

Evaluation par vidéo (STAVIRO) de l'état des peuplements ichthyologiques d'intérêt halieutique du Parc Naturel Marin de Mayotte



Prestataires



Fiche documentaire

Titre du rapport: Evaluation par vidéo (STAVIRO) de l'état des peuplements ichtyologiques d'intérêt halieutique du Parc Naturel Marin de Mayotte.	
Référence interne : R.RBE/DOI/2019-005	Date de publication : 2019/06/14 Version : 1.0.0
Diffusion : <input checked="" type="checkbox"/> libre (internet) <input type="checkbox"/> restreinte (intranet) <input type="checkbox"/> interdite (confidentielle)	Référence de l'illustration de couverture Ifremer/ Banc de Lutjans au Geysers/ 2016. Langue(s) : Français
Résumé/ Abstract: Les diagnostics des peuplements de poisson d'intérêt halieutique et des principaux stocks mettent en évidence des états contrastés à Mayotte en 2017. A l'échelle des peuplements, toutes espèces confondues, aucun signe patent d'un état non satisfaisant lié à la pression de pêche exercée n'a été observé. Cette situation s'explique en grande partie par les familles les plus diversifiées et les plus abondantes, souvent herbivores, tels que les poissons chirurgiens et les perroquets, dont l'état est jugé satisfaisant. En revanche, l'état des quatre principales familles de grands carnivores (les mérours, les vivaneaux, les capitaines et les carangues) est qualifié de non satisfaisant. La raréfaction des grandes espèces, voire la perte de diversité dans les structures d'habitat, les faibles abondances relevées, et bien souvent des structures de taille déséquilibrées par l'absence des petits poissons et/ou de grands poissons, accentuent la sensibilité à la pêche de ces familles et des espèces qui les composent, ce qui questionne sur la durabilité de leur exploitation. Ainsi, seules cinq espèces parmi les treize évaluées ont été classées dans un état satisfaisant. Il s'agit généralement d'espèces dont les tailles maximales ou communes ne dépassent pas 60 cm. Les plus grandes espèces ciblées historiquement (taille maximale supérieure à 1 mètre) sont rarement, voire non observées dans les comptages sur les habitats du lagon et des pentes externes et de l'Iris et ce jusqu'à 60 mètres de profondeur. Cette situation est caractéristique d'une pression de pêche excessive sur des espèces généralement qualifiées de vulnérables. L'état des peuplements et des stocks est également dépendant de l'état de santé des habitats coralliens et de leur diversité, essentiels au développement des espèces.	
Mots-clés / Key words: Etat initial, évaluation, diagnostic, indicateur, halieutique, ichtyofaune, stock, vidéo, STAVIRO, abondance, richesse spécifique, ressources halieutiques, aires marines protégées, poisson, habitat corallien, lagon, récif, Iris, Mayotte.	
Comment citer ce document : Roos David, Matthias Gaboriau, Giannasi Paul, Maurel Laurence, Pelletier Dominique, (2019). Evaluation par vidéo (STAVIRO) de l'état des peuplements ichtyologiques d'intérêt halieutique du Parc Naturel Marin de Mayotte. R.RBE/DOI/2019-005. https://doi.org/10.13155/59659	
Disponibilité des données de la recherche : BD Récif (SI QUADRIGE)	
DOI: https://doi.org/10.13155/59659	

Commanditaire du rapport : Agence Française pour la Biodiversité / Parc Naturel Marin de Mayotte	
Nom / référence du contrat : Convention de coopération relative à un indicateur de l'état de santé des ressources halieutiques récifales dans les eaux mahoraises (REF :17/2 215 949F).	
<input type="checkbox"/> Rapport intermédiaire <input checked="" type="checkbox"/> Rapport définitif	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit : STAVIRO MAYOTTE (P107-0009)	
Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
Roos David David.roos@ifremer.fr	Ifremer/PDG-RBE-DOI
Gaboriau Matthias Matthias.gaboriau@gmail.com	3EM
Giannasi Paul paul.giannasi@afbiodiversite.fr	AFB/Parc Naturel Marin de Mayotte
Maurel Laurence laurence.maurel@karteau.com	Kart'eau
Pelletier Dominique Dominique.pelletier@ifremer.fr	Ifremer/PDG-RBE-EMH
Encadrement(s): Roos David & Giannasi Paul	
Destinataire: Parc Naturel Marin de Mayotte (AFB)	
Validé par: Magali Duval (Ifremer/PDG-RBE-DOI) et Alain Biseau (Ifremer/PDG-RBE)	

Sommaire

Table des matières

1 Synthèse de l'étude	6
1.1 Contexte et rappel du programme d'actions	6
1.2 Rappel de la méthodologie mise en œuvre et des principaux résultats d'échantillonnage.....	7
1.2.1 Echantillonnage et analyses des images vidéo.....	7
1.2.2 Analyse de données.....	7
1.2.3 Diagnostic synthétique, indicateurs, termes de référence et classification de l'état des principales ressources halieutiques.....	9
1.2.4 Bancarisation des données de comptage poisson dans le SI Quadrige	10
1.3 Caractérisation des habitats.....	11
1.4 Etat des peuplements ichthyologiques d'intérêt halieutique	12
1.4.1 Composition et richesse spécifique des peuplements à Mayotte	12
1.4.2 Densité d'abondance totale du peuplement.....	12
1.4.3 Ilot M'Bouzi.....	13
1.5 Etat des principales familles et espèces ciblées par la pêche	14
1.5.1 FAMILLE DES ACANTHURIDAE.....	14
1.5.2 FAMILLE DES CARANGIDAE	15
1.5.3 FAMILLE DES LETHRINIDAE.....	16
1.5.4 FAMILLE DES SCARIDAE.....	17
1.5.5 FAMILLE DES LUTJANIDAE	18
1.5.6 FAMILLE DES SERRANIDAE	20
1.6 Construction de l'indicateur « Ressources halieutiques récifales » et ébauche d'une grille de lecture.....	21
2 Discussion et recommandations.....	22
3 Bibliographie	24
4 Annexes techniques.....	25

Annexe 1 : Gaboriau Matthias (2019). Rapport de synthèse sur le traitement et l'analyse de données vidéo STAVIRO acquises dans le périmètre du Parc Naturel Marin de Mayotte en 2017.

Annexe 2 : Maurel Laurence (2019). Structuration et reprise des traitements et analyses des données STAVIRO issues des campagnes vidéo Mayotte (2017) et Epicure (2016) dans la BD Récif.

1 Synthèse de l'étude

1.1 Contexte et rappel du programme d'actions

Ce projet fait suite à la première mise en œuvre de la technique STAVIRO dans le secteur sud-est du lagon de Mayotte (convention de partenariat entre l'Ifremer et le Parc Naturel Marin de Mayotte (PNMM), n° 15/1212066/CF-AV1).

Ces suivis vidéo, pilotés par le PNMM, dépendant de l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB), ont pour objectif d'acquérir les connaissances nécessaires à la gestion durable de l'écosystème récifal de Mayotte. L'extension des plans d'échantillonnage à l'emprise du PNMM, vise à appréhender le système récifal dans son ensemble au regard des activités de pêche, y compris pour les segments suivis par le SIH local. Ce partenariat scientifique doit permettre au PNMM de disposer des indicateurs écosystémiques et halieutiques nécessaires à l'évaluation et au suivi du plan de gestion du Parc, grâce à l'expertise méthodologique et scientifique acquise par l'Ifremer depuis 2007 pour évaluer, grâce à la vidéo sous-marine, l'état de santé des systèmes récifaux exploités par les pêches artisanales.

Les pêcheries mahoraises sont qualifiées de plurispécifiques. Les principales techniques de pêche mises en œuvre sont la ligne à main munies d'hameçon sur les espèces « carnivores » et le filet pour les espèces « herbivores ». D'autres activités de loisir, comme la pêche sous-marine et la pêche à la canne, ciblent certaines grandes espèces sur les barrières externes et le banc de l'Iris. Chacune des espèces exploitées (stocks) répond différemment aux pressions de pêche exercées, étant donné leurs caractéristiques bioécologiques et leur « capturabilité¹ » dans les différents habitats de vie.

Le plan d'échantillonnage stratifié par type géomorphologique et selon l'intensité de l'effort de pêche prévoyait environ 220 stations, réparties sur l'ensemble du lagon, du récif barrière et du banc de l'Iris. Il incluait le périmètre de la Réserve Naturelle Nationale (RNN) de l'îlot M'Bouzi. Pour sa mise en œuvre, une campagne de trois semaines était initialement prévue, à partir de novembre 2017, à raison de 4 jours de terrain par semaine. Deux bateaux devaient être déployés en parallèle à partir de la deuxième semaine. Les moyens nautiques étaient fournis par le Parc et la RNN.

L'objectif premier de cette étude est de renseigner l'indicateur « ressources halieutiques récifales » du plan de gestion du PNMM grâce à l'observation de l'ichtyofaune par la méthodologie vidéo. Il consiste à évaluer les richesses spécifiques et les densités d'abondance des espèces d'intérêt halieutique associées au récif, en considérant la diversité des habitats, et de suivre leur évolution dans le temps sur l'ensemble du périmètre du PNMM. Cette évaluation fournit donc un premier diagnostic général sur l'état des peuplements de poissons récifaux à l'échelle du PNMM. Sur les zones déjà échantillonnées lors de l'étude pilote de 2014 (partie sud-est de Mayotte, Roman et Pelletier 2016), les résultats obtenus en 2017 sont comparés à ceux de 2014.

Le second objectif concerne plus spécifiquement la RNN de l'îlot M'Bouzi. Située dans le lagon et donc dans le périmètre du PNMM, elle comporte une partie marine dont un récif frangeant exploité par les pêcheurs en pirogues des côtes avoisinantes. Le focus portera sur l'évaluation de l'effet réserve sur les peuplements de poissons.

¹ Capacité ou probabilité d'être capturé par un engin, pour un individu pris au hasard dans un ensemble, par exemple une classe de taille ou d'âge.

Un troisième objectif est la construction de l'indicateur « Ressources halieutiques récifales » et l'ébauche d'une grille de lecture.

Ce projet comprend également la bancarisation des données de comptage poisson dans le SI Quadrigé – données acquises en 2017 et en 2014.

1.2 Rappel de la méthodologie mise en œuvre et des principaux résultats d'échantillonnage.

1.2.1 Echantillonnage et analyses des images vidéo

Le plan d'échantillonnage proposé par le PNMM suit les recommandations formulées dans l'étude pilote de 2014 (Roman et Pelletier, 2016) et inhérentes à la mise en œuvre des STAVIRO sur des zones étendues (guide méthodologique, Pelletier et al., 2016). Il a donc été stratifié en fonction des grandes structures géomorphologiques à l'échelle de Mayotte, avec un focus sur la réserve naturelle de l'îlot M'Bouzi et le banc de l'Iris.

Une campagne de 12 jours, avec 2 bateaux a permis de déployer 273 STAVIRO. 195 stations ont été qualifiées d'exploitables (Figure 1) pour l'analyse des résultats (Giannasi et Gaboriau, 2017).

Seuls les poissons appartenant à la liste des espèces d'Intérêt Ecologique, Halieutique et Emblématique (IEHE, Roman et Pelletier, 2016) ont été dénombrés à partir des images vidéo.

La caractérisation de l'habitat est réalisée selon le protocole mis en place par l'Ifremer sur le programme AMBIO (Pelletier et al., 2016). L'habitat a été caractérisé par une méthode paysagère adaptée de la Medium-Scale Approach (Clua et al., 2006).

1.2.2 Analyse de données

Une typologie d'habitat a été définie à partir des données de 12 descripteurs (type de substrat, pourcentage de recouvrement, topographie, complexité, profondeur).

Chaque unité d'observation (station) est ainsi caractérisée par un habitat type qui est utilisé comme facteur explicatif dans l'analyse des variations des indicateurs d'abondance et de diversité des peuplements ichthyologiques.

Le choix des principales familles et espèces halieutiques ainsi que des métriques a été arrêté en concertation avec le gestionnaire, au regard de leurs connaissances, des données fournies régulièrement par le SIH (Système d'Information Halieutique) et des recommandations préconisées dans le rapport de l'étude pilote de 2014 (Roman et Pelletier, 2016).

Les trois métriques populationnelles retenues pour chaque espèce ou groupe d'espèces considéré sont la fréquence d'occurrence, la richesse spécifique ainsi que la densité d'abondance globale et par classe de taille relative des poissons (petit, moyen, grand) définies en fonction de la taille maximale de l'espèce donnée par fishbase (Froese et Pauly, 2018).

Les variations de ces trois métriques ont été analysées en fonction de 5 facteurs explicatifs :

- le complexe récifal (8 secteurs biogéographiques de Mayotte proposés par Wickel et Thomassin (2005),
- la structure géomorphologique : 6 unités géomorphologiques définies dans l'Atlas des récifs coralliens de l'Océan Indien Ouest (Andréfouët et al., 2009),
- l'effort de pêche : 3 niveaux de pression de pêche évalués par le PNMM à partir des données SIH-Activité des navires (faible, moyen, fort),
- le statut de protection avec 3 niveaux de protections : « hors réserve », « protection partielle », « réserve Intégrale »,
- la profondeur sur le récif barrière externe (2 strates proposées par le PNMM : supérieure et inférieure à 20m),

Le calcul des métriques et l'analyse de leur significativité par des modèles statistiques sont réalisés grâce à l'outil de calcul « Ressources et biodiversité » de la plateforme PAMPA développée dans le cadre du projet éponyme (Pelletier et al., 2011 ; 2014).

Le plan d'échantillonnage détaillé, la typologie d'habitat et les calculs des métriques de richesse spécifique et d'abondance en fonction des variables explicatives, ainsi que les tests et analyses de leur significativité statistique, sont décrits dans le rapport Gaboriau (2019) joint en annexe technique.

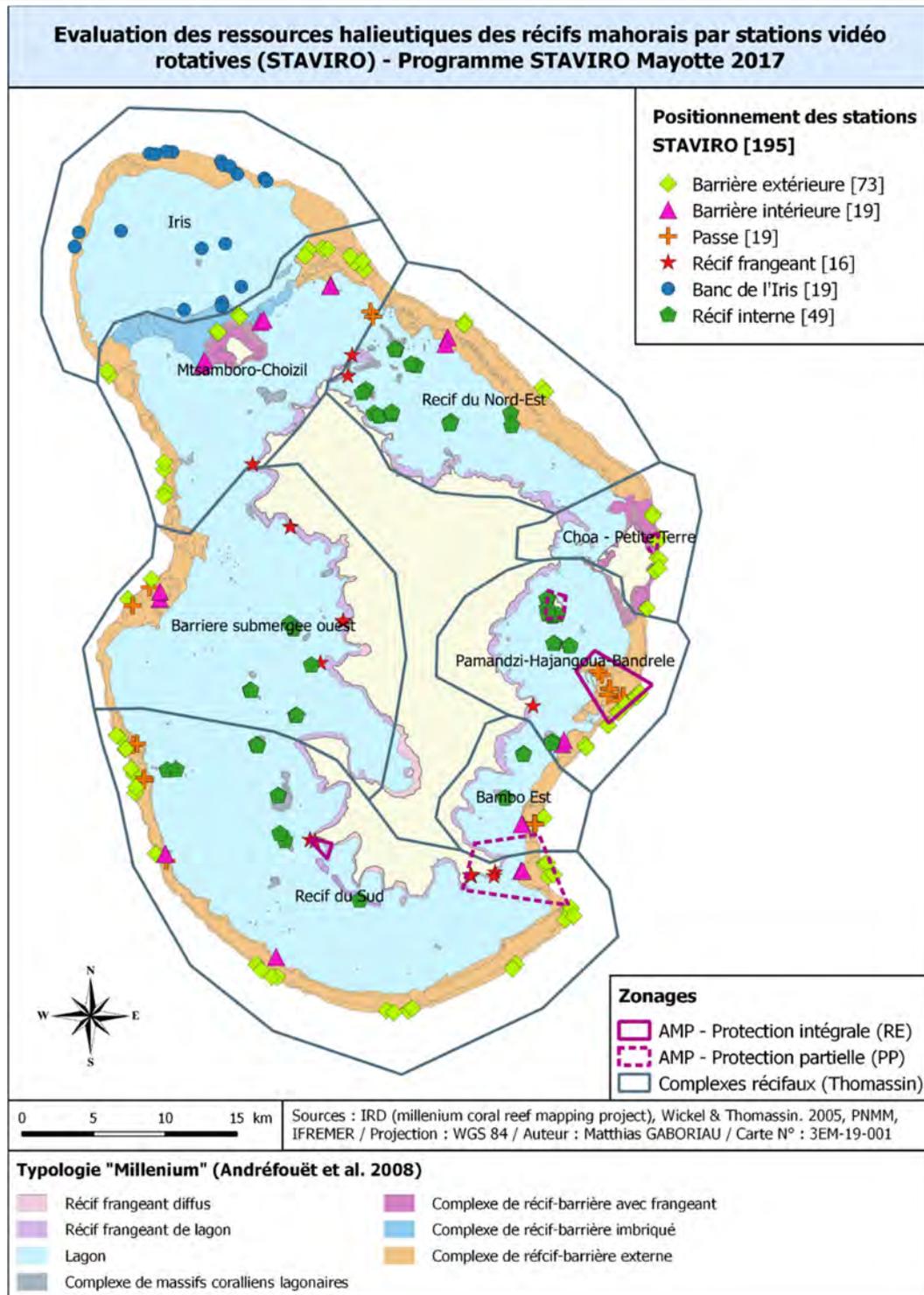


Figure 1: Résultats de l'échantillonnage par stations vidéo rotatives de l'ensemble des récifs de Mayotte dans le cadre de l'évaluation de l'état des peuplements ichthyologiques d'intérêt halieutique, Programme STAVIRO Mayotte 2017 (Gaboriau, 2019).

1.2.3 Diagnostic synthétique, indicateurs, termes de référence et classification de l'état des principales ressources halieutiques.

Cette étude est la première réalisée sur l'ensemble du périmètre du PNMM. Elle fournit donc un état initial des peuplements de poissons d'intérêt halieutique à l'échelle de Mayotte. Elle permet également d'appréhender la distribution géographique de ces peuplements au sein du PNMM. A elle seule, elle ne permet pas d'établir un diagnostic sur la durabilité de l'exploitation, ce qui nécessiterait des données historiques (pour évaluer une tendance ou de produire des comparaisons au cours du temps minima) et/ou de seuils de référence sur les indicateurs, ainsi que des séries temporelles d'indices d'effort de pêche et de capture. Au regard des connaissances actuelles sur l'ichtyofaune du lagon de Mayotte, l'état des ressources au regard de la pêche ne peut être qualifié de manière classique, e.g. niveau de densité compatible avec l'objectif de rendement maximal durable de la Politique Commune de la Pêche et/ou du Bon Etat Ecologique, objectif de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM).

Nous proposons ici, sur la base d'une approche « expert », de qualifier l'état des peuplements et des principales ressources exploitées dans les habitats récifaux situés à des profondeurs comprises entre 1 et 60 mètres, en considérant des indices de diversité et d'abondance par groupe de taille (analyse préliminaire décrite dans le rapport technique annexé : Gaboriau, 2019). L'expertise intègre également, des connaissances sur les pratiques de pêche, les compositions spécifiques des habitats récifaux à Mayotte (Wickel et al, 2016), la biologie, l'écologie et les traits de vie disponible dans Fishbase (Froese et Pauly, 2018), voire le comportement des espèces vis-à-vis de l'engin de pêche, permettant d'apprécier leur capturabilité et leur sensibilité à l'exploitation.

Pour qualifier l'état des ressources, les métriques suivantes ont été analysées :

- La présence/absence, la fréquence d'occurrence, la densité d'abondance toutes tailles confondues, densité des petits (recrues) et densité des grands poissons (reproducteurs), au regard du facteur pression de pêche.
- La distribution et la contribution relatives des classes de taille par habitat, considérant l'importance du biotope et de la distribution spatiale de l'espèce au cours du cycle de vie.

La référence « expert » ainsi considérée pour qualifier les peuplements d'intérêt halieutique est définie par « la présence et les densités respectives, des petits et des plus grands poissons (moyen + grand) dans les habitats de vie, compatibles avec la capacité des peuplements et des stocks à se maintenir et à se renouveler, au regard des niveaux pressions de pêche pratiquées ».

Ainsi, chaque ressource ichtyologique (peuplement, famille, espèce) est classifiée dans une des trois catégories suivantes :

- a. Ressource dans un **état satisfaisant** : Lorsque l'analyse préliminaire ou un « dire d'expert » estime que les indicateurs relatifs aux recrues et aux géniteurs présentent des valeurs compatibles avec l'objectif de maintien et de durabilité du peuplement ou du stock sous une pression de pêche qualifiée d'importante.
- b. Ressource dans un **état non satisfaisant** : Lorsque l'analyse préliminaire ou un « dire d'expert » estime que les niveaux d'abondance des recrues et des géniteurs ne sont pas compatibles avec l'objectif de maintien et de durabilité du peuplement ou du stock sous une pression de pêche qualifiée d'importante.
- c. Ressource qualifiée de **non évaluée** : peuplement ou stock faisant l'objet d'une évaluation, mais pour lesquels les données et les connaissances sont insuffisantes pour diagnostiquer son état à « dire d'expert ».

Ce diagnostic « expert » permet ainsi de qualifier la capacité des peuplements et des stocks à se régénérer et donc à se maintenir en considérant les niveaux d'effort de pêche effectif exercés à

Mayotte par les différentes pêcheries artisanales professionnelles et vivrières. Il ne préjuge pas de la rentabilité et de la durabilité économique de l'exploitation de ces stocks par la pêche.

1.2.4 Bancarisation des données de comptage poisson dans le SI Quadrige

La bancarisation des comptages poissons issus de vidéos « STAVIRO » passe par la structuration des données, qui a fait l'objet de nombreux échanges pour leur intégration au sein de l'application BD Récif du SI Quadrige. L'objectif fixé a été d'avoir une grille de saisie proche de celle que connaissent les opérateurs sous le masque de saisie défini initialement sous MS Excel® (Pelletier et al, 2016) sans toucher au modèle à 2 niveaux de Passage/Prélèvement de BD Récif (Maurel, 2019). L'intégration et la synchronisation (pour les personnes autorisées) des données de comptages vidéo poissons 2014 et 2017 sous la BD Récif est effective.

Cela a été possible après un important travail d'organisation et de correction des données et de tri des paramètres mesurés, préalable à la création des référentiels et la constitution de la stratégie d'intégration des données. Le choix pour la reprise s'est porté sur l'utilisation du masque Quadrilabo qui repose sur la codification SANDRE des éléments de référentiel initiés par la cellule QUADRIGE (Maurel, 2019) :

Les fichiers « Infostation » 2014 et 2017 ont été homogénéisés puis compilés. Seuls les champs renseignés de manière homogène sur les différentes campagnes ont été conservés pour l'intégration. Certains champs sont repris en tant que paramètres (courant, houle, visibilité...) d'autres sont repris en tant qu'éléments de référentiel (coordonnées, profondeur, observateurs analystes...). Ainsi, 22 champs sur les 42 répertoriés dans les fichiers Mayotte ont été repris.

Les fichiers « Poisson » ont été homogénéisés puis compilés. Les données Mayotte 2014 sont les seules qui présentaient une ligne par taxon, pour laquelle sont cochés plusieurs secteurs. Pour les données 2017, une ligne = un taxon observé par secteur ; le nombre de secteur sur lequel est vu le taxon est donc toujours = 1, ce qui permet une vérification post analyse initiale. Dans le respect de la conformité des fichiers d'origine, les données « poisson » ont été reprises en l'état. L'absence de poisson sur une rotation a été solutionnée en créant la rotation analysée et en complétant uniquement un commentaire du type « Rotation analysée mais absence d'observation de poisson ».

Les fichiers « habitat » n'ont pas été repris sous la BD Récif car les méthodes d'analyses et les typologies utilisées diffèrent à chaque étude STAVIRO menée dans la zone.

Pour la représentation des stations vidéo par habitat, les points échantillonnés n'étant pas fixés et suivis systématiquement à long terme, il a été décidé de rattacher les passages (stations ou unités d'observation), à des lieux de surveillance de type surfacique (Maurel, 2019). Chaque passage a été ainsi renseigné avec les coordonnées géographiques réelles de l'unité d'observation vidéo. Pour Mayotte, la construction surfacique a été réalisée à partir du MNT HAMONIM du SHOM (Maurel, 2019). Ce choix permet de limiter les contraintes d'usages aussi bien des lots de sondes valides de la base de données bathymétriques du SHOM que ceux provenant d'organismes extérieurs pour la réalisation du MNT. Ainsi, les données bathymétriques prévenant de Litto3D®, des bases de données internationales (NGDC...) et de compilations existantes sous forme de MNT (GEBCO, EMODNET...) ont contribué à la création du polygone Mayotte/Iris, à partir de l'isobathe des 100 mètres.

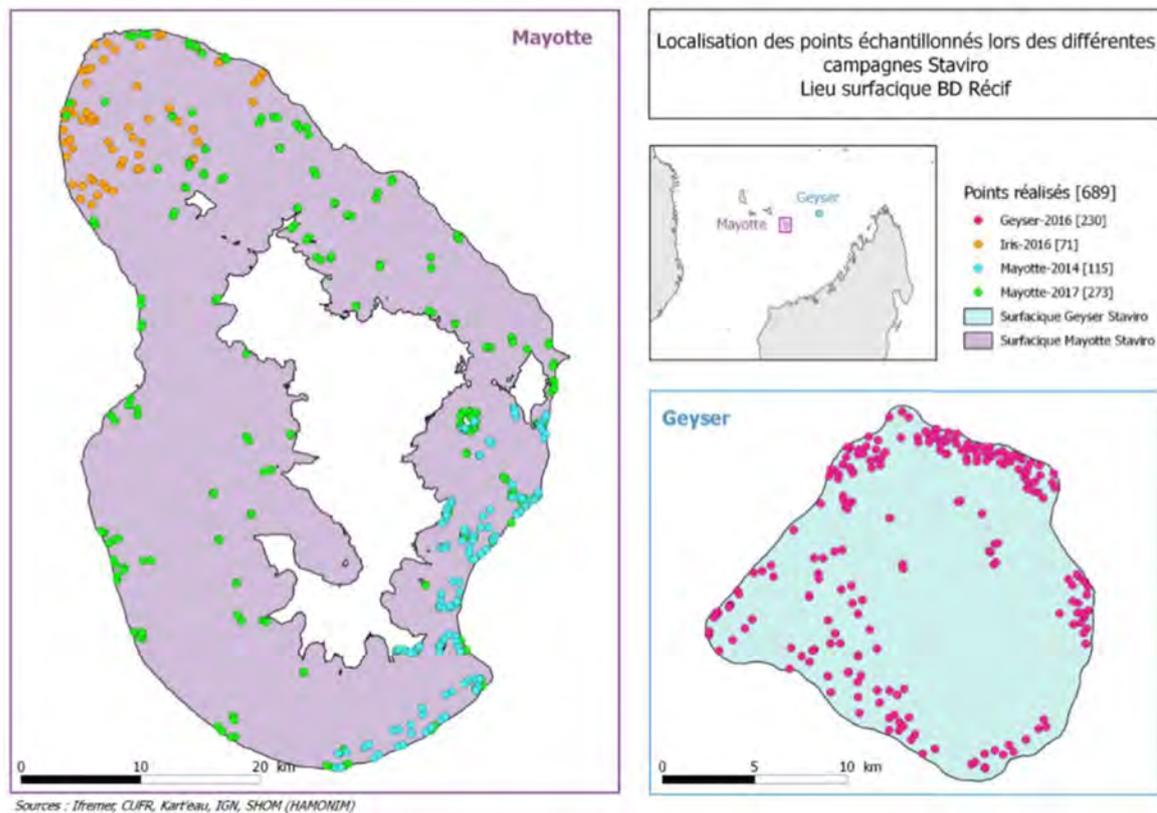


Figure 2: Carte présentant les lieux surfaciques créés ainsi que les points d'échantillonnage des 4 campagnes (Maurel, 2019)

La reprise des données STAVITO Mayotte 2014 et 2017 dans la BD Récif a généré 388 unités d'observation (station/passage) et 1002 prélèvements (observations) soit 7726 résultats de mesure (41073 résultats taxon créés).

Un groupe de travail spécifique sera mis en place au second semestre 2019 pour présenter et valider la structuration actuelle proposée dans la BD RECIF. Un document technique à l'usage des utilisateurs devra être rédigé pour faciliter la saisie.

Le document complet de reprise des traitements et analyses des données STAVIRO issues des campagnes vidéo Mayotte (2017) et Epicure (2016) dans la BD Récif est disponible en Annexe 2 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** (Maurel, 2019).

1.3 Caractérisation des habitats

La profondeur des stations est comprise entre 1 et 63 mètres, avec une profondeur supérieure à 20 m sur 39% des stations.

Six unités géomorphologiques ont été échantillonnées (n= nombre de stations analysées) : « récif frangeant » (n=16), « récif interne » (n=49), « barrière interne » (n=19), « passe » (n=19), « barrière externe » (n=73) et le banc de l'Iris (n=19) qui a été considéré séparément.

Quatre habitats identifiés à la suite de la typologie des principaux habitats récifaux :

- « Corail dur » (43% des stations) : caractérisé par un fort recouvrement de coraux vivants et morts, de fortes topographie et complexité. Faible recouvrement en sable (<10% en moyenne).
- « Dalle et blocs rocheux » (19% des stations) : dalle corallienne dominante avec la présence de moyens et gros blocs. Recouvrement important en algues hautes.

- « Détritique » (20% des stations) : Recouvrement important en débris coralliens et petits blocs, ainsi qu'une faible présence de colonies de coraux (morts).
- « Sable » (36% des stations) : Recouvrement en sable important (>82% en moyenne). Topographie et complexité faible.

L'habitat « herbier » n'a pas été considéré dans le plan d'échantillonnage du fait de sa raréfaction, notamment les herbiers à *Thalassodendron* qui ont quasiment disparus du lagon ces dernières années (Dedeken & Ballorain 2015 ; Ballorain com. pers.).

1.4 Etat des peuplements ichtyologiques d'intérêt halieutique

1.4.1 Composition et richesse spécifique des peuplements à Mayotte

239 espèces de poissons, regroupées en 104 genres et appartenant à 41 familles ont été observées sur 195 stations (à titre indicatif 131 espèces, 62 genres pour 24 familles avaient été dénombrés sur la seule partie sud-est de l'île en 2014). Cinq espèces remarquables ont été observées. Le poisson napoléon (*Cheilinus undulatus*) a été observé à cinq reprises. Deux espèces de tortues *Chelonia mydas* (tortue verte) et *Eretmochelys imbricata* (tortue imbriquée) ont été observées sur un ensemble de 13 stations. Le requin gris de récifs (*Carcharhinus amblyrhynchos*) et le requin corail (*Triaenodon obesus*) ont été observés sur sept stations.

Les richesses spécifiques (RS) moyennes diffèrent significativement entre les grands complexes récifaux de Mayotte (Wickel et Thomassin, 2005). La RS est plus élevée sur 3 zones représentées par la partie nord du banc de l'Iris, le grand récif sud (les passes Sada, Bouéni, Saziley sud et la barrière externe face à la baie de Kani) ainsi que la partie externe du récif de Bambo Est où jusqu'à 65 espèces d'intérêts halieutiques y ont été observées par station.

Comme en 2014, les unités géomorphologiques situées sur la barrière externe montrent une plus grande diversité spécifique que les récifs lagonaires.

La RS est significativement plus élevée dans l'habitat de corail dur que, par ordre décroissant, dans celui des dalles et de blocs, les fonds détritiques, puis les fonds sableux (idem en 2014).

La RS varie significativement en fonction de la profondeur sur les pentes externes des récifs barrières. Elle est significativement plus élevée sur les stations situées à moins de 20m de profondeur. Cet effet n'a pu être évalué pour le banc de l'Iris par manque d'observations à plus de 20 m de profondeur.

Comme en 2014, aucun effet du statut de protection sur la RS n'a pu être mise en évidence. Les différences entre les cinq zones protégées n'ont pas pu être testées par manque de réplication dans chacune des zones.

La pression de pêche n'influe pas négativement sur la RS. En effet, les RS sont significativement plus élevées dans les zones à plus forte pression de pêche, et ce quel que soit l'habitat. Ces résultats sont similaires à ceux de l'étude pilote 2014.

1.4.2 Densité d'abondance totale du peuplement

La densité totale (Dt) des poissons d'intérêt halieutique, toutes espèces confondues, est variable selon les secteurs et les habitats.

Les stations situées dans les passes de Bouéni, de Saziley sud et de la barrière externe face à M'Bouini montrent des densités élevées de plus de 400 individus par 100m².

La densité d'abondance ne diffère pas significativement en fonction des grands complexes récifaux définis par Wickel et Thomassin (2005).

Les pentes externes des récifs barrières montrent des densités significativement supérieures à celles des autres unités géomorphologiques : barrière externe > récif frangeant > récif interne.

Sur la barrière externe, la densité d'abondance est significativement plus élevée aux stations situées à moins de 20m de profondeur. Cet effet n'a pu être évalué pour le banc de l'Iris par manque d'observations à plus de 20 mètres de profondeur.

L'habitat « Corail dur » assemble significativement davantage de poissons : Corail dur > Dalle et bloc rocheux > Détritiques > Sable (idem en 2014).

L'analyse n'a pas mis en évidence d'effet du statut de protection sur la densité moyenne par station (idem en 2014). La comparaison des cinq zones protégées entre elles n'a pas pu être réalisée, faute d'un résultat d'échantillonnage permettant une analyse statistique robuste.

La pression de pêche n'influe pas négativement sur la Dt qui est significativement plus élevée dans les zones à forte pression de pêche, et ce quel que soit l'habitat. La densité d'abondance des grands poissons est significativement plus élevée dans les zones à moyenne et à forte pression de pêche (résultats similaires à l'étude pilote 2014).

1.4.3 Ilot M'Bouzi

Pour cause de forte turbidité, seules 9 stations sont exploitables sur les 23 réalisées sur les différents habitats. L'effet réserve n'a donc pas pu être évalué de manière exhaustive.

Toutes les stations exploitables se situent en zone faiblement pêchée, entre 0 et - 20 mètres de profondeur.

Richesse spécifique et densité d'abondance totale ne diffèrent pas significativement entre les stations de M'Bouzi, et, d'une part les autres stations de récif interne situées hors réserve, et d'autre part, les stations situées en zone faiblement pêchée, et entre 0 et 20 m de profondeur.

En résumé

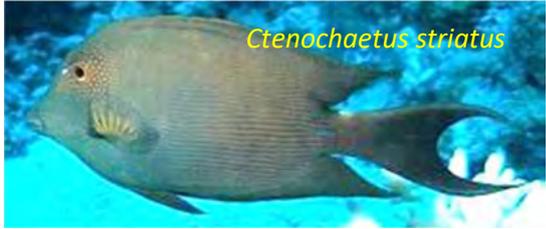
Les valeurs des indicateurs de richesse spécifique et d'abondance des espèces halieutiques telles qu'observées sur les différents habitats et au regard des différents niveaux de protection et de pression de pêche :

- Font apparaître une forte hétérogénéité spatiale à Mayotte et sur le banc de l'Iris, avec des valeurs plus élevées sur les récifs barrière interne et externe, les passes et l'habitat de corail dur. Sur la barrière externe, abondance et richesse spécifiques diminuent avec la profondeur.
- Ne mettent pas en évidence de différence en fonction du statut de protection
- Ne mettent pas en évidence d'effet de la pression de pêche sur les peuplements d'intérêt halieutique. Les grands poissons généralement ciblés par les pêcheurs sont plus abondants dans les zones de forte pression de pêche, sans toutefois qu'une relation de cause à effet puisse en être déduite.

Dans ce contexte et considérant les premiers résultats de l'étude pilote de 2014, les peuplements de poissons exploités du lagon de Mayotte et de l'Iris, toutes familles confondues, peuvent être qualifiés comme étant dans un **état satisfaisant** en 2017. Cette situation est toutefois variable et plus nuancée selon les familles et les espèces ciblées par les pêches.

1.5 Etat des principales familles et espèces ciblées par la pêche

Les 6 principales familles ciblées par les pêches sont représentées sur plus de 80% des stations par les poissons chirurgiens et nasons, les perroquets et les mérours. Les poissons capitaines et les vivaneaux ont été observés sur plus de 50% des stations et les carangues sur moins de 30% d'entre elles.

<p>1.5.1 FAMILLE DES ACANTHURIDAE "Les chirurgiens et nasons"</p>	 <p style="text-align: right; color: yellow;"><i>Ctenochaetus striatus</i></p>
<p>Engin/métier</p>	<p>Pêche aux filets sur Mayotte. Non exploitée à Iris.</p>
<p>Biotope</p>	<p>Présente sur l'ensemble des habitats et des structures géomorphologiques et plus particulièrement du récif barrière.</p>
<p>Richesse spécifique, fréquence d'occurrence et abondance totale</p>	<p>Observée dans 97% des stations. 25 espèces identifiées sur 29 référencées à Mayotte. Les genres <i>Acanthurus</i> (9 sp.) et <i>Naso</i> (10 sp.) sont les plus représentés. Les 2 espèces les plus fréquentes et abondantes sont des poissons chirurgiens : <i>Ctenochaetus striatus</i> (74%) et <i>Acanthurus nigrofuscus</i> (72%). Chez les nasons, <i>Naso elegans</i> est le plus fréquemment observé (53%), <i>Naso unicornis</i> étant le plus abondant.</p>
<p>Densité d'abondance</p>	<p>Pas de différence significative entre Mayotte et Iris. Les densités sont significativement plus élevées dans les habitats de corail dur et de dalle, avec un gradient d'abondance croissant de la côte vers les structures du large (barrière récifale et Iris).</p>
<p>Diagnostic : Etat satisfaisant</p> <p>Plus de 86% des espèces référencées chez les Acanthuridae ont été observées lors de cette campagne. Les plus grands poissons dominant fortement, quelle que soit l'habitat et de manière plus significative dans les passes et barrières externes. Les petits individus sont également bien présents dans tous les biotopes, mais en plus grandes abondances sur les récifs frangeants et les structures internes au lagon. La forte proportion de grands et moyens individus à Iris et à Mayotte, pris dans leur ensemble, et la proportion élevée de petits individus (recrue) dans les structures internes de ces deux zones indique un état satisfaisant pour cette famille.</p>	

<p>1.5.2 FAMILLE DES CARANGIDAE</p> <p>“Les carangues”</p>	 <p><i>Caranx melampyus</i></p>
<p>Engin/métier</p>	<p>Ligne et filets (toutes espèces/habitat) et pêche sous-marine (grandes espèces sur barrière externe, passe et Iris)</p>
<p>Biotope</p>	<p>Présente sur l'ensemble des habitats et des unités géomorphologiques, en fonction des espèces et des tailles.</p>
<p>Richesse spécifique, fréquence d'occurrence et abondance totale</p>	<p>Famille d'intérêt halieutique la moins diversifiée, la moins fréquemment observée (29% des stations) et la moins abondante. Malgré le grand nombre de station, seules 8 espèces identifiées sur 33 référencées à Mayotte. L'espèce la plus fréquente (22%) et la plus abondante est la carangue « aile bleue » (<i>Caranx melampyus</i>). Les autres espèces sont observées sur moins de 5% des observations, dont 2 petits pélagiques ciblés appartenant au seul genre <i>Decapterus</i>.</p>
<p>Densité d'abondance</p>	<p>Pas de différence entre Mayotte et Iris. Les carangues semblent plus abondantes dans les habitats de dalle/roche/détritique, sur les structures de barrière externe, de passe ainsi qu'à Iris.</p>
<p>Diagnostic famille, genre, espèce</p>	
<p>Famille</p> <p>Etat non satisfaisant</p>	<p>Seulement 24% des espèces référencées ont été observées. Plusieurs espèces récifales communes et ciblées par la pêche n'ont pas été observées (e.g. <i>C. sexfasciatus</i>, <i>C. lugubris</i>, ...). Trois autres grandes espèces inféodées au récif du genre <i>Caranx</i> sont rares (1 observation). De même, le genre <i>Carangoides</i>, généralement commun dans les structures internes et externes du lagon n'a pas été observé, malgré le grand nombre d'observation.</p>
<p><i>Caranx melampyus</i></p> <p>« Kawa bilé »</p> <p>Etat satisfaisant</p> <p>Taille max : 110 cm Taille à maturité : 35 cm Résilience : Moyenne Vulnérabilité : Forte Profondeur : 1-190 m</p>	<p>Ciblée par la pêche à la ligne et la pêche sous-marine sur les barrières externes et l'Iris. Les grands individus sont plus abondants sur les barrières externes et sur le banc de l'Iris, tandis que les petits sont sur le frangeant et les récifs internes. Les passes sont fréquentées par des individus de toutes tailles. Pas d'effet apparent de la pression de pêche sur la densité d'abondance observée, quelle que soit la taille. Possible sous-évaluation des recrues dans des habitats de mangrove et zone estuarienne, peu ou pas échantillonnés.</p>
<p><i>Complexe Decapterus macarellus + russelli</i></p> <p>« Makro »</p> <p>non évaluée</p>	<p>Regroupe 2 espèces ciblées par les pêches à la ligne et au filet à l'intérieur et en dehors du lagon. Espèces connues pour constituer des bancs abondants, non observés dans les données. Faible abondance des tailles moyennes vues uniquement sur les passes, barrière externe et Iris. Absence de grands et petits poissons. Espèces pélagiques communément observées en subsurface, strate non échantillonnée par le STAVIRO, sauf à faible profondeur. Diagnostic à consolider avec les indicateurs issus de la pêcherie.</p>

<p>1.5.3 FAMILLE DES LETHRINIDAE</p> <p>“Les capitaines”</p>	 <p><i>Monotaxis grandoculis</i></p>
<p>Engin/métier</p>	<p>Ligne (toutes espèces/habitat) et pêche sous-marine (grandes espèces sur barrière externe, passe et sur l'Iris).</p>
<p>Biotope</p>	<p>Présente sur l'ensemble des habitats et des unités géomorphologiques, en fonction des espèces et des tailles.</p>
<p>Richesse spécifique, fréquence d'occurrence et abondance totale</p>	<p>Présente dans 62% des stations. 14 espèces identifiées sur 15 référencées à Mayotte. L'espèce la plus fréquente dans les observations (50% des stations) et parmi les plus abondantes, est la « gueule pavée » (<i>Monotaxis grandoculis</i>). Les autres espèces dont les principales ciblées par la pêche ont été peu fréquentes (observées à moins de 10% des stations). Une plus petite espèce grégaire inféodée aux récifs et peu ciblée par les pêches, la « perche d'or » (<i>Gnathodentex aurolineatus</i>) peut être très abondante localement.</p>
<p>Densité d'abondance</p>	<p>Pas de différence significative entre Mayotte et Iris. Les densités semblent plus élevées dans les habitats de corail dur, mais sont variables selon les unités géomorphologiques/habitats et en fonction des espèces.</p>
<p>Diagnostic famille, genre, espèce</p>	
<p>Famille</p> <p>Etat non satisfaisant</p>	<p>Famille d'intérêt halieutique majeur à Mayotte. 93% de la diversité totale observée. Faible présence, voire rareté des plus grandes espèces d'intérêt pour la pêche à Mayotte. Les deux seules espèces les plus fréquemment observées et les plus abondantes ne sont pas ciblées par les pêches à la ligne (<i>M. grandoculis</i> et <i>G. aurolineatus</i>).</p>
<p><i>Lethrinus harak</i></p> <p>« Mbalalé »</p> <p>Etat non satisfaisant</p> <p>Taille max : 50 cm Taille à maturité : 21 cm Résilience : Moyenne Vulnérabilité : Faible Profondeur : 1-20 m</p>	<p>Ciblée par la pêche à la ligne dans les structures internes du lagon, dans les habitats détritiques, de sable et d'herbiers, auxquels l'espèce est inféodée (herbier indispensable pour les juvéniles). Principalement des grands poissons observés et peu d'individus de taille moyenne, avec des observations uniquement sur les récifs frangeant et interne. Les petits poissons n'ont pas été observés. Effet significatif de la pression de pêche sur la densité d'abondance de l'espèce. La raréfaction des herbiers de phanérogames à Mayotte pourrait également avoir une incidence sur l'état de ce stock.</p>
<p><i>Complexe Lethrinus olivaceus + microdon</i></p> <p>Etat non satisfaisant</p> <p>Taille max : 80-100 cm Taille à maturité : ? cm Résilience : Faible Vulnérabilité : Forte Profondeur : 1-150 m</p>	<p>Regroupe les 2 plus grandes espèces récifales d'intérêt majeur historique pour la pêche à la ligne à Mayotte et sur le banc. Rares dans les observations. Uniquement observées sur les structures internes du lagon. Pas de petits individus observés. L'effet de la pression de pêche ne peut être statistiquement évalué du fait de la rareté des observations de ces deux espèces ; cependant leur rareté et l'absence de petits individus sont des indices de surpêche probable.</p>

<p><i>Complexe Lethrinus rubrioperculatus + variegatus</i> « Tsangou + tsomo » Etat non satisfaisant Taille max : 50 cm Taille à maturité : ? cm Résilience : Moyenne Vulnérabilité : Modérée Profondeur : 1-150 m</p>	<p>Regroupe 2 espèces récifales d'intérêt majeur historique pour la pêche à la ligne à Mayotte et sur les bancs. Rares dans les observations quelles que soient les structures d'habitat où elles devraient être présentes. Densité plus significative de grands spécimens sur Iris. Pas de petits individus observés. L'effet de la pression de pêche ne peut être statistiquement évalué du fait de la rareté des observations de ces deux espèces ; cependant leur rareté et l'absence de petits individus sont des indices de surpêche probable.</p>
<p><i>Monotaxis grandoculis</i> « Foundrou » Etat satisfaisant Taille max : 60 cm Taille à maturité : 28 cm Résilience : Moyenne Vulnérabilité : Modérée Profondeur : 1-100 m</p>	<p>Peu ou pas ciblée par la pêche (faible capturabilité de l'espèce, notamment pour les plus grands et moyens poissons). Espèce ubiquiste, présente sur toutes les unités géomorphologiques et habitats. Espèce moins abondante sur le récif frangeant. Les poissons de taille moyenne sont significativement plus abondants, notamment à Iris. Aucun petit individu n'a été observé dans les passes. Pas d'effet apparent de la pression de pêche sur la densité d'abondance, et ce quelle que soit la classe de taille.</p>

