

Communautés biologiques et habitats coralliens des atolls d'Entrecasteaux



Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture



Lagons de Nouvelle-Calédonie:
diversité récifale et
écosystèmes associés
inscrits sur la Liste du
patrimoine mondial en 2008

- État des lieux 2021 - - Maintien de l'intégrité -



Laurent Wantiez, Philippe Frolla, Daisy Goroparawa

2022

Ce rapport doit être cité de la façon suivante :

Wantiez L, Frolla P, Goroparawa D (2022). Communautés biologiques et habitats coralliens des atolls d'Entrecasteaux. Etat des lieux 2021. Maintien de l'intégrité. Conservatoire d'Espaces Naturels de Nouvelle-Calédonie, Université de la Nouvelle-Calédonie. 93 pages.

1 Sommaire

1	Sommaire	3
2	Résumé	5
3	Introduction.....	9
4	Matériel et méthodes.....	10
4.1	Stratégie d'échantillonnage	10
4.2	Techniques d'échantillonnage.....	12
4.2.1	Habitat	12
4.2.2	Macrobenthos	12
4.2.3	Poissons	13
4.3	Traitement des données	14
4.3.1	Etat des lieux en 2021	14
4.3.2	Protocole de vérification du maintien de l'intégrité entre 2006 et 2021	15
4.4	Tableaux de bord.....	16
5	Etat des lieux en 2021	17
5.1	Caractéristiques écologiques générales.....	17
5.1.1	Caractéristiques des communautés de poissons	17
5.1.1.1	Richesse et composition spécifique	17
5.1.1.2	Richesse spécifique par station, densité et biomasse	22
5.1.2	Caractéristiques du macrobenthos épigé	25
5.1.3	Caractéristiques de l'habitat corallien.....	31
5.2	Caractéristiques des différents types de formations	32
5.2.1	Pente externe	32
5.2.1.1	Communautés de poissons	32
5.2.1.2	Principaux macroinvertébrés	37
5.2.1.3	Habitat	40
5.2.2	Récifs barrière interne.....	41
5.2.2.1	Communautés de poissons	41
5.2.2.2	Principaux macroinvertébrés	46

5.2.2.3	Habitat	49
5.3	Organisation spatiale des communautés	50
5.3.1	Différences entre la pente externe et le récif interne	50
5.3.2	Structure spatiale des communautés biologiques et de l'habitat	52
5.3.2.1	Communautés de poissons	52
5.3.2.2	Macrobenthos	54
5.3.2.3	Habitat	54
5.3.2.4	Liens entre les communautés récifales et l'habitat	59
6	Maintien de l'intégrité du bien entre 2006 et 2021	61
6.1.1	Communautés de poissons	61
6.1.1.1	Indices globaux	61
6.1.1.2	Espèces emblématiques	67
6.1.1.3	Structure des peuplements	67
6.1.2	Macroinvertébrés benthiques	70
6.1.2.1	Caractéristiques générales	70
6.1.2.2	Structure des peuplements	75
6.1.3	Habitat	77
7	Bilan et conclusions	80
8	Références bibliographiques	83
9	Liste des figures	85
10	Liste des tableaux	89
11	Annexes	90
11.1	Référentiel poissons utilisé pour évaluer le maintien de l'intégrité du bien entre 2006 et 2021	90
11.2	Référentiel invertébrés utilisé pour évaluer le maintien de l'intégrité du bien entre 2006 et 2021	92

2 Résumé

L'objectif de cette étude engagée par le CEN et l'UNC est de réaliser un bilan de santé en 2021 des récifs d'Entrecasteaux inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO, et de vérifier le maintien de l'intégrité de cet élément du bien depuis 2006.

Etat des Lieux 2021

Caractéristiques générales

- Poissons :
 - o 286 espèces, 39 familles, 72.3 espèces/station, 1.65 poissons/m², 284.5 g/m².
 - o Les Chaetodontidae sont présents sur 19 des 21 stations mais ils sont peu diversifiés et peu abondants par rapport aux autres récifs d'île haute de Nouvelle-Calédonie.
 - o Les espèces commerciales représentent 72.6% de la biomasse totale.
 - o Des tailles adultes sont observées pour chaque espèce commerciale.
 - o Présence d'espèces emblématiques : requins (4 espèces, 57 individus, 90-200 cm) sur 85.7% des stations, loches carite (3 individus, 120-160 cm), carangues grosse tête (3 individus, 60-120 cm), napoléons (7 individus, 60-160 cm), perroquets à bosse (2 individus, 75 cm), thons dents de chien (3 individus, 85-140 cm),
 - o Le niveau de biomasse est exceptionnel. Les peuplements sont en excellente santé et quasi vierges d'impact anthropique. Ils sont conformes aux atolls océaniques isolés et préservés, où la production et la diversité des niches sont inférieures à un lagon d'île haute.
- Macroinvertébrés benthiques :
 - o 118 taxons, 25.1 taxons/station, 121 individus/250 m².
 - o La densité est importante pour des atolls océaniques isolés.
 - o Les mollusques commerciaux sont présents sur toutes les stations.
 - o Les bénitiers sont fréquents (100% stations), leur densité est moyenne (6.8 individus/250 m²) et leur taille moyenne est relativement faible (13.1 cm) pour la Nouvelle-Calédonie. Cependant, des individus de grande taille (25 spécimens > 20 cm) et des tailles maximales sont observées pour chaque espèce (> 40 cm pour *Tridacna squamosa* et *T. maxima*), mais ils restent peu abondants. Les populations sont ou ont probablement été impactées par une pêche de la part de navires exploitant ces récifs occasionnellement.
 - o Les holothuries sont représentées par 7 espèces, dont 2 espèces à forte valeur commerciale, et peu abondantes.
 - o Les communautés de macroinvertébrés sont conformes aux atolls océaniques isolés préservés avec un déficit en holothuries.
- Habitat :
 - o L'habitat est à dominance biotique (53.5%). La composante biotique est majoritairement corallienne (40.5% du substrat vivant) et végétale (30.6% du substrat vivant). Les communautés coralliennes sont diversifiées et développées.
 - o La composante abiotique (46.5%) est constituée de dalle corallienne (53.8% du substrat non vivant), de débris (25.1% du substrat non vivant et de sable 13.1% du substrat non vivant).
 - o L'habitat est diversifié, conforme aux atolls océaniques isolés et ne présente pas de signe de dégradation majeur.

Comparaison entre pente externe et récif barrière interne

Les différences entre la pente externe et des récifs internes sont uniquement dues à leurs caractéristiques physiques ce qui renforce l'hypothèse de communautés quasi vierges d'impact anthropique. La pente externe est généralement plus diversifiée et l'habitat vivant mieux représenté.

- Caractéristiques de la pente externe :
 - o Poissons : 197 espèces, 32 familles, 73.8 espèces/station, 1.58 poissons/m², 198.2 g/m², les poissons commerciaux représentent 69% de la biomasse. Les espèces emblématiques sont fréquentes (requin, carangue grosse tête, loche carite, napoléon, thon à dents de chien).
 - o Macroinvertébrés : 69 taxons, 25.6 taxons/station, 143 individus/250 m².
 - o Habitat : 68.0% biotique, notamment les formes coralliennes résistantes (massives et encroûtantes), les algues calcaires encroûtantes et les végétaux mous.
 - o La station PEL02 présente toujours des communautés de caractéristiques exceptionnelles (diversité, densité et biomasse).
- Caractéristiques du récif barrière interne :
 - o Poissons : 241 espèces, 37 familles, 71.4 espèces/station, 1.69 poissons/m², 337.6 g/m², les poissons commerciaux représentent 74.0% de la biomasse. La biomasse est exceptionnelle en raison de bancs de dawa à bosse et de picots kanaks de grande taille dans l'atoll de Mérite. Les espèces emblématiques sont fréquentes (requin, carangue grosse tête, loche carite, napoléon, thon à dents de chien).
 - o Macroinvertébrés : 100 taxons, 24.9 taxons/station, 109.2 individus/250 m²). De nombreux taxons commerciaux sont présents (mollusques, crustacés, holothuries).
 - o Habitat : 55.4% abiotique (dalle corallienne, débris et sable). La composante biotique est caractérisée par les végétaux et les coraux vivants.
 - o La station MERI03 présente une biomasse en Acanthuridae exceptionnelle.

Structure des communautés et de l'habitat

- Poissons :
 - o Les peuplements du récif barrière interne présentent 2 typologies :
 - Un assemblage associé aux habitats vivants, caractérisé par des espèces à affinité corallienne.
 - Un assemblage associé aux habitats détritiques spécifique au récif barrière interne, caractérisé par des espèces typiques de ces habitats.
 - o Les peuplements de la pente externe caractérisés par des espèces à affinité océaniques typiques des environnements productifs avec la présence d'algues.
 - o La station HUO06 se distingue par la présence de 2 espèces de demoiselles associées à un habitat corallien vivant, un fort hydrodynamisme et liées à la présence de coraux mous.
- Macroinvertébrés benthiques :
 - o Les peuplements du récif barrière interne présentent 2 typologies :
 - Type 1 caractérisé par un nudibranche et un bernard-l'hermite.
 - Type 2 caractérisé par le ver spirobranche.
 - o Les peuplements de la pente externe, plus diversifiés, caractérisés par des espèces fréquentes dans un environnement océanique en présence de communautés végétales.
- Habitat :

- Un habitat de type barrière interne qui varie en fonction de l'importance relative de la dalle corallienne, des débris et du sable.
- Un habitat de type pente externe avec des communautés coralliennes plus diversifiées et des algues calcaires encroûtantes.

Il y a un lien très significatif entre les communautés biologiques et l'habitat qui explique plus de 97% de la variabilité des communautés.

Intégrité du bien

Pour les communautés biologiques, l'intégrité du bien a été évaluée en comparant les données de 2006, 2012 et 2021, à partir de listes de référence restreintes.

- Poissons : il n'y a pas eu de variation de la richesse spécifique totale et les familles conservent la même importance relative. Les évolutions n'ont pas été différentes sur la pente externe et le récif barrière interne. Les caractéristiques générales des communautés ont peu évolué au cours de la période. Les seuls indices ayant évolué significativement sont : la richesse spécifique par station des Carangidae qui a retrouvé son niveau de 2006 et une diminution de celle des Chaetodontidae en 2021 ; une augmentation de la densité des Serranidae commerciaux entre 2006 et 2012 ; une augmentation de la biomasse totale entre 2012 et 2021. Parmi les espèces emblématiques, les requins gris ont été plus abondants en 2021 et des thons à dent de chien ont été observés pour la première fois. La structure des communautés a évolué significativement au cours de la période sans remettre en cause la discrimination pente externe – récif barrière interne. Les évolutions ont été plus marquées entre 2006 et 2012, les suivis de 2012 et 2021 partageant des communautés plus proches.
- Macroinvertébrés : il n'y a pas eu de variation de la richesse taxonomique totale et les différents groupes conservent la même importance relative. Les évolutions n'ont pas été différentes sur la pente externe et le récif barrière interne. Les caractéristiques générales des communautés (richesse taxonomique par station et densité) sont restées stables ou ont évolué favorablement au cours de la période, à l'exception de la densité des holothuries et des bédouilles. La régression des peuplements d'holothuries coïncide avec les épisodes de pêches illégales des « blue boats » vietnamiens et le développement d'une pêcherie d'holothuries à Bélep, qui laisse présager un braconnage de cette ressource sur les récifs d'Entrecasteaux. La structure des communautés a évolué significativement au cours de la période sans remettre en cause la discrimination pente externe – récif barrière interne. Les évolutions ont été plus marquées entre 2012 et 2021. Elles sont naturelles.
- Habitat : Il y a eu une évolution significative de l'habitat entre 2012 et 2021. Les évolutions n'ont pas été différentes sur la pente externe et le récif barrière interne. Les formes coralliennes fragiles sont en régression en 2021 alors que les formes résistantes sont restées stables entre 2012 et 2021. Cette régression est compensée par le développement des végétaux mous et des algues calcaires encroûtantes. Ces évolutions « défavorables » sont très probablement la conséquence du passage de perturbations dans la zone, notamment les cyclones Niran et Lucas début 2021.

En résumé, les évolutions sont naturelles et reflètent les variations environnementales au cours de la période, à l'exception des holothuries. Le passage des cyclones Niran et Lucas dans la région début 2021 n'a pas eu d'effet détectable sur les poissons et les macroinvertébrés mais il a impacté l'habitat.

Les tableaux de bord ressources et biodiversité confirment les résultats des analyses approfondies. Les ressources en poissons sont préservées et ne présentent aucun signe d'impact anthropique et les communautés sont dans un état quasi vierge d'impact.

Synthèse ressources	Poissons →	Statut excellent Communautés non impactées
Synthèse biodiversité	→	Communautés en excellente santé Statut quasi vierge d'impact

En conclusion, l'intégrité des récifs d'Entrecasteaux s'est maintenue entre 2006 et 2021. Pour les communautés biologiques, les évolutions observées correspondent à des variations naturelles des populations, à l'exception des holothuries qui ont régressé. Pour l'habitat corallien, une dégradation est observée entre 2012 et 2021.

3 Introduction

Le Conservatoire d'espaces naturels de la Nouvelle-Calédonie (CEN) et l'Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC) ont engagé en 2021 un état des lieux des atolls d'Entrecasteaux, inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO. Ce bilan de santé a été réalisé dans le cadre du suivi de l'intégrité du bien. Il fait suite au bilan de santé réalisé en 2012 (première évaluation du maintien de l'intégrité) et à l'état initial de 2006 (1), base sur laquelle la valeur patrimoniale des atolls d'Entrecasteaux a été reconnue par l'UNESCO.

La réalisation de l'état des lieux écologique concerne les communautés biologiques (poissons, macroinvertébrés épibenthiques) et l'habitat corallien. Cette opération a été réalisée sous la direction de Laurent Wantiez (Université de la Nouvelle-Calédonie). Les relevés de terrain ont été réalisés par Philippe Frolla (poissons, habitat), Daisy Goroparawa (macroinvertébrés, habitat) et Laurent Wantiez (poissons, habitat). Le traitement, l'analyse des données et la rédaction du rapport ont été réalisés par Laurent Wantiez.

Ce rapport présente un état des lieux en 2021. Il a été établi à partir d'un effort d'échantillonnage stratifié en fonction des caractéristiques géomorphologiques de l'habitat corallien, à partir de points sélectionnés après analyse d'images satellites (2; 3). Cette approche a été validée par les études de caractérisation menées dans le cadre de la demande d'inscription des récifs de Nouvelle-Calédonie au patrimoine mondial. Elle permet d'obtenir une image satisfaisante de la diversité de l'écosystème corallien à partir d'un effort d'échantillonnage limité (4). Les 21 stations échantillonnées en 2021 sont identiques à celles de 2012, 20 ayant également été échantillonnées en 2006.

Après une présentation de la stratégie et des techniques d'échantillonnage, les caractéristiques des communautés biologiques et de l'habitat corallien en 2021 sont décrites. La structure spatiale est analysée et les liens avec les caractéristiques de l'habitat sont identifiés. Une analyse du maintien de l'intégrité entre 2006 et 2021 est ensuite réalisée. Un bilan ainsi que deux tableaux de bord (ressource et biodiversité) concluent le document.

4 Matériel et méthodes

4.1 Stratégie d'échantillonnage

La zone d'étude constitue la composante n° 5 « Atolls d'Entrecasteaux » identifiée dans la demande d'inscription au patrimoine mondial de l'Humanité (5). Cette zone est constituée de 7 atolls isolés sans influence terrigène (Figure 1).

La mission d'échantillonnage a été réalisée du 7 au 18 juin 2021 à partir du navire Amborella de la Nouvelle-Calédonie. Vingt et une stations ont été échantillonnées (Tableau 1, Figure 2), les mêmes qu'en 2012 et une de plus qu'en 2006 (PEL02).

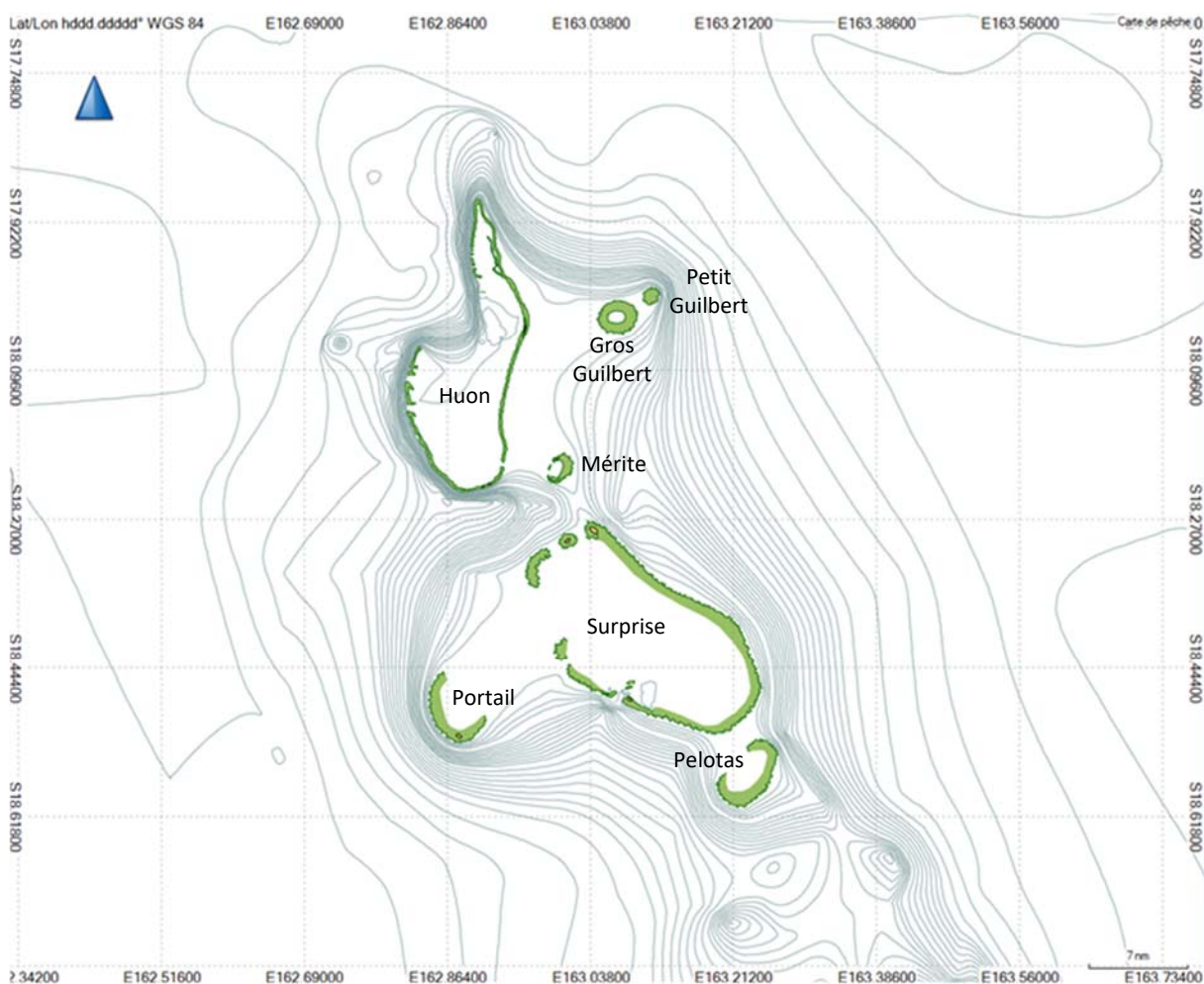


Figure 1 : Les récifs d'Entrecasteaux.

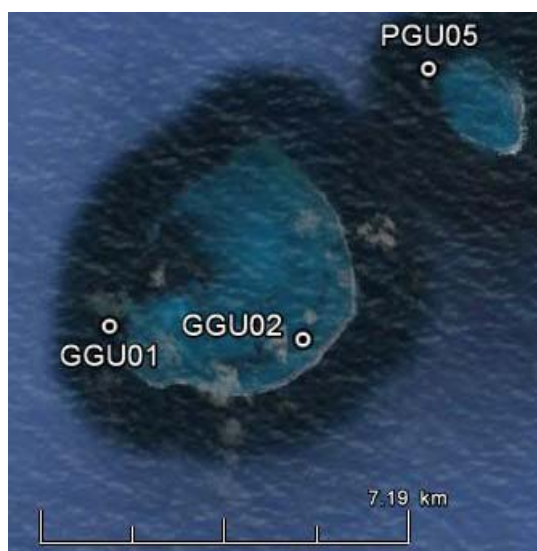


Figure 2 : 1/2



Figure 2 : Localisation des stations échantillonnées en 2021.

4.2 Techniques d'échantillonnage

Les récifs coralliens ont été étudiés à partir d'observations réalisées en scaphandre autonome (UVC). Chaque station a été échantillonnée le long d'un transect de 50 m matérialisé par un pentadécamètre déroulé perpendiculairement au tombant, à profondeur constante.

4.2.1 Habitat

L'habitat a été échantillonné en classant le substrat selon différents critères sédimentologiques, pour les zones abiotiques, et selon le groupe biologique et la forme des colonies coralliennes, pour les parties vivantes (Tableau 2). Le plongeur mesure le pourcentage de couverture de chaque classe rencontrée le long du transect selon la méthode du 'Line Intercept Transect' (6).

4.2.2 Macrobenthos

L'échantillonnage de la faune macrobenthique épigée a été réalisé sur une bande de 5 m de large le long du transect. La macrofaune benthique a été identifiée et classée par famille, genre ou espèce dans le meilleur des cas. La densité des organismes a été calculée connaissant la surface échantillonnée (250 m²).

Le plongeur mesure également le diamètre à la base de la coquille des trocas et la longueur maximale (d'une extrémité à l'autre d'une valve) des bénitiers.

Tableau 1 : Positions et caractéristiques des stations échantillonnées sur les atolls d'Entrecasteaux en 2021.

Les positions sont données en coordonnées WGS84. PE : pente externe ; RI : récif interne. * : station pas échantillonnée en 2006.

Station	Lieu	Latitude	Longitude	Type	Date	Prof (m)	Vis (m)
GGU01	Gros Guilbert	18.04425	163.05182	PE	09/06/21	10.5	25
GGU02	Gros Guilbert	18.04656	163.08730	RI	09/06/21	2	20
HUO01	Huon	18.06466	162.82658	PE	10/06/21	6	30
HUO02	Huon	18.07126	162.82963	RI	10/06/21	3	25
HUO04	Huon	18.19171	162.84555	RI	11/06/21	2	20
HUO06	Huon	18.20926	162.92866	RI	11/06/21	5	25
HUO11	Huon	17.92985	162.89737	RI	10/06/21	3	20
HUO13	Huon	18.04177	162.95740	RI	11/06/21	3	15
MERIO2	Merite	18.21042	162.98718	PE	12/06/21	8	30
MERIO3	Merite	18.20836	163.01661	RI	12/06/21	2	25
PELO1	Pelotas	18.58867	163.19002	PE	14/06/21	8.5	20
PELO2*	Pelotas	18.53863	163.23337	PE	14/06/21	8	25
PELO3	Pelotas	18.57473	163.24239	RI	14/06/21	2	25
PGU05	Petit Guilbert	17.99932	163.11037	PE	09/06/21	5.5	30
POR03	Portail	18.504680	162.862840	RI	17/05/21	2.5	20
SUR02	Surprise	18.487460	163.098500	RI	15/06/21	2	15
SUR05	Surprise	18.437870	163.221230	RI	13/06/21	5	15
SUR06	Surprise	18.374250	163.181510	RI	13/06/21	4.5	15
SUR09	Surprise	18.320690	162.968380	PE	08/06/21	5.5	20
SUR13	Surprise	18.478050	163.082570	RI	15/06/21	6.5	15
SUR14	Surprise	18.291170	163.005480	PE	12/06/21	5.5	20

4.2.3 Poissons

Les poissons coralliens ont été échantillonnés par comptage visuel sous-marin, selon la méthode des transects à largeur variable (Distance Sampling) (7). Au niveau de chaque station, un plongeur progresse le long du transect et compte les poissons qu'il voit de part et d'autre. Au cours de cette opération le plongeur note pour chaque spécimen l'espèce, estime sa taille (longueur à la fourche) et sa distance perpendiculaire au transect. L'algorithme de calcul '*distance sampling*' de la base de données RFID (CPS) a été utilisé pour calculer la densité et la biomasse. La biomasse est calculée sans prendre en compte les Chondrichthyens (requins et raies).

Toutes les espèces de poissons ont été prises en compte lors de cet état des lieux (comptage total). L'ichtyofaune a été classée en plusieurs catégories pour l'analyse :

- Le peuplement total regroupe l'ensemble des espèces.
- Les Chaetodontidae regroupent les poissons papillons, indicatrices de la santé des récifs.
- Les espèces commerciales regroupent les espèces vendues sur les marchés et dans les commerces en Nouvelle-Calédonie ainsi que certaines espèces emblématiques aujourd'hui protégées telle que le napoléon (*Cheilinus undulatus*).

Tableau 2 : Catégories de substrats (codes) retenues pour l'échantillonnage.

Catégories détaillées	Description	Catégories simplifiées
Corail mort (DC)	Mort récente - couleur blanche	Corail mort (DC)
Corail mort avec algues (DCA)	Corail mort recouvert d'algues	
<i>Acropora</i>		
Branchu (ACB)	Au moins 2 niveaux de branches	Corail branchu tabulaire et foliaire (CBTF)
Encroûtant (ACE)		
Submassif (ACS)	Branches en forme de doigts Branches aplaties horizontalement	Corail massif et encroûtant (CME)
Digité (ACD)		Corail submassif (CS)
Tabulaire (ACT)		Corail submassif (CS)
		Corail branchu tabulaire et foliaire (CBTF)
<i>Non-Acropora</i>		
Branchu (CB)	Au moins 2 niveaux de branches	Corail branchu tabulaire et foliaire (CBTF)
Encroûtant (CE)		
Foliaire (CF)	Corail en forme de feuille	Corail massif et encroûtant (CME)
Massif (CM)		Corail branchu tabulaire et foliaire (CBTF)
Submassif (CS)	Corail solitaire Corail de feu	Corail massif et encroûtant (CME)
<i>Fungia</i> (CMR)		Corail submassif (CS)
<i>Millepora</i> (CME)		Autres organismes (OT)
Corail mou (SC)		Autres organismes (OT)
Eponges (SP)		Corail mou (SC)
Zoanthaires (ZO)		Autres organismes (OT)
Autres (OT)	Anémones, Gorgones, Bénéitiers, etc.	Autres organismes (OT)
Algues et phanérogames		
Assemblages (AA)	Algues calcaires encroûtantes	Macroalgues et autres végétaux (MAAV)
Calcaire (CA)		Algues calcaires (CA)
<i>Halimeda</i> (HA)		Macroalgues et autres végétaux (MAAV)
Macroalgue (MA)		Macroalgues et autres végétaux (MAAV)
Filamenteuse (TA)		Macroalgues et autres végétaux (MAAV)
Cyanobactéries (CYA)	Cyanobactéries filamenteuses	Macroalgues et autres végétaux (MAAV)
Abiotique		
Sable (S)	Particules < 2 cm Particules > 2 cm	Sable (S)
Débris (R)		Débris (R)
Vase (SI)	Crevasse de plus de 50 cm de large	Vase (SI)
Eau (WA)		Eau (WA)
Dalle et blocs (RCK)		Dalle et blocs (RCK)

4.3 Traitement des données

4.3.1 Etat des lieux en 2021

Des diagrammes de type boîte à moustaches (Figure 3) ont été utilisés pour représenter les caractéristiques des communautés de poissons.

Les comparaisons des caractéristiques moyennes ont été réalisées à l'aide de Permanova.

La structure des communautés de poissons, des communautés de macroinvertébrés et de l'habitat a été identifiée grâce à une PCO (analyse en coordonnées principales) et une CAP (Analyse Canonique des Coordonnées Principales) sous la contrainte du facteur « type de récif ». Ces analyses ont été menées sur la matrice espèce-station des similarités de Bray-Curtis des densités après une transformation racine carrée pour les communautés biologiques, ou du pourcentage des différentes catégories de substrat pour l'habitat.

Les liens de la structure des communautés de poissons ou d'invertébrés avec les caractéristiques de l'habitat ont été analysés par un modèle DistLM (Distance-based Linear Model) de la matrice des densités. Les variables habitat ont été introduites dans le modèle selon un processus stepwise afin d'obtenir le modèle le plus parcimonieux.

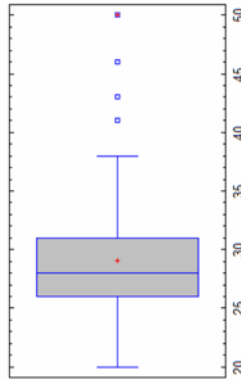


Figure 3 : Diagramme du type boîte à moustaches.

Une boîte est tracée s'étendant du premier quartile (25%) au troisième quartile (75%) de l'échantillon. C'est l'intervalle contenant les 50% centraux des données. Une ligne verticale est tracée à la médiane (la valeur centrale). Une croix rouge est affichée à la position de la moyenne de l'échantillon. Des moustaches sont tracées à partir des bords de la boîte pour rejoindre la plus grande valeur des données et la plus petite valeur des données, à moins que des valeurs inhabituelles très éloignées de la boîte ne soient présentes. Les points inhabituels sont des points à plus de 1,5 fois la distance interquartile. Ils sont indiqués par un carré blanc. Les points extrêmes sont des points à plus de 3 fois la distance interquartile. Ils sont indiqués par un carré rouge. Si des points inhabituels sont présents, les moustaches sont tracées jusqu'à la plus grande valeur et à la plus petite valeur qui ne sont pas suspectes.

4.3.2 Protocole de vérification du maintien de l'intégrité entre 2006 et 2021

Le maintien de l'intégrité du bien a été testé en ne retenant que les 20 stations échantillonnées en 2006, 2012 et 2021 (Tableau 1). Par ailleurs, si les méthodes d'échantillonnage sont les mêmes pour les 3 campagnes, les référentiels poissons et invertébrés (liste des espèces échantillonnées) ont évolué entre la première et la seconde. L'échantillonnage a été réalisé par rapport à des listes de taxons de référence en 2006 (cf. annexe §11.1 et 11.2). Par conséquent, les données de 2012 et 2021 ont été filtrées et agglomérées conformément au référentiel de 2006 avant comparaison. Les métriques ou indicateurs calculés pour cette comparaison peuvent donc différer des valeurs de l'état des lieux 2021.

L'évolution des caractéristiques générales ainsi que de la structure des communautés biologiques et de l'habitat a été analysée à l'aide d'un modèle de Permanova à 3 facteurs : [suivi x station(type de récif)]. L'analyse de l'évolution structurelle a été complétée par une analyse canonique des coordonnées principales (CAP) sous contrainte des facteurs « suivi » et « type de récif », ainsi que par une analyse 2nd-Stage illustré par une analyse hiérarchique ascendante. Ces analyses ont été menées sur la matrice espèce-station des similarités de Bray-Curtis des densités, après une transformation racine carrée pour les communautés biologiques, ou du pourcentage des différentes catégories de substrat pour l'habitat.

Les évolutions structurelles des communautés de poissons et de macroinvertébrés ont également été analysées entre 2012 et 2021 à partir des inventaires complets.

4.4 Tableaux de bord

Un tableau de bord du statut des ressources et un tableau de bord du statut de la biodiversité ont été réalisés en retenant les indicateurs pertinents pour le type de formations échantillonnées (8). Ces tableaux de bord sont synthétiques et uniquement indicatifs. Ils ne sauraient constituer un bilan exhaustif de l'état de santé de l'écosystème étudié et doivent être interprétés au regard des résultats détaillés de l'étude.

5 Etat des lieux en 2021

5.1 Caractéristiques écologiques générales

5.1.1 Caractéristiques des communautés de poissons

5.1.1.1 Richesse et composition spécifique

Au total, 286 espèces de poissons appartenant à 39 familles ont été recensées aux récifs d'Entrecasteaux (Tableau 3). Les familles les plus diversifiées sont conformes aux communautés coralliennes d'atolls océaniques en excellente santé :

- Les Pomacentridae (demoiselles) : 47 espèces.
- Les Labridae (labres et girelles) : 44 espèces.
- Les Acanthuridae (picots kanaks et chirurgiens) : 26 espèces.
- Les Chaetodontidae (papillons) : 22 espèces.
- Les Scaridae (perroquets) : 20 espèces.
- Les Serranidae (loches et barbiers) : 15 espèces.

Les Chaetodontidae, considérés comme indicateurs de la santé des récifs, sont diversifiés (22 espèces) pour des récifs d'atoll isolé, et observés sur 19 des 21 stations échantillonnées. Les plus fréquents sont *Chaetodon citrinellus* et *C. auriga* qui ont été observés sur 11 stations (52.4% des stations), devant *C. mertensii* présent sur 9 stations (42.9% des stations).

Au total, 67 espèces sont des espèces commerciales (Tableau 3). Les plus gros spécimens observés pour chaque espèce sont tous de taille adulte et les individus sont en moyenne de grande taille. Il s'agit :

- Des Serranidae avec 11 espèces commerciales. La plus fréquente est *Cephalopholis urodeta* qui a été observé sur 13 stations (61.9% des stations), devant une saumonée (*Plectropomus maculatus*) qui a été observée sur 11 stations (52.4%).
- Des Scaridae avec 20 espèces commerciales. Les plus fréquentes sont le perroquet à moustache (*Scarus altipinnis*) présent sur 18 stations (85.7%), devant le perroquet bleu (*Chlorurus microrhinos*) qui a été observé sur 14 stations (66.7% des stations), *Chlorurus sordidus* sur 13 stations (61.9%), le perroquet jaune (*Hipposcarus longiceps*) sur 12 stations (57.1%) et *Scarus rubroviolaceus* sur 11 stations (52.4%).
- Des Acanthuridae avec 16 espèces commerciales. Les plus fréquents sont le dawa à bosse (*Naso tonganus*) qui a été observé sur 19 stations (90.5% des stations), devant *Naso lituratus* présent sur 18 stations (85.7%), le picot kanak (*Acanthurus blochii*) sur 15 stations (71.4%) et le dawa (*Naso unicornis*) présent sur 14 stations (66.7%).
- D'autres espèces commerciales sont également fréquentes dans plus de la moitié des stations : le mékoua (*Aprion virescens*) présent sur 15 stations (71.4% des stations) et la carangue bleue (*Caranx melampygus*) présente sur 12 stations (57.1%).

Tableau 3 : Liste alphabétique des familles et des espèces de poissons échantillonnés aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.

C : catégorie ; T : type de récif ; 1 : commerciale ; P : pente externe ; I : récif barrière interne.

