



PROTEGE



Étude des peuplements ichtyologiques et benthiques des ZPR de Punaauia, Mahina et Tetiaora

Rapport final

CREOCEAN

Janvier 2022



DIRECTION DES
RESSOURCES MARINES
PU FA'AHOTU MOANA



Le projet régional océanien des territoires pour la gestion durable des écosystèmes, PROTEGE, est un projet intégré qui vise à réduire la vulnérabilité des écosystèmes face aux impacts du changement climatique en accroissant les capacités d'adaptation et la résilience. Il cible des activités de gestion, de conservation et d'utilisation durables de la diversité biologique et de ses éléments en y associant la ressource en eau. Il est financé par le 11^{ème} Fonds européen de développement (FED) au bénéfice des territoires de la Nouvelle-Calédonie, de la Polynésie française, de Pitcairn et de Wallis et Futuna.

L'objectif général du projet est de construire un développement durable et résilient des économies des pays et territoires d'Outre-mer (PTOM) face au changement climatique en s'appuyant sur la biodiversité et les ressources naturelles renouvelables.

Le premier objectif spécifique vise à renforcer la durabilité, l'adaptation au changement climatique et l'autonomie des principales filières du secteur primaire. Il est décliné en deux thèmes :

- Thème 1 : la transition agro-écologique est opérée pour une agriculture, notamment biologique, adaptée au changement climatique et respectueuse de la biodiversité ; les ressources forestières sont gérées de manière intégrée et durable.
 - Thème 2 : les ressources récifo-lagonaires et l'aquaculture sont gérées de manière durable, intégrée et adaptée aux économies insulaires et au changement climatique.
Le second objectif spécifique veut renforcer la sécurité des services écosystémiques en préservant la ressource en eau et la biodiversité. Il se décline également en 2 thèmes :
 - Thème 3 : l'eau est gérée de manière intégrée et adaptée au changement climatique
 - Thème 4 : les espèces exotiques envahissantes sont gérées pour renforcer la protection, la résilience et la restauration des services écosystémiques et de la biodiversité terrestre.

La gestion du projet a été confiée à la Communauté du Pacifique (CPS) pour les thèmes 1, 2 et 3 et au programme régional océanien pour l'environnement (PROE) pour le thème 4, par le biais d'une convention de délégation signée le 26 octobre 2018 entre l'Union européenne, la CPS et le PROE. La mise en œuvre du projet est prévue sur 4 ans.

Ce rapport est cité comme suit :

CREOCEAN, 2021, Etude des peuplements ichthyologiques et benthiques des ZPR de Punaauia, Mahina et Tetiaroa. Direction des ressources marines de Polynésie française, 90p + 2 annexes.

Cette publication a été produite avec le soutien financier de l'Union européenne. Son contenu relève de la seule responsabilité de CREOCEAN et de ses partenaires (DRM) et ne reflète pas nécessairement les opinions de l'Union européenne.

Partenaires / Remerciements

Cette étude est conduite pour et en collaboration avec la Direction des Ressources Marines de Polynésie française.

Nous remercions vivement la Commune de Punaauia et la Commune de Mahina pour leur aide apportée dans l'organisation du travail lors des relevés de terrain, notamment concernant la facilité d'accès aux différents sites. Nous remercions M. Sanquer Roland pour son assistance lors des relevés de terrain sur le site de la Pointe Vénus, notamment concernant le prêt de matériel et l'accès au site. Il nous a également permis de rencontrer différents acteurs de la ZPR, gardiens et résidents de la Pointe concernés par la protection du site.

Nos remerciements s'adressent à la Tetiaroa Society pour leur assistance et leur disponibilité lors des missions de terrain sur l'atoll de Tetiaroa. La connaissance du lagon par l'équipe de rangers fut un plus pour mener à bien notre mission, tant du point de vue de la navigation intérieure complexe pour l'accès aux sites que du point de vue biologique (connaissance des milieux et des habitats, des cycles des populations biologiques comme de la fréquentation par les pêcheurs).

Enfin nous remercions l'association Te mana o te moana pour la transmission des données de suivi antérieures à 2021 sur l'atoll de Tetiaroa, assurées par le CRIOBE.

Table des matières

1. Introduction	9
1.1. Contexte	9
1.2. Localisation des zones d'étude.....	9
1.3. Objectifs de l'étude	10
2. Données sources	11
2.1. ZPR de Mahina.....	11
2.2. ZPR de Punaauia	11
2.3. ZPR de Tetiaroa.....	11
2.4. Traitement.....	11
3. Méthodologie.....	12
3.1. Protocole utilisé pour les relevés	12
3.2. Organisation technique des opérations	14
3.3. Analyse des données	15
4. Résultats ZPR Hotu Ora – Mahina	16
4.1. Généralités	16
4.2. Recouvrement du substrat.....	18
4.3. Peuplement ichthyologique	20
4.3.1. Diversité spécifique	20
4.3.2. Densité et biomasse	21
4.3.3. Détail familles cibles.....	22
4.4. Invertébrés benthiques	23
4.4.1. Invertébrés	23
4.4.2. Bénitiers.....	24
4.4.3. Autres observations.....	25
4.5. Analyse des résultats – ZPR Hotu Ora	25
4.5.1. Comparaison par habitat.....	25
4.5.2. Comparaison avec les études précédentes	26
5. Résultats ZPR Tata'a – Punaauia.....	31
5.1. Généralités	31
5.2. Recouvrement du substrat.....	34

5.3.	Peuplement ichthyologique	35
5.3.1.	Diversité spécifique	35
5.3.2.	Densité et biomasse	36
5.3.3.	Détail familles cibles	37
5.3.1.	Autres observations.....	38
5.4.	Invertébrés benthiques	39
5.4.1.	Invertébrés	39
5.4.2.	Bénitiers.....	40
5.5.	Analyse des résultats – ZPR Tata’a	40
5.5.1.	Comparaison par habitat.....	40
5.5.2.	Comparaison avec les études précédentes	41
6.	Résultats ZPR Nuuroa – Punaauia	43
6.1.	Généralités	43
6.2.	Recouvrement du substrat	45
6.3.	Peuplement ichthyologique	47
6.3.1.	Diversité spécifique	47
6.3.2.	Densité et biomasse	47
6.3.3.	Détail familles cibles	49
6.4.	Invertébrés benthiques	50
6.4.1.	Invertébrés	50
6.4.2.	Bénitiers.....	51
6.4.3.	Autres observations.....	53
6.5.	Analyse des résultats – ZPR Nuuroa	53
6.5.1.	Comparaison par habitat.....	53
6.5.2.	Comparaison avec les études précédentes	53
7.	Résultats ZPR Atehi – Punaauia	56
7.1.	Généralités	56
7.2.	Recouvrement du substrat	58
7.3.	Peuplement ichthyologique	60
7.3.1.	Diversité spécifique	60
7.3.2.	Densité et biomasse	60
7.3.3.	Détail familles cibles	62
7.3.1.	Autres observations.....	63
7.4.	Invertébrés benthiques	64

7.4.1.	Invertébrés	64
7.4.2.	Bénitiers.....	64
7.5.	Analyse des résultats – ZPR Atehi.....	65
7.5.1.	Comparaison par habitat.....	65
7.5.2.	Comparaison avec les études précédentes	65
8.	Résultats ZPR Tetiaroa.....	67
8.1.	Généralités	67
8.2.	Recouvrement du substrat.....	72
8.2.1.	Pentes externes	72
8.2.2.	Lagon	73
8.3.	Peuplement ichtyologique	74
8.3.1.	Diversité spécifique	74
8.3.2.	Densité et biomasse	75
8.3.3.	Détail familles cibles.....	78
8.3.4.	Autres observations.....	80
8.4.	Invertébrés benthiques	80
8.4.1.	Invertébrés	80
8.4.2.	Bénitiers.....	80
8.4.3.	Autres observations.....	82
8.5.	Analyse des résultats – ZPR Tetiaroa.....	82
8.5.1.	Comparaison par habitat.....	82
8.5.2.	Comparaison avec les études précédentes	83
8.5.3.	Comparaison selon la méthode de comptages (poissons).....	90
9.	Discussion	93
10.	Références	96
11.	Table des Figures.....	97
12.	Annexe (s).....	99
12.1.	Annexe 1 : coordonnées GPS des stations	99
12.2.	Annexe 2 : liste des espèces de poissons utilisées pour les calculs de biomasse	101

Résumé exécutif (1 à 2 page(s))

Titre de l'étude	Etude des peuplements ichthyologiques et benthiques des ZPR de Punaauia, Mahina et Tetiaroa
Auteurs	CREOCEAN
Collaborateurs	TETIAROA SOCIETY
Editeurs	
Année d'édition du rapport	2021

Objectif	Réalisation de campagnes de suivi des peuplements ichthyologiques et benthiques de 3 ZPR de Tahiti (communes de Mahina et Punaauia) et Tetiaroa. Les objectifs sont de renseigner des indicateurs et d'étudier l'évolution des peuplements pour évaluer l'effet de la mise en place des ZPR.
Contexte	<p>La Direction des Ressources marines (DRM) est chargée de la mise en place et du suivi des Zones de Pêche Règlementée (ZPR). La présente étude concerne :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ZPR de Mahina (Hotu Ora) bénéficiant d'une protection renforcée depuis 2015 (toute pêche y est interdite à l'exception des campagnes de ramassage d'<i>Acanthaster planci</i>). Cette zone a été suivie en 2012. • Les ZPR de Punaauia (Tata'a, Nuuroa et Atehi), bénéficiant depuis 2016 d'une protection plus légère (autorisation de la pêche à la ligne (traîne comprise) de la pêche au fusil sous-marin de jour et des campagnes de ramassage d'<i>Acanthaster planci</i> ainsi que de la pêche aux ature et aux inaa sur la zone de Nuuroa). Ces zones ont été suivies en 2016. • Les ZPR du lagon de Tetiaroa, créées en 2015, interdisant toute pêche en zone sud, la pêche au filet sur l'ensemble de l'atoll, la pêche au fusil sous-marin de nuit en zone nord (à l'exception des campagnes de ramassage d'<i>Acanthaster planci</i>). Ces zones ont été suivies en 2007, 2008 et 2015.
Méthodologie	<p>Des stations de suivi sont placées sur chaque type d'habitat (récif frangeant, récif barrière interne, pente externe), dans les ZPR concernées et en dehors (zones témoin).</p> <p>Le suivi comporte :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des relevés de la faune ichthyologique : méthode du point fixe en demi-cercle, réalisé en triplicat, sur une liste de familles de poissons à caractère commercial. Sur certaines stations sélectionnées, les comptages poissons sont réalisés en doublon selon la méthode du point fixe en demi-cercle et celle du transect couloir afin d'établir un comparatif entre les 2 méthodes et de pouvoir comparer avec les suivis précédents. • des relevés des peuplements benthiques : transect couloir de 25mx2m, réalisé en triplicat ; décompte des invertébrés cibles avec prise de taille de tous les benthiques présents.

	<ul style="list-style-type: none"> des relevés de la nature du substrat : méthode du Point Intercept Transect (même transect que celui servant au dénombrement des macro invertébrés).
<p>Résultats et conclusions</p>	<p>Les ZPR de Punaauia présentent globalement peu de différences avec leurs zones témoin. Cette différence est beaucoup plus marquée au niveau de la ZPR de Mahina qui bénéficie d'une protection renforcée (interdiction totale de pêche), associée à la présence d'un gardien, qui assure une surveillance importante. Cette zone montre clairement l'effet de la ZPR intégrale sur les populations de poissons commerciaux et la biomasse associée, comme sur les densités et taille de bénéficiers présents.</p> <p>L'évolution depuis les précédents suivis montre une augmentation de la densité en poissons et de la biomasse sur les sites pouvant être comparés.</p> <p>Les ZPR de Tetiaroa montrent une évolution de la couverture en corail vivant ayant augmenté sur l'ensemble des stations entre 2007 et 2008 puis ayant subi une dégradation importante en 2015 (destruction par la houle du cyclone Oli en 2010 puis explosion démographique du prédateur <i>Acanthaster planci</i> (Taramea) jusqu'en 2013) avant de montrer une reprise nette en 2021. Les populations de poissons suivent globalement la même évolution jusqu'en 2015 avec une stabilisation en 2021. Il est délicat de mettre en évidence l'impact de la ZPR intégrale par rapport à la ZPR modérée en raison du positionnement des stations qui ne reflète pas les différents environnements. De nouvelles stations de suivi ont été ajoutées en 2021 afin d'échantillonner de nouveaux habitats comme le récif barrière intérieur, très riche.</p> <p>Des recommandations sont présentées concernant l'homogénéisation des protocoles de suivi, de la période, une augmentation de la fréquence (régularité) ainsi qu'une multiplication des stations (pour Tetiaroa) permettant d'échantillonner tous les types d'habitats et d'obtenir un comparatif fiable entre les ZPR nord et sud.</p>
<p>Limites de l'étude</p>	<p>Les stations n'ayant pas fait l'objet d'un marquage permanent, la comparaison présente un biais quant à la localisation exacte des transects. De plus, la période de suivi et les méthodes utilisées ne sont pas toujours les mêmes, rendant les comparaisons entre suivis parfois délicates.</p>

Evolutions

Numéro de version :

Date de la version

V1

14/01/2022

V2

03/02/2022

V3

17/02/2022

1. Introduction

1.1. Contexte

La Direction des Ressources marines (DRM) est chargée de la mise en place et du suivi des Zones de Pêche Règlementée (ZPR).

Les zones concernées par la présente étude sont :

- ZPR Hotu Ora de Mahina, au niveau de la Pointe Vénus. Créée par arrêté n° 358/CM du 26 mars 2015. Dans cette ZPR, toute pêche est interdite à l'exception des campagnes de ramassage d'*Acanthaster planci*.
- ZPR Tata'a, Nuuroa et Atehi, sur la commune de Punaauia. Créées par arrêté n°208/CM du 29 février 2016 modifié. Dans ces 3 ZPR, toute pêche, de toute espèce, est interdite, à l'exception :
 - ✓ de la pêche à la ligne (pêche à la traîne comprise) ;
 - ✓ de la pêche au fusil sous-marin de jour ;
 - ✓ des campagnes de ramassage d'*Acanthaster planci* ;
 - ✓ ZPR Nuuroa : de la pêche au filet des « Ature » (*Selar crumenophthalmus*), uniquement de 5 heures à 12 heures et à l'aide d'un filet maillant « Ature » d'une longueur maximale de 100 mètres, de la pêche à l'épuisette des « Inaa » (alevins de gobiidés).
- Les ZPR du lagon de Tetiaroa. Elles ont été créées par arrêté n° 952/CM du 26 juin 2014 : une au Nord et l'autre au Sud. Sur l'ensemble de l'atoll de Tetiaroa, la pêche au filet est interdite.
 - ✓ dans la zone Nord, la pêche au fusil sous-marin de nuit est interdite ;
 - ✓ dans la zone Sud, toute pêche est interdite (à l'exception des campagnes de ramassage d'*Acanthaster planci*).

1.2. Localisation des zones d'étude

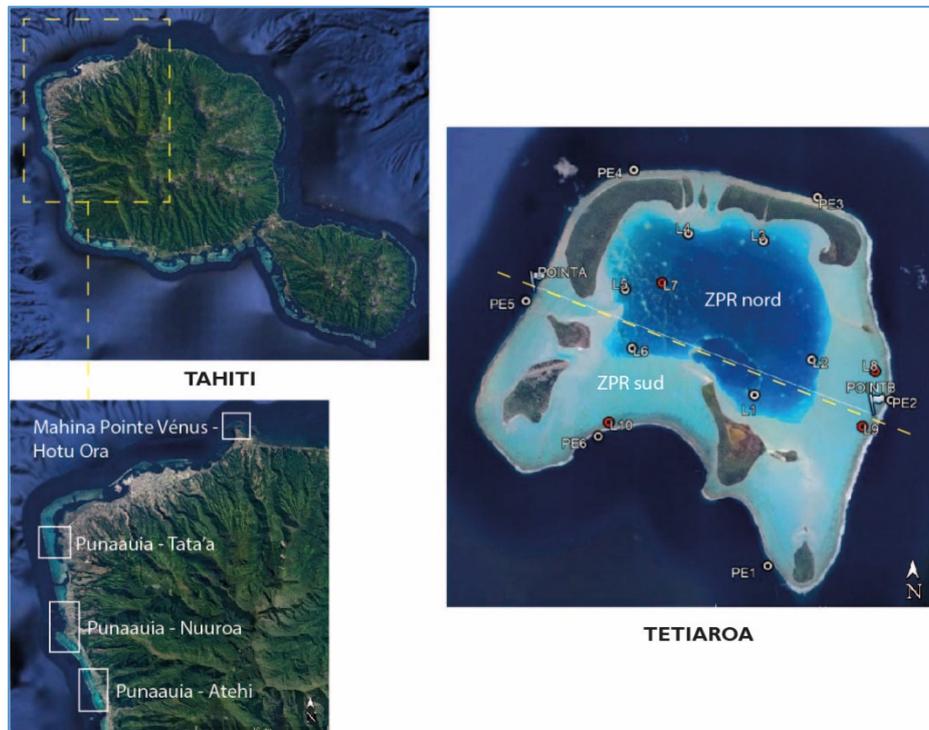


Figure 1 : Localisation des zones d'étude

Note : le nom des stations pour les documents techniques (données brutes) est défini comme suit, excepté pour la zone de Tetiaroa : les 2 premières lettres indiquent la ZPR, extension F (frangeant), B (barrière), PE (pente externe) avec indication de positionnement T (sites témoin). Soit HO-TF : station témoin de la ZPR Hotu Ora de Mahina sur le récif frangeant. AT-PE ; station de la ZPR Atehi de Punaauia en pente externe.

Les coordonnées GPS des stations sont indiquées en annexe 1.

1.3. Objectifs de l'étude

La mission confiée à Créocéan a pour objet la réalisation de campagnes de suivi des peuplements ichtyologiques et benthiques de 3 ZPR de Tahiti (communes de Mahina et Punaauia) et Tetiaroa. Les objectifs sont de renseigner des indicateurs et d'étudier l'évolution des peuplements pour évaluer l'effet de la mise en place des ZPR.

Chaque ZPR concernée par cette étude a déjà bénéficié par le passé d'un ou de plusieurs suivis.

Ainsi pour rappel :

ZPR	Date du suivi	Prestataire	Type de suivi
ZPR Hotu Ora de Mahina Création 2015	2013	PROGEM	Comptages de poissons, invertébrés et composition du substrat, méthode du transect couloir (25mx2m) pour les poissons et invertébrés et celle du Point Intercept Transect (PIT) pour le substrat. 10 zones étudiées, avec zones témoin, uniquement en lagon. Pas d'évaluation des tailles de poissons (pas de biomasse).
ZPR Atehi, Tata'a, Nuuroa de Punaauia Création 2016	2016	CREOCEAN	Comptages de poissons et invertébrés commerciaux, méthode du transect-couloir (50 x 5 m). 2 zones situées au milieu des ZPR, en lagon uniquement, comptées en triplicats. Pas de zones témoin. Pas d'évaluation des tailles de poissons (pas de biomasse).
ZPR Tetiaroa Création 2014	2007 2008 2015	CRIOBE	Comptages de poissons et d'invertébrés, composition du substrat, méthode du transect-couloir (25 x 2 m pour les poissons et 25 x 4 m pour les invertébrés). Méthode du Line Intercept Transect (LIT) puis celle du Point Intercept Transect (PIT) pour la composition du substrat. 6 sites d'étude avec, pour chaque site, une station dans le lagon et une sur la pente externe. Pas d'évaluation des tailles de poissons (pas de biomasse), excepté en 2015.

2. Données sources

Les différents documents cités sont détaillés dans le chapitre Bibliographie.

2.1. ZPR de Mahina

Le rapport utilisé pour la comparaison des données est le rapport établi par PROGEM en 2013 : Rapport PROGEM 2013 : Projet de classement du lagon de la Pointe Vénus.

2.2. ZPR de Punaauia

Le document utilisé pour la comparaison des données est le rapport établi par CREOCEAN en 2017 : Suivi écologique des zones de pêche réglementées de Punaauia.

2.3. ZPR de Tetiaroa

Les rapports utilisés pour la comparaison des données sont ceux établis par le CRILOBE depuis 2007 : Monitoring of benthic and fish communities of the Tetiaroa atoll. Les suivis ont également été menés en 2008 et 2015.

2.4. Traitement

L'étude Kulbicki *et al.* a été utilisée pour le calcul de la biomasse et la définition des codes relatifs aux différentes espèces de poissons : A general approach to length-weight relationships for New Caledonia lagoon fishes.

L'étude de Morin *et al.* sur les peuplements ichthyologiques de la presqu'île a également été utilisée pour la comparaison des données et les méthodes de traitement : Rapport sur les comptages des peuplements ichthyologiques de Tahiti iti.

3. Méthodologie

3.1. Protocole utilisé pour les relevés

Les stations de suivi sont placées sur chaque type d'habitat (récif frangeant, récif barrière interne, pente externe), dans les ZPR concernées et en dehors (zones témoin).

Le suivi comporte des relevés de la faune ichtyologique et du benthos. Le protocole utilisé est le suivant :

- Les peuplements ichtyologiques sont relevés selon la méthode du point fixe en demi-cercle, réalisé en triplicat. Sur certaines stations sélectionnées, les comptages poissons sont réalisés en doublon selon la méthode du point fixe en demi-cercle et celle du transect couloir afin d'établir un comparatif entre les 2 méthodes et de pouvoir comparer avec les suivis précédents.

Selon les sites et la visibilité, les surfaces de comptage ont varié. Ainsi :

Station	Surface de comptage point fixe	Surface de comptage transect
Pentes externes Tahiti	14m ² (r=3m)	
Lagon Tahiti stations Barrière et Frangeant	10m ² (r=2.5m)	
Lagon Tahiti : stations HOTF et ATEF (Mahina et Atehi)	6m ² (r=2m)	
Pentes externes Tetiaroa	39m ² (r=5m)	125m ²
Lagon Tetiaroa : L1 L3 L4	10m ²	125m ²
Lagon Tetiaroa : L2	10m ²	75m ²
Lagon Tetiaroa L5 et L6	6m ²	75m ²
Lagon Tetiaroa : L7 L8 L9	10m ²	
Lagon Tetiaroa L10	39m ²	

- Les peuplements benthiques sont comptabilisés le long d'un transect couloir de 25mx2m (surface de 50m²), réalisé en triplicat ; les bédouilles sont individuellement mesurés à l'aide d'un pied à coulisse.
- Le recouvrement benthique est évalué selon la méthode du Point Intercept Transect en utilisant le même transect que celui servant au dénombrement des macro invertébrés (tous les 50cm sur 25m) et en utilisant les catégories proposées.

Toute autre information jugée utile est relevée lors des prospections : blanchissement corallien, présence de déchets de pêche notamment, ainsi que la présence d'espèces emblématiques telles que les requins, tortues ou autres raies, présence d'anémones, etc. La liste des familles de poissons concernées par ces relevés est présentée ci-dessous :

Acanthuridae	Carangidae	Diodontidae	Kyphosidae	Mullidae	Siganidae
Belonidae	Chaetodontidae	Fistulariidae	Labridae	Priacanthidae	Sphyraenidae
Balistidae	Chanidae	Haemulidae	Lethrinidae	Scaridae	Tetraodontidae
Carcharhinidae	Dasyatidae	Holocentridae	Lutjanidae	Serranidae	

Un focus spécifique est réalisé sur les espèces appartenant aux familles des Acanthuridae et Siganiidae, Scaridae et Serranidae.

La liste des **invertébrés** à dénombrer est présentée ci-après :

Holothuries	<i>Bohadschia argus</i>	Oursins	<i>Diadema sp</i>
	<i>Halodeima atra</i>		<i>Echinothrix calamaris</i>
	<i>Telenota ananas</i>		<i>Tripneustes gratilla</i>
	<i>Autres Holothuries</i>		<i>Echinometra mathaei</i>
	<i>Synapta maculata</i>		<i>Echinostrephus aciculatus</i>
Etoiles	<i>Acanthaster planci</i>	Gastéropodes	<i>Turbo marmoratus</i>
	<i>Culcita novaeguineae</i>		<i>Trochus niloticus</i>
			<i>Lambis truncata</i>
Bénitiers	<i>Tridacna maxima</i>		<i>Cypraea tigris</i>

Pour rappel, tous les bénitiers dénombrés sur les transects ont été mesurés au millimètre au pied à coulisse.

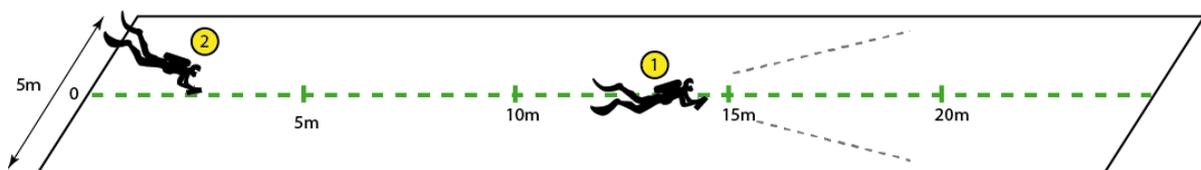


La liste des **catégories de substrat** utilisées est présentée ci-après :

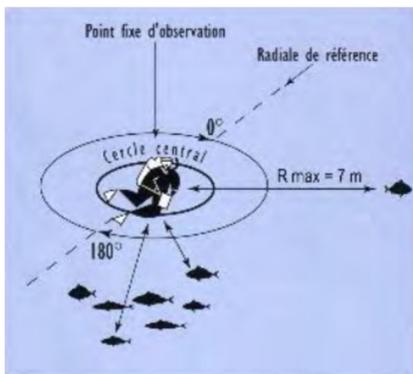
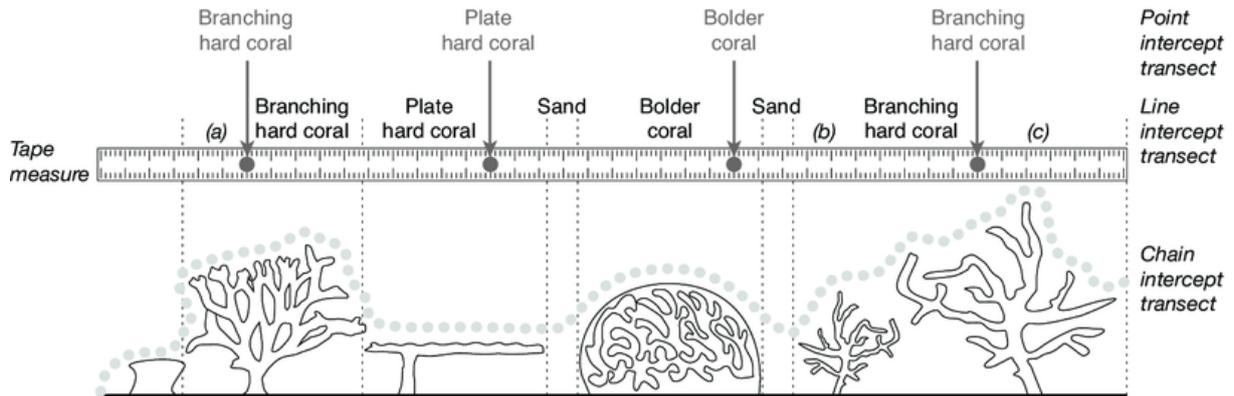
SUBSTRAT	CATEGORIES	SUBSTRAT	CATEGORIES	SUBSTRAT
Corail dur	Porites	Macro-algues	Turbinaria	Corail mort
	Acropora		Sargassum	Dalle
	Pocillopora		Boodlea	Débris
	Montipora		Padina	Sable
	Favidae		Halimeda	Vase
	Fungidae		Dictyota	Corail mou
	Millepora		Caulerpa	
	Leptastrea		Cyanophycées	
	Dipsastrea		Turf	



Illustration schématique des méthodes utilisées pour les différents relevés :



- ① Comptages poissons par tronçon de 5m linéaire dans toute la colonne d'eau (transect couloir)
- ② Relevés des communautés coralliennes (méthode du LIT ou PIT)



Comptages de poissons par point fixe



Figure 2 : Schéma des relevés sur transect (comptages visuels de poissons et invertébrés, relevés du substrat, Hill et W

ilkinson, 2004) et comptage de poissons par point fixe (Labrosse et al 2001)

3.2. Organisation technique des opérations

Les relevés ont été réalisés depuis le bord pour les récifs frangeants et barrière interne, avec une équipe de 2 plongeurs libres intervenants à la suite l'un de l'autre, le compteur de poissons dans un premier temps et le compteur de substrat et invertébrés dans un second temps. Ceci afin de ne pas perturber la faune ichthyologique.

Les relevés en pente externe, prévus dans la zone des 10m, ont été réalisés en plongée autonome, par la même équipe de 2 plongeurs (biologistes marins certifiés plongeurs professionnels), assistés d'une embarcation et d'un pilote en surface.

Les dates de missions pour les relevés dans les différentes ZPR sont présentées dans le tableau ci-dessous :

ZPR	PERIODE
MAHINA	Septembre 2021
PUNAAUIA	Septembre 2021
TETIAROA	Octobre 2021

3.3. Analyse des données

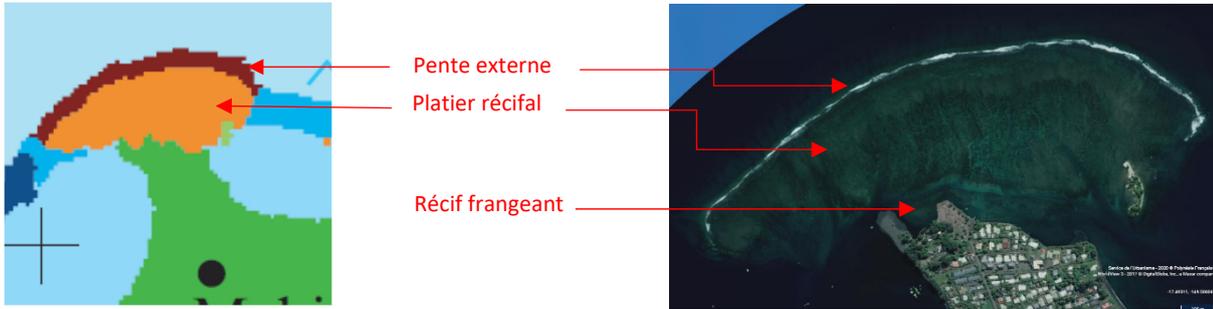
Pour chaque ZPR, l'analyse des données s'attache à comparer les résultats des stations témoins et de celles placées à l'intérieur de la ZPR, par habitat. Dans un second temps, une comparaison avec le diagnostic initial est réalisée.

- Peuplements ichtyologiques : moyenne de densité, biomasse et diversité spécifique toutes espèces confondues et pour les familles sélectionnées (focus).
Les relations taille-poids permettant le calcul de la biomasse sont issues de l'étude de Kulbicki *et al* 2005. Lorsqu'une espèce n'apparaît pas dans la liste présentée dans cette étude, les coefficients pour une espèce proche ont été utilisés. Le détail des correspondances d'espèces utilisées est présenté en annexe 2.
- Peuplements benthiques : tableau des espèces identifiées et décomptées, tableau des tailles de bénitiers et taille moyenne, densité moyenne en macro invertébrés cible.
- Recouvrement benthique : pourcentage de recouvrement moyen des composants du substrat. Détail parmi le groupe « corail vivant » des différents genres de coraux présents.

4. Résultats ZPR Hotu Ora – Mahina

4.1. Généralités

Le récif de la Pointe Vénus est catégorisé comme un récif barrière côtier à pente externe abrupte, sans lagon ou terrasse profonde mais avec un récif frangeant associé (Atlas des récifs coralliens de Polynésie).



Le récif frangeant longeant le bord de mer est étroit (80m maximum), délimité par le chenal artificiel coupant le récif dans sa largeur d'est en ouest. Ce récif peu profond présente une vitalité importante dans sa partie centrale.

Le platier récifal d'arrière-barrière est caractérisée par une faible à très faible profondeur, excepté pour les stations localisées en bordure des sillons formés par l'écoulement de la houle sur le récif (HO-B1 et HO-TB1). Le peuplement corallien est limité dans sa croissance verticale avec des colonies de petite taille. Le renouvellement continu des eaux couplé à la faible profondeur favorise le développement des macro-algues.

Le récif extérieur de la pente externe présente une rupture de pente sur la zone des 15m avec des sillons perpendiculaires au récif barrière plus fortement marqués sur la station ouest, formant des éperons entrecoupées de vallées. La vitalité corallienne y est exceptionnelle.

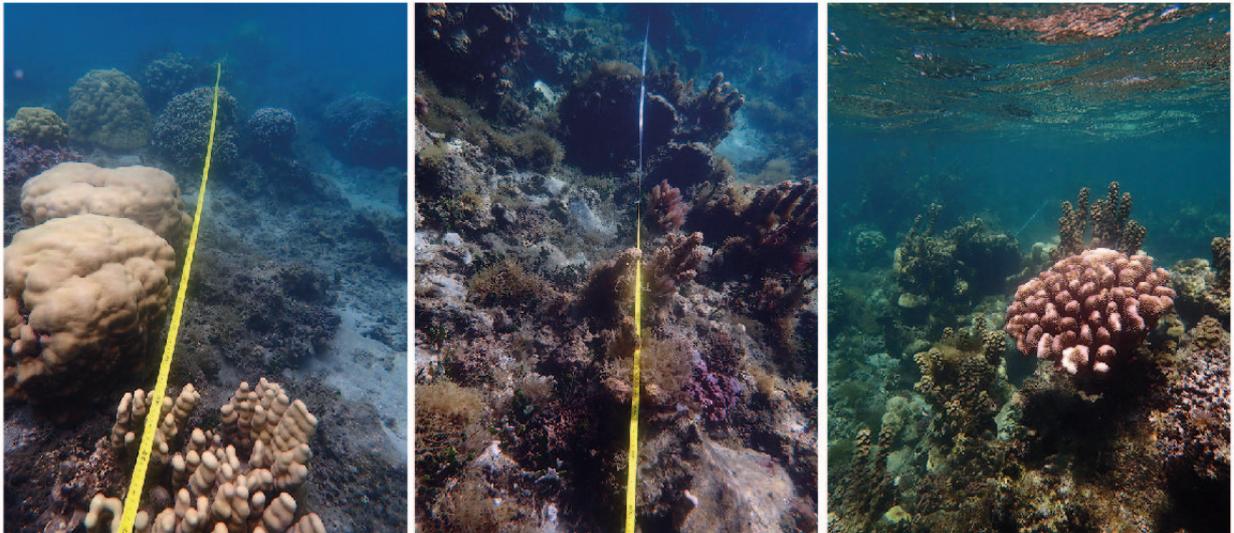


Figure 3 : Localisation des stations de la ZPR Hotu Ora de Mahina (Pointe Vénus) et site témoin

Illustration des stations - ZPR HOTU ORA de Mahina Pointe Vénus



Récif frangeant



Récif Barrière



Pente externe

Figure 4 : Illustration des stations de la ZPR Hotu Ora et sa zone témoin – Mahina Pointe Vénus

4.2. Recouvrement du substrat

Les zones situées sur le récif frangeant, qu'elles soient en zone témoin ou à l'intérieur de la ZPR présentent des recouvrements en corail vivant importants (42 et 55%) figure 5. Les stations localisées sur le récif barrière présentent des recouvrements en corail vivant moins importants (entre 15 et 34%). Les stations de la pente externe présentent des couvertures en corail vivant très importantes, de 74 et 85% pour la zone témoin et la ZPR. On notera l'absence de macro-algues sur les pentes externes et leur présence plus importante dans le lagon, notamment sur la station Barrière de la zone témoin, partie sud. Sur ce site, la diversité en macro-algues est très importante avec plus de 7 espèces dénombrées uniquement sur le transect. Ci-dessous quelques uns des genres d'algues présents sur les stations de la Pointe Vénus.



Galaxaura



Halimeda



Hypnea



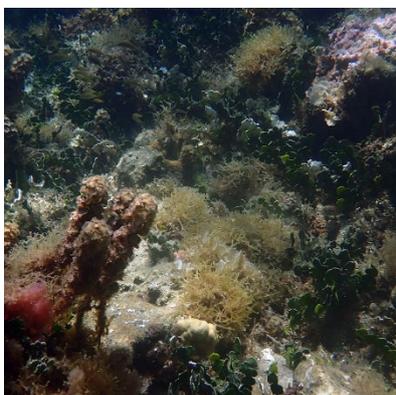
Asparagopsis



Padina



Dictyota



Assemblage *Turbinaria/Dictyota*



Turbinaria



turf

Très peu de coraux morts ont été observés, quelques individus sur les pentes externes. La station lagonaire la plus exposée au courant et à la houle (ZPR barrière sud) présente la plus forte quantité de débris coralliens.

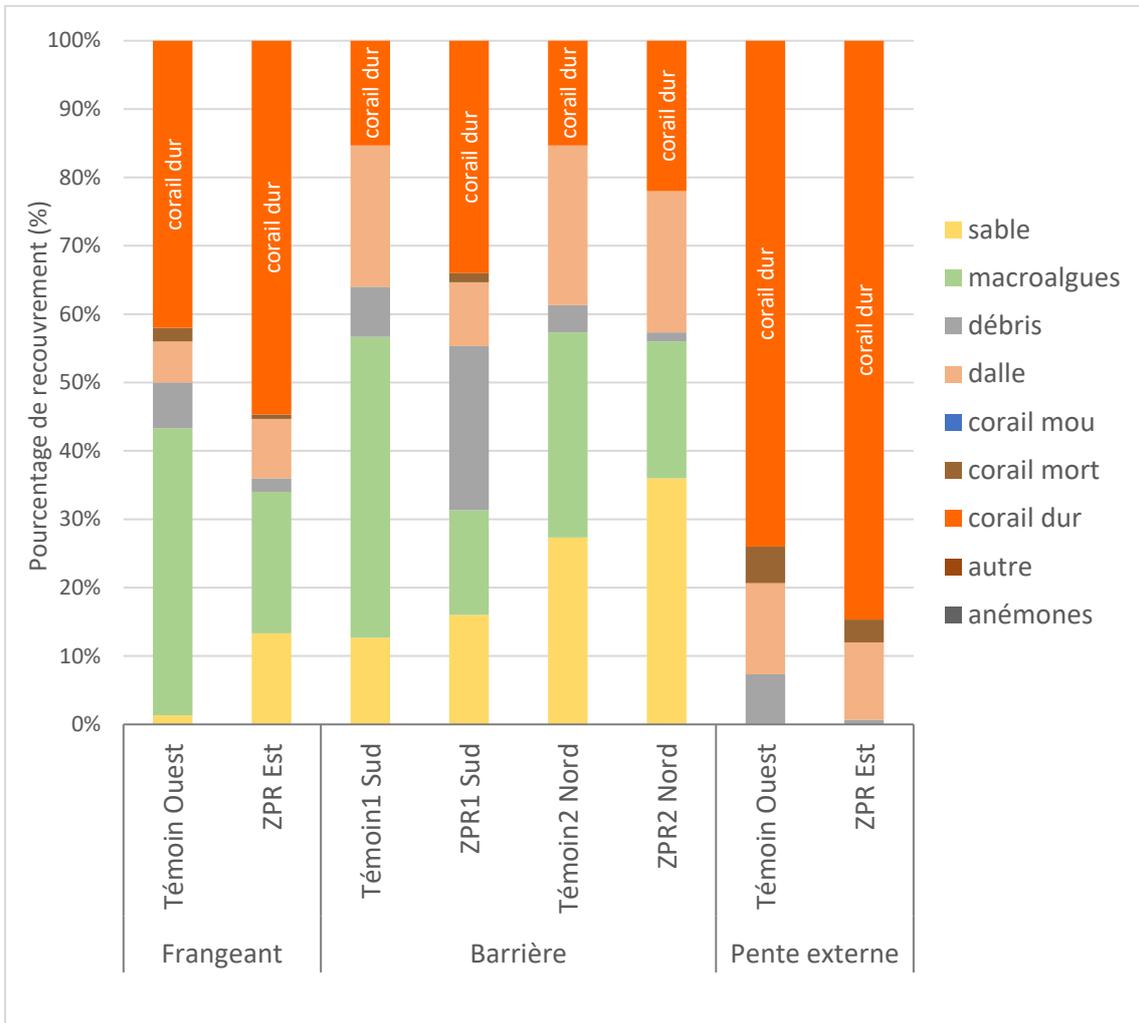


Figure 5 : Recouvrement du substrat – zone Hotu Ora Mahina

Le peuplement en corail vivant est dominé par les formes massives digitées sur le récif frangeant (*Porites rus*) et l'une des stations du récif barrière, par les formes massives (*Porites spp*) sur les autres stations du récif barrière et par les formes branchues (*Pocillopora spp*) sur la pente externe. Voir figure 6. C'est une dominance classique de ces différents types d'environnements. On observe d'autres genres sur la pente externe (*Leptastrea sp* et autres membres de la familles des Favidae) tandis que le platier d'arrière barrière montre la présence importante de coraux encrustants (*Montipora sp*). Les formes foliacées (*Pavona cactus*) se retrouvent sur le récif frangeant, ainsi que les *Acropora* branchus (type cornes de cerfs). D'autres espèces d'*Acropora* plus robustes sont également présentes sur les pentes externes.

