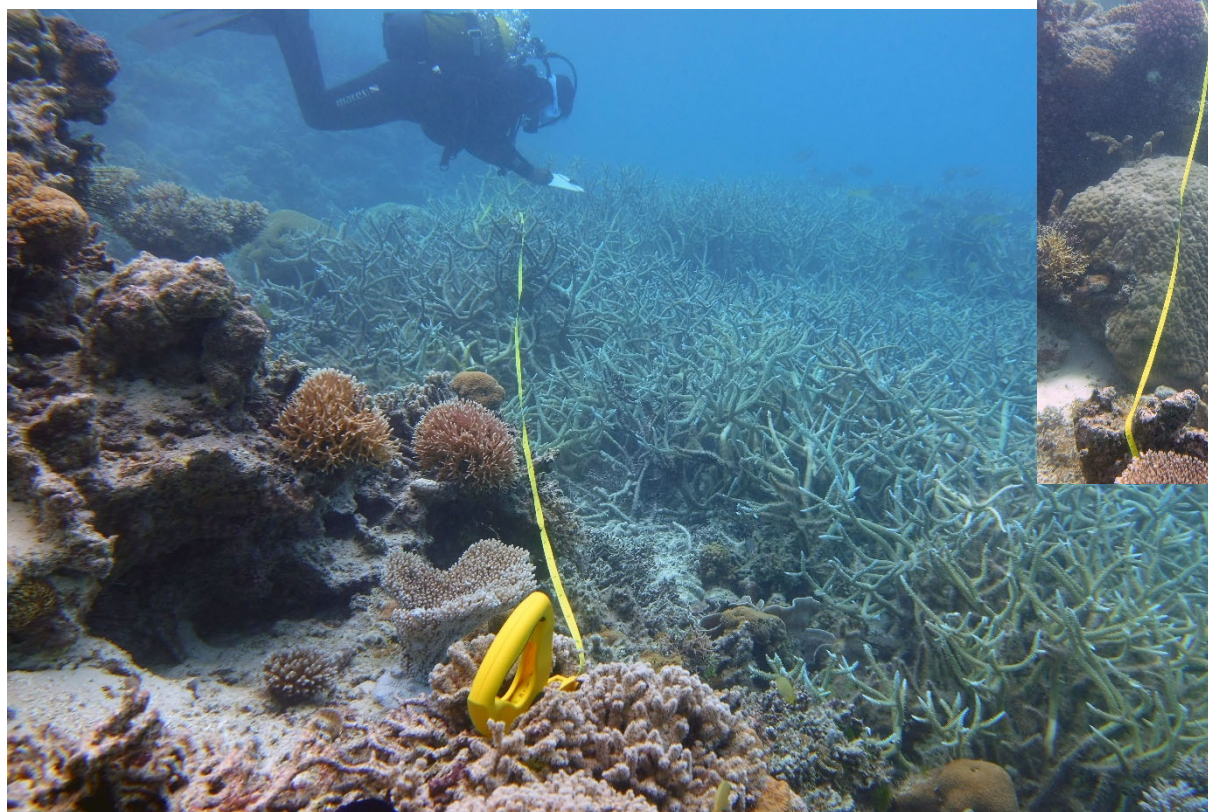
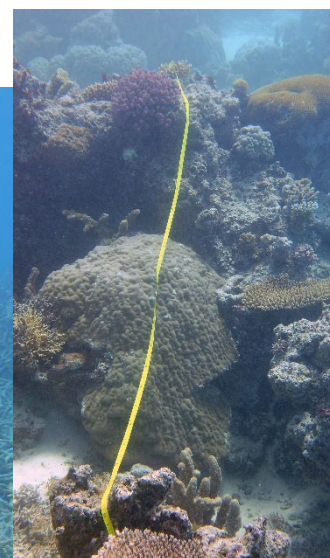


Communautés biologiques et habitats coralliens de l'Île des Pins



- État des lieux 2023 -
- Maintien de l'intégrité -



Laurent Wantiez, Philippe Frolla, Daisy Goroparawa

2024

Dr Laurent Wantiez - UNC – BP R4 – 98851 Nouméa Cedex
Tel 290 280 – Email : laurent.wantiez@unc.nc

Ce rapport doit être cité de la façon suivante :

Wantiez L, Frolla P, Goroparawa D (2024). Communautés biologiques et habitats coralliens de l'Île des Pins. Etat des lieux 20223. Maintien de l'intégrité. Province Sud de la Nouvelle-Calédonie, Université de la Nouvelle-Calédonie. 79 pages.

Les données et les résultats de ce rapport ne peuvent être utilisées pour une publication scientifique sans l'autorisation de l'UNC (Laurent Wantiez).

Crédits photos : Laurent Wantiez

1 Sommaire

1	Sommaire	3
2	Résumé.....	5
3	Introduction.....	8
4	Matériel et méthodes.....	9
4.1	Stratégie d'échantillonnage	9
4.2	Techniques d'échantillonnage	9
4.2.1	Habitat.....	9
4.2.2	Macrobenthos	12
4.2.1	Poissons.....	12
4.3	Traitement des données	13
4.3.1	Etat des lieux en 2023	13
4.3.2	Protocole de vérification du maintien de l'intégrité du bien.....	14
4.4	Tableaux de bord.....	14
5	Etat des lieux en 2023	15
5.1	Caractéristiques écologiques générales.....	15
5.1.1	Caractéristiques des communautés de poissons	15
5.1.1.1	Richesse et composition spécifique	15
5.1.1.2	Richesse spécifique par station, densité et biomasse	19
5.1.2	Caractéristiques du macrobenthos épigé	23
5.1.3	Caractéristiques de l'habitat corallien	28
5.2	Organisation spatiale des communautés biologiques et de l'habitat.....	29
5.2.1	Structure des assemblages de poissons.....	29
5.2.2	Structure des assemblages de macroinvertébrés	32
5.2.3	Structure de l'habitat corallien	33
5.2.4	Relations entre la structure des communautés biologiques, le type de récif et l'habitat corallien.....	38
5.2.4.1	Relations entre les communautés de poissons et l'habitat	38
5.2.4.2	Relations entre les macroinvertébrés et l'habitat.....	39

5.2.4.3	Relations entre les communautés de poissons et de macroinvertébrés en fonction de l'habitat	41
6	Maintien de l'intégrité du bien entre 2006 et 2022/23	42
6.1.1	Communautés de poissons	42
6.1.1.1	Caractéristiques générales	42
6.1.1.2	Espèces emblématiques	52
6.1.1.3	Structure des peuplements	52
6.1.1	Macroinvertébrés benthiques.....	53
6.1.1.1	Caractéristiques générales	53
6.1.1.2	Bénitiers.....	61
6.1.1.1	Structure des peuplements	62
6.1.2	Habitat.....	63
6.1.2.1	Caractéristiques générales	63
6.1.2.2	Structure de l'habitat	64
7	Bilan et conclusions	65
7.1	Etat des lieux en 2023	65
7.2	Maintien de l'intégrité	66
8	Références bibliographiques.....	69
9	Liste des figures	71
10	Liste des tableaux	74
11	Annexe : référentiel poissons utilisé pour évaluer le maintien de l'intégrité du bien entre 2006 et 2014.....	75
12	Annexe : référentiel invertébré utilisé pour évaluer le maintien de l'intégrité du bien entre 2006 et 2014.....	79

2 Résumé

L'objectif de cette étude, engagée par la province Sud de la Nouvelle-Calédonie et l'UNC, est de réaliser un bilan de santé en 2023 des récifs coralliens de l'Île des Pins 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 2023

Caractéristiques générales

- Poissons :
 - 260 espèces, 43 familles, 68.5 espèces/station, 3.12 poissons/m², 231.8 g/m².
 - La diversité est faible, la densité importante et la biomasse moyenne pour la Nouvelle-Calédonie.
 - Les Chaetodontidae sont présents sur toutes les stations et très abondant (densité maximale pour la Nouvelle-Calédonie).
 - Des tailles matures sont observées pour toutes les espèces commerciales qui présentent une biomasse moyenne pour la Nouvelle-Calédonie.
 - Peu d'espèces emblématiques ont été recensées : requins (2 espèces, 4 individus), napoléons (3 individus, 36, 44 et 60 cm).
 - Les niveaux de population sont satisfaisants pour des récifs non protégés de Nouvelle-Calédonie en raison de la productivité de la zone et d'un impact anthropique limité.
- Macroinvertébrés benthiques :
 - 114 taxons, 26.8 taxons/station, 209.1 individus/250 m².
 - La diversité et la densité sont moyennes pour la Nouvelle-Calédonie.
 - Les mollusques commerciaux sont présents sur 82% des stations.
 - La densité des bécards est élevée (4.23 individus/250 m²) mais cette valeur est faible pour la Nouvelle-Calédonie. Leur taille moyenne est moyenne (15 cm) en raison d'un recrutement favorable (petits individus). Des individus adultes sont observés pour chaque espèce (45 spécimens > 20 cm), dont 3 gros spécimens de 40 cm et plus.
 - Les trocas, dont l'habitat préférentiel n'a pas été échantillonné, sont rares mais de grande taille (13.8 cm en moyenne). Ces résultats montrent que cette espèce est probablement relativement fréquente dans son habitat.
 - 10 espèces d'holothuries sont présentes, dont 2 à forte valeur commerciale et 4 à valeur commerciale moyenne.
 - Les caractéristiques des communautés macrobenthiques de l'Île des Pins sont conformes aux types de formations échantillonnées subissant une pression anthropique limitée. Elles rendent compte de communautés en bonne santé où les espèces commerciales sont présentes, mais l'impact lié à la pêche est décelable.
- Habitat :
 - L'habitat est très diversifié. La composante vivante (45%) est majoritairement corallienne (43% du substrat vivant). Ces communautés coralliennes sont diversifiées et développées. Les *Acropora* branchus dominent devant le corail encroûtant. Les macroalgues sont également bien représentées (37% du substrat vivant) conformément à l'influence subtropicale du site.
 - La composante non vivante (55%) est principalement constituée de dalle corallienne (37% du substrat non vivant) et, dans une moindre mesure, de débris (28% du substrat non vivant) et de sable (27% du substrat non vivant).

- L'habitat corallien des récifs de l'Île des Pins est très diversifié et sa composante vivante est bien développée. Il ne présente aucun signe de dégradation majeure. Les formations coralliennes sont en bonne santé.

Structure des communautés biologiques et de l'habitat des récifs lagunaires

Les peuplements de poissons de l'Île des Pins s'organisent en 3 assemblages selon un gradient nord-sud et la nature des formations coralliennes : une communauté « nord/sable-débris-dalle », une communauté « nord/corail-algues calcaires » et une communauté « sud-côtier-algues molles ». Cette organisation est naturelle. Aucun impact anthropique ne vient modifier cette organisation structurelle.

Les communautés de macroinvertébrés épibenthiques de l'Île des Pins s'organisent en 3 assemblages relativement similaires selon l'importance des coraux, des algues molles et de la composante non-vivante de l'habitat (sable-débris-dalle). Cette organisation est naturelle. Aucun impact anthropique ne vient modifier ces structures.

L'habitat corallien de l'Île des Pins s'organise en deux ensembles, selon un gradient nord-sud, et 3 stations spécifiques. Le premier type localisé au nord est caractérisé par les coraux tandis que le type localisé à l'ouest se distingue par l'importance des algues molles. Les 3 stations particulières se différencient respectivement par l'abondance des *Acropora* branchus, des coraux encroûtants et des assemblages d'algues.

Il y a un lien important entre les communautés biologiques et l'habitat qui explique 74.2% de la variabilité des communautés pour les poissons et 73.6% pour les macroinvertébrés. Il y a également un lien, moins important, entre la structure des communautés de poissons et celle des macroinvertébrés. La variation conjointe représente 22% de la variation totale des poissons et 41% de celle des macroinvertébrés. Ces communautés sont donc liées aux caractéristiques de l'habitat selon des modalités partiellement similaires.

Intégrité du bien

L'évaluation du maintien de l'intégrité du bien a été faite à deux niveaux, des listes de référence ayant été utilisées en 2006. Les indices globaux pouvant être calculés à partir de la liste de référence sont comparés depuis 2006 tandis que l'analyse des métriques impliquant l'ensemble des espèces a été réalisée entre 2014 et 2023. En raison des problèmes survenus lors de l'échantillonnage de 2023, le maintien de l'intégrité du bien est représentatif des formations de récifs internes situées au nord et à l'ouest du complexe récifo-lagonaire.

Les évolutions observées sont naturelles et montrent une relative stabilité de l'état de santé, ce qui souligne un maintien du niveau d'impact anthropique et l'absence de perturbations environnementales majeures pendant la période.

Les communautés de poissons se caractérisent par une stabilité de la richesse spécifique par station et un développement des populations marqué par une augmentation de la densité et de la biomasse entre 2006 et 2023. Au niveau structurel les communautés de poissons ont plus évolué entre 2006 et 2014 qu'entre 2014 et 2023.

Les communautés de macroinvertébrés se caractérisent également par une stabilité entre 2006 et 2023, à l'exception des populations de crustacés qui se sont développées en 2023. Toutefois, les populations de bédouilles sont en régression avec une diminution de la densité (non significative) et de la taille moyenne (significative). La structure des communautés de macroinvertébrés ont également évolué naturellement entre 2014 et 2023.

L'habitat n'a pas évolué significativement entre 2006 et 2023. Ses caractéristiques sont restées globalement et structurellement stables dans le temps et aucun impact significatif n'est détecté depuis 2006.

Les tableaux de bord ressources et biodiversité confirment les résultats des analyses approfondies. Les ressources en poissons sont encore préservées et ne présentent pas de signe d'impact anthropique majeur significatif dans la zone d'étude, à l'exception des Lethrinidae. Ces derniers sont des espèces lagunaires qui ne sont pas strictement inféodées aux récifs coralliens et qui sont principalement impactées par la pêche à la ligne. Le tableau de bord biodiversité indique un bon état de santé. Toutefois, les indicateurs « espèces emblématiques » sont moyens. Ce résultat pourrait être en partie lié au non échantillonnage des pentes océaniques en 2023, où ces espèces sont généralement plus fréquentes. Par conséquent, la stabilité des communautés est vérifiée.

Synthèse ressources	Poisson →	Bon statut Communautés peu impactées sauf les Lethrinidae
Synthèse biodiversité	→	Communautés en bonne santé Espèces emblématiques rares

En conclusion, le bilan de santé réalisé en 2023 fait état de récifs coralliens lagunaires en bonne santé au nord et à l'ouest de l'Île des Pins. Il n'y a pas d'impact anthropique significatif majeur décelable. L'intégrité s'est maintenue depuis 2006 et les caractéristiques de l'Île des Pins sont restées globalement stables. Il est raisonnable de penser que les formations qui n'ont pas pu être étudiées (pente océanique et récifs est) en 2023 sont également restées dans un état stable car elles sont moins exposées aux pressions et aucun témoignage de la population ne fait état de dégradation majeure.

3 Introduction

La province Sud de la Nouvelle-Calédonie a engagé un état des lieux des récifs coralliens de l'Île des Pins, élément du bien inscrit au Patrimoine Mondial de l'UNESCO. Cet état des lieux est réalisé dans le cadre du suivi de l'intégrité du bien demandé par l'UNESCO. Ce bilan de santé fait suite à l'état initial de 2006 [1], base sur laquelle la valeur patrimoniale de l'Île des Pins a été reconnue par l'UNESCO, et à la première évaluation du maintien de l'intégrité de 2014 [2].

La réalisation de l'état des lieux écologique a été confiée à l'Université de la Nouvelle-Calédonie. Il 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 et habitat) (ingénieur écologue), Daisy Goroparawa (macroinvertébrés et habitat) (EGLE SARL) et Laurent Wantiez (poissons et habitat) (Université de la Nouvelle-Calédonie). 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 septembre 2023. 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 pour le suivi du patrimoine mondial [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 de l'UNESCO. Elle permet d'obtenir une image satisfaisante de la diversité de l'écosystème corallien à partir d'un effort d'échantillonnage limité [4]. Les vingt-cinq stations étudiées en 2014 devaient être échantillonnées en 2023. Vingt-deux de ces stations avaient déjà été échantillonnées en 2006 et 3 supplémentaires qui n'avaient pas pu être étudiées en 2006 [2].

En 2023, la mission d'échantillonnage a été réalisée du 11 au 22 septembre. Le moyen navigant affrété était le catamaran *Nirvana* dont la vitesse de déplacement est de 6.5 nœuds. Les conditions météorologiques sont restées très défavorables pendant toute la durée de la mission. Au terme de la mission uniquement 10 stations du réseau initial ont pu être étudiées. Les stations situées à l'est et au sud de l'île ont été inaccessibles, notamment 9 des 10 stations de pente océanique. Sept nouvelles stations ont été échantillonnées pour pallier l'inaccessibilité à certains sites. Toutefois, ces stations ne remplacent pas celles qui n'ont pas pu être étudiées. Ces résultats montrent l'absolue nécessité d'avoir des moyens navigants adaptés dans le cadre des suivis du patrimoine mondial, comme l'Amborella (utilisé en 2014), pour pouvoir travailler quand les conditions deviennent difficiles et que la zone d'étude est étendue, ce qui est généralement le cas dans le cadre du patrimoine mondial.

Après une présentation de la stratégie et des techniques d'échantillonnage, les caractéristiques des communautés biologiques et de l'habitat corallien en 2023 sont décrites. La structure spatiale est analysée et les liens avec les caractéristiques environnementales sont identifiés. Une analyse de l'évolution du bien entre 2006 et 2023 est ensuite réalisée. Un bilan sur le maintien de l'intégrité du bien 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 appartient à une des composantes de la zone 1 identifiée dans la demande d'inscription au Patrimoine Mondial de l'Humanité [5]. Cette zone a été divisée en deux sous-unités. L'intégrité du bien a déjà été vérifiée dans la Corne Sud [6]. Cette étude concerne l'île des Pins qui est une des composantes de la partie est. L'autre composante, la réserve Merlet, a déjà été traitée [7].

L'effort d'échantillonnage a été déterminé par les moyens disponibles et le réseau de suivi. La mission d'échantillonnage a été réalisée du 11 au 22 septembre 2023, à partir du catamaran à voile Nirvana, affrété pour l'opération, dont la vitesse de déplacement est limitée à 6.5 nœuds. Les conditions météorologiques sont restées défavorables pendant toute la durée de la mission, avec notamment un alizé qui n'a jamais été inférieur à 20 nœuds et une houle dont la longueur d'onde a toujours été supérieure à 10 s. Un avis de vent fort a été émis par Météo France pendant une partie de la mission (alizé de plus de 30 nœuds avec des rafales à plus de 40 nœuds). Ces mauvaises conditions météorologiques sur une période aussi longue sont un phénomène rare. Le moyen navigant ne permettait pas de se déplacer rapidement pour trouver une zone accessible et sécurisée. Il a donc fallu faire des choix stratégiques de zone chaque jour. Au terme de la mission, 17 stations ont été étudiées (Figure 1 ; Tableau 1) :

- Dix stations du réseau initial, qui avaient déjà été échantillonnées en 2006 et 2014 (●).
- Quinze stations du réseau initial n'ont pas été accessibles, notamment toutes les stations situées à l'est et au sud de l'île, et 9 des 10 stations de pente océanique (●).
- Sept nouvelles stations ont été échantillonnées pour pallier l'inaccessibilité à certains sites (●). Toutefois, ces stations ne remplacent pas celles qui n'ont pas pu être étudiées. Elles ne figurent pas dans un environnement analogue et ont été positionnées uniquement sur des sites qui étaient accessibles compte tenu des conditions météorologiques. Elles sont toutes sur des récifs lagunaires à l'ouest de l'île.

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 non vivantes, et selon le groupe biologique et la forme des colonies, pour les parties vivantes (Tableau 2). Le plongeur note le pourcentage de couverture de chaque classe rencontrée le long du transect selon la méthode du 'Line Intercept Transect' [8].

Tableau 1 : Positions et caractéristiques des stations échantillonnées à l’île des Pins en 2023.

Les positions sont données en coordonnées WGS84. PO : pente océanique ; RL : récif lagunaire ; x : indique si la station a été échantillonnée lors des suivis précédents. Les stations du réseau qui n’ont pas pu être échantillonnées en raison des conditions météorologiques sont en rouge. Les « nouvelles » stations sont en bleu.

Station	Latitude	Longitude	Date	Prof	Type	2006	2014
IDP.01	-22.54573	167.20052	29/09/23	5	PO	x	x
IDP.02	-22.55242	167.21317	-	3.5	PO		x
IDP.03	-22.54602	167.21017	-	5	RL	x	x
IDP.05	-22.49950	167.25765	-	5	PO	x	x
IDP.05B	-22.50100	167.25982	16/09/23	5	RL		
IDP.06	-22.48572	167.28108	16.06/23	3	RL	x	x
IDP.07	-22.48580	167.28638	16/09/23	5	RL	x	x
IDP.09	-22.51462	167.32388	-	5	RL	x	x
IDP.09B	-22.51699	167.32161	15/09/23	4	RL		
IDP.12	-22.52673	167.41053	15/09/23	3	RL	x	x
IDP.13	-22.53930	167.45613	-	5	RL	x	x
IDP.15	-22.51545	167.47390	-	5	PO	x	x
IDP.22	-22.58718	167.31485	13/09/23	5	RL	x	x
IDP.23	-22.61582	167.34737	13/09/23	3	RL	x	x
IDP.24	-22.61280	167.34758	13/09/23	4	RL	x	x
IDP.26	-22.58690	167.36335	15/09/23	5	RL	x	x
IDP.29	-22.65562	167.38877	-	2	RL	x	x
IDP.29B	-22.64782	167.38933	14/09/23	5	RL		
IDP.30	-22.66603	167.44717	14/09/23	2	RL	x	x
IDP.31	-22.71573	167.41187	-	9	PO	x	x
IDP.39	-22.74293	167.5462	-	8	PO		x
IDP.41	-22.72337	167.58867	-	6	PO	x	x
IDP.42	-22.72325	167.58008	18/09/23	3	RL	x	x
IDP.45	-22.67617	167.56163	-	4	PO	x	x
IDP.47	-22.64627	167.55648	-	3.5	RL	x	x
IDP.48	-22.64007	167.56370	-	5	PO	x	x
IDP.49B	-22.65293	167.55942	-	2	RL		x
IDP.52	-22.70930	167.57087	-	6	PO	x	x
IDP.53	-22.513296	167.384771	17/09/23	2.5	RL		
IDP.54	-22.706943	167.451491	19/09/23	10	RL		
IDP.55	-22.703223	167.463686	19/09/23	3	RL		
IDP.56	-22.703578	167.455371	19/09/23	8	RL		

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

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)		Corail massif et encroûtant (CME)
Submassif (ACS)		Corail submassif (CS)
Digité (ACD)	Branches en forme de doigts	Corail submassif (CS)
Tabulaire (ACT)	Branches aplaties horizontalement	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)		Corail massif et encroûtant (CME)
Foliaire (CF)	Corail en forme de feuille	Corail branchu tabulaire et foliaire (CBTF)
Massif (CM)		Corail massif et encroûtant (CME)
Submassif (CS)		Corail submassif (CS)
<i>Fungia</i> (CMR)	Corail solitaire	Autres organismes (OT)
<i>Millepora</i> (CME)	Corail de feu	Autres organismes (OT)
Corail mou (SC)		Corail mou (SC)
Eponges (SP)		Autres organismes (OT)
Zoanthaires (ZO)		Autres organismes (OT)
Autres (OT)	Anémones, Gorgones, Bénéitiers, etc.	Autres organismes (OT)
Algues et phanérogames		
Assemblages (AA)		Macroalgues et autres végétaux (MAAV)
Calcaire (CA)	Algues calcaires encroûtantes	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	Sable (S)
Débris (R)	Particules > 2 cm	Débris (R)
Vase (SI)		Vase (SI)
Eau (WA)		Eau (WA)
Dalle et blocs (RCK)	Crevasse de plus de 50 cm de large	Dalle et blocs (RCK)

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 de 50 m. La faune macrobenthique 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 bënëitiers.

4.2.1 Poissons

Les poissons coralliens ont été échantillonnés selon la méthode des transects à largeur variable ou « Distance Sampling » [9]. Deux plongeurs se répartissent les espèces à échantillonner. Ils progressent le long du transect et comptent les poissons qu'ils voient de part et d'autre. Chaque plongeur note pour chaque individu, l'espèce, estime sa taille et sa distance perpendiculaire au transect. Dans le cas d'un banc, il dénombre les individus, estime leur taille moyenne, la distance la plus proche et la distance la plus éloignée du transect. L'algorithme de calcul *distance sampling* de la base de données *Reef Fisheries Integrated Database* (RFID) de la CPS (Communauté du Pacifique) a été utilisé pour calculer la densité et la biomasse [9]. Toutes les espèces de poissons ont été prises en compte lors de cet état des lieux. 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, et les espèces commerciales regroupent les espèces vendues ou consommées en Nouvelle-Calédonie.

4.3 Traitement des données

4.3.1 Etat des lieux en 2023

Des diagrammes de type boîte à moustaches (Figure 2) ont été utilisés pour représenter les caractéristiques des communautés biologiques.

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

La structure des communautés de poissons, des communautés de macroinvertébrés a été identifiée grâce à une analyse en coordonnées principale (PCoA) de la matrice de distance de Bray-Curtis de la racine carrée de la densité des espèces. La structure de l'habitat a été identifiée par une analyse en composantes principale (PCA) des caractéristiques détaillées du substrat. Pour faciliter l'identification des différents assemblages, une analyse hiérarchique ascendante a également été réalisée sur la matrice des coordonnées des stations sur le premier plan factoriel (PCoA et PCA), complétée par un test de similarité des profils (SIMPROF).

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.

Une analyse de co-correspondance (co-COA) a été utilisée pour évaluer les variations conjointes (covariation) des assemblages de poissons et d'invertébrés en liens avec les caractéristiques de l'habitat.

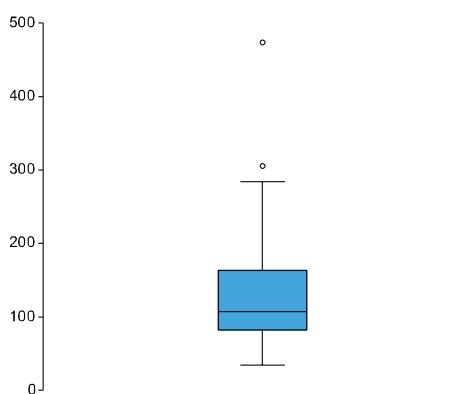


Figure 2 : Diagramme du type boîte à moustaches.

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). 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 rond blanc. 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 inhabituelles.

4.3.2 Protocole de vérification du maintien de l'intégrité du bien

En raison des contraintes météorologiques défavorables survenues lors de l'échantillonnage de 2023, incompatibles avec les moyens navigants disponibles, uniquement 10 stations ont été étudiées lors des 3 campagnes d'échantillonnage (Tableau 1).

Une liste de référence poissons a été utilisée en 2006 (cf. §11) [1]. L'ensemble des espèces est échantillonné depuis 2014. Par conséquent, l'évaluation du maintien de l'intégrité du bien a été faite à deux niveaux. Les indices globaux pouvant être calculés à partir de la liste de référence seront comparés depuis 2006 tandis que l'analyse des métriques impliquant l'ensemble des espèces a été réalisée entre 2014 et 2023, sachant que le maintien de l'intégrité du bien a été vérifié entre 2006 et 2014 [2].

En 2006, l'échantillonnage des macroinvertébrés a également été réalisé à partir d'une liste restreinte de taxons (cf. §12) [1]. Le maintien de l'intégrité a été vérifié entre 2006 et 2014 à partir de cette liste restreinte [10]. Les évolutions observées étaient naturelles et indiquaient l'absence d'impact anthropique détectable pendant la période. Depuis 2014, l'ensemble des taxons macroinvertébrés épibenthiques est échantillonné. Les évolutions temporelles entre 2014 et 2023 seront donc analysées à partir de cette liste « complète ».

Le maintien de l'intégrité de l'habitat a été évalué entre 2006 et 2023.

L'évolution des caractéristiques générales ainsi que de la structure des communautés biologiques et de l'habitat ont été analysées à l'aide d'un modèle de Permanova apparié à 2 facteurs appariés : [station(suivi)]. L'analyse de l'évolution structurelle a été complétée par une analyse canonique des coordonnées principales (CAP) sous contrainte du facteur. 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.

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 [11]. Ces tableaux de bord sont synthétiques et uniquement indicatifs. Ils sont produits à la demande de la province Sud mais ne sauraient constituer un bilan exhaustif de l'état de santé de l'écosystème étudié. Ils doivent être interprétés au regard des résultats détaillés de l'étude.

5 Etat des lieux en 2023

5.1 Caractéristiques écologiques générales

5.1.1 Caractéristiques des communautés de poissons

5.1.1.1 Richesse et composition spécifique

Au total, 260 espèces de poissons appartenant à 43 familles ont été recensées sur les 17 stations échantillonnées sur les récifs coralliens de l'Île des Pins en 2023 (Tableau 3). Les familles les plus diversifiées sont conformes aux communautés coralliennes en bonne santé :

- Les Pomacentridae (demoiselles) : 48 espèces.
- Les Labridae (labres et girelles) : 42 espèces.
- Les Acanthuridae (picots kanaks et chirurgiens) : 22 espèces.
- Les Chaetodontidae (papillons) : 20 espèces.
- Les Scaridae (perroquets) : 18 espèces.
- Les Serranidae (loches et barbiers) : 11 espèces.

Les Chaetodontidae, considérés comme indicateurs de la santé des récifs sont diversifiés (20 espèces) et observés sur toutes les stations. Le plus fréquent est *Chaetodon lunulatus* qui a été observé sur 13 stations (76.5% des stations), devant *C. pelewensis* (11 stations) et *C. auriga* (10 stations).

Au total, 61 espèces sont des espèces commerciales (Tableau 3). Les plus gros spécimens observés pour chaque espèce sont tous matures. Il s'agit :

- Des Scaridae avec 18 espèces commerciales. La plus fréquente est *Chlorurus sordidus* qui a été observé toutes les stations, devant *Scarus schlegeli* observé sur 15 stations (88.2% des stations). Au total huit espèces ont été recensées dans au moins 50% des stations.
- Des Acanthuridae avec 13 espèces commerciales. La plus fréquente est le dawa (*Naso unicornis*) qui a été observé sur 11 stations (64.7% des stations). Le picot kanak (*Acanthurus blochii*) est présent sur 9 stations (52.9% des stations). Les autres espèces ont été observées dans moins de 50% des stations, à l'exception de *Acanthurus nigricauda* (10 stations).
- Des Serranidae avec 10 espèces commerciales. La plus fréquente est la loche miel (*Epinephelus merra*) qui a été observée sur 9 stations (52.9% des stations). Parmi les espèces les plus recherchées, la saumonée (*Plectropomus leopardus*) a été observée sur 4 stations (23.5% des stations). Les autres espèces ont été observées dans moins de 50% des stations.
- Des Siganidae (picots) avec 5 espèces commerciales. Les espèces les plus fréquentes sont le picot jumeau (*Siganus punctatus*) qui a été observé sur 7 stations (41.2% des stations), et le picot gris (*Siganus argenteus*) qui a été observé sur 6 stations (35.3% des stations).

Tableau 3 : Liste alphabétique des familles et des espèces de poissons échantillonnés à l'Île des Pins en 2023.

C : catégorie ; T : type géomorphologique ; 1 : commerciale ; P : pente océanique (1 station) ; R : récif lagunaire (16 stations).

