



SUIVI DU PEUPLEMENT DE POISSONS DE LA RESERVE MARINE DU GOLFE DE BEAUDUC 8 ANS APRES L'ETAT INITIAL



ANNEE 2022



Partenariat entre

PARC NATUREL REGIONAL DE CAMARGUE

Mas du Pont de Rousty, 13200 Arles
Tél. : (33)4.90.97.10.40. Fax : (33)4.90.97.12.07.
et

GIS POSIDONIE & Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO)

Institut Pythéas, MIO,
Case 901, Campus de Luminy
13288 Marseille Cedex 09
Tél. (33)4.86.09.05.78 - Fax. (33)4.86.09.43.

Référent scientifique MIO du partenariat

Mireille HARMELIN-VIVIEN
M.I.O (UMR 235 – Aix Marseille Université)
Tel : (33)4.86.09.05.74 – Courriel : mireille.harmelin@mio.osupytheas.fr

Responsable du programme

Laurence LE DIREACH
GIS Posidonie
Tél. : (33)4.86.09.05.73 – Courriel : laurence.ledireach@univ-amu.fr

Remerciements

Aux agents du Parc naturel régional de Camargue : Delphine Marobin, Lena Collet et Tatiana pour leur aide dans l'organisation et leur participation aux missions de terrain et aux pêcheurs professionnels Georges Gauzargues, David Lopez et Frédéric Noguera et les marins qui les aident, pour leur accueil à bord de leur navire et leur collaboration à la réussite du suivi. 🐟

Crédits photographiques : Laurence Le Diréach et Elodie Rouanet (GIS Posidonie), et Parc naturel Régional de Camargue.

Référence du document

LE DIREACH L., ROUANET E., MAROBIN D., 2023. *Suivi du peuplement de poissons de la réserve marine du golfe de Beauduc 8 ans après l'état initial. Années 2022*. Partenariat Parc naturel régional de Camargue & GIS Posidonie. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 89 p.

Cette action a pu être réalisée grâce au concours financier de :



Mettre logo PNRC à la place de Véolia
qui ne finance pas cette fois ci...

SOMMAIRE

Introduction	7
Suivi du peuplement de poissons de Beauduc	9
1. Méthode d'échantillonnage au filet	10
2. Méthode d'analyse des données	12
3. Résultats	15
3.1. Comparaison des captures entre années et entre saisons	15
3.1.1. Richesse globale des captures	15
3.1.2. Analyse des captures en abondance	16
3.1.3. Analyse des captures en biomasse	18
3.1.4. Composition globale des captures	21
3.1.5. Composition saisonnière des captures	23
HIVER	23
PRINTEMPS	25
ETE	27
3.1.6. Analyse synthétique des 3 campagnes saisonnières de 2022 à T0+8	29
3.1.7. Classes de taille des espèces les plus abondantes en 2022	32
3.2. Comparaison des captures entre stations et entre zones du golfe	48
3.2.1. Richesse spécifique des captures par station et par zone	48
3.2.2. Abondance des captures par stations	50
3.2.3. Abondance des captures par zones	52
3.2.4. Abondance des captures par stations	53
3.2.5. Biomasse des captures par stations	54
3.2.6. Biomasse des captures par zones	58
3.3. Comparaison des captures entre la réserve et le reste du golfe	60
3.4. Evolution des principales espèces capturées entre T0 et T0+8	63
3.4.1. Evolution de l'abondance des espèces dominantes dans les captures au filet	63
3.4.2. Evolution de la biomasse des espèces dominantes dans les captures au filet	64
3.4.3. Evolution du cortège d'espèces entre T0 et T0+8 dans les captures au filet	69
Discussion	71
4. Pêches scientifiques au filet ciblant les adultes	71
4.1. Y'a-t-il des différences de captures entre les saisons en 2022 ?	71
4.2. Y'a-t-il des différences de captures entre stations et entre zones du golfe en 2022 ?	73
4.3. Y'a-t-il des différences de captures depuis la mise en place du cantonnement ?	74

Conclusion	76
Bibliographie.....	78
Annexes	83

INTRODUCTION

Le golfe de Beauduc situé au cœur de la zone marine du delta du Rhône, en Camargue, est constitué de substrats meubles dont la granulométrie varie du sable grossier à la vase terrigène (Figure 1). Cette zone côtière est directement influencée par les apports rhodaniens. Les substrats meubles sont constamment remaniés par l'hydrodynamisme particulier de la région. Les vents dominants Mistral et Tramontane, chassent l'eau de surface vers le large entraînant une remontée d'eau profonde renforçant l'upwelling côtier. Une branche du courant liguro-provençal provenant de l'Est entre dans le golfe pour former une gyre pouvant être favorable à la concentration de larves de poissons et entraînant des eaux adoucies par le Rhône. La faible profondeur, le fort éclaircissement et les apports du Rhône, offrent des conditions favorables à leur développement (Vasconcelos *et al.*, 2009). Les 'petits fonds' du golfe de Beauduc - la profondeur ne dépasse pas 15 m au Nord d'une ligne reliant la pointe de Beauduc aux Saintes-Maries-de-la-Mer - sont essentiellement constitués de vase, au centre et de sable, en périphérie (Fig. 1). Le golfe de Beauduc est identifié comme étant une zone de nurserie, notamment pour les poissons plats. Le golfe compte aussi une macrofaune benthique riche et diversifiée qui attire de nombreuses espèces de poissons pélagiques, démersaux et benthiques qui viennent s'y nourrir, en particulier les dorades, lors de leurs migrations saisonnières et différentes espèces de raies.

La ressource halieutique du golfe et son exploitation par les pêcheurs professionnels aux petits métiers (fileyeurs) ont longtemps été menacées par la pratique illégale d'arts traînants (chalut), normalement réservée au-delà des 3 milles nautiques. Malgré l'implantation de récifs de protection (1989, immersion de récifs de type 'sea rocks', Francour *et al.*, 1991), cette activité perdurait encore avec la présence de chalutiers dans les 3 milles nautiques (jusqu'à 7 par jour) générant des conflits avec les petits métiers du bord (principalement des fileyeurs et pêcheurs au pot à poulpe). Afin de protéger et de mieux gérer les conflits entre pêcheurs dans le golfe de Beauduc, les pêcheurs aux petits métiers ont demandé la création d'une réserve marine (cantonement de pêche créé par Arrêté du 25/05/2013, parution JORF n°0253 du 30/10/2013) et une gestion halieutique concertée de cette zone marine par le Parc naturel Régional de Camargue (PNR Camargue).

La réserve de Beauduc a été créée avec un statut de cantonnement de pêche le 25 septembre 2013.

Depuis 2013, le Parc naturel régional de Camargue, chargé de la gestion et du suivi du cantonnement de pêche du golfe de Beauduc a demandé au GIS Posidonie et à l'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO) de l'accompagner scientifiquement notamment pour la programmation et la mise en place de suivis. En 2021, une nouvelle convention d'application entre le Parc naturel régional de Camargue et le GIS Posidonie a précisé les conditions du partenariat pour le suivi par pêche scientifique de la réserve du golfe de Beauduc. Les travaux portent sur le suivi des poissons adultes par la réalisation de 3 campagnes de pêches scientifiques et l'aide à la mise en œuvre et à la programmation du plan de gestion : participation au Conseil scientifique de la réserve marine et suivi des projets réalisés par le Parc dans le golfe de Beauduc et dans les herbiers.

Depuis sa création, les activités du partenariat en lien avec la réserve marine du golfe de Beauduc sont présentées dans les différentes instances du Parc (Comité de pilotage Natura 2000, comité de pilotage 'réserve marine', Conseil scientifique de la réserve etc.). Le partenariat est valorisé aussi souvent que possible par différents moyens de communication : revue 'Visages de Camargue', lettre Natura 2000 du Parc, site internet, page Facebook 'AMP de Camargue', colloques...

Les premières investigations dans le cadre d'un état zéro ont débuté le 13/03/2014 par les pêches scientifiques réalisées avec les fileyeurs du port des Saintes Maries de la Mer et de Beauduc (des chalutages ont également été faits à T0 et T0+4 aux mêmes stations à l'aide d'un petit chalut

expérimental manœuvré par le navire océanographique Antedon II de l'INSU/CNRS). Le balisage définitif de la réserve a été mis en place à l'automne 2014.

Un premier rapport (Le Diréach *et al.*, 2015) a rendu compte des résultats des évaluations de l'état initial.

Dans le cadre des campagnes du suivi à T0+4 ans, les campagnes de mars et juin 2018 de pêches scientifiques au filet ont fait l'objet d'une première analyse de données dans le cadre du Master BAEMT (Bioressources aquatiques en Environnement Méditerranéen et Tropical) de Mathilde Charpentier (Charpentier, 2018) présenté à l'Université de Montpellier le 5 septembre 2018. Le rapport de 2018 rendu par le GIS Posidonie restituait l'ensemble des résultats correspondants aux campagnes à T0+3-4 ans (3 ans pour les 2 campagnes de chalutages et 4 ans pour les 3 campagnes de pêches au filet) (Le Diréach *et al.*, 2018).

Le présent rapport restitue l'ensemble des résultats correspondants aux campagnes à T0+8 ans (pas de temps de 4 ans pour les 3 campagnes saisonnières de pêches au filet).

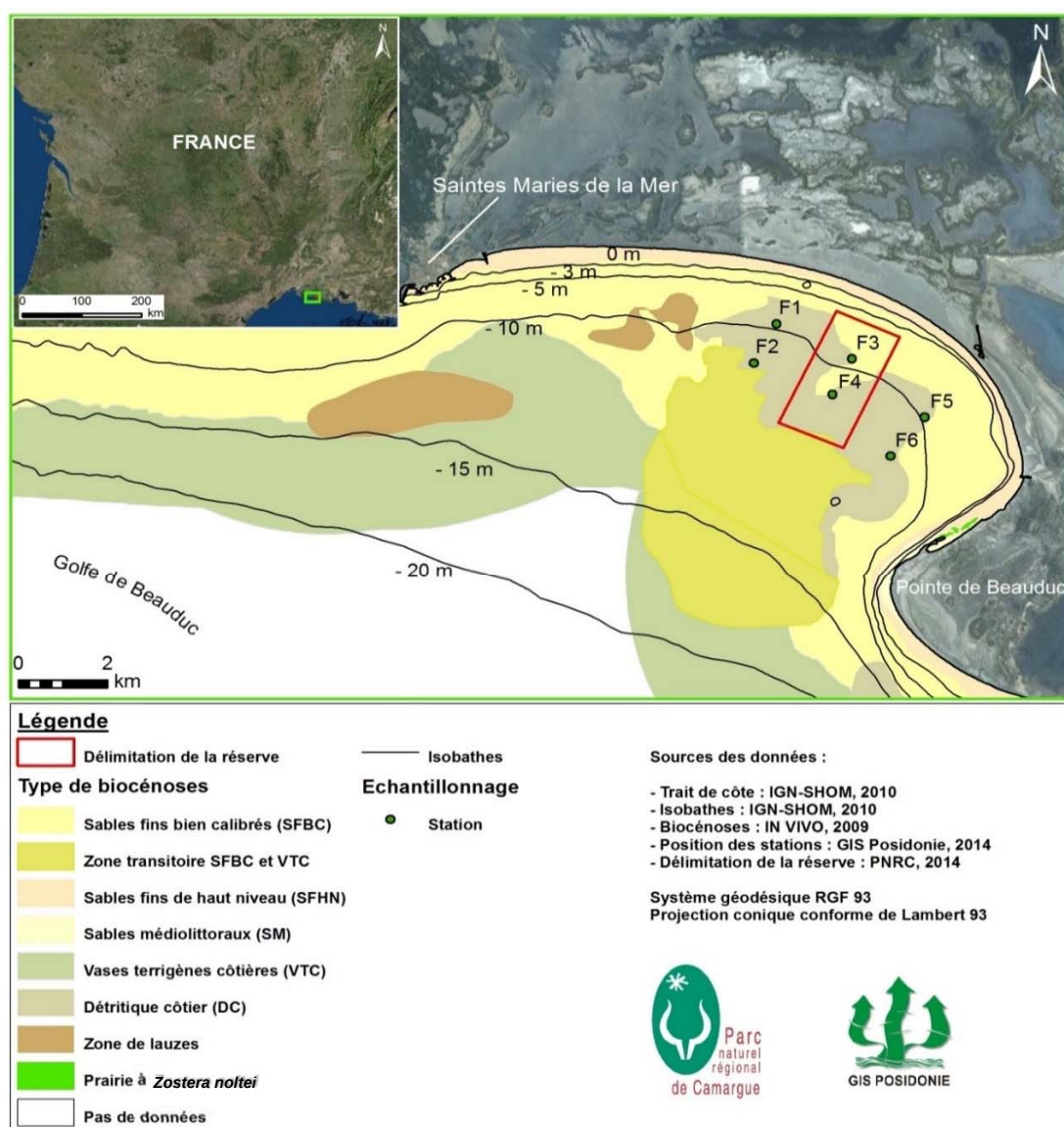


Figure 1 : Nature des fonds et localisation des stations échantillonnées au filet dans le golfe de Beauduc (2 à l'intérieur et 4 à l'extérieur de la réserve marine).

SUIVI DU PEUPLEMENT DE POISSONS DE BEAUDUC

La création du cantonnement de Beauduc a pour objectif de protéger les petits fonds de la nurserie du chalutage et de mieux gérer la ressource halieutique avec les pêcheurs aux petits métiers et les conflits d'usages. La mise en protection intégrale d'une aire de 450 ha concédée par les pêcheurs professionnels dans la zone centrale du golfe et surtout l'arrêt définitif du chalutage illégal dans le golfe pourraient en effet avoir pour conséquence une modification sensible de l'abondance de certaines espèces et de la composition des assemblages de poissons au bout de plusieurs années. Dans le cadre du suivi mis en place par le Parc naturel Régional de Camargue et le GIS Posidonie, l'échantillonnage du peuplement de poissons est réalisé en partenariat avec les pêcheurs professionnels. La démarche intègre donc, dès le départ, une contribution à la gestion concertée de la zone par des travaux conjointement menés par les gestionnaires, des usagers-pêcheurs et des scientifiques. L'objectif de ces pêches scientifiques est d'évaluer le peuplement de poissons (espèces présentes, abondance, biomasse) tous les 4 ans, après la mise en protection des fonds, en reproduisant le même échantillonnage qu'au moment de l'état initial.

Le peuplement de poissons est évalué à partir de la composition, de la biomasse et de l'abondance des captures réalisées dans le golfe au sein de la zone mise en protection et de part et d'autre. Les résultats d'un tel suivi ont pour objectif l'évaluation de l'efficacité de l'aire protégée directement pour la conservation du peuplement de poissons (protection des jeunes stades, mais aussi d'adultes en âge de se reproduire) et indirectement en tant que soutien à la ressource pour la pêche artisanale locale. Le suivi permet aussi de mieux connaître le peuplement de poissons du golfe. Le protocole mis en place a vocation à être reproduit au long terme avec les pêcheurs professionnels locaux pour déceler d'éventuels changements au niveau des captures (composition, quantité, taille) faites avec les mêmes types d'engins lors de pêches expérimentales réalisées à l'intérieur et autour de la réserve. L'objectif n'est pas tant de mettre en évidence une différence entre le cantonnement et l'extérieur, mais surtout de montrer l'efficacité de la mise en place du cantonnement pour protéger l'ensemble des fonds du golfe et leur permettre de retrouver une dynamique et des fonctionnalités présidant au remaniement du fond par les chaluts. Le pas de temps de 4 ans préconisé à la suite de l'état initial a été respecté, ainsi que le protocole d'échantillonnage reproduit à l'identique.



Figure 2 : Navires impliqués dans la réalisation des pêches scientifiques dans le golfe de Beauduc

Trois campagnes saisonnières de pêche scientifique au filet se sont déroulées en 2022 :

- en conditions hivernales pour le milieu marin : du 2 au 5 mai (hiver) ;
- en conditions printanières : du 13 au 15 juin (printemps) ;
- en conditions estivales : du 21 au 23 septembre (2j) et du 6 au 7 octobre (1j) (été).

Les campagnes ont consisté en trois jours de pêche consécutifs (calées de 24 h) en mai et juin effectués à bord des embarcations de trois patrons-pêcheurs professionnels de la zone : Georges Gauzargues de

Beauduc sur le TADORNE IV, David Lopez sur le CYNTHIA et Frédéric Noguera des Saintes Maries de la Mer sur le ENZO EMY. Les mauvaises conditions météorologiques du mois de septembre ont impliqué que les pêches soient réalisées en deux fois lors de la dernière campagne (2j + 1j). Avant les pêches de septembre les pêcheurs ont vu beaucoup de méduses à faible profondeur, mais finalement leur présence n'a pas gêné les pêches scientifiques réalisées à environ 10 m de profondeur.

Des autorisations de pêche scientifique (autorisation de prélèvement par l'Arrêté N°134 du 3 mars 2022) et d'embarquement sur les navires de pêche ont été sollicitées auprès des Affaires Maritimes par le PNR de Camargue. Une mesure de température et de la salinité a été faite le 3 mai en surface et à 6 m de profondeur avec la sonde multiparamétrique du Parc, qui n'a pas été disponible par ailleurs (celle du GIS Posidonie n'était pas calibrée). Ces mesures sont destinées à caractériser globalement les conditions environnementales au moment des pêches et d'éventuels événements particuliers comme une dessalure marquée des eaux (entrées d'eaux du Rhône dans le golfe) pouvant avoir une influence sur la composition en espèces. La température de l'eau est de 15.7° le 22/09/2022 'après le thermomètre de bord du navire ENZO EMY.

1. Méthode d'échantillonnage au filet

La méthodologie pour réaliser les pêches scientifiques a été mise au point avec les pêcheurs professionnels travaillant habituellement dans la zone du golfe de Beauduc. Ce sont eux qui calent et relèvent les filets, et démaillent le poisson pêché.

Le protocole d'échantillonnage comprend 6 stations par campagne : les stations 1 et 2 se situent à l'ouest du cantonnement, les stations 3 et 4 à l'intérieur de celui-ci et les stations 5 et 6 à l'est. Les stations 1, 3 et 5 se trouvent sur l'isobathe 9 m, et les stations 2, 4 et 6 sur celle des 11 m. Deux navires de pêche professionnelle doivent pouvoir être sollicités simultanément par campagne, chacun calant trois des six filets trémails, afin de pouvoir réaliser l'ensemble des pêches aux différentes stations en trois jours.

Après concertation avec les pêcheurs locaux, au moment de l'état initial, des filets trémails de maille 50 mm (maille moyenne à poisson) en monofilament à trois nappes ont été choisis pour échantillonner les poissons. En effet, les pêcheurs utilisent différents types d'engins selon l'espèce ciblée et la saison. Les filets utilisés pour l'étude sont constitués de 5 pièces de 100 m de long avec une hauteur de 5.5 m, tous identiques.



Figure 3 : Calée d'un filet à bord du Enzo Emy

Chaque station est échantillonnée trois fois par campagne ou saison (pour un total de 18 pêches par année de suivi) : le filet est calé le premier jour, puis relevé 24 heures après. Les poissons sont alors démaillés, identifiés à l'espèce, mesurés et pesés directement à bord du bateau, et ce pour chaque pièce de filet. Une fois nettoyé, le filet est recalé, avec un léger décalage pour ne pas pêcher au même endroit. Cette manipulation est répétée trois jours d'affilée. Parfois, les calées sont inversées entre pêcheurs pour ne pas introduire de biais systématique en associant à une zone une façon particulière de pêcher.



Figure 4 : Matériel embarqué à bord des navires de pêche professionnelle par les observateurs

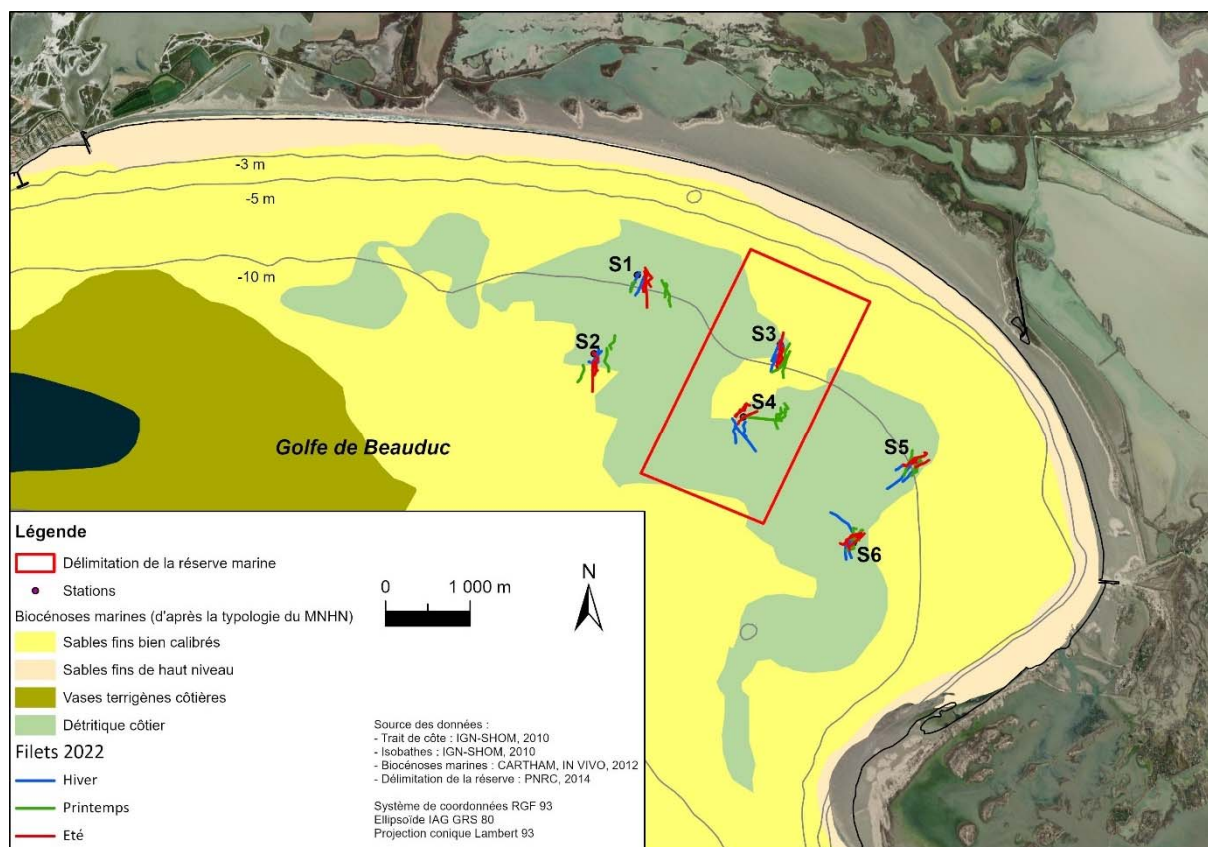


Figure 5 : Localisation des filets lors des pêches scientifiques pour le suivi de la réserve de Beauduc en 2022.

2. Méthode d'analyse des données

L'unité d'échantillonnage est la pièce de filet de 100 m ou réplicat. Les données des captures des pêches réalisées au filet sont restituées en termes de **richesse spécifique**, **abondance en nombre pour 100 m de filet (rendement exprimé en densité/100 m ou CPUE)**, **biomasse capturée ou biomasse pour 100 m de filet (rendement en biomasse/100 m ou CPUE)**, **occurrence dans les captures**, **composition spécifique des captures (%)** ou **fréquence de chaque espèce dans les captures par station ou par saison**, et enfin **classes de taille** pour les principales espèces pêchées. Ce sont les variables du suivi.

Les comparaisons de **composition spécifique** par saison ont été faites en agrégeant l'ensemble des réplicats réalisés par station ou par zone.

La **richesse spécifique** est le nombre d'espèces de poissons présentes dans l'échantillonnage. La richesse spécifique totale est analysée à l'échelle des stations. Elle a aussi été comparée entre les zones d'échantillonnage (est, réserve et ouest du golfe de Beauduc), et entre campagnes du suivi.

Les **densités** et les **biomasses** ont été respectivement rapportées en nombre d'individus et en grammes pour 100 m de filet. Les densités et les biomasses moyennes par réplicat obtenues par station et par saison ont été comparées en utilisant les tests statistiques par permutation (PERMANOVA). Des PERMANOVA à 1 facteur ont pu être appliquées pour tester les effets des variables stations, saisons, années ou des PERMANOVA à 2 facteurs ont pu être également appliquées au jeu de données en combinant les variables station et année ou saison-année.

Des tests post-hoc (Pair Wise tests) ont été utilisés pour mettre en évidence les différences entre stations ou entre saisons d'une même année. Des Permanova ont été effectuées à partir des données des réplicats groupées par saison, par année ou par station ou zone. Afin de mettre en évidence les différences entre les abondances ou les biomasses moyennes des échantillons le seuil minimum de significativité retenu est 5%.

Une approche multivariée par ordinations sans contraintes a été choisie : nMDS (non-metric Multi Dimensional Scaling), et pratiquée sur les données de capture en biomasse par espèces. Les biomasses moyennes des principales espèces composant les captures dans les différentes stations échantillonnées ont été projetées sur un espace à 2 dimensions afin de mieux comparer l'évolution des captures (qui est un proxy du peuplement de poissons) de T0 à T+8. Ces analyses ont été réalisées à partir du logiciel PRIMER 7-PERMANOVA+ (Clarke et Warwick, 2001 ; Clarke et Gorley, 2006 ; Anderson *et al.*, 2008). Cette analyse a été utilisée pour comparer les saisons et les années.

Une analyse SIMPER, basée sur l'indice de dissimilarité de Bray-Curtis, a été appliquée pour chaque année de suivi aux différentes saisons et stations afin d'identifier la contribution des différents taxons à la similarité des assemblages de poissons échantillonnés par capture. Seuls les taxons présents au moins une fois dans 4 % des stations ont été considérés pour cette analyse (Clarke et Warwick, 2001).

Nombre de réplicats :

Unités	Filet	1 filet par station	Nb jours	Saisons	Campagne (T0, T0+4, T0+8)	Réplicats
Par saison	5 pièces de 100 m	6 stations = 6 filets	3 jours	1	1	90 réplicats par saison
Par année de suivi=campagne	5 pièces de 100 m	6 stations = 6 filets	3 jours	3	1	270 réplicats par campagne
Par zone (Ouest, Réserve, Est)	5 pièces de 100 m	2 filets = 2 stations	3 jours	1	1	30 réplicats par zone et par saison
Suivi T0+T0+4+T0+8					3	810 réplicats

Certains poissons peuvent être abîmés par des prédateurs, le treuil ou le démaillage du filet, ce qui ne permet pas de mesurer leur poids sur le bateau. Le plus souvent c'est l'action des prédateurs invertébrés « puces ou poux de mer » qui les vide partiellement ou entièrement de leur chair. Dans ce cas, les mesures qui peuvent être prises permettent de calculer la masse non mesurée grâce à des relations taille/poids caractéristiques de chaque espèce (Tableau 1). Les relations utilisées sont pour beaucoup issues d'un rapport de l'Ifremer (Campillo, 1993) ou bien du site internet Fishbase, avec les données la plus récentes possible, et provenant de Méditerranée. Pour *Raja asterias* et *Pegusa impar*, la relation utilisée est celle calculée avec le jeu de données de 2018 car les relations disponibles donnaient des estimations éloignées des valeurs de biomasse obtenues à Beauduc pour des tailles équivalentes. Enfin, pour les individus non identifiés jusqu'à l'espèce (*Solea* sp.) les relations prises en compte sont celles de l'espèce la plus proche et la plus abondamment pêchée : *Solea solea*.

Tableau 1 : Relations taille-poids utilisées pour le calcul des biomasses des individus abîmés lors de la pêche au filet à Beauduc en 2014, 2018 et 2022.

Espèce	Relation taille poids	Espèce	Relation taille poids	Espèce	Relation taille poids
<i>Alosa fallax</i>	$0.00752 * L^{3.050}$	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	$0.00612 * L^{3.232}$	<i>Sardina pilchardus</i>	$0.00384 * L^{3.25}$
<i>Boops boops</i>	$0.005825 * L^{3.298}$	<i>Merluccius merluccius</i>	$0.012 * L^{2.88}$	<i>Sardinella aurita</i>	$0.0062 * L^{3.064}$
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	$0.0127 * L^{2.96}$	<i>Mugil cephalus</i>	$0.0118 * L^{3.14}$	<i>Scomber scombrus</i>	$0.0067 * L^{3.125}$
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	$0.00653 * L^{3.110}$	<i>Mustelus mustelus</i>	$0.00080 * L^{3.3259}$	<i>Solea senegalensis</i>	$0.00672 * L^{3.104}$
<i>Chelidonichthys obscurus</i>	$0.005 * L^{3.15}$	<i>Pagellus acarne</i>	$0.0092 * L^{3.076}$	<i>Solea solea</i>	$0.010 * L^{2.96}$
<i>Chelon ramada</i>	$0.012 * L^3$	<i>Pagellus erythrinus</i>	$0.016 * L^{2.94}$	<i>Sparus aurata</i>	$0.0526 * L^{2.5812}$
<i>Diplodus sargus</i>	$0.0170 * L^3$	<i>Pegusa impar</i>	$0.0143 * L^{2.87}$	<i>Torpedo torpedo</i>	$0.0454 * L^{2.689}$
<i>Diplodus vulgaris</i>	$0.0244 * L^{3.0059}$	<i>Pegusa lascaris</i>	$0.00689 * L^{3.117}$	<i>Trachurus trachurus</i>	$0.0141 * L^{2.8452}$
<i>Engraulis encrasicolus</i>	$0.0065 * L^{3.02}$	<i>Raja asterias</i>	$0.007 * L^{2.9546}$		

Enfin, l'analyse des **classes de taille des poissons pêchés** au filet a été réalisée par saison avec des histogrammes d'effectifs par classe de taille (en cm) des espèces dont les effectifs étaient suffisants. Des comparaisons ont été faites avec les pêches de l'état initial lorsque l'espèce avait été pêchée en nombre important durant une ou plusieurs saisons. Les tailles de maturité sexuelle ont été trouvées dans la bibliographie et incluent des données les plus récentes et collectées au plus près de la zone d'étude possible. Si elle existe, la taille minimale de capture pour les pêcheurs professionnels est aussi donnée (Ifremer, 2015).



Figure 6 : Raie étoilée *Raja asterias* et dessous : émissole *Mustelus mustelus*.

3. Résultats

3.1. Comparaison des captures entre années et entre saisons

3.1.1. Richesse globale des captures

Depuis le début du suivi, 61 espèces de poissons ont été inventoriées et 5 espèces d'invertébrés fréquentes d'intérêt halieutique (*Homarus gammarus*, *Octopus vulgaris*, *Penaeus kerathurus*, *Sepia officinalis*, *Squilla mantis*). La richesse spécifique totale par saison depuis la première saison d'échantillonnage est comprise entre 22 et 33 espèces de poissons selon la saison et l'année (pour 23 à 36 espèces au total incluant crustacés et céphalopodes) (voir tableaux en annexe). Pour les poissons, la richesse spécifique la plus faible a été obtenue pendant la campagne d'hiver 2014 et la plus élevée à l'été 2022. Les échantillonnages réalisés aux printemps 2014 et 2018 ont présenté une richesse spécifique totale de poissons plus élevée qu'aux autres saisons. En 2022, c'était la saison où elle était la plus faible (19 espèces) alors que les richesses spécifiques des captures de l'hiver 2022 et de l'été 2022 (respectivement 29 et 33 espèces de poissons) ont été plus élevées que lors des campagnes précédentes.