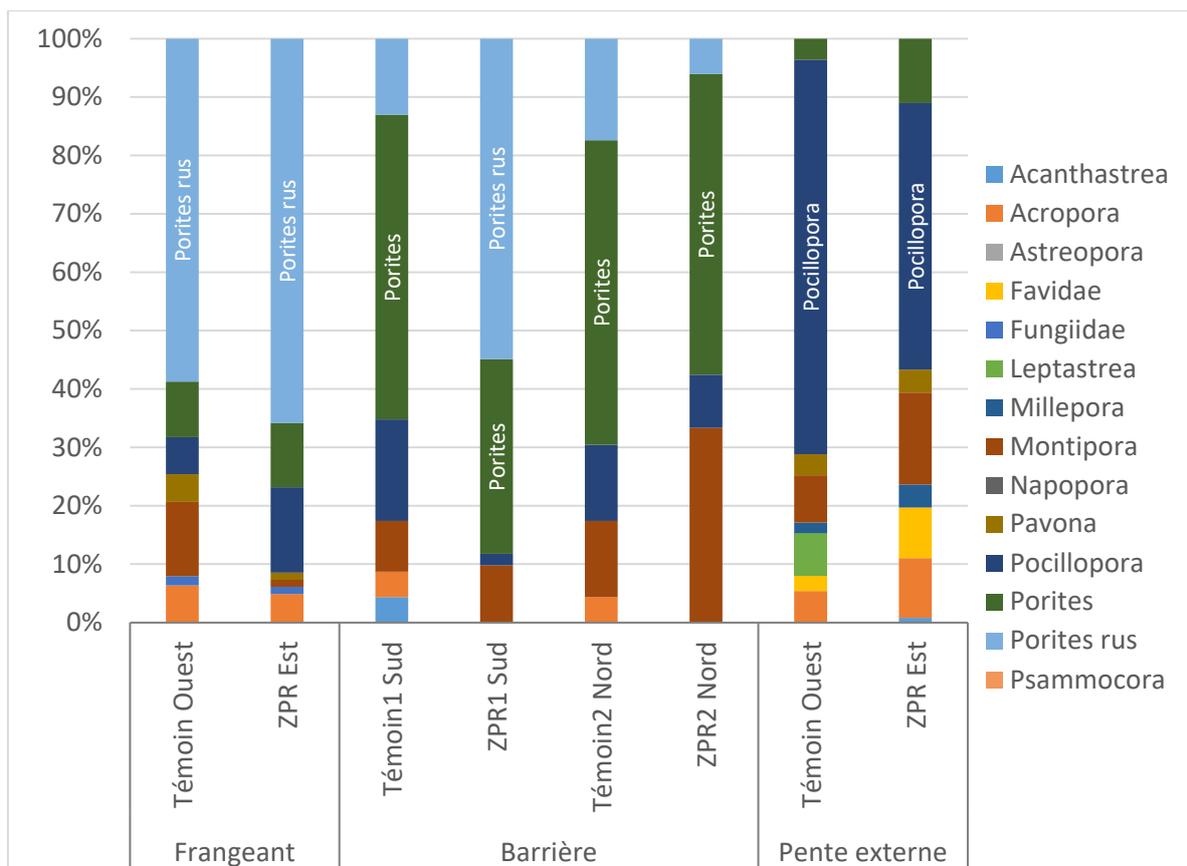


Figure 6 : Répartition des genres de coraux vivants sur les stations – Hotu Ora Mahina

4.3. Peuplement ichtyologique

4.3.1. Diversité spécifique

		ZPR HOTSU ORA	TEMOIN
Nombre d'espèces		60	52
Habitat	Frangeant	20	20
	Barrière	38	22
	Pente externe	28	31
Nombre de familles		15	17
Habitat	Frangeant	7	9
	Barrière	12	10
	Pente externe	9	12

Sur l'ensemble de la ZPR Hotu Ora de Mahina, 60 espèces appartenant à une quinzaine de familles ont été répertoriées au cours des comptages, contre 52 espèces pour 17 familles au niveau de la zone témoin.

4.3.2. Densité et biomasse

	ZPR HOTU ORA	TEMOIN
Densité moyenne (nbre indiv./m ²)	6.65 (+/- 5.11)	4.41 (+/- 1.78)
Biomasse moyenne (g/m ²)	1 167,04 (+/- 1104.83)	539.99 (+/-439.73)

NB : Une grande hétérogénéité apparaît entre les stations, avec notamment celles de la pente externe qui présentent une densité et une biomasse bien supérieures aux autres stations, induisant des écarts types très importants sur la moyenne inter-stations.

Les plus fortes densités et biomasses de poissons sont observées sur la pente externe, avec une différence marquée entre la ZPR et sa zone témoin (2.3 fois plus de poissons sur la ZPR pour une biomasse 2.5 fois supérieure au site témoin). Voir figure 7. La même tendance est observée au niveau des stations Barrière, plus importantes en biomasse qu'en densité (avec un maximum de différence pour la station barrière sud de 4.6 fois supérieure que son témoin). Pour la zone du récif frangeant, la tendance inverse est observée, avec un écart moins importante.

On notera la grande hétérogénéité dans les comptages réalisés en triplicats, résultants parfois en des écarts type pouvant être importants sur la moyenne inter-transects.

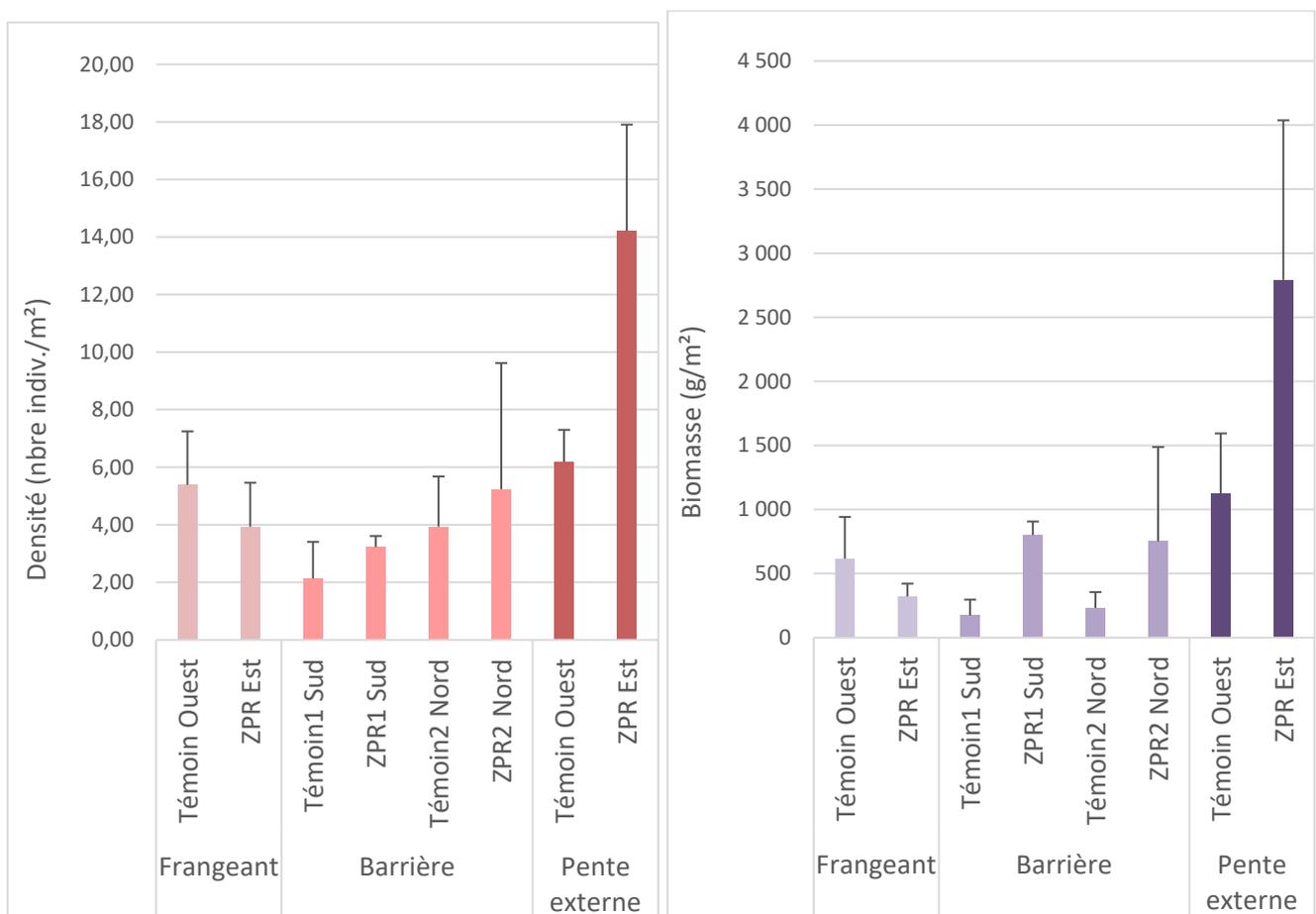


Figure 7 : Densité et biomasse en poissons d'intérêt commercial pour la ZPR Hotu Ora de Mahina et sa zone témoin

Le peuplement est dominé en densité par les Acanthuridae (poissons chirurgiens 27-30%), les Lethrinidae (becs de cane 19-9%) et les Scaridae (poissons perroquets 17-30%), pour la ZPR et la zone témoin. Voir figure 8. Les Chaetodontidae (poissons papillons 9-10%) sont assez bien représentés. Les autres espèces ne représentent qu'une très faible part du peuplement. La répartition est très similaire entre la zone témoin et la ZPR, excepté pour les Lethrinidae.

La répartition en biomasse est différente. Les Balistidae prennent la première place en ZPR (lié à la station de la pente externe), avec 30% de la biomasse puis les Acanthuridae (24%), les Lethrinidae (12%) et les Scaridae (11% de la biomasse de la ZPR). En zone témoin, la répartition ressemble à celle de la densité avec une dominance des Acanthuridae, Scaridae, Lethrinidae.

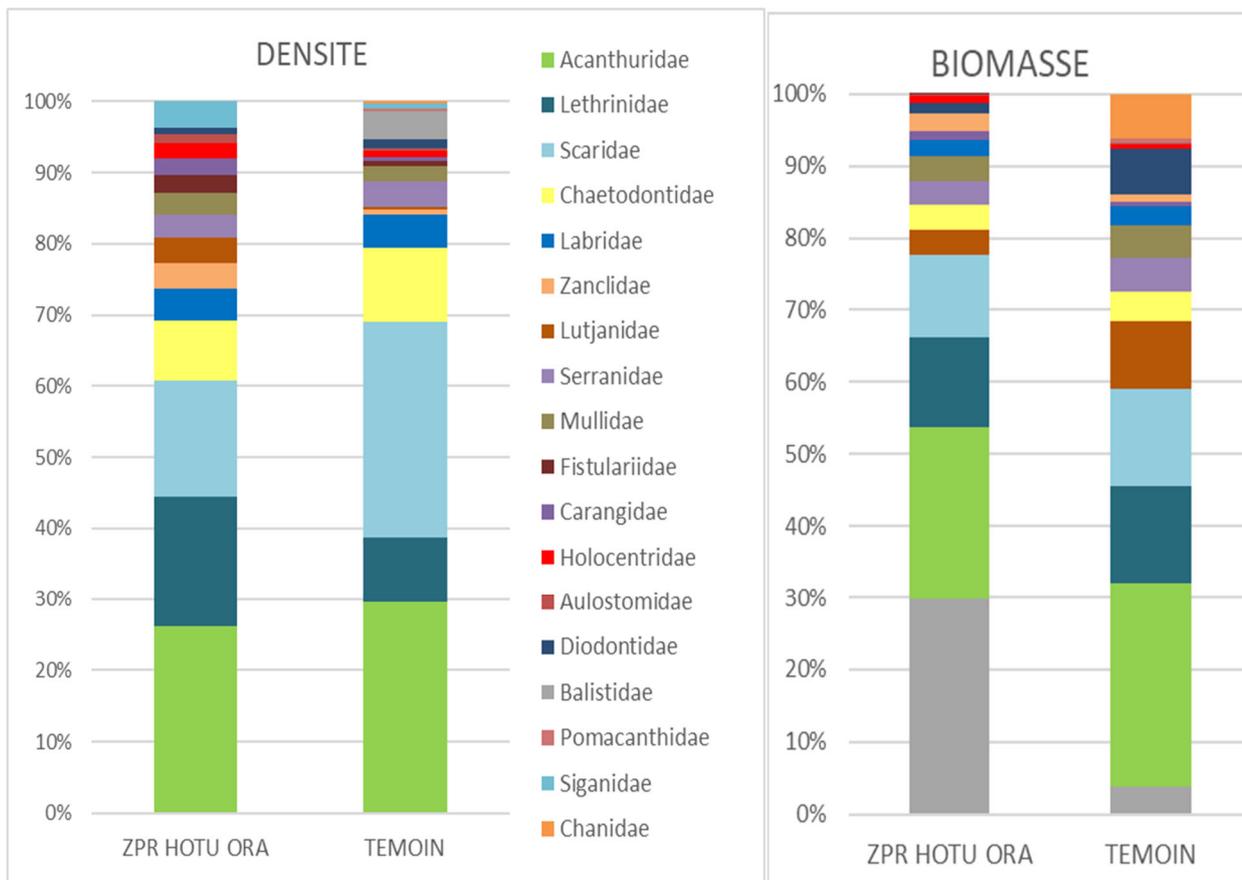


Figure 8 : Répartition du peuplement ichthyologique en densité et en biomasse sur l'ensemble de la ZPR Hotu Ora de Mahina et de la zone témoin

4.3.3. Détail familles cibles

Un zoom des données sur certaines familles a été réalisé (voir figure 9). Cela concerne les familles d'intérêt commercial forts (Acanthuridae – poissons chirurgiens, Holocentridae – rougets, Labridae – labres, Scaridae – poissons perroquets et Serranidae – loches et mérius). Les Siganidae (poissons lapins) avaient été intégrés dans ces familles cibles mais au regard de leur absence dans les comptages, ils ont été supprimés des graphiques pour une meilleure lisibilité.

Sur l'ensemble de la zone, ce sont les familles des Acanthuridae et des Scaridae qui dominent, tant en densité qu'en biomasse. Globalement les familles cibles sont plus présentes, en densité et en biomasse, sur la ZPR que sur la zone témoin, excepté pour les Serranidae (densité et biomasse similaire) et les Scaridae dont la densité est légèrement inférieure en ZPR mais la biomasse supérieure.

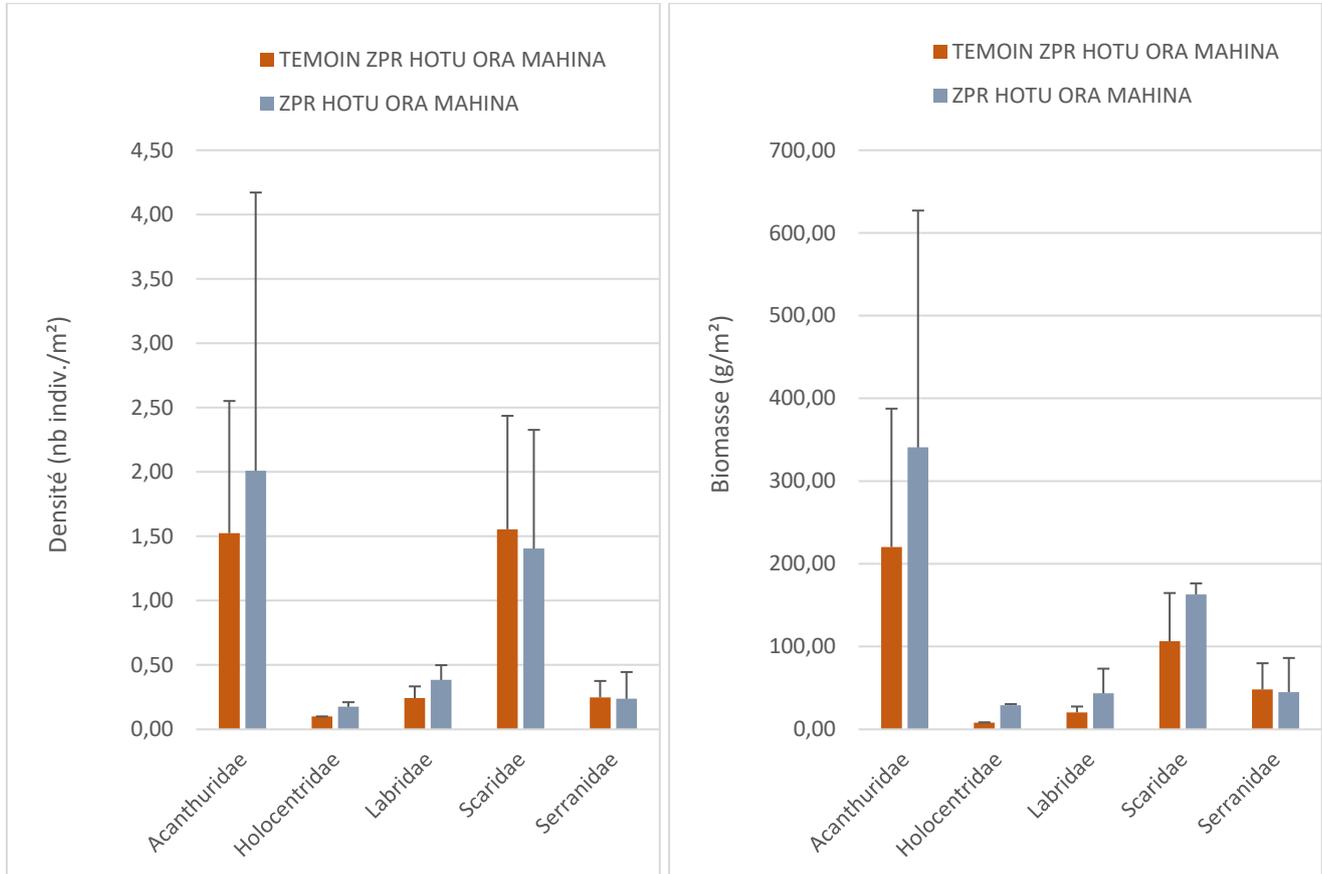


Figure 9 : Densité et Biomasse – familles cibles – ZPR Hotu Ora et zone témoin

4.4. Invertébrés benthiques

4.4.1. Invertébrés

Quelques invertébrés ont été dénombrés au cours de cette campagne sur les stations lagon, aucun sur la pente externe (figure 10). Le peuplement est dominé par les oursins (du genre *Echinometra* essentiellement avec présence des *Echinostrephus* (petits oursins foreurs). Les holothuries sont observées sur toutes les stations lagon, exceptée une des stations barrière en zone témoin. 4 espèces sont observées. A noter la présence de *Thelenota ananas* sur les 2 stations barrière de la ZPR. Quelques trocas et 1 sept-doigts sont recensées au niveau des stations barrière, en ZPR comme en zone témoin. Les bémittiers sont observés sur les stations barrières et frangeants, en densité supérieure pour les stations de la ZPR.



Bohadschia argus / Thelenota ananas / Lambis truncata

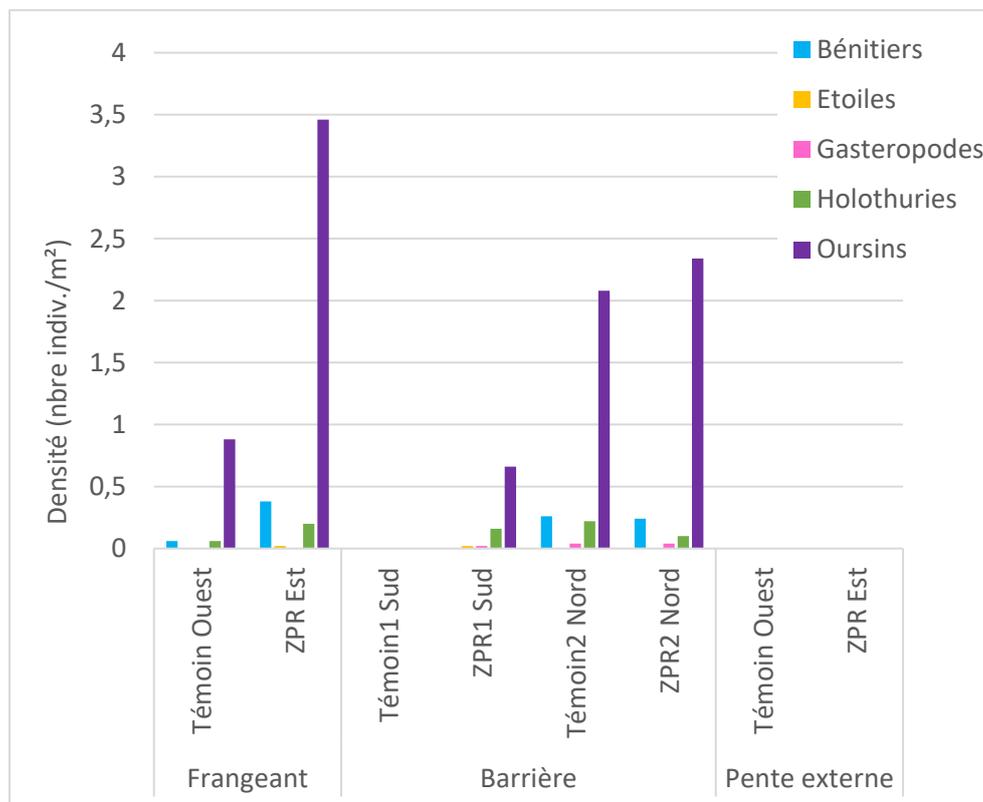


Figure 10 : Densité en macro invertébrés – ZPR Hotu Ora et zone témoin

4.4.2. Bénitiers

Sur le récif frangeant, le nombre de bénitiers décomptés sur l'ensemble des transects est très supérieur dans la ZPR (19) que dans la zone témoin (3). La taille des individus est également supérieure avec une moyenne de 8.25cm (+/-3cm) pour la ZPR contre 7.4cm(+/-3.2cm) en zone témoin. Seuls deux des individus observés dépassaient la taille réglementaire (13.1 et 15cm). La classe la plus représentée est la taille 6-8cm, puis les 4-6cm et les 10-12cm en quantité égale.

Au niveau de la zone barrière, le même nombre de bénitiers est dénombré sur la ZPR et la zone témoin (respectivement 13 et 12 individus), avec une moyenne de taille similaire (7.2 et 7.3cm). Seule la répartition diffère un peu avec la classe de taille 8-10cm la mieux représentée en ZPR, la 10-12cm en zone témoin.

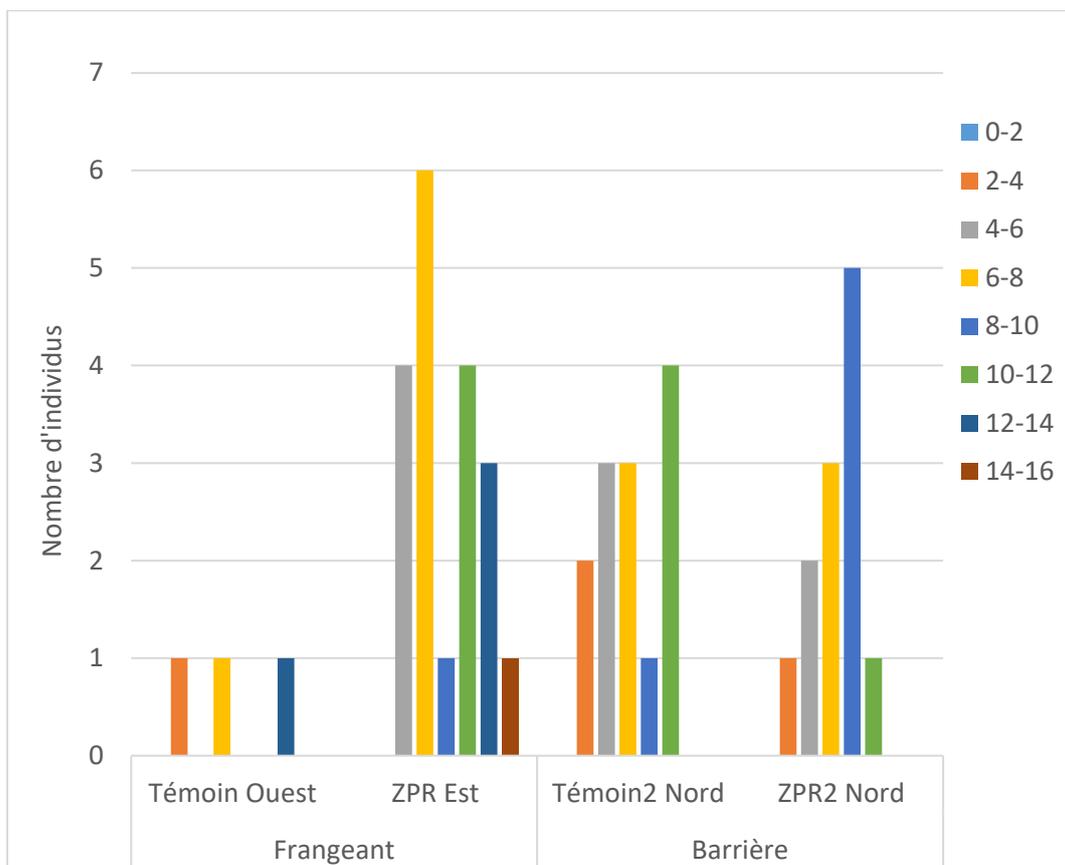


Figure 11 : Répartition par classe de taille des bénitiers dénombrés sur les transects – ZPR Hotu Ora et zone témoin

4.4.3. Autres observations

Aucun déchet de pêche ni autre n'a été observé au cours des relevés 2021.

4.5. Analyse des résultats – ZPR Hotu Ora

4.5.1. Comparaison par habitat

Les stations situées dans la ZPR montrent toujours un recouvrement en corail vivant plus important que sur les stations de la zone témoin. La différence est surtout marquée au niveau de la zone Barrière.

Les stations du récif frangeant présentent une densité et une biomasse en poissons légèrement supérieures en zone témoin qu'en ZPR. En revanche la tendance est inversée pour les stations situées sur la barrière et en pente externe.

Les différences sont très marquées sur la barrière avec des densités légèrement supérieures mais des biomasses calculées plus de 3 fois supérieures en ZPR. Au niveau des pentes externes, la densité et la biomasse sont plus de 2 fois supérieures dans la ZPR. Cette différence de biomasse est majoritairement due aux Balistidae très présents sur la pente externe de la ZPR ainsi qu'aux Acanthuridae plus présents en ZPR (station barrière et pente externe).

4.5.2. Comparaison avec les études précédentes

La Pointe Vénus de Mahina a fait l'objet d'une étude en 2013, préliminaire à la mise en place de la ZPR Hotu Ora. 10 stations de suivi du lagon avaient été placées sur les différents habitats. Sur chaque station, 4 transects de 25m de long sur 2m de large avaient été positionnés. Des comptages de poissons (toutes espèces) et d'invertébrés selon la méthode du transect couloir y ont été menés, avec évaluation de la nature du substrat. La comparaison avec les données de 2021 est réalisée entre :

- Les stations 1, 2, 7 et 8 de 2013 correspondant aux stations barrière de la ZPR et de la zone témoin en 2021 et la station 9 correspondant à la station frangeant de la zone témoin
- Les comparaisons concernent le recouvrement en corail vivant, les invertébrés et le peuplement ichthyologique (diversité spécifique et densité).



Figure 12 : Localisation des stations de suivi 2013 et 2021 – ZPR Hotu Ora

Recouvrement du substrat

Le recouvrement en corail vivant sur les stations choisies est assez similaire entre 2013 et 2021, excepté pour la station témoin du récif frangeant (9) et la station témoin de la barrière (8) qui ont subi une dégradation. Voir figure 13. Lors de l'étude de faisabilité de 2013 réalisée par PROGEM, les macro-algues n'ont pas fait partie des catégories de substrat intégrées aux relevés de la nature du fond mais ont été évaluées sous la forme de recouvrement à part (chapitre Etat des lieux du peuplement algal, représentation de l'abondance et

la diversité algale par station). Les résultats n’ont donc pas pu être intégrés directement à la comparaison. On notera cependant la forte présence de *Galaxaura*, *Halimeda*, *Padina* et *Turbinaria* sur les stations 7 et 8. En revanche, la station 9 correspondant en 2021 à la station Frangeant témoin montrait une faible proportion de macro-algues.

On retrouve cette répartition en 2021 avec la présence de macro-algues plus importante sur ces mêmes stations (zone témoin : stations Barrière nord et Barrière sud) et une augmentation des macro-algues au détriment d’une diminution du corail vivant sur la station témoin du récif frangeant.

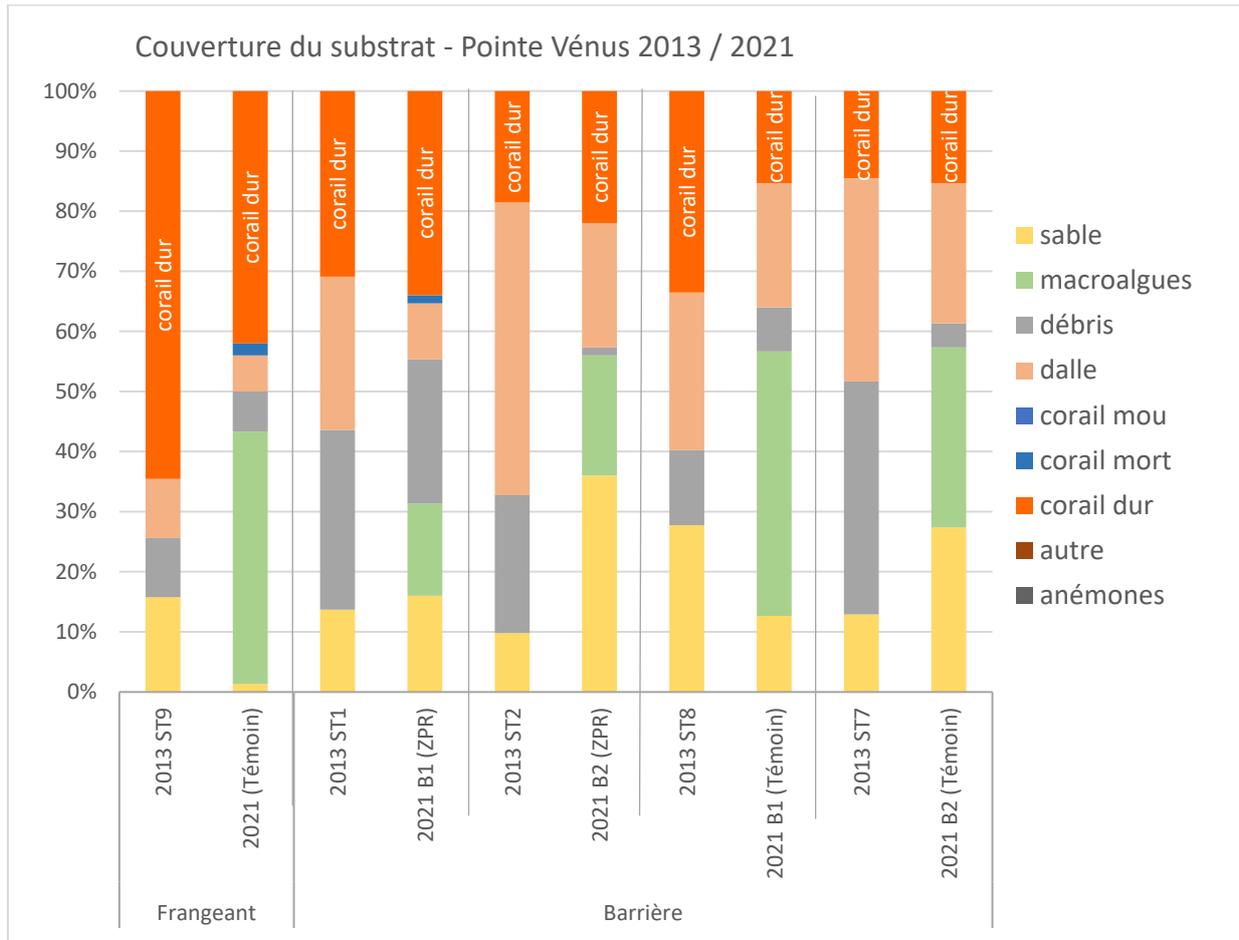


Figure 13 : Comparaison de la couverture du substrat entre 2013 et 2021 – ZPR Hotu Ora de Mahina

Invertébrés

Concernant les invertébrés (toutes espèces), plus d’individus ont été observés en 2013 qu’en 2021, toutes zones confondues. La différence est très marquée sur les oursins. Voir figure 14. La baisse observée en 2021 pourrait être due à de la collecte de ces invertébrés facilement accessibles, notamment dans la zone ne bénéficiant pas de protection (faible profondeur, facilité d’accès). D’autre part, les populations d’oursins ont fait l’objet de mortalités massives à l’échelle de la Polynésie au cours de la période écoulée entre les suivis, cette données a été mise en évidence dans les rapports RST 2015 et 2017, la tendance se confirmant encore en 2021.

En revanche, la densité en bécotiers relevée en 2021 sur les stations de la ZPR, est supérieure à celle relevée en 2013 sur les mêmes stations. Ceci peut être directement lié à l'effet de la ZPR, notamment en raison de la présence du « gardien » sur le site, très assidu, limitant très fortement la prédation sur cette espèce.

La densité en invertébrés a toujours été supérieure sur la ZPR que sur la partie témoin, même lors du premier relevé de 2013.

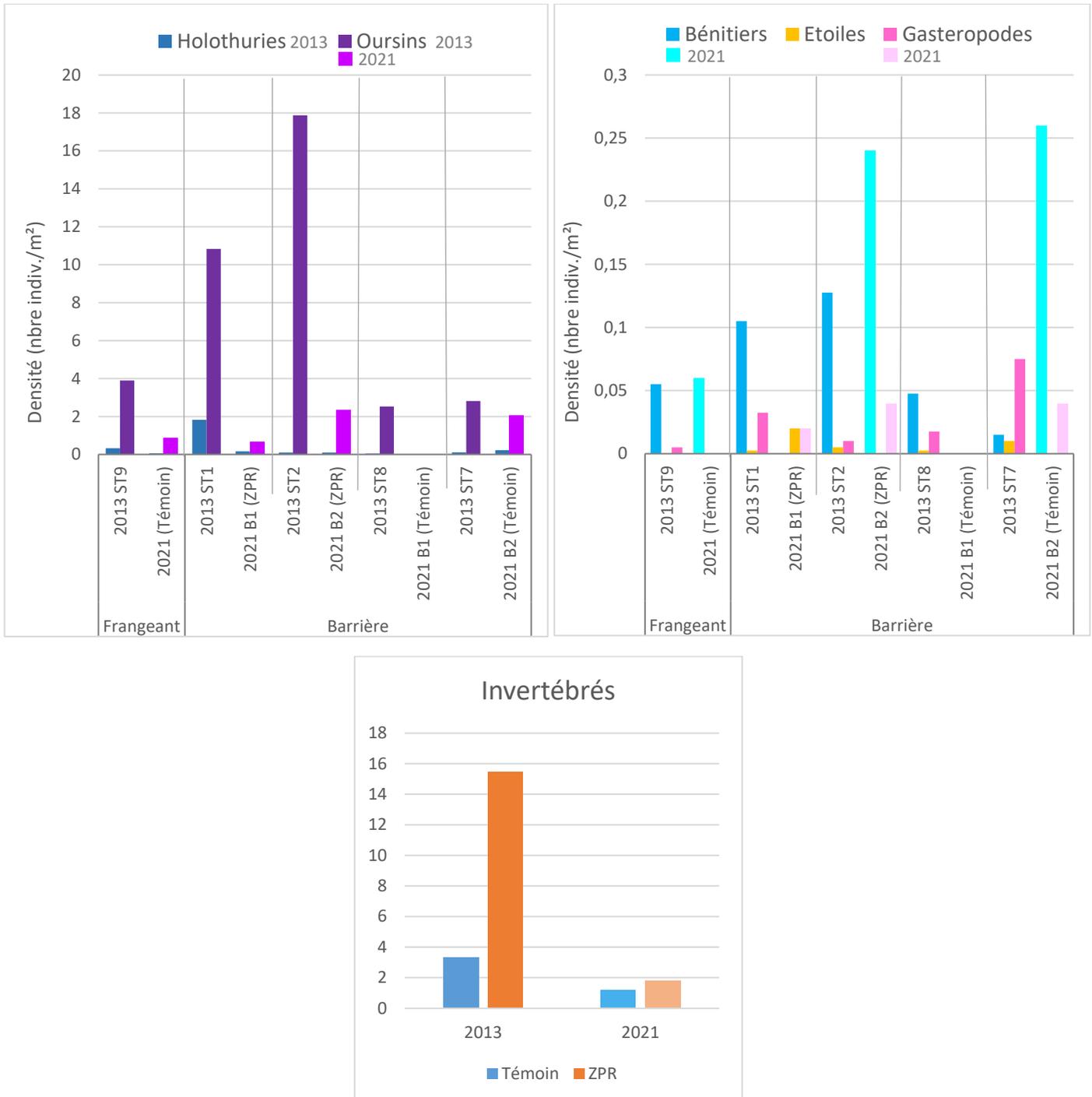


Figure 14 : Comparaison des résultats des comptages d'invertébrés entre 2013 et 2021 – ZPR Hotu Ora

Communautés ichthyologiques

En 2013, le nombre d'espèces de poissons recensées dans la zone témoin était supérieur à celui relevé dans la ZPR actuelle. En 2021, la tendance est totalement inversée, la diversité spécifique en poissons est supérieure dans la ZPR. Voir figure 15.

En 2013, la densité mesurée en poissons était inférieure sur les stations correspondant aujourd'hui à la ZPR comparé aux stations de la zone témoin. En 2021, la densité en poissons est supérieure sur toutes les stations ayant servi à la comparaison, exceptée la station témoin B1 (ST1) pour laquelle la densité est légèrement inférieure. La différence est plus marquée au niveau de la ZPR que de la zone témoin.

La biomasse n'a pas été calculée en 2013, les relevés n'ayant concerné que le nombre et les espèces de poissons présentes, sans estimation de la taille.

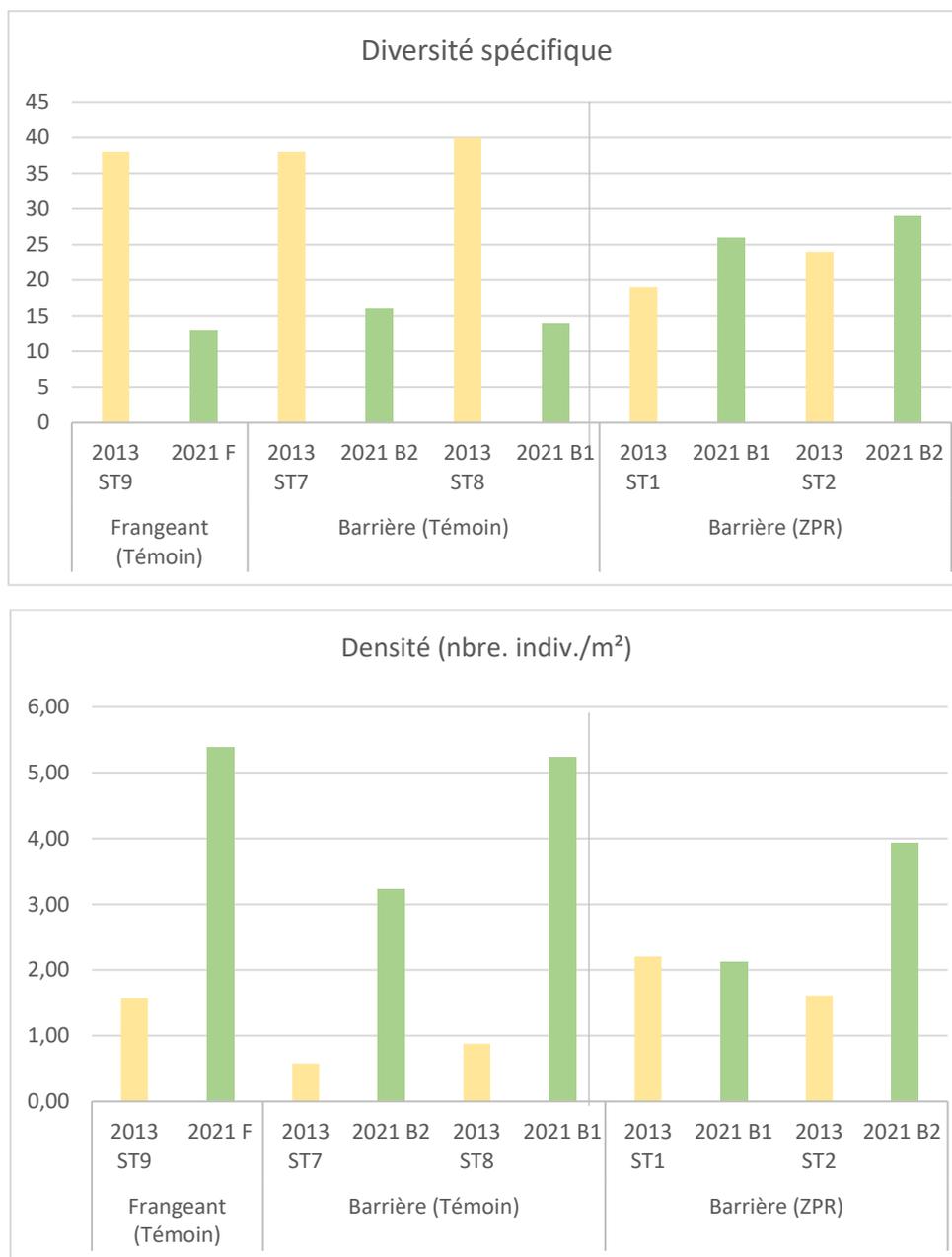


Figure 15 : Comparaison des résultats des comptages de poissons entre 2013 et 2021 – ZPR Hotu Ora

La comparaison plus fine concernant les familles cibles de poissons (Acanthuridae, Holocentridae, Labridae, Scaridae, Serranidae et Siganiidae) a été réalisée sur les stations sélectionnées (stations barrières de la zone témoin et de la zone protégée, ainsi que la station frangeant de la zone témoin). Les données ont été moyennées sur ces stations. Les familles concernées apparaissent bien plus présentes en 2021 qu'en 2013, exceptées les Siganiidae, quasiment absents des comptages. On notera également la faible présence des Labridae en zone témoin en 2021 comparé à 2013. Ceci peut être directement lié à la présence de la ZPR, dans laquelle les espèces sont protégées, servant de réservoir à la zone témoin contiguë, sur laquelle les espèces évoluent également.