Famille (nb. Esp.) - Espèce	C	T	Famille (nb. Esp.) - Espèce	C	T
Acanthuridae (22)			Carcharhinidae (2)		
<i>Acanthurus albipectoralis</i>		R	<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>		R
<i>Acanthurus blochii</i>	1	RP	<i>Triaenodon obesus</i>		R
<i>Acanthurus dussumieri</i>	1	RP	Chaetodontidae (20)		
<i>Acanthurus lineatus</i>	1	R	<i>Chaetodon auriga</i>		R
<i>Acanthurus nigricauda</i>	1	R	<i>Chaetodon baronessa</i>		R
<i>Acanthurus nigrofuscus</i>		RP	<i>Chaetodon citrinellus</i>		RP
<i>Acanthurus olivaceus</i>	1	R	<i>Chaetodon ephippium</i>		R
<i>Acanthurus pyroferus</i>	1	R	<i>Chaetodon flavirostris</i>		R
<i>Acanthurus triostegus</i>		R	<i>Chaetodon lunula</i>		R
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	1	R	<i>Chaetodon lunulatus</i>		RP
<i>Ctenochaetus binotatus</i>		R	<i>Chaetodon melannotus</i>		R
<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>		R	<i>Chaetodon mertensii</i>		R
<i>Ctenochaetus striatus</i>		RP	<i>Chaetodon pelewensis</i>		RP
<i>Naso annulatus</i>	1	R	<i>Chaetodon plebeius</i>		R
<i>Naso brevirostris</i>	1	R	<i>Chaetodon speculum</i>		R
<i>Naso hexacanthus</i>	1	R	<i>Chaetodon trifascialis</i>		R
<i>Naso lituratus</i>	1	R	<i>Chaetodon ulietensis</i>		RP
<i>Naso tonganus</i>	1	R	<i>Chaetodon unimaculatus</i>		R
<i>Naso unicornis</i>	1	RP	<i>Chaetodon vagabundus</i>		RP
<i>Paracanthurus hepatus</i>		R	<i>Forcipiger flavissimus</i>		R
<i>Zebrasoma scopas</i>		RP	<i>Heniochus chrysostomus</i>		R
<i>Zebrasoma velifer</i>		RP	<i>Heniochus monoceros</i>		R
Apogonidae (4)			<i>Heniochus varius</i>		R
<i>Cheilodipterus macrodon</i>		R	Cheliodactylidae (1)		
<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>		R	<i>Goniistius francisi</i>		P
<i>Nectamia fusca</i>		R	Cirrhitidae (2)		
<i>Ostorhinchus aureus</i>		R	<i>Cirrhitichthys falco</i>		R
Aulostomidae (1)			<i>Paracirrhites forsteri</i>		R
<i>Aulostomus chinensis</i>		R	Dasyatidae (2)		
Balistidae (3)			<i>Neotrygon kuhlii</i>		R
<i>Balistapus undulatus</i>		RP	<i>Taeniurops meyeri</i>		R
<i>Pseudobalistes fuscus</i>		R	Diodontidae (2)		
<i>Sufflamen chrysopteron</i>		R	<i>Diodon hystrix</i>		R
Belonidae (1)			<i>Diodon liturosus</i>		R
<i>Strongylura leiura</i>		R	Echeneidae (1)		
Blenniidae (5)			<i>Echeneis naucrates</i>		R
<i>Cirripectes castaneus</i>		R	Fistulariidae (1)		
<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>		RP	<i>Fistularia commersonii</i>		R
<i>Meiacanthus ditrema</i>		R	Gobiidae (2)		
<i>Meiacanthus phaeus</i>		R	<i>Amblygobius phalaena</i>		R
<i>Plagiotremus tapeinosoma</i>		R	<i>Valenciennea strigata</i>		R
Caesionidae (5)			Haemulidae (3)		
<i>Caesio caerulea</i>		RP	<i>Plectorhinchus lessonii</i>		R
<i>Pterocaesio digramma</i>		R	<i>Plectorhinchus lineatus</i>		R
<i>Pterocaesio pisang</i>		R	<i>Plectorhinchus picus</i>		R
<i>Pterocaesio tile</i>		R	Hemiramphidae (1)		
<i>Pterocaesio trilineata</i>		R	<i>Hyporhamphus dussumieri</i>		R
Carangidae (4)			Holocentridae (4)		
<i>Carangoides fulvoguttatus</i>	1	R	<i>Myripristis murdjan</i>		R
<i>Carangoides orthogrammus</i>	1	R	<i>Myripristis violacea</i>		R
<i>Caranx melampygus</i>	1	R	<i>Neoniphon sammara</i>		R
<i>Gnathanodon speciosus</i>	1	R	<i>Sargocentron spiniferum</i>		R

Famille (nb. Esp.) - Espèce	C	T
Kyphosidae (1)		
<i>Kyphosus vaigiensis</i>	1	R
Labridae (42)		
<i>Anampses neoguinaicus</i>		RP
<i>Bodianus axillaris</i>		R
<i>Bodianus loxozonus</i>		R
<i>Bodianus perditio</i>	1	RP
<i>Cheilinus chlorourus</i>		R
<i>Cheilinus fasciatus</i>		R
<i>Cheilinus trilobatus</i>		RP
<i>Cheilinus undulatus</i>	1	R
<i>Cheilio inermis</i>		R
<i>Choerodon fasciatus</i>		R
<i>Choerodon graphicus</i>		R
<i>Cirrhilabrus punctatus</i>		R
<i>Coris aygula</i>		RP
<i>Coris dorsomacula</i>		R
<i>Coris gaimard</i>		R
<i>Epibulus insidiator</i>		RP
<i>Gomphosus varius</i>		RP
<i>Halichoeres annularis</i>		RP
<i>Halichoeres biocellatus</i>		P
<i>Halichoeres hortulanus</i>		RP
<i>Halichoeres margaritaceus</i>		RP
<i>Halichoeres melanurus</i>		R
<i>Halichoeres prosopion</i>		R
<i>Halichoeres trimaculatus</i>		R
<i>Hemigymnus fasciatus</i>		R
<i>Hemigymnus melapterus</i>		RP
<i>Hologymnosus doliaatus</i>		R
<i>Labrichthys unilineatus</i>		R
<i>Labroides bicolor</i>		RP
<i>Labroides dimidiatus</i>		RP
<i>Labropsis australis</i>		RP
<i>Novaculichthys taeniourus</i>		R
<i>Oxycheilinus digrammus</i>		RP
<i>Pseudocheilinus hexataenia</i>		R
<i>Pteragogus cryptus</i>		R
<i>Stethojulis bandanensis</i>		RP
<i>Stethojulis strigiventer</i>		R
<i>Thalassoma amblycephalum</i>		R
<i>Thalassoma hardwicke</i>		RP
<i>Thalassoma lunare</i>		RP
<i>Thalassoma lutescens</i>		RP
<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>		R
Lethrinidae (8)		
<i>Gnathodentex aureolineatus</i>		R
<i>Lethrinus atkinsoni</i>	1	R
<i>Lethrinus nebulosus</i>	1	R
<i>Lethrinus obsoletus</i>	1	R
<i>Lethrinus olivaceus</i>		R
<i>Lethrinus xanthochilus</i>		R
<i>Monotaxis grandoculis</i>		R
<i>Monotaxis heterodon</i>		R
Lutjanidae (7)		
<i>Aprion virescens</i>	1	R
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	1	R
<i>Lutjanus bohar</i>		R
<i>Lutjanus fulviflamma</i>		R
<i>Lutjanus fulvus</i>		R
<i>Lutjanus gibbus</i>		R

Famille (nb. Esp.) - Espèce	C	T
<i>Lutjanus kasmira</i>		R
Malacanthidae (1)		
<i>Malacanthus brevirostris</i>		R
Monacanthidae (3)		
<i>Cantherhines pardalis</i>		R
<i>Oxymonacanthus longirostris</i>		R
<i>Pervagor alternans</i>		R
Mullidae (8)		
<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>		R
<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>		R
<i>Parupeneus barberinoides</i>		R
<i>Parupeneus barberinus</i>	1	RP
<i>Parupeneus ciliatus</i>		R
<i>Parupeneus cyclostomus</i>		R
<i>Parupeneus multifasciatus</i>		RP
<i>Parupeneus pleurostigma</i>		R
Nemipteridae (2)		
<i>Scolopsis bilineata</i>		RP
<i>Scolopsis trilineata</i>		R
Ostraciidae (1)		
<i>Ostracion cubicus</i>		R
Pempheridae (1)		
<i>Pempheris oualensis</i>		R
Pinguipedidae (3)		
<i>Parapercis australis</i>		R
<i>Parapercis hexophthalma</i>		R
<i>Parapercis millepunctata</i>		RP
Plesiopidae (1)		
<i>Assessor macneilli</i>		R
Pomacanthidae (6)		
<i>Centropyge bicolor</i>		R
<i>Centropyge bispinosa</i>		RP
<i>Centropyge flavissima</i>		RP
<i>Centropyge tibicen</i>		RP
<i>Pomacanthus imperator</i>		R
<i>Pygoplites diacanthus</i>		R
Pomacentridae (48)		
<i>Abudefduf sexfasciatus</i>		R
<i>Amblyglyphidodon curacao</i>		R
<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>		R
<i>Amphiprion akindynos</i>		R
<i>Amphiprion melanopus</i>		R
<i>Cheiloprion labiatus</i>		R
<i>Chromis agilis</i>		R
<i>Chromis atripectoralis</i>		R
<i>Chromis atripes</i>		R
<i>Chromis chrysura</i>		R
<i>Chromis fumea</i>		R
<i>Chromis iomelas</i>		R
<i>Chromis lepidolepis</i>		R
<i>Chromis margaritifer</i>		RP
<i>Chromis retrofasciata</i>		R
<i>Chromis ternatensis</i>		R
<i>Chromis viridis</i>		R
<i>Chromis weberi</i>		R
<i>Chromis xanthura</i>		R
<i>Chrysiptera biocellata</i>		R
<i>Chrysiptera caesiifrons</i>		R
<i>Chrysiptera rollandi</i>		R
<i>Chrysiptera starcki</i>		R
<i>Chrysiptera taupou</i>		R

Famille (nb. Esp.) - Espèce	C	T	Famille (nb. Esp.) - Espèce	C	T
<i>Dascyllus aruanus</i>		R	<i>Scarus niger</i>	1	RP
<i>Dascyllus reticulatus</i>		R	<i>Scarus oviceps</i>	1	R
<i>Dascyllus trimaculatus</i>		RP	<i>Scarus psittacus</i>	1	R
<i>Dischistodus melanotus</i>		R	<i>Scarus rivulatus</i>	1	RP
<i>Neoglyphidodon nigroris</i>		RP	<i>Scarus schlegeli</i>	1	RP
<i>Neoglyphidodon polyacanthus</i>		R	<i>Scarus spinus</i>		R
<i>Neoglyphidodon sp nov</i>		R	<i>Scarus spp</i>	1	RP
<i>Plectroglyphidodon dickii</i>		R	Scombridae (1)		
<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>		R	<i>Scomberomorus commerson</i>	1	R
<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>		RP	Scorpaenidae (1)		
<i>Pomacentrus adelus</i>		R	<i>Pterois volitans</i>		R
<i>Pomacentrus amboinensis</i>		R	Serranidae (11)		
<i>Pomacentrus bankanensis</i>		RP	<i>Cephalopholis argus</i>	1	RP
<i>Pomacentrus brachialis</i>		RP	<i>Cephalopholis urodeta</i>	1	R
<i>Pomacentrus chrysurus</i>		RP	<i>Epinephelus areolatus</i>	1	R
<i>Pomacentrus coelestis</i>		R	<i>Epinephelus cyanopodus</i>	1	R
<i>Pomacentrus lepidogenys</i>		RP	<i>Epinephelus maculatus</i>	1	R
<i>Pomacentrus moluccensis</i>		RP	<i>Epinephelus merra</i>	1	RP
<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>		R	<i>Epinephelus polyphekadion</i>	1	R
<i>Pomacentrus pavo</i>		R	<i>Plectropomus laevis</i>		R
<i>Pomacentrus philippinus</i>		R	<i>Plectropomus leopardus</i>	1	R
<i>Pomacentrus vaiuli</i>		RP	<i>Variola albigmarginata</i>	1	R
<i>Stegastes fasciolatus</i>		R	<i>Variola louti</i>	1	R
<i>Stegastes nigricans</i>		R	Siganidae (5)		
Priacanthidae (1)			<i>Siganus argenteus</i>	1	RP
<i>Priacanthus hamrur</i>	1	R	<i>Siganus corallinus</i>	1	R
Scaridae (18)			<i>Siganus doliatus</i>	1	RP
<i>Cetoscarus ocellatus</i>	1	R	<i>Siganus punctatus</i>	1	RP
<i>Chlorurus frontalis</i>	1	R	<i>Siganus spinus</i>	1	R
<i>Chlorurus microrhinos</i>	1	RP	Synodontidae (2)		
<i>Chlorurus sordidus</i>	1	RP	<i>Saurida undosquamis</i>	1	R
<i>Hipposcarus longiceps</i>	1	R	<i>Synodus variegatus</i>		R
<i>Scarus altipinnis</i>	1	RP	Tetraodontidae (2)		
<i>Scarus chameleon</i>	1	RP	<i>Arothron meleagris</i>		R
<i>Scarus forsteni</i>	1	R	<i>Canthigaster valentini</i>		RP
<i>Scarus frenatus</i>	1	RP	Zanclidae (1)		
<i>Scarus ghobban</i>	1	R	<i>Zanclus cornutus</i>		R
<i>Scarus globiceps</i>	1	RP			

Des espèces emblématiques de poissons ont également été observées :

- Des requins (Carcharhinidae, 2 espèces) ont été observés sur 3 stations (17.6% des stations). Cette fréquence est la plus faible recensée en Nouvelle-Calédonie depuis 2015 (Figure 3). Elle est très inférieure à celle des récifs éloignés (Walpole [12], Astrolabe [13], Entrecasteaux [14], Ilots de Lifou [15]) (Figure 3) où la présence humaine est très rare. Ce résultat rend compte d'un impact anthropique (même limité) en raison de la configuration des récifs échantillonnés en 2023. Il s'agit essentiellement de récifs lagonaire situés sous le vent de l'île dans un lagon de taille réduite. Seulement 4 spécimens ont été observés :
 - Le requin gris (*Carcharhinus amblyrhynchos*) : 2 individus, 140 et 160 cm, 1 station.
 - Le requin à ailerons blancs du lagon (*Triaenodon obesus*) : 2 individus, 110 et 160 cm, 2 stations.
- Le napoléon (*Cheilinus undulatus*) : 3 individus, 36, 44 et 60 cm, 3 stations (17.6% des stations). La fréquence de cette espèce est faible pour la Nouvelle-Calédonie en raison d'un environnement subtropical (comme pour Walpole) moins favorable à l'espèce (Figure 4). Toutefois, elle reste supérieure à celle de la Côte Oubliée et des récifs du « V » des Chesterfield,

2 sites fortement impactés par le blanchissement avant l'échantillonnage, et de la Corne Sud qui subit la pression anthropique la plus forte, cette espèce ayant été protégée récemment reste très timide vis-à-vis de l'homme.

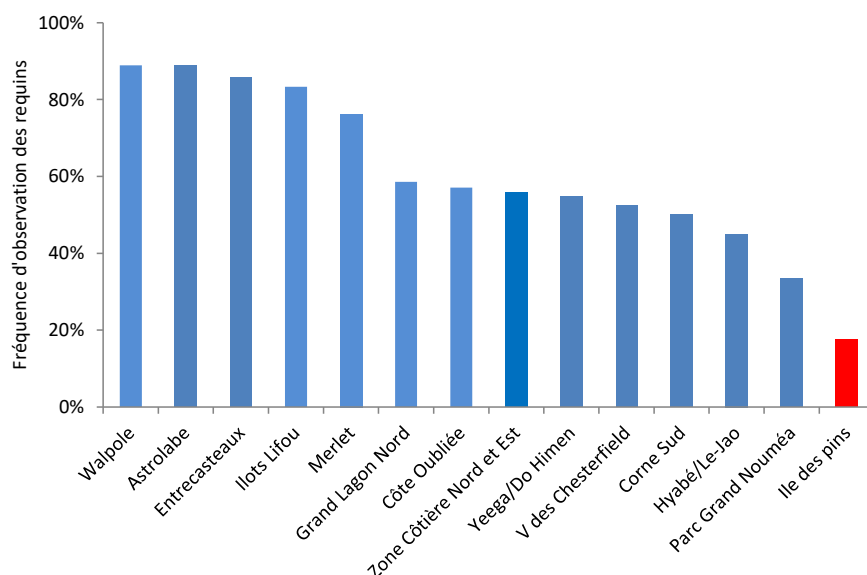


Figure 3 : Fréquences d'observation des requins dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015 (base de données Wantiez).

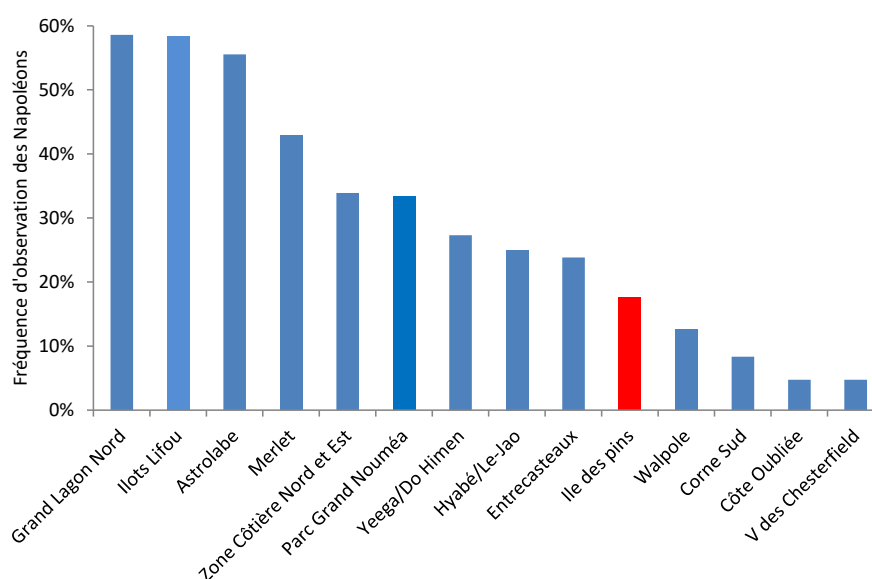


Figure 4 : Fréquences d'observation des napoléons (*Cheilinus undulatus*) dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015 (base de données Wantiez).

5.1.1.2 Richesse spécifique par station, densité et biomasse

En moyenne 68.5 espèces ont été recensées par station pour une densité de 3.12 poissons/m² et une biomasse de 231.8 g/m² (Tableau 4). La richesse spécifique par station est parmi les plus faibles des récifs pour la Nouvelle-Calédonie (Figure 5). Elle est similaire à celle de la zone côtière Nord et Est [16] et supérieure à celles de Walpole [12] et du V des Chesterfield [17]. Ce paramètre varie peu sur les

formations néo-calédoniennes en bonne santé. Il diminue naturellement sur les formations les plus au sud (Ile des Pins, Walpole [12]) ou sur celles qui ont été significativement affectées par une dégradation de l'habitat (V des Chesterfield [17]). La densité est importante pour des récifs non protégés (Figure 5). Elle est inférieure à celle du Parc du Grand Nouméa [18] mais supérieure à celle de la réserve Merlet [7]. Ce résultat confirme la très grande productivité des récifs lagunaires de l'Ile des Pins. En revanche, la biomasse est moyenne (Figure 5). Elle est similaire à d'autres sites proches comme la réserve intégrale Merlet [7] mais inférieure aux récifs éloignés (Astrolabe [13], Entrecasteaux [14], Walpole [12]) et au Grand Lagon Nord [19].

Les espèces commerciales représentent une part importante de l'ichtyofaune (22.6% des espèces) à chaque station (Tableau 4). Ces espèces sont moins bien représentées en densité (16.1%). En revanche, elles sont beaucoup plus importantes et elles dominent en biomasse (55.3%). La biomasse en poissons commerciaux est dans la moyenne inférieure pour la Nouvelle-Calédonie (Figure 6). Elle est légèrement inférieure à celle de la Corne Sud [6] mais supérieure à celle du Parc du Grand Nouméa [18] et des récifs de la côte est (Zone Côtière Nord et Est [16], Côte Oubliée [20]). Les principales espèces commerciales sont les Scaridae en richesse spécifique par station (49.7% des commerciaux), en densité (73.6% des commerciaux) et en biomasse (49.1% des commerciaux) (Tableau 4). Ces valeurs caractérisent des communautés qui subissent une pression de pêche mais qui restent globalement en bonne santé.

Les Chaetodontidae sont diversifiés mais leur contribution à l'ensemble de l'ichtyofaune est naturellement relativement peu importante avec 9.6% des espèces par station, 4.7% de la densité et 1.2% de la biomasse (Tableau 4). La diversité par station est moyenne proche de celles de la réserve Merlet [7] et des lagons de la Grande Terre (Corne Sud [6], Zone Côtière Nord et Est [16], Grand Lagon nord [19]) (Figure 7). Elle est inférieure à celle du Parc du Grand Nouméa [18] (Figure 7). La densité est le maximum observé sur les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie (Figure 7). Cette abondance inhabituelle pourrait être liée aux conditions météorologiques rencontrées. Ces résultats confirment la bonne santé des écosystèmes coralliens échantillonnés.

Ces caractéristiques sont liées à la spécificité de l'Ile des Pins (influence subtropicale) et conformément aux caractéristiques de l'habitat corallien des formations étudiées (cf. §5.1.3), soumises à une pression anthropique limitée.

Tableau 4 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse des communautés de poissons sur les stations échantillonnées à l'Ile des Pins en 2023.

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

	Richesse spécifique par station	Densité (poisson/m ²)	Biomasse (g/m ²)
Ichtyofaune totale	68.5 ± 10.1	3.121 ± 0.970	231.82 ± 76.92
Commerciaux	15.5 ± 2.5	0.503 ± 0.138	128.27 ± 38.56
Serranidae	1.5 ± 0.9	0.017 ± 0.010	11.01 ± 7.92
Scaridae	7.7 ± 1.3	0.370 ± 0.140	62.94 ± 21.91
Acanthuridae	3.2 ± 1.0	0.055 ± 0.029	33.53 ± 17.20
Siganidae	1.1 ± 0.5	0.048 ± 0.048	7.88 ± 7.38
Chaetodontidae	6.6 ± 1.6	0.148 ± 0.049	2.70 ± 1.04

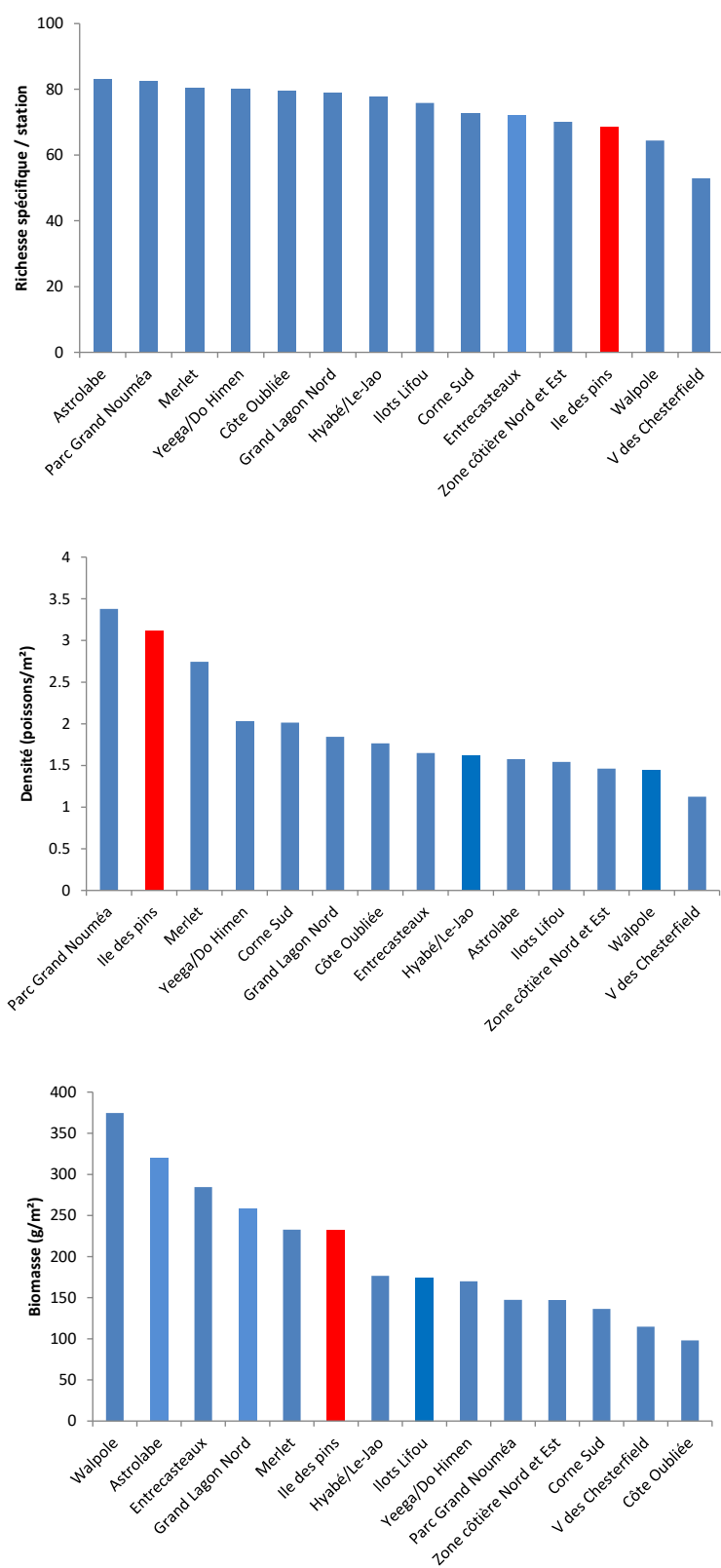


Figure 5 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse des poissons sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015 (base de données Wantiez).

La biomasse est calculée sans les Chondrichthyens.

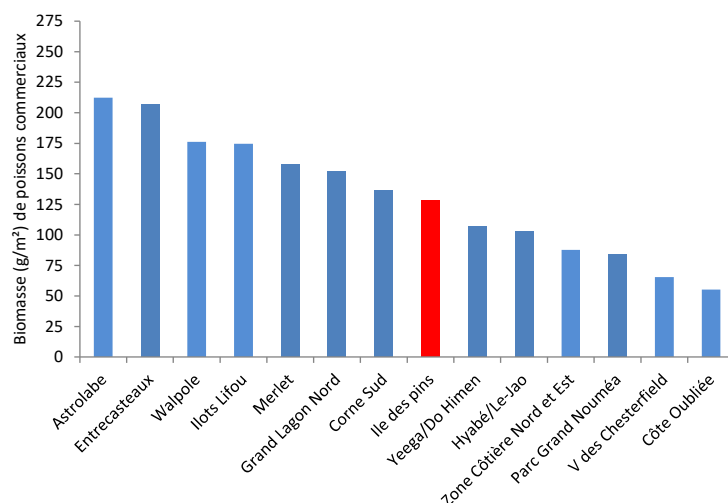


Figure 6 : Biomasse des poissons commerciaux sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015 (base de données Wantiez).

La biomasse est calculée sans les Chondrichthyens.

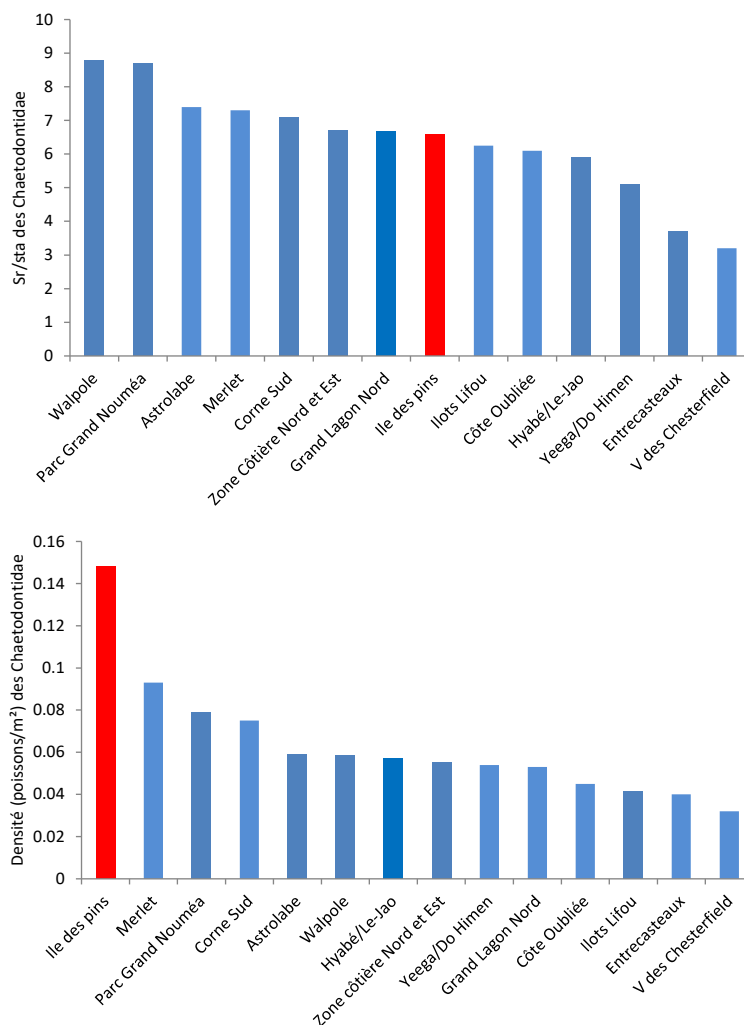


Figure 7 : Richesse spécifique par station (Sr/sta) et densité des Chaetodontidae sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015 (base de données Wantiez).

Une demoiselle, *Pomacentrus moluccensis*, domine en densité (0.250 poisson/m²) devant une autre demoiselle, *Dascyllus aruanus* (0.190 poisson/m²). Ces 2 espèces sont planctonivores et associées aux formations coralliennes vivantes, notamment les *Acropora* branchus. Un Lethrinidae, *Gnathodentex aureolineatus* domine en biomasse (39.27 g/m²). Cette espèce vit en bancs importants qui se regroupent le long des formations récifales internes vivantes sous influence océanique. Le perroquet « moustache » (*Scarus altipinnis*) suit par ordre d'importance (11.78 g/m²).

En résumé, les niveaux de population de poissons sont satisfaisants à l'Île des Pins. Ces caractéristiques générales sont conformes aux types de formations étudiées, situées dans un lagon réduit, sous influence océanique subtropicale. Ces formations sont soumises à une pression anthropique limitée.

5.1.2 Caractéristiques du macrobenthos épigé

Au total, 114 taxons macrobenthiques épigés ont été observés sur les 17 stations échantillonnées sur les récifs coralliens de l'Île des Pins en 2023 (Tableau 5). Ils font partie du cortège habituel des macroinvertébrés des récifs coralliens du type de formation étudiée. Il s'agit principalement de mollusques et, dans une moindre mesure, d'échinodermes et de crustacés.

Les caractéristiques moyennes du macrobenthos cible de l'Île des Pins sont données dans le Tableau 6. En moyenne 26.8 taxons ont été recensés par station. Ces communautés sont dans la moyenne pour la Nouvelle-Calédonie, similaire aux récifs Entrecasteaux [14] et à la Zone Côtière Nord et Est [16] (Figure 8). La densité est importante avec 209.1 individus/250m². Elle est également dans la moyenne pour la Nouvelle-Calédonie, similaire à la Côte Oubliée [20] et à la réserve Merlet [7], proches de l'Île des Pins (Figure 8). Ces résultats sont liés à la diversité des niches écologiques disponibles et à une influence océanique subtropicale à l'Île des Pins.

Les 3 taxons les plus abondants sont le ver spirobranche (*Spirobranchus giganteus*, 33.4 individus/250 m²) qui vit encastré dans les coraux massifs, les crinoïdes (*Comanthus* spp, 28.7 individus/250m²) et le sauteur (*Conomurex luhuanus*, 27.8 individus/250m²). L'oursin *Echinometra mathaei* (20.2 individus/250 m²) qui vit encastré dans la dalle corallienne est également abondant.

