



Volet 2 :

Exploration de l'évolution temporelle des densités d'holothuries entre 2003-2008 et 2021-2022

Ton, C. (DEXEN), Guillemot, N. (DEXEN), Gilbert, A. (GINGER-SOPRONER), Georget, S. (GINGER-SOPRONER), Léopold, M. (IRD), Purcell, S. (Southern Cross University), Van Wynsberge, S. (Ifremer), Andréfouët, S. (IRD)

Étude commanditée par : ADECAL TECHNOPOLE pour GINGER-SOPRONER

Juin 2022



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

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

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

- Thème 1 : la transition agroécologique est opérée pour une agriculture, notamment biologique, adaptée au changement climatique et respectueuse de la biodiversité ; les ressources forestières sont gérées de manière intégrée et durable.

- Thème 2 : les ressources récifo-lagonaires et l'aquaculture sont gérées de manière durable, intégrées et adaptées aux économies insulaires et au changement climatique.

Le second objectif spécifique veut renforcer la sécurité des services écosystémiques en préservant la ressource en eau et la biodiversité. Il se décline également en 2 thèmes :

- Thème 3 : l'eau est gérée de manière intégrée et adaptée au changement climatique

- Thème 4 : les espèces exotiques envahissantes sont gérées pour renforcer la protection, la résilience et la restauration des services écosystémiques et de la biodiversité terrestre.

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

Ce rapport doit être cité comme suit :

Ton, C., Guillemot, N., Gilbert, A., Georget, S., Léopold, M., Purcell, S., Van Wynsberge, S., Andréfouët, S. (2022) Exploration de l'évolution temporelle des densités d'holothuries entre 2003-2008 et 2021-2022. Rapport ADECAL Technopole - Projet PROTEGE, 54 pages.

Cette étude est commandée dans le cadre du projet PROTEGE par l'ADECAL Technopole.

Cette publication a été produite avec le soutien financier de l'Union européenne. Son contenu relève de la seule responsabilité des auteurs et ne reflète pas nécessairement les opinions de l'Union européenne.

Partenaires

L'organigramme de réalisation du projet associant plusieurs partenaires privés et un comité scientifique est détaillé en [Figure 1](#), avec GINGER-SOPRONER comme coordinateur et interlocuteur centralisé de l'étude. L'équipe se structure autour d'un noyau d'expertise scientifique et technique à vocation opérationnelle, constitué des sociétés SOPRONER et DEXEN, en appui duquel interviennent :

1. Un comité scientifique composé de chercheurs reconnus pour leur expertise en matière d'évaluation et de suivi des ressources en holothuries, et pour leur expérience dans la valorisation de travaux scientifiques en appui à la gestion des stocks et des pratiques en milieu récifo-lagonaire insulaire. Ce comité est constitué de :

- Simon Van Wynsberge (Ifremer - UMR Entropie) ;
- Serge Andréfouët (IRD - UMR Entropie) ;
- Marc Léopold (IRD - UMR Entropie) ;
- Steven Purcell (Southern Cross University).

Il a eu pour rôle d'accompagner la réalisation du projet en consultant, en critiquant, et en apportant une validation scientifique à la définition des méthodes et des approches analytiques, ainsi qu'à l'élaboration des livrables.

L'IRD a aussi contribué techniquement :

- À la réalisation des échantillonnages, *via* l'organisation de 2 campagnes océanographiques à bord du NO Alis, du 6 au 17 Avril 2021 pour la zone de Bélep et du 6 au 11 Juin 2021 pour la zone de Thio. Ces campagnes (BICHECALIS 1 & 2) sont programmées par la Commission Nationale de la Flotte Côtière après évaluation d'un dossier scientifique déposé par l'IRD (par S. Andréfouët, chef de mission). Ont directement participé aux missions en tant qu'équipage scientifique un Directeur de recherche et trois plongeurs scientifiques de l'IRD.
- À la réalisation des cartes d'habitats servant à l'estimation des stocks à partir d'images satellitaires.

2. Des prestataires spécialisés dans la réalisation de campagnes biologiques en mer, qui sont intervenus afin de fournir les capacités humaines et les moyens nécessaires à la conduite efficace et professionnelle des campagnes d'observations et de mesures *in situ*. Ces prestataires, dont l'action sur le terrain a été coordonnée par SOPRONER, sont les sociétés :

- Aquarium Fish NC ;
- EGLE (Entreprise Générale de Logistique Environnementale).

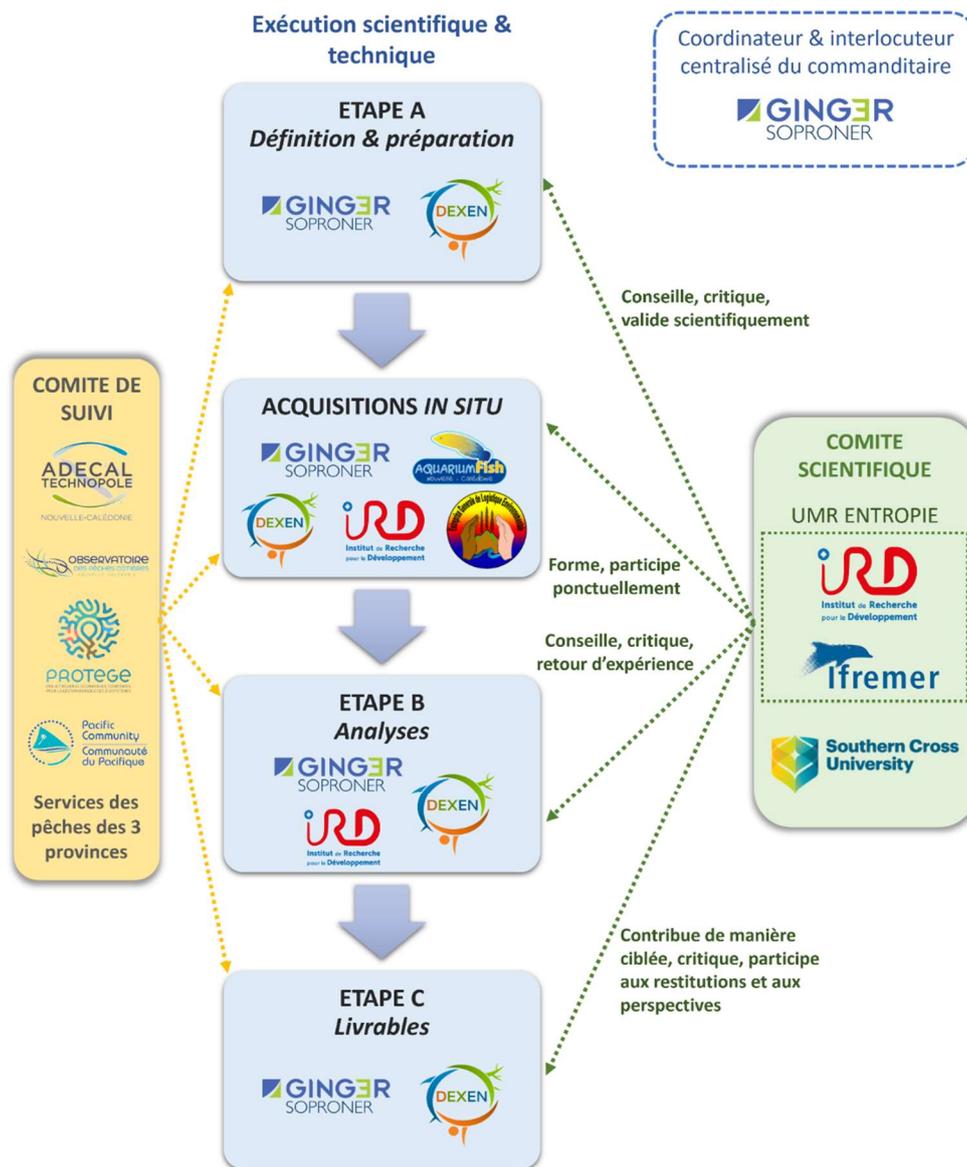


Figure 1 : Composition et fonctionnement de l'équipe projet

Le projet était structuré en trois phases :

- Phase A – Choix des zones, mise en place méthodologique, formation/calibration des opérateurs et échantillonnage *in situ* ;
- Phase B – Analyse des données collectées ;
- Phase C – Rédaction des livrables.

Le planning initial a largement été dépassé du fait de la pandémie de Covid-19 et des conditions météorologiques particulièrement défavorables (La Niña). Un temps d'échange organisé par les trois provinces avec les pêcheurs professionnels a pu être réalisé préalablement au terrain. Il a permis de prioriser les zones d'échantillonnage (Balabio et Thio) et d'avoir leur vision sur la distribution de la ressource.

Les provinces ont également contribué significativement aux phases d'échantillonnage des zones de Balabio (province Nord) et de La Foa (province Sud).

Remerciements

L'ensemble du projet n'aurait pas pu se concrétiser sans l'implication de l'ensemble des partenaires publics et privés qui ont permis la bonne réalisation de cette étude :

- L'ensemble des provinces (province Nord, province Sud et province des Îles Loyauté) qui ont collecté/partagé les données et qui ont permis les échanges avec les pêcheurs professionnels et les instances coutumières pour la bonne réalisation des opérations de terrain.
- L'IRD et la flotte océanographique française : dans le cadre du partenariat public-privé mis en place avec l'IRD, le projet a pu bénéficier du support de la flotte océanographique française à travers le NO ALIS, son équipage et sa logistique pour échantillonner de façon optimale les zones isolées et éloignées de Bélep et de Thio. La contribution au terrain du personnel IRD pendant les missions a permis de renforcer les capacités d'échantillonnage.
- L'ensemble des partenaires qui ont financé le projet : l'Observatoire des pêches côtière de la Nouvelle-Calédonie et la CPS pour leur confiance, et pour nous avoir accompagnés lors des nombreux échanges avec les provinces, les coutumiers et les professionnels de la filière.
- Enfin, l'ensemble des acteurs professionnels de la filière, exportateurs et pêcheurs, pour avoir éclairé nos connaissances et pour qui ce travail est réalisé.

Table des matières

1. Introduction	9
1.1. Contexte.....	9
1.2. Délimitation de la zone d'étude	9
1.3. Objectifs de l'étude	9
1.4. Contexte et enjeu du présent volet relatif au suivi temporel des densités	10
2. Matériels & méthodes	12
2.1. Constitution des bases de données	12
2.2. Potentialités des données pour comparaisons temporelles	12
2.2. Comparaisons temporelles à échelle restreinte.....	15
3. Résultats	19
3.1. Comparaisons indicatives à large échelle.....	19
3.2. Comparaisons temporelles par sous-zone	20
4. Bilan et recommandations.....	28
5. Annexes	30
4.1. Rappel de la fiche d'information de la BDD2 (données historiques 2003-2008 du WordFish Center) 30	
4.2. Plans d'échantillonnage comparés pour chaque zone échantillonnée en 2021-2022.....	32
4.3. Densités historiques comparées pour chaque zone échantillonnée en 2021-2022	40
4.3.2. Tableaux des densités moyennes (et erreurs-types)	40
4.3.3. Graphiques des valeurs moyennes et erreurs-types.....	43
4.3.4. Détail des évolutions temporelles par sous-zones.....	47

Résumé exécutif

Titre de l'étude	Exploration de l'évolutions temporelle des densités d'holothuries entre 2003-2008 et 2021-2022
Auteurs	TON Caroline, GUILLEMOT Nicolas
Collaborateurs	GILBERT Antoine, GEORGET Stéphane, LÉOPOLD Marc, PURCELL Steven, VAN WYNSBERGE Simon, ANDRÉFOUËT Serge
Éditeurs	-
Année d'édition du rapport	2022

Objectif	<p>L'objectif de ce volet d'étude est d'évaluer les possibilités de comparaisons des densités d'holothuries estimées à partir des données collectées <i>in situ</i> au cours des campagnes d'échantillonnages réalisées sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie entre 2003 et 2008 par le WorldFish Center (Purcell et al. 2009) ainsi qu'en 2021 et 2022 dans le cadre du présent projet (CPS-PROTEGE).</p> <p>Aux échelles spatiales où cela a été estimé possible, des analyses temporelles ont été réalisées à partir des jeux de données de ces deux campagnes, afin d'éclairer le volet relatif aux évaluations de stocks grâce à des informations sur les évolutions temporelles des populations d'holothuries dans les zones échantillonnées.</p>
Contexte	<p>De nombreuses populations insulaires pêchent des holothuries pour répondre à la demande des marchés asiatiques. Compte-tenu des effondrements de stocks observés à travers le monde, notamment chez ses voisins océaniques, la Nouvelle-Calédonie souhaite améliorer son système de suivi et de gestion de la ressource, d'autant que deux espèces ayant une valeur commerciale élevée ont intégrées récemment l'Appendix II de la CITES.</p> <p>Une réglementation existe sur le territoire (code de l'environnement des provinces Nord et Sud) et encadre la pêche professionnelle à l'holothurie (tailles minimales, espèces interdites, méthodes de pêche, mesures spatialisées).</p> <p>Dans ce contexte, le présent volet d'étude explore les données de densité des différentes espèces d'holothuries de campagnes 2003-2008 et 2021-2022 selon une approche de comparaison temporelle à vocation de mise en perspective des résultats du volet principal relatif aux évaluations de stocks.</p>
Méthodologie	<p>Dans un premier temps, les deux jeux de données historiques ont fait l'objet d'un travail d'harmonisation de leur structure et de leurs métriques, préalable indispensable à l'exploration des possibilités de comparaisons statistiques et permettant de produire deux bases de données :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La BDD1, regroupant l'ensemble des données collectées lors de la campagne d'échantillonnage 2021-2022 réalisée dans le cadre de ce projet ; - La BDD2, compilant l'ensemble des données collectées lors des deux campagnes d'échantillonnages réalisées par le WorldFish Center en 2003-2006 et 2007-2008. <p>Dans un second temps, il a été évalué dans quelles mesures des comparaisons temporelles rigoureuses étaient possibles entre les densités observées par le WorldFish Center entre 2003 et 2008 et celles observées dans le cadre de la présente étude en 2021-2022 (la zone d'échantillonnage 23_PS - Thio a été exclue des analyses puisqu'aucun échantillonnage n'y avait été réalisé entre 2003 et 2008). La comparaison des plans d'échantillonnage a notamment permis d'apprécier le recoupement spatial entre les différentes campagnes et leur concordance en matière de géomorphologie récifale et d'habitats, afin de déterminer à quelles échelles spatiales des comparaisons temporelles pouvaient être envisagées avec une légitimité scientifique suffisante.</p> <p>Aux échelles retenues, des analyses statistiques ont été réalisées afin de tester la significativité des variations temporelles observées selon les espèces, le statut CITES, ou encore la catégorie commerciale, complétés d'illustration graphiques et de fiches synthétiques présentant les évolutions constatées.</p>

<p>Résultats et conclusions</p>	<p>Les possibilités d'analyses temporelles rigoureuses sont apparues restreintes à large échelle géographique (Nouvelle-Calédonie, provinces, grandes zones d'étude) en raison de divergences majeures dans les protocoles d'acquisition des données <i>in situ</i> et du faible recoupement spatial des plans d'échantillonnage entre les deux études historiques (tant en termes répartition géographique que de représentativité en termes d'habitats récifo-lagonaires).</p> <p>Des comparaisons spatiales ont été estimées possibles sur un ensemble de 15 sous-zones présentant une bonne cohérence historique des données disponibles. Si ces résultats apparaissent intéressants, ces zones présentent généralement des surfaces restreintes et un faible nombre de transects (7 % de l'effort d'échantillonnage total réalisé en 2021-2022).</p> <p>Les analyses temporelles conduites sur ces 15 sous-zones font apparaître que 8 d'entre-elles présentent une variation statistiquement significative pour au moins une espèce d'holothurie. En particulier, 5 sous-zones présentent une diminution significative (Baie Santal centre 1 et 2, Passe Yandé Nord interne, Ouano Ouest et Ilot Ua Nord), et 5 autres présentent une augmentation significative (Baie Santal centre 2, Baie Wadra centre, Ouano Ouest, Ilot Gi Nord et Ilot Ua Est).</p> <p>Les espèces concernées par une diminution significative sur au moins une sous-zone sont <i>S. chloronotus</i>, <i>T. ananas</i>, <i>B. marmorata</i> et <i>H. edulis</i>, tandis que celles concernées par une augmentation significative sur au moins une sous-zone sont <i>A. varians</i>, <i>S. herrmanni</i>, <i>H. coluber</i>, <i>H. edulis</i> et <i>H. fuscopunctata</i>.</p> <p>Les deux espèces CITES, <i>H. fuscogilva</i> et <i>H. whitmaei</i>, ne présentent pas de variation significative au sein des 15 sous-zones considérées, de même que les autres espèces à haute valeur commerciale.</p> <p>Des fiches synthétiques résumant les informations et résultats principaux ont été produites pour chacune des 15 sous-zones.</p>		
<p>Limites de l'étude</p>	<p>Le manque de concordance dans les objectifs, les plans d'échantillonnage, et protocoles entre les deux études historiques n'a autorisé des comparaisons rigoureuses et légitimes qu'à une échelle spatiale restreinte, non représentative des ressources exploitées à large échelle, et donc non-extrapolable aux unités spatiales de gestion de la ressource par les provinces.</p> <p>À ce titre, le présent travail souligne l'importance majeure de la stabilité des méthodes et des plans d'échantillonnage dès lors que des évolutions temporelles doivent être abordées et donner lieu à des diagnostics. Toute future campagne ayant cette vocation devra donc être construite dans un souci de pleine adéquation avec les approches utilisées dans la présente étude.</p>		
<p>Évolutions</p>	<p>VF</p>	<p>Date de la version</p>	<p>26/07/2022</p>

1. Introduction

1.1. Contexte

L'holothurie, également appelée bêche de mer après transformation, est le premier produit de la pêche côtière vendu dans les États et Territoires insulaires océaniques. De nombreux villages côtiers d'Océanie tirent des revenus importants de la capture, de la transformation et de la vente de ce produit sur les marchés asiatiques.

En Nouvelle-Calédonie, les données d'exportation montrent que ce sont en moyenne, sur la période 2016-2019, 49 tonnes en poids sec qui sont exportées par an pour un chiffre d'affaires moyen à l'export de plus de 414 millions de Francs CFP. Les données déclaratives des statistiques de pêche de la province Nord et de la province Sud sur la même période montrent que cette production provient d'une moyenne annuelle d'environ 242 tonnes de poids humide d'holothuries salées extraites par 70 navires professionnels autorisés. Les données d'exploitation récentes montrent toutefois une baisse de la production depuis 2017 probablement liée à des niveaux d'exploitation non durables.

Encadrée par une réglementation provinciale sur la Grande Terre (province Nord et province Sud) la durabilité de l'exploitation actuelle est questionnée. De nombreuses pêcheries d'holothuries se sont effondrées à travers le monde du fait de la vulnérabilité des espèces exploitées vis-à-vis de la pêche et de mesures de gestion inefficaces (Pakoa & Bertram, 2013 ; Purcell et al., 2013). Le renforcement des contraintes à l'export liée à l'inscription sur l'annexe II de la CITES de deux espèces à haute valeur commerciale présentes et exploitées sur le territoire (*Holothuria fuscogilva* et *Holothuria whitmaei*) et l'opportunité de financement offerte dans le cadre du programme PROTEGE ont conduit les provinces à réaliser une vaste étude d'évaluation des stocks d'holothuries commerciales sur neuf zones du Caillou.

Ce document présente et synthétise le travail conduit entre décembre 2020 et juin 2022.

1.2. Délimitation de la zone d'étude

Parmi les 23 zones identifiées initialement sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie, neuf ont été ciblées préférentiellement par les gestionnaires en raison de leur historique d'exploitation et ont été retenues pour l'étude. Elles sont réparties entre les trois provinces (*cf. Volet 1 : Stock*). La zone d'étude s'étend de la zone intertidale jusqu'à une profondeur maximum de 30 m et comprend l'ensemble des habitats récifaux-lagonaires favorables à la présence des espèces ciblées ayant un potentiel commercial.

1.3. Objectifs de l'étude

Deux objectifs principaux étaient attendus initialement dans le cadre du projet :

1. Réaliser des estimations de stocks plurispécifiques à l'échelle de zones exploitées et identifiées par les gestionnaires, en tant que préalable à la mise en place d'une gestion raisonnée – **Volet 1 - Estimations de stocks.**

*Ce volet constitue le cœur de la prestation. Il offre des valeurs de référence utiles pour la mise en place de quotas sur les zones identifiées par les provinces. Ce travail apporte également de premiers éléments biologiques nécessaires pour la réalisation des Avis de Commerce Non Préjudiciable (NDF, Non-Detriment-Finding) demandés par la CITES (Simone et al., 2021) sur les deux espèces *Holothuria fuscogilva* et *Holothuria whitmaei* présentes en Nouvelle-Calédonie. Il est composé d'un rapport principal synthétisant les résultats et d'un rapport contenant les résultats détaillés de l'étude.*

2. Réaliser une analyse de l'évolution temporelle des densités des populations d'holothuries exploitées sur la base des sites échantillonnés historiquement notamment lors des campagnes réalisées entre 2003 et 2008 par le WorldFish Center (Purcell et al. 2008) : **Volet 2 - Exploration de l'évolution temporelle des densités**, objet du présent rapport.

Le travail réalisé est complété par un troisième volet dédié aux caractéristiques de l'exploitation de la ressource en holothuries par les pêcheurs professionnels de chaque province :

3. Description de la pêcherie d'holothuries en Nouvelle-Calédonie à partir des données déclaratives de pêche fournies par la province Nord et la province Sud, de 1993 à 2020 : **Volet 3 – Description générale de la pêcherie.**

La description de la pêcherie d'holothuries en Nouvelle-Calédonie à différentes échelles spatiales est ici essentiellement réalisée de manière à mettre en contexte et à appuyer les composantes principales du projet, leurs interprétations, et plus généralement les perspectives de poursuite du suivi de cette ressource et d'amélioration de sa gestion. Conformément au périmètre du projet, cette partie ne constitue donc pas un diagnostic complet de la pêcherie et de ses caractéristiques, mais elle propose différentes compilations et descriptions des données existantes susceptibles d'accompagner les autres volets du projet.

