



Suivi scientifique de la Réserve Marine de la Côte Palavasienne 2016-2021

Rapport de suivi 2018



Décembre 2018



Association de Gestion de la Réserve Marine de la Côte Palavasienne

16 avenue Maréchal Joffre

34250 Palavas-les-Flots

agrmcp34@gmail.com

Dr Jean-Yves JOUVENEL
Directeur
P2A Développement
N°12 rue des mimosas
34750 Villeneuve-lès-Maguelone

Sommaire

1	INTRODUCTION	6
2	STRATEGIE DU SUIVI DE LA RMCP	8
3	SUIVI PRINCIPAL	9
3.1	SUIVI DE L'EVOLUTION DE LA BIODIVERSITE	9
3.1.1	<i>Suivi des espèces mobiles.....</i>	9
3.1.1.1	Récifs artificiels.....	9
3.1.1.2	Substrats rocheux.....	9
3.1.2	<i>Suivi des espèces épibenthiques fixes.....</i>	11
3.2	SUIVI DES EVENTUELS IMPACTS DE LA PLONGEE DANS LA ZONE REGLEMENTEE (BANC ROCHEUX DE COUSANÇA)	11
3.3	EVALUATION DES RESSOURCES HALIEUTIQUES PAR LA PECHE PROFESSIONNELLE	11
4	RAPPORT INTERMEDIAIRE - CAMPAGNE 2018 DU SUIVI PRINCIPAL.....	13
4.1	CAMPAGNE DE TERRAIN	13
4.2	MATERIEL ET METHODE.....	14
4.2.1	<i>Suivi de l'évolution de la biodiversité</i>	14
4.2.1.1	Suivi des espèces mobiles.....	14
4.2.1.2	Suivi des espèces épibenthiques fixes	19
4.2.2	<i>Suivi des éventuels impacts de la plongée.....</i>	19
4.2.3	<i>Evaluation des ressources halieutiques</i>	21
4.3	RESULTATS	21
4.3.1	<i>Evaluation de la biodiversité des espèces mobiles (poissons, crustacés mollusques)</i>	21
4.3.1.1	Stations de récifs artificiels.....	21
4.3.1.2	Stations milieu rocheux	28
4.3.2	<i>Peuplement épibenthique (éponges, tuniciers, algues, échinodermes...).....</i>	37
4.3.2.1	Indicateurs de la biodiversité	37
4.3.3	<i>Etat des lieux au point zéro du site de plongée de Cousança.....</i>	41
4.3.4	<i>Suivi comparatif des ressources halieutiques dans la réserve et en dehors de la réserve.</i>	42
5	DISCUSSION	44
5.1	EVALUATION DE LA BIODIVERSITE ESPECE/HABITAT	44
5.2	EVALUATION DE L'ETAT DE L'HABITAT DANS LA ZONE DE PLONGEE DE COUSANÇA.	45
5.3	SUIVI DES DEBARQUEMENTS DE PECHE.	45
5.4	RECAPITULATIF ET SUGGESTIONS.....	46
6	CONCLUSION	47
7	BIBLIOGRAPHIE.....	48

Tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des objectifs du suivi principal et complémentaire.	8
Tableau 2 : Tableau de nomenclature des différentes stations.....	13
Tableau 3 : Tableau récapitulatif du suivi scientifique de 2018.....	14
Tableau 4 : Tableau des positions GPS des récifs artificiels dans la réserve et hors réserve.....	15
Tableau 5 : Positionnement GPS des piliers des différentes stations situées dans la réserve et hors réserve.....	17
Tableau 6 : Positionnement des vidéos pour les prises de vue par caméras sur chaque station.....	18
Tableau 7 : Repère pour les transects pour le comptage des espèces de macrobenthos.....	19
Tableau 8 : Tableau de synthèse des effectifs par récifs. R1, r1 et r9 sont situés dans la réserve, HR4, HR6 et HR1 sont situés en dehors de la réserve.	24
Tableau 9 : Représentation des espèces cibles (nombre total et taille moyenne des individus) sur les récifs artificiels de la réserve et en dehors de la réserve.....	28
Tableau 10 : tableau de synthèse des effectifs cumulés des 12 transects par station.	30
Tableau 11 : représentation des espèces cibles (densité moyenne et taille des individus) dans la réserve et en dehors.	33
Tableau 12 : Tableau de synthèse des effectifs des espèces benthiques dans chaque station.....	38
Tableau 13 : Tableau de synthèse de suivi des débarquements de pêche de mars à août 2018.....	42
Tableau 14 : Inventaire des tailles et poids des 3 espèces cibles commerciales.	43

Figures

Figure 1 : Carte simplifiée de la Réserve Marine de la Côte Palavasienne (source AG RMCP).....	7
Figure 2 : Suivi principal - Carte de localisation des sites de suivi en plongée sous-marine.....	10
Figure 3 : Carte de localisation des zones du suivi de débarquement des pêcheurs.....	12
Figure 4 : Le support de plongée utilisé le Thalassa (P2A Développement)	13
Figure 5 : Photos sous-marine lors d'un comptage de 2018 sur un récif artificiel de type « cube » (photos du dessus) et du type « buse » (photo ci-dessous).....	15
Figure 6 : Carte de situation de la réserve marine de la côte palavasienne avec la zone réglementée en bleu (accessible à la plongée), le reste du périmètre vert en zone de protection renforcée, les récifs artificiels et les bancs rocheux voisins susceptibles de servir de zones témoin.	16
Figure 7 : Représentation schématique du quadrat pour le comptage et la méthode de mesure de hauteur des individus (photo de Eunicella singularis, source http://doris.ffessm.fr).	20
Figure 8 : Carte de localisation des récifs artificiels (en orange et en gras) dans la réserve (R1, r1 et r9) et en dehors de la réserve (HR1, HR4 et HR6).	23
Figure 9 : Abondance des poissons dans chaque récif.....	25
Figure 10 : Structure du récif HR6 immergé en 1999 et son peuplement de pageots acarnés, Pagellus acarne	25
Figure 11 : Richesse spécifique totale des poissons sur les 6 récifs. La ligne horizontale rouge représente la richesse spécifique moyenne des 6 récifs.	26
Figure 12 : Diversité (Indices de Shannon) pour les 6 récifs artificiel.	26
Figure 13 : Répartition des individus au sein des espèces (indice de régularité) pour les 6 récifs.	27

Figure 14 : Abondance des poissons par station en 2018.....	31
Figure 15 : Richesses spécifiques totale des espèces de poisson par station. La ligne horizontale rouge représente la richesse spécifique moyenne des 6 stations.	31
Figure 16 : Indices de Shannon pour les 6 stations pour les poissons.	32
Figure 17 : Répartition des individus au sein des espèces (indice de régularité) pour les 6 stations...	32
Figure 18 : Moyenne des tailles (en cm) de <i>Coris Julis</i> par station.	34
Figure 19 : Moyenne des tailles (en cm) de <i>Mullus surmuletus</i> par station.	35
Figure 20 : Structure démographique de <i>Serranus cabrilla</i>	36
Figure 21 : Abondance des espèces benthiques pour chaque station (28 m ²).	39
Figure 22 : Nombre d'espèces observées pour chaque station soit 28 m ² , la ligne horizontale rouge représente la richesse spécifique moyenne.....	39
Figure 23 : Diversité du macro benthos pour les 6 stations.....	40
Figure 24 : Equitabilité ou Régularité du macro benthos pour les 6 stations.	40
Figure 25 : Photos sous-marines des gorgones blanches <i>Eunicella singularis</i> (individus sains et individus colonisés par <i>Alcyonium acaule</i>). Les flèches noires indiquent les individus colonisés.....	42
Figure 26 : Représentation du nombre de prises de sar, dorades et pageots par zone de pêche	43
Figure 27 : Représentation de la moyenne tailles et poids des prises dans les différentes zones de pêche.	43

1 Introduction

Le présent rapport fait objet d'un rapport intermédiaire de l'état de la réserve 2 ans après sa mise en place en avril 2016. Rappelons que le fondement de cette zone marine de protection renforcée, appelée Réserve Marine de la Côte Palavasienne (RMCP), est un arrêté ministériel de cantonnement de pêche sur lequel se superpose un arrêté de la préfecture maritime pour réglementer les usages. Les 2 dispositions ont été prises pour une durée de 5 années.

Le périmètre de la zone mise sous protection comprend principalement le banc rocheux de Porquières et l'îlet de Porquières, au nord-ouest, aussi appelé par les plongeurs locaux, Cousança du nom de Raymond Cousança qui fut un des pionniers de la plongée de la côte palavasienne dans les années 70. Ce banc rocheux reste accessible aux plongeurs sous-marins, pour des activités sans prélèvements.

Nous rappelons les 2 niveaux de réglementation dans cette zone :

- Un niveau de protection intégrale où toutes les activités sont interdites en dehors du simple passage (trafic maritime normal) sur plus de 93 ha,
- Un niveau de protection intermédiaire sur 6,5 ha où la plongée sous-marine peut s'exercer, sous conditions.

Il s'agit donc d'une zone marine protégée avec 2 niveaux de protection comme par exemple peut l'être la Réserve naturelle marine de Cerbère/Banyuls-sur-Mer ou le Parc national de Port-Cros. La RMCP, possède en plus 11 récifs artificiels dans la zone de protection renforcée (ZPR) qui en fait une aire marine très singulière.

Cette particularité exige donc une gestion adaptée et des outils de gestion optimisés tels que les suivis scientifiques qui ont été proposés.

Etant donné que l'objectif de la mise en réserve est le maintien des ressources halieutiques, la préservation des milieux naturels et des espèces patrimoniales et cela au sein du site Natura 2000 « Posidonies de la côte palavasienne », plusieurs axes d'études ont été engagés afin d'appréhender les indicateurs d'évolution de ces compartiments :

- Un **suivi comparatif de la biodiversité** dans et en dehors de la réserve (justification de la mesure de restriction des activités),
- Un **suivi des éventuels impacts des mouillages et de la plongée dans la zone réglementée** (justification de l'accès à la plongée sous-marine et aux mouillages),
- Un **suivi comparatif des ressources halieutiques** exploitées dans et en dehors de la réserve (justification de la mesure de cantonnement).



Figure 1 : Carte simplifiée de la Réserve Marine de la Côte Palavasienne (source AG RMCP)

Pour l'ensemble des mesures de suivi mises en place, un état zéro (ou état initial) a été mis en œuvre lors de l'été 2016. Une seconde campagne, faisant l'objet du présent rapport, a été réalisée en août 2018. Ce rapport d'étape est essentiellement descriptif, il présente les méthodologies appliquées, la stratégie d'échantillonnage choisie, et naturellement les résultats des comptages et inventaires réalisés. Il s'agit d'un rapport de suivi et non d'un rapport comparatif. Le rapport comparatif à 3 ans sera réalisé l'année prochaine (en 2019). Nous pourrions alors établir une comparaison des données de l'état zéro et du présent rapport.

2 Stratégie du suivi de la RMCP

Le suivi scientifique fait intervenir plusieurs opérateurs sous l'égide de l'Association de Gestion de la Réserve Marine de la Côte Palavasienne (AGRMCP) » répartis en un suivi principal et un suivi complémentaire.

Suivi Principal		Suivi Complémentaire
Objectifs		
Ressources halieutique	Indicateurs quantitatifs	Observations ponctuelles
Biodiversité	Indicateurs quantitatifs	Inventaires
Impacts activités Zone Réglementée	Indicateurs	sans objet
Espèces cibles pêche s/m	Indicateurs	observations/comptages
Espèces cibles pêche embarquée	Indicateurs	enquêtes/comptages
Opérateurs		
	Experts scientifiques	Plongeurs Bio/FFESSM
	Pêcheurs professionnels	Pêcheurs sous-marins
		Apnéistes Bio
		Ass. Pêche Plaisance
Habitats concernés		
	banc rocheux int./ext.	banc rocheux int./ext.
	récif artificiels	récif artificiels
	fonds de substrat meuble	

Tableau 1 : Récapitulatif des objectifs du suivi principal et complémentaire.

3 Suivi principal

3.1 Suivi de l'évolution de la biodiversité

3.1.1 Suivi des espèces mobiles

3.1.1.1 Récifs artificiels

Le suivi prend en charge des récifs artificiels de la réserve, mais également des récifs artificiels situés en dehors de la réserve dans des conditions d'exposition et de bathymétrie comparables.

Sur les récifs artificiels, les comptages ont été effectués en plongées sur un récif complet selon les méthodes développées par Charbonnel E., Francour P. et Harmelin J.G. (1997). [Finfish population assessment techniques on artificial reef: a review in the European Union. In European Artificial Reefs Research Proceedings of the EARRN conference Ancona, Italy, March 1996, Jensen A.C. ed. Southampton Oceanography Center publ. Southampton : 261-277.](#)

3.1.1.2 Substrats rocheux

Afin de connaître les effets de la mise en réserve sur les peuplements de la réserve, un **comptage exhaustif en plongée sur transects** avec estimation de la taille des individus a été réalisé.

Lors du comptage, le plongeur intègre également dans son observation des paramètres concernant les données environnementales qu'il note sur la fiche de comptage. Ces observations sont complétées par des prises de vues sous-marine.

Le protocole prend en compte l'ichtyofaune mais également les espèces d'invertébrés jugées d'importance patrimoniale ou commerciale tels que les grands crustacés et les céphalopodes. Il est programmé le suivi de 6 stations, réparties comme ci-dessous :

- 2 stations en zone de protection renforcée (ZPR1, ZPR2),
- 2 stations en zone réglementée ouverte aux activités de plongée (ZR1 et ZR2),
- 2 stations hors réserve (HR1, HR2),

Les données collectées concernent :

- Les espèces (richesses spécifiques)
- Les effectifs par espèce (abondances/densités)
- La taille des individus par estimation à 2 cm près pour certaines espèces.
- Des données environnementales sont également collectées :
- La profondeur des transects et des récifs sur les stations,
- Leur position GPS (WGS84),
- La visibilité, la température de l'eau et les conditions météorologiques locales,
- La date et l'heure des comptages,
- Le substrat rencontré (coralligène, zone rocheuse, matte morte, détritique).

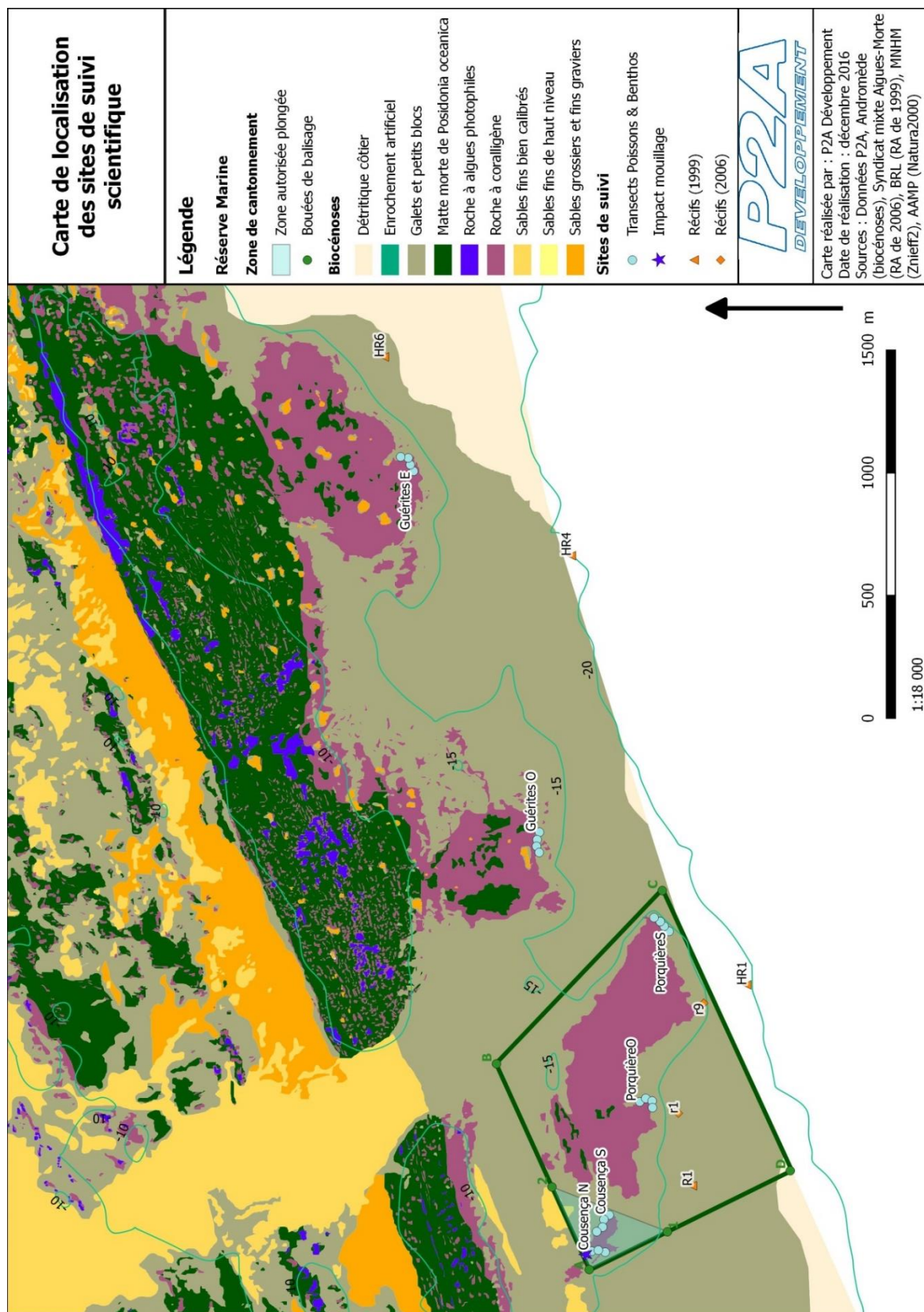


Figure 2 : Suivi principal - Carte de localisation des sites de suivi en plongée sous-marine

3.1.2 Suivi des espèces épibenthiques fixes

Les organismes benthiques sont fondamentaux au bon fonctionnement de la chaîne trophique. La zone de réserve abrite une mosaïque d'habitats soumis aux pressions anthropiques tels que les ancrages. Les biocénoses type « coralligène » recouvrent une grande surface de la zone de Porquières. De nombreuses gorgones blanches *Eunicella singularis* recouvrent le plateau. D'autres espèces potentiellement vulnérables aux ancrages comme *Myriapora truncata*, *Cliona sp.*, ainsi que la grande nacre *Pinna nobilis* sont également présentes et sont très représentatives du site.

