

ÉTUDE DE LA QUALITÉ THERMIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'ARGENT DOUBLE.

Résultats et interprétations du suivi des températures.

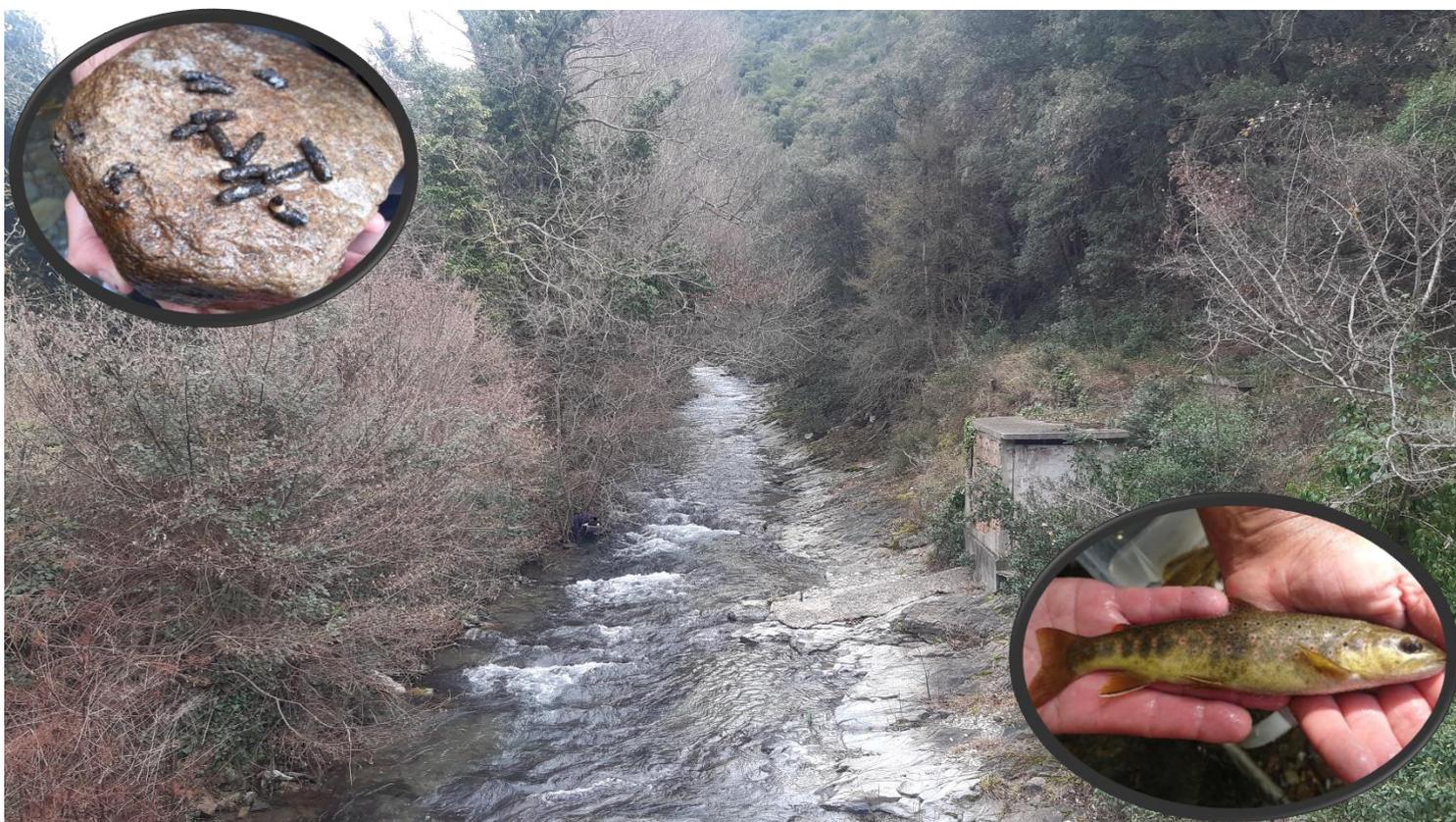


Table des matières

Introduction :

1. Présentation de la méthodologie :

- 1.1 Zone d'étude et choix des stations
- 1.2 Matériel utilisé et protocole de mise en place

2. Analyse des résultats :

2.1 Sonde Amont Lespinassière

- Caractéristiques thermiques générales
- Température extrême, amplitude et moyenne estivale

2.2 Sonde intermédiaire Citou

- Caractéristiques thermiques générales
- Température extrême, amplitude et moyenne estivale

2.3 Sonde Aval Caunes Minervois

3. Variations thermiques à l'échelle du Bassin Versant :

Bibliographie

Annexes.

Introduction :

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, paramètre indispensable 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.

Le contexte piscicole de l'Argent Double a été évalué comme très perturbé par le PDPG 11 du fait des fortes pressions exercées sur la ressource en eau mais aussi de l'importante fragmentation de son continuum. Le peuplement piscicole de ce cours d'eau est dominé par la Truite Fario (espèce repère). Cette dernière est accompagnée par deux cyprinidés rhéophiles : le Barbeau Méridional et le Vairon.

La présente étude a pour objectif d'acquérir une meilleure connaissance du fonctionnement hydrologique complexe de l'Argent Double qui alterne en période d'étiage les linéaires en assec et les secteurs en eau alimentés par des résurgences. De plus, elle pourra mettre en évidence des variations du régime thermique du cours d'eau de l'amont vers l'aval potentiellement en lien avec les diverses pressions anthropiques. Une analyse des mesures sera réalisée afin d'apprécier leurs conséquences biologiques potentielles notamment pour l'espèce sensible que constitue la Truite fario.