<p>1.5.4 FAMILLE DES SCARIDAE "Les perroquets"</p>	
<p>Engin/métier</p>	<p>Pêche aux filets et dans une moindre mesure, pêche sous-marine sur les récifs de barrière externe de Mayotte. Non ciblée à Iris.</p>
<p>Biotope</p>	<p>Présente sur l'ensemble des habitats et des unités géomorphologiques et plus particulièrement sur le récif barrière.</p>
<p>Richesse spécifique, fréquence d'occurrence et abondance totale</p>	<p>Observée dans 82% des stations. 19 espèces identifiées sur 22 référencées à Mayotte. Les 2 espèces les plus fréquentes et abondantes sont <i>Chlorurus sordidus</i> (46% de stations) et <i>Scarus tricolor</i> (43% des stations).</p>
<p>Densité d'abondance</p>	<p>Pas de différence significative entre Mayotte et Iris. Les densités d'abondance sont significativement plus élevées dans les habitats de corail dur et de dalle. Les densités d'abondance les plus faibles ont été relevées sur le banc de l'Iris et sur le récif frangeant du lagon de Mayotte. Les petits individus sont également bien présents dans tous les biotopes, mais en plus grandes abondances sur les récifs frangeants et les structures internes du lagon.</p>
<p>Diagnostic : Etat satisfaisant 86% des espèces référencées à Mayotte ont été observées. Les grands poissons dominent significativement, quelle que soit l'habitat, et notamment dans les passes et les structures à fort recouvrement en corail dur et en dalle. Les petits individus sont également bien présents dans tous les biotopes, en accord avec la distribution fonctionnelle et écologique de cette famille.</p>	

<p>1.5.5 FAMILLE DES LUTJANIDAE</p> <p>“Les vivaneaux”</p>	 <p><i>Lutjanus bohar</i></p>
<p>Engin/métier</p>	<p>Ligne (toutes espèces/habitat) et dans une moindre mesure par pêche sous-marine (grandes espèces sur barrière externe, passe et Iris).</p>
<p>Biotope</p>	<p>Présente sur l'ensemble des habitats et des unités géomorphologiques, en fonction des espèces et de leur taille.</p>
<p>Richesse spécifique, fréquence d'occurrence et abondance totale</p>	<p>Observée sur 54% des stations. 10 espèces identifiées sur 23 référencées à Mayotte. L'espèce la plus fréquente dans les observations (31% des stations) et parmi les plus abondantes est <i>Macolor niger</i>, non ciblée. Observé à 25% des stations, le casse marmite (<i>Lutjanus bohar</i>) est en revanche la première espèce cible d'intérêt pour la pêche mahoraise. Deux autres plus petites espèces cibles inféodées aux récifs (<i>Lutjanus kasmira</i> et <i>Lutjanus gibbus</i>) peuvent être très abondantes localement (forte grégarité), mais sont relativement peu fréquentes dans les stations (7%). Deux grandes espèces d'intérêt majeur historiquement sont peu fréquentes et peu abondantes (<i>Aprion virescens</i> 8% des stations), voire rare (<i>Lutjanus rivulatus</i>, 1% des stations).</p>
<p>Densité d'abondance</p>	<p>Pas de différence significative entre Mayotte et Iris. Les densités d'abondance sont variables selon les unités géomorphologiques /habitat et en fonction des espèces.</p>
<p>Diagnostic famille, genre, espèce</p>	
<p>Famille</p> <p>Etat non satisfaisant</p>	<p>Famille d'intérêt halieutique majeur à Mayotte. Seulement 43% des espèces référencées ont été observées. Exception faite de <i>L. Bohar</i>, les plus grandes espèces ciblées à Mayotte sont peu fréquentes, voire rares. L'espèce la plus fréquemment et abondamment observée n'est pas ciblée (<i>M. niger</i>). Les petites espèces cibles, généralement communes dans le lagon et structures récifales externes, sont parfois localement abondantes, mais restent peu fréquentes sur la totalité des observations.</p>
<p><i>Aprion virescens</i></p> <p>« Mrongo »</p> <p>Etat non satisfaisant</p> <p>Taille max : 110 cm Taille à maturité : 45 cm Résilience : moyenne Vulnérabilité : Forte Profondeur : 0-180 m</p>	<p>Espèce historiquement importante, mais peu fréquemment observée (8% des stations), avec de faibles abondances, notamment sur les pentes externes. Les individus de taille moyenne dominant. Faible abondance des poissons de grandes et petites tailles. Distribution spatiale variable et structures de tailles déséquilibrées à Mayotte. En revanche, les 3 classes de taille sont présentes sur Iris. Dans les zones à forte pression de pêche, les petits individus n'ont pas été observés.</p>
<p><i>Lutjanus bohar</i></p> <p>« Djoumbouho »</p> <p>Etat non satisfaisant</p> <p>Taille max : 90 cm Taille à maturité : 43 cm Résilience : Moyenne Vulnérabilité : Forte Profondeur : 1-180 m</p>	<p>Principale grande espèce récifale d'intérêt majeur historiquement pour la pêche à la ligne à Mayotte et sur les bancs du large. Présente sur toutes les structures récifales. Observée dans 25% des stations échantillonnées. Pas d'effet significatif de la pression de pêche sur les densités d'abondance par classe de taille. Stock sensible à l'exploitation ; constitué pour l'essentiel de recrue, avec de plus faibles densités des poissons de grandes et moyennes tailles, surtout à l'intérieur du lagon où</p>

	ils sont particulièrement peu abondants.
<p><i>Lutjanus gibbus</i> « Dzilaché »</p> <p>Etat non satisfaisant</p> <p>Taille max : 50 cm Taille à maturité : 22 cm Résilience : Moyenne Vulnérabilité: Modérée Profondeur : 1-150 m</p>	<p>Une des « petites » espèces d'intérêt majeur pour la pêcherie. Observée dans tous les habitats, sauf les passes. Espèce pouvant être très abondante localement, mais dont la fréquence d'occurrence reste faible (7% des stations) alors que l'espèce était généralement commune à Mayotte. Les petits individus sont observés uniquement sur les récifs frangeants et ne le sont pas sur le banc de l'ris. Les plus grands poissons sont observés pour l'essentiel sur la barrière externe et à Iris. Pas d'effet significatif de la pression de pêche sur les plus grands individus. Les petits individus n'ont pas été observés dans les zones de forte pression de pêche. Possible effet de la raréfaction d'herbiers sur la disponibilité et survie des recrues.</p>

<p>1.5.6 FAMILLE DES SERRANIDAE</p> <p>“Les mérours”</p>		 <p><i>Cephalopholis argus</i></p>
Engin/métier	Ligne (toutes espèces/habitats) et dans une moindre mesure par pêche sous-marine qui cible les grandes espèces sur la barrière externe, dans les passes et à Iris.	
Structure & biotope	Présente sur l'ensemble des habitats et des unités géomorphologiques, en fonction des espèces et de la classe taille.	
Richesse spécifique, fréquence d'occurrence et abondance totale et intérêt (cible) pour la pêche artisanale mahoraise.	Observée dans 80% des stations. 21 espèces identifiées sur 44 référencées (et appartenant à la liste des espèces IEHE, voir § 1.2.1). L'espèce la plus fréquente et abondante dans les observations (37% des stations) est <i>Cephalopholis argus</i> . Les deux premières espèces d'intérêt majeur pour les pêches sont <i>Aethaloperca rogae</i> (28% des stations) et <i>Variola louti</i> (17% des stations). Les autres espèces d'intérêt pour la pêche, dont les plus grandes, ont été observées à moins de 10% des stations et présentent des niveaux d'abondance très variables selon les espèces. Ainsi la babone (<i>Plectropomus laevis</i> , 8% des stations), est particulièrement recherchée par les pêcheurs sous-marins sur la barrière externe et à Iris.	
Densité (Nbind/100m ²)	Plus abondante à Iris. Les densités sont variables selon les structures récifales/habitats/espèces.	
Diagnostic famille, genre, espèce		
Famille Grandes espèces (loches) : Etat non satisfaisant Autres espèces : Etat satisfaisant	Famille d'intérêt halieutique majeur à Mayotte. 47% des espèces référencées ont été observées. La densité d'abondance est plus faible à Mayotte qu'à Iris, quel que soit l'habitat. Les plus grandes espèces de loche (taille max >1m) inféodées aux récifs (<i>E. tukula</i> , <i>E. malabaricus</i> , <i>E. lanceolatus...</i>) (en 2014). L'abondance totale de cette famille dans les données est essentiellement représentée par des espèces de longueur totale excédant rarement 60 cm.	
<i>Cephalopholis argus</i> « Tséhélé » Etat satisfaisant Taille max : 60 cm Taille à maturité : ? cm Résilience : Moyenne Vulnérabilité : Modérée Profondeur : 1-40 m	La plus fréquemment observée (37% des stations) et la plus abondante dans les observations. Les trois classes de taille sont bien représentées dans tous les habitats. Les petits individus sont particulièrement abondants sur le récif frangeant. Les individus de grandes et moyennes tailles sont bien présents sur le récif barrière, dans les passes et à Iris. Pas d'effet significatif de la pression de pêche sur les abondances. Cependant l'espèce est peu ou pas ciblée pour cause de faible capturabilité à la ligne.	
<i>Aethaloperca rogae</i> « Mzoussi moudou » Etat satisfaisant Taille max : 60 cm Taille à maturité : 35 cm Résilience : Moyenne Vulnérabilité : Modérée	La seconde espèce (28% des stations) la plus abondante dans les observations. Les trois classes de taille sont bien représentées dans les habitats, exception faite des petits individus non observés dans les passes et récifs internes. Ces petits individus sont en revanche particulièrement abondants sur le récif frangeant et à Iris. Les individus de grande et surtout de moyenne tailles sont bien présents à Iris et sur toutes les structures récifales du lagon. Pas d'effet significatif de la	

Profondeur : 3-60 m	pression de pêche sur les abondances par classe de taille. Cette espèce ubiquiste est ciblée par la pêche à la ligne.
<p><i>Variola louti</i> « Koutsi mcha dzindzano »</p> <p>Etat satisfaisant</p> <p>Taille max : 80 cm Taille à maturité : 48 cm Résilience : Moyenne Vulnérabilité : Modérée à forte Profondeur : 3-150 m</p>	<p>Dans le système lagonaire, l'espèce est bien présente dans tous les habitats, en fonction des tailles. Les grands individus sont significativement plus abondants que les autres classes de taille, notamment sur la barrière externe. Les recrues sont plus abondantes sur le récif frangeant, mais également présentes sur le récif interne et la barrière externe en abondances moindres. A Iris, les densités d'abondance sont plus élevées qu'à Mayotte et les trois classes de taille sont bien représentées. Pas d'effet négatif de la pression de pêche sur les densités d'abondances par classe de taille, les densités d'abondance sont significativement plus élevées sur les zones à forte pression de pêche.</p>
<p><i>Plectropomus laevis</i> « Mzoussi dzindzano »</p> <p>Etat non satisfaisant</p> <p>Taille max : 125 cm Taille à maturité : ? cm Résilience : Moyenne Vulnérabilité : Modérée à forte. Profondeur : 4-100 m</p>	<p>Une des « grandes » espèces d'intérêt majeur pour la pêche. Observée dans tous les habitats, sauf sur la barrière interne, mais avec une fréquence faible (8% des stations). A Mayotte, les petits individus ont été observés uniquement sur les récifs frangeant et interne. Les grands et moyens individus ont été observés pour l'essentiel sur les récifs internes, la barrière externe et dans les passes. À Iris, seuls les grands individus sont présents dans les observations. L'effet de la pression de pêche globale est difficilement testable. Cependant, la faible fréquence d'occurrence de l'espèce et le fait qu'elle n'ait pas du tout été observée dans les zones de pression de pêche moyenne, ainsi que l'absence des petits individus dans les stations situées en zone de forte pression de pêche, alors que l'espèce est relativement largement distribuée sur tous les habitats, suggère un possible effet de la pêche.</p>

1.6 Construction de l'indicateur « Ressources halieutiques récifales » et ébauche d'une grille de lecture.

Cette question a été abordée dans l'étude pilote de 2014 (Roman et Pelletier, 2016). Les propositions qui y sont faites sur la base de seuils restent d'actualité. Cependant, comme décrit précédemment, il n'est pas pertinent, sur la base des résultats de cette évaluation initiale, d'évaluer des seuils de référence pour qualifier l'état des peuplements halieutiques. Ces seuils devraient être réactualisés lors des prochaines évaluations pour intégrer toute la variabilité du système, ce qui aurait pour conséquence, de possiblement modifier les diagnostics au cours du temps, situation non souhaitable.

Dans le cadre de cette étude, l'indicateur « ressources halieutiques récifales » a été évalué comme étant dans un état « satisfaisant » sur la base d'un diagnostic intégrant les indices STAVIRO collectés en 2017 et des connaissances bioécologiques sur les principales espèces halieutiques. Pour autant, il est important de considérer l'hétérogénéité des statuts évalués, selon que l'on se situe à l'échelle du peuplement ou du stock. La définition d'un indicateur synthétique comme celui des « ressources halieutiques récifales » ne peut se faire sans un travail de co-construction avec le gestionnaire que nous proposons de mettre en place sur la base de cette étude. Les questions et les priorités de gestion (maintien/amélioration, conservation/restauration des communautés, peuplements, stocks...) détermineront les différents indicateurs à considérer ainsi que la pondération à leur attribuer pour définir une grille de lecture qui qualifierait au mieux l'état des ressources selon les objectifs fixés et les résultats attendus.

2 Discussion et recommandations

Les diagnostics des peuplements et des famille/espèces d'intérêt halieutique mettent en évidence des états contrastés :

- A l'échelle des peuplements, toutes espèces confondues, il n'y a pas de signe patent d'un état non satisfaisant lié à la pression de pêche.
- L'état satisfaisant des peuplements s'explique en grande partie par les familles les plus diversifiées et les plus abondantes telles que les poissons chirurgiens et les perroquets (herbivores & invertivores), ainsi que les labres (se nourrissent généralement de petits invertébrés benthiques sur les fonds sableux et/ou algues).
- Les principales familles d'intérêt halieutique majeur (les grands carnivores) ne sont pas dans un état satisfaisant, conséquence de la perte de diversité dans les structures d'habitats, avec de faibles abondances relatives, et bien souvent des effets de troncature des structures de tailles caractérisés par l'absence de recrues (petits poissons) et/ou de géniteurs (grands poissons), ce qui accentue de fait leur sensibilité à l'exploitation et questionne sur leur maintien.
- Les principales espèces caractérisées par un état satisfaisant sont généralement celles dont les tailles maximales ou communes ne dépassent pas 60 cm.
- Les plus grandes espèces ciblées historiquement sont rares, voire absentes des comptages sur les habitats du lagon et des récifs externes (jusqu'à 60 mètres de profondeur), caractéristiques d'une pression de pêche passée excessive sur ces espèces généralement qualifiées de très vulnérables.
- L'état de santé du système corallien et la diversité des habitats essentiels, tels que les recouvrements en coraux vivants et les herbiers agissent sur l'état et la structure des peuplements ichtyologiques.

L'analyse des indices de richesse spécifique (Rs) et d'abondance des espèces d'intérêt halieutique à Mayotte en considérant les zonations en complexes récifaux proposées par Wickel et Thomassin (2005) a mis en évidence :

- La sensibilité de la Rs à la surface, ainsi qu'à la diversité des structures et des habitats échantillonnés. Ce résultat peut représenter une limite à la constitution de série temporelle et à l'analyse comparative de cet indice lorsque l'effort d'échantillonnage surfacique et la diversité des habitats prospectés diffèrent significativement entre les études.
- L'absence d'une dépendance spatiale de la densité d'abondance. Cela permettrait la construction d'une série temporelle d'indice d'abondance « STAVIRO » à partir de suivis dit « allégés » (prévus tous les 2 ans) et de suivis plus conséquents à l'échelle de Mayotte (envisagés tous les 6 ans).

La mise en évidence d'une relation de la richesse spécifique et de l'abondance avec la profondeur sur les récifs externes, préconise la considération de cette strate dans les futurs plans d'échantillonnage sur les barrières externes du lagon de Mayotte et de l'Iris. Les habitats compris entre 20 et 60 mètres de profondeur devraient être mieux considérés. Cela permettrait notamment de mieux rendre compte des structurations en taille des stocks (les plus grands poissons pouvant y être plus abondants) et de l'impact des efforts de pêche qui y sont exercés.

Le manque d'éléments contextuels sur les sites protégés (e.g. description des habitats, ancienneté du statut, usages, braconnage ? ...) ne permet pas d'expliquer l'absence de mise en évidence d'effet du statut de protection dans les résultats, si ce n'est un résultat d'échantillonnage pouvant être qualifié de non équilibré selon le niveau de protection (partielle, intégrale) et les structures d'habitats échantillonnées.

L'absence d'effet de la pression de pêche sur les peuplements et espèces, quel que soit le niveau d'intensité pourrait être le fait :

- De la difficulté et de l'imprécision des estimations des niveaux d'effort de pêche dans les habitats étudiés.
- D'une adaptation spatiale des pêcheurs, qui comme tout prédateur du système, se déplacent pour exploiter en priorité les zones où la disponibilité de la ressource est la plus élevée à un instant donné. Il est dans ce cas difficile de discerner l'effet d'une pression de pêche qui s'adapte et évolue dans l'espace et le temps, à la recherche des habitats les plus « productifs ».

Sur l'îlot M'Bouzi, une étude spécifique incluant un plan d'échantillonnage adapté sera nécessaire pour répondre à la question sur « l'effet réserve ». Une bonne connaissance préalable des habitats et du contexte de la pêche autour de l'îlot est nécessaire. Il est préconisé de bien considérer les périodes pour disposer des conditions optimales d'échantillonnage (eaux claires).

Sur l'Iris, nous recommandons de mieux considérer les différentes structures d'habitats singuliers mis en évidence dans les résultats du projet EPICURE pour les futurs suivis. De par leur effet structurant sur la diversité et la distribution spatiale des espèces selon les tailles (âge), ces différents habitats exploités doivent être échantillonnés pour affiner le diagnostic des peuplements au regard de la pêche.

Les résultats de cette étude corroborent le fait que le bon état écologique et fonctionnel des différentes structures d'habitat est salubre pour le maintien des peuplements et des stocks au cours de leur cycle de vie. Au-delà de la seule pression de pêche, l'état de santé des habitats (coraux vivants, herbiers...) affecte directement la richesse spécifique et l'abondance des peuplements ichthyologiques (favorablement ou pas). Il a été mis en évidence en 2014 et 2017, un gradient croissant côte-large des indices de richesse spécifique et d'abondance selon la taille (âge) des poissons. Les structures internes au lagon, et tout particulièrement les récifs frangeants, sont des habitats essentiels pour le développement et la survie des stades juvéniles. Ils sont d'autant plus sensibles aux pressions anthropiques qu'ils sont proches du trait côtier. Il serait opportun de disposer d'un indice « d'anthropisation » qualifiant l'état de santé des différents habitats récifaux étudiés au regard des conséquences des activités humaines (e.g. envasement, piétinement, pollution, mortalité...). Une meilleure caractérisation préalable de l'état de santé des habitats permettrait d'améliorer la précision des indicateurs suivis, notamment pour qualifier l'effet des mesures de gestion mises en place.

3 Bibliographie

Clua E., Legendre P., Vigliola L., Magron F., Kulbicki M., Sarramegna S., Labrosse P., Galzin R. (2006). Medium scale approach (MSA) for improved assessment of coral reef fish habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 333, 219–230. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.12.010>

Dedeken M., Ballorain K. (2015) Les herbiers marins de Mayotte : état des lieux des herbiers intertidaux en 2014. Parc naturel marin de Mayotte / Agence des aires marines protégées

Froese R., Pauly D. 2018. Editors. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2018). <https://www.fishbase.de/search.php> (accessed 3.4.19).

Gaboriau M. (2019). Rapport de synthèse sur le traitement et l'analyse de données vidéo Staviro acquises dans le périmètre du Parc Naturel Marin de Mayotte en 2017. Collaboration Ifremer/AFB-PNMM (Livrable n°4). <https://doi.org/10.13155/59661>

Giannasi P., Gaboriau M. (2017). Définition de l'indicateur de l'état de santé des ressources halieutiques récifales dans les eaux mahoraises par l'utilisation du protocole « Stations Vidéos Rotatives » STAVIRO. Rapport de campagne du 6 au 24 novembre 2017. <https://doi.org/10.13155/59660>

Maurel L. (2019). Structuration et reprise des traitements et analyses des données STAVIRO issues des campagnes vidéo Mayotte (2017) et Epicure (2016) dans la BD Récif. Document technique interne Ifremer/Kart'eau. 20p.

Pelletier, D., Gamp, E., Reecht, Y., Bissery, C. (2011). Indicateurs de la Performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usages (PAMPA). Rapport scientifique final du projet PAMPA : 58 p.

Pelletier, D., Bissery, C., Gonson, C. (2014). Guide d'utilisation des outils du projet PAMPA (Indicateurs de la Performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usages). Version 2. Rapport IFRECOR dans le cadre de la Convention n° AAMP/12/089 - IFREMER 12/2 212 911/F, IFREMER : 96 p.

Pelletier, D., Carpentier, L., Roman, W., Bockel, T. (2016). La vidéo rotative autonome pour l'observation des habitats et de la macrofaune côtiers. Guide méthodologique des systèmes STAVIRO et MICADO. Rapport AMBIO/A/1. IFREMER Nouméa. 89 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00357/46859/>.

Roman W., Pelletier D. (2016). Utilisation de la technique vidéo STAVIRO pour l'observation et le suivi des ressources et des écosystèmes récifo-lagonaires de Mayotte. Etude pilote et recommandations pour les suivis futurs. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00373/48421/>

Wickel J., Jamon A., Pinault M., Durville P., Chabanet P. (2016). Composition et structure des peuplements ichthyologiques marins de l'île de Mayotte (sud-ouest de l'océan Indien). [10.13140/RG.2.1.4098.4084](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4098.4084).

Wickel J., Thomassin B.A. (2005). Les récifs coralliens frangeants de l'île de Mayotte (grande terre) : bilan de l'état de santé en 2004 et évolution depuis 1989., ESPACES Ingénierie de l'Environnement. Direction de l'agriculture et de la forêt. Ministère de l'écologie et de l'environnement : 100. <http://ifrecor-doc.fr/items/show/1448> (accessed 2.7.19).

4 Annexes techniques

Annexe 1 : Gaboriau Matthias (2019). Rapport de synthèse sur le traitement et l'analyse de données vidéo Staviro acquises dans le périmètre du Parc Naturel Marin de Mayotte en 2017. Collaboration Ifremer/AFB-PNMM (Livrable n°4). <https://doi.org/10.13155/59661>

Annexe 2 : Maurel Laurence (2019). Structuration et reprise des traitements et analyses des données STAVIRO issues des campagnes vidéo Mayotte (2017) et Epicure (2016) dans la BD Récif. Document technique interne Ifremer/Kart'eau. 20p.

ANNEXE 1

TRAITEMENT ET ANALYSE DE DONNEES VIDEO STAVIRO ACQUISES DANS LE PERIMETRE DU PARC NATUREL MARIN DE MAYOTTE EN 2017



ETUDES ET EXPERTISES EN ECOLOGIE MARINE

RAPPORT DE SYNTHÈSE SUR LE TRAITEMENT ET L'ANALYSE DE DONNÉES VIDEO STAVIRO ACQUISES DANS LE PÉRIMÈTRE DU PARC NATUREL MARIN DE MAYOTTE EN 2017 (COLLABORATION IFREMER/AFB-PNMM) (LIVRABLE N°4)

AUTEUR : MATTHIAS GABORIAU



Comité de suivi de projet : David ROOS, Paul GIANNASI et Dominique PELLETIER

Financeurs / Maîtres d'ouvrage : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) et Agence Française pour la Biodiversité (AFB) – Parc Naturel Marin de Mayotte (PNMM)



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



TABLE DES MATIERES

Auteur : Matthias GABORIAU	1
1. Contexte et objectifs de l'étude	1
2. Méthodologie	2
2.1 Le système STAVIRO	2
2.2 Caractérisation de l'habitat et établissement de la typologie.....	2
2.3 Analyse ichtyologique	3
2.4 Analyse des données sur la faune ichtyologique.....	3
2.4.1 Choix des métriques et variables explicatives.....	3
2.4.2 Méthode de calcul et analyses statistiques : La PLATEFORME PAMPA	4
3. Résultats	6
3.1 Distribution des stations	6
3.2 typologie d'habitat.....	8
3.3 Peuplement ichtyologique – Fiches métriques.....	11
3.3.1 Fréquences d'occurrence des principales familles.....	11
3.3.2 Fréquences d'occurrence des espèces chez les Acanthuridae.....	12
3.3.3 Fréquences d'occurrence des espèces chez les Carangidae	13
3.3.4 Fréquences d'occurrence des espèces chez les Lethrinidae	14
3.3.5 Fréquences d'occurrence des espèces chez les Lutjanidae	15
3.3.6 Fréquences d'occurrence des espèces chez les Scaridae.....	16
3.3.7 Fréquences d'occurrence des espèces chez les Serranidae	17
3.3.8 Fréquences d'occurrence des espèces remarquables	18
3.3.9 Richesse spécifique totale	19
3.3.10 Densité d'abondance totale	21
3.3.11 Densité d'abondance totale des Acanthuridae	23
3.3.12 Densité d'abondance totale des Carangidae.....	25
3.3.13 Densité d'abondance de <i>Caranx melampygus</i>	26
3.3.14 Densité d'abondance de <i>Decapterus macarellus</i> + <i>D. russelli</i>	27
3.3.15 Densité d'abondance totale des Lethrinidae	28
3.3.16 Densité d'abondance de <i>Lethrinus harak</i>	29
3.3.17 Densité d'abondance de <i>Lethrinus olivaceus</i> + <i>L. microdon</i>	30
3.3.18 Densité d'abondance de <i>Lethrinus rubrioperculatus</i> + <i>L. variegatus</i>	31
3.3.19 Densité d'abondance de <i>Monotaxis grandoculis</i>	32
3.3.20 Densité d'abondance totale des Lutjanidae.....	34
3.3.21 Densité d'abondance de <i>Aprion virescens</i>	35

3.3.22	Densité d'abondance de <i>Lutjanus bohar</i>	36
3.3.23	Densité d'abondance de <i>Lutjanus gibbus</i>	37
3.3.24	Densité d'abondance totale des Scaridae	38
3.3.25	Densité d'abondance totale des Serranidae	40
3.3.26	Densité d'abondance d' <i>Aethaloperca rogaa</i>	41
3.3.27	Densité d'abondance de <i>Cephalopholis argus</i>	42
3.3.28	Densité d'abondance de <i>Plectropomus laevis</i>	43
3.3.29	Densité d'abondance de <i>Variola louti</i>	44
4.	Synthèse	45
5.	Bibliographie.....	47
6.	Annexes	48
6.1	Cartographie des richesses spécifiques à l'échelle de l'île	48
6.2	Richesse spécifique en fonction de la structure géomorphologique	49
6.3	Richesse spécifique en fonction de la classe de profondeur et de l'habitat pour les stations de barrière externe	49
6.4	Richesse spécifique en fonction de l'effort de pêche et de l'habitat	49
6.5	Richesse spécifique en fonction du statut de protection	50
6.6	Cartographie des densités totales à l'échelle de l'île.....	51
6.7	Densité totale en fonction de la structure géomorphologique	52
6.8	Densité totale en fonction de la classe de profondeur et de l'habitat pour les stations de barrière externe	52
6.9	Densité totale en fonction de l'effort de pêche et de l'habitat.....	52
6.10	Densité totale en fonction de l'effort de pêche et de la classe de taille	53
6.11	Densité totale en fonction du statut de protection.....	53
6.12	Carte des densités totales d' <i>Acanthuridae</i>	54
6.13	Carte des densités totales de <i>Carangidae</i>	55
6.14	Carte des densités totales de <i>Lethrinidae</i>	56
6.15	Carte des densités totales de <i>Lutjanidae</i>	57
6.16	Carte des densités totales de <i>Scaridae</i>	58
6.17	Carte des densités totales de <i>Serranidae</i>	59
6.18	Liste des espèces observées par STAVIRO	60
6.19	Tableau de synthèse des informations sur les stations STAVIRO	66

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Mayotte est l'une des quatre îles appartenant à l'archipel des Comores, situé à l'entrée nord du Canal du Mozambique, au nord-ouest de Madagascar et à environ 400 kilomètres des côtes africaines les plus proches. Elle est composée de deux îles, Grande-Terre et Petite-Terre, qui sont entourées par l'un des plus grands lagons du monde (1100 km²). Au nord-ouest de Grande-Terre, le banc de l'Iris se distingue par un complexe de récifs barrières entourant une caldera submergée. Le lagon en son centre qui, par endroit, atteint des profondeurs supérieures à 60 mètres, abrite de très nombreux pinacles et massifs coralliens (Roos et al., 2017). Ces particularités en font une zone singulière de l'île mahoraise au regard des successions récifales plutôt classiques « frangeant – lagon – barrière », qui entourent une grande partie du reste de l'île.

Depuis 2010, le Parc Naturel Marin de Mayotte (PNMM) veille à concilier protection du milieu marin et développement durable des activités, comme la pêche professionnelle, second secteur d'activité économique de l'île. Au sein du lagon, la chasse sous-marine y est strictement interdite et les différentes activités de pêche vivrière et traditionnelle y sont fortement contrôlées, notamment dans les zones de protection partielle (M'Bouzi et Papani-Saziley) et intégrale (Passe en S et N'Gouja). Le plan de gestion, qui a vu le jour en 2013, fixe pour 15 ans les actions à mettre en œuvre pour parvenir aux objectifs de conservation des ressources et de protection de l'environnement marin. Parmi ces derniers, la gestion des stocks halieutiques du lagon mahorais, représente un enjeu des plus importants, dans le contexte actuel de croissance constante de la population et des pressions (dont la pêche) exercées.

Dans ce cadre, une étude pilote réalisée en 2014 (Roman and Pelletier, 2016), a proposé d'utiliser la technique vidéo STAVIRO pour réaliser une évaluation et un suivi des ressources et des écosystèmes récifaux-lagonaires de Mayotte. Une campagne a donc été conduite pour échantillonner les récifs situés dans la partie sud-est du lagon mahorais. Elle a permis de déployer 104 stations STAVIRO de 0 à 34m. Les données issues de l'analyse des images ont permis d'établir plus de quarante indicateurs des ressources halieutiques et de la biodiversité ichtyologique. En conclusion de cette étude pilote, plusieurs recommandations ont été formulées, notamment la réalisation d'un état initial des ressources halieutiques à l'échelle du lagon de Mayotte. Cette dernière a été suivie par les responsables du PNMM, puisqu'en novembre 2017, une seconde campagne STAVIRO réalisée par la DOI Ifremer en collaboration avec le PNMM, a permis de déployer 273 stations sur l'ensemble du lagon mahorais y compris le banc de l'Iris. Après analyses complètes, le nombre de stations finalement exploitables est de 195, contre 203 initialement validées dans le rapport de campagne (Giannasi et Gaboriau, 2017)

L'objectif de ce rapport est donc de présenter les analyses des principaux indicateurs issus de la campagne 2017, telles que la richesse spécifique et les densités d'abondance des peuplements ichtyologiques d'intérêt halieutique des complexes récifaux de l'île de Mayotte. Les résultats de l'étude seront scindés en trois parties. La première consistera en un bilan de l'échantillonnage détaillant la répartition des stations au sein des différentes zones naturelles et réglementaires. La seconde présentera les résultats de la caractérisation de l'habitat de chaque unité d'observation et de la construction d'une typologie d'habitat commune. La troisième, sous forme de fiches métriques, aura pour objectif de décrire les peuplements de poissons. Des indicateurs de richesse spécifique, de densité totale et de fréquence d'occurrence seront présentés dans un premier temps et analysés en fonction de certaines variables telles que l'habitat, le statut de protection, l'effort de pêche ou encore, la géomorphologie de la zone environnante. Puis, l'étude de cet indicateur de densité sera réalisée en fonction de l'habitat au niveau des principales familles halieutiques, puis en fonction de la classe de taille et de l'effort de pêche pour certaines espèces particulièrement ciblées par la pêcherie. Enfin, une synthèse regroupera les principaux résultats à retenir et à prendre en compte pour les prochaines évaluations des stocks et de l'efficacité des mesures de gestion prises par le PNMM.

2. METHODOLOGIE

2.1 LE SYSTEME STAVIRO

Le système vidéo STAVIRO (station vidéo rotative - SVR) a été élaboré par l'Unité de Recherche Lagons, Ecosystèmes et Aquaculture Durable de la délégation Ifremer de Nouvelle-Calédonie et mis en application à grande échelle dans le cadre du projet AMBIO « Aires Marines protégées, Patrimoine Mondial et Biodiversité » en Nouvelle Calédonie (Pelletier et al., 2016). C'est un système autonome, permettant d'acquérir des images vidéo haute définition, basé sur la méthodologie dite du point fixe rotatif. Cette méthode repose sur un réseau de stations ou « unités d'observation » de forme circulaire, sur lesquelles sont dénombrés les poissons vus au cours d'un intervalle de temps prédéfini. Elle offre donc la possibilité, de mesurer l'abondance et la diversité de l'ichtyofaune en conditions non perturbées (par la présence d'un observateur), dans divers habitats et dans un espace géographique étendu (Pelletier et al., 2012). Enfin, elle permet de construire des cartes d'indicateurs, avec des grilles de lecture facilement interprétables par les gestionnaires. Pour plus de détails, l'ensemble de la méthodologie STAVIRO, ainsi que sa mise en œuvre sont décrites dans Pelletier et al., (2015).

2.2 CARACTERISATION DE L'HABITAT ET ETABLISSEMENT DE LA TYPOLOGIE

La structure des peuplements de poissons est largement influencée par le type d'habitat, sa complexité, ainsi que par l'état de santé des communautés coralliennes (Chabanet et al., 1997 ; Connell and Kingsford, 1998 ; Friedlander and Parrish, 1998). La méthode STAVIRO doit donc permettre d'identifier et de quantifier les principales caractéristiques de l'habitat présent sur la surface d'observation et de comptage des poissons. Deux étapes sont donc nécessaires pour établir une typologie d'habitats : une phase de caractérisation par observation de l'environnement du STAVIRO et une phase d'analyse de ces données.

La caractérisation de l'habitat est réalisée selon le protocole mis en place par IFREMER sur le programme AMBIO (Pelletier et al., 2016). Ce dernier est basé sur la méthode paysagère « MSA » (Clua et al., 2006), la classification de recouvrement des coraux de Wickel et Thomassin (2005), ainsi que sur l'identification des morphologies des coraux de Faure et al., (2008). Pour chaque station, l'habitat est décrit via des paramètres biotiques et abiotiques, évalués en pourcentage. Sur chacun des 6 secteurs d'une rotation de 360°, la topographie, la complexité, le recouvrement en substrat (sable, débris, blocs rocheux, etc.), la couverture corallienne (morte, vivante et blanchie), les formes dominantes du corail vivant (encroûtant, massif, digité, branchu, foliaire, tabulaire), le recouvrement en herbier, le recouvrement algal, ainsi que la présence d'espèces remarquables (éponges, corail mou, gorgones, holothuries, etc.) sont relevés. Les moyennes des taux de recouvrements et les somme des comptages d'espèces remarquables sont calculées sur les six secteurs, afin de caractériser la station dans son ensemble.

La construction de la typologie d'habitat basée sur ces données, consiste à réaliser une Analyse en Composantes Principales (ACP) suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), afin de regrouper les unités d'observation en plusieurs « classes ». Pour cela, seules les 12 variables suivantes ont été retenues pour les analyses : la profondeur, la topographie, la complexité, le pourcentage de recouvrement du substrat (en sable, débris et petits blocs, moyens blocs, gros blocs-roche et dalle), le pourcentage en corail vivant et mort, ainsi que les taux de recouvrements en algues hautes et en herbier. La première analyse sert à identifier et quantifier la participation de chaque variable/axe dans l'explication de la variance entre les données de notre échantillon. Puis, la seconde utilise les résultats de cette première analyse pour former des classes regroupant les unités d'observation les plus semblables entre elles, afin de minimiser la variance au sein des classes. Ainsi, chaque unité

d'observation est caractérisée par un habitat-type utilisé comme facteur explicatif dans l'analyse des peuplements ichtyologiques.

2.3 ANALYSE ICHTYOLOGIQUE

L'identification et le comptage de l'ichtyofaune sont réalisés sur trois rotations consécutives de 3 minutes chacune. L'identification est réalisée en accord avec un référentiel d'espèces présentes dans la zone. Le comptage s'effectue secteur par secteur jusqu'à la limite de visibilité (10 mètres maximum). Les poissons se déplaçant d'un secteur à l'autre ne sont pas recomptés. Chaque individu est identifié au niveau taxonomique le plus précis possible, classé en groupe de taille (petit, moyen ou grand) au regard de la taille maximale connue de son espèce (Froese, R. and D. Pauly, 2018) et sa distance à la caméra est notée, s'il se situe entre 5 et 10 mètres. Cette distance sera prise en compte pour les calculs de densités par unité d'observation. Les abondances des six secteurs d'une même rotation sont alors cumulées par espèce, puis une moyenne est réalisée sur l'ensemble des trois rotations. **Pour la présente étude qui a pour principal objectif de fournir un état des peuplements halieutiques de la zone, seules les espèces présentant une taille maximale strictement supérieure à 18 cm, donc un intérêt économique potentiel, ont été identifiées et comptabilisées.**

2.4 ANALYSE DES DONNEES SUR LA FAUNE ICHTYOLOGIQUE

2.4.1 CHOIX DES METRIQUES ET VARIABLES EXPLICATIVES

Le choix des métriques présentées dans ce rapport a été le fruit d'une concertation avec les gestionnaires, au regard du plan de gestion du parc, de leur connaissance des données fournies régulièrement par le SIH (Système d'Information Halieutique) et des recommandations préconisées dans le rapport de l'étude pilote de 2014 (Roman and Pelletier, 2016). Elles sont établies à partir de l'analyse d'un indice (abondance, densité, etc.) portant sur l'ensemble de la population ou seulement une partie (famille ou espèce), en fonction de différentes variables explicatives (habitat, profondeur, etc.) qui sont acquises par le protocole STAVIRO lors de l'échantillonnage ou collectées en parallèle.

Les trois grands indices populationnels sur lesquels cette étude se focalise sont la fréquence d'occurrence, la richesse spécifique et la densité d'abondance. Ces trois indices sont des standards dans les évaluations des peuplements ichtyologiques par STAVIRO et doivent être considérés comme suit dans cette étude :

Fréquence d'occurrence = proportion de stations où la famille/espèce a été observée dans un rayon de 10 m autour de la caméra. Cette métrique correspond à une durée d'observation de 9 min.

Richesse spécifique = nombre d'espèces dénombrées par unité d'observation dans un rayon 10 m autour de la caméra. Cette métrique correspond à une durée d'observation de 9 min et pour les espèces dont la taille maximale est strictement supérieure à 18 cm, sauf pour les Chaetodontidae.

Densité d'abondance = nombre d'individus dans un rayon de 5m autour de la caméra, soit une surface de 78.5 m². Les densités sont évaluées sur une durée d'observation de 3 min (moyenne sur trois rotations de 3min) et sont ramenées à une surface de 100 m². Elle est donc exprimée en nombre d'individus par 100 m². Les poissons appartenant au genre *Heteroconger spp.* ne sont pas pris en compte, car leurs fortes densités peut biaiser le calcul de cet indice. Ces espèces ne présentent, en outre, aucun intérêt halieutique.

La réponse de ces trois indices est analysée en fonction d'une ou plusieurs variables explicatives pour aboutir à l'obtention d'un indicateur écologique. La liste des variables explicatives utilisées, ainsi que leurs modalités sont décrites dans le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Variables explicatives utilisées dans l'analyse des peuplements ichtyologiques, origine des données et modalités que peut prendre la variable.

Variable	Origine de la donnée	Modalités
Complexe récifal	Utilisée à l'origine pour caractériser les récifs frangeants dans les travaux de Wickel et Thomassin (2005), elle permet d'englober également les récifs barrières, les îlots et les bancs récifaux	Iris
		Mtsamboro-Choizil,
		Récif du nord-est,
		Choa-Petite Terre
		Pamandzi-Hajangoua-Bandrélé
		Bambo est
		Récif du sud
Structure géo-morphologique	Issue des travaux de cartographie publiés dans l'Atlas des récifs coralliens de l'Océan Indien Ouest (Andréfouët et al., 2009)	Barrière submergée ouest
		Récif frangeant
		Récif interne (patch corallien)
		Barrière interne
		Passe
		Barrière externe
Effort de pêche	Données issues des suivis OBSDEB du SIH du Parc Naturel Marin de Mayotte	Iris
		Faible
		Moyen
Statut de protection	Coordonnées des différentes zones de réserves gérées par le PNMM	Fort
		HR (hors réserve)
		PP (protection partielle)
Classe de profondeur *	Donnée acquise lors de la présente étude	RE (réserve intégrale)
		< 20 à mètres
Classe de taille des individus	Donnée acquise lors de la présente étude et définie en fonction de la taille maximale de l'espèce (Froese, R. and D. Pauly, 2018)	> 20 à mètres
		Petit (< à 33 % de la Tmax)
		Moyen (de 34 à 66 % de la Tmax)
		Grand (> à 67 % de la Tmax)
* Cette variable n'a été étudiée que pour la structure géomorphologique de barrière externe.		

2.4.2 METHODE DE CALCUL ET ANALYSES STATISTIQUES : LA PLATEFORME PAMPA

Le calcul des métriques et l'analyse de leur significativité par des modèles statistiques sont réalisés grâce à l'outil de calcul « Ressources et biodiversité » de la plateforme PAMPA développée dans le cadre du projet éponyme (Pelletier et al., 2011 ; 2014).

La plateforme met à disposition plusieurs analyses statistiques dont les modèles linéaires que nous utiliserons dans cette étude pour les comparaisons spatiales. L'outil d'analyse statistique propose d'ajuster des modèles linéaires gaussiens (analyse de variance) sur données log-transformées ou non, ainsi que des modèles linéaires généralisés (GLM) avec des distributions Gamma, binomiale négative et binomiale. Le choix de la distribution dépend de la nature de la métrique. En dépit de leur plus grande complexité théorique, les GLMs produisent ici des résultats similaires et aisés à interpréter. Différents modèles et leur distribution théorique sont proposés à l'utilisateur et celui dont la distribution s'ajuste

le mieux aux données selon le critère d'information d'Akaike (AIC, le plus petit possible) est présélectionné (Pelletier et al., 2014).

Le Tableau 2 ci-dessous présente la liste des métriques étudiées en fonction des variables explicatives et des niveaux d'analyse, ainsi que le modèle et la distribution des données choisis.

Tableau 2 : Modèles statistiques et distribution de données sélectionnés pour l'étude de la réponse des indices en fonction des variables explicatives et de l'échelle d'analyse (peuplement global, famille ou espèce).

Echelle du peuplement	Indice	Variable(s) explicative(s)	Modèle statistique
Peuplement global	Fréquence d'occurrence globale des familles		
	Richesse spécifique totale moyenne par unité d'observation	Complexes récifaux, structure géomorphologique, habitat, statut de protection, effort de pêche	GLM ^{bi-}
		Profondeur (sur barrière externe uniquement)	ANOVA ^{Lt}
		Profondeur + habitat (sur barrière externe uniquement)	ANOVA (loi normale)
		Effort de pêche + habitat	GLM ^{bi-}
	Densité totale moyenne par unité d'observation	Complexes récifaux, structure géomorphologique, habitat, statut de protection, effort de pêche	ANOVA ^{Lt}
		Profondeur (sur barrière externe uniquement)	ANOVA ^{Lt}
		Profondeur + habitat (sur barrière externe uniquement)	ANOVA ^{Lt}
		Effort de pêche + habitat	ANOVA ^{Lt}
		Effort de pêche + classe de taille	GLM ^γ
Familles d'intérêt halieutique *	Fréquence d'occurrence globale des espèces appartenant à la famille		
	Densité totale moyenne par unité d'observation	Habitat + site	ANOVA ^{Lt} et GLM ^γ
	Densité totale moyenne par unité d'observation	Classe de taille + structure géomorphologique	GLM ^γ
Espèces remarquables **	Fréquence d'occurrence à l'échelle de l'île		
Espèces d'intérêt halieutique ***	Densité totale moyenne par unité d'observation	Classe de taille + structure géomorphologique	ANOVA ^{Lt}
	Densité totale moyenne par unité d'observation	Classe de taille + effort de pêche	ANOVA ^{Lt}
Modèles : Lt = données log-transformées, bi- = famille binomiale négative, γ = famille gamma			
* Familles concernées : Acanthuridae, Carangidae, Lethrinidae, Lutjanidae, Scaridae et Serranidae (et uniquement Acanthuridae et Scaridae pour Dtot moy. par classe de taille + structure géomorphologique).			
** Espèces concernées : Poisson-Napoléon (<i>Cheilinus undulatus</i>), tortues (<i>Chelonia mydas</i> et <i>Eretmochelys imbricata</i>) et requins (<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i> et <i>Triaenodon obesus</i>).			
*** Espèces et complexes d'espèces concernés : <i>Caranx melampygus</i> , <i>Decapterus maccarrelus + russelli</i> , <i>Lethrinus harak</i> , <i>Lethrinus microdon + olivaceus</i> , <i>Lethrinus rubrioperculatus + variegatus</i> , <i>Monotaxis grandoculis</i> , <i>Aprion virescens</i> , <i>Lutjanus bohar</i> , <i>Lutjanus gibbus</i> , <i>Aethaloperca roga</i> , <i>Cephalopholis argus</i> , <i>Plectropomus laevis</i> et <i>Variola louti</i> .			

