



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



Le Lot en aval du pont de Saint-Côme-d'Olt



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

Rapport ECOGEA
n° 220936B
Mai 2023

VALIDATION	
Version	Mai 2023 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	2
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 débit et du niveau des eaux en aval d'aménagements de production d'énergie hydroélectrique. L'eau est stockée dans de grandes retenues lorsque la demande d'énergie électrique sur le réseau, plus faible, peut être couverte par les moyens de production de base (nucléaire, hydraulique fil de l'eau ...) et/ou des moyens de production intermittents (éolien, solaire). Elle est turbinée en période de forte demande sur le réseau ou pour équilibrer les productions intermittentes (pas de vent, pas de soleil), afin d'ajuster rapidement la production à la consommation.

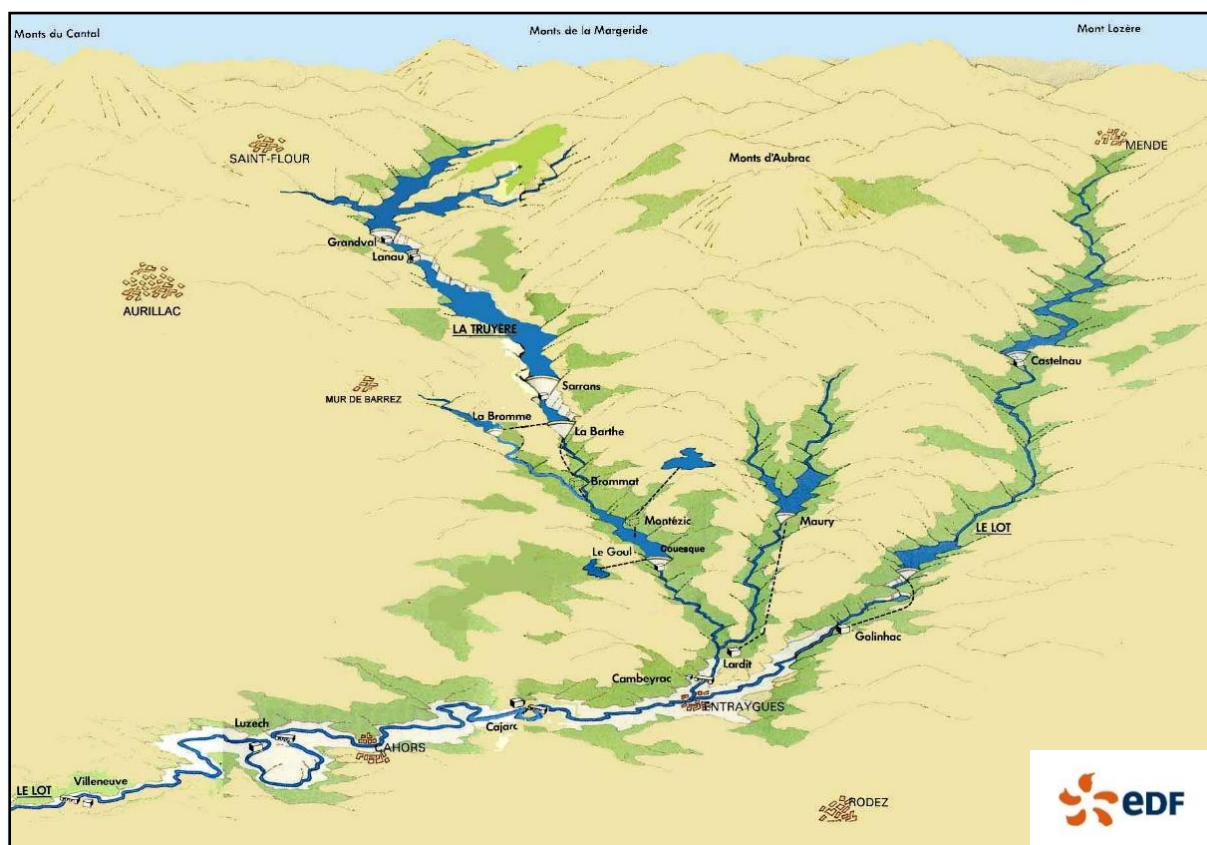


Figure 1 : Vue des bassins versants amont du Lot et de la Truyère et de leurs aménagements hydroélectriques.

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

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).

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, Golin hac 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.

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 pour SMBV Lot**, 2022 pour le tronçon à l'aval de Castelnau). 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. Ces suivis se présentent désormais sous la forme d'échantillonnages piscicoles et d'enregistrements en continu du régime thermique sur le Lot en aval du barrage de Castelnau et en aval de la confluence avec la Truyère. Nous disposons également des données hydrologiques, qui sont quant-à-elles propriété d'EDF à Espalion et de la DREAL à l'aval de la confluence Lot Truyère.

