



XII^{ème} RAPPORT D'ETUDE

Sur les inventaires réalisés en 2020 sur la Durance (secteurs amont et aval retenue St Lazare, secteur en aval de la retenue de l'Escale et secteur en aval de la retenue de Cadarache)

Janvier 2021

Rémi CHAPPAZ¹, Georges OLIVARI^{1,2}, Bernard BARASCUD¹, André GILLES¹, et Nicolas PECH¹

(1) UMR RECOVER, AMU- INRAE, Centre Saint-Charles, Case 36, 3 place Victor Hugo, CS 80249, F-13331 Marseille Cedex 3

Correspondance : remi.chappaz@univ-amu.fr

(2) Maison Régionale de l'Eau, Bd Grisolle, 83170 Barjols



Remerciements :

Les auteurs souhaitent remercier, les inspecteurs de l'Agence Française de la Biodiversité du service Départemental des Hautes Alpes et des Alpes de Haute Provence et plus particulièrement G. Verdier, les étudiants de l'université d'Aix Marseille en Master « Information et Médiation Scientifique et Technique, D. Doucende de la FDAAPPMA des Hautes Alpes et F. Boca du SMAVD, les personnels de la Maison Régionale de l'eau.

Ce présent rapport réalise une synthèse des données acquises sur l'apron sur le bassin versant de la Durance pendant l'année 2020 dans le cadre de l'observatoire Durance.

Table des matières

Introduction

1. Inventaires par pêches électriques – Méthodes.	(p5)
1.1. Périodes d'intervention	(p5)
1.2. Méthode de pêche utilisée et secteurs d'études	(p8)
2. Résultats 2020	(p8)
2.1.1. Hydrologie	(p8)
2.1.2. Température	(p11)
2.1.3. Résultats de pêche 2020	(p12)
2.1.3.1. Secteur Durance La Saulce- St Lazare (D1 et D2)	(p12)
2.1.3.2. Secteur Durance aval l'Escale (D4)	(p16)
2.1.3.3. Secteur aval Cadarache (D6)	(p19)
3. Discussion 2020	(p21)
3.1. Recrutement interannuel et inter-tronçons	(p21)
3.2. Analyses des densités	(p22)
4. Résumé	
5. Bibliographie	

Introduction :

Les nombreuses études réalisées depuis 1997 sur l'apron dans le bassin de la Durance permettent aujourd'hui d'avoir une meilleure connaissance de la répartition et de la densité de l'espèce sur le cours d'eau et ses principaux affluents. Depuis 2005, l'étude de l'apron était devenue plus systématique et l'inventaire annuel portait plus de 60 stations par an, sur un linéaire compris entre la retenue de La Saulce et celle de Cadarache, soit plus de 100km dans l'axe de la rivière et plusieurs kilomètres sur des affluents majeurs, Buech, Bléone et Asse.

Cette étude a été poursuivie en 2020, sous l'égide du Syndicat Mixte d'Aménagement de la vallée de la Durance et de l'Observatoire Durance, avec des prospections estivales sur plusieurs secteurs de Durance en amont du barrage de St Lazare, en aval du barrage de l'Escale et en aval du Barrage de Cadarache. L'inventaire est plus réduit en 2020, limité aux zones qui sont apparues comme les plus pertinentes pour suivre la population d'apron de la Durance et ses évolutions. En 2020, 27 stations de pêche représentant 639 barrages d'épuisettes permettront la capture de 275 aprons.

- sur la Durance, le tronçon compris entre la retenue de la Saulce et la retenue de St Lazare (secteurs D1 et D2). Ces secteurs font l'objet d'un suivi annuel depuis 1999.

- sur la Durance, dans la partie plus aval de l'aire de répartition de l'Apron c'est à dire sur le linéaire Aval Escal- ancien seuil de la Brillanne (D4)

- sur la Durance sur le linéaire Cadarache – Pont de Mirabeau. Le tronçon barrage de Cadarache – seuil de Mirabeau est un secteur nouveau qui a fait l'objet que d'études ponctuelles non ciblées sur l'apron depuis 1994.

L'année 2020 est une année chaude dans les valeurs thermiques observées jusqu'à l'automne, c'est également une année sèche sur l'ensemble du bassin versant de la Durance.

1. Inventaires par pêches électriques – Méthodes

1.1. Périodes d'intervention :

- Le 17 juillet 2020 a eu lieu un inventaire entre le Pont des Mées et le lieu dit « les Bourelles » sur la Durance, (D4)
- Le 21 juillet 2020 a eu lieu un inventaire sur le tronçon Aval barrage Cadarache - Pont de Mirabeau (D6)
- Nous avons réalisé une pêche d'inventaire le 26 août 2020, sur le linéaire Sasse-Les Coudoulets appelé aussi secteur Fontbéton, secteur (D2)
- Le 6 octobre 2020, nous avons réalisé des inventaires, sous la pluie, sur 3 stations en amont de la confluence avec le Sasse, les stations (D1) : Monetiers, les Henris et la Crotte.

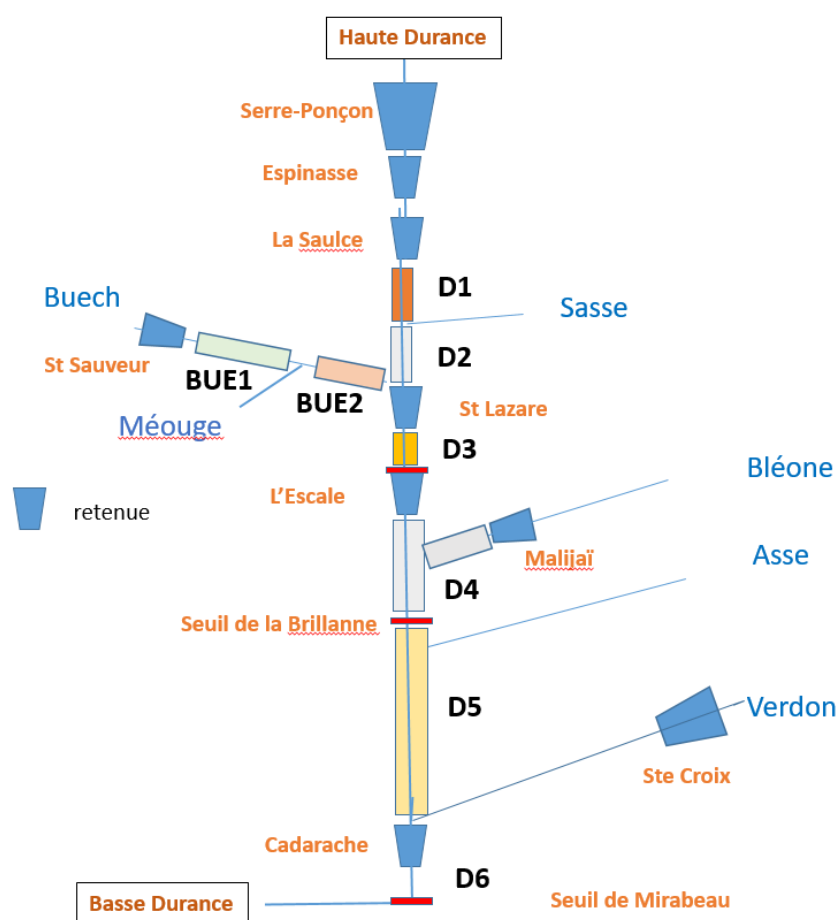


Fig. 1. Les secteurs aprons du bassin de la Durance- le seuil de la Brillanne, fragilisé par différentes crues depuis 2008 est aujourd'hui démonté (fin des travaux en cours)

1.2. Méthode et secteurs d'études :

Une partie des inventaires est réalisée sur un linéaire important avec un transport du matériel par la voie d'eau, il s'agit des journées du 17, 21 juillet et 26 août. Une partie des inventaires est réalisée à partir de stations fixes, ce sont des stations avec un accès possible pour la camionnette, qui font l'objet d'un suivi depuis de nombreuses années.

Comme chaque année, nous avons associé les étudiants du Master première année « Information et Médiation Scientifique et Technique » de l'Université Aix Marseille pour les stations La Saulce- confluence

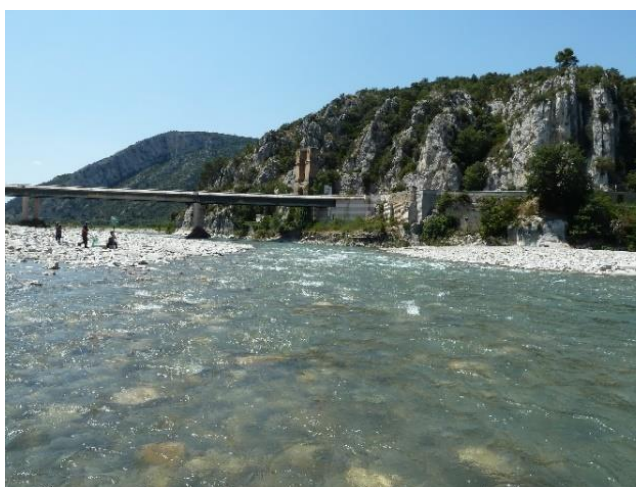
avec le Sasse. Cette journée du 6 octobre a aussi été l'occasion de nombreux échanges entre les étudiants, G. Verdier de l'OFB (SD05), F. Boca du SMAVD et D. Doucende de la Fédération Départementale des Associations Agrées Pêche et Pisciculture des Hautes Alpes, au sujet de la protection des milieux naturels, de la gestion de la pêche et du SIC Durance (Natura 2000).

Pour les grands linéaires, le secteur de pêche étant défini, tout le matériel est chargé sur une barque à fond plat, l'équipe de pêche, elle-même est équipée de Waders, elle se déplace à pied. La technique de déplacement consiste à descendre le courant avec le bateau, l'équipe suivant sur le bord. Chaque radier, ou plat courant rencontré fait l'objet de mesures, (longueur, largeur, surface, d'un positionnement GPS), d'une numérotation depuis le radier amont (cette numérotation est croissante de l'amont vers l'aval) : sur chaque radier rencontré, un inventaire par pêche électrique est réalisé à partir d'un certain nombre de points de pêche avec barrages d'épuisettes (comme décrit plus bas). Nous pouvons ainsi calculer la surface totale de zones courantes rencontrées (du radier plus ou moins rapide au plat courant) et la surface qui fait l'objet de la pêche de sondage.

L'équipe idéale dans ces considérations de débits, est composée de huit personnes, un porteur d'électrode quatre porteurs d'épuisettes, les membres restants de l'équipe s'occupant de la prise de notes, des mesures biométriques, de la gestion des fils conducteurs, des seaux et de la sécurité à terre.



Photographie 1. Secteur aval Cadarache- amont seuil de Mirabeau le 21 juillet 2020



Photographie n°2. Secteur aval Cadarache, pont de Mirabeau

Tous les aprons capturés sont mesurés en longueur à la fourche (LF) au mm :

$$LT = 1,0206LF + 0,1516, r^2 = 0,9985. \quad (LT), \text{ longueur totale}$$

Les eaux peu transparentes et la vitesse du courant, parfois trop élevée, nous interdisent une capture ponctuelle à l'épuisette. De plus, la capacité des aprons à se confondre avec le milieu environnant rend très difficile leur identification visuelle dans l'eau. Le barrage d'épuisettes s'impose en Durance depuis les premiers recensements d'aprons avec le SD 05 de l'AFB (Cavalli *et al.*, 1998). Le porteur d'électrode pratique depuis l'amont vers les épuisettes un double mouvement de descente de son électrode, de haut en bas et de droite à gauche, de façon à diriger les poissons vers le barrage d'épuisettes.

