



Mayotte

AUTEURS :

Julien WICKEL, Alban JAMON, Jean-Benoît NICET, Alexandra GIGOU, Jean-Pascal QUOD, Guillaume DECALF, Bernard-Armand THOMASSIN, Michel PICHON, Lionel BIGOT, Pascale CHABANET.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction

Les réseaux de surveillance des récifs coralliens

- Le suivi des fronts des récifs frangeants
- Le suivi des stations sentinelles de l'ORC
- Le suivi des récifs barrière et internes
- Le suivi Reef Check
- Le suivi de l'AMP de la Passe en S
- Le suivi de la réserve nationale de l'îlot Mbouzi

Evolution de l'état de santé des récifs

- Les peuplements benthiques
- Les peuplements de poissons

Conclusion

Références bibliographiques

INTRODUCTION

Géographie-Climat

Mayotte est une île d'origine volcanique située à l'extrême nord du canal de Mozambique, dans l'archipel des Comores, entre Madagascar et la côte est-africaine. Mayotte est un petit archipel de 374 km² formé de deux îles principales au relief tourmenté et d'une trentaine d'îlots parsemés dans un lagon dont la superficie totale est de 1 500 km². La Grande-Terre (360 km²) culmine à 660 m d'altitude (mont Bénara), avec des pentes supérieures à 15 degrés observées sur 60 % de sa superficie. La Petite-Terre (14 km²), séparée de la Grande-Terre par un bras de mer de 2 km, est issue d'une phase éruptive récente (post Pléistocène) et qui présente la particularité de s'être produite au niveau de la barrière de corail qui ceinture le lagon. Mayotte peut donc être considérée comme un cône volcanique apparu il y a environ 9 millions d'années et s'élevant des profondeurs du canal du Mozambique (de l'ordre de -3 500 m).

Le climat de Mayotte est tropical maritime à saisons contrastées, avec une saison chaude et humide marquée par les moussons de Nord-Ouest à Nord et les dépressions cycloniques de décembre à mars, et une saison sèche et fraîche marquée par la présence des alizés, vents d'Est-Sud-Est apportant la fraîcheur de l'hémisphère Sud de juin à septembre. Deux saisons intermédiaires plus brèves annoncent l'arrivée des deux saisons principales. Les conditions thermiques que l'on retrouve au niveau de la mer sont optimales pour le développement des récifs coralliens et des écosystèmes associés (côtes rocheuses, plages, platiers et atterrissements littoraux avec ou sans herbiers de phanérogames marines, mangroves). Caractéristique d'un climat tropical humide, la température moyenne annuelle de l'air oscille entre 26 et 27 °C et l'hygrométrie varie de 70 à 95 %. Les précipitations annuelles (de 1 000 à 2 300 mm) sont concentrées pendant l'été austral, essentiellement sous forme d'averses brèves et de forte intensité, entraînant un ruissellement important et une forte érosion des sols à prédominance d'altérites latéritiques : d'immenses panaches turbides bruns rougeâtres se déposent alors dans le lagon au niveau des zones d'écoulement.

Histoire

Mayotte est riche d'une histoire marquée par sa position au carrefour de l'Afrique, de Madagascar et de la péninsule Arabique. Les recherches archéologiques permettent d'attester la présence de populations sur l'île depuis le VII^{ème} siècle. Ce sont des agriculteurs/pêcheurs d'origine bantoue qui ont propagé la technique de navigation à l'aide de la pirogue à balancier sur toutes les côtes africaines et malgaches. Des vagues de migration indo-mélanésiennes, arabes et malgaches apportent ensuite, notamment, la culture swahilie et la religion musulmane. Vers le XV^{ème} siècle, les européens, à la recherche de nouvelles routes vers l'Inde, découvrent l'archipel des Comores qui leur servira de point de ravitaillement. À cette époque, l'ensemble de l'archipel subit les razzias des malgaches qui s'approvisionnent en esclaves, revendus par la suite aux autres colonies des Mascareignes, et pillent les récoltes et les troupeaux. Cette instabilité durera jusqu'au milieu du XIX^{ème} siècle et la capitale de Mayotte est alors transférée de Tsingoni à Dzaoudzi, en Petite-Terre, plus facile à défendre. L'histoire de Mayotte française débute en 1841. Le sultan Andriantsouli, qui régnait alors sur l'île, cherchait l'appui d'une puissance extérieure pour se protéger des sultans des Comores et des rois Sakalaves. De son côté, la France, ayant perdu l'île de France (l'actuelle île Maurice), était en quête d'un abri maritime sûr dans cette partie de l'océan Indien. Elle a donc répondu favorablement à la proposition du sultan et a acheté Mayotte. Depuis lors, Mayotte a continuellement marqué son attachement à la France et est devenue le 101^{ème} département français le 31 mars 2011. Mayotte est à la fois un département et une région, le Conseil Départemental exerçant à la fois les compétences dévolues aux départements et aux régions d'Outre-mer. Depuis janvier 2014, Mayotte accède au statut de Région Ultrapériphérique qui permet d'accéder aux fonds européens.

Socio-économie

Le contexte socio-économique de Mayotte (INSEE 2012) est caractérisé par une très forte croissance démographique (+2,7% par an en moyenne entre 2007 et 2012), en lien avec un taux de natalité très fort (40‰) et une pression migratoire très importante (40% de la population est de nationalité étrangère). La population mahoraise a triplé depuis 1985 avec 212 600 personnes

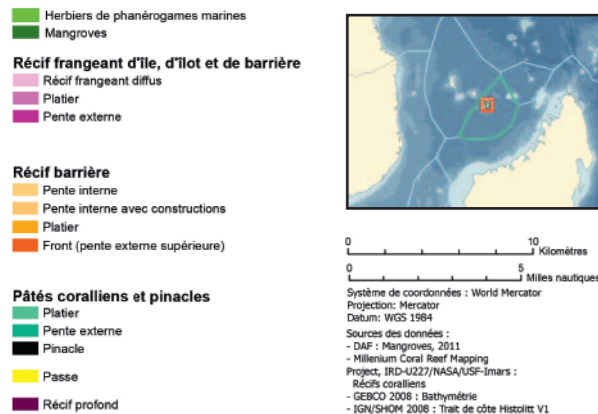
recensées sur le territoire en 2012. Le niveau de vie est en augmentation mais le produit intérieur brut par habitant reste très faible (7 900 € en 2011) par rapport à la métropole (30 000 €). Le taux de chômage est important (19,6 % en 2014) et le contexte économique très dégradé dans tous les secteurs d'activité, à l'exception des activités touristiques en légère progression. La population de Mayotte, attachée à ses traditions, a su préserver une identité culturelle forte qui constitue, avec le patrimoine naturel de l'île, l'une de ses principales richesses, qui doit être préservée et valorisée, en particulier dans le cadre du développement d'une offre touristique susceptible de répondre à la recherche d'authenticité des visiteurs.

