

Réalisation de pêches scientifiques standardisées dans le Parc national des Calanques (suivi de l'ichtyofaune à T0+9 ans) - 2023 -

Rapport de phase 2



Marché public n°23 009 PNCaI
« Réalisation de pêches scientifiques standardisées (PSS) dans le Parc national des Calanques
(suivi ichtyofaune – PSS T0+9 »)

PARC NATIONAL DES CALANQUES

Bâtiment A
141, avenue du Prado
13008 Marseille
Tél : 04.20.10.50.00 ; www.calanques.parcnational.fr

et

GIS POSIDONIE

Groupeement d'Intérêt Scientifique pour l'environnement marin
MIO - Campus de Luminy – Case 901
163, avenue de Luminy
13288 Marseille Cedex 09
Secrétariat & administration :
Tél. (33)4.86.09.05.73/78 - Fax. (33)4.86.09.06.43 ; <http://mio.pytheas.univ-amu.fr/gisposidonie>

Responsable du programme :

Laurence Le Diréach
Tel : (33)4.86.09.05.73 – Courriel : laurence.ledireach@univ-amu.fr

Participants aux acquisitions de données sur le terrain :

Laurence Le Diréach, Antonin Lefevre, Nicolas Lucchini (GIS Posidonie)
Patrick Bonhomme (Parc national des Calanques)
Les patrons pêcheurs professionnels et leurs marins : Eric Crimon, Jean Giorgi, Guillaume Letestu et David Lopez ont participé à la réussite de ce suivi par pêches et accueilli des observateurs du Parc et du GIS Posidonie à leur bord.

Rédaction du rapport :

Laurence Le Diréach, Antonin Lefevre et Nicolas Lucchini

Réalisation des cartes :

Antonin Lefevre

Maintenance base de données :

Thomas Schohn

Dossier : 2306

Citation du document :

LE DIREACH L., LUCCHINI N., LEFEVRE A., BONHOMME P., 2023. Réalisation de pêches standardisées dans le Parc national des Calanques (suivi de l'ichtyofaune à T0+9 ans - 2023). Rapport de phase 2. Marché public GIS Posidonie/Parc national des Calanques. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 86 p + annexes.

AVANT-PROPOS

Le marché public n°23 009 PNCaI porte sur la réalisation de pêches standardisées dans le Parc national des Calanques avec l'aide des pêcheurs professionnels du Parc. Il constitue le volet 2 du suivi de l'ichtyofaune à T0+9 ans, complémentaire du volet 1 du suivi des poissons par comptages visuels (Le Diréach *et al.*, 2023). La méthodologie utilisée lors de l'état initial a été rigoureusement reproduite à T0+3, T0+6 et T+9 pour pouvoir comparer dans le temps les résultats des captures réalisées à l'intérieur et en dehors des zones de non prélèvement (ZNP).

Table des matières

Avant-Propos.....	4
1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	7
2 STRATÉGIE ET MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE.....	9
2.1 Stratégie	9
2.1.1 Critères de choix des stations dans le cadre du suivi global des poissons.....	9
2.1.2 Participation des pêcheurs professionnels.....	13
2.1.3 Participation du chargé de mission pêche du Parc.....	15
2.2 Méthodologie.....	15
2.2.1 Engins de pêche utilisés.....	15
2.2.2 Dates de réalisation des pêches.....	16
2.2.3 Traitement des captures	18
2.2.4 Position des stations de pêche.....	19
2.3 Intégration des données en base de données.....	20
2.4 Analyse des données.....	20
2.4.1 Notion d'espèce cible.....	20
2.4.2 Structure trophique du peuplement.....	22
2.4.3 Structure spatiale et comportementale du peuplement.....	22
2.4.4 Analyse statistique des données.....	23
3 RÉSULTATS DES PÊCHES SCIENTIFIQUES STANDARDISÉES.....	25
3.1 Biomasse totale pêchée.....	25
3.2 Stations d'herbier.....	27
3.2.1 Occurrence et abondance des espèces dans les captures.....	27
3.2.2 Captures en biomasse	29
3.2.3 Captures des espèces cibles selon le mode de gestion et les stations.....	35
3.2.4 Composition des assemblages d'espèces cibles des captures dans l'herbier	37
3.2.5 Captures de la rascasse brune <i>Scorpaena porcus</i>	38
3.2.6 Captures de la mostelle <i>Phycis phycis</i>	39
3.2.7 Captures du crénilabre tanche <i>Symphodus tinca</i>	41
3.2.8 Structure trophique des captures dans l'herbier.....	43
3.3 Stations de roche.....	44
3.3.1 Occurrence et abondance des espèces dans les captures.....	44
3.3.2 Captures en biomasse	46
3.3.3 Captures des espèces cibles selon le mode de gestion et les stations.....	51
3.3.4 Composition des assemblages des espèces cibles sur la roche	53
3.3.5 Captures du chapon <i>Scorpaena scrofa</i>	55

3.3.6	Captures de la mostelle <i>Phycis phycis</i>	56
3.3.7	Captures du rouget <i>Mullus surmuletus</i>	58
3.3.8	Captures du pageot rose <i>Pagellus erythrinus</i>	61
3.3.9	Evolution de la structure trophique des captures sur roche	63
3.3.10	Evolution de la structure spatiale et comportementale des captures sur roche.....	64
4	DISCUSSION GENERALE.....	65
5	CONCLUSION.....	73
6	BIBLIOGRAPHIE.....	75
7	ANNEXES.....	79

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Le Décret n° 2012-507 du 18 avril 2012 a créé le Parc national des Calanques (PNCal) et délimité ses périmètres de cœur marin et d'aire maritime adjacente (AMA). Il définit également, au sein du cœur marin (Figure 1) :

- sept zones de non-prélèvement (ZNP) ;
- une zone de protection renforcée (ZPR).

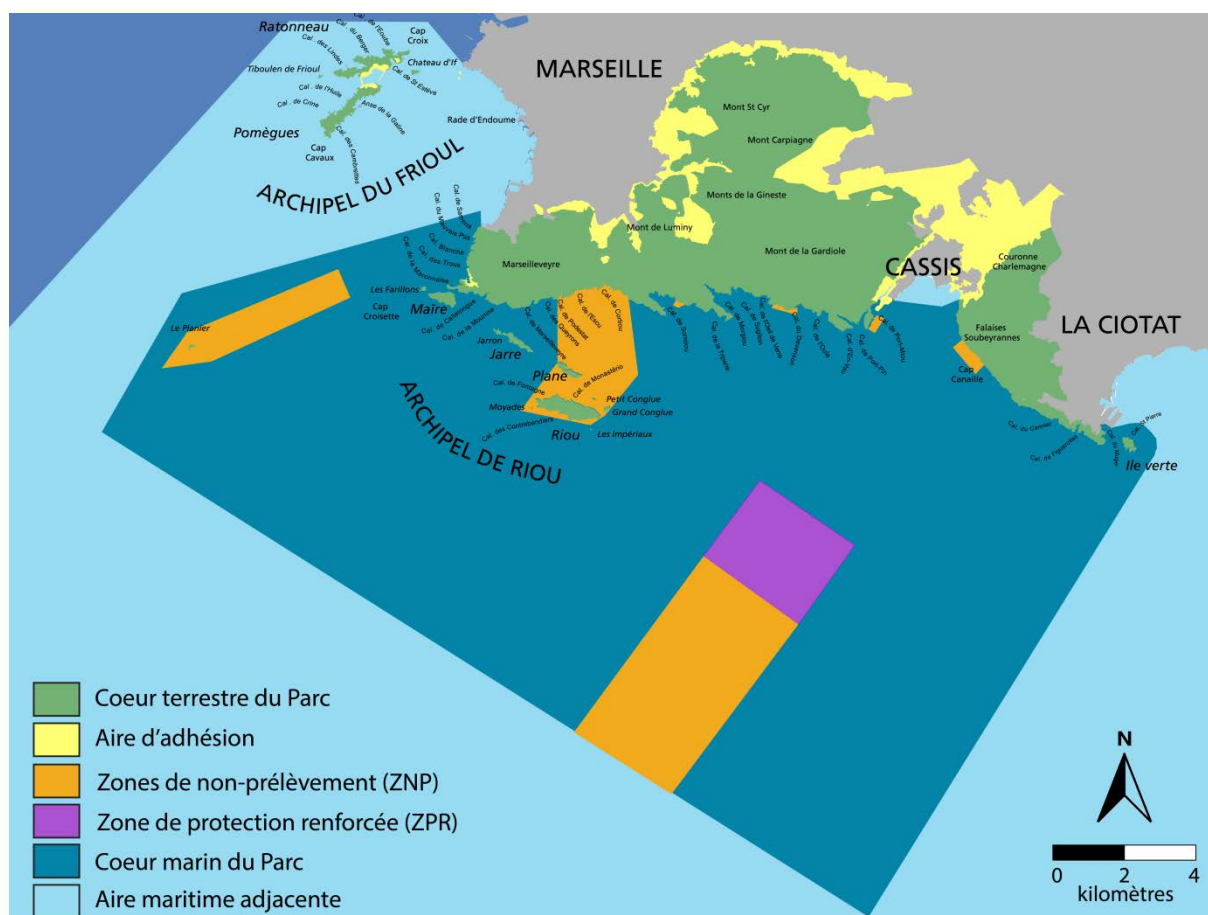


Figure 1. Carte du Parc national des Calanques. Le cœur marin du Parc regroupe sept zones de non-prélèvement (ZNP) et une zone de protection renforcée (ZPR).

La pêche maritime professionnelle et la pêche maritime de loisir sont interdites dans les ZNP (à l'exception des prélèvements effectués dans le cadre de suivis scientifiques) et dans la ZPR (sauf pour les pêcheurs professionnels mentionnés à l'article 30 du Décret, dans les conditions et limites définies par cet article) (Art. 11 du Décret).

La pêche de loisir est réglementée dans le cadre de deux arrêtés de la Préfecture de Région Provence-Alpes-Côte d'Azur datant du 31 janvier 2017 limitant les captures par jour et en fonction des principales espèces capturées (Annexe 1) et du 15 novembre 2018 portant sur l'extension de l'interdiction de la pêche du poulpe en période estivale et le marquage de toutes les captures de plus de 15 centimètres (Annexe 2).

Le Conseil d'Administration du Parc est saisi chaque année, pendant la durée de la première Charte, d'un bilan des dispositions de protection instituées dans le cœur marin établi par le directeur (Art. 25 du Décret de création). Sur la base de ce bilan, et après avis du Conseil Scientifique et du Conseil Economique Social et Culturel, il propose au Ministre chargé de la protection de la nature des mesures réglementaires et de gestion, propres à améliorer cette protection, notamment :

- l'extension des périmètres des ZNP et de celui de la ZPR ;
- la création de nouvelles ZNP, ainsi que de nouvelles zones d'interdiction de pêche professionnelle ou de pêche maritime de loisir, en particulier dans les espaces concernés par un 'habitat marin remarquable' et dans ceux correspondant au 'canyon remarquable' de la Cassidaigne.

Des inventaires de l'ichtyofaune et du corail rouge ont été réalisés en 2013/2014, environ un an et demi après la création du Parc national des Calanques (avec un léger décalage), afin de disposer d'un état de référence des peuplements de poissons et de corail rouge, à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre des ZNP. Ces inventaires ont été réalisés pour analyser au mieux l'efficacité des mesures de gestion prises au sein du Parc. Cet état zéro s'articulait autour de 3 volets : i) le suivi par comptage visuel des peuplements de poissons, ii) le suivi par pêches scientifiques standardisées (PSS) et iii) le suivi du corail rouge (Bonhomme *et al.*, 2015).

Un suivi de l'ichtyofaune par comptage visuel a été réalisé 3 ans, 6 ans et 9 ans après, en 2016, en 2019 et en 2022 (Le Diréach *et al.*, 2017a ; Belloni *et al.*, 2019, Le Diréach *et al.*, 2020, 2023), afin de constater les évolutions des populations de poissons au sein du PNCa. Un Suivi de l'ichtyofaune par PSS a, quant à lui, été réalisé 3 ans et 6 ans après l'état initial, en 2017 et en 2020 (Le Diréach *et al.*, 2017b ; Rouanet *et al.*, 2020), selon le même protocole. L'efficacité des mesures de gestion prises au sein du Parc a pu être évaluée en comparant les résultats obtenus dans les ZNP et à l'extérieur des ZNP.

Au regard des obligations réglementaires du Conseil d'Administration précédemment citées, il est primordial que les instances du Parc puissent suivre l'évolution du peuplement de poissons des ZNP. Pour ce faire, il est prévu une analyse de l'évolution de l'effet 'réserve' et des effets écosystémiques générés par la présence de ces ZNP.

L'objectif du présent travail est d'évaluer l'état du peuplement neuf ans après l'état zéro, dans le cadre d'un suivi avec un pas de temps de 3 ans, en testant l'efficacité des ZNP en termes de conservation du peuplement de poisson. A plus long terme, les effets d'éventuels reports de pression de pêche doivent pouvoir être détectés également par les protocoles mis en place. Le cas échéant, le zonage et les mesures de gestion en cœur de parc pourraient ainsi être adaptés dans les années à venir en concertation avec les pêcheurs (obligation réglementaire du Conseil d'Administration du Parc).

Le **rapport intermédiaire** a rendu compte de la **première phase** de travaux engagés en 2023 : la méthodologie employée lors de la phase d'acquisition de données sur le terrain, leur validation et leur saisie dans une base de données. Ce travail s'est appuyé pour cela sur les méthodes, les résultats et les préconisations de l'état zéro (Bonhomme *et al.*, 2015) et des suivis à T0+3 ans et T0+6 ans (Le Diréach *et al.*, 2017b ; Rouanet *et al.*, 2020).

Le présent **rapport final** ou rapport de **deuxième phase** restitue l'analyse complète des résultats et des conclusions, l'actualisation de la synthèse des données existantes et la proposition d'éléments/pistes de gestion.

2 STRATÉGIE ET MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE

2.1 Stratégie

Conformément aux spécifications du cahier des charges et aux propositions du rapport d'état initial, la localisation des stations et les protocoles à utiliser pour l'acquisition de données en 2023 sont les mêmes que ceux adoptés pour l'état zéro (en 2014), pour le suivi à T+3 ans (en 2017) et pour le suivi à T+6 ans (en 2020). Les résultats issus de la nouvelle acquisition de données sont donc parfaitement comparables à ceux de l'état initial (T0), du premier suivi (T0+3) et du second suivi (T0+6).

L'objectif du suivi par pêche est d'évaluer l'état du peuplement de poissons à intervalle de temps régulier, en tenant compte des zones où une gestion particulière des activités de prélèvement est appliquée (ZNP, cœur de Parc, aire maritime adjacente). Au même titre que le suivi par comptage visuel des poissons, le suivi par pêche doit permettre d'évaluer l'évolution dans le temps des paramètres du peuplement, afin de constater l'efficacité des mesures de gestion mises en place. La stratégie d'échantillonnage est centrée sur l'évaluation de 'l'effet réserve' dans les ZNP, afin de pouvoir adapter, le cas échéant, le zonage actuel ou d'autres mesures de gestion.

L'échantillonnage par pêches standardisées (PSS) vient compléter l'évaluation du peuplement de poissons réalisée par comptages visuels en plongée dans les petits fonds. Les pêches permettent en effet d'échantillonner des espèces réparties plus en profondeur, qui se déplacent la nuit ou qui sont plus difficiles à évaluer en plongée (comportement plus méfiant, espèces erratiques). Ces pêches, reproduites dans le temps selon une méthode la plus standardisée possible permettent de suivre l'évolution des espèces, de leurs densités et de leurs biomasses capturées en fonction des mesures de gestion appliquées aux différentes stations prospectées. L'échantillonnage d'espèces invertébrées mobiles telles que les grands crustacés ou les mollusques céphalopodes est également intéressante pour l'évaluation des ressources benthiques.

Les résultats de cette méthode d'échantillonnage sont aussi plus faciles à appréhender par les pêcheurs professionnels que ceux des recensements visuels. Bien que la mise en œuvre d'engins de pêche requière une technicité particulière, souvent perçue comme contraignante, faire appel aux pêcheurs professionnels est aussi une occasion de les impliquer dans le suivi. Ce « faire ensemble » leur permet de constater par eux-mêmes la qualité et la quantité des captures et d'en déduire l'efficacité de la protection. En outre, la mobilisation d'équipes mixtes sur le terrain (scientifiques, agents du parc, pêcheurs professionnels) est aussi l'occasion d'échanger des connaissances sur les ressources, la pêche et des informations sur la zone d'étude et de gestion.

2.1.1 Critères de choix des stations dans le cadre du suivi global des poissons

Le choix des stations qui a été proposé dès l'état initial pour le suivi de l'ichtyofaune, vise à évaluer l'efficacité des mesures de gestion mises en place (ZNP et ZPR) en considérant les différentes configurations d'habitat présentes sur le territoire du Parc national, la profondeur et la configuration géomorphologique des stations. Pour cela, les paramètres suivants ont été pris en considération (Tableau 1).

Tableau 1. Critères de choix des stations de suivi du peuplement de poissons du PNCal par pêches scientifiques standardisées.

le zonage	→ pour une comparaison avant tout temporelle (évolution par site) mais aussi spatiale (intersites), de l'efficacité des ZNP, avec des stations situées à l'intérieur et à l'extérieur des ZNP ; → pour une évaluation du report d'activité possible vers des zones hors ZNP dans le cœur de parc ou dans l'aire maritime adjacente.
la nature des habitats	→ pour rechercher, le plus possible, une homogénéité de la nature des fonds et rendre possible les comparaisons spatiales notamment entre des stations proches dans les ZNP et hors ZNP ; → pour diminuer, autant que faire se peut, la part de variabilité des peuplements liée à la structure des habitats. Ce qui explique également le choix de stations de pêche distinctes dans l'herbier et sur roche.
la profondeur	→ pour le même motif d'homogénéisation des caractéristiques des stations et parce que ce paramètre est prépondérant dans la structuration des peuplements de poissons ; → en échantillonnant les fonds côtiers entre 10 et 35 m.
la configuration géomorphologique	→ en choisissant des stations sur les îles et à la côte ; → en répartissant le nombre de stations entre l'est et l'ouest du territoire
les études antérieures	→ l'étude de Bell et Harmelin (1982) sur le plateau des Chèvres a aussi servi de base de travail pour le choix de certaines stations.

Dans la stratégie mise en place au moment de l'état initial, le choix d'un nombre restreint de stations et d'un plus grand nombre de réplicats a été privilégié. Ce choix se justifiait en raison de la variabilité temporelle et spatiale des captures et afin de pouvoir mieux mettre en évidence les effets de la protection sur les captures (qualité des captures et rendement par unité d'effort).

Les stations de pêche ont été regroupées en 4 zones en fonction de leur localisation géographique et de critères de distance au port pour les pêcheurs participants. Chaque secteur de pêche comprenait 1 ou 2 stations d'échantillonnage.

Le plan d'échantillonnage des PSS repose sur 7 stations. Chaque station a été échantillonnée à 6 reprises (pêches de 24 heures), avec un jeu de filet de 5 pièces, soit au total 210 pièces de filet échantillonnées. La position des stations d'échantillonnage est représentée sur la Figure 2 à l'échelle de la zone du Parc. La position approximative (en raison de l'écart entre le point pris en surface et la position réelle du filet une fois arrivé sur le fond) des filets est représentée pour chaque site, au chapitre 2.2.4 Position des stations de pêche à la page 19.

L'ensemble des 7 stations comprend (Tableau 2 et Figure 2) :

- 3 stations en ZNP (Planier, Riou, Soubeyrane) ;
- 4 stations en dehors des ZNP (Frioul, Plateau des Chèvres, Cap Soubeyrane, Ile Verte) ;

Les 7 stations correspondent à des stations côtières de faible profondeur (de 10 à 35 m). Chaque station retenue correspond à une zone de pêche, qui a été proposée et validée avec les pêcheurs professionnels candidats aux PSS lors de l'état initial.

Parmi ces 7 stations :

- 3 stations sont situées sur un fond d'herbier dominant entre 10 et 35 m de profondeur ;
- 4 stations sont situées sur un fond de roche dominant (comprenant un mélange de roche et d'herbier) entre 10 et 35 m.

Tableau 2. Caractéristiques des 7 stations de pêches scientifiques standardisées, suivies dans le Parc national des Calanques en 2014, 2017, 2020 et 2023 (HZNP : stations situées hors ZNP).

Zone	N° station	Station	Statut	Habitat dominant	Profondeur (m)	Observations de la calée
A	1	Frioul	HZNP	Roche/herbier	20-35	Sud-Est Tiboulén
	2	Planier	ZNP	Roche/herbier	15-35	Est Planier
B	3	Plateau des Chèvres	HZNP	Herbier	10-12	Ouest des roches du plateau
	4	Riou	ZNP	Roche/herbier	15-35	Autour de la Bigue
D	8	Soubeyrane	ZNP	Herbier	14-30	Limite supérieure vers limite inférieure de l'herbier
E	9	Cap Soubeyrane	HZNP	Herbier	14-30	Limite supérieure vers limite inférieure de l'herbier
	10	Ile Verte	HZNP	Roche/herbier	10-30	Nord balise

Il est important de noter que les noms et numéros des stations restent inchangés depuis la dernière étude en 2020, bien que les stations du canyon n'aient pas été échantillonnées. Ce choix a été fait dans le cas où les PSS dans le canyon reprendraient dans les années à venir.

PARC NATIONAL DES CALANQUES - PSS T0+9 ans

Localisation des stations des pêches scientifiques standardisées (PSS)

Éditée le : 18/07/2023

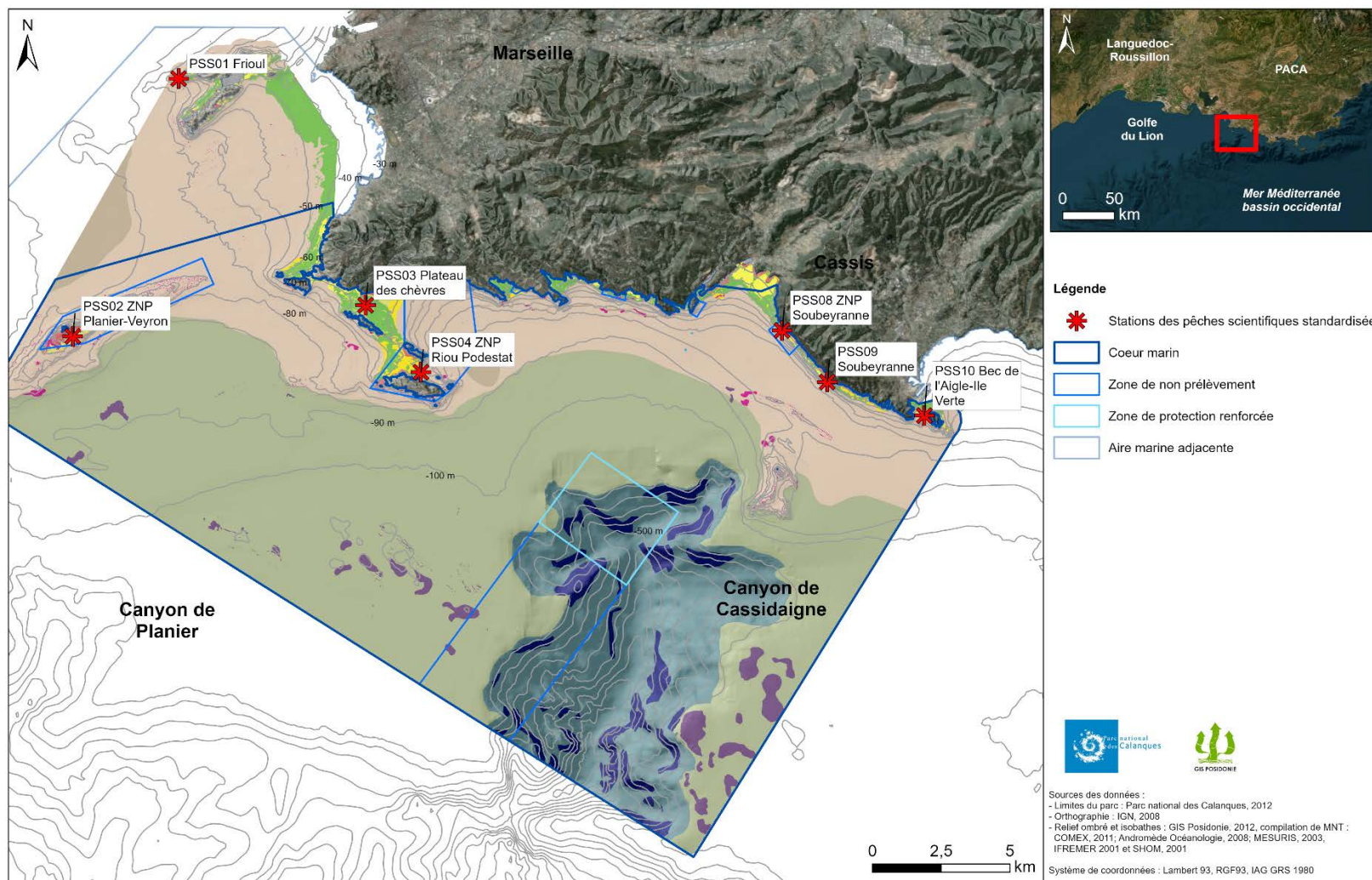


Figure 2. Localisation des 7 stations de pêches scientifiques standardisées suivies à T0+9 dans le Parc national des Calanques.

2.1.2 Participation des pêcheurs professionnels

Pour une meilleure efficacité et dans l'objectif d'implication des usagers de la zone, les pêches scientifiques de l'état initial sont faites avec des pêcheurs professionnels des prud'homies environnantes (carte des prud'homies en Annexe 3) connaissant et fréquentant le Parc national des Calanques. Confortés par la réussite de la réalisation en commun des PSS depuis l'état initial et dans la continuité de ce travail et d'une gestion concertée de la pêche, le Parc et le CRPMEM PACA¹ ont souhaité que les pêches scientifiques soient faites en 2023 avec les pêcheurs professionnels ayant participé aux précédents suivis et de nouveaux pêcheurs pour remplacer ceux partis à la retraite.

Les pêcheurs ont été contactés par le chargé de mission pêche du Parc puis par le GIS Posidonie.

Au final, 4 pêcheurs professionnels appartenant aux prud'homies de Marseille, de Cassis et de La Ciotat ont réalisé les pêches scientifiques (Tableau 3). Les bateaux utilisés sont des bateaux de pêche aux petits métiers.

Les pêcheurs volontaires pour participer aux pêches scientifiques respectaient la liste de critères (nombre de jours déclarés à l'embarquement, représentativité de la 'qualité' de pêcheur, période, etc.), définie par le CRPMEM et contrôlée par le Parc et la DIRM (Direction Interrégionale de la Mer).

Tableau 3. Stations de pêches scientifiques standardisées réalisées et pêcheurs professionnels impliqués.

Zone	N° station	Nom station	Nom pêcheur	Nom bateau	Longueur bateau (m)	Prud'homie
A	1	Frioul Planier	GIORGI Jean	EL NINO	11.9	Marseille
	2					
B	3	Plateau des Chèvres Riou	CRIMON Éric	SONNY-NINO- MATHILDE 3		Marseille
	4					
D	8	Soubeyrane	LETESTU Guillaume	MARGOT JEANNETTE	8	Cassis
E	9	Cap Soubeyrane Ile Verte	LOPEZ David	BARRABAS	10	La Ciotat
	10					

Les pêcheurs professionnels ont été rétribués selon un forfait journalier de 190 € net par station. La prestation comprenait la calée et la levée de l'engin, la mise à disposition du pêcheur et celle d'une embarcation de pêche et les dépenses de carburant. Les captures vivantes et pouvant survivre à la prise dans les filets ont été relâchées ; le produit restant de la pêche a été conservé par les pêcheurs.

¹ Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Provence-Alpes-Côte d'Azur.



Figure 3. Exemple de bateaux de pêche mobilisés lors des PSS dans le Parc national des Calanques. En haut : le 'Barrabas' à La Ciotat ; en bas : le 'El Nino' à La Madrague de Montredon ;

2.1.3 Participation du chargé de mission pêche du Parc

Le Parc national des Calanques a mis à disposition le chargé de mission pêche pour la réalisation de 6 jours d'embarquement. Patrick Bonhomme a été en charge des échantillonnages de la zone E qui comprend les stations cap Soubeyrane et île Verte.

2.2 Méthodologie

2.2.1 Engins de pêche utilisés

Un engin de pêche a été utilisé :

- le filet trémail (maille 7 ; Figure 4), pour les zones de roche de 15 à 35 m et d'herbier/roche de 10 à 30 m ;

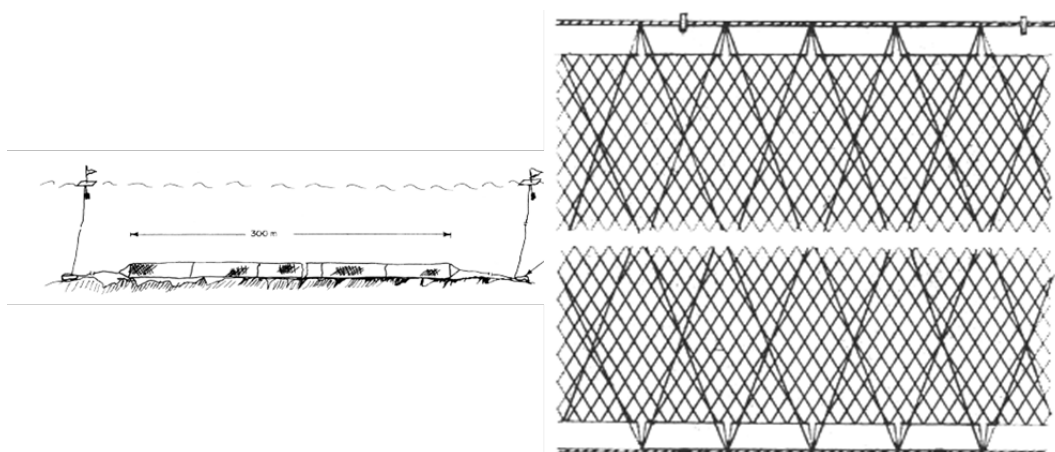


Figure 4. Filet trémail (© FAO).

L'utilisation de la maille de 7, correspondant à environ 83 mm de maille étirée, avait finalement été retenue, avec les pêcheurs professionnels à l'issue de la réunion de mise en place des PSS de l'état zéro (8 novembre 2013), comme un standard pour les différentes zones de pêche.

Pour la réalisation de pêches expérimentales, le filet trémail présente l'avantage d'être moins sélectif que les filets maillants ou les palangres (taille, espèces). Largement utilisé en Méditerranée, il permet de pêcher une grande variété de poissons. Les filets ont été rigoureusement les mêmes que ceux employés lors de l'état initial et des suivis à T0+3 et T0+6 ans.

Les filets (5 pièces + 2 pièces de secours fabriqués par la Société Mondiet) déjà utilisés pour l'état zéro et conservés par le Parc ont été livrés à chaque pêcheur engagé dans la réalisation des pêches expérimentales.

L'unité de base de l'échantillonnage est la 'pièce' de 100 m de longueur (Tableau 4). Chaque filet comporte 5 pièces, soit une longueur totale de 500 m. La calée est réalisée le matin et la levée après une nuit, soit un cycle d'environ 24 heures. Pour chaque station, 6 opérations de pêche de 24 heures ont été réalisées. Les filets étaient relevés le matin à partir de 6 heures. Le plus souvent, deux stations étaient échantillonnées par sortie en mer. Les 6 jours de pêche ne sont pas nécessairement consécutifs.

Tableau 4. Caractéristiques de l'unité d'échantillonnage.

Unité d'échantillonnage	Longueur	Hauteur	Calée	Levée	Nb répliqués
Pièce de filet	100 m	50 mailles ou 2 m	matin	après 24 h	6 pêches

La concentration de l'effort d'échantillonnage dans l'espace (station, habitat, type de gestion) avec davantage de répliqués a été privilégiée afin d'obtenir une meilleure représentativité des captures en espèce et en taille dans chaque zone.

Au total, 30 unités d'échantillonnage (6 x 5 pièces) ont permis d'estimer les captures et de calculer les captures par unité d'effort (CPUE) à chaque station (Tableau 5).

Tableau 5. Répartition des unités d'échantillonnage.

4 zones	7 stations	6 pêches=6 filets/station	5 pièces/filet
	3 HZNP + 4 ZNP	(3 HZNP + 4 ZNP)*6	((3 HZNP + 4 ZNP)*6)*5
	Total		210 pièces

2.2.2 Dates de réalisation des pêches

Les pêches scientifiques ont été réalisées entre le 7 juin et le 6 juillet 2023 (Tableau 6, Figure 5). Plusieurs équipes de terrain ont été constituées afin de pouvoir échantillonner plusieurs zones lors d'une même journée.

Une sortie correspond à l'échantillonnage au cours d'une journée d'une ou de deux stations avec un pêcheur professionnel. Un filet est travaillé par station, soit 1 ou 2 filets par sortie.

Lors de l'état initial, l'ensemble des pêches scientifiques standardisées s'étaient déroulées entre le 25 mai et le 18 juin 2014 au cours de 36 journées de pêche.

Lors du suivi à T0+3, le travail s'était déroulé entre le 8 juin et le 22 juillet 2017, soit 46 journées de pêche, au lieu des 30 jours prévus initialement.

Lors du suivi à T0+6, l'échantillonnage s'était déroulé entre le 23 juin et le 15 septembre 2020, correspondant à 40 jours de pêche, au lieu des 30 jours prévus dans le marché public.

Lors du présent suivi à T0+9, l'échantillonnage s'est déroulé sur une période de 30 jours entre le 7 juin et le 6 juillet 2023 au cours de 17 jours de pêche. Le chargé de mission pêche du Parc a réalisé 6 sorties et les scientifiques du GIS Posidonie, 20 sorties.

Tableau 6. Calendrier des sorties de pêches scientifiques standardisées dans les 7 stations échantillonnées. Les données des conditions météorologiques (vitesse et direction de vent ; relevées à 8:00) sont issues du site www.windguru.cz pour le site de Marseille. Le calendrier lunaire est indiqué avec les dates de **nouvelle lune** et de **pleine lune**.

Zone	A		B		D	E		Vitesse du vent (Beaufort)	Direction du vent	Calendrier lunaire, pourcentage visibilité
Station	Frioul	Planier	Plateau des Chèvres	Riou	Soubeyrane	Cap Soubeyrane	Ile Verte			
Bateau	El Nino		Sonny Nino Mathilde2		Margot Jeannette	Barrabas		modèle GFS 13 km		
01-juin								2	N-E	91%
02-juin								2	N-E	96%
03-juin								1	E	99%
04-juin								1	N-E	100%
05-juin								1	N	98%
06-juin								1	S-E	93%
07-juin	calée					calée		1	S	86%
08-juin	levée 1					levée 1		1	S-E	76%
09-juin	levée 2					levée 2		3	S-E	66%
10-juin	levée 3					levée 3		1	N-E	55%
11-juin	levée 4					levée 4		1	E	43%
12-juin	levée 5					levée 5		1	N-E	33%
13-juin	levée 6					levée 6		1	N	23%
14-juin								1	N	14%
15-juin								3	N	8%
16-juin								3	N	3%
17-juin								3	N	1%
18-juin								3	E	0%
19-juin								2	E	2%
20-juin								4	E	5%
21-juin								1	E	10%
22-juin								3	E	16%
23-juin								5	N-O	24%
24-juin								2	N	32%
25-juin					calée			1	N	41%
26-juin			calée		levée 1			3	N	51%
27-juin			levée 1		levée 2			4	N-O	61%
28-juin			levée 2		levée 3			4	N-O	70%
29-juin			levée 3		levée 4			1	S-O	80%
30-juin			levée 4					3	N-O	88%
01-juil								6	N-O	94%
02-juil								6	N-O	97%
03-juil			calée					5	N-O	100%
04-juil			levée 5		calée			3	N-O	99%
05-juil			levée 6		levée 5			4	N-O	96%
06-juil					levée 6			3	N	90%
07-juil								2	E	81%

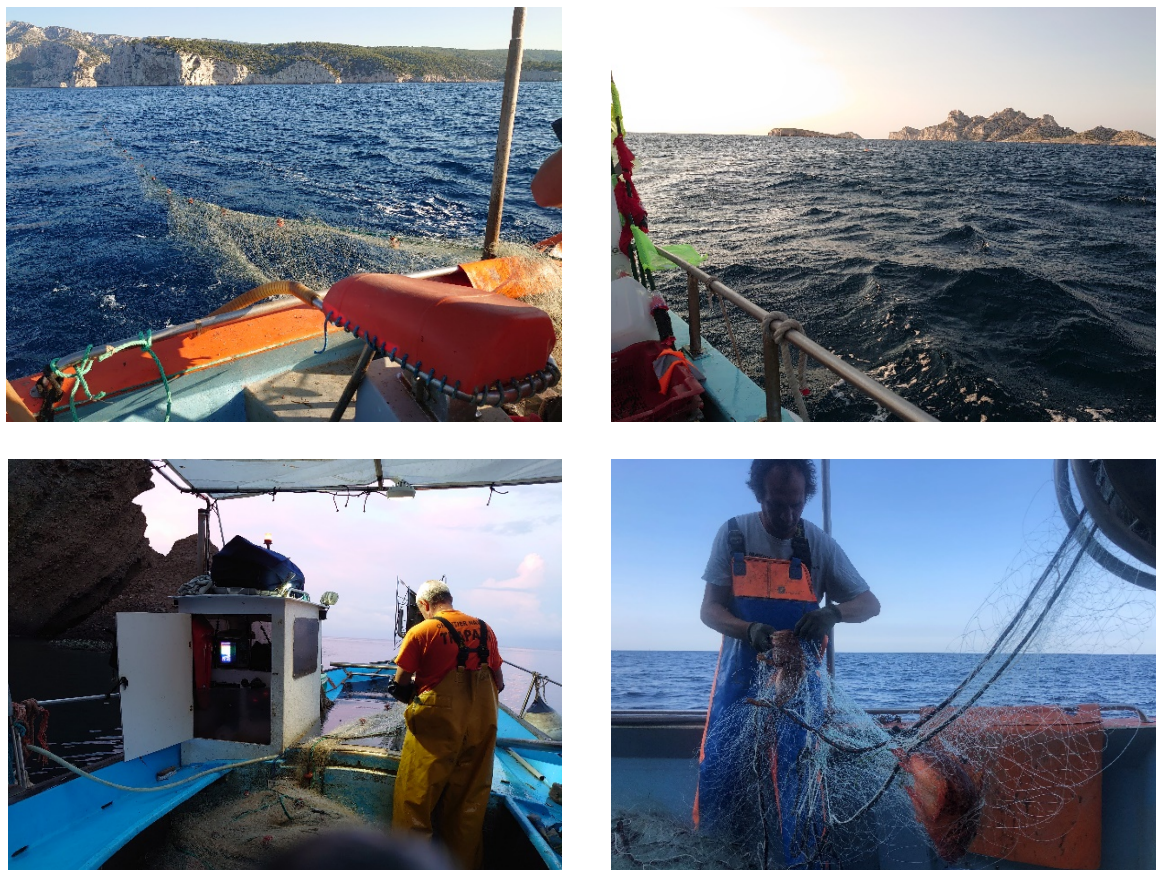


Figure 5. Premier jour de calée à Soubeyrane (en haut à gauche) et au Plateau des chèvres (en haut à droite). Démaillage du poisson à Cap Soubeyrane (en bas à gauche) et dans la ZNP de Soubeyrane (en bas à droite).

2.2.3 Traitement des captures

Lors de chaque journée de pêche, un seul observateur accompagnait le pêcheur sur le site pour l'assister lors de la calée et de la levée des engins de pêche pour faire les mesures biométriques prévues.

Les captures ont été considérées par unité d'échantillonnage (par pièce de filet). Elles ont été démaillées en mer ou à terre. Les prises vivantes pouvant repartir (essentiellement les scorpaenidae, *Uranoscopus scaber*, chondrichthyens et crustacés) ont été relâchées après les mesures. Toutes les prises étaient déposées au moment du démaillage dans une caisse avec une étiquette portant le numéro de pièce et le nom de la station ; plusieurs caisses à poisson étaient prévues à l'embarquement pour différencier les prises faites à chaque station.

Le plus souvent, l'identification, la mesure (au demi-centimètre, Lst = longueur standard et Lt = longueur totale) et la pesée des captures (à 10 g près) ont été effectuées en mer. Les mesures ont été faites de retour à quai, lorsque la mer était trop agitée. Lorsque la détermination à l'espèce n'était pas évidente une photo a été prise. Des échantillons ont également pu être prélevés pour une détermination plus précise en laboratoire.

De retour au laboratoire, les données ont été mises au propre sur un cahier de campagne et les photos d'identification téléchargées. Cette phase est indispensable pour valider les noms d'espèces (tri des photos et vérifications avec ouvrages de détermination si besoin), les valeurs de taille et de masse qui ont été consignées sur l'ardoise de terrain, les points GPS correspondant à chaque opération. Cette phase de validation garantit une meilleure qualité des données qui doivent être complètes, correctement affectées à chaque opération et cohérentes.



Figure 6. Le filet est tiré à bord puis les captures sont pesées, mesurées et rangées dans des bacs. Le matériel est préparé (en haut à gauche et en bas à gauche) pour peser et mesurer les captures.

2.2.4 Position des stations de pêche

Les positions géographiques des extrémités de chaque pièce de filet ont été enregistrées à l'aide d'un GPS, au moment de la calée et/ou au moment où les filets ont été retirés, afin de situer les zones de pêche, de permettre le retour sur ces zones et de garder la mémoire d'éventuelles évolutions des sites de pêche au cours du suivi. Des cartes rendant compte de la position approximative des filets à chaque station figurent en Annexe 4.

2.3 Intégration des données en base de données

Les données concernant les PSS réalisées dans le PNCaI ont ensuite été saisies dans une base de données au GIS Posidonie, dédiée à la saisie et à l'analyse des données de pêche.

2.4 Analyse des données

L'analyse des données repose sur 2 jeux de données comportant un total de 210 pièces de filet se répartissant de la façon suivante :

Herbier 10-30 m	3 stations	6 j (24 h) pêche	1 filet = 5 pièces/j	90 pièces
Roche 10-35 m	4 stations	6 j (24 h) pêche	1 filet = 5 pièces/j	120 pièces

Les variables principales du suivi des captures sont : la **biomasse**, l'**abondance**, l'**occurrence des espèces**, la **richesse spécifique**, et la **capture par unité d'effort** (CPUE). L'évolution de ces différentes variables renseignent l'évolution du peuplement de poissons et permettent de comparer les stations.

Ces différentes variables sont analysées en prenant en compte la **totalité des captures de poissons** ou en distinguant les poissons osseux (**actinoptérygiens**) et les poissons à squelette cartilagineux (**élasmobranchés**) et en comptabilisant à part les crustacés (**malacostracés**) et les mollusques (**céphalopodes**).