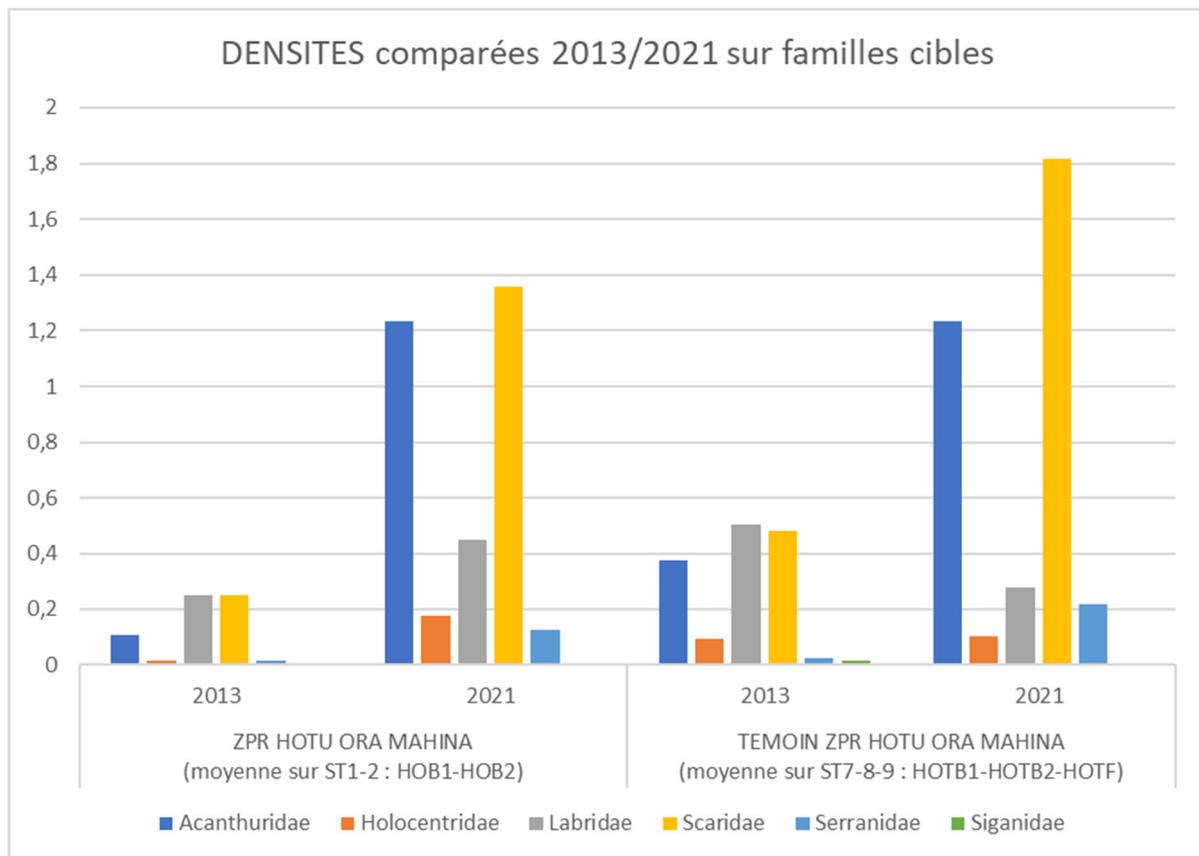


Figure 16 : Densités comparées sur les familles cibles de poissons entre 2013 et 2021 – ZPR Hotu Ora de Mahina

5. Résultats ZPR Tata'a – Punaauia

5.1. Généralités

La ZPR de Tata'a et sa zone témoin sont situées dans le lagon ouest de Tahiti, au sud de l'aéroport de Faa'a. La zone est fortement urbanisée.

Le site présente différentes unités géomorphologiques, décrites dans l'atlas des récifs coralliens de Polynésie française :

Le lagon profond (19/89 sur la figure suivante) borde le site, délimité à l'ouest par la terrasse peu profonde du platier récifal du récif barrière (102/106). Le littoral est bordé par un petit récif frangeant intact et bien construit au sud, des restes de récif frangeant sont également présents dans la partie nord. Un haut fond (pinacle corallien de lagon) se détache au centre au droit du motu artificiel (remblai). Le fond de la baie bordée par la plage du parc Vairai est couvert d'un herbier d'algues calcaires (du genre *Halimeda*) mélangé à des caulerpes.

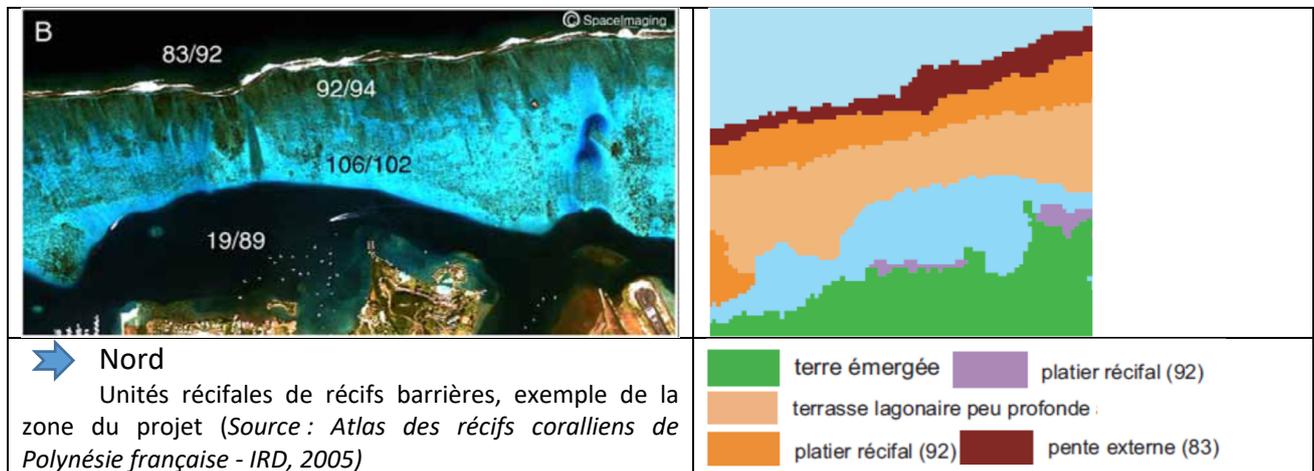


Figure 17 : Unités récifales de récif barrière (Atlas des récifs de PF – IRD 1999)

Les stations frangeantes présentent des récifs abîmés par les multiples constructions et remaniements des fonds. La station frangeante du site témoin est localisée à la pointe de l'hôtel Beachcomber (Intercontinental Tahiti), il ne reste qu'une portion congrue du récif frangeant initial. Le site est proche du chenal lagonaire, bénéficiant d'eaux bien renouvelées mais subissant une forte pression anthropique. Voir figure 18.

Dans la ZPR, la station frangeante est localisée sur la dernière portion de récif frangeant intact bordant la côte entre la marina Taina et le motu artificiel de l'ancien Sofitel. La zone attenante a été draguée et subit les rejets de la rivière Nymphéa dont l'embouchure est à 250m au nord. Cependant ce récif peu profond, qui bénéficie lui aussi de la proximité du chenal lagonaire, présente une vitalité exceptionnelle dans sa partie peu profonde. Le front récifal sur lequel les comptages ont été menés, montre de grands bancs de coraux branchus, en partie dégradés, et de larges colonies de *Porites rus* subissant une forte bio érosion.

Les stations localisées sur le récif barrière sont caractérisées par une profondeur moyenne de 2 à 4m, les colonies coralliennes et structures récifales reposant sur une dalle de *papa* plane.

Les stations de la pente externe, dans 10m de profondeur, sont situées au pied des sillons du récif barrière, elles présentent une légère pente avant la rupture plus marquée formant le premier tombant jusqu'à une vingtaine de mètres.



Figure 18 : Localisation des stations de la ZPR Tata'a de Punaauia et site témoin

Illustration des stations - zone ZPR TATA'A de Punaauia



Récif frangeant (gauche zone témoin, droite ZPR)



Récif Barrière (gauche et centre zone témoin, droite ZPR)



Pente externe (gauche zone témoin, droite ZPR)

Figure 19 : Illustration des stations de la ZPR Tata'a de Punaauia et site témoin

5.2. Recouvrement du substrat

Les zones situées sur le récif frangeant, qu'elles soient en zone témoin ou à l'intérieur de la ZPR présentent des recouvrements en corail vivant moyen à faible (9 et 19% respectivement pour la zone témoin et la ZPR). Les stations localisées sur le récif barrière présentent des recouvrements en corail vivant très différents entre les 2 sites (10 et 29% pour la zone témoin et la ZPR). Les stations de la pente externe présentent des couvertures en corail vivant homogènes entre les 2 sites, de 46 et 49% pour la zone témoin et la ZPR.

Les macro-algues sont fortement présentes dans le lagon, notamment sur les stations frangeantes et Barrière dans une moindre mesure.

Quelques coraux morts ont été observés sur les pentes externes, essentiellement dus à la forte houle de sud ouest qui a balayé les côtes de Tahiti mi août. De nombreux coraux cassés sont observés.

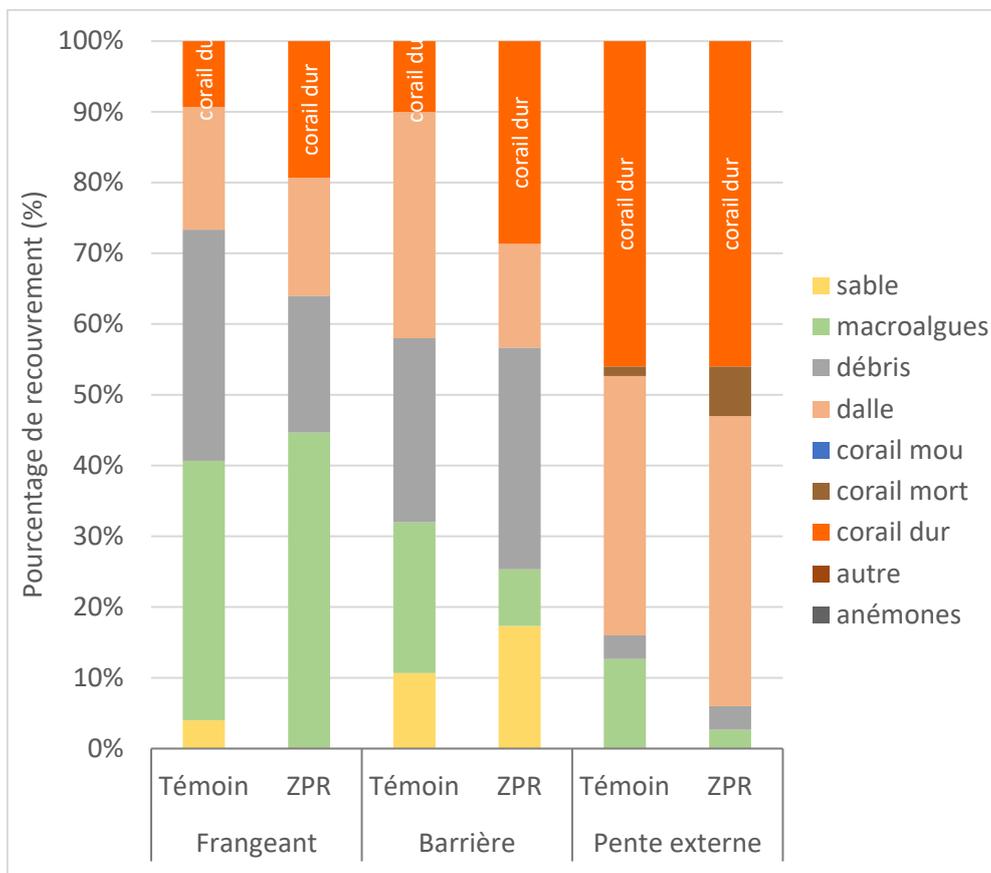


Figure 20 : Recouvrement du substrat – ZPR Tata'a et sa zone témoin – Punaauia

Sur le récif frangeant, le peuplement en corail vivant est dominé par les formes massives digitées (*Porites rus*) au niveau de la ZPR, formant de grosses colonies fortement bio-érodées et par les coraux branchus et encroûtants (*Pocillopora spp* et *Montipora spp*) sur la zone témoin. Voir figure 21. Sur cette dernière, les colonies sont de petite taille, alternant avec les macroalgues. Les formes massives dominent sur les stations barrière, sous forme de colonies de taille plutôt imposante, posées sur la dalle tandis que les formes branchus robustes de type *Pocillopora* sont dominantes en pente externe.

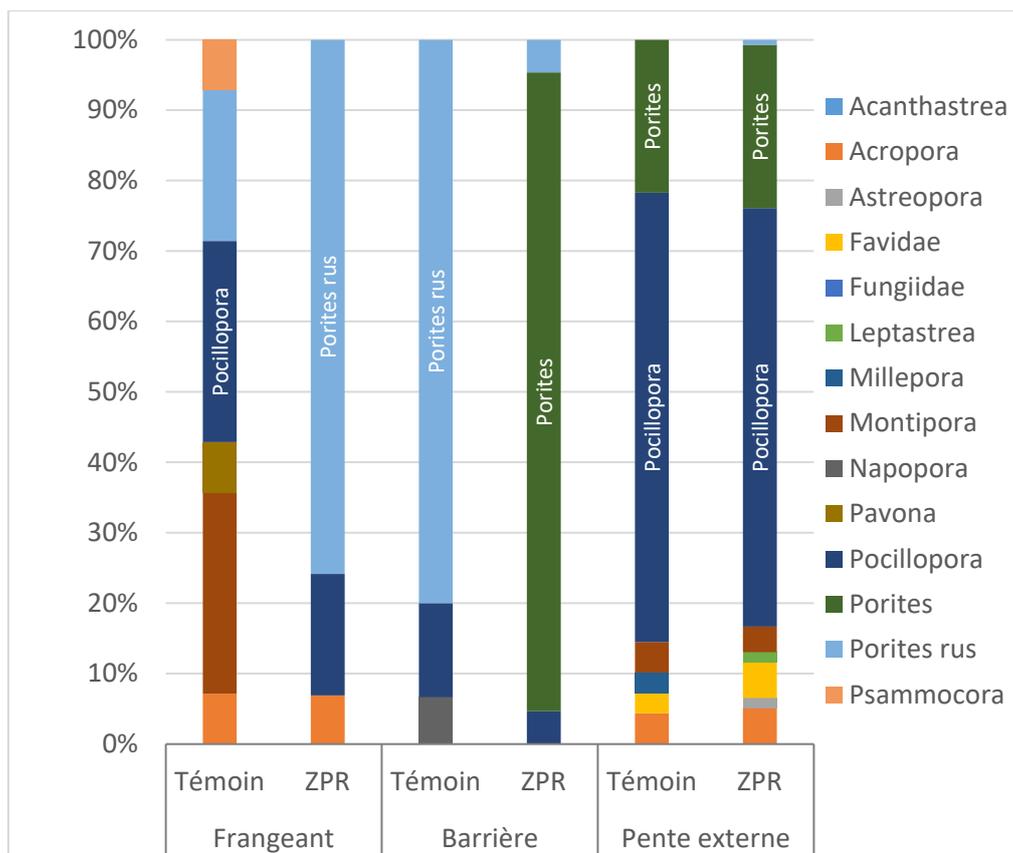


Figure 21 : Genres de coraux présents sur les stations – ZPR Tata’a et zone témoin – Punaauia

5.3. Peuplement ichtyologique

5.3.1. Diversité spécifique

		ZPR TATA'A	TEMOIN
Nombre d'espèces		52	57
Habitat	Frangeant	25	30
	Barrière	17	17
	Pente externe	37	32
Nombre de familles		12	13
Habitat	Frangeant	8	13
	Barrière	7	6
	Pente externe	12	10

Sur l'ensemble de la ZPR Tata'a de Punaauia, 52 espèces appartenant à 12 familles ont été répertoriées au cours des comptages, contre 57 espèces pour 13 familles au niveau de la zone témoin. La zone témoin présente une diversité légèrement supérieure au niveau du récif frangeant (30 espèces contre 25 en ZPR) alors que les stations barrières montrent la même diversité spécifique. Au niveau de la pente externe, la tendance est inversée, avec 37 espèces dénombrées lors des comptages en ZPR contre 32 espèces en zone témoin.

5.3.2. Densité et biomasse

	ZPR TATA'A	TEMOIN
Densité moyenne (nbre indiv./m²)	9.31 (+/- 1.62)	8.90 (-/+ 2.47)
Biomasse moyenne (g/m²)	773.15 (+/- 81.65)	924,96 (+/- 187.99)

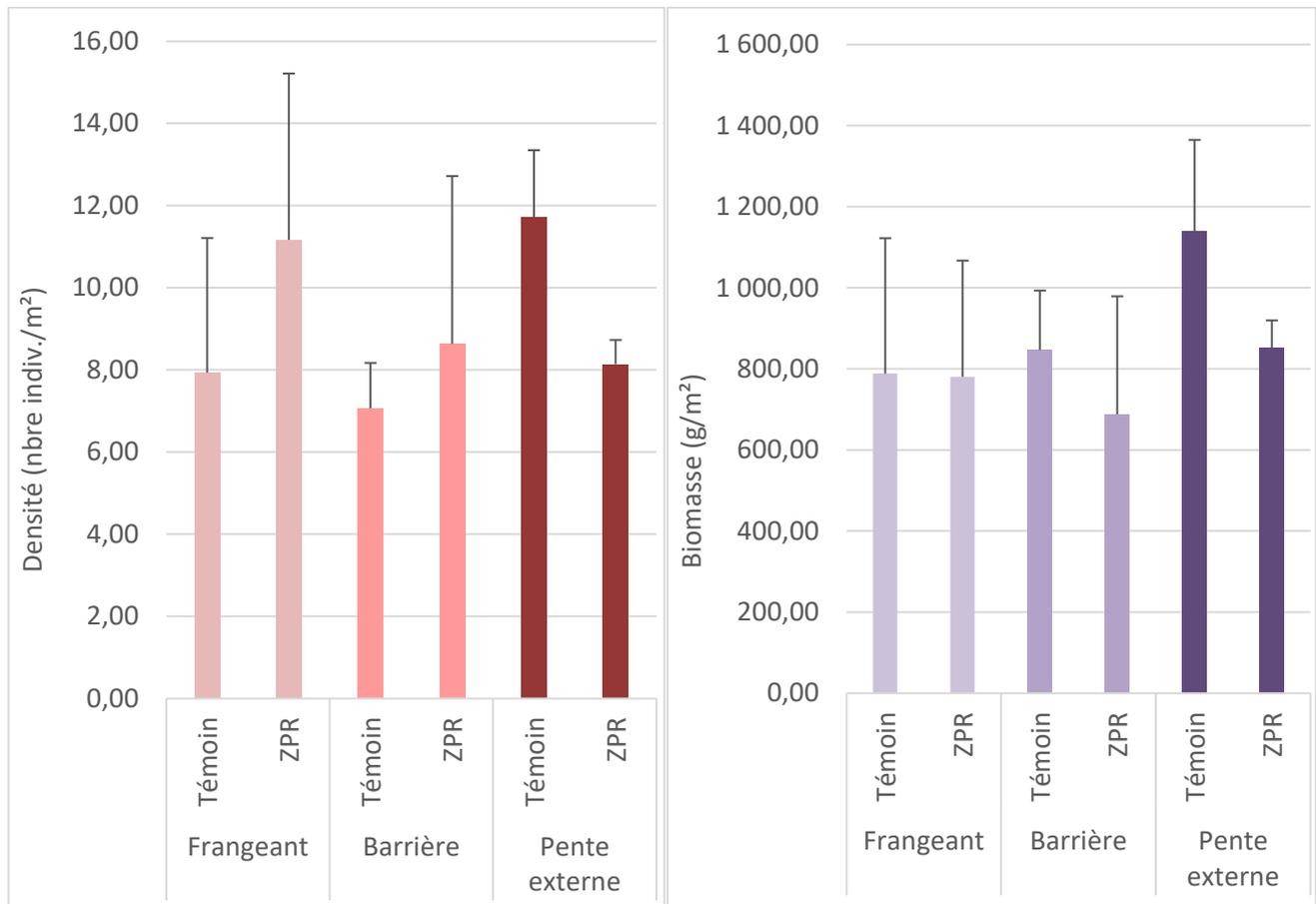


Figure 22 : Densité et Biomasse – ZPR Tata'a et zone témoin

Les densités globales sont proches entre la ZPR et sa zone témoin. Cependant, les densités en poissons sont plus importantes sur la ZPR que sur la zone témoin pour les stations du récif frangeant et du récif barrière. En revanche la tendance inverse est observée en pente externe.

La zone témoin présente une biomasse globalement plus importante que la zone témoin. Les biomasses calculées sont quasiment similaires pour les stations frangeantes, puis plus faibles en ZPR qu'en zone témoin pour les stations barrière et pente externe.

La variabilité dans les comptages entre les transects est toujours importante, résultant en des écarts type importants, plus spécifiquement sur les stations frangeantes.

Le peuplement est largement dominé en densité par les Scaridae (poissons perroquets 36%) et les Acanthuridae (poissons chirurgiens 35%) en ZPR, les autres familles représentant chacune moins de 6% du peuplement. Voir figure 23.

En zone témoin, le peuplement est dominé en densité par les Acanthuridae (37%), les Scaridae (24%) et les Balistidae (15%), avec une part assez importante de Chaetodontidae (poissons papillons 8%).

La répartition en biomasse est très similaire sur les 2 zones. A noter la part plus importante des Lethrinidae (becs de cane) sur la zone témoin (densité faible mais biomasse plus importante indiquant la présence de gros individus).

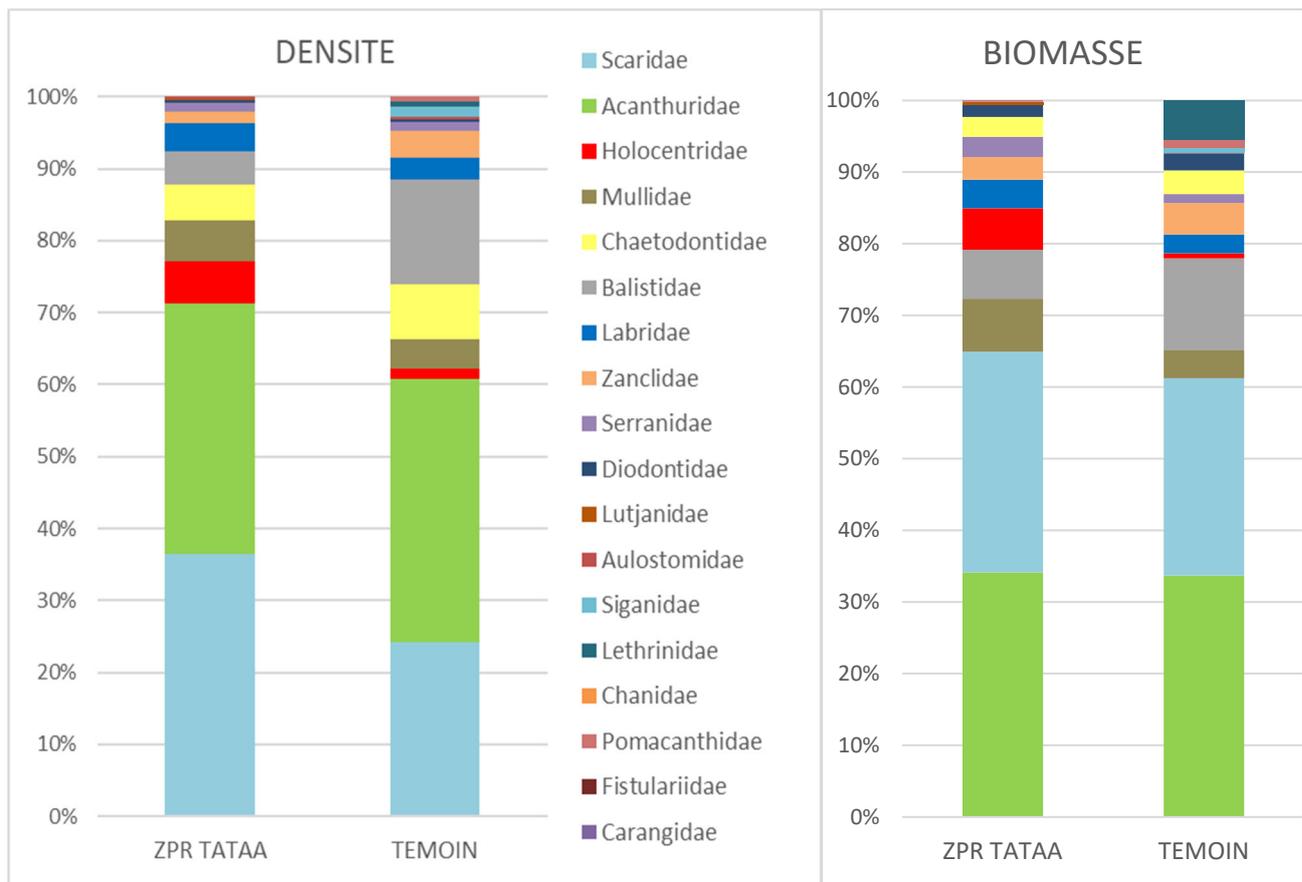


Figure 23 : Répartition du peuplement ichthyologique en densité et en biomasse sur la ZPR Tata'a du Punaauia et sa zone témoin

5.3.3. Détail familles cibles

Un zoom des données sur certaines familles a été réalisé. Voir figure 24. Cela concerne les familles d'intérêt commercial forts (Acanthuridae – poissons chirurgiens, Holocentridae – rougets, Labridae – labres, Scaridae – poissons perroquets, Serranidae – loches et mérous et Siganidae – poissons lapins).

Sur l'ensemble de la zone (ZPR et témoin), ce sont les familles des Acanthuridae et des Scaridae qui dominent, tant en densité qu'en biomasse. Globalement les familles cibles sont plus présentes, en densité, sur la ZPR que sur la zone témoin, mais les biomasses sont légèrement inférieures sur la ZPR.

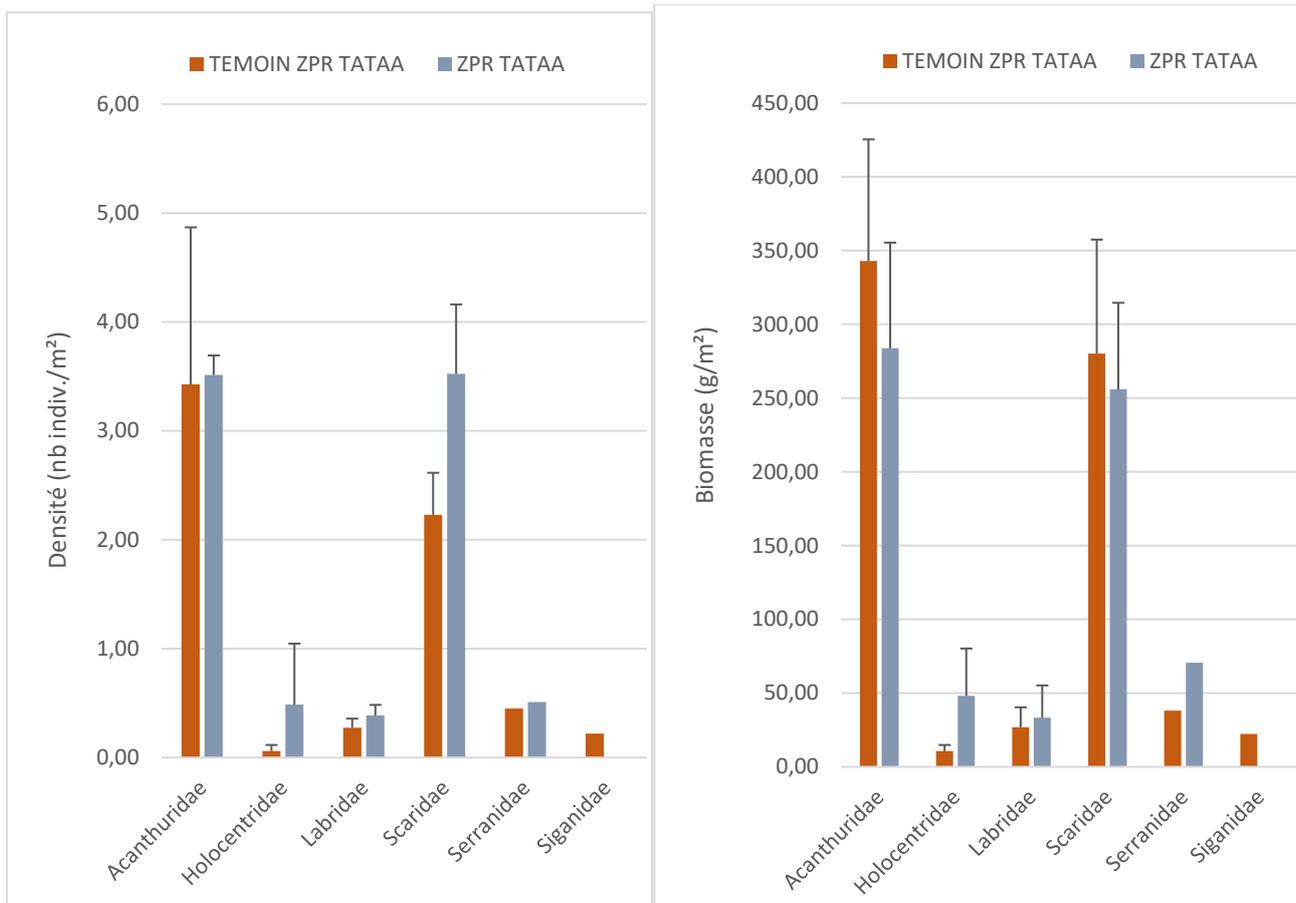


Figure 24 : Densité et Biomasse – familles cibles – ZPR Tata’a et zone témoin

NB : sur certains histogrammes la barre d'écart type n'apparaît en raison de l'absence de comptage de cette famille sur l'un au moins des transects, rendant le calcul d'ET impossible.



Juveniles de poissons perroquets dans les Turbinaria

5.3.1. Autres observations

Des requins pointes noires (*Carcharhinus melanopterus*) fréquentent la zone et ont été dénombrés dans la zone témoin, station Barrière.

5.4. Invertébrés benthiques

5.4.1. Invertébrés

Les invertébrés dénombrés au cours des relevés sont dominés par les oursins, très présents sur les stations frangeantes et barrière. Les individus appartiennent essentiellement au genre *Echinometra* dominant (oursins roses) avec présence de quelques petits *Echinostrephus* (oursins foreurs) et de rares *Diadema* (oursins diadème, les plus consommés) ainsi que quelques *Echinotrix* (oursins rayés).

Les bénitiers représentent 10% de la densité d'invertébrés recensés sur la zone témoin et 5% sur la ZPR.

1 seul gastéropode, troca a été observé, station barrière de la ZPR et 1 holothurie sur la station frangeante de la zone témoin.

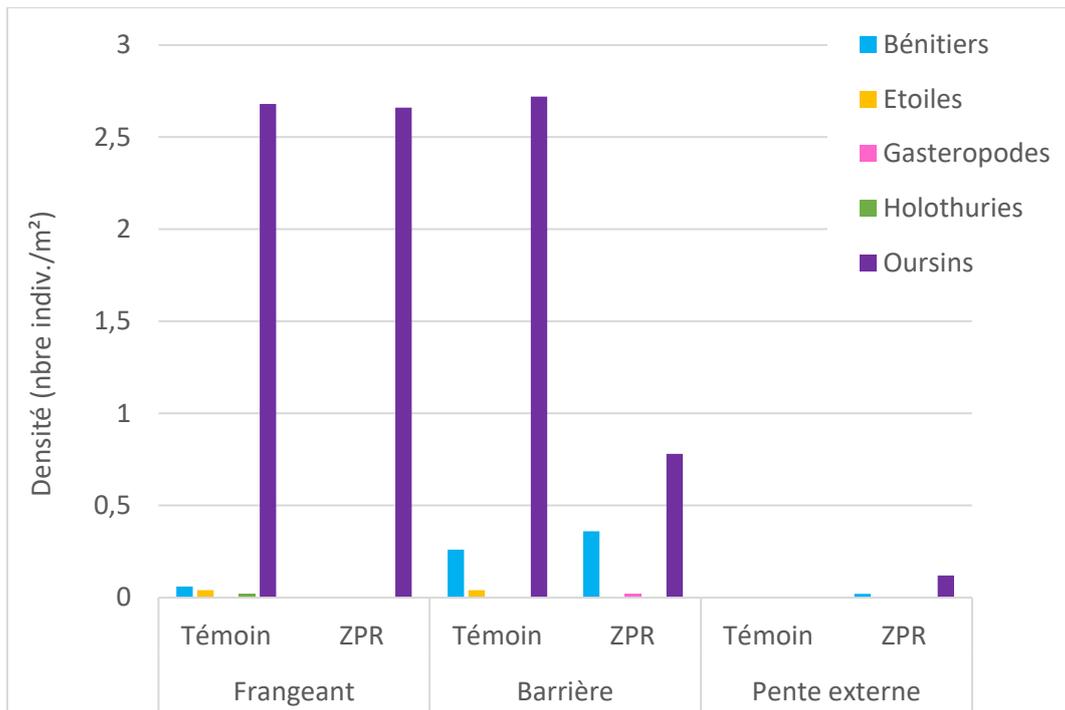


Figure 25 : Densité en macro invertébrés – ZPR Tata'a et zone témoin



5.4.2. Bénéitiers

La plupart des bënëitiers sont dénombrés sur les stations barrière. Le nombre total d'individus comptés sur les transects est supérieur dans la ZPR (18) par rapport à la zone témoin (13).

La taille moyenne des individus est de 5.4cm +/-2.4cm en ZPR et de 6.5cm +/-3.8cm en zone témoin., Les différentes classes de taille sont mieux représentées en ZPR. La classe de taille la mieux représentée est la classe 4-6cm mais on trouve des individus de taille supérieure. Dans la zone témoin, c'est la classe de taille 6-8cm la mieux représentée, avec des individus isolés appartenant aux autres classes de taille.

Aucun individu observé ne dépassait la taille réglementaire : le plus gros mesure 12.5cm, le plus petit moins de 1cm, seul individu observé sur la pente externe.

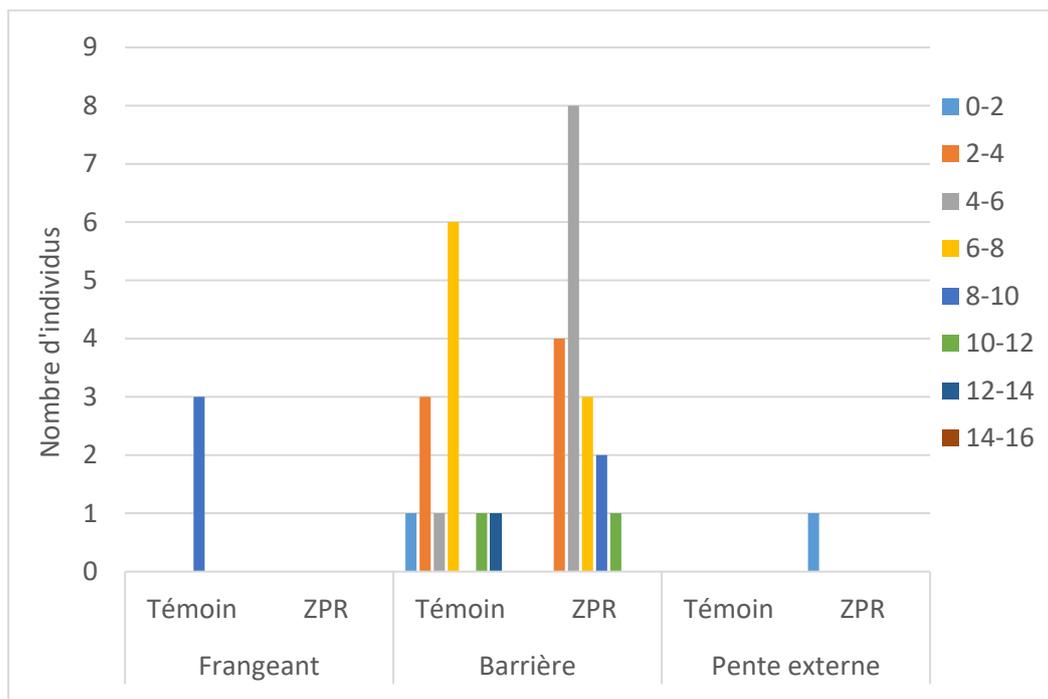
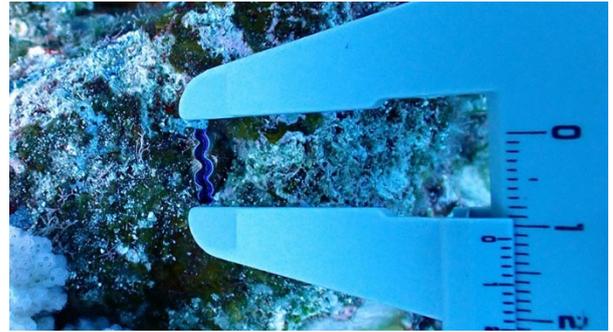


Figure 26 : Répartition par classe de taille des bënëitiers dénombrés sur les transects – ZPR Tata'a et zone témoin

5.5. Analyse des résultats – ZPR Tata'a

5.5.1. Comparaison par habitat

Pour rappel, les stations frangeantes et barrières présentent un taux de couverture en corail vivant supérieur sur la ZPR que sur la zone témoin. Le récif frangeant de la ZPR présente une belle vitalité avec de nombreux coraux en très bon état de santé dans la zone peu profonde jouxtant celle des comptages. Inversement le site témoin est fortement envahi par les macro-algues (*Sargassum* et *Turbinaria*, en mélange avec des *Dictyota* et

Padina). Les résultats des comptages du peuplement ichtyologique montrent logiquement le même type de différences : une densité en poisson supérieure qui peut correspondre à une qualité supérieure du récif (disponibilité en habitat, nourriture...). Cependant, le récif frangeant de la ZPR est situé devant une zone d'habitat non autorisée (squat) et est très fréquenté par les pêcheurs résidents qui y puisent pour leur consommation. La situation devant l'hôtel Intercontinental de la zone témoin lui offre une protection contre les prélèvements de pêcheurs.

La présence de juvéniles en nombre est à noter (*Scaridae* essentiellement) sur les sites frangeants et barrière, bien plus nombreux en ZPR qu'en zone témoin.

Les stations barrières présentent la même répartition (densité supérieure en ZPR mais biomasse inférieure).

5.5.2. Comparaison avec les études précédentes

Les ZPR de Punaauia ont fait l'objet d'un suivi en 2016. Pour la ZPR Tata'a, trois transects de 50m de long ont été positionnés dans la partie centrale de la ZPR, au niveau de l'habitat barrière (figure 27). Des comptages de poissons et d'invertébrés selon la méthode du transect couloir y ont été menées, mais sans évaluation de la nature du substrat. De plus, aucun site témoin en dehors de la ZPR n'a été évalué. La comparaison est donc réalisée entre :

- La moyenne des deux stations de 2016 ;
- La station barrière (zone sud) de 2011 ;
- Les comparaisons concernent les bécards et le peuplement ichtyologique (diversité spécifique, densité et biomasse).

La densité en bécards relevée en 2021 est plus faible que celle relevée en 2016 pour cette station, indiquant peut-être une prédation active sur la zone. Les oursins ne sont pas pris en compte car seuls les *Diadema* et les *Tripneustes* avaient été recherchés en 2016.

La diversité spécifique en poissons est inférieure en 2021 mais la densité et la biomasse en poissons sont bien supérieures en 2021 (7.01 individus/m² au lieu de 0.32 pour la densité, 664g/m² au lieu de 41g/m² pour la biomasse). À noter que pour la comparaison, seules les espèces similaires ont été prises en compte. En effet, en 2016, les Chaetodontidae n'avaient pas été dénombrés, comme une partie des Labridae (le genre *Thalassoma* par exemple) ou les Balistidae. Ces espèces ont donc été retirées des comptages 2021 pour calculer la densité.

