

Suivi de l'ichtyofaune du Parc national des Calanques

à T0+9 ans

—

Année 2022

Rapport final

Suivi de l'ichtyofaune du Parc national des Calanques à T0+9 ans – Année 2022 Rapport final

PARC NATIONAL DES CALANQUES

Bâtiment A
141, Avenue du Prado
13008 Marseille
Tél. : (33) 4 20 10 50 00
www.calanques.parcnational.fr

et

GIS POSIDONIE

MIO – OCEANOMED, bât IOA –
Case 901
Campus universitaire de
Luminy
13288 Marseille Cedex 09
Tél. (33) 4 86 09 05 73/78

Responsable du GIS Posidonie :

Thomas CHANGEUX, MIO (UMR 235 – Aix-Marseille Université et Université de Toulon)
Tel : 04 86 09 06 34 – Courriel : thomas.changeux@ird.fr

Responsable de l'étude :

Laurence Le Diréach, Chargée de recherches.
Tel : 04 86 09 05 73 – Courriel : laurence.ledireach@univ-amu.fr

Participants aux missions de terrain :

Bruno Belloni, Laurence Le Diréach, Elodie Rouanet, Thomas Schohn, Patrick Astruch (GIS Posidonie).

Analyse des données et rédaction du rapport :

Bruno Belloni, Laurence Le Diréach

Crédits photographiques :

GIS Posidonie, sauf mention contraire

Dossier : 2213

Citation du document :

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.

Table des matières

1	CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	5
2	STRATEGIE ET METHODES D'ECHANTILLONNAGE	7
2.1	Stratégie d'échantillonnage	7
2.1.1	Choix des stations.....	8
2.1.2	Choix des approches pour l'échantillonnage	13
2.2	Méthodologie.....	14
2.2.1	Comptages 'de référence' sur transects métrés (5-25 m de profondeur)	14
2.2.2	Comptage au temps des espèces ciblées par la pêche (5-25 m de profondeur)	15
2.2.3	Comptage au temps en plongée libre dans les petits fonds (0-3 m de profondeur)	16
2.3	Déroulement des campagnes de terrain	17
2.3.1	Dates et participants	17
2.3.2	Logistique et autorisations	18
2.3.3	Conditions météorologiques	18
2.3.4	Position des stations.....	20
2.3.5	Environnement des stations de comptage.....	21
2.4	Saisie et validation des données.....	27
2.5	Analyse des données	27
2.5.1	Prise en compte des espèces planctonophages.....	28
2.5.2	Prise en compte des espèces cibles de différents modes de pêche	29
2.5.3	Structure trophique du peuplement	31
2.5.4	Structure spatiale et comportementale du peuplement	32
3	Synthèse bibliographique 2019 – 2022	34
4	RESULTATS.....	53
4.1	Peuplement de poissons téléostéens entre 5 et 25 m de profondeur.....	53
4.1.1	Liste et occurrence des espèces	53
4.1.2	Richesse spécifique.....	56
4.1.3	Evolution des familles dominantes	58
4.1.4	Densité moyenne	59
4.1.5	Biomasse moyenne	61
4.2	Poissons planctonophages et non planctonophages	63
4.2.1	Densités réduites.....	64
4.2.2	Biomasses réduites.....	68
4.3	Peuplement de poissons téléostéens superficiel (0-5 m de profondeur)	71
4.3.1	Liste et occurrence des espèces	71
4.3.2	Richesse spécifique.....	73
4.3.3	Densités	74

4.3.4	Biomasse.....	78
4.4	Espèces de poissons cibles de la pêche	80
4.4.1	Nombre d'espèces cibles par station entre 5 et 25 m de profondeur (TPS).....	80
4.4.2	Occurrence des espèces cibles par station entre 5 et 25 m de profondeur (TPS)	81
4.4.3	Evolution de l'occurrence des espèces cibles (TPS)	84
4.4.4	Densité des espèces cibles entre 5 et 25 m de profondeur (TRA)	87
4.4.5	Biomasse des espèces cibles entre 5 et 25 m de profondeur (TRA)	89
4.5	Focus sur quelques espèces cibles	91
4.5.1	Le sar commun <i>Diplodus sargus</i>	91
4.5.2	Le sar à museau pointu <i>Diplodus puntazzo</i>	92
4.5.3	Le mérou <i>Epinephelus marginatus</i>	95
4.5.4	Le corb <i>Sciaena umbra</i>	97
4.5.5	La girelle <i>Coris julis</i>	98
4.5.6	Le serran chevrette <i>Serranus cabrilla</i>	100
4.5.7	Le labre merle <i>Labrus merula</i>	103
4.5.8	Le rouget de roche <i>Mullus surmuletus</i>	105
4.6	Analyse fonctionnelle du peuplement	107
4.6.1	Evolution de la structure trophique 2013-2022 entre 5 et 25 m	107
4.6.2	Cartographie comparée de la structure trophique du peuplement de poissons entre 5 et 25 m depuis l'état zéro	108
4.6.3	Evolution des ichtyophages entre 5 et 25 m	114
4.6.4	Structure trophique du peuplement entre 0 et 5 m	115
4.6.5	Evolution de la structure spatiale et comportementale du peuplement de poissons entre 5 et 25 m	116
5	ELEMENTS DE SYNTHÈSE ET MISE EN PERSPECTIVE DES DONNÉES DU SUIVI A T0+9 ANS	118
6	CONCLUSION.....	137
7	BIBLIOGRAPHIE	139
8	ANNEXES	143

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

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. Il définit également, au sein du cœur marin (Figure 1) :

- sept zones de non-prélèvement (ZNP), et
- une zone de protection renforcée (ZPR), définie comme l'espace maritime du cœur de Parc situé sur le site du canyon de la Cassidaigne.

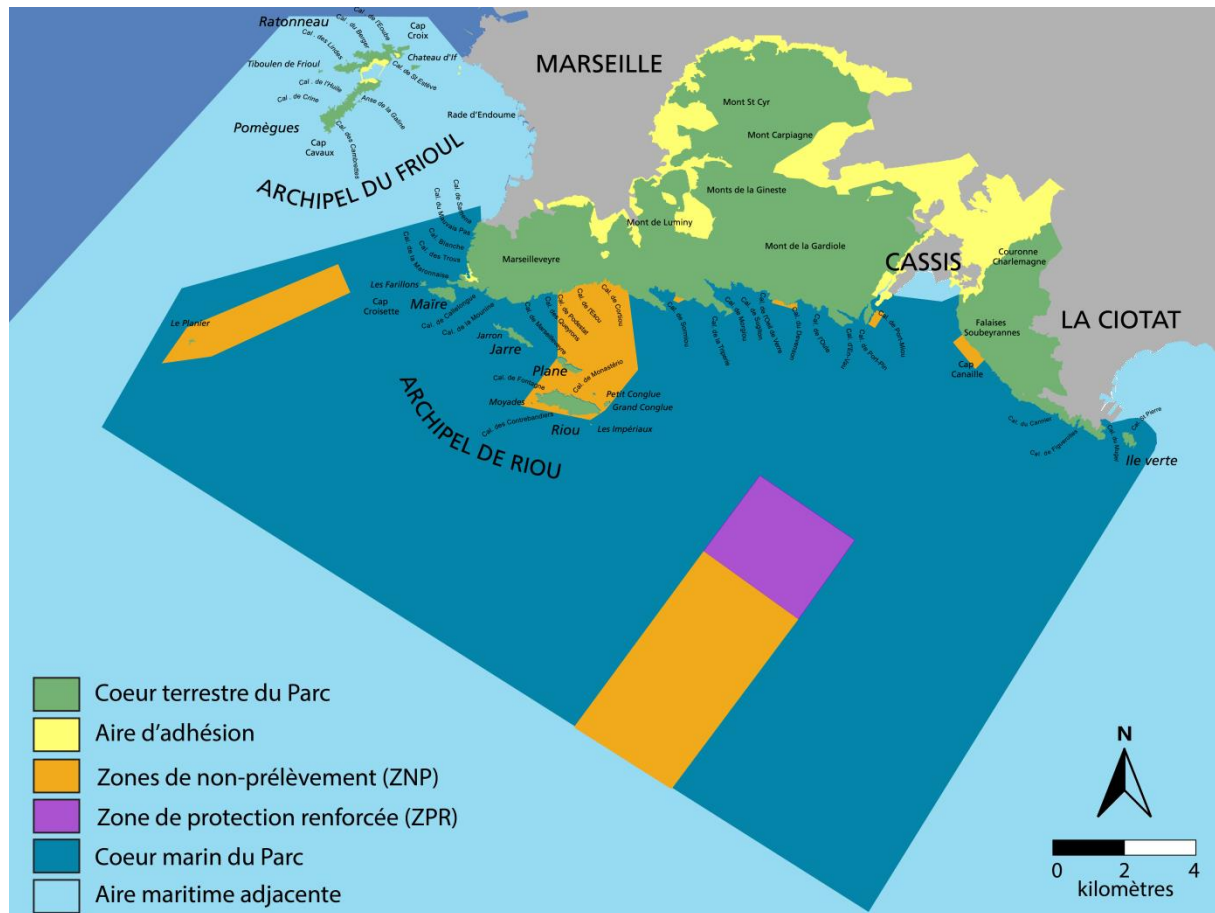


Figure 1 : Carte du Parc national des Calanques. Le cœur marin du Parc regroupe sept zones de non-prélèvement (ZNP) et une zone de protection renforcée (ZPR).

La pêche maritime professionnelle et la pêche maritime de loisir sont interdites dans les ZNP (à l'exception des prélèvements effectués pour des besoins de suivi scientifique) 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).

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 propre 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 et 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, environ un an et demi après la création du Parc national des Calanques (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 a été réalisé 3 ans après, en 2016 (Le Diréach *et al.*, 2017) et 6 ans après, en 2019 (Le Diréach *et al.*, 2020), afin de constater les évolutions des populations de poissons au sein du PNCal. De même qu'en 2013 et en 2016, 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, mais aussi leur évolution dans le temps.

Au regard des obligations réglementaires du Conseil d'Administration précédemment citées, il est primordial que les instances du Parc puissent suivre l'évolution des peuplements de poissons des ZNP. Cet objectif comprend 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 des peuplements de poissons des Calanques neuf ans après l'état zéro et en particulier l'efficacité de la protection dans les ZNP ('effet réserve'). A moyen terme, le suivi pourrait également révéler des effets de report de pression de pêche sur les peuplements de certaines stations. En fonction des résultats de ce suivi, le zonage et les mesures de gestion en cœur de parc pourraient être adaptés dans les années à venir (obligation réglementaire du Conseil d'Administration du Parc).

Un **rapport intermédiaire** a rendu compte de la **première phase** de travaux engagés en 2022 (Belloni *et al.*, 2023) pour la réalisation d'un suivi des peuplements en poissons neuf ans après la réalisation de l'état zéro (2013), dans le cadre de ce suivi à long terme. Ce rapport rend compte de la phase d'acquisition de données sur le terrain, de leur validation et de leur saisie dans une base de données et enfin des premiers résultats des comptages réalisés (grandes tendances en termes de biomasse et d'abondance). Ce travail s'appuie 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 (Le Diréach *et al.*, 2017) et T0+6 ans (Le Diréach *et al.*, 2020).

Le présent **rapport final** ou rapport de **deuxième phase** comprend l'actualisation de la synthèse des données existantes, l'analyse complète des résultats et les conclusions du suivi réalisé en 2022 et la proposition d'éléments/pistes de gestion.

Les livrables du projet sont :

- les résultats complets de l'analyse des données concernant l'ichtyofaune (et espèces associées) ;
- la production de données géoréférencées et de cartes ;
- l'analyse comparative avec les données issues des études sur les peuplements de poissons déjà réalisées dans le périmètre du Parc en 2019 (Le Diréach *et al.*, 2020), 2016 (Le Diréach *et al.*, 2017), en 2013 (Bonhomme *et al.*, 2015) et en 2008 (Astruch *et al.*, 2009).

2 STRATEGIE ET METHODES D'ECHANTILLONNAGE

2.1 Stratégie d'échantillonnage

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 2022 sont les mêmes que ceux adoptés pour l'état zéro, le suivi à T0+3 ans en 2016 et à T0+6 ans en 2019. Les résultats issus de la nouvelle acquisition de données sont donc parfaitement comparables à ceux des suivis précédents. Le protocole : emplacement des stations et méthodes de suivi, mis en place au moment de l'état initial, puis utilisé en 2016 et 2019 a fait l'objet d'un travail de réflexion important mené en concertation puis approuvé par le Parc. L'analyse des données a démontré qu'il était adapté pour répondre aux questions posées.

L'objectif du suivi par comptage visuel en plongée est d'évaluer l'état des peuplements de poissons à intervalle de temps régulier, en tenant compte des zones où une gestion particulière des activités de prélèvement est appliquée (ZNP, ZPR, cœur de Parc) par rapport à l'aire maritime adjacente). Le suivi 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, en vue de pouvoir adapter, le cas échéant, le zonage actuel.

2.1.1 Choix des stations

Le choix des stations qui a été proposé dès l'état initial et pour le suivi, vise à être représentatif des différentes configurations de l'habitat rocheux présentes sur le territoire du Parc national et des mesures de gestion mises en place. 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.

le zonage	<p>→ pour une comparaison avant tout temporelle (évolution par site) mais aussi spatiale (intersites), de l'efficacité des ZNP, avec des stations à l'intérieur et à l'extérieur des ZNP</p> <p>→ pour une évaluation du report d'activité possible vers certaines zones hors ZNP dans le cœur de parc ou dans l'aire marine adjacente</p>
la nature des habitats	<p>→ pour rechercher le plus possible une homogénéité de la nature des fonds rocheux et rendre possible les comparaisons spatiales notamment entre des stations proches dans les ZNP et hors ZNP</p> <p>→ pour diminuer autant que faire se peut, la part de variabilité des peuplements liée à la structure des habitats</p>
la profondeur	<p>→ pour le même motif d'homogénéisation des caractéristiques des stations et parce que ce paramètre est prépondérant dans la structuration des peuplements de poissons</p> <p>→ en proposant deux échelles bathymétriques de suivi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - entre 10 et 20 m, pour l'état zéro de référence par comptage de 'toutes' les espèces, - dans les petits fonds, par la mise en place d'un suivi en plongée libre en palmes-masque-tuba (PMT) pouvant être assuré par les agents du Parc national.
La configuration géomorphologique	<p>→ en choisissant des stations sur les îles et à la côte</p> <p>→ en répartissant le nombre de stations entre l'est et l'ouest du territoire</p>
les études antérieures	<p>→ pour une analyse comparative robuste, le plan d'échantillonnage élaboré par Astruch <i>et al.</i> (2009) a été spécialement pris en compte et ajusté pour définir le protocole de l'état zéro</p> <p>→ l'étude de Letourneur <i>et al.</i> (2003) sur l'archipel du Frioul a aussi servi de base de travail pour le choix de certaines stations.</p>

Stations de roche 5-25 m

Ainsi, un maillage large de 24 stations d'échantillonnage entre 5 et 25 m a été proposé pour le suivi 'de référence' des peuplements de poissons en comptage visuel en scaphandre autonome sur l'ensemble du territoire du Parc national, aire maritime adjacente comprise. Parmi ces stations, 12 sont localisées dans les ZNP (Tableau 2 ; Figure 2).

Sur ces mêmes stations sont comptabilisées des espèces cibles de la pêche lors de parcours de 3 minutes à même profondeur.

Tableau 2. Liste et description des 24 stations de roche entre 5 et 25 m échantillonnées par comptages visuels en scaphandre autonome dans le suivi des poissons du PNCal.

N° station	Nom station (*= suivie en 2008)	Gestion	Prof. (m)	Habitat	Commentaires
S01	Tiboulon Frioul	AMA	9-18	Blocs rocheux et herbier de posidonie	Ces stations permettent de suivre un éventuel report des pressions de pêche professionnelle et de loisir. Les peuplements de poissons des îles du Frioul ont été étudiés par Letourneur <i>et al.</i> (2003), et leurs données peuvent être ainsi comparées à celles nouvellement acquises dans le cadre de ce suivi
S02	Frioul-Cambrettes		6-17	Mosaïque blocs rocheux, substrats meubles et herbier de posidonie	
S03	Planier	ZNP Planier-	5-10	Blocs rocheux	Habitat remarquable autour de l'îlot
S04	Veyron	Veyron	17-23	Blocs rocheux	Habitat remarquable
S05	Tiboulon de Maire*	Hors ZNP	8-17	Petits blocs rocheux et herbier de posidonie	Suivie depuis 2008, cette station présente un habitat favorable et intéressant tout en étant ouverte sur un contexte environnemental différent du reste de l'archipel de Riou (rade Sud)
S06	Les fromages		6-21	Blocs rocheux et herbier de posidonie	Cette station présente un habitat adapté pour une comparaison avec les stations ZNP autour de Riou
S07	Jarre Briançon*		9-22	Blocs rocheux de taille moyenne à la limite entre substrat rocheux uniforme et blocs	Suivie depuis 2008, cette station présente un habitat favorable et intéressant pour une comparaison avec les stations ZNP autour de Riou
S08	Plateau des Chèvres		7-10	Mosaïque blocs rocheux, substrats meubles et herbier de posidonie	Suivie en 2008, cette station a été légèrement déplacée en 2013 à proximité d'un secteur plus rocheux, toujours sur le plateau des Chèvres
S09	Moyades*	ZNP Riou-Podestat-Pointe du Vaisseau	6-18	Gros blocs d'environ 5 m de diamètre	Suivie depuis 2008
S10	Sud Riou*		14-24	Blocs rocheux de taille moyen au milieu d'une paroi à forte pente	Suivie depuis 2008
S11	Plane		8-18	Blocs rocheux	Les habitats autour de Plane sont remarquables et adaptés au suivi
S12	Cortiou		8-15	Blocs rocheux et substrats meubles	A proximité du rejet de Cortiou, cette station apporte des informations complémentaires sur le peuplement de poissons en relation avec les effluents
S13	Nord Caramassaigne*		10-16	Chaos de blocs rocheux à environ 10-15 m de la falaise	Suivie depuis 2008, l'habitat au sein de cette station est exceptionnel
S14	Grand Conglue*		10-21	Gros blocs rocheux	Suivie depuis 2008, l'habitat au sein de cette station est exceptionnel, de plus il s'agit de la seule station au sein du 'triangle interdit'
S15	Sormiou-Réserve Falco	ZNP Sormiou	15-22	Blocs rocheux	Habitat particulier, falaise accore, peu de petits fonds
S16	Ouest Figuié*	Hors ZNP	12-22	Blocs rocheux	Suivie depuis 2008, cette station est un bon point de comparaison avec la station ZNP Sormiou-Réserve Falco (habitat comparable)
S17	Devenson	ZNP Devenson	9-19	Blocs rocheux de taille gros et moyen	Suivie en 2008, cette station a été déplacée en 2013 pour être positionnée au centre de la ZNP afin de s'affranchir de l'effet "bordure"
S18	Calanque de l'Oule*	Hors ZNP	9-15	Blocs rocheux de taille petit et moyen	Suivie depuis 2008, il s'agit d'un bon point de comparaison avec la station ZNP Devenson
S19	En Vau		10-20	Falaise accore et blocs rocheux	Habitat particulier très accore, il s'agit d'un bon point de comparaison avec la station ZNP Pointe Cacao
S20	Pointe Cacao	ZNP Pointe Cacao	10-22	Falaise accore et blocs rocheux	Habitat particulier très accore
S21	Phare Cassidaigne	Hors ZNP	11-18	Blocs rocheux	Habitat particulier exceptionnel dans un contexte isolé du reste de la zone d'étude
S22	Cap Soubeyrane	ZNP Cap Soubeyran	4-11	Blocs rocheux et herbier de posidonie	Habitat proche de celui observé au sein du Parc Marin de la Côte Bleue
S23	Soubeyrane	Hors ZNP	6-9	Blocs rocheux et herbier de posidonie	Il s'agit d'un point de comparaison intéressant avec la station ZNP Cap Soubeyran
S24	Ile Verte - Roustaud	Hors ZNP	14-25	Blocs rocheux et herbier de posidonie	Cette station permet de considérer le secteur de La Ciotat et de l'île Verte

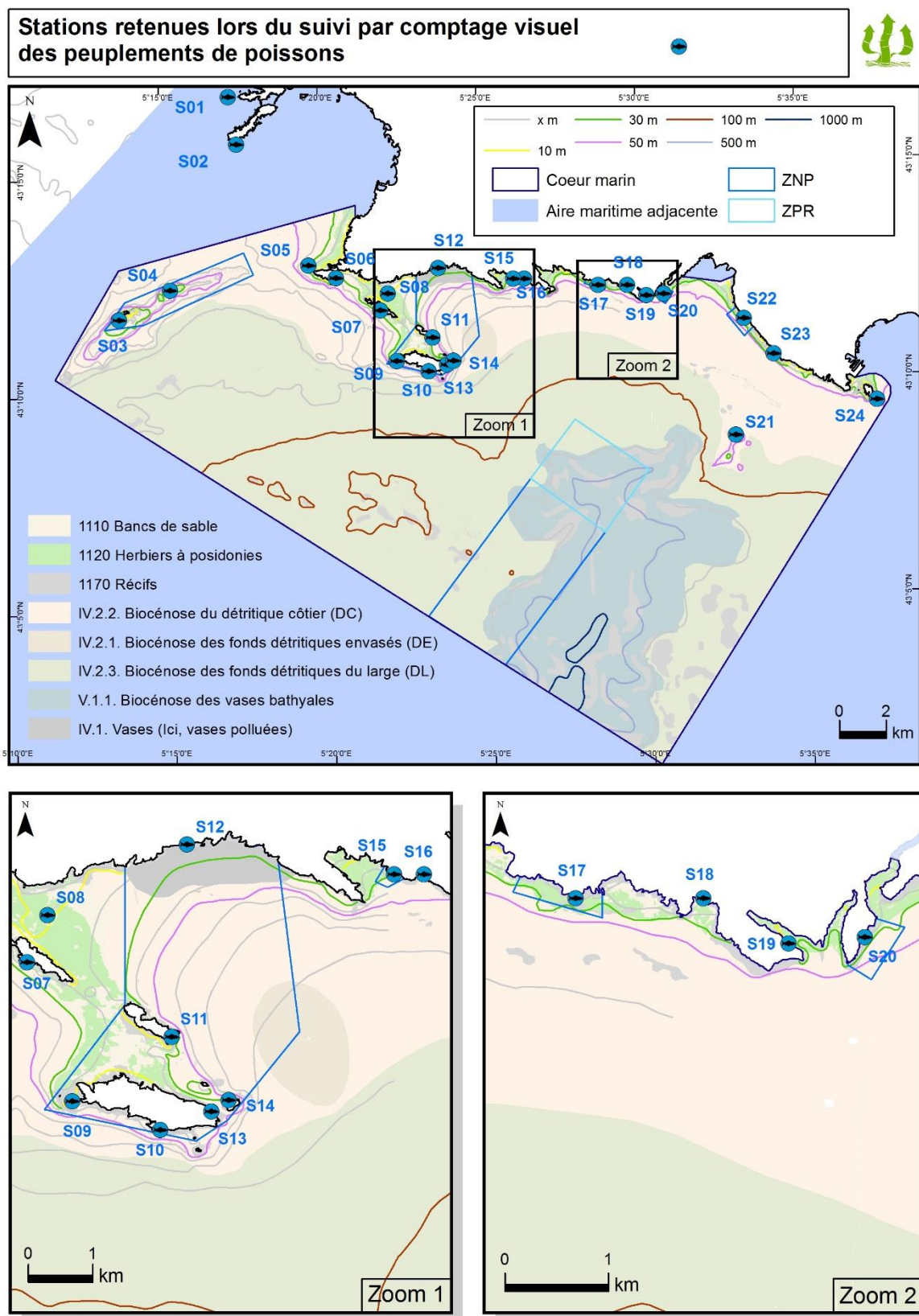


Figure 2. Localisation des 24 stations de roche entre 5 et 25 m échantillonnées par comptages visuels en scaphandre autonome dans le suivi des poissons du PNCaI (comptage total sur transect métré et espèces cibles au temps).

Stations de roche 0-3 m

Un nombre plus restreint de stations a été proposé (12 stations) pour le suivi de l'ensemble des espèces sur les petits fonds (0-3 m) en plongée libre (PMT). Le nombre et le choix des stations ont tenu compte des différents régimes de gestion (Tableau 3 ; Figure 3).

Tableau 3. Liste des 12 stations entre 0 et 3 m échantillonnées par comptages visuels en plongée libre (PMT) dans le suivi des poissons du PNCa.

N° station	Nom station	Gestion	Prof. (m)	Habitat	Commentaires
PMT01	Frioul 1 (Eyglades)	AMA	0-3	Mosaïque de dalles et de blocs rocheux, substrats meubles et herbier de posidonie	Face Nord de Pomègues, définie avec l'aide de M. Imbert
PMT02	Château If				Station autour de l'île d'If
PMT03	Planier	ZNP Planier-Veyron			Station située autour de l'îlot du Planier
PMT04	Samena	Hors ZNP			Station localisée dans la rade Sud
PMT05	Marseille-veyre				Station intéressante dans le contexte de report de l'effort de pêche au plateau des Chèvres
PMT06	Sablière	ZNP Riou-Podestat-Pointe du Vaisseau			Habitat remarquable dans les petits fonds, station suivie en 2008 en plongée en profondeur
PMT07	Plane Sud	Hors ZNP			Habitat intéressant complémentaire de la station Sablière
PMT08	Pierres tombées				Station intéressante en comparaison avec la station ZNP Devenson
PMT09	Devenson	ZNP Devenson			Station proche de la station ZNP Devenson suivie en plongée
PMT10	Cap Soubeyrane	ZNP Cap Soubeyran			Station proche de la station ZNP suivie en plongée
PMT11	Soubeyrane	Hors ZNP			Station proche de la station hors ZNP suivie en plongée
PMT12	Mugel-Negue Foume	Hors ZNP			Habitat remarquable à proximité de la calanque du Mugel

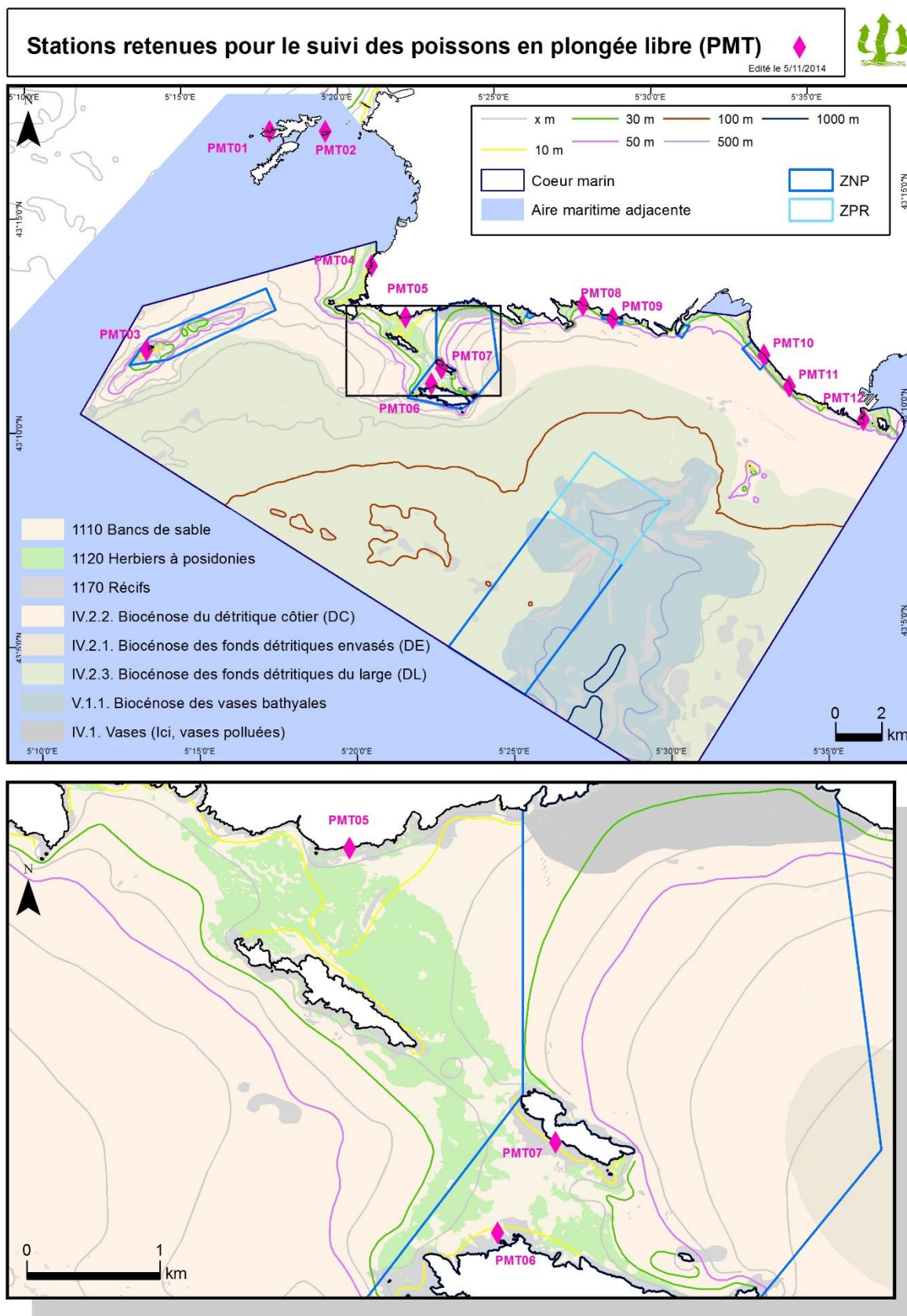


Figure 3. Localisation des 12 stations échantillonnées par comptages visuels en plongée libre (PMT) pour le suivi des poissons du PNCal entre 0 et 3 m de profondeur.

2.1.2 Choix des approches pour l'échantillonnage

L'échantillonnage est basé sur des méthodes de comptage visuel des poissons.

A chaque station, trois types de comptages ont été effectués :

- 1- des **comptages sur transect métré** (à l'aide d'un décamètre) entre 5 et 25 m de profondeur, de toutes les espèces vues en plongée, dit 'de référence' ;
- 2- des **comptages d'espèces cibles de la pêche**, entre 5 et 25 m de profondeur, réalisés au temps ;
- 3- des **comptages en plongée libre (PMT) dans les petits fonds** entre 0 et 3 m de toutes les espèces vues en plongée.

Les comptages visuels réalisés sur des transects métrés, avec une évaluation précise du nombre et de la taille des poissons observés, permettent de dresser des listes d'espèces, d'évaluer la richesse spécifique, ainsi que les abondances et les biomasses globales, par espèces et par groupes d'espèces au sein du Parc.

Les deux autres méthodes peuvent plus facilement être mises en œuvre pour des raisons différentes :

- pour le **comptage réalisé au temps**, en plongée en scaphandre par des non scientifiques, sans la contrainte du transect métré, sans appréciation des habitats au moment du comptage, des personnes ayant une connaissance des principales espèces cibles de la pêche ou pouvant l'acquérir assez rapidement. Les tailles sont divisées en deux classes qu'il est relativement aisé de différencier : les petits et moyens d'un côté et les grands de l'autre avec une limite de taille précisée ;
- pour le **comptage dans les petits fonds**, s'affranchir de la logistique liée à la pratique du scaphandre autonome et aux règles dictées par la sécurité en milieu hyperbare est un avantage. L'effet réserve est perceptible dans les petits fonds aussi bien qu'entre 5 et 25 m de profondeur pour un certain nombre d'espèces. Ce comptage est également réalisé au temps (3 minutes).

L'approche vidéo n'a pas été retenue pour plusieurs raisons. Tout d'abord, l'état initial et les suivis précédents ont été réalisés avec des méthodes de comptages visuels avec un niveau d'évaluation quantitative des tailles et des espèces plus élevées. La comparaison de résultats est difficile entre méthode vidéo et comptages visuels. Bien que l'acquisition de données sur le terrain soit rapide avec les méthodes vidéo, le post traitement par analyse des images est très coûteux en temps. Par ailleurs, l'identification des espèces et l'estimation de la taille des individus peuvent parfois être difficiles dans l'analyse d'images vidéo faite *a posteriori*. De plus, l'équipe du GIS Posidonie possède l'expertise requise et l'expérience de comptages visuels *in situ* garantissant le niveau de précision nécessaire pour mener à bien ce suivi.

2.2 Méthodologie

2.2.1 Comptages 'de référence' sur transects métrés (5-25 m de profondeur)

Les comptages visuels sur transects ont été réalisés selon la méthode utilisée en 2013, 2016 et 2019 par Bonhomme *et al.* (2015) et Le Diréach *et al.* (2017 et 2020). Le peuplement a été évalué à l'échelle de chaque station à partir de 10 transects aléatoires de 25 m de longueur sur 5 m de largeur, matérialisés par un ruban gradué. Tous les poissons vus à l'intérieur de ce couloir ont été comptabilisés, que ce soit sur le fond ou dans la colonne d'eau. L'unité d'échantillonnage est donc le transect de 125 m². Basé sur une méthode, mise au point il y a plus de 40 ans par Harmelin-Vivien et Harmelin (1975) et Harmelin-Vivien *et al.* (1985), le protocole de comptage a été affiné notamment dans le cadre du programme européen BIOMEX (BIOMEX, 2006) en ajoutant une estimation de la nature de l'habitat et une précision à 2 cm de la taille des poissons, et éprouvé depuis, dans la plupart des aires marines protégées de Méditerranée nord occidentale.

Afin de diminuer le risque d'une mauvaise représentativité de l'échantillonnage en recensant le peuplement à une période où les conditions seraient particulières (orage, coup de mistral), les 10 réplicats ont été réalisés en deux fois à chaque station (comme cela est réalisé dans le suivi de la réserve de Couronne sur la Côte Bleue). Ainsi, 5 transects ont été parcourus lors de chaque visite à une station donnée et les deux séries d'échantillonnages ont été effectuées à deux dates rapprochées (date 1 et date 2) pour évaluer le peuplement (Figure 4). Le sens de l'échantillonnage a été inversé à la seconde série d'acquisitions (date 2) par rapport à la première.

Lors de chaque comptage, chaque observateur recense l'ensemble des espèces de poissons visibles, à l'exception des espèces cryptiques notamment de petite taille (principalement les gobiidés, blennidés et tryptéridés), mal évaluées par cette méthode. Les invertébrés d'intérêt halieutique (mollusques céphalopodes et crustacés décapodes) sont également recensés sur la fiche de comptage imprimée sur papier immergeable, bien qu'ils soient souvent dissimulés dans l'habitat (évaluation partielle). Le nombre d'individus de chaque espèce et leur taille (à 2 cm près) sont relevés.

Les comptages sur transects portent sur 24 stations réparties sur l'ensemble du territoire du Parc dont 12 situées à l'intérieur des ZNP.

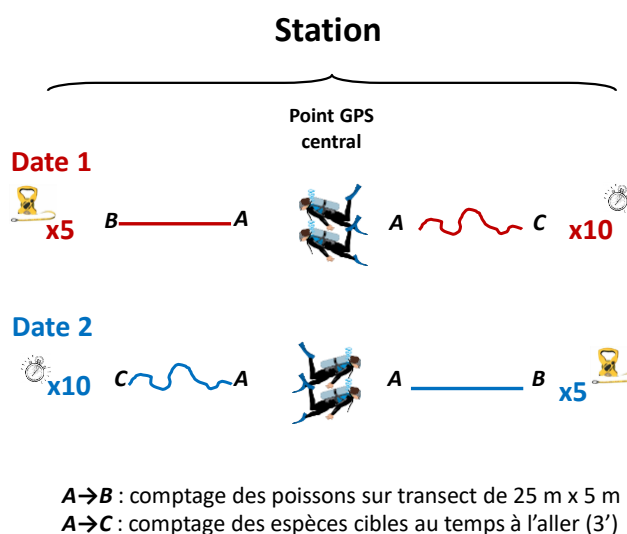


Figure 4. Schéma de la stratégie d'échantillonnage adoptée pour les comptages de poissons sur transect (référence) et les comptages d'espèces cibles au temps.

2.2.2 Comptage au temps des espèces ciblées par la pêche (5-25 m de profondeur)

En complément du comptage visuel sur transects, un suivi simplifié des principales espèces cibles de la pêche a été réalisé sur les mêmes 24 stations. Le protocole développé par le Parc Marin de la Côte Bleue et Jean-Georges Harmelin (Daniel *et al.*, 2002) et déjà utilisé en 2008 par Astruch *et al.* (2009), en 2013 par Bonhomme *et al.* (2015), en 2016 et 2019 par Le Diréach *et al.* (2017 ; 2020).

A chaque station, 20 parcours aléatoires de 3 minutes ($46 \text{ m} \pm 9 \text{ m}$) ont été réalisés en plongée sous-marine en 2 séries de 10 parcours aux dates 1 et 2 (Figure 4). Lors d'un parcours minuté, l'observateur reste sur un substrat à dominante rocheuse (30 % d'herbier de posidonie maximum) et progresse en évitant tout recoupement entre les transects. La liste comprend une sélection de 24 espèces cibles. Lorsqu'une espèce cible est rencontrée sur un parcours, elle est notée dans une des deux catégories de classe de taille (petit/moyen ou grand) dont les bornes ont été définies par Daniel *et al.* (2002) avec l'appui de références scientifiques (Bauchot et Pras, 1980 ; base de données FishBase, www.fishbase.org). A l'issue des comptages de référence, lors de la même plongée, la série de parcours est réalisée à l'opposé du secteur où ont été faits les transects, afin de ne pas risquer de recompter les mêmes poissons et augmenter les chances de rencontre de nouvelles espèces.

Pour les espèces cibles de la chasse, telles que le mérou brun (*Epinephelus marginatus*), le corb (*Sciaena umbra*) et les grands labres (*Labrus merula*, *L. viridis* et *L. mixtus*), le nombre d'individus de chaque espèce et leur taille (à 2 cm près) sont précisés.

Ce protocole permet d'évaluer l'occurrence des espèces cibles des principaux types de pêche (chasse sous-marine, pêche récréative et pêche professionnelle). Simple à mettre en œuvre, il s'avère très adapté pour mettre en évidence l'efficacité de la mise en place de mesures d'interdiction et de gestion de la pêche. Cette méthode est aussi adaptée pour des compteurs moins entraînés à l'évaluation des abondances et des tailles par comptage visuel.

Cette méthode d'échantillonnage du peuplement de poissons a vocation à être réalisée par le Parc à l'avenir. En attendant, et afin de respecter *a minima* le pas de 3 ans, ce comptage a donc été fait également par l'équipe scientifique.

Résumé du plan d'échantillonnage entre 5 et 25 m de profondeur

Pour chacune des 24 stations d'échantillonnage choisies, deux campagnes ont été menées à la fin de l'été aux dates 1 et 2 (proches). Lors de chacune d'elles, ont été réalisés (Figure 5) :

- 5 comptages visuels 'exhaustifs' de référence (UVC) sur transects aléatoires de 25 m x 5 m,
- 10 comptages visuels d'espèces cibles (EC) sur transects aléatoires de 3 minutes.

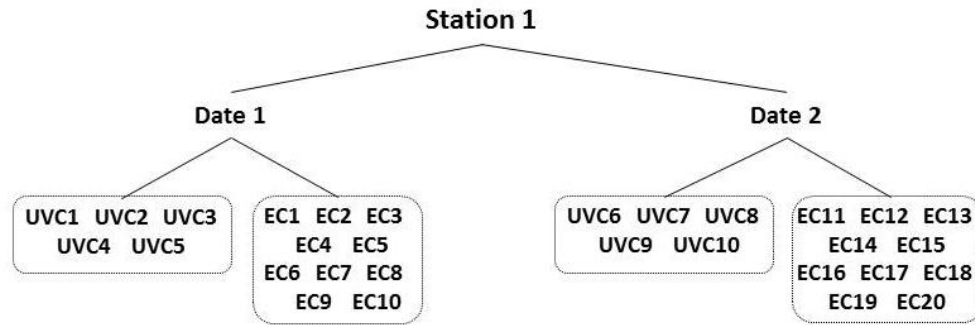


Figure 5. Stratégie d'échantillonnage du suivi des peuplements de poissons ; UVC = Underwater Visual Census pour le comptage exhaustif selon le protocole BIOMEX (BIOMEX, 2006) ; EC = espèces cibles pour le comptage au temps selon le protocole de Daniel *et al.* (2002).

2.2.3 Comptage au temps en plongée libre dans les petits fonds (0-3 m de profondeur)

Un suivi des petits fonds a été également réalisé en plongée libre (PMT). Cette zone bathymétrique superficielle (0-3 m de profondeur) est directement soumise aux prélèvements, en particulier de la pêche récréative du bord, de la pêche embarquée, et de la chasse sous-marine. En outre, la profondeur d'observation de certaines espèces est un paramètre important pour rendre compte de l'efficacité de la gestion.

Pour ces comptages proches du bord, 12 stations ont été définies, dont 5 en ZNP.

Les comptages ont été réalisés par deux observateurs en plongée libre (PMT) au cours de 10 parcours de 3 minutes (5 parcours chacun) réalisés pour une partie lors de la première campagne de comptages (date 1) et pour l'autre à la date 2. Les observateurs ont suivi le trait de côte. L'abondance des principales espèces observées ainsi que leur taille ont été relevées à 2 cm près.

2.3 Déroulement des campagnes de terrain

2.3.1 Dates et participants

Les recensements du peuplement de poissons ont eu lieu entre le 08 septembre et le 06 octobre 2022 (1^{ère} campagne) et entre le 18 octobre et le 28 octobre 2022 (2^{ème} campagne) (Tableau 4).

Le suivi en plongée libre sur les 12 stations a été réalisé lors de la première campagne.

Tableau 4. Dates de sortie et stations échantillonnées lors des comptages de référence, d'espèces cibles et PMT. Initiales des observateurs : LLD : Laurence Le Diréach, PA : Patrick Astruch, TS : Thomas Schohn, BB : Bruno Belloni, ER : Elodie Rouanet.

Campagne 1				Campagne 2			
Date	Code	Nom du site (* = stations 2008)	Observateurs	Date	Code	Nom du site (* = stations 2008)	Observateurs
08/09/2022	S08	Plateau des Chèvres	BB - PA	18/10/2022	S08	Plateau des Chèvres	BB - TS
	S11	Plane	BB - LLD		S09	Moyades*	BB - LLD
	S15	Sormiou-Réserve Falco	BB - PA		S10	Sud Riou*	TS - BB
	S16	Ouest Figuier*	PA - LLD		S11	Plane	TS - LLD
09/09/2022	S05	Tiboulén de Maire*	BB - PA	19/10/2022	S01	Tiboulén Frioul	TS - LLD
	S06	Les fromages	PA - LLD		S02	Frioul-Cambrettes	LLD - BB
	S07	Jarre Briançon*	BB - LLD		S03	Planier	BB - TS
	S09	Moyades*	BB - PA		S04	Veyron	BB - TS
11/09/2022	S13	Nord Caramassaigne*	BB - LLD	20/10/2022	S07	Jarre Briançon*	TS - LLD
12/09/2022	S10	Sud Riou*	PA - LLD		S13	Nord Caramassaigne*	BB - LLD
	S12	Cortiou	BB - PA		S14	Grand Conglue*	BB - TS
	S14	Grand Conglue*	BB - LLD	25/10/2022	S05	Tiboulén de Maire*	BB - TS - LLD
13/09/2022	S21	Phare Cassidaigne	BB - PA		S06	Les fromages	BB - TS
	S22	Cap Soubeyrane	PA - LLD		S12	Cortiou	TS - LLD
	S23	Soubeyrane	PA - BB		S15	Sormiou-Réserve Falco	BB - LLD
	S24	Ile Verte - Roustaud	BB - LLD		S16	Ouest Figuier*	BB - TS
20/09/2022	S17	Devenson	BB - TS	27/10/2022	S17	Devenson	BB - TS
	S18	Calanque de l'Oule*	LLD - BB		S18	Calanque de l'Oule*	LLD - BB
	S19	En Vau	LLD - TS		S21	Phare Cassidaigne	TS - LLD
	S20	Pointe Cacau	BB - TS		S22	Cap Soubeyrane	TS - BB
21/09/2022	S01	Tiboulén Frioul	BB - LLD	28/10/2022	S19	En Vau	LLD - BB
	S02	Frioul-Cambrettes	TS - BB		S20	Pointe Cacau	LLD - TS
06/10/2022	S03	Planier	BB - TS		S23	Soubeyrane	BB - TS
	S04	Veyron	BB - TS		S24	Ile Verte - Roustaud	BB - TS

Date	Code	Nom station (* = station 2008)	Observateurs
11/09/2022	PMT05	Marseilleveyre	BB - LLD
	PMT08	Pierres tombées	BB - LLD
	PMT09	Devenson	BB - LLD
12/09/2022	PMT06	Sablière	BB - PA
	PMT07	Plane Sud	PA - LLD
13/09/2022	PMT10	Cap Soubeyrane	ER
	PMT11	Soubeyrane	ER
	PMT12	Mugel-Negue Foume	ER
15/09/2022	PMT04	Samena	ER - TS
21/09/2022	PMT01	Frioul	ER - TS
	PMT02	Château If	ER - LLD
	PMT03	Planier	ER - TS

2.3.2 Logistique et autorisations

Les acquisitions de données ont été réalisées en utilisant l'embarcation semi-rigide (Oversea 18 pieds équipé d'un moteur Yamaha 115 CV) du GIS Posidonie pour toutes les stations.

Pour les plongées situées au sein du triangle interdit (Grand Congloue), une autorisation a été demandée par le PNCaI.

2.3.3 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques durant le suivi du peuplement de poissons des Calanques en 2022 n'ont pas tout le temps été optimales. Un courant d'Est a été présent durant la seconde partie de l'échantillonnage, nous contraignant à reporter certains comptages, notamment sur les stations du Veyron, du Planier, de l'île Verte Roustaud ou bien Soubeyrane les plus exposées.

La première moitié de la première campagne de comptage s'est faite avec un régime de vent d'ouest soufflant entre 10 et 17 nœuds et un temps chaud et nuageux. La seconde moitié de ce comptage a été réalisée avec un vent variable allant de 5 à 15 nœuds et des températures extérieures de 19 à 23 °C (Tableau 5). Les températures de l'eau lors des comptages sont passées de 24-26 °C les 8 et 9 septembre 2022 à des températures comprises entre 14 et 20 °C entre le 11 septembre et le 6 octobre 2022 (Tableau 7).

Lors de la seconde campagne de comptage, les conditions météorologiques étaient plus calmes avec un flux d'Est compris entre 1 et 16 nœuds, apportant une forte couverture nuageuse (Tableau 6). La température de l'eau lors des comptages était de 20 à 21°C (Tableau 7).

Les résultats mettent en évidence qu'il n'y a pas de différence significative de densité et de biomasse entre les deux campagnes effectuées à chaque retour (voir résultats).

Tableau 5 : Conditions météorologiques lors de la première partie de la campagne de suivi du peuplement de poissons du Parc national des Calanques

GFS 13 km	Vitesse du vent (noeuds)								Direction du vent								Vagues (m)								Température (°C)								Couverture nuageuse (%)									
	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h		
08.09.2022	16	8	7	9	13	15	14	11	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	0.7	0.6	0.6	0.8	0.9	0.8	0.8	0.5	25	25	24	23	25	27	26	25	100	100	12	100	100	100	100	15		
09.09.2022	16	9	12	9	9	15	13	15	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	0.7	0.8	0.7	0.5	0.3	0.6	0.7	1.1	24	23	23	23	26	26	26	25	7	22		9	31					
10.09.2022	17	16	16	16	19	19	16	13	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	1.3	1.1	1	1	0.9	0.9	0.9	0.6	24	23	22	21	23	25	25	24	6	6	58	38	100	100	100	6		
11.09.2022	13	13	12	12	12	12	12	10	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	0.7	0.7	0.8	0.9	0.8	0.7	0.5	0.6	24	22	21	21	24	27	27	26	5									
12.09.2022	8	1	3	5	9	10	7	5	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	24	24	23	24	24	25	25	24				6	5	5	38	6		
13.09.2022	5	5	8	9	13	15	14	14	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	24	24	24	24	25	25	25	25	100	91	50	100	100	100	100	100		
20.09.2022	9	9	8	7	7	8	10	7	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.6	0.5	20	19	19	19	22	23	23	22	88	5								
21.09.2022	9	11	8	3	5	9	14	11	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	0.9	1.1	0.9	0.6	0.3	0.4	1	1	21	19	19	19	21	23	23	22	64	8	6	5			100	99	99	
06.10.2022	1	5	4	4	6	8	7	3	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	19	19	19	19	21	22	21	20				87	8	53	21	11		

Tableau 6 : Conditions météorologiques lors de la seconde partie de la campagne de suivi du peuplement de poissons du Parc national des Calanques

GFS 13 km	Vitesse du vent (noeuds)								Direction du vent								Vagues (m)								Température (°C)								Couverture nuageuse (%)														
	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h	00h	03h	06h	09h	12h	15h	18h	21h							
18.10.2022	5	2	3	3	3	4	3	3	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	21	20	20	20	21	21	21	20	65	90													
19.10.2022	3	4	3	2	5	5	4	3	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	20	20	19	19	20	21	20	20				10		5	67								
20.10.2022	4	6	8	13	14	16	13	14	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	0.2	0.3	0.4	0.7	1	1	0.8	1	20	20	20	20	22	21	21	21				14	100	40	100	100	100	100					
25.10.2022	10	5	5	3	4	7	8	8	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	1	1	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	21	21	20	21	22	22	22	22	100	100	30	69	100	90	80	20							
26.10.2022	6	9	6	5	6	11	11	10	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	22	21	21	21	23	22	22	21	98	12	100	85	71	100	100	47							
27.10.2022	8	5	3	3	3	7	7	5	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.4	21	21	21	21	22	21	21	21	15	28	16	8	10	100	11	9							
28.10.2022	4	3	3	2	2	4	3	1	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	21	20	20	20	22	21	21	21	100	100	100	61	11			6	8						

Tableau 7 : Température de l'eau lors du suivi du peuplement de poissons du Parc national des Calanques en 2022

Dates	Température de l'eau (°C)
08/09/2022	26
09/09/2022	24
11/09/2022	16
12/09/2022	16
13/09/2022	18
20/09/2022	19
21/09/2022	17
06/10/2022	15
18/10/2022	21
19/10/2022	20
20/10/2022	21
25/10/2022	20
27/10/2022	20
28/10/2022	20

2.3.4 Position des stations

La position centrale des stations a été relevée au moyen d'un DGPS pour les comptages de référence et d'espèces cibles (Tableau 8) et pour les comptages PMT (Tableau 9).
Les coordonnées centrales des stations sont celles de l'état initial.

Tableau 8. Coordonnées GPS (WGS84) des 24 stations étudiées pour les comptages de référence et des espèces cibles. La position centrale de la station correspond au point de départ des transects des comptages de référence. Dans la mesure du possible, les comptages se font d'un côté à une campagne et de l'autre à la seconde campagne en inversant également le sens pour les espèces cibles.

N°	Nom station (* = stations 2008)	Gestion	Profondeur (m)	Cap comptage total	Coordonnées GPS station (WGS84)	
S01	Tiboulou Frioul	Hors-ZNP	9-18	260	43°16.816' N	05°17.190' E
S02	Frioul-Cambrettes	Hors-ZNP	6-17	140	43°15.713' N	05°17.410' E
S03	Planier	ZNP	5-10	90	43°11.747' N	05°13.569' E
S04	Veyron	ZNP	17-23	90	43°12.393' N	05°15.190' E
S05	Tiboulou de Maire*	Hors-ZNP	8-17	60	43°12.880' N	05°19.567' E
S06	Les fromages	Hors-ZNP	6-21	350	43°12.578' N	05°20.425' E
S07	Jarre Briançon*	Hors-ZNP	9-22	10	43°11.800' N	05°21.785' E
S08	Plateau des Chèvres	Hors-ZNP	7-10	180	43°12.186' N	05°22.037' E
S09	Moyades*	ZNP	6-18	320	43°10.629' N	05°22.255' E
S10	Sud Riou*	ZNP	14-24	90	43°10.367' N	05°23.246' E
S11	Plane	ZNP	8-18	60	43°11.140' N	05°23.409' E
S12	Cortiou	ZNP	8-15	270	43°12.741' N	05°23.649' E
S13	Nord Caramassaigne*	ZNP	10-16	130	43°10.509' N	05°23.833' E
S14	Grand Conglue*	ZNP	10-21	210	43°10.598' N	05°24.036' E
S15	Sormiou-Réserve Falco	ZNP	15-22	270	43°12.442' N	05°26.002' E
S16	Ouest Figuier*	Hors-ZNP	12-22	90	43°12.432' N	05°26.341' E
S17	Devenson	ZNP	9-19	270	43°12.240' N	05°28.662' E
S18	Calanque de l'Oule*	Hors-ZNP	9-15	280	43°12.218' N	05°29.573' E
S19	En Vau	Hors-ZNP	10-20	330	43°11.970' N	05°30.169' E
S20	Pointe Cacao	ZNP	10-22	200	43°11.990' N	05°30.713' E
S21	Phare Cassidaigne	Hors-ZNP	11-18	280	43°08.690' N	05°32.838' E
S22	Cap Soubeyrane	ZNP	4-11	330	43°11.368' N	05°33.214' E
S23	Soubeyrane	Hors-ZNP	6-9	160	43°10.535' N	05°34.115' E
S24	Ile Verte - Roustaud	Hors-ZNP	14-25	150	43°09.413' N	05°37.305' E






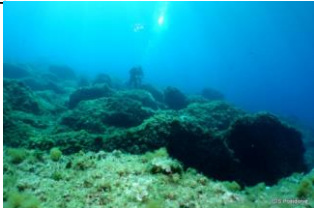


Tableau 9. Coordonnées GPS (WGS84) des 12 stations étudiées pour les comptages en palmes-masque-tuba. La position centrale de la station correspond au point de départ des 5 transects, réalisés de part et d'autre de ce point.











N°	Nom station (* = station 2008)	Gestion	Position WGS84 centrale	
PMT01	Frioul	Hors-ZNP	43°16.867'N	05° 17.808'E
PMT02	Château If	Hors-ZNP	43°16.823'N	05°19.580'E
PMT03	Planier	ZNP	43°11.853' N	05°11.653' E
PMT04	Samena	Hors-ZNP	43°13.659' N	05°20.927' E
PMT05	Marseilleveyre	Hors-ZNP	43°12.439' N	05°21.966' E
PMT06	Sablière	ZNP	43°10.858' N	05°22.723' E
PMT07	Plane Sud	ZNP	43°11.218' N	05°23.061' E
PMT08	Pierres tombées	Hors-ZNP	43°12.595' N	05°27.637' E
PMT09	Devenson	ZNP	43°12.262' N	05°28.568' E
PMT10	Cap Soubeyrane	ZNP	43°11.289' N	05°33.352' E
PMT11	Soubeyrane	Hors-ZNP	43°10.541' N	05°34.137' E
PMT12	Mugel-Negue Foume	Hors-ZNP	43°09.714' N	05°36.464' E











2.3.5 Environnement des stations de comptage











Une courte description appuyée par deux photographies rappelle dans le Tableau 10 les grandes caractéristiques de l'habitat à chaque station, ainsi que les profondeurs minimale et maximale, décrites en 2013. Le statut de la réglementation (ZNP ou hors ZNP) est également indiqué.









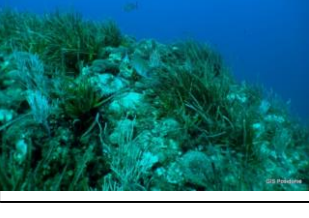

Tableau 10. Description des habitats au niveau des 24 stations échantillonnées lors des comptages de référence et d'espèces cibles de 2013.

Station	Profondeur		Statut	Description	Illustrations	
	UVC	EC				
S01 : Tiboulou Frioul	12-18 m	9-18 m	hors ZNP	Grandes dalles de roches infralittorales à algues photophiles colonisées essentiellement par <i>Halopteris scoparia</i> , <i>Codium bursa</i> , <i>Padina pavonica</i> et <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> . Le dénivelé est de l'ordre de 40-60°. Par endroit des cassures entaillent ces dalles, au pied des blocs rocheux de différentes tailles avec des portions importantes de galets et de sable surtout dans la partie Est. L'herbier de posidonie est également présent dans la partie Est de la station, mais absent dans la partie Ouest.		
S02 : Frioul-Cambrettes	8-14 m	6-17 m	hors ZNP	Eboulis rocheux, essentiellement composés de blocs de petite et moyenne taille (entre 0.2 et 2 m), présentant par endroit des associations à <i>Codium bursa</i> . Les communautés de macrophytes constituent une strate buissonnante, qui par secteur est peu développée, et parfois davantage érigée et constituée de Dictyotales. Des colonies d' <i>Eunicella singularis</i> sont également présentes sur ces blocs. Entre les blocs, le substrat est recouvert de galets et de sable sur des zones pouvant être importantes, de l'ordre de 10 m².		
S03 : Planier	6-8 m	5-10 m	ZNP	Substrat rocheux très accidenté composé de dalles rocheuses entaillées et de quelques blocs essentiellement de grande taille (>2 m). Un herbier de posidonie sur roche est également présent sur environ 10% de la zone étudiée. Les communautés algales sont bien développées et assez diversifiées ; elles constituent une strate buissonnante érigée. La caulerpe invasive <i>Caulerpa racemosa</i> recouvre, par endroit, des fractions importantes du substrat rocheux.		
S04 : Veyron	18-22 m	17-23 m	ZNP	Vaste zone plane de dalles rocheuses entaillées avec quelques gros blocs rocheux (> 2 m) formant des arches, surplombs et autres cavités. Des failles creusées dans la roche constituent un dédale complexe et donne un relief et un cachet très particuliers. Un important faciès à <i>Eunicella singularis</i> colonise ces fonds rocheux. Quelques zones de sables sont observées soit au pied des gros blocs, soit entre deux dalles rocheuses. Les arches et surplombs sont colonisés par une faune sciaphile composée de <i>Parazoanthus axinellae</i> et d'éponges comme <i>Haliclona mediterranea</i> , <i>H. fulva</i> . Quelques petites taches d'herbier de posidonie sont également présentes.		

Station	Profondeur		Statut	Description	Illustrations	
	UVC	EC				
S05 : Tiboulou de Maire	9-15 m	8-17 m	hors ZNP	Zone rocheuse majoritairement composée de blocs de petite taille (0.2 à 1 m), parfois colonisés par des bioconcretions coralligènes. Les substrats meubles de types sables et galets représentent une fraction importante du substrat, par endroit des portions de 10 -12 m ² ont été observées. Une strate algale buissonnante relativement peu développée ainsi que des colonies d' <i>Eunicella singularis</i> colonisent le substrat. Le dénivelé atteint par endroit 45-50°.		
S06 : Les fromages	11-21 m	6-18 m	hors ZNP	Au pied de la falaise de l'île de Maire, zone d'éboulis rocheux de différentes tailles sur 80 à 100% des transects, ainsi que des galets sur 10-20%. Le dénivelé est faible. Les communautés de macrophytes constituent une strate relativement rase peu développée et peu diversifiée. Au pied de la falaise, sur les faces ombragées, des colonies d' <i>Eunicella cavolini</i> ont été observées. Plusieurs individus d' <i>Holothuria tubulosa</i> étaient en train de se reproduire (émission de gamètes dans la colonne d'eau).		
S07 : Jarre Briançon	10-19 m	9-22 m	hors ZNP	La station est située à cheval entre le bas d'une falaise accore et des éboulis rocheux majoritairement composés de blocs de petite taille (0.2 - 1 m). Sur la partie au pied de la falaise, relativement plane, des galets sont présents au milieu des blocs rocheux et de la dalle. Des dictyotales et des <i>Codium bursa</i> composent la communauté algale, quelques colonies d' <i>Eunicella cavonili</i> sont également présentes au niveau des blocs. Par contre, la falaise présente une strate algale gazonnante. Plusieurs individus d' <i>Aplysia fasciata</i> ont été vus.		
S08 : Plateau des chèvres	8-10 m	7-10 m	hors ZNP	Vastes dalles rocheuses formant des marches offrant quelques cavités étroites bordées par des colonies d' <i>Eunicella cavolini</i> . Des taches d'herbier de posidonie sont présentes sur ces dalles. Les dalles sont colonisées par un gazon algal dans lequel sont piégés des sables. Quelques rares blocs de différentes tailles sont également présents au pied des marches rocheuses.		
S09 : Moyades	11-18 m	6-14 m	ZNP	Zone d'éboulis rocheux composée de blocs de différentes tailles, avec en majorité des blocs de petite taille (0.2 - 1 m), et par endroit de la roche mère. Un herbier de posidonie compose également le paysage. La communauté algale est développée et forme une strate érigée, <i>Halopteris scoparia</i> , <i>Padina pavonica</i> , <i>Codium bursa</i> , <i>Dictyota</i> sp.		

Station	Profondeur		Statut	Description	Illustrations	
	UVC	EC				
S10 : Sud Riou	18-24 m	14-24 m	ZNP	Au pied d'une falaise accore, une zone où la roche mère alterne avec des éboulis rocheux de différentes tailles. Ces éboulis offrent des cavités et des surplombs qui permettent à la faune sciaphile de se développer. La communauté algale est développée et diversifiée, elle présente des strates gazonnantes sur la paroi de la falaise, et des strates buissonnantes au niveau des blocs et de la roche mère où le dénivelé est plus faible.		
S11 : Plane	10-15 m	8-18 m	ZNP	La falaise présente des surplombs, des arches et des entrées de grottes sous marines. Au pied de cette falaise, des éboulis rocheux composés de blocs plutôt de petite taille ainsi que quelques taches de posidonie s'étendent sur une zone relativement plane. En profondeur, en bordure de ces éboulis, succèdent une zone sableuse.		
S12 : Cortiou	12-15 m	8-15 m	ZNP	Située à 800 m de l'exutoire, la station est fortement marquée par l'influence des rejets de la station d'épuration. Des blocs rocheux de différentes tailles composent le paysage. La communauté algale est dominée par les corallinales encroutantes et une strate gazonnante peu développée et peu diversifiée. Des zones de galets sont également présentes. La colonne d'eau est chargée en matière organique et le fond jonché de macrodéchets.		
S13 : Nord Caramassaigne	12-16 m	10-16 m	ZNP	Au pied d'une falaise accore, zone chaotique relativement plane d'éboulis rocheux de différentes tailles mais composée en majorité de blocs de petite taille (0.2 - 1 m) concretionnés. Un beau faciès d' <i>Eunicella singularis</i> est présent. Les gros blocs (> 2 m) offrent des cavités pour la faune benthique sciaphile.		
S14 : Grand Conglue	15-18 m	10-21 m	ZNP	Au pied d'une falaise accore, zone chaotique d'éboulis rocheux de différentes tailles. Une langue composée de galets entaille cette zone d'éboulis dans la partie Sud-Ouest. Un rocher en pain de sucre se situe au Nord-Est de cette zone. La paroi y est très verticale, colonisée par <i>Paramuricea clavata</i> sur sa face nord. Une arche perfore ce pain de sucre. Cette multitude de substrats et leur agencement varié offrent une diversité d'habitats comme la roche infralittorale à algues photophiles, les roches coralligènes et les grottes semi obscures.		

Station	Profondeur		Statut	Description	Illustrations	
	UVC	EC				
S15 : Sormiou - Réserve Falco	18-22 m	15-20 m	ZNP	Au pied de la falaise, une zone relativement plane de roche mère avec des blocs rocheux de différentes tailles compose le paysage. Entre ces blocs, de petites étendues de sables et de galets sont également présentes. De très petites taches d'herbier de posidonie sont observés de façon ponctuelle. Les communautés algales présentent des strates buissonnantes et gazonnantes. Quelques colonies d' <i>Eunicella singularis</i> sont rencontrées.		
S16 : Ouest Figuiér	15-18 m	12-22 m	hors ZNP	Vaste étendue de sables, graviers et galets avec quelques blocs rocheux de petite taille. Certains présentent des bioconcrétions coralligènes composées de Corallinaceae. Des colonies d' <i>Eunicella cavolini</i> et <i>E. singularis</i> sont observées ainsi que le macrophyte <i>Codium bursa</i> . La station présente peu de relief.		
S17 : Devenson	11-19 m	9-17 m	ZNP	Eboulis rocheux chaotique présentant des blocs de différentes tailles. Certains blocs sont très gros (bien supérieurs à 2 m). Les communautés algales sont bien développées et forment des strates buissonnantes. Quelques zones de 'barren ground' (surpâturage) sont observées sur les blocs. L'amoncellement des blocs rocheux offrent un grand nombre de cavités propices aux espèces sciaphiles comme les éponges (<i>Crambe crambe</i>) ou les bryozoaires (<i>Pentapora fascialis</i> , <i>Myriapora truncata</i>).		
S18 : Calanque de l'Oule	9-15 m	9-15 m	hors ZNP	Zone de blocs rocheux, majoritairement de petite (0.2 - 1 m) et moyenne (1-2 m) taille, chaotiques, mais avec peu de relief. Des mosaïques de sables, graviers et de petites taches d'herbier de posidonie composent également le paysage. Les communautés algales sont peu développées. L'herbier de posidonie se développe plus en profondeur sur substrat meuble.		
S19 : En Vau	15-19 m	10-20 m	hors ZNP	Au pied d'une grande falaise accore, une mosaïque de blocs rocheux, en majorité de petite taille (0.2 - 1 m), de sables et de galets constitue le fond. Quelques taches d'herbier de posidonie sont présentes dans la partie la plus profonde (éloigné de la falaise). Quelques colonies d' <i>Eunicella singularis</i> sont fixées sur des blocs. Ces blocs sont colonisés par une strate algale mi-gazonnante mi-buissonnante. Des bioconcrétionnements coralligènes sont également observés.		