Présentation des récifs coralliens de Mayotte

Comme toutes les îles coralliennes d'origine volcanique, Mayotte s'enfonce lentement dans l'océan, au rythme d'environ 15 cm par millénaire, tandis que la barrière récifale poursuit sa croissance verticale à grandes étapes : la base de ses pentes externes (Pléistocène), située à 200-225 m de profondeur, daterait ainsi d'environ deux millions d'années, tandis que la partie haute (Holocène) des récifs actuels n'a que 10 à 12 000 ans. La géomorphologie générale du lagon résulte ainsi du travail de la subsidence d'une part, de la croissance et de la sédimentation récifale d'autre part, ainsi que de l'action des aléas météorologiques (rivières à l'origine de la création des passes récifales) et climatologiques (assèchement du lagon lors de la dernière glaciation il y a environ 20 000 ans). L'ensemble des bioconstructions actuelles de l'île résultant de cette histoire tourmentée (dont l'apparition plus tardive de la Petite Terre) forme un complexe récifo-lagonaire d'environ 1 500 km² qui comprend :

- des récifs frangeants, qui entourent l'ensemble de l'île et des îlots sur près de 250 km de linéaire. Ils s'interrompent parfois à l'embouchure des rivières, en fond de baies, et sont alors remplacés par des fonds vaseux ;
- un lagon d'une profondeur moyenne de 35 à 40 m avec des canyons et des vallées sous-marines entre -60 et -80 m. Les fonds du lagon plats ou peu accidentés sont constitués de matériels sédimentaires sablo-vaseux et parsemés de pinacles coralliens ;
- des récifs internes, dont une double barrière interne au sud-ouest de l'île d'une longueur de 18 km, qui s'est formée par une

Géomorphologie récifale de Mayotte



subsidence en deux phases. Ce type de formation récifale est très rare puisqu'il n'existe qu'une dizaine de double-barrières dans le monde ;

- un récif barrière, long de 140 km et large de 800 à 1500 m. Il présente aujourd'hui des zones continues (du nord-est au sud-ouest) encore entrecoupées de nombreuses passes récifales (dont certaines en voie d'oblitération) et des zones submergées à des profondeurs variables (Grande passe de l'Ouest, Banc de l'Iris et de la Prudente au Nord). L'exposition aux conditions océaniques des différentes zones du lagon s'en trouve donc hétérogène.

Sur le plan hydrodynamique, l'île de Mayotte est baignée par le courant du Mozambique et par le courant sud-équatorial qui induit un courant circulaire dans le sens horaire. Les échanges entre les eaux océaniques et le lagon se font par l'intermédiaire des passes et des fausses passes, mais également par-dessus la barrière à marée haute. Le marnage important, pouvant atteindre 4 m, est source de conditions environnementales propices au développement d'un écosystème spécifique au niveau des platiers récifaux qui émergent régulièrement.

Sur la base d'une année-type calculée entre 1999 et 2005, la température de sub-surface moyenne annuelle du lagon est de 27,5 °C. La température moyenne est maximale (29,1 °C) aux mois de mars et avril, soit en fin de saison chaude et humide, tandis que la température moyenne est minimale (25,6 °C) au mois d'août.

D'une manière générale, le lagon de Mayotte se caractérise par une superficie quatre fois supérieure à celle des terres émergées, un degré d'ouverture sur l'océan très variable, et des conditions environnementales (hydrodynamisme et hydrologie) qui présentent des gradients intenses engendrés par une côte très découpée. La combinaison de ces différentes caractéristiques conduit à une grande variabilité spatio-temporelle des paramètres de l'environnement lagunaire et engendre une dynamique singulière des milieux et des peuplements qui leur sont inféodés.

A cet écosystème corallien se trouvent associés des vasières et des mangroves bien développées, particulièrement en fond de

baies. Elles sont composées de sept espèces de palétuviers et couvrent plus de 700 ha, sur 30 % du linéaire côtier. Les herbiers de phanérogames marines sont également bien présents et se répartissent de manière homogène sur les platiers des récifs autour de l'île.

L'évaluation de la valeur économique des services rendus chaque année par les récifs coralliens et les écosystèmes associés de Mayotte est estimée à 28 M€ (IFRECOR 2012). Les principaux services en termes économiques sont la protection contre les inondations côtières (11 M€/an), la production de biomasse commerciale et d'autoconsommation (9 M€/an), suivie du service d'attributs pour le tourisme «bleu» (6 M€/an). Le service de séquestration du carbone par les mangroves et herbiers complète ces bénéfices (2 M€/an).

LE BANC DE LA ZÉLÉE

Le banc de la Zélée, situé en périphérie du Parc naturel marin de Mayotte, à environ 60 milles nautiques de l'île, est un atoll ennoyé qui culmine à 10 m sous la surface et s'étend sur 182 km². Il est contigu avec le banc du Geyser (même cône volcanique sous-marin) qui est placé sous l'autorité du préfet des Terres Australes et Antarctiques Françaises. Auparavant vierges et peu fréquentées, ces hauts fonds connaissent depuis peu un développement des activités de pêche qui fragilise les ressources halieutiques. Par leur éloignement des côtes de Mayotte ou du nord de Madagascar, ils restent néanmoins à l'écart des forts apports telluriques et des fortes pressions anthropiques, à l'inverse des îles habitées de la région du sud-ouest de l'océan Indien. En cela, ces récifs possèdent un fort intérêt scientifique car ils sont susceptibles de jouer un rôle clé en tant que « sources » pour d'autres récifs coralliens voisins, et de sentinelles pour la compréhension de l'incidence du réchauffement climatique sur les récifs de la région.

LES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE DES RÉCIFS CORALLIENS

La surveillance de l'état de santé des récifs coralliens à Mayotte est assurée via un réseau de stations de suivi qui sont régulièrement expertisées dans le cadre de différents programmes.

Le suivi des fronts des récifs frangeants.

Les récifs frangeants sont les plus exposés aux impacts anthropiques venant des terres émergées, et représentent donc un indicateur intéressant de la réponse des communautés biologiques à ces stress environnementaux. Ce suivi initié en 1989 permet d'avoir une vision de leur évolution spatiale depuis plus de 25 ans (1989, 1997, 2004, 2012). Il représente en ce sens un élément précieux de la surveillance des récifs de l'île. La méthodologie employée consiste à parcourir tous les 7 ans l'ensemble des fronts récifaux frangeants de l'île et à y relever tous les 20 à 30 m les informations suivantes : taux de recouvrement du substrat par les coraux durs et mous, espèces de coraux prédominantes, autres informations d'ordre biologique ou géomorphologique pouvant traduire des conditions environnementales, etc. L'acquisition systématique de clichés photographiques géoréférencés des fonds permet d'effectuer a posteriori une analyse des communautés benthiques dominantes.

Le suivi des stations sentinelles de l'ORC

9 sites englobant 25 stations sont surveillés depuis la mise en place en 1998 de l'Observatoire des Récifs Coralliens de Mayotte (ORC). Un suivi des peuplements benthiques et ichtyologiques est réalisé selon les méthodes standardisées du GCRMN. Il s'agit d'un suivi faisant intervenir un haut niveau d'expertise, pratiqué tous les ans sur 3 sites de référence, et de façon moins régulière sur 6 autres sites.

Le suivi des récifs barrière et internes

Ce suivi à grande échelle a été mis en place en 2005. Le principe de la méthode consiste à expertiser des quadrats de 25 m² (5 m x 5 m) le long d'un transect de 25 m de long, soit un total de 10 quadrats (250 m²) par station. Dans chaque quadrat, une estimation visuelle du recouvrement par les différents substrats biotiques (formes

coralliennes et algales) et abiotiques est réalisée. Lors de la dernière campagne de 2013, 145 stations ont ainsi pu être expertisées sur l'ensemble des secteurs géographiques de l'île.

Le suivi Reef Check

Mis en place dès 2002 à Mayotte, ce suivi annuel utilise une méthodologie simplifiée accessible aux non-professionnels et standardisée au niveau mondial. 16 stations de suivi sont réparties sur les 3 types de récif présents à Mayotte.