Voir figure 28.

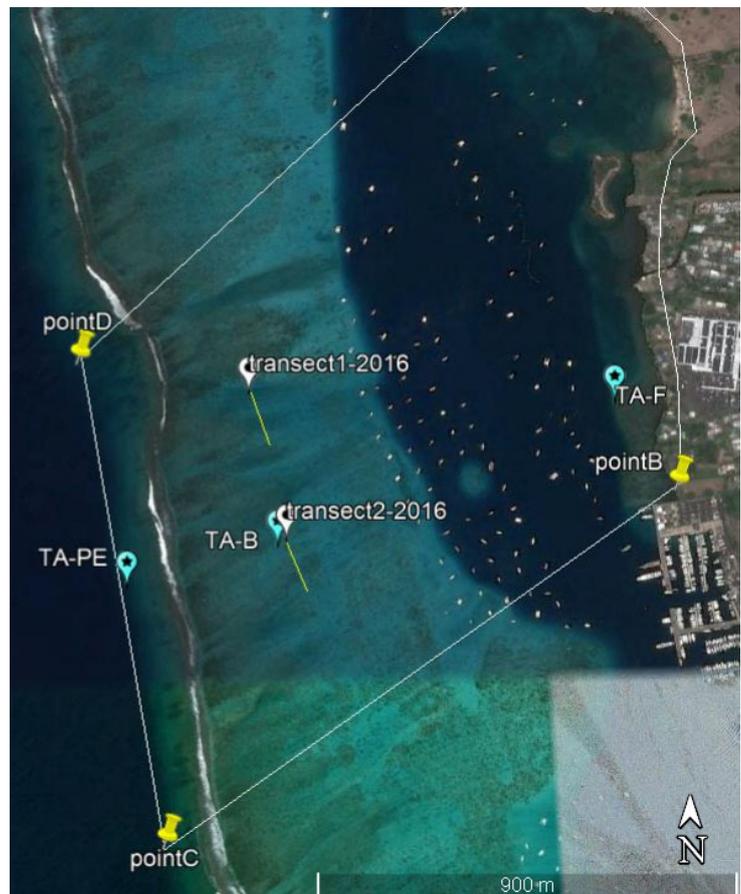


Figure 27 : Localisation des stations de suivi 2016 et 2021 – ZPR Tata'a

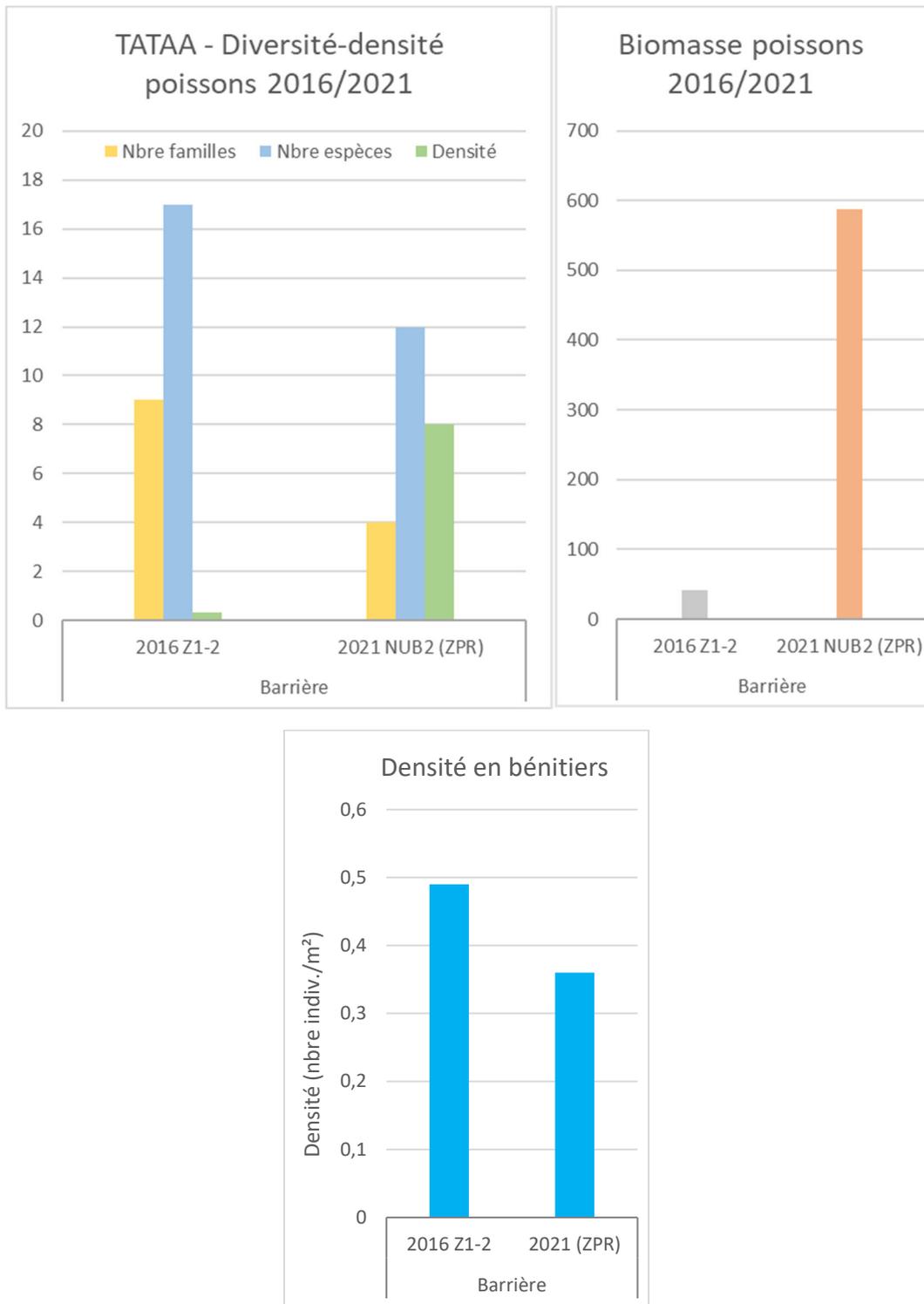


Figure 28 : Comparaison des résultats des comptages invertébrés et poissons entre 2016 et 2021 – ZPR Tata'a

6. Résultats ZPR Nuuroa – Punaauia

6.1. Généralités

La ZPR de Nuuroa se situe sur la côte ouest de Tahiti, elle est séparée en 2 entités distinctes :

Le récif côtier de Taipari bordant la baie de Punaauia au nord et la pointe Nuuroa (pointe des pêcheurs) délimitant le récif Uaihu au sud. La baie de Punaauia ne présente pas de récif frangeant et reçoit les eaux de la rivière Punaruu.

Le récif Taipari présente une configuration peu profonde, le récif barrière vient toucher la côte, la pente externe présente un relief chaotique avec de profonds éperons et sillons. L'embouchure de la rivière Vaitahuri forme un cône sablo-vaseux du côté sud est, s'étendant jusqu'au milieu du récif, responsable d'une forte sédimentation dans la zone. Cependant, le récif présente une belle vitalité dans sa partie centrale et la proximité de la passe Taipari, cumulée aux vagues du récif barrière qui remplissent ce petit lagon, permet un bon renouvellement des eaux. Le site est caractérisé par un champ d'anémones dans sa partie centrale, plus ou moins important selon les saisons.

En partie sud, le récif barrière côtier présente une pente externe abrupte puis un platier récifal en terrasse (station barrière) et un récif frangeant associé. Pas de chenal lagonaire marqué mais une zone légèrement plus profonde en partie centrale. La vitalité du site est bien moindre qu'en zone nord, avec un développement important de macro-algues dans la zone côtière. La zone témoin située plus au sud, présente une configuration similaire mais avec présence de gros massifs coralliens de *Porites rus* près du bord.

Voir figure 30 page suivante.

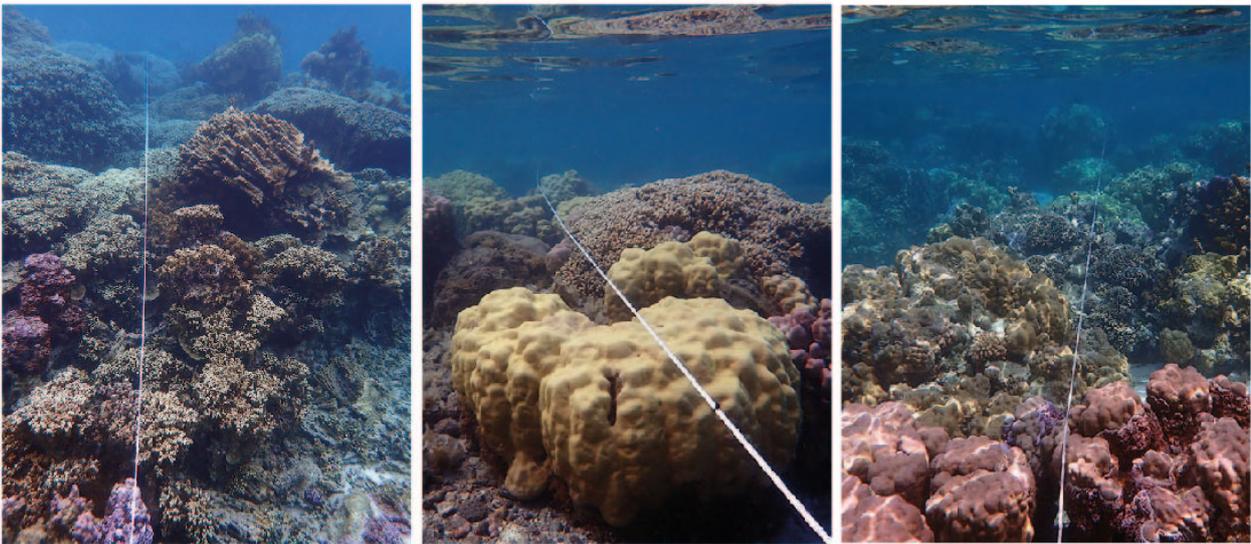


Figure 29 : Localisation des stations de comptage de la ZPR NUUROA et de sa zone témoin – Punaauia

Illustration des stations - zone ZPR NUUROA de Punaauia



Récif frangeant (gauche zone témoin, droite ZPR)



Récif Barrière (gauche zone témoin, centre ZPR1 nord, droite ZPR2 sud)



Pente externe (gauche zone témoin, droite ZPR)

Figure 30 : Illustration des stations – ZPR Nuuroa et zone témoin - Punaauia

6.2. Recouvrement du substrat

Le récif frangeant de la ZPR présente un envahissement par les macro-algues (*Sargassum*, *Turbinaria* essentiellement) et un faible taux de couverture en corail vivant (15%) alors que la zone témoin montre 28% de recouvrement en corail vivant et beaucoup moins de macro-algues.

Au niveau du récif barrière, là encore la zone témoin présente un recouvrement en corail vivant plus important que les stations ZPR avec 63% contre 35 et 47% pour les sites nord et sud. La présence de débris coralliens est importante au niveau de la station barrière sud alors qu'ils sont quasiment absents des autres stations.

Les pentes externes présentent une couverture en corail vivant de près de 30% pour la zone témoin, atteignant 38 et 45% pour les stations ZPR sud et nord. A noter la proportion de 7% de coraux morts sur les pentes externes de la zone sud (témoin et ZPR). Les colonies sont de petite taille, souvent abîmées et l'impact de la grande houle de sud-ouest qui a touché les côtes de Tahiti mi-août est bien visible. De nombreuses colonies coralliennes sont brisées.

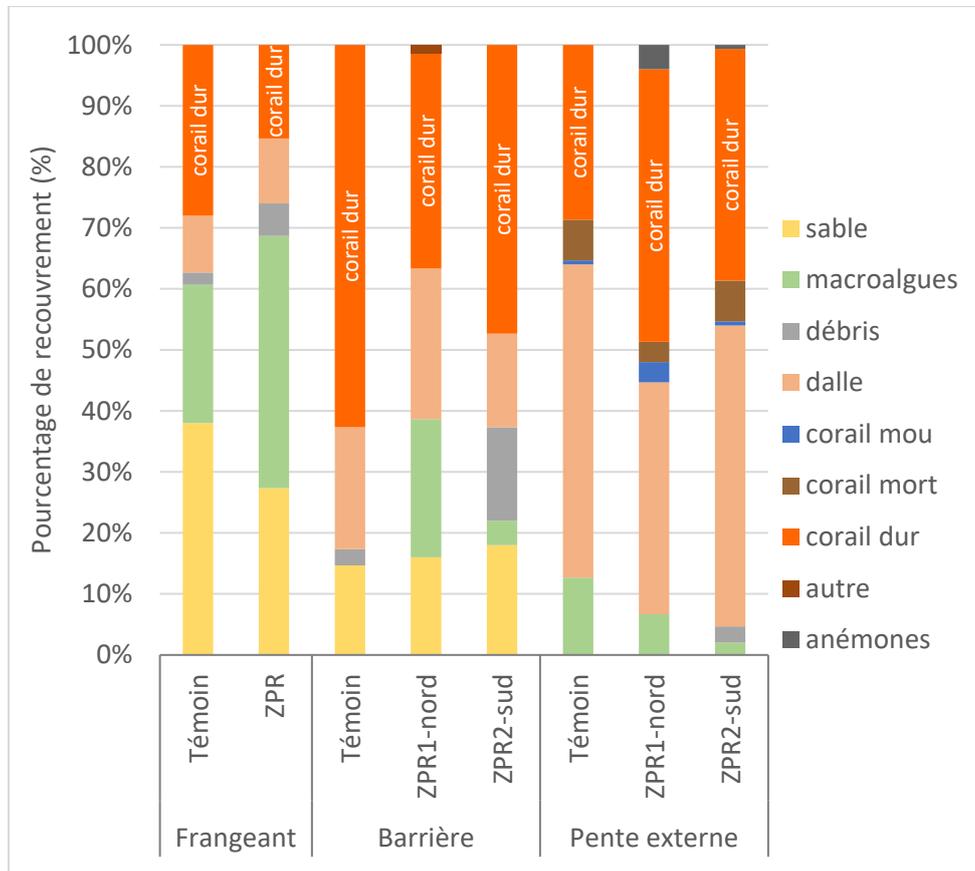


Figure 31 : Recouvrement du substrat – ZPR NUUROA et zone témoin – Punaauia

Parmi les coraux vivants, les genres dominants sont les *Porites rus* de formes massives et digitées au niveau des stations frangeantes et barrière (zone témoin), remplacées par les formes massives de *Porites spp* sur les sites barrière. Voir figure 32. La pente externe est dominée par les *Porites* massifs en zone témoin mais avec présence importante de *Pocillopora branchus*, de colonies d'*Astreopora* formant des débuts de roses de corail et des Favidae. A noter la présence de corail mou *Sinularia* également. La pente externe sud est entièrement dominée par les formes branchues de *Pocillopora* qui représentent plus de 80% du peuplement en corail

vivant. La pente externe nord, plus soumise à l'agitation, est dominée par les formes encroûtantes de *Montipora*, avec présence de Favidae.

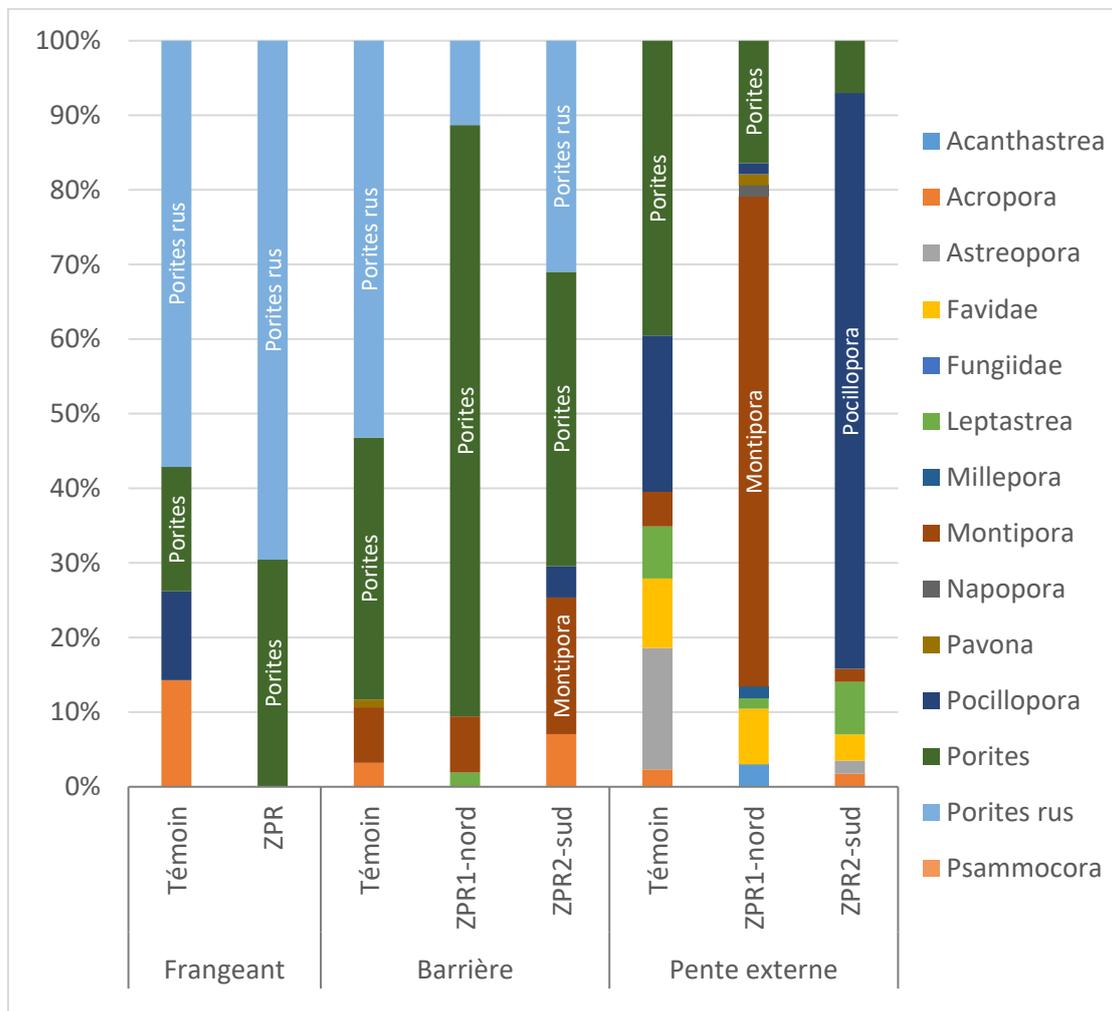


Figure 32 : Répartition des genres de coraux présents – ZPR NUUORA et zone témoin – Punaauia



Pocillopora brisé



corail mou Sinularia



Astreopora en début de rose

6.3. Peuplement ichtyologique

6.3.1. Diversité spécifique

		ZPR NUUROA	TEMOIN
Nombre d'espèces		49	42
Habitat	Frangeant	25	16
	Barrière	23	23
	Pente externe	39	28
Nombre de familles		13	10
Habitat	Frangeant	9	7
	Barrière	10	10
	Pente externe	11	7

Sur l'ensemble de la ZPR Nuuroa de Punaauia, 49 espèces appartenant à treize familles ont été répertoriées au cours des comptages, contre 42 espèces pour 10 familles au niveau de la zone témoin. A noter toutefois que la ZPR comporte plus de stations de comptage que la zone témoin.

6.3.2. Densité et biomasse

	ZPR NUUROA	TEMOIN
Densité moyenne (nbre indiv./m²)	6.28 (+/- 3.13)	6.76 (+/- 2.95)
Biomasse moyenne (g/m²)	468.78 (+/- 248.01)	562.44 (+/- 473.53)

Les plus fortes densités de poissons sont observées sur la pente externe, avec une différence marquée entre la zone nord et la zone sud. Voir figure 33.

Sur l'ensemble de la zone, il n'y a pas de différence significative de densité entre la ZPR et la zone témoin. A l'échelle des habitats, les densités calculées en ZPR sont plus importantes que celles calculées en zone témoin, pour le frangeant et la zone barrière côté sud.

La même tendance est observée au niveau des biomasses, avec des différences très marquées entre les sites et les transects, responsable parfois de grands écarts type. Ainsi par exemple la biomasse mesurée sur la pente externe de la zone témoin est due à la présence d'un grand banc de poissons perroquets adultes dénombrés sur un seul des transects.

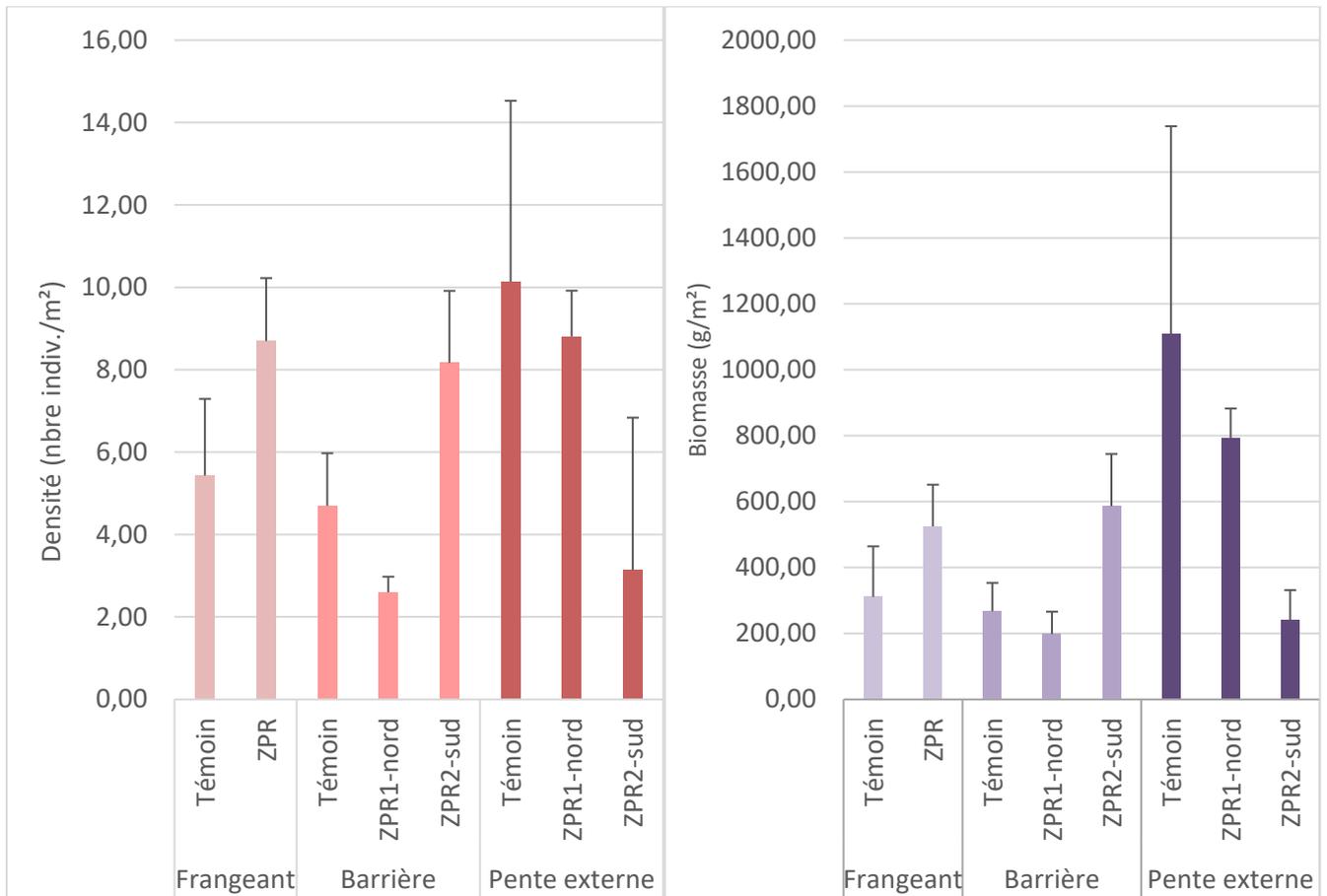


Figure 33 : Densité et Biomasse – ZPR de Nuuroa et zone témoin – Punaauia

Le peuplement est dominé en densité par les Acanthuridae et les Scaridae, représentant respectivement 40 et 22% du peuplement en ZPR, 25 et 44% en zone témoin. Voir figure 34.

Chaetodontidae, Balistidae, Mullidae et Labridae représentent chacun entre 4 et 9% du peuplement sur chacune des zones. A noter la faible représentation des Serranidae et des Lethrinidae, comme des Siganidae quasiment absent des sites.

La répartition en biomasse est quasiment la même, exceptée pour la famille des Lethrinidae (bec de cane) qui représentent une biomasse plus importante en ZPR (1% de la densité et 6% de la biomasse). Les Scaridae représentent près de la moitié de la biomasse en zone témoin (pour rappel, présence d'un grand banc de Scaridae adultes sur l'un des transects de la zone témoin).



Perroquets (juvéniles et immatures) sur la station frangeant de la ZPR

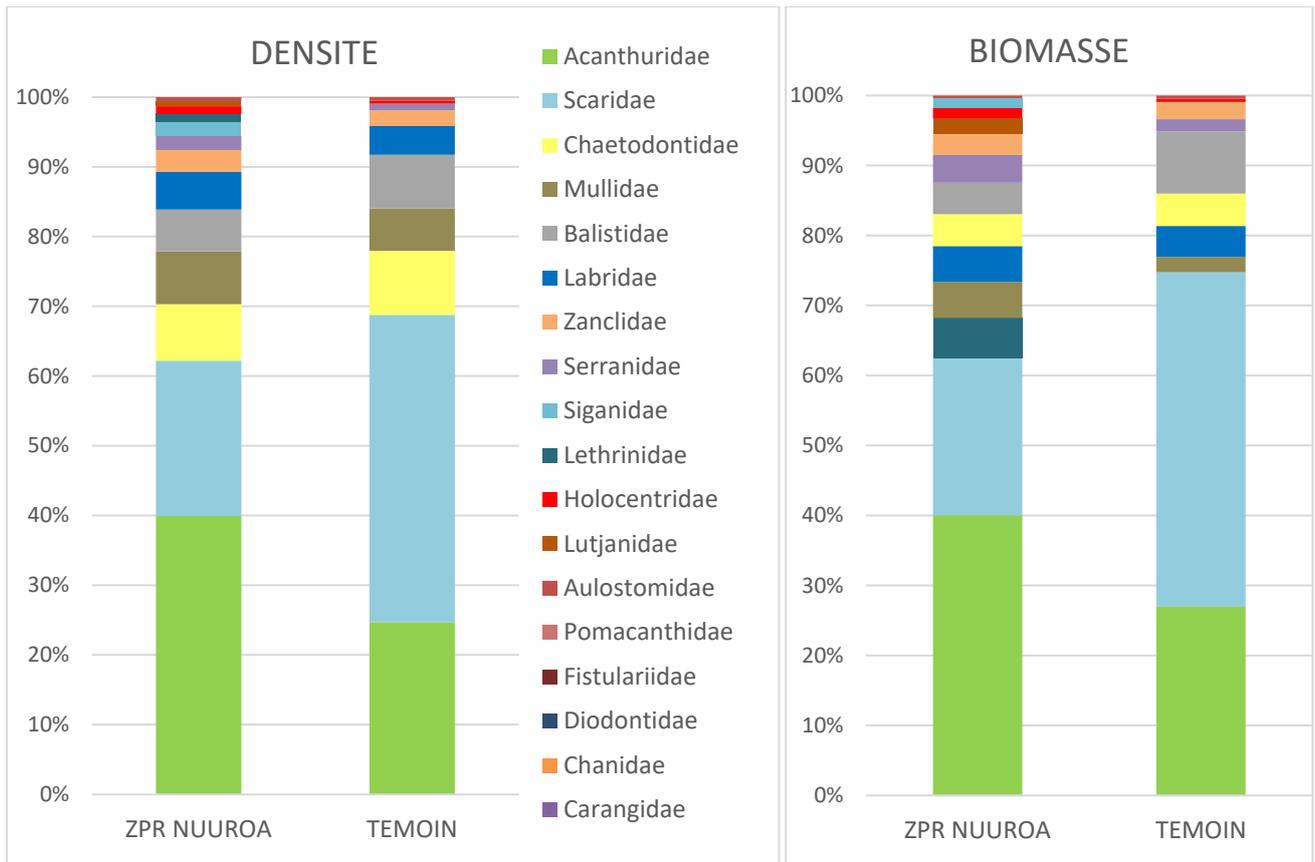


Figure 34 : Répartition du peuplement ichthyologique de la ZPR NUUROA et sa zone témoin, en densité et en biomasse – Punaauia

6.3.3. Détail familles cibles

Un zoom des données sur certaines familles a été réalisé. Voir figure 35. Cela concerne les familles d'intérêt commercial forts (Acanthuridae – poissons chirurgiens, Holocentridae – rougets, Labridae – labres, Scaridae – poissons perroquets, Serranidae – loches et mérous et Siganidae – poissons lapins).

Sur l'ensemble de la zone (ZPR et témoin), ce sont les familles des Acanthuridae et des Scaridae qui dominent, tant en densité qu'en biomasse. Globalement les familles cibles sont plus présentes, en densité et en biomasse, sur la ZPR que sur la zone témoin, excepté pour les Scaridae (présence d'un banc de grands individus sur un transect de la zone témoin).

Les juvéniles de poissons (essentiellement Scaridae) ont été observés en plus grand nombre sur les stations frangeant et barrière de la ZPR.

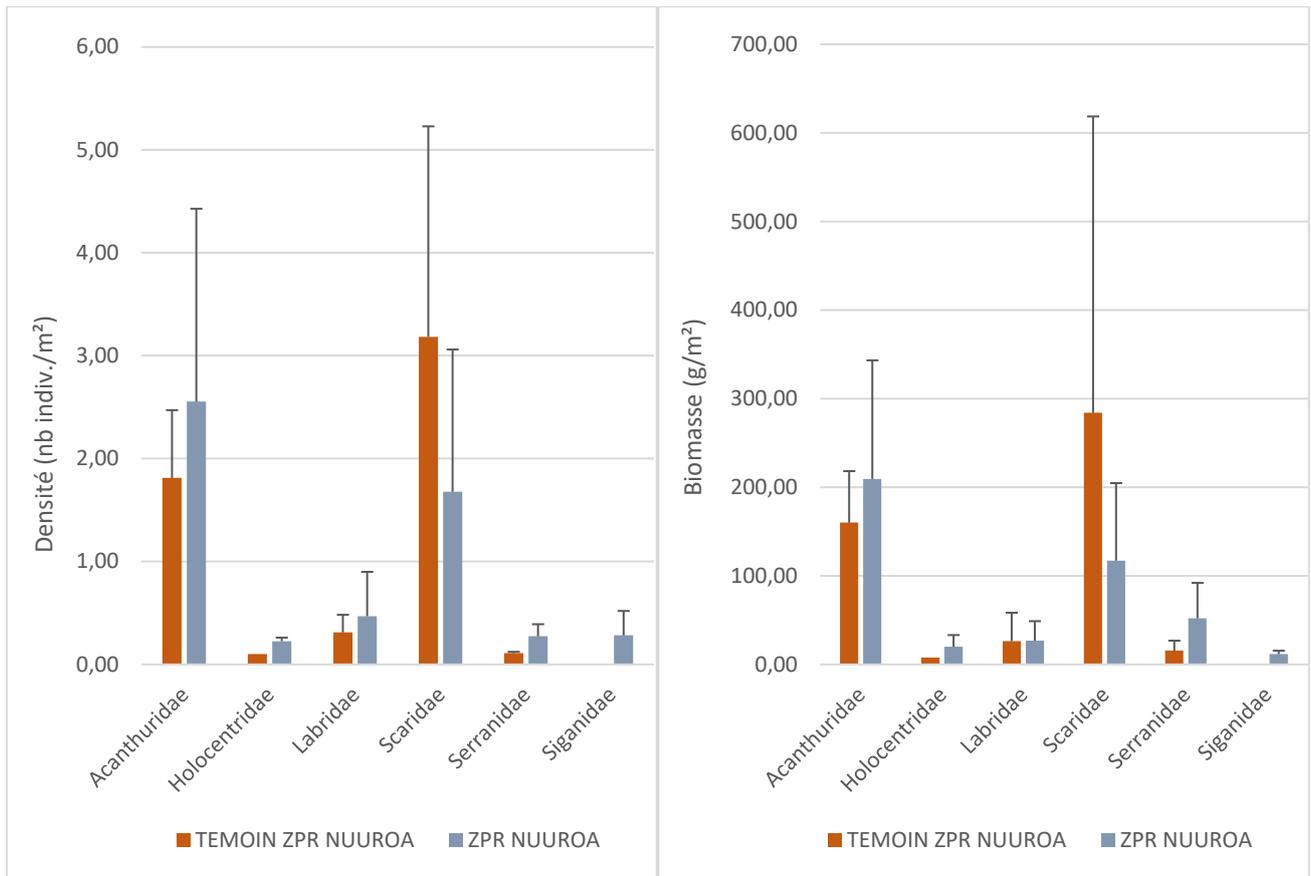


Figure 35 : Densité et Biomasse – familles cibles – ZPR Nuuroa et zone témoin

6.4. Invertébrés benthiques

6.4.1. Invertébrés

Les invertébrés dénombrés au cours des relevés sont dominés par les oursins, très présents sur les stations de la pente externe. Les individus appartiennent essentiellement au genre *Echinostrephus* (petits oursins foreurs). Sur les stations barrière, c'est le genre *Echinometra* (oursins roses) qui domine. Seules ces 2 espèces ont été dénombrées chez les oursins. Voir figure 36.

Des bédouilles ont été recensés sur les stations barrière essentiellement, en ZPR comme en zone témoin. Ils représentent 16% et 9% des observations d'invertébrés respectivement en ZPR et en zone témoin.

Un seul gastéropode un burgau, a été observé, station barrière de la zone témoin et quelques holothuries (2 espèces) sur les stations frangeant et barrière de la ZPR, barrière de la zone témoin.

Oursin Echinostrephus acidulatus et gastéropode Turbo marmaratus

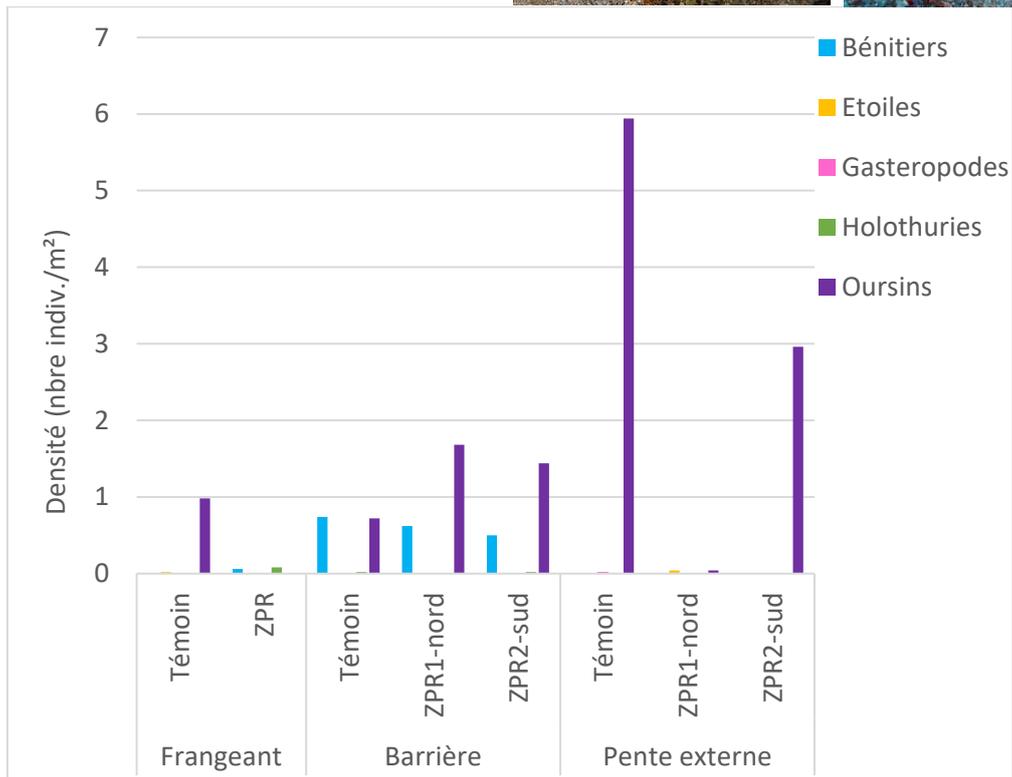


Figure 36 : Densité en macro invertébrés – ZPR Nuuroa et zone témoin

6.4.2. Bénitiers

La plupart des bénitiers sont dénombrés sur les stations barrière. Voir figure 37.

La taille moyenne des individus est de 5.07cm (+/-1.8cm) sur les 2 stations barrière de la ZPR et de 6.7cm (+/-2.1cm) pour celle de la zone témoin. Les différentes classes de taille sont bien représentées sur les sites, bien que la taille maximale ne dépasse pas 12cm. La classe de taille la mieux représentée est la classe 4-6cm en zone témoin, les classes 2-4cm et 4-6cm en ZPR, démontrant un recrutement actif.

La classe 6-8cm est également bien représentée sur tous les sites et on observe un certain nombre d'individus appartenant à la classe 8-10cm sur la zone témoin.

Petit bémotier dans un Sinularia et mesure de la taille des bémotiers sur un transect

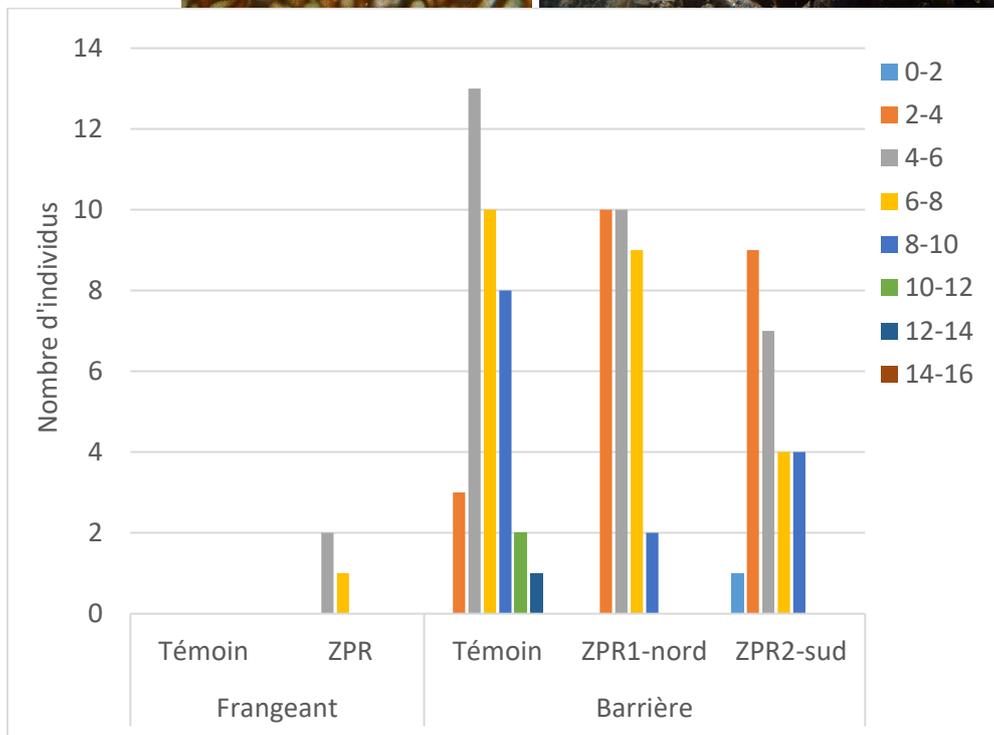


Figure 37 : Répartition par classe de taille des bémotiers dénombrés sur les transects – ZPR Nuuroa et zone témoin

6.4.3. Autres observations

Un fil de pêche a été observé le site de la pente externe nord en zone témoin. Aucun autre déchet n'a été relevé.

Fil de pêche pris dans un corail



6.5. Analyse des résultats – ZPR Nuuroa

6.5.1. Comparaison par habitat

Pour rappel, les sites sont répartis en 2 zones bien distinctes, l'une au nord sur le récif Taipari et l'autre au sud incluant la pointe des pêcheurs et le récif attenant.

La station frangeant témoin présente une couverture en corail vivant plus importante que celle relevée au niveau de la ZPR, avec beaucoup moins de macro-algues. Cela se traduit par une densité et une biomasse supérieure en poissons.

La station barrière témoin située au sud présente le meilleur recouvrement en corail vivant parmi l'ensemble des stations barrières, mais c'est la station barrière sud de la ZPR qui bénéficie de la plus forte densité et biomasse en poissons. La station nord de la ZPR, bien que montrant une belle qualité de récif, a peu de profondeur et est située sur un site enclavé du petit récif, la fréquentation en poissons y est moindre que sur le lagon ouvert de la partie sud.