Une surface de réception est délimitée par les 4 porteurs d'épuisettes (diamètre 0,50m) qui se placent à l'aval et forment un barrage d'épuisettes, en général, de type fond surface. Lorsque cela n'est pas le cas, une lame d'eau passe au-dessus des épuisettes, et le risque de perdre des aprons est accru, même s'il s'agit d'un poisson benthique. La maille des épuisettes est de 4,5mm.

- la surface échantillonnée est estimée à 6m² (3m x 2m) environ, mais il est difficile suivant des cas de connaître avec précision la surface exacte d'efficacité de l'électrode. Pour chaque station nous aurons deux estimations en relation avec la surface inventoriée soit 6 soit 8m² par coup d'électrode.

- Sur un seul passage nous avons fait deux types d'estimation (à partir de résultats obtenus sur des captures réalisées sur deux passages entre 1998 et 2002). La première estimation prend en compte que 5 aprons sont capturés sur 10 (efficacité 0,5), c'est le cas général lorsque les eaux sont claires et l'équipe de pêche entraînée à la pêche aprons. Mais nous avons aussi estimé un second seuil d'efficacité, 4 poissons sont capturés sur 10 présents en rivière. Ces estimations ont fait l'objet d'une procédure d'étalonnage en Durance dès l'été 2007 avec le SD CSP 05.



Photographie n°3, Pêches avec barrage d'épuisettes – Station des Henris et Station Pont de Monetiers, 6 octobre 2020

- L'efficacité des captures est fonction de la taille des aprons, les petits individus sont moins capturables que les grands c'est la raison pour laquelle nos inventaires débutent à mi-juillet alors qu'une grande partie de la croissance linéaire annuelle est réalisée (Cavalli *et al.*, 2003).

Nous obtenons donc à partir des individus réellement capturés sur la station, un jeu de combinaisons dont les deux extrêmes sont :

Hypothèse basse : nous capturons 5 aprons sur 10

La surface de chaque point de pêche est de 8m^2

Hypothèse haute : nous capturons 4 aprons sur 10

La surface de chaque point de pêche est de 6m^2 .

Le nombre de points de pêche par radier est fonction de la surface du radier. L'objectif est d'obtenir la meilleure image possible de l'abondance des aprons en intervenant le moins possible sur le milieu pour éviter, autant que possible, d'importuner la faune et la flore.

Il n'y a pas de choix de la zone de pêche sur le radier, toutes les zones de plus de 10cm de profondeur sont susceptibles d'être pêchées.

Certaines analyses dans le chapitre 2 seront réalisées simplement en comparant le nombre d'aprons capturés pour 100 barrages d'épuisettes, afin de pouvoir faire des comparaisons avec les résultats de l'OFB. D'autres fois encore nous utiliserons un simple rapport, nombre d'aprons capturés sur nombre de barrage d'épuisettes.

Compte tenu de l'importance des zones d'étude nous ne nous sommes intéressés qu'aux peuplements des zones de courants, radiers et plats courants. Notre estimation de la population est donc sous-estimée. Dans les mouilles, profondes et difficiles d'accès (c'est-à-dire toutes zones d'une profondeur supérieure à 1,20m), aucune méthode de prélèvements satisfaisante non destructrice ne peut être envisagée dans le cadre de cette étude. Cependant, l'apron est présent dans les zones profondes, notamment pour se déplacer d'un radier à l'autre, comme le confirment d'autres travaux (Labonne *et al.*, 2003, sur la Baume ; Cavalli *et al.*, 2009, sur la Durance) mais il ne s'y nourrit pas (Cavalli *et al.* 2003 ; Corse *et al.* 2017).

Les calculs de densité qui feront l'objet d'une analyse statistique sont exprimés en nombre d'individus pêchés par barrage d'épuisettes, c'est-à-dire que l'on prend en compte la variabilité inter-radiers.

L'évaluation des classes d'âges est en général réalisée à partir de l'analyse des cohortes, plus ponctuellement par analyse scalimétrique quand la confirmation devient nécessaire et que des écailles ont été prélevées. Depuis 1995 nous avons une bonne connaissance des courbes de croissance, en Durance, sur le Buech et le Verdon ce qui permet une bonne analyse par les cohortes.

2. Résultats 2020.

2.1. Hydrologie

L'hydrologie de la Durance, rivière mobile, est très difficile en raison d'un faible nombre de mesures en automatiques. De plus, lorsque les systèmes existent, ils sont très difficiles à calibrer. Nous avons cependant un moyen de connaître l'intensité des crues à travers les mesures réalisées par EDF sur les déversés aux ouvrages. Les données récoltées aux ouvrages doivent être regardées comme des débits minimums puisqu'ils ne prennent pas en compte les apports du bassin versant intermédiaire.

Les débits qui conduisent à une mise en mouvement du substrat sont donnés par un certain nombre d'études, toutes d'ailleurs ne sont pas en concordance totale (par exemple Hydrétude, 2013 donne $45\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ pour le Buech et Sogreah, 2007, $66\text{m}^3.\text{s}^{-1}$). Sur la Durance les valeurs indiquées par tronçons sont données par EDF (Rapport Master - P. Levenard 2012).

Ces données permettent de mettre en évidence des épisodes hydrauliques qui ont lieu pendant la période de développement des larves d'aprons, (notamment pendant la phase pélagique de la larve, Léger et Stankovitch, 1921 ; Bejean, 2019), c'est-à-dire de Mars à Juin (marques en rouge) ; des épisodes

morphogènes ont lieu aussi alors que les 0+ d'aprons ont atteint une taille supérieure à 56-60mm (été) ; ils sont déjà capables d'une nage plus active (crues marquées en noir). Sauf débits exceptionnels en automne, ces épisodes d'automne ont moins d'impacts sur la survie des aprons.

Sur la Durance, l'effet « Serre Ponçon » supprime la plupart des crues morphogènes. Le phénomène est connu depuis bien longtemps et des mesures visant à purger les fonds des accumulations de limons sont développées depuis plusieurs années : il y a aujourd'hui des lâchers de décolmatage « pulses » afin de favoriser la diversité des macroinvertébrés et favoriser la ponte des poissons lithophiles. Début février de chaque année depuis 2014, $60\text{m}^3.\text{s}^{-1}$, sont déversés, pendant 10h ou 15h, depuis le barrage de la Saulce pour favoriser la reproduction de l'apron (co-financement Agence de l'Eau RMC sur la période 2014-2018).

L'année 2019 était une année qui se terminait par de fortes crues, autant par la durée que par le débit maximum enregistré : on note par exemple 39 jours de crue avec un débit maximum de $1163\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ (déversés à l'Escale) dans le tronçon Escalade – Cadarache. Ce débit de déversés à la retenue de l'Escale est un débit minimum puisqu'il ne prend pas en compte les apports du bassin versant, Bléone, Asse, Lague, Ces crues étaient de nature à nettoyer le substratum.

En 2020, nous notons une crue morphogène dans la première quinzaine mars 2020 ($248\text{m}^3/\text{s}$ sur le tronçon St Lazare-Salignac, puis $350\text{m}^3/\text{s}$ sur le tronçon Escalade Cadarache et $541\text{m}^3/\text{s}$ en aval de Cadarache) les durées sont courtes 1 à 1,5j pour les deux tronçons amont mais d'une durée de 6 jours en aval de la retenue de Cadarache. Cette crue pourrait avoir eu un impact négatif sur le recrutement de l'apron en aval de l'Escale car les captures de juvéniles sont très faibles dans ces deux tronçons en 2020. Sur le tronçon Escalade Cadarache, le capteur de Manosque n'ayant pas fonctionné, nous ne pouvons savoir quand le seuil de 14°C (fin de reproduction de l'apron) a été franchi. Sur le tronçon Cadarache Mirabeau, c'est le 8 avril 2020 que nous notons pour la première fois de l'année, la température de 14°C .