Le suivi de l'AMP de la Passe en S

Il s'agit d'un suivi initié en 1995 et dont l'objectif est d'appréhender l'effet du statut de protection de l'aire marine protégée (AMP) de la Passe en S sur les peuplements ichtyologiques. Il a été choisi d'adopter la méthode de suivi BACIPS (Before After Control Impact Paired Series), qui repose sur la surveillance en parallèle de deux zones (la Passe en S et la Passe de Bandrélé), avant et après la mise en réserve de l'une des deux, et l'observation de l'évolution temporelle des descripteurs retenus pour caractériser les zones. Deux campagnes ont été réalisées à ce jour, en 1995 et 2009, au cours desquelles 10 stations ont été suivies.

Le suivi de la réserve nationale de l'îlot Mbouzi

Ce suivi a été mis en place en 2010 afin de surveiller l'évolution des récifs coralliens situés dans le périmètre de la réserve naturelle nationale de l'îlot Mbouzi. Les peuplements de coraux et de poissons sont suivis tous les 2 ans sur 8 stations réparties autour de l'îlot.

Ainsi, au total, le réseau de stations régulièrement suivies pour caractériser l'état de santé des récifs de l'île comporte 204 stations. Parallèlement à ces suivis réguliers, des études thématiques plus ponctuelles viennent régulièrement enrichir la connaissance de l'état de santé des récifs coralliens de Mayotte.

Il convient également de signaler l'existence d'un suivi du risque ciguatérique, réalisé en lien avec l'augmentation du risque suite à la dégradation constatée des habitats.



Figure 1 : Distribution des principaux biotopes marins autour de l'île de Mayotte (© Agence des aires marines protégées).

EVOLUTION DE L'ÉTAT DE SANTÉ DES RÉCIFS

LES PEUPEMENTS BENTHIQUES

Les récifs frangeants

L'expertise mise en œuvre depuis plus de 20 ans sur l'état de santé des fronts des récifs frangeants de l'ensemble de l'île révèle une tendance évolutive irrégulière du recouvrement corallien. Cette variabilité de l'évolution du recouvrement corallien s'exprime au niveau spatial, avec de fortes variations observées autour de l'île, les secteurs ouest et sud présentant à ce jour les plus forts recouvrements. L'évolution dans le temps est elle aussi marquée par des tendances changeantes, avec une forte diminution des taux de recouvrement corallien entre 1989 et 2004, puis une nette augmentation depuis 2004 :

- En 1989, les fronts des récifs frangeants montraient en grande majorité des recouvrements coralliens de 50 à 80 % et la moitié du linéaire total de l'île présentait un recouvrement supérieur à 50 %.

- En 1997, on assiste à une dégradation des récifs avec une forte baisse de la couverture générale. Les fronts récifaux dont le recouvrement corallien est supérieur à 50 % ont quasiment disparus et sont désormais dominés par des peuplements coralliens appauvris, avec un recouvrement allant de 5 à 20 % du substrat. Ce résultat, qui montre déjà une forte dégradation des récifs avant le sévère épisode de blanchissement corallien de 1998, traduit les effets chroniques de l'anthropisation des littoraux sur la vitalité des récifs frangeants, qui sont les plus soumis aux impacts terrigènes.

- En 2004, la résilience des récifs suite au blanchissement de 1998 est amorcée. Le recrutement larvaire concerne l'ensemble des espèces coralliennes, mais les conditions environnementales dégradées favorisent le développement des espèces les plus robustes.

- En 2012, et malgré le phénomène de blanchissement corallien qui a affecté les récifs de Mayotte en 2010, on observe contre toute attente une augmentation du recouvrement corallien moyen à l'échelle de l'île, avec une réapparition significative des recouvrements supérieurs 50 %. Cette augmentation du

recouvrement corallien, générale depuis 2004, pourrait être liée à une modification structurelle des communautés coralliennes, avec un remplacement des espèces originelles aux exigences écologiques particulières au profit d'espèces plus résistantes aux différentes pressions et avec des exigences écologiques moins strictes (leurs formes sont alors souvent plus rases, plus massives ou encroûtantes). Dans ce dernier cas, des métapopulations mieux adaptées au stress semblent alors se développer.

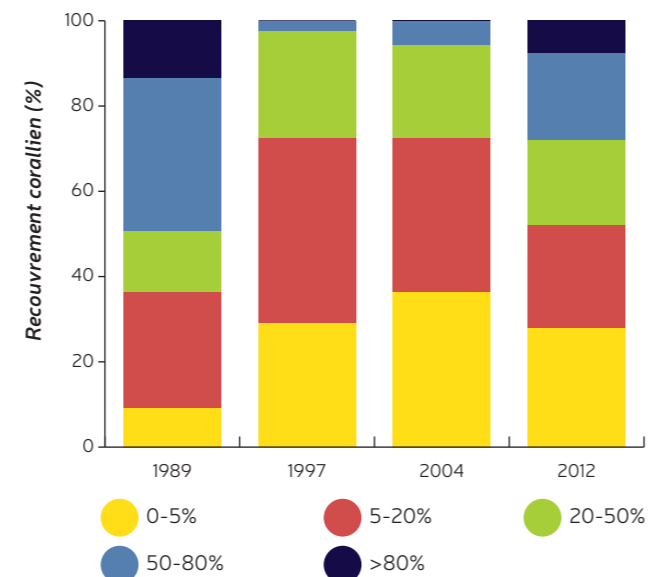


Figure 3 : Evolution entre 1989-2012 du recouvrement corallien sur les récifs frangeants de la Grande Terre de Mayotte (Durand et Thomassin 1992 ; Thomassin et al. 1998 ; WICKEL et JAMON, 2010 ; Pareto, GIS lagmay, 2013)

Les récifs internes

En 2013, le recouvrement corallien sur les récifs internes est en moyenne de 40 % et est variable sur les 3 types d'habitats prospectés. Il est élevé sur la pente orientée vers le large (56 %), faible sur le platier (15 %), et moyen sur la pente orientée vers la côte (33 %). Par comparaison avec le suivi de 2005, la nette progression (+24 %) de la proportion en colonies coralliennes sur les récifs internes observée en 2013 traduirait une plus grande résistance au phénomène de blanchissement corallien de 2010 (Pareto, 2013).

Les récifs barrière

La dernière évaluation de l'état de santé du récif barrière (2013) met en évidence une très grande majorité de stations dégradées, voire fortement dégradées (Pareto, 2013). Le recouvrement corallien moyen sur le récif barrière est faible (23 %), et le substrat est majoritairement recouvert par des gazons algaux (turf). Par comparaison avec le suivi de 2005, les coraux Scléractiniaires et les algues calcaires ont régressé au profit du turf algal, qui colonise la dalle corallienne nue, les colonies mortes et les débris coralliens. Ce résultat semble traduire un impact élevé du blanchissement massif survenu en 2010 sur les communautés benthiques du récif. Par ailleurs, ce phénomène majeur semble avoir largement modifié la composition des peuplements coralliens du récif barrière, avec une mortalité très importante des espèces branchues et tabulaires et une résistance plus importante des espèces aux formes massives, encroûtantes et foliacées.