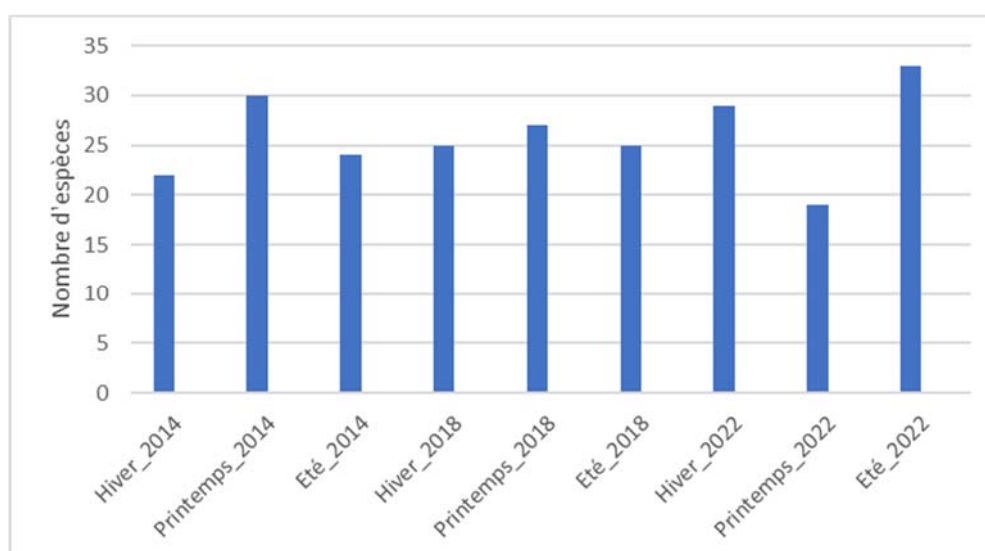


Figure 7 : Richesse spécifique totale des captures de poissons par campagne de pêche au filet dans le golfe de Beauduc.

Parmi les espèces capturées, 16 espèces de poissons étaient présentes aux 3 saisons d'échantillonnage de 2022 et représentent 92.8% des individus pêchés. Ces espèces constituent le peuplement de poissons caractéristique du golfe de Beauduc.

Parmi les invertébrés échantillonnés : le poulpe *Octopus vulgaris*, la seiche *Sepia officinalis* en hiver et au printemps, pour les céphalopodes ; pas de homard *Homarus gammarus* capturé en 2022, la grosse crevette *Penaeus kerathurus* présente au printemps et l'été et la squille *Squilla mantis* à toutes les campagnes.



Figure 8 : *Penaeus kerathurus* (à gauche) et *Squilla mantis* (à droite)

3.1.2. Analyse des captures en abondance

ABONDANCES MOYENNES PAR ANNEE

En 2022, les captures en abondance ont été plus faibles dans le golfe de Beauduc toutes stations et toutes saisons confondues qu'en 2018. Toutefois, elles restent nettement plus élevées dans la zone d'étude qu'en 2014 au démarrage du suivi (x 1.5).

Tableau 2 : Abondance moyenne des captures en nombre d'individus pour 100 m de filet (CPUE)

Année	Moyenne	Ecart-type	Erreur-type	Limite int_inf	Limite int_sup
2014	4.6	4.2	0.3	4.1	5.1
2018	8.3	6.9	0.4	7.5	9.1
2022	6.7	4.8	0.3	6.2	7.3

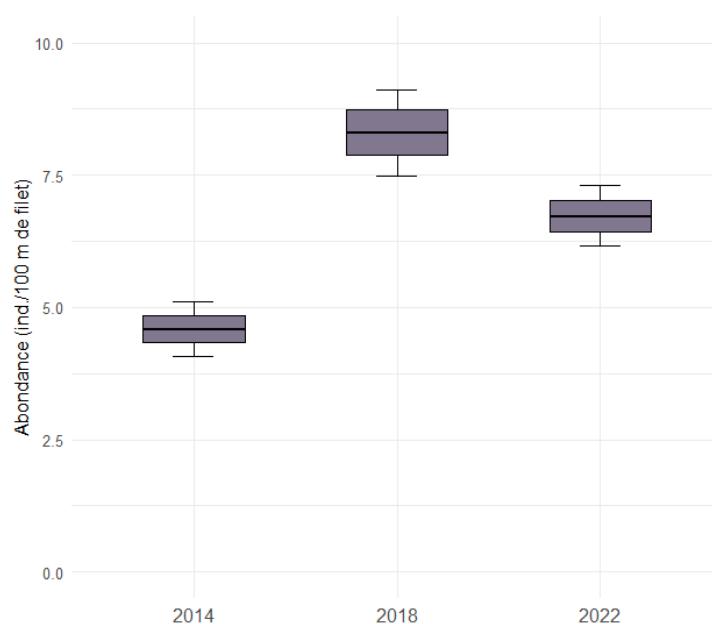


Figure 9 : Nombre moyen de poissons pêchés par campagne en 2014, 2018 et 2022 pour 100 m de filet dans le golfe de Beauduc (n = 270 répliqués par année ; boxplot : moyenne, moyenne-erreur-type, moyenne+erreur-type).

ABONDANCES MOYENNES PAR SAISON PAR ANNEE

La variabilité saisonnière est importante dans les capture. D'une façon générale les captures diffèrent moins entre hiver et printemps qu'entre l'été et les autres saisons (PWT : $p=0.001^{***}$).

En 2022, le nombre moyen de captures est significativement différent entre saisons (PERMANOVA : $F=5.29$, $p=0.006^{**}$). Les abondances des pêches d'hiver ne sont pas différentes de celles de printemps (PWT : $p=0.12$ ns) ou de celles de l'été (PWT, $p=0.15$ ns). En revanche le nombre de poissons capturés l'été est significativement différent de celui capturé au printemps (PWT : $p=0.006^{**}$).

Tableau 3 : Abondance moyenne en nombre d'individus pour 100 m de filet

Saison	Moyenne	Ecart-type	Erreur-type	Limite int inf	Limite int sup
Hiver	2014	5.4	4.8	0.5	4.4
Hiver	2018	10.9	9.2	1.0	9.0
Hiver	2022	6.8	4.6	0.5	5.9
Printemps	2014	6.2	4.0	0.4	5.4
Printemps	2018	8.6	5.7	0.6	7.5
Printemps	2022	5.3	4.1	0.4	4.4
Eté	2014	2.1	2.0	0.2	1.8
Eté	2018	5.4	3.8	0.4	4.6
Eté	2022	8.1	5.4	0.6	7.0

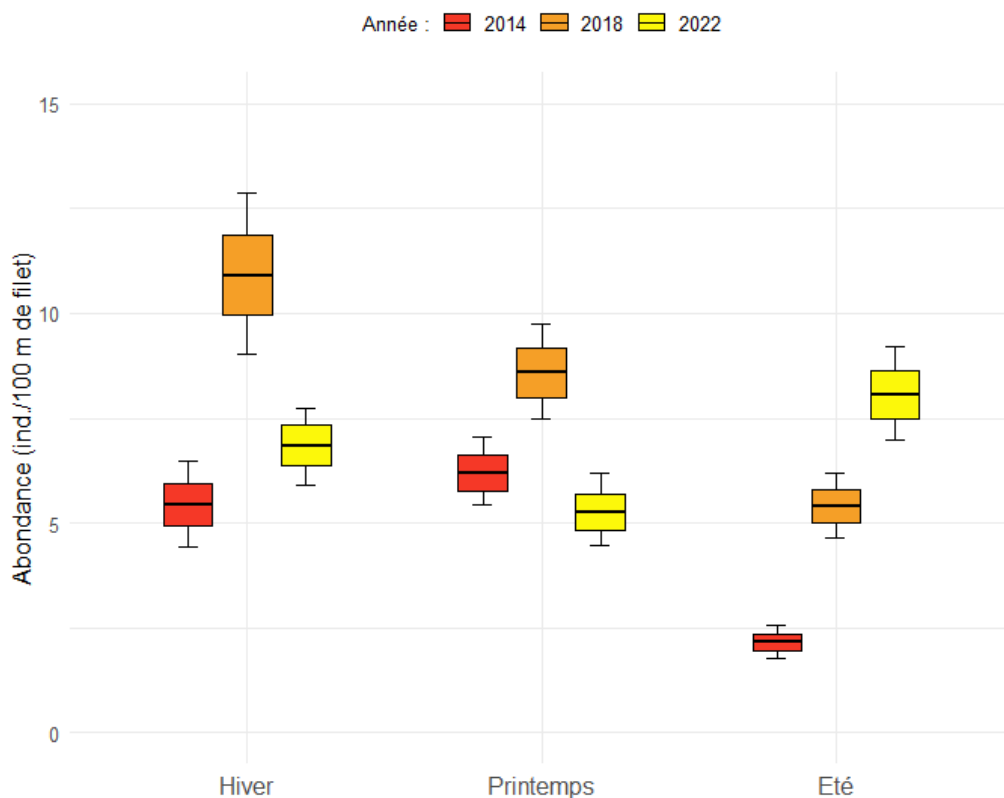


Figure 10 : Nombre moyen de poissons pêchés par campagne en 2014, 2018 et 2022 pour 100 m de filet dans le golfe de Beauduc (n = 90 répliqués par saison).

3.1.3. Analyse des captures en biomasse

BIOMASSE PAR ANNEE

En 2022, les captures moyennes en biomasse ont été plus faibles dans le golfe de Beauduc toutes stations et toutes saisons confondues qu'en 2018. Toutefois, elles restent nettement plus élevées qu'en 2014 au démarrage du suivi.

Tableau 4 : Biomasse moyenne capturée en g pour 100 m de filet (CPUE)

Année	Moyenne	Ecart-type	Erreur-type	Limite int_inf	Limite int_sup
2014	1 611	1 940	118	1 398	1 845
2018	3 130	3 104	189	2 772	3 487
2022	2 489	2 089	127	2 241	2 733

La biomasse capturée en 2022 est inférieure à celle de 2018, mais demeure très supérieure à la biomasse moyenne capturée en 2014.

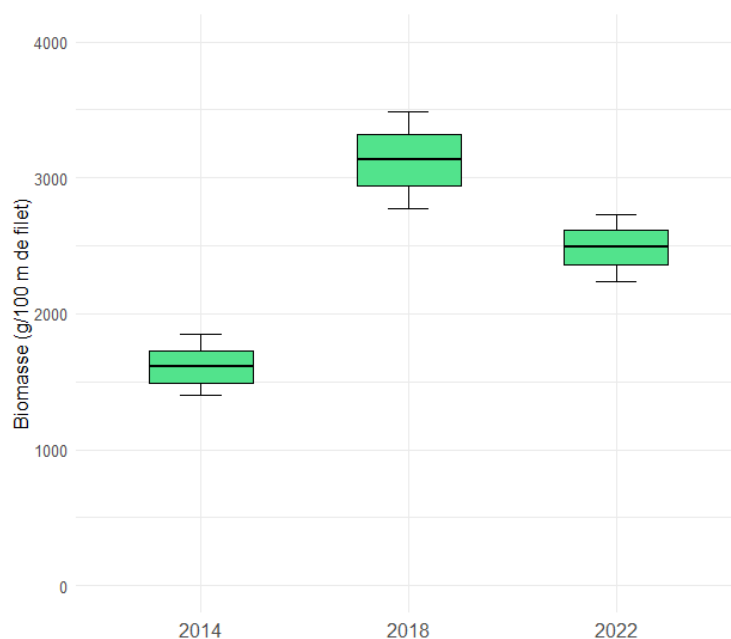


Figure 11 : Biomasse moyenne de poissons pêchés par campagne en 2014, 2018 et 2022 pour 100 m de filet dans le golfe de Beauduc, n = 270 répliqués par année.

BIOMASSE PAR SAISON SELON LES ANNEES

En 2022, les captures en biomasse ont été plus faibles qu'en 2018. Toutefois, elles restent nettement plus élevées qu'en 2014 au démarrage du suivi.

Tableau 5 : Biomasse moyenne en g des captures pour 100 m de filet

Saison_Année	Moyenne	Ecart-type	Erreur-type	Limite int inf	Limite int_sup
Hiver_2014	2 666	2 690	284	2 107	3 232
Hiver_2018	4 664	4 153	438	3 859	5 531
Hiver_2022	2 599	1 908	201	2 212	2 990
Printemps_2014	1 435	1 070	113	1 236	1 653
Printemps_2018	3 046	2 348	247	2 585	3 548
Printemps_2022	1 661	1 508	159	1 346	1 989
Été_2014	732	1 029	108	546	955
Été_2018	1 680	1 359	143	1 398	1 967
Été_2022	3 207	2 459	259	2 693	3 749

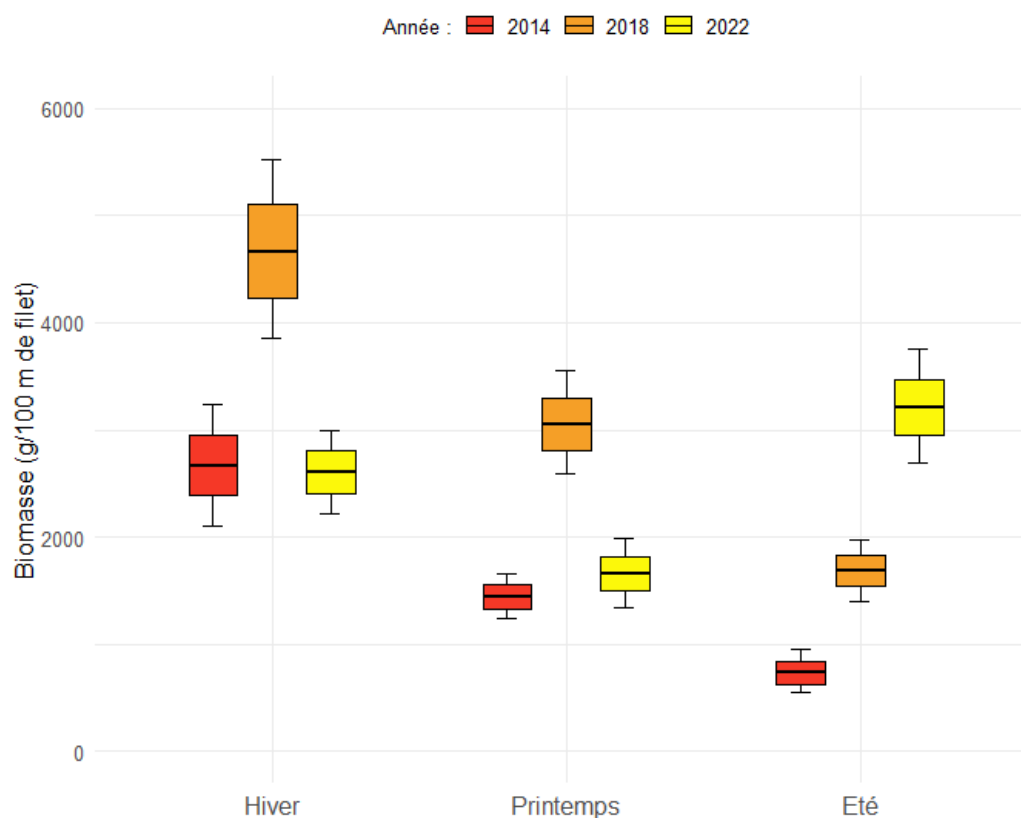


Figure 12 : Biomasse (g/100 m) de poissons échantillonnés par saison en 2014, 2018 et 2022 dans le golfe de Beauduc (n = 90 répliqués à chaque saison)

Chaque année du suivi les biomasses ont été significativement différentes entre saisons (2014 : PERMANOVA, $F=27.25$, $p=0.001^{***}$; 2018 PERMANOVA, $F=18.04$, $p=0.001^{***}$; 2022 PERMANOVA, $F=10.49$, $p=0.001^{***}$).

Les biomasses les plus faibles ont été observées lors des campagnes du printemps et de l'été 2014, les campagnes d'hiver présentent une plus grande variabilité et une biomasse moyenne plus élevée. La saison qui présente les plus fortes biomasses, mais aussi la plus grande variabilité, depuis le début du suivi, est l'hiver 2018.

Les campagnes de 2018 sont significativement différentes de leurs homologues en 2014 et en augmentation. Il n'y a pas de différence significative entre la campagne d'hiver et de printemps (PWT : $p=0.16$) mais les biomasses moyennes sont différentes entre été et hiver 2018 (PWT : $p=0.001^{***}$) et été et printemps 2018 (PWT : $p=0.001$) ou de printemps et d'été en 2018.

En 2022, la biomasse moyenne capturée au printemps était différente de celle capturée l'hiver (PWT : $p=0.009^{**}$) et de celle capturée l'été (PWT : $p=0.003^{**}$) mais la biomasse moyenne des captures de l'été n'était pas différente de celle de l'hiver (PWT : $p=0.109$ ns).

L'abondance et la biomasse moyenne des poissons pêchés par réplicat au filet ont significativement augmenté entre l'état initial t_0 et les deux suivis à T_0+4 et à T_0+8 . Toutefois, les pêches de l'année 2018 à T_0+8 ont été plus importantes en abondance et en biomasse.

La biomasse moyenne de poissons capturée dans le golfe a été multipliée par 2 entre T_0 et T_0+4 en passant de 1.6 ± 1.9 à T_0 à 3.1 ± 3.1 kg/100 m à t_0+4 . En 2022, à T_0+8 , elle était de 2.5 ± 2.1 kg/100 m, donc un peu inférieure à T_0+4 (x 1.5 par rapport à 2014).

L'abondance a doublé entre T_0 et T_0+4 en passant de 4.6 ± 4.2 à T_0 à 8.3 ± 6.9 individus/100 m. En 2022, elle était de 6.7 ± 4.8 individus/100 m, donc inférieure à T_0+4 .

3.1.4. Composition globale des captures

En 2022, les aloses *Alosa fallax* représentent 5.6% des captures. Cette espèce est constante dans les pêches depuis le début du suivi puisqu'elle représentait 4.2% des captures en 2014 et 4% en 2018.

Les grondins font partie des espèces capturées à toutes les saisons et représentent 8.1% des captures avec 6 espèces recensées. *Chelidonichthys lucerna* et *C. obscurus* sont les plus abondants.



Figure 13 : *Chelidonichthys lucerna*

Pagellus acarne représente 4.4 % des individus capturés en 2022 (14.6% des captures faites au printemps)

La raie *Raja asterias* est de loin l'espèce la plus pêchée avec 32.4% des individus capturés en 2022 ; cette espèce domine en biomasse quelle que soit la saison (48.2% des captures en nombre l'hiver, 21.8% au printemps et 25.8% l'été). Les captures de cette raie étaient encore supérieures en 2018 avec 40.2% des individus capturés, alors qu'ils n'étaient que 14.3% en 2014 au début du suivi.

Pegusa impar fait aussi partie des principales espèces capturées (9.1% des individus) avec 12.8% des individus capturés l'hiver et 18.2% des individus capturés au printemps. Cette espèce était peu présente l'été.

Alosa fallax a été la seconde espèce la plus pêchée l'été 2022 (alors qu'elle avait été plutôt pêchée les hivers 2014 et 2018).

La barbue *Scophthalmus rhombus* est également bien présente dans nos pêches avec 5.6% des individus capturés en 2022, principalement lors de la campagne d'été où elle représente 10.5% des captures en nombre.

Les soles *Solea senegalensis* font partie des espèces caractéristiques de la zone (6.5% des captures en nombre de 2022), comme *Solea solea* qui représente 5.9% des captures. Ces deux espèces sont présentes à toutes les saisons.

Les raies torpilles *Torpedo marmorata* et *Torpedo torpedo* font également partie des espèces abondantes dans les captures. Elles représentent respectivement 4.4 et 2.1% des captures en nombre en 2022. En 2018, c'était l'espèce *T. torpedo* qui dominait avec 4.4% des captures en nombre contre 2.9% pour *T. marmorata*.

Les chinchards parmi lesquels *Trachurus trachurus* domine en abondance, présentent une abondance variable dans les pêches car cette espèce pélagique se déplace en bancs et n'est pas inféodée à la zone.

En 2018, 10 fois plus d'individus ont été capturés (10.2% des captures en nombre) par rapport à 2022 (1.2% des captures en nombre).

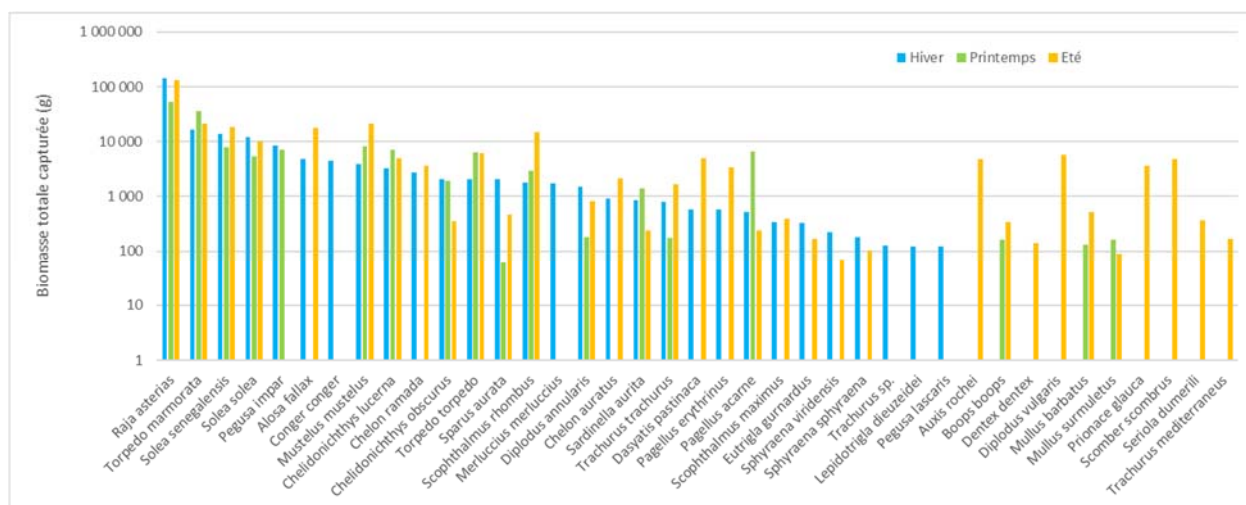


Figure 14 : Contribution respective des principales espèces de poissons pêchées à la biomasse totale capturée au filet dans le golfe de Beauduc selon la saison en 2022 (échelle logarithmique).

Comme la raie *Raja asterias*, les soles *Solea solea* et *S. senegalensis* et les torpilles *Torpedo marmorata* et *T. torpedo* ont été capturées aux 3 saisons et font partie du cortège d'espèces typiques du golfe.

Pagellus acarne a représenté une biomasse importante des captures au printemps 2022. Il était déjà présent l'hiver. Le golfe pourrait également être favorable comme zone de nurserie de cette espèce.

La majorité des espèces qui contribuent pour une part importante à la biomasse pêchée sont commercialisées par les pêcheurs, en particulier les dorades (*Sparus aurata*) et les soles (*Solea solea*, *Solea senegalensis* et *Pegusa impar*), qui ont la plus forte valeur marchande. Parmi les espèces non commercialisées, quelle que soit la taille de l'individu, les chondrichthyens constituent une part importante de la biomasse pêchée à Beauduc à commencer par les raies *Raja asterias* d'intérêt commercial mais aussi les torpilles *Torpedo torpedo* et *Torpedo marmorata* et la raie pastenague *Dasyatis pastinaca*, qui comptent parmi les prises accessoires non commercialisées.



Figure 15 : *Torpedo marmorata* et *Torpedo torpedo*

3.1.5. Composition saisonnière des captures

HIVER

Lors des pêches de l'hiver 2022, 605 poissons appartenant à 29 espèces différentes ont été pêchés au filet à Beauduc. Presque la moitié des individus pêchés (48%) étaient des raies de l'espèce *Raja asterias*. Les principales autres espèces pêchées en quantité importante étaient *Pegusa impar* (13%), les soles *Solea solea* et *S. senegalensis* (13%), les grondins *Chelidonichthys lucerna* et *C. obscurus* (8%). Le chinchard *Trachurus trachurus* et l'aloise fausse *Alosa fallax* ne représentaient que 1% des captures en abondance et étaient bien moins abondants qu'en 2018 où ils représentaient respectivement 19% et 9% des captures. La dorade *Sparus aurata* était encore moins présente qu'en 2018 (0.5%).

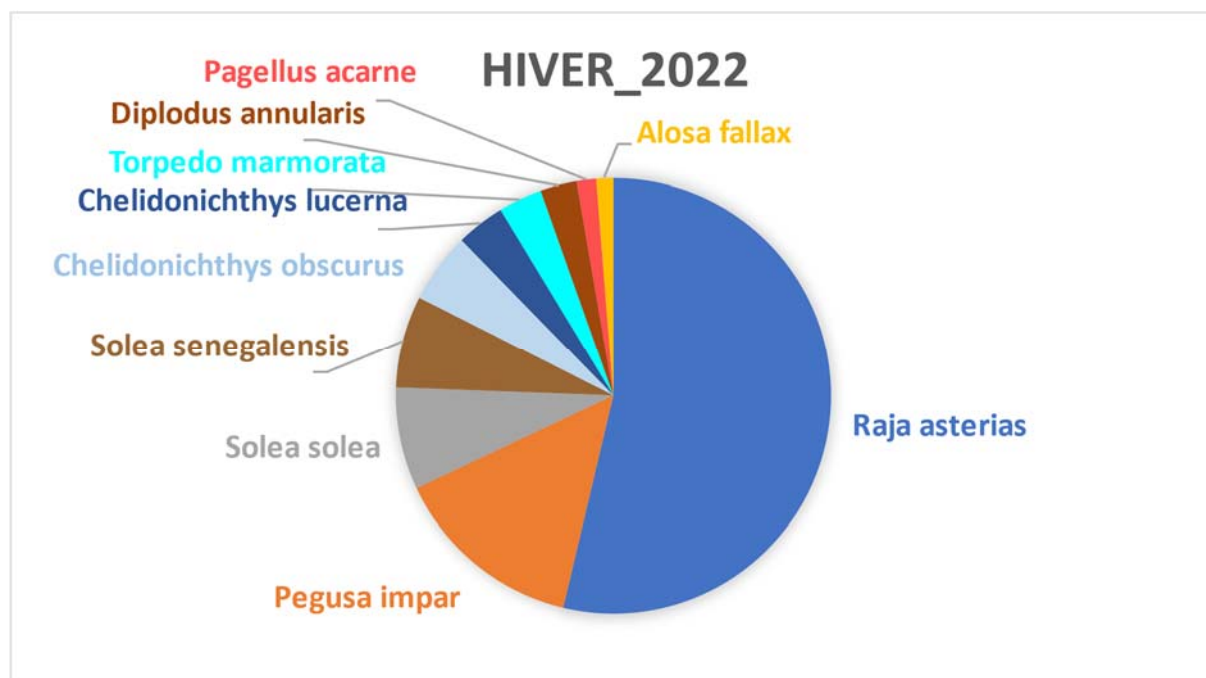


Figure 16 : Composition des abondances de poissons pêchés au filet l'hiver 2022 dans le golfe de Beauduc.

Comme en 2018, les raies de l'espèce *Raja asterias* représentent plus de la moitié de la biomasse totale (62%) des individus pêchés au filet en hiver. Viennent ensuite : la raie marbrée *Torpedo marmorata*

(7%), la sole du Sénégal *Solea senegalensis* (6%) et la sole commune *Solea solea* (5%). *Pegusa impar* représente 4% des captures en biomasse et l'aloise fausse *Alosa fallax* qui représentait 17% des captures en biomasse en 2018 ne représente plus que 2% en 2022. Le congre *Conger conger* et l'émissole *Mustelus mustelus* entrent pour 2% dans la composition en biomasse des captures. Les autres espèces présentent des biomasses égales ou inférieures à 1% de la biomasse totale chacune.

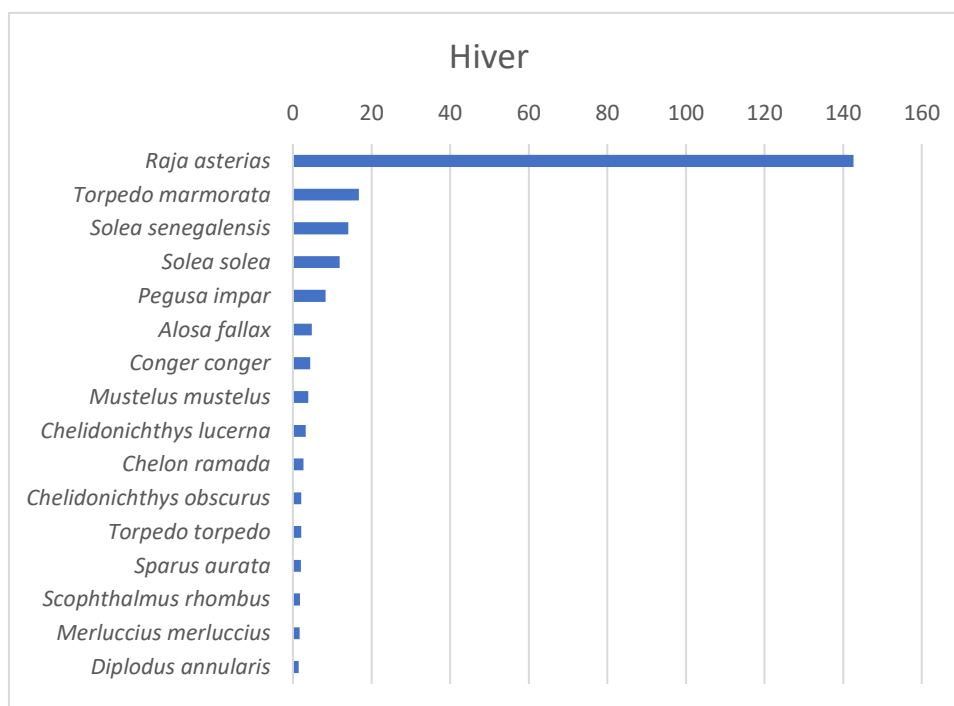


Figure 17 : Composition de la biomasse (kg) de poissons pêchés au filet l'hiver 2022 dans le golfe de Beauduc

Raies et soles représentent les espèces à valeur commerciale durant cette campagne d'hiver 2022, soit 73% de la biomasse capturée.



Figure 18 : Des émissoles *Mustelus mustelus* ont été capturées l'hiver.

PRINTEMPS

Au printemps, les pêches scientifiques au filet ont permis d'échantillonner 460 poissons appartenant à 22 espèces. L'espèce dominante est la raie *Raja asterias*, avec 22% des effectifs. Les autres espèces qui présentent une abondance importante dans cet échantillonnage sont les pageots *Pagellus acarne* (15%) n'était pas aussi présent en 2018. Les petites soles *Pegusa impar* (18%) et les soles *Solea solea* et *S. senegalensis* sont présentes pour un total de (6%), le grondin *Chelidonichthys lucerna* et le grondin morrude *Chelidonichthys obscurus* représentent 9.4% des captures en abondance et la sole du Sénégal *Solea senegalensis* (7%). Les torpilles *Torpedo marmorata* et *T. torpedo* représentent 11.4% des captures en abondance. Les autres espèces sont présentes à des fréquences inférieures ou égales à 2%.