Selon les mêmes méthodes utilisées que pour les inventaires à l'état zéro, le suivi des substrats durs a été réalisé lors de la campagne de 2018. Un transect permanent avec l'évaluation du recouvrement d'espèces indicatrices a été réalisé pour chaque station.

3.2 Suivi des éventuels impacts de la plongée dans la zone réglementée (banc rocheux de Cousanço)

La zone du rocher de Cousanço est autorisée à la plongée, ce qui est susceptible de provoquer des impacts sur le site tels que la destruction d'espèces épigées due au mouillage des ancres et aux passages des plongeurs.

En effet, l'accès à une zone de cantonnement suscite un réel engouement auprès des pratiquants de la plongée bouteille (Flament, 2015). Il est donc probable d'observer une fréquentation accrue avec comme conséquence une utilisation des ancres sur la zone plus importante. D'autre part, la pratique intensive de la plongée peut générer des érosions importantes au niveau de la couverture des épibiontes sur les substrats les plus visités. Le site des Tables au Cap d'Agde est une illustration du phénomène. Il est donc indispensable de prévoir un suivi spécifique de l'activité. Les résultats de ce suivi devront aussi être pris en compte dans la gestion ultérieure des flux de plongeurs.

En outre, des mesures de la gorgone blanche : *Eunicella stricta* et des paramètres de vitalité ont été réalisés sur la station de Cousanço Nord lors de la campagne de 2018.

3.3 Evaluation des ressources halieutiques par la pêche professionnelle

L'objectif est ici d'évaluer et de caractériser l'influence de la réserve sur les pêches et les débarquements des pêcheurs aux petits métiers de la Prud'homie de Palavas. Il s'agit en effet de mesurer l'impact de la protection du site sur les espèces ciblées par les pêcheurs.

Pour cette partie du suivi, les **pêcheurs de la Prud'homie de Palavas sont mobilisés** et participent activement à la collecte de données.

Suivi des débarquements de pêche : le suivi est réalisé par les pêcheurs petits métiers et géré par la Prud'homie de Palavas.

Le protocole de suivi est basé sur des mesures et pesées de prises réalisées lors de leur retour à quai. Les données ont été transmises à l'AGRMCP et fournies à P2A développement pour leurs analyses. Les pêcheurs ont pour cela réalisés leurs pêches de façon habituelle, avec leur matériel de pêche.

La zone de suivi est divisée en trois zones distinctes : une zone proche de 3 km² centrée sur la réserve (mais hors réserve, zone blanche), une zone intermédiaire de 7 km² également centrée sur la réserve (zone rouge) et une zone éloignée allant jusqu'à 7 km autour de la réserve (zone bleue).

Les premiers suivis de débarquement ont été réalisés et sont présentés dans les résultats.



Figure 3 : Carte de localisation des zones du suivi de débarquement des pêcheurs

Evaluation des ressources halieutiques par les observations en plongée : Etant donné qu'en accord avec la Prud'homie de pêche de Palavas-les-Flots il a été décidé de ne pas procéder à des pêches scientifiques standardisées dans le cantonnement, la seule façon d'acquérir de la donnée reste les dénombrements en plongée.

Cette technique, non destructrice, est largement utilisée par les scientifiques pour décrire et quantifier les évolutions des assemblages d'espèces-cibles notamment dans les réserves marines.

Il est prévu dans la partie « suivi de la biodiversité » de procéder à de telles investigations.

4 Campagne 2018 du suivi principal

4.1 Campagne de terrain

La campagne de collecte des données s'est déroulée entre le 13 et le 23 août 2018.

Une équipe de 4 personnes a été mobilisée, ainsi qu'une embarcation, le Thalassa.



Figure 4 : Le support de plongée utilisé le Thalassa (P2A Développement)

Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif du nom des stations, leur localisation dans la réserve (Zone réglementée : ZR, Zone de protection renforcée : ZPR, Zone hors réserve : ZPR) et la nomenclature utilisée pour l'étude.

Nom de la station	Zone de localisation	Nomenclature
Cousança Nord	Reserve (ZR1)	CN
Cousança Sud	Reserve (ZR2)	CS
Porquières Ouest	Reserve protection renforcée (ZPR1)	PO
Porquières Sud	Reserve protection renforcée (ZPR2)	PS
Guérides Ouest	Hors réserve (HR1)	GO
Guérides Est	Hors réserve (HR2)	GE

Tableau 2 : Tableau de nomenclature des différentes stations

Le tableau ci-dessous récapitule les protocoles de suivi pour chaque site, ainsi que la date d'inspection.

Suivi scientifique obligatoire – Rapport intermédiaire				
	Protocole	Sites	Réplicats	Date
Suivi espèces	Comptages poissons	Cousença Nord (ZR)	12 transects	13/08/2018
		Cousença Sud (ZR)	12 transects	13/08/2018
		Porquières Ouest (ZPR)	12 transects	16/08/2018
		Porquières Sud (ZPR)	12 transects	16/08/2018
		Guérites Ouest (HR)	12 transects	14/08/2018
		Guérites Est (HR)	12 transects	14/08/2018
Suivi habitat	Benthos érigé	Cousença Nord (ZR)	2 transects	22/08/2018
		Cousença Sud (ZR)	2 transects	22/08/2018
		Porquières Ouest (ZPR)	2 transects	16/08/2018
		Porquières Sud (ZPR)	2 transects	16/08/2018
		Guérites Ouest (HR)	2 transects	14/08/2018
		Guérites Est (HR)	2 transects	14/08/2018
Suivi zone Cousença (impact mouillage)	Comptage et mesure gorgones	Cousença Nord (ZR)	3 quadrats	13/08/2018
Suivi récifs artificiels	Comptages poissons	R1 (ZPR)	2 réplicats	17/08/2018
		r1 (ZPR)	2 réplicats	17/08/2018
		r9 (ZPR)	2 réplicats	17/08/2018
		HR6 (HR)	2 réplicats	23/08/2018
		HR4 (HR)	2 réplicats	23/08/2018
		HR1 (HR)	2 réplicats	23/08/2018

Tableau 3 : Tableau récapitulatif du suivi scientifique de 2018.

4.2 Matériel et Méthode

4.2.1 Suivi de l'évolution de la biodiversité

4.2.1.1 Suivi des espèces mobiles

4.2.1.1.1 Suivi sur les récifs artificiels

Les sites retenus pour les suivis sont les sites : R1, r1 et r9 (dans la réserve) et les sites HR1, HR4 et HR6 (hors réserve).

Année d'immersion	Nom	Latitude	Longitude
Hors RMCP			
1999	HR1	43,50694	3,98100
1999	HR4	43,51318	4,00274
1999	HR6	43,51995	4,01288
Dans RMCP			
1999	R1	43,50903	3,97090
2006	r1	43,50950	3,97457
2006	r9	43,50850	3,98010

Tableau 4 : Tableau des positions GPS des récifs artificiels dans la réserve et hors réserve.

Les comptages sont effectués simultanément par deux observateurs réalisant chacun une rotation autour du récif. Les comptages sont organisés en fonction du comportement des espèces (grégaire craintif, démersales, benthiques, etc.).

Les photos ci-dessous montrent les différents types de récifs artificiels inspectés pour le suivi de la biodiversité dans la réserve et en dehors de la réserve. Deux types de récifs ont été suivis, les « buses » et les « cubes ».



Figure 5 : Photos sous-marine lors d'un comptage de 2018 sur un récif artificiel de type « amas de cube » (photos du dessus) et du type « buse » (photo du dessous).

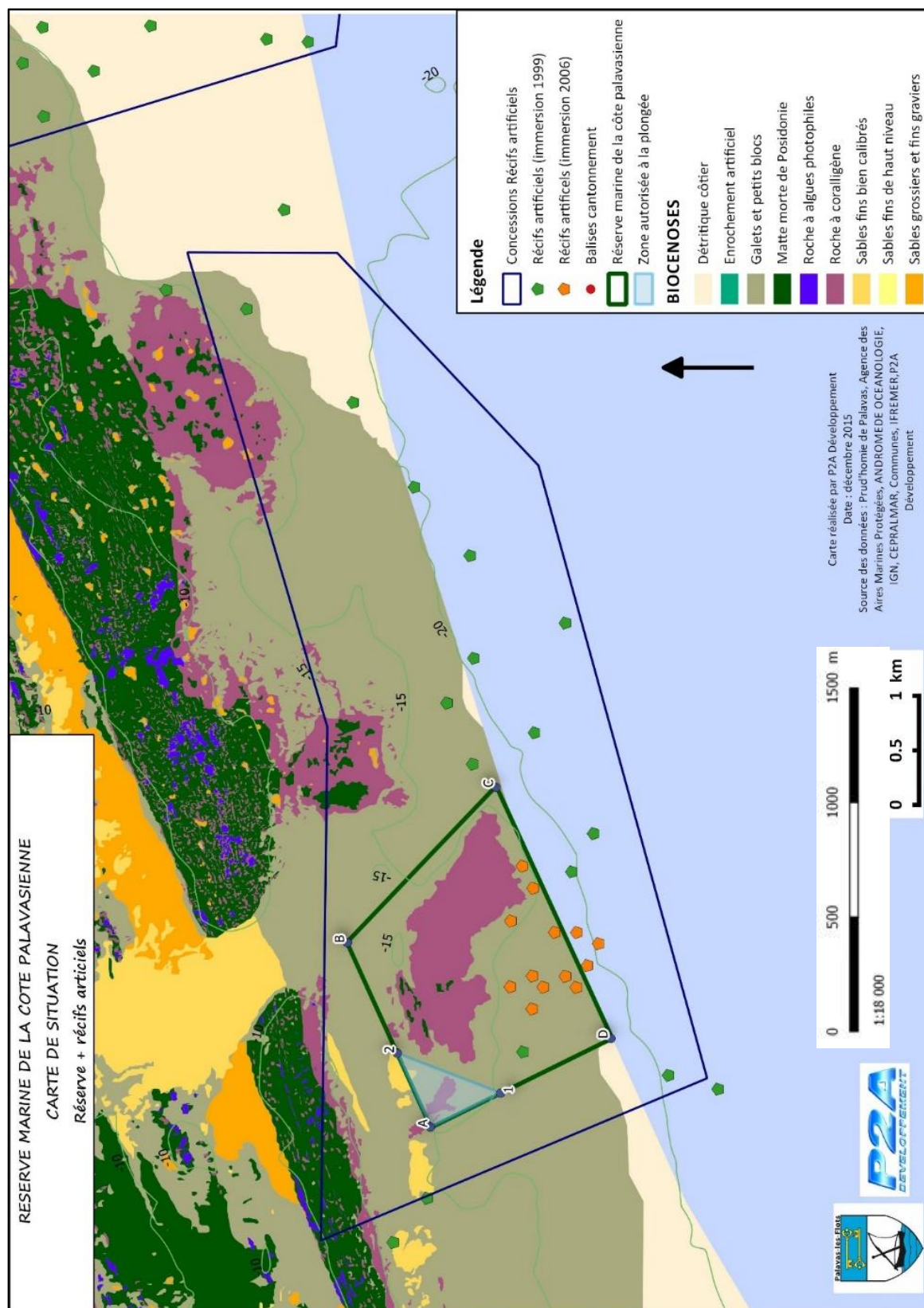


Figure 6 : Carte de situation de la réserve marine de la côte palavasienne avec la zone réglementée en bleu (accessible à la plongée), le reste du périmètre vert en zone de protection renforcée, les récifs artificiels et les bancs rocheux voisins susceptibles de servir de zones témoin.

4.2.1.1.2 Suivi sur les stations

Pour chaque station, 12 transects (réplicats) ont été réalisés par deux plongeurs. Chaque transect a été parcouru à partir de piliers fixes placés dans chaque station (4 piliers par stations). A partir de ces piliers, l'orientation de chaque transect a été consignée, permettant ainsi de réaliser les mêmes parcours lors des différentes campagnes.

La surface totale recouvrant les zones de transect pour chaque station est de 480 m². Les zones évaluées pour le suivi de la biodiversité représentent au total 2880 m² dans la réserve marine et 860 m² hors de la réserve.

Le tableau ci-dessous représente les points GPS des différents piliers utilisés comme point de départ et d'arrivée des zones de transect, ainsi que l'orientation en degrés des lignes de transect.

STATIONS	Pillier	Nom pillier	Azimut aller	Azimut retour	Latitude (degré décimal)	Longitude (degré décimal)
ZR1 / Cousaça Nord	P1	CN1	150° en P1		43, 512966	3, 967505
	P2	CN2	170° en P2	325° en P2	43, 512753	3, 967667
	P3	CN3	190° en P3	350° en P3	43, 512510	3, 967714
	P4	CN4		10° en P4	43, 512259	3, 967611
ZR2 / Cousaça Sud	P1	CS1	320° en P1		43, 512089	3, 969482
	P2	CS2	290° en P2	140° en P2	43, 512289	3, 969259
	P3	CS3	320° en P3	110° en P3	43, 512342	3, 968878
	P4	CS4		140° en P4	43, 512560	3, 968651
ZPR / Porquière Ouest	P1	PO1	150° en P1		43, 510922	3, 975168
	P2	PO2	200° en P2	330° en P2	43, 510700	3, 975336
	P3	PO3	270° en P3	20° en P3	43, 510468	3, 975203
	P4	PO4		90° en P4	43, 510457	3, 974869
ZPR2 / Porquière Sud	P1	PS1	45° en P1		43, 509770	3, 983741
	P2	PS2	50° en P2	225° en P2	43, 509947	3, 984003
	P3	PS3	30° en P3	230° en P3	43, 510089	3, 984239
	P4	PS4		210° en P4	43, 510317	3, 984446
HR1 / Guérites Ouest	P1	GO1	290° en P1		43, 514479	3, 988825
	P2	GO2	275° en P2	110° en P2	43, 514568	3, 988448
	P3	GO3	245° en P3	95° en P3	43, 514593	3, 988119
	P4	GO4		65° en P4	43, 514497	3, 987803
HR2 / Guérites Est	P1	GE1	65° en P1		43, 518927	4, 007105
	P2	GE2	70° en P2	245° en P2	43, 519045	4, 007433
	P3	GE3	10° en P3	250° en P3	43, 519118	4, 007774
	P4	GE4		190° en P4	43, 519397	4, 007836

Tableau 5 : Positionnement GPS des pieux des différentes stations situées dans la réserve et hors réserve.

L'analyse des données a été réalisée par P2A Développement.

Le calcul d'indices synthétiques a été réalisé afin de caractériser les stations et les communautés des espèces de poisson :

- **Richesse spécifique** : Dans un écosystème, la richesse spécifique d'une communauté ou d'un peuplement, correspond au nombre de taxons qu'on y recense. Elle donne une première approche concernant les composantes de l'écosystème avec un cadre spatio-temporel bien défini. A partir du fichier de données traité, un calcul permettant de déterminer le nombre d'espèces par station ayant un effectif supérieur à 0 a été fait. Le but étant de comparer les richesses spécifiques entre chaque station.

- **Abondance** : Elle correspond au nombre total d'individus d'une espèce.
- **Diversité de Shannon (H')** : L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en considérant le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Il varie entre 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) et $\log_{10}(S)$ (avec S = nombre total d'espèces). Il est sensible aux variations d'importance des espèces les plus rares. Il est couramment utilisé et se calcule via la formule : Grall & Coïc, (2005).
- $H' = -\sum_{i=1}^S p_i * \log(p_i)$

Avec :

n_i : nombre d'individus d'une espèce i dans l'échantillon

N : nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon

p_i : abondance proportionnelle : $p_i = n_i/N$

S : nombre total d'espèces

- **Régularité ou équitabilité (J')** : L'indice de régularité permet, indépendamment de la richesse spécifique, de mesurer la répartition des individus au sein des espèces. Il oscille entre 0 (dominance d'une des espèces) et 1 (équirépartition des individus dans les espèces). Il se calcule de la façon suivante : Grall & Coïc, (2005)

$$J' = H' / \log(S)$$

Il ne faut pas oublier que ces deux indices restent dépendants de la taille des échantillons ainsi que du type d'habitat.