LE PARC NATUREL MARIN DE MAYOTTE

Créé par le décret présidentiel du 18 janvier 2010, le Parc naturel marin de Mayotte est la seconde plus grande aire marine protégée française. Il couvre en effet l'ensemble de la zone économique exclusive (ZEE) de Mayotte, soit 68 381 km². Côté terrestre, le Parc s'étend jusqu'au « haut de l'estran correspondant à la limite du domaine public maritime ». Les moyens humains, techniques et financiers du Parc naturel marin de Mayotte proviennent de l'Agence des Aires Marines Protégées, tandis que l'organe décisionnel du Parc, le conseil de gestion, est composé de 41 membres représentatifs des acteurs du milieu marin. Les orientations de gestion constituent le cadre dans lequel l'action du Parc naturel marin de Mayotte se déploie. Nées de la concertation, sept orientations ont été fixées par le décret de création et concernent les thématiques suivantes : connaissance et préservation du patrimoine naturel, qualité de l'eau, tourisme et loisirs, culture et traditions, pêche et aquaculture, sensibilisation. Les orientations de gestion sont déclinées en plans d'actions annuels ou pluriannuels mis en œuvre par l'équipe technique du Parc et ses partenaires.

Une capacité de résistance qui diffère selon le type de récifs

Les données récoltées dans le cadre des différents suivis de l'état de santé des récifs de Mayotte témoignent d'une évolution qui est généralement marquée par une tendance à la dégradation des peuplements, en termes de recouvrement corallien et de composition des peuplements. Cette tendance régressive reflète la réponse des communautés benthiques aux stress chroniques liés à une dégradation de la qualité de l'eau et/ou aux phénomènes ponctuels destructurant, tels que les épisodes de blanchissement corallien massifs (1983, 1998, 2010). La dynamique des communautés benthiques observée au travers des différents suivis n'est toutefois pas linéaire, mais affiche plutôt un profil en « dents de scie » avec des phases de dégradation et des phases de récupération.

Sur la base du suivi réalisé sur les stations sentinelles de l'ORC, une analyse de la dynamique des peuplements coralliens a été effectuée sur les 10 années qui ont suivi la mortalité corallienne massive liée au phénomène de blanchissement majeur de 1998 (Pareto, 2012). Elle fait ressortir que les 3 grands types récifaux (frangeant, interne, barrière) présentent des tendances très différentes, aussi bien en termes de résistance à la dégradation qu'en termes de résilience suite à un blanchissement sévère :

- une mortalité des peuplements coralliens plus forte sur les stations de récifs barrières, intermédiaire sur les récifs internes et plus légère sur les récifs frangeants,
- une cinétique de résilience plus rapide sur les stations de récifs frangeants, moyenne sur les récifs internes et plus lente sur les récifs barrières qui ne voient leur recouvrement augmenter sensiblement que 5 ans après le phénomène.

La dynamique récifale, observée suite au dernier phénomène de blanchissement majeur de 2010, semble suivre le même schéma, avec un impact plus important sur le récif barrière que sur les autres récifs, et un processus de résilience sur le site Passe en S qui n'était pas encore visible en termes de recouvrement corallien en 2013. L'observation de nombreuses recrues coralliennes laisse présager une reprise significative de la couverture corallienne dès 2015, soit à T+5 ans à l'instar du modèle post-1998 (Pareto, 2013a).

Toutefois, ces prévisions ne doivent pas masquer le fait que beaucoup plus de temps soit nécessaire pour que les communautés coralliennes atteignent un niveau « climacique », notamment au niveau de la composition spécifique et de la compétition spatiale entre les communautés coralliennes et algales.

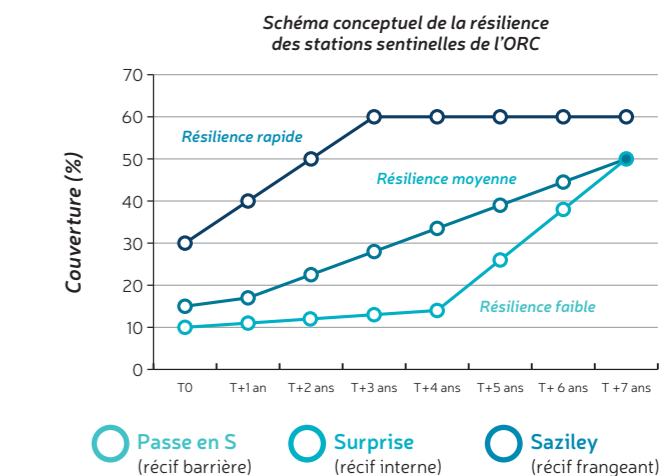


Figure 4 : Schéma conceptuel de la résilience des récifs observée sur les stations sentinelles de l'ORC (Pareto, 2012). T0=mortalité corallienne massive (1998, 2010).

Vers une modification de la composition des peuplements coralliens ?

L'impact des phénomènes de blanchissement massif survenus par le passé sur les peuplements des récifs frangeants font état d'une mortalité corallienne forte à très forte (Faure et al. 1984 ; Thomassin et al. 1999). Il est donc intéressant de noter que si le blanchissement des colonies coralliennes de récifs frangeants, observé pendant le dernier épisode majeur (mai-juin 2010), a été fort à très fort selon les secteurs (Obura et al. 2010 ; Erikson et al. 2012 ; WICKEL et JAMON, 2010), dans son ensemble la mortalité a finalement été modérée. Les peuplements coralliens des récifs frangeants de la Grande Terre ont ainsi été affectés par cet épisode de blanchissement à l'égal des autres types de récifs (internes et barrières), mais ont montré une résistance bien plus forte avec une mortalité associée largement moindre.