Enfin, en complément aux trois volets d'étude, quatre produits numériques appelées ici Base De Données (BDD), associées à leurs fiches de métadonnées ont été réalisés pour valorisation ultérieure :

1. BDD1 - Intégralité des données déclaratives de la pêche professionnelle d'holothuries des provinces Sud et Nord uniformisées ;
2. BDD2 - Compilation de données historiques sur les populations d'holothuries issues des travaux du WorldFish Center et compilation des données bibliographiques sur la biologie des espèces utilisées pour les estimations de stocks ;
3. BDD3 - Modèle de base de saisie des données utilisées pour le terrain et fiches de terrain ;
4. BDD4 - Base de données compilées et couches cartographiques SIG des données du présent projet.

Notons que si le document n'aborde pas d'éléments sur les bénéficiers, comme convenu avec les gestionnaires, les trois plus grandes espèces présentes en Nouvelle-Calédonie (*Tridacna derasa*, *Tridacna squamosa* et *Hippopus hippopus*) ont été échantillonnées parallèlement aux holothuries. Les données de densité et de taille sont intégrées aux bases de données livrées dans la BDD4 pour valorisation ultérieure.

1.4. Contexte et enjeu du présent volet relatif au suivi temporel des densités

Les données collectées *in situ* pour la réalisation des évaluations de stocks ont permis de calculer des densités par espèce pour l'ensemble des transects échantillonnés en 2021-2022. À partir de données collectées *in situ* au cours de plusieurs campagnes réalisées entre 2003 et 2008, le WorldFish Center (Purcell et al. 2009¹) avait également pu estimer des densités par espèce sur un large panel de sites répartis dans les trois provinces.

L'objectif de ce volet d'étude relatif aux évolutions temporelles des populations d'holothuries était successivement :

- De compiler les jeux de données historiques du WorldFish Center afin de disposer d'une base de données exploitable pour explorer de possibles comparaisons temporelles avec les données récentes ;

¹ Purcell SW, Gossuin H, Agudo NN (2009) Status and management of the sea cucumber fishery of la Grande Terre, New Caledonia. Programme ZoNéCo. WorldFish Center Studies and Reviews No. 1901. The WorldFish Center, Penang, Malaysia. 138 p.



- D'évaluer dans quelle mesure des comparaisons temporelles rigoureuses étaient possibles entre les densités observées par le WorldFish Center entre 2003 et 2008 et celles observées dans le cadre de la présente étude en 2021-2022 ;
- Lorsque cela était estimé possible et pertinent, de réaliser de telles comparaisons et d'en critiquer l'utilité pour le présent projet.

2. Matériels & méthodes

2.1. Constitution des bases de données

Les deux bases de données considérées pour ce volet d'étude sont :

- La BDD1 qui regroupe l'ensemble des données collectées *in situ* en 2021 et 2022 dans le cadre du présent projet et en constitue l'un des livrables ;
- La BDD2, qui a fait l'objet d'un livrable intermédiaire début 2021 (cf. fiche d'information en Annexe) et qui compile les données issues de deux campagnes historiques du WorldFish Center (2003-2006 et 2007-2008).

Ces deux bases de données présentant des différences en matière d'architecture et de contenu, un travail d'harmonisation a été effectué afin de permettre la mise en œuvre de représentations cartographiques, la production de graphiques, ou encore d'analyses statistiques communes. Ces travaux d'harmonisation ont notamment permis d'uniformiser la nomenclature des espèces échantillonnées, ainsi que l'estimation des densités sur la base des surfaces échantillonnées et des données d'abondances disponibles, afin d'adapter les données historiques aux standards adoptés dans le présent projet.

Il conviendra de noter que huit des neuf zones échantillonnées en 2021-2022 incluent des transects échantillonnés en 2003-2008 et permettent donc d'envisager des comparaisons temporelles. Seule la zone de Thio (23_PS) n'en comporte pas et n'est donc pas considérée dans ce volet.

2.2. Potentialités des données pour comparaisons temporelles

Afin d'évaluer la pertinence de comparaisons temporelles des densités entre les campagnes, plusieurs pistes ont été explorées à travers différents traitements et représentations préliminaires, qui ont permis d'engager une réflexion sur la faisabilité d'analyses temporelles au regard des données disponibles. Les enseignements de ces explorations préliminaires sont présentés dès à présent car ils ont contribué à converger vers l'approche méthodologique adoptée pour réaliser des comparaisons temporelles et relèvent ainsi davantage du Matériel & Méthode que des résultats.

En premier lieu, les plans d'échantillonnage mis en œuvre en 2003-2008 et en 2021-2022 ont été comparés sur base cartographique afin d'évaluer leur recoupement spatial. Les cartes présentant les plans d'échantillonnage propres à chaque campagne et pour chacune des zones échantillonnées en 2021-2022 sont présentées en Annexe 1, et un exemple est présenté ci-dessous en Figure 2.

Pour les plans échantillonnages réalisés lors des campagnes réalisées entre 2003 et 2006, le positionnement géographique de chaque transect n'étaient pas systématiquement disponible et était remplacé par un unique point GPS indiquant approximativement le centre de la station échantillonnée (cf. par exemple sur la zone 17PS présentée en Figure 2 ; dans ce cas de figure l'emprise spatiale exact des transects composant la station n'est pas connue).

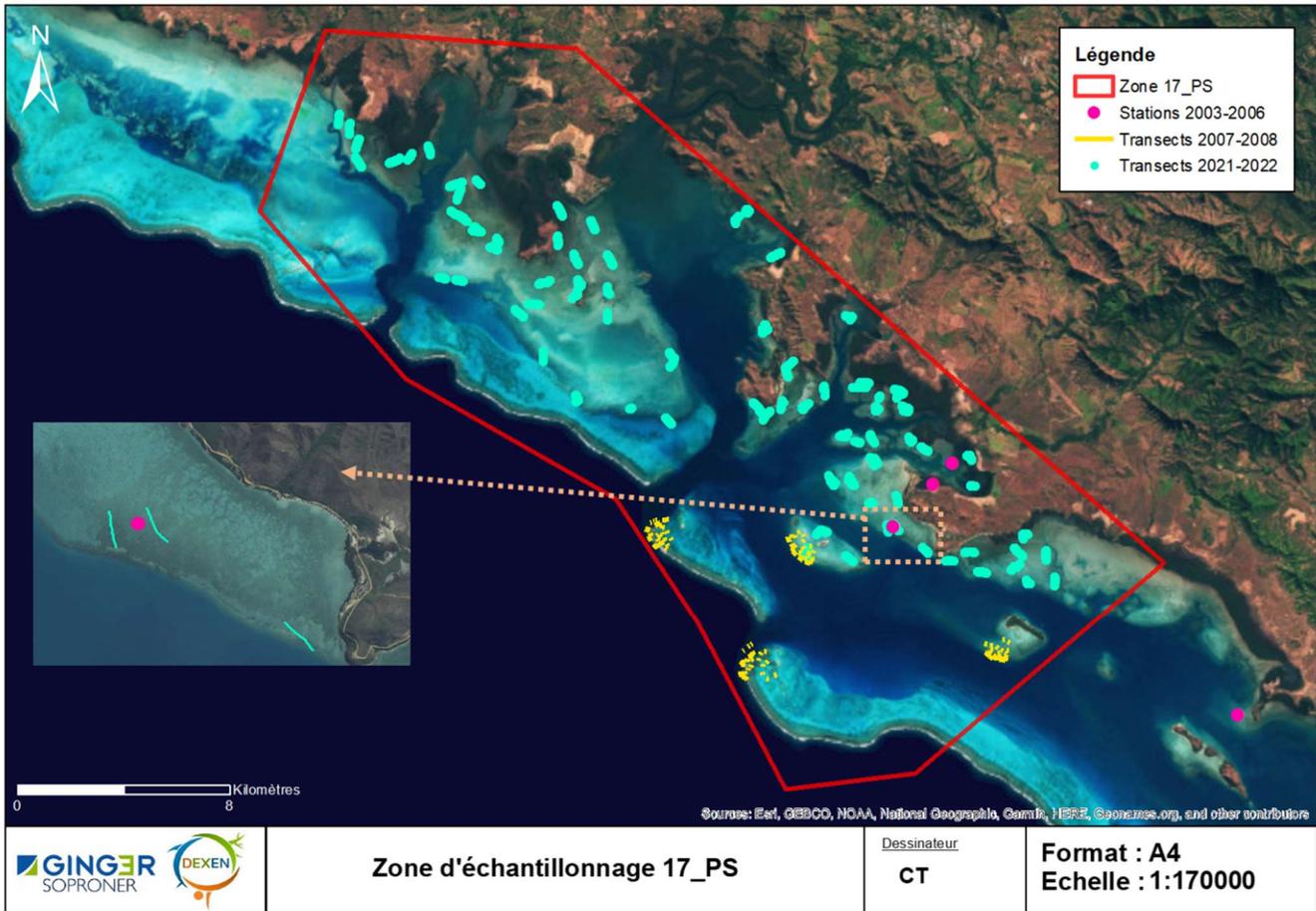


Figure 2 : Cartographie des plans d'échantillonnage des différentes campagnes réalisées successivement en 2003-2006, 2007-2008, et 2021-2022, et illustration des cas où l'emprise spatiale des transects n'est pas disponible. Les cartes pour l'ensemble des 9 zones échantillonnées en 2021-2022 sont fournies en Annexes.

Ces éléments cartographiques font apparaître des plans d'échantillonnage géographiquement disjoints entre les campagnes, avec un recouvrement spatial très faible entre les sites échantillonnés par le WorldFish Center de 2003 à 2008 et ceux échantillonnés en 2021-2022 (mais également au sein même des campagnes historiques entre 2003-2006 et 2007-2008). Les zones communes d'échantillonnage sont rares et systématiquement limitées à des surfaces restreintes regroupant un faible nombre de transects (cf. partie suivante).

En alternative, il a été évalué si, malgré les disparités spatiales des échantillonnages, il pouvait exister *a minima* une cohérence dans les profils d'habitats échantillonnés (ex. : il pourrait être envisageable de comparer des transects échantillonnés à des endroits différents s'ils appartiennent à un même profil d'habitat et présentent un contexte écologique semblable au regard de la biologie des holothuries). Sur la base des données cartographiques produites dans le cadre de cette étude, plusieurs typologies simplifiées fondées alternativement sur la géomorphologie récifale (platier, crête, tombant, terrasse, etc.) et sur les types de récifs (frangeant exposé ou non, lagonaire, barrière, etc.) (Figure 3) ont été explorées et croisées avec les plans d'échantillonnage des différentes campagnes. Des explorations similaires ont été réalisées en utilisant les données d'habitats relevées *in situ* lors des campagnes du WorldFish Center. Ces données étaient toutefois qualitatives et très simplifiées (combinaisons de trois modalités : sable, platier, pente), et uniquement renseignées pour les transects échantillonnés lors de la campagne 2003-2006.

Aucune classification d'habitat n'a permis de construire des strates cohérentes et regroupant simultanément des transects des différentes campagnes à des fins de comparaisons temporelles. En cohérence avec les fortes disparités spatiales observées précédemment, les plans d'échantillonnage sont apparus très majoritairement disjoints au regard des caractéristiques des habitats échantillonnés.

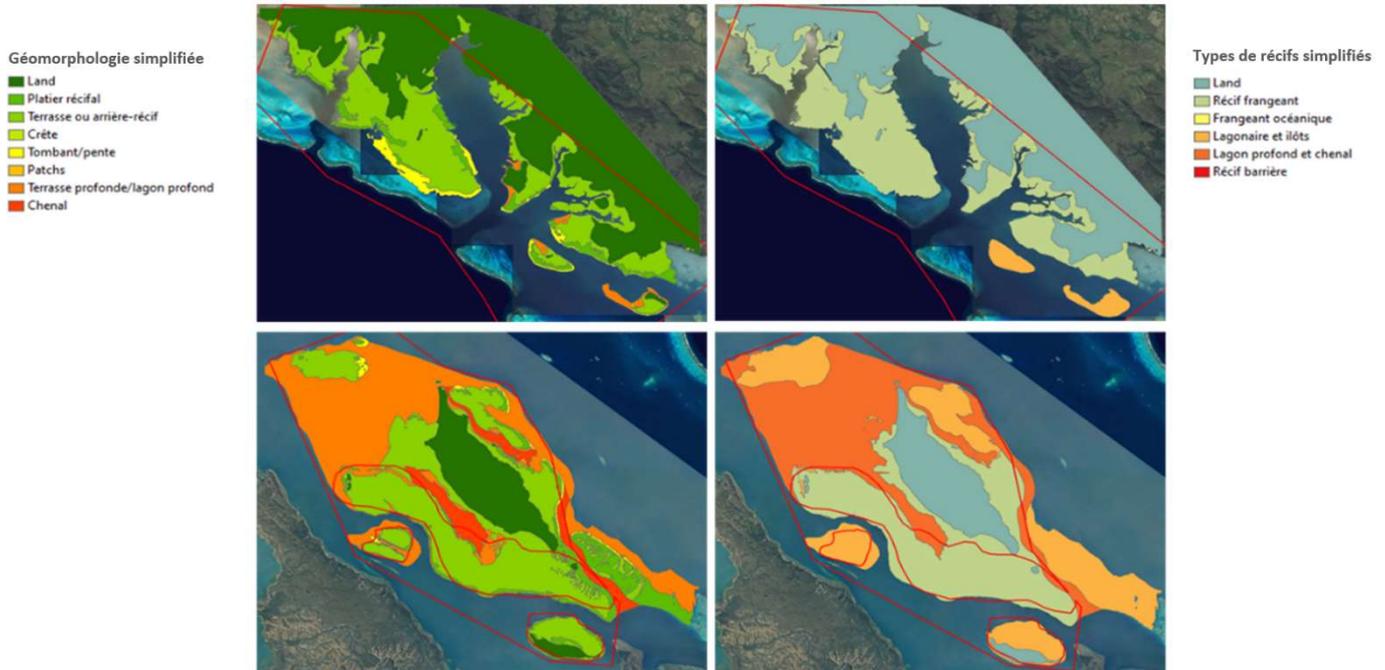


Figure 3 : Exemple de typologies simplifiées des habitats, fondées sur des critères liés à la géomorphologie récifale (gauche) ou aux grands types d'entités récifo-lagonaires (droite), utilisées pour explorer une éventuelle comparabilité temporelle à cette échelle (extraits des zones 17_PS et 07_PN).

Enfin, il s'avère que ces décalages géographiques et géomorphologiques se doublent de divergences méthodologiques entre les campagnes du WorldFish Center 2003-2008 et la campagne 2021-2022, notamment concernant les protocoles *in situ*. Ces divergences concernent par exemple le recours au *manta tow* en alternance avec la plongée en 2003-2008, des longueurs et vitesses de parcours des transects différentes entre les campagnes, ou encore la mise en œuvre de mesures/pesées selon des approches variables selon les campagnes.

Étant données les fortes disparités d'échantillonnage entre les campagnes, tant au regard de la répartition spatiale des transects, de leur représentativité en matière d'habitats, que concernant les protocoles d'acquisition des données *in situ*, il a été considéré que la faisabilité de comparaisons temporelles à larges échelles géographiques (Nouvelle-Calédonie, zones échantillonnées 2021-2022 dans leur ensemble, et leur croisement éventuel avec les habitats récifo-lagonaires) était très limitée. De telles comparaisons présenteraient le risque de conclusions et d'interprétations erronées.

Dans les résultats, les chiffres de densités par espèces pour chaque campagne à large échelle (Nouvelle-Calédonie et zones 2021-2022) seront donc fournis à titre descriptif et indicatif (sans interprétation des différences entre campagnes), et l'appréhension des évolutions temporelles se limitera aux échelles spatiales où des comparaisons apparaissent raisonnables (cf. partie suivante).

2.2. Comparaisons temporelles à échelle restreinte

Les comparaisons à large échelle géographique n'apparaissant pas pertinentes étant donné les caractéristiques des données disponibles, l'existence d'éventuels recouvrements spatiaux des échantillonnages à échelle plus restreinte a été explorée.

Dans cette optique, la projection géographique et l'examen détaillé des plans d'échantillonnages 2003-2008 et 2021-2022 a permis d'identifier 15 cas de figure (i.e., 15 ensembles de transects) où il existait une superposition ou une proximité directe entre des transects échantillonnés lors des deux études.

Afin de délimiter des zones susceptibles de constituer des périmètres cohérents en vue de comparaisons spatiales, un détournement a été opéré en tenant compte :

- De la proximité et de la concordance spatiale dans la position des transects à très petite échelle entre les deux études (l'hétérogénéité des habitats, des substrats benthiques, et des contextes écologiques étant forte à cette échelle, la proximité immédiate des transects a été recherchée) ;
- De la cartographie simplifiée de la géomorphologie récifale, dérivée de la caractérisation réalisée dans le cadre de l'évaluation des stocks et telle qu'utilisée précédemment pour les explorations à plus large échelle (Figure 3), permettant de s'assurer que la zone détournée présentait une cohérence vis-à-vis de ce critère ;
- Plus généralement et en complément aux deux précédents critères, d'une vérification visuelle sur image satellite de l'homogénéité *a priori* du périmètre détourné au regard des profils récifo-lagonaires locaux.

Deux exemples de construction de ces détournements localisés sont fournis ci-dessous (Figure 4) :

- Sur la zone de Balabio (07_PN), au niveau du récif Thaavaam : le détournement de cette sous-zone tient compte de la proximité directe des transects entre eux et de la nature globale des habitats locaux selon le critère précité lié à la géomorphologie récifale (évitant notamment les transects certes proches mais situés dans la zone de tombant) ;
- Sur la zone de Lifou (04_PI), au centre de la Baie de Santal : le critère lié à la géomorphologie récifale y est moins discriminant que sur les zones échantillonnées sur la Grande Terre (frangeant océanique sur l'ensemble des zones échantillonnées en province des Îles Loyauté), et c'est donc la proximité ainsi que, plus secondairement, la cohérence visuelle des profils récifaux qui orientent principalement le détournement.

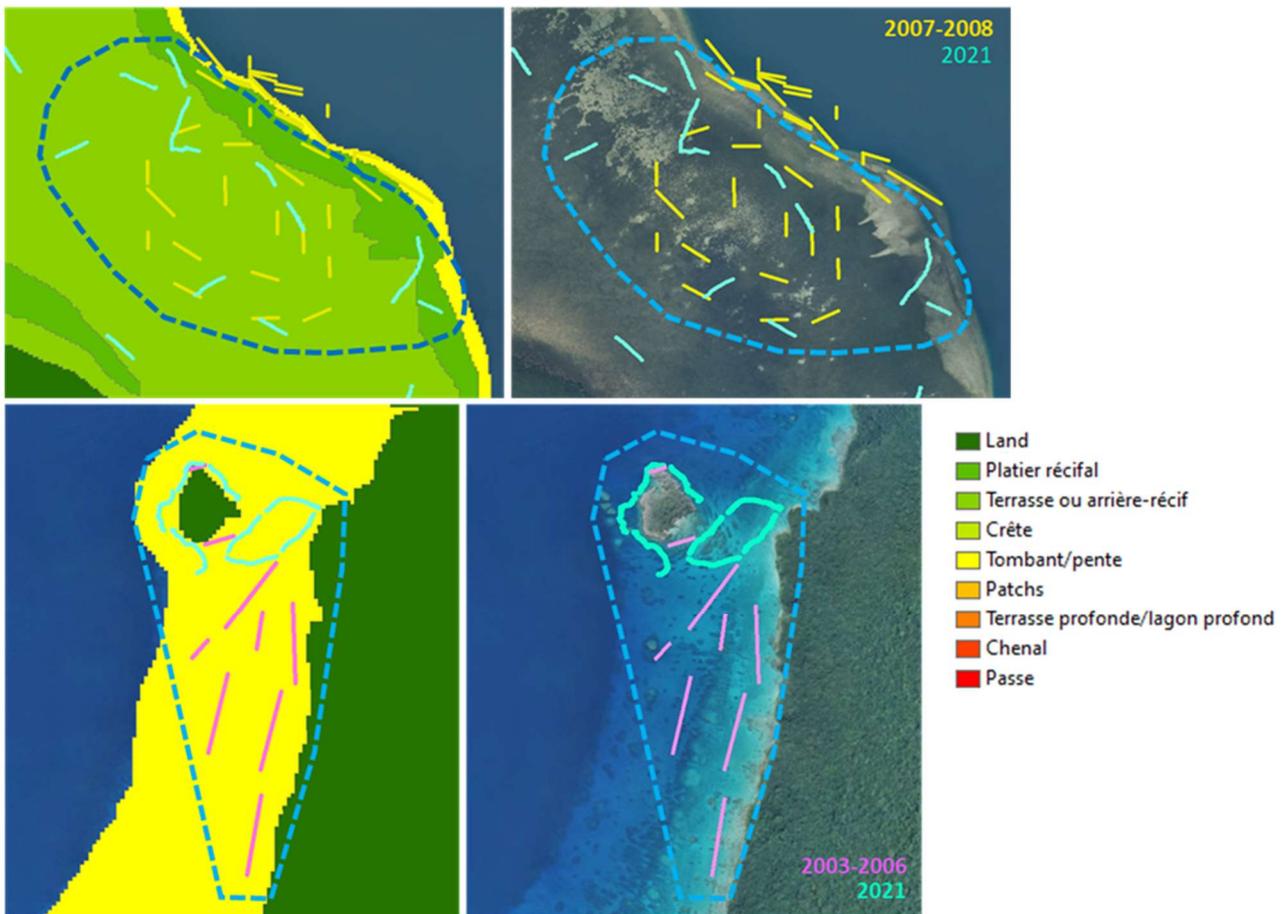


Figure 4 : Exemple de détourages de sous-zones cohérentes au regard des critères de proximité, de géomorphologie simplifiée, et d'examen visuel du profil récifal (haut : Balabio - récif Thaavaam ; bas : Lifou - zone récifale au centre de la Baie de Santal).

En définitive, 15 sous-zones ont été délimitées, et les données détaillées des densités par campagne ont été extraites afin de permettre des comparaisons temporelles à l'échelle de chacune de ces sous-zones. Le Tableau 1 présente la liste de ces sous-zones et les principales caractéristiques de leur échantillonnage selon les campagnes.