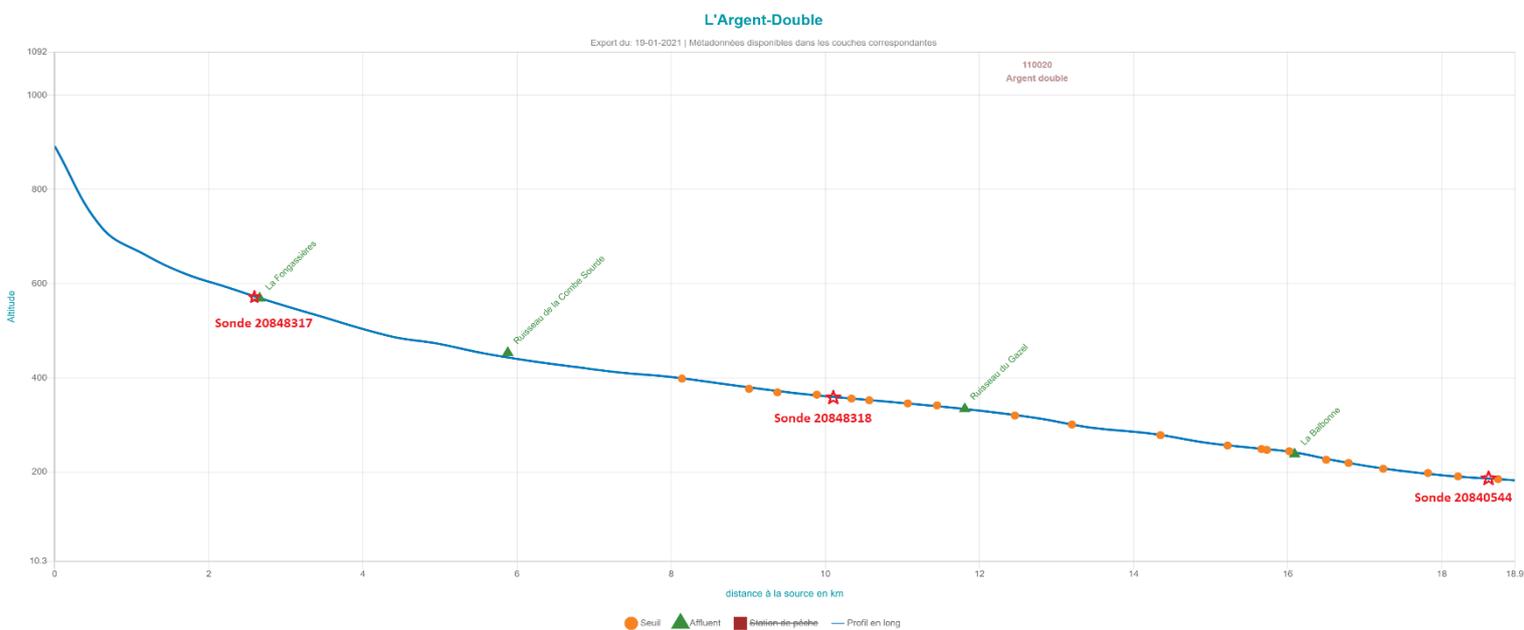
L'interprétation des enregistrements a été réalisée au travers d'un script VBA sur Excel mis à disposition par la Fédération de pêche du Gard. Dès lors, l'ensemble des valeurs retenues en termes de seuils de confort et de seuils léthaux selon les phases de développement sont le fruit d'un important travail initial de synthèse bibliographique. Les conclusions de ces recherches sont annexées au présent rapport.

1. Présentation de la méthodologie :

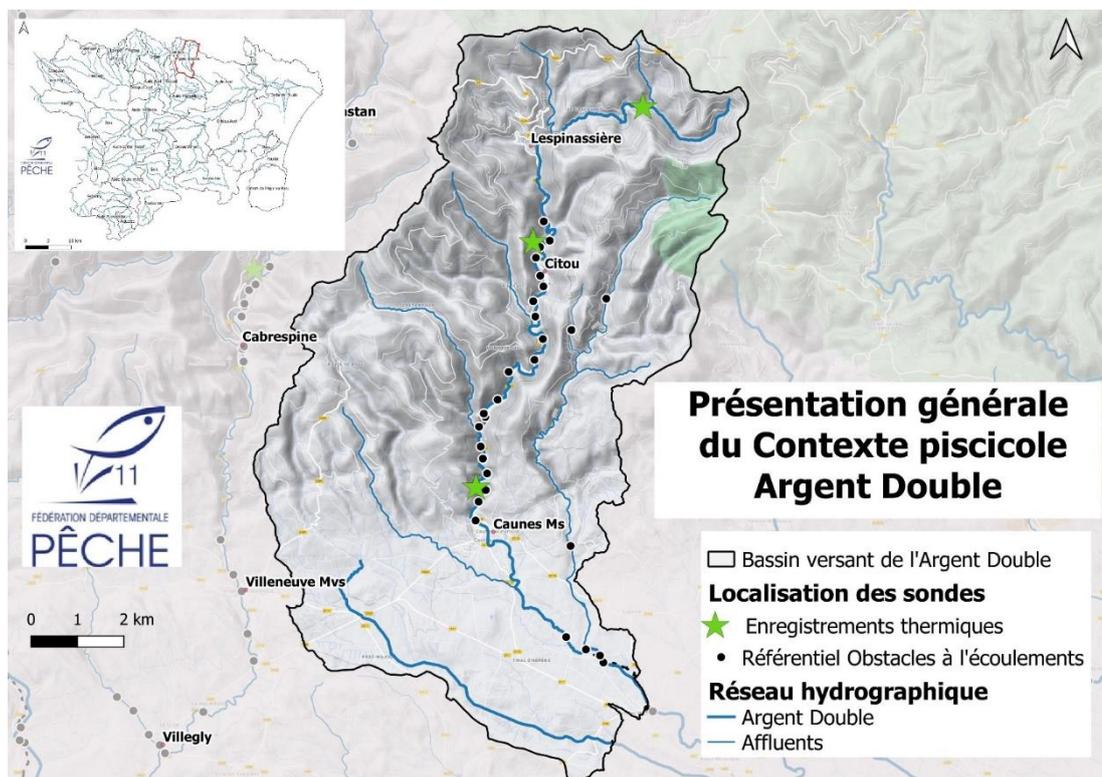
1.1 Zone d'étude et choix des stations

L'Argent Double est un affluent rive gauche de l'Aude qui prend sa source à Lespinassière à environ 900m d'altitude. Sur le périmètre du contexte piscicole salmonicole « Argent Double », la pente moyenne est de 30.5‰ avec une forte disparité entre la zone des sources et le piémont.