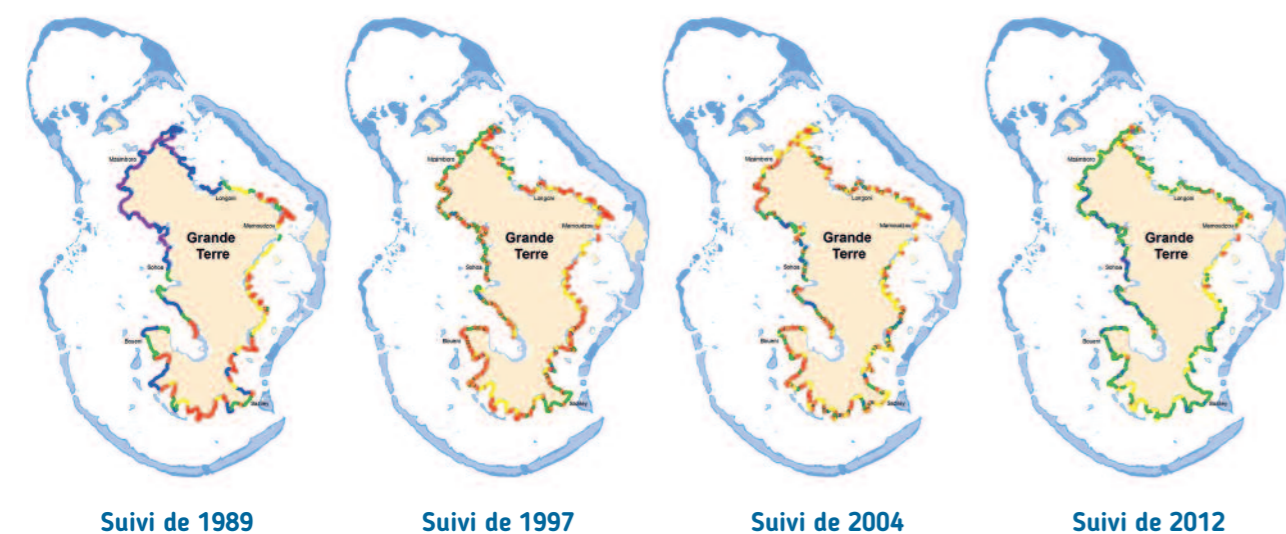
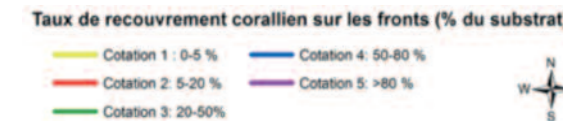
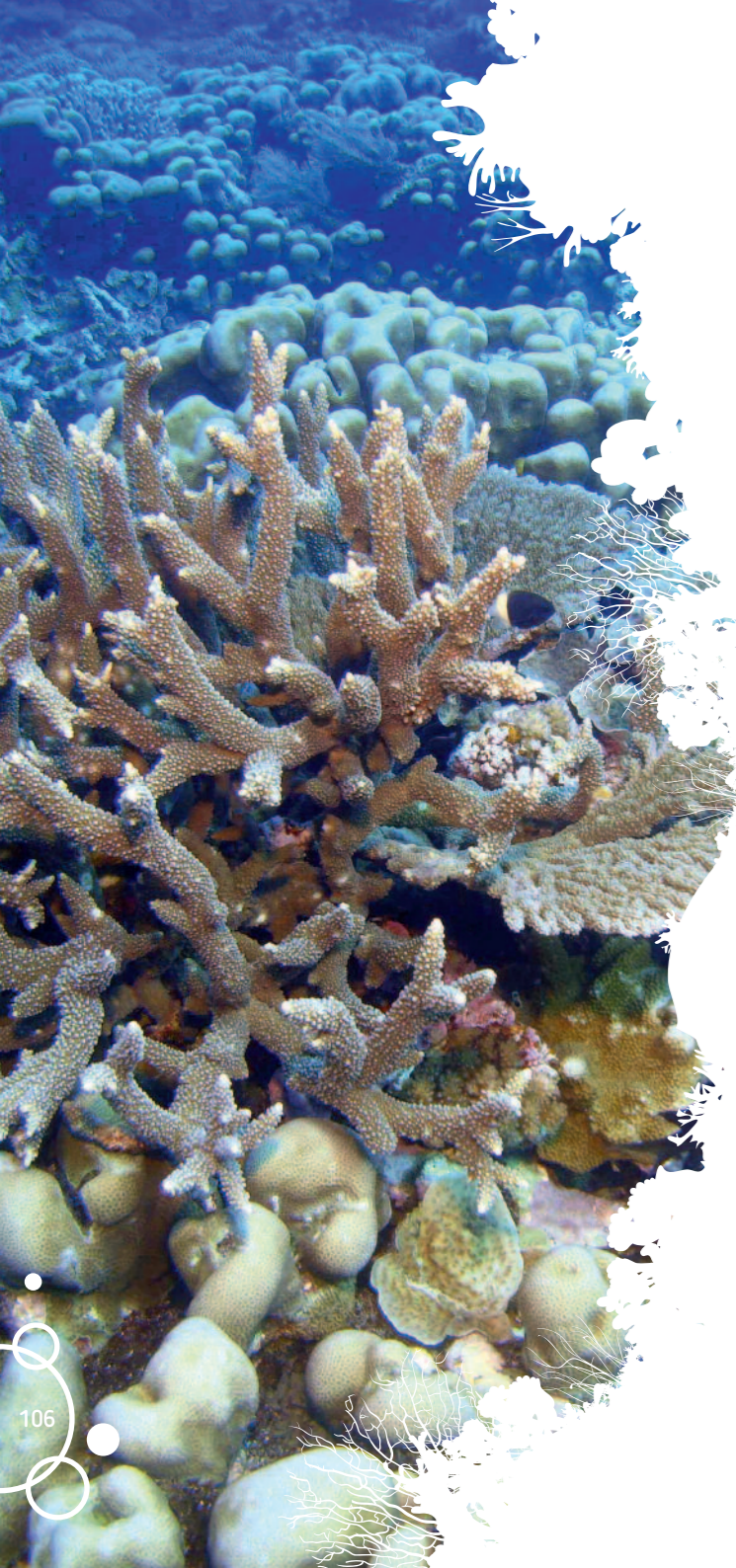


Figure 2 : Evolution spatiale et temporelle du recouvrement des fronts récifaux en Scléractiniaires entre 1989 et 2012, récifs frangeants de la Grande Terre de Mayotte (Durand et Thomassin 1992 ; Thomassin et al. 1998 ; Wickel et Thomassin 2005 ; Pareto, 2013).





Il semble donc que les peuplements coralliens de ces récifs frangeants, qui sont les plus directement soumis aux pressions d'origine terrestre (contamination et charge sédimentaire des eaux de ruissellement provenant des bassins versants), affichent une capacité de résistance aux épisodes de blanchissement corallien qui s'améliore au cours du temps. Ce constat pourrait traduire une adaptation des peuplements des récifs frangeants de la Grande Terre à des conditions contraignantes (eaux plus turbides, sédimentation fine, mauvaise qualité des eaux), en limitant le développement des espèces sensibles, et en favorisant donc indirectement le développement d'espèces robustes aux capacités de résistance/résilience plus fortes. En effet, on observe :

- Une diminution drastique des fronts récifaux frangeants des espèces les plus sensibles à ces conditions dégradées, essentiellement les Acropores à écomorphes branchus et tabulaires (en référence aux observations les plus anciennes), ces formes subsistant aujourd'hui sous forme de patchs qui peuvent s'observer sur les secteurs en relativement bon état.
- Un développement des Acropores digités et du groupe des coraux massifs-encroûtants-foliacés, qui paraissent à contrario bien plus robustes étant donné leur capacité à se développer dans les secteurs les plus dégradés. Ils semblent donc profiter de l'espace laissé vide par la disparition des formes les plus sensibles.

Il semble donc que la pression qui s'exerce sur les communautés récifales, fortement liée à Mayotte aux activités anthropiques et apports des bassins versants en amont, n'agit pas de la même manière sur l'ensemble du peuplement corallien, mais favorise la survie et le développement de certains types de coraux. Cette évolution dans la composition spécifique du peuplement corallien pourrait étayer l'hypothèse d'un « shift » depuis des communautés « climatiques » au profit d'espèces opportunistes plus robustes (Pareto et GIS Lagmay, 2013). Ce scénario hypothétique laisse présager des incidences négatives se traduisant par une diminution de la richesse spécifique des coraux Scléactiniaires. Cela se traduit également par une baisse de la complexité architecturale du récif via la disparition progressive des formes branchues et tabulaires, qui sont celles offrant le plus fort potentiel en microhabitats pour la biocénose associée au récif. Cette perte de diversité biologique liée à l'homogénéisation structurelle des récifs est ainsi susceptible d'affecter l'ensemble de l'écosystème récifal.

LES MANGROVES

Réparties tout autour de l'île, les mangroves sont remarquablement établies, particulièrement au calme en fond de baie, bénéficiant de la grande taille du lagon et de la protection du récif barrière. Constituées de sept espèces de palétuviers, les mangroves sont représentatives en composition et morphologie des formations du domaine biogéographique de l'Afrique de l'Est, lui-même rattaché au bloc indo-pacifique. D'une superficie avoisinant 700 ha, on constate depuis une cinquantaine d'années, en lien avec le développement des pressions sur la côte, une diminution de la surface de mangroves d'environ 5% avec une relative stabilité dans le nord et à l'est de l'île et inversement, une évolution nettement régressive au sud et à l'ouest (Jeanson et al. 2014).