3. RESULTATS

3.1 DISTRIBUTION DES STATIONS

Au total, 273 stations vidéo rotatives ont été déployées sur l'ensemble des complexes récifaux de Mayotte durant les 12 jours de mer de cette campagne 2017. Sur ces 273 stations, 78 d'entre elles ont été qualifiées d'inexploitables. Les principales raisons ont été un mauvais positionnement causé par les fortes topographies et les courants balayant les bancs et récifs exposés, ainsi qu'une visibilité parfois insuffisante. Les fortes précipitations survenues dès le milieu de campagne ont entraîné l'apparition de particules, augmentant la turbidité des eaux lagunaires, notamment au niveau des récifs frangeants et internes (patchs coralliens). C'est donc finalement, 195 stations qui ont été jugées comme exploitables et analysées par la suite aux niveaux de l'habitat et de la macrofaune. Le tableau présenté en Annexe 6.19 liste l'ensemble des stations, ainsi que leurs principales caractéristiques (coordonnées GPS, profondeur, structure géomorphologique, effort de pêche pratiqué sur la zone, statut de protection, etc.) pour l'étude qui va suivre.

Sur ces 195 stations, 120 d'entre elles ont été déployées entre 0 et 20 mètres et 75 entre 20 et 63,2 mètres de profondeur. En ce qui concerne les structures géomorphologiques récifales, les stations ont été déployées à l'extérieur (73), dans les passes (19) et à l'intérieur (19) des récifs barrières. Au niveau du lagon, 16 stations sont présentes sur le récif frangeant de l'île et 49 sur des patchs récifaux (récif interne). Enfin, 19 stations sont situées sur le banc de l'Iris. Le nombre exact d'unités d'observation par statut de protection (protection partielle : Réserves de M'Bouzi, de la Plage de Papani et de Saziley, et protection intégrale : réserve de la Passe en S et de N'Gouja) ou par effort de pêche (faible, moyen et fort) en fonction de la structure géomorphologique, sont synthétisés dans le Tableau 3 ci-dessous et la position géographique de chaque station est illustrée sur la Figure 1.

Tableau 3 : Effectif de stations exploitables par statut de protection (HR : hors réserve, PP : protection partielle, RE : réserve) et effort de pêche (communication SIH PNMM) en fonction de la structure géomorphologique (adaptation d'Andréfouët et al., 2009).

Structure géomorphologique	Statut de protection			Effort de pêche			Total
	HR	PP	RE	Faible	Moyen	Fort	
<i>Barrière extérieure</i>	61	6	6	25	20	28	73
<i>Barrière intérieure</i>	17	2	-	6	7	6	19
<i>Passe</i>	11	-	8	10	-	9	19
<i>Récif frangeant</i>	9	4	3	14	-	2	16
<i>Banc de l'Iris</i>	19	-	-	-	8	11	19
<i>Récif interne (patch de lagon)</i>	40	9	-	42	3	4	49
Total	157	21	17	97	38	60	195

Un des objectifs de l'étude était de réaliser une évaluation ciblée sur les récifs de la réserve de l'ilot M'Bouzi. Malheureusement, sur les 23 stations prévues initialement dans le plan d'échantillonnage, seulement 9 ont pu être exploitées pour les analyses générales. La visibilité souvent nulle autour de l'ilot le jour de l'échantillonnage, explique ce faible taux de réussite. Les neuf stations exploitables sont toutes situées en zone de protection partielle (faiblement pêchée) et situées entre 0 et 20 mètres de profondeur.

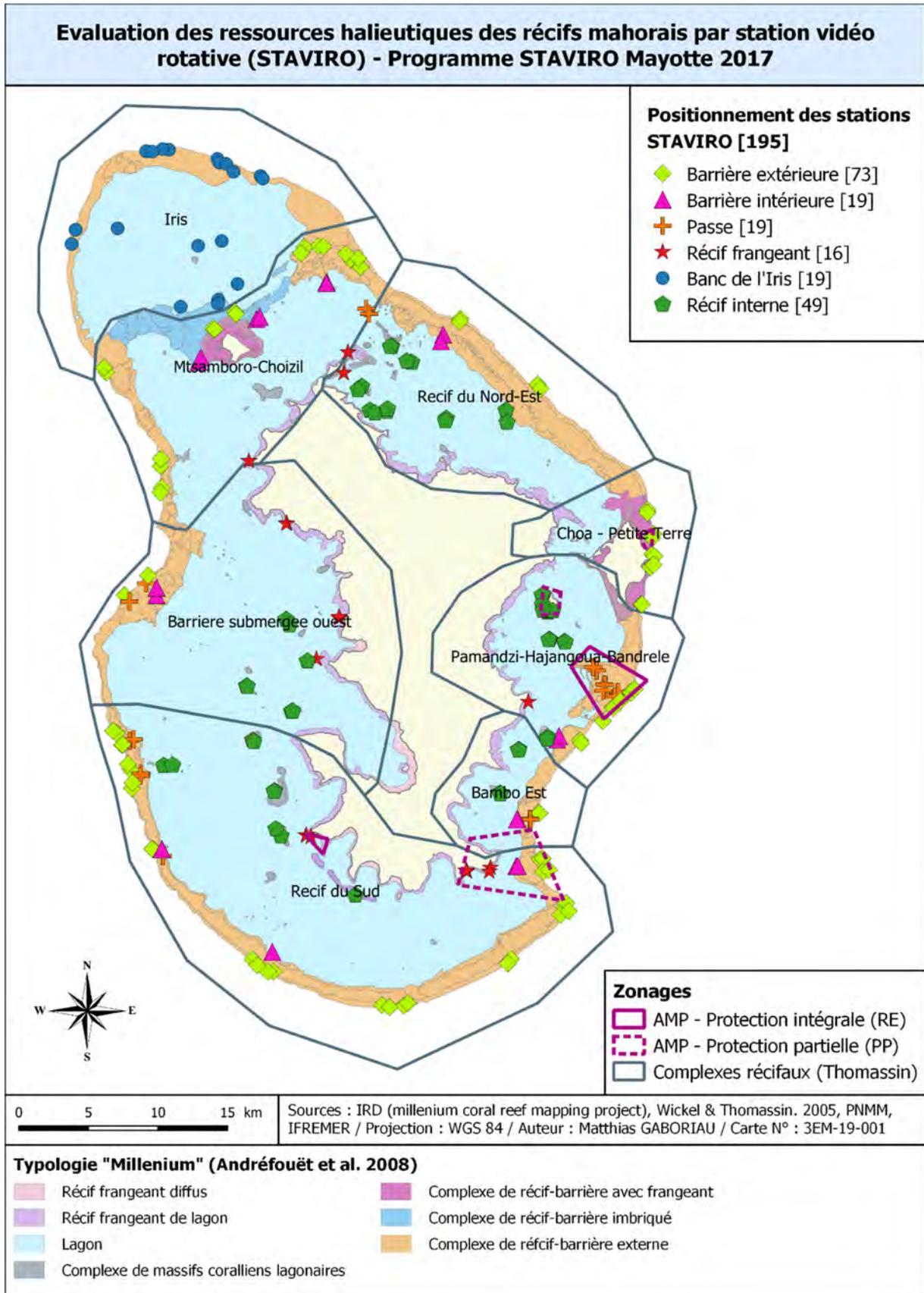


Figure 1 : Résultats de l'échantillonnage par station vidéo rotative de l'ensemble des récifs de Mayotte dans le cadre de l'évaluation de l'état des peuplements ichthyologiques d'intérêt halieutique, Programme STAVIRO Mayotte 2017.

3.2 TYPOLOGIE D'HABITAT

Afin de définir une typologie d'habitat local, les données de 12 variables évaluées pour les 195 unités d'observation (issues du protocole de caractérisation de l'habitat brièvement présenté dans la partie méthodologique), sont traitées avec une analyse en composantes principales (ACP), suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). La première analyse détermine quels sont les axes qui expliquent le plus de variance dans l'échantillon et la seconde, utilise ces résultats pour regrouper les unités d'observation les plus semblables entre elles en clusters.

Dans un premier temps, l'analyse en composantes principales (ACP) a révélé que seulement 45 % de la variance totale de l'échantillon était expliquée par les deux premiers axes (Figure 2.A). L'axe 1 (Dim 1) expliquant à lui seul 32 % de cette variance montre que les variables de recouvrement en corail mort et vivant, ainsi que la topographie et la complexité sont négativement corrélées avec les variables de recouvrement en sable-vase, en débris et petits blocs et de profondeur. Le second axe (Dim 2, Figure 2.A) expliquant quant à lui 12% de la variance, montre que les variables de recouvrement en dalle, gros blocs et roche d'un côté et les variables de recouvrement en sable-vase, en corail vivant et mort de l'autre, ne sont pas corrélées entre elles.

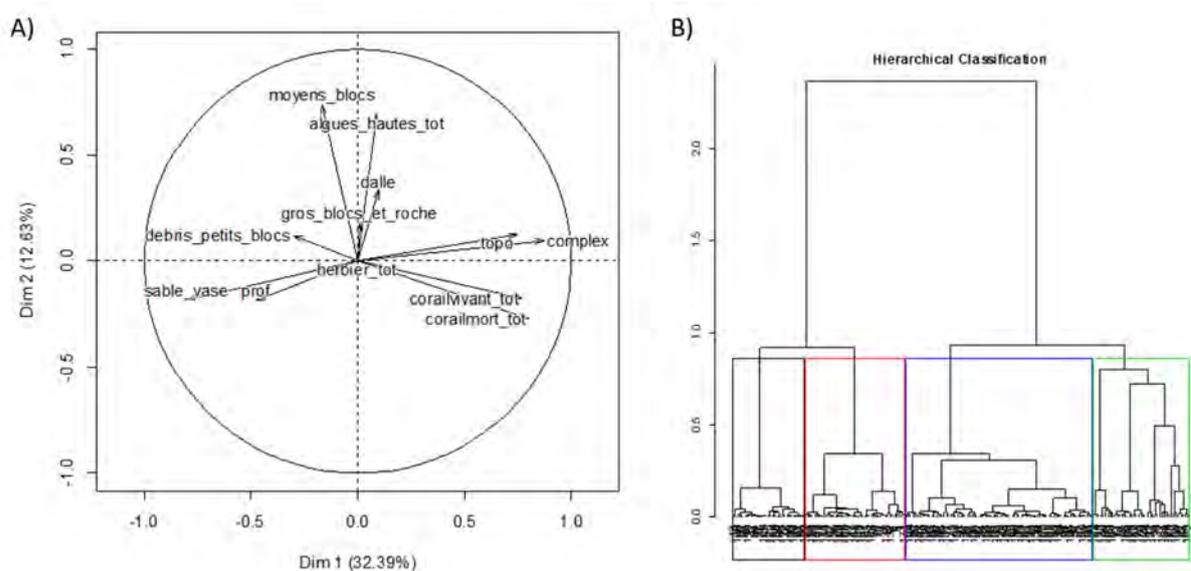


Figure 2 : Cercle des corrélations issu de l'analyse en composantes principales (ACP) (A) et arbre de classification des unités d'observations en clusters issu de la classification ascendante hiérarchique (CAH) (B).

La classification ascendante hiérarchique (CAH) basée sur les résultats de l'ACP (décrits précédemment) a abouti à un arbre de classification présenté en Figure 2.B. La partition de cet arbre en quatre groupes a été réalisée en considérant le compromis entre gain d'inertie et nombre de classes. Il s'agit donc de prendre un nombre de classes assez conséquent, pour minimiser la variance intra classe, et à la fois peu élevé, afin que l'utilisation de la typologie dans l'analyse des peuplements de poissons soit pertinente. Ce choix a aussi été conforté par le fait que ce nombre de classes corresponde à celui de l'étude pilote de 2014, permettant ainsi une certaine logique dans l'analyse des données.

Les quatre classes d'habitats constituant la typologie de cette étude 2017 sont décrites ci-dessous :

- « Corail dur » : habitat caractérisant les stations avec un fort taux de recouvrement en corail dur (mort et vivant), ainsi qu'une forte topographie et complexité. Ces habitats sont aussi caractérisés par un taux de recouvrement en sable très faible (< à 10 % en moyenne).

- « Dalle et blocs rocheux » (Dalle Br) : habitat caractérisant les stations avec un recouvrement en dalle corallienne plus important que la moyenne, ainsi qu'une présence de moyen et gros blocs rocheux. Ces habitats sont aussi caractérisés par un recouvrement important en algues hautes.
- « Détritique » : habitat caractérisant principalement les stations avec un recouvrement important en débris coralliens et petits blocs rocheux (55 % de recouvrement moyen), ainsi qu'une faible présence de corail mort (colonies coralliennes non détruites).
- « Sable » : habitat caractérisant les stations avec un recouvrement en sable très important, 82 % en moyenne, ainsi qu'une topographie et une complexité faibles.

Ainsi, le Tableau 4 montre que 43 % des stations (84) ont été regroupées au sein de la classe d'habitat « Corail dur ». Puis le reste des 195 stations a été réparti de manière très homogène dans les trois autres classes d'habitat, à savoir 36 en « Sable », 38 en « Détritique » et 37 en « Dalle Br ». On observe aussi que la classe d'habitat « Corail dur » domine les structures de récifs frangeants et internes, de passes et de barrières externes en termes de nombre de stations échantillonnées. Sur le banc de l'iris et les barrières internes, ce sont les stations de type « détritique » qui dominent juste devant les stations de corail dur. Ceci résulte du passé géologique de la zone pour la première et de la faculté à concentrer les débris coralliens des récifs frangeants et internes pour la seconde. Finalement, c'est au niveau des récifs frangeants que les stations de sable ont été proportionnellement le plus rencontrées.

Tableau 4 : Répartition des stations STAVIRO en fonction de la typologie d'habitat et de la structure géomorphologique.

	Frangeant	Récif interne	Barrière interne	Passé	Barrière externe	Iris	Total
Corail dur	6	19	7	6	40	6	84
Dalle Br	3	12	-	5	14	3	37
Détritique	2	8	9	5	7	7	38
Sable	5	10	3	3	12	3	36
Total	16	49	19	19	73	19	195

Enfin, la répartition des stations au sein des classes de cette nouvelle typologie d'habitat et leur localisation géographique en fonction de la structure géomorphologique sont illustrées sur la carte présente en Figure 3.

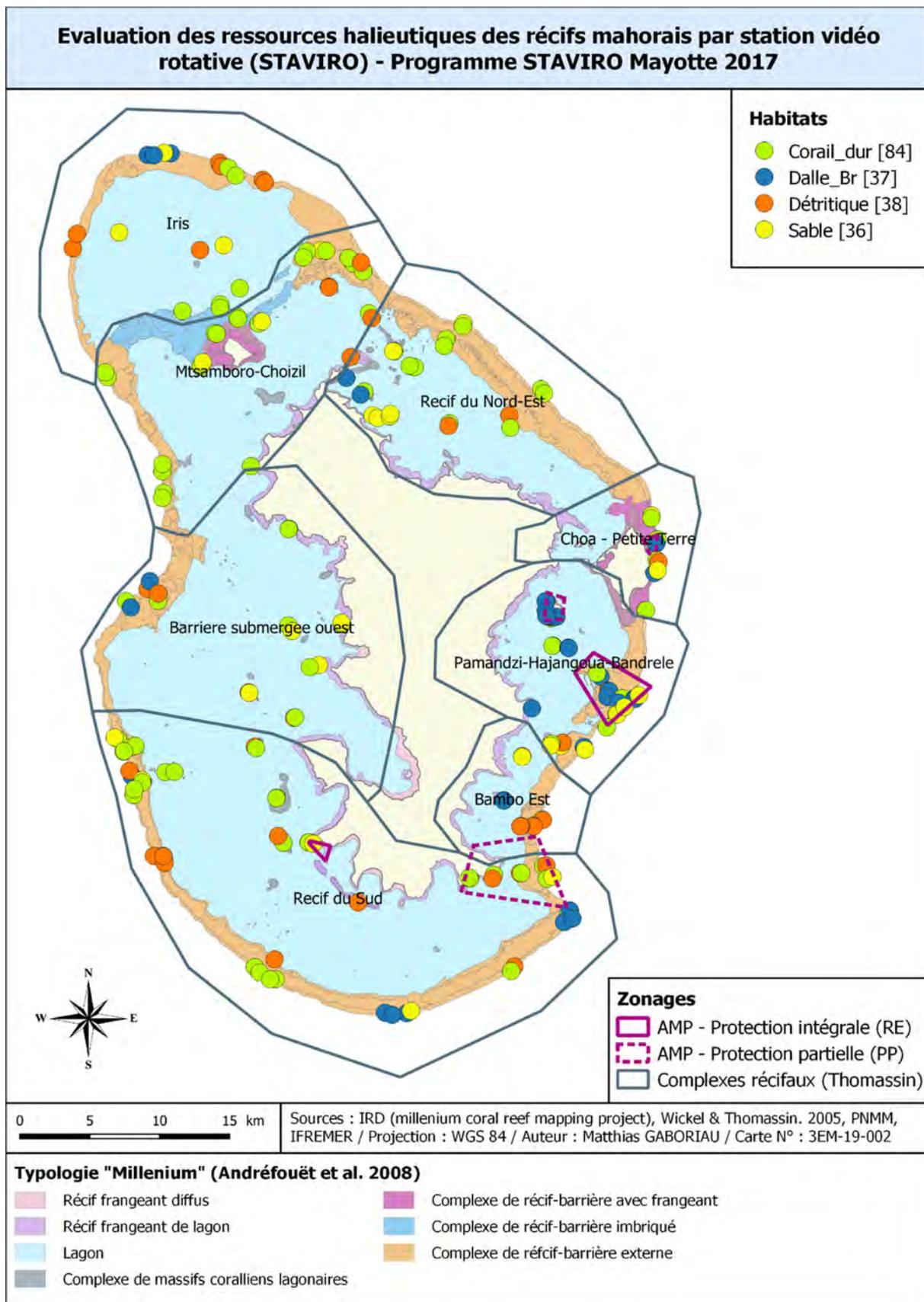


Figure 3 : Présentation des habitats locaux définis par méthode paysagère, des stations STAVIRO à l'échelle de l'île – Programme STAVIRO Mayotte 2017.

3.3 PEUPLEMENT ICTHYOLOGIQUE – FICHES METRIQUES

Un total de 13 779 individus de 239 espèces différentes regroupées en 104 genres et appartenant à 41 familles a été identifié et dénombré dans les 195 unités d'observations échantillonnées sur l'ensemble des complexes récifaux mahorais et du banc de l'Iris. La liste des espèces observées par STAVIRO est présentée en Annexe 6.18. Les caractéristiques des peuplements ichthyologiques sont présentées sous forme de fiches métriques synthétisant chacune, une ou plusieurs représentations graphiques, ainsi que l'analyse statistique d'un indicateur à prendre en compte pour la gestion de cette ressource.

3.3.1 FREQUENCES D'OCCURRENCE DES PRINCIPALES FAMILLES

Calcul de la métrique : Proportion des stations où chaque famille a été observée, dans un rayon de 10 m autour de la caméra.

Représentation graphique

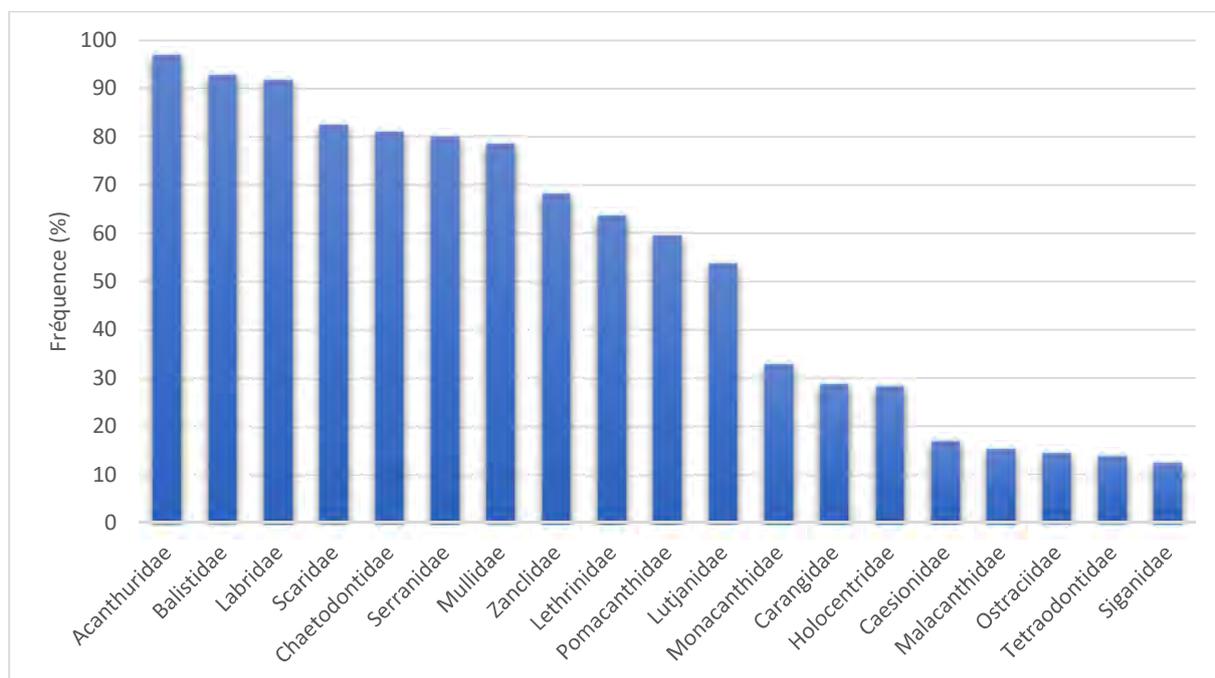


Figure 4 : Fréquences d'occurrence des principales familles observées sur l'ensemble des stations STAVIRO déployées sur les complexes récifaux de Mayotte. Pour plus de lisibilité, seules les familles présentant une fréquence d'occurrence supérieure à 10% ont été représentées (soit 19 familles sur les 41 observées au total).

Résultats

L'ensemble des individus identifiés et dénombrés sur les 195 unités d'observation appartiennent à 41 familles distinctes. Celles qui ont été le plus fréquemment observées sont les poissons chirurgiens ou Acanthuridae (97 %), les Balistidae (93 %) et les labridae (92 %). Puis, avec une fréquence d'occurrence aux environs de 80 %, on retrouve les poissons-perroquets (Scaridae), les poissons-papillons (Chaetodontidae), les mérous (Serranidae) et les rougets (Mullidae). Les capitaines (Lethrinidae), les vivaneaux (Lutjanidae) et les carangues (Carangidae) ont été observés sur respectivement 64, 54 et 29 % des stations échantillonnées.

Au niveau des espèces, les chirurgiens *Ctenochaetus striatus* et *Acanthurus nigrofuscus*, le baliste strié (*Balistapus undulatus*) et le poisson cocher ou Moorish idol (*Zanclus cornutus*) ont tous été observés sur plus des deux tiers des unités d'observation.

3.3.2 FREQUENCES D'OCCURRENCE DES ESPECES CHEZ LES ACANTHURIDAE

Calcul de la métrique : Proportion des stations où chaque espèce a été observée, dans un rayon de 10 m autour de la caméra.

Représentation graphique

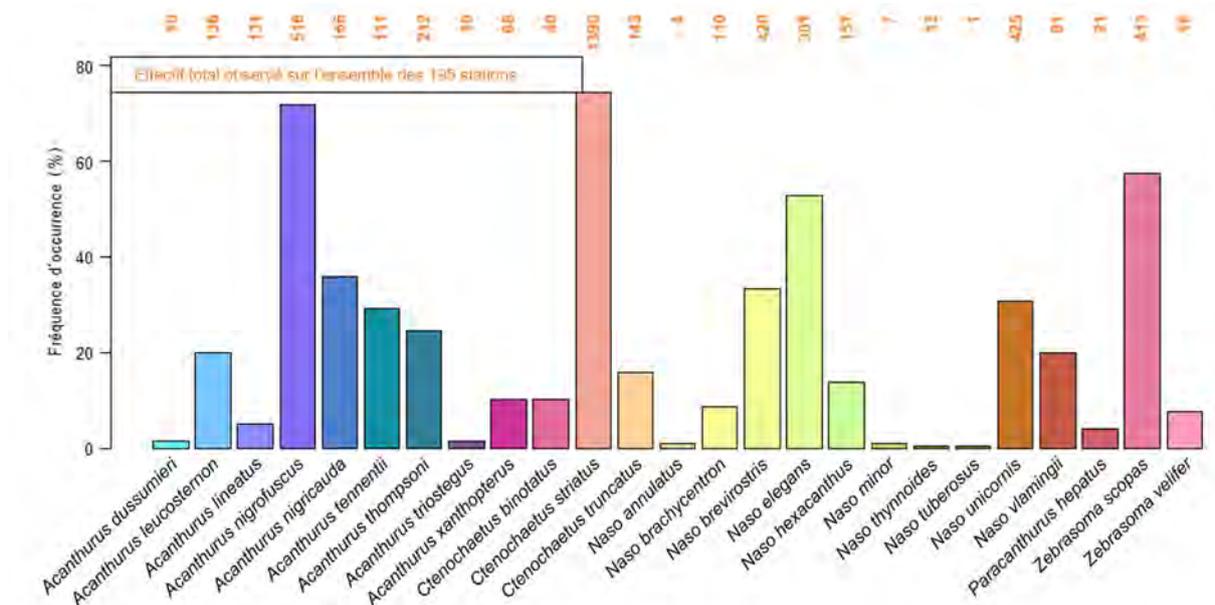


Figure 5 : Fréquences d'occurrence et effectifs des espèces d'Acanthuridae sur l'ensemble des stations échantillonnées.

Résultats

La famille des Acanthuridae est la plus abondante (environ 4 500 individus dénombrés) et diversifiée des 6 familles présentant un intérêt halieutique pour la pêche mahoraise. Parmi les 25 espèces identifiées, les genres *Acanthurus* et *Naso* y sont les plus représentés avec respectivement neuf et dix espèces observées. *Ctenochaetus*, *Paracanthurus* et *Zebrasoma* sont les trois autres genres complétant cette famille. Les espèces d'Acanthuridae les plus fréquemment observées sont *Ctenochaetus striatus* (74 %), *Acanthurus nigrofuscus* (72 %), *Zebrasoma scopas* (57 %) et *Naso elegans* (53 %). Puis, avec des fréquences d'occurrence situées entre 36 et 20 %, suivent *A. nigricauda*, *N. brevirostris*, *N. unicornis*, *A. tennentii*, *A. thompsoni*, *N. vlamingii* et *A. leucosternon*. On notera aussi que les deux espèces de *Naso*, *N. tuberosus* et *N. thynnoides*, ont été observées sur une seule station. Enfin, chez les Acanthuridae, les espèces les plus abondantes sont aussi les plus fréquemment observées.

3.3.3 FREQUENCES D'OCCURRENCE DES ESPECES CHEZ LES CARANGIDAE

Calcul de la métrique : Proportion des stations où chaque espèce a été observée, dans un rayon de 10 m autour de la caméra.

Représentation graphique

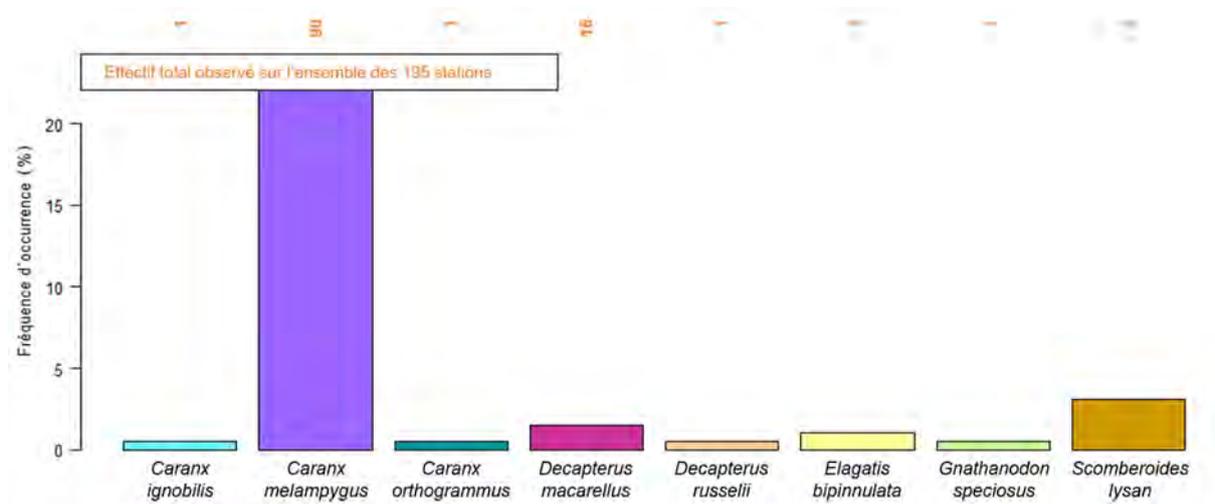


Figure 6 : Fréquences d'occurrence et effectifs des espèces de Carangidae sur l'ensemble des stations échantillonnées.

Résultats

Avec seulement 8 espèces identifiées et une centaine d'individus observés, la famille des Carangidae, est la moins abondante et la moins diversifiée. L'espèce la plus abondante et la plus fréquemment observée est *Caranx melampygus* (22 %). Les sept autres espèces montrent des fréquences d'occurrence inférieure à 5 % et pour quatre d'entre elles, un individu unique a été observé sur une seule station.

3.3.4 FREQUENCES D'OCCURRENCE DES ESPECES CHEZ LES LETHRINIDAE

Calcul de la métrique : Proportion des stations où chaque espèce a été observée, dans un rayon de 10 m autour de la caméra.

Représentation graphique

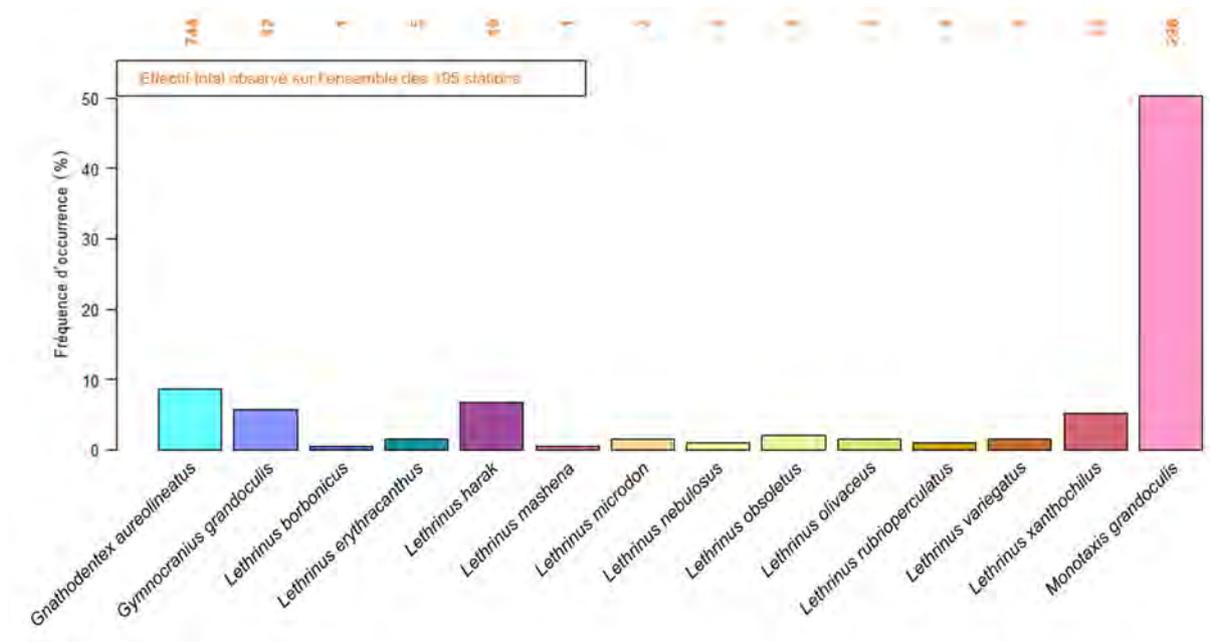


Figure 7 : Fréquences d'occurrence et effectifs des espèces de Lethrinidae sur l'ensemble des stations échantillonnées.

Résultats

La famille des Lethrinidae est composée de 14 espèces, présentant des fréquences d'occurrence généralement inférieures à 10 %. La seule espèce qui ne suit pas cette tendance est *Monotaxis grandoculis*, qui a été observée sur 50 % des unités d'observation. Ceci explique l'effectif total important dénombré sur les stations. En revanche, l'espèce qui présente le plus grand nombre d'individus observés est *Gnathodentex aureolineatus*. En effet, 744 individus ont été dénombrés, pour une fréquence d'occurrence d'environ 9%. Ceci s'explique par le caractère fortement grégaire de cette espèce qui sera donc absente d'une unité observation ou alors présente sous forme d'un banc très dense.

3.3.5 FREQUENCES D'OCCURRENCE DES ESPECES CHEZ LES LUTJANIDAE

Calcul de la métrique : Proportion des stations où chaque espèce a été observée, dans un rayon de 10 m autour de la caméra.

Représentation graphique

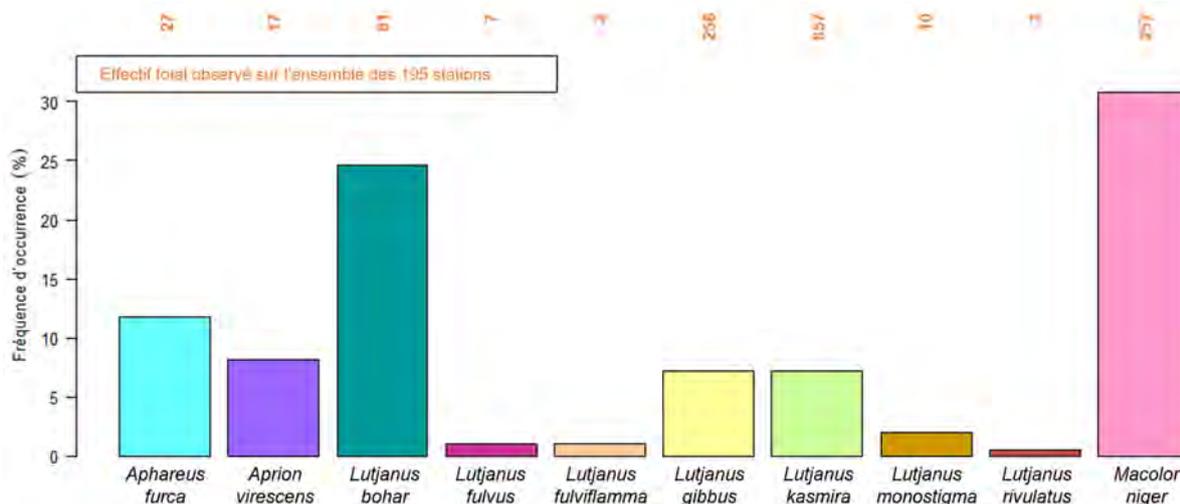


Figure 8 : Fréquences d'occurrence et effectifs des espèces de Lutjanidae sur l'ensemble des stations échantillonnées.

Résultats

La famille des Lutjanidae est la seconde famille la moins diversifiée des six grandes familles d'intérêt halieutique, avec 10 espèces observées sur l'ensemble des unités d'observation. Les trois espèces présentant les fréquences d'occurrence les plus élevées sont *Macolor niger* (31 %), *Lutjanus bohar* (25 %) et *Aphareus furca* (12 %). Les individus appartenant à l'espèce *Lutjanus rivulatus*, ont été observés sur une seule station. Comme pour *G. aureolineatus* (Lethrinidae), on retrouve chez les Lutjanidae deux espèces au comportement très grégaire. En effet, les espèces *Lutjanus gibbus* et *Lutjanus kasmira* ont été observées peu fréquemment (sur seulement 7 % des stations), mais en fortes abondances (256 et 857 individus respectivement).

3.3.6 FREQUENCES D'OCCURRENCE DES ESPECES CHEZ LES SCARIDAE

Calcul de la métrique : Proportion des stations où chaque espèce a été observée, dans un rayon de 10 m autour de la caméra.

Représentation graphique

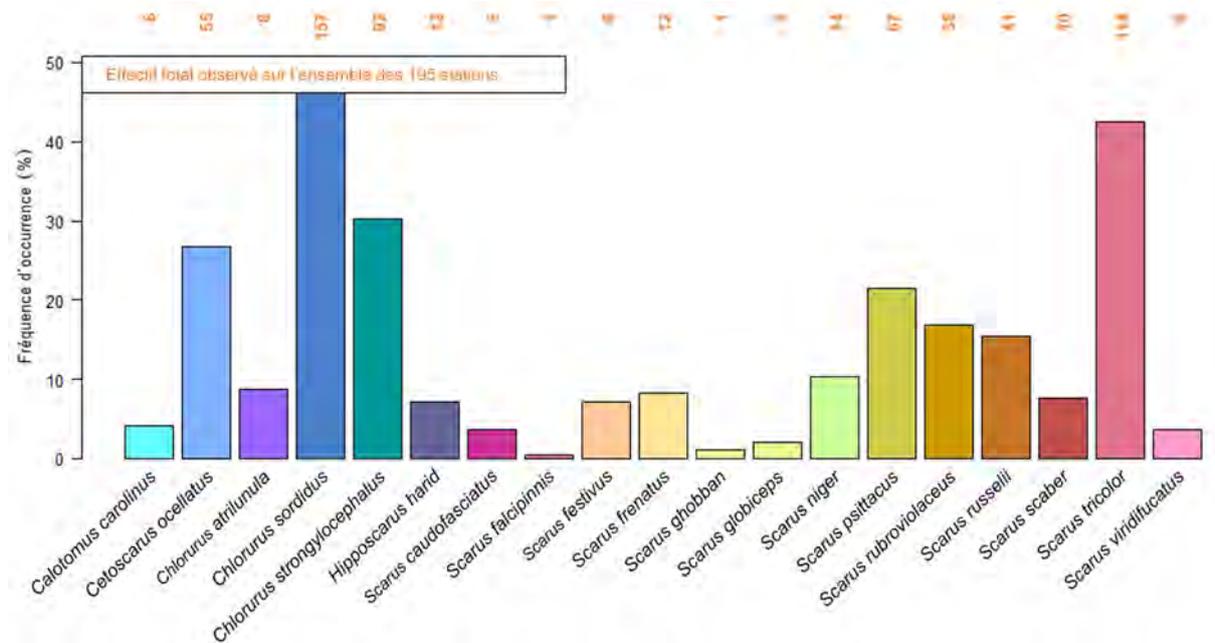


Figure 9 : Fréquences d'occurrence et effectifs des espèces de Scaridae sur l'ensemble des stations échantillonnées.

Résultats

La famille des Scaridae composée de 19 espèces présente des fréquences d'occurrences variables. Les espèces les plus fréquemment observées sont *Chlorurus sordidus* (46 %), *Scarus tricolor* (43 %), *Chlorurus strongylocephalus* (30 %) et *Cetoscarus ocellatus* (27 %). Avec *Scarus psittacus*, ces quatre espèces sont aussi celles dont les plus grands nombres d'individus ont été observés. On notera qu'un seul individu appartenant à chacune des espèces *Scarus falcipinnis* et *Scarus ghobban* a été observé sur l'ensemble des stations.

3.3.7 FREQUENCES D'OCCURRENCE DES ESPECES CHEZ LES SERRANIDAE

Calcul de la métrique : Proportion des stations où chaque espèce a été observée, dans un rayon de 10 m autour de la caméra.

Représentation graphique

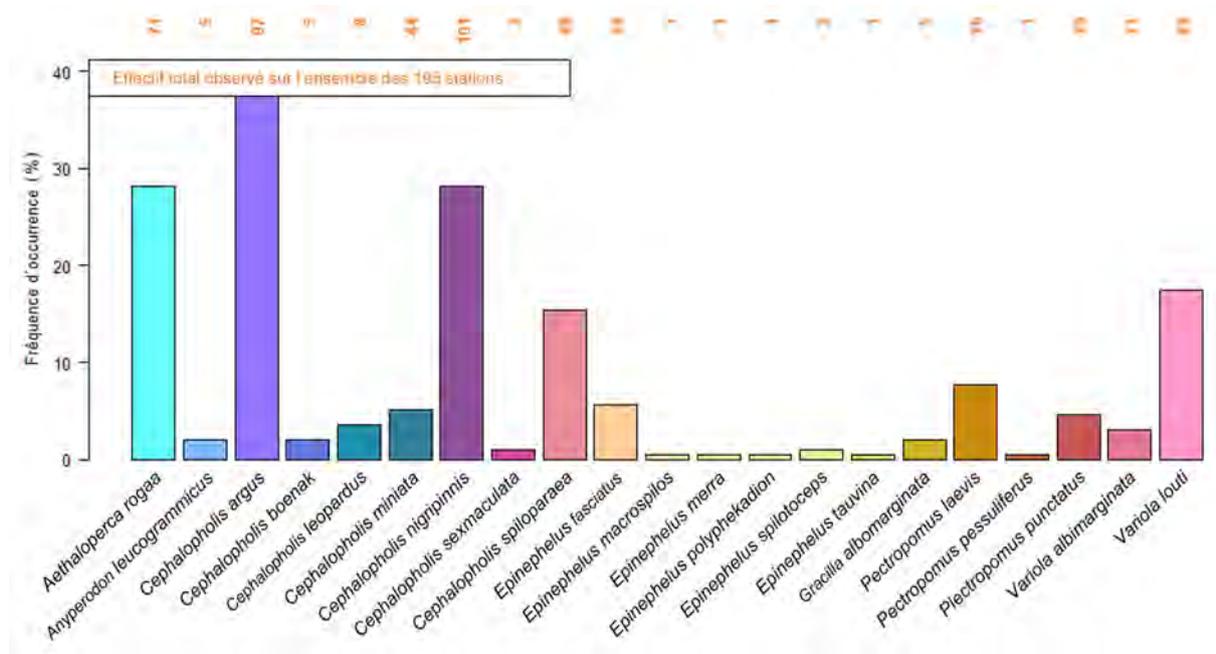


Figure 10 : Fréquences d'occurrence et effectifs des espèces de Serranidae sur l'ensemble des stations échantillonnées.

Résultats

La famille des Serranidae est la seconde des six familles la plus diversifiée après les Acanthuridae avec 21 espèces observées sur les 195 unités d'observation. Les espèces de Serranidae les plus fréquemment observées sont *Cephalopholis argus* (37 %), *Aethaloperca rogaa* (28 %), *Cephalopholis nigripinnis* (28 %), *Variola louti* (17 %) et *Cephalopholis spiloparaea* (15 %). Ces espèces, avec *C. miniata*, sont aussi celles qui présentent les effectifs les plus importants. Chacune des 15 autres espèces a été observée sur moins de 10 % des stations. On notera également qu'un seul individu pour chacune des espèces *Epinephelus macrospilos*, *Epinephelus merra*, *Epinephelus polyphkekadion*, *Epinephelus tauvina* et *Plectropomus pessuliferus* a été observé.

3.3.8 FREQUENCES D'OCCURRENCE DES ESPECES REMARQUABLES

Diverses espèces de dauphins ont été fréquemment observées depuis les embarcations, principalement au niveau des barrières récifales nord-est et ouest, ainsi que sur le banc de l'Iris. Des murènes, deux espèces de requins, des tortues et des poisson-napoléon ont été observés sur l'ensemble des complexes récifaux de Mayotte et du banc de l'Iris lors de cette campagne STAVIRO 2017 (Figure 11). Enfin, aucune espèce de raie, ni aucun mérou patate (*Epinephelus tukula*) n'ont malheureusement été recensés.

- Le poisson napoléon (*Cheilinus undulatus*) a été observé à cinq reprises, principalement sur des stations de corail dur. Ces dernières se situent sur le banc de l'Iris, à l'intérieur de la passe Bouéni, sur la partie externe du récif Bambo et à la pointe du récif du sud bordant la passe Saziley.
- Deux espèces de tortues, *Chelonia mydas* (tortue verte) et *Eretmochelys imbricata* (tortue imbriquée), ont été recensées sur 13 unités d'observations. Elles ont été observées sur les récifs frangeants de N'gouja, Sohoa et de la pointe Saziley, à l'intérieur et à l'extérieur de la passe en S, ainsi que sur les barrières externes de Moya, de la passe Bateaux et des récifs sud et nord-est.
- Les deux espèces de requins observées sont le requin gris de récifs (*Carcharhinus amblyrhynchos*) et le requin corail (*Triaenodon obesus*). La première a été recensée à deux reprises, sur la partie ouest du banc de l'Iris et à l'extérieur de la passe Sada. La seconde, a été observée sur cinq stations situées sur les barrières externes au nord et au sud de la passe Sada et au niveau de la passe Acoua, au nord-est de Mtsamboro et au nord du banc de l'Iris.

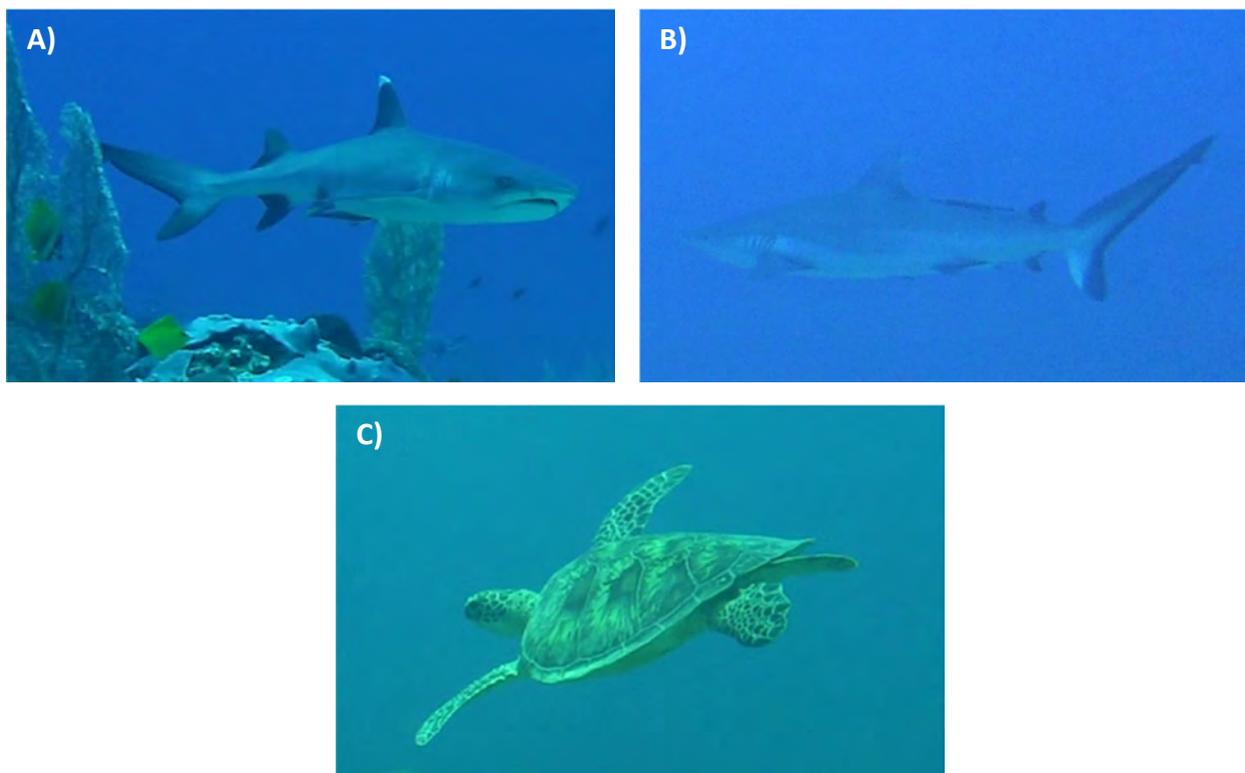


Figure 11 : *Triaenodon obesus* (A), *Carcharhinus amblyrhynchos* (B) et *Chelonia mydas* (C).