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 2022.

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

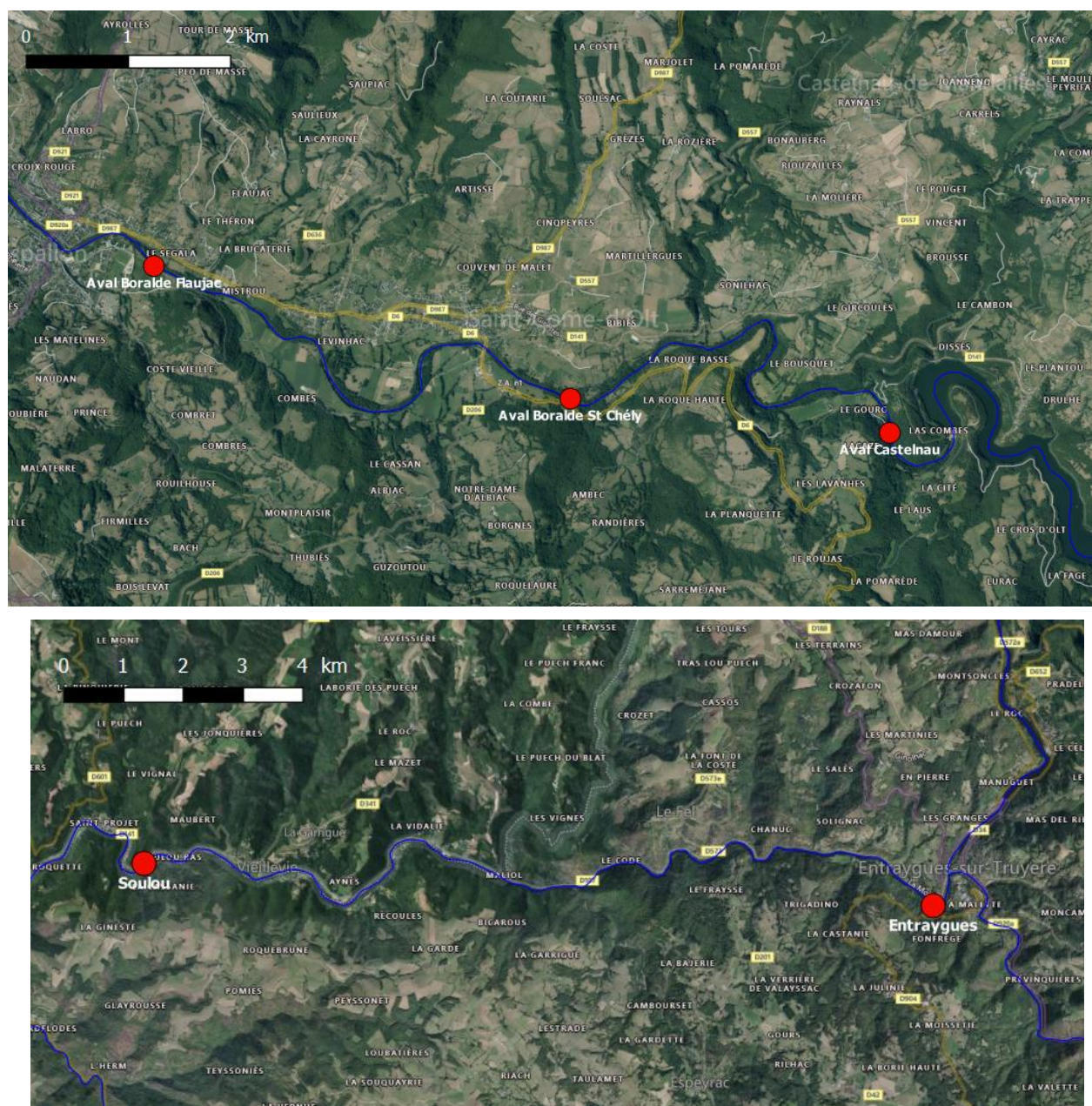


Figure 2 : Localisation des enregistreurs de température sur le Lot à l'aval du barrage de Castelnau et à l'aval de la confluence avec la Truyère