Tronçons	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
La Sautre - St Lazare 80m3.s-1		Qmax 63m3/s (février) durée: 2j Qmax 45m3/s (avril) durée: 2j Qmax 55 m3/s (nov) durée 1j déversés > 30m3/s du 01/04 au 29/04	Qmax 63m3/s (février) durée: 2j Qmax 45m3/s (avril) durée: 2j Qmax 55 m3/s (nov) durée 1j déversés > 30m3/s du 01/04 au 29/04			Décolmatage 31/01 (10h) 60 m3.s-1	Qmax 60m3/s (janv) - 1j	Qmax 210m3/s (déc) - 1j Qmax 270m3/s (déc) - 2j	Décolmatage 04/02 (8h) 60 m3.s-1
St Lazare - Saillagac Q entraînement 120m3.s-1	Qmax 740 m3/s (nov) durée: 2j Qmax 607 m3/s (nov) durée: 2j	Qmax 204 m3/s (avril) durée: 5j Qmax 396 m3/s (déc) durée: 2j	Qmax 237 m3/s (janv) - 5j Qmax 982 m3/s (janv) - 5j Qmax 180 m3/s (févr) - 6j Qmax 110m3/s (mai) - 2j Qmax 182 m3/s (nov) - 1j Qmax 344 m3/s (nov) - 3j déversés > 3m3/s 05/02 au 11/02	Qmax 74m3/s (juin) durée: 3j	Qmax 41 m3.s-1 (nov) - 1j Qmax 1057 m3.s-1 (nov) 6j	Déversement pour indispo 60 m3/s du 18 au 21/07/2017	Qmax 138m3/s (janv) - 1j Qmax 278m3/s (mars) - 5j Qmax 70m3/s (août) - 1j Qmax 55m3/s (sept) - 3h Qmax 52m3/s (sept) - 4j Qmax 231m3/s (oct) - 2j Qmax 341m3/s (nov) - 2j Qmax 308m3/s (nov) - 2j Qmax 46m3/s (nov) - 1j	Qmax 188m3/s (fév) - 1j Qmax 262m3/s (oct) - 1j Qmax 222m3/s (nov) - 9j Qmax 272m3/s (nov) - 26j Qmax 670m3/s (déc) - 6j	Qmax 248m3/s (mars) - 1j Qmax 143m3/s (mars) - 1,5j Qmax 56m3/s (oct) - 1j
Escalé Brillanne Q entraînement 150m3.s-1	Qmax 807 m3/s (nov) durée: 1j Qmax 602 m3/s (nov) durée: 3j	Qmax 50 m3/s (mars) durée: 1j Qmax 50 m3/s (mars) durée: 1j Qmax 350 m3/s (avr-mai) durée: 10j Qmax 849m3/s (mai) durée: 7j Qmax 680 m3/s (nov) durée: 1j Qmax 234 m3/s (déc) durée: 1j Qmax 496 m3/s (déc) durée: 4j	Qmax 290 m3/s (janv) durée: 2j Qmax 1164 m3/s (janv) durée: 5j Qmax 282 m3/s (févr) durée: 15j Qmax 333m3/s (mai) durée: 2j Qmax 239 m3/s (nov) durée: 2j Qmax 654 m3/s (nov) durée: 6j déversés > 30m3/s du 05/02 au 21/02 et 26/02 au 02/07	Qmax 106 m3.s-1 (juin) durée: 3j Qmax 46 m3.s-1 (oct) durée: 1j	Qmax 72 m3/s (nov) - 1j Qmax 1163 m3/s (nov) - 7j	Décolmatage 14 fév. (10h) 70 m3.s-1	Qmax 70m3/s (fév) - 1j Qmax 456m3/s (mars) - 7j Qmax 24m3/s (oct) - 1j Qmax 553m3/s (nov) - 2j Qmax 176m3/s (nov) - 1j Qmax 526m3/s (nov) - 3j Qmax 87m3/s (déc) - 1j	Qmax 373m3/s (fév) - 1j Qmax 650m3/s (oct) - 2j Qmax 276m3/s (nov) - 7j Qmax 1136m3/s (nov) - 1j Qmax 1347m3/s (nov-déc) - 39j	Qmax 351 m3/s (mars) - 1j Qmax 245m3/s (mars) - 1,5j Qmax 118m3/s (oct) - 1,5j
St Sauveur - St Lazare Q entraînement 45 à 60m3.s-1	Qmax 79 m3/s (janv) durée: 2j Qmax 81 m3/s (janv) durée: 2j Qmax 61 m3/s (avril) durée: 1j Qmax 132 m3/s (mai) durée: 13j Qmax 120 m3/s (mai) durée: 4j Qmax 57 m3/s (mai) durée: 2j Qmax 109 m3/s (nov) durée: 1j Qmax 483 m3/s (nov) durée: 4j Qmax 465 m3/s (nov) durée: 6j Qmax 144 m3/s (déc) durée: 7j Qmax 80 m3/s (déc) durée: 6j	Qmax 119 m3/s (janv) durée: 3j Qmax 79 m3/s (fév) durée: 4j Qmax 141 m3/s (mars) durée: 6j Qmax 132 m3/s (mars) durée: 13j Qmax 109 m3/s (avril) durée: 9j Qmax 262 m3/s (avril) durée: 13j Qmax 115 m3/s (mai) durée: 3j Qmax 487 m3/s (mai) durée: 10j Qmax 96 m3/s (mai) durée: 2j Qmax 107 m3/s (juil) durée: 1j Qmax 68 m3/s (juil) durée: 1j Qmax 129 m3/s (août) durée: 1j Qmax 91 m3/s (oct) durée: 4j Qmax 108 m3/s (oct) durée: 1j Qmax 95 m3/s (nov) durée: 1j Qmax 117 m3/s (nov) durée: 3j Qmax 114 m3/s (déc) durée: 1j Qmax 520 m3/s (déc) durée: 7j	Qmax 55 m3/s (Nov) 15h	Qmax 22 m3/s (mars) durée: 3j Qmax 24 m3/s (juin) durée: 3j	Qmax 1063 m3/s (nov) - 9j		Qmax 192m3/s (janv) - 6j Qmax 165m3/s (mars) - 8j Qmax 70m3/s (nov) - 1j Qmax 104m3/s (nov) - 1j	Qmax 157m3/s (fév) - 1j Qmax 387m3/s (oct) - 1j Qmax 143m3/s (7/11) - 6j Qmax 209m3/s (nov) - 11j Qmax 393m3/s (déc) - 6j	Qmax 127m3/s (mars) 3j Qmax 45m3/s (mai) 10h Qmax 122m3/s (oct) 12j Qmax 36m3/s (oct) 4h
Cadache Q entraînement à préciser									Qmax 541m3/s (mars) - 6j Qmax 144 m3/s (mai) - 12j Qmax 213m3/s (juin) - 13j

Tabl. I. Débits déversés aux ouvrages EDF depuis 2012, les valeurs en gras indiquent des valeurs de Q_{max} supérieures aux valeurs seuils, la couleur rouge indique que la crue morphogène a lieu pendant la période de reproduction ou pendant les semaines suivantes.

2.2. Températures

Le SMAVD nous a transmis, en février 2021, les relevés températures 2020 sur la plupart des stations d'études aprons. On note toujours quelques problèmes classiques sur certains capteurs (amont St Lazare et cette année Manosque) mais on ne peut que remercier les syndicats de rivière pour l'excellent travail réalisé sur un linéaire très important, compris entre la retenue de Serre-Ponçon et le Rhône. La température est mesurée par chacun des captures sur une base horaire qui permet de réaliser une moyenne journalière, mais aussi d'identifier la période où la température dépasse 14°C signalant la fin de reproduction de l'apron.

Les valeurs mesurées nous permettent de calculer des sommes de degrés jours au-dessus de 14 et 16°C par exemple (les valeurs $\Sigma DDj > 18^\circ\text{C}$ et $\Sigma DDj < 20^\circ\text{C}$ ont également été calculées), traduisant ainsi une chaleur accumulée par la masse d'eau en mouvement à partir des moyennes journalières.

	Durance amont St Lazare						Durance aval St Lazare		Durance Avoi Escalé		Durance aval Cadarache			Affluents		
	Aval la Saulce	Station les Hémis	Amont St Lazare	Durance aval St Lazare		Manosque	Beaumont	Pertuis	Buechaval	Bléne						
	DI > 16°C	DI > 14°C	DI > 16°C	DI > 14°C	DI > 16°C	DI > 14°C	DI > 16°C	DI > 14°C	DI > 16°C	DI > 14°C						
2007						518	889			602	975			364	643	
2008					60	237	497			520	860			394	634	
2009			413	702	81	303	426	733		679	1017			593	899	
2010	0	29,5	183	406	326	520	328	606		510	802					
2011	0	4,9	42	198	154	413	405	755		850	1239			527	844	
2012	0	5	377	531	66	286	287	575		810	1178			557	861	
2013	0	7,2	203	412	116	313				429	706			419	674	
2014	0	8,4	107	355	15	170				666	1005			478	796	
2015	0	10,4	126	366	14	162	611	958		763	1129					
2016	0	7	136	352	6	129	582	898		708	1049					
2017	0	10			4	141	655	996		739	1100					
2018	9	33	173	428	49	197	652	1017	235	510	798			475	750	807
2019					8	179	712	1057	318	631	842					858
2020	0	62	188	421	42	227			292	556	700					789
Y	1	18	170	380	72	232	492	815	277	571	687	1033		476	763	818
[0,05]	2,2	14,2	89,3	102,7	53,6	69,1	110,1	130,1	45,1	151,7	75,2	91,5		61,9	79,5	88,9

Tabl.II. Sommes des degrés jours en différentes zones de répartition de l'apron (en vert les problèmes de capteurs, en rouge les périodes hors d'eau du capteur ou événements hydrauliques particuliers). Beaumont et Bléone sont des stations d'installations récentes. Sur le tronçon La Saulce- Sasse, les restitutions importantes liées aux travaux sur l'usine de Sisteron, en 2011, ont entraîné une baisse très sensible des températures.

La zone comprise entre la retenue de la Saulce et la retenue de St Lazare est représentée par trois colonnes, « Aval la Saulce », « les Henris », station historique d'étude de l'apron en Durance, et les « Coudoulets » en queue de retenue au niveau du camping. En 2020, l'été a été chaud et sec, les valeurs calculées aux stations aval la Saulce, les Henris sont supérieures aux moyennes enregistrées sur les dix dernières années. En revanche les valeurs relevées aux stations Aval Jabron, Pertuis, Beaumont, sont sensiblement identiques aux moyennes interannuelles connues. D'un point de vue thermique, la station Beaumont est très voisine de la station amont St Lazare.

Malgré les « manques » dans les relevés, il est toujours possible de constater qu'en général la $\Sigma DDJ > 14^{\circ}\text{C}$ peut s'écrire ainsi :

DUR aval Jabron < DUR Les Henris < DUR AMT St Lazare et Beaumont < Buech < Manosque < Pertuis

2.3. Résultats des pêches

2.3.1. DURANCE Tronçon La Saulce – St Lazare

Le 26 août 2020, dans le tronçon compris entre la confluence du Sasse et la queue de la retenue de St Lazare, la température est de 17°C en station 1 et de 21°C en fin d'après-midi en amont de la retenue de St Lazare ; c'est un tronçon qui reste frais pendant la saison estivale, compte tenu des températures élevées sur le bassin versant. La conductivité est peu variable, comprise entre 540 et $560\ \mu\text{S.cm}^{-1}$. Sur les stations plus amont, le 6 octobre 2020, la température est comprise entre 12 et $12,8^{\circ}\text{C}$ et la conductivité est de $520\ \mu\text{S.cm}^{-1}$, mais la journée est froide est pluvieuse, elle suit un épisode orageux de la fin de semaine précédente ; la zone amont Sasse est la partie la plus froide du secteur comme le confirme les valeurs mesurées par les thermomètres du SMAVD sur la station aval la Saulce et la station des Henris. Les conditions météorologiques de la journée du 06 octobre, particulièrement pluvieuses nous ont conduits à abandonner notre intervention sur la station Déoule la plus amont.

Histogramme de capture

L'ensemble des aprons capturés sur le linéaire de pêche, en 2020, permet de réaliser un histogramme des captures (Fig.2) (Longueur à la fourche : L_f mm).

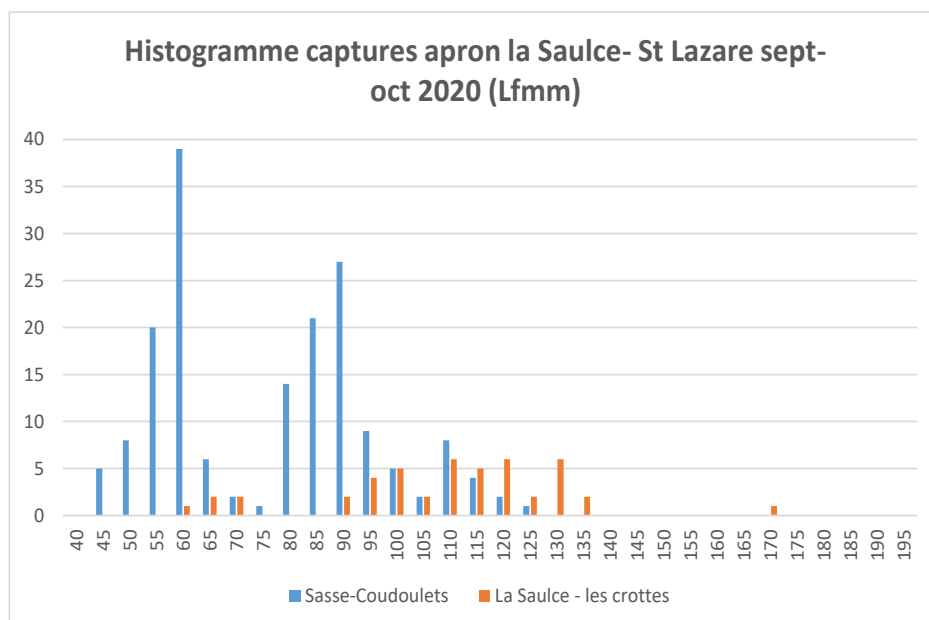


Fig. 2. Histogramme des captures d'aprons réalisées en 2020 entre la retenue de la Saulce et la retenue de Saint Lazare (Lf mm). En orangé les individus capturés entre la Saulce et le Sasse, en bleu, les individus capturés entre le Sasse et la retenue de St Lazare.

