

La vulnérabilité des écosystèmes aux changements climatiques : Le cas des récifs coralliens des îles Moucha et Maskali

Moussa Omar Youssouf

Institut des Sciences de la Vie /CERD

Introduction

Située au point de rencontre de la Mer Rouge et du Golfe d'Aden, la République de Djibouti connaît un climat semi désertique aride qui rend les conditions naturelles difficiles. Malgré la précarité du climat, le pays détient encore une biodiversité assez importante notamment au niveau des écosystèmes caractéristiques représentés par les forêts de montagnes, les mangroves, les récifs coralliens et les zones côtières. Ces habitats critiques où se réfugie l'essentiel de la diversité biologique sont cependant menacés par les pressions conjuguées des facteurs anthropiques et naturelles pouvant compromettre leur pérennité.

La République de Djibouti est confrontée ces dernières décennies à des véritables problèmes environnementaux. La croissance démographique, l'accroissement de la pauvreté, le manque de sensibilisation se traduisent par les pressions anthropiques exacerbées sur le milieu naturel. Les changements climatiques dont les effets sont déjà perceptibles viennent aggraver davantage le déséquilibre dans lequel se trouve l'environnement du pays. Ces changements sont susceptibles d'avoir des impacts sur presque tous les systèmes tant humains que naturels et en particulier sur les habitats vulnérables.

Consciente des risques potentiels des changements climatiques sur l'environnement et l'économie du pays, la République de Djibouti a ratifié la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques en juillet 1995. Depuis, d'importants efforts ont été déployés dans ce domaine. La Première Communication Nationale sur les changements climatiques a été finalisée et transmise à la conférence des parties en 2001. Le pays est actuellement engagé dans le processus de réalisation de sa Deuxième Communication Nationale sur les changements climatiques. C'est dans ce cadre qu'elle a entamé l'évaluation de la vulnérabilité et l'adaptation aux changements climatiques portant sur les secteurs prioritaires de l'économie susceptibles d'être affectés notamment l'eau, l'agriculture, les écosystèmes, l'élevage et la zone côtière.

Cet article présente les résultats de l'étude de la vulnérabilité des écosystèmes aux changements climatiques. A partir d'une étude de cas menée sur les récifs coralliens des îles Moucha et Maskali, il donne un aperçu sur l'état de la vulnérabilité actuelle de l'écosystème, fait l'analyse prospective de sa vulnérabilité future et présente les options d'adaptations aux changements climatiques.

Méthodologie

Le groupe intergouvernemental d'experts sur les changements climatiques (GIEC), définit la vulnérabilité comme le *degré d'incapacité d'un système (un écosystème, une ressource en eau, ...etc.) à faire face aux conséquences des variations climatiques* (IPCC, 2001). Vu sous cet angle, la vulnérabilité est une fonction non seulement de la nature, de l'ampleur et de la vitesse des changements climatiques auxquels un système est exposé, mais aussi de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation. Pour la suite, c'est cette définition de la vulnérabilité que nous retiendrons. Les récifs coralliens constituent notre système d'étude.

La méthodologie utilisée dans cette étude est celle proposée par le cadre du PNUD-FEM «Adaptation policy frameworks for climate change : developing strategies, policies and measures» (Lim et Spanger-Siegfried, 2004). Celui-ci propose une approche ascendante (bottom-up) qui a pour point de départ le système naturel exposé et se fonde sur une approche multidimensionnelle du concept de vulnérabilité englobant des facteurs biogéophysiques, économiques, institutionnels et socioculturels.

Principe

Le principe consiste à analyser la situation actuelle du système pour prévoir les conditions futures et les capacités d'adaptation. Autrement dit, les réponses d'un système donné aux changements climatiques dépendront de son état actuel et des conditions biophysiques et socio-économiques futures. Un système doté d'une forte capacité d'adaptation pourra composer avec le changement climatique et peut-être même le faire tourner à son avantage, alors qu'un autre doté d'une faible capacité d'adaptation sera plus susceptible d'en souffrir.

La démarche adoptée se structure en trois grandes étapes : (1) La première consiste à faire un état de lieux du système considéré. Cette étape permet de rassembler les données biophysiques et socioéconomiques sur le système et de faire une première évaluation de la vulnérabilité indépendamment des changements climatiques futurs, (2) Dans la deuxième étape, sur la base des connaissances acquises sur le système et de leurs projections, on évalue la vulnérabilité future, (3) Dans la troisième étape, on présente les mesures d'adaptation, lesquelles doivent venir en réponse aux problèmes identifiés dans l'étape(1) et visent à atténuer la vulnérabilité du système.