Station	Profondeur		Statut	Description	Illustrations	
	UVC	EC				
S20 : Pointe Cacau	14-22 m	10-20 m	ZNPN	Au pied d'une falaise accore, un amoncellement de blocs rocheux de petite taille forme un paysage chaotique. Les communautés algales qui colonisent ces blocs sont gazonnantes. Quelques <i>Codium bursa</i> sont également présents. Des zones de galets et de sables, plus ou moins étendues, sont présentes parmi les blocs. Dans les parties plus profondes, des roches coralligènes bioconstruites offrent un habitat diversifié et chaotique.		
S21 : Phare Cassidaigne	15-18 m	11-18 m	hors ZNP	Dalles rocheuses entaillées de failles avec quelques éboulis rocheux. Le paysage est relativement chaotique avec un relief important. Le substrat est colonisé par une communauté algale développée et érigée ainsi que par un faciès à <i>Eunicella singularis</i> . L'anémone <i>Anemonia viridis</i> y est particulièrement abondante.		
S22 : Cap Soubeyrane	6-9 m	4-11 m	ZNPN	Vaste zone relativement plane d'éboulis rocheux, majoritairement de grande taille (> 2 m), sur une bande étroite de quelques dizaines de mètres longeant d'une part la limite supérieure de l'herbier de posidonie et d'autre part le trait de côte. La communauté algale est bien développée et présente une strate érigée composée de <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> , <i>Halopteris scoparia</i> , <i>Dictyota sp.</i> , etc. Quelques taches d'herbier de posidonie sont également présentes au milieu des blocs.		
S23 : Soubeyrane	7-9 m	6-9 m	ZNPN	Mosaïque d'herbier de posidonie sur roche et d'éboulis rocheux. Les blocs sont de différentes tailles et offrent un paysage chaotique. Quelques zones de sables et de galets sont présents au pied des blocs. <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> est très développé.		
S24 : Ile Verte Roustaud	15-25 m	14-24 m	hors ZNP	Plateau composé d'une mosaïque d'herbier de posidonie sur roche, d'éboulis rocheux et de roche mère. Un faciès à <i>Eunicella singularis</i> et une association à <i>Codium bursa</i> composent le paysage. En bordure de ce plateau, un tombant colonisé de gorgones (<i>Eunicella cavolini</i> et <i>Paramuricea clavata</i>) débouche sur une zone sableuse au Nord et un deuxième plateau rocheux, concretionné, plus profond, à l'Est et au Sud.		

2.4 Saisie et validation des données

La saisie des données correspondant à chaque transect (poissons pour les comptages de référence ; poissons pour les comptages au temps en PMT, espèces cibles par classe de taille pour le comptage d'espèces cibles au temps) a été faite dans la base de données du GIS Posidonie, dédiée à la saisie et à l'archivage des données de comptages de poissons. Les données saisies sont ensuite vérifiées (validation).

2.5 Analyse des données

L'analyse des données repose sur 3 jeux de données, à chaque retour, totalisant 840 comptages se répartissant de la façon suivante :

Profondeur 5-25 m	Transect métré	TRA	125 m ²	24 stations	240 répliqués
Profondeur 5-25 m	Parcours aléatoire	TPS	3 min	24 stations	480 répliqués
Profondeur 0-5m	Parcours aléatoire	PMT	3 min	12 stations	120 répliqués

Les variables principales du suivi sont : **l'occurrence** des espèces, **la richesse spécifique**, **la densité** et **la biomasse** de poissons.

L'évolution de l'occurrence des espèces peut renseigner sur l'évolution d'un peuplement de poissons. Selon la fréquence de rencontre dans les transects exprimée en pourcentages, Ody et Harmelin (1994) ont défini des classes de fréquence permettant de qualifier les espèces de permanentes à rares :

- classe I : >75 à 100%, espèces permanentes
- classe II : >50 à 75%, espèces fréquentes
- classe III : >25 à 50%, espèces occasionnelles
- classe IV : 0 à 25%, espèces rares

Le peuplement de poissons de la tranche de profondeur 5-25 m est globalement analysé à partir des variables classiques de suivi : l'occurrence des espèces et la richesse spécifique, la densité et la biomasse (Paragraphe 4.1). Les données sont restituées par station pour le gestionnaire mais aussi agrégées par type de gestion et par année pour comparer les résultats de 2022 à T0+9 à ceux de 2019 à T0+6 à ceux de 2016 à T0+3 et ceux de 2013 à T0 et dégager les tendances évolutives.

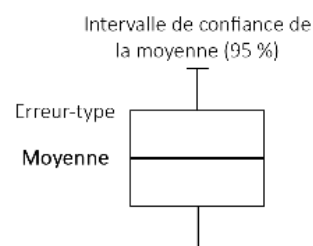
Dans ce cadre, la richesse spécifique toutes espèces confondues, la biomasse totale, la biomasse des espèces cibles de la pêche de loisir ont été analysées par PERMANOVA (Anderson, 2001 ; Conchou et al., 2017) puis par test post hoc de comparaison 2 à 2 par permutation permettant de corriger le risque global α de l'ensemble des p-values (méthodes « False Discovery Rate »). Ces métriques sont décrites par nMDS le cas échéant, en utilisant ou non une transformation des données par double racine carrée, et avec une méthode de calcul de distance Euclidienne ou de Bray-Curtis (Tableau 11).

Tableau 11 : Détail des méthodes statistiques utilisées pour l'analyse des métriques.

Métriques globales analysées	Transformation des données	Méthodes d'analyse utilisées
Richesse spécifique totale	Aucune	- PERMANOVA – distance euclidienne (9999 permutations)
Biomasse totale	Aucune	- PERMANOVA – distance euclidienne (9999 permutations)
Biomasse des poissons planctonophages	Aucune	- PERMANOVA – distance euclidienne (9999 permutations)
Biomasse des espèces cibles de la pêche de loisir	Aucune	- PERMANOVA – distance euclidienne (9999 permutations)

Le seuil de significativité est fixé à 5 % mais une p-value inférieure à 10 % est également commentée comme indiquant une tendance.

Les moyennes de richesse spécifique, densité ou biomasse sont représentées par des boîtes à moustaches (boxplot). La barre centrale représente la moyenne, les limites de la boîte représentent l'erreur-type et les moustaches représentent l'intervalle de confiance de la moyenne à 95 %.



Les résultats sont restitués à l'appui de l'exposé des résultats dans le texte en indiquant la valeur de la probabilité de se tromper (p-value). Les symboles : $p < 0.05$ significatif*, $p < 0.01$ très significatif**, $p < 0.001$ ***très hautement significatif, ns=non significatif indiquent le résultat du test.

Les données collectées par transect entre 5 et 25 m (TRA) ou par comptage au temps entre 0 et 5 m (PMT) ont fait l'objet d'une analyse statistique descriptive portant sur la richesse spécifique, la densité et la biomasse.

Les figures sont faites à partir des données brutes par transect de 125 m² ou par comptage de 3 minutes, elles sont destinées à des **comparaisons relatives par unité de comptage au sein du PNCal**.

Les tableaux de données restituent les richesses spécifiques en fonction de l'unité d'observation : le transect de 125 m², car la richesse spécifique n'est pas extrapolable, alors que les évaluations de densité et de biomasse moyenne sont ramenées à l'unité standard de 100 m², afin de faciliter les **comparaisons avec d'autres jeux de données**.

2.5.1 Prise en compte des espèces planctonophages

L'abondance et le comportement fortement agrégatif des espèces zooplanctonophages de pleine eau telles que les bogues *Boops boops*, les castagnoles *Chromis chromis*, les mendoles *Spicara maena* et les picarels *Spicara smaris*, mais aussi les clupéidés (anchois, sardines, sardinelles), viennent souvent perturber les analyses du peuplement (Tableau 12). Pour bien mettre en évidence les différences entre stations et l'efficacité des mesures de gestion, il est donc préférable de considérer les abondances et les biomasses 'réduites', c'est-à-dire sans prendre en compte ces espèces induisant de fortes variabilités spatiales et temporelles. Ces espèces présentant de fortes fluctuations annuelles, ne sont pas ciblées par la pêche, mais jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire. L'estimation des abondances et des biomasses réduites permet des comparaisons plus robustes avec d'autres sites car moins soumises à la variabilité spatiale et temporelle due à ces espèces réparties dans la colonne d'eau.

Tableau 12. Liste des espèces planctonophages considérées pour l'analyse des données.

Famille	Espèce	Nom commun
Apogonidés	<i>Apogon imberbis</i>	Apogon
Atherinidés	<i>Atherina spp</i>	Athérines
Serranidés	<i>Anthias anthias</i>	Barbier commun
Sparidés	<i>Boops boops</i>	Bogue
	<i>Oblada melanurus</i>	Oblade
Pomacentridés	<i>Chromis chromis</i>	Castagnole
Centracanthidés	<i>Spicara maena</i>	Mendole
	<i>Spicara smaris</i>	Picarel

2.5.2 Prise en compte des espèces cibles de différents modes de pêche

La liste des espèces cibles prises en compte a été présentée dans la méthodologie d'échantillonnage. L'ensemble des travaux de recensement de poissons par comptages visuels réalisés depuis une quarantaine d'année dans les aires marines protégées de Méditerranée (Harmelin, 1987, 1990 ; Bouchereau *et al.*, 1992a et b, Dufour *et al.*, 1995; Francour, 1994 ; Jouvenel, 1997 pour la France, et Garcia-Rubies et Zabala, 1990 ; Bayle-Sempere et Ramos-Espla, 1993 ; Renones *et al.*, 1995) croisés avec les évaluations de captures de la pêche artisanale professionnelle (Cadiou *et al.*, 2009, Rouanet *et al.*, 2022a et b ; Le Diréach *et al.*, 2015) et de la pêche amateur (Chavoïn et Boudouresque, 2004 ; Dubreuil *et al.*, 2008 ; Bonnard, 2009 ; Le Diréach *et al.*, 2011 ; Leleu, 2012 ; Rouanet *et al.*, 2022b) ont permis d'identifier certaines espèces comme particulièrement vulnérables à certains modes de pêche. La densité ou l'analyse des distributions de taille de ces espèces définies comme 'cibles' constituent des indicateurs d'impact de certains usages (Harmelin *et al.*, 1995).

Le groupe des espèces cibles a été analysé dans le jeu de données de comptages par transect (TRA) et constitue la totalité du jeu de données de comptages au temps (TPS).

En complément de l'analyse globale, 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 à la ligne, chasse sous-marine ; Tableau 13). Cette liste est la même que celle prise en compte pour l'analyse des données des récifs du Prado.

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 à présence saisonnière : 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.

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). Le corb et le mérou qui bénéficient d'un moratoire ont été maintenus dans la liste des cibles.

Parmi les **espèces cibles de la pêche 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 13. Liste des espèces cibles considérées pour l'analyse des données. P : espèce ciblée par la pêche professionnelle ; L : par la pêche amateur à la ligne ; C : par la chasse sous-marine. * : espèces non observées au cours des comptages depuis le début du suivi.

Famille	Espèce	Nom commun	Cible
Moronidé	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Loup	P L C
Sparidé	<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>Spondylusoma cantharus</i>	Canthare	P L
Serranidé	<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
Labridé	<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
Carangidé	<i>Seriola dumerili</i>	Sériole	P L C
Sciaenidé	<i>Sciaena umbra</i>	Corb	P (L et C mais protégé par un moratoire)
Scorpaenidé	<i>Scorpaena scrofa</i>	Chapon	P C
Mullidé	<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget de roche	P L C
Muraenidé	<i>Muraena helena</i>	Murène	P C
Congridé	<i>Conger conger</i>	Congre	P C
Gadidé	<i>Phycis phycis</i>	Mostelle	P C
Scombridé	<i>Sarda sarda</i> *	Pélamide	P L
Sphyraenidé	<i>Sphyraena viridensis</i>	Barracuda	P C
Zéidé	<i>Zeus faber</i> *	Saint-Pierre	P C
Soléidé	<i>Solea sp.</i> *	Soles diverses	P C

2.5.3 Structure trophique du peuplement

Une analyse de la structure trophique du peuplement a été menée, selon les catégories définies par Bell et Harmelin-Vivien (1983) pour comparer les peuplements échantillonnés en 2008, 2013 et 2016 et pour comparer les peuplements observés à chaque station dans le PNCa et dans l'aire maritime adjacente (îles du Frioul). Sept groupes d'espèces 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 saupe *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 Mugilidés 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 helena* ;
- **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.

2.5.4 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 6) :

- **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 scianidé : *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 latéraux 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 : blenniidés, gobiidés, et triptérygiidés. La **catégorie 6b** comprend des espèces à tendance nocturne : scorpaenidés, *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.

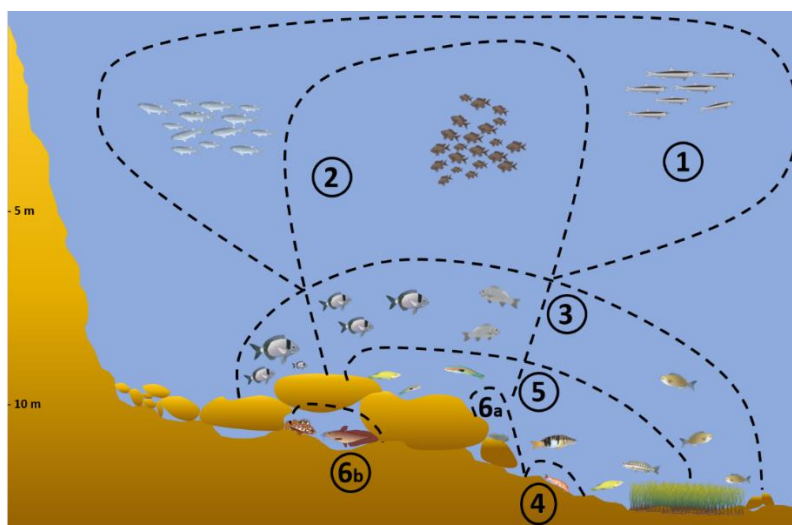


Figure 6. Organisation spatiale de l'ichtyofaune sur les fonds rocheux infralittoraux méditerranéens (modifiée d'après Harmelin, 1987).

En annexe du rapport les densités et les biomasses moyennes sont restituées par transect de 125 m² et pour 100 m² pour permettre toutes les comparaisons utiles.

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 **évaluations de densité et de biomasse réduites** (sans espèces planctonophages) sont données dans le paragraphe 4.2, afin de permettre des comparaisons avec la littérature et d'autres sites et de mieux faire ressortir la tendance en enlevant une source de variabilité importante.

Les spécificités du **peuplement de poissons téléostéens superficiel** sont analysées dans le paragraphe 4.3 : liste et occurrence des espèces, densité et biomasse par station et par zone de gestion.

Enfin les **espèces cibles de la pêche** sont analysées de façon agrégée au paragraphe 4.4: nombre et occurrence des espèces cibles par station, abondance et biomasse dans les transects métrés (TRA). Des résultats sont détaillés par station pour quelques espèces cibles d'intérêt pour la gestion ainsi que l'analyse des effets des modes de gestion en tenant compte de l'effet de l'habitat.

Le paragraphe 4.5 est dédié à **l'évolution temporelle de la richesse spécifique des occurrences, de l'abondance et de la biomasse des poissons cibles** observée sur les 8 stations suivies en 2008, 2013 2016 et 2019, qui permettent de dégager des tendances pour la localité, liées à l'impact des prélèvements de toutes les formes de pêche.

Dans le paragraphe 4.6 le peuplement est analysé sous un angle fonctionnel à partir de la **structure trophique** et de la **structure spatiale et comportementale**.

3 SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE 2019 – 2022

L'analyse bibliographique présentée ci-après porte sur les principaux travaux réalisés sur les peuplements de poissons, au niveau des sites du Parc national des Calanques ou situés à proximité en particulier dans la baie de Marseille, qu'il s'agisse de résultats de suivis ou bien de travaux scientifiques ponctuels sur ce compartiment.

Pour mémoire, la liste des travaux antérieurs ayant fait l'objet de résumés dans le rapport du suivi de 2019 est la suivante :

Analyse des données recueillies dans le cadre du programme « corb et mérus » 2015-2018 et proposition de suivi à long terme.

Jean-Michel Cottalorda, Frédéric Bachet, Eric Charbonnel, Bérangère Casalta, Alexandra Gigou, Boris Daniel, Alexis Pey, Patrícia Ventura, Paolo Guidetti, Patrice Francour, 2019

Rapport de synthèse 2019 sur la Côte Bleue du programme de surveillance corb/mérus.

Eric Charbonnel, Boris Daniel, Marie Monin-Bravo, Benjamin Cadville, Olivier Bretton, Frédéric Bachet, 2019

Suivi des peuplements de poissons de la réserve marine du Cap Couronne dans le Parc Marin de la Côte Bleue. Evolution à long terme 1995-2019 et impact des mesures de protection.

Eric Charbonnel, Frédéric Bachet, Marie Bravo-Monin, Benjamin Cadville, Olivier Bretton, 2020

Inventaire des espèces de poissons rencontrées sur la Côte Bleue

Eric Charbonnel, Christian Coudre, Patrice Francour, 2020

Usine d'alumine de Gardanne. Etude et suivi de l'impact des rejets sur le milieu marin. T5 – Campagne de pêche. Suivi 2016-2017.

CREOCEAN – BIO-TOX, 2018

Unexpected spatial impact of treatment plant discharges induced by episodic hydrodynamic events: Modelling Lagrangian transport of fine particles by Northern Current intrusions in the bays of Marseille (France)

Bertrand Millet, Christel Pinazo, Daniela Banaru, Rémi Pagès, Pierre Guiart, Ivane Pairaud, 2018

Implementation of an end-to-end model of the Gulf of Lions ecosystem (NW Mediterranean Sea). Parameterization, calibration and evaluation.

*Daniela Bănar, *, Frédéric Diaz, *, Philippe Verley, Rose Campbell, Jonathan Navarro, Christophe Yohia, Ricardo Oliveros-Ramos, Capucine Mellon-Duval, Yunne-Jai Shin, 2019*

Dans le présent rapport, les études suivantes ont été résumées :

Spatio-temporal surveys of the brown meagre *Sciaena umbra* using passive acoustics for management and conservation

Lucia Di Iorio, Patrick Bonhomme, Noémie Michez, Bruno Ferrari, Alexandra Gigou, Pieraugusto Panzalis, Elena Dederà, Augusto Navone, Pierre Boissery, Julie Lossent, Benjamin Cadville, Marie Bravo-Monin, Eric Charbonnel, Cédric Gervaise, 2020

Cartographie de la distribution des corbs *Sciaena umbra* sur le territoire du Parc National des Calanques par acoustique passive. Campagne 2019. Comparaison avec la campagne 2018.

Cédric Gervaise, Manon Audax, Patrick Bonhomme, Lucia Di Iorio, 2019

Recensement de la population de mérrou brun (*Epinephelus marginatus*) et de corb (*Sciaena umbra*) du Parc national des Calanques (France, Méditerranée) en 2018.

Sandrine Ruitton, Anne Ganteaume, 2019

Rapport du programme de surveillance corb/mérours sur la Côte Bleue. Résultats de la 3ème campagne de comptages (suivi 2019-2021).

Eric Charbonnel, Marie Bravo-Monin, Olivier Bretton, Benjamin Cadville, Marjorie Clairicia, Frederic Bachet, Alizée Angélini, 2021

Suivi des peuplements de poissons de la réserve marine du Cap-Couronne dans le Parc Marin de la Côte Bleue. Evolution à long terme 1995-2019 et impact des mesures de protection.

Eric Charbonnel, Frederic Bachet, Marie Bravo-Monin, Benjamin Cadville, Olivier Bretton, 2020

Réalisation de pêches standardisées dans le Parc national des Calanques (suivi de l'ichtyofaune à T0+6 ans - 2020). Rapport de phase 2.

Elodie Rouanet, Laurence Le Diréach, Mathilde Charpentier, Patrick Bonhomme, 2020

État des lieux de la pêche professionnelle et de loisir dans le Parc national des Calanques. Rapport final.

Elodie Rouanet, Laurence Le Diréach, Anne Cadoret, Yan Dubois, Thomas Schohn, Louis-Charles Dziegala, Antonin Lefevre, Florent Vogeleisen, Julien Panaget, Patrick Bonhomme, Alicia Mallet, 2022

Réalisation d'un suivi scientifique biologique et halieutique dans le cadre de la gestion des récifs artificiels du Prado. Synthèse 2019 – 2021.

Patrick Astruch, Bruno Belloni, Elodie Rouanet, Thomas Schohn, Laurence Le Diréach, 2022

Programme de suivis des récifs du Prado (Rade sud de Marseille) : réalisation d'un suivi de la pêche artisanale aux petits métiers - Rapport final 2020

Jean-Yves Jouvenel, Alicia Mallet, Audélie Lang, 2020

NAUCRATES - Projet pilote de valorisation écologique des balisages des Aires Marines Protégées – Rapport final.

Patrick Astruch, Thomas Schohn, Fabrice Javel, Eric Charbonnel, Olivier Bretton, Bruno Belloni, Sandrine Ruitton, Candice Belmont-Puissant, Laurence Le Diréach, Xuly Labarrere, 2021

Projet MedHab : évaluation et gestion des habitats essentiels des poissons méditerranéens - Rapport technique WP2 (partie 1) : localiser et quantifier les habitats nurseries de sparidés (petits fonds hétérogènes), évaluer leur prise en compte actuelle par la gestion - Octobre 2020.

Adrien Cheminée, Morgane Audran, Justine Richaume, Lucie Nunez, Lenaïg Moign, Laura Barth, Olivier Bianchimani, Jean-François Sys, 2020

Spatio-temporal surveys of the brown meagre *Sciaena umbra* using passive acoustics for management and conservation

Lucia Di Iorio, Patrick Bonhomme, Noémie Michez, Bruno Ferrari, Alexandra Gigou, Pieraugusto Panzalis, Elena Dederà, Augusto Navone, Pierre Boissery, Julie Lossent, Benjamin Cadville, Marie Bravo-Moni, Eric Charbonnel, Cédric Gervaise, 2020

La conservation des populations de poissons exploitées est une priorité des gestionnaires, mais les données spatio-temporelles nécessaires dans les sites de reproduction sont souvent peu accessibles. Pour des suivis à long terme et réguliers, la surveillance acoustique passive (PAM – Passive Acoustic Monitoring) est ici utilisée pour identifier les sites de reproduction, les tendances des populations de *S. umbra* et leur distribution.

L'acoustique passive est considérée comme efficace pour cartographier et suivre les espèces vulnérables de poissons. Des zones clés de conservation peuvent être ainsi identifiées et les effets des actions de gestion, évalués à une assez grande échelle, et ceci plus rapidement, avec moins de moyens humains et logistiques, qu'en utilisant certaines méthodes traditionnelles.

Dans cette étude, 3 AMP et 49 sites ont été sondés, dont le Parc National des Calanques (PNCal) sur environ 30-50 km de côtes rocheuses, à moins de 200 m des côtes, entre 8 m et 20 m de profondeur. Les enregistrements durent 7 minutes (Figure 7).

Pour le PNCal :

- 72 stations d'enregistrement sur 40 km de côtes (20.4 m²) dont 40 en Zone de Non-Prélèvement et 32 en Zone de Pêche Réglementée
- Des signaux réguliers (R-calls : signaux de reproduction, indicateurs de zones de fraie notamment) et irréguliers (I-calls) de corbs ont été enregistrés dans 27.7% des stations (55% en ZNP et 45% en ZPR). Les R-calls surviennent autant en ZNP qu'en ZPR (4 stations chacune) signifiant que les activités reproductives ont aussi lieu en zones moins protégées. La plupart des I-calls ont été détectés dans les ZNP (9 stations sur 12).

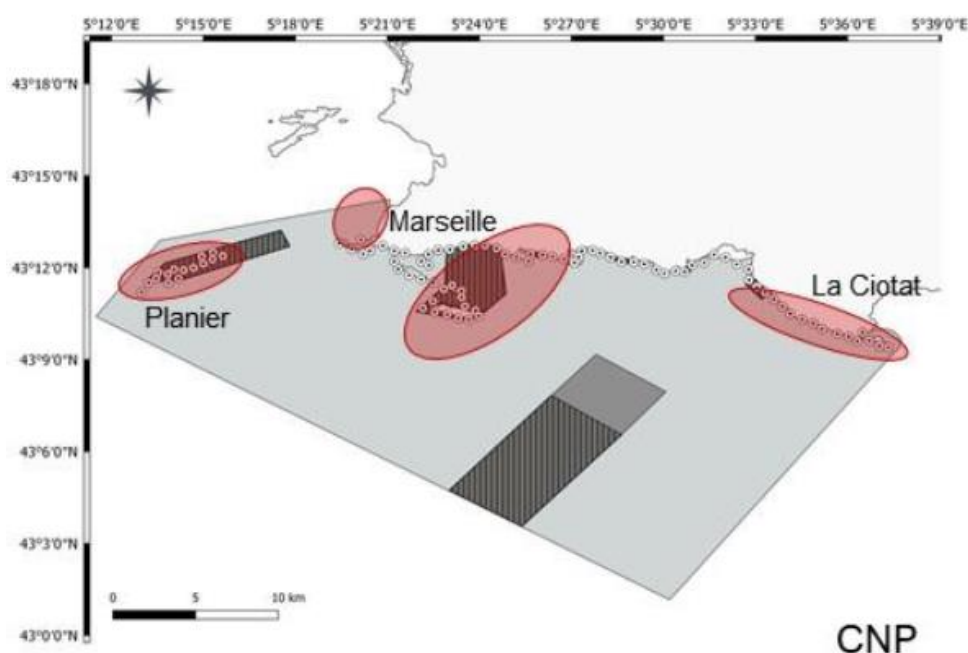


Figure 7 : (Di Iorio et al., 2020) : Carte des sites d'enregistrement (cercles blancs) au sein du PNCA. En rouge, les zones de détection de *S. umbra*.

Les zones entièrement protégées (e.g. ZNP du PNCal) ont un plus grand nombre de vocalises de *S. umbra* (70% des sites) que les zones moins ou non protégées (qui ont également moins de « chanteurs », < 3 individus, donc une densité de poissons reproducteurs plus faible).

Pour l'étude, des enregistrements à long-terme du réseau CALME dans le Parc Marin de la Côte Bleue s'étendant de 2017 à 2018 (années entières) ont également été intégrés pour évaluer les tendances annuelles de présence acoustique. Ils se situent plus spécifiquement dans la réserve de Couronne, sur un site de reproduction de *Sparus aurata* et de *Dicentrarchus labrax* connu pour ses accueils réguliers de *S. umbra*. Ce site (à une profondeur de 25 m) est proche de récifs artificiels, de récifs de coralligène ainsi que d'un herbier de posidonie fragmenté (Figure 8).

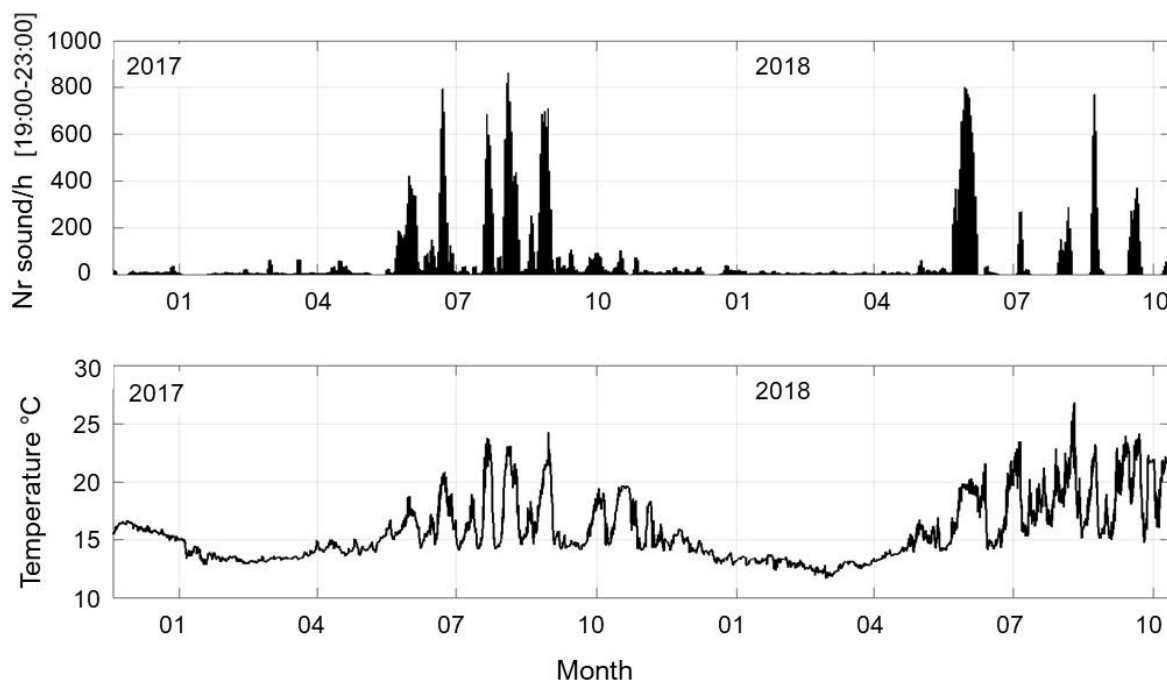


Figure 8 : (Di Iorio et al., 2020) : Séries biannuelles de signaux acoustiques de *Sciaena umbra* dans la réserve de Couronne - Parc Marin de la Côte Bleue (haut) et des profils de température au site d'enregistrement (bas). La production de signaux et la température.

Selon les résultats de l'étude, en plus de l'effet réserve et des différences de gestion, l'âge des AMP semble avoir un effet sur les détections de corbs (70-80% de chances de détections dans la réserve de Cerbère-Banyuls et l'AMP de Tavolara-Punta Coda Cavallo en Sardaigne, soit deux fois plus que dans le PNCal, plus récent que ces deux entités).

Les deux années d'enregistrement dans le PMCB montrent que *S. umbra* est vocalement actif de mai à octobre (la période de reproduction est estimée entre mai et août, Chauvet, 1991 ; Grau et al., 2009). La durée des activités de chant de *S. umbra* était équivalente en 2017 et 2018.

Cette étude s'est focalisée sur *S. umbra* mais la méthode utilisée peut être appliquée à d'autres espèces vocales.

Mots clés : Parc National des Calanques, Parc Marin de la Côte Bleue, acoustique, Corb, AMP

Cartographie de la distribution des corbs *Sciaena umbra* sur le territoire du Parc National des Calanques par acoustique passive. Campagne 2019. Comparaison avec la campagne 2018

Cédric Gervaise, Manon Audax, Patrick Bonhomme, Lucia Di Iorio, 2019

Une cartographie acoustique du parc national des Calanques a été réalisée par une équipe composée de membres du Parc National des Calanques et de CHORUS pour établir la distribution des corbs au sein du parc à partir de la détection des sons stéréotypés émis par les mâles pour la reproduction.

Cette cartographie a été faite à la suite d'une première cartographie réalisée en 2018. Alors que la cartographie de 2018 était destinée à une preuve de faisabilité en se focalisant sur des sites prioritaires, la cartographie de 2019 a couvert exhaustivement avec un pas de 600 m toutes les côtes du cœur de parc.

Grâce à 4 capteurs, 156 positions de mesure ont été réalisées, qui ont permis de parcourir un linéaire de 94 km de côtes et de couvrir une surface de 176 km².

La cartographie réalisée en 2019 :

- a identifié l'archipel du Frioul comme une zone de reproduction des corbs (site non exploré en 2018) avec une forte densité de chanteurs, indiquant que ce site est potentiellement un site d'agrégation et de fraie du corb ;
 - confirme la présence acoustique de corb en 2018 et en 2019 dans les secteurs « Pointe rouge », « Archipel de Riou », « Calanques de Cassis à La Ciotat », « Sud de l'île Verte à La Ciotat ».
- En plus du Frioul, ces sites semblent représenter des sites privilégiés pour les corbs au sein du PNCal. Parmi les sites visités en 2018 et 2019, 6 indiquent une fidélité de présence des corbs entre les deux années. Les zones 2, 4 et 6 montrent également une légère augmentation de détections dans ces secteurs (1 à 2 sites de plus en 2019 par rapport à 2018).
- a constaté l'absence acoustique de corbs dans le secteur 'Planier' en 2019 alors qu'ils étaient présents en 2018 ;
 - a constaté l'absence de corbs en tête de canyon de Cassidaigne (site non exploré en 2018).

L'intérêt du suivi acoustique est pleinement validé. Un suivi acoustique reposant sur des mesures au point fixe (2-3 sites) est recommandé avec des capteurs autonomes et des mesures par cartographie à l'aide de bouées dérivantes.

Mots clés : *Parc National des Calanques, Corb, acoustique passive, 2018, 2019*

Recensement de la population de mérou brun (*Epinephelus marginatus*) et de corb (*Sciaena umbra*) du Parc national des Calanques (France, Méditerranée) en 2018

Sandrine Ruitton, Anne Ganteaume, 2019

Le recensement des populations de *Epinephelus marginatus* et *Sciaena umbra* dans le PNCal est en place depuis 2014 (1997 pour la zone de La Ciotat) et est effectué en saison chaude (fin août à octobre) par relevés visuels (plongée scaphandre, apnée).

La méthode de recensement appliquée dans le PNCal est la méthode utilisée pour tous les recensements effectués par le GEM ce qui permet des comparaisons inter-sites et des comparaisons temporelles grâce à des retours réguliers.

Le mérou brun est une espèce emblématique des fonds rocheux côtiers de la Méditerranée, très recherchée par la pêche et en particulier la chasse sous-marine et qui bénéficie particulièrement de la restriction de ces usages dans les aires marines protégées.

Depuis quelques années, le corb est pris en compte lors des comptages du GEM car c'est une espèce qui fréquente le même type d'habitat que le mérou brun et qui est particulièrement sensible à la pression de prélèvement. Le corb fait donc partie des espèces vulnérables, qui sont de bons indicateurs de l'efficacité des mesures de limitation de la pêche, dont il convient de suivre régulièrement l'évolution des effectifs dans les aires marines protégées ou soumises à des mesures de gestion

Le suivi de 2014 était l'état zéro pour les zones des calanques, 2018 est le premier suivi consécutif (et le 11^{ème} pour la zone de La Ciotat). 10 sites ont été prospectés à Marseille (de 0 m à 40 m) et 8 à La Ciotat (0 m à 50 m).

Ainsi en 2018 :

- entre Marseille et Cassis : 182 mérous, 110 corbs (2014 : 74 mérous, 7 corbs)
- à La Ciotat : 47 mérous, 0 corb (2014 : 80 mérous)

Les effectifs sont en nette augmentation dans le secteur de Marseille, tandis qu'à La Ciotat, les effectifs de mérous auparavant stables diminuent nettement depuis 2017.

Secteur de Marseille :

- Profondeur moyenne de rencontre : 13.7 m (corbs) et 20.1 m (mérous)
- Longueur totale moyenne (mérous) : 63.9 cm (les classes les mieux représentées par ordre d'importance sont 60-65 cm, 50-55 cm, 70-75 cm)

La Ciotat :

- Profondeur moyenne de rencontre (mérous) : 31.2 m (profondeur minimum 19 m ; profondeur maximum 45 m)
- Longueur totale moyenne (mérous) : 76.4 cm (les classes les mieux représentées par ordre d'importance sont 50-60 cm, 70-80 cm, 60-70 cm)

Mots clés : Parc national des Calanques, poissons, comptage visuel

Rapport du programme de surveillance corb/mérou sur la Côte Bleue. Résultats de la 3ème campagne de comptages (suivi 2019-2021)

Eric Charbonnel, Marie Bravo-Monin, Olivier Bretton, Benjamin Cadville, Marjorie Clairicia, Frederic Bachet, Alizée Angélini, 2021

Le programme de surveillance corb/mérou initié entre 2015-2018 a été prolongé en 2019-2021. Il intervient dans le cadre de l'évaluation des arrêtés réglementant la pêche de ces deux espèces et a été appliqué à 4 zones géographiques à l'échelle de la façade méditerranéenne dont le PMCB. La méthode de comptage est celle recommandée par le GEM (Groupe d'Étude du Mérou).

- 4 sites ont été définis dans le PMCB après concertation entre différents acteurs du milieu : tombant de l'Elevine (commune d'Ensues-la-Redonne), tombant du vétérinaire à Sausset-les-Pins, large île de l'Aragnon et tombant du Plan de Carro (commune de Martigues).
- 3 campagnes de comptages en plongée comprenant 2 séries de comptages chacune ont été menées dans ces sites (2015, 2018, 2019-2021) ainsi que dans 4 sites hors-réserves.

Pour chaque mérou et corb rencontré, plusieurs paramètres sont notés : la taille (longueur totale, estimée à 5 cm près pour le mérou et à 2 cm près pour le corb), le temps d'immersion, la profondeur, le comportement du poisson (fuite, indifférence, à trou ou en pleine eau) et les caractéristiques de l'habitat (roche, herbier, éboulis, rague, tombant, etc.).

Les résultats de comptages sont :

- En 2015 : 14 mérous (35 cm à 95 cm, taille moyenne générale 62.5 ± 15.3 cm), 3 corbs (25 cm à 30 cm, taille moyenne générale 27.0 ± 2.6 cm)
- En 2018 : 8 mérous (40 cm à 75 cm, taille moyenne générale 55.6 ± 13.5 cm)
- En 2019-2021 : 32 mérous (35 cm à 90 cm, taille moyenne générale 61.4 ± 13.9 cm), 17 corbs (16 cm à 45 cm, taille moyenne générale 30.3 ± 8.2 cm).

En l'espace de 6 ans, on constate un doublement des effectifs de mérous et une multiplication par un facteur x 5,6 des effectifs de corbs, un constat encourageant dans la perspective d'une poursuite du moratoire en vigueur pour ces 2 espèces.

D'autres dispositifs de suivi et de comptage existent sur la Côte Bleue :

- Inventaire exhaustif en 2006 dans la réserve de Carry-le-Rouet (PMCB et GEM), 17 mérous recensés (taille variable), 97 corbs (86% des effectifs entre 40-45 cm)
- Suivi acoustique (réseau CALME, voir Di Iorio *et al.*, 2020)
- Science collaborative : depuis 2015 il est possible (en tant qu'utilisateur de la mer) de remplir une fiche d'observation de corbs et de mérous pour ensuite faire remonter ces données au PMCB
- Science participative : depuis 2006, le PMCB participe aux campagnes annuelles de recensement des « espèces qui comptent » (corb, mérou, grande nacre) dans les calanques et les îles Marseillaises (en 2020 pour la 17^{ème} édition, 95 plongeurs, une dizaine de structures, 217 mérous et 51 corbs recensés)
- L'indice poisson : méthode de présence/absence d'espèces cibles avec seulement deux classes de taille (grand/petit) sur un parcours court et aléatoire (méthode développée par J.G. Harmelin en 1999). En 2020, les nombreux comptages effectués selon cette méthode ont permis l'identification de 14 957 poissons téléostéens appartenant à 21 espèces cibles (sur 24). Le mérou (9 individus 0,03% de l'effectif total) et le corb (30 individus 0,026% de l'effectif total) sont rares en effectifs mais présents dans ces observations
- Dans les captures des pêches artisanales et de loisirs, les enquêtes montrent que les captures de corbs sont extrêmement rares.

Pour le corb, le PMCB observe donc une rareté générale des effectifs. Une tendance à l'augmentation des effectifs de mérous semble se dessiner dans les 4 sites choisis.

Mots clés : Parc Marin de la Côte Bleue, suivi, poissons, inventaire

Suivi des peuplements de poissons de la réserve marine du Cap-Couronne dans le Parc Marin de la Côte Bleue. Evolution à long terme 1995-2019 et impact des mesures de protection

Eric Charbonnel, Frederic Bachet, Marie Bravo-Monin, Benjamin Cadville, Olivier Bretton, 2020

Créée en 1996, la réserve marine du Cap Couronne (210 ha, protection intégrale entre 12 m et 52 m) a pour ambition de protéger et valoriser les environs du PMCB, une zone de transition entre habitats écologiquement riche. Toute forme de pêche y est interdite et de multiples aménagements (e.g. récifs artificiels) et modes de gestion y sont appliqués.

Le programme de suivi scientifique de la réserve a été mis en place en 1995 par le PMCB et prévoit une acquisition de données tous les 3 ans dont la dernière et 9^{ème} a eu lieu en 2019. Le suivi est réalisé avec les mêmes protocoles et les mêmes observateurs depuis 1995 et comprend : recensements visuels des poissons en plongée (transects de 20 m * 4 m) et pêches scientifiques (filet trémail, entre juillet et septembre), à l'intérieur et à l'extérieur de la réserve. Compléter les comptages visuels par pêche expérimentale permet un échantillonnage précis (mesure au g près, au mm près, identification) et ce, notamment, sur des espèces moins facilement repérables (nocturnes, benthiques cryptiques de petite taille). Cette pêche reste tout de même sélective (méthode, engin, habitat, etc.).

Pour les pêches expérimentales, la biomasse pêchée en 2019 est de 141 kg soit 7 fois plus qu'en 1995. Le poids moyen pour 100 m de filet est de 278 g (111 g en 1995), la taille moyenne de 23.5 cm (17.3 cm en 1995). La CPUE est de 7.06 kg/100 m (7 fois plus qu'en 1995). Depuis 1995, 58 espèces de téléostéens ont été échantillonnées.

Sur les 29 espèces capturées en 2019 (dont 25 poissons téléostéens), 22 de ces espèces capturées faisaient partie des espèces cibles des comptages visuels.

Sur ces 29 espèces, seules 6 (soit 21% du pool d'espèces) montrent des biomasses débarquées supérieures à 9 kg. Il s'agit par ordre d'importance de : la mostelle (26.35 kg, soit 19% des biomasses totales) et le rouget (26.25 kg et 19% également), puis le chapon (25.15 kg et 18%), la langouste (20.74 kg, soit 15% des prises), puis loin derrière la rascasse brune (9.59 kg, soit 7%) et le congre (9.38 kg, soit 7% des captures).

Les espèces les plus fréquentes dans les captures faites dans la réserve sont les 3 espèces de *Scorpaenidés* (*Scorpaena notata*, la rascasse brune *S. porcus*, le chapon *S. scrofa*), avec 169 individus, soit 34% des captures ; le rouget *Mullus surmuletus* atteint une valeur record cette année avec 104 individus, soit 21 % des captures ; la mostelle *Phycis phycis* et 74 individus pêchés en 2019, soit 15 % des prises. A eux seuls, ces 3 groupes d'espèces représentent plus de 70% des captures (total de 494 individus pêchés).

A noter : la montée en charge des grands labres, passant de 4 individus en 2010 à 24 en 2019 (valeur record de la série depuis 1995). Les 3 espèces de grands labres sont des espèces cibles de la chasse et leur présence est caractéristique de l'effet réserve et de l'absence de pêche.

Pour les comptages visuels le nombre total de taxons inventoriés depuis 1995 est de 62, avec un nombre toujours supérieur dans la réserve par rapport à l'extérieur (en 2019, 34 taxons à l'intérieur pour 26 taxons à l'extérieur).

La richesse spécifique par station varie selon les stations et selon les années de suivi. Le nombre total d'espèces est plus faible hors réserve. Les évolutions depuis 1995 montrent également cette même tendance, avec plus d'espèces dans les stations en réserve que dans celles situées hors réserve. Ce n'est pas le cas pour la dernière année de suivi en 2019, où pour la première fois, il y a moins d'espèces dans la station R3 (14) que dans les 2 stations hors réserve (17 espèces pour HR1 et 23 espèces pour HR2). Une tendance à la diminution du nombre d'espèces est observée dans le temps et ce, pour toutes les stations. Cette érosion de la biodiversité sur le long terme interroge...

Les occurrences des espèces dans les comptages sont regroupées en quatre classes de fréquence, reflétant de façon synthétique le caractère occasionnel de leur rencontre ou, au contraire, leur permanence dans le site étudié. L'importance relative de chacune de ces classes permet ainsi d'estimer la variabilité temporelle du peuplement ichtyologique et constitue un bon indicateur de stabilité du

peuplement. Au contraire l'instabilité est marquée par une proportion en espèces 'rares' importante (turn-over important). La représentation des espèces a peu varié entre 1995 et 2019. Les données de ce suivi au long terme (près de 25 ans d'existence de la réserve) présentent un peuplement caractéristique des fonds côtiers rocheux méditerranéens avec son cortège d'espèces permanentes, avec les labridés dont la girelle *Coris julis*, le labre rupestre *Ctenolabrus rupestris*, bien représenté sur la Côte Bleue, les 3 grands labres du genre *Labrus* et 8 espèces de *Symphodus*. A ces espèces viennent s'ajouter la castagnole *Chromis chromis*, les deux serrans présents partout dans les petits fonds côtiers, mais ici surtout *Serranus cabrilla* et les sparidés *Diplodus sargus* et *D. vulgaris* ; les espèces comme la saupe *Sarpa salpa* et le canthare *Spondyllosoma cantharus* sont présentes aussi mais moins fréquentes.

Dans cette série de comptages de 1995 à 2019, les deux familles dominantes sont les Sparidés et les Labridés, qui totalisent 13 espèces chacune.

L'abondance globale de poissons, toutes les espèces étant prises en compte, présente une forte diminution entre 2007 et 2013 dans la réserve en raison de l'effondrement des espèces planctonophages. La différence entre années est d'ailleurs très significative (l'année 2004 est significativement différente de 1998 et de 2013). Entre 2013, qui est l'année où l'abondance globale est la plus faible dans la réserve depuis 1998, et l'année 2016, l'abondance des poissons a fortement augmenté mais bien moins à l'extérieur. En dehors de la réserve, l'abondance globale est toujours inférieure ou égale à 4000 poissons. La différence entre les régimes de gestion est hautement significative. Pour résumer, il y a environ entre deux et quatre fois plus de poissons dans les comptages effectués dans la réserve qu'à l'extérieur. En 2016, l'abondance globale est nettement plus élevée que les années antérieures et atteint un pic (14 109 individus), tandis qu'elle diminue nettement en 2019 (8011 individus).

Les résultats présentés dans ce rapport permettent de faire le bilan de l'état du peuplement de poissons de la réserve du Cap-Couronne près de 25 ans après sa création (1996), ainsi que d'analyser les tendances évolutives des caractéristiques de ce peuplement lors des 9 campagnes de suivi successives. Comme pour le suivi de la réserve de Carry-le-Rouet, ce qui fait la valeur de cette série longue d'observation est, d'une part son protocole rigoureusement reproduit à l'identique, qui permet à tout moment des comparaisons dans le temps, et d'autre part, les caractéristiques de l'habitat des stations choisies : des fonds rocheux avec un herbier de Posidonie, typiques des fonds côtiers de Méditerranée nord occidentale et sans caractère exceptionnel, communs et similaires à la plupart des fonds de la Côte Bleue.

Mots clés : Parc Marin de la Côte Bleue, suivi, poissons, Cap-Couronne, long terme, pêche expérimentale, comptage visuel

Réalisation de pêches standardisées dans le Parc national des Calanques (suivi de l'ichtyofaune à T0+6 ans - 2020). Rapport de phase 2.

Elodie Rouanet, Laurence Le Diréach, Mathilde Charpentier, Patrick Bonhomme, 2020

Ce T0+6 est le 3ème suivi du volet 2 du suivi de l'ichtyofaune qui repose sur un échantillonnage par pêches standardisées (PSS) et reproduit à l'identique les méthodes utilisées tous les 3 ans, afin de suivre son évolution temporelle dans les zones de non-prélèvement (ZNP) et en dehors.

Le volet 2 est complémentaire au volet 1 (suivi de l'ichtyofaune par comptage visuel en plongée dans les petits fonds). En complément du volet 1, les PSS permettent d'échantillonner les espèces réparties plus en profondeur, se déplaçant de nuit ou moins faciles à évaluer en plongée. L'efficacité des mesures de gestion mises en place dans le Parc est ainsi évaluée. Ce suivi répond aux obligations du Parc d'évaluation de sa gestion et passe par l'analyse de l'effet réserve et des effets écosystémiques des ZNP.

La localisation des stations et les protocoles sont donc identiques tous les 3 ans depuis T0 (2014). Le suivi par pêche évalue l'état du peuplement à intervalle de temps régulier en intégrant les zones de gestion particulière des activités de prélèvement (ZNP, ZPR, cœur, aire marine adjacente). La stratégie d'échantillonnage est centrée sur l'effet réserve des ZNP et comprend des zones témoins avec des habitats comparables et à même profondeur en dehors.

Caractéristiques des 10 stations du suivi :

- paramètres pris en compte : zonage, nature des habitats, profondeur, configuration géomorphologique, études antérieures
- 4 stations en ZNP, 5 en dehors, 1 en ZPR
- échantillonnées 6 fois chacune par 24 heures de pêche avec un jeu de filet de 5 pièces de 100 m, soit 500 m de longueur (soit 300 pièces au total ; la pièce est l'unité d'échantillonnage)
- 3 stations sur fond d'herbier dominant (10 m à 35 m de profondeur), 4 sur fond de roche dominante (10 m à 35 m de profondeur), 3 dans le canyon de Cassidaigne (180 m à 320 m de profondeur).

5 pêcheurs professionnels appartenant aux prud'homies de Marseille, Cassis et La Ciotat ont participé aux PSS. Les engins de pêches utilisés ont été le filet trémail (maille 7, pour zone de roche et d'herbiers) et le filet droit (maille 7, pour le canyon de Cassidaigne).

Les captures sont rapportées à l'unité d'échantillonnage et chacune est mesurée (longueur standard = Lst et longueur totale = Lt) et pesée (10 g près).

Les positions des filets ont été enregistrées par GPS (extrémités de chaque pièce de filet).

Toutes ces mesures sont consignées dans une base de données. Les principales variables provenant de ces captures sont : la biomasse, l'abondance, l'occurrence des espèces, la richesse spécifique et le rendement par unité d'effort (CPUE). Ces variables sont analysées en prenant en compte la totalité des captures de poissons ou en distinguant poissons osseux et poissons cartilagineux. Les crustacés et les mollusques sont comptabilisés à part. Les différentes espèces cibles de pêche (professionnelle, loisir ou chasse sous-marine) sont aussi un critère d'analyse.

Les captures sont analysées selon la structure trophique (pêches pratiquées dans les 3 habitats) et la structure spatiale et comportementale (pêche en milieu rocheux).

La biomasse totale pêchée dans les 10 stations en 2020 atteint 782 kg contre 943 kg en 2017 et 1690 kg en 2014. Cette diminution est surtout importante dans les stations du canyon où la biomasse pêchée est 2 fois moins importante qu'en 2017, et 6.5 fois moins importante qu'en 2014. Dans les stations d'herbier les captures ont augmenté depuis le suivi de 2017, et dans les stations de roche les captures ont augmenté dans les zones non protégées.

Le nombre d'individus pêchés, quelle que soit la classe considérée, diminue depuis le début du suivi. Il est de 2098 individus en 2020, alors qu'il était de 2270 individus en 2017 et 2683 en 2014.

Pour les stations d'herbier, de manière générale, la richesse spécifique augmente et reste toujours plus élevée dans la station ZNP que dans les 2 stations HZNP (poissons osseux : 30 espèces en 2020 pour 25 en 2014). La biomasse totale a augmenté en 2020 (175 kg, pour 130 kg en 2014 et 111 kg en 2017). Les poissons osseux représentent 89% de cette biomasse.

Pour les stations de roche, l'abondance des poissons (900 individus, toutes espèces) est équivalente à T0+3 (899 individus). Les biomasses moyennes des poissons osseux sont supérieures à T0 et équivalentes à T0+3, celles des poissons cartilagineux restent très faibles et n'évoluent pas.

Pour les stations du canyon, l'abondance toutes espèces confondues diminue continuellement depuis T0 (1559 individus en 2014, 975 en 2017, 524 en 2020) mais la richesse spécifique augmente (28 espèces en 2014, puis 30 puis 34). La biomasse capturée en 2020 est principalement composée de poissons osseux, la part des poissons cartilagineux baisse depuis le début des suivis.

Les résultats globaux du suivi à la côte (herbier et roche) sont contrastés selon les stations et prometteurs dans la durée avec des rendements moyens élevés dans les ZNP. La biomasse totale pêchée depuis le début du suivi dans l'herbier a été multipliée par 1.3 et celle de la roche par 1.5. Cette évolution est surtout prégnante depuis 2017 pour l'herbier tandis que pour la roche elle s'était faite entre 2014 et 2017 et stabilisée ensuite. Les variations de densité sont liées à celles de l'abondance des planctonophages. Hors ZNP, les captures sont moins diversifiées et moins importantes en biomasse que dedans.

Dans l'herbier, la richesse spécifique augmente ainsi que l'occurrence dans les captures d'espèces cibles comme *Scorpaena porcus*, *Symphodus tinca*, *Phycis phycis* et *Diplodus vulgaris*.

Sur roche, la richesse spécifique dans les captures augmente. Les captures de poissons osseux n'augmentent pas en nombre mais en biomasse, signifiant que ce sont des individus d'espèces sédentaires ayant grandi qui ont bénéficié de la protection (mostelle, chapon). Le rouget qui effectue de larges déplacements horizontalement bénéficie également de la protection et s'exporte en dehors des ZNP. Au sein des ZNP, les espèces démersales et benthiques de taille moyenne ont des occurrences en baisse.

Les proportions des différents groupes trophiques restent constantes dans les herbiers, tandis que sur roche la structure évolue vers une plus grande proportion de poissons carnivores (piscivores, mesocarnivores). La structure spatiale et comportementale du peuplement demeure constante.

Dans le canyon de Cassidaigne, ce sont surtout des poissons téléostéens qui ont été capturés en 2020. Le patron des assemblages diffère selon les années indiquant de fortes fluctuations spatio-temporelles de la composition de la biomasse pêchée. La structure trophique des captures a évolué en faveur des piscivores (surtout en ZNP), ce qui est considéré comme un indice d'efficacité des protection/diminution des efforts de pêche à la côte.

Mots clés : Parc National des Calanques, pêches standardisées, poissons, suivi, captures

État des lieux de la pêche professionnelle et de loisir dans le Parc national des Calanques. Rapport final
Elodie Rouanet, Laurence Le Diréach, Anne Cadoret, Yan Dubois, Thomas Schohn, Louis-Charles Dziegala, Antonin Lefevre, Florent Vogeleisen, Julien Panaget, Patrick Bonhomme, Alicia Mallet, 2022

La PNCa, créé en 2012, est en périphérie de l'agglomération de Marseille et attire une variété d'usagers et d'activités professionnelles et de loisir en interrelations. Les activités de pêches, professionnelles ou de loisir, patrimoniales ou plus récentes, y ont de l'importance. En tant qu'AMP et afin de répondre et certains de ses objectifs, le Parc a souhaité réaliser un état des lieux afin de décrire les pêches professionnelles et de loisirs.

L'étude menée par le GIS Posidonie a associé plusieurs chercheurs spécialisés (MIO, TELEMME) et le bureau d'étude P2A Développement. Centrée autour de la pêche, cette évaluation consiste à améliorer les connaissances, recueillir les perceptions, produire des données géoréférencées, avancer le rôle des ZNP, diagnostiquer les pratiques, et partager ces résultats. La zone d'étude comprend le cœur marin et l'aire marine adjacente (AMA). La pêche professionnelle est composée de navires pouvant venir de Port Saint-Louis à l'ouest jusqu'à Bandol à l'est. Pareillement pour la pêche de loisir qui attire des usagers venant des périphéries du Parc ou zones limitrophes.

L'effort de pêche de loisir (4 grandes pratiques : ligne embarquée, ligne du bord, chasse sous-marine, ramassage) et professionnelle (petits métiers du bord) a été étudié par un comptage en mer (bateau) et à terre (bord).

La zone d'étude va du bord/proche du bord (Frioul, pointe Liouquet) au large (Planier, Riou, Cassidaigne) et a été découpée en 61 zones, l'effort d'échantillonnage s'étant principalement concentré à la côte (en raison de la taille du parc, la zone non échantillonnée revient à 80% du territoire total soit 113 087 ha, ou 64% si on considère seulement le cœur).

La période de suivi couvre un cycle annuel (avril 2021 à mars 2022) afin de refléter la saisonnalité de la pêche, ses engins, ses pratiques. Ceci pour un total de 122 comptages en mer et 71 comptages à terre. Les engins de pêche professionnelle ont été géolocalisés par signaux de surface puis consignés dans un SIG. Le dénombrement des usagers de la pêche a été fait seulement quand ils étaient en action de pêche et le matin (la pêche de nuit et en soirée n'a pas été évaluée).

Le nombre de sorties de pêche de loisir matinales par an (IC=95%) a été évalué à partir des données :

- Ligne embarquée : 14 868 sorties
- Ligne du bord : 8203 sorties
- Chasse sous-marine : 2760 sorties

Les questionnaires proposés aux usagers avaient pour objectif de définir les pratiques et les techniques de pêche afin de réaliser une typologie par activité, de comprendre le rapport des pêcheurs de loisir au Parc et aux autres usagers ; de déterminer les facteurs conditionnant les comportements ; de définir les actions envisageables ou souhaitées et d'évaluer l'appropriation des mesures de gestion.

Les captures ont été mesurées et identifiées après photo échantillonnage. Ce qui a permis d'évaluer la biomasse capturée et le rendement (CPUE).

Peu de données concrètes sont disponibles pour quantifier et qualifier localement les populations de pêcheurs fréquentant le Parc (à l'échelle méditerranéenne française : 528 000 pratiquants estimés). La pêche de loisir en mer est complexe à étudier (multiples pratiques, diversité pratiquants).

Le croisement de plusieurs méthodes (questionnaires, comptage) permet de réduire les incertitudes liées à la méthode (perceptions et déclaration des pêcheurs, saisonnalité de la pêche, multiplicité des activités). Les estimations de sorties annuelles de pêche loisir dans le PNCa sont de 25 741 sorties soit 2.3 fois moins que pour le PMCB (estimation datant de 15 ans avec la même méthode). Les pêcheurs sont majoritairement des hommes, locaux. L'impact du Parc sur l'environnement est évalué positivement, mais est plus nuancé quant à l'impact sur l'économie locale.

Les pêcheurs (de loisir mais aussi professionnels) cherchent à capturer des espèces importantes (taille, niveau trophique, qualité, grand prédateur). Leurs prélèvements sont cumulatifs et ont un impact sur les écosystèmes marins (structure démographique des peuplements, abondance, fonctionnement).

Les données obtenues grâce à l'échantillonnage des captures fournissent des ordres de grandeur et sont des estimations du prélèvement par la pêche de loisir (valeurs minima) :

- Ligne du bord : CPUE évaluée à 90 g/pêcheur/heure ou 400 g/pêcheur/sortie
- Ligne embarquée : CPUE évaluée à 260 g/pêcheur/heure et 1.6 kg/pêcheur/sortie
- Chasse sous-marine : CPUE évaluée à 280 g/pêcheur/heure et 900 g/pêcheur/sortie

L'analyse des SHS montre qu'en termes de perceptions et de relations entre usagers, le sentiment d'être jugé comme responsable de la destruction de la ressource halieutique ou déconsidéré est un frein à la mise en place de conditions favorables au dialogue pour une gestion durable de la pêche dans le Parc national des Calanques. Les ZNP semblent mieux acceptées aujourd'hui que lors de leur instauration (loisir).

La flottille de pêche professionnelle sur le PNCal est typique des pêcheries petits métiers côtières du nord de la méditerranée. Le plan d'échantillonnage concernant cette pratique a été contraint par le délai de l'étude, l'étendue du territoire, la multiplicité des pratiques et les difficultés contextuelles (refus de collaborer avec le parc, pas assez de données sur chaque métier).

Le nombre de navires actifs dans la zone d'étude est de 84 en 2020 (49 fileyeurs exclusifs, 8 fileyeurs polyvalents, 9 métiers de l'hameçon, 6 plongeurs mer, 6 senneurs, 3 chalutiers de fond, 3 divers petits métiers mer). La production totale estimée des ports de Carro à St Cyr-sur-Mer est de 290 t en 2020 (source Ifremer SIH). Sur 12 ans, en contribution relative des principales espèces déclarées, la sardine arrive en tête suivie par la dorade royale et la bonite à dos rayé (pélamide) et le merlu. Maquereau, baudroie, rascasse, espadon et sole commune contribuent également pour une part importante aux pêches réalisées dans la zone d'étude.

Le recensement des métiers, l'observation des pratiques et l'échantillonnage des captures a été réalisé au moyen d'embarquements d'observateurs à bord de navires de pêche représentatifs de l'activité de pêche au sein du Parc au printemps et à l'automne. Les embarquements ont permis de compléter les connaissances concernant : cibles, saisons, pratiques et métiers pratiqués ; caractéristiques des engins ; effort de pêche et localisation des engins ; captures totales y compris les pêches accessoires

Pour mettre en évidence l'effet des zones protégées, la surveillance effective doit être prise en compte (impacte leur efficacité), l'exportation de la biomasse hors AMP (il faut que les espèces soient mobiles et que les habitats soient continus) et la nécessité d'acquisition régulière de donnée.

Les ZNP sont considérées par certains pêcheurs comme inefficaces surtout à l'est du Parc (car de surface trop petite). Dans l'ensemble elles sont considérées comme mal situées. Elles sont considérées comme trop grandes à l'ouest car elles ont fortement diminué le territoire de pêche des pêcheurs aux petits métiers du sud de Marseille.

Plusieurs propositions de solutions pour soutenir la pêche professionnelle ressortent des échanges avec les pêcheurs : des quotas plus raisonnables à fixer pour la pêche de loisir ; rouvrir la zone du Travest ; autoriser certains filets de poste dans les calanques (ciblent le poisson de passage) ; diminuer les longueurs de filets ; lutter contre le braconnage et la revente illégale ; interdire les hameçons inox et l'utilisation du trident ; faire respecter la réglementation ; faire respecter la signalisation des engins.

Mots clés : Parc National des Calanques, perception, poissons, suivi, captures, pêche professionnelle et de loisir, comptage, questionnaire

Réalisation d'un suivi scientifique biologique et halieutique dans le cadre de la gestion des récifs artificiels du Prado. Synthèse 2019 – 2021

Patrick Astruch, Bruno Belloni, Elodie Rouanet, Thomas Schohn, Laurence Le Diréach, 2022

L'opération « Récifs Prado » a consisté à immerger entre octobre 2007 et juillet 2008 400 récifs artificiels dans la baie du Prado au large d'Endoume sur une concession d'une surface de 200 ha (depuis 2015), située entre 25 m (limite inférieure des herbiers de posidonie) et 32 m (fonds de matte morte). L'aménagement représente un volume enveloppe total estimé à 27300 m³ composé de 6 types différents : panier acier, fakir, chicane, amas de cube, filière haute, enrochement. Le volume global de filières basses installées sur les récifs a été estimé à 5500 m³. Les différents modules ont été également complexifiés à la suite de différentes études et réflexions menées par l'ajout de pochons d'huîtres, de pots à poulpes, de parpaings à l'intérieur des modules de base.

Plus de dix ans après la fin des immersions, une nouvelle campagne de suivi a été commandée entre 2019 et 2021. Les méthodes de recensement visuel des poissons en plongée (Harmelin-Vivien et Harmelin, 1975 ; Harmelin-Vivien et al., 1985) ont été adaptées à la spécificité des récifs artificiels (Collart et Charbonnel, 1998) et au volume des récifs immergés dans le site du Prado. Ces méthodes sont strictement les mêmes que celles du suivi obligatoire réalisé entre 2009 et 2014 et du suivi de 2015.

Ce suivi biologique et technique des récifs artificiels du Prado a été divisé en 5 missions distinctes : le suivi du peuplement de poissons en plongée ; le suivi de la colonisation des récifs ; le suivi de l'herbier de posidonies en plongée ; le suivi des structures en plongée ; valorisation des résultats. Les résultats complets du suivi réalisé entre 2019 et 2021 dans la concession de récifs artificiels de la baie du Prado et la bibliographie détaillée sont consultables dans le tome « résultats » de l'étude (Schohn *et al.*, 2022), dont la méthodologie est détaillée dans le tome méthodologie (Belloni *et al.*, 2022a). Un atlas photographique illustrant les observations réalisées fait également partie des livrables de l'étude (Belloni *et al.*, 2022b). Nous ne mentionnons ici que les résultats de la mission 1 concernant les poissons.

La mission 1 de suivi des peuplements de poissons à partir de la richesse spécifique de l'ichtyofaune, de l'abondance et de la taille des poissons observés la journée permet d'évaluer qualitativement et quantitativement la colonisation du peuplement de poissons et son évolution dans le temps. Les données de richesse spécifique (nombre d'espèces vues par récif, par campagne), d'abondance (nombre d'individus) et de biomasse (calculée à partir des abondances et des tailles) permettent aussi de comparer l'efficacité biologique des différents types de modules immergés.

Le suivi met en évidence les variations saisonnières du peuplement de poissons de la concession. La richesse spécifique et la biomasse de poissons continue à progresser, en particulier les espèces cibles de la pêche. Une chute importante de la biomasse et de la densité est attribuée dans la première partie du suivi à l'écroulement momentané des espèces planctonophages de pleine eau dans la région. Celles-ci sont revenues à partir de 2014. Depuis, la biomasse tend à augmenter mais lentement et de façon différente selon les types de récifs et selon que les espèces sont sédentaires ou effectuent des déplacements ou des migrations saisonnières. Les tendances diffèrent entre les récifs à gros volume (panier Acier, fakir et enrochement) abritent un peuplement plus stable et pérenne que les petits volumes (amas de cubes et chicane). Les récifs filière, qui se sont effondrés depuis 2013 en raison du fouling, ont vu leur performance chuter progressivement. Le succès de l'opération RECIF PRADO dépend de la surveillance et du maintien de l'interdiction de la pêche sur la zone au bénéfice également des habitats naturels alentours.