Profil altimétrique de l'Argent Double :



La géologie du contexte, constituée de schistes puis de marnes argilo-calcaires et ses caractéristiques hydromorphologiques (fortes pentes, concentration des écoulements) influencent fortement le régime hydrologique de l'Argent Double. Par ailleurs, la présence de 24 obstacles à l'écoulement sur un linéaire de 25 km de cours d'eau (densités locales de trois ouvrages par km linéaire) peut être de nature à profondément modifier le régime thermique naturel du cours d'eau ainsi que les flux biologiques.



Pour les besoins de notre étude, trois stations de mesures ont été sélectionnées sur le tronçon de l'Argent Double présentant les principaux enjeux piscicoles (zone apicale jusqu'au secteur de piémonts (Caunes Minervois)) :

- La sonde amont (commune de Lespinassière) constituera la station de référence dans une section relativement préservée des pressions anthropiques au sein d'un milieu forestier.
- La sonde intermédiaire (commune de Citou) correspond au secteur où les premières pressions significatives sont exercées sur le cours d'eau (fortes densités de seuils, dégradation de la ripisylve, activités et prélèvements agricoles). Cette zone se situe sur un tronçon assujetti aux assecs estivaux dont l'ampleur peut varier d'une année à l'autre.
- La sonde aval, située en secteur de piémont, doit mesurer les effets cumulés des pressions situés en amont. La densité de seuil y est importante mais à la faveur d'une moindre ouverture de la vallée, l'activité agricole y reste marginale. L'enregistreur a été positionné en amont immédiat de l'ultime zone d'assèchement connue.

1.2 Matériel et Protocole de mise en place :

Dans un contexte organisationnel difficile, en lien avec les mesures sanitaires mises en place au cours de l'année 2020, les sondes ont été positionnées plus tardivement qu'initialement envisagé.

Ainsi, le choix a été fait de focaliser les enregistrements sur la période estivale (de Juin à Septembre) afin de prendre en compte la totalité de l'intervalle offrant une sensibilité accrue au réchauffement. Dans le cadre de cette première approche, les données obtenues permettront d'apprécier les maximas thermiques qui restent le paramètre prépondérant en termes de sélection des espèces piscicoles eurythermes. C'est aussi lors de cette période que les impacts potentiels des aménagements et activités anthropiques sont les plus sensibles.

Les stations de mesures ont été identifiées en fonction de nos connaissances des tronçons subissant régulièrement des périodes d'assèchements des écoulements de surface. À ce titre, une consultation des détenteurs et gestionnaires des droits de pêche des locaux (structures associatives de la pêche de loisir) a été réalisée. Une information a aussi été délivrée aux communes concernées.

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, deux 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-Septembre préalablement aux potentiels épisodes méditerranéens et à la remontée des niveaux d'eau.

2. Analyse des résultats :

2.1. Enregistrements thermiques de la Sonde Amont :

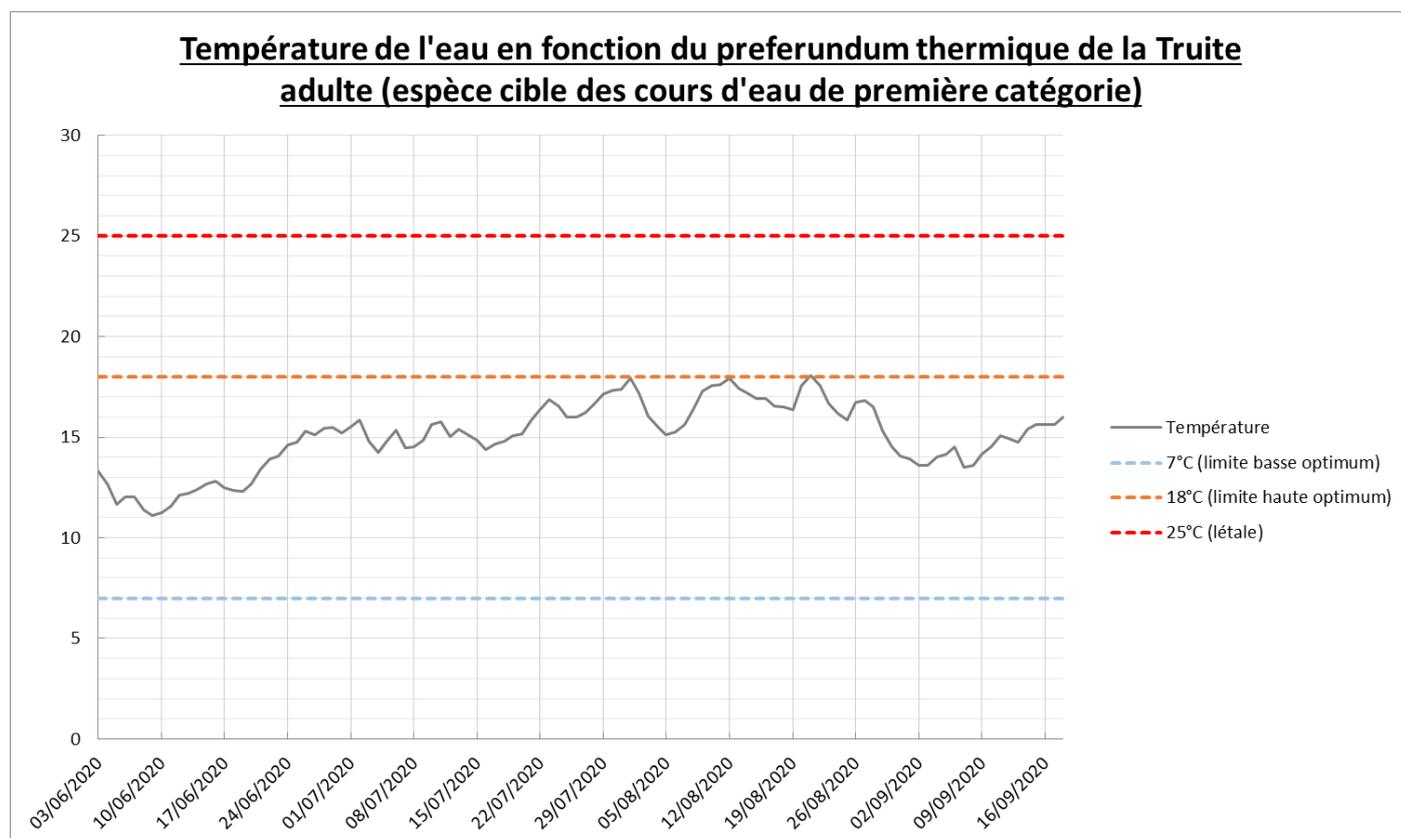
La sonde amont a été implantée sur le haut bassin de l'Argent Double à proximité de la confluence avec le Ruisseau de la Fongassière sur parcelles domaniales gérées par l'ONF. Le peuplement piscicole en place est exclusivement salmonicole et caractérisée par une population fonctionnelle de Truite Fario.



