



XIV^{ème} RAPPORT D'ETUDE

Sur les inventaires réalisés en 2022 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)

Juin 2023

Rémi CHAPPAZ¹, Georges OLIVARI^{1,2}, Bernard BARASCUD¹, André GILLES¹, Christophe GARRONE² 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, P. Moullec, les étudiants de l'université d'Aix Marseille en Master « Information et Médiation Scientifique et Technique, J. Gill du CEN Rhône Alpes et les personnels de la Maison Régionale de l'eau.

Ce présent rapport réalise une synthèse des données acquises sur l'apron dans le cadre de l'observatoire Durance, sur le bassin versant de la Durance pendant l'année 2022.

Table des matières

Introduction	4
1. Inventaires par pêches électriques – Méthodes.	5
1.1. Périodes d'intervention	5
1.2. Méthode de pêche utilisée et secteurs d'études	6
2. Résultats 2022	9
2.1.1. Hydrologie	9
2.1.2. Température	11
2.1.3. Résultats de pêche 2022	12
2.1.3.1. Secteur Durance La Saulce- St Lazare (D1 et D2)	12
2.1.3.2. Secteur Durance aval l'Escale (D4)	16
2.1.3.3. Secteur aval Cadarache (D6)	19
2.1.3.4. Secteur Cadenet- Mallemort	21
2.1.3.5. Affluents	25
2.1.3.5.1. Le Buech	25
2.1.3.5.2. La Bléone	25
3. Discussion 2022	28
3.1. Recrutement interannuel et inter-tronçons	28
3.2. Analyses des densités	29
4. Bibliographie	34

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 sur plus de 60 stations par an. Le linéaire était 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 2022, 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 limité aux zones qui sont apparues comme les plus pertinentes pour suivre la population d'apron de la Durance et ses évolutions. En 2022, 31 stations de pêche représentant 1090 barrages d'épuisettes permettront la capture de 246 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 engagés dès 1999 avec l'OFB.
- 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), ce tronçon inclue la Bleone sur la partie aval Malijai.
- Sur la Bléone, en amont de la retenue de Malijai.
- sur la Durance sur le linéaire Cadarache – Pont de Mirabeau. Le tronçon barrage de Cadarache – seuil de Mirabeau est un secteur suivi depuis 2020 qui a fait l'objet que d'études ponctuelles non ciblées sur l'apron depuis 1994 (D6).
- sur la Durance le linéaire situé en aval du barrage de Mallemort ou secteur D7
- sur le Buech dans le tronçon Pont de Ribiers- Piège à graviers. (BUE2). Le tronçon BUE1, c'est-à-dire retenue de St Lazare-Ribiers, avec une présence d'aprons très faible ne fait plus l'objet que de stations ponctuelles dans le cas d'autres études.

L'année 2022 est une année particulièrement chaude avec une succession de plusieurs vagues de chaleur et des valeurs thermiques élevées jusqu'à l'automne, c'est également une année très sèche sur l'ensemble du bassin versant de la Durance. Les retenues hydroélectriques de la Durance et du Verdon ont atteint des baisses de niveau historiques du fait de l'absence de neige pour favoriser la crue printanière et de la faible pluviométrie depuis le mois de décembre 2021. Le Débit réservé sur le Buech en aval de St Sauveur a été diminué, en juillet 2022, de 900 à 500 L.s⁻¹, sur demande du préfet.

1. Inventaires par pêches électriques – Méthodes

1.1. Périodes d'intervention :

- Les 02 juin 2022 une pêches d'inventaire avec les étudiants de licence (3^{ème} année), Parcours Homme et Milieux a eu lieu en aval du seuil de Pertuis, en secteur D7.
- Le 12 juillet 2022 a eu lieu un inventaire entre le Pont des Mées et le lieu dit « les Bourelles » sur la Durance, (D4)
- Le 13 juillet, une pêche d'inventaire a eu lieu sur la Bléone en amont de Malijai
- Le 19 juillet 2022 a eu lieu un inventaire sur le tronçon Aval barrage Cadarache - Pont de Mirabeau (D6)
- Le 21 juillet 2022, nous avons réalisé des pêches d'inventaire entre le barrage de Mallemort et Cavaillon (D7)
- Nous avons réalisé une pêche d'inventaire le 26 août 2022, sur le linéaire Sasse-Les Coudoulets appelé aussi Fontbéton, c'est le tronçon (D2)
- Le 30 août 2022 nous avons réalisé 4 pêches sur le Buech (BUE2), deux radiers immédiatement en amont du pont de Ribiers, une station située au niveau de la propriété Roman, une station au droit de la Gravière et une station au droit de la ferme de la Maline.
- Le 5 octobre 2022, nous avons réalisé une recherche d'aprons sur 3 stations en amont de la confluence avec le Sasse (Tronçon D1), les stations : Monetiers, les Henris et la Crotte.

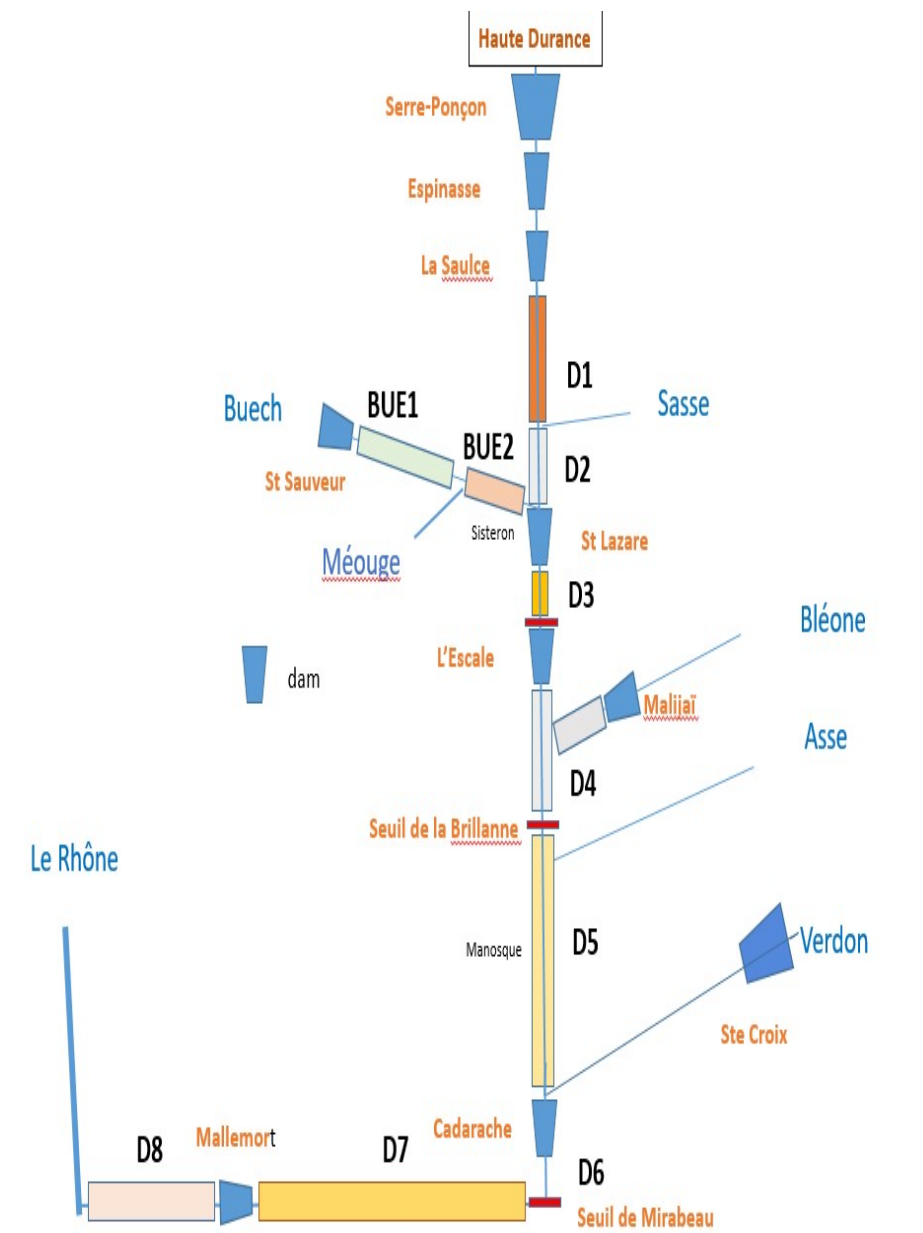


Fig. 1. Les secteurs aprons du bassin de la Durance- le seuil de la Brillanne, fragilisé par différentes crues depuis 2008 est aujourd'hui démonté (fin des travaux en cours)

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 12, 19 juillet et 26 août. Une autre partie des inventaires est réalisée à partir de stations fixes, ce sont des stations avec un accès possible pour la camionnette : ces stations 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 5 octobre 2022 a aussi été l'occasion de nombreux échanges entre les étudiants, Guillaume Verdier et Philippe Moullec de l'OFB (SD05), Jordi Gill du CEN Rhône Alpes pour le PNA Apron, François Bocca au sujet de la protection des milieux naturels (Natura 2000-SMAVD), et la gestion de la pêche.

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.

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°1, Equipe de pêche – Station Les Crottes, 5 octobre 2022 (Photographie J. GIL CEN RA)

- 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 4 aprons sur 10

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

Hypothèse haute : nous capturons 5 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 seront réalisées simplement en comparant le nombre d'aprons capturés pour 100 barrages d'épuisettes, afin de pouvoir faire parfois 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 ; Villsen *et al.* 2022).

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 2022.

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 8h (1 février 2022), 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).

En 2022, nous notons l'absence de crue morphogène pendant la période avril à juin, la quantité de neige tombée sur les massifs du bassin versant de la Durance étant très faible, Electricité de France n'a pas pu remplir les retenues hydroélectriques. Nous avons observé des crues de début d'hiver (9 au 29 décembre, plus ou moins marquées suivant les tronçons. Ces crues auront contribué à nettoyer le substratum.

Tabl. I. Débits déversés aux ouvrages EDF depuis 2017, 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.