Les mollusques commerciaux ont été observés sur 82.4% des stations (14 stations). Le plus fréquent est un bénitier (*Tridacna maxima*, 12 stations) et le plus abondant est le sauteur (*Conomurex luhuanus*, 27.8 spécimens/250 m²) pour lequel 2 agrégations ont été recensées (IDP.26, 66 spécimens ; IDP.53, 375 spécimens). La densité des bénitiers est élevée (4.23 ± 4.16 individus/250 m²) [21]. Cette valeur est faible pour la Nouvelle-Calédonie, similaire à la Côte Oubliée [20] (Figure 9). Toutes espèces confondues, la taille moyenne est moyenne (15.19 ± 1.71 cm) et relativement variable (CV = 47.9%). Cette valeur est moyenne pour la Nouvelle-Calédonie (Figure 10). La distribution de fréquence des tailles est dissymétrique vers les petits individus (Figure 11) ce qui indique un recrutement satisfaisant les années précédant le suivi. Par ailleurs, des individus adultes sont également observés (21 spécimens ≥ 20 cm) et de gros spécimens ont été observés :

- Un *T. derasa* de 30 cm (taille maximale de l'ordre de 60 cm selon la CITES¹).
- Deux *T. squamosa* de 37 et 35 cm (taille maximale de l'ordre de 45 cm selon la CITES¹).
- Un *T. crocea* de 20 cm (taille maximale de l'ordre de 15 cm largement sous-estimée par la CITES¹).

¹ AC22 Doc. 10.2. Annex 8

Tableau 5 : Fréquence et abondance des espèces macrobenthiques épigées échantillonnées à l'île des Pins en 2023.

F : fréquence. A : abondance ; T : type de récif ; C : catégorie ; T : type géomorphologique ; 1 : commerciale ; P : pente océanique (1 station) ; R : récif lagunaire (16 stations).

Taxon	F	A	T	Taxon	F	A	T
Eponges (clones) (2 taxons)				<i>Isognomon</i> spp	1	5	R
<i>Cliona jullieni</i>	6	14	RP	Pectinidae indéterminé	3	36	R
<i>Cliona orientalis</i>	13	130	RP	<i>Pedum spondyloideum</i>	4	18	RP
Mollusques (67 taxons)				<i>Pinctada margaritifera</i>	1	1	R
Gastéropodes (39 taxons)				Pinnidae indéterminés	1	17	R
<i>Astrarium rhodostomum</i>	14	33	RP	<i>Pteria</i> spp	14	267	R
<i>Cerithium echinatum</i>	4	8	RP	<i>Saccostrea cucullata</i>	6	22	R
<i>Cerithium</i> spp	1	1	R	<i>Septifer</i> spp	2	3	R
<i>Chicoreus brunneus</i>	1	1	R	<i>Spondylus</i> spp	10	17	R
<i>Conomurex luhuanus</i> ¹	9	473	R	<i>Streptopinna saccata</i>	7	43	R
<i>Conus capitaneus</i>	2	2	R	<i>Tridacna crocea</i> ¹	1	1	R
<i>Conus leopardus</i>	2	15	R	<i>Tridacna derasa</i> ¹	3	5	R
<i>Conus marmoreus</i>	2	2	R	<i>Tridacna maxima</i> ¹	12	62	RP
<i>Conus nanus</i>	1	1	R	<i>Tridacna</i> spp ¹	1	1	R
<i>Conus</i> spp	4	5	RP	<i>Tridacna squamosa</i> ¹	2	3	R
<i>Coralliophila costularis</i>	1	1	R	Nudibranches (4 taxons)			
<i>Coralliophila violacea</i>	7	34	RP	<i>Chelidonura inornata</i>	1	1	R
<i>Cronia</i> spp	7	14	R	<i>Phyllidia ocellata</i>	1	1	R
<i>Cypraea tigris</i>	1	2	R	<i>Phyllidiella pustulosa</i>	3	3	R
<i>Dendropoma</i> spp	14	68	RP	<i>Tambja morosa</i>	1	2	R
<i>Drupa rubusidaeus</i>	1	1	R	Céphalopodes (1 taxon)			
<i>Drupella cornus</i>	8	25	RP	<i>Octopus</i> spp ¹	1	1	R
<i>Drupina grossularia</i>	4	9	R	Crustacés (14 taxons)			
<i>Euplica turturina</i>	1	1	P	<i>Alpheus lottini</i>	2	4	RP
<i>Filifusus filamentosus</i>	1	1	R	<i>Alpheus</i> spp	4	8	R
<i>Gibberulus gibberulus</i>	3	5	R	<i>Calcinus latens</i>	2	3	R
<i>Haliotis ovina</i>	2	2	R	<i>Calcinus minutus</i>	7	15	RP
<i>Lambis lambis</i> ¹	4	7	RP	<i>Calcinus pulcher</i>	4	6	R
<i>Lambis truncata</i> ¹	3	5	RP	<i>Cymo quadrilobatus</i>	4	7	R
<i>Latirolagena smaragdulus</i>	5	28	RP	<i>Dardanus guttatus</i>	1	1	P
<i>Mitra paupercula</i>	2	2	RP	<i>Dardanus</i> spp	10	22	RP
<i>Mitra</i> spp	1	1	R	<i>Paguritta</i> spp	3	7	R
<i>Monetaria moneta</i>	1	1	R	<i>Saron neglectus</i>	1	1	R
<i>Morula uva</i>	2	6	R	<i>Trapezia bidentata</i>	2	3	R
<i>Peristernia nassatula</i>	5	6	R	<i>Trapezia cymodoce</i>	11	64	R
<i>Peristernia reincarnata</i>	4	5	RP	<i>Trapezia rufopunctata</i>	2	3	R
<i>Rochia nilotica</i> ¹	2	4	RP	<i>Trapezia septata</i>	2	5	R
<i>Tectus fenestratus</i>	2	4	R	Vers (3 taxons)			
<i>Tectus pyramis</i>	11	22	RP	Platyhelminthes (1 taxon)			
<i>Trochus maculatus</i>	2	5	R	<i>Pseudoceros</i> spp	1	1	R
<i>Turbo chrysostomus</i>	4	13	R	Annélides (2 taxons)			
<i>Turbo setosus</i>	7	29	RP	<i>Sabellastarte</i> spp	5	6	R
<i>Vasum ceramicum</i>	1	1	R	<i>Spirobranchus giganteus</i>	14	551	RP
<i>Vasum turbinellus</i>	1	1	R	Echinodermes (28 taxons)			
Bivalves (23 taxons)				Astérides (7 taxons)			
<i>Anadara scapha</i> ¹	1	1	R	<i>Acanthaster cf. solaris</i>	1	1	R
<i>Arca</i> spp	8	64	R	<i>Fromia indica</i>	3	3	R
<i>Arca ventricosa</i>	8	30	R	<i>Fromia milleporella</i>	3	3	R
<i>Atrina vexillum</i>	1	1	R	<i>Gomophia egyptiaca</i>	3	8	RP
<i>Chama</i> spp	12	75	RP	<i>Linckia laevigata</i>	1	2	R
<i>Gloripallium pallium</i>	1	1	R	<i>Linckia multifora</i>	4	6	RP
<i>Hyotissa hyotis</i>	2	3	R	<i>Nardoa gomophia</i>	1	1	R
<i>Isognomon isognomon</i>	5	98	R				

Taxon	F	A	T	Taxon	F	A	T
Crinoïdes (1 taxon)				Holothurides (10 taxons)			
<i>Comanthus spp</i>	13	488	RP	<i>Actinopyga lecanora</i> ¹	1	2	P
Echinides (9 taxons)				<i>Actinopyga miliaris</i> ¹	1	1	R
<i>Diadema savignyi</i>	1	1	R	<i>Bohadschia argus</i> ¹	3	7	R
<i>Diadema setosum</i>	8	68	RP	<i>Holothuria atra</i> ¹	7	11	RP
<i>Echinometra mathaei</i>	12	344	RP	<i>Holothuria edulis</i> ¹	4	11	R
<i>Echinostrephus aciculatus</i>	4	8	RP	<i>Holothuria fuscopunctata</i> ¹	2	4	R
<i>Echinothrix diadema</i>	6	15	RP	<i>Holothuria nobilis</i> ¹	1	1	P
<i>Heterocentrotus mamillatus</i>	4	40	RP	<i>Stichopus chloronotus</i> ¹	3	11	R
<i>Parasalenia gratiosa</i>	1	19	R	<i>Stichopus herrmanni</i> ¹	2	2	R
<i>Phyllacanthus imperialis</i>	2	2	R	<i>Thelenota ananas</i> ¹	1	1	P
<i>Triploneustes gratilla</i>	1	1	R	Ophiures (1 taxon)			
				<i>Ophiothrix spp</i>	8	16	R

Tableau 6 : Richeesse taxonomique par station et densité du macrobenthos épibenthique de l'île des Pins en 2023.

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

	Richeesse taxonomique par station	Densité (ind./250m ²)
Total macrobenthos	26.76 ± 4.57	209.06 ± 85.16
Eponges	-	8.47 ± 4.33
Mollusques		
Gastéropodes	8.65 ± 2.12	49.65 ± 50.64
Bivalves	6.24 ± 1.47	45.53 ± 23.21
Crustacés	3.24 ± 0.78	8.76 ± 4.10
Échinodermes		
Astérides	0.94 ± 0.53	1.41 ± 0.93
Crinoïdes	-	28.71 ± 26.45
Echinides	2.29 ± 1.02	29.29 ± 38.52
Holothurides	1.47 ± 0.73	3.00 ± 1.57

Le trocas (*Rochia nilotica*) a été observé sur 2 stations (4 individus), notamment la station de pente océanique (IDP.01). Les individus sont rares (0.24 individus/250 m² ; max 3 individus sur la station IDP.01) mais leur habitat préférentiel n'a pas été échantillonné. La taille moyenne (13.75 ± 0.80 cm) est importante et stable (CV = 3.6%), sachant que la taille de maturité est de l'ordre de 5 à 7 cm (SPC²). Trois très gros individus (14 cm) ont été observés (taille maximale de 15 cm pour l'espèce, SPC²). Ces résultats montrent que cette espèce est probablement relativement plus fréquente dans son habitat de prédilection, mais que les populations sont très probablement moins développées que dans la réserve Merlet [7] (1.45 individus/250 m²) et le lagon du Grand Nouméa [18] (3.9 individus/250 m²).

D'autres mollusques commerciaux ont été recensés : la palourde (*Anadara scapha*, 1 individu), *Lambis lambis* (4 stations, 7 individus), *L. truncata* (3 stations, 5 individus), le sauteur (*Conomurex luhuanus*, 9 stations, 473 individus) et le poulpe (*Octopus spp*, 1 individu).

Dix espèces d'holothurie ont été recensées (Tableau 5), dont deux avec une forte valeur commerciale [21] : *Holothuria nobilis* (1 spécimen) et *Thelenota ananas* (1 spécimen). Quatre espèces ont une valeur commerciale moyenne : *Actinopyga miliaris* (1 station, 2 spécimens), *Holothuria fuscopunctata* (2 stations, 4 spécimens), *Stichopus chloronotus* (3 stations, 11 spécimens) et *S. herrmanni* (2 stations,

² Fiche d'identification pour la communauté des pêcheurs #11

2 spécimens). Les 4 autres espèces ont une faible valeur commerciale, notamment *Holothuria atra* (7 stations, 11 spécimens) et *H. edulis* (4 stations, 11 spécimens).

En résumé, les caractéristiques des communautés macrobenthiques de l'Ile des Pins sont conformes aux types de formations échantillonnées subissant une pression anthropique limitée. Elles rendent compte de communautés en bonne santé où les espèces commerciales sont présentes mais l'impact lié à une exploitation est décelable.

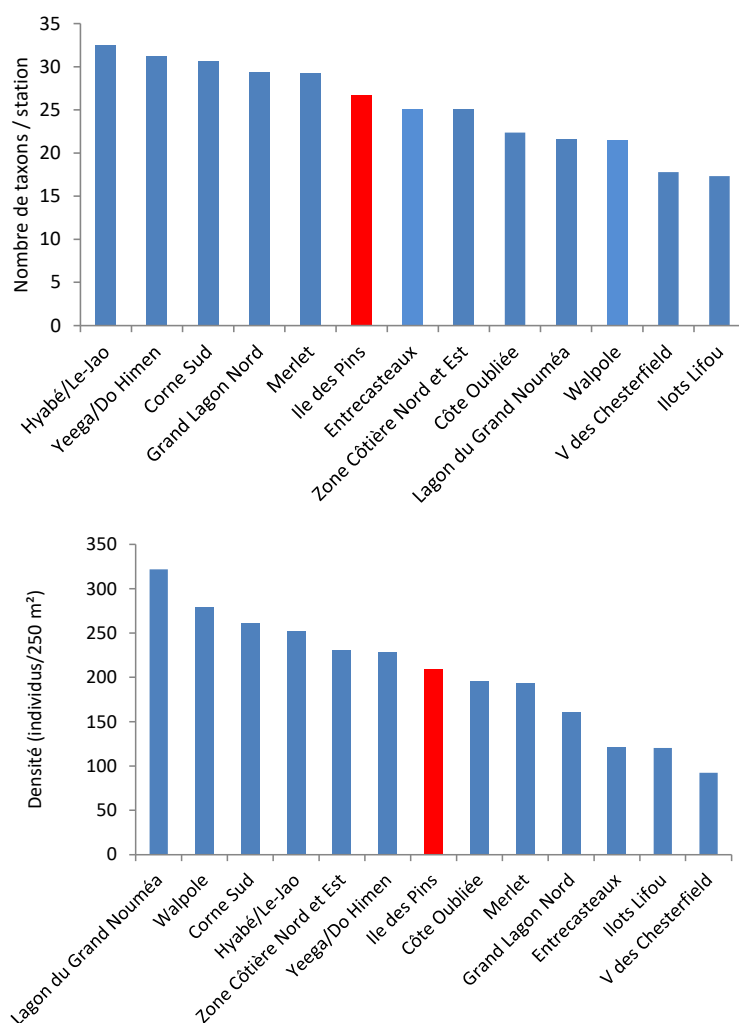


Figure 8 : Richesse taxonomique par station et densité des macroinvertébrés épibenthiques sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015.

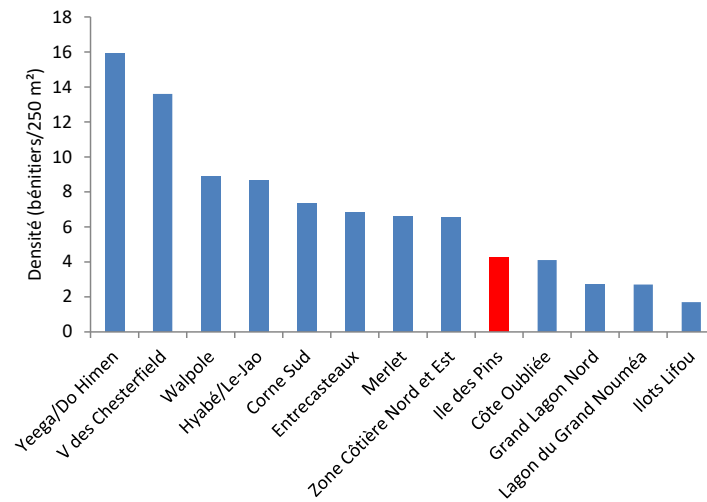


Figure 9 : Densité (individus/250 m²) des bénitiers sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015.

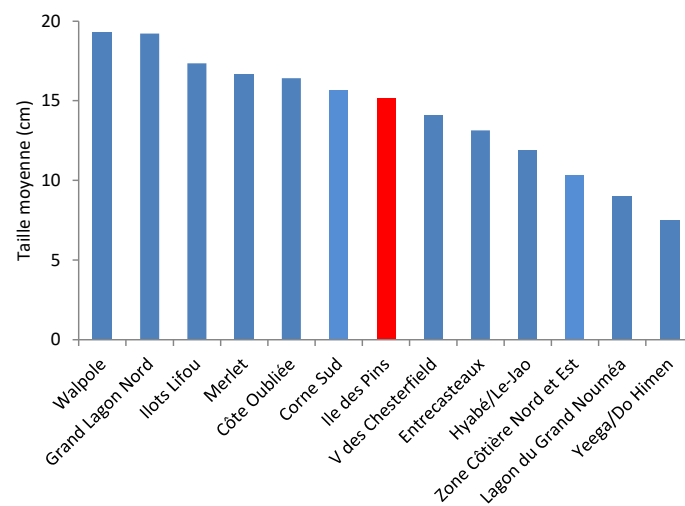


Figure 10 : Taille moyenne (cm) des bénitiers sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015.

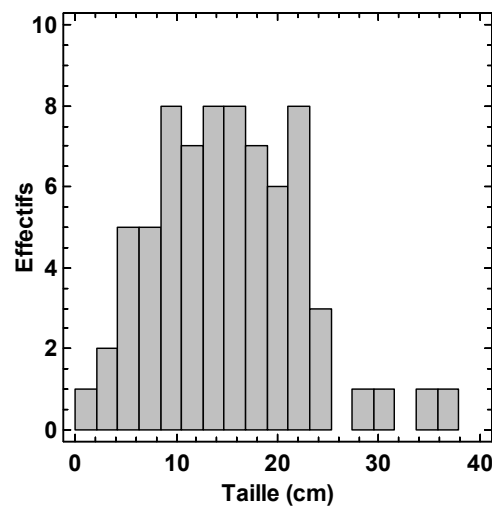


Figure 11 : Histogramme de distribution de fréquence des tailles des bénitiers échantillonnés à l'Ile des Pins en 2023.

5.1.3 Caractéristiques de l'habitat corallien

Les caractéristiques moyennes de l'habitat sont représentées à la Figure 12. Le substrat est très diversifié (25 des 28 classes possibles). Toutes les classes de substrat ont été observées à l'exception des *Acropora* encroûtants, du corail mort récent et de la vase. La composante vivante (44.6%) est essentiellement corallienne (43.3% du substrat vivant), notamment les formes fragiles (25.2% du substrat vivant). Les macroalgues et autres végétaux sont également importants (36.8% du substrat vivant), conformément à une influence subtropicale. La composante non vivante (55.4%) domine. Elle est dominée par la dalle corallienne (37.0% du substrat non vivant) devant les débris (27.6% du substrat non vivant) et le sable (27.0% du substrat non vivant).

Les formations coralliennes sont diversifiées et bien développées. Toutes les catégories de formes observables ont été recensées, à l'exception des *Acropora* encroûtants (Figure 13). Les *Acropora* branchus (43.6%) dominent devant le corail encroûtant (18.1%).

En résumé, l'habitat corallien des récifs de l'Île des Pins est très diversifié et sa composante vivante est bien développée. Il ne présente aucun signe de dégradation majeure. Les formations coralliennes sont en bonne santé et conformes aux habitats de récifs internes sous le vent qui ont été échantillonnés.

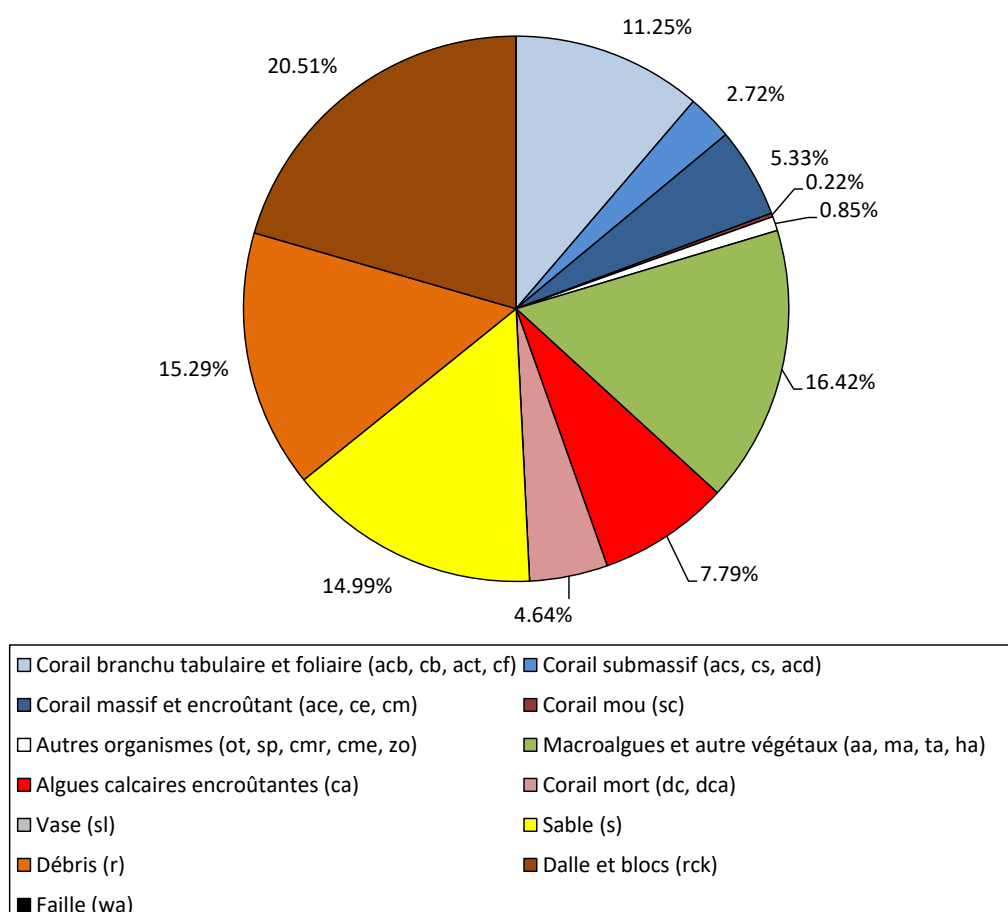


Figure 12 : Caractéristiques moyennes des habitats échantillonnés à l'Île des Pins 2023.

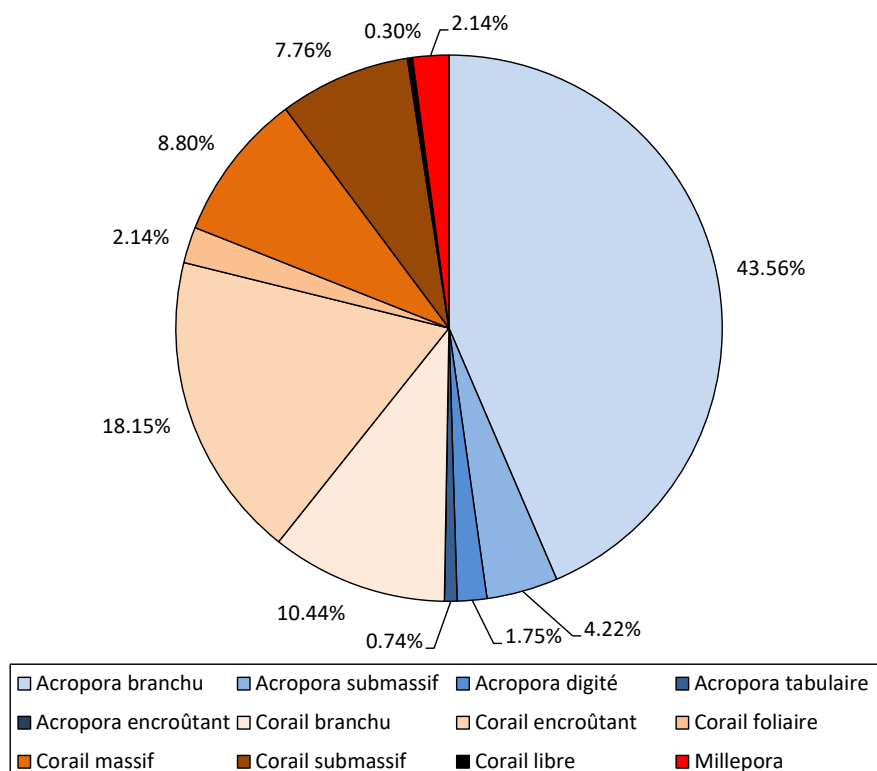


Figure 13 : Pourcentage des différentes formes de corail vivant et des *Millepora* des habitats échantillonnés à l'Ile des Pins en 2023.

5.2 Organisation spatiale des communautés biologiques et de l'habitat

Les contraintes défavorables rencontrées lors de la mission d'échantillonnage n'ont pas permis de respecter le plan initial. Les stations du réseau de suivi situées à l'est de l'île et sur la pente océanique n'ont pas pu être étudiées (cf. §4.1). Par conséquent, il n'est pas possible de présenter les caractéristiques des communautés biologiques et de l'habitat par type de récif comme cela est la norme pour les bilans de santé réalisés dans le cadre du suivi de éléments du bien inscrits au patrimoine mondial. En revanche, une étude de la structure des assemblages biologiques et de l'habitat a été réalisée à partir des stations étudiées en 2023, représentatives des récifs lagunaires situés au nord et à l'ouest de l'île.

5.2.1 Structure des assemblages de poissons

A l'Ile des Pins, les peuplements de poissons coralliens s'organisent en 3 assemblages selon un gradient nord-sud et la nature des formations coralliennes (Figure 14). Cette organisation est naturelle :

- Un assemblage de type *a* « nord/corail » qui regroupe 2 stations situées au nord de la zone d'étude (IDP.06 et IDP.53) dans un habitat où les formations coralliennes et les algues molles sont peu développées. Il est caractérisé par des espèces typiques de cet environnement de sable, de débris et de dalle corallienne, notamment le baliste *Sufflamen chrysopterum*, le gobie *Valenciennaea strigata*, les Mullidae *Parupeneus* spp, les Pinguipedidae *Parapercis* spp (Tableau 7).
- Un assemblage de type *b* « nord/corallien » qui regroupe 5 stations situées au nord de la zone d'étude et une station interne de Nokanhoui dans un habitat où les formations coralliennes et

les algues calcaires encroûtantes sont développées. Il est caractérisé par des espèces typiques des formations coralliennes florissantes, notamment des Chaetodontidae, des Labridae, des Pomacanthidae et des Pomacentridae qui sont fortement liés aux coraux vivants (Tableau 7).

- Un assemblage de type c « sud/côtier » qui regroupe 9 stations situées au sud de la zone d'étude plus près de la côte sur des formations où les communautés coralliennes et les algues molles sont développées qui bénéficient d'apports terrigènes. Il est caractérisé par des espèces associées, notamment les Acanthuridae du genre *Zebrasoma*, le Labridae *Hemigymnus melapterus*, les demoiselles *Pomacentrus adelus* et *Stegastes fasciolatus* et les Scaridae *Scarus rivulatus* et *S. schlegeli* (Tableau 7).

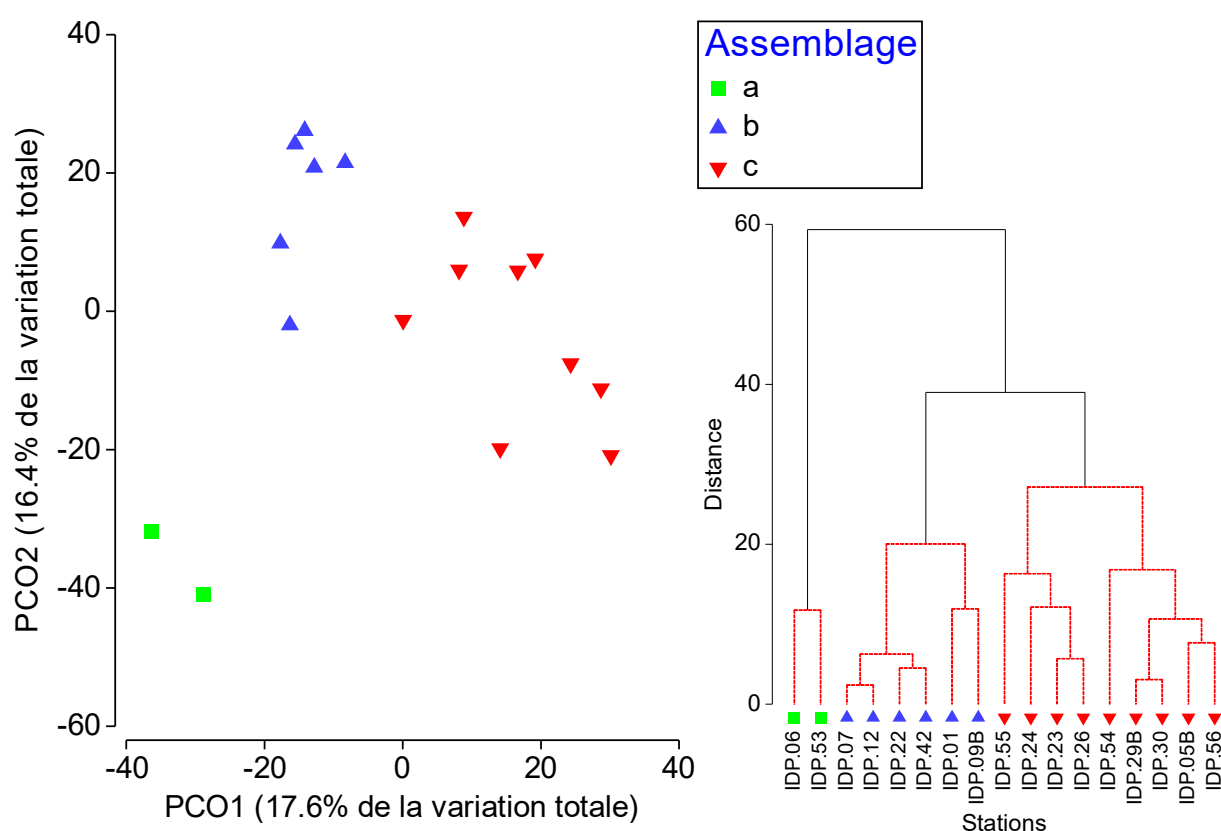


Figure 14 : Analyse des coordonnées principales (PCoA) de la matrice de distance de Bray-Curtis de la densité des espèces de poissons sur les récifs de l'Île de Pins en 2023 et analyse hiérarchique ascendante des coordonnées.

Une transformation racine carrée a été appliquée aux densités avant de calculer les distances de Bray-Curtis. L'analyse hiérarchique ascendante a été réalisée sur les 2 premiers axes (34% de l'inertie totale) de l'analyse en coordonnées principale. Les profils ont été validés par des tests SIMPROF (Similarity Profile of clusters) ($p > 0.05$).

Tableau 7 : Principales espèces caractéristiques des différents assemblages de poissons identifiés à l'île des Pins en 2023.

Les espèces ont une corrélation ≥ 0.6 au premier plan factoriel (Figure 14).