Dans la Durance, à la fin de l'été 2020, entre le Sasse et la retenue de St. Lazare, la population d'aprons est très bien représentée : les 0+ sont abondants avec un grand nombre d'individus capturés, les 1+ et 2+ sont bien représentés ; on note la présence d'un individu de grande taille, sur la station des Henris, 170mm peut être un 6+.

Il existe un décalage plus marqué dans la taille des individus 0+ (mais également présent chez les aprons plus âgés) lié au fait que 6 semaines de croissance séparent les prélèvements correspondants aux deux secteurs.

Calculs de densité

Les tableaux suivants font état des captures sur les zones courantes prospectées en amont et en aval de la confluence avec le Sasse.

DURANCE La Saulce - amont Sasse						Estimations radiers						
						Hypot. Basse				Hypot. Haute		
N°	Long.	larg.	Surf.	Nb points	Captures	Surf.	Ind/10m²	Ind/station	Surf.	Ind/10m²	Ind/station	
Pont de Monetiers	45	33	1485	25	10	200	1,00	149	150	1,67	248	
Les Henris	180	34	6120	30	14	240	1,17	714	180	1,94	1190	
Chabras	68	22	1496	40	21	320	1,31	196	240	2,19	327	
Σ	293		9101	95	45	760		1059	570		1765	

Tabl.III. Résultats des pêches 2019 entre la retenue de la Saulce et la confluence avec le Sasse.

DURANCE Sasse-St Lazare					Estimations radiers						
N°	Long.	larg.	Surf.	Nb points	Captures	Hypot. Basse			Hypot. Haute		
						Surf.	Ind/10m ²	Ind/station	Surf.	Ind/10m ²	Ind/station
1	123	12	1476	30	19	240	1,58	234	180	2,64	390
2	106	14	1484	25	10	200	1,00	148	150	1,67	247
3	104	18	1872	25	9	200	0,90	168	150	1,50	281
4	125	11	1375	25	11	200	1,10	151	150	1,83	252
5	103	26	2678	25	23	200	2,30	616	150	3,83	1027
6	144	10	1440	25	8	200	0,80	115	150	1,33	192
7	113	13	1469	25	12	200	1,20	176	150	2,00	294
8	74	13	962	25	30	200	3,00	289	150	5,00	481
9	196	24	4704	25	14	200	1,40	659	150	2,33	1098
10	67	22	1474	25	6	200	0,60	88	150	1,00	147
Σ	1155		18934	255	142	2040			1530		

Tabl.IV. Résultats des pêches 2020 entre le Sasse et la retenue de Saint Lazare, les numéros des stations correspondent à des radiers rencontrés en 2020.

En 2020, en raison de l'abondance des juvéniles, la ratio nombre d'individus/barrages d'épuisettes double par rapport à la situation 2018 surtout sur la partie Sasse St Lazare. C'est toujours cette dernière partie « Sasse St Lazare » qui fait la différence, la partie amont « La Saulce- Sasse » présente une densité légèrement plus faible que la partie Sasse – St Lazare.

Années	La Saulce- Sasse	Sasse- St Lazare
2005	0,11	
2006	0,47	
2007	0,45	0,29
2008	0,28	0,26
2009	0,33	0,43
2010	0,38	0,46
2011	1,15	
2012	0,74	1,00
2013	0,33	0,41
2014	0,25	0,26
2015	0,19	0,30
2016	0,71	1,03
2017	0,39	0,56
2018	0,29	0,34
2019	0,11	0,72
2020	0,47	0,56
Moyenne	0,42	0,51

Tabl. V. Evolution des ratios de captures d'aprons sur le secteur Sasse- St Lazare.

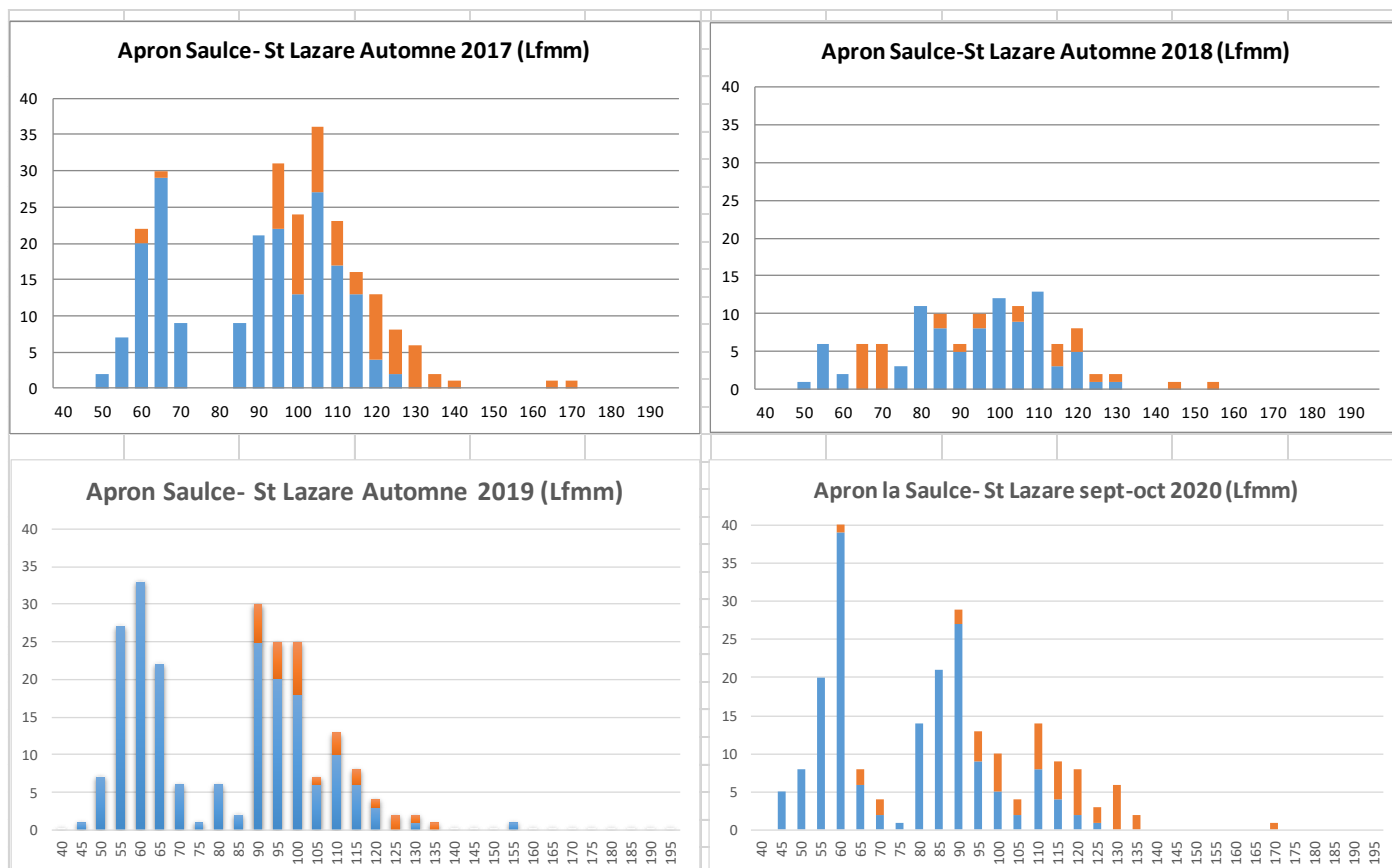


Fig.3. Evolution des captures d'aprons tronçon La Saulce-St Lazare

Les 4 histogrammes présentés illustrent la structure par taille de la population d'apron de 2017 à 2020 : les 0+ sont toujours bien représentés, c'est un tronçon où la reproduction est importante. Les adultes reproducteurs sont abondants et sauf crue morphogène exceptionnelle en mai juin 2021, la recrutement 2021 sera important.

Discussion sur le tronçon

Le tronçon La Saulce St Lazare en Durance est particulier, le lit est relativement contraint, il y a peu de possibilités de tressage, les eaux présentent un gradient thermique frais à très frais en amont et surtout, la position du tronçon en aval d'une usine de lac capable de réguler la plupart des crues entraîne une modification très importante du milieu.

L'absence de crue morphogène annuelle est un problème pour les milieux aquatiques, la dynamique fluviale est très modifiée, le transport solide est important en Durance du fait de la structure géologique du bassin, le colmatage est fort. Depuis plusieurs années des lâchers d'eau claire sont réalisées chaque année avec la perspective de remobiliser les sédiments fins et favoriser ainsi la microfaune et la reproduction des poissons.

Cette absence de dynamique fluviale est un problème pour beaucoup d'espèces finalement peu représentées : on note, par ordre d'importance, les blageons, quelques barbeaux fluviaux, quelques truites et plus rarement un hotu ou un toxostome qui sont les espèces typologiques caractéristiques. L'apron, est même l'une des trois espèces dominantes.

Depuis l'augmentation du débit, le chabot devient important ainsi 161 chabots ont été capturés en trois stations en amont du Sasse et 36 chabots entre le Sasse et St Lazare. Dans le tronçon La Saulce Sasse, le Chabot est trois fois plus abondant que l'apron, mais son abondance diminue de l'amont vers l'aval.

Manifestement l'apron est ici bien adapté et l'importance de ses effectifs explique aussi que la diversité génétique de l'espèce est ici la plus élevée.

Ce secteur est divisé en deux sous-secteurs depuis l'étude de génétique des populations d'apron (Dubut *et al*, 2010) : le secteur D4 qui représente la Durance depuis la retenue de l'Escale jusqu'à l'emplacement du seuil de la Brillanne et le secteur D5 qui représente la Durance entre ce seuil et le barrage de Cadarache. Le secteur de Durance prospecté est le tronçon D4 avec le matériel embarqué.



Fig.4. Secteur de pêche depuis le Pont des Mées jusqu'au lieu-dit Les Bourelles

Lors de notre campagne du 17 juillet 2020 sur le secteur Les Mées, de l'amont vers l'aval, la température était de 16,7°C en station 1, en aval immédiat de pont ; la conductivité était voisine de 250 $\mu\text{S.cm}^{-1}$.

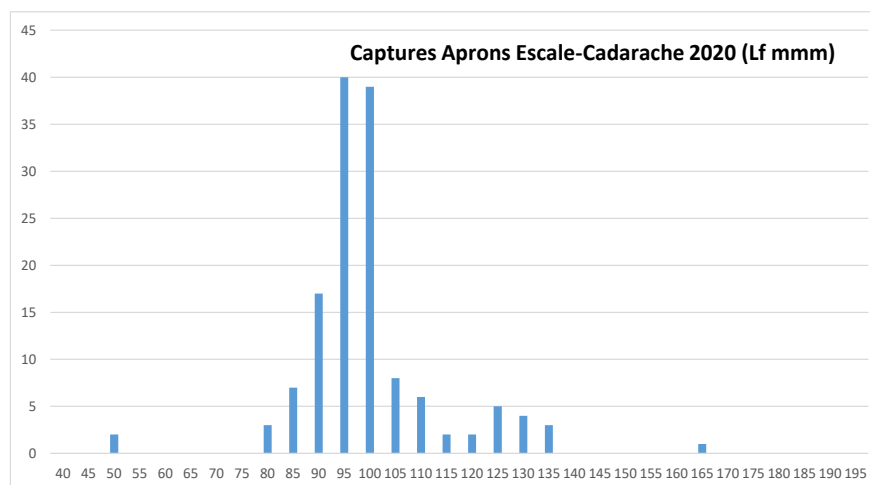


Fig.5. Histogrammes des captures d'apron en Durance sur les secteurs D4 en juillet 2020 (Lfmm).