Famille (nb. Esp.) - Espèce	C	T	Famille (nb. Esp.) - Espèce	C	T
Acanthuridae (26)			<i>Caranx ignobilis</i>		PB
<i>Acanthurus albipectoralis</i>		B	<i>Caranx melampygus</i>	1	PB
<i>Acanthurus blochii</i>	1	PB	<i>Elagatis bipinnulata</i>	1	P
<i>Acanthurus dussumieri</i>	1	PB	<i>Scomberoides lysan</i>	1	B
<i>Acanthurus lineatus</i>	1	PB	Carcharhinidae (4)		
<i>Acanthurus nigricans</i>	1	PB	<i>Carcharhinus albimarginatus</i>		P
<i>Acanthurus nigricauda</i>	1	PB	<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>		PB
<i>Acanthurus nigrofuscus</i>		PB	<i>Carcharhinus melanopterus</i>		PB
<i>Acanthurus nigros</i>		P	<i>Triaenodon obesus</i>		PB
<i>Acanthurus olivaceus</i>	1	PB	Chaetodontidae (22)		
<i>Acanthurus pyroferus</i>	1	B	<i>Chaetodon auriga</i>		PB
<i>Acanthurus thompsoni</i>		P	<i>Chaetodon bennetti</i>		B
<i>Acanthurus triostegus</i>		B	<i>Chaetodon citrinellus</i>		PB
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	1	B	<i>Chaetodon ephippium</i>		P
<i>Ctenochaetus binotatus</i>		PB	<i>Chaetodon flavirostris</i>		B
<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>		PB	<i>Chaetodon kleinii</i>		PB
<i>Ctenochaetus striatus</i>		PB	<i>Chaetodon lineolatus</i>		B
<i>Naso annulatus</i>	1	PB	<i>Chaetodon lunula</i>		B
<i>Naso brachycentron</i>	1	PB	<i>Chaetodon lunulatus</i>		PB
<i>Naso brevirostris</i>	1	B	<i>Chaetodon mertensii</i>		PB
<i>Naso caesi</i>	1	P	<i>Chaetodon ornatissimus</i>		P
<i>Naso lituratus</i>	1	PB	<i>Chaetodon pelewensis</i>		PB
<i>Naso tonganus</i>	1	PB	<i>Chaetodon reticulatus</i>		P
<i>Naso unicornis</i>	1	PB	<i>Chaetodon speculum</i>		PB
<i>Naso vlamingii</i>	1	P	<i>Chaetodon trifascialis</i>		PB
<i>Zebrasoma scopas</i>		PB	<i>Chaetodon unimaculatus</i>		PB
<i>Zebrasoma velifer</i>		PB	<i>Forcipiger flavissimus</i>		PB
Apogonidae (4)			<i>Forcipiger longirostris</i>		P
<i>Apogon kallopterus</i>		B	<i>Heniochus acuminatus</i>		B
<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>		B	<i>Heniochus chrysostomus</i>		PB
<i>Ostorhinchus aureus</i>		B	<i>Heniochus monoceros</i>		PB
<i>Pristipogon fraenatus</i>		B	<i>Heniochus varius</i>		P
Aulostomidae (1)			Cirrhitidae (4)		
<i>Aulostomus chinensis</i>		PB	<i>Cirrhitichthys falco</i>		B
Balistidae (8)			<i>Paracirrhites arcatus</i>		PB
<i>Balistapus undulatus</i>		B	<i>Paracirrhites forsteri</i>		PB
<i>Balistoides conspicillum</i>		PB	<i>Paracirrhites hemistictus</i>		PB
<i>Balistoides viridescens</i>		PB	Diodontidae (1)		
<i>Melichthys vidua</i>		PB	<i>Diodon hystrix</i>		B
<i>Pseudobalistes fuscus</i>		B	Echeneidae (1)		
<i>Rhinecanthus aculeatus</i>		B	<i>Echeneis naucrates</i>		PB
<i>Rhinecanthus rectangulus</i>		B	Ephippidae (1)		
<i>Sufflamen chrysotermum</i>		B	<i>Platax teira</i>		B
Belonidae (1)			Fistulariidae (1)		
<i>Tylosurus crocodilus</i>		P	<i>Fistularia commersonii</i>		PB
Blenniidae (4)			Gobiidae (4)		
<i>Cirripectes castaneus</i>		PB	<i>Amblygobius novaecaledoniae</i>		B
<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>		PB	<i>Amblygobius phalaena</i>		B
<i>Plagiotremus rhinorhynchus</i>		B	<i>Istigobius rigilius</i>		B
<i>Plagiotremus tapeinosoma</i>		PB	<i>Valenciennesa strigata</i>		B
Caesionidae (4)			Haemulidae (2)		
<i>Caesio caerulaurea</i>		PB	<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>		P
<i>Pterocaesio digramma</i>		B	<i>Plectorhinchus picus</i>		PB
<i>Pterocaesio pisang</i>		P	Holocentridae (6)		
<i>Pterocaesio trilineata</i>		PB	<i>Myripristis berndti</i>		B
Carangidae (6)			<i>Myripristis violacea</i>		B
<i>Carangoides ferdau</i>	1	B	<i>Myripristis vittata</i>		P
<i>Carangoides plagiotenia</i>	1	PB	<i>Neoniphon sammara</i>		PB

Famille (nb. Esp.) - Espèce	C	T
<i>Sargocentron caudimaculatum</i>		B
<i>Sargocentron spiniferum</i>		B
Kyphosidae (2)		
<i>Kyphosus cinerascens</i>	1	PB
<i>Kyphosus vaigiensis</i>	1	B
Labridae (44)		
<i>Anampses geographicus</i>		B
<i>Anampses neoguinaicus</i>		PB
<i>Bodianus axillaris</i>		PB
<i>Bodianus loxozonus</i>		PB
<i>Cheilinus chlorourus</i>		PB
<i>Cheilinus fasciatus</i>		P
<i>Cheilinus undulatus</i>	1	PB
<i>Cirrhilabrus punctatus</i>		B
<i>Cirrhilabrus sp cf exquisitus</i>		B
<i>Coris aygula</i>		PB
<i>Coris dorsomacula</i>		B
<i>Coris gaimard</i>		B
<i>Epibulus insidiator</i>		P
<i>Gomphosus varius</i>		PB
<i>Halichoeres annularis</i>		PB
<i>Halichoeres biocellatus</i>		PB
<i>Halichoeres claudia</i>		PB
<i>Halichoeres hortulanus</i>		PB
<i>Halichoeres margaritaceus</i>		B
<i>Halichoeres prosopoeion</i>		B
<i>Halichoeres trimaculatus</i>		PB
<i>Hemigymnus fasciatus</i>		PB
<i>Hologymnosus doliatus</i>		B
<i>Iniistius pavo</i>		B
<i>Labrichthys unilineatus</i>		PB
<i>Labroides bicolor</i>		PB
<i>Labroides dimidiatus</i>		PB
<i>Labroides pectoralis</i>		P
<i>Labropsis australis</i>		B
<i>Macropharyngodon meleagris</i>		B
<i>Macropharyngodon negrosensis</i>		B
<i>Novaculichthys taeniourus</i>		B
<i>Oxycheilinus digrammus</i>		P
<i>Oxycheilinus unifasciatus</i>		P
<i>Pseudocheilinus evanidus</i>		PB
<i>Pseudocheilinus hexataenia</i>		PB
<i>Pseudocheilinus octotaenia</i>		PB
<i>Stethojulis bandanensis</i>		PB
<i>Stethojulis strigiventer</i>		B
<i>Thalassoma amblycephalum</i>		PB
<i>Thalassoma hardwicke</i>		PB
<i>Thalassoma lunare</i>		PB
<i>Thalassoma lutescens</i>		PB
<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>		PB
Lethrinidae (8)		
<i>Gnathodentex aureolineatus</i>		PB
<i>Gymnocranius sp nov.</i>	1	B
<i>Lethrinus atkinsoni</i>	1	B
<i>Lethrinus erythracanthus</i>		B
<i>Lethrinus olivaceus</i>		PB
<i>Lethrinus xanthochilus</i>		B
<i>Monotaxis grandoculis</i>		PB
<i>Monotaxis heterodon</i>		PB
Lutjanidae (10)		
<i>Aphareus furca</i>	1	PB
<i>Aphareus rutilans</i>	1	P
<i>Aprion virescens</i>	1	PB
<i>Lutjanus bohar</i>		PB
<i>Lutjanus gibbus</i>		PB

Famille (nb. Esp.) - Espèce	C	T
<i>Lutjanus kasmira</i>		PB
<i>Lutjanus monostigma</i>		P
<i>Lutjanus rivulatus</i>		B
<i>Macolor macularis</i>	1	P
<i>Macolor niger</i>	1	PB
Microdesmidae (2)		
<i>Nemateleotris magnifica</i>		B
<i>Ptereleotris evides</i>		PB
Monacanthidae (4)		
<i>Amanses scopas</i>		P
<i>Cantherhines dumerillii</i>		PB
<i>Oxymonacanthus longirostris</i>		PB
<i>Pervagor janthinosoma</i>		B
Mullidae (7)		
<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>		B
<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>		PB
<i>Parupeneus barberinus</i>	1	B
<i>Parupeneus crassilabris</i>		PB
<i>Parupeneus cyclostomus</i>		PB
<i>Parupeneus multifasciatus</i>		PB
<i>Parupeneus pleurostigma</i>		PB
Nemipteridae (1)		
<i>Scolopsis bilineata</i>		B
Ostraciidae (3)		
<i>Ostracion cubicus</i>		B
<i>Ostracion meleagris</i>		PB
<i>Ostracion solorensis</i>		P
Pempheridae (1)		
<i>Pempheris oualensis</i>		P
Pinguipedidae (2)		
<i>Parapercis hexophtalma</i>		B
<i>Parapercis millepunctata</i>		B
Plesiopidae (1)		
<i>Assessor macneilli</i>		B
Pomacanthidae (5)		
<i>Centropyge bicolor</i>		PB
<i>Centropyge bispinosa</i>		PB
<i>Centropyge flavissima</i>		PB
<i>Pomacanthus imperator</i>		PB
<i>Pygoplites diacanthus</i>		PB
Pomacentridae (47)		
<i>Abudefduf vaigiensis</i>		P
<i>Amphiprion akindynos</i>		PB
<i>Amphiprion clarkii</i>		B
<i>Amphiprion melanopus</i>		PB
<i>Amphiprion perideraion</i>		PB
<i>Chromis agilis</i>		PB
<i>Chromis amboinensis</i>		P
<i>Chromis atripectoralis</i>		B
<i>Chromis atripes</i>		PB
<i>Chromis chrysura</i>		P
<i>Chromis flavomaculata</i>		PB
<i>Chromis fumea</i>		B
<i>Chromis iomelas</i>		PB
<i>Chromis lepidolepis</i>		PB
<i>Chromis margaritifer</i>		PB
<i>Chromis ternatensis</i>		P
<i>Chromis vanderbilti</i>		PB
<i>Chromis viridis</i>		B
<i>Chromis weberi</i>		PB
<i>Chromis xanthura</i>		PB
<i>Chrysiptera biocellata</i>		B
<i>Chrysiptera caesifrons</i>		PB
<i>Chrysiptera taupou</i>		PB
<i>Dascyllus aruanus</i>		B

Famille (nb. Esp.) - Espèce	C	T
<i>Dascyllus reticulatus</i>		PB
<i>Dascyllus trimaculatus</i>		PB
<i>Lepidozygus tapeinosoma</i>		P
<i>Neoglyphidodon nigroris</i>		P
<i>Neoglyphidodon</i> sp nov.		P
<i>Plectroglyphidodon dickii</i>		PB
<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>		PB
<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>		PB
<i>Pomacentrus adelus</i>		B
<i>Pomacentrus amboinensis</i>		PB
<i>Pomacentrus bankanensis</i>		PB
<i>Pomacentrus chrysurus</i>		B
<i>Pomacentrus coelestis</i>		PB
<i>Pomacentrus lepidogenys</i>		PB
<i>Pomacentrus moluccensis</i>		B
<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>		B
<i>Pomacentrus pavo</i>		B
<i>Pomacentrus philippinus</i>		PB
<i>Pomacentrus vaiuli</i>		PB
<i>Stegastes albifasciatus</i>		B
<i>Stegastes fasciolatus</i>		PB
<i>Stegastes insularis</i>		P
<i>Stegastes nigricans</i>		PB
Scaridae (20)		
<i>Bolbometopon muricatum</i>	1	B
<i>Cetoscarus ocellatus</i>	1	PB
<i>Chlorurus frontalis</i>	1	B
<i>Chlorurus microrhinos</i>	1	PB
<i>Chlorurus sordidus</i>	1	PB
<i>Hipposcarus longiceps</i>	1	PB
<i>Scarus altipinnis</i>	1	PB
<i>Scarus chameleon</i>	1	PB
<i>Scarus forsteni</i>	1	P
<i>Scarus frenatus</i>	1	PB
<i>Scarus ghobban</i>	1	B
<i>Scarus globiceps</i>	1	PB
<i>Scarus longipinnis</i>	1	P
<i>Scarus niger</i>	1	PB
<i>Scarus oviceps</i>	1	P
<i>Scarus psittacus</i>	1	PB

Famille (nb. Esp.) - Espèce	C	T
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	1	PB
<i>Scarus schlegeli</i>	1	PB
<i>Scarus spinus</i>	1	P
<i>Scarus</i> spp	1	PB
Scombridae (3)		
<i>Euthynnus affinis</i>	1	P
<i>Grammatorcynus bilineatus</i>	1	P
<i>Gymnosarda unicolor</i>		
Serranidae (15)		
<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	1	P
<i>Cephalopholis argus</i>	1	B
<i>Cephalopholis urodeta</i>	1	PB
<i>Epinephelus caeruleopunctatus</i>	1	B
<i>Epinephelus cyanopodus</i>	1	B
<i>Epinephelus lanceolatus</i>	1	PB
<i>Epinephelus marginalis</i>		B
<i>Epinephelus merra</i>	1	PB
<i>Epinephelus polyphemadion</i>	1	B
<i>Plectropomus laevis</i>		PB
<i>Plectropomus leopardus</i>	1	B
<i>Plectropomus maculatus</i>	1	PB
<i>Pseudanthias pascalus</i>		P
<i>Pseudanthias squamipinnis</i>		PB
<i>Variola louti</i>	1	PB
Siganidae (3)		
<i>Siganus argenteus</i>	1	B
<i>Siganus punctatus</i>	1	PB
<i>Siganus</i> spp	1	P
Synodontidae (2)		
<i>Synodus binotatus</i>		B
<i>Synodus variegatus</i>		P
Tetraodontidae (5)		
<i>Arothron mappa</i>		B
<i>Arothron meleagris</i>		P
<i>Arothron nigropunctatus</i>		B
<i>Canthigaster bennetti</i>		B
<i>Canthigaster valentini</i>		PB
Zanclidae (1)		
<i>Zanclus cornutus</i>		PB

Des espèces de poissons emblématiques ont été observées :

- Des requins (4 espèces) ont été observés sur 18 stations (85.7% des stations). Cette fréquence est du même ordre que celle des autres récifs éloignés (Walpole, Astrolabe, Ilots de Lifou) (9; 10; 11) (Figure 4). Elle est supérieure à celle des autres éléments du bien inscrits au patrimoine mondial (12; 13; 14; 15; 16; 17), de la Côte Oubliée (18) et du lagon du Grand Nouméa (19). Au total 57 spécimens ont été observés :
 - Le requin à pointes blanches (*Carcharhinus albimarginatus*) : 5 individus, 140 cm à 190 cm, 1 station (PEL02).
 - Le requin gris (*Carcharhinus amblyrhynchos*) : 38 individus, 90 à 200 cm, 15 stations.
 - Le requin à pointes noires (*Carcharhinus melanopterus*) : 3 individus, 120 à 160 cm, 2 stations.
 - Le requin à ailerons blancs du lagon (*Triaenodon obesus*) : 11 individus, 100 à 150 cm, 10 stations.
- La loche carite (*Epinephelus lanceolatus*) : 3 individus, 120 à 160 cm, 3 stations.
- La carangue grosse tête (*Caranx ignobilis*) : 3 individus sur les stations PEL01 (60 cm), PGU005 (120 cm) et SUR13 (70 cm).

- Le napoléon (*Cheilinus undulatus*) : 7 individus, 60 à 160 cm, 5 stations. La fréquence de cette espèce est moyenne, inférieure au Grand Lagon Nord (13), aux îlots de Lifou (11) et au récif Astrolabe (10) (Figure 5). Elle est du même ordre qu'à Bourail (15), dans la Zone Côtière Nord et Est (14), dans le lagon du Grand Nouméa (19) et la réserve Merlet (12). Elle est plus importante qu'à Walpole (9), dans la Corne Sud (17), sur la Côte Oubliée (18) et à l'Île des Pins (16).
- Le perroquet à bosse (*Bolbometopon muricatum*) : 2 individus, 75 cm, 1 station (HUO13).
- Le thon à dents de chien (*Gymnosarda unicolor*) : 3 individus, 85 à 140 cm, 3 stations.

En résumé, les récifs d'Entrecasteaux se caractérisent par des communautés de poissons d'une exceptionnelle diversité pour des atolls océaniques éloignés. Les espèces commerciales sont fréquentes et des individus de grandes tailles sont observés. La fréquence et la taille des espèces emblématiques sont également parmi les maximums observés sur les récifs inscrits au patrimoine mondial.

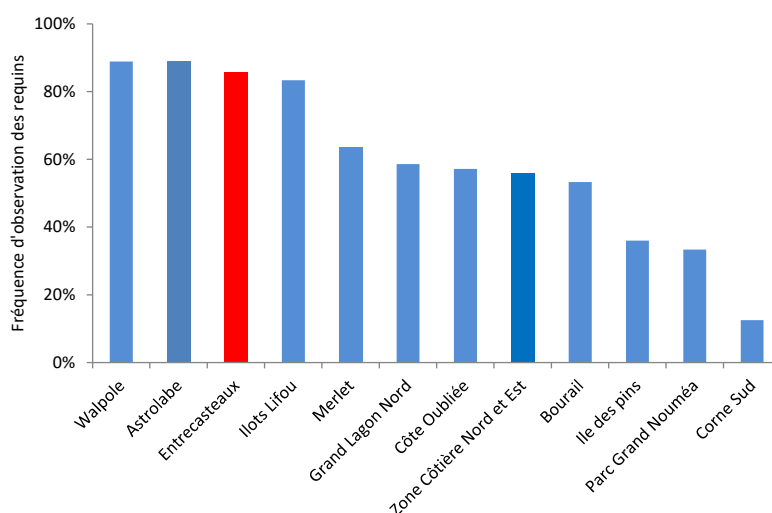


Figure 4 : Fréquences d'observation des requins sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013 (base de données Wantiez).

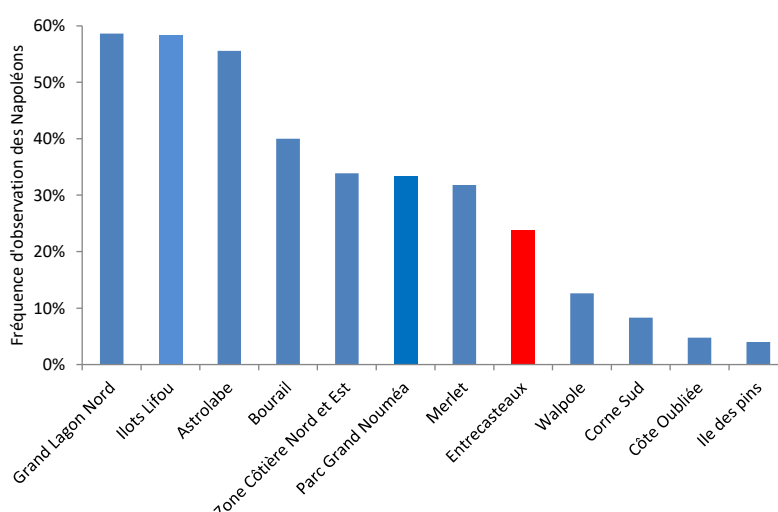


Figure 5 : Fréquences d'observation des napoléons (*Cheilinus undulatus*) sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013 (base de données Wantiez).

5.1.1.2 Richesse spécifique par station, densité et biomasse

En moyenne 72.3 espèces ont été recensées par station pour une densité de 1.65 poissons/m² et une biomasse de 284.5 g/m² (Tableau 4). La richesse spécifique par station est inférieure à celle des sites les plus diversifiés de Nouvelle-Calédonie (Figure 6), mais supérieure à celle des formations les plus au sud, l'Île des Pins (16) et de Walpole (9). La densité est moyenne pour la Nouvelle-Calédonie (Figure 6), inférieure à celles du Parc du Grand Nouméa (19) et de Merlet (12). La biomasse est exceptionnelle, uniquement inférieure aux 2 récifs éloignés Walpole (9) et Astrolabe (10). Elle est du même ordre que dans le Grand Lagon Nord (13) et supérieure aux autres sites de Nouvelle-Calédonie échantillonnés depuis 2013. Ces résultats sont conformes aux caractéristiques des formations étudiées, des atolls océaniques isolés et préservés. La diversité est relativement faible et la densité est moyenne en raison de l'isolement, d'une production limitée (pas d'apport terrigène) et d'un nombre de niches écologiques restreint. En revanche, la biomasse est exceptionnelle et fait partie des maximums observés dans les différents éléments du bien en raison de l'absence de pression anthropique.

Les espèces commerciales représentent une part importante de l'ichtyofaune (24.1%) à chaque station (Tableau 4). Ces espèces sont moins bien représentées en densité (11.6%). En revanche, elles sont beaucoup plus importantes et dominant largement en biomasse (72.6%). La biomasse en poissons commerciaux est maximale pour la Nouvelle-Calédonie et similaire aux niveaux des récifs Astrolabe (10) (Figure 7). Les principales espèces commerciales sont les Scaridae en richesse spécifique par station (34.5% des commerciaux), les Acanthuridae en densité (40.1% des commerciaux) et en biomasse (52.1% des commerciaux) (Tableau 4). Ces caractéristiques correspondent aux types de formations échantillonnées quasiment exemptes de pression anthropique, notamment la pression de pêche.

En comparaison des autres sites échantillonnés en Nouvelle-Calédonie, les Chaetodontidae sont peu diversifiés et peu abondants (Figure 8). Leur contribution à l'ensemble de l'ichtyofaune échantillonnée est naturellement peu importante avec 6.4% des espèces par station, 2.6% de la densité et 0.4% de la biomasse (Tableau 4). Bien que ces valeurs soient faibles pour la Nouvelle-Calédonie, dans l'absolu ces niveaux de population sont satisfaisants et correspondent aux niveaux de recouvrements coralliens de la zone d'étude. Ils confirment la bonne santé des formations coralliennes échantillonnées (cf. §5.1.3).

Tableau 4 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse moyennes des communautés de poissons sur les stations échantillonnées en 2021 sur les récifs d'Entrecasteaux.

Les valeurs moyennes sont données avec un intervalle de confiance de 95%. La biomasse est calculée sans les Chondrichthyens.

	Richesse spécifique par station	Densité (poissons/m ²)	Biomasse (g/m ²)
Ichtyofaune totale	72.3 ± 5.0	1.650 ± 0.386	284.48 ± 95.22
Commerciaux	17.4 ± 2.3	0.192 ± 0.055	206.63 ± 86.04
Serranidae	2.3 ± 0.5	0.012 ± 0.003	17.25 ± 12.12
Carangidae	0.8 ± 0.4	0.005 ± 0.004	12.29 ± 9.97
Scaridae	6.0 ± 1.3	0.075 ± 0.039	45.65 ± 18.16
Acanthuridae	5.3 ± 0.6	0.077 ± 0.038	107.65 ± 84.75
Chaetodontidae	3.7 ± 1.0	0.040 ± 0.014	1.32 ± 0.57

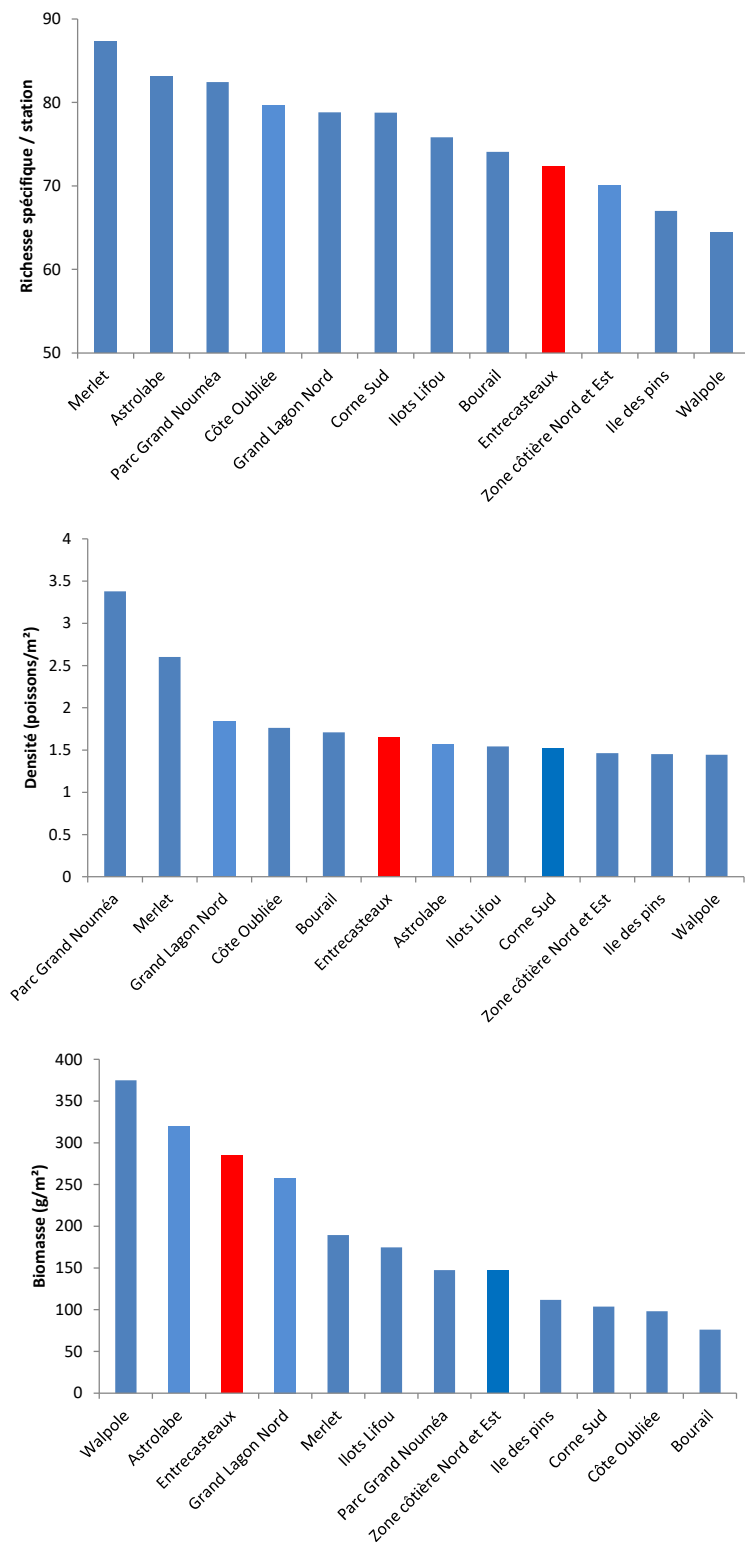


Figure 6 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse des poissons sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013 (base de données Wantiez).

La biomasse est calculée sans les Chondrichthyens.

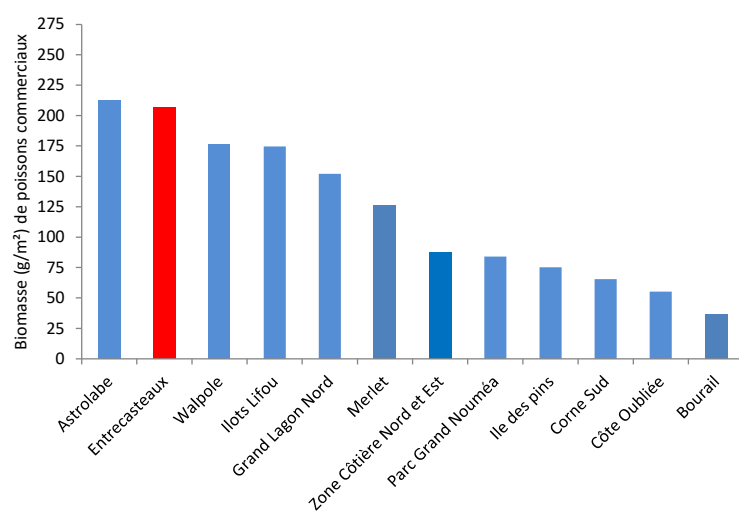


Figure 7 : Biomasse des poissons commerciaux sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013 (base de données Wantiez).

La biomasse est calculée sans les Chondrichthyens.

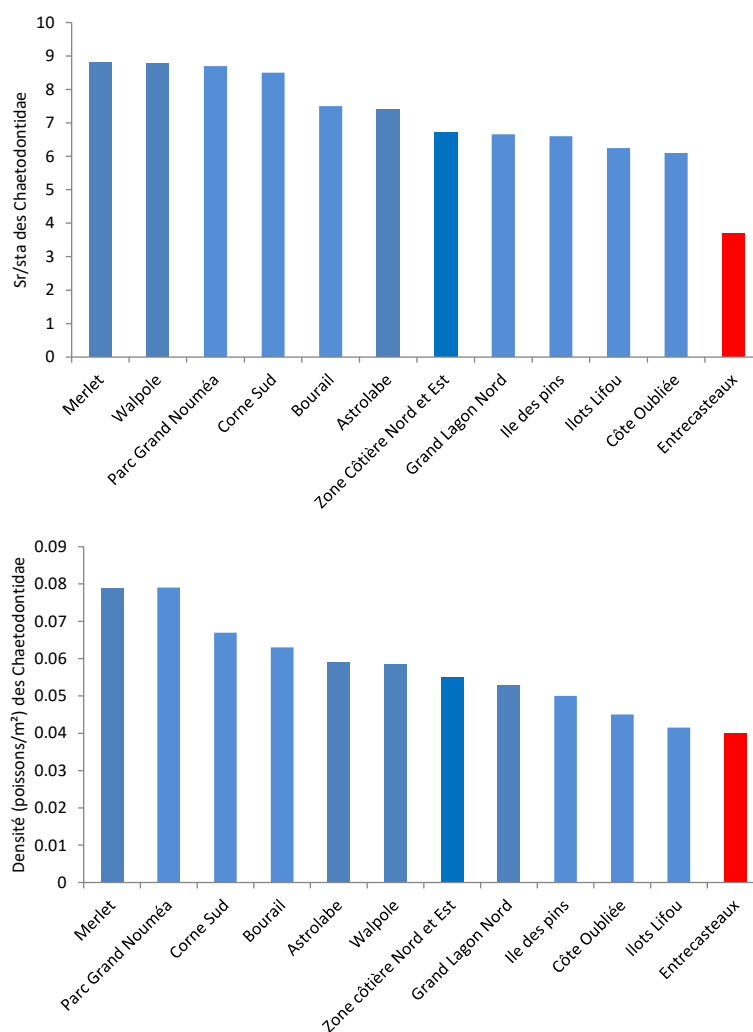


Figure 8 : Richesse spécifique par station (Sr/sta) et densité des Chaetodontidae sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013 (base de données Wantiez).

Une demoiselle (*Chromis margaritifer*, 0.138 poisson/m²) domine en densité, devant un fusilier (*Pterocaesio trilineata*, 0.075 poisson/m²) et une autre demoiselle (*Pomacentrus coelestis*, 0.058 poisson/m²). Ces 3 espèces sont planctonivores, ce qui souligne que dans ces atolls la principale source d'énergie à la base des réseaux trophiques de l'ichtyofaune est la productivité planctonique. Le dawa à bosse (*Naso tonganus*, 62.87 g/m²) domine en biomasse, devant le picot kanak (*Acanthurus blochii*, 25.41 g/m²) et la saumonée gros points (*Plectropomus laevis*, 15.09 g/m²).

En résumé, les niveaux de population de poisson sont exceptionnels dans les atolls d'Entrecasteaux. Ces caractéristiques générales sont conformes au type de formation, atoll océanique isolé, et à une pression anthropique très faible, notamment la quasi-absence de pêche.

5.1.2 Caractéristiques du macrobenthos épigé

Au total, 118 taxons macrobenthiques épigés ont été observés sur les 21 stations échantillonnées. Ils font partie du cortège habituel des macroinvertébrés des récifs coralliens du type de formation étudié (Tableau 5). Il s'agit principalement de mollusques et, dans une moindre mesure, de crustacés et d'échinodermes.

Les caractéristiques moyennes du macrobenthos cible des récifs d'Entrecasteaux sont données dans le Tableau 6. En moyenne 25.1 taxons ont été recensés par station. Ces communautés sont parmi les plus diversifiées de Nouvelle-Calédonie (Figure 9), similaires à Bourail (15), la Zone Côtière Nord et Est (14), la Corne Sud (17) et Merlet (12). La densité est importante avec 121 individus/250 m². Toutefois, elle figure parmi les plus faibles valeurs en Nouvelle-Calédonie (Figure 10), similaire à celle des îlots de Lifou (11).

L'espèce la plus abondante est le ver spirobranche (*Spirobranchus giganteus* ; 36.33 individus/250 m²) qui vit encastré dans les coraux massifs. Les crinoïdes (*Comanthus* spp, 9.86 individus/250 m²) et les oursins *Echinostrephus aciculatus* (6.43 individus/250 m²) et *Echinometra mathaei* (5.24 individus/250 m²) suivent par ordre d'importance.

Les mollusques commerciaux ont été observés sur toutes les stations (21 stations), notamment les bénitiers. Les quatre espèces commerciales les plus fréquentes sont des bénitiers ; *Tridacna maxima* (15 stations), *T. crocea* (14 stations), *T. squamosa* (13 stations) et *T. spp* (9 stations). Les bénitiers dominent également en densité avec une densité totale élevée (20) de 6.81 individus/250 m². Cette valeur est moyenne pour la Nouvelle-Calédonie, similaire à la Corne Sud (17) et à la Zone Côtière Nord et Est (14) (Figure 11). Toutes espèces confondues, la taille moyenne est relativement faible (13.14 ± 1.50 cm) pour la Nouvelle-Calédonie (Figure 12), et relativement variable (CV = 68.9%). La distribution de fréquence des tailles est dissymétrique vers les petits individus (Figure 13) ce qui confirme la présence d'un recrutement favorable les années précédant l'échantillonnage de 2021. Aucun *Hippopus hippopus* n'a été observé sur les récifs Entrecasteaux qui n'est pas son habitat naturel. Cette espèce affectionne les eaux lagunaires de la Grande Terre. Par ailleurs, des individus de taille adulte sont présents (25 spécimens ≥ 20 cm) et de très gros spécimens ont été observés, notamment :

- Deux *Tridacna squamosa* de 42 cm (taille maximale de l'ordre de 45 cm selon la CITES¹).
- Trois *Tridacna maxima* de 41, 40 et 38 cm (taille maximale de l'ordre de 40 cm selon la CITES¹).
- Les *T. crocea* sont de grande taille avec 12 spécimens de plus de 15 cm (max 20 cm), taille maximale selon la CITES¹.

Ces caractéristiques indiquent que les populations sont ou ont probablement été impactées par une pêche de la part de navires pouvant exploiter ces récifs occasionnellement.

Tableau 5 : Fréquence et densité des espèces macrobenthiques épigées échantillonnées aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.

Les identifications non confirmées sont signalées par « cf ». F : fréquence. D : densité (individus/250 m²) ; T : type de récif ; P : pente externe ; B : récif barrière interne.

Espèces	F	D	T	Espèces	F	D	T
Éponges (2 taxons)				<i>Arca ventricosa</i>	6	1.190	BP
<i>Cliona jullieni</i>	6	1.238	BP	<i>Chama</i> spp	10	1.571	BP
<i>Cliona orientalis</i>	6	0.619	BP	<i>Isognomon isognomon</i>	2	0.095	BP
Mollusques (71 taxons)				<i>Pedum spondyloideum</i>	9	2.095	BP
Gastéropodes (47 taxons)				<i>Pinctada margaritifera</i>	2	0.143	BP
<i>Astrarium rhodostomum</i>	5	0.333	BP	<i>Pteria</i> spp	3	0.476	B
<i>Canarium mutabile</i>	1	0.048	P	<i>Septifer</i> spp	2	0.095	BP
<i>Cerastium maximum</i>	9	5.000	BP	<i>Spondylus</i> spp	3	0.190	BP
<i>Cerithium echinatum</i>	5	0.762	BP	<i>Streptopinna saccata</i>	12	2.476	BP
<i>Cerithium nodulosum</i>	2	0.190	B	<i>Tridacna crocea</i>	14	2.619	BP
<i>Chicoreus brunneus</i>	1	0.048	B	<i>Tridacna derasa</i>	3	0.143	B
<i>Chicoreus ramosus</i>	1	0.048	B	<i>Tridacna maxima</i>	15	2.095	BP
<i>Conomurex luhuanus</i>	1	0.048	B	<i>Tridacna</i> spp	9	0.810	BP
<i>Conus capitaneus</i>	1	0.048	B	<i>Tridacna squamosa</i>	13	1.143	BP
<i>Conus leopardus</i>	1	0.048	B	Aplysie (1 taxon)			
<i>Conus lividus</i>	6	0.286	BP	<i>Aplysia parvula</i>	1	0.048	B
<i>Conus miles</i>	3	0.143	B	Nudibranches (7 taxons)			
<i>Conus miliaris</i>	4	0.286	B	<i>Chromodoris elisabethina</i>	2	0.429	B
<i>Conus nanus</i>	2	0.095	P	<i>Chromodoris lochi</i>	1	0.048	P
<i>Conus</i> spp	3	0.143	B	<i>Halgerda johnsonorum</i>	1	0.048	B
<i>Coralliophila costularis</i>	1	0.048	B	<i>Phyllidia coelestis</i>	1	0.048	B
<i>Coralliophila violacea</i>	11	3.762	BP	<i>Phyllidia picta</i>	1	0.048	B
<i>Dendropoma</i> spp	15	3.000	BP	<i>Phyllidiella lizae</i>	1	0.048	P
<i>Drupa ricinus</i>	1	0.048	P	<i>Phyllidia pustulosa</i>	5	0.238	BP
<i>Drupa rubusidaeus</i>	1	0.048	B	Céphalopodes (1 taxon)			
<i>Drupella cornus</i>	10	3.571	BP	<i>Octopus</i> spp	1	0.048	B
<i>Drupina grossularia</i>	4	0.381	BP	Crustacés (20 taxons)			
<i>Euplia turturina</i>	1	0.190	B	<i>Alpheus lottini</i>	7	0.571	BP
<i>Filifusus filamentosus</i>	2	0.095	P	<i>Alpheus</i> spp	1	0.048	B
<i>Gourmya gourmyi</i>	4	0.286	P	<i>Calcinus latens</i>	2	0.286	BP
<i>Haliotis ovina</i>	1	0.048	B	<i>Calcinus minutus</i>	18	3.476	BP
<i>Lambis lambis</i>	1	0.048	B	<i>Calcinus pulcher</i>	9	1.048	BP
<i>Lambis truncata</i>	1	0.048	B	<i>Ciliopagurus strigatus</i>	5	0.286	BP
<i>Latirolagena smaragdulus</i>	15	2.238	BP	<i>Cymo quadrilobatus</i>	5	0.524	BP
<i>Latirus polygonus</i>	7	0.381	BP	<i>Dardanus guttatus</i>	5	0.571	B
<i>Menathais tuberosa</i>	1	0.048	B	<i>Dardanus</i> spp	17	2.190	BP
<i>Mitra</i> spp	1	0.095	B	<i>Nodia</i> spp	3	0.429	BP
<i>Monetaria moneta</i>	1	0.143	B	<i>Paguritta</i> spp	4	2.571	P
<i>Morula uva</i>	2	0.095	BP	<i>Panulirus versicolor</i>	3	0.143	B
<i>Peristernia nassatula</i>	3	0.143	BP	<i>Saron neglectus</i>	2	0.095	P
<i>Peristernia reincarnata</i>	1	0.048	B	<i>Stenopus hispidus</i>	3	0.238	BP
<i>Pterygia dactylus</i>	1	0.048	B	<i>Tetralia</i> spp	1	0.048	B
<i>Strigatella retusa</i>	1	0.095	B	<i>Trapezia bidentata</i>	10	1.667	BP
<i>Tectus fenestratus</i>	1	0.048	B	<i>Trapezia cymadoce</i>	1	0.048	P
<i>Tectus pyramis</i>	5	0.429	BP	<i>Trapezia rufopunctata</i>	7	1.476	BP
<i>Thuridilla gracilis</i>	1	0.048	P	<i>Trapezia septata</i>	8	0.571	BP
<i>Thuridilla</i> spp	1	0.048	P	<i>Trapezia</i> spp	4	0.381	BP
<i>Tubulophilinopsis pilsbryi</i>	1	0.048	B	Platyhelminthes (1 taxon)			
<i>Tufala bubo</i>	2	0.095	B	<i>Pseudobiceros bedfordi</i>	2	0.143	BP
<i>Turbo chrysostomus</i>	1	0.048	B	Annélides (3 taxons)			
<i>Vasum ceramicum</i>	1	0.143	B	<i>Loimia medusa</i>	2	0.238	BP
<i>Vasum turbinellus</i>	3	0.143	B	<i>Sabellastarte</i> spp	1	0.048	B
Bivalves (15 taxons)				<i>Spirobranchus giganteus</i>	21	36.333	BP
<i>Arca</i> spp	8	1.000	BP				

Espèces	F	D	T
Echinodermes (21 taxons)			
Astérides (6 taxons)			
<i>Culcita novaeguineae</i>	1	0.048	B
<i>Fromia indica</i>	2	0.095	P
<i>Fromia milleporella</i>	1	0.048	B
<i>Gomophia egyptiaca</i>	1	0.048	P
<i>Linckia multifora</i>	4	0.238	P
<i>Neoferdina cumingi</i>	3	0.143	BP
Crinoïdes (1 taxon)			
<i>Comanthus</i> spp	15	9.857	BP
Echinides (5 taxons)			
<i>Diadema savignyi</i>	1	0.048	B
<i>Echinometra mathaei</i>	16	5.238	BP
<i>Echinostrephus aciculatus</i>	16	6.429	BP

Espèces	F	D	T
<i>Echinothrix diadema</i>	1	0.048	P
<i>Heterocentrotus mamillatus</i>	4	0.190	P
Holothurides (7 taxons)			
<i>Actinopyga lecanora</i>	1	0.048	B
<i>Actinopyga palauensis</i>	3	0.143	B
<i>Bohadschia argus</i>	6	0.524	B
<i>Holothuria atra</i>	2	0.095	B
<i>Holothuria edulis</i>	1	0.048	B
<i>Holothuria whitmaei</i>	3	0.286	B
<i>Thelenota ananas</i>	3	0.143	IP
Ophiures (2 taxons)			
<i>Ophiothrix</i> spp	14	2.286	BP
Ophiures indéterminées	3	0.286	P

Tableau 6 : Richesse taxonomique par station et densité du macrobenthos épibenthique aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.

Les valeurs moyennes sont données avec un intervalle de confiance de 95%.