Assemblage a « nord/sable-débris-dalle »		
Acanthuridae	Labridae	Mullidae
<i>Acanthurus olivaceus</i>	<i>Coris dorsomacula</i>	<i>Parupeneus multifasciatus</i>
<i>Paracanthurus hepatus</i>	<i>Coris gaimard</i>	<i>Parupeneus pleurostigma</i>
Balistidae	<i>Halichoeres margaritaceus</i>	Pinguipedidae
<i>Sufflamen chrysopteron</i>	<i>Halichoeres trimaculatus</i>	<i>Parapercis hexophtalma</i>
Chaetodontidae	<i>Novaculichthys taeniourus</i>	<i>Parapercis Millepunctata</i>
<i>Chaetodon citrinellus</i>	<i>Stethojulis bandanensis</i>	Pomacanthidae
Carangidae	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	<i>Centropyge flavissima</i>
<i>Carangoides orthogrammus</i>	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Pomacentridae
Cirrhitidae	Malacanthidae	<i>Chromis fumea</i>
<i>Cirrhitichthys falco</i>	<i>Malacanthus brevirostris</i>	<i>Pomacentrus bankanensis</i>
<i>Paracirrhites forsteri</i>	Monacanthidae	<i>Pomacentrus coelestis</i>
Gobiidae	<i>Cantherhines pardalis</i>	Scaridae
<i>Valenciennesa strigata</i>		<i>Scarus globiceps</i>
		<i>Scarus psittacus</i>
Assemblage b « nord/corail »		
Acanthuridae	Labridae	Pomacentridae
<i>Acanthurus pyroferus</i>	<i>Anampses neoguinaicus</i>	<i>Chromis atripes</i>
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	<i>Bodianus axillaris</i>	<i>Chromis chrysura</i>
<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	<i>Cheilinus trilobatus</i>	<i>Chromis margaritifer</i>
<i>Naso unicornis</i>	<i>Coris aygula</i>	<i>Chromis ternatensis</i>
Blenniidae	<i>Gomphosus varius</i>	<i>Chromis xanthura</i>
<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	<i>Halichoeres prosopion</i>	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Chaetodontidae	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>
<i>Chaetodon mertensii</i>	<i>Labroides bicolor</i>	<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>
<i>Chaetodon pelewensis</i>	<i>Labropsis australis</i>	<i>Pomacentrus lepidogenys</i>
<i>Chaetodon trifascialis</i>	<i>Thalassoma hardwicke</i>	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
<i>Chaetodon ulietensis</i>	<i>Thalassoma lutescens</i>	<i>Pomacentrus philippinus</i>
	Lethrinidae	<i>Pomacentrus vaiuli</i>
	<i>Lethrinus atkinsoni</i>	Scaridae
	Nemipteridae	<i>Scarus forsteni</i>
	<i>Scolopsis bilineata</i>	<i>Scarus niger</i>
	Pomacanthidae	<i>Scarus oviceps</i>
	<i>Centropyge bicolor</i>	Serranidae
	<i>Centropyge bispinosa</i>	<i>Cephalopholis urodeta</i>
	<i>Centropyge tibicen</i>	<i>Epinephelus merra</i>
		<i>Epinephelus maculatus</i>
		Zanclidae
		<i>Zanclus cornutus</i>
Assemblage c « sud/côtier »		
Acanthuridae	Labridae	Scaridae
<i>Zebbrasoma scopas</i>	<i>Hemigymnus melapterus</i>	<i>Hipposcarus longiceps</i>
<i>Zebbrasoma velifer</i>	Pomacentridae	<i>Scarus altipinnis</i>
Chaetodontidae	<i>Dascyllus aruanus</i>	<i>Scarus rivulatus</i>
<i>Chaetodon lunulatus</i>	<i>Pomacentrus adelus</i>	<i>Scarus Schlegeli</i>
Gobiidae	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	
<i>Amblygobius phalaena</i>	<i>Stegastes fasciolatus</i>	

5.2.2 Structure des assemblages de macroinvertébrés

Les communautés de macroinvertébrés épibenthiques échantillonnées à l'Île des Pins sont globalement similaires étant donné que seuls les récifs internes Ouest ont été étudiés. Toutefois, il est possible d'identifier 3 ensembles, dont les profils ne peuvent cependant pas être validés statistiquement par une procédure SIMPROF ($p = 0.08$) (Figure 15) :

- Un assemblage de type *a* qui regroupe 3 stations situées à l'ouest de la zone d'étude (Figure 1), sur des formations caractérisées par du corail branchu, des algues molles et du sable. Peu de taxons sont spécifiques de cet environnement (Tableau 8) : 2 crevettes, *Saron neglectus* qui vit dans les débris, *Alpheus* spp souvent associées à des gobies, un nudibranche et un gastéropode. Cet assemblage se caractérise surtout par la rareté des taxons caractérisant les 2 autres peuplements.
- Un assemblage de type *b* qui regroupe 5 stations localisées à l'ouest et au sud-ouest de la zone d'étude (Figure 1), sur des formations caractérisées par les végétaux mous et de dalle coralliennes. Ces peuplements se distinguent par la présence de taxons associés à ces environnements (Tableau 8), notamment les éponge clones, les gastéropodes *Astrarium rhodostomum*, *Lambis truncata* et *Turbo setosus*, les crabes *Trapezia* et l'oursin crayon *Phyllacanthus imperialis*.
- Un assemblage de type *c* qui regroupe 9 stations localisées au nord de la zone d'étude et à Nokanhoui, sur des formations dominées par le sable, les débris et la dalle corallienne, où les algues molles sont rares. Ces assemblages se distinguent par de nombreux taxons (Tableau 8), notamment le sauteur (*Conomurex luhuanus*), la palourde (*Anadara scapha*), les bénitiers (*Tridacna* spp) et des échinodermes (astérides, échinides, holothurides et ophiurides).

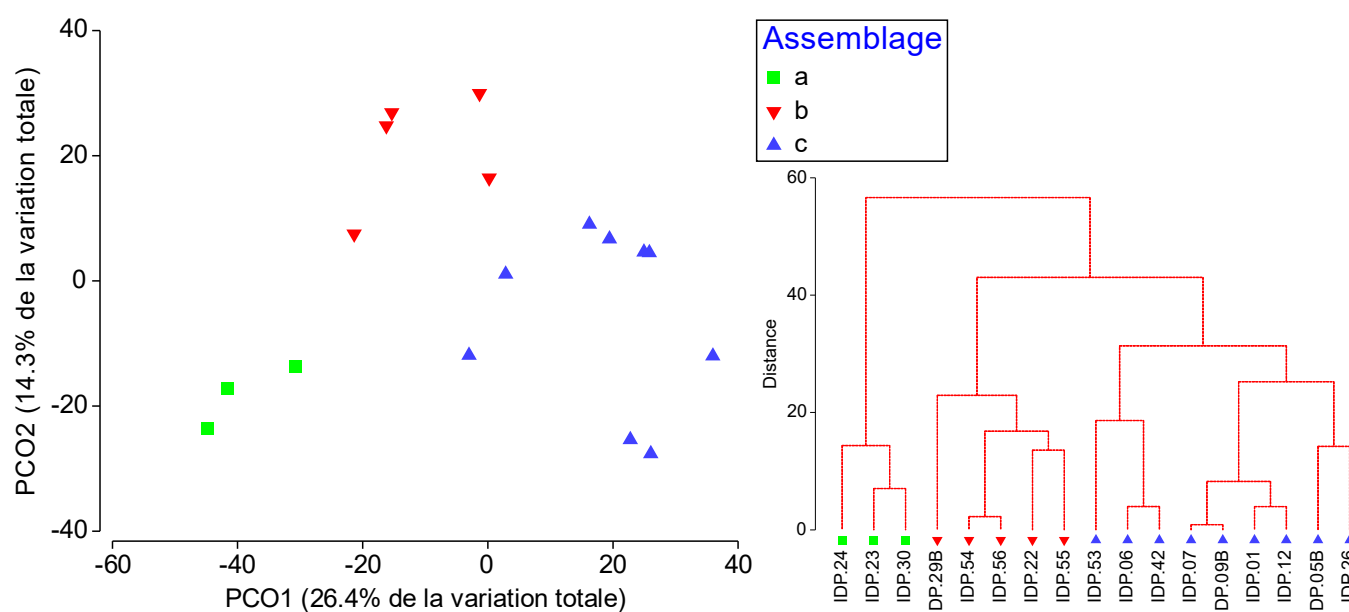


Figure 15 : Analyse des coordonnées principales (PCoA) de la matrice de distance de Bray-Curtis de la densité des taxons de macroinvertébrés sur les récifs de l'Île de Pins en 2023 et analyse hiérarchique ascendante des stations.

Une transformation racine carrée a été appliquée aux densités avant de calculer les distances de Bray-Curtis. L'analyse hiérarchique ascendante a été réalisée sur les 2 premiers axes (34% de l'inertie totale) de la PCoA.

Tableau 8 : Principaux taxons caractéristiques des assemblages de macroinvertébrés des récifs coralliens de l'Île des Pins en 2023.

Les taxons ont une corrélation > 0.4 au premier plan factoriel (Figure 5).

Assemblage a		
Gastéropodes <i>Coralliophila costularis</i>	Nudibranches <i>Phyllidiella pustulosa</i>	Crustacés <i>Alpheus</i> spp <i>Saron neglectus</i>
Assemblage b		
Eponges <i>Cliona jullieni</i> <i>Cliona orientalis</i>	Crustacés <i>Calcinus pulcher</i> Cymo quadrilobatus	Annélides <i>Sabellastarte</i> spp Astérides
Gastéropodes <i>Astrarium rhodostomum</i> <i>Coralliophila violacea</i> <i>Drupella cornus</i> <i>Lambis truncata</i> <i>Peristernia nassatula</i> <i>Peristernia reincarnata</i> <i>Turbo setosus</i>	<i>Trapezia cymodoce</i> <i>Trapezia septata</i> Bivalves <i>Atrina vexillum</i> <i>Pteria</i> spp <i>Spondylus</i> spp	<i>Fromia indica</i> Crinoïdes <i>Comanthus</i> spp Echinides <i>Phyllacanthus imperialis</i>
Assemblage c		
Gastéropodes <i>Conomurex luhuanus</i> <i>Conus capitaneus</i> <i>Conus</i> spp <i>Cypraea tigris</i> <i>Latirolagena smaragdulus</i> <i>Mitra paupercula</i> <i>Tectus fenestratus</i> <i>Tectus pyramis</i> <i>Turbo chrysostomus</i> <i>Vasum turbinellus</i>	Bivalves <i>Anadara scapha</i> <i>Arca</i> spp <i>Chama</i> spp <i>Pedum spondyloideum</i> Pinnidae indéterminés <i>Septifer</i> spp <i>Streptopinna saccata</i> <i>Tridacna crocea</i> <i>Tridacna maxima</i> <i>Tridacna squamosa</i> Crustacés <i>Trapezia bidentata</i> Platyhelminthes <i>Pseudoceros</i> spp Annélides <i>Spirobranchus giganteus</i>	Astérides <i>Acanthaster</i> cf. <i>solaris</i> <i>Linckia laevigata</i> <i>Linckia multifora</i> Echinides <i>Diadema setosum</i> <i>Diadema savignyi</i> <i>Echinometra mathaei</i> <i>Echinostrephus aciculatus</i> <i>Echinothrix diadema</i> <i>Parasalenia gratiosa</i> <i>Tripneustes gratilla</i> Holothurides <i>Actinopyga miliaris</i> <i>Bohadschia argus</i> <i>Holothuria atra</i> <i>Stichopus chloronotus</i> Ophiures <i>Ophiothrix</i> spp

5.2.3 Structure de l'habitat corallien

L'habitat corallien des stations étudiées à l'Île des Pins s'organise en 2 types et trois stations spécifiques. Les 2 types d'habitat présentent des caractéristiques significativement différentes (Permanova, $p < 0.01$) mais les profils ne peuvent être validés statistiquement par une procédure SIMPROF (Figure 16) :

- L'habitat de type a, regroupe 7 stations situées au nord de la zone d'étude (Figure 1, Figure 17). Ces formations se distinguent par l'importance des coraux massifs (CM), des coraux foliacés (CF), des autres organismes (OT) et du substrat non vivant (sable S, débris R et dalle corallienne RCK).

- L'habitat de type b, regroupe 7 stations situées à l'ouest et au sud de la zone d'étude (Figure 1, Figure 23) Ces formations se distinguent par l'importance de la composante végétale : macroalgues (MA), gazon algal (TA), *Halimeda* (HA) et algues calcaires encroûtantes (CA).
- L'habitat de la station IDP30, située dans la baie de Kanumera dans une zone très abritée (Figure 1, Figure 19), se distingue par l'importance des *Acropora* branchus (ACB) qui recouvre 83.5% du substrat.
- L'habitat de la station IDP42, située dans le lagon de Nokanhoui (Figure 1, Figure 20), se distingue par l'importance des coraux encroûtants (CE) et des coraux morts recouvert d'algues filamenteuses (DCA).
- L'habitat de la station IDP 54, située à l'îlot Brosse (Figure 1, Figure 21), est caractérisé par les formations végétales comme l'habitat de type b, dont il se distingue par l'importance des assemblages d'algues (AA).

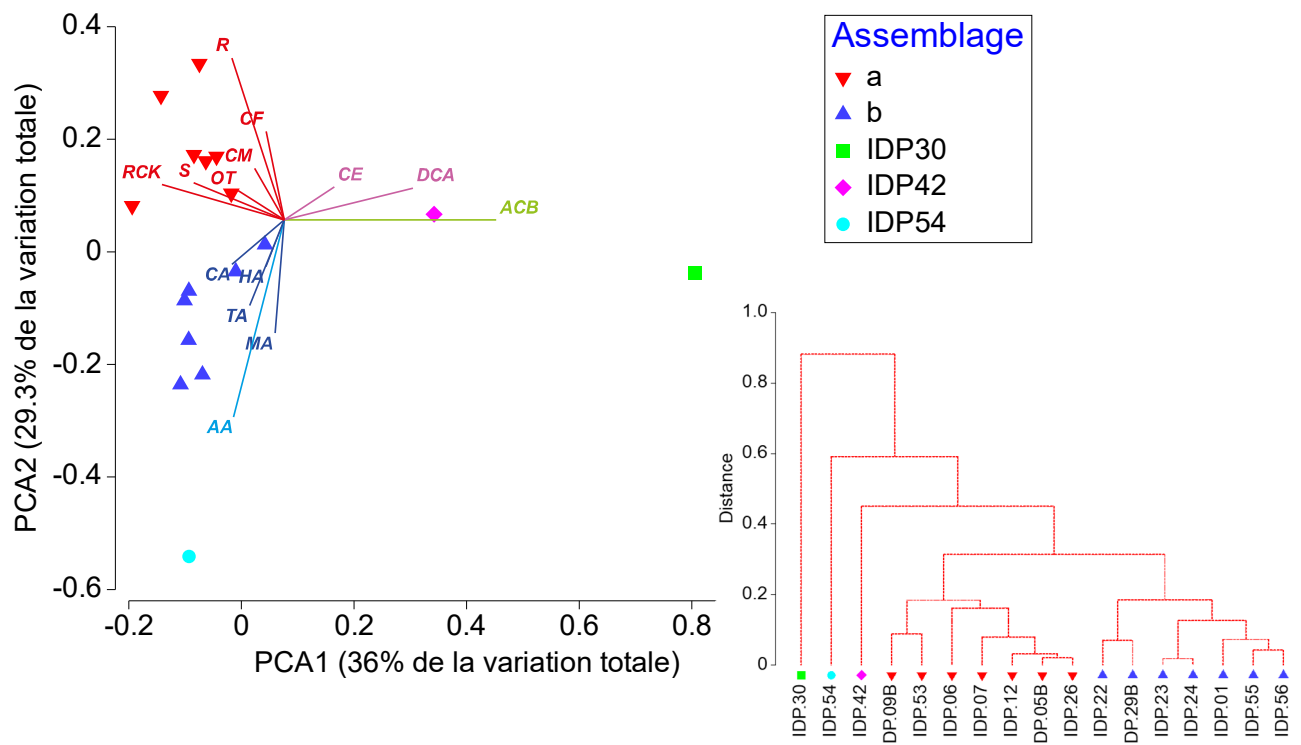


Figure 16 : Analyse en composantes principales (PCA) des caractéristiques détaillées de l'habitat corallien des station échantillonnées à l'île des Pins en 2023 et analyse hiérarchique ascendante des stations.

L'analyse hiérarchique ascendante a été réalisée sur les 2 premiers axes (55.3% de l'inertie totale) de la PCA. Les codes habitat ont une corrélation au premier plan factoriel > 0.2. Ils sont donnés dans le **Tableau 2**.



Figure 17 : Photos représentatives de l'habitat de type α échantillonné à l'Île des Pins en 2023.



Figure 18 : Photos représentatives de l'habitat de type *b* échantillonné à l'Ile des Pins en 2023.



Figure 19 : Photos représentatives de l'habitat de la station IDP.30 à l'Ile des Pins en 2023.



Figure 20 : Photos représentatives de l'habitat de la station IDP42 à l'Ile des Pins en 2023.



Figure 21 : Photos représentatives de l'habitat de la station IDP54 à l'Ile des Pins en 2023.

5.2.4 Relations entre la structure des communautés biologiques, le type de récif et l'habitat corallien

L'objectif est d'identifier et de quantifier les liens entre la structure des communautés biologiques et les caractéristiques de l'habitat corallien. Il s'agit notamment d'identifier les composantes de l'habitat qui sont significativement liées aux caractéristiques des communautés et de quantifier la part de variabilité expliquée.

5.2.4.1 Relations entre les communautés de poissons et l'habitat

Les caractéristiques de l'habitat expliquent 74.2% de la variabilité des communautés de poissons des récifs de l'île des Pins échantillonnés en 2023 (modèle DistLM ; Tableau 9). Dix composantes de l'habitat sont significatives et incluses dans le modèle le plus parcimonieux (Figure 22). Les autres organismes (OT) ne sont pas retenus. Toutefois, ces derniers influent également sur les caractéristiques des peuplements. En effet, les autres organismes sont corrélés avec les coraux submassifs (CS, $r = 0.87$), retenus par le modèle. Ce résultat confirme que la structuration spatiale des communautés de poissons des récifs de l'île des Pins identifié précédemment (§5.2.1) (Figure 22) :

- L'assemblage de type a est principalement liés à la présence de sable (S), débris (R) et de dalle corallienne (RCK).
- L'assemblage de type b est lié à la présence de corail massif et encroûtants (CME) et d'algues calcaires encroûtantes (CA).
- L'assemblage de type c est lié à la présence de coraux (CBTF, CS) , de coraux mous (SC), de végétaux mous (MAAV) et de coraux morts en place (DC).

Tableau 9 : Résultat du modèle DistLM reliant la matrice des similarités de Bray-Curtis des racines carrées des densités de poissons aux caractéristiques de l'habitat sélectionnées par une procédure stepwise sur les récifs de l'île des Pins en 2023.

Les codes des variables habitat sont donnés dans le Tableau 2.

Variable habitat incluse	Variabilité expliquée	Variabilité totale expliquée
S	0.13514	0.13514
CME	0.23281	0.23281
DC	0.32512	0.32512
MAAV	0.40503	0.40503
RCK	0.46869	0.46869
CS	0.53293	0.53293
CBTF	0.59201	0.59201
SC	0.6447	0.6447
R	0.71102	0.71102
CA	0.74223	0.74223

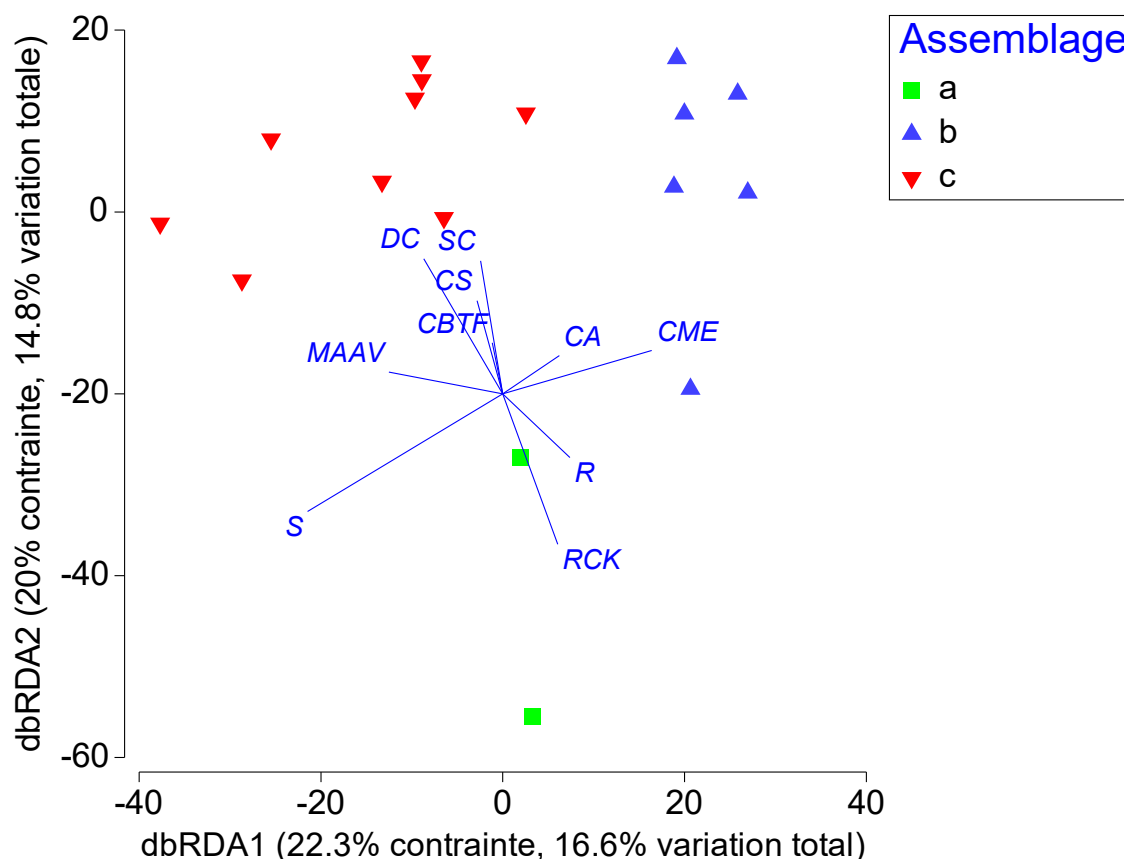


Figure 22 : Distance based RDA du modèle DistLM reliant la matrice des similarités de Bray-Curtis des racines carrées des densités de poissons aux caractéristiques de l'habitat sélectionnées par une procédure stepwise sur les récifs de l'Île des Pins en 2023.

Les codes des variables habitat sont donnés dans le Tableau 2. Les pourcentages de variation ajustée (contrainte par l'habitat) et totale expliqués par chaque axe de l'analyse de redondance sont donnés. La longueur des vecteurs habitat est proportionnelle à leur corrélation avec le plan factoriel.

5.2.4.2 Relations entre les macroinvertébrés et l'habitat

Les caractéristiques de l'habitat expliquent 73.6% de la variabilité des communautés de macroinvertébrés des récifs de l'Île des Pins (modèle DistLM ; Tableau 10). Toutes les composantes de l'habitat observées sont significatives et incluses dans le modèle le plus parcimonieux (Figure 23). Ce résultat confirme que la structure spatiale des communautés de macroinvertébrés des récifs de l'Île des Pins identifiée précédemment (cf. §5.2.2) (Figure 23) :

- L'assemblage de type a la pente externe est lié à la présence de coraux fragiles (CBTF), de sable (S) et de coraux morts en place.
- L'assemblage de type b est lié à la présence de coraux submassifs (CS), de coraux mous et de végétaux mous (MAAV).
- L'assemblage de la type c est lié à la présence de coraux massifs et encroûtants (CME), des autres organismes (OT), de sable (S), de débris (R) et de dalle corallienne (RCK).

Tableau 10 : Résultat du modèle DistLM reliant la matrice des similarités de Bray-Curtis des racines carrées des densités de macroinvertébrés aux caractéristiques de l'habitat sélectionnées par une procédure stepwise sur les récifs de l'Île des Pins en 2023.

Les codes des variables habitat sont donnés dans le Tableau 2.

Variable habitat incluse	Variance expliquée	Variance totale expliquée
CME	0.12056	0.12056
R	0.2295	0.2295
S	0.32127	0.32127
CBTF	0.41618	0.41618
RCK	0.50081	0.50081
SC	0.56887	0.56887
DC	0.60902	0.60902
CS	0.63707	0.63707
MAAV	0.69486	0.69486
OT	0.73553	0.73553

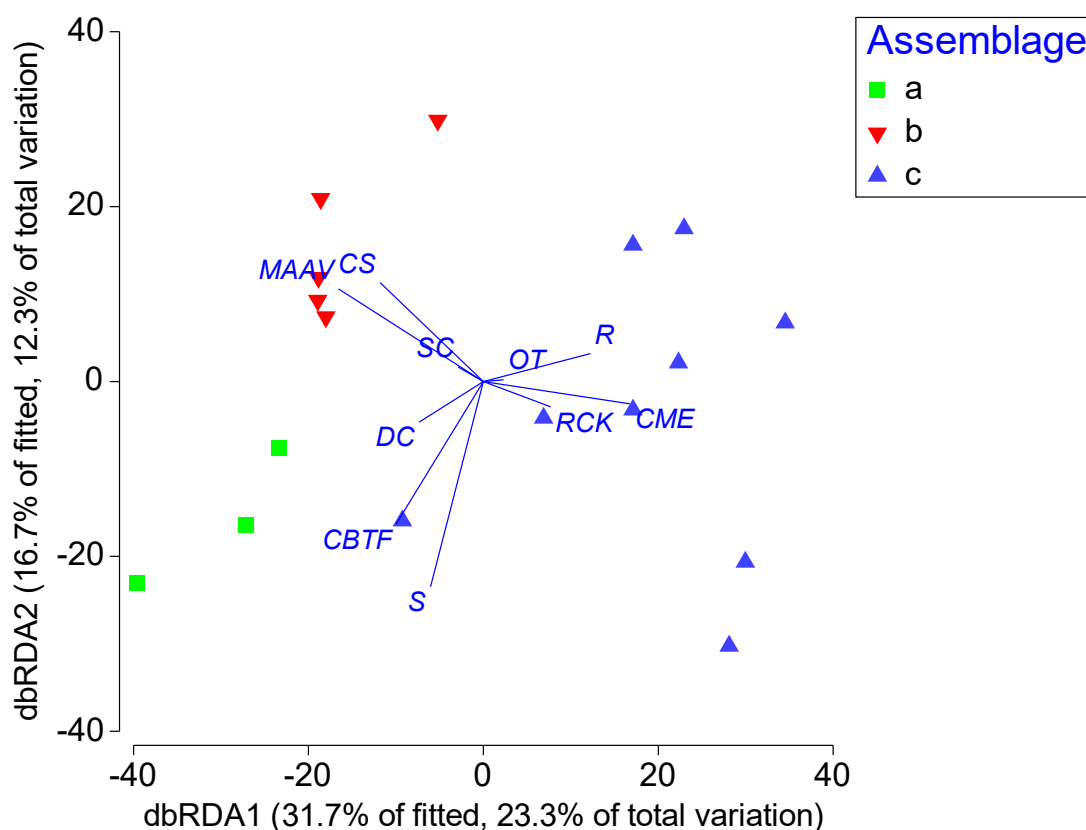


Figure 23 : Distance based RDA du modèle DistLM reliant la matrice des similarités de Bray-Curtis des racines carrées des densités de macroinvertébrés aux caractéristiques de l'habitat sélectionnées par une procédure stepwise sur les récifs de l'Île des Pins en 2023.

Les codes des variables habitat sont donnés dans le Tableau 2. Les pourcentages de variation ajustée (contrainte par l'habitat) et totale expliqués par chaque axe de l'analyse de redondance sont donnés. La longueur des vecteurs habitat est proportionnelle à leur corrélation avec le plan factoriel.

5.2.4.3 Relations entre les communautés de poissons et de macroinvertébrés en fonction de l'habitat

Les communautés de poissons et les communautés de macroinvertébrés des récifs de l'Ile des pins échantillonnés en 2023 sont significativement liées (Relate, $p = 0.001$). Le premier plan factoriel ne représente que 50.0% de la variation conjointe des 2 communautés. Par ailleurs, cette variation conjointe ne représente qu'une partie limitée de la variation totale, 21.8% pour les poissons et 41.2% pour les macroinvertébrés.

6 Maintien de l'intégrité du bien entre 2006 et 2023

En raison des problèmes survenus lors de l'échantillonnage de 2023 (cf. §4.1 uniquement 10 stations ont été étudiées lors des 3 campagnes d'échantillonnage (Tableau 1), dont une seule station de pente externe.

Le maintien de l'intégrité du bien a été évalué à partir des 10 stations échantillonnées lors des 3 suivis. Elles sont représentatives des formations de récifs internes situées au nord et à l'ouest du complexe récifo-lagonaire.

6.1.1 Communautés de poissons

Une liste de référence poissons a été utilisée en 2006 (cf. annexes §11) [1]. L'ensemble des espèces est échantillonné depuis 2014 [2]. Par conséquent, l'évaluation du maintien de l'intégrité du bien a été faite à deux niveaux. Les indices globaux pouvant être calculés à partir de la liste de référence seront comparés depuis 2006 tandis que l'analyse des métriques impliquant l'ensemble des espèces a été réalisée entre 2014 et 2023, sachant que le maintien de l'intégrité du bien a été vérifié entre 2006 et 2014 [10].

6.1.1.1 Caractéristiques générales

Richesse spécifique totale

Le nombre d'espèces de poissons de la liste de référence n'a pas varié significativement entre 2006 (154 espèces), 2014 (168 espèces) et 2023 (171 espèces) (χ^2 , $p > 0.05$) sur les 10 stations échantillonnées lors des 3 suivis (total 218 espèces). Au total, 53.2% des espèces (116 espèces) ont été recensées lors des 3 campagnes d'échantillonnage. La richesse spécifique est donc restée particulièrement stable depuis 2006 (Figure 24). Pour les espèces de référence, les 7 familles les plus diversifiées sont les mêmes en 2006, 2014 et 2023 (Tableau 11). Par ailleurs, le rang des familles de référence est extrêmement significativement corrélé entre les trois échantillonnages (corrélation de Spearman, $p < 0.001$), ce qui indique que leur importance relative n'a globalement pas varié au cours de la période (Figure 25).

Le nombre total d'espèces de poissons n'a également pas varié significativement entre 2014 (231 espèces) et 2023 (232 espèces) (χ^2 , $p > 0.05$) sur les 10 stations échantillonnées lors des 2 derniers suivis (total 277 espèces). La richesse spécifique totale est donc restée particulièrement stable entre 2014 et 2023 (Figure 26). Au total, 67.1% des espèces (186 espèces) ont été recensées en 2014 et 2023. Les 6 familles les plus diversifiées sont les mêmes en 2014 et 2023 (Tableau 12). Le rang des familles est extrêmement significativement corrélé entre les 2 échantillonnages (corrélation de Spearman, $p < 0.001$), ce qui indique que leur importance relative n'a pas varié entre 2014 et 2023.

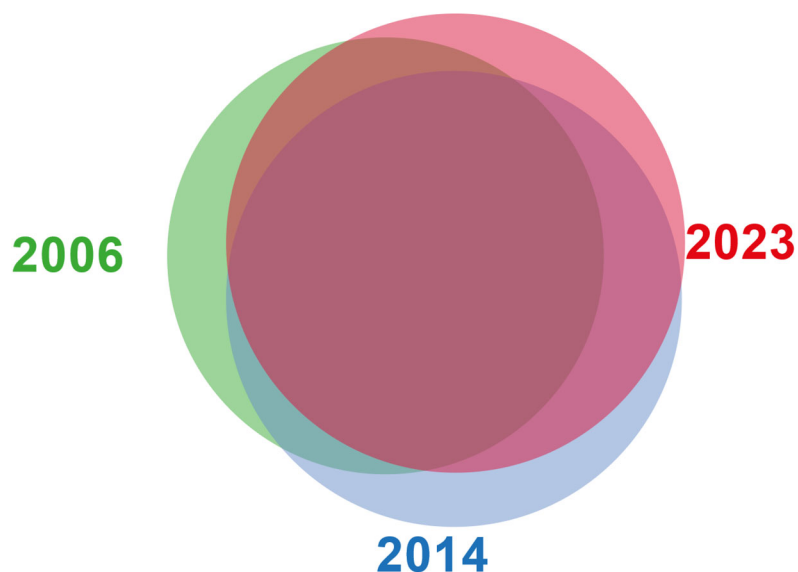


Figure 24 : Diagramme de Venn et Euler représentant la richesse spécifique en poissons de la liste de référence (cf. §11) commune aux différentes campagnes d'échantillonnage réalisées pour vérifier le maintien l'intégrité des récifs de l'Ile des Pins.

Le nombre total d'espèces est de 218. Les superficies des cercles et de leurs intersections sont proportionnelles au nombre d'espèces.