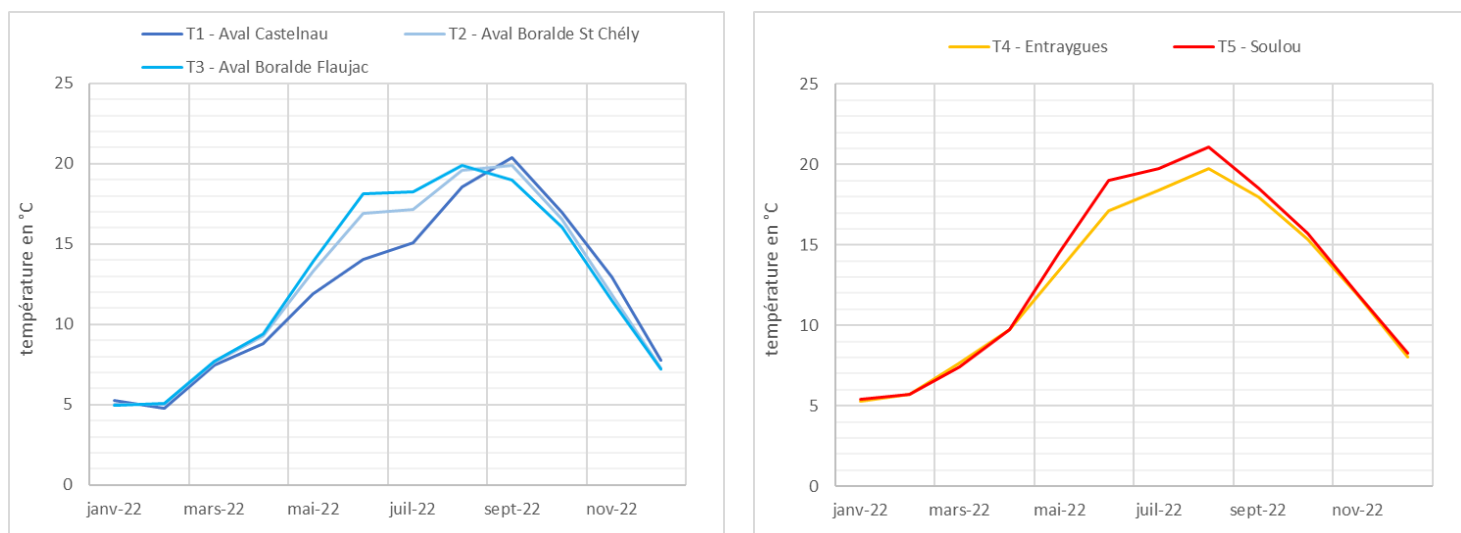
Ces thermographes enregistrent la température des eaux du Lot, au pas de temps horaire, depuis avril 2017 (Aval Castelnau, Entraygues et Soulou) ou mai 2018 (Aval Boralde St Chély et Aval Boralde de Flaujac).

3. REGIME THERMIQUE MOYEN MENSUEL DU LOT

Le tableau suivant récapitule les valeurs des températures moyennes mensuelles enregistrées au cours de l'année 2022.

	T1 - Aval Castelnau	T2 - Aval Boralde St Chély	T3 - Aval Boralde Flaujac	T4 - Entraygues	T5 - Soulou
janv-22	5.2	5.0	4.9	5.3	5.4
févr-22	4.7	5.0	5.1	5.7	5.7
mars-22	7.4	7.6	7.7	7.7	7.4
avr-22	8.8	9.3	9.4	9.7	9.8
mai-22	11.9	13.3	13.9	13.5	14.6
juin-22	14.1	16.9	18.1	17.1	19.0
juil-22	15.1	17.1	18.2	18.4	19.8
août-22	18.6	19.6	19.9	19.7	21.1
sept-22	20.4	19.9	19.0	18.0	18.5
oct-22	16.9	16.5	16.1	15.3	15.7
nov-22	13.0	11.8	11.5	11.9	11.9
déc-22	7.7	7.3	7.2	8.0	8.3

Tableau 2 : Températures moyennes mensuelles de janvier à décembre 2022



A l'aval proche de Castelnau (T1), les températures moyennes mensuelles ont évolué entre 4,7°C au mois de février et 20,4°C au mois de septembre 2022. Alors que sur ce tronçon, les températures enregistrées sont restées proches pour les 3 thermographes en début d'année,

le réchauffement des eaux de l'amont vers l'aval débute au mois d'avril et se prolonge jusqu'au mois d'août. Le différentiel de température entre T1 et T3 a été le plus important au mois de juin (égal à 4°C). A partir du mois de septembre, les températures deviennent plus chaudes en sortie du barrage et se rafraichissent lentement en descendant vers l'aval. Cette tendance s'est prolongée jusqu'à la fin d'année 2022.

A l'aval de la confluence avec la Truyère, on assiste sensiblement aux mêmes signaux (températures proches en début et fin d'année et réchauffement des eaux de l'amont vers l'aval au printemps et en été), avec toutefois des valeurs extrêmes égales à 19,7°C et 21,1°C atteintes au mois d'août (et non pas septembre comme en T1 et T2).

