	5	4
CHE	3	3	4
GOU	3	3	4
BAF	1	2	3
VAN	1	2	3
BRO	-	0.1	1
PER	-	0.1	1
GAR	-	0.1	1
ABL	-	-	0.1

Tableau 5 : Extrait du tableau de la répartition longitudinale (au sens biotypologique) des abondances optimales potentielles en fonction des NTT des principales espèces rencontrées sur le Lot – échelle de 0 à 5 (Degiorgi et Raymond, 2000)

Les espèces que nous serions en droit d'attendre au niveau des secteurs d'études sont donc :

- En abondances sub-optimales à optimales par rapport à celles obtenues par ces espèces dans d'autres biotypes référentiels, la lamproie de Planer et l'ombre commun. Bien que l'ombre n'ait pas été introduit (à notre connaissance) à l'aval du barrage de Castelnau, les conditions mésologiques pourraient donc également lui convenir.

- En abondances moyennes à sub-optimales par rapport à celles obtenues par ces espèces dans d'autres biotypes référentiels, le chevesne, le goujon et la loche franche.
- En abondances faibles à moyennes par rapport à celles obtenues par ces espèces dans d'autres biotypes référentiels, le vairon, le barbeau et la vandoise.
- En abondances sub-optimales à faibles, par rapport à celles obtenues par cette espèce dans d'autres biotypes référentiels, la truite commune. La tendance amont-aval est la plus marquée chez cette espèce avec une décroissance théorique prononcée de ses abondances sur l'aval du secteur.

Il s'agirait donc d'un peuplement piscicole mixte, composé des salmonidés (truite et ombre) et de leurs petites espèces d'accompagnement, auxquels viennent se joindre plusieurs espèces de cyprinidés rhéophiles. L'amont de chaque tronçon serait plus favorable à la truite et plus globalement aux espèces sténothermes d'eaux froides alors que l'aval de chaque secteur serait théoriquement plus favorable aux cyprins rhéophiles.

5.3. PERIODES DE REPRODUCTION THEORIQUES DES PRINCIPALES ESPECES PISCICOLES

Espèce	Reproduction		
	Photopériode h. de lumière	Saison	T (°C)
Truite	8-10h décroissante	fin Aut.- déb. Hiv.	2-10.5
Ombre	10-12h croissante	fin Hiv.-déb. Print.	7-11
Vandoise	10-12h croissante	fin Hiv.-déb. Print.	7-10
Chabot	10-12h croissante	fin Hiv.-déb. Print.	8-14
Loche franche	12-14h croissante	Printemps	8-12
Lamproie de Planer	12-14h croissante	Printemps	9-13
Barbeau	14-16h croissante	Printemps	14-16
Vairon	14-16h croissante	Printemps	15-17
Goujon	14-16h croissante	Printemps	15-17
Chevesne	14-16h croissante	Printemps	15-18

Tableau 6 : Rappel des périodes de reproduction et des températures théoriques de reproduction des espèces supposées présentes dans le Lot d'après **Poncin, 1996 ; Tissot et Souchon, 2008 ; Bruslé et Quignard, 2001 ; Cowx et Welcomme, 1998 ; Grandmottet, 1983 ; Schlumberger et Elie, 2008 et Pont et al., 2011.**

Schématiquement, on distingue plusieurs espèces ou groupes d'espèces qui vont se reproduire sensiblement à la même période :

- **La truite** est la seule espèce du tableau à se reproduire lorsque la photopériode est décroissante et les températures en baisse (10°C et en dessous). Elle se reproduit donc généralement de novembre à fin décembre-début janvier.
- **Le groupe des lithophiles précoces, formé par l'ombre, le chabot et la vandoise** (1er cyprinidé à se reproduire), qui se reproduit lorsque la photopériode est croissante et les températures atteignent 7-8°C.

- **La loche franche et la lamproie de Planer** se reproduisent lorsque les températures se situent autour de 10 - 12°C et que la période de jour est un peu plus longue,
- **Le groupe des lithophiles printaniers, formé par le barbeau, le goujon, le vairon et le chevesne, se reproduit** à partir du moment où les températures dépassent les 14 °C et que l'on dépasse 14 heures de jour.

Nous avons ensuite relevé les dates d'atteinte de certains seuils thermiques qui nous paraissent déterminants dans le déclenchement de certaines phases biologiques sensibles telles que l'émergence des alevins de salmonidés ou le déclenchement de l'activité de reproduction de certaines espèces par exemple.