4.2.1.1.3 Prises de vue par caméras

Des caméras sont utilisées en complément des comptages sur transects. Une caméra est fixée sur un pilier / piquet de transect pour chaque station. L'objectif est d'apporter un élément d'observation supplémentaire grâce à des prises de vue fixes permettant de comparer visuellement et de manière générale l'environnement local de chaque transect.

STATIONS		Vidéo de référence
ZR1	Cousançà Nord	Azim.05° en P1
ZR2	Cousançà Sud	Azim. 240° en P1
ZPR1	Porquières Ouest	Azim. 0° en P1
ZPR2	Porquières Sud	Azim 0° en P3
HR1	Guérites Ouest	Azim.320° en P1
HR2	Guérites Est	Azim. 0° en P3

Tableau 6 : Positionnement des vidéos pour les prises de vue par caméras sur chaque station.

Chaque caméra est positionnée en point fixe avec une orientation précise de manière à filmer la zone rocheuse. La durée du film est standardisée à 15 minutes. La maîtrise de ces paramètres permet d'établir un protocole répliquable sur les suivis annuels. L'objectif de cette mise en place vidéo est d'avoir une vision générale du site, sans la présence des plongeurs qui sont susceptibles d'effaroucher les poissons. Les vidéos ainsi obtenues permettront d'observer la faune mobile peuplant le site.

Les données vidéo n'ont pas été traitées pour cette présente étude mais les données sont stockées et pourront être exploitées par des logiciels dédiés pour les prochains rapports de suivi.

4.2.1.2 Suivi des espèces épibenthiques fixes

Pour le suivi des espèces épibenthiques fixes, 6 stations de suivis sont également désignées :

- 2 hors-réserve (HR1 / HR2),
- 2 en zone réglementée (ZR1 / ZR2). Les sites fréquentés par les plongeurs seront préférentiellement choisis,
- 2 en zone de protection renforcée (ZPR1 / ZPR2).

Le tableau ci-dessous synthétise la méthode du **comptage exhaustif en plongée sur transects** utilisée pour chaque station. Il y a 1 transect de 28 m par station, réalisés par deux plongeurs (2 réplicats par station) :

Stations	Acronymes	Transects	Réplicats
Cousanço Nord	CN	P2 à P3	2
Cousanço Sud	CS	P2 à P3	2
Porquières Ouest	PO	P3 à P2	2
Porquières Sud	PS	P3 à P2	2
Guérites Ouest	GO	P3 à P4	2
Guérites Est	GE	P2 à P1	2

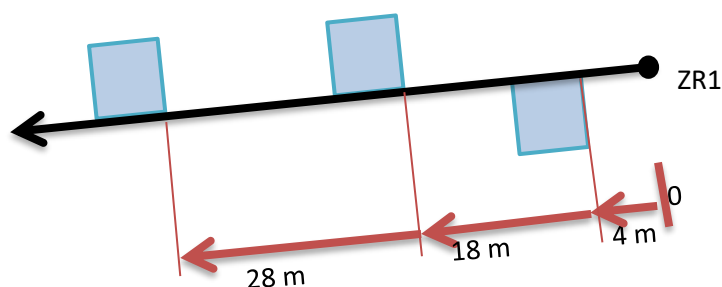
Tableau 7 : Repère pour les transects pour le comptage des espèces de macrobenthos.

Le calcul d'indices synthétiques a été réalisé afin de caractériser les stations et les communautés des espèces de macrobenthos (comprenant les espèces de faune fixée : bryozoaires, anthozoaires, spongiaires, tuniciers, annélides tubicoles et de faune mobile : échinodermes et mollusques).

Les indices de richesse spécifique et d'abondance ont été réalisés.

4.2.2 Suivi des éventuels impacts de la plongée

Ce suivi s'effectue sur le site de Cousanço Nord (CN), le long d'un transect de 30 m. Le suivi consiste à positionner un quadrat de 2 m de côté puis compter et mesurer individuellement chacune des gorgones présentes dans le quadrat. Trois réplicats sont réalisés en procédant de façon similaire.



Le suivi est réalisé par un binôme de plongeurs scientifiques équipés d'un décamètre pour délimiter le quadrat de 4 m², d'une pige graduée pour mesurer les gorgones et d'une plaquette pour noter la taille des individus.

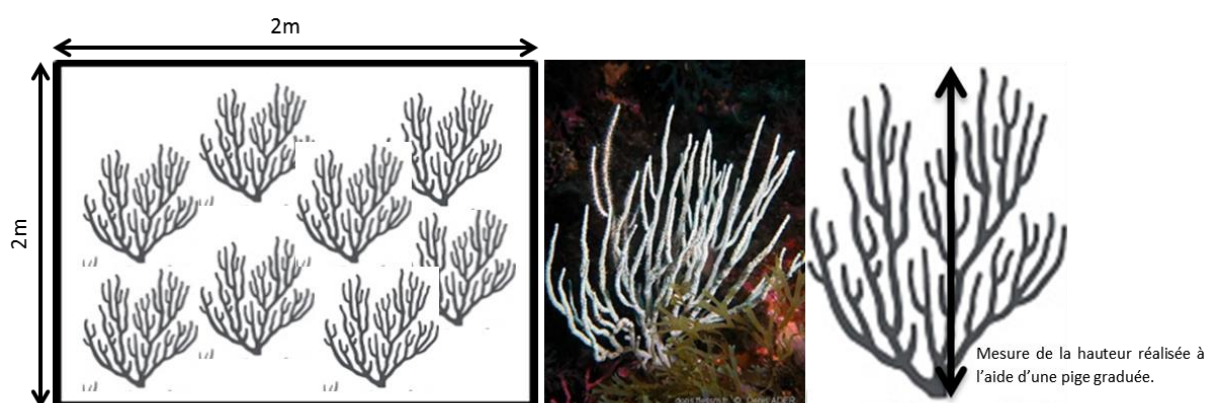


Figure 7 : Représentation schématique du quadrat pour le comptage et la méthode de mesure de hauteur des individus (photo de Eunicella singularis, source <http://doris.ffesm.fr>).

Le protocole de relevé de ces espèces permet de suivre les espèces sensibles tel que décrit dans Dalias N., Astruch P., Foulquié M., Rouanet E., 2012. Suivi à long terme de l'impact potentiel de la plongée sous-marine sur les peuplements d'invertébrés benthiques au sein de la Réserve naturelle de Cerbère / Banyuls-sur-Mer (2007-2011) – Rapport final. Contrat CG. Pyrénées-Orientales & SEANEO-GIS Posidonie publ. Fr. : 136 pages.

Les données collectées sont :

- la densité de ces organismes (abondance au m²),
- la croissance et l'état général (mesures des hauteurs)
- le pourcentage d'individus sains/ individus nécrosés
- le pourcentage moyen de colonisation sur chaque individu.
- le contexte paysager (pourcentage d'individus nécrosés).

4.2.3 Evaluation des ressources halieutiques

L'ensemble des études sur le recensement de poissons par comptages visuels dans les aires marines protégées de Méditerranée (Harmelin, 1981 ; Bouchereau et al., 1992a et 1992b ; Francour, 1994 ; Jouvenel, 1997) et les recensements de captures de la pêche professionnelle (Cadiou G., 2008) et de la pêche amateur (Chavoïn et Boudouresque, 2004 ; Dubreuil et al., 2008 ; Bonnard, 2009) ont permis d'identifier des espèces comme particulièrement ciblées par les activités de pêche, faisant d'elles des espèces vulnérables et soumises aux pressions des activités humaines.

L'étude de la densité ou des classes de taille de ces espèces « cibles » est un indicateur de l'impact des activités humaines de prélèvement (Harmelin et al., 1995) telles que la pêche professionnelle, la pêche à la ligne ou encore la chasse sous-marine.

Les espèces ciblées par la pêche professionnelle sont les espèces « commerciales ». Ce sont des espèces carnivores de grande taille telles que le loup *Dicentrarchus labrax*, la daurade *Sparus Aurata*, le denti *Dentex dentex* et les sars.

Les labridés tels que la girelle et les labres ainsi que les serranidés tel que le serran-chèvre sont davantage les cibles des pêches récréatives à la ligne et sous-marine.

Les scorpaenidés ou rascasses sont également ciblées par la pêche professionnelle et récréative.

Enfin, la langouste rouge *Palinurus elephas* est un crustacé également fortement soumis à la pression de la pêche professionnelle et récréative.

4.3 Résultats

4.3.1 Evaluation de la biodiversité des espèces mobiles (poissons, crustacés mollusques)

4.3.1.1 Stations de récifs artificiels

4.3.1.1.1 Indicateurs de la biodiversité

Pour chaque récif, deux comptages ont été effectués, les valeurs du tableau 8 de synthèse des effectifs correspondent aux données d'un seul comptage pour chaque récif.

Au total, 1623 observations ont été faites sur l'ensemble des récifs artificiels (tableau 8).

La seule espèce ubiquiste présente sur tous les récifs de la réserve et hors réserve est le sparidé *Diplodus annularis* ou sparillon avec 167 observations au total des 6 récifs.

L'espèce la plus abondante est le pageot acarné, *Pagellus acarne* avec 1050 observations mais uniquement sur le récif HR6.

Les espèces présentes sur au moins une des structures récifales sont la blennie trigloïdes *Lipophrys trigloïdes*, la blennie de roux *Parablennius rouxi*, le chinchard à queue jaune, *Trachurus mediterraneus*, le capelan *Trisopterus capellanus*, le gobie à bouche rouge *Gobius cruentatus*, le gobie minuscule

Lebetus scorpioides et le gobie léopard *Thorogobius ephippiatus*, le grondeur métis *Pomadasys incisus*, le rouqué *Ctenolabrus rupestris*, le rouget barbet *Mullus surmuletus*, la castagnole *Chromis chromis*, la petite rascasse rouge *Scorpaena notata*, la rascasse brune *Scorpaena porcus* et le chapon *Scorpaena scrofa*, le serran-chèvre *Serranus cabrilla*, le sparaillon *Diplodus annularis*, le sar commun *Diplodus sargus* et le sar à tête noir *Diplodus vulgaris*, la langouste rouge *Palinurus elephas* et l'étrille commune *Necora puber*.

Il est important de noter la présence sur au moins une des structures récifales d'espèces qui ne l'étaient pas lors de la campagne de 2016, telles que le bar *Dicentrarchus labrax*, la mostelle de roche *Phycis phycis*, le serran écriture *Serranus cabrilla*, le pageot acarne *Pagellus acarne* et le congre *Conger conger*.

Les sparidés de type *Diplodus* sont bien représentés avec 237 observations au total sur l'ensemble des 6 récifs. Les labridés sont très peu représentés, aucune observation de girelle *Coris julis*, ni de crénilabre n'a été faite sur l'ensemble des 6 récifs, dû peut-être à la présence de prédateurs tels que le bar *Dicentrarchus labrax*.

La carte ci-dessous montre les différents emplacements des récifs artificiels situés dans la réserve et hors réserve.

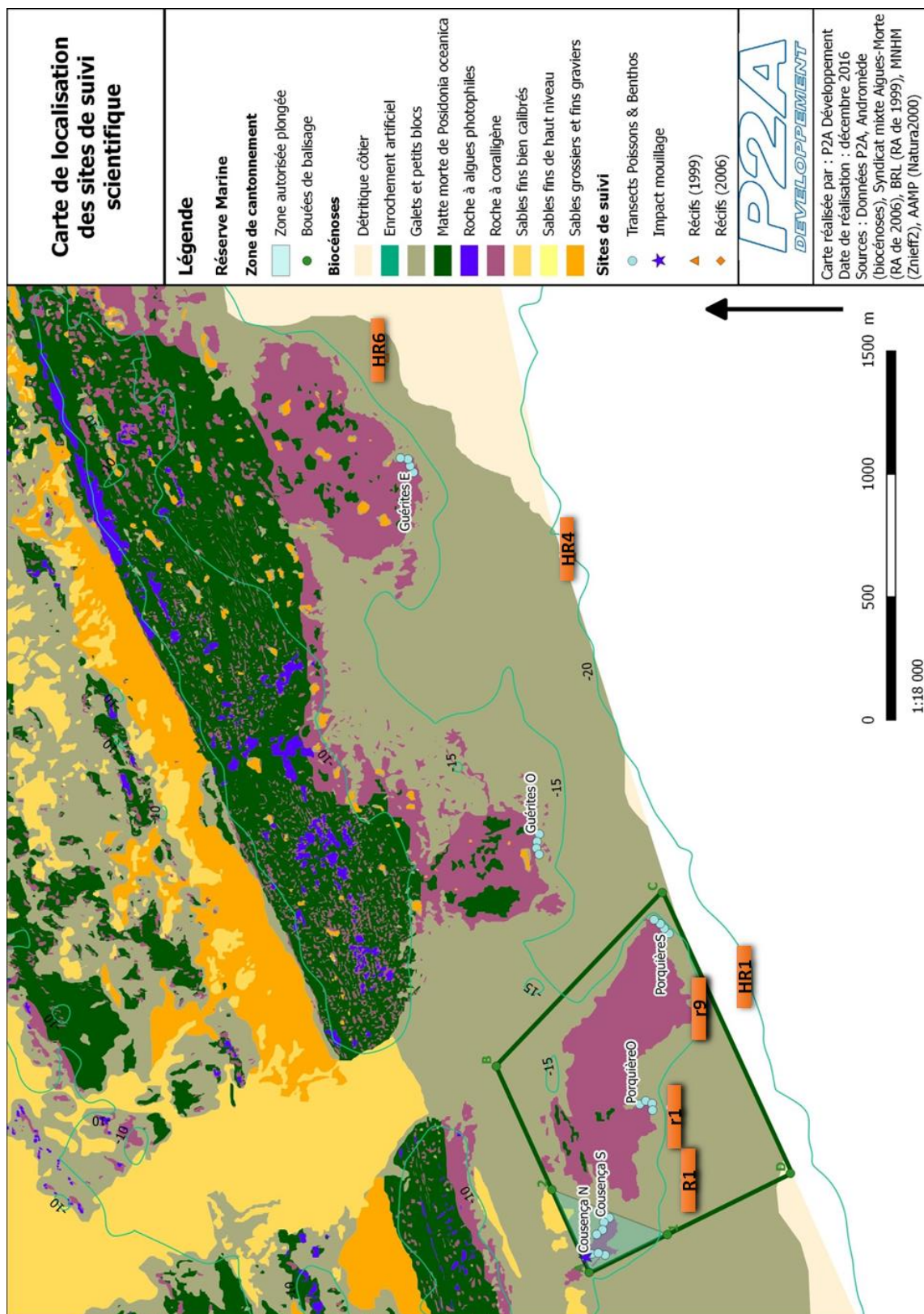


Figure 8 : Carte de localisation des récifs artificiels (en orange et en gras) dans la réserve (R1, r1 et r9) et en dehors de la réserve (HR1, HR4 et HR6).