2.4.1 Notion d'espèce cible

L'ensemble des travaux de recensement de poissons par comptages visuels réalisés depuis une trentaine d'année dans les aires marines protégées de Méditerranée (Harmelin, 1987 ; Bouchereau *et al.*, 1992 ; Francour, 1994 ; Jouvenel, 1997) croisés avec les évaluations de captures de la pêche artisanale professionnelle (Cadiou *et al.*, 2009 ; Bonhomme *et al.*, 2014 ; Le Diréach *et al.*, 2011, 2015) et de la pêche de loisir (Chavoin et Boudouresque, 2004 ; Dubreuil & Rat, 2005 ; Bonnard, 2009 ; Font *et al.*, 2012 ; Leleu, 2012) ont permis d'identifier certaines espèces comme particulièrement vulnérables à certains modes de pêche (Harmelin *et al.*, 1995) pratiqués en milieu côtier. La liste des espèces cibles prises en compte dans l'analyse des données se trouve dans le Tableau 8. La densité ou la biomasse de ces espèces définies comme 'cibles' constituent des indicateurs d'impact de certains usages (Harmelin *et al.*, 1995).

Le groupe de ces espèces cibles est analysé dans le jeu de données des pêches scientifiques depuis le début du suivi.

En complément de l'analyse de la capture totale, l'agrégation de ces différentes espèces cibles, peut permettre de mettre en évidence l'effet refuge ou l'impact de la protection des ZNP par rapport aux différentes activités de prélèvement (pêche professionnelle, pêche de loisir à la ligne, chasse sous-marine). Cette liste est la même que celle prise en compte pour l'analyse des données obtenues par comptage visuel dans les Calanques et dans le suivi des récifs du Prado (Astruch *et al.*, 2016 ; Le Diréach *et al.*, 2017, 2020).

Les **espèces cibles de la pêche professionnelle** sont les espèces dites 'commerciales', qui composent en majorité la catégorie 'beau poisson' utilisée par les pêcheurs professionnels. Pour la plupart, ce sont des espèces carnivores de grande taille : le loup, les sparidés en général, dont la daurade, le denti et les sars. D'autres espèces figurant dans les captures des pêcheurs n'ont pas été prises en compte car elles ne constituent pas la cible principale (pêche accessoire).

Les **espèces cibles de la pêche sous-marine** sont les mêmes que celles de la pêche professionnelle pratiquée près du bord, avec en plus les grand labres (moins recherchés par les professionnels), ainsi que le corb et le mérou (qui pourtant bénéficient d'un moratoire).

Parmi les **espèces cibles de la pêche de loisir à la ligne** figurent les girelles et les serrans, espèces de petite taille fréquentes dans les captures à la ligne. Ces deux espèces ne sont pas à proprement parler des espèces nobles recherchées par le pêcheur, mais leur comportement (territorial, vorace) les rend vulnérables à la pêche récréative et en font d'excellents indicateurs de la pression de ce type de pêche exercée sur un site.

Tableau 7. Liste des espèces cibles considérées pour l'analyse des données. P : espèce ciblée par la pêche professionnelle ; L : par la pêche de loisirs à la ligne ; C : par la chasse sous-marine.

Famille	Espèce	Nom commun	Cible
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Loup	P L C
Sparidae	<i>Dentex dentex</i>	Denti	P L C
	<i>Diplodus cervinus</i>	Sar tambour	P L C
	<i>Diplodus puntazzo</i>	Sar à museau pointu	P L C
	<i>Diplodus sargus</i>	Sar commun	P L C
	<i>Diplodus vulgaris</i>	Sar à tête noire	P L
	<i>Pagellus erythrinus</i>	Pageot	P L
	<i>Pagrus pagrus</i>	Pagre	P L C
	<i>Sparus aurata</i>	Daurade royale	P L C
	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Canthare	P L
Serranidae	<i>Epinephelus marginatus</i>	Mérou brun	P (L et C mais protégé par un moratoire)
	<i>Serranus cabrilla</i>	Serran chevrette	L
	<i>Serranus scriba</i>	Serran écriture	L
Labridae	<i>Labrus merula</i>	Labre merle	P L C
	<i>Labrus viridis</i>	Labre vert (lasagne)	P L C
	<i>Labrus mixtus</i>	Labre coquette	L
	<i>Symphodus mediterraneus</i>	Crénilabre méditerranéen	L
	<i>Symphodus tinca</i>	Crénilabre paon	L C
	<i>Coris julis</i>	Girelle royale	L
Carangidae	<i>Seriola dumerili</i>	Sériole	P L C
Sciaenidae	<i>Sciaena umbra</i>	Corb	P (L et C mais protégé par un moratoire)
Scorpaenidae	<i>Scorpaena scrofa</i>	Chapon	P C
Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget de roche	P L C
Muraenidae	<i>Muraena helena</i>	Murène	P C
Congridae	<i>Conger conger</i>	Congre	P C
Gadidae	<i>Phycis phycis</i>	Mostelle	P C
Scombridae	<i>Sarda sarda</i>	Pélamide	P L
Sphyraenidae	<i>Sphyraena viridensis</i>	Barracuda	P C
Zéidae	<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre	P C
Soléidae	<i>Solea</i> sp.	Soles diverses	P C

2.4.2 Structure trophique du peuplement

Une analyse de la structure trophique du peuplement peut être menée, selon les catégories définies par Bell et Harmelin-Vivien (1983) pour comparer les captures échantillonnées depuis le début du suivi. Sept groupes ont été considérés :

- **planctonophages diurnes (PPD)** : espèces de pleine eau s'alimentant la journée. Les principales espèces de ce groupe sont : *Boops boops*, *Spicara* spp., *Chromis chromis*, etc. ;
- **planctonophages nocturnes (PPN)** : espèces s'alimentant de zooplancton la nuit. *Anthias anthias* et *Apogon imberbis* appartiennent à ce groupe ;
- **herbivores (HE)** : seule la sauge *Sarpa salpa* appartient à ce groupe, seule espèce de poisson exclusivement herbivore présente en Méditerranée nord occidentale ;
- **mésocarnivores (ME)** : il s'agit de prédateurs de proies de taille moyenne, crustacés, mollusques, etc. Dans ce groupe il y a l'ensemble des labridés, quelques sparidés (*Diplodus sargus*, *D. vulgaris*, *D. annularis*, *Pagellus erythrinus*), *Mullus surmuletus*, *Sciaena umbra*, *Phycis phycis*, etc. ;
- **omnivores (OM)** : *Diplodus puntazzo*, *Spondyllosoma cantharus*, *Pagellus acarne* et tous les Mugilidae appartiennent à ce groupe ;
- **macrocarnivores (MA)** : Il s'agit de prédateurs de proies de grande taille, crustacés, mollusques et éventuellement téléostéens. Les principales espèces appartenant à ce groupe sont *Scorpaena porcus*, *S. notata*, *Pagrus pagrus*, *Serranus* spp., *Muraena helenae* ;
- **piscivores (PI)** : il s'agit de prédateurs de proies de grandes tailles majoritairement composées de téléostéens. *Dicentrarchus labrax*, *Scorpaena scrofa*, *Conger conger*, *Dentex dentex*, *Epinephelus marginatus* sont les principales espèces constituant ce groupe.

Cette analyse a été faite sur les données correspondant aux 2 habitats : herbier et roche.

2.4.3 Structure spatiale et comportementale du peuplement

Les catégories d'occupation spatiale du peuplement de poissons telles que définies par Harmelin (1987) permettent une description synthétique de la répartition dans l'espace des différentes espèces présentes en fonction de leur écologie et de leur comportement. Les catégories sont les suivantes (Figure 8) :

- **catégorie 1** : regroupe les **espèces de pleine eau**, grégaires et très mobiles, avec un domaine spatial vaste et une activité diurne. Elle comprend notamment les espèces suivantes : *Spicara* sp., *Boops boops*, *Oblada melanura*, les mugilidés en général, *Dicentrarchus labrax*, *Seriola dumerili* ;
- **catégorie 2** : regroupe des **poissons sédentaires vivant en banc** dans toute la colonne d'eau. *Chromis chromis* et *Anthias anthias* appartiennent à cette catégorie ;
- **catégorie 3** : comprend des **espèces necto-benthiques** effectuant des **déplacements verticaux d'amplitude moyenne** (quelques mètres) et des déplacements latéraux plus ou moins importants, mais avec une fidélité stationnelle marquée. Ce sont les sparidés à activité diurne : *Diplodus* spp., *Spondyllosoma cantharus*, *Sparus aurata*, *Sarpa salpa*, *Dentex dentex*, et *Epinephelus marginatus* ;
- **catégorie 4** : regroupe des **espèces necto-benthiques à déplacements verticaux très faibles** et à déplacements latéraux importants. Seul *Mullus surmuletus* appartient à cette catégorie ;
- **catégorie 5** : comprend des **espèces necto-benthiques à forte sédentarité** ayant des déplacements verticaux et latéraux faibles. Cette catégorie regroupe tous les labridés présents ainsi que deux espèces de serranidés : *Serranus cabrilla* et *Serranus scriba*, et un scianidae : *Sciaena umbra* ;
- **catégorie 6** : la dernière catégorie inclut des **espèces necto-benthiques à très forte sédentarité**. Ces poissons présentent des déplacements verticaux quasi nuls et des déplacements verticaux rares et

de très faible amplitude. Ce sont pour la plupart des espèces dépendantes d'un abri, constituant un refuge momentané ou pour un repos cyclique. Deux sous-catégories 6a et 6b sont distinguées. La **catégorie 6a** comprend des espèces statiques à l'extérieur des abris. Ce sont des espèces diurnes : blenniidae, gobiidae, et triptérygiidae. La **catégorie 6b** comprend des espèces à tendance nocturne : scorpaenidae, *Conger conger*, *Phycis phycis*. La catégorie 6a n'est pas considérée dans l'analyse des données, étant donné que les espèces et taxons la constituant ne sont pas pris en compte dans les recensements.

Cette analyse a été faite sur les captures faites dans les herbiers et sur roche, puisque ces catégories correspondent au peuplement infralittoral.

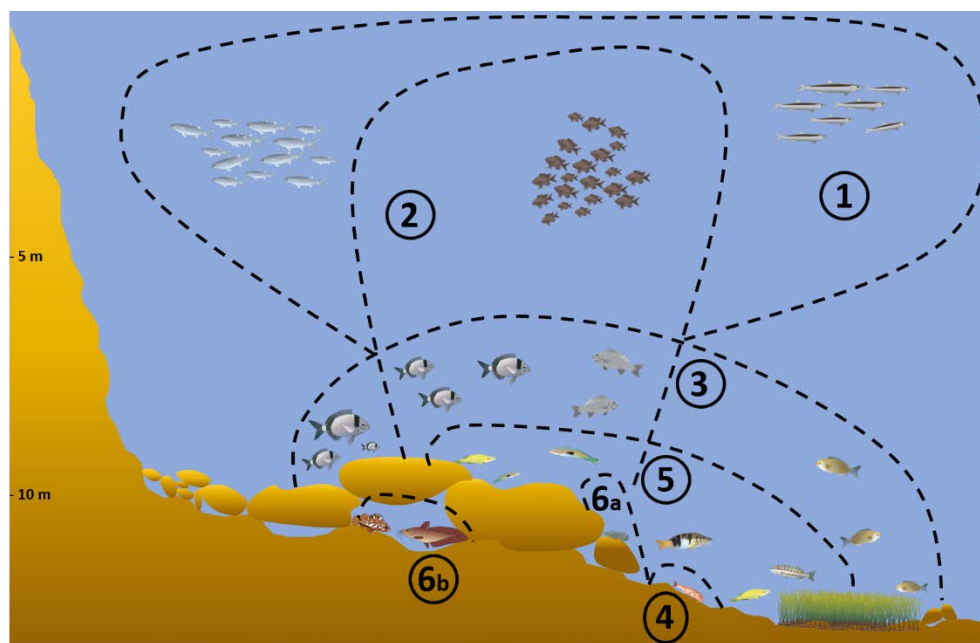


Figure 5. Organisation spatiale de l'ichtyofaune sur les fonds rocheux infralittoraux méditerranéens (modifié d'après Harmelin, 1987).

2.4.4 Analyse statistique des données

Les captures sont le reflet de la sélectivité du filet, de la capturabilité des espèces et du peuplement de poissons présent dans la tranche de profondeur échantillonnée. Les données sont restituées par station pour le gestionnaire mais aussi agrégées par type de gestion (ZNP, HZNP) et par année pour comparer les résultats de 2023 à T0+9 à ceux de 2014 à T0 et à ceux de 2020 à T0+6 et dégager la tendance évolutive.

Une série d'analyses statistiques a été réalisée avec le logiciel (R Core Team, 2005). Des ANOVA de Kruskal-Wallis ont été appliquées à l'ensemble des données de captures par pièce de 100 m de filet, afin de caractériser les différences significatives entre les stations. Un test U non paramétrique (Wilcoxon-Mann & Whitney) a été utilisé pour mettre en évidence les différences entre 2 groupes de données (années ou modes de gestion). Des tests *a posteriori* ont également été appliqués afin de comparer les données deux à deux.

Pour l'ensemble des tests statistiques appliqués, les différences ont été considérées comme significatives si la probabilité de se tromper était inférieure à 5 % ($p < 0.05$).

Les figures en boxplot sont construites à partir des données brutes de captures par pièce de 100 m de filet, elles sont destinées à des comparaisons relatives par unité de comptage au sein du PNCaI.

Les tableaux de données restituent les sommes de biomasse pêchée et les valeurs moyennes de biomasse pêchée ou CPUE en kg pour 100 m de filet, afin de faciliter les comparaisons avec d'autres jeux de données.

Des nMDS ('non-metric MultiDimensional Scaling', ordinations sans contraintes) ont été pratiquées sur les données des espèces cibles. Les biomasses moyennes des espèces cibles obtenues dans les stations échantillonnées dans l'herbier et sur la roche ont été projetées sur un espace à 2 dimensions afin d'évaluer les évolutions des assemblages de ces espèces au cours des suivis. Ces analyses ont été réalisées à partir du logiciel RStudio (Clarke et Warwick, 2001 ; Clarke et Gorley, 2006 ; Anderson *et al.*, 2008).

Pour analyser le peuplement, les espèces ont été agrégées par groupe : **poissons**, qui regroupe **ostéichtyens** et **chondrichtyens**, et ces deux sous-groupes séparément, **malacostracés**, **céphalopodes** ou encore les **cibles de la pêche** dont la liste est donnée plus haut. Des résultats sont détaillés par station, par type d'habitat ou par type de gestion pour ces groupes d'espèces et pour quelques espèces cibles d'intérêt pour la gestion.

Les captures sont analysées sous un angle fonctionnel à partir de la structure trophique (pour les pêches pratiquées sur les 2 habitats) et de la structure spatiale et comportementale (pour les pêches en milieu rocheux).



Figure 6. Démaillage d'un filet trémail utilisé pour réaliser les PSS dans les stations d'herbier et de roche.

3 RÉSULTATS DES PÊCHES SCIENTIFIQUES STANDARDISÉES

3.1 Biomasse totale pêchée

La biomasse totale pêchée dans les 7 stations de roche et d'herbier en 2023 atteint 666 kg contre 581 kg en 2020, 535 kg en 2017 et 392 kg en 2014 (Figure 10 et Tableau 10). La biomasse pêchée en 2023 représente presque 2 fois ce qui avait été prélevé lors de l'état zéro en 2014. Depuis le début du suivi, les biomasses pêchées sont en constante augmentation.

Le nombre d'individus pêchés, sur les stations de roche et d'herbier, augmente depuis le début du suivi. Il est de 1 858 individus en 2023, alors qu'il était de 1 558 individus en 2020, 1 277 individus en 2017 et 1 112 en 2014.

La biomasse pêchée est en augmentation en 2023 par rapport à 2020 dans certaines stations en ZNP et hors ZNP, dans les habitats d'herbier : aux stations Plateau des chèvres et Soubeyrane ZNP, mais pas Cap Soubeyrane et dans les habitats de roche : aux stations Frioul, Planier ZNP et Riou ZNP, mais pas à Ile Verte.

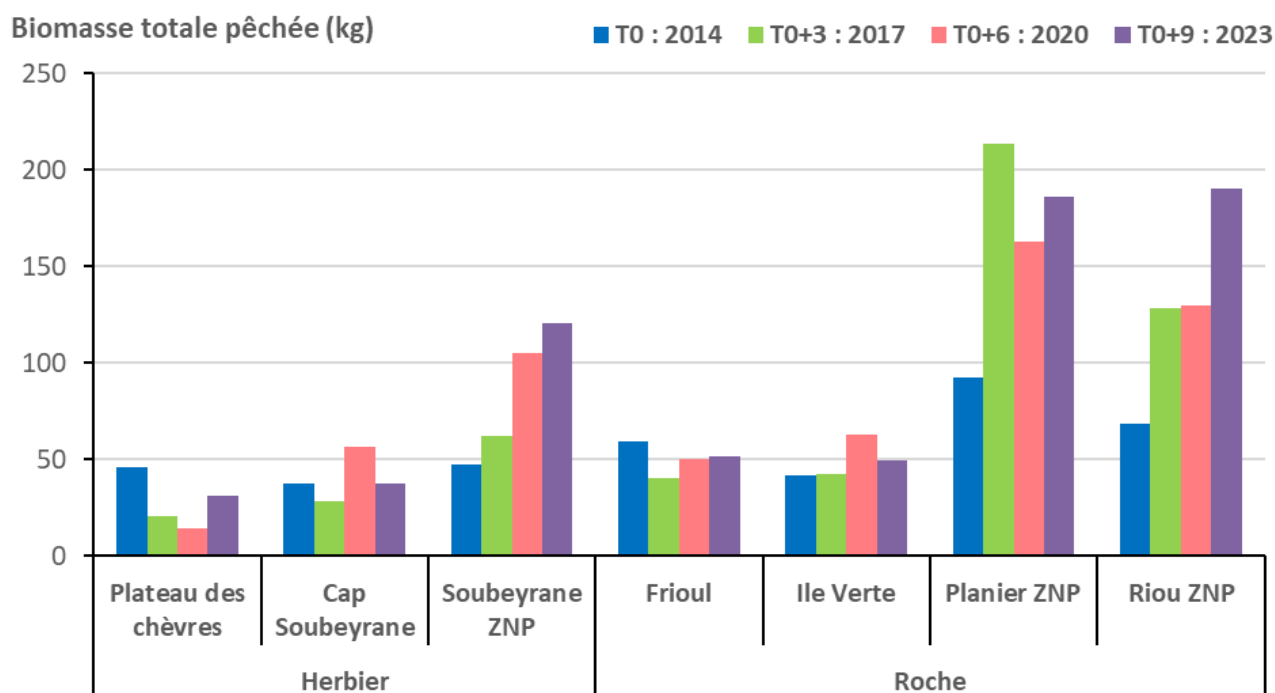


Figure 7. Biomasse totale capturée (en kg) à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023) dans les différentes stations du PNCal. Les stations en zone de non prélèvement sont indiquées (ZNP).

Dans les **stations d'herbier** les captures ont augmenté depuis le suivi de 2020 dans certaines stations (Tableau 10). Les biomasses capturées ont été multipliées par 2.2 sur le Plateau des chèvres HZNP et par 1.1 à Soubeyrane ZNP. En revanche, la biomasse capturée a diminué de 1.5 au Cap Soubeyrane HZNP. Entre le suivi de 2014 et le suivi de 2023, les biomasses capturées ont été multipliées par 2.6 à Soubeyrane ZNP, alors qu'elles ont diminué de 1.5 au Plateau des chèvres HZNP et sont restées stables au Cap Soubeyrane HZNP.

Dans les **stations de roche**, les captures ont augmenté dans les zones protégées depuis le suivi de 2020 avec des biomasses multipliées par 1.1 à Planier ZNP et par 1.5 à Riou ZNP. Dans les zones non protégées, les résultats montrent une diminution de 1.3 à l'Île Verte HZNP par rapport aux valeurs de 2020, et des valeurs qui restent équivalentes au Frioul HZNP. Entre le suivi de 2014 et celui de 2023, les biomasses capturées sont deux fois plus élevées sur le site de Planier ZNP, et presque trois fois plus élevées (x2.8) sur le site de Riou ZNP. Dans les zones hors réserve, les biomasses capturées ont été multipliées par 1.2 à l'Île Verte HZNP et ont été divisées par 1.1 sur la station du Frioul HZNP entre le suivi de 2014 et celui de 2023.

Tableau 8. Biomasse totale pêchée (en kg) par année et par station, proportion par rapport aux pêches du suivi précédent et facteur multiplicatif. Les biomasses en augmentation sont indiquées en bleu.

Habitat	Station / Gestion	Biomasse totale pêchée (kg)				Proportion		Facteur	
		2014	2017	2020	2023	2014-2023	2020-2023	2014-2023	2020-2023
Herbier	Plateau des chèvres	46.0	20.6	14.0	31.2	68%	223%	-1.5	2,2
	Cap Soubeyrane	37.6	28.6	56.8	37.2	99%	66%	-1.0	-1,5
	HZNP	83.6	49.2	70.7	68.4	82%	97%	-1.2	-1,0
	Soubeyrane	47.1	61.8	105.2	120.5	256%	115%	2.6	1,1
	ZNP	47.1	61.8	105.2	120.5	256%	115%	2.6	1,1
	Total Herbier	130,7	111.0	175.9	188.8	144%	107%	1.4	1.1
Roche	Frioul	59.1	40.4	50.1	51.8	88%	104%	-1.1	1,0
	Île Verte	41.7	42.5	63.0	49.4	118%	78%	1.2	-1,3
	HZNP	100.8	82.9	113.1	101.3	100%	90%	1.0	-1,1
	Planier	92.8	213.1	163.0	186.1	201%	114%	2.0	1,1
	Riou	68.3	128.3	129.4	189.9	278%	147%	2.8	1,5
	ZNP	161.1	341.4	292.4	376.0	233%	129%	2.3	1,3
	Total Roche	261,9	424.3	405.5	477.3	182%	118%	1.8	1.2
Total général		392,6	535.3	581.4	666.1	170%	115%	1.7	1.1

Les captures présentant des caractéristiques très différentes selon le type d'habitat, la profondeur et l'engin utilisé pour les fonds côtiers d'herbier et de roche, les résultats de l'analyse comparée des captures à T0+9 par rapport à l'état initial et à T0+6 sont restituées habitat par habitat.

3.2 Stations d'herbier

3.2.1 Occurrence et abondance des espèces dans les captures

Dans les captures réalisées lors des PSS de 2023, 40 espèces d'ostéichthyens (= poissons osseux), 3 chondrichthyens, 2 céphalopodes et 2 malacostracés ont été recensées. La diversité spécifique des captures est restée stable par rapport au précédent suivi, et ce pour tous les groupes (Tableau 9 ; e.g. : ostéichthyens en 2020 = 39 espèces). On notera toutefois que 10 espèces d'Ostéichthyens de plus sont recensées par rapport à l'état initial.

Parmi les ostéichthyens, les espèces les plus fréquentes et les plus abondantes dans les captures de 2023 sont : la rascasse brune *Scorpaena porcus*, le crénilabre tanche *Symphodus tinca*, la mostelle *Phycis phycis* et le sar à tête noire *Diplodus vulgaris* (Tableau 9). Les occurrences ont augmenté pour la plupart des espèces (vert foncé) même les espèces les plus abondantes comme *Scorpaena porcus* et *Phycis phycis*. Le pageot rose *Pagellus erythrinus* et le rouget de roche *Mullus surmuletus* sont en nette augmentation depuis le début du suivi et de façon moins nette mais tout de même à souligner les grands labres *Labrus merula* et *Labrus viridis* et le sar tambour *Diplodus puntazzo*.

En ce qui concerne les Ostéichthyens aucune espèce ne semble vraiment avoir diminué depuis le début du suivi. Une densité particulière de *Diplodus annularis* avait été observée en 2014 dans les herbiers. Les céphalopodes enregistrent une diminution très nette depuis 2014, liée à la chute des occurrences de poulpes *Octopus vulgaris*, mais la seiche *Sepia officinalis* est aussi en baisse (Tableau 9).

De manière générale, la richesse spécifique a fortement augmenté depuis l'état zéro et reste toujours plus élevée dans la station ZNP de Soubeyrane que dans les 2 stations HZNP de Cap Soubeyrane et du Plateau des Chèvres. Ceci se confirme en 2023 avec 40 espèces d'ostéichthyens alors qu'en 2014, on en comptait 30. A Soubeyrane ZNP l'occurrence des ostéichthyens, en général, et de la plupart des espèces a augmenté en 2020 par rapport à 2014, sauf celle des céphalopodes, qui s'est effondrée.

Tableau 9. Abondance (nb) et occurrence (%) des espèces pêchées dans les stations d'herbier lors des pêches scientifiques standardisées réalisées dans le PNCal en 2014, 2017, 2020 et 2023.

Herbier	2014	2017	2020	2023	2014			2017			2020			2023		
Abondance par année et occurrence par station					Cap Soubeyrane	Plateau des chèvres	Soubeyrane	Cap Soubeyrane	Plateau des chèvres	Soubeyrane	Cap Soubeyrane	Plateau des chèvres	Soubeyrane	Cap Soubeyrane	Plateau des chèvres	Soubeyrane
Taxons	Abondances				HZNP		ZNP	HZNP		ZNP	HZNP		ZNP	HZNP		ZNP
Ostéichthyens	313	305	583	684	97%	90%	93%	90%	87%	100%	100%	87%	97%	100%	93%	100%
<i>Boops boops</i>	1			1	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
<i>Bothus podas</i>		4	16	11	0%	0%	0%	0%	3%	7%	3%	3%	23%	3%	3%	7%
<i>Chelidonichthys lucerna</i>			4		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%
<i>Chelon auratus</i>	1		2		3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	0%
<i>Chelon ramada</i>	1		11		0%	0%	3%	0%	0%	0%	23%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Chromis chromis</i>		2			0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Conger conger</i>	1	4	1	4	0%	0%	3%	3%	3%	7%	0%	0%	3%	3%	3%	7%
<i>Coris julis</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%
<i>Dactylopterus volitans</i>			1		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%
<i>Dentex dentex</i>			1	2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	7%	0%

Herbier	2014	2017	2020	2023	2014			2017			2020			2023		
Abondance par année et occurrence par station					Cap Soubeyrane	Plateau des chèvres	Soubeyrane	Cap Soubeyrane	Plateau des chèvres	Soubeyrane	Cap Soubeyrane	Plateau des chèvres	Soubeyrane	Cap Soubeyrane	Plateau des chèvres	Soubeyrane
Taxons	Abondances				HZNP		ZNP	HZNP		ZNP	HZNP		ZNP	HZNP		ZNP
<i>Dicentrarchus labrax</i>	1		1		0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%
<i>Diplodus annularis</i>	41	6		7	0%	67%	7%	0%	17%	3%	0%	0%	0%	17%	7%	0%
<i>Diplodus puntazzo</i>				3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	7%
<i>Diplodus sargus</i>	8		4	11	3%	20%	0%	0%	0%	0%	3%	7%	0%	7%	10%	13%
<i>Diplodus vulgaris</i>	15	11	26	16	10%	27%	3%	10%	10%	10%	20%	13%	27%	0%	23%	20%
<i>Labrus merula</i>	4	9	8	7	7%	0%	7%	10%	10%	3%	3%	3%	20%	0%	7%	17%
<i>Labrus viridis</i>		1	1	4	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	13%
<i>Lithognathus mormyrus</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
<i>Monochirus hispidus</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%
<i>Mugilidae</i>			1		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%
<i>Mullus surmuletus</i>	1	5	15	12	0%	0%	3%	0%	0%	17%	3%	0%	30%	3%	7%	20%
<i>Muraena helena</i>	4	2	2		7%	3%	3%	3%	0%	3%	7%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Oblada melanura</i>		1			0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Pagellus acarne</i>	2	1	8	5	0%	0%	7%	0%	0%	3%	3%	0%	23%	0%	3%	13%
<i>Pagellus bogaraveo</i>			1	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	3%
<i>Pagellus erythrinus</i>	4	10	16	37	3%	0%	10%	0%	0%	20%	13%	3%	17%	3%	7%	50%
<i>Pagrus pagrus</i>	1	4	13	9	0%	0%	3%	3%	3%	7%	0%	0%	30%	7%	10%	7%
<i>Phycis phycis</i>	18	25	44	13	17%	13%	20%	20%	0%	37%	40%	0%	37%	20%	0%	17%
<i>Sardinella aurita</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%
<i>Sarpa salpa</i>	6	6	12	7	0%	10%	10%	3%	3%	7%	10%	3%	13%	10%	0%	10%
<i>Sciaena umbra</i>	1	1	2	5	0%	0%	3%	3%	0%	0%	3%	0%	3%	3%	0%	13%
<i>Scorpaena notata</i>	10	16	4	1	13%	0%	7%	17%	10%	7%	3%	3%	7%	3%	0%	0%
<i>Scorpaena porcus</i>	151	140	277	381	90%	30%	80%	80%	33%	77%	93%	53%	87%	100%	67%	100%
<i>Scorpaena scrofa</i>	11	10	11	19	10%	0%	23%	3%	13%	17%	13%	0%	13%	10%	3%	33%
<i>Seriola dumerili</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%
<i>Serranus cabrilla</i>	2	1	4	6	0%	0%	7%	0%	0%	3%	3%	0%	10%	10%	0%	7%
<i>Serranus scriba</i>	3	1	7	11	0%	10%	0%	0%	0%	3%	7%	3%	10%	7%	3%	23%
<i>Solea senegalensis</i>				4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	7%	3%
<i>Solea solea</i>		1		1	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%
<i>Sparus aurata</i>	2	1	8	1	3%	3%	0%	0%	0%	3%	3%	7%	3%	3%	0%	0%
<i>Spicara maena</i>	1				3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Spondylisoma cantharus</i>	3	1	1	4	0%	7%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	3%	7%	3%	3%
<i>Symphodus mediterraneus</i>			2		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	0%
<i>Symphodus ocellatus</i>		2			0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Symphodus tinca</i>	8	23	40	55	0%	10%	10%	7%	37%	30%	10%	27%	40%	10%	37%	47%
<i>Synapturichthys kleinii</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
<i>Synodus saurus</i>	2	6	17	17	0%	0%	7%	0%	0%	7%	10%	7%	23%	10%	3%	23%
<i>Thalassoma pavo</i>			1	4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	3%	0%	7%
<i>Trachinus draco</i>		2	2	11	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	7%	0%	0%	13%
<i>Trachurus trachurus</i>			1		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%
<i>Trigloporus lastoviza</i>	2	1	1	1	0%	0%	7%	0%	0%	3%	0%	0%	3%	0%	0%	3%
<i>Uranoscopus scaber</i>	3	6	14	5	3%	0%	7%	0%	0%	13%	3%	3%	20%	0%	0%	13%

Herbier	2014	2017	2020	2023	2014			2017			2020			2023		
Abondance par année et occurrence par station					Cap Soubeyrane	Plateau des chèvres	Soubeyrane	Cap Soubeyrane	Plateau des chèvres	Soubeyrane	Cap Soubeyrane	Plateau des chèvres	Soubeyrane	Cap Soubeyrane	Plateau des chèvres	Soubeyrane
Taxons	Abondances				HZNP		ZNP	HZNP		ZNP	HZNP		ZNP	HZNP		ZNP
<i>Xyrichtys novacula</i>			1		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%
<i>Zeus faber</i>	5	2	2	2	7%	0%	10%	0%	0%	7%	7%	0%	0%	3%	0%	3%
Chondrichtyens	8	2	6	7	3%	7%	10%	0%	0%	7%	10%	0%	10%	3%	0%	13%
<i>Raja polystigma</i>			1		0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Scyliorhinus canicula</i>			1	4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	7%
<i>Torpedo marmorata</i>	8	2	4	2	3%	7%	10%	0%	0%	7%	7%	0%	7%	3%	0%	3%
<i>Torpedo torpedo</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
Cephalopoda	33	21	11	9	23%	37%	27%	20%	23%	17%	17%	7%	7%	10%	17%	0%
<i>Loligo vulgaris</i>					0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Octopus vulgaris</i>	13	10	7	3	10%	17%	10%	13%	7%	13%	13%	3%	0%	7%	3%	0%
<i>Sepia officinalis</i>	20	11	3	6	13%	27%	17%	7%	17%	3%	3%	3%	3%	3%	13%	0%
<i>Todarodes sagittatus</i>			1		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%
Malacostracés	2	9	11	3	7%	0%	0%	23%	0%	3%	17%	0%	17%	7%	0%	3%
<i>Calappa granulata</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
<i>Maja crispata</i>		2			0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Pagurus prideaux</i>			4		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	13%	0%	0%	0%
<i>Palinurus elephas</i>	2	7	7	2	7%	0%	0%	17%	0%	3%	17%	0%	3%	7%	0%	0%
Pièces vides	5	6	5		3%	7%	7%	10%	10%	0%	0%	13%	3%	0%	0%	0%
Nb espèces Ostéichthyens	30	31	39	40	15	12	22	12	16	25	22	18	30	23	23	31
Nb espèces Chondrichtyens	2	2	3	2	1	1	1	0	0	1	2	0	2	1	0	3
Nb espèces Céphalopodes	1	1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Nb espèces Malacostracés	1	2	2	2	1	0	0	2	0	1	1	0	2	1	0	1

3.2.2 Captures en biomasse

Evolution de la composition de la biomasse globale pêchée

La biomasse totale a augmenté en 2023 puisqu'elle est passée de 130 kg en 2014, à 111 kg en 2017, 175 kg en 2020 pour atteindre 189 kg en 2023. Les captures réalisées dans l'herbier sont composées en majorité de poissons osseux en 2023 (94 % de la biomasse). En revanche, les céphalopodes, qui représentaient 27 % de la biomasse totale en 2014 et 19 % en 2017, ne représentent plus que 5% en 2020 et 3.5 % en 2023 (Figure 11 et [Annexe 5](#)).

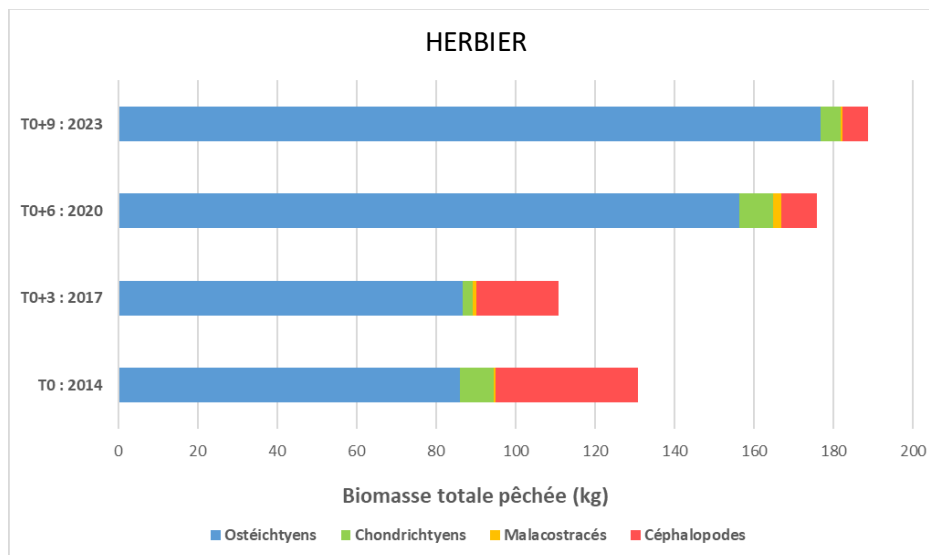


Figure 8. Biomasses totales pêchées (en kg) dans les stations d'herbier des poissons osseux (ostéichthyens), cartilagineux (chondrichthyens), des crustacés malacostracés et des céphalopodes à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023) dans le PNCal.

Les biomasses moyennes des poissons ostéichthyens capturés dans les stations d'herbier augmentent significativement lors de ce suivi à T0+9 (KW: $p = 0.00001$) alors qu'à l'inverse celles des céphalopodes diminuent depuis l'état zéro (KW: $p = 0.00031$). En ce qui concerne les chondrichthyens (KW: $p = 0.49$) et les malacostracés (KW: $p = 0.10$), les biomasses moyennes restent équivalentes entre les années de suivi (Figure 12 et Tableau 10).

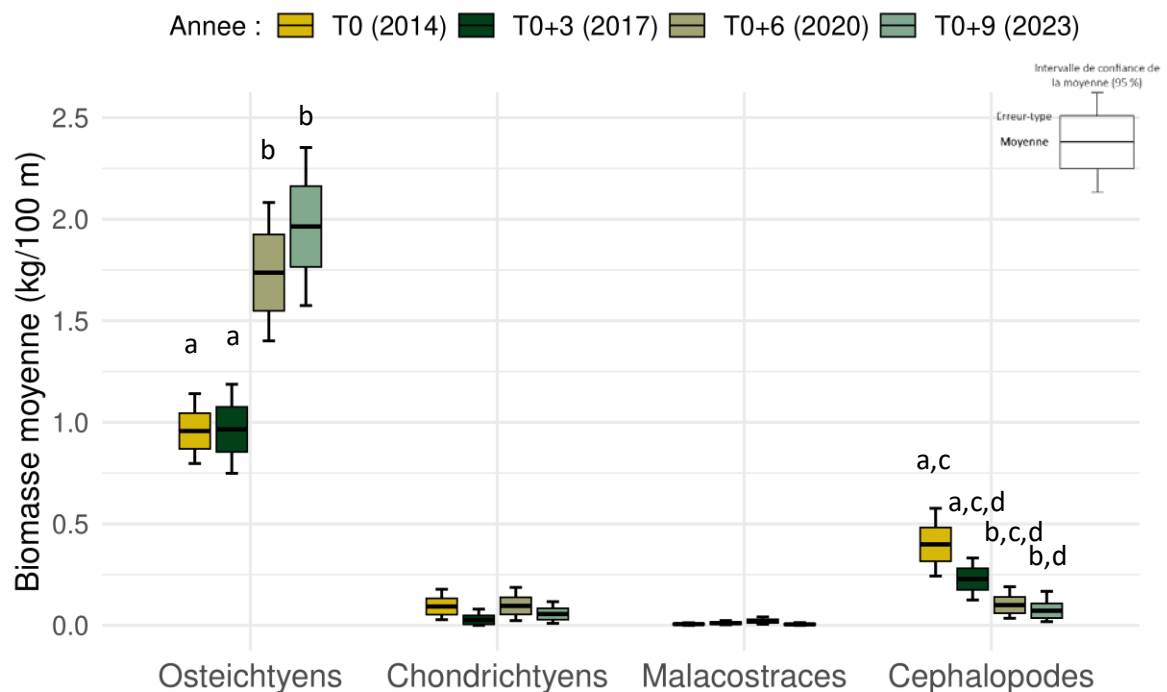


Figure 9. Biomasse moyenne (en kg/100 m de filet) des différentes classes pêchées pêchées dans les stations d'herbier du PNCal à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein de chaque classe.

Les valeurs de biomasse moyenne capturée pour 100 m de filet sont restituées par classe et par année du suivi dans le Tableau 10.

Tableau 10. Biomasse moyenne ($\bar{x}$) $\pm$ écart-type (σ) en kg/100 m de filet des différentes classes selon les années pour les stations d'herbier. La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

HERBIER				
Classe	Année	$\bar{x}$ $\pm$ σ	Evolution 2014-2023	
Ostéichthyens 	T0 (2014)	0.957 $\pm$ 0.836		X 1.8
	T0+3 (2017)	0.965 $\pm$ 1.052		
	T0+6 (2020)	1.737 $\pm$ 1.78		
	T0+9 (2023)	1.964 $\pm$ 1.89		
Chondrichthyens 	T0 (2014)	0.093 $\pm$ 0.379	=	=
	T0+3 (2017)	0.027 $\pm$ 0.21		
	T0+6 (2020)	0.096 $\pm$ 0.401		
	T0+9 (2023)	0.056 $\pm$ 0.269		
Malacostracés 	T0 (2014)	0.006 $\pm$ 0.032	=	=
	T0+3 (2017)	0.011 $\pm$ 0.047		
	T0+6 (2020)	0.021 $\pm$ 0.083		
	T0+9 (2023)	0.005 $\pm$ 0.032		
Céphalopodes 	T0 (2014)	0.399 $\pm$ 0.783		: 5.6
	T0+3 (2017)	0.228 $\pm$ 0.5		
	T0+6 (2020)	0.1 $\pm$ 0.376		
	T0+9 (2023)	0.072 $\pm$ 0.346		

Evolution de la biomasse pêchée selon le statut de gestion

La biomasse moyenne des **ostéichthyens** progresse nettement en ZNP (KW : $p = 7.5e^{-09}$) au cours des suivis, avec des valeurs qui ont été multipliées par 3.4 depuis l'état initial, pour atteindre 3.9 ± 2.1 kg/100 m de filet en 2023. Hors ZNP, des variations apparaissent également (KW : $p = 0.00024$), bien que peu importantes et qui sont surtout du fait des faibles valeurs des captures en 2017. Les écarts sont peu importants et lors de ce suivi à T0+9, on retrouve des valeurs équivalentes à celles de l'état initial (2023 : 1.0 ± 0.6 kg/100 m de filet).

Les **chondrichthyens** sont peu abondants dans les captures. Le test de KW ne détecte pas de différence au sein des stations de ZNP (KW : $p = 0.88$), ni dans celles de HZNP (KW : $p = 0.27$).

Les biomasses moyennes de **malacostracés** varient au cours du temps, mais uniquement en ZNP (KW : $p = 0.04$). Après une baisse à T0+3 par rapport à T0, on retrouve à T0+6 des valeurs de biomasses moyennes équivalentes au début du suivi (0.01 ± 0.01 kg/100 m de filet). A T0+9, les valeurs de biomasse chutent à nouveau pour arriver à des valeurs proches de celles de T0+3 (0.003 ± 0.02 kg/100 m de filet en 2023). HZNP, le test de KW ne détecte pas de différences (KW : $p = 0.2$).

Les **céphalopodes** sont aussi marqués par des différences significatives de la biomasse moyenne entre les suivis, pour les deux statuts de protection (ZNP : KW : $p = 0.009$, HZNP : KW : $p = 0.02$), avec une baisse constatée depuis l'état initial en 2014. Les valeurs moyennes ont été divisées par 4.1 en 9 ans hors ZNP, pour atteindre 0.11 ± 0.42 kg/100 m de filet en 2023. En ZNP, aucun individu n'a été capturé en 2023.

Les valeurs de biomasse moyenne capturée pour 100 m de filet sont restituées par classe et par année du suivi dans le Tableau 11.