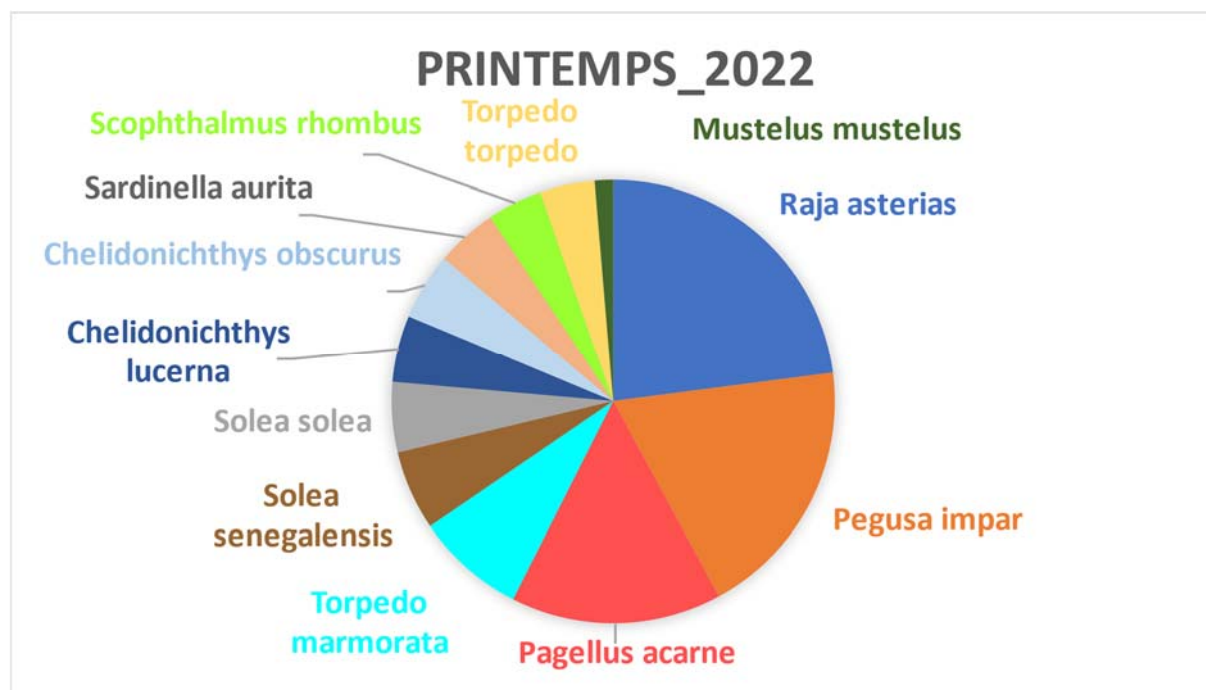
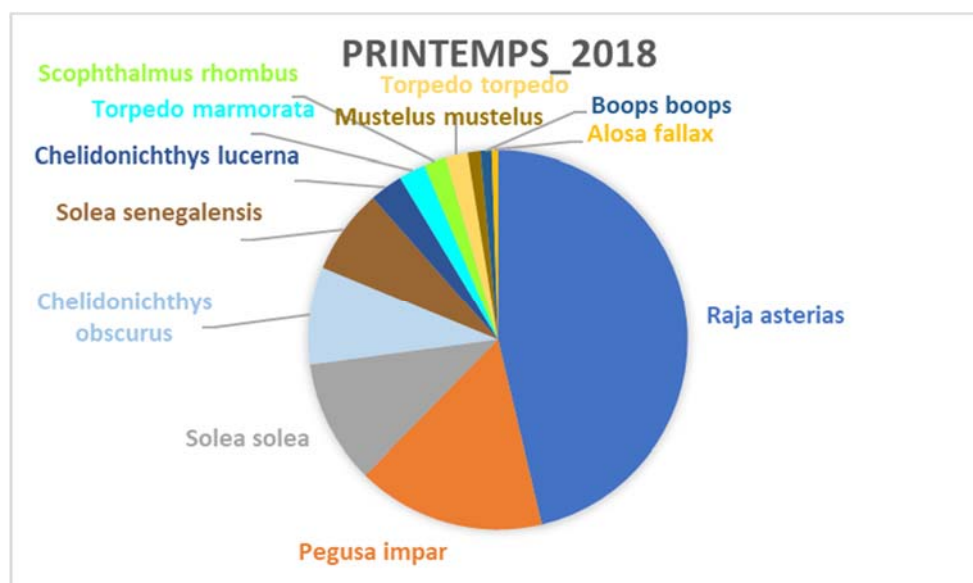


Figure 19 : Composition des abondances de poissons pêchés au filet au printemps 2022 dans le golfe de Beauduc.

Les raies *Raja asterias* représentent 37% de la biomasse totale des poissons prélevés durant le printemps 2022. La raie torpille *Torpedo torpedo* compte pour 25% dans la biomasse pêchée. Les autres espèces qui représentent une biomasse non-négligeable sont les émissoles *Mustelus mustelus* (6%), les soles *Solea senegalensis* (5%), *Pegusa impar* (5%) et le grondin perlon *Chelidonichthys lucerna* (5%) de la biomasse totale. Le pageot *Pagellus acarne* représente 4% de la biomasse pêchée et la troisième espèce en abondance. *Solea solea* (4%) et la barbue (2%) sont moins bien représentées au printemps 2022.

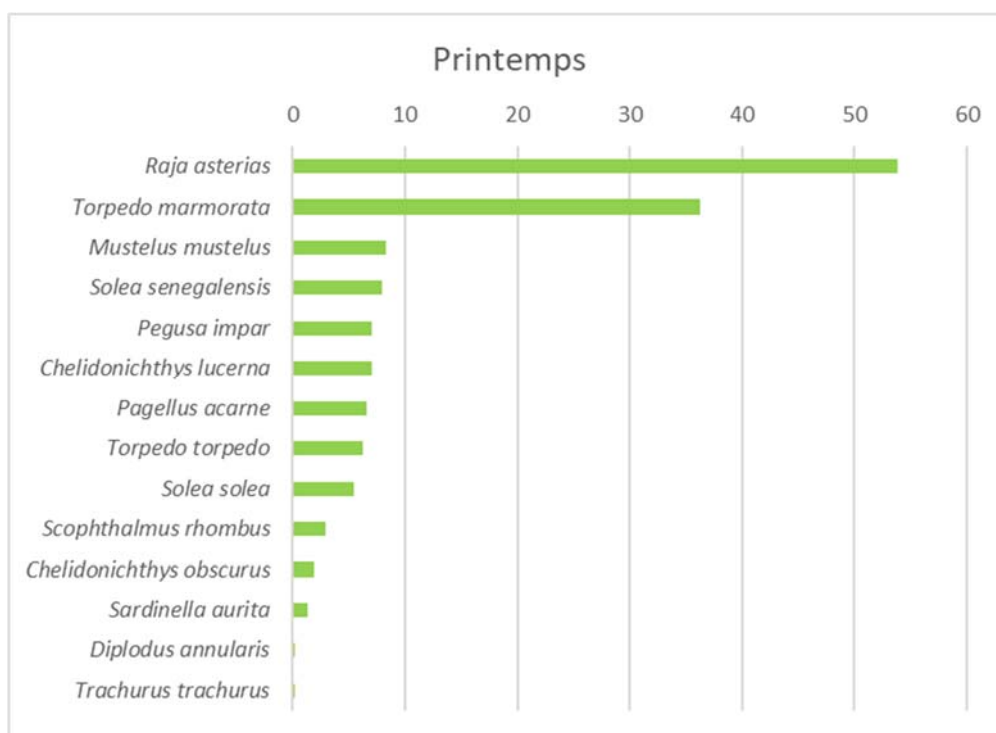


Figure 20 : Composition de la biomasse (kg) de poissons pêchés au filet au printemps 2022 dans le golfe de Beauduc.

Parmi ces espèces, celles qui présentent une valeur commerciale sont principalement les raies et les soles *Solea solea* et *Solea senegalensis*. Ces espèces représentent 46% de la biomasse pêchée au printemps 2022. L'émissolle *Mustelus mustelus* est aussi recherchée par certains consommateurs.

L'une des différences notables entre l'échantillonnage de printemps et celui d'hiver est l'abondance du pageot *Pagellus acarne* des raies marbrées *Torpedo marmorata*. La dorade est peu présente mais quelques individus ont été capturés.



Figure 21 : *Chelidonichthys lucerna*

ETE

Les pêches scientifiques réalisées au filet l'été 2022 ont permis d'échantillonner 697 poissons appartenant à 33 espèces. L'espèce dominante est la raie *Raja asterias*, avec 26% des effectifs, puis l'aloise fausse *Alosa fallax* (13%). Les raies torpilles *Torpedo torpedo* et *T. marmorata* ne représentent que 6% des effectifs contre 15% en 2018. Les soles *Solea solea* et *S. senegalensis* sont aussi présentes en nombre à cette saison (13%). Le chinchard *Trachurus trachurus* ne représente que 2% des effectifs pêchés. Comme en 2018, le maquereau *Scomber scombrus* est présent et représente 4% des effectifs pêchés.

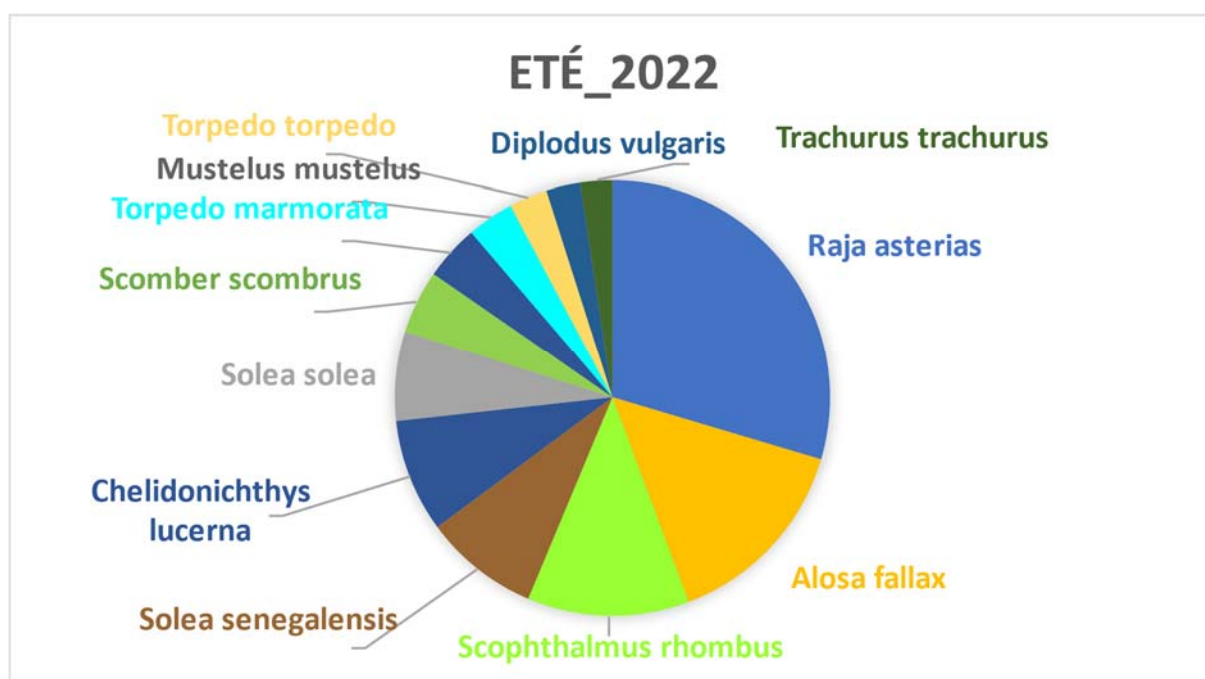


Figure 22 : Composition des abondances de poissons pêchés au filet l'été 2022 dans le golfe de Beauduc

Raja asterias constitue 46% de la biomasse pêchée ; l'émissole *Mustelus mustelus* compte pour 7% de la biomasse pêchée en été, à égalité avec *Torpedo marmorata* et *Solea senegalensis*. L'aloise fausse *Alosa fallax* arrive à la cinquième place avec 6% des captures en biomasse.

La barbue *Scophthalmus rhombus* est une espèce importante dans les captures d'été dans le golfe (5%). Les raies torpilles *Torpedo torpedo* avec 2% de la biomasse pêchée l'été vient après les soles *Solea solea* (4%).

L'été, la composition spécifique de la biomasse pêchée a tendance à être plus équilibrée entre les espèces et la raie *Raja asterias* ne représente plus que 46% des effectifs contre 62% de la biomasse pêchée en hiver. Les raies marbrées occupent le troisième rang en termes de contribution à la biomasse pêchée.

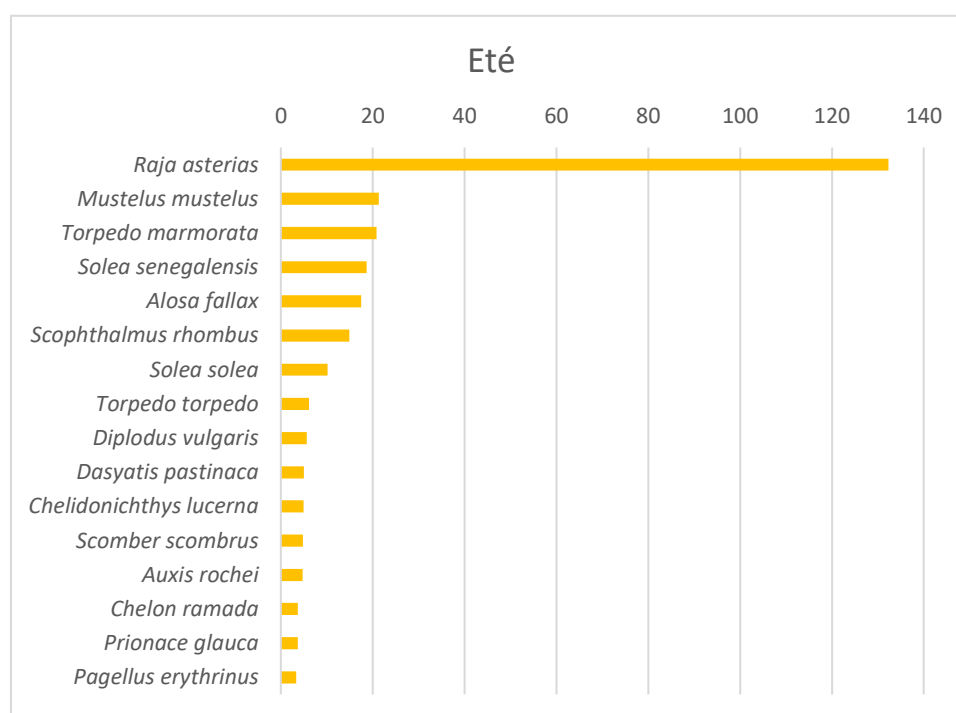


Figure 23 : Composition de la biomasse (kg) de poissons pêchés au filet l'été 2022 dans le golfe de Beauduc





Figure 24 : Echantillons de pêches d'été dans le golfe de Beauduc. En haut à gauche : émissoles *Mustelus mustelus* ; en haut aloses fausses *Alosa fallax* et chinchards *Trachurus* spp. En bas, capture de peau bleue *Prionace glauca*.

3.1.6. Analyse synthétique des 3 campagnes saisonnières de 2022 à T0+8

La composition des captures à chaque saison a été détaillée au paragraphe précédent. Une analyse multivariée non paramétrique nMDS a été réalisée à partir de la variable de biomasse capturée à chaque saison des principales espèces pêchées (celles présentant les biomasses les plus élevées) pour obtenir une représentation synthétique des échantillons réalisés du peuplement. Cette analyse permet de visualiser le niveau de similarité de points (ici nos pêches réalisés à une station un jour donné) d'un jeu de données multivarié (les biomasses mesurées par espèces). Plus les points sont proches, plus leurs caractéristiques sont semblables. Les échantillonnages réalisés l'été sont plus homogènes alors qu'aux deux autres saisons, la composition en espèce peut varier entre les stations/jours.

Dans cet espace à 2 dimensions, les espèces sont projetées sous forme de vecteur. La direction des traits indique la tendance suivie par les points, ce qui apporte du changement dans la variable suivie. Les espèces ayant un vecteur court sont moins discriminantes que les autres. La campagne de l'hiver 2022 est caractérisée par un groupe d'espèces qui contribuent à la dissemblance entre plusieurs échantillons qui se distinguent sur le graphique.

En 2022, l'échantillonnage réalisé l'hiver est caractérisé par l'aloise *Alosa fallax*, *Raja asterias* et le chinchard *Trachurus trachurus*, et à un degré moindre par les mugilidae, *Solea senegalensis* et les raies torpille (*Torpedo* spp). qui sont des espèces faiblement retrouvées au printemps et l'été. (On ne retrouve pas la dorade *Sparus aurata* qui était abondante au moment de la campagne de l'hiver 2018).

Le maquereau *Scomber scombrus* n'est présent qu'en été et les petites soles *Pegusa* spp sont présentes l'hiver et au printemps en 2022. Les triglidae et *Sparus aurata* sont caractéristiques des pêches de l'hiver 2022.

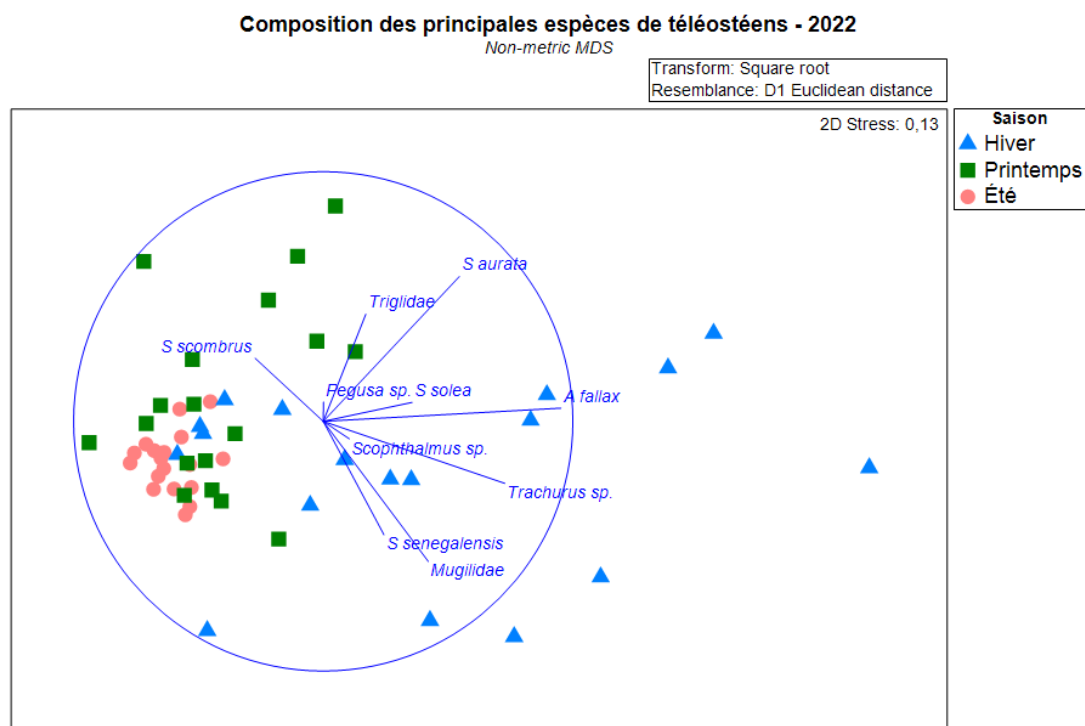


Figure 25 : Résultat de l'analyse nMDS pratiquée sur la variable biomasse des principales espèces lors des campagnes saisonnières (18 échantillons/station par saison) et projection des taxons (corrélation: hiver, printemps, été).

L'analyse SIMPER permet d'évaluer la contribution des espèces à la similarité moyenne des communautés étudiées. Elle permet de distinguer des assemblages d'espèces en recherchant celles qui sont le plus discriminantes. Cette procédure permet d'identifier les espèces qui sont les plus importantes dans la création de patrons de similarité entre différents groupes d'échantillons. Les résultats du Tableau 6 indiquent les taxons qui contribuent le plus à caractériser la composition du peuplement de l'hiver 2022 dans le golfe de Beauduc (non les plus importantes en biomasse) : par ordre d'importance *Alosa fallax*, *Sparus aurata*, les mugilidae, les chinchards *Trachurus* spp, *Solea senegalensis* et *Solea solea* (Tableau 6). Ces 6 taxons contribuent pour 93% à la caractérisation des assemblages d'hiver.

Tableau 6 : Résultats de l'analyse SIMPER des taxons indiquant la contribution des espèces à la similarité moyenne des assemblages de poissons du golfe de Beauduc à chaque campagne saisonnière en 2022 (distance moyenne de dissimilarité = 769.93).

2022	Hiver		Printemps		Été	
	Moyenne similarité	Contrib%	Moyenne similarité	Contrib%	Moyenne similarité	Contrib%
<i>A fallax</i>	21.1	46.1	4.16	8.75	0	0
<i>S aurata</i>	9.74	13.71	10.8	24.44	2.17	10.18
<i>Mugilidae</i>	6.51	11.46	2.22	6.87	0	0
<i>Trachurus sp.</i>	13.4	9.8	2.64	2.76	1.04	3.69
<i>S senegalensis</i>	9.17	7.61	7.17	11.09	7.08	30.62
<i>S solea</i>	10.2	4.44	8.68	14.84	6.18	26.06
<i>Scophthalmus s</i>	4.02	3.36	0.419	0.83	3.95	15.37
<i>Triglidae</i>	5.99	1.95	9.88	15.46	2.42	5.36
<i>Pegusa sp.</i>	2.19	1.57	5.43	6.4	2	6.89
<i>S scombrus</i>	0	0	7.33	8.57	0.582	1.83

Dans le peuplement de printemps, ce sont la dorade *Sparus aurata*, les grondins (Triglidae), les soles *Solea solea* et *Solea senegalensis*, l'alose *Alosa fallax* et le maquereau *Scomber scombrus* qui permettent de discriminer les assemblages de poissons échantillonnés à 75% entre stations-jours dans le golfe de Beauduc.

Le peuplement d'été est caractérisé par les soles *Solea senegalensis* et *S. solea*, les barbues et turbots *Scophthalmus* spp, et les dorades *Sparus aurata*, qui contribuent pour plus de 82% à sa composition, mais aussi les petites soles *Pegusa* spp, et les grondins triglidae.

L'analyse SIMPER réalisée sur les 3 saisons de 2022 montre que les différences entre les stations/jours sont associées à la présence de quelques espèces seulement, qui ne sont pas les mêmes selon les saisons.



Figure 26 : La barbue *Scophthalmus rhombus*

En 2022, le peuplement d'hiver est caractérisé par l'abondance des raies *Raja asterias*, des petites soles *Pegusa impar*, et des soles *Solea solea* et *S. senegalensis*. Les raies *Raja asterias* domine très largement les captures en biomasse.

Le peuplement de printemps est caractérisé par l'abondance des raies *Raja asterias*, des petites soles *Pegusa impar*, et du pageot *Pagellus acarne*. Les raies *Raja asterias* domine toujours très largement les captures en biomasse, suivies à cette saison par les torpilles marbrées *Torpedo marmorata*, les émissoles *Mustelus mustelus* et les soles du Sénégal *Solea senegalensis*. Contrairement à 2018, *P. impar* est moins importante en biomasse.

Le peuplement d'été est caractérisé par l'abondance des aloses *Alosa fallax* et des barbues *Scophthalmus rhombus* suivies par les soles *Solea senegalensis* et *S. solea* et du grondin perlon *Chelidonichthys lucerna*. Les dorades n'étaient pas présentes au moment de l'échantillonnage cette année. Les captures sont totalement dominées en biomasse par les raies étoilées *Raja asterias*.

Les différences notables entre l'échantillonnage d'été et celui de printemps sont la présence cette année des aloses *Alosa fallax* en été, alors que le nombre de soles *Pegusa impar* diminue.

3.1.7. Classes de taille des espèces les plus abondantes en 2022

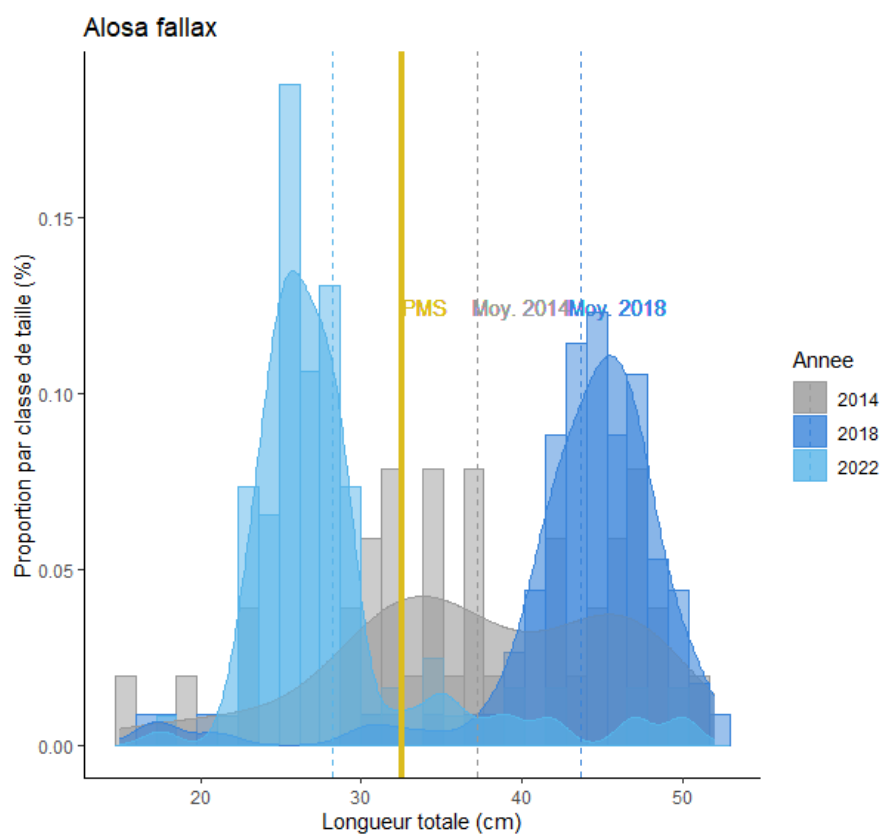
Les aloses étaient un peu plus abondantes dans les captures de 2022 (101 contre 89 en 2018).

La répartition des classes de taille capturées a été observée pour les espèces présentant une abondance suffisante.

Alosa fallax



Contrairement à 2018, il a été peu pêché d'aloses à la campagne d'hiver (7 contre 85 en 2018) et beaucoup à l'été 2022 (93 contre 0). La majorité des individus capturés avaient une longueur comprise entre 20 et 30 cm contrairement à 2018 où le groupe de taille principal présentait un mode autour de 45 cm, bien au-delà de la taille de première maturité sexuelle connue (32.5 cm).



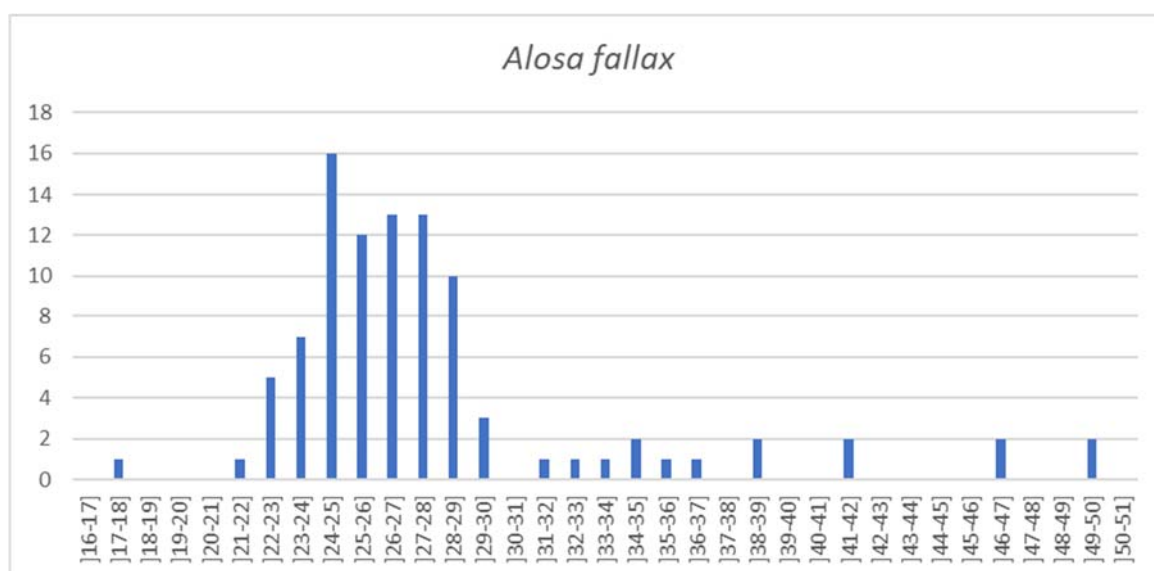


Figure 27 : Répartition des classes de taille (cm) des captures au filet de l'alse *Alosa fallax* en 2022 (n = 101) dans le golfe de Beauduc. PMS : première maturité sexuelle ; L50 : taille à laquelle la moitié de la population est en âge de se reproduire ; TMC : taille minimale de capture.

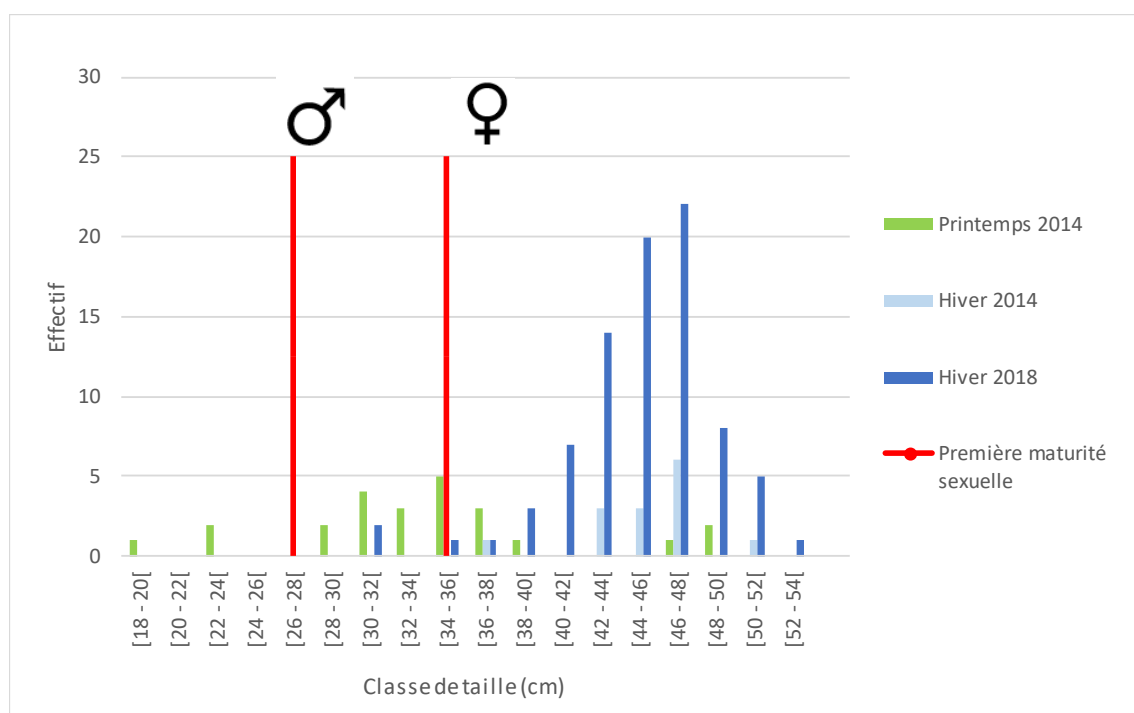
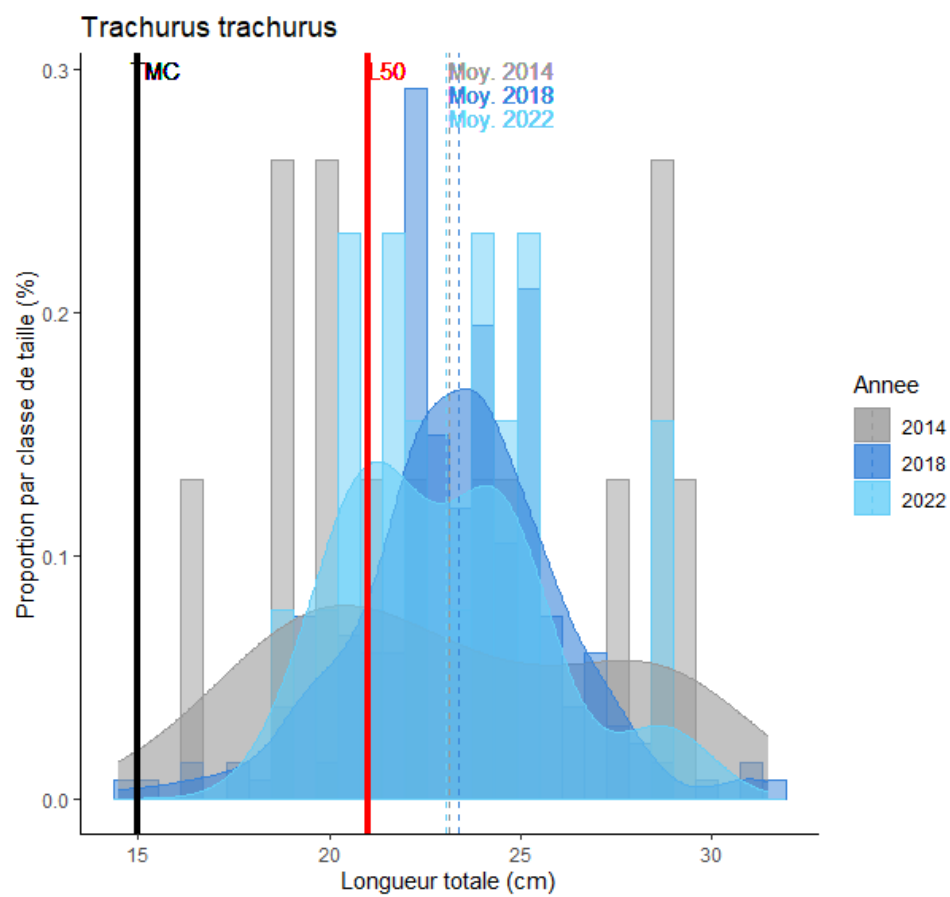


Figure 28 : Répartition des classes de taille des captures au filet de l'espèce *Alosa fallax* selon la saison (hiver 2014 = 14 individus ; printemps 2014 = 24 individus ; hiver 2018 = 84 individus) dans le golfe de Beauduc.