Mots clés : Récifs Prado, suivi, gestion, récifs artificiels, poissons

Programme de suivis des récifs du Prado (Rade sud de Marseille) : réalisation d'un suivi de la pêche artisanale aux petits métiers - Rapport final 2020

Jean-Yves Jouvenel, Alicia Mallet, Audélie Lang, 2020

NB : Contrairement au titre que porte le rapport, ce suivi n'est pas un suivi de la pêche artisanale mais un suivi par pêche scientifique avec l'aide des pêcheurs aux petits métiers de la zone.

En 2006, pour répondre aux pressions croissantes exercées sur la bande côtière au large de Marseille, ainsi qu'aux dégradations consécutives de l'environnement marin et de ses ressources, un plan de gestion de la Rade de Marseille a été établi en concertation avec l'ensemble des acteurs concernés par la préservation et la gestion du littoral.

Dans ce cadre, l'opération RECIFS PRADO (Réhabilitation Concertée et Innovante des Fonds Sableux par la Pose de Récifs Artificiels Diversifiés et Optimisés) a été menée par la Ville de Marseille avec les professionnels de la pêche dans un objectif d'aménagement et de réhabilitation des fonds marins dont les habitats avaient été fortement impactés par les activités humaines. L'opération portait sur un aménagement de récifs de production exclusivement, dont l'objectif était l'efficacité biologique et une grande productivité halieutique. Le projet visait en particulier la production halieutique, avec une augmentation et une diversification attendue des ressources marines, afin de soutenir les activités de pêche professionnelle artisanale locale aux petits métiers.

Dans le but d'évaluer l'impact de ces structures immergées sur les activités de pêche professionnelle locale, des suivis scientifiques par pêche ont été mis en place avant et après immersion. Depuis le début du projet, deux suivis ont été réalisés :

- un état initial du site avait été dressé avant immersion : deux suivis avaient déjà été réalisés en 2003 et 2004/2005 par une association de pêcheurs professionnels ;
- un suivi de l'état du site 2 ans après l'immersion des récifs artificiels.

Les deux suivis précédents ont été réalisés par pêches scientifiques standardisées à l'aide de deux engins : la palangre et le filet trémail.

Le suivi de 2019-2020 (10 ans après l'immersion des récifs) avait pour objectif d'évaluer la productivité du système : quantifier l'effort de pêche maximal que la zone aménagée, incluant un périmètre qui reste à définir, est capable de supporter de manière durable.

Les techniques de pêche utilisées sont les mêmes que celles utilisées lors des suivis précédents et sont représentatives des techniques de pêche traditionnelle exercées par les pêcheurs petits métiers dans la baie du Prado. Afin d'assurer une reproductibilité dans le temps et l'espace, le matériel de pêche est le même que lors des campagnes de suivi précédentes.

Pour chaque opération de pêche, les données d'ordre environnemental (station, date, conditions météo et état de la mer), ainsi que les données biologiques (espèces, taille, poids) sont inventoriées.

Analyses quantitatives effectuées avec les données récoltées (soit espèces, taille, poids) :

- Abondance des espèces et structure du peuplement (évaluer les évolutions)
- Données biométriques : longueurs totales (tailles moyennes : observer les ressemblances / différences entre individus par espèce dans et en dehors de la réserve, principal indicateur d'un effet positif de la mise en place de récifs sur le peuplement)
- Abondance et taille – Abondances et biomasse (caractériser l'évolution de la structure des assemblages fréquentant les zones aménagées par la structure des captures)
- Analyse de l'évolution du rendement des pêches : captures par unité d'effort (CPUE).

Les résultats de cette campagne de suivi à 10 ans réalisée à deux saisons : froide et chaude, selon la périodicité adoptée au départ a permis d'appréhender de manière scientifique et standardisée les différents indicateurs d'état de la ressource dans la baie du Prado (Figure 9).



Figure 9 : (Jouvenel et al., 2020) : Carte de situation des stations d'échantillonnage (P2A Développement)

10 ans après l'immersion des récifs et malgré la mise en place d'une réserve de pêche, la tendance à la baisse des captures s'observe toujours en termes d'abondance totale et pourrait donc être due à un phénomène d'appauvrissement de la ressource beaucoup plus global, qui ne rend pas compte uniquement de l'activité de la pêche locale.

Cependant, l'analyse des captures indiquent que la déplétion observée vient principalement de la forte diminution des espèces pélagiques grégaires depuis les 10 dernières années. Ces espèces sont migratrices et leur présence d'une année sur l'autre est très aléatoire et influencée par de nombreux facteurs environnementaux. Ainsi, lorsque celle-ci sont exclues des analyses, les tendances s'inversent et une augmentation des abondances est observée dans les zones 1 et 2 mais pas dans la zone 3, témoignant de l'impact positif des structures sur l'augmentation de la biodiversité.

Les études des rendements de pêche (CPUE) en excluant les espèces grégaires pélagiques montrent une augmentation en termes de biomasse mais également en nombre d'individus/UE dans les zones 1 et 2 des récifs pour le suivi de 2019 et une diminution dans la zone 3, hors récifs et ce pour les deux techniques de pêche utilisées pour la saison chaude.

Il est tout à fait intéressant de noter la présence de nombreuses bioconcrétions à la remontée des filets dans la zone aménagée en récifs artificiels (zone 1). Ces roches sont le témoin d'une zone protégée de la pêche aux filets qui « nettoie » les fonds et les prive de la colonisation du fond par les invertébrés. Elles témoignent également de la restauration d'une biocénose favorable à la colonisation d'espèces benthiques et à fortiori de l'ichtyofaune. Ces observations sont donc très favorables et pourraient faire l'objet d'un suivi scientifique à part entière. Elles permettent d'envisager ce que serait une restauration des petits fonds côtiers de substrats meubles.

Le bilan à 10 ans est donc positif, les zones aménagées et en périphérie montrent des abondances supérieures, les poissons sont aussi de plus grande taille, donc plus gros, ce qui suggère un meilleur potentiel reproductif de la zone. Malgré un phénomène « d'appauvrissement » de la ressource sur l'ensemble du secteur toujours observé plus de 10 ans après le premier suivi, les récifs artificiels et la mise en réserve sembleraient permettre un effet « tampon » de résilience à cet appauvrissement constaté et jouer leur rôle de soutien à la ressource. Il sera tout à fait pertinent de réaliser des suivis sur le plus long terme afin d'évaluer si cette tendance se poursuit au cours des années.

Mots clés : Récifs Prado, récifs artificiels, suivi, pêche artisanale, poissons

NAUCRATES - Projet pilote de valorisation écologique des balisages des Aires Marines Protégées – Rapport final

Patrick Astruch, Thomas Schohn, Fabrice Javel, Eric Charbonnel, Olivier Bretton, Bruno Belloni, Sandrine Ruitton, Candice Belmont-Puissant, Laurence Le Diréach, Xuly Labarrere, 2021

Les objets flottants, qu'ils soient fixes ou dérivants, constituent un habitat pour de nombreuses espèces de poissons aux stades juvéniles et/ou adultes ; les fonctions écologiques en jeu sont celles d'abri, de nutrition, de « point de rendez-vous » et de nurserie. Dès l'antiquité, cette propriété d'attraction a été mise à profit pour la pêche avec les premiers dispositifs concentrateurs de poissons (DCP).

A l'instar des objets flottants naturels, les bouées des balisages attirent de nombreuses espèces de poissons pélagiques et parfois démersaux. Cependant, cet habitat artificiel, très peu complexe, offre peu ou pas d'abris adaptés pour les poissons. Ainsi, a été imaginé le projet NAUCRATES qui consiste concrètement à ajouter des dispositifs légers sous les bouées de balisage pour en complexifier la structure et développer leur potentiel écologique. Il s'agit de compléter la fonction technique première du balisage avec des fonctions écologiques. Au vu de la diversité des sites et des types de balises utilisés, ainsi que des nombreux retours d'expérience sur les récifs artificiels, la Côte Bleue est apparue comme un espace idéal pour cette expérimentation.

Avec l'appui du Parc Marin de la Côte Bleue, du GIS Posidonie de l'Institut Méditerranéen d'Océanologie et du service Phares et Balises, SUEZ Consulting a ainsi développé une solution d'habitat artificiel biomimétique. Cette solution est constituée d'un ensemble de modules superposés comprenant une partie centrale sur lesquels sont implantés de longs filaments semirigides disposés en corolle. L'ensemble est fixé sous la bouée autour de la ligne de mouillage et présente une envergure d'environ 2 m.

Après une phase de prototypage durant l'automne 2018 et l'hiver 2019 et l'obtention d'autorisations préfectorales, 46 dispositifs ont été déployés au printemps 2019 sur les deux réserves du Parc marin de la Côte Bleue. Le design expérimental comprend 6 bouées équipées et 6 bouées non équipées présentant des configurations contrastées en termes de taille de bouées, d'éloignement à la côte, de profondeur et de contexte trophique.

Un suivi technique des dispositifs et un suivi du peuplement de poissons ont ensuite été réalisés en plongée sous-marine entre juin 2019 et septembre 2020 pour un total de 20 suivis et 240 plongées (selon une fréquence mensuelle en hiver et bimensuelle en été).

Le taux de tenue global des dispositifs s'élève à 51 % avec des situations très contrastées selon que les bouées sont au large ou proche de la côte. En effet, au large près de 95 % des modules ont résisté à l'issue d'une année d'immersion continue. A la côte, l'hydrodynamisme a causé plus de dommages. Par ailleurs, initialement identifié comme une forte contrainte potentielle, le fouling est resté faible sur la majeure partie des dispositifs, à l'exception des parties centrales. In fine, la présence des dispositifs sur les lignes de mouillages n'a généré aucune perturbation de la fonction première des bouées.

Le suivi du peuplement de poissons a permis de relever la présence de 23 espèces (dont 19 au stade juvénile) et environ 40 500 individus (dont 53% de juvéniles). Près de 70 % des individus ont été observés sur les bouées équipées. Le chinchard *Trachurus* sp. est de très loin le taxon le plus abondant (plus de 56% de l'abondance totale) suivi de la bogue *Boops boops* (14%) et de l'oblade *Oblada melanura*. Comme attendu, plusieurs espèces caractéristiques des objets flottants ont été recensées dont la sérieole *Seriola dumerili*, le baliste *Balistes caprisus*, le centrolophe noir *Centrolophus niger* et la dorade coryphène *Coryphaena hippurus*. Ce cortège spécifique dominé par des espèces pélagiques, se rapproche de ce qui a pu être observé sur des DCP en Méditerranée.

La présence des dispositifs sous les bouées se caractérise par une augmentation de la richesse taxonomique (x1.2) et de l'abondance (x2.1 sur le peuplement total et x2.5 pour les juvéniles). Leur plus-

value écologique semble concerner principalement les chinchards et les sérioles juvéniles qui, dans les deux cas, présentent des indices de préférence nettement supérieurs (x5.3 pour les chinchards au stade pré-dispersif). Toutefois, ces différences n'apparaissent pas statistiquement significatives, probablement en lien avec la forte variabilité temporelle du peuplement (situation classique pour ce type de peuplement associé aux objets flottants). D'autres hypothèses alternatives ou complémentaires sont formulées. L'analyse spatiotemporelle du peuplement montre globalement que le peuplement a tendance à être plus diversifié et plus abondant en période estivale et sur les grandes bouées éloignées de la côte.

L'ensemble des résultats acquis sur les deux réserves du Parc Marin de la Côte Bleue et les données d'observations ponctuelles collectées sur d'autres sites dans le cadre du projet NAUCRATES ont ainsi permis d'améliorer les connaissances relatives aux peuplements de poissons associés aux objets flottants en Méditerranée française qui jusqu'alors n'avaient suscité que peu d'intérêt pour la communauté scientifique comparativement à d'autres types de peuplements. Cet apport de connaissance concerne la caractérisation du peuplement ainsi que sa variabilité spatiale et temporelle. Les bouées et les objets flottants en général sont des lieux privilégiés pour l'observation d'espèces rarement rencontrées lors des comptages visuels plus classiques sur les habitats côtiers benthiques. Bien que manifeste, l'importance écologique des objets flottants dans les processus d'installation et de recrutement reste encore méconnue et probablement sous-estimée.

Au-delà de sa dimension scientifique, le projet NAUCRATES a permis de développer une solution d'habitat artificiel léger, modulable, robuste et adaptée aux contraintes d'entretien d'un balisage et de produire une première évaluation de sa plus-value écologique. Cet intérêt devra être encore consolidé sur des sites de configuration différente de celles du Parc Marin de la Côte Bleue mais, dès à présent, après quelques optimisations techniques mineures, un déploiement sur des structures flottantes qu'elles soient permanentes ou saisonnières est désormais envisageable (éoliennes flottantes, bouées d'amarrage et de balisage...).

Mots clés : AMP, balises, suivi, poissons

Projet MedHab : évaluation et gestion des habitats essentiels des poissons méditerranéens - Rapport technique WP2 (partie 1) : localiser et quantifier les habitats nurseries de sparidés (petits fonds hétérogènes), évaluer leur prise en compte actuelle par la gestion - Octobre 2020.

Adrien Cheminée, Morgane Audran, Justine Richaume, Lucie Nunez, Lenaïg Moign, Laura Barth, Olivier Bianchimani, Jean-François Sys, 2020

Les habitats marins remplissent pour les téléostéens une diversité de rôles fonctionnels primordiaux. La prise en compte de cette complémentarité fonctionnelle par une approche paysagère des mesures de gestion est donc essentielle.

Les habitats nurseries, essentiels au cycle de vie des téléostéens et au renouvellement de leurs populations, sont des habitats vulnérables dont la conservation constitue aujourd'hui un enjeu primordial. Parmi ces habitats nurseries, les petits fonds hétérogènes, abritant notamment les juvéniles de téléostéens du genre *Diplodus*, ne sont que peu connus des gestionnaires.

Ainsi, les objectifs de cette étude étaient, d'une part, la localisation et la cartographie de ces habitats sur l'ensemble de la côte méditerranéenne française et d'autre part, l'analyse de leur disponibilité, de leur répartition spatiale et de leur taux de prise en compte dans le zonage des mesures de gestion.

Le long des 2705 km de côte méditerranéenne française, nous avons cartographié 4989 nurseries, totalisant une proportion inférieure à 10% du linéaire côtier et traduisant ainsi une faible disponibilité des habitats favorables. De plus, la distribution des habitats de nurserie a montré une forte variabilité spatiale, variant de 3.7 % à 12.9 % selon la zone, mais également selon le niveau de protection dont bénéficie le littoral. L'influence du niveau de protection sur la disponibilité de l'habitat nurserie est variable selon la zone géographique et ses spécificités mais une absence globale de prise en compte de l'habitat dans le zonage des mesures de gestion a été montrée. Nos résultats démontrent ainsi une certaine précarité de l'habitat PFH induite par sa faible disponibilité et son manque de prise en compte dans les mesures de gestion associés à sa vulnérabilité intrinsèque et sa localisation côtière.

Par la diffusion de ces résultats et des données cartographiques, ce travail tente d'impulser une meilleure prise en compte de cet habitat dans les mesures de gestion et d'optimiser ainsi les efforts de conservation des ressources halieutiques.

Mots clés : AMP, poissons, nurseries, cartographie

4 RESULTATS

L'analyse des résultats repose sur le jeu de données de comptages visuels par transect de 125 m² entre 5 et 25 m (TRA), qui permet des évaluations quantitatives du peuplement de poissons côtier en nombre d'espèces, en densité et en biomasse. Les particularités du peuplement le plus superficiel appréhendé entre 0 et 5 m (PMT) constituent un complément d'information traité dans un paragraphe à part. L'analyse des comptages au temps d'espèces cibles (TPS) vient compléter l'analyse en donnant plus de chance de rencontre des espèces cibles durant le parcours aléatoire réalisé à chaque station. Un nombre important de comptages (n = 480) ont aussi été réalisés avec cette méthode.

4.1 Peuplement de poissons téléostéens entre 5 et 25 m de profondeur

4.1.1 Liste et occurrence des espèces

La liste des espèces observées à chaque station en 2022 comprend au total 52 taxons. Le Tableau 14 présente la richesse spécifique moyenne et totale ainsi que le coefficient de variation de la richesse spécifique pour chaque station. Les fréquences d'occurrences exprimées en pourcentage de présence dans les comptages (10 comptages par station) permettent d'analyser la fréquence de chaque espèce dans les transects réalisés aux différentes stations du suivi.

La richesse spécifique totale varie entre 21 (S04-Veyron) et 35 taxons à la station S11-Plane. Elle est la plus élevée aux stations S17-Devenson (Rs = 33), S08-Plateau des chèvres, S09-Moyades (Rs = 31), S12-Cortiou, S15-Sormiou Reserve Falco, S22-Cap Soubeyrane (Rs = 30).

Les espèces présentes à toutes les stations et dans plus de 80% des comptages sont :

Chromis chromis, *Coris julis*, *Diplodus sargus* et *D. vulgaris*.

Celles observées dans plus de 80% des stations sont : *Apogon imberbis*, *Boops boops*, *Centrolabrus melanocercus*, *Chromis chromis*, *Coris julis*, *Diplodus puntazzon*, *D. sargus*, *D. vulgaris*, *Labrus merula*, *Mullus surmuletus*, *Serranus cabrilla*, *Symphodus mediterraneus*, *S. tinca*.

La présence et le nombre des planctonophages continue à augmenter : anchois *Engraulis encrasicolus*, sardinelles *Sardinella aurita* sont présents et s'ajoutent aux mendoles *Spicara maena* et picarels *Spicara smaris*. Les bogues *Boops boops* sont présents. Les castagnoles *Chromis chromis* sont toujours très abondantes et présentes à toutes les stations.

Parmi les espèces emblématiques :

- le mérou *Epinephelus marginatus* a été vu dans 18 des 24 stations suivies (68 mérous au total), ce qui est une progression des occurrences par rapport à 2019. Le mérou brun demeure néanmoins plus fréquent dans les stations situées en ZNP (83%) que hors ZNP (67%) où il a été observé partout sauf à S2-Frioul Cambrette, S6-Fromages et S24-Ile Verte Roustaud. Cette année, c'est à Moyades, au Veyron et au Grand Conglue qu'il était, de loin, le plus fréquent. Au total : 11 mérous ont été vus hors ZNP et 57 dans les ZNP.

- le corb *Sciaena umbra*, a été observé de Jarre au Devenson mais pas au-delà à l'ouest comme à l'est. Hors ZNP, 9 corbs ont été observés et dans les ZNP, 48 individus.

Pour les espèces thermophiles :

- la rascasse de madère *Scorpaena maderensis* a été de nouveau observée cette année à la station S10-Sud Riou. Cette espèce thermophile ne figurait pas dans la liste en 2013 et avait été observée à S22-Cap Soubeyrane en 2019; son observation reste encore rare sur les côtes marseillaises.

- les barracudas *Sphyraena viridensis* ont été rencontrés à la station S09-Moyades et S15-Sormiou Réserve Falco. Ils sont présents dans 17% des stations de ZNP.

- la girelle paon *Thalassoma pavo* était présente dans 10 stations lors des comptages, soit 42% des stations hors ZNP et 67% des stations dans les ZNP.

Parmi les invertébrés, un seul poulpe a été observé au cours des 240 transects métrés en 2022.

Tableau 14 : Liste et occurrence par transect des espèces observées entre 5 et 25 m (TRA) dans le Parc national des Calanques en 2022. Les espèces présentes dans au moins 50 % des transects réalisés à chaque station (5/10) sont en **bleu clair** et les espèces présent dans plus de 75 % des transects réalisés à chaque station sont en **bleu foncé**. Les stations en ZNP sont signalées par un astérisque *.

	S01 Tiboulén Frioul	S02 Frioul Cambrettes	*S03 Planier	*S04 Veyron	S05 Tiboulén Maire	S06 Fromages	S07 Jarre Briançon	S08 Plateau Chèvres	*S09 Moyades	*S10 Sud Riou	*S11 Plane	*S12 Cortiou	*S13 Nord Caramassaigne	*S14 Grand Conglue	*S15 Sormiou Réserve Falco	S16 Ouest Figulier	*S17 Devenson	S18 Calanque l'Oule	S19 En Vau	*S20 Pointe Cacao	S21 Phare Cassidaigne	*S22 Cap Soubeyrane	S23 Soubeyrane	*S24 Ile Verte Roustaud	HZNP	ZNP	Total	HZNP	ZNP	
<i>Anthias anthias</i>	10	0	0	100	0	0	10	0	30	100	0	0	10	70	0	20	0	0	0	30	0	0	0	20	56	1904	1960	33%	50%	
<i>Apogon imberbis</i>	30	70	40	0	20	30	30	20	20	50	10	40	40	10	40	50	40	20	70	40	30	10	0	10	210	210	420	92%	92%	
<i>Atherina sp.</i>	0	0	0	0	0	10	0	0	30	10	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	3795	4095	8%	25%	
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	4		4	8%	0%	
<i>Boops boops</i>	10	0	10	0	50	30	20	0	60	10	30	60	0	20	50	40	30	40	10	30	80	50	50	40	9191	7883	17074	83%	83%	
<i>Centrolabrus melanocercus</i>	30	0	30	90	80	60	30	70	40	20	70	10	30	10	60	50	60	40	20	50	60	40	40	50	101	227	328	92%	100%	
<i>Chromis chromis</i>	100	100	100	100	100	70	60	80	60	80	70	100	100	100	90	60	100	90	70	100	100	100	80	90	16431	18208	34639	100%	100%	
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2		2	17%	0%	
<i>Coris julis</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	2383	4473	6856	100%	100%	
<i>Ctenolabrus rupestris</i>	0	10	0	0	0	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	6		6	33%	0%	
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0	0	0	0	10	20	0	10	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	13	8%	25%	
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	3	2	5	8%	17%	
<i>Diplodus annularis</i>	20	0	20	0	0	10	30	10	0	0	0	40	0	10	0	10	10	0	0	10	0	10	0	40	25	18	43	50%	50%	
<i>Diplodus puntazzo</i>	20	30	30	60	60	70	0	70	70	40	50	20	60	80	50	30	50	30	0	50	30	50	10	30	66	129	195	83%	100%	
<i>Diplodus sargus</i>	80	80	60	30	100	100	100	100	80	90	90	90	90	100	100	70	100	100	50	100	30	80	70	70	421	658	1079	100%	100%	
<i>Diplodus vulgaris</i>	100	100	90	70	100	100	100	100	100	100	70	100	60	70	100	100	100	100	70	60	100	100	80	80	1586	1888	3474	100%	100%	
<i>Engraulis encrasicolus</i>	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		100	100	0%	8%	
<i>Epinephelus marginatus</i>	10	0	40	60	10	0	20	10	90	30	40	0	30	50	10	10	20	10	10	30	20	0	0	0	11	57	68	67%	83%	
<i>Labrus merula</i>	10	20	80	10	30	30	30	80	60	40	60	60	50	10	50	10	70	50	10	20	30	50	80	0	49	90	139	92%	100%	
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1	3	4	8%	25%	
<i>Labrus viridis</i>	0	10	20	10	0	0	10	10	0	10	10	0	0	0	10	0	20	0	0	10	40	40	0	0	9	13	22	42%	58%	
<i>Mugilidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	10	20	0	0	10	0	0	0	0	0	0	20	0	0	4	178	182	8%	33%	
<i>Mullus surmuletus</i>	30	60	0	30	40	70	60	80	20	60	30	90	30	30	80	60	50	80	10	20	0	50	30	20	127	179	306	92%	92%	
<i>Muraena helena</i>	0	10	0	0	0	0	0	0	10	40	0	50	20	40	0	0	0	0	0	0	20	20	10	0	4	25	29	25%	50%	
<i>Oblada melanurus</i>	0	20	0	0	60	0	0	50	0	0	10	70	0	0	10	50	100	0	20	0	40	100	60	0	664	1053	1717	58%	42%	
<i>Pagrus pagrus</i>	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	2	5	7	17%	17%	
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	0	0	0	0	1	2	3	8%	17%	
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4	4	0%	8%	
<i>Sardinella aurita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	700	50	750	8%	8%	
<i>Sarpa salpa</i>	0	20	0	30	80	30	20	70	20	0	40	20	0	20	40	40	20	0	0	50	40	50	60	0	1721	1200	2921	67%	75%	
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	0	0	0	0	10	20	20	0	10	0	10	0	40	0	50	0	0	0	0	0	0	0	9	48	57	17%	42%	
<i>Scorpaena maderensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		2	2	0%	8%	
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	10	0	0	0	0	20	10	0	10	0	0	0	0	0	6	3	9	25%	25%	
<i>Scorpaena porcus</i>	10	0	0	0	10	20	0	0	0	0	10	10	0	10	20	20	0	0	0	0	0	10	0	0	10	9	19	33%	42%	
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	10	10	0	0	30	50	20	10	0	60	0	0	10	0	0	10	0	0	0	0	4	29	33	17%	58%	
<i>Serranus cabrilla</i>	50	40	80	80	60	80	80	80	80	80	90	100	100	100	100	80	100	50	100	100	90	80	50	10	159	314	473	100%	100%	
<i>Serranus scriba</i>	10	20	10	0	0	30	0	80	60	0	40	20	0	0	20	0	30	30	30	0	0	70	30	20	34	31	65	67%	58%	
<i>Sparus aurata</i>	0	10	0	0	0	20	10	10	40	20	20	30	0	20	0	0	20	10	10	20	10	20	0	10	9	45	54	67%	67%	
<i>Sphyaena viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4	4	0%	17%	
<i>Spicara maena</i>	10	20	10	10	10	20	50	90	30	20	30	70	10	30	20	10	40	0	0	0	0	50	60	40	1829	1464	3293	75%	92%	
<i>Spicara smaris</i>	10	30	0	0	60	30	0	70	20	0	20	10	0	10	0	10	20	20	10	10	0	10	0	50	1936	485	2421	75%	58%	
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	10	10	10	20	10	20	0	20	30	40	60	0	20	20	50	10	40	0	0	0	10	10	30	20	22	110	132	75%	83%	
<i>Symphodus cinereus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		5	5	0%	17%	
<i>Symphodus doderleini</i>	0	30	30	20	10	10	0	10	30	20	20	40	10	10	40	0	40	30	50	40	40	40	20	20	33	55	88	75%	100%	
<i>Symphodus mediterraneus</i>	30	60	40	70	60	70	50	80	50	50	60	70	40	40	80	90	90	70	70	70	70	40	50	40	150	149	299	100%	100%	
<i>Symphodus ocellatus</i>	20	0	60	20	0	40	0	30	0	10	20	50	10	20	20	10	30	10	20	0	70	70	50	10	252	249	501	75%	83%	
<i>Symphodus roissali</i>	40	20	100	10	20	40	10	60	20	0	10	0	10	0	0	0	70	20	20	0	80	90	60	20	59	63	122	92%	58%	
<i>Symphodus rostratus</i>	20	10	20	0	30	10	0	20	10	0	20	10	0	0	30	0	30	30	40	20	30	20	90	30	43	21	64	83%	67%	
<i>Symphodus tinca</i>	30	100	100	60	70	50	100	100	90	30	70	40	80	10	90	80	100	90	40	80	70	100	100	70	316	529	845	100%	100%	
<i>Thalassoma pavo</i>	0	20	30	40	0	0	0	10	0	10	0	20	0	10	20	10	30	0	0	0	10	20	10	0	35	44	79	42%	67%	
<i>Trachurus trachurus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0		3	3	0%	8%	
Total général	1495	1720	2799	5369	3077	1791	1708	5316	9998	2978	2892	4321	1717	4344	2184	3150	3194	1469	810	2406	10086	3825	5886	2478	38986	46027	85013	100%	100%	
RS totale/station	25	25	25	21	26	28	23	31	31	27	35	30	22	28	30	25	33	24	22	25	26	30	24	24				51	45	48
RS moyenne/station	8	10	11	10	12	12	10	16	14	11	13	14	9	11	14	10	16	11	8	11	12	15	13	9						
RS ecart type	1.6	2.1	3.1	2.1	2.6	2.8	2.9	2.5	2.2	3.5	3.6	3.5	2.2	2.3	2.7	3.5	4.1	1.8	2.7	2.5	2.5	3.5	2.2	3.5						
Cv transects	20%	21%	27%	21%	21%	24%	31%	16%	16%	31%	29%	25%	24%	21%	20%	34%	26													

4.1.2 Richesse spécifique

Cette métrique est le reflet de la diversité en espèces mesurée à chaque retour du suivi, à chaque station (richesse alpha). Le suivi à T0+9 ans a recensé 45 taxons hors ZNP et 48 dans les ZNP.

Alors que la richesse spécifique observée à l'échelle de la zone d'étude a plutôt augmenté de 2013 à 2019, les comptages réalisés en 2022 montrent une richesse spécifique moyenne un peu inférieure à celle de 2019 : 12 espèces. La tendance est rigoureusement la même hors ZNP et dans les ZNP (Figure 10).

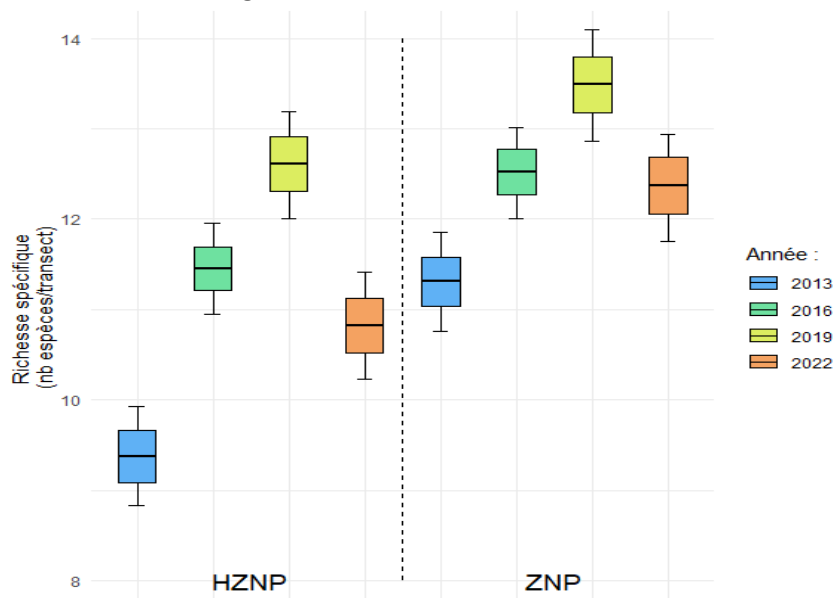


Figure 10 : Evolution de la richesse spécifique moyenne des poissons pour 100 m² dans le PNCaI, hors ZNP (HZNP) et dans les ZNP.

Dans les ZNP le nombre d'espèces moyen par transect est un peu plus élevé. Cette érosion du nombre d'espèces observée en 2022 semble donc s'appliquer globalement à l'ensemble du peuplement halieutique des calanques, indépendamment de l'effet réserve s'exerçant dans certaines zones. Nous constatons cependant que la richesse spécifique demeure toujours plus élevée à chaque retour dans la zone protégée qu'en dehors (Tableau 15).

Tableau 15 : Richesse spécifique moyenne (RS moy) et écart type (RS ect), ainsi que coefficients de variation (Cv) et nombre maximal d'espèces rencontrées sur un transect (RS max) dans les différentes stations pour les recensements visuels par transects dans le PNCaI à T0+9. Ces variables sont également calculées pour ZNP vs. HZNP et les stations situées à la côte par rapport à celles des îles.

RS moyenne/100 m ²	2013	2016	2019	2022	Evolution 2013-2022
Zone d'étude PNCaI + AMA	10 ± 3	12 ± 3	13 ± 3	12 ± 4	x 1.1
HZNP	9 ± 3	12 ± 3	13 ± 3	11 ± 3	x 1.2
ZNP	11 ± 3	13 ± 3	14 ± 3	12 ± 4	x 1.1
Côte	10 ± 3	12 ± 3	14 ± 3	13 ± 4	x 1.2
Iles	10 ± 3	12 ± 3	12 ± 3	11 ± 3	x 1.0

Hors ZNP, les stations S1-Tiboulén du Frioul, S2-Frioul Cambrette, S7-Jarre Briançon confirment une tendance à la diminution du nombre d'espèces depuis 2016, alors que toutes les autres stations présentent une progression de leur richesse spécifique moyenne (Figure 11).

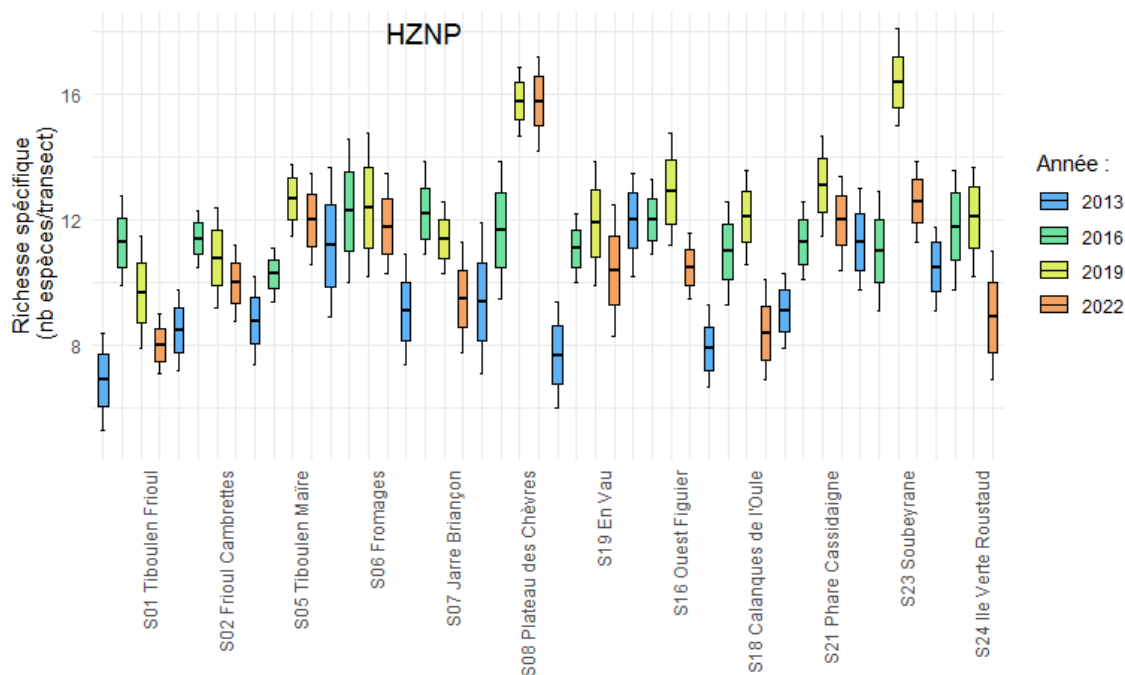


Figure 11 : Evolution de la richesse spécifique moyenne par station des poissons recensés dans le PNCal hors ZNP.

Dans les ZNP, les stations situées à l'ouest : S3-Planier, S4-Veyron, S9-Moyades, S11-Plane ont une richesse spécifique qui varie d'une année à l'autre et présente parfois une diminution du nombre d'espèces depuis le début du suivi. A l'est du parc (S10-Sud Riou, S14-Grand Congloue, S15-Sormiou, S17-Devenson, S20-Pointe Cacao, S22-Soubeyrane), il semble que la progression dans le temps de la richesse spécifique soit plus marquée (Figure 12).

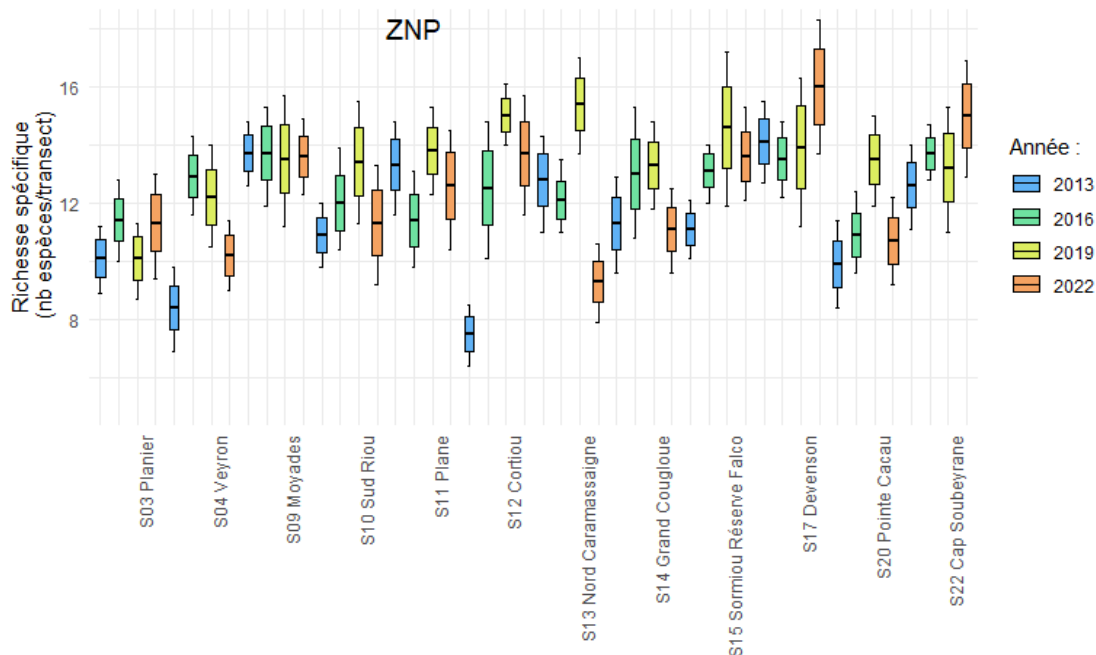


Figure 12 : Evolution de la richesse spécifique moyenne par station des poissons recensés dans le PNCal dans les ZNP.

4.1.3 Evolution des familles dominantes

Dans la composition du cortège d'espèces de poissons des calanques les labridés dominant en densité, puis les sparidés, les mugilidés, les serranidés, les mullidés et les phycidés, et constituent les 6 familles principales (Tableau 16). Par rapport à l'état initial où la densité des labridés a été la plus élevée, leur densité a diminué en 2022. Ce sont les mugilidés dont la densité a été multipliée par 5.2 depuis le début du suivi. La densité moyenne des autres familles demeure assez constante depuis 2013.

La biomasse des sparidés qui était en progression depuis T0, a baissé en 2022. La biomasse des mugilidés a été multipliée par 4.4 et celle des serranidés par 4.6 par rapport à l'état initial. Celle des rougets a été multipliée par 1.7. Pour ces espèces dont la densité est restée constante depuis 2013, l'augmentation de la biomasse moyenne est un indicateur de croissance des individus dans les zones non pêchées. L'augmentation de biomasse des serranidés est due en grande partie à l'augmentation de *Serranus cabrilla*, qui fait partie des espèces consommées par de nombreux ichtyophages, ce qui est une bonne chose pour la chaîne alimentaire.

La diminution de la densité des phycidés (mostelles) en 2022 est à relier à un épisode de mortalité inexplicable durant l'été qui a concerné la région marseillaise (Côte Bleue et Calanques) : des individus morts ont été signalés par des pêcheurs à différents endroits de la côte. La biomasse des mostelles avait été multipliée par 10 entre l'état zéro et 2019.

Tableau 16 : Evolution des densités et des biomasses des principales familles (hors espèces planctonophages) depuis le début du suivi dans le PNCa.

		Labridés	Sparidés	Mugilidés	Mullidés	Serranidés	Phycidés
Densité (nb/100m ²)	T0 - 2013	43.1	23.8	3.1	2.2	2.3	0.8
	T0+3 - 2016	30.8	23.4	6.5	2.6	2.6	0.9
	T0+6 - 2019	37.0	29.0	6.4	2.4	2.8	1.1
	T0+9 - 2022	31.2	26.7	16.2	2.4	2.6	0.8
	Facteur d'augmentation 2013-2022	x 0.7	x 1.1	x 5.2	x 1.1	x 1.2	x 1.0
Biomasse (g/100m ²)	T0 - 2013	0.4	5.4	1.2	0.2	0.5	0.2
	T0+3 - 2016	0.5	6.6	2.8	0.2	0.8	0.4
	T0+6 - 2019	0.6	7.6	2.4	0.2	1.7	0.5
	T0+9 - 2022	0.4	4.5	5.2	0.3	2.5	0.2
	Facteur d'augmentation 2013-2022	x 1.0	x 0.8	x 4.4	x 1.7	x 4.6	x 0.8

4.1.4 Densité moyenne

La densité moyenne de poissons entre 5 et 25 m de profondeur, toutes stations confondues est de 283 ± 313 individus pour 100 m^2 en 2022 marquant une baisse importante par rapport à 2019 où elle était de 381 ± 392 individus en 2019. Les densités sont significativement différentes entre les années ($p < 0.001^{***}$), sauf entre 2016 et 2022 ($p = 0.745 \text{ ns}$).

La densité moyenne de poissons qui avait globalement doublé entre 2013 et 2019 dans la zone d'étude est moins importante que lors du précédent retour (Figure 13 ; Tableau 17).

La densité moyenne dans les ZNP en 2022 est de 307 ± 292 contre 494 ± 458 en 2019. C'est là où elle semble avoir diminué le plus par rapport au précédent suivi car hors ZNP la moyenne est de 260 ± 333 , équivalente à celle de 2019 : 269 ± 271 . L'écart de densité entre ZNP et hors ZNP est donc beaucoup moins important en densité de poissons qu'en 2019.

Même si les valeurs de densité en 2022 sont inférieures à celles de 2019, globalement, par rapport aux évaluations de 2013, la densité de poisson dans la zone d'étude a été multipliée par 1.6. Le facteur de multiplication est de 1.8 hors ZNP et de 1.5 dans les ZNP. Dans les îles où la densité moyenne est passée de 213 ± 199 à 300 ± 351 , la progression est d'un facteur 1.4. C'est à la côte que le peuplement a le plus évolué en densité en passant d'une moyenne de 128 ± 113 à 300 ± 351 , soit un doublement du nombre des poissons.

Tableau 17 : Evolution de la densité moyenne de poissons entre 5 et 25 m de profondeur depuis le début du suivi dans le PNCal.

Densité moyenne/100 m^2	2013	2016	2019	2022	Evolution 2013-2022
Zone d'étude PNCal + AMA	177 ± 174	273 ± 446	381 ± 392	283 ± 313	x 1.6
HZNP	145 ± 134	198 ± 279	269 ± 271	260 ± 333	x 1.8
ZNP	210 ± 201	348 ± 557	494 ± 458	307 ± 292	x 1.5
Côte	128 ± 113	180 ± 205	339 ± 291	260 ± 250	x 2.0
Iles	213 ± 199	339 ± 549	411 ± 449	300 ± 351	x 1.4

La densité moyenne de poissons par transect a augmenté à chaque retour du suivi de 2013 à 2019 hors ZNP. En 2022, la densité moyenne de téléostéens est équivalente à celle de 2019 ($p = 0.827 \text{ ns}$), alors que la différence était significative entre les autres années ($p < 0.01^{**}$).

Dans les ZNP, la densité moyenne de téléostéens en 2022 est nettement inférieure à celle observée en 2019 ($p < 0.01^{**}$) et proche de celle de 2016 ($p = 0.521 \text{ ns}$). La différence est significative entre les autres années.

La densité moyenne de téléostéens demeure néanmoins très supérieure dans les ZNP par rapport à l'extérieur ($p < 0.01^{**}$).

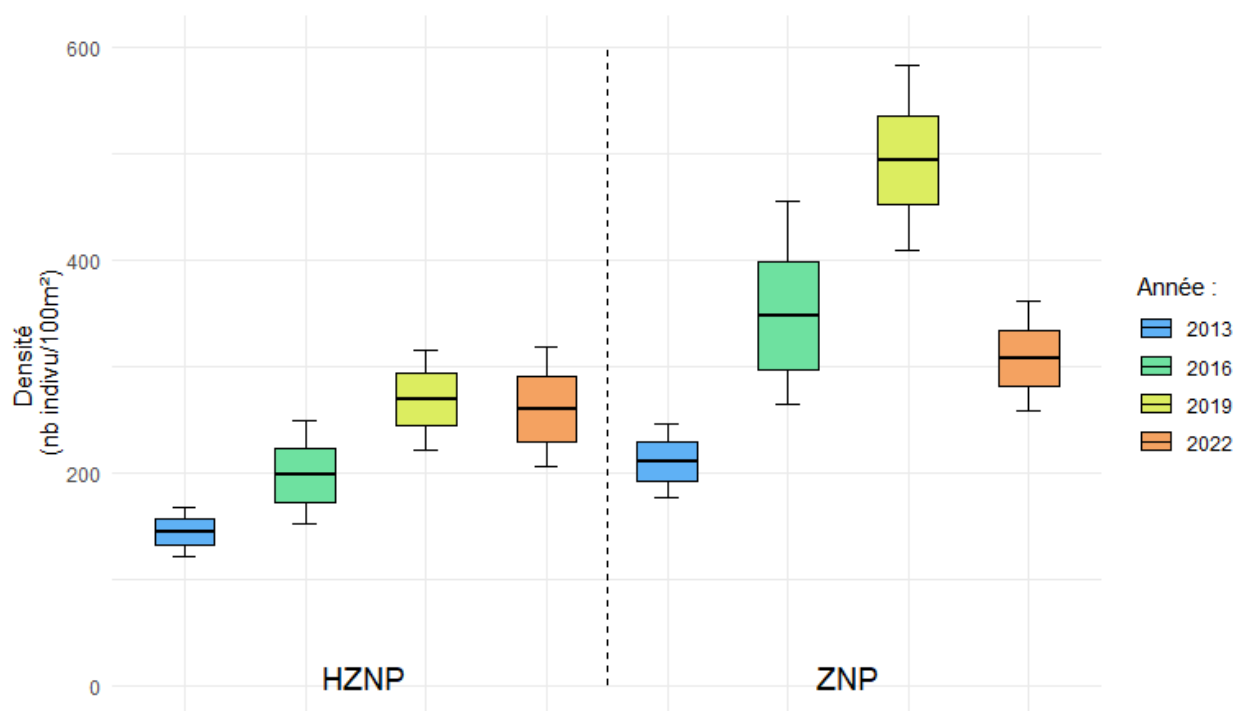


Figure 13 : Evolution de la densité moyenne de poissons pour 100 m² dans le PNCaI, hors ZNP (HZNP) et dans les ZNP.

Les valeurs des densités moyennes par station sont reportées en annexe pour les quatre campagnes de 2013, 2016, 2019 et 2022 par transect et pour 100 m² (Annexe 1 et Annexe 2).

Les valeurs d'abondances cumulées par station sont reportées sur une figure en annexe pour les quatre campagnes de 2013, 2016, 2019 et 2022 (Annexe 3).

En 2022, hors ZNP, les stations : Plateau des chèvres, Ouest Figuier, Phare de Cassidaigne et Soubeyrane, présentent les effectifs les plus élevés et En Vau donne l'estimation la plus faible. Dans les ZNP, seules les stations Moyades et Cap Soubeyrane présentent des effectifs plus élevés qu'en 2019 (Annexe 3).

Les abondances de poisson des 10 comptages réalisés par station ont été cumulées (somme des abondances par réplicat) et permet une comparaison des comptages réalisés dans les 12 stations situées dans les zones de non prélèvement (ZNP) par rapport à ceux des 12 stations situées en dehors (HZNP). Ce cumul permet de faire ressortir la tendance de l'évolution observée en 9 ans pour chaque mode de gestion (Figure 14).

La somme des abondances de poissons observées durant les comptages a augmenté régulièrement dans les ZNP et hors ZNP jusqu'en 2019.

En 2022, les effectifs cumulés n'ont pas progressé. Ils sont équivalents à ceux de 2019 hors ZNP, mais restent presque deux fois plus élevés qu'à l'état zéro.

Dans les ZNP, les effectifs cumulés ont fortement diminué par rapport au dernier suivi et l'évaluation est proche de celle de 2016.

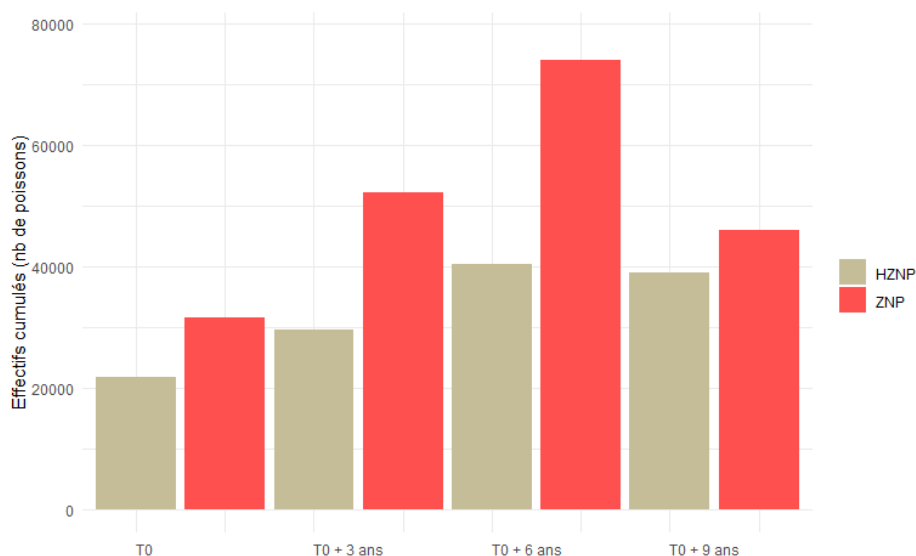


Figure 14 : Evolution des effectifs cumulés (nb de poissons) selon le mode de gestion des poissons recensés dans le PNCaI (ZNP : zones de non-prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

4.1.5 Biomasse moyenne

La biomasse moyenne de poissons est globalement significativement différente entre les années ($p < 0.001^{***}$), mais l'année 2022 n'est pas significativement différente des années 2013 ($p = 0.245$ ns) et 2016 ($p = 0.245$ ns). La biomasse moyenne de poissons dans le site d'étude avait doublé depuis le début du suivi en 2019, avec 14.6 ± 31 kg/100 m² contre 7.8 ± 15 kg en 2013 (Tableau 18 ; Tableau 18 : Evolution de la biomasse moyenne de poissons entre 5 et 25 m de profondeur depuis le début du suivi dans le PNCaI. Figure 15).

A T0, la biomasse moyenne était de 5.1 ± 5.3 kg hors ZNP contre 10.5 ± 20.3 kg dans les ZNP. Cet écart demeure, 9 ans après, avec une biomasse moyenne de poissons en 2022 de 6.1 ± 7.5 kg/100 m² hors ZNP et de 11.4 ± 11.2 kg/100 m² dans les ZNP. Bien que moins important en 2022 qu'en 2019, l'écart demeure entre ZNP et extérieur et la biomasse moyenne a progressé en dehors des ZNP depuis le début du suivi. L'estimation de 2022 est 1.1 supérieure dans les ZNP par rapport au début du suivi.

Comme pour la densité, la biomasse moyenne a moins évolué dans les îles qu'à la côte, où elle est 2 fois plus importante en 2022 qu'à l'état initial.

Tableau 18 : Evolution de la biomasse moyenne de poissons entre 5 et 25 m de profondeur depuis le début du suivi dans le PNCaI.

Biomasse moyenne kg/100 m ²	2013	2016	2019	2022	Evolution 2013-2022
Zone d'étude PNCaI + AMA	7.8 ± 15.0	11.2 ± 17.1	14.6 ± 31.0	8.7 ± 10.0	x 1.1
HZNP	5.1 ± 5.3	7.0 ± 8.0	8.4 ± 10.4	6.1 ± 7.5	x 1.2
ZNP	10.5 ± 20.3	15.4 ± 21.9	20.8 ± 41.8	11.4 ± 11.2	x 1.1
Côte	4.1 ± 3.6	8.1 ± 10.0	15.0 ± 22.0	8.1 ± 8.0	x 2.0
Iles	10.4 ± 19.0	13.4 ± 20.3	14.2 ± 36.2	9.2 ± 11.2	x 0.9

La biomasse moyenne de téléostéens observés par transects a progressé de 2013 à 2019 hors ZNP. Elle est inférieure en 2022 à l'estimation de 2016. Il en est de même dans les ZNP, toutefois, cette biomasse demeure largement supérieure en 2022 dans les zones protégées par rapport à l'extérieur ($p < 0.001^{***}$).

Indépendamment du régime de gestion, la biomasse en poissons a donc globalement diminué dans le PN des calanques en 2022 par rapport à 2019.

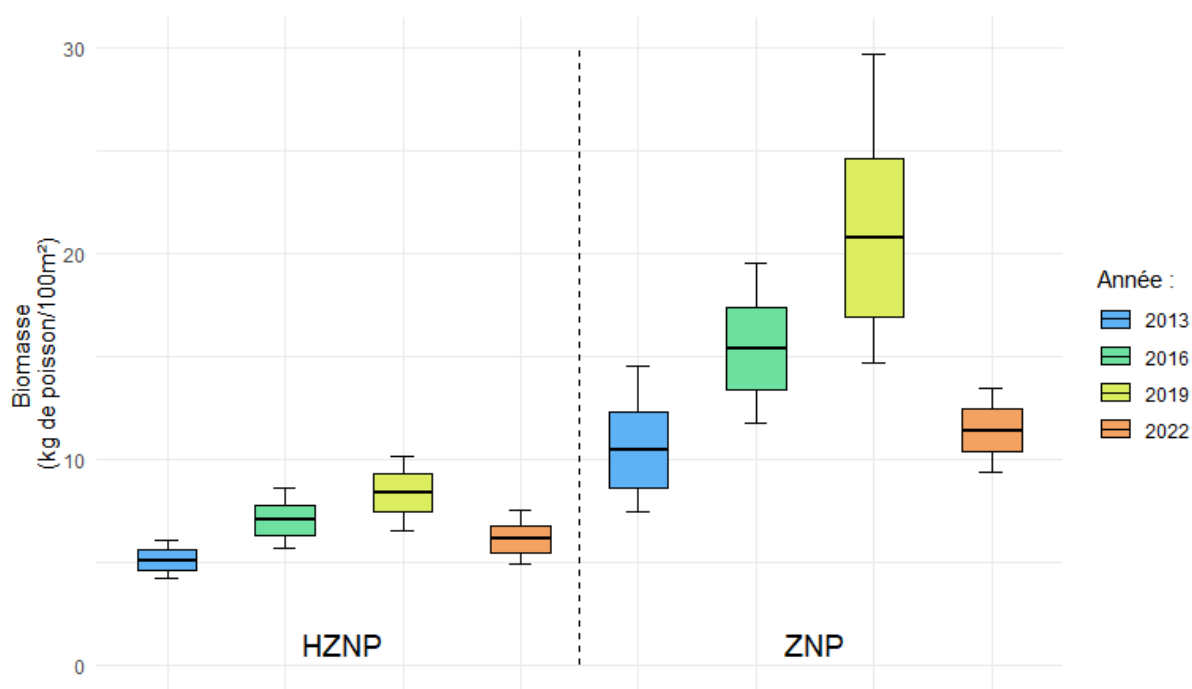


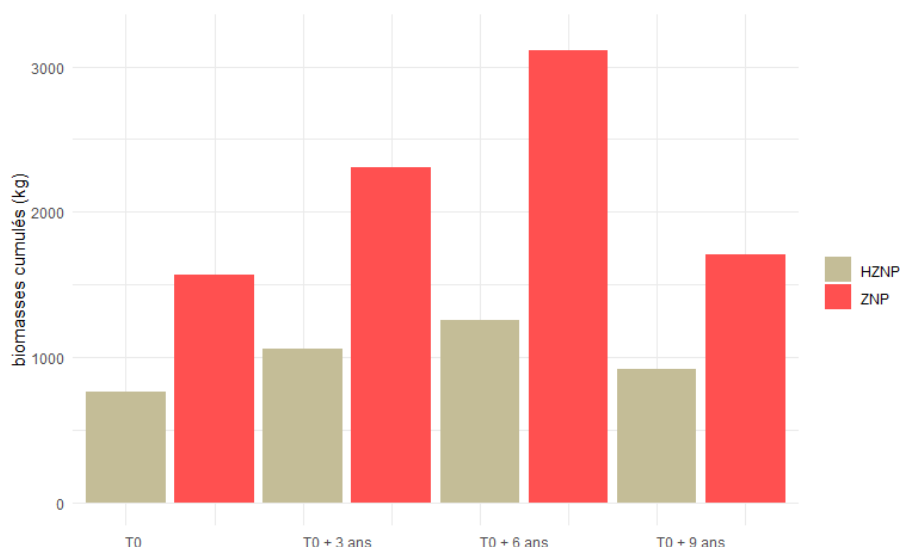
Figure 15 : Evolution de la biomasse moyenne des poissons pour 100 m² dans le PNCaI, dans les ZNP et hors ZNP (ZNP : zones de non prélèvement, 12 stations, 120 comptages par année ; HZNP : hors ZNP, 12 stations, 120 comptages par année).

(Pour vérification : comme lors des autres campagnes, la biomasse moyenne n'est pas différente entre les deux campagnes d'évaluation de 2022, que ce soit hors ZNP ($p=0.369$) ou dans les ZNP ($p=0.141$)).

Les valeurs des biomasses moyennes par stations sont reportées en annexe pour les quatre campagnes de 2013, 2016, 2019 et 2022 par transect de 125 m² et pour 100 m² (Annexe 1-Annexe 5, Annexe 2-Annexe 6 et Annexe 4-Annexe 8).

Les valeurs des biomasses cumulées par station sont reportées sur une figure en annexe pour les quatre campagnes de 2013, 2016, 2019 et 2022 (Annexe 3). Les biomasses de poissons observées sont en diminution par rapport à 2013 dans une majorité de stations y compris en dehors des ZNP. En 2022, seules les stations Fromages, Jarre et Phare de Cassidaigne présentent des biomasses plus élevées qu'en 2019. Les stations S21 Phare Cassidaigne hors ZNP et S03 Planier et S22 Cap Soubeyrane en ZNP, présentent une augmentation des biomasses observées depuis le début du suivi, bien qu'elles n'enregistrent pas des records de biomasse. Les stations où la biomasse est vraiment importante sont : S04-Veyron, S09-Moyades, S12-Cortiou et S14-Grand Conglue avec des variations selon les suivis.

Les biomasses cumulées des poissons observés lors des comptages dans les ZNP qui n'avaient cessé d'augmenter dans les ZNP de 2013 à 2019, sont en forte baisse en 2022, mais également, à moindre amplitude, en dehors, ce qui indique un facteur de diminution d'ordre général.



Evolution des biomasses cumulées (kg) selon le mode de gestion des poissons recensés dans le PNCaI (ZNP : zones de non-prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

4.2 Poissons planctonophages et non planctonophages

Les poissons planctonophages (*Chromis chromis*, *Boops boops*, *Spicara* spp. et à certaines saisons aussi athérines (*Atherina* spp), anchois (*Engraulis encrasicolus*), sardines (*Sardina pilchardus*) et sardinelles (*Sardinella aurita*), qui se déplacent en banc parfois près de la côte et servent de poisson fourrage aux espèces carnivores, interviennent pour beaucoup dans la variation de la composition et surtout de la densité et de la biomasse du peuplement de téléostéens côtiers. Ces espèces, qui ont un comportement grégaire, ont une forte influence sur le résultat des comptages.

Les espèces planctonophages dominant très largement les effectifs en nombre, surtout depuis 2016, et représentent plus des trois quarts des effectifs recensés depuis 2016 (Figure 16). L'évolution de la proportion de planctonophages depuis le début du suivi montre la variation annuelle de leur importance par rapport au reste du peuplement et surtout leur variation durant la période récente : en 2016, la proportion de ces espèces avait doublé par rapport à l'état zéro, en 2019 elle était 3 x plus élevée qu'en 2013. En 2020, ce groupe d'espèces a fortement diminué par rapport à 2019, ce qui a impacté les densités et les biomasses globales que nous venons d'analyser, mais demeure bien plus important qu'à l'état zéro. Ce 'poisson fourrage' joue un rôle fonctionnel majeur puisqu'il supporte pour partie la chaîne alimentaire en nourrissant les espèces carnivores.

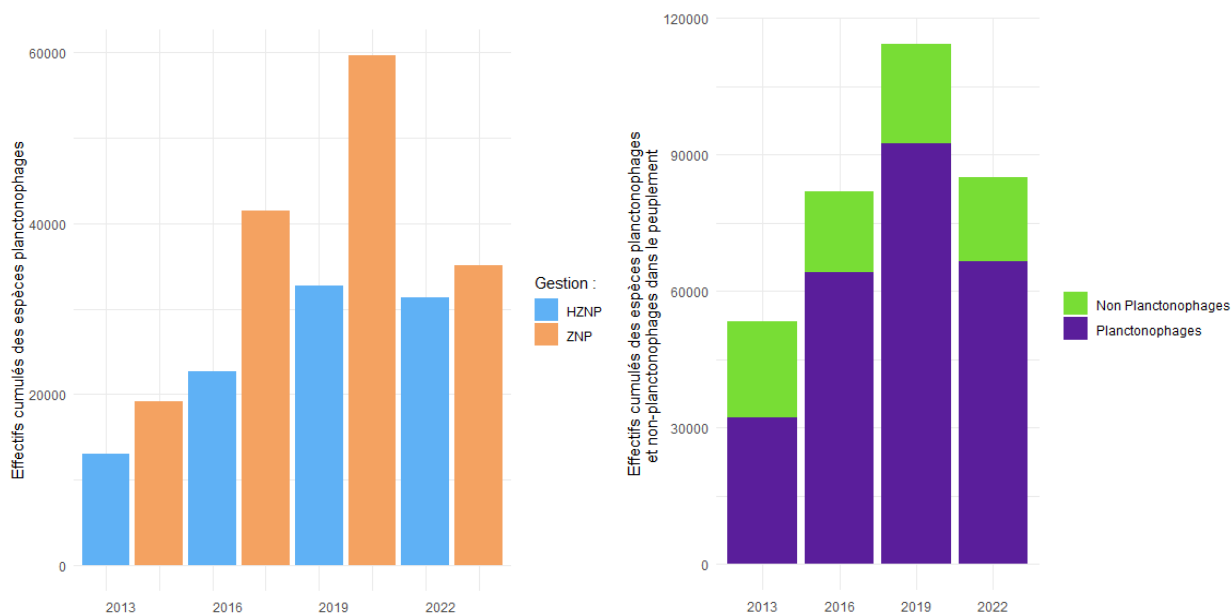


Figure 16 : Evolution des effectifs cumulés des poissons planctonophages et non planctonophages dans le PNCal depuis l'état zéro.

Les espèces planctonophages ne sont pas toutes uniformément réparties entre les stations des Calanques. Contrairement à la castagnole *C. chromis*, la bogue *B. boops* n'est pas présente à toutes les stations. Les bogues n'ont pas été observées à Frioul Cambrettes, au Veyron, au Plateau des chèvres, à Nord Caramassaigne au moment des comptages. Cette année, les mendoles et picarels *Spicara* spp étaient présents à toutes les stations sauf au phare de Cassidaigne.

Les barbières *A. anthias* ont été vus dans les stations les plus profondes (proches du circalittoral) et où le relief est plus accidenté aussi (Tiboulén du Frioul, Veyron, Jarre, Moyades, Sud Riou, Nord Caramassaigne, Grand Conglue, Ouest Figuier, Pointe Cacau, Ile Verte).

Des sardinelles étaient présentes au moment des comptages à Cortiou et au phare de Cassidaigne.

Ces espèces qui vivent en pleine eau sont moins sensibles aux effets de la protection car ce ne sont pas des espèces cibles des différents types de pêche pratiqués à la côte (excepté sardines et sardinelles). Pour cette raison, la suite des résultats sera présentée en enlevant les espèces planctonophages : en densité réduite et en biomasse réduite.

4.2.1 Densités réduites

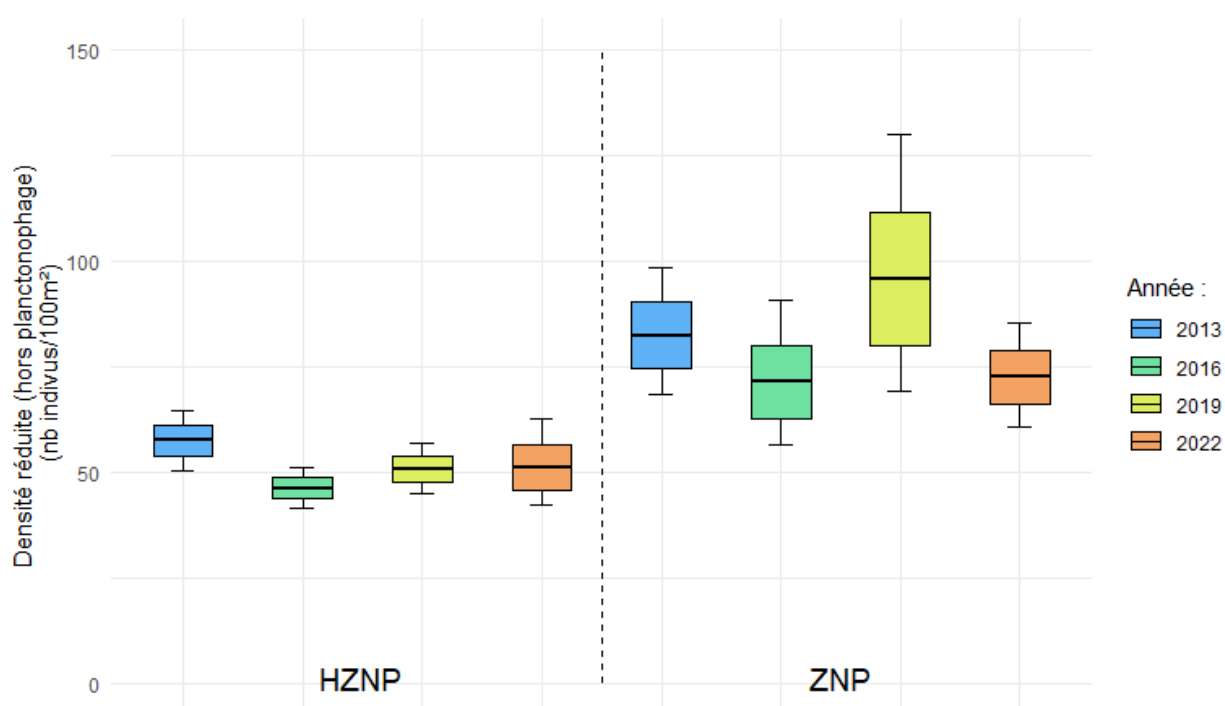
Depuis le début du suivi la densité réduite de téléostéens hors ZNP présente peu de variations entre les transects et se maintient à peu près au même niveau autour de 50 individus/10 m² (Tableau 19, Figure 17).