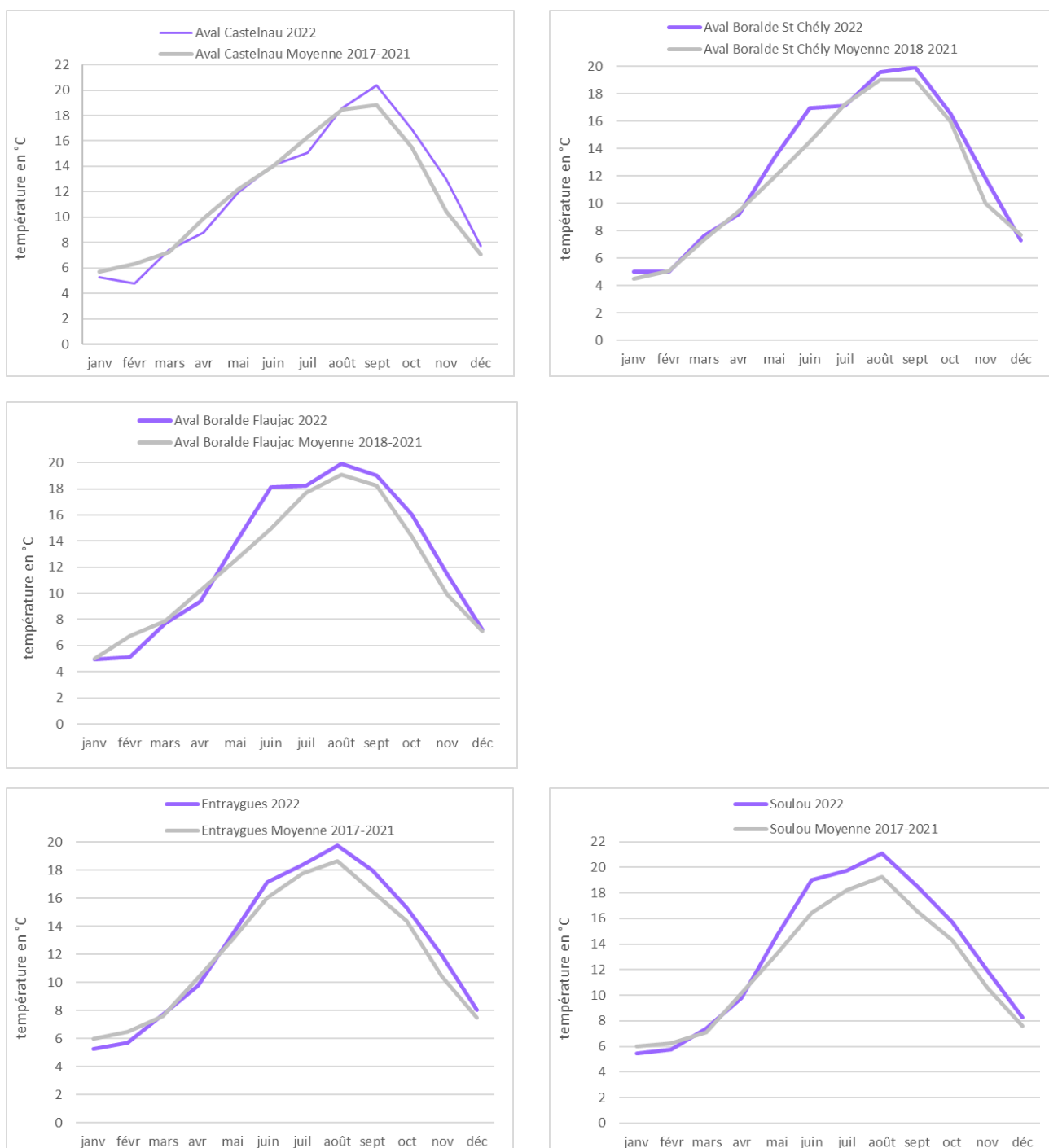


Figure 4 : Comparaison des températures moyennes mensuelles du Lot de T1 à T5 au cours de l'année 2022 avec les températures moyennes mensuelles interannuelles (2017-2021 ou 2018-2021 selon les stations)

Comparativement aux années précédentes, on constate des températures moyennes mensuelles inférieures ou égales aux moyennes interannuelles en sortie du barrage de Castelnau jusqu'au mois d'août 2022. **Par contre, la température moyenne mensuelle du mois de septembre a dépassé les 20°C, ce qui est une première sur cette station. Ce constat est vraisemblablement en lien avec les travaux réalisés au niveau du barrage de Castelnau en septembre 2022 qui ont nécessité un abaissement important du niveau de la retenue (et donc une eau lâchée en aval de l'aménagement issue d'une couche d'eau plus proche de la surface que la normale), à une période où les températures extérieures étaient encore chaudes.** L'inertie thermique des eaux de la retenue se fait ensuite ressentir durant toute la période automnale et le début de l'hiver, les températures mensuelles restant supérieures aux moyennes interannuelles.