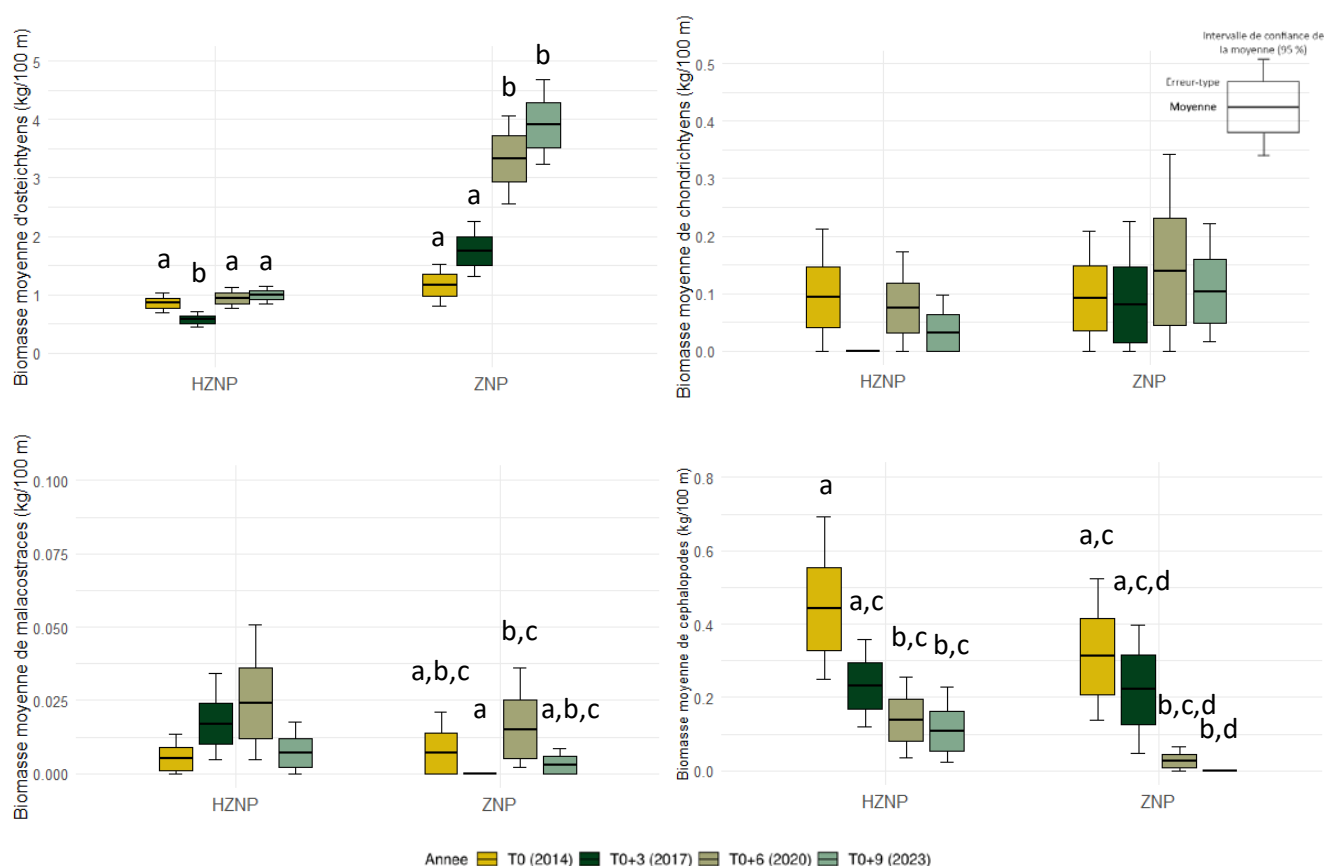


Figure 10. Biomasse moyenne (kg/100 m) des ostéichthyens, chondrichthyens, malacostracés et céphalopodes pêchés dans les stations d’herbier hors ZNP (HZNP) et dans les ZNP du PNCaI à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des deux types de zones.

Tableau 11. Biomasse moyenne ($\bar{x}$ $\pm$ écart-type (σ) en kg/100 m de filet, des différentes classes au cours du temps selon le statut de gestion (stations herbier). La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

HERBIER					
Biomasse (kg/100 m)		Ostéichthyens	Chondrichthyens	Malacostracés	Céphalopodes
		$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
HZNP	T0 (2014)	0.852 $\pm$ 0.69	0.094 $\pm$ 0.413	0.005 $\pm$ 0.029	0.442 $\pm$ 0.873
	T0+3 (2017)	0.571 $\pm$ 0.556	0 $\pm$ 0	0.017 $\pm$ 0.057	0.231 $\pm$ 0.496
	T0+6 (2020)	0.942 $\pm$ 0.716	0.075 $\pm$ 0.334	0.024 $\pm$ 0.095	0.138 $\pm$ 0.452
	T0+9 (2023)	0.992 $\pm$ 0.609	0.032 $\pm$ 0.252	0.007 $\pm$ 0.037	0.108 $\pm$ 0.42
	Evolution 2014-2023	↗ X 1.2	=	=	↘ : 4.1
ZNP	T0 (2014)	1.167 $\pm$ 1.052	0.092 $\pm$ 0.306	0.007 $\pm$ 0.038	0.312 $\pm$ 0.568
	T0+3 (2017)	1.752 $\pm$ 1.344	0.08 $\pm$ 0.363	0 $\pm$ 0	0.222 $\pm$ 0.518
	T0+6 (2020)	3.328 $\pm$ 2.181	0.138 $\pm$ 0.515	0.015 $\pm$ 0.056	0.025 $\pm$ 0.101
	T0+9 (2023)	3.908 $\pm$ 2.085	0.104 $\pm$ 0.3	0.003 $\pm$ 0.016	0 $\pm$ 0
	Evolution 2014-2023	↗ X 3.4	=	↘ : 2.3	↘↘

Evolution de la biomasse pêchée entre les stations

La biomasse moyenne des **ostéichthyens** présente des différences significatives au cours du temps pour les stations Cap Soubeyrane (KW : $p = 1.1e^{-04}$), Plateau des chèvres (KW : $p = 6.4e^{-04}$) et Soubeyrane (KW : $p = 7.5e^{-09}$). Pour les deux premières stations, les valeurs augmentent significativement entre T0 et T0+9, avec un facteur x 1.1 pour Cap Soubeyrane hors ZNP et un facteur x 1.2 le Plateau des chèvres hors ZNP. Pour Soubeyrane en ZNP, l'augmentation de la biomasse en 2023 est de l'ordre de 3.4 fois celle de 2014.

Les autres évolutions significatives de valeurs de biomasse concernent les **malacostracés** à la station de Soubeyrane où une baisse est observée (KW : $p = 0.04$), passant de 0.007 ± 0.04 kg/100 m de filet à T0 à 0.003 ± 0.016 kg/100 m de filet en 2023, soit une biomasse moyenne divisée par 2.3.

Pour les **céphalopodes**, les différences concernent les stations du Plateau des chèvres HZNP et de Soubeyrane ZNP (respectivement, KW : $p = 0.02$ et $p = 0.01$), avec une diminution significative des biomasses capturées, jusqu'à 4.6 fois moins en 2023 par rapport à 2014.

Les valeurs de biomasses moyennes des **chondrichthyens** ne présentent pas de différences significatives au cours des suivis, quelles que soit les stations (Tableau 12 et Figure 14).

Tableau 12. Biomasse moyenne ($\bar{x}$), écart-type (σ) en kg/100 m de filet, des différentes classes au cours du temps selon les stations dans l'herbier. La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

HERBIER					
Biomasse (kg/100 m)		Ostéichthyens $\bar{x} \pm \sigma$	Chondrichthyens $\bar{x} \pm \sigma$	Malacostracés $\bar{x} \pm \sigma$	Céphalopodes $\bar{x} \pm \sigma$
Cap Soubeyrane	T0 (2014)	0.975 $\pm$ 0.676	0.054 $\pm$ 0.294	0.011 $\pm$ 0.04	0.213 $\pm$ 0.449
	T0+3 (2017)	0.713 $\pm$ 0.641	0 $\pm$ 0	0.034 $\pm$ 0.077	0.206 $\pm$ 0.432
	T0+6 (2020)	1.468 $\pm$ 0.607	0.15 $\pm$ 0.464	0.049 $\pm$ 0.13	0.226 $\pm$ 0.584
	T0+9 (2023)	1.093 $\pm$ 0.609	0.065 $\pm$ 0.356	0.013 $\pm$ 0.052	0.069 $\pm$ 0.212
	Evolution 2014-2023	↗ x 1.1	=	=	=
Plateau des chèvres	T0 (2014)	0.729 $\pm$ 0.692	0.133 $\pm$ 0.508	0 $\pm$ 0	0.671 $\pm$ 1.114
	T0+3 (2017)	0.429 $\pm$ 0.458	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0.257 $\pm$ 0.559
	T0+6 (2020)	0.416 $\pm$ 0.318	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0.049 $\pm$ 0.242
	T0+9 (2023)	0.891 $\pm$ 0.602	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0.147 $\pm$ 0.558
	Evolution 2014-2023	↗ x 1.2	=	=	↘ : 4.6
Soubeyrane (ZNP)	T0 (2014)	1.167 $\pm$ 1.052	0.092 $\pm$ 0.306	0.007 $\pm$ 0.038	0.312 $\pm$ 0.568
	T0+3 (2017)	1.752 $\pm$ 1.344	0.08 $\pm$ 0.363	0 $\pm$ 0	0.222 $\pm$ 0.518
	T0+6 (2020)	3.328 $\pm$ 2.181	0.138 $\pm$ 0.515	0.015 $\pm$ 0.056	0.025 $\pm$ 0.101
	T0+9 (2023)	3.908 $\pm$ 2.085	0.104 $\pm$ 0.3	0.003 $\pm$ 0.016	0 $\pm$ 0
	Evolution 2014-2023	↗ x 3.4	=	↘ : 2.3	↘↘

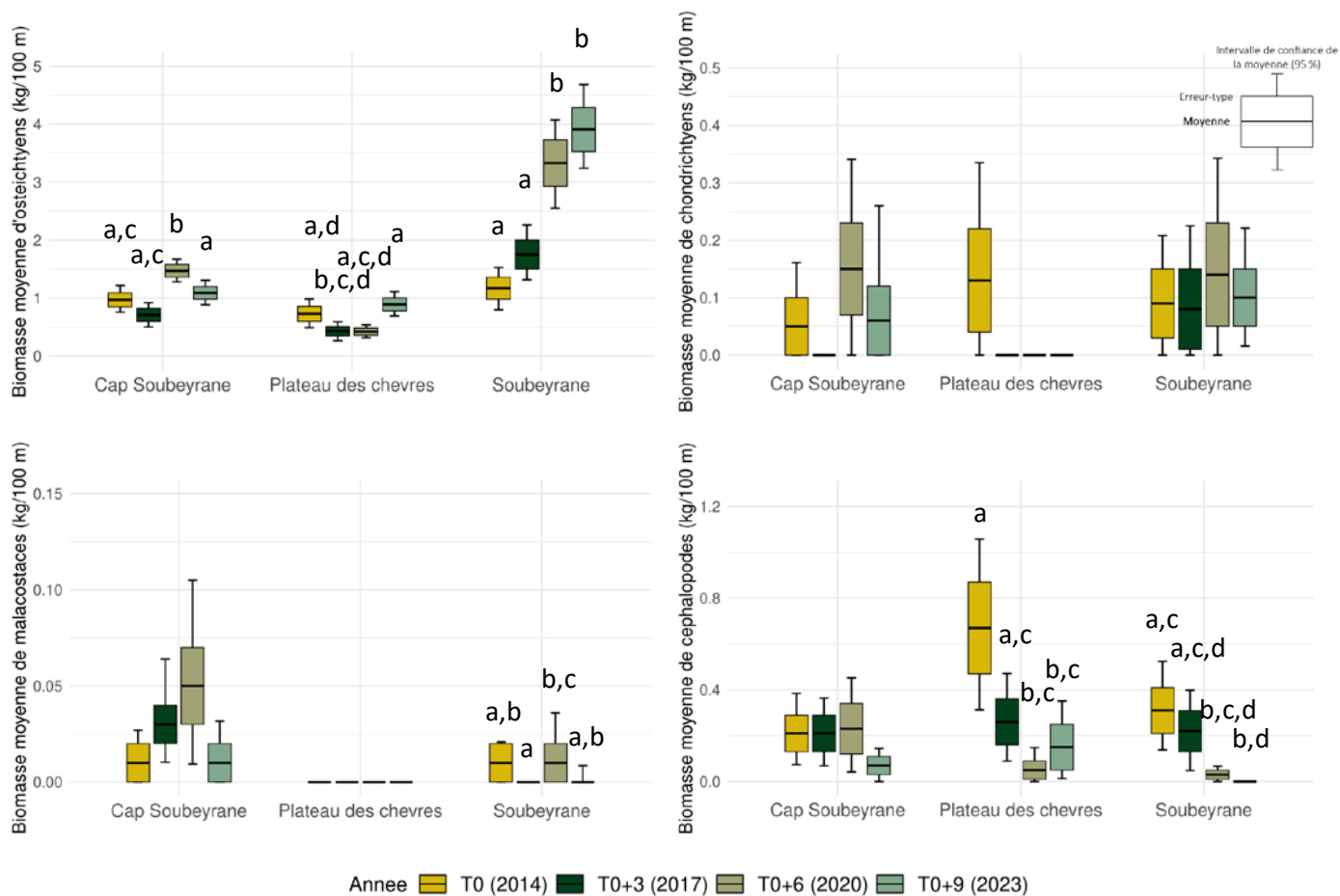


Figure 11. Biomasse moyenne (kg/100 m) des ostéichthyens, chondrichthyens, malacostracés et céphalopodes pêchés dans les stations d'herbier du PNCal à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des stations.

3.2.3 Captures des espèces cibles selon le mode de gestion et les stations

Lorsque l'on ne considère que les principales espèces ciblées par la pêche professionnelle et de loisir (voir chapitre 2.4.1), les valeurs moyennes de CPUE évoluent au cours du temps en ZNP (KW : $p = 4.5e^{-05}$) mais pas hors ZNP (KW : $p = 0.08$). Dans les ZNP, ces valeurs ont été multipliées par 3.6 entre l'état initial et 9 ans après, passant de 0.6 ± 0.9 kg/100 m de filet à T0 à 2.1 ± 1.3 kg/100 m de filet à T0+9 (Figure 15 et Tableau 15).

Au cours du suivi, l'écart des CPUE se creuse entre les 2 modes de gestion. Alors qu'en 2014, au moment de l'état initial, aucune différence significative n'était relevée entre HZNP et ZNP (KW : $p = 0.23$), en 2023, les valeurs de CPUE sont 5.9 fois plus importantes en ZNP (KW : $p = 3.2e^{-08}$)

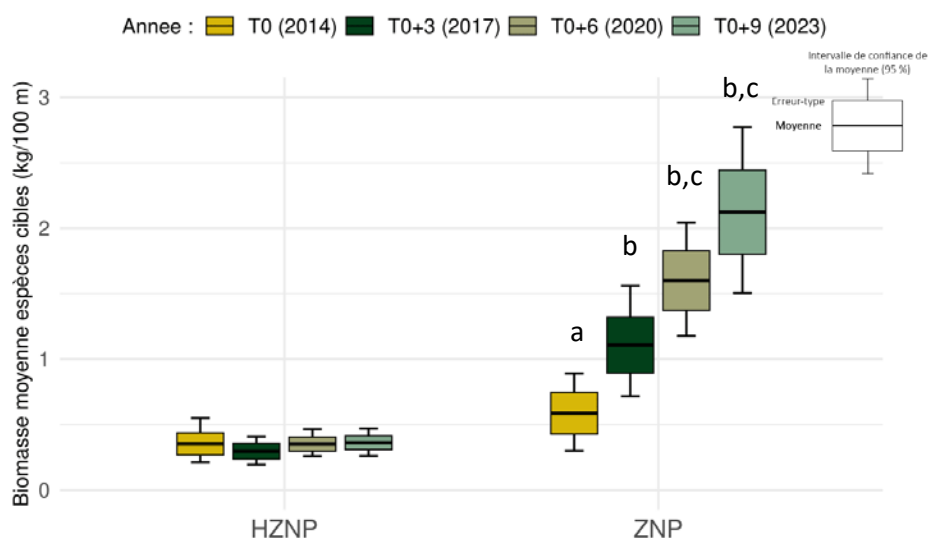


Figure 12. Biomasse moyenne (kg/100 m) des espèces cibles pêchées dans les stations d'herbier hors ZNP (HZNP) et en ZNP du PNCaI à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des deux types de zones.

Au niveau des stations, des différences significatives de la biomasse moyenne capturée par unité d'effort sont observées au cours du temps pour Cap Soubeyrane (KW : $p = 0.01$) hors ZNP et Soubeyrane (KW : $p = 0.00005$), la seule station en ZNP.

L'augmentation de la biomasse d'espèces cibles dans la ZNP est 3.6 fois supérieure en 2023 par rapport à 2014 (0.6 ± 0.9 kg/100 m de filet à T0 à 2.1 ± 1.8 kg/100 m de filet à T0+9), alors qu'elle diminue de 1.1 fois dans la station Cap Soubeyrane HZNP. Sur le Plateau des chèvres, la biomasse capturée est stable au cours du temps depuis le début des suivis.

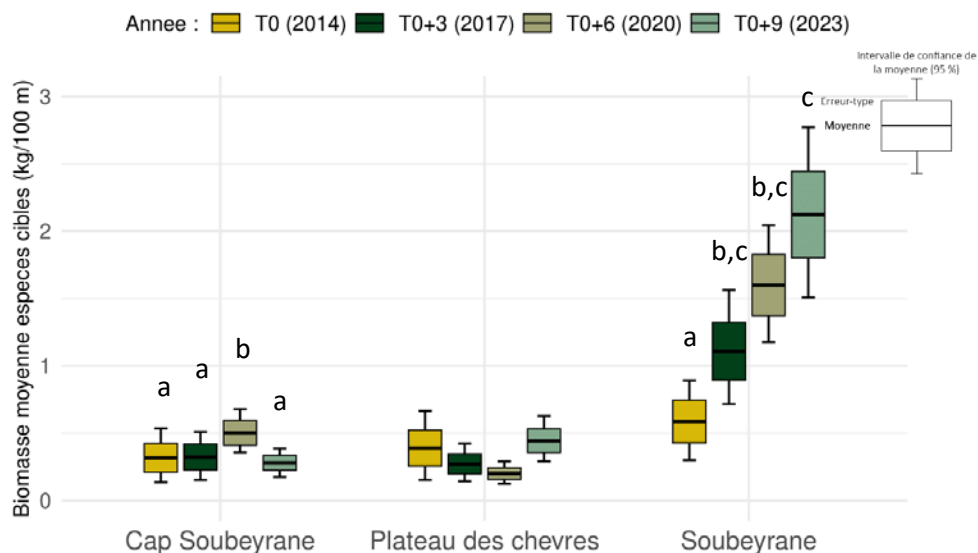


Figure 13. Biomasse moyenne (kg/100 m) des espèces cibles pêchées dans les stations d'herbier du PNCal à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). HZNP : Cap Soubeyrane et Plateau des chèvres. ZNP : Soubeyrane. Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des stations.

Tableau 13. Biomasse moyenne ($\bar{x}$), écart-type (σ) en kg/100 m de filet, des espèces cibles au cours du temps selon le statut de gestion et les stations dans l'herbier. La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

HERBIER					
Biomasse espèces cibles (kg/100 m)	T0 (2014) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+3 (2017) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+6 (2020) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+9 (2023) $\bar{x} \pm \sigma$	Evolution 2014-2023
HZNP	0.353 ± 0.660	0.297 ± 0.470	0.352 ± 0.420	0.362 ± 0.409	=
Cap Soubeyrane	0.317 ± 0.593	0.323 ± 0.530	0.503 ± 0.503	0.280 ± 0.309	↘ : 1.1
Plateau des chèvres	0.390 ± 0.727	0.272 ± 0.404	0.200 ± 0.234	0.444 ± 0.481	=
ZNP					
Soubeyrane	0.587 ± 0.873	1.108 ± 1.171	1.600 ± 1.251	2.123 ± 1.758	↗ x 3.6

3.2.4 Composition des assemblages d'espèces cibles des captures dans l'herbier

Les répliquats des biomasses capturées des différentes espèces cibles ont été regroupés selon la station et l'année du suivi. Seule la station du **Plateau des chèvres** en HZNP (Kruskal-Wallis : $p = 0.23$) ne présente pas de différences significatives dans la composition des assemblages des espèces cibles en termes de biomasse. Les stations de **Cap Soubeyrane** hors ZNP (Kruskal-Wallis : $p = 0.01$) et de **Soubeyrane** en ZNP (Kruskal-Wallis : $p = 4.5e^{-05}$) ont des compositions d'assemblage des espèces cibles différentes significativement entre les années. Pour la station Cap Soubeyrane, les différences concernent les assemblages entre 2014 et 2020 (Pair-wise test : $p = 0.007$), alors qu'entre 2014 et 2017 (Pair-wise test : $p = 0.95$) et 2014-2023 (Pair-wise test : $p = 0.33$), les assemblages peuvent être considérés comme similaires. Pour la station Soubeyrane, les différences concernent l'assemblage de 2014 comparé à celui de 2017 (Pair-wise test : $p = 0.04$), de 2020 (Pair-wise test : $p = 0.0002$) et de 2023 (Pair-wise test : $p = 3.4e^{-05}$).

La projection des répliquats visible sur la Figure 17 permet de visualiser la composition plus diversifiée et de biomasse plus importante de la station ZNP Soubeyrane (projection diffuse des points dans l'espace à 2 dimensions), et notamment pour les années T0+6 2020 (■) et T0+9 2023 (+). La projection des répliquats de la station Cap Soubeyrane est regroupée indiquant une homogénéité, une faible diversité et biomasse des captures cibles. Enfin, pour la station du Plateau des chèvres, les répliquats des années T0 2014 (●) et T0+9 2023 (+) s'éloignent un peu du centre, indiquant une légère diversité et augmentation de biomasse des espèces cibles.

Les espèces qui contribuent le plus dans la projection des répliquats sont la dorade royale *Sparus aurata*, mostelle *Phycis phycis*, le congre *Conger conger*, le pageot *Pagellus erythrinus*, particulièrement présents dans les captures de la station ZNP Soubeyrane, et la murène *Muraena helena* davantage corrélée aux stations Cap Soubeyrane et Plateau des chèvres situées hors ZNP (Figure 17).

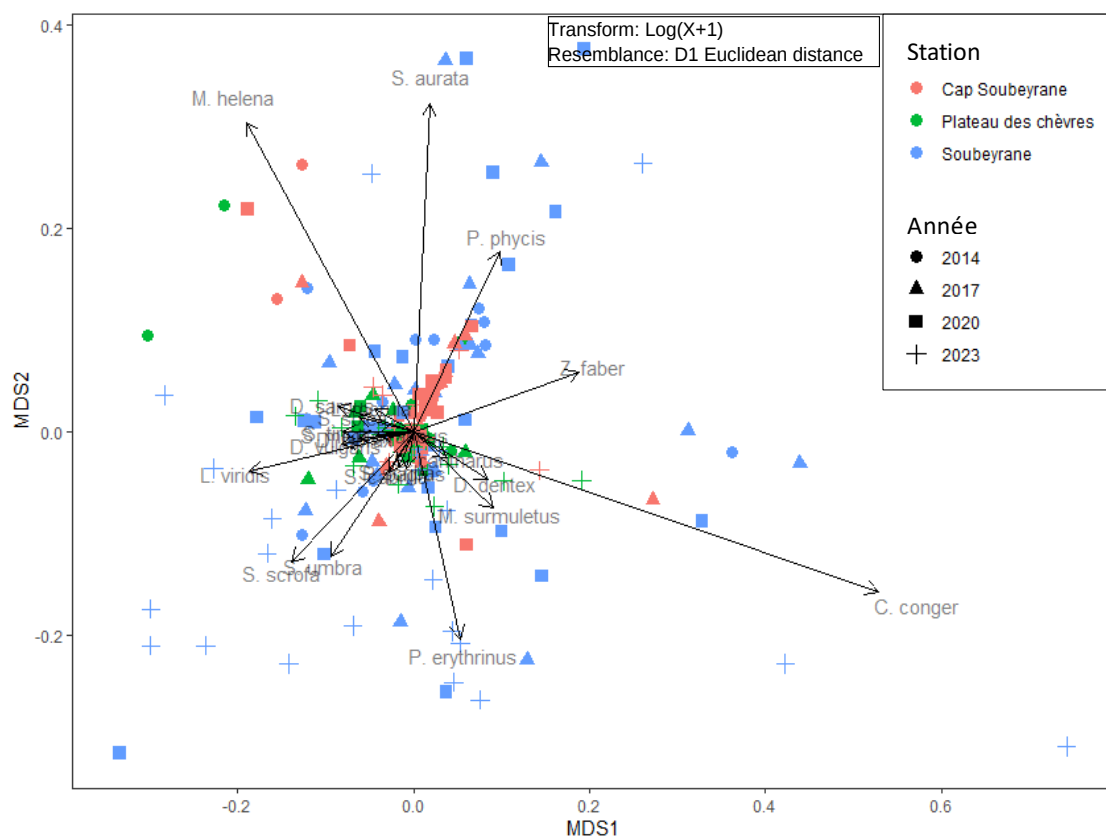


Figure 14. Analyse (nMDS) comparée de la composition des assemblages des espèces cibles dans les stations d'herbier selon les années (projection des répliquats et des variables espèces et corrélation de Pearson).

3.2.5 Captures de la rascasse brune *Scorpaena porcus*

La rascasse brune *Scorpaena porcus* est l'espèce la plus présente dans les captures en termes de biomasses totales pêchées. En 2014, 36.7 kg avaient été capturés, en 2017 : 41.4 kg, en 2020 : 66.0 kg et en 2023 : 75.2 kg. La rascasse brune présente des valeurs de CPUE en nette augmentation au cours des suivis en ZNP (KW : $p = 0.0003$) et aussi une progression hors ZNP (KW : $p = 0.01$).

Cette observation est validée par le test de KW qui met en évidence une augmentation des biomasses au cours des suivis dans la ZNP et dans la zone HZNP (respectivement, $p = 0.00034$ et $p = 0.013$). Dans la ZNP, les biomasses capturées à T0 sont de 0.5 ± 0.4 kg/100 m de filet, alors qu'elles sont de 1.4 ± 1.3 kg/100 m de filet à T0+9 (facteur multiplicatif de 3). Pour les stations HZNP, les biomasses sont passées de 0.4 ± 0.4 kg/100 m de filet à T0 à 0.5 ± 0.5 kg/100 m de filet à T0+9 (biomasses multipliées par 1.5). Par ailleurs, un écart important des valeurs de CPUE entre HZNP et ZNP ($\times 2.7$) est observé depuis T0+6 et qui confirme sa significativité à T0+9 (KW : $p = 0.0003$) alors que ce n'était pas le cas à T0 (KW : $p = 0.08$) (Figure 18 et Tableau 14).

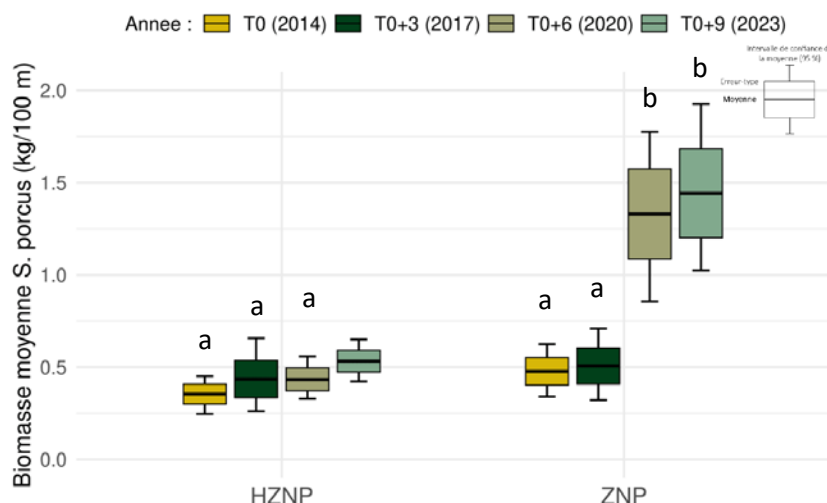


Figure 15. Biomasse moyenne (kg/100 m) de la rascasse *Scorpaena porcus* pêchée dans les stations d'herbier hors ZNP (HZNP) et en ZNP du PNCaI à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des deux types de zones.

Au niveau des stations, les biomasses moyennes par unité d'effort de *S. porcus* présentent des différences significatives depuis le début du suivi en ZNP (KW : $p = 0.00034$), comme pour les stations hors ZNP (Cap Soubeyrane : KW : $p = 0.0035$; Plateau des chèvres : KW : $p = 0.035$) (Figure 19 et Tableau 16).

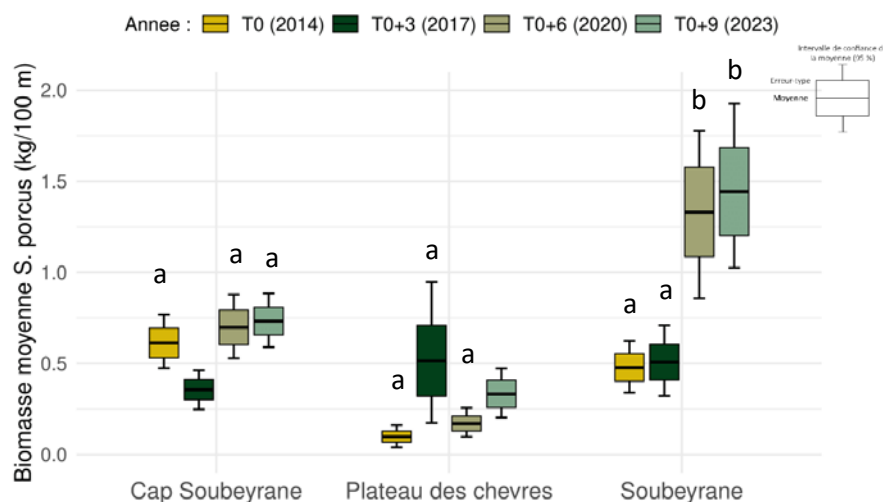


Figure 16. Biomasse moyenne (kg/100 m) de la rascasse *Scorpaena porcus* pêchée dans les stations d’herbier du PNCaI à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). HZNP : Cap Soubeyrane et Plateau des chèvres ; ZNP : Soubeyrane. Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des stations.

Tableau 14. Biomasse moyenne ($\bar{x}$), écart-type (σ) en kg/100 m de filet, de la rascasse brune *Scorpaena porcus* au cours du temps selon le statut de gestion et les stations, dans l’herbier. La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

HERBIER					
Biomasse <i>Scorpaena porcus</i> (kg/100 m)	T0 (2014) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+3 (2017) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+6 (2020) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+9 (2023) $\bar{x} \pm \sigma$	Evolution 2014-2023
HZNP	0.355 ± 0.422	0.436 ± 0.779	0.434 ± 0.477	0.533 ± 0.457	↗ x 1.5
Cap Soubeyrane	0.613 ± 0.442	0.357 ± 0.303	0.698 ± 0.518	0.732 ± 0.417	↗ x 1.2
Plateau des chèvres	0.098 ± 0.172	0.515 ± 1.063	0.170 ± 0.224	0.333 ± 0.409	↗ x 3.4
ZNP					
Soubeyrane	0.478 ± 0.412	0.507 ± 0.537	1.331 ± 1.340	1.443 ± 1.319	↗ x 3

3.2.6 Captures de la mostelle *Phycis phycis*

Après la rascasse brune, la mostelle *Phycis phycis* est une cible très présente dans les filets des PSS calés dans les stations d’herbier. Leur biomasse totale capturée était de 9.4 kg en 2014, de 14.5 kg en 2017, de 18.2 kg en 2020 et de 5.5 kg en 2023. Cette diminution brutale pourrait s’expliquer par un épisode de mortalité observé lors de l’été 2022 dans la région marseillaise : Côte Bleue et PNCaI. Des pêcheurs professionnels et de loisir ont signalé des cadavres de mostelles observés sur le littoral.

Malgré les diminutions de biomasses capturées à T0+9, le test de KW ne permet pas de mettre en évidence des différences entre les années pour les stations hors ZNP (KW : $p = 0.32$) ni pour celles de ZNP (KW : $p = 0.16$). Toutefois, les valeurs moyennes demeurent très supérieures dans les ZNP.

Le test de KW ne permet pas non plus de déterminer des différences entre les années pour la station de Cap Soubeyrane (KW : $p = 0.17$). A la station du Plateau des chèvres, aucune mostelle n’a été capturée après le suivi initial. Enfin, pour la station en ZNP de Soubeyrane, aucune différence n’est observée au cours des suivis (KW : $p = 0.16$). A T0, les valeurs de CPUE étaient significativement identiques en ZNP et en HZNP (KW : $p = 0.4$), ce qui est aussi le cas lors du suivi à T0+9 (KW : $p = 0.34$) (Figure 26 et Tableau 15).

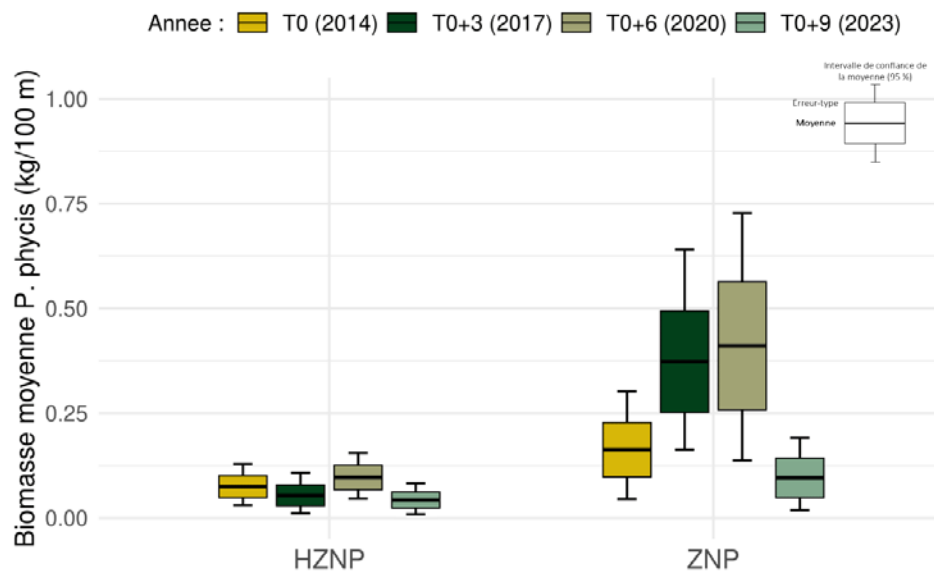


Figure 17. Biomasse moyenne (kg/100 m) de la mostelle *Phycis phycis* pêchée dans les stations d'herbier hors ZNP (HZNP) et en ZNP du PNCal à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023).

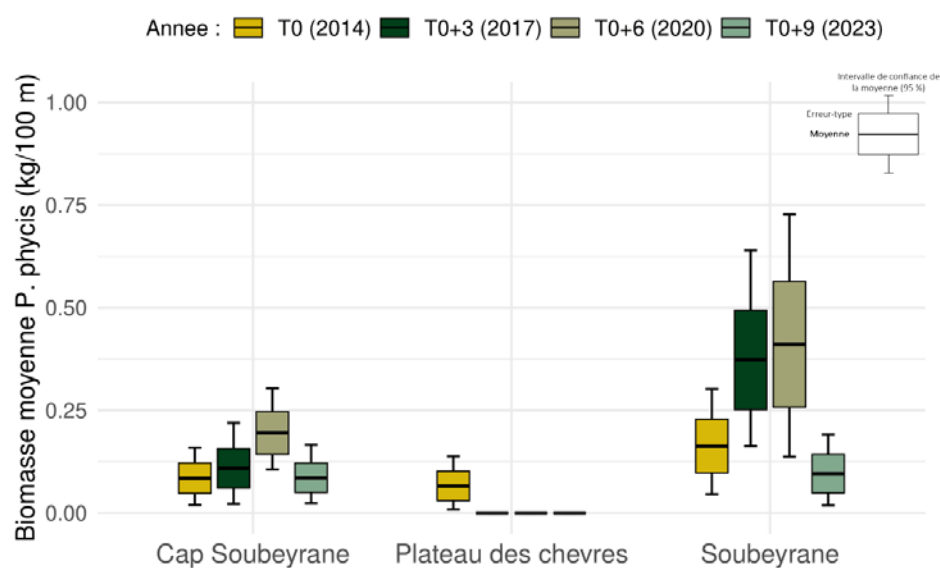


Figure 18. Biomasse moyenne (kg/100 m) de la mostelle *Phycis phycis* pêchée dans les stations d'herbier du PNCal à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). HZNP : Cap Soubeyrane et Plateau des chèvres ; ZNP : Soubeyrane.

Tableau 15. Biomasse moyenne ($\bar{x}$), écart-type (σ) en kg/100 m de filet, de la mostelle *Phycis phycis* au cours du temps selon le statut de gestion et les stations dans l'herbier. La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

HERBIER					
Biomasse <i>Phycis phycis</i> (kg/100 m)	T0 (2014) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+3 (2017) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+6 (2020) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+9 (2023) $\bar{x} \pm \sigma$	Evolution 2014- 2023
HZNP	0.075 $\pm$ 0.198	0.054 $\pm$ 0.193	0.097 $\pm$ 0.222	0.043 $\pm$ 0.146	=
Cap Soubeyrane	0.085 $\pm$ 0.202	0.109 $\pm$ 0.263	0.195 $\pm$ 0.285	0.086 $\pm$ 0.199	=
Plateau des chèvres	0.066 $\pm$ 0.197	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	=
ZNP					
Soubeyrane	0.163 $\pm$ 0.357	0.373 $\pm$ 0.665	0.411 $\pm$ 0.838	0.096 $\pm$ 0.258	=

La biomasse moyenne capturée pour 100 m de filet demeure 2 fois plus élevée en ZNP par rapport à l'extérieur.

3.2.7 Captures du crénilabre tanche *Symphodus tinca*

Les captures par unité d'effort du crénilabre tanche *Symphodus tinca* au cours du temps ont augmenté hors ZNP (KW : $p = 0.04$), d'un facteur x 6.1 en 9 ans de suivi, et surtout dans les ZNP – station Soubeyrane (KW : $p = 0.01$) avec un facteur de progression x 8.2 entre T0 et T0+9 (Figure 22). Les valeurs moyennes sont passées de 0.035 ± 0.113 kg/100 m de filet en 2014 (T0) à 0.287 ± 0.49 kg/100 m de filet en 2023 (T0+9) (Tableau 18). Comme pour le suivi à T0+6, des différences significatives des CPUE entre les 2 modes de gestion (KW : $p = 0.01$) sont observées à T0+9 (2023), avec des valeurs 3.4 fois plus importantes en ZNP.

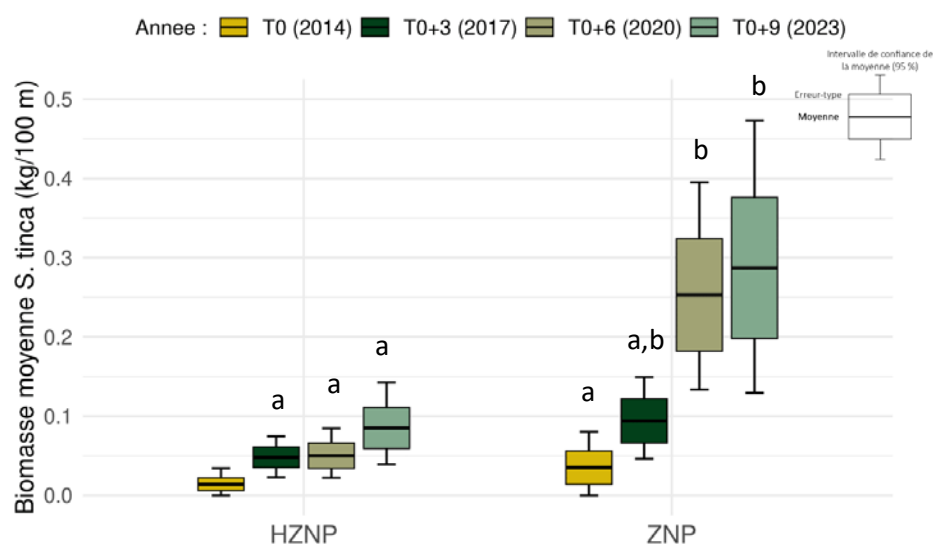


Figure 19. Biomasse moyenne (kg/100 m) du crénilabre tanche *Symphodus tinca* pêché dans les stations d'herbier hors ZNP (HZNP) et en ZNP du PNCaI à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des stations.

Lorsque les captures sont considérées à l'échelle des stations, les différences ne sont pas encore statistiquement significatives par rapport au début de suivi pour les 2 stations hors ZNP, à savoir Cap Soubeyrane (KW : $p = 0.37$) et Plateau des chèvres (KW : $p = 0.08$) malgré des valeurs en hausse (Figure 23 et Tableau 16).

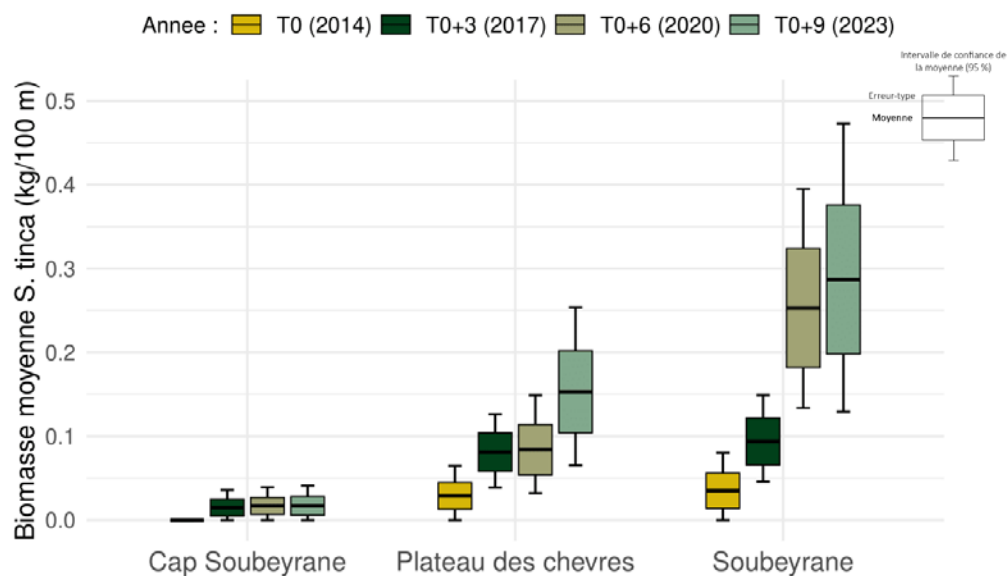


Figure 20. Biomasse moyenne (kg/100 m) du crénilabre tanche *Symphodus tinca* pêché dans les stations d’herbier du PNCaI à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023).