Collecte des données

Pour chacune des ces étapes, des méthodes et des matériels d'analyses adaptés ont été utilisés. L'évaluation de la vulnérabilité naturelle a été faite grâce à la revue de la littérature scientifique et des données hydrobiologiques issues des différentes études sur les récifs coralliens de Djibouti. L'état actuel du biotope récifal et son évolution dans le futur ont été traités en utilisant les résultats des études de suivi de l'état de santé des récifs coralliens (Obura, 1999, Moshira et Nabil 2002, Takeda

et al 2005). L'évaluation socio-économique a été abordée à travers des enquêtes menées auprès des différents acteurs (usagers, structures gouvernementales et non gouvernementales, promoteurs privés). Ces données ont été complétées par la bibliographie disponible sur cette thématique, (Omar Y., 2003), (MHUEAT, 2007) et (MHUEAT, 2005). La vulnérabilité future a été abordée à travers les données des statistiques nationales mais aussi des rapports sectoriels.

Choix du site et son intérêt

La zone d'étude se situe aux îles Moucha et Maskali et concerne les récifs coralliens qui les entourent (fig.1). La disponibilité des données, la nature de l'écosystème considéré compte tenu de son extrême sensibilité aux changements climatiques et son importance écologique et économique, ont guidé le choix de ce site. Situées à proximité de la capitale qui concentre plus de 65 % de la population et l'essentiel des activités économiques, les îles Moucha et Maskali abritent la plus ancienne aire marine protégée du pays (parc de Moucha et réserve intégrale de Maskali) et sont exploitées par la pêche et le tourisme, deux activités importantes pour l'économie du pays.

Cette zone, délimitée par les points (11°41 N ; 43°08 E) et (11°43 N ; 43°12 E), est localisée à l'entrée du Golfe de Tadjourah, à 12 km de la ville de Djibouti. Les deux îles sont entourées par des récifs coralliens frangeants discontinus de largeur variable. Au total, ces récifs madréporiques occupent 14 km² dont 12 km² autour de l'île Moucha et 2 km² seulement autour du Maskali. La photo aérienne traitée par des couleurs montre les récifs coralliens (en vert) et les parties émergées des îles Moucha et Maskali.



Figure 1 : Vue aérienne des îles Moucha et Maskali et des récifs coralliens (photo, J-P Berger)

La vulnérabilité actuelle

La vulnérabilité naturelle du biotope récifal

L'écosystème corallien est constitué d'un ensemble des êtres vivants et des relations qui les lient avec leur milieu. Au sein de cet écosystème, les coraux sont le point de départ de nombreuses chaînes alimentaires mais également un habitat pour de très nombreuses espèces (Pichon, M. 1995). L'extrême sensibilité qui caractérise le biotope récifal s'explique par le fait que les coraux ont des exigences très strictes pour leur développement (IUCN, 2006). Par exemple, la lumière est indispensable à la photosynthèse des zooxanthelles, algues microscopiques vivant en symbiose avec le corail. La turbidité diminue l'éclairement et affecte ainsi l'activité photosynthétique. La température a un impact direct sur le développement des coraux. La résistance des coraux aux variations de la température a fait l'objet de plusieurs travaux scientifiques (Buddmeir RW.(Ed), 1999, Hughes T. Baird. et al. 2003). Ces travaux révèlent que l'augmentation de la température de 2 °C au dessus de la température maximale habituellement enregistrée dans un milieu provoque l'expulsion des zooxanthelles qui se traduit par le blanchissement corallien.

Ainsi, les coraux sont sensibles à un certain nombre des facteurs abiotiques dont chacun agit sur une étape précise du cycle de vie du polype. L'impact de ces facteurs dépend de la durée d'exposition, de l'ampleur et de l'espèce corallienne (Hoegh-Guldberg, 1999). Le tableau 1 présente les valeurs seuils de tolérance pour les différents facteurs abiotiques.

Tableau 1 : Les seuils de tolérance des coraux aux variations des facteurs abiotiques

| | |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Température | >20°C - optimum entre 25°C et 30°C - maximum toléré est de 36°C. |
| Eclairement | Suffisant pour permettre l'activité photosynthétique mais pas trop élevé |
| Profondeur | Fonction de la transparence de l'eau, limite inférieure de 50 m environ. |
| Salinité | De 35 pour mille (normale), maximum de 40, la dessalure est mal tolérée |
| Turbidité | Influe sur l'éclairement : des eaux claires sont nécessaires / l'apport de particules (hypersédimentation) étouffe les colonies coralliennes. |

Source : L'état des récifs dans le monde (GCRMN, 2002)

Les conditions hydrologiques de l'environnement corallien en République de Djibouti

Les mesures des paramètres physiques (température, turbidité, salinité) effectuées lors des études de suivi de l'état de santé des récifs coralliens aux îles Moucha et Maskali (Takeda et al 2005) montrent que les valeurs prélevées se situent dans l'intervalle de tolérance mais restent très proches des limites de tolérance. La

visibilité se rapproche de 0 (fig.2) pendant les mois de juillet-août et la salinité atteint 40 0/00, égal au maximum toléré. Les températures des eaux superficielles oscillent entre un minimum de 26°C pendant la saison fraîche (décembre-janvier) et un maximum de 33°C pendant la saison chaude.