Un nombre plus important d'*Alosa fallax* a été pêché pendant l'hiver 2018. Le mode est plus difficile à repérer en 2014 (Figure 28) : vers 40 cm au printemps 2014, et autour de 46 cm en hiver des deux campagnes. Seulement 4 aloses ont été pêchées au printemps 2018, 3 d'une taille comprise entre 17 et 21 cm, et une de 43 cm. Cela semble cependant confirmer la tendance saisonnière observée en 2014.

La taille à laquelle 50% des individus sont matures se situerait autour de 32.5 cm (Binohlan, Fishbase), cependant elle semble varier fortement selon le sexe des individus. En effet, les mâles seraient matures entre 25.5 et 49 cm et les femelles entre 33.5 et 52 cm (Le Corre *et al.*, 2000).

Trachurus trachurus



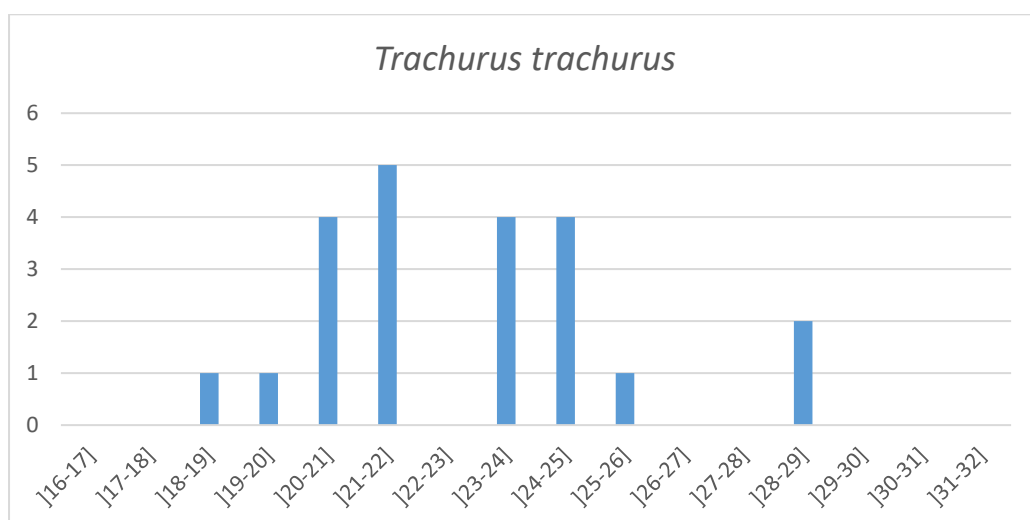


Figure 29 : Répartition des classes de taille (cm) des captures au filet de l'aloise *Alosa fallax* en 2022 (n = 22) dans le golfe de Beauduc. PMS : première maturité sexuelle ; L50 : taille à laquelle la moitié de la population est en âge de se reproduire ; TMC : taille minimale de capture.

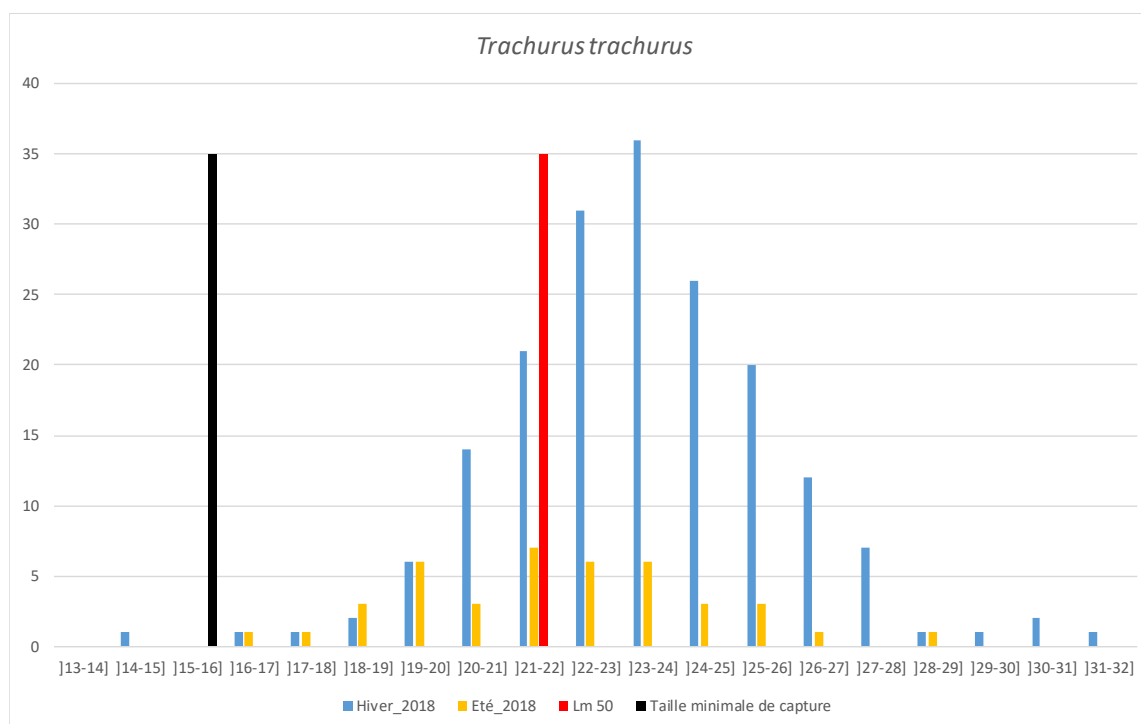


Figure 30 : Répartition des classes de taille (cm) des captures au filet du chinchard *Trachurus trachurus* (hiver n = 184 ; été n=41) en 2018 dans le golfe de Beauduc. L50 : taille à laquelle la moitié de la population est en âge de se reproduire et en noir : taille minimale de capture.

En 2022, seulement 22 chinchards *Trachurus trachurus* et 24 toutes espèces de *Trachurus* confondues, ont été pêchés contre 228 en 2018. Il était un peu plus présent dans les captures d'été (15 individus).

Les individus pêchés mesuraient entre 13 et 30 cm. La taille moyenne des captures était de 22 cm. Les individus de cette espèce sont généralement matures autour de 21 cm (Abaunza P., 2003), donc la majorité des individus pêchés durant cette campagne sont des individus matures.

La quasi-totalité des individus pêchés avaient une taille supérieure à la taille limite de capture, qui est de 15 cm (Ifremer, 2015).

Pegusa impar

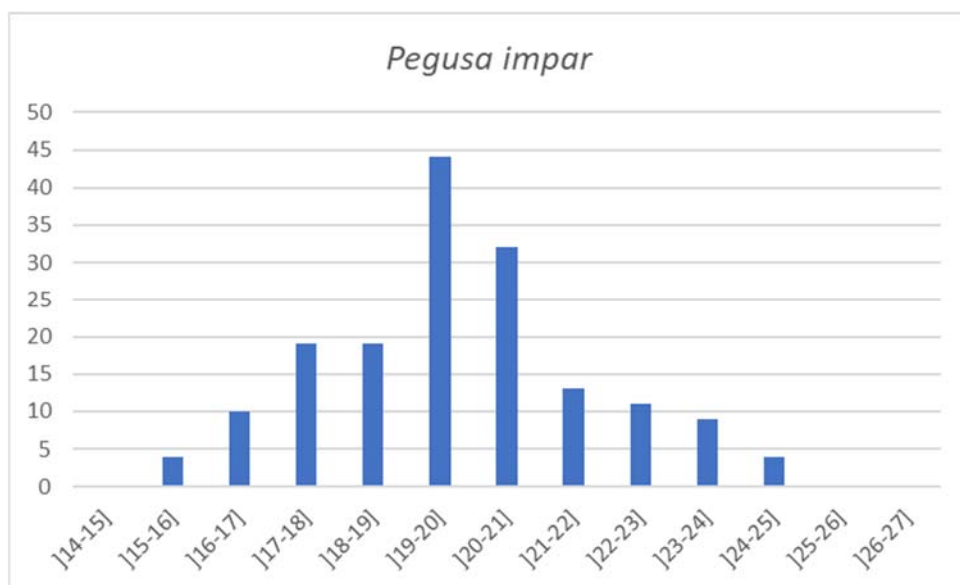


Figure 31 : Répartition des classes de taille des captures au filet de la sole *Pegusa impar* (hiver : n = 165) en 2022, dans le golfe de Beauduc.

Les soles *Pegusa impar* ont été pêchées à l'hiver et au printemps. Un individu a été attribué à *Pegusa lascaris* mais toutes les autres étaient des *Pegusa impar*.

Les soles *Pegusa impar* ont une taille comprise entre 15.5 et 25 cm dans les pêches de 2022. La première maturité de ces individus est atteinte à la taille de 15.5 cm (Cannizzaro & Vitale, 2014). Il semblerait donc que tous les individus pêchés pendant cette campagne soient des individus matures.

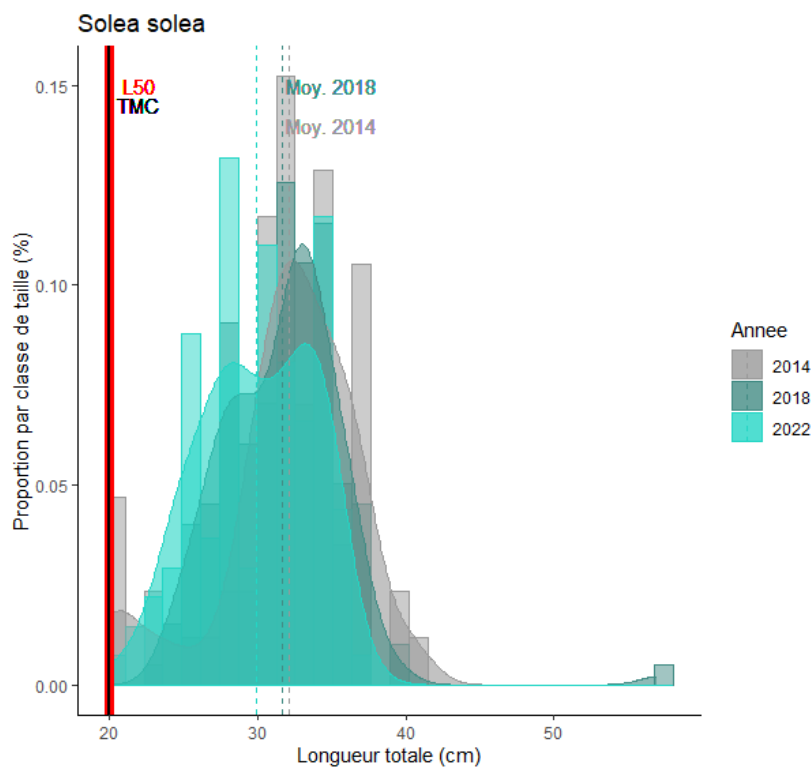
Solea solea



En 2018 davantage de *Solea solea* avaient été pêchées. En 2022, les abondances dans les captures sont quasi à égalité avec 118 individus pour *Solea senegalensis* et 107 pour *Solea solea*.

Pour la sole commune *Solea solea*, la longueur minimale dans les captures de 2022 et la taille maximale observée est de 37.5.

Les soles communes sont matures autour de 20 cm environ (Mehanna, 2014), et nous n'avons pas trouvé de données disponibles pour les soles sénégalaises. Il est cependant probable que les individus pêchés soient tous des individus sexuellement matures. La taille minimale de capture pour les pêcheurs professionnels est de 20 cm, soit la taille à laquelle les poissons arrivent à maturité (Ifremer, 2015).



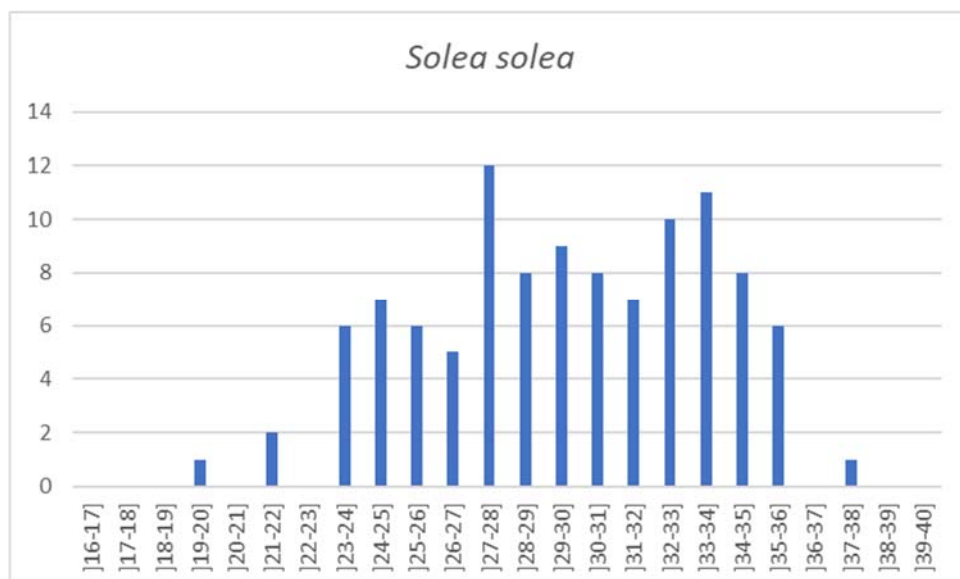


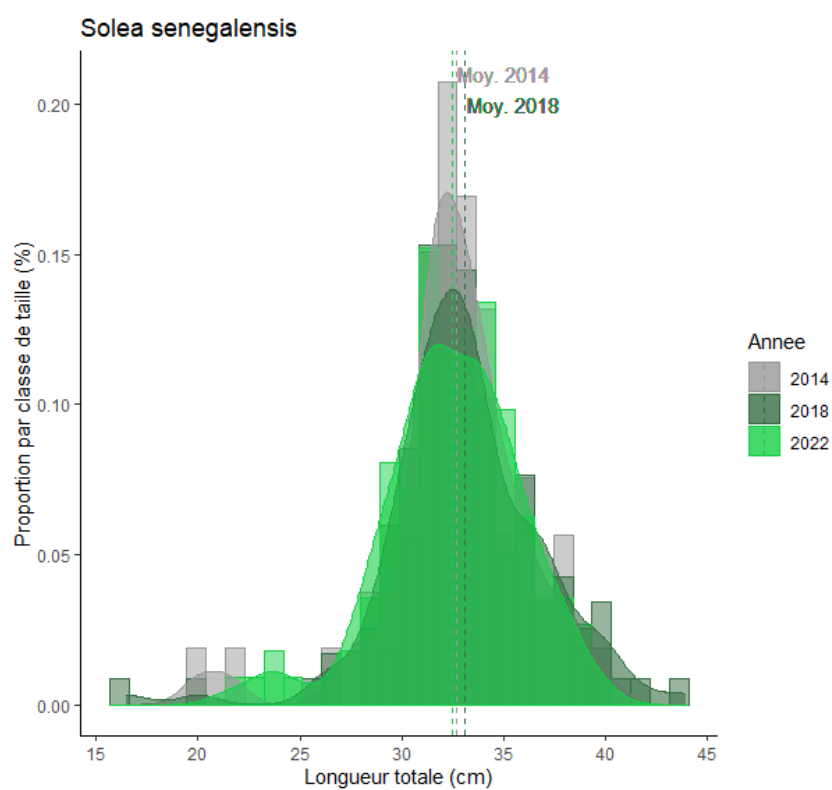
Figure 32 : Répartition des classes de taille des captures au filet de la sole *Solea solea* (n = 107) en 2022, dans le golfe de Beauduc.

Solea senegalensis



Pour la sole sénégalaise *Solea senegalensis*, la taille minimale observée dans les captures est de 21.5 cm et la taille maximale de 40 cm.

La longueur moyenne des soles du Sénégal était en 2022 de 32 cm environ. Le plus petit individu mesurait 21.5 cm et le plus gros 40 cm.



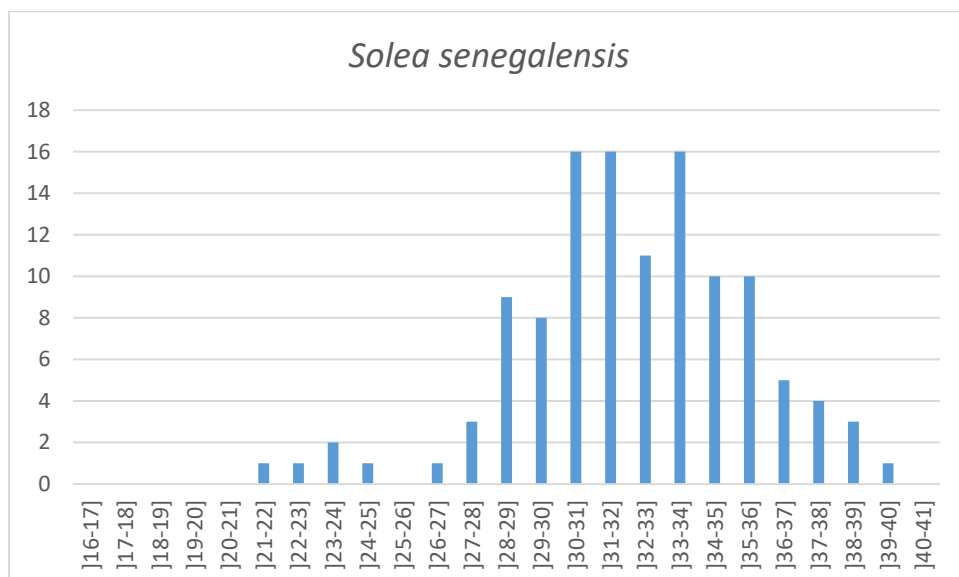
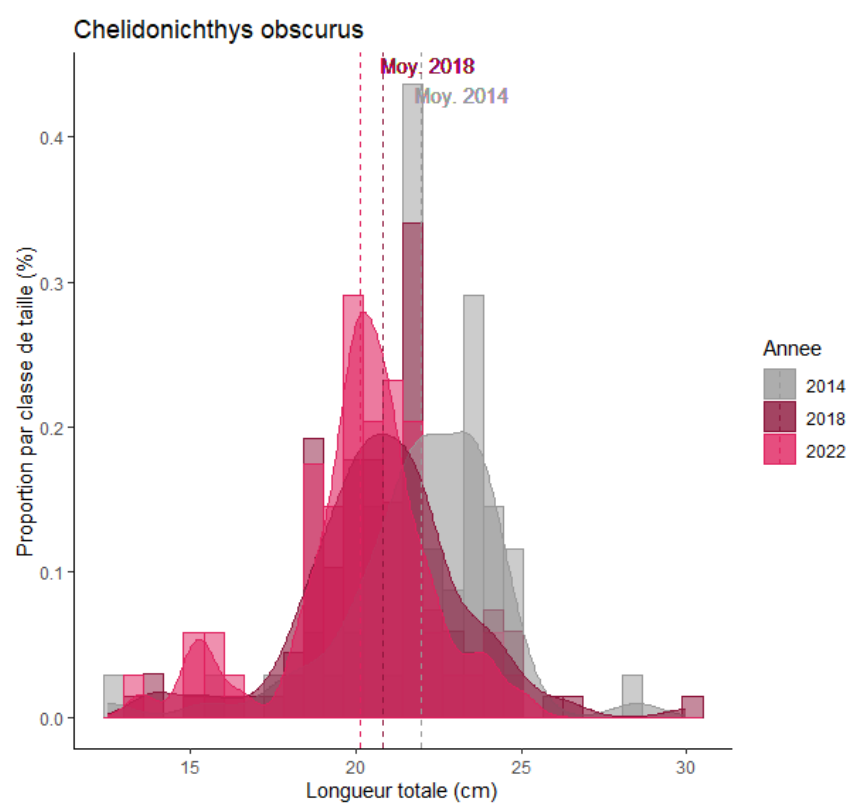


Figure 33 : Histogrammes des effectifs par classe de taille des captures au filet de *Solea senegalensis* (n = 118) en 2022 dans le golfe de Beauduc.



Solea senegalensis

Chelidonichthys obscurus



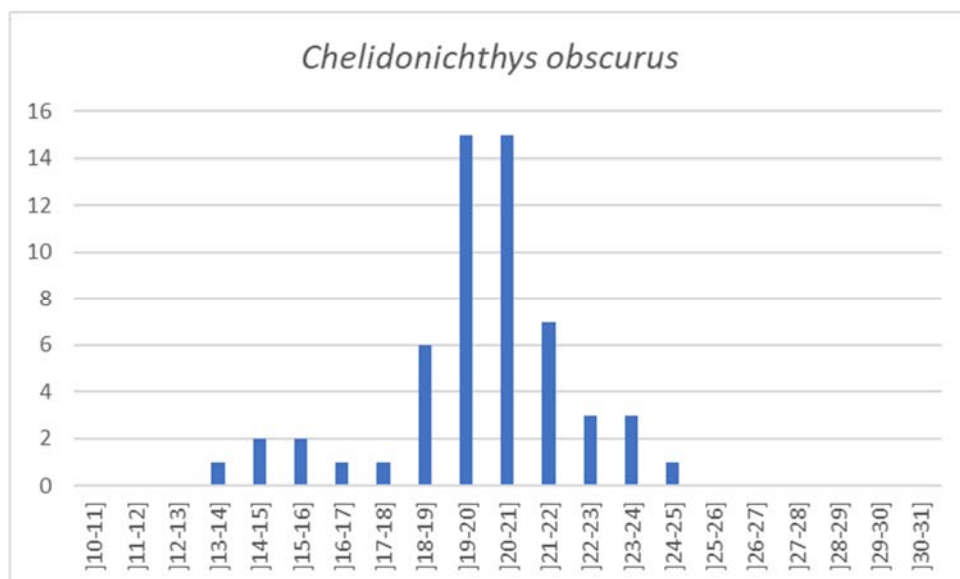


Figure 34 : Répartition des classes de taille des captures au filet par saison de l'espèce *Chelidonichthys obscurus* (n = 57 individus) en 2022 dans le golfe de Beauduc

Il a été pêché moitié moins de *Chelidonichthys obscurus* qu'en 2018 et 3 fois plus de *Chelidonichthys lucerna*. La fréquence des différentes espèces de grondin dans les captures est une des caractéristiques des pêches dans cette zone.

Les grondins *Chelidonichthys obscurus* échantillonnés au filet en 2022 avaient une taille minimale de 13.5 et une taille maximale de 25 cm, alors qu'en 2018, ils mesuraient entre 14 et 30 cm de longueur totale. L'échantillonnage comportait une cohorte de jeunes individus.

La taille moyenne échantillonnée se situe entre 19 et 21 en 2022. C'est l'hiver et au printemps que cette espèce est la plus abondante dans les captures. Peu de données sont disponibles sur cette espèce, et nous n'avons pas trouvé sa taille de maturité sexuelle.

Raja asterias

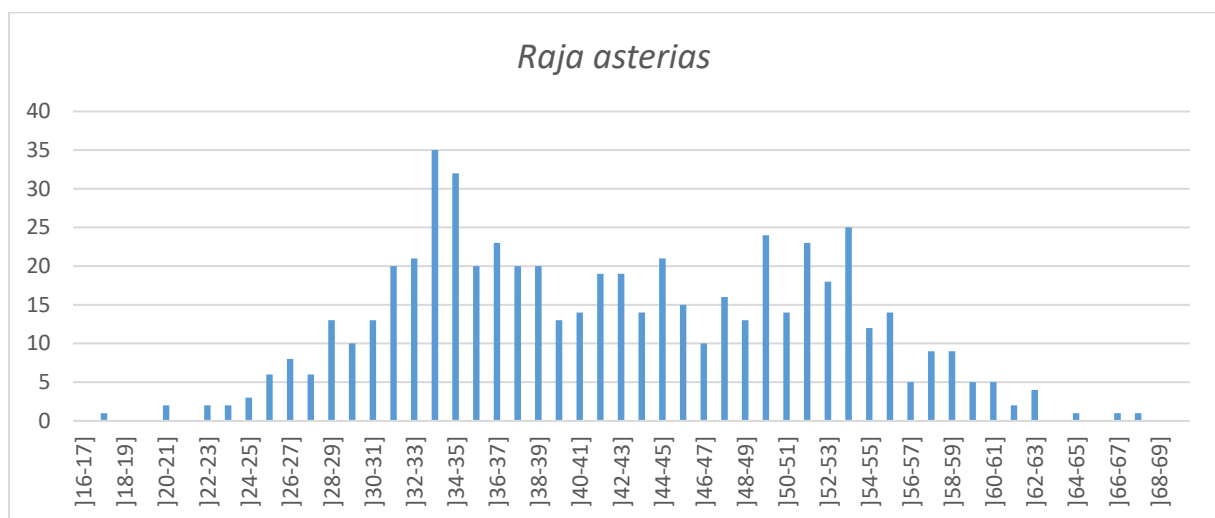
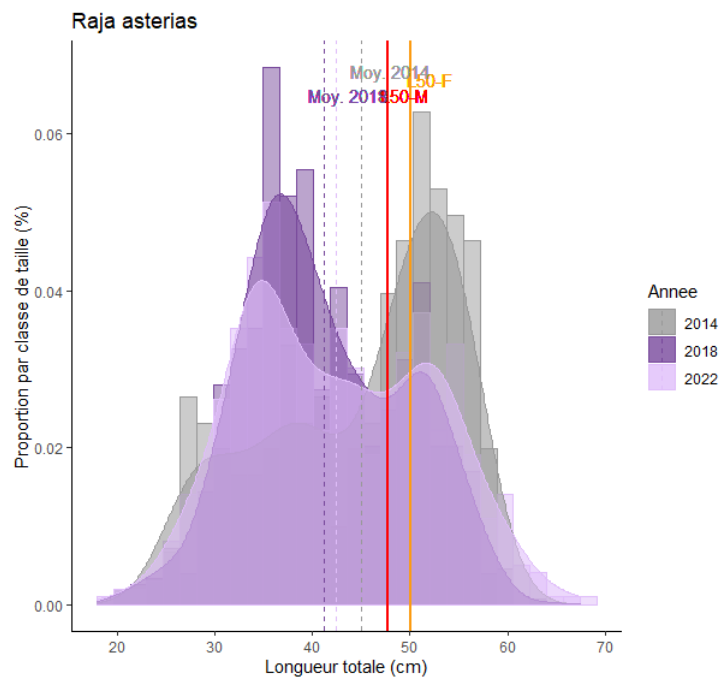


Raja asterias domine fortement les captures des pêches scientifiques. En 2022 587 *Raja asterias* ont été pêchées contre 901 en 2018.

Les raies capturées l'hiver et au printemps présentent deux modes de tailles : autour de 36 et 52 cm de longueur totale en hiver, et de 40 et 52 cm au printemps. La croissance des individus est donc perceptible entre les deux campagnes. En revanche, l'été, les individus de cette espèce sont moins nombreux et présentent un spectre de tailles étalé entre 18 et 64 cm, sans pouvoir mettre en évidence de mode particulier. L'espèce est donc présente en nombre dans le golfe de Beauduc, l'hiver et au printemps et on voit apparaître les juvéniles dans l'échantillonnage d'été, alors que les adultes sont moins présents dans le golfe.

Les raies étoilées capturées en 2022 mesuraient entre 18 et 67.5 cm de longueur totale.

La taille à laquelle la moitié des individus est mature (L_{m50}) est comprise entre 47.7 cm pour les mâles et 50.1 cm pour les femelles (Tai *et al.*, 2010). Cet intervalle de taille correspond aux individus du deuxième mode observé dans nos classes de taille. La majorité des individus pêchés dont la taille est inférieure seraient donc immatures.



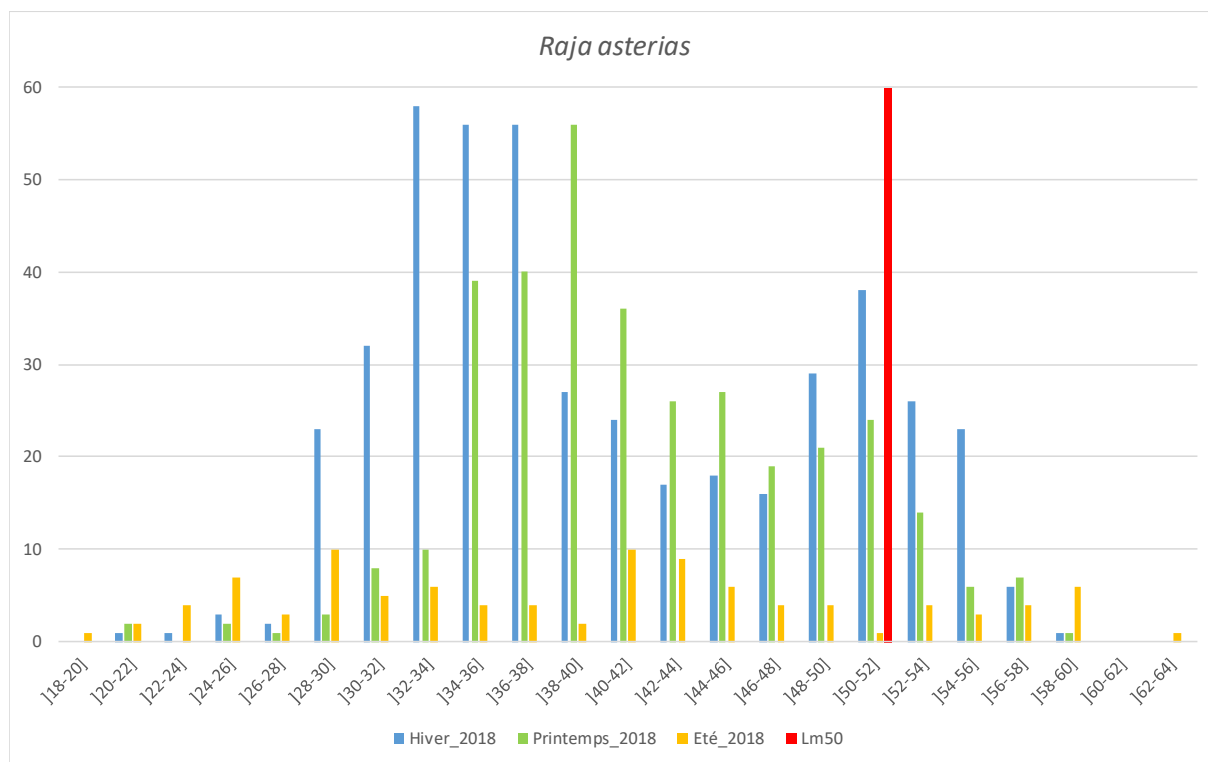
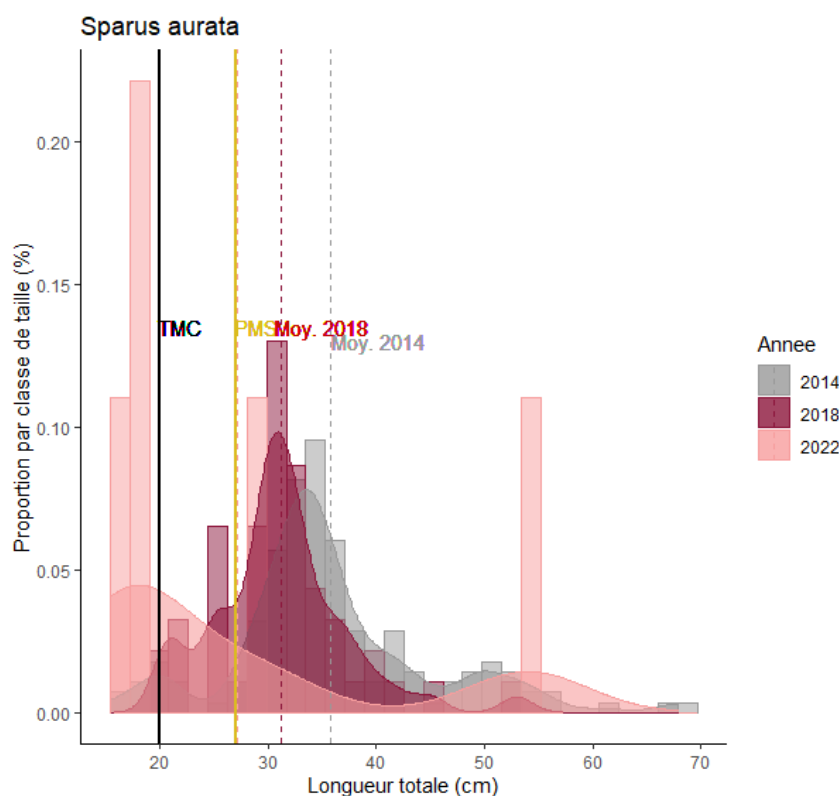


Figure 35 : Répartition des classes de taille par saison des captures au filet de *Raja asterias* (n = 587) en 2022 dans le golfe de Beauduc. L50 = 53 cm.