ESPECE PAR FAMILLE	NOM VERNACULAIRE	R1	r1	r9	HR6	HR4	HR1	TOTAL PAR ESPECE
		Cube	Buse	Cube	Cube	Cube	Buse	
POISSONS								
BLENNIIDAE								
<i>Blennius ocellaris</i>	Blennie papillon	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lipophrys trigloides</i>	Blennie trigloïde	0	0	0	1	0	0	1
<i>Parablennius gattorugine</i>	Cabot	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parablennius rouxi</i>	Blennie de roux	0	0	3	2	3	4	12
CARANGIDAE								
<i>Trachurus mediterraneus</i>	Chinchard à queue jaune	0	0	20	0	0	0	20
CENTRACANTHIDAE								
<i>Spicara</i>	Mendole	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spicara smaris</i>	Picarel	0	0	0	0	0	0	0
CONGRIDAE								
<i>Conger conger</i>	Congre	0	0	1	0	0	1	2
ENGRAULIDAE								
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois commun	0	0	0	0	0	0	0
GADIDAE								
<i>Trisopterus capellanus</i>	Capelan	35	0	0	0	0	0	35
GOBIIDAE								
<i>Gobius cruentatus</i>	Gobie à bouche rouge	0	0	0	1	0	0	1
<i>Gobius geniporus</i>	Gobie à joues poreuses	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gobius xanthocephalus</i>	Gobie à tête jaune	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lebetus scorpioides</i>	Gobie minuscule	0	0	0	50	0	0	50
<i>Pomatoschistus sp.</i>		0	0	0	17	0	0	17
<i>Thorogobius ephippiatus</i>	Gobie léopard	0	0	0	0	0	0	0
HAEMULIDAE								
<i>Pomadasys incisus</i>	Le grondeur métis	0	0	0	67	0	0	67
LABRIDAE								
<i>Coris julis</i>	Girelle commune	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ctenolabrus rupestris</i>	Rouquié	0	0	17	5	1	1	24
<i>Labrus bimaculatus</i>	Vieille coquette	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	Labre merle	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	Labre vert	0	0	0	0	0	0	0
<i>Symphodus doderleini</i>	Crénilabre de Doderlein	0	0	0	0	0	0	0
<i>Symphodus mediterraneus</i>	Crénilabre Méditerranéen	0	0	0	0	0	0	0
<i>Symphodus melanocercus</i>	Crénilabre à queue noire	0	0	0	0	0	0	0
<i>Symphodus ocellatus</i>	Crénilabre ocellé	0	0	0	0	0	0	0
<i>Symphodus roissali</i>	Crénilabre à cinq taches	0	0	0	0	0	0	0
<i>Symphodus tinca</i>	Crénilabre paon	0	0	0	0	0	0	0
MORONIDAE								
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar commun/loup	1	0	1	1	3	13	19
MUGILIDAE								
<i>Chelon labrosus</i>	Mulet lippu	0	0	0	0	0	0	0
MULLIDAE								
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget barbet de roche	0	0	0	0	0	2	2
PHYCIDAE								
<i>Phycis blennoides</i>	Mostelle de fond	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	Mostelle de roche	3	0	1	2	0	3	9
POMACENTRIDAE								
<i>Chromis chromis</i>	Castagnole	0	0	5	0	0	0	5
SCORPAENIDAE								
<i>Scorpaena notata</i>	Petite rascasse rouge	2	0	0	3	1	5	11
<i>Scorpaena porcus</i>	Rascasse brune	0	0	6	0	0	0	6
<i>Scorpaena scrofa</i>	Chapon	1	0	2	1	1	5	10
SERRANIDAE								
<i>Serranus cabrilla</i>	Serran-chèvre	0	0	4	3	0	3	10
<i>Serranus scriba</i>	Serran-écriture	0	1	0	0	0	0	1
SOLEIDAE								
<i>Solea vulgaris</i>	Sole commune	0	0	0	0	0	0	0
SPARIDAE								
<i>Boops boops</i>	Bogue	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus annularis</i>	Sparailon	25	1	1	40	50	50	167
<i>Diplodus sargus</i>	Sar commun	2	1	0	50	0	0	53
<i>Diplodus vulgaris</i>	Sar à tête noir	2	0	0	13	2	0	17
<i>Oblada melanura</i>	Oblade	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarpa salpa</i>	Saupe	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparus aurata</i>	Daurade royale	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pagellus acarne</i>	Pageot acarne	0	0	0	1050	0	0	1050
TRIPTERYGIIDAE								
<i>Tripterygion tripteronotus</i>	Triptérygion rouge	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tripterygion xanthosoma</i>	Triptérygion jaune	0	0	0	0	0	0	0
CRUSTACES								
<i>Palinurus elephas</i>	Langouste rouge	5	0	6	4	5	8	28
<i>Portunus sp</i>		0	0	0	0	0	0	0
<i>Necora puber</i>	Etrille commune	0	0	5	1	0	0	6
MOLLUSQUES								
<i>Octopus vulgaris</i>	Poulpe commun	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinna nobilis</i>	Grande nacre	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sepia officinalis</i>	Sèche	0	0	0	0	0	0	0
Total par station		76	3	72	1311	66	95	1623

Tableau 8 : Tableau de synthèse des effectifs par récifs. R1, r1 et r9 sont situés dans la réserve, HR4, HR6 et HR1 sont situés en dehors de la réserve.

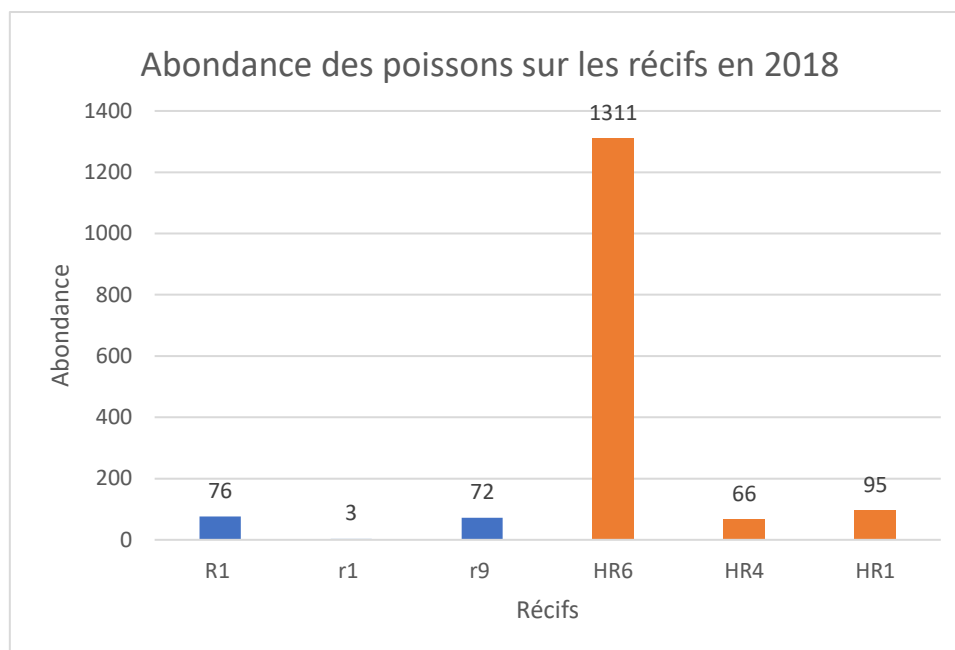


Figure 9 : Abondance des poissons dans chaque récif.

La figure 10 montre l'abondance totale des espèces de poisson ainsi que des espèces d'intérêt commercial de crustacé et de mollusque tels que la langouste rouge *Palinurus elephas* et la seiche *Sepia officinalis* sur les 6 récifs artificiels.

Les résultats montrent que le récif le plus abondant est le récif HR6 qui est situé hors réserve avec 1377 individus au total dont 1050 pageots acarnés, *Pagellus acarne*. Ce résultat est intéressant car il montre la même tendance que lors de l'état zéro de 2016 où le récif HR6 était le plus abondant en poisson. Nous nous sommes donc intéressés à la structure de ce récif. Il s'agit d'un récif de type « cube ». Il s'agit d'une ancienne structure, immergée en 1999 en dehors de la réserve. Les vidéos et les photos ont également permis de montrer que les structures ne sont pas rangées les unes au-dessus des autres mais sont plutôt en tas désorganisé. La figure ci-dessous montre la structure récifale du récif HR6 peuplée par les pageots acarnés. L'abondance de poisson sur ce récif peut s'expliquer par l'attractivité des poissons pour ce type de structure, le temps depuis lequel il est immergé (1999 versus 2006 pour les récifs situés dans la réserve), la localisation favorable du récif (situé à proximité des roches à coralligène de Guérites Est) ou très probablement la somme de ces 3 conditions réunies.



Figure 10 : Structure du récif HR6 immergé en 1999 et son peuplement de pageots acarnés, *Pagellus acarne*

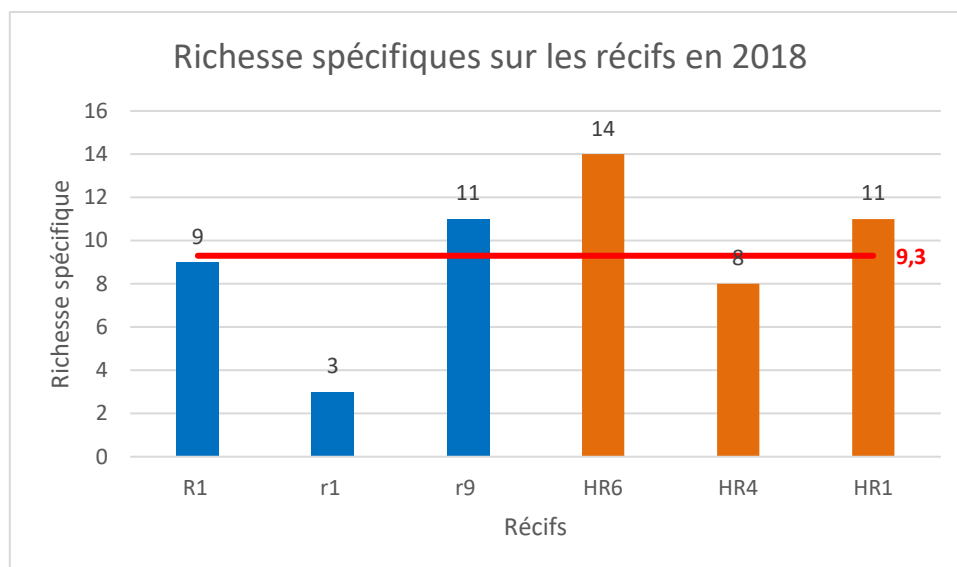


Figure 11 : Richesse spécifique totale des poissons sur les 6 récifs. La ligne horizontale rouge représente la richesse spécifique moyenne des 6 récifs.

En moyenne, $9,3 \pm 2,7$ espèces de poisson ont été inventoriées sur les récifs artificiels de la réserve et hors réserve. Les récifs les plus riches sont les récifs r9 (situé dans la réserve) et HR6 (situé en dehors de la réserve) avec 11 et 14 espèces recensées respectivement. Les récifs artificiels les moins riches sont r1 (structure de type « buse » situé dans la réserve) et HR4 (structure de type « cube » situé en dehors de la réserve) avec 3 et 8 espèces de poisson recensées respectivement (Figure 11).

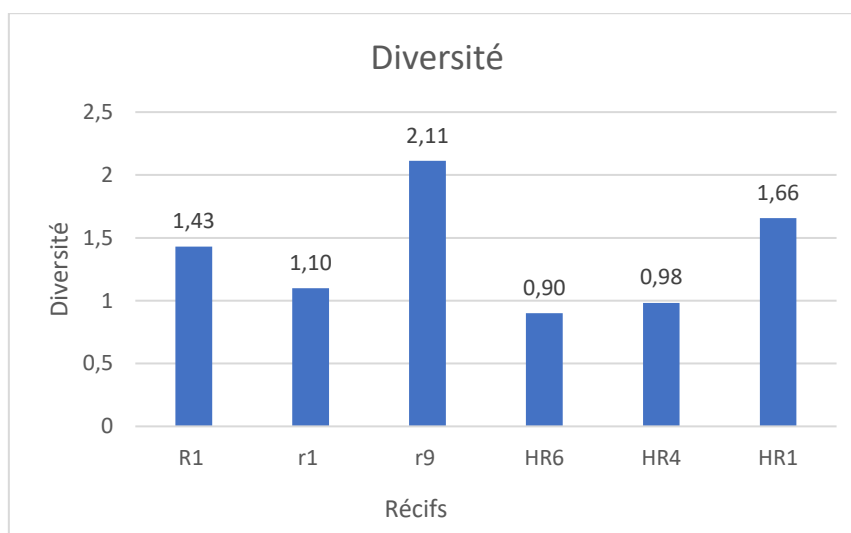


Figure 12 : Diversité (Indices de Shannon) pour les 6 récifs artificiels.

La figure 12 montre que le récif 9 (r9) présente une plus grande diversité. Les récifs HR6 et HR4 situés en dehors de la réserve sont les récifs qui présentent le moins de diversité.

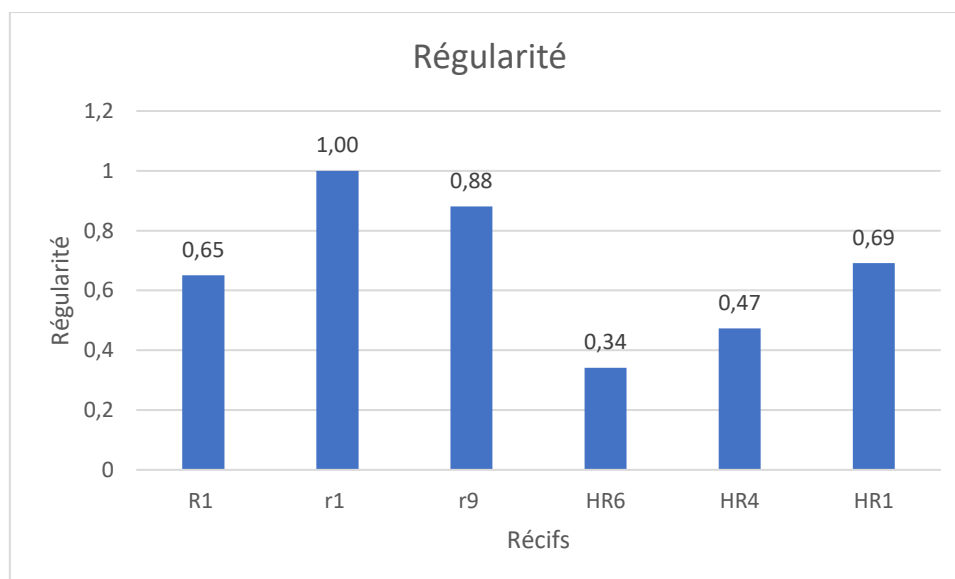


Figure 13 : Répartition des individus au sein des espèces (indice de régularité) pour les 6 récifs.

L'indice de régularité J' montre une équirépartition ($J' = 1$) des espèces pour le récif r1, il s'agit d'un récif situé dans la réserve. On remarque que les récifs situés à l'intérieur de la réserve sont ceux qui sont le plus équilibrés par rapport aux récifs situés en dehors de la réserve.

4.3.1.1.2 Evaluation de l'abondance et de la taille des espèces cibles

Neuf espèces cibles ont été sélectionnées parmi la liste des espèces recensées dans les différentes stations. Les espèces retenues sont le congre *Conger conger*, le bar *Dicentrarchus labrax*, le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus*, le chapon *Scorpaena scrofa*, le serran-chevrette *Serranus cabrilla*, le sparailon *Diplodus annularis*, le sar commun *Diplodus sargus*, le sar à tête noir *Diplodus vulgaris* et la langouste rouge *Palinurus elephas*. Ces espèces ont été sélectionnées car ce sont des espèces communes de Méditerranée, qu'elles présentent un intérêt en termes de ressources halieutiques et que leur taille facilite les estimations et les variations pour les suivis annuels effectués.

Les sars appartiennent à la catégorie « beau poisson », ce sont des espèces cibles « commerciales » de la pêche professionnelle.

Le bar et la langouste sont des espèces dites « nobles » très prisée par la pêche professionnelle.

Le serran-chèvre *Serranus cabrilla* est une espèce diurne de milieu rocheux principalement, très ciblée par la pêche à la palangrotte tout comme la girelle *Coris julis*. L'impact de cette pêche récréative pratiquée par les plaisanciers sur les distributions des tailles a clairement été démontré sur les populations de ces deux espèces (Harmelin et Bachet, 1994).

ESPECES CIBLES	NOM VERNACULAIRE	Nombre total d'individus sur les récifs de la réserve	Nombre total d'individus sur les récifs hors réserve	Taille moyenne des individus (en cm) dans la réserve	Taille moyenne des individus (en cm) hors réserve
<i>Conger conger</i>	Congre	1	1	100	80
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar commun/loup	2	17	62,5±12,5	46,3±3,3
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget barbet de roche	0	2	x	25
<i>Scorpaena scrofa</i>	Chapon	3	7	23,3±11	13,7±1,5
<i>Serranus cabrilla</i>	Serran-chèvre	4	6	12	19,7±2,7
<i>Diplodus annularis</i>	Sparaillon	27	140	29,7±0,94	18,7±0,9
<i>Diplodus sargus</i>	Sar commun	3	50	32,5±2,5	18,8±1,3
<i>Diplodus vulgaris</i>	Sar à tête noir	2	15	30	36±5,3
<i>Palinurus elephas</i>	Langouste rouge	11	17	20	31,2±3

Tableau 9 : Représentation des espèces cibles (nombre total et taille moyenne des individus) sur les récifs artificiels de la réserve et en dehors de la réserve.

Les résultats montrent clairement une abondance des espèces cibles supérieure sur les récifs situés hors de la réserve par rapport à ceux situés dans la réserve. Le fait que les récifs situés en dehors de la réserve aient été immergés 6 ans avant ceux situés à l'intérieur de la réserve (1999 vs 2006) pourrait expliquer ces observations. La géolocalisation favorable au peuplement de poisson des récifs situés hors de la réserve est également à prendre en considération.

Etant donné que les observations des différentes espèces ont été plus nombreuses en dehors de la réserve, les comparaisons de moyennes de tailles des individus situés dans la réserve et en dehors de la réserve est à prendre avec précaution. Globalement, les individus rencontrés sur les récifs de la réserve présentaient une taille supérieure à ceux situés en dehors de la réserve, mis à part pour le sar à tête noir et la langouste rouge.

4.3.1.2 Stations milieu rocheux

4.3.1.2.1 Indicateurs de la biodiversité

Au total, 72 transects ont été parcourus (12 transects x 6 stations) selon la méthode de comptage classique (Harmelin-Vivien et Harmelin, 1975 ; Harmelin-Vivien et al. 1985). Une superficie totale de 2880 m² a été parcourue dans la réserve marine et 860 m² hors de la réserve. Au totale, 2595 observations d'espèces mobiles, plus particulièrement de poisson ont été réalisées (Tableau 10).