Il est intéressant de constater que le rendement moyen pour 100 m en biomasse de *Symphodus tinca* a fortement augmenté hors ZNP, notamment au Plateau des Chèvres et ne progresse pas seulement dans les ZNP.

Tableau 16. Biomasse moyenne ($\bar{x}$), écart-type (σ) en kg/100 m de filet, du crénilabre tanche *Symphodus tinca* au cours du temps selon le statut de gestion et les stations dans l’herbier. La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

Biomasse <i>Symphodus tinca</i> (kg/100 m)	HERBIER				Evolution 2014-2023
	T0 (2014) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+3 (2017) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+6 (2020) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+9 (2023) $\bar{x} \pm \sigma$	
HZNP	0.014 ± 0.063	0.048 ± 0.103	0.050 ± 0.126	0.085 ± 0.203	↗ x 6.1
Cap Soubeyrane	0.000 ± 0.000	0.015 ± 0.056	0.017 ± 0.056	0.017 ± 0.059	=
Plateau des chèvres	0.029 ± 0.088	0.081 ± 0.127	0.084 ± 0.164	0.153 ± 0.266	=
ZNP					
Soubeyrane	0.035 ± 0.113	0.094 ± 0.155	0.253 ± 0.386	0.287 ± 0.490	↗ x 8.2

3.2.8 Structure trophique des captures dans l'herbier

La composition trophique d'un assemblage de poissons renseigne sur son état car il est le reflet de l'équilibre existant entre les différents compartiments de la chaîne alimentaire. Plus les compartiments élevés dans cette chaîne sont représentés et plus le peuplement a de chances de fonctionner de façon optimale (alimentation, prédation, reproduction). Un équilibre entre les différents compartiments indique également que la pression de pêche est moins élevée. En effet, sur nos côtes, ce sont les prédateurs de haut niveau (macrocarnivores et piscivores) qui sont les espèces les plus recherchées par les pêcheurs (cibles) et les consommateurs.

Dans l'herbier, le peuplement de poissons échantillonné par pêche est caractérisé par une faible proportion d'herbivores, que ce soit en ZNP ou hors ZNP. En ZNP et hors ZNP, ce sont les macrocarnivores, les mésocarnivores et les piscivores qui dominent dans les biomasses capturées durant le suivi à T0+9 (2023), avec une nette augmentation des piscivores (Figure 24).

La biomasse pêchée dans les herbiers a triplé entre 2017 et 2023 dans les ZNP et surtout au profit des macro-, mésocarnivores et piscivores. La biomasse des omnivores (presque exclusivement des mulets) a diminué par rapport à T0+6, mais contribue fortement à la diversification des catégories trophiques.

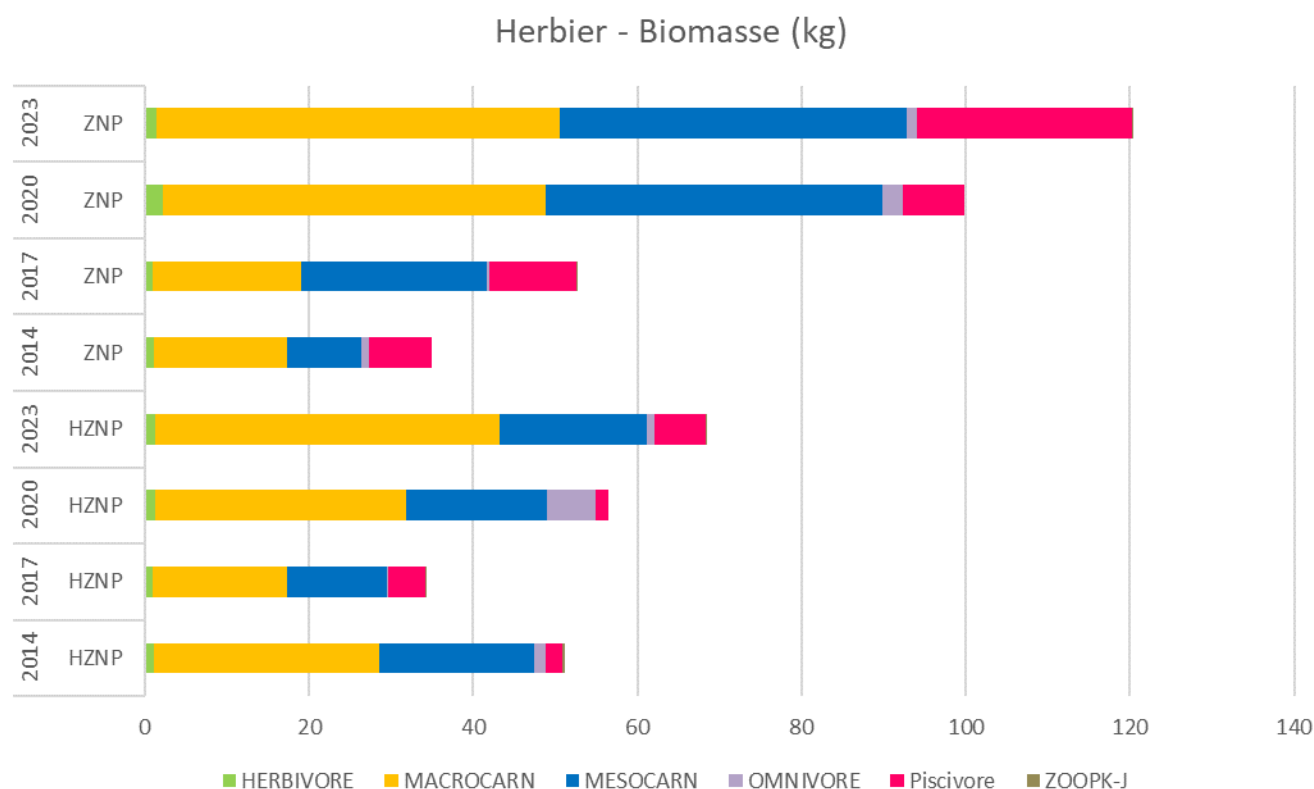


Figure 21. Evolution de la biomasse (en kg) des différents groupes trophiques issus des captures en ZNP et hors ZNP (HZNP) sur fonds d'herbier du PNCaI à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023).

Hors ZNP, la biomasse de téléostéens a également progressé dans les herbiers par rapport au début du suivi.

3.3 Stations de roche

3.3.1 Occurrence et abondance des espèces dans les captures

Le nombre de poissons (ostéichtyens et chondrichtyens confondus) capturés est supérieur au dernier suivi avec 692 individus à T0 (2014), 896 individus à T0+3 (2017), 895 individus à T0+6 (2020) et 1099 individus à T0+9 (2023). Le nombre d'espèces capturées est passé de 38 en 2014 à 52 en 2023. Les captures de malacostracés sont passées de 14 en 2014 à 39 individus en 2023). En revanche, la baisse constatée pour les céphalopodes à T0+3 (n = 15) par rapport à l'état initial (n = 41) se confirme à T0+6 (n = 13) et à T0+9 (n = 6). Il en est de même pour les chondrichtyens dont les occurrences se sont effondrées (Tableau 17).

Au sein des ZNP, les occurrences du sar à tête noire *Diplodus vulgaris*, du rouget *Mullus surmuletus*, du pageot rose *Pagellus erythrinus*, de la mostelle *Phycis phycis* et du chapon *Scorpaena scrofa* sont plus élevées. Certaines espèces comme le sar à tête noire *Diplodus vulgaris*, le crénilabre tanche *Symphodus tinca*, et la rascasse brune *Scorpaena porcus* ont des occurrences qui varient selon les campagnes. Hors ZNP, les occurrences de la rascasse brune *S. porcus* demeurent élevées depuis le début du suivi. Que ce soit en ZNP ou en dehors, les occurrences des céphalopodes (surtout le poulpe) ont connu une chute drastique (Tableau 17).

Tableau 17. Abondance (nb) et occurrence (%) des espèces pêchées dans les stations de roche lors des pêches scientifiques standardisées réalisées dans le PNCaI en 2014, 2017, 2020 et 2023.

Roche	2014	2017	2020	2023	2014				2017				2020				2023			
Abondance par année et occurrence par station					Frioul	Ile Verte	Planier	Riou	Frioul	Ile Verte	Planier	Riou	Frioul	Ile Verte	Planier	Riou	Frioul	Ile Verte	Planier	Riou
Taxons	Abondances				HZNP		ZNP		HZNP		ZNP		HZNP		ZNP		HZNP		ZNP	
Ostéichtyens	692	896	895	1099	90%	97%	####	####	83%	93%	100%	100%	93%	97%	100%	97%	100%	100%	100%	100%
<i>Anthias anthias</i>			1	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	3%	0%	0%	0%
<i>Apogon imberbis</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%
<i>Balistes caprisus</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%
<i>Boops boops</i>	4	2	1	8	0%	3%	0%	3%	3%	0%	3%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	7%	7%
<i>Bothus podas</i>		3	8	5	0%	0%	0%	0%	0%	3%	7%	0%	7%	3%	3%	10%	3%	0%	0%	13%
<i>Chelidonichthys cuculus</i>			3		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	0%
<i>Chelidonichthys lucerna</i>			1	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	3%	0%	0%	0%
<i>Chelon auratus</i>		2	2	1	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	3%	3%	0%	0%	0%	3%	0%	0%
<i>Chelon ramada</i>			6	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	0%	3%	0%	0%
<i>Chromis chromis</i>	6	1		2	10%	0%	7%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	3%
<i>Citharus linguatula</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%
<i>Conger conger</i>	3	10	3	2	0%	0%	0%	7%	3%	10%	13%	7%	3%	0%	0%	7%	0%	3%	3%	0%
<i>Dentex dentex</i>	1	1		1	0%	0%	3%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
<i>Diplodus annularis</i>	3	4	1	1	0%	3%	0%	7%	0%	0%	3%	7%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
<i>Diplodus puntazzo</i>			1	5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	7%	0%	7%	3%
<i>Diplodus sargus</i>	9	1	5		13%	7%	7%	3%	0%	0%	0%	3%	3%	0%	3%	3%	0%	0%	0%	0%
<i>Diplodus vulgaris</i>	62	34	46	81	20%	10%	53%	37%	17%	13%	40%	17%	20%	17%	47%	17%	20%	10%	73%	63%
<i>Echiichthys vipera</i>		1			0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Engraulis encrasicolus</i>		3			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Labrus merula</i>	15	33	36	45	0%	7%	20%	7%	0%	3%	43%	13%	0%	0%	50%	13%	0%	7%	60%	20%
<i>Labrus viridis</i>	6	22	13	14	0%	3%	3%	10%	0%	0%	37%	10%	0%	7%	30%	0%	0%	3%	20%	13%
<i>Lepidotrigla cavillone</i>		1			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Lophius budegassa</i>			1		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Roche	2014	2017	2020	2023	2014				2017				2020				2023			
Abondance par année et occurrence par station					Frioul	Ile Verte	Planier	Riou	Frioul	Ile Verte	Planier	Riou	Frioul	Ile Verte	Planier	Riou	Frioul	Ile Verte	Planier	Riou
Taxons	Abondances				HZNP		ZNP		HZNP		ZNP		HZNP		ZNP		HZNP		ZNP	
<i>Lophius piscatorius</i>	2	4	2		3%	0%	3%	0%	10%	0%	3%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Merluccius merluccius</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%
<i>Microchirus ocellatus</i>	3	1		2	7%	3%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	3%
<i>Monochirus hispidus</i>	1				3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Mugilidae</i>					0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Mullus barbatus barbatus</i>		2			0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Mullus surmuletus</i>	17	52	50	41	3%	0%	30%	3%	3%	0%	47%	23%	10%	3%	33%	40%	7%	3%	17%	47%
<i>Muraena helena</i>	1	1		3	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	3%	0%
<i>Oblada melanura</i>		25			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	27%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Ophidion</i>			1		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Pagellus acame</i>	3	12	7	20	3%	0%	3%	3%	13%	0%	0%	10%	13%	0%	0%	7%	37%	0%	0%	13%
<i>Pagellus bogaraveo</i>				2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%
<i>Pagellus erythrinus</i>	31	44	56	54	20%	3%	33%	17%	7%	0%	27%	40%	20%	10%	30%	50%	13%	0%	0%	60%
<i>Pagrus pagrus</i>	2	14	3	10	0%	0%	3%	3%	7%	0%	17%	10%	0%	0%	10%	10%	7%	3%	7%	17%
<i>Parophidion vassali</i>				2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
<i>Pegusa lascaris</i>		2			0%	0%	0%	0%	3%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Phycis phycis</i>	50	91	107	78	13%	3%	60%	20%	20%	10%	80%	40%	10%	30%	73%	47%	47%	27%	43%	20%
<i>Sardina pilchardus</i>	17	1	3		17%	0%	0%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%
<i>Sarpa salpa</i>	5	8	6	5	3%	0%	0%	0%	3%	10%	10%	0%	7%	0%	10%	0%	0%	3%	3%	3%
<i>Sciaena umbra</i>	2	2	4	7	0%	7%	0%	0%	3%	3%	0%	0%	3%	10%	0%	0%	7%	13%	0%	0%
<i>Scomber colias</i>	2			1	0%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%
<i>Scomber scombrus</i>			1		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%
<i>Scophthalmus maximus</i>		1			0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Scorpaena notata</i>	15	9	5	6	7%	7%	10%	20%	10%	13%	0%	3%	0%	7%	7%	3%	3%	13%	3%	0%
<i>Scorpaena porcus</i>	208	205	291	331	23%	90%	73%	87%	17%	93%	77%	50%	30%	93%	67%	50%	23%	97%	83%	70%
<i>Scorpaena scrofa</i>	63	86	94	128	60%	27%	47%	20%	37%	37%	50%	47%	37%	17%	57%	60%	47%	20%	67%	57%
<i>Scorpaena sp</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%
<i>Seriola dumerili</i>	1			2	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	3%	0%
<i>Serranus cabrilla</i>	2	4	15	11	0%	0%	3%	3%	3%	0%	10%	0%	3%	0%	13%	10%	10%	3%	7%	7%
<i>Serranus scriba</i>		4	3	13	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	7%	0%	3%	0%	3%	0%	0%	20%	13%
<i>Solea solea</i>		1	3		0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Sparus aurata</i>	3	1		1	0%	0%	0%	3%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%
<i>Sphyræna viridensis</i>				3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%
<i>Spicara maena</i>	1			3	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%
<i>Spicara smaris</i>		1			0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Spondyliosa cantharus</i>	7	5	7	29	3%	3%	10%	7%	0%	0%	10%	7%	0%	0%	17%	7%	0%	0%	40%	20%
<i>Symphodus mediterraneus</i>	8	5	2	7	3%	0%	7%	17%	3%	0%	10%	3%	0%	3%	3%	0%	0%	3%	13%	7%
<i>Symphodus ocellatus</i>	2	3	2		0%	0%	7%	0%	0%	0%	3%	7%	3%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Symphodus tinca</i>	105	80	46	89	30%	13%	70%	47%	0%	20%	63%	27%	0%	23%	40%	17%	3%	27%	80%	30%
<i>Synapturichthys kleinii</i>			1	4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	7%	0%	0%	7%
<i>Synodus saurus</i>		6	2	5	0%	0%	0%	0%	7%	7%	3%	3%	0%	0%	3%	0%	3%	0%	0%	7%
<i>Thalassoma pavo</i>				1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%
<i>Trachinus draco</i>	1	9	3	9	0%	0%	0%	3%	0%	0%	13%	0%	3%	0%	3%	0%	7%	0%	0%	13%
<i>Trachinus radiatus</i>	2	4	2	4	3%	0%	0%	3%	0%	0%	3%	10%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	7%
<i>Trachurus trachurus</i>		26		4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	7%
<i>Triglidae</i>			1		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Trigloporus lastoviza</i>	5	8		3	7%	0%	3%	3%	3%	0%	13%	3%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	3%
<i>Uranoscopus scaber</i>	23	54	48	44	20%	7%	7%	30%	33%	3%	20%	30%	37%	10%	7%	43%	33%	0%	3%	27%
<i>Zeus faber</i>	1	7	2	4	0%	3%	0%	0%	3%	13%	3%	3%	0%	3%	0%	3%	0%	10%	0%	3%

Roche	2014	2017	2020	2023	2014				2017				2020				2023			
Abondance par année et occurrence par station					Frioul	Ile Verte	Planier	Riou	Frioul	Ile Verte	Planier	Riou	Frioul	Ile Verte	Planier	Riou	Frioul	Ile Verte	Planier	Riou
Taxons	Abondances				HZNP		ZNP		HZNP		ZNP		HZNP		ZNP		HZNP		ZNP	
Chondrichthyens	2	4	3	9	53%	40%	13%	10%	17%	13%	3%	10%	20%	13%	3%	0%	3%	7%	0%	10%
<i>Raja polystigma</i>		2	1		0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	3%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Scyliorhinus canicula</i>				2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%
<i>Torpedo marmorata</i>	2	2	2	7	3%	0%	3%	0%	0%	3%	0%	3%	0%	7%	0%	0%	10%	3%	0%	10%
<i>Torpedo torpedo</i>					0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cephalopoda	41	15	13	6	3%	3%	0%	0%	17%	3%	0%	0%	3%	3%	0%	3%	0%	0%	0%	0%
<i>Loligo vulgaris</i>		1			0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Octopus vulgaris</i>	29	12	9	2	47%	27%	10%	10%	17%	7%	3%	10%	20%	3%	0%	0%	3%	3%	0%	0%
<i>Sepia officinalis</i>	12	2	4	4	10%	13%	3%	3%	0%	7%	0%	0%	0%	10%	3%	0%	0%	3%	0%	10%
<i>Todarodes sagittatus</i>					0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Malacostracés	14	13	27	39	3%	0%	3%	0%	3%	3%	0%	7%	0%	7%	3%	0%	10%	3%	0%	17%
<i>Calappa granulata</i>			1		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Dromia sp</i>				3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	3%	0%
<i>Galathea strigosa</i>	1				3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Homarus gammarus</i>		3			0%	0%	0%	0%	3%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Maja craspata</i>			4	9	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	7%	0%
<i>Maja squinado</i>	1			2	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%
<i>Neomaja golziana</i>				14	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	27%	0%
<i>Pagurus prideaux</i>					0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Palinurus elephas</i>	10	10	22	11	3%	0%	13%	3%	0%	3%	20%	7%	13%	7%	13%	20%	3%	7%	0%	10%
<i>Scyllarides latus</i>	1				0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Scyllarus arctus</i>	1				0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Pièce vide					3%	3%	0%	0%	17%	3%	0%	0%	3%	3%	0%	3%	0%	0%	0%	0%
Nb espèces Ostéichthyens	38	48	43	52	21	17	23	28	26	18	30	29	23	18	23	25	29	21	26	32
Nb espèces Chondrichthyen	1	2	2	2	1	0	1	0	1	1	0	2	0	1	1	0	1	1	0	2
Nb espèces Malacostracés	5	2	3	5	2	0	3	2	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	4	1
Nb espèces Céphalopodes	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	0	1	2	0	1

3.3.2 Captures en biomasse

Evolution de la composition de la biomasse globale pêchée

Les captures réalisées dans les stations rocheuses du PNCal dans le cadre de ce suivi sont, pour l'essentiel, composées de poissons osseux (ostéichthyens) et de céphalopodes lors du suivi à T0. Lors des deux derniers suivis à T0+3 et T0+6 la biomasse totale de **malacostracés** était plus importante qu'à l'état zéro et reste stable lors du suivi à T0+9. Lors du dernier suivi à T0+9, la part de chondrichthyens a augmenté par rapport aux précédents suivis (Figure 25 et [Annexe 6](#)).

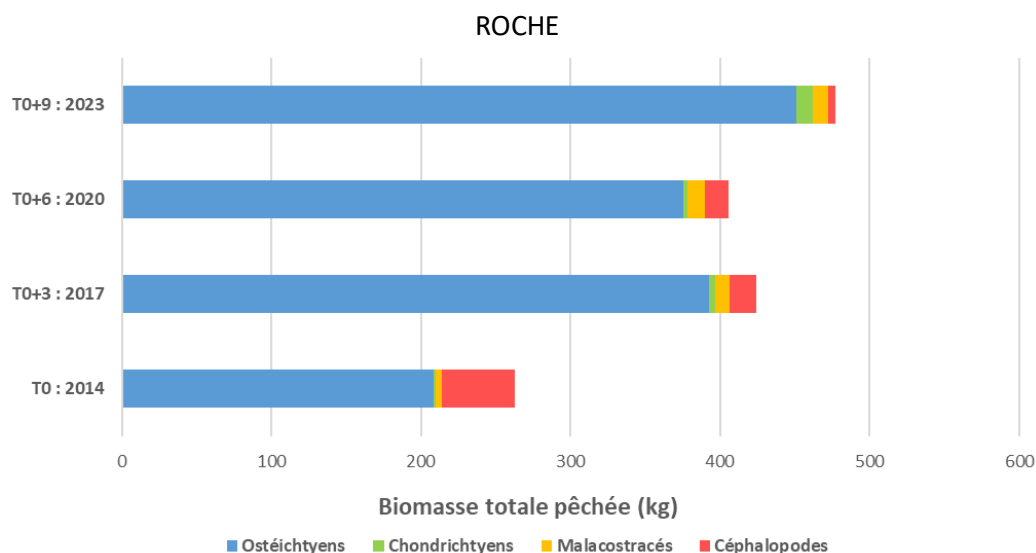


Figure 22. Biomasses totales pêchées (en kg) dans les stations de roche des poissons osseux (ostéichtyens), cartilagineux (chondrichtyens), des crustacés malacostracés et des céphalopodes à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023) dans le PNCaI.

Les biomasses moyennes des poissons **ostéichtyens** capturés dans les stations de roche sont supérieures à celles observées lors de l'ensemble des précédents suivis (KW : $p = 4.7e^{-06}$).

A l'inverse, pour les **céphalopodes**, les biomasses moyennes sont inférieures à celles du T0 et n'ont cessé de diminuer depuis le début du suivi (KW : $p = 7.2e^{-08}$).

Les biomasses moyennes des **chondrichtyens** (KW : $p = 0.71$) restent très faibles et n'évoluent pas significativement au cours du temps, de même pour les **malacostracés** (KW : $p = 0.22$) (Figure 26 et Tableau 18).

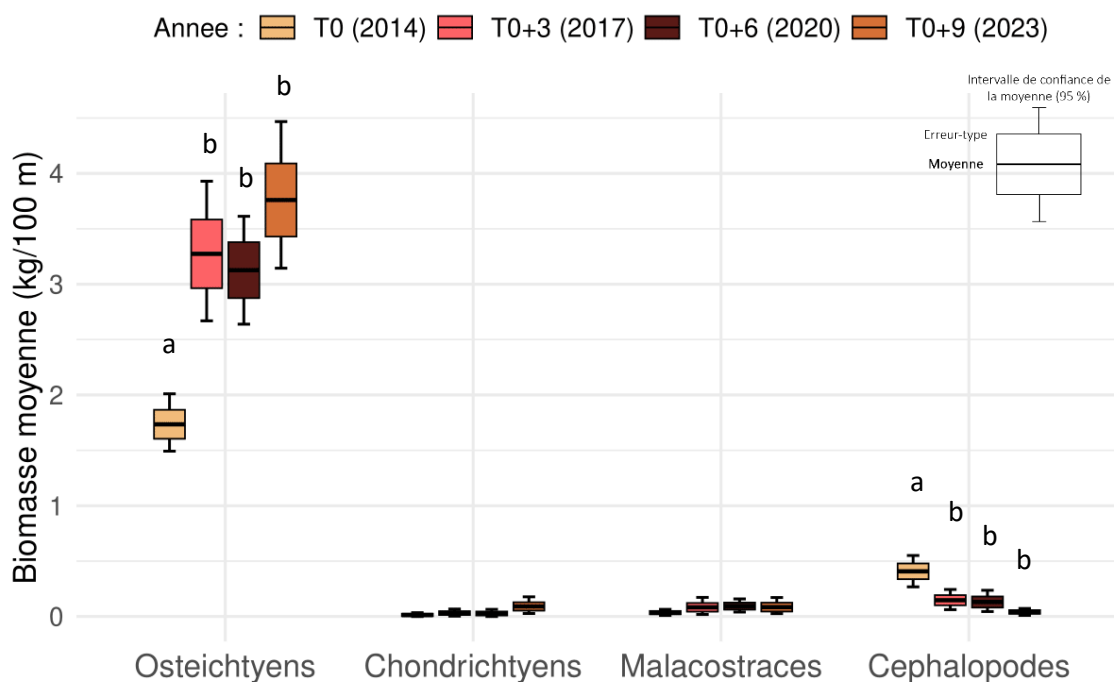


Figure 23. Biomasse moyenne (en kg/100 m de filet) des différentes classes pêchées pêchées dans les stations de roche du PNCaI à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein de chaque classe.

Tableau 18. Biomasse moyenne ($\bar{x}$), écart-type (σ) en kg/100 m de filet des différentes classes et comparaisons entre les années pour les stations de roche. La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

ROCHE				
Classe	Année	$\bar{x}$ ± σ	Evolution 2014-2023	
Ostéichthyens 	T0 (2014)	1.735 ± 1.435		X 2.2
	T0+3 (2017)	3.274 ± 3.401		
	T0+6 (2020)	3.127 ± 2.759		
	T0+9 (2023)	3.76 ± 3.614		
Chondrichthyens 	T0 (2014)	0.014 ± 0.118	=	=
	T0+3 (2017)	0.031 ± 0.183		
	T0+6 (2020)	0.027 ± 0.196		
	T0+9 (2023)	0.091 ± 0.419		
Malacostracés 	T0 (2014)	0.035 ± 0.164	=	=
	T0+3 (2017)	0.083 ± 0.432		
	T0+6 (2020)	0.094 ± 0.353		
	T0+9 (2023)	0.085 ± 0.436		
Céphalopodes 	T0 (2014)	0.408 ± 0.778		: 10.0
	T0+3 (2017)	0.147 ± 0.509		
	T0+6 (2020)	0.131 ± 0.543		
	T0+9 (2023)	0.041 ± 0.186		

Evolution de la biomasse pêchée selon le statut de gestion

La biomasse moyenne des **ostéichthyens** en ZNP lors de ce suivi à T0+9 est beaucoup plus élevée par rapport à l'état initial (x 2.4 ; Wilcoxon : $p = 3.8e^{-07}$). En 2014, lors de l'état initial, les valeurs étaient de 2.5 ± 1.6 kg/100 m de filet, et en 2023 (T0+9), elles sont de 6.0 ± 3.9 kg/100 m de filet ; en 2020 (T0+6), elles étaient de 4.7 ± 3.0 kg/100 m de filet.

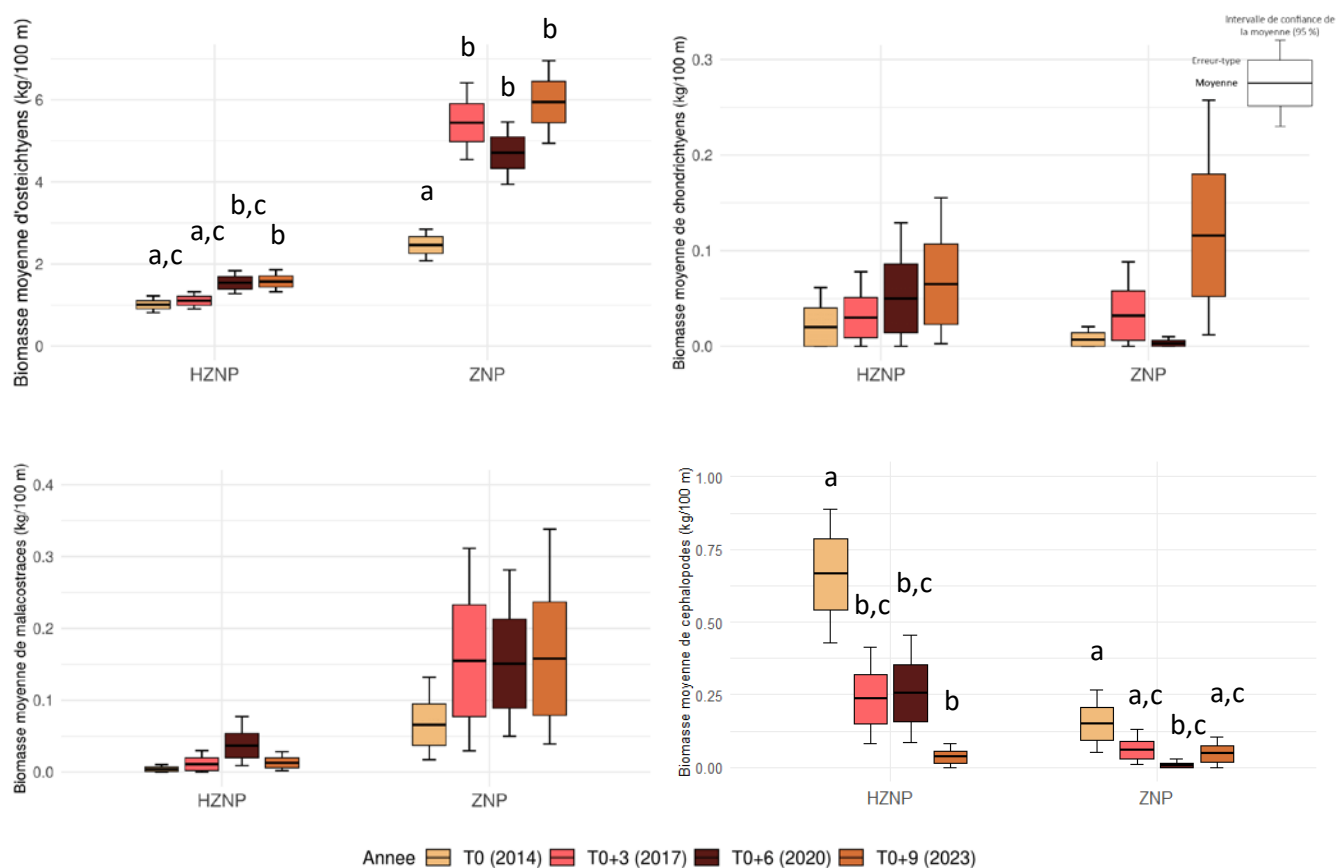
Hors ZNP, les valeurs de la biomasse des ostéichthyens a également progressé continuellement au cours des suivis (KW : $p = 0.002$). Elles ont été multipliées par 1.6 en 9 ans, passant de 1.0 ± 0.8 kg/100 m de filet à T0 à 1.6 ± 1.1 kg/100 m de filet à T0+9, même si elle a peu progressé depuis le dernier suivi.

Les valeurs de biomasses moyennes des **céphalopodes** présentent une chute drastique depuis le début du suivi, quel que soit le statut de gestion. Leur rendement moyen en biomasse est 19 fois moins élevé dans les captures à T0+9 par rapport à T0 hors ZNP (KW : $p = 1.2e^{-07}$). Cette évolution est atténuée en ZNP (KW : $p = 0.13$) où le facteur de diminution est important mais six fois moins élevé.

Concernant les **chondrichthyens** et les **malacostracés**, dont les captures en biomasse sont faibles, aucune différence significative n'est relevée que ce soit en ZNP (respectivement KW : $p = 0.17$ et $p = 0.51$) ou hors ZNP (respectivement KW : $p = 0.55$ et $p = 0.32$) (Figure 27 et Tableau 19).

Tableau 19. Biomasse moyenne ($\bar{x}$ $\pm$ écart-type (σ) en kg/100 m de filet, des différentes classes au cours du temps selon le statut de gestion (HZNP : hors ZNP) sur les stations de roche. La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

ROCHE					
Biomasse (kg/100 m)		Ostéichthyens	Chondrichthyens	Malacostracés	Céphalopodes
		$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
HZNP	T0 (2014)	1.008 $\pm$ 0.786	0.02 $\pm$ 0.159	0.004 $\pm$ 0.025	0.665 $\pm$ 0.948
	T0+3 (2017)	1.106 $\pm$ 0.842	0.03 $\pm$ 0.166	0.011 $\pm$ 0.069	0.235 $\pm$ 0.669
	T0+6 (2020)	1.542 $\pm$ 1.177	0.05 $\pm$ 0.275	0.037 $\pm$ 0.13	0.256 $\pm$ 0.748
	T0+9 (2023)	1.575 $\pm$ 1.069	0.065 $\pm$ 0.322	0.013 $\pm$ 0.054	0.035 $\pm$ 0.163
	Evolution 2014-2023	↗ X 1.6	=	=	↘ : 19
ZNP	T0 (2014)	2.462 $\pm$ 1.569	0.007 $\pm$ 0.053	0.066 $\pm$ 0.227	0.15 $\pm$ 0.434
	T0+3 (2017)	5.443 $\pm$ 3.613	0.032 $\pm$ 0.2	0.155 $\pm$ 0.601	0.06 $\pm$ 0.242
	T0+6 (2020)	4.713 $\pm$ 2.976	0.003 $\pm$ 0.026	0.151 $\pm$ 0.477	0.007 $\pm$ 0.055
	T0+9 (2023)	5.946 $\pm$ 3.935	0.116 $\pm$ 0.499	0.158 $\pm$ 0.608	0.046 $\pm$ 0.207
	Evolution 2014-2023	↗ X 2.4	=	=	↘ : 3



Evolution de la biomasse pêchée entre les stations

La biomasse moyenne des poissons **ostéichtyens** présente une augmentation à la station Ile Verte qui est hors ZNP (KW : $p = 7.2e^{-04}$), passant de 0.9 ± 0.6 kg/100 m de filet à T0 à 1.5 ± 0.8 kg/100 m de filet à T0+9, soit une progression d'un facteur 1.6 depuis le début du suivi. La CPUE moyenne était toutefois plus élevée en 2020. Les stations Planier et Riou, toutes les deux en ZNP, suivent des patrons similaires. Les valeurs de biomasse à T0+9 sont significativement plus importantes qu'à T0 (respectivement Wilcoxon : $p = 2.6e^{-04}$ et $p = 1.2e^{-05}$). A la station Frioul, la différence entre les années est également significative (KW : $p = 0.05$).

Les autres évolutions significatives des biomasses moyennes pêchées concernent les **céphalopodes** aux deux stations HZNP de Frioul (KW : $p = 1.0e^{-04}$) et de l'Ile Verte (KW : $p = 0.003$), qui connaissent une chute drastique. Pour les deux stations, les valeurs de biomasses moyennes étaient significativement plus élevées lors de l'état initial qu'à T0+9, soit 0.9 ± 0.2 kg/100 m de filet à Frioul et 0.5 ± 0.1 kg/100 m de filet à Ile Verte. Cette tendance était déjà observée à T0+3 et T0+6 dont les valeurs étaient plus faibles qu'à T0. Entre les deux suivis de T0+3 et T0+6, les valeurs moyennes ne présentent pas de différence.

Les valeurs de biomasse moyenne capturée des **chondrichtyens** et des **malacostracés** sont faibles et ne présentent pas de différences significatives au cours des suivis, quelles que soit les stations (Tableau 20 et Figure 28).

Tableau 20. Biomasse moyenne ($\bar{x}$), écart-type (σ) en kg/100 m de filet, des différentes classes au cours du temps selon les stations sur la roche. La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

ROCHE					
Biomasse (kg/100 m)		Ostéichtyens $\bar{x} \pm \sigma$	Chondrichtyens $\bar{x} \pm \sigma$	Malacostracés $\bar{x} \pm \sigma$	Céphalopodes $\bar{x} \pm \sigma$
Frioul	T0 (2014)	1.082 $\pm$ 0.962	0.041 $\pm$ 0.225	0.007 $\pm$ 0.035	0.874 $\pm$ 1.115
	T0+3 (2017)	0.974 $\pm$ 0.896	0.035 $\pm$ 0.192	0.017 $\pm$ 0.095	0.32 $\pm$ 0.834
	T0+6 (2020)	1.169 $\pm$ 1.088	0 $\pm$ 0	0.051 $\pm$ 0.162	0.449 $\pm$ 1.012
	T0+9 (2023)	1.627 $\pm$ 1.269	0.056 $\pm$ 0.222	0.012 $\pm$ 0.064	0.033 $\pm$ 0.183
	Evolution 2014-2023	=	=	=	↘ : 27
Ile Verte	T0 (2014)	0.934 $\pm$ 0.568	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0.457 $\pm$ 0.705
	T0+3 (2017)	1.237 $\pm$ 0.777	0.025 $\pm$ 0.139	0.004 $\pm$ 0.022	0.15 $\pm$ 0.448
	T0+6 (2020)	1.914 $\pm$ 1.162	0.1 $\pm$ 0.386	0.023 $\pm$ 0.089	0.063 $\pm$ 0.194
	T0+9 (2023)	1.522 $\pm$ 0.843	0.073 $\pm$ 0.402	0.014 $\pm$ 0.042	0.038 $\pm$ 0.144
	Evolution 2014-2023	↗ X 1.6	=	=	↘ : 12
Planier (ZNP)	T0 (2014)	2.855 $\pm$ 1.77	0.014 $\pm$ 0.075	0.071 $\pm$ 0.191	0.152 $\pm$ 0.419
	T0+3 (2017)	6.827 $\pm$ 3.742	0 $\pm$ 0	0.248 $\pm$ 0.802	0.028 $\pm$ 0.155
	T0+6 (2020)	5.363 $\pm$ 3.106	0.007 $\pm$ 0.037	0.05 $\pm$ 0.104	0.014 $\pm$ 0.078
	T0+9 (2023)	6.103 $\pm$ 4.422	0 $\pm$ 0	0.101 $\pm$ 0.201	0 $\pm$ 0
	Evolution 2014-2023	↗ X 2.1	=	=	=
Riou (ZNP)	T0 (2014)	2.068 $\pm$ 1.247	0 $\pm$ 0	0.061 $\pm$ 0.261	0.149 $\pm$ 0.455
	T0+3 (2017)	4.059 $\pm$ 2.931	0.063 $\pm$ 0.281	0.061 $\pm$ 0.271	0.092 $\pm$ 0.305
	T0+6 (2020)	4.063 $\pm$ 2.738	0 $\pm$ 0	0.252 $\pm$ 0.656	0 $\pm$ 0
	T0+9 (2023)	5.789 $\pm$ 3.45	0.233 $\pm$ 0.691	0.215 $\pm$ 0.84	0.093 $\pm$ 0.288
	Evolution 2014-2023	↗ X 2.8	↗↗	=	=

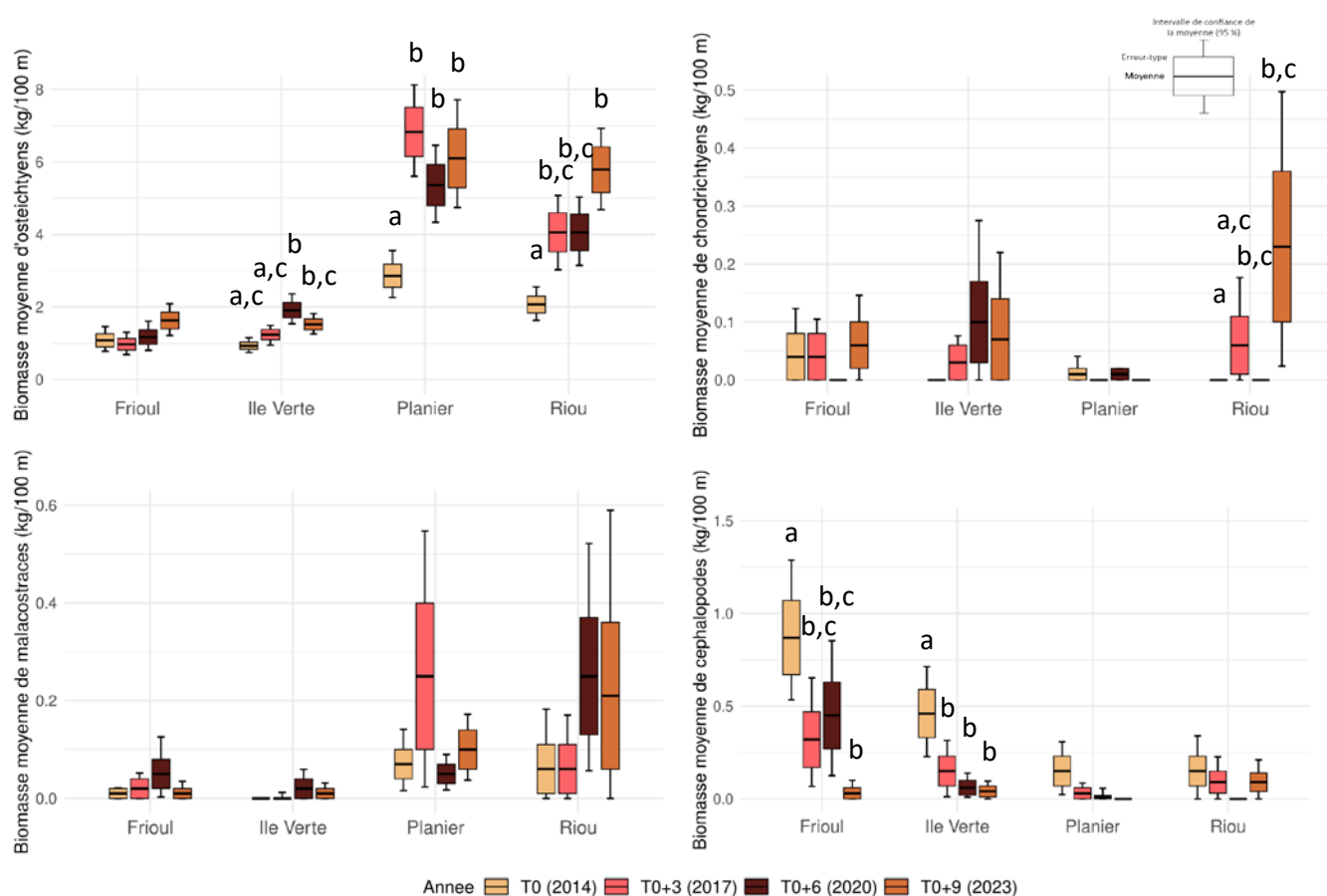


Figure 25. Biomasse moyenne (kg/100 m) des ostéichthyens, chondrichthyens, malacostracés et céphalopodes pêchés dans les stations de roche du PNCal à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des stations.

3.3.3 Captures des espèces cibles selon le mode de gestion et les stations

Les rendements des espèces cibles (voir chapitre 2.4.1) sur la roche évoluent positivement au cours des suivis en ZNP (KW : $p = 1.3e^{-15}$), avec des valeurs passant de 0.8 ± 1.0 kg/100 m de filet à T0 à 4.7 ± 3.8 kg/100 m de filet à T0+9, soit une augmentation d'un facteur de 5.8.