Sparus aurata



Les dorades ont été très peu présentes dans l'échantillonnage de 2022 : 5 individus seulement capturés au total contre 51 en 2018. La variabilité forte dans les captures de cette espèce migratrice n'est pas surprenante car elle se déplace en bancs et l'échantillonnage que nous réalisons ne dure que quelques jours. Il faut donc que le hasard fasse que nos pêches correspondent à sa période de présence dans la zone. Les dorades pêchées en 2022 mesuraient 17 cm environ (3), une mesurait 29 cm et la dernière 54 cm.



Les dorades ont été moins abondantes dans les pêches de 2018 qu'en 2014. Le plus grand effectif de dorades a été pêché pendant la campagne d'hiver 2014. Deux modes ont alors pu être observés (Figure 36) : 34 et 52 cm. Le mode vers 34 cm se retrouve durant la campagne de printemps 2014 et la campagne d'hiver 2018. Les individus de grande taille échantillonnés en 2014 n'ont quasiment pas été retrouvés en 2018.

La première maturité de l'espèce a lieu à une longueur totale de 27 cm (Campillo, 1993), la majorité des individus pêchés sont donc sexuellement matures. La taille minimale pour la pêche professionnelle est de 20 cm, la quasi-totalité des individus prélevés se situent donc au-dessus de celle taille.

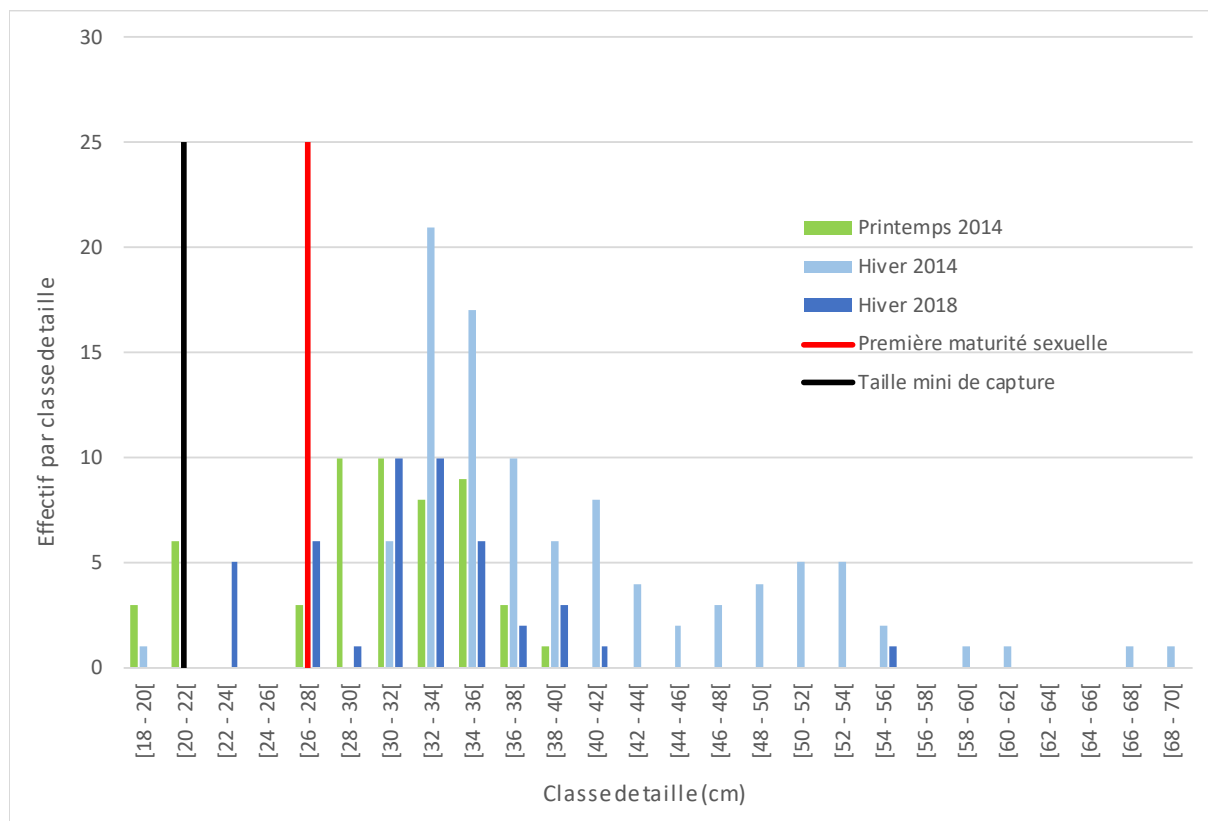


Figure 36 : Histogramme par classe de taille des dorades *Sparus aurata* capturées au filet (hiver 2014 = 98 individus, printemps 2014 = 53 individus ; hiver 2018 = 45 individus). Seulement 5 individus récoltés en 2022 dans le golfe de Beauduc.

3.2. Comparaison des captures entre stations et entre zones du golfe

3.2.1. Richesse spécifique des captures par station et par zone

La richesse spécifique en poissons varie entre 9 et 22 espèces par station. Cette richesse spécifique prend en compte toutes les espèces de poissons capturées à une station durant les 3 jours de campagne d'une saison. Comme en 2018, la richesse spécifique semble être plus variable à l'ouest du golfe : elle est plus faible l'hiver et au printemps dans les stations les plus à l'ouest et au centre du golfe ; ce n'est pas le cas pour les stations 5 et 6 situées à l'est. Elle est plus élevée l'été qu'aux autres saisons. A l'est du golfe, la richesse spécifique est généralement plus élevée en hiver à la station 5 et au printemps à la station 6, que l'été, mais les différences y sont moins marquées entre saisons.

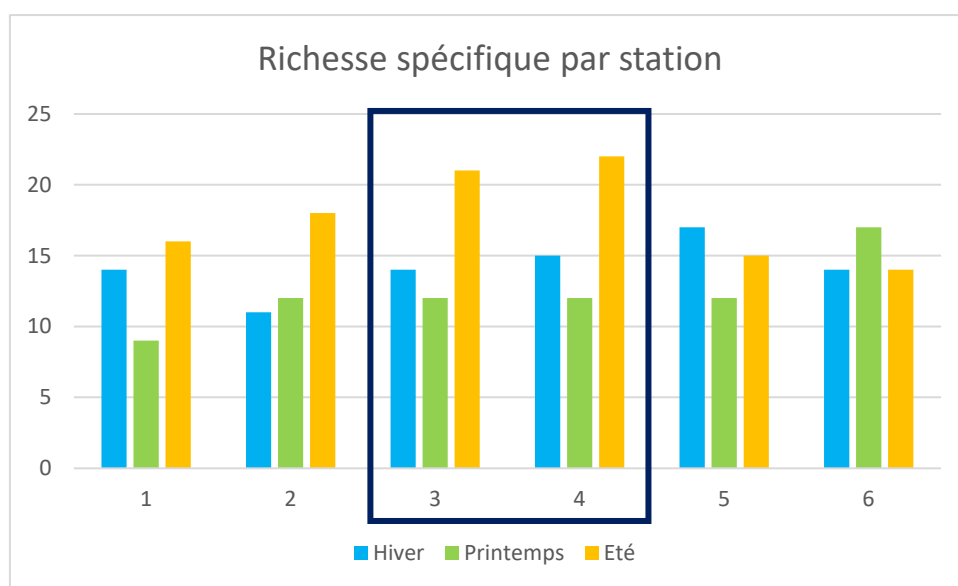


Figure 37 : Richesse spécifique totale par station et par saison en 2022 (n= 15 réplicats par station et par saison). Les stations 3 et 4 situées dans la réserve sont encadrées.

Les captures peuvent être agrégées par zone pour mieux faire ressortir la tendance entre les secteurs du golfe.

L'hiver et au printemps la richesse spécifique a été plus élevée dans les captures faites à l'est du cantonnement. La richesse spécifique a été plus élevée dans les captures faites dans les stations du cantonnement l'été. La zone 'ouest' présente une richesse spécifique totale plus faible globalement.

En 2022, la richesse spécifique présente moins de variations saisonnières à l'est que dans la réserve, et à l'ouest du golfe.

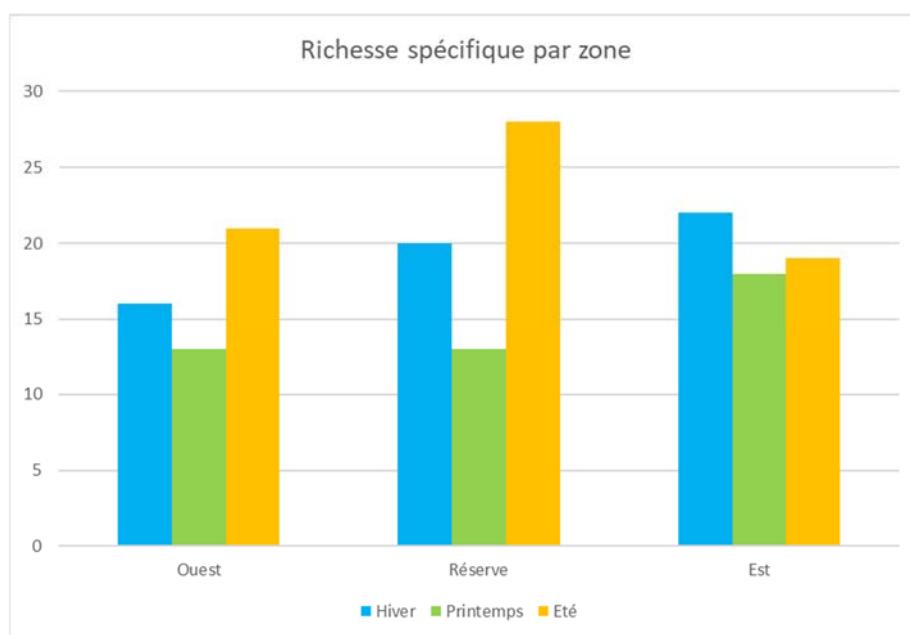


Figure 38 : Richesse spécifique totale en nombre d'espèces de poisson par zone et par saison en 2022 dans le golfe de Beauduc (n = 30 répliqués par zone et par saison).

3.2.2. Abondance des captures par stations

Le nombre moyen d'individus capturés varie selon les stations et les années.

En 2014, les abondances moyennes sont significativement différentes entre stations (PERMANOVA : Pseudo-F = 3.35 et $p = 0.006^{**}$). Alors que les valeurs d'abondances moyennes sont relativement homogènes au début du suivi entre les stations (voir ci-dessous les différences significatives), les stations situées dans le cantonnement de pêche (S3 et S4) présentent une abondance moyenne de captures plus élevée que les autres stations en 2018 et en 2022. Toutefois les valeurs de 2018 demeurent plus élevées à toutes les stations qu'en 2022.

Tableau 7 : Abondance moyenne en nombre d'individus pour 100 m de filet

Année	Station	Moyenne	Ecart-type	Erreur-type	Limite int_inf	Limite int_sup
2014	S1	3.58	3.45	0.51	2.67	4.6
	S2	5.84	4.86	0.72	4.56	7.31
	S3	4.27	2.9	0.43	3.42	5.13
	S4	4.58	3.99	0.6	3.49	5.69
	S5	3.64	3.66	0.55	2.6	4.76
	S6	5.6	5.37	0.8	4.29	7.22
2018	S1	8.78	9.39	1.4	6.2	11.4
	S2	6.58	5	0.75	5.24	8.04
	S3	12.49	8.86	1.32	10.09	15.13
	S4	8.89	5.18	0.77	7.47	10.49
	S5	6.33	4.89	0.73	4.98	7.84
	S6	6.76	4.92	0.73	5.4	8.13
2022	S1	4.76	2.63	0.39	3.98	5.56
	S2	5.44	5	0.75	4.16	7.02
	S3	6.62	4.01	0.6	5.53	7.76
	S4	9.62	4.78	0.71	8.27	10.93
	S5	6.6	4.65	0.69	5.36	7.93
	S6	7.27	5.98	0.89	5.64	9.04

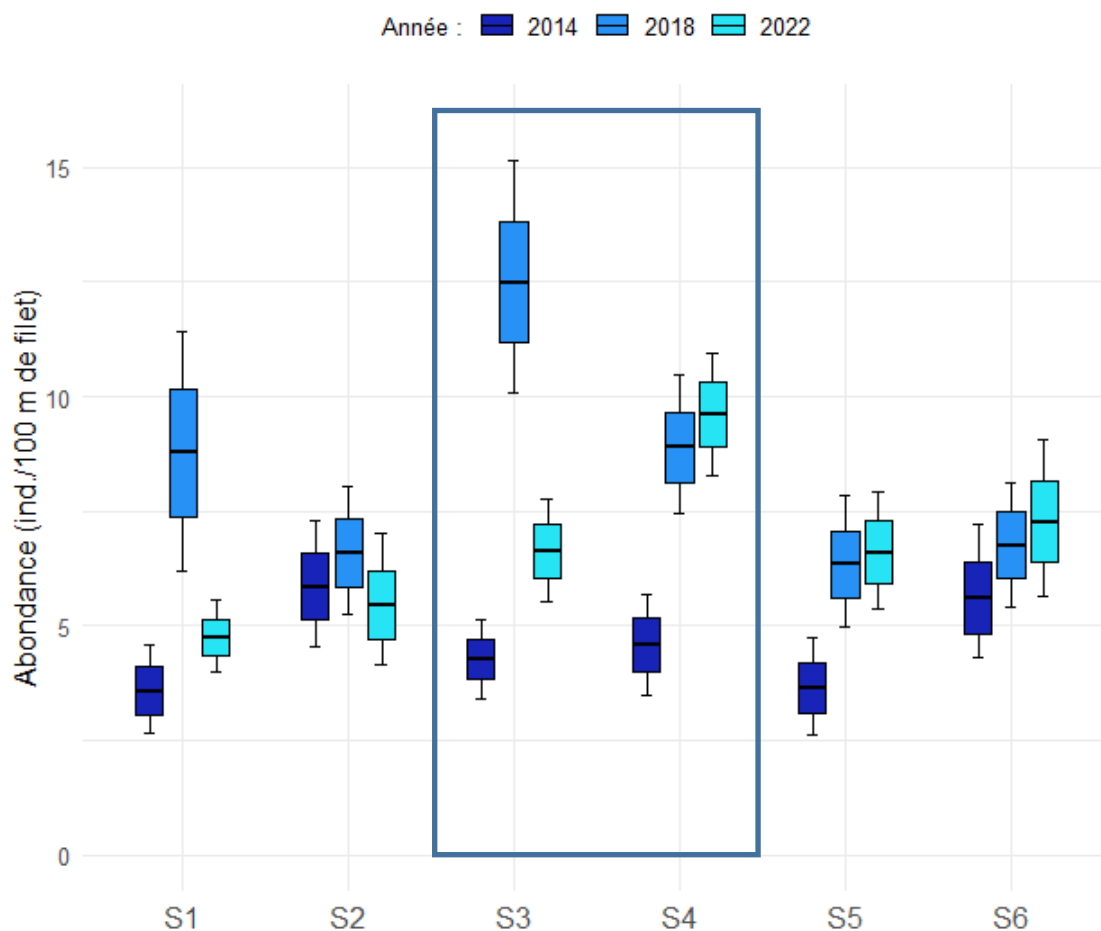


Figure 39 : Nombre moyen de poissons pêchés par station en 2014, 2018 et 2022 pour 100 m de filet dans le golfe de Beauduc (n = 90 répliquats par saison). Les stations situées dans la réserve sont encadrées.

Station 1 : la biomasse moyenne est significativement différente entre les années (PERMANOVA : $F=5.607$, $p=0.005^{**}$). L'année 2014 est significativement différente des années 2018 (PWT : $p=0.014^{**}$) et 2022 (PWT : $p=0.014^{**}$).

Station 2 : la biomasse moyenne n'est pas différente entre les années.

Station 3 : la biomasse moyenne est très significativement différente entre les années (PERMANOVA : $F=0.001^{***}$). L'année 2014 est différente de 2018 (PWT : $p=0.001^{***}$), mais pas de 2022 (PWT : $p=0.11$ ns) ; l'année 2022 est différente de 2018 (PWT : $p=0.001^{***}$).

Station 4 : la biomasse moyenne est très significativement différente entre les années (PERMANOVA : $F=0.001^{***}$). La biomasse moyenne des années 2018 et 2022 sont différentes de 2014 (PWT : 2018, $p=0.001^{**}$ et 2022, $p=0.001$) mais celles de 2018 et 2022 ne sont pas différentes (PWT : $p=0.76$ ns).

Station 5 : la biomasse moyenne pêchée est significativement différente entre les années (PERMANOVA : $F=10.19$, $p=0.001^{***}$). Les années 2018 et 2022 sont différentes de 2014 (PWT : 2018, $p=0.003$ et 2022, $p=0.003$) mais 2022 n'est pas différent de 2018.

Station 6 : la biomasse moyenne pêchée n'est pas différente entre les années (PERMANOVA : $F=1.46$, $p=0.24$).

3.2.3. Abondance des captures par zones

La table des résultats des abondances moyennes des captures par zone est en annexe.

Le regroupement des stations par zone peut faire ressortir une différence entre le cantonnement et les zones situées de part et d'autre. L'abondance moyenne des captures est significativement différente entre les zones (PERMANOVA : $F=9.03$, $p=0.001^{***}$) et entre les années (PERMANOVA : $F=34.43$, $p=0.001^{***}$). L'interaction entre zone et années est positive (PERMANOVA : $F=2.4$, $p=0.05^*$).

Les abondances moyennes dans les captures faites dans le cantonnement sont plus élevées que dans les zones Ouest et Est à partir de 2018. La comparaison des données agrégées par zone indique une différence significative entre Réserve et Zone Ouest (PWT : $p=0.003^{**}$) et entre Réserve et zone Est (PWT : $p=0.008^{**}$).

- Les abondances moyennes ne sont pas significativement différentes en 2014 entre Réserve et zone Ouest (PWT : $p=0.94$) ou Réserve et zone Est (PWT : $p=0.45$).
- En 2018, les abondances moyennes sont significativement différentes entre réserve et zone Ouest (PWT : $p=0.003^{**}$) et entre réserve et zone Est (PWT : $p=0.003^{**}$).
- En 2022, les abondances moyennes sont différentes entre réserve et zone ouest (PWT : $p=0.005^{**}$) mais pas entre réserve et zone Est (PWT : $p=0.23$).

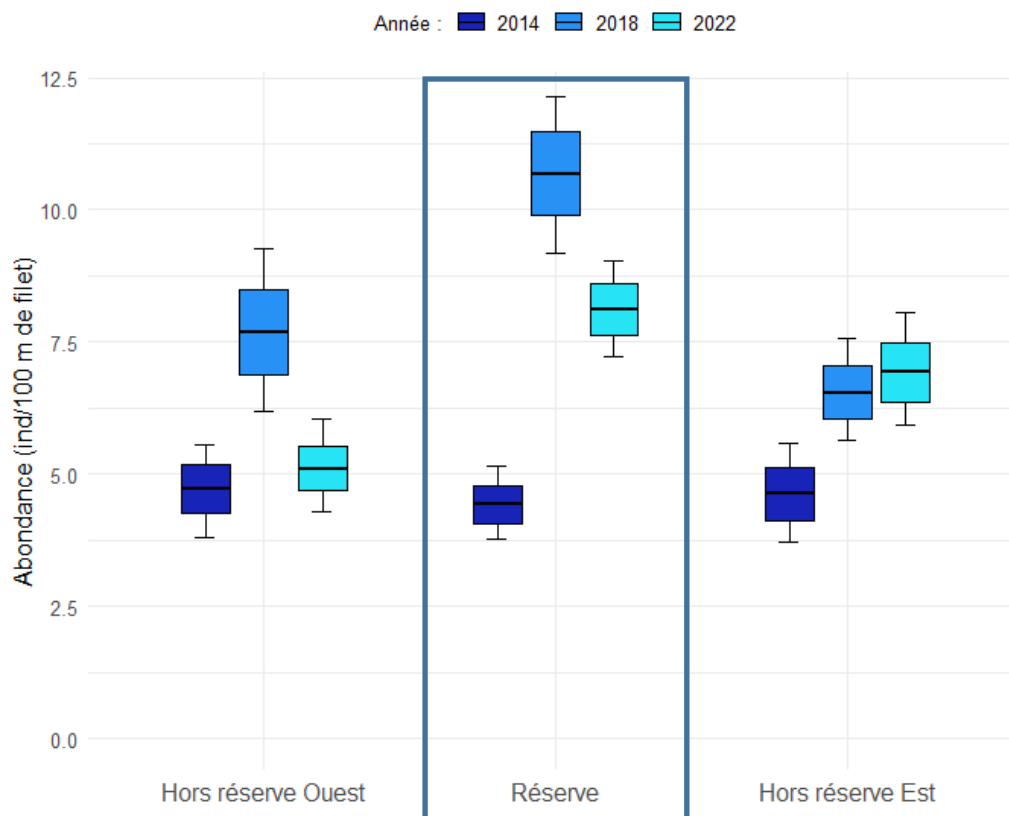


Figure 40 : Abondance des poissons dans les captures au filet par zone en 2022 dans le golfe de Beauduc.

3.2.4. Abondance des captures par stations

L'abondance moyenne des captures est variable selon les stations et selon les années.

En 2014, les abondances moyennes sont significativement différentes entre les stations (PERMANOVA : $F=3.329$, $p=0.009^{**}$).

En 2018, les abondances moyennes sont significativement différentes entre stations (PERMANOVA : $F=4.982$, $p=0.001^{***}$).

En 2022, les abondances moyennes sont aussi significativement différentes entre les stations (PERMANOVA, $F=3.349$, $p=0.008^{**}$).

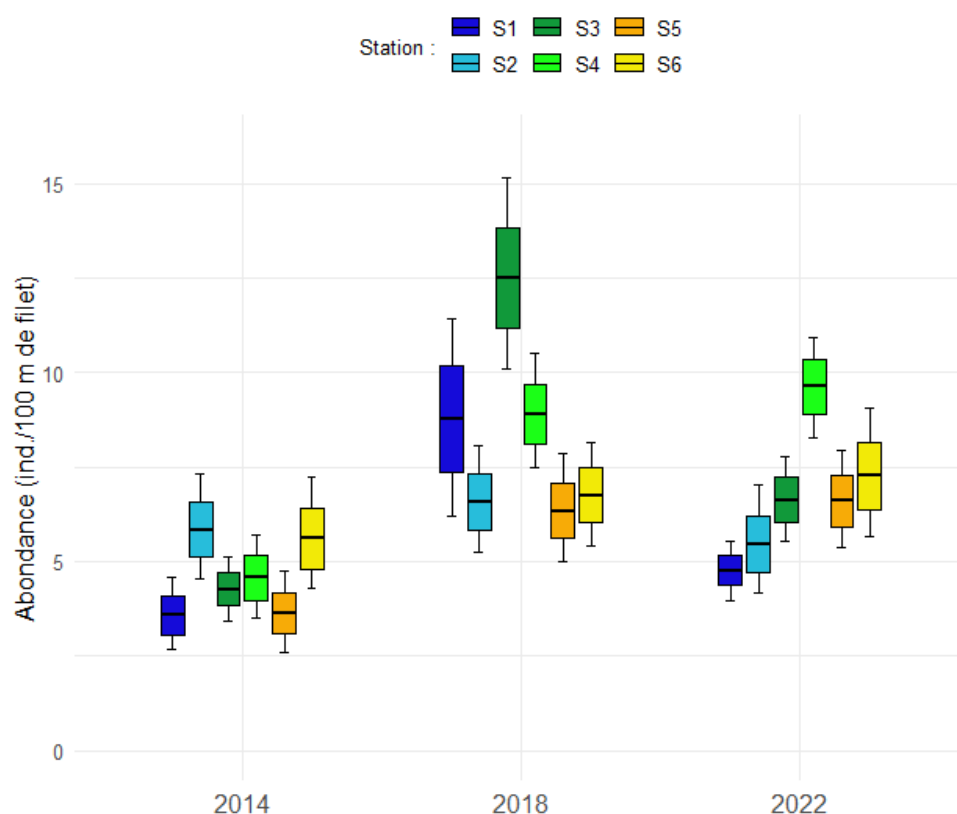


Figure 41 : Abondances moyennes des captures par année selon les stations

Tableau 8 : Résultat des comparaisons multiples des abondances moyennes par stations (p=probabilité ; (***) = $p < 0.001$; ** = $p < 0.01$ et * = $p < 0.05$).

Abondance	Station/p	S1	S2	S3	S4	S5
2014	S1					
	S2	0.023**				
	S3	0.150	0.264			
	S4	0.254	0.247	0.879		
	S5	0.400	0.007**	0.143	0.066**	
	S6	0.022**	0.910	0.333	0.291	0.001***
2018	S1					
	S2	0.834				
	S3	0.004**	0.001***			
	S4	0.085**	0.012**	0.068		
	S5	0.721	0.852	0.001***	0.003**	
	S6	0.876	0.642	0.001***	0.019**	0.451
2022	S1					
	S2	0.889				
	S3	0.440	0.529			
	S4	0.001***	0.001***	0.006**		
	S5	0.241	0.333	0.848	0.013**	
	S6	0.161	0.228	0.647	0.028**	0.761

3.2.5. Biomasse des captures par stations

Les stations présentent des valeurs de biomasse moyenne pêchée variable selon les années.

En 2014, les biomasses moyennes sont significativement différentes entre stations (PERMANOVA : Pseudo-F = 3.35 et $p = 0.006^{**}$). En 2018, les biomasses moyennes présentent également une différence significative entre stations (PERMANOVA : Pseudo-F = 6.86 et $p = 0.001^{***}$). C'est aussi le cas en 2022 (PERMANOVA : Pseudo-F = 3.25 et $p = 0.006^{**}$).

Globalement, les valeurs de biomasses moyennes sont plus faibles à l'état zéro qu'après. La station 2 et la station 6 en 2014, la station 3 et la station 4 en 2018 et les stations 4 et 6 en 2022 (voir ci-dessous les différences significatives) présentent une biomasse moyenne capturée plus élevée que les autres stations. Les stations situées dans le cantonnement de pêche (S3 et S4) présentent une biomasse moyenne de captures plus élevée que les autres stations en 2018 et en 2022. Toutefois les valeurs de 2018 demeurent plus élevées qu'en 2022 à toutes les stations sauf les stations 5 et 6.

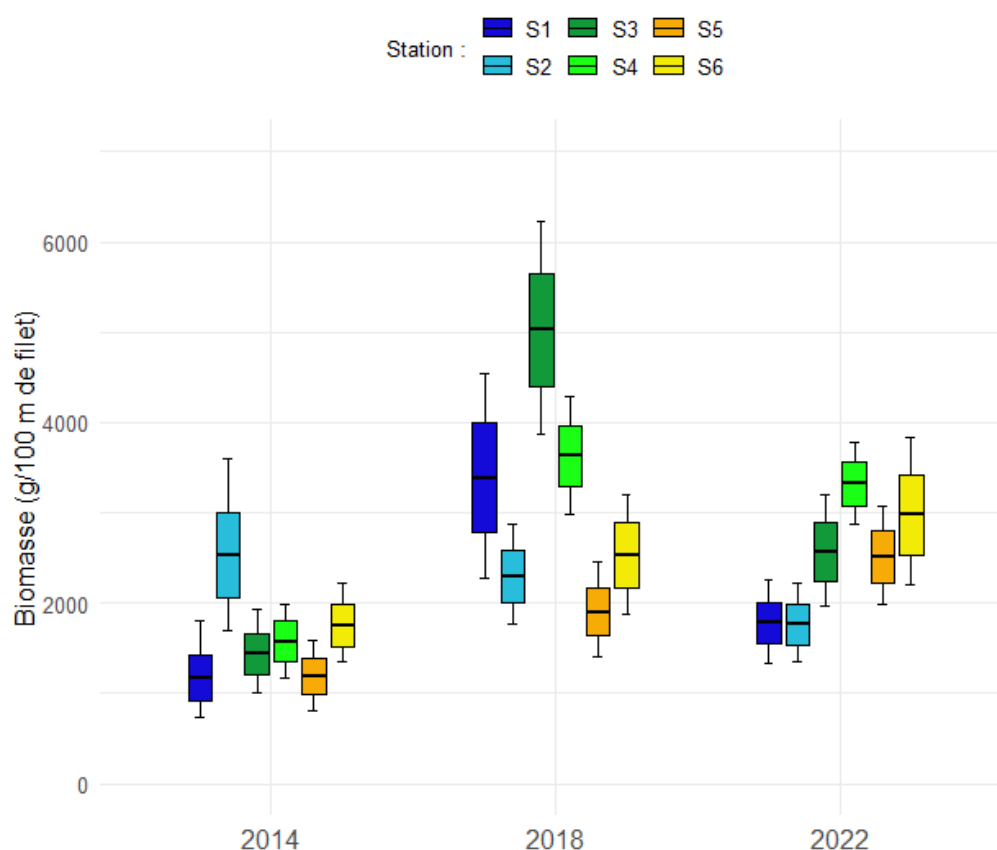


Figure 42 : Biomasse (g/100 m) des captures de poissons selon les stations en 2014, 2018 et 2022 dans le golfe de Beauduc (n = 27 réplicats à chaque station par année)

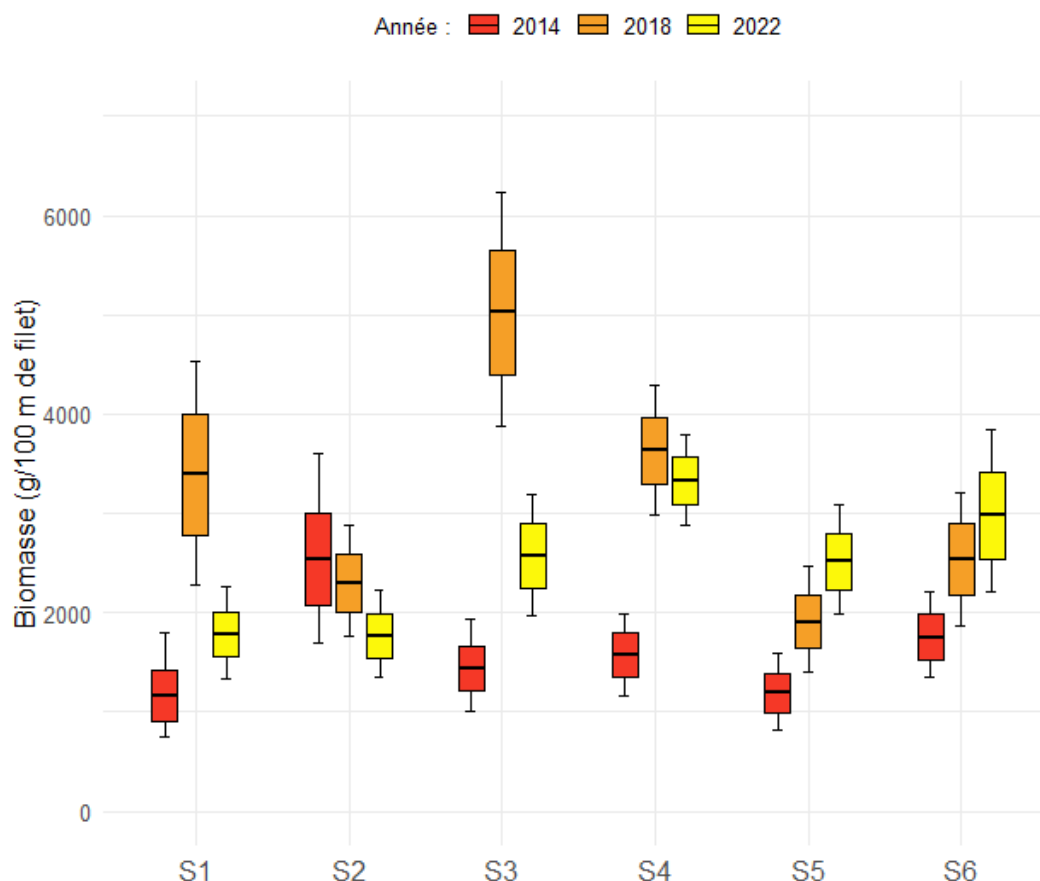
Tableau 9 : Biomasse moyenne des captures en g pour 100 m de filet. Stations du cantonnement : S3 et S4.