Analyse des données thermiques :

2020	Fiche station macro thermie argent double lespinassière.			
	Date début suivi	03/06/2020	Température moyenne de la période étudiée	15.1
	Date fin suivi	18/09/2020		
	Durée (en j)	108		
	Températures élevées	T°C instantanée maximale	18.5	
		T°C moy jour max	18.1	
		Date T°C maxi journalière	21/08/2020	
		T°C des 30 jours les plus chauds	16.8	
		Date T°C 30 jours les plus chauds	29/07/2020	
	Températures faibles	T°C instantanée minimale	10.8	
T°C moy jour min		11.1		
Date T°C min journalière		09/06/2020		
Amplitudes thermiques	Amplitude thermique globale maximale	7.7		
	Amplitude thermique journalière maximale	2.1		

Sur la période considérée, la température moyenne de l'Argent Double au niveau de la station amont est de 15.1°C. La température a atteint au maximum 18.5°C le 21/08/2020 pour une température moyenne journalière de 18.1°C. L'amplitude thermique journalière maximale sur la période étudiée est de 7.7 °C. Enfin, la température des 30 jours les plus chauds est de 16.8°C à partir du 29 juillet 2020.



Durant l'étiage 2020, la température de l'eau est optimale pour le Truite Fario 99.1 % du temps. Ces relevés indiquent une gamme de température tout à fait adaptée au développement et au maintien de la l'espèce repère.

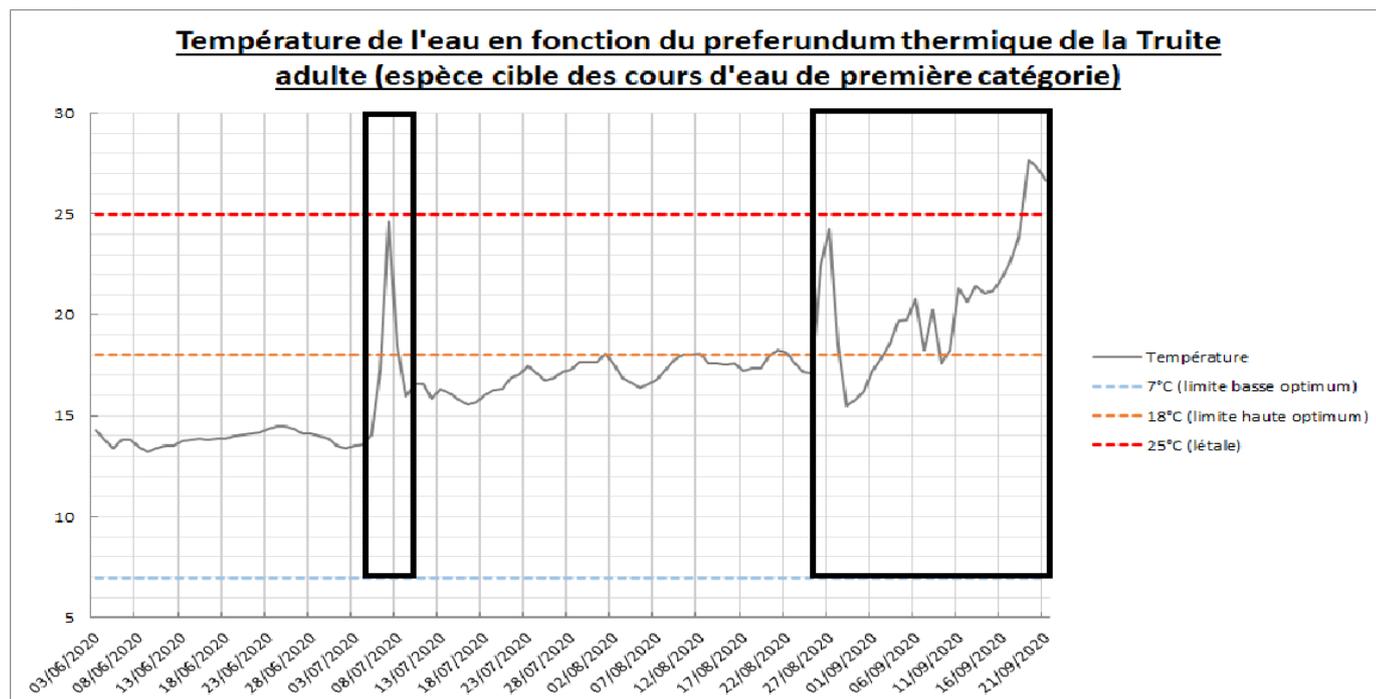
2.2. Enregistrements thermiques de la Sonde intermédiaire :

La sonde intermédiaire a été implantée en aval immédiat de la commune de Citou à l'aplomb du mur de soutènement du chemin communal, en dessous des 6 premiers seuils référencés par le ROE. La ripisylve de ce secteur est fortement dégradée et plusieurs indices laissent supposer une forte récurrence d'évènements hydrologiques morphogènes.

La FDAAPPMA 11 ne dispose que peu d'informations sur la faune piscicole présente sur ce secteur (absence d'inventaires). Cependant, quelques comptes-rendus de pêches de sauvetages réalisés sur ce tronçon attestent d'un peuplement composé de Truites Fario, de Barbeaux Méridionaux et de Vairons.