En 2020, les individus 0+ sont peu représentés, les individus 1+ abondants et les individus 2+ sont peu représentés; la présence des individus 1+ confirme l'excellent recrutement 2019, la faible représentation des individus 2+, confirme la faible représentation des individus 1+ en 2019. L'absence d'individus plus âgés et reproducteurs a limité le recrutement 2020.

La Maison Régionale de l'Eau a effectué des pêches d'inventaire le 16 juillet 2020 dans le cadre des travaux de mise en place du nouveau pont de Manosque. Deux stations de suivis ont fait l'objet de pêches d'inventaire comme en 2017 en 2018 et en 2019, amont et aval pont. Des résultats, mis à disposition par C. Garrone en septembre 2020 (Suivis des travaux de reconstruction du pont de Manosque), nous pouvons faire les observations suivantes : sur les deux stations 12 aprons – 9 aprons (amont) + 3 (aval) ont été capturés (sur 60 x2 barrages d'épuisettes). L'apron est représenté sur ce secteur avec une valeur de densité faible (ratio 0,1), sur 2 classes d'âges (1+ à 2+). Cette faible densité repose aussi sur l'absence des individus 0+.

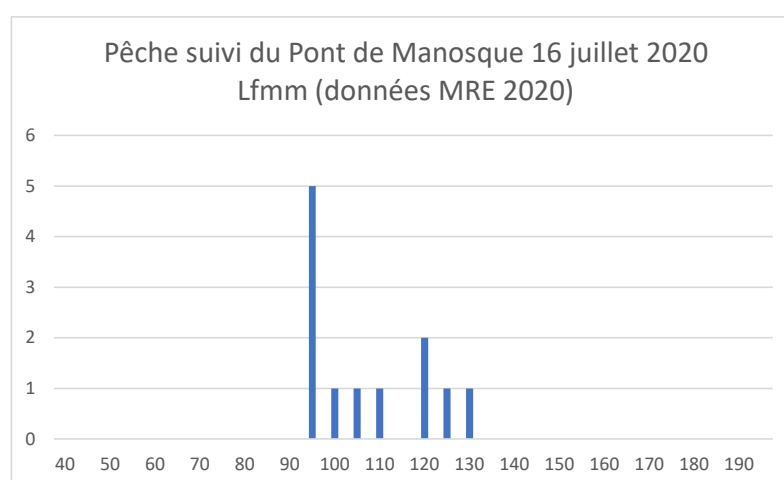


Fig.6. Représentation graphique des aprons capturés par la Maison Régionale de l'Eau le 16 juillet 2020 ; pêches de suivi dans le cadre des travaux du Pont de Manosque (Lfmm).

Calculs de densités

Avec les résultats obtenus, nous pouvons réaliser les tableaux suivants de l'amont vers l'aval : le 17 juillet 2020 au départ du pont des Mées.

N°	Long.	larg.	Surf.	Nb points	Captures	Estimations radiers					
						Hypot. Basse			Hypot. Haute		
						Surf.	Ind/10m2	Ind/station	Surf.	Ind/10m2	Ind/station
1	220	62	13640	25	23	200	2,30	414	150	3,83	5229
2	Pas de mesures			25	21	200	2,10	414	150	3,50	0
3	70	32	2240	25	14	200	1,40	16	150	2,33	523
4	166	40,5	6723	25	10	200	1,00	116	150	1,67	1121
5	78	25	1950	25	10	200	1,00	62	150	1,67	325
6	198	37	7326	25	6	200	0,60	53	150	1,00	733
7	110	17	1870	25	7	200	0,70	43	150	1,17	218
8	88	16,5	1452	25	13	200	1,30	86	150	2,17	315
9	140	32	4480	25	15	200	1,50	220	150	2,50	1120
Σ			39681	225	119						

Tabl.VI. Résultats des campagnes d'inventaire aprons sur la Durance, secteur aval Les Mées le 17 juillet 2020

	Escale Brillanne
2005	0
2006	0
2007	0,1
2008	Crue cinquantennale
2009	0,2
2010	0
2011	0
2012	0,1
2013	0,1
2014	0,1
2015	0,6
2016	0,2
2017	0,2
2018	0,3
2019	0,36
2020	0,53

Tabl.VII. Ratio interannuels des captures d'aprons.

Les cohortes 1+ forme la partie numérique la plus important des populations d'aprons, l'absence des individus 0+ en 2018, se traduit par une faible représentation des 1+ en 2019 et des individus 2+ en 2020. En revanche le fort recrutement en 2019 se traduit par l'abondance de la cohorte 1+. En principe, ces individus vont devenir de jeunes reproducteurs, les juvéniles devraient être abondants en 2021 et plus encore en 2022.

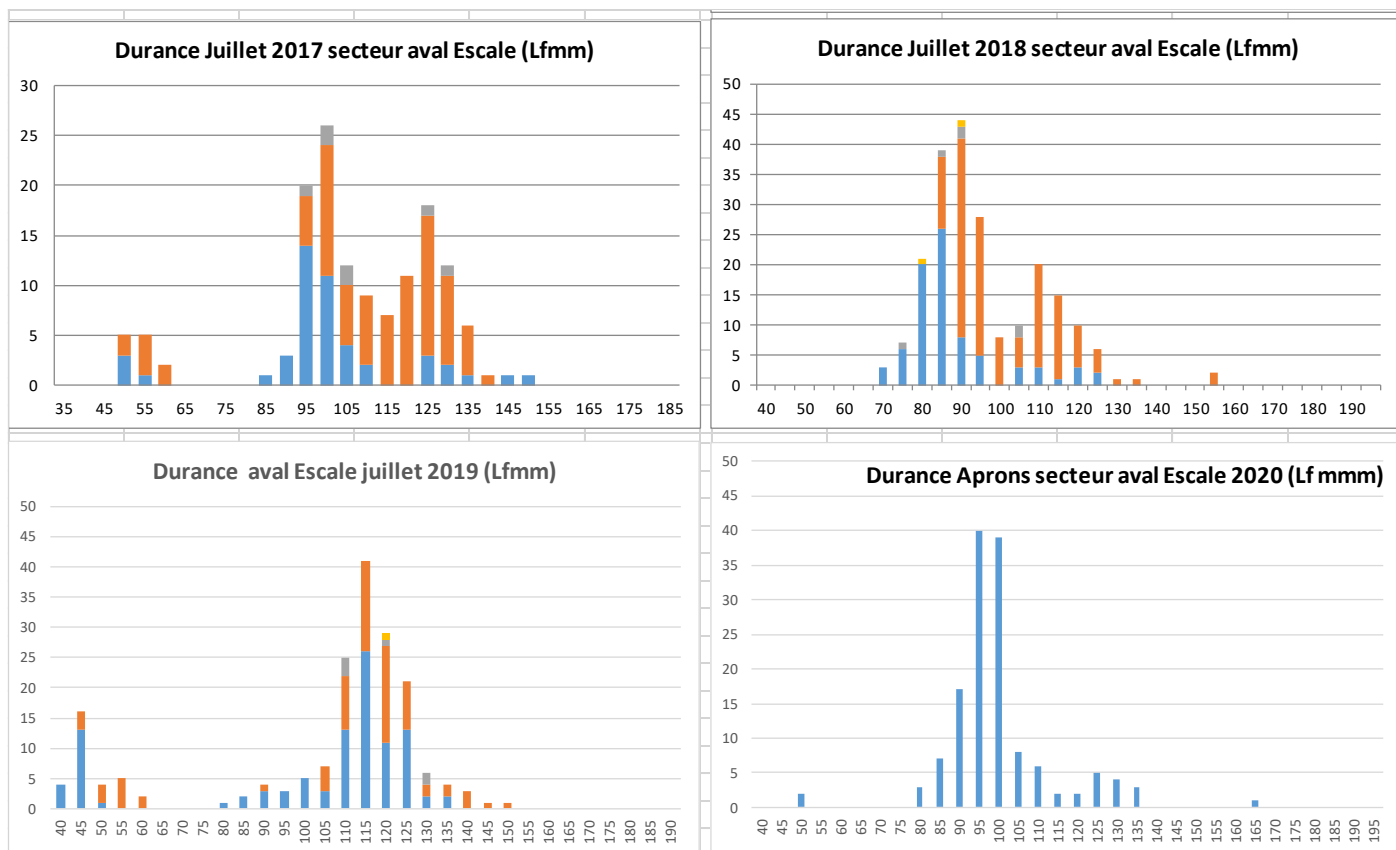


Fig. 7. Evolutions annuelles des captures d'aprons dans le secteur de Durancie entre l'Escale et Cadarache. En bleu secteur Escale -Brillanne, en rouge le secteur Brillanne- Cadarache en vert, l'Asse.

2.3.3. Secteur Aval retenue de Cadarache

La Durancie en aval de Cadarache a fait l'objet de plusieurs pêches à l'électricité depuis 1994. Les premières pêches électriques réalisées en aval proche de la retenue, par le laboratoire, seront effectuées dans le cadre de la thèse de P. Bouchard (1996) les 11 mars, 19 juin, 26 juin, 7 octobre 1994. Pêches électriques et pêches aux filets maillants seront réalisées en amont et en aval du seuil de Mirabeau le 13 octobre. Plus tard, d'autres pêches seront réalisées dans le cadre de la thèse de A. Gilles (1998), puis la thèse de C. Costedoat (2006) y compris sur l'emplacement de l'ancien plan d'eau des 4 tours, sans que la présence de l'apron puisse être confirmée.

Plus aval, c'est-à-dire sous le seuil de Mirabeau, une pêche du CSP réalisée le 30/10/2003 sur 400m se révéla également négative bien que Roche et *al* (2009) mentionnent la présence d'un apron capturé sur ce secteur en 1992 sans préciser de date exacte ni de taille.

Roche et *al*. 2009 mentionnent deux pêches à l'électricité le 30/11/2004 sur 100m + 300m dans le secteur de la confluence du Réal de Jouques : pas de captures d'apron.

Le 24 septembre 2015, l'IRSTEA a capturé trois aprons par pêche électrique au niveau de St Paul Les Durancie (LF mm, 118, 118, 131). Il s'agit, à notre connaissance, les premiers aprons capturés et mesurés sur ce secteur.

Plus récemment, la Fédération Départementale de pêche des Bouches du Rhône et l'AFB SD13 ont fait une reconnaissance nocturne le 25 septembre 2017 sur 3 radiers de Durancie en amont de Pertuis : une centaine d'aprons ont été identifiés. Les poissons n'ont pas été capturé.

L'INRAE (RECOVER) a effectué une pêche électrique sur le secteur de St Paul les Durancie pour le CEA de Cadarache le 29/09/2020, un individu (113mm LT) a été capturé au niveau du rejet du CEA.

A notre connaissance, il n'existait pas de recensement systématique de l'apron sur le secteur Barrage de Cadarache- seuil de Mirabeau.