Année	Station	Moyenne	Ecart-type	Erreur-type	Int_inf	Int_sup
2014	S1	1 167	1 710	255	745	1 801
	S2	2 539	3 156	470	1 698	3 601
	S3	1 440	1 530	228	1 014	1 939
	S4	1 577	1 497	223	1 170	1 991
	S5	1 192	1 333	199	811	1 596
	S6	1 750	1 569	234	1 352	2 218
2018	S1	3 390	4 107	612	2 273	4 534
	S2	2 299	1 968	293	1 772	2 882
	S3	5 023	4 204	627	3 880	6 228
	S4	3 630	2 211	330	2 989	4 297
	S5	1 903	1 782	266	1 409	2 463
	S6	2 536	2 412	360	1 872	3 203
2022	S1	1 782	1 525	227	1 332	2 259
	S2	1 768	1 531	228	1 348	2 229
	S3	2 566	2 196	327	1 965	3 197
	S4	3 326	1 625	242	2 876	3 784
	S5	2 515	1 901	283	1 979	3 079
	S6	2 977	2 987	445	2 211	3 836

Le tableau suivant présente les différences significatives entre stations. Alors qu'en 2014 les stations du cantonnement ne présentent pas de différence significative de biomasse capturée par rapport aux autres stations, en 2018, des différences hautement significatives apparaissent avec toutes les autres stations. En 2022, les différences sont moins nettes entre les stations du cantonnement et les autres : la station 3 n'obtient pas de meilleurs résultats que les autres stations et présente d'ailleurs une différence significative avec l'autre station du cantonnement la station 4. Seule la station 4 du cantonnement, située plus au large, présente une différence significative avec toutes les autres stations.

Tableau 10 : Résultat des comparaisons multiples des biomasses moyennes par stations (p=probabilité ; * = $p < 0.001$; ** = $p < 0.01$ et * = $p < 0.05$).**

Biomasse	Station/p	S1	S2	S3	S4	S5
2014	S1					
	S2	0.007**				
	S3	0.252	0.127			
	S4	0.232	0.163	0.905		
	S5	0.541	0.005**	0.095	0.098	
	S6	0.003**	0.749	0.140	0.184	0.002**
2018	S1					
	S2	0.662				
	S3	0.005**	0.001***			
	S4	0.023*	0.002**	0.176		
	S5	0.244	0.373	0.001***	0.001***	
	S6	0.878	0.743	0.001***	0.006**	0.239
2022	S1					
	S2	0.979				
	S3	0.458	0.436			
	S4	0.001***	0.001***	0.019*		
	S5	0.121	0.137	0.596	0.022*	
	S6	0.124	0.111	0.492	0.060*	0.818



Station S1 : la biomasse moyenne est différente entre années (PERMANOVA : $F = 6.79$ et $p = 0.003^{**}$) ; la biomasse moyenne de 2014 est significativement différentes de celle de 2018 (PWT : $p = 0.003^{**}$) et de 2022 (PWT : $p=0.003^{**}$). La biomasse moyenne en 2022 n'est pas significativement différente de celle de 2018.

Station S2 : la biomasse moyenne n'est pas significativement différente entre les années.

Station S3 : la biomasse moyenne est différente selon les années (PERMANOVA : $F = 17.59$ et $p = 0.001^{***}$). La biomasse moyenne en 2018 est significativement différente de celle en 2014 (PWT : $p=0.001^{***}$) et de celle en 2022 (PWT : $p=0.001^{***}$). La biomasse moyenne en 2022 n'est pas différente de celle en 2014.

Station 4 : la biomasse moyenne est significativement différente entre les années (PERMANOVA : $F = 19.57$ et $p=0.001^{***}$). La biomasse moyenne en 2018 (PWT : $p=0.001^{***}$) et en 2022 (PWT : $p=0.001^{***}$) est significativement différente de celle en 2014.

Station 5 : la biomasse moyenne est significativement différente entre les années depuis le début du suivi (PERMANOVA : $F=9.99$ et $p=0.001^{***}$). La biomasse moyenne en 2018 était déjà significativement différente de celle de 2014 (PWT : $p=0.009^{**}$). La biomasse moyenne en 2022 est différente aussi de celle en 2014 (PWT : $p=0.003^{**}$) mais pas de celle en 2018 (PWT : $p=0.155$ ns).

A la station 6, la biomasse moyenne n'est pas significativement différente entre les années (PERMANOVA : $F=1.497$, $p=0.241$ ns).

3.2.6. Biomasse des captures par zones

La table des résultats des biomasses moyennes des captures par zone est en annexe.

Le regroupement des stations par zone peut faire ressortir une différence entre le cantonnement et les zones situées de part et d'autre. La biomasse moyenne des captures est significativement différente entre les zones (PERMANOVA : $F=9.27$, $p=0.001^{***}$) et entre les années (PERMANOVA : $F=35.02$, $p=0.001^{***}$). L'interaction entre zone et années est positive (PERMANOVA : $F=4.63$, $p=0.004^{**}$).

La comparaison des données agrégées par zone indique une différence significative entre Réserve et Zone Ouest (PWT : $p=0.001^{***}$) et entre Réserve et zone Est (PWT : $p=0.001^{***}$).

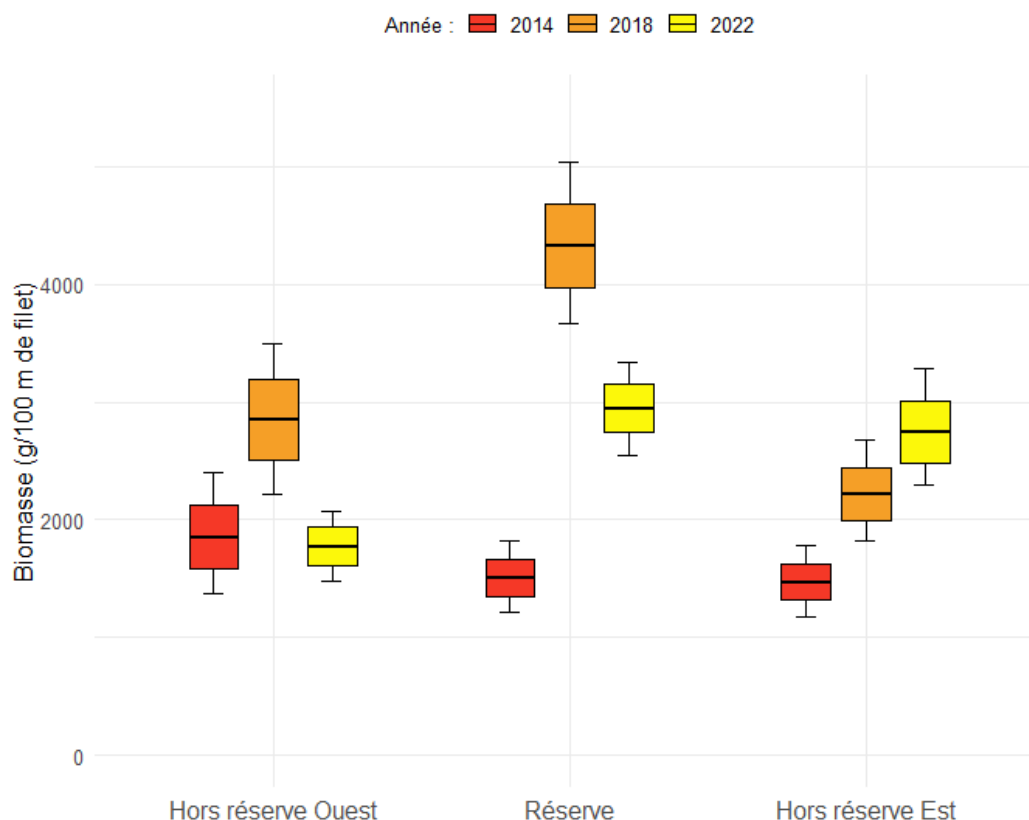


Figure 43 : Biomasses de poissons dans les captures au filet par zone dans le golfe de Beauduc.

Les tests de comparaisons multiples montrent que la différence est significative entre la réserve et les autres zones sauf en 2014 (PWT Res/Est : $p=0.72$ et PWT Res/Ouest : $p=0.81$), et en 2022 entre Réserve et zone Est (PWT : $p=0.51$).

La richesse spécifique a peu varié entre t0 et t0+4, mais a augmenté en 2022, sauf dans les stations 5 et 6 situées à l'Est du cantonnement.

Toutes saisons confondues, la richesse spécifique des captures est peu différente entre les stations échantillonnées dans le golfe de Beauduc, toutefois, comme en 2018, les stations situées à l'ouest du golfe semblent présenter une plus forte variation saisonnière du nombre d'espèces que les stations situées à l'est du cantonnement.

Toutes saisons confondues, l'abondance de poissons capturés est plus élevée dans le cantonnement, depuis sa mise en place, que dans les autres stations situées de part et d'autre.

Toutes saisons confondues, la biomasse de poissons capturés est plus élevée dans le cantonnement depuis sa mise en place que dans les zones ouest et est situées de part et d'autre.

Dans les stations du cantonnement la biomasse a été multipliée par 3 en passant de 1.5 ± 1.5 kg /100 m à 4.3 ± 3.4 kg/100 m de filet à t0+4.

En dehors du cantonnement les captures ont été multipliées par 1.5 en passant de 1.7 ± 2.1 à 2.5 ± 2.8 kg/100 m.

3.3. Comparaison des captures entre la réserve et le reste du golfe

ABONDANCE

L'abondance des poissons dans les captures est significativement différente entre la réserve et les stations situées en dehors (Permanova, $F=17.94$, $P=0.001^{***}$) (Figure 45). L'abondance moyenne est significativement différente entre les années (Permanova, $F=34.43$, $P=0.001^{***}$). En 2014, l'abondance des captures n'était pas différente dans la réserve et en dehors (PWT : $p=0.56$ ns), mais elle diffère à partir de 2018 (PWT : $p=0.001^{***}$) et en 2022 (PWT : $p=0.013^{**}$). L'interaction entre les facteurs Gestion et Année est significative (Permanova $F=3.30$, $P=0.036$).

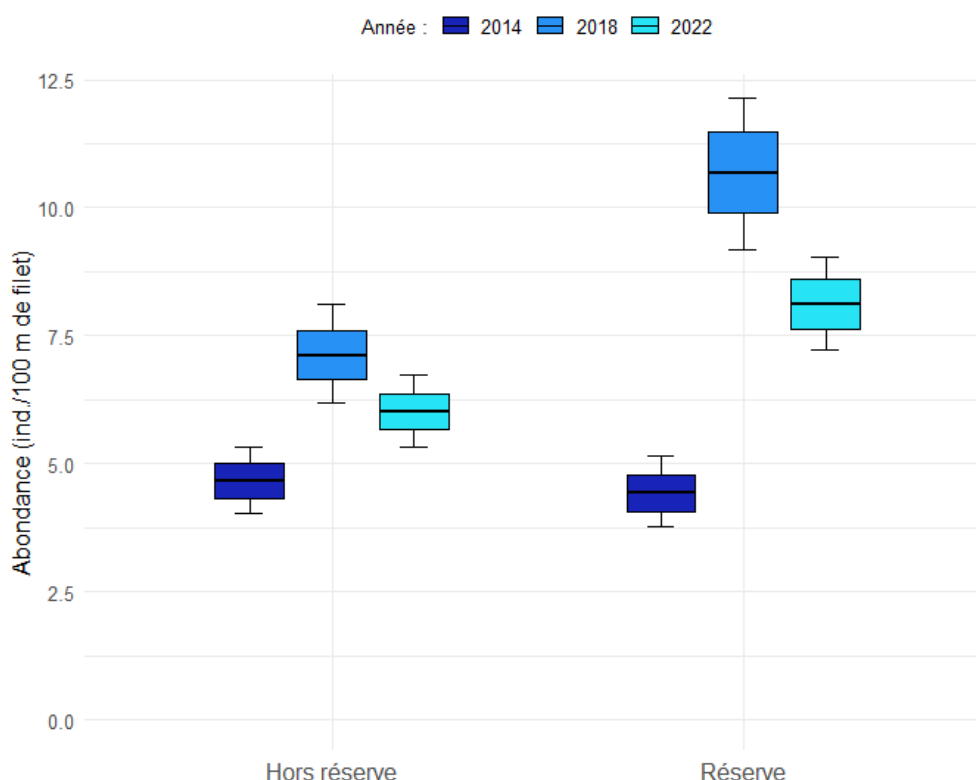


Figure 44 : AFigure 43bondance moyenne hors-réserve et en réserve des poissons pêchés au filet dans le golfe de Beauduc.

Les captures moyennes en nombre par unité d'effort (CPUE) dans le cantonnement sont passées de 4.4 ± 3.5 à t_0 à 10.7 ± 7.4 à T_0+4 . Elles sont de 8.1 ± 4.6 à T_0+8 , un peu inférieures à 2018, conformément à la tendance générale de captures moins abondantes en 2022 qu'en 2018 (cf. 3.1.2).

Tableau 11 : Captures par unité d'effort en effectifs (nombre/100 m de filet) dans le golfe de Beauduc lors des campagnes de 2014, 2018 et 2022 à t0, t0+4 et t0+8 dans le cantonnement et en dehors.

Gestion	Année	Moyenne	Ecart-type	Err_type	int_inf	int_sup
HR	2014	4.7	4.5	0.3	4.0	5.3
	2018	7.1	6.4	0.5	6.2	8.1
	2022	6.0	4.8	0.4	5.3	6.7
R	2014	4.4	3.5	0.4	3.8	5.2
	2018	10.7	7.4	0.8	9.2	12.2
	2022	8.1	4.6	0.5	7.2	9.0

BIOMASSE

La biomasse des captures de poissons est plus élevée dans la réserve qu'en dehors (Permanova, $F=18.39$, $p=0.001^{***}$). La différence entre les années est significative aussi (Permanova $F=34.94$, $P=0.001^{***}$). (L'interaction entre années et gestion est significative (Permanova $F=6.84$, $p=0.002^{**}$). Il n'y a qu'en 2014 que la biomasse des captures n'est pas significativement différente entre la réserve et l'extérieur (PWT : $p=0.93$ ns). A partir de 2018, la biomasse est plus élevée dans le cantonnement qu'à l'extérieur (PWT : $p=0.001^{***}$) et en 2022 également (PWT : $p=0.03^{**}$). Il n'y a pas de différence significative hors réserve entre les biomasses moyennes de 2022 et de 2018.



Figure 45 : Biomasse hors-réserve et en réserve des poissons capturés au filet dans le golfe de Beauduc.

En 2014, la différence entre la biomasse pêchée dans les stations du cantonnement et en dehors n'était pas significative. Les CPUE moyennes en biomasse sont nettement plus élevées à partir de t0+8, particulièrement dans la réserve où elles atteignent 4.3 ± 3.4 kg/100 m de filet à t0+4 contre 1.5 ± 1.5 kg /100 m de filet à t0 (presque X 3 en quatre ans à T0+4). En 2022, les CPUE moyennes demeurent nettement supérieures à T0 (2.9 ± 1.9 kg/100 m de filet mais sont moins élevées qu'à T0+4).

Tableau 12 : Captures par unité d'effort en biomasse (g/100 m de filet) dans le golfe de Beauduc lors des campagnes de 2014, 2018 et 2022 à t0, t0+4 et t0+8 dans le cantonnement et en dehors (n=nombre de réplicats).

Gestion	Année	Moyenne	Ecart-type	Erreur_type	int_inf	int_sup
HR	2014	1 662	2 126	158	1 372	2 000
	2018	2 532	2 758	206	2 138	2 960
	2022	2 260	2 120	158	1 956	2 564
R	2014	1 509	1 506	159	1 210	1 821
	2018	4 327	3 413	360	3 670	5 032
	2022	2 946	1 958	206	2 548	3 340

Depuis 2018, toutes saisons confondues, l'abondance et la biomasse de poissons capturés sont plus élevées dans le cantonnement qu'à l'extérieur.



Figure 46 : *Raja asterias*

3.4. Evolution des principales espèces capturées entre T0 et T0+8

3.4.1. Evolution de l'abondance des espèces dominantes dans les captures au filet

Nous avons vu que la composition spécifique des captures change de façon importante selon les saisons. Pour les espèces les plus abondantes, nous pouvons observer une différence de leur abondance dans les captures entre les années 2014, 2018 et 2022.

Les principales évolutions entre les captures à t0, t0+4 et t0+8 sont :

- une augmentation de l'abondance et de la biomasse des raies *Raja asterias*, mais aussi *Torpedo marmorata* et *T. torpedo*, des grondins *Chelidonichthys lucerna*, et *C. obscurus*, des chinchards *Trachurus trachurus* et des soles (*Solea solea*, *Solea senegalensis* et *Pegusa impar*)
- une diminution de l'abondance et de la biomasse des maquereaux *Scomber scombrus* et des dorades *Sparus aurata*.

Tableau 13 : Effectifs totaux des principales espèces pêchées au filet à t0, t0+4 et t0+8 (2014, 2018, 2022). (n = 54 pêches/filets par année).

Espèce	2014	2018	2022	Tendance
<i>Alosa fallax</i>	52	89	101	+
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	49	36	95	+
<i>Chelidonichthys obscurus</i>	57	113	95	+/-
<i>Pegusa impar</i>	29	146	165	+
<i>Solea senegalensis</i>	56	124	118	+/-
<i>Solea solea</i>	68	156	107	+/-
<i>Scophthalmus rhombus</i>	13	49	101	+
<i>Raja asterias</i>	177	901	587	+/-
<i>Torpedo marmorata</i>	14	66	80	+
<i>Torpedo torpedo</i>	50	99	38	+/-
<i>Sparus aurata</i>	156	51	5	-
<i>Scomber scombrus</i>	227	36	30	-
<i>Trachurus trachurus</i>	13	228	22	-

3.4.2. Evolution de la biomasse des espèces dominantes dans les captures au filet

L'évolution est la même pour les captures en biomasses.

Des différences significatives sont mises en évidence pour les espèces les plus représentatives du peuplement entre les années et aussi entre modes de gestion.

Tableau 14 : Biomasse totale des principales espèces pêchées au filet à t0, t0+4 et t0+8 (2014, 2018, 2022). (n = 54 pêches/filets par année) et résultats comparaisons biomasses moyennes par année ou par mode de gestion pour les espèces les plus abondantes.

Espèce	2014	2018	2022	Ten- dence	Année F	Année p	Gestion F	Gestion p
<i>Alosa fallax</i>	30 761	70 623	22 284	+	3.29	0.05 *	0.04	0.85 ns
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	9 232	6 864	15 225	+				
<i>Chelidonichthys obscurus</i>	5 315	9 079	4 360	+/-				
<i>Triglidae</i>					9.38	0.001** *	0.003	0.94 ns
<i>Pegusa impar</i>	5 596	14 517	15 368	+				
<i>Solea senegalensis</i>	18 656	43 378	40 682	+/-	12.01	0.001** *	26.79	0.001***
<i>Solea solea</i>	21 122	44 883	27 425	+/-	13.06	0.001** *	13.21	0.001***
<i>Scophthalmus rhombus</i>	4 235	10 492	19 615	+				
<i>Raja asterias</i>	115 465	438 958	328 819	+/-	72.28	0.001** *	25.42	0.001***
<i>Torpedo marmorata</i>	9 565	50 615	73 781	+				
<i>Torpedo torpedo</i>	23 382	35 439	14 477	+/-				
<i>Sparus aurata</i>	93 426	21 351	2 580	-				
<i>Trachurus trachurus</i>	1 401	25 830	2 601	-				

BIOMASSE ALOSA FALLAX

La biomasse moyenne des aloses n'est pas influencée par la protection. Cette espèce est de passage dans le golfe de Beauduc et les résultats des 3 campagnes ne font pas ressortir de différences entre le cantonnement et l'extérieur mais plutôt sa présence en nombre et en biomasse dans les pêches en 2018. La biomasse moyenne observée en 2022 est équivalente à celle des pêches de 2014.

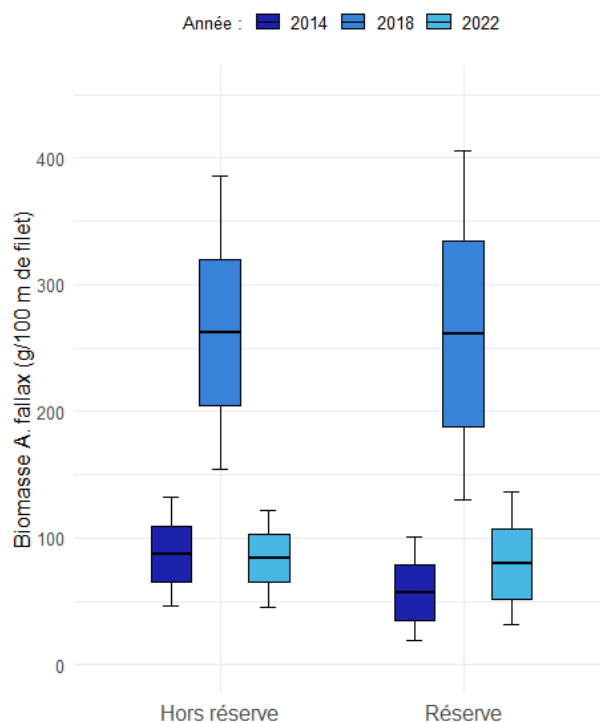


Figure 47 : Biomasse moyenne des aloses *Alosa fallax* dans le cantonnement et en dehors depuis le début du suivi (2014 = t0 ; 2018 = t0+4, 2022 = t0+8).

Les valeurs moyennes de CPUE en biomasse sont données dans le tableau suivant.

Tableau 15 : Captures par unité d'effort en biomasse (g/100 m de filet) dans le golfe de Beauduc lors des campagnes à T0, T0+4 et T0+8 (2014, 2018 et 2022), dans le cantonnement et en dehors (n=nombre de réplicats).

Gestion	Année	Moyenne	Ecart-type	Erreur_type	Int_inf	Int_sup
HR	2014	87	292	22	46	133
	2018	262	774	58	154	386
	2022	84	254	19	46	122
R	2014	57	207	22	19	101
	2018	261	699	74	130	406
	2022	80	261	27	32	137

BIOMASSE SOLEA SENEGALENSIS ET SOLEA SOLEA

La biomasse moyenne des soles présente une différence significative entre la réserve et l'extérieur depuis la mise en place du cantonnement mise en évidence à partir de 2018.

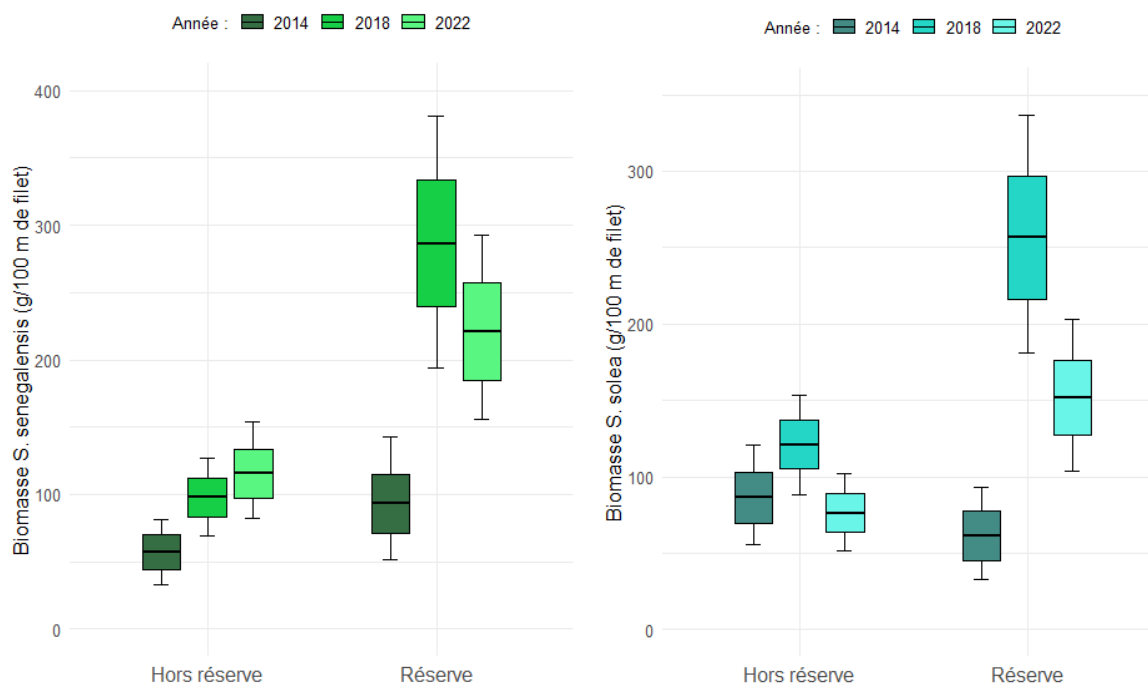


Tableau 16 : Captures par unité d'effort en biomasse (g/100 m de filet) dans le golfe de Beauduc lors des campagnes à T0, T0+4 et T0+8 (2014, 2018 et 2022), dans le cantonnement et en dehors (n=nombre de réplicats).

<i>Solea senegalensis</i>						
Gestion	Année	Moyenne	Ecart-type	Erreur_type	Int_inf	Int_sup
HR	2014	57	176	13	33	82
	2018	98	192	14	69	127
	2022	116	247	18	82	154
R	2014	93	208	22	51	142
	2018	286	445	47	194	381
	2022	221	343	36	156	293

Tableau 17 : Captures par unité d'effort en biomasse (g/100 m de filet) dans le golfe de Beauduc lors des campagnes à T0, T0+4 et T0+8 (2014, 2018 et 2022), dans le cantonnement et en dehors (n=nombre de réplicats).

<i>Solea solea</i>						
Gestion	Année	Moyenne	Ecart-type	Erreur_type	Int_inf	Int_sup
HR	2014	87	223	17	56	121
	2018	121	213	16	88	154
	2022	76	165	12	51	102
R	2014	62	153	16	33	93
	2018	257	385	41	181	336
	2022	152	231	24	104	203

BIOMASSE TRIGLIDAE

En ce qui concerne les grondins (Triglidae, 6 espèces confondues), leur biomasse moyenne a progressé significativement dans le cantonnement où elle était plus faible en début de suivi. A l'extérieur, elle demeure élevée et variable. Les grondins sont présents dans les captures pratiquement à toutes les saisons mais ce sont des individus de petite taille, qui ne représentent pas une biomasse pêchée importante.

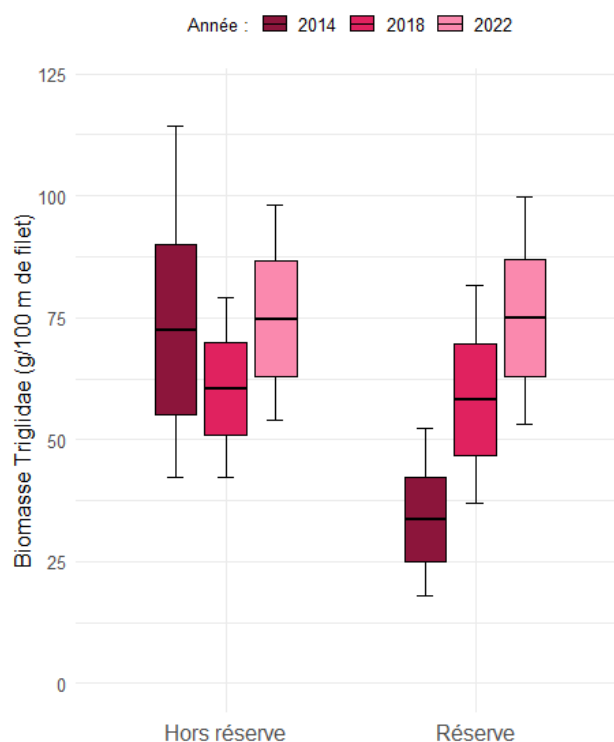


Tableau 18 : Captures par unité d'effort en biomasse (g/100 m de filet) dans le golfe de Beauduc lors des campagnes à T0, T0+4 et T0+8 (2014, 2018 et 2022), dans le cantonnement et en dehors (n=nombre de réplicats).

Gestion	Année	Moyenne	Ecart-type	Erreur_type	Int_inf	Int_sup
HR	2014	72	233	17	42	114
	2018	60	127	9	42	79
	2022	75	159	12	54	98
R	2014	34	82	9	18	52
	2018	58	108	11	37	82
	2022	75	114	12	53	100

BIOMASSE RAJA ASTERIAS

Alors qu'il n'y avait aucune différence de biomasse des raies étoilées *Raja asterias* entre le cantonnement et l'extérieur au début du suivi, la biomasse moyenne de raies a considérablement augmenté dans le cantonnement à partir de 2018 et en 2022.

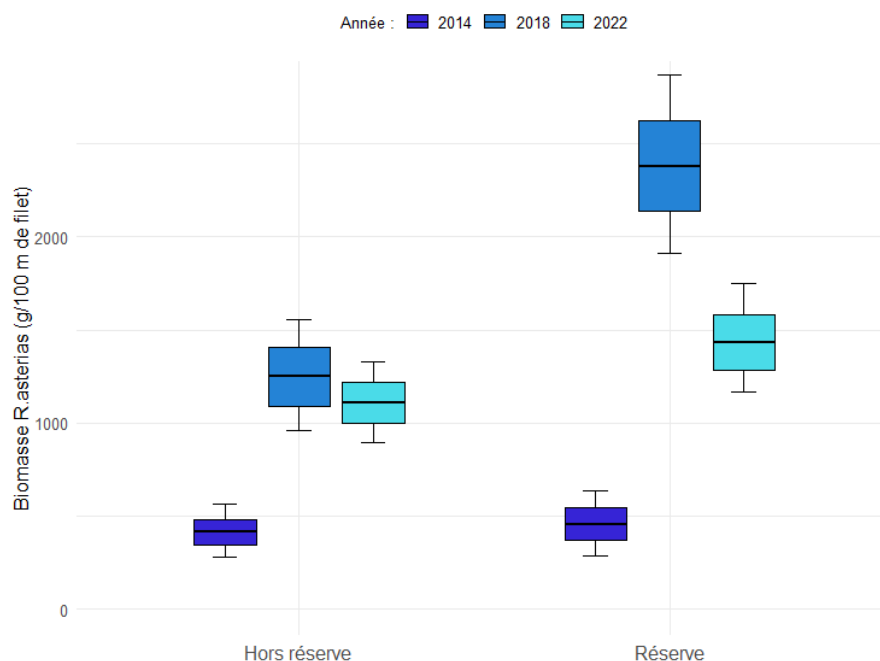


Tableau 19 : Captures par unité d'effort en biomasse (g/100 m de filet) dans le golfe de Beauduc lors des campagnes à T0, T0+4 et T0+8 (2014, 2018 et 2022), dans le cantonnement et en dehors (n=nombre de réplicats).