Dans les ZNP, la variabilité est plus importante selon les comptages et la campagne de 2022 montre qu'elle a peu progressé depuis T0. La densité réduite de téléostéens demeure plus élevée dans les ZNP qu'en dehors ($p < 0.001^{***}$) et se situe autour de 80 individus/100 m². En 2019, certaines stations ont tiré l'évaluation vers le haut en raison de l'abondance locale de certaines espèces cibles. La variabilité était plus importante entre les comptages que les autres années notamment en raison de la présence de dorades à certaines stations au moment des comptages.

L'évaluation faite au moment de l'état zéro demeure assez élevée par rapport aux estimations qui ont suivi, aussi bien hors ZNP que dedans.

Tableau 19 : Evolution de la densité moyenne réduite de poissons entre 5 et 25 m de profondeur depuis le début du suivi dans le PNCaI.

Densité moyenne réduite en nb d'ind/100 m ²	2013	2016	2019	2022	Evolution 2013-2022
Zone d'étude PNCaI + AMA	70 ± 67	59 ± 72	73 ± 126	62 ± 66	x 0.9
HZNP	58 ± 40	46 ± 27	51 ± 33	51 ± 60	x 0.9
ZNP	83 ± 85	71 ± 96	96 ± 173	73 ± 70	x 0.9
Côte	56 ± 31	48 ± 24	71 ± 60	63 ± 62	x 1.1
Iles	80 ± 83	67 ± 91	75 ± 157	61 ± 69	x 0.8

Figure 17 : Evolution de la densité réduite (hors planctonophages) moyenne des poissons pour 100 m² dans le PNCaI, dans les ZNP et hors ZNP.

Les valeurs des densités moyennes réduites par station sont reportées en annexe pour les quatre campagnes de 2013, 2016, 2019 et 2022 par transect de 125 m² et pour 100 m² (Annexe 5, Annexe 6, Annexe 7 et Annexe 8).

Les valeurs des densités cumulées réduites par station sont reportées sur une figure en annexe pour les quatre campagnes de 2013, 2016, 2019 et 2022 par transect et pour 100 m² (Annexe 7).

Les stations HZNP qui ont des valeurs de densités réduites en augmentation sont S08 Plateau des Chèvres, S16 Ouest Figuier et S23 Soubeyrane. Il faut noter la baisse continue des densités réduites à S24 Ile Verte. Dans les ZNP les stations qui présentent des tendances à l'augmentation sont S11 Plane, S17 Devenson et S22 Cap Soubeyrane, mais c'est à S04 Veyron que les densités réduites sont les plus élevées depuis le début du suivi (Annexe 7).

Le cumul des abondances de poissons hors espèces planctonophages montre combien les évaluations sont cohérentes depuis le début du suivi avec des effectifs cumulés constants hors ZNP depuis 2016 et des effectifs qui ne présentent pas de tendance évolutive de progression ni de régression non plus dans les ZNP (Figure 18). L'écart se maintient entre ZNP et HZNP.

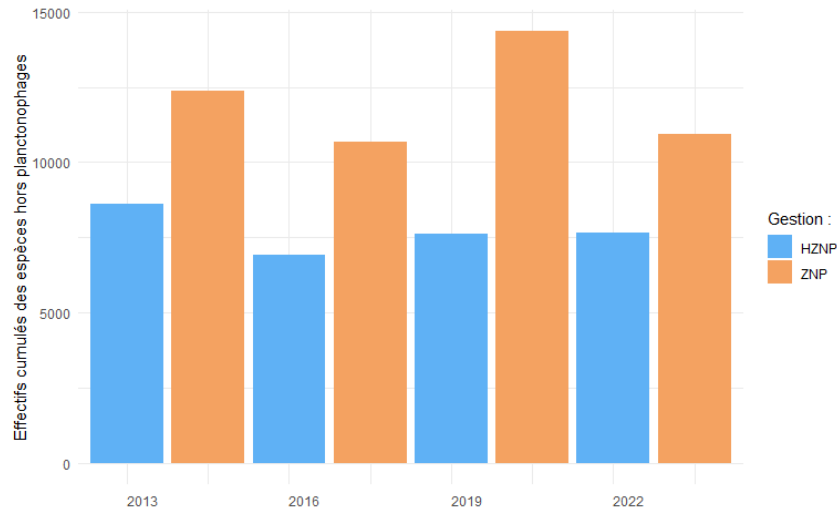


Figure 18 : Evolution des effectifs cumulés (nb de poissons) selon le mode de gestion des poissons (hors espèces planctonophages) recensés dans le PNCal (ZNP : zones de non-prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

Les espèces sont rangées par ordre décroissant d'abondance dans la Figure 19. Une fois retirées les espèces planctonophages, celles qui dominent le peuplement sont les mêmes que les années précédentes et classées dans le même ordre : la girelle (*Coris julis*), le sar à tête noire (*Diplodus vulgaris*) et la saupe (*Sarpa salpa*), suivie par *D. sargus* et *S. tinca* sont les espèces les plus abondantes. Le rouget, espèce d'intérêt halieutique occupe la neuvième place lors du suivi de 2022. Les dominances en abondance sont les mêmes dans les ZNP et en dehors.

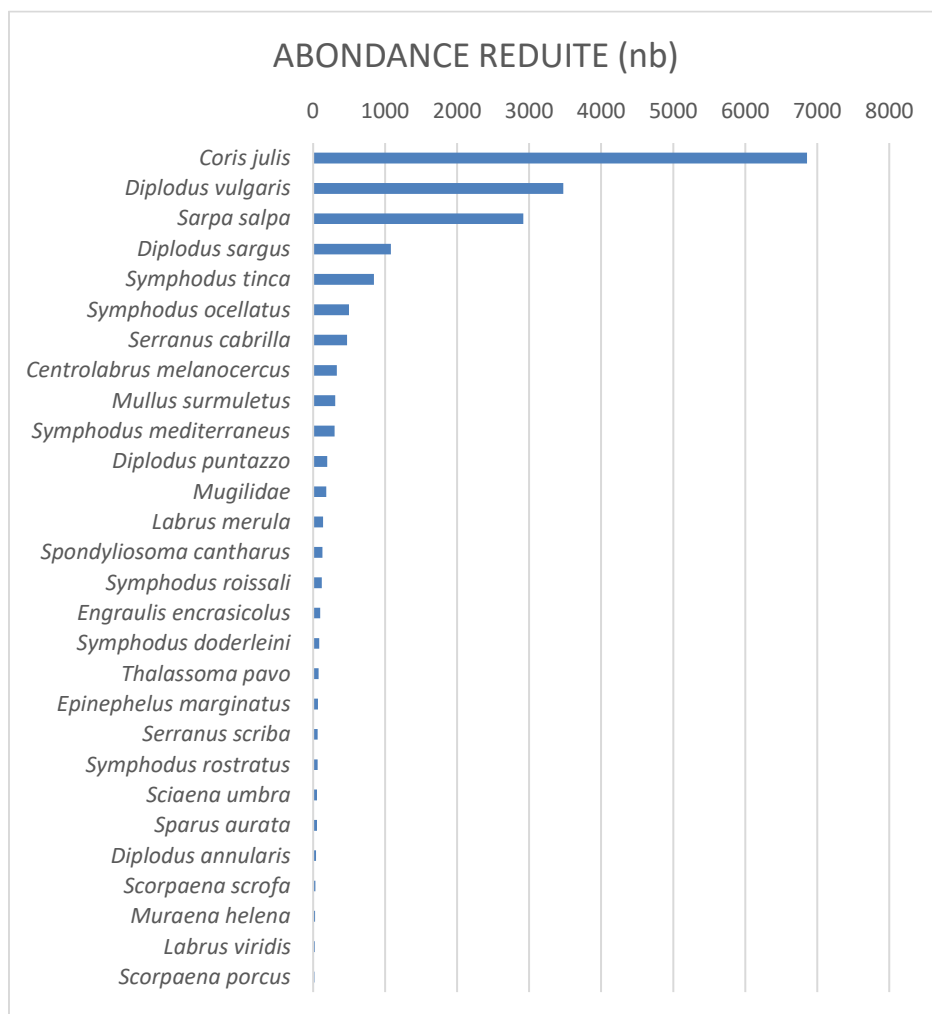


Figure 19 : Espèces dominant le peuplement de poissons des Calanques en abondance (effectifs hors espèces planctonophages). Biomasse cumulée par espèce dans les recensements par comptages visuels dans le PNCal à T0+9 (comptages par transects, 5-25 m, 24 stations)

4.2.2 Biomasses réduites

Les biomasses réduites se maintiennent au même niveau depuis l'état zéro, en dehors des ZNP, à environ 5 kg /100 m² en moyenne. La variabilité de l'estimation est faible à chaque retour (Tableau 20, Figure 20). Dans les ZNP les biomasses réduites ont nettement progressé de 2013 à 2019 et sont revenue en 2022 à une estimation similaire à celle de 2016 autour de 11 kg /100 m². Soit une biomasse moyenne réduite de téléostéens X 2. Les évaluations de biomasses présentent une variabilité nettement plus forte dans les ZNP qu'à l'extérieur.

La biomasse réduite est significativement plus élevée en ZNP que hors ZNP ($p < 0.001$).

Tableau 20 : Evolution de la biomasse moyenne réduite de poissons entre 5 et 25 m de profondeur depuis le début du suivi dans le PNCa.

Biomasse réduite moyenne/100 m ²	2013	2016	2019	2022	Evolution 2013-2022
Zone d'étude PNCa + AMA	6.6 ± 14.7	8.3 ± 13.7	10.3 ± 29.3	7.0 ± 9.2	x 1.1
HZNP	4.1 ± 4.5	5.1 ± 6.6	4.7 ± 6.0	4.5 ± 6.3	x 1.1
ZNP	9.1 ± 20.1	11.6 ± 17.7	16.0 ± 40.2	9.6 ± 10.8	x 1.2
Côte	3.4 ± 3.5	6.3 ± 8.6	10 ± 17.8	6.2 ± 7.0	x 1.8
Iles	8.9 ± 18.8	9.8 ± 16.3	10.6 ± 35.3	7.7 ± 10.4	x 0.9

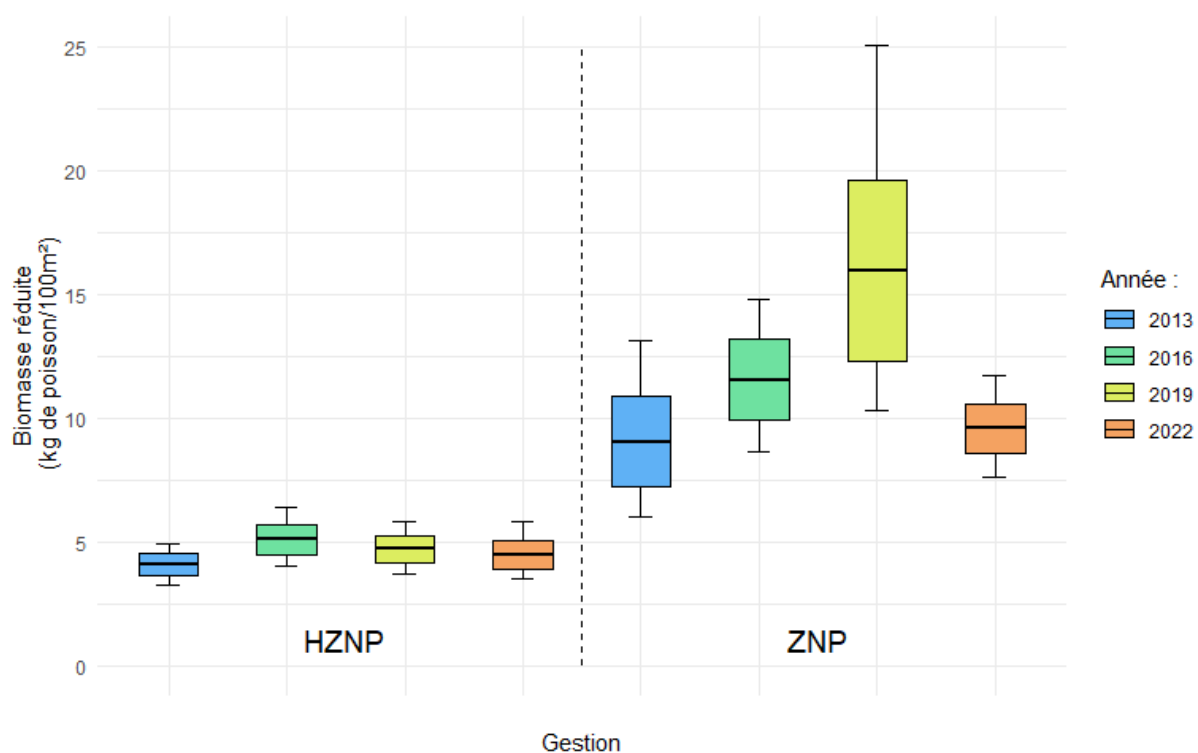


Figure 20 : Evolution de la biomasse réduite (hors planctonophages) moyenne des poissons pour 100 m² dans le PNCa, dans les ZNP et hors ZNP.

(Comme lors des autres campagnes, la biomasse moyenne réduite n'est pas différente entre les deux campagnes d'évaluation de 2022, que ce soit hors ZNP ($p = 0.212$ ns) ou dans les ZNP ($p = 0.137$ ns)).

Les espèces contribuant majoritairement à la biomasse réduite de poissons échantillonnés par comptages visuels sont d'abord les saupes *Sarpa salpa*, les mérours *Epinephelus marginatus*, les 3 espèces de sars *Diplodus* spp., la murène *Muraena helena*, puis les mugilidés et les dentis *Dentex dentex*. Le mérour qui occupait le troisième rang en 2019 s'est hissé à la seconde place en 2022. Les mugilidés et les dentis *Dentex dentex* ont également gagné en importance relative et sont passés devant les girelles *Coris julis* dans le classement (Figure 21).

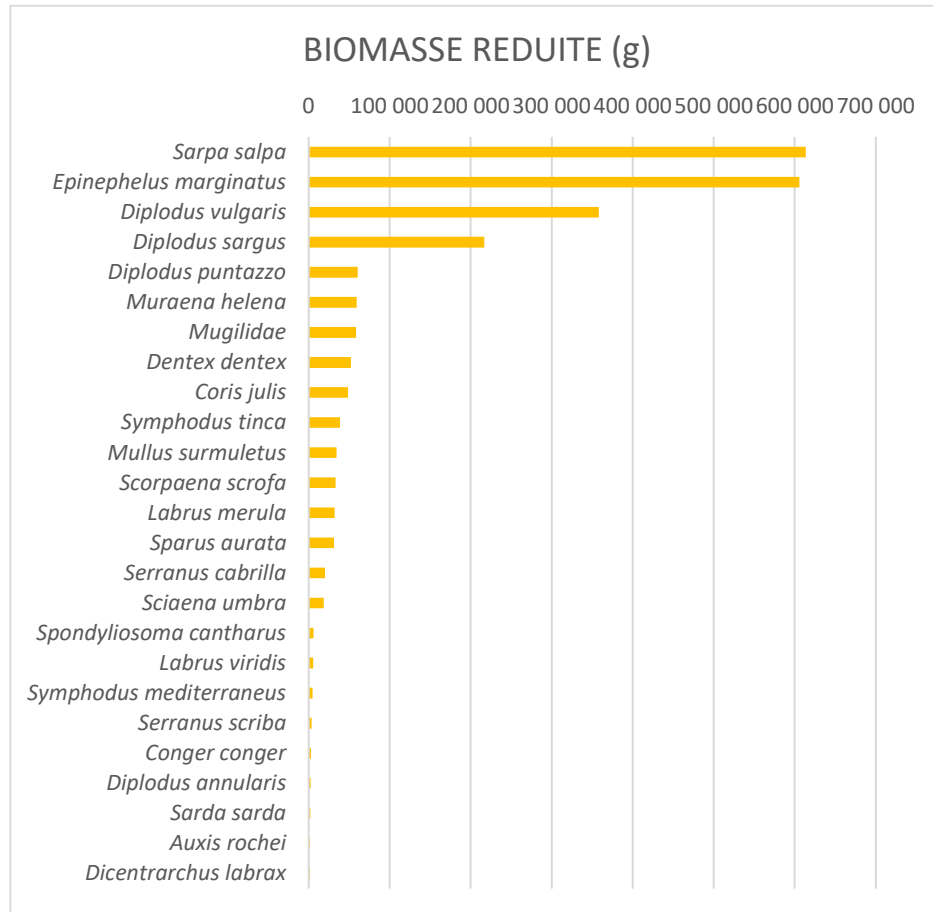


Figure 21 : Espèces dominant le peuplement de poissons des Calanques en biomasse (total g, hors espèces planctonophages). Biomasse cumulée par espèce dans les recensements par comptages visuels dans le PNCal à T0+9 (comptages par transects, 5-25 m, 24 stations).

Les valeurs des biomasses moyennes réduites par station sont reportées en annexe pour les quatre campagnes de 2013, 2016, 2019 et 2022 par transect de 125 m² et pour 100 m² (Annexe 5, Annexe 6, Annexe 7 et Annexe 8).

Les valeurs des biomasses cumulées réduites par station sont reportées sur une figure en annexe pour les quatre campagnes de 2013, 2016, 2019 et 2022 par transect et pour 100 m² (Annexe 8).

Les stations hors ZNP qui ont des valeurs de biomasse réduite en augmentation sont S05 Tiboulén de Maire, S06 Fromages, S07 Jarre Briançon et surtout S08 Plateau des Chèvres ; S21 Phare Cassidaigne se maintient au même niveau qu'en 2019. Dans les ZNP, les stations qui présentent des tendances à l'augmentation sont S03 Planier, S11 Plane et S14 Grand Conglue, mais les stations S04 Veyron, S09 Moyades et S12 Cortiou demeurent celles où les biomasses réduites sont globalement les plus élevées depuis le début du suivi (Annexe 8).

La somme des biomasses de poissons recensées hors espèces planctonophages demeure 2.5 fois plus élevée dans les ZNP qu'en dehors (Figure 22). Hors ZNP, les évaluations sont incroyablement constantes depuis le début du suivi.

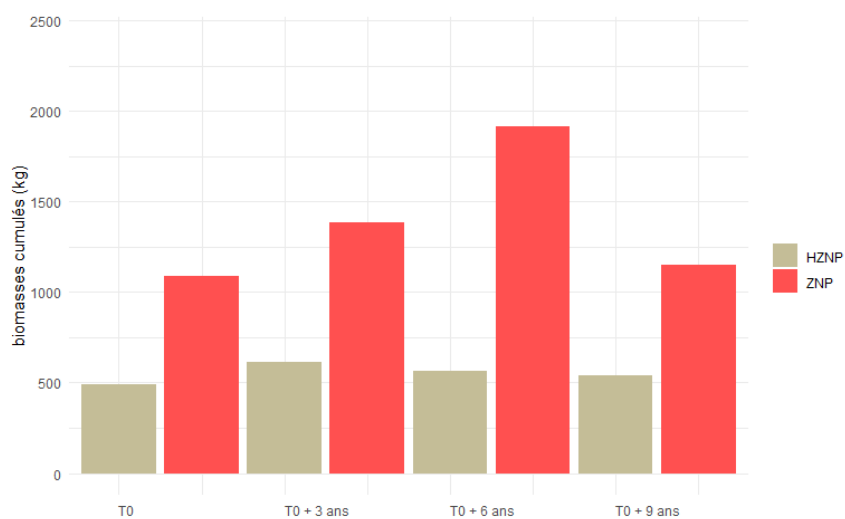


Figure 22 : Evolution des biomasses réduites cumulées (kg de poissons) selon le mode de gestion des poissons (hors espèces planctonophages) recensés dans le PNCaI (ZNP : zones de non-prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

4.3 Peuplement de poissons téléostéens superficiel (0-5 m de profondeur)

4.3.1 Liste et occurrence des espèces

La liste des taxons observés lors des comptages en plongée libre (PMT) entre 0 et 5 m de profondeur au niveau des 12 stations, leur occurrence à chaque station, la richesse spécifique moyenne par station, son écart-type et son coefficient de variation (Cv) sont présentés dans le Tableau 21.

Au total, 35 taxons ont été observés dans les petits fonds lors de la campagne de 2022, 9 ans après l'état zéro, contre 36 taxons en 2013 et en 2016 et 35 en 2019. Ce qui est stable dans la durée.

Les espèces suivantes ont été rencontrées dans plus de 50% des stations : *Chromis chromis*, *Coris julis*, *Diplodus sargus*, *D. vulgaris*, *Oblada melanurus*, *Sarpa salpa*, *Symphodus roissali*, *S. tinca* et *Thalassoma pavo*.

Il est intéressant d'observer que les occurrences en ZNP atteignent plus souvent des valeurs élevées et jusqu'à 100% pour *Diplodus sargus*, 80% pour *Oblada melanurus*, 72% pour *Sarpa salpa*, 78% pour *Symphodus tinca* et globalement des valeurs d'occurrence plus élevées qu'en dehors des ZNP.

Un seul mérou *Epinephelus marginatus* a été observé dans les fonds de 0-5 m, c'était à la Sablière de Riou ; 6 corbs *Sciaena umbra* ont été observés également en PMT, dont 5 au Devenson et 1 à Plane Sud.

La richesse spécifique totale, en 2019, était relativement homogène entre les stations et variait entre 18 et 23 espèces observées par station. La valeur la plus faible s'observait au niveau de P08-Pierres tombées (18 espèces) alors que la plus élevée s'observait dans la station P07-Plane Sud (23 espèces).

La richesse spécifique moyenne par transect, en 2020, varie entre 5 et 10 espèces observées par comptage selon les stations. La valeur la plus faible a été observée au niveau de P08-Pierres tombées (5 espèces) alors que la plus élevée a été observée à la station P06-Sablière ou P07-Plane-Sud (10 espèces).

La richesse totale observée par station est comprise entre 13 et 20 espèces, alors que le nombre de taxons maximum observé par comptage est compris entre 8 et 14 selon les stations.

Une nette différence est observée de la RS au sein des stations en ZNP : toujours plus élevée, que hors ZNP (HZNP) (sauf à la station P09-Devenson). Les coefficients de variation varient fortement entre les stations HZNP et en ZNP.

Tableau 21 : Liste et occurrence par réplicat des espèces observées entre 0 et 5 m (PMT) dans le Parc national des Calanques en 2022. Les espèces présentes dans au moins 50 % des transects réalisés à chaque station (5/10) sont en vert clair et les espèces présentes dans plus de 75 % des transects réalisés à chaque station sont en vert foncé. Les stations en ZNP sont signalées par une astérisque*.

	ZNP					HZNP									
Taxons\Occurrences	P03_Planier	P06_Sablière	P07_Plane_Sud	P09_Devenson	P10_Cap Soubeyrane	P01_Frioul	P02_Château_If	P04_Samena	P05_Marseilleveyre	P08_Pierres_tombées	P11_Soubeyrane	P12_Mugel_Negue_Foume	Occurrence totale	Occurrence ZNP	Occurrence HZNP
<i>Anthias anthias</i>	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
<i>Apogon imberbis</i>	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	2		3
<i>Atherina sp.</i>	30	20	0	0	0	10	10	0	0	10	20	10	9	10	9
<i>Blenniidae</i>	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	2		3
<i>Boops boops</i>	0	0	0	0	20	10	0	0	0	20	0	30	7	4	9
<i>Centrolabrus melanocercus</i>	0	0	0	0	20	0	20	0	20	0	20	0	7	4	9
<i>Chromis chromis</i>	0	80	50	90	40	100	80	80	20	50	0	100	58	52	61
<i>Coris julis</i>	100	60	50	20	100	80	100	40	80	30	100	90	71	66	74
<i>Dentex dentex</i>	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
<i>Dicentrarchus labrax</i>	20	0	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	3	8	
<i>Diplodus annularis</i>	0	0	0	0	0	10	10	0	20	0	0	0	3		6
<i>Diplodus puntazzo</i>	10	90	90	40	0	0	30	20	0	20	10	10	27	46	13
<i>Diplodus sargus</i>	100	100	100	100	100	40	50	80	20	10	90	20	68	100	44
<i>Diplodus vulgaris</i>	60	80	100	80	50	60	80	60	80	20	20	30	60	74	50
<i>Epinephelus marginatus</i>	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
<i>Labrus merula</i>	30	50	80	20	60	0	0	0	20	0	20	0	23	48	6
<i>Labrus viridis</i>	10	0	10	0	0	0	0	0	30	0	0	0	4	4	4
<i>Mugilidae</i>	40	50	0	30	0	40	30	20	0	10	30	0	21	24	19
<i>Mullus surmuletus</i>	20	20	10	0	10	10	10	0	10	10	0	30	11	12	10
<i>Muraena helena</i>	0	30	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	3	6	1
<i>Oblada melanurus</i>	50	90	70	90	100	50	30	80	40	100	60	10	64	80	53
<i>Sarpa salpa</i>	50	70	70	70	100	60	50	80	20	30	80	0	57	72	46
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	
<i>Serranus cabrilla</i>	0	0	10	0	10	0	0	20	0	0	0	70	9	4	13
<i>Serranus scriba</i>	0	0	10	0	0	0	30	0	0	0	0	0	3	2	4
<i>Sparus aurata</i>	10	50	40	0	0	10	0	0	0	0	0	0	9	20	1
<i>Spicara maena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3		4
<i>Spicara smaris</i>	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
<i>Symphodus cinereus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	1		1
<i>Symphodus doderleini</i>	0	0	10	0	0	10	20	10	20	0	0	0	6	2	9
<i>Symphodus ocellatus</i>	80	30	50	0	40	40	50	10	10	20	60	60	38	40	36
<i>Symphodus roissali</i>	100	40	50	0	90	90	70	90	70	10	70	40	60	56	63
<i>Symphodus rostratus</i>	10	0	20	0	0	0	0	0	20	0	10	0	5	6	4
<i>Symphodus tinca</i>	100	90	90	20	90	60	100	50	80	90	80	20	73	78	69
<i>Thalassoma pavo</i>	50	70	70	80	90	70	30	90	30	20	80	90	64	72	59
Nb réplicats	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	50	70
RS station/RS totale	19	19	21	13	16	18	20	14	17	16	15	16	35	30	29
RS moyenne par comptage	9	10	10	7	9	8	8	7	6	5	8	7		9	7
RS ecart type	1.9	1.8	2.7	1.0	1.5	2.7	1.9	2.5	1.3	1.6	1.4	0.8		0.7	0.7
Cv	22%	18%	27%	15%	16%	35%	23%	34%	22%	36%	19%	13%		8%	10%
RS max par comptage	11	14	14	8	12	12	11	11	8	8	10	8		14	12

4.3.2 Richesse spécifique

En 2022, la richesse spécifique a fortement baissé dans les petits fonds hors ZNP : valeur la plus faible observée depuis le début du suivi, comme dans les ZNP. Nous attribuons cette valeur à l'agitation observée dans certaines stations HZNP lors des comptages (Tableau 22, Figure 23).

Dans les ZNP, la richesse spécifique moyenne se situe au même niveau qu'en 2016. La richesse spécifique moyenne observée en 2022 est nettement plus faible hors ZNP que dans les ZNP où elle est 1.3 fois plus élevée, mais sans avoir beaucoup évolué depuis le début du suivi.

Tableau 22 : Evolution de la richesse taxonomique moyenne de poissons téléostéens entre 0 et 5 m (par comptage de 3 minutes en PMT) observée dans le Parc national des Calanques, depuis le début du suivi.

Nbre de taxons moyen/comptage 3 min	2013	2016	2019	2022	Evolution (2013-2022)
Zone d'étude PNCal	8.4 ± 2.1	8.5 ± 2.2	9.3 ± 2.6	7.7 ± 2.4	x 0.9
HZNP	8.5 ± 2.3	8.3 ± 1.8	8.5 ± 2.2	6.8 ± 2.1	x 0.8
ZNP	8.02 ± 1.9	8.9 ± 2.6	10.5 ± 2.6	9.0 ± 2.3	x 1.1

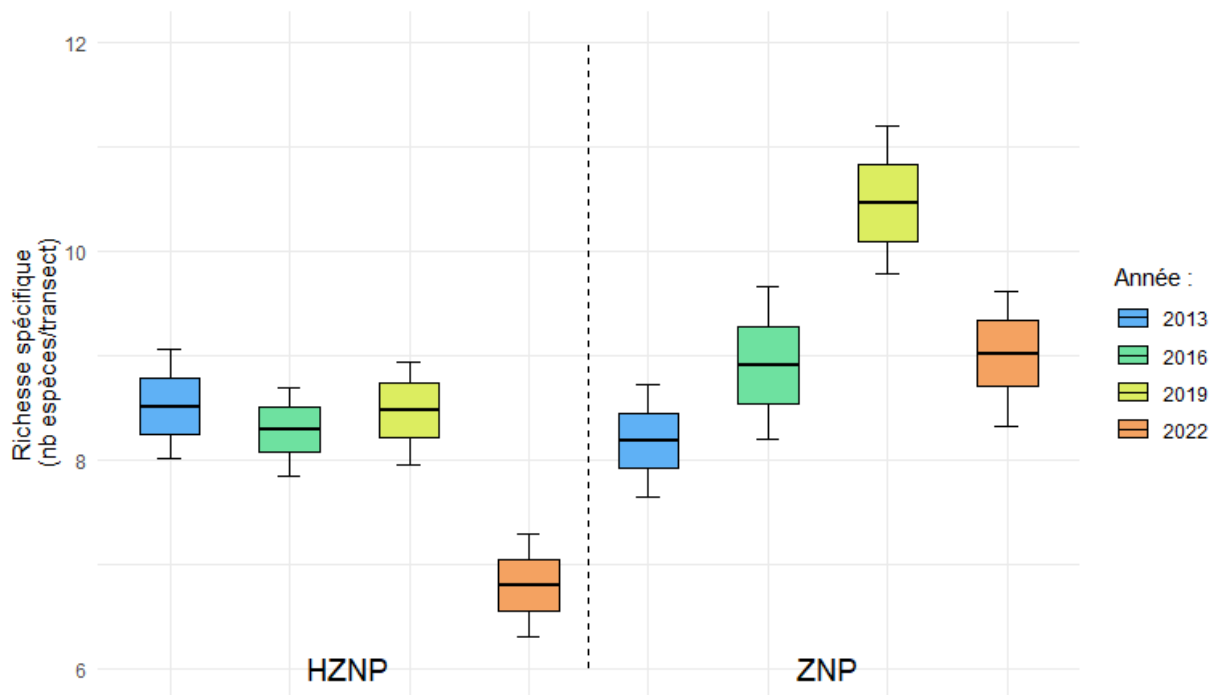


Figure 23 Evolution de la richesse spécifique moyenne de poissons dans les comptages de 3 min en PMT dans le PNCal selon le mode de gestion (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP). Le boxplot représente la moyenne (le trait vertical), l'erreur type (boîte) et l'intervalle de confiance à 95% (barres d'erreur).

4.3.3 Densités

A l'état zéro la densité moyenne de poissons présentait une valeur très élevée hors ZNP et basse dans les ZNP. Depuis 2016, la densité moyenne de poissons téléostéens observée dans les petits fonds a régulièrement progressé hors ZNP. Elle est passée de 115 à 175 individus par comptage en 2022. Dans les ZNP, elle a progressé de 2013 à 2019 en passant de 91 à 201 individus par comptage et est revenue en 2022 à une densité moyenne de 161 individus par comptage, ce qui correspond à un facteur d'augmentation de 1.8 par rapport à 2013 (Tableau 23).

Tableau 23 : Evolution de la densité moyenne de poissons téléostéens entre 0 et 5 m (par comptage de 3 minutes en PMT) observée dans le Parc national des Calanques, depuis le début du suivi.

Nbre moyen/comptage 3 min	2013	2016	2019	2022	Evolution (2013-2022)
Zone d'étude PNCal	167 ± 185	139 ± 151	167 ± 151	169 ± 211	x 1.0
HZNP	220 ± 224	115 ± 113	143 ± 119	175 ± 223	x 0.8
ZNP	91 ± 49	173 ± 189	201 ± 184	161 ± 194	x 1.8

Alors qu'il n'y avait pas de différences significatives de la densité moyenne entre les années de 2013 à 2019 (toutes stations confondues, $p > 0.05$ ns), cette différence devient significative avec le retour en 2020 ($p > 0.05$). L'évolution est différente en ZNP, avec une nette augmentation de 2013 à 2019, puis une baisse en 2020, alors que hors ZNP, la densité a augmenté de 2016 à 2019 pour revenir en 2020 au niveau de 2016 (Figure 24).

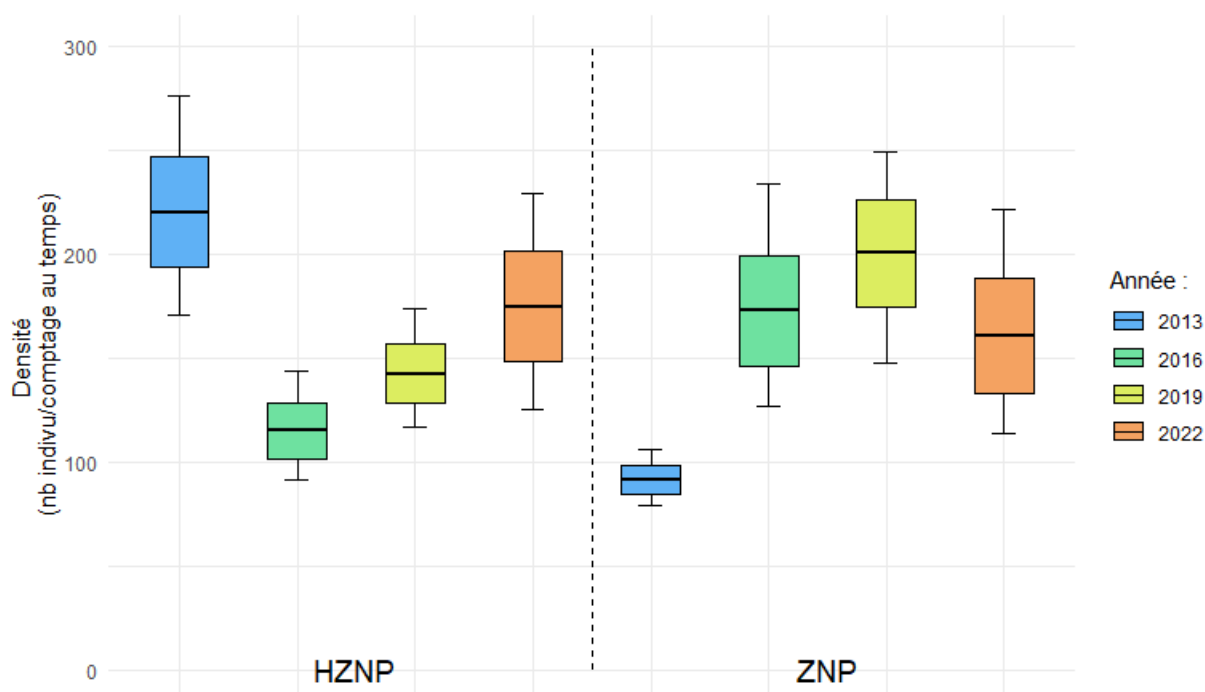


Figure 24 : Evolution de la densité moyenne de poissons dans les comptages de 3 min en PMT dans le PNCaI selon le mode de gestion (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP). Le boxplot représente la moyenne (le trait vertical), l'erreur type (boîte) et l'intervalle de confiance à 95% (barres d'erreur).

La densité moyenne varie également nettement en fonction des stations. Ces variations s'expliquent en partie par l'abondance de certaines espèces planctonophages grégaires et abondantes (oblades, athérines, castagnoles, etc.). Selon le graphique de la Figure 25, les stations situées HZNP montrent pour la majorité une tendance à la diminution de la densité moyenne (P02 Château d'If, P05 Marseilleveyre et P11 Soubeyrane). D'autres ne montrent pas de réelles tendances à l'augmentation (P1 Frioul, P12 Mugel) (Annexe 13). Ces observations sont bien sûr conditionnées par la composition du peuplement. Par exemple, la relative stabilité de la densité du peuplement de la station P02-Château d'If correspond en fait à une évolution de sa composition, la baisse de l'abondance de la plupart des espèces (*Diplodus vulgaris*, *Chromis chromis*, *Oblada melanura*, *Sarpa salpa*, etc.) de 2013 à 2019, est masquée par l'augmentation de l'abondance d'*Atherina* sp.

Après le pic de 2019, la densité moyenne réduite en 2020 retrouve une valeur moyenne proche de celles de 2013 et 2016.

La densité réduite est significativement plus élevée en ZNP qu'hors ZNP ($p < 0.01^{**}$) (Figure 25). Malgré la diminution constatée en 2020, l'évaluation de 2020 est intermédiaire entre celle de 2016 et celle de 2019.

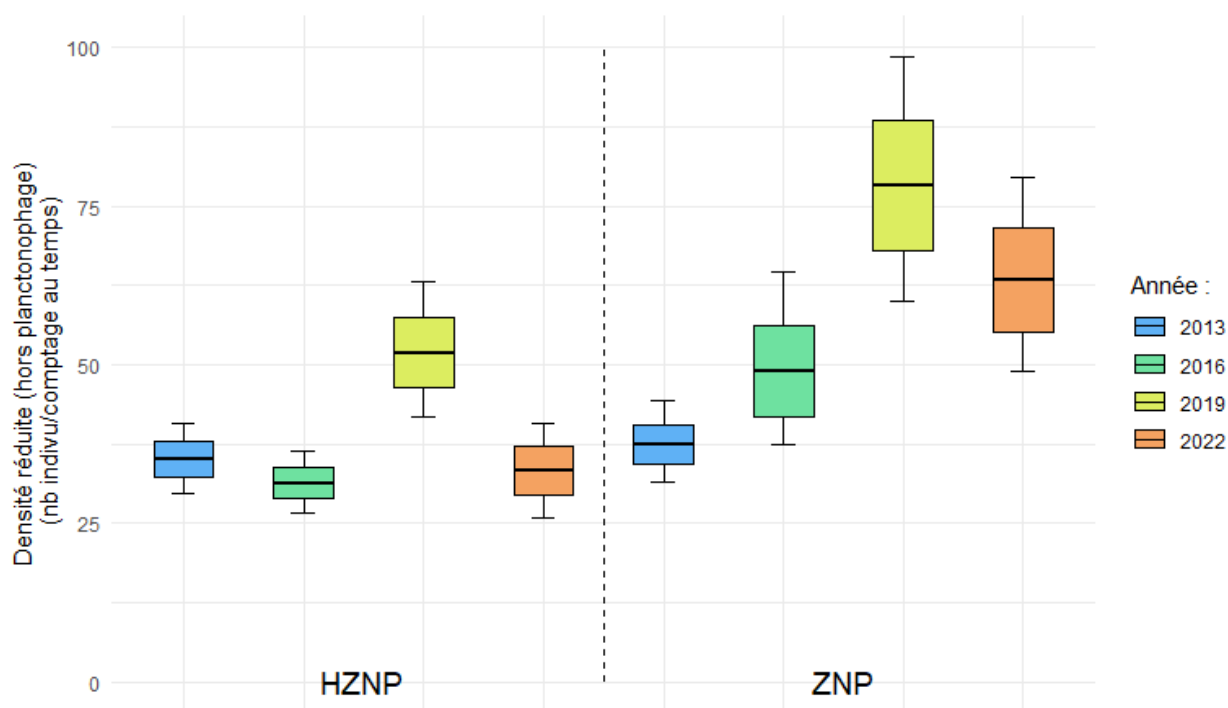


Figure 25 : Evolution de la densité moyenne réduite de poissons entre 0 et 5 m dans les comptages de 3 min en PMT dans le PNCal selon le mode de gestion (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP). Le boxplot représente la moyenne (le trait vertical), l'erreur type (boîte) et l'intervalle de confiance à 95% (barres d'erreur).

En 2019, la densité moyenne réduite était particulièrement haute à Marseilleveyre et aux Pierres tombées. En 2020, on retrouve les densités moyennes des retours précédents, avec peu de différence entre les stations hors ZNP.

Dans les petits fonds des ZNP, la densité moyenne réduite de poissons a tendance à augmenter depuis le début du suivi sauf au Devenson où elle est très variable à chaque retour et au Mugel où elle est stable. A la Sablière et à Plane Sud, la progression est importante depuis T0.

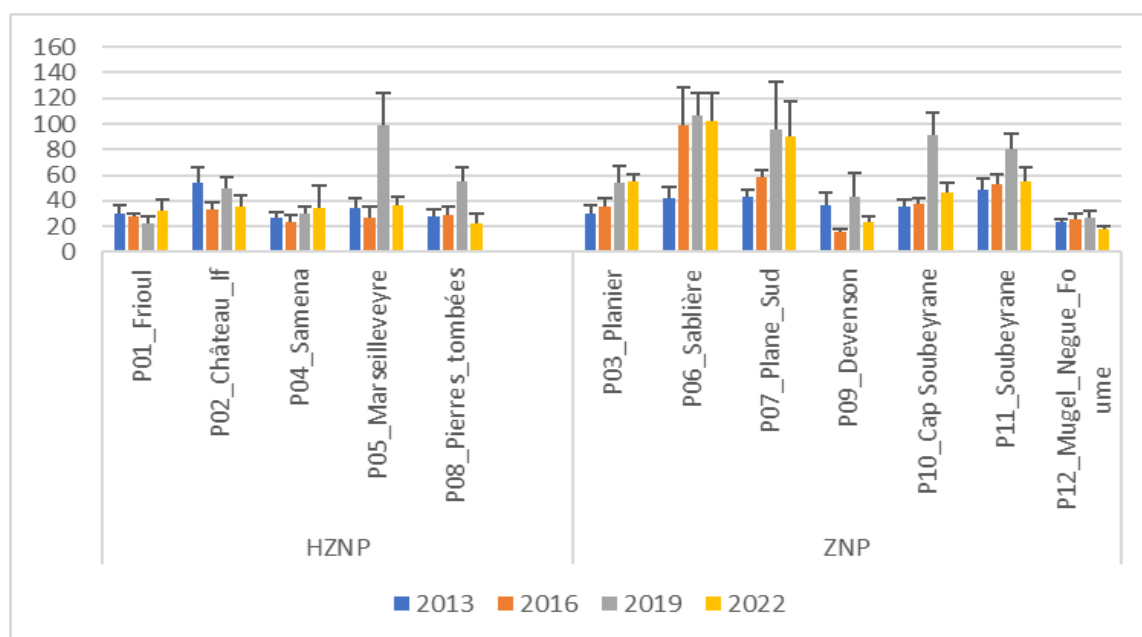


Figure 26 : Evolution de la densité moyenne réduite de poissons entre 0 et 5 m par comptage de 3 min entre 0 et 5 m selon les stations dans le PNC. Les stations hors ZNP et dans les ZNP sont regroupées (HZNP : hors ZNP ; ZNP : zones de non prélèvement).

Les assemblages de poissons des petits fonds sont dominés en 2020, en abondance, par des espèces planctonophages : *Chromis chromis*, *Atherina* sp. en ZNP et *Chromis chromis*, *Boops boops*, *Spicara maena*, hors ZNP (Figure 27Figure 26).

Cependant, des différences s'observent entre ZNP et HZNP.

En dehors des espèces planctonophages, hors ZNP, les saupes et les muges dominent les assemblages et sont classées avant les oblades *Oblada melanurus* et les girelles *Coris julis*.

Dans les ZNP, la première espèce en densité hors planctonophages est la saupe *Sarpa salpa* avant les oblades *Oblada melanurus* et les sars *Diplodus vulgaris* et *D. sargus*.

En ZNP, l'abondance du sar à tête noire *Diplodus vulgaris* dans les petits fonds est environ 3 fois plus grande qu'hors ZNP, celle de *D. sargus* 4.7 fois plus élevée, etc. D'autres espèces présentent des abondances du même ordre de grandeur en ZNP ou hors ZNP : le crénilabre *Symphodus tinca*, les muges, etc. Cela démontre le prélèvement qui peut s'effectuer hors ZNP à même profondeur.

La girelle *Coris julis*, la girelle paon *Thalasoma pavo* et les mugilidés sont deux fois moins abondants dans les ZNP qu'en dehors, ce qui n'était pas le cas en 2019.

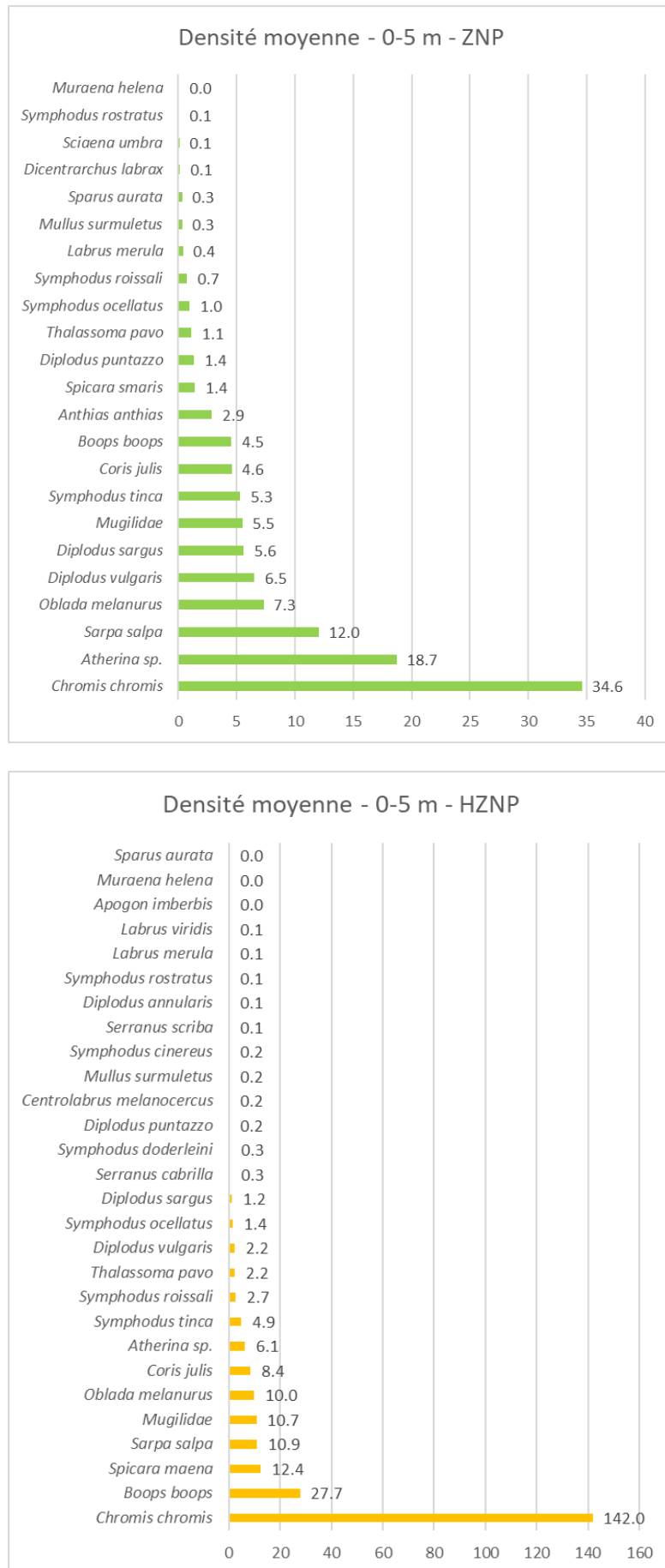


Figure 27 : Densité moyenne (par comptage) des principaux taxons présents entre 0 et 5 m dans les comptages en plongée libre (0-5 m), dans (ZNP)et hors zones de non-prélèvement (HZNP).

4.3.4 Biomasse

La biomasse moyenne de poissons téléostéens observée dans les petits fonds a été multipliée par 3.1 entre le suivi de 2013 et celui de 2022, passant de 2.83 à 8.87 kg de poissons par comptage. L'estimation de 2022 est légèrement supérieure à celle de 2019. Hors ZNP (HZNP), malgré l'absence de protection, la biomasse est néanmoins 1.2 fois plus grande qu'en 2013. En ZNP, la biomasse moyenne estimée a diminué de moitié par rapport au dernier suivi passant de plus de 15 kg à presque 9 kg/100m². La biomasse moyenne des poissons dans les petits fonds des ZNP en 2022 est deux fois plus élevée qu'en 2013 (Tableau 24).

Tableau 24 : Evolution de la biomasse moyenne de poissons téléostéens (kg par comptage de 3 minutes en PMT) observée dans le Parc national des Calanques, depuis le début du suivi.

Biomasse moyenne (kg/comptage 3 min)	2013	2016	2019	2022	Evolution (2013-2022)
Zone d'étude PNCal	2.8 ± 4.6	5.8 ± 17.4	8.7 ± 18.9	8.9 ± 9.7	x 3.1
HZNP	1.9 ± 3.9	2.1 ± 2.5	4.0 ± 12.0	2.2 ± 3.4	x 1.2
ZNP	4.2 ± 5.1	11.1 ± 26.0	15.3 ± 24.1	8.6 ± 13.7	x 2.1

Alors que la biomasse moyenne n'a pas augmenté significativement hors ZNP depuis l'état initial en 2013 (Figure 28), cette biomasse a augmenté dans les ZNP en présentant de fortes variations selon les années. La différence entre ZNP et HZNP est très marquée ($p < 0.001$), en faveur des stations en ZNP malgré la baisse observée en 2022.

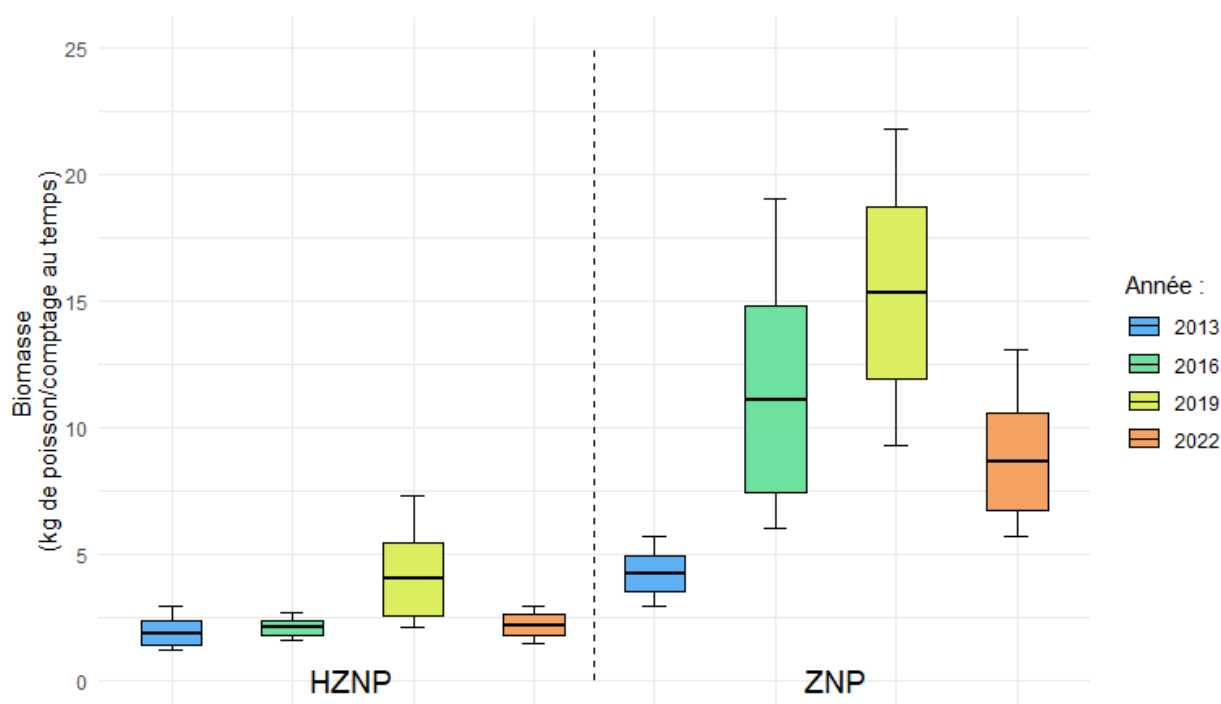


Figure 28 Evolution de la biomasse moyenne de poissons entre 0 et 5 m dans les comptages de 3 min en PMT dans le PNCal selon le mode de gestion (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP). Le boxplot représente la moyenne (le trait vertical), l'erreur type (boîte) et l'intervalle de confiance à 95% (barres d'erreur).

En considérant la biomasse réduite dans les petits fonds la différence entre les stations situées hors ZNP et les stations en ZNP est importante (Figure 29). En 2019, la biomasse moyenne était près de 4 fois plus grande en ZNP qu'hors ZNP. En 2022, elle demeure 2 fois plus grande. Hors ZNP, les biomasses moyennes réduites sont nettement plus faibles. Une évolution positive s'observe dans les petits fonds de la station Plane sud. La Sablière présente également des records de biomasse réduite pour les petits fonds du PNCa.

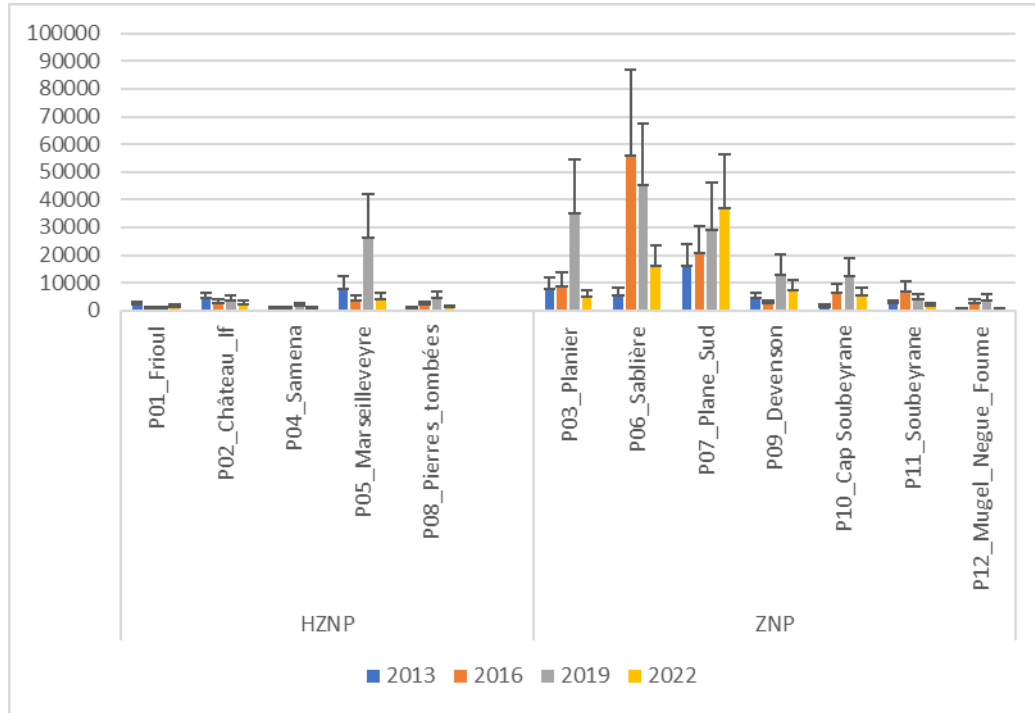


Figure 29 : Evolution de la biomasse moyenne réduite de poissons entre 0 et 5 m par comptage de 3 min entre 0 et 5 m selon les stations dans le PNCa. Les stations hors ZNP et dans les ZNP sont regroupées (HZNP : hors ZNP ; ZNP : zones de non prélèvement).

4.4 Espèces de poissons cibles de la pêche

Les résultats présentés dans ce paragraphe sont issus des analyses des comptages par transects (TRA) et des comptages sur parcours aléatoire au temps (TPS). Dans les parcours au temps, les espèces cibles rencontrées sont notées en fonction de leur taille (2 catégories : 'petit/moyen' ou 'grand') dont les limites ont été définies à partir de référentiels sur les espèces (Bauchot et Pras, 1980 ; Ecocen, Fishbase).

4.4.1 Nombre d'espèces cibles par station entre 5 et 25 m de profondeur (TPS)

Le nombre d'espèces-cibles vues à chaque station à l'issue des 20 parcours de 3 min en 2013 et en 2022 est présenté dans la Figure 30.

Le résultat des parcours au temps montre que la richesse spécifique moyenne a augmenté dans la majorité des stations entre 2013 et 2022. Hors ZNP, elle n'a diminué que dans les stations : S01 Tiboulou du Frioul et S05 Tiboulou de Maire ; dans les ZNP elle n'a diminué qu'à la station S04 Veyron.

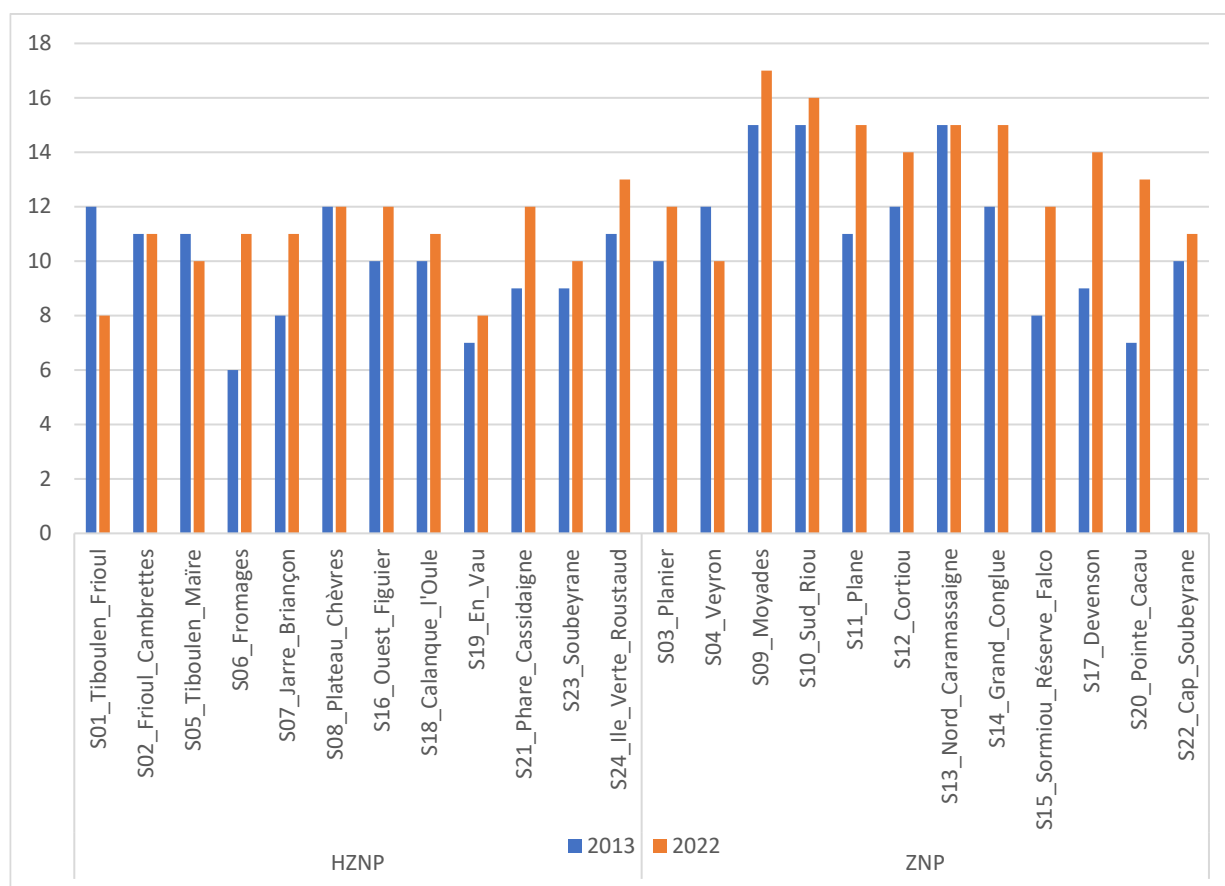


Figure 30 : Evolution de la richesse spécifique moyenne de la catégorie 'grand' : nombre moyen d'espèces cibles rencontrées par parcours de 3 min (TPS) au sein des stations étudiées dans le PNCal sur une liste de 24 espèces ; (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

4.4.2 Occurrence des espèces cibles par station entre 5 et 25 m de profondeur (TPS)

Les parcours réalisés au temps permettent d'augmenter les chances de rencontre des espèces cibles à l'échelle de chaque station. Les individus sont répartis en 2 catégories de taille : les 'grands' individus et les 'petits-moyens' pour les 27 espèces rencontrées à chaque station. L'augmentation de la proportion de 'grands' individus est un indicateur de protection, car ces individus sont plus âgés et que leur survie dans le site a été plus grande ; c'est donc que la pêche ou la prédation y sont moins intensives.

Afin de voir quelles sont les stations et les espèces qui présentent un changement au niveau des grands individus depuis la mise en protection des ZNP dans le Parc national des Calanques, les fréquences d'occurrence par comptages et aussi par stations (ZNP/HZNP) et par espèces ont été calculées dans les tableaux suivants : **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Tableau 25

- **Les 'grands' individus**

Globalement peu d'espèces ont des fréquences d'individus de grande taille élevées (comprises entre 50% et 75% d'occurrence) à l'échelle des parcours au temps de chaque station. Il s'agit de *Coris julis* (uniquement au Plateau des chèvres), *Diplodus puntazzo* (Phare de Cassidaigne et Moyades), *D. sargus*, *D. vulgaris*, *Mullus surmuletus* (Devenson) et *Serranus cabrilla* (Calanque de Loule HZNP, et la plupart des stations en ZNP), *Serranus cabrilla* à Soubeyrane et *Symphodus tinca* bien présent dans l'ensemble du parc. *Mullus surmuletus* et *Serranus cabrilla* présentent des occurrences d'observation beaucoup plus élevées en ZNP.

Les occurrences de 'grands' sont très élevées (supérieures ou égales à 75%) pour les espèces *D. sargus* et *D. vulgaris*, et pour *Serranus cabrilla*, qui peuvent être considérées comme permanentes sur tout le territoire des Calanques (occurrence par stations égale à 100% hors ZNP, comme pour les stations des ZNP). Dans les ZNP, *D. puntazzo* atteint également les 100% d'occurrence dans les comptages.

Les autres espèces peuvent être considérées comme occasionnelles (présentes dans 25% à 50% des transects) ou rares (occurrence < 25%) dans l'ensemble des stations.

On remarquera l'écart d'occurrence entre les stations hors ZNP et ZNP marqué pour les grands prédateurs ichtyophages en faveur des ZNP: *Dentex dentex* (50%/17%), *D. cervinus* (17%/8%), *Epinephelus marginatus* (75%/58%), *Labrus viridis* (17%/8%), *Scorpaena scrofa* (67%/8% !).

Sur les 24 espèces listées, aucune 'grande' sérieole *Seriola dumerili* n'a été rencontrée, un seul congre *Conger conger* n'a été vu en 2022 et seulement 2 mostelles *Phycis phycis* (événement non expliqué en 2022). Le corb est resté très discret aussi dans les parcours au temps : seulement 5 corbs ont été dénombrés principalement dans les ZNP.

Si l'on compare le tableau des occurrences de 2022 à celui de 2013, on peut constater :

- les occurrences de sars n'ont pas changé (100% des stations), *S. mediterraneus* et *S. tinca* sont très présents partout ;
- l'occurrence du mérou brun *Epinephelus marginatus* était la même à l'état zéro dans les stations HZNP et ZNP et le corb n'était pas du tout présent en 2013, les premiers corbs de grande taille du suivi ont été observés à Moyades en 2019 et il progresse lentement. Le chapon n'était pas présent non plus. L'occurrence du mérou brun de grande taille en ZNP est passée de 42% dans les stations de ZNP en 2013 à 75% en 2022. Elle ne dépasse pas 40% entre les comptages pour les estimations en ZNP contre 20% maximum hors ZNP ;
- la mostelle *Phycis phycis* atteignait une occurrence de 33% dans les stations de ZNP dans les comptages.
- les occurrences de la murène *Muraena helena* ont fortement progressé ;
- le rouget a fortement progressé dans toutes les stations du parc, y compris hors ZNP.

Tableau 25 : Occurrences dans les 20 transects aléatoires des individus de la catégorie 'grands' des différentes espèces rencontrées à chaque station en 2022 et en 2013 pour comparaison.