Analyse des données thermiques :



La campagne de mesure sur cette station a été profondément perturbée par deux exondations de la sonde. Ainsi, notre capacité d'exploitation des enregistrements est considérablement limitée.

La première « sortie de l'eau » est intervenue entre le 05 et 10 Juillet en relation avec l'assèchement de la rivière au droit de la station. Cet assec a été découvert à l'occasion d'une tournée de contrôle et a donné lieu à un sauvetage de plusieurs dizaines d'individus de Truites Fario et quelques Barbeaux Méridionaux.

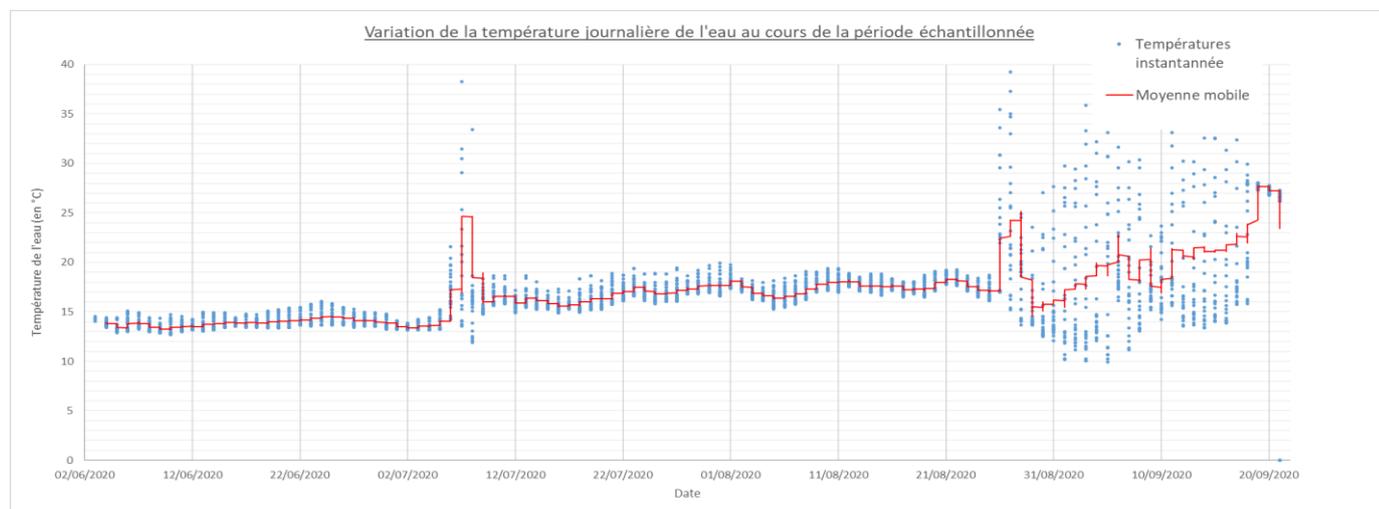
Par ailleurs, cet incident a mis en évidence la présence d'une résurgence « fraîche » à proximité de la station. Ainsi, les enregistrements réalisés sur ce site se caractérisent par des amplitudes journalières faibles (maximum 2.2°C) et une température moyenne de 13.8 °C.

Station exondée avec visualisation de faibles écoulements issus de la résurgence



Suite à cette déconvenue, la sonde a été replacée plusieurs centaines de mètres en amont (Pont de RD620) sur un secteur encore eau en dessous des trois premiers seuils du ROE. Les températures enregistrées à partir de cette date affichent des valeurs moyennes plus élevées (17.2 °C) accompagnées d'amplitudes plus importantes (3.4°C).

La seconde exondation a été enregistrée à partir du 26/08/2020 et perdurera jusqu'à la fin de jusqu'au 18/09/2020 (date de la relève). Celle-ci relève d'un acte intentionnel dans la mesure où la sonde a été retrouvée sur la berge à proximité du point de fixation.



2.3. Enregistrements thermiques de la Sonde Aval :

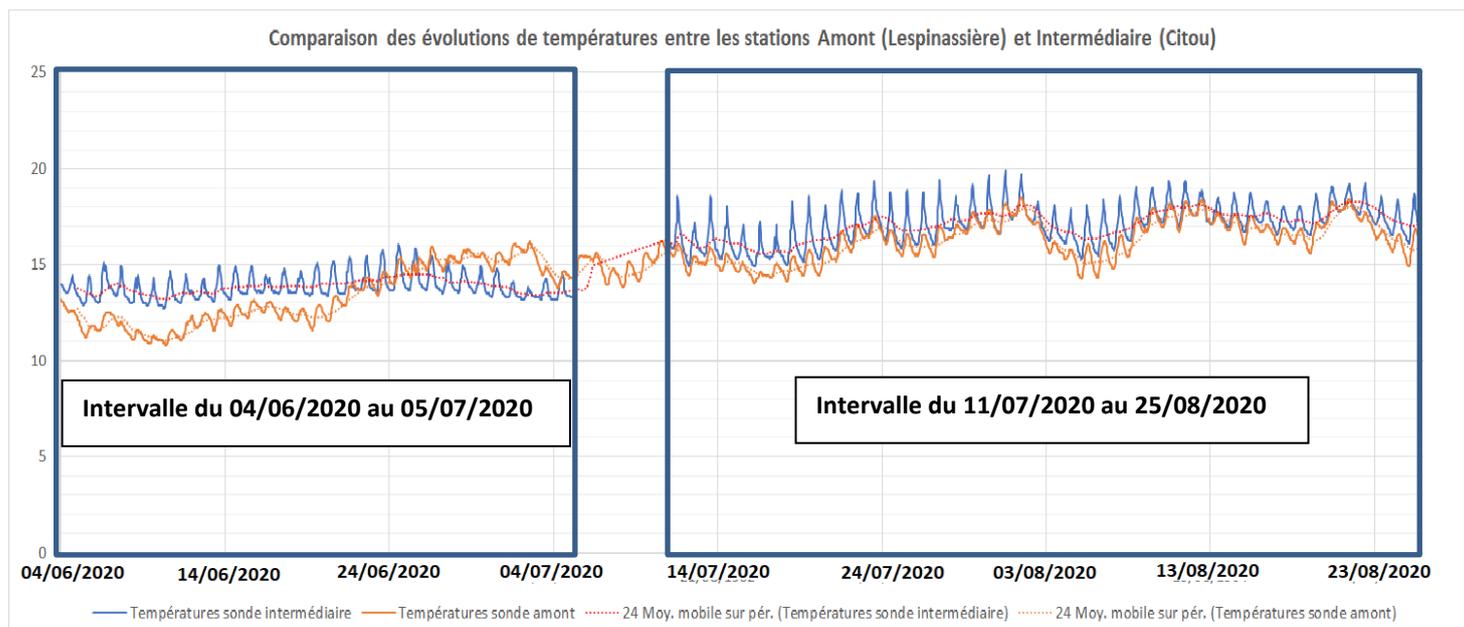
La sonde aval a été implantée sur la commune de Caunes Minervois à l'aplomb du mur de soutènement de la RD 620 au lieu-dit fontaine Romanel. Sur ce tronçon, le cours d'eau ne dispose que de peu d'espace de divagation et la ripisylve est aussi fortement dégradée.