	Richesse taxonomique par station	Densité (ind./250 m ²)
Total macrobenthos	25.14 ± 2.54	121.19 ± 23.33
Eponges (clones)	-	1.86 ± 1.43
Mollusques		
Gastéropodes	7.10 ± 1.34	23.48 ± 7.23
Bivalves	5.29 ± 1.20	16.14 ± 9.24
Crustacés	5.48 ± 1.10	16.67 ± 6.82
Échinodermes		
Astérides	0.57 ± 0.42	0.62 ± 0.47
Crinoïdes	-	9.86 ± 6.28
Echinides	1.81 ± 0.42	11.95 ± 6.79
Holothurides	0.90 ± 0.61	1.29 ± 0.90
Ophiurides	-	2.57 ± 1.82

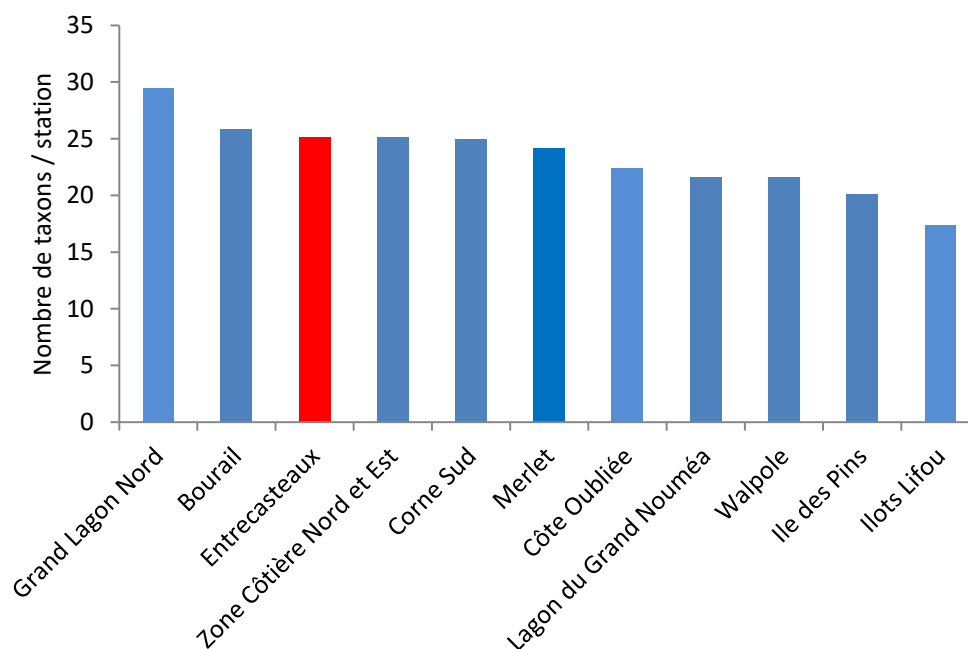


Figure 9 : Richesse taxonomique par station et densité (individus/250 m²) des macroinvertébrés épibenthiques sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

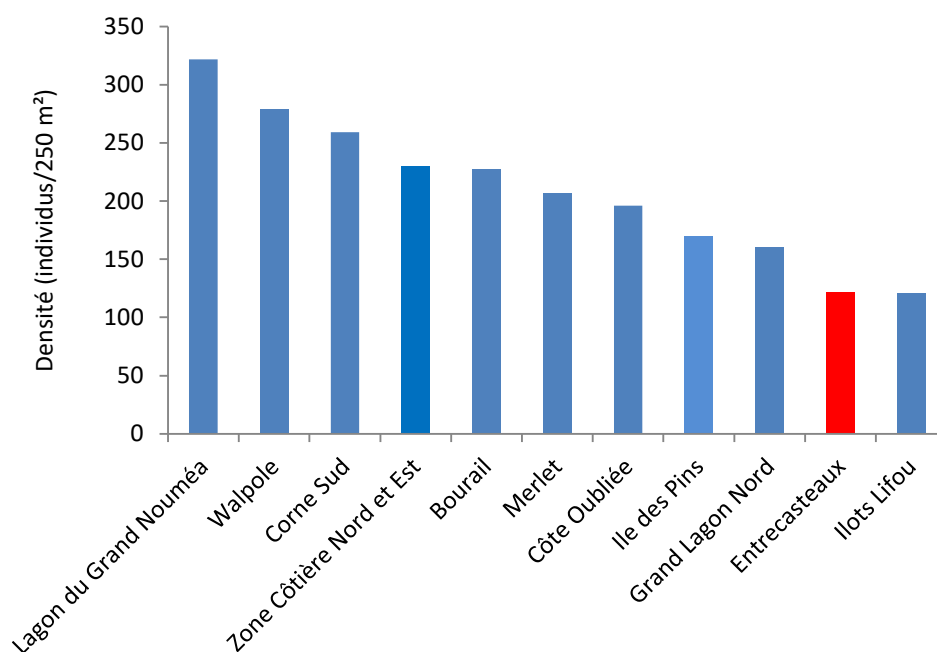


Figure 10 : Densité (individus/250 m²) des benthiques sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

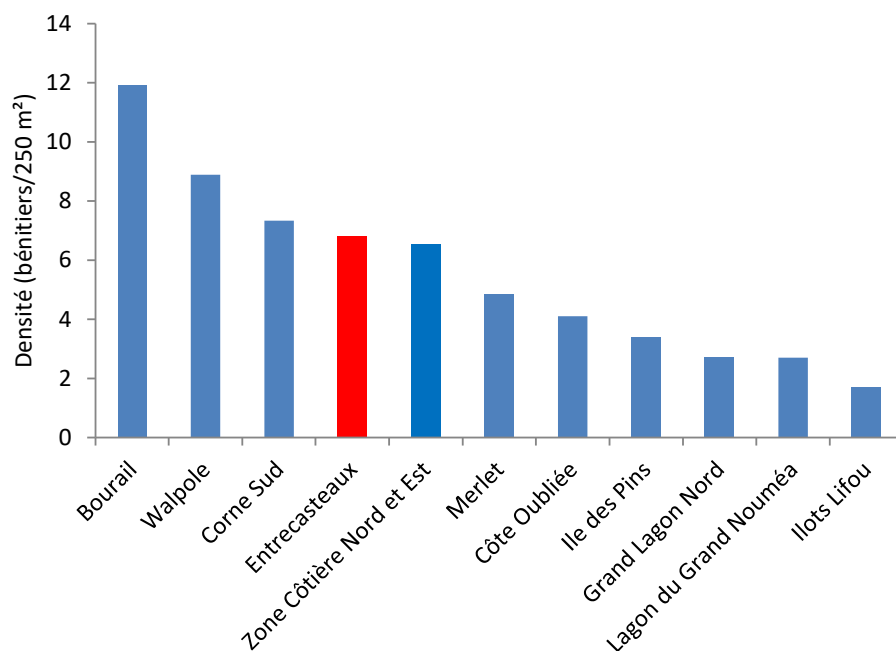


Figure 11 : Densité (individus/250 m²) des bénitiers sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

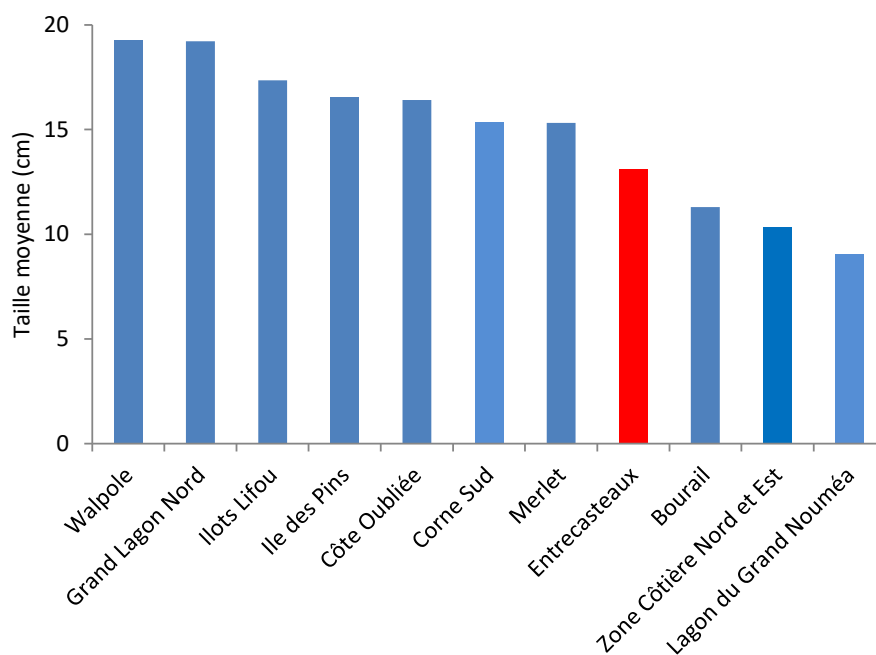


Figure 12 : Taille moyenne (cm) des bénitiers sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

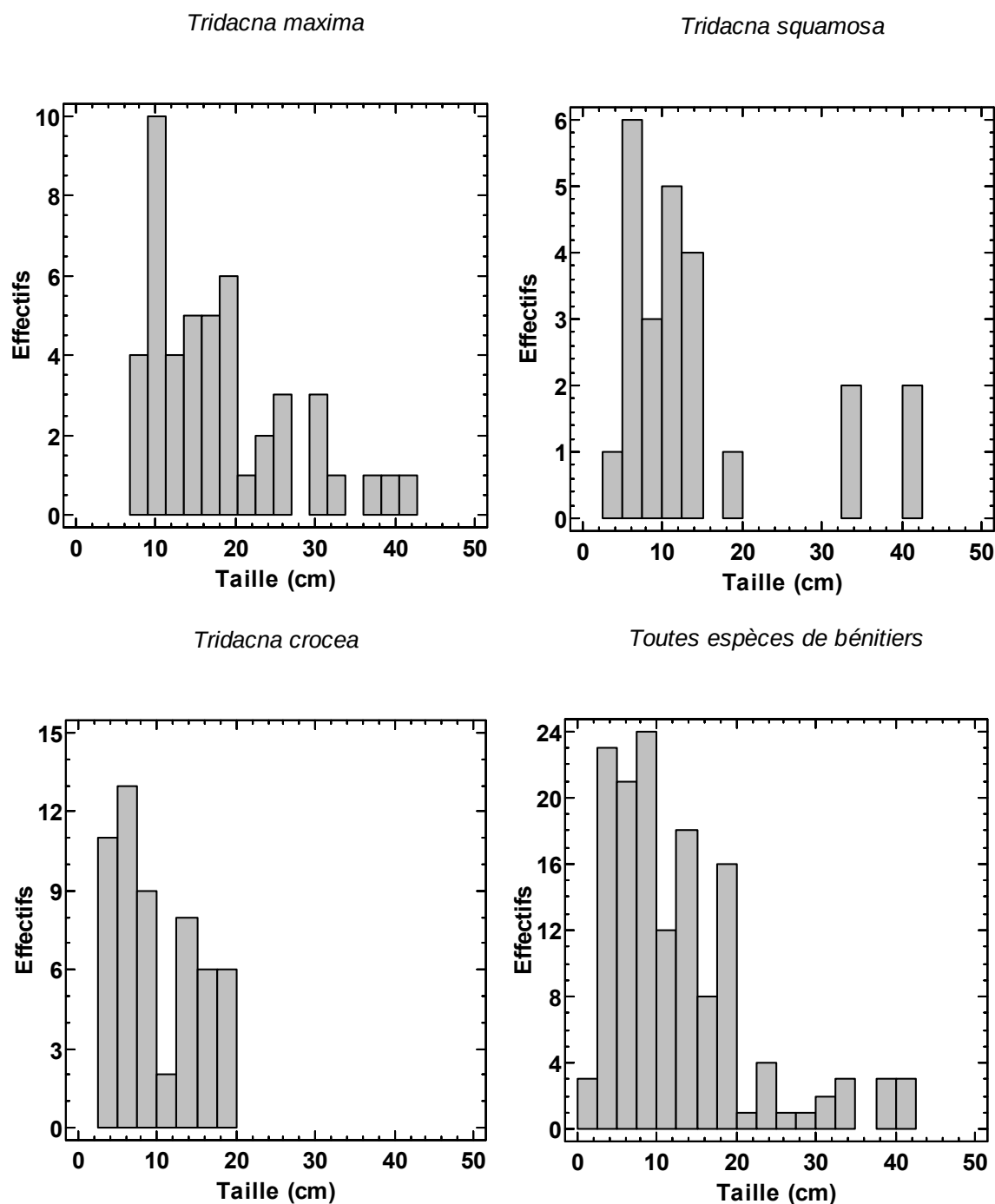


Figure 13 : Histogramme de distribution de fréquence des tailles des principales espèces de benthiques échantillonnées aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.

Aucun trocas (*Rochia nilotica*) n'a été observé sur les récifs d'Entrecasteaux qui ne constituent pas son habitat de prédilection.

Deux espèces d'holothurie ont une forte valeur commerciale (20) : *Holothuria whitmaei* (3 stations, 6 spécimens) et *Thelenota ananas* (3 stations, 3 spécimens). Une autre espèce a une valeur commerciale moyenne (*Actinopyga palauensis*, 3 spécimens, 3 stations). Les 4 autres espèces ont une faible valeur commerciale, notamment la plus abondante *Bohadschia argus* (6 stations, 11 spécimens).

En résumé, les caractéristiques des communautés macrobenthiques sont conformes aux types de formations échantillonnées (atolls océaniques isolés). Elles rendent compte de communautés en très bonne santé où les espèces commerciales sont présentes. La relative faible densité en bénitiers est compensée par la présence de tailles maximales. En revanche, les peuplements d'holothuries sont peu diversifiés et les densités relativement faibles.

5.1.3 Caractéristiques de l'habitat corallien

Les caractéristiques moyennes de l'habitat sont représentées à la Figure 14. Le substrat est très diversifié (26 des 28 classes possibles). La composante biotique domine légèrement (53.5%) la composante abiotique (46.5%). La composante biotique est majoritairement corallienne (40.5% du substrat vivant) devant les formations végétales (30.6% du substrat vivant) et les algues calcaires encroûtantes (21.6% du substrat vivant). Le substrat abiotique est dominé par la dalle corallienne (53.8% du substrat non vivant) devant les débris (25.1% du substrat non vivant), et le sable (13.1% du substrat non vivant).

Les formations coralliennes sont diversifiées et bien développées. Dix des douze catégories de formes observables ont été recensées (Figure 15). Les coraux encroûtants (43.1%) dominent devant les coraux massifs (24.1%) et les coraux submassifs (16.7%).

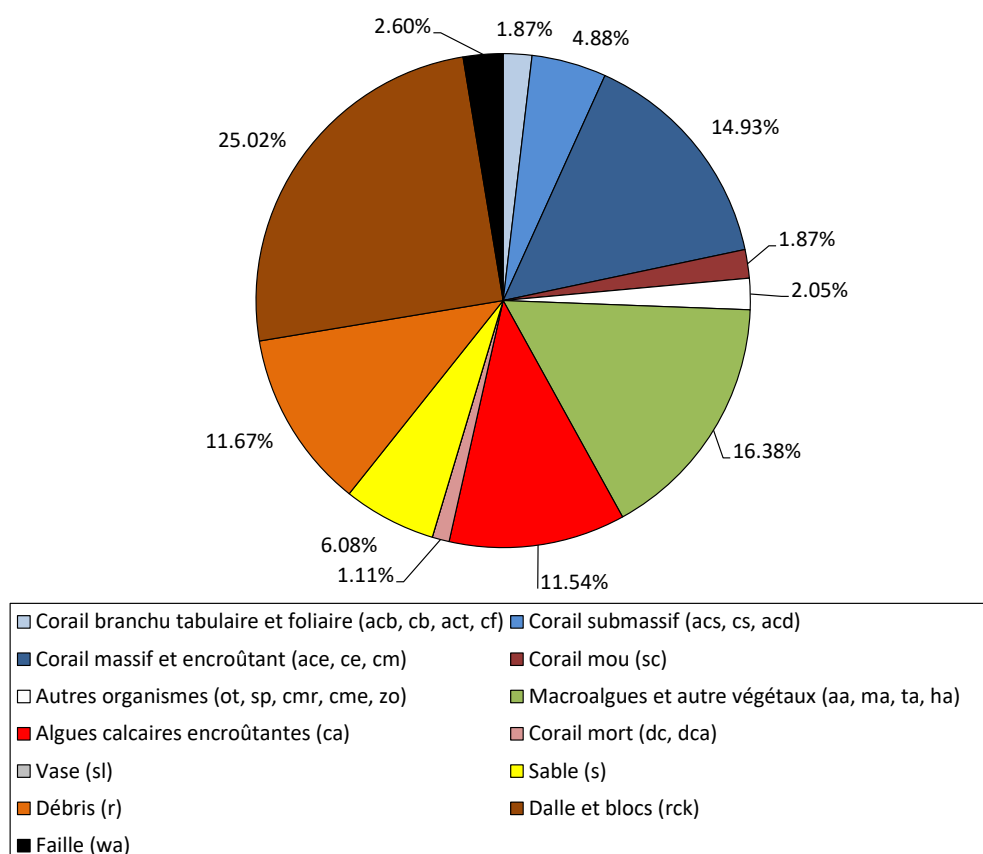


Figure 14 : Caractéristiques moyennes des habitats échantillonnés aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.

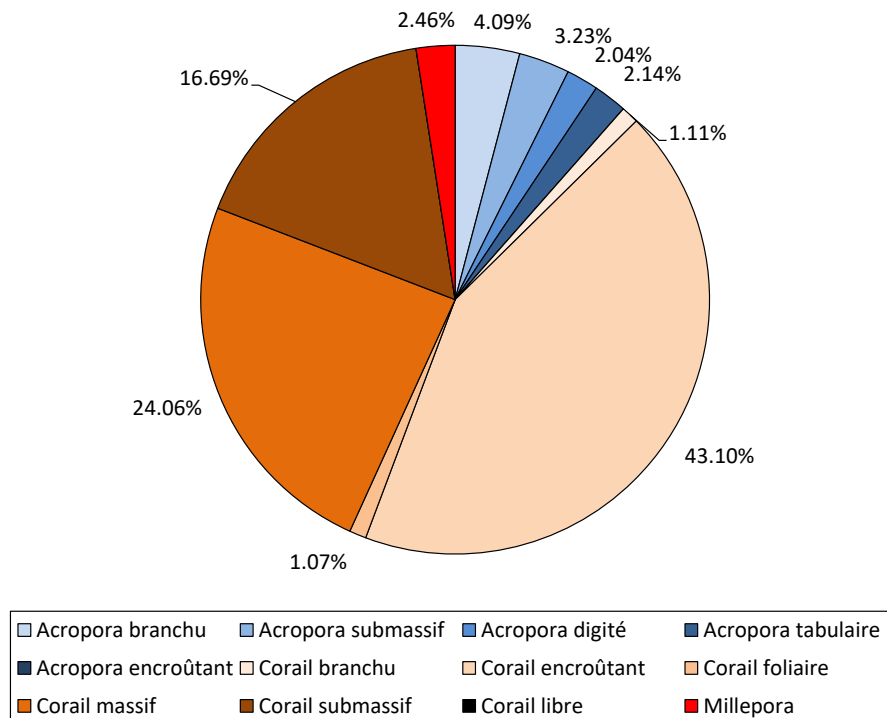


Figure 15 : Pourcentage moyen des différentes formes de corail vivant des habitats échantillonnés aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.

En résumé, l'habitat corallien des récifs d'Entrecasteaux est très diversifié. Il ne présente aucune dégradation. Les formations coralliennes sont en bonnes conditions et conformement aux formations d'atoll océanique. Toutefois, elles ont été affectées par les cyclones Lucas et Niran en début d'année 2021 (cf §6.1.3).

5.2 Caractéristiques des différents types de formations

5.2.1 Pente externe

Huit stations ont été échantillonnées sur la pente externe des atolls des récifs Entrecasteaux : GGU01, HUU01, MERI02, PEL01, PEL02, PGU05, SUR09, SUR14.

5.2.1.1 Communautés de poissons

Au total, 197 espèces appartenant à 32 familles ont été recensées sur les 8 stations de pente externe des récifs Entrecasteaux en 2021 (Tableau 3), dont 50 espèces sont des espèces commerciales (25.4%). Les familles les plus diversifiées sont caractéristiques des pentes externes quasi vierge d'impact :

- Les Pomacentridae (demoiselles) : 35 espèces.
- Les Labridae (labres et girelles) : 30 espèces.
- Les Chaetodontidae (papillons) : 17 espèces.
- Les Acanthuridae (picots kanaks et chirurgiens) : 21 espèces.
- Les Scaridae (perroquets) : 17 espèces.

Les caractéristiques moyennes de l'ichtyofaune de la pente externe sont données dans le Tableau 7. En moyenne 73.8 espèces de poissons ont été recensées par station, pour une densité de 1.58 poissons/m² et une biomasse de 198.2 g/m².

La richesse spécifique par station est inférieure à celle de Merlet (12) et Astrolabe (10) (Figure 16). Elle est similaire à celles de la Corne Sud (17), de la Zone Côtière Nord et Est (14), du Grand Lagon Nord (13), de Bourail (15) et des îlots de Lifou (11). Elle est supérieure à celle de l'Île des Pins (16) et de Walpole (9). La densité est inférieure aux maximums des récifs Astrolabe (10), de Merlet (12) et du Grand Lagon Nord (13). Elle est similaire à celle des îlots de Lifou (11), de la Zone Côtière Nord et Est (14), de Bourail (15) et de Walpole (9). Elle est supérieure à celle de la Corne Sud (17) et de l'Île des Pins (16). La biomasse est inférieure à celles des récifs Astrolabe (10), de Walpole (9), du Grand Lagon Nord (13) et de Merlet (12). Elle est du même ordre que dans la Zone Côtière Nord et Est (14) et qu'aux îlots de Lifou (11). Elle est supérieure à celle de Bourail (15), de l'Île des Pins (16) et de la Corne Sud (17). Ces niveaux de peuplement sont satisfaisants pour des pentes externes d'atolls océaniques isolés.

Les espèces commerciales représentent une part importante de l'ichtyofaune (28.9% des espèces) à chaque station (Tableau 7). Ces espèces sont moins bien représentées en densité (9.3%). En revanche, elles dominent largement en biomasse (68.9%). La biomasse en poissons commerciaux est intermédiaire pour une pente externe de Nouvelle-Calédonie (Figure 17). Elle est inférieure aux valeurs des récifs Astrolabe (10), du Grand Lagon Nord (13), de Merlet (12) et de Walpole (9). Elle est similaire à celle de la Zone Côtière Nord et Est (14) et supérieure à celle des îlots de Lifou (11), de l'Île des Pins (16), de Bourail (15) et de la Corne Sud (17). Les principales espèces commerciales sont les Scaridae en richesse spécifique par station (38.0% des commerciaux). Ils dominent également en densité (45.6% des commerciaux) et en biomasse (32.0% des commerciaux) avec les Acanthuridae (37.7% des commerciaux) (Tableau 7). Ces caractéristiques sont typiques du type des formations échantillonnées et traduisent une absence de pression de pêche.

Les Chaetodontidae sont diversifiés mais leur contribution à l'ensemble de l'ichtyofaune est relativement faible : 6.2% des espèces par station, 3.4% de la densité et 0.8% de la biomasse (Tableau 7). Ces valeurs sont faibles pour la Nouvelle-Calédonie (Figure 18) mais conformes aux types de formations échantillonnées et aux niveaux de recouvrements coralliens (cf. §5.2.1.3). Ils ne remettent pas en cause la bonne santé des formations coralliennes échantillonnées.

Tableau 7 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse moyennes des communautés de poissons sur les stations de pente externe échantillonnées aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.

Les valeurs moyennes sont données avec un intervalle de confiance de 95%. La biomasse est calculée sans les Chondrichthyens.

	Richesse spécifique par station	Densité (poissons/m ²)	Biomasse (g/m ²)
Ichtyofaune totale	73.8 ± 7.8	1.582 ± 1.062	198.16 ± 114.55
Commerciaux	21.3 ± 2.4	0.147 ± 0.052	136.59 ± 99.79
Serranidae	2.6 ± 0.4	0.016 ± 0.004	14.07 ± 9.62
Carangidae	0.9 ± 0.8	0.003 ± 0.005	10.06 ± 19.97
Scaridae	8.1 ± 1.3	0.067 ± 0.035	43.65 ± 29.00
Acanthuridae	6.0 ± 1.3	0.047 ± 0.037	51.54 ± 54.27
Chaetodontidae	4.6 ± 1.5	0.054 ± 0.027	1.55 ± 0.97

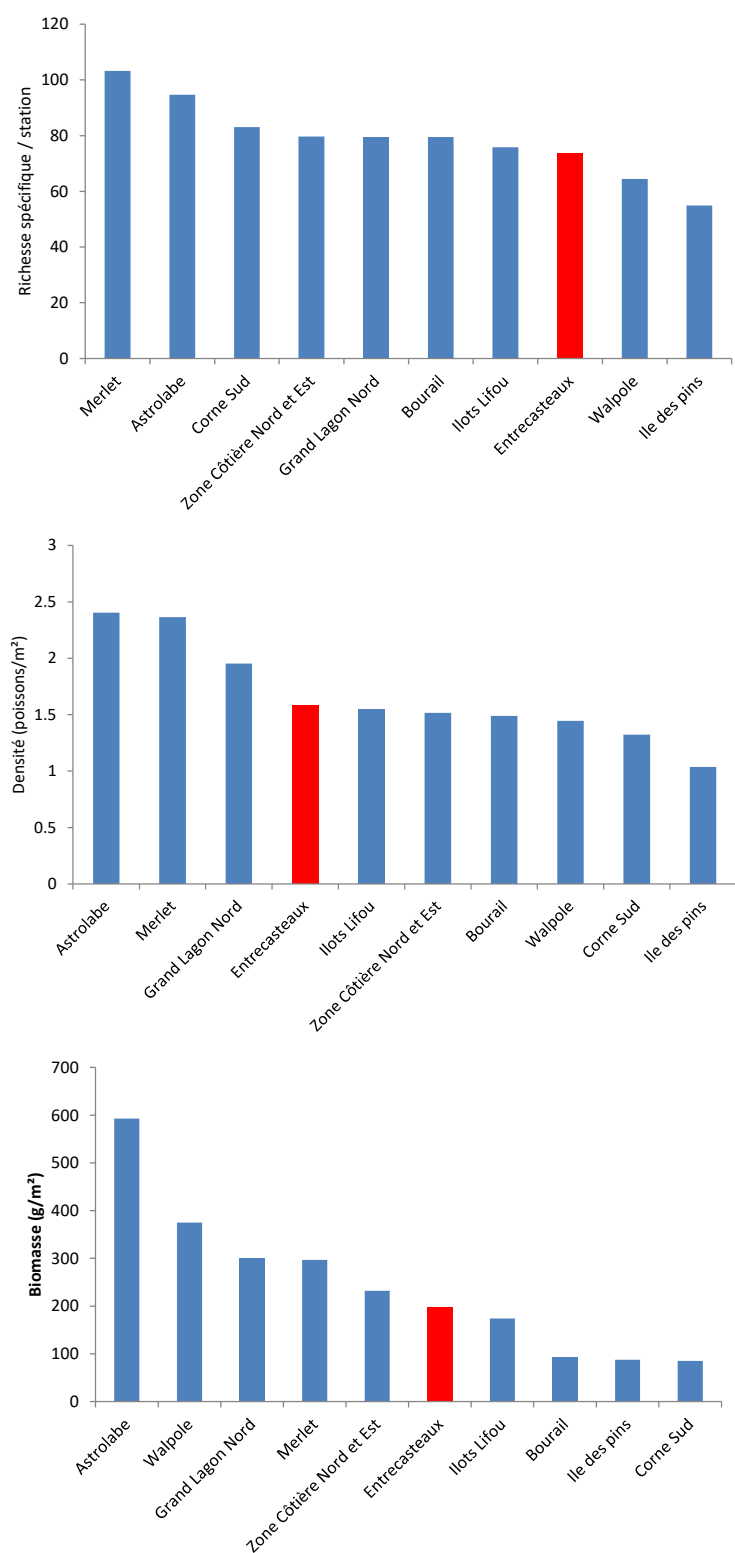


Figure 16 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse des poissons sur les stations de pente externe échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

La biomasse est calculée sans les Chondrichthyens.

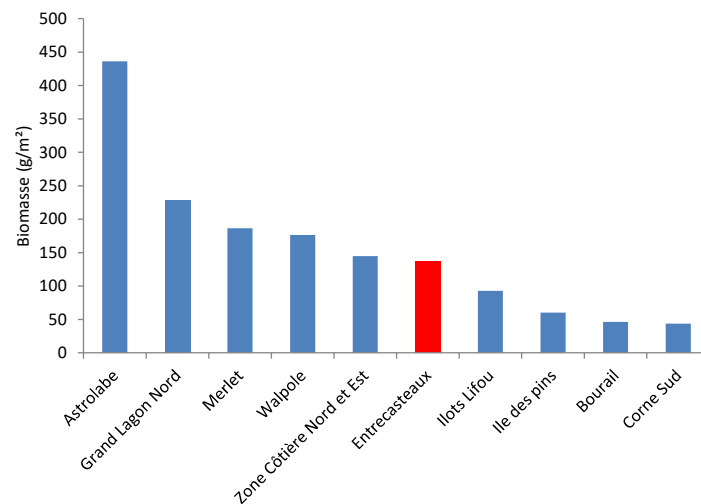


Figure 17 : Biomasse des poissons commerciaux sur les stations échantillonnées sur la pente externe dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

La biomasse est calculée sans les Chondrichthyens.

Des espèces emblématiques ont été observées sur la pente externe des récifs d'Entrecasteaux :

- Les requins ont été observés sur toutes les stations de pente externe :
 - Le requin à pointes blanches (*Carcharhinus albimarginatus*) : 1 station, 5 spécimens de 140 à 190 cm.
 - Le requin gris (*Carcharhinus amblyrhynchos*) : 8 stations, 25 spécimens de 70 à 180 cm.
 - Le requin pointe noire (*Carcharhinus melanopterus*) : 1 station, 1 spécimen de 160 cm.
 - Le requin à ailerons blancs du lagon (*Triaenodon obesus*) : 6 stations, 7 spécimens de 110 à 140 cm.
- La carangue grosse tête (*Caranx ignobilis*) : 2 stations, 2 spécimens de 60 à 120 cm.
- La loche carite (*Epinephelus lanceolatus*) : 1 station, 1 spécimen de 120 cm.
- Le napoléon (*Cheilinus undulatus*) : 2 stations, 2 spécimens de 100 à 120 cm.
- Le thon à dents de chien (*Gymnosarda unicolor*) : 1 station, 1 spécimen de 140 cm.

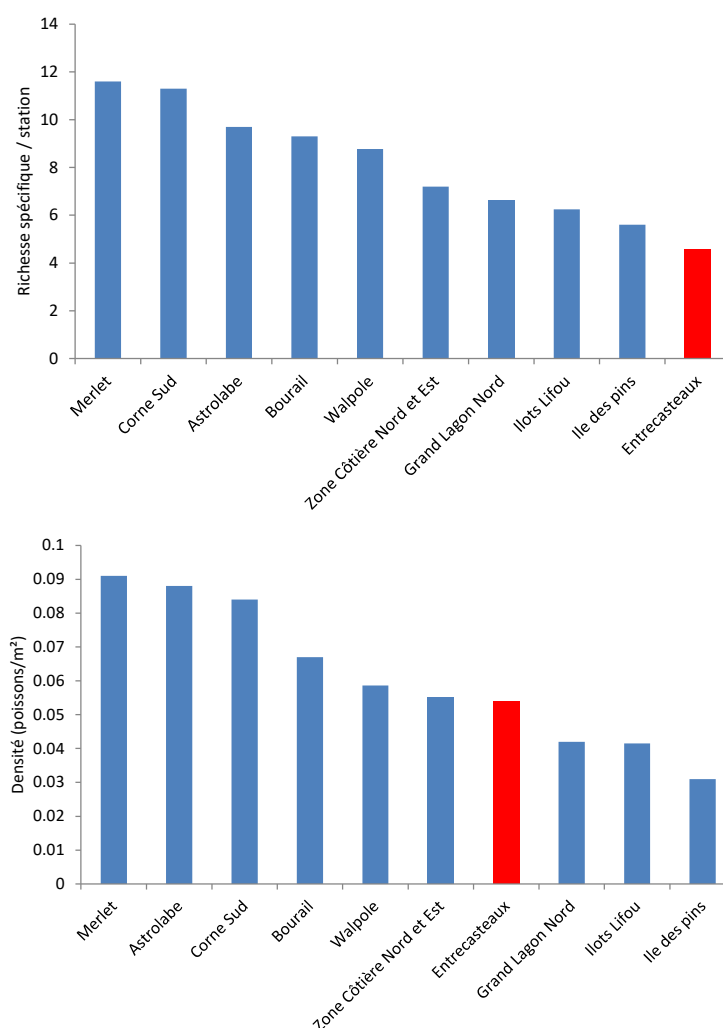


Figure 18 : Richesse spécifique par station (Sr/sta) et densité des Chaetodontidae sur la pente externe dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

Dix espèces ont été observées sur toutes les stations de pente externe : 2 Acanthuridae, le maïto (*Ctenochaetus striatus*) et le dawa à bosse (*Naso tonganus*) ; 1 Labridae (*Thalassoma lutescens*) ; 1 Pomacanthidae (*Centropyge bispinosa*) ; 3 Pomacentridae (*Chromis margaritifer*, *Plectroglyphidodon lacrymatus* et *Pomacentrus philippinus*) ; 2 Scaridae (*Chlorurus sordidus*) et le perroquet à moustache (*Scarus altipinnis*) ; 1 Serranidae, la saumonée gros points (*Plectropomus laevis*). Le poisson demoiselle (*Chromis margaritifer*) domine en densité (0.210 poisson/m²) devant 2 barbières (*Pseudanthias pascalus*, 0.102 poisson/m² et *Pseudanthias squamipinnis*, 0.093 poisson/m²). Ces espèces planctonivores sont typiques des pentes externes productives. Deux Acanthuridae dominent en biomasse (*Naso caesius*, 19.03 g/m² et *Naso tonganus*, 18.64 g/m²) devant le perroquet bleu (*Chlorurus microrhinos*, 18.45 g/m²) et la saumonée gros points (*Plectropomus laevis*, 16.03 g/m²). Par ailleurs, il y a 10 espèces commerciales parmi les 15 espèces les plus importantes en biomasse, ce qui est très satisfaisant pour ce type de récif.

La station PEL02 avait été identifiée comme exceptionnelle en 2012 (1). Elle est toujours hors norme en 2021. La richesse spécifique (93 espèces), la densité (4.37 poissons/m²) et la biomasse y sont exceptionnelles (524.7 g/m²), notamment la biomasse des espèces commerciales (422.7 g/m²).

En résumé, la pente externe des atolls d'Entrecasteaux abrite des communautés de poissons exceptionnelles pour ce type de formation tant en termes de biodiversité que pour les espèces commerciales. Ces caractéristiques générales sont conformes à la spécificité des habitats d'atolls isolés (niches écologiques moins diversifiées que pour le lagon de la Grande Terre), dans une zone où la pression anthropique est très faible. Elles sont en excellente santé.

5.2.1.2 Principaux macroinvertébrés

Au total, 69 taxons cibles ont été recensés sur les 8 stations de pente externe qui ont été échantillonnées (Tableau 5). Ils font partie du cortège habituel des macroinvertébrés des atolls océaniques isolés. Les gastéropodes (20 taxons) sont les plus diversifiés devant les crustacés (16 taxons) et les bivalves (9 taxons).

Les caractéristiques moyennes du macrobenthos épigé de la pente externe sont données dans le Tableau 8. En moyenne 25.6 taxons ont été recensés par station. Cette valeur fait partie des maximums observés sur les pentes externes de Nouvelle-Calédonie (Figure 19), du même ordre que dans la réserve Merlet (12), le Grand Lagon Nord (13), la Corne Sud (17) et Bourail (15). La densité est importante avec 143 individus/250 m². Cette valeur est faible pour la Nouvelle-Calédonie (Figure 19) et du même ordre de valeur qu'à l'Île des Pins (16) et dans la zone Côtière Nord et Est (14), conformément au type de pente externe échantillonné (atolls océaniques isolés).

L'espèce la plus abondante est le ver spirobranche (*Spirobranchus giganteus* : 43.8 individus/250 m²), encastré dans les coraux massifs. Les crinoïdes (*Comanthus* spp :13.3 individus/250 m²) et l'oursin (*Echinostrephus aciculatus* :13.1 individus/250 m²) suivent par ordre d'importance.

Des taxons commerciaux ont été observés sur 7 stations (87.5% des stations). L'espèce commerciale la plus fréquente et la plus abondante est le bénitier *Tridacna maxima* (7 stations, 2.25 individus/250 m²).

Les bénitiers ont été observés sur toutes les stations de pente externe. Leur densité est élevée (5.25 individus/250 m²) (20). Toutefois, elle reste moyenne pour la pente externe en Nouvelle-Calédonie (Figure 20), du même ordre qu'à Merlet (12), la Corne Sud (17), la Zone Côtière Nord et Est (14) et le Grand Lagon Nord (13). Il s'agit de 3 espèces (*Tridacna crocea*, *T. maxima* et *T. squamosa*). Toutes espèces confondues, la taille moyenne est moyenne (14.93 ± 2.96 cm) et variable (CV = 65.6%). La distribution des fréquences des tailles est dissymétrique vers les petits individus (Figure 21) ce qui confirme la présence d'un recrutement favorable les années précédant l'échantillonnage de 2021. Des individus de taille adulte sont présents (9 spécimens ≥ 20 cm) et de gros spécimens ont été observés, notamment 2 *Tridacna maxima* de 40 et 38 cm (taille maximale de l'ordre de 40 cm selon la CITES¹). Les *T. crocea* (la plus petite espèce de bénitier) sont également de grande taille avec 3 spécimens de plus de 15 cm (max 18 cm), (taille maximale de l'ordre de 15 cm selon la CITES¹).

Les holothuries sont naturellement peu abondantes sur la pente externe. Une seule espèce à forte valeur commerciale y a été recensée, *Thelenota ananas* (1 spécimen).

En résumé, les communautés macrobenthiques de la pente externe sont en bonne santé et typiques de cet environnement sur des atolls océaniques isolés.

Tableau 8 : Richeur taxonomique par station et densité du macrobenthos épibenthique sur la pente externe des récifs d'Entrecasteaux en 2021.

Les valeurs moyennes sont données avec un intervalle de confiance de 95%.