	HZNP													ZNP														
2022	S01_Tiboulen_Frioul	S02_Frioul_Cambrettes	S05_Tiboulen_Maire	S06_Fromages	S07_Jarre_Briançon	S08_Plateau_Chèvres	S16_Ouest_Figuier	S18_Calanque_l'Oule	S19_En_Vau	S21_Phare_Cassidaigne	S23_Soubeyrane	S24_Ile_Verte_Roustaud		S03_Planier	S04_Veyron	S09_Moyades	S10_Sud_Riou	S11_Plane	S12_Cortiou	S13_Nord_Caramassaigne	S14_Grand_Conglue	S15_Sormiou_Réserve_Falco	S17_Devenson	S20_Pointe_Cacau	S22_Cap_Soubeyrane	Occ stations HZNP	Occ stations ZNP	
Espèces																												
Conger conger	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	5%	5%		5%	5%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	8%
Coris julis	5%	10%	10%	0%	10%	60%	5%	15%	10%	15%	10%	20%		10%	5%	35%	15%	5%	5%	25%	20%	20%	25%	25%	20%	92%	92%	
Dentex dentex	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	10%	10%	5%		10%	10%	10%	25%	0%	0%	15%	15%	0%	0%	0%	0%	17%	50%	
Dicentrarchus labrax	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	5%	5%		5%	20%	0%	5%	25%	10%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	33%	
Diplodus cervinus	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	5%	15%		5%	5%	0%	15%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	17%	
Diplodus puntazzo	0%	15%	35%	20%	15%	15%	15%	0%	5%	75%	5%	10%		15%	25%	60%	20%	25%	10%	25%	35%	15%	25%	20%	30%	67%	100%	
Diplodus sargus	85%	55%	70%	65%	80%	45%	65%	90%	40%	30%	55%	60%		45%	65%	90%	80%	80%	85%	100%	90%	80%	90%	70%	65%	100%	100%	
Diplodus vulgaris	75%	60%	85%	90%	75%	65%	80%	65%	50%	75%	80%	65%		70%	75%	95%	70%	75%	95%	65%	70%	95%	85%	55%	70%	100%	100%	
Epinephelus marginatus	0%	0%	0%	5%	5%	10%	5%	10%	10%	20%	5%	5%		10%	40%	35%	40%	10%	0%	35%	20%	5%	0%	20%	0%	58%	75%	
Labrus merula	0%	0%	0%	0%	5%	5%	5%	0%	5%	10%	10%	10%		15%	15%	10%	15%	35%	10%	0%	5%	5%	20%	10%	5%	50%	92%	
Labrus viridis	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	5%	5%	5%	5%		5%	5%	5%	5%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	8%	17%	
Mullus surmuletus	35%	20%	20%	35%	25%	35%	30%	40%	20%	10%	25%	20%		10%	5%	20%	25%	15%	40%	40%	5%	35%	55%	25%	35%	100%	92%	
Muraena helena	0%	5%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	5%	5%		5%	10%	5%	20%	0%	15%	5%	10%	0%	10%	5%	5%	17%	75%	
Phycis phycis	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	5%	5%		5%	5%	0%	15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	
Sciaena umbra	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	5%	5%	5%	5%		5%	5%	10%	5%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	17%	
Scorpaena scrofa	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	5%	5%		10%	5%	15%	25%	5%	5%	10%	5%	0%	0%	5%	0%	8%	67%	
Serranus cabrilla	10%	20%	15%	10%	25%	30%	30%	50%	45%	20%	20%	20%		30%	45%	75%	50%	20%	95%	80%	70%	75%	65%	85%	50%	100%	100%	
Serranus scriba	0%	10%	5%	15%	0%	35%	0%	25%	20%	15%	50%	15%		35%	5%	30%	5%	15%	25%	5%	0%	15%	10%	0%	40%	75%	67%	
Sparus aurata	5%	10%	5%	0%	20%	0%	5%	5%	5%	5%	5%	50%		5%	5%	30%	15%	55%	10%	30%	15%	0%	10%	5%	0%	58%	67%	
Spondyllosoma cantharus	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	20%	5%	10%		5%	5%	0%	10%	0%	10%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	
Symphodus mediterraneus	15%	5%	15%	5%	15%	35%	10%	15%	5%	5%	30%	15%		5%	5%	15%	10%	5%	15%	15%	10%	30%	15%	15%	25%	83%	83%	
Symphodus tinca	75%	55%	80%	55%	85%	95%	45%	55%	45%	40%	90%	55%		65%	55%	95%	5%	50%	25%	45%	0%	75%	70%	20%	85%	100%	83%	
Total général	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

	HZNP													ZNP													
2013	S01_Tiboulen_Frioul	S02_Frioul_Cambrettes	S05_Tiboulen_Maire	S06_Fromages	S07_Jarre_Briançon	S08_Plateau_Chèvres	S16_Ouest_Figuiér	S18_Calanque_l'Oule	S19_En_Vau	S21_Phare_Cassidaigne	S23_Soubeyrane	S24_Ile_Verte_Roustaud		S03_Planier	S04_Veyron	S09_Moyades	S10_Sud_Riou	S11_Plane	S12_Cortiou	S13_Nord_Caramassaigne	S14_Grand_Conglue	S15_Sormiou_Réserve_Falco	S17_Devenson	S20_Pointe_Cacau	S22_Cap_Soubeyrane	Occ stations HZNP	Occ stations ZNP
Espèces																											
<i>Coris julis</i>	5%	5%	0%	0%	0%	35%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		15%	10%	5%	5%	50%	10%	10%	10%	20%	15%	0%	10%	25%	92%
<i>Dentex dentex</i>	10%	0%	5%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	25%		0%	0%	10%	5%	5%	0%	10%	30%	5%	0%	0%	0%	33%	42%
<i>Diplodus cervinus</i>	5%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	10%	0%	0%	10%	25%	5%	0%	0%	0%	17%	25%
<i>Diplodus puntazzo</i>	5%	20%	15%	0%	30%	5%	0%	10%	5%	5%	5%	35%		20%	35%	40%	50%	35%	10%	55%	40%	5%	15%	15%	15%	83%	92%
<i>Diplodus sargus</i>	90%	80%	85%	65%	90%	60%	60%	75%	75%	5%	85%	95%		45%	60%	80%	75%	90%	55%	90%	85%	90%	95%	70%	70%	100%	100%
<i>Diplodus vulgaris</i>	80%	70%	75%	65%	80%	65%	40%	90%	40%	70%	60%	35%		95%	80%	50%	65%	60%	35%	65%	70%	65%	80%	70%	90%	100%	100%
<i>Epinephelus marginatus</i>	5%	5%	0%	0%	5%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	5%		0%	50%	0%	5%	0%	0%	20%	25%	5%	0%	10%	0%	42%	42%
<i>Labrus merula</i>	0%	0%	0%	0%	10%	5%	5%	0%	0%	0%	0%	5%		10%	10%	5%	5%	15%	0%	5%	5%	5%	15%	0%	5%	33%	75%
<i>Labrus viridis</i>	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	0%		5%	5%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	25%	25%
<i>Mullus surmuletus</i>	10%	10%	15%	5%	0%	35%	15%	25%	5%	0%	5%	0%		5%	0%	20%	20%	25%	20%	25%	5%	20%	0%	5%	10%	75%	83%
<i>Muraena helena</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	10%	0%	15%	0%	5%		0%	10%	5%	20%	0%	5%	10%	0%	10%	0%	0%	0%	33%	50%
<i>Pagellus acarne</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	8%	0%
<i>Phycis phycis</i>	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	5%	5%	0%	5%	5%	0%	5%	0%	0%	0%	8%	33%
<i>Serranus cabrilla</i>	10%	10%	10%	0%	5%	10%	10%	10%	10%	10%	25%	5%		30%	20%	65%	60%	40%	55%	30%	25%	40%	30%	0%	30%	92%	92%
<i>Serranus scriba</i>	0%	5%	5%	0%	0%	10%	5%	5%	0%	0%	10%	0%		0%	0%	20%	0%	0%	10%	0%	0%	5%	15%	0%	25%	50%	33%
<i>Sparus aurata</i>	5%	10%	0%	5%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	5%		0%	10%	20%	25%	30%	20%	10%	15%	5%	0%	0%	0%	42%	58%
<i>Spondylusoma cantharus</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	0%	0%	0%	8%	8%
<i>Symphodus mediterraneus</i>	10%	10%	25%	5%	20%	40%	5%	30%	25%	10%	30%	15%		20%	25%	30%	5%	35%	15%	20%	0%	45%	45%	20%	55%	100%	92%
<i>Symphodus tinca</i>	60%	50%	65%	30%	55%	75%	5%	45%	0%	20%	60%	10%		70%	15%	70%	15%	85%	25%	60%	0%	45%	55%	25%	85%	92%	92%
Total général	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Alors que les 'grands' individus des espèces *Diplodus sargus*, *D. vulgaris* et *Symphodus tinca*, sont fréquents dans un grand nombre de stations, qu'elles soient en ZNP ou en dehors, *S. cabrilla*, espèce cible de la pêche de loisir, est l'une des espèces qui présente nettement des occurrences plus élevées dans les stations en ZNP par rapport à HZNP. Hors ZNP, leur occurrence est plus importante à S18-Calanque de l'Oule et à S19-En Vau, qui sont les stations les plus au centre des calanques et peu accessibles aux pêcheurs à la ligne du bord (Rouanet et al., 2022). Dans les ZNP, leur occurrence est élevée partout mais plus élevée à l'Est qu'à l'Ouest. L'évaluation 2022 faite à S11-Plane surprend par une valeur très basse (Figure 31).

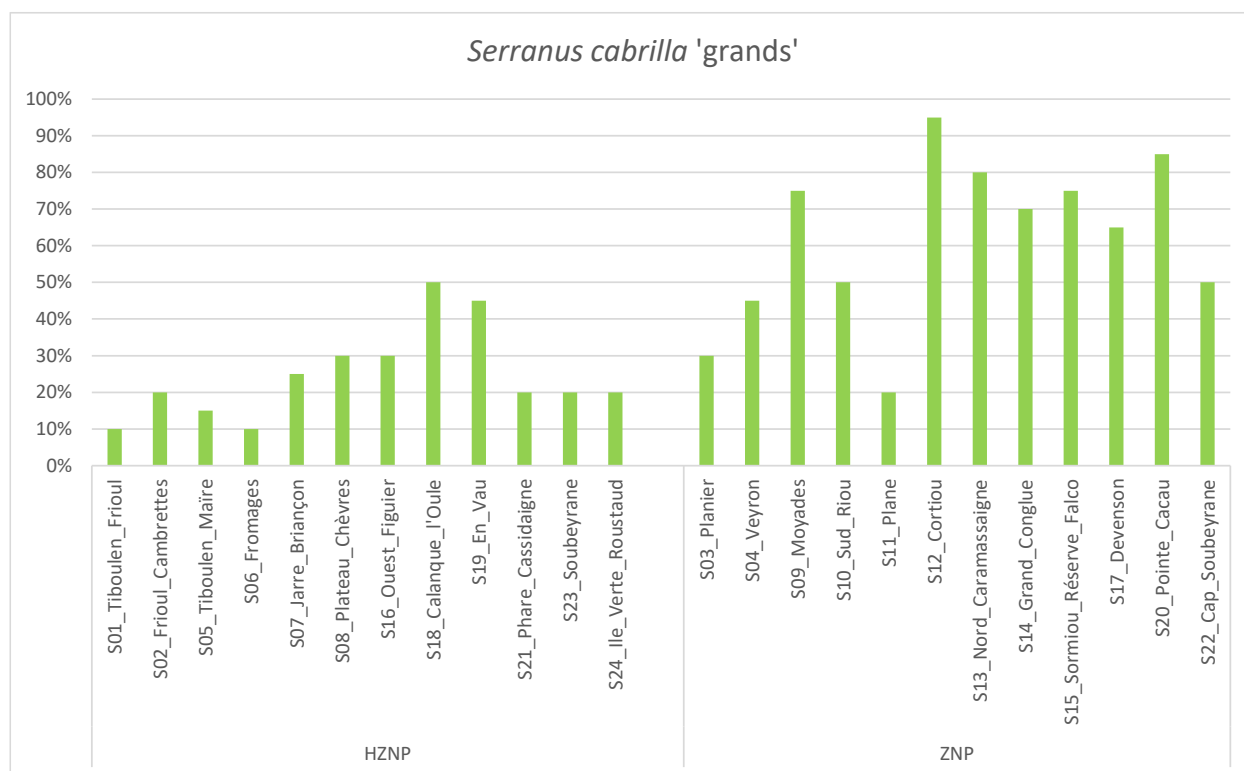


Figure 31 : Occurrence des grands individus de *Serranus cabrilla* par station dans le PNCa. Les stations sont regroupées selon leur statut de gestion (20 parcours de 3 min) (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

4.4.3 Evolution de l'occurrence des espèces cibles (TPS)

L'évolution des occurrences de 'grands' individus des espèces cibles rencontrées à chaque station entre 2013 et 2022 est présentée dans le Tableau 26, qui permet de visualiser rapidement les espèces dont l'occurrence a :

Les espèces-cibles qui enregistrent des augmentations d'occurrence des 'grands' individus dans les parcours au temps réalisés en 2022 par rapport à 2013 sont :

- dans une moindre mesure, *Coris julis* hors ZNP au Plateau des Chèvres et à l'Ile Verte. Dans les ZNP à Moyades, Nord Caramassaigne, Pointe Cacau ;
- *D. labrax*, dans les ZNP à Veyron et Plane ;
- *D. puntazzo*, hors ZNP au phare de Cassidaigne, à Tiboulou de Maire, aux Fromages, et dans les ZNP à Moyades ;
- *D. sargus* en progression à Calanque de l'Oule et Phare de Cassidaigne hors ZNP et à Cortiou dans les ZNP ;
- *D. vulgaris* en progression hors ZNP à Fromages, Ouest Figuier, Soubeyrane, Ile Verte Roustaud et dans les ZNP à Moyades, Cortiou, Sormiou Falco ;

- *Epinephelus marginatus* a montré une progression au Phare de Cassidaigne hors ZNP et surtout dans les ZNP à Moyades, Sud Riou et Nord Caramassaigne ;
- *Mullus surmuletus* a progressé en 10 ans dans de nombreuses stations y compris hors ZNP à Tiboulou du Frioul, Fromages, Jarre, Soubeyrane et Ile Verte et dans les ZNP à Cortiou, au Devenson, à la pointe Cacaou et à Soubeyrane
- l'occurrence des murènes *Muraena helena* a augmenté davantage dans les ZNP qu'en dehors ;
- le corb *Sciaena umbra* a nettement progressé dans les ZNP à presque toutes les stations. Hors ZNP, les stations En Vau, Phare de Cassidaigne, Soubeyrane et Ile Verte et Fromages plus à l'ouest semblent présenter un signe de progression également. C'est une évolution notable pour cette espèce emblématique ;
- de très fortes progressions des occurrences de *Scorpaena scrofa* sont visibles dans les ZNP à toutes les stations avec 6 stations qui ont progressé de plus de 70% ; c'est une espèce sédentaire qui 'réagit' fortement à la protection ;
- *Symphodus mediterraneus* et *S. tinca* ont progressé à toutes les stations y compris en dehors de la ZNP pour *S. tinca* confirmant la tendance observée en 2019.

Nous pensons que pour être interprétables, les diminutions observées ne doivent pas toucher les espèces migratrices qui sont de passage souvent en bancs et doivent porter sur plusieurs stations ou bien se confirmer au fil des années car des particularités au moment des comptages peuvent temporairement affecter les résultats d'une station. Les diminutions de l'occurrence de certaines espèces qui nous semblent importantes à souligner touchent :

- Des diminutions d'occurrences sont observées pour *Diplodus puntazzo*, *Diplodus sargus* et *Diplodus vulgaris* dans beaucoup de stations hors ZNP.
- ce tableau fait nettement apparaître les impacts du réchauffement des eaux avec une diminution spectaculaire de *Serranus cabrilla* dans les stations de ZNP, mais aussi à l'extérieur dans une moindre mesure, alors que les occurrences de *Serranus scriba* progressent par rapport à 2013 : +50% à l'Ile Verte et +55% à Plane ;
- les diminutions en 2022 de *Sparus aurata* espèce migratrice, ne doivent donc pas inquiéter car nous avons eu un pic d'observation au moment des comptages de 2019 où elle était bien représentée dans certaines stations des ZNP ;

Tableau 26 : Evolution de l'occurrence des 'grands' individus entre 2013 et 2022 pour les espèces cibles rencontrées à chaque station dans les comptages au temps. En vert : les évolutions positives ; en rouge : les évolutions négatives (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

	HZNP													ZNP											
2013-2022	S01_Tiboulen_Frioul	S02_Frioul_Cambrettes	S05_Tiboulen_Maire	S06_Fromages	S07_Jarre_Briançon	S08_Plateau_Chèvres	S16_Ouest_Figuier	S18_Calanque_l'Oule	S19_En_Vau	S21_Phare_Cassidaigne	S23_Soubeyrane	S24_Ile_Verte_Roustaud		S03_Planier	S04_Veyron	S09_Moyades	S10_Sud_Riou	S11_Plane	S12_Cortiou	S13_Nord_Caramassagne	S14_Grand_Conglue	S15_Sormiou_Réserve_Falco	S17_Devenson	S20_Pointe_Cacau	S22_Cap_Soubeyrane
Espèces																									
<i>Conger conger</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	5%	5%		5%	5%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%
<i>Coris julis</i>	0%	5%	10%	0%	10%	25%	5%	15%	10%	15%	10%	20%		-5%	-5%	30%	10%	-45%	-5%	15%	10%	0%	10%	25%	10%
<i>Dentex dentex</i>	-10%	0%	-5%	0%	0%	-5%	0%	0%	5%	10%	10%	-20%		10%	10%	0%	20%	-5%	0%	5%	-15%	-5%	0%	0%	0%
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	5%	5%		5%	20%	0%	5%	25%	10%	0%	0%	0%	10%	0%	0%
<i>Diplodus cervinus</i>	-5%	0%	0%	0%	0%	-5%	0%	0%	5%	5%	5%	15%		5%	5%	0%	5%	0%	0%	-10%	-15%	-5%	0%	0%	0%
<i>Diplodus puntazzo</i>	-5%	-5%	20%	20%	-15%	10%	15%	-10%	0%	70%	0%	-25%		-5%	-10%	20%	-30%	-10%	0%	-30%	-5%	10%	10%	5%	15%
<i>Diplodus sargus</i>	-5%	-25%	-15%	0%	-10%	-15%	5%	15%	-35%	25%	-30%	-35%		0%	5%	10%	5%	-10%	30%	10%	5%	-10%	-5%	0%	-5%
<i>Diplodus vulgaris</i>	-5%	-10%	10%	25%	-5%	0%	40%	-25%	10%	5%	20%	30%		-25%	-5%	45%	5%	15%	60%	0%	0%	30%	5%	-15%	-20%
<i>Epinephelus marginatus</i>	-5%	-5%	0%	5%	0%	10%	0%	10%	10%	20%	5%	0%		10%	-10%	35%	35%	10%	0%	15%	-5%	0%	0%	10%	0%
<i>Labrus merula</i>	0%	0%	0%	0%	-5%	0%	0%	0%	5%	10%	10%	5%		5%	5%	5%	10%	20%	10%	-5%	0%	0%	5%	10%	0%
<i>Labrus viridis</i>	0%	0%	-5%	0%	0%	0%	5%	0%	5%	0%	0%	5%		0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Mullus surmuletus</i>	25%	10%	5%	30%	25%	0%	15%	15%	15%	10%	20%	20%		5%	5%	0%	5%	-10%	20%	15%	0%	15%	55%	20%	25%
<i>Muraena helena</i>	0%	5%	0%	5%	0%	0%	-5%	-10%	5%	-10%	5%	0%		5%	0%	0%	0%	0%	10%	-5%	10%	-10%	10%	5%	5%
<i>Pagellus acarne</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	5%		5%	5%	0%	15%	0%	0%	0%	0%	-5%	0%	0%	0%
<i>Phycis phycis</i>	0%	0%	-5%	0%	0%	5%	0%	0%	5%	5%	5%	5%		5%	5%	5%	0%	5%	-5%	-5%	0%	-5%	0%	0%	0%
<i>Sciaena umbra</i>	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	5%	5%		10%	5%	15%	25%	5%	5%	10%	5%	0%	0%	5%	0%
<i>Scorpaena scrofa</i>	10%	20%	15%	10%	25%	30%	30%	50%	45%	20%	20%	20%		30%	45%	75%	50%	20%	95%	80%	70%	75%	65%	85%	50%
<i>Serranus cabrilla</i>	-10%	0%	-5%	15%	-5%	25%	-10%	15%	10%	5%	25%	10%		5%	-15%	-35%	-55%	-25%	-30%	-25%	-25%	-25%	-20%	0%	10%
<i>Serranus scriba</i>	5%	5%	0%	0%	20%	-10%	0%	0%	5%	5%	-5%	50%		5%	5%	10%	15%	55%	0%	30%	15%	-5%	-5%	5%	-25%
<i>Sparus aurata</i>	-5%	-10%	0%	-5%	0%	0%	0%	0%	5%	20%	5%	5%		5%	-5%	-20%	-15%	-30%	-20%	0%	-10%	-5%	0%	0%	0%
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	15%	5%	15%	5%	15%	35%	10%	15%	5%	-5%	30%	15%		5%	5%	15%	10%	5%	15%	15%	5%	25%	15%	15%	25%
<i>Symphodus mediterraneus</i>	65%	45%	55%	50%	65%	55%	40%	25%	20%	30%	60%	40%		45%	30%	65%	0%	15%	10%	25%	0%	30%	25%	0%	30%
<i>Symphodus tinca</i>	40%	50%	35%	70%	45%	25%	95%	55%	100%	80%	40%	90%		30%	85%	30%	85%	15%	75%	40%	100%	55%	45%	75%	15%

4.4.4 Densité des espèces cibles entre 5 et 25 m de profondeur (TRA)

Dans les comptages par transects métrés (TRA), la densité moyenne des espèces cibles est la même qu'en 2016 mais elle a diminué entre 2019 et 2022 dans la zone d'étude et surtout dans les ZNP. Hors ZNP, la densité des espèces cibles est relativement constante depuis 2016 (Tableau 27).

Les stations situées sur la côte aussi bien que celles situées sur les îles présentent une densité d'espèces cibles plus faible qu'en 2019 et toujours inférieure à celle de l'état zéro. Les effectifs des espèces cibles demeurent toujours plus élevés dans les îles qu'à la côte et les variations s'y font avec moins d'amplitude.

Tableau 27 : Evolution de la densité moyenne de poissons cibles entre 5 et 25 m de profondeur depuis le début du suivi dans le PNCaI.

Densité moyenne nb ind/100 m ²	2013	2016	2019	2022	Evolution 2013-2022
Zone d'étude PNCaI	58 ± 54	47 ± 63	53 ± 106	47 ± 45	x 0.8
HZNP	50 ± 35	38 ± 24	37 ± 22	36 ± 24	x 0.7
ZNP	66 ± 67	57 ± 85	68 ± 147	59 ± 57	x 0.9
Côte	49 ± 26	36 ± 15	48 ± 45	44 ± 23	x 0.9
Îles	65 ± 67	55 ± 81	56 ± 134	50 ± 56	x 0.8

Les valeurs des densités moyennes des espèces cibles par station sont reportées en annexe pour les quatre campagnes de 2013, 2016, 2019 et 2022 par transect et pour 100 m² (Annexe 9 et Annexe 10).

Les valeurs l'abondance cumulée d'espèces cibles par station sont reportées dans une figure en annexe pour les quatre campagnes de 2013, 2016, 2019 et 2022 par transect et pour 100 m² (Annexe 11Annexe 11).

Les stations hors ZNP qui ont des valeurs de densités d'espèces cibles qui se maintiennent sont S01 Tiboulou du Frioul, S06 Fromages, S16 Ouest Figuier et S19 En Vau. S08 Plateau des Chèvres, est en progression. Dans les ZNP les stations qui présentent des tendances à l'augmentation sont S09 Moyades, S10 Riou Sud, S11 Plane, S14 Grand Conglue et S20 Pointe Cacao, mais le Veyron est toujours la station où les densités d'espèces cibles sont les plus élevées.

Dans les ZNP, la variabilité est forte entre transects et la densité des espèces cibles est de l'ordre de 62 individus/100m². Elle ne progresse pas depuis 2013, mais demeure 3 fois plus élevée que hors ZNP.

Le nombre de poissons cibles en 2022 dans la zone d'étude après avoir augmenté en 2019 est revenu au niveau de 2016. La comparaison des deux régimes de gestion met en évidence une densité moyenne des poissons cibles nettement plus faible hors ZNP depuis T0+3 ($p < 0.001^{***}$). Dans les ZNP, il semble que l'évaluation oscille autour de 62 individus/100m² (Figure 32, Figure 33).

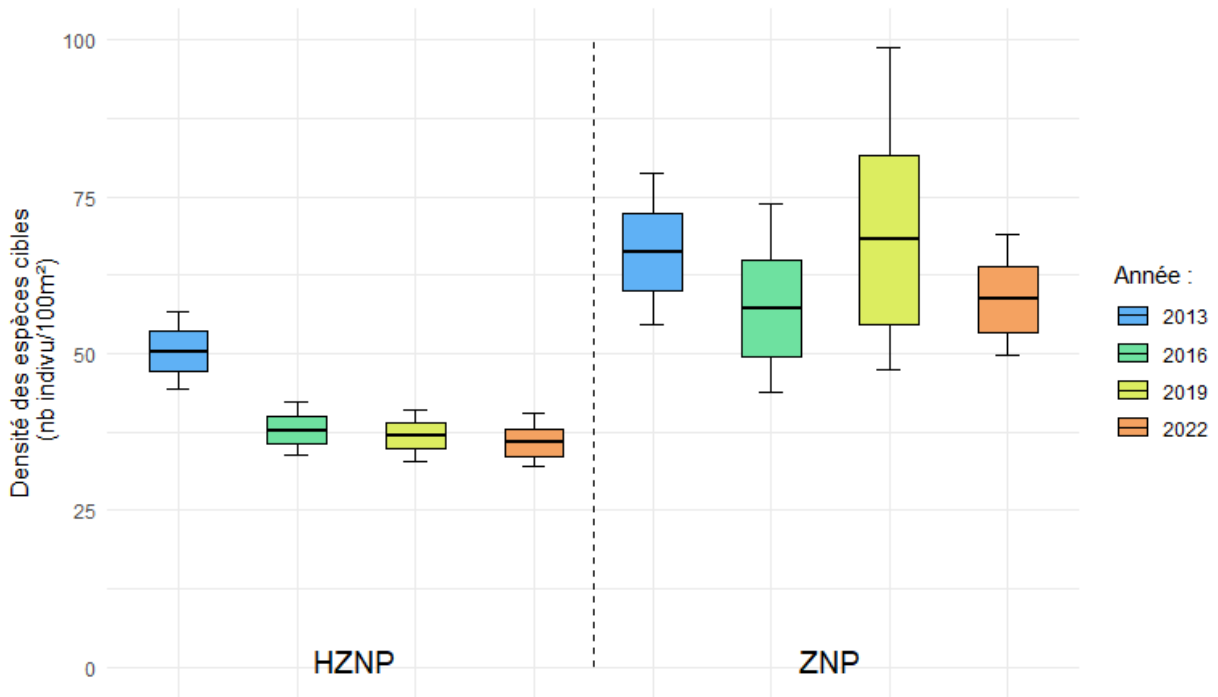


Figure 32 : Evolution de la densité moyenne des espèces cibles de poissons pour 100 m² dans le PNCaI, dans les ZNP et hors ZNP (ZNP : zones de non prélèvement, 12 stations, 120 comptages par année ; HZNP : hors ZNP, 12 stations, 120 comptages par année).

La somme des effectifs des comptages réalisés aux différentes stations situées dans la ZNP et en dehors, met en évidence une diminution des abondances totales de poissons dans les ZNP comme en dehors par rapport à 2019, alors que les effectifs cumulés des poissons cibles demeurent assez stables, finalement, depuis le début du suivi : 1/3 plus élevés dans les ZNP qu'en dehors. Hors ZNP, les évaluations triennales donnent un résultat identique depuis 2016.

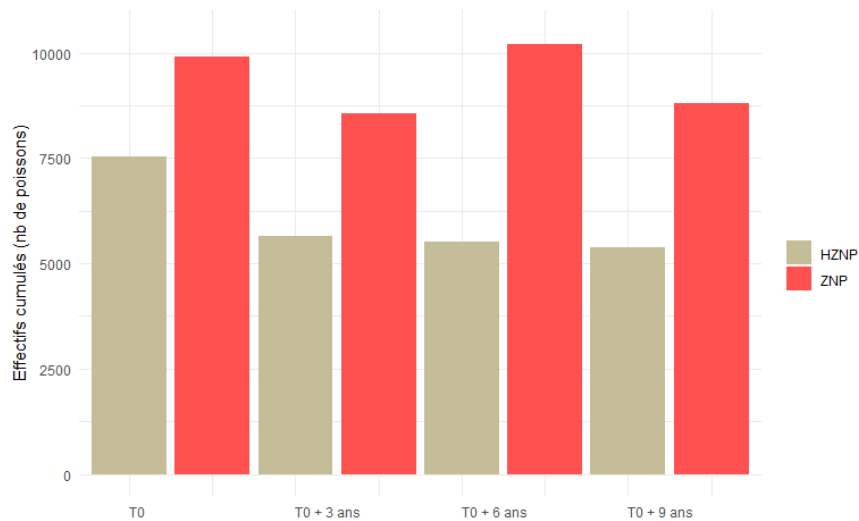


Figure 33 : Evolution des effectifs cumulés (nb de poissons) selon le mode de gestion des poissons cibles de la pêche recensés dans le PNCaI (ZNP : zones de non-prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

4.4.5 Biomasse des espèces cibles entre 5 et 25 m de profondeur (TRA)

La biomasse moyenne d'espèces cibles de la pêche varie considérablement dans le PNCal d'une évaluation à l'autre. En 2022, la biomasse moyenne de 4.8 ± 5 kg est 1.3 fois plus élevée qu'en 2013 (Tableau 28). La biomasse moyenne des espèces cibles est de 6.8 ± 6 kg en moyenne dans les ZNP contre 2.7 ± 2.7 kg/100 m² hors ZNP, ce qui est 3 fois plus élevé. La biomasse moyenne des espèces cibles est moins élevée en 2022 dans les stations situées à la côte : 7.3 ± 16.8 kg/100 m² que dans celles des îles 5.4 ± 6.0 kg/100 m², ce qui est un résultat intéressant à suivre (Figure 34).

Tableau 28 : Evolution de la biomasse moyenne de poissons cibles entre 5 et 25 m de profondeur depuis le début du suivi dans le PNCal.

Biomasse moyenne kg/100 m ²	2013	2016	2019	2022	Evolution 2013-2022
Zone d'étude PNCal	3.6 ± 3.5	5.1 ± 8.0	6.5 ± 12.0	4.8 ± 5.2	x 1.3
HZNP	3.0 ± 3.3	3.3 ± 3.5	3.0 ± 3.2	2.7 ± 2.7	x 0.9
ZNP	4.1 ± 3.7	7.0 ± 10.5	10.0 ± 16.0	6.8 ± 6.2	x 1.7
Côte	2.5 ± 1.9	3.5 ± 3.0	7.3 ± 16.8	3.9 ± 3.7	x 1.6
Iles	4.3 ± 4.2	6.3 ± 10.0	5.8 ± 6.9	5.4 ± 6.0	x 1.3

La biomasse des espèces cibles se maintient autour de 7.5 individus/100 m². La variabilité est faible entre transects hors ZNP.

Dans les ZNP, la biomasse des espèces cibles a fortement augmenté de 2013 à 2019 et présente en 2022 une valeur moyenne de 8 individus/100 m² au lieu de 10 pour 2019. La variabilité entre transects est importante dans les ZNP ce qui témoigne de zones de concentration de biomasse importante par endroits. La différence entre ZNP et HZNP est significative.

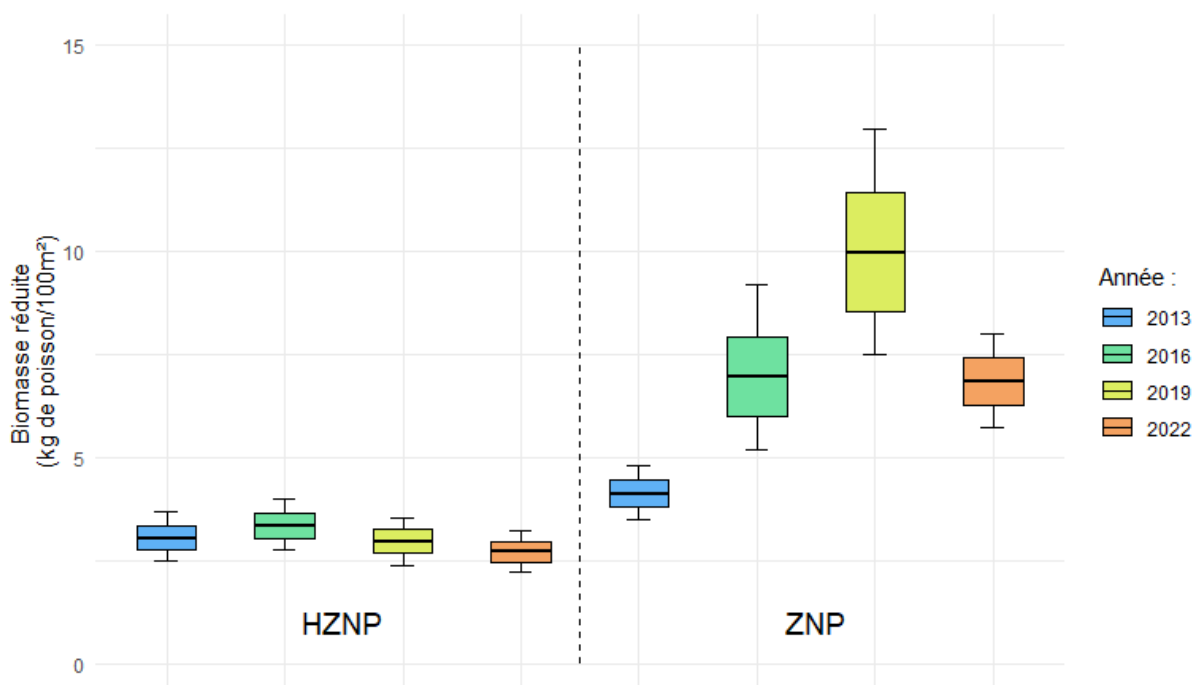


Figure 34 : Evolution de la biomasse moyenne des espèces cibles de poissons pour 100 m² dans le PNCal, dans les ZNP et hors ZNP (ZNP : zones de non prélèvement, 12 stations, 120 comptages par année ; HZNP : hors ZNP, 12 stations, 120 comptages par année).

Les valeurs de biomasse moyenne des espèces cibles par station sont reportées en annexe pour les quatre campagnes de 2013, 2016, 2019 et 2022 par transect et pour 100 m² (Annexe 9 et Annexe 10)

Les valeurs de biomasse cumulée d'espèces cibles par station sont reportées dans une figure en annexe pour les quatre campagnes de 2013, 2016, 2019 et 2022 par transect et pour 100 m² (Annexe 12).

Hors ZNP, S05 Tiboulén de Maire, S06 Fromages, S07 Jarre Briançon et S08 Plateau des Chèvres sont en légère progression de leur biomasse d'espèces cibles, mais la plupart des stations restent à un niveau de biomasse des cibles inférieur aux stations de ZNP. En 2022, S09 Moyades et S14 Grand Conglue sont les stations où la biomasse de cibles est la plus élevée en 2022, alors que S04 Veyron est en diminution. Cap Soubeyrane est la station qui obtient les moins bons scores depuis le début du suivi.

Même si la valeur des effectifs cumulés en 2022 est plus faible qu'en 2019, la somme des biomasses échantillonnées aux différentes stations situées dans la ZNP et en dehors, met en évidence l'augmentation des poissons cibles dans les ZNP depuis le début du suivi, alors que leur biomasse demeure constante et aurait plutôt tendance à baisser hors ZNP (Figure 35).

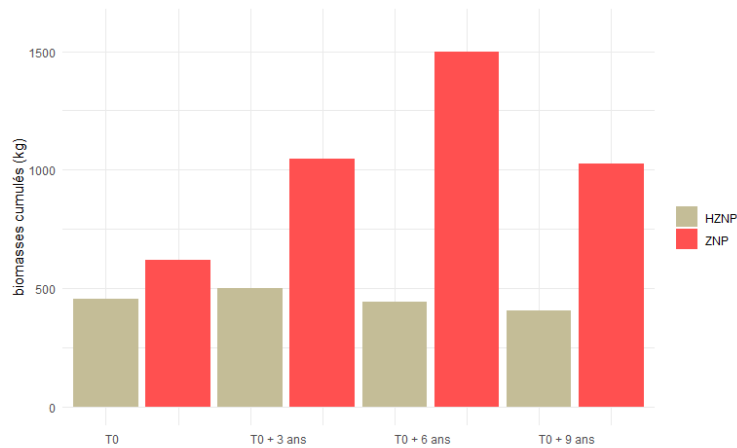


Figure 35 : Evolution des biomasses cumulées (kg) selon le mode de gestion des poissons cibles de la pêche recensés dans le PNCal depuis le début du suivi (ZNP : zones de non-prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

4.5 Focus sur quelques espèces cibles

4.5.1 Le sar commun *Diplodus sargus*

Le sar commun *Diplodus sargus* est une espèce commune dans le parc national des Calanques, il a été observé sur les 24 stations de comptage. La biomasse de cette espèce en 2022 est significativement différente dans les stations en ZNP par rapport à l'extérieur ($p < 0.01^{**}$) (Figure 36 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). La biomasse est, néanmoins, plus élevée aux station S12-Cortiou et S14-Grand Congloue dans les ZNP.

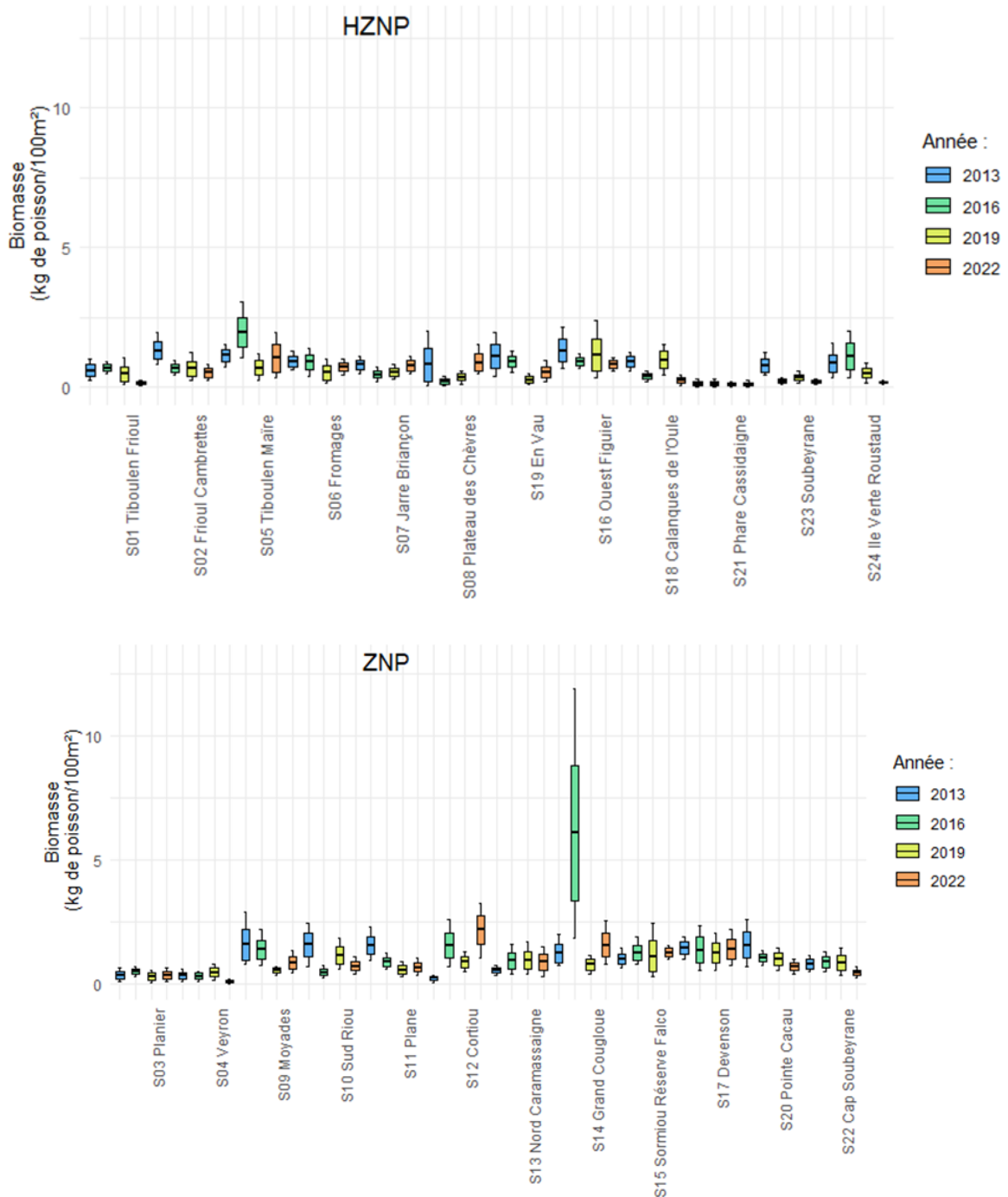


Figure 36 : Biomasse moyenne (kg/100m²) de *Diplodus sargus* dans le PNCaI (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

La distribution des tailles observées dans les comptages UVC par transect montrent que la taille moyenne en 2022 est plus élevée dans les ZNP (>22cm) que hors ZNP (<22 cm). La taille moyenne calculée est aussi inférieure à celle de 2013. Les sars recensés en 2022 avaient une taille comprise entre 9 et 34 cm (Figure 37).

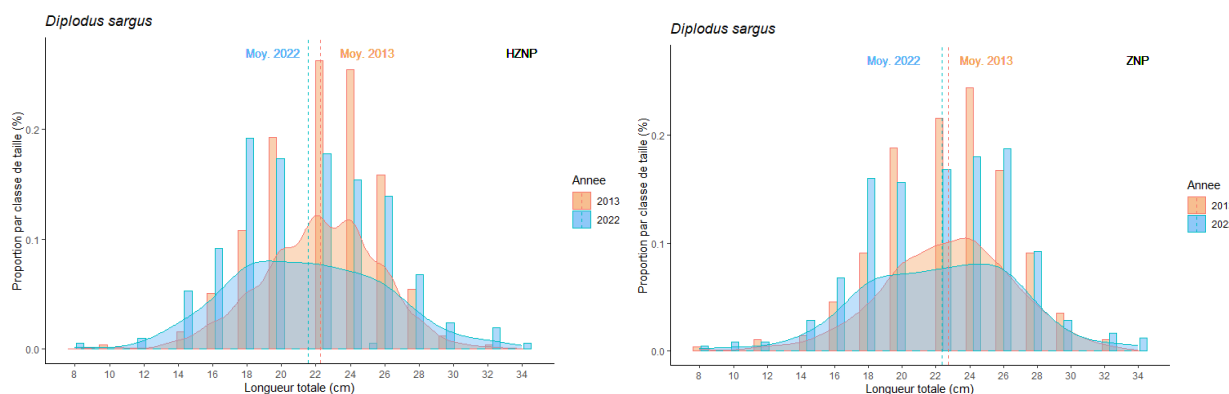


Figure 37 : Répartition des classes de tailles (en cm) de *Diplodus sargus* observés dans le PNCal depuis le début du suivi.

4.5.2 Le sar à museau pointu *Diplodus puntazzo*

La biomasse du sar à museau pointu *D. puntazzo* est plus élevée à certaines stations en ZNP : à S9-Moyades, à S14-Grand Conglue, à S17-Devenson. A S1-Tiboulén du Frioul et à S5-Tiboulén de Maire, leur biomasse moyenne se maintient depuis 2016, ailleurs, hors ZNP, les évaluations sont moins bonnes par rapport aux années précédentes. (Figure 38). Cette espèce est indicatrice de l'effet réserve et nous constatons une biomasse significativement plus élevée sur les sites en ZNP par rapport aux sites hors ZNP ($p < 0,001^{***}$).

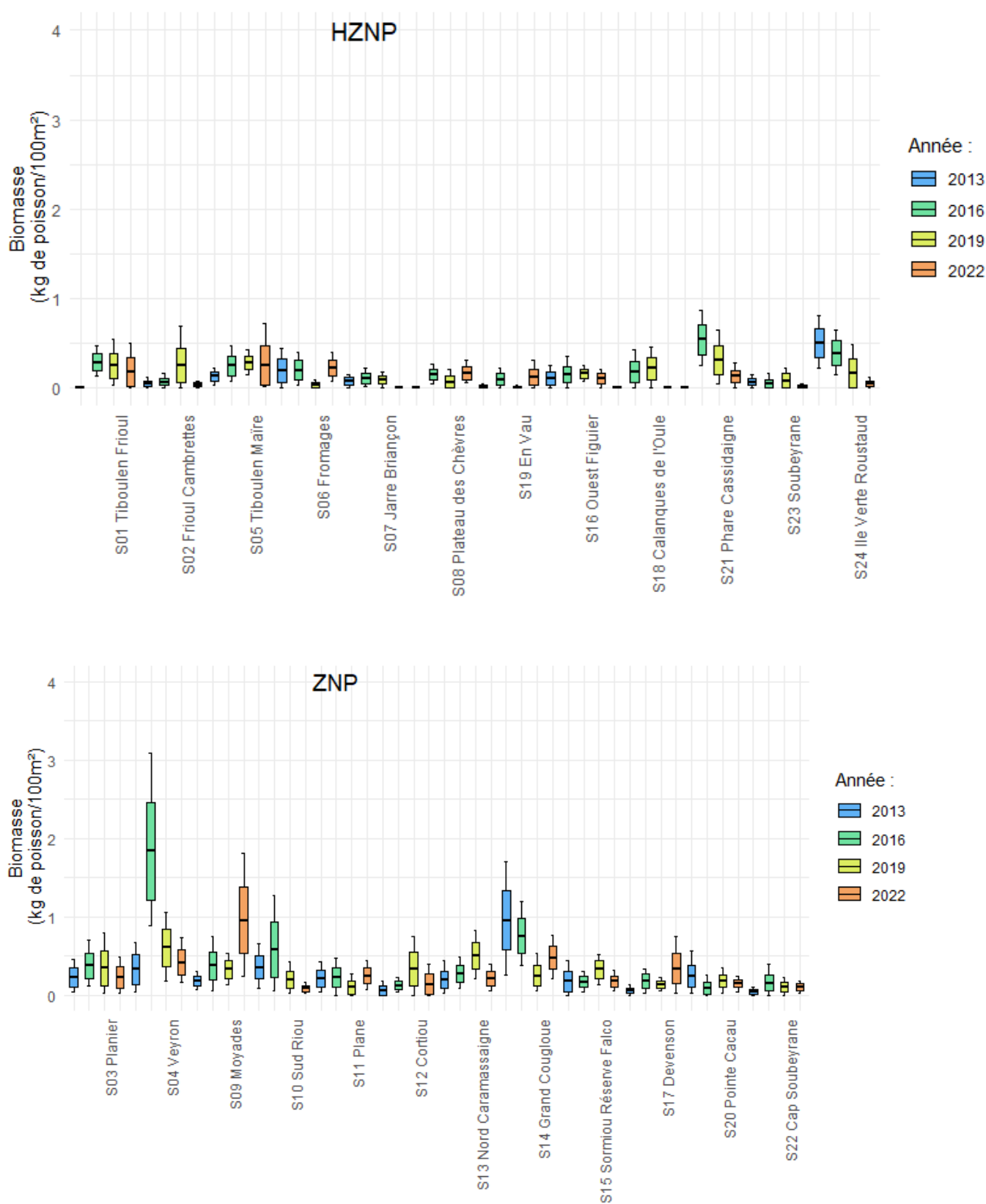


Figure 38 : Biomasse moyenne (kg/100m²) de *Diplodus puntazzo* dans le PNCal (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

Les individus les plus abondants mesurent entre 24 et 26 cm en ZNP (Figure 39), mais le spectre de taille s'étend jusqu'à 42 cm, alors que la taille maximale recensée ne dépasse pas 34 cm hors ZNP. La taille moyenne de *D. puntazzo* est proche de 26 cm dans les ZNP et inférieure à 22 cm hors ZNP.

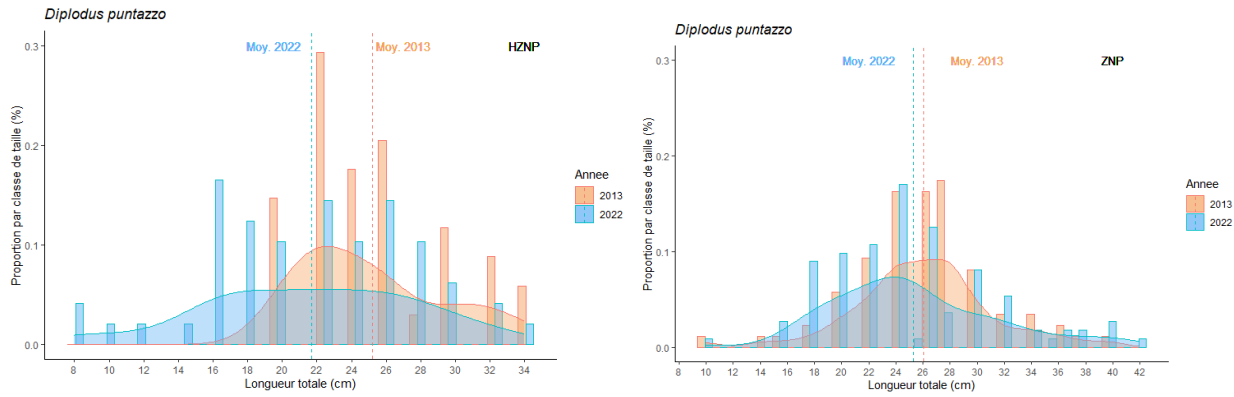
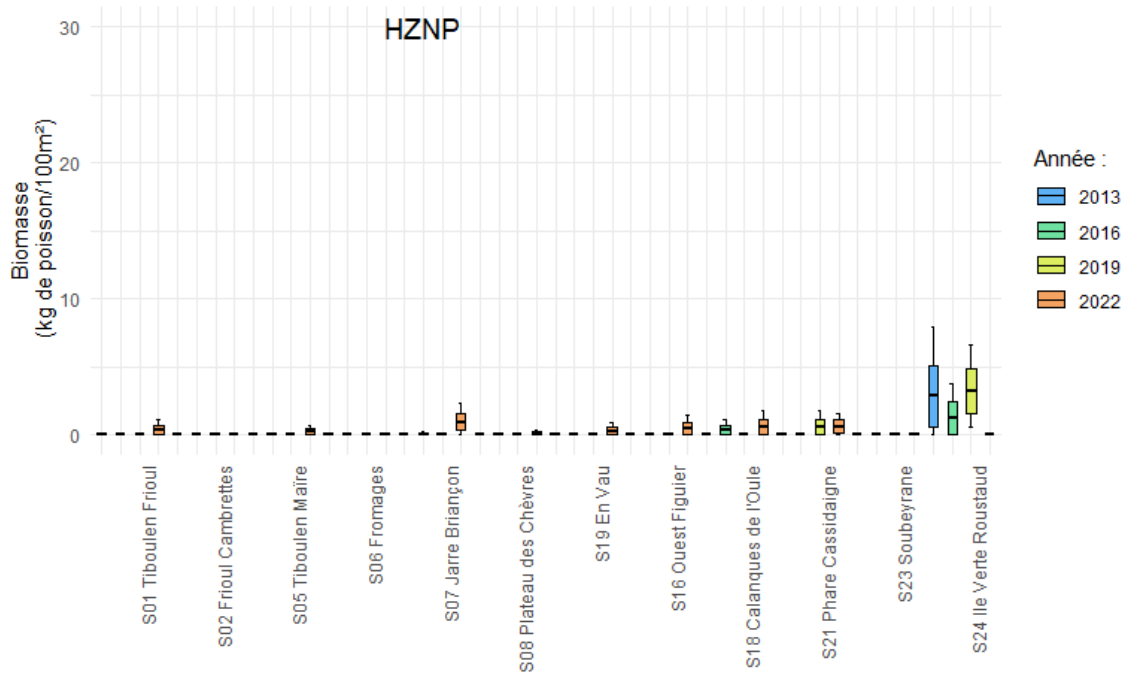


Figure 39 : Répartition des classes de tailles (en cm) de *Diplodus puntazzo* observés dans le PNCaI depuis le début du suivi.

4.5.3 Le mérou *Epinephelus marginatus*

Le mérou brun est une espèce emblématique de Méditerranée, sous la protection d'un moratoire. Depuis 1993, sa pêche sous-marine est interdite et depuis 2002, il est également interdit de le pêcher à l'hameçon. Malgré cette protection partielle (sa pêche n'est pas interdite au filet), la présence du mérou brun est peu homogène dans le PNCaI et très rare hors zones protégées excepté à l'île Verte (différence hautement significative : $p < 0,001^{***}$). Le mérou est présent dans la plupart des stations en ZNP, avec une abondance qui a tendance à augmenter ou à être plus importante à Planier, à Moyades, à Plane, à Nord Caramassagne, au Grand Conglue et à la Pointe Cacao (Figure 40 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).



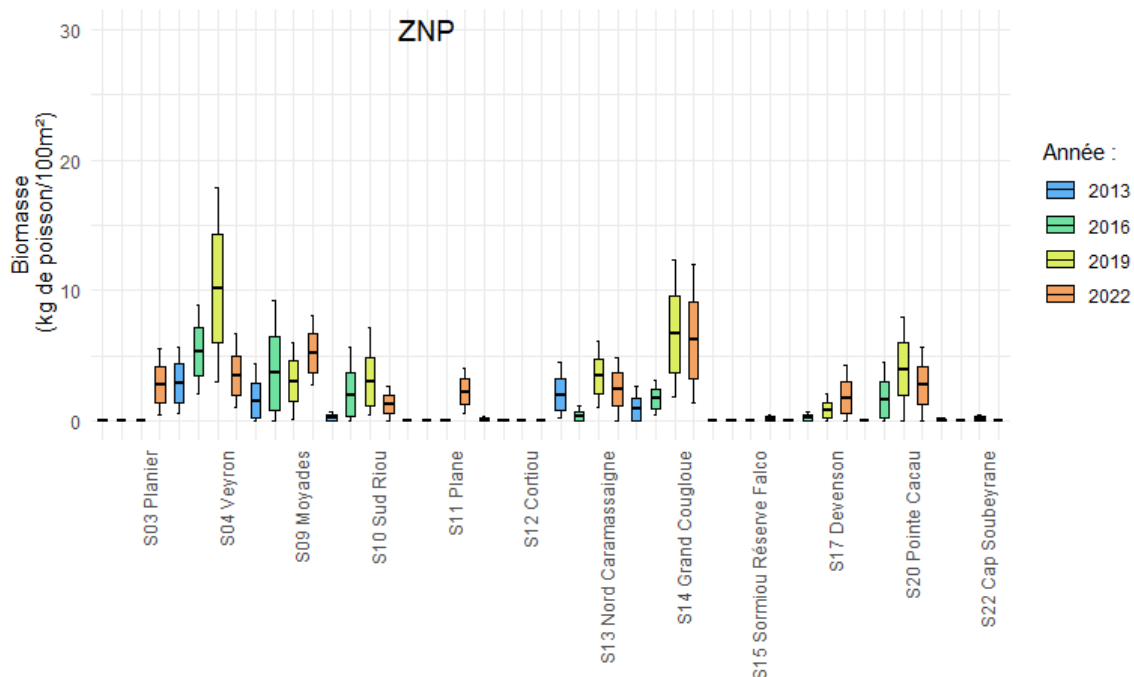


Figure 40 : Biomasse moyenne (kg/100m²) de *Epinephelus marginatus* dans le PNCal (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

Les mérous comptabilisés en 2019 et en 2022 mesuraient entre 30 et 100 cm dans les mêmes gammes de taille que les années précédentes (Figure 41). Cependant, leur abondance est de plus en plus importante dans la majorité des classes de taille. Depuis 2016, une plus grande abondance de mérous de 50 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm et 95 cm a été observée. Dans les ZNP la taille moyenne a augmenté par rapport à 2013 alors que hors ZNP un fort recrutement est observé avec de nombreux jeunes mérous (femelles) dont la taille est comprise entre 25 et 80 cm. Les femelles adultes voient leur sexe s'inverser en moyenne entre 80 cm et 90 cm, et les individus atteignent la maturité sexuelle entre 40 cm et 60 cm. Malgré l'observation de quelques grands individus uniquement dans des stations protégées, les mérous comptabilisés dans le suivi de 2022 étaient donc dans la très grande majorité en dessous de l'âge de reproduction.

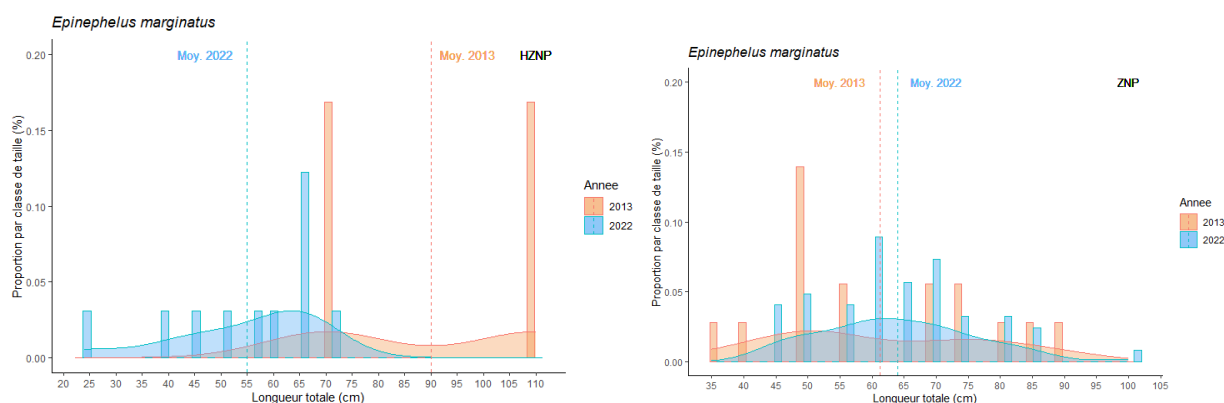


Figure 41 : Répartition des classes de tailles (en cm) de *Epinephelus marginatus* observés dans le PNCal depuis le début du suivi.

4.5.4 Le corb *Sciaena umbra*

Le corb est une espèce protégée par un moratoire depuis 2013 qui interdit sa chasse sous-marine et sa pêche sur le littoral français de la Méditerranée. Aucun individu n'avait été observé lors des comptages de 2013 et de 2016. En 2019, un total de 30 corbs ont été recensés sur l'ensemble de la mission sur une station hors ZNP S08 Plateau des Chèvres et sur trois stations en ZNP, S09 Moyades, S15 Sormiou Réserve Falco et S22 Cap Soubeyrane. En 2022, cette espèce demeure peu abondante dans les comptages (Figure 42 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) avec 57 corbs dénombrés sur transects métrés dont 48 en ZNP. La valeur de biomasse moyenne relevée à Moyades demeure comme en 2019, la plus importante, mais cette fois encore des individus ont été comptés à la station Plateau des chèvres. Les résultats du suivi de 2022 confirment les premières observations faites en 2019 avec des corbs à Plane, à Nord Caramassaigne, à Sormiou et au Devenson. Autant d'indications que la population de corbs est désormais installée dans le PNCaI. Cependant, faute d'effectifs suffisants, la différence entre sites protégés et non protégés n'est pas significative ($p = 0.122$ ns).

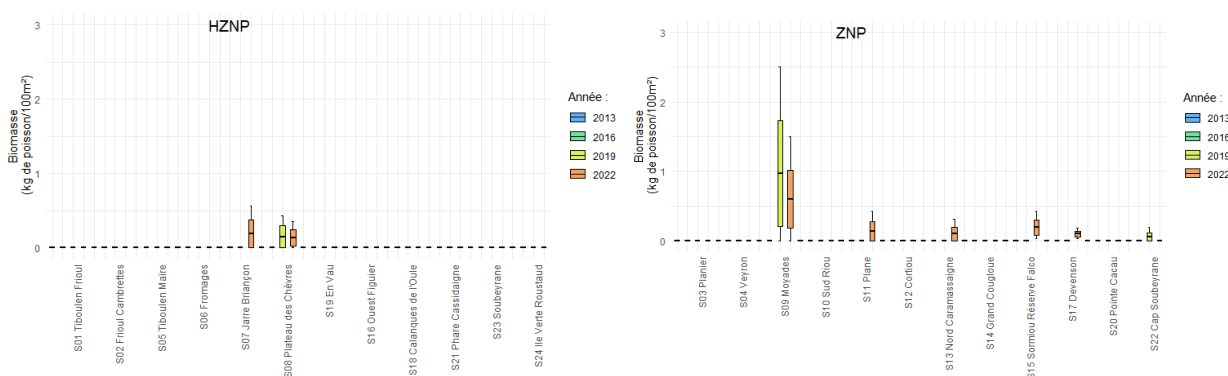


Figure 42 : Biomasse moyenne (kg/100m²) de *Sciaena umbra* dans le PNCaI (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

En 2022, la taille des individus observés était comprise entre 12 et 48 cm contre 15 cm et 55 cm en 2019. Le maximum d'abondance demeure à 30 cm. La maturité sexuelle des corbs arrive entre 3 et 4 ans (Ragonese *et al.*, 2002) avec des tailles comprises entre 25 cm et 30 cm (Grau *et al.*, 2009). Beaucoup de jeunes individus ont été observés aussi bien hors ZNP que dans les ZNP (Figure 43).

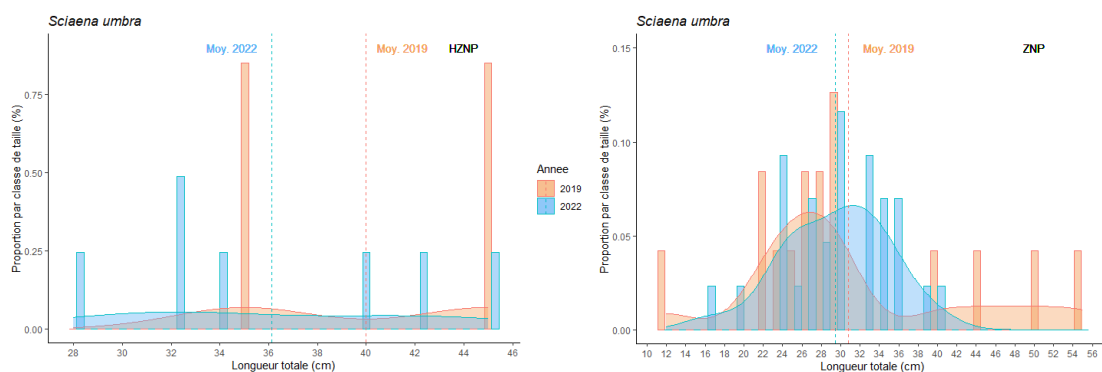


Figure 43 : Répartition des classes de tailles (en cm) de *Sciaena umbra* observés en 2019 dans le PNCaI

4.5.5 La girelle *Coris julis*

La girelle *C. julis* est une espèce ubiquiste des assemblages méditerranéens. Le spectre des tailles observé en 2022 fait ressortir les mêmes tailles maximales qu'en 2013 aussi bien hors ZNP que dedans, mais quelques individus de taille supérieure ou égale à 18 cm (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Il semble y avoir moins de très petits individus que dans les comptages de 2013.

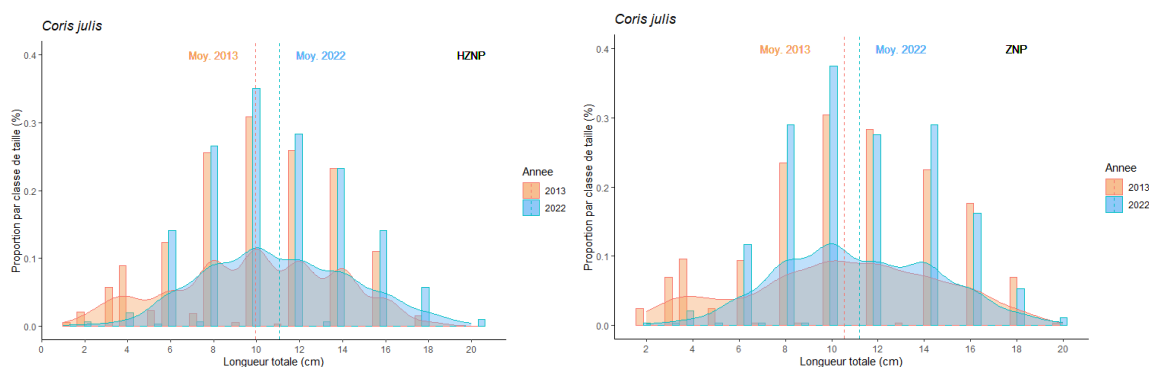


Figure 44 : Répartition des classes de tailles (en cm) de *Coris julis* observés en 2019 dans le PNCaI

La proportion de mâle exprimée en pourcentage des effectifs totaux dénombrés à chaque station est nettement plus élevée qu'en 2013 hors ZNP, sauf à la station Tiboulén de Maïre et à Soubeyrane où c'est l'inverse. Au Plateau des chèvres, à Ouest Figuié comme au Phare de Cassidaigne, le résultat est identique à 2013 (Figure 45).

