

PAGE MISY SARY

Par

Hajanirina RAZAFINDRAINIBE^a

et

Sophia N. RAKOTOHARIMALALA^b, Marialejandra FARIA^b, Yvette
RAZAFINDRAKOTO, Voahirana M. RASOLOFO^c, Aurélien ANDRIANARISON^d, Rémi
RATSIMBAZAFY^e, Berthin P. RAKOTONIRINA^f, Mialy ANDRIAMAHEFAZAFY^g, Tantely
TIANARISOA^h

^aSAGE Fampanandrosoana Maharitra ; ^bCETAMADA, ^cCNRE ; ^dOLEP ; ^eWWF ; ^fIHSM ; ^gBlue
Ventures ; ^hWCS/REBIOMA

CHAPITRE 6 : ENVIRONNEMENT MARIN ET COTIER

6.1. INTRODUCTION

La définition de la zone côtière et marine utilisée dans ce document est celle donnée dans le décret 2010-137 du 23 mars 2010, portant réglementation de la gestion intégrée des zones côtières et marines de Madagascar, article 2 : alinéa 6 et article 3.

La zone côtière ou littorale est un espace géographique portant à la fois sur la partie maritime et la partie terrestre du rivage, et intégrant les étangs salés et les zones humides en contact avec la mer. Cet espace inclut la limite extérieure de la mer territoriale ainsi que le domaine public maritime et le territoire des communes riveraines des mers et océans. La zone côtière peut être étendue, selon des nécessités locales spécifiques de nature économique et/ou écologique, aux collectivités locales contiguës, aux communes riveraines des mers et océans ainsi qu'aux collectivités riveraines des estuaires et deltas situés en aval de la limite de salure des eaux.

Les zones côtières et marines sont délimitées du côté terre, par l'ensemble des communes côtières, districts côtiers, des 13 Régions littorales, et tous les espaces définis par les bassins versants et les fortes pentes ; du côté mer, par l'ensemble du plateau continental dans la limite de la Zone Economique Exclusive de Madagascar, en conformité avec sa ratification de la Convention des Nations Unies sur le Droit de la Mer (UNCLOS) ; et par la partie de l'atmosphère se trouvant au-dessus de la partie marine et terrestre de Madagascar.

Environ 34% de la population nationale vit à moins de 100 km des côtes (INSTAT, 2010). Selon les statistiques de l'INSTAT (2011), la population au niveau des 44 districts côtiers a augmenté de 65% de 1995 à 2011, cette augmentation est de 63% au niveau des 13 régions côtières.

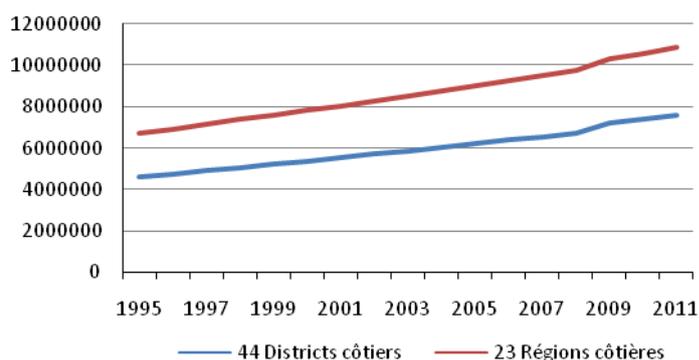


Figure 6.1 : Evolution de la population des zones côtières à Madagascar, de 1995 à 2011.

Cette augmentation de la population provient non seulement de la croissance démographique par natalité, mais aussi des migrations, notamment de l'arrière-pays vers la zone littorale, résultant de la baisse de fertilité et ou de disponibilité des terres agricoles, de la dégradation du pouvoir d'achat, en général, des communautés, du taux de chômage dans les grands centres urbains, migrations encouragées

par l'accès libre à la plupart des ressources marines. A ceci s'ajoute le développement des secteurs porteurs comme le tourisme et la pêche. Cette croissance démographique imprime des pressions et menaces sans cesse accrues sur l'environnement et ses ressources pour satisfaire les besoins des ménages, outre les exploitations à des fins économiques.