Ce panel de sous-zones représente un total de 247 transects et 33,3 km échantillonnées en 2021-2022 (soit 7 % de l'effectif d'échantillonnage total réalisé), et de 163 transects et 20,9 km échantillonnés en 2003-2008.

Les résultats de cette approche par sous-zones ne seront donc valables que pour chaque sous-zone indépendamment, et ne peuvent être considérés comme généralisables à plus large échelle. La sélection de ces zones étant guidée par la superposition géographique de deux plans d'échantillonnage qui ne sont pas initialement conçus pour être comparés, elle est fortuite et n'est par définition pas structurée par un objectif de représentativité. Ces résultats restent intéressants en tant que cas d'étude permettant de décrire des dynamiques localisées et dans l'éventualité où des questions de gestion spatialisée se poseraient au niveau ou à proximité de l'une de ces sous-zones.

Tableau 1 : Liste des sous-zones pour lesquelles un recoupement spatial entre les campagnes 2003-2008 et 2021-2022 a été identifié et autorise la réalisation de comparaisons spatiales, et caractéristiques générales de l'échantillonnage dans le périmètre de comparaison délimité².

Zone	Sous-zone	2003-2006			2007-2008			2021-2022		
		Longueur échantillonnée (m)	Surface échantillonnée (ha)	Nombre de transects	Longueur échantillonnée (m)	Surface échantillonnée (ha)	Nombre de transects	Longueur échantillonnée (m)	Surface échantillonnée (ha)	Nombre de transects
04_PI	Baie de Santal centre 1	≤ 2 010	0,40	≤ 10				2 074	0,41	19
04_PI	Baie de Santal centre 2	1 820	0,36	9				2 104	0,42	16
06_PI	Baie de Wadra centre	1 130	0,23	6				798	0,16	8
04_PN	Passe Poum Nord interne				500	0,10	5	1 906	0,38	16
05_PN	Passe Yandé Nord				1 000	0,20	8	2 756	0,55	20
05_PN	Passe Yandé Nord interne				400	0,08	4	2 403	0,48	18
07_PN	Récif Thaavaam Est				2 000	0,40	20	3 285	0,66	20
07_PN	Récif Balabio Sud				1 000	0,20	8	2 782	0,56	20
17_PS	Ilot Konduyo Ouest				900	0,18	9	730	0,15	6
17_PS	Ouano Ouest	≤ 2 000	0,40	≤ 10				1 071	0,21	10
20_PS	Récif Toté				2 200	0,44	18	2 772	0,55	20
20_PS	Ilot Uatérembi				1 500	0,30	12	2 932	0,59	16
20_PS	Ilot Ua Nord				300	0,12	6	1 316	0,26	12
20_PS	Ilot Ua Est				1 900	0,38	18	3 044	0,61	20
20_PS	Ilot Gi Nord				2 200	0,44	20	3 344	0,67	26

² L'absence de coordonnées géographiques des transects pour certaines des stations échantillonnées en 2003-2006, mentionnée précédemment, concerne 2 de ces 15 sous-zones, pour lesquelles le nombre de transects et la longueur exacte échantillonnée ne peuvent pas être caractérisés (nécessairement inférieurs ou égaux à l'effectif d'échantillonnage qui est renseignée dans les bases de données du WorldFish Center pour la station concernée).

Pour chacune des quinze sous-zones, des analyses statistiques ont été réalisées afin de tester la significativité des variations temporelles observées entre les deux campagnes historiques. Pour chaque sous-zone, des tests statistiques univariés (un facteur « campagne ») ont été réalisés sur les densités de chacune des espèces recensées ainsi que sur les densités des différentes catégories de valeur commerciale (telles que définies dans le volet relatif à l'évaluation des stocks). Afin de choisir le type d'analyse le plus adapté, il a tout d'abord été déterminé si les données propres à chaque variable répondaient aux exigences de mise en œuvre de tests paramétriques (i.e. distribution gaussienne et homoscedasticité des données), le cas échéant en ayant recours à des transformations de type logarithmiques. Lorsque les conditions nécessaires étaient remplies, des tests t de Student ont donc été utilisés afin d'étudier l'effet du facteur « campagne » sur la variable en question. Dans le cas contraire, des tests non-paramétriques de type Mann-Whitney ont remplacé les tests de Student (Zar 1999³).

Enfin, on notera que si l'identification de ces sous-zones et le détournement encadrant les comparaisons temporelles qui seront réalisées permettent de disposer d'une cohérence spatiale des échantillonnages, la divergence méthodologique mentionnée précédemment entre les campagnes 2003-2008 et 2021-2022 (manta-tows versus transects couloirs) demeure un facteur de biais. Ce biais n'est pas quantifiable, mais son existence devra inciter à une certaine vigilance dans le cas où les résultats présentés seraient utilisés à des fins de gestion.

³ Zar JH (1999) Biostatistical Analysis, 4th Edition. Prentice Hall International, London.

3. Résultats

3.1. Comparaisons indicatives à large échelle

Le Tableau 2 et la Figure 5 présentent les valeurs moyennes (et la dispersion associée *via* l'erreur-type) des densités estimées dans le cadre des deux études, pour l'ensemble des espèces recensées *a minima* lors de l'une des campagnes (soit 26 espèces au total).

Ces moyennes sont calculées sur la base de l'ensemble des transects situés dans l'emprise des neuf zones échantillonnées en 2021-2022, et n'incluent donc pas les transects échantillonnés par le WorldFish Center en 2003-2008 se trouvant en dehors de ces neuf périmètres d'échantillonnage.

Les tableaux présentant les valeurs moyennes par espèce et par campagne pour chacune des neuf zones échantillonnées sont fournis en Annexe, ainsi que les graphiques correspondants.

Tableau 2 : Valeurs moyennes par espèce (et erreur-type) des densités recensées lors des campagnes du WorldFish Center entre 2003 et 2008, et lors de la campagne PROTEGE 2021-2022, à l'échelle de l'ensemble des neuf zones considérées dans la présente étude. Les plans d'échantillonnage au sein de ces zones et les méthodes utilisées pour les comptages diffèrent entre les deux études.

Espèce	Densité moyenne (ind./ha)		Evolution	
	2003-2008	2021-2022		
<i>H. atra</i>	167,4 (±28,5)	138,4 (±8,9)	-	29,0
<i>S. chloronotus</i>	131,3 (±35,3)	25,9 (±6,3)	-	105,4
<i>H. edulis</i>	34 (±9,9)	30,9 (±2,1)	-	3,2
<i>H. fuscopunctata</i>	10,4 (±2,2)	17,7 (±1,7)		7,3
<i>H. whitmaei</i>	7 (±1)	2,1 (±0,2)	-	4,8
<i>H. coluber</i>	5,2 (±1,5)	8,4 (±1,1)		3,2
<i>T. ananas</i>	4,1 (±0,7)	3,6 (±0,3)	-	0,5
<i>B. argus</i>	3,7 (±0,8)	11,2 (±0,6)		7,5
<i>H. leucospilota</i>	3 (±1,5)	0 (±0)	-	3,0
<i>H. fuscogilva</i>	2,1 (±0,6)	1,7 (±0,2)		3,8
<i>T. anax</i>	2,1 (±0,5)	5,9 (±0,4)	-	0,4
<i>B. marmorata</i>	1,9 (±0,5)	9,9 (±4,4)		7,9
<i>A. palauensis</i>	1,6 (±0,6)	2,3 (±0,2)		0,7
<i>S. herrmanni</i>	1,6 (±0,5)	3,7 (±0,5)		2,1
<i>A. varians</i>	1 (±0,3)	3,8 (±0,6)		2,8
<i>A. spinea</i>	0,8 (±0,3)	1,3 (±0,5)		0,5
<i>B. vitiensis</i>	0,3 (±0,2)	2 (±0,9)		1,7
<i>H. isuga</i>	0,3 (±0,2)	0 (±0)	-	0,3
<i>H. scabra</i>	0,3 (±0,1)	13,2 (±2,5)		12,9
<i>H. lessoni</i>	0,2 (±0,1)	0,1 (±0)	-	0,1
<i>S. maculata</i>	0,2 (±0,1)	0 (±0)	-	0,2
<i>B. tenuissima</i>	< 0,1 (±0,1)	0 (±0)	-	0,0
<i>S. pseudohorrens</i>	< 0,1 (±0,1)	0 (±0)	-	0,0
<i>A. lecanora</i>	< 0,1 (±0)	0,1 (±0)		0,0
<i>H. flavomaculata</i>	0 (±0)	4,7 (±1)		4,7
<i>A. miliaris</i>	0 (±0)	0,5 (±0,1)		0,5
<i>P. graeffei</i>	0 (±0)	0,4 (±0,2)		0,4
<i>A. echinites</i>	0 (±0)	0,1 (±0,1)		0,1

À l'exception de *Holothuria atra*, *Stichopus chloronotus* et, dans une moindre mesure, *Holothuria edulis*, la majorité des espèces présente des densités moyennes relativement faibles (< 20 ind./ha) à cette échelle qui compile un grand nombre et une diversité importante de zones d'échantillonnage dans les trois provinces.

Les ordres de grandeur des densités apparaissent globalement conservés pour la majorité des espèces entre 2003-2008 et 2021-2022, à l'exception notable de *Stichopus chloronotus* qui apparaît beaucoup moins abondante sur le panel de transects échantillonné en 2021-2022 que sur le panel échantillonné en 2003-2008.

Parmi les autres espèces, on peut noter des variations non-négligeables de densité pour *H. atra* (-29 ind./ha), *H. fuscopunctata* (+7,3 ind./ha), *B. marmorata* (+7,9 ind./ha), *B. argus* (+7,5 ind./ha), *H. scabra* (+12,9 ind./ha) et *H. whitmaei* (-4,8 ind./ha) entre les deux études.

Ces amplitudes de variations, mises en perspective avec les biais comparatifs mentionnés précédemment, ne sauraient donner lieu à une quelconque interprétation ou à un diagnostic quant à l'évolution réelle de la ressource correspondante à plus large échelle, et restent ainsi purement indicatives.

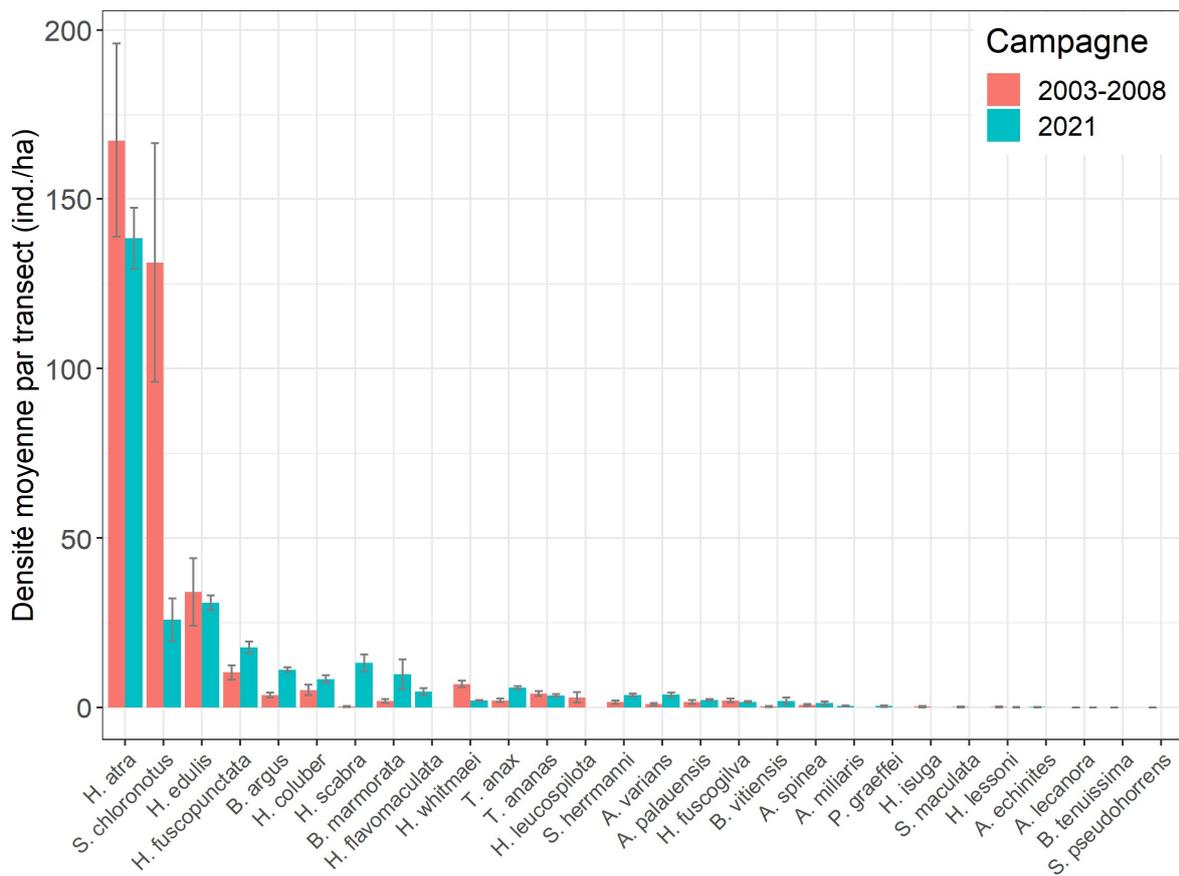


Figure 5 : Représentation graphique des densités moyennes par espèce recensées lors des campagnes du WorldFish Center entre 2003 et 2008 et lors de la campagne PROTEGE 2021-2022, à l'échelle de l'ensemble des neuf zones considérées dans la présente étude (plans d'échantillonnage différents au sein de ces zones entre les deux périodes). Les barres d'erreur indiquent l'erreur-type associée à la moyenne.

3.2. Comparaisons temporelles par sous-zone

Le Tableau 3 présente une compilation des résultats statistiques obtenus à l'échelle de l'ensemble des sous-zones considérées, par espèce, selon le statut CITES, et selon les catégories de valeur commerciale définies dans le volet relatif à l'évaluation des stocks.

Le

Tableau 4 détaille ces résultats statistiques de comparaisons temporelles par espèce pour chacune des 15 sous-zones, ainsi que les densités moyennes par campagne (et erreur-types associées) sur lesquelles ces analyses

ont été réalisées (permettant d’appréhender l’amplitude des variations observées lorsque celles-ci sont significatives statistiquement).

Enfin, une fiche synthétique a été produite pour chaque sous-zone afin de regrouper les informations et résultats suivants :

- Son positionnement géographique général, son détournage, et la répartition spatiale des transects situés dans son emprise ;
- Les caractéristiques des échantillonnages selon les campagnes ;
- Une visualisation graphique de l’évolution des densités moyennes par espèce entre 2003-2008 et 2021-2022 au sein de cette sous-zone ;
- Le cas échéant, les résultats statistiques apparus significatifs à l’issue des analyses temporelles.

Un exemple de fiche est présenté en Figure 6, et l’ensemble des fiches pour les 15 sous-zones est fourni en Annexe.

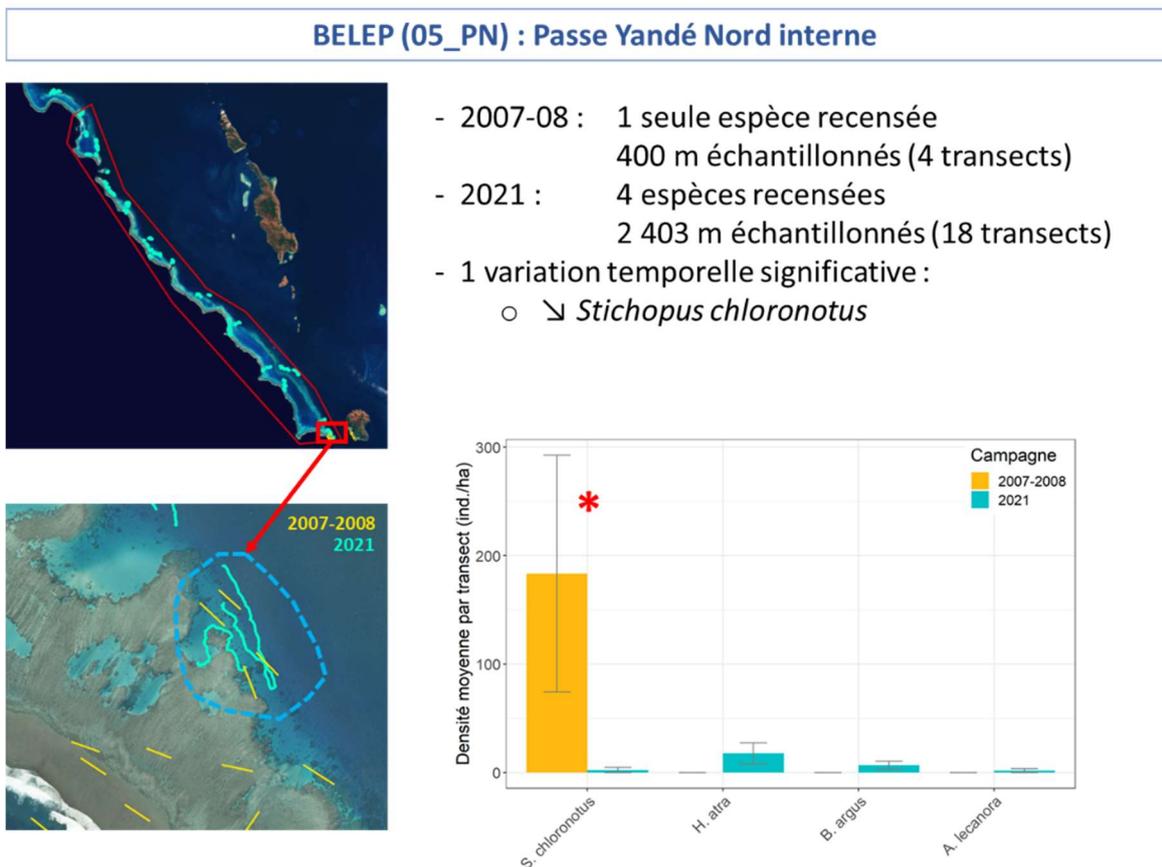


Figure 6 : Exemple de fiche par sous-zone, synthétisant les caractéristiques de l’échantillonnage selon les campagnes et les résultats relatifs à l’évolution des densités par espèce entre 2003-2008 et 2021-2022.

Bien que ne constituant qu’une fraction minoritaire de l’effectif d’échantillonnage réalisé en 2021-2022 (7 %), il reste cependant intéressant d’examiner les principaux résultats statistiques obtenus à l’échelle de ce panel restreint de 15 sous-zones, sur la base du Tableau 3 et du

Tableau 4, notamment :

- 8 sous-zones présentent une variation statistiquement significative pour au moins une espèce, parmi lesquelles :
 - 5 sous-zones présentent une diminution statistiquement significative pour au moins une espèce :



- Baie Santal centre 1 (*Stichopus chloronotus*, *Thelenota ananas*) ;
- Baie Santal centre 2 (*Stichopus chloronotus*) ;
- Passe Yandé Nord interne (*Stichopus chloronotus*) ;
- Ouano Ouest (*Bohadschia marmorata*) ;
- Ilot Ua Nord (*Holothuria fuscopunctata*) ;
- 5 sous-zones présentent une augmentation statistiquement significative pour au moins une espèce :
 - Baie Santal centre 2 (*Holothuria fuscopunctata*) ;
 - Baie Wadra centre (*Actinopyga varians*) ;
 - Ouano Ouest (*Holothuria coluber*, *Holothuria edulis*) ;
 - Ilot Gi Nord (*Holothuria edulis*) ;
 - Ilot Ua Est (*Stichopus herrmanni*) ;
- Les espèces présentant une diminution significative sur au moins une sous-zone sont :
 - *Stichopus chloronotus* (3 sous-zones) ;
 - *Thelenota ananas* (1 sous-zone) ;
 - *Bohadschia marmorata* (1 sous-zone) ;
 - *Holothuria edulis* (1 sous-zone) ;
- Les espèces présentant une augmentation significative sur au moins une sous-zone sont :
 - *Actinopyga varians* (1 sous-zone) ;
 - *Stichopus herrmanni* (1 sous-zone) ;
 - *Holothuria coluber* (1 sous-zone) ;
 - *Holothuria edulis* (2 sous-zones) ;
 - *Holothuria fuscopunctata* (1 sous-zone) ;
- On constate quatre variations significatives correspondant à une évolution (baisse ou hausse) importante de la densité (> 100 ind./ha) :
 - *Stichopus chloronotus* : -173 ind./ha sur Baie de Santal centre 1 ;
 - *Actinopyga varians* : +216 ind./ha sur Baie de Wadra centre ;
 - *Stichopus chloronotus* : -181 ind./ha sur Passe Yandé Nord interne ;
 - *Holothuria coluber* : +236 ind./ha sur Ouano Ouest
- Les espèces ne présentant de variation significative sur aucune des 15 sous-zones considérées sont :
 - *Holothuria fuscogilva* ;
 - *Holothuria whitmaei* ;
 - *Holothuria lessoni* ;
 - *Holothuria scabra* ;
 - *Actinopyga lecanora* ;
 - *Actinopyga miliaris* ;
 - *Actinopyga palauensis* ;
 - *Actinopyga spinea* ;
 - *Bohadschia argus* ;
 - *Bohadschia vitiensis* ;
 - *Holothuria atra* ;
 - *Thelenota anax*.

Le Tableau 3 indique par ailleurs qu'aucune des espèces à haute valeur commerciale (y compris les deux espèces inscrites à la CITES) ne présente d'évolution statistiquement significative sur les sous-zones où elles ont été observées, malgré la présence d'*Holothuria whitmaei* sur 10 d'entre elles. Les espèces de valeur

commerciale moyenne présentent des variations de densité significatives pour 36 % des sous-zones échantillonnées au sein desquelles elles ont été observées. Des évolutions significatives sont également observées, dans des proportions moindres, pour les espèces à valeur commerciale faible ou pour les espèces non-commercialisées en Nouvelle-Calédonie (respectivement 16 % et 14 % des sous-zones échantillonnées où ces espèces ont été observées).