A l'aval de la Boralde de St-Chély (T2) et de la Boralde de Flaujac (T3), nous retiendrons des températures moyennes mensuelles supérieures aux moyennes interannuelles à partir du mois de mai et jusqu'au mois de novembre. C'est en juin que les plus grands écarts aux moyennes sont observés, égaux à 2,4°C en T2 et 3,1°C en T3. Notons que sur ces 2 stations, les températures moyennes mensuelles n'ont pas dépassé les 20°C.

A l'aval de la confluence avec la Truyère (T4 et T5), les températures moyennes mensuelles sont restées proches des moyennes saisonnières jusqu'au mois d'avril. C'est à partir du mois de mai, sous l'influence de températures extérieures particulièrement chaudes que les écarts aux moyennes se sont créés et étaient d'autant plus importants que l'on s'éloigne des retenues. **En T4, la température moyenne mensuelle maximale a été égale à 19,7°C, soit une valeur supérieure à la moyenne interannuelle de 1,1°C. A Soulou (T5), la température moyenne mensuelle maximale a été égale à 21,1°C, valeur supérieure à la moyenne interannuelle de 1,8°C.** A l'instar du tronçon amont, les eaux sont ensuite restées plus chaudes que la moyenne jusqu'au mois de décembre.

4. REGIME THERMIQUE MOYEN JOURNALIER DU LOT

4.1. AU NIVEAU DU SECTEUR CASTELNAU-ESPALION

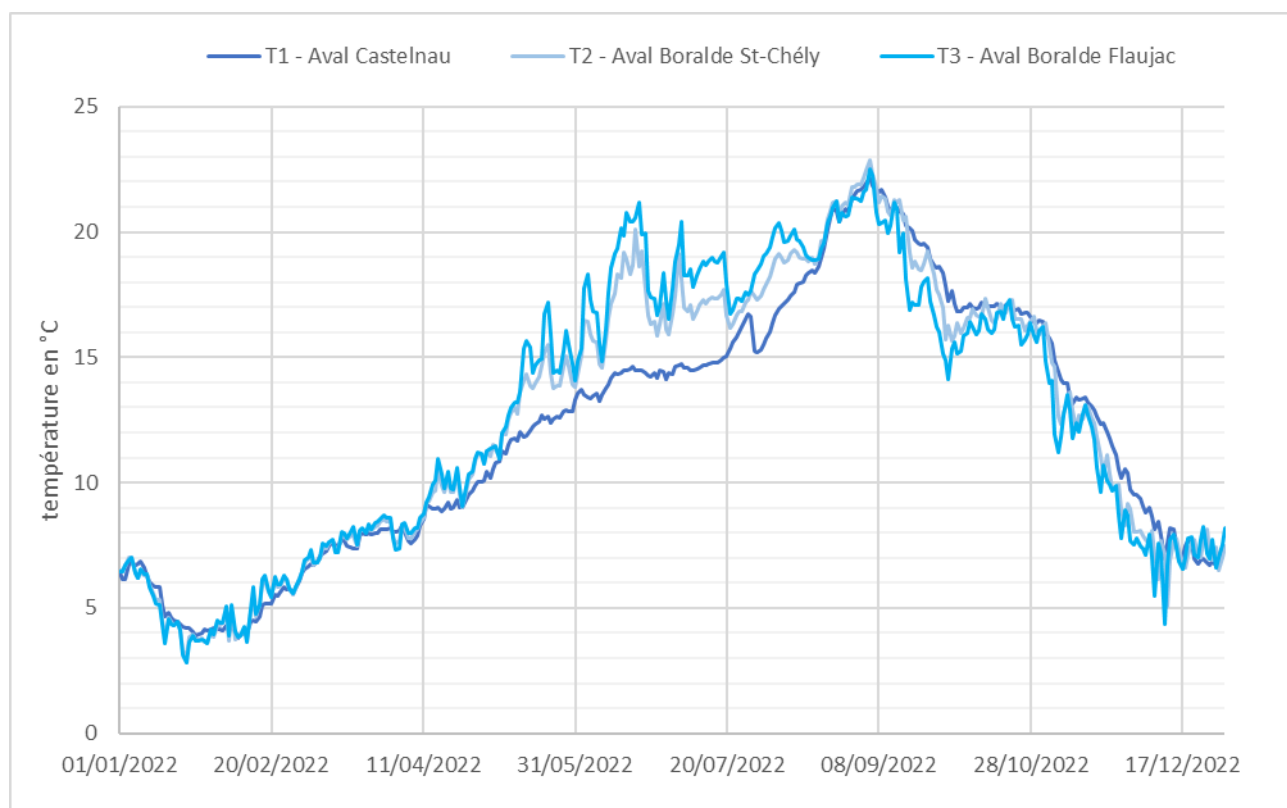


Figure 5 : Régime thermique moyen journalier du Lot à l'aval de Castelnau – T1, T2 et T3 de janvier à décembre 2022