En 2020, pour des questions d'accès nous mettrons à l'eau l'embarcation et l'équipe au lieu-dit les Rochers Rouges pour sortir l'équipe, en rive gauche via l'ancien accès à l'autoroute en aval du pont de Mirabeau. Ce linéaire mesure environ 4,6km. Sept radiers seront pêchés sur 8 rencontrés, c'est-à-dire que nous n'avons pas réalisé de pêche sur le radier immédiatement en aval du pont de Mirabeau.

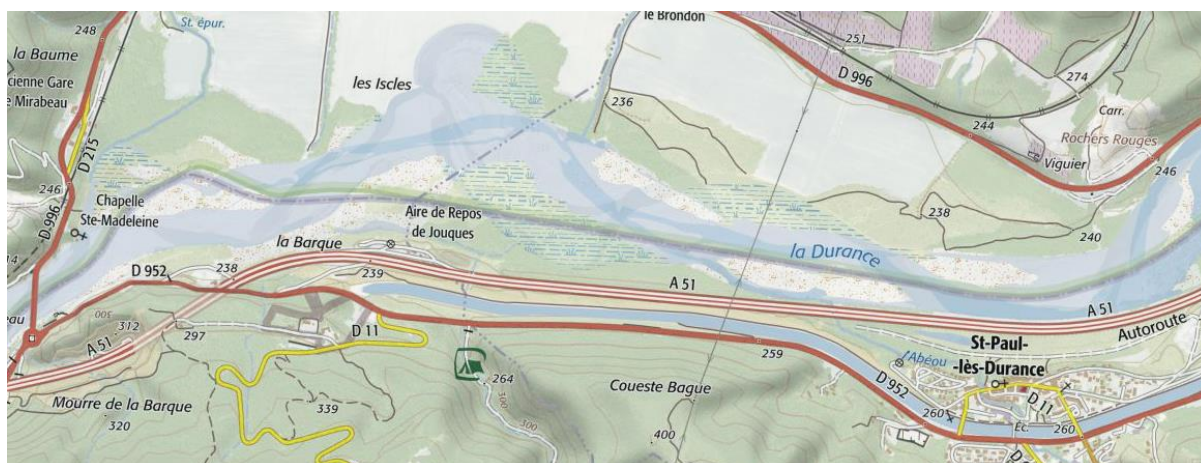


Fig.8. Linéaire d'inventaire Apron 2020, aval barrage de Cadarache

Lors de notre campagne du 21 juillet 2020, de l'amont vers l'aval, la température était de 17,8°C en station 1, et de 22°C dans l'après-midi en station 7 ; la conductivité était voisine de 450 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Sur chacun des radiers 25 barrages d'épuisettes ont été réalisés permettant la capture de 20 aprons en suivant le protocole. En fait des recherches ponctuelles permettront de capturer 5 individus supplémentaires qui ne seront pas comptés dans les calculs de densités (Radier1, +2APR ; Radier2, 0APR ; Radier3, +2APR ; Radier4, 0APR ; Radier5, +1APR, Radier6 et Radier7, 0 aprons).

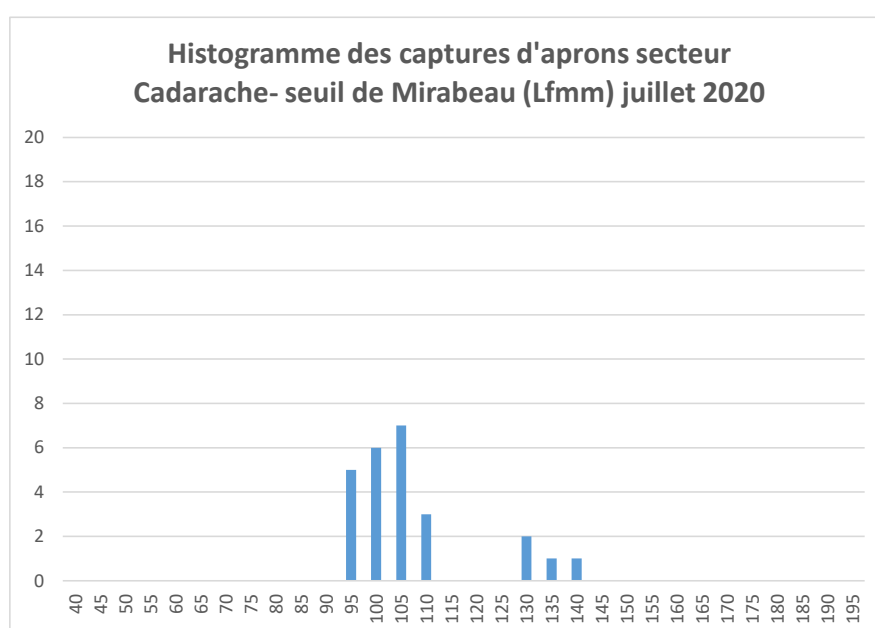


Fig.9. Histogramme des captures d'aprons secteur Cadarache seuil de Mirabeau

L'histogramme présente deux classes d'âge, des individus 1+ nés en avril 2019 et des individus 2+ nés en avril 2018. L'absence d'individus 0+ c'est-à-dire nés en avril 2020 demande à être précisé dans les années prochaines, en effet les aprons présents peuvent être des individus dévalants au moment des fortes crues de novembre et décembre 2019. Il y a de grandes similitudes entre les histogrammes du secteur Escale Cadarache et Cadarache- Pertuis. Nous ne sommes pas encore assurés de la présence d'une population viable d'aprons sur ce secteur de Durance.

21/07/2020						Estimations radiers					
						Hypot. Basse			Hypot. Haute		
N°	Long.	larg.	Surf.	Nb points	Captures	Surf.	Ind/10m2	Ind/station	Surf.	Ind/10m2	Ind/station
1	80	28,5	2280	25	4	200	0,40	414	150	0,67	152
2	43	97	4171	25	5	200	0,50	414	150	0,83	348
3	108	17	1836	25	6	200	0,60	16	150	1,00	184
4	205	37	7585	25	1	200	0,10	116	150	0,17	126
5	101	49	4949	25	1	200	0,10	62	150	0,17	82
6	425	28	11900	25	3	200	0,30	53	150	0,50	595
7	150	26	3900	25	0	200	0,00	43	150	0,00	0
Σ			36621	175	20						

Tabl.VIII. Résultats des campagnes d'inventaire aprons sur la Durance, secteur aval Cadarache le 21 juillet 2020

Le tableau VIII, indique que l'on rencontre de l'apron sur 6 des sept radiers échantillonnés, sur le dernier radier (N°7), une recherche d'apron hors protocole n'a pas permis de capture. Les aprons semblent cependant mieux représentés sur les stations les plus amonts de notre secteur d'étude.

Le ratio obtenu (Nb aprons/ nb. barrages d'épuisettes) est de 0,11 : il est voisin, par exemple, de celui obtenu pour le Buech en 2020 (0,09), de celui obtenu en Durance sur le secteur Brillanne-Cadarache (moyenne 2005-2019 = 0,15) et du ratio calculé par la MRE sur la population d'apron autour du Pont de Manosque en 2020.

3. Discussion

3.1. Recrutement interannuels et inter-tronçons

Par recrutement, nous entendons une reproduction réussie ce qui se traduit par des 0+ à l'automne et/ou- des 1+ l'année suivante. La reproduction de l'apron en Durance n'a jamais fait l'objet d'observations : nous n'avons donc qu'une information *a posteriori*.

Le tableau suivant présente quatre catégories de situations :

- En vert présence de 0+ dans les inventaires
- En orangé, pas de 0+ mais des 1+ l'année suivante et des 2+ l'année $n+2$. La campagne d'inventaire a pu être effectuée en période peu favorable à la capture des individus 0+.
- En rouge, la forte suspicion d'un non recrutement l'année n , validée par la faible ou l'absence de présence de 1+ l'année $n+1$: quelque chose s'est passé !
- Un point d'interrogation précise que nous ne disposons pas d'information, c'est-à-dire « non capture » d'individus 0+, confirmée par l'absence de 1+ ou 2+ les années suivantes.

- De la lecture du tableau, il ressort un recrutement important de l'apron en Durance notamment sur le tronçon amont St Lazare ; ce recrutement est important tous les ans. En Durance sur le secteur compris entre la retenue de la Saulce et la retenue de St Lazare, depuis que nous possédons des informations, c'est-à-dire 1999, le recrutement a toujours été possible, même si ce recrutement est faible notamment en 2008, année de la grande crue printanière.

Sur le grand tronçon aval retenue de l'Escale, nous avons deux années où le recrutement est faible, 2018 et 2020 et deux années avec un recrutement 2017 et 2019.

	DURANCE				
	Amont St Lazare	St Lazare-Salignac	Aval Salignac*	Aval escale	Cadarache- Mirabeau
2017	OUI car 0+	OUI car 1+ en 2018	OUI car 0+	OUI car 0+	
2018	OUI car 0+	OUI car 0+	OUI mais faible qcq 1+ en 2019	OUI mais faible qcq 1+ en 2019	
2019	OUI car 0+	OUI car 0+	OUI car 0+	OUI car 0+	
2020	OUI car 0+	?	?	OUI car 0+	?

Tabl IX. Recrutement d'aprons en Durance depuis 2017.

En règle générale, les difficultés dans le recrutement de l'apron sont souvent la conséquence de crues morphogènes pendant la période mars-juin, période pendant laquelle les juvéniles sont très fragiles sachant qu'ils présentent une phase pélagique (Léger et Stankovitch, 1921 ; Bejean, 2019). Toujours est-il qu'en absence de crue morphogène au printemps 2020, le recrutement d'aprons devait être important ; ce qui a été vérifié dans les secteurs aval la Saulce, ne se vérifie pas en aval Escale.

La faible occurrence des crues printanières sur le secteur La Saulce- St Lazare semble un facteur favorisant la présence de 0+ et les fortes densités observées mais le nombre d'individus géniteurs est également très déterminant (2+ et surtout 3+).

Depuis quelques années, les crues morphogènes de printemps sont beaucoup plus rares. La crue se déplace vers le début de l'hiver.

3.2. Analyse des densités par tronçons et intra-tronçons

Nous avons réalisé une analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs avec interactions, (années x secteurs de Durance) sur les calculs de densités réalisées entre 2007 et 2019 pour les secteurs du Buech et de la Durance, en amont de la retenue, St Lazare Salignac et aval Escale (fig.10). Nous testons l'hypothèse h_0 - égalité des densités moyennes.

Nous notons un effet très significatif entre les quatre secteurs de Durance avec un classement qui se reproduit depuis plusieurs années avec cependant une petite évolution, la densité d'aprons sur la Durance en aval de la retenue de l'Escale atteint maintenant la densité d'aprons sur le Buech :

Densité aval Escale $\leq$ densité Buech < densité St Lazare-Salignac < densité Saint Lazare-amont

L'apron est toujours mieux représenté dans la Durance en amont de la retenue de Saint Lazare.