Tableau 3 : Informations compilées relatives aux analyses statistiques menées sur chacune des quinze sous-zones afin d'évaluer les évolutions temporelles par espèce entre 2003-2008 et 2021-2022. Les % correspondent au nombre de sous-zones pour lesquelles une variation significative a été observée pour chaque espèce.

Catégorie	Espèce	Nombre de sous-zone de présence	% non-significatif	% augmentation significative	% diminution significative	
Valeur haute	Espèces	<i>Holothuria fuscogilva</i>	2	100%		
	CITES	<i>Holothuria whitmaei</i>	10	100%		
	Autres espèces	<i>Holothuria lessoni</i>	1	100%		
		<i>Holothuria scabra</i>	2	100%		
Valeur moyenne		<i>Actinopyga lecanora</i>	2	100%		
		<i>Actinopyga varians</i>	1	0%	100%	
		<i>Actinopyga miliaris</i>	1	100%		
		<i>Actinopyga palauensis</i>	5	100%		
		<i>Actinopyga spinea</i>	2	100%		
		<i>Bohadschia argus</i>	9	100%		
		<i>Bohadschia vitiensis</i>	3	100%		
		<i>Stichopus chloronotus</i>	7	57%		43%
		<i>Stichopus herrmanni</i>	6	83%	17%	
Valeur faible		<i>Thelenota ananas</i>	8	88%		13%
		<i>Bohadschia marmorata</i>	2	50%		50%
		<i>Holothuria fuscopunctata</i>	9	78%	11%	11%
		<i>Thelenota anax</i>	5	100%		
Non-commercialisée en NC		<i>Holothuria atra</i>	15	100%		
		<i>Holothuria coluber</i>	4	75%	25%	
		<i>Holothuria edulis</i>	7	71%	29%	
	Valeur haute (toutes espèces)	12	100%			
	Valeur moyenne (toutes espèces)	14	64%	21%	14%	
	Valeur faible (toutes espèces)	13	85%	8%	8%	
	Non-commercialisée en NC	15	87%	7%	7%	

Tableau 4 : Valeurs moyennes par espèce (et erreur-type) des densités recensées lors des campagnes du WorldFish Center entre 2003 et 2008, et lors de la campagne PROTEGE 2021-2022, et résultats des tests de comparaison statistiques entre ces deux campagnes, pour chaque sous-zone, par espèce, et selon les catégories de valeurs commerciales utilisées dans le cadre du présent projet.

Catégorie	Espèce	LIFOU Baie Santal centre 1			LIFOU Baie Santal centre 2			LIFOU Baie Wadra centre			POUM Passe Poum Nord interne		
		2003-2006	2021	Significativité	2003-2006	2021	Significativité	2003-2006	2021	Significativité	2007-2008	2021	Significativité
Valeur haute	Espèces												
	<i>Holothuria fuscogilva</i>	17,1 (±9,7)	10,2 (±4,7)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	CITES												
Valeur moyenne	<i>Holothuria whitmaei</i>	2,5 (±2,5)	0 (±0)	ns	35,9 (±24,4)	7,8 (±4,2)	ns	25 (±15,8)	8 (±8)	ns	0 (±0)	5,7 (±3,9)	ns
	Autres espèces												
	<i>Holothuria lessoni</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
Valeur faible	<i>Holothuria scabra</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Actinopyga lecanora</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Actinopyga varians</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	215,9 (±41,1)	** (p = 0,001)	0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Actinopyga miliaris</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Actinopyga palauensis</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	2,1 (±2,1)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Actinopyga spinea</i>	2,5 (±2,5)	0 (±0)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Bohadschia argus</i>	0 (±0)	0 (±0)		15,9 (±8,7)	19 (±10,3)	ns	33,3 (±22)	0 (±0)	ns	0 (±0)	5,7 (±5,7)	ns
	<i>Bohadschia vitiensis</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		4,2 (±4,2)	0 (±0)	ns	0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Stichopus chloronotus</i>	17,5 (±7,5)	0 (±0)	** (p = 0,004)	177,8 (±87)	5,1 (±3,5)	* (p = 0,022)	0 (±0)	0 (±0)		10 (±10)	51,9 (±21,1)	ns
	<i>Stichopus herrmanni</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
<i>Thelenota ananas</i>	17,5 (±8,4)	8 (±8)	* (p = 0,031)	16,2 (±5,5)	38,8 (±14,7)	ns	0 (±0)	8 (±8)	ns	0 (±0)	0 (±0)		
Non-commercialisée en NC	<i>Bohadschia marmorata</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Holothuria fuscopunctata</i>	2,5 (±2,5)	0 (±0)	ns	0 (±0)	33,6 (±12,7)	** (p = 0,008)	4,2 (±4,2)	0 (±0)	ns	0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Thelenota anax</i>	32,3 (±13,9)	78,6 (±32,3)	ns	2,8 (±2,8)	13,8 (±5,6)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
Valeur haute (toutes espèces)	<i>Holothuria atra</i>	15 (±6,7)	18,9 (±8)	ns	11,1 (±8,4)	41 (±14)	ns	0 (±0)	16 (±10,5)	ns	0 (±0)	4,1 (±4,1)	ns
	<i>Holothuria coluber</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Holothuria edulis</i>	2,5 (±2,5)	0 (±0)	ns	0 (±0)	2,8 (±2,8)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
Valeur moyenne (toutes espèces)													
Valeur faible (toutes espèces)													
Non-commercialisée en NC													
Valeur haute (toutes espèces)													
Valeur moyenne (toutes espèces)													
Valeur faible (toutes espèces)													
Non-commercialisée en NC													

Catégorie	Espèce	BELEP passe Yandé Nord interne			BELEP passe Yandé Nord			BALABIO Récif Balabio Sud			BALABIO Récif Thaavaam Est		
		2007-2008	2021	Significativité	2007-2008	2021	Significativité	2007-2008	2021	Significativité	2007-2008	2021	Significativité
Valeur haute	Espèces	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	CITES	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	12,1 (±12,1)	ns	0 (±0)	4,1 (±4,1)	ns	0 (±0)	0 (±0)	
	Autres espèces	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		2,5 (±2,5)	0 (±0)	ns
Valeur moyenne	<i>Holothuria scabra</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	1,5 (±1,5)	ns
	<i>Actinopyga lecanora</i>	0 (±0)	1,8 (±1,8)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Actinopyga varians</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Actinopyga miliaris</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Actinopyga palauensis</i>	0 (±0)	0 (±0)		12,5 (±12,5)	0 (±0)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Actinopyga spinea</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	1,5 (±1,5)	ns
	<i>Bohadschia argus</i>	0 (±0)	6,8 (±3,8)	ns	0 (±0)	0 (±0)		3,1 (±3,1)	5,7 (±3,1)	ns	0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Bohadschia vitiensis</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Stichopus chloronotus</i>	183,3 (±109,3)	2,4 (±2,4)	*** (p < 0,001)	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Stichopus herrmanni</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	3 (±2,1)	ns
<i>Thelenota ananas</i>	0 (±0)	0 (±0)		25 (±25)	0 (±0)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		
Valeur faible	<i>Bohadschia marmorata</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		7,5 (±4,1)	0 (±0)	ns
	<i>Holothuria fuscopunctata</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		3,1 (±3,1)	0 (±0)	ns	0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Thelenota anax</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
Non-commercialisée en NC	<i>Holothuria atra</i>	0 (±0)	17,7 (±9,8)	ns	50 (±50)	0 (±0)	ns	475 (±187,1)	164,6 (±76,9)	ns	95 (±39,4)	252,7 (±77,1)	ns
	<i>Holothuria coluber</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		27,5 (±13,3)	4,6 (±3,3)	ns
	<i>Holothuria edulis</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	18,8 (±15,3)	ns	22,5 (±20)	0 (±0)	ns
Valeur haute (toutes espèces)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	3,6 (±3,6)	ns	0 (±0)	4,1 (±4,1)	ns	2,5 (±2,5)	1,5 (±1,5)	ns
Valeur moyenne (toutes espèces)		137,5 (±89,8)	11 (±4,4)	* (p = 0,012)	46,9 (±26,1)	21,5 (±9)	ns	3,1 (±3,1)	5,7 (±3,1)	ns	0 (±0)	4,6 (±2,5)	ns
Valeur faible (toutes espèces)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	22,2 (±11,2)	ns	3,1 (±3,1)	2 (±2)	ns	7,5 (±4,1)	0 (±0)	ns
Non-commercialisée en NC		0 (±0)	17,7 (±9,8)	ns	31,2 (±16,2)	0 (±0)	** (p = 0,005)	475 (±187,1)	183,4 (±77,1)	ns	145 (±43,8)	257,2 (±77,6)	ns

Catégorie	Espèce	LA FOA Ouano Ouest			LA FOA Ilot Konduyo Ouest			GLS Ilot Ua Nord			GLS Ilot Uatérémbi		
		2003-2006	2021	Significativité	2007-2008	2021	Significativité	2007-2008	2021	Significativité	2007-2008	2021	Significativité
Valeur haute	Espèces												
	<i>Holothuria fuscogilva</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	CITES	0 (±0)	0 (±0)		5,6 (±5,6)	0 (±0)	ns	0 (±0)	0 (±0)		12,5 (±9)	0 (±0)	ns
	Autres espèces	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
Valeur moyenne	<i>Holothuria scabra</i>	7,5 (±5,3)	0 (±0)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Actinopyga lecanora</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Actinopyga varians</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Actinopyga miliaris</i>	0 (±0)	4,1 (±4,1)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Actinopyga palauensis</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		6,2 (±4,5)	0,4 (±0,4)	ns
	<i>Actinopyga spinea</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Bohadschia argus</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		6,2 (±4,5)	7,3 (±4,9)	ns
	<i>Bohadschia vitiensis</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		4,2 (±4,2)	0 (±0)	ns
	<i>Stichopus chloronotus</i>	0 (±0)	25,9 (±14,6)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		4,2 (±4,2)	181,1 (±126,1)	ns
	<i>Stichopus herrmanni</i>	0 (±0)	23 (±16)	ns	5,6 (±5,6)	0 (±0)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
<i>Thelenota ananas</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		2,1 (±2,1)	9,1 (±5)	ns	
Valeur faible	<i>Bohadschia marmorata</i>	65 (±14,5)	0 (±0)	*** (p < 0,001)	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	<i>Holothuria fuscopunctata</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		33,3 (±24,7)	0 (±0)	* (p = 0,040)	14,6 (±12,5)	0,4 (±0,4)	ns
	<i>Thelenotaanax</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	8,7 (±4,7)	ns
Non-commercialisée en NC	<i>Holothuria atra</i>	845 (±378,8)	1304,2 (±627,6)	ns	11,1 (±11,1)	0 (±0)	ns	16,7 (±10,5)	52,7 (±25,9)	ns	266,7 (±125)	98,6 (±34,1)	ns
	<i>Holothuria coluber</i>	27,5 (±16,9)	263,8 (±105,9)	** (p = 0,007)	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	19,1 (±19,1)	ns	54,2 (±37,7)	53,7 (±49,5)	ns
	<i>Holothuria edulis</i>	0 (±0)	42,6 (±13,7)	** (p = 0,005)	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
Valeur haute (toutes espèces)		7,5 (±5,3)	0 (±0)	ns	5,6 (±5,6)	0 (±0)	ns	0 (±0)	0 (±0)		12,5 (±9)	0 (±0)	ns
Valeur moyenne (toutes espèces)		0 (±0)	53 (±27)	* (p = 0,031)	5,6 (±5,6)	0 (±0)	ns	0 (±0)	0 (±0)		22,9 (±11,3)	197,8 (±124,8)	ns
Valeur faible (toutes espèces)		65 (±14,5)	0 (±0)	*** (p < 0,001)	0 (±0)	0 (±0)		33,3 (±24,7)	5 (±5)	ns	14,6 (±12,5)	13,2 (±5,8)	ns
Non-commercialisée en NC		872,5 (±390,8)	1610,6 (±629,8)	ns	11,1 (±11,1)	0 (±0)	ns	16,7 (±10,5)	71,8 (±31,8)	ns	320,8 (±138,9)	152,3 (±74,3)	ns

Catégorie	Espèce	GLS Récif Toté			GLS Ilot Gi Nord			GLS Ilot Ua Est			
		2007-2008	2021	Significativité	2007-2008	2021	Significativité	2007-2008	2021	Significativité	
Valeur haute	Espèces	<i>Holothuria fuscogilva</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	2,3 (±2,3)	ns
	CITES	<i>Holothuria whitmaei</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	2,3 (±1,6)	ns	0 (±0)	1,2 (±1,2)	ns
	Autres	<i>Holothuria lessona</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
	espèces	<i>Holothuria scabra</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
Valeur moyenne		<i>Actinopyga lecanora</i>	0 (±0)	2,6 (±2,6)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
		<i>Actinopyga varians</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
		<i>Actinopyga miliaris</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
		<i>Actinopyga palauensis</i>	1,4 (±1,4)	7,3 (±3,4)	ns	5 (±5)	1,7 (±1,7)	ns	0 (±0)	0 (±0)	
		<i>Actinopyga spinea</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
		<i>Bohadschia argus</i>	6,9 (±3,9)	6 (±4,3)	ns	18,8 (±12,1)	11,1 (±3,7)	ns	2,8 (±1,9)	6 (±3,3)	ns
		<i>Bohadschia vitiensis</i>	2,8 (±2,8)	2,1 (±2,1)	ns	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
		<i>Stichopus chloronotus</i>	0 (±0)	0 (±0)		5 (±5)	1,1 (±1,1)	ns	0 (±0)	0 (±0)	
		<i>Stichopus herrmanni</i>	0 (±0)	2,1 (±2,1)	ns	0 (±0)	1,5 (±1,5)	ns	0 (±0)	7,5 (±3,5)	* (p = 0,048)
	<i>Thelenota ananas</i>	2,8 (±2,8)	1,9 (±1,9)	ns	2,5 (±2,5)	0 (±0)	ns	0 (±0)	3,7 (±2,5)	ns	
Valeur faible		<i>Bohadschia marmorata</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
		<i>Holothuria fuscopunctata</i>	8,3 (±4,5)	9,7 (±7,7)	ns	7,5 (±4,1)	14,8 (±7,5)	ns	94,4 (±39)	33 (±12)	ns
		<i>Thelenota anax</i>	0 (±0)	0 (±0)		2,5 (±1,7)	4,7 (±3,5)	ns	6,9 (±6,9)	10,2 (±3,7)	ns
Non-commercialisée en NC		<i>Holothuria atra</i>	43,1 (±15,1)	9,4 (±3,8)	ns	12,5 (±7,1)	40,5 (±14,2)	ns	56,9 (±16,3)	53,5 (±32,9)	ns
		<i>Holothuria coluber</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	0 (±0)	
		<i>Holothuria edulis</i>	0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	12,9 (±5,6)	* (p = 0,040)	0 (±0)	1,8 (±1,8)	ns
Valeur haute (toutes espèces)			0 (±0)	0 (±0)		0 (±0)	2,3 (±1,6)	ns	0 (±0)	3,5 (±2,5)	ns
Valeur moyenne (toutes espèces)			13,9 (±6,5)	22 (±8,7)	ns	31,2 (±14,6)	15,4 (±3,9)	ns	2,8 (±1,9)	17,2 (±6)	* (p = 0,050)
Valeur faible (toutes espèces)			8,3 (±4,5)	13,3 (±7,9)	ns	10 (±5,6)	20,7 (±8,8)	ns	101,4 (±40,1)	43,2 (±13,9)	ns
Non-commercialisée en NC			43,1 (±15,1)	9,4 (±3,8)	ns	12,5 (±7,1)	53,4 (±14,3)	* (p = 0,018)	56,9 (±16,3)	55,3 (±32,8)	ns

4. Bilan et recommandations

Ce volet d'étude visait à explorer les données historiques disponibles sur les densités par espèces (campagnes WorldFish Center 2003-2008 et campagnes PROTEGE 2021-2022) à la recherche de possibilités de conduire des comparaisons temporelles rigoureuses susceptibles d'éclairer les évaluations de stocks réalisées par ailleurs, et plus généralement la gestion de la ressource en holothuries.

Les deux études considérées poursuivaient des objectifs différents (tant en termes de caractérisation des populations d'holothuries qu'en termes de zonage et de priorisation des sites à étudier) et n'avaient donc par définition pas été construites dans le but initial de faire l'objet de comparaisons détaillées. Consécutivement, des divergences majeures existent entre les stratégies d'échantillonnages et, secondairement, entre les protocoles *in situ*. Ces écarts méthodologiques ne permettent pas de réaliser une étude comparative rigoureuse des évolutions temporelles aux échelles utiles à la gestion (territoire, provinces, grandes zones au sein des provinces) ou utiles aux évaluations de stocks (zones échantillonnées et/ou croisement avec des typologies des habitats récifo-lagonaires).

L'unique échelle géographique à laquelle des comparaisons sont apparues valides (i.e. 15 sous-zones cohérentes en termes d'échantillonnage historique) est restreinte spatialement et non représentative des échelles plus larges. La composition de ce panel de 15 sous-zones n'a en effet été orientée que par la configuration des plans d'échantillonnage disponibles, dont les recoupements ponctuels étaient fortuits. Ces résultats restent intéressants localement mais ne permettent pas de fournir une vision globale des évolutions survenues entre 2003-2008 et 2021-2022 aux échelles de gestion provinciale et territoriale.

Le présent travail souligne l'importance majeure de la stabilité des méthodes et des plans d'échantillonnage dès lors que des évolutions temporelles doivent être examinées et donner lieu à des diagnostics. Dans le cadre de futures campagnes visant à suivre l'évolution des ressources en holothuries, il conviendra donc de veiller à une cohérence minutieuse des approches et des travaux de terrain avec les campagnes précédentes (dont la présente étude), sous peine de faillir aux diagnostics temporels souhaités.

Les éléments méthodologiques mis au point et déployés lors de la campagne 2021-2022 ont permis de caractériser avec succès les populations d'holothuries et de réaliser des évaluations de stocks dans les zones échantillonnées. Il est donc recommandé que toute future campagne ayant pour vocation de réaliser des comparaisons temporelles soit construite dans un souci de pleine adéquation avec les approches utilisées dans la présente étude (tant en termes d'échantillonnage et de protocole *in situ*, qu'en terme de traitement et de d'analyse des données collectées), y compris dans le cas où certains des transects échantillonnés ici seraient repris au sein de réseaux de suivi ou d'observation des écosystèmes récifaux déjà existant ou futurs.

Table des Figures

Figure 1 : Cartographie des plans d'échantillonnage des différentes campagnes réalisées successivement en 2003-2006, 2007-2008, et 2021-2022, et illustration des cas où l'emprise spatiale des transects n'est pas disponible. Les cartes pour l'ensemble des 9 zones échantillonnées en 2021-2022 sont fournies en Annexes. 13

Figure 2 : Exemple de typologies simplifiées des habitats, fondées sur des critères liés à la géomorphologie récifale (gauche) ou aux grands types d'entités récifo-lagonaires (droite), utilisées pour explorer une éventuelle comparabilité temporelle à cette échelle (extraits des zones 17_PS et 07_PN). 14

Figure 3 : Exemple de détourages de sous-zones cohérentes au regard des critères de proximité, de géomorphologie simplifiée, et d'examen visuel du profil récifal (haut : Balabio - récif Thaavaam ; bas : Lifou - zone récifale au centre de la Baie de Santal). 16

Figure 4 : Représentation graphique des densités moyennes par espèce recensées lors des campagnes du WorldFish Center entre 2003 et 2008 et lors de la campagne PROTEGE 2021-2022, à l'échelle de l'ensemble des 10 zones considérées dans la présente étude (plans d'échantillonnage différents au sein de ces zones entre les deux périodes). Les barres d'erreur indiquent l'erreur-type associée à la moyenne. 20

Figure 5 : Exemple de fiche par sous-zone, synthétisant les caractéristiques de l'échantillonnage selon les campagnes et les résultats relatifs à l'évolution des densités par espèce entre 2003-2008 et 2021-2022. 21

Table des Tableaux

Tableau 1 : Liste des sous-zones pour lesquelles un recoupement spatial entre les campagnes 2003-2008 et 2021-2022 a été identifié et autorise la réalisation de comparaisons spatiales, et caractéristiques générales de l'échantillonnage dans le périmètre de comparaison délimité. 17

Tableau 2 : Valeurs moyennes par espèce (et erreur-type) des densités recensées lors des campagnes du WorldFish Center entre 2003 et 2008, et lors de la campagne PROTEGE 2021-2022, à l'échelle de l'ensemble des 9 zones considérées dans la présente étude (plans d'échantillonnage différents au sein de ces zones entre les deux périodes). 19

Tableau 3 : Informations compilées relatives aux analyses statistiques menées sur chacune des quinze sous-zones afin d'évaluer les évolutions temporelles par espèce entre 2003-2008 et 2021-2022. Les % correspondent au nombre de sous-zones pour lesquelles une variation significative a été observée pour chaque espèce. 23

Tableau 4 : Valeurs moyennes par espèce (et erreur-type) des densités recensées lors des campagnes du WorldFish Center entre 2003 et 2008, et lors de la campagne PROTEGE 2021-2022, et résultats des tests de comparaison statistiques entre ces deux campagnes, pour chaque sous-zone, par espèce, et selon les catégories de valeurs commerciales utilisées dans le cadre du présent projet. 24

5. Annexes

4.1. Rappel de la fiche d'information de la BDD2 (données historiques 2003-2008 du WordFish Center)



Fiche d'information du livrable BDD2

Projet	Étude des stocks d'holothuries en Nouvelle Calédonie
Sujet	Compilation des données historiques (abondances et tailles) obtenues lors des études de 2003-2006 [WorldFish Center (2006) Recherche sur les stratégies optimales de lâcher en vue du réensemencement et de l'amélioration des stocks de concombres de mer. Rapport final du projet adressé aux Provinces Nord, Sud et des Iles Loyautés. WorldFish Center, Noumea, 30 p.] et 2007-2008 (Purcell SW, Gossuin H, Agudo NN. 2008. État et gestion de la ressource en holothuries de la Grande Terre, Nouvelle Calédonie. Programme ZoNéCo. WorldFish Center Studies and Reviews 40. The WorldFish Center, Penang, Malaysia. 146). Synthèse des connaissances nécessaires à l'étude et la gestion des stocks d'holothuries ayant une valeur commerciale en Nouvelle-Calédonie (biologie, économie, gestion).
Créé le	29/01/2021
Par	GINGER SOPRONER
Destinataire	ADECAL TECHNOPOLE
Confidentialité	Les données du WorldFish Center sont mises à disposition par GINGER-SOPRONER sous convention avec le SOUTHERN CROSS UNIVERSITY. Les données ne peuvent être diffusées sans accord préalable des parties.

