

ÉVALUATION DE L'IMPACT INDUIT SUR LES POPULATIONS PISCICOLES PAR LE BARRAGE DE LA GALAUBE SUR L'ALZEAU



Mars 2023

Table des matières

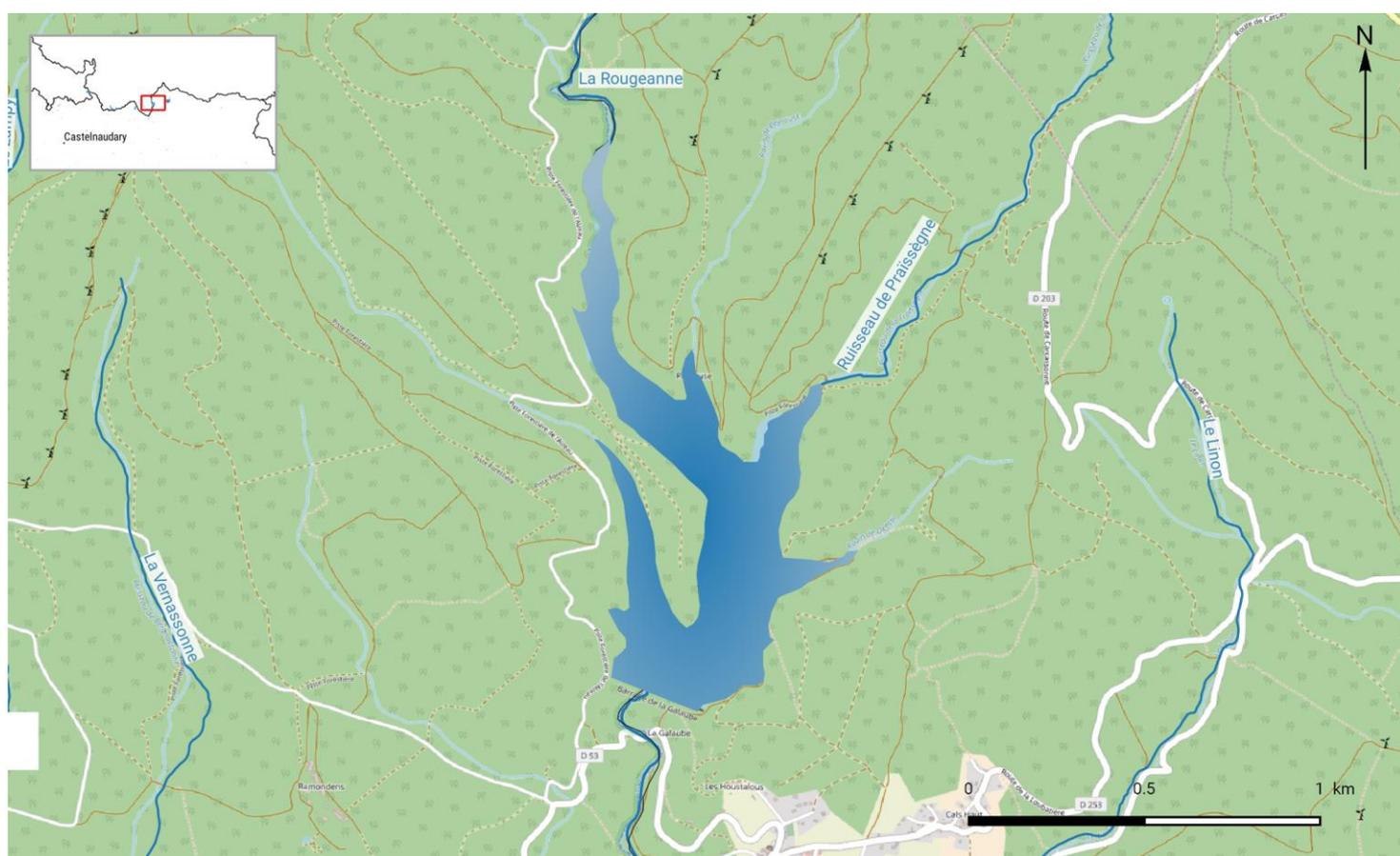
1. Présentation générale du plan d'eau dans son contexte hydrographique :	3
2.1 Statut du plan d'eau et caractéristiques du peuplement piscicole :	5
2.2 Caractéristiques et évolution du peuplement piscicole de l'Alzeau :	5
3. Matériel et méthode :	6
3.1 Inventaires piscicoles :	6
3.2 Matériel de pêche :	6
3.3 Analyse des données :	7
3.4 L'indice Poisson Rivière :	8
3.5 Évaluation de la qualité thermique :	8
4. Présentation des résultats :	10
4.1 Caractéristiques des opérations et méthodologie d'échantillonnage :	10
4.2 Caractéristiques morpho-dynamiques des deux stations :	11
4.3 Comparaison des compositions spécifiques	13
4.4 Analyse des classes de taille des espèces repères et cibles sur les deux stations :	13
4.5 Analyse de qualité des peuplements : Indice Poisson Rivière (IPR) et biotypologie de Verneaux	14
4.6 Analyse diachronique intra-stationnelle de l'évolution des peuplements piscicoles (données OFB) :	15
4.7 Analyse comparative inter-stationnelle des évolutions des densités en TRF piscicoles (données OFB/ FDAAPPMA 11) :	16
5 Régimes thermiques de l'Alzeau amont et en aval du Barrage de la Galaube :	17
5.1 Station Alzeau Amont :	17
5.2 Station Peyreblanque (Affluent amont Galaube) :	18
5.3 Station Alzeau Aval :	19
5.4 Analyse des effets de la retenue sur le régime thermique de l'Alzeau :	20
6 Synthèse et interprétation des résultats	21
Synthèse des éléments bibliographiques :	23
Liste des Annexes :	24
Annexe 1 : SUIVI DES FRAYERES A TRUITE SUR LE BASSIN DE L'ALZEAU	25
Annexe 2 : Illustrations photographiques de l'inventaire piscicole de la station Aval « Prise d'Alzeau » le 27/09/2022	26
Annexe 3 : Illustrations photographiques de l'inventaire piscicole de la station Amont « Gué de Rietge » le 27/09/2022	27

1. Présentation générale du plan d'eau dans son contexte hydrographique :

Construit entre 1999 et 2001, le barrage de La Galaube est un ouvrage de stockage d'eau et de régulation de l'alimentation de la rigole de la Montagne. Il a pour objectifs d'améliorer le niveau et le degré de satisfaction des besoins normalement assurés par le système hydraulique de la Montagne noire, à savoir la distribution de l'eau potable, l'irrigation et la navigation (10% des volumes), ainsi que de garantir la salubrité par restitution au milieu naturel (débit réservé de 70l/s). Ainsi, cet ouvrage est reconnu d'intérêt général et d'utilité publique par décret du 24 Juin 1998.

Il a pour caractéristique physique une hauteur 33 mètres et une longueur de 400 mètres en crête. Il est situé au cœur de la Montagne Noire à une altitude d'environ 750 m entre les communes de Lacombe (11) et d'Arfons (81). À sa côte maximale, le plan d'eau couvre une surface de 65 Ha pour un volume de 8 Millions de m³. Enfin, le barrage et son plan d'eau sont propriétés de l'institut des Eaux de la Montagne Noire (IEMN).

Localisation du Lac de la Galaube

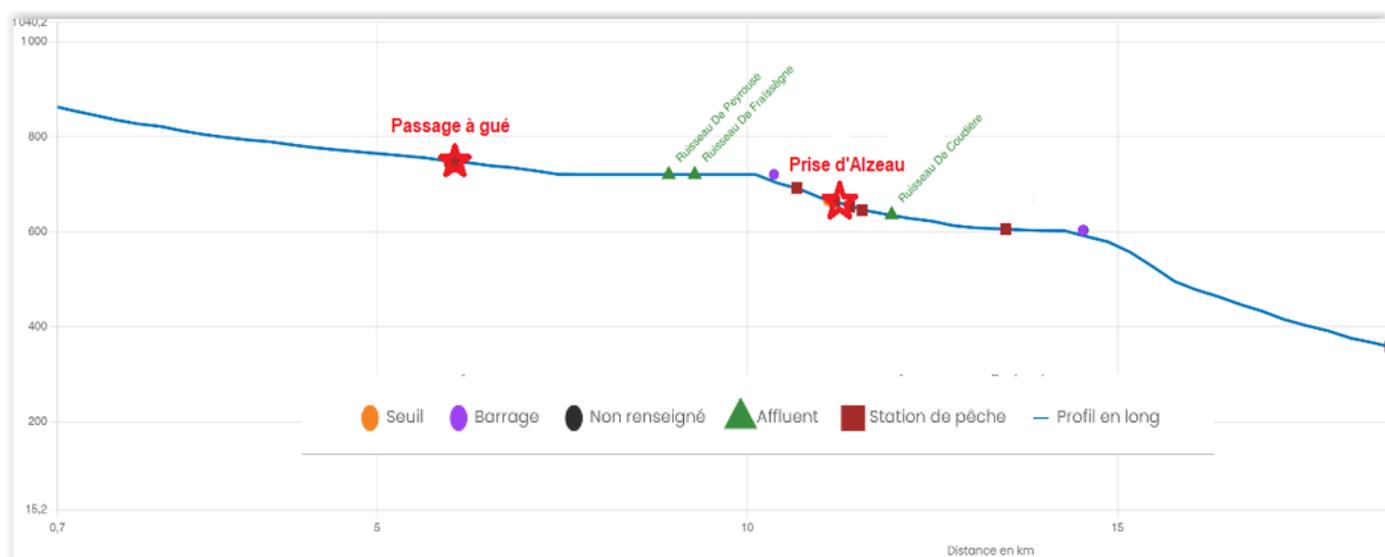


La retenue est principalement alimentée par l'Alzeau qui parcourt environ 7.5 km de sa source à la confluence avec le lac pour une pente moyenne modérée de 24 ‰. La zone d'influence du barrage sur le cours de l'Alzeau (tronçon compris entre la confluence et l'exutoire du barrage) est d'environ 2.5 km.