	Richesse spécifique par station	Densité (ind./250 m ²)
Total macrobenthos	25.63 ± 2.72	143.38 ± 39.43
Eponges clones	-	2.13 ± 2.62
Mollusques		
Gastéropodes	6.38 ± 1.84	20.38 ± 7.88
Bivalves	4.63 ± 1.18	11.00 ± 3.97
Crustacés	6.37 ± 2.09	25.00 ± 17.35
Échinodermes		
Astérides	1.00 ± 0.89	1.13 ± 1.04
Crinoïdes	-	13.25 ± 12.43
Echinides	2.63 ± 0.43	21.63 ± 15.39
Holothurides	0.13 ± 0.30	0.13 ± 0.30
Ophiurides	-	4.00 ± 5.02

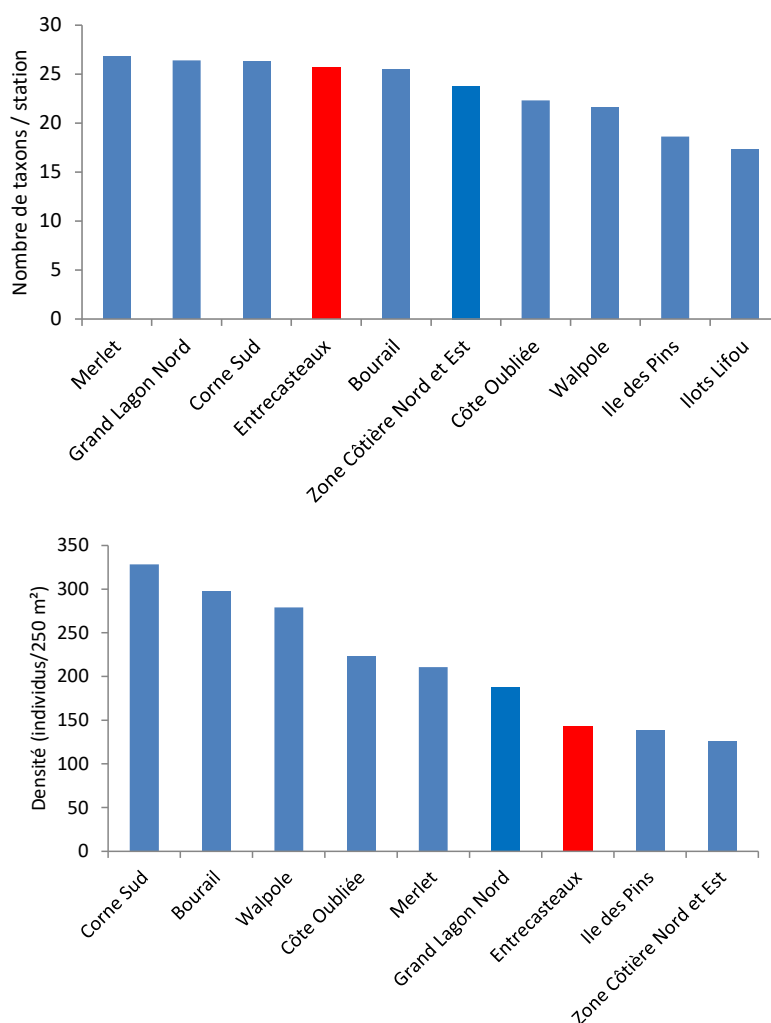


Figure 19 : Richeur taxonomique par station et densité (individus/250 m²) des macroinvertébrés épibenthiques sur la pente externe dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

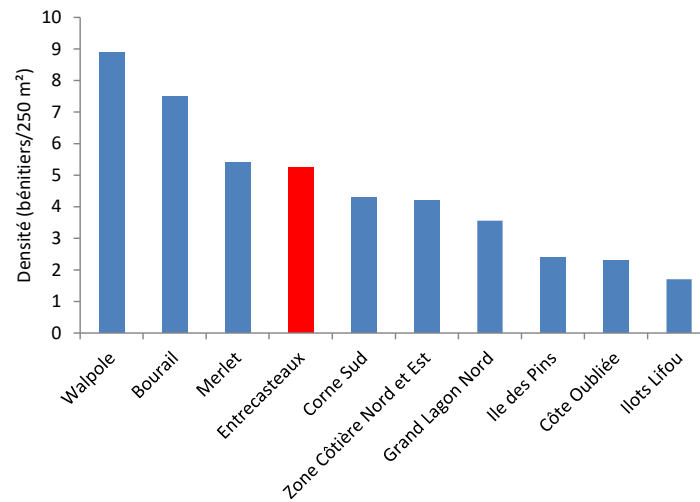


Figure 20 : Densité (individus/250 m²) des bénitiers sur la pente externe dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

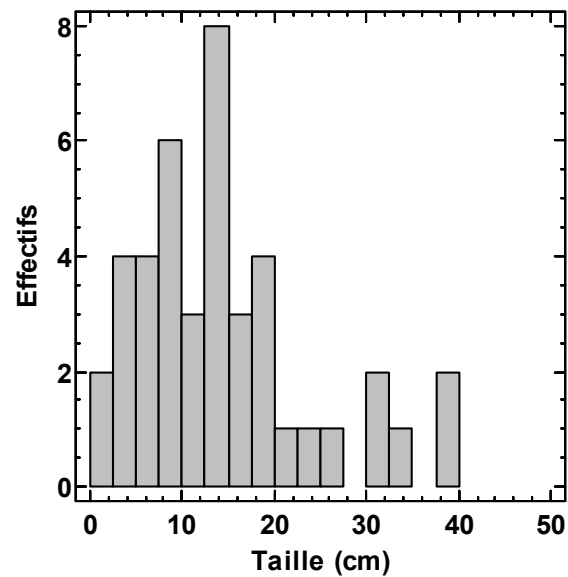


Figure 21 : Histogramme de distribution des fréquences des tailles des bénitiers échantillonnés sur la pente externe des récifs d'Entrecasteaux en 2021.

5.2.1.3 Habitat

Les caractéristiques moyennes de l'habitat de la pente externe sont représentées à la Figure 22. Le substrat est diversifié (25 des 28 classes possibles) et à forte dominance biotique (68.0%). Cette composante biotique est essentiellement composée de formes coralliennes résistantes (corail massif et encroûtants, 30.3% du substrat vivant), d'algues coralliennes encroûtantes (25.7% du substrat vivant) et de macroalgues (23.1% du substrat vivant). La composante abiotique (32.0%) est principalement constituée de dalle corallienne (61.3% du substrat non vivant).

Les formations coralliennes sont diversifiées et bien développées. Dix des douze catégories de formes observables ont été recensées (Figure 23). Les coraux encroûtants (50.9%) dominent largement ces formations coralliennes devant les coraux submassifs (14.7%) et massifs (14.3%).

Ces caractéristiques sont typiques de pentes externes très diversifiées, typique des atolls océaniques isolés en excellente santé.

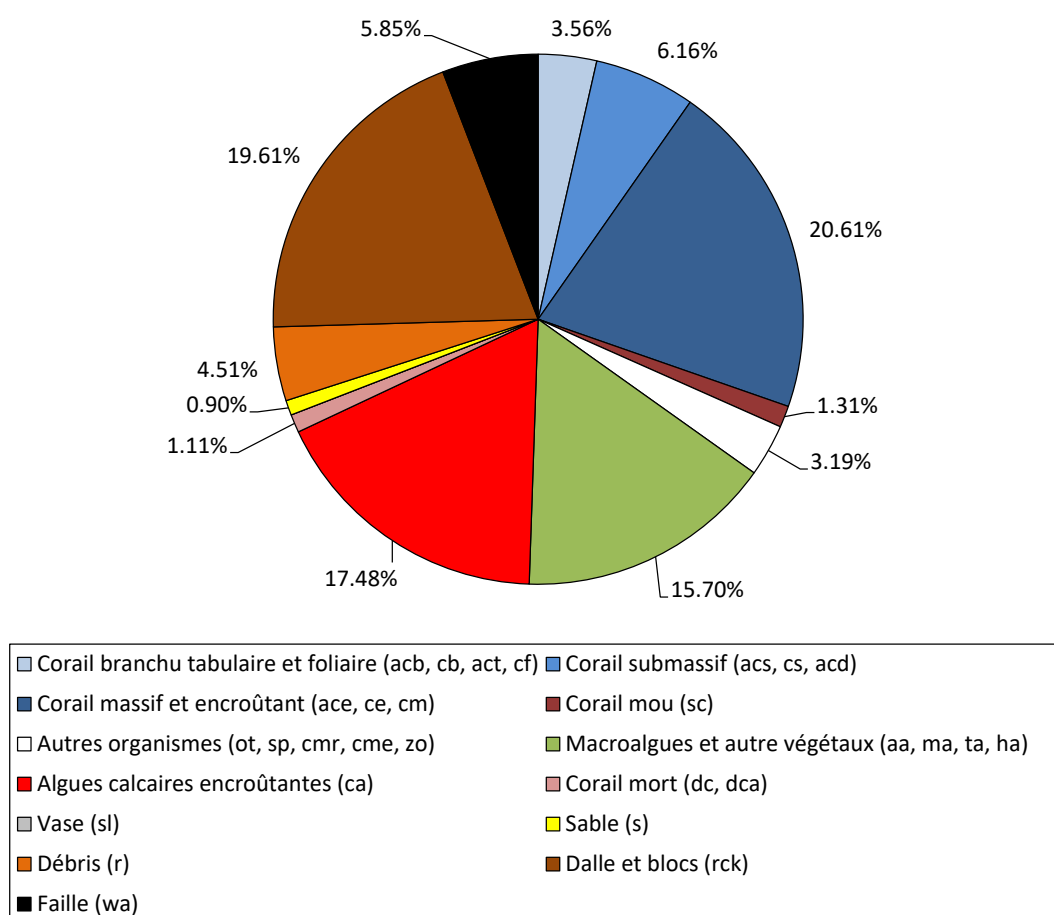


Figure 22 : Caractéristiques moyennes de l'habitat de la pente externe des récifs d'Entrecasteaux.

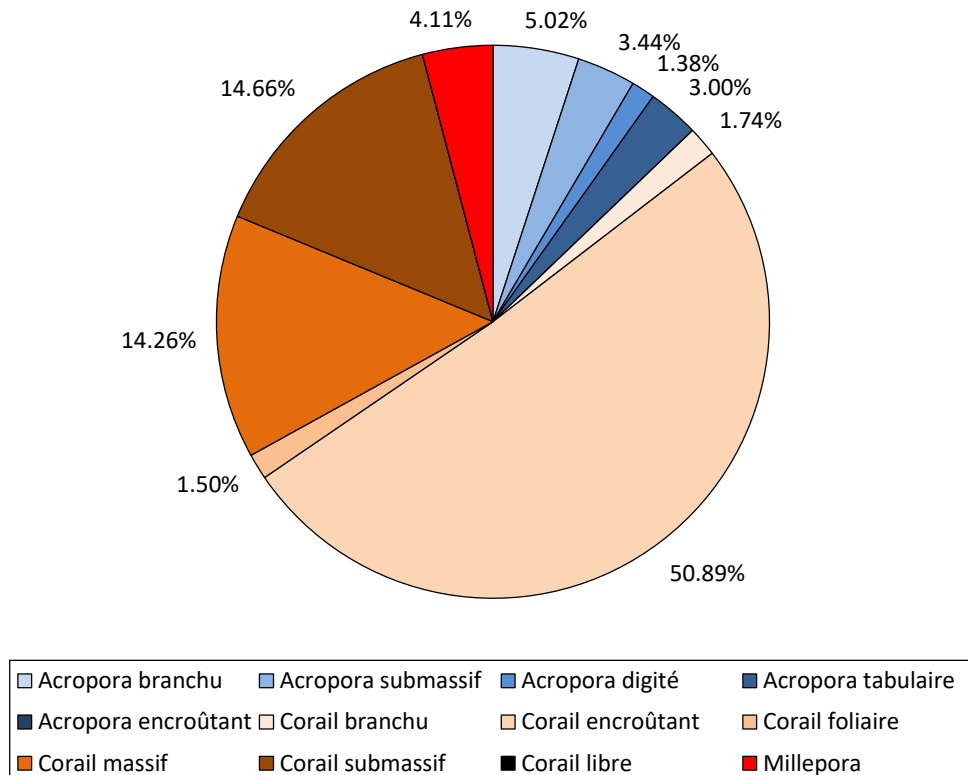


Figure 23 : Pourcentage moyen des différentes formes de corail vivant sur la pente externe des récifs d'Entrecasteaux en 2021.

5.2.2 Récifs barrière interne

Treize stations ont été échantillonnées sur les récifs internes des 7 atolls des récifs d'Entrecasteaux : GGU02, HUU02, HUU04, HUU06, HUU11, HUU13, MERI03, PEL03, POR03, SUR02, SUR05, SUR06, SUR12.

5.2.2.1 Communautés de poissons

Au total, 241 espèces appartenant à 37 familles ont été recensées sur les 13 stations de récif interne des récifs d'Entrecasteaux (Tableau 3), dont 54 espèces sont des espèces commerciales (22.4%). Les familles les plus diversifiées sont caractéristiques des récifs internes d'atolls isolés quasi vierges d'impact anthropique :

- Les Labridae (labres et girelles) : 39 espèces.
- Les Pomacentridae (demoiselles) : 39 espèces.
- Les Acanthuridae (picots kanaks et chirurgiens) : 22 espèces.
- Les Chaetodontidae (papillons) : 17 espèces.
- Les Scaridae (perroquets) : 16 espèces.
- Les Serranidae (loches et barbiers) : 13 espèces.

Les caractéristiques moyennes de l'ichtyofaune des récifs internes sont données dans le Tableau 9. En moyenne 71.4 espèces de poissons ont été recensées par station, pour une densité de 1.69 poissons/m² et une biomasse de 337.6 g/m².

Tableau 9 : Richeur spécifique par station, densité et biomasse moyennes des communautés de poissons sur les stations de récif barrière interne des récifs d'Entrecasteaux en 2021.

Les valeurs moyennes sont données avec un intervalle de confiance de 95%. La biomasse est calculée sans les Chondrichthyens.

	Richesse spécifique par station	Densité (poissons/m ²)	Biomasse (g/m ²)
Ichtyofaune totale	71.4 ± 7.4	1.692 ± 0.302	337.60 ± 140.36
Commerciaux	15.0 ± 2.8	0.220 ± 0.054	249.73 ± 129.54
Serranidae	2.1 ± 0.8	0.010 ± 0.005	19.21 ± 19.98
Carangidae	0.7 ± 0.5	0.007 ± 0.006	13.65 ± 12.99
Scaridae	4.7 ± 1.6	0.080 ± 0.064	46.88 ± 26.67
Acanthuridae	4.9 ± 0.6	0.096 ± 0.060	142.17 ± 137.69
Chaetodontidae	3.1 ± 1.4	0.031 ± 0.017	1.18 ± 0.80

La richesse spécifique par station est faible par rapport aux autres récifs barrières internes de Nouvelle-Calédonie (Figure 24). Elle est uniquement supérieure à celle de la Corne Sud (17). Cette faible diversité est naturelle et conforme à la relative uniformité de cet habitat dans ces atolls océaniques isolés. En revanche, la densité est importante et du même ordre que dans le Grand Lagon Nord (13) ou à Bourail (15), et supérieure aux autres récifs barrières internes étudiés. En 2021, la biomasse mesurée est un maximum pour le récif barrière interne en Nouvelle-Calédonie. Ce maximum est dû à la présence d'un banc de 28 dawas à bosse (*Naso tonganus*) de très grande taille (53 à 60 cm ; taille maximum = 60 cm selon Fishbase.org) et d'un banc de 32 picots kanaks (*Acanthurus blochii*, 20 à 40 cm) sur la station MERI03 de l'atoll Mérite.

Les espèces commerciales représentent une part importante de l'ichtyofaune (21.1% des espèces) à chaque station (Tableau 9). Ces espèces sont moins bien représentées en densité (13.0%). En revanche, elles dominent très largement en biomasse (74.0%). La biomasse en poissons commerciaux est exceptionnelle pour un récif barrière interne de Nouvelle-Calédonie (Figure 25), en raison notamment de la présence du banc de dawas à bosse sur la station MERI03 mentionné précédemment. Les principales espèces commerciales sont les Acanthuridae (32.7% des commerciaux) et les Scaridae (31.3% des commerciaux) en richesse spécifique par station. Ils dominent également en densité (respectivement 43.6% et 36.4% des commerciaux). Les Acanthuridae dominent en biomasse (56.9% des commerciaux) (Tableau 9). Ces caractéristiques sont représentatives d'un récif barrière interne d'atoll océanique isolé, très préservé et d'une absence de pression de pêche. Les communautés échantillonnées sur la station MERI03 sont exceptionnelles pour un récif interne avec 2 m d'eau au bas du tombant.

Les Chaetodontidae sont diversifiés mais leur contribution à l'ensemble de l'ichtyofaune est relativement faible : 4.3% des espèces par station, 1.8% de la densité et 0.3% de la biomasse (Tableau 9). Ces valeurs sont les plus faibles pour le récif barrière interne en Nouvelle-Calédonie (Figure 26). Elles ne traduisent pas un habitat corallien dégradé mais sont conformes aux types de formations échantillonnées (atoll océanique isolé) et aux faibles niveaux de recouvrements coralliens (cf. §5.2.2.3). Cela ne remet pas en cause la bonne santé des formations coralliennes échantillonnées.

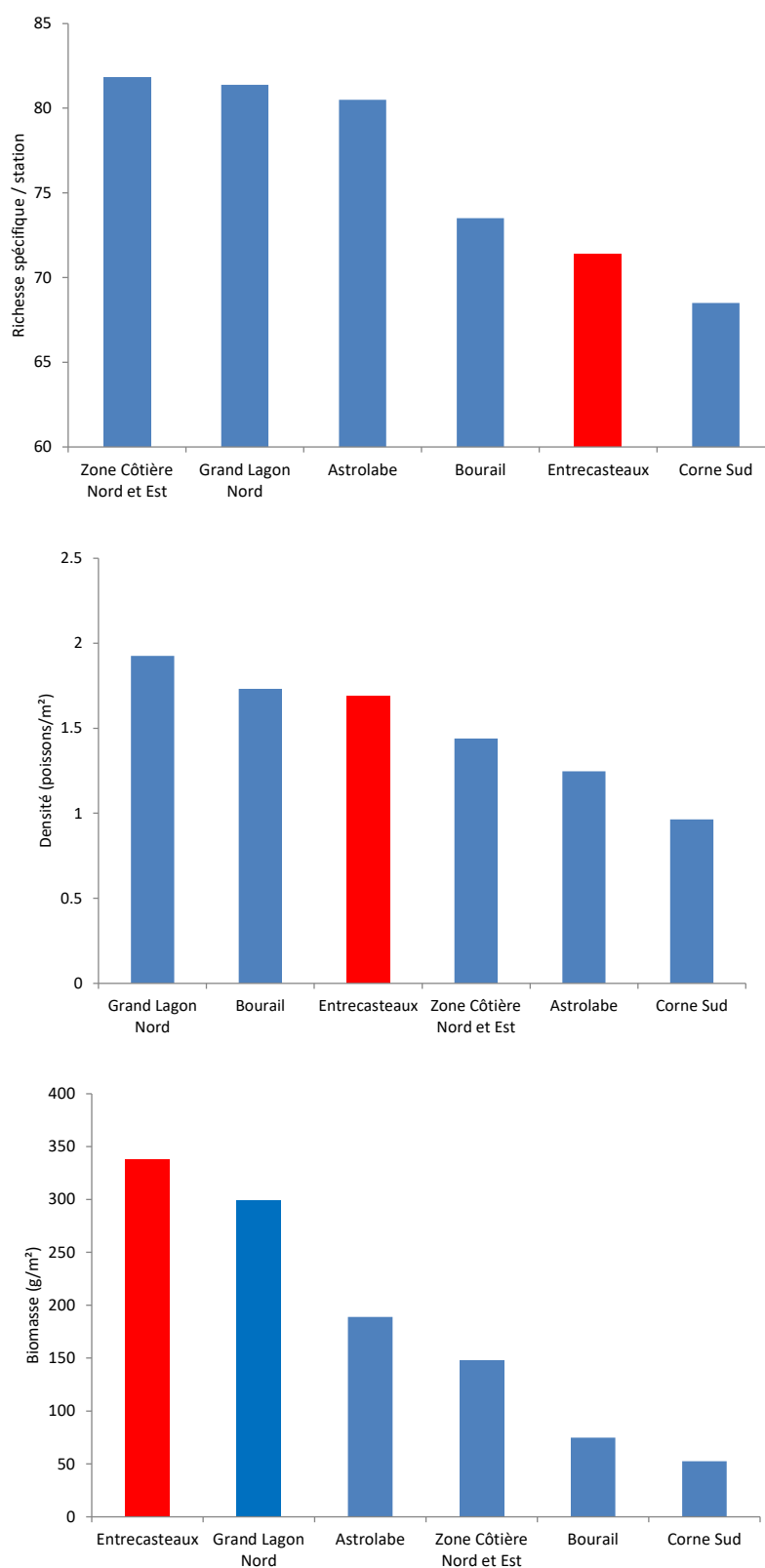


Figure 24 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse des poissons sur les stations de récif barrière interne échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

La biomasse est calculée sans les Chondrichthyens.

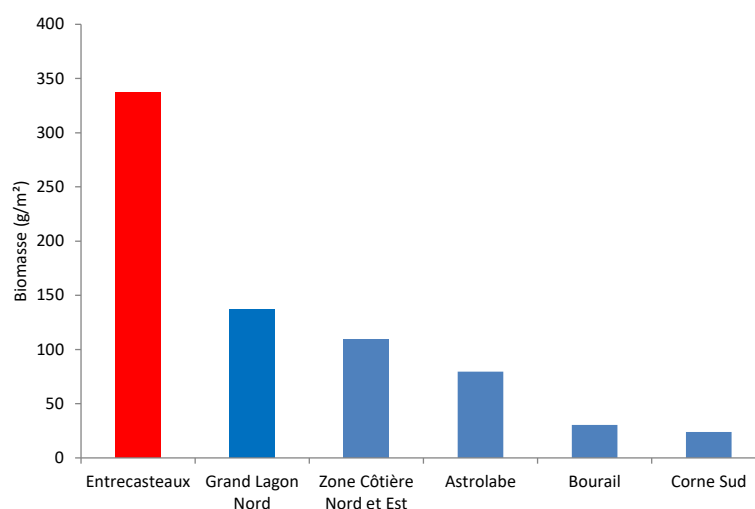


Figure 25 : Biomasse des poissons commerciaux sur les stations échantillonnées sur le récif barrière interne dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

La biomasse est calculée sans les Chondrichthyens.

Des espèces emblématiques ont été observées sur le récif barrière interne des récifs d'Entrecasteaux :

- Les requins ont été observés sur 10 stations de récif barrière interne (76.9% des stations) :
 - Le requin gris (*Carcharhinus amblyrhynchos*) : 7 stations, 13 spécimens de 90 à 200 cm.
 - Le requin pointe noire (*Carcharhinus melanopterus*) : 1 station, 2 spécimens de 120 et 150 cm.
 - Le requin à ailerons blancs du lagon (*Triaenodon obesus*) : 4 stations, 4 spécimens de 100 à 150 cm.
- La carangue grosse tête (*Caranx ignobilis*) : 1 station, 1 spécimen de 70 cm.
- La loche carite (*Epinephelus lanceolatus*) : 2 stations, 2 spécimens de 130 et 160 cm.
- Le napoléon (*Cheilinus undulatus*) : 3 stations, 5 spécimens de 60 à 160 cm.
- Le thon à dents de chien (*Gymnosarda unicolor*) : 2 stations, 2 spécimens de 85 et 100 cm. Il est inhabituel de voir cette espèce à l'intérieur d'un lagon d'atoll.

Quatre espèces ont été observées sur toutes les stations de récif barrière interne : 2 Pomacentridae (*Pomacentrus bankanensis* et *P. vaiuli*) ; 2 Labridae, (*Labroides dimidiatus* et *Thalassoma lutescens*). Le fusilier *Pterocaesio trilineata* (0.101 poisson/m²) et la demoiselle *Chromis margaritifer* (0.093 poisson/m²) dominent en densité. Ces deux espèces sont des planctonivores dont la densité indique un récif barrière interne productif. Deux Acanthuridae dominant largement en biomasse : le dawa à bosse (*Naso tonganus*, 90.10 g/m²) et le picot kanak (*Acanthurus blochii*, 39.51 g/m²). Par ailleurs, il y a 11 espèces commerciales parmi les 15 espèces les plus importantes en biomasse, ce qui est très satisfaisant pour ce type de récif.

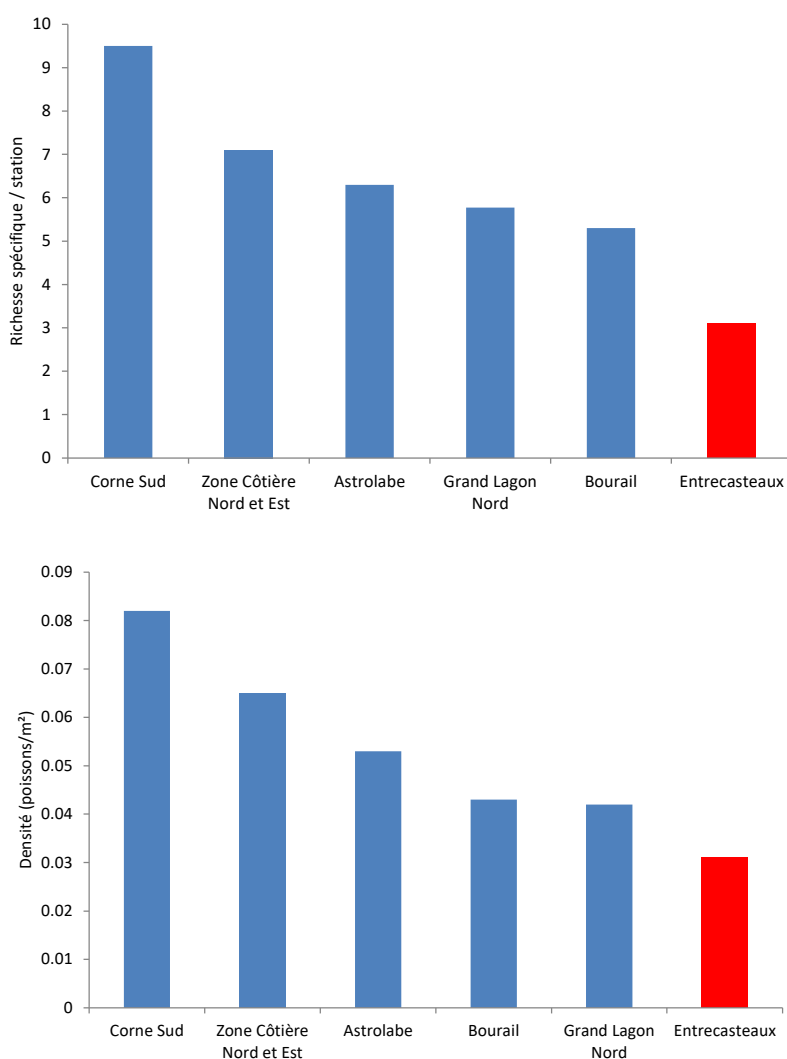


Figure 26 : Richesse spécifique par station (Sr/sta) et densité des Chaetodontidae sur le récif barrière interne dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

Comme indiqué précédemment, la station MERI03 abrite une biomasse exceptionnelle (885 g/m^2). Cette station peu profonde (2 m au bas du tombant) servait de refuge à de nombreux Acanthuridae, dawa (*Naso unicornis*, 21.53 g/m^2), picot kanak (*Acanthurus blochii*, 74.19 g/m^2) et surtout dawa à bosse de taille maximale (60 cm ; 734.44 g/m^2).

En résumé, le récif barrière interne des atolls des récifs d'Entrecasteaux abrite des communautés de poissons exceptionnelles pour ce type de formation tant en termes de biodiversité que pour les espèces commerciales. Ces caractéristiques générales sont conformes à la spécificité des habitats d'atolls isolés (niches écologiques moins diversifiées que pour le lagon de la Grande Terre), dans une zone où la pression anthropique est très faible. Elles sont en excellente santé.

5.2.2.2 Principaux macroinvertébrés

Au total, 100 taxons ont été recensés sur les 13 stations de récif interne (Tableau 5). Les gastéropodes (40 taxons) sont les plus diversifiés devant les crustacés (17 taxons) et les bivalves (15 taxons).

Les caractéristiques moyennes du macrobenthos épigé des récifs internes sont données dans le Tableau 10. En moyenne 24.9 taxons ont été recensés par station. Cette valeur est la plus faible mesurée sur le récif barrière interne de Nouvelle-Calédonie (Figure 27). Toutefois, la richesse spécifique est relativement homogène pour ce type de récif. Elle correspond aux habitats de ce type de formation aux récifs d'Entrecasteaux. La densité est relativement importante avec 109 individus/250 m². Cette valeur est également la plus faible des récifs en Nouvelle-Calédonie (Figure 27). La densité est notamment inférieure au récif barrière interne de la Grande Terre où l'habitat est plus diversifié et le milieu plus productif dans un environnement bénéficiant d'apports terrigènes. Elle est conforme au type de récif barrière interne échantillonné (atolls océaniques isolés).

L'espèce la plus abondante est le ver spirobranche (*Spirobranchus giganteus* : 31.8 individus/250 m²), encastré dans les coraux massifs. Les crinoïdes (*Comanthus* spp : 7.8 individus/250 m²) et le gastéropode (*Cerastium maximum*, ex *Dendropoma maximum* : 6.9 individus/250 m²) suivent par ordre d'importance.

Tableau 10 : Richesse taxonomique par station et densité du macrobenthos épibenthique sur le récif barrière interne des récifs d'Entrecasteaux en 2021.

Les valeurs moyennes sont données avec un intervalle de confiance de 95%.

	Richesse spécifique par station	Densité (ind./250 m ²)
Total macrobenthos	24.85 ± 4.08	109.15 ± 30.79
Eponges clones	-	1.69 ± 2.0
Mollusques		
Gastéropodes	7.54 ± 2.01	25.38 ± 11.43
Bivalves	5.69 ± 1.90	19.31 ± 15.34
Crustacés	4.92 ± 1.38	11.54 ± 4.21
Échinodermes		
Astérides	0.31 ± 0.45	0.31 ± 0.45
Crinoïdes	-	7.77 ± 8.02
Echinides	1.31 ± 0.45	6.00 ± 5.15
Holothurides	1.38 ± 0.91	2.00 ± 1.35
Ophiurides	-	1.69 ± 1.11

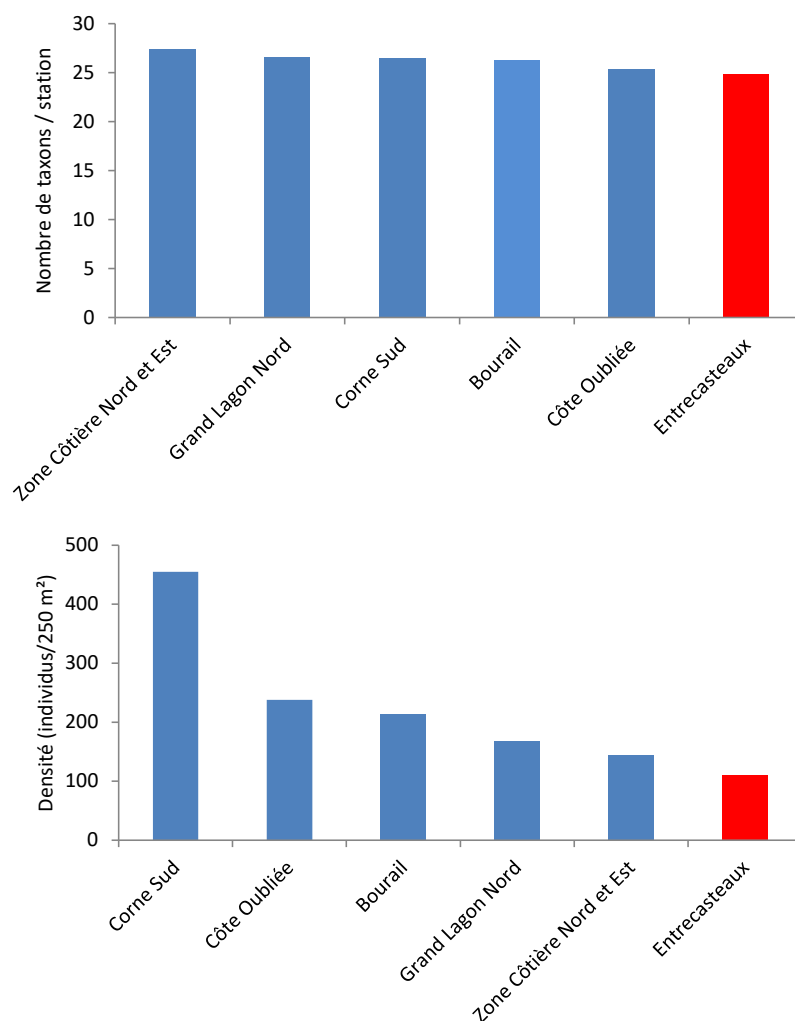


Figure 27 : Richesse taxonomique par station et densité (individus/250 m²) des macroinvertébrés épibenthiques sur le récif barrière interne dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

Des taxons commerciaux ont été observés sur toutes les stations. L'espèce commerciale la plus fréquente et la plus abondante est le petit bénitier encasté *Tridacna crocea* (9 stations, 3.31 individus/250 m²).

Les bénitiers ont été observés sur toutes les stations de récif barrière interne. Leur densité est élevée (7.77 individus/250 m²) (20). Elle est intermédiaire pour le récif barrière interne en Nouvelle-Calédonie (Figure 28), inférieure à Bourail (15) et à la Côte Oubliée (18), du même ordre que dans la Zone Côtière Nord et Est (14) et supérieure à la Corne Sud (17) et au Grand Lagon Nord (13). Il s'agit de 4 espèces (*Tridacna derasa*, *T. crocea*, *T. maxima* et *T. squamosa*). Toutes espèces confondues, la taille moyenne est moyenne (12.40 ± 1.74 cm) et variable (CV = 71.0%). La distribution des fréquences des tailles est dissymétrique vers les petits individus (Figure 29) ce qui confirme la présence d'un recrutement favorable les années précédant l'échantillonnage de 2021. Des individus de taille adulte sont présents (16 spécimens ≥ 20 cm) et de gros spécimens ont été observés, notamment 2 *Tridacna squamosa maxima* de 42 cm (taille maximale de l'ordre de 45 cm selon la CITES¹), 1 *T. maxima* de 41 cm (taille maximale de l'ordre de 40 cm selon la CITES¹) et 1 *T. derasa* de 38 et 40 cm (taille maximale de l'ordre de 60 cm selon la CITES¹). Les *T. crocea* (la plus petite espèce de bénitier) sont

également de grande taille avec 9 spécimens de plus de 15 cm (max 20 cm), (taille maximale de l'ordre de 15 cm selon la CITES¹).

Les holothuries sont présentes sur le récif barrière interne des atolls des récifs d'Entrecasteaux. Deux espèces à forte valeur commerciale y ont été recensées, *Holothuria whitmaei* (3 stations, 6 spécimens) et *Thelenota ananas* (2 stations, 2 spécimens). Une espèce à valeur commerciale moyenne, *Actinopyga palauensis* (3 stations, 3 spécimens) et 4 espèces à faible valeur commerciale, *Actinopyga lecanora* (1 station, 1 spécimen), *Bohadschia argus* (6 stations, 11 spécimens), *Holothuria atra* (2 stations, 2 spécimens) et *H. edulis* (1 station, 1 spécimen).

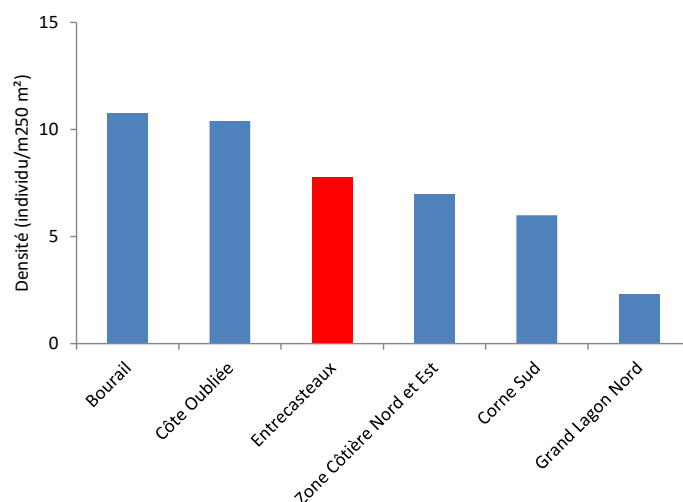


Figure 28 : Densité (individus/250 m²) des bénitiers sur le récif barrière interne dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.

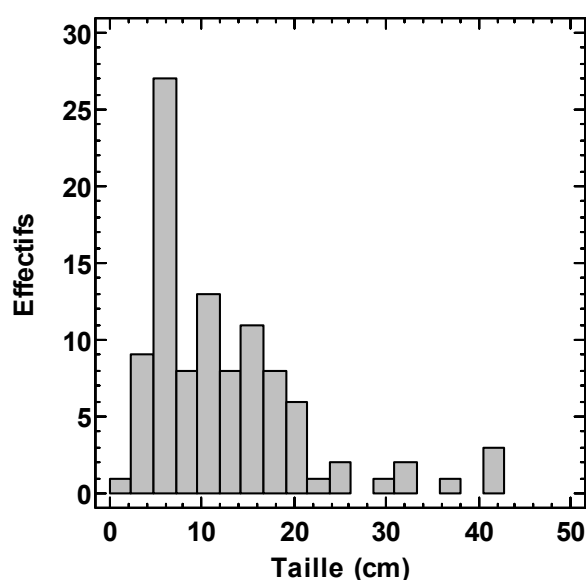


Figure 29 : Histogramme de distribution des fréquences des tailles des bénitiers échantillonnés sur le récif barrière interne des atolls des récifs d'Entrecasteaux en 2021.

D'autres taxons commerciaux ont été recensés : le sauteur *Conomurex luhuanus* (1 station, 1 spécimen), l'araignée *Lambi lambis* (1 station, 1 spécimen), le *Lambis truncata* (1 station, 1 spécimen), le poulpe *Octopus* spp (1 station, 1 spécimen), la langouste *Panulirus versicolor* (3 stations, 3 spécimens).

En résumé, les communautés macrobenthiques du récif barrière interne des atolls des récifs d'Entrecasteaux sont en très bonne santé et typiques de cet environnement.

5.2.2.3 Habitat

Les caractéristiques moyennes de l'habitat des récifs internes sont représentées à la Figure 30. Le substrat est diversifié (26 des 28 classes possibles) et à dominance abiotique (55.4%). La composante biotique (44.6%) est essentiellement composée de macroalgues et autres végétaux (37.7% du substrat vivant) et de coraux vivants (36.7% du substrat vivant) devant les algues coralliennes encroûtantes (17.7% du substrat vivant). La composante abiotique est principalement constituée de dalle corallienne (51.2% du substrat non vivant), de débris (29.0% du substrat non vivant) et de sable (16.7% du substrat non vivant).

Les formations coralliennes sont diversifiées et bien développées. Dix des douze catégories de formes observables ont été recensées (Figure 31). Les coraux massifs (35.7%) et les coraux encroûtants (33.9%) dominent largement ces formations coralliennes devant les coraux submassifs (19.1%). Les formes fragiles sont peu nombreuses ce qui traduit un hydrodynamisme important sur ces formations.

Ces caractéristiques sont typiques du récif barrière interne d'atolls océaniques isolés en excellente santé.