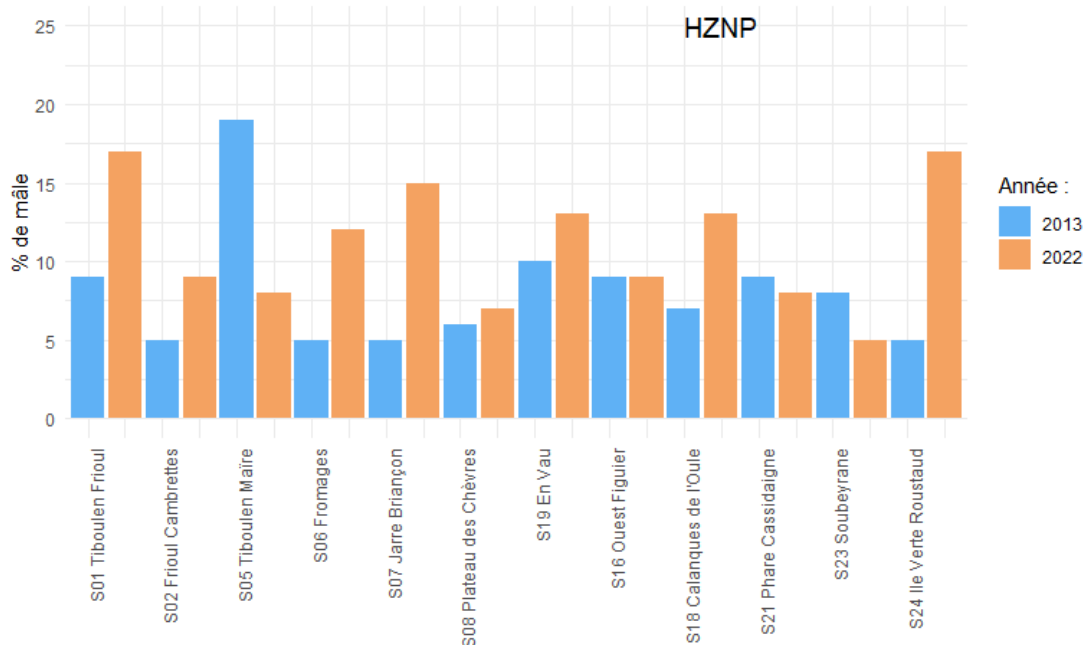


Figure 45 : Pourcentage de *Coris julis* mâle dans le PNCaI (HZNP : hors ZNP).

Dans les ZNP, il y a moins de différence entre 2013 et 2022. Le pourcentage de mâles semble maintenant plus élevé à Moyades, à Plane, à Nord Caramassaigne, à Sormiou, ce qui est un nouveau

signe d'effet de la protection à ces stations, mais pas aux autres stations. A Planier et au Grand Conglue, l'évaluation est identique à celle de 2013 (Figure 46).

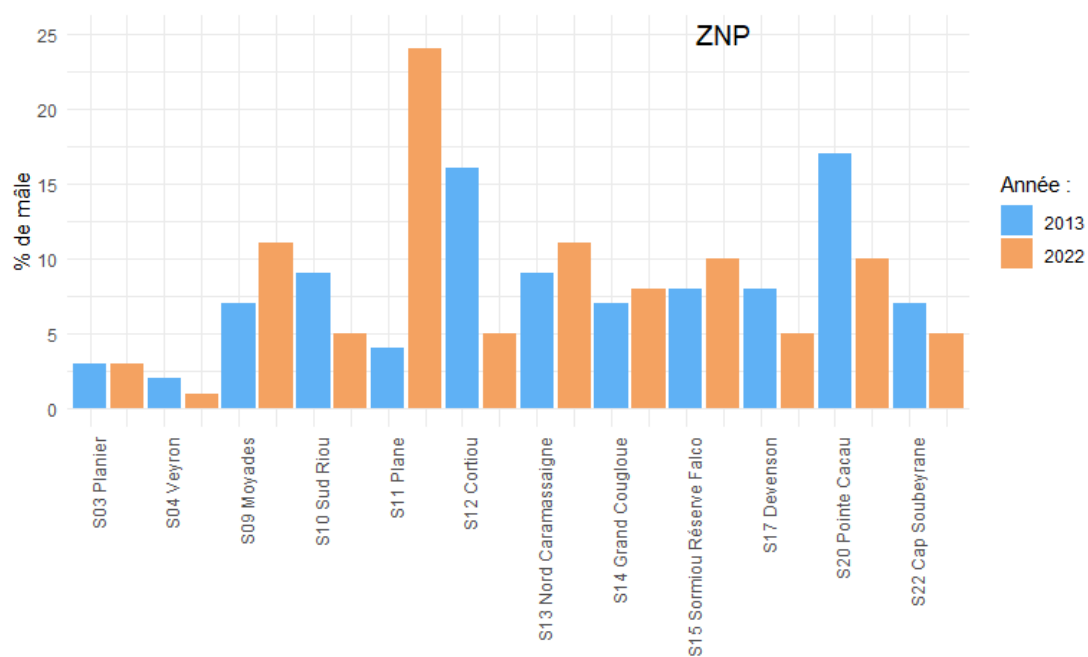
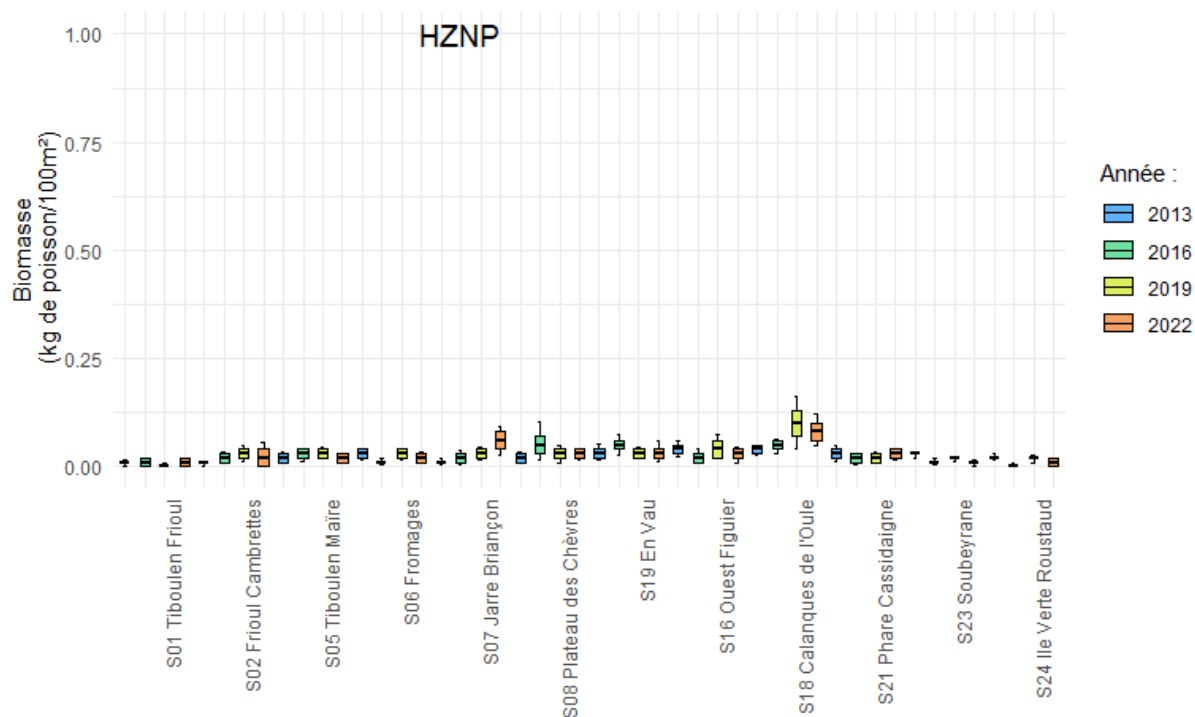


Figure 46 : Pourcentage de *Coris julis* mâle dans le PNCal (ZNP : zones de non prélèvement).

4.5.6 Le serran chevrette *Serranus cabrilla*

La biomasse de serrans chevrette continue à être plus élevée dans les ZNP ($p < 0,001^{***}$). Les valeurs de biomasse dans les stations en ZNP sont particulièrement élevées à Cortiou et au Grand Conglue. Dans les stations hors ZNP elle est élevée encore à la station Calanque de L'oule (Figure 47 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).



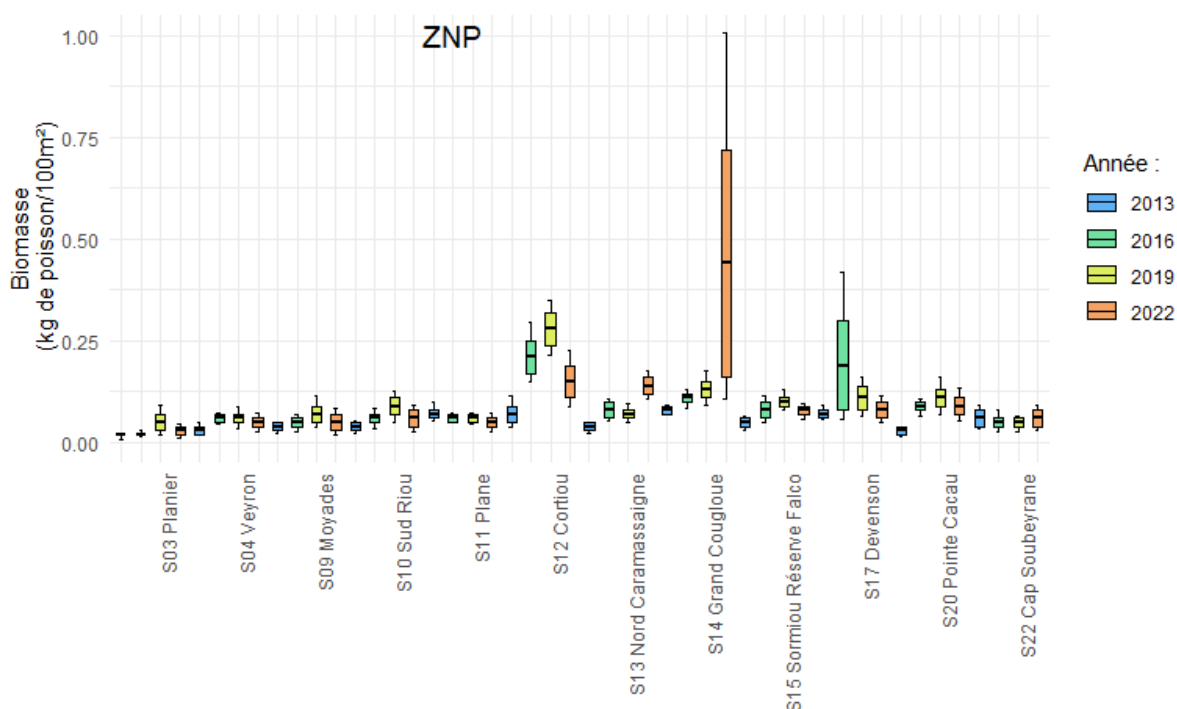


Figure 47 : Biomasse moyenne (kg/100m²) de *Serranus cabrilla* dans le PNCa (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

Les individus de *Serranus cabrilla* sont très ciblés par l'activité de pêche de loisir à la ligne, leur répartition de taille est donc un bon indicateur de l'efficacité de zones de non prélèvement.

Les spectres de taille du serran chevrette présentent 2 modes correspondant d'une part aux juvéniles de l'année (LT comprise entre 2 et 10 cm) et d'autre part aux adultes (LT supérieure ou égale à 12 cm).

Dans les ZNP une part plus importante de grands individus est observée en 2022 par rapport à 2013 (Figure 48). Dans les stations hors ZNP, la taille moyenne des individus est inférieure à 14 cm alors qu'elle est presque de 16 cm dans les ZNP. Très peu d'individus supérieur à 16 cm ont été vus dans les stations hors ZNP, mais davantage en 2022 qu'en 2013.

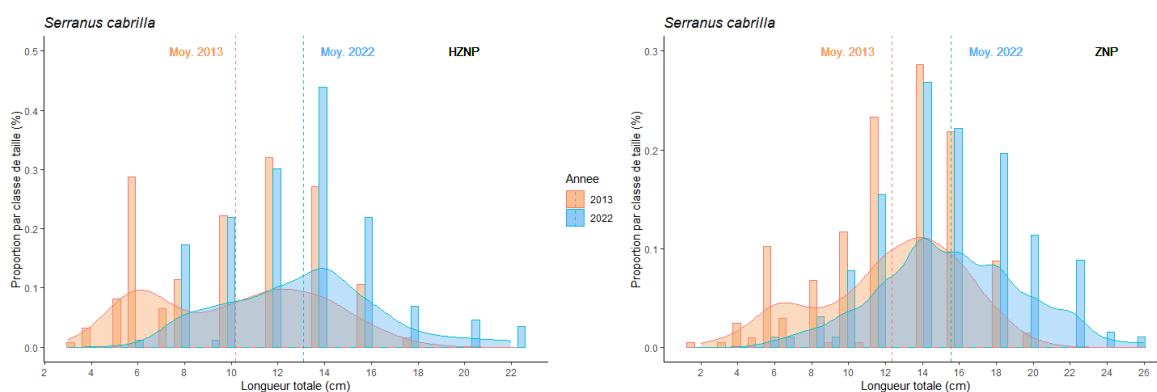


Figure 48 : Répartition des classes de tailles (en cm) de *Serranus cabrilla* observés en 2022 dans le PNCa, dans les zones de non prélèvement (HZNP) et en dehors (HZNP).

4.5.7 Le labre merle *Labrus merula*

Le labre merle *L. merula* est en augmentation dans la majorité des stations en ZNP (Figure 49) et la différence est très nette avec les biomasses moyennes de cette espèce observées hors ZNP ($p < 0,001^{***}$). Cet indicateur de la pression de chasse sous-marine est également élevé dans certaines stations hors ZNP situées en cœur de Parc comme à Jarre Briançon et à la station S08 Plateau des Chèvres, bien que la biomasse moyenne y ait baissé par rapport à 2019.

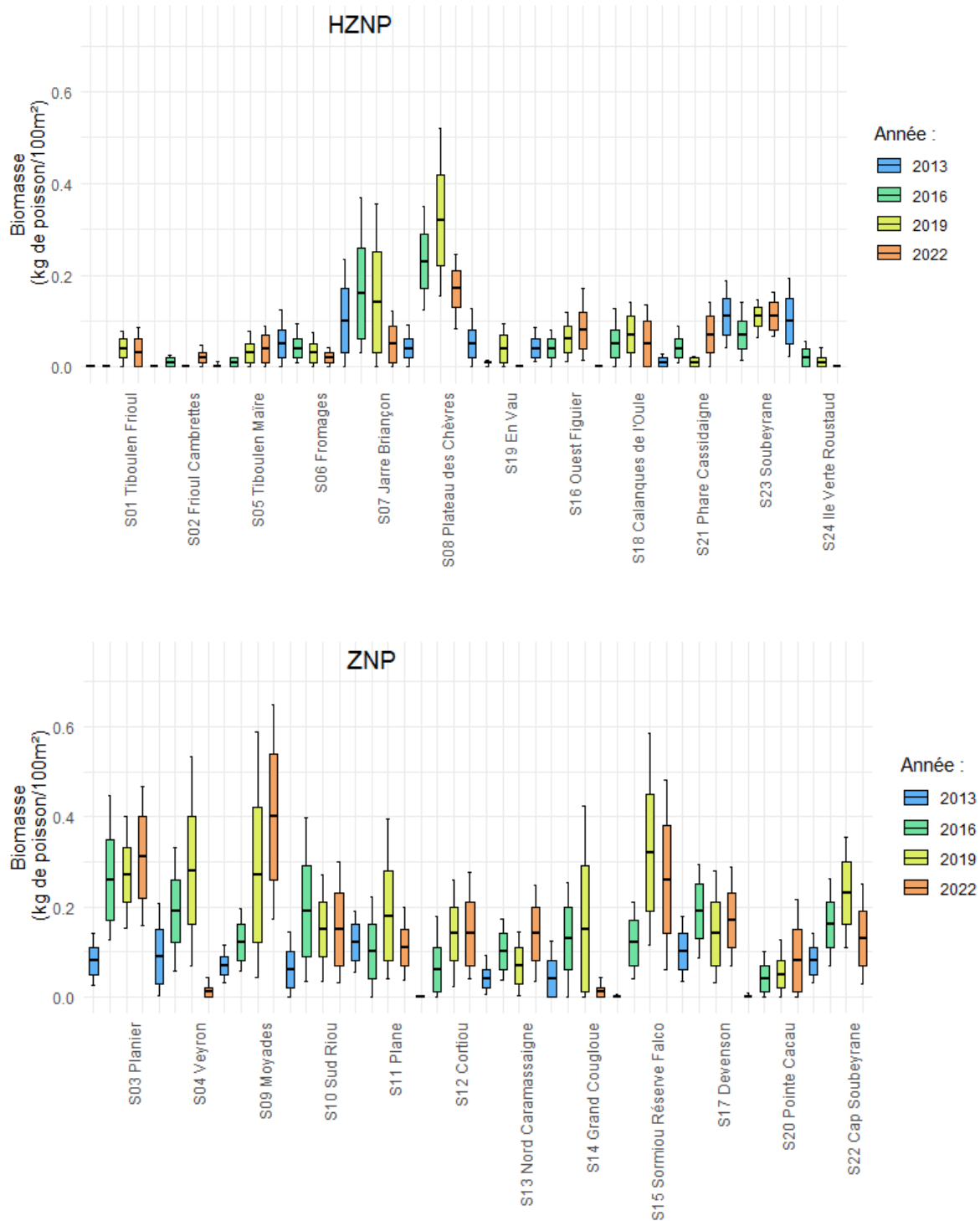


Figure 49 : Biomasse moyenne (kg/100m²) de *Labrus merula* dans le PNCal (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

La répartition de classe de taille du labre merle va de 6 cm à 36 cm hors ZNP et de 5 à 42 cm dans les ZNP (Figure 50 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). En 2022 le spectre de taille des stations hors ZNP comme dans les ZNP, s'est nettement déporté vers les grandes taille avec un pic d'abondance à 24 cm hors ZNP et une taille moyenne proche de 22 cm, alors que la taille moyenne en 2013 y était de 17 cm. Dans les ZNP la taille moyenne du labre merle est passée à plus de 25 cm.

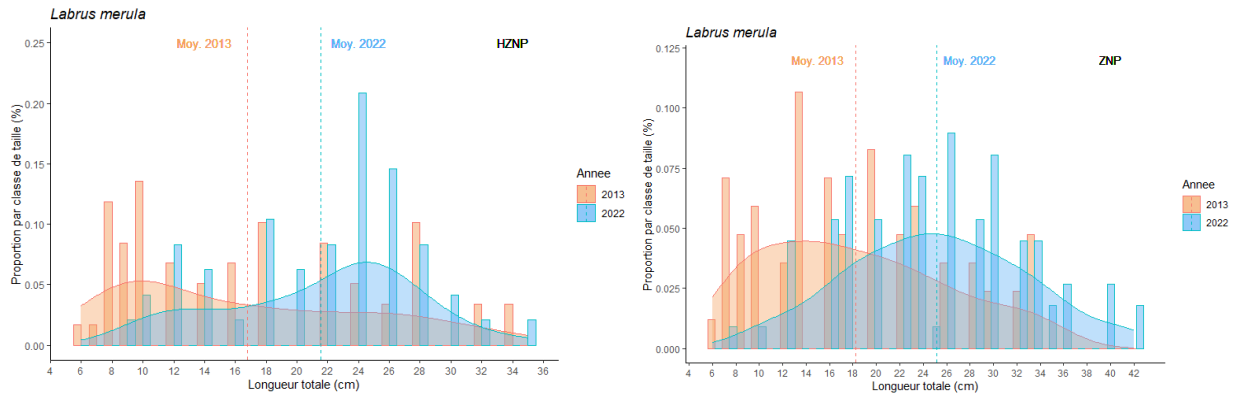


Figure 50 : Répartition des classes de tailles (en cm) de *Labrus merula* observée en 2013 et en 2022 dans le PNCaL.

4.5.8 Le rouget de roche *Mullus surmuletus*

Les valeurs de biomasses n'ont pas évolué positivement dans la majorité des stations en 2022 (Figure 51 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Hors ZNP, les biomasses sont très faibles et sur la plupart des stations inférieures à celles relevées en 2016. En ZNP, les valeurs de biomasses sont élevées aux stations Fromages, Jarre Briançon, Plateau des chèvres, En Vau et Ouest Figulier.

Dans les ZNP, la biomasse de rouget a atteint un maximum à Sud Riou et à Cortiou. A Cap Soubeyrane, la biomasse moyenne se maintient au même niveau qu'en 2019, partout ailleurs, elle a un peu diminué. Toutefois, les évaluations dans les ZNP sont significativement plus élevées que hors ZNP ($p < 0,05^*$).

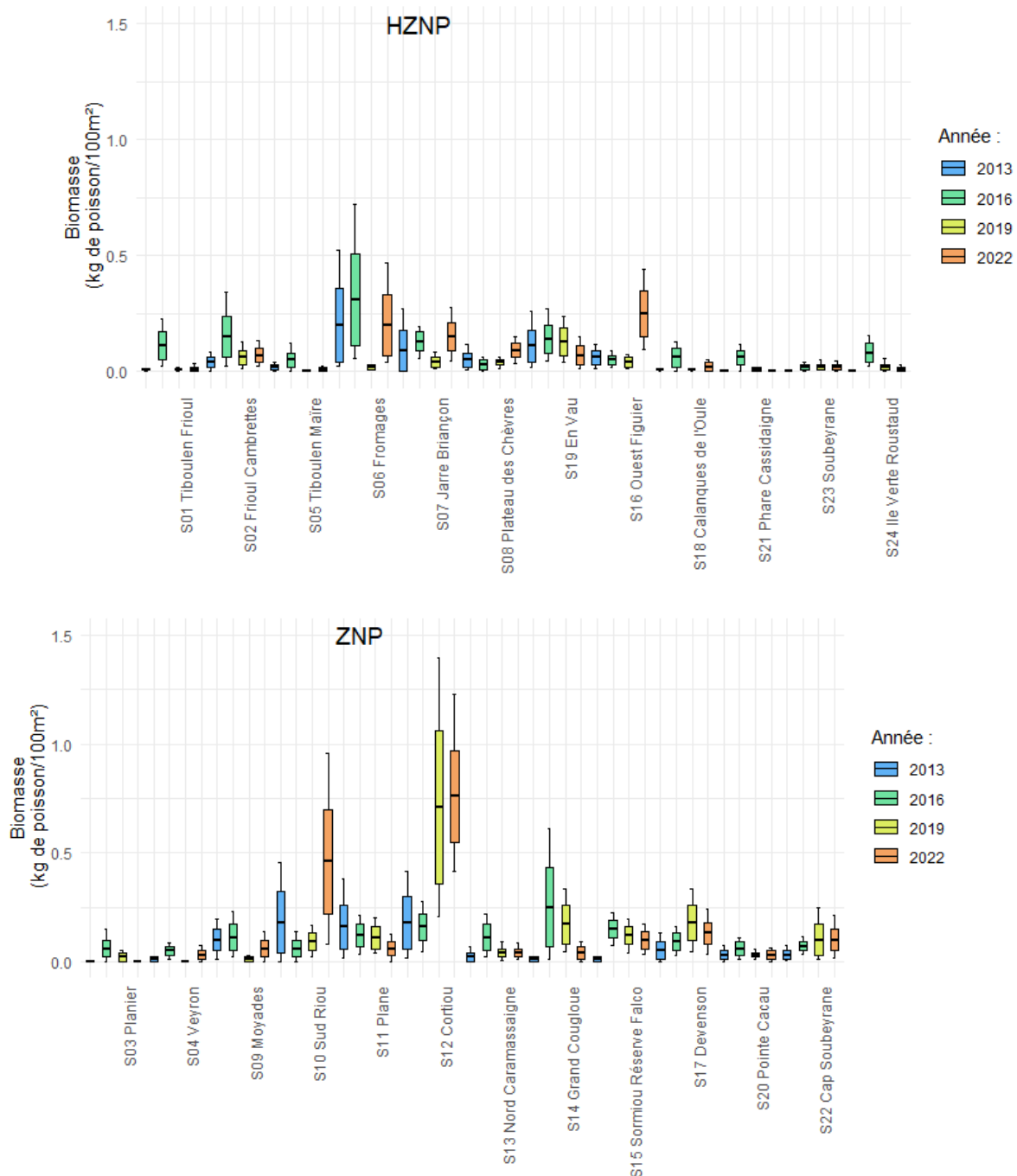


Figure 51 : Biomasse moyenne (kg/100m²) de *Mullus surmuletus* dans le PNCal (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

La distribution des classes de taille du rouget s'est décalée en 2022 vers des tailles plus importantes (Figure 52). L'abondance maximale correspond désormais à des individus dont la taille est de 22 cm dans les ZNP, alors que le maximum demeure à 14-16 cm en dehors des ZNP. Cette espèce atteint sa maturité sexuelle à deux ans, aux alentours de 11 cm, ce qui signifie que l'abondance maximale est constituée d'une majorité d'individus sexuellement matures, ce qui est un très bon signe pour l'état de la population.

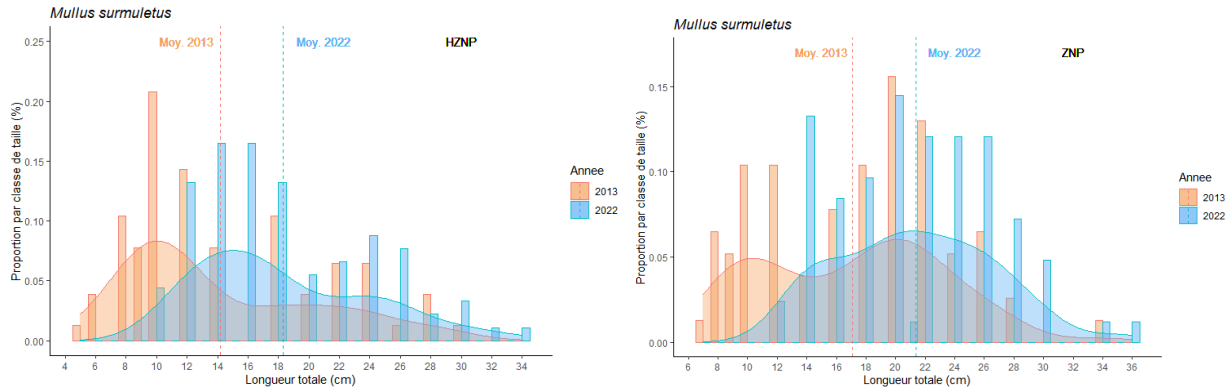


Figure 52 : Répartition des classes de tailles (en cm) de *Mullus surmuletus* observée dans le PNCaI depuis le début du suivi.

4.6 Analyse fonctionnelle du peuplement

4.6.1 Evolution de la structure trophique 2013-2022 entre 5 et 25 m

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 la chaîne trophique sont représentés (espèces recherchées par les pêcheurs) moins la pression de pêche est forte et plus le peuplement a de chances de fonctionner de façon optimale (alimentation, prédation, reproduction).

A l'échelle de la zone d'étude, la biomasse échantillonnée est moins importante qu'en 2019, cependant en 2022 les catégories trophiques présentent une structure aussi équilibrée et proportionnelle à celle observée en 2019.

Le peuplement de poissons échantillonné en 2013 était caractérisé par une forte proportion d'herbivores et de mesocarnivores et une faible représentation des espèces piscivores, qui sont les prédateurs en bout de chaîne alimentaire (Figure 53). En 2013, 18 mois après la création du Parc, la proportion de piscivores avait déjà doublé par rapport à celle de 2008 (4 stations suivies) ; en 2016, puis en 2019, dans le suivi des ZNP, cette proportion a encore fortement augmenté. La composition trophique du peuplement de 2019 et de 2022 est bien équilibrée entre herbivores et mesocarnivores et zooplanctonophages diurnes, dont la proportion a fortement diminué depuis le début du suivi.

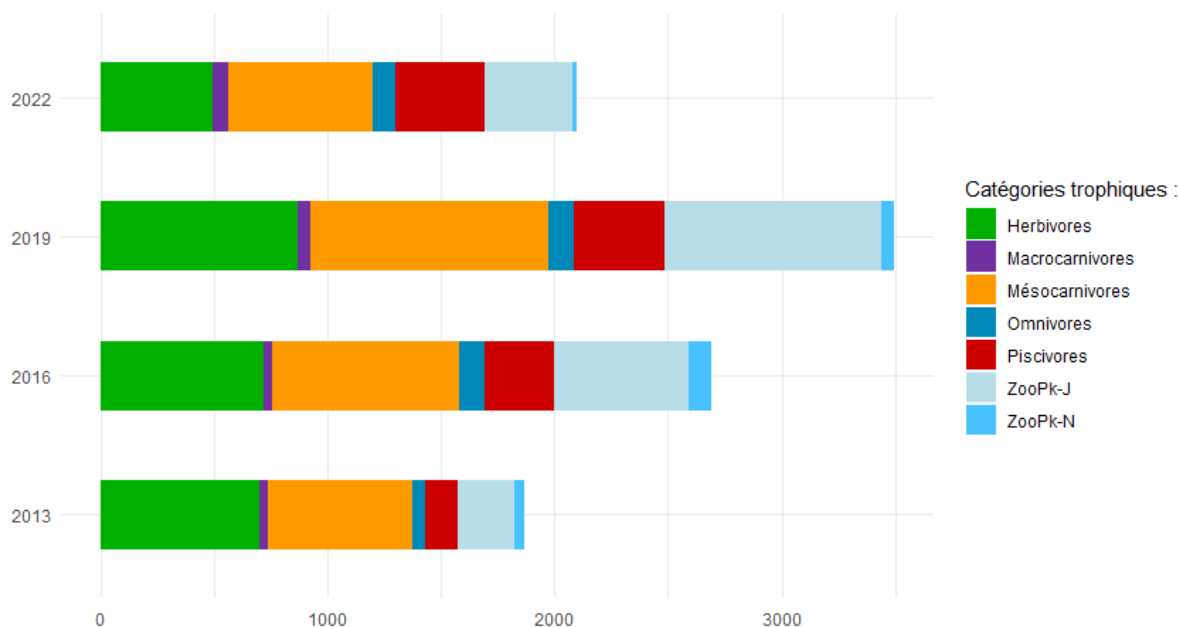


Figure 53 : Composition trophique du peuplement de poissons échantillonné visuellement dans les 24 stations (12 en ZNP et 12 hors ZNP) dans le parc national des Calanques depuis le début du suivi des ZNP à partir de la biomasse cumulée des échantillonnages.

4.6.2 Cartographie comparée de la structure trophique du peuplement de poissons entre 5 et 25 m depuis l'état zéro

Les Figure 54, 55, 56 et 57 représentent la proportion en biomasse des différents groupes trophiques à chaque station à partir des données de comptages réalisés entre 5 et 25 m et ceux effectués entre 0 et 5 m en PMT.

La taille des camemberts représente la biomasse moyenne par transect pour chaque station. Cette représentation cartographique de l'ensemble de la zone d'étude fait apparaître une différence entre les valeurs des stations littorales, à savoir, les îles du Frioul et les calanques de Marseille à la Ciotat, qui sont soumises à une plus forte pression de pêche (hors ZNP) et les stations plus éloignées et moins accessibles telles que les îles de l'archipel de Riou et les sites du Planier et du Veyron. Ces stations profitent également d'habitats remarquables, souvent tournés vers le large et plus proches de zones profondes.

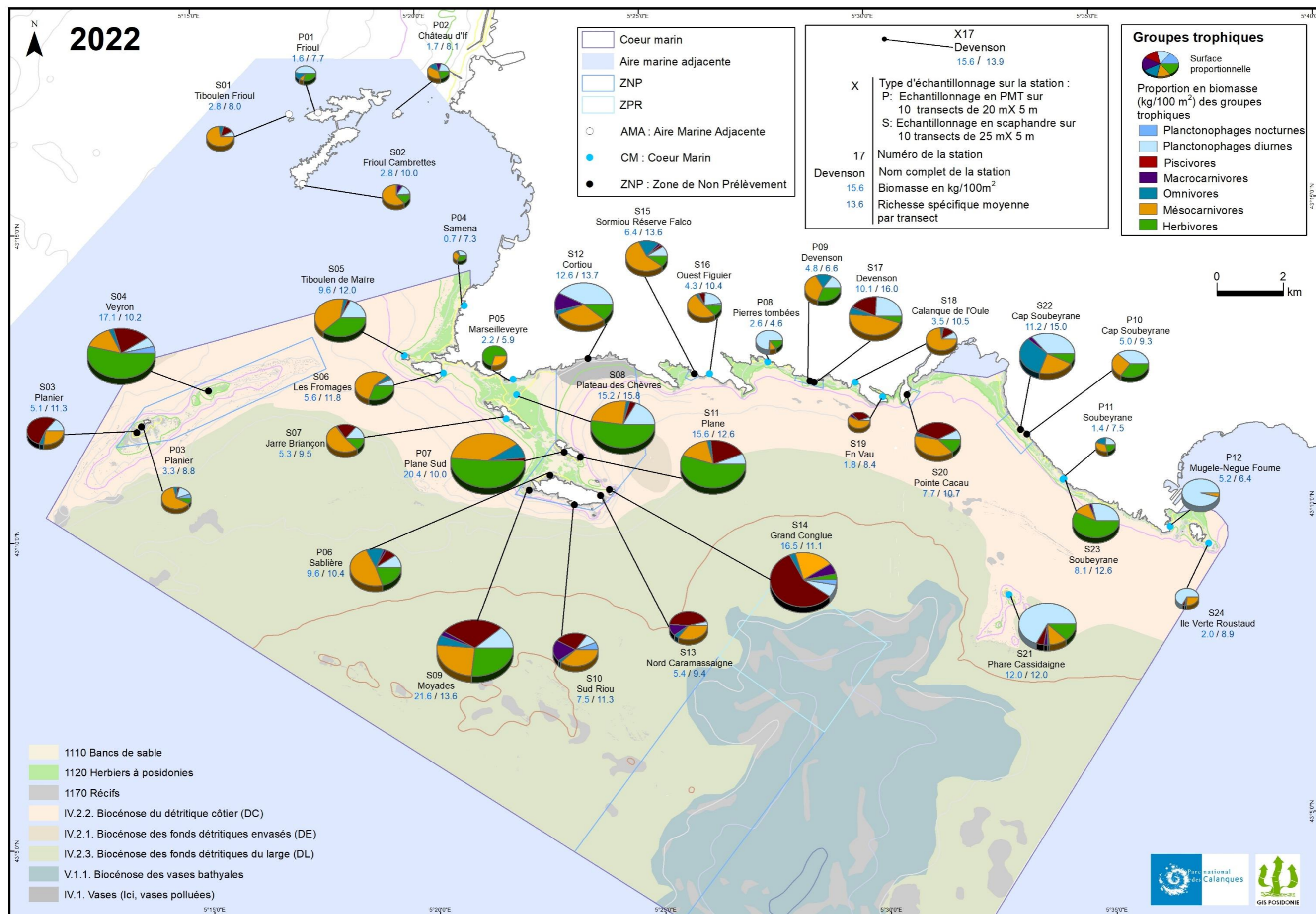
La proportion de piscivores et de macrocarnivores dans les sites des îles est plus importante, ce qui témoigne d'un peuplement de poisson plus équilibré et moins impacté par la pêche car ces espèces sont particulièrement ciblées. Certains sites présentent un bon équilibre entre les classes trophiques. C'est le cas pour la station S14 Grand Conglue qui se situe dans une zone interdite, mais également pour les stations S03 Planier, S9 Moyades, S10 Riou Sud, S13 Nord Caramassaigne et S20 Pointe Cacau. De telles proportions correspondent à ce que l'on peut observer dans des zones protégées depuis longtemps.

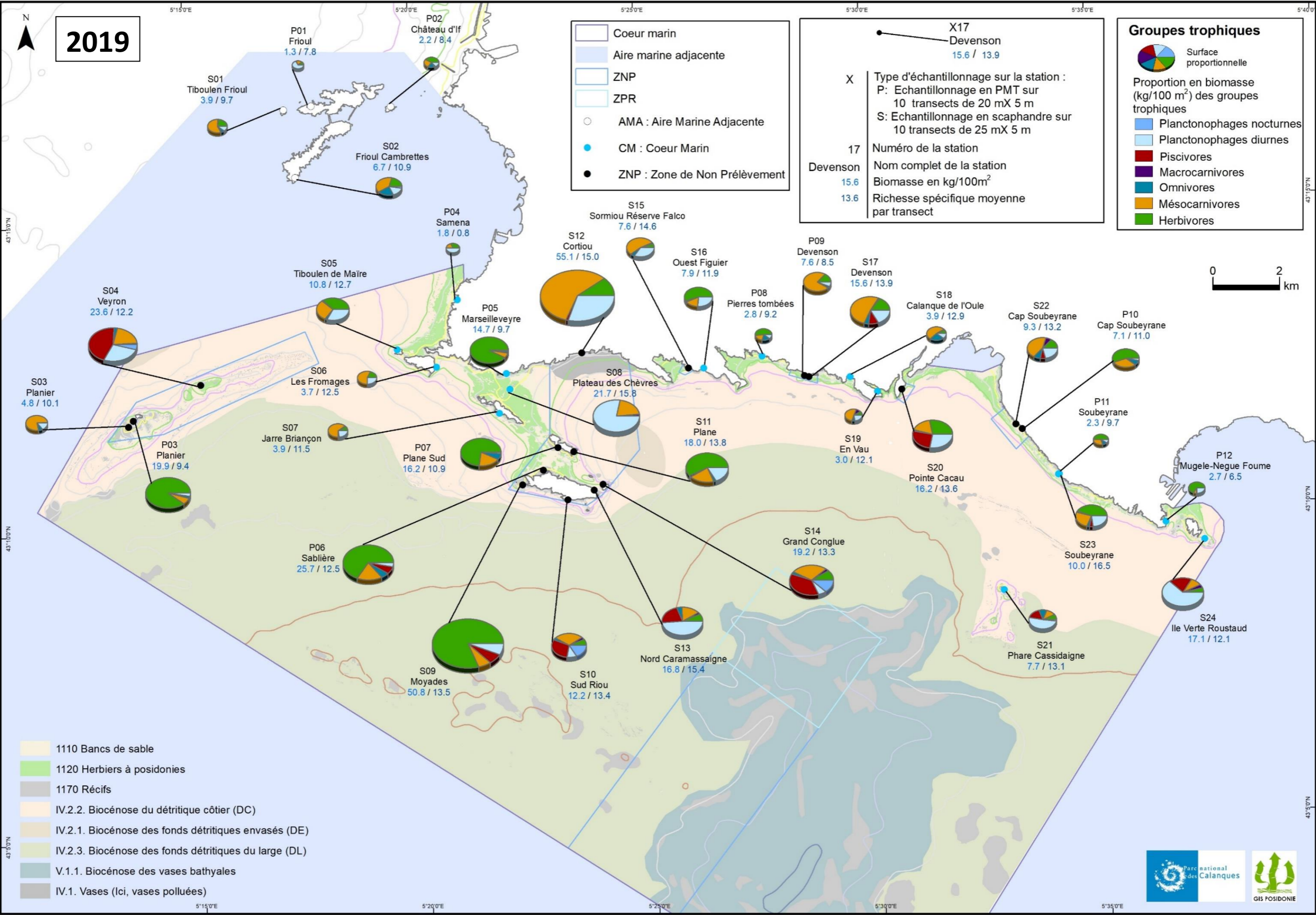
Les stations du littoral des calanques de Marseille à la Ciotat présentent, comme en 2019, une forte proportion de poissons mésocarnivores. On constate également une forte proportion d'herbivores dans la plupart des stations proches du grand herbier du plateau des Chèvres.

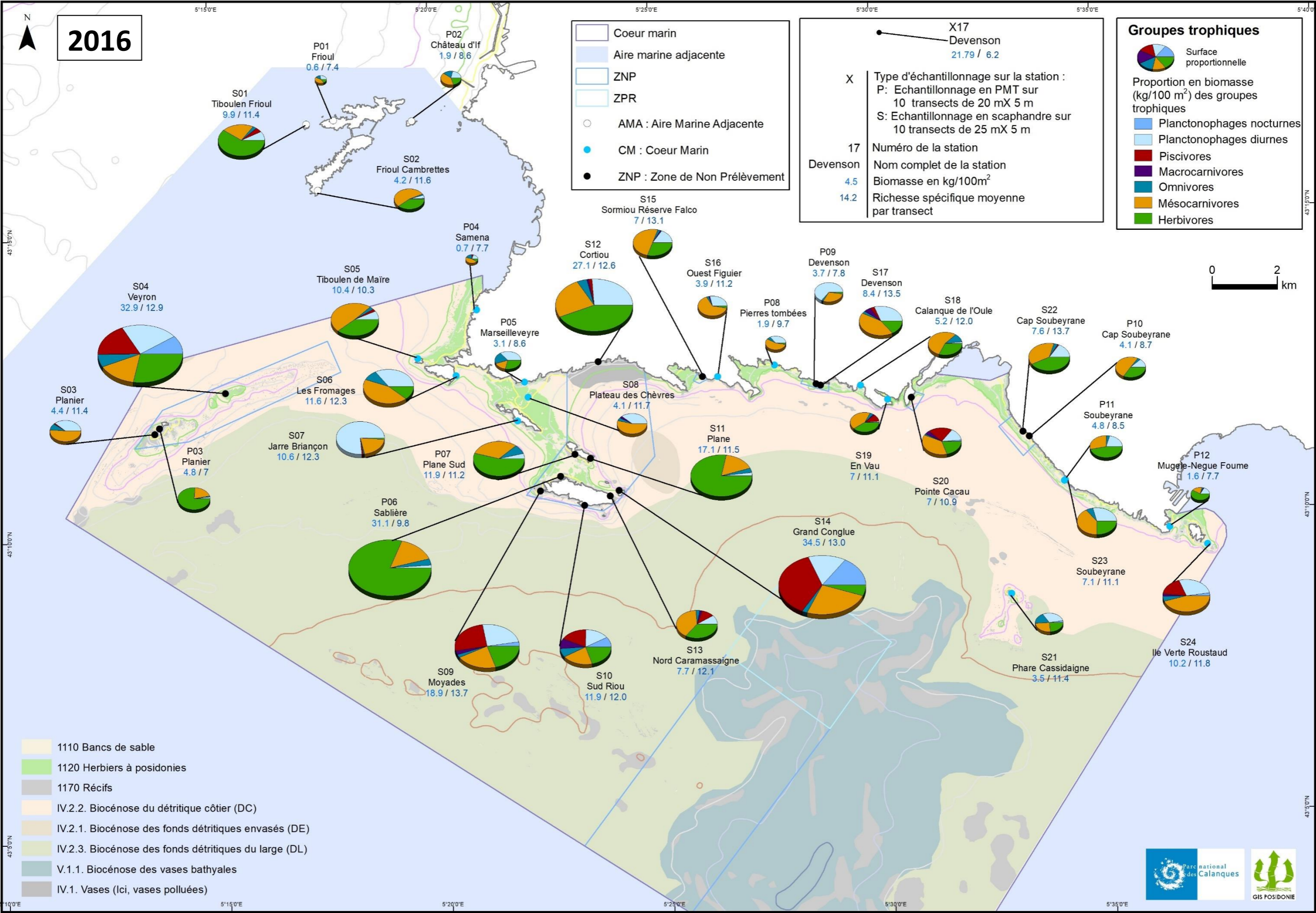
L'augmentation générale de poissons planctonophages dans le Parc, en 2022, a permis de soutenir la présence et l'abondance de poissons de plus haut niveau trophique tels que les piscivores. Ce rééquilibrage des différentes catégories trophiques est signe d'un écosystème en bonne santé, avec une pression de pêche moins importante et avec des mesures de gestions efficace. Cette représentation du peuplement de poissons par catégories trophiques illustre donc indirectement la pression de pêche sur les poissons du PNCal, et en même temps l'impact des mesures de gestion sur le peuplement de poissons.

Les cartes réalisées à partir des données des suivis de 2013, 2016 et 2019 sont également reportées à la suite de la nouvelle carte effectuée à partir des données de 2022 pour comparaison.

Figure 54, Figure 55, Figure 56 et Figure 57 : Peuplement de poissons des Calanques en 2022 (première carte), 2019 (seconde carte), en 2016 (troisième carte) et 2013 (quatrième carte) : représentation de la biomasse moyenne/transect (taille des camemberts) et de la proportion des groupes trophiques à chaque station (couleurs des portions) échantillonnée par comptages visuels par transect linéaire entre 5 et 20 m (TRA) et par comptage au temps en palmes masque tuba entre 0 et 5 m(PMT).









4.6.3 Evolution des ichtyophages entre 5 et 25 m

La biomasse moyenne de piscivores hors ZNP était de 6.9 kg/100 m² en 2013 et est évaluée à 3.0 kg/100 m² en 2022, elle a diminuée de moitié. Si l'on regarde la tendance entre 2013 et 2022, on constate que la biomasse de piscivore est constante voire en légère baisse. Dans les ZNP cette biomasse est passée de 3.9 kg/100 m² en 2013 à 6.6 kg/100 m² en 2022. En dehors des ZNP la biomasse de piscivores est la même qu'en 2016 alors que dans les ZNP, et malgré l'écart qui existait déjà entre les deux types de zones, la biomasse moyenne de piscivores n'a cessé d'augmenter tout en présentant de fortes variations entre transects. Elle a été multipliée par 3.5 (Figure 58).

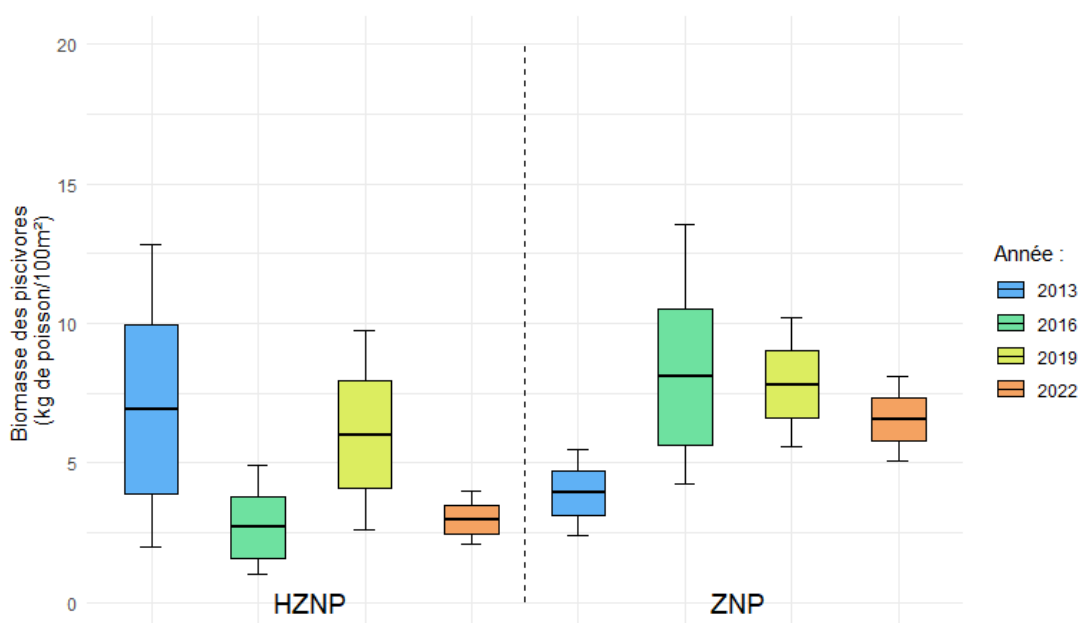


Figure 58 : Evolution de la biomasse moyenne de piscivores en kg/transect entre 2013 et 2022 selon les modes de gestion dans les comptages du PNCaL.

4.6.4 Structure trophique du peuplement entre 0 et 5 m

La structure trophique du peuplement de poissons des petits fonds a évolué depuis le début du suivi. En 2019 la proportion d'herbivores était largement dominante alors qu'en 2022 un meilleur équilibre est observé entre les catégories, bien que la proportion de carnivores demeure très faible (Figure 59). Comparé à 2016 où la biomasse totale échantillonnée était équivalente, la proportion de piscivores a augmenté et les herbivores ont fortement diminué.

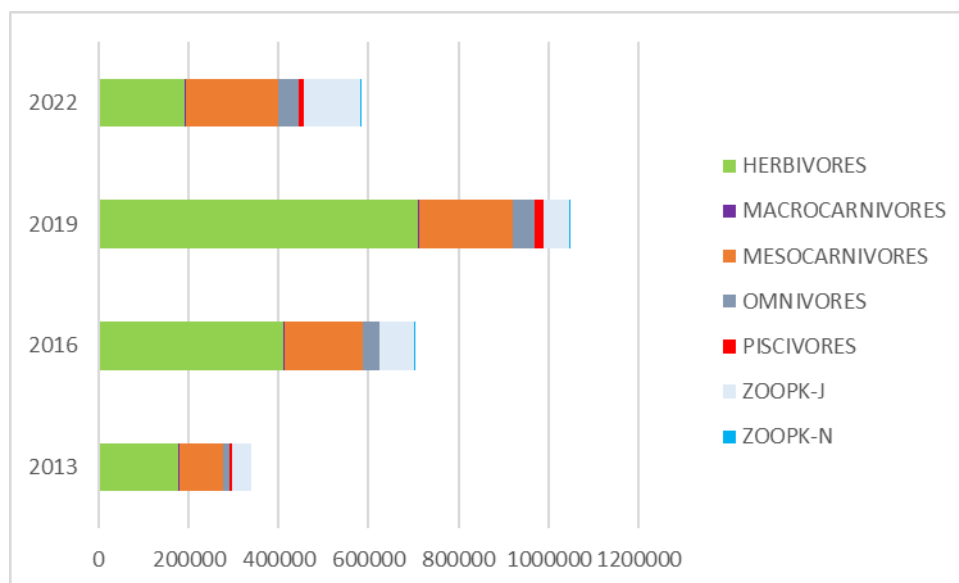


Figure 59 : Composition trophique du peuplement de poissons entre 0 et 5 m dans les comptages de 3 min en PMT dans le PNCal depuis le début du suivi des ZNP à partir de la biomasse cumulée des échantillonnages.

4.6.5 Evolution de la structure spatiale et comportementale du peuplement de poissons entre 5 et 25 m

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). Entre 2013 et 2022, la structure spatiale et comportementale du peuplement de poissons des Calanques a plutôt évolué en faveur des catégories 1 et 2 : les espèces de pleine eau, grégaires, très mobiles, à activité diurne, les planctonophages *Spicara* spp., *Boops boops*, *Oblada melanura*, mais aussi les mugilidés, *Seriola dumerili* (catégorie 1) et les poissons sédentaires vivant en banc dans toute la colonne d'eau, *Chromis chromis* et *Anthias anthias* (catégorie 2) (Figure 60). Entre 2016 et 2019 la catégorie 6, des espèces necto-benthiques à très forte sédentarité a continué à progresser notamment les scorpaenidés et la mostelle *Phycis phycis*.

Le peuplement des Calanques est très largement dominé par les espèces nectobenthiques effectuant des déplacements verticaux d'amplitude moyenne (quelques mètres) et des déplacements latéraux plus ou moins importants, mais avec une fidélité stationnelle marquée (catégorie 3) ; ce sont les sparidés à activité diurne : *Diplodus* spp., *Spondylisoma cantharus*, *Sarpa salpa*, *Dentex dentex*, et *Epinephelus marginatus*. En 2022, cette catégorie 3 a proportionnellement diminué.

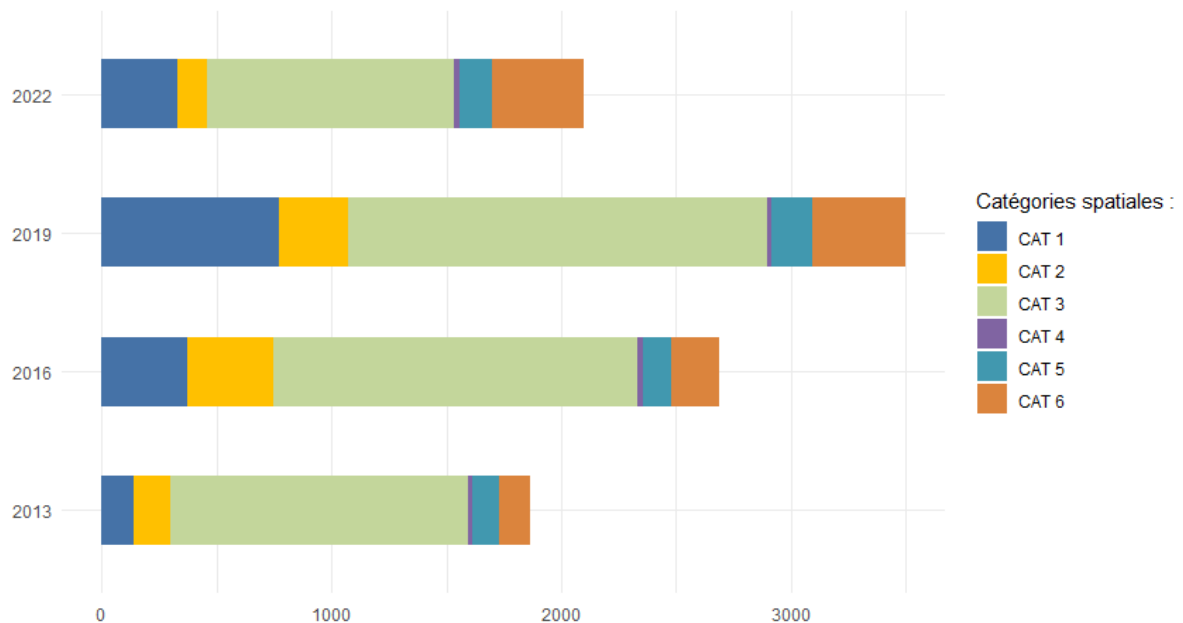


Figure 60 : Evolution de la structure spatiale et comportementale du peuplement de poissons des Calanques à partir des catégories proposées par Harmelin (1987). Proportions calculées à partir du cumul des biomasses des poissons recensés (kg).

5 ELEMENTS DE SYNTHÈSE ET MISE EN PERSPECTIVE DES DONNÉES DU SUIVI À T0+9 ANS

Conformément au plan d'échantillonnage, les acquisitions de données par comptage visuel du peuplement de poissons du Parc national des Calanques ont été conduites par le GIS Posidonie lors de 2 périodes distinctes. Les deux campagnes de terrain ont été réalisées entre le 8 septembre et la fin du mois d'octobre 2022 avec un peu plus de vent lors de la première campagne et un fort courant d'Est lors de la seconde campagne qui a perturbé les évaluations aux stations exposées : Veyron, Planier, Ile Verte Roustaud et Soubeyrane. Toutefois, l'échantillonnage a été réalisé avec des conditions de température correctes jusqu'à la fin des comptages, produisant des données représentatives de la saison pour la réalisation de cette évaluation 9 ans après l'état zéro. Le protocole d'échantillonnage est rigoureusement le même que celui de l'état initial autorisant les comparaisons des caractéristiques du peuplement avec les années antérieures.

Les comptages de référence métrés et des espèces cibles par parcours de 3 minutes réalisés dans 24 stations réparties sur l'ensemble du territoire du Parc national des Calanques ont pour objectif principal d'obtenir **des évaluations quantitatives du peuplement dans la tranche de profondeur 5-25m**. Les comptages au temps réalisés dans les mêmes stations, à même profondeur, le même jour, à chaque campagne viennent compléter ces comptages en augmentant les chances d'**observer des espèces cibles et d'intérêt patrimonial** en parcourant davantage de surface dans la même zone. Des comptages au temps ont été conduits sur 12 stations littorales (0-5 m de profondeur) en plongée libre. Ce suivi complémentaire dans les petits fonds (nous le disons dans chaque rapport) a vocation à être pris en charge par le personnel du Parc au moins avec le même pas de temps et, pourquoi pas, avec un pas de temps plus resserré (tous les ans, par exemple). Ce suivi permet de **mettre en évidence l'effet réserve dans les petits fonds**. Le croisement des 3 approches méthodologiques fournit un jeu de données particulièrement complet et intéressant pour comprendre les modifications qui s'opèrent sur le peuplement de poissons des Calanques depuis plus de 9 ans.

La méthodologie conduit à un nombre important de réplicats : 840 au total, ce qui permet d'avoir une bonne représentativité du peuplement à la saison la plus favorable aux inventaires. Toutes les données de comptage : par transect (TRA-240 réplicats), au temps des espèces cibles (TPS-480 réplicats) et de toutes les espèces observées près du bord (PMT-120 réplicats) ont été saisies dans la base de données du GIS Posidonie.

La question principale à laquelle doit répondre ce suivi est celle de l'efficacité de la gestion spatiale mise en place, sous la forme de plusieurs zones de non-prélèvement de plus ou moins grande surface, réparties sur le territoire du PNCal. L'analyse des données de ce suivi a pour objectif de faire ressortir les différences de peuplement observées selon le mode de gestion : ZNP/HZNP, selon les stations elles-mêmes, éventuellement selon leur localisation sur les îles par rapport à la côte). C'est bien évidemment aussi l'impact des prélèvements par toutes les formes de pêche qui est observé dans les stations hors ZNP. L'interprétation des données doit donc tenir compte également de l'évolution des stations situées dans l'aire maritime adjacente et hors ZNP dans lesquelles l'effort de pêche a pu se reporter.

Avec cette quatrième campagne de comptages, le PNCal confirme ce suivi des peuplements de poisson dans la durée et les résultats font mieux apparaître ce qui relève des variations temporelles annuelles et ce qui trace une évolution au long terme de la qualité du peuplement de poissons. Près de 10 ans après la création du PNCal et la mise en place d'une gestion dans la zone, la réglementation est mieux connue des usagers et les méthodes de gestion et de surveillance maintenant bien établies. Le peuplement observé lors de nos plongées est donc le résultat de ce qui a été mis en œuvre depuis des années et nous le comparons aux observations faites lors de l'état zéro ou état de référence réalisé en 2013, quelques 18 mois après la création du Parc national et quelques mois seulement après la mise en place d'équipes de surveillance (Bonhomme *et al.*, 2015).

Importance de l'habitat dans la structuration du peuplement

En 2016 comme en 2013, l'analyse multivariée à partir de données descriptives de la qualité de l'habitat faisait ressortir un groupe principal de stations du suivi aux caractéristiques assez homogènes et quelques stations aux caractéristiques particulières telles que le Plateau des Chèvres (herbier, dalles horizontales peu profondes) ou la Pointe Cacao (galets, graviers et petits blocs). Le groupe de stations situées en ZNP est caractérisé par une rugosité et une complexité, plus fortes, comme les stations proches de Riou, le Veyron, et l'Île Verte (profondeur, gros blocs et dalles). Les habitats remarquables des stations Moyades, Grand Congloue, Nord Caramassaigne, Veyron situés dans les îles, dans des sites un peu plus profonds ou sur un rivage plus accore et présentant des degrés de complexité importants, favorisent les espèces de roche, dont la plupart sont des cibles de la pêche et accentuent l'écart entre ZNP et hors ZNP (cf. rapport état zéro, Bonhomme *et al.*, 2015). Ces stations ont contribué pour beaucoup au niveau élevé des métriques de suivi lors de l'état zéro et à une différence intrinsèque entre les deux groupes de stations situés dans les ZNP et en dehors. Dès le départ, la zone d'étude disposait d'un fort potentiel grâce à ces stations qui sont principalement situées dans les ZNP. Le second atout est l'importance de la surface mise en protection intégrale dans les grandes ZNP situées à l'Ouest du Parc, dont l'influence favorable qu'elle a sur la densité et la biomasse des espèces cibles a été démontrée (Claudet *et al.*, 2008).

Les variables descriptives de l'habitat collectées lors des premières campagnes (nombre de petits, moyens et gros blocs, et % de recouvrement par la roche, le sable, l'herbier et les galets) ont permis de rendre compte de la rugosité, de la complexité et de la profondeur à l'échelle des transects du suivi. A chaque retour, les mêmes demi-stations sont prospectées de part et d'autre du point GPS central de localisation de la station. En 2019, nous avons utilisé des modèles linéaires généralisés (GLM) pour examiner l'évolution de l'abondance et de la biomasse des poissons cibles dans le PNCal en fonction de l'augmentation de la complexité et de la rugosité de l'habitat sur le jeu de données. L'écart entre les valeurs d'abondance et de biomasse obtenues et le modèle basé sur les variables d'habitat, appelé résidu, nous a permis de bien mettre en évidence la part de variabilité non expliquée par l'habitat. Cette variabilité, qui peut se traduire par une augmentation d'abondance ou de biomasse observée dans les ZNP est due à la gestion mise en place, autrement dit à 'l'effet réserve'. Une fois enlevée la variabilité liée à l'habitat, les tests statistiques réalisés ne montraient pas d'effet de la protection sur l'abondance des poissons. En revanche, l'effet sur la biomasse de poissons a été significativement démontré dès 2013 et en 2019 : les valeurs de biomasse relevées en ZNP sont significativement supérieures à celles observées hors ZNP.

Ainsi, l'analyse de l'habitat réalisée dans les précédents rapports (Bonhomme *et al.*, 2015, Le Diréach *et al.*, 2017) a fait ressortir qu'en dépit du soin apporté au choix des stations de roche entre 5 et 25 m pour qu'elles soient le plus comparables possible, des différences de complexité, de rugosité et de caractéristiques géomorphologiques, telles que la proximité de sites profonds, la situation des stations à la côte et dans les îles, étaient présentes. Ces paramètres de l'habitat, qui structurent les peuplements, peuvent influencer les comparaisons entre stations et notre interprétation de l'efficacité de la protection sur les peuplements. Il est apparu, notamment, que la structure de l'habitat des stations des ZNP situées dans les îles a tendance à favoriser la présence d'espèces d'intérêt halieutique.

Ces analyses pratiquées en 2019 ont permis de confirmer qu'il y a bien un 'effet réserve' ou effet de la protection dans les ZNP, indépendamment de l'effet habitat, qui structure fortement les communautés de poissons en général. Dans les Calanques, la différence entre ZNP et hors ZNP est donc accentuée par le positionnement de certaines stations de ZNP dans des habitats remarquables et particulièrement favorables à l'ichtyofaune. Ce que nous observons dans certaines stations très poissonneuses est un cumul de ces deux effets.

Evolution du peuplement de poissons entre 5 et 25 m de profondeur

- Evolution de la liste et des occurrences des espèces

La liste des espèces comprend 52 taxons. Le cortège d'espèces observées dans les fonds rocheux des Calanques est caractéristique des fonds côtiers méditerranéens et comprend des espèces permanentes et à large répartition spatiale : *Chromis chromis*, *Coris julis*, *Diplodus sargus*, *D. vulgaris* et d'autres semi-permanentes avec plus de 80% d'occurrence dans les stations, *Apogon imberbis*, *Boops boops*, *Centrolabrus melanocercus*, *Chromis chromis*, *Coris julis*, *Diplodus puntazzon*, *D. sargus*, *D. vulgaris*, *Labrus merula*, *Mullus surmuletus*, *Serranus cabrilla*, *Symphodus mediterraneus*, *S. tinca*.

Des occurrences plus élevées de *Labrus merula* et de *Mullus surmuletus* sont constatées depuis 2016 en particulier dans les ZNP. *Epinephelus costae* n'a pas été revu en 2019. Alors qu'un seul congre a été vu durant les comptages de 2019 et de 2016 et 2 congrès en 2022, l'occurrence des murènes dans les comptages est passée de 3% dans les stations HZNP et 8% en ZNP à respectivement 10 et 11% en 2019 et 25 et 50% en 2022. De même, l'occurrence moyenne de *Serranus scriba* est passée de 12% HZNP et 9% dans les ZNP en 2016 à respectivement 30% et 17% en 2019 et 67% et 58% en 2022. La rascasse de Madère *Scorpaena maderensis* observée pour la première fois en 2019, a été revue en 2022. Ces tendances sont observées dans d'autres suivis en Méditerranée nord-occidentale. Ces dernières espèces semblent être favorisées par le réchauffement climatique mais aussi par la pression de pêche.

Outre les effets de la gestion, ce type de suivi au long terme permet de mettre en évidence des changements de composition du peuplement liés à des changements plus globaux des conditions environnementales. Ainsi, la présence d'anchois *Engraulis encrasicolus*, de sardinelles *Sardinella aurita* et des occurrences élevées des *Spicara* spp., confirment l'abondance des espèces planctonophages, qui sont toutefois moins abondantes qu'en 2019, ce qui a une forte influence sur les métriques de suivi qui les prennent en compte. Leur proportion a été en augmentation de 2013 à 2019 : l'abondance des espèces planctonophages a été multipliée par 2 en 2016 et par 3 en 2019 (notamment les castagnoles, les oblades et les *Spicara* spp), mais elles étaient moins abondantes en 2022. Ces espèces sont un maillon important de la chaîne alimentaire car elles nourrissent les prédateurs ichtyophages. Le travail de Ourgaud *et al.* (2015) et les suivis pluriannuels réalisés dans la région marseillaise (suivis de la réserve de Couronne ou des récifs du Prado) avaient montré une nette diminution des planctonophages entre 2009 et 2015 (Le Diréach *et al.*, 2014, Astruch *et al.*, 2016) confirmée par les pêcheurs professionnels. Ces mêmes pêcheurs signalent la présence de grands bancs de petits pélagiques ces dernières années très près de la côte qui attirent de plus grands prédateurs comme les bonites *Auxis rochei* et pélamides *Sarda sarda* et même des thons rouges *Thunnus thynnus*.

- Evolution de la richesse spécifique et de la composition du peuplement

La richesse spécifique présente une évolution contrastée selon les stations aussi bien en ZNP qu'hors ZNP, sur la côte comme sur les îles. Alors que l'augmentation de la richesse à l'échelle des stations était un des premiers signes entre 2013 et 2019 d'un effet positif de la gestion mise en place : la Rs spécifique moyenne par station est passée de 10.6 en 2013 à 13.1 en 2019 pour l'ensemble des stations des Calanques prospectées, cette métrique n'a pas progressé uniformément en 2022.

Dans les ZNP, la Rs moyenne par station est passée de 11 en 2013 à 14 en 2019. Elle était de 12 en 2022. Hors ZNP, elle a augmenté de 9 à 13 espèces. En 2022, seulement 11 espèces ont été observées. La Rs moyenne par station n'était pas différente entre la côte et les îles en 2013 et en 2016, mais en 2019, elle est de 14 à la côte et de 12 dans les îles et présente une forte augmentation par rapport à 2013. La différence de Rs se maintient en 2022 en faveur de la côte avec 13 espèces et 11 dans les îles.