Les espèces ubiquistes, représentées dans toutes les stations sont :

- La castagnole *Chromis chromis* avec 562 individus au total des 6 stations,
- Le serran-chevrette *Serranus cabrilla* avec 180 individus au total des 6 stations,
- Le sar commun *Diplodus sargus* avec 150 individus au total des 6 stations,
- La girelle commune *Coris julis* avec 123 individus au total.

Le planctonophage *Chromis chromis* est le plus représenté en nombre parmi le peuplement ichthyologique, vient ensuite le serran chevrette *Serranus cabrilla*. Les labridés et les sparidés sont les deux familles les plus représentées parmi le peuplement avec 382 au total pour les labridés et 1176

individus au total pour les sparidés. Parmi les espèces de sparidés, on observe beaucoup de bogue *Boops boops* et de sparailon *Diplodus annularis*.

On note aussi la présence sur les stations d'espèces nobles telles que le bar *Dicentrarchus labrax* et la daurade royale *Sparus aurata* qui étaient absentes du recensement de la campagne 2016 de l'état zéro.

Les espèces qui n'ont été rencontrées dans aucune des stations mais qui sont signalées dans la zone par des études assez récentes sont :

- Le gobie à joues poreuses *Gobius geniporus*,
- Le gobie léopard *Thorogobius ephippiatus*,
- La vieille coquette *Labrus bimaculatus*,
- Le crénilabre de Doderlein *Symphodus doderleini*,
- Le crénilabre à cinq taches *Symphodus roissali* et la mostelle de fond *Phycis blennoides*.

Le bar *Dicentrarchus labrax*, le mulot *Chelon labrosus*, la mostelle de roche *Phycis phycis* et le congre *Conger conger* qui n'étaient pas présents dans l'état des lieux de 2016 ont été observés pour cette campagne 2018.

ESPECE PAR FAMILLE	NOM VERNACULAIRE	CN (Cousançà Nord)	CS (Cousançà Sud)	PS (Porquières Sud)	PO (Porquières Ouest)	GE (Guérîte Est)	GO (Guérîte Ouest)	TOTAL PAR ESPECE
POISSONS								
BLENNIIDAE								
<i>Blennius ocellaris</i>	Blennie papillon	0	2	0	0	0	0	2
<i>Lipophrys trigloides</i>	Blennie trigloïde	1	1	0	0	0	1	3
<i>Parablennius gattorugine</i>	Cabot	2	0	0	0	1	0	3
<i>Parablennius rouxi</i>	Blennie de roux	3	5	0	7	19	3	37
CENTRACANTHIDAE								
<i>Spicara</i>	Mendole	0	11	0	0	0	0	11
<i>Spicara smaris</i>	Picarel	0	0	1	2	7	0	10
CONGRIDAE								
<i>Conger conger</i>	Congre	0	0	1	1	1	0	3
ENGRAULIDAE								
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois commun	30	0	0	0	0	0	0
GADIDAE								
<i>Trisopterus capelanus</i>	Capelan	0	0	0	0	9	0	9
Gobiidae								
<i>Gobius cruentatus</i>	Gobie à bouche rouge	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gobius geniporus</i>	Gobie à joues poreuses	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gobius xanthocephalus</i>	Gobie à tête jaune	1	19	0	8	9	0	37
<i>Pomatoschistus sp.</i>		0	50	0	0	0	0	50
<i>Thorogobius ephippiatus</i>	Gobie léopard	0	0	0	0	0	0	0
LABRIDAE								
<i>Coris julis</i>	Girelle commune	48	31	23	6	14	1	123
<i>Ctenolabrus rupestris</i>	Rouquié	33	33	0	43	78	18	205
<i>Labrus bimaculatus</i>	Vieille coquette	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	Labre merle	0	0	27	1	0	2	30
<i>Labrus viridis</i>	Labre vert	2	3	0	0	0	0	5
<i>Symphodus doderleini</i>	Crénilabre de Doderlein	0	0	0	0	0	0	0
<i>Symphodus mediterraneus</i>	Crénilabre Méditerranéen	4	0	0	3	1	0	8
<i>Symphodus melanocercus</i>	Crénilabre à queue noire	0	1	0	3	3	0	7
<i>Symphodus ocellatus</i>	Crénilabre ocellé	0	0	0	2	0	0	2
<i>Symphodus roissali</i>	Crénilabre à cinq taches	0	0	0	0	0	0	0
<i>Symphodus tinca</i>	Crénilabre paon	0	0	0	0	2	0	2
MORONIDAE								
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar commun/loup	0	0	0	5	0	1	6
MUGILIDAE								
<i>Chelon labrosus</i>	Mulet lippu	5	0	0	0	3	0	8
MULLIDAE								
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget barbet de roche	14	2	1	3	0	20	40
PHYCIDAE								
<i>Phycis blennoides</i>	Mostelle de fond	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	Mostelle de roche	0	0	1	1	0	0	2
POMACENTRIDAE								
<i>Chromis chromis</i>	Castagnole	56	103	184	82	46	91	562
SCORPAENIDAE								
<i>Scorpaena notata</i>	Petite rascasse rouge	1	0	1	8	1	2	13
<i>Scorpaena porcus</i>	Rascasse brune	1	3	3	1	4	0	12
<i>Scorpaena scrofa</i>	Chapon	0	0	1	0	2	0	3
SERRANIDAE								
<i>Serranus cabrilla</i>	Serran-chèvre	28	26	47	38	17	24	180
<i>Serranus scriba</i>	Serran-écriture	0	0	3	1	0	1	5
SOLEIDAE								
<i>Solea vulgaris</i>	Sole commune	0	0	0	0	0	0	0
SPARIDAE								
<i>Boops boops</i>	Bogue	150	0	420	60	140	0	770
<i>Diplodus annularis</i>	Sparailon	0	0	200	0	1	0	201
<i>Diplodus sargus</i>	Sar commun	17	17	7	3	4	102	150
<i>Diplodus vulgaris</i>	Sar à tête noir	13	8	0	0	2	0	23
<i>Oblada melanura</i>	Oblade	0	0	0	2	0	3	5
<i>Sarpa salpa</i>	Saupe	20	0	0	1	0	0	21
<i>Sparus aurata</i>	Daurade royale	3	0	0	0	0	3	6
TRIPTYERYGIIDAE								
<i>Tripterygion tripteronotus</i>	Triptérygion rouge	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tripterygion xanthosoma</i>	Triptérygion jaune	0	0	0	0	0	0	0
CRUSTACES								
<i>Palinurus elephas</i>	Langouste rouge	0	0	0	0	6	0	6
<i>Portunus sp</i>		0	0	0	1	0	0	1
MOLLUSQUES								
<i>Octopus vulgaris</i>	Poulpe commun	1	1	0	2	0	0	4
<i>Pinna nobilis</i>	Grande nacre	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sepia officinalis</i>	Sèche	0	0	0	0	0	0	0
Total par station		433	316	920	284	370	272	2595

Tableau 10 : tableau de synthèse des effectifs cumulés des 12 transects par station.

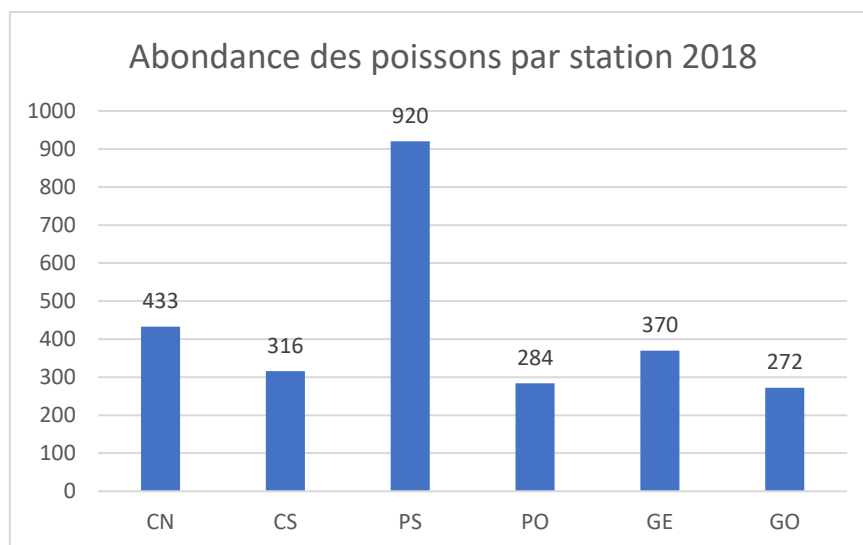


Figure 14 : Abondance des poissons par station en 2018.

La figure 14 montre l'abondance totale des espèces de poisson mais également des espèces d'intérêt commercial de crustacé et de mollusque tels que la langouste rouge *Palinurus elephas* et la seiche *Sepia officinalis*.

La station la plus abondante est Porquières Sud avec 920 observations au total, suivi ensuite par Cousança Nord avec 433 observations au total. La station la moins abondante est Guérites Ouest avec 272 observations au total.

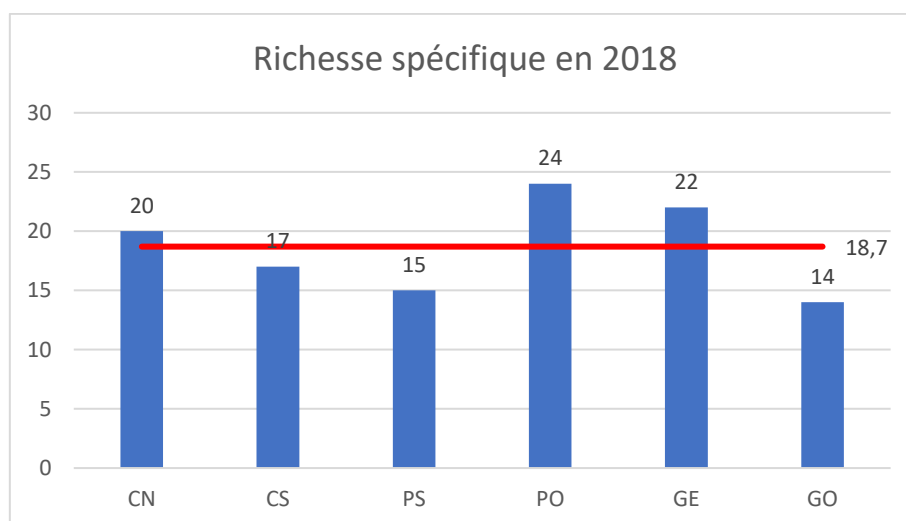


Figure 15 : Richesses spécifiques totale des espèces de poisson par station. La ligne horizontale rouge représente la richesse spécifique moyenne des 6 stations.

En moyenne, $18,7 \pm 4$ espèces de poisson ont été inventoriées dans les stations de la réserve et hors réserve. Les stations les plus riches sont celles de Porquières Ouest et Guérites Est avec 24 et 22 espèces inventoriées respectivement. Les stations les moins riches sont Guérites Ouest et Porquières Sud avec 14 et 15 espèces inventoriées respectivement.

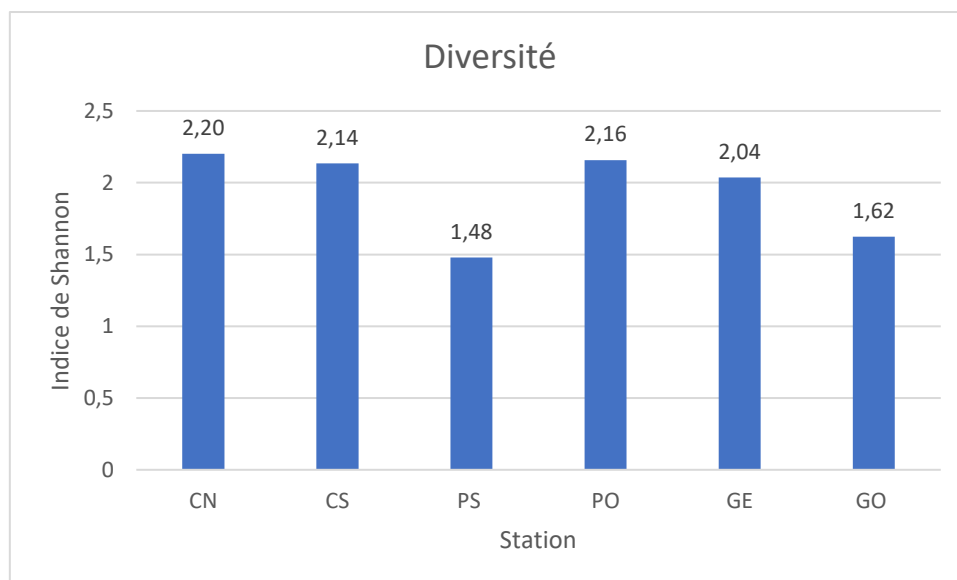


Figure 16 : Indices de Shannon pour les 6 stations pour les poissons.

L'indice de Shannon H' calculé en tenant compte de la proportion d'une espèce par rapport au nombre total d'espèces dans le milieu étudié montre que les stations les plus diversifiées en ichtyofaune sont Cousança Nord (CS), Cousança Sud (CS) et Porquières Ouest (PO). Les stations les moins diversifiées sont les stations de Porquières Sud et Guérites Ouest.

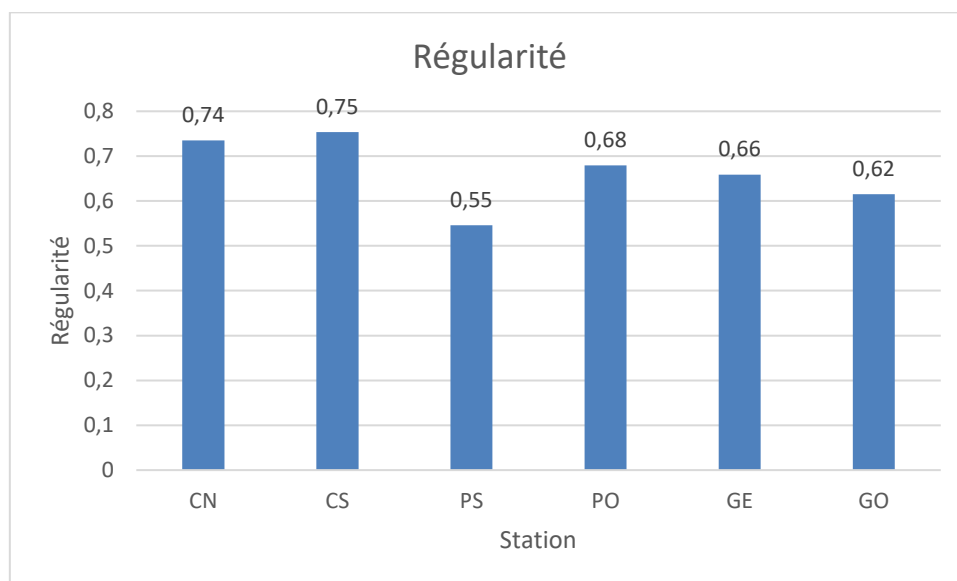


Figure 17 : Répartition des individus au sein des espèces (indice de régularité) pour les 6 stations.

Les stations de Cousança Nord (CN) et Cousança Sud (CS) sont les plus équilibrées avec un indice de régularité de 0,7 (1 correspondant à une équirépartition des individus dans les espèces), viennent ensuite les stations Porquières Ouest (PO) et Guérites Est (GE) avec des indices de régularité compris entre 0,6 et 0,7.

4.3.1.2.2 Evaluation de la densité et de la taille d'espèces cibles

Pour le suivi des espèces cibles sur les stations, des espèces « nobles » telles que la daurade royale *Sparus aurata* ou encore le bar *Dicentrarchus labrax* ont été ajouté au suivi de 2018 car ce sont des espèces d'intérêt commercial que nous n'avions pas pu cibler pour le rapport de l'état zéro car nous n'avions fait aucune observation de ces deux espèces lors de la campagne 2016. Le comptage a été réalisé sur 12 transects pour chaque station (donc 12 réplicats statistiques). La surface totale de recouvrement des transects est de 2880 m² pour les zones situées dans la réserve et de 860 m² pour les zones situées en dehors de la réserve. Les résultats de chaque transect ont été poolés par station puis la moyenne du nombre d'individus obtenus dans l'ensemble des stations a été calculée pour les stations situées dans la réserve et celles situées à l'extérieur de la réserve. Les résultats s'expriment en densité (nombre d'individus pour 100 m²).

Especies cibles	Noms vernaculaires	Densité moyenne des individus dans la réserve	Densité moyenne des individus hors réserve	Taille moyenne des individus (en cm) dans la réserve	Taille moyenne des individus (en cm) hors réserve
<i>Serranus Cabrilla</i>	Serran chevrette	4,8±2	4,8±1	13,8±3,8	11,5±1,9
<i>Coris julis</i>	Girelle commune	3,8±3,6	1,7±1,9	11,2±4,6	10,5±3,3
<i>Scorpaena Porcus</i>	Rascasse brune	0,3±0,2	0,5	14,3±3	16,8±3,9
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget barbet de roche	0,7±1,2	0,5±1,9	18,7±3,7	22,6±2,2
<i>Diplodus Sargus</i>	Sar commun	1,5±1,5	12,3±14,4	20,8±6,3	18,6±2,6
<i>Chelon labrosus</i>	Mulet lippu	0,2	0,3	12	21,7±2,9
<i>Sparus Aurata</i>	Daurade royale	0,1	0,3	25	18,7±1,2
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar	0,4±0,1	0,1	11,8±1,8	14

Tableau 11 : représentation des espèces cibles (densité moyenne et taille des individus) dans la réserve et en dehors.