Tronçons	2017	2018	2019	2020	2021	2022
La Saulce - St Lazare D1 et D2	0	1 crue (1jour)	2 crues (3jours)	0	1 crue (1jour)	
	Décolmatage 31/01 (10h) 60 m3.s-1	Qmax 60m3/s (janv) - 1j	Qmax 210m3/s (déc) - 1j Qmax 270 m3/s (déc) - 2j	Décolmatage 04/02 (8h) 60 m3.s-1	Décolmatage 04/02 (8h) 60 m3.s-1 Qmax 79m3/s (mai) - 1j	Décolmatage 1/02 (8h) 60m3/s
St Lazare -Salignac Q entrainement 120m3.s-1 D3	0	9 crues (21 jours)	5 crues (44 jours)	3 crues (3,5jours)	1 cue (3j)	2 crues (2 jours)
	Déversement pour indispo 60 m3/s du 18 au 21/07/2017	Qmax 158m3/s (janv) - 1j Qmax 278m3/s (mars) - 5j Qmax 70m3/s (août) - 1j Qmax 55m3/s (sept.) - 3h Qmax 51m3/s (sept) - 4j Qmax 231m3/s (oct) - 2j Qmax 341m3/s (nov) - 2j Qmax 303m3/s (nov) - 2j Qmax 46m3/s (nov) - 1j	Qmax 168m/s (fév.) - 1j. Qmax 262m3/s (oct.) - 1j. Qmax 212m3/s (nov) - 7j. Qmax 145m3/s (nov) - 1j Qmax 727m3/s (nov) - 13j. Qmax 1100m3/s (déc.) - 6j.	Qmax 248m3/s (mars) - 1j Qmax 143m3/s (mars) - 1,5j Qmax 56m3/s (oct) - 1j	Qmax 464m3/s (mai) - 3j	Qmax 230 m3/s (9/12) et 239m3/s 15/12
Escale Brillanne Qentrainement 150m3.s-1 D4 et D5	0	7 crues (16 jours)	5 crues (50 jours)	3 crues (4jours)	1 crues (1jours)	2 crues (3 jours)
	Décolmatage 14 fév. (10h) 70 m3.s-1	Qmax 70m3/s (fév) - 1j Qmax 456m3/s (mar) - 7j Qmax 214m3/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 275m3/s (nov) - 7j Qmax 145m3/s (nov) - 1j Qmax 1347m3/s (nov-déc.) - 33j	Qmax 351m3/s (mars) - 1j Qmax 245m3/s (mars) - 1,5j Qmax 118m3/s (oct) - 1,5j	Qmax 682m3/s (mai) - 1j	Qmax 223m3/s (9/12) et m3/s (15- 17/12)
Cadarache Mirabeau Q entrainement D6				3 crues (31 jours)	3 crues (31 jours)	2 crues, (4 jours)
			Qmax 982 m3/s (oct) - 3j Qmax 1863 m3/s (nov) - 33j	Qmax 541m3/s (mars) - 6j Qmax 144m3/s (mai) - 12j Qmax 213m3/s (juin) - 13j	Qmax 754m3/s (mai) - 2j Qmax 347m3/s (oct) - 2j	Qmax 305m3/s (9 au 11/12) et 564m3/s (15- 17/12)
Mallemort- Bompas					2 crues (6jours)	1 crue (20 jours)
			Qmax 829 m3.s-1 (oct) durée 3j Qmax 1751 m3.s-1 (nov) durée 53j	Qmax 521 m3/s (mars) durée - 4j Qmax 171 m3/s (mai) duré- 1j Qmax 245 m3/s (juin) durée- 4j 150 m3/s (oct) durée- 1j	Qmax 848m3/s (mai) - 5j 369m3/s (oct) - 1j	Qmax 518m3/s (9 at 29/12)
Aval Bompas					2 crues (3j)	1 crue (2 jours)
					Qmax 924m3/s (mai) - 2j Qmax 376m3/s (oct) - 1j	Qmax 430m3/s (16-18/12)
St Sauveur - St Lazare Q entrainement 45 à 60m3.s-1 BUE1 et BUE2	0	4 crues (16jours)	5 crues (25 jours)	4 crues (6jours)	3 crues (10jours)	
		Qmax 191m3/s (janv) - 6j Qmax 166m3/s (mars) - 8j Qmax 70m3/s (nov) - 1j Qmax 104m3/s (nov) - 1j	Qmax 157m3/s (fév.) - 1j Qmax 187m3/s (oct) - 1j Qmax 143m3/s (7/11) - 5j Qmax 191m3/s (nov) - 11j Qmax 304m3/s (déc.) - 9j	Qmax 127m3/s (mars) - 3j Qmax 45m3/s (mai) 10h Qmax 122m3/s (oct) - 2j Qmax 36m3/s (oct) - 4h	Qmax 168m3/s (mai) - 7j Qmax 62m3/s (oct) 1j Qmax 87m3/s (déc) - 2j	Pas d'infos

2.2. Températures

Le SMAVD nous a transmis, en juin 2023, les relevés températures 2022 sur la plupart des stations d'études aprons. On note toujours quelques problèmes classiques sur certains capteurs Bléone (début enregistrement 7 juillet) et Buech (début enregistrement 14 avril et fin des données 12 octobre- gestion OFB SD05) 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 chacune des sondes 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 Aval Escalé		Durance aval Cadarache				Affluents			
	Aval la Saulce		Station les Henris		Amont St Lazare		Aval Jabron		Manosque		Beaumont		Pertuis		Buech aval		Bléone	
	DJ > 16°C	DJ > 14°C	DJ > 16°C	DJ > 14°C	DJ > 16°C	DJ > 14°C	DJ > 16°C	DJ > 14°C	DJ > 16°C	DJ > 14°C	DJ > 16°C	DJ > 14°C	DJ > 16°C	DJ > 14°C	DJ > 16°C	DJ > 14°C	DJ > 16°C	DJ > 14°C
2007									518	869			602	975	364	643		
2008							60	237	239	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					42	198	154	413	405	755			850	1239	527	844		
2012	0	5	377	531	393	675	66	286	287	575			810	1178	557	861		
2013	0	7,2	203	412	273	486	116	313					429	706	419	674		
2014	0	8,4	107	355	229	506	15	170					666	1005	478	796		
2015	0	10,4	126	366	301	589	14	162	611	958			763	1129				
2016	0	7	136	352	298	556	6	129	582	898			708	1049				
2017	0	10			303	558	4	141	655	996			739	1100				
2018	9	33	173	428	312	588	49	197	652	1017	235	510	798	1170	475	750	497	807
2019			52	174			8	179	712	1057	318	631	842	1201			574	858
2020	0	62	188	421			42	227			292	556	700	1027			504	789
2021			97	316	239	489	16	114	591	893	234	485	666	981			466	729
2022	0	36	151	437	389	704	30	196	827	1213	392	766	1155	1560				
Y	1	21	161	379	281	538	66	239	526	851	294	590	715	1062	476	763	510	796
[0,05]	2,0	13,4	63,1	67,1	65,0	89,5	53,4	71,3	106,9	126,1	81,6	140,5	90,0	105,3	61,9	79,5	56,6	66,1

Tabl.II. Sommes des degrés jours en différentes zones de répartition de l'apron (en vert les problèmes de capteurs).

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 (Amont St Lazare). En 2022, l'été a été « chaud, sec et long » : toutes les valeurs calculées sont très supérieures aux moyennes enregistrées depuis 2007. Les stations qui réagissent le plus aux fortes valeurs de température sont « Manosque »,

« Pertuis » qui présentent des sommes de degrés-jours jamais rencontrées pendant les périodes de mesure avec des moyennes journalières proches 25°C pendant plusieurs semaines. Sur le Buech dont on ne peut calculer les valeurs par absence de séries de données complètes on note des valeurs horaires supérieures à 29°C (le 21 juillet 17 :00 par exemple).

Malgré les « manques » dans les relevés, il était possible de constater qu'en général, jusqu'en 2022, que la $\Sigma DDJ > 14^{\circ}\text{C}$ peut s'écrire ainsi :

DUR Aval la Saulce < DUR Les Henris < DUR aval Jabron < DUR AMT St Lazare < DUR Beaumont
< Buech < Bléone < Manosque < Pertuis

La sonde « Aval Mallemort » qui avait permis de calculer en 2021, une valeur de 1062 degrés jours au-dessus de 14°C, (388 degrés jours au-dessus de 20°C !!) et des moyennes journalières très élevées, (29,1°C le 22 juillet 2021 et 29,8°C le 14/08/2021) est restée hors d'eau pendant plusieurs jours en 2022. Nous ne pourrions mesurer l'impact de la température 2022 dans ce tronçon habituellement très chaud. Les valeurs observées en 2021 ont surtout montré que l'apron peut vivre sur des valeurs thermiques élevées.

2. Résultats des pêches

2.3.1. DURANCE Tronçon La Saulce – St Lazare

Le 26 août 2022, dans le tronçon compris entre la confluence du Sasse et la queue 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 620 et 650 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Sur les stations plus amont, le 5 octobre 2022, la température est comprise entre 14 et 18,1°C et la conductivité est assez homogène autour de 600 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, la journée est froide mais ensoleillée; 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.



Photographie 2. Equipe de pêche dans le tronçon Sasse- Coudoulets le 26 août 2022

Histogramme de capture

L'ensemble des aprons capturés sur le linéaire de pêche, en 2022, permet de réaliser un histogramme des captures (Fig.2) (Longueur à la fourche : Lf mm).

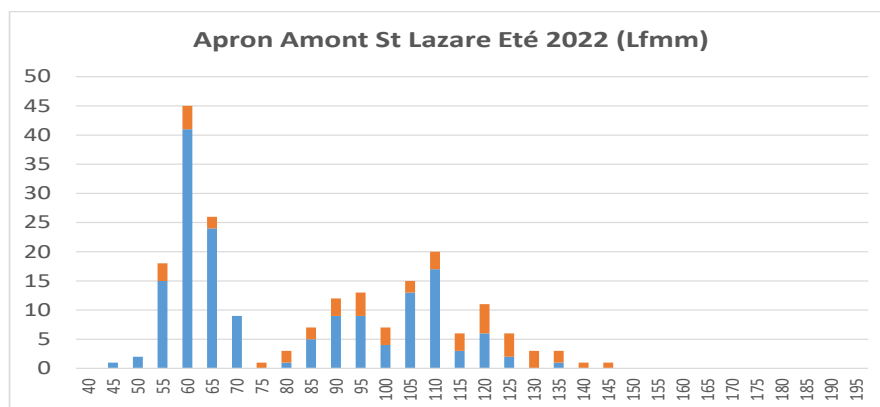


Fig. 2. Histogramme des captures d'aprons réalisées en 2022 entre la retenue de la Saulce et la retenue de Saint Lazare (Lf mm). En orangé les individus capturés entre la Saulce et le Sasse, en bleu, les individus capturés entre le Sasse et la retenue de St Lazare.

Dans la Durance, à la fin de l'été 2022, 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. La structure démographique observée devrait permettre une bonne reproduction 2023. La forte densité de la population dans ce tronçon de Durance n'est plus à démontrer.

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- Sasse				05/10/2022		Estimations radiers					
						Hypot. Basse			Hypot. Haute		
N°	Long.	larg.	Surf.	Nb points	Captures	Surf.	Ind/10m²	Ind/station	Surf.	Ind/10m²	Ind/station
1	53	28	1484	38	12	304	0,79	117	228	1,32	195
2	170	31	5270	50	23	400	1,15	606	300	1,92	1010
3	62	19	1178	50	13	400	0,65	77	300	1,08	128
Σ	285		7932	138	48	1104			828		

Tabl.III. Résultats des pêches 2022 entre la retenue de la Saulce et la confluence avec le Sasse.