Hors ZNP, les rendements augmentent aussi (KW : $p = 1.6e^{-05}$) (Figure 29 et Tableau 23), avec des valeurs de biomasse de 0.3 ± 0.5 kg/100 m de filet à T0 à 0.8 ± 0.9 kg/100 m de filet à T0+9, soit un facteur multiplicatif de 2.6. Cette progression des rendements moyens hors ZNP est sensible seulement à partir de T0+6.

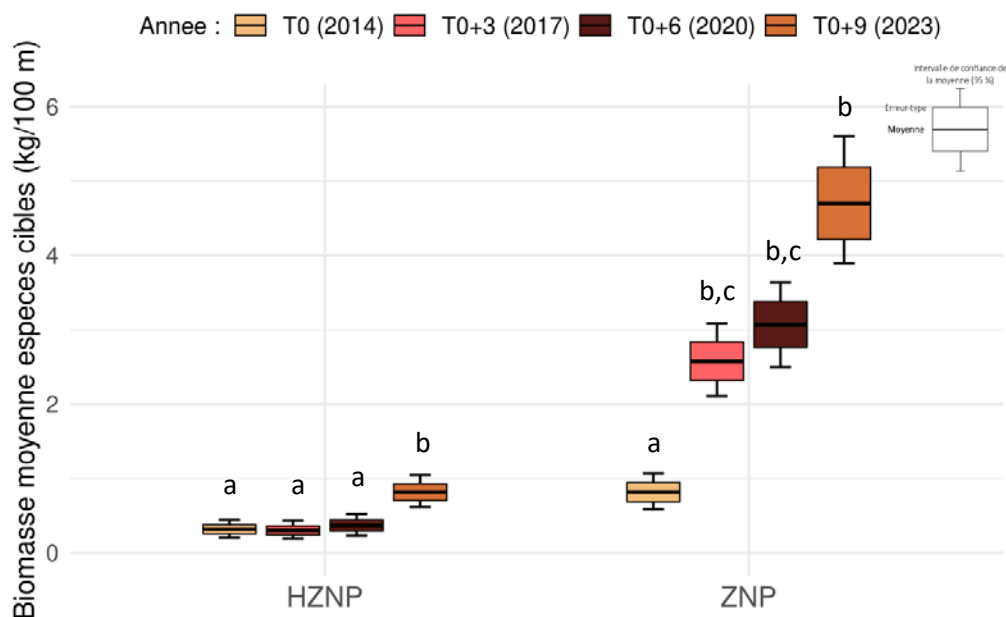


Figure 26. Biomasse moyenne (kg/100 m) des espèces cibles pêchées dans les stations de roche hors ZNP (HZNP) et en ZNP du PNCal à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des deux types de zones.

En ce qui concerne l'évolution des CPUE au sein des stations en ZNP, les valeurs à Planier (KW : $p = 2.0e^{-07}$) et à Riou (KW : $p = 3.1e^{-09}$) suivent le même patron. Les progressions de valeurs sont d'un facteur de 4.1 à Planier, et d'un facteur de 10.8 à Riou entre 2014 et 2023. Au Frioul et à l'Ile Verte, une légère augmentation des biomasses est visible et le test de KW permet de la valider (respectivement, $p = 4.6e^{-04}$ et $p = 0.01$) (Figure 30 et Tableau 21).

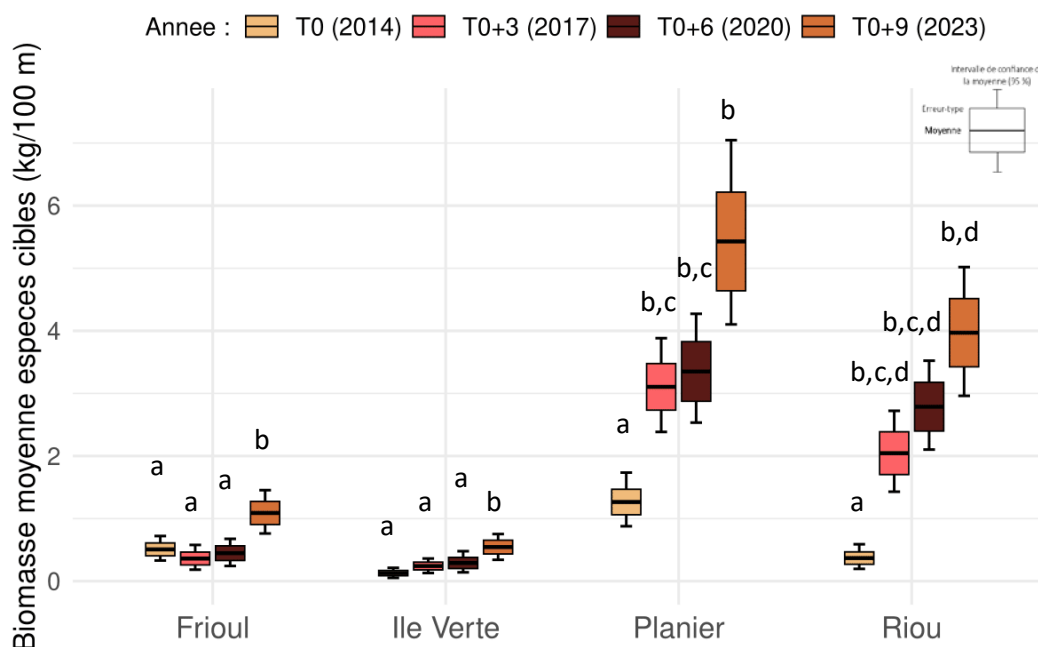


Figure 27. Biomasse moyenne (kg/100 m) des espèces cibles pêchées dans les stations d'herbier du PNCal à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des stations.

Tableau 21. Biomasse moyenne ($\bar{x}$), écart-type (σ) en kg/100 m de filet, des espèces cibles au cours du temps selon le statut de gestion (HZNP : hors ZNP) et les stations de roche. La tendance évolutive entre T0 et T0+6 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

ROCHE					
Biomasse espèces cibles (kg/100 m)	T0 (2014) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+3 (2017) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+6 (2020) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+9 (2023) $\bar{x} \pm \sigma$	Evolution 2014-2023
HZNP	0.318 $\pm$ 0.468	0.302 $\pm$ 0.464	0.369 $\pm$ 0.570	0.817 $\pm$ 0.870	↗ x 2.6
Frioul	0.508 $\pm$ 0.563	0.362 $\pm$ 0.562	0.448 $\pm$ 0.642	1.090 $\pm$ 1.012	↗ x 2.2
Ile Verte	0.129 $\pm$ 0.233	0.242 $\pm$ 0.337	0.291 $\pm$ 0.487	0.545 $\pm$ 0.602	↗ x 4.2
ZNP	0.817 $\pm$ 0.981	2.575 $\pm$ 2.014	3.070 $\pm$ 2.378	4.699 $\pm$ 3.751	↗ x 5.8
Planier	1.265 $\pm$ 1.118	3.105 $\pm$ 2.038	3.351 $\pm$ 2.608	5.428 $\pm$ 4.316	↗ x 4.3
Riou	0.369 $\pm$ 0.541	2.045 $\pm$ 1.875	2.788 $\pm$ 2.131	3.970 $\pm$ 2.984	↗ x 10.8

3.3.4 Composition des assemblages des espèces cibles sur la roche

Les répliquats des biomasses capturées des différentes espèces cibles ont été regroupés selon la station et l'année du suivi. Des différences significatives dans la composition des assemblages des espèces cibles en termes de biomasse sont notées pour les stations **Planier** (Kruskal-Wallis : $p = 2.01e^{-07}$) et **Riou** (Kruskal-Wallis : $p = 3.1e^{-09}$) en ZNP avec, pour les 2 stations, l'année 2014 (T0) qui se démarque des autres par une composition des assemblages différente de celles de 2017 (T0+3), 2020 (T0+6) et de 2023 (T0+9) (Pair-wise test : $p < 0.0001$). La station **Ile Verte** hors ZNP (Kruskal-Wallis : $p = 0.01$) présente également des différences significatives au cours des suivis dans la composition de ses assemblages. Contrairement à Planier et Riou, c'est l'année 2023 qui se démarque des autres à l'Ile Verte avec un assemblage d'espèce différent (Pair-wise test : 2014-2017 $p = 0.27$; 2014-2020 $p = 0.21$; 2014-2023 $p = 0.002$). La station du **Frioul**, hors ZNP, présente aussi des assemblages d'espèces différents depuis le début du suivi (Kruskal-Wallis : $p = 0.0004$). L'année 2023 s'y démarque aussi des autres années de suivis, par l'augmentation des biomasses capturées (Pair-wise test : 2014-2017 $p = 0.21$; 2014-2020 $p = 0.45$; 2014-2023 $p = 0.009$).

La projection des répliquats dans un espace à 2 dimensions, visible sur la Figure 31, illustre bien ces différences, notamment pour les 2 stations en ZNP (Planier et Riou). La projection de ces points est diffuse dans l'espace, indiquant une hétérogénéité et une biomasse des captures plus importantes et une plus grande diversité dans la composition des assemblages. Les répliquats des 2 stations hors ZNP (Frioul et Ile Verte) sont concentrés dans le centre de l'espace, caractérisant une faible biomasse capturée.

Le denti *Dentex dentex*, la sériole *Seriola dumerili* et le maquereau *Scombrus scombrus*, sont les espèces qui contribuent le plus fortement à la projection des répliquats des stations Planier et Riou ; ces 3 espèces sont présentes dans les captures de ces stations et contribuent à différencier leurs assemblages. La baudroie *Lophius piscatorius* contribue, à un degré moindre tout de même, à la projection notamment des répliquats de la station du Frioul, et, dans une moindre mesure, à celle du Planier (Figure 31).

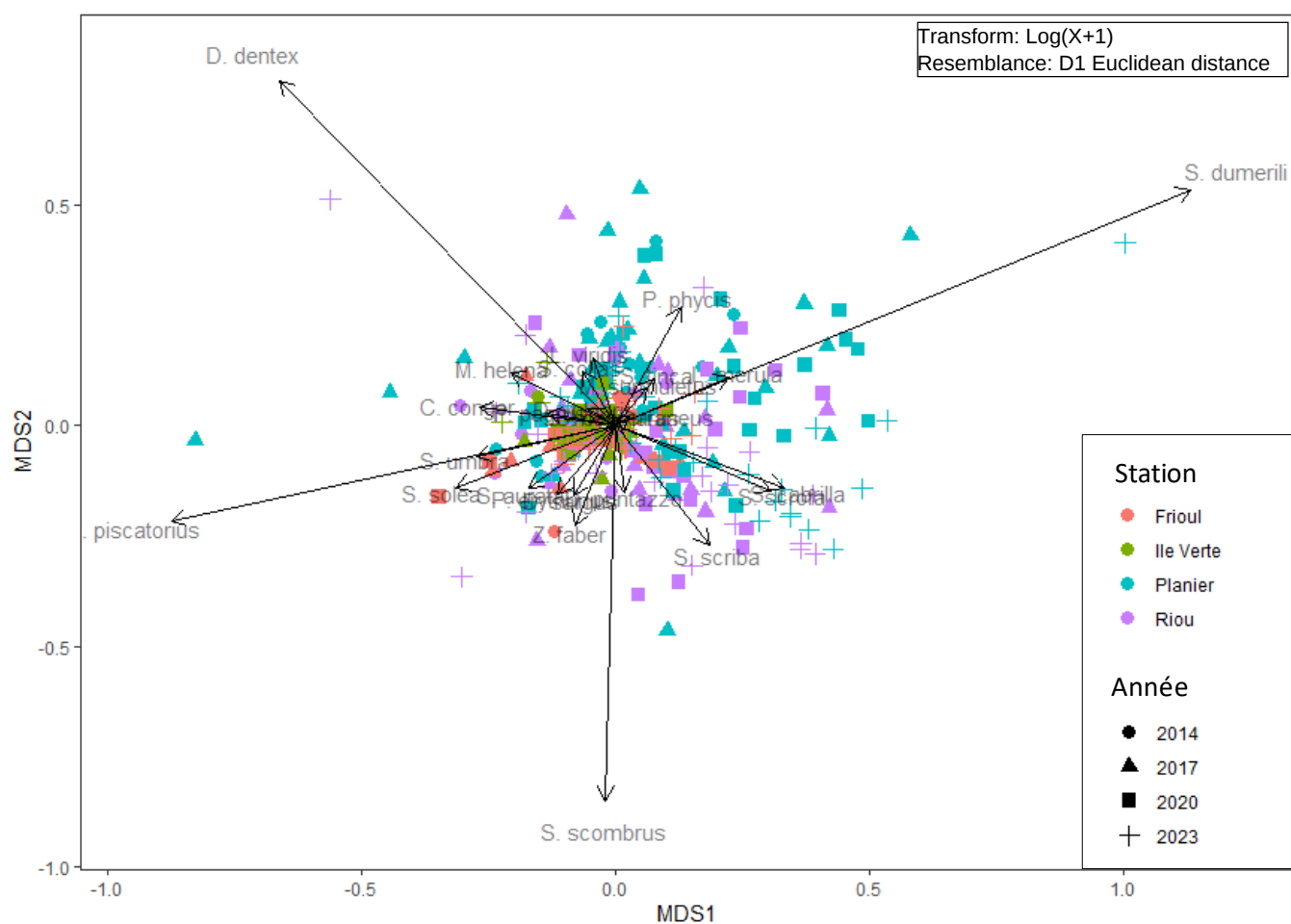


Figure 28. Analyse (nMDS) comparée de la composition des assemblages des espèces cibles dans les stations sur roche selon les années (projection des répliquats et des variables espèces et corrélation de Pearson).

3.3.5 Captures du chapon *Scorpaena scrofa*

Le chapon *Scorpaena scrofa* est la capture la plus importante, en termes de biomasse, dans les filets des PSS sur les stations de roche. La biomasse totale de cette espèce était de 21.6 kg à T0, de 69.4 kg à T0+3, de 95.7 kg à T0+6 et de 143.2 kg à T0+9. Alors que hors HZNP, les faibles valeurs de CPUE ne présentent pas de différences significatives entre les années (KW : $p = 0.44$), en ZNP une augmentation significative est relevée (KW : $p = 2.0e^{-06}$) (Figure 32 et Tableau 24).

Le statut de protection est favorable au chapon au cours du temps. Au début du suivi en 2014 (T0), aucune différence significative n'était relevée dans les CPUE dans les ZNP et en dehors (KW : $p = 0.34$). en 2023, 9 ans après, les valeurs de CPUE du chapon sont 8.5 fois plus importantes (Wilcoxon : $p = 0.007$).

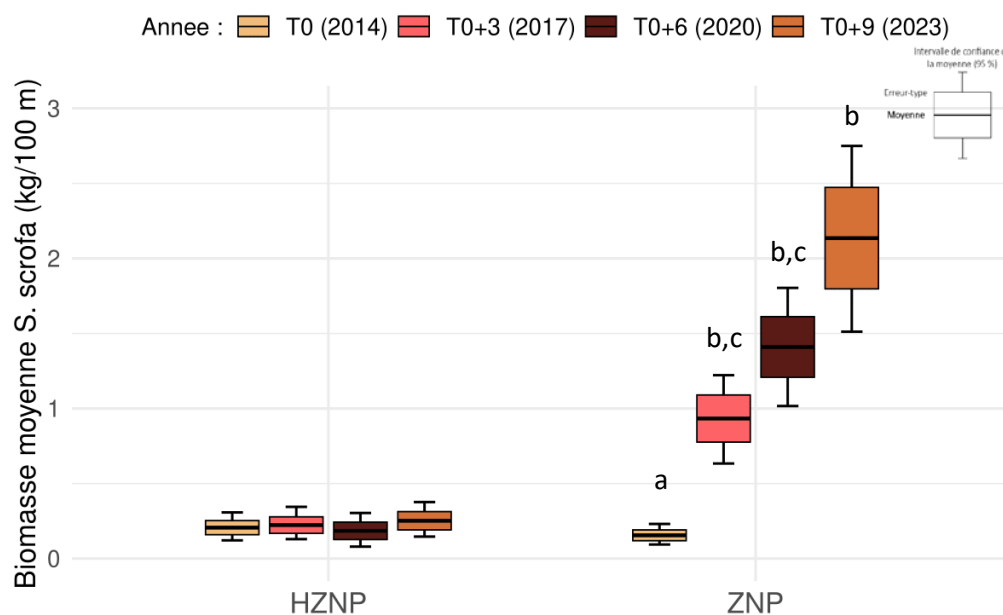


Figure 29. Biomasse moyenne (kg/100 m) du chapon *Scorpaena scrofa* pêché dans les stations de roche hors ZNP (HZNP) et en ZNP du PNCal à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des stations.

Les stations de Frioul et de l'Île Verte, hors ZNP, ne sont pas marquées par une évolution des valeurs de CPUE au cours des suivis (KW respectivement : $p = 0.37$ et $p = 0.18$). Les évolutions croissantes sont notées pour les 2 stations en ZNP, Planier (KW : $p = 0.003$) et Riou (KW : $p = 5.5e^{-04}$). Ces 2 stations présentent le même patron d'évolution, avec une croissance en flèche marquée dès le premier retour à T0+3 (Figure 33 et Tableau 24).

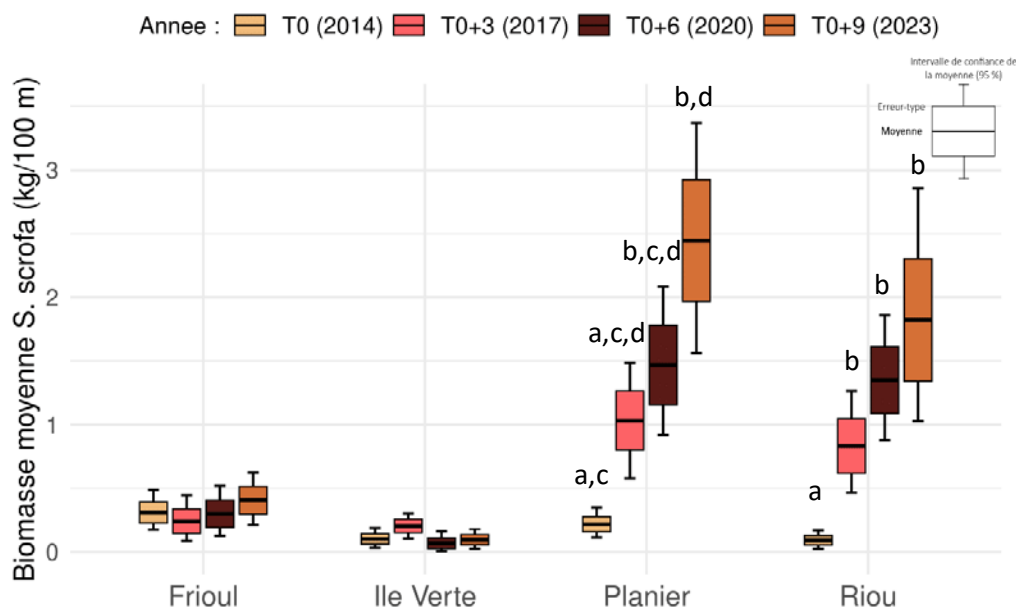


Figure 30. Biomasse moyenne (kg/100 m) du chapon *Scorpaena scrofa* pêché dans les stations de roche du PNCal à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des stations.

Tableau 22. Biomasse moyenne ($\bar{x}$), écart-type (σ) en kg/100 m de filet, du chapon *Scorpaena scrofa* au cours du temps selon le statut de gestion (HZNP : hors ZNP) et les stations de roche. La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

ROCHE					
Biomasse <i>Scorpaena scrofa</i> (kg/100 m)	T0 (2014) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+3 (2017) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+6 (2020) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+9 (2023) $\bar{x} \pm \sigma$	Evolution 2014-2023
HZNP	0.206 ± 0.366	0.223 ± 0.422	0.185 ± 0.451	0.252 ± 0.472	=
Frioul	0.310 ± 0.449	0.242 ± 0.524	0.300 ± 0.578	0.407 ± 0.595	=
Ile Verte	0.102 ± 0.220	0.205 ± 0.297	0.069 ± 0.228	0.096 ± 0.220	=
ZNP	0.155 ± 0.278	0.933 ± 1.214	1.410 ± 1.564	2.135 ± 2.619	↗ X 13.8
Planier	0.218 ± 0.328	1.033 ± 1.261	1.469 ± 1.707	2.446 ± 2.615	↗ X 11.2
Riou	0.092 ± 0.202	0.833 ± 1.178	1.351 ± 1.435	1.823 ± 2.630	↗ X 19.8

3.3.6 Captures de la mostelle *Phycis phycis*

Le suivi à T0+9 est marqué par une chute de la biomasse capturée de mostelle dans les stations de ZNP par rapport au suivi à T0+6 (Wilcoxon : $p = 0.001$). Le test de KW détecte globalement une différence entre les années ($p = 3.5e^{-04}$). La CPUE moyenne en 2023 est proche de celle du suivi initial, le test de Wilcoxon ne détecte pas de différences entre ces deux suivis ($p = 0.4$).

Pour les stations hors ZNP, la tendance est différente, avec des biomasses faibles mais en augmentation régulière observée depuis le début du suivi (KW : $p = 2.2e^{-04}$), et significative par rapport au suivi à T0+6 (Wilcoxon : $p = 0.03$). Le facteur d'augmentation est de 5.5 par rapport au suivi initial, avec des CPUE de seulement 0.06 ± 0.2 kg/100 m de filet à T0 contre 0.3 ± 0.6 kg/100 m de filet à T0+9.

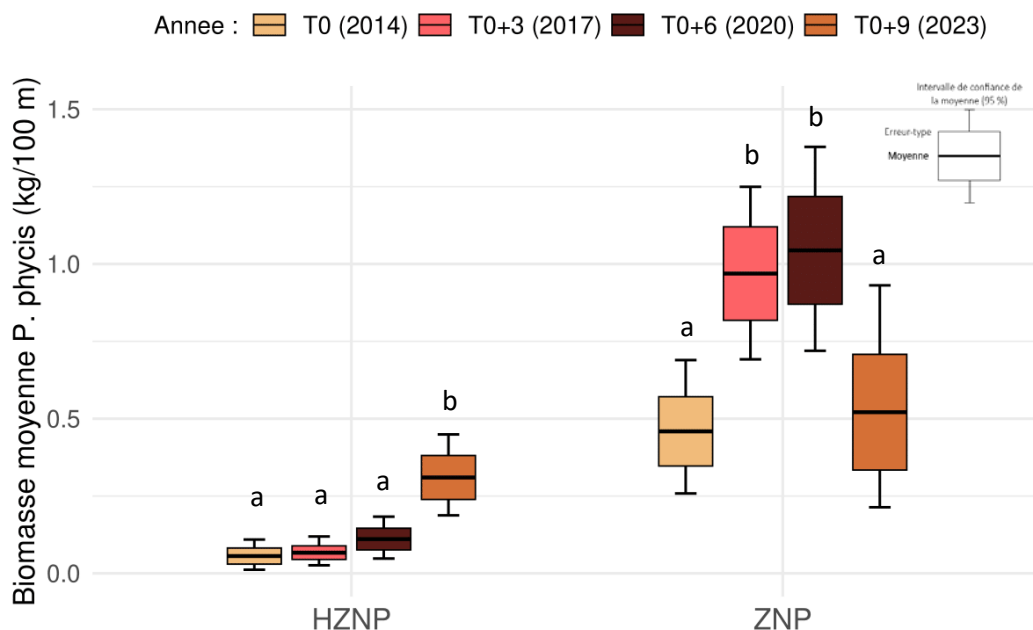


Figure 31. Biomasse moyenne (kg/100 m) de la mostelle *Phycis phycis* pêchée dans les stations de roche hors ZNP (HZNP) et en ZNP du PNCal à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des stations.

Les CPUE de la mostelle au sein des différentes stations de roche sont marquées par différentes évolutions au cours du temps. Au Frioul, qui est hors ZNP ; les valeurs restent faibles au début du suivi, avec un pic en 2023 (KW : $p = 0.002$). A Planier (ZNP), les valeurs tendent à augmenter du suivi initial jusqu'à T0+6, puis chutent reviennent au niveau de l'état initial à T0+9. Le test de Wilcoxon met en évidence cette modification de tendance ($p = 0.02$). A l'Ile Verte, les biomasses sont stables par rapport au suivi à T0+6 (Wilcoxon : $p = 0.8$) et confirment leur augmentation par rapport à 2014 et à Riou en ZNP, les biomasses ont fortement chuté (Wilcoxon : $p = 0.02$).

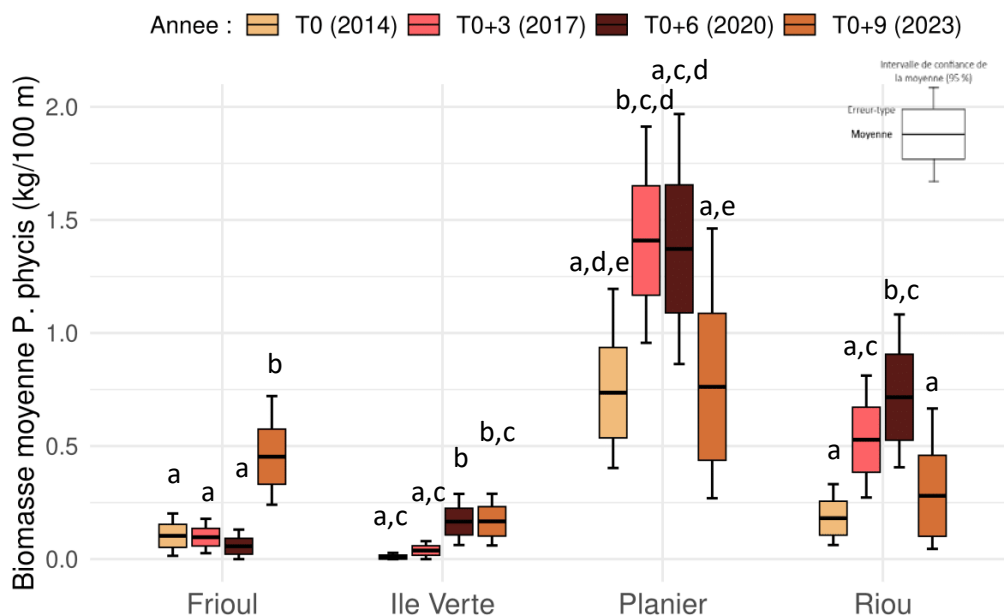


Figure 32. Biomasse moyenne (kg/100 m) de la mostelle *Phycis phycis* pêchée dans les stations de roche du PNCal à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des stations.

Tableau 23. Biomasse moyenne ($\bar{x}$), écart-type (σ) en kg/100 m de filet, de la mostelle *Phycis phycis* au cours du temps selon le statut de gestion (HZNP : hors ZNP) et les stations de roche. La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

ROCHE					
Biomasse <i>Phycis phycis</i> (kg/100 m)	T0 (2014) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+3 (2017) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+6 (2020) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+9 (2023) $\bar{x} \pm \sigma$	Evolution 2014-2023
HZNP	0.056 $\pm$ 0.204	0.067 $\pm$ 0.172	0.111 $\pm$ 0.268	0.310 $\pm$ 0.551	↗ X 5.5
Frioul	0.103 $\pm$ 0.279	0.097 $\pm$ 0.212	0.057 $\pm$ 0.192	0.453 $\pm$ 0.670	↗ X 4.4
Ile Verte	0.009 $\pm$ 0.051	0.038 $\pm$ 0.116	0.166 $\pm$ 0.320	0.167 $\pm$ 0.355	↗ X 18.7
ZNP	0.459 $\pm$ 0.867	0.969 $\pm$ 1.169	1.044 $\pm$ 1.351	0.521 $\pm$ 1.445	↗ X 1.2
Planier	0.736 $\pm$ 1.096	1.409 $\pm$ 1.325	1.372 $\pm$ 1.552	0.762 $\pm$ 1.781	↗ X 1.0
Riou	0.181 $\pm$ 0.413	0.528 $\pm$ 0.790	0.716 $\pm$ 1.039	0.280 $\pm$ 0.979	↗ X 1.6

3.3.7 Captures du rouget *Mullus surmuletus*

Le rouget *Mullus surmuletus* est une espèce qui apparaît favorisée par la mise en place des ZNP dans les Calanques. En effet, ses valeurs de CPUE ont augmenté au cours des suivis entre l'état initial T0 et le dernier suivi à T0+9 (Wilcoxon : $p = 0.04$), passant ainsi de 0.1 ± 0.3 kg/100 m de filet à T0 à 0.2 ± 0.4 kg/100 m de filet à T0+9 (Figure 36 et Tableau 26). Cependant, une baisse importante de la biomasse moyenne capturée est observée depuis T0+3.

Sur la station de Planier, les biomasses chutent depuis le suivi de T0+3, mais le test de KW ne détecte pas de différences entre les années. Enfin, pour la station de Riou, l'augmentation des CPUE est constante depuis l'état initial à T0 (KW : $p = 7.4e^{-04}$), avec des valeurs de seulement 0.01 ± 0.07 kg/100 m de filet à T0, et de 0.3 ± 0.5 kg/100 m de filet à T0+9, soit un facteur multiplicatif de 28.5.

Hors ZNP, les valeurs de biomasses sont faibles tout au long des suivis, aucune différence n'est constatée entre les années (KW : $p = 0.38$). Les deux stations hors ZNP sont concernées (KW : Frioul : $p = 0.66$; Ile Verte : $p = 0.57$) (Figure 37 et Tableau 26).

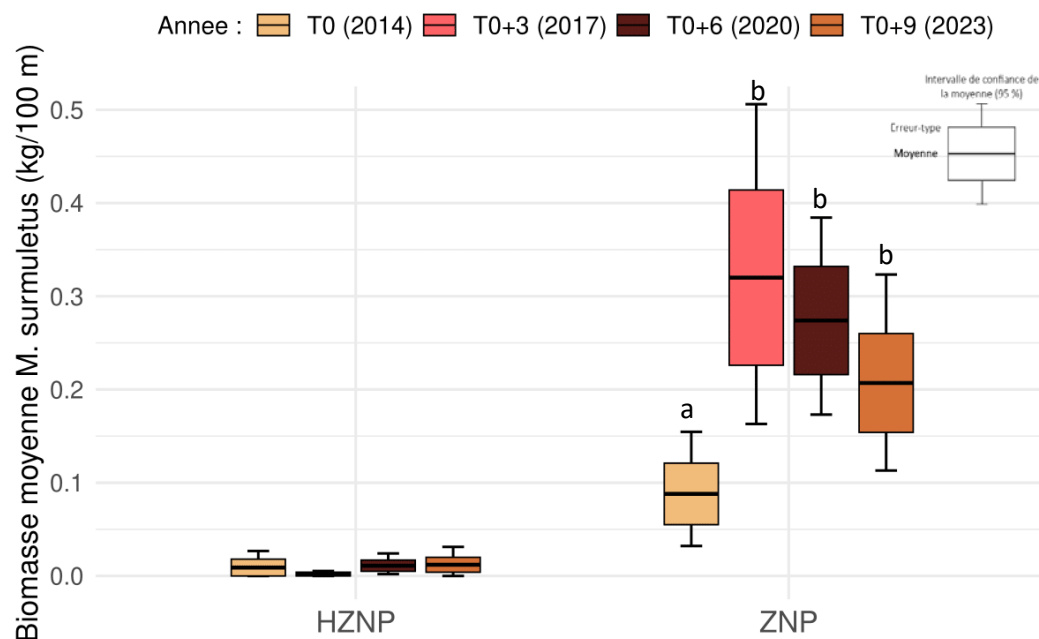


Figure 33. Biomasse moyenne (kg/100 m) du rouget *Mullus surmuletus* pêché dans les stations de roche hors ZNP (HZNP) et en ZNP du PNCaI à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des stations.

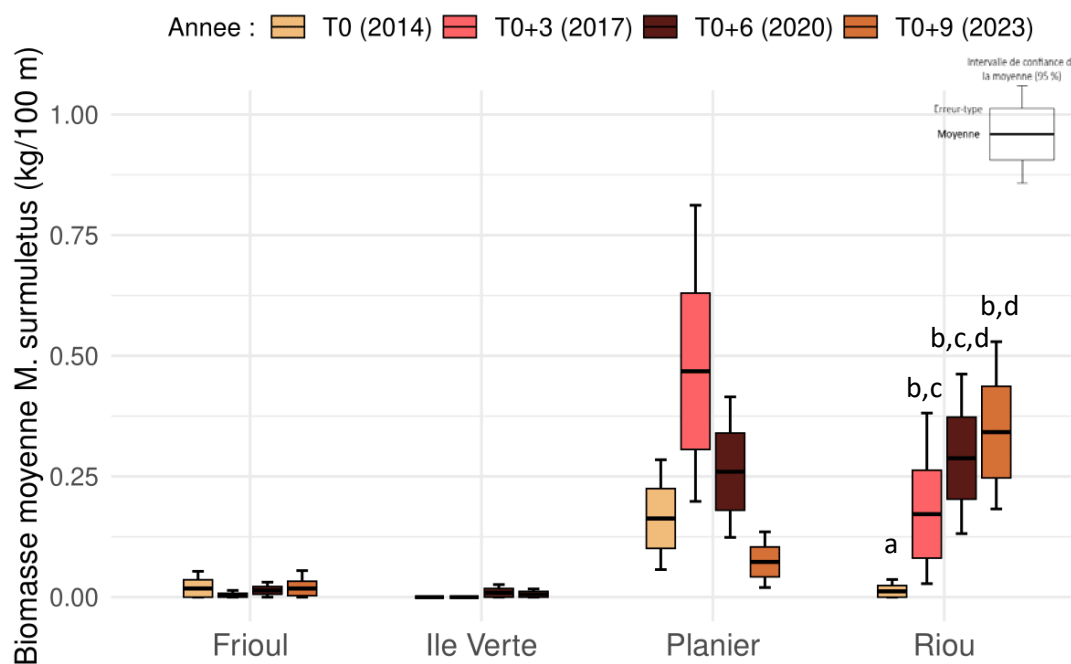


Figure 34. Biomasse moyenne (kg/100 m) du rouget *Mullus surmuletus* pêché dans les stations de roche du PNCaI à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des stations.

Tableau 24. Biomasse moyenne ($\bar{x}$), écart-type (σ) en kg/100 m de filet, du rouget *Mullus surmuletus* au cours du temps selon le statut de gestion (HZNP : hors ZNP) dans les stations de roche. La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

ROCHE					
Biomasse <i>Mullus surmuletus</i> (kg/100 m)	T0 (2014) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+3 (2017) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+6 (2020) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+9 (2023) $\bar{x} \pm \sigma$	Evolution 2014-2023
HZNP	0.009 $\pm$ 0.069	0.002 $\pm$ 0.014	0.011 $\pm$ 0.046	0.012 $\pm$ 0.061	=
Frioul	0.018 $\pm$ 0.098	0.004 $\pm$ 0.019	0.014 $\pm$ 0.046	0.018 $\pm$ 0.081	=
Ile Verte	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0.009 $\pm$ 0.047	0.006 $\pm$ 0.031	=
ZNP	0.088 $\pm$ 0.253	0.320 $\pm$ 0.728	0.274 $\pm$ 0.448	0.207 $\pm$ 0.407	↗ X 2.4
Planier	0.163 $\pm$ 0.337	0.468 $\pm$ 0.887	0.260 $\pm$ 0.436	0.073 $\pm$ 0.172	=
Riou	0.012 $\pm$ 0.067	0.172 $\pm$ 0.496	0.288 $\pm$ 0.467	0.342 $\pm$ 0.520	↗ X 28.5

3.3.8 Captures du pageot rose *Pagellus erythrinus*

Les captures par unité d'effort du pageot rose *Pagellus erythrinus* ne sont pas caractérisées par des différences significatives au cours du temps à l'échelle du statut de protection, que ce soit en ZNP (KW : $p = 0.21$) ou hors ZNP (KW : $p = 0.13$). Pour les deux stations hors ZNP, les tests de KW ne permettent pas de dire que les biomasses moyennes ont évolué au cours du temps (KW : Planier : $p = 0.43$; Riou : $p = 0.11$). Pour les stations en ZNP, en revanche, des différences existent entre les années. A la station de Planier, les biomasses ont augmenté de l'état initial jusqu'à T0+6, puis chuté au dernier suivi à T0+9, avec aucune capture (KW : $p = 0.01$). A la station de Riou, l'augmentation des biomasses est quasi constante depuis l'état initial (KW : $p = 0.003$), avec des valeurs 9.2 fois supérieures à T0+9 (Wilcoxon : $p = 2.7e^{-04}$) (Figure 38 et Tableau 27).

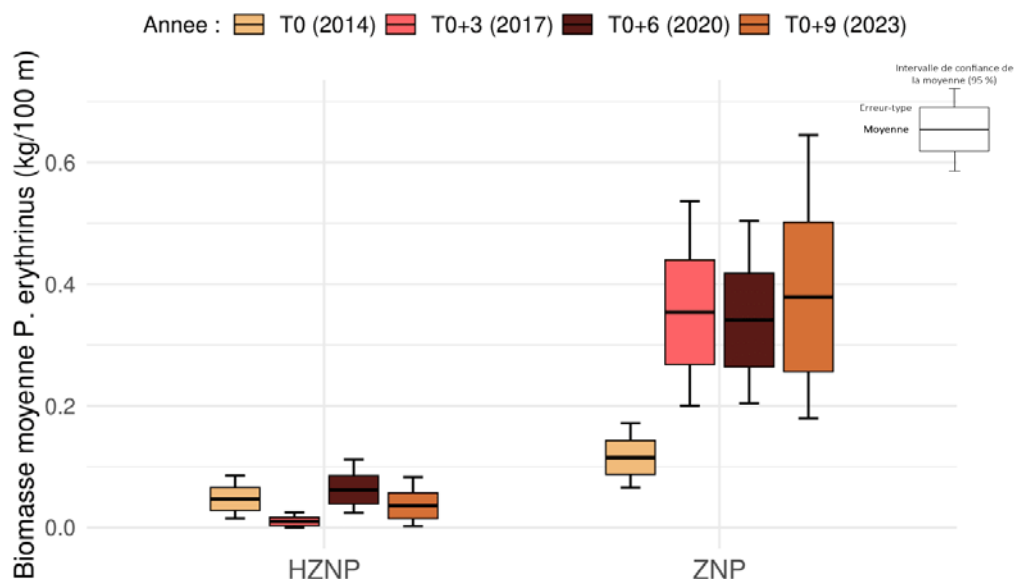


Figure 35. Biomasse moyenne (kg/100 m) du pageot rose *Pagellus erythrinus* pêché dans les stations de roche hors ZNP (HZNP) et en ZNP du PNCaI à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023).

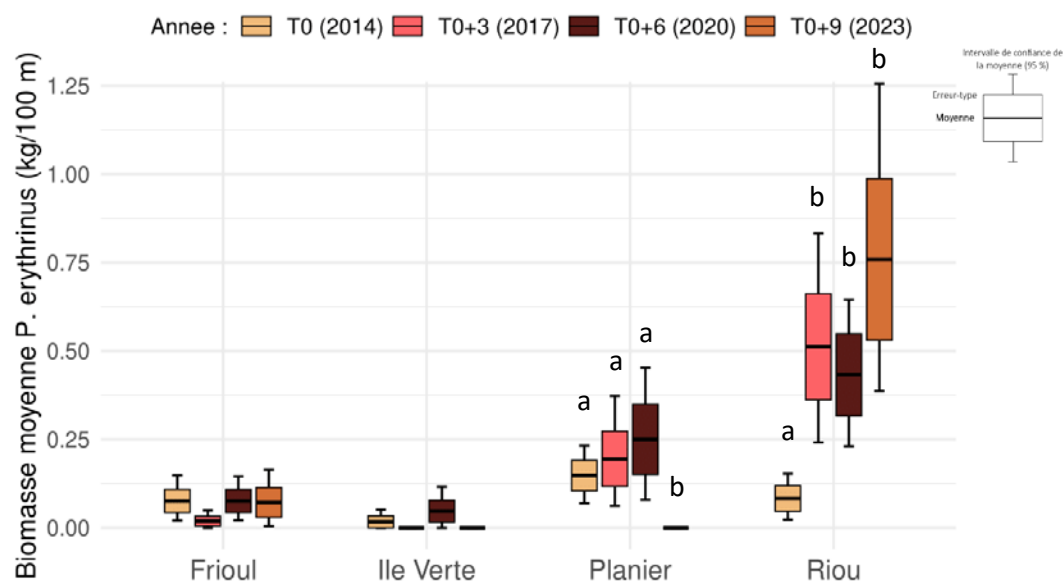


Figure 36. Biomasse moyenne (kg/100 m) du pageot rose *Pagellus erythrinus* pêché dans les stations de roche du PNCaI à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Les lettres indiquent les valeurs significativement différentes (test de Wilcoxon) entre les années au sein des stations.

Tableau 25. Biomasse moyenne ($\bar{x}$), écart-type (σ) en kg/100 m de filet, du Pageot rose *Pagellus erythrinus* au cours du temps selon le statut de gestion (HZNP : hors ZNP) et les stations de roche. La tendance évolutive entre T0 et T0+9 est mentionnée lorsque des différences significatives sont observées.

ROCHE					
Biomasse <i>Pagellus erythrinus</i> (kg/100 m)	T0 (2014) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+3 (2017) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+6 (2020) $\bar{x} \pm \sigma$	T0+9 (2023) $\bar{x} \pm \sigma$	Evolution 2014-2023
HZNP	0.047 ± 0.146	0.010 ± 0.053	0.062 ± 0.176	0.036 ± 0.165	=
Frioul Ile Verte	0.076 ± 0.180	0.019 ± 0.074	0.076 ± 0.182	0.072 ± 0.230	=
	0.017 ± 0.095	0 ± 0	0.047 ± 0.172	0.000 ± 0.000	=
ZNP	0.115 ± 0.216	0.354 ± 0.669	0.341 ± 0.594	0.379 ± 0.956	=
Planier Riou	0.148 ± 0.234	0.195 ± 0.428	0.250 ± 0.544	0.000 ± 0.000	↗↗
	0.083 ± 0.195	0.512 ± 0.822	0.433 ± 0.637	0.759 ± 1.250	↗ X 9.2

3.3.9 Evolution de la structure trophique des captures sur roche

Les biomasses capturées en ZNP lors du suivi à T0+9 (2023) sont majoritairement composées de macrocarnivores, de mésocarnivores et de piscivores, avec une part plus importante de piscivores pour le suivi à T0+9 (2023). Les biomasses de piscivores ont été multipliées par 1.6 entre 2020 et 2023.

Hors ZNP, ce sont aussi les macrocarnivores, les mésocarnivores et les piscivores qui dominent dans les biomasses capturées, avec une proportion significative d'omnivores pour les suivis à T0+6 (2020) et T0+9 (2023). Le suivi 2023 correspond au maximum des biomasses capturées sur l'habitat roche lors des PSS dans le PNCaI.