Les données piscicoles disponibles pour ce secteur indiquent un peuplement piscicole relevant du domaine intermédiaire dominé par la Truite Fario et le Barbeau Méridional, marginalement du Vairon.



Les enregistrements ne pourront pas être présentés ici car la sonde a été dérobée entre notre seconde visite de contrôle (20/08/2020) et la date de relève.

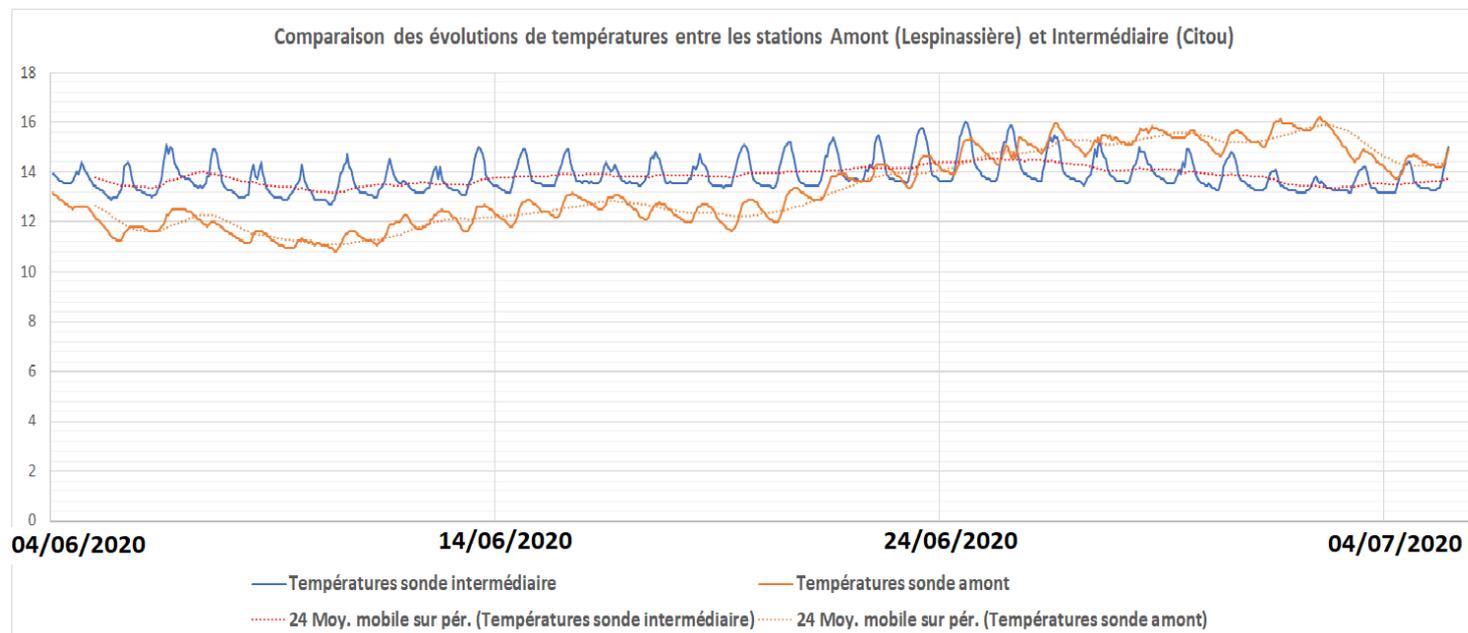
3. Variations thermiques à l'échelle du Bassin Versant et discussions :



En raison des aléas relevés sur la station de Citou, deux périodes doivent être distinguées en vue de la comparaison :

- L'intervalle du 04/06/2020 au 05/07/2020 :

Il correspond aux données de la première station de Citou dont le paramètre thermique semble largement influencé par la proximité d'une résurgence (voir partie 2.2). De par sa constance thermique, cette dernière induit un biais dans le cadre des objectifs de la présente étude (variations thermiques des écoulements de surface). Il est cependant notable qu'elle puisse engendrer des rafraîchissements locaux des températures globales de l'Argent Double.