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 « renaturation » 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 mi-avril. A partir de ce moment-là et jusqu'au 20 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 22,2°C, celle en T2 est égale à 22,9°C et celle en T3 égale à 22,5°C. Il s'agit des températures moyennes journalières les plus chaudes enregistrées depuis le début du suivi, supérieures aux valeurs maximales, de 2,2°C en T1, 2,4°C en T2 et 1,3°C en T3.

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

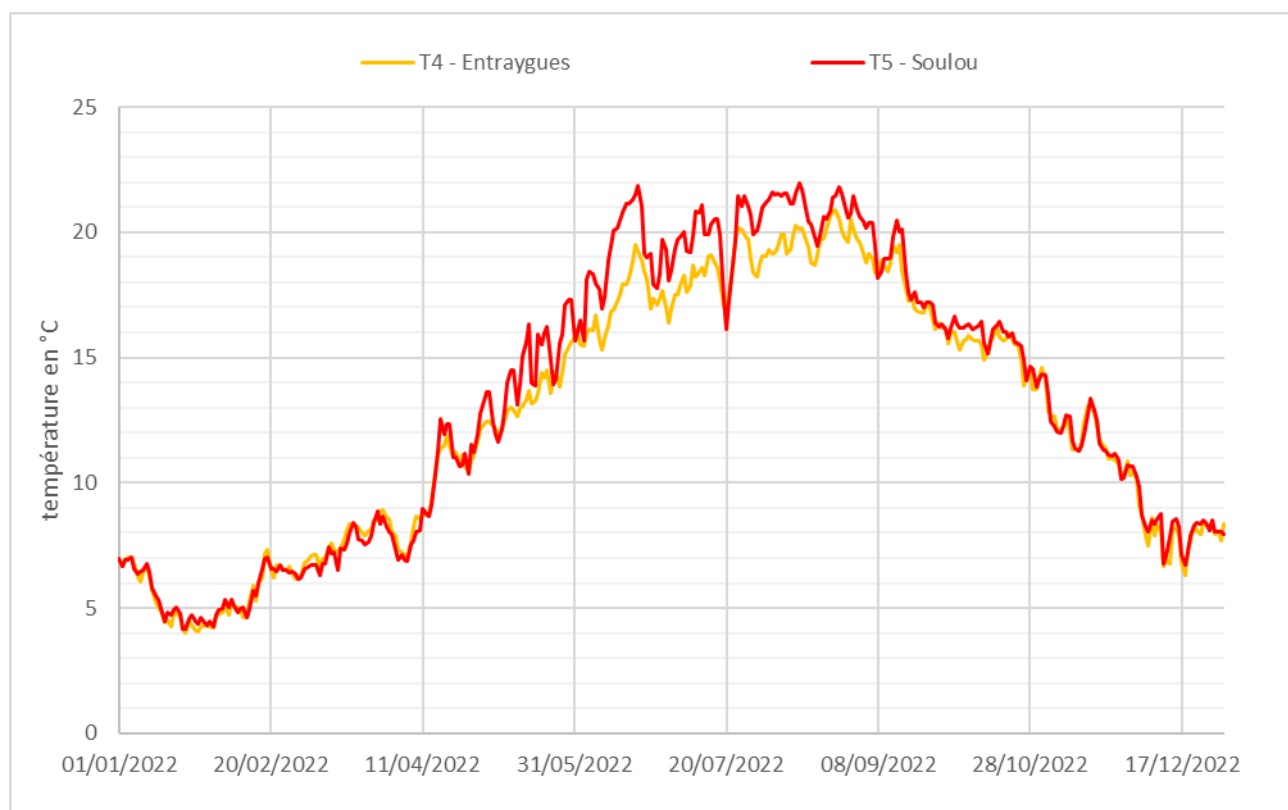


Figure 6 : Régime thermique moyen journalier du Lot à l'aval de la confluence avec la Truyère – T4 et T5 de janvier à décembre 2022

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.

L'allure des courbes est sensiblement la même que sur le tronçon amont, avec des températures journalières qui sont restées proches entre T4 et T5 jusqu'à la fin du mois d'avril, puis, sous l'influence des températures extérieures parfois caniculaires, se réchauffant en allant vers l'aval jusqu'au début du mois de septembre. Le différentiel de température entre les 2 thermographes est très faible à l'automne et en début d'hiver sous l'influence des turbines qui limitent l'influence des températures atmosphériques.