Comme lors des précédents suivis, le groupe des herbivores reste très minoritaire dans les stations de ZNP et hors des ZNP (Figure 40).

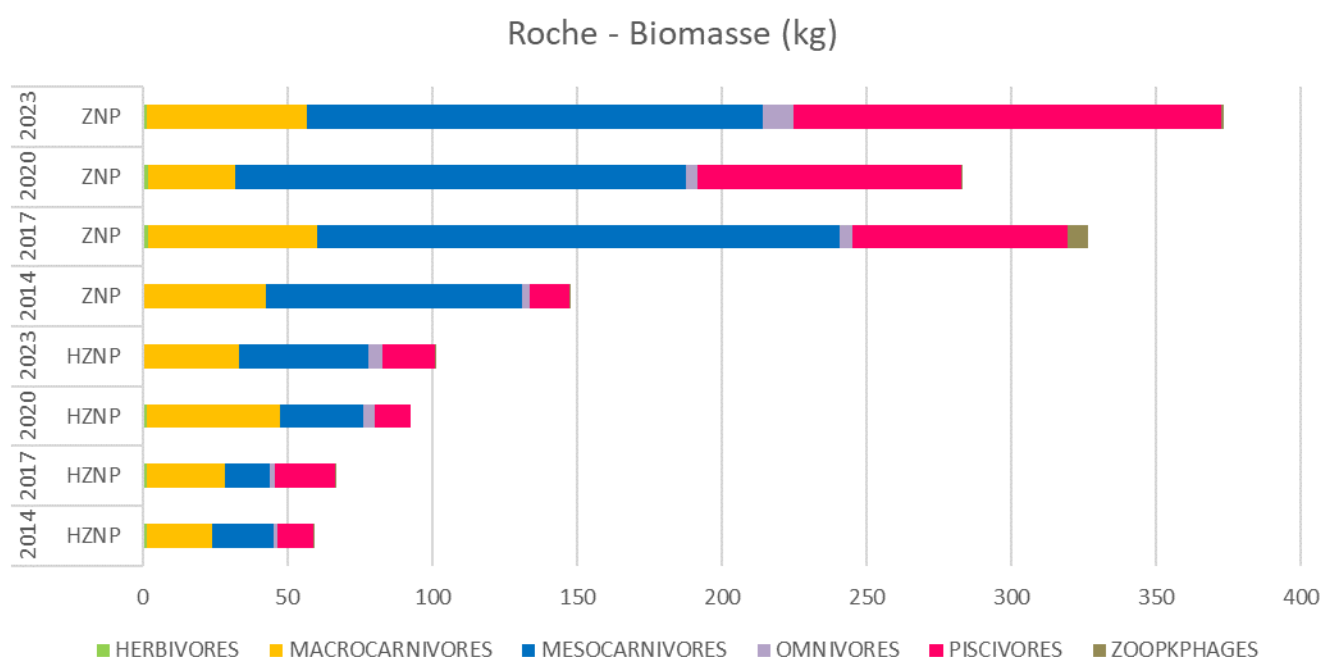


Figure 37. Evolution de la biomasse (en kg) des différents groupes trophiques issus des captures en ZNP et HZNP sur fonds de roche du PNCaI à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023).

3.3.10 Evolution de la structure spatiale et comportementale des captures sur roche

La structure spatiale et comportementale du peuplement de poissons a été évaluée à partir des proportions de la biomasse globale occupées par les différentes catégories définies par Harmelin (1987) pour le milieu rocheux côtier.

Les captures faites dans les fonds rocheux sont largement dominées par la catégorie 6 qui représente les espèces nectobenthiques à très forte sédentarité. Ces poissons présentent des déplacements verticaux quasi-nuls et des déplacements verticaux rares et de très faible amplitude et sont, de ce fait, favorisés par la mise en protection des sites où ils vivent.

Dans les ZNP, les peuplements sont semblables à ceux de 2017 pour les catégories 1, 3, 4, 5 et 6. En 2020, la proportion de catégorie 1 avait chuté, mais elle est remontée en 2023 à des biomasses comparables à celles de 2017. Sur l'ensemble des suivis en ZNP, la catégorie 2 (Chromis, Anthias) est très peu présente.

Dans les zones hors ZNP, les biomasses sont majoritairement composées des catégories 3, 4, 5 et 6. Les rapports entre les groupes des ZNP et HZNP sont les mêmes, malgré que la biomasse globale soit plus de trois fois plus faible hors ZNP.

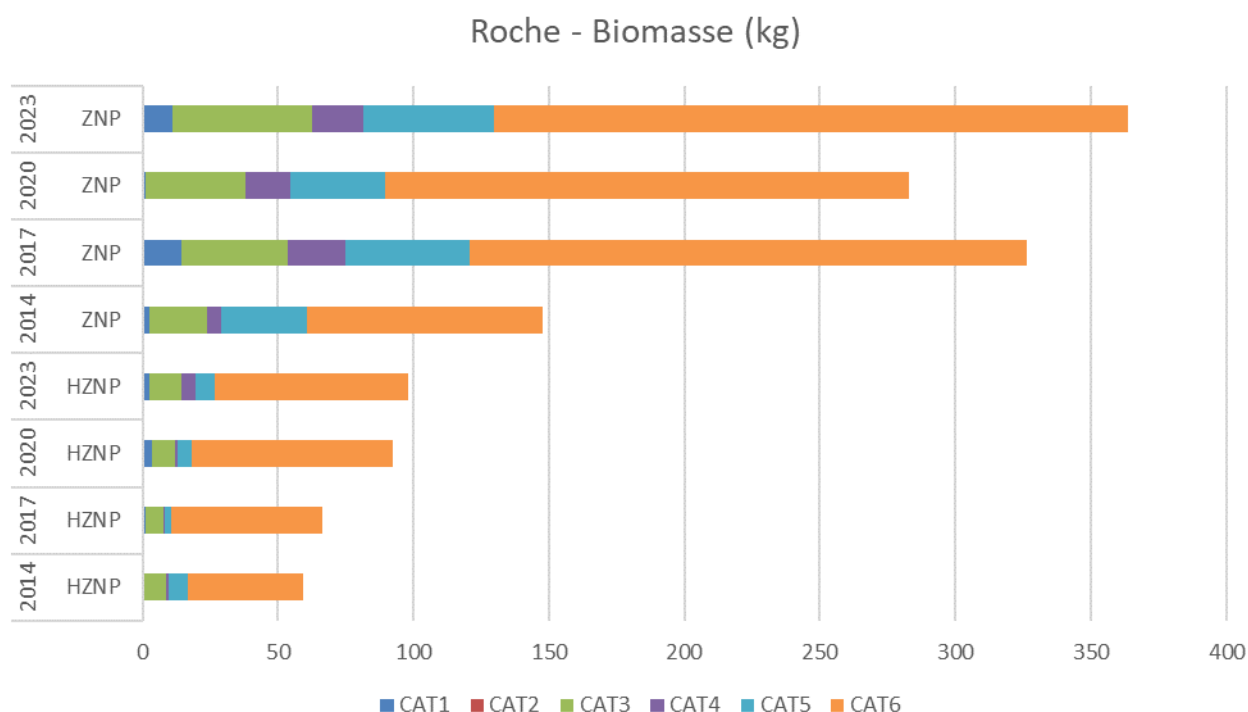


Figure 38. Evolution de la biomasse (en kg) des différentes catégories spatiales issues des captures en ZNP et HZNP sur fonds de roche du PNCal à T0 (2014), T0+3 (2017), T0+6 (2020) et T0+9 (2023).

4 DISCUSSION GENERALE

La campagne de pêche 2023 s'est déroulée avec des conditions météorologiques adaptées et comparables entre jours de pêche, dans un laps de temps plus réduit qu'à T0+6, d'autant que les stations des canyons n'avaient pas à être échantillonnées. Aucun incident n'est venu perturber le déroulement des pêches. Quelques filets des pêcheurs ont également été échantillonnés à l'occasion des embarquements mais ces données n'ont pas été analysées dans le présent rapport. Les poissons vivants et en bon état ont été relâchés, autant que faire se peut. Cela concernait surtout les chapons, les rascasses, les uranoscopes et les langoustes, les roussettes (si elles n'avaient pas trop attendu) et la plupart des invertébrés non abimés par le treuil ou l'opération de démaillage.

Les résultats globaux du suivi à la côte (herbier et roche)

Les résultats du suivi sont analysés à partir de métriques basées sur : l'occurrence, la richesse spécifique, l'abondance et la biomasse globales ou rapportées à 100 m de filet, qui est aussi un rendement ou capture par unité d'effort (CPUE). Les résultats observés dans les fonds côtiers d'herbier et de roche sont contrastés selon les stations et les groupes considérés ; mais ils mettent nettement en évidence « l'effet réserve » dans les ZNP.

La biomasse totale pêchée dans l'herbier a été multipliée par 1.4 depuis le début du suivi et par 1.8 sur roche. La progression n'est cependant pas la même pour l'herbier et pour la roche. Dans les stations côtières des Calanques, pour un même nombre de pêches avec les mêmes engins aux mêmes stations, le nombre et la biomasse de poissons pêchés (ostéichthyens) n'a augmenté qu'entre 2017 et 2020 dans l'herbier, alors que sur roche le nombre et la biomasse ont immédiatement et fortement progressé entre 2014 et 2017 et cette progression a continué depuis.

A la côte, les variations de densité sont généralement liées à celles de l'abondance des planctonophages qui a été observée dans les résultats des comptages visuels du suivi du PNCal (Le Diréach *et al.*, 2020), mais aussi dans le suivi obligatoire réalisé tous les trimestres pendant 5 ans dans l'aire marine adjacente du PNCal sur la concession de récifs du Prado (Le Diréach *et al.*, 2015). Les variations dues à ces espèces peuvent interférer avec l'effet réserve que l'on cherche à mettre en évidence à partir d'augmentations de la densité ou de la biomasse globale de poissons, mais sont sans influence sur celles des espèces cibles. Par ailleurs, l'atténuation des variations saisonnières et des différences entre zone protégée et non protégée de la densité, de la biomasse et de la richesse spécifique dans les herbiers a été décrite par Francour (1994) sous le nom d'« effet tampon ». Cet effet peut expliquer la différence de cinétique entre stations de l'herbier et stations de roche dans le PNCal avec une réponse plus lente des espèces de l'herbier à la protection.

Les captures réalisées en dehors des ZNP, en 2023, sont nettement moins importantes en biomasse et moins diversifiées que dans les ZNP. Les pêches réalisées dans ces stations protégées à la côte ont, en particulier, permis de capturer des biomasses significativement supérieures d'espèces cibles, notamment des espèces sédentaires comme les chapons *Scorpaena scrofa* et les mostelles *Phycis phycis*, aussi bien dans l'herbier que sur roche.

Avec cette quatrième série d'échantillonnages, il apparaît une progression peu importante, mais sensible de la biomasse moyenne d'ostéichthyens pêchée en dehors des ZNP par rapport au début du suivi. Cela est vrai dans l'herbier comme sur roche et confirme la tendance perceptible déjà il y a 3 ans.

Les espèces qui bénéficient du mode de gestion

Herbier. Dans l'herbier, la richesse spécifique dans les captures a augmenté depuis le début du suivi, ainsi que l'occurrence dans les captures d'espèces cibles de la pêche, telles que : *Scorpaena porcus*, *Symphodus tinca*, *Phycis phycis* et *Diplodus vulgaris*. La richesse spécifique demeure toujours plus élevée dans la station ZNP de Soubeyrane que dans les 2 stations hors ZNP.

Les rendements en biomasse de poissons osseux ont très significativement augmenté depuis le début du suivi et ont été multipliés par 1.8. Les rendements moyens de chondrichthyens et de malacostracés demeurent faibles depuis l'état zéro. Bien que l'année 2020 ait été favorable pour la langouste sur les côtes de Provence (pêcheurs du Var et des Bouches du Rhône, comm. pers.), le rendement moyen en malacostracés demeure faible dans les stations du suivi par pêche du Parc, mais il a quand-même été multiplié par 3.5 depuis le début du suivi dans l'herbier. Ce n'est pas à cette profondeur que les pêcheurs de langouste calent habituellement leurs filets ; cependant, en ZNP on devrait voir revenir les langoustes à faible profondeur si la protection est efficace. En revanche, le rendement en céphalopodes évalué à 400 g/100 m en 2014 a été divisé par 4 depuis le début du suivi.

Roche. Sur roche, la richesse spécifique dans les captures a également augmenté depuis le début du suivi. Les captures de **poissons osseux** ont augmenté en nombre et en biomasse. Ce sont les espèces sédentaires dont les individus ont grandi, qui ont le plus bénéficié de la protection. C'est le cas de la mostelle *Phycis phycis* et du chapon *Scorpaena scrofa*. Une espèce comme le rouget *Mullus surmuletus* qui effectue de larges déplacements horizontaux a également profité de la protection aussi bien dans les stations de ZNP que hors ZNP. Au sein des ZNP, les espèces démersales et benthiques de taille moyenne : *Diplodus vulgaris*, *Symphodus tinca* et *Scorpaena porcus* ont des occurrences en baisse, alors que le grand scorpaenidé *Scorpaena scrofa* est plus fréquent. Inversement, hors ZNP, les occurrences de *S. porcus* augmentent, alors que celles de *S. scrofa* diminuent car cette espèce de grande taille est davantage ciblée par les pêcheurs.

Les **céphalopodes** présentent une nette diminution depuis le début du suivi, aussi bien dans l'herbier (rendement moyen divisé par 5.6 depuis le début du suivi) que sur roche (rendement moyen divisé par 10), toutes stations confondues (ZNP et HZNP). Les poulpes, en particulier, demeurent anormalement rares dans les captures et cela doit être un sujet de préoccupation.

Le poulpe est une espèce caractérisée par une durée de vie courte, une croissance rapide et une fécondité élevée. Sa capacité à se développer et à se reproduire avec succès est étroitement liée aux fluctuations de son environnement, en particulier des facteurs tels que la température, la salinité, l'oxygène dissous et la disponibilité des proies pour les larves planctoniques, qui ont des besoins nutritionnels exigeants (Garrido et al., 2017 ; Lourenço et al., 2017). Il présente ainsi toutes les conditions pour afficher une dynamique hautement variable, caractérisée par des périodes de "booms" et de "crashes" imprévisibles, ce qui rend l'évaluation des stocks particulièrement complexe (Rodhouse et al., 2014). Dans le PNCal, la diminution de la biomasse des céphalopodes depuis le début du suivi peut avoir des causes multiples :

(i) Trop de pêche professionnelle comme de loisir peut expliquer une partie de cette diminution. En effet, les débarquements de poulpes pêchés par les petits métiers en Occitanie et en PACA ont été multipliés par 6 entre 2010 et 2019 (Certain et al., 2021). Cette pression peut avoir un impact fort sur les populations, et donc sur la reproduction et le recrutement des individus, expliquant aussi les diminutions dans les ZNP. Des méthodes de capture relevant du braconnage nous ont été rapportées (la patte de poulet sur une planche cloutée, notamment, pratiquée depuis la terre ou à la traîne, semble être particulièrement efficace) et doivent être fermement condamnées et sanctionnées dans le Parc. L'occurrence des poulpes dans les captures diminue à toutes les stations du suivi, ce qui montre que c'est un phénomène général et que leur diminution n'est pas due à l'augmentation des grands prédateurs, comme le mérou, dans les ZNP. Par ailleurs, la biomasse moyenne de céphalopodes pêchée en milieu rocheux hors ZNP a été divisée par 19 entre 2014 et 2023 alors qu'elle ne l'a été que par 3.3 dans les ZNP. *Octopus vulgaris* est une espèce au développement rapide et dont la biomasse devrait significativement augmenter dans les années à venir dans les ZNP si l'on parvient à éradiquer ces méthodes de prélèvement. La chasse des femelles au trou, lorsqu'elles gardent leurs œufs, est également une pratique délétère malheureusement répandue sur les côtes

provençales. La biomasse de poulpe dans les captures pourrait être un indicateur d'efficacité des ZNP intéressant à suivre pour les années qui viennent.

(ii) Un autre paramètre à prendre en compte est l'augmentation des populations des poissons prédateurs qui ont un impact sur les stocks de céphalopodes. En effet, il a été montré qu'une diminution des poissons prédateurs avait fait augmenter les stocks de céphalopodes dans différentes zones d'Atlantique Nord mais aussi en mer Adriatique (Caddy and Rodhouse, 1998). Il se pourrait donc que la protection actuelle dans le PNCal favorise la catégorie des poissons prédateurs au détriment des céphalopodes. Rappelons toutefois que les prédateurs ne se maintiennent que s'ils ont des proies et que l'équilibre se réalise naturellement dans la chaîne trophique.

(iii) Par ailleurs, dans la publication de Keller et al. (2017), il est mentionné que les années où la température de l'eau était élevée coïncidaient avec une diminution du nombre de poulpes en Méditerranée Nord occidentale. L'été 2022 a été le théâtre d'une anomalie thermique positive dans le PNCal responsable de mortalités importantes sur les invertébrés fixés notamment (gorgones) et d'une floraison exceptionnelle de l'herbier de posidonie. Il est possible que les populations de céphalopodes aient été touchées par cet épisode.

Les captures de **malacostracés** (langoustes en particulier) ont été multipliées par 3.3 sur roche depuis le début du suivi, ce qui est prometteur au long terme, si la protection est efficace, mais elles sont faibles encore pour que ce résultat soit mis en avant. L'analyse des agendas de pêche remplis par les pêcheurs qui travaillent autour de l'île de Port-Cros montre une variation des rendements moyens de langouste dans le temps selon une période de 5 à 10 ans (Rouanet *et al.*, 2020). Cela se traduit par des années nettement meilleures que d'autres.

L'évolution du rendement moyen en **espèces cibles** de la pêche est une métrique performante du suivi qui intègre les tendances et permet une vision synthétique de l'évolution de la ressource dans les différentes stations et de l'efficacité de la protection avant/après la mise en place des ZNP et entre les deux modes de gestion (ZNP/HZNP). Le rendement en espèces cibles n'a cessé de progresser depuis le début du suivi dans les ZNP. L'inflexion constatée entre 2017 et 2020 avec une pente moins accentuée que lors de la première période du suivi (2014-2017) n'est pas confirmée par ce retour en 2023. Ce ralentissement ne correspondant pas aux dynamiques habituellement observées dans les ZNP méditerranéennes (Claudet *et al.*, 2006, 2008 ; Le Diréach *et al.*, 2017) avait été imputé à de possibles prélèvements par pêche à l'intérieur des ZNP ou à un effort de pêche accru à la limite des ZNP (« fishing the line ») qui peuvent se traduire par une pénétration des engins à l'intérieur des limites, comme on a pu l'observer à Planier, difficile à surveiller en raison de sa localisation éloignée. Depuis, de nouvelles méthodes de surveillance ont été mises en place à Planier et devraient contribuer à une protection effective.

Hors ZNP, se confirme en 2023 la progression des stations sur roche échantillonnées depuis le début du suivi, ce qui peut être un indice d'exportation du poisson à l'extérieur des zones protégées. La biomasse moyenne d'espèces cibles a ainsi été multipliée par 2.6 entre 2014 et 2023 sur roche (elle n'a pas progressé dans les stations d'herbier). La biomasse moyenne pêchée à la station Ile Verte a été multipliée par 4.2 entre 2014 et 2023 et par 2.2 au Frioul.

Le regroupement des espèces cibles nous permet de constater que dans les ZNP de Riou et de Planier la biomasse des cibles de la pêche continue à progresser fortement, ce qui est rassurant, et que l'absence de progression de la biomasse moyenne lors de l'avant-dernière période du suivi (2017-2020) concerne davantage les autres espèces. Entre T0 et T0+9, le rendement en espèces cibles a été multiplié par 5.8 dans les ZNP sur roche (par 10.8 à la station Riou contre seulement 4.3 à la station Planier). Les résultats obtenus à Planier sont décevants par rapport au potentiel des habitats et de la localisation du site. La possibilité de braconnage ne peut être écartée dans cette station éloignée de la côte et a également été évoquée lors de l'évaluation du peuplement ichtyologique par comptage visuel (en raison des résultats et du comportement fuyant des poissons observés en plongée) (Le Diréach *et al.*, 2020). Cette progression est due en particulier au chapon *S. scrofa* qui présente une formidable augmentation globale de sa biomasse à T0+9 dans les stations de ZNP (Planier et Riou). En ce qui concerne la mostelle *P. phycis*, sa biomasse moyenne capturée a fortement diminué en 2023 dans les stations de ZNP (Riou, Planier) de façon surprenante et probablement

corrélée aux mortalités signalées par des professionnels et des plaisanciers lors de l'été 2022. Le rouget confirme sa diminution dans les ZNP amorcée depuis 2017. Cette dynamique concerne Planier mais pas Riou, qui est fortement fréquentée par les plongeurs et aussi plus exposée à la vue de tous (plongeurs, plaisanciers, pêcheurs de loisir et professionnels), donc probablement davantage préservée du braconnage. Cette évolution inverse entre les deux stations est vraiment anormale. On remarquera toutefois que la biomasse de rouget demeure encore bien supérieure à Planier par rapport au Frioul ou aux fonds de l'île Verte.

Bien que l'espèce soit moins sédentaire ou moins inféodée au fond, le pageot rose *P. erythrinus*, présente une différence très marquée entre ZNP et hors ZNP depuis 2017 et présente une biomasse moyenne pêchée élevée, 10 fois supérieure, dans les ZNP. A la station Riou, la biomasse capturée a été multipliée par 9.2 depuis le début du suivi, ce qui est un beau résultat. Comme pour le rouget on peut s'étonner de ne pas voir cette biomasse capturée progresser autant à Planier entre 2014 et 2020 et la voir quasi nulle en 2023.

Les stations de la côte qui bénéficient le plus du mode de gestion

Herbier. La biomasse pêchée et la biomasse de poissons osseux pêchés ont augmenté par rapport à l'état zéro dans les stations d'herbier : Plateau des chèvres, Soubeyrane ZNP, mais a diminué à Cap Soubeyrane entre 2020 et 2023, freinant la belle progression de cette station observée depuis le début du suivi alors qu'elle n'est pas en zone protégée. Il faut voir si c'est un incident ou un artefact d'échantillonnage et si la progression reprend au prochain suivi. Cette station semblait bénéficier de la gestion mise en place depuis la création du Parc, de même que ses deux stations voisines : île Verte à l'est et ZNP Soubeyrane à l'ouest. (L'île Verte voit également ralentir sa progression). La station Soubeyrane en ZNP voit son rendement moyen en biomasse pêchée de poissons osseux multiplié par 3.4 en 9 ans, alors que celui à la station Plateau des chèvres n'a progressé que de 1.2. Hors ZNP, cette station Plateau des Chèvres présente un rendement moyen supérieur à celui de l'état zéro alors qu'il était en baisse de 2014 à 2023.

Roche. La biomasse pêchée a augmenté encore plus fortement par rapport à l'état zéro dans les stations de roche : île Verte, Planier et Riou.

Les stations Planier et Riou ont vu leur rendement moyen en poissons osseux et malacostracés augmenter rapidement et fortement entre 2014 et 2017. En ce qui concerne les poissons osseux entre 2017 et 2020 : Riou ne progresse pas et le rendement a nettement baissé à Planier. Aux deux stations, la progression reprend significativement entre 2020 et 2023. Après la campagne de 2020, nous expliquions que ce schéma ne correspondait pas à la dynamique observée dans d'autres réserves méditerranéennes et pourrait témoigner de prélèvements dans ces deux sites. Des opérations de braconnage des dorades nous avaient été notamment rapportées dans les ZNP, notamment avec des navires lamparo au droit de la sablière de Riou. Les pêcheurs participant au suivi avaient également été déçus par les calées faites à Planier. Ce ne fut pas le cas cette année avec de bonnes conditions d'échantillonnage. Le décalage des pêches plus tard dans la saison peut avoir eu une influence sur les captures observées en 2020. C'est surtout dû à la présence d'algues dans le plancton ('lipon') qui aurait rendu les filets plus lourds et plus visibles. Les 'bons' résultats observés, c'est-à-dire une biomasse moyenne d'ostéichthyens pêchés élevée doivent rassurer sur l'évolution du peuplement de poissons dans les deux grandes ZNP. Depuis le début du suivi, les évaluations de la biomasse moyenne d'ostéichthyens pêchés sont toujours un peu plus élevées à Planier qu'à Riou dans un ordre de grandeur néanmoins comparable.

A l'ouest, la progression lente et régulière de la biomasse moyenne d'ostéichthyens pêchée à la station Frioul sur roche est à souligner et serait peut-être à rapprocher des efforts de gestion mis en place ces dernières années.

Les évaluations faites à l'est à la station île Verte sont parfaitement comparables en valeur absolue à celles de la station du Frioul. Ces deux stations hors ZNP suivent une dynamique plutôt positive depuis le début du suivi et ont bénéficié de la gestion mise en place par le Parc dans les Calanques (la présence des gestionnaires suffit parfois à faire simplement respecter les réglementations en vigueur à la côte). Les résultats des comptages de mérou du GEM (Ganteaume, 2018) avec une nette diminution des individus à La Ciotat ces

dernières années, notamment à la Pierre des Rosiers et Pierre à Roustaud (de presque 50 % par rapport aux estimations de 2014) doivent cependant alerter et indiquent que les top-prédateurs de la zone ont subi des pertes non négligeables et peut-être pas vraiment naturelles durant ces années-là.

La diminution du rendement en biomasse de poissons osseux entre 2017 et 2020 dans les stations de roche en ZNP interpelle et ne peut être due qu'à des prélèvements. Ce résultat va à l'encontre de ce qui a été observé dans les suivis de référence des réserves méditerranéennes dont la protection est renforcée (Harmelin-Vivien *et al.*, 2008 ; Claudet, 2006 ; Claudet & Osenberg, 2008). Heureusement cette tendance s'est inversée entre 2020 et 2023. Le rendement moyen en poissons osseux est actuellement 1.6 fois plus élevé qu'en 2014 hors ZNP et 2.4 fois plus élevé dans les ZNP.

Ces rendements moyens du filet trémail en poissons osseux obtenus lors des pêches scientifiques demeurent quand-même élevés dans les ZNP sur roche du PNCa (entre 2.5 et 6 kg/100 m) par rapport aux évaluations connues dans d'autres ZNP de Méditerranée comme le Parc national de Port-Cros. Les rendements moyens obtenus dans la réserve de Couronne sont également élevés et témoignent du niveau de production des eaux marseillaises (Tableau 26). Le rendement moyen dans le PNCa a plus que doublé depuis le début du suivi. La moyenne hors ZNP de 1 à 1.6 kg est cohérente avec les évaluations faites dans le Parc national de Port-Cros, à Couronne ou à Scandola. Elle se situe dans la tranche supérieure des estimations et a progressé depuis le début du suivi.

Tableau 26. Evaluations de rendement (CPUE totale en kg/100 m) obtenus dans des pêches expérimentales au filet trémail à poisson dans la ZNP de Couronne (ouest baie de Marseille), dans les filets des pêcheurs autour de l'île de Port-Cros et dans la réserve naturelle de Scandola.

Site	Années/engins	CPUE totale kg/100 m	CPUE espèces cibles kg/100 m
Parc marin de la Côte Bleue	Filets trémail, maille 10, 500 m		
ZNP – 15 m	1995	1.05	0.6
	1998	2.3	2.2
	2001	2.7	2.5
	2004	3.3	2.9
	2007	4.05	3.7
	2010	4.2	3
	2013	5.5	4.5
	2016	4.7	4
ZNP – 25 m	1995	1.1	0.8
	1998	2.4	1.8
	2001	2.1	1.9
	2004	5.9	4.7
	2007	4.7	3.8
	2010	4.2	3.3
	2013	5.5	3.5
	2016	4.4	3.2
ZNP	2019	7.1	
	2022	4.6	
Parc national de Port-Cros	Tous types de filets et de mailles confondus		
Autour de l'île de Port-Cros (pêche régulée – charte PNPC) (téléostéens)	2001 à 2007	1.0 à 1.3	Rouanet et al., 2020
	2008 à 2013	0.8 à 1.0	
	2014 à 2018	1.0 à 1.6	
	2019	1.9 ± 2.2	Rouanet et Le Diréach, 2022
	2020	1.9 ± 2.5	
Porquerolles	2020	1.4 ± 1.4	
Réserve naturelle de Scandola	Tous types de filets de maille moyenne (6 à 8) ciblant le poisson		
Autour de la ZNP, dans ZPR et HZNP de Scandola	Avril 2001	1.4 ± 0.7	Le Diréach et al., 2002
	Mai 2006	3.3 ± 3.2	
	Mai 2012	2.1 ± 1.7	
	Mai 2013	2.1 ± 1.4	

Les chondrichthyens et les malacostracés sont trop peu abondants dans les captures pour commenter leur évolution. Cela est dû à la sélectivité des engins employés qui ne sont pas spécialement adaptés à la capture de ces espèces.

L'évolution du cortège d'espèces inféodées aux habitats côtiers

Dans l'herbier, les proportions des différents groupes trophiques ont peu évolué depuis le début du suivi par pêche.

Sur roche, la structure trophique du peuplement évolue vers une proportion plus grande de poissons carnivores : piscivores et mesocarnivores. La structure spatiale et comportementale du peuplement demeure assez constante avec une dominance des espèces necto-benthiques à forte sédentarité réalisant des déplacements verticaux quasi-nuls et des déplacements verticaux rares et de très faible amplitude et qui sont, de ce fait, favorisées par la mise en protection des sites où elles vivent.

La projection des répliquats regroupés par station et par année de suivi superposée à celle des espèces cibles de la pêche met en évidence l'évolution de la composition du peuplement à chaque station.

- Sur roche, alors que les répliquats de la station Frioul, située hors ZNP, demeurent proches du centre et se différencient peu avec le temps, ceux des stations en ZNP : Planier et Riou, s'écartent de plus en plus du centre par l'augmentation de la biomasse de certaines espèces cibles comme la mostelle *P. phycis*, le chapon *S. scrofa* ou le crénilabre tanche *S. tinca*.

- Dans l'herbier, la mostelle *P. phycis* et le crénilabre *S. tinca* mais aussi d'autres espèces contribuent plus significativement à la biomasse à la dernière période du suivi comme le congre *C. conger* ou le corb *S. umbra*. (NB : les mérours *Epinephelus marginatus* même s'ils augmentent en ZNP sont rarement capturés par les filets des pêcheurs).

Préconisations pour la gestion

La mise en place de zones de non prélèvement engendre une **redistribution de l'effort de pêche** autour des zones protégées vers les zones autorisées (Halpern *et al.*, 2004), où, de fait, la pression de pêche augmente si l'effort n'est pas régulé. De nombreuses publications ont montré que cette redistribution est souvent associée à une concentration de l'effort de pêche au niveau des limites des zones protégées (Murawski *et al.*, 2005 ; Goñi *et al.*, 2006, 2008 ; Kellner, *et al.*, 2007 ; Stelzenmuller *et al.*, 2008a). Cette concentration est expliquée par des taux de captures réellement plus élevés, une taille plus élevée des espèces cibles, qui sont la preuve à la fois de l'**effet réserve** à l'intérieur des zones protégées et de l'**exportation de poissons** à partir des zones protégées ou de l'espoir du pêcheur que les captures seront meilleures (Murawski *et al.*, 2004).

Les comptages visuels ont montré une augmentation de la densité des espèces cibles entre 2016 et 2019 puis une diminution entre 2019 et 2022 dans les ZNP des Calanques et l'absence de progression hors ZNP (Le Diréach *et al.*, 2022). La biomasse moyenne des espèces cibles a été multipliée par 1.7 dans les ZNP depuis 2013. L'évolution des paramètres des suivis concordent pour montrer l'augmentation de la biomasse des espèces cibles, qui ne restent pas cantonnées dans les ZNP, et donc l'exportation au bénéfice des pêcheurs, car la biomasse des espèces cibles demeure globalement constante hors ZNP. Il serait intéressant de les interroger sur la perception qu'ils peuvent avoir d'un changement de la nature ou de la quantité de leurs captures. Toutefois, il faut rappeler aussi que l'intensité de la pêche est telle actuellement sur les fonds côtiers méditerranéens que le bénéfice que peuvent retirer les pêcheurs de l'exportation de biomasse à partir des ZNP n'est sensible que dans un proche périmètre autour, évalué pour la réserve de Carry sur la Côte Bleue, à quelques centaines de mètres (entre 500 et 1500 m, Forcada *et al.* ; 2004 ; Goni *et al.*, 2008).

L'exportation à partir des réserves a d'abord été démontrée sur des écosystèmes tropicaux (McClanahan & Kaunda-Arara, 1996 ; Russ & Alcala, 1996, 1998 ; Floeter *et al.*, 2006). Les premières études en Méditerranée sont venues après et sont plus rares (Goñi *et al.*, 2006, 2008 ; Harmelin-Vivien *et al.*, 2008 ; Stelzenmüller *et*

al., 2007, 2008a, b ; Stobart *et al.*, 2009). L'exportation a principalement été abordée en mettant en évidence des gradients de densité ou de biomasse à travers les limites des réserves et en analysant les captures par unité d'effort (CPUE) ou d'aire (CPUA) et la composition en taille des captures faites près des réserves. Murawski *et al.*, (2004, 2005) ; Goñi *et al.*, 2008 ; Stelzenmüller *et al.*, 2008a ont montré la concentration de l'effort et les gradients décroissants des CPUE et CPUA avec la distance à la limite des ZNP.

Le positionnement des stations choisies pour les pêches scientifiques permet un bon suivi comparé entre zones et dans le temps. Les différents modes de gestion sont échantillonnés dans les 2 principales catégories d'habitats représentatives du Parc et de l'environnement de la baie de Marseille en général. En revanche, le maillage de stations est moins important que dans le suivi par comptages en plongée pour travailler avec précision sur le report d'effort. La localisation proche des stations Soubeyrane ZNP, Soubeyrane et Ile Verte, le long de la côte, dans la partie est, est intéressante pour mettre en évidence un possible gradient d'influence de la protection du cœur de Parc vers l'extérieur se traduisant de surcroît par des rendements de plus en plus élevés dans le temps. A l'ouest, malheureusement, il n'y a que la station Frioul qui est un peu éloignée et sur une île, dont on puisse surveiller l'évolution des indicateurs de pêche. Les pêcheurs professionnels disent que le Frioul est devenu une zone surpêchée. L'autre difficulté à laquelle nous sommes confrontés dans l'interprétation des résultats est que l'effort total dans la pêcherie et la répartition de cet effort autour et à proximité de la limite des ZNP varient en permanence (Kellner *et al.*, 2007).

Vandeperre *et al.* (2010) montrent qu'en dépit de la concentration de l'effort de pêche aux limites des ZNP, une diminution du taux de capture est observée en s'éloignant de la limite des ZNP, même si elle n'est pas toujours significative. Goñi *et al.* (2006) ont montré une inflexion de la courbe de CPUE à proximité de la limite des ZNP suivie par un plateau causé par une diminution locale due à la concentration de l'effort de pêche. A certaines saisons et autour de la ZNP de Planier ou la limite sud-sud-est de la ZNP de Riou, on peut ainsi voir la présence d'embarcations de pêche de loisir ou de pêche professionnelle, ce qui est aussi un indicateur d'intérêt de la part des pêcheurs pour ces ZNP. La redistribution de l'effort de pêche observée lors de la création de ZNP conduit à une concentration de cet effort de pêche à la limite des zones protégées. Ce phénomène bien connu ('fishing the line') peut affecter l'exportation de biomasse d'adultes (spillover) de l'AMP vers les eaux adjacentes et diminuer le bénéfice attendu pour la pêcherie.

L'évolution positive des CPUE dans les stations d'herbier et de roche situées à l'est du PNCal apporte des arguments en faveur de l'augmentation de la ressource dans la ZNP de Soubeyrane, qui semble bien fonctionner et une possible dissémination des poissons le long de la côte vers l'est, jusqu'à l'Ile Verte. Malheureusement, comme il n'y a pas de suivi de la pêche simultanée nous ne pouvons interpréter ces résultats en fonction des modifications qui ont pu intervenir récemment dans l'effort de pêche et les captures faites par les petits métiers entre les prud'homies de Cassis et de La Ciotat, près de la côte. Un effort de pêche en réduction pourrait de la même façon entraîner une remontée du rendement et de la richesse spécifique dans ces stations. Une confirmation pourrait être apportée dans le temps dans le cadre du suivi par PSS et en interrogeant les pêcheurs sur l'activité des navires ces dernières années.

A l'ouest du cœur de Parc, le rendement moyen à la station du Plateau des Chèvres a été bien meilleur cette année. Les pêcheurs ont toujours été surpris par ce choix de station dans le suivi : pour eux, les habitats n'y sont pas favorables à la pêche. Pour le suivi de zones protégées il est considéré comme difficile d'identifier des sites de contrôle vraiment indépendants dans le cas d'un réseau de ZNP. Les sites de référence ont tendance à progresser après la mise en protection malgré l'augmentation de l'intensité de pêche à la limite des ZNP. Les effets combinés de l'augmentation de production dans les ZNP et du déplacement de l'effort à l'extérieur sont, en fait, difficile à séparer. La station Plateau des Chèvres pourrait donc être une bonne station témoin en cœur de Parc, à l'extérieur, mais proche de la ZNP de Riou. Le rendement moyen qui avait fortement diminué à T0+3 et T0+6 a dépassé en 2023 celui de l'état zéro. Est-ce un effet de l'exportation autour de la ZNP de Riou ou un effet ponctuel dû à de bonnes pêches cette année ? A la station de roche du Frioul (HZNP) le rendement qui ne progressait pas depuis le début du suivi, a doublé cette année par rapport à l'état zéro, témoignant d'un meilleur rendement que les années précédentes et ne permettant pas de mettre en évidence un effet négatif du report d'effort de pêche dans ces zones.

Plus de 9 ans après la mise en place du Parc des Calanques nous observons dans les pêches scientifiques d'été la résultante de la mise en place d'un réseau de ZNP plus ou moins grandes et avec des situations géomorphologiques variées. Les grandes ZNP avec un large périmètre de Riou et Planier, peuvent avoir un effort de pêche plus dispersé à proximité de leurs limites que les petites ZNP, ce qui pénalise moins l'export de biomasse (Wilcox & Pomeroy, 2003). C'est sans doute le cas dans le PNCal qui dispose d'un réseau de 7 ZNP sur des habitats différents, à la côte et au large. L'allocation d'effort par les pêcheurs y est d'autant plus complexe, qu'elle est influencée par davantage de facteurs environnementaux auxquels s'ajoutent les comportements individuels et les interactions entre acteurs, au-delà des distances au port et des conditions de pratique liées à la qualité des fonds, à la profondeur et à la météorologie (Wilcox & Pomeroy, 2003).

A ce jour, le suivi ne met pas en évidence de signe alarmant concernant ces stations périphériques ; les rendements moyens y auraient même plutôt tendance à progresser lentement. Malgré le travail que représente chaque série de pêches, il faut considérer néanmoins que cet outil est imprécis en raison du petit nombre de stations pour travailler finement sur le report d'effort.

L'état de la pêche professionnelle et de loisir réalisé en 2020-2021 (Rouanet et al., 2022) a apporté beaucoup d'informations sur les métiers pratiqués dans le PNCal et les premières évaluations de rendement pour certains. La répartition de l'effort est aussi mieux connue.

La collecte régulière d'informations qualitatives et quantitatives sur l'ensemble des types de pêche pratiquées à la côte sur le territoire des Calanques et dans son aire maritime adjacente (pêche aux petits métiers) et la répartition de cet effort de pêche paraît indispensable pour mieux gérer le Parc national des Calanques. Chaque année, le système d'information halieutique (SIH) procède à une analyse des données déclaratives à partir des fiches de pêche remplies par les pêcheurs professionnels et envoyées à la DGAMPA puis à FranceAgrimer. Bien que ces données déclaratives collectées par les services de l'Etat soient qualifiées par les pêcheurs eux-mêmes comme erronées et incomplètes, ce sont les seules données disponibles. Ces données sont restituées à l'échelle du département. Comme dans la majorité des zones côtières méditerranéennes, les données de pêche sont rares ou à une échelle inappropriée, et ne portent que sur une partie des prélèvements de la pêche professionnelle ou récréative. Les données officielles concernent principalement les pêcheries du large (petits pélagiques et chalutage) et le golfe du Lion dans lequel s'effectuent la majorité des débarquements et la vente en criée. En Provence il n'y a plus d'échantillonnage des captures au débarquement réalisées sous le contrôle de l'Ifremer mais uniquement des enquêtes d'activité. L'évaluation des captures est plus difficile en raison de la vente directe pratiquée par les petits métiers. Toutefois, l'extraction qui est faite par l'OFB à une échelle proche de celle du PNCal pourrait être analysée à un pas de temps régulier (tous les 2/3 ans par exemple), afin de disposer d'un suivi des activités de pêche professionnelle et restituée aux pêcheurs. En ce qui concerne la pêche de loisir, l'obligation déclarative qui se met en place (avec l'outil CATCHMACHINE) va apporter des informations nombreuses sur l'intensité de pêche, la localisation des pêcheurs de loisir et le volume des captures. Même s'il faudra probablement des années pour que le flux déclaratif se mette en place et soit de plus en plus fiable (10 ans ?), il sera enfin possible d'évaluer l'impact du cumul des captures de la pêche professionnelle et de loisir dans la zone d'étude. Même si des estimations 'plancher' ont été faites en 1997-1998 et 2021-2022 (Bernard et al., 1998 ; Bonhomme et al., 1999 ; Rouanet et al., 2022), les captures de la pêche de loisir demeurent mal évaluées (pêche de nuit, pêche embarquée, pêche au large, chasse sous-marine, notamment et la pêche de la dorade en général) et le cumul des prélèvements atteint probablement des quantités plus importantes que les seules statistiques de débarquement de certains navires de pêche professionnelle ne le suggèrent.

5 CONCLUSION

La pêche côtière, même celle pratiquée par les petits métiers en Méditerranée, a un caractère très sélectif : beau poisson, grandes tailles, carnivores, qui conduit partout à une diminution des 'top-prédateurs' et des classes de taille élevées. Cette sélectivité a un impact sur la dynamique des populations et affecte plus particulièrement les espèces hermaphrodites et les espèces cibles (Lloret et al., 2018). C'est sur ce type de métriques que se porte particulièrement l'attention dans les 2 suivis des ZNP des Calanques, par comptages visuels et par pêches scientifiques. La zone marseillaise demeure une zone très productive en raison de la qualité de ses fonds et de l'enrichissement des eaux par le Rhône dont tout l'environnement côtier bénéficie. Toutefois, le nombre de navires pratiquant la pêche professionnelle est élevé et bien que le nombre de chalutier ait diminué (plus que 2 navires pratiquant sur le territoire du PNCal), la diminution des stocks pélagiques et l'arrêt de la thonaille ont conduit les pêcheurs qui travaillaient au large des côtes de Provence à se reconvertir à la pêche près du bord au filet ou à la senne tournante. Ce report d'effort de pêche du large vers la côte a augmenté la pression sur ce segment de la production côtière et il s'est produit durant la même période que le suivi. Il est peu étonnant, en conséquence, que l'écart soit si important entre zones pêchées et non pêchées, même si l'on sait qu'une certaine pêche illégale peut s'exercer également en zone protégée. Le stock de poissons côtiers est donc plus que jamais sous pression. A cela s'ajoutent les prélèvements des différentes catégories de pêcheurs de loisir, qui sont nombreux, qui pratiquent à l'année et qui sont de mieux en mieux équipés.