DURANCE Sasse-St Lazare 26/08/2022						Estimations radiers					
						Hypot. Basse			Hypot. Haute		
N°	Long.	larg.	Surf.	Nb points	Captures	Surf.	Ind/10m²	Ind/station	Surf.	Ind/10m²	Ind/station
1	38	18	684	20	20	160	2,50	171	120	4,17	285
2	41	16	656	20	40	160	5,00	328	120	8,33	547
3	51	17	867	20	11	160	1,38	119	120	2,29	199
4	220	27	5940	20	6	160	0,75	446	120	1,25	743
5	225	18	4050	25	13	200	1,30	527	150	2,17	878
6	75	23	1725	20	9	160	1,13	194	120	1,88	323
7	134	18	2412	20	18	160	2,25	543	120	3,75	905
8	300	15	4500	25	30	200	3,00	1350	150	5,00	2250
9	255	16	4080	20	15	160	1,88	765	120	3,13	1275
Σ	1339		24914	190	162	1520			1140		

Tabl.IV. Résultats des pêches 2022 entre le Sasse et la retenue de Saint Lazare, les numéros des stations correspondent à des radiers rencontrés en 2021. La dernière station, au niveau des Coudoulets n'a pu être pêchée en raison d'un orage très violent

Depuis 2005, le ratio des captures Nb aprons / nb barrages d'épuisettes présentent des fluctuations. Ces variations sont liées surtout au nombre de 0+ capturés. Mais dans ces deux tronçons, la reproduction est toujours importante.

	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
2021	0,31	0,34
2022	0,35	0,85
Moyenne	0,41	0,50

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

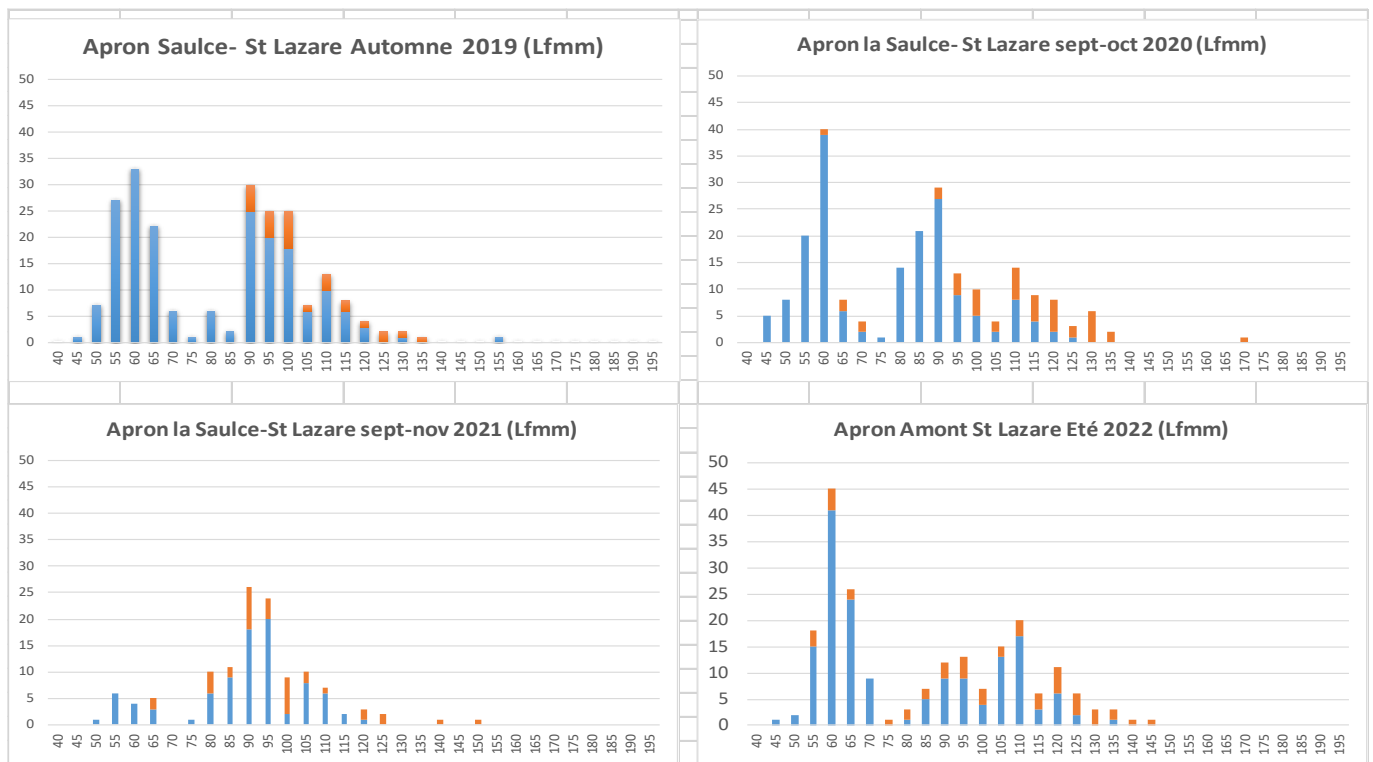


Fig.3. Evolution de l'histogramme des captures d'aprons sur le tronçon La Saulce-St Lazare

Les 4 histogrammes présentés illustrent la structure par taille de la population d'apron de 2019 à 2022 : 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 2023, la recrutement 2023 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. Ce milieu ne présente pas d'évolution de la surface mouillée entre la situation avant/après l'augmentation de débit de 2014.

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 réalisés 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 chabots, les blageons, quelques barbeaux fluviaux, quelques truites et plus rarement un hotu ou un toxostome qui sont les espèces typologiques caractéristiques. L'apron, est encore l'une des trois espèces dominantes en 2022.

Depuis l'augmentation du débit, le chabot devient très important ainsi 138 chabots (pour 48 aprons) ont été capturés en trois stations en amont du Sasse et 141 chabots (pour 162 aprons) entre le Sasse et St Lazare. Pour mémoire, dans le tronçon La Saulce-Sasse, en 2021, nous avons capturé 116 chabots

et 37 aprons ; en 2022 aussi, l'abondance du chabot diminue de l'amont vers l'aval, celle de l'apron augmente.

Le tronçon de Durance La Saulce- st Lazare est celui où l'apron présente les plus fortes densités sur un linéaire de plus de 100km. En amont de la retenue de la Saulce, l'apron n'a jamais été rencontré lors des pêches d'inventaire.

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 de son aire de répartition actuelle.

2.3.2. Secteur Durance Aval l'Escale

Ce secteur était autrefois 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.

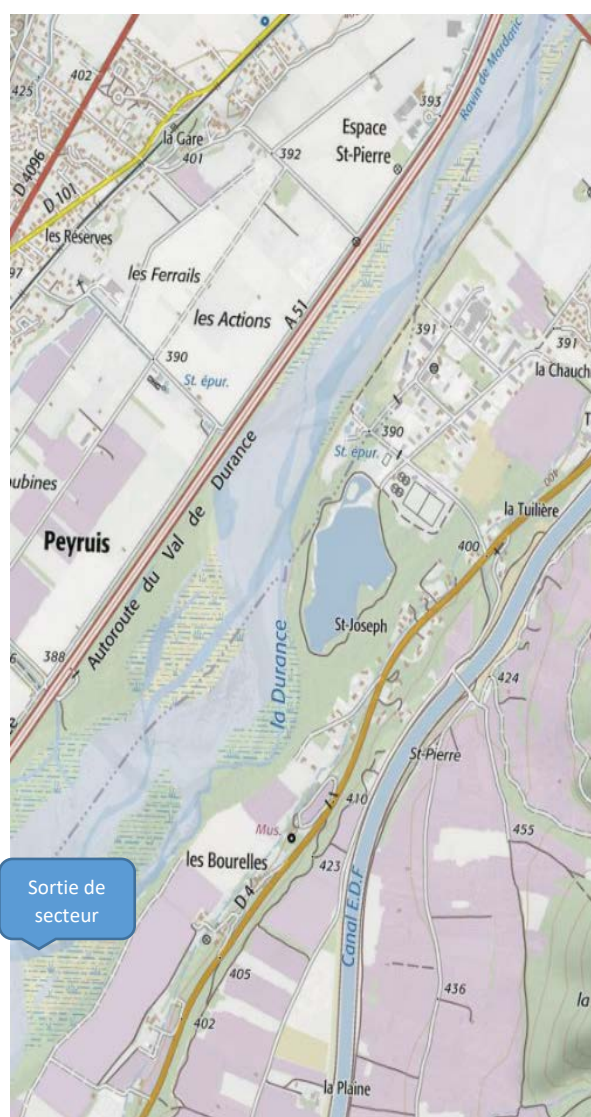


Fig.4. Secteur de pêche depuis le Pont des Mées jusqu'au lieu-dit Les Bourelles

Lors de notre campagne du 12 juillet 2022 sur le secteur Les Mées, de l'amont vers l'aval, la température était de 16,6°C en station 1, en aval immédiat de pont et de 23,7°C en station 7 ; la conductivité était voisine de 570 $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ suivant les stations.

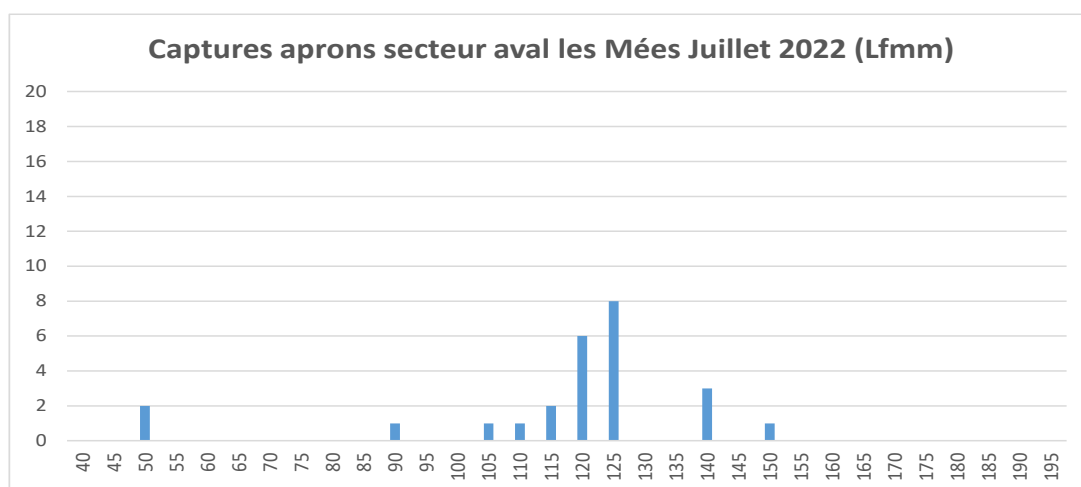


Fig.5. Histogrammes des captures d'apron en Durance sur les secteurs D4 en juillet 2022 (Lfmm).

En 2022, les individus 0+ sont peu capturés, nous rencontrons plusieurs classes d'âges, 1+, 2+ et 3+; la présence de quelques individus 1+ confirme la faible présence, *a posteriori*, de 0+ en 2021, (individus 0+ que nous avons pourtant peu capturés l'année dernière). La faible représentation d'individus plus âgés et reproducteurs a limité le recrutement 2022.

Calculs de densités

Avec les résultats obtenus, nous pouvons réaliser les tableaux suivants de l'amont vers l'aval.