3.3.9 RICHESSE SPECIFIQUE TOTALE

Calcul de la métrique : Nombre d'espèces (dont la taille maximale est strictement supérieure à 18 cm) par unité d'observation, dans un rayon de 10 m autour de la caméra.

Les effets sur cette métrique de six facteurs : complexe récifal, structure géomorphologique, profondeur (sur les barrières externes uniquement), habitat, effort de pêche et statut de protection, ont été analysés.

- Complexes Récifaux :

La cartographie des richesses spécifiques par station et par complexe récifal à l'échelle de Mayotte est présentée en Annexe 6.1. On remarque que trois zones concentrent les stations avec les richesses spécifiques les plus élevées : la partie nord du banc de l'Iris, le grand récif sud (passes Sada, Bouéni, Saziley sud, barrière externe face à la baie de Kani) et la partie externe du récif Bambo, où plus de 50, voire 60 espèces ont été observées par station. Les zones du récif du nord-est et de la barrière submergée ouest, montrent des stations avec des richesses spécifiques plus faibles, généralement inférieures à 30. L'analyse statistique révèle que cette zonation par grands complexes récifaux, définie par Wickel et Thomassin (2005), influence la richesse spécifique moyenne par station. En effet, cette dernière est plus élevée sur les stations du récif du sud, que sur les stations du récif du nord-est ($p = 0,013$), de Pamandzi-Hajangoua-Bandrele ($p = 0,017$) et de la barrière submergée, mais cette dernière relation n'est pas significative ($p = 0,076$).

- Structure géomorphologique :

L'analyse de l'effet de la structure géomorphologique sur la richesse spécifique (Annexe 6.2) a révélé que celle-ci est plus élevée sur les barrières externes que sur les récifs internes ($p = 0,008$) et les récifs frangeants, mais cette dernière relation n'est pas significative ($p = 0,077$). Les peuplements semblent donc plus diversifiés sur les pentes externes des récifs barrières que sur les récifs frangeants et internes au lagon.

L'effet de la **profondeur** (inférieure ou supérieure à 20 mètres) a donc été testé pour la seule structure de barrière externe. Celle-ci a bien un effet sur la richesse spécifique des barrières externes de Mayotte (Figure 12). La richesse spécifique est significativement plus importante dans les stations situées à moins de 20 m de profondeur, comparativement à celles situées à des profondeurs supérieures à 20 m ($p < 0,001$). Sur le banc de l'Iris, la trop faible proportion de stations situées à une profondeur inférieure à 20 m (2 sur 19) ne permet pas de conduire une analyse comparable à Mayotte.

L'analyse de l'effet de la profondeur sur la richesse spécifique des barrières externes, selon l'habitat, ne révèle aucune différence significative dans chacun des quatre habitats considérés (Annexe 6.3).

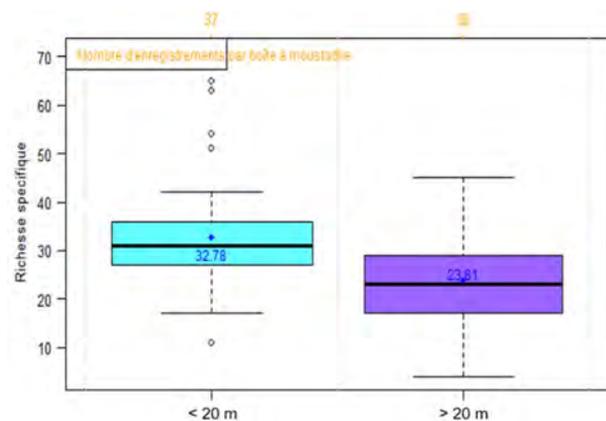


Figure 12 : Richesse spécifique moyenne par classe de profondeur (inférieure ou supérieure à 20 m) et par unité d'observation pour la barrière externe.

- **Habitat :**

L’habitat local présente un effet très intéressant sur la richesse spécifique des peuplements récifaux de Mayotte et du banc de l’Iris. Comme on l’observe sur la Figure 13, la richesse spécifique (Rs) augmente avec la structuration de l’habitat. En effet, la Rs moyenne des stations de corail dur est plus élevée que celle des dalles-blocs rocheux ($p = 0,009$) et des fonds détritiques ($p < 0,001$), qui sont elles-mêmes plus élevées que la Rs moyenne des fonds sableux ($p < 0,001$). Plus la topographie et la complexité de l’habitat local sont importantes, plus la richesse spécifique par unité d’observation est élevée.

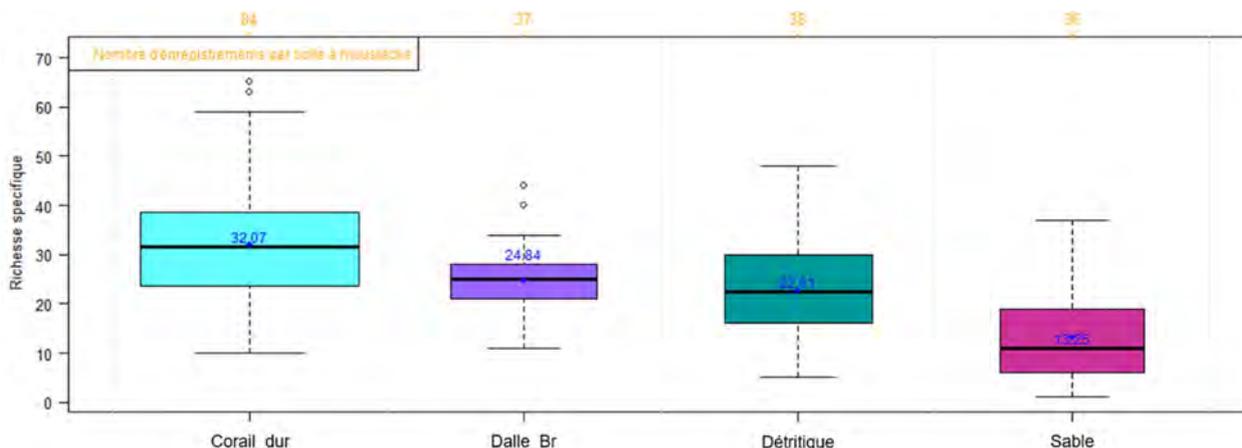


Figure 13 : Richesse spécifique moyenne par unité d’observation en fonction de l’habitat.

- **Effort de pêche :**

La Richesse spécifique varie significativement en fonction de l’effort de pêche appliqué sur la zone dans laquelle est située l’unité d’observation (Figure 14). En effet, la Rs est plus élevée dans les stations situées dans des zones fortement pêchées par rapport aux zones faiblement pêchées ($p < 0,001$). La Richesse spécifique est aussi significativement plus élevée dans les stations moyennement pêchées que dans les zones où l’effort de pêche est faible ($p = 0,030$).

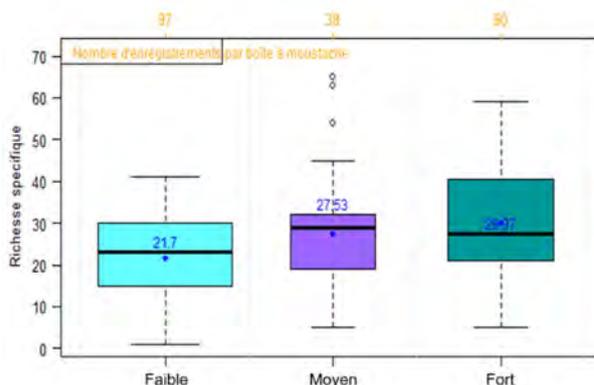


Figure 14 : Richesse spécifique moyenne par unité d’observation en fonction de l’effort de pêche.

On retrouve le même type de relation au sein des habitats à corail dur et à fond de sable, où la richesse spécifique moyenne par station est plus élevée en zones fortement pêchées, que dans les zones faiblement impactées par l’effort de pêche. Cette différence est statistiquement significative pour le corail dur ($p = 0,002$), mais pas pour le sable ($p = 0,066$) (Annexe 6.4).

- **Statut de protection :**

Enfin, le statut de protection n’a pas d’effet sur la richesse spécifique moyenne par station à l’échelle de l’île ($p = 0,081$) (Annexe 6.5). La trop faible proportion de stations échantillonnées dans les cinq zones protégées partiellement ou intégralement, ne permet pas d’obtenir de résultats viables sur l’effet réserve en terme de richesse spécifique à l’échelle du lagon mahorais. La mise en protection partielle de l’îlot M’Bouzi (9 stations), n’influence pas significativement la richesse spécifique moyenne comparativement aux autres stations de récif interne, situées hors réserve, en zone faiblement pêchée et entre 0 et - 20 m de fond.

3.3.10 DENSITE D'ABONDANCE TOTALE

Calcul de la métrique : Densité des individus, toutes espèces et familles confondues (sauf *Heteroconger spp.*), par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²).

Les effets sur cette métrique de six facteurs : complexe récifal, structure géomorphologique, profondeur (sur les barrières externes uniquement), habitat, effort de pêche et statut de protection, ont été analysés.

- **Complexes Récifaux :**

La cartographie des densités totales par station à l'échelle de Mayotte est présentée en Annexe 6.6. On observe que les trois stations présentant les densités les plus élevées sont situées dans la zone du récif du sud. En effet, l'intérieur de la passe Bouéni, la pointe est du récif sud au niveau de la passe Saziley sud et la barrière externe face à M'bouini montrent des densités supérieures à 400 individus par 100 m². Enfin, comme pour la richesse spécifique, les deux zones qui présentent les densités les moins élevées sont le récif du nord-est et la barrière submergée ouest, avec généralement moins de 100 individus par 100m². Cependant, l'analyse statistique révèle que la zonation par grands complexes récifaux (Wickel et Thomassin, 2005), n'influence pas la densité totale moyenne par station.

- **Structure géomorphologique :**

L'analyse de l'effet de la structure géomorphologique sur la densité totale (Annexe 6.7) a révélé des relations très similaires à celles observées sur la richesse spécifique. On observe également des densités totales plus élevées sur les stations de barrière externe que sur les stations de récif frangeant ($p = 0,048$) et de récif interne ($p = 0,027$). De manière générale, les peuplements ichthyologiques sont donc plus denses sur les stations situées à l'extérieur du lagon mahorais.

L'effet de la **profondeur** (inférieure ou supérieure à 20 m) a donc été testé sur la densité totale (Dt) pour la seule structure de barrière externe. Celle-ci a bien un effet sur la Dt des barrières externes des récifs de Mayotte (Figure 15). La densité totale est significativement plus importante dans les stations situées à moins de 20 m de profondeur, comparativement à celles situées à des profondeurs supérieures à 20 m ($p < 0,001$). Sur le banc de l'Iris, la trop faible proportion de stations situées à une profondeur inférieure à 20 m (2 sur 19) ne permet pas de conduire une analyse comparable à Mayotte.

L'analyse de l'effet de la profondeur sur la densité totale des barrières externes, selon l'habitat, ne révèle aucune différence significative dans chacun des quatre habitats considérés

(Annexe 6.8).

- **Habitat :**

L'effet de l'habitat sur la Dt moyenne par station montre un résultat bien connu (Figure 16). La structuration et complexification de l'habitat entraîne une augmentation significative de celle-ci à chaque échelon de notre classification d'habitat. Il apparaît que la Dt moyenne par station est significativement supérieure dans les habitats détritiques par rapport aux habitats sableux ($p = 0,001$). Elle est aussi supérieure dans les habitats de dalle-blocs rocheux par rapport aux habitats détritiques (p

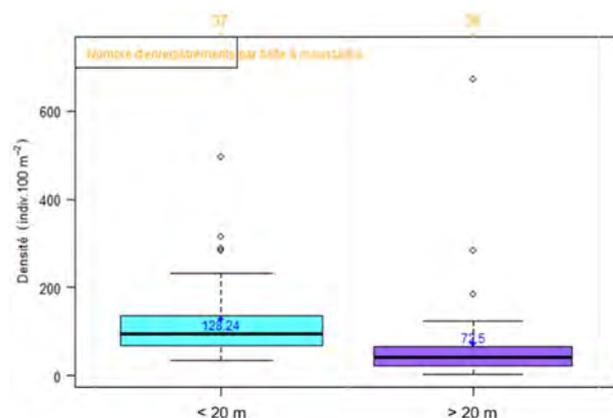


Figure 15 : Densité totale moyenne par classe de profondeur (inférieure ou supérieure à 20m) et par unité d'observation pour la barrière externe.

= 0,039). Enfin, la Dt moyenne des stations de corail dur est significativement supérieure à la Dt moyenne des stations de dalle-blocs rocheux ($p = 0,0045$).

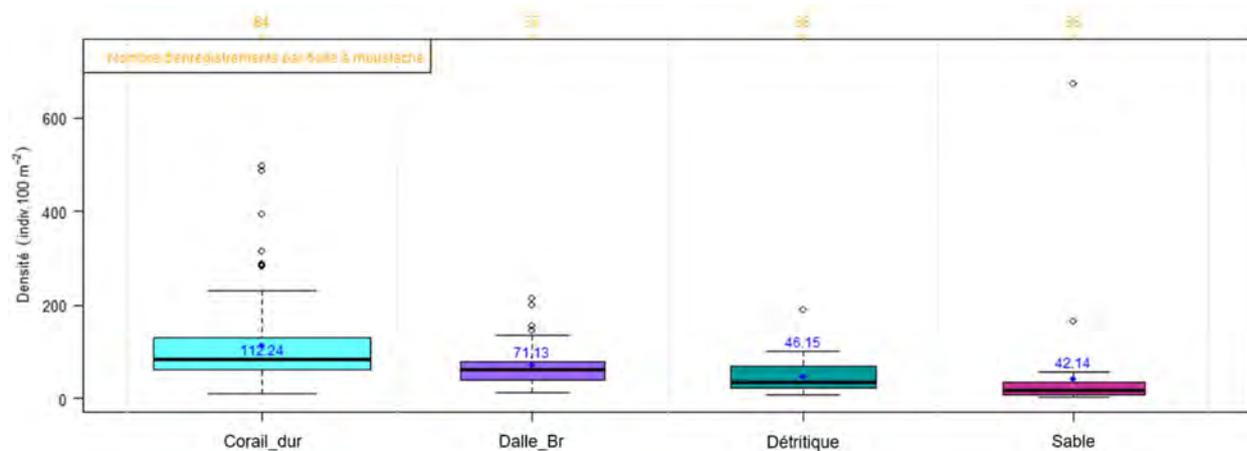


Figure 16 : Densité totale moyenne (sauf *Heteroconger spp.*) par unité d'observation en fonction de l'habitat.

- **Effort de pêche :**

La densité totale varie significativement en fonction de l'effort de pêche appliqué sur la zone dans laquelle est située l'unité d'observation (Figure 17). En effet, la densité est plus élevée dans les stations situées dans des zones fortement pêchées par rapport aux zones faiblement pêchées ($p < 0,001$).

On retrouve le même type de relation au sein des

habitats à corail dur et sable, où la densité est plus élevée dans les stations situées en zones fortement pêchées que dans les stations faiblement impactées par l'effort de pêche ($p = 0,003$ et $p = 0,002$ respectivement) (Annexe 6.9).

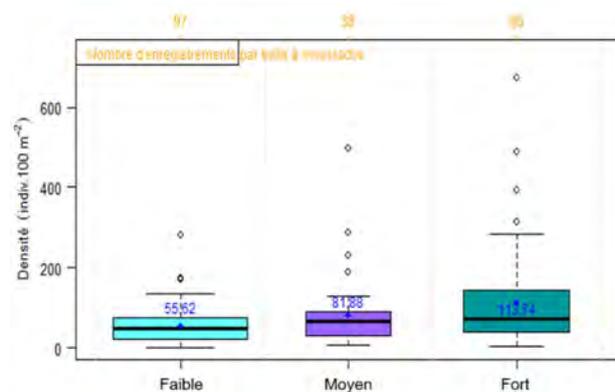


Figure 17 : Densité totale moyenne par unité d'observation en fonction de l'effort de pêche.

Enfin, lorsqu'on étudie la densité totale en fonction de la classe de taille et de l'effort de pêche, on note que chez les individus de grande taille, la densité est plus importante dans les stations fortement ($p < 0,001$) et moyennement ($p = 0,029$) pêchées, que dans les stations faiblement pêchées (Annexe 6.10).

- **Statut de protection :**

Enfin, le statut de protection n'a pas d'effet sur la densité totale moyenne par station à l'échelle de l'île ($p = 0,497$) (Annexe 6.11). La trop faible proportion de stations échantillonnées dans les cinq zones protégées, partiellement ou intégralement, ne permet pas d'obtenir de résultats viables sur l'effet réserve en terme de densité à l'échelle du lagon mahorais. La mise en protection partielle de l'îlot M'Bouzi (9 stations), n'influence pas significativement la densité totale moyenne comparativement aux autres stations de récif interne, situées hors réserve, en zone faiblement pêchée et entre 0 et - 20 m de fond.

3.3.11 DENSITE D'ABONDANCE TOTALE DES ACANTHURIDAE

Calcul de la métrique : Densité des Acanthuridae par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²).

Représentation cartographique à l'échelle de l'île (Annexe 6.12)

Les Acanthuridae sont présents en densités importantes sur l'ensemble des complexes récifaux de Mayotte. Cependant, certaines stations du récif du sud (passe Bateaux, passe Bouéni et autres) et des zones Pamandzi-Hajangoua-Bandrélé (passe en S) et Choa – Petite Terre (Poudjou et Moya) montrent des densités exceptionnelles (> à 100 ind./100m²).

3.3.11.1 DENSITE DES ACANTHURIDAE EN FONCTION DE L'HABITAT ET DU SITE

Représentation graphique

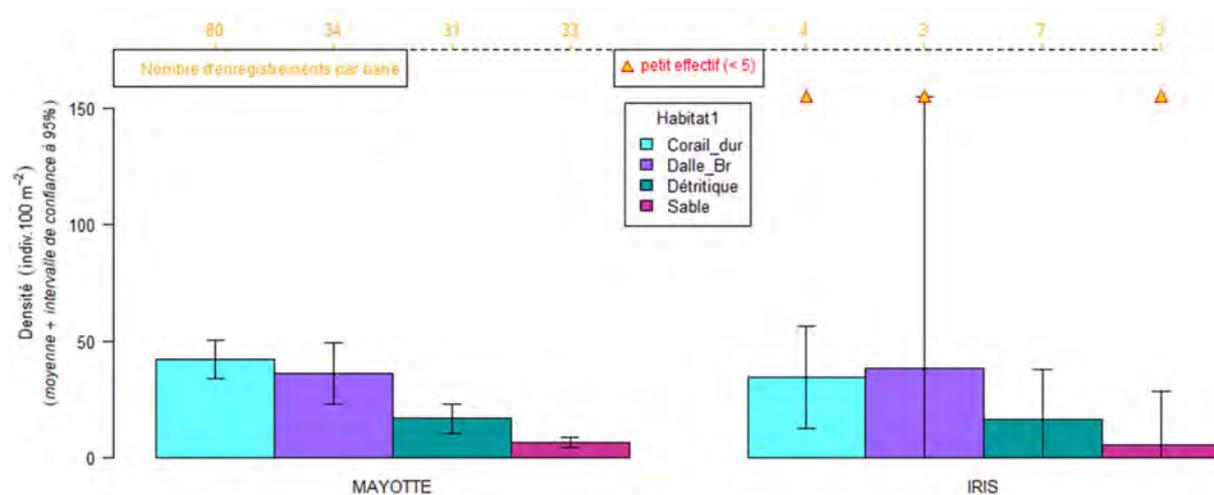


Figure 18 : Densité moyenne par unité d'observation des Acanthuridae en fonction de l'habitat (Corail dur, Dalle-Blocs rocheux, Détritique et Sable) et du site (Mayotte ou Iris).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse de la densité des Acanthuridae révèle que cette famille est présente en moyenne et en fortes densités, dans les quatre types d'habitat échantillonnés, et ce, à Mayotte et sur le banc de l'Iris.
- Les Acanthuridae sont présents en densités comparables entre Mayotte et Iris sur chacun des habitats échantillonnés.
- Sur le banc de l'iris, les différences de densité ne sont pas significatives, à cause du faible nombre de stations échantillonnées dans trois habitats sur quatre.
- À Mayotte, les densités moyennes d'Acanthuridae par station sont comparables entre les habitats de corail dur et de dalle-blocs rocheux. En revanche, elles sont plus élevées sur ces derniers que sur les habitats détritiques (respectivement $p = 0,008$ et $p = 0,043$) et les habitats sableux ($p < 0,001$ pour les deux relations). Enfin, la densité moyenne d'Acanthuridae est plus élevée sur les stations détritiques que sur les stations de sable ($p = 0,006$).

3.3.11.2 DENSITE DES ACANTHURIDAE EN FONCTION DE LA CLASSE DE TAILLE ET DE LA STRUCTURE GEOMORPHOLOGIQUE

Représentation graphique

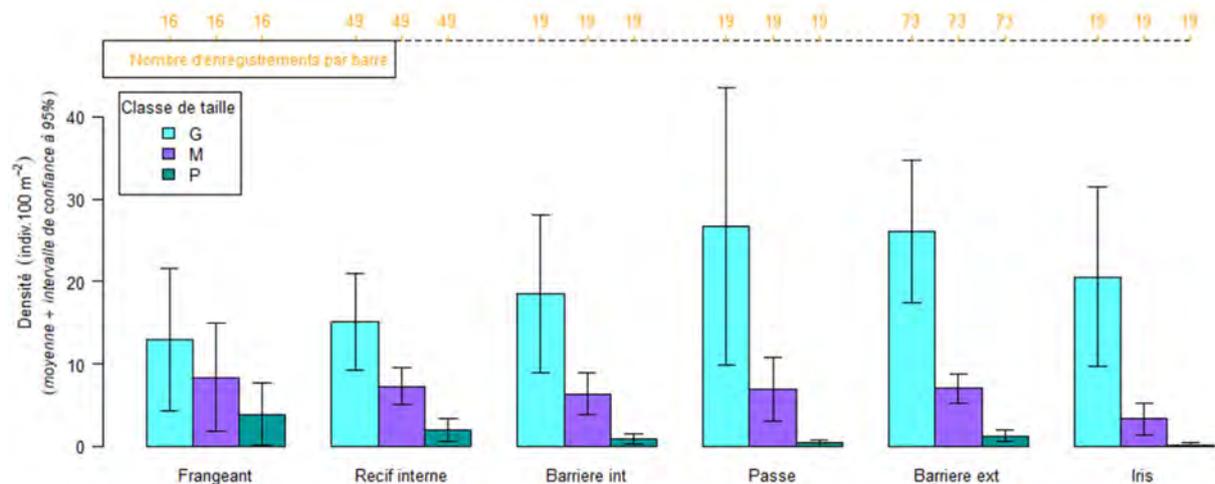


Figure 19 : Densité moyenne par unité d'observation des Acanthuridae en fonction de la classe de taille (P = petit, M = moyen et G = grand) et de la structure géomorphologique.

Résultats (tests statistiques)

- Cette nouvelle analyse de la densité des Acanthuridae révèle que cette famille a été observée sur tous les types de structures géomorphologiques et dans toutes les catégories de taille.
- D'une manière générale, la densité moyenne par station des petits et moyens Acanthuridae diminue avec l'éloignement à la côte. La tendance inverse s'observe pour les grands individus, mais aucune de ces deux relations n'est significative.
- Quelle que soit la structure géomorphologique, les densités de grands individus sont supérieures à celles des moyens individus et les densités des individus de moyenne taille sont également supérieures aux densités des individus de petite taille.
- Ceci n'est réellement le cas que pour les stations de récif interne où les densités de petits individus sont significativement plus faibles que les densités des moyens ($p = 0,034$) et grands individus ($p = 0,003$) et pour les stations de barrière externe. Sur ces dernières, les grands individus sont présents en densité significativement plus importante que les individus de moyenne taille ($p = 0,003$), qui sont eux-mêmes observés en plus forte densité que les petits individus ($p < 0,001$).

3.3.12 DENSITE D'ABONDANCE TOTALE DES CARANGIDAE

Calcul de la métrique : Densité des Carangidae par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²).

Représentation cartographique à l'échelle de l'île (Annexe 6.13)

Les Carangidae sont présents en très faibles densités sur l'ensemble des complexes récifaux de Mayotte (0-5 ind./100m² dans 190 stations), à l'exception d'une station dans la Passe Bateaux, où une densité de 31 ind./100m² a été observée.

Représentation graphique

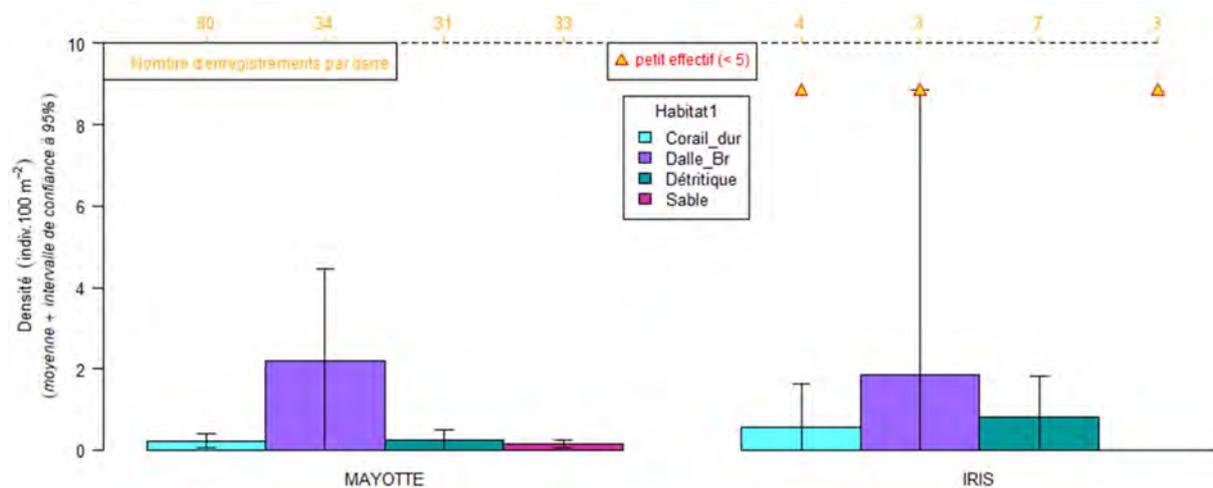


Figure 20 : Densité moyenne par unité d'observation des Carangidae en fonction de l'habitat (Corail dur, Dalle-Blocs rocheux, Détritique et Sable) et du site (Mayotte ou Iris).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse de la densité des Carangidae révèle que cette famille est présente en faibles densités, dans les quatre types d'habitats rencontrés à Mayotte. Elle est également présente en faible densité sur le banc de l'Iris et n'a été observée sur aucune des trois stations de sable échantillonnées.
- La densité moyenne de Carangidae par station semble plus élevée sur les habitats de dalle-blocs rocheux que sur les trois autres types d'habitats à Mayotte et sur le banc de l'Iris. Cependant, cette relation n'est pas statistiquement significative.
- Sur l'habitat de fond détritique, les Carangidae sont présents en plus forte densité à Iris qu'à Mayotte ($p = 0,043$).

3.3.13 DENSITE D'ABONDANCE DE CARANX MELAMPYGUS

Calcul de la métrique : Densité des *Caranx melampygus* par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²), par classe de taille et habitat ou effort de pêche.

Représentations graphiques

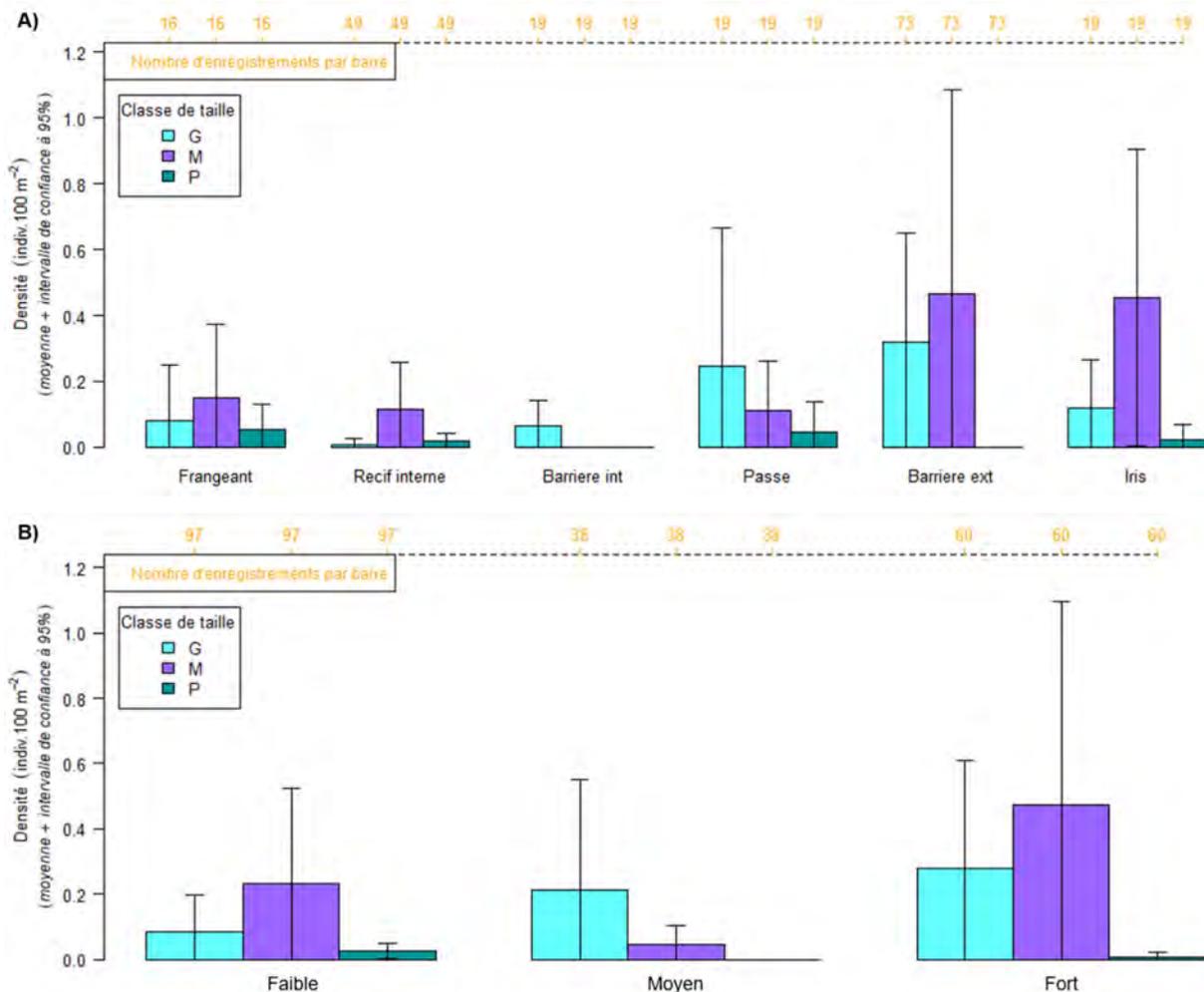


Figure 21 : Densité des *Caranx melampygus* par classe de taille et par structure géomorphologique (A) ou effort de pêche (B).

Résultats (tests statistiques)

- L'espèce est présente sur tous les types géomorphologiques. En revanche, les petits individus sont absents sur les barrières externes et internes et les individus de moyenne taille sur la barrière interne uniquement.
- Concernant les individus de taille moyenne, les densités sont significativement plus élevées sur le banc de l'Iris que sur le récif interne ($p = 0,011$).
- Sur le banc de l'Iris, les individus de moyenne taille sont présents en plus forte densité que les petits individus ($p = 0,005$).
- L'espèce est présente quelle que soit la pression de pêche exercée sur la zone.
- Les individus de grande taille sont présents en plus forte densité dans les zones fortement pêchées comparativement aux zones faiblement pêchées ($p = 0,024$).
- Sur les stations fortement pêchées, on observe plus de grands et de moyens individus que de petits ($p = 0,018$ et $p = 0,014$ respectivement).

3.3.14 DENSITE D'ABONDANCE DE DECAPTERUS MACARELLUS + D. RUSSELLI

Calcul de la métrique : Densité agrégée des *Decapterus macarellus* et *D. russelli* par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²), par classe de taille et habitat ou effort de pêche.

Représentations graphiques

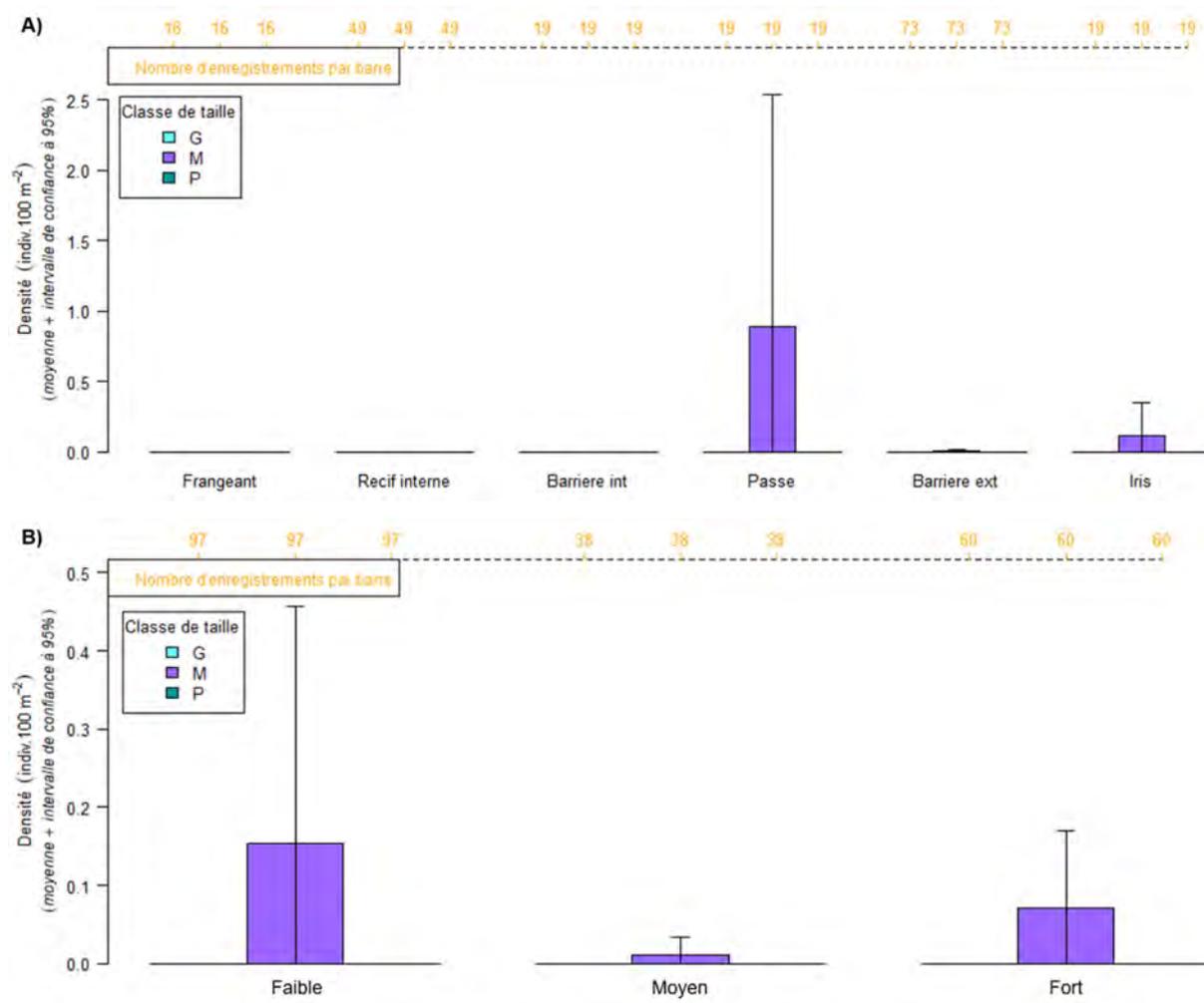


Figure 22 : Densité agrégée des *Decapterus macarellus* et *D. russelli* par classe de taille et par structure géomorphologique (A) ou effort de pêche (B).

Résultats (tests statistiques)

- Seuls des individus de moyenne taille ont été observés et uniquement dans les passes, sur les barrières externes et le banc de l'Iris.
- Les densités de *Decapterus macarellus* et *D. russelli* sont plus élevées dans les passes que sur les barrières externes ($p < 0,001$).
- Les individus de taille moyenne sont présents quel que soit l'effort de pêche observé, mais les densités ne sont pas significativement différentes entre les trois zones.

3.3.15 DENSITE D'ABONDANCE TOTALE DES LETHRINIDAE

Calcul de la métrique : Densité des Lethrinidae par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²).

Représentation cartographique à l'échelle de l'île (Annexe 6.14)

Dans la plupart des stations (178), les Lethrinidae sont présents dans des densités comprises entre 0 et 10 individus/100m². Cependant, quatre stations situées au niveau de Mtsamboro, dans la zone du récif sud et sur la partie externe du récif Bambo montrent des densités exceptionnellement élevées (> à 100 ind./100m²) par rapport au reste de l'échantillonnage. Ces différences sont liées à la présence de banc de *Gnathodentex aureolineatus* dans ces quatre stations.

Représentation graphique

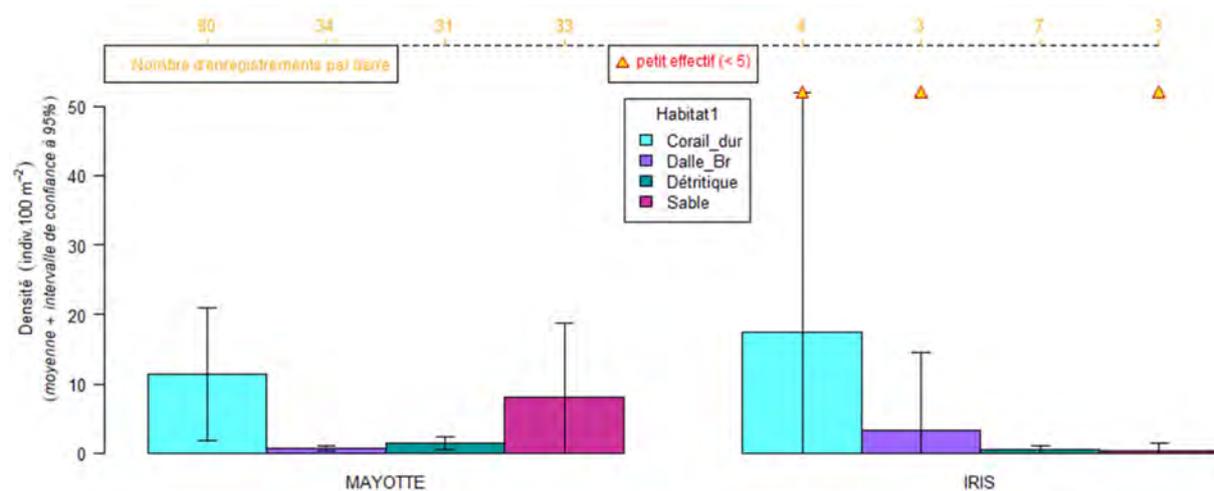


Figure 23 : Densité moyenne par unité d'observation des Lethrinidae en fonction de l'habitat (Corail dur, Dalle-Blocs rocheux, Détritique et Sable) et du site (Mayotte ou Iris).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse de la densité des Lethrinidae révèle que cette famille est présente dans les quatre types d'habitat échantillonnés, et ce, à Mayotte et sur le banc de l'Iris.
- Pour chacun des quatre types d'habitats, les densités moyennes par station ne sont pas significativement différentes entre Mayotte et le banc de l'Iris.
- Sur le banc de l'Iris, la densité de Lethrinidae semble plus élevée sur les dalles-blocs rocheux et corail dur que sur les fonds détritiques et sableux. Cependant, cette relation ne montre qu'un début de significativité entre les habitats dalles-blocs rocheux et détritique ($p = 0,083$).
- À Mayotte, la densité de Lethrinidae est plus élevée sur les habitats de sable et corail dur que sur les habitats de dalle-blocs rocheux (respectivement $p = 0,030$ et $p = 0,005$). Elle semble également plus élevée sur le corail dur que sur le détritique ($p = 0,070$).

3.3.16 DENSITE D'ABONDANCE DE LETHRINUS HARAK

Calcul de la métrique : Densité des *Lethrinus harak* par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²), par classe de taille et habitat ou effort de pêche.

Représentations graphiques

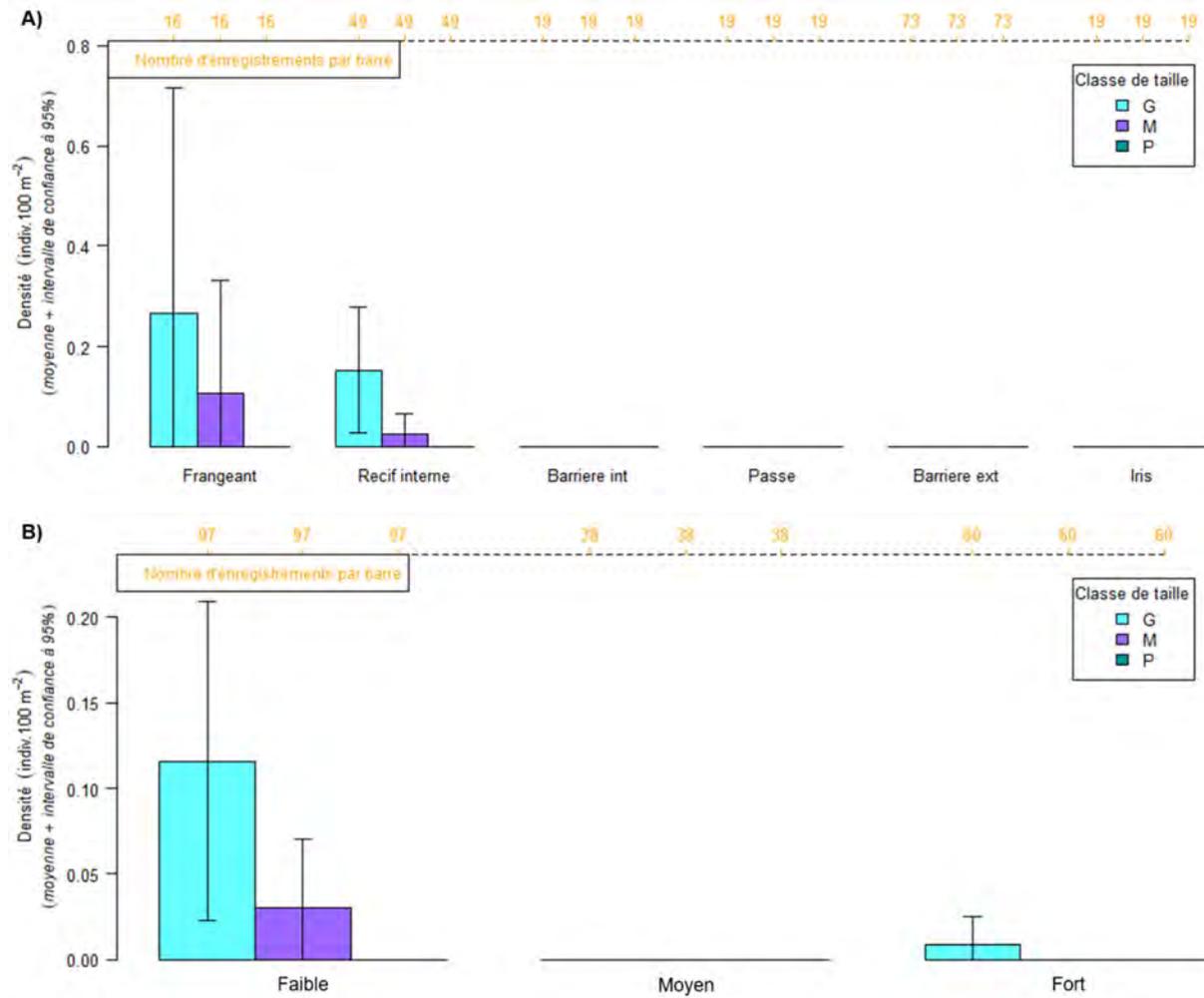


Figure 24 : Densité des *Lethrinus harak* par classe de taille et par structure géomorphologique (A) ou effort de pêche (B).