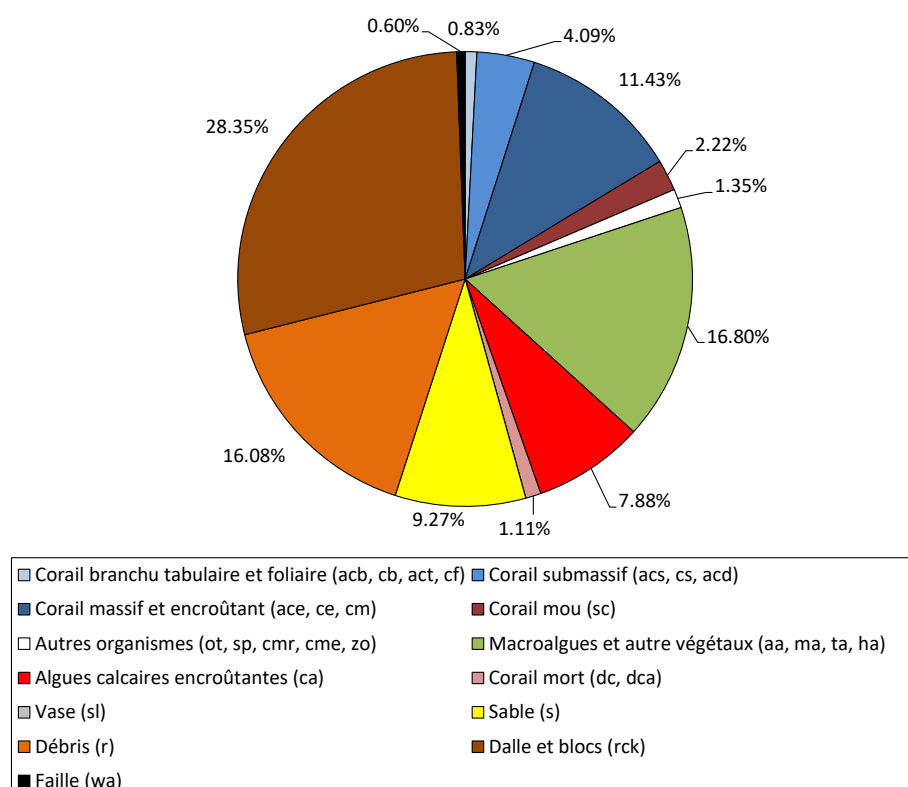


Figure 30 : Caractéristiques moyennes de l'habitat du récif barrière interne des atolls des récifs Entrecasteaux en 2021.

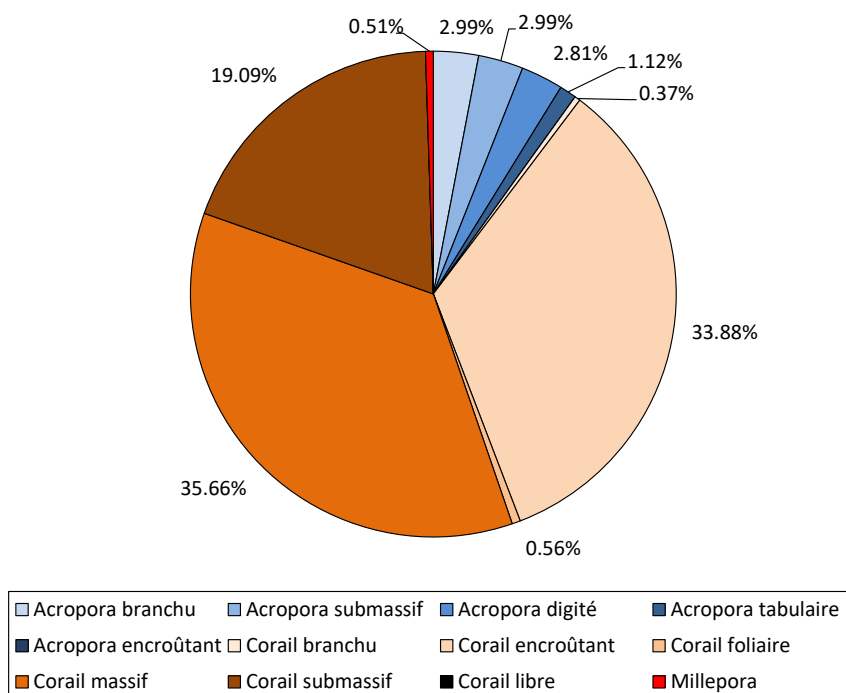


Figure 31 : Pourcentage moyen des différentes formes de corail vivant du récif barrière interne des atolls des récifs Entrecasteaux en 2021.

5.3 Organisation spatiale des communautés

5.3.1 Différences entre la pente externe et le récif interne

Les comparaisons entre les caractéristiques des pentes externes et des récifs internes sont regroupées dans le Tableau 11. Les différences entre les deux types de formations s'expliquent uniquement par leur environnement physique (différences entre l'intérieur et l'extérieur d'un atoll océanique isolé), ce qui confirme le caractère quasi-vierge d'impact anthropique de ces communautés :

- Les communautés de la pente externe sont les plus diversifiées et les plus abondantes, notamment les poissons commerciaux, les Scaridae et les Acanthuridae. La densité des Serranidae et des Chaetodontidae y est également plus importante (Tableau 11). La diversité et la densité des échinides est supérieure sur la pente externe. La densité des astérides et des crustacés est également plus importante sur la pente externe. L'habitat se distingue par l'importance de sa composante biotique (coraux vivants, algues calcaires encroûtantes) ainsi que par un substrat fracturé par des éperons-sillons (Figure 32).
- Les communautés du récif barrière interne sont moins diversifiées que sur la pente externe (Tableau 11). Le seul groupe plus diversifié et abondant dans les atolls est celui des holothuries. L'habitat est plus abiotique que sur la pente externe, notamment le sable et les débris.

Tableau 11 : Comparaison des caractéristiques de la pente externe et du récif barrière interne des récifs d'Entrecasteaux en 2021.

PE : pente externe ; BI : récif barrière interne ; NS : non significatif ($p > 0.05$); + : proche du seuil de significativité ($0.05 < p \leq 0.10$) ; * : significatif ($0.01 < p \leq 0.05$) ; ** : très significatif ($0.001 < p \leq 0.01$) ; *** : extrêmement significatif ($p \leq 0.001$).

Poisson	Sr/station	Densité	Biomasse
Total	NS	NS	NS
Commerciaux	** (BI < PE)	NS	NS
Serranidae	NS	+ (BI < PE)	NS
Carangidae	NS	NS	NS
Scaridae	** (BI < PE)	NS	NS
Acanthuridae	+ (BI < PE)	NS	NS
Chaetodontidae	NS	+ (BI < PE)	NS
Macrobenthos	Sr/station	Densité	
Total	NS	NS	
Eponges clones	-		NS
Mollusques			
Gastéropodes	NS		NS
Bivalves	NS		NS
Crustacés	NS		* (BI < PE)
Échinodermes			
Astérides	NS		+ (BI < PE)
Crinoïdes	-		NS
Echinides	*** (BI < PE)		** (BI < PE)
Holothurides	* (PE < BI)		* (PE < BI)
Ophiurides	-		NS
Habitat			%recouvrement
Corail branchu, tabulaire et foliaire			** (BI < PE)
Corail submassif			NS
Corail massif et encroûtant			** (BI < PE)
Corail mou			NS
Autres organismes			+ (BI < PE)
Macroalgues			NS
Algues calcaires			* (BI < PE)
Corail mort			NS
Sable			** (PE < BI)
Débris			+ (PE < BI)
Dalle et blocs			NS
Crevasses			* (BI < PE)

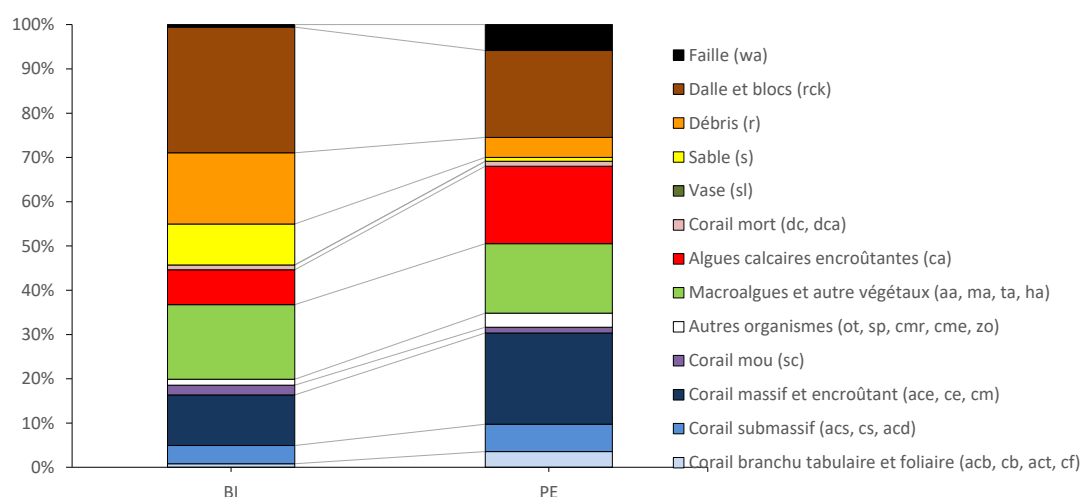


Figure 32 : Caractéristiques simplifiées de l'habitat du récif barrière interne (BI) et de la pente externe PE des atolls des récifs d'Entrecasteaux en 2021.

5.3.2 Structure spatiale des communautés biologiques et de l'habitat

5.3.2.1 Communautés de poissons

La structure des peuplements de poissons de la pente externe échantillonnés aux récifs d'Entrecasteaux sont différentes de celles du récif barrière interne (Permanova, $p < 0.001$). Une analyse canonique des coordonnées principales (CAP) sous la contrainte du type de récif confirme ce résultat. Le modèle est validé ($p < 0.01$) et 76.2% des stations sont bien classées.

Les assemblages de poissons s'organisent en 2 assemblages et 1 station particulière (HUO06) (Figure 33). Cette organisation rend compte d'une organisation naturelle des communautés en fonction d'une influence océanique et d'un hydrodynamisme différent entre pente externe et récif barrière interne :

- Les communautés du récif barrière interne présentent deux typologies :
 - Le type 1 est associé aux habitats vivants, notamment avec la présence de coraux massifs et encroûtants et d'algues calcaires encroûtantes. Cette communauté se rapproche de certaines pentes externes. Elle est notamment caractérisée par 3 Pomacentridae typiques : *Chromis iomelas*, *Pomacentrus philippinus* et *P. vaiuli*.
 - Le type 2 est associé aux habitats plus détritiques. Cette communauté est spécifique au récif barrière interne. Une seule station de pente externe (SUR14) présente des caractéristiques proches. Cet assemblage est notamment caractérisé par 3 Pomacentridae (*Chrysiptera biocellata*, *Pomacentrus bankanensis* et *P. coelestis*) et 3 Labridae (*Halichoeres margaritaceus*, *H. trimaculatus* et *Thalassoma nigrofasciatum*) typique de cet habitat.
- Les communautés de la pente externe sont notamment caractérisées par un Pomacentridae (*Chromis atripes*), un Scaridae (*Scarus niger*) et 2 Acanthuridae (*Acanthurus lineatus* et *Ctenochaetus striatus*). Toutes ces espèces sont fréquentes dans un environnement océanique productif avec des communautés végétales. Un barbier (*Pseudanthias squamipinnis*) et un autre Pomacentridae (*C. margaritifer*) sont spécifiques aux stations PEL02 et PGU05.
- La station HUO06 se distingue par l'importance de 2 Pomacentridae : *Chromis vanderbilti* et *Plectroglyphidodon dickii*. Ces espèces sont liées à un habitat vivant, notamment la présence de coraux mous, et un fort hydrodynamisme sur cette station interne proche d'une passe et relativement exposée.

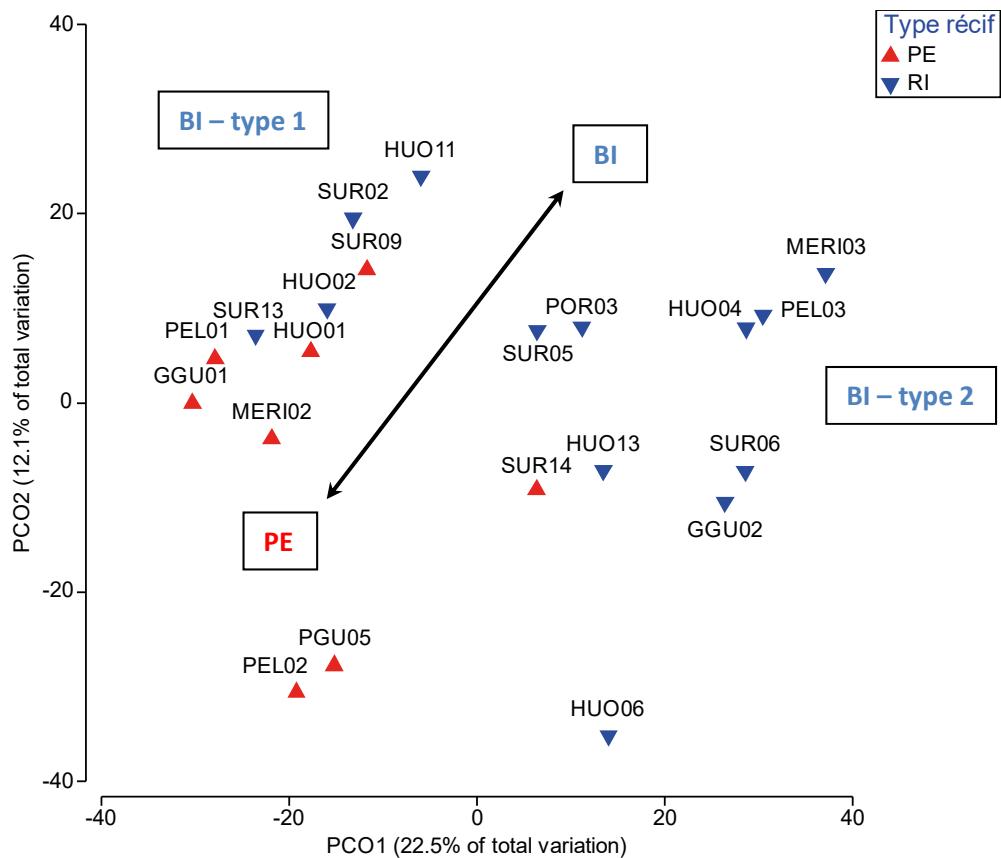


Figure 33 : Analyse en coordonnées principales (PCO) de la matrice de similarités de Bray-Curtis de la densité des communautés de poissons échantillonnées aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.

Les espèces caractéristiques représentées présentent une corrélation au premier plan factoriel ≥ 0.7 . PE : pente externe ; BI : récif barrière interne.

5.3.2.2 Macrobenthos

La structure des peuplements de macroinvertébrés de la pente externe et du récif barrière interne échantillonnés aux récifs d'Entrecasteaux sont différentes (Permanova, $p < 0.001$). Une analyse canonique des coordonnées principales (CAP) sous la contrainte du type de récif confirme ce résultat. Le modèle est validé ($p < 0.05$) et 81.0% des stations sont bien classées.

Les assemblages de macroinvertébrés s'organisent globalement en 2 assemblages en fonction du type de récif (Figure 34). Cette organisation est naturelle. Elle rend compte d'une organisation des communautés en fonction d'un gradient d'influence océanique et d'hydrodynamisme qui augmente du récif barrière interne vers la pente externe :

- Les communautés du récif barrière interne présentent deux typologies :
 - Le type 1 est notamment caractérisé par la présence d'un nudibranche (*Chromodoris elisabethina*) et d'un bernard l'hermite (*Dardanus guttatus*).
 - Le type 2 est notamment caractérisé par le ver spirobranche (*Spirobranchus giganteus*) qui vit encastré dans les coraux massifs.
- Les communautés de la pente externe sont caractérisées par un plus grand nombre d'espèces, notamment le bivalve *Pedum spondyloideum* qui vit encastré dans les coraux branchus, les gastéropodes *Dendropoma* spp et *Gourmya gourmyi*, les oursins *Echinometra mathaei* et *Echinostrephus aciculatus* encastrés dans la dalle corallienne, et les crinoïdes *Comanthus* spp. Toutes ces espèces sont fréquentes dans un environnement océanique avec des communautés végétales.

5.3.2.3 Habitat

La structure de l'habitat de la pente externe est significativement différente de celle du récif barrière interne aux récifs d'Entrecasteaux (Permanova, $p < 0.05$). Ce résultat obtenu au niveau structurel détaillé confirme ceux de l'analyse simplifiée (cf. §5.3.1). Il est également confirmé par une analyse canonique des coordonnées principales (CAP) sous la contrainte du facteur type de récif. Le modèle est validé ($p < 0.001$) et 95.2% des stations sont bien classées. Ces résultats illustrent le contraste entre un récif barrière interne relativement protégé et fermé, et une pente externe soumise à une influence océanique et à un plus fort hydrodynamisme.

L'habitat du récif barrière interne se distingue par l'importance du substrat non vivant (Figure 35). Les stations échantillonnées se répartissent le long d'un gradient selon l'importance relative de la dalle corallienne (RCK) par rapport aux débris (R) et au sable (S) (Figure 36).

L'habitat de la pente externe est plus diversifié, notamment les communautés coralliennes (ACT, CB, CS, CE). Il se distingue également par l'importance des algues calcaires encroûtantes (CA) et la présence d'éperon-sillon (WA) (Figure 37).

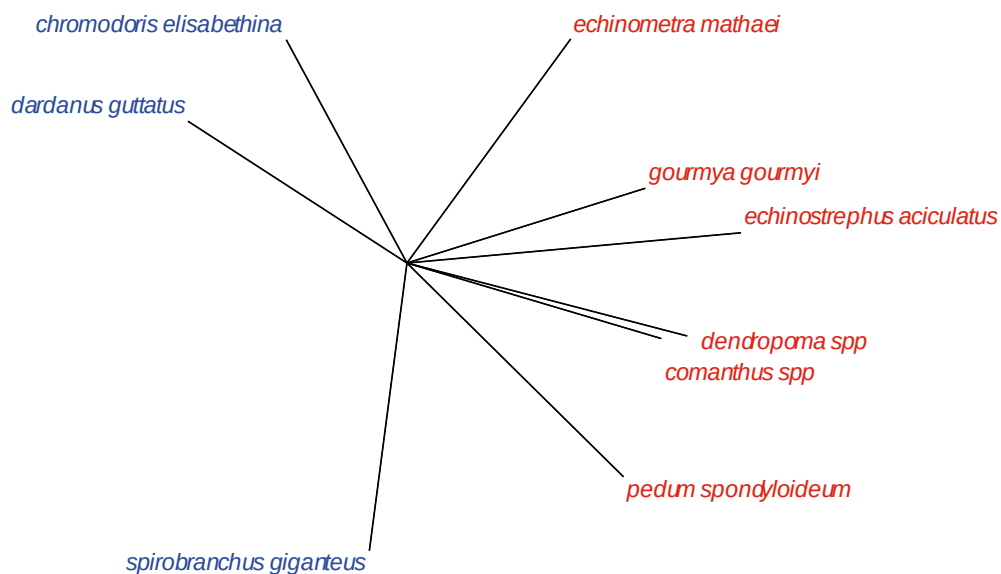
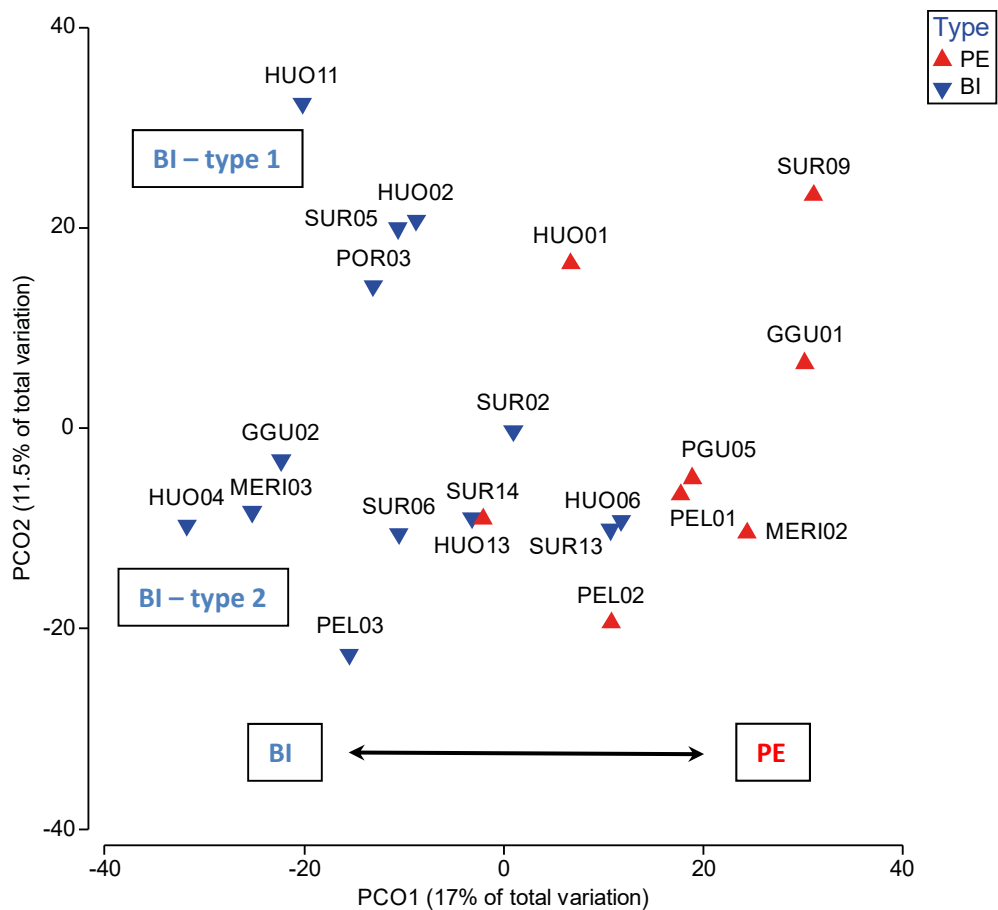


Figure 34 : Analyse en coordonnées principales (PCO) de la matrice de similarités de Bray-Curtis de la densité des communautés de macroinvertébrés échantillonnées aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.

Les espèces caractéristiques représentées présentent une corrélation au premier plan factoriel ≥ 0.6 . PE : pente externe ; BI : récif barrière interne.

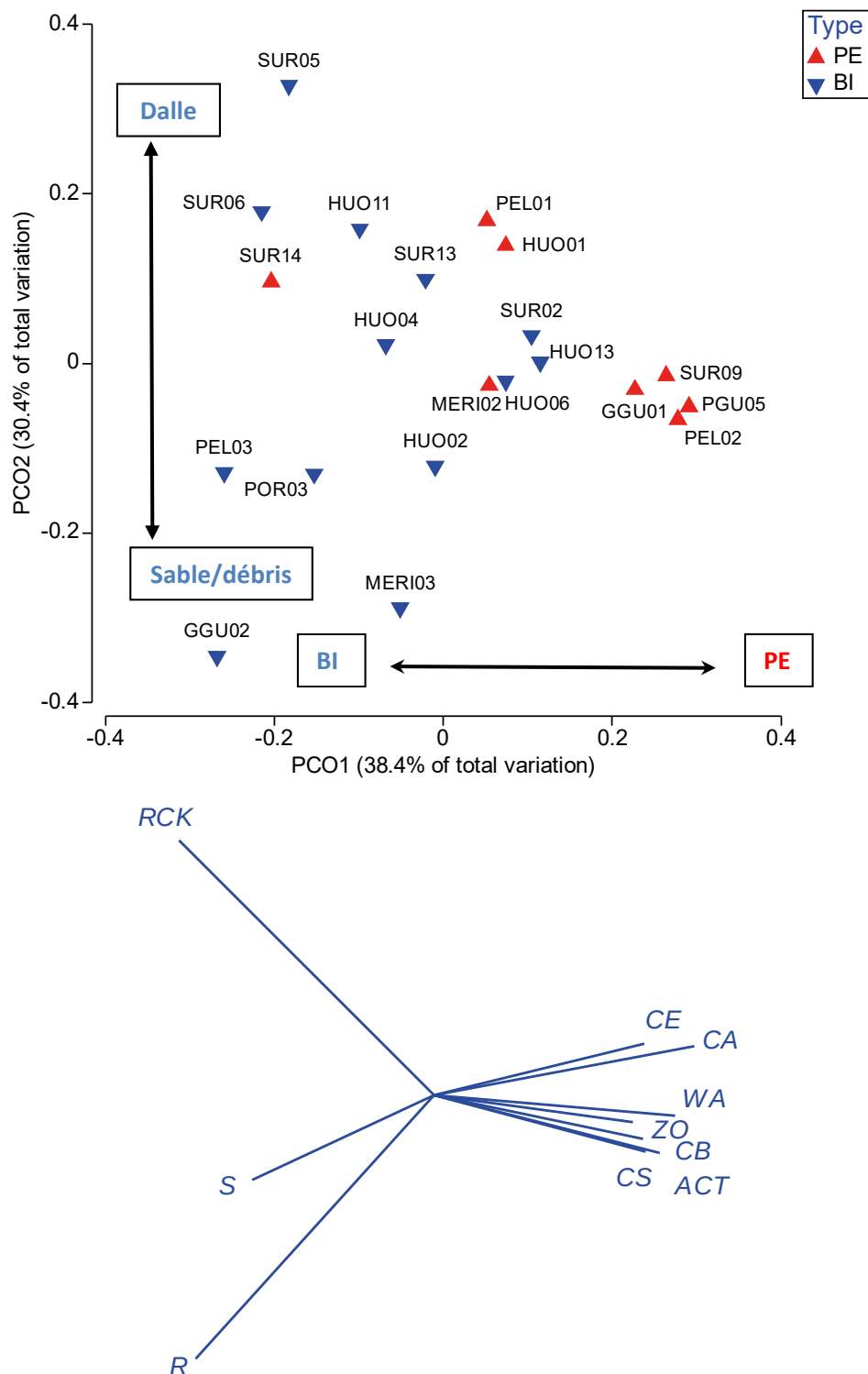


Figure 35 : Analyse en coordonnées principales (PCO) de la matrice des distances euclidiennes de l'habitat des stations échantillonnées aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.

Les catégories de substrat caractéristiques représentées présentent une corrélation au premier plan factoriel ≥ 0.5 . PE : pente externe ; BI : récif barrière interne. Les codes habitat sont détaillés dans le **Tableau 2**.



Figure 36 : Photographies représentatives des différentes structures du récif barrière interne des atolls des récifs d'Entrecasteaux en 2021.

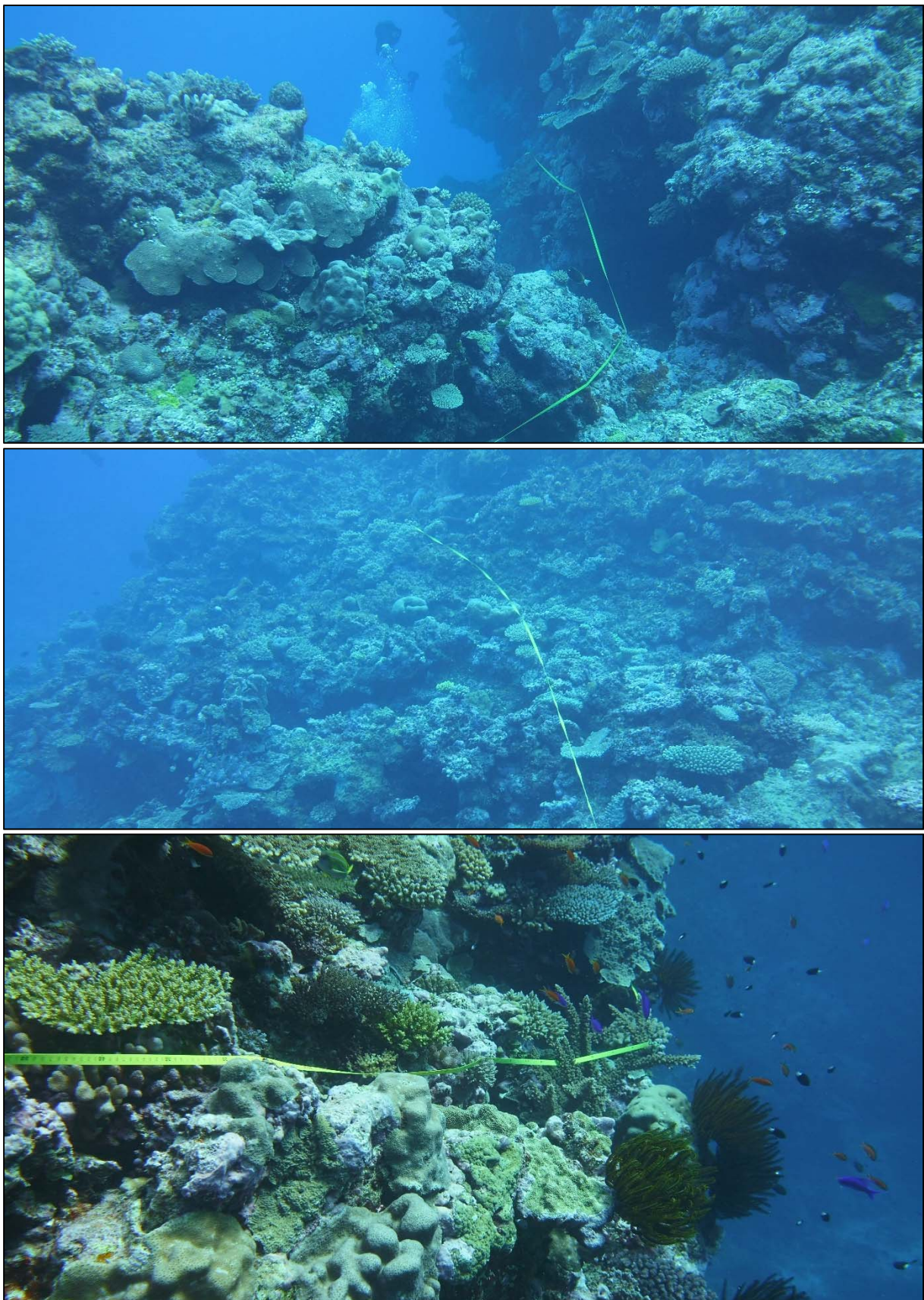


Figure 37 : Photographies représentatives des différentes structures de la pente externe des atolls des récifs d'Entrecasteaux en 2021.

5.3.2.4 Liens entre les communautés récifales et l'habitat

Communautés de poissons

Il y a un lien très significatif entre les communautés de poissons et l'habitat des récifs d'Entrecasteaux en 2021. Le meilleur modèle inclut 19 des 27 variables « habitat » et explique 97.2% de la variabilité. Les variables « habitat » structurantes sont liées aux assemblages identifiés dans le §5.3.2.1 (Figure 38). Les espèces caractéristiques de chaque assemblage (§5.3.2.1, Figure 33) sont typiques du type de formation où elles sont observées :

- La présence de coraux encroûtants, de coraux massifs, d'éponges et d'assemblage d'algues structurent les assemblages de poissons de la pente externe et du récif barrière interne où le substrat vivant est développé.
- Le sable, les débris, la dalle corallienne et les macroalgues structurent les assemblages de poissons du récif barrière interne caractérisé par un substrat non vivant dominant.
- La spécificité de l'assemblage des stations PEL02 et PGU05 de la pente externe est lié à la présence d'*Acropora* tabulaires, d'algues calcaires encroûtantes et de cyanobactéries. Ces deux stations sont situées sous le vent des atolls et bénéficie d'une forte productivité et d'un hydrodynamisme plus limité.
- La spécificité de l'assemblage de station HUU06 du récif barrière interne est lié à la présence d'un habitat corallien où les coraux submassifs et les coraux mous sont importants. Cette station est spécifique en raison de sa localisation à proximité d'une passe située au vent de l'atoll.

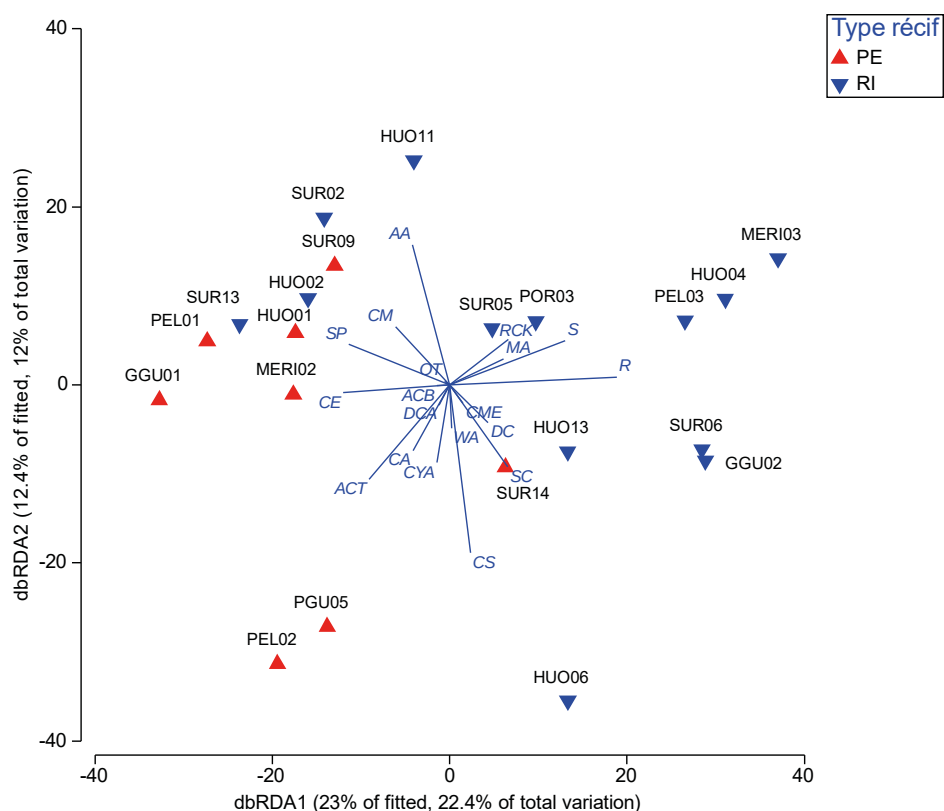


Figure 38 : Analyse de redondance (dbRDA) du modèle DistLM expliquant la variabilité des communautés de poissons en fonction des caractéristiques de l'habitat des récifs d'Entrecasteaux en 2021.

Les codes habitat font référence au **Tableau 2**. BI : récif barrière interne ; PE : pente externe.

Communautés de macroinvertébrés

Il y a un lien significatif entre les communautés de macroinvertébrés épibenthiques et l'habitat des récifs d'Entrecasteaux en 2021. Le meilleur modèle intègre les 19 des 27 variables « habitat » et explique 97.3% de la variabilité. Les variables « habitat » structurantes sont liées aux assemblages identifiés dans le §5.3.2.2 (Figure 39). Les taxons caractéristiques de chaque assemblage (§5.3.2.2) sont typiques du type de formation où ils sont observés :

- La présence de sable et de dalle coralliennes structure les assemblages de macroinvertébrés du récif barrière interne de type 1.
- La présence de *Millepora*, de macroalgues et de débris structure les assemblages de macroinvertébrés du récif barrière interne de type 2.
- La spécificité des assemblages de la pente externe est liée à la présence d'un habitat corallien (ACB, ACD, ACT, CE), d'éponges, de gazon algal, de cyanobactéries, de coraux morts en place et de failles. Les assemblages de macroinvertébrés associés évoluent en fonction de l'importance des algues calcaires encroûtantes.

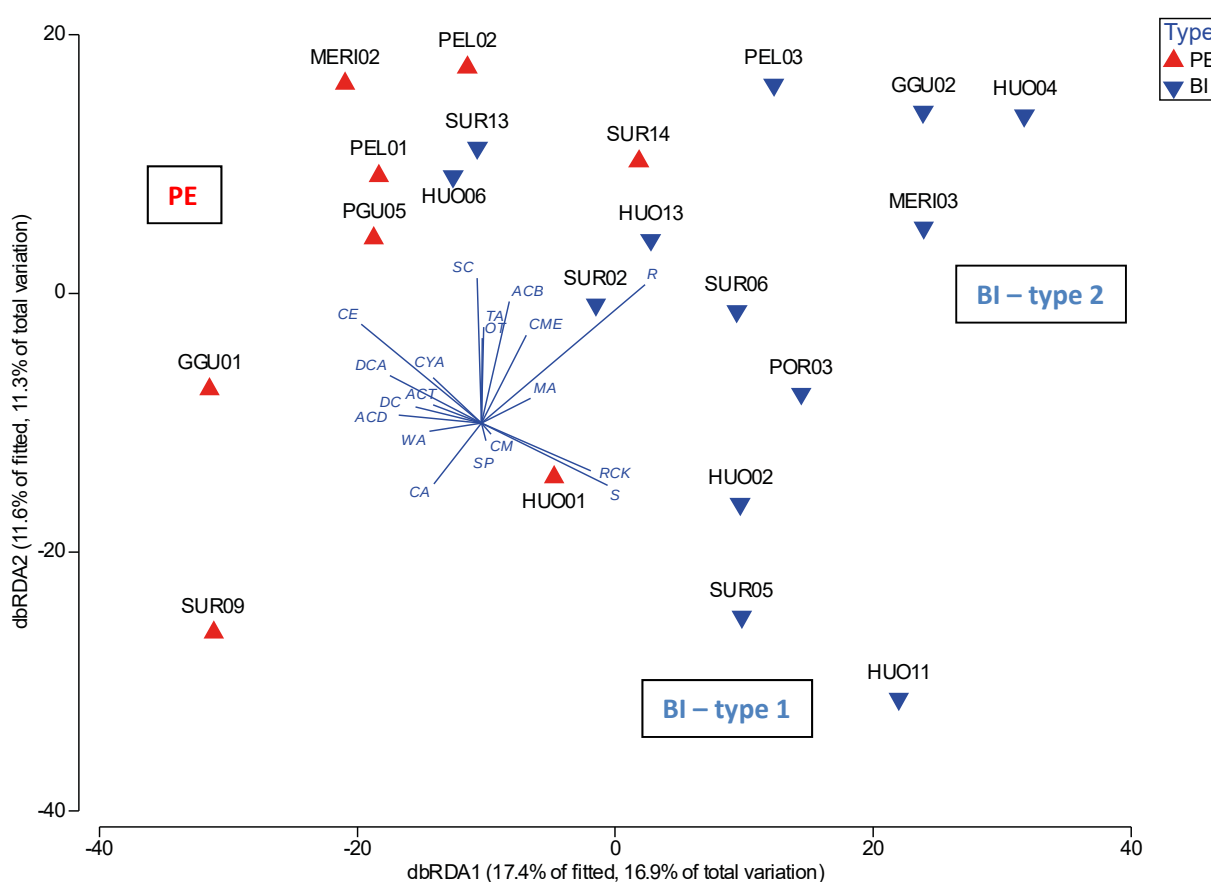


Figure 39 : Analyse de redondance (dbRDA) du modèle DistLM expliquant la variabilité des communautés de macroinvertébrés en fonction des caractéristiques de l'habitat des récifs d'Entrecasteaux en 2021.