La Rs a diminué dans les comptages à toutes les stations dans les ZNP sauf à Planier, à Moyades, au Devenson et à Cap Soubeyrane. La Rs a diminué dans les comptages de 2022 hors ZNP à toutes les stations sauf au Plateau des chèvres où le résultat est le même qu'il y a 3 ans.

Si l'on regarde les grandes familles qui composent le peuplement de poissons des Calanques, la densité des labridés en général diminue depuis le début du suivi (alors que la fréquence des grands labres augmente en ZNP). Une tendance à l'augmentation de la densité des sparidés est observée et plus encore des mugilidés, des mullidés et des serranidés, pour les principales familles qui ont augmenté depuis l'état initial.

Les effectifs du mérou *Epinephelus marginatus* dans les comptages de 2022 sont du même ordre de grandeur qu'il y a 3 ans : 68 mérous ont été observés au lieu de 61 en 2019 (mais seulement 18 en 2013) pour l'ensemble des stations. Son occurrence a en revanche augmenté car il a été observé dans 67% des stations situées hors ZNP et 83% des stations de ZNP. L'occurrence du mérou brun (TRA) était en 2019 de 27% des stations de ZNP et 4% des stations hors ZNP. A titre de comparaison, l'occurrence des mérous bruns observée autour de Port-Cros en 2014 était de 22% (Astruch *et al.*, 2015). Comme en 2019, les résultats de la campagne 2022 confirment la faible occurrence du mérou *Epinephelus marginatus* et du corb *Sciaena umbra* en dehors des ZNP (0 à 20% maximum des réplicats) malgré des habitats disponibles pour ces deux espèces. Cela fait partie des résultats majeurs du suivi et traduit la réalité d'un prélèvement de ces espèces, en dehors des ZNP, sur le vaste territoire des Calanques, comme presque partout sur la côte malgré les moratoires mis en place depuis 1993 et 2013 respectivement pour le mérou brun et le corb. Ces deux espèces sont des indicateurs de protection qui progresseront à n'en pas douter si les mentalités évoluent et si les fréquences de surveillance et de contrôle augmentent. Des contrôles accrus au moment du lever et du coucher du soleil (par mauvais temps, la nuit ?) doivent être encouragés, quand la fréquentation sur le plan d'eau diminue et que les activités illégales peuvent se développer. Rappelons, par ailleurs, que la faible abondance des mérous et des corbs à faible profondeur (un seul mérou vu dans les comptages en PMT à la Sablière de Riou et 6 corbs seulement: 5 au Devenson et 1 à Plane Sud donc, en ZNP) est également un indicateur de pression de pêche. A moins de 25 m de profondeur, les individus de grande taille demeurent rares en zone non protégée mais nous espérons les voir augmenter en zone protégée au fil du temps, comme on peut le voir à Moyades dans les Calanques ou à la Gabinière à Port-Cros, par exemple. Les derniers comptages dans le PNCal effectués par le GEM dénombraient 359 mérous et 288 corbs en 2022 (Sandrine Ruitton comm. Commission Pêche 2023).

- Evolution des abondances

L'abondance moyenne des poissons toutes espèces comprises a connu une augmentation continue de 2013 à 2019 dans l'ensemble de la zone d'étude, alors que le chiffre n'augmente pas en 2022. La densité moyenne a été globalement multipliée par 1.6 entre 2013 et 2022 dans le PNCal, par 1.5 dans les ZNP et par 1.8 en dehors. Sur la côte, la densité moyenne de poissons a été multipliée par 2 entre 2013 et 2022 et sur les îles par 1.4. Ces différences sont statistiquement significatives.

L'évolution des **effectifs cumulés** de T0 à T0+9 pour l'ensemble des stations marque une baisse après une augmentation constante et importante du nombre de poissons aussi bien dans les ZNP qu'en dehors de 2013 à 2019. L'examen de la composition du peuplement de poisson observé révèle que le nombre des poissons non planctonophages est resté plus ou moins constant (voir plus loin). Si les effectifs des comptages cumulés par station font apparaître une augmentation de la densité des poissons dans 20 stations sur 24 en 2019 par rapport à 2013, c'est en grande partie à cause de l'augmentation des planctonophages à ces stations. Il faut souligner, en effet, que les effectifs augmentent non seulement dans les ZNP mais aussi en dehors, ce qui est un excellent résultat pour le réseau trophique. La diminution des densités observée en 2022 ne doit pas inquiéter car le cumul des effectifs nous enseigne qu'elle est due à la baisse du nombre des planctonophages. Ce poisson 'fourrage' joue un rôle fonctionnel majeur puisqu'il supporte pour partie la chaîne alimentaire.

Lorsque les espèces planctonophages sont soustraites du total des poissons (abondances réduites), il apparaît, que les effectifs sont restés globalement constants hors ZNP et ont tendance à varier davantage dans les ZNP. L'augmentation des abondances globales de poissons est donc à mettre au bénéfice principal des espèces planctonophages dont nous avons dit l'importance pour la chaîne trophique, mais pas seulement.

Hors ZNP, quelques stations confirment une abondance élevée des poissons en 2022 comme en 2019 : Tiboulène de Maire, Plateau des chèvres, Ouest Figuière, phare de Cassidaigne et Soubeyrane plus que l'île Verte voient leurs effectifs augmenter. Les autres stations voient leurs effectifs cumulés diminuer par rapport à 2019. Dans les ZNP les effectifs ont baissé partout, sauf à Moyades et à Cap Soubeyrane. Mais Veyron, Moyades, Cortiou et Grand Congloue confirment leur statut de stations les plus poissonneuses des calanques. Les stations des ZNP présentent, pour la plupart, des densités de poissons plus élevées que celles situées en dehors des ZNP, ce qui plaide en faveur d'un résultat lié à la protection. Toutefois, les stations Phare de Cassidaigne, Soubeyrane et Ile Verte Roustaud présentent des profils très similaires à ces stations de ZNP du point de vue de l'abondance des téléostéens.

Le Veyron est une station au potentiel exceptionnel eu égard à la qualité de ses habitats, des facteurs environnementaux et de sa localisation au large, pour le poisson benthique et démersal. Les pics de densité (et de biomasse) sont dus, au Veyron, à la présence en abondance de beaucoup de sars (*D. puntazzo* notamment) et de labridés (en particulier *Coris julis*). A Cortiou, le peuplement de poisson semble bénéficier à la fois de l'effet de la protection et de l'abondance en nutriments en lien avec le débouché de la station d'épuration. Cette année encore, des sparidés : sars, canthares et saupes, des rougets et des oblades, des pagres, des mostelles et des chapons y ont été vus en abondance.

Les effectifs cumulés hors planctonophages font apparaître un profil assez homogène entre stations. En 2022, hors ZNP, seuls Plateau des Chèvres et Soubeyrane présentent des abondances réduites élevées. Dans les ZNP, les abondances réduites sont supérieures globalement à celles des stations hors protection. Seule la station Veyron présente des estimations d'abondance réduite nettement plus élevées à chaque retour dans le suivi. Après plus de 9 ans de gestion, l'abondance des poissons non planctonophages se maintient dans les stations hors ZNP. Deux stations présentent une évolution continue à la baisse à surveiller : Fromages et Ile Verte Roustaud.

L'augmentation de l'abondance des planctonophages entre 2013 et 2019, a donc tendance à masquer dans l'analyse du peuplement global les effectifs des autres espèces, dont les cibles de la pêche. La tendance à la diminution de la densité réduite observée entre 2013 et 2016 aussi bien hors ZNP que dans les ZNP s'est inversée entre 2016 et 2019 dans les deux types de zones de gestion. Les résultats de 2022 permettent de mieux dégager les tendances à suivre au milieu des variations interannuelles.

Les principales espèces qui composent le cortège du peuplement des Calanques en 2022 sont les mêmes qu'en 2013 : la girelle (*Coris julis*), le sar (*Diplodus vulgaris*) et les saupes (*Sarpa salpa*), le sar *Diplodus sargus* ainsi que le crénilabre tanche (*Symphodus tinca*), *Symphodus ocellatus*. Le serran chèvre (*Serranus cabrilla*), et le rouget (*Mullus surmuletus*) viennent plus loin dans le classement des espèces les plus abondantes. La dorade *Sparus aurata* et le chinchard *Trachurus spp.* n'étaient pas présents dans les comptages cette année.

- Evolution des biomasses

Comme les densités, **les biomasses moyennes de poissons** (toutes espèces prises en compte) ont significativement baissé dans le site d'étude par rapport à 2019 et sont de 9.4 kg/100 m² en 2022 contre 14.6 kg en 2019. Cette diminution de la biomasse moyenne touche aussi bien les stations en ZNP qu'en dehors, mais dans une moindre mesure. Pour se rendre compte : la biomasse moyenne de poissons est de 12.8 kg/100 m² dans les ZNP et de 6.1 kg/100 m² en dehors (soit doublement plus élevée). Ces valeurs importantes sont comparables hors ZNP à celles observées sur les fonds rocheux.

autour de Port-Cros (Astruch *et al.*, 2015) où la biomasse moyenne est en moyenne de 6.6 kg par 100 m² mais dans des eaux plus oligotrophes. Au sein du site de la Gabinière Ouest, site de référence où toute forme de pêche est interdite depuis longtemps, la biomasse atteint 17.8 kg par 100 m², soit 5 kg de plus que la moyenne observée dans les ZNP du PNCal en 2022. Il faut surtout retenir que ces évaluations sont du même ordre de grandeur, mais aussi que la région marseillaise est caractérisée par une forte production.

La biomasse de poissons à la côte a été multipliée par 2 en 9 ans (8.1 kg/100 m² contre 4.1), et n'a pas changé dans les îles (10.4/100 m² contre 10.4). La biomasse de poisson semble mieux répartie entre les îles et la côte, qui présentent une valeur moyenne de biomasse équivalente aujourd'hui, alors que l'écart est plus important entre ZNP et hors ZNP.

Bien que les biomasses aient diminué entre 2019 et 2022, cette métrique comme l'abondance vient confirmer les stations Veyron, Moyades, Cortiou et Grand Conglue comme celles où la biomasse de poissons observée est la plus importante dans les calanques. Juste après, une autre station confirme sa progression en biomasse depuis le début du suivi : Plane où les comptages ont été exceptionnels également en diversité et par le comportement paisible des poissons répartis de haut en bas de la colonne d'eau. La biomasse ne progresse pas à la station Sud Riou et à Planier probablement en raison de leur localisation sur des fonds pénalisants par leur structure. La biomasse estimée à la station de Planier demeure depuis le début du suivi globalement inférieure à celle observée dans les stations les moins bien classées dans les ZNP, les petites ZNP situées à l'Est : Sormiou réserve Falco, Devenson, Point Cacao Cap Soubeyrane et même à certaines stations hors ZNP. Le niveau de la biomasse observée demeure nettement plus élevé dans les stations en ZNP par rapport à l'extérieur, même si les stations de Plateau des chèvres, Cassidaigne, Soubeyrane et Ile Verte-Roustaud (HZNP) présentent des biomasses qui rivalisent avec celles des ZNP. La ZNP de Cap Soubeyrane progresse, alors que Nord Caramassaigne non.

Neuf ans après l'état initial, les **biomasses cumulées** ont augmenté dans les ZNP, mais pas en dehors. La progression observée hors ZNP de 2013 à 2019 n'est plus visible en 2022 et cette tendance également observée dans les ZNP nous incite à penser qu'elle est davantage due à la diminution des planctonophages dans les comptages qu'à une augmentation de la pression de pêche.

L'évolution des **biomasses cumulées d'espèces non planctonophages (biomasses réduites)** confirme la stabilité des évaluations de biomasse en dehors des ZNP depuis T0, alors que dans les ZNP nous avons observé une nette progression de 2013 à 2019 puis une régression entre 2019 et 2022.

L'analyse des **biomasses cumulées d'espèces non planctonophages (biomasses réduites)** par stations hors ZNP révèle une tendance à l'augmentation par rapport à 2013 quasiment à toutes les stations et en particulier aux stations Tiboulén de Maire, Jarre Briançon et Plateau des Chèvres.

Dans les ZNP, Veyron, Moyades, Cortiou et Grand Conglue, sont rejointes par Plane pour la quantité de biomasse réduite observée. Sormiou, Devenson, Pointe Cacao et Cap Soubeyrane continuent à progresser lentement.

Les espèces qui composent la majorité de la biomasse réduite observée par comptages visuels sont les saupes *Sarpa salpa*, le mérou brun *Epinephelus marginatus*, qui prend la seconde place en 2022 par ordre d'importance, les sars *Diplodus spp*, la murène *Muraena helena* et les mugilidés. Dans les ZNP, le mérou occupe le premier rang pour sa contribution à la biomasse réduite, suivi par la saupe, les sars et les mugilidés. Hors ZNP, ce qui est très démonstratif : la saupe arrive en premier, suivie par les deux espèces de sars *D. vulgaris* et *D. sargus* et le mérou est quatrième.

La biomasse des espèces cibles a été analysée par familles afin de mieux comprendre ce qui fait varier les biomasses globales et d'espèces cibles dans le suivi (voir plus loin dans cette discussion). La biomasse des phycidés (mostelles) a fortement chuté entre 2019 et 2022, celle des mugilidés a été multipliée par 4.4 ; la biomasse des serranidés a été multipliée par 4.6, celle des sparidés a fortement diminué par rapport à 2019 en raison de l'abondance des dorades dans les comptages de 2019 et

globalement n'a pas progressé depuis l'état zéro. La biomasse des labridés est la même qu'en 2013. Sur des espèces plus mobiles comme les sparidés, l'effet est moins évident que sur les espèces peu mobiles.

Alors que les biomasses cumulées réduites évoluent peu en dehors des ZNP, neuf ans après l'état initial on peut constater qu'elles ont fortement augmenté dans les ZNP, même si une inflexion est marquée en 2022. L'écart entre stations hors ZNP et ZNP est important depuis le début du suivi, en raison de la pression de pêche qui s'exerce partout où il est possible de pêcher.

La relative stabilité constatée en dehors des zones protégées rassure sur l'absence d'un effet négatif à l'extérieur des ZNP : les biomasses moyennes réduites n'ont pas diminué. Cet équilibre doit être maintenu dans les années à venir.

- Evolution des catégories trophiques

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. La structure trophique du peuplement de poissons des Calanques évolue vers un meilleur équilibre entre les catégories : la biomasse de piscivores augmente à chaque retour, celle des omnivores se maintient, celles des mesocarnivores et des herbivores ont proportionnellement diminué, comme celle des planctonophages par rapport à 2019. L'évolution des proportions des différentes catégories trophiques sur les 8 stations suivies depuis 2008 nous avait montré que le changement a eu lieu entre 2013 et 2016. C'est une indication de plus en faveur des mesures de protection qui ont été prises.

La carte des estimations de la biomasse restituées par station et par catégorie trophique synthétise de façon très visuelle les résultats du suivi en faisant ressortir un écart moins prononcé de la proportion des différents groupes trophiques des stations des îles et avec celle des stations situées à la côte qu'en 2019. La proportion de piscivores et de macrocarnivores dans les sites des îles demeure plus importante, ainsi que la biomasse moyenne, ce qui témoigne d'un peuplement de poisson plus équilibré et moins impacté par la pêche car ces espèces sont particulièrement ciblées. Certains sites présentent des résultats exceptionnels par l'importance des piscivores comme la station S14 Grand Congloue qui se situe dans une zone interdite d'accès et S13 Nord Caramassaigne. De bons équilibres entre les classes trophiques sont observés aux stations S04 Veyron, S09-Moyades, S10 Sud Riou, S11 Plane, et S20 Pointe Cacaou. De telles proportions correspondent à ce que l'on peut observer dans des zones où la protection est effective. Les stations du littoral des calanques de Marseille à la Ciotat présentent, comme en 2019, une forte proportion de poissons mésocarnivores. Une forte proportion d'herbivores sur la plupart des stations proches du grand herbier du plateau des Chèvres est également observée. Le peuplement observé dans les stations S12 Cortiou, S17 Devenson et S20 Pointe Cacaou présente maintenant des proportions de plus en plus équilibrées et des biomasses nettement plus importantes qu'au début du suivi.

Evolution des espèces cibles de la pêche

Un effort particulier est consacré dans ce suivi à l'analyse des espèces cibles de la pêche (24 espèces prises en compte) avec les résultats des comptages par transects (TRA) et ceux des parcours au temps (TPS). Mettre en évidence les différences de cette variable entre les groupes de station en ZNP et hors ZNP revient à analyser l'impact de la pêche, toutes formes de pêches confondues sur le peuplement de poissons.

Si les valeurs de la **densité moyenne d'espèces cibles** ont diminué globalement entre 2019 et 2022 dans la zone d'étude et davantage dans les ZNP, nous devons retenir que la tendance depuis le début du suivi est celle d'une stabilité hors ZNP autour de 37 individus/100m² et des variations dans les ZNP selon les retours entre 55 et 65 individus/100 m². A la côte comme dans les îles, l'estimation de densité de cibles demeure inférieure à l'estimation de l'état initial et n'augmente pas de façon nette. Hors ZNP seule la station Plateau des chèvres se distingue par son abondance d'espèces cibles en 2022. Dans les ZNP, le Veyron continue à se distinguer nettement des autres stations par des effectifs exceptionnels. En dehors de cette station, les valeurs des effectifs ne sont guère plus élevées dans les ZNP par rapport à l'extérieur.

Les valeurs de densité plus élevées dans les ZNP sont le résultat à la fois de la qualité des habitats et de la protection mise en place. Etant donné que les poissons se déplacent et ne restent pas cantonnés dans les ZNP, on peut considérer que tout ce qui est exporté est porté au bénéfice des pêcheurs. L'écart entre ZNP et hors ZNP pour tous les résultats portant sur les espèces cibles est à attribuer aux prélèvements par les pêches : professionnelle et de loisir.

L'examen des **biomasses moyennes d'espèces cibles** issues des comptages nous permet de préciser que la biomasse moyenne d'espèces cibles a été multipliée par 1.5 entre 2013 et 2022 dans l'ensemble de la zone d'étude et qu'elle est nettement plus faible et constante en dehors des ZNP. La biomasse moyenne de cibles est 2 fois plus élevée dans les ZNP qu'en 2013 et le facteur d'augmentation est équivalent sur la côte (1.6) et dans les îles (1.5). Les stations des ZNP les plus 'poissonneuses' demeurent celles mises en avant au moment de l'état initial et dont le potentiel ne devrait pas diminuer : le Grand Conglue toujours en tête en 2022 et Moyades ensuite. Le Veyron n'obtient pas un bon score en biomasse en 2022, probablement en raison du courant observé lors de la seconde campagne de comptages. Le Devenson arrive en tête des petites réserves de l'Est des calanques. Moyades dont les comptages avaient été perturbés en 2019 par un courant très fort lors du suivi, retrouve sa place aux côtés du Grand Conglue parmi les stations où les plus fortes biomasses en espèces cibles sont observées. Ce sont les stations de prédilection de l'espèce emblématique *Epinephelus marginatus*, le mérou brun. La station Cortiou avait obtenu un score exceptionnel en 2019 avec 33 kg/100 m², en raison de la présence ponctuelle de centaines de daurades royales lors de la première campagne. La biomasse d'espèces cibles est plus importante dans les ZNP que hors ZNP à toutes les stations sauf Planier, Sormiou et Cap Soubeyrane qui obtiennent des valeurs inférieures ou équivalentes à trois sites hors ZNP : Tiboulon de Maire, Jarre Briançon et Plateau des Chèvres. En 2022, les comptages des stations exposées au courant d'Est lors de l'une des deux campagnes ont pâti de ces conditions et le nombre de mérus et de grands prédateurs s'en trouve fortement diminué. On remarquera néanmoins que cela n'a pas tant que cela influencé la tendance donnée par le suivi des effectifs cumulés.

Sur la base des inventaires réalisés en 2008 (Astruch *et al.*, 2009), force est de constater que dans la période qui a précédé la création du Parc (entre 2008 et 2013), la biomasse d'espèces cibles a fortement chuté. Cette forte diminution qui se traduit sur le groupe des espèces cibles peut être liée à une augmentation des prélèvements, qu'il s'agisse de la pêche professionnelle ou de la pêche de loisirs. Les valeurs moyennes les plus basses ont été relevées en 2013 (état initial) aussi bien dans les ZNP qu'en dehors, et en 2008 à Sud Riou et à Nord Caramassaigne. En 2019, les biomasses d'espèces cibles ont augmenté par rapport à ces valeurs de référence dans les ZNP, mais pas hors ZNP, aussi bien pour les cibles de la chasse sous-marine, celles de la pêche à la ligne et celles de la pêche au filet.

La biomasse de cibles relativement haute au Devenson et à Pointe Cacao est encourageante pour ces ZNP de petite taille. L'efficacité de la protection est démontrée par l'écart marqué de la biomasse moyenne des observations dans les ZNP au regard de son maintien strictement au même niveau hors ZNP depuis 2016. La pente de la progression est la plus élevée dans les ZNP. La biomasse de poissons qui intègre à la fois le nombre de poissons et leur taille est un indicateur plus discriminant que l'abondance, ce qui a été chaque fois vérifié dans les AMP Méditerranéennes (Harmelin-Vivien *et al.*, 2008).

Le nombre moyen d'espèces cibles dans les parcours minutés continue à augmenter et les valeurs moyennes sont plus élevées dans les ZNP qu'en dehors. Une seconde métrique vient corroborer l'amélioration du peuplement en lien avec la protection : l'occurrence des 'grands' individus. Celle-ci, dans les parcours au temps réalisés en 2022 est plus élevée dans les stations des ZNP que dans ceux réalisés en dehors et a augmenté par rapport à 2013 pour *Coris julis*, *D. puntazzo*, *Muraena helena*, *Serranus cabrilla*, *Serranus scriba*, *Spondyllosoma cantharus*, *Symphodus mediterraneus*, *Symphodus tinca*, *Epinephelus marginatus* et *Labrus merula*. La fréquence des espèces cibles à mobilité réduite dans les comptages a particulièrement augmenté depuis le début du suivi : *Scorpaena scrofa*, *Serranus scriba*, *Symphodus mediterraneus* et *Symphodus tinca*.

Alors que les occurrences de 'grands' individus chez des espèces mobiles comme *D. sargus* et *D. vulgaris* en faisaient des espèces permanentes sur le territoire des calanques, l'évolution semble maintenant contrastée selon les sites, surtout pour *Diplodus sargus*. *Diplodus sargus* et *Diplodus vulgaris* et surtout *Serranus cabrilla* sont les espèces caractérisées par des diminutions importantes d'occurrence dans plusieurs stations par rapport à 2013, aussi bien en ZNP qu'en dehors. Ces diminutions sont parfois élevées comme aux stations Frioul Cambrette, En Vau, Soubeyrane et Ile Verte (HZNP) pour *Diplodus sargus*. Probablement un effet du prélèvement par la pêche et peut-être de l'augmentation d'effort à ces stations. *Diplodus vulgaris* a lui progressé de 45% à Moyades et 60% à Cortiou par rapport à 2013. La présence du sar à museau pointu *Diplodus puntazzo* est indicatrice de l'effet réserve et nous constatons une biomasse plus élevée de cette espèce dans les sites en ZNP par rapport aux sites hors ZNP. Cependant les occurrences de cette espèce ont fortement diminué dans les ZNP par rapport à 2013, notamment à Sud Riou et Nord Caramasseigne alors qu'elles ont augmenté à Moyades, Sormiou, Devenson et Cap Soubeyrane à la côte.

Symphodus mediterraneus voit son occurrence augmenter dans tous les sites sauf Riou Sud et Grand Conglue. La fréquence de *Symphodus tinca* a également énormément progressé depuis l'état zéro dans toutes les stations et son occurrence a progressé de 75% dans 5 stations de ZNP. Une des espèces qui a le plus profité de la protection est *Labrus merula*, dont la biomasse moyenne observée a fortement augmenté dans la majorité des stations en ZNP.

Ce sont les espèces dont la présence de grands individus est plus occasionnelle qui confèrent à certaines stations un statut de protection plus évident. C'est le cas par exemple de *Sphyræna viridensis* à Nord Caramassaigne et au Devenson en 2019, des rougets *Mullus* spp. abondants à Cortiou, Devenson, Pointe Cacao et de plus en plus présent dans les autres stations en 2022.

La fréquence du mérou brun *Epinephelus marginatus* a augmenté entre 2013 et 2019 hors ZNP de 10% à Plateau des Chèvres, Calanques de Loule et En Vau et de 20% au Phare de Cassidaigne. Dans les ZNP la progression est beaucoup plus élevée aux stations Moyades et Sud Riou (+35 %), Nord Caramassaigne (15%) et de 10% à Planier, Plane et Pointe Cacao. Une diminution de 10% de l'occurrence est observée au Veyron. Le mérou était bien présent dans les comptages au temps sur la plupart des stations en ZNP et son abondance augmente progressivement au Veyron, à Nord Caramassaigne, au Grand Conglue et à la Pointe Cacao, mais aussi à Sud Riou. En dehors des ZNP la présence de mérous est beaucoup plus rare, néanmoins sa biomasse a augmenté à l'île Verte et les observations de 2019 au phare de Cassidaigne ont été confirmées en 2020 alors qu'aucun individu n'avait été répertorié pendant les suivis de 2013 et 2016. Aussi, l'occurrence de mérous bruns *Epinephelus marginatus* de petite-moyenne taille observés lors des comptages au temps (TPS) en ZNP est passée de 9% en 2013 à 13% en 2016 et 18% en 2019. La population de mérous bruns présente dans le PNCal est de mieux en mieux installée, mais surtout dans les ZNP ; elle abrite des individus de tailles variées, dont la plupart sont matures (femelle 40-80 cm environ) et aussi des mâles (>80 cm).

Même si la présence du corb *Sciaena umbra* était connue dans les Calanques, les premiers corbs n'ont été vus dans le cadre du suivi du PNCal qu'en 2019, hors ZNP, au Plateau des Chèvres et en ZNP, à Moyades surtout, dans la réserve de Sormiou et à Cap Soubeyrane. L'observation de corbs dans les calanques est maintenant de plus en plus fréquente et relatée par les plongeurs amateurs (Cottalorda

et al., 2019). Les effectifs de corbs ont augmenté par rapport à 2019 en ZNP où il est présent en nombre à Moyades, Sud Riou et avec moins d'individus à Sormiou et au Devenson. Des corbs ont été dénombrés également hors ZNP où nous l'avons rencontré à Jarre Briançon, mais aussi quelques individus au Plateau des Chèvres et à la Calanque de Loule.

Evolution du peuplement superficiel

L'évolution attendue dans les petits fonds protégés des ZNP est une augmentation de la fréquence d'espèces qui, ailleurs, dans les zones pêchées, se réfugient en profondeur et donc une modification progressive de la composition spécifique et de la taille des espèces cibles de la pêche (Bell, 1983). Le nombre de taxons observés en 2022 (35) demeure plus faible qu'à l'état zéro en 2013 (41). Une nette différence est observée entre la RS au sein des stations hors ZNP et en ZNP (6.8 vs 9 espèces par comptage en moyenne), qui se maintient entre 9 et 10 depuis 2013. Les espèces dominant le peuplement superficiel en biomasse sont : *Sarpa salpa*, *Diplodus sargus*, *Chromis chromis*, *D. vulgaris*, *D. puntazzo*, *Boops boops*, *Symphodus tinca*, *Oblada melanurus* et les mugilidés. Les 3 premières espèces dominantes en nombre dans les comptages sont des planctonophages : *Chromis chromis*, *Boops boops*, *Atherina* sp. avant les saupes *Sarpa salpa*.

- Evolution des abondances

La densité moyenne de poissons dans les petits fonds de la zone d'étude a augmenté de 2016 à 2019 et l'évaluation de 2022 est équivalente à celle de 2019. Hors ZNP, la densité de poisson a augmenté de 2016 à 2019, alors que dans les ZNP, la densité de poissons se maintient entre 160 et 200 individus/100 m². Ce meilleur score des ZNP est dû principalement à des densités moyennes encore élevées en 2022 à la station Sablière, à Plane Sud et plus élevées à Planier qu'au début du suivi. Les stations hors ZNP sont assez équivalentes depuis le début du suivi excepté Château d'If qui présente des densités plutôt plus élevées que celles des autres stations hors ZNP. Ces observations ne doivent pas être sur-interprétées en raison des fortes variations observées généralement dans les peuplements superficiels où les conditions abiotiques sont changeantes et les espèces planctonophages abondantes. Le cortège d'espèces hors planctonophages est le même qu'en 2013. En 2022, les assemblages de poissons sont dominés, en abondance, par des espèces planctonophages : *Chromis chromis* et *Atherina* sp. en ZNP et *Chromis chromis*, *Boops boops* et *Spicara* spp. hors ZNP. En ZNP, la troisième espèce par importance en densité est la saupe *Sarpa salpa*.

- Evolution des biomasses

La biomasse moyenne dans les petits fonds a été multipliée par 3 à l'échelle du site d'étude depuis le début du suivi. Elle a été multipliée par 1.2 hors ZNP et elle a été multipliée par 2.1 dans les ZNP, ce qui montre également un 'effet réserve' à faible profondeur. Les évaluations de 2022 sont très inférieures à celles de 2019. En 2019, les stations Planier, Sablière et Plane Sud ont obtenu encore des moyennes bien plus élevées que celles des stations hors ZNP. En 2022, hors ZNP, l'espèce la plus abondante en biomasse est la castagnole. L'espèce qui domine en biomasse les stations en ZNP est la saupe *Sarpa salpa* (ce qui n'était pas encore le cas en 2019). Cette espèce contribue majoritairement à la biomasse dans les petits fonds, dans les zones non pêchées ; elle peut rapidement augmenter de façon très significative. C'est en partie à cause d'elle que les sparidés dominent largement en biomasse dans la zone superficielle. Plusieurs auteurs soulignent l'augmentation des herbivores dans certaines aires marines protégées (Guidetti et Sala, 2007 ; Prato et al., 2008), dont certains mettent en évidence

un impact qui peut être négatif sur la communauté végétale, en particulier les fucales du genre *Cystoseira* (Thibaut *et al.*, 2015).

Les sars ont aussi une biomasse bien plus importante dans les petits fonds en ZNP qu'hors ZNP, parfois plus de 10 fois supérieure. *D. puntazzo* arrive au quatrième rang en biomasse dans les petits fonds des ZNP. Le loup *Dicentrarchus labrax* n'a pas été vu hors ZNP en 2022, mais uniquement en ZNP, ainsi que les mérours, la daurade y est plus abondante. C'est ce qui explique pourquoi la biomasse des stations hors ZNP est nettement moins élevée que celle des ZNP.

- Evolution de la structure trophique

Dans les petits fonds, la structure trophique basée sur la biomasse recensée en 2022 a changé en faveur d'un meilleur équilibre entre catégories. Les herbivores qui dominaient fortement le peuplement (2/3) en 2019, étaient beaucoup moins abondants. Les mesocarnivores ont pris plus d'importance et les piscivores augmentent, ce qui est un signe de l'efficacité de la gestion des ZNP.

Evolution du peuplement autour de l'archipel de Riou (1999-2022)

Parmi les données anciennes disponibles sur la région des Calanques, 2 des 4 stations suivies par Harmelin *et al.* (1996, 1999) aux alentours de Riou en vue de proposer des mesures de gestion peuvent être comparées aux stations Moyades et Nord Caramassaigne du comptage par transects linéaires (Tableau 29). (Toutefois, pour examiner les richesses spécifiques, il faut tenir compte du fait que la longueur des transects d'Harmelin était de 250 m). Pour le suivi de 1999, seules les données d'été ont été prises en compte.

Tableau 29. Comparaison de la richesse spécifique et de la densité entre les comptages réalisés l'été 1999 (Harmelin *et al.*, 1999), ceux de 2008 (Astruch *et al.*, 2009) au niveau des stations de Moyades, Nord Caramassaigne et les comptages (TRA) de 2013, 2016 et 2019.

	Station	1999	2008	2013	2016	2019	2022
Richesse spécifique (nb espèces par station)	Moyades	23	23	17	17	20	17
	Nord Caramassaigne	21	16	18	16	19	13
Densité (effectifs/100 m ²)	Moyades	256	120	297	577	619	800
	Nord Caramassaigne	133	421	176	123	544	137

Les valeurs de richesse spécifique en 2019 étaient plus proches de celles de 1999. La tendance à la baisse de la RS constatée entre la période antérieure à la création du Parc (1999 à 2008) et après (2013 et 2016) s'inverse progressivement pour ces 2 stations situées maintenant en ZNP. La richesse spécifique est nettement plus faible dans les comptages de 2022. Concernant les valeurs de densité totale, les valeurs n'ont cessé de progresser à cette station, avec des valeurs qui sont aujourd'hui trois fois supérieures à celles du suivi de 1999 à Moyades. A la station Nord Caramassaigne, la progression était importante jusqu'en 2019, en lien avec l'abondance des planctonophages et retrouve en 2022 une valeur équivalente à celle de 1999.

Plus que les différences méthodologiques entre l'étude de 1999 et les évaluations récentes du suivi des ZNP (nombre, longueur et largeur des transects différents), des variations dues à l'échantillonnage (présence du grand banc de saupes à Moyades en 2016) ou aux cycles environnementaux à longue période, influant sur les peuplements planctoniques et la chaîne trophique sont responsables des variations quantitatives constatées. La présence d'espèces emblématiques (mérrou brun, corb) en 2008, absentes en 1999, est confirmée en 2019 et en 2022 par la plus forte occurrence du mérrou par rapport à toutes les autres stations de l'état initial, en ZNP et l'observation du corb. Il ressort de ces comparaisons d'évaluations une forte variabilité et un changement très positif du peuplement ichthyologique aux alentours de Riou entre 2008 et 2013, qui ne peut que se confirmer avec le maintien au fil du temps de l'effort de surveillance. La station Moyades tout spécialement connaît une transformation extraordinaire dans la qualité du peuplement et dans l'abondance et la taille des poissons qui peuvent y être observés.

Cohérence des évaluations pour la région marseillaise : Calanques (PNCal 2013-2022) et Cap Couronne (PMCB 1995-2013)

La réserve de Cap Couronne a été mise en place en 1997 à la demande des pêcheurs professionnels et se trouve maintenant au sein du Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB). Depuis 1995, un suivi porte sur le peuplement de poissons de 3 stations situées dans la réserve intégrale et 2 en dehors. Cette série longue de comptages est une référence régionale et pour la Méditerranée en raison de la surveillance renforcée qui est appliquée à cette réserve intégrale et de la rigueur du protocole de suivi, reproduit à l'identique tous les 3 ans quasiment par la même équipe (Le Diréach *et al.*, 2015). Ce jeu de données a contribué à mettre en évidence l'effet de la protection sur le peuplement de poissons côtiers et avec d'autres AMP de Méditerranée à mieux comprendre cet 'effet réserve' en fonction de la durée de protection, de la surface protégée et du régime de protection (Claudet *et al.*, 2006, 2008, 2011 ; Harmelin-Vivien *et al.*, 2008).

Bien que les habitats rocheux de la Côte Bleue soient moins complexes et caractérisés par une plus forte proportion d'herbier de posidonie que ceux des Calanques, il est intéressant de situer le résultat des comptages réalisés dans le PNCal, par rapport à cette série de référence constituée de l'autre côté de la baie de Marseille (Tableau 30). Outre les différences d'habitat entre les sites, la comparaison doit tenir compte du fait que le nombre de stations échantillonnées est très supérieur dans les Calanques, que la pression de pêche n'a pas cessé d'augmenter depuis 1995 sur nos côtes et que la répartition de l'effort de pêche a pu changer, enfin que la surveillance n'est effective dans le PNCal que depuis la fin de l'année 2014 et que les ZNP des Calanques ne bénéficient pas de récifs anti-chalut, comme la Côte Bleue, pour les ZNP situées le plus au large (incursions des chalutiers dans les 3 milles et dans les ZNP). Le Tableau 30 reprend une sélection de descripteurs des peuplements de poissons suivis dans la réserve de Cap Couronne depuis 1995.

La **richesse spécifique** dans ce tableau correspond, pour les Calanques, au maximum d'espèces de poissons observées entre les stations de ZNP ou hors ZNP. Les critères définissant les taxons sont voisins mais ne sont pas rigoureusement les mêmes que dans la liste de la Côte Bleue. Les valeurs sont donc données à titre indicatif mais ne sont pas tout à fait comparables.

La **densité moyenne** des poissons diffère moins entre ZNP et hors ZNP en 2022 qu'en 2016 ou en 2019 dans les Calanques, mais l'écart reste important. De même la différence entre réserve et hors réserve est marquée sur la Côte Bleue. En revanche, alors que les évaluations de 2016 sont nettement en augmentation par rapport à 2013 dans les Calanques, les indicateurs de suivi sont plutôt en diminution sur la Côte Bleue. La densité moyenne de poissons et de poissons cibles en 2016 dans les Calanques est supérieure aux évaluations faites sur la Côte Bleue que ce soit en réserve ou hors réserve.

La **biomasse moyenne** globale et la biomasse moyenne d'espèces cibles dans les Calanques en 2016 sont supérieures aux estimations données pour la Côte Bleue en 2010 et en 2013 dans les réserves comme hors réserve. Cependant la biomasse moyenne dans les ZNP en 2022 dans le PNCal est équivalente à l'estimation de 2016 dans la réserve de la Côte Bleue. En ce qui concerne les espèces cibles, densité comme biomasse sont plus élevées dans les Calanques, que sur la Côte Bleue en raison notamment de la structure de l'habitat des Calanques favorable au poisson de roche.

La comparaison des évaluations du peuplement de poissons faites dans les ZNP de très grande dimension avec des habitats souvent remarquables par rapport à la réserve de Couronne, qui est bien plus petite, avec des habitats plus ordinaires mais représentatifs des fonds côtiers classiques, n'ont de sens pour le moment que pour évaluer des ordres de grandeur pour deux sites proches de la région

Marseillaise. Les chiffres sont cohérents ce qui en soi est un résultat important. En 2016, tous les indicateurs obtiennent des scores plus élevés dans les Calanques. Les valeurs absolues obtenues pour les espèces cibles dans les Calanques sont nettement supérieures, ce qui correspond aussi au caractère exceptionnel de leurs habitats rocheux par rapport aux habitats de roche et d'herbier de la Côte Bleue. Toutefois, on remarquera que la densité et la biomasse des espèces cibles progresse de façon continue dans les petits fonds du PNCal, ce qui est un indicateur intéressant de l'effet réserve.

Il conviendra de voir à l'avenir comment évoluent les différentes ZNP au regard de leur localisation, de leur habitat et de leur surface respective, mais aussi de la qualité de la surveillance en comparaison de ceux des réserves de la Côte Bleue.

Tableau 30. Comparaison des évaluations de densité et de biomasse réalisées dans la région marseillaise. Rs : richesse spécifique.

SUIVIS DES POISSONS DANS LA REGION MARSEILLAISE					Descripteurs	Rs (nb taxons max)		Densité (nb/100 m²)		Biomasse (kg/ 100 m²)		Densité espèces cibles (nb/100 m²)		Biomasse (kg espèces cibles/100 m²)	
					Zone	Réserve	Hors Réserve	Réserve	Hors Réserve	Réserve	Hors réserve	Réserve	Hors Réserve	Réserve	Hors Réserve
Parc Marin de la Côte Bleue Réserve de Cap Couronne	2 stations hors réserve	3 stations réserve intégrale	profondeur 15-25 m	12 transects 20m x 4m/station	1995	31	27	207 ± 189	137 ± 87	1.2 ± 1.4	0.5 ± 0.3	32 ± 19	29 ± 8	0.5 ± 0.8	0.3 ± 0.09
					1998	35	31	155 ± 108	130 ± 139	2.8 ± 2.8	1.3 ± 1.5	38 ± 21	26 ± 9	1.9 ± 2.4	0.4 ± 0.4
					2001	33	27	324 ± 644	223 ± 197	5.4 ± 8.6	5.0 ± 10.0	54 ± 25	29 ± 13	3.1 ± 6.6	0.7 ± 1.3
					2004	36	29	400 ± 439	181 ± 235	11.1 ± 12.8	4.5 ± 10.1	47 ± 21	38 ± 15	2.7 ± 3.8	0.5 ± 0.4
					2007	43	29	395 ± 758	182 ± 164	20.6 ± 28.7	9.3 ± 26.0	50 ± 18	36 ± 14	4.3 ± 4.9	0.9 ± 0.6
					2010	35	29	274 ± 292	116 ± 77	10.2 ± 12.7	2.8 ± 3.3	52 ± 25	37 ± 12	4.8 ± 10.7	0.6 ± 0.4
					2013	32	21	184 ± 167	101 ± 91	8.2 ± 10.8	1.8 ± 2.2	51 ± 30	25 ± 10	4.2 ± 8.9	0.3 ± 0.1
					2016	35	23	490 ± 1082	180 ± 188	12.6 ± 17.4	3.8 ± 4.7	35 ± 13	20 ± 7	2.3 ± 4.3	0.3 ± 0.2
Archipel Riou et Calanques	12 stations Hors réserve		profondeur 8-22 m	4 transects 25m x 5m/station	2008		18.5		248 ± 289		13.2 ± 21.5		59 ± 50		5.2 ± 9.3
PNCaI (TRA)	12 stations Hors-ZNP	12 stations ZNP	profondeur 5-25 m	10 transects 25m x 5m par station	2013 (TRA)	18	18	210 ± 201	145 ± 134	10.5 ± 20.3	5.1 ± 5.3	66 ± 67	50 ± 35	4.1 ± 3.7	3.0 ± 3.3
					2016 (TRA)	20	18	348 ± 557	198 ± 279	15.4 ± 21.9	7.0 ± 8.0	57 ± 85	38 ± 24	7.0 ± 10.5	3.3 ± 3.5
					2019 (TRA)	22	21	494 ± 458	269 ± 271	20.8 ± 41.8	8.4 ± 10.4	68 ± 147	37 ± 22	10.0 ± 16.0	3.0 ± 3.2
					2022 (TRA)	19	19	307 ± 292	260 ± 333	12.8 ± 20.4	6.1 ± 7.5	59 ± 58	36 ± 24	8.2 ± 18.0	2.7 ± 2.7
PNCaI (PMT)	7 stations Hors-ZNP	5 stations ZNP	profondeur 0-5 m	comptages de 3 min par station	2013 (PMT)	20	20	91 ± 49	220 ± 224	4.2 ± 5.1	1.8 ± 3.9	20 ± 9	17 ± 11	1.4 ± 1.7	0.6 ± 0.7
					2016 (PMT)	20	18	173 ± 189	115 ± 113	11.1 ± 26.0	2.1 ± 2.5	25 ± 13	15 ± 8	2.9 ± 2.5	0.7 ± 0.7
					2019 (PMT)	22	21	201 ± 184	143 ± 119	15.3 ± 24.1	4.0 ± 12.0	31 ± 32	18 ± 14	4.3 ± 7.6	0.5 ± 0.4
					2022 (PMT)	21	20	161 ± 194	175 ± 223	8.6 ± 13.7	2.2 ± 3.4	35 ± 23	13 ± 16	4.4 ± 4.9	0.4 ± 0.4

La baie de Marseille et les Calanques : un fort potentiel pour la faune ichthyique

Depuis le programme BIOMEX, de nombreuses évaluations du peuplement ichthyologique côtier ont été réalisées dans plusieurs réserves de Méditerranée afin de mettre en évidence l'effet réserve et l'exportation de biomasse en démontrant l'existence de gradients de densité et de biomasse entre l'intérieur et l'extérieur des aires protégées (Harmelin *et al.*, 2008 ; autres ref BIOMEX ?). Ces AMP sont localisées le long du littoral provençal et présentent des conditions du milieu globalement similaires. Le même protocole de comptage visuel par transect de 25 m x 5 m sur roche a été appliqué avec des stations situées de part et d'autre des limites des réserves. Une mise en perspective des différentes métriques des peuplements, richesse spécifique, abondance et biomasse réduites moyennes, peut être effectuée (Tableau 31).

Lors de l'état initial de l'évaluation du peuplement de poissons dans les Calanques en 2013, les valeurs de richesse spécifique et les estimations d'abondance et de biomasse réduites étaient déjà comprises dans les intervalles définis par les évaluations du programme BIOMEX. Les Calanques révélaient déjà un caractère poissonneux exceptionnel et les ZNP un potentiel intéressant. Depuis 2016, l'intervalle proposé à partir des évaluations BIOMEX est dépassé hors ZNP, probablement par un effet positif de la qualité de l'habitat qui s'additionne à l'exportation de biomasse à partir des ZNP, mais aussi du fait de la production dont bénéficie la région marseillaise grâce aux eaux du Rhône. Quant à la fourchette d'évaluation des zones protégées données par BIOMEX, il semble qu'elle demeure très valable et l'évaluation faite dans le PNCal en 2022 se situe toujours dans cet intervalle.

La même comparaison avec les données BIOMEX avait été réalisée en 2014 dans les eaux autour de l'île de Port-Cros (Astruch *et al.*, 2015). Géré depuis plus de 50 ans, Port-Cros n'abrite pas de ZNP de taille comparable à celles des Calanques ou de la Côte Bleue. Le régime de gestion se rapprochant le plus d'une ZNP est celui des Sites Réservés à la Plongée (SRP) où toutes les formes de pêche sont interdites. Dans le reste du périmètre autour de l'île, la pêche de loisir et la chasse sous-marine sont interdites, alors que la pêche professionnelle est encadrée par une charte. Les valeurs de richesse spécifique et d'abondance réduite des SRP se situent en dessous de l'intervalle donné dans BIOMEX, alors que les valeurs de biomasse réduite se situent dans cet intervalle. En considérant l'ensemble de la zone d'étude, Port-Cros se situe au même 'niveau' qu'une réserve intégrale mais avec des performances modérées par rapport à d'autres AMP de Méditerranée Nord-occidentale. Pour autant ces résultats restent cohérents et il n'est pas étonnant de ne pas observer à Port-Cros les mêmes performances que dans les AMP disposant de véritables zones de réserve intégrale ou de 'no take areas', même plus de 50 ans après la création du Parc.

Tableau 31 : Comparaison des métriques de suivi : richesse spécifique moyenne (nombre d'espèces), abondance (nombre d'individus) et biomasse (en kg) réduites moyennes par transect de 125 m² depuis l'état initial réalisé dans le PNCaI en 2013 (T0). Evaluations faites à Port-Cros en 2014 (Astruch *et al.*, 2015) et références issues du programme BIOMEX (Harmelin-Vivien *et al.*, 2008) ; ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP ; ect=écart-type ; * = Site Réservé à la Plongée ⇔ ZNP.

TRA/125m ² Poissons hors planctonophages	Gestion	Rs moy	Rs ect	Abondance réduite moy (nb)	Abondance réduite ect	Biomasse réduite moy (kg)	Biomasse réduite ect (kg)	Nb
T0 PNCaI 2013	HZNP	9.4	3.2	72	50	5.1	5.7	120
	ZNP	11.3	3.0	103	106	11.3	25.1	120
	Total	10.3	3.2	88	84	8.2	18.4	240
T0 +3 PNCaI 2016	HZNP	11.5	2.7	58	34	6.4	8.3	120
	ZNP	12.5	2.8	89	121	14.5	22.1	120
	Total	11.9	2.8	73	90	10.4	17.2	240
T0+6 PNCaI 2019	HZNP	12.6	3.3	63	41	5.9	7.5	120
	ZNP	13.5	3.4	120	216	20.0	50.3	120
	Total	13.1	3.3	92	158	12.9	36.6	240
T0+9 PNCaI 2022	HZNP	10.8	3.3	64	75	5.6	7.9	120
	ZNP	12.4	3.5	91	88	13.7	25.2	120
	Total	11.6	3.5	78	83	9.7	19.1	240
Port-Cros 2014	SRP*	10.5		44.3		7.1		40
	Total	9.9		50.9		5.7		120
BIOMEX (2003-2004)	HZNP	9.8 à 13.9		31.5 à 98.3		2.4 à 5.3		108
	ZNP	11.2 à 14.1		61.1 à 113.6		9.4 à 28.2		54

Conséquences et éléments de réflexion pour la gestion

L'analyse de données met en évidence des changements du peuplement de poissons par rapport à 2013 : globalement une plus grande proportion d'espèces planctonophages a induit de 2013 à 2019 une augmentation des abondances globales de poissons. Ces espèces mises à part, la diminution de l'abondance réduite des poissons (sans planctonophages) entre 2013 et 2016 est à mettre en perspective avec les résultats observés dans la région sur d'autres séries de données (Astruch *et al.*, 2015, 2016 ; Le Diréach *et al.*, 2014, 2017 ; Bănar *et al.*, 2019, Schohn *et al.*, 2022). Les suivis des poissons réalisés sur la Côte Bleue et sur les récifs du Prado confirment, en effet, la diminution des abondances réduites et la reprise des espèces planctonophages après plusieurs années de baisse. En 2022, dans le PNCaI l'abondance réduite revient au même niveau qu'en 2016. Au sein des AMP (réserves ou ZNP), la densité et la biomasse des poissons cibles se maintient ou augmente, que ce soit sur la Côte Bleue ou dans les Calanques. C'est probablement en grande partie grâce au travail de gestion mis en place avec les usagers.

La biomasse réduite comme celle des poissons cibles de la pêche, se maintient au même niveau à l'extérieur des ZNP depuis le début du suivi. En revanche, les biomasses réduites comme les biomasses de cibles ont fortement et régulièrement augmenté dans les ZNP de 2013 à 2019, mais ont un peu diminué en 2022. L'écart important avec l'extérieur des ZNP est une preuve de 'l'effet réserve' et donc de l'efficacité de la gestion. Il faudra néanmoins s'inquiéter au prochain retour si cette biomasse réduite continue à diminuer. Pour quelques espèces cibles, comme *Diplodus sargus*, *Coris julis*, *Serranus cabrilla*, *Labrus merula*, *Mullus surmuletus*, l'examen de la répartition des classes de tailles montre bien l'augmentation de la taille des individus recensés. C'est particulièrement important pour les espèces à inversion de sexe comme *Coris julis*, chez qui les grands individus sont mâles, pour rééquilibrer leur sex ratio. Les suivis au temps montrent également une augmentation de la proportion de grands individus pour la plupart des espèces cibles (pour *Coris julis*, *D. puntazzo*, *Muraena helena*, *Phycis phycis*, *Serranus cabrilla*, *Serranus scriba*, *Symphodus tinca*, *Epinephelus marginatus* et *Labrus merula*).

L'analyse du jeu de données acquis en plongée libre entre 0 et 5 m, montre que le peuplement superficiel (0-5 m) a également changé depuis le début du suivi : la richesse spécifique a augmenté de 2013 à 2019 dans les ZNP ; la densité de poissons a augmenté de 2016 à 2022 hors ZNP et se maintient dans les ZNP. La biomasse moyenne et la biomasse moyenne réduite ont fortement progressé dans les petits fonds des ZNP de 2013 à 2019 mais ont beaucoup baissé en 2022 à toutes les stations sauf Plane Sud. L'écart demeure important cependant avec la zone extérieure aux ZNP, ce qui est un résultat rassurant mais que l'on voudrait voir confirmé en 2025.

Les cartes présentant la composition trophique du peuplement à chaque station depuis le début du suivi nous permettent de visualiser l'évolution du peuplement avec, en 2022, un changement de la composition des stations situées près de la côte, qui redeviennent plus poissonneuses.

L'analyse de la structure trophique du peuplement entre 5 et 25 m permet de visualiser les variations quantitatives des catégories au fil du suivi comme un bon intégrateur de l'évolution du peuplement. Depuis 2013, le peuplement de poissons échantillonné a évolué vers un meilleur équilibre entre les catégories trophiques et une augmentation des carnivores et surtout des piscivores. Ces prédateurs de haut niveau témoignent d'un rééquilibrage de la chaîne trophique : s'ils progressent c'est que les différents maillons de la chaîne alimentaire sont en place et que le peuplement retrouve un fonctionnement plus équilibré. Ce phénomène est lié à une diminution, par endroits, des prélèvements sur la ressource.

Ce que nous enseignent les approches plus fonctionnelles de l'analyse du peuplement (guildes trophiques, catégories d'occupations spatiales) c'est que la mise en protection de surfaces importantes au sein de la zone d'étude a eu un impact sur sa composition trophique. Globalement, c'est-à-dire toutes stations confondues, entre 5 et 25 m, la protection a favorisé les carnivores dont les consommateurs de poissons en bout de chaîne ou prédateurs de haut niveau au détriment des autres catégories trophiques (herbivores, omnivores etc.). Parallèlement, nous voyons fluctuer la proportion de planctonophages ou 'poisson fourrage' qui a plutôt augmenté dans le milieu de 2013 à 2019 puis diminué entre 2019 et 2022 indépendamment des mesures de gestion. L'analyse des classes trophiques au niveau superficiel (0-5 m de profondeur) confirme cette progression des planctonophages et la forte progression des herbivores dans les stations de ZNP jusqu'en 2019, puis une baisse en 2022 de l'ensemble des catégories. L'arrivée des carnivores et piscivores dans les petits fonds des ZNP est lente et progressive depuis 2016. Il faudra donc du temps pour que reviennent plus près de la surface des espèces qui pendant longtemps ont été chassées ou prélevées dans les premiers mètres de stations maintenant mises en protection (ZNP).

Comme à chaque retour, les comptages de 2022 font ressortir la différence entre le peuplement de poissons du Grand Congloue et celui d'autres stations du Parc. Cette station en raison du chantier archéologique exceptionnel qu'elle abrite, bénéficie d'une protection ancienne et d'une localisation éloignée des ports côtiers. Son environnement remarquable en fait une station de référence qui pourrait rester 'à part' à l'avenir (un peu comme l'îlot de la Gabinière à Port-Cros), bien que l'on puisse espérer que d'autres stations s'en rapprochent au fil du temps par la qualité de leur peuplement. Il semble que ce soit le cas pour Nord Caramassaigne, dont le peuplement d'espèces cible progresse et Moyade, en ZNP, où la fréquence de rencontre de mérours et de corbs a vraiment augmenté. Nous recommandons que

cette station demeure protégée (d'autant que tous les usagers se sont habitués à ne plus fréquenter cette station depuis longtemps) puisque l'arrêté de protection sera bientôt remis en question.

Le Veyron demeure également une station particulière par son habitat remarquable, son éloignement de la côte et la population de mérous qu'elle abrite. Malheureusement, cette station exposée au courant connaît une variabilité dans les évaluations liées aux conditions d'échantillonnage. Elle n'en demeure pas moins exceptionnelle par sa proximité du large et la présence de grands prédateurs.

Les stations Plane et Cortiou dont l'environnement est assez proche, situées au centre du cœur de Parc et en ZNP, méritent une attention particulière. Les comptages cette année à Plane ont été exceptionnels par la quantité de poissons présents. La station Cortiou, continue à présenter une des biomasses ainsi qu'une des richesses spécifiques les plus élevées. Le suivi 2022 confirme l'évolution positive du peuplement de ces stations avec des occurrences élevées de sars, de girelles, de serrans et de rougets, surtout à Cortiou. Nous avons remarqué également au cours de l'exposé des résultats sur les différentes métriques de suivi, la progression en qualité du peuplement des petites ZNP situées à l'Est.

Parmi les stations d'intérêt : Ouest Figuier et Calanque de l'Oule, Phare Cassidaigne, Soubeyrane et Ile Verte, hors ZNP, présentent une évolution positive de la biomasse depuis l'état zéro ; pour certaines, elles pourraient bénéficier de la surveillance des ZNP adjacentes. La station Fromages semble impactée par la pêche, les biomasses réduites et d'espèces cibles y ont diminué. Tiboulen de Frioul et Tiboulen de Maire semblent se détacher du lot des autres stations peut-être en raison de leur configuration en îlot, mais probablement aussi en raison de la forte fréquentation des pêcheurs professionnels et de loisirs.

L'évolution des variables : richesse spécifique, occurrence de 'grands' individus, abondance et biomasse d'espèces cibles envoient des informations congruentes au sujet de la pression de pêche. Dans les interprétations qui peuvent être faites de l'évolution des chiffres il ne faut pas oublier les fluctuations des peuplements dues à la dynamique des populations en lien avec les facteurs abiotiques (succès de la reproduction, recrutement, mortalités) qui, outre les variations abiotiques du milieu peuvent expliquer par exemple des fluctuations d'abondance selon les années. Toutefois la pression due aux prélèvements a généralement un impact dominant par rapport aux variations naturelles et bien mis en évidence en agrégeant les espèces prélevées.

6 CONCLUSION

Avec ce quatrième retour dans le PNCaI, ce suivi s'inscrit dans les séries longues de référence d'évaluation des peuplements de poissons côtiers pour la Méditerranée française. Il est complété par une série de campagnes de pêches expérimentales menées dans le PNCaI avec une année de décalage et qui donne accès à un autre panel d'espèces non observées de jour ou au comportement fuyant ou cryptique. Ces deux volets complémentaires sont 2 outils d'évaluation robustes par le nombre de stations et le plan d'échantillonnage, dont le Parc s'est doté.

L'analyse détaillée des données met en évidence des changements importants du peuplement de poissons depuis la mise en place du suivi des ZNP en 2013. Ces changements sont dus :

- (i) d'une part à l'évolution des peuplements ichtyiques dans l'environnement marseillais en lien avec les conditions environnementales : variations de l'abondance des planctonophages et donc du nombre global de poissons, présence d'espèces thermophiles favorisées par le réchauffement climatique : barracudas, *Scorpaena maderensis* par exemple, augmentation d'espèces emblématiques bénéficiant d'un moratoire sur la pêche à la ligne et la pêche sous-marine : mérours, corbs ;
- (ii) et d'autre part aux changements liés à la création des ZNP, à une surveillance globale de la zone d'étude et à la mise en place d'une gestion et de concertations avec les usagers, qui se traduisent par une augmentation globale de la biomasse de poissons observée dans les ZNP, mais aussi hors ZNP et par un maintien de l'abondance et de la biomasse des espèces cibles de la pêche.

Ce quatrième retour dans les 24 stations inscrit ce suivi dans la durée et permet de pouvoir parler avec davantage d'éléments objectifs de l'évolution du peuplement de poissons dans les Calanques. L'analyse détaillée des données issues des 3 méthodes utilisées dans 2 tranches de profondeur met en évidence des changements importants du peuplement de poissons depuis 2013. L'examen des espèces cibles de la pêche, montre que leur biomasse est en nette augmentation dans les ZNP et stable en dehors, ce qui est une preuve de 'l'effet réserve' et donc d'une certaine efficacité de la gestion mise récemment en place. Globalement une plus grande proportion d'espèces planctonophages induit une augmentation des abondances globales de poissons. Cet effet masquait une diminution générale de l'abondance des autres espèces de poissons entre 2013 et 2016, qui est à interpréter à l'échelle régionale à l'aide d'autres séries de données. L'augmentation des biomasses réduites (sans les planctonophages) s'est confirmée en 2019, elles se maintiennent en 2022, mais ce niveau n'est constaté qu'à l'intérieur des ZNP. Beaucoup d'espèces étant mobiles, il est certain vu le niveau des moyennes des cibles hors ZNP, que tous ces poissons sont pêchés dès qu'ils sortent des ZNP et qu'un bénéfice pour la pêche existe. Ce n'est peut-être pas le cas partout étant donné que la continuité d'habitat entre les ZNP et l'extérieur qui seule permet l'accès des espèces aux engins de pêche, n'est pas le cas général (par exemple à Planier) (cf. Rouanet et al., 2022). Si les biomasses réduites comme les biomasses d'espèces cibles n'augmentent pas de façon significative en dehors des ZNP, cela signifie que la biomasse exportée à partir des ZNP est probablement entièrement pêchée. Nous ne sommes pas en mesure de quantifier cette exportation, mais nous avons interrogé les pêcheurs quant à leur perception de l'évolution de leurs captures. Certains disent faire de belles pêches près des ZNP, mais cela demeure peu au regard des zones de pêche perdues par les pêcheurs de l'ouest du Parc (Rouanet et al., 2022). Leur degré de satisfaction peut être un argument supplémentaire en faveur d'un effet positif des ZNP sur le peuplement alentour et un bon indicateur de suivi. Il est important de souligner que ces biomasses ne diminuent pas non plus à l'extérieur des ZNP et donc que nous ne constatons pas d'effet report négatif.

L'étude des espèces cibles de la pêche montre que leur abondance est relativement constante, mais que leur biomasse a été multipliée par 2 en ZNP en dix ans alors qu'elle reste stable hors ZNP. Ce résultat montre l'efficacité des mesures de gestion mises en place. Ces résultats reflètent également un impact de la pêche qui serait relativement constant depuis le début du suivi sur les sites hors ZNP. L'analyse détaillée pour quelques espèces cibles fait ressortir tout le potentiel des ZNP avec une augmentation notoire de

leur nombre et de leur taille, telles que *Labrus merula* (cible de la chasse), *Serranus cabrilla* (cible de la pêche à la ligne) et la présence du mérou *Epinephelus marginatus* et du corb *Sciaena umbra*. Toutefois, on doit regretter de ne pas trouver partout, y compris dans les petits fonds, en plus grande densité, les mérous et les corbs qui subissent encore sur la côte une pression de pêche réelle malgré le moratoire. Comme partout ailleurs sur la côte, leur absence ou leur rareté dans les stations hors ZNP en est la preuve. En dehors de ces espèces emblématiques, la comparaison du résultat des recensements de 2022 avec ceux des années précédentes fait indéniablement ressortir l'augmentation en biomasse des prédateurs de haut niveau : les espèces piscivores ou macrocarnivores, qui est un signe indiscutable de la mise en protection (Guidetti, 2014).

En 9 ans, les stations Veyron, Moyades, Sud Riou, Nord Caramassaigne ont rejoint la station Grand Conglue dans le groupe des stations 'phare' du Parc en raison de la qualité de leur peuplement. L'île Verte compte également parmi les stations à fort potentiel, bien que située en dehors des ZNP. L'un des principaux résultats du suivi 2019, outre le retour des corbs, était la montée en puissance de la station de Cortiou, dont le peuplement est en train de changer totalement, devenant une des stations les plus riches du Parc. Parmi les principaux résultats de 2022 on retiendra la qualité du peuplement échantillonné à Plane en 2022, l'augmentation des mérous et des corbs et la progression des indicateurs de suivi et de la qualité du peuplement des petits fonds.

Comme à chaque étape de ce suivi, les résultats des pêches scientifiques standardisées (PSS) vont venir compléter les résultats des comptages de poissons à T0+9 par des données sur d'autres espèces mal évaluées en plongée, au comportement cryptique ou à l'activité nocturne, qui sont plus familières aux captures des pêcheurs et d'intérêt commercial. Les prélèvements réalisés ainsi en zone plus profonde (jusqu'à 35 m pour les fonds de roche et d'herbier) peuvent également permettre d'enrichir l'inventaire des poissons de la zone des Calanques. Par ailleurs, ce complément de données apporté par les pêches expérimentales est apporté par une action réalisée en partenariat avec les pêcheurs professionnels et permet de collecter des données de captures par unité d'effort espacées dans le temps, selon les stations et les modes de gestion.

Pour conclure, le peuplement de poissons du Parc national des calanques observé et suivi de façon méthodique depuis 2013 s'avère être parmi les plus remarquables de Méditerranée Nord-Occidentale. La qualité de l'habitat et la création de grandes zones de non-prélèvement expliquent ce constat dont l'évolution est toujours dynamique. A l'avenir, le gestionnaire doit maintenir et améliorer la surveillance du cœur de Parc et des ZNP tout en maintenant une veille sur l'évolution des conditions environnementales, le changement global ainsi que les usages au sein de son territoire.