Il reste notable que d'autres affluents secondaires permanents participent à la marge au remplissage de la retenue : Rau de Peyrouse et de Fraissegne. Ces derniers contribuent à la fonctionnalité piscicole du plan d'eau vis-à-vis des migrations de reproduction de la Truite Fario.

À l'aval du barrage de La Galaube, le débit garanti de l'Alzeau est fixé à 70 l/s. Ce débit est maintenu sur l'Alzeau en aval de la prise de la rigole. Une rupture de pente est perceptible sur ce secteur avec un gradient altimétrique mesuré à 30‰.

Profil altimétrique de l'Alzeau



2. Caractéristiques écologiques du lac de Laprade Basse et de son tributaire la Dure :

2.1 Statut du plan d'eau et caractéristiques du peuplement piscicole :

Le lac de retenue de La Galaube est un plan d'eau classé en première catégorie piscicole. Le droit de pêche attenant a été amodié le 10 Juillet 2001 par IEMN au bénéfice de la fédération de pêche de l'Aude.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE), un programme de surveillance a été établi pour suivre l'état écologique (ou le potentiel écologique), et l'état chimique des eaux douces de surface. Différents réseaux constituent le programme de surveillance. Parmi eux, le contrôle opérationnel (CO) a pour but de suivre spécifiquement les masses d'eau naturelles ou anthropiques à risque de non atteinte du bon état (ou du bon potentiel) des eaux. La retenue de la Galaube a fait l'objet d'un échantillonnage par filet maillant le 19/09/2011.

Les conclusions du rapport de l'ONEMA indiquent que la richesse spécifique (4 espèces) et la production (rendement de 865 individus/1000m²) sont correctes pour ce type de plan d'eau de moyenne montagne. Le peuplement est dominé en effectif par le Goujon (93% des captures) et en biomasse par la Truite Fario (67% de la biomasse totale). L'absence de capture de juvéniles de Truite dans le plan d'eau témoigne de la bonne connectivité des ruisseaux tributaires dans lesquels les adultes remontent pour s'y reproduire, et qui abritent les jeunes Truites pendant leurs premières années de croissance.

Les observations réalisées lors de l'inventaire frayère réalisé lors de l'hivernage 2021 /2022 permettent d'attester de cette fonctionnalité vis-à-vis des migrations de reproduction. Ainsi, des géniteurs de grandes tailles ont pu être observés sur l'Alzeau et le Rau de Peyrouse en phase de fraie. Le Ruisseau de Fraissegne ne répond pas aux mêmes logiques en lien avec une importante altération de la continuité écologique au droit du seuil de Serre (hauteur de chute : 3 mètres).

Le Vairon et le Rotengle font parties des espèces recensées dans la retenue mais présentent néanmoins des abondances marginales.

Enfin, les mesures réalisées in situ par les services de l'ONEMA indiquent une stratification de la colonne d'eau, avec des variations rapides (thermocline et oxycline) entre -9 et -12 m. De fait, 93% des captures sont réalisées entre 0 et 12 m.

2.2 Caractéristiques et évolution du peuplement piscicole de l'Alzeau :

L'Alzeau est un cours d'eau actuellement classé en première catégorie piscicole et la gestion de son linéaire est assurée conjointement par les AAPPMA de SAISSAC pour l'Aude et ARFONS pour le Tarn. Les données piscicoles historiques référencées sur l'Alzeau en Amont et en aval du Barrage mettent en évidence un peuplement salmonicole qualifié de conforme avec une abondance globale de Truite Fario faible à modérée et l'accomplissement complet de son cycle biologique (structures des populations). Pour cette raison les préconisations des Plan Départementaux de Protection du milieu aquatique et de Gestion des ressources piscicoles de l'Aude (PDPG 11 et 81) imposent la mise en œuvre d'une gestion de type patrimonial sur ces tronçons.

Des échantillonnages de la faune piscicole ont été mis en œuvre en amont et en aval immédiat de la retenue afin d'actualiser les données et de connaître l'impact potentiel du lac de La Galaube sur le peuplement salmonicole sur l'Alzeau. En complément, des enregistrements thermiques et des suivis des frayères de Truites Fario ont été réalisés. Ce dernier suivi a fait l'objet d'un rapport distinct annexé au présent document. Cette étude a été réalisée en étroite collaboration entre les services techniques des Fédérations

Départementales de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques du Tarn et de l'Aude mais aussi les agents de l'Office National des Forêts (unité territoriale du Tarn).

3. Matériel et méthode :

3.1 Inventaires piscicoles :

Les inventaires piscicoles sont réalisés au niveau des différentes stations sur une période permettant de prendre en compte la cohorte de l'année (i.e. après la saison de reproduction) et favorable à la pêche électrique (i.e. débit d'étiage des cours d'eau), à savoir de début juin à fin septembre.

La pêche électrique consiste à soumettre les poissons à un champ électrique, non léthal. Ce dernier induit chez les poissons un comportement d'électrotaxie (déplacement forcé d'un organisme soumis à un champ électrique) orienté vers l'anode.

Il s'explique par une contraction involontaire de leurs muscles locomoteurs (Barrons & Matthews, 1938 ; Diner & Le Men, 1971). Un générateur électrique délivre un courant continu entre deux électrodes immergées : une cathode fixe et une anode manipulée par un opérateur. Le voltage utilisé (entre 200 volts et 1000 volts) est réglé de façon à être inversement proportionnel à la conductivité de l'eau. Les poissons à proximité de l'anode soumis au champ électrique sont alors capturés à l'aide d'une épuisette.

Afin de suivre un peuplement piscicole, le protocole d'échantillonnage décrit dans le "Guide pratique de mise en œuvre des opérations de pêche à l'électricité" de l'ONEMA (Belliard et al., 2012) est utilisé comme référence.

Dans le cas d'un cours d'eau prospectable dans son intégralité (i.e. moins de 5% de la surface totale du linéaire non prospectable) et d'une largeur en eau de moins de 9 mètres (+/-1m), une pêche "complète" à pied est privilégiée. La totalité de la station est alors parcourue à pied, de l'aval vers l'amont.

Au cours d'une pêche électrique, la capture d'individus est réalisée par épuisement des stocks sur plusieurs passages sans remise à l'eau entre deux passages (méthode par épuisement de De Lury 1951). Deux passages au minimum sont alors effectués, plus s'il y a découverte d'une nouvelle espèce dans le second passage ou que l'efficacité de pêche est jugée trop faible (e.g. autant ou plus d'individus capturés lors du second passage). À l'issue d'un passage, chaque individu capturé est identifié jusqu'à l'espèce, mesuré et pesé.

3.2 Matériel de pêche :

La Fédération de Pêche de l'Aude dispose d'un équipement de pêche électrique dont les caractéristiques techniques sont conformes à l'arrêté du 02 février 1989 et la norme CEI 60335-2-86. Suivant les préconisations relatives à la configuration de la rivière qui en découlent, un groupe électrogène associé à un dispositif de modulation du signal électrique de type "Héron" (Dream électronique, rapport de conformité 2021 du matériel par l'APAVE disponible sur demande) ou un groupe électrogène portatif de type "Martin Pêcheur" (Dream Electronique). Pour ce qui est du matériel de pêche associé, celui-ci regroupe :

- Des épuisettes dont la maille du filet est inférieure ou égale à 5mm,
- Du matériel de stockage (seaux, viviers, bacs de rétentions rivière) et de manipulation du poisson (désinfectant, anesthésique si besoin Eugénol),
- Du matériel de mesure (règle graduée de précision 5mm, balance de précision 1 g)
- De l'équipement de protection du personnel (waders en néoprène, cuissardes, gants homologués "sécurité électrique", gilets de sauvetages autogonflants pour les opérations embarquées, gilets de chantiers),
- Du matériel de balisage, d'information et de sécurisation de la zone d'installation du matériel électrique.
- Du matériel de transport de poissons (cuves oxygénées).

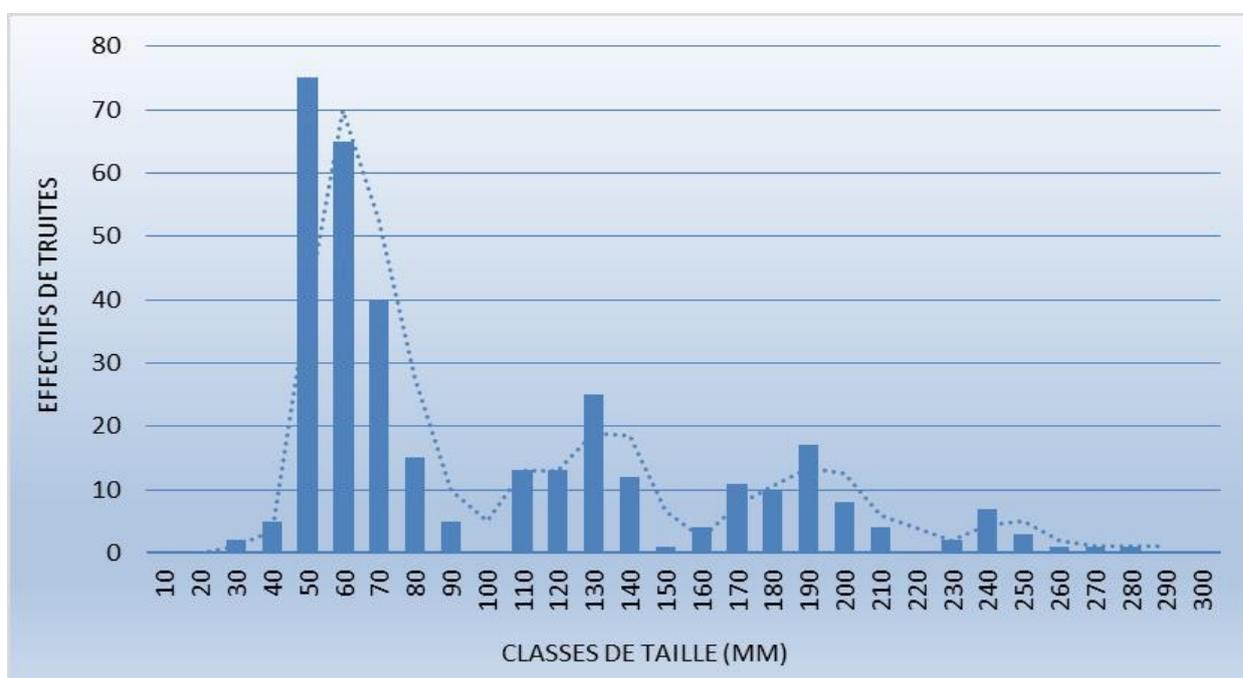
3.3 Analyse des données :

Les données sont analysées à l'aide du module de saisie des pêches électriques développé par la société Nanogis. La méthode d'estimation d'effectif par pêches successives avec retrait de Carle et Strub (1978) est utilisée. Cette méthode permet d'obtenir une estimation des effectifs réellement présents sur la station de l'efficacité de pêche dans le cas de plusieurs passages et calcule ainsi une approximation de la densité et de la biomasse à l'hectare. Le risque d'erreur statistique α , défini comme seuil pour les tests statistiques utilisés dans cette étude, est fixé à 5%.