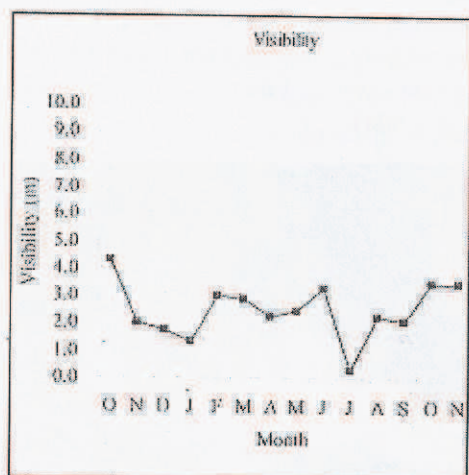


Figure 2 : Variation de la visibilité

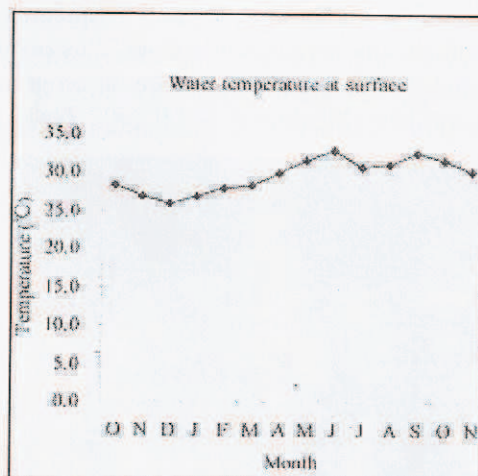


Figure 3 : Variation annuelle de Température

Etant donné que pour beaucoup d'espèces de coraux, le seuil de la température du blanchissement n'est que de 2°C supérieur à la température maximale habituellement enregistrée dans un lieu donné, on peut situer la limite de résistance des coraux en République de Djibouti à 35°C (33°C + 2°C) correspond à la température à partir de laquelle les coraux commenceraient à blanchir. Il est important de noter qu'après le blanchissement, les coraux peuvent réintégrer l'algue symbiotique et reprendre le fonctionnement normal mais cela dépend de l'ampleur, de la durée d'exposition et surtout des espèces coralliennes considérées et de l'état de conservation dans lequel se trouve l'écosystème corallien (Hoegh-Guldberg, 1999, GCRM, 2002).

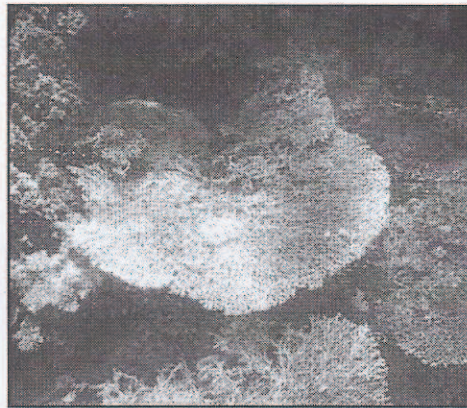
Composition spécifique, état et évolution des récifs coralliens en République de Djibouti

La composition spécifique des récifs coralliens à Djibouti n'est connue que depuis 1999, date à laquelle une importante investigation a été entreprise dans le cadre de la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique. Cette étude a révélé que dans l'ensemble, les récifs coralliens de Djibouti se trouvaient dans un état relativement bon. Un niveau élevé de biodiversité a été observé pour les coraux comme pour les poissons sur la majorité des récifs examinés (Obura, 1999). Au total 167 espèces de coraux ont été identifiées lors de l'expertise. Les îles de Moucha et Maskali avaient le nombre total le plus élevé d'espèces de coraux à dominante acropora et montipora. Ces espèces étaient plus abondantes à l'Est de l'île Moucha et avait une plus grande diversité dans les eaux peu profondes.