Les espèces les plus abondantes dans la réserve sont le serran-chèvre *Serranus cabrilla* avec 4,8±2 individus pour 100 m² suivi par la girelle *Coris julis* 3,8±3,6 individus pour 100 m². Viennent ensuite le sar commun, *Diplodus vulgaris* et le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus*. L'espèce la plus abondante hors réserve est le sar commun *Diplodus sargus* avec 12,3±14,4 individus pour 100 m². Ce résultat correspond à l'observation d'un banc de 100 individus sur la station de Guérite Ouest. Vient ensuite le serran-chèvre *Serranus cabrilla* avec 4,8±1 individus pour 100 m². Les autres espèces sont peu abondantes puisqu'on observe entre 1 et 2 individus pour 100 m² pour les espèces *Coris julis* et *Mullus surmuletus*. Les espèces davantage ciblées par la pêche professionnelle comme le mulet *Chelon labrosus*, la daurade royale *Sparus aurata* ou encore le bar *Dicentrarchus labrax* sont présentes dans de faible densité mais elles ont tout de même été observées et ce sur les stations de la réserve et hors réserve.

En ce qui concerne la taille des individus, on observe des variations de tailles entre les individus situés dans la réserve et ceux situés en dehors de la réserve. Ces variations peuvent notamment s'expliquer par l'observation de différentes classes de taille concernant les individus d'une même espèce dans chaque station.

La girelle *Coris julis*

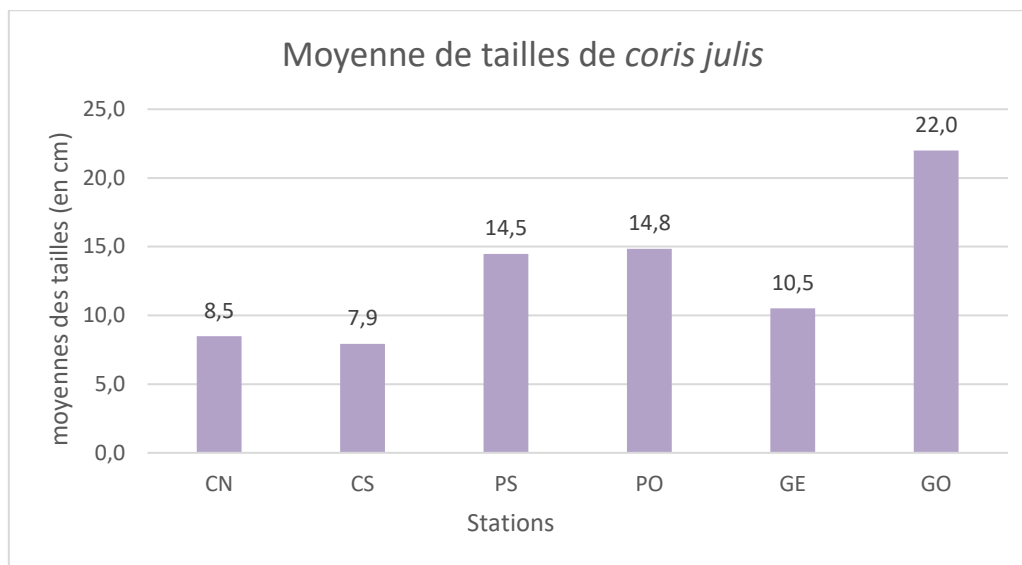


Figure 18 : Moyenne des tailles (en cm) de *Coris Julis* par station.

La girelle est une espèce ubiquiste de la côte méditerranéenne. Abondante en Méditerranéen, c'est une cible privilégiée de la pêche récréative dont les grands individus se retrouvent aussi dans les captures des pêcheurs professionnels. L'étude de la taille des individus en fonction des stations est un bon moyen d'observer les impacts des activités de pêche sur la démographie de ces individus.

La taille des girelles est habituellement comprise entre 10 et 20 cm, la figure 18 montre des individus compris entre 5 et 10 cm dans les stations de Cousanço Nord et Cousanço Sud, des individus d'environ 14 cm pour les stations de Porquières Sud et Porquières Ouest et des individus plus grands (plus de 20 cm) pour les individus de la station de Guérites Ouest.

Le rouget barbet *Mullus surmuletus*

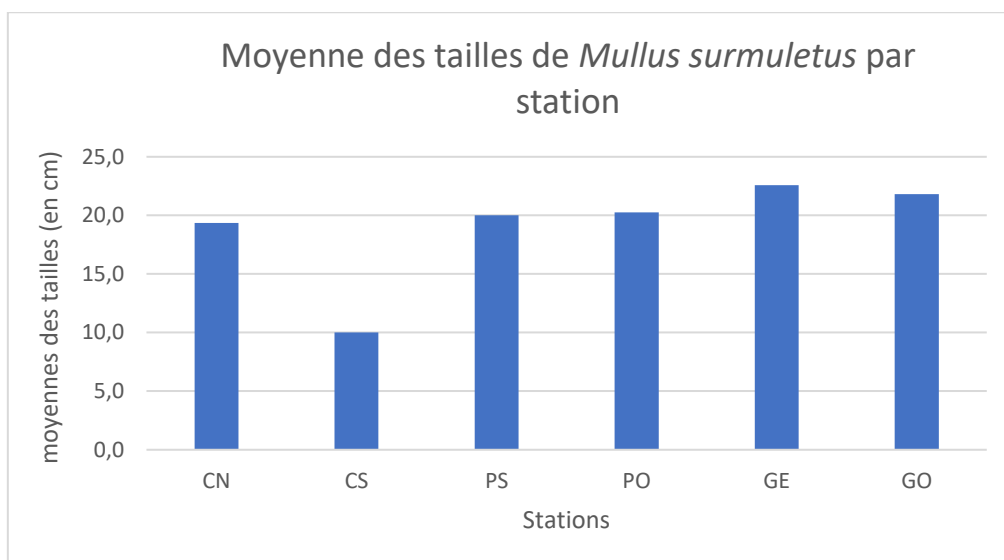


Figure 19 : Moyenne des tailles (en cm) de *Mullus surmuletus* par station.

Le rouget est tout comme la girelle, une cible privilégiée de la pêche récréative mais également professionnelle. L'étude de la taille et de la répartition des individus en fonction des différentes stations sera donc un indicateur de la pression de pêche sur les individus. Il n'y a pas de variation de la moyenne des tailles des individus en fonctions des stations (environ 20 cm), sauf pour la station Cousança Sud où la taille des individus ne dépasse pas les 10 cm mais cette valeur est à prendre avec précaution car elle a été réalisée uniquement sur 2 individus.

Le serran-chèvre *Serranus cabrilla*

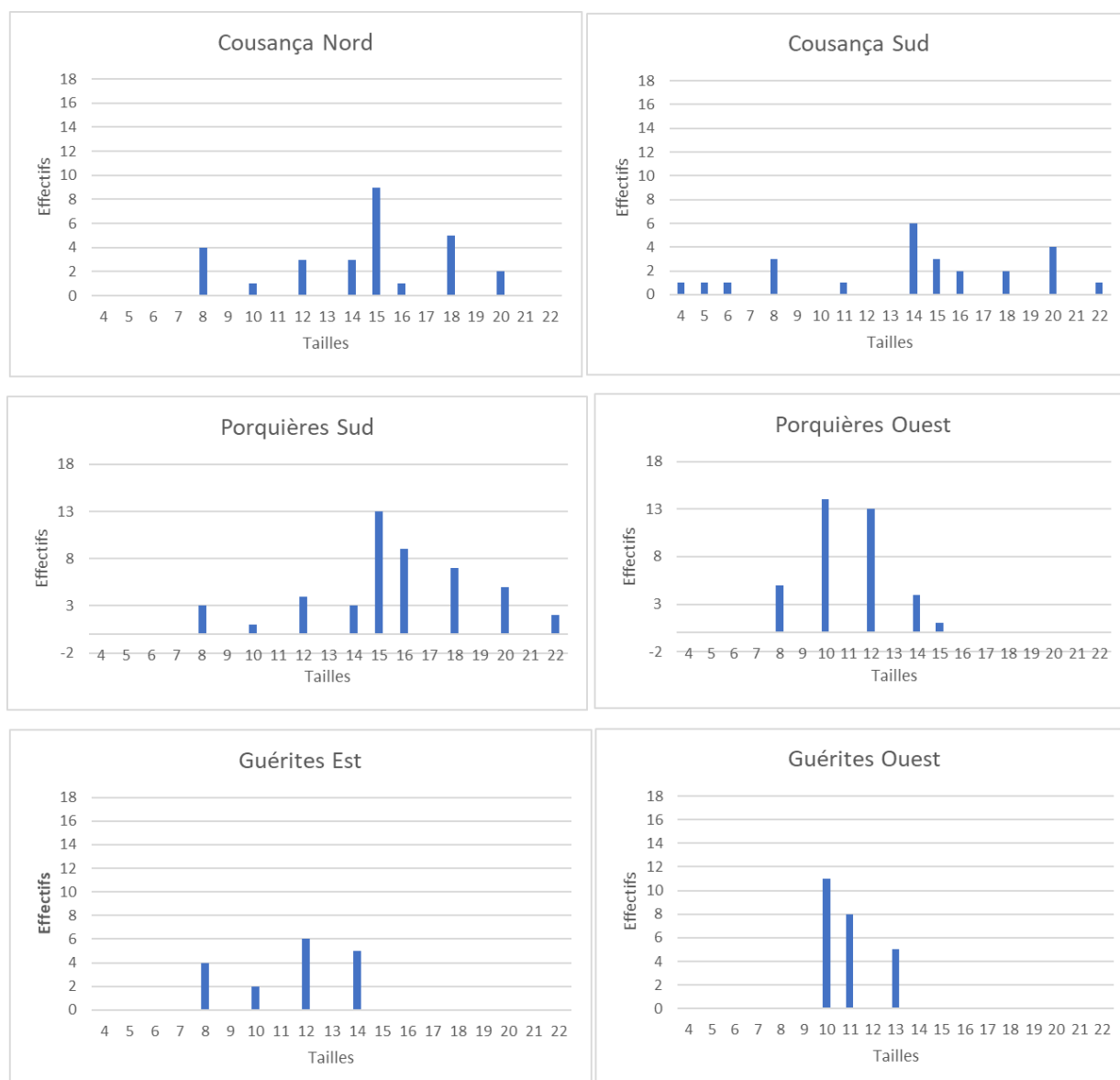


Figure 20 : Structure démographique de *Serranus cabrilla*.

Le serran-chèvre est une espèce commune et abondante des petits fonds de Méditerranée, c'est une espèce très ciblée par la pêche à la ligne. Les valeurs des effectifs et des tailles de chaque station ont permis de faire une analyse sur la structure démographique de cette espèce dans les stations de la réserve et hors réserve (Figure 20). Les stations de Cousança Nord, Cousança Sud et Porquières Sud montrent une prédominance des individus compris entre 14 et 15 cm. Les stations de Porquières Ouest, Guérites Est et Ouest sont représentées par des individus de plus petites tailles (10 à 12 cm). Le serran-chèvre est une espèce dont les plus gros individus adultes peuvent atteindre 25 cm (Patrick Louisy, guide d'identification des poissons marins). On observe globalement une tendance à des individus de plus grande taille dans les stations situées dans la réserve par rapport aux stations situées en dehors de la réserve.

4.3.2 Peuplement épibenthique (éponges, tuniciers, algues, échinodermes...)

4.3.2.1 Indicateurs de la biodiversité

Au total, 12 transects de 28m de long sur 1m de large ont été parcourus (2 réplicats pour chaque station soit 2 x 6 transects), soit une superficie couverte de 168 m². Les résultats suivants ne prennent en compte les comptages que d'un seul transect par station (comptage d'un seul réplicat, l'effet plongeur n'étant pas significatif pour les données de comptages sur récifs). Au total 1289 observations ont été faites (Tableau 12).

Les espèces ubiquistes (présentes sur toutes les stations) sont :

- La gorgone blanche *Eunicella singularis* avec 549 individus cumulés sur l'ensemble des stations. C'est l'espèce benthique la plus représentée sur la zone totale parcourue par les plongeurs. Ce résultat justifie le suivi de cette espèce pour étudier les éventuels impacts de la plongée sur les espèces benthiques, en particulier les espèces érigées sensibles tels que la gorgone blanche.
- La scrupocellaire d'Europe *Scrupocellaria sp*, l'étoile de mer rouge *Echinaster sepositus*, l'ophiure fragile *Ophiothrix fragilis*, l'éponge rognon *Chondrosia reniformis*, la clione verte *Cliona viridis*, l'éponge coussinet orange *Corticium candelabrum*, l'éponge encroûtante orange *Crambe* et l'éponge de toilette *Spongia officinalis*.

ESPECE	NOMS VERNACULAIRES	CN	CS	PO	PS	GO	GE	TOTAL PAR ESPECES
BRYOZOAIRE								
<i>Porella cervicornis</i>	Corne de cerf							
<i>Myriapora truncata</i>	Faux corail							
<i>Pentapora fascialis</i>	Rose de mer		2					2
<i>Reteporella grimaldii</i>	Dentelle de Neptune							
<i>Schizobrachiella sanguinea</i>	Bryozoaire encroûtante rouge				6	2	8	16
<i>Scrupocellaria sp.</i>	Scrupocellaire d'Europe	12	10	9	10	9	15	65
ANTHOZOAIRE								
<i>Aiptasia mutabilis</i>	Aiptasie verte				1			
<i>Alcyonium acaule</i>	Alcyon Méditerranéen	7	2	3	3		1	16
<i>Alcyonium coralloides</i>	Alcyon encroûtant		1	7	4			12
<i>Anemonia viridis</i>	Anémone de mer verte	14	1	1				
<i>Cladocora caespitosa</i>	Cladocore en touffe							
<i>Cribrinopsis crassa</i>	Anémone charnue							
<i>Eunicella singularis</i>	Gorgone blanche	108	60	102	114	100	65	549
<i>Leptogorgia sarmentosa</i>	Gorgone orange							
<i>Parazoanthus axinellae</i>	Anémone encroûtante jaune				4	1		
<i>Cerianthus membranaceus</i>	Grand cérianthe	1	1	0			3	
ECHINODERMES								
<i>Antedon mediterranea</i>	Comatule de Méditerranée							
<i>Arbacia lixula</i>	Oursin noir	4			2	2	2	10
<i>Asterina gibbosa</i>	Astérie bossue							
<i>Echinaster sepositus</i>	Etoile de mer rouge	6	2	4	2	3	5+1J	17
<i>Holothuria forskali</i>	Holothurie noir	13	10	10	2		2	37
<i>Holothuria tubulosa</i>	Holothurie tubuleuse							
<i>Marthasterias glacialis</i>	Etoile de mer glaciale	1						1
<i>Ophiotrix fragilis</i>	Ophiure fragile	52	12	47	54	68	17	250
<i>Paracentrotus lividus</i>	Oursin violet	7				1		8
<i>Psammechinus microtuberculatus</i>	Oursin grimpeur			1				1
<i>Sphaerechinus granularis</i>	Oursin granuleux	1	2	3	4		1	11
SPONGIAIRES								
<i>Acanthella acuta</i>	Eponge épineuse orange				1	1		2
<i>Agelas oroides</i>	Agélas orangée			1	1			2
<i>Amphilectus fucorum</i>	Eponge mousse de carotte							
<i>Aplysina aerophoba</i>	Vérongia	8	5	5		3		21
<i>Axinella damicornis</i>	Axinelle plate							
<i>Chondrosia reniformis</i>	Eponge ronion	1	2	2	3	2	2	12
<i>Clathrina lacunosa</i>	Clathrine pédonculée							
<i>Cliona celata</i>	Clione jaune			3	2			5
<i>Cliona viridis</i>	Clione verte	11	14	15	8	9	14	71
<i>Corticium candelabrum</i>	Eponge coussinet orange	11	6	2	7	9	5	40
<i>Crambe crambe</i>	Eponge encroûtante orange	9	4	8	6	7	8	42
<i>Dictyonella incisa</i>	Dictyonelle à crêtes							
<i>Eponge orange indéterminée</i>								
<i>Hemimyscale columella</i>	Eponge à cratères					1	1	2
<i>Myscale contarenii</i>	Myscale de Contarini							
<i>Oscarella lobularis</i>	Oscarella bleu-violet					8		8
<i>Petrosia ficiformis</i>	Eponge-pierre	1						1
<i>Phorbastenia tenacior</i>	Eponge encroûtante bleuâtre			1		1		2
<i>Phorbastenia opsentii</i>	Phorbaste velouté							
<i>Pleraplysilla spinifera</i>	Eponge épineuse blanche							
<i>Spongia officinalis</i>	Eponge de toilette	1	7	5	5	2	14	34
<i>Suberites carnosus</i>	Eponge-balle							
<i>Sycon ciliatum</i>	Eponge petit œuf							
<i>Tethya aurantium</i>	Orange de mer							
MOLLUSQUES								
<i>Hexaplex trunculus</i>	Rocher fascié		2				1	3
<i>Nasse?</i>								
<i>Bolma rugosa</i>	Astrée rugeuse	1			1			2
TUNICIERS								
<i>Halocynthia papillosa</i>	Ascidie rouge	1					1	2
<i>Microcosmus sulcatus</i>	Violet							
<i>Phallusia mammilata</i>	Ascidie blanche							
<i>Phallusia fumigata</i>	Ascidie noire			1	5		3	9
<i>Polysyncraton lacazei</i>	Synascidie de Lacaze							
ANNELIDES TUBICOLES								
<i>Serpula vermicularis</i>	Serpule	3	2				1	6
<i>Apomatus similis</i>	Protule						3	3
TOTAL PAR STATION		273	145	230	245	229	167	1289

Tableau 12 : Tableau de synthèse des effectifs des espèces benthiques dans chaque station.