Sur les stations de pente externe, c'est la zone nord de la ZPR qui montre le plus fort recouvrement en corail vivant (suivi de la zone témoin) mais c'est la zone sud de la ZPR qui présente la plus forte densité en poissons (suivi par la zone témoin là encore). La zone nord est très exposée à la houle comme cela se ressent en observant la morphologie et les genres de coraux présents, aux formes plus encroûtantes et trapues. La tendance inverse est observée entre ces 2 stations concernant la biomasse (plus forte en zone témoin qu'en ZPR). Ceci est essentiellement dû à la présence d'un grand banc de poissons perroquets adultes observés sur l'un des transects de la pente externe de la zone témoin.

La présence de juvéniles en nombre est à noter (Scaridae essentiellement) sur les sites frangeants et barrière, bien plus nombreux en ZPR qu'en zone témoin.

6.5.2. Comparaison avec les études précédentes

Les ZPR de Punaauia ont fait l'objet d'un suivi en 2016. Pour la ZPR Nuuroa, trois transects de 50m de long ont été positionnés dans la partie sud de la ZPR (Pointe des pêcheurs et récif Uaihu), au niveau de l'habitat barrière. Des comptages de poissons et d'invertébrés selon la méthode du transect couloir y ont été menées, mais sans évaluation de la nature du substrat. De plus, aucun site témoin en dehors de la ZPR n'a été évalué. La comparaison est donc réalisée entre :

- La moyenne des deux stations de 2016
- La station barrière (zone sud) de 2021

- Les comparaisons concernent les bécotiers et le peuplement ichthyologique (diversité spécifique et densité).

La densité en bécotiers relevée en 2021 est bien supérieure à celle relevée en 2016 pour cette station. Les oursins ne sont pas pris en compte car seuls les *Diadema* et les *Tripneustes* avaient été recherchés en 2016.

La diversité spécifique en poissons est inférieure en 2021 mais la densité en poissons est bien supérieure en 2021 (1.47 au lieu de 0.79). À noter que pour la comparaison, seules les espèces similaires ont été prises en compte. En effet, en 2016 les Chaetodontidae n'avaient pas été dénombrés, comme une partie des Labridae (le genre *Thalassoma* par exemple). Ces espèces ont donc été retirées des comptages 2021 pour calculer la densité.

La biomasse n'a pas été calculée en 2016 car la taille des individus de poissons n'avait pas été prise en compte lors des évaluations.

Voir figure 39 page suivante.



Figure 38 : Localisation des stations de suivi 2016 et 2021 – ZPR Nuuroa

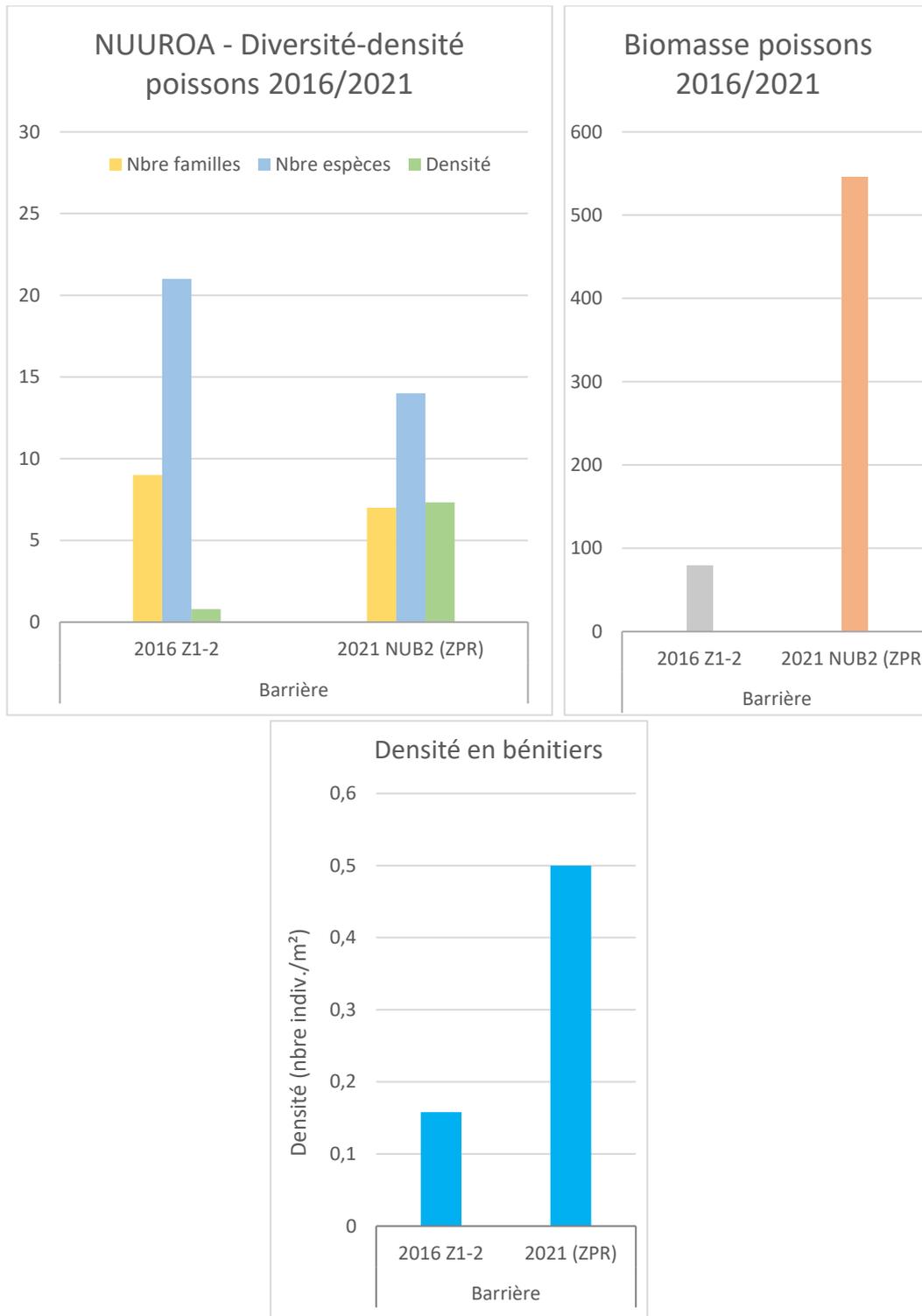


Figure 39 : Comparaison des résultats des comptages invertébrés et poissons entre 2016 et 2021 – ZPR Nuuroa

7. Résultats ZPR Atehi – Punaauia

7.1. Généralités

La ZPR de Atehi se situe sur la côte ouest de Tahiti, sur le récif le récif barrière côtier dénommé Aoua. Il présente une pente externe abrupte puis un platier récifal en terrasse (station barrière) et un récif frangeant associé. Pas de chenal lagonaire marqué mais une zone plus profonde en partie centrale.

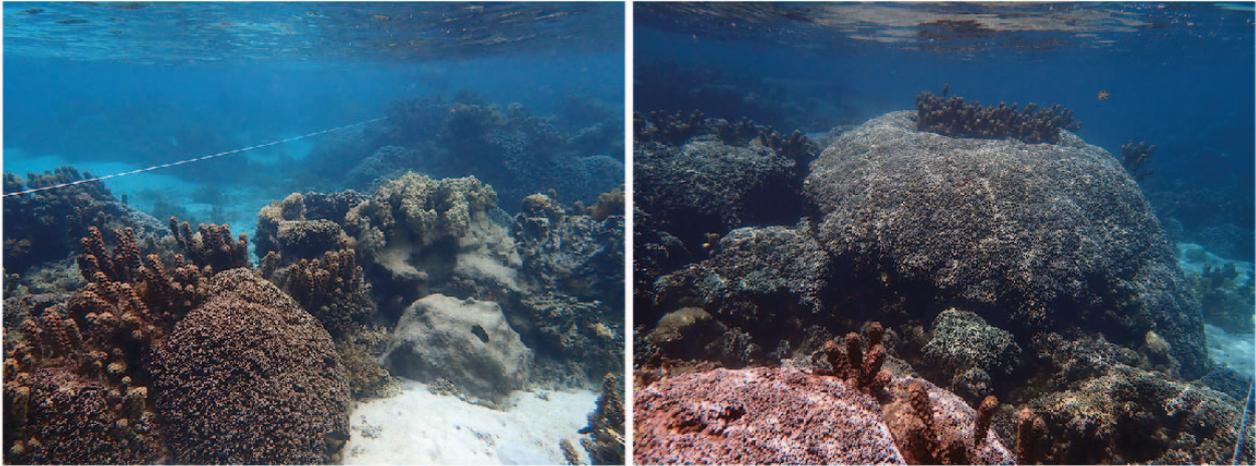
Une rivière débouche sur chaque zone (ZPR rivière de la plage de Vaiava et site témoin rivière Papehue). Le courant porte au sud sur ces 2 zones.

A noter la présence du sentier aquatique de la plage publique de Vaiava dont la qualité du récif est exceptionnelle, situé au niveau de la station témoin de la ZPR.

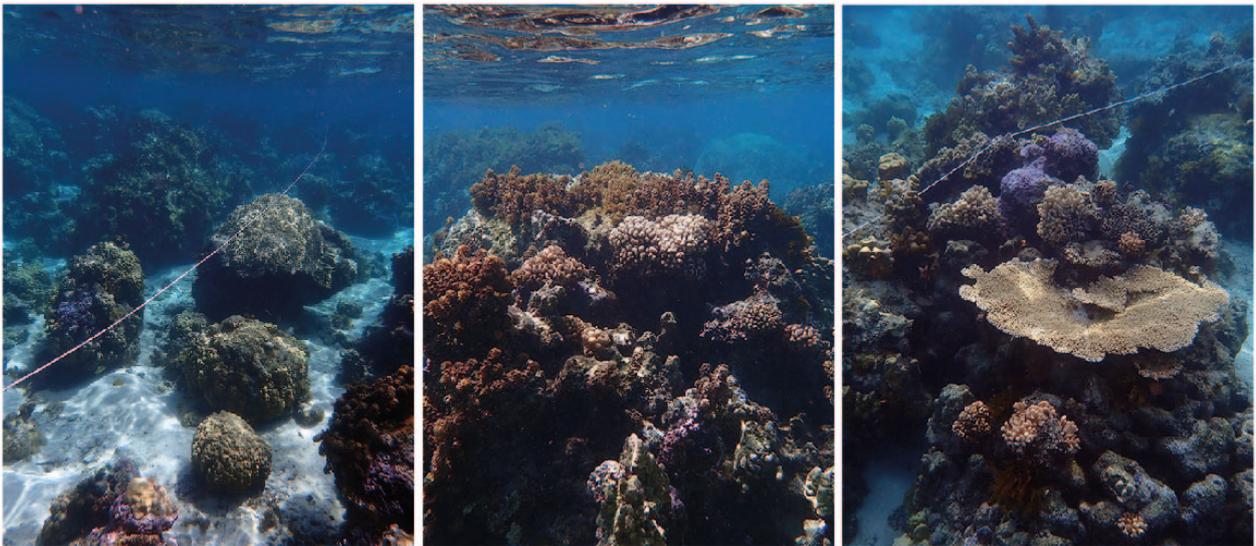


Figure 40 : Localisation des stations – ZPR ATEHI et zone témoin - Punaauia

Illustration des stations - zone ZPR ATEHI de Punaauia



Récif frangeant (gauche zone témoin, droite ZPR)



Récif Barrière (gauche et centre zone témoin, droite ZPR)



Pente externe (gauche zone témoin, droite ZPR)

Figure 41 : Illustrations des stations – ZPR ATEHI et zone témoin - Punaauia

7.2. Recouvrement du substrat

Le récif frangeant de la ZPR présente le plus fort taux de couverture en corail vivant (64%) parmi l'ensemble des stations. Les autres stations, tant en ZPR qu'en zone témoin montrent un recouvrement en corail vivant de 26 à 37%. La station témoin frangeant présente également un fort taux de macro-algues (près de 30%). Les macro-algues sont présentes sur l'ensemble des stations, à des taux différents de 7% (frangeant de la ZPR) puis de 11 à 21% sur les autres sites.

Les pentes externes sont caractérisées par la présence de colonies coralliennes de taille moyenne, souvent abîmées, brisées (impact de la grande houle de sud-ouest qui a touché les côtes de Tahiti mi-août) avec présence de coraux morts.

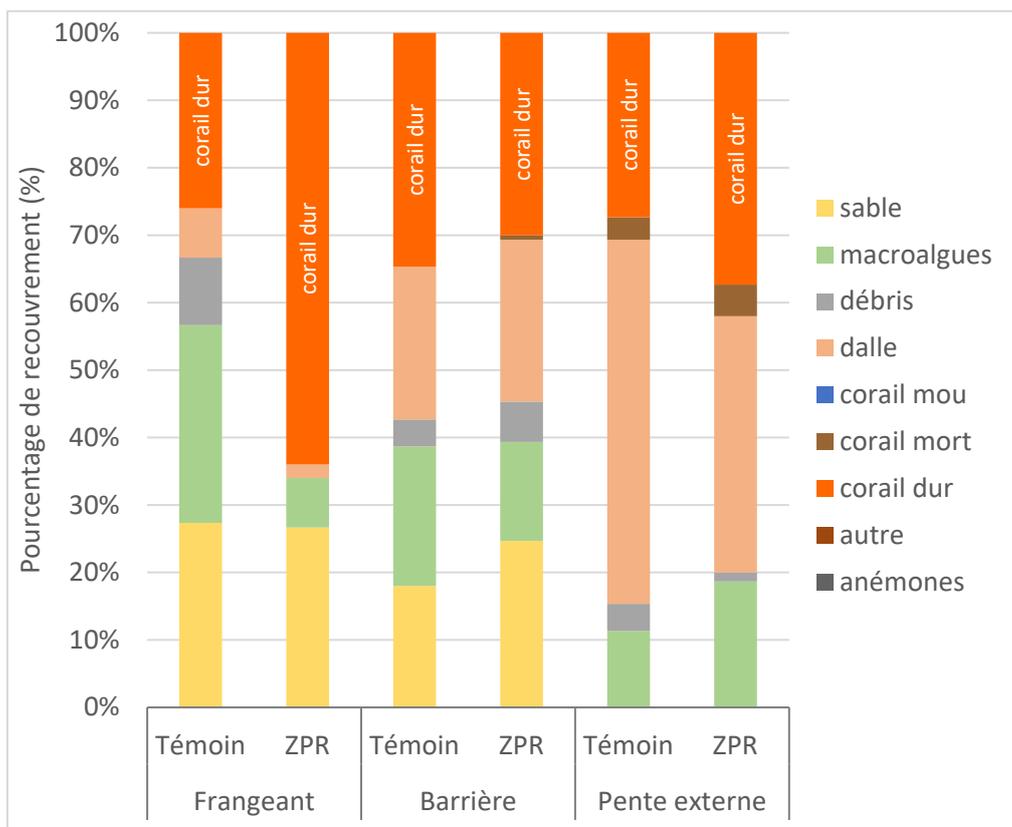


Figure 42 : Recouvrement du substrat – ZPR ATEHI et zone témoin – Punaauia



Colonies de Pocillopora brisées par la houle (mais bien vivantes) sur la pente externe – ZPR Atehi

Parmi les coraux vivants, les genres dominants sont les *Porites rus* de formes massives et digitées au niveau des stations frangeantes, formant de grosses à très grosses colonies. Ils représentent de 70 à plus de 80% du peuplement en corail vivant de ces sites. Sur les stations de la barrière, ce sont les *Porites* massifs qui dominent largement le peuplement, avec des colonies de taille importante. A noter, la présence de *Montipora* également et de grandes formes d'*Acropora* tabulaires bien vivants mais pas forcément dénombrés sur les transects. Les pentes externes sont dominées sans surprise par les formes branchues de *Pocillopora*, avec les autres genres également bien présents (*Porites* massifs, *Favidae*, *Astreopora*, *Acropora*...).

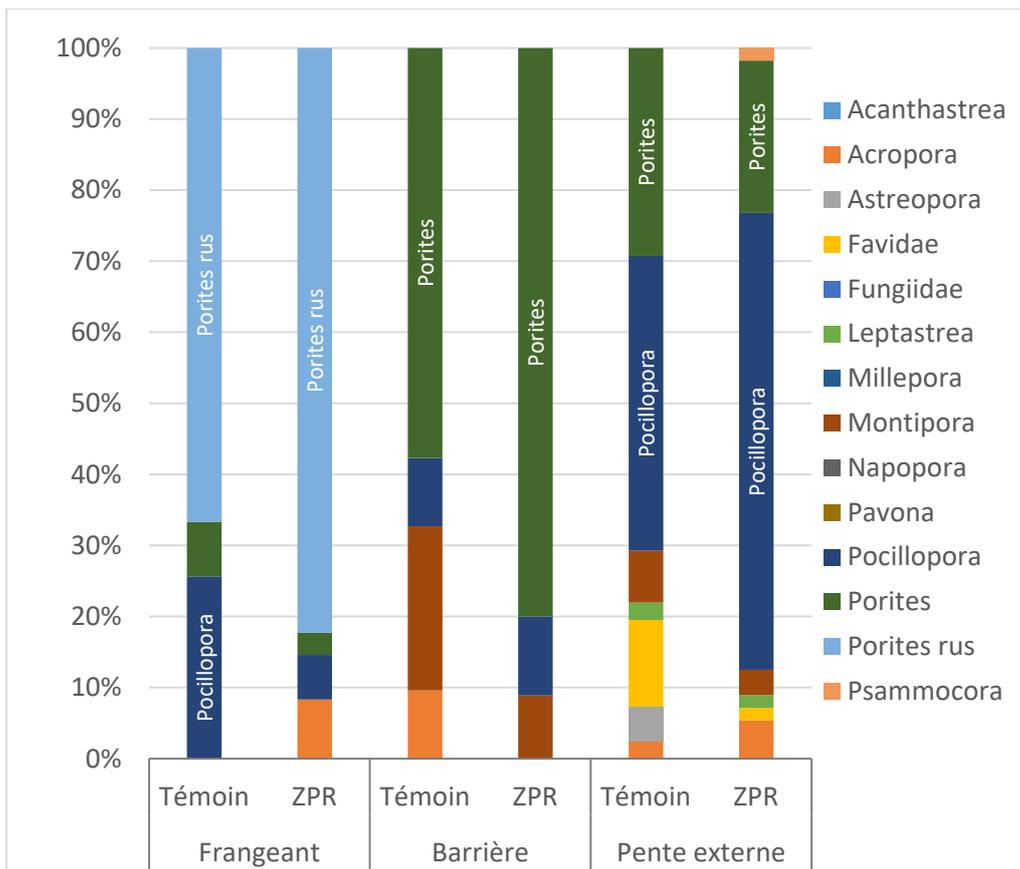


Figure 43 : Répartition des genres de coraux – ZPR ATEHI et zone témoin – Punaauia



Colonies géantes de *Porites rus* sur le récif frangeant – ZPR Atehi

7.3. Peuplement ichthyologique

7.3.1. Diversité spécifique

Sur l'ensemble de la ZPR Atehi de Punaauia, 45 espèces appartenant à douze familles ont été répertoriées au cours des comptages, contre 50 espèces pour 11 familles au niveau de la zone témoin. Sur l'ensemble des stations, les relevés en zone témoin présentent toujours un plus grand nombre d'espèces que dans la ZPR.

		ZPR ATEHI	TEMOIN
Nombre d'espèces		45	50
Habitat	Frangeant	20	27
	Barrière	21	27
	Pente externe	25	26
Nombre de familles		12	11
Habitat	Frangeant	10	10
	Barrière	9	7
	Pente externe	7	7

7.3.2. Densité et biomasse

	ZPR ATEHI	TEMOIN
Densité moyenne (nbre indiv./m²)	8.94 (+/- 1.18)	7.53 (+/- 1.08)
Biomasse moyenne (g/m²)	709,76 (+/- 215.45)	464,89 (+/- 158.98)

Les plus fortes densités de poissons sont observées sur la pente externe, en ZPR. Globalement, les densités de poissons sont toujours plus fortes dans la ZPR que sur les sites témoin. Voir figure 44.

La même tendance est observée au niveau des biomasses, avec des différences très marquées entre les sites et les transects, responsables parfois de grands écarts type. Ainsi par exemple, la biomasse importante mesurée sur la station barrière de la ZPR est due à la présence d'un grand banc de Mullidae (*vete*) adultes dénombrés sur un seul des transects (photo ci-dessous).



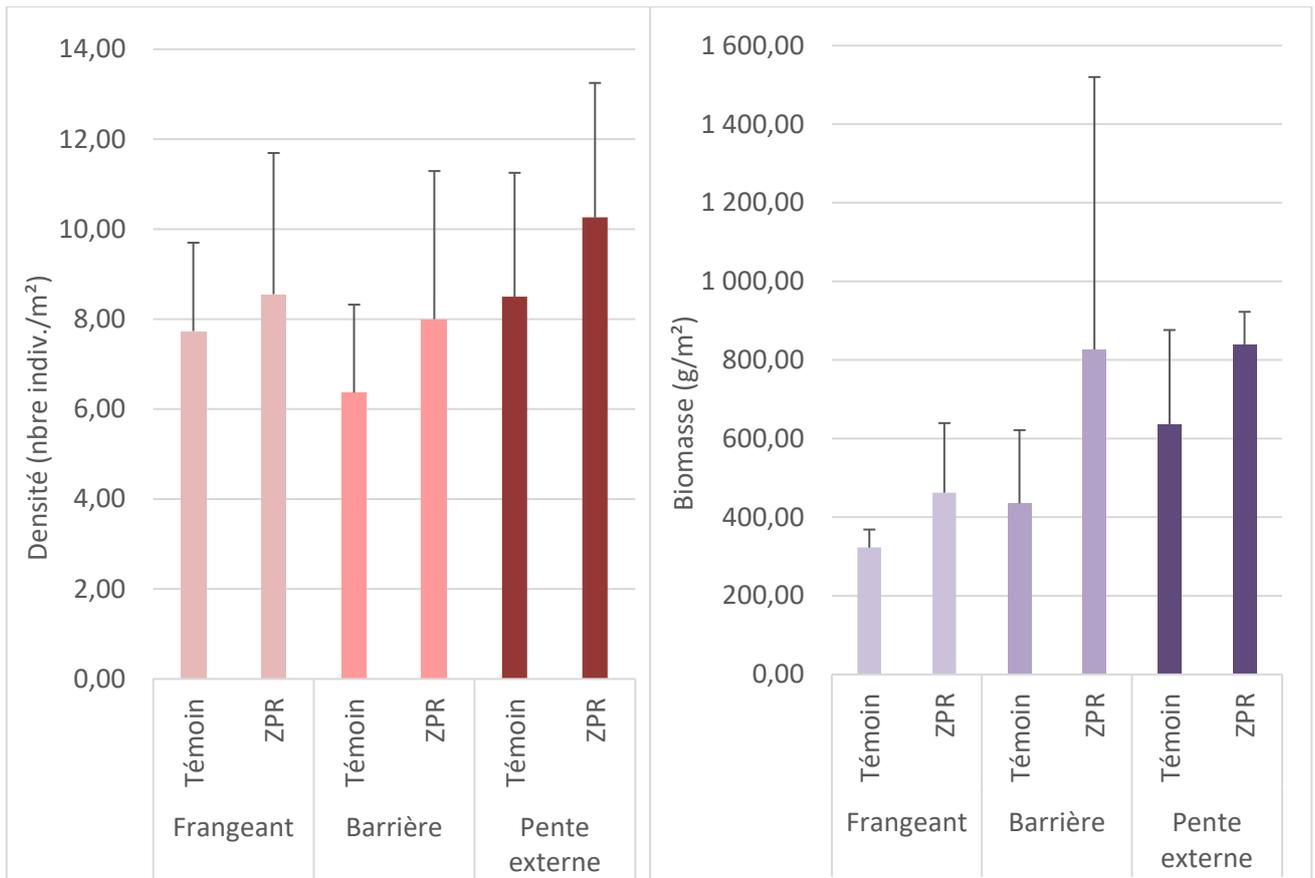
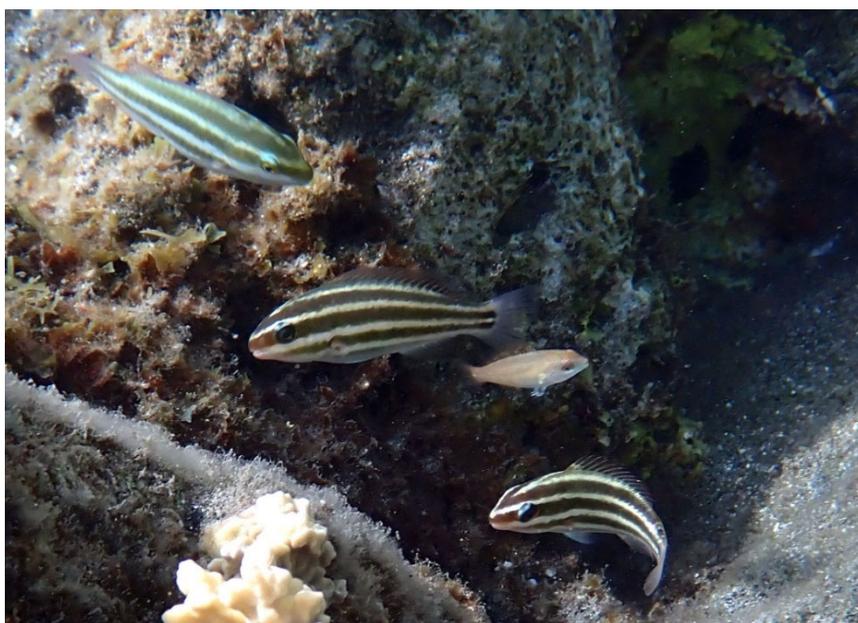


Figure 44 : Densité et Biomasse – ZPR Atehi et zone témoin – Punaauia

De nombreux juvéniles sont présents, essentiellement des Scaridae, en plus grand nombre sur la zone témoin, stations frangeant et barrière, raison pour laquelle la biomasse est faible sur ces stations alors que les densités sont plus importantes (photo ci-dessous).



Le peuplement est dominé en densité par les Acanthuridae (37 et 34% en ZPR et zone témoin) et les Scaridae (23 et 33%), représentant pour ces 2 familles plus de 60% du peuplement.

Les Chaetodontidae, Balistidae et Mullidae représentent chacun entre 7 et 10% du peuplement sur chacune des zones. La répartition est très similaire entre la ZPR et la zone témoin. A noter, la faible représentation des familles de poissons les plus prisées comme les Serranidae, Lethrinidae, ou Holocentridae. Les Siganidae sont absents des sites.

La répartition en biomasse est quasiment la même, exceptée pour la famille des Mullidae ou des Serranidae qui représentent une part plus importante du peuplement. Pour rappel, présence d'un grand banc de Mullidae sur un des transects de la station barrière de la ZPR qui peut surestimer la répartition du peuplement ichthyologique sur cette zone.

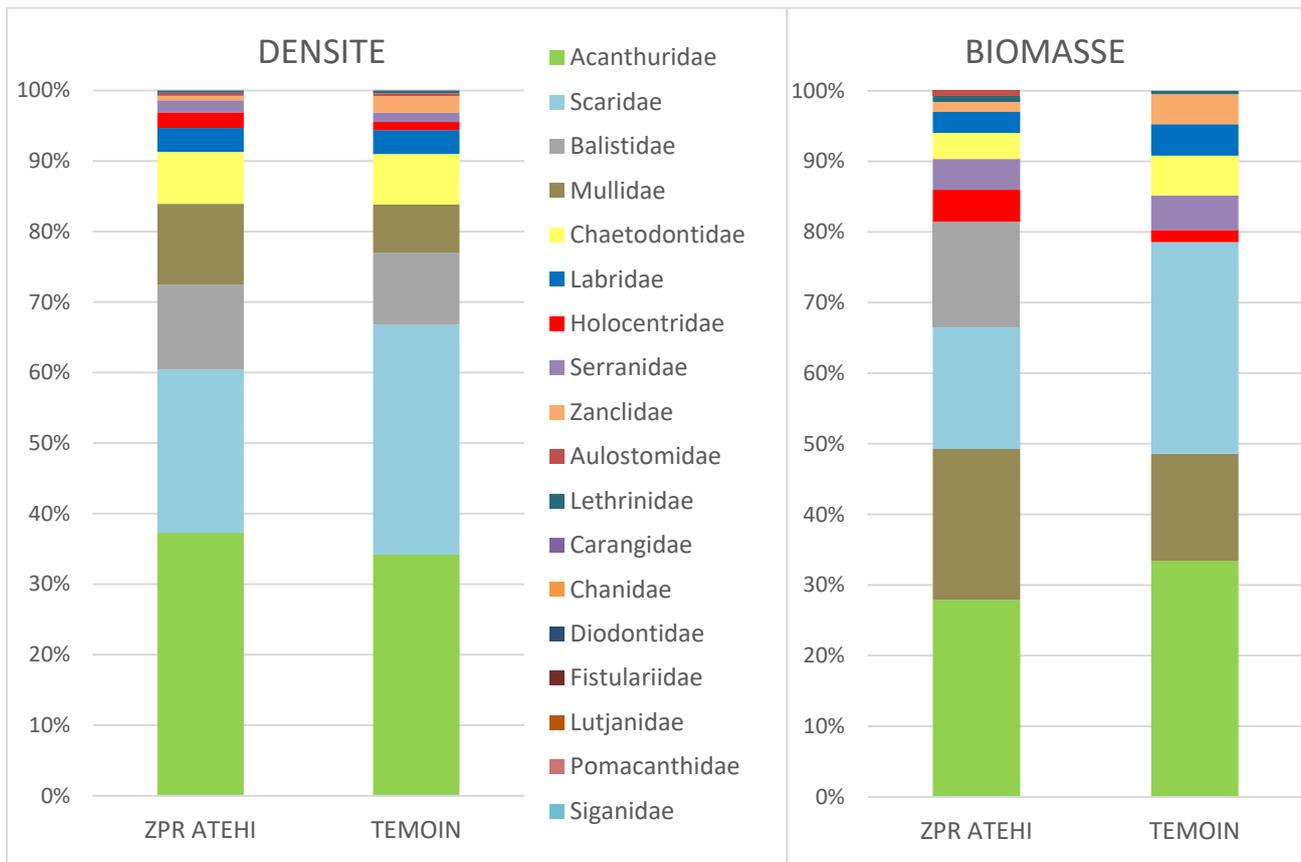


Figure 45 : Répartition du peuplement ichthyologique en densité et en biomasse – ZPR ATEHI et zone témoin – Punaauia

7.3.3. Détail familles cibles

Un zoom des données sur certaines familles a été réalisé. Voir figure 46. Cela concerne les familles d'intérêt commercial forts (Acanthuridae – poissons chirurgiens, Holocentridae – rougets, Labridae – labres, Scaridae – poissons perroquets, Serranidae – loches et mérous et Siganidae – poissons lapins quand présents).

Sur l'ensemble de la zone (ZPR et témoin), ce sont les familles des Acanthuridae et des Scaridae qui dominent, tant en densité qu'en biomasse. Les Acanthuridae représentent une densité et une biomasse plus importante en ZPR qu'en zone témoin mais c'est l'inverse pour les Scaridae. Les comptages sont parfois très hétérogènes d'un transect à l'autre, induisant des écarts type parfois forts dans les mesures comme c'est le cas pour les

Acanthuridae de la ZPR (grand nombre d'Acanthuridae dénombrés sur l'un des transect). A noter la présence des Holocentridae en ZPR (densité et biomasse) qui sont absents des autres zones, et celle des Serranidae (biomasse)

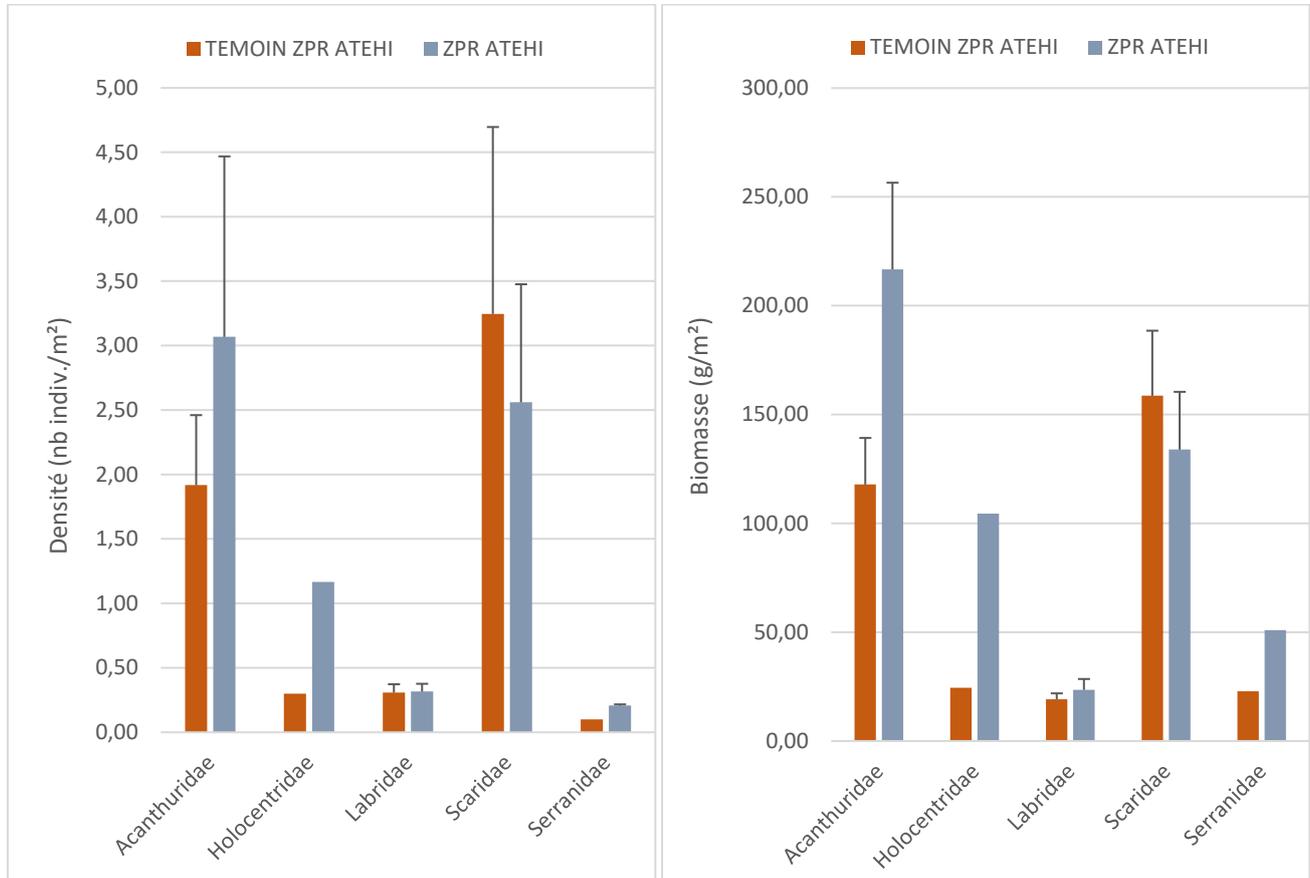


Figure 46 : Densité et Biomasse – familles cibles – ZPR Atehi et zone témoin



Banc d'*Acanthurus triostegus* (chirurgiens bagnards), ZPR Atehi

7.3.1. Autres observations

3 observations de requins pointes noires (*Carcharhinus melanopterus*) dans la ZPR, station Barrière.

7.4. Invertébrés benthiques

7.4.1. Invertébrés

Le peuplement d'invertébrés dénombrés sur les transects est dominé par les oursins dans les 3 types d'habitats (avec les genres *Echinometra* et *Echinostrephus*) et les bénitiers pour les stations barrière. Très peu d'holothuries ont été observées (stations barrière) et un troca (station barrière de la zone témoin).

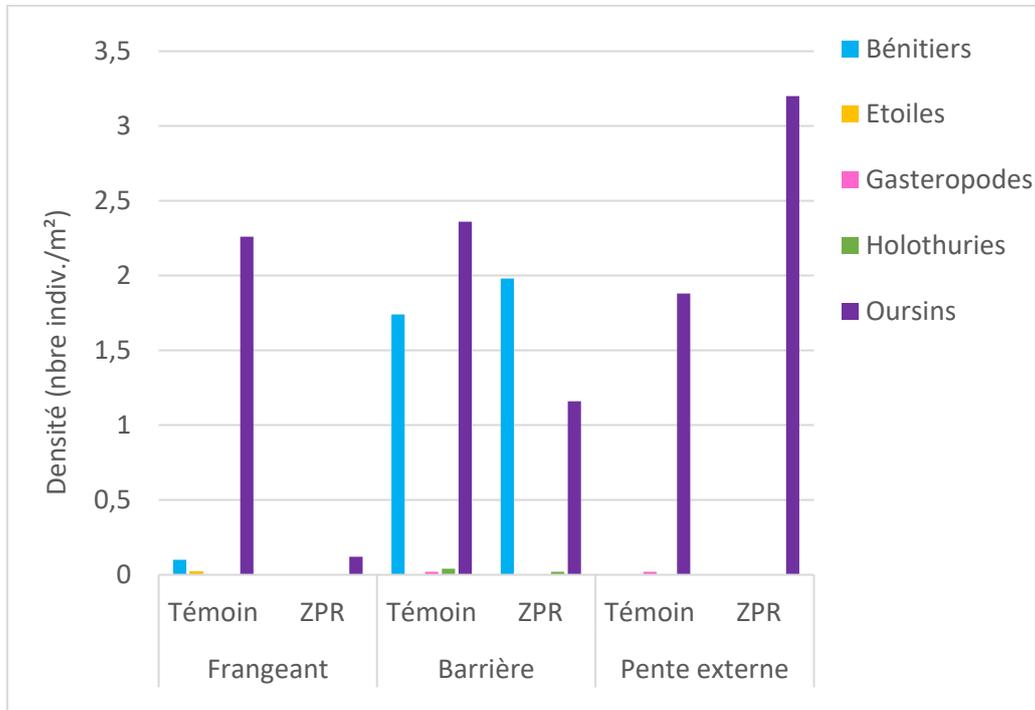


Figure 47 : Densité en macro invertébrés – ZPR Atehi et zone témoin

7.4.2. Bénitiers

Les bénitiers sont très présents sur les stations barrière, en densité très proches entre la ZPR et la zone témoin. La moyenne de taille des bénitiers en zone témoin est de 5.28cm (+/- 2.38cm). Elle est de 4.5cm (+/- 2.5cm) en ZPR. Voir figure 48.

Les classes de taille les mieux représentées sont la classe 4-6cm pour la zone témoin, et 2-4cm pour la ZPR, montrant un recrutement fort dans la zone. Les plus gros individus trouvés mesurent 14 et 13.6cm, sur la station barrière de la ZPR. Ce sont les seuls individus dépassant la taille réglementaire de 12cm.



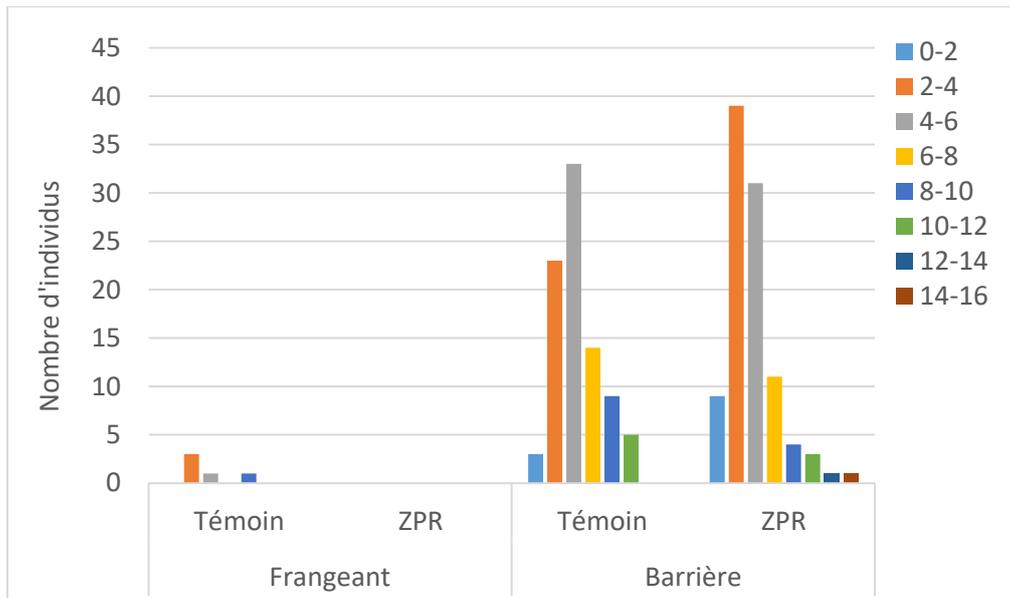


Figure 48 : Répartition par classe de taille des bécards dénombrés sur les transects – ZPR Atehi et zone témoin

7.5. Analyse des résultats – ZPR Atehi

7.5.1. Comparaison par habitat

Si les transects de la zone témoin et de la ZPR sont situés dans le même type d'environnement et à des distances assez proches, la station frangeant de la ZPR présente une couverture en corail vivant bien plus importante que celle relevée au niveau de la zone témoin, plus envahie de macro-algues. Cela se traduit par une densité et une biomasse légèrement supérieure en poissons, notamment en Acanthuridae.

Les stations barrière sont très similaires du point de vue de la couverture en corail vivant, mais la densité et la biomasse en poissons sont bien supérieures en ZPR qu'en zone témoin (le double pour la biomasse).