Les espèces repères servent à déterminer l'état de fonctionnalité d'un peuplement piscicole à l'échelle de chaque unité de gestion (contexte piscicole). Les espèces choisies doivent être, d'une part, très exigeantes en termes de qualité de milieu (sensibilité aux perturbations), et d'autre part, bien connues du point de vue de leurs biologies et de leurs écologies. Le Plan Départemental de Protection des milieux aquatiques et de Gestion des ressources piscicoles de l'Aude a défini la Truite Fario comme espèce repère des cours d'eau salmonicoles, des cortèges de cyprinidés rhéophiles pour les cours d'eau intermédiaires et le Brochet pour les cyprinicoles.

L'analyse de la répartition des classes de tailles d'une même espèce permet de mettre en évidence les différentes cohortes (individus de même âge). Cette approche apporte des informations intéressantes sur l'efficacité de la reproduction et les capacités d'accueil et de croissance des différents stades de développement, permettant ainsi un diagnostic de l'état de santé d'une population.

Une structuration parfaite de population tendrait à faire apparaître une décroissance progressive des effectifs d'individus au fur et à mesure de la progression vers les cohortes d'âges supérieurs.



Exemple d'une structure de taille polymodale pour une population de Truite Fario, impliquant la présence de plusieurs cohortes (FDAAPPMA 30 ; Réseau de suivi piscicole 2019 de la Fédération de pêche du Gard).

3.4 L'indice Poisson Rivière :

L'Indice Poisson Rivière (ou IPR) permet de déterminer l'état d'un cours d'eau à partir de sa population piscicole et des conditions environnementales qui le caractérisent. Il mesure l'écart entre la composition du peuplement observé sur une station donnée à partir d'un échantillonnage par pêche électrique en un passage et la composition attendue en situation dite de "référence" (Belliard & Roset, 2006).

À partir de 9 métriques abiotiques caractérisant les conditions environnementales de la station, cet indice prend en compte 7 métriques biotiques rendant compte de la composition taxonomique :

Métriques		Abréviations
Occurrence	Nombre total d'espèces	NTE
	Nombre total d'espèces rhéophiles	NER
	Nombre total d'espèces lithophiles	NEL
Abondance	Densité d'individus tolérants	DIT
	Densité d'individus invertivores	DII
	Densité d'individus omnivores	DIO
	Densité totale d'individus	DTI

Le score associé à chaque métrique dépend de l'écart entre le résultat de l'échantillonnage et la valeur de la métrique attendue en situation de référence. La somme de ces scores permet d'obtenir la valeur de l'IPR. Lorsque l'IPR est de 0, le peuplement observé correspond donc au peuplement attendu en situation de référence. À mesure que le peuplement observé diffère du peuplement théoriquement attendu, la valeur de l'IPR augmente. Ces valeurs sont regroupées par classes, permettant ainsi de définir la qualité piscicole des stations échantillonnées.

3.5 Évaluation de la qualité thermique :

Dans un contexte général de réchauffement climatique et de sécheresses estivales récurrentes, l'étude de l'évolution des températures des eaux douces de surface peut être considérée comme un élément primordial pour la compréhension des écosystèmes aquatiques.

En effet, la température influence directement la physiologie, le comportement et la répartition longitudinale des organismes aquatiques des cours d'eau du fait de leurs caractéristiques ectothermes. Par ailleurs, la température conditionne aussi la saturation ou solubilité de l'oxygène dissout dans l'eau, paramètres indispensables à la vie.

Ainsi, l'évolution déjà observée vers un réchauffement de la température globale des eaux de surface s'accompagne d'une modification des communautés piscicoles. Ainsi, les espèces thermophiles tendent à remplacer les espèces eurythermes (exigeantes en termes de température). Ceci se matérialise par une remontée progressive en altitude et en latitude des espèces réputées tolérantes voire invasives.

Au-delà du simple aléa climatique, plusieurs facteurs sont désormais reconnus comme des catalyseurs du réchauffement. Ainsi, la présence de barrages et / ou les effets cumulés d'un ensemble de retenues sur un cours d'eau aura pour conséquence une augmentation significative des températures. De cette façon, il est observé un bouleversement des communautés piscicoles et de macro-invertébrés en aval des barrages.

La dégradation du couvert végétal généralement associé à la strate arborée des ripisylves contribue aussi à aggraver les amplitudes thermiques en exposant les cours d'eau au rayonnement direct du soleil.

Les conséquences sont les mêmes vis-à-vis des déficits sédimentaires induisant l'absence de granulats dans les lits des cours d'eau et des affleurements de roches mères. Il est démontré que les sous-écoulements hyporhéiques (dans le substrat) limitent aussi l'élévation de la température de l'eau.

Des sondes thermiques de type « HOBO Pendant Temp Logger » ont permis l'enregistrement de la température des cours d'eau. Ces dernières ont été immergées dans les cours d'eau et fixées à des supports solides et vraisemblablement inamovibles, préférentiellement les systèmes racinaires de la végétation rivulaire.

Chaque pose de sonde a fait l'objet du renseignement d'une « fiche descriptive » établie à cet effet. Il y est notamment identifié le site (Commune / Cours d'eau / lieu-dit / rive), décrit le support de fixation, la profondeur d'immersion et les coordonnées géographiques.

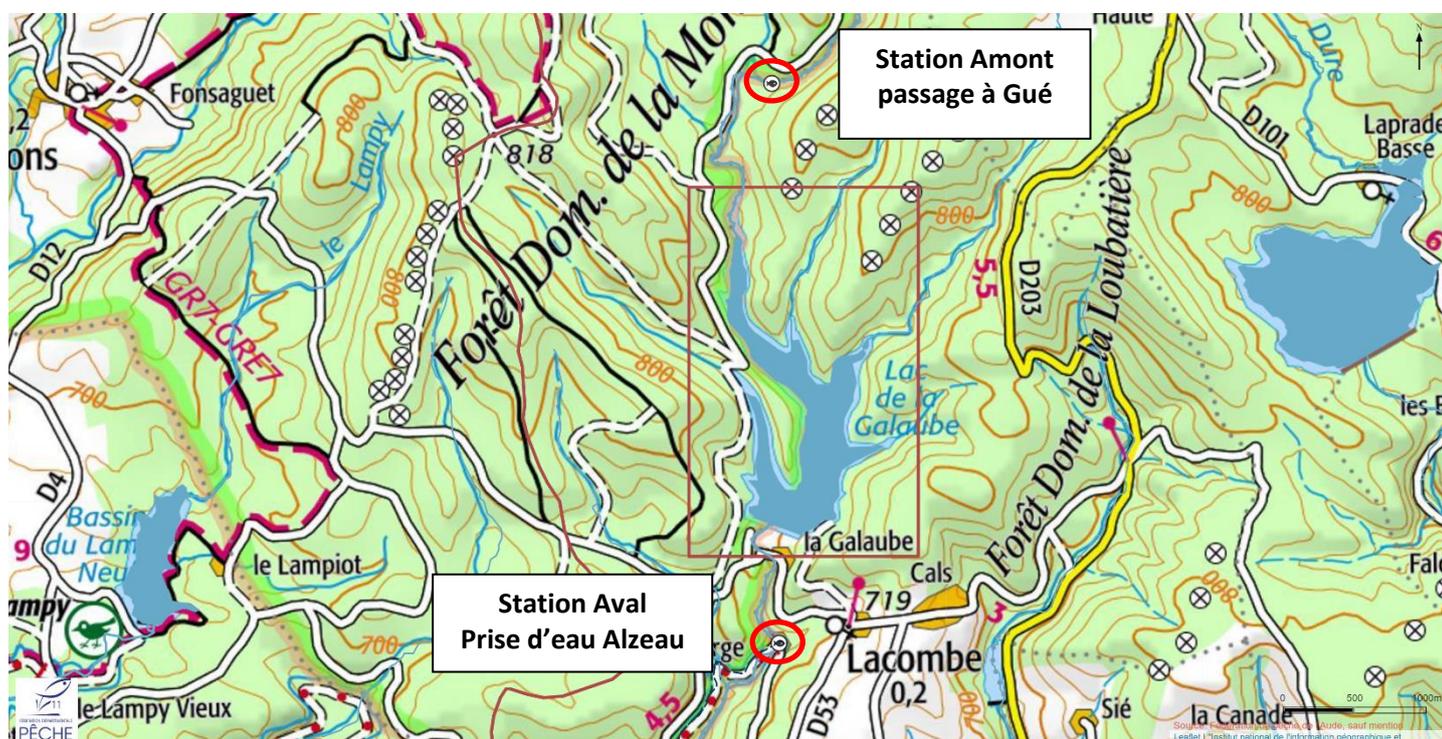
Après installation dans le cours d'eau, plusieurs visites de contrôles ont été réalisées afin de s'assurer du bon fonctionnement des sondes et de leur immersion totale. Enfin, une campagne de relève a été effectuée mi-October préalablement aux potentiels épisodes méditerranéens et à la remontée des niveaux d'eau.