				Estimations radiers							
				Hypot. Basse				Hypot. Haute			
N°	Long.	larg.	Surf.	Nb points	Captures	Surf.	Ind/10m2	Ind/station	Surf.	Ind/10m2	Ind/station
1	221	22	4862	25	6	200	0,60	292	150	1,00	486
2	52	24	1248	25	3	200	0,30	37	150	0,50	62
3	57	35	1995	25	2	200	0,20	40	150	0,33	67
4	134	35	4690	25	8	200	0,80	375	150	1,33	625
5	300	25	7500	25	0	200	0,00	0	150	0,00	0
6	106	18	1908	25	0	200	0,00	0	150	0,00	0
7	87	15	1305	25	0	200	0,00	0	150	0,00	0
Σ			23508	175	19						

Tabl.VI. Résultats des campagnes d'inventaire aprons sur la Durance, secteur aval Les Mées le 12 juillet 2022

	Escale Brillanne	Brillanne- Cadarache
2005	0	0,05
2006	0	0,02
2007	0,1	0,01
2008	crue	
2009	0,2	0,02
2010	0	0,03
2011	0	0,1
2012	0,1	0,17
2013	0,1	0,08
2014	0,1	0,08
2015	0,6	0,35
2016	0,2	0,28
2017	0,2	0,22
2018	0,3	0,51
2019	0,36	0,16
2020	0,53	
2021	0,24	0,09
2022	0,11	

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

En 2020, la cohorte 1+ formait la partie numérique la plus importante 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 2020. Mais les captures 2021 montrent la faible représentation des individus 2+.

La crue de mai 2021 avec un débit de déversement de 682m3/s au niveau de la retenue de l'Escale a eu un effet destructeur sur les 0+ d'aprons.

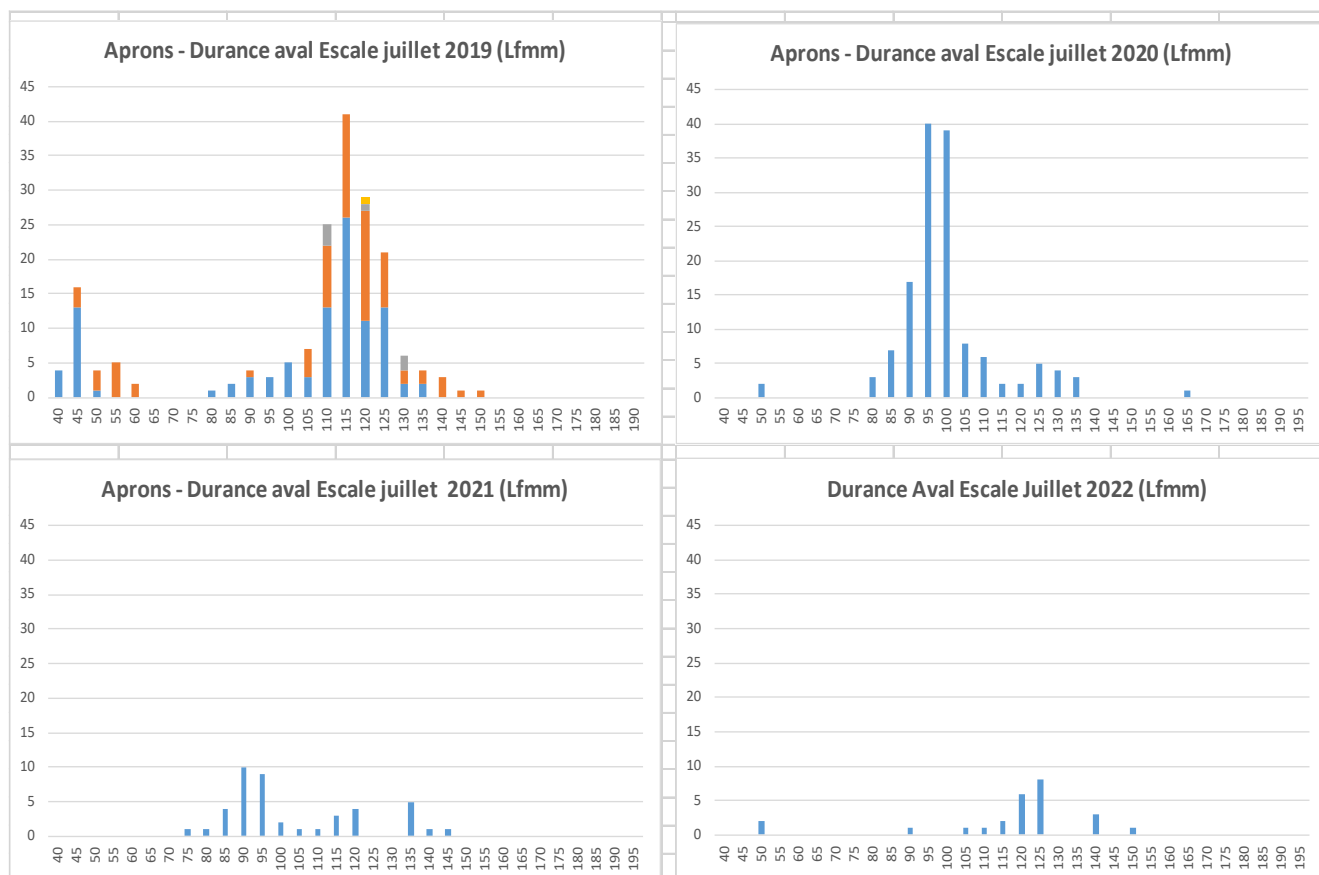


Fig. 6. Evolutions annuelles des captures d'aprons dans le secteur de Durance entre l'Escale et Cadarache. En bleu secteur Escale -Brillanne, en rouge le secteur Brillanne- Cadarache en vert, l'Asse.

2.3.3. Secteur Aval retenue de Cadarache

L'apron est peu mentionné dans les rapports d'études sur ce tronçon :

- La Durance en aval de Cadarache a fait l'objet de plusieurs pêches à l'électricité depuis 1994. Les premières pêches électriques réalisées en aval 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 et 7 octobre 1994. Pêches électriques et pêches aux filets maillants seront réalisées en amont et en aval du seuil de Mirabeau le 13 octobre 1994. 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 d'une population d'apron puisse être confirmée.
- 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 sans capture d'apron.
- Le 24 septembre 2015, l'IRSTEA-INRAE a capturé trois aprons par pêche électrique au niveau de St Paul Lez Durance (LF mm, 118, 118, 131). Il s'agit, à notre connaissance, des 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 Durance en amont de Pertuis : une centaine d'aprons ont été identifiés. Les poissons n'ont pas été capturés ni mesurés.
- L'INRAE (RECOVER) a effectué une pêche électrique sur le secteur de St Paul les Durance pour le CEA de Cadarache le 29/09/2020, un individu (113mm LT) a été capturé au niveau du rejet du CEA et un apron le 29/09/2020 à la station les Chabrandes (LT = 111mm).

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

En 2022, comme en 2020 et 2021, 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.

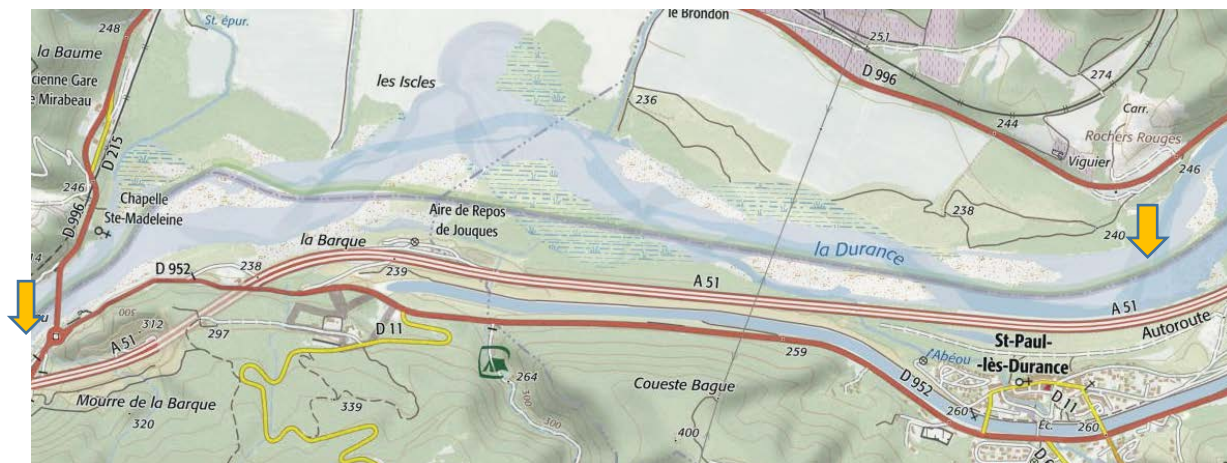


Fig.7. Linéaire d'inventaire Apron 2021, aval barrage de Cadarache

Lors de notre campagne du 19 juillet 2022, de l'amont vers l'aval, la température était de 19,3°C en station 1, et de 25,7°C dans l'après-midi en station 7 ; la conductivité était voisine de 520 $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$. Sur chacun des radiers 25 barrages d'épuisettes ont été réalisés permettant la capture de 3 aprons en suivant le protocole.

En juillet, des recherches ponctuelles, hors protocole de barrages d'épuisettes permettront de capturer un individu supplémentaire.

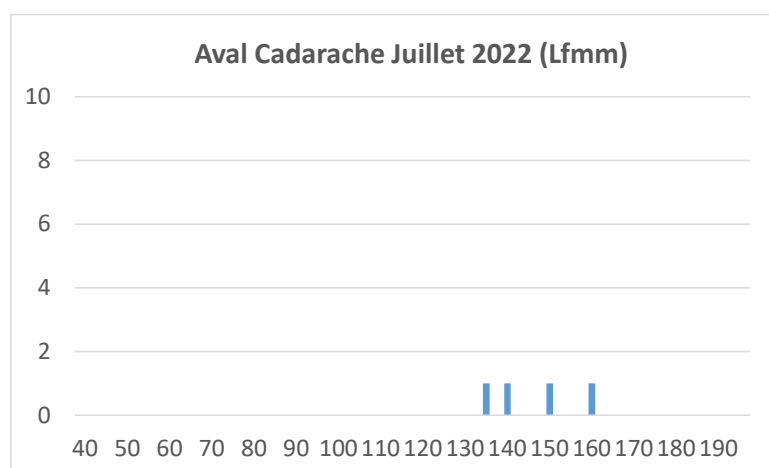


Fig.8. Histogramme des captures d'aprons secteur Cadarache seuil de Mirabeau en juillet 2022.

L'histogramme présente deux classe d'âge, des individus 4+ et 5+ nés en avril 2018 et avril 2017. La crue de mai 2021 (754m³/s déversés à l'ouvrage de Cadarache) avait pu entrainer la destruction ou le déplacement de nombreux aprons. La présence de deux individus 0+ capturés lors de notre inventaire 2021 ne confirment pas la reproduction d'aprons sur le tronçon « aval de Cadarache- Mirabeau » puisque l'année 2022 n'a pas permis la capture d'aprons 0+.