Mais la diminution des surfaces n'est que l'une des nombreuses pressions subies par les mangroves à Mayotte. En effet, en lien avec l'urbanisation croissante du littoral, la plupart de ces formations sont aujourd'hui coupées de leur bassin versant et des écosystèmes amont adjacents, les privant des apports en eaux douces et des alluvions nécessaires à leur bon fonctionnement et les amputant de leur fonction épuratrice, par ailleurs nécessaire à la vie du lagon. A l'autre extrême, on observe certaines mangroves asphyxiées par un excès d'apports alluviaux, comme dans le sud de l'île, où la mangrove a disparu de la baie de Dapani, ensevelie sous le sable issu des padzas, ces formations érodées consécutives à la culture sur brûlis.

Les mangroves de Mayotte n'en abritent pas moins d'extraordinaires richesses faunistiques et floristiques, bien qu'encore mal connues. On citera en particulier le *Phelsuma robertmertensi*, petit reptile endémique semble-t-il réfugié dans la mangrove, ou la surprenante mygale *Idioctis intertidalis*, qui vit en zone intertidale de certaines mangroves parmi les plus endommagées par la pression urbaine.

LES PEUPELEMENTS DE POISSONS

Diversité

Malgré une connaissance encore très partielle des peuplements ichtyologiques de Mayotte, ces derniers font état d'une diversité remarquable. Le récent travail d'inventaire des espèces en présence (Wickel et al. 2014) a permis de recenser 760 espèces de poissons marins, appartenant à 118 familles et 360 genres. Les espèces inféodées aux récifs coralliens représentent près de 80 % du nombre total d'espèces.

Si l'on se limite aux poissons associés aux récifs coralliens, qui représentent la fraction essentielle du peuplement total du complexe récifo-lagonaire de l'île, la diversité est remarquable dans le contexte biogéographique de la province du sud-ouest de l'océan Indien.

Le calcul de la richesse spécifique théorique, basé sur l'indice CFI (Coral Fish Diversity Index, d'après Allen et Werner 2002), indique que le peuplement récifal de Mayotte serait l'un des plus diversifiés de la zone, avec 664 espèces récifales présentes, contre 596 pour la Réunion et entre 423 et 468 pour les Iles Eparses (Juan de Nova, Geysier, Glorieuses, Europa) situées dans le canal du Mozambique (Tableau 1). Cette richesse spécifique exceptionnelle proviendrait de la localisation géographique de l'île

| Sites | Coordonnées géographiques | Références | RS _{obs} | RS _{th} |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------|------------------|
| Mayotte | 13°S, 45°E | Wickel et al., 2014 | 596 | 664 |
| Réunion | 21°S, 55°E | Fricke et al., 2009 | 549 | 596 |
| Atoll Baa (Maldives) | 5°N, 73°E | Chabanet et al., 2012 | 333 | 505 |
| Rodrigues | 20°S, 62°E | Heemstra et al., 2004 | 410 | 493 |
| Glorieuses | 11°S, 47°E | Durville et al., 2003 | 347 | 468 |
| Europa | 22°22'S, 40°22'E | Fricke et al., 2013 | 389 | 468 |
| Geysier | 12°S, 46°E | Chabanet et al., 2002 | 294 | 433 |
| Juan de Nova | 17°S, 42°E | Chabanet et Durville, 2005 | 299 | 423 |

Tableau 1 : Richesse spécifique des poissons sur les récifs coralliens du sud-ouest de l'océan Indien. RS_{obs} : richesse spécifique observée ; RS_{th} : richesse spécifique théorique calculée d'après l'indice d'Allen et Werner (2002).

de Mayotte, au centre du « triangle de corail » de l'océan Indien occidental, où la courantologie régionale favorise le transport de larves et la connectivité inter-récifale. De plus, la diversité des conditions environnementales, la variabilité spatio-temporelle des facteurs d'influence (houle, courant, turbidité, rugosité, marnage, ruissellement/infiltration), ainsi que la diversité des habitats récifaux favorisent cette diversité très élevée. Elle concorde également avec la théorie selon laquelle la diversité des poissons tend à augmenter avec l'âge de l'île et le degré de développement des constructions récifales (Harmelin-Vivien 1989 ; Sale et Douglas 1984 ; Kulbicki et Rivaton 1997 ; Letourneur 1998).

Au sein de ce pool d'espèces, 175 espèces possèdent un intérêt commercial important pour la pêche artisanale mahoraise, 25 font l'objet d'un classement sur la liste rouge mondiale des espèces menacées de l'UICN, et 7 sont inscrites sur la liste des espèces protégées de la CITES.

Distribution spatiale des poissons dans le lagon

L'analyse de l'ensemble des données d'observations in situ fait ressortir que les communautés de poissons de Mayotte se différencient nettement selon le type de récif, ce qui met en évidence l'existence de biotopes préférentiels en termes de géomorphologie, distance à la côte, exposition hydrodynamique, profondeur, etc. Ces facteurs abiotiques influencent effectivement la fonctionnalité de l'habitat en termes de nourriture et d'abris disponibles.

Pour le peuplement total, les descripteurs retenus (richesse spécifique, abondance des individus) font état de valeurs plus élevées sur les récifs barrière (pentes internes et externes) que sur les récifs frangeants (Chabanet 2002). La représentativité des familles est également différente selon la géomorphologie récifale. Les espèces récifales de plus haute importance commerciale montrent notamment une variabilité de leurs populations selon le type d'habitat. Les Serranidae (mérus) présentent ainsi les plus fortes valeurs de densité et biomasse sur les récifs barrière, tandis que les Lethrinidae (capitaines) sont majoritairement présents au niveau des récifs internes (Figure 5). D'une manière générale, les pentes externes et secteurs de passes du récif barrière constituent un habitat singulier qui se démarque des autres par une abondance des espèces de forte importance commerciale très supérieure.

LES HERBIERS DE PHANÉROGAMES MARINES

Les herbiers intertidaux de Mayotte sont distribués sur l'ensemble du récif frangeant et une partie du récif barrière, sur une superficie estimée à 760 ha (Loricourt 2005). Ils sont majoritairement plurispécifiques, et avec 9 à 10 espèces recensées localement, Mayotte constitue un site de haute diversité pour les phanérogames marines. Les herbiers sont généralement peu denses, probablement en raison du broutage soutenu par les tortues vertes, mais aussi en régression du fait de la diminution des apports de sables coralliens sur les platiers récifaux. Les herbiers mono-spécifiques à *Thalassodendron ciliatum* ont disparu des platiers du Grand Récif Nord-Est et de la Passe en S, mais les causes de cette disparition sont incertaines. Néanmoins, l'urbanisation croissante de Mayotte et l'agriculture sur des terrains de plus en plus pentus à l'origine de la déforestation, sont responsables de l'envasement du lagon et contribuent à dégrader les milieux où se développent les herbiers.

Du fait de la définition en 2011 de Mayotte en tant que département et région d'Outre-mer, la mise en place locale de la Directive Cadre sur l'Eau est récente. Le développement du réseau de stations DCE de suivi des herbiers est en cours de définition et sera mis en place de manière simultanée avec celui du Parc naturel marin de Mayotte, probablement sur les herbiers intertidaux peu profonds plurispécifiques dominés par *Halodule uninervis*, *Syrindodium isoetifolium*, *Halophila sp.* et *Thalassia hemprichii* (Ballorain et Dedeken 2014). Dans ce cadre et dans un souci d'harmonisation, un groupe de travail « Eaux Littorales », financé par l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques et piloté par le Parc, a été mis en place à la fin de l'année 2012. Le démarrage de ces programmes permettra aux herbiers de Mayotte d'être suivis pour la première fois de manière pérenne, car si le suivi d'une station SeagrassNet avait été initié en 2009 au nord-est de l'île sous l'impulsion de la DAF, il s'était arrêté au bout de 2 ans.