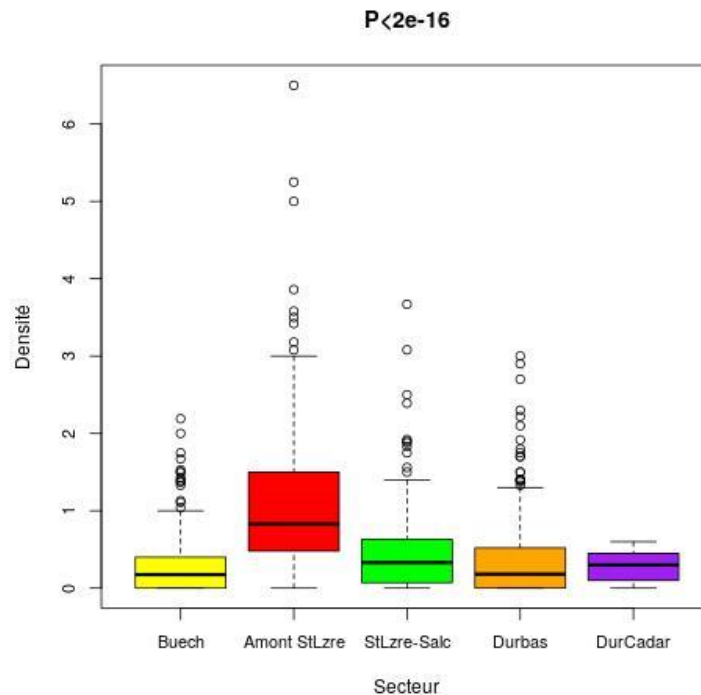


Fig. 10. Boite à moustache illustrant la variabilité inter-stationnelle entre 2007 et 2020 sur la Durance dans la zone de présence de l'espèce (Durbas = aval Escale).

En Durance sur le secteur Amont St Lazare, nous pouvons aussi effectuer un calcul de la densité moyenne d'aprons à partir des données 2007-2020 obtenues sur les zones de courants (radiers et plats courants) [95%] :

$$1,08 \pm 0,14 < \text{Nb. ind.}10\text{m}^2 < 1,82 \pm 0,43, n = 207$$

On ne peut cependant extrapoler ces résultats à l'ensemble des secteurs étudiés, l'incertitude sur la mesure est importante car nous ne tenons pas compte des zones profondes ($P > 1.20\text{m}$) qui peuvent abriter des aprons (au moins en déplacement), de l'efficacité de pêche qui est « potentiellement » variable car les individus de moins de 60mm sont moins « capturables » que les grands aprons. Les valeurs obtenues reposent néanmoins sur un linéaire de pêche important et varié, elles permettent une comparaison Buech-Durance et Durance-Durance à la même période et à des altitudes différentes.

Sur le tronçon, Escale – Cadarache, la densité moyenne observée est de [95%] :

$$0,37 \pm 0,11 < \text{Nb. ind.}10\text{m}^2 < 0,59 \pm 0,18, n = 314$$

A titre indicatif, sur le tronçon Cadarache seuil de Mirabeau, la densité moyenne observées est de [95%] – une seule année d'étude.

$$0,29 \pm 0,17 < \text{Nb. ind.}10\text{m}^2 < 0,48 \pm 0,28, n = 7$$

Nous avons aussi testé l'hypothèse « d'égalité des densités moyennes » des 4 tronçons étudiés depuis 2005 ; l'analyse réalisée montre une probabilité très faible, c'est-à-dire « l'évènement est improbable ». Il y a bien une différence de la densité moyenne interannuelle par secteur depuis 2007 (fig.10). En

revanche la densité moyenne sur le tronçon Escale Cadarache est depuis 2014 très voisine de la densité d'aprons sur le Buech.

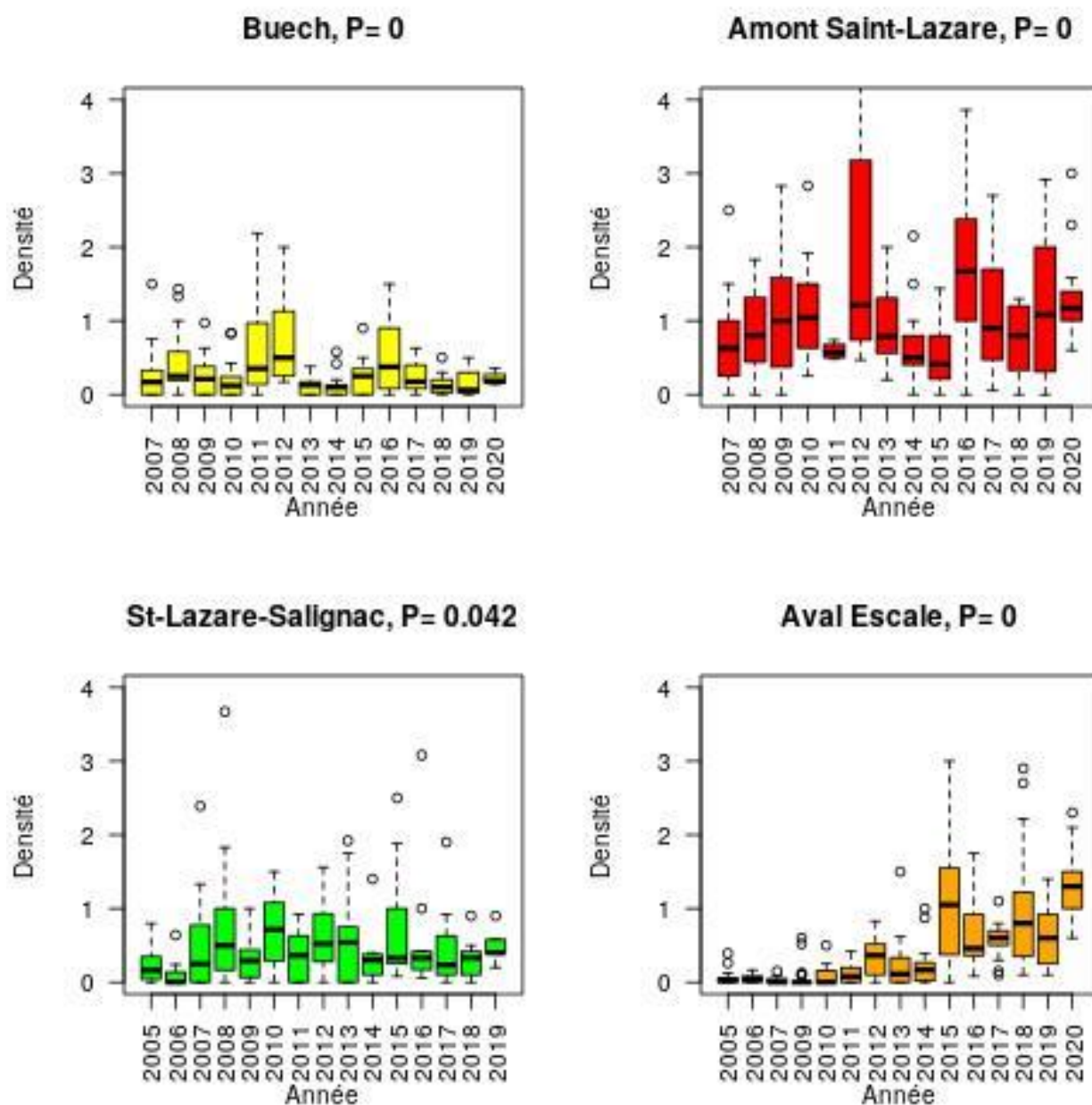


Fig.11. Analyses interannuelles de la densité d'aprons par secteur (en abscisse, nb. individus pour 10m2).

Il existe un effet « année » pour les différents secteurs de Durance. Le recul est aujourd'hui suffisant pour permettre une modélisation qui prenne en compte pour chaque secteur, l'évolution interannuelle.

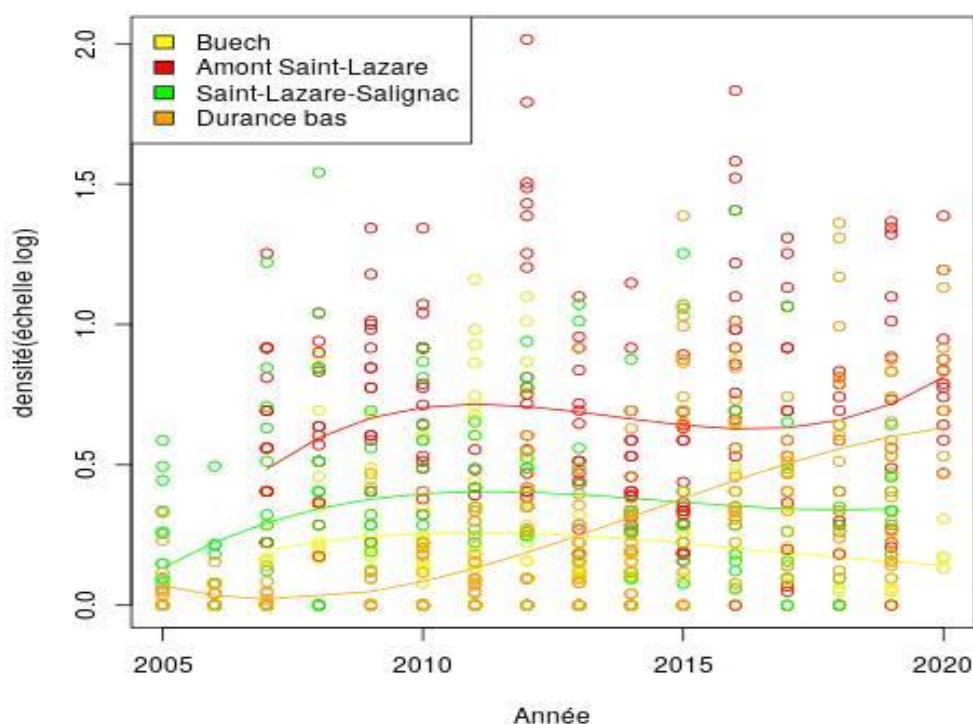


Fig. 12. Evolution interannuelle de la densité d'aprons, sur la Durance et le Buech. Modélisation par recherche d'un modèle parcimonieux.

Bien évidemment ces analyses sont à nuancer par l'effet des crues morphogènes et leur capacité à modifier les structures de populations, et de ce fait, la densité de la population pendant plusieurs années. Par exemple, la crue morphogène de 2008 a entraîné une forte mortalité piscicole mais le sédiment nettoyé, a offert des supports de ponte de bonne qualité et les recrutements qui ont suivis sont excellents - la densité la plus forte, sur 2007-2020 - a été observée en 2012 avec des valeurs observées ont influencé notre analyse sur la période pré-DCE. Malheureusement, le débit important en Durance durant le printemps et l'été 2011 (travaux usine de Sisteron) a interdit notre inventaire de l'automne sur ce tronçon. Nous sommes intervenus que sur quelques stations en décembre 2011 et de ce fait l'effectif des aprons capturés trop faible pour pouvoir interpréter les résultats 2012.

En 2020, la densité des populations d'aprons reste forte sur la Durance en amont de la retenue de St Lazare, la densité d'aprons en aval de la retenue de l'Escale poursuit la croissance observée depuis l'augmentation du débit réservé en 2014 malgré le faible recrutement d'individus 0+ en 2020. Dans ce tronçon, le nombre de reproducteurs étant important en 2021, la reproduction et le recrutement devrait être fort en l'absence de grosse crues morphogènes entre mars et juin 2021. Le tronçon Cadarache-Mirabeau est intéressant, les températures sont proches de celles observées plus amont, dans les zones où l'apron est bien représenté ; cette première analyse systémique montre les potentialités du tronçon. Un suivi méthodique permettre de répondre à la question qui définit une population, l'espèce est-elle capable de se reproduire sur le tronçon Cadarache- Mirabeau ?