		Date d'atteinte 715 degrés.jours depuis 1er décembre année n-1 - Début émergence alevins de salmonidés	TMJ > 7 °C Photopériode Croissante - Début théorique reproduction lithophiles précoces	TMJ > 9 °C Photopériode Croissante - Début généralement constaté reproduction vandoise	TMJ > 14 °C Photopériode Croissante - Début théorique reproduction lithophiles printaniers	TMJ < 10 °C Photopériode Décroissante - Début théorique reproduction truite
T1 - Aval Castelnau	2017				09-juin	18-nov
	2018	23-mars	14-mars	18-avr	11-juin	22-nov
	2019	26-mars	06-mars	13-avr	22-juin	10-nov
	2020	11-mars	07-févr	25-mars	25-juin	23-nov
	2021	17-mars	19-févr	15-avr	24-juin	16-nov
T2 - Rauzières Basses	2017					
	2018				09-juin	22-nov
	2019	28-mars	06-mars	13-avr	16-juin	10-nov
	2020	10-mars	08-mars	20-mars	21-juin	20-nov
	2021	17-mars	02-févr	15-avr	23-juin	16-nov
T3 - Espalion	2017					
	2018				08-juin	22-nov
	2019	30-mars	09-mars	13-avr	17-juin	10-nov
	2020	10-mars	08-mars	20-mars	21-juin	20-nov
	2021	16-mars	02-févr	15-avr	10-juin	17-nov
T4 - Entraygues	2017				23-mai	17-nov
	2018	19-mars	29-mars	15-avr	30-mai	25-nov
	2019	23-mars	06-mars	18-avr	12-juin	10-nov
	2020	07-mars	09-févr	05-avr	16-mai	20-nov
	2021	15-mars	23-mars	20-avr	29-mai	19-nov
T5 - Soulou	2017				21-mai	17-nov
	2018	22-mars	02-avr	19-avr	27-mai	27-nov
	2019	21-mars	07-mars	18-avr	31-mai	11-nov
	2020	08-mars	29-févr	05-avr	20-mai	20-nov
	2021	16-mars	27-mars	22-avr	29-mai	19-nov

Tableau 7 : Récapitulatif des dates d'atteintes des différents seuils thermiques sur le Lot entre T1 et T5, de 2017 à 2021

Ainsi, l'émergence des alevins de salmonidés est susceptible d'avoir débuté en 2021 autour de la mi-mars aussi bien à l'aval de Castelnau qu'à l'aval de la confluence avec la Truyère. Il s'agit d'une date « dans la moyenne » comparativement aux autres années.

La période théorique de reproduction des lithophiles précoces est ensuite particulièrement étendue à l'aval de Castelnau, favorisée par des températures très douces pour la période au cours du mois de février. Les vandoises et chabots ont théoriquement pu débuter leurs reproductions dès le début du mois de février sur ce secteur. Malgré tout, le seuil des 9°C n'est strictement dépassé qu'à partir de la mi-avril indiquant de manière plus probable, une reproduction de ces espèces fin mars-début avril. A l'aval de la confluence avec la Truyère,

les dates d'atteinte des seuils des 7°C puis 9°C sont comprises entre la fin mars et la deuxième décennie du mois d'avril.

Concernant les lithophiles printaniers (barbeau, vairon, chevesne et goujon), leurs reproductions ont pu théoriquement débuter avant la mi-juin en aval de Castelnau, avec un décalage d'environ 15 jours entre l'amont et l'aval du secteur et à la fin du mois de mai, classiquement, pour l'aval de la confluence avec la Truyère.

Enfin, concernant la truite commune, la reproduction a théoriquement pu s'enclencher peu après la mi-novembre (16 au 19 novembre selon les stations et secteurs), aussi bien à l'aval de Castelnau qu'à l'aval de la confluence avec la Truyère.

6. CONCLUSION

Le barrage de Castelnau délivre au Lot des eaux fraîches, issues des couches profondes de la retenue amont, qui vont se réchauffer en allant vers l'aval sous l'effet des températures atmosphériques printanières et estivales. Pour l'année 2021, nos enregistrements ont mis en évidence des températures estivales les plus fraîches ou parmi les plus fraîches de la série chronologique. En effet, les températures moyennes journalières à l'aval proche de Castelnau et à Rauzières basses n'ont jamais dépassé les 20°C alors que la durée de dépassement du seuil des 19°C, inférieure à 1 mois sur la station la plus chaude, est restée la plus faible des 5 années d'études.

A l'aval de la confluence avec la Truyère, les températures enregistrées à Entraygues et Soulou, stations pourtant distantes d'environ 15 km, sont restées très proches sur la totalité de la chronique, y compris en période estivale, ce qui est pour le moins atypique. Ceci est en lien avec les températures atmosphériques estivales fraîches ainsi que les turbines plus conséquents qu'habituellement à cette période de l'année. L'année 2021 constitue également l'année la plus fraîche de la série chronologique à Soulou. Les températures journalières n'ont dépassé le seuil des 20°C qu'une seule journée à Entraygues et 2 jours à Soulou durant l'été 2021.