Enfin, les enregistrements ont été interprétés à l'aide d'une programmation spécifique (macro Excel) mise à disposition par la FDAAPPMA 30 paramétrée à partir des préférendums thermiques des espèces repères et cibles des Plans Départementaux pour la Protection des milieux aquatiques et la Gestion de ressources piscicoles.

4. Présentation des résultats :

4.1 Caractéristiques des opérations et méthodologie d'échantillonnage :

Caractéristiques de l'effort de pêche mis en œuvre dans le cadre du suivi	
Date des opération	27 Septembre 2022
Matériel utilisé	Générateur thermique de type héron
Type de prospection	Inventaire complet à 1 anode (station amont) et 2 anodes (Station aval)
Nombre de passages	2 passages
Nombre d'épuisette	2 opérateurs (station amont) et 4 opérateurs (Station aval)
Méthode de prospection	À pied
Conditions de Pêche	Etiage
Cloisonnement station	Néant

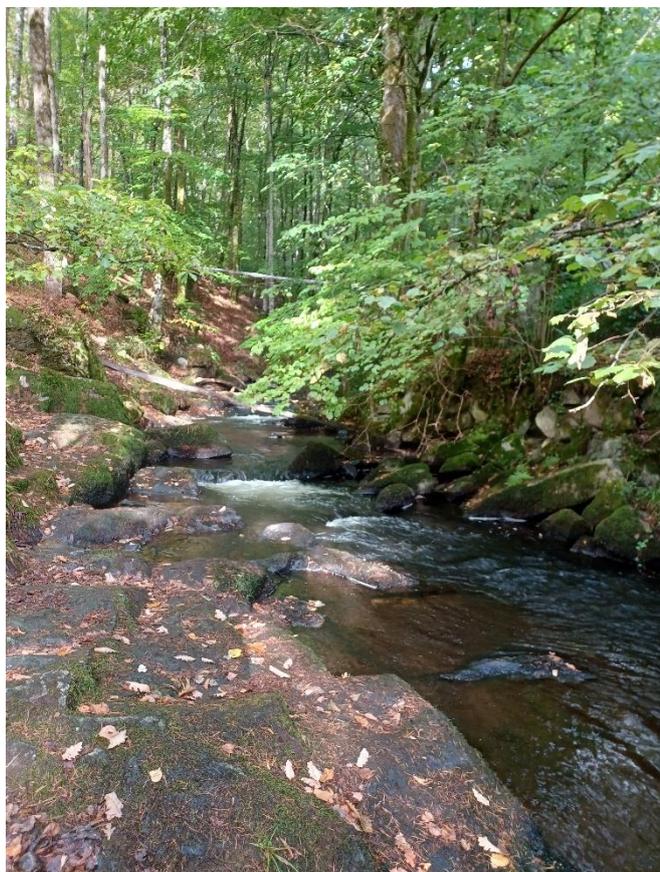


4.2 Caractéristiques morpho-dynamiques des deux stations :

Station Aval (Prise d'Alzeau)		Station Amont (Passage à gué)	
Définition des faciès d'écoulements	Granulométrie principale	Définition des faciès d'écoulements	Granulométrie principale
COURANT (88.62%)	Dalles ; Pierres Grossières (128-256)	COURANT (70%)	Cailloux Grossiers (32-64)
PLAT (0%)	-	PLAT (30%)	Graviers Fins (2-8)
PROFOND (0%)	-	PROFOND (%)	-
CASCADES (11.38 %)	Dalles	CASCADES (%)	-
Habitat principal	Granulométrie	Habitat principal	Végétation de bordure / sous berges
Habitat secondaire	-	Habitat secondaire	Granulométrie
Colmatage	Néant mais précipités ferreux observés en Novembre 2022	Colmatage	Ponctuel (Sables / MO)
Végétation aquatique	Néant	Végétation aquatique	Néant

Illustrations photographiques des stations :

**Vue générale de la station aval
(Prise d'Alzeau)**



**Vue générale de la station amont
(Gué de Rietge)**



L'analyse comparative des distributions des faciès d'écoulements sur les deux stations met en évidence une dominance des faciès lotiques sur les deux stations. Les fortes pentes associées au tronçon de la station aval induisent une succession de chutes et de cascades correspondant à des faciès en escaliers.

Sur cette même station, l'analyse des classes granulométriques fait apparaître de nombreuses zones d'affleurement de roche mère et / ou de granulométrie très grossière (Blocs) potentiellement symptomatique d'un déficit sédimentaire chronique.

La station amont bénéficie d'un profil général plus sinueux et d'un diamètre de granulométrie globalement moins important mais sur un spectre beaucoup large. Ce secteur se distingue par une alternance radiers / mouilles induisant des vitesses moyennes d'écoulements généralement plus faibles. Ces profils plus lenthiques favorisent l'émergence de zones d'accumulation de matières organiques et de sables mais contribuent à diversifier l'habitat.

Lors des inventaires le degré général de colmatage du substratum par les sédiments fins reste bien inférieur sur la station aval du fait des vitesses d'écoulements plus élevées. Néanmoins, les observations réalisées en Novembre 2022 en pleine période critique de reproduction ont mis en évidence un précipité ferreux très colmatant sur l'ensemble des surfaces mouillées en aval du barrage.

Illustration photographique du 18/11/2022



Concernant les offres habitationnelles, la station amont présente une meilleure diversité souvent associée aux habitats de berges et à la végétation rivulaire (systèmes racinaires et embacles). Toutefois, les conditions hydrologiques de l'étiage 2022 ont contribué à la déconnection par exondation d'importantes surfaces.

À l'opposé, les populations piscicoles de la station aval ne bénéficient que d'habitats modérément attractifs majoritairement associés à la seule granulométrie hors secteurs d'affleurement.

4.3 Comparaison des compositions spécifiques

Estimation de peuplement (Méthode Delury) ; Qualification de l'Abondance d'une espèce (Verneau 1973 ; CSP 1995) : 0 : Absence ; 0.1 marginale ; 1 : très faible ; 2 : faible ; 3 : Moyenne ; 4 : forte ; 5 : très forte.										
Opérations du 27/09/2022										
Espèces		Stations	Effectifs Capturés	Effectifs estimés	Densités Hectare estimée.	Classe de densité	Masse (g)	Biomasse Kg/Hectare Estimée	Classes de Biomasse	Abondance Globale des espèces
Goujon	GOU	Aval	53	77	1055	2	533	10	2	2
		Amont	0	0	0	0	0	0	0	0
Truite Fario	TRF	Aval	105	118	1616	3	2343	36	2	2
		Amont	119	129	2836	4	2042	49	3	3
Vairon	VAI	Aval	19	20	274	1	63	1	1	1
		Amont	0	0	0	0	0	0	0	0

Les densités estimées sont calculées par espèce selon la méthode de Delury lorsque la réduction d'effectif capturé entre les deux passages est suffisante. Les résultats obtenus sur les deux inventaires sont satisfaisants du fait de valeurs d'efficacités largement supérieures à 50% dès le second passage.

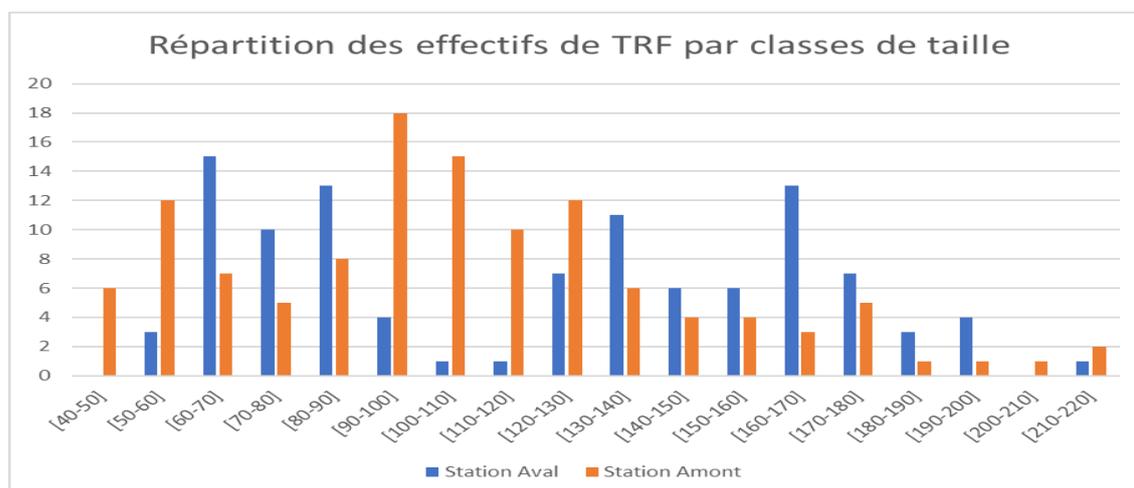
Nous noterons une moindre efficacité sur les écrevisses de Louisiane du fait de la faible capturabilité de l'espèce vis-à-vis de ce protocole notamment sur la station témoin.

Les deux stations se caractérisent par un peuplement piscicole dominé par la Truite Fario aussi bien en densité qu'en biomasse. La station aval présente une diversité spécifique plus importante avec la détection du Vairon et du Goujon en espèces accompagnatrices (densités faibles à très faibles). Le peuplement est monospécifique au niveau de la station amont.

Enfin, les densités et les biomasses en Truites Fario sont plus élevées sur la station amont. Cela induit une classe d'abondance globale supérieure au niveau de cette station qui est qualifiée de moyenne (faible pour la station aval).