N°	Long.	larg.	Surf.	Nb points	Captures	Estimations radiers					
						Hypot. Basse			Hypot. Haute		
						Surf.	Ind/10m2	Ind/station	Surf.	Ind/10m2	Ind/station
1	90	33	2970	25	0	200	0,00	0	150	0,00	0
2	43	47	2021	25	0	200	0,00	0	150	0,00	0
3	164	57	9348	25	0	200	0,00	0	150	0,00	0
4	159	28	4452	25	0	200	0,00	0	150	0,00	0
5	200	46	9200	25	2	200	0,20	184	150	0,33	307
6	104	39	4056	25	0	200	0,00	0	150	0,00	0
7	133	31	4123	25	1	200	0,10	41	150	0,17	69
8	105	18	1890	25		200	0,00	0	150	0,00	0
Σ			36170	200	3						

Tabl.VIII. Résultats des campagnes d'inventaire aprons sur la Durance, secteur aval Cadarache 2022, (D6).

Le tableau VIII, indique que l'on rencontre de l'apron sur 2 radiers échantillonnés. Les aprons ne sont pas mieux représentés sur les stations les plus amonts de notre secteur d'étude, comme nous l'avons pourtant observé en 2020 et 2021.

Le ratio obtenu (Nb aprons/ nb. barrage d'épuisettes) est de 0,11 en 2020 et de 0,05 en 2021, il reste très faible en 2022 (ratio 0.015).

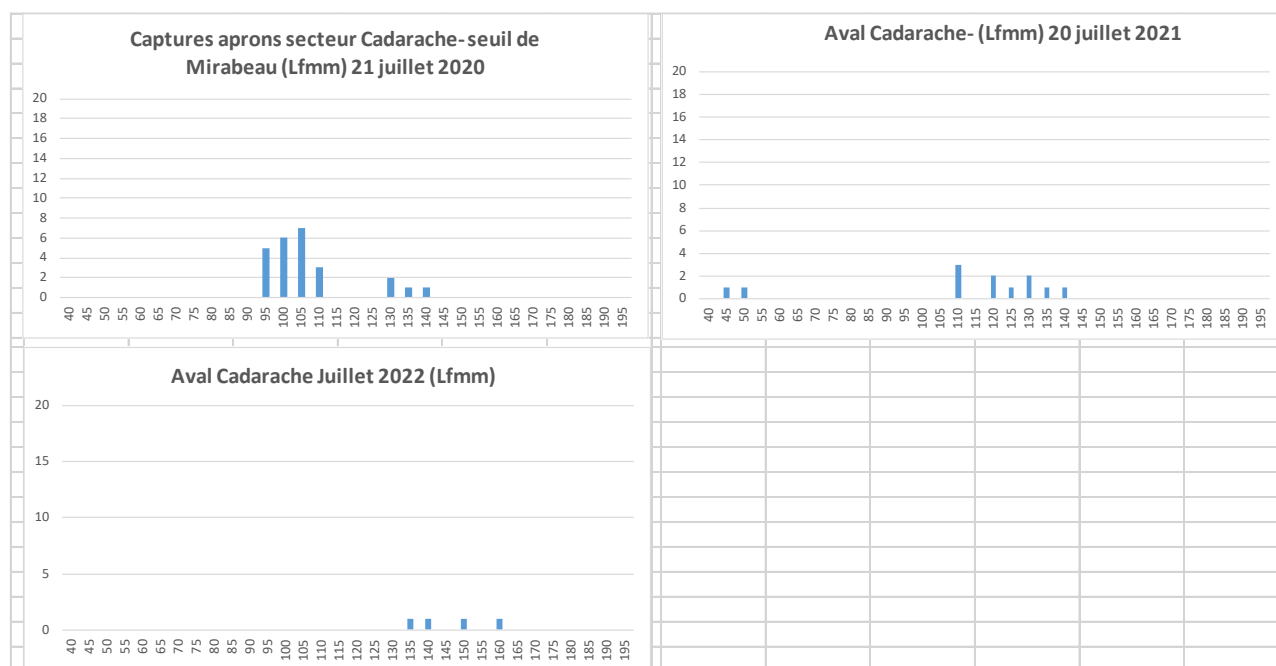


Fig.9. Histogrammes des captures d'aprons sur le Tronçon D6

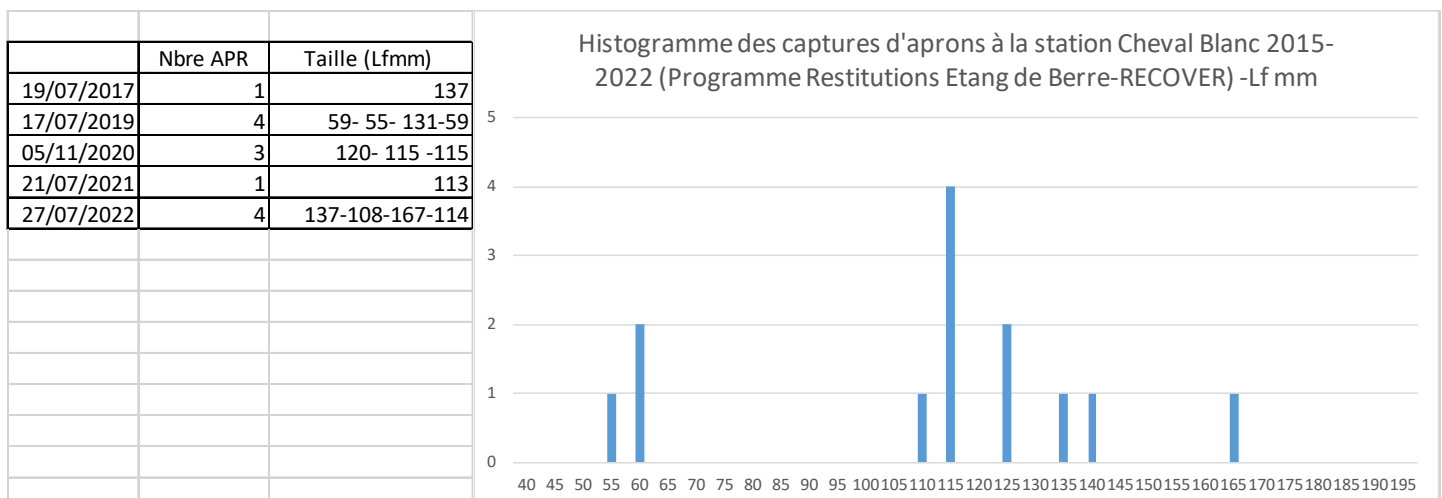
2.3.4. La basse Durance au-delà du seuil de Mirabeau, c'est-à-dire les tronçons **D7** et **D8**

En basse Durance l'apron n'a jamais constitué une population abondante. Sur la base des données piscicoles du bassin versant de la Durance (données décembre 1991-décembre 2002), Rabotin (2002) mentionnait l'absence d'aprons capturés en basse Durance.

Quelques individus sont parfois rencontrés lors de pêches de sauvetage ou dans le cadre de travaux scientifiques.

- Sur un suivi annuel qui correspond depuis 1995, à la vidange de la retenue de St Christophe (Société des Eaux de Marseille) : nous avons capturés des aprons à deux reprises en aval du Pont de Mallemort, 1 individus en 2015 et deux individus en octobre 2021.
- Les études réalisées à partir de 1993, par le laboratoire pour mesurer l'impact du TGV méditerranée en basse Durance n'ont pas permis de capture d'aprons.
- Les travaux de thèse de P. Bouchard à partir de 1993 comme les travaux pour les thèses de doctorat de Gilles (1998), Costedoat (2005), Stolzenberg (2006), Corse (2009), Sinama (2013), malgré de multiples pêches sur la basse Durance n'ont pas permis de capture d'apron. En revanche deux aprons ont été capturés en aval du seuil de la souille 68 (17 juillet 2014, puis 7 juillet 2015) dans le cadre de la thèse Ungaro (2018).
- Plus en amont, une pêche d'inventaire régulière a lieu en aval du seuil de Pertuis depuis 2010 avec les étudiants de la L3 mention Sciences de la Vie et de la Terre. De 2010 à 2014 aucun apron n'a été capturé, puis 1 individus le 23/04/2015, deux aprons le 21/04/2016 et 3 aprons le 13/04/2017. Aucun individu en 2018 et 2019, pas de pêche en 2020 (COVID), 2 aprons en 2021 et 1 apron (120mm LF) le 02 juin 2022. Le radier en aval du seuil de Pertuis a été pêché le 02 juin 2022 avec un groupe d'étudiants de licence et un apron a été capturé (120mm LF).
- Dans le cadre de la thèse A. Ungaro, deux aprons ont été capturé en période estivale sur cette même station (7 juillet puis août 2014).
- La Maison Régionale de l'eau, a capturé deux aprons lors de la troisième pêche de sauvetage, dans le cadre des travaux de la digue St Joseph à Cavaillon, le 25 août 2012 (non mesurés).
- Y. Le Coarer (UMR RECOVER) pilote l'étude des effets des restitutions en basse Durance dans le cadre du Plan Etang de Berre. Deux stations de pêches par ambiances (Cadenet et Cheval Blanc) sont suivies annuellement avec l'OFB. A la station Cheval Blanc (station OFB, aval Mallemort) treize aprons ont été capturés depuis 2017. Même si ne possédons pas d'information sur l'effort de pêche, les captures OFB de 2017 méritent d'être signalées avec deux individus 0+, de même que les captures INRAE présentent trois individus 0+ en juillet 2019. L'année 2019 est une année hydrologiquement active mais avec de gros coups d'eau avant la reproduction (février) puis en fin d'année : nous pouvons penser que ces trois individus sont nés en avril 2019, en aval de l'ouvrage de Mallemort et qu'il ne s'agit pas d'individus dévalants. C'est, à notre connaissance, la première description de juvéniles d'aprons dans cette partie aval de la Durance.

Il s'agit toujours d'individus isolés.



Tabl.IX. et fig 10. Histogramme des captures d'aprons (données RECOVER-OFB) Programme impacts des restitutions
Etang de Berre

Durant l'été 2022 quatre stations de pêches aprons ont été réalisées entre le pont de Mallemort et la digue St Joseph (ST4) en aval de Cavaillon. En station 1, la température de l'eau était le 21 juillet de 26,6°C, elle était de 28,2°C sur la station 4 dans l'après-midi. La chaleur de l'air était étouffante et les conditions de pêche difficiles, mais l'équipe motivée.