Les connaissances très parcellaires sur les écosystèmes et la plupart des ressources limitent les prises de décision pour leur préservation. Dans la plupart des cas, la dégradation est déjà très avancée avant que des mesures de gestion soient prises.

Le dernier rapport sur l'état de l'environnement marin et côtier, édité en 2007, a décrit les différents écosystèmes et ressources connus et ou exploités jusqu'alors, les pressions et menaces qu'ils subissent, les impacts connus de la conservation.

Depuis, de nouvelles connaissances ont été acquises dans le domaine marin et côtier. Cependant, sous les impacts de nombreuses pressions et menaces, la dégradation de certains de nos écosystèmes et ressources ne s'est pas arrêtée, voire, elle a amplifié dans certaines localités. Face à l'ampleur des problématiques, des efforts de rationalisation et de priorisation ont été consentis, et les initiatives se sont multipliées. Le présent rapport mettra l'accent sur l'avancement dans l'acquisition des connaissances sur la biodiversité marine et côtière, l'évolution des pressions et menaces et leurs impacts, plutôt que de reprendre les informations déjà consignées dans le dernier rapport. A cet effet, il traitera de :

- L'état des écosystèmes et des ressources qui y sont associées ;
- Des pressions et menaces ;
- Des stratégies, politiques et initiatives pour réduire les pressions sur les écosystèmes et les ressources marins et côtiers ;
- Des options futures pour améliorer la situation.

6.2. L'ENVIRONNEMENT MARIN ET CÔTIER ET SES RESSOURCES

6.2.1. LES RECIFS CORALLIENS

Les récifs coralliens et les écosystèmes qui leur sont associés (herbiers, mangroves) abritent la plus riche biodiversité marine du monde (Knowlton et al., 2010) et supportent les moyens de subsistance et l'économie des communautés côtières. L'importance des récifs coralliens de Madagascar, aussi bien en termes de conservation de la biodiversité que de réduction de la pauvreté, n'est plus à démontrer. Toutefois, les connaissances les concernant restent parcellaires alors que les pressions ne cessent de s'accroître.

Un grand pas a été fait en ce qui concerne les connaissances sur les récifs coralliens de Madagascar depuis la réalisation d'un projet de caractérisation et de cartographie des récifs au niveau global dans le cadre du projet américain *Millennium Coral Reef Mapping* lequel a produit, entre autres, un Atlas des Récifs Coralliens de l'Océan Indien Ouest (Andréfouet et al., 2009).

6.2.1.1. SUPERFICIE DES RECIFS

Madagascar rassemble 24,43% des unités géomorphologiques récifales de niveau 5¹ de l'Océan Indien Ouest (incluant Comores, Madagascar, Maurice, Seychelles, La Réunion, Mayotte, Iles Eparses, Laccadive, Maldives et les Britanniques de l'Océan Indien), avec 86 unités. En termes de superficie, nos récifs représentent 24,83% de cette région, en deuxième position après les Seychelles.

Tableau 6.1 : Superficie des différentes composantes inventoriées.

Composantes	Superficie (km ²)
Terre émergée	594 290
Terre émergées sur récifs	546
Surface non récifale	4 485
Surface	5 076
Surface récifale et non récifale	9 561

Source : *Andréfouet et al., 2009.*

Tableau 6.2 : Superficie des unités géomorphologiques de niveau 3.