4.4 Analyse des classes de taille des espèces repères et cibles sur les deux stations :

- **Analyse des structures des populations de salmonidés : la Truite Fario.**



L'interprétation des structures de population permet de constater que les deux populations de Truites Fario apparaissent fonctionnelles. En effet, la visualisation d'au minimum trois cohortes distinctes pour chacune d'entre elles indique que cette espèce est en capacité d'accomplir l'intégralité de son cycle vital.

Dans le détail, nous notons que les populations échantillonnées sur la station aval présentent néanmoins une légère déstructuration en lien avec les faibles représentations des classes [90-130 mm].

4. 5 Analyse de qualité des peuplements : Indice Poisson Rivière (IPR) et biotypologie de Verneaux

- **Analyse des résultats de l'IPR au niveau des deux stations :**

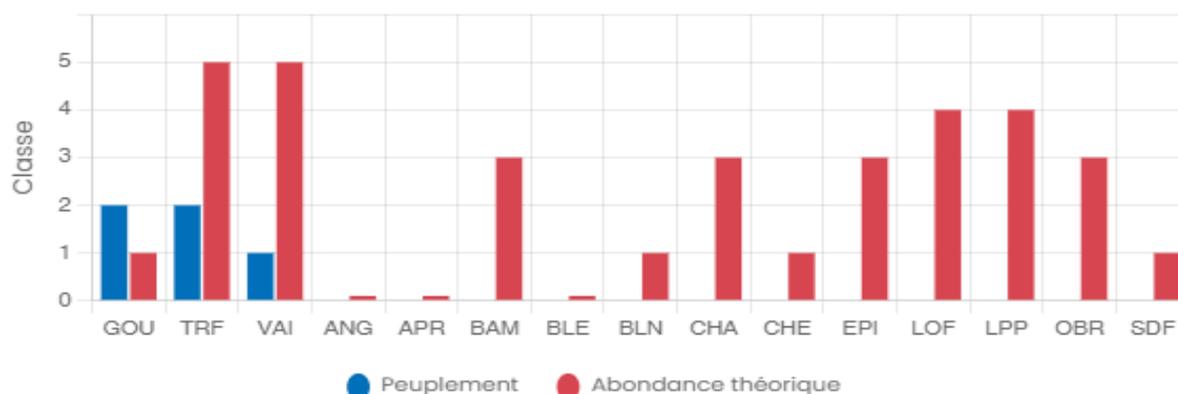
Métrique	Abréviation	Valeurs Station aval	Valeurs Station amont	Note de l'IPR	Classe de qualité
Nombre d'espèces rhéophiles	NER	3.132	2.696	<7	Excellente
Nombre d'espèces lithophiles	NEL	0.890	3.672		
Nombre total d'espèce	NTE	1.914	2.074	[7-16]	Bonne
Densité d'individus tolérants	DIT	1.710	1.127	[16-25]	Médiocre
Densité d'individus omnivores	DIO	1.467	1.541		
Densité d'individus invertivores	DII	0.751	1.177	[25-36]	Mauvaise
Densité totale d'individus	DTI	1.283	0.000	>36	Très Mauvaise
Scores IPR		11.149	12.288		

Pour les deux stations, la classe de qualité piscicole est qualifiée de bonne par l'IPR. Cela induit que le peuplement piscicole échantillonné au premier passage est assez conforme aux projections du modèle. La station amont est légèrement plus pénalisée avec des déficits en espèces rhéophiles / lithophiles et un nombre d'espèces totales en lien avec sa nature monospécifique.

- **Analyse des probabilités d'occurrence des espèces selon le modèle Biotypologique de Verneaux :**

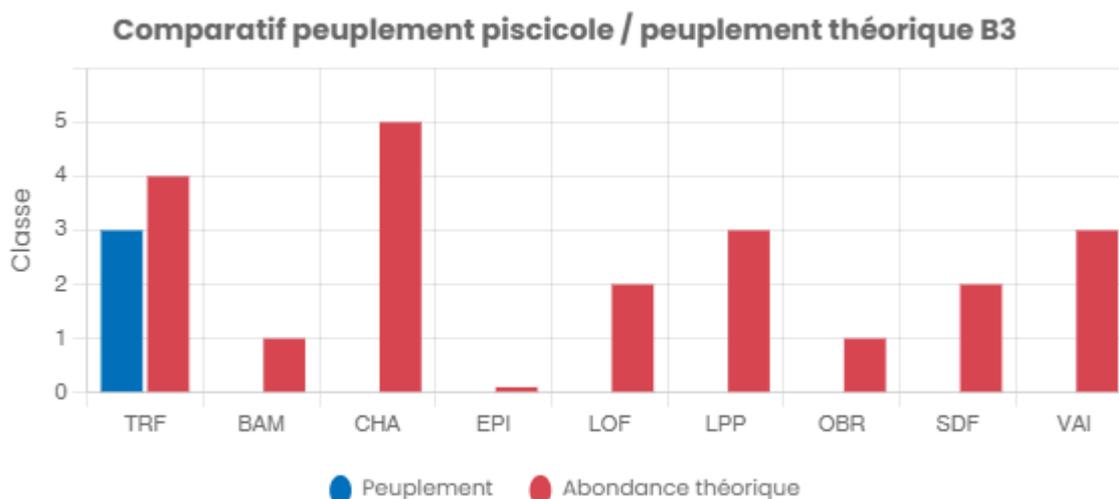
Niveau typologique de la station aval (Prise d'Alzeau)

Comparatif peuplement piscicole / peuplement théorique B4



Les caractéristiques physiques de la station aval indiquent un niveau typologique B4 (zone à Truite). La majorité des espèces théoriquement présentes ne sont naturellement pas présentes sur l'Alzeau. Toutefois, les abondances observées en Truites Fario et en Vairon apparaissent très inférieures à celles projetées par le modèle en situation de référence.

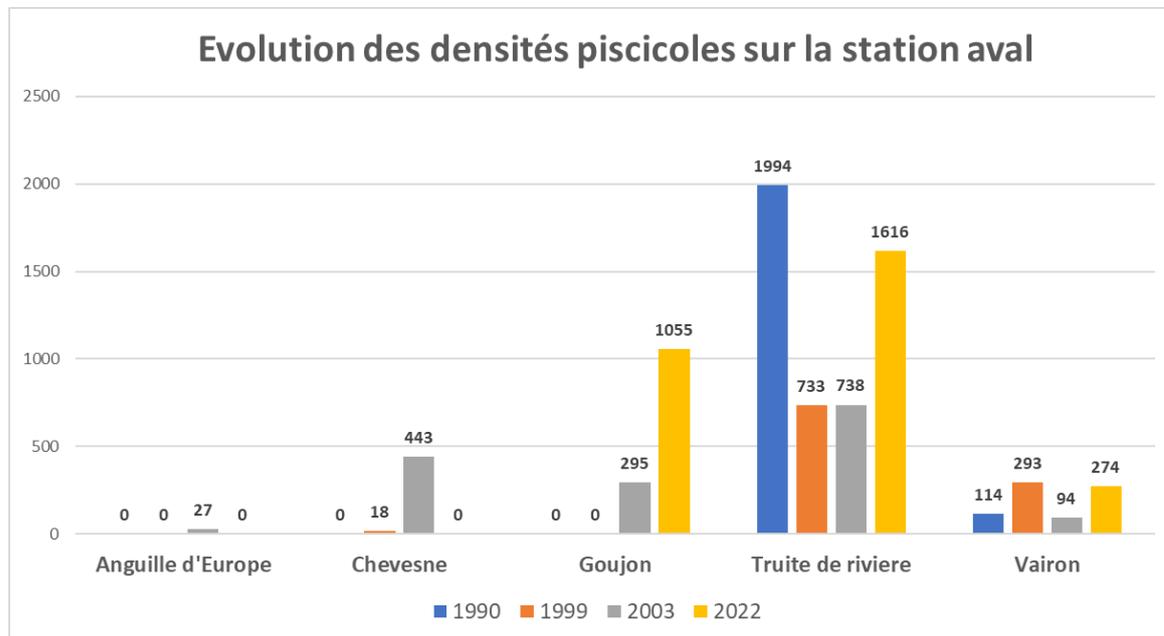
Niveau typologique de la station amont (Passage à Gué)



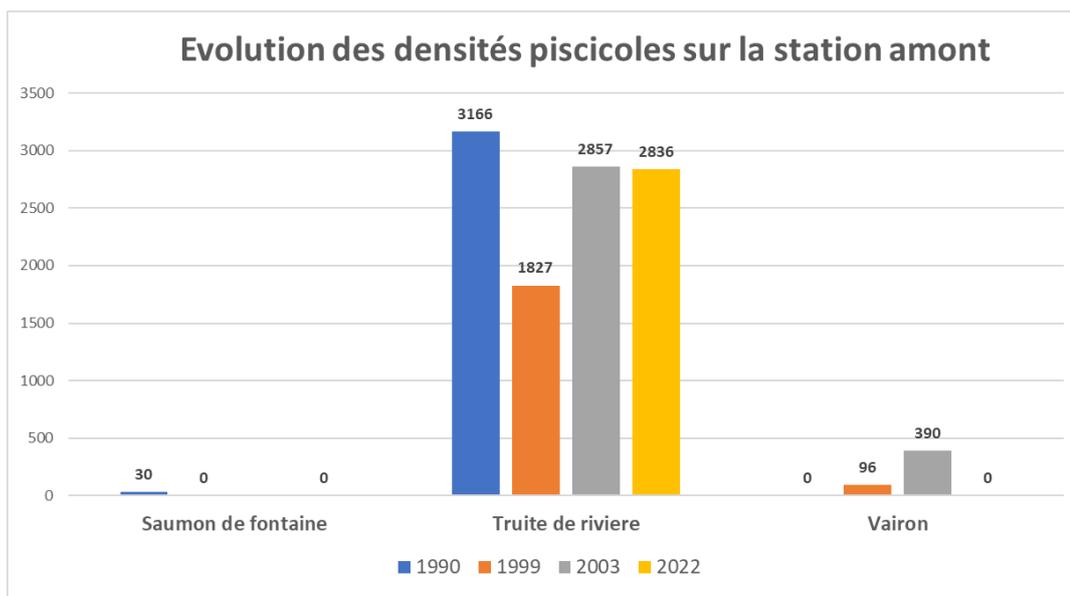
Les caractéristiques physiques de la station amont indiquent un niveau typologique B3 (zone à Truite). La majorité des espèces théoriquement présentes ne sont naturellement pas présentes sur l'Alzeau. Les abondances observées en Truites Fario sont proches de celles projetées par le modèle en situation de référence.