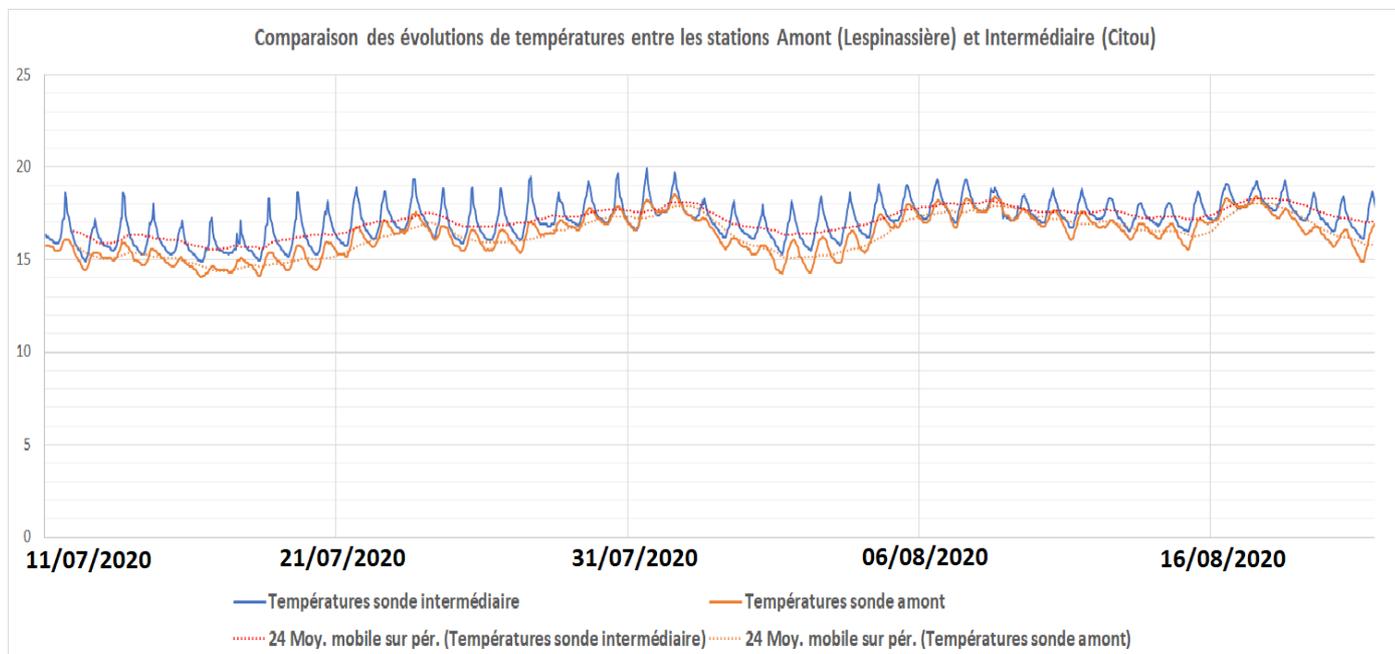


- L'intervalle du 11/07/2020 au 25/08/2020 :

Il fait suite au repositionnement de la sonde sur un secteur moins sensible aux assèchements. Sur cette période, l'analyse comparative des données thermiques issues des deux stations semble pertinente. Ainsi, le créneau exploitable englobe 28 des 30 jours les plus chauds de la station amont.

Les enregistrements mettent en évidence un réchauffement sensible des températures moyennes journalières sur la station intermédiaire (+ 0.8), mais surtout une augmentation des amplitudes thermiques globales (+ 0.5) et journalières (+1.3).

En outre, la sonde intermédiaire relève des températures maximales instantanées dépassant plus largement les seuils de confort de la Truite Fario (19,9°C pour un seuil fixé à 18°C).



Fiche station		Sonde Amont (Lespinassières)	
Date début suivi	11/07/2020	Température moyenne de la période étudiée	16.3
Date fin suivi	25/08/2020		
Durée (en j)	46		
Températures élevées	T°C instantanée maximale	18.5	
	T°C moy jour max	18.1	
	Date T°C maxi journalière	21/08/2020	
	T°C des 30 jours les plus chauds	17.1	
	Date T°C 30 jours les plus chauds	09/08/2020	
Températures faibles	T°C instantanée minimale	14	
	T°C moy jour min	14.4	
	Date T°C min journalière	16/07/2020	
Amplitudes thermiques	Amplitude thermique globale maximale	4.5	
	Amplitude thermique journalière maximale	2.1	

Fiche station		Sonde intermédiaire (Citou)	
Date début suivi	11/07/2020	Température moyenne de la période étudiée	17.1
Date fin suivi	25/08/2020		
Durée (en j)	46		
Températures élevées	T°C instantanée maximale	19.9	
	T°C moy jour max	18.3	
	Date T°C maxi journalière	21/08/2020	
	T°C des 30 jours les plus chauds	17.9	
	Date T°C 30 jours les plus chauds	25/08/2020	
Températures faibles	T°C instantanée minimale	14.9	
	T°C moy jour min	15.6	
	Date T°C min journalière	16/07/2020	
Amplitudes thermiques	Amplitude thermique globale maximale	5	
	Amplitude thermique journalière maximale	3.4	

Discussions :

Malgré les nombreuses perturbations rencontrées lors de la réalisation de cette première étude, celle-ci apporte de nombreux indices pouvant alimenter une réflexion globale.

Dans un premier temps, elle tend à confirmer un certain impact thermique de l'aménagement du cours d'eau en aval de Lespinassière. Ceci est notamment perceptible sur les amplitudes journalières qui tendent à augmenter significativement à Citou. Ce critère peut avoir un lien avec les quelques seuils présents en amont de la station favorisant une altération de capacité d'ombrage de la ripisylve au droit des plans d'eau associés.

D'autre part, « l'expérience » de Citou a contribué à mettre en avant le potentiel rôle entretenu par les résurgences karstiques dans la régulation thermique de l'Argent Double. En effet, celles-ci pourraient assurer un rôle dans la climatisation des secteurs bas de l'Argent Double. À ce titre, la gestion des ressources sous terraines doit faire l'objet d'une attention particulière.

Enfin, l'exondation de la sonde intermédiaire sur un site initialement peu sujet à ce désordre pose la question de la ressource eau et de sa gestion. Les interlocuteurs locaux nous confirment que les tronçons anciennement asséchés selon de faibles récurrences en aval de Citou le sont désormais annuellement. La modification sensible des régimes pluviométriques en lien avec le réchauffement climatique est certainement le facteur principal. Cependant, ses effets négatifs peuvent être amplifiés par les prélèvements et l'évaporation induite par la présence d'une succession de seuils en amont (Impact cumulé des retenues d'eau sur le milieu aquatique - Expertise scientifique collective, Novembre 2017)

Afin d'enrichir nos connaissances et d'apporter de nouveaux éléments à nos pistes d'interprétation une nouvelle campagne de mesure thermique sera mise en place en 2021.