Quant à l'état de conservation, l'étude révèle cependant une grande variabilité entre les sites. Sur les 21 étudiés, le plus faible couvert corallien (inférieur à 15%) a été enregistré au niveau des îles Moucha et Maskali. Le site de Moucha sud était caractérisé par un couvert élevé de débris de coraux morts et celui de Maskali Sud par un couvert anormalement élevé d'algues charnues. Ces sites correspondent aux sites touristiques les plus fréquentés et la dégradation de leurs récifs a été attribuée aux activités humaines. Ces résultats ont été confirmés par les différentes études réalisées dans le cadre du programme de suivi de l'état de santé des récifs coralliens (Moshira et Nabil 2002, Nabil et al. 2004).



Coraux détruits à Maskali bouée



Récif intact à Addali, zone non fréquentée

L'évolution de l'état des récifs a été estimée sur la base des résultats des études de suivi réalisées depuis 2002 dans le cadre du programme Reef Check. Nous avons sélectionné à cet effet, 3 sites régulièrement suivis : Maskali sud, Maskali bouée et Moucha nord où des données continues, sur au moins 3 ans, sont disponibles. Cela nous a permis d'estimer l'évolution du couvert corallien sur un intervalle de 7 ans. En prenant les résultats du Reef Check 2002 comme référence et en considérant que l'évolution du couvert corallien suit une fonction linéaire de type $Y = aX + b$, où Y est le % du couvert corallien, b : la constante représentant le pourcentage du couvert corallien actuel. Nous avons attribué une valeur de 100 en considérant le couvert corallien initial à 100 %). On peut représenter l'évolution de la couverture corallienne de 2002 à 2008 comme suit (tableau 2).

Tableau 2 : Résultats des études 2002-2008

| | Longitude/ Latitude | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | Coefficient de régression (a) |
|--------------------|--------------------------------|------|------|-------|------|----------------------------------|
| Maskali nord-ouest | 11°42,923 N 043°09,257 E | 12 | 11,9 | 8,13 | 8,25 | - 0,751 |
| Maskali bouée | 11°41,835 N 043° 08,642 E | 11,3 | 11,3 | 8,13 | - | - 1,585 |
| Moucha nord | 11° 44,680 N 043° 12, 429 E | 30,6 | 20,6 | 28,13 | 18,3 | -1,4685 |

Au vue de ces résultats, il apparaît que globalement l'évolution du couvert corallien au niveau de 3 sites suivis de 2002 à 2008 montre une tendance régressive avec un coefficient de régression moyen de $\bar{a} = \frac{-0.751 - 1.585 - 1.4685}{3} = -1,268$

La vulnérabilité socio-économique

Telle que définie par le groupe intergouvernemental d'experts sur les changements climatiques (IPCC, 2001), la vulnérabilité socio-économique correspond au degré de capacité technique, institutionnelle et culturelle à faire face aux impacts induits. Son évaluation passe par la connaissance des différents acteurs, de leurs impacts, de leurs rôles respectifs ainsi que des moyens dont ils disposent. Les enquêtes menées dans le cadre de cette étude a permis de classer les intervenants sur le site en deux catégories : ceux qui exploitent les ressources du système et ceux qui ont en charge sa préservation.

Utilisations et impacts sur les récifs

Les îles Moucha et Maskali constituent, du fait leur proximité à la capitale, la destination privilégiée pour la majorité des touristes. Les différents groupes de touristes fréquentant les îles sont au nombre de quatre : les visiteurs djiboutiens locaux, les expatriés, les militaires français et les touristes étrangers. D'après l'office national de tourisme de Djibouti (ONTD), le nombre moyen de touristes fréquentant les îles Moucha et Maskali pendant les week-ends varie en moyenne de 100 à 150 personnes. Sur les îles, les touristes s'adonnent aux différentes activités : pêche de loisir, plongée en apnée, ramassage des coquillages, etc. Ces activités sont normalement réglementées mais l'absence de contrôle et de surveillance les rend dommageables aux récifs coralliens. Dans les sites de loisirs fréquentés par les touristes, les coraux sont très dégradés comparés aux sites non fréquentés (PERSGA 1998 et Obura, 1999). La plupart des études menées sur les récifs coralliens des îles Moucha et Maskali concluent unanimement que l'ancrage des bateaux des plaisanciers est la principale cause de dégradation des coraux.

La réglementation en vigueur

L'environnement marin et en particulier les habitats vulnérables tels que les récifs coralliens et les mangroves sont protégés par un ensemble de textes de la *loi cadre sur l'environnement (Loi n° 106/AN/00/4ème L)* adoptée en 2000. Plus spécifiquement, les espèces de faune et de flore ainsi les habitats critiques, sont protégés par le décret portant protection de la biodiversité et également par la loi portant création des aires protégées terrestre et marine. Les actions de prélèvements, de détérioration sont réglementés par les articles 6, 7, 8 et 9 et les activités dans les aires marines protégées sont réglementées par l'article 4 de la loi sur les aires protégées. Ces textes restent cependant inappliqués par manque de moyens et les aires protégées se trouvent exposées aux différentes pressions anthropiques.