La température moyenne journalière maximale observée en T4 est de 20,9°C, celle en T5 égale à 21,9°C. Il ne s'agit pas ici des plus fortes valeurs journalières enregistrées depuis le début du suivi.

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
	2022	47	35	29	22.2
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
	2022	66	39	28	22.9
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
	2022	83	58	34	22.5
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
	2022	75	45	13	20.9
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
	2022	97	83	61	21.9

Tableau 3 : Fréquence de dépassement de températures-seuils (avril 2017 à décembre 2022) 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).

Pour l'année 2022, à l'aval proche du barrage de Castelnau (T1), les températures moyennes journalières ont dépassé les 20°C durant 29 jours alors que cette température n'avait jamais été atteinte depuis le début du suivi. Ce fait est à rapprocher

de l'abaissement de la retenue de Castelnau lors des travaux fin août-début septembre, conduisant à la restitution d'eaux moins profondes qu'à l'accoutumée, conjugué à l'effet de températures atmosphériques caniculaires sur la masse d'eau.

Ce seuil des 20°C est dépassé également environ 1 mois en T2 et T3, ce qui est également exceptionnel sur ces stations.

A l'aval proche de la confluence avec la Truyère (T4), la durée de dépassement du seuil des 20°C, bien que la plus forte de la série temporelle, n'est pas exceptionnelle (13 jours). Par contre, on y constate une augmentation importante de la durée de dépassement des seuils de 18°C et 19°C. Enfin, à Soulou, les différents seuils de températures sont dépassés durant environ 1 mois supplémentaire comparativement aux plus fortes valeurs observées jusqu'alors.

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).

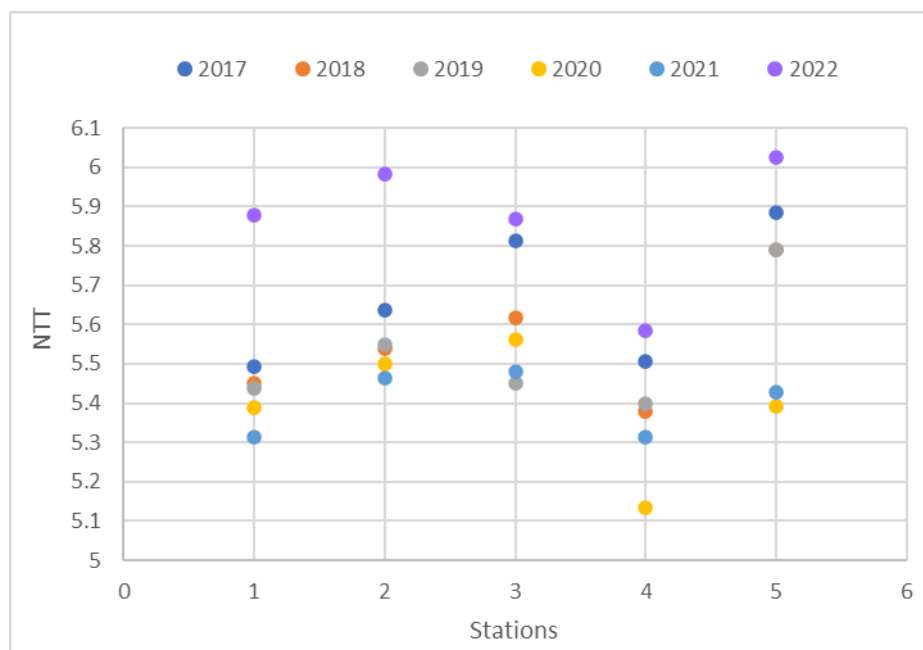


Figure 7 : Valeurs des NTT calculées au droit des stations de suivi thermique sur la période 2017-2022

Les valeurs moyennes des NTT varient de 5,4 à 5,7 au niveau du secteur d'études. Pour l'année 2022, les températures plus chaudes conduisent à rehaussement du NTT, de manière plus importante au niveau des stations T1 et T2 (gain d'environ 0,4 point sur ces stations). Ces valeurs du NTT varient de 5,6 à 6,0 pour l'année 2022 selon les stations.

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 4 : 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 5 : 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
	2022	31-mars	08-mars	12-avr	11-juin	30-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
	2022	01-avr	09-mars	12-avr	14-mai	24-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
	2022	31-mars	08-mars	12-avr	14-mai	23-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
	2022	26-mars	11-mars	14-avr	20-mai	03-déc
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
	2022	25-mars	11-mars	14-avr	10-mai	03-déc

Tableau 6 : Récapitulatif des dates d'atteintes des différents seuils thermiques sur le Lot entre T1 et T5, de 2017 à 2022

Ainsi, l'émergence des alevins de salmonidés est susceptible d'avoir débuté en 2022 à la fin du mois de mars aussi bien à l'aval de Castelnau qu'à l'aval de la confluence avec la Truyère. Il s'agit d'une date plutôt tardive comparativement aux autres années.