4. 6 Analyse diachronique intra-stationnelle de l'évolution des peuplements piscicoles (données OFB) :

Station aval (Prise d'Alzeau) : Opération n°8888000036 du 05/10/1990, n°8888000086 du 14/06/1999 et n°88880000149.0 du 20/05/2003.



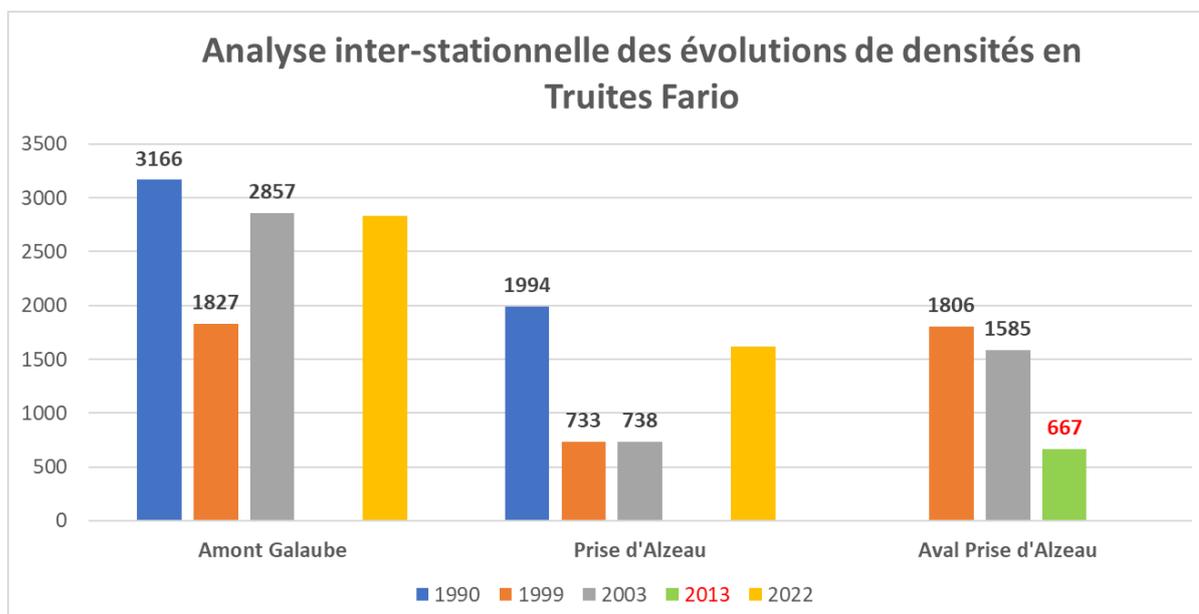
Les données historiques indiquent que le peuplement piscicole en aval du barrage de la Galaube s'est largement diversifié depuis 1990. Le peuplement originel semblait composé de la Truite Fario et du Vairon. L'apparition du Goujon, espèce thermophile, semble corrélée à la mise en eau du lac. Les densités en Truites Fario semblent fluctuantes selon les années sans qu'une réelle tendance puisse être déterminée.



L'analyse diachronique des peuplements piscicoles en amont de la Galaube indique une relative stabilité des densités en Truites Fario. La détection de Vairon en 1999 et 2003 ne semble pas liée à la présence de la retenue. Enfin, l'Ombre de Fontaine détecté en 1990 est directement associée à des faits halieutiques.

4. 7 Analyse comparative inter-stationnelle des évolutions des densités en TRF piscicoles (données OFB/ FDAAPPMA 11) :

La station Aval prise d'Alzeau a été inventoriée par la FDAAPPMA le 20/08/2013. Dans les limites de l'interprétation, elle servira de référence en ce qui concerne le tronçon court-circuité de l'Alzeau.



- Les densités semblent historiquement plus basses sur les stations aval même avant la présence du barrage.
- Les variabilités interannuelles sont nettement plus marquées en aval du barrage.

5 Régimes thermiques de l'Alzeau amont et en aval du Barrage de la Galaube :

5.1 Station Alzeau Amont :

La sonde a été implantée en amont immédiat du passage à gué de la Rietge. Cette dernière a été fixée au système racinaire immergé présent en berge en rive gauche. La période d'enregistrement s'étire du 29/04/2022 au 27/09/2022 englobant ainsi l'optimum thermique estival. Le tableau ci-dessous synthétise les principaux résultats :

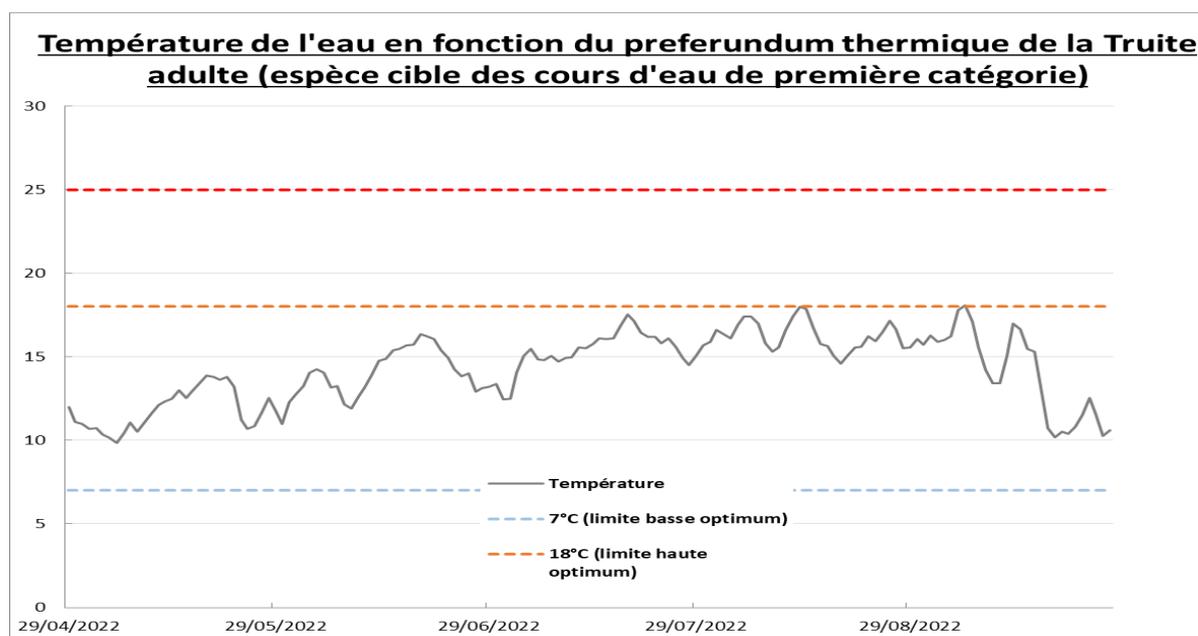
Fiche station Thermie_Alzeau_amont_290422-270922.			
	Date début suivi	29/04/2022	Température moyenne de la période étudiée
	Date fin suivi	27/09/2022	
	Durée (en j)	152	
2022	Températures élevées	T°C instantanée maximale	19.4
		T°C moy jour max	18.1
		Date T°C maxi journalière	06/09/2022
		T°C des 30 jours les plus chauds	16.4
		Date T°C 30 jours les plus chauds	16/07/2022
Températures faibles	T°C instantanée minimale	8.4	
	T°C moy jour min	9.9	
	Date T°C min journalière	06/05/2022	
Amplitudes thermiques	Amplitude thermique globale maximale	11	
	Amplitude thermique journalière maximale	5.5	

Analyse brute des résultats :

Sur la période considérée, la température moyenne de l'Alzeau en amont du Lac de la Galaube est de 14.3°C. La température a atteint au maximum 19.4°C le 06/09/2022 et la température moyenne du jour le plus chaud a été mesurée à 18.1°C. L'amplitude thermique journalière maximale sur la période étudiée est de 5.5 °C. Enfin, la température des 30 jours les plus chauds est de 16.4°C mesuré à partir du 16 juillet 2022.

Analyse expertisée des résultats : Les données récupérées semblent cohérentes.

Analyse des moyennes journalières en fonction du préférendum de l'espèce repère :



Durant la période de mesure la température moyenne journalière de l'eau a ponctuellement atteint les niveaux supérieurs du préférendum de la Truite Fario (1.3 % du temps). Néanmoins, l'analyse de la chronique indique un régime thermique tout à fait conforme aux exigences de la Truite Fario au niveau de la station amont.