Résultats (tests statistiques)

- Cette espèce n'a été observée par STAVIRO que sur les récifs frangeants et les récifs internes (patches et îlots coralliens) et aucun individu de petite taille n'est présent dans ces observations.
- La densité moyenne de *Lethrinus harak* de grande taille est significativement plus élevée que celle des individus de taille moyenne, mais uniquement sur les stations de récif interne ($p < 0,001$).
- Les individus de cette espèce n'ont pas été observés en zones moyennement pêchées et seuls les individus de grande taille sont présents en zones fortement pêchées.
- En zones faiblement pêchées, les individus de grande taille sont présents en densité plus importante que les individus de taille moyenne ($p = 0,007$).
- Enfin, les grands individus sont présents en plus fortes densités dans les zones faiblement pêchées, que dans les zones fortement pêchées ($p = 0,003$).

3.3.17 DENSITE D'ABONDANCE DE LETHRINUS OLIVACEUS + L. MICRODON

Calcul de la métrique : Densité agrégée des *Lethrinus olivaceus* et *L. microdon* par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²), par classe de taille et habitat ou effort de pêche.

Représentations graphiques

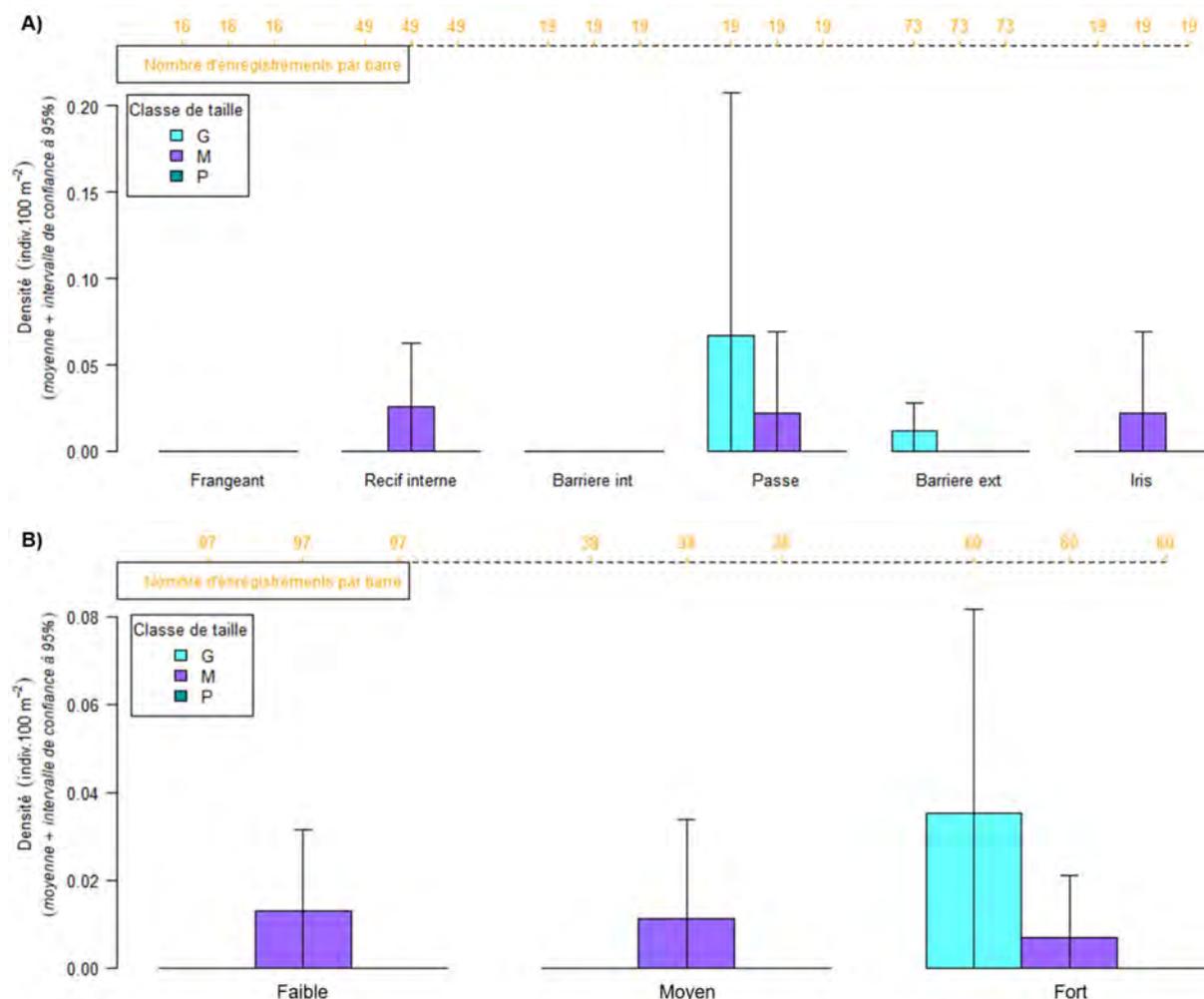


Figure 25 : Densité des *Lethrinus microdon* et *Lethrinus olivaceus* par classe de taille et par structure géomorphologique (A) ou effort de pêche (B).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse des densités agrégées de *Lethrinus olivaceus* et *L. microdon* révèle que ces espèces n'ont pas été observées sur les récifs frangeants et la barrière interne.
- Aucun individu de petite taille n'est présent dans les observations. Seuls des individus moyens ont été observés sur les récifs internes et le banc de l'Iris et uniquement de grands individus sur les barrières externes.
- Dans les passes, la densité moyenne de grands individus est plus élevée que celle des individus de moyenne taille, mais ce résultat n'est pas significatif.
- Ce complexe d'espèces est présent quelle que soit la pression de pêche appliquée sur la zone. En revanche les grands individus sont présents uniquement dans les zones fortement pêchées.
- Les densités d'individus de taille moyenne ne sont pas significativement différentes entre les différents efforts de pêche.

3.3.18 DENSITE D'ABONDANCE DE LETHRINUS RUBRIOPERCULATUS + L. VARIEGATUS

Calcul de la métrique : Densité agrégée des *Lethrinus rubrioperculatus* et *L. variegatus* par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²), par classe de taille et habitat ou effort de pêche.

Représentations graphiques

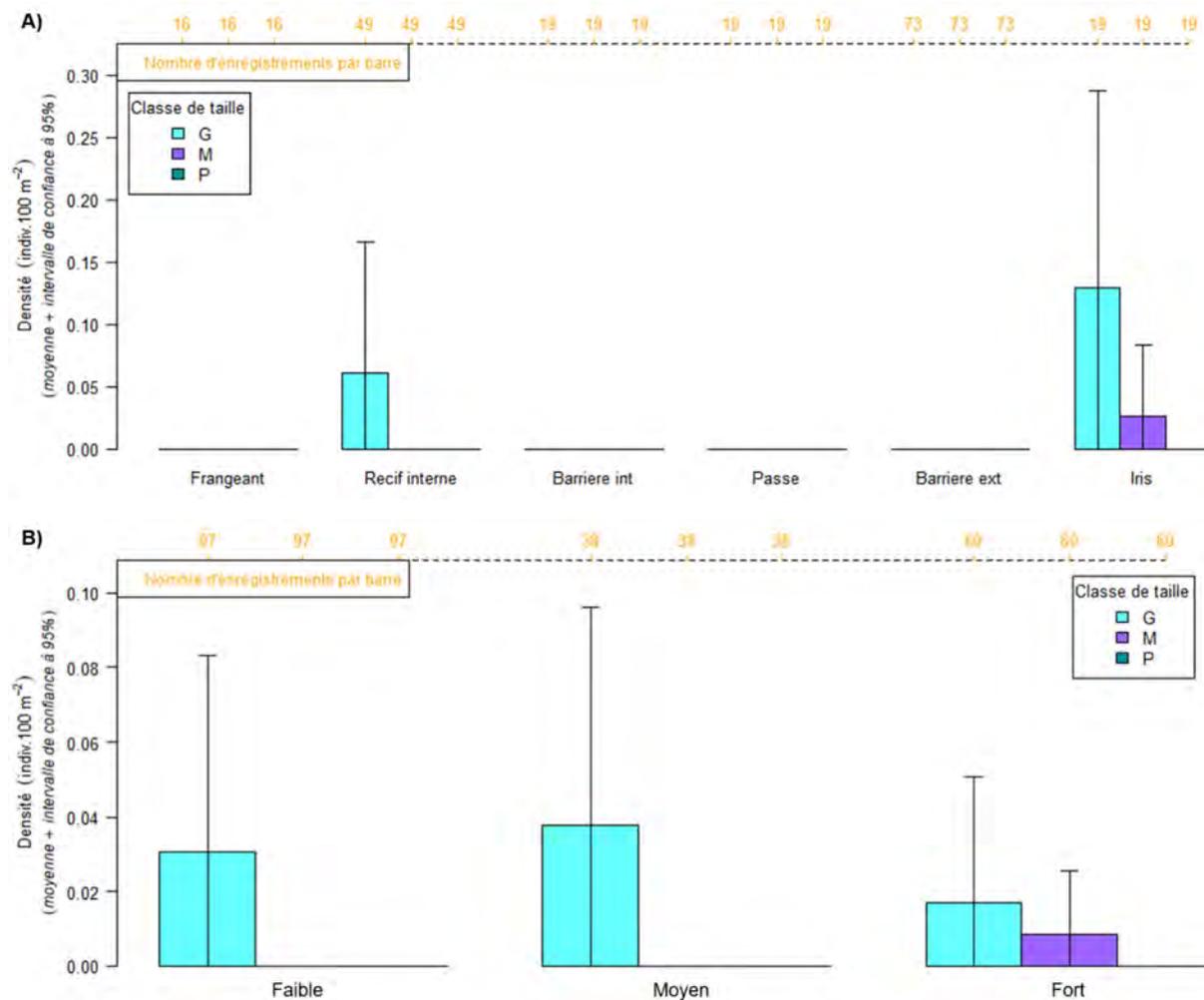


Figure 26 : Densité des *Lethrinus rubrioperculatus* et *Lethrinus variegatus* par classe de taille et par structure géomorphologique (A) ou effort de pêche (B).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse des densités agrégées de *Lethrinus rubrioperculatus* et *L. variegatus* révèle que ces espèces n'ont été observées que sur les récifs internes et le banc de l'Iris.
- Seul des individus de grande taille sont présents sur les récifs internes de notre échantillonnage, mais leur densité est significativement plus faible que sur le banc de l'Iris ($p < 0,001$).
- Sur le banc de l'Iris, la densité moyenne de grands individus est significativement plus élevée que celle des individus de taille moyenne ($p = 0,013$).
- Les grands individus de cette espèce sont présents quelle que soit la pression de pêche exercée sur la zone et en densités équivalentes.
- Les individus de taille moyenne eux, ne sont présents qu'en zones fortement pêchées et en densité équivalente avec les individus de grande taille.

3.3.19 DENSITE D'ABONDANCE DE MONOTAXIS GRANDOCULIS

Calcul de la métrique : Densité des *Monotaxis grandoculis* par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²), par classe de taille et habitat ou effort de pêche.

Représentations graphiques

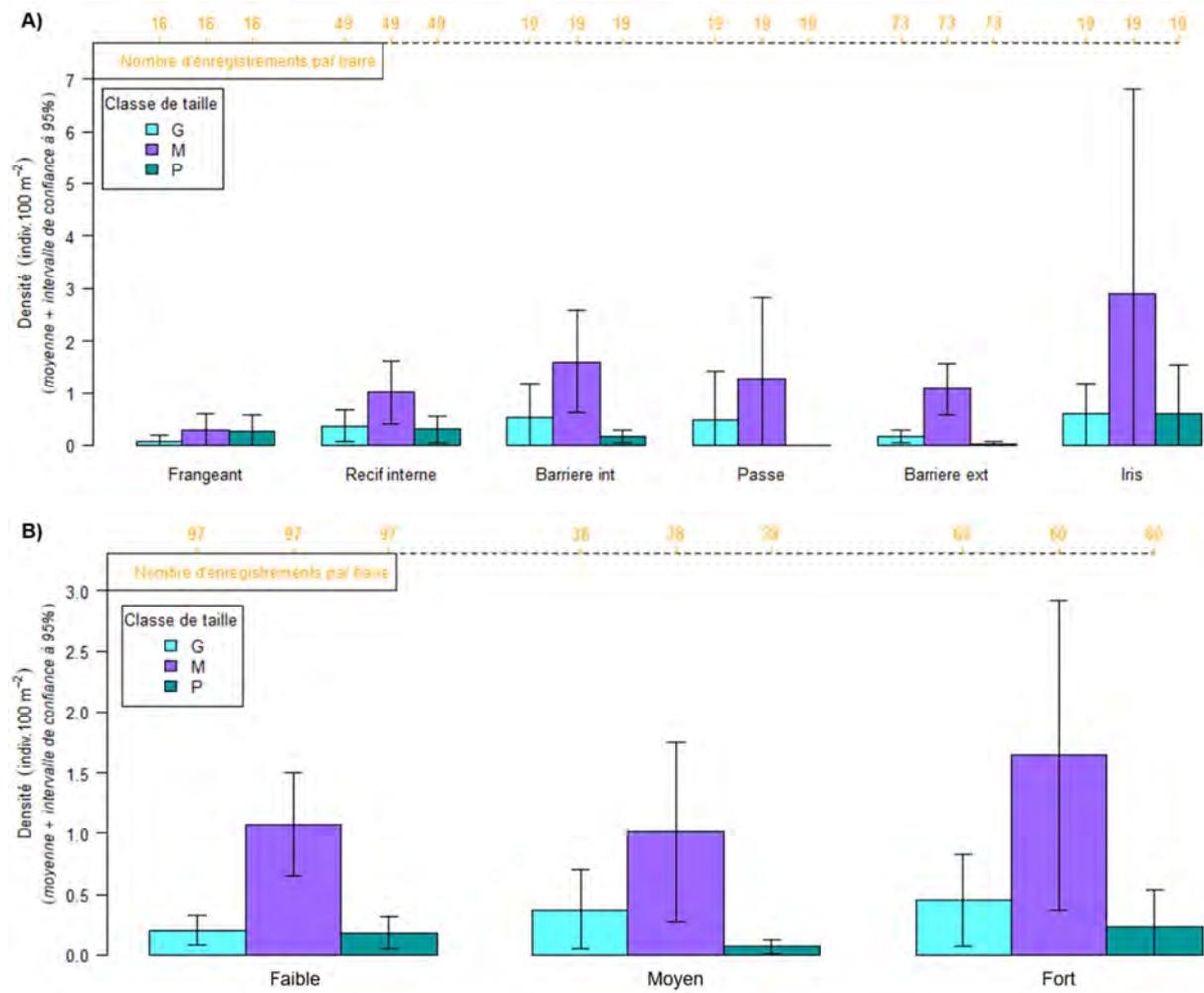


Figure 27 : Densité des *Monotaxis grandoculis* par classe de taille et par structure géomorphologique (A) ou effort de pêche (B).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse des densités de *Monotaxis grandoculis* révèle que cette espèce a été observée sur toutes les structures géomorphologiques échantillonnées et que seuls les individus de petite taille sont absents des passes.
- Les densités des individus de taille moyenne sont significativement plus élevées que celles des grands et petits individus sur les barrières internes (respectivement $p = 0,001$ et $p = 0,006$) et les barrières externes ($p < 0,001$ pour les deux relations).
- Les individus de moyenne taille sont présents en plus fortes densités sur les barrières internes que sur les récifs frangeants ($p = 0,010$) et dans les passes ($p = 0,024$).
- Cette espèce est présente quelle que soit la pression de pêche exercée et dans des densités équivalentes par classe de taille.

- Les individus de taille moyenne sont présents en densités plus élevées que les petits et grands individus dans les zones faiblement pêchées ($p < 0,001$), moyennement pêchées ($p < 0,001$ et $p = 0,046$ respectivement) et fortement pêchées ($p < 0,001$ et $p = 0,002$ respectivement).

3.3.20 DENSITE D'ABONDANCE TOTALE DES LUTJANIDAE

Calcul de la métrique : Densité des Lutjanidae par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²).

Représentation cartographique à l'échelle de l'île (Annexe 6.15)

Les Lutjanidae sont présents en faibles densités sur l'ensemble des complexes récifaux de Mayotte (0 à 10 ind./100m² dans 176 stations). Cependant, trois stations situées à la pointe sud du récif sud, au niveau de la passe Sada et dans la partie nord-est du banc de l'Iris montrent des densités exceptionnellement élevées (> à 100 ind./100m²). Ces différences sont liées à la présence de banc de *Lutjanus kasmira* et/ou *Lutjanus gibbus* dans ces trois stations.

Représentation graphique

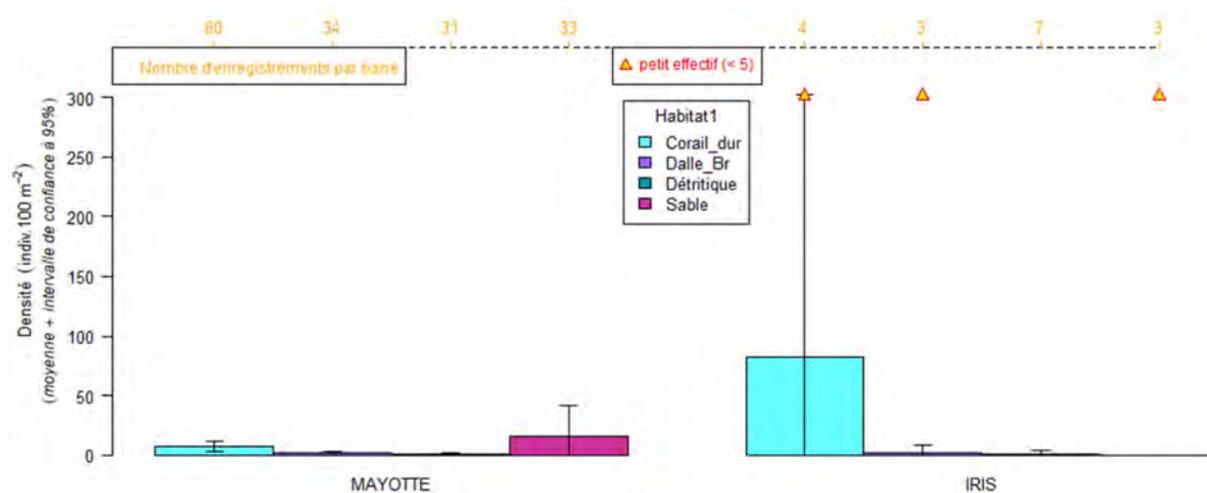


Figure 28 : Densité moyenne par unité d'observation des Lutjanidae en fonction de l'habitat (Corail dur, Dalle-Blocs rocheux, Détritique et Sable) et du site (Mayotte ou Iris).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse de la densité des Lutjanidae révèle que cette famille est présente dans les quatre types d'habitat à Mayotte, mais n'a été observée sur aucune des trois stations de sable échantillonnées sur le banc de l'Iris.
- Pour chacun des quatre types d'habitat, les densités moyennes par station ne sont pas significativement différentes entre Mayotte et le banc de l'Iris.
- Sur le banc de l'Iris, la densité de Lutjanidae semble plus élevée sur les stations de corail dur que sur les stations de dalle-blocs rocheux et de fond détritique, mais ces relations ne sont pas significatives. Aucune différence significative n'est également observée à Mayotte.

3.3.21 DENSITE D'ABONDANCE DE APRION VIRESCENS

Calcul de la métrique : Densité des *Aprion virescens* par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²), par classe de taille et habitat ou effort de pêche.

Représentations graphiques

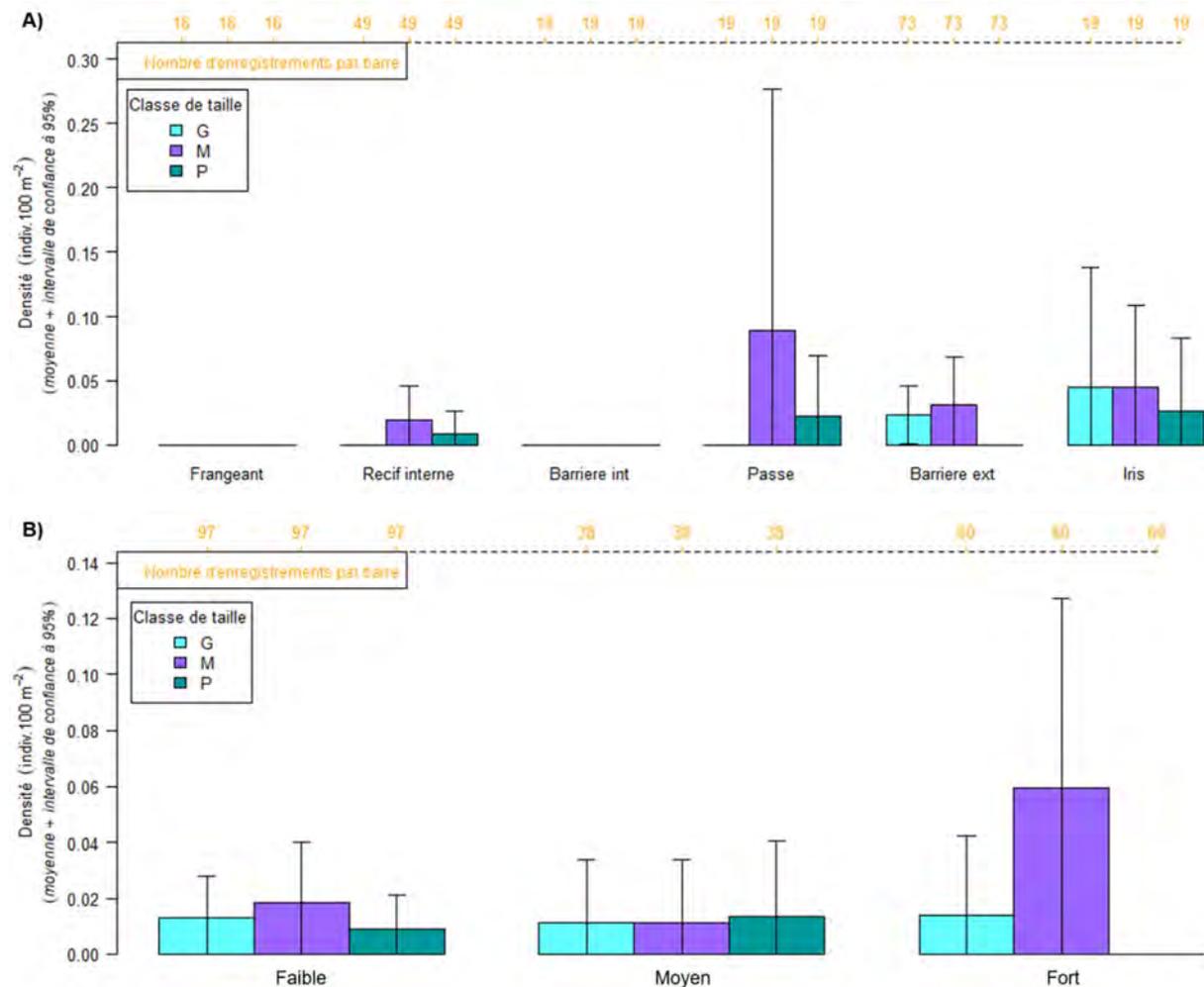


Figure 29 : Densité des *Aprion virescens* par classe de taille et par structure géomorphologique (A) ou effort de pêche (B).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse des densités d'*Aprion virescens* révèle que cette espèce n'a pas été observée sur les récifs frangeants et les barrières internes.
- Les grands individus sont présents seulement sur les barrières externes et le banc de l'Iris et les petits individus sont absents de la barrière externe.
- Aucune différence significative dans les densités moyenne par unité d'observation d'*Aprion virescens*, en fonction de la classe de taille et de la structure géomorphologique, n'est observée.
- Les trois classes de taille sont présentes en densités similaires quel que soit l'effort de pêche. Seuls les individus de petite taille sont absents des zones fortement pêchées.
- Aucune différence significative dans les densités moyennes par unité d'observation d'*Aprion virescens*, en fonction de la classe de taille et de l'effort de pêche, n'est observée.

3.3.22 DENSITE D'ABONDANCE DE LUTJANUS BOHAR

Calcul de la métrique : Densité des *Lutjanus bohar* par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²), par classe de taille et habitat ou effort de pêche.

Représentations graphiques

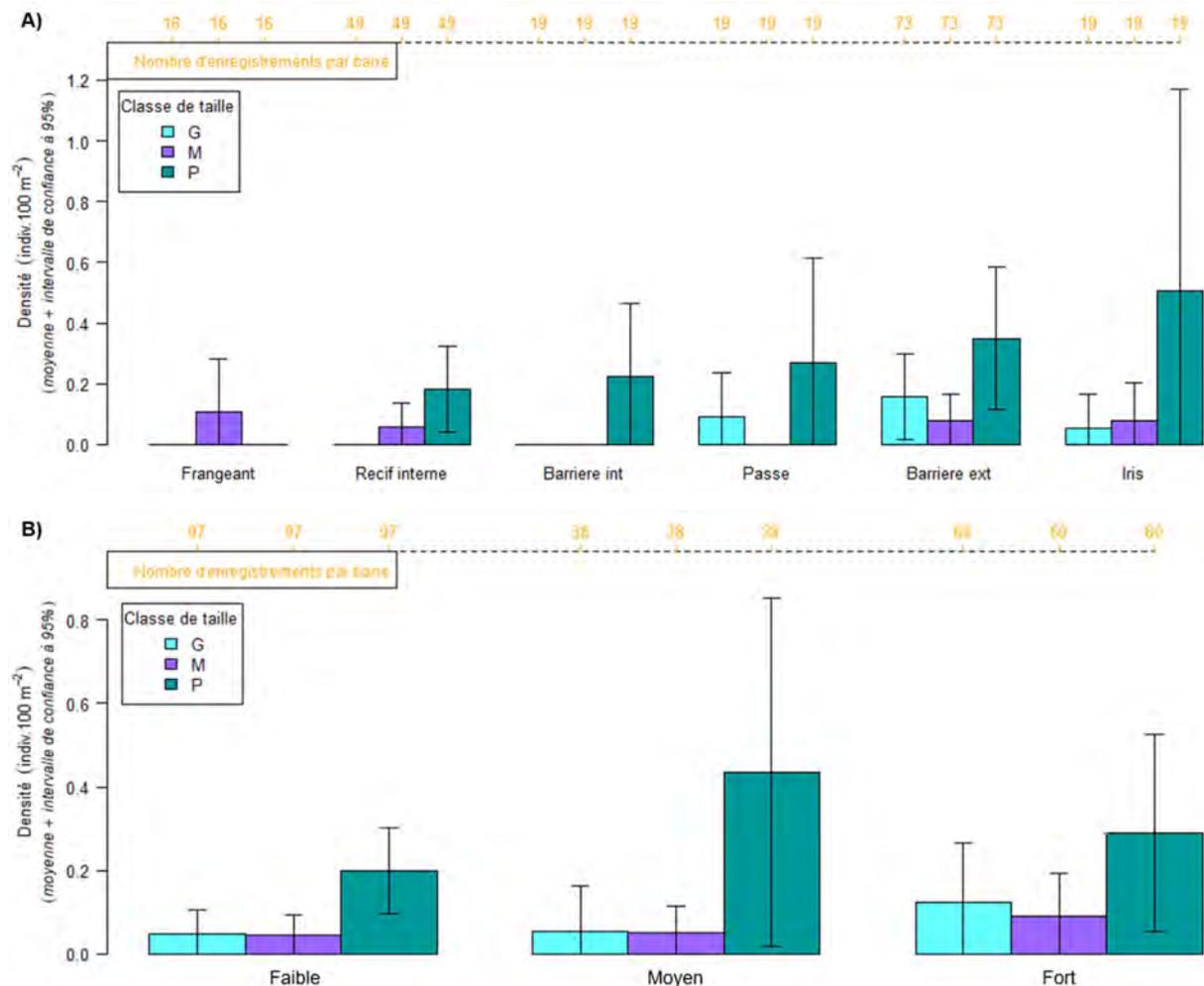


Figure 30 : Densité des *Lutjanus bohar* par classe de taille et par structure géomorphologique (A) ou effort de pêche (B).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse des densités de *Lutjanus bohar* révèle que cette espèce a été observée sur toutes les structures géomorphologiques échantillonnées.
- Sur les récifs internes, les passes, les barrières externes et le banc de l'Iris, les densités de petits individus sont plus élevées que celles des individus de moyenne et/ou grande taille. Cependant, cette relation n'est significative qu'entre les densités de petits et moyens individus sur les barrières externes ($p = 0,045$).
- Les trois classes de taille de cette espèce sont présentes quelle que soit la pression de pêche exercée sur la zone.
- Dans les zones faiblement pêchées, les densités d'individus de petite taille sont plus élevées que les densités de moyens ($p = 0,014$) et de grands individus ($p = 0,025$).
- Dans les zones moyennement pêchées, les densités d'individus de petite taille sont plus élevées que les densités de grands individus ($p = 0,032$).

3.3.23 DENSITE D'ABONDANCE DE LUTJANUS GIBBUS

Calcul de la métrique : Densité des *Lutjanus bohar* par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²), par classe de taille et habitat ou effort de pêche.

Représentations graphiques

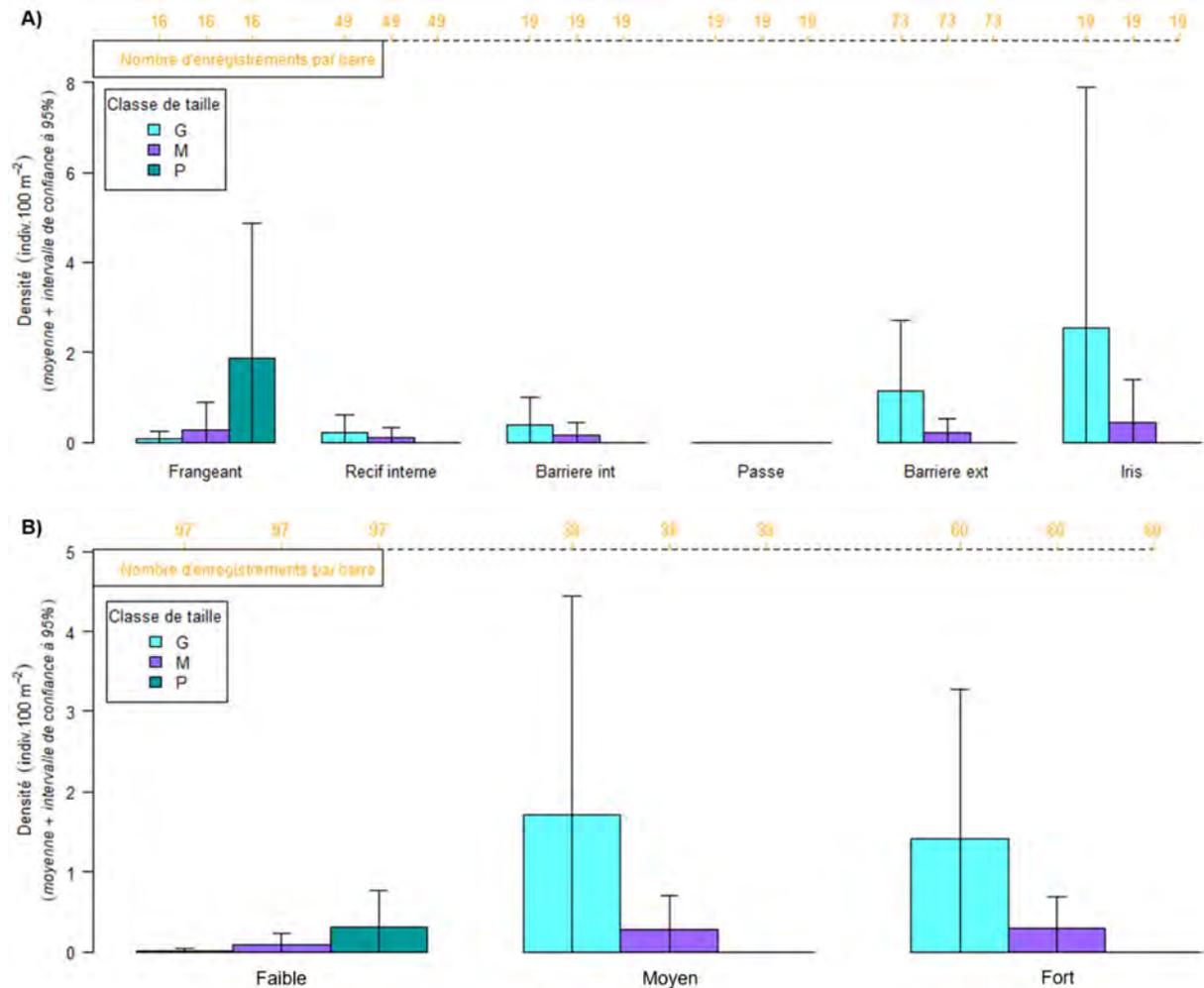


Figure 31 : Densité des *Lutjanus gibbus* par classe de taille et par structure géomorphologique (A) ou effort de pêche (B).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse des densités de *Lutjanus gibbus* révèle que cette espèce a été observée sur toutes les structures géomorphologiques échantillonnées, à l'exception des passes, mais que les individus de petite taille ne sont présents que sur les stations de récif frangeant.
- En regardant par classe de taille, on remarque que les densités des individus de moyenne et grande tailles sont plus élevées sur les barrières externes et le banc de l'Iris, mais cette relation n'est pas significative.
- Au sein de chaque structure géomorphologique, les individus de petite taille dominent les récifs frangeants, alors que les grands individus dominent les barrières externes et le banc de l'Iris. Cependant, ces relations ne sont pas non plus significatives.
- Cette espèce est présente quel que soit l'effort de pêche, mais les petits individus n'ont été observés qu'en zones faiblement pêchées.
- Les individus de grande taille sont présents en densités plus élevées dans les zones moyennement pêchées que dans les zones faiblement pêchées ($p = 0,003$).

3.3.24 DENSITE D'ABONDANCE TOTALE DES SCARIDAE

Calcul de la métrique : Densité des Scaridae par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²).

Représentation cartographique à l'échelle de l'île (Annexe 6.16)

Les Scaridae sont présents en faibles densités sur l'ensemble des complexes récifaux de Mayotte (0 à 10 ind./100m² dans 176 stations), à l'exception d'une station au niveau de la réserve de la passe en S, où une densité de 31 ind./100m² a été observée.

3.3.24.1 DENSITE DES SCARIDAE EN FONCTION DE L'HABITAT ET DU SITE

Représentation graphique

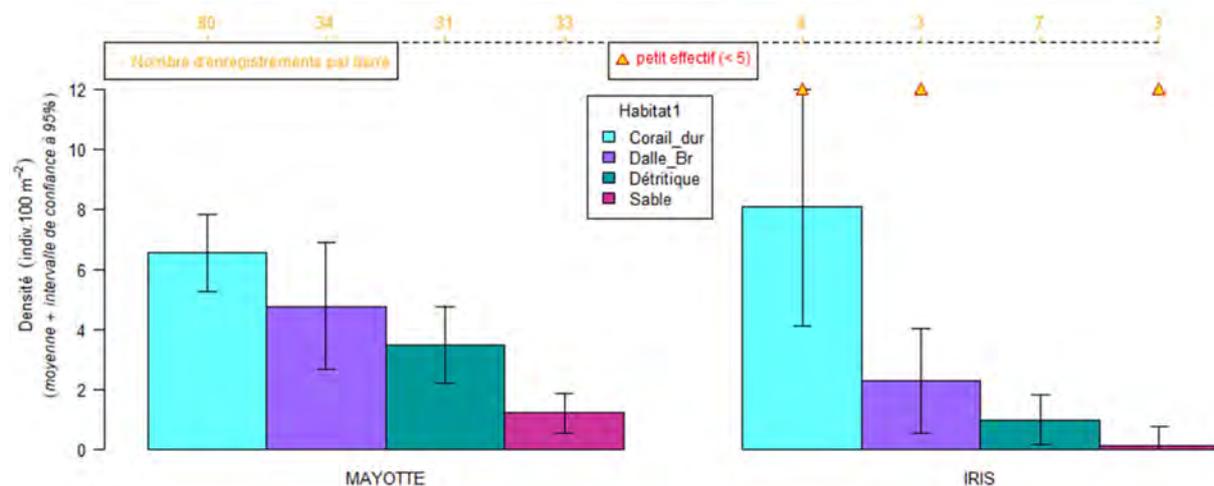


Figure 32 : Densité moyenne par unité d'observation des Scaridae en fonction de l'habitat (Corail dur, Dalle-Blocs rocheux, Détritique et Sable) et du site (Mayotte ou Iris).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse de la densité des Scaridae révèle que cette famille est présente dans les quatre types d'habitat échantillonnés, et ce, à Mayotte et sur le banc de l'Iris.
- Pour chacun des quatre types d'habitat, les densités moyennes par station ne sont pas significativement différentes entre Mayotte et le banc de l'Iris.
- Sur le banc de l'Iris, bien que la densité de Scaridae semble plus élevée sur le corail dur que sur les autres types d'habitat, la forte variabilité due au faible échantillonnage empêche toute interprétation.
- À Mayotte, la densité de Scaridae est plus faible sur les fonds sableux que sur les fonds détritiques ($p = 0,013$), sur les dalles-blocs rocheux ($p = 0,002$) et sur le corail dur ($p < 0,001$). On observe donc que la relation est de plus en plus significative à mesure que l'habitat se structure et se complexifie.

3.3.24.2 DENSITE DES SCARIDAE EN FONCTION DE LA CLASSE DE TAILLE ET DE LA STRUCTURE GEOMORPHOLOGIQUE

Représentation graphique

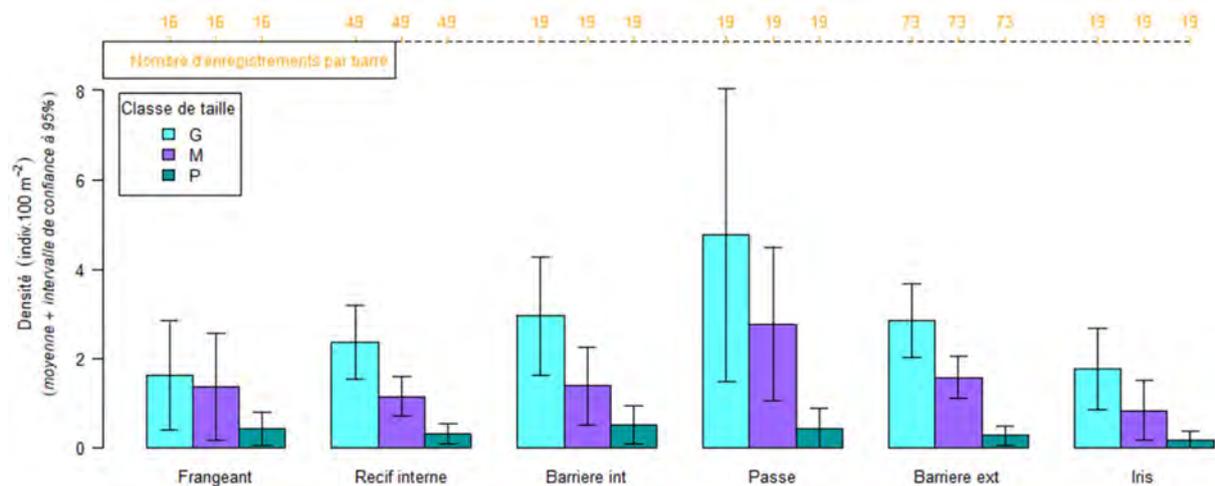


Figure 33 : Densité moyenne par unité d’observation des Scaridae en fonction de la classe de taille (P = petit, M = moyen et G = grand) et de la structure géomorphologique.

Résultats (tests statistiques)

- Cette nouvelle analyse de la densité des Scaridae révèle que cette famille a été observée sur tous les types de structures géomorphologiques et dans toutes les catégories de taille.
- D’une manière générale, la densité moyenne par station des petits Scaridae est similaire entre les différentes structures géomorphologiques, alors que les densités de moyens et grands individus semblent plus élevées sur les barrières internes, externes et passes, mais aucune de ces relations n’est significative.
- Quelle que soit la structure géomorphologique, les grands individus semblent être présents en plus grande densité que les moyens individus et ces derniers sont également observés en plus grande densité que les individus de petite taille.
- Ceci n’est réellement le cas que pour les stations de récif interne où les densités de petits individus sont significativement plus faibles que les densités des individus de grande taille (p = 0,019) et pour les stations de barrière externe, où les densités de petits individus sont significativement plus faibles que les densités de grands (p < 0,001) et moyens individus (p = 0,003).

3.3.25 DENSITE D'ABONDANCE TOTALE DES SERRANIDAE

Calcul de la métrique : Densité des Serranidae par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²).

Représentation cartographique à l'échelle de l'île (Annexe 6.17)

Les Serranidae sont présents en faibles densités sur l'ensemble des complexes récifaux de Mayotte (0-5 ind./100m² dans 173 stations), à l'exception de deux stations dans la partie nord-est du banc de l'Iris et au niveau de Petite-Terre (Moya), où des densités de 24 et 32 ind./100m² ont été respectivement observées.

Représentation graphique

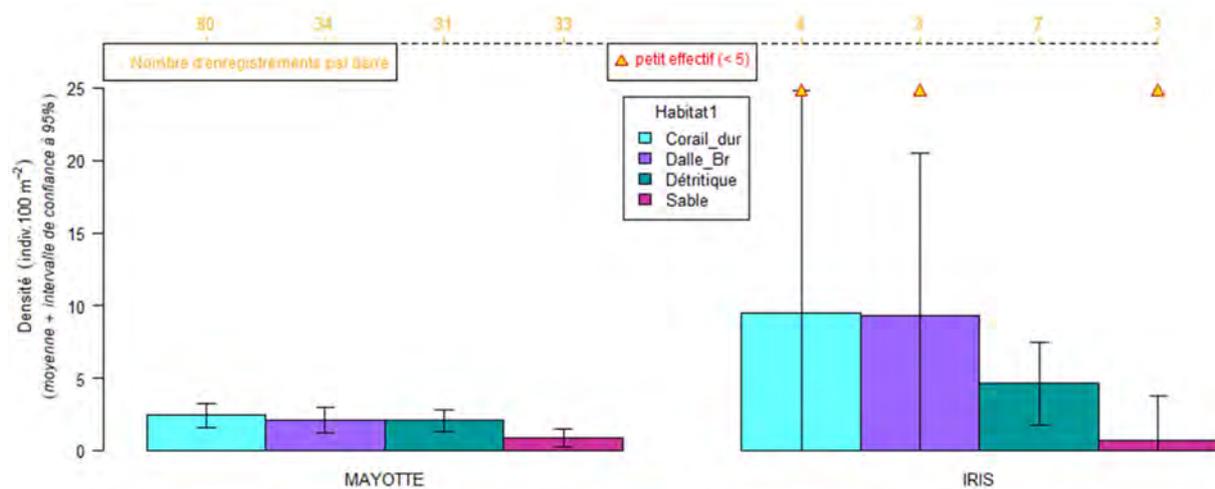


Figure 34 : Densité moyenne par unité d'observation des Serranidae en fonction de l'habitat (Corail dur, Dalle-Blocs rocheux, Détritique et Sable) et du site (Mayotte ou Iris).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse de la densité des Serranidae révèle que cette famille est présente dans les quatre types d'habitat échantillonnés, et ce, à Mayotte et sur le banc de l'Iris.
- Tout habitats confondus, la densité moyenne par station de Serranidae semble plus élevée sur le Banc de l'Iris que sur le reste des récifs mahorais.
- Pour chacune des deux zones (Mayotte et Iris), les densités moyennes de Serranidae par station ne sont pas significativement différentes entre les habitats.
- Au niveau des habitats, les résultats montrent que la densité moyenne des Serranidae sur les stations de corail dur est plus élevée sur le banc de l'Iris, qu'à Mayotte ($p = 0,014$). Cette relation est également observable pour les habitats de dalle-blocs rocheux et détritiques, mais n'est pas significative (respectivement $p = 0,066$ et $p = 0,448$).

3.3.26 DENSITE D'ABONDANCE D'AETHALOPERCA ROGAA

Calcul de la métrique : Densité des *Aethaloperca roga* par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²), par classe de taille et habitat ou effort de pêche.