Tableau 11 : Richesse spécifique des familles de poissons de la liste de référence (cf. §11) échantillonnés en 2006, 2014 et 2023 à l'Ile des Pins.

Famille	2006	2014	2023
Acanthuridae	19	19	20
Aulostomidae	0	1	1
Balistidae	1	2	2
Blenniidae	2	1	1
Caesionidae	1	1	1
Carangidae	1	0	2
Carcharhinidae	1	1	1
Chaetodontidae	20	22	20
Dasyatidae	0	2	1
Diodontidae	0	1	1
Echeneidae	0	0	1
Gobiidae	1	0	1
Haemulidae	1	2	1
Holocentridae	4	2	2
Kyphosidae	0	0	1
Labridae	24	30	29
Lethrinidae	3	5	7
Lutjanidae	6	6	7

Famille	2006	2014	2023
Microdesmidae	1	0	0
Monacanthidae	1	1	1
Mullidae	9	9	7
Nemipteridae	1	1	2
Ostraciidae	1	1	1
Pempheridae	1	0	0
Pomacanthidae	6	6	6
Pomacentridae	12	19	17
Priacanthidae	1	1	1
Scaridae	17	17	18
Scombridae	1	0	1
Serranidae	11	9	10
Siganidae	6	6	5
Sphyraenidae	0	1	0
Tetraodontidae	1	1	2
Zanclidae	1	1	1
TOTAL	154	168	171

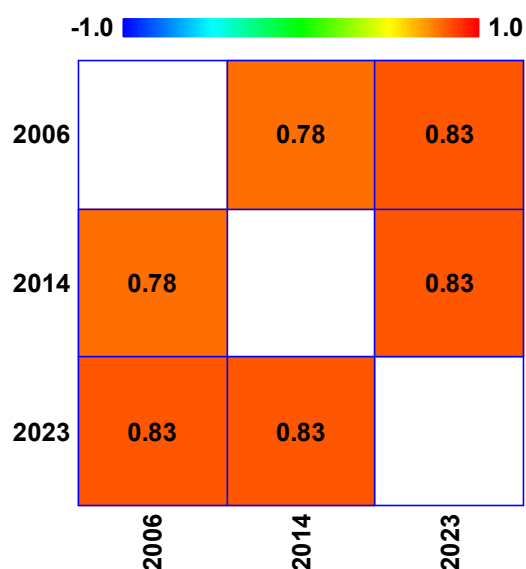


Figure 25 : Corrélations de Spearman entre le rang en nombre d'espèce des familles de poissons de la liste de référence (cf. §11) au cours des trois suivis (2006, 2014 et 2023) réalisés pour vérifier le maintien l'intégrité des récifs de l'Ile des Pins.

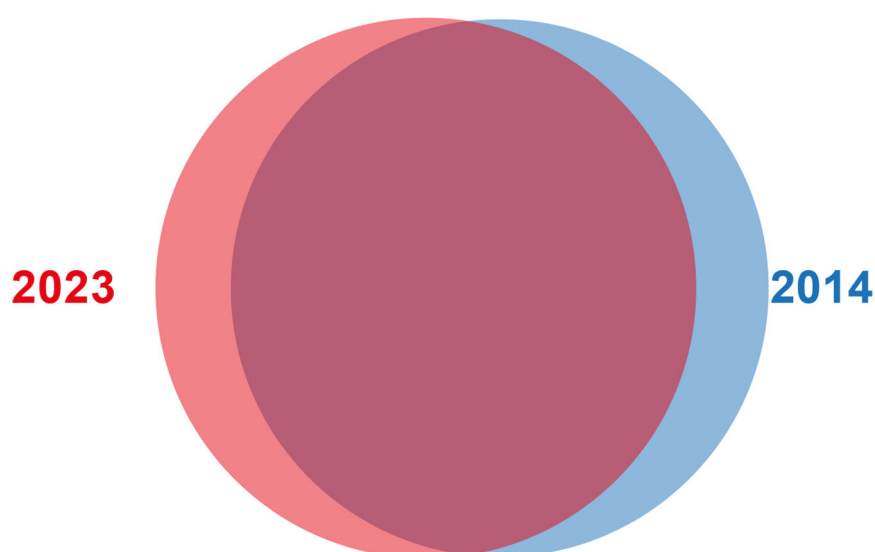


Figure 26 : Diagramme de Venn et Euler représentant la richesse spécifique totale en poisson commune aux campagnes d'échantillonnage 2014 et 2023 réalisées pour vérifier le maintien l'intégrité des récifs de l'Ile des Pins.

Le nombre total d'espèces est de 277. Les superficies des cercles et de leurs intersections sont proportionnelles au nombre d'espèces.

Tableau 12 : Richeesse spécifique des familles de poissons en 2014 et 2023.

Famille	2014	2023	Famille	2014	2023
Acanthuridae	19	20	Lethrinidae	6	8
Apogonidae	1	0	Lutjanidae	6	7
Aulostomidae	1	1	Malacanthidae	1	1
Balistidae	3	3	Monacanthidae	1	2
Belonidae	0	1	Mullidae	9	7
Blenniidae	8	4	Nemipteridae	1	2
Caesionidae	3	5	Ostraciidae	1	1
Carangidae	0	2	Pinguipedidae	2	3
Carcharhinidae	1	1	Plesiopidae	1	0
Chaetodontidae	22	20	Pomacanthidae	6	6
Cheliodactylidae	0	1	Pomacentridae	45	44
Cirrhitidae	2	1	Priacanthidae	1	1
Dasyatidae	2	1	Scaridae	17	18
Diodontidae	1	1	Scombridae	0	1
Echeneidae	0	1	Serranidae	10	11
Fistulariidae	0	1	Siganidae	6	5
Gobiidae	2	2	Sphyraenidae	2	0
Haemulidae	2	1	Synodontidae	2	2
Hemiramphidae	0	1	Tetraodontidae	1	2
Holocentridae	2	3	Zanclidae	1	1
Kyphosidae	0	1	TOTAL	231	232
Labridae	43	39			

Richeesse spécifique par station

La richesse spécifique par station des espèces de référence n'a pas varié significativement entre 2006, 2014 et 2023 (Figure 27) sur les 10 stations étudiées au cours des 3 suivis. La richesse spécifique par station des espèces commerciales et des principales familles exploitées sont globalement restées stables au cours de la période.

La richesse spécifique par station (toutes espèces) n'a pas varié significativement entre 2014 et 2023 (Figure 28).

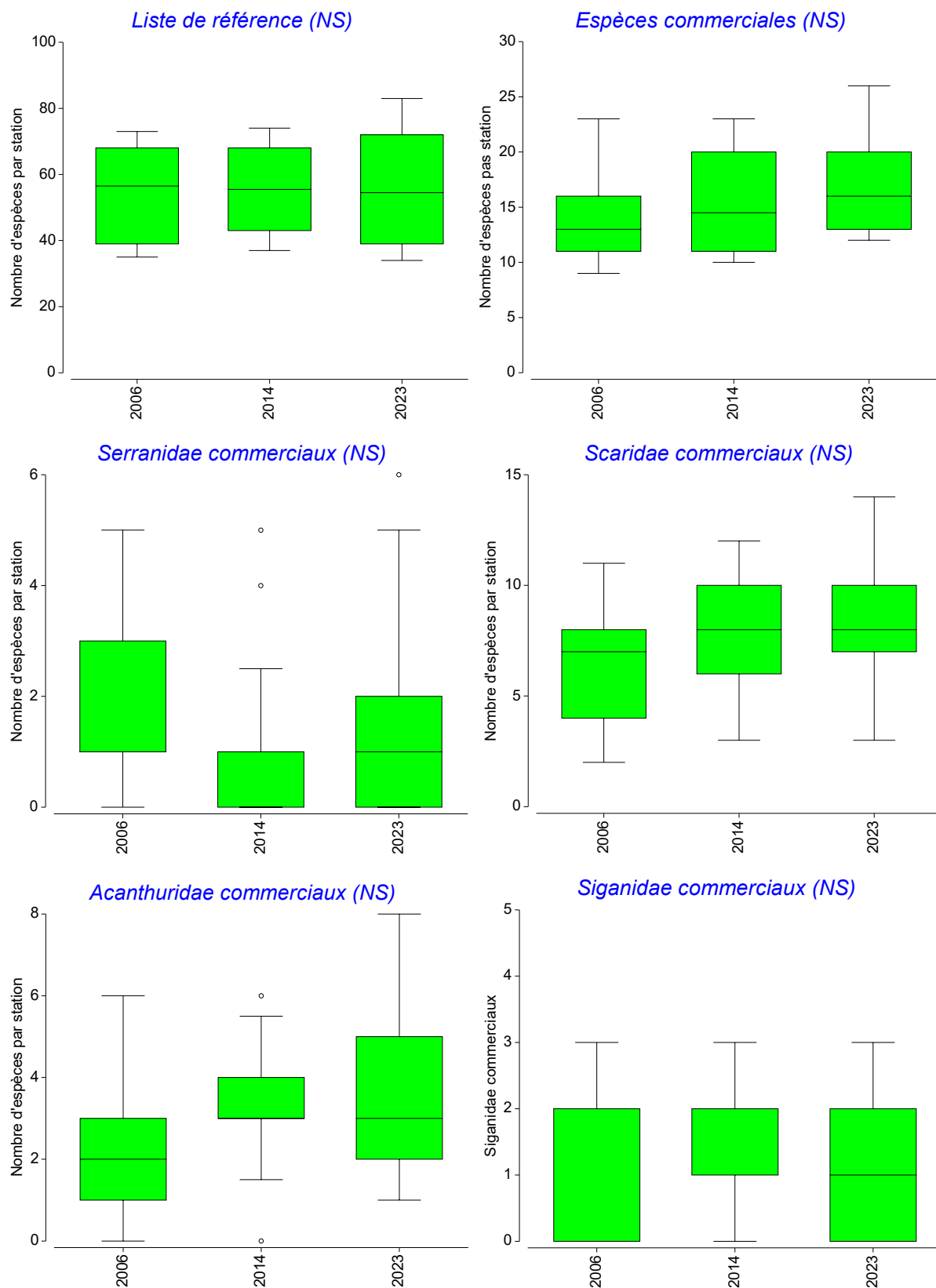


Figure 27 (1/2)

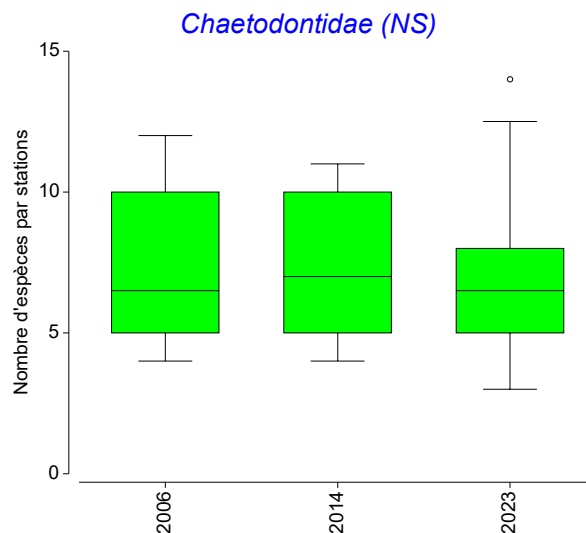


Figure 27 : Variations de la richesse spécifique par station des principales composantes des communautés de poissons de l’Ile des Pins en 2006, 2014 et 2023.

Un box-plot de couleur verte indique l’absence de différence significative ($p > 0.10$).

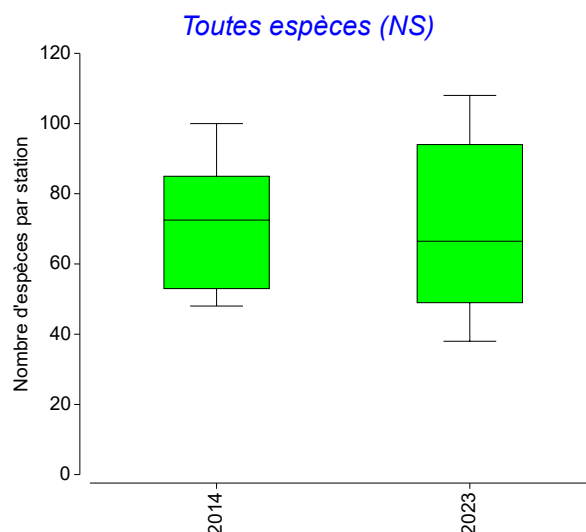


Figure 28 : Variations de la richesse spécifique par station des poissons (toutes espèces) de l’Ile des Pins en 2014 et 2023.

Un box-plot de couleur verte indique l’absence de différence significative ($p > 0.10$).

Densité

La densité des espèces de référence, stable entre 2006 et 2014, a augmenté en 2023 (Figure 29). La densité des espèces commerciales et celle des principales familles exploitées ont globalement augmenté au cours de la période (Figure 29). Les évaluations de 2023 sont toutes supérieures à celle de 2006, à l’exception des Siganidae commerciaux.

Cette augmentation est confirmée pour l’ensemble des espèces entre 2014 et 2023 (Figure 30).

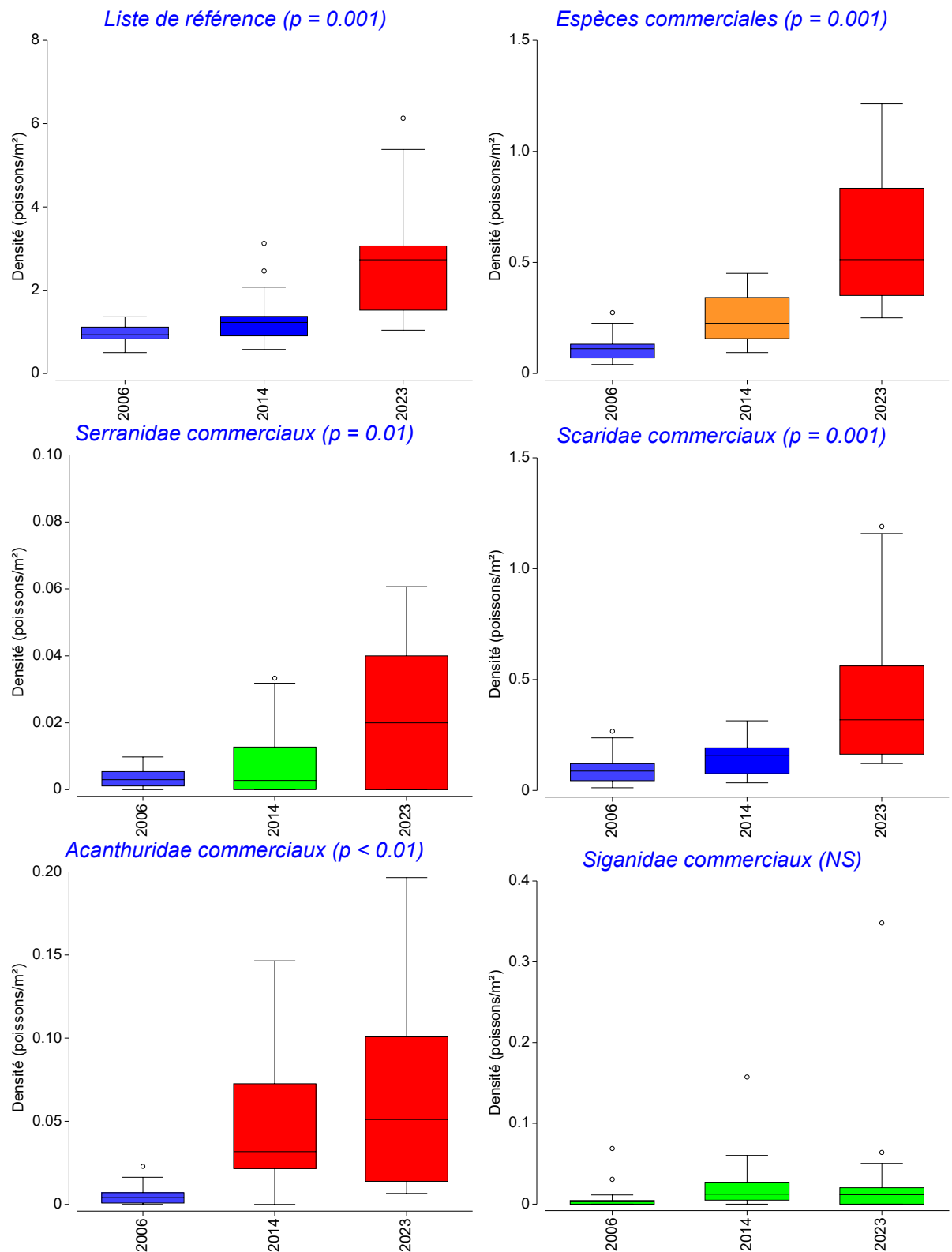


Figure 29 (1/2)

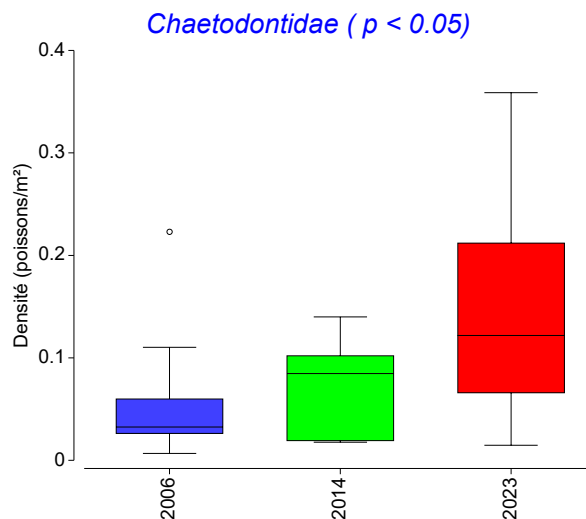


Figure 29 : Variations de la densité (poissons/m²) des principales composantes des communautés de poissons de l’Ile des Pins en 2006, 2014 et 2023.

Les différences sont significatives entre des box-plots de couleurs bleu, orange et rouge ($p < 0.05$). Un box-plot de couleur verte indique l’absence de différence significative ($p > 0.10$).

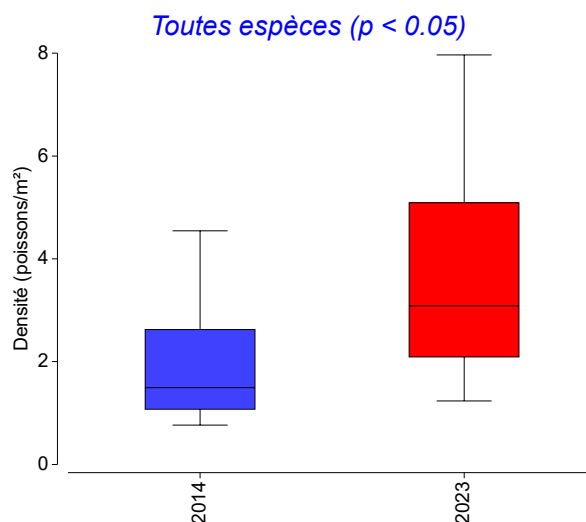


Figure 30 : Variations de la densité (poissons/m²) des poissons (toutes espèces) de l’Ile des Pins en 2014 et 2023.

Les différences sont significatives entre des box-plots de couleurs bleu et rouge ($p < 0.05$).

Biomasse

La biomasse des espèces a augmenté significativement au cours de la période (Figure 31). La biomasse des espèces commerciales et celle des principales familles exploitées ont globalement suivi la même tendance, à l’exception des Siganidae commerciaux (Figure 31).

Cette évolution est confirmée pour l’ensemble des espèces entre 2014 et 2023 (Figure 32).

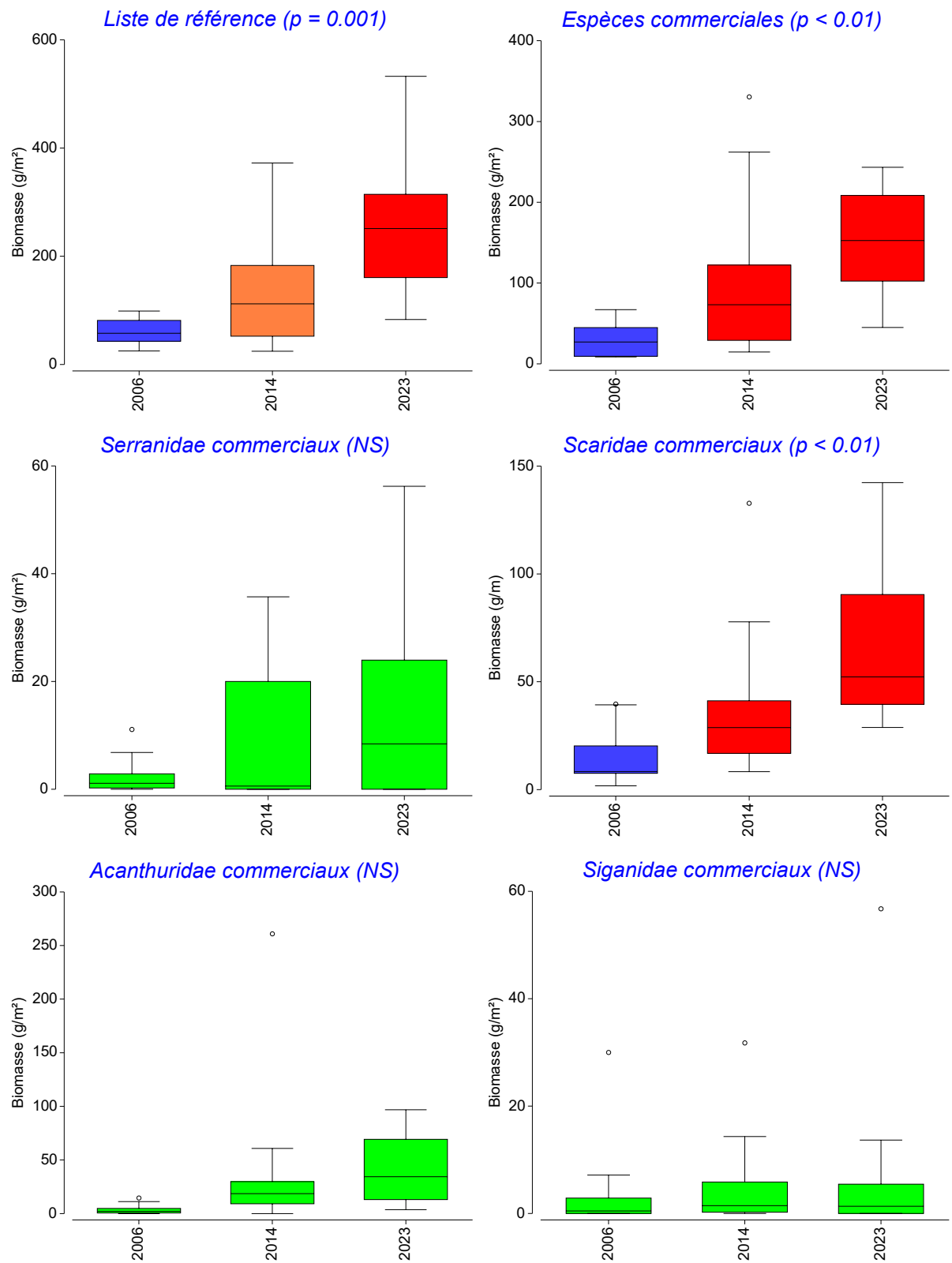


Figure 31 (1/2)

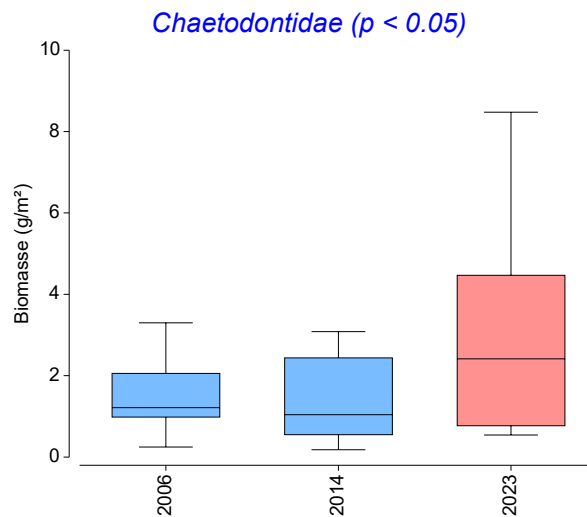


Figure 31 : Variations de la biomasse (g/m²) des principales composantes des communautés de poissons de l'Île des Pins en 2006, 2014 et 2023.

Les différences sont significatives entre des box-plots de couleurs bleu, orange et rouge ($p < 0.05$). Les différences sont proches du seuil de significativité entre des box-plots de couleurs bleu clair et rouge clair ($p < 0.10$). Un box-plot de couleur verte indique l'absence de différence significative ($p > 0.10$).

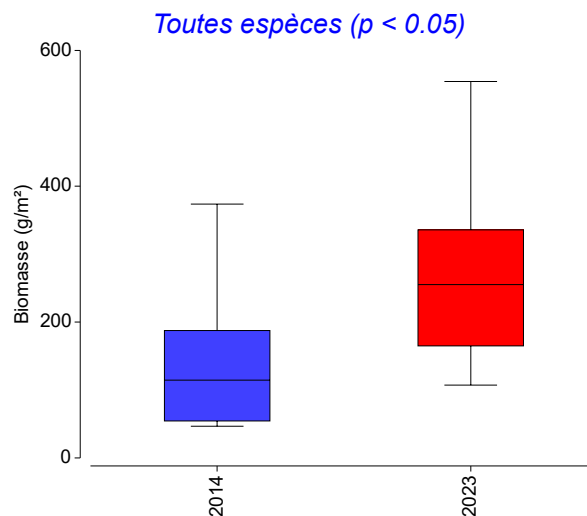


Figure 32 : Variations de la biomasse (g/m²) des poissons (toutes espèces) de l'Île des Pins en 2014 et 2023.

Les différences sont significatives entre des box-plots de couleurs bleu et rouge ($p < 0.05$).

6.1.1.2 Espèces emblématiques

Trois espèces emblématiques sont observées sur les stations échantillonnées lors des 3 suivis (Tableau 13). La fréquence et l'abondance des requins et des napoléons sont faibles pour l'ensemble des suivis. La mère loche (*Epinephelus malabaricus*), n'a été observée qu'en 2006.

Tableau 13 : Fréquence, abondance et taille des espèces emblématiques sur les stations échantillonnées en 2006, 2014 et 2023 à l'Ile des Pins.

Espèce	Fréquence			Nombre			Taille moyenne (maximum) (cm)		
	2006	2014	2023	2006	2014	2023	2006	2014	2023
Requins									
<i>Triaenodon obesus</i>	2	4	1	2	4	1	125 (130)	135 (160)	160
Mère-loche									
<i>Epinephelus malabaricus</i>	1	0	0	1	0	0	100	-	-
Napoléon									
<i>Cheilinus undulatus</i>	2	1	2	2	3	2	75 (100)	32.7 (48)	40 (44)

6.1.1.3 Structure des peuplements

La Permanova réalisée sur la structure des communautés (liste de référence) entre 2006, 2014 et 2023 indique des évolutions temporelles significativement différentes (Permanova, $p = 0.001$). La structure des communautés a évolué entre 2006 et 2014 (pair-wise test, $p < 0.05$) puis elle a conservé des caractéristiques similaires en 2023 (pair-wise test, $p > 0.05$).

Une CAP sous contrainte du facteur « année » confirme et précise ce résultat ($p < 0.001$) (Figure 33). Les trois suivis sont très bien discriminés sur le premier plan factoriel (90% de classification correcte). Le suivi de 2006 est parfaitement discriminé (100% de classification correcte). En revanche, le suivi de 2014 (80% de classification correcte) présente des similarités avec celui de 2006 (station IDP23) et avec 2023 (station IDP26). Le suivi de 2023 est bien discriminé (90% de classification correcte), à l'exception de la station IDP07 dont les caractéristiques restent plus proche de 2014. Ces résultats confirment que les communautés ont plus évolué entre 2006 et 2014. Les différences de structure s'expliquent essentiellement par l'évolution naturelle de l'importance relative de certaines espèces associées aux développements de certaines populations (augmentation de la densité et de la biomasse) (cf. §6.1.1.1) (Tableau 14). Ces résultats illustrent que les communautés de poissons de l'Ile des Pins sont soumises à une évolution temporelle naturelle entre 2006 et 2023, sans impact anthropique majeur décelable au niveau structurel.

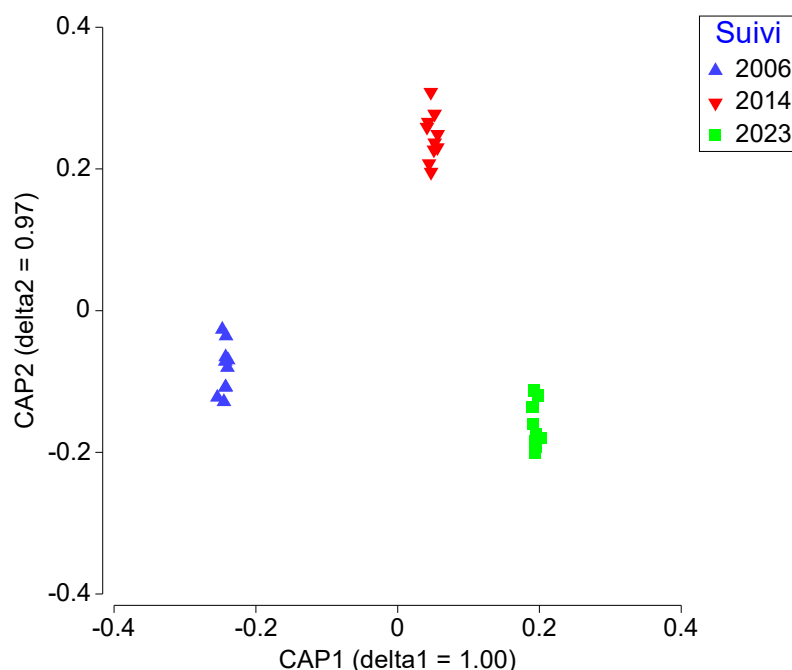


Figure 33 : Analyse canonique des coordonnées principales (CAP) de la structure des communautés de poissons de la liste de référence (cf. § 11) des récifs de l'Île des Pins en 2006, 2014 et 2023 sous la contrainte du facteur « année ».

L'analyse canonique a été réalisée sur les 25 premiers axes (96.9% 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 élevée et stable de 90% ($p = 0.001$).

6.1.1 Macroinvertébrés benthiques

Une liste de référence macroinvertébrés a été utilisée en 2006 (cf. annexes §12) [1]. L'ensemble des taxons est échantillonné depuis 2014 [2]. Par conséquent, l'évaluation du maintien de l'intégrité du bien a été faite à deux niveaux. Les indices globaux pouvant être calculés à partir de la liste de référence seront comparés depuis 2006 tandis que l'analyse des métriques impliquant l'ensemble des espèces a été réalisée entre 2014 et 2023, sachant que le maintien de l'intégrité du bien a été vérifié entre 2006 et 2014 [10].

6.1.1.1 Caractéristiques générales

Richesse taxonomique totale

Le nombre total de taxons de macroinvertébrés de la liste cible n'a pas varié significativement entre 2006 (32 taxons), 2014 (42 taxons) et 2023 (40 taxons) (χ^2 , $p > 0.05$) sur les 10 stations échantillonnées lors des 3 suivis (total 55 taxons). Au total, 38.2% des taxons (21 taxons) ont été recensés lors des trois campagnes d'échantillonnage, 7.3% (4 taxons) ont été échantillonnés uniquement en 2023 (Figure 34). La richesse taxonomique est donc restée stable depuis 2006.

Tableau 14 : Principales espèces de la liste de référence caractéristiques des assemblages de poissons des récifs de l'Île des Pins en 2006, 2014 et 2023.

Les espèces identifiées par CAP (**Figure 33**) ont une corrélation au premier plan factoriel ≥ 0.3 .