Les vandoises et chabots ont théoriquement pu débuter leurs reproductions aux alentours de la première décade du mois de mars. Malgré tout, le seuil des 9°C n'est strictement dépassé que peu avant la mi-avril indiquant de manière plus probable, une reproduction de ces espèces peu avant la mi-avril. On observe sensiblement les mêmes dates clefs à l'aval de la confluence avec la Truyère.

Concernant les lithophiles printaniers (barbeau, vairon, chevesne et goujon), leurs reproductions ont pu théoriquement débuter autour de la mi-mai en aval de Castelnau, avec un décalage d'environ 25 jours entre l'amont et l'aval du secteur. Il s'agit de dates de reproduction très précoces comparativement à l'accoutumée. Pour l'aval de la confluence avec la Truyère, leurs reproductions sont susceptibles d'avoir débuté aux alentours du 10 mai, ce qui est également précoce.

Enfin, concernant la truite commune, la reproduction a théoriquement pu s'enclencher peu à la fin du mois de novembre voire début décembre pour l'aval de la confluence avec la Truyère soit un décalage d'environ 15 jours par rapport aux dates généralement observées.

6. CONCLUSION

Le barrage de Castelnau délivre au Lot des eaux généralement 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 2022, nos enregistrements ont mis en évidence les températures les plus chaudes de la série chronologique suivie sur ce tronçon, en absolu et dans la durée**, avec notamment des températures moyennes journalières qui ont dépassé les 20°C à l'aval proche du barrage de Castelnau, ce qui n'était jamais arrivé depuis le début du suivi en 2017. **Ce constat est à rapprocher des travaux réalisés à l'automne au niveau du barrage de Castelnau et qui ont nécessité un abaissement du niveau de la retenue dont les eaux ont été réchauffées de manière importante par les épisodes de canicule successifs.**

Le constat est un peu différent à l'aval de la confluence avec la Truyère. Les eaux y ont été particulièrement chaudes sur la durée, sans toutefois atteindre les valeurs maximales de la chronologie de suivis.

De ce fait, le calcul des NTT, conduit à des valeurs comprises entre 5,8 et 6,0 à l'aval de Castelnau, et comprises entre 5,5 et 6,0 à l'aval de la Truyère. Ce sont des valeurs plus élevées qu'habituellement, qui traduisent notamment des conditions de l'année moins favorables pour la truite. Cela ne remet toutefois pas encore en cause la nature des peuplements piscicoles de ces 2 secteurs de Lot. Le peuplement piscicole qui y est 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).

D'un point de vue biologique et selon les températures enregistrées, nous supposons un début d'émergence des alevins de truite à la fin du mois mars pour l'année 2022. Les vandoises et chabots ont vraisemblablement pu débuter leurs reproductions un peu avant la mi-avril. Chez les lithophiles printaniers, leurs reproductions ont débuté très précocement à l'aval de Castelnau, dès la mi-mai et aux alentours du 10 mai pour l'aval de la confluence avec la Truyère. Enfin, avec des eaux qui ont tardé à se refroidir à l'automne, la reproduction des truites n'a vraisemblablement pu s'enclencher qu'à la fin du mois de novembre ou dans les premiers jours du mois de décembre selon les tronçons.

7. BIBLIOGRAPHIE

- AGERIN/ONEMA, 2016.** Etude de l'impact écologique du fonctionnement par éclusées sur le Lot de l'aval de Castelnau jusqu'au Port d'Agrès. Rapport pour l'Entente Lot - V8. 234 p.
- Bruslé et Quignard, 2001.** Biologie des poissons d'eau douce européens. *Ed. Tec et Doc.* 597 p.
- Cazeneuve L., et Lascaux J.M., 2018.** Suivis biologiques réalisés en 2017 sur le Lot à l'aval des aménagements hydroélectriques fonctionnant par éclusées de Castelnau, Golinhaç et Cambeyrac. Rapports ECOGEA pour SMB Lot.
- Cazeneuve L., et Lascaux J.M., 2022.** Synthèse de l'impact des éclusées sur le Lot à l'aval de Castelnau et pistes d'amélioration pour les peuplements piscicoles. Rapport ECOGEA pour SMB Lot.
- Courret D., Larinier M. et Baran P., 2014.** Développement d'une méthodologie de caractérisation des éclusées hydroélectriques et définition d'un indicateur du niveau de la perturbation hydrologique induite (seconde version). Rapport ONEMA pôle écohydraulique RA.14.02. 104 pages.
- 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.
- 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.