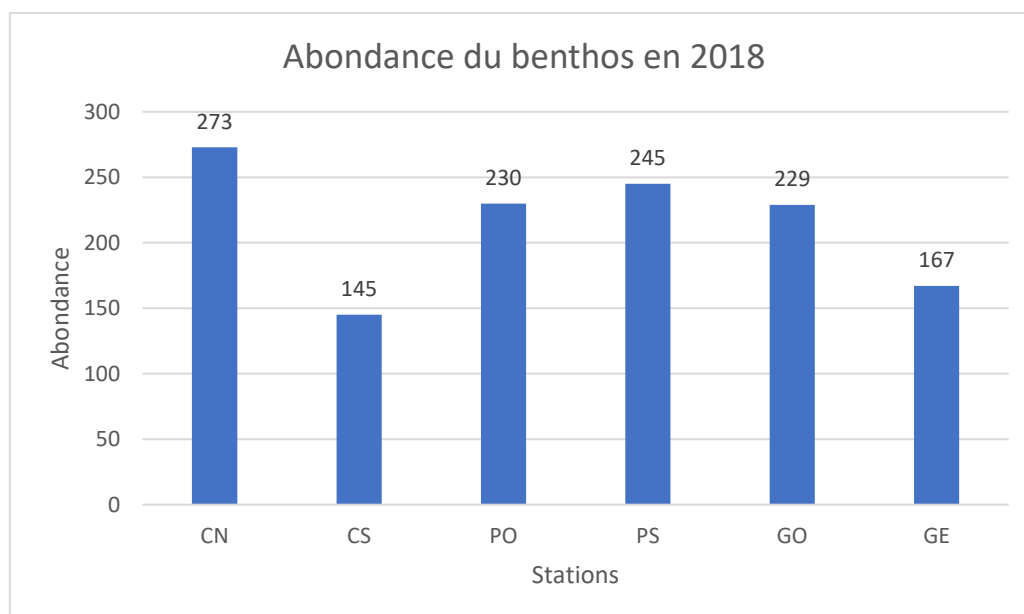


Figure 21 : Abondance des espèces benthiques pour chaque station (28 m²).

La station la plus abondante est Cousanço Nord avec 273 individus, suivie par Porquières Sud et Ouest avec 245 et 230 individus respectivement. La station la moins abondante est Cousanço Sud avec seulement 145 individus.

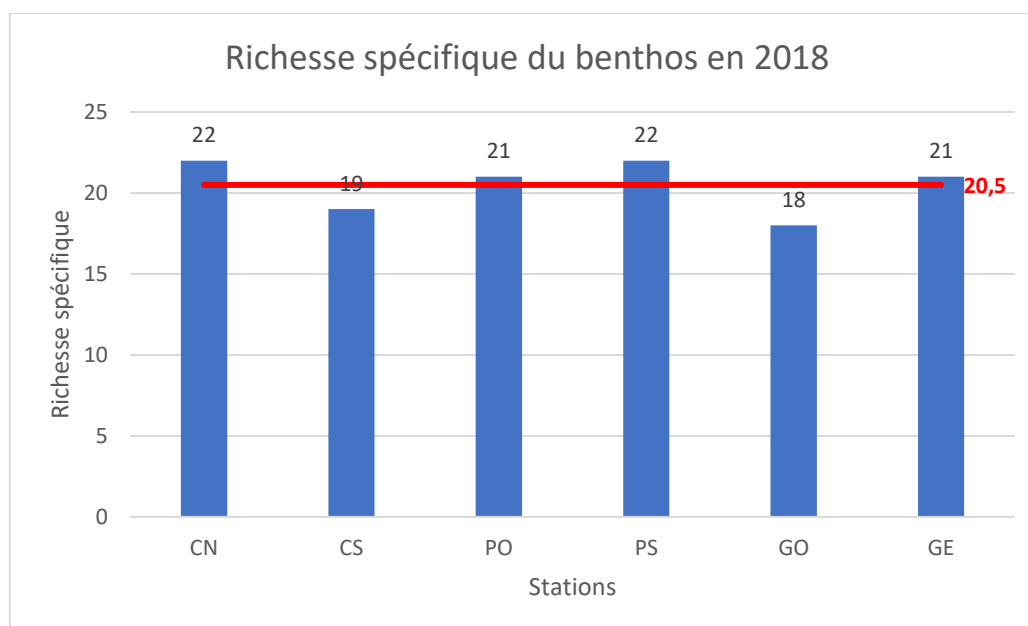


Figure 22 : Nombre d'espèces observées pour chaque station soit 28 m², la ligne horizontale rouge représente la richesse spécifique moyenne.

En moyenne, $20,5 \pm 1,6$ espèces benthiques ont été observées par station. Le détail du nombre d'espèce par station est présenté dans la figure 22 ci-dessus.

Les stations les plus riches et donc celles qui présentent le plus d'espèces benthiques sont les stations de Cousançà Nord et Porquières Sud avec 22 espèces recensées. Globalement, les stations sont très homogènes en termes de richesse spécifique (environ 20 espèces différentes recensées dans chaque station.)

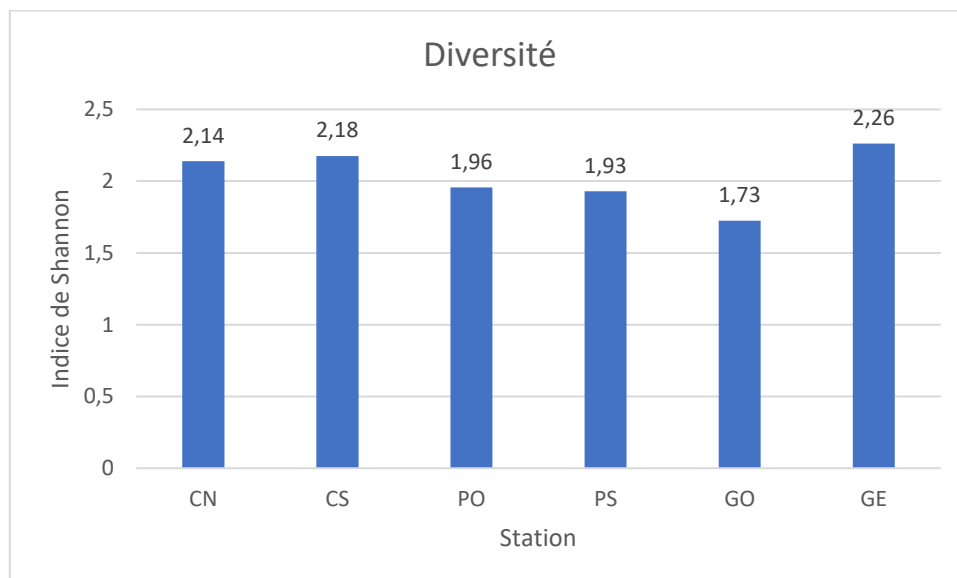


Figure 23 : Diversité du macro benthos pour les 6 stations.

L'indice de Shannon H' permet d'exprimer la diversité du milieu, il prend en compte à la fois le nombre d'espèces et l'abondance de chacune d'entre elles. Il se calcule en tenant compte de la proportion d'une espèce par rapport au nombre total d'espèces dans le milieu étudié. Les plus fortes valeurs de H' se situent dans la station de Guérites Est (GE), suivie de Cousançà Sud (CS) et Cousançà Nord (CN), faisant de ces stations les plus diversifiées (figure 22).

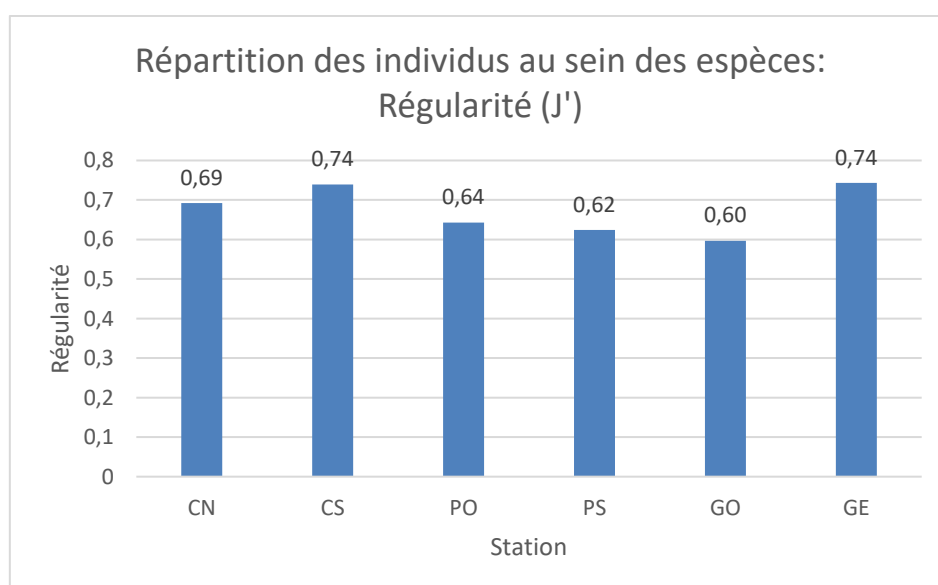


Figure 24 : Equitabilité ou Régularité du macro benthos pour les 6 stations.

L'indice de régularité J' permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, il oscille entre 0 (dominance d'une des espèces) et 1 (équirépartition des individus dans les espèces). La figure 24 montre que la station la plus équilibrée est Guérites Est (GE), suivie de Cousanço Sud (CS). La moins équilibrée est Guérites Ouest (GO).

4.3.3 Etat des lieux au point zéro du site de plongée de Cousanço.

Les résultats de comptage d'*Eunicella singularis* (la gorgone blanche) ont permis d'obtenir des densités d'individus ainsi que des moyennes de hauteur pour chaque quadrat.

Au total, 171 individus ont été comptabilisés avec en moyenne 57 individus par quadrat. Les résultats donnent une moyenne des hauteurs des individus sur l'ensemble des 3 quadrats de $18,4 \pm 9,75$ cm et une moyenne de la densité de 14,3 individus au m^2 .

Le tableau 13 fait état de différents paramètres concernant le peuplement benthique d'*Eunicella singularis*. Chaque quadrat a une superficie de $4 m^2$, le nombre d'individus par quadrat a donc été ramené à une superficie de $1 m^2$ pour obtenir une densité d'individus par quadrat. La moyenne des tailles des individus par quadrat et sur l'ensemble des 3 quadrats a également été calculée. Enfin, face aux constatations évidentes d'un fort taux de colonisation des individus par l'anthozoaire *Alcyonium acaule*, l'Alcyon méditerranéen, deux nouveaux paramètres ont été pris en compte et calculés :

- Le pourcentage moyen de colonisation par individu. Les résultats montrent que le premier quadrat ne présentait aucun individu nécrosé mais l'observation n'a pu être réalisée que sur les 5 individus présents dans ce quadrat. Au contraire, les quadrats 2 et 3 présentaient en moyenne des individus colonisés par l'Alcyon acaule à 24,8% et 23,2% respectivement.
- Le rapport des individus nécrosés sur les individus sains : il témoigne pour les quadrats 2 et 3 qu'une gorgone sur deux est nécrosée car colonisée par *Alcyonium acaule*.

La figure 25 ci-dessous montre des photos sous-marines qui ont été prises lors de la campagne scientifique d'août 2018, elles témoignent de la colonisation des gorgones blanches *Eunicella singularis* par *Alcyonium acaule* (Flèches noires).

	Quadrat 1	Quadrat 2	Quadrat 3	Moyenne
Nombre total d'individus	5	81	85	57
Densité au m^2	1,3	20,3	21,3	14,3
Taille moyenne des individus	$21,5 \pm 5,1$	$20,4 \pm 8,6$	$13,3 \pm 9,7$	$18,4 \pm 9,75$
Pourcentage moyen de colonisation par individu	0	24,8%	23,2%	16%
Rapport des individus nécrosés/individus sains	0	54%	48%	34%

Tableau 13 : récapitulatif des paramètres de vitalité de la gorgone blanche *Eunicella singularis* sur la station de plongée de Cousanço.



Figure 25 : Photos sous-marines des gorgones blanches *Eunicella singularis* (individus sains et individus colonisés par *Alcyonium acaule*). Les flèches noires indiquent les individus colonisés.

4.3.4 Suivi comparatif des ressources halieutiques dans la réserve et en dehors de la réserve.

Suivi des débarquements de pêche :

Le tableau 14 fait état des lieux du suivi des débarquements de mars 2018 à août 2018 des espèces pêchées (données fournies par la Prud'homie de Palavas les Flots). Le tableau 15 est un inventaire des tailles et des poids de 3 espèces choisies comme espèces cibles pour leur grand intérêt commercial, le sar *Diplodus sargus*, la dorade *Sparus aurata* et le pageot *Pagellus acarne*, en fonction des différentes zones de pêche (zone1, 2 et 3).

Suivi des débarquements 2018														
Espèces		Dates												
Nom commun	Nom scientifique	16/03/2018		03/04/2018			13/05/2018		14/06/2018		11/07/2018		16/08/2018	
		zone 2	zone 3	zone 1	zone 2	zone 3	zone 1	zone 2	zone 2	zone 3	zone 1,2 et 3		zone 2	zone 3
Seiche	<i>Sepia officinalis</i>	20												
sole	<i>Solea vulgaris</i>	3												
gascon	<i>Trachurus mediterraneus</i>	10	10				15	20	10	5			10	20
Merlan	<i>Merlangius merlangus</i>		3			1							2	
mostelle	<i>Phycis phycis</i>		5		5	2	5						5	
Borabo (daurade rose)	<i>Pageot acarne</i>		30	20	30	15	20	20		20			40	40
loup	<i>Dicentrarchu labrax</i>						5		3					
muge	<i>Chelon labrosus</i>		2				10	6	20	10			10	
saupé	<i>Salpa salpa</i>									30				
rouget	<i>Mullus surmuletus</i>									100			90	120
rascasse	<i>Scorpoena porcus</i>												15	20
marbré	<i>Lithognathus mormyrus</i>		10						5					
Pataclé (sparaillon)	<i>Diplodus annularis</i>			40									30	
Raie	<i>Raja sp</i>							4						
Poulpe	<i>Octopus vulgaris</i>									2				

Tableau 13 : Tableau de synthèse de suivi des débarquements de pêche de mars à août 2018.

Espèces cibles				Dates										
Nom commun	Nom scientifique	16/03/2018		03/04/2018			13/05/2018		14/06/2018		11/07/2018		16/08/2018	
		zone 2	zone 3	zone 1	zone 2	zone 3	zone 1	zone 2	zone 2	zone 3	zone 1,2 et 3		zone 2	zone 3
SAR		5	5		13	2	6		2	21			5	6
longueur moyenne (cm)		25	29		26	26,5	26		24	25			25,5	25
poids (en gr)		300	400		330	450	400		260	230			310	280
DORADES		36	20	124	125	4	10	44	50	23			4	110
longueur (cm)		22	25	25	25	25	25	26	25	27			24	24,5
poids (en gr)		260	300	250	260	250	250	250	250	250			290	281
PAGEOTS		25	9			2	83	15	30	55			107	70
longueur (cm)		28	26			25,5	25	25	25	26			30	27
poids (en gr)		350	300			250	250	250	250	260			320	310

Tableau 14 : Inventaire des tailles et poids des 3 espèces cibles commerciales.