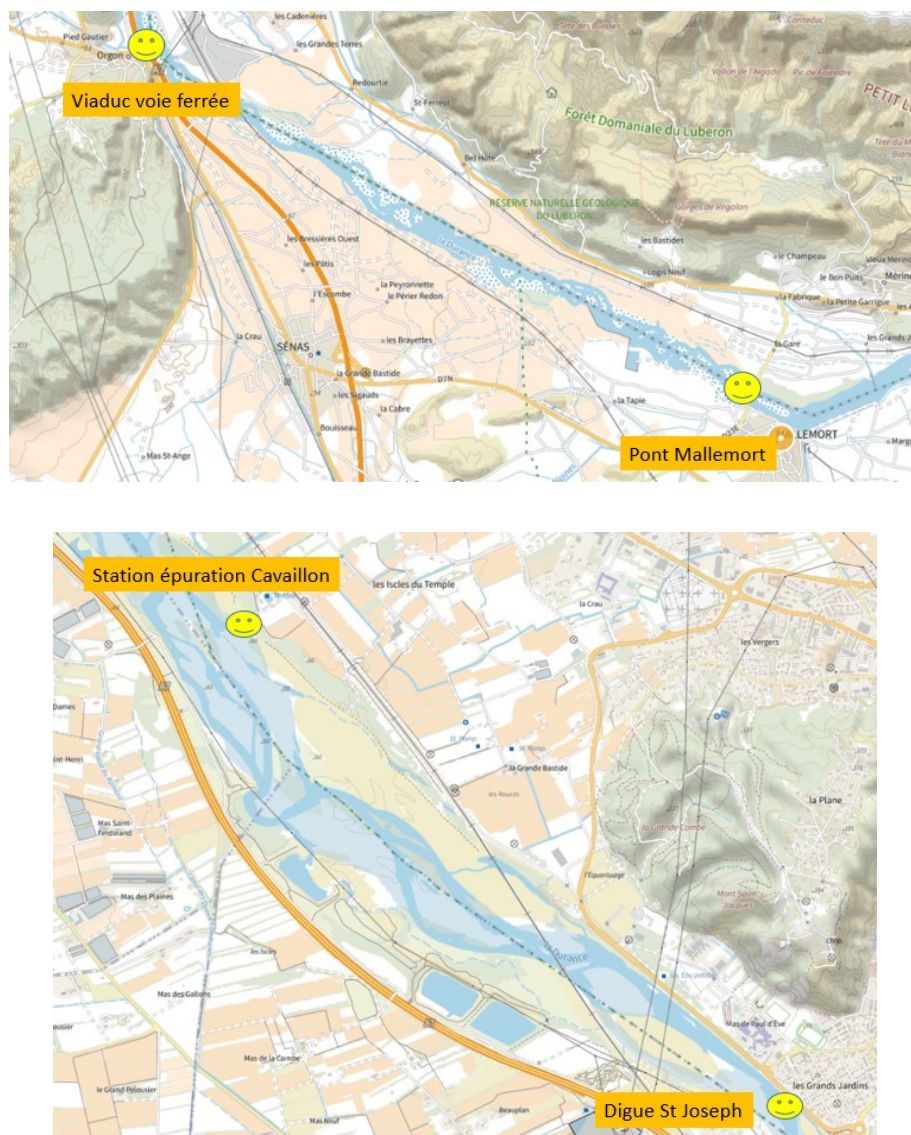


Figure 11. Position des 4 stations de pêche le 22 juillet 2021 (Géoportail).

Le 21 juillet 2022, les poissons étaient au rendez-vous, nous avons capturé des aprons sur trois des 4 stations, c'est encourageant.

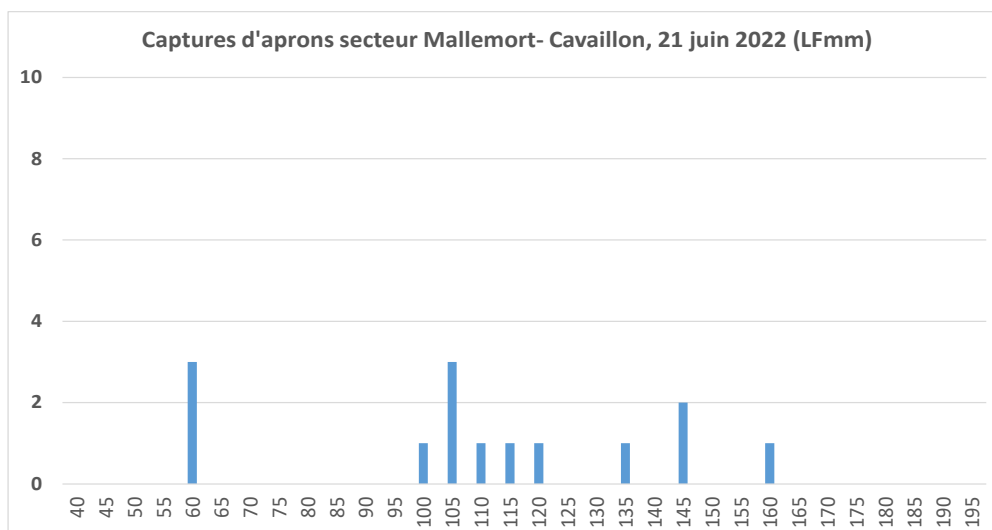


Fig.12. Histogramme des captures d'aprons du 21 juillet 2022 En Durance

Huit individus seront capturés suivant le protocole défini et 5 individus seront capturés en recherche spécifique. Le ratio, nombre d'aprons capturés sur Nb. barrages d'épuisettes est de 0,08.

On note la présence de plusieurs classes d'âge, des individus 0+, des individus 1+, 2+, 3+ et au-delà.

21/07/2022						Estimations radiers					
						Hypot. Basse			Hypot. Haute		
N°	Long.	larg.	Surf.	Nb points	Captures	Surf.	Ind/10m2	Ind/station	Surf.	Ind/10m2	Ind/station
1	98	26	2548	25	1	200	0,10	0	150	0,17	4
2	105	40	4200	25	0	200	0,00	0	150	0,00	
3	128	30	3840	25	3	200	0,30	0	150	0,50	19
4	70	22	1540	25	4	200	0,40	0	150	0,67	10
Σ			12128	100	8						

Tableau X. Résultats des captures sur les quatre stations le 21 juillet 2022.



Photo N°3. Station aval Cavaillon, amont STEP Cavaillon 21 juillet 2022



Photo n°4. Station de pêche au niveau de la Digue de St Joseph (aval Cavaillon)

2.3.5. Le Buech

D'un point de vue thermique, nous ne possédons pas la totalité des valeurs thermiques 2022 sur le secteur où l'apron est le plus abondant, Méouge- St Lazare.

D'un point de vue hydrologique, une crue importante a lieu en mai 2021, avec une valeur de déversée de 168m³.s-1. Cette crue a pu avoir un impact sur la survie d'éventuels juvéniles. L'année 2022 est marquée par l'absence de crues morphogènes de printemps.

Il n'y a pas eu de travaux sur le piège à graviers en 2022, pas de pêche de sauvetage donc.

Au moment de notre intervention en 2022, nous nous trouvons dans une situation météorologique identique à celle de 2020 et 2021. C'est-à-dire que le temps est couvert, nous terminerons les pêches à la station « Ferme du Virail » avec un début de pluie.

La température de l'eau est comprise entre 20,7°C à la station amont et 23,7°C à la station « Ferme le Virail », la conductivité est comprise suivant les stations entre 560 et 575µS.cm⁻¹.



Photo N°5 et 6. Buech station Ferme le Virail et l'image du plus gros apron capturé sur le Buech par le laboratoire (Lf = 190mm)

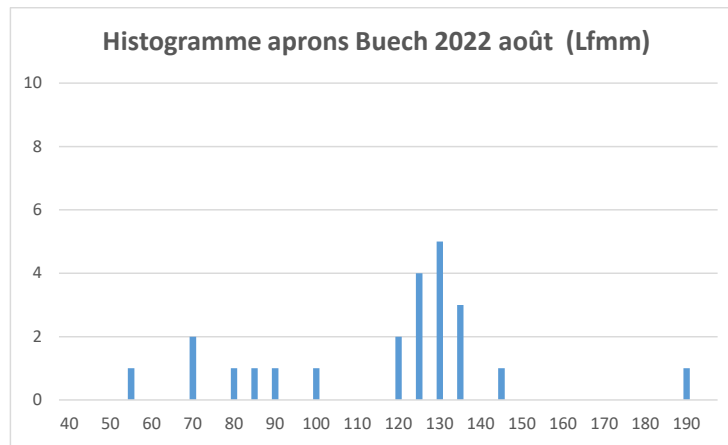


Figure 13. Histogramme des captures d'aprons sur les 5 stations entre Ribiers et le piège à graviers le 30 août 2022

Buech					Estimations radiers						
30-août-22					Hypot. Basse			Hypot. Haute			
N°	Long.	larg.	Surf.	Nb points	Captures	Surf.	Ind/10m ²	Ind/station	Surf.	Ind/10m ²	Ind/station
Amont Pont Ribiers1	96	11	1056	35	1	280	0,07	8	210	0,12	13
Amont Pont Ribiers2	65	12	780	20	0	160	0,00	0	120	0,00	0
Pommiers Roman	142	10,5	1491	40	2	320	0,13	19	240	0,21	31
Gravière	82	14	1148	50	5	400	0,25	29	300	0,42	48
Ferme Le Virail	137	10	1370	40	8	320	0,50	69	240	0,83	114
Σ	522		4475	185	16	1160			870		

Tableau XI. Résultats des captures d'aprons sur les 5 stations du Buech en 2022.

L'analyse de l'historique du ratio Nombre d'aprons capturés/ Nombre de barrages d'épuisettes confirme que la densité d'aprons sur le Buech atteint actuellement les valeurs parmi les plus basses de celles observées depuis 2007.

La faible représentation des juvéniles atteste encore d'un problème de recrutement en 2022, comme en 2021 ; la forte crue morphogène du 10 au 17 mai 2021 avec un déversé de 168m³. s⁻¹ à St Sauveur était vraisemblablement responsable de cette absence, la difficulté de recrutement se fait sentir sur plusieurs années par la suite en raison d'un faible nombre de reproducteurs.

	St Sauveur- Ribiers BUE1	Ribiers- St Lazare BUE2
2007	0,04	0,10
2008		0,19
2009		0,13
2010	0,04	0,11
2011	0,11	0,48
2012	0,03	0,28
2013	0,02	0,12
2014	0,05	0,06
2015	0,01	0,11
2016	0,02	0,29
2017	0,04	0,08
2018	0,01	0,07
2019	0,01	0,13
2020		0,09
2021		0,08
2022		0,09

Tableau XII. Ratios historiques, Nb d'aprons capturés/Nb barrages d'épuisettes sur le Buech

On ne note pas de changements notables du Ratio par rapport à 2021. Les aprons sont plus abondants vers la partie basse du Buech.