5.2 Station Peyreblanque (Affluent amont Galaube) :

La sonde a été implantée en amont du pont de la piste forestière de l'Alzeau à environ 180 mètres en amont de la confluence avec l'Alzeau. Cette dernière a été fixée au système racinaire immergé présent en berge. La période d'enregistrement s'étire du 22/01/2022 au 27/09/2022 englobant ainsi l'optimum thermique estival. Le tableau ci-dessous synthétise les principaux résultats :

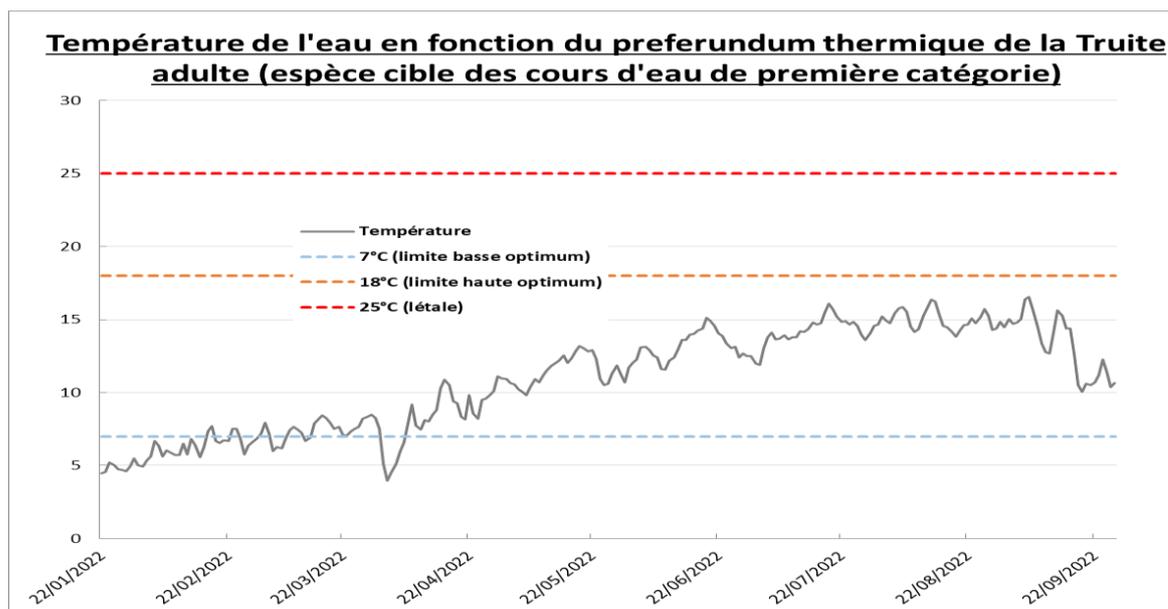
2022	Fiche station Peyreblanque à Arfons		
	Date début suivi	22/01/2022	Température moyenne de la période étudiée
	Date fin suivi	27/09/2022	
	Durée (en j)	249	
	Températures élevées	T°C instantanée maximale	17.3
		T°C moy jour max	16.5
		Date T°C maxi journalière	06/09/2022
		T°C des 30 jours les plus chauds	15.1
		Date T°C 30 jours les plus chauds	16/07/2022
	Températures faibles	T°C instantanée minimale	3.1
		T°C moy jour min	4
		Date T°C min journalière	02/04/2022
Amplitudes thermiques	Amplitude thermique globale maximale	14.3	
	Amplitude thermique journalière maximale	5.6	

Analyse brute des résultats :

Sur la période considérée, la température moyenne du Rau de Peyreblanque est de 10.9°C. Cette information reste néanmoins à relativiser du fait d'une période d'enregistrement plus longue que la station précédente de l'Alzeau. La température a atteint au maximum 17.3°C le 06/09/2022 et la température moyenne du jour le plus chaud a été mesurée à 16.5°C. L'amplitude thermique journalière maximale sur la période étudiée est de 5.6 °C. Enfin, la température des 30 jours les plus chauds est de 15.1°C mesuré à partir du 16 juillet 2022.

Analyse expertisée des résultats : Les données retranscrites semblent cohérentes et présentent des analogies avec la station précédente de l'Alzeau Amont. Néanmoins, le régime thermique du Rau de Peyreblanque apparaît significativement plus frais que celui de l'Alzeau. Ceci pourrait être expliqué par une surface de bassin versant plus réduite limitant ainsi les échanges thermiques avec l'atmosphère. Le couvert végétal plus homogène peut aussi largement contribuer à ce constat.

Analyse des moyennes journalières en fonction du préférendum de l'espèce repère :



Durant la période de mesure la température moyenne journalière de l'eau a été optimale 100 % du temps même sur des mesures instantanées. L'analyse de la chronique indique un régime thermique parfaitement conforme aux exigences de la Truite Fario au niveau du Ruisseau de Peyreblanque.

5.3 Station Alzeau Aval :

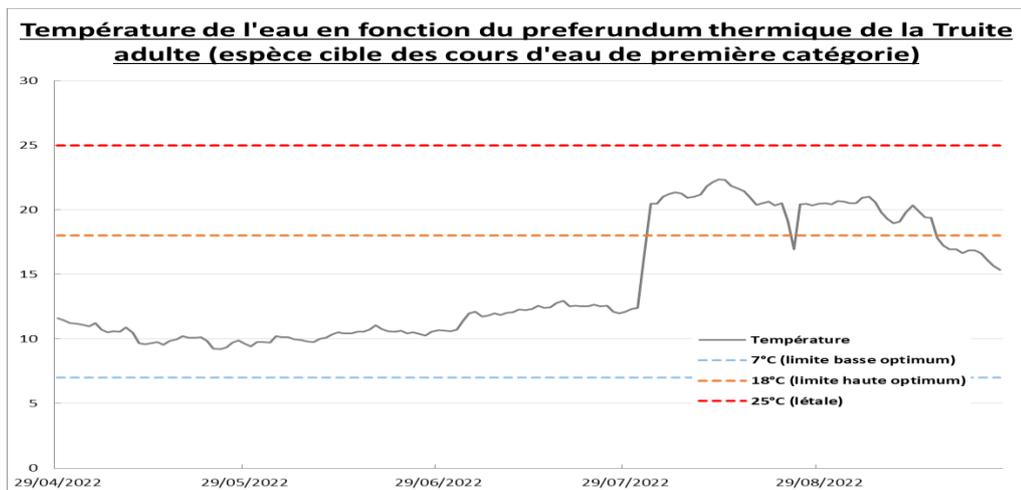
La sonde aval a été implantée en amont immédiat de la prise d'Alzeau. Cette dernière a été fixée au système racinaire immergé présent en rive droite. La période d'enregistrement s'étire du 29/04/2022 au 27/09/2022 englobant ainsi l'optimum thermique estival. Le tableau ci-dessous synthétise les principaux résultats :

Fiche station Thermie_Alzeau_aval_290422-270922.				
2022	Date début suivi	29/04/2022	Température moyenne de la période étudiée	
	Date fin suivi	27/09/2022		
	Durée (en j)	152		14.3
	Températures élevées	T°C instantanée maximale	23.1	
		T°C moy jour max	22.4	
Date T°C maxi journalière		13/08/2022		
T°C des 30 jours les plus chauds		20.8		
Date T°C 30 jours les plus chauds		03/08/2022		
Températures faibles	T°C instantanée minimale	8.8		
	T°C moy jour min	9.2		
	Date T°C min journalière	25/05/2022		
Amplitudes thermiques	Amplitude thermique globale maximale	14.3		
	Amplitude thermique journalière maximale	8.7		

Analyse brute des résultats :

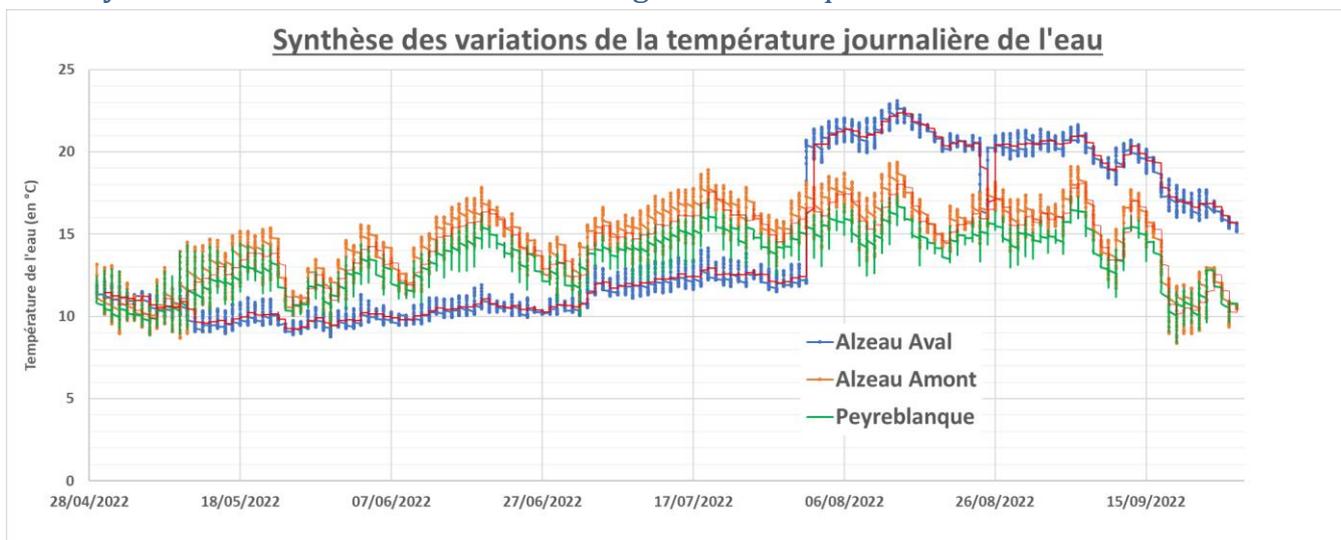
Sur la période considérée, la température moyenne de l'Alzeau en aval du Lac de la Galaube est de 14.3°C. La température a atteint au maximum 23.1°C le 13/08/2022 et la température moyenne du jour le plus chaud a été mesurée à 22.4°C. L'amplitude thermique journalière maximale sur la période étudiée est de 8.7 °C. Enfin, la température des 30 jours les plus chauds est de 20.8°C mesuré à partir du 03 Août 2022.

Analyse expertisée des résultats : L'analyse des données thermiques sur cette station indique un brutal réchauffement de la température sur un pas de temps de 5 heures et d'une amplitude de 8°C le 01 Aout 2022. Néanmoins, les mesures réalisées sur le reste du mois apparaissent cohérentes avec des amplitudes journalières plus faibles et un déclin progressif jusqu'en Septembre. Cette anomalie ne semble donc pas associée à une exondation de la sonde. L'hypothèse émise serait celle d'un réchauffement graduel depuis la surface de la colonne d'eau issue du Lac de la Galaube jusqu'au niveau de la vanne du barrage.