Représentations graphiques

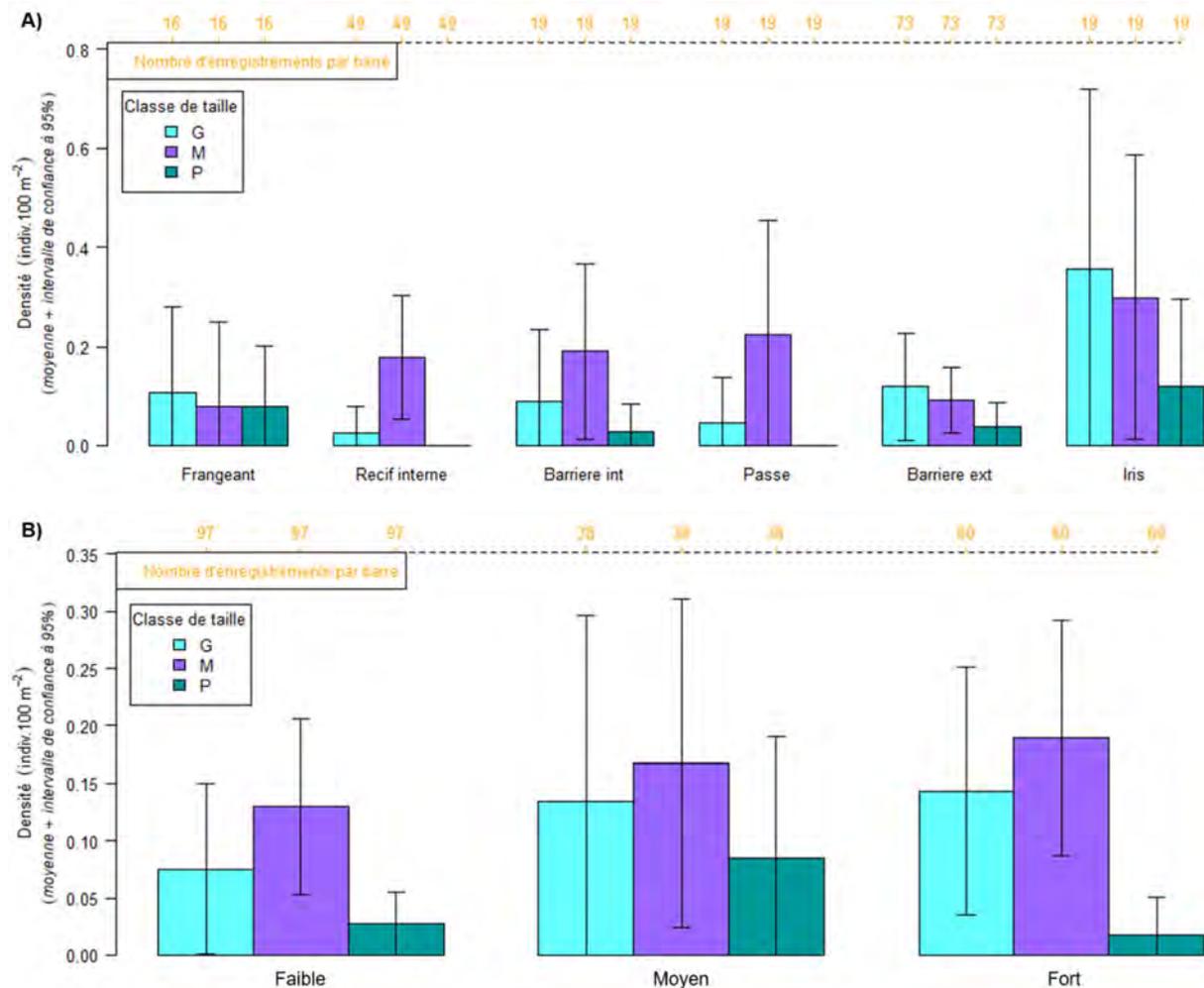


Figure 35 : Densité d'*Aethaloperca roga* par classe de taille et par structure géomorphologique (A) ou effort de pêche (B).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse des densités d'*Aethaloperca roga* révèle que cette espèce est présente sur toutes les structures géomorphologiques échantillonnées, mais qu'aucun individu de petite taille n'a été observé sur les récifs internes et dans les passes.
- En regardant par classe de taille, aucune différence significative dans les densités entre structures géomorphologiques n'est observée.
- Au sein de chaque structure géomorphologique, on n'observe aucune différence significative dans les densités entre les classes de taille, à l'exception des récifs internes, où la densité des individus de taille moyenne est plus élevée que celle des individus de grande taille ($p = 0,021$).
- Les trois classes de taille de cette espèce sont présentes quelle que soit la pression de pêche exercée sur la zone.
- Dans les zones fortement pêchées, les densités d'individus de moyenne taille sont plus élevées que les densités de petits individus ($p < 0,001$).

3.3.27 DENSITE D'ABONDANCE DE CEPHALOPHOLIS ARGUS

Calcul de la métrique : Densité des *Cephalopholis argus* par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²), par classe de taille et habitat ou effort de pêche.

Représentations graphiques

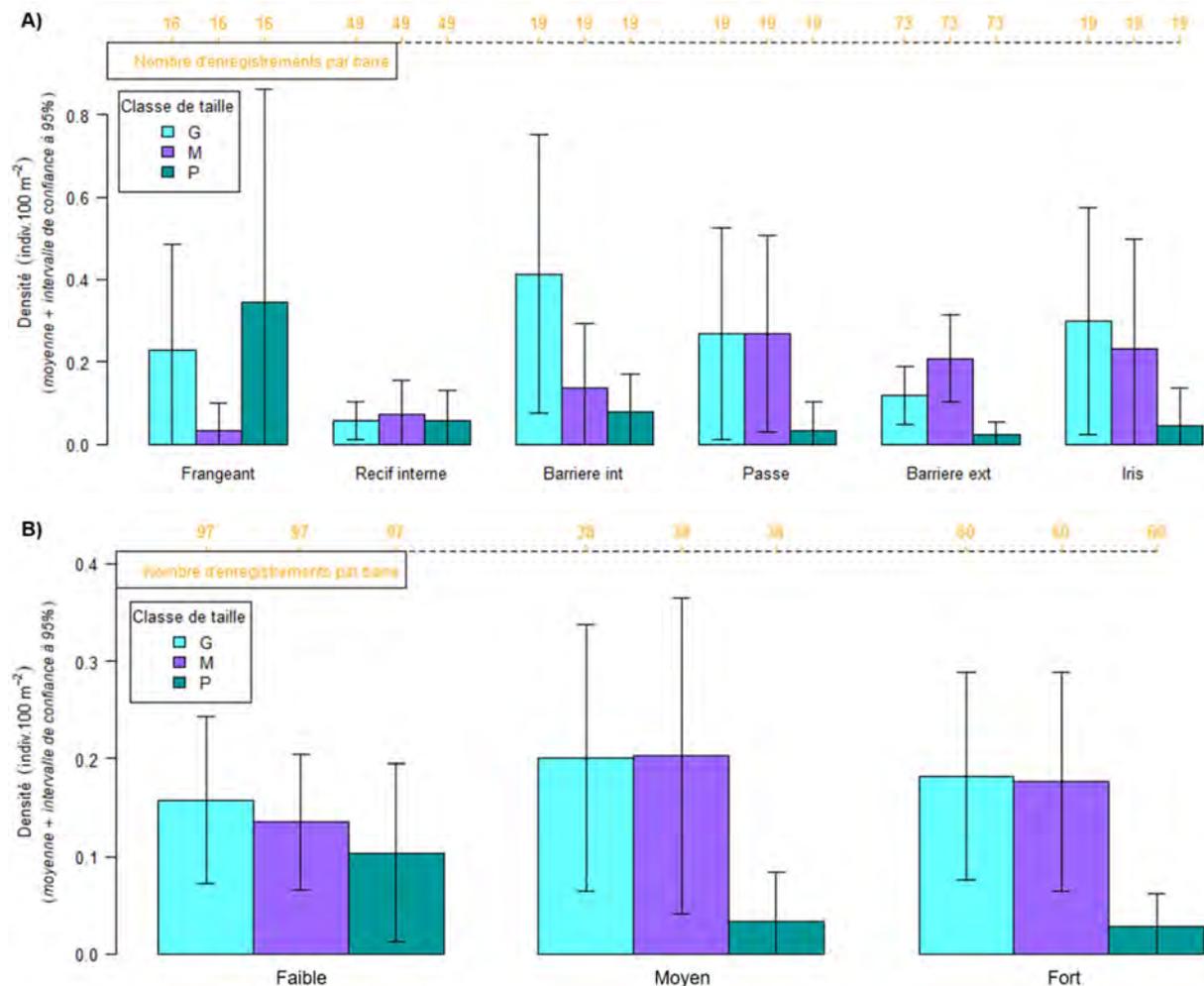


Figure 36 : Densité de *Cephalopholis argus* par classe de taille et par structure géomorphologique (A) ou effort de pêche (B).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse des densités de *Cephalopholis argus* révèle que les trois classes de taille de cette espèce ont été observées sur toutes les structures géomorphologiques échantillonnées.
- De manière générale, les densités de petits individus semblent plus faibles que celles des moyens et grands individus à l'exception des récifs frangeants et internes, mais ces relations ne sont pas significatives.
- Seule la densité d'individus de taille moyenne est significativement plus élevée que celle des individus de petite taille sur les barrières externes ($p = 0,002$).
- Les trois classes de taille de cette espèce sont présentes quelle que soit la pression de pêche exercée sur la zone.
- Dans les zones fortement pêchées, les densités d'individus de grande taille sont plus élevées que les densités de petits individus ($p < 0,048$).

3.3.28 DENSITE D'ABONDANCE DE PLECTROPOMUS LAEVIS

Calcul de la métrique : Densité des *Plectropomus laevis* par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²), par classe de taille et habitat ou effort de pêche.

Représentations graphiques

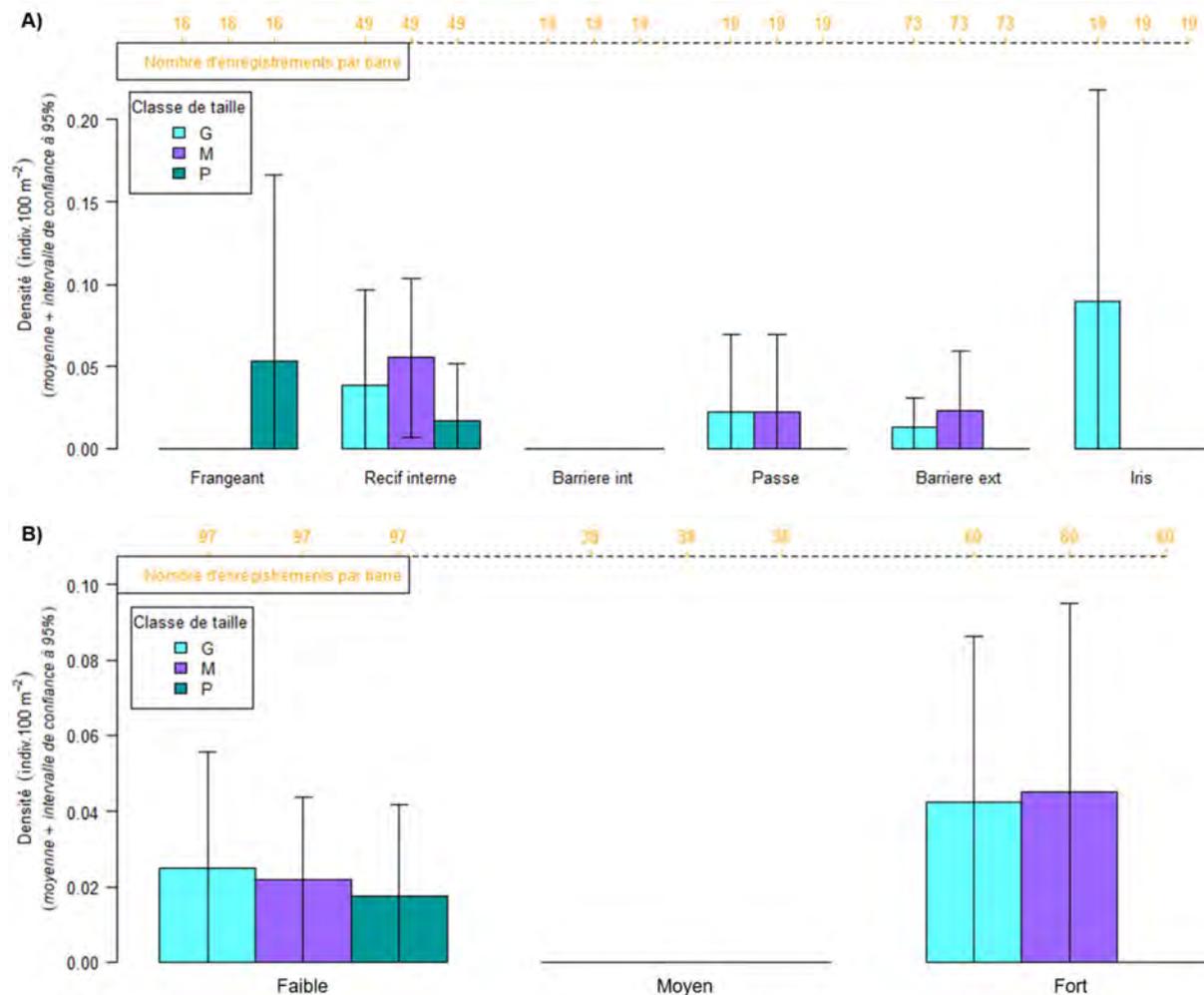


Figure 37 : Densité des *Plectropomus laevis* par classe de taille et par structure géomorphologique (A) ou effort de pêche (B).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse des densités de *Plectropomus laevis* révèle que cette espèce a été observée sur toutes les structures géomorphologiques échantillonnées à l'exception des barrières internes.
- Les petits individus ne sont présents que sur les récifs frangeants et internes et les moyens et grands individus sont absents des récifs frangeants. Enfin, les individus de taille moyenne sont également absents sur le banc de l'Iris.
- Aucune différence significative dans les densités moyennes par unité d'observation, en fonction de la classe de taille et de la structure géomorphologique échantillonnée n'est observée.
- L'espèce n'a pas été observée dans les zones moyennement pêchées. Les individus de petite taille sont absents des zones où la pression de pêche est importante.
- Les trois classes de taille sont présentes en densité équivalentes dans les zones faiblement pêchées. C'est aussi le cas des grands et moyens individus dans les zones fortement pêchées.

3.3.29 DENSITE D'ABONDANCE DE VARIOLA LOUTI

Calcul de la métrique : Densité des *Variola louti* par unité d'observation, dans un rayon de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100 m²), par classe de taille et habitat ou effort de pêche.

Représentations graphiques

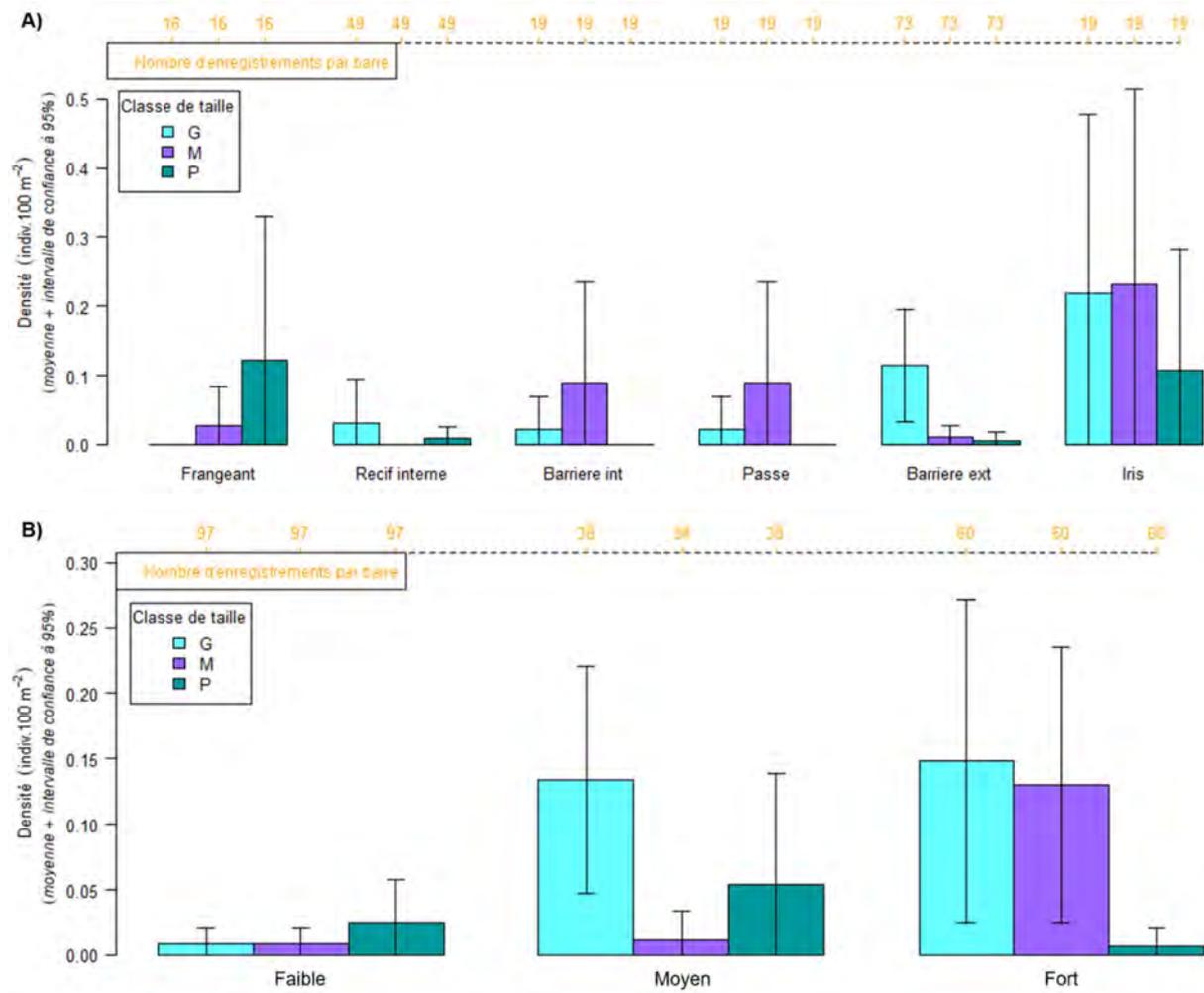


Figure 38 : Densité des *Variola louti* par classe de taille et par structure géomorphologique (A) ou effort de pêche (B).

Résultats (tests statistiques)

- L'analyse des densités de *Variola louti* révèle que cette espèce a été observée sur toutes les structures géomorphologiques échantillonnées.
- Sur les stations de barrières externes, la densité de grands *Variola louti* est significativement plus élevée que celles des petits ($p < 0,001$) et moyens individus ($p = 0,003$).
- La densité des individus de grande taille est significativement plus faible sur les récifs internes que sur les barrières externes ($p = 0,024$) et sur le banc de l'Iris ($p = 0,075$).
- Les trois classes de taille de cette espèce sont présentes quelle que soit la pression de pêche exercée sur la zone.
- En zones moyennement pêchées, les densités de grands individus sont plus élevées que celles des petits ($p = 0,003$) et moyens ($p < 0,001$). En zones fortement pêchées, les densités de grands individus sont plus élevées que celles des individus de petite taille ($p = 0,032$).
- Les grands *Variola louti* sont présents en plus fortes densités dans les zones moyennement ($p < 0,001$) et fortement ($p = 0,016$) pêchées que dans les zones faiblement pêchées.

4. SYNTHÈSE

Ce rapport synthétise l'analyse des données acquises lors de la campagne STAVIRO Mayotte de novembre 2017, visant à établir un état initial des ressources halieutiques à l'échelle des complexes récifaux du lagon de Mayotte. Les principaux résultats de cette étude sont listés ci-dessous :

- Les 12 jours de mission terrain réalisés par la Délégation Océan Indien de l'Ifremer et le Parc Naturel Marin de Mayotte, ont permis de déployer 273 stations STAVIRO à partir de deux embarcations sur les 1100 km² du lagon mahorais, y compris le banc de l'Iris. Sur ces 273 stations, 195 situées entre 1 et 63 mètres de profondeur ont été jugées comme exploitables et analysées d'un point de vue de l'habitat et de la macrofaune benthique, puis d'un point de vue halieutique en ciblant les espèces d'intérêt économique.
- Les complexes de barrières récifales (internes, passes et externes), ainsi que les récifs internes (patchs récifaux) et frangeants entourant les îles de Grande Terre et de Petite Terre ont été échantillonnés avec 176 unités d'observation positionnées entre 1 et 63,2 mètres de profondeur. Le banc de l'Iris compte à lui seul 19 stations, positionnées pour 90 % d'entre elles au-delà de 20 mètres de fond, et ce, jusqu'à - 58,2 mètres.
- La grande majorité des stations (157) a été déployée en zone non protégée, alors que 21 autres ont été positionnées en zone de protection partielle et 17 en réserve intégrale. La moitié est située dans des zones faiblement pêchées, 38 en zones moyennement pêchées et 60 dans des zones qualifiées comme fortement exploitées par la pêche.
- L'habitat de ces 195 stations a été caractérisé par une quarantaine de variables de recouvrement biotique et abiotique, suivant le protocole mis en place par Ifremer sur le programme AMBIO. Douze d'entre elles ont été analysées via une ACP (Analyse en Composantes Principales) suivie d'une CAH (Classification Ascendante Hiérarchique) qui ont permis d'établir une typologie. Quatre grandes classes d'habitat, à savoir : « corail dur », « dalle et bloc rocheux », « détritique » et « sable » permettent donc d'évaluer les structures des peuplements ichtyologiques. Environ 43 % des stations sont caractérisés par un habitat de type corail dur et les 57 % restant se répartissent très équitablement dans les trois autres types d'habitat.
- D'un point de vue halieutique, un total de 13 779 poissons de 239 espèces différentes regroupées en 104 genres et appartenant à 41 familles a été identifié et dénombré sur les 195 unités d'observation échantillonnées dans le lagon mahorais et le banc de l'Iris. L'objectif de cette étude étant d'établir un état initial des ressources halieutiques, seuls les individus appartenant aux espèces dont la taille maximale connue est strictement supérieure à 18 cm et aux espèces de Chaetodontidae ont été pris en compte.
- Concernant les espèces remarquables, le poisson napoléon (*Cheilinus undulatus*) a été observé à cinq reprises, principalement sur des stations de corail dur, alors que deux espèces de tortues *Chelonia mydas* (tortue verte) et *Eretmochelys imbricata* (tortue imbriquée) ont été observées sur un ensemble de 13 stations. Le requin gris de récifs (*Carcharhinus amblyrhynchos*) et le requin corail (*Triaenodon obesus*), ont été observés sur deux et cinq stations, principalement dans les passes de l'ouest et le banc de l'Iris.
- Parmi les 41 familles identifiées sur l'ensemble des 195 unités d'observation, celles qui ont été le plus fréquemment observées sont les poissons chirurgiens ou Acanthuridae (97 %), les Balistidae (93 %) et les Labridae (92 %). Au niveau des espèces, les chirurgiens *Ctenochaetus striatus* et *Acanthurus nigrofuscus*, le baliste strié (*Balistapus undulatus*) et le poisson cocher ou idole des Maures (*Zanclus cornutus*) ont tous été observés sur plus de deux tiers des unités d'observation.
- La richesse spécifique moyenne par station à l'échelle de l'île est influencée par le complexe récifal, la structure géomorphologique, la classe de profondeur sur les barrières externes, l'habitat et l'effort de pêche, mais non par le statut de protection.

- La densité totale moyenne par station (sauf *heteroconger spp.*) à l'échelle de l'île est influencée par la structure géomorphologique, la classe de profondeur sur les barrières externes, l'habitat et l'effort de pêche, mais non par le statut de protection, ni le complexe récifal étudié.
- Sur les récifs de Mayotte, l'augmentation de la densité des Acanthuridae et des Scaridae est positivement corrélée avec la structuration de l'habitat. En effet, celle-ci est plus élevée sur les fonds détritiques que sur les fonds sableux, puis plus élevée sur les habitats de corail dur et de dalle-blocs rocheux que sur les fonds détritiques.
- Toutes classes de taille confondues, les densités d'*Aethaloperca roga* et de *Variola louti* sont plus élevées sur le banc de l'Iris que sur les autres structures géomorphologiques.
- Sur les 23 stations prévues initialement dans la réserve de l'îlot M'Bouzi, seulement 9 ont pu être exploitées pour les analyses. Leur positionnement en protection partielle n'influence pas significativement la richesse spécifique et la densité moyenne par station comparativement aux autres stations de récif interne situées hors réserve, mais aussi en zone faiblement pêchée et entre 0 et - 20 m de fond.

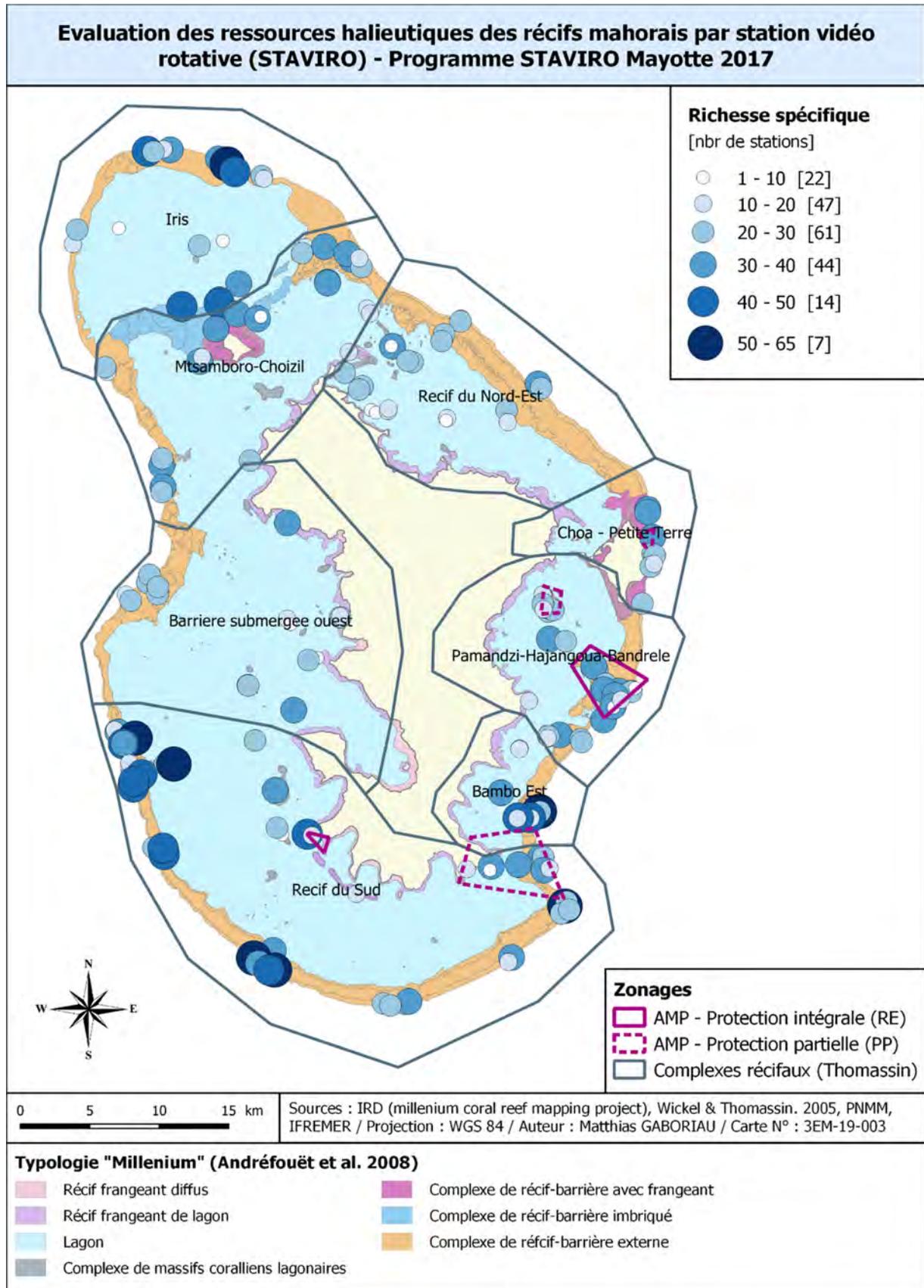
Pour les futurs suivis des ressources halieutiques de Mayotte, un échantillonnage plus soutenu sur le banc de l'Iris serait nécessaire pour faire apparaître des différences significatives dans les densités de Serranidae et Lethrinidae, présents en plus faibles densités que d'autres familles. L'effet du statut de protection pourrait faire l'objet d'une campagne à part entière, avec en fonction de la superficie, 5 à 15 stations à l'intérieur et 5 à 15 stations à l'extérieur des différentes AMP mahoraises. Au niveau des conditions d'échantillonnage, il pourrait être judicieux de privilégier une saison plus précoce, afin d'éviter les premières pluies importantes, augmentant les apports en sédiments et réduisant considérablement la visibilité. Cela a été particulièrement dommageable cette année pour l'échantillonnage des récifs frangeants et internes est et nord-est et de la réserve de l'îlot M'Bouzi. Enfin, une sélection de 120 stations facilement localisable sur le terrain (même habitat et même structure géomorphologique), qui ont été échantillonnées lors de cette campagne (et en 2014 pour certaines d'entre elles) devrait être conservée pour réaliser les suivis globaux pluriannuels.

5. BIBLIOGRAPHIE

- Andréfouët, S., Chagnaud, N., Chauvin, C., Kranenburg, C.J., 2009. Atlas des récifs coralliens de l'Océan Indien Ouest. Atlas of Western Indian Ocean Coral Reefs. C. I. d. Nouméa. Nouméa, Nouvelle-Calédonie. 102. 102.
- Chabanet, P., Ralambondrainy, H., Amanieu, M., Faure, G., Galzin, R., 1997. Relationships between coral reef substrata and fish. *Coral Reefs* 16, 93–102. <https://doi.org/10.1007/s003380050063>
- Clua, E., Legendre, P., Vigliola, L., Magron, F., Kulbicki, M., Sarramegna, S., Labrosse, P., Galzin, R., 2006. Medium scale approach (MSA) for improved assessment of coral reef fish habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 333, 219–230. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.12.010>
- Connell, S.D., Kingsford, M.J., 1998. Spatial, temporal and habitat-related variation in the abundance of large predatory fish at One Tree Reef, Australia. *Coral Reefs* 17, 49–57. <https://doi.org/10.1007/s003380050094>
- Faure, G., Pichon, M., Benzoni, F., Geynet, Y., Conruyt, N., Gigord, P., Caron, D., 2008. Base de connaissances sur les coraux des Mascareignes grâce aux TIC, technologies de l'information et de la communication, mieux connaître la biodiversité pour mieux la préserver. Université de la Réunion, Saint-Denis (la Réunion).
- Friedlander, A.M., Parrish, J.D., 1998. Habitat characteristics affecting fish assemblages on a Hawaiian coral reef. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 224, 30. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(97\)00164-0](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(97)00164-0)
- Froese, R., D. Pauly, 2018. Editors. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2018). [WWW Document]. URL <https://www.fishbase.de/search.php> (accessed 3.4.19).
- Giannasi, P., M. Gaboriau, 2017. Rapport de campagne vidéo «STAVIRO» - Parc Naturel Marin de Mayotte du 6 au 24 novembre 2017.. <https://doi.org/10.13155/59660>
- Pelletier, D., Bissery, C., Gonson, C., 2014. Guide d'utilisation des outils du projet PAMPA (Indicateurs de la Performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usages). Version 2. Rapport IFRECOR dans le cadre de la Convention n° AAMP/12/089 - IFREMER 12/2 212 911/F, IFREMER : 96 p.
- Pelletier, D., Carpentier, L., Roman, W., Bockel, T., 2016. La vidéo rotative autonome pour l'observation des habitats et de la macrofaune côtiers. Guide méthodologique des systèmes STAVIRO et MICADO. Rapport AMBIO/A/1. IFREMER Nouméa. 89 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00357/46859/>.
- Pelletier, D., Gamp, E., Reecht, Y., Bissery, C., 2011. Indicateurs de la Performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usages (PAMPA). Rapport scientifique final du projet PAMPA : 58 p.
- Pelletier, D., Leleu, K., Mallet, D., Mou-Tham, G., Hervé, G., Boureau, M., Guilpart, N., 2012. Remote High-Definition Rotating Video Enables Fast Spatial Survey of Marine Underwater Macrofauna and Habitats. *PLoS ONE* 7, e30536. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030536>
- Roman, W., Pelletier, D., 2016. Utilisation de la technique vidéo STAVIRO pour l'observation et le suivi des ressources et des écosystèmes récifo-lagonaires de Mayotte 102.
- Roos, D., Dupont, P., Gaboriau, M., Sucre, E., Claverie, T., 2017. Étude des Peuplements Ichtyologiques et des Communautés Récifales à partir d'indicateurs spatiaux et de l'approche fonctionnelle, des bancs du Geyser, de la Zélée et de l'Iris 333.
- Wickel, J., Thomassin, B.A., 2005. Les récifs coralliens frangeants de l'île de Mayotte (grande terre) : bilan de l'état de santé en 2004 et évolution depuis 1989., ESPACES Ingénierie de l'Environnement. Direction de l'agriculture et de la forêt. Ministère de l'écologie et de l'environnement : 100. [WWW Document]. URL <http://ifrecor-doc.fr/items/show/1448> (accessed 2.7.19).

6. ANNEXES

6.1 CARTOGRAPHIE DES RICHESSES SPECIFIQUES A L'ECHELLE DE L'ILE



6.2 RICHESSE SPECIFIQUE EN FONCTION DE LA STRUCTURE GEOMORPHOLOGIQUE

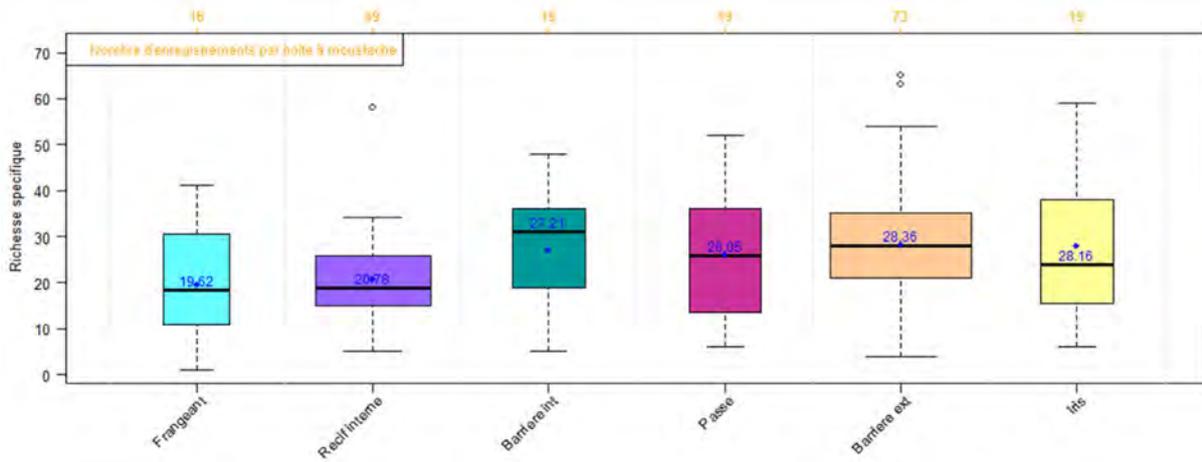


Figure 39 : Richesse spécifique moyenne par unité d'observation en fonction de la structure géomorphologique.

6.3 RICHESSE SPECIFIQUE EN FONCTION DE LA CLASSE DE PROFONDEUR ET DE L'HABITAT POUR LES STATIONS DE BARRIERE EXTERNE

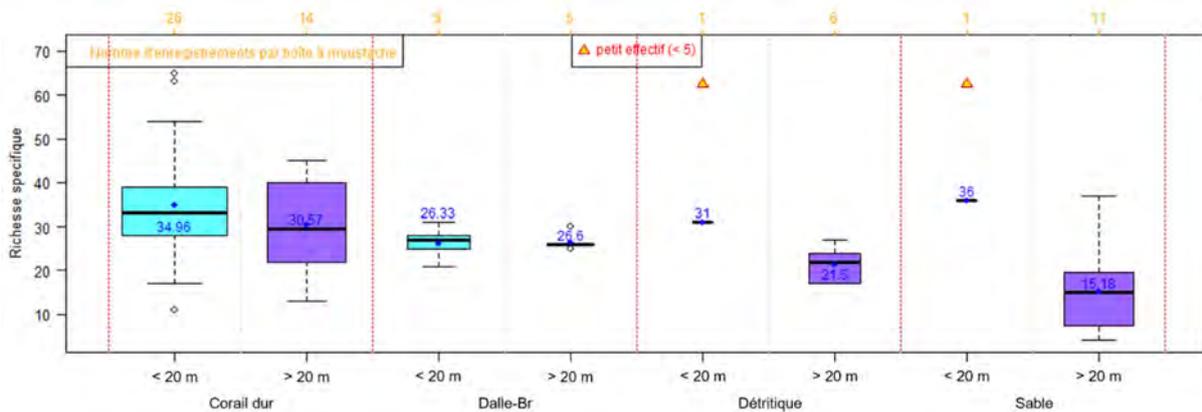


Figure 40 : Richesse spécifique moyenne par unité d'observation en fonction de l'habitat et de la classe de profondeur (< ou > à 20 mètres) uniquement sur les stations de barrière externe.

6.4 RICHESSE SPECIFIQUE EN FONCTION DE L'EFFORT DE PECHE ET DE L'HABITAT

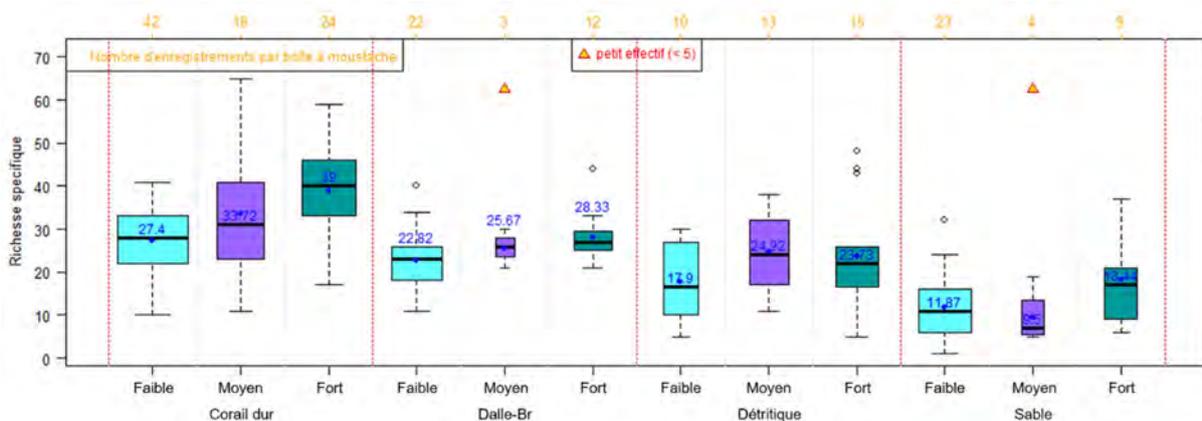


Figure 41 : Richesse spécifique moyenne par unité d'observation en fonction de l'habitat et de l'effort de pêche (faible, moyen ou fort).

6.5 RICHESSE SPECIFIQUE EN FONCTION DU STATUT DE PROTECTION

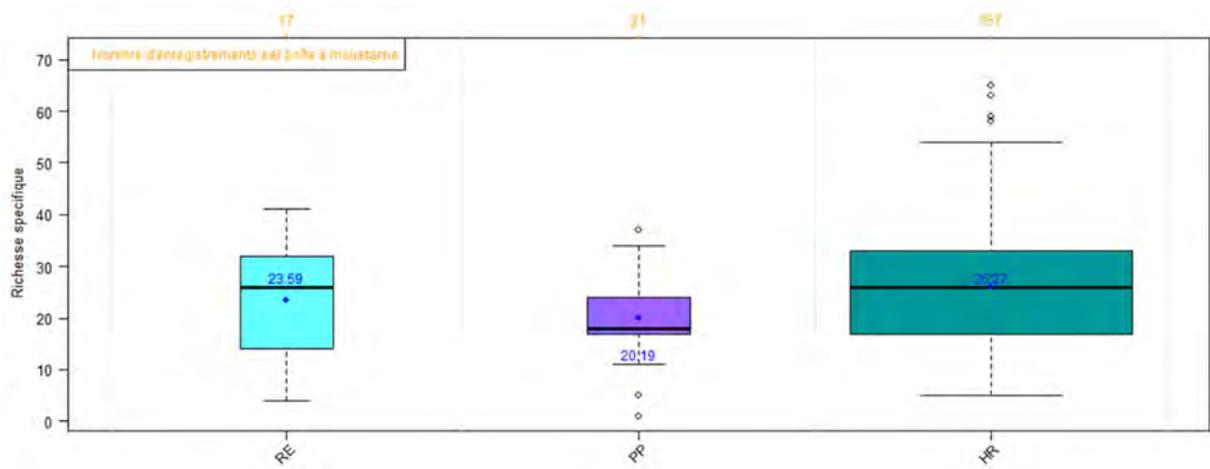
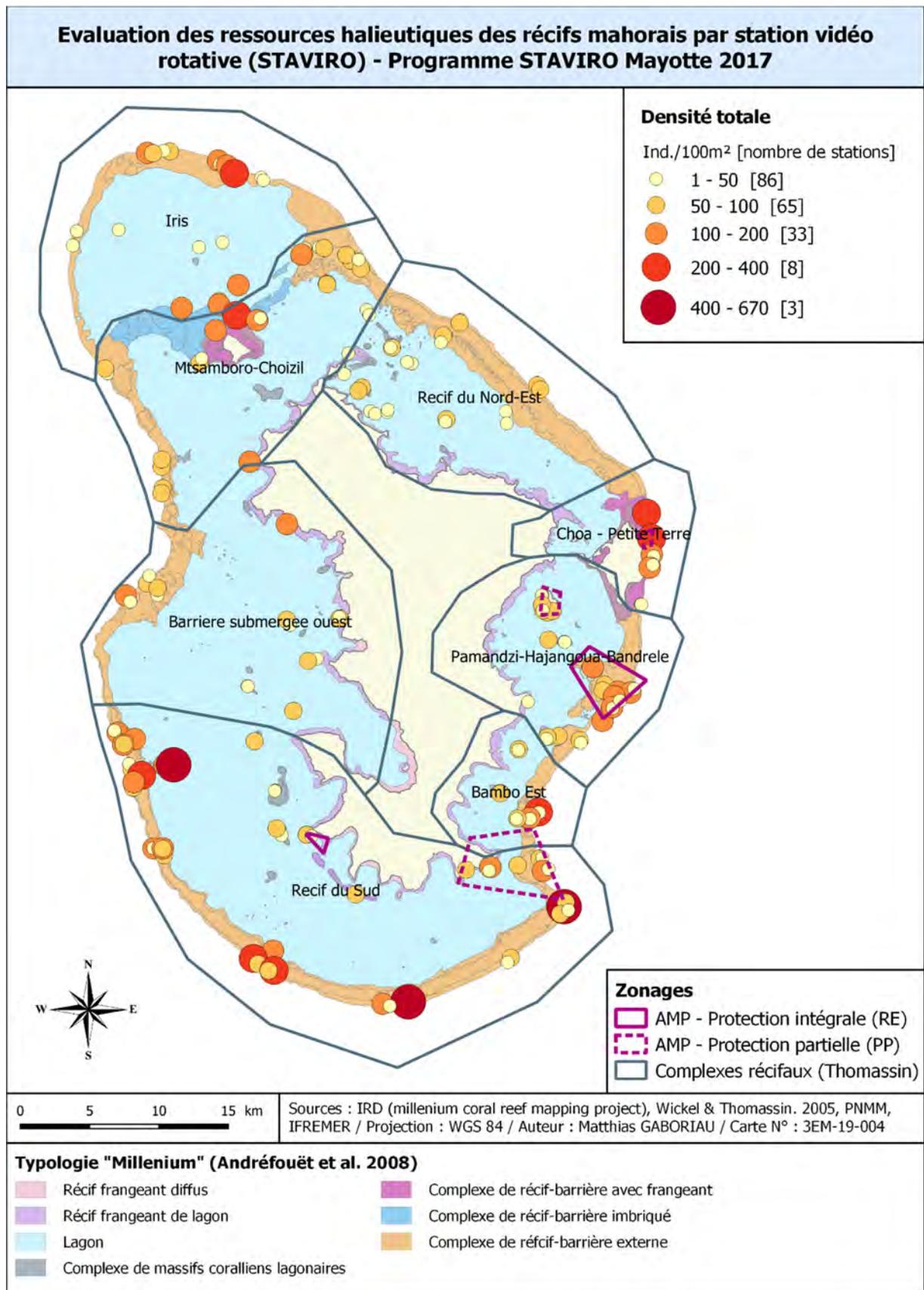


Figure 42 : Richesse spécifique moyenne par unité d'observation en fonction du statut de protection (RE = réserve intégrale, PP = protection partielle et HR = hors réserve).

6.6 CARTOGRAPHIE DES DENSITES TOTALES A L'ECHELLE DE L'ILE



6.7 DENSITE TOTALE EN FONCTION DE LA STRUCTURE GEOMORPHOLOGIQUE

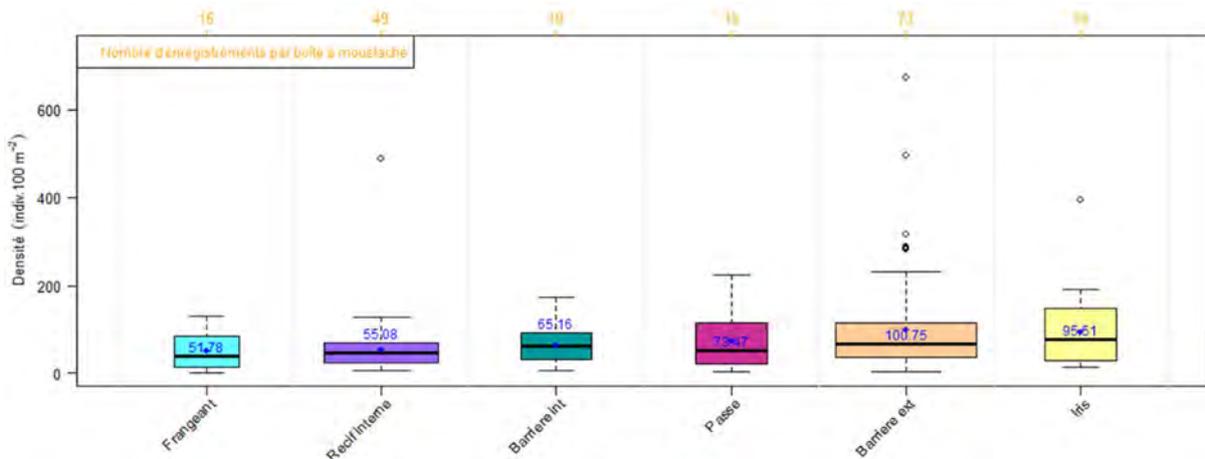


Figure 43 : Densité totale (sauf *Heteroconger spp.*) moyenne par unité d'observation en fonction de la structure géomorphologique.