La même tendance est observée au niveau de la pente externe, avec une station ZPR plus riche en corail vivant et présentant une densité et une biomasse plus importante en poissons.

La présence de juvéniles en nombre est à noter (Scaridae essentiellement) sur les sites frangeants et barrière, bien plus nombreux en zone témoin qu'en ZPR. Bien que ces petits poissons se déplacent entre les sites, leur recrutement est probablement favorisé par la présence de nombreux Scaridae dans la zone bénéficiant d'une protection attenante.

7.5.2. Comparaison avec les études précédentes

Les ZPR de Punaauia ont fait l'objet d'un suivi en 2016. Pour la ZPR Atehi, trois transects de 50m de long ont été positionnés dans la partie nord et la partie sud de la zone, au niveau de l'habitat barrière (figure 49). Des comptages de poissons et d'invertébrés selon la méthode du transect couloir y ont été menées, mais sans évaluation de la nature du substrat. De plus, aucun site témoin en dehors de la ZPR n'a été évalué. Enfin, moins de familles de poissons ont été prises en compte. La comparaison est donc réalisée entre :

- La moyenne des deux stations de 2016 ;

- La station barrière de 2021 (avec sélection des familles de poissons similaires à 2016) ;
- Les comparaisons concernent les bécotiers et le peuplement ichthyologique (diversité spécifique, densité et biomasse).

La densité en bécotiers relevée en 2021 est bien supérieure à celle relevée en 2016 pour cette station. Les oursins ne sont pas pris en compte car seuls les *Diadema* et les *Tripneustes* avaient été recherchés en 2016.

La diversité spécifique en poissons est sensiblement la même entre les deux suivis mais la densité en poissons est bien supérieure en 2021 (5.07 au lieu de 0.59). À noter que pour la comparaison, les espèces similaires ont été prises en compte. En effet, en 2016 les Chaetodontidae n'avaient pas été dénombrés, comme une partie des Labridae (le genre *Thalassoma* par exemple) ou les Balistidae. Ces espèces ont donc été retirées des comptages 2021 pour calculer la densité.

La biomasse est très supérieure en 2021 comparée à 2016.

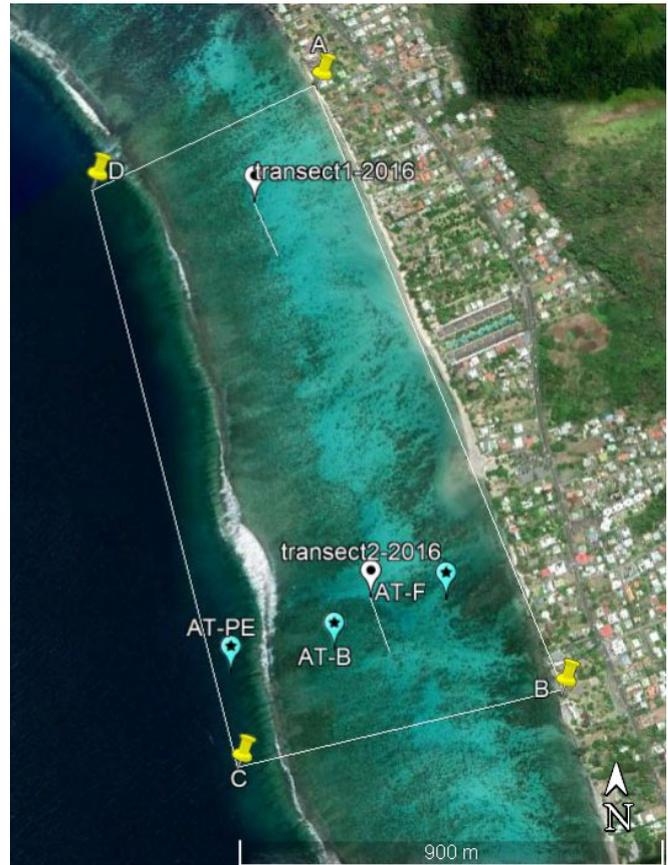


Figure 49 : Localisation des stations de suivi 2016 et 2021 – ZPR Atehi

Ces résultats indiquent que le nombre et la taille des poissons présents sur la zone ont beaucoup augmenté entre 2016 et 2021, pouvant mettre en évidence un effet de la ZPR.

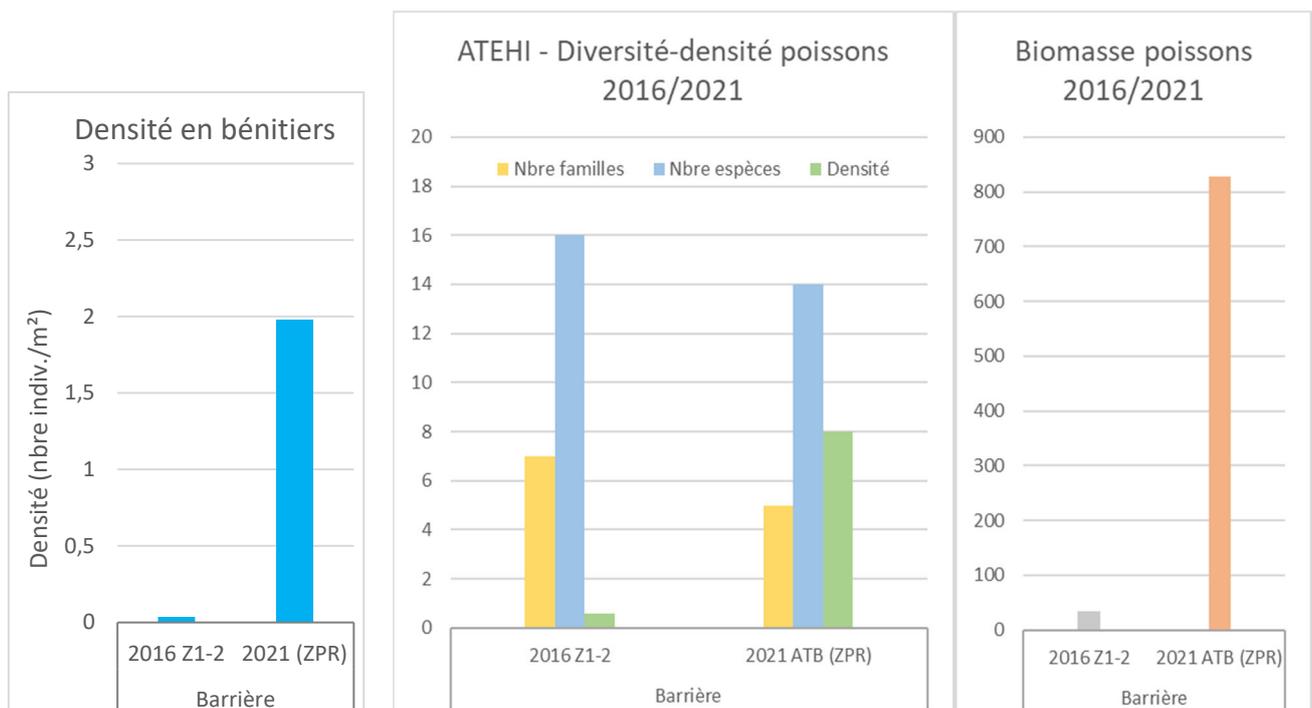


Figure 50 : Comparaison des résultats des comptages invertébrés et poissons entre 2016 et 202 – ZPR Atehi

8. Résultats ZPR Tetiaroa

8.1. Généralités

Le lagon et la pente externe de Tetiaroa font l'objet de suivis depuis 2007, sur un ensemble de 12 sites, 6 en pente externe et 6 en lagon. En 2021, 4 nouveaux sites lagunaires ont été ajouté au suivi.

Les stations de la pente externe sont régulièrement réparties tout autour de l'atoll, avec deux stations au nord (PE4 et PE3), deux stations au sud (PE1 et PE6), une à l'est (PE2) et une à l'ouest (PE5).



Figure 51 : Localisation des stations – ZPR de Tetiaroa

Les stations du nord présentent une configuration assez similaire : le relief est chaotique proche de la surface avec des cavités importantes creusées dans le récif. La zone des 10m, où ont lieu les comptages, est assez plane, parsemée de structures récifales de taille parfois importante.

Les stations du sud présentent une déclivité plus importante, la zone des 10m étant située juste au niveau du bourrelet du tombant. La pente est régulière et non entaillée de sillons. La station la plus sud est située juste avant la pointe, le courant y est plus marqué.

A l'est, la station est localisée en face de la petite passe permettant une entrée d'eau importante dans le lagon. La zone est moyennement pentue, la zone des 10m est située en haut du bourrelet du tombant.

A l'ouest la station est située sur les contreforts d'un petit cirque d'effondrement du récif. Le site est plus chaotique avec des vallées marquées.

Dans le lagon, les stations « historiques » sont placées sur le pourtour du trou bleu selon la même répartition que la pente externe : deux au nord, deux au sud, une à l'est et une à l'ouest.

Les deux stations du nord (L3-L4) sont dans un environnement peu profond, sur le bord d'une dalle corallienne, l'eau y est très turbide. La station sud-ouest (L6) présente le même type de configuration. La station Ouest (L5) est localisée sur une crête des formations réticulées centrales. La station Est (L2) est, quant à elle, située dans une zone plus profonde présentant de rares massifs coralliens sur un fond de sable uniforme. Enfin la station sud-est (L1) est placée sur la crête de la « piscine », le petit lagon intérieur.

Les quatre nouvelles stations ont été positionnées sur des sites connus pour la qualité du récif qui s'y trouve et/ou pour leur fréquentation par les pêcheurs en raison du grand nombre de poissons.

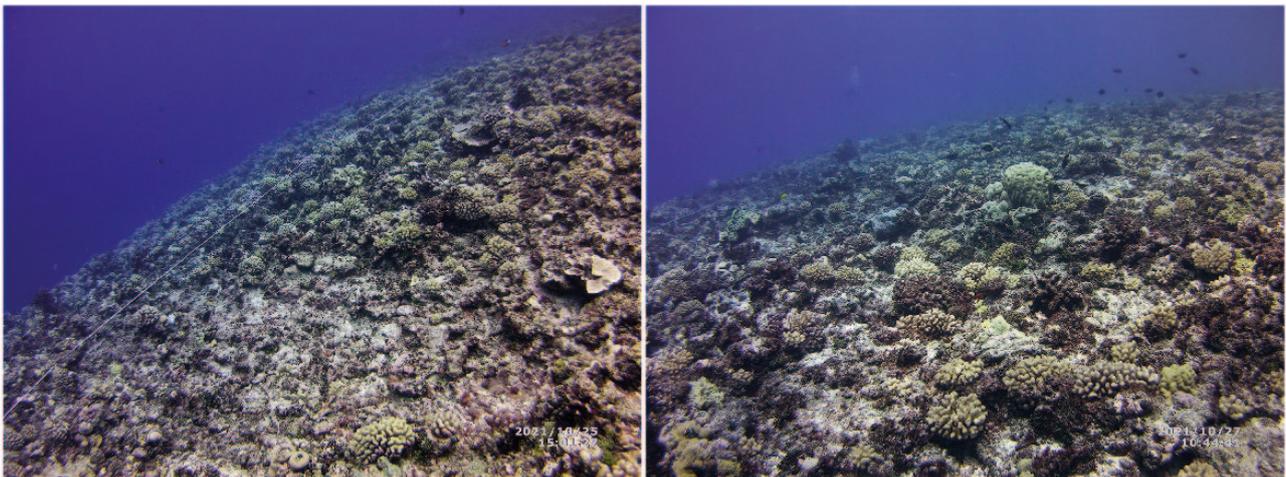
Les stations L8 et L9 se situent sur le récif barrière à l'est de l'atoll, de part et d'autre de la fausse passe (versions lagonaire de la station PE2 en pente externe), si bien que chacune des stations se retrouve dans une ZPR différente. La station L7 se situe au milieu du récif réticulé du lagon, sur une crête (station du même type que L5) et la station L10 se situe sur la barrière sud, dans un environnement peu profond parsemé de grosses colonies coralliennes (version lagonaire de la station PE6 en pente externe).

Voir figures 52 à 54 pages suivantes.

Illustration des stations - Pentes externes TETIAROA



Stations P3 et P4 au nord, zone peu profonde chaotique, sillons bien marqués avec cavités, zone des 10m plane avec ponctuellement une formation corallienne plus importante qui émerge



Stations P1 et P6 au sud, pente externe moyennement pentue avec zone des 10m au niveau du bourellet du tombant



Station P5 à l'ouest (gauche), sillons bien marqués et cirque d'effondrement du récif et station P2 à l'est (droite), pente externe régulière et faiblement pentue

Figure 52 : Illustration des stations présentes sur la pente externe de Tetiaroa

Illustration des stations - Lagon TETIAROA



Stations L3 et L4 au nord, zone peu profonde longeant le banc corallien affleurant



Stations L1 (sud est) sur le bord de la crête délimitant la «piscine», petit lagon intérieur (gauche) et L6 au sud-ouest, en bordure du banc corallien affleurant



Station L5 à l'ouest, sur la crête d'une formation réticulée du lagon (gauche), L2 à l'est montrant de rares patés coralliens isolés sur fond de sable (droite)

Figure 53 : Illustration des stations présentes dans le lagon de Tetiaroa (stations historiques)

Illustration des stations - Lagon TETIAROA 2



Station L7 au milieu du lagon, crête des formations réticulées



Station L8 (gauche) et L9 (droite), récif barrière est, fond plat dalle corallienne avec colonies de taille importante



Station L9 (suite) et L10 (droite) située sur la barrière au sud

Figure 54 : Illustration des nouvelles stations installées dans le lagon de Tetiaroa

8.2. Recouvrement du substrat

8.2.1. Pentes externes

Les stations Nord et les stations Sud ont été regroupées car elles présentent pour chaque zone les mêmes configurations géomorphologiques et les mêmes caractéristiques de recouvrement. Le taux de couverture en corail vivant est d'environ 50% sur les 2 zones, les colonies croissent sur une dalle corallienne exempte de macro-algues, avec présence de zones de débris coralliens. De grandes plaques de coraux mous (*Sinularia*) sont observées sur les stations nord, quelques coraux morts sont présents sur les stations sud.

La station Est montre le plus faible taux de couverture en corail vivant (25%). Elle est caractérisée par son fort taux de macro-algues, constituées d'un mélange d'algues calcaires *Halimeda* et de cyanobactéries du genre *Phormidium* (classées parmi les macro-algues bien qu'elles appartiennent au groupe des bactéries).

La station Ouest comporte 44% de corail vivant et quelques macro-algues.

L'ensemble du peuplement en corail vivant est dominé par les formes branchues de *Pocillopora*, typique de la pente externe à cette profondeur. Les formes encroûtantes de *Montipora* et les formes massives de *Pavona* et de *Favidae* sont également bien représentées. A noter la présence en station Ouest de nombreux *Astreopora*.

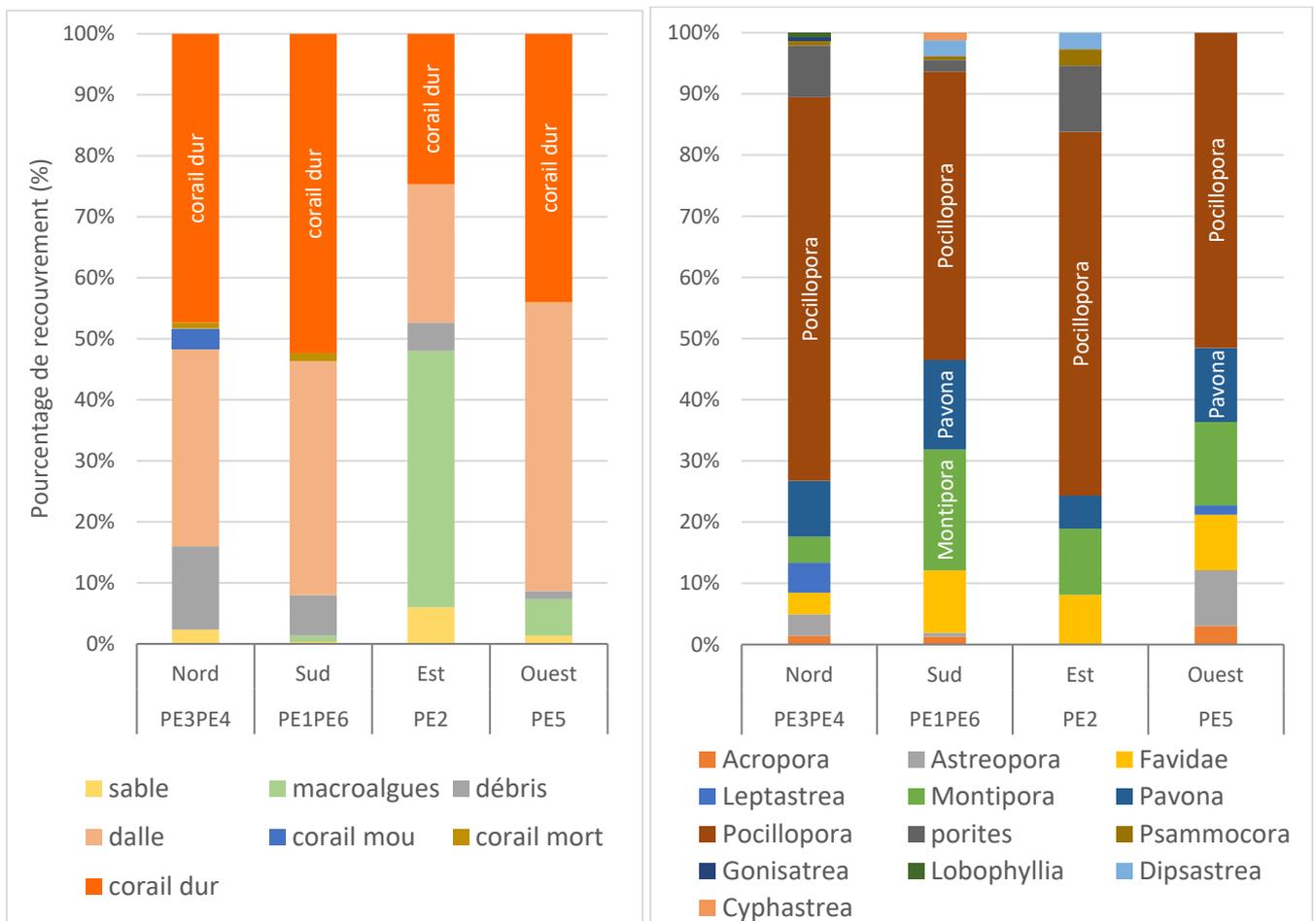


Figure 55 : Recouvrement du substrat – stations de la pente externe – Tetiaroa

8.2.2. Lagon

Le recouvrement corallien dans le lagon est assez faible, de 11 à 24%, exceptées sur les stations L8 et L9 sur la barrière Est (30%) et les stations L5 et L7 (respectivement 33 et 51%) situées sur les crêtes du récif réticulé central. Le reste du substrat est constitué de dalle corallienne, de débris (plus importants sur les stations L3 et L4 du nord du lagon), de sable (station L2 de l'est du lagon et L8 sur la barrière est) avec présence de macroalgues (station L4 majoritairement – *Halimeda* et cyanobactéries).

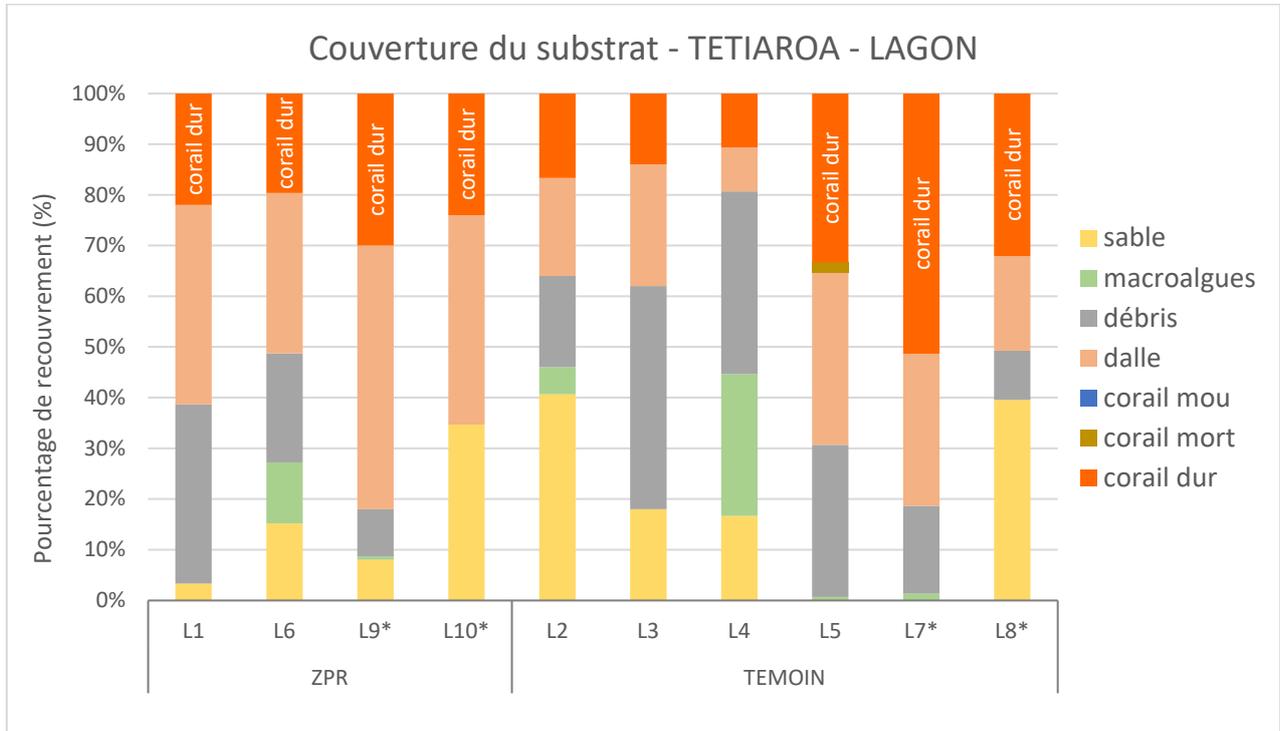


Figure 56 : Recouvrement du substrat – Tetiaroa lagon

NB : les stations marquées d'une * sont les nouvelles stations mises en place en 2021 ; les stations sont regroupées entre stations situées en ZPR et stations Témoin pour différencier les 2 types de ZPR présentes dans le lagon et ayant des contraintes différentes.

Le peuplement en coraux vivants est dominé par les *Porites* massifs, excepté pour les stations L5 et L7 situées sur les crêtes du récif réticulé. Ce sont alors les formations branchues d'*Acropora* qui dominent, avec présence de bacs de *Pavona* foliacés. Les stations L2 et L3 se démarquent également avec la présence de *Montipora*, cependant ces stations présentent une couverture en corail vivant faible et les colonies sont de petite taille.



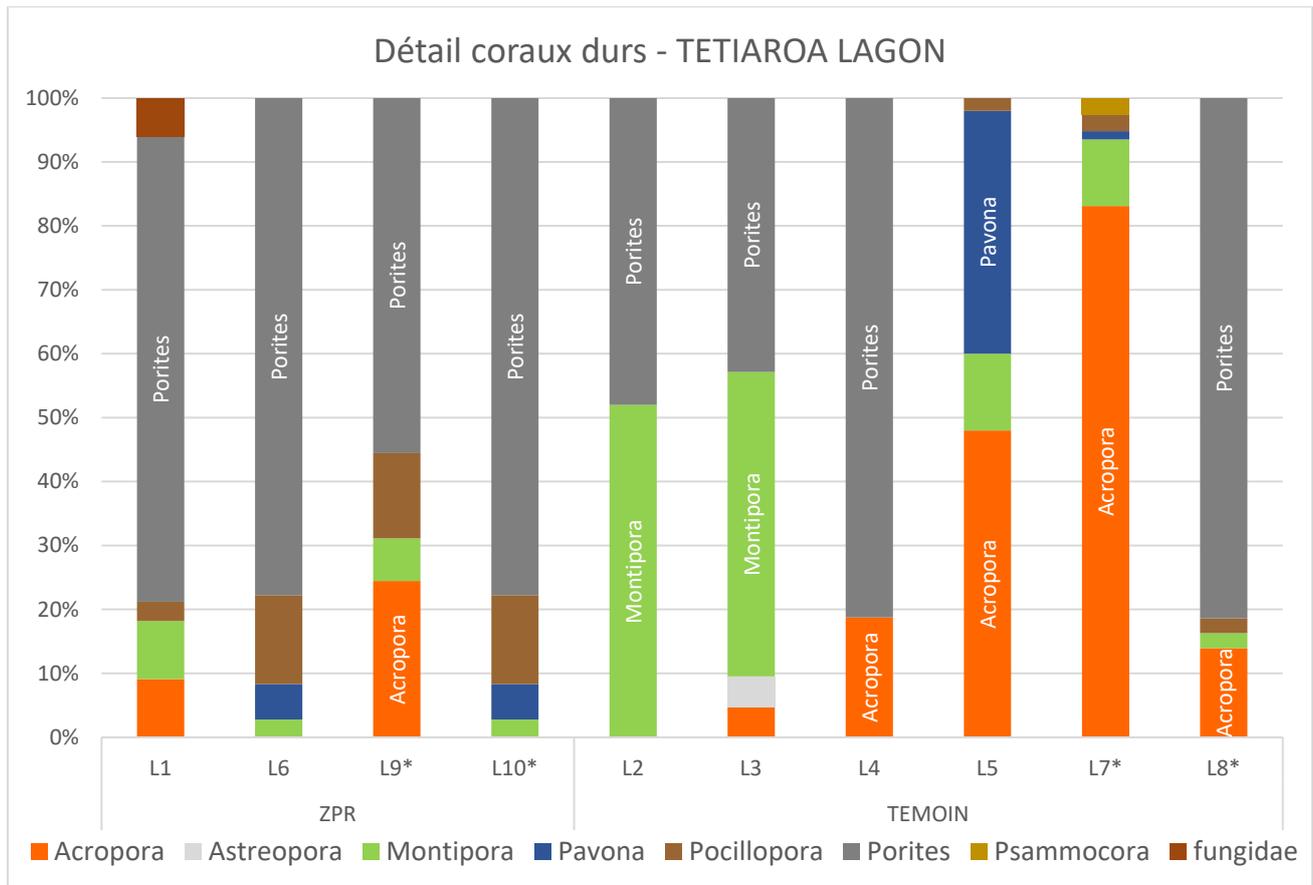


Figure 57 : Répartition des genres de coraux durs présents – Tetiaroa lagon

8.3. Peuplement ichthyologique

8.3.1. Diversité spécifique

Un total de 67 espèces appartenant à 14 familles a été répertorié sur les pentes externes de Tetiaroa (comptages points fixes et transects confondus). 56 espèces appartenant à 13 familles ont été recensées dans le lagon. La répartition est de 47 espèces (11 familles) pour la ZPR de la zone sud et 44 espèces (12 familles) pour la ZPR de la zone nord.

	ZPR Tetiaroa (lagon Sud)	Témoin (lagon Nord)
Nombre d'espèces	47	44
Nombre de familles	11	12

	Nombre d'espèces	Nombre de familles
Lagon Tetiaroa total	56	13
Pente externe Tetiaroa total	67	14
Pente externe Nord	50	11
Pente externe Sud	41	12
Pente externe Est	30	10
Pente externe Ouest	32	12

8.3.2. Densité et biomasse

Pour mémoire, la présentation des résultats concernant les poissons est réalisée uniquement sur les comptages en points fixes effectués sur l'ensemble des stations lors de cette campagne. Des comptages en doublons ont été réalisés sur une partie des stations en utilisant la méthode du transect couloir, les résultats serviront à la comparaison des deux méthodes, présentée dans le chapitre 8.5.3.

	ZPR Tetiaroa (lagon Sud)	Témoin (ZPR lagon Nord)
Densité (nbre.indiv./m²)	5.1 (+/-3.2)	4.3 (+/-3.5)
Biomasse (g/m²)	610 (+/-476.4)	413.7 (+/-256.3)

	Densité (nbre.indiv./m ²)	Biomasse (g/m ²)
Lagon Tetiaroa total	4.6 (+/-3.2)	492.2 (+/-349.9)
Pente externe Tetiaroa total	2.9 (+/-0.6)	426.5 (+/- 105.1)
Pente externe Nord	2.5 (+/-0.5)	408.7 (+/-90.7)
Pente externe Sud	3.6 (+/-0.5)	501.9 (+/-181.8)
Pente externe Est	2.3 (+/-1.1)	345.9 (+/-128.5)
Pente externe Ouest	2.7 (+/-0.3)	391.8 (+/-138.9)

Pentes externes

La densité et la biomasse de poissons les plus importantes sont observées sur la station sud-est, proche de la pointe (près de 4 individus/m² (+/-0.4) pour une biomasse de plus de 618 g/m² (+/-127.9)). Les densités varient entre 2.1 (+/-0.26) et 3.3 (+/-0.97) individus par m² sur les autres stations. Les biomasses sont très homogènes sur l'ensemble des autres stations (entre 344.5 (+/-59.6) et 472.9 (+/-120.9 g/m²)).



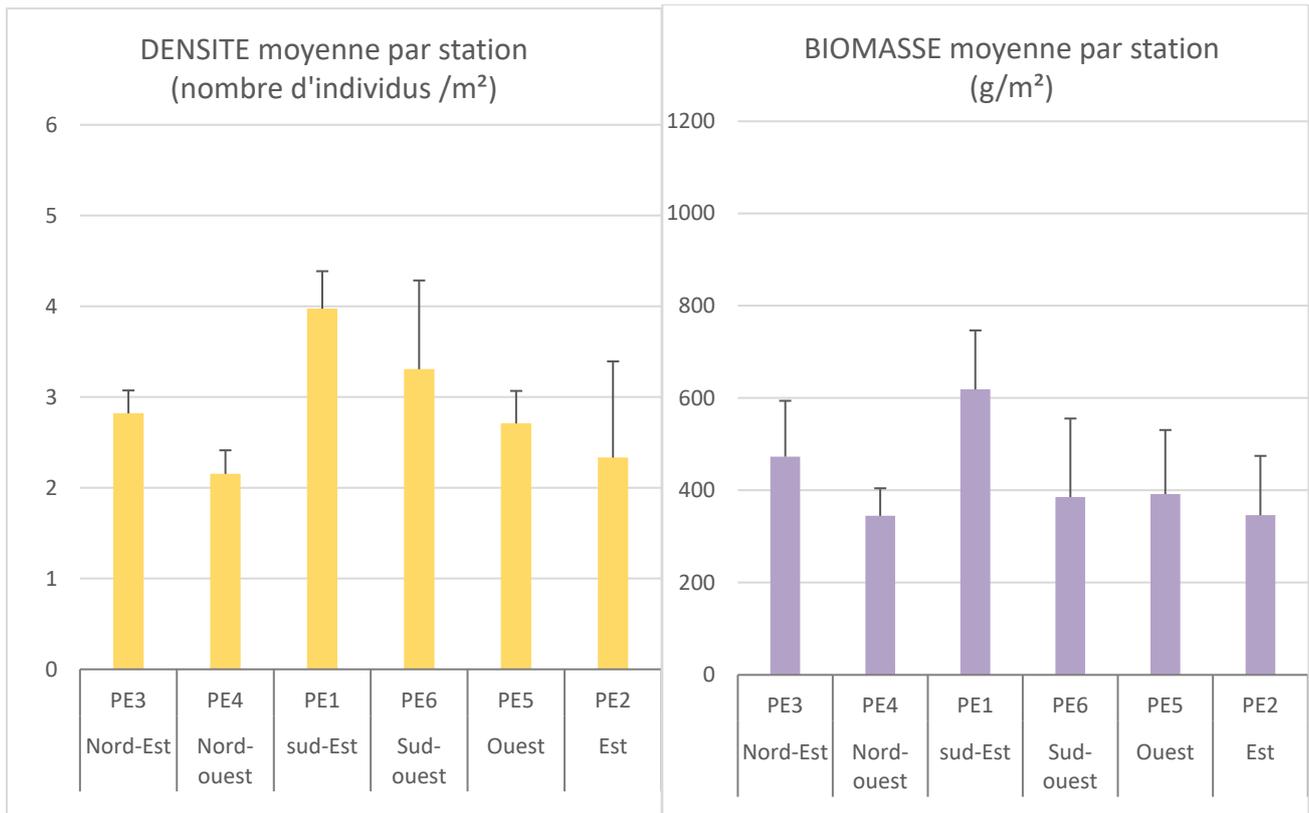


Figure 58 : Densité et Biomasse en poissons – pentes externes de Tetiaroa

Lagon

La station lagonaire présentant la plus importante densité en poissons est la station L7 située au centre du lagon sur une crête du récif réticulé. 4 stations présentent une densité faible en poissons : L2 à L4 situées à l'est et au nord du lagon et L10 située sur la barrière sud.

La station L9 sur la barrière Est présente de loin la biomasse la plus importante avec plus de 1250 g/m² (+/- 250.4). Les stations L3 et L4 (nord du lagon) ont la biomasse la plus faible avec un peu plus de 161 g/m². Sur ces stations, l'écart type est supérieur à la moyenne (+/-168.8 et 179.4) car les substrats sont très hétérogènes sur la station, induisant des peuplements très variables d'un triplicat à l'autre. Cette remarque est valable pour la plupart des stations du lagon, comportant notamment des habitats de type « crête de récif réticulé étroite » ou de larges zones sableuses avec massifs coralliens isolés concentrant le peuplement.

Les valeurs de biomasse sont très variables sur les autres stations, de 316.7 g/m² (+/-218.8) à 725.5 g/m² (+/- 89.8).

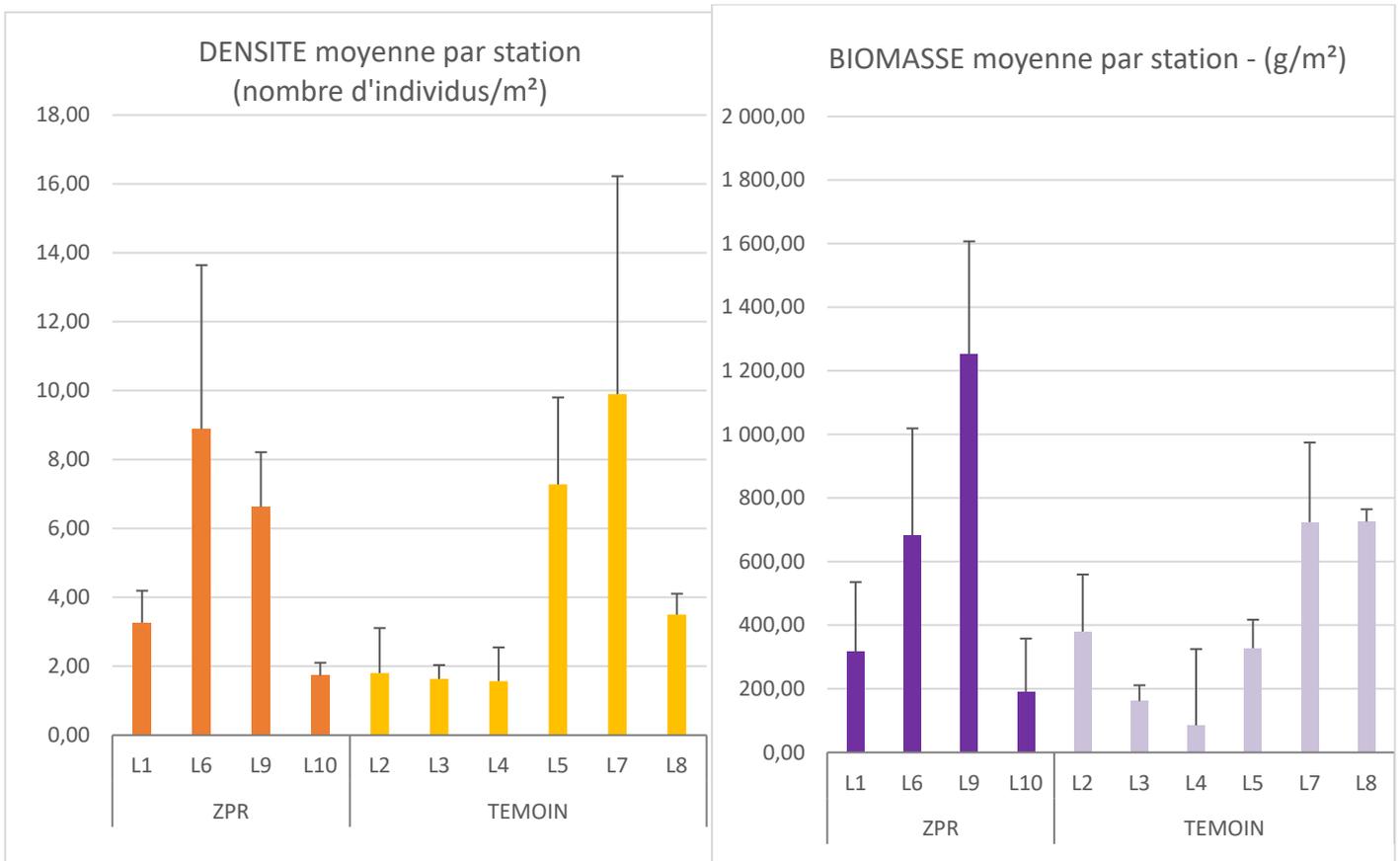


Figure 59 : Densité et Biomasse en poissons dans le lagon de Tetiaroa (ZPR et zone témoin)

Note : un banc important de *Albula glossodonta* (poisson-os/kiokio) observé sur le 3^{ème} comptage de la station L9 (ZPR) est non pris en compte pour le calcul de la densité et de la biomasse.



8.3.3. Détail familles cibles

Une comparaison sur les familles cibles des Acanthuridae, Holocentridae, Labridae, Scaridae, Serranidae et Siganidae a été réalisée. Aucun Siganidae n'ayant été recensé, cette famille a été supprimée des graphiques, comme celle des Holocentridae sur la pente externe. Voir figures 60 et 61.

Pente externe

C'est la famille des Acanthuridae qui domine largement en densité comme en biomasse, avec le genre *Ctenochaetus* notamment, présents en nombre sur toutes les stations. Les Scaridae représentent une part importante de la densité et de la biomasse, particulièrement sur la station Sud-Est proche de la pointe et la station Est proche de la petite passe, sur laquelle les Serranidae sont également bien présents. Sur cette station (Est), ce sont les Scaridae qui dominent la biomasse.

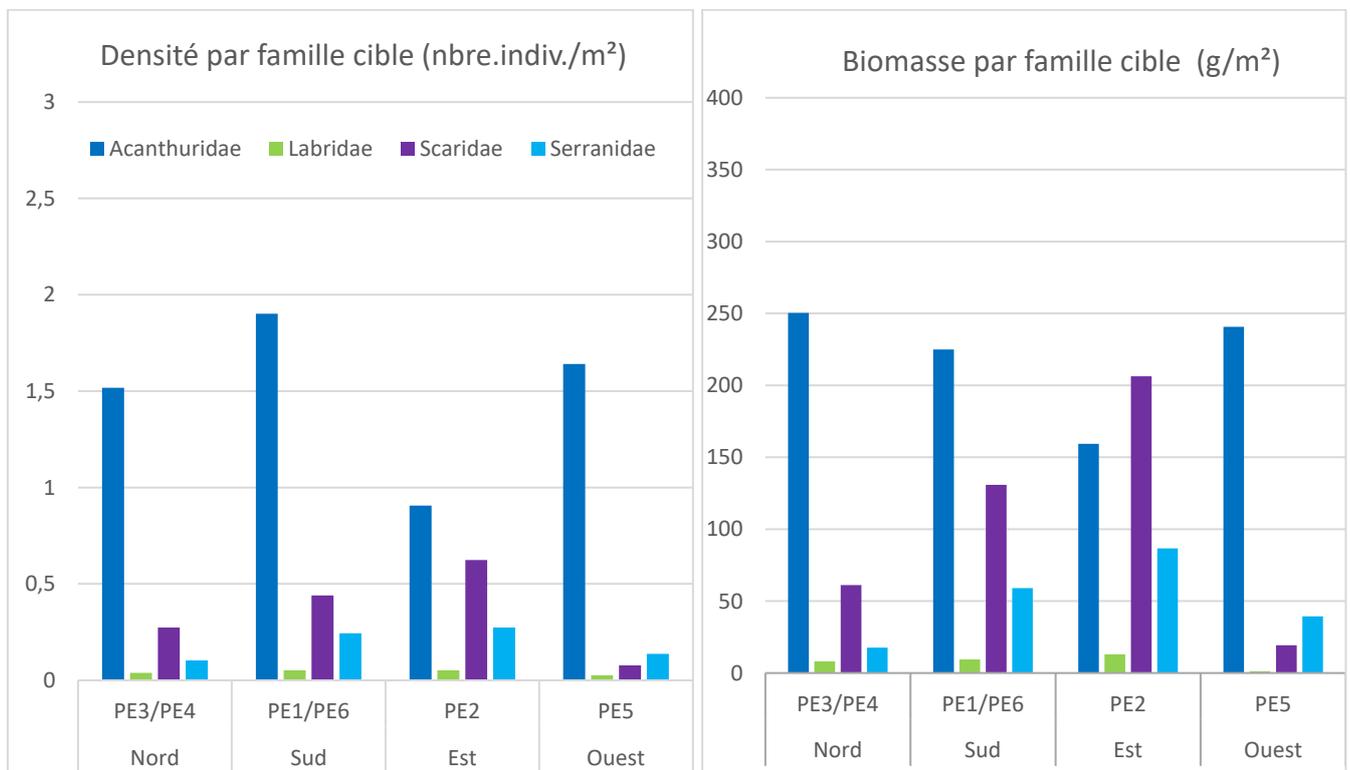


Figure 60 : Densité et biomasse en pente externe, familles cibles – Tetiaroa

Lagon

Les Scaridae dominent en densité dans le lagon sur la majorité des stations (excepté la station 9 sur la barrière et les stations du nord lagon L3 et L4), mais ce sont bien souvent les Acanthuridae qui dominent la biomasse. A noter, la présence sur les stations L8, L9 et L3 dans une moindre mesure de la famille des Holocentridae (rougets, *ihii*). Voir figure 61.