Les structures impliquées dans la protection des récifs coralliens et leurs moyens d'action

La gestion et la préservation des milieux naturels en général et des îles Moucha et Maskali en particulier impliquent trois départements : le ministère chargé de l'environnement, l'Office National du Tourisme de Djibouti (ONTD) et le Centre d'Etude et de Recherche de Djibouti (CERD). Les rôles de chacun de ces trois structures sont bien définis. Le ministère de l'environnement a la responsabilité du suivi, de la surveillance et de la protection des récifs coralliens. Ce ministère est directement impliqué dans la protection et la gestion des aires protégées. Dépourvu des moyens d'action sur le terrain et n'ayant pas de personnels qualifiés dans ce domaine, l'action du ministère se limite aux études ponctuelles de suivi organisées dans le cadre du programme pour la conservation de l'environnement de la Mer Rouge et du Golfe d'Aden (PERSGA). L'ONTD est impliqué, via son service de protection des sites naturels, dans la préservation des sites au fort potentiel touristique. A l'instar du ministère chargé de l'environnement et pour les mêmes raisons, l'ONTD s'est désengagé de cette fonction et ne s'occupe depuis quelques années que de la gestion des installations touristiques provisoires sur les îles.

Vulnérabilité Future

La vulnérabilité future est souvent analysée à travers des projections reflétant les conditions futures plausibles de l'ensemble des paramètres biophysiques et socio-économiques (Sterr et al., 2000). Dans notre étude, l'analyse de l'évolution de ces paramètres a été faite suivant deux scénarios : Avec et en l'absence des mesures d'adaptation et de gestion durable du système.

Scénario 1 : En l'absence des mesures d'adaptation et de la gestion durable des ressources récifales

L'analyse de la vulnérabilité actuelle montre que les récifs coralliens proches des zones urbaines sont soumis aux multiples pressions humaines et sont en recul au niveau de certains sites. Les structures impliquées dans leur protection n'ont pas les moyens pour appliquer la réglementation en vigueur. Si aucune mesure d'adaptation n'est prise, la situation à l'horizon 2050 sera la résultante de l'évolution de la situation actuelle.

Analyse prospective de l'impact humain sur les récifs à l'horizon 2050

Avec un taux de croissance annuelle de 3 % et (5 à 6 % à Djibouti ville), on estime selon le rapport de la Division de la Population des Nations Unies, que la population djiboutienne atteindra en 2050, 1 068 000 habitants. Au regard des relations étroites entre population, environnement et développement social, cette forte croissance démographique aura un impact important sur le milieu naturel notamment sur ceux proches de la zone urbaine. L'accroissement démographique ira de pair avec l'occupation de l'espace et l'urbanisation sur le littoral. Cette tendance

est déjà prévisible à Djibouti car des projets de construction sur les zones immergées du plateau continental notamment dans la partie nord de la ville de Djibouti sont planifiées. En outre, le tourisme identifié comme un facteur principal de dégradation de récifs coralliens aura également connu un essor important. Selon l'office national de tourisme de Djibouti, le nombre d'arrivées touristiques ont passé de 20100 en 2000 à 53 600 en 2008 avec une croissance de 166,6 %. Dans les années à venir, cette croissance va continuer mais, à mesure que les récifs seront dégradés, le nombre d'arrivées touristiques risque de décliner.

Evolution prospective de l'état des récifs coralliens

L'analyse de l'évolution du couvert corallien au niveau de 3 sites (tableau 2), montre une évolution régressive avec un coefficient de régression moyen de $\bar{a} = -1,268$. De façon prospective et en considérant une évolution régressive linéaire, on peut représenter l'évolution du couvert corallien à l'horizon 2050 par la formule $Y = \bar{a}X + b$; Ainsi, en 2050, d'après ce graphique, on aurait une perte de 52 % du couvert corallien (incertitude de $\pm 5\%$).