Conformément aux constats précédents, à partir du 1^{er} Aout la température moyenne journalière dépasse le préférendum haut de la Truite Fario sur une période de 45 jours quasi continue. Sans atteindre des extrêmes léthaux (Temp. Max instantanée : 23.1°C), ces conditions sont susceptibles de générer de forts stress physiologiques sur les populations présentes. Les stades juvéniles présentent une sensibilité accrue vis-à-vis de ce paramètre. Ces caractéristiques thermiques peuvent potentiellement expliquer la déstructuration observée sur les cohortes de Truites Fario.

5.4 Analyse des effets de la retenue sur le régime thermique de l'Alzeau :



L'analyse comparative des mesures réalisées au niveau de chacune des stations permet de mettre en évidence l'impact bénéfique des affluents secondaires vis-à-vis de la régulation thermique de l'axe principal. Par ailleurs, les effets du barrage sur le régime thermique de l'Alzeau aval sont aussi démontrés :

- Un effet tampon thermique avec des amplitudes journalières généralement plus faibles que celle de la période ;
- Un rafraîchissement perceptible entre le 08/05/2023 et le 01/08/2022 et un réchauffement brutal à partir du 01/08/2022.

6 Synthèse et interprétation des résultats

L'étude de l'impact du barrage de la Galaube sur l'Alzeau mise en œuvre lors de l'année 2022 est basée sur une analyse comparative entre une « station témoin » en amont théoriquement exempte de pressions et une station aval potentiellement soumise aux perturbations.

Les éléments d'expertise des métriques habitationnelles, thermiques et biologiques sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Station d'échantillonnage	Conditions Habitationnelles	Evolution et conformité du peuplement	Structuration des populations repères	Régime thermique
Station amont (Passage à gué de Rietge)	<p><u>Assez bonne :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Diversité des faciès d'écoulement et des classes granulométriques. - Colmatage localisé sur les zones de sédimentation préférentielle (MO et sables) - Présence d'habitats très attractifs liés à la végétation rivulaire. - Sensible déconnexion des habitats de berges en lien avec l'étiage sévère. 	<p><u>Conforme :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pas d'évolution significative du peuplement (monospécifique TRF) sur les 30 dernières années ; - Classe qualité IPR : Bonne. - Biotypologie de Verneaux Abondances globales des TRF proche du modèle ; - Contact sporadique de quelques espèces accompagnatrices (impact des déversements/introductions sauvages ?) 	<p><u>Population TRF Structurée :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cycle vital accompli ; - Décroissance des effectifs selon l'âge peu évidente sur les 0+ et 1+. 	<p><u>Conforme aux exigences de la TRF</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 98.7% du temps dans le préférendum de l'espèce lors de l'étiage 2022 ;
Station aval (Prise d'Alzeau)	<p><u>Moyenne :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombreux affleurements de roche mère (déficit sédimentaire) ; - Large dominance des granulométries très grossières ; - Habitat exclusivement associé à la granulométrie (absence de végétation et sous berges) ; - Peu colmaté le jour de l'inventaire mais observation d'un précipité ferreux en Novembre 2022 (phénomène de retournement probable) 	<p><u>Perturbé :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Peuplement initial : TRF/VAI ; - Vers une diversification spécifique : espèces thermophiles et /ou tolérantes : GOU / CHE ; - Classe qualité IPR : Bonne. - Biotypologie de Verneaux Abondances globales des TRF très inférieure à celle du modèle ; 	<p><u>Population TRF assez structurée.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cycle vital accompli ; - Présence de trous dans les cohortes de subadultes 1+ et 2+ (perturbations ponctuelles ?) ; - Forte variabilité interannuelle des densités. 	<p><u>Non conforme aux exigences de la TRF</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - En dehors du préférendum 29.6% lors de l'étiage 2022 ; - Fortes amplitudes horaires (4°C en 1 heure) et journalières.

Les investigations effectuées sur les deux stations témoignent des perturbations induites par la présence du barrage de la Galaube au niveau de la station aval. Elles affectent aussi bien les compartiments physiques que biologiques (apparitions d'espèces tolérantes, baisse des abondances et perturbations au niveau des phases critiques de la TRF). Cependant, nous noterons qu'en dépit de cela, la Truite Fario reste l'espèce dominante en aval du barrage et semble pouvoir accomplir l'intégralité de son cycle vital.

Les pressions identifiées sont associées à la gestion des eaux depuis le barrage avec des impacts avérés sur le régime thermique du cours d'eau mais aussi des phénomènes ponctuels de colmatages par dépôts ferreux. Concernant ce dernier point, les éléments fournis par l'IEMN mettent en évidence un phénomène de retournement associé à la baisse tardive des températures des eaux de surfaces et l'absence de précipitations. Cet événement pourrait ainsi être liée à une conjoncture relevant de l'exceptionnel.

En tout état de cause, en considérant la vocation d'utilité publique du Lac de la Galaube pour la fourniture en eau potable, les marges de manœuvre pour une meilleure gestion du flux d'eau apparaissent étroites. Une réflexion pourra néanmoins être instiguée sur la gestion des vannages en période de canicule et / ou d'été sévère afin de limiter les effets de surchauffe.

En termes de perspectives, une attention particulière devra désormais être portée au niveau du tronçon court-circuité en aval de la prise d'Alzeau. En effet, les dernières données aujourd'hui disponibles sur ce secteur témoignent de densités en TRF très faibles et de populations très déstructurées. Une étude basée sur la détermination d'un débit minimum biologique sur ce tronçon pourrait servir de base argumentaire pour une gestion moins impactante du barrage de la Galaube.

Synthèse des éléments bibliographiques :

- Belliard J., Ditché JM., Roset N. (2012) Guide pratique de mise en oeuvre des opérations de pêche à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons. ONEMA..
- CAUDRON A., et CATINAUD L., FDAAPPMA 74, 2008. Utilisation des Fréquences de taille relative pour évaluer les structures de tailles des populations de truites en haute Savoie.
- CUINAT R., 1978. Barème conventionnel des croissances, potentiels de reproduction et densité de peuplement pour les truites communes des rivières du massif central.
- CSP (DR8), Mars 2006. Indice Poisson Rivière (I.P.R).
- CSP 11, 1981, Schéma Départemental à vocation Piscicole 11.
- Cuiinat R. (1978). Barème conventionnel des croissances, potentiels de reproduction et densité de peuplement pour les truites communes des rivières du Massif Central. CSP. DR6
- De Lury (1951). On the planning of experiments for the estimation of fish population. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 18, pp 281-307.
- FDAAPPMA 11, Projet de développement du Loisir Pêche sur le Lac de Laprade Basse, Mars 2020.
- FDAAPPMA 11, Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles (P.D.P.G.) du département de l'Aude (Février 2019).
- FDAAPPMA 30 (2015) Réseau de suivi thermique de la Fédération de Pêche du Gard (30) Résultats et interprétation du suivi des températures pour la chronique d'octobre 2014 à octobre 2015,
- FDAAPPMA 45 (Octobre 2007) , Dossier de reclassement de la rivière Aquiaulne dans le département du Loiret ; 2007.
- KEITH P., PERSAT H., FEUNTEUN E., ALLARDI J., 2011. Les poissons d'eau douce de France.
- LAGARRIGUE T., BARAN P., LASCAUX J.M., DELACOSTE M., ABAD N., LIM P., 2000 ; Taille à 3 ans de la truite commune dans les rivières des Pyrénées françaises : relations avec les caractéristiques mésologiques et influence des aménagements hydroélectriques.
- LAGARRIGUE T., BARAN P., LASCAUX J.M., BELAUD A., 2000. Analyse de la variabilité de la croissance d'une population de truite commune dans un torrent Pyrénéen.
- ONEMA, Fiche synthétique état du peuplement piscicole, Protocole CEN 14757, Lac de Laprade Basse ; 2008.
- ONEMA, Suivi des plans d'eau des bassins Rhône-Méditerranée et Corse en application de la Directive Cadre sur l'Eau (Sites de Référence, Réseau de Contrôle de Surveillance et Contrôle Opérationnel), Note synthétique d'interprétation des résultats, Laprade-Basse ; Campagnes 2009.
- TISSOT, SOUCHON, Synthèse des tolérances thermiques des principales espèces de poissons des rivières et fleuves de plaine de l'ouest européen ; 2011.
- Verneaux J (1977b), Biotypologie de l'écosystème "eaux courantes". Déterminisme approchée de l'appartenance typologique d'un peuplement ichthyologique

Liste des Annexes :

Annexe 1 : SUIVI DES FRAYERES A TRUITE SUR LE BASSIN DE L'ALZEAU

Annexe 2 : ILLUSTRATIONS PHOTOGRAPHIQUES DE L'INVENTAIRE PISCICOLE DE LA STATION AVAL « PRISE D'ALZEAU » LE 27/09/2022

Annexe 3 : ILLUSTRATIONS PHOTOGRAPHIQUES DE L'INVENTAIRE PISCICOLE DE LA STATION AMONT « GUE DE RIETGE » LE 27/09/2022

Annexe 1 : SUIVI DES FRAYERES A TRUITE SUR LE BASSIN DE L'ALZEAU

Annexe 2 : Illustrations photographiques de l'inventaire piscicole de la station Aval « Prise d'Alzeau » le 27/09/2022



Phoxinus Phoxinus (ssp. ?)



Gobio Gobio (ssp ?)



Salmo Trutta



Salmo Trutta



Action de pêche



Poste de biométrie

Annexe 3 : Illustrations photographiques de l'inventaire piscicole de la station Amont « Gué de Rietge » le 27/09/2022



Salmo Trutta



Salmo Trutta



Salmo Trutta (variabilité phénotypique)



Salmo Trutta (variabilité phénotypique)



Action de pêche



Poste de biométrie