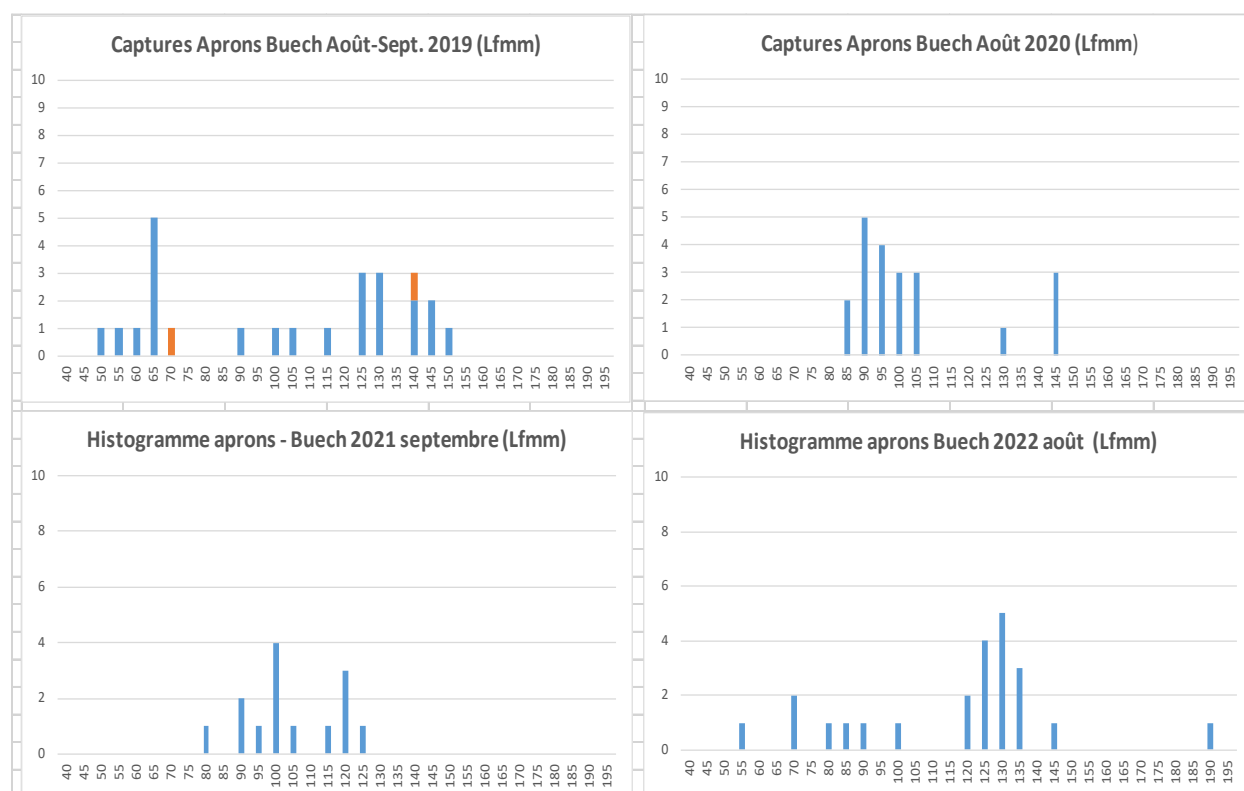


Fig. 14. Histogramme des captures d'aprons sur le Buech, période 2019-2022

2.3.6. La Bléone

L'inventaire 2020, avec le SD OFB04, par reconnaissance nocturne n'ayant pas été jugé satisfaisant (trop de bulles, mauvaise diffusion de la lumière), nous avons repris les inventaires par pêche électrique avec barrages de 4 épuisettes dès 2021 puis en 2022. Le lit étant de petite taille le 13 juillet 2022, parfois présentant deux bras, nous avons concentrés nos efforts sur les portions de lit unique où la

lame d'eau était plus importante. La pêche a été réalisée à l'aide d'un appareil portable EFKO, thermique, qui s'est révélé très efficace. Nous avons réalisé un inventaire à l'identique de celui de 2021 ; nous avons pêché 7 stations, sur un linéaire d'environ 2,5km, de l'amont (Pont du Chaffaut), vers l'aval (la station d'épuration de Mallemoisson). C'est un linéaire qui a déjà fait l'objet d'une reconnaissance nocturne dans la nuit du 17 au 18 novembre 2016 avec le SD OFB Alpes de Haute Provence, la Fédération Départementale des AAPPMA, les ingénieurs d'EDF et le personnel de l'Université.

En juillet 2022, quelques espèces ont été capturés, barbeaux fluviatiles, 468 blageons et un apron. Une diversité beaucoup plus faible qu'en 2021 : aucun Toxostome n'a été capturé (5 individus en 2021 sur 3 des 7 stations étudiées), aucun chabots en 2022 (et 7 en 2021 sur quatre stations (Tabl. XIII).

La température était de 21,2°C en station 1 et de 25°C en station 7 à 12 :30, pour une conductivité de 630µS.cm⁻¹. La pêche a permis la capture d'un apron de belle taille (Lf= 155mm) sur le radier N°6.

Stations	APR	CHA	TOX	BLN
1	0	0	0	115
2	0	0	0	105
3	0	0	0	37
4	0	0	0	31
5	0	0	0	74
6	1	0	0	36
7	0	0	0	60
Σ	1	0	0	458

Tabl.XIII. Résultats des captures 2022 sur la Bléone d'espèces piscicoles bénéficiant d'un niveau de protection en France (APR, Apron ; CHA, Chabot ; Tox, Toxostome ; BLN, Blageons)

Le milieu est peu diversifié, la faible lame d'eau, la température élevée associé à un petit débit, sont vraisemblablement responsable de cet état de fait. Les individus capturés sont petits, le blageon est largement dominant.

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 quatre années où le recrutement est faible, 2018, 2020, 2021 et 2022 et deux années avec un recrutement plus important 2017 et 2019. Il faudrait intensifier les pêches sur ce tronçon en 2023 pour vérifier l'importance de la reproduction.

	DURANCE							AFFLUENTS			
								BUECH	BLEONE		ASSE
	Amont St Lazare	St Lazare-Salignac	Aval Salignac*	Aval escale	Cadarache-Mirabeau	Mirabeau-Mallemort	Mallemort-Bompas	St Sauveur-St Lazare	Amont Malijai	Aval Malijai	Durance-Pont de Brunet
2017	OUI car 0+	OUI car 1+ en 2018	OUI car 0+	OUI car 0+				OUI mais faible qcq 1+ en 2018	NON ou très faible	OUI car 0+	NON ou très faible
2018	OUI car 0+	OUI car 0+	OUI mais faible qcq 1+ en 2019	OUI mais faible qcq 1+ en 2019				OUI mais faible qcq 1+ en 2019	NON ou très faible	?	NON ou très faible
2019	OUI car 0+	OUI car 0+	OUI car 0+	OUI car 0+				OUI car 0+	NON ou très faible	?	NON ou très faible
2020	OUI car 0+	?	?	OUI car 0+	NON ou très faible			?	NON ou très faible	?	?
2021	OUI car 0+	?	?	OUI car 0+	?	NON ou très faible		NON ou très faible	NON ou très faible	?	?
2022	OUI car 0+	?	?	OUI car 0+	NON ou très faible	?	OUI car 0+	OUI car 0+	NON ou très faible	?	?

Tabl.XIV. Recrutements annuels d'aprons.

En règle générale, les difficultés dans le recrutement de l'apron sont souvent la conséquence de crues morphogènes pendant la période mars à juin, période pendant laquelle les juvéniles sont très fragiles sachant qu'ils présentent une phase pélagique (Léger et Stankovitch, 1921 ; Bejean, 2019) pendant leurs premiers stades de vie. 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. 2022 est une année assez exceptionnelle dans la mesure où la faible pluviométrie associée à un faible manteau neigeux et des températures estivales très élevées, c'est le volume de la retenue de Serre Ponçon qui a permis le maintien du débit réservé. Ce qui n'a pas été le cas sur les autres cours d'eau et affluents comme le Buech qui a vu son débit réservé passer en été 2022, de 900L.s⁻¹ à 500L. s⁻¹.

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 2022 pour les secteurs du Buech et de la Durance, en amont de la retenue, St Lazare Salignac et aval Escale (fig.15). Nous testons l'hypothèse h_0 - égalité des densités moyennes.

Nous notons un effet très significatif entre les cinq 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 est maintenant supérieur à la densité d'aprons sur le Buech :

Densité Buech $\leq$ Densité aval Escale < 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.

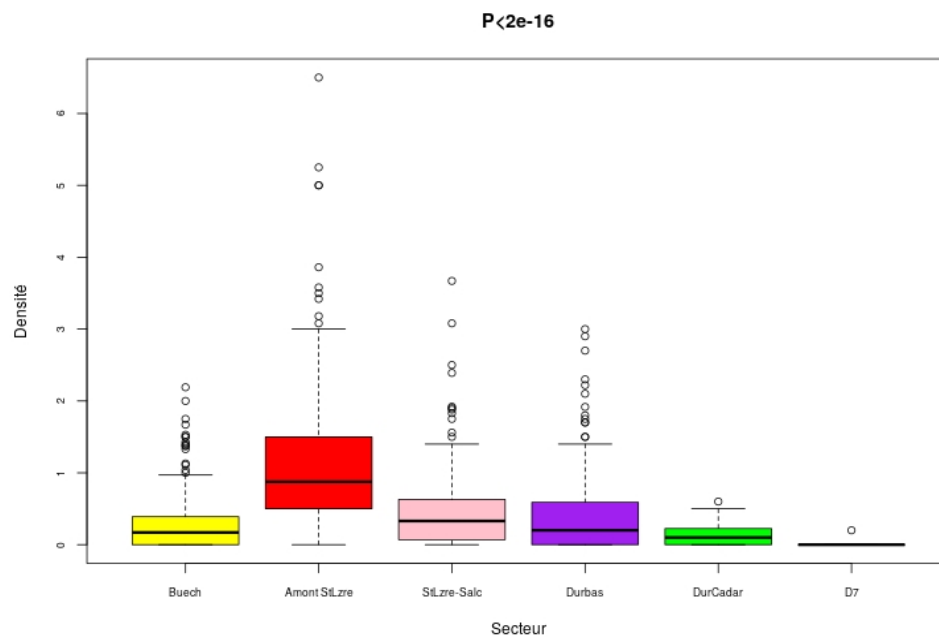


Fig. 15. Boite à moustache illustrant la variabilité inter-stationnelle entre 2007 et 2022 sur la Durance dans la zone de présence de l'espèce (Durbas = aval Escale D4 et D5).

En Durance sur le secteur Amont St Lazare, nous pouvons aussi effectuer un calcul de la densité moyenne d'aprons à partir des données 2007-2022 obtenues sur les zones de courants (radiers et plats courants) [95%]. n est le nombre de stations ayant servis au calcul :

$$1,12 \pm 0,12 < \text{Nb. ind.}10\text{m}^2 < 1,88 \pm 0,20 \quad n = 241$$

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%] :

$$0,37 \pm 0,05 < \text{Nb. ind.}10\text{m}^2 < 0,58 \pm 0,09 \quad n = 328$$

A titre indicatif, sur le tronçon Cadarache seuil de Mirabeau, la densité moyenne observées est de [95%] – trois années d'étude 2020 à 2022.

$$0,15 \pm 0,07 < \text{Nb. ind.}10\text{m}^2 < 0,24 \pm 0,11 \quad n = 24$$

En revanche la densité moyenne sur le tronçon Escale-Cadarache est plus élevée que la densité d'aprons sur le Buech.