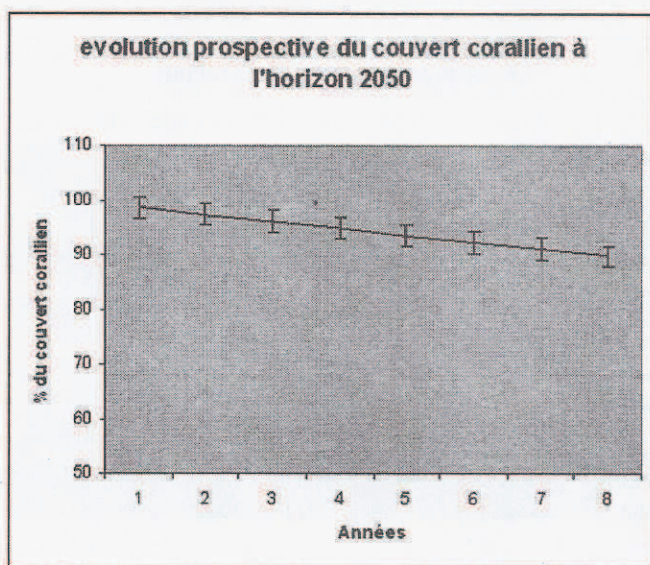


Figure 4 : Evolution du couvert corallien à l'horizon 2050 suivant le scénario 1

Avec un tel rythme de dégradation et soumis aux pressions anthropiques croissantes, le biotope récifal ne pourrait supporter les effets des changements climatiques. L'augmentation de la température de 0,6°C à 2,4°C prévue par les scénarios de la première communication nationale sur les changements climatiques aurait un impact important auquel les récifs dégradés ne pourront survivre.

La dégradation des récifs coralliens aura des conséquences économiques importantes. Le secteur susceptible d'être touché est sans doute le secteur du touristique. Ce secteur en essor depuis ces dernières années joue un rôle très important

dans l'économie du pays. Le milieu marin en général et les récifs coralliens qui représentent un symbole de beauté de la nature en contraste avec une terre désertique, jouent un rôle essentiel dans l'attraction touristique. Le secteur de la pêche va également subir les conséquences dues à la dégradation des récifs coralliens. Le biotope récifal est en effet à la base de la chaîne alimentaire de nombreuses espèces de poissons et d'invertébrés.

Scénario II. Avec les mesures d'adaptation appliquées à 50 %

Selon ce scénario, on suppose l'adoption de mesures d'adaptation aux changements climatiques. L'application de ces mesures à la hauteur de 50 % permettrait une gestion effective des ressources récifales. Dans ce cas, les impacts dus aux activités anthropiques auront diminué du même pourcentage. Prospectivement, en considérant un facteur d'atténuation de 50 %, le coefficient de régression aura diminué d'un facteur de 2. Cela se traduirait par une diminution de la vulnérabilité naturelle et l'augmentation de la résistance et de la résilience des coraux qui seraient moins vulnérables aux effets négatifs des changements climatiques. Ce scénario montre l'importance des mesures d'adaptation car celles-ci permettent d'anticiper et d'atténuer les impacts des changements climatiques.

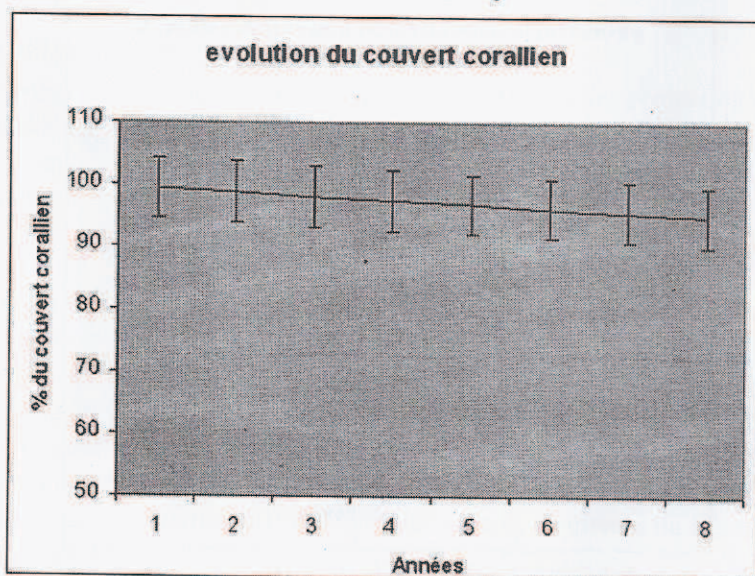


Figure 5 : Evolution du couvert corallien selon le scénario avec mesures d'adaptation

Les mesures d'adaptation

L'évaluation de la vulnérabilité actuelle des récifs coralliens a mis en évidence des problèmes d'ordre biophysiques et socio-économiques. Les premiers relèvent de la sensibilité et de l'état de conservation de l'écosystème et les seconds ont rapport avec les usagers et les institutions impliquées dans sa préservation. Les mesures d'adaptation formulées suite à cette étude répondent donc aux besoins de conservation du milieu naturel exposé et aux lacunes dans les domaines de capacités institutionnelles et de sensibilisation.