Les rendements moyens obtenus au cours des opérations de pêche scientifique ne constituent pas une évaluation des rendements moyens obtenus par les pêcheurs professionnels. Ces rendements sont un indicateur de suivi portant sur un type d'engin (filet trémail à maille moyenne) ciblant le beau poisson (essentiellement sparidés, près de la côte). Les pêcheurs professionnels pratiquent, eux, plusieurs métiers au cours de l'année ; leur activité est marquée par une forte saisonnalité et le caractère multi-spécifique et multi-engins de leurs cibles et de leurs pratiques. La comparaison dans le temps (campagnes de suivi) et dans l'espace (stations) des rendements obtenus par PSS est néanmoins essentielle pour évaluer l'efficacité de la gestion mise en place. Cette méthode vient utilement compléter les évaluations par comptages visuels qui ne permettent d'observer que les espèces non cryptiques à activité diurne dans les petits fonds.

Beaucoup de pêcheurs doutent encore de l'efficacité des ZNP. Ce suivi permet aux pêcheurs d'évaluer par eux-mêmes l'efficacité des ZNP et de signaler au Parc et aux scientifiques les impacts positifs ou négatifs constatés sur leur activité. Le suivi par pêche expérimentale est l'occasion de mettre en pratique une gestion partagée et de les faire participer. Ce suivi est l'occasion de travailler ensemble et d'échanger des informations concernant la ressource, les métiers de la pêche, l'évolution des pratiques et des cibles, mais aussi les usages et les conflits potentiels avec d'autres usagers. Ces échanges peuvent permettre d'éclaircir si les résultats du suivi sont dus directement ou indirectement à la gestion mise en place et à son effet sur les activités de prélèvement ou s'ils sont dus à d'autres facteurs de changement du milieu, des habitats ou des espèces, d'origine naturelle ou anthropique, régionaux ou globaux. Ainsi, l'arrivée de nouvelles espèces est un bon exemple de facteur de changement indépendant de la gestion des AMP.

Les résultats de ces PSS du PNCal pourront être largement utilisés pour convaincre, ailleurs en Méditerranée, et surtout localement, de l'efficacité des ZNP, car ils sont très démonstratifs.

Les résultats du suivi par pêche témoignent de l'effet cumulé de l'ensemble des activités de prélèvement en dehors des ZNP : (i) pêche professionnelle pratiquée par les fileyeurs et les palangriers, (ii) mais aussi potentiellement par les senneurs/lamparoses et chalutiers à proximité des stations suivies, (iii) par les pêcheurs de loisir : à la ligne du bord, à la ligne embarqués et pêcheurs sous-marins et aussi du dérangement anthropique lié à la fréquentation (agitation, bruit). Le changement global vient ajouter de la complexité aux évolutions observées au cours du temps sur les espèces et les différents groupes d'espèces suivies.

Il résulte deux points importants de ces éléments : 1/Ce sont donc des tendances et une dynamique évolutive que nous analysons au long terme à partir de 6 opérations de pêche réalisées l'été dans le Parc des Calanques. Le suivi ne prend pas en compte les captures typiques d'autres saisons (la dorade à l'automne, le loup et la

sole en hiver, par exemple) ; 2/Les conclusions à tirer concernant les mesures de gestion en place ou à développer peuvent concerner plusieurs, l'ensemble ou n'importe quelles activités de prélèvements citées ci-dessus pourvu qu'un lien puisse être établi avec les descripteurs ou les espèces suivis (principalement des CPUE) ; 3/Ces mesures peuvent porter sur tous les aspects concernant l'effort de pêche, les pratiques, les engins ou les cibles, ce qui représente un large éventail d'aménagements possibles à décider en commun ; 4/Les mesures de gestion doivent être décidées en commun car, bien souvent, une espèce peut-être la cible de plusieurs types de pêche ou la prise accessoire d'autres types de pêche, ce qui induit des conséquences sur l'activité des uns ou des autres des acteurs de ce territoire dont l'activité est en lien avec la ressource.

La mise en place d'une AMP ne garantit pas à elle seule un impact positif sur la pêche artisanale ou sur la pêche de loisir, il est recommandé qu'elle soit accompagnée par un plan de gestion des pêches, l'application de la réglementation pour commencer. Ce plan, tel qu'il a été mis en place au Cap Creus, par exemple (Gomez et al., 2006), comprend des mesures techniques pour soutenir les espèces surexploitées et doit impliquer les pêcheurs dans le processus de gestion ('co-management') pour être appliqué et respecté par une majorité d'utilisateurs. A partir de l'étude de données portant sur 25 AMP méditerranéennes les caractéristiques de réussite dans la gestion ont été définies par Di Franco et al. (2016) comme étant : une surveillance rigoureuse de l'AMP, la présence d'un plan de gestion, une implication des pêcheurs dans la gestion, une représentation des pêcheurs dans l'exécutif de l'AMP et la promotion d'une pêche durable. Cela se traduit par des stocks de poissons en meilleur état, des revenus plus élevés pour les pêcheurs et une acceptation sociale des pratiques de gestion.

BIBLIOGRAPHIE

- Anderson M. J., Gorley R. N., Clark K. R., 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods. PRIMER-E, Plymouth, UK.
- Bell J.D., Harmelin-Vivien M.L., 1982. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. I. Community structure. *Tethys*, 10(4), 337:347.
- Bell J.D., Harmelin-Vivien M.L., 1982. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. II. Feeding habits. *Tethys*, 11(1), 1-14.
- Belloni B., Le Diréach L., Astruch P., Schohn T., Rouanet E., 2019. Suivi de l'ichtyofaune du Parc national des Calanques à T0+6 – Année 2019. Rapport intermédiaire. Marché public GIS Posidonie/Parc national des Calanques. GIS Posidonie publ., Marseille. Fr. : 40 p.
- Bernard G., Bonhomme P., Daniel B., 1998. Archipel de Riou : étude socio-économique sur la pêche, la plaisance, la plongée et la chasse sous-marine. Contrat Ville de Marseille, Direction de l'Environnement et des déchets & GIS Posidonie Publ., Marseille, Fr., 1-154 + 19 p. non num.
- Bonhomme P., Berman L., Le Diréach L., Bianchimani O., Rouanet E., Bonhomme D., Astruch P., Goujard A., Basthard-Bogain S., Ruitton S., Kokel N., 2015. Réalisation de l'état zéro des zones de non-prélèvement du Parc national des Calanques - Année 2013-2014. Contrat GIS Posidonie/Parc national des Calanques. GIS Posidonie publ., Marseille. Fr. : 1-319.
- Bonhomme P., Bernard G., Daniel B., Boudouresque C.-F., 1999. Archipel de Riou (Marseille, France) : étude socio-économique sur la plaisance, la pêche amateur, la plongée et la chasse sous-marine (période de printemps). Contrat Ville de Marseille, Direction de l'Environnement et des déchets & GIS Posidonie Publ., Marseille, Fr., 1-XX + annexes
- Bonhomme P., Le Diréach L., Boudouresque C.F., 2014. Suivi de l'effort de pêche professionnelle dans les eaux du Parc national de Port-Cros. Année 2013. Partenariat Parc national de Port-Cros & GIS Posidonie publ., Fr. : 1-57.
- Bonnard, 2009. La pêche récréative dans le Parc Marin de la Côte Bleue. Évaluation et enquêtes sur l'influence des Aires Marines Protégées. Rapport stage Master2 Université de la Méditerranée. COM/GIS Posidonie/Parc Marin de la Côte Bleue, Fr. : 1-35 + annexes.
- Bouchereau J.L., J.A. Tomasini, C. Russ, J.Y. Jouvenel, 1992 - Etudes qualitative et quantitative de l'ichtyofaune de l'infra-littoral des îles Lavezzi entre zéro et un mètre (octobre 1990 et mai 1991). Travaux scientifique Parc nat. rég. Rés. nat. Corse, 39 : 13-28.
- Caddy J.F., Rodhouse P.G., 1998. Cephalopod and groundfish landings: evidence for ecological change in global fisheries? *Fish Biology and Fisheries* 8, 431-444.
- Cadiou G., Boudouresque C. F., Bonhomme P., Le Diréach L. 2009. The management of artisanal fishing within the Marine Protected Area of the Port-Cros National Park (northwest Mediterranean Sea): a success story? – *ICES Journal of Marine Science*, 66.
- Certain G., Serazin T., Billet N., Carrié A., 2021. Éléments de gestion de la pêcherie d'*Octopus vulgaris* en Occitanie et à travers le monde. SETE.
- Charbonnel E., Bravo-Monin M., Bachet F., 2021. Suivi des peuplements de poissons de la réserve marine de Carry-le-Rouet et comparaison hors réserve – Premiers résultats des retours 2011-2021 du Parc Marin de la Côte Bleue par comptages en plongée. Convention Agence de l'Eau RMC / Parc Marin de la Côte Bleue. Parc Marin de la Côte Bleue publ., Fr. : 1-25 p.
- Chavoin O., Boudouresque C.F., 2004. An attempt to quantify spear fishing catches in a French Riviera Mediterranean area. Scientific reports of Port-Cros national Park. Fr., 20:161-171.
- Clarke K.R., Warwick R.M., 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth.

- Clarke K. R., Gorley, R. N., 2006. PRIMER v6: user manual/tutorial. PRIMER-E, Plymouth, UK.
- Claudet J., Pelletier D., Jouvenel J.-Y., Bachet F., Galzin R., 2006. Assessing the effects of marine protected area (MPA) on a reef fish assemblage in a northwestern Mediterranean marine reserve: Identifying community-based indicators. *Biological conservation*, 130 (3): 349-369. DOI: doi.org/10.1016/j.biocon.2005.12.030
- Claudet, J., Osenberg, C.W., Benedetti-Cecchi, L. et al., 2008. Marine Reserves: Size and Age Do Matter. *Ecology Letters* 11, 481–489.
- Di Franco A., Thiriet P., Di Carlo G., Dimitriadis C., Francour P., Gutiérrez N., Jeudy de Grissac A., Koutsoubas D., Milazzo M., del Mar Otero M., Piante C., Plass-Johnson J., Sainz-Trapaga S., Santarossa L., Tudela S. & Guidetti P., 2016. Five key attributes can increase marine protected areas performance for small-scale fisheries management. *Scientific Reports*, 6 :38135, DOI :10.1038/srep38135.
- Dubreuil, J. & Rat, C. 2005. Caractérisation de la pêche de loisir dans la région de Banyuls-sur-mer : typologie, production, "effet réserve". Réserve naturelle de Cerbère-Banyuls, 52 pp.
- Floeter, S.R., Halpern, B.S. and Ferreira, C.E.L., 2006. Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. *Biological Conservation* 128, 391–402.
- Font T., Lloret J., Piante C. 2012. Recreational fishing within Marine Protected Areas in the Mediterranean. MedPAN North Project. WWFFrance, 168 p.
- Forcada A., Bonhomme P., Valle C., Cadiou G., Sánchez-Lizaso J.L., 2004. Biomass gradients from marine protected areas: assessments of the effects of protection on local fisheries catches. *ICES CM*.
- Francour P., 1994. Comparaison de l'ichtyofaune entre des secteurs fréquentés ou non par des plongeurs sous-marins dans le Parc national de Port-Cros (Var, Méditerranée nord-occidentale). GIS Posidonie publ, Marseille, Fr. : 1-25.
- Francour P., 1994. Pluriannual analysis of the reserve effect on ichthyofauna in the Scandola natural reserve (Corsica, Northwestern Mediterranean). *Oceanologica Acta*, 17(3) : 309-317.
- Ganteaume, 2018. Compte-rendu de la mission d'inventaire de la population de mérouset de corbs en saison chaude dans les eaux de La Ciotat (octobre 2018).
- Garrido, D., Varó, I., Morales, A. E., Hidalgo, M. C., Navarro, J. C., Hontoria, F., Monroig, O., et al. 2017. Assessment of stress and nutritional biomarkers in cultured *Octopus vulgaris* paralarvae: Effects of geographical origin and dietary regime. *Aquaculture*, 468: 558–568.
- Gomez S., Lloret J., Demestre M. and Riera V. 2006. The decline of the artisanal fisheries in the Mediterranean coastal areas: the case of Cap de Creus (Cape Creus). *Coastal Management* 34, 217–232.
- Goni R., Quetglas A. & Renones O., 2006. Spillover of spiny lobsters *Palinurus Elephas* from a marine reserve to an adjoining fishery. *Marine Ecology-Progress Series* 308, 207–219.
- Goni R., Adlerstein S., Alvarez-Berastegui D. et al., 2008. Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries. *Marine Ecology-Progress Series* 366, 159–174.
- Halpern B.S., Gaines S.D. & Warner R.R., 2004. Confounding effects of the export of production and the displacement of fishing effort from marine reserves. *Ecological Applications* 14, 1248–1256.
- Harmelin J.G., 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc National de Port-Cros, France). *PSZN Mar.Ecol.*, 8 : 263-284.
- Harmelin-Vivien M., Le Diréach L., Bayle-Sempere J., Charbonnel E., García-Charton J.A., Ody D., Perez-Ruzafa A., Renones O., Sanchez-Jerez P., Valle C., 2008. Gradients of abundance and biomass across reserve boundaries in six Mediterranean marine protected areas: Evidence of fish spillover? *Biological Conservation*, 141:1829-1839.
- Jouvenel, 1997. Ichthyofaune de la côte rocheuse des Albères (Méditerranée N-O, France). Thèse de doctorat en Sciences biologiques et fondamentales appliquées, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Paris.

- Kaunda-Arara B. and Rose G.A., 2004. Effects of marine reef National Parks on fishery CPUE in coastal Kenya. *Biological Conservation* 118, 1–13.
- Kellner, J.B., Tetreault, I., Gaines, S.D. and Nisbet, R.M., 2007. Fishing the line near marine reserves in single and multispecies fisheries. *Ecological Applications* 17, 1039–1054.
- Le Diréach L., Astruch P., Bonhomme D., Bonhomme P., Rouanet E., 2014. Opération Récifs Prado : suivi scientifique, biologique et technique dans la zone d’immersion (suivi obligatoire). Rapport final 2009-2014. Résultats. GIS Posidonie – Ville de Marseille, Fr. 1-466.
- Le Diréach L., Belloni B., Astruch P., Schohn T., Rouanet E., 2020. Suivi de l’ichtyofaune du Parc national des Calanques à T0+6 – Année 2019. Rapport Final. Contrat GIS Posidonie/Parc national des Calanques. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 176 p.
- Le Diréach L., Belloni B., Schohn T., Lazennec A., Astruch P., Rouanet E., 2023. Suivi de l’ichtyofaune du Parc national des Calanques à T0+9 – Année 2022. Rapport final. Marché public GIS Posidonie/Parc national des Calanques. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 154 p.
- Le Diréach L., Charbonnel E., Alban F., Leleu K., Gamp E., 2011. Rapport final du programme LITEAU - PAMPA – Site Côte Bleue. PAMPA/WP1. 68 p.
- Le Diréach L., Charbonnel E., Bachet F. 2017a. Suivi de l’ichtyofaune des fonds rocheux de la réserve de Couronne (Parc Marin de la Côte Bleue) - Années 1995-2016. Convention de partenariat GIS Posidonie/Parc Marin de la Côte Bleue. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 72 p.
- Le Diréach L., Goujard A., Rouanet E., Bonhomme P., 2017b. Réalisation de pêches standardisées dans le Parc national des Calanques (suivi de l’ichtyofaune à T0+3 ans - 2017). Rapport final. Marché public GIS Posidonie/Parc national des Calanques. GIS Posidonie publ.. Marseille. Fr. : 112 p.
- Le Diréach L., Ourgaud M., Bonhomme P., Goujard A., 2015. Suivi de l’effort de pêche professionnelle dans la réserve naturelle de Scandola (Corse). Données 2013. Contrat Parc naturel Régional de Corse & GIS Posidonie publ., Fr. : 54 pp + annexes.
- Le Diréach L., Rouanet E., Astruch P., Goujard A., Bonhomme P., 2017c. Suivi de l’ichtyofaune du Parc national des Calanques à T0+3 - Année 2016. Rapport final. Marché public GIS Posidonie/Parc national des Calanques. GIS Posidonie publ.. Marseille. Fr. : 175 p.
- Leleu K., 2012. Suivi et évaluation de la pêche professionnelle au sein du Aire Marine Protégée : protocoles d’enquêtes, et indicateurs de pression et d’impact. Application au Parc Marin de la Côte Bleue. Thèse de Doctorat, spécialité Océanographie, Aix Marseille Université, Marseille, Fr. : 1-298.
- Lloret J., Cowx I.G., Cabral H., Castrod M., Fonta T., Gonçalves J.M.S., Gordo A., Hoefnagel E., Matić-Skokog S., Mikkelsen E., Morales-Nin B., Moutopoulos D.K., Muñoz M., Neves dos Santos M., Pintasilgo P., Pita C., Stergiou K.I., Ünal V., Veigad P., Karim E., 2018. Small-scale coastal fisheries in European Seas are not what they were: Ecological, social and economic changes. *Marine Policy*, 98 : 176-186.
- Lourenço, S., Roura, Á., Fernández-Reiriz, M.-J., Narciso, L., and González, Á. F. 2017. Feeding Relationship between *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) Early Life-Cycle Stages and Their Prey in the Western Iberian Upwelling System: Correlation of Reciprocal Lipid and Fatty Acid Contents. *Frontiers in Physiology*, 8.
- McClanahan, T.R. & Kaunda-Arara, B., 1996. Fishery recovery in a coral-reef marine park and its effect on the adjacent fishery. *Conservation Biology* 10, 1187–1199.
- Murawski S.A., Wigley S.E., Fogarty M.J., Rago P.J. & Mountain D.G., 2005. Effort distribution and catch patterns adjacent to temperate MPAs. *ICES Journal of Marine Science* 62, 1150–1167.
- R Development Core Team, 2005. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.R-project.org>.
- Rodhouse, P. G. K., Pierce, G. J., Nichols, O. C., Sauer, W. H. H., Arkhipkin, A. I., Laptikhovsky, V. V., Lipiński, M. R., et al. 2014. Environmental Effects on Cephalopod Population Dynamics. 99–233 pp.

- Rouanet E., Le Diréach L., 2022. Suivi de l'effort de pêche professionnelle dans les cœurs marins du Parc national de Port-Cros. Partenariat Parc national de Port-Cros & GIS Posidonie, GIS Posidonie publ., Fr. : 1-77
- Rouanet E., Le Diréach L., Cadoret A., Dubois Y., Schohn T., Dziegala L.-C., Lefevre A., Vogeleisen F., Panaget J., Bonhomme P., Mallet A., 2022. État des lieux de la pêche professionnelle et de loisir dans le Parc national des Calanques. Rapport final. Marché public GIS Posidonie-P2A Développement/Parc national des Calanques. GIS Posidonie publ., Marseille. 429 pages + 1 volume annexe
- Russ G.R. & Alcala A.C., 1996. Marine reserves: rates and patterns of recovery and decline of large predatory fish. *Ecological Applications* 6, 947–961.
- Russ G.R. & Alcala A.C., 1998. Natural fishing experiments in marine reserves 1983-1993: roles of life history and fishing intensity in family responses. *Coral Reefs* 17, 399–416.
- Russ G.R. & Alcala, A.C., 2004. Marine reserves: long-term protection is required for full recovery of predatory fish populations. *Oecologia* 138, 622–627.
- Russ G.R., Stockwell B. & Alcala A.C., 2005. Inferring Versus Measuring Rates of Recovery in No-Take Marine Reserves. *Marine Ecology-Progress Series* 292, 1–12.
- Stelzenmüller V., Maynou, F. and Martin, P., 2007. Spatial Assessment of Benefits of a Coastal Mediterranean Marine Protected Area. *Biological Conservation*, 136, 571–583.
- Stelzenmüller V., Maynou, F., Bernard, G. et al., 2008a. Spatial assessment of fishing effort around European marine reserves: implications for successful fisheries management. *Marine Pollution Bulletin* 56, 2018–2026.
- Stelzenmüller V., Maynou, F. & Martin P., 2008b. Patterns of species and functional diversity around a coastal marine reserve: a fisheries perspective. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18, 1–12.
- Stobart B., Warwick R., Gonzalez C. et al., 2009. Longterm and spillover effects of a marine protected area on an exploited fish community. *Marine Ecology-Progress Series* 384, 47–60.
- Vandeperre F., Higgins R.M., Sanchez-Meca J., Maynou F., Goni R., Martin-Sosa P., Perez-Ruzafa A., Afonso P., Bertocci I., Crec'hriou R., D'Anna G., Dimech M., Dorta C., Esparza O., Falcon J.M., Forcada A., Guala I., Le Direach L., Marcos C., Ojeda-Martinez C., Pipitone C., Schembri P.J., Stelzenmuller V., Stobart B. & Santos R.S., 2011. Effects of no-take area size and age of marine protected areas on fisheries yields: a meta-analytical approach. *Fish and fisheries*, 12:412-426.
- Wilcox C., Pomeroy C., 2003. Do commercial fishers aggregate around marine reserves? Evidence from Big Creek Marine Ecological Reserve, Central California. *North American Journal of Fisheries Management* 23:241-250.

6 ANNEXES

Annexe 1. Arrêté préfectoral du 31 janvier 2017.



PREFET DE LA REGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Direction interrégionale de la mer Méditerranée
Service réglementation et contrôle

ARRÊTÉ N°

31 JAN. 2017

**portant réglementation particulière de la pêche de loisir
à des fins de consommation personnelle et familiale
dans le cœur marin du Parc national des Calanques**

Le préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur
Préfet de la zone de défense et de sécurité Sud,
Préfet des Bouches du Rhône,

- VU le règlement (CE) n°1967/2006 du Conseil du 21 décembre 2006, concernant des mesures de gestion pour l'exploitation durable des ressources halieutiques en Méditerranée et modifiant le règlement (CEE) N°2847/93 et abrogeant le règlement (CE) N°1626/94 ;
- VU la directive n° 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (directive cadre « stratégie pour le milieu marin ») ;
- VU le règlement (CE) n°1224/2009 du Conseil du 20 novembre 2009 modifié instituant un régime communautaire de contrôle afin d'assurer le respect des règles de la politique commune de la pêche ;
- VU le règlement (CE) n°404/2011 de la Commission du 8 avril 2011 modifié portant modalités d'application du règlement (CE) n°1224/2009 du Conseil du 20 novembre 2009 modifié instituant un régime communautaire de contrôle afin d'assurer le respect des règles de la politique commune de la pêche ;
- VU le code de l'environnement ;
- VU le livre IX du code rural et de la pêche maritime ;
- VU le décret n°2004-374 du 29 avril 2004 modifié relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'état dans les régions et les départements ;
- VU le décret n° 2012-507 modifié du 18 avril 2012 créant le Parc national des Calanques, et notamment son article 25 ;
- VU le décret n°2010-130 du 11 février 2010 modifié relatif à l'organisation et aux missions des directions interrégionales de la mer ;

.../...

- VU l'arrêté interpréfectoral du 8 avril 2016 portant approbation du programme de mesures du plan d'action pour le milieu marin de la sous-région marine « Méditerranée Occidentale » ;
- VU l'arrêté préfectoral du 16 novembre 2016 portant délégation de signature à Monsieur Pierre Yves ANDRIEU, directeur interrégional de la mer Méditerranée ;
- VU la procédure de consultation du public engagée le 23 décembre 2016, et close le 12 janvier 2017 en application de l'article L 120-1 du code de l'environnement et de l'article L 914-3 du code rural et de la pêche maritime, ainsi que la synthèse des contributions du public produites à l'issue de celle-ci ;
- Sur proposition du conseil d'administration du Parc national des Calanques ayant délibéré en date du 2 décembre 2016 ;

ARRÊTE

ARTICLE 1 :

Au sens du présent arrêté, la pêche de loisir s'entend d'une activité de pêche effectuée par toute personne à partir d'un navire, depuis le rivage ou en immersion sous-marine, dans les conditions spécifiées aux articles R 921-83 et suivants du code rural et de la pêche maritime, en particulier concernant les engins autorisés pour la pêche de loisir.

ARTICLE 2 : Champ d'application

Les présentes dispositions s'appliquent aux personnes pratiquant la pêche maritime de loisir dans le périmètre de cœur marin du Parc national des Calanques.

Une personne est réputée pratiquer la pêche de loisir dans le périmètre de cœur marin du Parc national des Calanques dès lors qu'est constatée l'immersion par celle-ci d'un engin de pêche autorisé pour la pêche de loisir.

ARTICLE 3 : Dispositions générales

Toute personne pratiquant une activité de pêche de loisir à l'intérieur du périmètre de cœur marin du Parc national des Calanques ne peut détenir, en fonction du type de pêche pratiquée, une quantité de poissons, crustacés et céphalopodes supérieure aux quantités exprimées dans les articles suivants.

Seules sont prises en considération dans la détermination des quantités maximales de prises détenues, les personnes en possession, au moment du contrôle, d'un engin de pêche autorisé par la réglementation.

Les présentes dispositions s'appliquent sans préjudice des dispositions générales, nationales ou locales, définissant les conditions de la pêche maritime de loisir.

La pêche de loisir du thon rouge, objet d'une réglementation spécifique, est exclue des présentes dispositions et n'entre pas en compte dans le calcul des quantités autorisées par jour et par pêcheur.

.../...

ARTICLE 4 : Pêche de loisir embarquée à partir d'un navire

Toute personne effectuant une activité de pêche de loisir embarquée à partir d'un navire en cœur marin du Parc national des Calanques ne peut détenir à son bord plus de :

15 prises par pêcheur et par jour, parmi la liste des espèces suivantes, sans dépasser le nombre maximal de prises défini pour chacune de ces espèces.

- cernier (<i>Polyprion americanus</i>) :	1 prise par pêcheur et par jour
- congre (<i>Conger conger</i>) et murène (<i>Muraena helena</i>) :	5 prises par pêcheur et par jour
- denti (<i>Dentex dentex</i>) :	2 prises par pêcheur et par jour
- loup (<i>Dicentrarchus labrax</i>) :	3 prises par pêcheur et par jour
- liche (<i>Lichia amia</i>) :	2 prises par pêcheur et par jour
- pélamide (<i>Sarda sarda</i>) :	5 prises par pêcheur et par jour
- sériole (<i>Seriola dumerili</i>) :	2 prises par pêcheur et par jour
- daurade royale (<i>Sparus aurata</i>) :	
- du 15 octobre au 15 décembre :	10 prises par pêcheur et par jour
- du 1 ^{er} janvier au 14 octobre et du 16 au 31 décembre :	3 prises par pêcheur et par jour

ET

pour l'ensemble des espèces autorisées, autres que celles listées ci-dessus (sauf le thon rouge) :

7 kilogrammes de poissons, céphalopodes et crustacés par pêcheur et par jour, dans la limite de **20 kilogrammes** par navire et par jour.

ARTICLE 5 : Pêche de loisir à pied à partir du rivage

Toute personne effectuant une activité de pêche de loisir à pied à partir du rivage en cœur marin du Parc national des Calanques ne peut détenir plus de :

15 prises par pêcheur et par jour, parmi la liste des espèces suivantes, sans dépasser le nombre maximal de prises défini pour chacune de ces espèces.

- cernier (<i>Polyprion americanus</i>) :	1 prise par pêcheur et par jour
- congre (<i>Conger conger</i>) et murène (<i>Muraena helena</i>) :	5 prises par pêcheur et par jour
- denti (<i>Dentex dentex</i>) :	2 prises par pêcheur et par jour
- loup (<i>Dicentrarchus labrax</i>) :	3 prises par pêcheur et par jour
- liche (<i>Lichia amia</i>) :	2 prises par pêcheur et par jour
- pélamide (<i>Sarda sarda</i>) :	5 prises par pêcheur et par jour
- sériole (<i>Seriola dumerili</i>) :	2 prises par pêcheur et par jour
- daurade royale (<i>Sparus aurata</i>) :	
- du 15 octobre au 15 décembre :	10 prises par pêcheur et par jour
- du 1 ^{er} janvier au 14 octobre et du 16 au 31 décembre :	3 prises par pêcheur et par jour

ET

pour l'ensemble des espèces autorisées, autres que celles listées ci-dessus (sauf le thon rouge) :

7 kilogrammes de poissons, céphalopodes et crustacés par pêcheur et par jour.

.../...

ARTICLE 6 : Pêche sous-marine

Toute personne effectuant une activité de pêche sous-marine en cœur marin du Parc national des Calanques ne peut détenir plus de 12 prises (toutes espèces confondues) par pêcheur et par jour, sans dépasser le nombre maximal de prises défini pour chacune des espèces ci-dessous.

- chapon (<i>Scorpaena scrofa</i>) :	2 prises par pêcheur et par jour
- denti (<i>Dentex dentex</i>) :	2 prises par pêcheur et par jour
- sar tambour (<i>Diplodus cervinus</i>) :	2 prises par pêcheur et par jour
- daurade royale (<i>Sparus aurata</i>) :	3 prises par pêcheur et par jour
- loup (<i>Dicentrarchus labrax</i>) :	3 prises par pêcheur et par jour
- poulpe (<i>Octopus vulgaris</i>), en période autorisée :	3 prises par pêcheur et par jour
- seiche (<i>Sepia officinalis</i>) :	3 prises par pêcheur et par jour
- labre merle (<i>Labrus merula</i>) :	4 prises par pêcheur et par jour
- labre vert (<i>Labrus viridis</i>) :	4 prises par pêcheur et par jour
- congre (<i>Conger conger</i>) et murène (<i>Muraena helena</i>) :	2 prises par pêcheur et par jour
- rougets (<i>Mullus surmuletus</i> et <i>Mullus barbatus</i>) :	6 prises par pêcheur et par jour

Sont interdits à la pêche sous-marine :

- la pêche du poulpe (*Octopus vulgaris*) du 1^{er} juin au 30 septembre ;
- toute l'année, la pêche des crustacés grainés ;
- toute l'année, la pêche des raies et requins (toutes espèces).

ARTICLE 7 : Evaluation de la mise en œuvre de l'arrêté

La mise en œuvre des dispositions du présent arrêté fait l'objet d'une évaluation annuelle par le Parc national des Calanques à compter de sa publication. Ces dispositions pourront être modifiées, sur la base de cette évaluation, sur proposition du conseil d'administration du Parc national des Calanques.

ARTICLE 8 :

Le présent arrêté peut faire l'objet d'un recours contentieux auprès de la juridiction administrative compétente, dans un délai de deux mois à compter de sa publicité.

ARTICLE 9 :

Le secrétaire général pour les affaires régionales, le directeur interrégional de la mer Méditerranée, le directeur départemental des territoires et de la mer des Bouches du Rhône et le directeur du Parc national des Calanques sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'application du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de région.

Fait à Marseille, le

31 JAN. 2017



Stéphane BOUILLON

...



PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Direction interrégionale de la mer Méditerranée
Service réglementation et contrôle

ARRÊTÉ R93-2018-11-15-001 DU 15 NOVEMBRE 2018

portant mesures de réglementation particulière de la pêche maritime de loisir à des fins de consommation personnelle et familiale dans le cœur marin du Parc national des Calanques

Le préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur,
Préfet de la zone de défense et de sécurité Sud,
Préfet des Bouches du Rhône

- VU le règlement (CE) n° 1967/2006 du Conseil du 21 décembre 2006 modifié concernant des mesures de gestion pour l'exploitation durable des ressources halieutiques en Méditerranée et modifiant le règlement (CEE) n° 2847/93 et abrogeant le règlement (CE) n° 1626/94 ;
- VU la directive 2008/56 CE du Parlement Européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (directive cadre stratégie pour le milieu marin) ;
- VU le règlement (CE) n° 1224/2009 du Conseil du 20 novembre 2009 modifié instituant un régime communautaire de contrôle afin d'assurer le respect des règles de la politique commune de la pêche ;
- VU le règlement d'exécution (UE) n° 404/2011 de la Commission du 08 avril 2011 modifié portant modalités d'application du règlement (CE) n° 1224/2009 du Conseil instituant un régime communautaire de contrôle afin d'assurer le respect des règles de la politique commune de la pêche ;
- VU le livre IX du code rural et de la pêche maritime ;
- VU le code de l'environnement ;
- VU le décret n° 2004-374 du 29 avril 2004 modifié relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'Etat dans les régions et départements ;
- VU le décret n° 2010-130 du 11 février 2010 modifié relatif à l'organisation et aux missions des directions interrégionales de la mer ;
- VU le décret n° 2012-507 modifié du 18 avril 2012 créant le Parc national des Calanques, et notamment son article 25 ;
- VU l'arrêté ministériel du 17 mai 2011 imposant le marquage des captures effectuées dans le cadre de la pêche maritime de loisir ;
- VU l'arrêté ministériel du 26 octobre 2012 modifié déterminant la taille minimale ou le poids minimal de capture des poissons et autres organismes marins (pour une espèce donnée ou pour une zone géographique donnée) effectuée dans le cadre de la pêche maritime de loisir ;
- VU l'arrêté inter préfectoral du 08 avril 2016 portant approbation du programme de mesures du plan d'action pour le milieu marin de la sous-région marine « Méditerranée Occidentale » ;

.../...

- VU** l'arrêté préfectoral du 31 janvier 2017 portant réglementation particulière de la pêche de loisir à des fins de consommation personnelle et familiale dans le cœur marin du Parc national des Calanques ;
- VU** l'arrêté préfectoral R93-2018-09-11-011 du 11 septembre 2018 portant délégation de signature à Monsieur Eric LEVERT, Directeur interrégional de la mer Méditerranée ;
- VU** la procédure de consultation du public engagée le 26 septembre 2018, et close le 16 octobre 2018 en application de l'art L120-1 du code de l'environnement, et de l'article L914-3 du code rural et de la pêche maritime, ainsi que la synthèse des contributions du public produites à l'issue de celle-ci ;
- SUR** proposition du conseil d'administration du Parc national des calanques ayant délibéré en date du 04 juillet 2018 ;

ARRÊTE

ARTICLE 1 : Réglementation de la pêche maritime de loisir du poulpe (*octopus vulgaris*)

La pêche maritime de loisir du poulpe (*octopus vulgaris*), quelqu'en soit son mode ou procédé de capture (en pêche embarquée à partir d'un navire de plaisance, en pêche à pied effectuée depuis le rivage, ou en action de pêche sous-marine), est interdite à l'intérieur du périmètre du cœur marin du Parc national des Calanques **du 1^{er} juin au 30 septembre de chaque année**.

La détention de poulpes (*octopus vulgaris*) est également interdite, à l'intérieur du périmètre du cœur de Parc national des Calanques, **du 1^{er} juin au 30 septembre de chaque année**, à tout pêcheur de loisir en action de pêche à l'intérieur de cette zone.

L'acte de prélèvement (déclenchant la mise en application de ces dispositions) est caractérisé dès lors qu'en cœur de Parc national, est immergé un engin de pêche, ou que la sortie de l'eau d'une espèce marine par tout moyen - y compris par prélèvement manuel - est constatée par les agents chargés de la police de la pêche maritime.

ARTICLE 2 : Marquage des captures issues de la pêche maritime de loisir

Toutes les espèces de poissons ou crustacés de plus de 15 centimètres, détenues par une personne ayant effectué un acte de pêche de loisir à l'intérieur du périmètre du cœur marin du Parc national des Calanques, doivent faire l'objet d'un marquage.

Toutes les activités de pêche maritime de loisir sont concernées par ces dispositions, qu'elles soient exercées à partir d'un navire de plaisance, en pêche à pied depuis le rivage, ou en action de pêche sous-marine.

Le respect de ces dispositions, concernant notamment la taille minimale de marquage des spécimens, s'effectue sans préjudice des tailles minimales de capture fixées par la réglementation nationale ou communautaire en vigueur en fonction des espèces pêchées ou prélevées.

L'action de pêche (déclenchant l'obligation de marquage) est caractérisée dès lors qu'en cœur de Parc national, est immergé un engin de pêche autorisé pour la pêche de loisir.

Le marquage consiste en l'ablation de la partie inférieure de la nageoire caudale de chaque spécimen. Il est obligatoire dès la sortie de l'eau des captures. Hormis l'opération de marquage, les spécimens doivent être conservés entiers jusqu'à leur débarquement, l'opération de marquage ne devant pas empêcher la mesure de la taille du poisson ou du crustacé.

.../...

Toute personne effectuant une activité de pêche de loisir au sein du périmètre de cœur de Parc national et détenant des captures effectuées en dehors de cette zone, a également obligation de marquer l'ensemble des captures, quel qu'ait été leur lieu de prélèvement. Le marquage des captures doit être effectué, dès immersion d'un engin de pêche en cœur de Parc national.

Sont dispensées de l'obligation de marquage :

- 1 - les espèces de taille inférieure à 15 cm,
- 2 - les espèces protégées dont la pêche est interdite (mérrou, cernier etc),
- 3 - les espèces soumises à réglementation particulière pêchées en défaut d'autorisation (thon rouge),
- 4 - les espèces autorisées, pêchées dans le cadre d'une pêche en no-kill (pêcher relâcher de l'espadon ou du thon rouge),
- 5 - les espèces pêchées pour lesquelles le quota journalier autorisé par navire et/ou par pêcheur est atteint.

Le pêcheur devra immédiatement remettre à l'eau - et sur zone - les espèces listées au 2,3,4,et 5.

ARTICLE 3 :

Les dispositions du présent arrêté sont applicables pour compter de la publication du présent arrêté.

ARTICLE 4 :

Le présent arrêté peut faire l'objet d'un recours contentieux auprès de la juridiction administrative compétente, dans un délai de deux mois pour compter de sa publication.

ARTICLE 5 :

Le secrétaire général pour les affaires régionales, le directeur interrégional de la mer Méditerranée, le directeur départemental des territoires et de la mer des Bouches du Rhône, ainsi que le directeur du Parc national des Calanques sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'application du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de région.