Sur le Buech les valeurs obtenues sont les suivantes (période 2007-2022):

$$0,29 \pm 0,09 < \text{Nb. ind.}10\text{m}^2 < 0,48 \pm 0,15 \quad n = 261$$

Et la Bléone en amont de Malijaï avec les résultats 2022

$$0,03 \pm 0,02 < \text{Nb. ind.}10\text{m}^2 < 0,05 \pm 0,02 \quad n = 26$$

Et sur la Bléone en aval de Malijaï, pour mémoire (rapport 2019)

$$1,10 \pm 0,54 < \text{Nb. ind.}10\text{m}^2 < 1,84 \pm 0,90 \quad n = 6$$

Pour mémoire également, car les résultats font référence à des rapports plus anciens notamment le rapport de synthèse de 2019.

La densité moyenne sur le tronçon St Lazare- seuil de Salignac (données 2005- 2019) est de :

$$0,49 \pm 0,09 < \text{Nb. ind.}10\text{m}^2 < 0,81 \pm 0,5 \quad n = 184$$

Et celle sur l'Asse (données 2012 à 2019) : $0,11 \pm 0,05 < \text{Nb. ind.}10\text{m}^2 < 0,17 \pm 0,15, n = 36$

Nous avons dû corriger quelques erreurs dans le calcul de l'intervalle de confiance à la moyenne par rapport au rapport 2019

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 (fig.16).

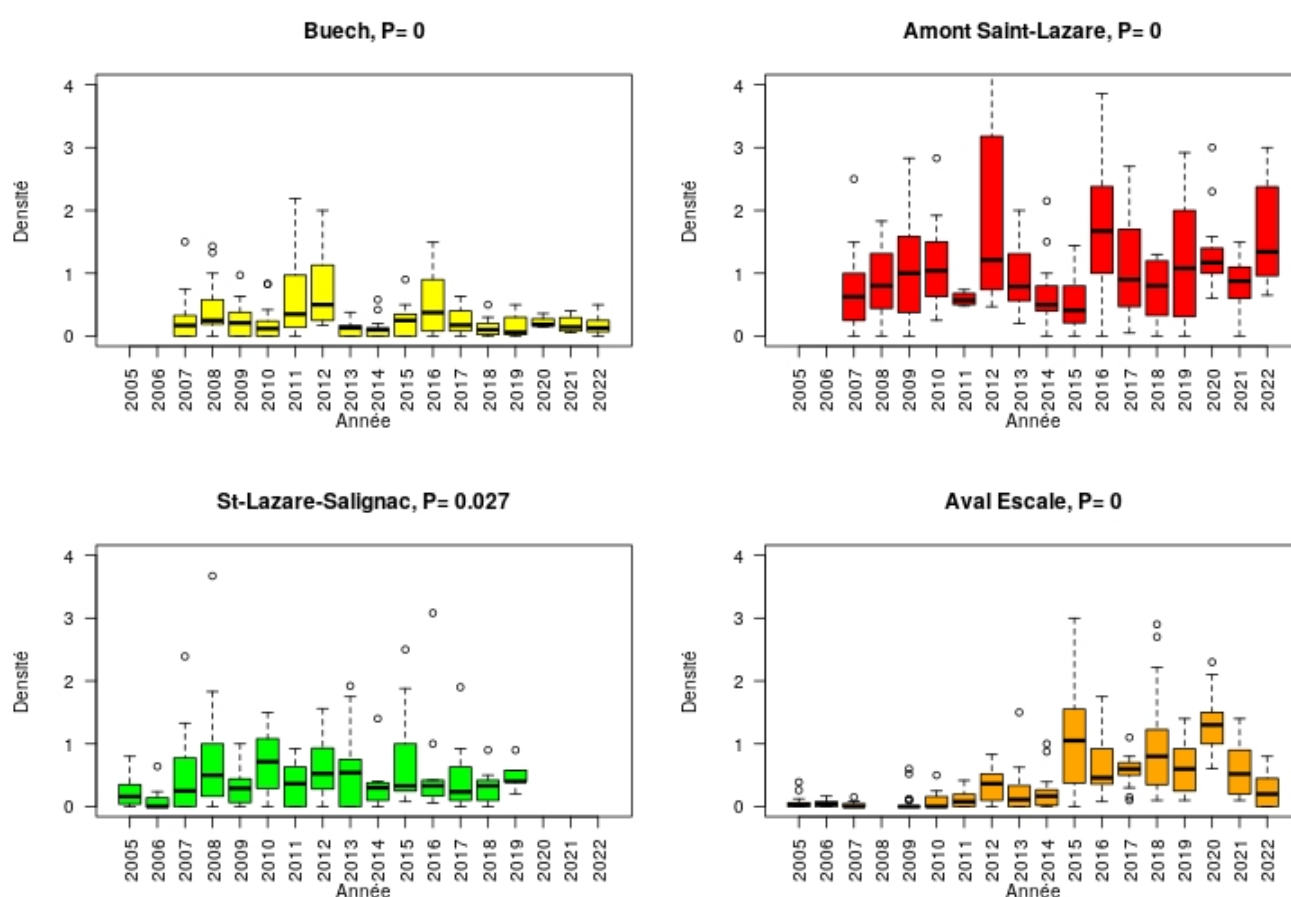


Fig.16. Analyses interannuelles de la densité d'aprons par secteur (en abscisse, nb. individus pour 10m²).

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.

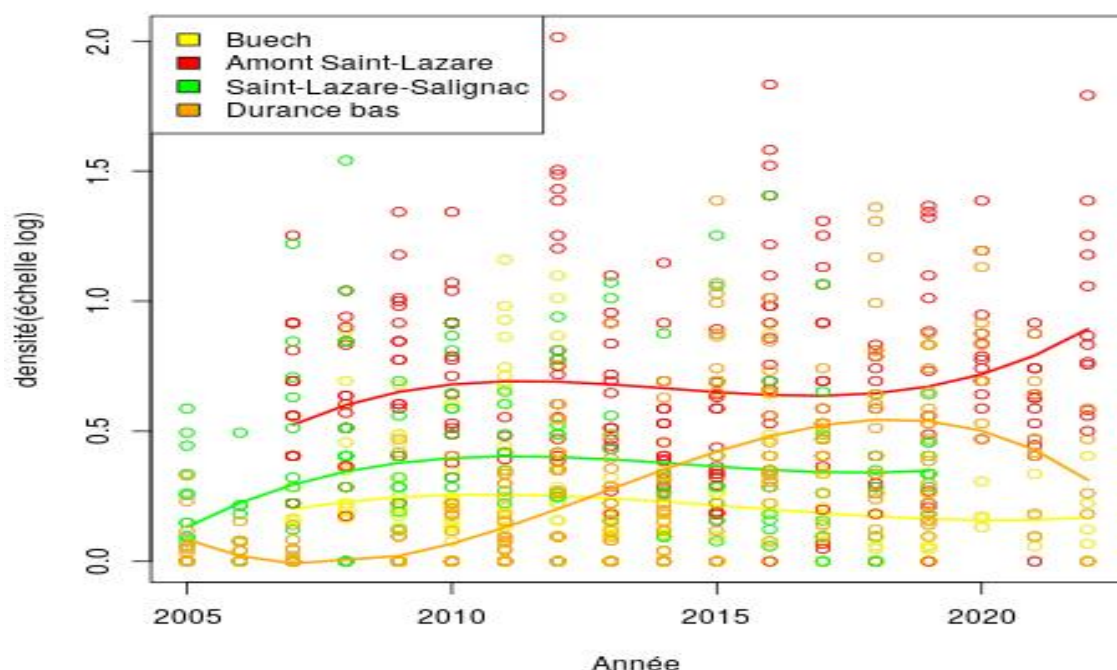


Fig. 17. Evolution interannuelle de la densité d’aprons, sur la Durance et le Buech. Modélisation par recherche d’un modèle parcimonieux.

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 2007-2022 - a été observée en 2012 avec des valeurs observées qui ont influencé notre analyse sur la période pré-DCE.

Dans ce tronçon amont de Durance, le nombre de reproducteurs étant important en 2021, la reproduction et le recrutement devaient être important en 2022 ; les captures réalisées confirment l’hypothèse.

La densité d’aprons en aval de la retenue de l’Escale présente un léger infléchissement qui ne contredit pourtant pas le développement de l’espèce depuis 2014.

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 ? Deux individus 0+ ont été rencontrés 2021 mais avec une crue printanière très importante en 2021 (déversement à Cadarache 750m3/s en mai), il peut très bien s’agir d’individus dévalants depuis

l'amont de la retenue. En 2022, le nombre d'aprons capturés reste faible, on note l'absence de juvéniles.

Plus en aval, dans le tronçon, Cadenet-Mallemort, quatre stations de pêche, en 2021, n'avaient pas permis la capture d'aprons. En revanche les résultats des pêches aprons 2022 sur le Tronçon Mallemort- Bompas sont très intéressantes, des aprons sont capturés sur trois des 4 stations de pêche avec la présence de trois 0+ en deux stations.

Enfin, un dernier point à considérer qui ne concerne pourtant pas l'apron du Rhône, c'est la très faible représentation du toxostome (*P. toxostoma*) sur le bassin de la Durance. Les auteurs de ce présent rapport invitent les pouvoirs publics à s'intéresser au devenir de cette espèce car aucun individu n'a été capturé en 2022 lors de nos pêches.

--o000o--

Résumé : Les résultats obtenus pendant l'été 2022, confirment la forte représentation de l'apron dans le tronçon Durance Amont Sisteron. Les densités sont les plus fortes et se maintiennent. Les résultats confirment également une augmentation des densités d'aprons dans le tronçon aval retenue de l'Escale- Cadarache, augmentation déjà observée depuis le rehaussement du débit réservé en 2014. Sur les affluents, Buech nous n'observons pas de modifications et sur la Bléone les effectifs restent très très faibles dans le secteur amont Malijaï étudié. L'absence de crues morphogène de printemps sur l'ensemble du bassin versant est un élément important, favorisant le recrutement de l'espèce mais les températures élevées observées, associées à des débits faibles (peu d'apports des BVI) sont, au contraire, des éléments qui peuvent avoir une incidence sur la survie des individus.

5. Bibliographie

Archambault G., E. Corse, E. Méglecz, 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 suivi 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. Meglécz, 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 percid 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): Renouvellement 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. 1915. Revue de Géographie Alpine : 3-3 pp. 243-33

Monnet G., E., Corse, G., Archambaud-Suard, R., Grenier, R. Chappaz, V., Dubut. (2021). Growth variation in the endangered fish *Zingel asper*: contribution of substrate quality, hydraulics, prey abundance and water temperature. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 1-15. <http://doi:10.1002/aqc.3818>

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.

Peugot. 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.

Villsen K.; E. Corse; E. Megléc; G. Archambaud-Suard; H. Vignes; A. V. Ereskovsky; R. Chappaz; V. Dubut DNA metabarcoding suggests adaptive seasonal variation of individual trophic traits in a critically endangered fish. *Molecular Ecology*.2022;00:1-20 Doi: 10.1111/mec.16698

Villsen K., E. Corse ; G. Archambaud-Suard ; K. Heran, E. Meglec ; A. Ereskovky, R. Chappaz et V. Dubut (2022). Diet metabarcoding reveals extensive dietary overlap between two benthic stream fishes (*Z. asper* and *C. gobio*) and Provides Insights into their coexistence. *Diversity*, 14, 412. <https://doi.org/10.3390/d14050412>