Mesures de conservation

Les aires protégées constituent à présent la méthode de conservation in situ la plus utilisée à travers le monde (GCRM, 2002). Elles permettent de protéger et de conserver les espèces dans leur milieu naturel. En République de Djibouti, les aires marines protégées, notamment le Park de Moucha et la Réserve intégrale de Maskali, existent depuis très longtemps mais n'ont jamais été effectives. Une révision du mode de gestion des aires protégées nous semble plus nécessaire. Pour qu'elles répondent aux besoins de conservation du milieu, leur délimitation doit se baser sur les connaissances approfondies du fonctionnement de l'écosystème. Comme le montrent les travaux de Nyström (2000), les aires protégées doivent inclure les sites en bon état de conservation qui peuvent constituer des « récifs source » riches en biodiversité et qui alimentent les autres récifs en larves de polypes. Les sites dégradés doivent bénéficier d'une protection extrême et faire l'objet d'un programme de réhabilitation intégrant les méthodes de culture artificielle des coraux à des fins de repeuplement.

Pour lutter contre la pollution et le phénomène d'eutrophisation pouvant être à l'origine de la prolifération des algues charnues observées sur plusieurs sites, des contrôles au niveau des structures d'accueil touristiques doivent être effectués. Des prélèvements réguliers et l'analyse des échantillons d'eau de mer permettraient de confirmer ou d'infirmer l'existence des éventuels cas de pollution. Les bonnes conditions hydrobiologiques sont en effet favorables au développement des coraux et conduisent à une grande survie des larves (IUCN, 2006).

Renforcement des capacités institutionnelles et humaines

Le constat qui se dégage des enquêtes que nous avons menées dans cette étude est que les institutions existent avec des attributions bien précises mais qu'elles restent non effectives. Les raisons les plus souvent avancées sont le manque de moyens financiers, matériels et des personnels qualifiés. La création d'un nouveau service spécialisé dans la surveillance, le suivi et la protection des sites naturels et doté de ses propres moyens financiers, humains et matériels permettrait de résoudre cette insuffisance de capacité institutionnelle.

Les études de suivi de l'état de santé des récifs coralliens (Reef Check) doivent continuer mais pour plus d'efficacité et de fiabilité des résultats, l'équipe devra être renforcée en équipement et en personnels. Cette équipe constituée en 2002 regroupait des techniciens de plusieurs secteurs (affaires maritimes, CERD, Ministère de l'environnement) mais s'est désorganisée dans le temps. La mise en place d'un programme annuel bien établi, la formation d'une nouvelle équipe et la création d'une station marine fixe pour le programme de suivi des récifs coralliens permettraient d'obtenir des résultats plus fiables sur l'évolution de l'état des récifs coralliens.

Sensibilisation des usagers et des décideurs politiques

a) Sensibilisation des usagers

Les mesures de sensibilisation devront d'abord cibler en priorité les groupes cibles identifiés dans cette étude notamment les expatriés et militaires français, touristes étrangers, visiteurs djiboutiens et pêcheurs professionnels. La sensibilisation devra porter sur les problèmes observés lors des différentes études et doit se faire à plusieurs niveaux avec des outils et des méthodes adaptées. Il serait donc intéressant de cibler les établissements scolaires, les bases militaires et les résidences des touristes fréquentant les îles Moucha et Maskali.

b) Sensibilisation des décideurs pour une nouvelle politique d'adaptation aux changements climatiques

Malgré d'important progrès réalisés depuis le sommet de Rio en 1991, dans les domaines l'environnement, une importance marginale est accordée à la protection des milieux naturels comme les récifs coralliens. Compte tenu des pressions que connaissent ces milieux et de leur vulnérabilité aux changements climatiques, une importance particulière devra être accordée à leur protection. C'est pourquoi, il est important de sensibiliser et de conscientiser les décideurs sur les problèmes que connaissent les récifs coralliens, les effets de changements climatiques et les conséquences écologiques et économiques que peuvent représenter la disparition de ces biotopes rares.

Conclusion

La République de Djibouti dispose le long de ses côtes et autour de trois unités insulaires isolées plus de 400 km² des récifs coralliens (GCRM, 2002). Ces récifs présentent un intérêt particulier au niveau local, national et régional pour que l'on s'intéresse à leur conservation. Ils représentent une ressource génératrice de revenus et un important facteur d'attraction touristique. Le biotope récifal joue également un rôle crucial dans le maintien de l'équilibre écologique, comme écosystème fixateur de CO₂ et comme niches de nidification et d'habitats pour diverses espèces de poissons et d'invertébrés.