7 BIBLIOGRAPHIE

- Anderson M.J., 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol* 26 : 32-46.
- Astruch P., Le Diréach L., Fourt M., Bonhomme D., Bonhomme P., Harmelin J.-G., 2009. Etude des peuplements de poissons dans le site Natura 2000 des Calanques et de l'Archipel de Riou (Rapport final). Contrat GIP calanques – GIS Posidonie. GIS Posidonie publ. : 1-119.
- Astruch P., Rouanet E., Le Diréach L., Bonhomme P., Bonhomme D., Goujard A., Ruitton S., Harmelin J.G., 2015. Evaluation quantitative du peuplement de poissons dans les eaux de Port-Cros. Année 2014. Partenariat Parc national de Port-Cros & GIS Posidonie publ., Fr. : 1-128.
- Astruch P., Rouanet E., Le Diréach L., Goujard A., 2016. Suivi du peuplement de poissons des récifs artificiels de la baie du Prado (2008-2015). Partenariat Ville de Marseille – GIS Posidonie, Marseille publ., 1-83 + annexes.
- Bănaru D., Diaz F., Verley P., Campbell R., Navarro J., Yohia C., ... & Shin, Y. J., 2019. Implementation of an end-to-end model of the Gulf of Lions ecosystem (NW Mediterranean Sea). I. Parameterization, calibration and evaluation. *Ecological Modelling*, 401, 1-19.
- Bauchot et Pras, 1980. Guide des poissons marins d'Europe. Delachaux et Niestlé Eds., Lausanne-Paris, 427 pp.
- Bayle-Sempere J. T. & Ramos-Esplá A. A., 1993. Some population parameters as bioindicators to assess the "reserve effect" on the fish assemblage.
- Bell J. D., 1983. Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky reef fish assemblage in the north-western Mediterranean Sea. *Journal of applied ecology*, 357-369.
- Bell J. D., & Harmelin-Vivien M. L., 1983. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. II: feeding habits. *Tethys (Marseille)*, 11(1), 1-14.
- BIOMEX, 2006. Assessment of biomass export from marine protected areas and its impacts on fisheries in the Western Mediterranean Sea. 5th EC Program 'Quality of life & management of living resources'. QLRT-2001-0891/Final Report, 500 pp. Assessment of biomass export from marine protected areas and its impacts on fisheries in the western Mediterranean Sea. 5th FW EC Program "Quality of Life & Management of Living Ressources". Key action: Sustainable Fisheries and Aquaculture. Final Report.
- 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.
- Bonnard, 2009. La pêche récréative dans le Parc Marin de la Côte Bleue : évaluation et enquêtes sur l'influence des aires marines protégées. Rapport de Master Recherche Université de la Méditerranée – Centre d'Océanologie-GIS Posidonie-Parc Marin de la Côte Bleue, 1-40.
- Bouchereau J.-L., Tomasini J.-A., Russ C. and J.-Y. Jouvenel J.Y., 1992a. Inventaire des poissons peuplant la Réserve Naturelle des îles Lavezzi. *Trav. sci. Parc nat. rég. Rés. nat. Corse*, Fr.: 39:1-11.
- Bouchereau, J.-L., Tomasini J.-A., Russ C. and J.-Y. Jouvenel, 1992b. Etude qualitative et quantitative de l'ichtyofaune de l'infra-littoral des îles Lavezzi entre zéro et un mètre (Octobre 1990 et Mai 1991) *Trav. sci. Parc nat. rég. Rés. nat. Corse*, Fr., 39: 13-28.
- 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(1):41–49, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn188>

- Chavoïn, O., & Boudouresque, C.F., 2004. An attempt to quantify spear fishing catches in a French Riviera Mediterranean area. *Travaux scientifiques du Parc national de Port-Cros*, 20, 161-171.
- 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.
- Claudet J., Osenberg C.W., Benedetti-Cecchi L., Domenici P., Garcia-Charton J.A., Perez-Ruzafa A., Badalamenti F., Bayle-Sempere J., Brito A., Bulleri F., Culioli J.M., Dimech M., Falcon J.M., Guala I., Milazzo M., Sanchez-Meca J., Somerfield P.J., Stobart B., Vandeperre F., Valle C., Planes S., 2008. Marine reserves : size and age do matter. *Ecology Letters*, 11 : 481-489.
- Claudet et al., 2011
- Conchou L., Anderson P., Birgersson G., 2017. Host Plant Species Differentiation in a Polyphagous Moth: Olfaction is Enough.
- Cottalorda J.-M., Bachet F., Charbonnel E., Casalta B., Gigou A., Daniel B., Pey A., Ventura P., Guidetti P., Francour P., 2019. Analyse des données recueillies dans le cadre du programme «Corb et Mérou» 2015-2018 et proposition de suivi à long terme. Convention Agence Française pour la Biodiversité et ECOMERS-UNS-CNRS. ECOSEAS-UCA-CNRS publ., Fr. : 53 pp.
- Daniel B., Bachet F., de Maisonneuve L., Harmelin J.G., 2002. Note d'étape sur la méthodologie d'un «indice poisson» testé sur la Côte Bleue. 5p.
- Dubreuil, J., Binche, J.-L. and Verdoit-Jarraya, M. 2008. Recreational angling survey off the rocky coast off Banyuls-sur-mer (N.O Mediterranean), an indicator of marine reserves benefits? *ICES Journal of Marine Science*.
- Dufour, V. and Galzin R., 1995. Study of a Mediterranean reef fish assemblage. Comparisons of population distributions between depths in protected and unprotected areas over one decade. *Aquatic living resources (Montrouge)*. 8 : 17-25.
- 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.
- García-Rubies, A., & Zabala i Limousin, M., 1990. Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, 1990, vol. 54, num. 4, p. 317-328.
- Guidetti P. & Sala E., 2007. Community-wide effects of marine reserves in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 335, 43-56.
- Guidetti P., Baiata P., Ballesteros E., Di Franco A., Hereu B., Macpherson E., ... & Sala E., 2014. Large-scale assessment of Mediterranean marine protected areas effects on fish assemblages. *PLoS One*, 9(4), e91841.
- 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 J.G., 1990. Ichthyofaune des fonds rocheux en Méditerranée : structure du peuplement du coralligène de l'île de Port-Cros. *Mésogée*, 50 :23-30.
- Harmelin, J. G., Bachet, F., & Garcia, F., 1995. Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *Marine Ecology*, 16(3), 233-250.
- Harmelin, J. G., Bachet, F., & Garcia, F., 1996. Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *Oceanographic Literature Review*, 9(43), 928-929.
- Harmelin J.G., 1999. Visual assessment of indicator fish species in Mediterranean marine protected areas. *Il Naturalista Siciliano*, 23 (Suppl.) : 83-104.
- Harmelin J.-G., Sartoretto S., Francour P., 1999. Mise en place d'une stratégie de suivi de l'ichtyofaune et des peuplements de gorgonaires de l'archipel de Riou. *Contrat Ville de Marseille-DED/COM-UMR DIMAR* : 1-110.

- Harmelin-Vivien M.L., Harmelin J.G., 1975. Présentation d'une méthode d'évaluation "in situ" de la faune ichtyologique. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros*, 1 : 47-52.
- Harmelin-Vivien M.L., Harmelin J.G., Chauvet C., Duval C., Galzin R., Lejeune P., Barnabe G., Blanc F., Chevalier R., Duclerc J., Lassere G., 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons : méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 40 : 467-539.
- Harmelin-Vivien M., Le Diréach L., Bayle-Sempere J., Charbonnel E., García-Charton J. A., Ody D., ... & Valle C. (2008). Gradients of abundance and biomass across reserve boundaries in six Mediterranean marine protected areas: evidence of fish spillover ? *Biological conservation*, 141(7), 1829-1839.
- Jouvenel, J. Y., 1997. Inventory of Cerbere/Banyuls-sur-Mer marine reserve ichthyofauna (NW Mediterranean, France). *Oceanographic Literature Review*, 10(44), 1146.
- Le Diréach L., Charbonnel E., Alban F., Leleu K., Gamp E., 2011. Rapport final du programme LITEAU – PAMPA – Site Côte Bleue. PAMPA/WP1 : 1-94 p.
- 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. 1-474.
- Le Diréach L., Bonhomme D., Charbonnel E., Bachet F., 2015. Suivi des peuplements de poissons de la Réserve Marine du Cap Couronne (Parc Marin de la Côte Bleue) – Bilan 1995-2013. GIS Posidonie – Parc Marin de la Côte Bleue, Fr. 1-180.
- Le Diréach L., Astruch P., Goujard A., Rouanet E., Bonhomme P., 2017. Suivi de l'ichtyofaune du Parc national des Calanques à T0+3 - Année 2016. Rapport intermédiaire. Marché public GIS Posidonie/Parc national des Calanques. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 46 p.
- 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.
- Leleu K., 2012. Suivi et évaluation de la pêche professionnelle au sein d'une Aire Marine Protégée : protocoles d'enquêtes et indicateurs de pression et d'impact. Application au Parc Marin de la Côte Bleue. Ph.D. Thesis, Université Aix Marseille, France
<http://archimer.ifremer.fr/doc/00100/21103/18729.pdf>
- Ourgaud M., 2015. Influence des apports anthropiques sur les flux de carbone et de contaminants dans les réseaux trophiques de 'poissons' de l'écosystème à Posidonia oceanica (Doctoral dissertation, Aix-Marseille).
- Prato T., 2008. Conceptual framework for assessment and management of ecosystem impacts of climate change. *Ecological complexity*, 5(4), 329-338.
- Reñones O., Massuti E., & Morales-Nin B., 1995. Life history of the red mullet *Mullus surmuletus* from the bottom-trawl fishery off the Island of Majorca (north-west Mediterranean). *Marine Biology*, 123, 411-419.
- Rouanet E. & Le Diréach L., 2022a. 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., 2022b. 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.
- Schohn T., Astruch P., Belloni B., Rouanet E., Lefèvre A., Hermann E., Le Diréach L., 2022. Réalisation d'un suivi scientifique dans le cadre de la gestion des récifs artificiels du Prado. Rapport final 2019 - 2021. Résultats. GIS Posidonie – Ville de Marseille, Fr. 1-414 annexes.

Thibaut T., Blanfuné A., Boudouresque C. F., & Verlaque M. (2015). Decline and local extinction of *Fucales* in French Riviera: the harbinger of future extinctions?. *Mediterranean marine science*, 206-224.

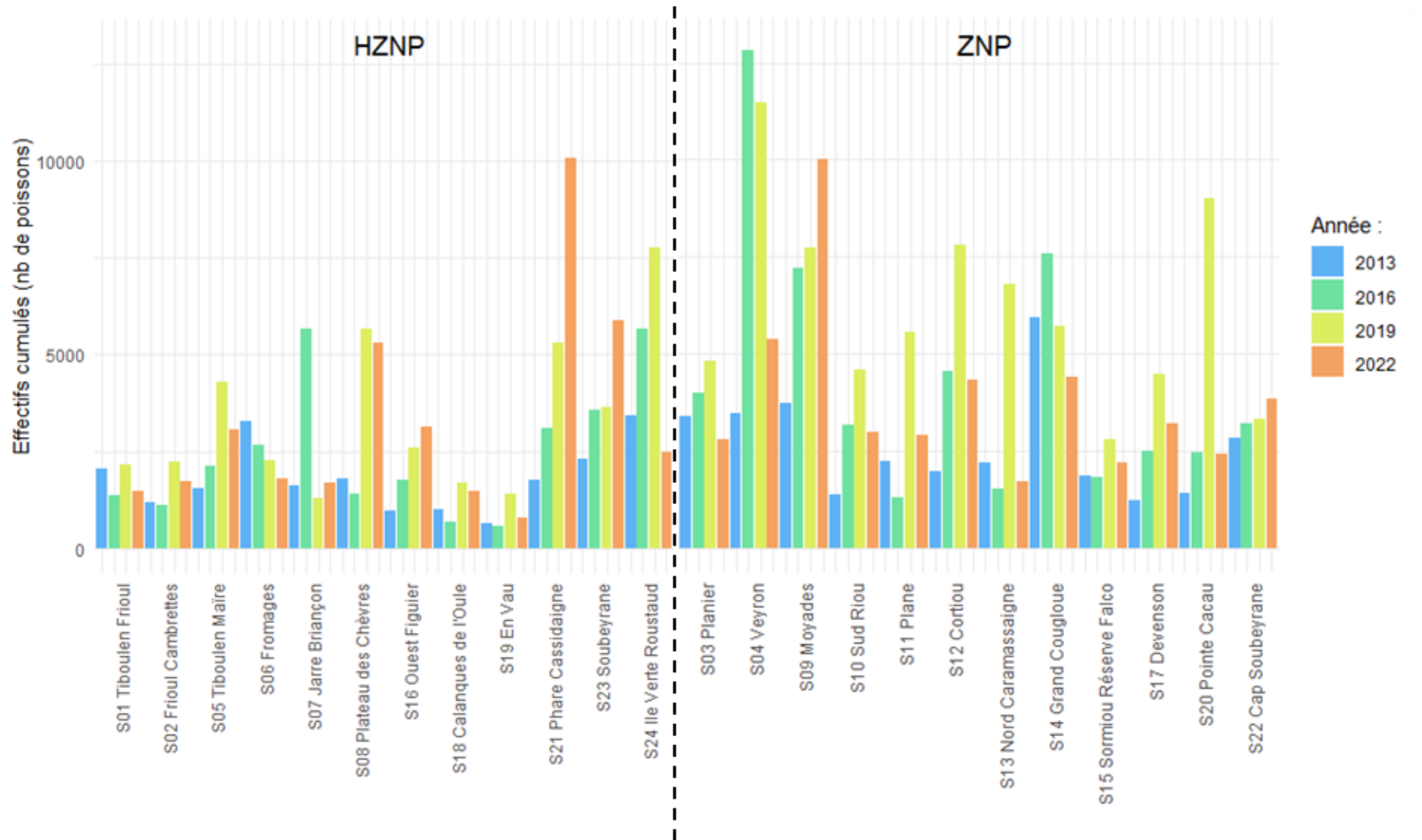
8 ANNEXES

Peuplement total	2013				2016				2019				2022			
	Abondance (nb/100m ²)		Biomasse (kg/100m ²)		Abondance (nb/100m ²)		Biomasse (kg/100m ²)		Abondance (nb/100m ²)		Biomasse (kg/100m ²)		Abondance (nb/100m ²)		Biomasse (kg/100m ²)	
	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT
S01 Tiboulou Frioul	165	132	4.1	3.7	109	49	9.9	13.5	172	176	3.9	4.0	120	85	2.8	2.9
S02 Frioul Cambrettes	96	60	6.7	6.0	89	79	4.2	3.2	178	137	6.7	6.2	138	89	2.8	1.2
S03 Planier	272	222	4.8	2.0	319	183	4.4	1.4	385	345	4.8	5.9	224	77	5.1	4.4
S04 Veyron	276	235	7.5	5.6	1027	1492	32.9	37.0	917	1029	23.6	20.2	430	247	17.1	20.5
S05 Tiboulou Maire	125	133	6.3	7.6	169	118	10.4	11.4	344	229	10.8	6.6	246	136	9.6	10.7
S06 Fromages	261	225	10.8	7.5	212	230	11.6	7.5	181	90	3.7	3.3	143	129	5.6	3.9
S07 Jarre Briançon	131	133	5.1	4.1	454	488	10.6	12.1	104	82	3.9	2.8	137	139	5.3	4.7
S08 Plateau Chèvres	145	95	3.5	3.5	113	56	4.1	2.7	454	332	21.7	14.3	425	274	15.2	13.8
S09 Moyades	297	275	37.4	52.9	577	711	18.9	32.1	619	385	50.8	126.7	800	610	21.6	13.8
S10 Sud Riou	111	44	9.2	6.4	252	137	11.9	7.6	366	179	12.2	7.4	238	189	7.5	4.6
S11 Plane	177	96	10.7	8.7	103	65	17.1	25.6	444	563	18.0	25.3	231	200	15.6	17.1
S12 Cortiou	158	129	3.6	3.2	365	166	27.1	21.0	624	348	55.1	47.7	346	207	12.6	6.5
S13 Nord Caramassaigne	176	116	16.9	33.8	123	112	7.7	10.6	544	359	16.8	11.8	137	47	5.4	5.2
S14 Grand Conglue	475	324	14.5	12.6	606	537	34.5	34.1	458	361	19.3	11.1	348	262	16.5	11.3
S15 Sormiou Réserve Falco	148	62	3.5	1.9	147	59	7.0	3.9	224	139	7.6	4.8	175	111	6.4	3.7
S16 Ouest Figuiér	77	52	2.7	2.9	140	71	3.9	1.3	209	89	7.9	10.6	252	419	4.4	3.0
S17 Devenson	97	32	4.5	1.9	200	166	8.4	5.4	357	270	15.6	11.1	256	188	10.1	6.1
S18 Calanque de l'Oule	79	64	3.1	1.5	56	19	5.2	5.9	136	92	3.9	4.1	118	98	3.5	2.2
S19 En Vau	53	22	2.1	1.5	45	17	3.8	3.5	112	80	3.0	1.6	65	38	1.8	2.7
S20 Pointe Cacao	112	93	5.5	4.6	195	90	7.0	4.6	721	299	16.2	10.2	192	94	7.7	7.3
S21 Phare Cassidaigne	140	107	2.1	1.8	247	140	3.5	2.3	424	247	7.7	7.3	807	658	12.0	9.4
S22 Cap Soubeyrane	226	231	7.4	7.5	257	239	7.6	6.4	265	221	9.3	5.6	306	245	11.2	10.1
S23 Soubeyrane	186	112	5.0	1.3	285	476	7.1	5.5	290	190	10.0	11.7	471	316	8.1	7.3
S24 Ile Verte Roustaud	276	174	9.5	7.8	452	469	10.2	10.6	622	552	17.1	19.3	198	223	2.0	2.0
Total	177	174	7.8	15.0	273	446	11.2	17.0	381	392	14.6	31.0	283	313	8.7	9.9
HZNP	145	134	5.1	5.3	198	279	7.0	8.1	269	271	8.4	10.4	260	333	6.1	7.5
ZNP	210	201	10.5	20.3	348	557	15.4	21.9	494	458	20.8	41.8	307	291	11.4	11.3
Côte	128	113	4.1	3.6	180	205	8.1	10.0	339	291	15.0	22.0	260	250	8.1	7.9
Îles	213	199	10.4	19.0	339	549	13.4	20.3	411	449	14.2	36.2	300	351	9.2	11.2

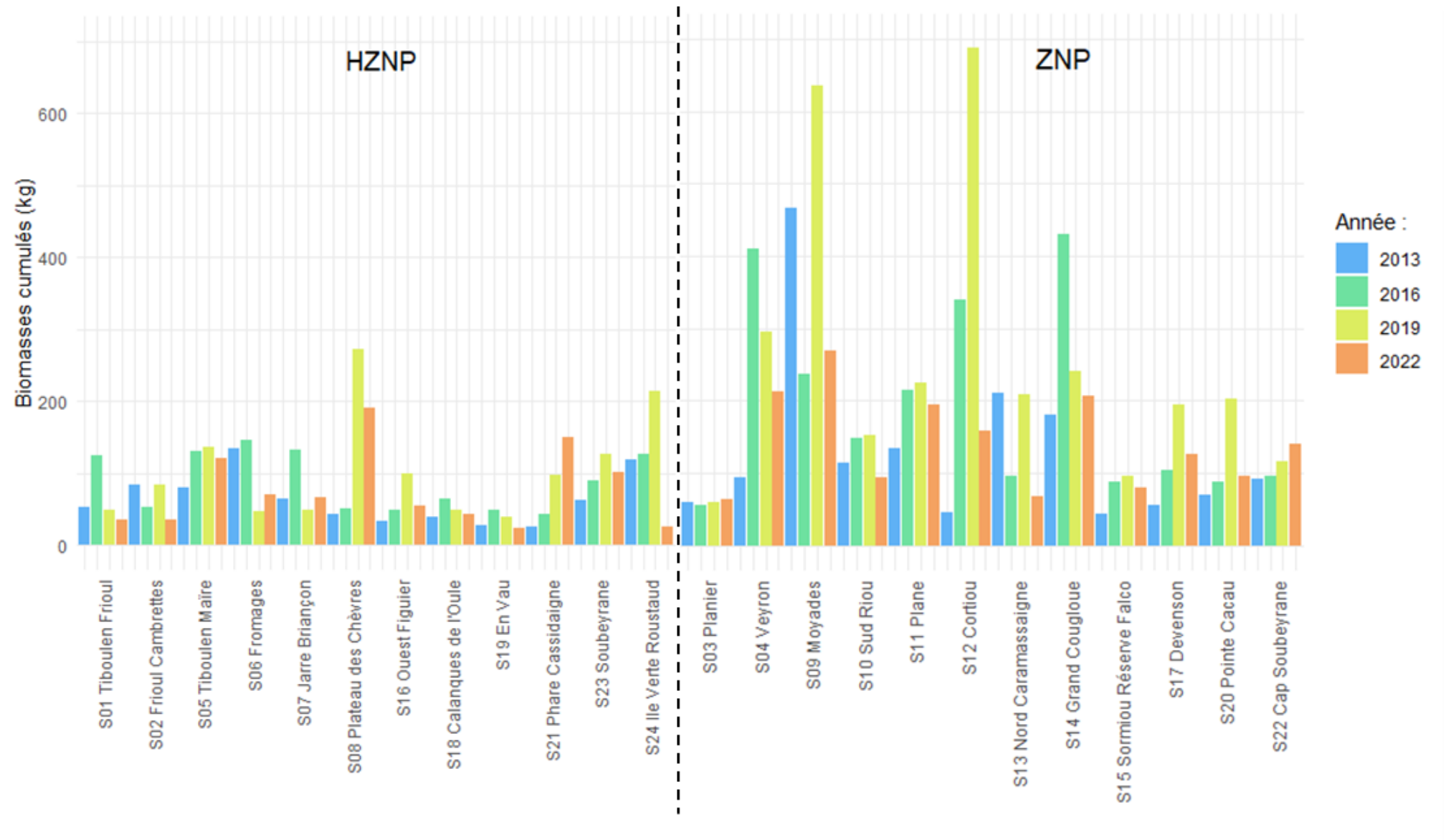
Annexe 1 : Densités d'abondance et de biomasse de poissons par station (moyenne de 10 transects UVC-TRA de 100 m²) à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 dans le Parc national des Calanques.

Peuplement total	2013				2016				2019				2022			
	Abondance (nb/125m ²)		Biomasse (kg/125m ²)		Abondance (nb/125m ²)		Biomasse (kg/125m ²)		Abondance (nb/125m ²)		Biomasse (kg/125m ²)		Abondance (nb/125m ²)		Biomasse (kg/125m ²)	
	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT
S01 Tiboulou Frioul	206	164	5.2	4.6	137	61	12.4	16.9	215	220	4.8	5.0	150	106	3.5	3.7
S02 Frioul Cambrettes	120	75	8.3	7.5	112	99	5.3	3.9	222	171	8.4	7.8	172	111	3.5	1.5
S03 Planier	339	277	6.0	2.5	399	228	5.5	1.8	481	431	6.0	7.3	280	96	6.4	5.5
S04 Veyron	345	294	9.3	7.0	1284	1865	41.1	46.3	1146	1287	29.5	25.2	537	309	21.3	25.7
S05 Tiboulou Maire	156	166	7.9	9.5	212	147	13.0	14.2	430	287	13.5	8.3	308	170	12.0	13.4
S06 Fromages	327	281	13.5	9.3	266	287	14.5	9.4	226	112	4.6	4.2	179	161	7.0	4.9
S07 Jarre Briançon	164	166	6.3	5.2	568	610	13.2	15.1	131	103	4.8	3.6	171	173	6.7	5.9
S08 Plateau Chèvres	181	119	4.4	4.3	141	70	5.1	3.3	567	415	27.1	17.9	532	342	19.0	17.2
S09 Moyades	372	344	46.7	66.1	721	889	23.7	40.1	774	481	63.5	158.4	1000	763	27.0	17.2
S10 Sud Riou	138	55	11.5	8.0	315	171	14.8	9.5	458	223	15.3	9.2	298	237	9.4	5.8
S11 Plane	221	120	13.4	10.8	129	82	21.4	32.0	556	704	22.5	31.6	289	250	19.5	21.4
S12 Cortiou	197	162	4.5	4.1	456	207	33.9	26.2	780	435	68.8	59.6	432	258	15.8	8.1
S13 Nord Caramassaigne	220	145	21.1	42.3	154	141	9.6	13.2	680	449	21.0	14.7	172	59	6.8	6.5
S14 Grand Conglue	594	405	18.1	15.8	758	671	43.1	42.6	573	451	24.1	13.9	434	327	20.6	14.1
S15 Sormiou Réserve Falco	185	78	4.4	2.4	183	74	8.8	4.9	280	173	9.5	5.9	218	139	8.0	4.6
S16 Ouest Figuiér	97	65	3.4	3.6	176	88	4.8	1.6	261	111	9.9	13.2	315	523	5.4	3.7
S17 Devenson	121	40	5.6	2.4	250	208	10.5	6.8	446	337	19.5	13.9	319	235	12.6	7.6
S18 Calanque de l'Oule	99	79	3.9	1.9	70	23	6.5	7.3	170	115	4.9	5.1	147	123	4.3	2.8
S19 En Vau	67	28	2.6	1.9	56	21	4.8	4.4	140	100	3.8	2.0	81	48	2.3	3.4
S20 Pointe Cacau	140	116	6.9	5.7	244	113	8.8	5.7	901	373	20.3	12.8	241	118	9.6	9.1
S21 Phare Cassidaigne	175	134	2.6	2.3	309	175	4.3	2.9	531	309	9.7	9.1	1009	823	15.0	11.8
S22 Cap Soubeyrane	282	288	9.2	9.3	322	298	9.5	8.0	331	276	11.6	7.0	383	306	14.0	12.6
S23 Soubeyrane	232	140	6.3	1.7	356	595	8.8	6.9	363	238	12.6	14.6	589	396	10.2	9.1
S24 Ile Verte Roustaud	344	217	11.9	9.8	565	586	12.7	13.2	777	690	21.4	24.1	248	279	2.5	2.5
Total	222	217	9.7	18.8	341	557	14.0	21.2	477	490	18.2	38.8	354	391	10.9	12.4
HZNP	181	167	6.4	6.6	247	348	8.8	10.1	336	339	10.5	13.0	325	416	7.6	9.4
ZNP	263	251	13.1	25.4	434	696	19.2	27.4	617	573	26.0	52.3	384	364	14.3	14.1
Côte	160	142	5.1	4.6	225	256	10.2	12.5	424	364	18.8	27.5	326	313	10.1	9.9
îles	266	249	13.0	23.8	423	686	16.8	25.4	514	562	17.8	45.2	375	439	11.5	14.0

Annexe 2 : Densités d'abondance et de biomasse de poissons par station (moyenne de 10 transects UVC-TRA de 125 m²) à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 dans le Parc national des Calanques.



Annexe 3 : Effectifs cumulés (nb de poissons) par station des poissons recensés dans le PNCal à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 (ZNP : zones de non-prélèvement ; HZNP : hors ZNP).



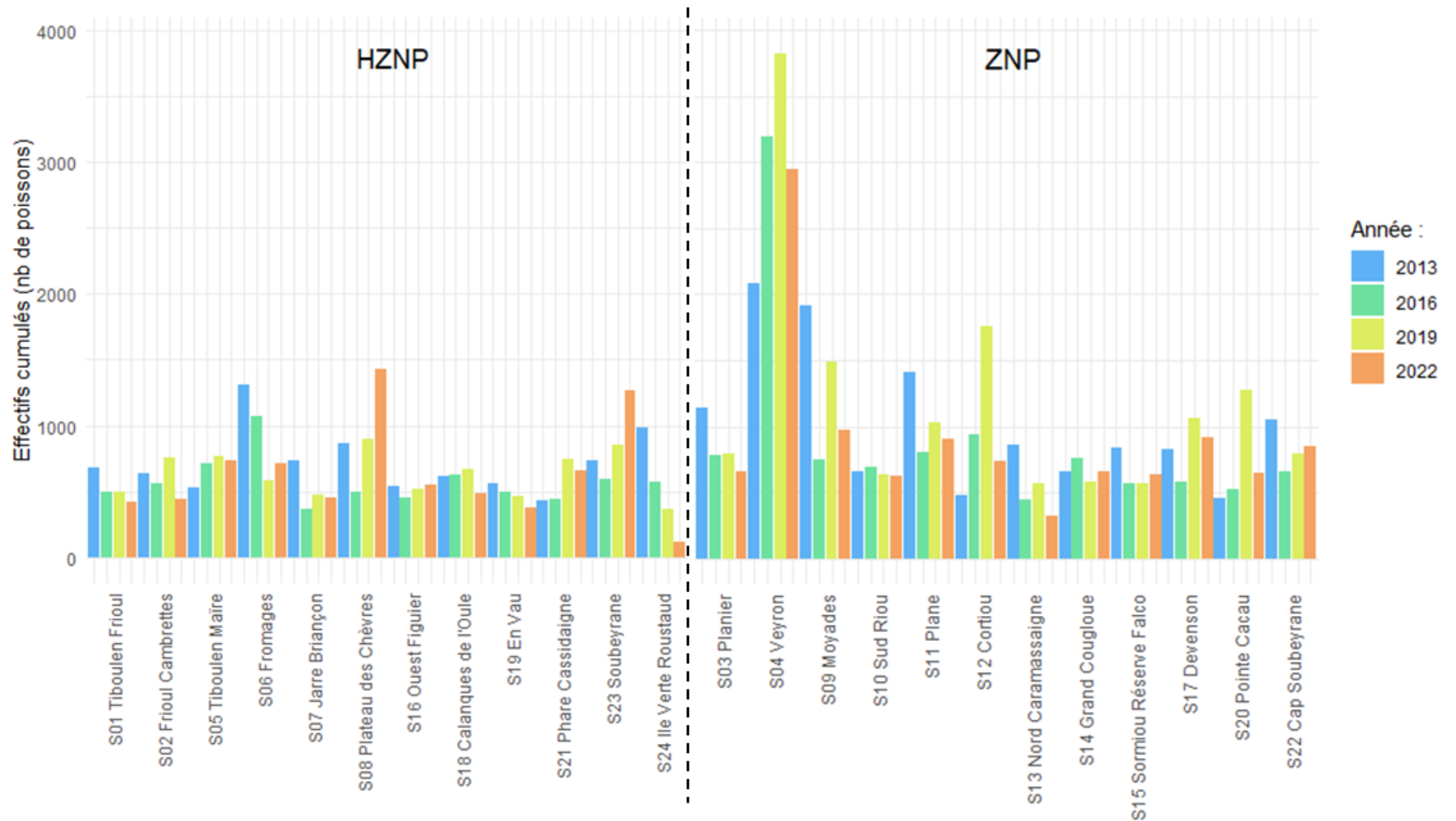
Annexe 4 : Biomasses cumulées (kg) par station des poissons recensés dans le PNCal à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 (ZNP : zones de non-prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

Peuplement sans planctonophages	2013				2016				2019				2022			
	Abondance (nb/100m²)		Biomasse (kg/100m²)		Abondance (nb/100m²)		Biomasse (kg/100m²)		Abondance (nb/100m²)		Biomasse (kg/100m²)		Abondance (nb/100m²)		Biomasse (kg/100m²)	
	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT
S01 Tiboulén Frioul	54	39	3.5	3.4	40	29	9.1	13.4	40	37	3.4	3.8	34	33	2.6	2.9
S02 Frioul Cambrettes	51	30	6.5	6.0	45	25	4.0	3.2	61	27	5.5	6.0	35	7	2.3	0.9
S03 Planier	91	54	3.3	1.4	63	35	2.7	1.2	63	51	4.1	6.0	52	17	4.4	4.4
S04 Veyron	167	167	5.6	4.6	256	254	21.9	33.1	306	484	15.9	13.7	236	122	15.5	19.5
S05 Tiboulén Maire	42	20	5.5	6.6	57	35	9.7	11.6	61	24	7.3	6.0	59	36	7.9	9.0
S06 Fromages	105	63	8.2	5.6	86	41	7.5	4.5	46	28	2.8	2.9	58	22	5.3	3.8
S07 Jarre Briançon	59	43	3.8	3.2	30	9	2.5	1.5	38	12	3.0	2.4	36	16	4.6	4.2
S08 Plateau Chèvres	69	53	2.4	2.7	40	12	2.5	1.4	72	41	4.9	4.1	114	89	12.6	14.0
S09 Moyades	153	155	36.5	53.1	60	61	13.7	23.0	119	249	47.8	127.0	78	55	19.1	13.9
S10 Sud Riou	52	20	8.6	6.2	55	20	8.9	7.0	51	26	8.9	6.0	50	19	6.4	4.5
S11 Plane	113	70	10.4	8.6	64	69	16.8	25.8	82	73	15.0	24.2	72	79	14.7	16.8
S12 Cortiou	38	13	1.5	0.9	75	44	20.0	19.8	140	107	38.7	43.1	59	22	7.3	4.1
S13 Nord Caramassaigne	69	93	16.0	33.8	36	16	7.0	9.9	46	27	8.6	5.7	26	15	5.2	5.2
S14 Grand Conglue	52	40	7.7	6.6	61	43	23.6	23.9	46	21	15.7	10.5	53	37	15.0	11.4
S15 Sormiou Réserve Falco	67	16	2.9	1.6	45	13	5.9	3.5	45	30	5.0	3.8	51	20	5.8	3.8
S16 Ouest Figuier	43	14	2.3	2.4	36	12	2.7	1.2	42	33	5.8	10.0	45	11	3.3	2.2
S17 Devenson	66	24	4.1	2.0	46	21	5.8	4.6	85	47	13.0	9.4	73	19	7.6	5.4
S18 Calanque de l'Oule	50	15	2.9	1.4	51	17	5.1	5.9	54	30	3.5	3.9	39	15	3.1	2.2
S19 En Vau	45	27	1.7	0.9	40	17	3.7	3.5	37	8	2.3	1.3	30	12	1.7	2.7
S20 Pointe Cacao	36	21	4.9	4.5	42	19	6.0	4.6	102	89	11.7	8.6	52	36	7.1	7.3
S21 Phare Cassidaigne	35	16	1.2	1.3	36	14	2.3	1.7	60	41	3.7	5.9	54	43	3.9	3.5
S22 Cap Soubeyrane	84	44	7.2	7.5	53	21	6.5	6.4	63	28	7.3	5.7	68	31	7.1	8.6
S23 Soubeyrane	59	28	3.7	1.6	48	29	5.0	5.3	68	49	7.8	11.5	101	154	5.8	7.3
S24 Ile Verte Roustaud	79	51	7.5	7.5	46	32	7.0	8.3	30	21	6.6	6.4	10	6	0.7	0.6
Total	70	67	6.6	14.7	59	72	8.3	13.7	73	126	10.3	29.3	62	66	7.0	9.2
HZNP	58	40	4.1	4.6	46	27	5.1	6.6	51	33	4.7	6.0	51	60	4.5	6.3
ZNP	82	85	9.1	20.1	71	96	11.6	17.7	96	173	16.0	40.2	73	70	9.6	10.8
Côte	56	31	3.4	3.5	48	24	6.3	8.6	71	60	10.0	17.8	63	62	6.2	7.0
îles	80	83	8.9	18.8	67	91	9.8	16.3	75	157	10.6	35.3	61	69	7.7	10.4

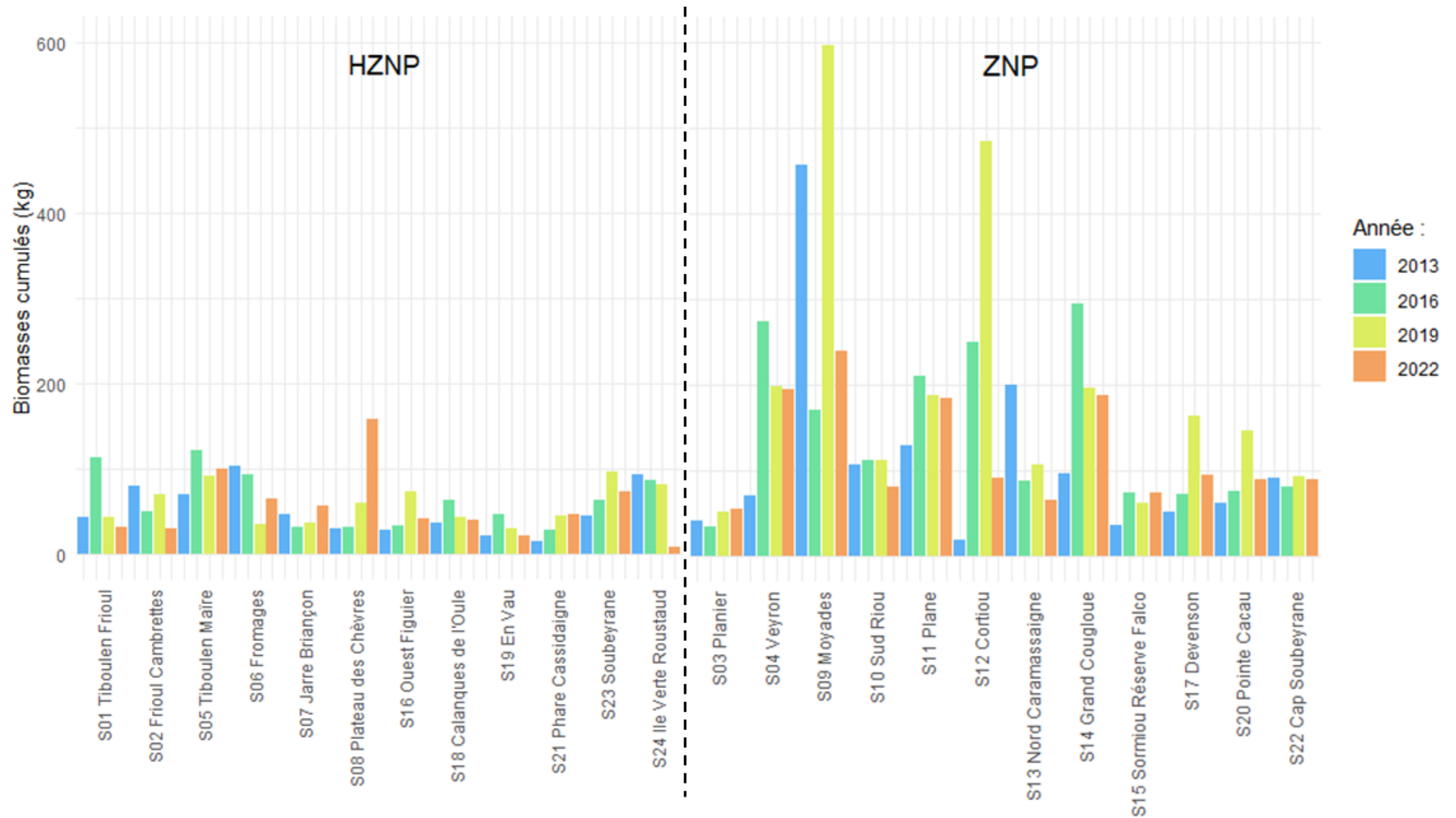
Annexe 5 : Densités d'abondance et de biomasse réduites (hors espèces planctonophages) par station (moyenne de 10 transects UVC-TRA de 100 m²) à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 dans le Parc national des Calanques.

Peuplement sans planctonophages	2013				2016				2019				2022			
	Abondance (nb/125m ²)		Biomasse (kg/125m ²)		Abondance (nb/125m ²)		Biomasse (kg/125m ²)		Abondance (nb/125m ²)		Biomasse (kg/125m ²)		Abondance (nb/125m ²)		Biomasse (kg/125m ²)	
	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT
S01 Tiboulén Frioul	68	49	4.3	4.2	50	36	11.4	16.7	50	46	4.3	4.7	42	41	3.2	3.6
S02 Frioul Cambrettes	64	37	8.1	7.5	56	31	5.0	4.0	76	34	6.9	7.5	44	8	2.9	1.2
S03 Planier	114	68	4.1	1.7	78	44	3.4	1.5	79	64	5.1	7.5	66	21	5.5	5.5
S04 Veyron	209	209	6.9	5.7	320	318	27.4	41.3	382	605	19.9	17.1	295	152	19.4	24.4
S05 Tiboulén Maire	53	25	6.9	8.2	71	43	12.1	14.5	76	30	9.1	7.5	73	45	9.9	11.3
S06 Fromages	131	78	10.3	7.1	107	52	9.4	5.6	58	35	3.5	3.7	72	28	6.6	4.8
S07 Jarre Briançon	73	54	4.7	3.9	37	11	3.2	1.8	48	15	3.7	3.0	45	19	5.7	5.2
S08 Plateau Chèvres	87	66	2.9	3.4	50	15	3.1	1.7	90	51	6.1	5.1	142	111	15.8	17.5
S09 Moyades	192	194	45.6	66.4	75	76	17.1	28.8	149	311	59.7	158.8	97	69	23.9	17.3
S10 Sud Riou	66	26	10.7	7.7	69	25	11.2	8.7	63	33	11.1	7.5	63	24	8.0	5.6
S11 Plane	141	87	12.9	10.8	81	87	21.0	32.2	103	91	18.8	30.2	91	99	18.4	21.0
S12 Cortiou	47	17	1.9	1.2	94	55	25.0	24.7	176	134	48.4	53.9	74	28	9.1	5.1
S13 Nord Caramassaigne	87	116	20.0	42.2	45	19	8.7	12.4	57	33	10.7	7.1	33	19	6.5	6.6
S14 Grand Conglue	65	50	9.6	8.3	76	53	29.5	29.8	58	27	19.6	13.1	66	47	18.7	14.2
S15 Sormiou Réserve Falco	83	20	3.6	2.0	57	17	7.4	4.3	57	37	6.2	4.7	64	25	7.3	4.8
S16 Ouest Figuier	54	18	2.8	3.1	45	16	3.4	1.5	52	41	7.3	12.5	56	13	4.1	2.7
S17 Devenson	83	30	5.2	2.4	58	26	7.2	5.8	107	58	16.3	11.7	91	24	9.5	6.7
S18 Calanque de l'Oule	62	18	3.7	1.8	63	22	6.4	7.4	67	38	4.4	4.8	48	19	3.9	2.7
S19 En Vau	57	33	2.2	1.2	50	21	4.7	4.4	46	10	2.9	1.7	38	15	2.2	3.4
S20 Pointe Cacau	46	26	6.1	5.6	53	24	7.5	5.7	127	111	14.7	10.8	65	45	8.8	9.1
S21 Phare Cassidaigne	43	20	1.5	1.6	45	17	2.8	2.2	75	51	4.6	7.4	67	54	4.9	4.4
S22 Cap Soubeyrane	105	55	9.0	9.4	66	26	8.1	8.0	79	36	9.2	7.1	85	38	8.9	10.7
S23 Soubeyrane	73	35	4.6	2.0	60	36	6.3	6.6	86	61	9.7	14.3	127	192	7.3	9.1
S24 Ile Verte Roustaud	99	64	9.4	9.4	58	40	8.7	10.4	37	26	8.2	8.0	12	7	0.9	0.8
Total	87	84	8.2	18.4	73	90	10.4	17.2	92	158	12.9	36.6	77	82	8.8	11.5
HZNP	72	49	5.1	5.7	58	34	6.4	8.3	63	41	5.9	7.6	64	75	5.6	7.9
ZNP	103	106	11.3	25.1	89	120	14.5	22.1	120	216	20.0	50.3	91	87	12.0	13.5
Côte	70	39	4.2	4.3	59	30	7.9	10.8	89	75	12.5	22.2	79	78	7.7	8.8
îles	100	104	11.1	23.5	83	114	12.2	20.4	94	197	13.2	44.2	76	86	9.6	13.1

Annexe 6 : Densités d'abondance et de biomasse réduites (hors espèces planctonophages) par station (moyenne de 10 transects UVC-TRA de 125 m²) à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 dans le Parc national des Calanques.



Annexe 7 : Effectifs cumulés (nb de poissons) par station des poissons (planctonophages non pris en compte) recensés dans le PNCaI à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 (ZNP : zones de non-prélèvement ; HZNP : hors ZNP).



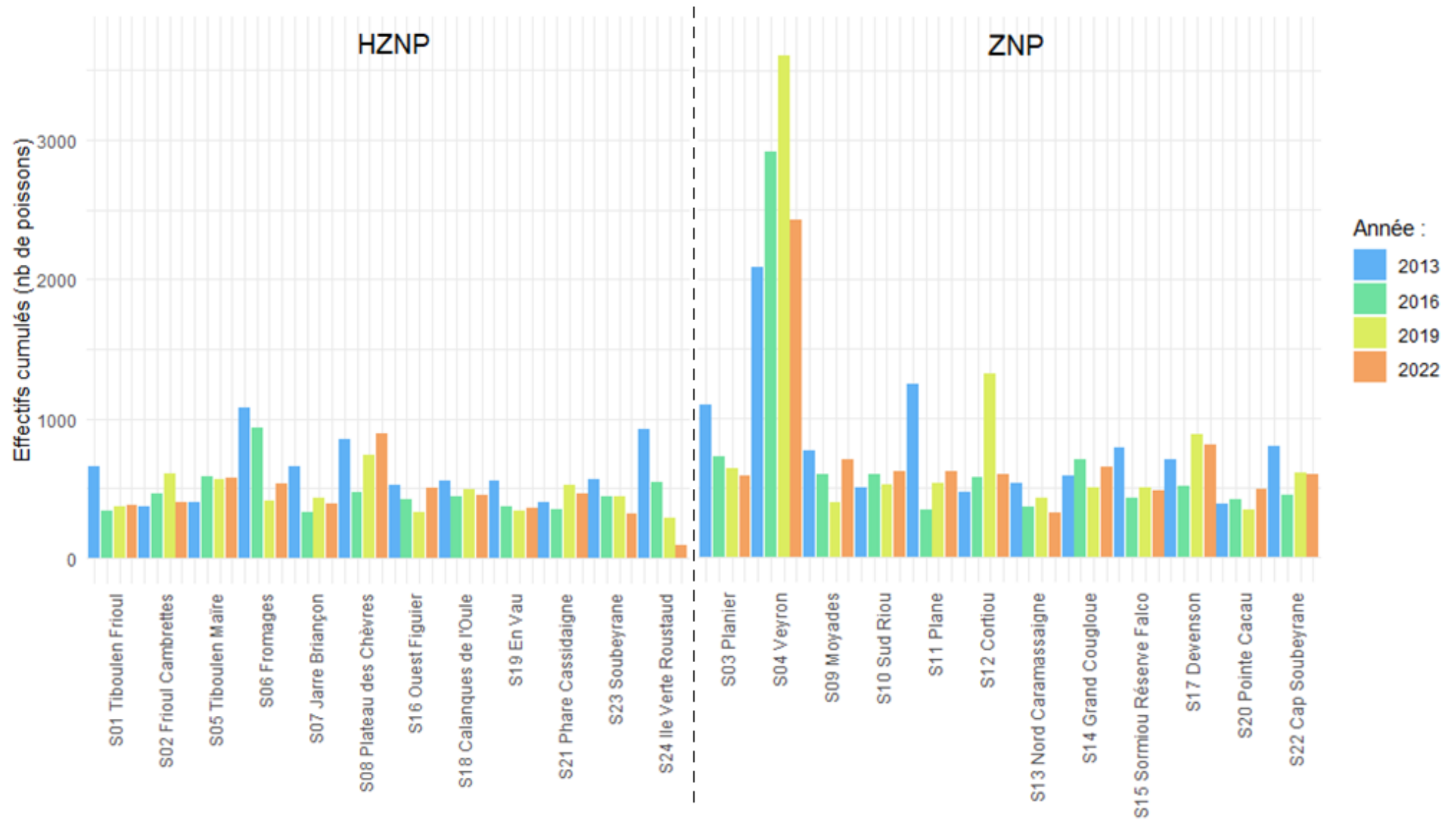
Annexe 8 : Biomasses cumulées (kg) par station des poissons (planctonophages non pris en compte) recensés dans le PNCaI à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 (ZNP : zones de non-prélèvement ; HZNP : hors ZNP).

Espèces cibles	2013				2016				2019				2022			
	Abondance (nb/100m²)		Biomasse (kg/100m²)		Abondance (nb/100m²)		Biomasse (kg/100m²)		Abondance (nb/100m²)		Biomasse (kg/100m²)		Abondance (nb/100m²)		Biomasse (kg/100m²)	
	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT
S01 Tiboulén Frioul	53	38	3.2	3.2	27	13	3.3	3.0	30	18	2.6	2.5	31	34	2.5	2.9
S02 Frioul Cambrettes	30	17	2.1	1.0	37	23	2.3	1.1	49	19	2.8	1.8	32	8	1.9	1.0
S03 Planier	88	53	3.1	1.0	57	35	2.6	1.2	50	47	4.0	6.0	46	18	4.3	4.4
S04 Veyron	166	167	5.5	4.6	233	227	12.6	8.4	288	453	15.7	13.8	194	103	6.3	5.3
S05 Tiboulén Maire	32	14	2.3	1.3	47	25	5.4	4.5	45	28	3.2	2.7	46	29	4.2	4.4
S06 Fromages	86	48	6.1	3.8	75	42	5.4	2.4	33	20	2.1	2.3	43	13	3.5	2.7
S07 Jarre Briançon	53	36	2.4	1.1	26	7	2.4	1.5	35	11	2.6	1.7	31	13	3.9	4.1
S08 Plateau Chèvres	68	51	2.3	2.7	37	11	2.5	1.4	59	37	4.7	4.1	71	32	4.6	2.6
S09 Moyades	61	57	6.1	6.9	48	45	9.9	18.3	32	17	6.9	5.2	56	43	13.3	7.2
S10 Sud Riou	40	19	5.1	3.7	48	15	6.4	6.2	41	15	7.9	5.6	49	19	6.4	4.5
S11 Plane	99	68	5.5	2.3	27	12	3.2	1.5	42	12	4.4	1.7	49	60	6.1	3.7
S12 Cortiou	37	14	1.4	0.9	46	17	6.8	3.7	106	103	33.2	45.3	47	14	5.6	1.5
S13 Nord Caramassaigne	43	21	5.1	4.6	29	6	4.2	2.7	33	14	7.0	4.3	25	14	5.2	5.2
S14 Grand Conglue	46	33	5.7	4.5	56	38	22.0	23.7	40	17	13.8	9.3	47	26	14.4	10.8
S15 Sormiou Réserve Falco	63	15	2.6	1.4	34	13	3.7	2.6	39	24	4.6	2.8	38	11	4.1	1.9
S16 Ouest Figuier	42	13	2.1	2.1	34	13	2.6	1.3	26	15	1.5	1.1	40	10	2.7	2.0
S17 Devenson	56	22	3.0	1.1	40	20	4.6	3.2	71	49	10.0	7.8	64	21	7.1	5.3
S18 Calanque de l'Oule	44	14	2.7	1.3	35	15	3.0	2.4	39	17	2.2	2.0	36	16	3.1	2.2
S19 En Vau	44	27	1.6	0.9	30	13	2.2	1.9	27	8	2.0	1.5	29	12	1.7	2.7
S20 Pointe Cacao	30	18	4.0	4.0	33	10	4.6	4.7	27	8	6.9	6.2	39	27	6.1	7.3
S21 Phare Cassidaigne	32	16	1.2	1.3	28	14	1.4	0.7	42	23	3.0	4.2	37	25	2.3	1.7
S22 Cap Soubeyrane	63	31	2.3	0.8	35	16	3.1	1.5	49	21	5.4	3.3	47	23	3.0	1.7
S23 Soubeyrane	45	16	3.0	1.5	35	21	2.7	3.3	35	16	2.9	2.9	26	17	1.2	0.7
S24 Ile Verte Roustaud	74	51	7.5	7.5	43	31	7.0	8.3	23	19	5.8	6.6	8	4	0.6	0.6
Total	58	54	3.6	3.6	47	63	5.2	8.0	52	106	6.5	12.0	47	45	4.8	5.2
HZNP	50	35	3.0	3.3	38	24	3.3	3.5	37	22	3.0	3.2	36	24	2.7	2.7
ZNP	66	67	4.1	3.7	57	85	7.0	10.5	68	147	10.0	16.0	59	57	6.8	6.2
Côte	49	26	2.5	2.0	36	15	3.6	3.0	48	45	7.3	16.8	44	23	3.9	3.7
îles	65	67	4.3	4.2	56	81	6.3	10.0	56	134	5.8	6.9	50	56	5.4	6.0

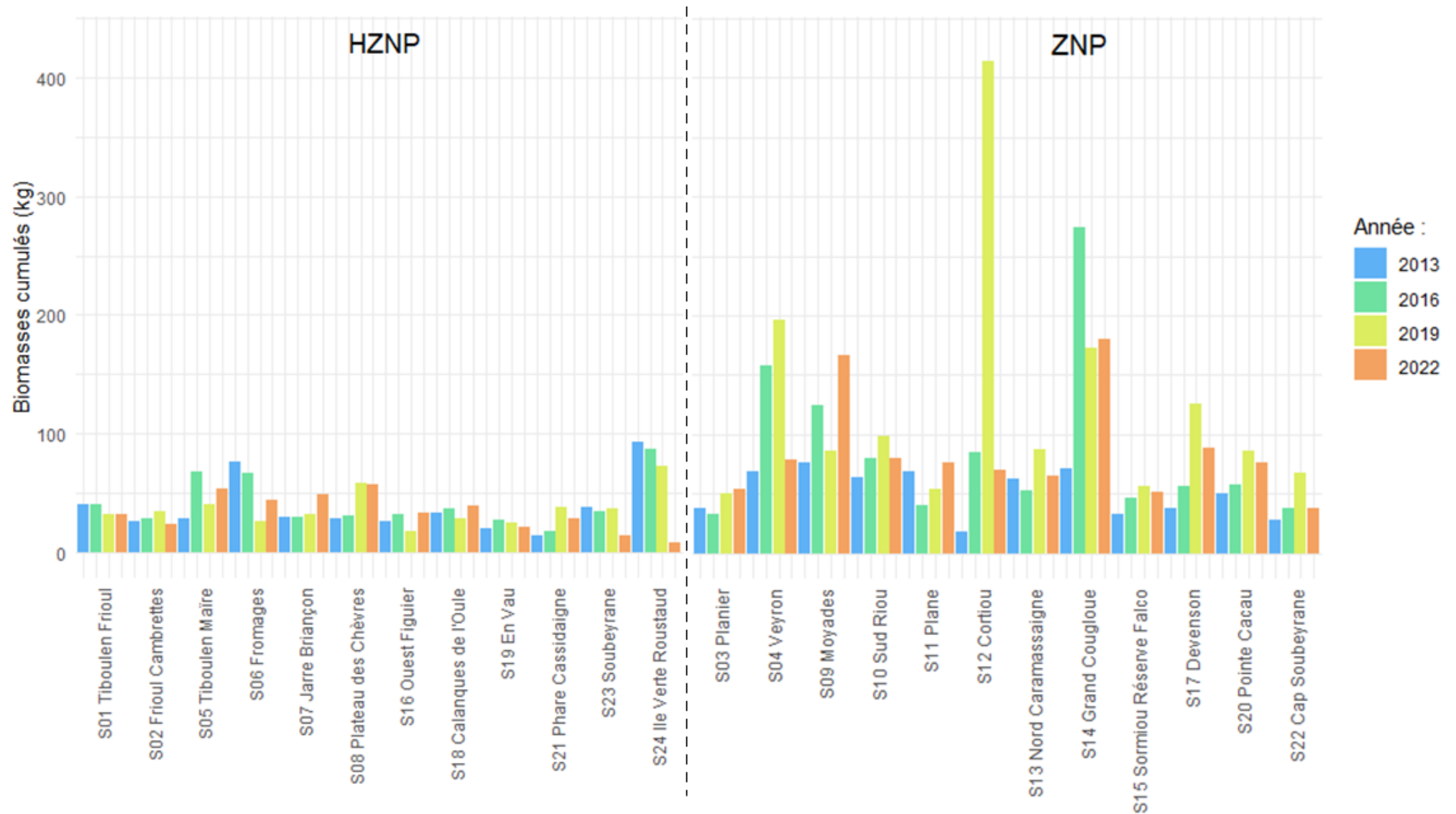
Annexe 9 : Densités d'abondance et de biomasse des espèces cibles de la pêche par station (moyenne de 10 transects UVC-TRA de 100 m²) à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 dans le Parc national des Calanques.

Espèces cibles	2013				2016				2019				2022			
	Abondance (nb/125m²)		Biomasse (kg/125m²)		Abondance (nb/125m²)		Biomasse (kg/125m²)		Abondance (nb/125m²)		Biomasse (kg/125m²)		Abondance (nb/125m²)		Biomasse (kg/125m²)	
	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT	MOY	ECT
S01 Tiboulou Frioul	66	48	4.0	4.0	33	16	4.1	3.7	37	23	3.2	3.1	38	42	3.2	3.6
S02 Frioul Cambrettes	37	22	2.6	1.2	46	29	2.9	1.4	61	24	3.5	2.2	40	10	2.4	1.2
S03 Planier	109	66	3.8	1.2	72	44	3.3	1.4	63	59	5.0	7.5	58	23	5.4	5.5
S04 Veyron	208	209	6.9	5.7	291	283	15.7	10.5	360	566	19.6	17.2	243	129	7.9	6.7
S05 Tiboulou Maire	41	17	2.9	1.6	58	31	6.8	5.6	56	35	4.0	3.4	58	37	5.3	5.4
S06 Fromages	108	61	7.6	4.7	93	52	6.7	3.0	41	25	2.6	2.8	54	17	4.4	3.3
S07 Jarre Briançon	66	44	2.9	1.3	32	9	3.0	1.9	43	14	3.3	2.2	39	16	4.9	5.1
S08 Plateau Chèvres	85	64	2.9	3.4	47	14	3.1	1.7	74	47	5.8	5.1	89	40	5.8	3.3
S09 Moyades	76	71	7.6	8.6	60	56	12.4	22.9	39	21	8.7	6.5	70	54	16.7	9.0
S10 Sud Riou	50	24	6.4	4.7	60	18	8.0	7.7	52	19	9.8	7.0	62	24	8.0	5.6
S11 Plane	124	85	6.9	2.9	34	15	4.0	1.9	53	15	5.4	2.1	62	74	7.6	4.7
S12 Cortiou	46	17	1.8	1.1	58	22	8.5	4.6	132	129	41.5	56.6	59	18	7.0	1.9
S13 Nord Caramassaigne	53	26	6.3	5.8	36	8	5.3	3.3	42	18	8.8	5.3	32	17	6.5	6.5
S14 Grand Conglue	58	42	7.2	5.6	70	47	27.5	29.6	49	21	17.3	11.7	59	32	18.0	13.5
S15 Sormiou Réserve Falco	78	18	3.3	1.8	42	16	4.7	3.3	49	30	5.7	3.5	48	14	5.2	2.4
S16 Ouest Figuier	52	17	2.6	2.6	42	16	3.2	1.7	32	19	1.8	1.3	51	13	3.4	2.5
S17 Devenson	70	27	3.8	1.4	51	25	5.7	4.0	88	61	12.6	9.7	80	27	8.8	6.6
S18 Calanque de l'Oule	56	17	3.3	1.6	44	18	3.7	2.9	49	21	2.8	2.5	46	20	3.9	2.7
S19 En Vau	55	34	2.0	1.2	37	16	2.7	2.4	34	10	2.6	1.9	36	15	2.1	3.4
S20 Pointe Cacao	38	22	5.0	4.9	41	13	5.8	5.8	34	11	8.7	7.7	48	34	7.6	9.1
S21 Phare Cassidaigne	40	20	1.4	1.6	35	17	1.8	0.8	52	29	3.8	5.2	46	31	2.9	2.1
S22 Cap Soubeyrane	79	39	2.8	1.0	44	20	3.8	1.8	61	27	6.7	4.2	59	29	3.8	2.2
S23 Soubeyrane	56	20	3.8	1.9	44	26	3.4	4.1	44	20	3.7	3.6	32	21	1.5	0.8
S24 Ile Verte Roustaud	93	64	9.4	9.4	54	39	8.7	10.4	29	23	7.3	8.2	10	5	0.8	0.8
Total	73	68	4.5	4.4	59	79	6.4	10.0	66	133	8.1	15.0	59	56	6.0	6.5
HZNP	63	44	3.8	4.1	47	30	4.2	4.4	46	28	3.7	4.0	45	30	3.4	3.4
ZNP	83	84	5.2	4.6	71	107	8.7	13.1	85	184	12.5	20.0	73	71	8.5	7.8
Côte	62	33	3.1	2.5	45	19	4.5	3.7	60	57	9.2	20.9	55	29	4.9	4.6
îles	81	83	5.4	5.2	70	101	7.9	12.6	70	167	7.3	8.6	62	70	6.7	7.6

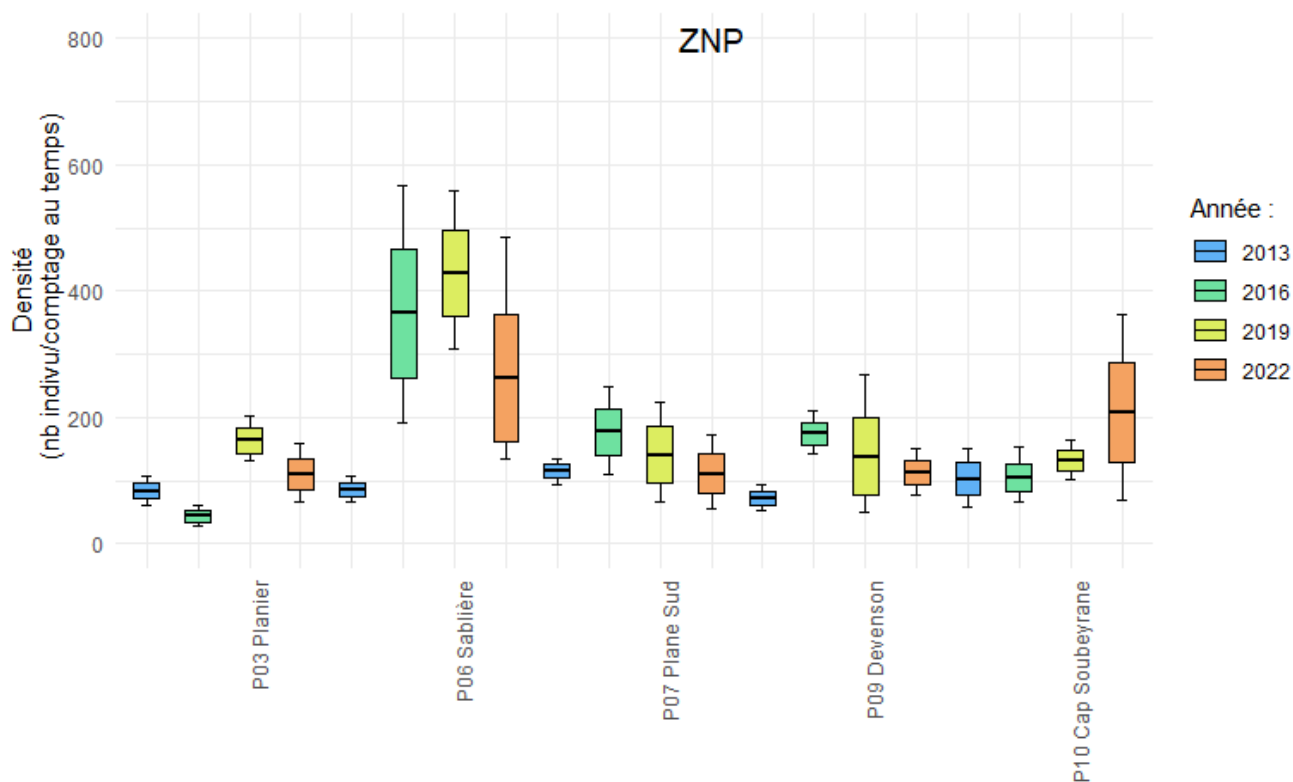
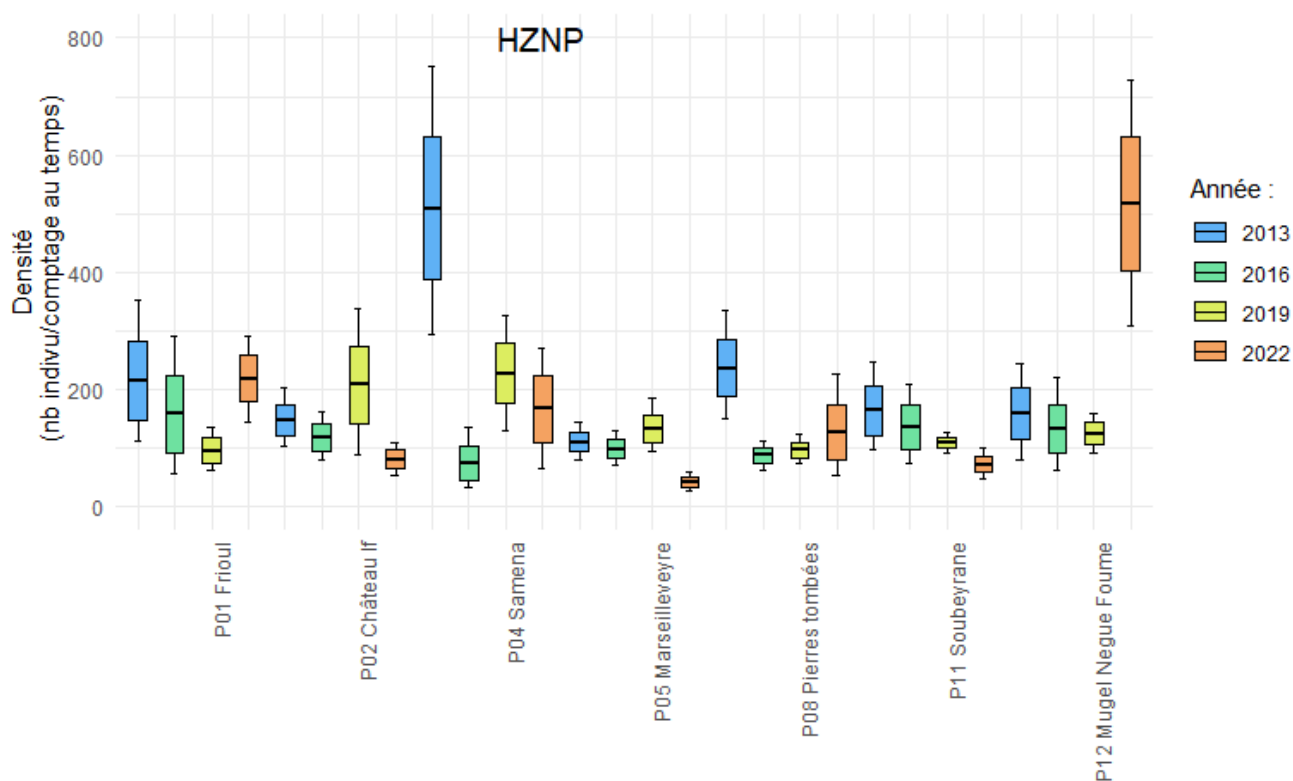
Annexe 10 : Densités d'abondance et de biomasse des espèces cibles de la pêche par station (moyenne de 10 transects UVC-TRA de 125 m²) à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 dans le Parc national des Calanques.



Annexe 11 : Effectifs cumulés (nb de poissons) par station des poissons cibles de la pêche recensés dans le PNCaI à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 (ZNP : zones de non-prélèvement ; HZNP : hors ZNP).



Annexe 12 : Biomasses cumulées (kg) par station des poissons cibles de la pêche recensés dans le PNCal à T0, T0+3, T0+6 et T0+9 (ZNP : zones de non-prélèvement ; HZNP : hors ZNP).



Annexe 13 : Densité moyenne de poissons par comptage de 3 min entre 0 et 5 m selon les stations dans le PNCaI en 2013, 2016, 2019 et 2022. Les stations hors ZNP et dans les ZNP sont regroupées (ZNP : zones de non prélèvement ; HZNP : hors ZNP).