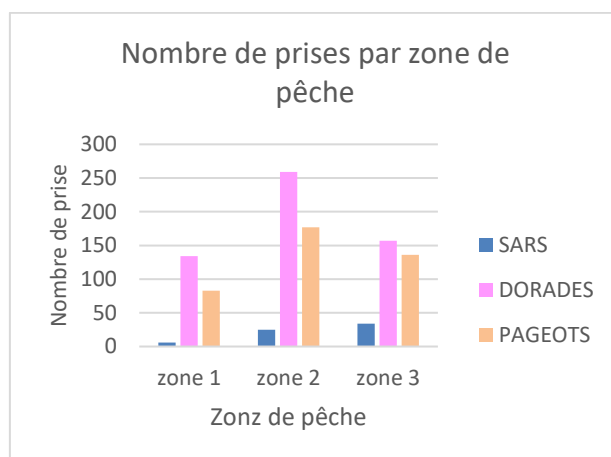


Figure 26 : Représentation du nombre de prises de sar, dorades et pageots par zone de pêche

La figure 26 montre le nombre de prises par zone de pêche des espèces cibles. Les résultats sont à prendre avec précaution concernant la zone 1 car elle n'a été prospectée que sur 3 dates de sortie de pêche sur les 6 au total. Il est donc logique que l'on observe un nombre de prise plus faible dans cette zone pour l'ensemble des 6 sorties de pêche. En revanche, les 2 autres zones sont tout à fait comparables, d'autant qu'elles ont été prospectées à chaque sortie de pêche. L'histogramme montre que davantage de dorades et de pageots ont été pêchés dans la zone 2 (environ 250 dorades royales dans la zone 2 contre 150 pour la zone 3).

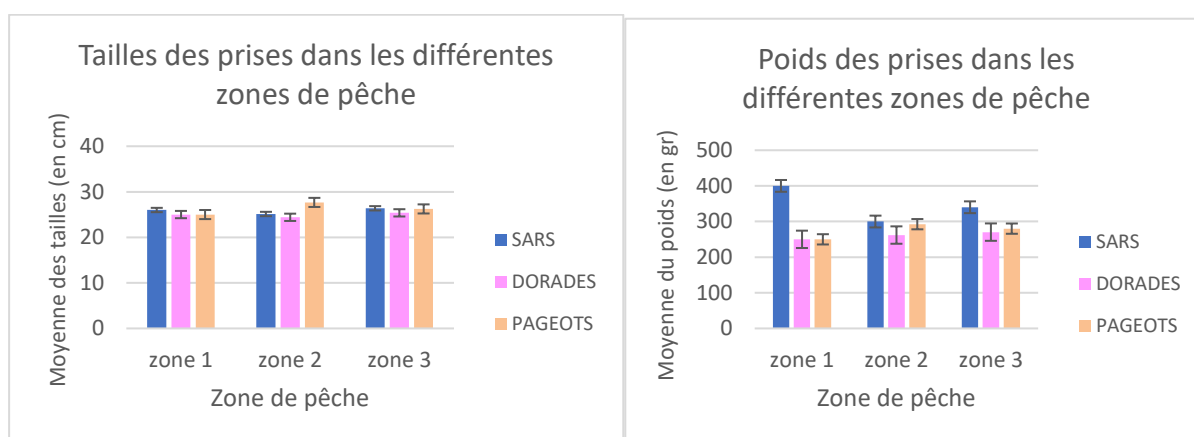


Figure 27 : Représentation de la moyenne tailles et poids des prises dans les différentes zones de pêche.

La figure 27 montre les tailles et les poids des prises dans les différentes zones de pêche. Les résultats montrent que les prises sont assez homogènes en termes de poids et de taille sur l'ensemble des zones de pêche, avec des poissons qui oscillent entre 25 et 26 cm et 200 à 300 g. On observe cependant des

pageots de plus grande taille dans la zone 2, avec des individus de 27,5 cm en moyenne et des sars de 400 g en moyenne dans la zone 1.

5 Discussion

5.1 Evaluation de la biodiversité espèce/habitat

La présente étude est un état intermédiaire de la réserve marine de la côte Palavasienne (RMCP). Il a pour but de faire un inventaire descriptif de la biodiversité observée. Effectué en août 2018, cet état intermédiaire permet de faire un rapport descriptif des données et d'avoir un premier aperçu sur les tendances d'évolution des stocks de la réserve.

Trois objectifs sont à remplir dans l'étude de suivi de la RMCP, le suivi comparatif de la biodiversité, le suivi des éventuels impacts des mouillages et le suivi comparatif des ressources halieutiques.

Les analyses de la biodiversité à l'état intermédiaire sur les récifs artificiels montrent que les effectifs ont triplé sur l'ensemble des récifs artificiels entre la campagne d'août 2016 et celle d'août 2018. En effet, on compte 573 observations en 2016 contre 1623 en 2018. Ces résultats sont principalement dus à l'observation des 1050 pageots acarnés sur le récif HR6, en dehors de cette espèce grégaire et très mobile (donc à forte variabilité), la situation semble stable. On note également la présence en 2018 d'espèces non observées lors de la campagne 2016 telles que le bar, *Dicentrarchus labrax*, la mostelle de roche, *Phycis phycis*, le serran écriture *Serranus scriba*, le pageot acarné *Pagellus acarne* et le congre *Conger conger*. Les abondances calculées montrent que le récif HR6 est de loin le récif le plus abondant, ce qui confirme les données de 2016. Ce récif de type « cube », situé à proximité des roches à coralligène de Guérites Est semble être un site privilégié pour les poissons et les langoustes.

Les résultats sur les stations en zones rocheuses montrent également une augmentation des observations de 62% sur l'ensemble des stations, passant de 1602 observations en 2016 à 2595 observations en 2018. Les observations de 2018 montrent que les labridés et les sparidés sont les deux familles les plus représentées parmi le peuplement de poisson. Les sparidés sont davantage représentés en 2018 avec 1176 individus au total. Parmi les espèces de sparidés, beaucoup de bogue *Boops boops* et de sparailon *Diplodus annularis* ont été recensés. La campagne de 2018 a également révélé la présence d'espèces nobles telles que le bar *Dicentrarchus labrax* et la daurade *Sparus aurata* qui n'avaient pas été recensées lors de la campagne de 2016. Le mulot *Chelon labrosus* et la mostelle de roche *Phycis phycis* ont également été recensés lors de cette campagne 2018.

D'autre part, les résultats montrent que la station de Porquières sud est la plus abondante en poisson avec 920 observations en 2018.

L'évaluation de la densité et de la taille d'espèces cibles montrent des densités comprises entre 1 et 4,8 individus au m².

Les analyses de taille des individus révèlent des individus plus gros concernant la girelle *Coris julis* pour la campagne de 2018 mais on observe très peu de variation entre 2016 et 2018 pour les populations de rouget *mullus surmuletus* et de serran-chèvre *Serranus cabrilla*.

Concernant le peuplement épibenthique, les résultats de comptage de la campagne de 2018 montrent une augmentation des observations totales par rapport à la campagne de 2016 puisque l'on note 1289 observations en 2018 contre 824 en 2016.

L'espèce ubiquiste la plus présente sur l'ensemble des transects est toujours la gorgone blanche *Eunicella singularis*. Comme observé en 2016, la station la plus abondante en benthos est la station de Cousanço Nord.

5.2 Evaluation de l'état de l'habitat dans la zone de plongée de Cousanço.

L'évaluation de l'état de l'habitat dans la zone de plongée de Cousanço porte sur l'espèce épigée la plus représentée localement : *Eunicella stricta*, la gorgone blanche. Les résultats de comptage des individus sur la station de Cousanço Nord ont permis de mettre en évidence une baisse de la densité de la population de gorgone blanche sur les quadrats analysés. En effet, 171 individus ont été comptabilisés en 2018, correspondant à une densité moyenne de 14,3 individus au m² sur l'ensemble des 3 quadrats contre 226 individus en 2016 correspondant à une densité de 18,8 individus au m² sur l'ensemble des 3 quadrats.

Concernant la taille des individus, on observe également une diminution puisque les mesures de 2018 indiquent une hauteur moyenne des individus de 18,4 contre 25,2 cm lors de la campagne de 2016.

Par ailleurs, face aux observations d'un important taux de colonisation de la gorgone blanche par l'anthozoaire *Alcyonium acaule*, les pourcentages moyens de colonisation et le rapport des individus nécrosés sur les individus sains ont été calculés. Les résultats ont permis de montrer qu'en moyenne, une gorgone sur deux est nécrosée car colonisée par l'*alcyonium acaule*. Ces résultats sont peut-être à mettre en relation avec la diminution du nombre et de la taille des gorgones blanches dans la zone de Cousanço. Cependant, ces résultats sont à prendre avec prudence et le suivi comparatif lors de la campagne de 2019 nous permettra ou non de confirmer cette tendance. Par ailleurs, à ce stade, un suivi des gorgones blanches *Eunicelle singularis* dans la zone de protection renforcée est indispensable lors des prochaines campagnes pour évaluer si oui ou non l'activité de plongée dans la zone de Cousanço peut avoir un impact sur cette espèce érigée sensible.

5.3 Suivi des débarquements de pêche.

Le suivi des débarquements de pêche s'est étendu de mars à août et a été effectué par 3 pêcheurs différents aux mêmes dates. Les données ont ensuite été compilées sur l'ensemble des dates et dans les différentes zones de pêche. La zone 1 correspond à la zone la plus proche de la réserve puis vient la zone 2 et la zone 3 qui représente donc la zone la plus éloignée de la réserve. La zone 1 n'a été prospectée que pour 3 sorties sur 6 au total, les comparaisons de prises des poissons et donc à prendre avec précaution. En revanche, les résultats de prises réalisées dans les zones 2 et 3 montrent un nombre plus important des prises dans la zone 2. Bien évidemment, le suivi sur plusieurs années des débarquements de pêche nous permettra de vérifier cette tendance.

5.4 Récapitulatif et suggestions

Ce premier rapport comparatif a permis de faire un état des lieux, deux ans après l'état zéro de 2016. Il s'agit d'un rapport descriptif qui a pour but de collecter des données qui seront exploitées dans le rapport intermédiaire de 2019. Cependant, les résultats ont permis de faire émerger des tendances d'évolution des peuplements ichtyologiques et benthiques de la réserve marine de la côte palavasienne. En effet, les résultats de comptage ont montré une augmentation globale du nombre de poisson avec en particulier une observation de nombreux bancs de jeunes sparidés qui n'avaient pas été observés lors de la campagne de 2016. D'autre part, des espèces de fort intérêt commercial telles que la daurade ou le loup ont été recensés en 2018 alors que bien que communes, ces espèces ne l'avait pas été en 2016. Les résultats de la campagne 2018 ont également permis de confirmer des tendances qui avaient été observées en 2016 telles que la forte abondance des peuplements ichtyologique sur la station de Porquières sud ou encore les conditions favorables au développement des populations de poisson sur le récif HR6.

En outre, l'étude des impacts de la plongée sur la zone de Cousanço a permis de mettre en évidence un fort taux de nécrose des gorgones blanches dû à la colonisation de l'anthozoaire *Alcyonium acaule*, l'alcyon Méditerranéen. D'autre part, les données de comptage et de mesure de la campagne 2018 témoignent d'une densité diminuée et d'individus de plus petite taille. Cependant, cette tendance devra être confirmée lors des prochaines campagnes et des tests statistiques permettront de valider ces observations.

Lors de prochaines campagnes, la comparaison des résultats permettra de décrire les peuplements ichtyologiques (abondance, structure, taille, etc.) et les espèces épibenthiques en estimant un éventuel effet de la mise en place de la RMCP à 3 ans. Les données de la littérature ont montré que la protection permet d'augmenter l'espérance de vie des poissons en supprimant la mortalité par la pêche (Louisy *et al.*, 2012). Dans de nombreux cas, la mise en réserve intégrale entraîne une augmentation de la richesse spécifique (moyenne +21 %, (Lester *et al.*, (2009)) ; +23 %, Worm *et al.*, (2006)). Ces effets sont cependant longs à mettre en place et de nombreuses études sur les réserves marines partout dans le monde, notamment celle de La Réunion, sont le témoin que l'augmentation de la biomasse ne s'effectue pas dans les toutes premières années de mise en place. D'autre part, ces effets sont surtout visibles dans les zones réglementées ou toute activité est interdite, ce sont des zone « sanctuaire » (Bigot *et al.*, (2016)).

Enfin, dans le premier rapport d'état des lieux de 2016, nous avons évoqué d'éventuels effets de débordement ou effet spillover qui étaient à prévoir. Les prospections en mer lors de la campagne 2018 ont fait état des lieux de grandes quantités de bancs de poissons, particulièrement de sparidés situés dans la réserve mais également en dehors de la réserve. Or ces observations, nous ont permises d'identifier de jeunes poissons dont la taille correspondait à des individus âgés d'environ 2 ans. L'hypothèse selon laquelle ces jeunes individus pourraient être le fruit de larves provenant de la réserve et dispersées en dehors fera bien entendu l'objet de nos prochaines investigations lors des campagnes annuelles à venir.

6 Conclusion

Ce rapport intermédiaire de 2018 essentiellement descriptif nous a permis d'observer des possibles tendances d'évolution de la biodiversité de la Réserve Marine de la Côte Palavasienne.

Dans un premier temps, il nous a permis de confirmer des données observées lors de la campagne 2016. En effet, les stations de Cousançà nord et Porquières sud apparaissent toujours comme les stations les plus riches (en termes d'abondance de poisson), confirmant ainsi le choix de la zone de mise en réserve.

Les tendances observées lors de cette 1^{ère} campagne intermédiaire sont encourageantes et il serait pertinent dans la continuité de ce suivi de la RMCP d'établir des comparaisons avec des résultats observés dans d'autres réserves marines similaires comme ceux du Parc Marin de la côte Bleue par exemple.

Les avis d'expert ont également confirmé qu'il serait essentiel lors de prochains suivis d'intégrer des sites d'études à l'intérieur de la zone de protection renforcée notamment pour l'étude des gorgones blanches *Eunicella singularis* afin de pouvoir comparer les données de vitalité de ces individus avec ceux situés dans la zone autorisée aux activités de plongée.

Enfin, en accord avec les scientifiques, il a été défini que l'étude des fonds meubles à l'aide de dispositif de caméras tractées de la RMCP et autour de la zone de mise en réserve serait particulièrement pertinente, notamment pour décrire les peuplements benthiques de ces habitats mal connus.

7 Bibliographie

Bigot L., Bruggemann H., Cadet C., Chabanet P., Durville P., Mulochau T. (2016) - Point 1 du suivi de « l'effet réserve » sur les communautés ichthyologiques et benthiques récifales de la Réserve Naturelle Marine de la Réunion.

Cadiou G., Boudouresque C.F., Bonhomme P., Le Diréach L., 2008. The management of artisanal fishing within the Marine Protected Area of the Port-Cros National Park (northwest Mediterranean Sea) : a succes story ? International Council for the Exploration of the Sea, advanced access publication, 41-49.

Charbonnel E., Francour P. et Harmelin J.G. (1997). Finfish population assessment techniques on artificial reef: a review in the European Union. In European Artificial Reefs Research Proceedings of the EARRN conference Ancona, Italy, March 1996, Jensen A.C. ed. Southampton Oceanography Center publ. Southampton : 261-277.

Charbonnel E. 2010 – Compte-rendu de la campagne d'inventaire des populations de mérous et de corbs dans les îles marseillaises. Parc Marin de la Côte Bleue – Groupe d'Etude du Mérou.

Dalias N., Astruch P., Foulquié M., Rouanet E., 2012. Suivi à long terme de l'impact potentiel de la plongée sous-marine sur les peuplements d'invertébrés benthiques au sein de la Réserve naturelle de Cerbère / Banyuls-sur-Mer (2007-2011) – Rapport final. Contrat CG. Pyrénées-Orientales & SEANEO-GIS Posidonie publ. Fr. : 136 pages.

Francour P. 1994. Pluriannual analysis of the reserve effect on ichthyofauna in the Scandola natural reserve (Corsica, Northwestern Mediterranean). *Oceanologica Acta* 17 : 309-317.

Harmelin-Vivien M.-L. et J.-G. HARMELIN, 1975. Présentation d'une méthode d'évaluation in situ de la faune ichthyologique. *Travaux scientifiques du Parc National de Port-Cros* ; 1 :47-53.

Harmelin J.-G., Bachet F. et F. Garcia, 1995. Mediterranean marine reserve: fish indices as tests of protection efficiency. *Marine Ecology*, 16 (3):233-284.

JOUVENEL J.-Y., 1997. Ichtyofaune de la côte rocheuse des Albères (Méditerranée N.-O., France). Thèse de Doctorat d'Océanologie Biologique de l'E.P.H.E., label Européen, 280pp.

Jouvenel J. J.-Y., Bachet F., Charbonnel E. E., Daniel B., 2005 - Suivi des peuplements de poissons de la réserve marine du Cap Couronne. Bilan 1995-2004. P2A Développement / Parc Marin de la Côte Bleue., Fr. : 1-98.

Lester, S.E., Halpern, B.S., Grorud-Colvert, K., Lubchenco, J., Ruttenberg, B.I., Gaines, S.D., Aïramé, S., Warner, R.R. 2009. Biological effects within no-take marine reserves: a global synthesis. *Marine Ecology Progress Series*, vol.384, pp.33-46.

Louisy P., Lenfant P., Francour P., 2012. Approche de "l'effet Réserve" sur les poissons et de son évolution à long terme dans la Réserve Marine de Cerbère-Banyuls : comparaison 1997 – 2011.

Rapport d'étude Laboratoire « Ecosystèmes Marins côtiers et Réponses aux Stress » / Laboratoire « Centre de Formation et de Recherche sur les Ecosystèmes Méditerranéens » / Association Peau-Bleue.

Worm, B., et al. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. Science 314:787–790.