Les codes habitat font référence au **Tableau 2**. BI : récif barrière interne ; PE : pente externe.

6 Maintien de l'intégrité du bien entre 2006 et 2021

L'évaluation du maintien de l'intégrité du bien a été faite à partir des données de 20 stations ayant été échantillonnées lors des suivis de 2006, 2012 et 2021 (Tableau 1). Ces comparaisons ont été réalisées à partir des listes de références poissons et invertébrés utilisées en 2006 (cf. annexes §11.1 et §11.2).

Une évaluation supplémentaire a été faite à partir des données de 21 stations, pour l'ensemble des espèces (listes complètes), entre 2012 et 2021.

6.1.1 Communautés de poissons

6.1.1.1 Indices globaux

Evolution entre 2006 et 2021 (20 stations, liste restreinte)

Le nombre total d'espèces de poissons observées (liste restreinte cf. annexe §11.1) n'a pas varié significativement entre 2006 (176 espèces), 2012 (193 espèces) et 2021 (178 espèces) (χ^2 , $p > 0.05$). 60.3% des espèces (138 espèces) ont été recensées lors des 3 campagnes d'échantillonnage, 7.4% (17 espèces) ont été échantillonnées uniquement en 2006, 8.3% (19 espèces) ont été échantillonnées uniquement en 2012 et 5.7% (13 espèces) uniquement en 2021. Les 4 familles les plus diversifiées sont les mêmes au cours des 2 suivis (Tableau 12) et la diversité des familles est extrêmement significativement corrélée entre les trois échantillonnages (corrélation de Pearson, $p < 0.001$), ce qui indique que leur importance relative n'a globalement pas varié (Figure 40).

Tableau 12 : Richesse spécifique des familles de poissons échantillonnées sur les récifs d'Entrecasteaux en 2006, 2012 et 2021, à partir de la liste de référence en annexe (cf. §11.1).

Famille	2006	2012	2021	Famille	2006	2012	2021
Acanthuridae	22	24	23	Microdesmidae	1	2	1
Balistidae	6	8	7	Monacanthidae	1	1	1
Blenniidae	1	2	1	Mullidae	7	6	7
Caesionidae	1	1	1	Myliobatidae	1	0	0
Carangidae	3	8	5	Nemipteridae	2	1	1
Carcharhinidae	2	3	3	Ostraciidae	2	2	2
Chaetodontidae	21	24	20	Pomacanthidae	8	7	5
Diodontidae	1	0	1	Pomacentridae	12	133	10
Ephippidae	0	0	1	Scaridae	18	19	18
Gobiidae	2	2	2	Scombridae	0	0	1
Haemulidae	2	1	2	Serranidae	11	14	13
Holocentridae	5	4	4	Siganidae	2	2	3
Kyphosidae	1	1	1	Tetraodontidae	4	3	5
Labridae	23	24	21	Zanclidae	1	1	1
Lethrinidae	5	11	8	TOTAL	176	193	178
Lutjanidae	11	9	10				

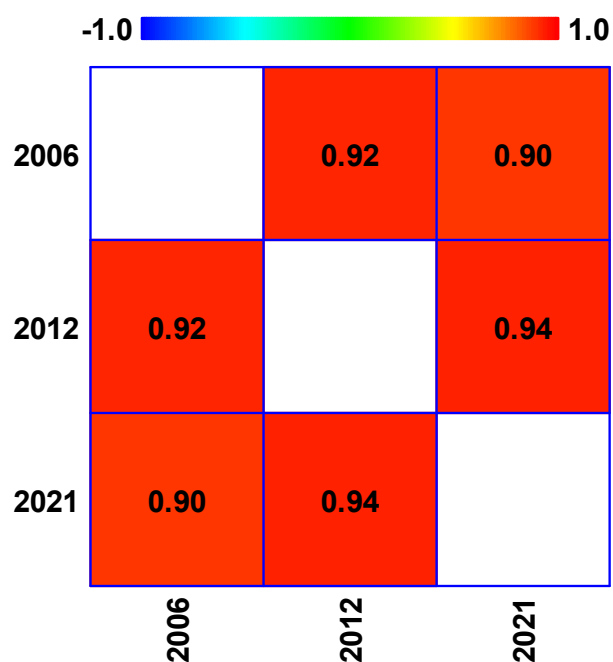


Figure 40 : Corrélations de Pearson du nombre d'espèce des familles de poissons au cours des trois suivis (2006, 2012 et 2021) réalisés pour vérifier le maintien de l'intégrité des récifs d'Entrecasteaux.

A partir de la liste de référence en annexe (cf. §11.1).

Les caractéristiques générales de l'ichtyofaune des récifs d'Entrecasteaux ont peu varié entre 2006 et 2021. Il n'y a aucune interaction significative entre les facteurs « année » et « type de récif » ce qui indique que les évolutions n'ont pas été significativement différentes sur la pente externe et le récif barrière interne.

La richesse spécifique par station n'a pas varié significativement entre 2006 et 2021 (Figure 41). La richesse spécifique par station des principales familles commerciales est restée relativement stable à l'exception des Carangidae qui étaient plus diversifiés en 2012 avant de retrouver en 2021 un niveau similaire à 2006. Par ailleurs, la richesse spécifique par station des Chaetodontidae a diminué significativement en 2021 par rapport à 2012.

La densité totale également n'a pas varié significativement entre 2006 et 2021 (Figure 42). Toutefois, une tendance à l'augmentation est observée pour la densité des espèces commerciales. Elle est significative pour les Serranidae commerciaux entre 2006 et 2012.

La biomasse totale a augmenté significativement entre 2012 et 2021 (Figure 43). Cette tendance est observée pour les espèces commerciales ($p = 0.07$), notamment les Serranidae ($p = 0.10$).

Les communautés de poissons sont donc restées stables ou en léger développement entre 2006 et 2021, ce qui rend compte d'une excellente santé. Le seul indice en régression est la richesse spécifique des Chaetodontidae, probablement en raison de la régression des formes coralliennes (cf. §6.1.3). Il n'est pas préoccupant à ce stade car la densité et la biomasse de cette famille présentent une tendance à l'augmentation. Ces résultats traduisent l'absence de perturbation majeure durant la période. Les cyclones Niran et Lucas (début 2021) n'ont pas eu d'effet détectable sur les communautés de poissons. Aucun impact d'une pêche illégale potentielle n'est détecté.

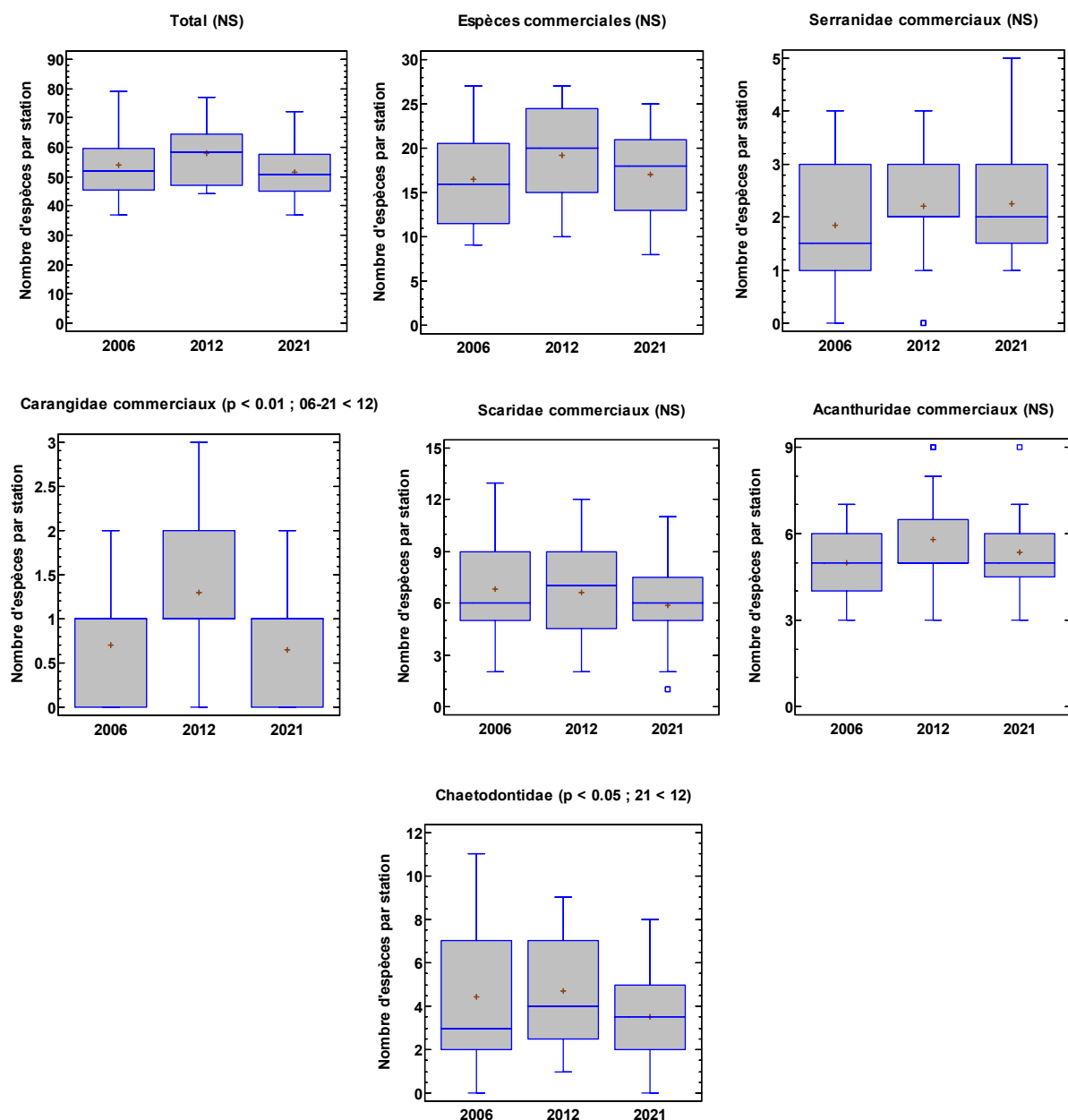


Figure 41 : Variations de la richesse spécifique par station des principales composantes des communautés de poissons des récifs d'Entrecasteaux entre 2006 et 2021, à partir de la liste de référence en annexe (cf. §11.1).

Les différences statistiques sont données entre parenthèses. NS : non significatif ($p > 0.05$).

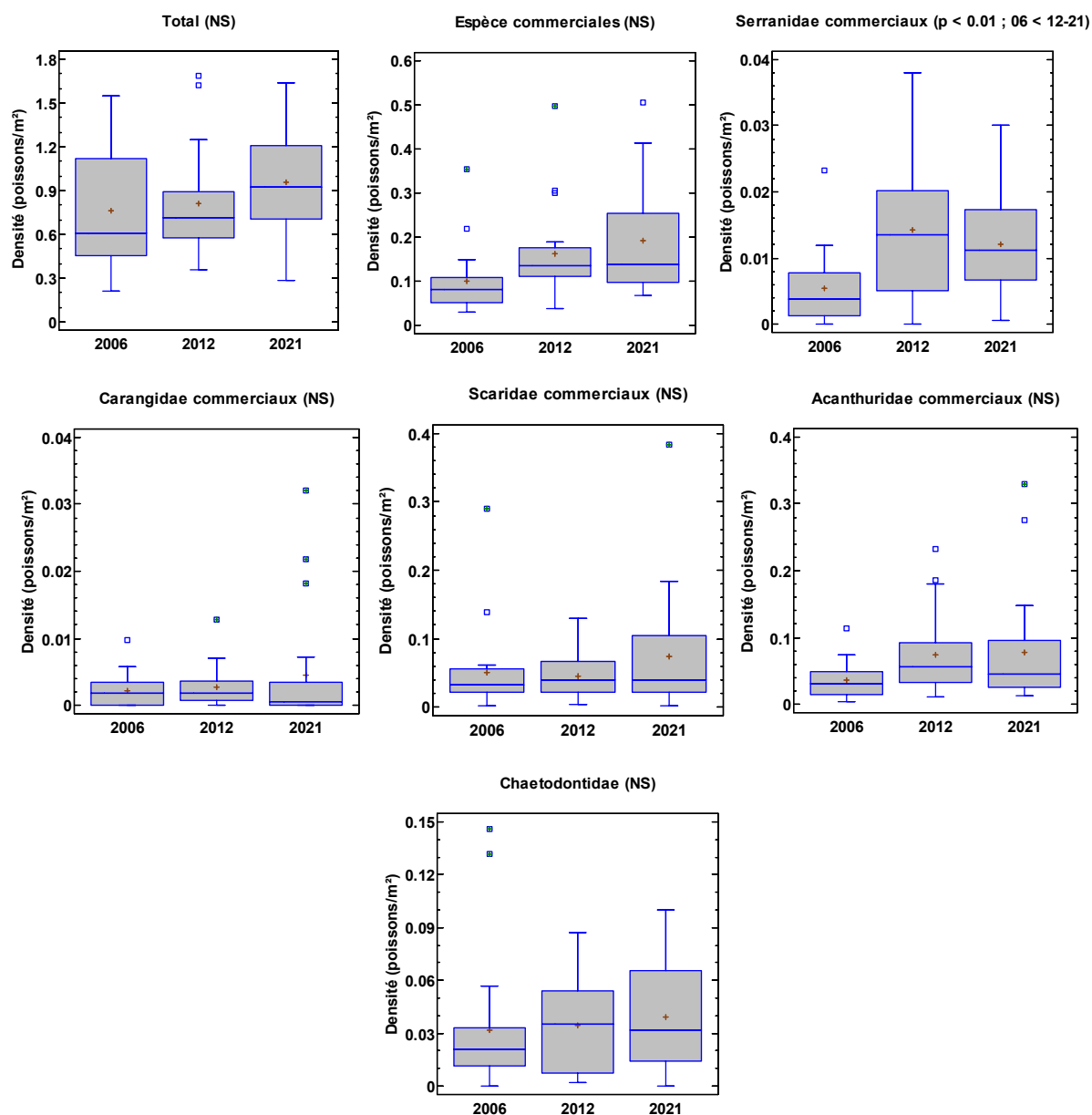


Figure 42 : Variations de la densité des principales composantes des communautés de poissons des récifs d'Entrecasteaux entre 2006 et 2021, à partir de la liste de référence en annexe (cf. §11.1).

Les différences statistiques sont données entre parenthèses. NS : non significatif ($p > 0.05$).

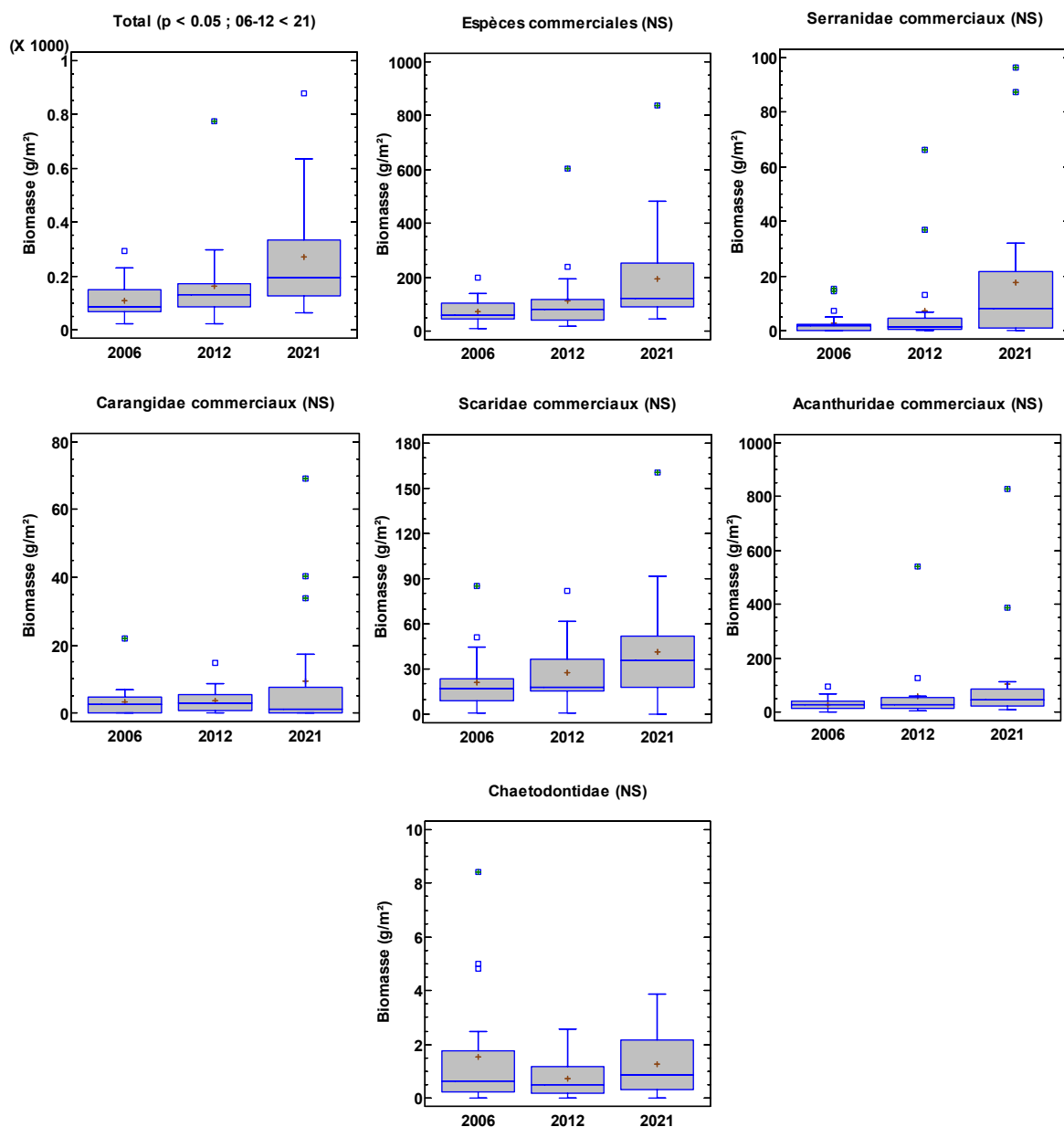


Figure 43 : Variations de la biomasse des principales composantes des communautés de poissons des récifs d'Entrecasteaux entre 2006 et 2021, à partir de la liste de référence en annexe (cf. §11.1).

Les différences statistiques sont données entre parenthèses. NS : non significatif ($p > 5\%$).

Evolution entre 2012 et 2021 (21 stations, liste complète)

Le nombre total d'espèces recensées en 2012 (295 espèces) et 2021 (284 espèces) n'est pas significativement différent (Fisher exact test, $p > 0.05$). La diversité des familles est extrêmement significativement corrélée entre 2012 et 2021 (corrélation de Pearson, $p < 0.001$), ce qui indique que leur importance relative n'a globalement pas varié entre les 2 suivis.

Pour l'ensemble des espèces, la richesse spécifique par station a légèrement diminué entre 2012 et 2021 ($p = 0.58$), la densité a significativement augmenté (Permanova, $p < 0.05$) et la biomasse n'a pas varié significativement (Permanova, $p < 0.05$) (Figure 44).

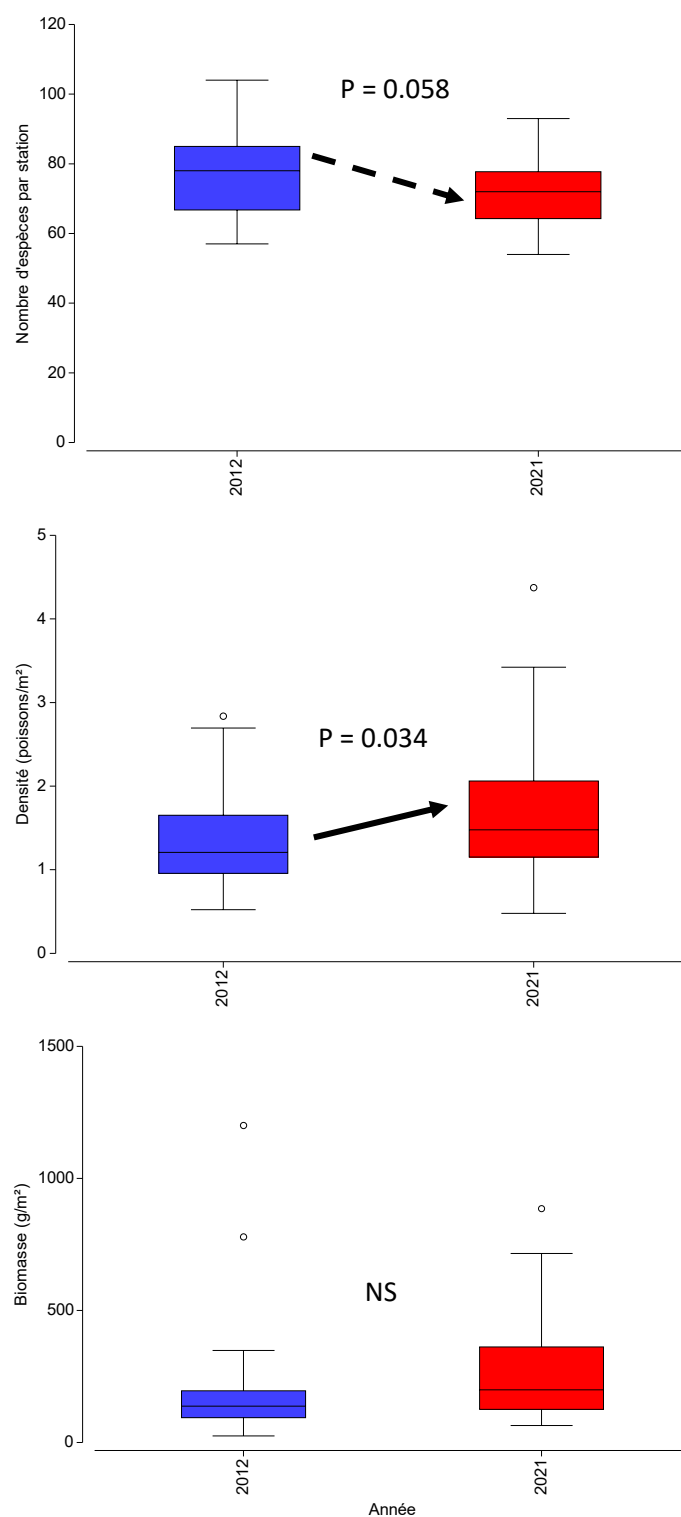


Figure 44 : Variations de la richesse spécifique par station, de la densité et de la biomasse des communautés de poissons des récifs d'Entrecasteaux entre 2012 et 2021.

L'ensemble des espèces est échantillonné. NS : différences non significatives.

6.1.1.2 Espèces emblématiques

Les espèces emblématiques ont été fréquentes et nombreuses en 2006, 2012 et 2021 (Tableau 13). Le nombre de requins gris (*Carcharhinus amblyrhynchos*) a augmenté très significativement en 2021 (χ^2 , $p < 0.01$). En revanche, celui des requins à ailerons blancs du lagon (*Triaenodon obesus*) n'a pas varié significativement (χ^2 , $p > 0.05$). L'abondance des napoléons (*Cheilinus undulatus*) n'a également pas varié significativement. Les loches carite (*Epinephelus lanceolatus*) et les perroquets à bosse (*Bolbometopon muricatum*) restent rares mais présents. Des thons à dents de chien (*Gymnosarda unicolor*) ont été observés pour la première fois en 2021.

Tableau 13 : Fréquence (nombre de station), abondance et taille des espèces emblématiques observées sur les 20 stations échantillonnées en 2006, 2012 et 2021 sur les récifs d'Entrecasteaux.

Espèce	Fréquence			Nombre			Taille moyenne (max) (cm)		
	2006	2012	2021	2006	2012	2021	2006	2012	2021
Requins									
<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>	6	11	14	10	18	31	125 (200)	125 (160)	134 (200)
<i>Carcharhinus melanopterus</i>	-	1	2	-	1	3	-	80	143 (160)
<i>Triaenodon obesus</i>	10	10	9	13	12	10	117 (150)	123 (150)	124 (150)
Loche carite									
<i>Epinephelus lanceolatus</i>	1	2	3	1	2	3	100	138 (155)	137 (160)
Carangue grosse tête									
<i>Caranx ignobilis</i>	-	3	3	-	3	3	-	83 (90)	83 (120)
Napoléon									
<i>Cheilinus undulatus</i>	9	10	5	14	12	7	86 (120)	66 (105)	100 (160)
Perroquet à bosse									
<i>Bolbometopon muricatum</i>	1	3	1	5	3	2	80	102 (110)	75
Thon à dents de chien									
<i>Gymnosarda unicolor</i>	-	-	2	-	-	2	-	-	93 (100)

La station PEL02 a été suivies à partir de 2012. Elle abrite des communautés exceptionnelles où d'autres espèces emblématiques ont été recensées, notamment le requin à pointes blanches (*Carcharhinus albimarginatus* ; 4 spécimens en 2012 et 5 en 2021).

6.1.1.3 Structure des peuplements

Evolution entre 2006 et 2021 (20 stations, liste restreinte)

La Permanova réalisée sur la structure des communautés (liste restreinte, cf §11.1) entre 2006 et 2021 indique une absence d'interaction ($p > 0.05$) entre les facteurs « année » et « type de récif ». Ce résultat indique que les évolutions temporelles observées n'ont pas été significativement différentes entre la pente externe et le récif barrière interne. En revanche, les facteurs « année » et « type de récif » sont extrêmement significatifs (Permanova, $p < 0.001$). Ces résultats confirment que les communautés de poissons présentent une structuration spatiale selon le type de récif (cf. §5.3.2.1). Ils indiquent également que les communautés de ces 2 types de récif ont continuellement évolué depuis 2006 (pair-wise tests, $p < 0.05$).

Une CAP sous contrainte du facteur « année » confirme ce résultat ($p < 0.001$) (Figure 45). Les trois suivis sont discriminés sur le premier plan factoriel (73.3% de classification correcte). Le suivi de 2006 est le plus différent (95% de classification correcte). Les erreurs de classification concernent principalement les suivis de 2012 (8 stations) et 2021 (7 stations) qui partagent des communautés plus proches. Une seule classification incorrecte concerne le suivi de 2006. Ces résultats confirment que si la discrimination entre types de récifs est maintenue les 3 années d'échantillonnage, les communautés

ont plus évolué entre 2006 et 2012 qu'entre 2012 et 2020. Les différences de structure entre les 2 années s'expliquent essentiellement par la différence de l'importance relative de certaines espèces (Tableau 14). Les communautés de 2006 sont notamment caractérisées par une plus grande diversité de Chaetodonts, celles de 2012 par des herbivores (Acanthuridae, Siganidae) et des macro-carnivores benthiques (Lutjanidae, Lethrinidae, Mullidae), et celles de 2021 par des requins (Carcharhinidae) et des barbiers planctonivores (*Pseudanthias* spp).

Au regard de ces observations, des évolutions significatives de structure ont été observées entre 2006 et 2021 sans remettre en cause l'organisation structurale spatiale. Ce résultat confirme la conclusion apportée par l'étude des indices globaux. Ces évolutions sont naturelles et reflètent les variations environnementales au cours de ces années. Le passage des cyclones Niran et Lucas dans la zone n'a pas eu d'impact détectable au cours du suivi de 2021.

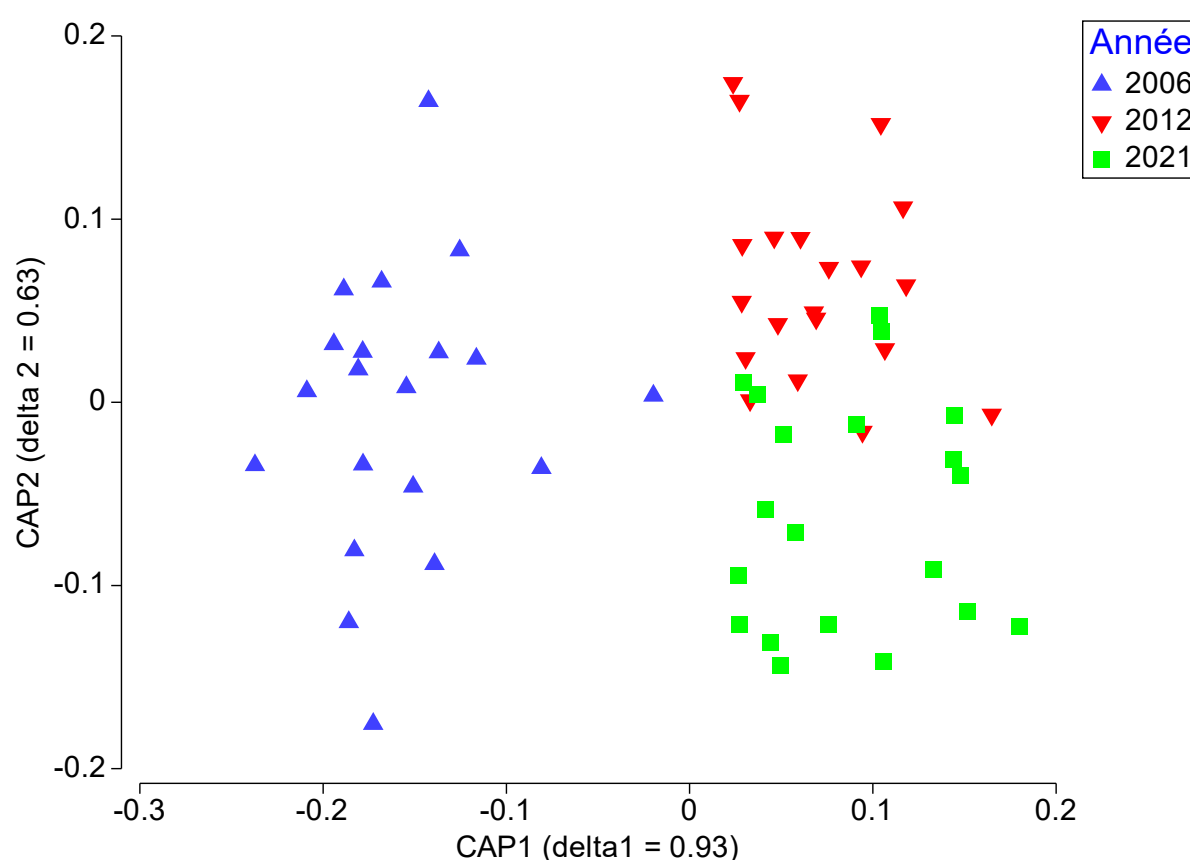


Figure 45 : Analyse canonique des coordonnées principales (CAP) de la structure des communautés de poissons des récifs d'Entrecasteaux en 2006, 2012 et 2021 sous la contrainte du facteur « année ».

L'analyse canonique a été réalisée sur les 18 premiers axes (79.4% de l'inertie) de l'analyse en coordonnées principales de la matrice espèce/année_station, sous contrainte du facteur « année ». Une validation croisée du modèle indique un pourcentage de classification correct et stable de 73.36% ($p = 0.001$).

Tableau 14 : Principales espèces caractéristiques des assemblages de poissons des récifs d'Entrecasteaux en 2006, 2012 et 2021.

Les espèces identifiées par CAP (**Figure 45**) ont une corrélation au premier plan factoriel ≥ 0.3 .

2006		
Acanthuridae	Chaetodontidae	Labridae
<i>Ctenochaetus</i> spp	<i>Chaetodon kleinii</i>	<i>Cheilinus undulatus</i>
Balistidae	<i>Chaetodon lineolatus</i>	<i>Stethojulis bandanensis</i>
<i>Sufflamen bursa</i>	<i>Chaetodon melanotus</i>	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>
Carangidae	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Lutjanidae
<i>Caranx papuensis</i>	<i>Forcipiger longirostris</i>	<i>Lutjanus fulvus</i>
	<i>Hemitaurichthys polylepis</i>	Pomacanthidae
	Gobiidae	<i>Centropyge heraldi</i>
	<i>Amblygobius phalaena</i>	Pomacentridae
	Haemulidae	<i>Chromis atripectoralis_viridis</i>
	<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>	Scaridae
	Holocentridae	<i>Scarus globiceps</i>
	<i>Sargocentron</i> spp	<i>Scarus psittacus</i>
2012		
Acanthuridae	Lethrinidae	Pomacanthidae
<i>Acanthurus nigricauda</i>	<i>Monotaxis</i> spp	<i>Pygoplites diacanthus</i>
<i>Acanthurus pyroferus</i>	Lutjanidae	Serranidae
Carangidae spp	<i>Aprion virescens</i>	<i>Cephalopholis urodeta</i>
Labridae	<i>Lutjanus bohar</i>	<i>Plectropomus laevis</i>
<i>Thalassoma lutescens</i>	Mullidae	Siganidae
	<i>Parupeneus barberinus</i>	<i>Siganus argenteus</i>
2021		
Acanthuridae	Chaetodontidae	Lutjanidae
<i>Acanthurus nigrofusus</i>	<i>Heniochus monoceros</i>	<i>Aphareus rutilans</i>
<i>Naso lituratus</i>	Labridae	Pomacentridae
Carcharhinidae	<i>Bodianus axillaris</i>	<i>Stegastes</i> spp
<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Serranidae
<i>Carcharhinus melanopterus</i>		<i>Pseudanthias</i> spp
		<i>Plectropomus</i> spp

Evolution entre 2012 et 2021 (21 stations, liste complète)

Une analyse complémentaire entre les suivis de 2012 et 2021, prenant en compte l'ensemble des espèces, confirme que les assemblages ont évolué très significativement entre 2012 et 2021 (Permanova, $p < 0.01$) sans remettre en cause la structuration spatiale entre types de récif (Permanova, $p = 0.001$).

Une CAP sous contrainte du facteur année confirme ce résultat ($p < 0.001$). Les deux suivis sont discriminés (85.7% de classification correcte). Les erreurs de classification concernent principalement des stations de récif barrière interne (3 stations en 2012 et 2 stations en 2021). Ce type de récif est moins diversifié avec un habitat plus homogène, pour lequel les évolutions ont été moins marquées. Une seule classification incorrecte concerne la pente externe (une station de 2021).

6.1.2 Macroinvertébrés benthiques

6.1.2.1 Caractéristiques générales

Evolution entre 2006 et 2021 (19 stations, liste restreinte)

Le nombre total de taxons d'invertébrés (liste restreinte, cf. annexe § 11.2) n'a pas varié significativement entre 2006 (46 taxons), 2012 (44 taxons) et 2021 (43 taxons) (χ^2 , $p > 0.05$). Au total, 30% des taxons (21 taxons sur un total de 70) ont été recensés lors des trois campagnes d'échantillonnage, 15.7% (11 taxons) ont été échantillonnés uniquement en 2006, 12.9% (9 taxons) uniquement en 2012 et 11.4% (8 taxons) uniquement en 2021. Les holothuries ont été les plus diversifiées en 2006 et en 2012, les bivalves étant les plus diversifiés en 2021 (Tableau 15). Les corrélations de la diversité des différents groupes entre les suivis sont significatives (Figure 46), ce qui indique que leur importance relative est restée similaire.

Tableau 15 : Richesse taxonomique des groupes d'invertébrés échantillonnés en 2006, 2012 et 2021 sur les récifs d'Entrecasteaux.

La richesse taxonomique est évaluée à partir d'une liste de référence (cf. § 11.2).

Groupe	2006	2012	2021
Gastéropodes	6	3	3
Bivalves	6	7	8
Nudibranches	7	7	7
Crustacés	6	2	5
Astérides	2	6	6
Crinoïdes	1	1	1
Echinides	8	6	5
Holothurides	9	11	7
Ophiures	1	1	1

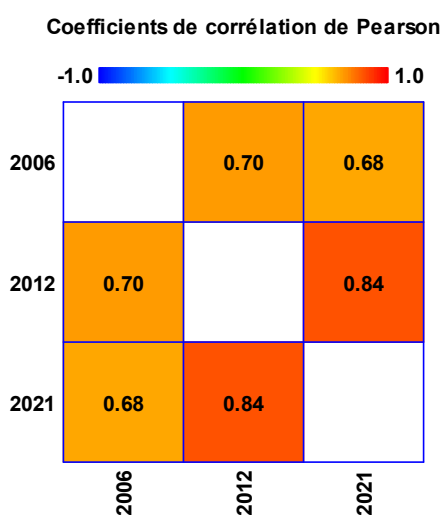


Figure 46 : Corrélations de Pearson du nombre de taxons des groupes de macroinvertébrés épibenthiques cibles recensés au cours des trois suivis (2006, 2012 et 2021) pour vérifier le maintien l'intégrité des récifs d'Entrecasteaux.

A partir de la liste de référence en annexe (cf. §11.2).

Les caractéristiques générales des communautés de macroinvertébrés épibenthiques des récifs d'Entrecasteaux ont peu varié entre 2006 et 2021. Il n'y a aucune interaction significative entre les facteurs « année » et « type de récif » ce qui indique que les évolutions n'ont pas été significativement différentes sur la pente externe et le récif barrière interne.

La richesse taxonomique totale par station (liste restreinte, cf. § 11.2) a augmenté significativement au cours de la période, les différences entre 2006 et 2021 devenant significatives (Figure 47). Cette diversification est principalement observée pour les bivalves et les astérides (Figure 47).