--o000o--

4. **Résumé :** Les résultats obtenus pendant l'été 2020, confirment la forte représentation de l'apron dans le tronçon Durance Amont Sisteron. Ces résultats confirment également une augmentation des densités d'aprons dans le tronçon aval retenue de l'Escale, augmentation déjà observée depuis le rehaussement du débit réservé en 2014. Nous notons aussi la présence d'aprons sur plusieurs radiers en aval de la retenue de Cadarache. Ce dernier tronçon, nouveau dans l'étude, a été développé pour mesurer la recolonisation possible de ce secteur depuis 2014 : les aprons sont présents sur presque tous les radiers, en revanche nous n'avons pas observé d'individus 0+, c'est-à-dire la présence d'aprons nés en mars-avril 2020. Nous ne pouvons donc confirmer la présence d'une population fonctionnelle ; la présence d'aprons en aval de la retenue de Cadarache pouvant résulter de dévalaisons au moment des crues de novembre-décembre 2019. Ce travail sera reconduit à l'identique dans ce secteur en 2020 avec en supplément des recherches qui seront effectuées sur le secteur compris entre Cadenet et Mallemort.

5. Bibliographie

Archambault G., E. Corse, E. Méglec, V. Dubut et R. Chappaz (2019). Une étude inédite de métabarcoding pour étudier le régime alimentaire de l'apron. *Sciences Eaux & Territoires*. 4 : 12-18

Bejean, M. 2019. Responses of *Zingel asper* controlled conditions- an assessment of the experience realized since 2005 at the Besancon History Museum. *Cybium* 43(1) : 17-32.

Bissol M. (2001) : Contrat d'étude sur la répartition géographique de *Zingel asper*. Elaboration d'un SIG. Rapport au Conseil Supérieur de la Pêche 24p.

Cagnant M., D. Baril, D. Beaudou, J-P. Dereuder & M. Niveau. 2011. L'Apron du Rhône sur le Verdon. Vérification des limites de répartition. Convention RP/10/DIR8/005 ONEMA-PNR du Verdon 24p + Annexes.

Cavalli L., N. Pech et R. Chappaz. 2003. Diet and growth of an endangered fish species, *Zingel asper* (L.) in the Durance river (France, S-E) *Journal of Fish Biology*.63 : 460-471.

Cavalli L, Knight CM, Durbec M, Chappaz R & Gozlan RE. 2009. Twenty-four hours in the life on apron *Zingel asper*. *Journal of Fish Biology*, 75 : 723-727

Chappaz R, Cavalli L & Durbec M. 2007 Estimation de la population d'Aprons *Zingel asper* sur la Durance. Linéaire Pont Barrage St Lazare- Seuil Salignac. Rapp. Université de Provence – Electricité de France. 15p.

Chappaz R, Cavalli L & Durbec M. 2007. Premier Rapport Sur les pêches réalisées en juillet et septembre 2007 en Durance (Secteurs Buech et Durance amont et aval retenue St Lazare). Dans le cadre du projet de curage de la retenue de St Lazare. Rapp. Université de Provence – Electricité de France. 15p.

Chappaz R, Cavalli L & Durbec M. 2008. Second Rapport Sur les pêches réalisées en août et octobre 2008 en Durance (Secteurs Buech et Durance amont et aval retenue St Lazare). Dans le cadre du projet de curage de la retenue de St Lazare. Rapp. Université de Provence – Electricité de France. 18p.

Chappaz R, Cavalli L, Dubut V & Durbec M. 2009. Troisième Rapport Sur les pêches réalisées en août et octobre 2008 en Durance (Secteurs Buech et Durance amont et aval retenue St Lazare). Dans le cadre du projet de curage de la retenue de St Lazare. Rapp. Université de Provence – Electricité de France. 32p.

Chappaz R, L. Cavalli & V. Dubut 2010. IV^{ème} RAPPORT D'ETUDE Sur les pêches réalisées en août et septembre 2010 sur la Durance (secteurs amont et aval retenue St Lazare) et le Buech dans le cadre du projet de curage de la retenue de St Lazare. Comparaisons avec les données antérieures. Rapport UP/EDF janvier 2011. 34p.

Chappaz R, G. Olivari 2011. V^{ème} RAPPORT D'ETUDE Sur les pêches réalisées en août et septembre 2011 sur la Durance (secteurs amont et aval retenue St Lazare) et le Buech dans le cadre du projet de curage de la retenue de St Lazare. Comparaisons avec les données antérieures. Rapport UP/EDF avril 2012. 36p.

Chappaz R., L. Cavalli, G. Olivari, V. Dubut. 2012. Croissance de l'Apron dans les Grandes Gorges du Verdon. Rapport au PNR du Verdon, 15p.

Chappaz R., V. Dubut. 2018. L'apron du Rhône, un poisson emblématique. In L'eau Précieuse du Verdon- Un écosystème, une ressource, un patrimoine. Courrier scientifique n°4 : 55-65

Chappaz R, G. Olivari et V. Dubut. 2012. V^{ème} RAPPORT D'ETUDE Sur les pêches réalisées en août et septembre 2012 sur la Durance (secteurs amont et aval retenue St Lazare) et le Buech dans le cadre du

projet de curage de la retenue de St Lazare. Comparaisons avec les données antérieures. Rapport AMU/EDF janvier 2013. 34p.

Chappaz R, G. Olivari et V. Dubut. 2013. VI^{ème} RAPPORT D'ETUDE Sur les pêches réalisées en août et septembre 2013 sur la Durance (secteurs amont et aval retenue St Lazare) et le Buech dans le cadre du suivis du programme Apron. Comparaisons avec les données antérieures. Rapport AMU/EDF janvier 2014. 40p + bibliographie.

Chappaz R., G. Olivari, B. Barascud, A. Gilles, V. Dubut, E. Guivier et N. Pech. 2020. Sur les inventaires réalisés en 2019 sur la Durance (secteurs amont et aval retenue St Lazare, secteur en aval de la retenue de l'Escale) et affluents : le Buech, l'Asse, la Bléone. Synthèse 2005-2019. Rapport à Electricité de France et Agence de l'Eau. 67p + annexes.

Corse E., E. Meglecz, G. Archambaud, M. Ardisson, J-F Martin, C. Tougard, R. Chappaz and V. Dubut. 2017. From benchtop to desktop': A workflow for validating HTS data and for taxonomic identification in diet metabarcoding studies. *Mol. Ecol. Res.* 2017;1–14 DOI: 10.1111/1755-0998.12703.

Danancher D. (2005). Apports de l'écologie comportementale à la conservation d'un poisson en voie de disparition ; l'Apron du Rhône (*Zingel asper*). Thèse Université Claude Bernard. 169p

Dubut V, Gilles A & Chappaz R. 2011. Diversité et structure génétique de l'apron du Rhône (*Zingel asper* L.) sur le Buëch et la Durance: Connectivité des populations et conservation dans le cadre du projet de curage de la retenue de St-Lazare, Rapport de fin travaux pour EDF, Université Aix-Marseille I. 36 p.

Dubut V, Gilles A & Chappaz R. 2011. Impact de la fragmentation de l'habitat sur la diversité et la structure génétique de l'apron du Rhône (*Zingel asper* L.) dans le bassin de la Durance, Rapport de fin travaux pour EDF, Université Aix-Marseille I. 33 p.

Dubut V., Gilles A. et R. Chappaz 2014. Diversité génétique de la population d'apron rencontrée dans le canal usinier d'Electricité de France – Secteur l'Escale- Cadarache. Rapport AMU –Electricité de France 34p.

Dubut V., R. Grenier , E. Megléc, R. Chappaz, C. Costedoat, D. Danancher, S. Descloux, T. Malausa J-F. Martin, N. Pech, A. Gilles. (2010). Isolation and characterization of 55 novel polymorphic microsatellite loci for the critically endangered *Zingel asper* L. (Actinopterygii: Perciformes: Percidae). *European Journal of Wildlife Research* DOI 10.1007/s10344-010-0421-x

Labonne J, Allouche S & Gaudin P. 2003. Use of a generalized linear model to test habitat preferences: The example of *Zingel asper*, an endemic endangered percoid of the Rhône River. *Freshwater Biology* 48: 687-697.

LE Coarer, Y., Archambaud-Suard, G., Giordano, L., Scharl, A., Rabotin, M., Dumont, B., Raymond, V., Carrel, G., Riffart, R. & Roux , B. (2006): Renouveau de la concession de Saint Tulle 1. Etude expérimentale des débits réservés en moyenne Durance. Lot 1 "Eco-géomorphologie". Campagnes de terrain 2005. 1/2. Cemagref, UR Hydrobiologie, Aix-en-Provence, 127 p.

Leger L. et S. Stankovitch 1921. Fécondation artificielle et développement de l'apron. *Trav. Lab. Pisciculture* de Grenoble : 335-338.

Levenard Pauline. 2012. Etude de l'apron du Rhône de la Durance. Recueil et analyse des paramètres pouvant influencer les populations du Rhône. Rapport de Master professionnel, Université Aix Marseille-EDF- CIH Bourget du lac. 30 pages + 8 annexes.

Main A. Le régime des cours d'eau des Alpes françaises. Revue de Géographie Alpine Année 1915 3-3 pp. 243-33

Monnier G. 2016 ; Etude des patrons de distribution de l'Apron du Rhône. Rapport Master Sciences de l'Environnement Terrestre. Université Aix Marseille. 25p + annexes.

Moullec, P., 2002. Vers une extinction de l'Apron ? Comment observer l'Apron ? Fiches pratiques Eaux Libres 31 : 24–27.

Moullec P., Chappaz R., Cavalli L., 2000. L'Apron (*Zingel asper*) dans le bassin de la Durance sur l'axe Serre Ponçon – Sisteron. Biologie et répartition de l'espèce. Rapport d'avancement CSP BD05 – Laboratoire d'Hydrobiologie Université de Provence, 41 p. + annexes.

Peuget. C & R. Chappaz. Le peuplement piscicole du Verdon. De sa source à la confluence. Juillet 2018 In L'eau Précieuse du Verdon- Un écosystème, une ressource, un patrimoine. Courrier scientifique n°4 : 38-53.

Roche P., S. Richard, P. Moullec, J.-P. Dereuder, M. Niveau, D. Beaudou. 2009. Connaissance des populations d'Apron du Rhône (*Zingel asper*). Répartition et situation de l'espèce dans la Durance et ses affluents Synthèse 2002-2009. Rapport ONEMA 54p +

Roche P., Niveau M., 2006. Connaissance des populations d'Apron du Rhône (*Zingel asper*): Situation de l'espèce dans le Verdon. Rapport CSP projet Life Apron II, 12 p.

SMAVD. 2009. Suivi des effets des chasses de nettoyage du lit de la Durance d'octobre 2009 entre la Saulce et Sisteron. Observatoire de la Durance CC-002. CCTP 67p + annexes.

Vallod D., Perrin J.F., 1999. Gestion des populations d'Apron. Synthèse 1994-1998 des études préalables au programme Life. Rapport DIREN RA/ ADAPRA : 24 p. + annexes.