Synthèse des éléments bibliographiques :

- Agence française pour la biodiversité – AFB, Impact cumulé des retenues d'eau sur le milieu aquatique - Expertise scientifique collective, Novembre 2017, 199 p
- CSP (DR8), Mars 2006. Indice Poisson Rivière (I.P.R).
- CSP 11, 1981, Schéma Départemental à vocation Piscicole 11.
- 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.
- Elie P. et Girard P., 2014, La santé des poissons sauvages: les codes pathologiques, un outil d'évaluation. Edit. Association Santé Poissons Sauvages ; 286 p.
- 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 11, Évaluation de l'impact des crues exceptionnelles d'Octobre 2018 sur les populations piscicoles, Février 2020.
- FDAAPPMA 30 (Octobre 2019) Réseau de suivi thermique de la Fédération de Pêche du Gard (30) Résultats et interprétation du suivi des températures pour l'année 2019, 187 p.
- FDAAPPMA 37 (Septembre 2011), ETUDE DE LA QUALITE THERMIQUE DES COURS D'EAU DE SIX BASSINS VERSANTS D'INDRE-ET-LOIRE, données 2009-2010, 95 p.
- FDAAPPMA 46 (Décembre 2011) ; ETUDE DE L'INFLUENCE THERMIQUE ET PISCICOLE DE SIX PLANS D'EAU SUR LES RUISSEAUX TRIBUTAIRES, suivis thermiques 2011 ; 73 p.
- KEITH P., PERSAT H., FEUNTEUN E., ALLARDI J., 2011. Les poissons d'eau douce de France.
- Mistarz M., 2018. Guide méthodologique pour la surveillance des habitats d'eau courante d'intérêt communautaire en vue du rapportage 2018 (Art. 17 DHFF). Rapport Patrinat 2018-2. UMS Patrimoine naturel - AFB/MNHN/CNRS. 61p.
- Nelva A., Pattee E., Perrin J. F., Persat H., Roux A. L. (1981) Structure et fonctionnement des écosystèmes du Haut-Rhône français. 25. Premières observations sur les populations piscicoles dans le secteur de Brégnier-Cordon. Verh. Internat. Verein. Limnol. 21. 1276-1282.
- Pont D., Delaigue O., Belliard J., Marzin A., Logez M. (2013) Programme IPR+. Révision de l'indice poisson rivière pour l'application de la DCE. IRSTEA, 208p.
- Roland-Meynard M. et al., 2019. Guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau. Agence française pour la biodiversité. Collection Guides et protocoles ; 190 pages.
- Raymond, J. & Degiorgi, F. (2000). Utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité des cours d'eau : Guide technique.
- 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 ichtyologique.

Synthèse bibliographique du préférendum thermique de la truite fario

(*Salmo trutta* L.) ; Source : FDAAPPMA 30.

- **Stade oeuf**

Pour les oeufs, la température optimale est comprise entre 2 et 6°C (Vemidub 1963 et Kokurewicz 1971 in Alabaster & Lloyd 1980), et les températures létales extrêmes sont de moins de 0°C et de 15-16°C (Junwirth & Winkler 1984 et Humpesch 1985 in Crisp 1989). Par sécurité, nous retiendrons donc 15°C en température extrême létale.

- **Stade alevins vésiculés**

Afin de connaître l'influence de la température, une analyse en confrontant les densités d'alevins aux températures maximales observées peut être réalisée (Gouraud et al. 2014). Selon Humpesch (1985) et Raleigh et al. (1986), ils considèrent que les températures doivent être comprises entre 1,5°C et 15°C. D'autres auteurs considèrent des températures limites pour la survie des alevins entre 4 et 10° C d'après Huet (1962) et entre 2 et 10,5° C d'après Baglinière et al. (1979). Une moyenne des températures suggérée par les 3 auteurs sera retenue : températures favorables entre 2,5 et 11.8°C.

- **Juvéniles**

La température a un effet direct sur la survie et la taille de l'alevin à l'éclosion et sur la croissance du juvénile lors de sa première saison de croissance (Baglinière & Maisse 1990). Les travaux de Spaas (1958), Bishai (1960), Frost & Brown (1967), Gardside (1973), Elliott (1981) ont permis de distinguer 3 plages de température : une plage optimale (4–19°C), une plage critique pour les faibles températures (0–4°C) et une plage critique pour les fortes températures (19–30°C).

Le seuil de 7°C en dessous duquel la croissance n'est pas effective est à retenir. De plus, des températures trop basses (< 4,5°C) inhibent les déplacements des alevins (Raleigh 1971 in Ottaway & Clarke 1981) et atténuent leurs comportements agressifs.

- **Adultes (>1+)**

Globalement, en milieu naturel, les températures optimales se situent dans une gamme comprise entre 7 et 19° C pour Frost et Brown (1967) et entre 7 et 17° C pour Mills (1971). Les températures supérieures à 19-20°C sont néfastes pour les truites fario. En effet, une suite de jours chauds (supérieurs à 19-20°C) peut compromettre la reproduction (Alabaster & Lloyd 1980, Baldwin 1957, Crisp 1996, Elliott 1975, 1981, 1984, 1994, Elliott & Hurley 2001, Hoar 1942, Varley 1967). La limite supérieure dite létale ou sub-létale pour les juvéniles et les adultes est de 25°C. Les populations se voient alors fortement impactées. (Charlon 1962). A l'inverse, lorsque la température de l'eau descend en deçà d'un certain seuil, les truites gagnent un abri hivernal, dans des milieux plus lents et profonds, avec une couverture du lit (Chapman & Bjornn 1969, Bjornn 1971, Cunjak & Power 1986). Lorsque les eaux restent au-delà de 7°C, de tels phénomènes ne semblent pas exister (Allen 1969).

Nous retiendrons donc une température optimale entre 7 et 18°C et une température critique pour la survie des truites au-delà de 25°C.

Le frai des truites a lieu en hiver pour des températures comprises entre 4 et 10° C d'après Huet (1962) et entre 2 et 10,5° C d'après Baglinière et al. (1979). Des valeurs en dessous de ces températures peuvent donc entraîner des risques d'échec dans la reproduction.

Nous retiendrons des températures favorables à la reproduction entre 3 et 10°C.