2006		
Caesionidae	Microdesmidae	Scaridae
<i>Caesionidae</i> spp	<i>Ptereleotris evides</i>	<i>Scarus</i> spp
Carangidae	Pomacanthidae	Serranidae
<i>Pseudocaranx dentex</i>	<i>Centropyge heraldi</i>	<i>Cephalopholis urodeta</i>
Chaetodontidae	Pomacentridae	<i>Epinephelus marginalis</i>
<i>Forcipiger longirostris</i>	<i>Abudefduf</i> spp	
Holocentridae	<i>Amphiprion perideraion</i>	
<i>Myripristis</i> spp		
Labridae	<i>Amphiprion</i> spp	
<i>Cheilinus trilobatus</i>	<i>Stegastes</i> spp	
2014		
Acanthuridae	Labridae	Mullidae
<i>Naso lituratus</i>	<i>Coris aygula</i>	<i>Parupeneus barberinoides</i>
<i>Naso tonganus</i>	<i>Cheilinus fasciatus</i>	<i>Parupeneus spilurus</i>
Chaetodontidae	<i>Labroides bicolor</i>	Nemipteridae
<i>Chaetodon lineolatus</i>	<i>Pygoplites diacanthus</i>	<i>Scolopsis bilineata</i>
<i>Forcipiger flavissimus</i>	<i>Thalassoma lunare</i>	Pomacentridae
<i>Heniochus acuminatus</i>	Haemulidae	<i>Chromis chrysura</i>
	<i>Plectorhinchus picus</i>	Scaridae
	Lethrinidae	<i>Chlorurus microrhinos</i>
	<i>Gymnocranius</i> sp nov	<i>Scarus rivulatus</i>
	<i>Monotaxis heterodon</i>	
2023		
Acanthuridae	Labridae	Scaridae
<i>Acanthurus blochii</i>	<i>Cheilinus chlorourus</i>	<i>Chlorurus sordidus</i>
<i>Naso unicornis</i>	<i>Epibulus insidiator</i>	<i>Scarus altipinnis</i>
<i>Zebrasoma velifer</i>	<i>Stethojulis strigiventer</i>	<i>Scarus chameleon</i>
Aulostomidae	Lethrinidae	<i>Scarus ghobban</i>
<i>Aulostomus chinensis</i>	<i>Lethrinus atkinsoni</i>	<i>Scarus globiceps</i>
Caesionidae	<i>Lethrinus olivaceus</i>	<i>Scarus oviceps</i>
<i>Caesio caerulaurea</i>	Lutjanidae	<i>Scarus psittacus</i>
Chaetodontidae	<i>Lutjanus bohar</i>	<i>Scarus schlegeli</i>
<i>Chaetodon auriga</i>	<i>Lutjanus gibbus</i>	Serranidae
<i>Chaetodon mertensii</i>	Mullidae	<i>Epinephelus merra</i>
<i>Chaetodon pelewensis</i>	<i>Parupeneus cyclostomus</i>	Tetraodontidae
	<i>Parupeneus pleurostigma</i>	<i>Canthigaster valentini</i>
		Zanclidae
		<i>Zanclus cornutus</i>

Le nombre total de taxons macroinvertébrés n'a également pas varié significativement entre 2014 (78 taxons) et 2023 (101 taxons) sur les 10 stations échantillonnées lors des 2 derniers suivis (total 123 taxons) mais la tendance est à une augmentation (χ^2 , $p = 0.09$). Au total, 45.5% des taxons (45 taxons) ont été recensés en 2014 et 2023, et 36.6% des taxons (45 taxons) uniquement en 2023 (Figure 35). Le rang des groupes est très significativement corrélé entre les 2 échantillonnages (corrélation de Spearman, $p < 0.01$), ce qui indique que leur importance relative n'a pas varié entre 2014 et 2023 (Tableau 15).

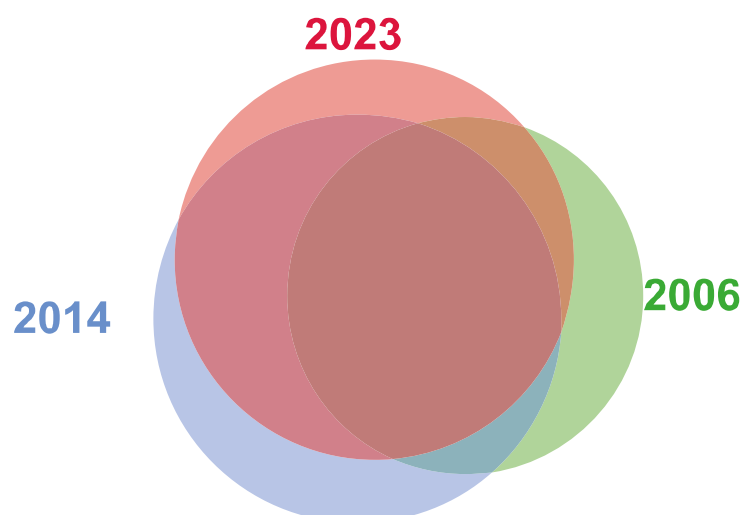


Figure 34 : Diagramme de Venn et Euler représentant la richesse taxonomique des macroinvertébrés épibenthiques de la liste cible (cf. §12) pour vérifier le maintien l'intégrité des récifs de l'Ile des Pins entre 2006, 2014 et 2023.

Le nombre total de taxons est de 55. Les superficies des cercles et de leurs intersections sont proportionnelles au nombre d'espèces.

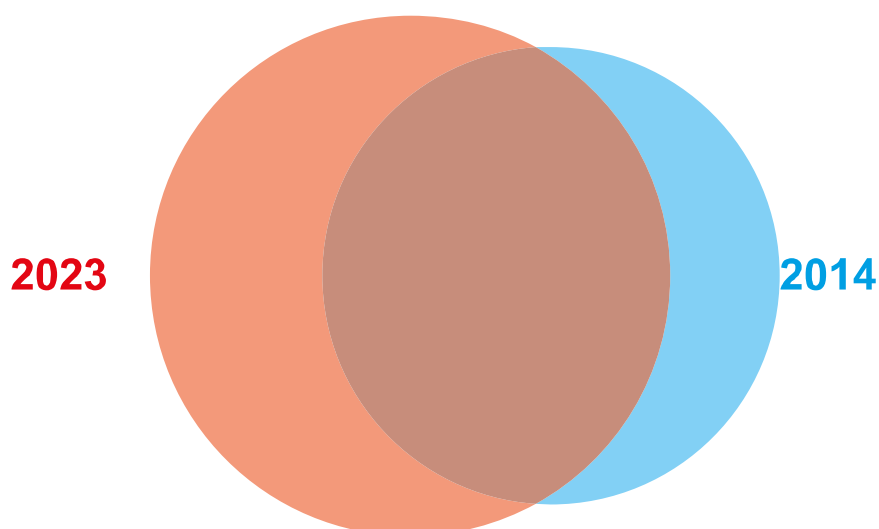


Figure 35 : Diagramme de Venn et Euler représentant la richesse taxonomique totale des macroinvertébrés épibenthiques pour vérifier le maintien l'intégrité des récifs de l'Ile des Pins entre 2014 et 2023.

Le nombre total de taxons est de 139. Les superficies des cercles et de leurs intersections sont proportionnelles au nombre d'espèces.

Tableau 15 : **Richesse taxonomique des groupes de macroinvertébrés épibenthiques échantillonnés en 2014 et 2023 sur les récifs de l’Ile des Pins.**

Groupe	2014	2023
Eponges (cliones)	2	2
Gastéropodes	24	34
Bivalves	14	19
Nudibranches	5	2
Crustacés	4	14
Platyhelminthes	2	1
Annélides	1	2
Astérides	6	6
Crinoïdes	1	1
Echinides	8	9
Holothurides	10	10
Ophiures	1	1

Richesse Taxonomique par station

La richesse taxonomique par station des taxons de la liste de référence est restée relativement stable entre 2006 et 2023 (Figure 36).

La diversité de l’ensemble des taxons reste également relativement stable entre 2014 et 2023 (Figure 37). Toutefois, la diversité des gastéropodes tend à augmenter et celle des crustacés a augmenté très significativement (Figure 37).

En résumé, les caractéristiques générales des communautés de macroinvertébrés épibenthiques sont restées relativement stable entre 2006 et 2023. Les variations observées sont naturelles.

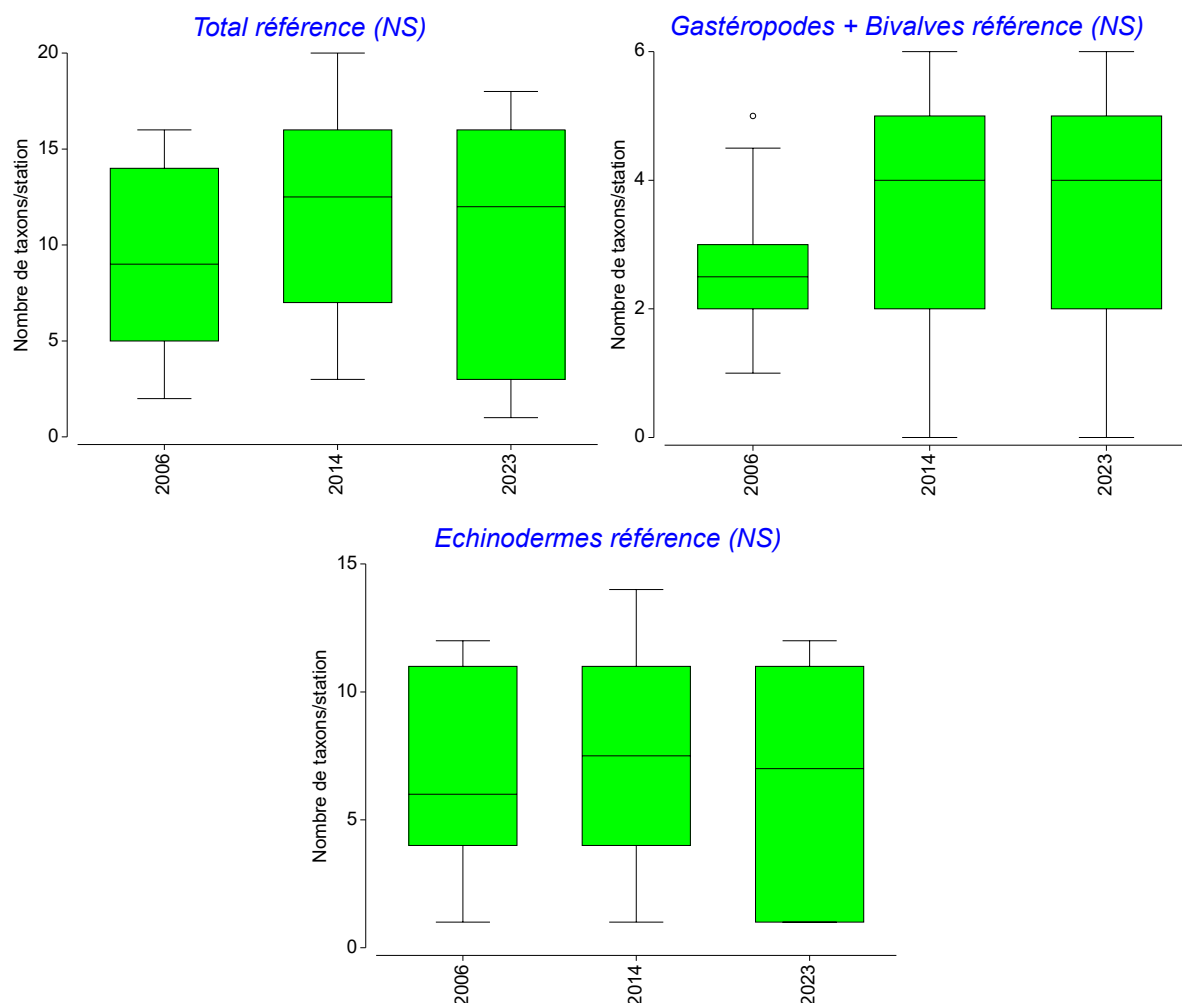


Figure 36 : Variations de la richesse taxonomique par station des principales composantes des communautés de macroinvertébrés épibenthiques de la liste de référence entre 2006, 2014 et 2023 à l'Île des Pins.

Un box-plot de couleur verte indique l'absence de différence significative avec les autres ($p > 0.05$).

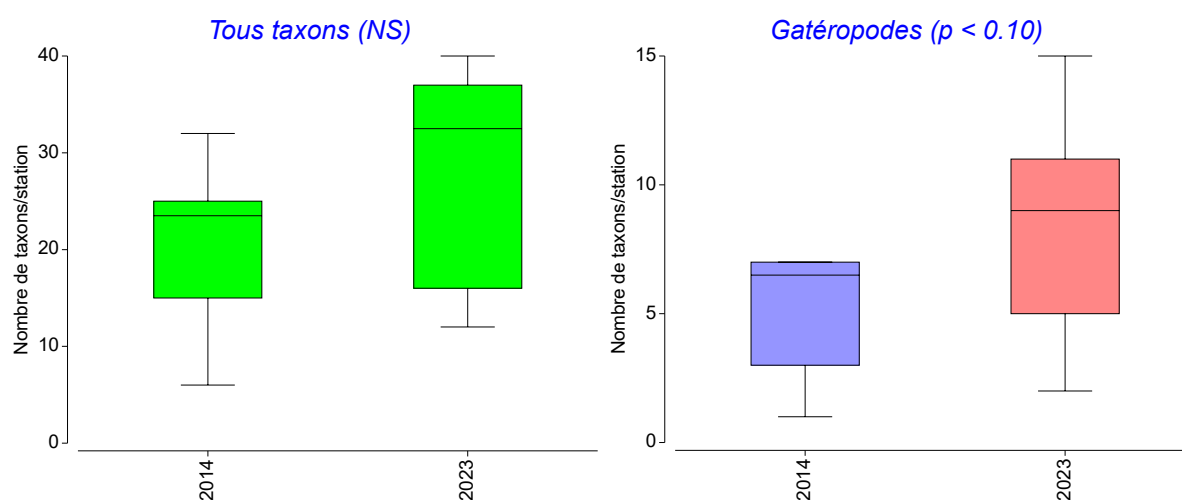


Figure 37 (1/2)

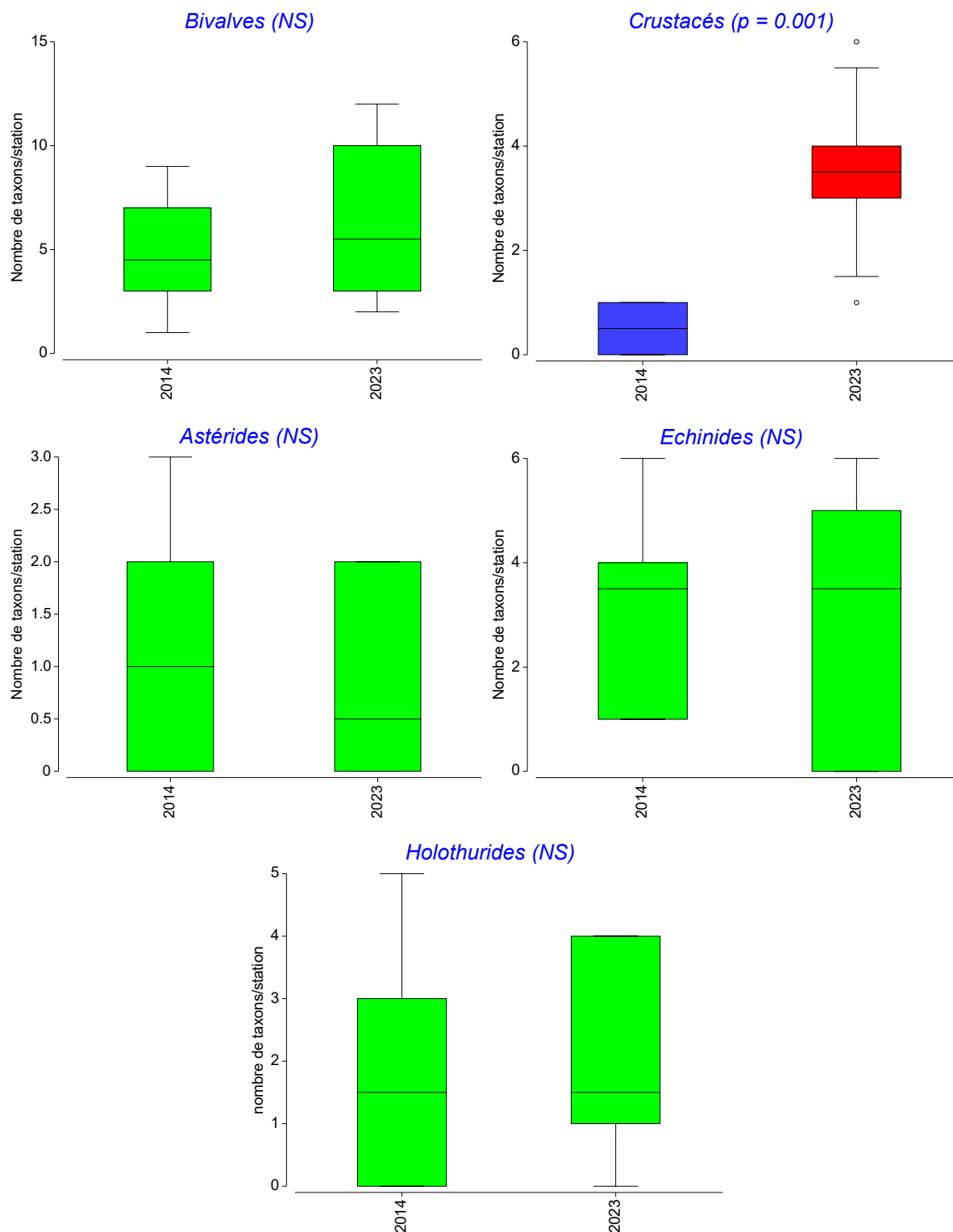


Figure 37 : Variations de la richesse taxonomique par station des communautés de macroinvertébrés épibenthiques entre 2014 et 2023 à l'Île des Pins.

Les différences sont significatives entre des box-plots de couleurs bleu et rouge ($p < 0.05$). Les différences sont proches du seuil de significativité entre des box-plots de couleurs bleu clair et rouge clair ($p < 0.10$). Un box-plot de couleur verte indique l'absence de différence significative avec les autres ($p > 0.05$).

Densité

La densité totale des macroinvertébrés épibenthiques des taxons de la liste de référence des récifs de l'Île des Pins n'a pas varié significativement entre 2006 et 2023 (Figure 38).

La densité de l'ensemble des taxons reste également stable entre 2014 et 2023, à l'exception des crustacés pour lesquels elle a augmenté (Figure 39).

En résumé, les caractéristiques générales des communautés de macroinvertébrés épibenthiques sont restées relativement stable entre 2006 et 2023. Des variations naturelles sont observées pour les crustacés.

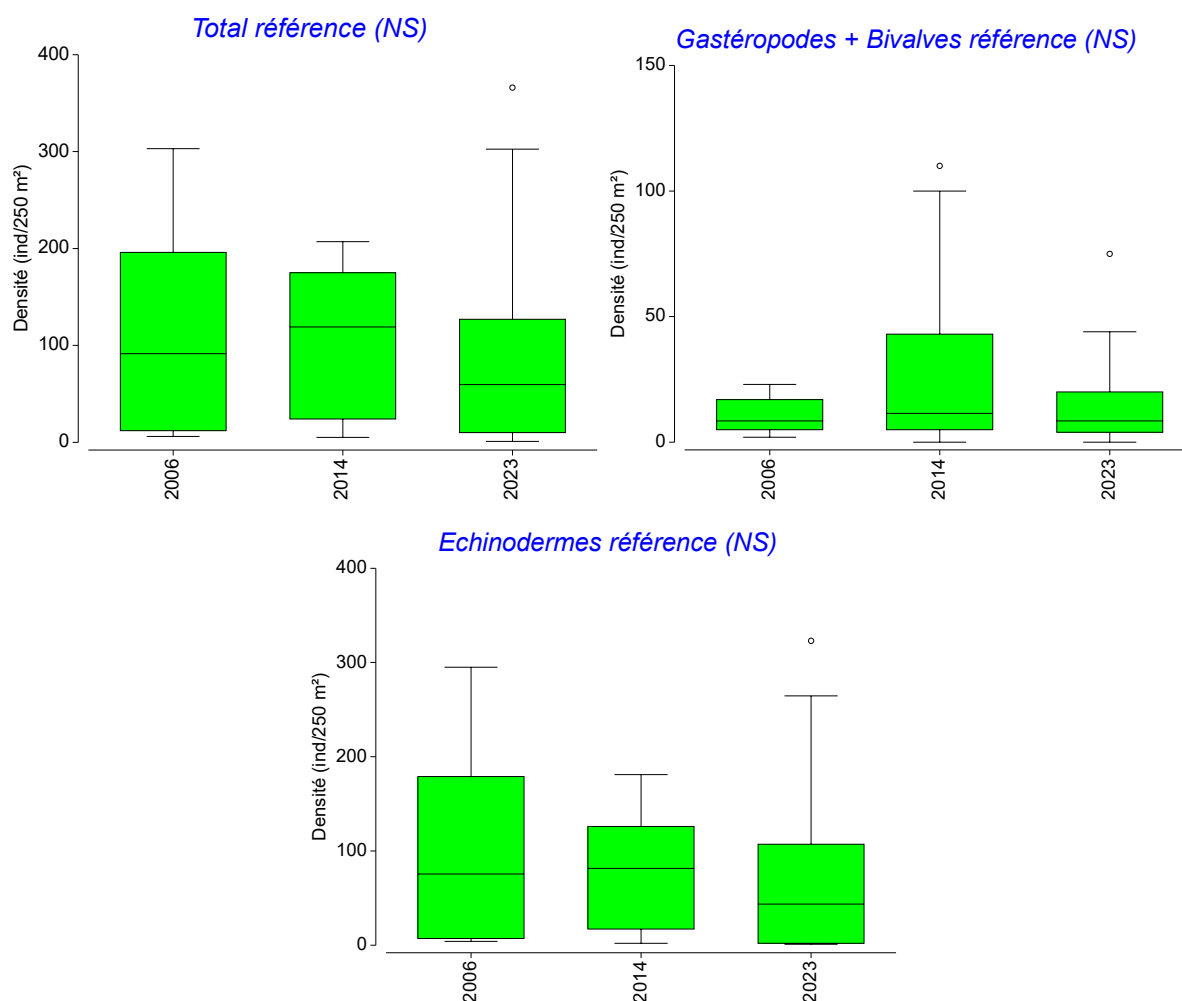


Figure 38 : Variations de la densité (individus/250 m²) des principales composantes des communautés de macroinvertébrés épibenthiques de la liste de référence entre 2006, 2014 et 2023 à l'Île des Pins.

Un box-plot de couleur verte indique l'absence de différence significative avec les autres ($p > 0.05$).

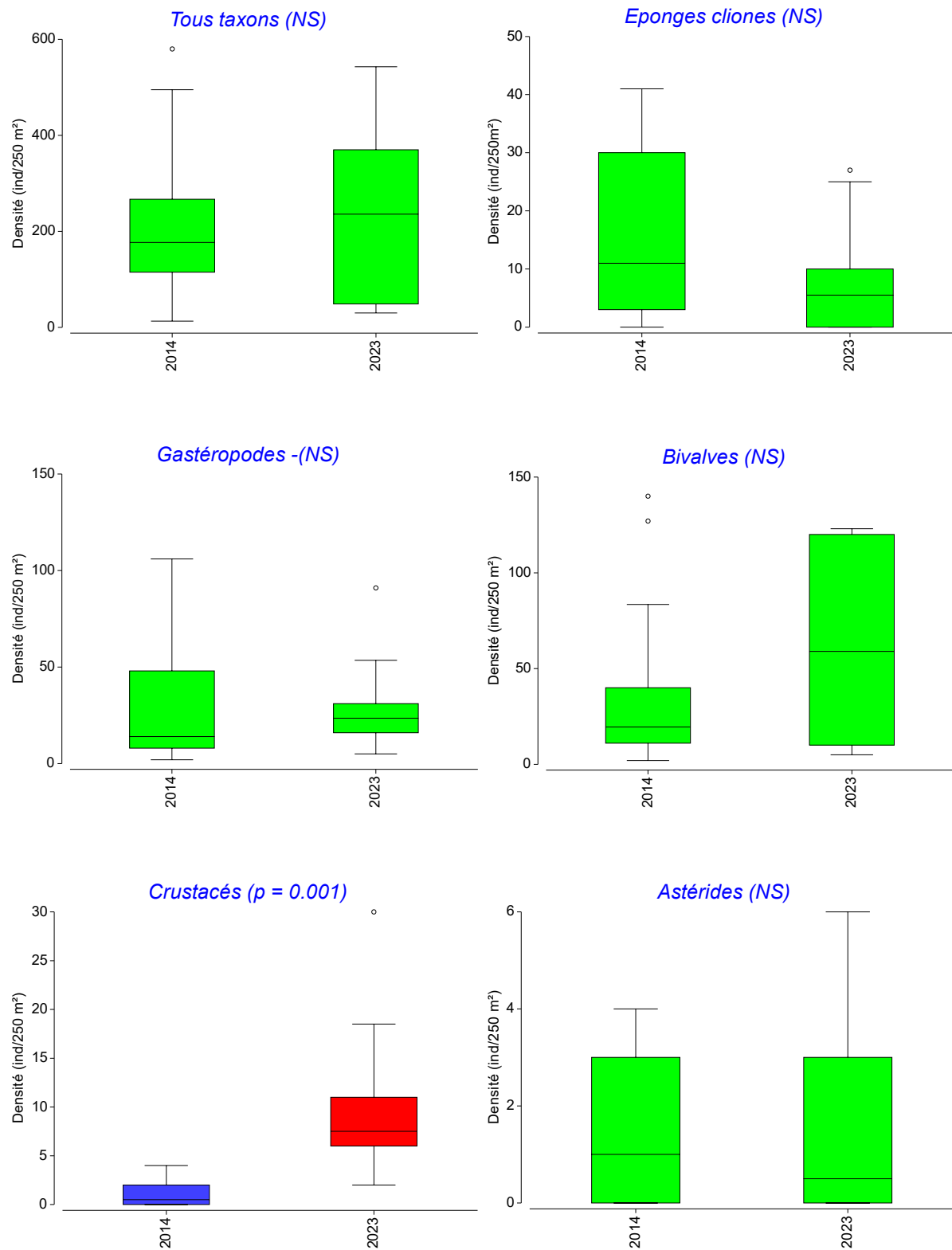


Figure 39 (1/2)

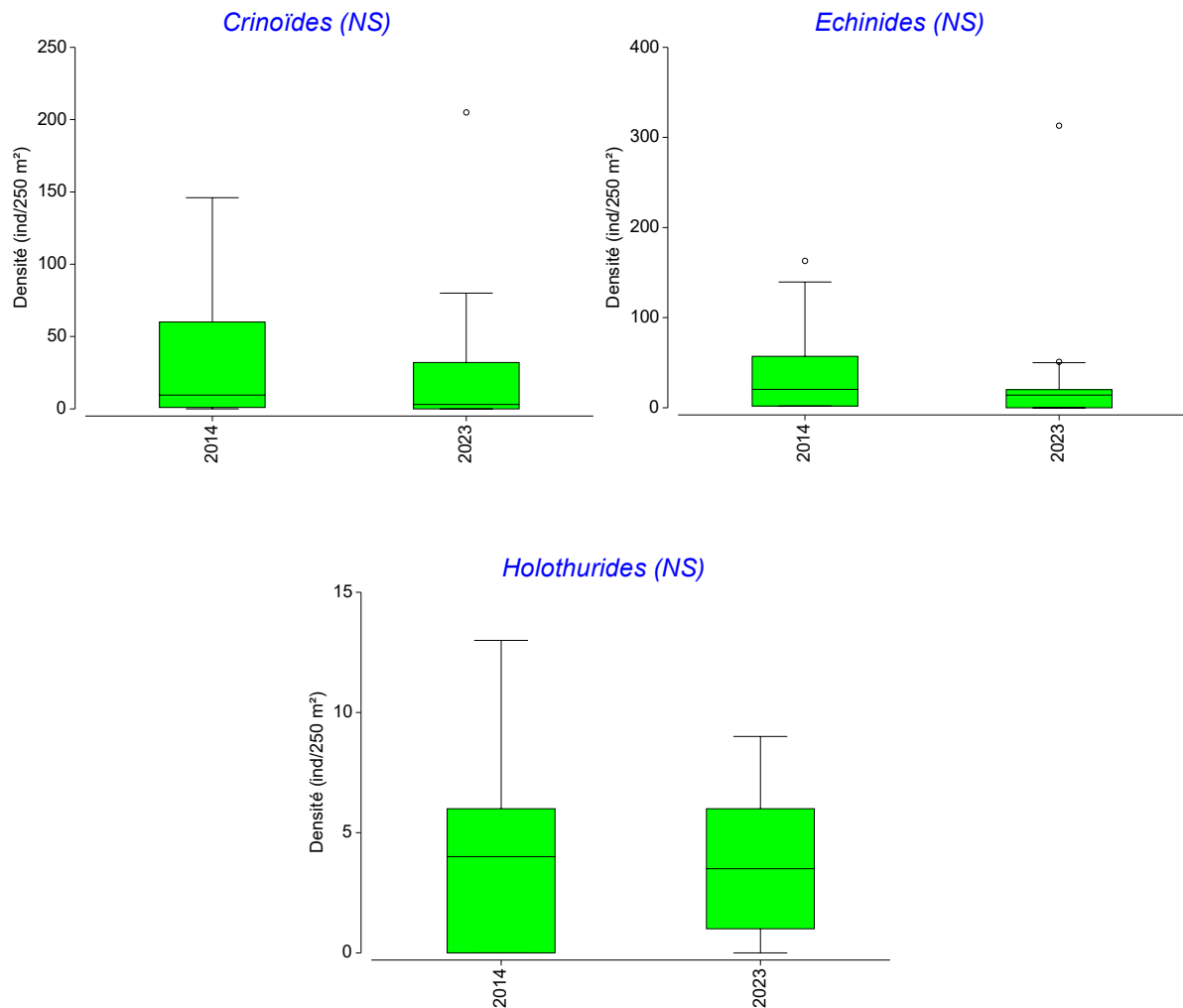


Figure 39 : Variations de la densité (individus/250 m²) des communautés de macroinvertébrés épibenthiques entre 2014 et 2023 à l'Île des Pins.

Les différences sont significatives entre des box-plots de couleurs bleu et rouge ($p < 0.05$). Un box-plot de couleur verte indique l'absence de différence significative avec les autres ($p > 0.10$).

6.1.1.2 Bénéitiers

La densité des bënëitiers n'a pas varié significativement entre 2006 et 2023, bien que la tendance soit à une diminution (Figure 40). La taille moyenne des bënëitiers a diminué au cours de la période, celle de 2023 étant significativement inférieure à celle de 2006 (Figure 40).

La distribution de fréquence des tailles qui avait évolué entre 2006 et 2014 (Kolmogorov-Smirnov, $p < 0.01$) suite à une diminution de la proportion des spécimens de plus grande taille, est restée stable entre 2014 et 2023 (Figure 41) (Kolmogorov-Smirnov, $p > 0.05$).

Ce résultat est un signe défavorable qui montre un peuplement en régression depuis 2006.