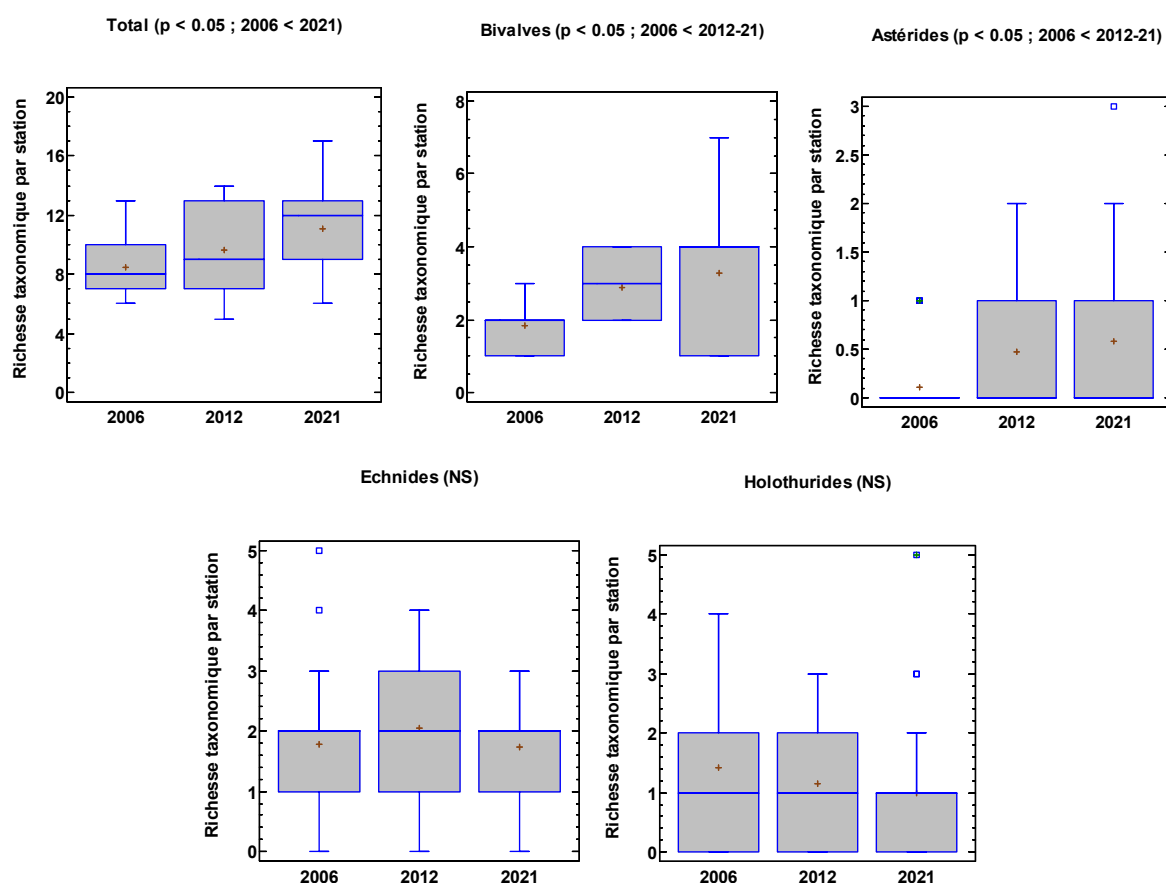


Figure 47 : Variations de la richesse taxonomique par station des principales composantes des communautés de macroinvertébrés épibenthiques cibles entre 2006 et 2021 dans la zone d'étude.

A partir de la liste de référence en annexe (cf. §11.2). Les différences statistiques sont données entre parenthèses. NS : non significatif ($p > 5\%$).

La densité totale n'a pas varié significativement entre 2006 et 2021 (Figure 48). C'est également le cas notamment pour la majorité des groupes de macroinvertébrés les plus abondants (Figure 48). Toutefois, la densité des crustacés et des astérides a significativement augmenté (Figure 48). En revanche, celle des holothurides a significativement diminué (Figure 48). Cette diminution coïncide avec l'épisode de pêche illégale des « blue boats » vietnamiens puis le développement de la filière holothurie par les habitants de Bélep. Bien que les atolls d'Entrecasteaux soient en réserve, l'évolution négative enregistrée laisse présager un braconnage de cette ressource.

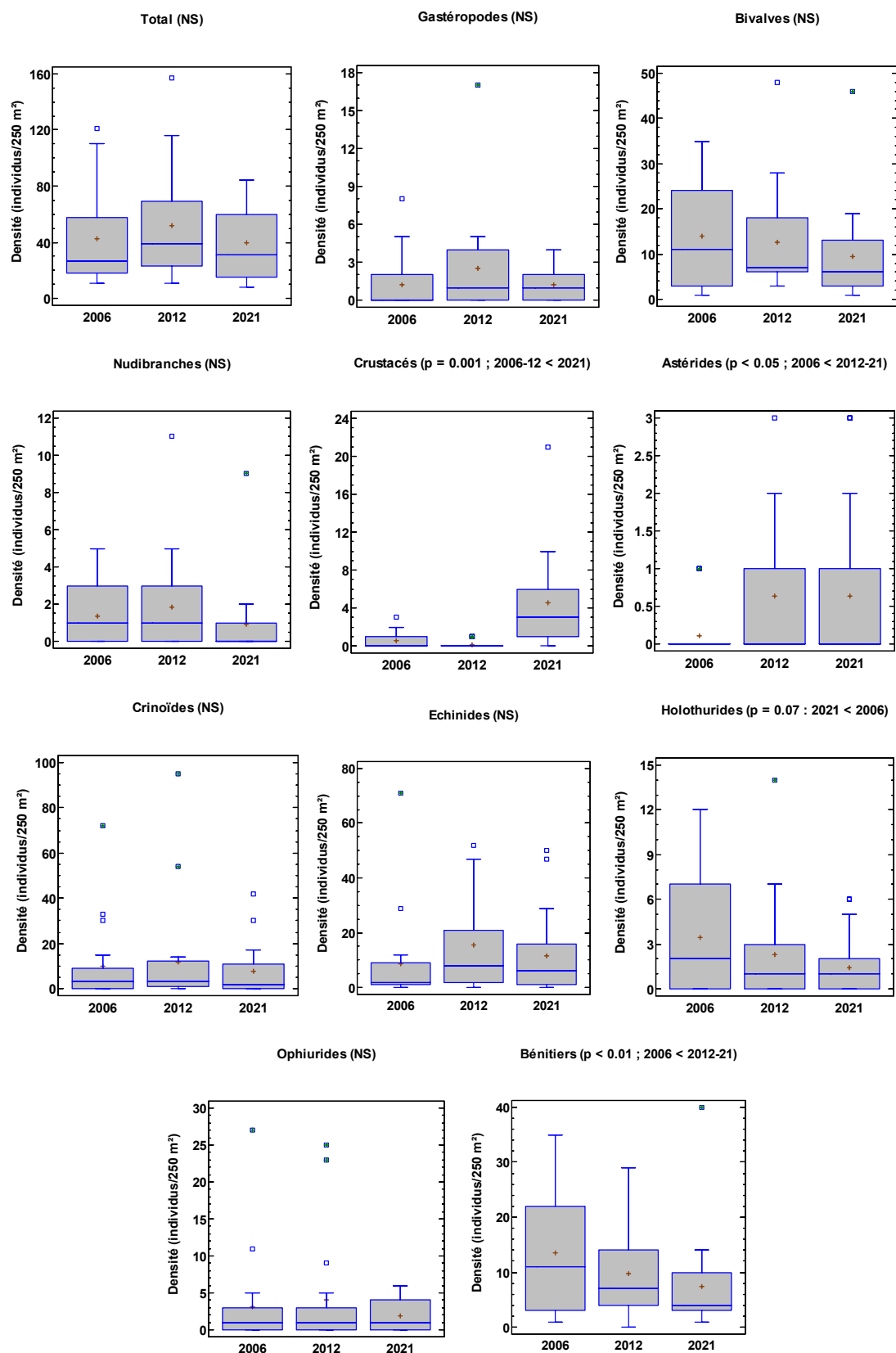


Figure 48 : Variations de la densité des principales composantes des communautés de macroinvertébrés cibles entre 2006 et 2021 sur les récifs d'Entrecasteaux.

La liste de référence est en annexe (cf. §11.2). NS : non significatif ($p > 5\%$).

La densité des bénitiers est en diminution depuis 2006, les différences entre 2006 et 2021 devenant significatives (Figure 48). La taille moyenne des bénitiers n'a pas varié significativement entre 2006 et 2021 (Figure 49). Elle est à nouveau à la hausse en 2021 (augmentation non significative) après la diminution observée entre 2006 et 2012. La distribution de fréquence des tailles avait évolué très significativement entre 2006 et 2012 en raison de la régression des plus gros spécimens (21). Elle a également évolué très significativement entre 2012 et 2021 (Kolmogorov-Smirnov, $p < 0.001$), en raison d'un recrutement moins favorable en 2021 (moins de petits individus), la proportion d'individus de plus de 10 cm restant globalement similaire. Ces tendances sont compatibles avec des prélèvements antérieurs dont l'impact sur les plus gros spécimens est toujours significatif.

Les communautés de macroinvertébrés de la liste cible initiale sont donc restées globalement stables entre 2006 et 2021. Certains groupes sont en développement (crustacés et astérides). En revanche, les holothurides sont en régression très probablement suite à l'impact de la pêche illégale des blue-boat vietnamien à partir de 2016, et à un probable braconnage lié au développement de la filière. Les bénitiers sont également en régression en raison d'un recrutement moins favorable en 2021 qu'en 2012 (phénomène probablement naturel) et à la régression des plus gros spécimens depuis 2012 (en lien probable avec des prélèvements). Ces communautés restent toutefois en bonne santé et les cyclones Niran et Lucas (début 2021) n'ont pas eu d'effet détectable sur ces indices globaux, comme pour les communautés de poissons.

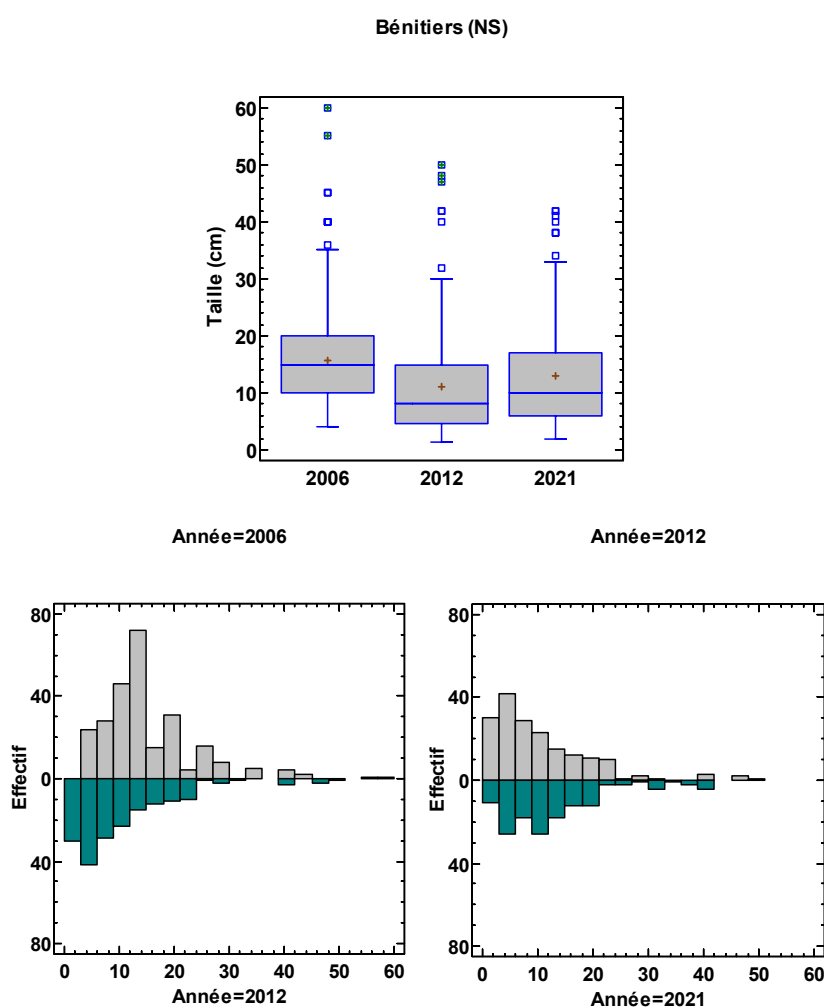


Figure 49 : Distribution de fréquence des tailles des bénitiers (*Tridacna* spp) en 2006, 2012 et 2021 sur les récifs d'Entrecasteaux.

Evolution entre 2012 et 2021 (20 stations, liste complète)

Le nombre total de taxons recensés en 2012 (104 taxons) et 2021 (117 taxons) n'est pas significativement différent (Fisher exact test, $p > 0.05$). La diversité des principaux groupes est extrêmement significativement corrélée entre 2012 et 2021 (corrélation de Pearson, $p < 0.001$), ce qui indique que leur importance relative n'a globalement pas varié entre les 2 suivis.

Pour l'ensemble des espèces, la richesse taxonomique par station a significativement augmenté entre 2012 et 2021, notamment celle des bivalves et des crustacés (Figure 50). En revanche, la densité n'a pas varié significativement ($p > 0.05$) (Figure 51). Toutefois, 2 groupes ont présenté des variations de densité significatives, une diminution pour les gastéropodes et une augmentation pour les crustacés.

Ces résultats ne remettent pas en cause les conclusions et hypothèses émises à partir des évolutions entre 2006 et 2021 pour la liste restreinte. Elles traduisent des évolutions naturelles des populations, à l'exception des holothuries et des bénitiers.

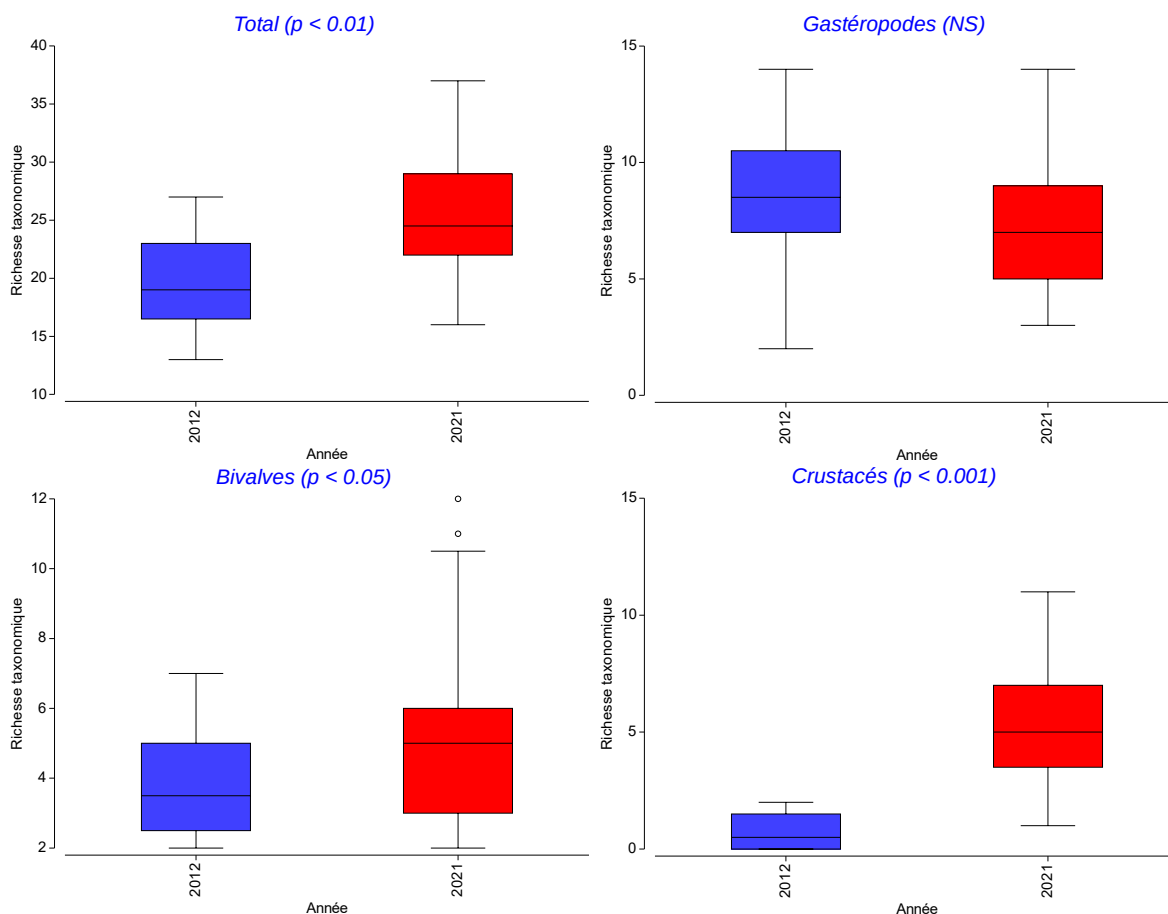


Figure 50 : Variations de la richesse taxonomique par station des communautés de macroinvertébrés épibenthiques des récifs d'Entrecasteaux entre 2012 et 2021.

L'ensemble des espèces est échantillonné.

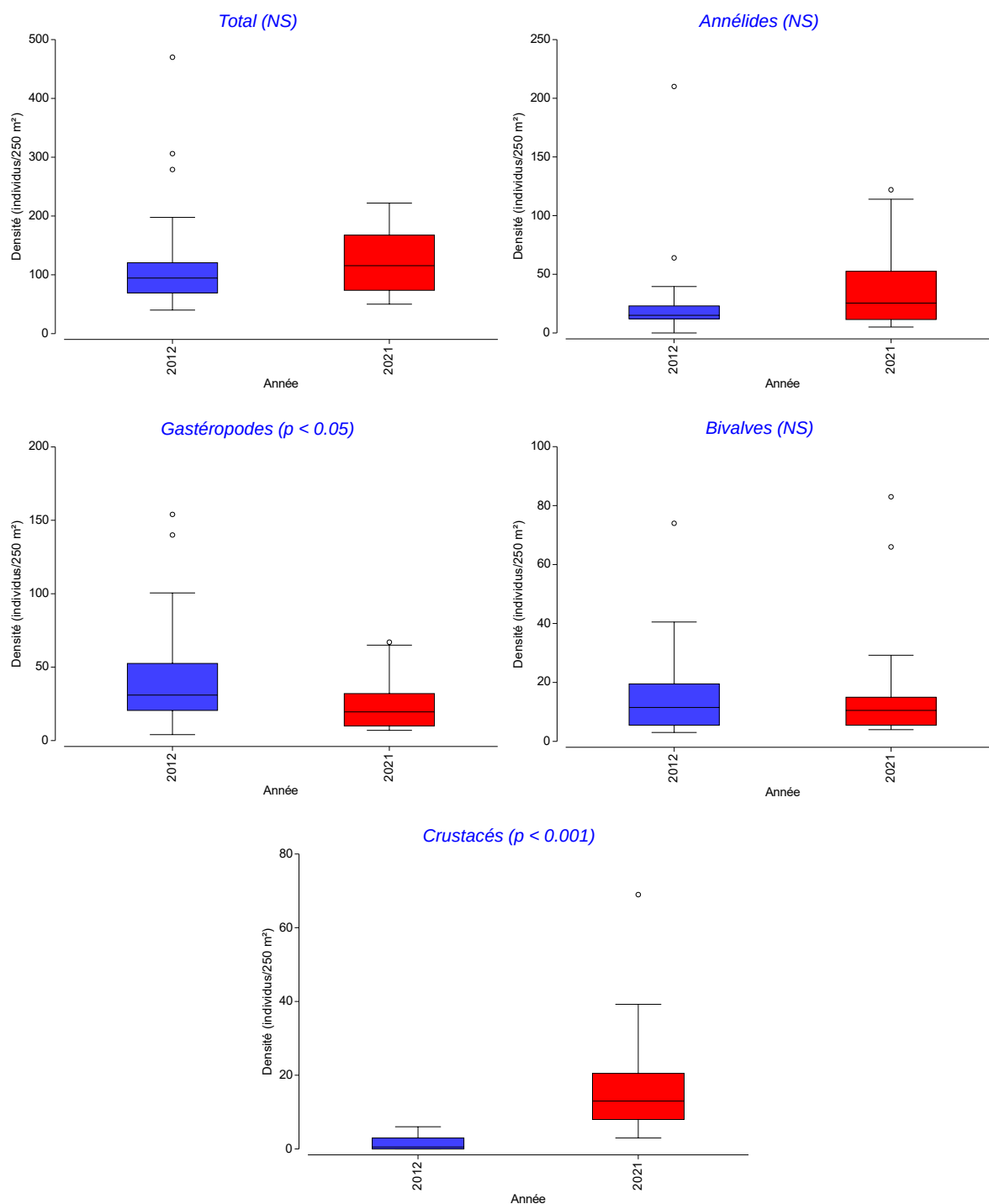


Figure 51 : Variations de la densité des communautés de macroinvertébrés épibenthiques des récifs d'Entrecasteaux entre 2012 et 2021.

L'ensemble des espèces est échantillonné.

6.1.2.2 Structure des peuplements

Evolution entre 2006 et 2021 (20 stations, liste restreinte)

La Permanova réalisée sur la structure des communautés (liste restreinte, cf §11.2) entre 2006 et 2021 indique une absence d'interaction ($p > 0.05$) entre les facteurs « année » et « type de récif ». Ce

résultat indique que les évolutions temporelles observées n'ont pas été significativement différentes entre la pente externe et le récif barrière interne. En revanche, les facteurs année et type de récif sont extrêmement significatif (Permanova, $p < 0.001$). Ces résultats confirment que les communautés de macroinvertébrés cibles présentent une structuration spatiale selon le type de récif (cf. §5.3.2.2). Ils indiquent également que les communautés de ces 2 types de récif ont continuellement évolué depuis 2006 (pair-wise tests, $p < 0.001$).

Une CAP sous contrainte du facteur « année » confirme ce résultat ($p < 0.001$) (Figure 52). Les trois suivis sont discriminés sur le premier plan factoriel (84.2% de classification correcte). Le suivi de 2006 est moins bien discriminé (73.7% de classification correcte) que ceux de 2012 et 2021 (89.5% de classification correcte). Ces résultats confirment que si la discrimination entre types de récifs s'est maintenue les 3 années d'échantillonnage, les communautés ont évolué entre 2006 et 2021. Les différences de structure entre les 3 suivis s'expliquent différemment. Le plus faible taux de discrimination de 2006 est probablement dû à des problèmes d'identification au regard des taxons caractéristiques (Tableau 16), notamment pour les nudibranches, les astérides et les échinides. L'équipe scientifique était différente lors de ce suivi et ne présentait pas la même expertise que l'équipe actuelle. Les différences de structure entre les suivis de 2012 et 2021 sont d'origine naturelle, notamment la diversification des crustacés (Tableau 16).

Au regard de ces observations, des évolutions significatives de structure ont été observées entre 2006 et 2021 sans remettre en cause l'organisation structurale spatiale. Ce résultat confirme la conclusion apportée par l'étude des indices globaux. Ces évolutions sont naturelles et reflètent les variations environnementales au cours de ces années. Le passage des cyclones Niran et Lucas dans la zone n'a pas eu d'impact détectable au cours du suivi de 2021.

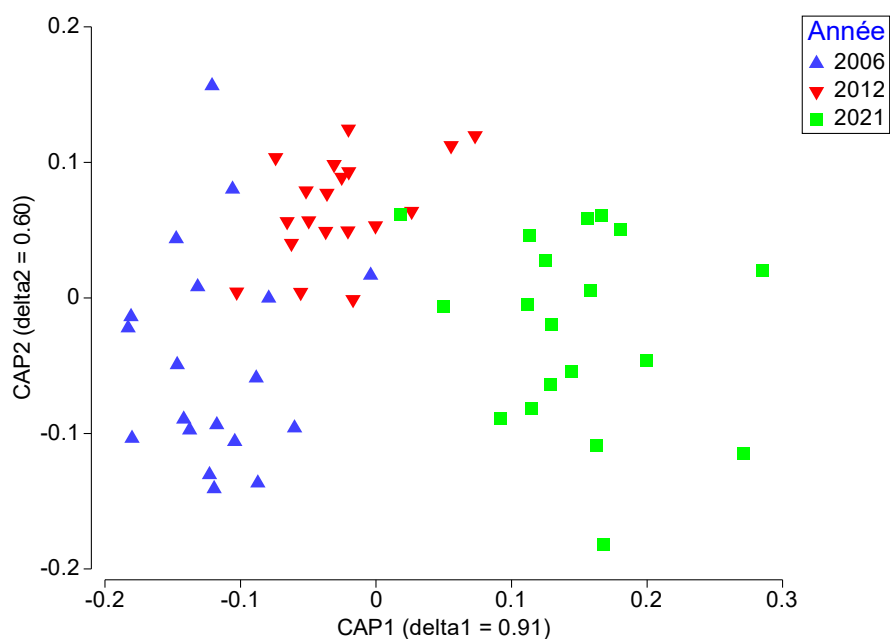


Figure 52 : Analyse canonique des coordonnées principales (CAP) de la structure des communautés de macroinvertébrés cibles des récifs d'Entrecasteaux en 2006, 2012 et 2021 sous la contrainte du facteur « année ».

L'analyse canonique a été réalisée sur les 11 premiers axes (86.5% de l'inertie) de l'analyse en coordonnées principales de la matrice taxon/année_station, sous contrainte du facteur « année ». Une validation croisée du modèle indique un pourcentage de classification correct et stable de 84.26% ($p = 0.001$).

Tableau 16 : Principaux taxons caractéristiques des assemblages de macroinvertébrés cibles des récifs d'Entrecasteaux en 2006, 2012 et 2021.

Les espèces identifiées par CAP (**Figure 52**) ont une corrélation au premier plan factoriel ≥ 0.25 .

2006		
Gastéropodes	Crustacés	Astérides
<i>Charonia tritonis</i>	<i>Brachyours</i> indéterminés	Astérides indéterminées
Bivalves		Echinides
<i>Tridacna maxima</i>		Echinides indéterminés
Nudibranches		
Nudibranches indéterminés		
2012		
Bivalves	Echinides	Holothurides
<i>Spondylus</i> spp	<i>Parasalenia gratiosa</i>	<i>Holothuria coluber</i>
<i>Tridacna squamosa</i>		<i>Holothuria nobilis</i>
Nudibranches		
<i>Chromodoris elisabethina</i>		
2021		
Gastéropodes	Crustacés	Astérides
<i>Conus</i> spp	<i>Alpheus</i> spp	<i>Linckia multifora</i>
Bivalves	<i>Panulirus versicolor</i>	<i>Neoferdina cumingi</i>
<i>Pedum spondyloideum</i>	<i>Stenopus hispidus</i>	Echinides
<i>Tridacna crocea</i>	<i>Trapezia rufopunctata</i>	<i>Echinometra mathaei</i>
<i>Tridacna</i> spp	<i>Trapezia</i> spp	<i>Echinostrephus aciculatus</i>
		Holothurides
		<i>Actinopyga palauensis</i>
		<i>Holothuria whitmaei</i>

Evolution entre 2012 et 2021 (20 stations, liste complète)

Une analyse complémentaire entre les suivis de 2012 et 2021, prenant en compte l'ensemble des espèces, confirme que les assemblages ont évolué très significativement entre 2012 et 2021 (Permanova, $p < 0.001$) sans remettre en cause la structuration spatiale entre types de récif (interaction non significative).

Une CAP sous contrainte du facteur « année » confirme ce résultat ($p < 0.001$). Les deux suivis sont parfaitement discriminés (100% de classification correcte).

6.1.3 Habitat

Les caractéristiques simplifiées de l'habitat ont significativement évolué entre 2006 et 2021 (Permanova, $p < 0.001$) sans interaction entre les facteurs « année » et « type de récif » (Permanova, $p > 0.05$). Ce résultat indique que les évolutions temporelles observées sur la pente externe et le récif barrière interne n'ont pas été significativement différentes. Il confirme que l'habitat corallien présente une structuration spatiale selon le type de récif (cf. §5.3.1) qui persiste dans le temps. Il indique également que même si l'habitat de ces 2 types de récif n'a pas évolué significativement entre 2006 et 2012 (1), cette évolution a été significative depuis 2012 (pair-wise tests, $p = 0.001$) (Figure 53), ainsi :

- Les formes coralliennes fragiles (CBTF) sont en régression significative depuis 2006. La couverture minimale enregistrée en 2021 peut être due au passage des cyclones Niran et Lucas en début d'année.

- Les formes coralliennes les plus résistantes (CME) ont également évolué significativement. La couverture était plus faible en 2006 qu'en 2012 puis elle est restée stable en 2021.
- Les coraux mous et les autres organismes n'ont pas évolué significativement au cours de la période.
- Les végétaux mous (MAAV) et les algues calcaires encroûtantes (CA) ont vu leur importance augmenter significativement en 2021. Il est possible que ce soit également une conséquence du passage de Niran et Lucas, ces végétaux colonisant le substrat libéré après destruction des formes coralliennes fragiles.
- La composante non vivante de l'habitat n'a pas évolué significativement au cours de la période à l'exception de la dalle corallienne (RCK) dont l'importance a significativement diminué en 2021, ce substrat étant colonisé par des algues calcaires encroûtantes.

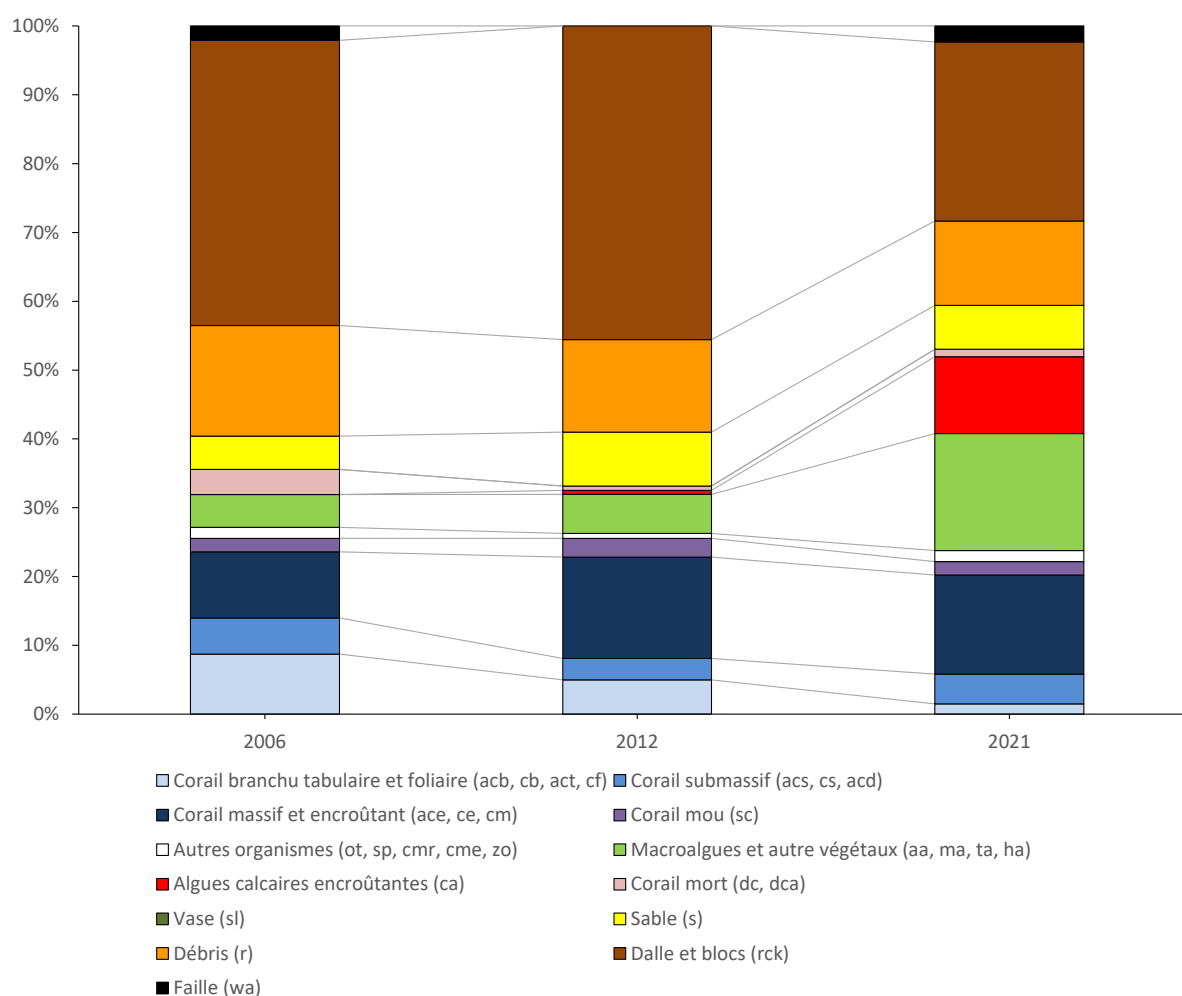


Figure 53 : Evolution des caractéristiques de l'habitat entre 2006 et 2021 sur les récifs d'Entrecasteaux.

Une analyse canonique des coordonnées principales (CAH) des caractéristiques détaillées de l'habitat sous la contrainte des facteurs « année » et « type de récif », confirme les résultats précédents. Le modèle est validé ($p < 0.001$) et 78.3% des stations sont bien classées. Les erreurs de classification sont principalement entre les années 2006 et 2012, 90% des stations de 2021 étant bien classées (2 erreurs de classement en 2021). Ces résultats confirment que l'habitat est resté relativement stable entre 2006

et 2012 et qu'il a évolué entre 2012 et 2021 (Figure 54). L'axe 1 de la CAP discrimine 2021, caractérisé par l'importance des algues (AA, CA, CYA) et des éponges (SP), des 2 suivis précédents. L'axe 2 sépare 2006, caractérisé par l'importance des coraux branchus (CB), des coraux massifs (CM), des *Millepora* (CME) et de la dalle corallienne, de 2012, caractérisé par l'importance des *Acropora* (ACB, ACS, ACD, ACT), des zoanthaires (ZO), des autres organismes (OT), du gazon algal (TA) et des coraux morts en place recouverts d'algues filamenteuses (DCA).

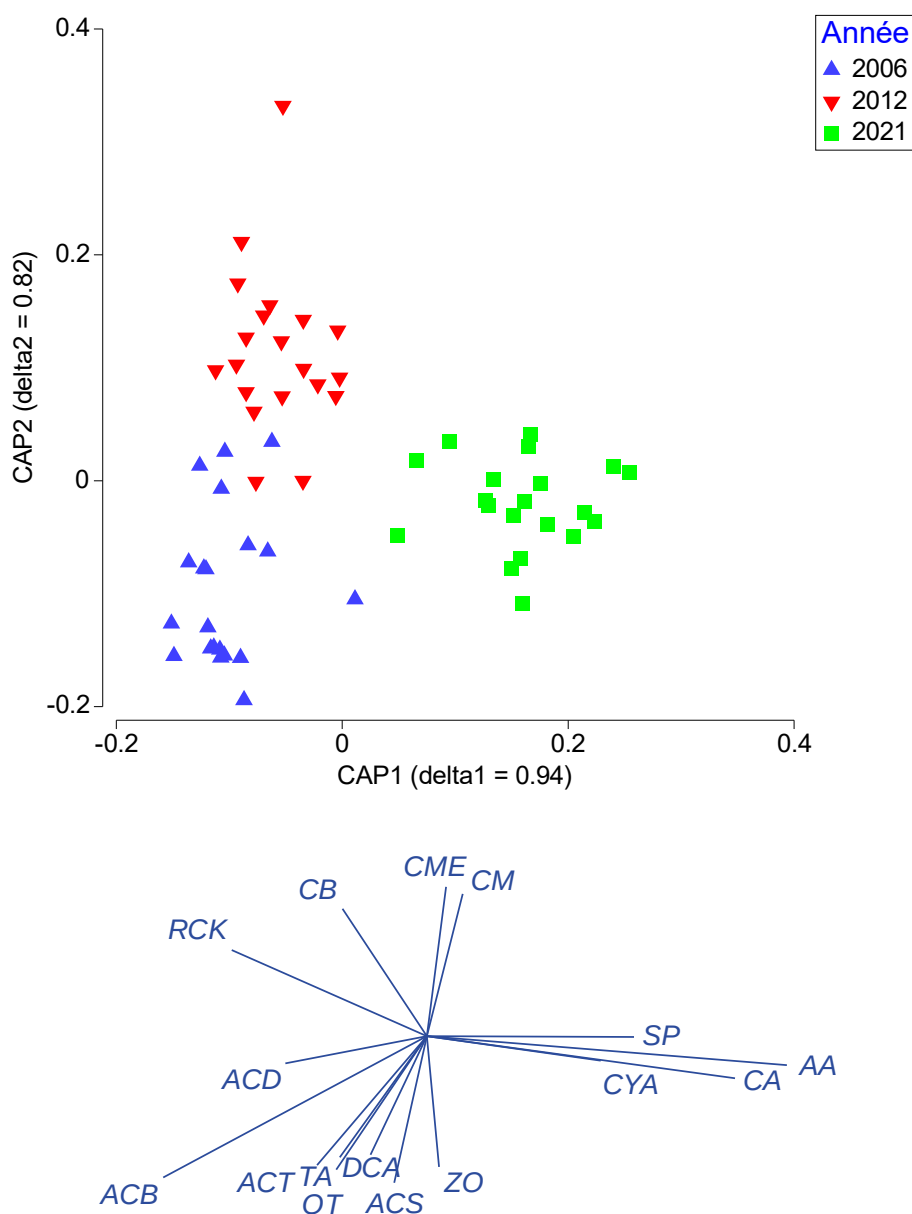


Figure 54 : Analyse canonique des coordonnées principales (CAP) de la structure détaillée de l'habitat des récifs d'Entrecasteaux en 2006, 2012 et 2021 sous la contrainte du facteur « année ».

L'analyse canonique a été réalisée sur les 24 premiers axes (99.98% de l'inertie) de l'analyse en coordonnées principales de la matrice *habitat_station*, sous contrainte du facteur « année ». Une validation croisée du modèle indique un pourcentage de classification correct et stable de 78.36% ($p = 0.001$). Les codes habitat détaillés font référence au **Tableau 2**.

7 Bilan et conclusions

Le bilan de santé réalisé en 2021 montre que les écosystèmes coralliens des récifs d'Entrecasteaux sont toujours en excellente santé et quasi vierges de tout impact anthropique. Les niveaux de populations de poissons et de macroinvertébrés correspondent à des peuplements en excellente santé et quasi vierges d'impact anthropique, conformément aux atolls océaniques isolés et préservés, où la production et la diversité des niches sont inférieures à un lagon d'île haute. Les Chaetodons sont fréquents mais peu diversifiés et peu abondants pour les récifs de Nouvelle-Calédonie mais conformément à la couverture corallienne des atolls océaniques isolés. Les espèces commerciales sont abondantes avec des tailles adultes pour chaque espèce et une biomasse exceptionnelle. Les espèces emblématiques sont présentes (loche carite, carangues grosses tête, perroquet à bosse, thon à dent de chien, napoléon) et les requins ont été observés sur 85.7% des stations. Les peuplements de macroinvertébrés épibenthiques sont typiques des atolls océaniques isolés. Ils sont diversifiés et denses. Les bédouilles sont fréquents, leur densité est moyenne pour la Nouvelle-Calédonie mais des individus adultes sont observés ainsi que des tailles maximales pour chaque espèce. Cependant, les spécimens de grande taille restent relativement peu nombreux ce qui pourrait être la conséquence d'une pêche de la part de navires exploitant ces récifs occasionnellement. L'habitat est diversifié, à dominance biotique et conforme aux atolls océaniques isolés. Il ne présente pas de signe de dégradation majeure. La composante vivante est majoritairement corallienne et végétale. Les différences observées entre la pente externe et les récifs internes sont uniquement dues à l'environnement, ce qui confirme le caractère quasi vierge de ces formations. Les communautés biologiques sont généralement plus développées sur la pente externe où la composante biotique de l'habitat corallien est plus développée. L'analyse structurale confirme ces conclusions. Les communautés de poissons, de macroinvertébrés et l'habitat sont quasi exempts d'impact anthropiques et s'organisent en fonction des caractéristiques physiques et environnementales. La structure des communautés de la pente externe se distinguent de celles du récif barrière interne, ces dernières évoluant en fonction de la nature de l'habitat.