6.8 DENSITE TOTALE EN FONCTION DE LA CLASSE DE PROFONDEUR ET DE L'HABITAT POUR LES STATIONS DE BARRIERE EXTERNE

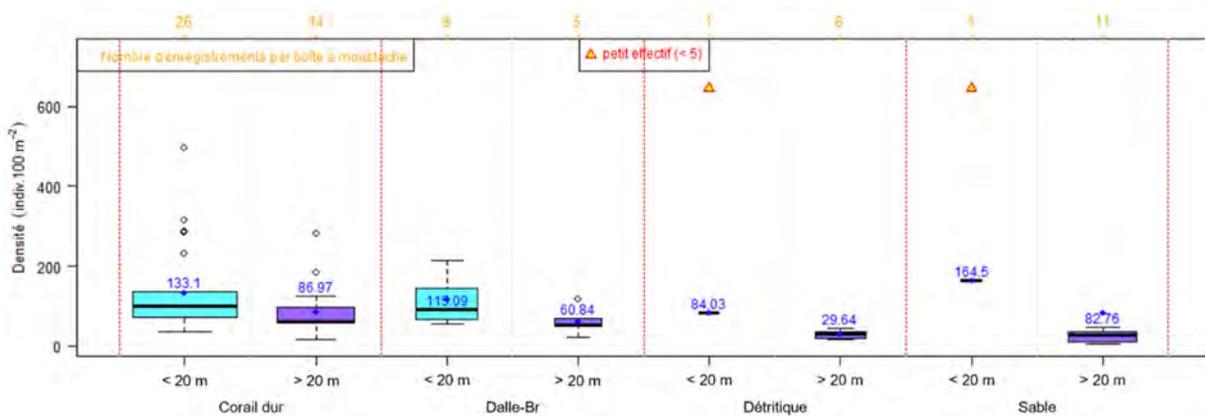


Figure 44 : Densité totale (sauf *Heteroconger spp.*) moyenne par unité d'observation en fonction de de l'habitat et de la classe de profondeur (< ou > 20 mètres) uniquement sur les stations de barrière externe.

6.9 DENSITE TOTALE EN FONCTION DE L'EFFORT DE PECHE ET DE L'HABITAT

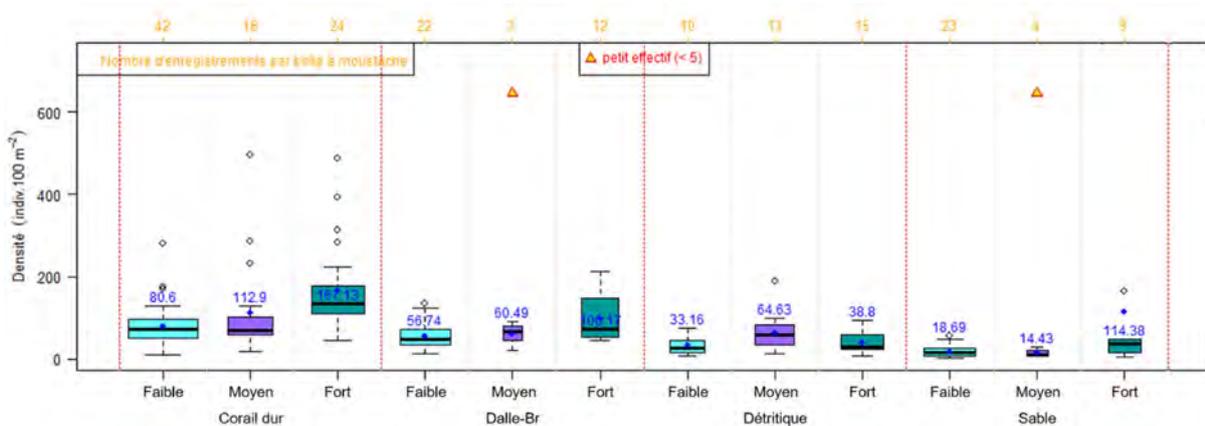


Figure 45 : Densité totale (sauf *Heteroconger spp.*) moyenne par unité d'observation en fonction de l'habitat et de l'effort de pêche (faible, moyen ou fort).

6.10 DENSITE TOTALE EN FONCTION DE L'EFFORT DE PECHE ET DE LA CLASSE DE TAILLE

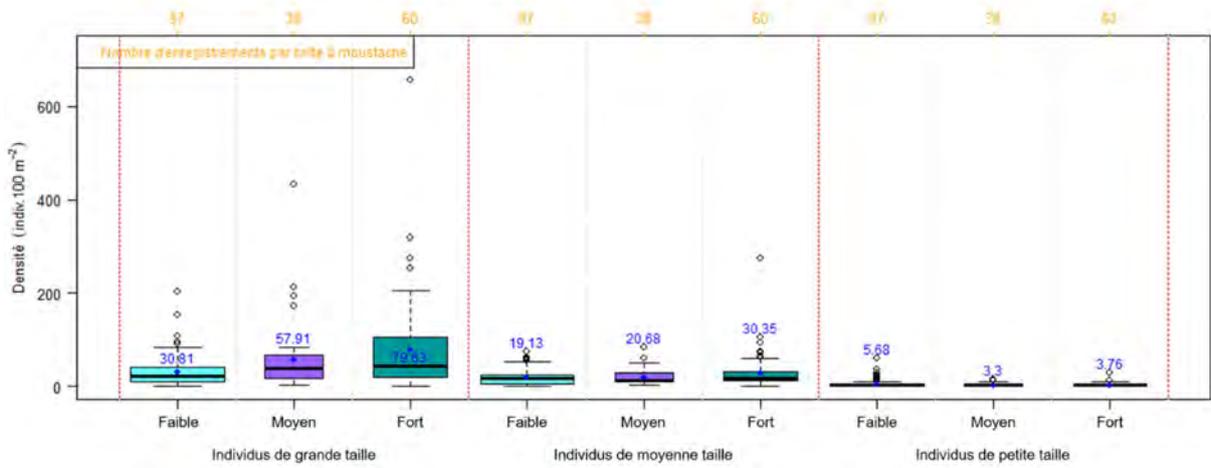


Figure 46 : Densité totale (sauf *Heteroconger spp.*) moyenne par unité d'observation en fonction de la classe de taille (grands, moyens et petits individus) et de l'effort de pêche (faible, moyen ou fort).

6.11 DENSITE TOTALE EN FONCTION DU STATUT DE PROTECTION

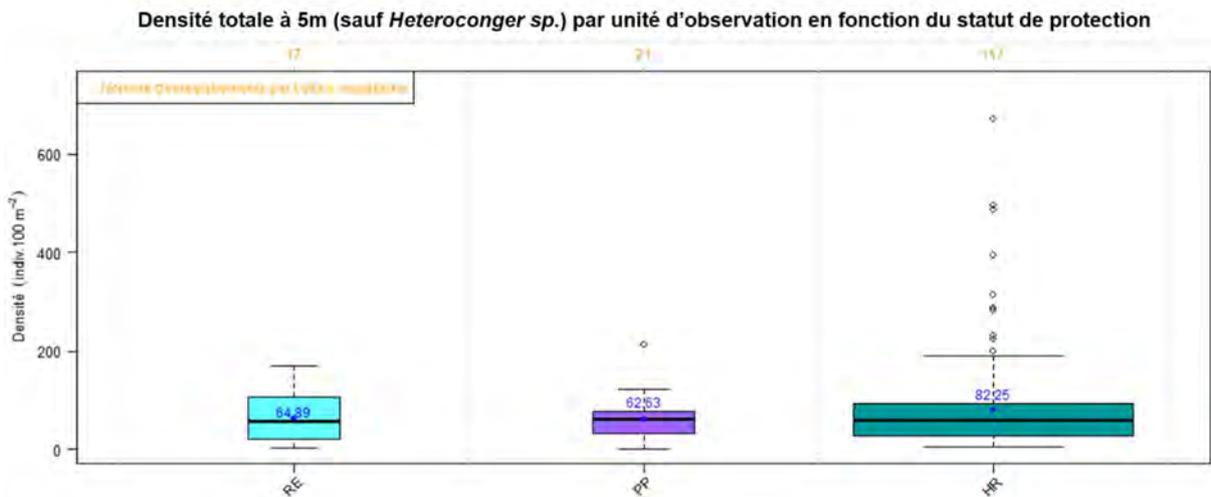
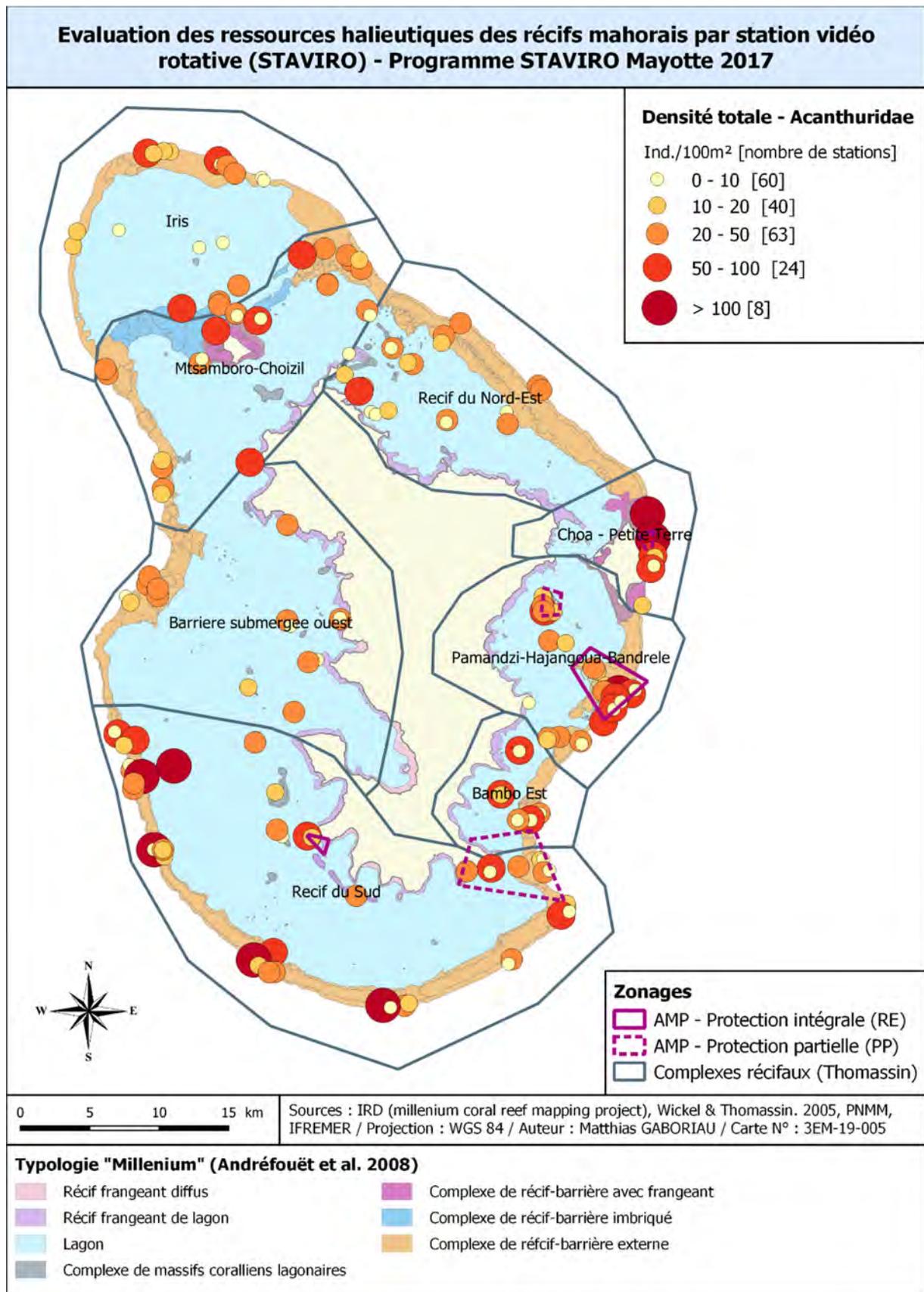
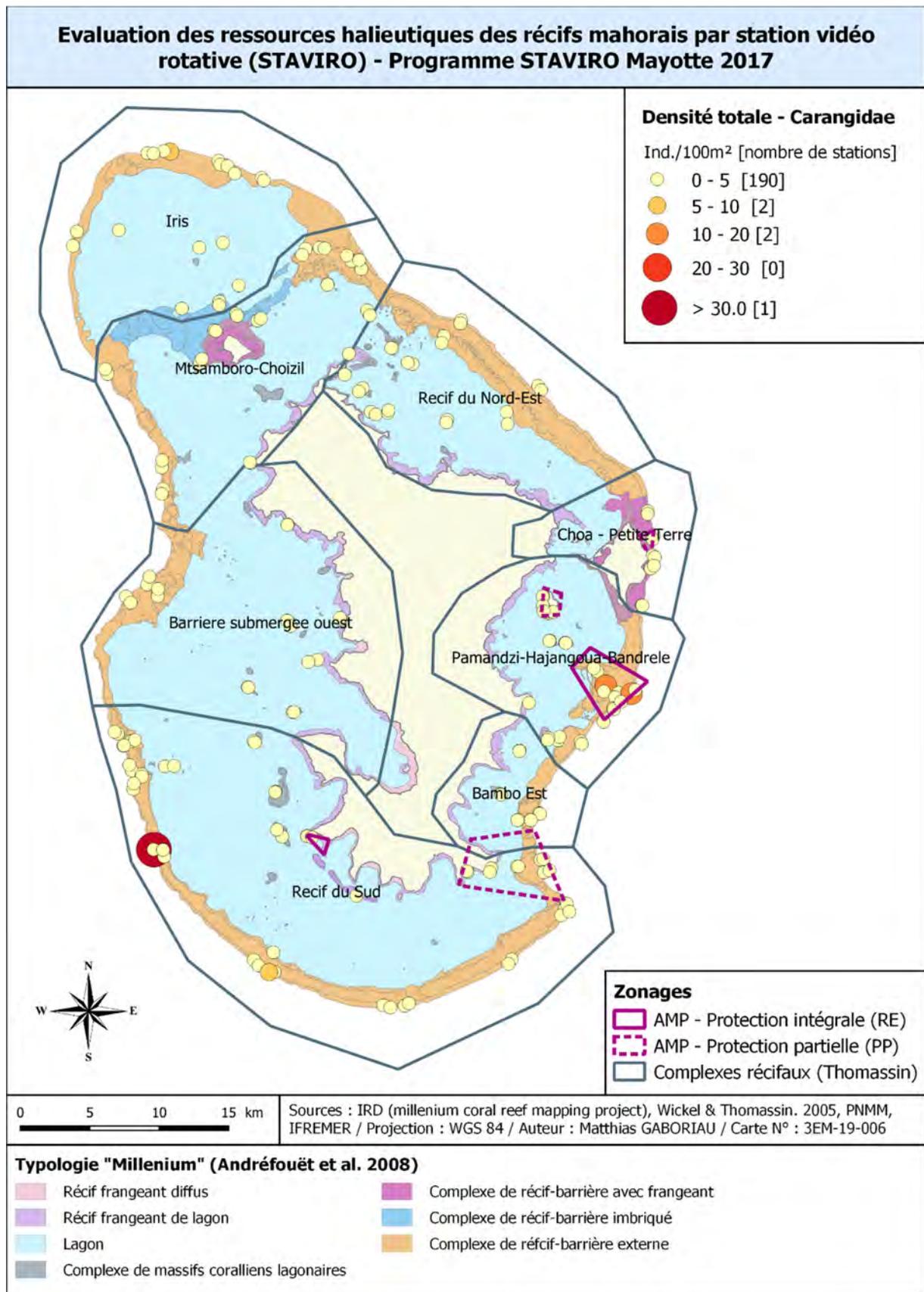


Figure 47 : Densité totale (sauf *Heteroconger spp.*) moyenne par unité d'observation en fonction du statut de protection (RE = réserve intégrale, PP = protection partielle et HR = hors réserve).

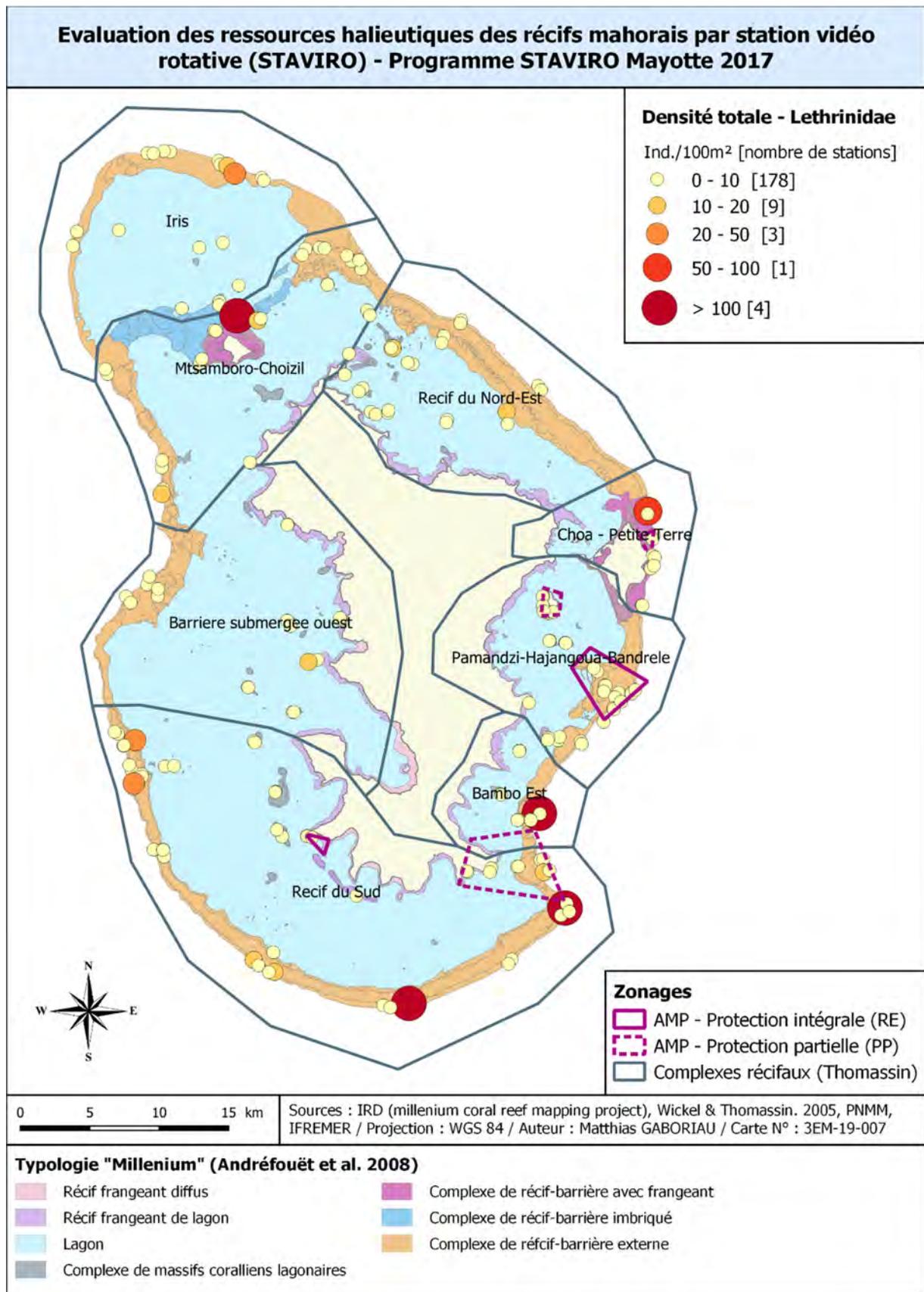
6.12 CARTE DES DENSITES TOTALES D'ACANTHURIDAE



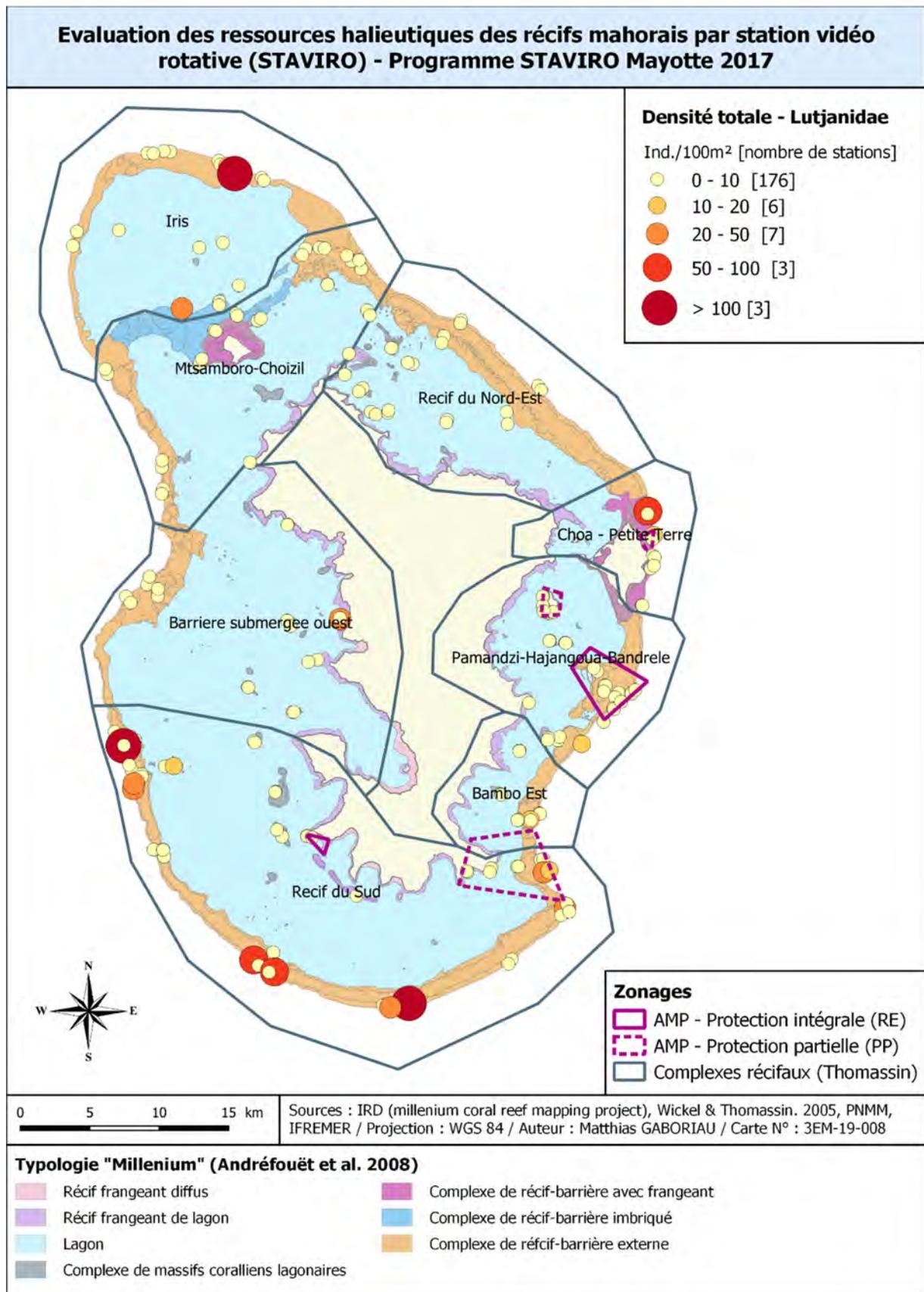
6.13 CARTE DES DENSITES TOTALES DE CARANGIDAE



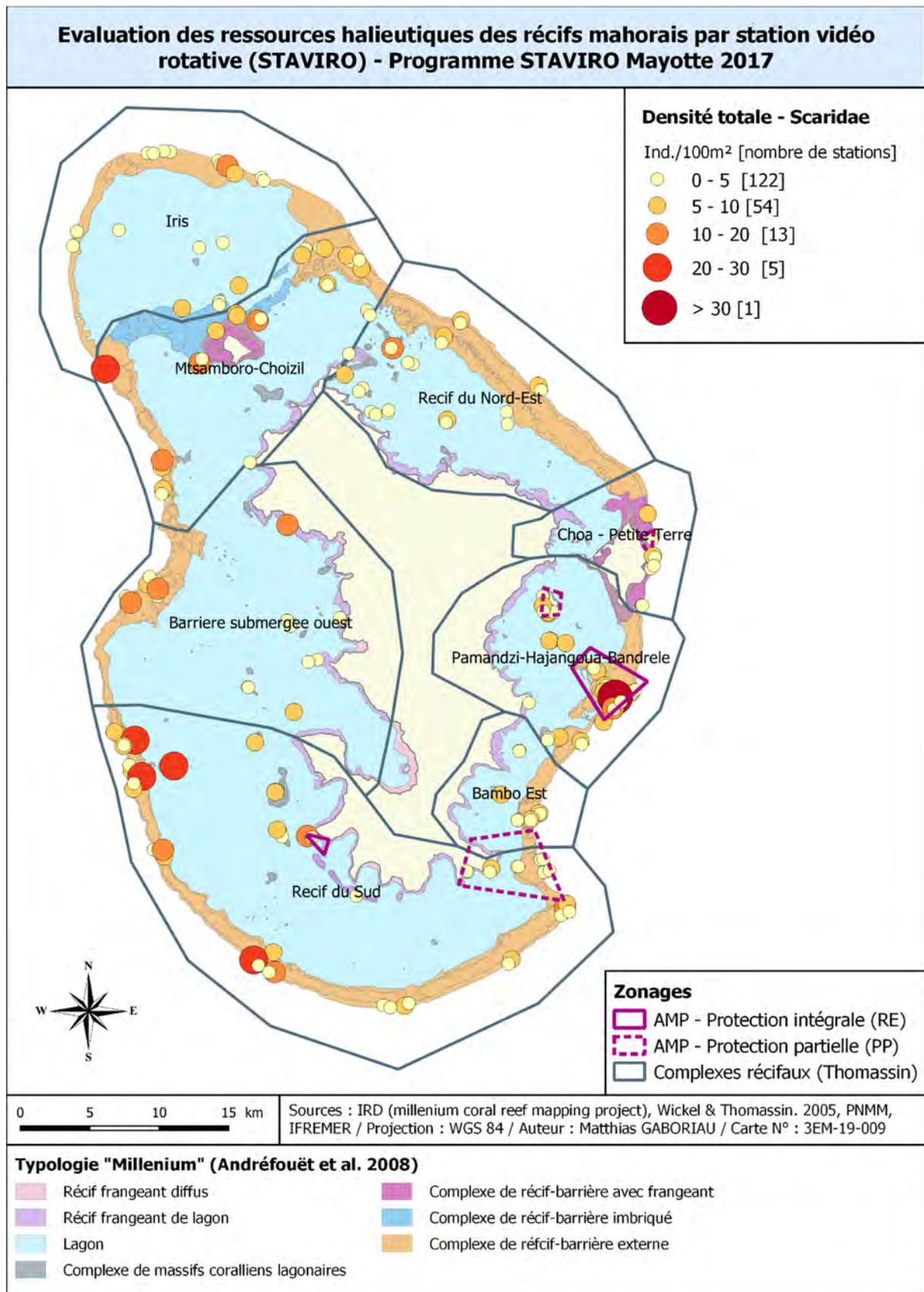
6.14 CARTE DES DENSITES TOTALES DE LETHRINIDAE



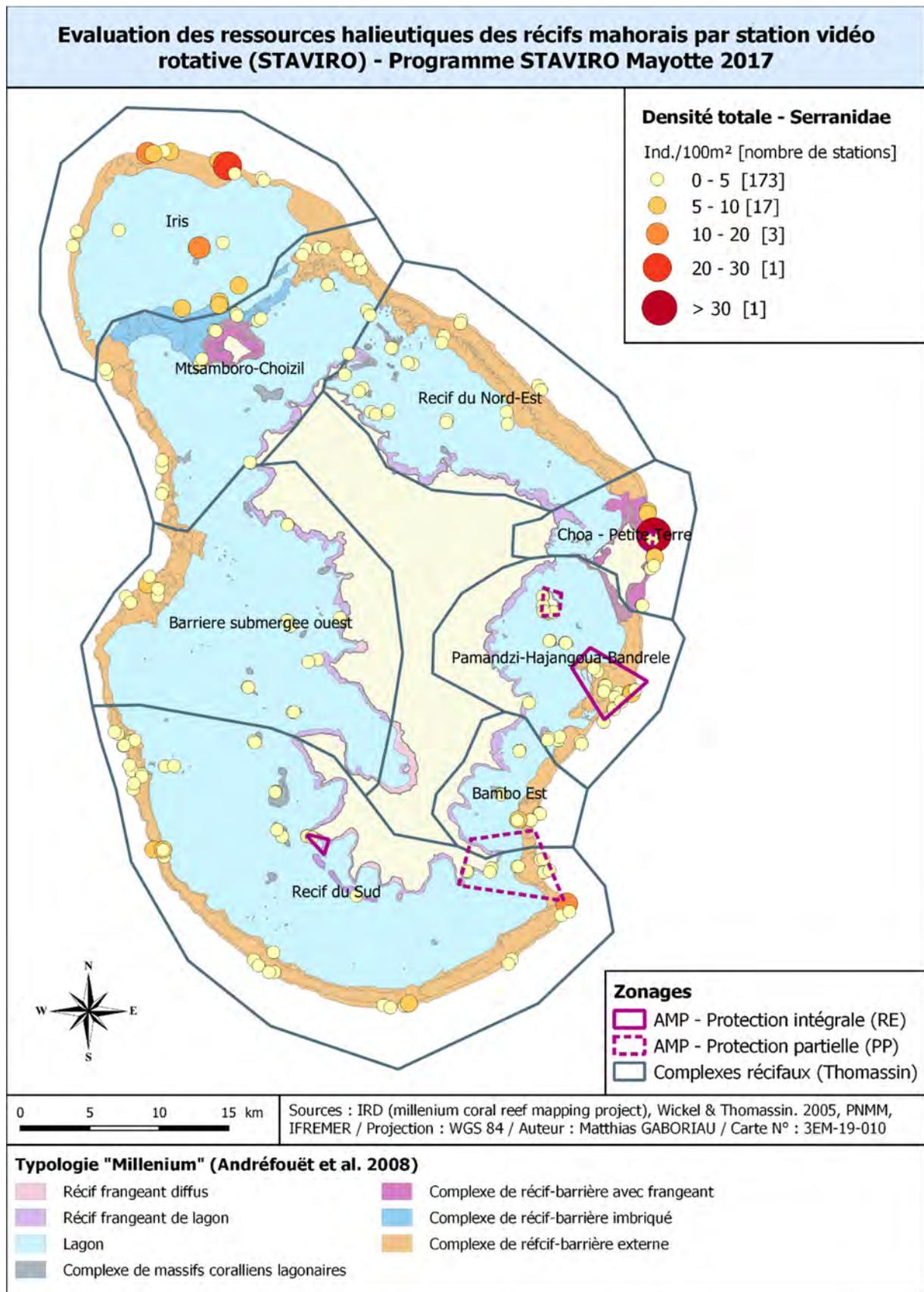
6.15 CARTE DES DENSITES TOTALES DE LUTJANIDAE



6.16 CARTE DES DENSITES TOTALES DE SCARIDAE



6.17 CARTE DES DENSITES TOTALES DE SERRANIDAE



6.18 LISTE DES ESPECES OBSERVEES PAR STAVIRO

Famille	Genre	Espèce
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>dussumieri</i>
	<i>Acanthurus</i>	<i>leucosternon</i>
	<i>Acanthurus</i>	<i>lineatus</i>
	<i>Acanthurus</i>	<i>nigricauda</i>
	<i>Acanthurus</i>	<i>nigrofuscus</i>
	<i>Acanthurus</i>	<i>tennentii</i>
	<i>Acanthurus</i>	<i>thompsoni</i>
	<i>Acanthurus</i>	<i>triestegus</i>
	<i>Acanthurus</i>	<i>xanthopterus</i>
	<i>Ctenochaetus</i>	<i>binotatus</i>
	<i>Ctenochaetus</i>	<i>striatus</i>
	<i>Ctenochaetus</i>	<i>truncatus</i>
	<i>Naso</i>	<i>annulatus</i>
	<i>Naso</i>	<i>brachycentron</i>
	<i>Naso</i>	<i>brevirostris</i>
	<i>Naso</i>	<i>elegans</i>
	<i>Naso</i>	<i>hexacanthus</i>
	<i>Naso</i>	<i>minor</i>
	<i>Naso</i>	<i>thynnoides</i>
	<i>Naso</i>	<i>tuberosus</i>
<i>Naso</i>	<i>unicornis</i>	
<i>Naso</i>	<i>vlamingii</i>	
<i>Paracanthurus</i>	<i>hepatus</i>	
<i>Zebrasoma</i>	<i>scopas</i>	
<i>Zebrasoma</i>	<i>velifer</i>	
Apogonidae	<i>Cheilodipterus</i>	<i>macrodon</i>
Aulostomidae	<i>Aulostomus</i>	<i>chinensis</i>
Balistidae	<i>Balistapus</i>	<i>undulatus</i>
	<i>Balistoides</i>	<i>conspicillum</i>
	<i>Balistoides</i>	<i>viridescens</i>
	<i>Melichthys</i>	<i>niger</i>
	<i>Odonus</i>	<i>niger</i>
	<i>Pseudobalistes</i>	<i>flavimarginatus</i>
	<i>Pseudobalistes</i>	<i>fuscus</i>
	<i>Rhinecanthus</i>	<i>aculeatus</i>
	<i>Rhinecanthus</i>	<i>cinereus</i>
	<i>Sufflamen</i>	<i>bursa</i>
	<i>Sufflamen</i>	<i>chrysopterum</i>
	<i>Xanthichthys</i>	<i>auromarginatus</i>
Belonidae	<i>Tylosorus</i>	<i>crocodilus</i>
Caesionidae	<i>Caesio</i>	<i>lunaris</i>
	<i>Caesio</i>	<i>xanthonota</i>
	<i>Pterocaesio</i>	<i>pisang</i>
	<i>Pterocaesio</i>	<i>tile</i>

Famille	Genre	Espèce
Caesionidae	<i>Pterocaesio</i>	<i>trilineata</i>
Carangidae	<i>Carangoides</i>	<i>orthogrammus</i>
	<i>Caranx</i>	<i>ignobilis</i>
	<i>Caranx</i>	<i>melampygus</i>
	<i>Decapterus</i>	<i>macarellus</i>
	<i>Decapterus</i>	<i>russelli</i>
	<i>Elagatis</i>	<i>bipinnulata</i>
	<i>Gnathanodon</i>	<i>speciosus</i>
	<i>Scomberoides</i>	<i>lysan</i>
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus</i>	<i>amblyrhynchos</i>
	<i>Triaenodon</i>	<i>obesus</i>
Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>auriga</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>bennetti</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>falcula</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>guttatissimus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>interruptus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>kleinii</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>lineolatus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>lunula</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>madagaskariensis</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>melannotus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>meyeri</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>trifascialis</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>trifasciatus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>vagabundus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>xanthocephalus</i>
	<i>Forcipiger</i>	<i>flavissimus</i>
	<i>Forcipiger</i>	<i>longirostris</i>
	<i>Hemitaurichthys</i>	<i>zoster</i>
	<i>Heniochus</i>	<i>acuminatus</i>
	<i>Heniochus</i>	<i>monoceros</i>
Cheloniidae	<i>Chelonia</i>	<i>mydas</i>
	<i>Eretmochelys</i>	<i>imbricata</i>
Cirrhitidae	<i>Paracirrhites</i>	<i>arcatus</i>
	<i>Paracirrhites</i>	<i>forsteri</i>
Congridae	<i>Heteroconger</i>	<i>hassi</i>
Diodontidae	<i>Chilomycterus</i>	<i>reticulatus</i>
	<i>Diodon</i>	<i>hystrix</i>
	<i>Diodon</i>	<i>liturosus</i>
Echeneidae	<i>Echeneis</i>	<i>naucrates</i>
Ephippidae	<i>Platax</i>	<i>orbicularis</i>
Fistulariidae	<i>Fistularia</i>	<i>commersonii</i>
Gerreidae	<i>Gerres</i>	<i>longirostris</i>
Haemulidae	<i>Diagramma</i>	<i>labiosum</i>
	<i>Plectorhinchus</i>	<i>vittatus</i>

Famille	Genre	Espèce
Holocentridae	<i>Myripristis</i>	<i>adusta</i>
	<i>Myripristis</i>	<i>berndti</i>
	<i>Myripristis</i>	<i>botche</i>
	<i>Myripristis</i>	<i>kuntze</i>
	<i>Myripristis</i>	<i>murdjan</i>
	<i>Myripristis</i>	<i>violacea</i>
	<i>Myripristis</i>	<i>vittata</i>
	<i>Neoniphon</i>	<i>aurolineatus</i>
	<i>Neoniphon</i>	<i>opercularis</i>
	<i>Neoniphon</i>	<i>sammara</i>
	<i>Sargocentron</i>	<i>caudimaculatum</i>
	<i>Sargocentron</i>	<i>diadema</i>
	<i>Sargocentron</i>	<i>spiniferum</i>
Kyphosidae	<i>Kyphosus</i>	<i>cinerascens</i>
	<i>Kyphosus</i>	<i>vaigiensis</i>
Labridae	<i>Anampses</i>	<i>caeruleopunctatus</i>
	<i>Bodianus</i>	<i>anthioides</i>
	<i>Bodianus</i>	<i>axillaris</i>
	<i>Bodianus</i>	<i>bilunulatus</i>
	<i>Bodianus</i>	<i>diana</i>
	<i>Cheilinus</i>	<i>fasciatus</i>
	<i>Cheilinus</i>	<i>trilobatus</i>
	<i>Cheilinus</i>	<i>undulatus</i>
	<i>Cheilio</i>	<i>inermis</i>
	<i>Coris</i>	<i>aygula</i>
	<i>Coris</i>	<i>caudimacula</i>
	<i>Coris</i>	<i>cuvieri</i>
	<i>Epibulus</i>	<i>insidiator</i>
	<i>Gomphosus</i>	<i>caeruleus</i>
	<i>Halichoeres</i>	<i>hortulanus</i>
	<i>Halichoeres</i>	<i>scapularis</i>
	<i>Hemigymnus</i>	<i>fasciatus</i>
	<i>Hemigymnus</i>	<i>melapterus</i>
	<i>Hologymnosus</i>	<i>annulatus</i>
	<i>Hologymnosus</i>	<i>doliatus</i>
	<i>Iniistius</i>	<i>aneitensis</i>
	<i>Iniistius</i>	<i>pavo</i>
	<i>Iniistius</i>	<i>pentadactylus</i>
	<i>Novaculichthys</i>	<i>taeniourus</i>
	<i>Oxycheilinus</i>	<i>arenatus</i>
	<i>Oxycheilinus</i>	<i>digamma</i>
	<i>Pseudodax</i>	<i>moluccanus</i>
	<i>Thalassoma</i>	<i>genivittatum</i>
	<i>Thalassoma</i>	<i>hardwicke</i>
	<i>Thalassoma</i>	<i>hebraicum</i>

Famille	Genre	Espèce
Labridae	<i>Thalassoma</i>	<i>lunare</i>
Lethrinidae	<i>Gnathodentex</i>	<i>aureolineatus</i>
	<i>Gymnocranius</i>	<i>grandoculis</i>
	<i>Lethrinus</i>	<i>borbonicus</i>
	<i>Lethrinus</i>	<i>erythracanthus</i>
	<i>Lethrinus</i>	<i>harak</i>
	<i>Lethrinus</i>	<i>mahsena</i>
	<i>Lethrinus</i>	<i>microdon</i>
	<i>Lethrinus</i>	<i>nebulosus</i>
	<i>Lethrinus</i>	<i>obsoletus</i>
	<i>Lethrinus</i>	<i>olivaceus</i>
	<i>Lethrinus</i>	<i>rubrioperculatus</i>
	<i>Lethrinus</i>	<i>variegatus</i>
	<i>Lethrinus</i>	<i>xanthochilus</i>
	<i>Monotaxis</i>	<i>grandoculis</i>
Lutjanidae	<i>Aphareus</i>	<i>furca</i>
	<i>Aprion</i>	<i>virescens</i>
	<i>Lutjanus</i>	<i>bohar</i>
	<i>Lutjanus</i>	<i>fulviflamma</i>
	<i>Lutjanus</i>	<i>fulvus</i>
	<i>Lutjanus</i>	<i>gibbus</i>
	<i>Lutjanus</i>	<i>kasmira</i>
	<i>Lutjanus</i>	<i>monostigma</i>
	<i>Lutjanus</i>	<i>rivulatus</i>
	<i>Macolor</i>	<i>niger</i>
Malacanthidae	<i>Malacanthus</i>	<i>brevirostris</i>
	<i>Malacanthus</i>	<i>latovittatus</i>
	<i>Aluterus</i>	<i>scriptus</i>
	<i>Amanses</i>	<i>scopas</i>
	<i>Cantherhines</i>	<i>dumerilii</i>
	<i>Cantherhines</i>	<i>pardalis</i>
Mullidae	<i>Mulloidichthys</i>	<i>flavolineatus</i>
	<i>Mulloidichthys</i>	<i>vanicolensis</i>
	<i>Parupeneus</i>	<i>barberinus</i>
	<i>Parupeneus</i>	<i>cyclostomus</i>
	<i>Parupeneus</i>	<i>heptacanthus</i>
	<i>Parupeneus</i>	<i>indicus</i>
	<i>Parupeneus</i>	<i>macronemus</i>
	<i>Parupeneus</i>	<i>pleurostigma</i>
	<i>Parupeneus</i>	<i>trifasciatus</i>
Muraenidae	<i>Gymnothorax</i>	<i>flavimarginatus</i>
Ostraciidae	<i>Ostracion</i>	<i>cubicus</i>
	<i>Ostracion</i>	<i>meleagris</i>
Pempheridae	<i>Pempheris</i>	<i>vanicolensis</i>
Pinguipedidae	<i>Parapercis</i>	<i>hexophtalma</i>

Famille	Genre	Espèce
Pomacanthidae	<i>Apolemichthys</i>	<i>trimaculatus</i>
	<i>Genicanthus</i>	<i>caudovittatus</i>
	<i>Pomacanthus</i>	<i>imperator</i>
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus</i>	<i>semicirculatus</i>
	<i>Pygoplites</i>	<i>diacanthus</i>
	<i>Abudefduf</i>	<i>vaigiensis</i>
Priacanthidae	<i>Priacanthus</i>	<i>hamrur</i>
Scaridae	<i>Calotomus</i>	<i>carolinus</i>
	<i>Cetoscarus</i>	<i>ocellatus</i>
	<i>Chlorurus</i>	<i>atrilunula</i>
	<i>Chlorurus</i>	<i>sordidus</i>
	<i>Chlorurus</i>	<i>strongylocephalus</i>
	<i>Hipposcarus</i>	<i>harid</i>
	<i>Scarus</i>	<i>caudofasciatus</i>
	<i>Scarus</i>	<i>falcipinnis</i>
	<i>Scarus</i>	<i>festivus</i>
	<i>Scarus</i>	<i>frenatus</i>
	<i>Scarus</i>	<i>ghobban</i>
	<i>Scarus</i>	<i>globiceps</i>
	<i>Scarus</i>	<i>niger</i>
	<i>Scarus</i>	<i>psittacus</i>
	<i>Scarus</i>	<i>rubroviolaceus</i>
	<i>Scarus</i>	<i>russelli</i>
	<i>Scarus</i>	<i>scaber</i>
	<i>Scarus</i>	<i>tricolor</i>
	<i>Scarus</i>	<i>viridifucatus</i>
Scombridae	<i>Euthynnus</i>	<i>affinis</i>
	<i>Gymnosarda</i>	<i>unicolor</i>
Serranidae	<i>Aethaloperca</i>	<i>roga</i>
	<i>Anyperodon</i>	<i>leucogrammicus</i>
	<i>Cephalopholis</i>	<i>argus</i>
	<i>Cephalopholis</i>	<i>boenak</i>
	<i>Cephalopholis</i>	<i>leopardus</i>
	<i>Cephalopholis</i>	<i>miniata</i>
	<i>Cephalopholis</i>	<i>nigripinnis</i>
	<i>Cephalopholis</i>	<i>sexmaculata</i>
	<i>Cephalopholis</i>	<i>spiloparaea</i>
	<i>Epinephelus</i>	<i>fasciatus</i>
	<i>Epinephelus</i>	<i>macrospilos</i>
	<i>Epinephelus</i>	<i>merra</i>
	<i>Epinephelus</i>	<i>polyphkadion</i>
	<i>Epinephelus</i>	<i>spilotoceps</i>
	<i>Epinephelus</i>	<i>tauvina</i>
	<i>Gracila</i>	<i>albomarginata</i>
	<i>Plectropomus</i>	<i>laevis</i>

Famille	Genre	Espèce
Serranidae	<i>Plectropomus</i>	<i>pessuliferus</i>
	<i>Plectropomus</i>	<i>punctatus</i>
	<i>Variola</i>	<i>albimarginata</i>
	<i>Variola</i>	<i>louti</i>
Siganidae	<i>Siganus</i>	<i>argenteus</i>
	<i>Siganus</i>	<i>stellatus</i>
Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>forsteri</i>
	<i>Sphyraena</i>	<i>jello</i>
Synodontidae	<i>Synodus</i>	<i>variegatus</i>
Tetraodontidae	<i>Arothron</i>	<i>caeruleopunctatus</i>
	<i>Arothron</i>	<i>hispidus</i>
	<i>Arothron</i>	<i>mappa</i>
	<i>Arothron</i>	<i>meleagris</i>
	<i>Arothron</i>	<i>nigropunctatus</i>
Zanclidae	<i>Zanclus</i>	<i>cornutus</i>

6.19 TABLEAU DE SYNTHÈSE DES INFORMATIONS SUR LES STATIONS STAVIRO

Code station	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)	Profondeur (m)	Zone récifale	Structure géomorphologique	Effort de pêche	Statut de protection
MA170001	-12,51770	44,98940	25,5	Iris	Iris	Fort	HR
MA170002	-12,51868	44,97465	23,7	Iris	Iris	Fort	HR
MA170003	-12,51730	44,98525	33,8	Iris	Iris	Fort	HR
MA170004	-12,51893	44,97852	33,4	Iris	Iris	Fort	HR
MA170005	-12,52364	45,02062	36,3	Iris	Iris	Moyen	HR
MA170006	-12,52613	45,02190	42,5	Iris	Iris	Moyen	HR
MA170007	-12,52698	45,02635	26,8	Iris	Iris	Fort	HR
MA170008	-12,53203	45,03114	31,0	Iris	Iris	Fort	HR
MA170009	-12,53479	45,04850	52,4	Iris	Iris	Fort	HR
MA170010	-12,53654	45,04992	39,2	Iris	Iris	Fort	HR
MA170011	-12,58024	45,00820	44,7	Iris	Iris	Moyen	HR
MA170012	-12,57909	44,92649	39,5	Iris	Iris	Moyen	HR
MA170013	-12,56888	44,95623	58,2	Iris	Iris	Moyen	HR
MA170014	-12,56980	44,92913	33,6	Iris	Iris	Moyen	HR
MA170015	-12,57713	45,02345	52,4	Iris	Iris	Fort	HR
MA170016	-12,60499	45,03368	28,0	Mtsamboro-Choizil	Iris	Fort	HR
MA170017	-12,58031	45,08592	28,7	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170018	-12,58113	45,07686	28,9	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170019	-12,58080	45,08918	8,6	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170020	-12,58504	45,07466	6,4	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170021	-12,58902	45,10656	11,2	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170022	-12,58540	45,10361	24,9	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170023	-12,59414	45,11305	21,0	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170024	-12,58841	45,11163	34,7	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170025	-12,60397	45,09106	4,9	Mtsamboro-Choizil	Barrière intérieure	Moyen	HR
MA170026	-12,60455	45,09112	17,2	Mtsamboro-Choizil	Barrière intérieure	Moyen	HR
MA170027	-12,61546	45,02119	13,1	Mtsamboro-Choizil	Iris	Moyen	HR
MA170028	-12,61773	45,02107	15,9	Mtsamboro-Choizil	Iris	Moyen	HR