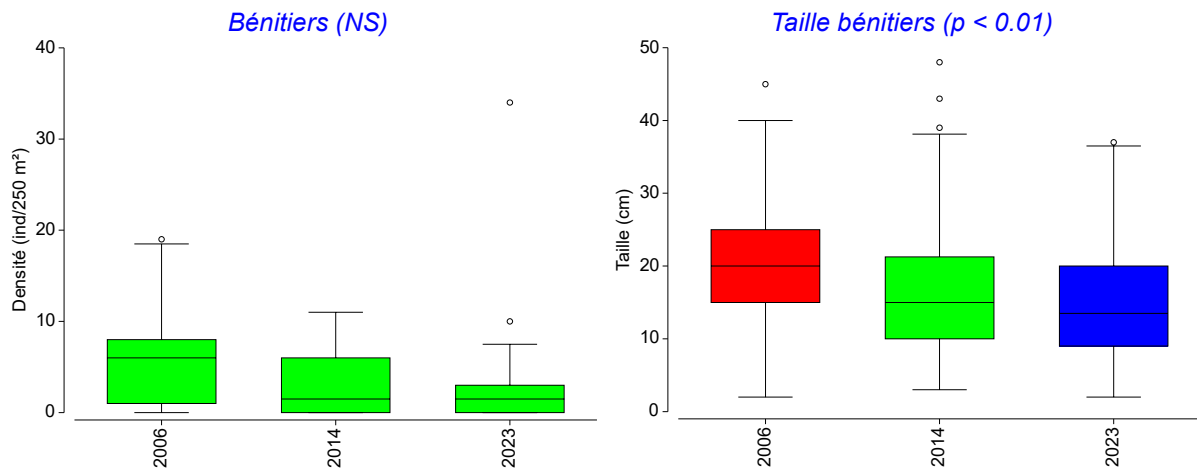


Figure 40 : Densité et taille moyenne des bénitiers entre 2006 et 2023 à l'Ile des Pins.

Les différences sont significatives entre des box-plots de couleurs bleu et rouge ($p < 0.05$). Un box-plot de couleur verte indique l'absence de différence significative avec les autres ($p > 0.10$).

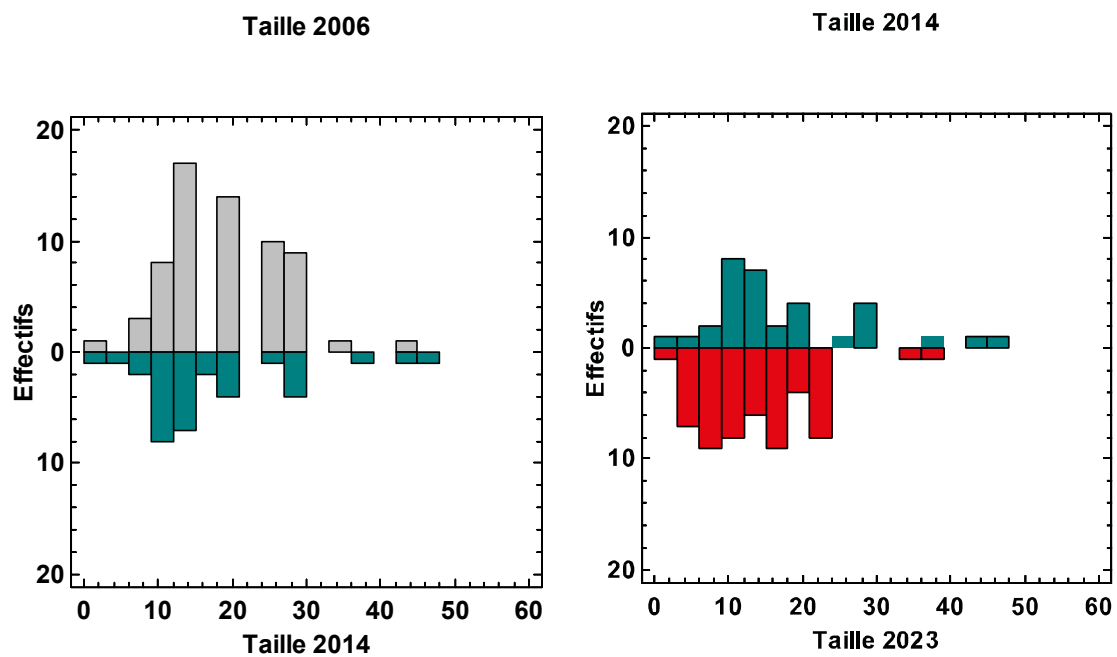


Figure 41 : Distribution de fréquence des tailles (cm) des bénitiers en 2006, 2014 et 2023 sur les récifs de l'Ile des Pins.

6.1.1.1 Structure des peuplements

L'évolution de la structure des peuplements a été réalisée entre les suivis de 2014 et 2023 (échantillonnage de tous les taxons). La Permanova indique des évolutions temporelles significativement différentes (Permanova, $p < 0.01$). La structure des communautés de macroinvertébrés a donc évolué entre 2014 et 2023.

Une CAP sous contrainte du facteur « année » confirme et précise ce résultat ($p < 0.001$). Les deux suivis sont parfaitement discriminés (100% de classification correcte). Les différences de structure s'expliquent essentiellement par l'évolution naturelle de l'importance relative de certaines espèces (Tableau 16), notamment la diversification des bivalves et des crustacés en 2023. Ces résultats illustrent que les communautés de macroinvertébrés de l'Île des Pins sont soumises à une évolution temporelle naturelle entre 2014 et 2023, sans impact anthropique majeur décelable au niveau structurel.

Tableau 16 : Principaux taxons caractéristiques des assemblages de macroinvertébrés des récifs de l'Île des Pins en 2014 et 2023.

Les espèces identifiées par CAP (Erreur ! Source du renvoi introuvable.) ont une corrélation au premier axe factoriel ≥ 0.5 .

2014			
Eponges	Gastéropodes	Bivalves	Crinoïdes
<i>Cliona jullieni</i>	<i>Astraliu rhodostomum</i>	<i>Tridacna derasa</i>	<i>Comanthus</i> spp
<i>Cliona orientalis</i>	<i>Rochia nilotica</i>	Nudibranches	Echinides
	<i>Turbo setosus</i>	<i>Halgerda aurantiomaculata</i>	<i>Diadema setosum</i>
	<i>Tutufa rubeta</i>	Crustacés	Holothurides
		<i>Saron neglectus</i>	<i>Actinopyga echinites</i>
20223			
Gastéropodes	Bivalves	Crustacés	Echinides
<i>Cerithium nodulosum</i>	<i>Anadara scapha</i>	<i>Calcinus minutus</i>	<i>Diadema savignyi</i>
<i>Dendropoma</i> spp	<i>Chama</i> spp	<i>Dardanus</i> spp	<i>Echinometra mathaei</i>
<i>Rhinoclavis fasciata</i>	<i>Isognomon perna</i>	<i>Paguritta</i> spp	<i>Parasalenia graciosa</i>
<i>Tectus pyramis</i>	Pectinidae indéterminé	<i>Panulirus longiceps</i>	<i>Tripneustes gratilla</i>
	Pinnidae indéterminé	<i>Trapezia bidentata</i>	Holothurides
	<i>Streptopinna saccata</i>	<i>Trapezia cymodoce</i>	<i>Actinopyga miliaris</i>
	<i>Tridacna crocea</i>	Platyhelminthes	<i>Bohadschia argus</i>
	<i>Tridacna maxima</i>	<i>Pseudoceros</i> spp	<i>Linckia laevigata</i>
	<i>Tridacna squamosa</i>	Annélides	<i>Stichopus chloronotus</i>
		<i>Spirobranchus giganteus</i>	

6.1.2 Habitat

6.1.2.1 Caractéristiques générales

Les évolutions des caractéristiques générales de l'habitat n'ont pas varié significativement entre 2006 et 2023 (Permanova, $p > 0.05$). Les caractéristiques générales de l'habitat en 2023 sont similaires à celles de 2006 et 2014 sur les 10 stations étudiées au cours de 3 suivis (Figure 42). Elles traduisent une stabilité dans le temps et l'absence d'impact majeur décelable depuis 2006.

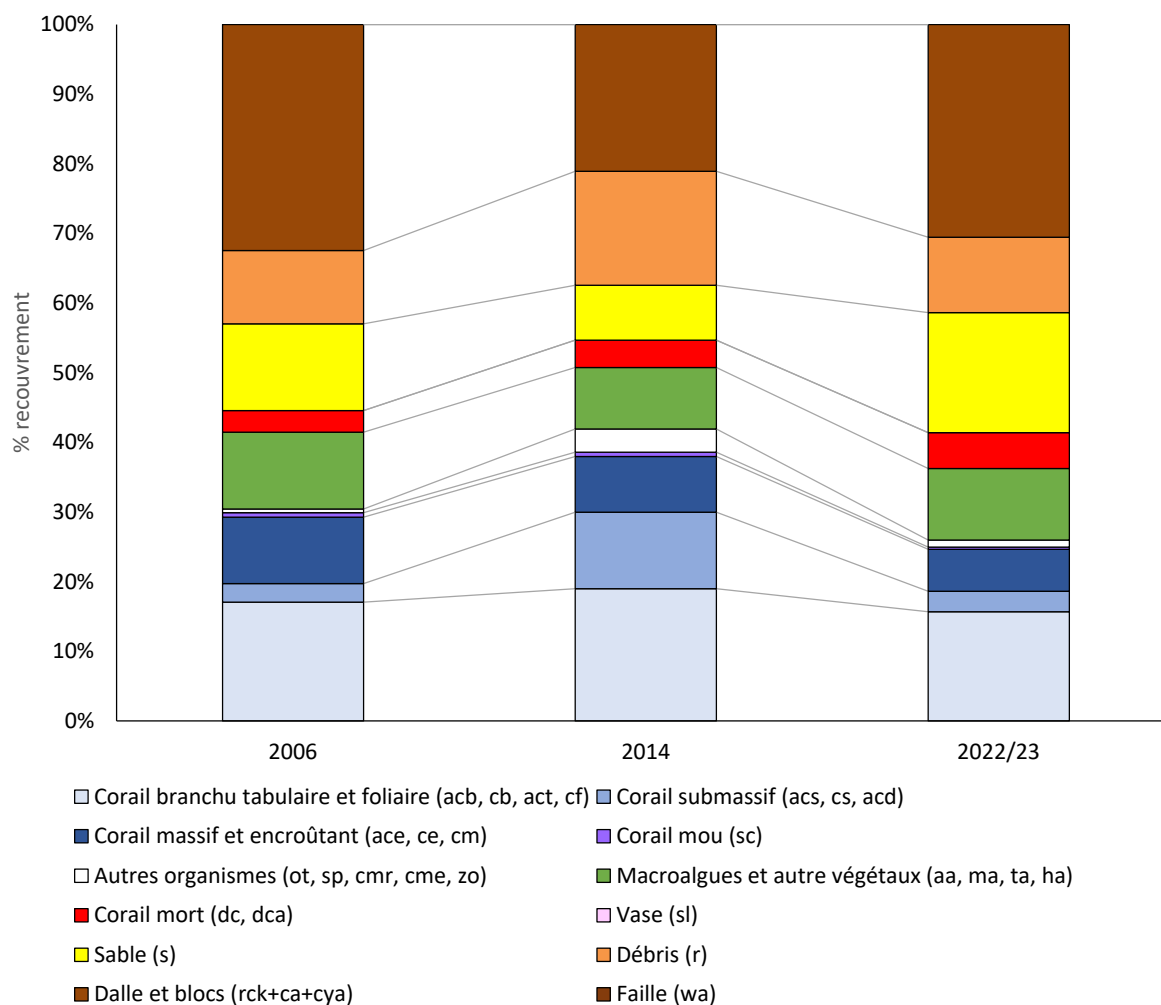


Figure 42 : Evolution des caractéristiques générales de l'habitat entre 2006, 2014 et 2023 à l'Île des Pins.

6.1.2.2 Structure de l'habitat

Une Permanova des caractéristiques détaillées de l'habitat confirme les résultats précédents (cf. §6.1.2.1). La structure de l'habitat n'a pas évolué significativement entre 2006, 2014 et 2023 (Permanova, $p > 0.05$). Une analyse canonique des coordonnées principales (CAP) de la structure de l'habitat sous la contrainte du facteur « suivi » illustre les résultats précédents. Le modèle est validé ($p < 0.01$) mais uniquement 56.7% des stations sont bien classées. Les erreurs de classification concernent indifféremment les trois années 2006 (60% de bonne classification), 2014 (60% de bonne classification) et 2023 (50% de bonne classification).

7 Bilan et conclusions

7.1 Etat des lieux en 2023

Le bilan de santé réalisé en 2023 est représentatif des formations coralliennes des récifs internes du nord et de l'ouest de l'Ile des Pins. Les formations situées à l'est, au sud et la pente externe n'ont pas pu être étudiées en raison de conditions météorologiques très défavorables.

Ce bilan de santé montre que les écosystèmes coralliens de l'Ile des Pins sont en bonne santé. Ils sont conformes à un ensemble de récifs d'un « petit » lagon d'île haute relativement productif, bénéficiant à la fois d'apports terrigènes et d'une influence océanique. Ces formations sont aussi sous une influence subtropicale. Elles sont soumises à une pression anthropique dont les impacts sont relativement limités.

Les niveaux de population de poissons sont satisfaisants sur les récifs lagunaires de l'Ile des Pins. Ils sont conformes aux types de formations étudiées. Par conséquent, ces caractéristiques ne sont pas celles d'un récif protégé, ni d'un récif isolé. La richesse spécifique par station est faible pour la Nouvelle-Calédonie conformément à une localisation quasi subtropicale. La densité est élevée pour des formations non protégées ce qui souligne la productivité des récifs lagunaires de l'Ile des Pins. La biomasse totale est moyenne et similaire aux sites les plus proches. Celle des poissons commerciaux est également dans la moyenne et des individus adultes sont observés pour toutes les espèces, ce qui signifie que la pression anthropique reste mesurée. Les Chaetodons sont présents sur toutes les stations, diversifiés et particulièrement abondants, leur densité étant le maximum enregistré pour la Nouvelle-Calédonie. Les espèces emblématiques sont aussi présentes (requins, napoléons). Toutefois, la fréquence des requins est minimale et celle des napoléons est faible. Ces résultats sont liés aux types de formation étudiées (récifs lagunaires peu profonds sous influence subtropicale) et conforme à la pression anthropique.

Les caractéristiques des communautés macrobenthiques de l'Ile des Pins sont conformes aux types de formations échantillonnées subissant une pression anthropique limitée. Elles rendent compte de communautés en bonne santé où les espèces commerciales sont présentes, mais l'impact lié à une exploitation est décelable. Ces communautés ont une diversité et une densité moyennes pour la Nouvelle-Calédonie, similaires à celles d'autres sites proches. Les mollusques commerciaux sont présents sur 82% des stations. La densité des bénitiers est faible et la taille moyenne est moyenne pour la Nouvelle-Calédonie. Des jeunes recrues et des individus adultes sont observés pour chaque espèce. Des spécimens proches des tailles maximales ont aussi été observés. Les trocas sont peu abondants mais de grande taille. Comme ils n'ont pas été échantillonnés dans leur habitat préférentiel, ces résultats montrent qu'ils sont potentiellement relativement fréquents dans celui-ci. Les holothuries sont relativement diversifiées mais peu abondantes, notamment *Holothuria nobilis* et *Thelenota ananas*, à forte valeur commerciale.

L'habitat corallien des récifs de l'Ile des Pins est très diversifié et sa composante vivante est essentiellement corallienne. Il ne présente aucun signe de dégradation décelable. Les formations coralliennes sont en bonne santé. La composante vivante est principalement corallienne, diversifiée, développée et dominée par les formes fragiles. Les macroalgues et autres végétaux sont également bien représentées conformément au caractère subtropical du site. La composante non vivante est principalement constituée de dalle corallienne et, dans une moindre mesure, de débris et de sable.

L'organisation spatiale des communautés de poissons est naturelle. Elles se structurent en 3 assemblages selon un gradient nord-sud et la nature des formations coralliennes. Aucun impact anthropique majeur n'est décelable. Les différences spatiales sont moins marquées pour les communautés de macroinvertébrés épibenthiques que pour les poissons. Elles s'organisent en trois

ensembles en fonction des caractéristiques de l'habitat. L'habitat corallien présente également une organisation naturelle. Les différences observées s'expliquent uniquement par l'environnement physique, ce qui confirme l'absence d'impact anthropique décelable sur l'habitat de ces formations.

Les caractéristiques de l'habitat expliquent plus de 70% de la variabilité des communautés biologiques (poissons et macroinvertébrés). Par ailleurs, les communautés de poissons et de macroinvertébrés sont liées. Toutefois, cette variation conjointe est relativement limitée. Elle représente respectivement 22% et 41% de la variation totale des poissons et des macroinvertébrés.

7.2 Maintien de l'intégrité

Une liste de référence pour les poissons et les invertébrés a été utilisée en 2006. L'ensemble des espèces est échantillonné depuis 2014. Par conséquent, l'évaluation du maintien de l'intégrité du bien a été faite à deux niveaux, entre 2006 et 2023 (3 suivis) pour les indices pouvant être calculés à partir de la liste de référence, et entre 2014 et 2023 (2 suivis) pour les métriques impliquant l'ensemble des espèces. Par ailleurs, en raison des problèmes survenus lors de l'échantillonnage de 2023 uniquement 10 stations font parties du réseau de suivi. Elles sont représentatives des formations de récifs lagonaire situés au nord et à l'ouest du complexe récifo-lagunaire.

Les récifs coralliens de l'Île des Pins se caractérisent par une relative stabilité entre 2006 et 2023. Les évolutions significatives sont naturelles et positives. Elles soulignent l'absence d'impact anthropique majeur décelable et l'absence de perturbations environnementales importantes pendant la période. Les communautés de poissons se caractérisent par une stabilité de la richesse spécifique par station et un développement des populations marqué par une augmentation de la densité et de la biomasse entre 2006 et 2023. Les communautés de macroinvertébrés se caractérisent également par une stabilité entre 2006 et 2023, à l'exception des populations de crustacés qui se sont développées en 2023. Toutefois, les populations de benthos sont en régression avec une diminution de la densité (non significative) et de la taille moyenne (significative). Au niveau structurel les communautés de poissons ont plus évolué entre 2006 et 2014 qu'entre 2014 et 2023. Les communautés de macroinvertébrés ont également évolué naturellement entre 2014 et 2023. L'habitat n'a pas évolué significativement entre 2006 et 2023. Ses caractéristiques sont restées globalement et structurellement stables dans le temps et ne permettent pas de déceler d'impact significatif depuis 2006.

Les tableaux de bord ressources et biodiversité confirment les résultats des analyses approfondies présentées précédemment (Tableau 17, Tableau 18). Les ressources en poissons sont encore préservées et ne présentent pas de signe d'impact anthropique majeur significatif dans la zone d'étude, à l'exception des Lethrinidae. Ces derniers sont des espèces lagonaires qui ne sont pas strictement inféodées aux récifs coralliens et qui sont principalement impactées par la pêche à la ligne. Le tableau de bord biodiversité indique un état de santé satisfaisant. Toutefois, les indicateurs « espèces emblématiques » sont moyens. Ce résultat est en partie lié au non échantillonnage des pentes océaniques où elles sont généralement observées. Par conséquent, la stabilité des communautés est vérifiée.

En conclusion, le bilan de santé réalisé en 2023 fait état de récifs coralliens lagonaires en bonne santé au nord et à l'ouest de l'Île des Pins. Il n'y a pas d'impact anthropique significatif majeur décelable. L'intégrité s'est maintenue depuis 2006 et les caractéristiques de l'Île des Pins sont restées globalement stables. Il est raisonnable de penser que les formations qui n'ont pas pu être étudiées (pente océanique et récifs est) en 2023 sont également restées dans un état stable car elles sont moins exposées aux pressions et aucun témoignage de la population ne fait état de dégradation majeure.

Tableau 17 : Tableau de bord du statut des ressources à l'Île des Pins en 2023.

La couleur indique l'état de l'indicateur en 2023 et la flèche son évolution entre 2014 et 2023 (à partir des stations étudiées en 2014 et en 2023) : bon (vert), moyen (jaune), médiocre (orange) et mauvais (rouge).

Indicateur	Interprétation	
Densité de <i>Plectropomus</i> spp	→	Population conformes au site
Biomasse de <i>Plectropomus</i> spp	→	
Biomasse des Serranidae	→	Peuplement en bonne santé
Densité des Lethrinidae	→	Peuplement mal échantillonné Statut impacté Niveau d'impact inconnu
Biomasse des Lethrinidae	→	
Densité des <i>Naso</i> spp	→	Peuplement en bonne santé
Biomasse des <i>Naso</i> spp	→	
Synthèse ressources	Poissons	Bon statut Communautés peu impactées sauf les Lethrinidae

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

La couleur indique l'état de l'indicateur en 2023 et la flèche son évolution entre 2014 et 2023 (à partir des stations étudiées en 2014 et en 2023) : état de référence (bleu)³, 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 stables en bonne santé
Sr des Chaetodontidae par station	→	Communautés stables en bonne santé
Conservation des espèces et habitats emblématiques, menacés localement, ou sous statut spécial, ou endémiques		
Indicateur	Interprétation	
Fréquence d'occurrence de <i>Cheilinus undulatus</i>	↗	Au seuil inférieur
Taille max de <i>Cheilinus undulatus</i>	→	46 cm
Fréquence d'occurrence des requins	↘	10% - en diminution
Synthèse biodiversité		Communautés en bonne santé Espèces emblématiques peu représentées

³ Pour les requins uniquement

8 Références bibliographiques

- [1] L. Wantiez, F. Bouilleret, G. Clément et S. Virly, «Communautés biologiques et habitats coralliens de l'Ile des Pins. Etat initial,» Université de la Nouvelle-Calédonie, Province Sud de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2007.
- [2] L. Wantiez, P. Frolla, D. Goroparawa et A. Goyaud, «Communautés biologiques et habitats coralliens de l'Ile des Pins. Etat des Lieux. Maintien de l'intégrité du bien,» Province Sud de la Nouvelle-Calédonie, Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2015.
- [3] L. Wantiez, «Plan de suivi opérationnel de l'ensemble du Bien récifal et lagunaire de Nouvelle-Calédonie inscrit au patrimoine mondial,» Université de la Nouvelle-Calédonie, Aquarium des Lagons, Nouméa, 2010.
- [4] S. Andrefouet et L. Wantiez, «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*, vol. 61, n° 1612-620, 2010.
- [5] S. Menu, P. Hebert et Services provinciaux, «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,» 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, Paris, 2006.
- [6] L. Wantiez, P. Frolla et D. Goroparawa, «Communautés biologiques et habitats coralliens de la Corne Sud. Etat des lieux 2022/23. Maintien de l'intégrité,» Province Sud de la Nouvelle-Calédonie. Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2023.
- [7] L. Wantiez, P. Frolla et D. Goroparawa, «Communautés biologiques et habitats coralliens de la réserve Merlet. Etat des lieux 2023. Maintien de l'intégrité,» Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2023.
- [8] S. English, C. Wilkinson et B. V, *Survey manual for tropical marine resources*. 2nd edition, Townsville, Australia: Australian Institute for Marine Science, 1997.
- [9] M. Kulbicki et S. Saramegna, «Comparison of density estimates derived from strip transect and distance sampling for underwater visual censuses: a case study of Chaetodontidae and Pomacanthidae,» *Aquatic Living Resources*, vol. 12, n° 1315-325, 1999.
- [10] L. Wantiez, N. Almeras, P. Frolla et D. Goroparawa, «Communautés biologiques et habitats coralliens de la Corne Sud. Etat des lieux 2013. Maintien de l'intégrité du bien,» Université de la Nouvelle-Calédonie, Province Sud de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2014a.
- [11] L. Wantiez, D. Pelletier, E. Coutures, E. Gamp, P. Dumas, D. Mallet, Y. Reeht, E. Rolland et L. Vigliola, «Rapport du site Nouvelle-Calédonie. Programme PAMPA,» Ifremer, Nouméa, 2011.
- [12] L. Wantiez, F. Bouilleret, P. Frolla et D. Goroparawa, «Bilan de santé des communautés biologiques et de l'habitat des récifs coralliens de Walpole,» Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2019.

- [13] L. Wantiez, F. Bouilleret et P. Frolla, «Evaluation de la biodiversité récifale des récifs Astrolabe et Pétri. Bilan de santé de l'habitat, de l'ichtyofaune et d'invertébrés cibles,» Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2016.
- [14] L. Wantiez, P. Frolla et D. Goroparawa, «Communautés biologiques et habitats coralliens des atolls d'Entrecasteaux -État des lieux 2021. Maintien de l'intégrité,» Conservatoire d'Espaces Naturels de Nouvelle-Calédonie, Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2022.
- [15] L. Wantiez, F. Bouilleret, P. Frolla et D. Goroparawa, «Etat initial et bilan de santé des communautés récifales et de l'habitat corallien des îlots Leliogat, Oua et Vauvillier,» Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2018.
- [16] L. Wantiez, F. Bouilleret, P. Frolla et D. Goroparawa, «Communautés biologiques et habitats coralliens de la Zone Côtière Nord et Est. Etat des lieux 2019. Maintien de l'intégrité,» Conservatoire d'Espaces Naturels. Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2020.
- [17] L. Wantiez, P. Frolla et D. Goroparawa, «Etat des lieux des communautés récifales et de l'habitat corallien du "V" des Chesterfield,» Université de la Nouvelle-Calédonie. Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2023.
- [18] L. Wantiez, F. Bouilleret et P. Frolla, «Suivi quadriennal du lagon du Grand Nouméa. Bilan de santé. Indicateurs de performance,» Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2019.
- [19] L. Wantiez, F. Bouilleret, P. Frolla et D. Goroparawa, «Communautés biologiques et habitats coralliens du Grand Lagon Nord. Etat des lieux 2018. Maintien de l'intégrité du bien.,» Université de la Nouvelle-Calédonie. Province Nord de Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2019.
- [20] L. Wantiez, P. Frolla, D. Goroparawa et H. Gossuin, «Etat initial des communautés récifales et de l'habitat corallien de la Côte Oubliée,» Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 2019.
- [21] S. Purcell, H. Gossuin et N. Agudo, «Status and management of sea cucumberfishery of La Grande Terre, New Caledonia,» World Fish Center, Penang, Malaisie, 2009.

9 Liste des figures

Figure 1 :	Localisation de la zone d'étude et des stations échantillonnées à l'Île des Pins (● : étudiée ; ● : inaccessible ; ● nouvelle).....	11
Figure 2 :	Diagramme du type boîte à moustaches.	13
Figure 3 :	Fréquences d'observation des requins dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015 (base de données Wantiez).	19
Figure 4 :	Fréquences d'observation des napoléons (<i>Cheilinus undulatus</i>) dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015 (base de données Wantiez).....	19
Figure 5 :	Richesse spécifique par station, densité et biomasse des poissons sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015 (base de données Wantiez).	21
Figure 6 :	Biomasse des poissons commerciaux sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015 (base de données Wantiez).	22
Figure 7 :	Richesse spécifique par station (Sr/sta) et densité des Chaetodontidae sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015 (base de données Wantiez).	22
Figure 8 :	Richesse taxonomique par station et densité des macroinvertébrés épibenthiques sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015.	26
Figure 9 :	Densité (individus/250 m ²) des bénitiers sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015.	27
Figure 10 :	Taille moyenne (cm) des bénitiers sur les stations échantillonnées dans différents sites de Nouvelle-Calédonie depuis 2015.	27
Figure 11 :	Histogramme de distribution de fréquence des tailles des bénitiers échantillonnés à l'Île des Pins en 2023.....	27
Figure 12 :	Caractéristiques moyennes des habitats échantillonnés à l'Île des Pins 2023.	28
Figure 13 :	Pourcentage des différentes formes de corail vivant et des <i>Millepora</i> des habitats échantillonnés à l'Île des Pins en 2023.....	29
Figure 14 :	Analyse des coordonnées principales (PCoA) de la matrice de distance de Bray-Curtis de la densité des espèces de poissons sur les récifs de l'Île de Pins en 2023 et analyse hiérarchique ascendante des coordonnées.	30
Figure 15 :	Analyse des coordonnées principales (PCoA) de la matrice de distance de Bray-Curtis de la densité des taxons de macroinvertébrés sur les récifs de l'Île de Pins en 2023 et analyse hiérarchique ascendante des stations.	32
Figure 16 :	Analyse en composantes principales (PCA) des caractéristiques détaillées de l'habitat corallien des stations échantillonnées à l'Île des Pins en 2023 et analyse hiérarchique ascendante des stations.	34

Figure 17 :	Photos représentatives de l'habitat de type <i>a</i> échantillonné à l'Ile des Pins en 2023. .	35
Figure 18 :	Photos représentatives de l'habitat de type <i>b</i> échantillonné à l'Ile des Pins en 2023. .	36
Figure 19 :	Photos représentatives de l'habitat de la station IDP.30 à l'Ile des Pins en 2023.	37
Figure 20 :	Photos représentatives de l'habitat de la station IDP42 à l'Ile des Pins en 2023.	37
Figure 21 :	Photos représentatives de l'habitat de la station IDP54 à l'Ile des Pins en 2023.	37
Figure 22 :	Distance based RDA du modèle DistLM reliant la matrice des similarités de Bray-Curtis des racines carrées des densités de poissons aux caractéristiques de l'habitat sélectionnées par une procédure stepwise sur les récifs de l'Ile des Pins en 2023.	39
Figure 23 :	Distance based RDA du modèle DistLM reliant la matrice des similarités de Bray-Curtis des racines carrées des densités de macroinvertébrés aux caractéristiques de l'habitat sélectionnées par une procédure stepwise sur les récifs de l'Ile des Pins en 2023.	40
Figure 24 :	Diagramme de Venn et Euler représentant la richesse spécifique en poissons de la liste de référence (cf. §11) commune aux différentes campagnes d'échantillonnage réalisées pour vérifier le maintien l'intégrité des récifs de l'Ile des Pins.	43
Figure 25 :	Corrélations de Spearman entre le rang en nombre d'espèce des familles de poissons de la liste de référence (cf. §11) au cours des trois suivis (2006, 2014 et 2023) réalisés pour vérifier le maintien l'intégrité des récifs de l'Ile des Pins.	44
Figure 26 :	Diagramme de Venn et Euler représentant la richesse spécifique totale en poisson commune aux campagnes d'échantillonnage 2014 et 2023 réalisées pour vérifier le maintien l'intégrité des récifs de l'Ile des Pins.	44
Figure 27 :	Variations de la richesse spécifique par station des principales composantes des communautés de poissons de l'Ile des Pins en 2006, 2014 et 2023.	47
Figure 28 :	Variations de la richesse spécifique par station des poissons (toutes espèces) de l'Ile des Pins en 2014 et 2023.	47
Figure 29 :	Variations de la densité (poissons/m ²) des principales composantes des communautés de poissons de l'Ile des Pins en 2006, 2014 et 2023.	49
Figure 30 :	Variations de la densité (poissons/m ²) des poissons (toutes espèces) de l'Ile des Pins en 2014 et 2023.	49
Figure 31 :	Variations de la biomasse (g/m ²) des principales composantes des communautés de poissons de l'Ile des Pins en 2006, 2014 et 2023.	51
Figure 32 :	Variations de la biomasse (g/m ²) des poissons (toutes espèces) de l'Ile des Pins en 2014 et 2023.	51
Figure 33 :	Analyse canonique des coordonnées principales (CAP) de la structure des communautés de poissons de la liste de référence (cf. § 11) des récifs de l'Ile des Pins en 2006, 2014 et 2023 sous la contrainte du facteur « année ».....	53
Figure 34 :	Diagramme de Venn et Euler représentant la richesse taxonomique des macroinvertébrés épibenthiques de la liste cible (cf. §12) pour vérifier le maintien l'intégrité des récifs de l'Ile des Pins entre 2006, 2014 et 2023.	55