Fichiers associés	Contenu
BDD_ABONDANCE_2003_2006.xlsx	Abondances recensées en 2003-2006
BDD_TAILLE_2003_2006.xlsx	Tailles recensées en 2003-2006
BDD_STATION_2003_2006.xlsx	Coordonnées géographiques WGS84 des stations échantillonnées en 2003-2006
BDD_TRANSECT_2003_2006.xlsx	Coordonnées géographiques WGS84 des transects échantillonnés en 2003-2006
BDD_ABONDANCE_2007_2008.xlsx	Abondances recensées en 2007-2008
BDD_TAILLE_2007_2008.xlsx	Tailles recensées en 2007-2008
BDD_STATION_2007_2008.xlsx	Coordonnées géographiques WGS84 des stations échantillonnées en 2007-2008
BDD_TRANSECT_2007_2008.xlsx	Coordonnées géographiques WGS84 des transects échantillonnées en 2007-2008
BDD_BIBLIOGRAPHIE.xlsx	<p>Le document contient cinq feuilles :</p> <ul style="list-style-type: none"> • BILAN - compile l'ensemble des données des autres feuilles (à l'exception des données de gestion ; • VALEUR - contient les données relatives à la valeur commerciale des holothuries sur les marchés calédoniens et asiatiques ; • TRAIT DE VIE - contient des informations sur la biologie et le cycle de vie des holothuries ; • BIOMETRIE – contient les paramètres et facteurs de conversion relatives aux poids et aux tailles des holothuries par espèce ; • GESTION – mesures de gestion des espèces par province et statuts internationaux.

Les champs proposés dans les différents tableaux sont décrits sous forme de notes associées aux cellules contenant le nom du champ (à l'exception des codes et abréviations décrits dans le tableau ci-après).

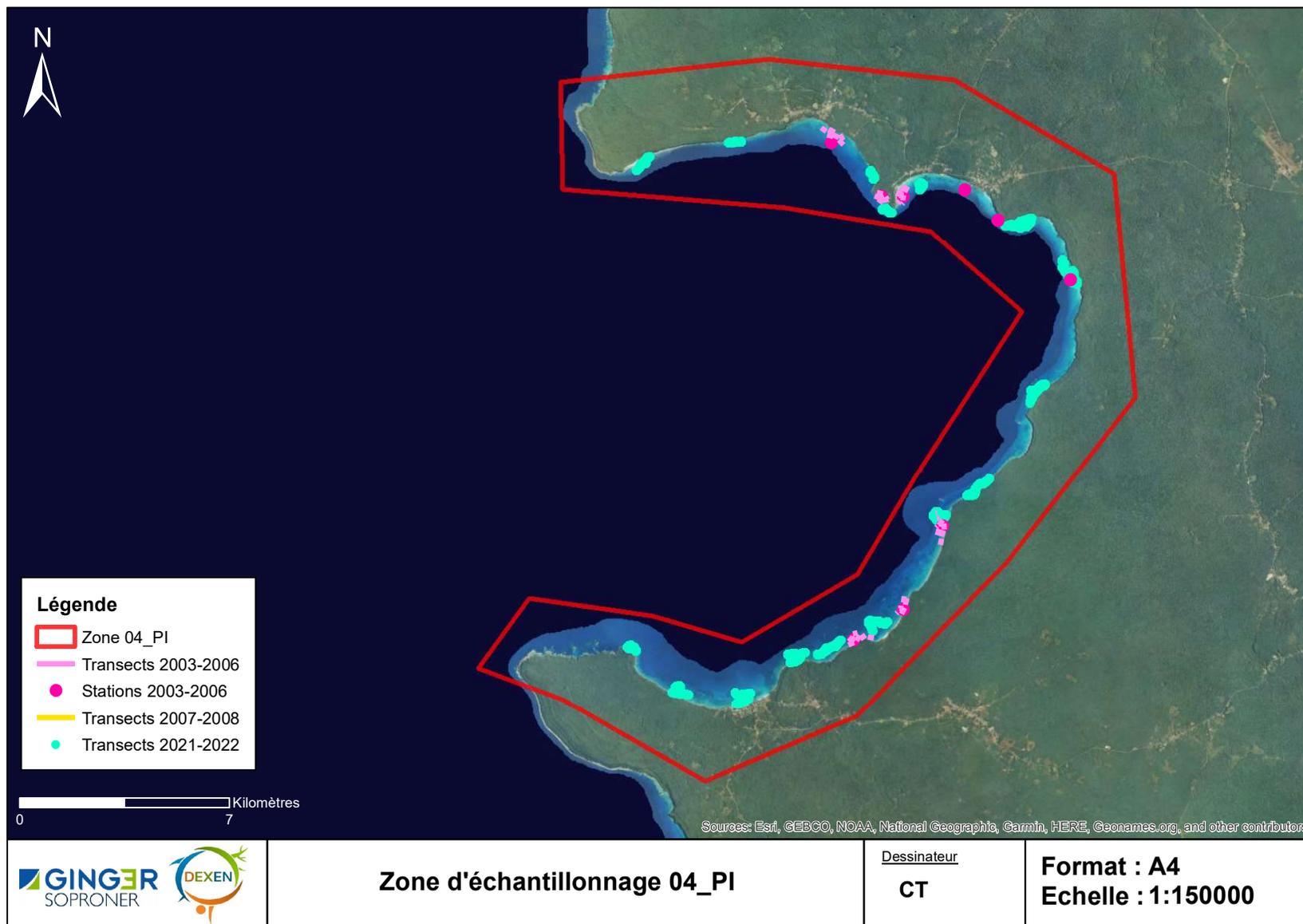
Chaque base de données prise indépendamment peut être liée aux autres par un **champ clef**. Les informations contenues dans la base « **BDD_BIBLIOGRAPHIE** » sont essentiellement à l'échelle de l'espèce, le champ clef est « **ID_ESPECE** ». Il permet également de lier ces bases de données aux bases de données de taille et d'abondance. Pour la base de données « **VALEUR** », un champ combinant « **ID_ESPECE** » et « **PROVINCE** » doit être utilisé.

Informations sur les notations et abréviations utilisés

Feuille	Symbole	Signification		Source	
Biométrie	W_f	Poids frais	g		
	W_{dr}	Poids drainé			
	W_{ev}	Poids éviscéré			
	W_{sa}	Poids salé			
	W_{se}	Poids sec			
	L_f	Longueur frais	mm		
	L_{se}	Longueur sec			
	L_{sa}	Longueur salé			
	l_f	Largeur frais	cm ²		
A_f	Surface basale rectangulaire ($A_f = L_f * l_f$)				
Trait de vie	W_{moy}	Poids moyen	g	NC HALIEUTIK 2016, Catalogue des espèces exploitées en Province sud	
	$W50_{dr}$	Poids de première maturité sexuelle (drainé)			
	$W50_f$	Poids de première maturité sexuelle (frais)			
	L_{max}	Longueur max			cm
	L_{moy}	Longueur moyenne			
Gestion	LF_{min}	Longueur minimum en frais	cm	Code de l'environnement	
	LS_{min}	Longueur minimum en sec			

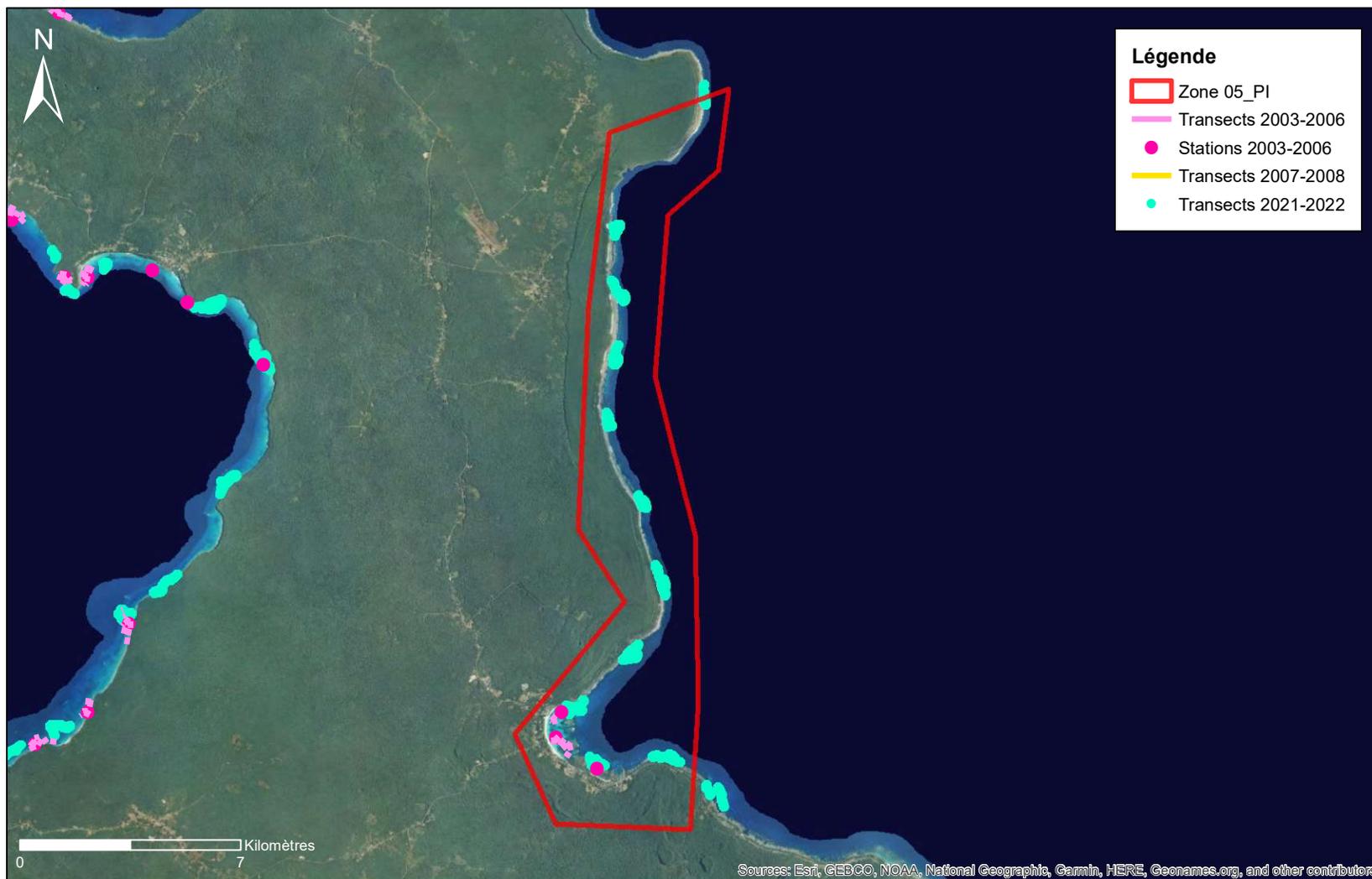
Paramètres	Equation biométrique	Source
a et b	$W_f = a * A_f^b$	Purcell SW, Gossuin H, Agudo NN. 2008. État et gestion de la ressource en holothuries de la Grande Terre, Nouvelle Calédonie. Programme ZoNéCo. WorldFish Center Studies and Reviews 40. The WorldFish Center, Penang, Malaysia. 146
a1 et b1	$W_f = a1 * \pi * \left(\frac{L_f}{2} * \frac{l_f}{2}\right)^{b1}$	NC HALIEUTIK 2016, Catalogue des espèces exploitées en Province sud
a2 et b2	$W_f = a2 * L_f^{b2}$	
a3 et b3	$L_f = a3 * W_f^{b3}$	
a4 et b4	$W_f = a4 * W_{dr} + b4$	

4.2.Plans d'échantillonnage comparés pour chaque zone échantillonnée en 2021-2022

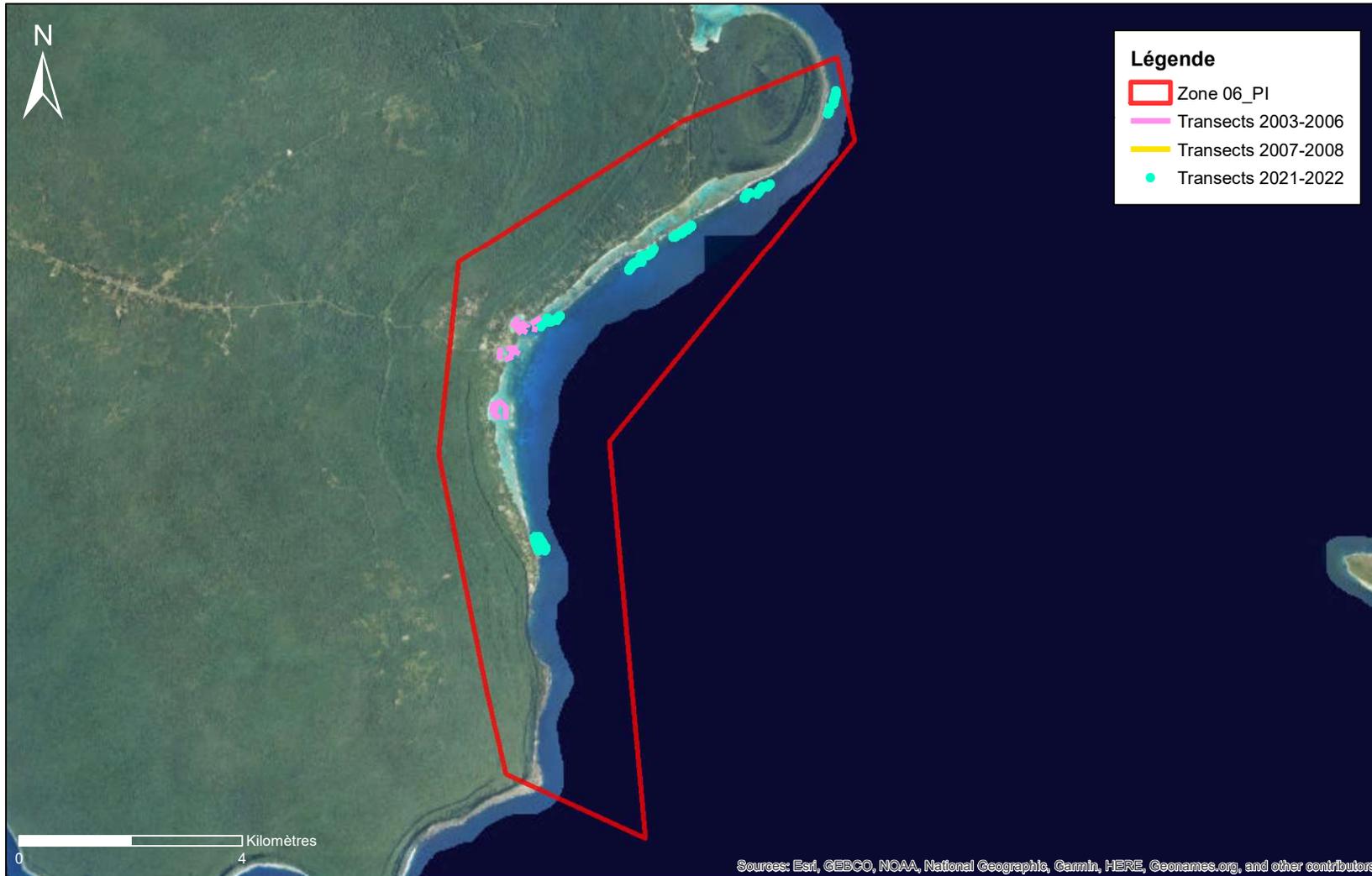


Pacific Community
Communauté du Pacifique

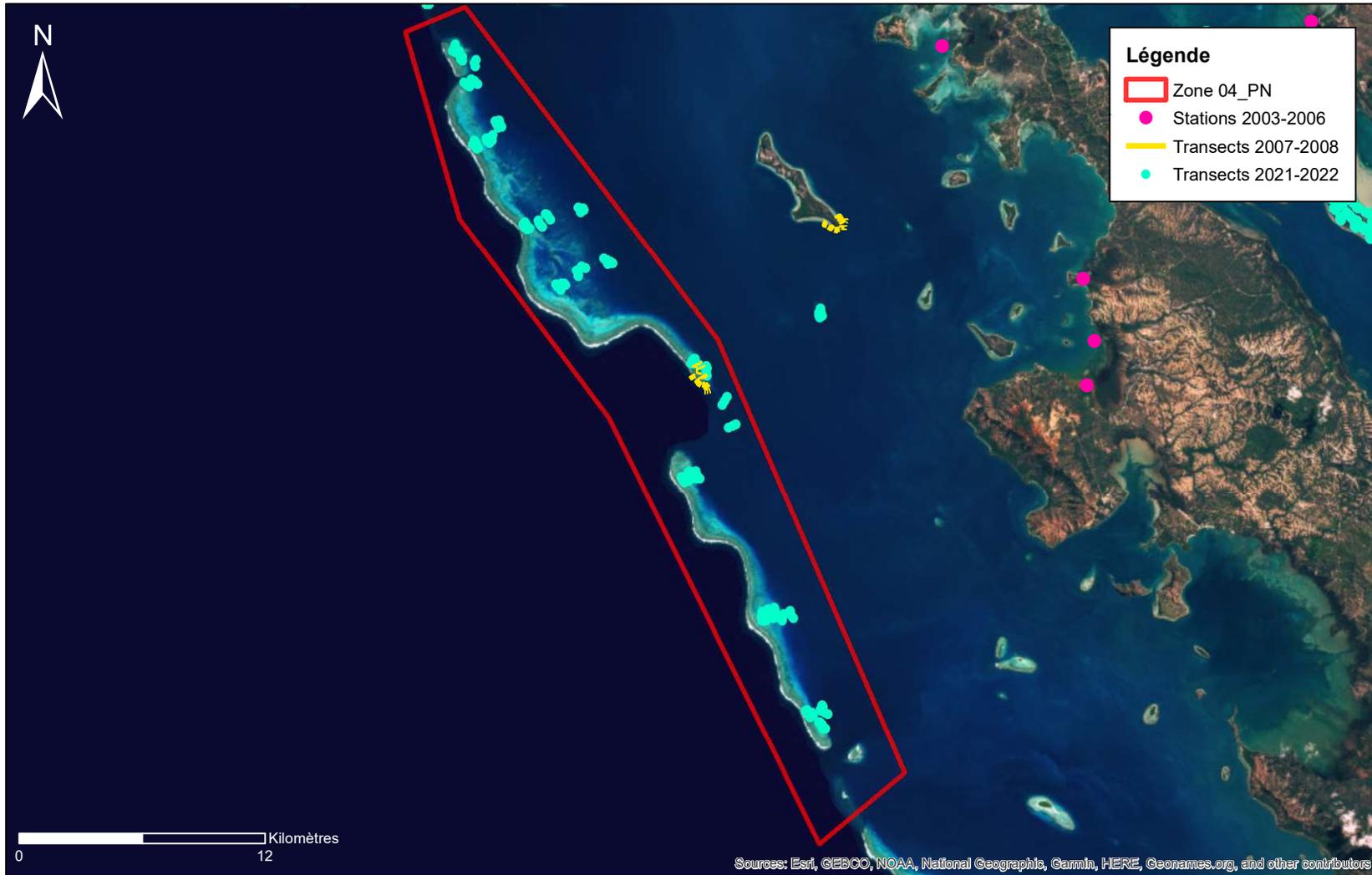




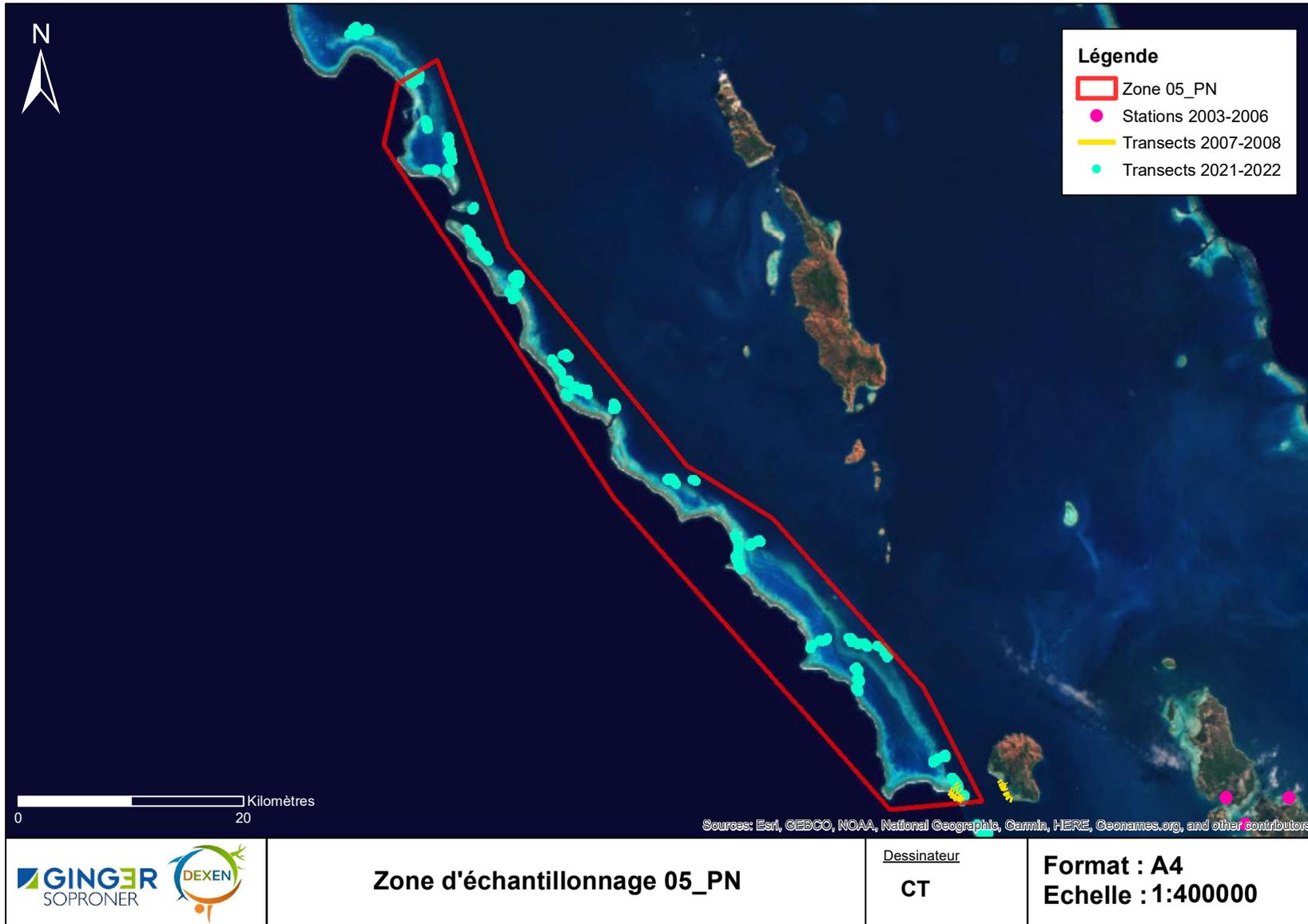
	<p>Zone d'échantillonnage 05_PI</p>	<p>Dessinateur CT</p>	<p>Format : A4 Echelle : 1:150000</p>
---	--	----------------------------------	---