Gestion	Année	Moyenne	Ecart-type	Erreur_type	Int_inf	Int_sup
HR	2014	414	939	70	281	566
	2018	1 249	2 132	159	963	1 558
	2022	1 111	1 484	111	894	1 328
R	2014	456	827	87	288	639
	2018	2 379	2 309	243	1 910	2 872
	2022	1 432	1 424	150	1 168	1 752

3.4.3. Evolution du cortège d'espèces entre T0 et T0+8 dans les captures au filet

Une analyse multivariée non paramétrique nMDS a été réalisée à partir de la variable de biomasse capturée chaque année du suivi à chaque saison des principales espèces pêchées (celles présentant les biomasses les plus élevées) pour obtenir une représentation synthétique des échantillons réalisés du peuplement. Cette analyse permet de visualiser le niveau de similarité des points (ici nos pêches réalisées à une station un jour donné) du jeu de données multivarié que constituent les biomasses mesurées par espèces. Plus les points sont proches, plus leurs caractéristiques sont semblables. En considérant toutes les années depuis le début du suivi, les échantillonnages réalisés au printemps et l'été lors des suivis sont plus homogènes, alors que l'hiver 2014 et l'hiver 2018, la composition en espèce peut varier entre les stations/jours.

Dans cet espace à 2 dimensions, les espèces sont projetées sous forme de vecteur. La direction des traits indique la tendance suivie par les points, ce qui apporte du changement dans la variable suivie. Les espèces ayant un vecteur court sont moins discriminantes que les autres. Les campagnes de l'hiver 2014 et de l'hiver 2022 se distinguent des autres campagnes.

En 2022, l'abondance des aloses *Alosa fallax*, la présence des *Pegusa* et des barbues/turbots *Scophthalmus* sp. et des triglidés va discriminer le groupe des échantillons d'hiver. A l'opposé en 2014 les échantillonnages d'hiver se distinguent par la moindre contribution des aloses, des chinchards *Trachurus trachurus*, des mugilidae et des soles *Solea senegalensis*.

Les pêches de l'hiver 2022 sont sensiblement différentes de celles de 2014.

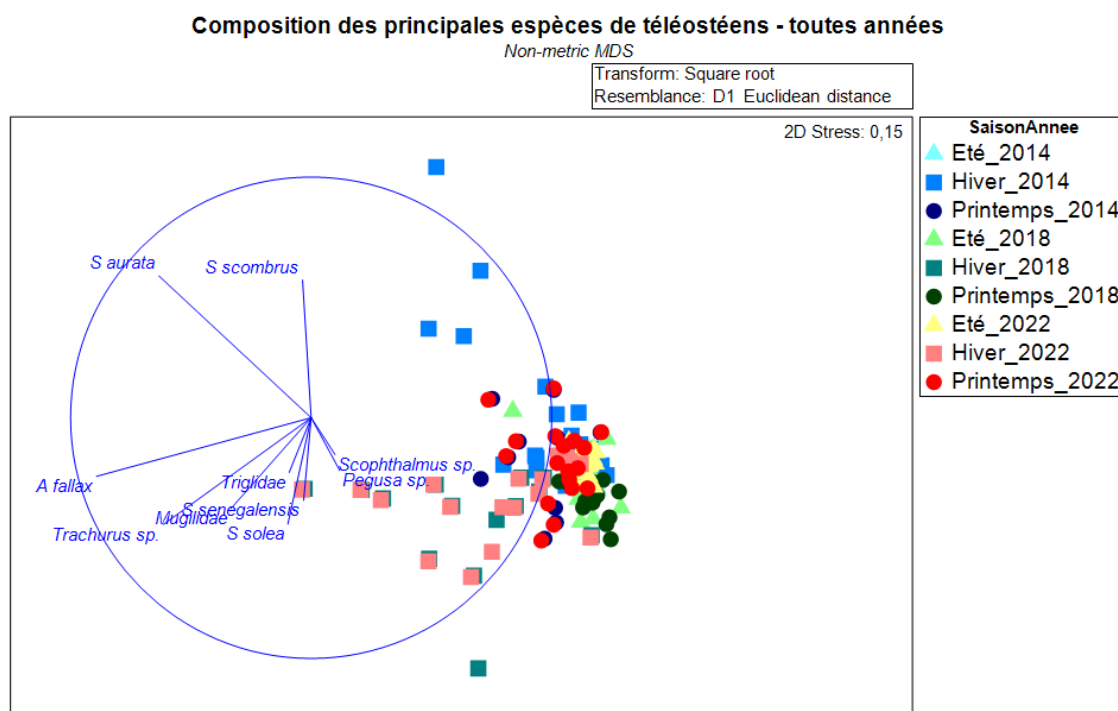


Figure 48 : Résultat de l'analyse nMDS pratiquée sur la variable biomasse des principales espèces lors des campagnes saisonnières (18 échantillons/station par saison) en 2014, 2018 et 2022 et projection des taxons (corrélation: saison-année).

L'analyse SIMPER permet d'identifier les espèces qui sont les plus importantes dans la création de patrons de similarité entre différents groupes d'échantillons, ici les échantillons sont des pêches avec des captures exprimées en biomasse par espèce par année. Les résultats du Tableau 20 indiquent les taxons qui contribuent le plus à caractériser la composition des peuplements à T0, T0+4 et T0+8 dans le golfe de Beauduc (non les plus importantes en biomasse). A l'état zéro en 2014, il s'agit par ordre d'importance de la dorade *Sparus aurata*, l'alose *Alosa fallax*, le maquereau *Scomber scombrus* et la sole *Solea solea*.

Tableau 20 : Résultats de l'analyse SIMPER des taxons indiquant la contribution (%) des espèces à la distinction des assemblages de poissons du golfe de Beauduc (similarité moyenne Bray Curtis) entre les périodes de suivi (distance moyenne de dissimilarité groupe 2014 = 540.63 ; groupe 2018 = 609.22 ; groupe 2022 = 587.98).

	2014		2018		2022	
	Moyenne similarité	Contrib%	Moyenne similarité	Contrib%	Moyenne similarité	Contrib%
<i>Trachurus sp.</i>	1,03	0,89	6,47	9,19	5,71	10,27
<i>Pegusa sp.</i>	2,66	3,01	5,1	4,64	3,21	3,01
<i>Scophthalmus</i>	2,14	3,17	4,76	3,60	2,8	3,39
<i>Mugilidae</i>	1,88	3,95	3,99	13,04	2,91	7,51
<i>Triglidae</i>	4,92	6,67	6,1	3,76	6,1	6,10
<i>S. senegalensis</i>	5,61	7,10	9,83	10,72	7,81	8,28
<i>S. solea</i>	6	7,97	11	7,52	8,35	7,65
<i>S. scombrus</i>	5,39	10,68	1,45	2,10	2,64	3,86
<i>A. fallax</i>	4,17	11,27	7,36	34,69	8,43	35,67
<i>S. aurata</i>	10,3	45,29	3,85	10,75	7,57	14,27

En 2018, c'est l'alose *Alosa fallax*, les mugilidés, la dorade *Sparus aurata* et la sole *S. senegalensis* pour 69% de contribution qui permettent de discriminer l'assemblage de poissons échantillonnés dans le golfe de Beauduc.

Le peuplement de 2022 est caractérisé par l'alose *Alosa fallax*, la dorade *Sparus aurata*, les chinchards *Trachurus* spp et la sole *Solea senegalensis* qui contribuent pour plus de 68% à la similarité moyenne des communautés, mais aussi les soles *S. solea*, les mugilidae, le chinchard.

L'analyse SIMPER réalisée sur les 3 années de suivi montrent que les différences d'assemblages entre les années sur la base de pêches par stations/jours sont associées à la présence de quelques espèces seulement, parmi lesquelles l'alose et la dorade qui ressortent chaque fois comme discriminantes.

DISCUSSION

Le golfe de Beauduc est peuplé d'espèces benthiques des fonds vaseux à sableux, avec quelques zones de débris coquilliers, caractéristiques de ces habitats. Depuis 2013, l'instauration du cantonnement de pêche et la gestion opérée par le PNR de Camargue ont permis de décourager la pratique du chalutage au bord qui posait des conflits d'usage et a détruit les lauzes et les bancs d'huîtres connus des pêcheurs. Ce renfort de protection devrait engendrer des changements perceptibles à moyen terme sur la macro-faune benthique, en particulier les espèces épigées et érigées et sur l'ichtyofaune. Sur ces fonds en pente douce, l'hydrodynamisme engendre, cependant, de profonds remaniements naturels des sédiments en fonction des conditions météorologiques et de la houle. Cette instabilité du fond est une caractéristique majeure du golfe et du littoral camarguais, qui est un déterminant des peuplements benthiques.

Comme lors des suivis précédents, les pêches scientifiques pratiquées au filet en 2022 à 3 saisons différentes (hiver, printemps, été) révèlent des associations d'espèces différentes dans les captures selon la saison. Cette troisième série d'échantillonnages dans le golfe de Beauduc montre aussi que les années ne se ressemblent pas. Les variations observées dans la composition et la quantité des captures au filet à chaque retour témoignent des variations saisonnières, mais aussi des variations interannuelles dans le cycle de vie des espèces échantillonnées au filet. Les peuplements de poissons du golfe observés à différentes saisons comprennent des espèces relativement sédentaires adaptées aux variations du milieu, qui effectuent la totalité de leur cycle de vie dans le golfe, des espèces démersales de passage à certaines saisons, telles que la dorade et l'aloise et des espèces pélagiques vivant en banc et dont la présence est ponctuelle comme la sardinelle et le chinchard.

L'échantillonnage au filet à maille moyenne ne permet pas de capturer les juvéniles présents dans le golfe comme nous l'avons vu lors de l'état zéro et en 2018 grâce à des pêches au petit chalut. Ces juvéniles notamment de pleuronectiformes appartiennent à des espèces dont les adultes vivent au large et qui ont une phase obligatoire d'installation de leurs postlarves dans les très petits fonds côtiers (quelques mètres d'eau). Les jeunes stades de ces espèces trouvent des conditions particulièrement favorables à leur croissance près du bord à certaines saisons. Les petits fonds du golfe de Beauduc sont une zone de nurserie pour les téléostéens.

Parmi les espèces qui ont une présence constante et sont abondantes dans les échantillonnages au filet : la raie étoilée *Raja asterias*, particulièrement abondante à Beauduc et d'une manière générale, les raies, y compris les raies torpilles *Torpedo* spp. L'occurrence dans les captures d'émissoles *Mustelus mustelus* et de jeunes requins peau bleue *Prionace glauca* indique que le golfe joue le rôle de nurserie également pour ces espèces. Cette fonctionnalité est connue des pêcheurs professionnels.

4. Pêches scientifiques au filet ciblant les adultes

4.1. Y'a-t-il des différences de captures entre les saisons en 2022 ?

En hiver, 29 espèces de poisson ont été pêchées et 19 au printemps. Les principales espèces communes aux deux saisons sont : les grondins, l'aloise, *Pagellus acarne*, *Pegusa impar*, *Raja asterias*, *Sardinella aurita*, *Scophthalmus rhombus*, *Solea senegalensis* et *S. solea*, la raie torpille *Torpedo marmorata* et le chinchard *Trachurus trachurus*.

L'été, 33 espèces de poissons ont été rencontrées : l'aloise *Allosa fallax*, abondante à cette saison en 2022, alors qu'elle était plutôt présente l'hiver en 2014 et en 2018, le grondin perlou *Chelidonichthys*

Lucerna, le sar *Diplodus vulgaris*, l'émissole *Mustelus mustelus*, *Pagellus erythrinus*, *Raja asterias*, le maquereau *Scomber scombrus*, absent aux autres saisons, la barbue *Scophthalmus rhombus*, les deux soles *S. senegalensis* et *S. solea* et les raies torpilles *Torpedo marmorata* et *T. torpedo*, le chinchard *Trachurus trachurus*. A toutes les saisons, *Raja asterias* représente la part la plus importante de l'abondance et de la biomasse dans les captures, les raies torpilles *Torpedo* spp étaient abondantes, ainsi que les soles *Solea solea* et *Solea senegalensis*.

Les captures d'hiver et de printemps se ressemblent davantage, alors que l'été d'autres espèces dominant : l'alose, les grondins, l'émissole, la barbue. *Pegusa impar* la petite sole a été majoritairement pêchée à l'hiver et au printemps.

- ***Alosa fallax*** : L'alose feinte effectue la plus grande part de sa croissance en mer, puis migre vers les estuaires avant d'entamer une migration en eau douce pour la reproduction (Aprahamian *et al.*, 2003). Elle migre dans le bassin du Rhône entre mi-avril et mi-mai (Lebel *et al.*, 2001), période durant laquelle l'échantillonnage d'hiver s'effectue chaque fois. Habituellement, un grand nombre d'individus matures est capturé à cette saison, alors que cette année les aloses ont surtout été capturées en septembre-octobre. En juin, lors de l'échantillonnage de printemps, les aloses sont moins présentes : les poissons adultes ont alors migré pour se reproduire. La montaison semble s'être déroulée de manière classique cette année de grande chaleur estivale (période similaire aux années passées) d'après MRM (association Migrateurs Rhône Méditerranée). Sur certains secteurs, la sécheresse est connue pour avoir un impact sur la reproduction (surface de frayères disponibles moins importante) et sur le succès de cette dernière (exondation des oeufs par exemple). La population d'alose serait stable ces dernières années en Rhône Méditerranée. Il y a certes des variations qui peuvent être notables entre les sites et selon les années, mais globalement les aloses n'auraient pas été moins présentes en 2022 que ce soit sur le Rhône ou sur les différents fleuves côtiers (source Damien Rivoallan, MRM). La pêche des aloses commence en janvier-février localement et se termine début mai.

- ***Trachurus trachurus*** : Le chinchard est une espèce pélagique dont la biologie est peu connue et la bibliographie ne permet pas de trouver une raison particulière à sa plus grande présence cette année dans les échantillons d'été, à contrario des autres suivis. L'espèce se nourrit principalement de crustacés dans le golfe du Lion, et secondairement de poissons, principalement des clupéidés (Ben Salem, 1988). L'espèce est donc probablement présente dans le golfe, quelle que soit la saison, pour se nourrir.

- ***Chelon ramada*** : ces mulets se reproduisent en mer en novembre et décembre (Ergene, 2000), puis se rapprochent des côtes et des estuaires, où les jeunes de l'année se rassemblent avant de poursuivre leur croissance en eau douce ou saumâtre. Ils retourneront en mer en tant qu'adultes pour la reproduction (Boglione *et al.*, 2006). La migration probable des adultes du large vers la côte après la reproduction explique qu'ils aient été pêchés en hiver et en été (septembre octobre) mais beaucoup moins au printemps.

- ***Sparus aurata*** : les dorades se reproduisent en mer entre novembre et février. Les juvéniles commencent leur vie en mer, puis entrent en avril dans les estuaires ou les lagunes pour y grandir en profitant d'une alimentation variée et de conditions favorables à leur croissance. Les individus de cette espèce ne supportent pas des températures inférieures à 12°C, c'est pourquoi elles retournent en mer durant l'hiver (Mercier *et al.*, 2012). Les dorades qui ont été échantillonnées en fin d'hiver sont donc des individus qui se rapprochaient des côtes, probablement pour se rendre dans les estuaires côtiers, ce qui explique qu'elles soient moins présentes dans nos pêches dans le golfe au printemps. Les dorades ont été moins abondantes dans les pêches au filet à T0+4 et T0+8, qu'à T0.

- ***Pegusa impar* et *Solea* spp.** : les larves de soles sont pélagiques et sont présentes dans le plancton pendant plusieurs semaines. Elles s'installent au printemps, jusqu'au début de l'été dans les nurseries des petits fonds côtiers ou dans les estuaires. Au bout d'environ deux ans, les poissons, devenus adultes, vont rejoindre le stock de reproducteurs en mer, à des profondeurs plus importantes

(Le Pape *et al.*, 2012). La sole pole *Pegusa impar* se reproduit au printemps et en été, saison à laquelle les plus gros individus migrent vers les eaux peu profondes (Cannizzaro & Vitale, 2014) : cela explique qu'elle soit pêchée en plus forte abondance durant les campagnes de printemps. L'été elle cède la place à d'autres espèces plus abondantes relativement telles que les soles.

Selon la littérature disponible, la majorité des poissons qui ont été pêchés sont d'une taille supérieure à la taille de maturité sexuelle. A l'exception de 3 individus, les chinchards *Trachurus trachurus* échantillonnés en 2022 mesuraient 21 cm ou moins, soit une taille à laquelle ils ne sont probablement pas sexuellement matures (Abaunza *et al.*, 2003). C'était déjà le cas en 2018. Ces individus présents très près du bord seraient plutôt des juvéniles. Remarque : la taille minimale de capture de l'espèce est de 15 cm, soit une taille inférieure à la taille de première maturité sexuelle trouvée dans la littérature.

Les espèces *Pegusa impar* et *Solea solea* ont été pêchées à des tailles supérieures à la taille de première maturité, et c'est probablement aussi le cas pour *Solea senegalensis*, sur laquelle peu d'informations biologiques sont disponibles, mais qui semble présenter un fonctionnement semblable à la sole commune.

Pour l'espèce *Raja asterias*, la majorité des individus pêchés sont immatures et doivent grandir près de la côte. Les individus sont dans la très grande majorité des cas encore vivants quand les filets sont sortis de l'eau et qu'ils sont démaillés, et les pêcheurs avec lesquels nous avons travaillé relâchent les individus de petite taille. Ces pratiques de pêches contribuent certainement à la grande abondance de raies étoilées pêchées depuis le début du suivi dans le golfe de Beauduc. L'autre raison est liée à la qualité des habitats et du peuplement benthique associé. Les raies étoilées se nourrissent principalement de crustacés, et en part moindre de poissons téléostéens (Romanelli *et al.*, 2007). La taille moyenne des proies augmente avec la taille des raies, et la part de poissons augmente avec l'âge dans leur alimentation. Des raies de toutes les tailles ont été trouvées, en 2018 les tailles de capture étaient comprises entre 21 et 60 cm de longueur totale, en 2022 les tailles de captures étaient comprises entre 18 et 67.5 cm (taille maximale connue : 75 cm (Louisy, 2015)). Les raies étoilées vivent sur des fonds de vases terrigènes côtières et de sables fins bien calibrés (VTC et SFBC), où elles trouvent les principales espèces qui servent à leur alimentation, à savoir *Goneplax rhomboïdes* et les espèces du genre *Liocarcinus* (Serena *et al.*, 2005). Or, ces espèces ont été retrouvées dans un grand nombre de stations dans le golfe de Beauduc lors des échantillonnages au chalut de 2014 et 2018. Cela signifie que le golfe de Beauduc est un lieu qui permet à des individus de toutes les classes d'âge de s'alimenter, avec des proies de type petits crustacés pour les juvéniles, jusqu'à des poissons de petite et moyenne taille (espèces de gobies, chinchards en abondance dans le golfe...) pour les raies de plus grande taille.

4.2. Y'a-t-il des différences de captures entre stations et entre zones du golfe en 2022 ?

Depuis le début du suivi, les stations situées à l'Est présentent une richesse spécifique plus élevée qu'à l'Ouest ou même dans le cantonnement. La partie Est du golfe est une zone de décantation à l'abri de la pointe de Beauduc. Une sorte de gradient de la richesse spécifique et de la biomasse est observé d'Est en Ouest à t0+4, qui semble se confirmer peut-être grâce à une stabilisation des fonds et à une recolonisation par les herbiers à moins que ce ne soit lié à la tendance des conditions environnementales (météorologie, courants) depuis le début du suivi.

Les fonds situés à l'Ouest du golfe sont constitués d'une part très importante de fraction fine, et d'une part plus faible de sables fins, qui était en 2008 de presque 50% à l'Est (Vacquier *et al.*, 2008) (toutefois,

les remaniements sédimentaires sont tels dans la région, que cette proportion a probablement changé, comme en témoigne l'ensablement actuel à proximité du ponton des pêcheurs à Beauduc, qui en 2018 pouvaient encore accoster avec leur navire et ne le peuvent plus maintenant). La station 6 des pêches au filet est placée au dessus d'un fond composé de détritique côtier, d'après l'étude des biocénoses effectuée par IN VIVO Environnement (2012). De plus, les stations de l'Est sont proches d'un herbier mixte, composé principalement de *Zostera noltei*, qui s'étend depuis ces dernières années (Parc Naturel Régional de Camargue). Alors que les fonds de Beauduc présentent une composition relativement homogène à la profondeur d'échantillonnage, la richesse spécifique plus élevée à l'Est peut s'expliquer par le mode plus calme et la diversification des habitats. Les herbiers de zostères sont connus pour avoir un effet positif sur les richesses spécifiques et les abondances de poissons (Lazzari *et al.*, 2003).

Les richesses spécifiques de poissons sont significativement plus élevées en 2022 dans les stations 3 et 4 situées au milieu du golfe, qui ne présentent pas d'habitats particuliers. Ces fonds protégés depuis 2014, ne sont normalement pas pêchés et sont peu fréquentés, ce qui peut expliquer la qualité des captures de poissons qui y sont faites.

4.3. Y'a-t-il des différences de captures depuis la mise en place du cantonnement ?

Les **richesses spécifiques** totales dans les pêches au filet ont été plus élevées l'été et l'hiver 2022 qu'au printemps, contrairement aux autres suivis. L'hiver 2014 n'est plus l'échantillonnage avec la plus faible richesse spécifique, car il a été remplacé par le printemps 2022, alors que les pêches de l'été 2022 ont apporté la plus grande richesse spécifique depuis le début des pêches.

Les **abondances et les biomasses** par réplicat et par campagne de 2022 sont moins élevées qu'en 2018 et significativement différentes de celles de 2014 mais demeurent plus élevées à T0+8 qu'à T0, principalement en raison de l'abondance des raies *Raja asterias*. Certaines espèces comme la dorade *Sparus aurata*, les pageots (*Pagellus erythrinus* et *Pagellus acarne*) ou encore les maquereaux *Scomber scombrus* ont pourtant été capturées en moins grand nombre qu'en 2014 ou en 2018. Il est aussi à noter une variabilité moins forte en 2022 entre les réplicats par rapport à 2018, ce qui témoigne d'une plus grande homogénéité du peuplement au moment des échantillonnages.

Deux phénomènes peuvent expliquer les abondances plus élevées en 2018 : la mise en place du cantonnement de pêche et les conditions environnementales :

1) La mise en place du cantonnement de pêche : l'arrêt du chalutage dans la zone peut permettre aux invertébrés benthiques de se développer à nouveau et en plus grande abondance dans le golfe, ce qui peut fournir davantage de nourriture aux poissons. De plus, la diminution radicale de l'effort de pêche dans le cantonnement peut contribuer à une augmentation des densités de poissons dans le golfe. Il a en effet été montré que le chalutage réduit les populations de poissons par la mortalité par pêche, mais aussi en diminuant le nombre de proies disponibles pour ces derniers. Les poissons plus particulièrement touchés sont les poissons plats, qui dépendent de cette source de nourriture pendant tout ou une partie de leur cycle de vie (Hiddink *et al.*, 2011). L'arrêt du chalutage dans le golfe de Castellamare en Sicile a ainsi conduit après 4 ans à une augmentation importante des biomasses de poissons (Pipitone *et al.*, 2000).

Peu d'études ont été faites sur l'effet d'une aire marine protégée sur le peuplement de poissons associés aux fonds meubles. Sousa *et al.*, (2018) montrent cependant que l'interdiction de méthodes de pêche faiblement sélectives comme les filets maillants, filets trémails ou encore la pêche à la palangre est également bénéfique pour l'abondance comme la biomasse de la communauté ichthyique. Dans le golfe de Beauduc, l'abondance des raies, très vulnérables à la pêche au filet, en témoigne.

2) L'année 2018 pourrait aussi être une meilleure année pour les espèces capturées avec les filets choisis pour l'échantillonnage, avec des conditions environnementales qui attirent les poissons dans le golfe, sans lien avec la présence du cantonnement. La faune benthique, qui attire les communautés de poissons benthiques peut être influencée par les flux de matière organique particulière générés par le Rhône. Le panache de matière organique terrestre nourrit certaines espèces d'invertébrés benthiques, comme les polychètes ou des espèces de bivalves, une source de nourriture pour certains poissons (Darnaude, 2005). D'éventuels changements dans les flux du Rhône et dans le déplacement de son panache peuvent être responsables, avec quelques années de décalage (Salen-Picard *et al.*, 2002), de variations d'abondances des poissons du golfe de Beauduc qui se nourrissent dans la chaîne trophique qui en dépend, comme, par exemple, la sole *Solea solea* (Darnaude *et al.*, 2004).

L'année 2022 confirme l'effet réserve observé en 2018 mais les abondances et les biomasses moyennes moins élevées qu'en 2018 viennent rappeler que d'autres facteurs que la protection ont un impact sur le résultat des échantillonnages.

Au bout de seulement huit années d'arrêt de toute forme de pêche, les densités et les biomasses plus élevées dans le cantonnement qu'à l'état zéro semblent confirmer l'efficacité de la protection mise en place par la création du cantonnement. Les trois variables de suivi par pêche au filet (richesse spécifique, abondances et biomasse) montrent des différences significatives à certaines périodes de l'année entre la zone mise en protection et l'extérieur. Il semble peu probable que les seuls facteurs abiotiques comme la température de l'eau, la courantologie ou encore les remaniements sédimentaires puissent présenter en 2018 puis en 2022 des différences suffisamment importantes entre les stations pour expliquer à eux seuls la concentration des poissons au centre du golfe.

Le regroupement par année de suivi des campagnes saisonnières au filet, met en évidence une augmentation significative de la biomasse et des densités de poisson entre T0 et T0+4 et entre T0 et T0+8. Pour les densités et les biomasses par zone, les mêmes tendances sont observées, cependant une variabilité élevée ne permet pas toujours d'avoir une différence significative entre toutes les zones. Malgré les diminutions constatées par rapport à l'année 2018, la densité et la biomasse des captures dans la réserve à T0+8 demeure significativement différente de celle à T0.

Les classes de taille d'*Alosa fallax* observées en 2022 confirment les observations faites en 2014 et 2018 : les individus qui sont pêchés matures en hiver ou l'été y séjournent probablement avant d'entamer la migration pour la reproduction. Les individus de plus petite taille pris au printemps sont présents dans la zone pour se nourrir.

Un nombre plus important de dorades *Sparus aurata* a été capturé en 2014, principalement en hiver, où deux groupes de taille ont été observés au lieu d'un seul. Les individus étaient donc plus nombreux et plus gros à l'hiver 2014 qu'à l'hiver 2018, et ont été bien échantillonnés au printemps à T0, alors qu'aucune dorade n'a été prise à T0+4. D'après les pêcheurs participant au suivi, les dorades étaient encore « en terre » à cette période, ce qui peut expliquer leur absence dans l'échantillonnage. Il y a donc eu un décalage dans leur période de présence en 2018. L'espèce était quasiment absente des pêches en 2022.

Les maquereaux *Scomber scombrus*, pêchés en abondance à T0, n'ont pas été échantillonnés à T0+4 et T0+8, ce qui s'explique par le fait que cette espèce vit plutôt au large et que ce sont plutôt les jeunes individus qui sont pêchés à la côte quand ils sont présents pour s'alimenter. Peu d'informations sont disponibles sur le comportement de cette espèce en Méditerranée (Bottari *et al.*, 2004), cependant dans la mer celtique, il semblerait que les adultes vivant au large se rapprochent des côtes de mars à juillet, avant de retourner au large (Steven, 1948). Ils se reproduiraient donc dans les eaux peu profondes, principalement au printemps (Fischer *et al.*, 1987). Les bancs de maquereaux n'étaient pas présents dans la zone au moment de l'échantillonnage.

CONCLUSION

Alors que se pose la question du renouvellement du cantonnement de pêche du golfe de Beauduc, les résultats du suivi mis en place par le Parc naturel régional de Camargue, le GIS Posidonie et le MIO s'avèrent utiles pour examiner les changements observés sur l'ichtyofaune et les peuplements benthiques. Le présent rapport rend compte du résultat des pêches scientifiques pratiquées pour échantillonner les poissons.

Les densités et les biomasses de poissons adultes ont augmenté significativement entre T0 et T0+4, ce troisième suivi du cantonnement à T0+8 confirme les changements mis en évidence à T0+4 et que l'augmentation des abondances et des biomasses des captures est bien liée à la mise en place du cantonnement et non à des conditions environnementales particulièrement favorables en 2018.

L'absence de prélèvement par pêche dans la zone centrale du golfe de Beauduc et surtout du chalutage qui prélève et remanie les fonds contribue à améliorer la qualité des captures de l'ensemble du golfe et à garantir son rôle fonctionnel de nurserie (Héloin, 2014; Le Direach *et al.*, 2015). Grâce à sa localisation proche du Rhône, ses caractéristiques sédimentologiques et sa faible bathymétrie, le golfe de Beauduc joue un rôle fonctionnel majeur pour les peuplements de poissons de la région. Pour les soles, par exemple, les habitats à profondeur supérieure à 20 m ne semblent pas convenir comme zones de nurseries (Le Pape *et al.*, 2003).

La capacité d'accueil d'une nurserie dépendant de la nourriture qu'elle peut fournir (Le Pape *et al.*, 2015), outre le prélèvement par pêche, le passage des chaluts dans le golfe ne peut qu'avoir entraîné une baisse des abondances de poissons en perturbant le peuplement d'invertébrés supportant la chaîne trophique. La mise en place du cantonnement de pêche, au-delà d'une exploitation plus paisible assurée aux fileyeurs et aux pêcheurs au pot (poulpe) de la région, permet de protéger un écosystème côtier et estuarien de fonds meubles, qui a plusieurs rôles fonctionnels majeurs sur les peuplements de poissons plats et de chondrichthyens (raies et requins peau bleue) en tant que zone de reproduction ou de ponte et d'alimentation pour les juvéniles. L'arrêt du remaniement du fond par les arts trainants ne peut que favoriser la recolonisation par les macro-invertébrés benthiques, en particulier, une certaine faune dressée. La protection des habitats benthiques, contribue à une meilleure stabilité du peuplement de poissons car elle se traduit aussi dans les zones non chalutées par des communautés plus homogènes et plus complexes (Romano *et al.*, 2016).

Des changements dans la composition des captures sont observés entre les suivis, avec des espèces qui n'ont plus été échantillonnées comme le maquereau *Scomber scombrus*, ou moins échantillonnées comme la dorade *Sparus aurata*. Ceci ne remet pas en question l'efficacité de la protection, ce sont des fluctuations liées aux traits de vie des espèces et à la dynamique des populations dans un contexte de changement global. Toutefois, certaines espèces demeurent présentes et leurs abondance et biomasse ont tendance à augmenter dans les captures. Ce sont par exemple les raies étoilées *Raja asterias* et les soles *Solea* spp, qui caractérisent le peuplement du golfe. En ce qui concerne les poissons juvéniles, un changement sensible de composition du peuplement avait été souligné, avec une diminution de l'abondance relative des espèces benthiques de petite taille telles que les gobies au profit des rougets et des espèces de poissons plats d'intérêt halieutique. En 2022, l'abondance d'espèces démersales comme le pageot acarne *Pagellus acarne* peut aussi être un signe de stabilisation du peuplement et d'un meilleur accomplissement de la fonction de nurserie du golfe.

Les échantillonnages réalisés en partenariat avec les pêcheurs et le parc naturel régional de Camargue permettent de dialoguer, d'observer ensemble des changements et de mieux comprendre les enjeux écologiques de la zone et les pressions qui portent sur les espèces cibles. Les histogrammes de classe de taille permettent de constater que les individus pêchés avec ce type de filet à poisson de maille moyenne sont très majoritairement adultes et matures, ou relâchés si ce n'est pas le cas, comme les raies étoilées *Raja asterias*, ce qui signifie un respect de la ressource de la part des pêcheurs partenaires du suivi.

Les résultats du présent retour, 8 ans après la mise en place du cantonnement, viennent confirmer son efficacité et celle de la gestion mise en place dans le golfe. Les changements observés sont plutôt positifs en ce qui concerne la ressource, en raison de l'augmentation des captures d'espèces d'intérêt halieutique comme la raie étoilée et les soles. Malgré la continuité et l'homogénéité de l'habitat, il demeure comme toujours difficile aux pêcheurs professionnels de percevoir ce changement dans leurs captures. Ceci pour plusieurs raisons : l'effort de pêche des fileyeurs est important dans la zone, le cantonnement n'est pas d'une dimension énorme et capable de produire de façon sensible au niveau de la capture moyenne de chaque pêcheur. Il ne fait aucun doute pourtant qu'au-delà du strict périmètre du cantonnement, les résultats du suivi montrent l'efficacité du dispositif mis en place à la demande des pêcheurs. La préservation de la fonctionnalité de nurserie du golfe a des effets sur les peuplements au-delà de ceux présents en permanence dans le golfe et concerne aussi des espèces démersales et pélagiques qui vivent au large. Cette zone est également importante pour les chondrichthyens. Raies et requins occupent une place importante dans le peuplement côtier et sont par ailleurs très impactés par la pêche au large et partout ailleurs (espèces vulnérables au sens de l'IUCN). Veiller à ce que cette zone fonctionnelle soit préservée pour que les femelles puissent y pondre ou mettre bas est important.