La différence entre densité/biomasse peut venir du fait de la taille des espèces (densité faible et une biomasse forte induisant la présence d'espèces adultes avec des individus plus gros. Inversement, une densité forte associée à une biomasse faible induit la présence de juvéniles, comme sur L5 et L7 pour les Scaridae).

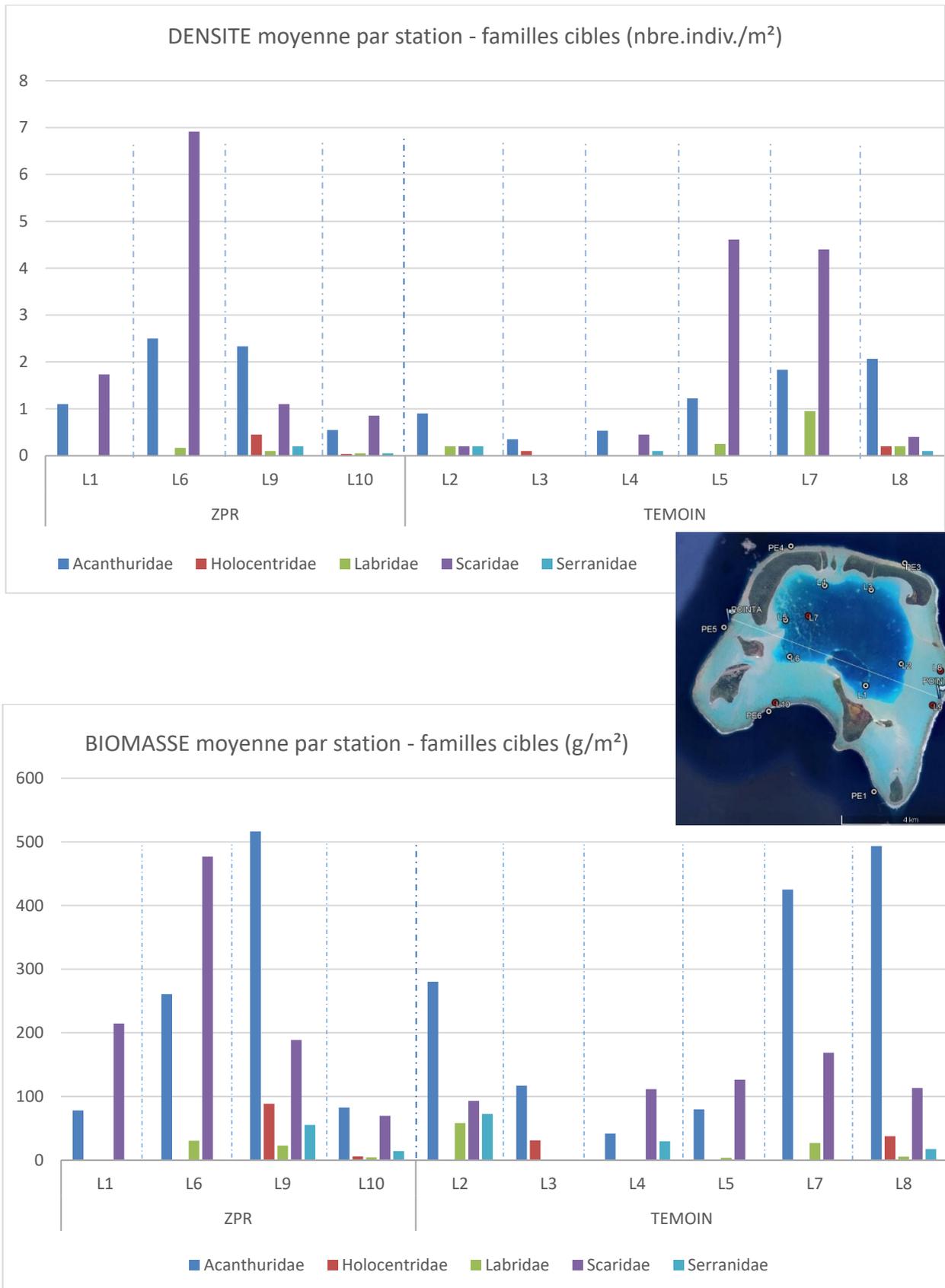


Figure 61 : Densité et biomasse en lagon, familles cibles – Tetiaroa, ZPR et zone témoin

8.3.4. Autres observations

Quelques observations de requins et de raies ont été faites au cours des comptages. Ainsi, des requins pointes noires (*Carcharhinus melanopterus*) ont été dénombrés sur les stations L4 et L9, un requin gris (*Carcharhinus amblyrhynchos*) sur la pente externe, station PE2, un requin dormeur (*Nebrius ferrugineus*) sur la station PE1 et un requin pointe blanche de lagon (*Triaenodon obesus*) sur la station PE5. Enfin, des raies léopard (*Aetobatus ocellatus*) ont pu être décomptées sur la station PE6.

8.4. Invertébrés benthiques

8.4.1. Invertébrés

Très peu d'invertébrés autres que les béditières, ont été dénombrés lors des relevés. Sur les pentes externes, seuls quelques individus isolés de trocas, turbos et sept-doigts ont pu être observés, avec très peu d'oursins. Les stations lagunaires présentent un grand nombre de béditières, quelques holothuries et quelques nacrés, avec très peu d'oursins.

PENTES EXTERNES	PE4	PE5	PE1	PE2
Béditières (<i>Tridacna maxima</i>)	1			
Gastéropodes				
<i>Lambis truncata</i>				1
<i>Trochus niloticus</i>		1	1	
<i>Turbo marmoratus</i>	2			1
Oursins <i>Echinostrephus aciculatus</i>	22		8	

LAGON	ZPR		TEMOIN							
	L1	L6	L9*	L10*	L2	L3	L4	L5	L7*	L8*
Béditières (<i>Tridacna maxima</i>)	22	31	85	222		7	3		1	159
Etoiles (<i>Culcita novaeguinea</i>)					2					
Holothuries (<i>Bohadaschia argus</i>)		4	4	1	3					1
Oursins (<i>Echinometra mathaei</i>)	5			1			1			
Nacrés (<i>Pinctada margaritifera</i>)		3	1							

8.4.2. Béditières

La majorité des stations lagunaires présentent des béditières, exceptées les stations L2 et L5. Deux stations se démarquent, L8 et L10 essentiellement, ainsi que L9 dans une moindre mesure. Ces trois stations sont de nouveaux sites positionnés sur le récif barrière intérieur, habitat préférentiel des béditières.

La taille moyenne des individus présents dans le lagon est de 9.2cm (+/-3.99), avec une moyenne de 8.5cm (+/-3.96) pour la ZPR (sud, 360 individus trouvés sur les transects) et de 10.6cm (+/-3.66) cm pour la zone témoin (nord, 166 individus). Le plus gros béditière mesure 23.5cm, trouvé sur la station L1 qui regroupe les plus gros individus. Le plus petit mesure 1.2cm, il a été trouvé sur la station L10.



Les différentes tailles de bénitiers sont bien représentées sur l'ensemble des stations du lagon, avec une majorité d'individus appartenant à la classe de taille 4-6cm, puis de nombreux individus d'une taille comprise entre 10 et 14cm (pour rappel la taille de collecte minimale réglementaire est fixée à 12cm). Voir figures 62 et 63.

Selon les stations, on trouve des individus très jeunes nouvellement recrutés (nombreux individus de la classe 2-4cm par exemple sur L10), des individus de taille moyenne (de 10 à 14cm, classes de taille les plus représentées sur L8 par exemple) et de gros à très gros individus (taille supérieure à 18cm présents sur L1).

Figure 62 : Répartition par classe de taille de l'ensemble des bénitiers dénombrés sur les stations lagunaires

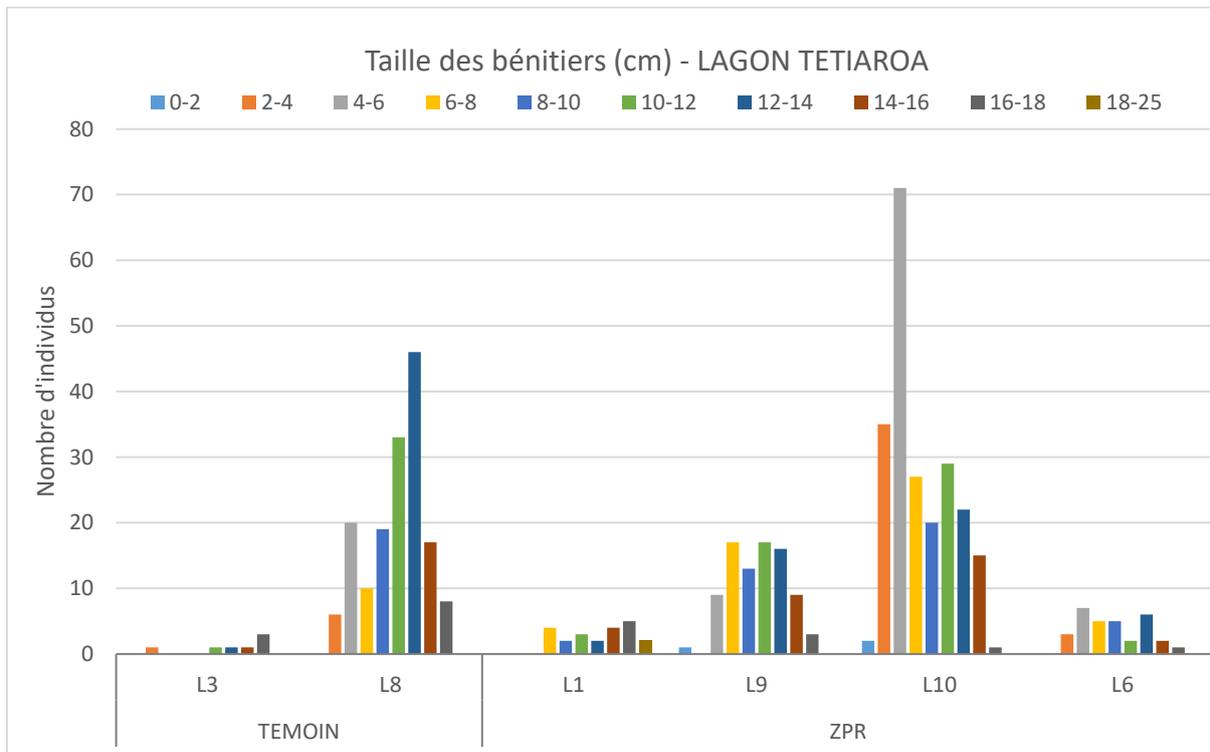
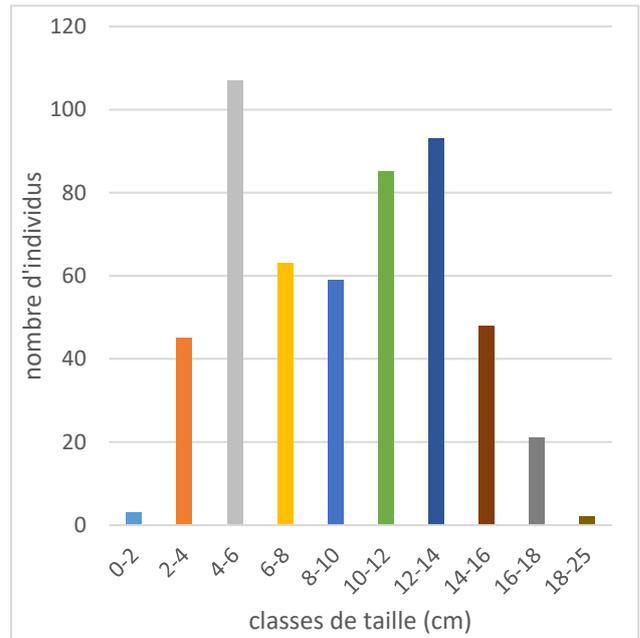


Figure 63 : Répartition par classe de taille des bénitiers présents sur les stations du lagon

8.4.3. Autres observations

Aucun déchet de pêche ni d'aucune sorte n'a été repéré durant cette campagne.

8.5. Analyse des résultats – ZPR Tetiaroa

8.5.1. Comparaison par habitat

Pour mémoire, l'analyse des résultats concernant les poissons est réalisée uniquement sur les comptages en points fixes réalisés sur l'ensemble des stations lors de cette campagne.

Pentes externes

Globalement la zone nord présente des densités et biomasses de poissons un peu plus faibles que la zone sud. Le site de l'Ouest montre également une densité et une biomasse en poissons plus importante que le site de l'Est. A noter à l'est, la proximité de la passe attire une faune pélagique plus importante avec la présence de bancs de poissons comme les *Chanos chanos* (poissons lait).

Lagon

Les types d'habitats dans le lagon sont extrêmement variables entre les stations rendant la comparaison difficile. Comme mis en évidence dans le rapport de suivi de 2015 : « certains sites au sein du lagon sont beaucoup plus peuplés que d'autres, indépendamment du fait qu'ils se trouvent dans la ZPR ou non. Ils sont également relativement différents les uns des autres en termes de peuplements ». De plus, il y a plus de stations dans la zone nord (considérée comme la zone témoin) que dans la zone sud où la ZPR est plus contraignante.

Les stations L2, L3 et L4 présentent des densités et des biomasses parmi les plus faibles des comptages, s'expliquant par leur localisation sur des zones très pauvres ne présentant quasiment pas de coraux et peu d'habitat pour les poissons. Ainsi la station L2 est une zone sableuse isolée ne présentant que de rares massifs coralliens de petite taille concentrant quelques poissons. Les stations L3 et L4 sont situées à faible profondeur dans une eau turbide, le long d'un banc corallien. L'habitat n'est pas favorable à la présence d'espèces de grande taille ni en grand nombre. Ces sites sont plus propices aux juvéniles.

Les stations L7 à L9 (nouvelles stations) présentent des biomasses importantes, assorties de densités importantes. La station L10 montre une densité et une biomasse faibles mais le peuplement est constitué essentiellement de gros individus de Scaridae. A noter, la présence sur la station L9 d'un important banc d'*Albula glossodonta* (appelé kiokio aux Tuamotu). Ce poisson migrateur semble fréquenter la zone proche de la passe, les individus sont fortement mobiles et se déplacent probablement sur l'ensemble de la zone, voire dans tout le lagon, ils ont été sortis des graphiques de densité et de biomasse de cette station afin de ne pas biaiser les résultats.



8.5.2. Comparaison avec les études précédentes

La comparaison est réalisée sur les comptages sur transects et non sur les points fixes, qui n’avaient jamais été utilisés auparavant, et uniquement sur les stations de la pente externe et celles du lagon de L1 à L6. De plus, les comparaisons sont faites sur les familles de poissons décomptées en 2021. En effet, lors des précédents relevés, l’ensemble de la faune ichthyologique avait été dénombrée alors que les comptages se sont concentrés sur les familles d’intérêt économique au sens large lors des derniers suivis.

Point important : les observateurs ont changé au cours du temps, ajoutant un biais aux résultats. Cependant, ils sont tous issus du même type de formation, possèdent une grande expérience dans le comptage de poissons en Polynésie et ont bien souvent travaillé ensemble. D’autre part, les périodes de relevés ne sont pas les mêmes chaque année, rendant les comparaisons délicates.

Année de suivi	Date relevés lagon	Dates relevés pente externe	Observateur substrat / poissons
2007	Juillet	Janvier ?	Chancerelle/Lison de Loma
2008	Juillet-août ?	Janvier	Chancerelle/Lison de Loma
2015	Juin	Février	Chancerelle/Siu
2021	Octobre	Octobre	Seguin/Goyaud

Pente externe

Peuplement benthique : on observe sur les stations de la pente externe une homogénéité des recouvrements en corail vivant sur les 2 premières années de suivi (2007 et 2008) puis un effondrement en 2015. En 2021, les taux de couverture en corail vivant sont de nouveaux assez élevés pour la plupart des stations, avec des niveaux équivalents à ceux des premiers suivis. Voir figure 64.

Comme mis en évidence dans le rapport de suivi de 2015 : « les causes du changement en ce qui concerne les peuplements coralliens sont attribuées à deux perturbations majeures qui ont affectées l’atoll sur la période 2008-2015 : d’une part les houles induites par le cyclone Oli en février 2010, qui ont modifié la structure des pentes externes nord et nord-ouest de l’île, et d’autre part, entre 2010 et 2013, l’explosion démographique du prédateur *Acanthaster planci* (Taramea) qui a concerné l’ensemble de l’île. »

Il est à noter que bien que ces suivis aient été conçus pour être réalisés régulièrement et sur le long terme, les stations n’ont pas été équipées de piquets permettant de replacer les transects exactement au même endroit. Pour les pentes externes, seules le point GPS de la station et la profondeur servent de repère. Au regard de la variabilité des habitats qui peuvent être assez chaotiques sur la pente externe, les résultats peuvent fortement varier d’une année sur l’autre en fonction de la position des transects.

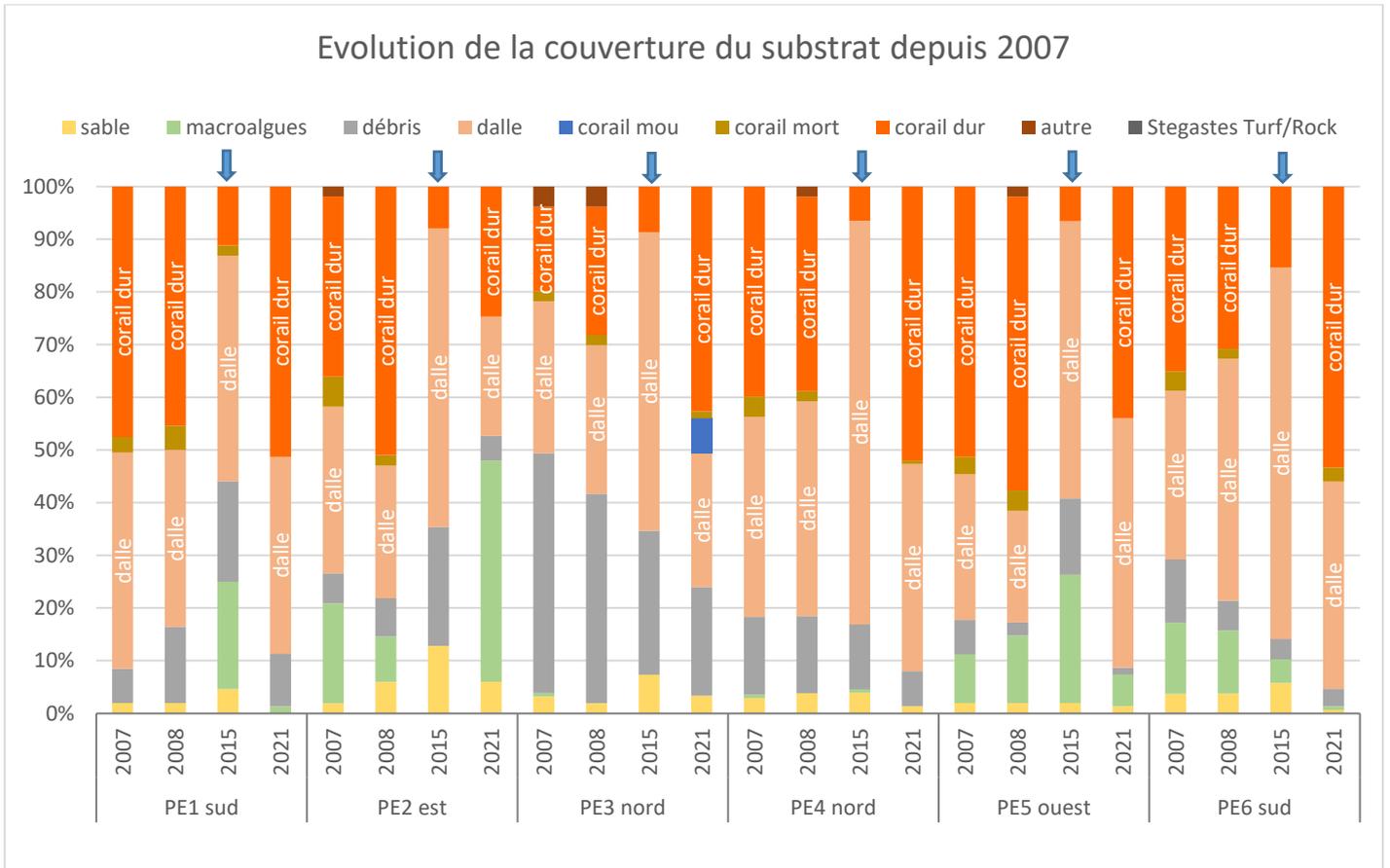


Figure 64 : Evolution de la couverture du substrat sur la pente externe de Tetiaroa depuis 2007

Peuplement ichthyologique : pour chaque station de la pente externe, on observe une augmentation parfois très importante de la densité en poissons entre 2007 et 2008, puis une baisse drastique en 2015, suivie d'une stabilisation en 2021. Voir figure 65.

La biomasse, dont l'estimation a été possible avec les données de 2015, présente en revanche, une tendance à la baisse en 2021.

Le récif extérieur montrant une régénération depuis le dernier suivi, la densité en poissons augmente également. Mais ces poissons restent plus petits.

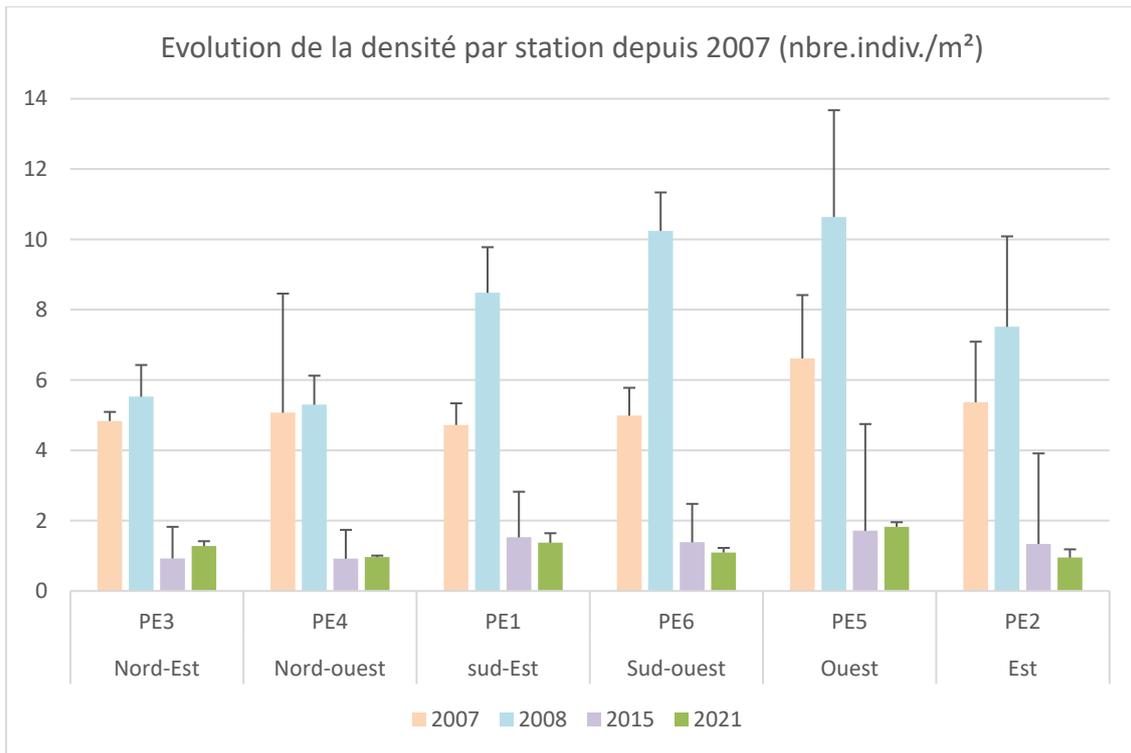


Figure 65 : Evolution de la densité en poissons depuis 2007 sur les pentes externes de Tetiaroa

Lagon

Peuplement benthique : à l'image de la pente externe, les sites présentant des taux de couverture en corail vivant homogènes entre 2007 et 2008 ont subi une diminution importante en 2015 (explosions démographiques d'*Acanthaster planci* entre 2010 et 2013). Les relevés de 2021 montrent une régénération du récif en cours sur la plupart des sites.

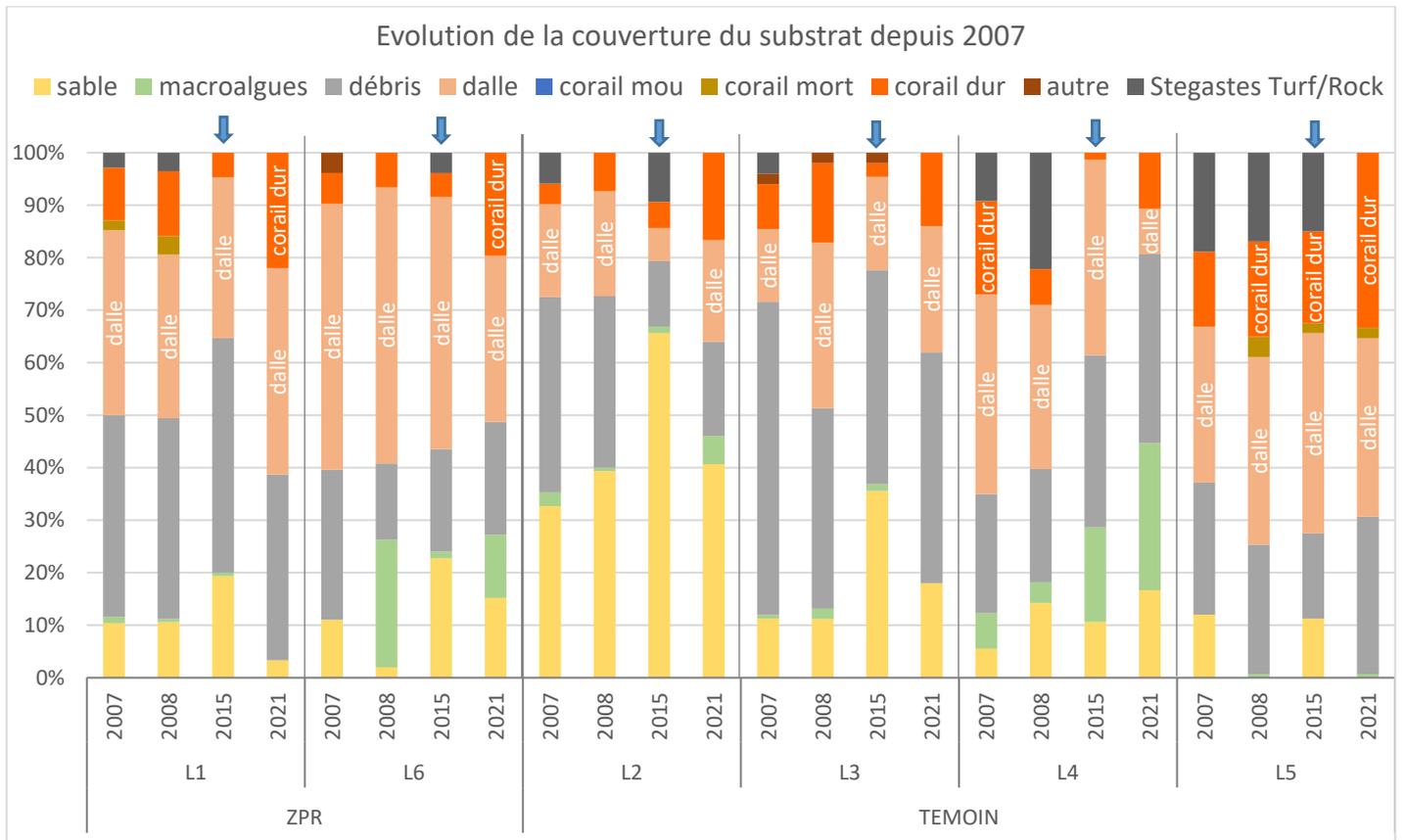


Figure 66 : Evolution de la couverture du substrat dans le lagon de Tetiaroa depuis 2007

Peuplement ichthyologique : Les deux ZPR du lagon de Tetiaroa sont en place depuis 2015. Seuls les comptages de 2021 pourraient refléter l'influence de cette réglementation. Pour rappel, seuls les comptages sur transects de 2021 ont servi pour les comparaisons (méthode utilisée en 2015 et précédemment).

On observe une augmentation de la densité en poissons entre 2007 et 2008, suivie d'une baisse en 2015 (excepté pour L3), et une stabilisation en 2021. En 2021, seule la station L6 montre une augmentation significative de la densité en poissons.

Il n'y a pas de différence marquante entre la ZPR et la zone témoin.

Les périodes de suivi n'étant pas les mêmes, les saisons peuvent en partie être à l'origine de ces différences, notamment concernant les juvéniles dont les populations varient au cours de l'année. Rappelons d'autre part que le positionnement des stations est crucial pour un comparatif fiable, dans un milieu fortement hétérogène comme celui de Tetiaroa.

Voir figure 67.

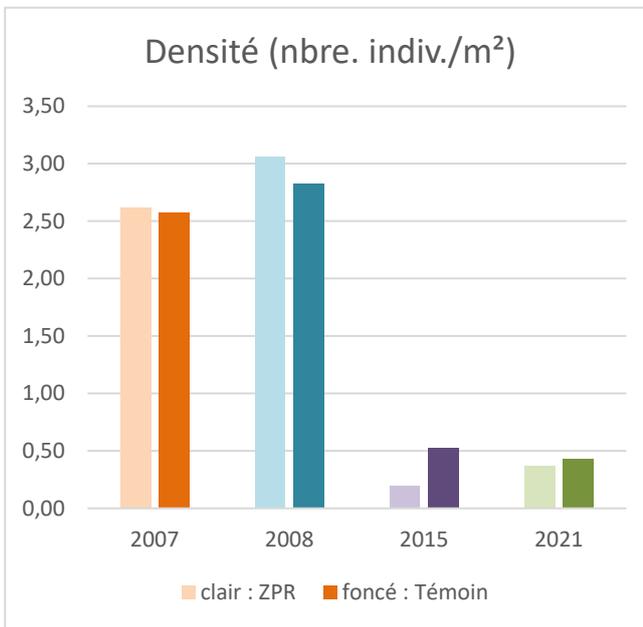
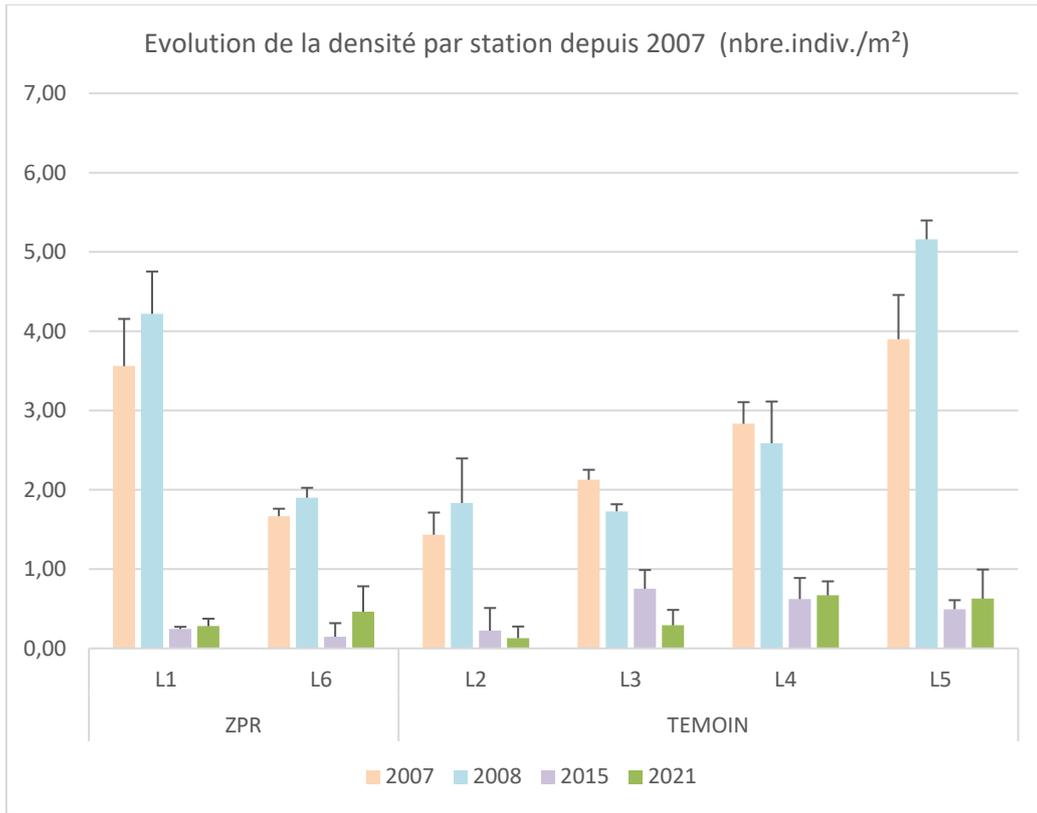


Figure 67 : Evolution de la densité en poissons dans le lagon de Tetiaroa depuis 2007

Les tailles des poissons n'ayant été relevée qu'en 2015, une comparaison de la biomasse n'est possible qu'entre cette année et les comptages de 2021 (figure 68). Ainsi on observe que la biomasse suit les mêmes variations que la densité, avec une stabilisation des valeurs en 2021. Certaines stations comme L6 et L2 présentent des biomasses supérieures à celles de 2015.

Certaines stations montrent des différences très marquées. Ainsi, la station L3 présente une très grande différence de densité entre 2015 et 2021, mais une différence moins importante en biomasse. Les stations L4 et L5 sont celles qui montrent globalement le plus de différences entre les deux années de suivi.

En 2015, les stations de la zone témoin (lagon nord) présentaient une biomasse légèrement supérieure à celle du lagon sud. La différence n'est pas significative en 2021, les biomasses sont quasi similaires entre les deux zones.

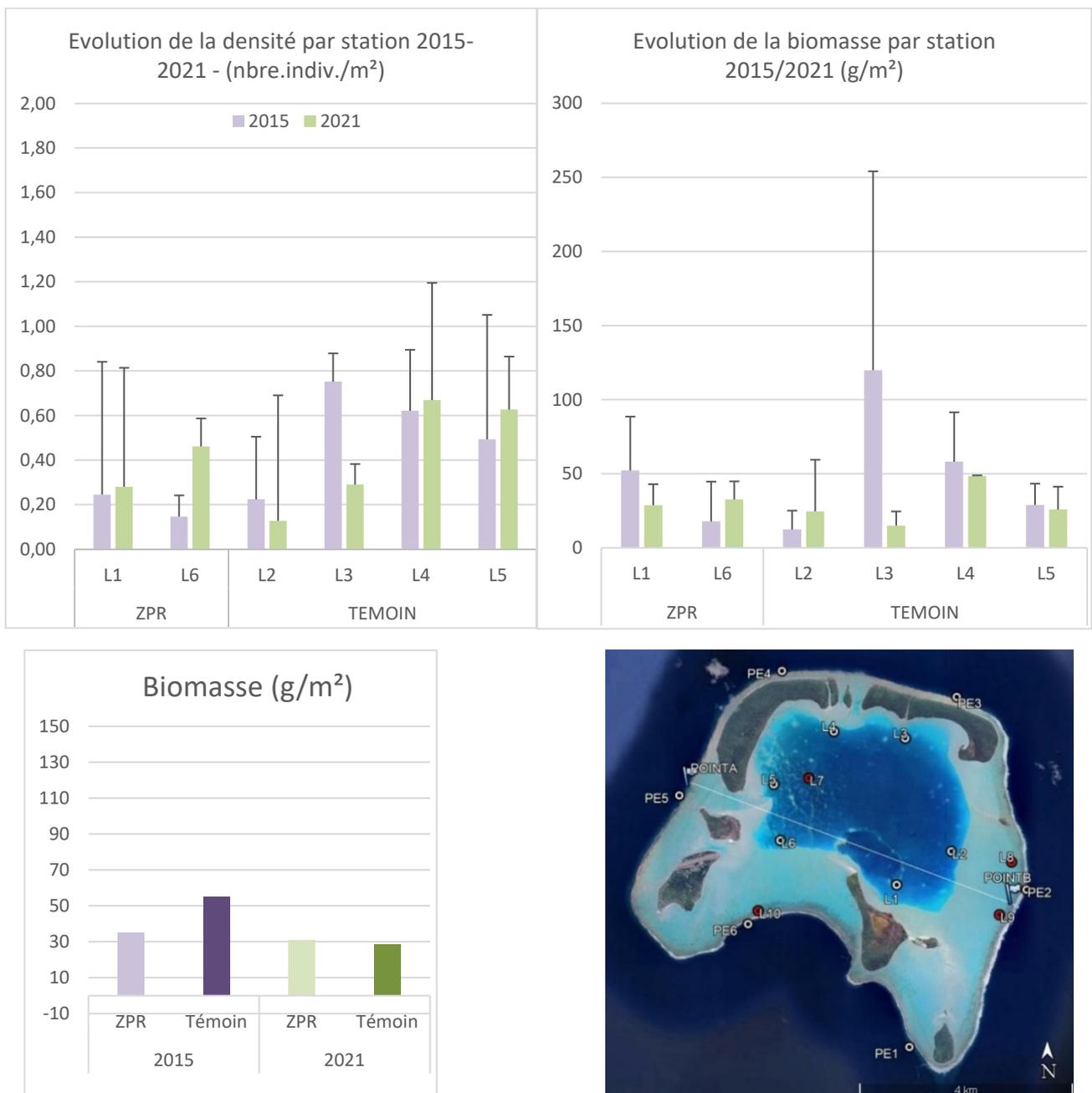


Figure 68 : Evolution de la densité et de la biomasse entre 2015 et 2021 dans le lagon de Tetiaroa (ZPR vs Témoin)

La diversité spécifique observée lors des comptages en lagon évolue au cours des différentes campagnes de suivi (figure 69). Aucune tendance claire n'émerge de ces résultats, la diversité spécifique étant très variable d'une station à l'autre et d'une campagne de suivi à l'autre. Cependant, globalement la diversité spécifique est plus faible pour la dernière campagne de 2021, excepté pour la station L2.

La comparaison entre la ZPR du lagon nord considérée comme la zone témoin et la ZPR du lagon sud, plus protégée, ne montre pas non plus de tendance claire. En effet, la comparaison est établie sur les 6 stations historiques du suivi : seulement deux sont présentes en ZPR (lagon sud) et quatre en zone témoin (lagon nord). Il est donc normal que le nombre d'espèces observées soit plus important dans la zone nord...