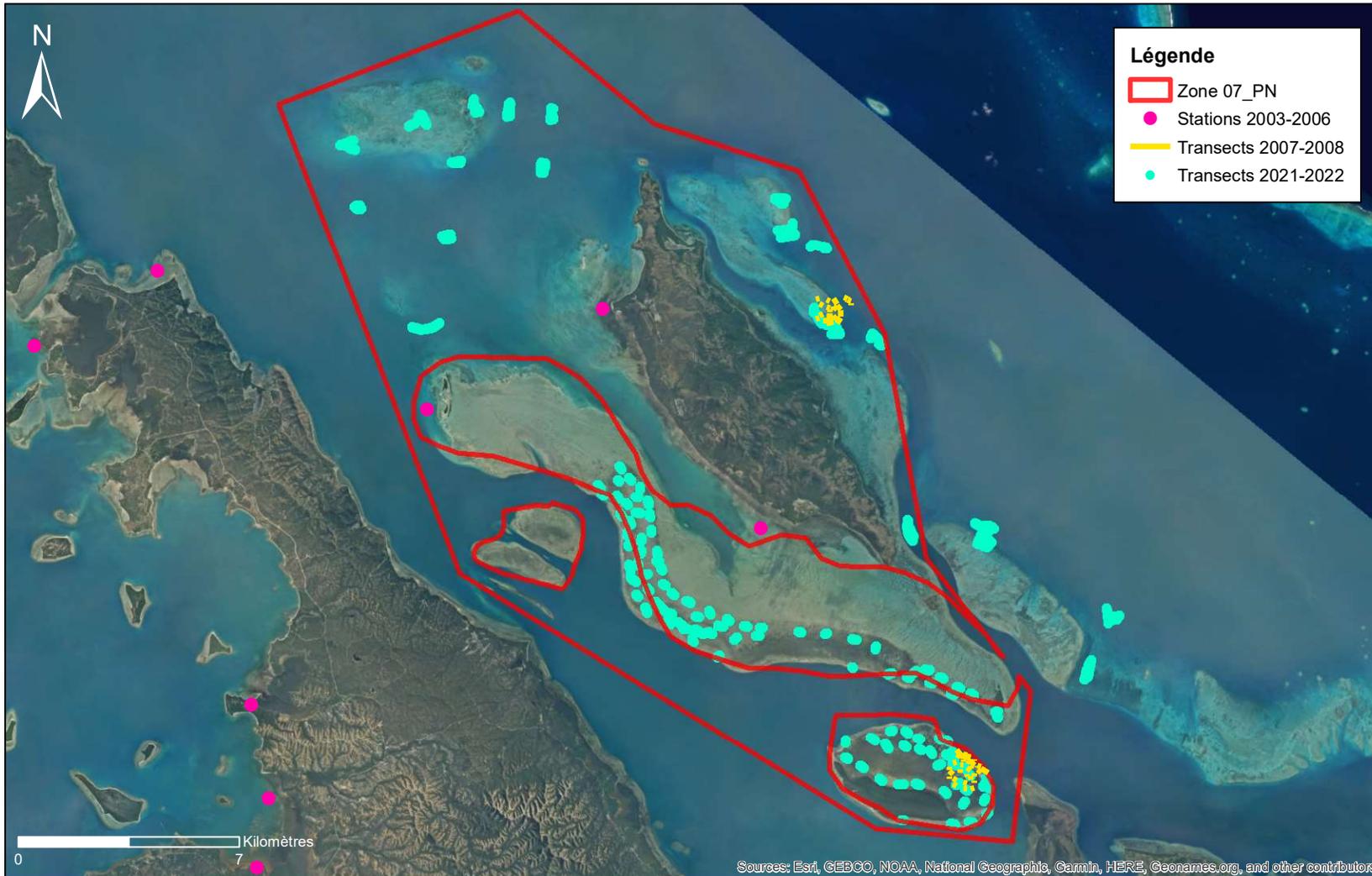


	<p>Zone d'échantillonnage 06_PI</p>	<p>Dessinateur CT</p>	<p>Format : A4 Echelle : 1:84711</p>
---	--	----------------------------------	--

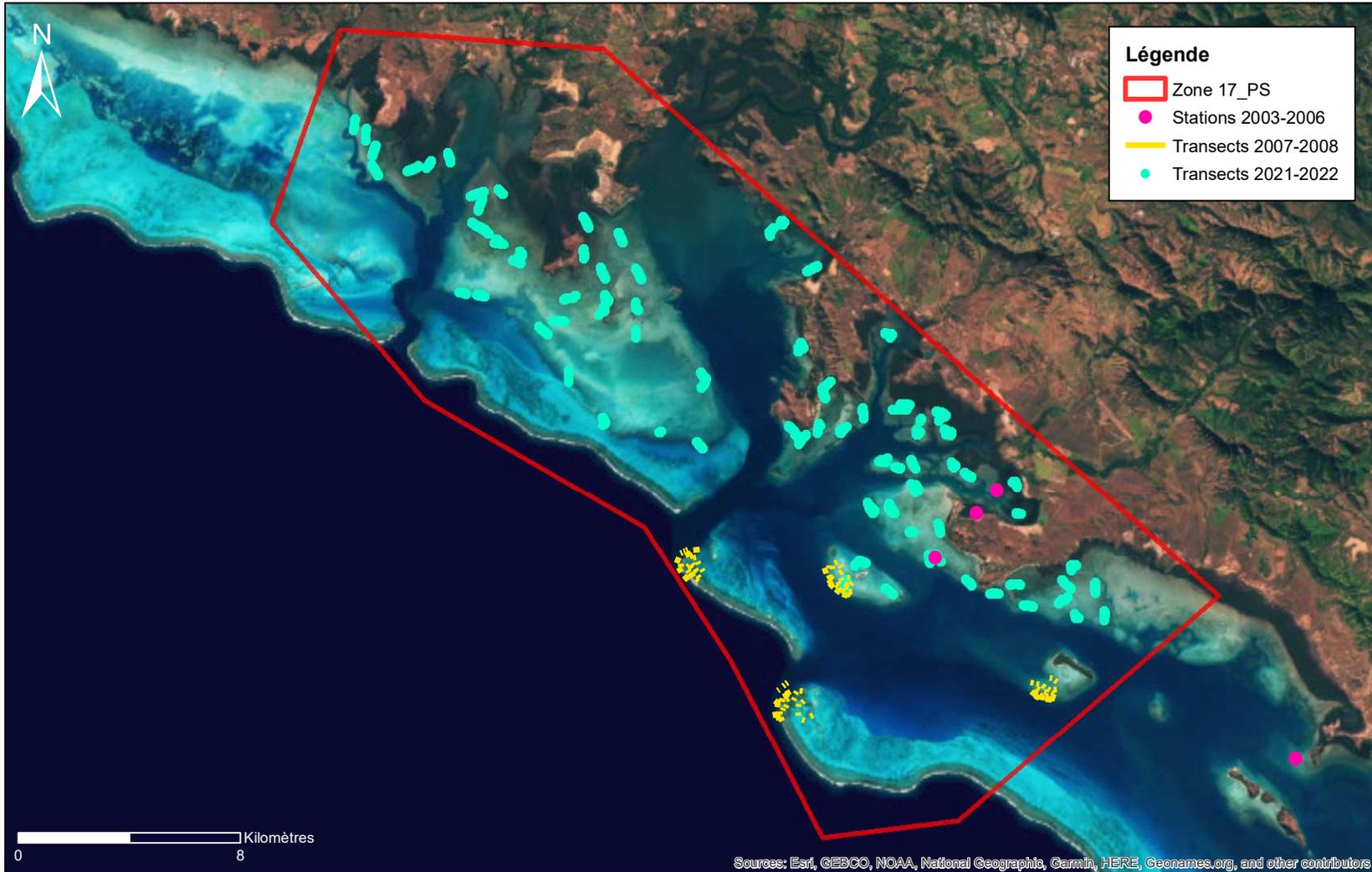


	<p>Zone d'échantillonnage 04_PN</p>	<p>Dessinateur CT</p>	<p>Format : A4 Echelle : 1:230000</p>
---	--	----------------------------------	---

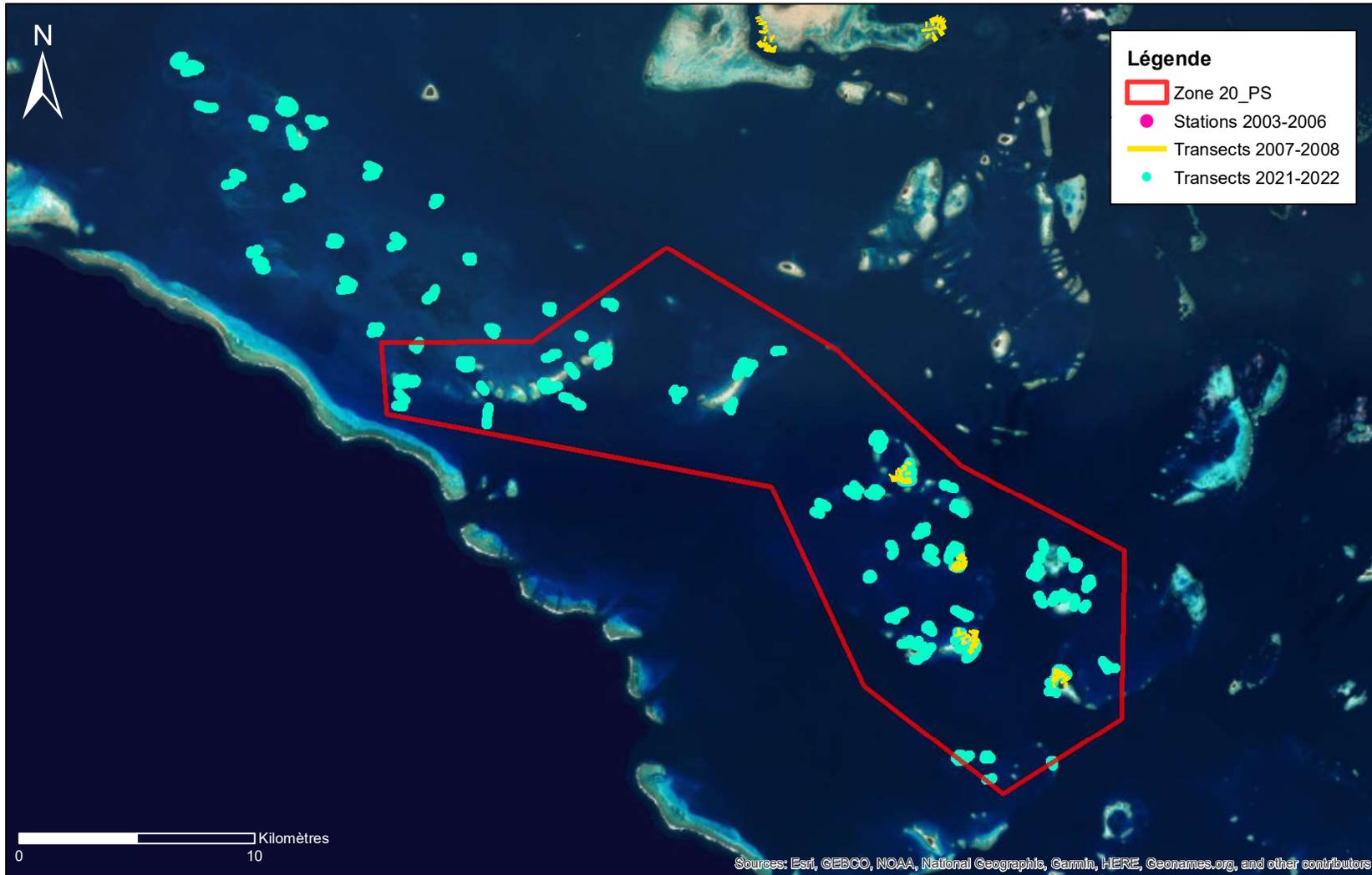




	<p>Zone d'échantillonnage 07_PN</p>	<p>Dessinateur CT</p>	<p>Format : A4 Echelle : 1:150000</p>
---	--	----------------------------------	---



	<h3>Zone d'échantillonnage 17_PS</h3>	<u>Dessinateur</u> CT	Format : A4 Echelle : 1:170000
---	---------------------------------------	---------------------------------	---



	<h3>Zone d'échantillonnage 20_PS</h3>	<p>Dessinateur CT</p>	<p>Format : A4 Echelle : 1:200000</p>
---	---------------------------------------	----------------------------------	---

4.3. Densités historiques comparées pour chaque zone échantillonnée en 2021-2022

Nota bene : La zone 23_PS n'est pas affichée puisqu'aucun transect n'y a été échantillonné avant 2020-2021.

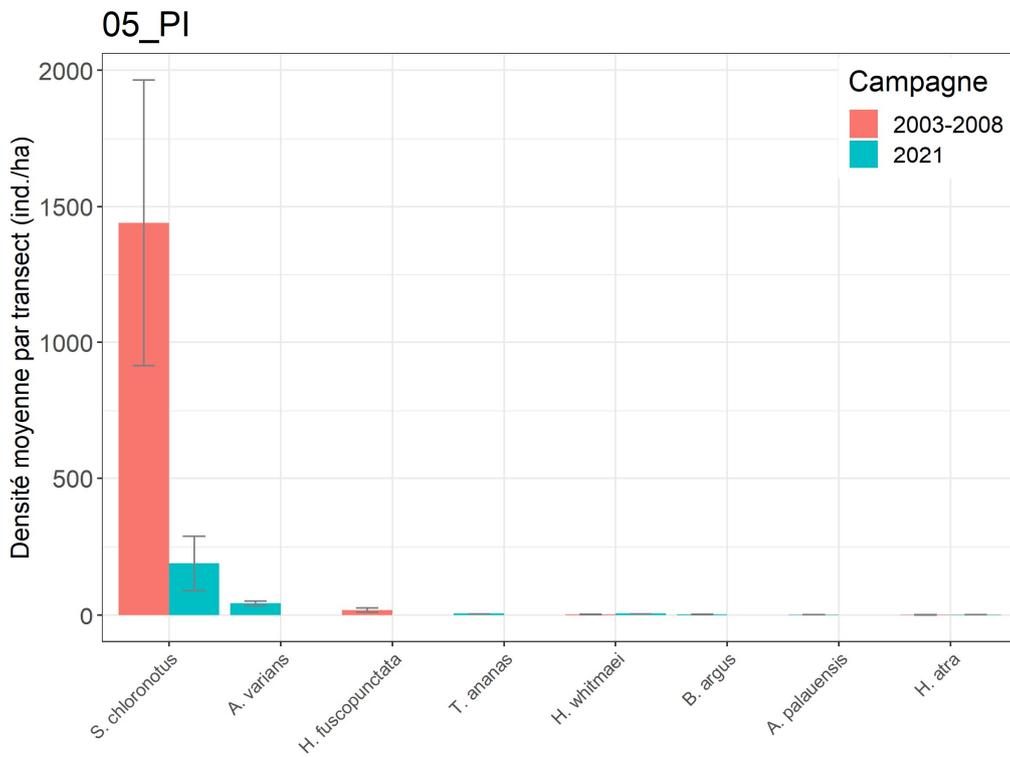
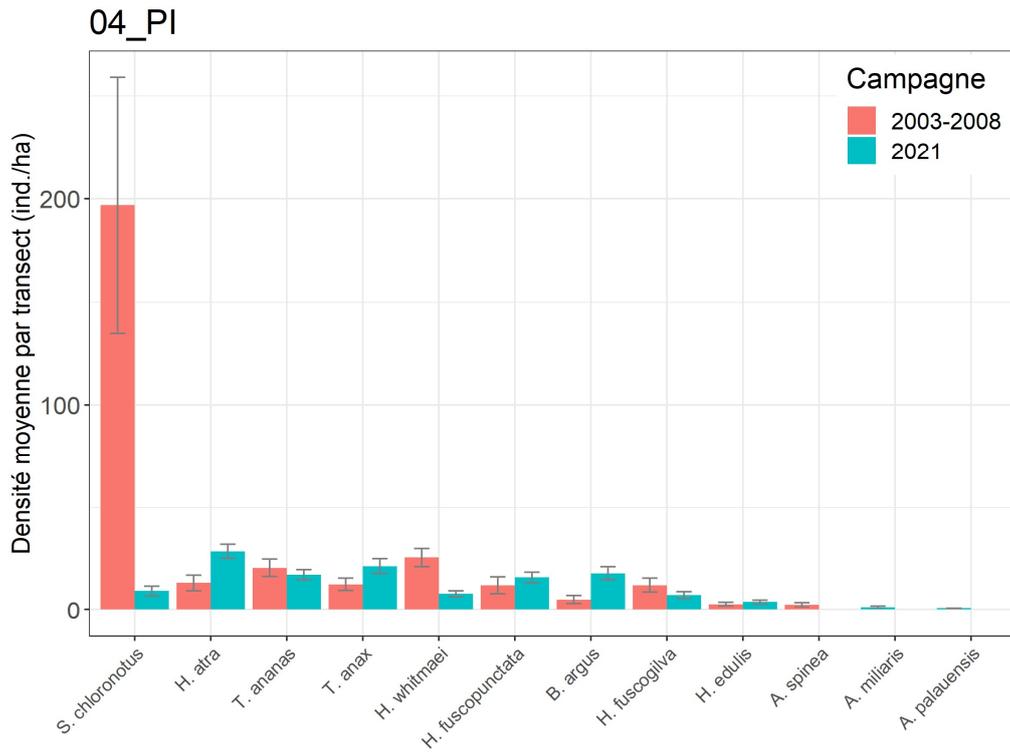
4.3.2. Tableaux des densités moyennes (et erreurs-types)

Espèce	04_PI		05_PI		06_PI	
	2003-2008	2021-2022	2003-2008	2021-2022	2003-2008	2021-2022
<i>Actinopyga albonigra</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Actinopyga echinites</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Actinopyga lecanora</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	1,2 (±1,2)	0 (±0)
<i>Actinopyga varians</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	45,4 (±8,4)	0 (±0)	69,1 (±18,1)
<i>Actinopyga miliaris</i>	0 (±0)	1,4 (±0,6)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Actinopyga palauensis</i>	0 (±0)	0,5 (±0,3)	0 (±0)	0,9 (±0,7)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Actinopyga spinea</i>	2,5 (±1,2)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Bohadschia argus</i>	5,1 (±1,9)	17,9 (±3,1)	0 (±0)	2,4 (±0,9)	13,1 (±7,4)	0 (±0)
<i>Bohadschia marmorata</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Bohadschia tenuissima</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Bohadschia vitiensis</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	3,6 (±2)	0 (±0)
<i>Euapta godeffroyi</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria atra</i>	13,2 (±3,8)	28,6 (±3,5)	0,8 (±0,8)	0,8 (±0,4)	0 (±0)	3,1 (±2,1)
<i>Holothuria coluber</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria dolfeini</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria edulis</i>	2,8 (±1)	3,9 (±1)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria flavomaculata</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria fuscocinerez</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria fuscogilva</i>	12,1 (±3,4)	7,3 (±1,6)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria fuscopunctata</i>	12,1 (±4,1)	15,9 (±2,6)	20,9 (±7,5)	0 (±0)	1,2 (±1,2)	0 (±0)
<i>Holothuria isuga</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria lessoni</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria leucospilota</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria scabra</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria scabra var. versicolor. Hyb</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria whitmaei</i>	25,5 (±4,5)	8 (±1,4)	3,1 (±1,9)	5,4 (±1,3)	35,8 (±10,8)	4,4 (±2,2)
<i>Pearsonothuria graeffei</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Stichopus chloronotus</i>	196,8 (±62,3)	9,3 (±2,4)	1439,8 (±524,3)	190,6 (±99)	15,8 (±11,9)	0 (±0)
<i>Stichopus herrmanni</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Stichopus horrens</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Stichopus naso</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Stichopus pseudohorrens</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Synapta maculata</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Thelenota ananas</i>	20,5 (±4,2)	17,2 (±2,5)	0 (±0)	6,1 (±1,5)	0 (±0)	13,6 (±4,9)
<i>Thelenota anax</i>	12,5 (±3,1)	21,4 (±3,6)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)