Actuellement, 5 à 8 chalutiers travaillent tous les jours au large des Saintes Maries de la mer. Une dizaine de chalutiers sont basés au Grau du Roi où se trouve la criée. Pendant la période du confinement en 2020, certains navires sont venus pêcher près du cantonnement. Malgré la création du cantonnement pour renforcer la protection du golfe de Beauduc, la menace du chalutage dans les petits fonds demeure. Les milliers de pots à poulpes immergés à l'entrée du golfe et au large du cantonnement ne sauraient suffire à barrer le passage à des chalutiers déterminés.



BIBLIOGRAPHIE

- A.T. Ilkyaz G. Metin, O. Soykan, H. T. Kinacigil** Age, growth and sexual development of solenette, *Buglossidium luteum* (Risso, 1810), in the central Aegean Sea [Article] // *Applied Ichthyology*. - 12 january 2010. - pp. 436-440.
- Abaunza P. Gordo L., Karlou-Riga C., Murta A., Eltink A.T.G.W., Garcia Santamaria M.T., Zimmermann C., Hammer C., Lucio P., Iversen S.A., Molloy J., Gallo E.** Growth and reproduction of horse mackerel, *Trachurus trachurus* (carangidae) [Article] // *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. - [s.l.] : Kluwer Academic Publishers, 2003. - p°27-61 : Vol. 13.
- Aprahamian M. W. Baglinière J-L., Sabatié M. R., Alexandrino P., Thiel R., Aprahamian C. D.** Biology, Status and Conservation of the anadromous atlantic Twaite shad *Alosa fallax fallax* [Article] // *American Fisheries Society Symposium*. - [s.l.] : the American Fisheries Society, 2003. - p°103-124 : Vol. 35.
- Astruch P., Goujard A., Le Diréach L., Rouanet E., Guidotti V.** Expérimentation de dispositifs de nurseries artificielles dans la réserve marine du golfe de Beauduc : suivi 2016. Observation du benthos en plongée dans le cantonnement de pêche et dans la zone de protection de biotope [Rapport] // *Partenariat Parc naturel régional de Camargue, MIO & GIS Posidonie*, 2016, GIS Posidonie publ., Fr. : 1-27.
- Auster P. J. Malatesta R. J., Langton R. W., Watling L., Valentine P. C., Donaldson C. L. S., Langton E. W., Shepard A. N., Babb I. G.** The impacts of mobile fishing gear on seafloor habitats in the Gulf of Maine (Northwest Atlantic): Implications for conservation of fish populations [Article] // *Reviews in Fisheries Science*. - 1996. - p°185-202 : Vol. 4.
- Binohlan C. B. Bailly N.** *Alosa fallax* (Lacepède, 1803) Twaite shad [En ligne] // *Fishbase*. - 23 Juillet 2018. - <http://www.fishbase.org/summary/5355>.
- Boglione C. Costa C., Giganti M., Cecchetti M., Di Dato P., Scardi M., Cataudella S.** Biological monitoring of wild thicklip grey mullet (*Chelon labrosus*), golden grey mullet (*Liza aurata*), thinlip mullet (*Liza ramada*) and flathead mullet (*Mugil cephalus*) from different Adriatic sites: meristic counts and skeletal anomalies [Article] // *Ecological indicators*. - 2006. - p°712-732 : Vol. 6.
- Bottari T. Rinelli P., Giordani D., Greco S.** Length-weight relationship and maturity of the Atlantic mackerel *Scomber scombrus* from the Adriatic Sea (Eastern Mediterranean) [Article] // *Cahiers de biologie marine*. - 2004. - p°49-53 : Vol. 45.
- Bouchereau J-L. Guelorget O.** Comparison of three Gobiidae (Teleostei) life history strategies over their geographical range [Article] // *Oceanologica acta*. - 1997. - p°503-517 : Vol. 21.
- Busotti S. Guidetti P.** Timing and habitat preferences for settlement of juvenile fishes in the Marine Protected Area of Torre Guaceto (south-eastern Italy, Adriatic Sea) [Article] // *Italian journal of zoology*. - 2011. - p°243-254 : Vol. 78.
- Campillo A.** Les pêcheries françaises de Méditerranée : Synthèse des connaissances [Rapport]. - [s.l.] : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, 1993.
- Cannizzaro L. Vitale S.** Life cycle traits and stock assessment of *Pegusa impar* (Bennett, 1831) in the shallow coastal waters of Southwest Sicily [Article] // *Acta Adriatica*. - 2014. - p°85-100 : Vol. 55.
- Chalard A.** Mise en place d'un suivi de la fréquentation en mer et sur le littoral en Camargue. Rapport Master Pro Environnement Marin Aix Marseille Université - 2017 - 35 p.+annexes.

Charpentier M. Suivi du peuplement de poissons de la réserve de Beauduc (Camargue), 4 ans après la création du cantonnement de pêche [Rapport] // Rapport Master BAEMT, Université de Montpellier. - 2018 - 20 p. + annexes.

Darnaude A. M. Fish ecology and terrestrial carbon use in coastal areas: implications for marine fish production [Article] // Journal of Animal Ecology. - 2005. - p°864-876 : Vol. 74.

Darnaude A. M. Harmelin-Vivien M. L., Salen-Picard C. Food partitioning among flatfish (Pisces: Pleuronectiforms) juveniles in a Mediterranean coastal shallow sandy area [Article] // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. - 2001. - p°119-127 : Vol. 81.

Darnaude A. M. Salen-Picard C., Polunin N. V. C., Harmelin-Vivien M. L. Trophodynamic linkage between river runoff and coastal fishery yield elucidated by stable isotope data in the Gulf of Lions (NW Mediterranean) [Article] // Oecologia. - 2004. - p°325-332 : Vol. 138.

Darnaude A. Thèse de doctorat : Apports fluviaux en zone côtière et réseaux trophiques marins benthiques : transfert de matière organique particulaire terrigène jusqu'aux poissons plats au large du Rhône [Rapport]. - 2003.

Ergene S. Reproduction characteristics of thinlip grey mullet, *Liza ramada* (Risso, 1826) inhabiting Akgöl-Paradeniz lagoons (Göksü Delta) [Article] // Turkish Journal of Zoology. - 2000. - p°159-164 : Vol. 24.

Félix P. M. Vinagre C., Cabral H. N. Life-history traits of flatfish in the Northeast Atlantic and Mediterranean Sea [Article] // Journal of Applied Ichthyology. - 2011 - p°100-111 : Vol. 27.

Fernandez-Zapico O. Punzon A., Serrano A., Landa J., Ruiz-Pico S., Velasco F. Environmental drivers of the distribution of the order Pleuronectiformes in the Northern Spanish Shelf [Article] // Journal of Sea Research. - [s.l.] : Elsevier, 2017. - p°217-228 : Vol. 130.

Fischer W. Schneider M., Bauchot M.-L. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche : Méditerranée et mer Noire [Ouvrage]. - Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 1987. - Vol. II.

Francour P., Nieri M., Urscheler F. Les structures anti-chaluts du golfe de Beauduc (Camargue). Campagne de suivi [Eapport] //.- 1991 - 42 p. Conseil Régional PACA, ADER PACA & GIS Posidonie. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr.1991

Grall J. Coïc N. REBENT : réseau benthique : Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier [Rapport]. - [s.l.] : Institut Universitaire Européen de la Mer, 2006.

Héloin Y. Pré inventaire qualitatif et premiers travaux sur la dynamique des poissons du golfe de Beauduc (Camargue - France) [Rapport]. - 2004.

Hiddink J. G. Johnson A. F., Kingham R., Hinz H. Could our fisheries be more productive? Indirect negative effects of bottom trawl fisheries on fish condition [Article] // Journal of Applied Ecology. - 2011. - p°1441-1449 : Vol. 48.

Ifremer Les poissons du golfe du Lion [En ligne] // Pour une pêche durable. - 23 Juillet 2015. - 27 Juillet 2018. - <https://www.ifremer.fr/peche/Le-monde-de-la-peche/La-gestion/combien/Les-tailles-minimales/Poissons-Mediterranee>.

Ilkyaz A. T. Metin G., Soykan O., Kinacigil H. T. Age, growth and sexual development of solenette, *Buglossidium luteum* (Risso, 1810), in the central Aegean Sea [Article] // Applied Ichthyology. - 12 january 2010. - pp. 436-440.

Ilkayaz A. T. Metin G., Soykan O., Kinacigil H. T. Age, growth, and reproduction of Mediterranean sculdfish, *Arnoglossus laterna* (Actinopterygii: Pleuronectiformes: Bothidae) in the East-Central Aegean Sea [Article] // *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. - 2017. - p°53-61 : Vol. 47.

IN VIVO Environnement Inventaire et cartographie des habitats marins patrimoniaux du lot Natura 2000 FR9301592 "Camargue" [Rapport]. - 2012.

Kide S. O. Analyse de la diversité et de la structuration spatio-temporelle des assemblages démersaux dans la zone économique exclusive mauritanienne // Thèse de Doctorat de l'Université d'Aix-Marseille. - Marseille : [s.n.], 2018.

Lazzari M. A. Sherman S., Kanwit J. K. Nursery use of shallow habitats by epibenthic fishes in Maine nearshore waters [Article] // *Estuarine, coastal and shelf science*. - 2003. - p°73-84 : Vol. 56.

Le Corre M. Sabatié R, Baglinière J-L. Caractérisation démographique de populations d'*Alosa fallax rhodanensis* (Clupeidae) de la Méditerranée française [Article] // *Cybum*. - 2000. - p°119-128 : Vol. 24.

Le Direach L. Bonhomme J., Astruch P., Chassaing L., Goujard A. Bonhomme P., Losson C. Création d'une réserve marine dans le golfe de Beauduc. Etat initial. Années 2014-2015 [Rapport]. - 2015.

Le Pape O. Bonhommeau S. The food limitation hypothesis for juvenile marine fish [Article] // *Fish and Fisheries*. - 2015. - p°373-398 : Vol. 16.

Le Pape O. Chauvet F., Mahévas S., Lazure P., Guérault D., Désaunay Y. Quantitative description of habitat suitability for the juvenile common sole (*Solea solea*, L.) in the Bay of Biscay (France) and the contribution of different habitats to the adult population [Article] // *Journal of Sea Research*. - 2003. - p°139-149 : Vol. 50.

Le Pape O. Modéran J, Beaunée G., Riera P., Nicolas D., Savoye N., Harmelin-Vivien M., Darnaude A.M., Brind'Amour A., Le Bris H., Cabral H., Vinadre C., Pasquaud S., França S., Kostecki C. Sources of organic matter for flatfish juveniles in coastal and estuarine nursery grounds: a meta-analysis for the common sole (*Solea solea*) in contrasted systems of Western Europe [Article] // *Journal of Sea Research*. - 2012. - p°85-95 : Vol. 75.

Lebel I. Menella J. Y., Le Corre M. Bilan des actions du plan migrateurs concernant l'aloise feinte (*Alosa fallax rhodanensis*) sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse [Rapport]. - 2001.

Lindeboom H. J. de Groot S. J. Impact-II: The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems [Rapport]. - 1998.

Linnane A. Ball B., Munday B., van Marlen B., Bergman M., Fonteyne R. A review of potential techniques to reduce the environmental impact of demersal trawls [Rapport]. - Dublin : Irish Fisheries Investigations, 2000.

Louisy P. Guide d'identification des poissons marins, Europe et Méditerranée (Nouvelle Edition) [Ouvrage]. - [s.l.] : Ulmer, 2015.

Mehanna S. F. Reproductive dynamics of the common sole *Solea solea* (Linnaeus, 1758) from Bardawil lagoon, North Sinai, Egypt [Conférence] // Conference on International Research on Food Security, Natural Resource. - Tropentag 2014, Prague, Czech Republic : [s.n.], 2014.

Mehanna S. Fahmy Reproductive dynamics of the common sole *Solea solea* (Linnaeus, 1758) from Bardawil lagoon, North Sinai, Egypt [Conférence] // Tropentag 2014, Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development. - Prague, Czech Republic : [s.n.], 2014.

Mercier L. Mouillot D., Bruguier O., Vigliola L., Darnaude A. M. Multi-element otolith fingerprints unravel sea-lagoon lifetime migrations of gilthead sea bream *Sparus aurata* [Article] // Marine Ecology Progress Series. - 2012. - p°175-194 : Vol. 444.

Mérigot B. Thèse de doctorat : Analyse multi-composantes de la diversité spécifique : applications aux peuplements marins [Rapport]. - 2008.

Personnic S., Boudouresque C.F., Astruch P., Ballesteros E., Blouet S., Bellan-Santini D., Bonhomme P., Thibault-Botha D., Feunteun E., Harmelin-Vivien M., Pergent G., Pergent-Martini C., Pastor J., Poggiale J.-C., Renaud F., Thibaut T., Ruitton S. An Ecosystem-Based Approach to Assess the Status of a Mediterranean Ecosystem, the *Posidonia oceanica* Seagrass Meadow. 2014. - PLoS ONE 9(6) : e98994.

Pipitone C., Badalamenti F., D'Anna G., Patti B. Fish biomass increase after a four-year trawl ban in the Gulf of Castellammare (NW Sicily, Mediterranean Sea) 2000 [Article]// Fisheries research p 23-30 : Vol 48.

R Team Core R: A language and environment for statistical computing. - Vienna, Austria : R Foundation for Statistical Computing, 2018.

Romano C., Fanelli E., D'Anna G., Pipitone C., Vizzini S., Mazzola A., Badalamenti F. Spatial variability of soft-bottom macrobenthic communities in northern Sicily (Western Mediterranean): Contrasting trawled vs. untrawled areas. 2016 [Article] // Marine Environmental Research p 113-125 : Vol 122.

Romanelli M. Colasante A., Scacco U., Consalvo I., Finoia M. G., Vacchi M. Commercial catches, reproduction and feeding habits of *Raja asterias* (Chondrichthyes: Rajidae) in a coastal area of the Tyrrhenian Sea (Italy, northern Mediterranean) [Article] // Acta Adriatica. - 2007. - p°57-71 : Vol. 48.

Salem M. Ben Régime alimentaire de *Trachurus trachurus* et de *T. mediterraneus* (poissons, téléostéens, carangidae) de la province Atlantico-Méditerranéenne [Article] // Cybium. - 1988. - p°247-253 : Vol. 12.

Salen-Picard C. Darnaude A. M., Arlhac D., Harmelin-Vivien M. L. Fluctuations of macrobenthic populations: a link between climate-driven river run-off and sole fishery yields in the Gulf of Lions [Article] // Oecologia. - 2002. - p°380-388 : Vol. 133.

Serena F. Mancusi C., Barone M., Abella A. J. Abundance and distribution of rays in the Southern Ligurian and North Tyrrhenian Sea [Article] // Fisheries Science. - 2005.

Sousa I. Gonçalves J. M. S., Claudet J., Coelho R., Gonçalves E. J., Erzini K. Soft-bottom fishes and spatial protection: findings from a temperate marine protected area [Article] // Peer J. - 2018. - Vol. DOI 10.7717/peerj.4653.

Steven A. G. Contributions to the biology of the mackerel, *Scomber scombrus*, Mackerel migrations in the English channel and Celtic sea [Article] // Journal of the marine biological association of the United Kingdom. - 1948. - p°517-539 : Vol. 27.

Tai I. Benchrfi S., Zoubai A., Ramdani M., Yahyaoui A., Bazairi H. Contribution à l'étude de la reproduction et de la croissance de la raie étoilée *Raja asterias* Delaroche, 1809 dans la région nord atlantique marocaine en 2005 [Article] // Bulletin de l'Institut Scientifique. - Rabat : [s.n.], 2010. - p°73-80 : Vol. 32.

Team R Core R: A language and environment for statistical computing. - Vienna, Austria : R Foundation for Statistical Computing, 2018.

Teixeira C. M. Cabral H. N. Comparative analysis of the diet, growth and reproduction of the soles, *Solea solea* and *Solea senegalensis*, occurring in sympatry along the Portuguese coast [Article] // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. - 2010. - p°995-1003 : Vol. 90.

Ticina V. Matic-Skoko S. Age, growth and mortality of sculdfish (*Arnoglossus laterna* Walbaum, 1792) from the Adriatic Sea [Article] // Journal of Applied Ichthyology. - 2012. - p°836-841 : Vol. 28.

Vacquier C. [et al.] Premières investigations sur la structure spatiale et saisonnière des peuplements de poissons des fonds meubles du golfe de Beauduc (Camargue, France) [Article] // Cybium. - 2008. - p°253-263 : Vol. 32.

Vasconcelos R.P., Reis-Santos P., Fonseca V., Ruano M., Tanner S., Costa M.J., Cabral H.N. *Juvenile fish condition in estuarine nurseries along the Portuguese coast. Estuarine Coastal and Shelf Science* - 2009 - 82 : 128-138.

Wickham H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. - New-York : Springer-Verlag, 2016.

Woodall L. C. Otero-Ferrer F., Correia M., Curtis J. M. R., Garrick-Maidment N., Shaw P. W., Koldewey H. J. A synthesis of European seahorse taxonomy, population structure, and habitat use as a basis for assessment, monitoring and conservation [Article] // Marine biology. - 2018. - <https://doi.org/10.1007/s00227-017-3274-y> : Vol. 165:19.

ANNEXES

Annexe 1 : Paramètres abiotiques mesurés à différentes stations lors des campagnes de pêches au filet de printemps et d'été 2022 dans le golfe de Beauduc.

Date	Station	Profondeur	Conductivité mS/cm	Salinité PSU	T°C
03/05/2022	3	Surface	56.45	36.7	
		6 m	57.4	37.4	
04/05/2022	4	Surface			16
22/09/2022	3	Surface			15.8
	1	Surface	58.43	38.2	15.7
		6 m	58.2	38	
	2	Surface	58.17	38	
		6 m	58.01	37.9	

Annexe 2 : Abondance relative des espèces de poissons et d'invertébrés pêchées au filet par saison en 2014, 2018 et 2022 dans le golfe de Beauduc.

Taxons	2014			2018			2022			Total 2022	Total généra
	Hiver_2014	Prin_2014	Été_2014	Hiver_2018	Prin_2018	Été_2018	Hiver_2022	Prin_2022	Été_2022		
<i>Alosa fallax</i>	5.3%	4.7%	0.0%	8.7%	2.7%	3.1%	1.1%	0.2%	12.8%	5.6%	4.6%
<i>Arnoglossus laterna</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Auxis rochei</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.2%	0.1%
<i>Boops boops</i>	1.2%	1.4%	1.0%	0.0%	0.9%	0.8%	0.0%	0.2%	0.4%	0.2%	0.6%
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	2.3%	5.2%	4.7%	0.0%	2.7%	3.1%	3.2%	4.7%	7.3%	5.2%	3.4%
<i>Chelidonichthys obscurus</i>	0.0%	9.9%	1.0%	4.5%	8.0%	1.4%	4.7%	0.0%	0.8%	3.1%	4.3%
<i>Chelon auratus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.2%	0.0%	0.3%	0.2%	0.1%
<i>Chelon ramada</i>	1.0%	0.5%	0.0%	1.8%	0.0%	0.4%	0.5%	0.0%	0.4%	0.3%	0.6%
<i>Chelon saliens</i>	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Conger conger</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
<i>Dalophis imberbis</i>	0.2%	0.0%	0.5%	0.0%	0.5%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
<i>Dasyatis pastinaca</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.4%	0.2%	0.0%	0.3%	0.2%	0.1%
<i>Dentex dentex</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.1%	0.0%
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
<i>Diplodus annularis</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.2%	2.4%	0.4%	1.4%	1.5%	0.6%
<i>Diplodus sargus</i>	3.1%	0.4%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%
<i>Diplodus vulgaris</i>	0.0%	0.0%	2.6%	0.1%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	2.2%	0.9%	0.5%
<i>Engraulis encrasicolus</i>	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
<i>Eutrigla gurnardus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.4%	0.4%	0.2%
<i>Hippocampus hippocampus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.3%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
<i>Homarus gammarus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
<i>Lepidotrigla dieuzeidei</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
<i>Merluccius merluccius</i>	4.5%	2.3%	8.3%	0.5%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.2%	1.1%
<i>Mugil cephalus</i>	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Mullus barbatus</i>	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.8%	0.7%	0.5%	0.2%
<i>Mullus sp.</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Mullus surmuletus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.4%	0.0%	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%
<i>Mustelus mustelus</i>	0.0%	0.2%	0.0%	0.5%	1.0%	0.0%	0.5%	1.3%	3.0%	1.7%	0.9%
<i>Myliobatis aquila</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Octopus vulgaris</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.3%	0.2%	0.0%	0.2%	0.1%
<i>Pagellus acarne</i>	0.0%	7.7%	3.1%	0.1%	0.5%	0.0%	1.3%	14.6%	0.4%	4.4%	2.5%
<i>Pagellus bogaraveo</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Pagellus erythrinus</i>	0.2%	4.1%	4.1%	0.0%	0.1%	0.2%	0.5%	0.0%	1.7%	0.8%	0.9%

Taxons	2014		2018		2022		Total 2022		Total généra					
	Hiver_2014	Été_2014	Hiver_2018	Été_2018	Hiver_2022	Été_2022	Total 2022							
<i>Pegusa impar</i>	0.0%	0.0%	3.2%	5.7%	2.3%	0.7%	15.4%	4.1%	6.5%	12.8%	18.2%	0.0%	9.1%	6.4%
<i>Pegusa lascaris</i>	0.2%	0.0%	0.5%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%
<i>Penaeus kerathurus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.4%	0.1%	0.0%	0.6%	0.1%	0.2%	0.1%
<i>Platichthys flesus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Pleuronectes platessa</i>	1.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
<i>Prionace glauca</i>	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.1%	0.1%
<i>Raja asterias</i>	20.5%	0.0%	7.4%	18.7%	14.3%	46.6%	44.4%	20.5%	40.2%	48.2%	21.8%	25.8%	32.4%	31.5%
<i>Raja montagui</i>	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
<i>Raja sp.</i>	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Sarda sarda</i>	0.0%	0.0%	0.2%	0.5%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Sardinia pilchardus</i>	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
<i>Sardinella aurita</i>	0.0%	0.0%	4.1%	0.0%	1.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	4.2%	0.3%	1.5%	1.0%
<i>Sarpa salpa</i>	0.0%	0.0%	0.0%	4.7%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
<i>Scomber scombrus</i>	24.8%	0.0%	18.3%	2.1%	18.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.1%	1.7%	5.5%
<i>Scophthalmus maximus</i>	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.3%	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.2%
<i>Scophthalmus rhombus</i>	0.0%	0.0%	0.2%	6.2%	1.1%	0.7%	1.8%	5.7%	2.2%	1.1%	3.8%	10.5%	5.6%	3.1%
<i>Sepia officinalis</i>	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.0%	0.3%	0.2%	0.1%
<i>Seriola dumerili</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%
<i>Solea senegalensis</i>	1.8%	0.0%	4.1%	12.4%	4.5%	3.4%	7.0%	7.6%	5.5%	6.2%	5.5%	7.4%	6.5%	5.6%
<i>Solea solea</i>	2.9%	0.0%	6.5%	9.3%	5.5%	3.7%	10.1%	8.6%	7.0%	6.8%	4.9%	5.8%	5.9%	6.3%
<i>Solea sp.</i>	0.4%	0.0%	0.2%	0.5%	0.3%	0.3%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
<i>Sparus aurata</i>	20.1%	0.0%	9.5%	2.6%	12.6%	4.6%	0.0%	1.2%	2.3%	0.5%	0.2%	0.1%	0.3%	4.0%
<i>Sphyaena sphyraena</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%
<i>Sphyaena viridensis</i>	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%
<i>Sprattus sprattus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
<i>Squilla mantis</i>	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.4%	4.3%	1.1%	1.3%	1.9%	3.4%	2.3%	1.3%
<i>Torpedo marmorata</i>	0.8%	0.0%	0.7%	3.1%	1.1%	1.8%	2.2%	6.4%	2.9%	2.9%	7.6%	3.6%	4.4%	3.0%
<i>Torpedo torpedo</i>	4.7%	0.0%	3.8%	3.1%	4.0%	1.3%	1.8%	14.8%	4.4%	0.3%	3.8%	2.5%	2.1%	3.5%
<i>Trachinotus ovatus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Trachurus mediterraneus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%
<i>Trachurus picturatus</i>	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Trachurus sp.</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%
<i>Trachurus trachurus</i>	0.0%	0.0%	1.8%	1.6%	1.1%	18.7%	0.4%	8.4%	10.2%	1.0%	0.2%	2.1%	1.2%	5.0%
<i>Triglidae</i>	0.2%	0.0%	0.0%	1.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
<i>Uranoscopus scaber</i>	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Total général	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
<i>NB taxons</i>	26	32	26	47	31	28	31	27	49	32	22	36	43	70
<i>NB espèces</i>	23	31	24	44	30	27	30	27	47	32	22	36	43	66
<i>NB espèces poissons</i>	22	30	24	42	27	25	27	25	42	29	19	33	39	61
<i>NB espèces invertébrés</i>	1	1	0	2	3	2	3	2	5	3	3	3	4	5

Annexe 3 : Biomasse relative des espèces de poissons et d'invertébrés pêchées au filet par saison en 2014, 2018 et 2022 dans le golfe de Beauduc.

Biomasse relative Espèces	2014			2018			Total 2014	Total 2018	Total général
	Hiver	Printemps	Eté	Hiver	Printemps	Eté			
<i>Alosa fallax</i>	4.9%	7.0%	0.0%	16.6%	0.3%	0.0%	4.8%	8.4%	7.1%
<i>Alosa sp.</i>	4.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.3%	0.0%	0.8%
<i>Arnoglossus laterna</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Boops boops</i>	0.4%	0.7%	0.3%	0.0%	0.2%	0.4%	0.5%	0.2%	0.3%
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	0.7%	5.4%	1.0%	0.0%	2.1%	0.7%	2.1%	0.8%	1.3%
<i>Chelidonichthys obscurus</i>	0.0%	4.1%	0.1%	0.9%	1.9%	0.2%	1.2%	1.1%	1.1%
<i>Chelon auratus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	0.2%	0.1%
<i>Chelon ramada</i>	0.0%	0.0%	0.0%	5.1%	0.0%	1.4%	0.0%	2.8%	1.8%
<i>Conger conger</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Dalophis imberbis</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Dasyatis pastinaca</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.4%	0.9%	0.0%	1.0%	0.6%
<i>Dicentrarchus labrax</i>	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.7%	0.0%	0.3%
<i>Diplodus annularis</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Diplodus sargus</i>	1.9%	0.3%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	0.4%
<i>Diplodus vulgaris</i>	0.0%	0.0%	3.2%	0.0%	0.0%	1.6%	0.5%	0.3%	0.4%
<i>Engraulis encrasicolus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Grondin sp.</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Hippocampus hippocampus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Homarus gammarus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%
<i>Liza ramada</i>	0.8%	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.4%
<i>Liza saliens</i>	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%
<i>Merluccius merluccius</i>	4.8%	4.1%	9.8%	0.8%	0.0%	0.0%	5.4%	0.4%	2.1%
<i>Mugil cephalus</i>	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.1%
<i>Mullus barbatus</i>	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Mullus sp.</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Mullus surmuletus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Mustelus mustelus</i>	0.0%	0.8%	0.0%	2.0%	3.8%	0.0%	0.2%	2.2%	1.5%
<i>Myliobatis aquila</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Octopus vulgaris</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%
<i>Pagellus acarne</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%
<i>Pagellus bogaraveo</i>	0.0%	3.4%	0.8%	0.0%	0.1%	0.0%	1.1%	0.1%	0.4%
<i>Pagellus erythrinus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Pegusa impar</i>	0.0%	2.2%	1.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.8%	0.0%	0.3%
<i>Pegusa lascaris</i>	0.0%	3.2%	2.2%	0.4%	4.1%	1.1%	1.3%	1.7%	1.6%
<i>Penaeus kerathurus</i>	0.1%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
<i>Platichthys flesus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Pleuronectes platessa</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Prionace glauca</i>	0.8%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.2%
<i>Raja asterias</i>	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
<i>Raja montagui</i>	31.6%	16.8%	27.2%	53.0%	62.3%	30.1%	26.5%	51.9%	43.3%
<i>Raja sp.</i>	0.0%	0.0%	0.4%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%
<i>Sarda sarda</i>	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
<i>Sardina pilchardus</i>	0.0%	0.9%	3.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%	0.0%	0.2%
<i>Sardinella aurita</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Sarpa salpa</i>	0.0%	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.2%
<i>Scomber scombrus</i>	0.0%	0.0%	10.6%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%	0.5%
<i>Scophthalmus maximus</i>	6.7%	5.3%	0.3%	0.0%	0.0%	2.6%	5.3%	0.5%	2.1%
<i>Scophthalmus rhombus</i>	0.6%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.4%	0.2%	0.2%
<i>Sepia officinalis</i>	0.0%	0.2%	6.1%	0.4%	0.8%	4.3%	1.0%	1.2%	1.2%

(suite annexe 3)

Biomasse relative	2014			2018			Total 2014	Total 2018	Total général
Espèces	Hiver	Printemps	Eté	Hiver	Printemps	Eté			
<i>Solea senegalensis</i>	1.2%	5.9%	12.3%	2.8%	6.5%	9.0%	4.3%	5.1%	4.8%
<i>Solea solea</i>	1.6%	8.5%	9.7%	2.7%	8.4%	6.8%	4.9%	5.3%	5.2%
<i>Solea sp.</i>	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%
<i>Sparus aurata</i>	30.5%	14.4%	2.3%	4.0%	0.0%	2.9%	21.5%	2.5%	9.0%
<i>Sphyaena viridensis</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Sprattus sprattus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Squilla mantis</i>	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%
<i>Torpedo marmorata</i>	1.7%	2.1%	4.3%	3.1%	5.0%	15.8%	2.2%	6.0%	4.7%
<i>Torpedo torpedo</i>	4.9%	7.8%	2.6%	1.3%	1.1%	17.7%	5.4%	4.2%	4.6%
<i>Trachinotus ovatus</i>	0.0%	0.0%	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%
<i>Trachurus mediterraneus</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Trachurus picturatus</i>	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Trachurus sp</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Trachurus trachurus</i>	0.0%	0.7%	0.7%	5.2%	0.1%	2.5%	0.3%	3.1%	2.1%
<i>Trigla sp.</i>	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Trigloporus lastoviza</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Uranoscopus scaber</i>	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Total général	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Annexe 4 Abondance moyenne (g/100m) des captures de poissons par zone

GestionZone	Année	Moyenne	Ecart-type	Erreur type	Int_inf	Int_sup
HR-O	2014	4.7	4.3	0.5	3.8	5.5
HR-O	2018	7.7	7.6	0.8	6.2	9.3
HR-O	2022	5.1	4.0	0.4	4.3	6.0
R	2014	4.4	3.5	0.4	3.8	5.2
R	2018	10.7	7.4	0.8	9.2	12.2
R	2022	8.1	4.6	0.5	7.2	9.0
HR-E	2014	4.6	4.7	0.5	3.7	5.6
HR-E	2018	6.5	4.9	0.5	5.6	7.6
HR-E	2022	6.9	5.3	0.6	5.9	8.1

Annexe 5 : Biomasse moyenne (g/100m) des captures de poissons par zone

GestionZone	Année	Moyenne	Ecart-type	Erreur type	Int_inf	Int_sup
HR-O	2014	1 853	2 616	276	1 369	2 399
HR-O	2018	2 845	3 249	342	2 214	3 499
HR-O	2022	1 775	1 519	160	1 474	2 077
R	2014	1 509	1 506	159	1 210	1 821
R	2018	4 327	3 413	360	3 670	5 032
R	2022	2 946	1 958	206	2 548	3 340
HR-E	2014	1 471	1 474	155	1 181	1 780
HR-E	2018	2 219	2 133	225	1 816	2 676
HR-E	2022	2 746	2 500	264	2 299	3 285