Code station	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)	Profondeur (m)	Zone récifale	Structure géomorphologique	Effort de pêche	Statut de protection
MA170029	-12,62327	45,03199	15,9	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170030	-12,62117	45,11674	16,8	Mtsamboro-Choizil	Passe	Faible	HR
MA170031	-12,62442	45,11852	28,5	Mtsamboro-Choizil	Passe	Faible	HR
MA170032	-12,62469	45,03268	21,2	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170033	-12,62771	45,17752	20,6	Récif du Nord-Est	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170034	-12,62788	45,04586	12,8	Mtsamboro-Choizil	Barrière intérieure	Faible	HR
MA170035	-12,62652	45,04797	34,8	Mtsamboro-Choizil	Barrière intérieure	Faible	HR
MA170036	-12,62958	45,17704	2,8	Récif du Nord-Est	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170037	-12,63792	45,16641	3,4	Récif du Nord-Est	Barrière intérieure	Faible	HR
MA170038	-12,64240	45,16488	10,0	Récif du Nord-Est	Barrière intérieure	Faible	HR
MA170039	-12,63404	45,01780	28,8	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170040	-12,63452	45,01891	5,3	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170041	-12,64583	45,13315	5,0	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR
MA170042	-12,64576	45,13230	28,5	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR
MA170044	-12,64953	45,10493	26,6	Mtsamboro-Choizil	Frangeant	Faible	HR
MA170045	-12,65613	45,14610	4,1	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR
MA170046	-12,65527	45,14289	20,1	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR
MA170047	-12,65569	45,00854	12,0	Mtsamboro-Choizil	Barrière intérieure	Faible	HR
MA170048	-12,65285	45,00996	30,6	Mtsamboro-Choizil	Barrière intérieure	Faible	HR
MA170049	-12,66261	44,94881	11,0	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170050	-12,65943	44,94740	9,5	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170051	-12,66306	45,10220	8,1	Récif du Nord-Est	Frangeant	Faible	HR
MA170053	-12,67037	45,22731	18,8	Récif du Nord-Est	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170054	-12,67318	45,22923	10,8	Récif du Nord-Est	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170055	-12,67183	45,11376	16,7	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR
MA170056	-12,67398	45,11145	7,6	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR
MA170057	-12,68729	45,20691	14,1	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR
MA170058	-12,69526	45,20757	13,0	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR
MA170059	-12,68731	45,11908	24,8	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR

Code station	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)	Profondeur (m)	Zone récifale	Structure géomorphologique	Effort de pêche	Statut de protection
MA170060	-12,68903	45,12231	18,1	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR
MA170061	-12,68795	45,13011	9,2	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR
MA170062	-12,68638	45,13050	13,1	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR
MA170063	-12,69258	45,16843	1,0	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR
MA170064	-12,69418	45,16785	21,6	Récif du Nord-Est	Récif interne	Faible	HR
MA170065	-12,72029	45,04097	1,2	Mtsamboro-Choizil	Frangeant	Faible	HR
MA170067	-12,72357	44,98399	14,8	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170068	-12,71887	44,98417	28,0	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170075	-12,73758	44,98474	9,3	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170076	-12,74078	44,98388	35,1	Mtsamboro-Choizil	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170079	-12,75211	45,29822	18,8	Choa - Petite Terre	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170080	-12,75387	45,29811	8,0	Choa - Petite Terre	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170085	-12,76079	45,06537	1,6	Barrière submergée ouest	Frangeant	Faible	HR
MA170086	-12,76100	45,06516	9,0	Barrière submergée ouest	Frangeant	Faible	HR
MA170087	-12,76764	45,30211	19,1	Choa - Petite Terre	Barrière extérieure	Fort	PP
MA170088	-12,77027	45,30132	10,1	Choa - Petite Terre	Barrière extérieure	Fort	PP
MA170089	-12,78093	45,30146	8,2	Choa - Petite Terre	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170090	-12,78210	45,30269	26,9	Choa - Petite Terre	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170091	-12,78943	45,30013	5,2	Choa - Petite Terre	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170092	-12,78762	45,30215	28,8	Choa - Petite Terre	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170093	-12,79983	44,97454	23,1	Barrière submergée ouest	Passe	Fort	HR
MA170094bis	-12,79471	44,97596	28,0	Barrière submergée ouest	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170095	-12,80760	44,96075	36,0	Barrière submergée ouest	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170096	-12,80747	44,98127	33,9	Barrière submergée ouest	Barrière intérieure	Fort	HR
MA170097	-12,81168	44,96378	13,2	Barrière submergée ouest	Passe	Fort	HR
MA170098	-12,80268	44,98143	14,7	Barrière submergée ouest	Barrière intérieure	Fort	HR
MA170100	-12,81356	45,29431	24,9	Choa - Petite Terre	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170100bis	-12,81348	45,29472	19,5	Choa - Petite Terre	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170101	-12,81874	45,23384	7,1	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Faible	PP

Code station	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)	Profondeur (m)	Zone récifale	Structure géomorphologique	Effort de pêche	Statut de protection
MA170102	-12,81803	45,23392	13,7	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Faible	PP
MA170103	-12,82337	45,06498	12,2	Barrière submergée ouest	Récif interne	Faible	HR
MA170104	-12,82693	45,06720	31,0	Barrière submergée ouest	Récif interne	Faible	HR
MA170105	-12,82251	45,09927	6,0	Barrière submergée ouest	Frangeant	Faible	HR
MA170106	-12,82164	45,09914	16,9	Barrière submergée ouest	Frangeant	Faible	HR
MA170107bis	-12,83642	45,23494	13,7	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Faible	HR
MA170108	-12,83656	45,23458	5,8	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Faible	HR
MA170109	-12,83779	45,24481	11,1	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Faible	HR
MA170110	-12,83804	45,24509	4,8	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Faible	HR
MA170111	-12,84899	45,08458	30,9	Barrière submergée ouest	Frangeant	Faible	HR
MA170112	-12,85039	45,07875	6,2	Barrière submergée ouest	Récif interne	Faible	HR
MA170113	-12,85651	45,26549	16,6	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Passe	Faible	RE
MA170114bis	-12,85437	45,26329	4,9	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Passe	Faible	RE
MA170115	-12,86558	45,27027	28,0	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Passe	Faible	RE
MA170116	-12,86578	45,27098	11,0	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Passe	Faible	RE
MA170117	-12,86670	45,03955	10,4	Barrière submergée ouest	Récif interne	Faible	HR
MA170118	-12,86700	45,03987	11,2	Barrière submergée ouest	Récif interne	Faible	HR
MA170119	-12,87093	45,27918	28,5	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Passe	Faible	RE
MA170119bis	-12,87045	45,27939	4,6	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Passe	Faible	RE
MA170120	-12,86958	45,26973	8,9	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Passe	Faible	RE
MA170121	-12,86942	45,26953	1,0	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Barrière extérieure	Faible	HR
MA170122	-12,87051	45,28736	3,9	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Barrière extérieure	Faible	RE
MA170123	-12,87107	45,28762	20,7	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Barrière extérieure	Faible	RE
MA170123bis	-12,86857	45,29005	47,6	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Barrière extérieure	Faible	RE
MA170126	-12,87335	45,27709	2,5	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Passe	Faible	RE
MA170127	-12,87702	45,22136	7,6	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Frangeant	Faible	HR
MA170129	-12,88312	45,06857	30,0	Barrière submergée ouest	Récif interne	Faible	HR
MA170130	-12,88054	45,27577	3,3	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Barrière extérieure	Faible	RE
MA170131bis	-12,88114	45,27618	39,7	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Barrière extérieure	Faible	RE

Code station	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)	Profondeur (m)	Zone récifale	Structure géomorphologique	Effort de pêche	Statut de protection
MA170131ter	-12,87625	45,28086	35,6	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Barrière extérieure	Faible	RE
MA170132bis	-12,88297	45,06930	6,7	Barrière submergée ouest	Récif interne	Faible	HR
MA170133	-12,89721	44,95560	17,3	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170134	-12,89587	44,95344	38,9	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170135	-12,90146	45,24001	12,7	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Barrière intérieure	Moyen	HR
MA170136	-12,89920	45,24116	2,4	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Barrière intérieure	Moyen	HR
MA170137	-12,90188	45,04342	24,6	Récif du Sud	Récif interne	Fort	HR
MA170138	-12,89990	45,23396	1,2	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Moyen	HR
MA170139	-12,90281	45,04420	9,1	Récif du Sud	Récif interne	Fort	HR
MA170140	-12,90117	45,23337	8,4	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Moyen	HR
MA170141	-12,90202	45,25477	3,3	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170142	-12,90223	44,96398	37,4	Récif du Sud	Passe	Fort	HR
MA170143	-12,90130	44,96664	5,6	Récif du Sud	Passe	Fort	HR
MA170144	-12,90380	45,25549	26,3	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170145	-12,90504	44,95915	38,4	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170146	-12,90471	44,95943	28,4	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170147	-12,90799	45,21526	4,4	Bambo Est	Récif interne	Faible	HR
MA170148	-12,90845	45,21513	23,1	Bambo Est	Récif interne	Faible	HR
MA170149	-12,91841	44,98593	31,0	Récif du Sud	Récif interne	Fort	HR
MA170150	-12,92110	44,96450	13,2	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170151	-12,91816	44,99179	9,2	Récif du Sud	Récif interne	Fort	HR
MA170152	-12,91754	44,96290	36,6	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170153	-12,92348	44,97102	63,2	Récif du Sud	Passe	Fort	HR
MA170154	-12,92508	44,97104	5,6	Récif du Sud	Passe	Fort	HR
MA170155	-12,93317	44,96550	29,9	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170156	-12,92952	44,96588	15,8	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170157	-12,93494	45,05747	14,9	Récif du Sud	Récif interne	Faible	HR
MA170158	-12,93522	45,05730	14,3	Récif du Sud	Récif interne	Faible	HR
MA170159	-12,93658	45,20325	1,7	Bambo Est	Récif interne	Faible	HR

Code station	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)	Profondeur (m)	Zone récifale	Structure géomorphologique	Effort de pêche	Statut de protection
MA170160	-12,93686	45,20334	6,8	Bambo Est	Récif interne	Faible	HR
MA170161	-12,94905	45,22805	13,9	Bambo Est	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170162	-12,94933	45,22845	24,0	Bambo Est	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170163	-12,95303	45,22231	5,4	Bambo Est	Passe	Fort	HR
MA170164	-12,95346	45,22258	24,5	Bambo Est	Passe	Fort	HR
MA170165	-12,95320	45,21441	12,2	Bambo Est	Barrière intérieure	Fort	HR
MA170166	-12,95354	45,21392	14,9	Bambo Est	Barrière intérieure	Fort	HR
MA170167	-12,96415	45,06175	19,1	Récif du Sud	Récif interne	Faible	HR
MA170168	-12,95968	45,05841	3,5	Récif du Sud	Récif interne	Faible	HR
MA170169	-12,96377	45,07788	9,6	Récif du Sud	Frangeant	Faible	RE
MA170169bis	-12,96386	45,07798	7,8	Récif du Sud	Frangeant	Faible	RE
MA170170	-12,96467	45,08102	15,2	Récif du Sud	Frangeant	Faible	RE
MA170171	-12,97270	44,97886	8,3	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170172	-12,97260	44,97859	35,4	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170173bis	-12,97722	44,98550	12,0	Récif du Sud	Passe	Fort	HR
MA170175	-12,97268	44,98478	15,9	Récif du Sud	Barrière intérieure	Fort	HR
MA170176	-12,97286	44,98474	27,4	Récif du Sud	Barrière intérieure	Fort	HR
MA170177	-12,97929	45,22883	15,1	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	PP
MA170178	-12,97881	45,23065	35,8	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	PP
MA170179	-12,98370	45,21370	12,2	Récif du Sud	Barrière intérieure	Moyen	PP
MA170180	-12,98371	45,21456	5,2	Récif du Sud	Barrière intérieure	Moyen	PP
MA170181	-12,98484	45,19696	1,9	Récif du Sud	Frangeant	Fort	PP
MA170182	-12,98728	45,19613	15,8	Récif du Sud	Frangeant	Fort	PP
MA170183	-12,98728	45,18169	15,2	Récif du Sud	Frangeant	Faible	PP
MA170184	-12,98670	45,18116	1,7	Récif du Sud	Frangeant	Faible	PP
MA170185	-12,98740	45,23103	16,3	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	PP
MA170186	-12,98619	45,23460	36,1	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	PP
MA170188	-13,00275	45,10975	2,4	Récif du Sud	Récif interne	Moyen	HR
MA170189	-13,01075	45,24464	14,4	Récif du Sud	Barrière extérieure	Moyen	HR

Code station	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)	Profondeur (m)	Zone récifale	Structure géomorphologique	Effort de pêche	Statut de protection
MA170190	-13,00796	45,24579	22,7	Récif du Sud	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170191	-13,01554	45,24211	2,1	Récif du Sud	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170192	-13,01311	45,24743	30,0	Récif du Sud	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170194	-13,03959	45,05608	6,2	Récif du Sud	Barrière intérieure	Moyen	HR
MA170195	-13,04420	45,21015	13,1	Récif du Sud	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170196	-13,04455	45,04337	8,1	Récif du Sud	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170197	-13,04715	45,20806	32,8	Récif du Sud	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170198	-13,04817	45,04646	24,9	Récif du Sud	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170199	-13,05241	45,05683	15,9	Récif du Sud	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170200	-13,05252	45,05328	29,0	Récif du Sud	Barrière extérieure	Moyen	HR
MA170203	-13,07447	45,14100	6,0	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170204	-13,07414	45,12703	8,0	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170205	-13,07287	45,14371	27,9	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170206	-13,07555	45,13179	35,5	Récif du Sud	Barrière extérieure	Fort	HR
MA170207	-12,81738	45,23287	8,4	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Faible	PP
MA170208	-12,81732	45,23111	1,0	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Faible	PP
MA170210	-12,80767	45,23065	5,2	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Faible	PP
MA170217	-12,80760	45,23024	17,4	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Faible	PP
MA170221	-12,81777	45,23714	6,8	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Faible	PP
MA170225	-12,81371	45,23035	8,4	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Faible	PP
MA170227	-12,81727	45,23077	16,3	Pamandzi-Hajangoua-Bandrele	Récif interne	Faible	PP
MA170999	-12,61991	44,99696	21,0	Mtsamboro-Choizil	Iris	Fort	HR

ANNEXE 2

STRUCTURATION DES DONNEES STAVIRO DANS BD RECIF

Structuration des données STAVIRO dans BD Récif

RNMR – données 2016 et 2017

I. Résumé - métadonnées

Le principe de la caméra STAVIRO est d'immerger une caméra munie d'un trépied, cette caméra tourne de 60° toutes les 30 secondes. L'analyse des vidéos a posteriori consiste à visionner 3 tours complets de la vidéo sur 6 secteurs et de compter les poissons par espèces.

Pour chaque espèce de poisson rencontrée sur la vidéo, le nombre d'individus par classe de taille "petit", "moyen" ou "gros" est noté, le nombre d'individus observé dans la limite des 5m autour de la caméra est distingué du nombre d'individus observé au-delà de 5m. Parallèlement au comptage de poisson, une analyse d'habitat est réalisée par secteur.

La structuration des données a fait l'objet de nombreux échanges, l'objectif étant d'avoir une grille de saisie proche de celle que connaissent les opérateurs de cette méthodologie sans toucher au modèle à 2 niveaux de Passage/Prélèvement de BD Récif.

II. Mise en forme des données

Par la multiplicité des passages et paramètres mesurés, le choix est porté sur l'utilisation du masque Quadrilabo pour l'intégration des données. Le travail le plus important consiste à organiser les données, à trier les paramètres mesurés. Une fois ce tri réalisé, les éléments de référentiels doivent être créés, puis la stratégie constituée.

Le masque Quadrilabo repose sur la codification SANDRE des éléments de référentiel. Un travail d'homogénéisation des données a été réalisé, sur la base de celui qui a été opéré par Kart'eau auparavant dans le cadre de la reprise des données Mayotte et Geysier.

1. Données 2016

a. Feuillet InfoStation

L'ensemble des champs qui ont pu faire l'objet de reprise est détaillé en Annexe 1. Une anomalie a été détectée sur les coordonnées du point RN160131 lorsque les point ont été mappés, qui après échange avec la DOI a été rectifié. Pour le champ "mer" dont l'objectif est de décrire l'état de la mer le jour de l'échantillonnage, sur 7 stations, il est observé que c'est la hauteur de houle qui a été renseigné : 0,1 à 0,3. Ces valeurs ont donc été reprises dans le champ "houle" et remplacées par "Calme" dans le champ "mer".

b. Feuillet Poisson

Une anomalie a été détectée dans cet exercice de reprise, pour la station RN160085 (rotation 1), un individu *Chaetodon guttatissimus* est signalé mais aucune taille ne lui est associée. Il est convenu de choisir "grand" comme taille étant donné qu'il s'agit d'une station en pente externe et que la grande majorité des poissons-papillons est de taille "grande" dans ce secteur.

2. Données 2017

a. Feuillet InfoStation

L'ensemble des champs qui ont pu faire l'objet de reprise est détaillé en Annexe 1.

b. Feuillet Poisson

Aucune anomalie n'est détectée.

3. Compilation données

Pour faciliter le travail de reprise, l'ensemble des données sont compilées dans un seul fichier. Les champs des fichiers InfoStations repris ou non sont présentés en Annexe 1, et sont homogénéisés. Les données poissons sont reprises telles quelles.

III. Structure des données

1. Programme & stratégie

Dans le cadre de cette reprise, les données poissons de Geysier et de Mayotte intègrent BD Récif.

Programme		
Code	Libellé	Description
SUIVI_ LAREUNION_STAVIRO _POISSONS	Suivi des poissons des récifs coralliens réunionnais à l'aide de STAVIRO	Suivi ichtyologique à l'aide de caméras rotatives STAVIRO placées dans les récifs coralliens puis analysées en laboratoire. Ces suivis initialisés dans la zone de la Réserve Marine s'étendent actuellement à l'ensemble des littoraux réunionnais..
Stratégie		
Libellé	Description	
Suivi poissons des récifs coralliens 2016-2017	L'analyse des peuplements ichtyologiques a été réalisée selon le protocole mis en place par Ifremer (AMBIO/A/2). Pour chaque vidéo 3 rotations sont analysées. Sur chaque rotation, les espèces présentant un intérêt halieutique, écologique ou emblématique (IEHE) au sein de la Réserve Naturelle Marin de La Réunion ont été identifiées et dénombrées (en accord avec les gestionnaires). Piloté par Ifremer DOI, ce suivi a été mis en œuvre par des agents de la RNMR et de la DOI, les vidéos sont analysées par la DOI en 2016 et par 3EM en 2017.	

2. Stations

Les points échantillonnés n'étant pas des stations fixes ni des stations sur lesquelles auront lieu des suivis à long terme, s'agissant plutôt de points représentatifs de typologie d'habitat, la décision est prise de rattacher les passages à des lieux de surveillance type surfacique. Chaque passage pourra ensuite être renseigné avec ses coordonnées réelles correspondant à la position géographique à laquelle a été déposée la caméra.

En revanche, et afin de conserver les informations de terrain, les mnémoniques de passages (= numéros d'observations) devront respecter une nomenclature et devra laisser apparaître le numéro de point donné sur le terrain, et l'habitat.

Le lieu surfacique auquel sont rattachés tous les points d'échantillonnage est créé à partir de l'isobathe 200m (source : Hydrorun) tout autour de l'île. Le polygone ainsi obtenu est troué par la combinaison des polygones de la couche "COMMUNE" de la BD TOPO de l'IGN. Le choix d'un si grand polygone s'est justifié par les projets à venir et menés par Ifremer DOI dont l'objectif est d'échantillonner les communautés ichtyologiques par l'utilisation de Staviro à grande échelle jusqu'à des fonds de 100m tout autour de l'île.

Tableau 1 : Récapitulatif des deux lieux de surveillance créé pour l'intégration des données

Libellé du lieu	Mnémonique	Code SANDRE
Réunion_surfacique_isobathe_200m	159-S-036	60010690

3. Moyen d'acquisition

Le moyen d'acquisition est la "Vidéo STAVIRO", code SANDRE 60001783.

4. Taxons

Une compilation de tous les taxons observés a été réalisée afin de comparer la liste avec ce qui existe dans le référentiel taxinomique de BD Récif, de ce résultat, il en ressort qu'un seul taxon nécessite d'être créé dans le référentiel, *Pardachirus marmoratus*, existant dans le WoRMS (aphia ID : 219829).

Pour les rotations analysées pendant lesquelles aucun poisson n'a été observé, une ligne a cependant été créée avec "Absence_macrofaune" indiqué dans la colonne "Famille". Après échange entre Ifremer DOI et Kart'eau, il est convenu que ces lignes sont supprimées car ne correspondent à aucun taxon observé. Comme toute vidéo analysée/exploitée l'est forcément sur ses 3 rotations, il n'est pas nécessaire de signaler sur l'une d'entre elles qu'il n'y a pas de poisson. Pour 3 stations, 3 lignes correspondent à "Absence Macrofaune" (correspondant aux 3 rotations), il s'agit des stations RN170001, RN170002 et RN170049. Les observations sont alors créées et un commentaire est ajouté pour signaler cette absence de poissons observés : " Observations vidéo : 3 rotations analysées, absence de poissons sur la vidéo", les répliqués (= rotations) sont également créés, le commentaire "Rotation analysée mais absence d'observation de poisson" est associé.

Une série de taxons ne sont pas codifiés SANDRE, une demande auprès de la cellule d'administration Q² est faite pour obtenir des codes temporaires.

5. PSFMUS

Tableau 2 : Tableau des PSFMUs mesurés sur observation de la stratégie

Libellé PSFM	P	S	F	M	U	Regroupé	Qualitatif	Valeurs qualitatives possibles
Paramètres sur Observation								
Visibilité	VISIBILITE_QUAL	Habitat	Sans objet	Evaluation visuelle - sans unité	Pas d'unité	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nulle, Faible, Moyenne, Forte, NA
Vent	VENT_QUAL	Habitat	Sans objet	Evaluation visuelle - sans unité	Pas d'unité	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Calme, Brise, Brise modérée, NA
Pluies (<24h)	PLUVIOMETRIE_QUAL	Habitat	Sans objet	Pluviométrie dans les 24 dernières heures - sans unité	Pas d'unité	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nulle, Moyenne, Non renseignée
Ensoleillement	ENSOLEILLEMENT_QUAL	Habitat	Sans objet	Evaluation visuelle - sans unité	Pas d'unité	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Faible, Moyen, Fort, Non renseigné
Etat mer	ETAT_MER_QUAL	Habitat	Sans objet	Evaluation visuelle - sans unité	Pas d'unité	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Calme, Belle, Agitée, Inconnu
Marée	MAREE_QUAL	Habitat	Sans objet	Evaluation visuelle - sans unité	Pas d'unité	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Marée basse, Marée haute, Marée descendante, Marée montante, Not available
Houle	HOULE_QUAL	Habitat	Sans objet	Evaluation visuelle - sans unité	Pas d'unité	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nulle, Faible, Moyenne, Forte, Non renseignée

Tableau 3 : Tableau des PSFMUs mesurés sur réplikat de la stratégie - Les éléments en orange sont ceux qu'il a fallut créer pour les besoins de ce programme

Libellé PSFM	P	S	F	M	U	Regroupé	Qualitatif
Paramètres sur Réplikat							
Nb Sect Effectués	NB_SECTEUR	Matériel d'échantillonnage	Sans objet	STAVIRO - Comptage du nombre de secteurs effectués dans une rotation	Unité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nb Sect Analysés	NB_SECTEUR	Matériel d'échantillonnage	Sans objet	STAVIRO - Comptage du nombre de secteurs analysés dans une rotation	Unité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nb Sect Ciel	NB_SECTEUR	Matériel d'échantillonnage	Sans objet	STAVIRO - Comptage du nombre de secteurs montrant le ciel dans une rotation	Unité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nb Sect Sol	NB_SECTEUR	Matériel d'échantillonnage	Sans objet	STAVIRO - Comptage du nombre de secteurs montrant le sol dans une rotation	Unité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nb Sect Obstrués	NB_SECTEUR	Matériel d'échantillonnage	Sans objet	STAVIRO - Comptage du nombre de secteurs obstrués dans une rotation	Unité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nb SectObs	NB_OCCURENCE_TAX	Poisson	Sans objet	STAVIRO - Comptage du nombre de secteurs d'observation d'un taxon	Unité	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PInf5	INDIVSNP	Poisson	Sans objet	STAVIRO - Comptage du nombre de Petits individus distance - distance <= 5m	Unité	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MInf5	INDIVSNP	Poisson	Sans objet	STAVIRO - Comptage du nombre de Moyens individus distance - distance <= 5m	Unité	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GInf5	INDIVSNP	Poisson	Sans objet	STAVIRO - Comptage du nombre de Gros individus - distance <= 5m	Unité	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PSup5	INDIVSNP	Poisson	Sans objet	STAVIRO - Comptage du nombre de Petits individus - distance > 5m	Unité	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MSup5	INDIVSNP	Poisson	Sans objet	STAVIRO - Comptage du nombre de Moyens individus - distance > 5m	Unité	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GSup5	INDIVSNP	Poisson	Sans objet	STAVIRO - Comptage du nombre de Gros individus - distance > 5m	Unité	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Distance si>5m	LONGUEUR	Poisson	Sans objet	STAVIRO - Estimation de la distance d'observation entre la caméra et l'observation	Mètre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Personnes / Services

Le Tableau 4 reprend les services préleveur/analyste qui sont intervenus dans les différents suivi, les observateurs également. De manière automatique et par le biais du masque Quadrilabo les services préleveurs et analystes peuvent être repris, en revanche, les observateurs, nominativement, font l'objet de reprises a posteriori. En effet, le champ observateur étant propre au modèle BDRécif n'existe pas dans le modèle initial des données quadrigé et donc ne fait pas l'objet de reprise via Quadrilabo. Il est entendu avec la cellule d'administration Quadrigé, que ces derniers seront repris automatiquement quand les données seront intégrées.

Tableau 4 : Intervenants des différents suivis

Zone	Date	Préleveur	Analyste	Observateurs
Réunion	2016	Ifremer DOI	Ifremer DOI	Matthias Gaboriau
Réunion	2017	Ifremer DOI	3EM	Matthias Gaboriau

IV. Intégration sous BD Récif

1. Bilan de la reprise

a. Fichier Quadrilabo

Après plusieurs échecs d'intégration des fichiers Quadrilabo, les données ont enfin pu être intégrées. Pour éviter les échecs il a fallu supprimer les retours chariots dans le champ "commentaire" : le champ commentaire sur passage est hérité de la compilation de plusieurs champs des fichiers InfoStation d'origine, et dans l'un d'entre eux, un retour chariot empêchait la reprise. Ceci a été rectifié.

D'autres échecs ont dû faire l'objet d'échanges avec la cellule d'administration Quadrigé² car il s'agissait d'oubli de codifier SANDRE les éléments de référentiels créés pour l'occasion de cette reprise.

b. Synthèse

Au final 1 fichier est intégré contenant les données 2016 et 2017.

- 152 passages créés
- 385 prélèvements créés
- 0 échantillons créés
- 2989 résultats de mesure créés
- 19753 résultats taxon créés

2. Observations

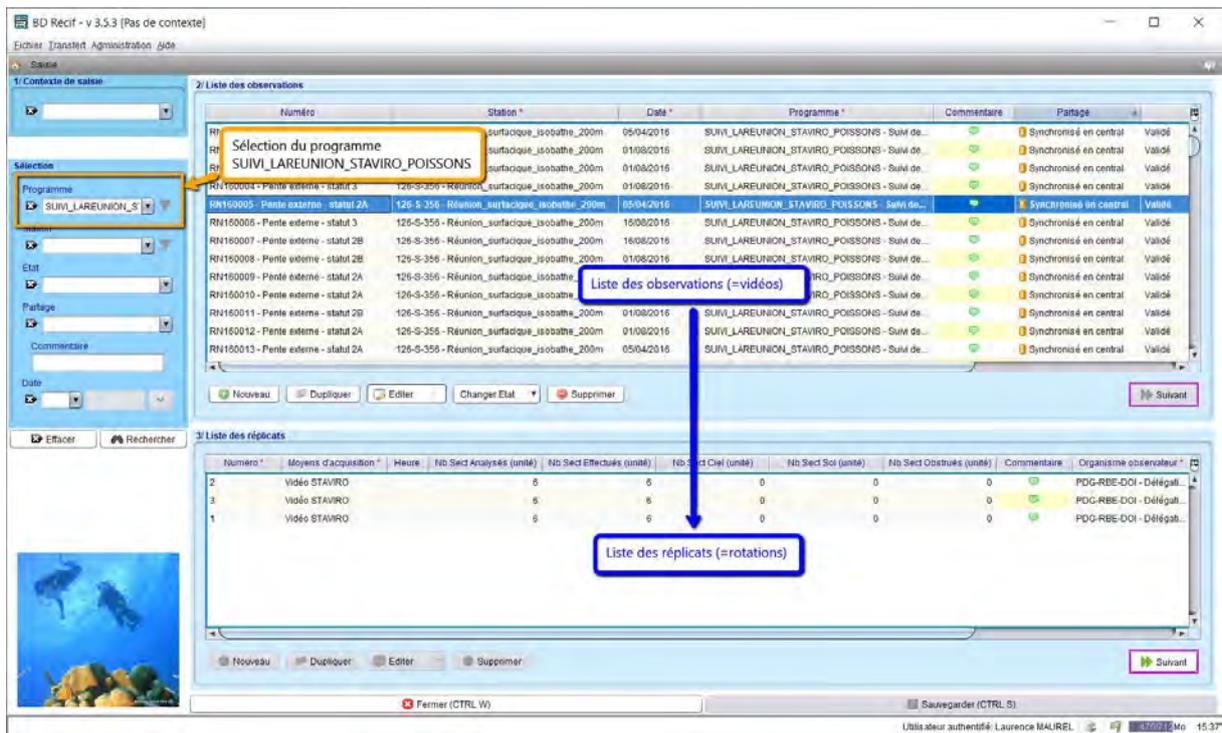


Figure 1 : Ecran de consultation/saisi des données

a. Métadonnées

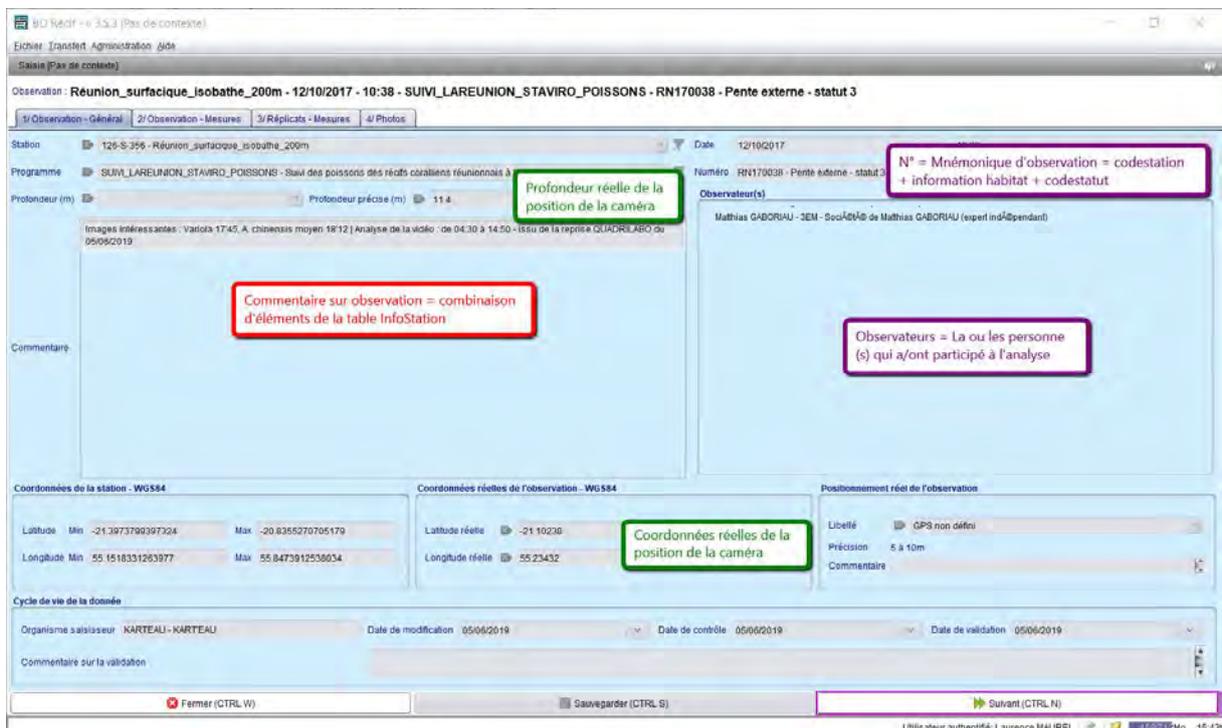
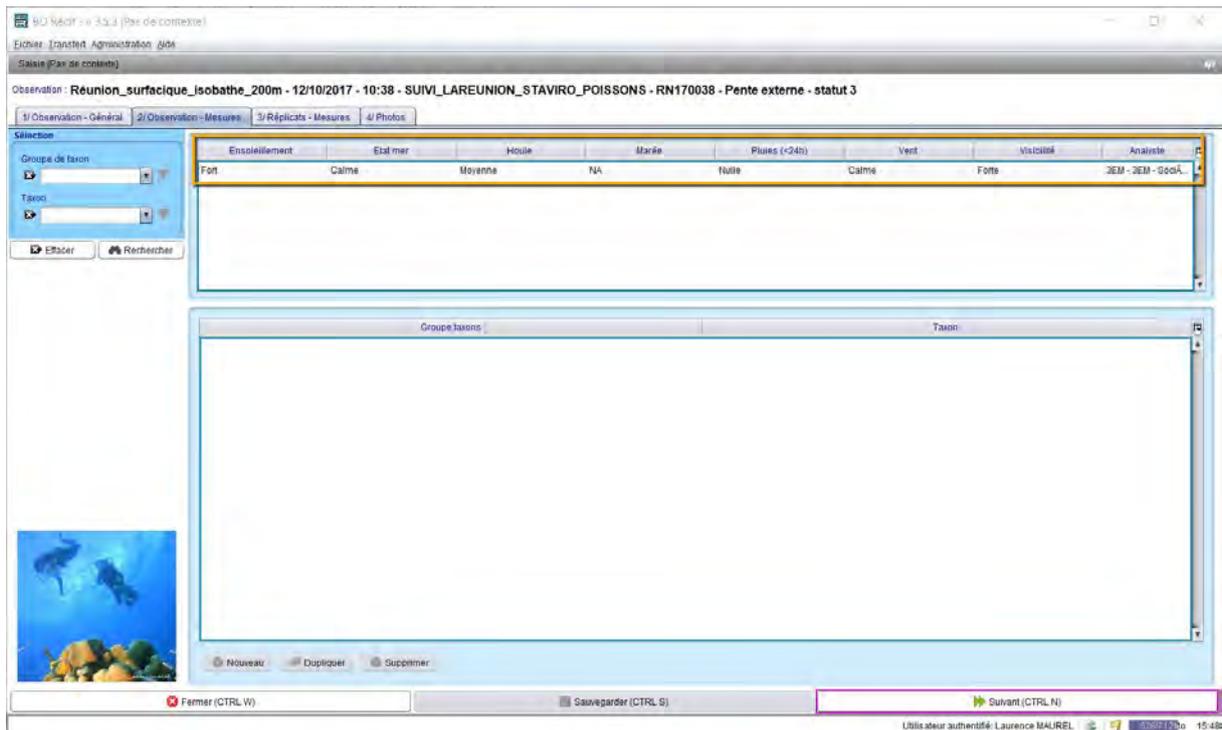


Figure 2 : Ecran de consultation/saisi de l'onglet "Général" de l'observation

b. Paramètres



Observation : Réunion_surfacique_isobathe_200m - 12/10/2017 - 10:38 - SUIVI_LAREUNION_STAVIRO_POISSONS - RN170038 - Pente externe - statut 3

1/ Observation - Général 2/ Observation - Mesures 3/ Réplicats - Mesures 4/ Photos

Selection

Groupe de taxon

Taxon

Ensoleillement Etat mer Houle Marée Plages (+24h) Vent Visibilité Anémète

Ensoleillement	Etat mer	Houle	Marée	Plages (+24h)	Vent	Visibilité	Anémète
Fort	Calmé	Moyenne	NA	Nulle	Calmé	Fort	3EM - 3EM - Gool...

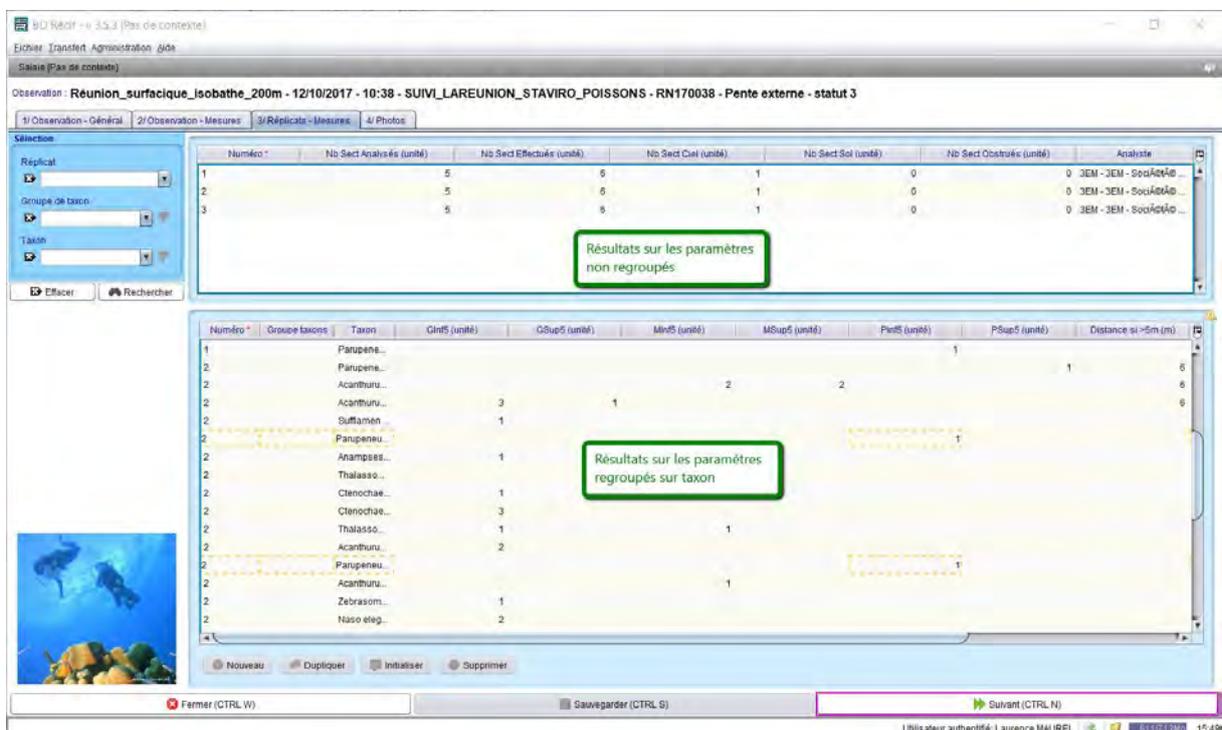
Nouveau Dupliquer Supprimer

Fermer (CTRL W) Sauvegarder (CTRL S) Suivant (CTRL N)

Utilisateur authentifié: Laurence MAUREL 15:48

Figure 3 : Ecran de consultation/saisi des résultats des paramètres sur observation, ici des conditions environnementales

3. Paramètres sur Réplicat



Observation : Réunion_surfacique_isobathe_200m - 12/10/2017 - 10:38 - SUIVI_LAREUNION_STAVIRO_POISSONS - RN170038 - Pente externe - statut 3

1/ Observation - Général 2/ Observation - Mesures 3/ Réplicats - Mesures 4/ Photos

Selection

Réplicat

Groupe de taxon

Taxon

Numéro	Nb Sect Analysés (unité)	Nb Sect Effectués (unité)	Nb Sect Ciel (unité)	Nb Sect Sol (unité)	Nb Sect Obstrués (unité)	Analyste
1	5	5	1	0	0	3EM - 3EM - Sociétié...
2	5	5	1	0	0	3EM - 3EM - Sociétié...
3	5	5	1	0	0	3EM - 3EM - Sociétié...

Résultats sur les paramètres non regroupés

Numéro	Groupe taxons	Taxon	GInf5 (unité)	GSup5 (unité)	MInf5 (unité)	MSup5 (unité)	FInf5 (unité)	PSup5 (unité)	Distance si >5m (m)
1		Panopene...					1		
2		Panopene...						1	6
2		Acanthuru...			2	2			6
2		Acanthuru...	3	1					6
2		Sufflamen	1						
2		Panopeneu...					1		
2		Anampses...	1						
2		Thalasso...							
2		Ctenochae...	1						
2		Ctenochae...	3						
2		Thalasso...	1			1			
2		Acanthuru...	2						
2		Panopeneu...					1		
2		Acanthuru...				1			
2		Zebrafish...	1						
2		Naso eleg...	2						

Résultats sur les paramètres regroupés sur taxon

Nouveau Dupliquer Initialiser Supprimer

Fermer (CTRL W) Sauvegarder (CTRL S) Suivant (CTRL N)

Utilisateur authentifié: Laurence MAUREL 15:48

Figure 4 : Ecran de consultation/saisi des résultats des paramètres sur répliat – les lignes encadrées en orange sont des alertes intégrées à BD Récif pour alerter sur des doublons de lignes (décrit dans le chapitre 3Erreur ! Source du renvoi introuvable.)

ANNEXE 1 : Champs présents dans les fichiers InfoStations d'origine, mode de récupération et homogénéisation de ces données

Réunion 2016	Réunion 2017	Repris ?	Commentaire
Champ natif BD Récif	Mnémorique observation	Commentaire observation	Paramètres sur observation
			Champs non repris
Codestation	Codestation	oui	Repris dans le mnémorique passage
Zone	Zone	oui	Repris dans le Programme/Stratégie+codestation
Type	Type	non	Toujours SVR pour staviro
Latitude	Latitude	oui	Coordonnées réelles du passage
Longitude	Longitude	oui	Coordonnées réelles du passage
Date	Date	oui	Date Passage
Heure	Heure	oui	Heure Passage
Point	Point	oui	Repris dans le mnémorique passage
Point GPS	Point GPS	non	Pas d'utilité
Codestatut	Codestatut	oui	Repris dans le mnémorique passage
Codestatut2	Codestatut2	non	Vide
Nom du fichier	Nom du fichier	non	code date/heure et codestation
Commentaires terrain pose	Commentaires terrain pose	oui	Repris dans le champ commentaire sur observation
Commentaires terrain localisation	Commentaires terrain localisation	oui	Repris dans le champ commentaire sur observation
Commentaires vidéo	Commentaires vidéo	oui	Repris dans le champ commentaire sur observation
Images intéressantes	Images intéressantes	oui	Repris dans le champ commentaire sur observation
Milieu_Habitat	Milieu_Habitat	non	
Type_de_récif	Type_de_récif	oui	Repris dans le mnémorique passage (pente externe, ou platier interne)
Site	Site	non	Repris dans le codestation
Suivis	Suivis	non	Vide
Profondeur	Profondeur	oui	Profondeur réelle passage
Visibilité	Visibilité	oui	PARAMETRE
Nom GPS	Nom GPS	non	
Caméra	Caméra	non	
Moteur	Moteur	non	
Système	Système	non	
Exploitable	Exploitable	oui	Repris dans le commentaire sur Observation, les vidéos non exploitées n'ont pas de réplicats, mais l'observation est créé
Marée	Marée	oui	PARAMETRE
Lune	Lune	non	Jugé non pertinent par la DOI
Météo	Météo	oui	PARAMETRE
Vent	Vent	oui	PARAMETRE
Mer	Mer	oui	PARAMETRE
Houle (m)	Houle (m)	oui	PARAMETRE
Bateau	Bateau	non	
Latitude bateau	Latitude bateau	non	
Longitude bateau	Longitude bateau	non	
Pilote	Pilote	non	
Equipage	Equipage	non	
Analyseur poisson	Analyseur poisson	oui	C'est le service analyste qui est repris dans BD Récif
Analyseur habitat	Analyseur habitat	non	idem mais ne sera repris que quand il y aura l'habitat

Le champ Commentaire sur Observation regroupe ainsi plusieurs informations, il est constitué de la manière suivante :

Pour les vidéos exploitables :

= Observations terrain : [Commentaires terrain pose] , [Commentaires terrain localisation] | Observations vidéo : [Commentaires vidéo] | Images intéressantes : [Images intéressantes] | Analyse de la vidéo : de [Début d'analyse] à [Fin d'analyse]

Pour les vidéos non exploitables :

= Vidéo non exploitable : [Commentaires vidéos] | Observations terrain : [Commentaires terrain pose] , [Commentaires terrain localisation] | Images intéressantes : [Images intéressantes]