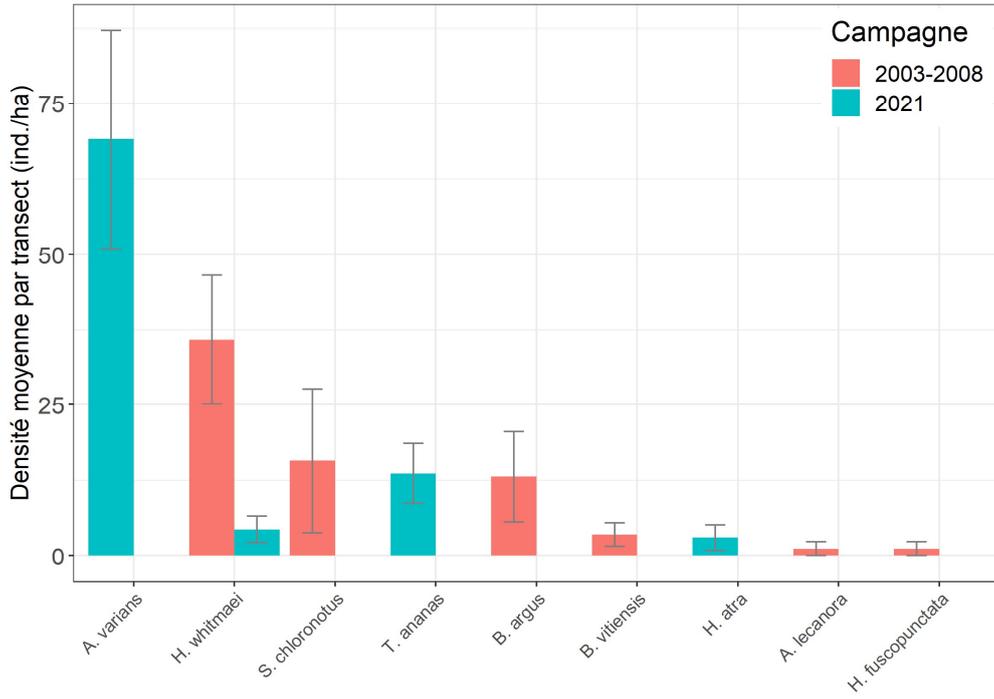
Espèce	04_PN		05_PN		07_PN	
	2003-2008	2021-2022	2003-2008	2021-2022	2003-2008	2021-2022
<i>Actinopyga albonigra</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Actinopyga echinites</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Actinopyga lecanora</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0,2 (±0,1)	0 (±0)	0,1 (±0,1)
<i>Actinopyga varians</i>	3,6 (±2,5)	0 (±0)	2,5 (±1,4)	0,6 (±0,2)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Actinopyga miliaris</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0,4 (±0,2)	0 (±0)	0,6 (±0,2)
<i>Actinopyga palauensis</i>	18,8 (±9)	1,1 (±0,4)	2,5 (±1,8)	5 (±0,7)	0 (±0)	2,6 (±1)
<i>Actinopyga spinea</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	2,8 (±1,5)	9,1 (±3,5)
<i>Bohadschia argus</i>	0,9 (±0,9)	12,2 (±1,8)	2,5 (±1,9)	29,7 (±2)	0,3 (±0,3)	2,6 (±0,6)
<i>Bohadschia marmorata</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	4,5 (±1,9)	0,1 (±0,1)
<i>Bohadschia tenuissima</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Bohadschia vitiensis</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0,2 (±0,1)	0 (±0)	13,4 (±6,5)
<i>Euapta godeffroyi</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria atra</i>	7,1 (±5)	6,8 (±1,6)	8,3 (±3,2)	32,7 (±4,7)	768,9 (±145,9)	525,4 (±38,8)
<i>Holothuria coluber</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0,3 (±0,3)	21,3 (±7)	40 (±6,1)
<i>Holothuria dolfeini</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria edulis</i>	0 (±0)	0,4 (±0,2)	0 (±0)	1,1 (±0,3)	203,5 (±57,3)	120,6 (±10,8)
<i>Holothuria flavomaculata</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	33,3 (±7)
<i>Holothuria fuscocinerez</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria fuscogilva</i>	10,7 (±7,9)	1,4 (±0,5)	0 (±0)	2,6 (±0,5)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria fuscopunctata</i>	0 (±0)	0,2 (±0,2)	0 (±0)	1,2 (±0,4)	3,1 (±1,7)	1,7 (±0,6)
<i>Holothuria isuga</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria lessoni</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	1,4 (±0,7)	0,7 (±0,3)
<i>Holothuria leucospilota</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0,3 (±0,3)	0 (±0)
<i>Holothuria scabra</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0,3 (±0,3)	1,2 (±0,4)
<i>Holothuria scabra var. versicolor. Hyb</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria whitmaei</i>	0 (±0)	1,8 (±0,5)	3,3 (±2,3)	3,1 (±0,5)	0 (±0)	0,5 (±0,2)
<i>Pearsonothuria graeffei</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	2,4 (±1,2)
<i>Stichopus chloronotus</i>	8,9 (±7,3)	3,6 (±1,3)	20,8 (±9,1)	7,4 (±1,2)	40,7 (±15,4)	62,4 (±10,8)
<i>Stichopus herrmanni</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0,4 (±0,1)	9,3 (±2,7)	20,6 (±3,3)
<i>Stichopus horrens</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Stichopus naso</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Stichopus pseudohorrens</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Synapta maculata</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Thelenota ananas</i>	9,8 (±5,5)	0,5 (±0,2)	2,5 (±1,4)	1,2 (±0,3)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Thelenota anax</i>	3,6 (±3,6)	0,3 (±0,2)	0 (±0)	10,8 (±1,2)	0 (±0)	0 (±0)

Espèce	17_PS		20_PS	
	2003-2008	2021-2022	2003-2008	2021-2022
<i>Actinopyga albonigra</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Actinopyga echinites</i>	0 (±0)	0,9 (±0,3)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Actinopyga lecanora</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0,1 (±0,1)
<i>Actinopyga varians</i>	2,2 (±1)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Actinopyga miliaris</i>	0 (±0)	1,3 (±0,5)	0 (±0)	0,3 (±0,2)
<i>Actinopyga palauensis</i>	0 (±0)	0 (±0)	1,9 (±1,1)	2,4 (±0,4)
<i>Actinopyga spinea</i>	0 (±0)	0,1 (±0,1)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Bohadschia argus</i>	0,6 (±0,4)	0,1 (±0,1)	10 (±3)	6,4 (±0,7)
<i>Bohadschia marmorata</i>	4,9 (±1,8)	68,2 (±30,2)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Bohadschia tenuissima</i>	0 (±0)	0 (±0)	0,2 (±0,2)	0 (±0)
<i>Bohadschia vitiensis</i>	0 (±0)	0,2 (±0,2)	0,9 (±0,7)	0,3 (±0,1)
<i>Euapta godeffroyi</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria atra</i>	97,2 (±39,7)	270 (±42)	69,9 (±18)	60,9 (±6,5)
<i>Holothuria coluber</i>	2,1 (±1,4)	14,5 (±3,3)	6,1 (±4,4)	2,4 (±1,1)
<i>Holothuria dolfeini</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria edulis</i>	0 (±0)	6,8 (±2,8)	0,9 (±0,9)	48,9 (±4,9)
<i>Holothuria flavomaculata</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria fuscocinerez</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria fuscogilva</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	1,9 (±0,4)
<i>Holothuria fuscopunctata</i>	1,7 (±1)	0,1 (±0,1)	33,4 (±9,8)	63,7 (±6,3)
<i>Holothuria isuga</i>	0,7 (±0,7)	0 (±0)	0,5 (±0,5)	0 (±0)
<i>Holothuria lessoni</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria leucospilota</i>	0 (±0)	0 (±0)	15 (±7,5)	0 (±0)
<i>Holothuria scabra</i>	0,9 (±0,5)	90,1 (±17)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria scabra var. versicolor. Hyb</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Holothuria whitmaei</i>	5 (±1,4)	0 (±0)	2,3 (±1,2)	1 (±0,3)
<i>Pearsonothuria graeffei</i>	0 (±0)	0,5 (±0,3)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Stichopus chloronotus</i>	6,3 (±3,4)	4,6 (±1,1)	45,8 (±31)	8,9 (±2,7)
<i>Stichopus herrmanni</i>	0,4 (±0,4)	0,7 (±0,4)	0 (±0)	2,4 (±0,4)
<i>Stichopus horrens</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Stichopus naso</i>	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Stichopus pseudohorrens</i>	0 (±0)	0 (±0)	0,2 (±0,2)	0 (±0)
<i>Synapta maculata</i>	0,7 (±0,5)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)
<i>Thelenota ananas</i>	1,3 (±0,9)	0 (±0)	1,9 (±0,9)	6,4 (±0,8)
<i>Thelenota anax</i>	0 (±0)	0 (±0)	1,6 (±1,2)	8,1 (±0,8)

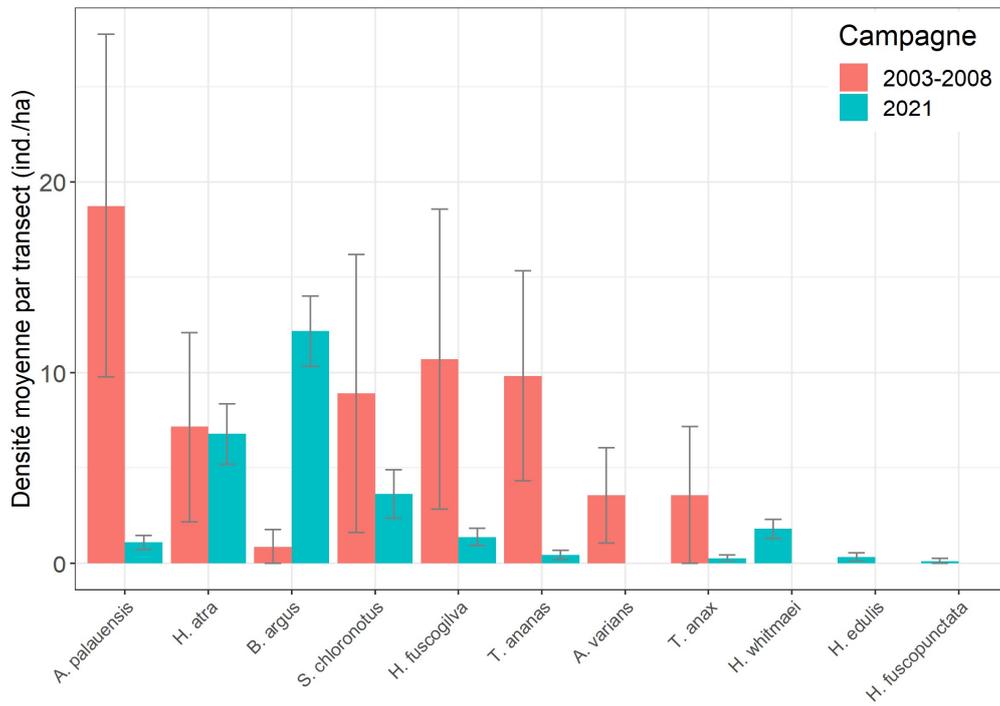
4.3.3. Graphiques des valeurs moyennes et erreurs-types



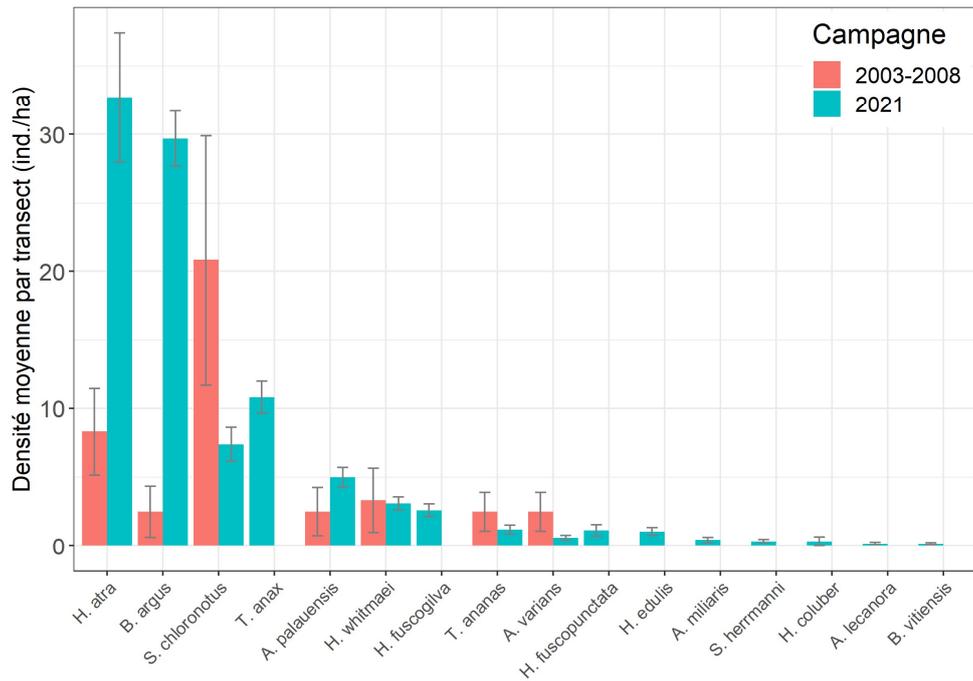
06_PI



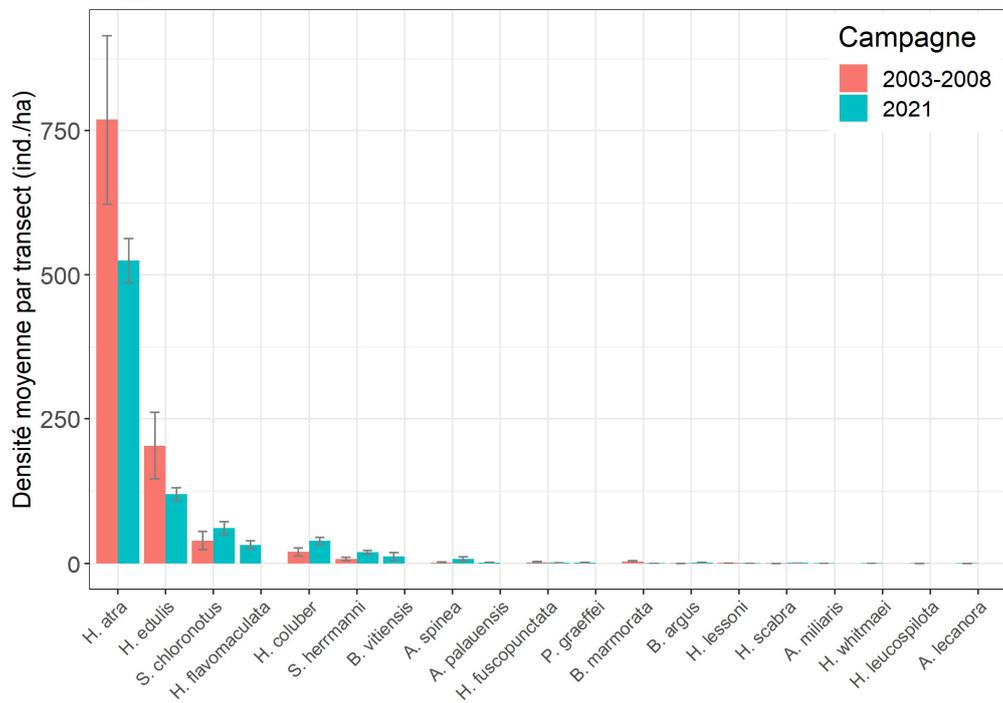
04_PN



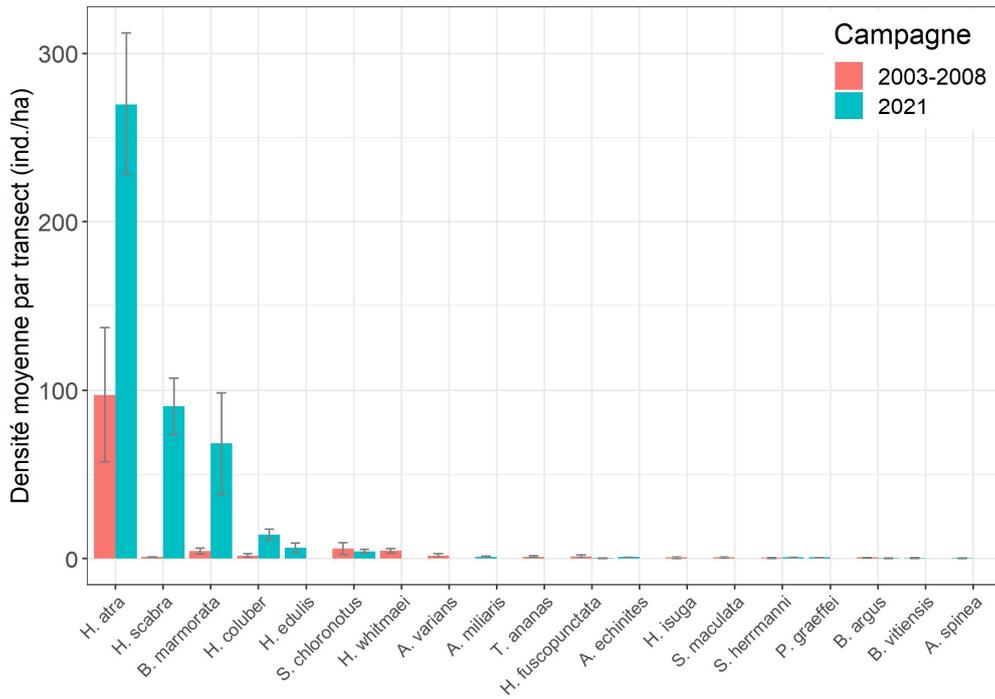
05_PN



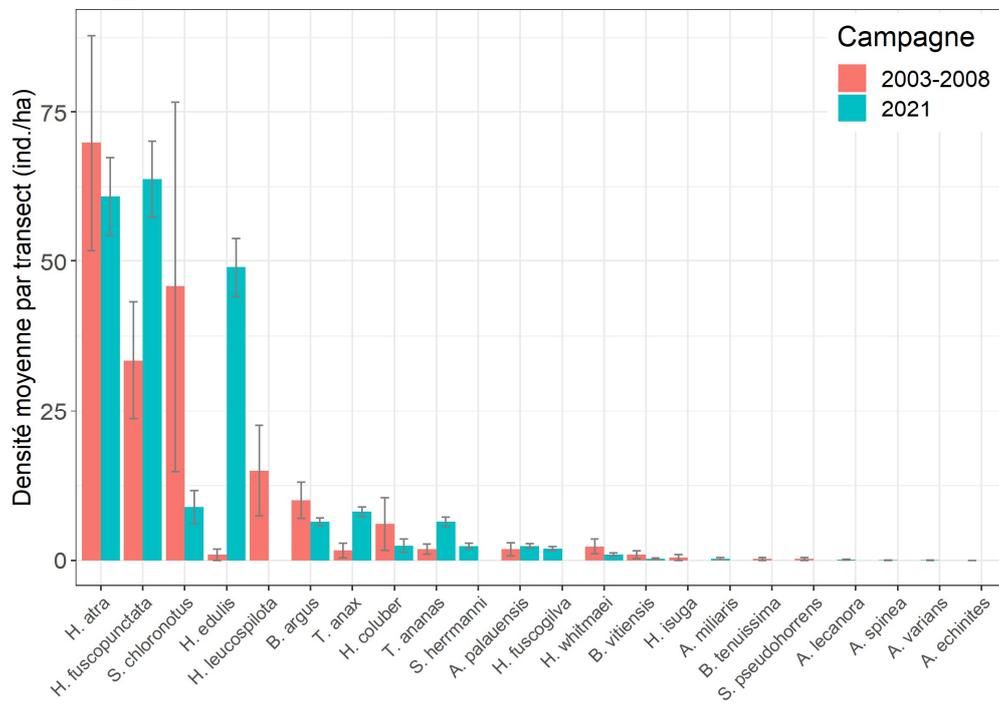
07_PN



17_PS

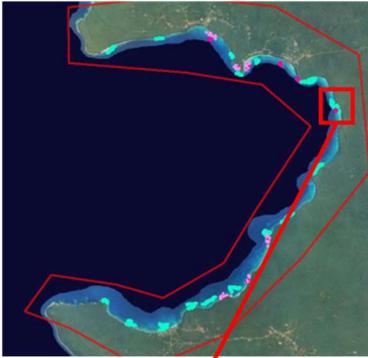


20_PS

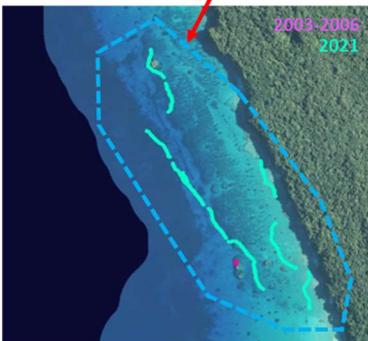


4.3.4. Détail des évolutions temporelles par sous-zones

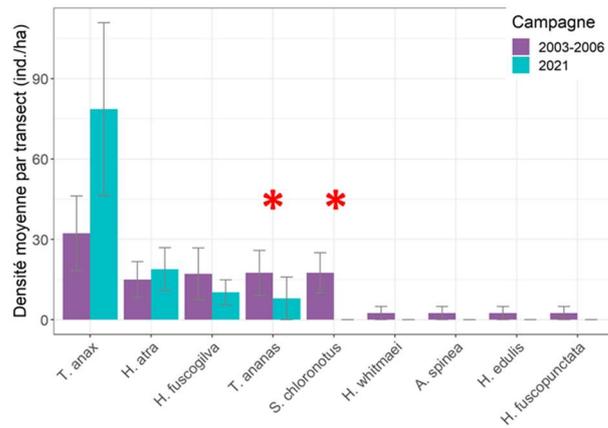
LIFOU (04_PI) : Baie de Santal centre 1



- 2003-06 : 9 espèces recensées
≤ 2 010 m échantillonnés (≤ 10 transects)*
- 2021 : 4 espèces recensées
2 074 m échantillonnés (19 transects)
- 2 variations temporelles significatives :
 - ↘ *Thelenota ananas*
 - ↘ *Stichopus chloronotus*