Pour le Préfet et par délégation,
le Directeur interrégional adjoint
de la mer Méditerranée


Jean-Luc HALL
*Directeur interrégional adjoint
de la mer Méditerranée*

Destinataire :

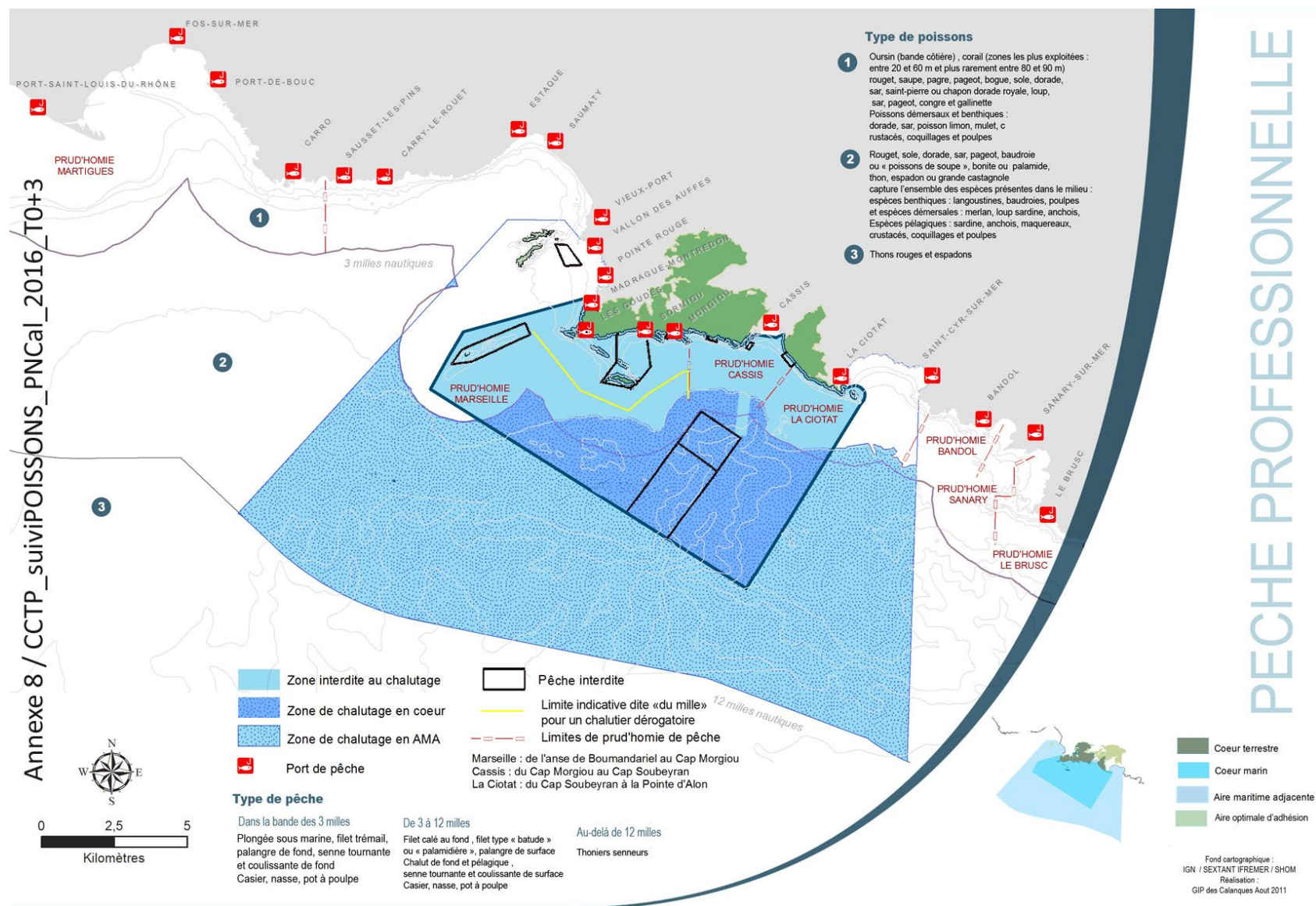
- Parc National des Calanques

Copies :

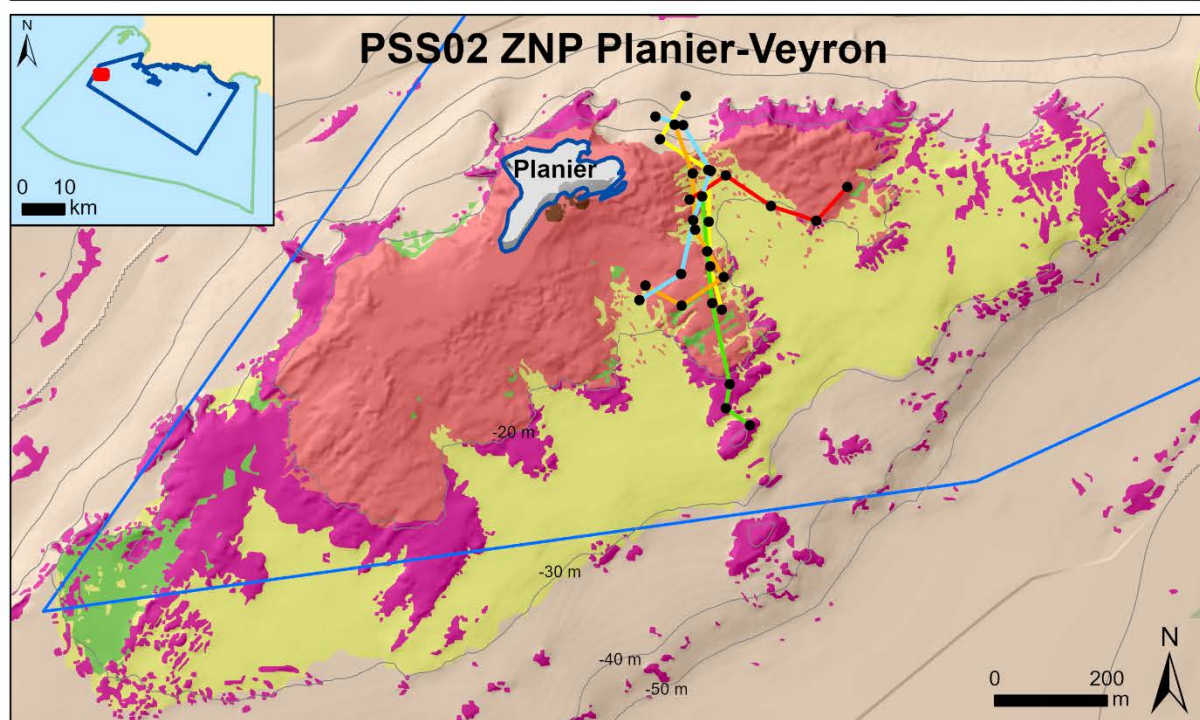
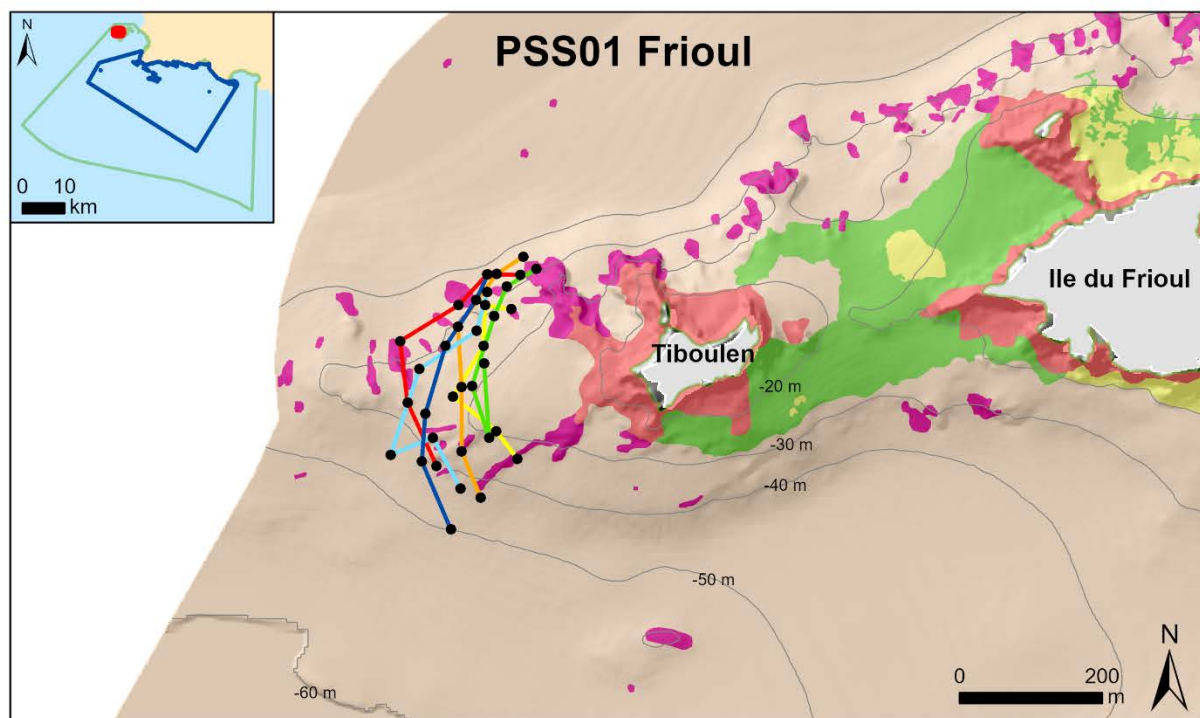
- DDTM/DML 13
- VRS MAUVE
- CNSP ETEL
- DPMA BGRH/BCP
- Dossier RC

Le présent arrêté pourra être consulté sur le site internet de la Direction interrégionale de la mer Méditerranée à l'adresse suivante <http://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/>

Annexe 3. Les prud'homies de pêche professionnelle de la zone de pêche du Parc national des Calanques.



Annexe 4. Localisation des filets de pêche lors de 6 jours de calée réalisés dans le cadre des PSST+9 ans dans Parc national des Calanques.



Légende

● Extrémités des pièces de filet
N° filet

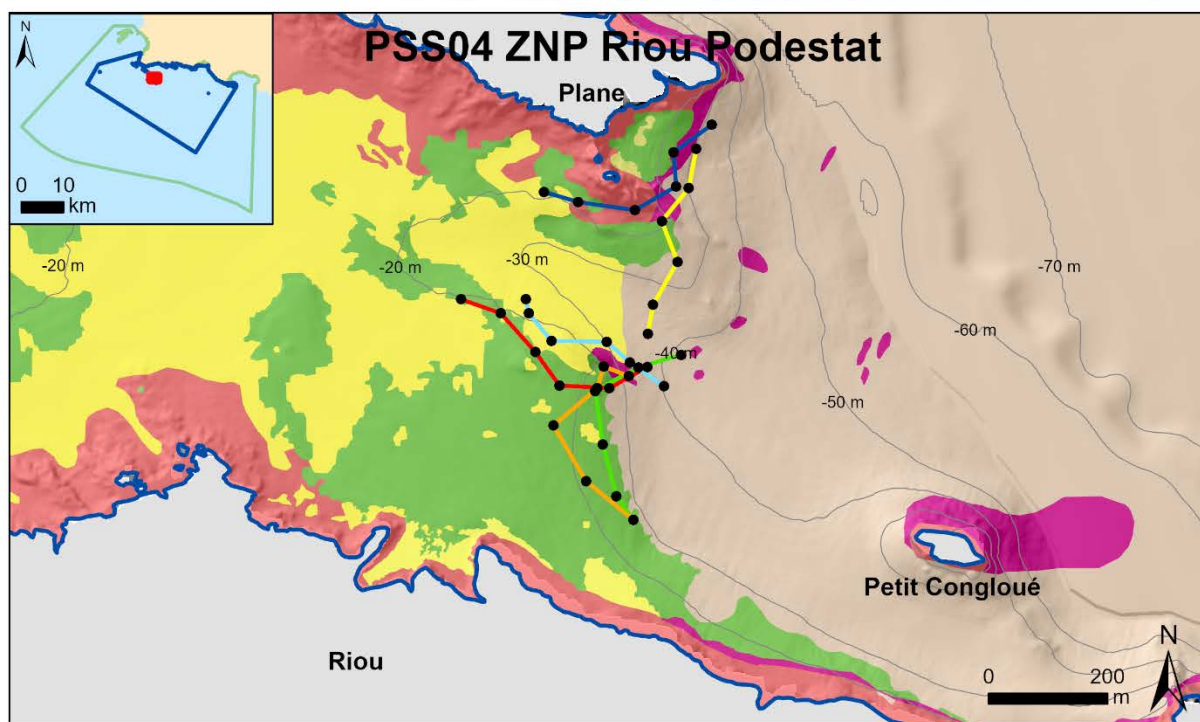
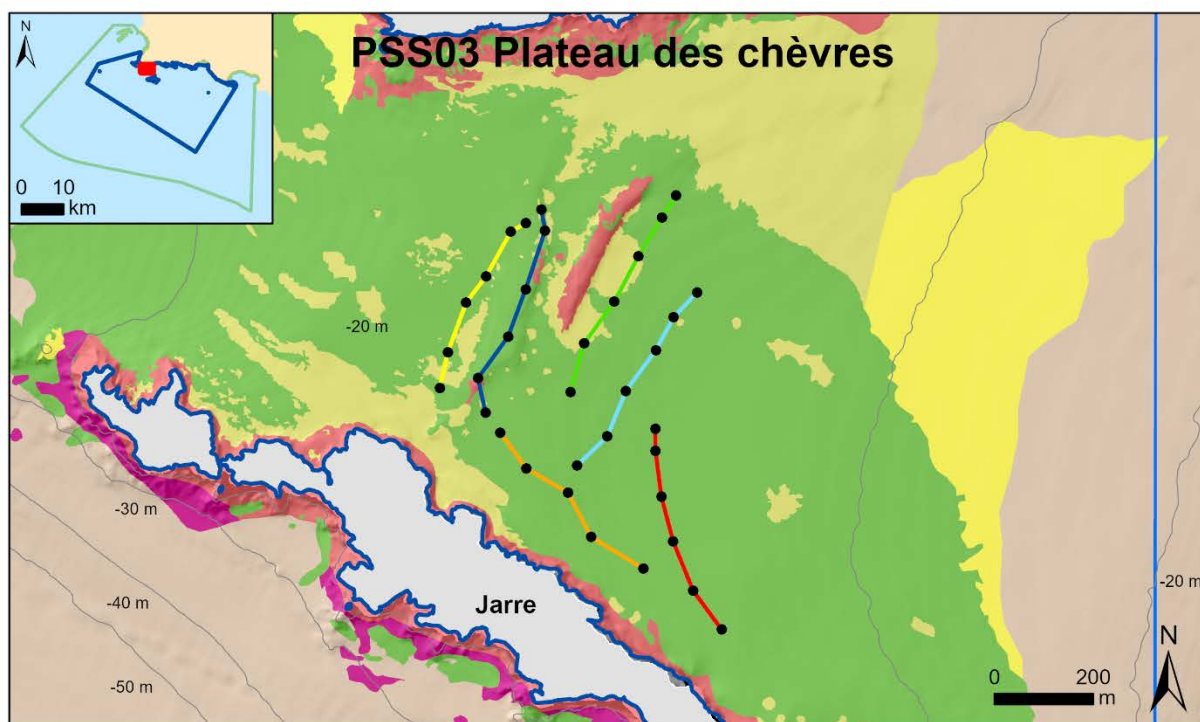
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

- Coeur marin
- Aire marine adjacente
- Zone de non prélèvement
- Zone de protection renforcée



Sources des données :
- Limites du parc : Parc national des Calanques, 2012
- Relief ombré et isobathes : GIS Posidonie, 2012, compilation de MNT : COMEX, 2011; Andromède Océanologie, 2008; MESURIS, 2003, IFREMER 2001 et SHOM, 2001

Système de coordonnées : Lambert 93, RGF93, IAG GRS 1980



Légende

● Extrémités des pièces de filet

N° filet

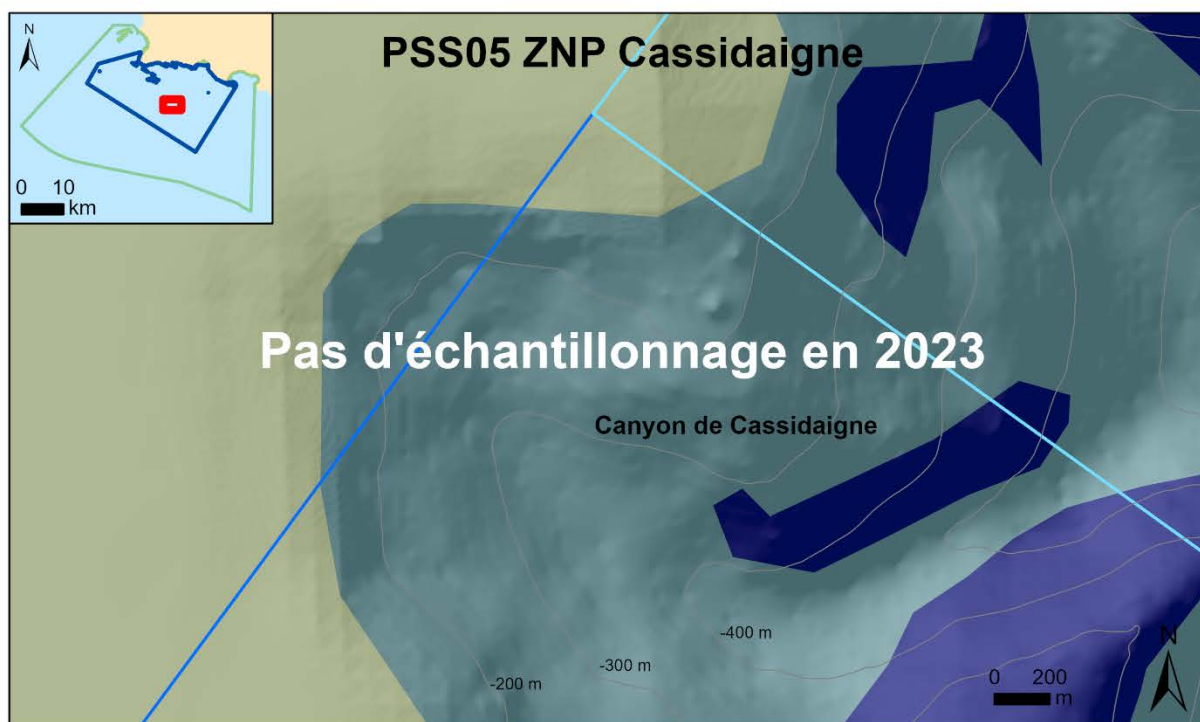
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

- Coeur marin
- Aire marine adjacente
- Zone de non prélèvement
- Zone de protection renforcée



Sources des données :
 - Limites du parc : Parc national des Calanques, 2012
 - Relief ombré et isobathes : GIS Posidonie, 2012, compilation de MNT : COMEX, 2011; Andromède Océanologie, 2008; MESURIS, 2003, IFREMER 2001 et SHOM, 2001

Système de coordonnées : Lambert 93, RGF93, IAG GRS 1980



Légende

- Extrémités des pièces de filet

N° filet

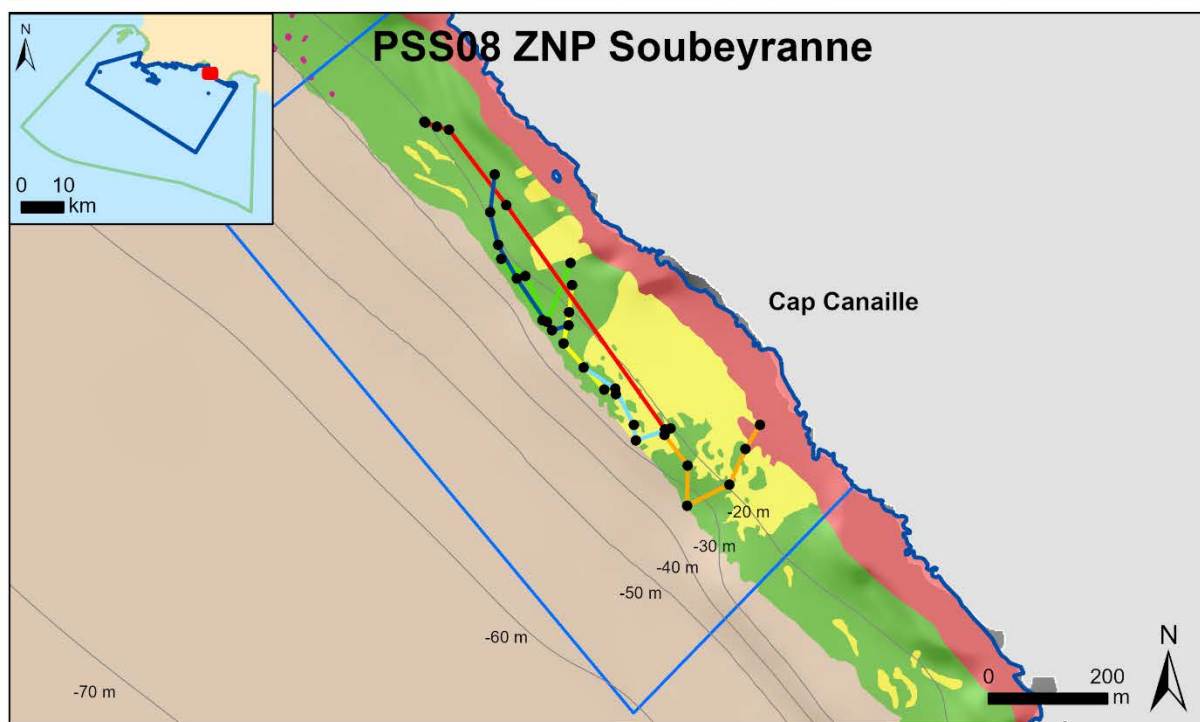
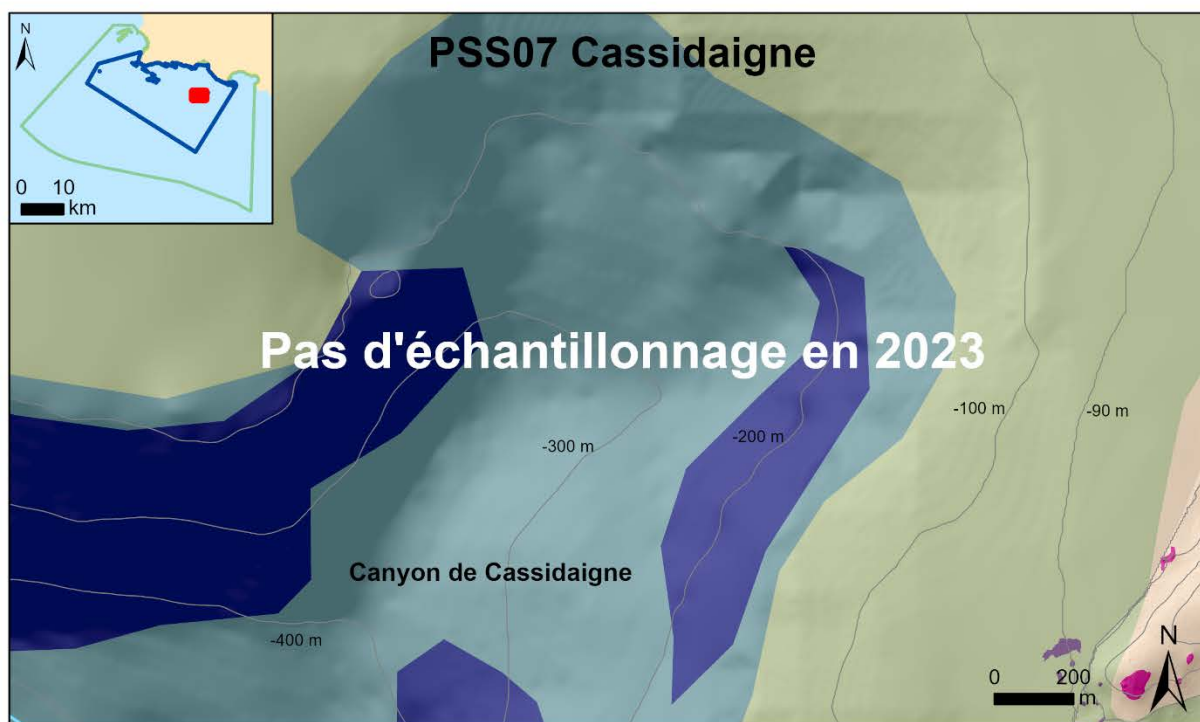
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

- Coeur marin
- Aire marine adjacente
- Zone de non prélèvement
- Zone de protection renforcée



Sources des données :
 - Limites du parc : Parc national des Calanques, 2012
 - Relief ombré et isobathes : GIS Posidonie, 2012, compilation de MNT : COMEX, 2011; Andromède Océanologie, 2008; MESURIS, 2003, IFREMER 2001 et SHOM, 2001

Système de coordonnées : Lambert 93, RGF93, IAG GRS 1980



Légende

- Extrémités des pièces de filet

N° filet

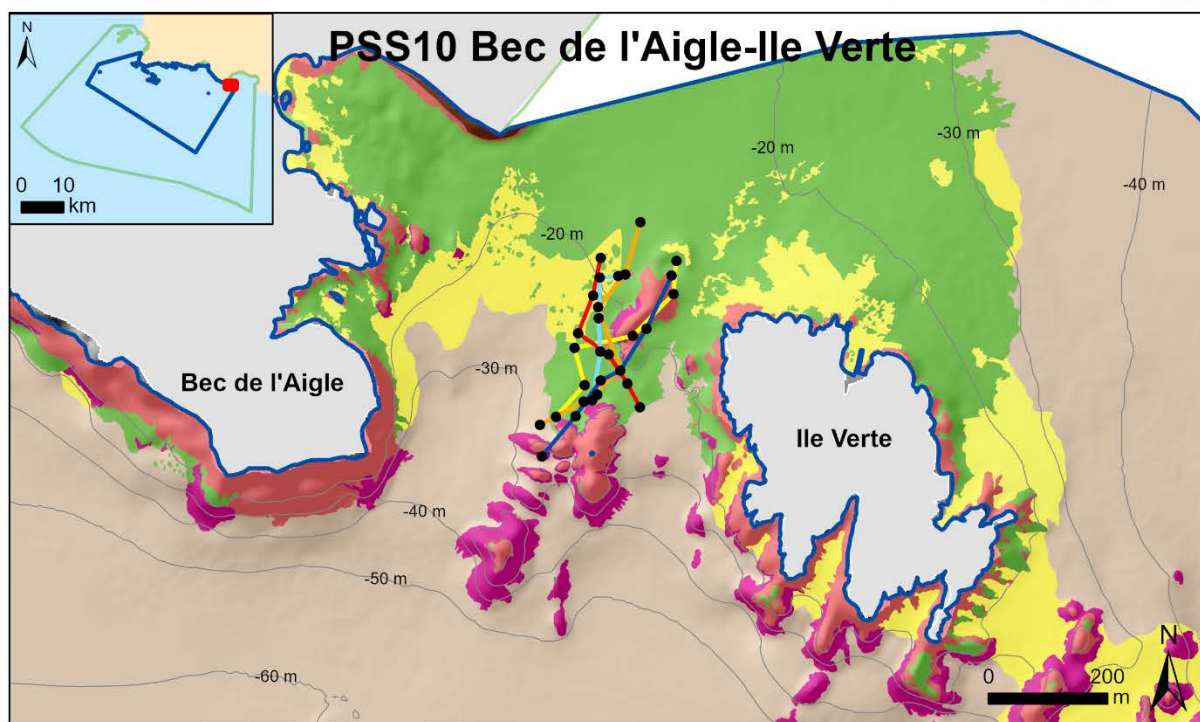
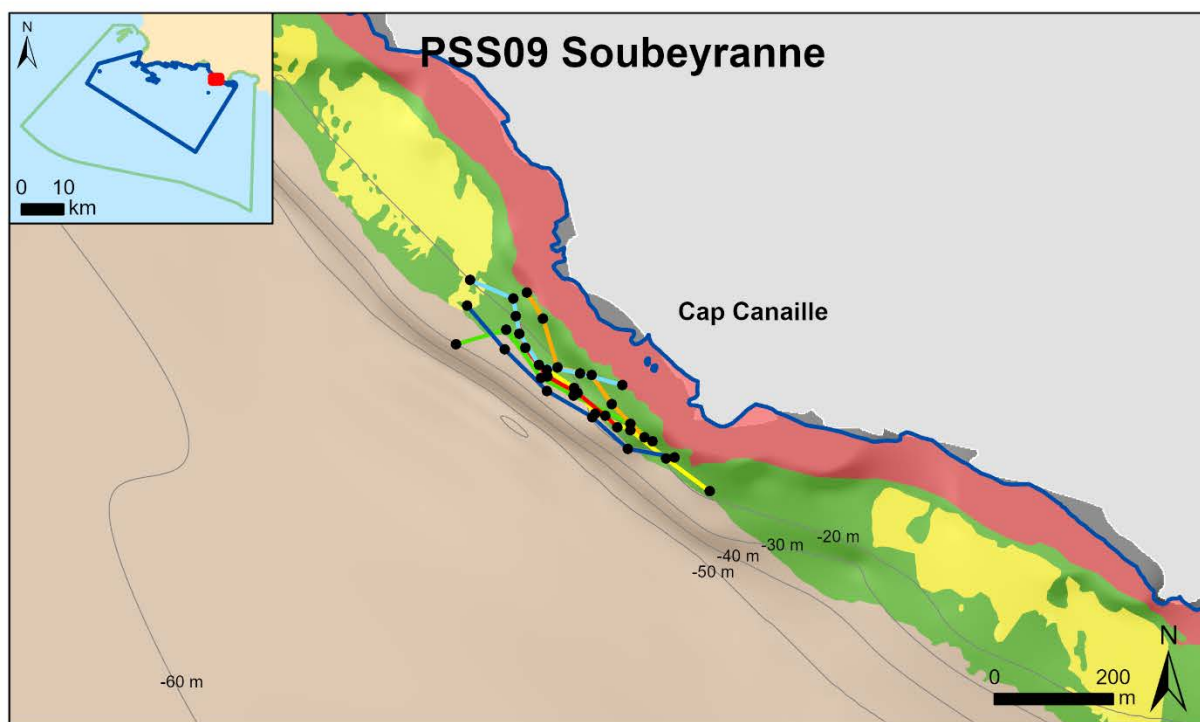
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

- Coeur marin
- Aire marine adjacente
- Zone de non prélèvement
- Zone de protection renforcée



Sources des données :
 - Limites du parc : Parc national des Calanques, 2012
 - Relief ombré et isobathes : GIS Posidonie, 2012, compilation de MNT : COMEX, 2011; Andromède Océanologie, 2008; MESURIS, 2003, IFREMER 2001 et SHOM, 2001

Système de coordonnées : Lambert 93, RGF93, IAG GRS 1980



Légende

- Extrémités des pièces de filet

N° filet

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

- Coeur marin
- Aire marine adjacente
- Zone de non prélèvement
- Zone de protection renforcée



Sources des données :
 - Limites du parc : Parc national des Calanques, 2012
 - Relief ombré et isobathes : GIS Posidonie, 2012, compilation de MNT : COMEX, 2011; Andromède Océanologie, 2008; MESURIS, 2003, IFREMER 2001 et SHOM, 2001

Système de coordonnées : Lambert 93, RGF93, IAG GRS 1980

Annexe 5. Biomasse capturée par espèce et par station dans l'herbier (somme de 30 pièces de filet de 100 m à chaque station) à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 dans le Parc national des Calanques (filet trémail, maille 7).

Herbier	HZNP								ZNP			
Biomasse pêchée (kg)	Cap Soubeyrane				Plateau des chèvres				Soubeyrane			
	2014	2017	2020	2023	2014	2017	2020	2023	2014	2017	2020	2023
Ostéichtyens	29,25	21,39	44,04	32,78	21,88	12,88	12,47	26,74	35,00	52,56	99,83	117,24
<i>Boops boops</i>	0,04											0,05
<i>Bothus podas</i>			0,05	0,05		0,09	0,05	0,07		0,18	0,49	0,38
<i>Chelidonichthys lucerna</i>											0,89	
<i>Chelinonichthys lastoviza</i>									0,52	0,11	0,18	
<i>Chelon auratus</i>	0,55						0,36					
<i>Chelon ramada</i>			5,38						0,24			
<i>Chromis chromis</i>						0,06						
<i>Conger conger</i>		2,15		1,15		0,60		1,50	2,48	5,78	2,80	8,43
<i>Coris julis</i>								0,04				
<i>Dactylopterus volitans</i>											0,30	
<i>Dentex dentex</i>							0,31	1,41				
<i>Dicentrarchus labrax</i>					0,48		0,25					
<i>Diplodus annularis</i>				0,29	6,20	0,76		0,21	0,15	0,05		
<i>Diplodus puntazzo</i>								0,14				0,48
<i>Diplodus sargus</i>	0,20		0,22	0,45	1,34		0,55	0,76				0,89
<i>Diplodus vulgaris</i>	0,57	0,38	1,97		3,60	0,92	0,98	1,63	0,12	0,43	1,29	1,52
<i>Labrus merula</i>	0,65	1,24	0,31			1,28	0,43	1,12	0,76	1,03	2,30	1,88
<i>Labrus viridis</i>						0,46					0,75	2,34
<i>Lithognathus mormyrus</i>												0,30
<i>Monochirus hispidus</i>								0,02				
Mugilidae							0,12					
<i>Mullus surmuletus</i>			0,24	0,13				0,56	0,08	1,87	3,35	2,31
<i>Muraena helena</i>	3,43	1,45	3,06		2,20				1,40	1,26		
<i>Oblada melanura</i>										0,07		
<i>Pagellus acarne</i>			0,05					0,25	0,15	0,12	1,21	0,40
<i>Pagellus bogaraveo</i>											0,08	0,03
<i>Pagellus erythrinus</i>	0,36		1,10	0,37			0,43	0,72	0,78	3,21	3,94	12,41
<i>Pagrus pagrus</i>		0,26		1,26		0,25		1,19	0,19	0,54	5,27	0,71
<i>Phycis phycis</i>	2,55	3,27	5,84	2,58	1,97				4,88	11,20	12,34	2,89
<i>Sardinella aurita</i>				0,09								
<i>Sarpa salpa</i>		0,57	1,00	1,22	1,06	0,32	0,28		1,12	0,98	2,17	1,40
<i>Sciaena umbra</i>		0,04	0,31	0,15					0,63		0,25	1,77
<i>Scorpaena notata</i>	0,37	0,42	0,03	0,10		0,19	0,03		0,06	0,08	0,08	
<i>Scorpaena porcus</i>	18,39	10,72	20,95	21,97	2,94	3,23	5,09	9,98	14,34	15,20	39,94	43,28
<i>Scorpaena scrofa</i>	1,24	0,47	0,85	0,77		1,41		0,38	4,80	2,94	4,64	15,26
<i>Seriola dumerili</i>								0,90				
<i>Serranus cabrilla</i>			0,07	0,20					0,07	0,14	0,14	0,18
<i>Serranus scriba</i>			0,12	0,12	0,18		0,05	0,02		0,05	0,59	0,85
<i>Solea senegalensis</i>				0,23				0,65				0,35
<i>Solea solea</i>						0,63		0,29				
<i>Sparus aurata</i>	0,21		0,27	0,19	0,23		0,41			0,12	2,54	
<i>Spicara maena</i>	0,20											
<i>Spondyllosoma cantharus</i>				0,43	0,82	0,16		0,07			0,20	0,24
<i>Symphodus mediterraneus</i>							0,07					
<i>Symphodus ocellatus</i>						0,09						
<i>Symphodus tinca</i>		0,44	0,50	0,52	0,86	2,44	2,52	4,59	1,05	2,83	7,59	8,60
<i>Synapturichthys kleinii</i>												0,10
<i>Synodus saurus</i>			0,72	0,41			0,45	0,25	0,11	0,78	0,67	2,72
<i>Thalassoma pavo</i>				0,05							0,03	0,18
<i>Trachinus draco</i>										0,23	0,33	2,23
<i>Trachurus trachurus</i>											0,16	
<i>Triglopterus lastoviza</i>												0,15
<i>Uranoscopus scaber</i>	0,18		0,76				0,08		0,68	1,52	5,29	2,33
<i>Xyrichtys novacula</i>											0,02	
<i>Zeus faber</i>	0,31		0,25	0,07					0,39	1,83		2,60

Herbier	HZNP										ZNP				
Biomasse pêchée (kg)	Cap Soubeyrane					Plateau des chèvres					Soubeyrane				
	2014	2017	2020	2023		2014	2017	2020	2023		2014	2017	2020	2023	
Chondrichtyens	1,61		4,49	1,95	↗↘	4,00					2,75	2,40	4,15	3,13	↗↘
<i>Raja polystigma</i>			1,41												
<i>Scyliorhinus canicula</i>													0,26	1,36	
<i>Torpedo marmorata</i>	1,61		3,08	1,95		4,00					2,75	2,40	3,89	1,30	
<i>Torpedo torpedo</i>														0,47	
Malacostracés	0,32	1,02	1,46	0,40	↗↘						0,21	0,44	0,09	↗↘	
<i>Calappa granulata</i>														0,09	
<i>Maja crispata</i>		0,13													
<i>Pagurus prideaux</i>													0,14		
<i>Palinurus elephas</i>	0,32	0,90	1,46	0,40								0,21	0,30		
Céphalopodes	6,40	6,18	6,77	2,07	↗↘	20,13	7,71	1,48	4,42	↘↗	9,37	6,66	0,75		↘
<i>Octopus vulgaris</i>	3,63	4,12	6,53	1,43		9,50	3,47	1,32	3,00		4,69	5,37			
<i>Sepia officinalis</i>	2,77	2,06	0,24	0,64		10,63	4,24	0,16	1,42		4,68	1,29	0,25		
<i>Todarodes sagittatus</i>													0,50		
Total général	37,57	28,59	56,76	37,20	↗	46,01	20,59	13,95	31,16	↘↗	47,11	61,83	105,17	120,46	↗

Annexe 6. Biomasse capturée par espèce et par station sur la roche (somme de 30 pièces de filet de 100 m à chaque station) à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 dans le Parc national des Calanques (filet trémail, maille 7).

Roche	HZNP										ZNP									
	Frioul					Ile Verte					Planier					Riou				
Biomasse pêchée (kg)	2014	2017	2020	2023		2014	2017	2020	2023		2014	2017	2020	2023		2014	2017	2020	2023	
Ostéichthyens	31,46	29,23	35,08	48,80	↘ ↗	28,03	37,12	57,42	45,67	↗ ↘	85,66	204,81	160,88	183,10	↘ ↗	62,05	121,78	121,88	173,66	↗
<i>Anthias anthias</i>				0,04									0,02							
<i>Apogon imberbis</i>														0,02						
<i>Balistes capricus</i>				1,98																
<i>Boops boops</i>		0,01				0,23						0,13	0,04	0,12		0,09			0,20	
<i>Bothus podas</i>			0,16	0,05			0,06	0,06				0,09	0,09					0,26	0,23	
<i>Chelidonichthys cuculus</i>			0,23															0,24		
<i>Chelidonichthys lucerna</i>				0,44														0,14		
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	0,50	0,19									0,11	1,56				0,07	0,15			
<i>Chelon auratus</i>			0,29				0,86	0,49	0,43											
<i>Chelon ramada</i>								2,70	0,46											
<i>Chromis chromis</i>	0,07	0,02									0,03			0,02					0,03	
<i>Citharus linguatula</i>				0,09																
<i>Conger conger</i>		2,42	0,79				3,31		1,36			10,22		8,00		3,64	5,90	3,30		
<i>Dentex dentex</i>											0,40	0,41							0,99	
<i>Diplodus annularis</i>						0,16		0,03				0,15				0,30	0,33		0,03	
<i>Diplodus puntazzo</i>				0,73									0,81	0,72					0,20	
<i>Diplodus sargus</i>	0,68		0,16			0,31					0,69		0,61			0,27	0,19	0,20		
<i>Diplodus vulgaris</i>	1,21	0,97	1,43	1,75		0,83	1,20	0,94	0,50		5,35	3,04	4,45	6,94		3,77	1,18	0,97	5,81	
<i>Echiichthys vipera</i>												0,05								
<i>Engraulis encrasicolus</i>																	0,04			
<i>Labrus merula</i>						1,47	0,29		1,15		2,50	11,73	14,67	15,03		1,09	1,70	1,95	3,98	
<i>Labrus viridis</i>						0,82		1,06	0,38		0,32	8,85	6,41	4,36		1,66	1,55		2,40	
<i>Lepidotrigla cavillone</i>																	0,42			
<i>Lophius budegassa</i>			0,35																	
<i>Lophius piscatorius</i>	2,60	5,36	6,10								1,77	14,50								
<i>Merluccius merluccius</i>				0,27																
<i>Microchirus ocellatus</i>	0,07	0,08		0,09		0,08													0,10	
<i>Monochirus hispidus</i>	0,02																			
<i>Mullus barbatus barbatus</i>												0,64								
<i>Mullus surmuletus</i>	0,54	0,11	0,42	0,55				0,26	0,17		4,90	14,03	7,80	2,19		0,37	5,15	8,65	10,25	
<i>Muraena helena</i>									3,60					2,45		2,89	1,90			
<i>Oblada melanura</i>																	7,07			
<i>Ophidion sp.</i>			0,04																	
<i>Pagellus acarne</i>	0,15	0,57	0,51	2,07							0,27					0,14	1,61	0,55	0,63	
<i>Pagellus bogaraveo</i>				0,40																
<i>Pagellus erythrinus</i>	2,29	0,58	2,29	2,17		0,52		1,41			4,43	5,86	7,50			2,50	15,36	12,98	22,77	
<i>Pagrus pagrus</i>		0,53		0,43					0,29		0,16	5,41		0,80		0,33	1,36	1,38	1,99	
<i>Parophidion vassali</i>																			0,03	
<i>Pegusa lascaris</i>		0,28										0,42								
<i>Phycis phycis</i>	3,09	2,91	1,70	13,58		0,28	1,13	4,98	5,01		22,09	42,28	41,17	22,86		5,44	15,84	21,48	8,39	
<i>Sardina pilchardus</i>	0,31	0,02														0,02		0,05		
<i>Sarpa salpa</i>	1,42	0,29	1,31				1,22		0,43			1,71	1,96	0,40					0,99	
<i>Sciaena umbra</i>		0,09	0,51	0,78		0,62	0,41	1,68	1,83											
<i>Scomber colias</i>				0,52							1,80									
<i>Scomber scombrus</i>																		0,83		
<i>Scophthalmus maximus</i>							0,54													
<i>Scorpaena notata</i>	0,04	0,15		0,01		0,04	0,21	0,06	0,18		0,10		0,17	0,04		0,28	0,12	0,03		
<i>Scorpaena porcus</i>	1,89	1,56	1,96	1,77		17,94	18,27	37,63	23,12		13,94	20,70	17,40	11,07		21,32	13,49	8,80	32,24	
<i>Scorpaena scrofa</i>	9,32	7,26	9,01	12,21		3,07	6,14	2,09	2,88		6,53	30,98	44,06	73,38		2,76	24,99	40,54	54,70	
<i>Scorpaena sp</i>				0,05																
<i>Seriola dumerili</i>									0,85					5,35		0,56				
<i>Serranus cabrilla</i>		0,05	0,10	0,24					0,04		0,03	0,20	0,59	0,13		0,04		1,17	0,61	
<i>Serranus scriba</i>							0,12	0,07						1,17			0,47	0,04	0,49	
<i>Solea solea</i>		0,17	0,82																	
<i>Sparus aurata</i>							0,18		0,24							0,72				
<i>Spicara maena</i>														0,58		0,09				
<i>Spicara smaris</i>		0,02																		
<i>Sphyraena viridensis</i>														4,53						
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	0,34					0,13					1,33	0,56	1,10	4,89		0,52	0,39	1,21	4,11	

Roche	HZNP								ZNP							
Biomasse pêchée (kg)	Frioul				Ile Verte				Planier				Riou			
	2014	2017	2020	2023	2014	2017	2020	2023	2014	2017	2020	2023	2014	2017	2020	2023
<i>Symphodus mediterraneus</i>	0,04	0,02					0,02	0,03	0,06	0,10	0,04	0,09	0,20	0,09		0,17
<i>Symphodus ocellatus</i>			0,04						0,11	0,05	0,04			0,10		
<i>Symphodus tinca</i>	2,99			0,26	0,88	1,55	1,72	2,05	17,44	17,08	8,81	17,03	8,05	3,88	1,16	2,85
<i>Synapturichthys kleinii</i>				0,52											0,43	0,88
<i>Synodus saurus</i>		0,29		0,26		0,41				0,21	0,44			0,35		0,39
<i>Thalassoma pavo</i>												0,08				
<i>Trachinus draco</i>			0,71	0,29						2,24	0,34		0,16			3,65
<i>Trachinus radiatus</i>	0,05									0,11			0,07	1,58	0,38	2,76
<i>Trachurus trachurus</i>				0,09										7,15		0,08
Triglidae			0,23													
<i>Triglopterus lastoviza</i>				0,34												0,23
<i>Uranoscopus scaber</i>	3,84	4,37	5,92	6,83	0,60	0,67	1,60		1,32	10,01	2,36	0,87	4,72	9,35	11,90	10,91
<i>Zeus faber</i>		0,95			0,05	0,57	0,63	0,71		1,50				0,12	3,24	0,57

Roche	HZNP								ZNP											
Biomasse pêchée (kg)	Frioul				Ile Verte				Planier				Riou							
	2014	2017	2020	2023	2014	2017	2020	2023	2014	2017	2020	2023	2014	2017	2020	2023				
Chondrichtyens	1,23	1,05		1,69		0,76	3,00	2,20	0,41		0,20			1,90		6,99				
Raja polystigma		1,05									0,20			0,40						
Scyllorhinus canicula																0,89				
Torpedo marmorata	1,23			1,69		0,76	3,00	2,20	0,41					1,50		6,10				
Malacostracés	0,22	0,52	1,53	0,35	↗	0,12	0,68	0,41	↗	2,12	7,46	1,49	3,02	↘	1,83	1,83	7,56	6,45	↗	
Calappa granulata											0,15									
Dromia sp								0,12					0,21							
Galathea strigosa	0,03																			
Homarus gammarus		0,52								6,05										
Maja crispata											0,40	1,24								
Maja squinado												0,40	1,37							
Neomaja goltziana												1,17								
Palinurus elephas	0,19		1,53	0,35		0,12	0,68	0,29	1,23	1,41	0,93		0,46	1,83	7,56	6,45				
Scyllarides latus									0,86											
Scyllarus arctus									0,03											
Céphalopodes	26,21	9,60	13,46	1,00	↘	13,70	4,49	1,89	1,13	↘	4,57	0,85	0,43	↘	4,46	2,75		2,79		
Loligo vulgaris		0,57																		
Octopus vulgaris	25,06	9,03	13,46	1,00		9,91	2,20	0,96	0,62	3,67	0,85			3,66	2,75					
Sepia officinalis	1,15					3,79	2,29	0,93	0,51	0,90		0,43		0,80			2,79			
Total général	59,11	40,39	50,07	51,84	↘	41,73	42,49	62,99	49,42	↘	92,76	213,11	162,99	186,12	↘	68,34	128,26	129,44	189,89	↗