Le maintien de l'intégrité des récifs d'Entrecasteaux entre 2006 et 2021 a été évaluée à partir d'une liste de référence restreinte pour les communautés biologiques. Les évolutions observées sont naturelles et montrent généralement une relative stabilité de l'état de santé entre 2012 et 2021. Les communautés de poissons et d'invertébrés sont restées stables ou ont évolué favorablement à l'exception des holothuries qui ont régressé. Ces résultats sont confirmés par une comparaison entre 2012 et 2021 à partir d'une liste exhaustive. En revanche, il y a eu une dégradation de l'habitat entre 2012 et 2021 avec une régression des formes coralliennes fragiles compensée par un développement des végétaux. Cette régression est très probablement la conséquence du passage des cyclones Niran et Lucas dans la zone début 2021.

Les tableaux de bord ressources et biodiversité confirment les résultats des analyses approfondies présentées précédemment (Tableau 17, Tableau 18). Les ressources en poissons sont préservées et ne présentent aucun signe d'impact anthropique dans la zone d'étude. A ce jour, les indicateurs disponibles pour les ressources en invertébrés ne concernent que les trocas (densité et taille), espèce qui n'a pas été recensée dans la zone d'étude. Le tableau de bords biodiversité indique un excellent état de santé et des communautés dans un état quasi vierge d'impact.

Tableau 17 : Tableau de bord du statut des ressources dans la zone d'étude.

La couleur indique l'état de l'indicateur en 2021 et la flèche son évolution entre 2012 et 2021 : bon (vert), moyen (jaune), médiocre (orange) et mauvais (rouge).

Indicateur	Interprétation	
Densité de <i>Plectropomus</i> spp	→	Populations en excellente santé
Biomasse de <i>Plectropomus</i> spp	→	
Biomasse des Serranidae	→	Peuplement en excellente santé
Densité des Lethrinidae	→	Peuplement en bonne santé
Biomasse des Lethrinidae	→	
Densité des <i>Naso</i> spp	→	Peuplement en excellente santé
Biomasse des <i>Naso</i> spp	→	Peuplement en excellente santé
Synthèse ressources	Poissons	Statut excellent Communautés non impactées

Tableau 18 : Tableau de bords du statut de la biodiversité dans la zone d'étude.

La couleur indique l'état de l'indicateur en 2021 et la flèche son évolution entre 2012 et 2021 : état de référence (bleu)¹, bon (vert), moyen (jaune), médiocre (orange) et mauvais (rouge). Sr : nombre d'espèces.

Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème		
Indicateur	Interprétation	
Sr de poissons par station	→	Communautés en excellente santé
Sr des Chaetodontidae par station	↘	Communautés « normales » En régression
Conservation des espèces et habitats emblématiques, menacés localement, ou sous statut spécial, ou endémiques		
Indicateur	Interprétation	
Fréquence d'occurrence de <i>Cheilinus undulatus</i>	↘	Bon niveau
Taille max de <i>Cheilinus undulatus</i>	↗	160 cm - Excellent
Fréquence d'occurrence des requins	→	86%
Synthèse biodiversité		Communautés en excellente santé Statut quasi vierge d'impact

En conclusion, le bilan de santé réalisé en 2021 fait état de communautés exceptionnelles, quasi vierges de tout impact, dont l'intégrité s'est maintenue depuis 2006 avec une stabilisation depuis 2012, après l'amélioration observée entre 2006 et 2012.

¹ Pour les requins uniquement

8 Références bibliographiques

1. **Wantiez, L, et al.** *Communautés biologiques et habitats coralliens des atolls d'Entrecasteaux. Etat des lieux 2012. Maintien de l'intégrité du bien.* Nouméa : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Université de la Nouvelle-Calédonie, 2013. p. 76 pages. . DOI: 10.13140/RG.2.1.1183.8484.
2. **Andrefouet, S.** *Définition des points de suivi du récif corallien de Nouvelle-Calédonie inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO.* Nouméa : Convention Sciences de la Mer Biologie Marine IRD, 2007. 27.
3. **Wantiez, L.** *Plan de suivi opérationnel de l'ensemble du Bien récifal et lagonaire de Nouvelle-Calédonie inscrit au patrimoine mondial.* Nouméa : Université de la Nouvelle-Calédonie, Aquarium des Lagons, 2010. p. 63.
4. **Andrefouet, S et Wantiez, L.** Characterizing the diversity of coral reef habitats and fish communities found in a UNESCO World Heritage Site: The strategy developed for lagoons of New Caledonia. *Marine Pollution Bulletin.* 2010, Vol. 61, 612-620.
5. **Menu, S, Hebert, P et provinciaux, Services.** *Les lagons de Nouvelle-Calédonie. Diversité récifale et écosystèmes associés. Dossier de présentation en vue de l'inscription sur la liste du Patrimoine Mondial de l'UNESCO au titre d'un bien naturel.* Paris : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Ministère de l'Outre Mer, Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Province Sud, Province Nord, Province des Iles Loyauté, 2006.
6. **English, S, Wilkinson, C et V, Baker.** *Survey manual for tropical marine resources. 2nd edition.* Townsville, Australia : Australian Institute for Marine Science, 1997.
7. **Kulbicki, M et Sarrapegna, S.** Comparison of density estimates derived from strip transect and distance sampling for underwater visual censuses: a case study of Chaetodontidae and Pomacanthidae. *Aquatic Living Ressources.* 1999, Vol. 12, 315-325.
8. **Wantiez, L, et al.** *Rapport du site Nouvelle-Calédonie. Programme PAMPA.* Nouméa : Ifremer, 2011.
9. **Wantiez, L, et al.** *Bilan de santé des communautés biologiques et de l'habitat des récifs coralliens de Walpole.* Nouméa : Université de la Nouvelle-Calédonie, 2019. p. 41.
10. **Wantiez, L, Bouilleret, F et Frolla, P.** *Evaluation de la biodiversité récifale des récifs Astrolabe et Pétri. Bilan de santé de l'habitat, de l'ichtyofaune et d'invertébrés cibles.* Nouméa : Université de la Nouvelle-Calédonie, 2016. p. 55.
11. **Wantiez, L, et al.** *Etat initial et bilan de santé des communautés récifales et de l'habitat corallien des îlots Leliogat, Oua et Vauvillier.* Nouméa : Université de la Nouvelle-Calédonie, 2018. p. 53.
12. **Wantiez, L, et al.** *Communautés biologiques et habitats coralliens de la réserve Merlet. Etat des lieux 2013. Maintien de l'intégrité du bien.* Nouméa : Province sud de la Nouvelle-Calédonie, Université de la Nouvelle-Calédonie, 2013b.
13. **Wantiez, L, et al.** *Communautés biologiques et habitats coralliens du Grand Lagon Nord. Etat des lieux 2018. Maintien de l'intégrité du bien.* Nouméa : Université de la Nouvelle-Calédonie. Province Nord de Nouvelle-Calédonie, 2019.

14. —. *Communautés biologiques et habitats coralliens de la Zone Côtière Nord et Est. Etat des lieux 2019. Maintien de l'intégrité*. Nouméa : Conservatoire d'Espaces Naturels. Université de la Nouvelle-Calédonie, 2020. p. 134.
15. —. *Communautés biologiques et habitats coralliens de Bourail (Zone Côtière ouest). Etat de santé 2019. Maintien de l'intégrité*. Nouméa : Conservatoire des Espaces Naturels, Université de la Nouvelle-Calédonie, 2019.
16. **Wantiez, L, et al.** *Communautés biologiques et habitats coralliens de l'Ile des Pins. Etat des Lieux. Maintien de l'intégrité du bien*. Nouméa : Province Sud de la Nouvelle-Calédonie, Université de la Nouvelle-Calédonie, 2015a. p. 79.
17. **Wantiez, L, et al.** *Communautés biologiques et habitats coralliens de la Corne Sud. Etat des lieux 2013. Maintien de l'intégrité du bien*. Nouméa : Université de la Nouvelle-Calédonie, Province Sud de la Nouvelle-Calédonie, 2014a.
18. **Wantiez, L, et al.** *Etat initial des communautés récifales et de l'habitat corallien de la Côte Oubliée*. Nouméa : Université de la Nouvelle-Calédonie, 2019. p. 61.
19. **Wantiez, L, Bouilleret, F et Frolla, P.** *Suivi quadriennal du lagon du Grand Nouméa. Bilan de santé. Indicateurs de performance*. Nouméa : Université de la Nouvelle-Calédonie, 2019. p. 132.
20. **Purcell, SW, Gossuin, H et Agudo, NS.** *Status and management of sea cucumberfishery of La Grande Terre, New Caledonia*. Penang, Malaisie : World Fish Center, 2009. Studies and Reviews 1901.
21. **Wantiez, L, et al.** *Communautés biologiques et habitats coralliens des atolls d'Entrecasteaux. Etat des lieux 2012. Maintien de l'intégrité du bien*. Nouméa : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Université de la Nouvelle-Calédonie, 2013a. p. 76.
22. **Wantiez, L et Almeras, N, Frolla, P, Goroparawa, D.** *Communautés biologiques et habitats coralliens de la Zone Côtière Nord et Est. Etat des lieux 2013*. Nouméa : Province Nord de la Nouvelle-Calédonie, Université de la Nouvelle-Calédonie, 2014b.
23. **Wantiez, L, Frolla, P et D, Goroparawa.** *Communautés biologiques et habitats coralliens de Bourail (Zone Côtière Ouest). Etat des lieux 2014. Maintien de l'intégrité du bien*. Nouméa : Province Sud de la Nouvelle-Calédonie, Université de la Nouvelle-Calédonie, 2015b.
24. **Wantiez, L, et al.** *Communautés biologiques et habitats coralliens du Grand Lagon Nord. Etat des lieux 2014. Maintien de l'intégrité du bien*. Nouméa : Université de la Nouvelle-Calédonie, Province Nord de la Nouvelle-Calédonie, 2015c. p. 94.

9 Liste des figures

Figure 1 : Les récifs d'Entrecasteaux.	10
Figure 2 : Localisation des stations échantillonnées en 2021.	12
Figure 3 : Diagramme du type boîte à moustaches.	15
Figure 4 : Fréquences d'observation des requins sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013 (base de données Wantiez).	21
Figure 5 : Fréquences d'observation des Napoléons (<i>Cheilinus undulatus</i>) sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013 (base de données Wantiez).	21
Figure 6 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse des poissons sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013 (base de données Wantiez).	23
Figure 7 : Biomasse des poissons commerciaux sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013 (base de données Wantiez).	24
Figure 8 : Richesse spécifique par station (Sr/sta) et densité des Chaetodontidae sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013 (base de données Wantiez).	24
Figure 9 : Richesse taxonomique par station et densité (individus/250 m ²) des macroinvertébrés épibenthiques sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.	28
Figure 10 : Densité (individus/250 m ²) des bénomiers sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.	28
Figure 11 : Densité (individus/250 m ²) des bénomiers sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.	29
Figure 12 : Taille moyenne (cm) des bénomiers sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.	29
Figure 13 : Histogramme de distribution de fréquence des tailles des principales espèces de bénomiers échantillonnés aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.	30
Figure 14 : Caractéristiques moyennes des habitats échantillonnés aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.	31
Figure 15 : Pourcentage moyen des différentes formes de corail vivant des habitats échantillonnés aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.	32
Figure 16 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse des poissons sur les stations de pente externe échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.	34
Figure 17 : Biomasse des poissons commerciaux sur les stations échantillonnées sur la pente externe dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.	35

Figure 18 : Richesse spécifique par station (Sr/sta) et densité des Chaetodontidae sur la pente externe dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.....	36
Figure 19 : Richesse taxonomique par station et densité (individus/250 m ²) des macroinvertébrés épibenthiques sur la pente externe dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.	38
Figure 20 : Densité (individus/250 m ²) des bénitiers sur la pente externe dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.....	39
Figure 21 : Histogramme de distribution des fréquences des tailles des bénitiers échantillonnés sur la pente externe des récifs d'Entrecasteaux en 2021.	39
Figure 22 : Caractéristiques moyennes de l'habitat de la pente externe des récifs d'Entrecasteaux.	40
Figure 23 : Pourcentage moyen des différentes formes de corail vivant sur la pente externe des récifs d'Entrecasteaux en 2021.	41
Figure 24 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse des poissons sur les stations de récif barrière interne échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.....	43
Figure 25 : Biomasse des poissons commerciaux sur les stations échantillonnées sur le récif barrière interne dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.	44
Figure 26 : Richesse spécifique par station (Sr/sta) et densité des Chaetodontidae sur le récif barrière interne dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.	45
Figure 27 : Richesse taxonomique par station et densité (individus/250 m ²) des macroinvertébrés épibenthiques sur le récif barrière interne dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013. ...	47
Figure 28 : Densité (individus/250 m ²) des bénitiers sur le récif barrière interne dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2013.....	48
Figure 29 : Histogramme de distribution des fréquences des tailles des bénitiers échantillonnés sur le récif barrière interne des atolls des récifs d'Entrecasteaux en 2021.	48
Figure 30 : Caractéristiques moyennes de l'habitat du récif barrière interne des atolls des récifs Entrecasteaux en 2021.	49
Figure 31 : Pourcentage moyen des différentes formes de corail vivant du récif barrière interne des atolls des récifs Entrecasteaux en 2021.	50
Figure 32 : Caractéristiques simplifiées de l'habitat du récif barrière interne (BI) et de la pente externe PE des atolls des récifs d'Entrecasteaux en 2021.	52
Figure 33 : Analyse en coordonnées principales (PCO) de la matrice de similarités de Bray-Curtis de la densité des communautés de poissons échantillonnées aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.	53
Figure 34 : Analyse en coordonnées principales (PCO) de la matrice de similarités de Bray-Curtis de la densité des communautés de macroinvertébrés échantillonnées aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.	55
Figure 35 : Analyse en coordonnées principales (PCO) de la matrice des distances euclidiennes de l'habitat des stations échantillonnées aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.	56

Figure 36 : Photographies représentatives des différentes structures du récif barrière interne des atolls des récifs d'Entrecasteaux en 2021.	57
Figure 37 : Photographies représentatives des différentes structures de la pente externe des atolls des récifs d'Entrecasteaux en 2021.....	58
Figure 38 : Analyse de redondance (dbRDA) du modèle DistLM expliquant la variabilité des communautés de poissons en fonction des caractéristiques de l'habitat des récifs d'Entrecasteaux en 2021.	59
Figure 39 : Analyse de redondance (dbRDA) du modèle DistLM expliquant la variabilité des communautés de macroinvertébrés en fonction des caractéristiques de l'habitat des récifs d'Entrecasteaux en 2021.....	60
Figure 40 : Corrélations de Pearson du nombre d'espèce des familles de poissons au cours des trois suivis (2006, 2012 et 2021) réalisés pour vérifier le maintien l'intégrité des récifs d'Entrecasteaux. .	62
Figure 41 : Variations de la richesse spécifique par station des principales composantes des communautés de poissons des récifs d'Entrecasteaux entre 2006 et 2021, à partir de la liste de référence en annexe (cf. §11.1).	63
Figure 42 : Variations de la densité des principales composantes des communautés de poissons des récifs d'Entrecasteaux entre 2006 et 2021, à partir de la liste de référence en annexe (cf. §11.1).....	64
Figure 43 : Variations de la biomasse des principales composantes des communautés de poissons des récifs d'Entrecasteaux entre 2006 et 2021, à partir de la liste de référence en annexe (cf. §11.1). .	65
Figure 44 : Variations de la richesse spécifique par station, de la densité et de la biomasse des communautés de poissons des récifs d'Entrecasteaux entre 2012 et 2021.....	66
Figure 45 : Analyse canonique des coordonnées principales (CAP) de la structure des communautés de poissons des récifs d'Entrecasteaux en 2006, 2012 et 2021 sous la contrainte du facteur année.	68
Figure 46 : Corrélations de Pearson du nombre de taxons des groupes de macroinvertébrés épibenthiques cibles recensés au cours des trois suivis (2006, 2012 et 2021) pour vérifier le maintien l'intégrité des récifs d'Entrecasteaux.	70
Figure 47 : Variations de la richesse taxonomique par station des principales composantes des communautés de macroinvertébrés épibenthiques cibles entre 2006 et 2021 dans la zone d'étude.	71
Figure 48 : Variations de la densité des principales composantes des communautés de macroinvertébrés cibles entre 2006 et 2021 sur les récifs d'Entrecasteaux.	72
Figure 49 : Distribution de fréquence des tailles des bénitiers (<i>Tridacna</i> spp) en 2006, 2012 et 2021 sur les récifs d'Entrecasteaux.	73
Figure 50 : Variations de la richesse taxonomique par station des communautés de macroinvertébrés épibenthiques des récifs d'Entrecasteaux entre 2012 et 2021.....	74
Figure 51 : Variations de la densité des communautés de macroinvertébrés épibenthiques des récifs d'Entrecasteaux entre 2012 et 2021.	75

Figure 52 : Analyse canonique des coordonnées principales (CAP) de la structure des communautés de macroinvertébrés cibles des récifs d'Entrecasteaux en 2006, 2012 et 2021 sous la contrainte du facteur année.	76
Figure 53 : Evolution des caractéristiques de l'habitat entre 2006 et 2021 sur les récifs d'Entrecasteaux.....	78
Figure 54 : Analyse canonique des coordonnées principales (CAP) de la structure détaillée de l'habitat des récifs d'Entrecasteaux en 2006, 2012 et 2021 sous la contrainte du facteur année.....	79

10 Liste des tableaux

Tableau 1 : Positions et caractéristiques des stations échantillonnées sur les atolls d'Entrecasteaux en 2021.	13
Tableau 2 : Catégories de substrats (codes) retenues pour l'échantillonnage.....	14
Tableau 3 : Liste alphabétique des familles et des espèces de poissons échantillonnés aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.....	18
Tableau 4 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse moyennes des communautés de poissons sur les stations échantillonnées en 2021 sur les récifs d'Entrecasteaux.	22
Tableau 5 : Fréquence et densité des espèces macrobenthiques épigées échantillonnées aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.....	26
Tableau 6 : Richesse taxonomique par station et densité du macrobenthos épibenthique aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.	27
Tableau 7 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse moyennes des communautés de poissons sur les stations de pente externe échantillonnées aux récifs d'Entrecasteaux en 2021.	33
Tableau 8 : Richesse taxonomique par station et densité du macrobenthos épibenthique sur la pente externe des récifs d'Entrecasteaux en 2021.....	38
Tableau 9 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse moyennes des communautés de poissons sur les stations de récif barrière interne des récifs d'Entrecasteaux en 2021.	42
Tableau 10 : Richesse taxonomique par station et densité du macrobenthos épibenthique sur le récif barrière interne des récifs d'Entrecasteaux en 2021.....	46
Tableau 11 : Comparaison des caractéristiques de la pente externe et du récif barrière interne des récifs d'Entrecasteaux en 2021.	51
Tableau 12 : Richesse spécifique des familles de poissons échantillonnées sur les récifs d'Entrecasteaux en 2006, 2012 et 2021, à partir de la liste de référence en annexe (cf. §11.1).	61
Tableau 13 : Fréquence (nombre de station), abondance et taille des espèces emblématiques observées sur les 20 stations échantillonnées en 2006, 2012 et 2021 sur les récifs d'Entrecasteaux.	67
Tableau 14 : Principales espèces caractéristiques des assemblages de poissons des récifs d'Entrecasteaux en 2006, 2012 et 2021.....	69
Tableau 15 : Richesse taxonomique des groupes d'invertébrés échantillonnés en 2006, 2012 et 2021 sur les récifs d'Entrecasteaux.....	70
Tableau 16 : Principaux taxons caractéristiques des assemblages de macroinvertébrés cibles des récifs d'Entrecasteaux en 2006, 2012 et 2021.	77
Tableau 17 : Tableau de bord du statut des ressources dans la zone d'étude.....	81
Tableau 18 : Tableau de bords du statut de la biodiversité dans la zone d'étude.	82

11 Annexes

11.1 Référentiel poissons utilisé pour évaluer le maintien de l'intégrité du bien entre 2006 et 2021

ACANTHURIDAE	Acanthurus albipectoralis	CHAETODONTIDAE	Chaetodon bennetti
ACANTHURIDAE	Acanthurus blochii	CHAETODONTIDAE	Chaetodon citrinellus
ACANTHURIDAE	Acanthurus dussumieri	CHAETODONTIDAE	Chaetodon ephippium
ACANTHURIDAE	Acanthurus lineatus	CHAETODONTIDAE	Chaetodon flavirostris
ACANTHURIDAE	Acanthurus nigricans	CHAETODONTIDAE	Chaetodon kleinii
ACANTHURIDAE	Acanthurus nigricauda	CHAETODONTIDAE	Chaetodon lineolatus
ACANTHURIDAE	Acanthurus nigrofuscus	CHAETODONTIDAE	Chaetodon lunula
ACANTHURIDAE	Acanthurus olivaceus	CHAETODONTIDAE	Chaetodon lunulatus
ACANTHURIDAE	Acanthurus pyroferus	CHAETODONTIDAE	Chaetodon melannotus
ACANTHURIDAE	Acanthurus spp	CHAETODONTIDAE	Chaetodon mertensii
ACANTHURIDAE	Acanthurus thompsoni	CHAETODONTIDAE	Chaetodon ornatissimus
ACANTHURIDAE	Acanthurus triostegus	CHAETODONTIDAE	Chaetodon pelewensis
ACANTHURIDAE	Acanthurus xanthopterus	CHAETODONTIDAE	Chaetodon plebeius
ACANTHURIDAE	Ctenochaetus spp	CHAETODONTIDAE	Chaetodon rafflesii
ACANTHURIDAE	Naso annulatus	CHAETODONTIDAE	Chaetodon reticulatus
ACANTHURIDAE	Naso brachycentron	CHAETODONTIDAE	Chaetodon speculum
ACANTHURIDAE	Naso brevirostris	CHAETODONTIDAE	Chaetodon trifascialis
ACANTHURIDAE	Naso caesi	CHAETODONTIDAE	Chaetodon ulietensis
ACANTHURIDAE	Naso hexacanthus	CHAETODONTIDAE	Chaetodon unimaculatus
ACANTHURIDAE	Naso lituratus	CHAETODONTIDAE	Chaetodon vagabundus
ACANTHURIDAE	Naso spp	CHAETODONTIDAE	Forcipiger flavissimus
ACANTHURIDAE	Naso tonganus	CHAETODONTIDAE	Forcipiger longirostris
ACANTHURIDAE	Naso unicornis	CHAETODONTIDAE	Hemitaenichthys polylepis
ACANTHURIDAE	Naso vlamingii	CHAETODONTIDAE	Heniochus acuminatus
ACANTHURIDAE	Zebrasoma scopas	CHAETODONTIDAE	Heniochus chrysostomus
ACANTHURIDAE	Zebrasoma velifer	CHAETODONTIDAE	Heniochus monoceros
BALISTIDAE	Balistapus undulatus	CHAETODONTIDAE	Heniochus singularis
BALISTIDAE	Balistoides conspicillum	CHAETODONTIDAE	Heniochus varius
BALISTIDAE	Balistoides viridescens	DIODONTIDAE	Diodon hystrix
BALISTIDAE	Melichthys vidua	EPHIPPIDAE	Platax spp
BALISTIDAE	Rhinecanthus aculeatus	GOBIIDAE	Amblygobius phalaena
BALISTIDAE	Rhinecanthus rectangulus	GOBIIDAE	Nemateleotris magnifica
BALISTIDAE	Sufflamen bursa	HAEMULIDAE	Plectorhinchus chaetodonoides
BALISTIDAE	Sufflamen chrysopteron	HAEMULIDAE	Plectorhinchus picus
BLENNIIDAE	Ecsenius bicolor	HOLOCENTRIDAE	Myripristis spp
BLENNIIDAE	Meiacanthus atrodorsalis	HOLOCENTRIDAE	Neoniphon spp
CAESIONIDAE	Caesionidae spp	HOLOCENTRIDAE	Sargocentron caudimaculatum
CARANGIDAE	Carangoides ferdau	HOLOCENTRIDAE	Sargocentron spiniferum
CARANGIDAE	Carangoides fulvoguttatus	HOLOCENTRIDAE	Sargocentron spp
CARANGIDAE	Carangoides orthogrammus	KYPHOSIDAE	Kyphosus spp
CARANGIDAE	Caranx ignobilis	LABRIDAE	Bodianus axillaris
CARANGIDAE	Caranx lugubris	LABRIDAE	Bodianus loxozonus
CARANGIDAE	Caranx melampygus	LABRIDAE	Bodianus perditio
CARANGIDAE	Caranx papuensis	LABRIDAE	Bodianus spp
CARANGIDAE	Elagatis bipinnulata	LABRIDAE	Cheilinus chlorourus
CARANGIDAE	Gnathanodon speciosus	LABRIDAE	Cheilinus fasciatus
CARANGIDAE	Scomberoides lysan	LABRIDAE	Cheilinus trilobatus
CARCHARHINIDAE	Carcharhinus albimarginatus	LABRIDAE	Cheilinus undulatus
CARCHARHINIDAE	Carcharhinus amblyrhynchus	LABRIDAE	Coris aygula
CARCHARHINIDAE	Carcharhinus melanopterus	LABRIDAE	Coris gaimard
CARCHARHINIDAE	Triaenodon obesus	LABRIDAE	Gomphosus varius
CHAETODONTIDAE	Chaetodon auriga	LABRIDAE	Halichoeres hortulanus
CHAETODONTIDAE	Chaetodon baronessa	LABRIDAE	Halichoeres margaritaceus

LABRIDAE	Halichoeres trimaculatus	POMACENTRIDAE	Chrysiptera rollandi
LABRIDAE	Hemigymnus fasciatus	POMACENTRIDAE	Chrysiptera taupou
LABRIDAE	Hemigymnus melapterus	POMACENTRIDAE	Dascyllus aruanus
LABRIDAE	Labroides dimidiatus	POMACENTRIDAE	Dascyllus reticulatus
LABRIDAE	Novaculichthys taeniourus	POMACENTRIDAE	Dascyllus trimaculatus
LABRIDAE	Stethojulis bandanensis	POMACENTRIDAE	Neopomacentrus azysron
LABRIDAE	Stethojulis strigiventer	POMACENTRIDAE	Neopomacentrus violascens
LABRIDAE	Thalassoma amblycephalum	POMACENTRIDAE	Pomacentrus coelestis
LABRIDAE	Thalassoma hardwicke	POMACENTRIDAE	Pomacentrus moluccensis
LABRIDAE	Thalassoma lunare	POMACENTRIDAE	Stegastes spp
LABRIDAE	Thalassoma lutescens	SCARIDAE	Bolbometopon muricatum
LABRIDAE	Thalassoma nigrofasciatum	SCARIDAE	Cetoscarus ocellatus
LABRIDAE	Thalassoma purpureum	SCARIDAE	Chlorurus frontalis
LABRIDAE	Thalassoma quinquevittatum	SCARIDAE	Chlorurus microrhinos
LETHRINIDAE	Gnathodentex aureolineatus	SCARIDAE	Chlorurus sordidus
LETHRINIDAE	Gymnocranius euanus	SCARIDAE	Hipposcarus longiceps
LETHRINIDAE	Gymnocranius sp nov	SCARIDAE	Scarus altipinnis
LETHRINIDAE	Lethrinus atkinsoni	SCARIDAE	Scarus chameleon
LETHRINIDAE	Lethrinus erythracanthus	SCARIDAE	Scarus flavipectoralis
LETHRINIDAE	Lethrinus nebulosus	SCARIDAE	Scarus forsteni
LETHRINIDAE	Lethrinus olivaceus	SCARIDAE	Scarus frenatus
LETHRINIDAE	Lethrinus spp	SCARIDAE	Scarus ghobban
LETHRINIDAE	Lethrinus xanthochilus	SCARIDAE	Scarus globiceps
LETHRINIDAE	Monotaxis grandoculis	SCARIDAE	Scarus longipinnis
LETHRINIDAE	Monotaxis spp	SCARIDAE	Scarus niger
LUTJANIDAE	Aphareus furca	SCARIDAE	Scarus oviceps
LUTJANIDAE	Aphareus rutilans	SCARIDAE	Scarus psittacus
LUTJANIDAE	Aprion virescens	SCARIDAE	Scarus rubroviolaceus
LUTJANIDAE	Lutjanus bohar	SCARIDAE	Scarus schlegeli
LUTJANIDAE	Lutjanus fulvus	SCARIDAE	Scarus spinus
LUTJANIDAE	Lutjanus gibbus	SCARIDAE	Scarus spp
LUTJANIDAE	Lutjanus kasmira	SCOMBRIDAE	Euthynnus affinis
LUTJANIDAE	Lutjanus monostigma	SCOMBRIDAE	Gymnosarda unicolor
LUTJANIDAE	Lutjanus quinquelineatus	SERRANIDAE	Anthias et Pseudanthias spp
LUTJANIDAE	Lutjanus rivulatus	SERRANIDAE	Anyperodon leucogrammicus
LUTJANIDAE	Lutjanus spp	SERRANIDAE	Cephalopholis argus
LUTJANIDAE	Macolor macularis	SERRANIDAE	Cephalopholis leopardus
LUTJANIDAE	Macolor niger	SERRANIDAE	Cephalopholis spp
MICRODESMIDAE	Ptereleotris microlepis	SERRANIDAE	Cephalopholis urodeta
MONACANTHIDAE	Oxymonacanthus longirostris	SERRANIDAE	Epinephelus coeruleopunctatus
MULLIDAE	Mulloidichthys flavolineatus	SERRANIDAE	Epinephelus cyanopodus
MULLIDAE	Mulloidichthys vanicolensis	SERRANIDAE	Epinephelus fuscoguttatus
MULLIDAE	Parupeneus barberinus	SERRANIDAE	Epinephelus hexagonatus
MULLIDAE	Parupeneus crassilabris	SERRANIDAE	Epinephelus lanceolatus
MULLIDAE	Parupeneus cyclostomus	SERRANIDAE	Epinephelus maculatus
MULLIDAE	Parupeneus multifasciatus	SERRANIDAE	Epinephelus marginalis
MULLIDAE	Parupeneus pleurostigma	SERRANIDAE	Epinephelus merra
MYLIOBATIDAE	Aetobatus narinari	SERRANIDAE	Epinephelus polyphkadion
NEMIPTERIDAE	Scolopsis bilineata	SERRANIDAE	Plectropomus laevis
NEMIPTERIDAE	Scolopsis trilineata	SERRANIDAE	Plectropomus leopardus
OSTRACIIDAE	Ostracion cubicus	SERRANIDAE	Plectropomus spp
OSTRACIIDAE	Ostracion meleagris	SERRANIDAE	Variola louti
POMACANTHIDAE	Centropyge bicolor	SIGANIDAE	Siganus argenteus
POMACANTHIDAE	Centropyge bispinosa	SIGANIDAE	Siganus punctatus
POMACANTHIDAE	Centropyge flavissima	SIGANIDAE	Siganus spp
POMACANTHIDAE	Centropyge heraldi	TETRAODONTIDAE	Arothron mappa
POMACANTHIDAE	Centropyge loricula	TETRAODONTIDAE	Arothron meleagris
POMACANTHIDAE	Centropyge tibicen	TETRAODONTIDAE	Arothron nigropunctatus
POMACANTHIDAE	Pomacanthus imperator	TETRAODONTIDAE	Canthigaster spp
POMACANTHIDAE	Pygoplites diacanthus	TETRAODONTIDAE	Canthigaster valentini
POMACENTRIDAE	Abudefduf spp	ZANCLIDAE	Zanclus cornutus
POMACENTRIDAE	Chromis atripectoralis_viridis		

11.2 Référentiel invertébrés utilisé pour évaluer le maintien de l'intégrité du bien entre 2006 et 2021

Astéride	<i>Acanthaster cf solaris</i>	Crustacé	<i>Panulirus spp</i>
Astéride	<i>Astérides indéterminées</i>	Crustacé	<i>Panulirus versicolor</i>
Astéride	<i>Celerina heffernani</i>	Crustacé	<i>Stenopus hispidus</i>
Astéride	<i>Culcita novaeguineae</i>	Crustacé	<i>Trapezia rufopunctata</i>
Astéride	<i>Disasterina abnormalis</i>	Crustacé	<i>Trapezia spp</i>
Astéride	<i>Echinaster callosus</i>	Echinide	<i>Diadema savignyi</i>
Astéride	<i>Echinaster luzonicus</i>	Echinide	<i>Diadema setosum</i>
Astéride	<i>Echinaster varicolor</i>	Echinide	<i>Echinides indéterminés</i>
Astéride	<i>Euretaster insignis</i>	Echinide	<i>Echinometra mathaei</i>
Astéride	<i>Fromia indica</i>	Echinide	<i>Echinometra spp</i>
Astéride	<i>Fromia milleporella</i>	Echinide	<i>Echinostrephus aciculatus</i>
Astéride	<i>Fromia monilis</i>	Echinide	<i>Echinostrephus spp</i>
Astéride	<i>Fromia nodosa</i>	Echinide	<i>Echinothrix calamaris</i>
Astéride	<i>Fromia pacifica</i>	Echinide	<i>Echinothrix diadema</i>
Astéride	<i>Gomophia egyptiaca</i>	Echinide	<i>Echinothrix spp</i>
Astéride	<i>Gomophia watsoni</i>	Echinide	<i>Heterocentrotus mamillatus</i>
Astéride	<i>Linckia guildingi</i>	Echinide	<i>Heterocentrotus spp</i>
Astéride	<i>Linckia laevigata</i>	Echinide	<i>Heterocentrotus trigonarius</i>
Astéride	<i>Linckia multifora</i>	Echinide	<i>Mespilia globulus</i>
Astéride	<i>Mithrodia clavigera</i>	Echinide	<i>Parasalenia gratiosa</i>
Astéride	<i>Nardoa gomophia</i>	Echinide	<i>Phyllacanthus imperialis</i>
Astéride	<i>Nardoa novaecaledoniae</i>	Echinide	<i>Pseudechinus grossularia</i>
Astéride	<i>Neoferdina cumingi</i>	Echinide	<i>Tripneustes gratilla</i>
Astéride	<i>Protoreaster nodosus</i>	Gastéropode	<i>Bursa spp</i>
Bivalve	<i>Hippopus hippopus</i>	Gastéropode	<i>Charonia tritonis</i>
Bivalve	<i>Pedum spondyloideum</i>	Gastéropode	<i>Conus spp</i>
Bivalve	<i>Pinctada spp</i>	Gastéropode	<i>Lambis lambis</i>
Bivalve	<i>Spondylus spp</i>	Gastéropode	<i>Lambis truncata</i>
Bivalve	<i>Spondylus spp</i>	Gastéropode	<i>Murex spp</i>
Bivalve	<i>Tridacna crocea</i>	Gastéropode	<i>Rochia nilotica</i>
Bivalve	<i>Tridacna derasa</i>	Holothuride	<i>Actinopyga albonigra</i>
Bivalve	<i>Tridacna maxima</i>	Holothuride	<i>Actinopyga echinites</i>
Bivalve	<i>Tridacna spp</i>	Holothuride	<i>Actinopyga lecanora</i>
Bivalve	<i>Tridacna squamosa</i>	Holothuride	<i>Actinopyga mauritiana</i>
Crinoïde	<i>Crinoïdes indéterminées</i>	Holothuride	<i>Actinopyga miliaris</i>
Crustacé	<i>Alpheus spp</i>	Holothuride	<i>Actinopyga palauensis</i>
Crustacé	<i>Brachyours indéterminés</i>	Holothuride	<i>Actinopyga spina</i>
Crustacé	<i>Odontodactylus scyllarus</i>	Holothuride	<i>Bohadschia argus</i>
Crustacé	<i>Panulirus longipes bispinosus</i>	Holothuride	<i>Bohadschia vitiensis</i>
Crustacé	<i>Panulirus ornatus</i>	Holothuride	<i>Euapta godeffroyi</i>
Crustacé	<i>Panulirus penicillatus</i>	Holothuride	<i>Holothuria atra</i>

Holothuride *Holothuria coluber*
Holothuride *Holothuria edulis*
Holothuride *Holothuria flavomaculata*
Holothuride *Holothuria fuscogilva*
Holothuride *Holothuria fuscopunctata*
Holothuride *Holothuria lessoni*
Holothuride *Holothuria nobilis*
Holothuride *Holothuria pervicax*
Holothuride *Holothuria scabra*
Holothuride *Holothuria whitmaei*
Holothuride *Holothurides indéterminées*
Holothuride *Opheodesoma australiensis*
Holothuride *Pearsonothuria graeffei*
Holothuride *Polypsectana kefersteini*
Holothuride *Stichopus chloronotus*
Holothuride *Stichopus herrmanni*
Holothuride *Stichopus horrens*
Holothuride *Synapta maculata*
Holothuride *Synaptidae indéterminés*
Holothuride *Thelenota ananas*
Holothuride *Thelenota anax*
Nudibranche *Ardeadoris rubroannulata*
Nudibranche *Carminodoris estrelyado*
Nudibranche *Chelidonura hirundinina*
Nudibranche *Chelidonura inornata*
Nudibranche *Chelidonura spp*
Nudibranche *Chelidonura varians*
Nudibranche *Chromodoris elisabethina*
Nudibranche *Chromodoris leopardus*
Nudibranche *Chromodoris lochi*
Nudibranche *Chromodoris spp*
Nudibranche *Coriocella nigra*
Nudibranche *Flabellina bicolor*
Nudibranche *Flabellina exoptata*
Nudibranche *Flabellina rubrolineata*
Nudibranche *Flabellina spp*
Nudibranche *Glossodoris atromarginata*
Nudibranche *Glossodoris cincta*
Nudibranche *Glossodoris rufomarginata*

Nudibranche *Goniobranchus geometricus*
Nudibranche *Goniobranchus kuniei*
Nudibranche *Gymnodoris plebeia*
Nudibranche *Halgerda aurantiomaculata*
Nudibranche *Halgerda brunneomaculata*
Nudibranche *Halgerda cf willeyi*
Nudibranche *Halgerda johnsonorum*
Nudibranche *Halgerda spp*
Nudibranche *Halgerda tessellata*
Nudibranche *Hexabranthus sanguineus*
Nudibranche *Hypselodoris imperialis*
Nudibranche *Hypselodoris spp*
Nudibranche *Hypselodoris tryoni*
Nudibranche *Janolus spp*
Nudibranche *Martadoris limaciformis*
Nudibranche *Mexichromis pusilla*
Nudibranche *Micromelo undatus*
Nudibranche *Nudibranches indéterminés*
Nudibranche *Philinopsis gardineri*
Nudibranche *Philinopsis speciosa*
Nudibranche *Phyllidia carlsonhoffi*
Nudibranche *Phyllidia coelestis*
Nudibranche *Phyllidia elegans*
Nudibranche *Phyllidia ocellata*
Nudibranche *Phyllidia picta*
Nudibranche *Phyllidia spp*
Nudibranche *Phyllidia varicosa*
Nudibranche *Phyllidiella cooraburrama*
Nudibranche *Phyllidiella lizae*
Nudibranche *Phyllidiella pustulosa*
Nudibranche *Pteraeolidia ianthina*
Nudibranche *Pteraeolidia spp*
Nudibranche *Roboastra arika*
Nudibranche *Roboastra luteolineata*
Nudibranche *Samia bicolor*
Nudibranche *Tambja morosa*
Nudibranche *Tambja victoriae*
Ophiure *Ophiures indéterminées*