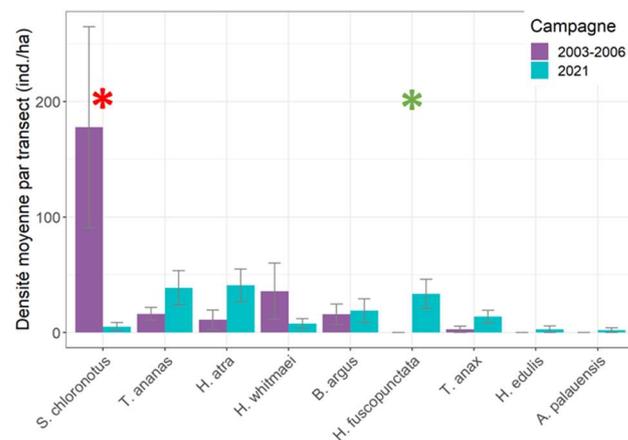
* Coordonnées géographiques non disponibles : effort d'échantillonnage possiblement inférieur dans le périmètre restreint (bleu)



LIFOU (04_PI) : Baie de Santal centre 2



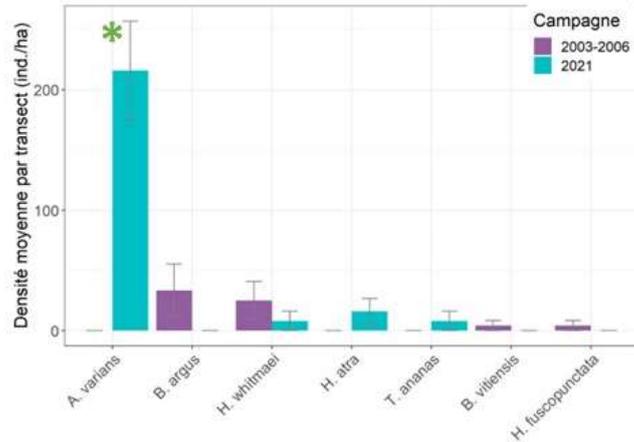
- 2003-06 : 6 espèces recensées
1 820 m échantillonnés (9 transects)
- 2021 : 9 espèces recensées
2 104 m échantillonnés (16 transects)
- 2 variations temporelles significatives :
 - ↘ *Stichopus chloronotus*
 - ↗ *Holothuria fuscopunctata*



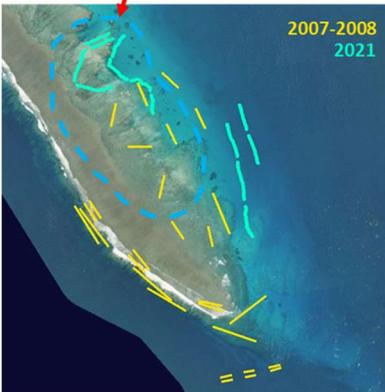
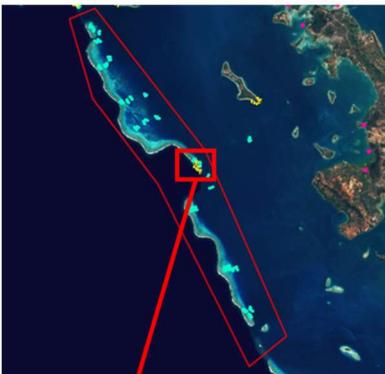
LIFOU (04_PI) : Baie de Wadra centre



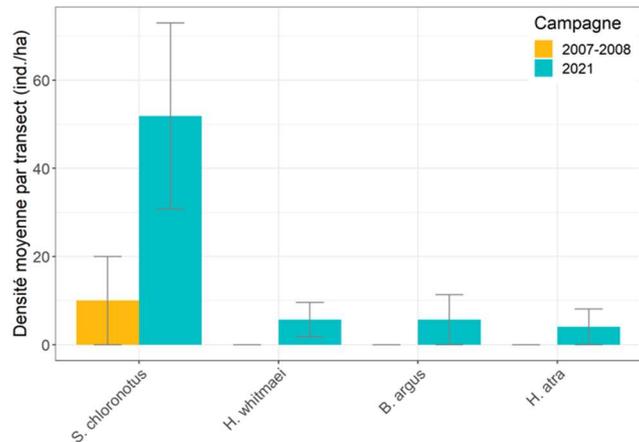
- 2003-06 : 4 espèces recensées
1 130 m échantillonnés (6 transects)
(faibles densités et forte dispersion)
- 2021 : 4 espèces recensées
798 m échantillonnés (8 transects)
- 1 variation temporelle significative :
 - ↗ *Actinopyga mauritiana*



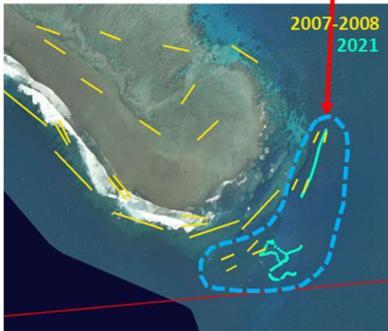
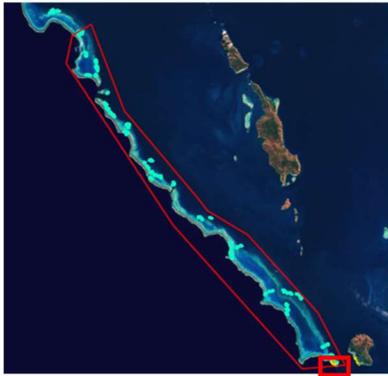
POUM (04_PN) : Passe Poum Nord interne



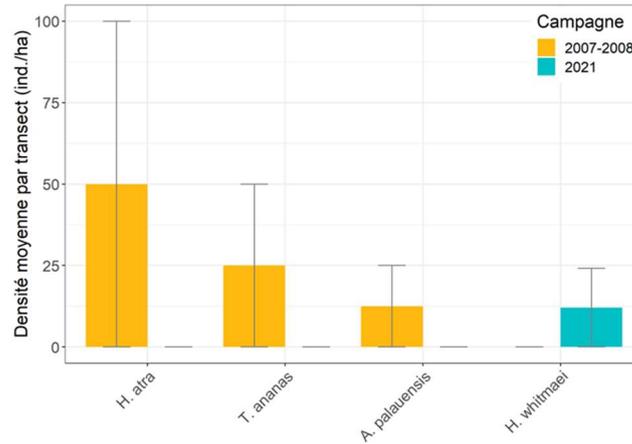
- 2007-08 : 1 seule espèce recensée
500 m échantillonnés (5 transects)
- 2021 : 4 espèces recensées
1 906 m échantillonnés (16 transects)
- Aucune variation temporelle significative



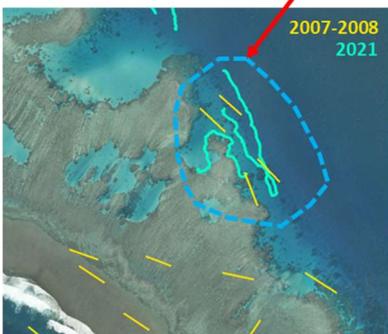
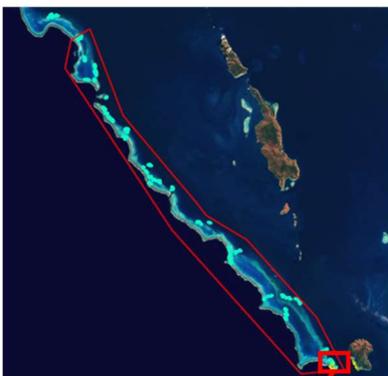
BELEP (05_PN) : Passe Yandé Nord



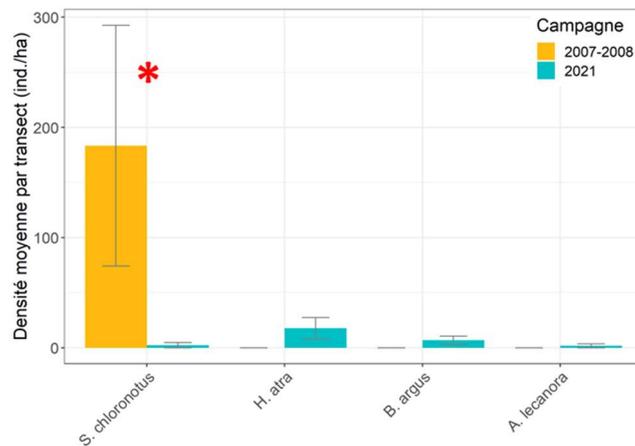
- 2007-08 : 3 espèces recensées
1 000 m échantillonnés (8 transects)
- 2021 : 1 seule espèce recensée
2 756 m échantillonnés (20 transects)
- Aucune variation temporelle significative



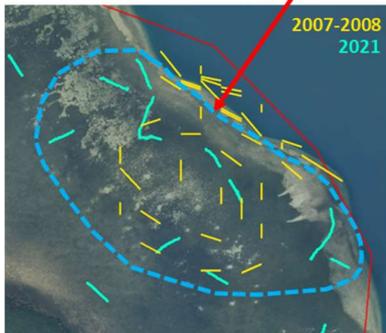
BELEP (05_PN) : Passe Yandé Nord interne



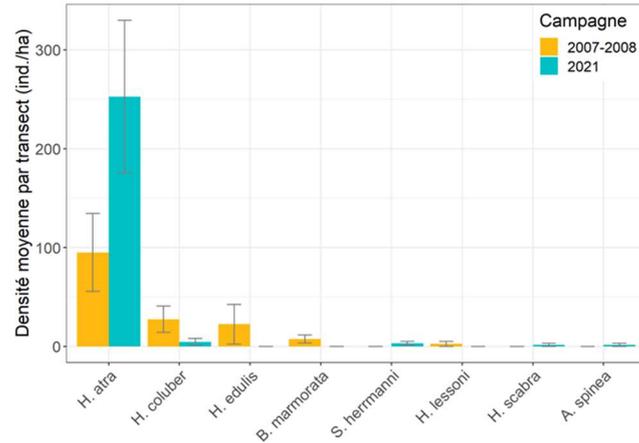
- 2007-08 : 1 seule espèce recensée
400 m échantillonnés (4 transects)
- 2021 : 4 espèces recensées
2 403 m échantillonnés (18 transects)
- 1 variation temporelle significative :
 - ↘ *Stichopus chloronotus*



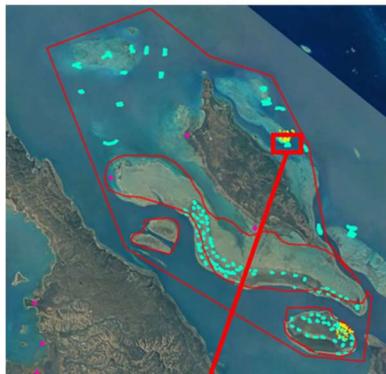
BALABIO (07_PN) : Récif Thaavaam Est



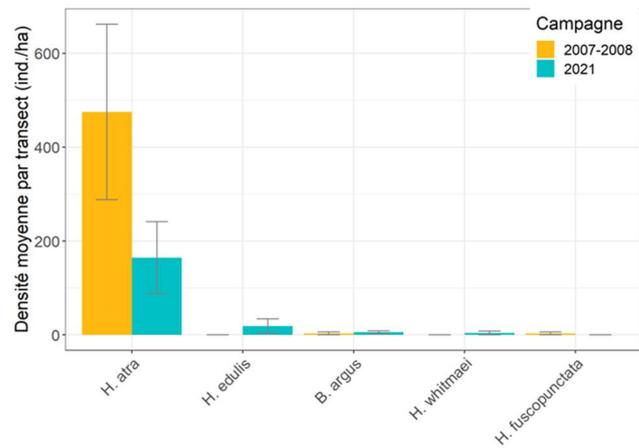
- 2007-08 : 5 espèces recensées
2 000 m échantillonnés (20 transects)
- 2021 : 5 espèces recensées
3 285 m échantillonnés (20 transects)
- Aucune variation temporelle significative



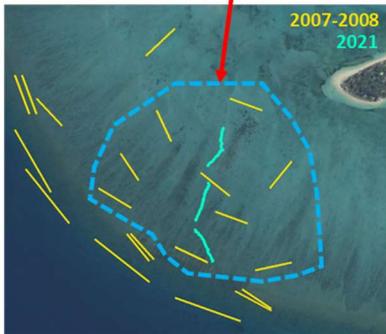
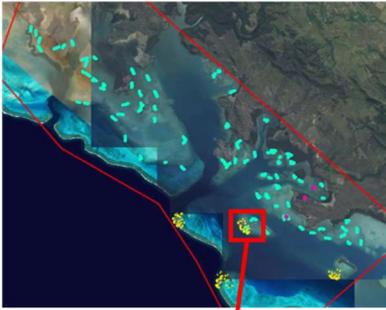
BALABIO (07_PN) : Récif Balabio Sud



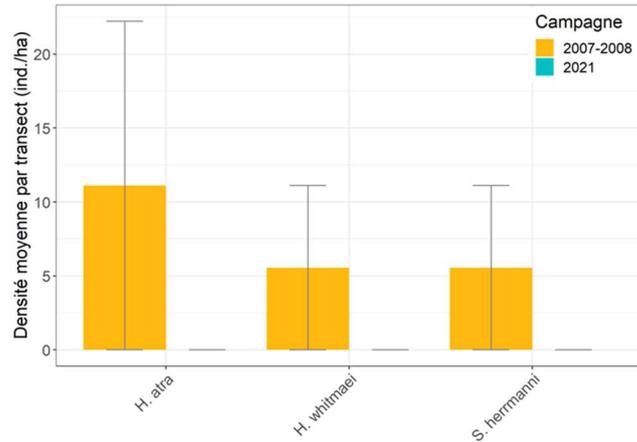
- 2007-08 : 3 espèces recensées
1 000 m échantillonnés (8 transects)
- 2021 : 4 espèces recensées
2 782 m échantillonnés (20 transects)
- Aucune variation temporelle significative



LA FOA (17_PS) : Ilot Konduyo Ouest



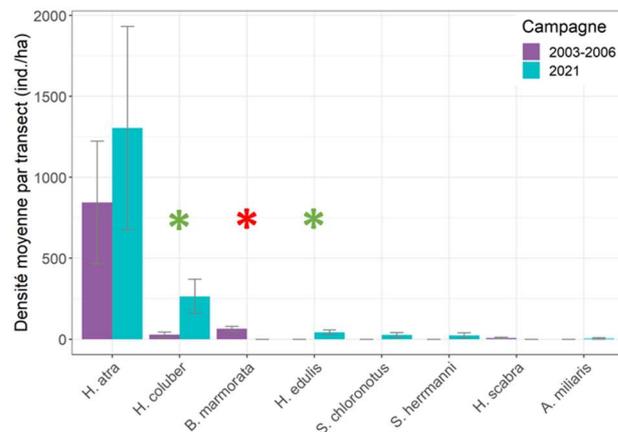
- 2007-08 : 3 espèces recensées
900 m échantillonnés (9 transects)
- 2021 : aucune espèce recensée
730 m échantillonnés (6 transects)
- Aucune variation temporelle significative (aucune holothurie recensée en 2021)



LA FOA (17_PS) : Ouano Ouest

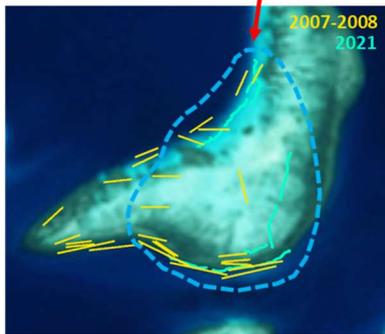


- 2003-06 : 4 espèces recensées
≤ 2 000 m échantillonnés (≤ 10 transects)*
- 2021 : 6 espèces recensées
1 071 m échantillonnés (10 transects)
- 3 variations temporelles significatives :
 - ↗ *Holothuria coluber*
 - ↘ *Bohadschia marmorata*
 - ↗ *Holothuria edulis*

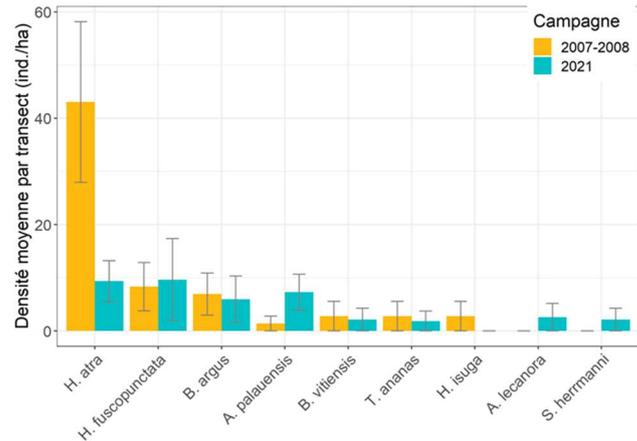


* Coordonnées géographiques non disponibles : effort d'échantillonnage possiblement inférieur dans le périmètre restreint (bleu)

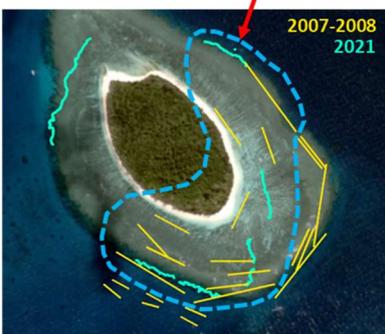
GRAND LAGON SUD (20_PS) : Récif Toté



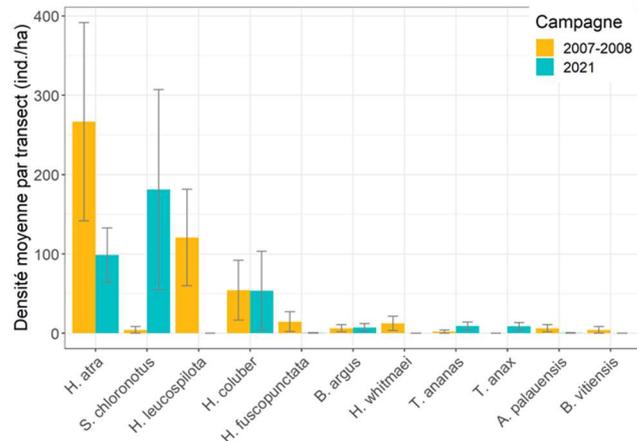
- 2007-08 : 6 espèces recensées
2 200 m échantillonnés (18 transects)
- 2021 : 8 espèces recensées
(faibles densités, forte dispersion)
2 772 m échantillonnés (20 transects)
- Aucune variation temporelle significative



GRAND LAGON SUD (20_PS) : Ilot Uatérembi



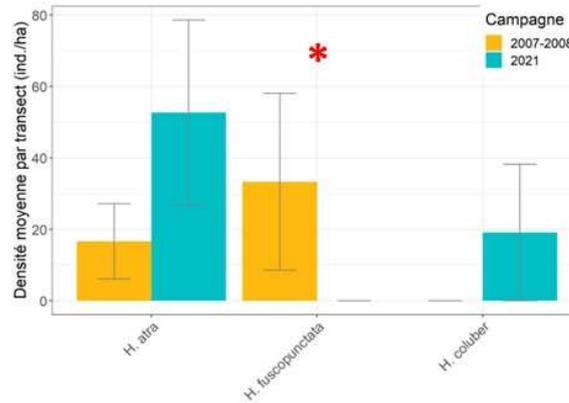
- 2007-08 : 9 espèces recensées
1 500 m échantillonnés (12 transects)
- 2021 : 8 espèces recensées
2 932 m échantillonnés (16 transects)
- Aucune variation temporelle significative



GRAND LAGON SUD (20_PS) : Ilot Ua Nord



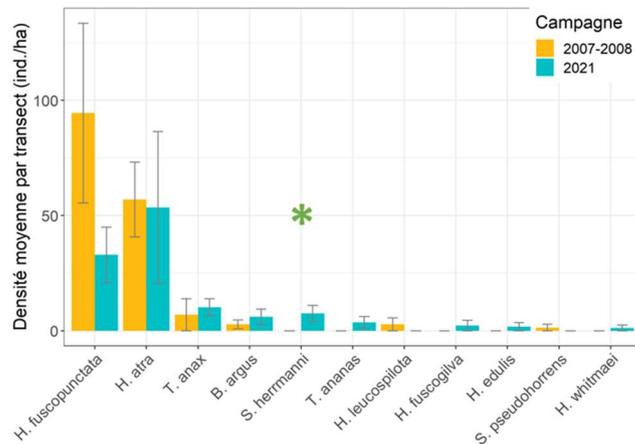
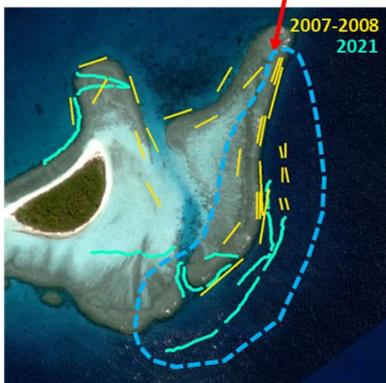
- 2007-08 : 2 espèces recensées
300 m échantillonnés (6 transects)
- 2021 : 2 espèces recensées
1 316 m échantillonnés (12 transects)
- 1 variation temporelle significative :
 - ↘ *Holothuria fuscopunctata*



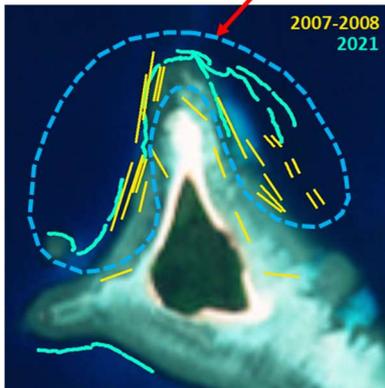
GRAND LAGON SUD (20_PS) : Ilot Ua Est



- 2007-08 : 4 espèces recensées
1 900 m échantillonnés (18 transects)
- 2021 : 9 espèces recensées
3 044 m échantillonnés (20 transects)
- 1 variation temporelle significative :
 - ↗ *Stichopus herrmanni*



GRAND LAGON SUD (20_PS) : Ilot Gi Nord



- 2007-08 : 6 espèces recensées
2 200 m échantillonnés (20 transects)
- 2021 : 9 espèces recensées
3 344 m échantillonnés (26 transects)
- 1 variation temporelle significative :
 - ↗ *Holothuria edulis*