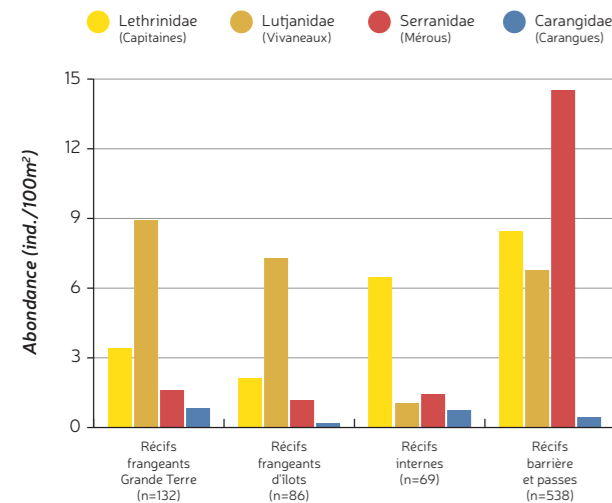


Figure 5 : Densités des familles de poissons récifaux de plus haute importance commerciale par type de récif (Lagonia, Pareto, 2012). L'effort d'échantillonnage pour chaque type (n) correspond au nombre de transects et/ou points fixes réalisés.

Impact de la dégradation des habitats coralliens sur les poissons

Dans le cadre des suivis ORC entre 2000 et 2013, la dynamique des populations de poissons récifaux est fortement corrélée à l'état de santé des peuplements benthiques. Suite aux épisodes majeurs de blanchissement corallien en 1998 et 2010, la réponse des communautés ichtyologiques présente les caractéristiques suivantes :

- Il existe un décalage temporel significatif entre la dégradation des peuplements coralliens qui est détectable immédiatement et celle de l'ichtyofaune, qui est observée significativement vers la 2ème-3ème année. Ce résultat est confirmé par les observations régionales de l'ichtyofaune récifale après 1998, avec des effets du blanchissement pas toujours perceptibles à court terme (<1 an) sur les peuplements ichtyologiques (Chabanet 2002 ; Graham et al. 2007).
- Le changement des catégories benthiques dominantes sur le récif induit un changement de la structure trophique du peuplement ichtyologique. Cela se traduit par (i) une diminution des brouteurs d'invertébrés sessiles, notamment les poissons papillons qui utilisent le corail en tant que nourriture exclusive

pour plusieurs espèces, (ii) une diminution des poissons demoiselles omnivores et planctonophages qui utilisent les coraux branchus comme habitat de protection, et (iii) une augmentation des densités d'herbivores (principalement les poissons chirurgiens du genre *Ctenochaetus*) qui profitent du développement rapide des algues filamenteuses sur les coraux morts récemment pour trouver une nourriture abondante (Chabanet 2002). Le retour vers un état d'équilibre des différents régimes alimentaires avec une diminution progressive des herbivores et une augmentation des corallivores se met en place entre 2 et 4 ans après le phénomène destructurant (Pareto, 2013b).

• A l'instar de ce qui a été observé à l'échelle du sud-ouest de l'océan Indien suite au blanchissement de 1998 (Graham et al. 2007), les individus de petite taille sont les plus impactés car la réduction de la complexité structurelle du récif diminue son rôle protecteur et de fait, la capacité d'accueil et la survie des juvéniles et individus immatures. Cet effet aura des impacts sur la densité des individus adultes qui s'observeront plusieurs années plus tard, lorsque la cohorte affectée produira de toute évidence très peu d'adultes.

Etat de la ressource halieutique et impact de la pêche et des activités humaines

Afin d'évaluer le niveau général d'impact des ressources ichtyologiques de Mayotte, 131 transects répartis sur plusieurs habitats récifaux ont été analysés sous l'angle des fonctions que remplissent les différentes espèces au sein de l'écosystème (WICKEL J, GUILLEMOT N, coll. NICET JB, 2012). Cette approche, qui représente une alternative aux approches taxonomiques habituelles, semble indiquer que malgré quelques variations quantitatives dans les structures trophiques en termes de densité et biomasse, la structure trophique représentée par le nombre d'espèces possédant le même régime alimentaire (ou structure en redondance) reste remarquablement stable dans le temps et dans l'espace. Ceci suggère qu'il existe un effet significatif de la pêche sur les ressources ichtyologiques exploitées, mais que cet effet à l'échelle de l'ensemble du peuplement ichtyologique présente un impact modéré. Il est en effet suffisant pour alerter sur les effets négatifs sur les populations exploitées, mais insuffisant pour faire apparaître des signaux de perturbation grave à l'échelle de l'ensemble

du peuplement ichtyologique. De plus, les résultats des modèles statistiques mis en œuvre suggèrent que les indications d'impact de la pêche sur les peuplements surviennent majoritairement au niveau des récifs frangeants, qui sembleraient donc être davantage impactés que les autres grands biotopes récifo-lagonaires, leur proximité à la côte les rendant plus accessibles à la pêche.

AMP vs non AMP

L'évolution entre 1995 et 2009 des peuplements de poissons au sein de l'AMP de la Passe en S a été étudiée (Lagonia et al. 2010). Les tendances évolutives générales observées en zone protégée et en zone témoin sont largement similaires et vont dans le sens d'une diminution des densités et/ou biomasses. Toutefois, dans ce contexte général de diminution des ressources ichtyologiques, il apparaît que l'AMP résiste mieux que la zone non protégée, avec une diminution moindre des densités de certaines familles (Scaridae et Siganidae) en zone protégée. Par ailleurs, une augmentation significative de la taille moyenne des individus a été observée au sein de l'AMP chez plusieurs espèces fortement prisées par les pêcheries locales (Figure 6), traduisant le rôle de refuge que joue l'AMP, tant par la préservation des habitats que par celle des êtres vivants qu'elle abrite.

L'existence d'une forte pression de pêche illégale au sein de l'AMP semble attester que celle-ci fonctionne du point de vue des attendus écologiques, mais le bénéfice qui découle de la mise sous protection du site serait en grande partie perdu, le braconnage rendant ainsi moins significative la mise en évidence de l'effet réserve.

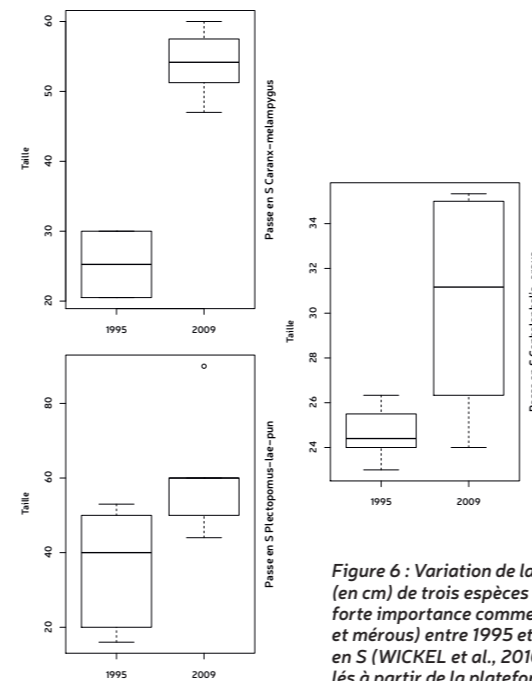


Figure 6 : Variation de la taille moyenne (en cm) de trois espèces de poissons de forte importance commerciale (carangue et mérous) entre 1995 et 2009 sur la passe en S (WICKEL et al., 2010). Boxplots calculés à partir de la plateforme PAMPA.