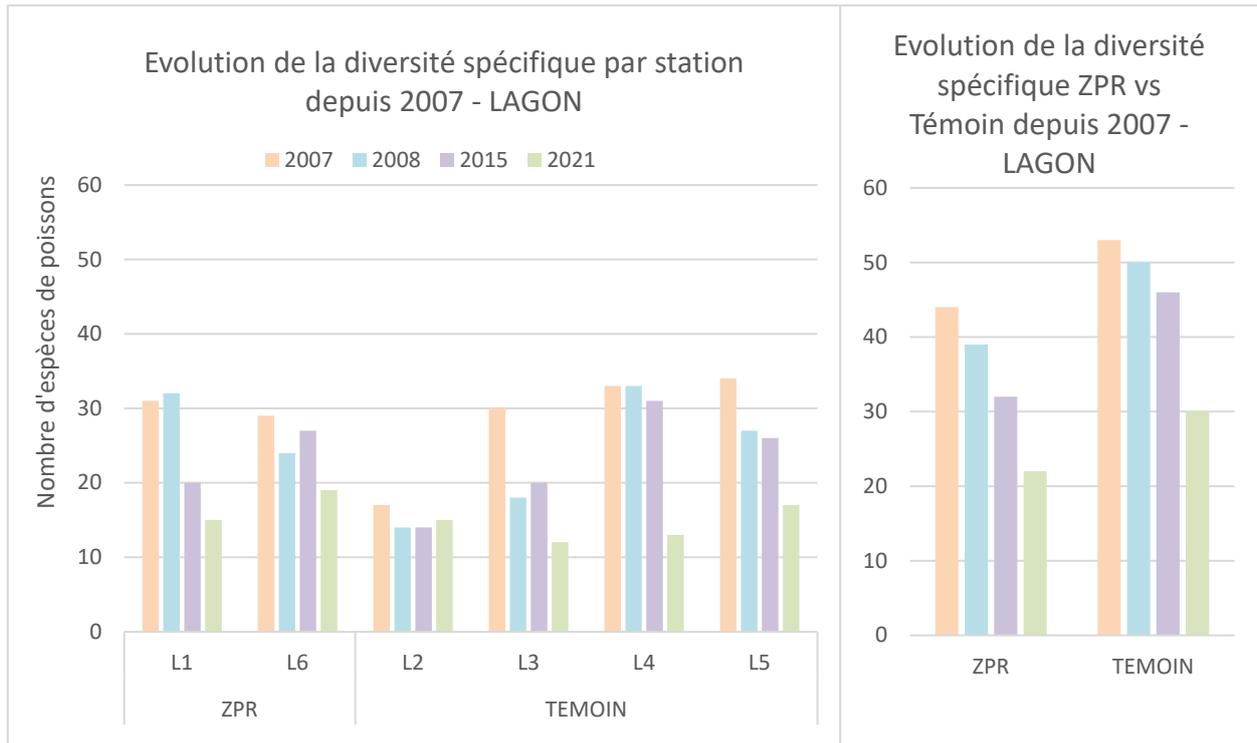


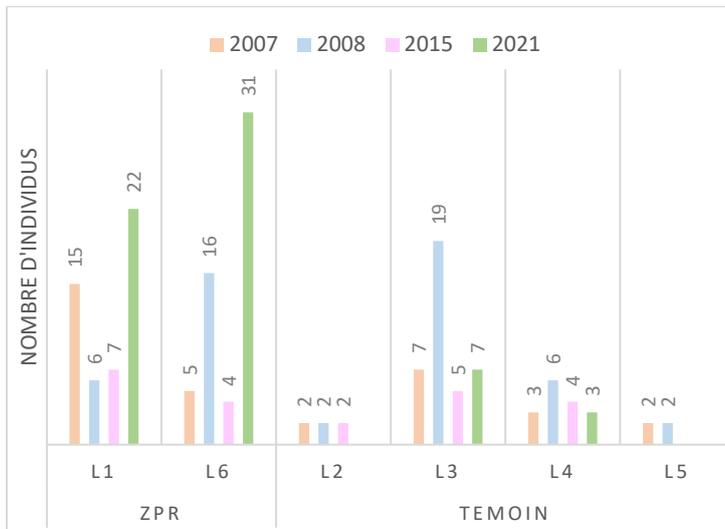
Figure 69 : Evolution de la diversité spécifique en lagon au cours du temps – Tetiaroa

Invertébrés / Bénéitiers : les stations comptent peu d'invertébrés, exceptés les bënëitiers. Au cours des différents suivis, le nombre d'invertébrés relevés par station est très variable, même pour les organismes sessiles comme les nacres *Pinctada margaritifera*. La station L6, qui est celle où le maximum de nacres est décompté, montre par exemple un total de 2 individus en 2007, aucun en 2008 puis 9 en 2015 et 3 en 2021. **Comme mentionné précédemment, des transects balisés de façon permanente permettraient de s'affranchir du biais lié au positionnement de la zone de suivi.**



Le nombre de bënëitiers relevé sur les stations au cours des différents suivis est assez variable. Les densités n'étant pas très importantes, le positionnement du transect exactement au même endroit d'un suivi sur l'autre serait un plus pour pouvoir comparer les données équitablement. Voir figure 70.

Globalement le nombre de bënëitier apparaît plus important dans la ZPR que dans la zone témoin en 2021.



	ZPR		TEMOIN			
	L1	L6	L2	L3	L4	L5
2007	15	5	2	7	3	2
2008	6	16	2	19	6	2
2015	7	4	2	5	4	
2021	22	31		7	3	

Figure 70 : Evolution du nombre de bécotiers décomptés sur les stations du lagon depuis 2007.

8.5.3. Comparaison selon la méthode de comptages (poissons)

Les relevés 2021 concernant le peuplement ichthyologique ont été réalisés en utilisant la méthode du point fixes à 180° pour toutes les stations. A des fins de comparaison, les stations de la pente externe et les stations L1 à L6 du lagon, ont fait l'objet de comptages en doublons avec la méthode du transect couloir qui avait été précédemment utilisée. Rappelons que les comptages ont été réalisés au même moment et par le même observateur. Ce dernier a réalisé les comptages sur transect, suivis par ceux en points fixes, localisés au début de chaque transect.

Il n'y a pas de différence significative entre les deux méthodes concernant la diversité spécifique relevée.

	Lagon points fixes	Lagon transects	Pente externe points fixes	Pente externe transects
Nombre d'espèces	30	33	57	55
Nombre de familles	12	10	12	15

Pente externe

Sur la pente externe, la densité et la biomasse évaluée avec la méthode du transect couloir, sont toujours plus faibles que celles évaluées avec la méthode du point fixe en demi cercle. Voir figure 72 page suivante.

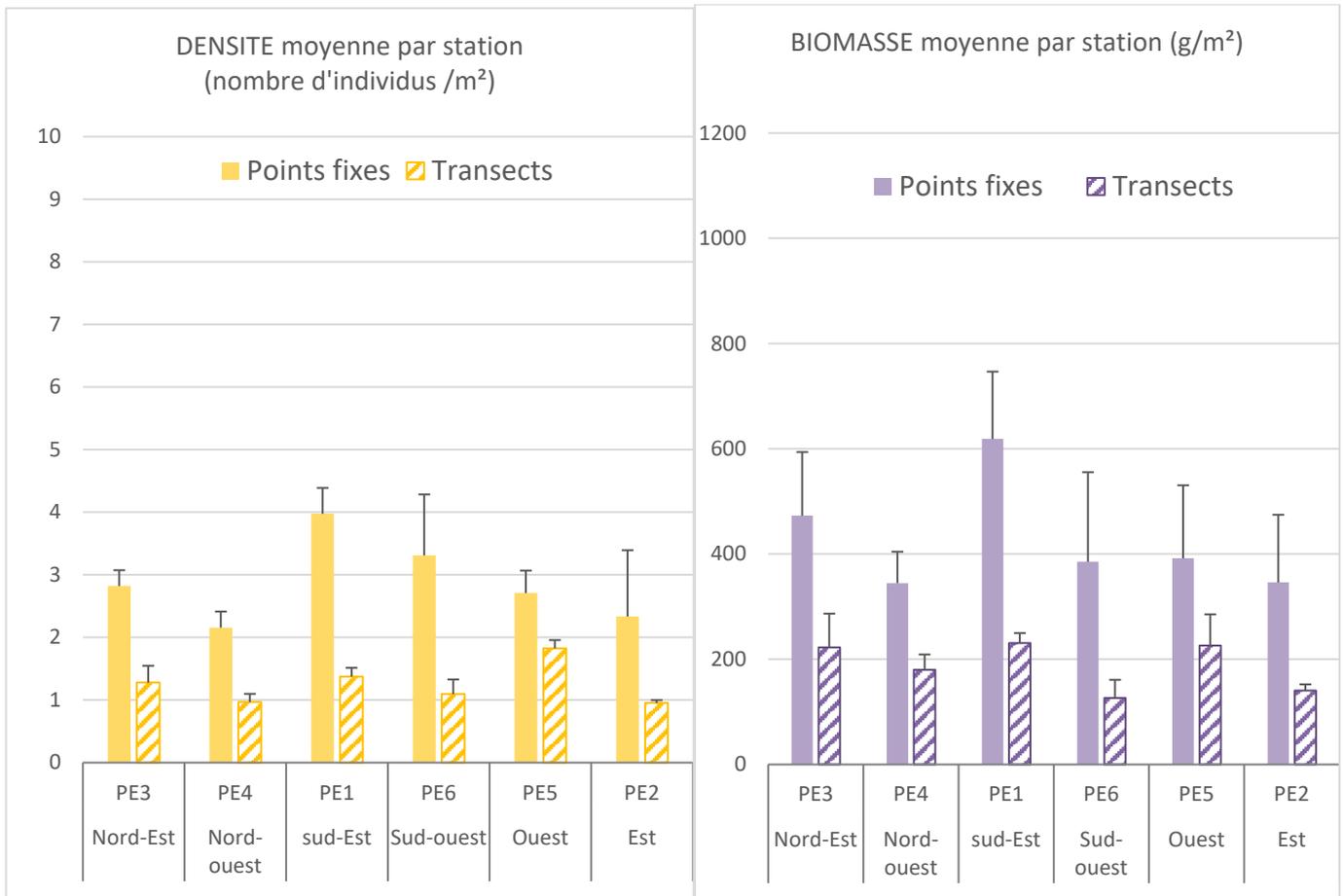


Figure 71 : Densité et Biomasse en poissons en PENTE EXTERNE selon la méthode de comptage (Point fixe en demi cercle versus Transect couloir)

Note : Banc d'*Elagatis bipinulata* (coureur arc en ciel) et de *Chanos* (poisson lait) sur la station PE2 (Est) sur comptages transects, supprimés pour le calcul de la biomasse

Lagon

Comme pour la pente externe, il y a une très forte différence entre les comptages en points fixes et en transects, ces derniers montrant toujours des valeurs très largement inférieures.

Dans un milieu très hétérogène comme celui présent dans le lagon, avec des stations présentant des habitats très différents, la méthode du point fixe paraît moins adaptée car elle ne couvre qu'une partie des habitats. Le transect permettant de couvrir une surface plus importante, de balayer les différents milieux, semblerait plus adapté. Dans un milieu hétérogène, il faudrait multiplier les points pour avoir une meilleure représentativité de l'environnement. Voir figure 71.

A noter que dans son étude des peuplements de poissons de la presqu'île de Tahiti, Morin *et al* indique : « Pour les poissons d'intérêt commercial, une méthode de comptage par demi-point fixe a été employée (Harmelin-Vivien *et al.* 1985, Bortone *et al.* 1989, Jennings *et al.* 1995). En effet, elle permet de recueillir des informations en termes de nombre d'individus par unité de surface, comme pour un transect, et présente l'avantage de ne pas nécessiter l'installation préalable de lignes de transects, qui perturbent souvent les peuplements en place (point particulièrement important pour les espèces pêchées, dont le comportement change ; Kulbicki 1998) et mobilise plus de temps sous l'eau. Bien que peu adapté à l'étude des communautés ichthyologiques dans leur ensemble, le comptage par point fixe est l'une des meilleures méthodes pour l'estimation visuelle de populations d'espèces cibles dans des habitats hétérogènes. La validité de la technique de comptage envisagée est renforcée par le fait qu'elle est utilisée à des fins comparatives et non absolues. »

Ainsi les futurs suivis, s'ils sont réalisés selon la méthode du point fixe, permettront d'établir des correspondances et de vérifier cette hypothèse. Les comptages par points fixes ne peuvent en tout les cas pas être utilisés en comparaison des résultats acquis précédemment selon la méthode du transect.

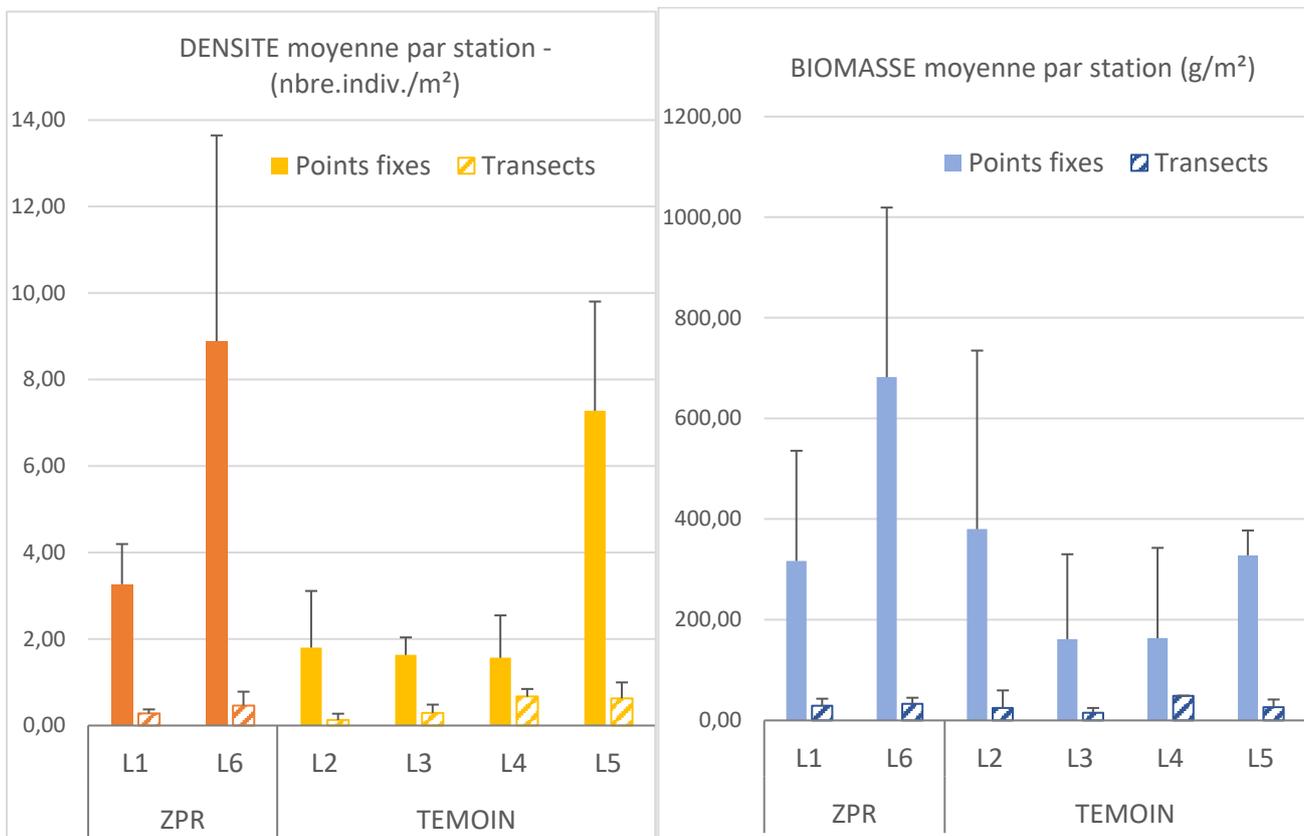


Figure 72 : Densité et Biomasse en poissons en LAGON selon la méthode de comptage (Point fixe versus Transect couloir)

9. Discussion

Comparaison entre les ZPR de Tahiti :

Le tableau suivant synthétise les résultats. La première ligne indique la ZPR considérée, dont les résultats de densité en poissons, diversité spécifique et biomasse en poisson (quand la donnée existe), sont comparés avec les sites de la première colonne : la zone témoin 2021, la ZPR lors de l'étude initiale, la zone témoin lors de l'étude initiale.

ZPR 2021	Hotu Ora		Tata'a		Nuuroa		Atehi	
Témoin 2021	Densité	>	Densité	≥	Densité	≤	Densité	>
	Diversité	>	Diversité	<	Diversité	>	Diversité	<
	Biomasse	>	Biomasse	≤	Biomasse	≤	Biomasse	>
ZPR étude initiale	Densité	>	Densité	>	Densité	>	Densité	>
	Diversité	>	Diversité	<	Diversité	<	Diversité	<
			Biomasse	>	Biomasse	>	Biomasse	>
Témoin étude initiale	Densité	>						
	Diversité	<						

Pour les 3 sites de Punaauia, en 2021, on observe globalement peu de différences entre les zones témoin et la ZPR.

- Moins de 10% d'écart sur la densité entre ZPR et Témoin sur les sites de Punaauia (en faveur de la ZPR pour les sites de Atehi et Tata'a, en faveur du témoin pour Nuuroa).
- Moins de 10% d'écart sur la biomasse entre ZPR et Témoin sur les sites de Nuuroa et Tata'a (en faveur de la zone témoin), 20% pour Atehi (en faveur de la ZPR).

Cette différence est beaucoup plus marquée au niveau de la ZPR de Mahina. Cette dernière bénéficie d'une protection renforcée (interdiction totale de pêche), associée à la présence d'un gardien, qui, bien que non officiel, assure une surveillance importante. 20% de différence en densité, 37% en biomasse, en faveur de la ZPR.

Bien que les règles de pêche en vigueur sur les ZPR de Punaauia soient plutôt peu restrictives, aucune surveillance n'est effective sur ces sites. Le braconnage y est difficilement quantifiable, mais probablement actif (observation liée à la disparition ou dégradation régulière des marques de ZPR...).

Les 3 ZPR de Punaauia présentent des densités en poissons globalement proches mais des biomasses différentes. Figure 73 page suivante. On remarque également que si les densités sont plus fortes en ZPR qu'en zone témoin, c'est généralement l'inverse concernant les biomasses (excepté pour la ZPR Atehi). Cela pourrait s'expliquer par un recrutement des juvéniles de poissons favorisé par la protection de la ZPR, puis par un effet de débordement de la ZPR vers sa zone témoin. La comparaison avec les études précédentes ne permet pas d'établir d'autres conclusions dans la mesure où les méthodes et les sites étaient différents, sans comparaison avec des zones témoins.

Les évènements affaiblissant les récifs (blanchissements coralliens répétés depuis 2008, infestations d'Acanthaster régulières, dégradation du lagon liée aux terrassement et envahissement par les algues turbinaires...) sont à prendre en compte dans l'évolution de la protection. Les récifs étant de plus en plus soumis à des stress, devraient bénéficier de protection plus importante afin de favoriser leur résilience et la conservation des habitats nécessaires aux poissons.

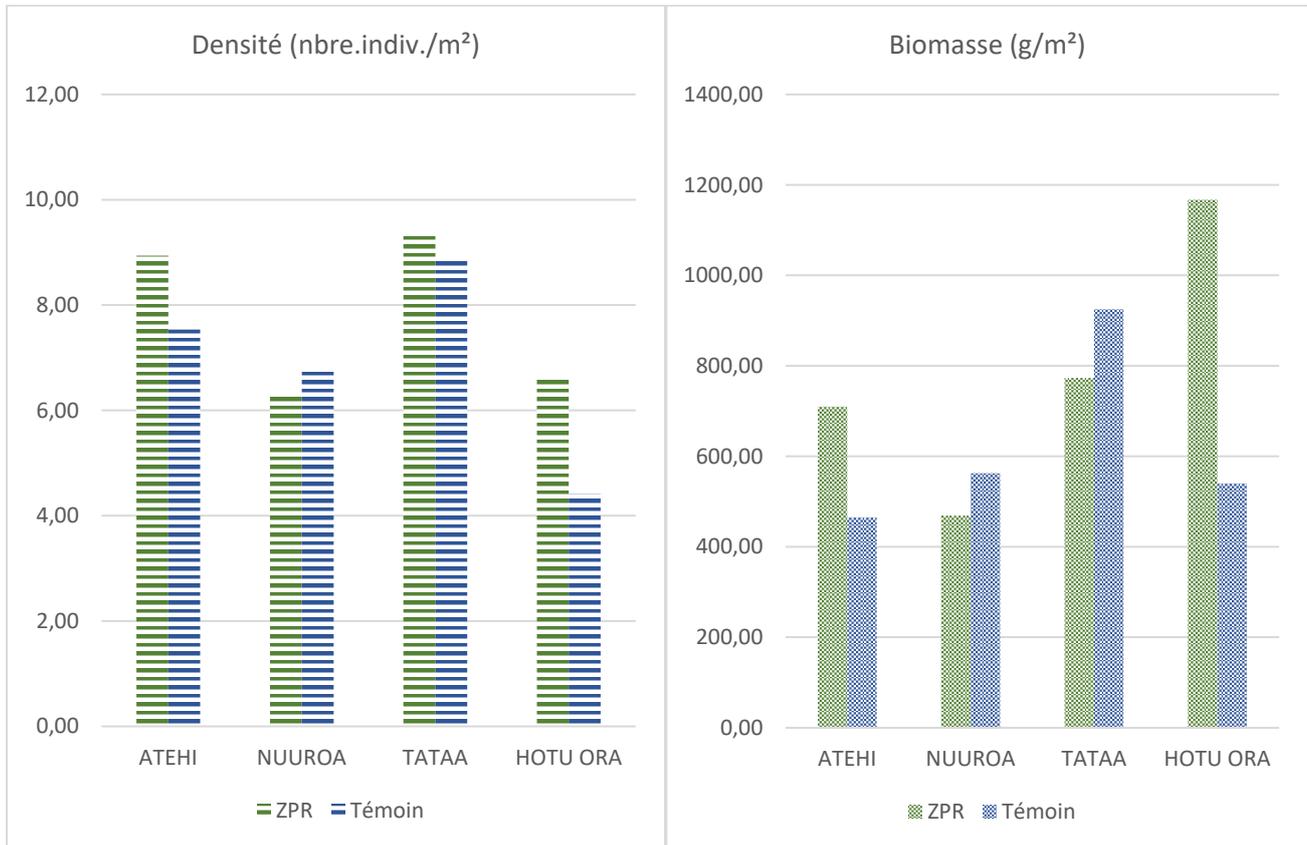


Figure 73 : Comparaison de la densité et la biomasse entre les ZPR de Tahiti

Recommandations générales :

La difficulté de comparaison des résultats d'un suivi à l'autre est une remarque que l'on retrouve tout au long de ce rapport. Afin d'assurer un suivi de qualité des ZPR et de pouvoir extraire des données fiables et comparables, quelques recommandations peuvent être faites :

- Balisage permanent des sites de suivi : ainsi, au cours du temps, les prestataires peuvent changer, les relevés seront toujours réalisés sur les mêmes sites. Cette donnée est importante notamment dans la comparaison du recouvrement du substrat.
- Saison de relevé similaire : les relevés doivent être effectués toujours à la même période (mois de l'année) en raison de la saisonnalité des espèces, notamment pour la présence des juvéniles de poissons, le recrutement des jeunes invertébrés, l'état de santé des récifs, etc...
- Conservation du protocole de suivi : dans ce rapport il est mis en évidence la difficulté de comparaison entre des suivis réalisés en points fixes et en transects, ou le fait que la biomasse n'ait pas toujours été calculée, ou le recouvrement du substrat pas systématiquement évalué, etc. les protocoles doivent être standardisés et appliqués rigoureusement afin de pouvoir comparer sur du long terme.

- Fréquence renforcée du suivi : un suivi tous les 2 ans permettrait une meilleure mise en évidence des populations, permettant d'associer les événements climatiques aux fluctuations de populations.

A ces remarques peuvent s'ajouter les observations suivantes :

- **Afin de mettre en évidence l'effet des ZPR, une surveillance renforcée permettrait d'assurer la protection de la zone conformément à la réglementation.**
Cette remarque s'appuie sur la comparaison des résultats des différentes ZPR, celles bénéficiant d'une protection renforcée comme Mahina et Tetiaroa, montrent des résultats très encourageants.
- Certaines ZPR montrent des mesures destinées spécifiquement à protéger la faune ichthyologique nocturne (interdiction de toute pêche sauf fusil sous-marin de jour et ligne de traîne). De plus au cours de ces suivis nous avons pu noter l'absence ou la très faible présence de poissons concernés par ces mesures, comme les rougets (ihii, Holocentridae) par exemple, dont les mœurs sont plutôt nocturnes. Ainsi, une réflexion pourrait être menée pour intégrer le suivi de ce type de faune aux prochains suivis.

Concernant le suivi des ZPR de Tetiaroa, l'analyse des données permet la mise en évidence de certaines recommandations, venant compléter les précédentes :

- Choix de la méthode d'évaluation du peuplement ichthyologique (méthode point fixe ou transect) dépendante de l'hétérogénéité du milieu. Les 2 méthodes présentent moins de différences dans un milieu homogène comme celui observé sur les pentes externes, mais des différences significatives dans un milieu hétérogène comme les stations lagunaires. La méthode du point fixe pourrait alors sembler plus adaptée, à la condition de multiplier les points car la surface couverte pour chaque point est très faible comparée au transect. La multiplication des points dans un milieu hétérogène impliquera probablement des écart-types importants dans les jeux de données.
- Multiplication et/ou choix des stations de suivi : le suivi initial du lagon et de la pente externe de Tetiaroa avait pour but :
 - 1- d'établir une base de connaissance sur la distribution et l'abondance d'un ensemble de macro-invertébrés benthiques ciblés et de la totalité de la faune ichthyologique du lagon et des pentes externes récifales de l'atoll ;
 - 2- de comprendre à partir des bases de données accumulées sur les campagnes successives la dynamique temporelle des peuplements suivis et d'évaluer à terme, à partir d'une suite régulière de campagne de relevés, l'impact de la mise en place de la ZPR.

Or, il apparaît que le positionnement des stations choisi n'est pas très adapté à cette comparaison. En effet, à l'intérieur du lagon, les stations ont été placées probablement aléatoirement autour de la partie la plus profonde du lagon, parfois sur des sites ne comportant que très peu d'habitat, et donc très peu de faune associée. Les habitats « barrière » n'ont pas été pris en compte. En 2021, 3 nouvelles stations placées dans ce type d'habitat, très riche, permettent de compléter les données. Mais une évaluation de ce type d'environnement du côté ouest de l'atoll par exemple pourrait venir compléter l'échantillonnage.

D'autre part, la spécificité du lagon central de l'atoll, avec la présence d'un récif réticulé formant des crêtes affleurant la surface, aux parties supérieures très riches mais très limitées en surface, n'est que peu inventorié. C'est pourtant un habitat très riche et très fréquenté des pêcheurs. Une nouvelle station y a été positionné en 2021 mais le suivi pourrait être renforcé. Enfin, la station L1 qui présente la particularité d'avoir les plus gros bénitiers observés dans le lagon, pourrait bénéficier d'un doublon a minima, avec l'évaluation d'autres sites positionnés sur un habitat du même type formé par la crête du double lagon intérieur.

10. Références

- BENET, A. 2013. Étude de faisabilité de la mise en place d'une aire marine protégée, Pointe Vénus, Commune de Mahina, Tahiti, Polynésie française. Rapport final. IFRECOR Polynésie. 82 p.
- Chancerelle Y, Moritz C, Siu G, août 2015. Suivi biologique des communautés récifales de Tetiaroa Troisième campagne – février-juin 2015. USR 3278 CNRS-EPHE-UPVD, Direction des ressources marines ; 20pp + 2 annexes
- CREOCEAN, 2017. Suivi écologique des zones de pêche réglementée (ZPR) de Punaauia. RA161010. Direction des ressources marines. 16 pp + annexes
- Kulbicki Michel, Guillemot Nicolas et Amand Marion, 2005. A general approach to length-weight relationships for New Caledonian lagoon fishes, *Cybiurn: International Journal of Ichthyology* · 2005, 29(3): 235-252.
- LISON DE LOMA T., CHANCERELLE Y., 2007. Monitoring of benthic and fish communities of the Tetiaroa atoll (Society Islands, French Polynesia). UMS 2978 CNRSEPHE, RA 151 : 20 pp + 2 annexes.
- LISON DE LOMA T., CHANCERELLE Y., 2008. Monitoring of benthic and fish communities of the Tetiaroa atoll (Society Islands, French Polynesia): second campaign – Jan.2008. UMS 2978 CNRS-EPHE, RA 151 : 21 pp + 2 annexes.
- Morin E., Bambridge T., Galzin R., Siu G., Loritz C., Taiaru M., Planes S., 2017- Rapport sur les comptages des peuplements ichtyologiques de Tahiti iti. Ra 253 CRIOBE pour DRMM : 25 Pages. 4 annexes
- Liao V., Moritz C., Espiau B., Planes S., 2015. Réseau de surveillance du milieu lagunaire de Tahiti. RST 2015. Rapport final. CRIOBE pour DIREN. 73p.
- Taiarui M., Siu G., Zuberer F., Espiau B., Planes S., 2018. Réseau de surveillance du milieu lagunaire de Tahiti. RST 2017. RA 268. Rapport final. CRIOBE pour DIREN. 66p.

11. Table des Figures

Figure 1 : Localisation des zones d'étude.....	9
Figure 2 : Schéma des relevés sur transect (comptages visuels de poissons et invertébrés, relevés du substrat, Hill et W	14
Figure 3 : Localisation des stations de la ZPR Hotu Ora de Mahina (Pointe Vénus) et site témoin	16
Figure 4 : Illustration des stations de la ZPR Hotu Ora et sa zone témoin – Mahina Pointe Vénus.....	17
Figure 5 : Recouvrement du substrat – zone Hotu Ora Mahina	19
Figure 6 : Répartition des genres de coraux vivants sur les stations – Hotu Ora Mahina.....	20
Figure 7 : Densité et biomasse en poissons d'intérêt commercial pour la ZPR Hotu Ora de Mahina et sa zone témoin	21
Figure 8 : Répartition du peuplement ichtyologique en densité et en biomasse sur l'ensemble de la ZPR Hotu Ora de Mahina et de la zone témoin.....	22
Figure 9 : Densité et Biomasse – familles cibles – ZPR Hotu Ora et zone témoin.....	23
Figure 10 : Densité en macro invertébrés – ZPR Hotu Ora et zone témoin	24
Figure 11 : Répartition par classe de taille des bécotiers dénombrés sur les transects – ZPR Hotu Ora et zone témoin	25
Figure 12 : Localisation des stations de suivi 2013 et 2021 – ZPR Hotu Ora.....	26
Figure 13 : Comparaison de la couverture du substrat entre 2013 et 2021 – ZPR Hotu Ora de Mahina	27
Figure 14 : Comparaison des résultats des comptages d'invertébrés entre 2013 et 2021 – ZPR Hotu Ora	28
Figure 15 : Comparaison des résultats des comptages de poissons entre 2013 et 2021 – ZPR Hotu Ora.....	29
Figure 16 : Densités comparées sur les familles cibles de poissons entre 2013 et 2021 – ZPR Hotu Ora de Mahina.....	30
Figure 17 : Unités récifale de récif barrière (Atlas des récifs de PF – IRD 1999)	31
Figure 18 : Localisation des stations de la ZPR Tata'a de Punaauia et site témoin.....	32
Figure 19 : Illustration des stations de la ZPR Tata'a de Punaauia et site témoin	33
Figure 20 : Recouvrement du substrat – ZPR Tata'a et sa zone témoin – Punaauia.....	34
Figure 21 : Genres de coraux présents sur les stations – ZPR Tata'a et zone témoin – Punaauia	35
Figure 22 : Densité et Biomasse – ZPR Tata'a et zone témoin	36
Figure 23 : Répartition du peuplement ichtyologique en densité et en biomasse sur la ZPR Tata'a du Punaauia et sa zone témoin	37
Figure 24 : Densité et Biomasse – familles cibles – ZPR Tata'a et zone témoin.....	38
Figure 25 : Densité en macro invertébrés – ZPR Tata'a et zone témoin	39
Figure 26 : Répartition par classe de taille des bécotiers dénombrés sur les transects – ZPR Tata'a et zone témoin	40
Figure 27 : Localisation des stations de suivi 2016 et 2021 – ZPR Tata'a.....	41
Figure 28 : Comparaison des résultats des comptages invertébrés et poissons entre 2016 et 2021 – ZPR Tata'a	42
Figure 29 : Localisation des stations de comptage de la ZPR NUUROA et de sa zone témoin – Punaauia	43
Figure 30 : Illustration des stations – ZPR Nuuroa et zone témoin - Punaauia	44
Figure 31 : Recouvrement du substrat – ZPR NUUROA et zone témoin – Punaauia	45
Figure 32 : Répartition des genres de coraux présents – ZPR NUUROA et zone témoin – Punaauia	46
Figure 33 : Densité et Biomasse – ZPR de Nuuroa et zone témoin – Punaauia	48
Figure 34 : Répartition du peuplement ichtyologique de la ZPR NUUROA et sa zone témoin, en densité et en biomasse – Punaauia.....	49
Figure 35 : Densité et Biomasse – familles cibles – ZPR Nuuroa et zone témoin	50
Figure 36 : Densité en macro invertébrés – ZPR Nuuroa et zone témoin.....	51

Figure 37 : Répartition par classe de taille des bécitiers dénombrés sur les transects – ZPR Nuuroa et zone témoin	52
Figure 38 : Localisation des stations de suivi 2016 et 2021 – ZPR Nuuroa	54
Figure 39 : Comparaison des résultats des comptages invertébrés et poissons entre 2016 et 2021 – ZPR Nuuroa	55
Figure 40 : Localisation des stations – ZPR ATEHI et zone témoin - Punaauia	56
Figure 41 : Illustrations des stations – ZPR ATEHI et zone témoin - Punaauia	57
Figure 42 : Recouvrement du substrat – ZPR ATEHI et zone témoin – Punaauia	58
Figure 43 : Répartition des genres de coraux – ZPR ATEHI et zone témoin – Punaauia	59
Figure 44 : Densité et Biomasse – ZPR Atehi et zone témoin – Punaauia.....	61
Figure 45 : Répartition du peuplement ichtyologique en densité)et en biomasse – ZPR ATEHI et zone témoin – Punaauia	62
Figure 46 : Densité et Biomasse – familles cibles – ZPR Atehi et zone témoin	63
Figure 47 : Densité en macro invertébrés – ZPR Atehi et zone témoin	64
Figure 48 : Répartition par classe de taille des bécitiers dénombrés sur les transects – ZPR Atehi et zone témoin	65
Figure 49 : Localisation des stations de suivi 2016 et 2021 – ZPR Atehi.....	
Figure 50 : Comparaison des résultats des comptages invertébrés et poissons entre 2016 et 202 – ZPR Atehi	66
Figure 51 : Localisation des stations – ZPR de Tetiaroa	67
Figure 52 : Illustration des stations présentes sur la pente externe de Tetiaroa.....	69
Figure 53 : Illustration des stations présentes dans le lagon de Tetiaroa (stations historiques).....	70
Figure 54 : Illustration des nouvelles stations installées dans le lagon de Tetiaroa	71
Figure 55 : Recouvrement du substrat – stations de la pente externe – Tetiaroa.....	72
Figure 56 : Recouvrement du substrat – Tetiaroa lagon.....	73
Figure 57 : Répartition des genres de coraux durs présents – Tetiaroa lagon.....	74
Figure 58 : Densité et Biomasse en poissons – pentes externes de Tetiaroa	76
Figure 59 : Densité et Biomasse en poissons dans le lagon de Tetiaroa (ZPR et zone témoin)	77
Figure 60 : Densité et biomasse en pente externe, familles cibles – Tetiaroa.....	78
Figure 61 : Densité et biomasse en lagon, familles cibles – Tetiaroa, ZPR et zone témoin	79
Figure 62 : Répartition par classe de taille de l'ensemble des bécitiers dénombrés sur les stations lagunaires	81
Figure 63 : Répartition par classe de taille des bécitiers présents sur les stations du lagon.....	81
Figure 64 : Evolution de la couverture du substrat sur la pente externe de Tetiaroa depuis 2007.....	84
Figure 65 : Evolution de la densité en poissons depuis 2007 sur les pentes externes de Tetiaroa	85
Figure 66 : Evolution de la couverture du substrat dans le lagon de Tetiaroa depuis 2007	86
Figure 67 : Evolution de la densité en poissons dans le lagon de Tetiaroa depuis 2007	87
Figure 68 : Evolution de la densité et de la biomasse entre 2015 et 2021 dans le lagon de Tetiaroa (ZPR vs Témoin).....	88
Figure 69 : Evolution de la diversité spécifique en lagon au cours du temps – Tetiaroa	89
Figure 70 : Evolution du nombre de bécitiers décomptés sur les stations du lagon depuis 2007.	90
Figure 71 : Densité et Biomasse en poissons en PENTE EXTERNE selon la méthode de comptage (Point fixe en demi cercle versus Transect couloir).....	91
Figure 72 : Densité et Biomasse en poissons en LAGON selon la méthode de comptage (Point fixe versus Transect couloir).....	92
Figure 73 : Comparaison de la densité et la biomasse entre les ZPR de Tahiti	94

12. Annexe (s)

12.1. Annexe 1 : coordonnées GPS des stations

ZPR TATA'A

pointD	-17.581280	-149.628530
pointC	-17.590678	-149.626774
pointB	-17.583716	-149.616428
pointA	-17.574172	-149.620368
TA-F	-17.581993	-149.617646
TA-B	-17.584802	-149.624457
TA-PE	-17.585602	-149.627501
TAT-F1	-17.569740	-149.620888
TAT-B	-17.571023	-149.628363
TAT-PE	-17.571682	-149.630425

ZPR ATEHI

D	-17.654210	-149.605821
C	-17.665384	-149.602930
B	-17.663935	-149.596446
A	-17.652283	-149.601328
AT-F	-17.662089	-149.598756
AT-B	-17.663053	-149.600993
AT-PE	-17.663504	-149.603063
ATT-F	-17.683530	-149.588427
ATT-B	-17.685041	-149.591605
ATT-PE	-17.687338	-149.593475
ATT-F1	-17.669854	-149.595504
ATT-B1	-17.670634	-149.597287
ATT-PE1	-17.671620	-149.599232

ZPR NUUROA

E	-17.618928	-149.621315
D	-17.634569	-149.622747
C	-17.643471	-149.619541
B	-17.637887	-149.612236
A	-17.617888	-149.615969
NU-B1	-17.620402	-149.617032
NU-PE1	-17.621480	-149.618856
NU-F	-17.636724	-149.615488
NU-B2	-17.638222	-149.619701
NU-PE2	-17.639320	-149.622034
NUT-F	-17.643930	-149.608103

NUT-B	-17.646766	-149.609434
NUT-PE	-17.649406	-149.610612

ZPR HOTU ORA

A	-17.496141	-149.489934
B	-17.494683	-149.493180
C	-17.489036	-149.494063
D	-17.491743	-149.486316
HO-F	-17.494121	-149.492579
HO-B1	-17.493137	-149.490392
HO-B2	-17.491586	-149.493091
HO-PE	-17.491144	-149.487306
HO-TF	-17.494324	-149.495095
HO-TB1	-17.493313	-149.495797
HO-TPE	-17.493584	-149.500827
HO-TB2	-17.492529	-149.496351

ZPR TETIAROA

Sites	Lagon	Pente externe
Site 1	17°01.144' S / 149°33.250' W	17°02.802' S / 149°33.114' W
Site 2	17°00.802' S / 149°32.671' W	17°01.193' S / 149°31.873' W
Site 3	16°59.647' S / 149°33.160' W	16°59.224' S / 149°32.614' W
Site 4	16°59.577' S / 149°33.916' W	16°58.959' S / 149°34.466' W
Site 5	17°00.118' S / 149°34.552' W	17°00.232' S / 149°35.553' W
Site 6	17°00.691' S / 149°34.482' W	17°01.546' S / 149°34.824' W

Stations supplémentaires :

L7	17° 0.054'S	149° 34.181'O
L8	17° 0.912'S	149° 32.032'O
L9	17° 1.450'S	149° 32.161'O
L10	17° 1.410'S	149° 34.717'O

12.2. Annexe 2 : liste des espèces de poissons utilisées pour les calculs de biomasse

Données biomasse issues de Kulbicki *et al* 2005 (A general approach to length-weight relationships for New Caledonian lagoon fishes)

Pour les espèces qui ne figuraient pas dans la liste fournie, les correspondances suivantes ont été utilisées :

Famille	Espèce	Formule donnée pour : (issue de Kilbicki et al 2005)
Acanthuridae	<i>Acanthurus nigricans</i>	<i>Acanthurus spp</i>
	<i>Acanthurus nigroris</i>	
	<i>Acanthurus pyroferus</i>	
	<i>Acanthurus olivaceus</i>	
	<i>Acanthurus lineatus</i>	
	<i>Acanthurus guttatus</i>	<i>Acanthurus triostegus</i>
	<i>Ctenochaetus flavicauda</i>	<i>Ctenochaetus spp</i>
	<i>Naso brachycentron</i>	<i>Naso spp</i>
	<i>Naso litturatus</i>	
Albulidae	<i>Albula glossodonta</i>	<i>Chanos chanos</i>
Balistidae	<i>Balistapus undulatus</i>	<i>Sufflamen spp</i>
	<i>Sufflamen bursa</i>	
	<i>Rhinecanthus aculeatus</i>	
	<i>Melichthys vidua</i>	<i>Balistoides spp</i>
	<i>Odonus niger</i>	
	<i>Melichthys niger</i>	
Carangoides	<i>Elagatis bipinnulata</i>	<i>Chanos chanos</i>
Chaetodontidae	<i>Chaetodon lunula</i>	<i>Chaetodon spp</i>
	<i>Chaetodon lunulatus</i>	
	<i>Chaetodon ornatissimus</i>	
	<i>Chaetodon quadrimaculatus</i>	
	<i>Chaetodon reticulatus</i>	
	<i>Forcipiger flavissimus</i>	
Holocentridae	<i>Sargocentron tiere</i>	<i>Sargocentron spp</i>
Labridae	<i>Bodianus axillaris</i>	<i>Bodianus spp</i>
	<i>Coris gaimard</i>	<i>Coris aygula</i>
	<i>Oxycheilinus unifasciatus</i>	<i>Cheilinus spp</i>
Lutjanidae	<i>Aphareus furca</i>	<i>Aprion virescens</i>
Mullidae	<i>Parupeneus cyclostomus</i>	<i>Parupeneus spp</i>
Pomacanthidae	<i>Pygoplites diacanthus</i>	<i>Pomacanthus sextriatus</i>
Scaridae	<i>Hipposcarus longiceps</i>	<i>Scarus spp</i>
	<i>Calotomus carolinus</i>	
	<i>Scarus forsteni</i>	
	<i>Hipposcarus longiceps</i>	

	<i>Scarus frenatus</i>
	<i>Cetoscarus ocellatus</i>
	<i>Scarus rubroviolaceus</i>
	<i>Chlorurus microrhinos</i>
	<i>Scarus juv</i>