Malgré cette importance, ces milieux font l'objet de multiples pressions anthropiques et risquent de subir les effets irréversibles de changements climatiques. Les résultats issus de cette étude révèlent l'existence des sites particulièrement endommagés en particulier dans la zone sud de Maskali et une tendance globalement régressive. Le tourisme incontrôlé et notamment l'ancrage des bateaux des plaisanciers semble être le principal facteur de dégradations des récifs. Le manque sensibilisation des touristes et l'insuffisance des capacités institutionnelles des structures impliquées dans la gestion de ces milieux sont autant des facteurs qui les rendent encore plus vulnérables.

L'analyse prospective de paramètres biophysiques et socio-économiques

prévoit l'augmentation des facteurs socio-économiques influençant la dégradation des récifs. Le scénario envisagé en l'absence des mesures d'adaptation prévoit une perte de 52 % du couvert corallien à l'horizon 2050. Dans ces conditions, le biotope récifal naturellement sensible ne semble pas pouvoir supporter les effets de changements climatiques. D'autant qu'en République de Djibouti, le milieu biotique récifal évolue déjà dans des conditions extrêmes au plus près de leurs limites physiologiques (PERSGA, 1998). Une augmentation de la température de 2,4 °C prévue par les scénarios de la première communication nationale sur les changements climatiques risque d'avoir des effets irréversibles en particulier sur les récifs dégradés et perturber l'équilibre écologique de l'ensemble de l'écosystème marin.

Les mesures d'adaptation formulées dans cette étude visent à anticiper et atténuer les effets néfastes des changements climatiques. Elles concernent des actions dont la mise en œuvre doit être planifiée en fonction des moyens disponibles. Les actions à court terme nécessitant peu de moyens pourront être initiées et apporter des résultats concrets. Les mesures à long terme nécessitant plus de moyens devront s'inscrire dans une nouvelle politique d'adaptation aux changements climatiques. A plus ou moins long terme, la mise en œuvre de ces mesures devra permettre d'atténuer l'impact humain et renforcer la résistance et la capacité d'adaptation des écosystèmes exposés aux variations climatiques.

Bibliographie

- Buddmeir RW, (Ed). 1999. Coral Reef and Environmental Change-Adaptation Acclimation or extinction. *American Zoologist* 39 (1) 183 p.
- GCRMN, 2002. Status of coral reef of the world. Australian institute of marine sciences. 42 p.
- Hoegh-Guldberg, 1999. Climate Change Coral Bleaching and the future of the world coral reef. *Mar. Fresh. Res.* 50 : 839-866
- Hughes T. Baird, et al. 2003. Climate Change, Human impacts and the resilience of coral Reefs. *Sciences*. 301 929-933
- IPCC. 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation Vulnerability. Third Assessment Report of the IPCC. Geneva: UNEP/WMO.
- IUCN. 2006. Coral Reef Resilience and Resistance to bleaching. 56 p.
- Lim, B. et Spanger-Siegfried, E. (eds.) 2004. Adaptation policy frameworks for climate change : developing strategies, policies and measures. Cambridge University Press, Cambridge, RU. 258p.
- MHUEAT. 2007. Besoins et priorités de la République de Djibouti en matière de renforcement des capacités dans le domaine de la diversité biologique. Auto-évaluation nationale des capacités à renforcer. 49 p.
- MHUEAT. 2005. Etude socio-économique des îles Moucha et Maskali. 14 p.
- Moshira & Nabil, 2002. Status of coral reefs in Djibouti. PERSGA. 17 pages.
- Nabil & al. 2004. Etude de quelques récifs coralliens des Îles Moucha et Maskali en République de Djibouti. *Revue Sciences et Environnement, CERD*. Pp 7-26.

- Nyström and al. 2000. Coral reef disturbance and resilience in a human-dominated environment. *Trends in Ecology and Evolution* 15, 413-417.
- Obura, D. 1999. Marine and coastal assessment, Djibouti. Draft report EARO/75545/389.
- Omar Youssouf, M. 2003. Les récifs coralliens des îles Moucha et Maskali : Etat de conservation, Impacts humains et gestion durable. Mémoire de DEA. Université d'Orléans, France.
- PERSGA. 1998. Surveys of natural resources and plans for their protection in Djibouti. Hunting Aquatic Resources, London. Draft Final Report.
- Pichon, M. 1995. Coral Reef ecosystem in «Encyclopedia of environmental biologies». Academic press Sa Diego. Pp 425-443.
- Sterr H. and al, 1999 : Climate Change and Coastal Zones : An Overview of the State of the Art on Regional and Local Vulnerability Assessment. International workshop. 24 pp.
- Takeda & al. 2005. Survey on coral reefs of Marine Protected Area (MPAs) and coastal area in Djibouti. Draft report. 39 pages.