CONCLUSION

Si la situation biogéographique de l'île de Mayotte à l'entrée nord du canal du Mozambique (point de dispersion des espèces coralliennes, Obura 2012) lui confère un patrimoine naturel marin exceptionnel, le contexte socio-économique et géopolitique de l'île est à l'origine d'une augmentation récente et particulièrement rapide des pressions humaines. En parallèle, les pressions d'origine naturelle (blanchissement corallien, prolifération d'*Acanthaster*) fragilisent également et de façon très marquée la structuration des récifs de l'île. Les résultats, acquis au travers des programmes de suivis établis depuis plus de 15 ans, permettent d'avoir un regard objectif sur la manière dont réagissent les écosystèmes marins de l'île à cette intensification des pressions. Il est indispensable aujourd'hui de poursuivre cette surveillance pour évaluer l'efficacité des mesures de gestion du milieu qui sont mises en œuvre et les adapter au mieux à l'évolution complexe du socio-écosystème à Mayotte.

Références bibliographiques

ALLEN GR, WERNER TB, 2002. Coral reef fish assessment in the coral triangle of southeastern Asia. *Environ. Biol. Fish.* 65: 209-214.

ANDREFOUET S, CHAGNAUD N, CHAUVIN C, KRANENBURG CJ 2008. Atlas des récifs coralliens de France Outre-mer, Centre IRD de Nouméa. 153p.

BALLORAIN K, DEDEKEN M, 2014. Etude et suivi des herbiers intertidaux de Mayotte – Etat d'avancement - octobre 2014 : vers une typologie des herbiers. Présentation orale, atelier 3 du GT national DCE, Gourbeyre, octobre 2014.

CHABANET P, 2002. Coral reef fish communities of Mayotte (western Indian Ocean) two years after the impact of the 1998 bleaching event. *Mar. Freshwater Res.* 53 : 107-113.

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. 22p.

DURAND D, THOMASSIN BA, 1992. Etat des platiers et du sommet des pentes externes en 1989-1990 : bilan de santé global. 66p.

ERIKSSON H, WICKEL J, JAMON A, 2013. Coral bleaching and associated mortality at Mayotte, Western Indian Ocean. *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.* 11(1): 113-118.

WICKEL J, THOMASSIN BA, 2005. Les récifs coralliens frangeants de l'île de Mayotte (Grande Terre) : bilan de l'état de santé en 2004 et évolution depuis 1989. Rapport pour DAF Mayotte. 69p + Annexes.

FAURE G, GUILLAUME M, PAYRI C, THOMASSIN BA, VAN PRAET P, VASSEUR P, 1984. Sur un phénomène remarquable de blanchiment et de mortalité massive des madréporaires dans le complexe récifal de l'île Mayotte (SW Océan Indien). *C. R. Acad. Sc. Paris* 299 (sér. III, 15) : 637- 642.

GRAHAM N, WILSON S, JENNINGS S, POLUNIN N, ROBINSON J, BIJOUX J, DAW T, 2007. Lag Effects in the Impacts of Mass Coral Bleaching on Coral Reef Fish, Fisheries, and Ecosystems. *Conservation Biol.* 21(5): 1291-1300.

HARME LIN-VIVIEN ML, 1989. Reef fish community structure: An Indo-Pacific comparison, in: *Vertebrates in Complex Systems* (Harmelin-Vivien ML et Bourlière F eds.): 21-60.

JEANSON M, ANTHONY E, DOLIQUE F, CREMADES C, 2014. Mangrove Evolution in Mayotte Island, Indian Ocean: A 60-year Synopsis Based on Aerial Photographs. *Wetlands* 34, issue 3: 459-468.

KULBICKI M, RIVATON J, 1997. Inventaire des poissons lagonaires et récifaux de Nouvelle-Calédonie. *Cybiuim* 21(suppl.): 81-98.

WICKEL J., NICET J.B., JAMON A., BISSERY C., LETOURNEUR Y., 2010. Aire marine protégée de la passe en « S » (Mayotte, océan Indien) : Effet du statut de protection sur les peuplements ichtyologiques. Rapport pour le service Environnement et Forêt de la DAF Mayotte. 58p + Annexes.

WICKEL J, GUILLEMOT N, coll. NICET JB, 2012. Les peuplements ichtyologiques de Mayotte : Synthèse des connaissances et recherche d'indicateurs d'impact de la pêche. Rapport pour l'Agence des aires marines protégées/Parc Naturel Marin de Mayotte. 91p + Annexes.

WICKEL et JAMON, 2010. Blanchissement corallien massif à Mayotte de 2010. Alerte et point de situation au 10 mai 2010. 4p.

LORICOURT A, 2005. Etude des herbiers à phanérogames marines à Mayotte. Rapport de stage, DAF. 58p.

LETOURNEUR Y, 1998. Composition, structures et réseaux trophiques des peuplements de poissons de la côte au vent de l'île de la Réunion. *Cybiuim* 22(1) : 267-283.

OBURA D, 2012. The diversity and biogeography of the western Indian Ocean reef-building corals. *PLoS ONE* 7(9): e45013

OBURA D, BENZONI F, BIGOT L, 2010. Coral bleaching and mortality in Mayotte in May 2010. The roles of environmental and biological factors. Poster WIOMSA 7th symposium, 2011.

PARETO, 2012. Campagne ORC 8. Suivi 2011 de l'état de santé des récifs coralliens de Mayotte - Suivi benthique et ichtyologique, et impact du blanchissement de 2010. Rapport pour la DEAL Mayotte. 72p + Annexes.

PARETO, 2013a. Suivi 2013 de l'état de santé du récif barrière et des récifs internes de Mayotte. Evolution des peuplements benthiques 8 ans après l'état initial des stations « MSA » de l'ORC Mayotte. Rapport pour le Parc naturel marin de Mayotte. 65p + Annexes.

PARETO, 2013b. Campagne ORC9 - Suivi 2013 de l'état de santé des sites GCRMN de référence de l'ORC Mayotte. Suivi des peuplements benthiques et ichtyologiques. Rapport pour le Parc naturel marin de Mayotte. 37p + Annexes.

PARETO, GIS LAGMAY, 2013. Etat de santé des récifs frangeants de la Grande Terre et des îlots du lagon de Mayotte. Situation en 2012 et analyse de l'évolution spatiale et temporelle depuis 1989. 60p + Annexes.

SALE, P.F. AND DOUGLAS, W.A, 1984. Temporal variability in the community structure of fish on coral patch reefs, and the relation of community structure to reef structure. *Ecology* 65:409-422

THOMASSIN BA, ARNOUX A, BERLAND B, BECHEMIN C, PICHON M, FERTILLE JC, MARSHALL C, ROY D, 1998. Les récifs coralliens frangeants de l'île de Mayotte ("Grande Terre") : ré-examen de l'état de santé et bilan de la qualité des eaux côtières (14 septembre-15 octobre 1997). 61p + Annexes.

THOMASSIN BA, D.A.F./S.P.E.M. Mayotte, en coll. avec K. PRIESS, 1999. Observatoire des Récifs Coralliens de Mayotte. Description des stations & "Point zéro" de l'état de vitalité des peuplements (oct.-nov. 1998). 126p.

WICKEL J, JAMON A, PINAULT M, DURVILLE P, CHABANET P, 2014. Composition et structure des peuplements ichtyologiques marins de l'île de Mayotte (Sud-ouest de l'océan Indien). *Cybiuim* 38(3) : 179-203.