Aussi bien l'aval du barrage de Castelnau que l'aval de la confluence avec la Truyère correspondent à des valeurs de NTT (biotypologie des milieux) comprises entre 5,5 et 6, et où le peuplement piscicole attendu est un peuplement mixte, constitué de salmonidés (truite et ombre), petites espèces d'accompagnement des salmonidés (chabot, loche franche, lamproie de Planer et vairon) et cyprinidés rhéophiles (vandoise, barbeau, goujon et chevesne).

Selon le régime thermique de chacun des tronçons, l'émergence des alevins de salmonidés a vraisemblablement débuté, en 2021, autour de la mi-mars à l'aval de Castelnau ainsi qu'à l'aval de la confluence avec la Truyère.

Les températures plus douces que la normale au mois de février sur le secteur amont, aurait pu induire une reproduction plus précoce de la vandoise et du chabot. Ce n'est pas ce que nous avons constaté lors des suivis biologiques (**Cazeneuve et Lascaux, 2021**) avec un début de reproduction de la vandoise dans les premiers jours du mois d'avril sur ce tronçon, observation plus en accord avec le seuil thermique des 9°C. A l'aval de la confluence avec la Truyère, ces espèces et l'ombre commun ont théoriquement dû débuter leurs reproductions à la fin du mois de mars et c'est ce que nous avons effectivement constaté sur le terrain.

Concernant les lithophiles printaniers (barbeau, vairon, chevesne et goujon), le seuil thermique des 14°C a été atteint dès la fin du mois de mai à l'aval de la Truyère et un peu avant la mi-juin pour le secteur à l'aval de Castelnau. Les observations biologiques réalisés sont restées en accord avec ces seuils de températures.

Enfin, concernant la truite commune, la reproduction a théoriquement pu s'enclencher peu après la mi-novembre au niveau des 2 secteurs investigués.

7. BIBLIOGRAPHIE

Baras E., 1994. Constraints imposed by high densities on behavioural spawning strategies in the barbel, *Barbus barbus*. *Folia zoologica*, 43, 255-266.

Bruslé et Quignard, 2001. Biologie des poissons d'eau douce européens. *Ed. Tec et Doc*. 597 p.

Cazeneuve L et Lascaux J.M., 2021. Suivis biologiques sur le Lot à l'aval des aménagements hydroélectriques de Castelnau, Golinhaç et Cambeyrac. Rapport ECOGEA pour SMB Lot n°210511.

Cowx I.G. and Welcomme R.L., 1998. Rehabilitation of rivers for fish. Fishing News Books, 260 p.

Degiorgi F. et Raymond J.C., 2000. Utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité globale des écosystèmes d'eau courante – Guide technique. Rapport CSP DR 5 et Agence de l'Eau RMC. 191 p + annexes.

Grandmottet J.P., 1983. Principales exigences des Téléostéens dulcicoles vis à vis de l'habitat aquatique.

Huet M. (1949). Aperçu des relations de la pente et des populations piscicoles des eaux courantes Schweiz. Z ; Hydrol., II (3-4) : 332-351.

Poncin P., 1996. Reproduction chez nos poissons. ASBL (Eds.), 80 p.

Pont, D., Delaigue, O., Belliard, J., Marzin, A. et Logez, M., 2011. Programme IPR+ : Révision de l'indice poisson rivière pour l'application de la DCE.

Schlumberger O. et Elie P., 2008. Poissons des lacs naturels français : Ecologie des espèces et évolution des peuplements. Editions Quae, 211 p.

Tissot L. et Souchon Y., 2008. Etat des connaissances sur les préférences thermiques des principales espèces de poissons des eaux continentales françaises. EDF R&D CEMAGREF, 40 p.

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

Verneaux J., 1976a. Biotypologie de l'écosystème "eaux courantes". La structure biotypologie, CR Acad Sci Paris, 283, série D, 1663-66.

Verneaux J., 1976b, Biotypologie de l'écosystème "eaux courantes". Les groupements socio-écologiques, CR Acad Sci Paris, 283, série D, 1791-93.

Verneaux J., 1977a. Biotypologie de l'écosystème "eaux courantes". Déterminisme approché de la structure biotypologique, CR Acad Sci Paris, 284, série D, 77-79.

Verneaux J., 1977b. Biotypologie de l'écosystème "eaux courantes". Déterminisme approché de l'appartenance typologique d'un peuplement ichtyologique, CR Acad Sci Paris, 284, série D, 675-78.