Figure 35 :	Diagramme de Venn et Euler représentant la richesse taxonomique totale des macroinvertébrés épibenthiques pour vérifier le maintien l'intégrité des récifs de l'Ile des Pins entre 2014 et 2023.....	55
Figure 36 :	Variations de la richesse taxonomique par station des principales composantes des communautés de macroinvertébrés épibenthiques de la liste de référence entre 2006, 2014 et 2023 à l'Ile des Pins.....	57
Figure 37 :	Variations de la richesse taxonomique par station des communautés de macroinvertébrés épibenthiques entre 2014 et 2023 à l'Ile des Pins.	58
Figure 38 :	Variations de la densité (individus/250 m ²) des principales composantes des communautés de macroinvertébrés épibenthiques de la liste de référence entre 2006, 2014 et 2023 à l'Ile des Pins.	59
Figure 39 :	Variations de la densité (individus/250 m ²) des communautés de macroinvertébrés épibenthiques entre 2014 et 2023 à l'Ile des Pins.	61
Figure 40 :	Densité et taille moyenne des bénitiers entre 2006 et 2023 à l'Ile des Pins.	62
Figure 41 :	Distribution de fréquence des tailles (cm) des bénitiers en 2006, 2014 et 2023 sur les récifs de l'Ile des Pins.	62
Figure 42 :	Evolution des caractéristiques générales de l'habitat entre 2006, 2014 et 2023 à l'Ile des Pins.	64

10 Liste des tableaux

Tableau 1 :	Positions et caractéristiques des stations échantillonnées à l’Ile des Pins en 2023.	10
Tableau 2 :	Catégories de substrats (codes) retenues pour l’échantillonnage de l’habitat.	12
Tableau 3 :	Liste alphabétique des familles et des espèces de poissons échantillonnés à l’Ile des Pins en 2023.	16
Tableau 4 :	Richesse spécifique par station, densité et biomasse des communautés de poissons sur les stations échantillonnées à l’Ile des Pins en 2023.	20
Tableau 5 :	Fréquence et abondance des espèces macrobenthiques épigées échantillonnées à l’Ile des Pins en 2023.	24
Tableau 6 :	Richesse taxonomique par station et densité du macrobenthos épibenthique de l’Ile des Pins en 2023.	25
Tableau 7 :	Principales espèces caractéristiques des différents assemblages de poissons identifiés à l’Ile des Pins en 2023.	31
Tableau 8 :	Principaux taxons caractéristiques des assemblages de macroinvertébrés des récifs coralliens de l’Ile des Pins en 2023.	33
Tableau 9 :	Résultat du modèle DistLM reliant la matrice des similarités de Bray-Curtis des racines carrées des densités de poissons aux caractéristiques de l’habitat sélectionnées par une procédure stepwise sur les récifs de l’Ile des Pins en 2023.	38
Tableau 10 :	Résultat du modèle DistLM reliant la matrice des similarités de Bray-Curtis des racines carrées des densités de macroinvertébrés aux caractéristiques de l’habitat sélectionnées par une procédure stepwise sur les récifs de l’Ile des Pins en 2023.	40
Tableau 11 :	Richesse spécifique des familles de poissons de la liste de référence (cf. §11) échantillonnés en 2006, 2014 et 2023 à l’Ile des Pins.	43
Tableau 12 :	Richesse spécifique des familles de poissons en 2014 et 2023.	45
Tableau 13 :	Fréquence, abondance et taille des espèces emblématiques sur les stations échantillonnées en 2006, 2014 et 2023 à l’Ile des Pins.	52
Tableau 14 :	Principales espèces de la liste de référence caractéristiques des assemblages de poissons des récifs de l’Ile des Pins en 2006, 2014 et 2023.	54
Tableau 15 :	Richesse taxonomique des groupes de macroinvertébrés épibenthiques échantillonnés en 2014 et 2023 sur les récifs de l’Ile des Pins.	56
Tableau 16 :	Principaux taxons caractéristiques des assemblages de macroinvertébrés des récifs de l’Ile des Pins en 2014 et 2023.	63
Tableau 17 :	Tableau de bord du statut des ressources à l’Ile des Pins en 2023.	67
Tableau 18 :	Tableau de bord du statut de la biodiversité dans la zone d’étude.	68

11 Annexe : référentiel poissons utilisé pour évaluer le maintien de l'intégrité du bien entre 2006 et 2014

ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>achilles</i>	CARANGIDAE	<i>Carangoides</i>	<i>ferdau</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>albipectoralis</i>	CARANGIDAE	<i>Carangoides</i>	<i>fulvoguttatus</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>blochii</i>	CARANGIDAE	<i>Carangoides</i>	<i>orthogrammus</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>dussumieri</i>	CARANGIDAE	<i>Caranx</i>	<i>ignobilis</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>guttatus</i>	CARANGIDAE	<i>Caranx</i>	<i>lugubris</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>lineatus</i>	CARANGIDAE	<i>Caranx</i>	<i>melampygus</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>mata</i>	CARANGIDAE	<i>Caranx</i>	<i>papuensis</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>nigricans</i>	CARANGIDAE	<i>Caranx</i>	<i>sexfasciatus</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>nigricauda</i>	CARANGIDAE	<i>Decapterus</i>	<i>russelli</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>nigrofuscus</i>	CARANGIDAE	<i>Elagatis</i>	<i>bipinnulata</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>olivaceus</i>	CARANGIDAE	<i>Gnathanodon</i>	<i>speciosus</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>pyroferus</i>	CARANGIDAE	<i>Megalaspis</i>	<i>cordyla</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>spp</i>	CARANGIDAE	<i>Pseudocaranx</i>	<i>dentex</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>thompsoni</i>	CARANGIDAE	<i>Scomberoides</i>	<i>lysan</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>tristegus</i>	CARANGIDAE	<i>Scomberoides</i>	<i>tol</i>
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>xanthopterus</i>	CARANGIDAE	<i>Selar</i>	<i>crumenophthalmus</i>
ACANTHURIDAE	<i>Ctenochaetus</i>	<i>binotatus</i>	CARANGIDAE	<i>Trachinotus</i>	<i>baillonii</i>
ACANTHURIDAE	<i>Ctenochaetus</i>	<i>cyanocheilus</i>	CARANGIDAE	<i>Trachinotus</i>	<i>blochii</i>
ACANTHURIDAE	<i>Ctenochaetus</i>	<i>spp</i>	CARCHARHINIDAE	<i>Carcharhinus</i>	<i>albimarginatus</i>
ACANTHURIDAE	<i>Ctenochaetus</i>	<i>striatus</i>	CARCHARHINIDAE	<i>Carcharhinus</i>	<i>Amblyrhynchos</i>
ACANTHURIDAE	<i>Naso</i>	<i>annulatus</i>	CARCHARHINIDAE	<i>Carcharhinus</i>	<i>Melanopterus</i>
ACANTHURIDAE	<i>Naso</i>	<i>brachycentron</i>	CARCHARHINIDAE	<i>Carcharhinus</i>	<i>Plumbeus</i>
ACANTHURIDAE	<i>Naso</i>	<i>brevirostris</i>	CARCHARHINIDAE	<i>Galeocerdo</i>	<i>cuvier</i>
ACANTHURIDAE	<i>Naso</i>	<i>caesius</i>	CARCHARHINIDAE	<i>Requins</i>	<i>spp</i>
ACANTHURIDAE	<i>Naso</i>	<i>hexacanthus</i>	CARCHARHINIDAE	<i>Triaenodon</i>	<i>obesus</i>
ACANTHURIDAE	<i>Naso</i>	<i>lituratus</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>auriga</i>
ACANTHURIDAE	<i>Naso</i>	<i>lopezi</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>baronessa</i>
ACANTHURIDAE	<i>Naso</i>	<i>spp</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>bennetti</i>
ACANTHURIDAE	<i>Naso</i>	<i>tonganus</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>citrinellus</i>
ACANTHURIDAE	<i>Naso</i>	<i>unicornis</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>ephippium</i>
ACANTHURIDAE	<i>Naso</i>	<i>vlamingii</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>flaviostris</i>
ACANTHURIDAE	<i>Paracanthurus</i>	<i>hepatus</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>kleinii</i>
ACANTHURIDAE	<i>Prionurus</i>	<i>maculatus</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>lineolatus</i>
ACANTHURIDAE	<i>Zebrosoma</i>	<i>scopas</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>lunula</i>
ACANTHURIDAE	<i>Zebrosoma</i>	<i>velifer</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>lunulatus</i>
AULOSTOMIDAE	<i>Aulostomus</i>	<i>chinensis</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>melannotus</i>
BALISTIDAE	<i>Balistapus</i>	<i>undulatus</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>mertensii</i>
BALISTIDAE	<i>Balistoides</i>	<i>conspicillum</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>ornatissimus</i>
BALISTIDAE	<i>Balistoides</i>	<i>viridescens</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>pelewensis</i>
BALISTIDAE	<i>Melichthys</i>	<i>vidua</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>plebeius</i>
BALISTIDAE	<i>Rhinecanthus</i>	<i>aculeatus</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>rafflesii</i>
BALISTIDAE	<i>Rhinecanthus</i>	<i>rectangulus</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>reticulatus</i>
BALISTIDAE	<i>Sufflamen</i>	<i>bursa</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>semeion</i>
BALISTIDAE	<i>Sufflamen</i>	<i>chrysopterus</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>speculum</i>
BALISTIDAE	<i>Sufflamen</i>	<i>fraenatum</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>trifascialis</i>
BLENNIIDAE	<i>Ecsenius</i>	<i>bicolor</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>ulietensis</i>
BLENNIIDAE	<i>Meiacanthus</i>	<i>atrodorsalis</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>unimaculatus</i>
CAESIONIDAE	<i>Caesio</i>	<i>caeruleaurea</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>vagabundus</i>
CAESIONIDAE	<i>Caesionidae</i>	<i>spp</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Coradion</i>	<i>altivelis</i>
CAESIONIDAE	<i>Pterocaesio</i>	<i>marri</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Forcipiger</i>	<i>flavissimus</i>
CARANGIDAE	<i>Atule</i>	<i>mate</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Forcipiger</i>	<i>longirostris</i>
CARANGIDAE	<i>Carangidae</i>	<i>spp</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Hemitaurichthys</i>	<i>polylepis</i>
CARANGIDAE	<i>Carangoides</i>	<i>chrysophrys</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Heniochus</i>	<i>acuminatus</i>
CARANGIDAE	<i>Carangoides</i>	<i>dinema</i>	CHAETODONTIDAE	<i>Heniochus</i>	<i>chrysostomus</i>

CHAETODONTIDAE	<i>Heniochus</i>	<i>monoceros</i>	LABRIDAE	<i>Thalassoma</i>	<i>lunare</i>
CHAETODONTIDAE	<i>Heniochus</i>	<i>singularius</i>	LABRIDAE	<i>Thalassoma</i>	<i>lutescens</i>
CHAETODONTIDAE	<i>Heniochus</i>	<i>varius</i>	LABRIDAE	<i>Thalassoma</i>	<i>nigrofasciatum</i>
CHANIDAE	<i>Chanos</i>	<i>chanos</i>	LABRIDAE	<i>Thalassoma</i>	<i>purpureum</i>
DASYATIDAE	<i>Dasyatis</i>	<i>kuhlii</i>	LABRIDAE	<i>Thalassoma</i>	<i>quinquevittatum</i>
DASYATIDAE	<i>Raies</i>	spp	LETHRINIDAE	<i>Gnathodentex</i>	<i>aureolineatus</i>
DASYATIDAE	<i>Taeniura</i>	<i>lymma</i>	LETHRINIDAE	<i>Gymnocranius</i>	<i>euanus</i>
DASYATIDAE	<i>Taeniura</i>	<i>meyeni</i>	LETHRINIDAE	<i>Gymnocranius</i>	<i>grandoculis</i>
DIODONTIDAE	<i>Diodon</i>	<i>hystrix</i>	LETHRINIDAE	<i>Gymnocranius</i>	sp nov
ECHENEIDAE	<i>Echeneis</i>	<i>naucratis</i>	LETHRINIDAE	<i>Gymnocranius</i>	spp
GINGLYMOSTOMATIDAE	<i>Nebrius</i>	<i>ferrugineus</i>	LETHRINIDAE	<i>Lethrinus</i>	<i>atkinsoni</i>
GOBIIDAE	<i>Amblygobius</i>	<i>phalaena</i>	LETHRINIDAE	<i>Lethrinus</i>	<i>genivittatus</i>
HAEMULIDAE	<i>Diagramma</i>	<i>pictum</i>	LETHRINIDAE	<i>Lethrinus</i>	<i>harak</i>
HAEMULIDAE	<i>Plectorhinchus</i>	<i>chaetodonoides</i>	LETHRINIDAE	<i>Lethrinus</i>	<i>lentjan</i>
HAEMULIDAE	<i>Plectorhinchus</i>	<i>gibbosus</i>	LETHRINIDAE	<i>Lethrinus</i>	<i>miniatus</i>
HAEMULIDAE	<i>Plectorhinchus</i>	<i>lessonii</i>	LETHRINIDAE	<i>Lethrinus</i>	<i>nebulosus</i>
HAEMULIDAE	<i>Plectorhinchus</i>	<i>lineatus</i>	LETHRINIDAE	<i>Lethrinus</i>	<i>obsoletus</i>
HAEMULIDAE	<i>Plectorhinchus</i>	<i>obscurus</i>	LETHRINIDAE	<i>Lethrinus</i>	<i>olivaceus</i>
HAEMULIDAE	<i>Plectorhinchus</i>	<i>orientalis</i>	LETHRINIDAE	<i>Lethrinus</i>	<i>rubrioperculatus</i>
HAEMULIDAE	<i>Plectorhinchus</i>	<i>picus</i>	LETHRINIDAE	<i>Lethrinus</i>	spp
HAEMULIDAE	<i>Plectorhinchus</i>	spp	LETHRINIDAE	<i>Lethrinus</i>	<i>xanthochilus</i>
HOLOCENTRIDAE	<i>Myripristis</i>	spp	LETHRINIDAE	<i>Monotaxis</i>	<i>grandoculis</i>
HOLOCENTRIDAE	<i>Neoniphon</i>	<i>sammara</i>	LETHRINIDAE	<i>Monotaxis</i>	spp
HOLOCENTRIDAE	<i>Neoniphon</i>	spp	LUTJANIDAE	<i>Aphareus</i>	<i>furca</i>
HOLOCENTRIDAE	<i>Sargocentron</i>	<i>caudimaculatum</i>	LUTJANIDAE	<i>Aprion</i>	<i>virescens</i>
HOLOCENTRIDAE	<i>Sargocentron</i>	<i>spiniferum</i>	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>adetii</i>
HOLOCENTRIDAE	<i>Sargocentron</i>	spp	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>argentimaculatus</i>
KYPHOSIDAE	<i>Kyphosus</i>	<i>vaigiensis</i>	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>bohar</i>
KYPHOSIDAE	<i>Kyphosus</i>	spp	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>fulviflamma</i>
LABRIDAE	<i>Bodianus</i>	<i>axillaris</i>	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>fulvus</i>
LABRIDAE	<i>Bodianus</i>	<i>loxozonus</i>	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>gibbus</i>
LABRIDAE	<i>Bodianus</i>	<i>perditio</i>	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>kasmira</i>
LABRIDAE	<i>Bodianus</i>	spp	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>lutjanus</i>
LABRIDAE	<i>Cheilinus</i>	<i>chlorourus</i>	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>monostigma</i>
LABRIDAE	<i>Cheilinus</i>	<i>fasciatus</i>	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>quinquelineatus</i>
LABRIDAE	<i>Cheilinus</i>	spp	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>rivulatus</i>
LABRIDAE	<i>Cheilinus</i>	<i>trilobatus</i>	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>russellii</i>
LABRIDAE	<i>Cheilinus</i>	<i>undulatus</i>	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>sebae</i>
LABRIDAE	<i>Cheilio</i>	<i>inermis</i>	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	spp
LABRIDAE	<i>Choerodon</i>	<i>fasciatus</i>	LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>vitta</i>
LABRIDAE	<i>Choerodon</i>	<i>graphicus</i>	LUTJANIDAE	<i>Macolor</i>	<i>macularis</i>
LABRIDAE	<i>Choerodon</i>	spp	LUTJANIDAE	<i>Macolor</i>	<i>niger</i>
LABRIDAE	<i>Cirrhilabrus</i>	<i>punctatus</i>	LUTJANIDAE	<i>Symphorus</i>	<i>nematophorus</i>
LABRIDAE	<i>Coris</i>	<i>aygula</i>	MICRODESMIDAE	<i>Nemateleotris</i>	<i>magnifica</i>
LABRIDAE	<i>Coris</i>	<i>gaimard</i>	MICRODESMIDAE	<i>Ptereleotris</i>	<i>evides</i>
LABRIDAE	<i>Gomphosus</i>	<i>insidiator</i>	MICRODESMIDAE	<i>Ptereleotris</i>	<i>microlepis</i>
LABRIDAE	<i>Gomphosus</i>	<i>varius</i>	MONACANTHIDAE	<i>Aluterus</i>	<i>scriptus</i>
LABRIDAE	<i>Halichoeres</i>	<i>hortulanus</i>	MONACANTHIDAE	<i>Oxymonacanthus</i>	<i>longirostris</i>
LABRIDAE	<i>Halichoeres</i>	<i>margaritaceus</i>	MUGILIDAE	Mugilidae	spp
LABRIDAE	<i>Halichoeres</i>	<i>trimaculatus</i>	MULLIDAE	<i>Mulloidichthys</i>	<i>flavolineatus</i>
LABRIDAE	<i>Hemigymnus</i>	<i>fasciatus</i>	MULLIDAE	<i>Mulloidichthys</i>	<i>vanicolensis</i>
LABRIDAE	<i>Hemigymnus</i>	<i>melapterus</i>	MULLIDAE	<i>Parupeneus</i>	<i>barberinoides</i>
LABRIDAE	<i>Hemigymnus</i>	spp	MULLIDAE	<i>Parupeneus</i>	<i>barberinus</i>
LABRIDAE	<i>Labroides</i>	<i>bicolor</i>	MULLIDAE	<i>Parupeneus</i>	<i>ciliatus</i>
LABRIDAE	<i>Labroides</i>	<i>dimidiatus</i>	MULLIDAE	<i>Parupeneus</i>	<i>crassilabris</i>
LABRIDAE	<i>Novaculichthys</i>	<i>taeniourus</i>	MULLIDAE	<i>Parupeneus</i>	<i>cyclostomus</i>
LABRIDAE	<i>Stethojulis</i>	<i>bandanensis</i>	MULLIDAE	<i>Parupeneus</i>	<i>heptacanthus</i>
LABRIDAE	<i>Stethojulis</i>	<i>strigiventer</i>	MULLIDAE	<i>Parupeneus</i>	<i>indicus</i>
LABRIDAE	<i>Thalassoma</i>	<i>amblycephalum</i>	MULLIDAE	<i>Parupeneus</i>	<i>multifasciatus</i>
LABRIDAE	<i>Thalassoma</i>	<i>hardwicke</i>	MULLIDAE	<i>Parupeneus</i>	<i>pleurostigma</i>

MULLIDAE	<i>Parupeneus</i>	<i>spilurus</i>	SCARIDAE	<i>Chlorurus</i>	<i>microrrhinos</i>
MULLIDAE	<i>Parupeneus</i>	spp	SCARIDAE	<i>Chlorurus</i>	<i>sordidus</i>
MULLIDAE	<i>Upeneus</i>	<i>tragula</i>	SCARIDAE	<i>Hipposcarus</i>	<i>longiceps</i>
MURAENIDAE	<i>Gymnothorax</i>	spp	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>altipinnis</i>
MYLIOBATIDAE	<i>Aetobatus</i>	<i>narinari</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>bleekeri</i>
NEMIPTERIDAE	<i>Scolopsis</i>	<i>bilineata</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>chameleon</i>
NEMIPTERIDAE	<i>Scolopsis</i>	<i>temporalis</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>dimidiatus</i>
NEMIPTERIDAE	<i>Scolopsis</i>	<i>trilineata</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>flavipectoralis</i>
OSTRACIIDAE	<i>Ostracion</i>	<i>cubicus</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>forsteni</i>
OSTRACIIDAE	<i>Ostracion</i>	<i>meleagris</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>frenatus</i>
PEMPHERIDAE	<i>Parapriacanthus</i>	<i>ransonneti</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>ghobban</i>
PLATACIDAE	<i>Platax</i>	spp	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>globiceps</i>
POMACANTHIDAE	<i>Centropyge</i>	<i>bicolor</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>longipinnis</i>
POMACANTHIDAE	<i>Centropyge</i>	<i>bispinosus</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>niger</i>
POMACANTHIDAE	<i>Centropyge</i>	<i>flavissimus</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>oviceps</i>
POMACANTHIDAE	<i>Centropyge</i>	<i>heraldi</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>psittacus</i>
POMACANTHIDAE	<i>Centropyge</i>	<i>loricula</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>rivulatus</i>
POMACANTHIDAE	<i>Centropyge</i>	<i>tibicen</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>rubroviolaceus</i>
POMACANTHIDAE	<i>Centropyge</i>	<i>vrolikii</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>schlegeli</i>
POMACANTHIDAE	<i>Chaetodontoplus</i>	<i>conspicillatus</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>spinus</i>
POMACANTHIDAE	<i>Genicanthus</i>	<i>watanabei</i>	SCARIDAE	<i>Scarus</i>	spp
POMACANTHIDAE	<i>Pomacanthus</i>	<i>Imperator</i>	SCOMBRIDAE	<i>Acanthocybium</i>	<i>solandri</i>
POMACANTHIDAE	<i>Pomacanthus</i>	<i>semicirculatus</i>	SCOMBRIDAE	<i>Gymnosarda</i>	<i>unicolor</i>
POMACANTHIDAE	<i>Pomacanthus</i>	<i>sexstriatus</i>	SCOMBRAIDAE	<i>Katsuwonus</i>	<i>pelamis</i>
POMACANTHIDAE	<i>Pygoplites</i>	<i>diacanthus</i>	SCOMBRIDAE	<i>Scomberomorus</i>	<i>commerson</i>
POMACENTRIDAE	<i>Abudefduf</i>	<i>sexfasciatus</i>	SCORPAENIDAE	<i>Pterois</i>	<i>volitans</i>
POMACENTRIDAE	<i>Abudefduf</i>	spp	SCORPAENIDAE	Scorpaenidae	spp
POMACENTRIDAE	<i>Abudefduf</i>	<i>whitleyi</i>	SERRANIDAE	<i>Anyperodon</i>	<i>leucogrammicus</i>
POMACENTRIDAE	<i>Amblyglyphidodon</i>	<i>curacao</i>	SERRANIDAE	<i>Cephalopholis</i>	<i>argus</i>
POMACENTRIDAE	<i>Amblyglyphidodon</i>	<i>orbicularis</i>	SERRANIDAE	<i>Cephalopholis</i>	<i>boenak</i>
POMACENTRIDAE	<i>Amphiprion</i>	<i>akindynos</i>	SERRANIDAE	<i>Cephalopholis</i>	<i>leopardus</i>
POMACENTRIDAE	<i>Amphiprion</i>	<i>clarkii</i>	SERRANIDAE	<i>Cephalopholis</i>	<i>miniata</i>
POMACENTRIDAE	<i>Amphiprion</i>	<i>melanopus</i>	SERRANIDAE	<i>Cephalopholis</i>	<i>sonnerati</i>
POMACENTRIDAE	<i>Amphiprion</i>	<i>perideraion</i>	SERRANIDAE	<i>Cephalopholis</i>	spp
POMACENTRIDAE	<i>Amphiprion</i>	spp	SERRANIDAE	<i>Cephalopholis</i>	<i>urodeta</i>
POMACENTRIDAE	<i>Chromis</i>	<i>fumea</i>	SERRANIDAE	<i>Cromileptes</i>	<i>altivelis</i>
POMACENTRIDAE	<i>Chromis</i>	<i>hypsilepis</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>areolatus</i>
POMACENTRIDAE	<i>Chromis</i>	<i>vanderbilti</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>coeruleopunctatus</i>
POMACENTRIDAE	<i>Chromis</i>	<i>viridis</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>coioides</i>
POMACENTRIDAE	<i>Chrysiptera</i>	<i>rollandi</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>cyanopodus</i>
POMACENTRIDAE	<i>Chrysiptera</i>	<i>taupou</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>marginalis</i>
POMACENTRIDAE	<i>Dascyllus</i>	<i>aruanus</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>fuscoguttatus</i>
POMACENTRIDAE	<i>Dascyllus</i>	<i>reticulatus</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>hexagonatus</i>
POMACENTRIDAE	<i>Dascyllus</i>	<i>trimaculatus</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>lanceolatus</i>
POMACENTRIDAE	<i>Neopomacentrus</i>	<i>azysron</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>macrospilos</i>
POMACENTRIDAE	<i>Neopomacentrus</i>	<i>violascens</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>maculatus</i>
POMACENTRIDAE	<i>Pomacentrus</i>	<i>aurifrons</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>malabaricus</i>
POMACENTRIDAE	<i>Pomacentrus</i>	<i>bankanensis</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>merra</i>
POMACENTRIDAE	<i>Pomacentrus</i>	<i>coelestis</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>ongus</i>
POMACENTRIDAE	<i>Pomacentrus</i>	<i>moluccensis</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>polyphkadion</i>
POMACENTRIDAE	<i>Stegastes</i>	<i>albifasciatus</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>rivulatus</i>
POMACENTRIDAE	<i>Stegastes</i>	spp	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	spp
PRIACANTHIDAE	<i>Priacanthus</i>	<i>hamrur</i>	SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>tauvina</i>
PSEUDOCROMIDAE	<i>Pictichromis</i>	<i>coralensis</i>	SERRANIDAE	<i>Plectropomus</i>	<i>laevis</i>
PTERLEOTRIDAE	<i>Nemateleotris</i>	<i>magnifica</i>	SERRANIDAE	<i>Plectropomus</i>	<i>leopardus</i>
RHINCODONTIDAE	<i>Stegostoma</i>	<i>fasciatum</i>	SERRANIDAE	<i>Pseudanthias</i>	spp
SCARIDAE	<i>Bolbometopon</i>	<i>muricatum</i>	SERRANIDAE	<i>Variola</i>	<i>louti</i>
SCARIDAE	<i>Calotomus</i>	<i>carolinus</i>	SIGANIDAE	<i>Siganus</i>	<i>argenteus</i>
SCARIDAE	<i>Cetoscarus</i>	<i>ocellatus</i>	SIGANIDAE	<i>Siganus</i>	<i>corallinus</i>
SCARIDAE	<i>Chlorurus</i>	<i>frontalis</i>	SIGANIDAE	<i>Siganus</i>	<i>doliatus</i>

SIGANIDAE	<i>Siganus</i>	<i>fuscescens</i>	SPHYRAENIDAE	<i>Sphyraena</i>	<i>barracuda</i>
SIGANIDAE	<i>Siganus</i>	<i>lineatus</i>	SPHYRAENIDAE	<i>Sphyraena</i>	<i>obtusata</i>
SIGANIDAE	<i>Siganus</i>	<i>puellus</i>	SPHYRAENIDAE	<i>Sphyraena</i>	spp
SIGANIDAE	<i>Siganus</i>	<i>punctatus</i>	TETRAODONTIDAE	<i>Arothron</i>	<i>meleagris</i>
SIGANIDAE	<i>Siganus</i>	<i>spinus</i>	TETRAODONTIDAE	<i>Arothron</i>	<i>nigropunctatus</i>
SIGANIDAE	<i>Siganus</i>	spp	TETRAODONTIDAE	<i>Canthigaster</i>	<i>bennetti</i>
SIGANIDAE	<i>Siganus</i>	<i>vermiculatus</i>	TETRAODONTIDAE	<i>Canthigaster</i>	spp
SIGANIDAE	<i>Siganus</i>	<i>vulpinus</i>	TETRAODONTIDAE	<i>Canthigaster</i>	Valentini
SPARIDAE	<i>Acanthopagrus</i>	<i>berda</i>	ZANCLIDAE	<i>Zanclus</i>	<i>Cornutus</i>

12 Annexe : référentiel invertébré utilisé pour évaluer le maintien de l'intégrité du bien entre 2006 et 2014

ASTERIDE	<i>Acanthaster planci</i>	ECHINIDE	<i>Paraselenia graciosa</i>
ASTERIDE	<i>Celerina heffernani</i>	ECHINIDE	<i>Phyllacanthus imperialis</i>
ASTERIDE	<i>Fromia indica</i>	ECHINIDE	<i>Tripneustes gratilla</i>
ASTERIDE	<i>Fromia milleporella</i>	GASTEROPODE	<i>Arestorides argus</i>
ASTERIDE	<i>Fromia monilis</i>	GASTEROPODE	<i>Bursa</i> spp
ASTERIDE	<i>Fromia pacifica</i>	GASTEROPODE	<i>Charonia tritonis</i>
ASTERIDE	<i>Gomophia egyptiaca</i>	GASTEROPODE	<i>Cypraea tigris</i>
ASTERIDE	<i>Linckia guildingi</i>	GASTEROPODE	<i>Lambis lambis</i>
ASTERIDE	<i>Linckia laevigata</i>	GASTEROPODE	<i>Lambis truncata</i>
ASTERIDE	<i>Linckia multifora</i>	GASTEROPODE	<i>Murex</i> spp
ASTERIDE	<i>Neoferdina cumingi</i>	GASTEROPODE	<i>Tectus niloticus</i>
BIVALVE	<i>Atrina vexillum</i>	GASTEROPODE	<i>Tectus pyramis</i>
BIVALVE	Mytilidae indéterminés	HOLOTHURIDE	<i>Actinopyga lecanora</i>
BIVALVE	Pinnidae indéterminés	HOLOTHURIDE	<i>Actinopyga mauritiana</i>
BIVALVE	<i>Pedum spondyloideum</i>	HOLOTHURIDE	<i>Actinopyga palauensis</i>
BIVALVE	<i>Pinctada margaritifera</i>	HOLOTHURIDE	<i>Bohadschia argus</i>
BIVALVE	<i>Spondylus</i> spp	HOLOTHURIDE	<i>Euapta godeffroyi</i>
BIVALVE	<i>Tridacna derasa</i>	HOLOTHURIDE	<i>Holothuria atra</i>
BIVALVE	<i>Tridacna maxima + crocea</i>	HOLOTHURIDE	<i>Holothuria coluber</i>
BIVALVE	<i>Tridacna squamosa</i>	HOLOTHURIDE	<i>Holothuria edulis</i>
CRUSTACE	<i>Carpilius convexus</i>	HOLOTHURIDE	<i>Holothuria fuscogilva</i>
CRUSTACE	<i>Odontodactylus scyllarus</i>	HOLOTHURIDE	<i>Holothuria nobilis</i>
CRUSTACE	<i>Panulirus longipes bispinosus</i>	HOLOTHURIDE	<i>Holothuria scabra</i>
CRUSTACE	<i>Panulirus</i> spp	HOLOTHURIDE	<i>Opheodesoma australiensis</i>
CRUSTACE	<i>Panulirus versicolor</i>	HOLOTHURIDE	<i>Pearsonothuria graeffei</i>
CRUSTACE	<i>Stenopus hispidus</i>	HOLOTHURIDE	<i>Stichopus chloronotus</i>
CRUSTACE	<i>Trapezia rufopunctata</i>	HOLOTHURIDE	<i>Thelenota ananas</i>
CRUSTACE	<i>Trapezia</i> spp	HOLOTHURIDE	<i>Thelenota anax</i>
ECHINIDE	<i>Diadema savignyi</i>	NUDIBRANCHE	<i>Chromodoris elisabethina</i>
ECHINIDE	<i>Diadema setosum</i>	NUDIBRANCHE	<i>Chromodoris lochi</i>
ECHINIDE	<i>Echinometra mathaei</i>	NUDIBRANCHE	<i>Coriocella nigra</i>
ECHINIDE	<i>Echinostrephus aciculatus</i>	NUDIBRANCHE	<i>Halgerda</i> spp
ECHINIDE	<i>Echinothrix calamaris</i>	NUDIBRANCHE	<i>Phyllidia coelestis</i>
ECHINIDE	<i>Echinothrix diadema</i>	NUDIBRANCHE	<i>Phyllidia elegans</i>
ECHINIDE	<i>Heterocentrotus mamillatus</i>	NUDIBRANCHE	<i>Phyllidiella pustulosa</i>
ECHINIDE	<i>Mespilia globulus</i>		