Unités géomorphologiques	Superficie (km ²)
<i>Main land / Terre émergée</i>	594 290,13
<i>Aquatic land features / Lac, lagune, embouchure</i>	520,70
<i>Barrier land / Ilot</i>	9,48
<i>Coastal barrier reef complex / Complexe de récif-barrière côtier</i>	579,44
<i>Outer barrier reef complex / Complexe de récif-barrière externe</i>	3 924,66
<i>Coastal fringing patch / Massif corallien côtier ou frangeant</i>	4,05
<i>Inner-lagoon patch-reef complex / Complexe de massifs coralliens lagonaires</i>	5,41
<i>Inner-seas patch-reef complex / Complexe de massifs coralliens de mer intérieure</i>	350,51
<i>Patch land / Ilot de massif corallien</i>	11,79
<i>Shelf patch-reef complex / Complexe de massifs coralliens de plateau</i>	1 158,23
<i>Diffuse fringing reef / Récif frangeant diffus</i>	25,30
<i>Fringing reef of coastal barrier reef complex / Récif frangeant de complexe de récif-barrière côtier</i>	49,36
<i>Inner-seas exposed fringing reef / Récif frangeant de mer intérieure</i>	400,68
<i>Lagoon-exposed fringing reef / Récif frangeant de lagon</i>	147,58
<i>Ocean exposed fringing reef / Récif frangeant océanique</i>	524,40
<i>Bank barrier / Récif-barrière de banc</i>	376,26
<i>Bank barrier land / Terre émergée de récif-barrière de banc</i>	4,42
<i>Bank lagoon / Lagon de banc</i>	195,44
<i>Bank patch / Massif corallien de banc</i>	0,35
<i>Shelf slope / Pente de plateau</i>	1 896,12
<i>Shelf structure / Structure de plateau</i>	0,60

Source : *Andréfouet et al., 2009.*

¹ Par rapport à la typologie globale des récifs coralliens, les principes à l'origine du schéma de classification géomorphologique utilisé par le projet Millennium sont décrits en détail dans Andréfouët et al. (2006).

6.2.1.2. LES RESSOURCES BIOLOGIQUES RECIFALES

Un Programme d'Evaluation Rapide (RAP) a couvert 30 sites dans le Nord-ouest en 2002, et sur 130 km de côtes dans le Nord-est de Madagascar en 2007. La zone du Sud-ouest a, par contre, fait l'objet d'une évaluation écologique entre 2006 et 2009, laquelle a permis de fournir des informations sur la diversité biologique et l'état de santé des récifs, nécessaires pour catalyser l'action de conservation et améliorer la protection de la biodiversité marine. La revue de littérature combinée aux résultats du RAP révèle pour Madagascar :

- un total de 788 espèces de poissons récifaux, chiffre similaire à celui des îles voisines (Maurice, Seychelles, Chagos et Maldives)
- une diversité corallienne de 380 espèces, la plus élevée de l'Océan Indien Occidental et de la Mer Rouge. Ce chiffre dépasse les précédentes estimations effectuées par les mêmes observateurs selon les mêmes méthodes, et est comparable aux chiffres trouvés dans les zones à proximité du centre de la région Indopacifique (Triangle de Corail), connu pour être la plus riche en biodiversité marine ;
- des récifs coralliens caractérisés par des habitats et structures différents de ceux des autres régions de Madagascar dans le Nord Est.

a. Dans le Nord-ouest de Madagascar

La zone couverte par le RAP s'étend du Cap Voailava au Nord jusqu'au sud de Nosy Iranja au Sud.



Carte 6.1 : Localisation des sites d'évaluation rapide dans le Nord Ouest et le Nord Est de Madagascar. Adaptée d'après McKenna et Allen (2003) ; Obura et al. (2011).

Les résultats concernant les trois groupes faunistiques (récifs coralliens, mollusques et poissons) sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau 6.3 : La faune répertoriée au niveau de 30 sites d'évaluation rapide dans le Nord-ouest de Madagascar.

Groupe faunistique	Familles	Genres	Espèces
Récifs coralliens	17	62	318
Mollusques	92	193	525
Poissons	65	191	463

Pour les **Coraux**, 318 espèces de scléactiniaires étaient répertoriées incluant sept nouvelles espèces pour la science. Les sites les plus riches sont Nosy Ankarea/Iles Mitsio (143 espèces), Nosy Fisaka/Iles Mitsio (129 espèces), Nosy Sakatia/Nosy Be (125 espèces), Baie de Befotaka/Nosy Be (123 espèces) et Andavakalovo/Archipel Nosy Hara (122 espèces). Madagascar dispose d'un haut niveau d'endémisme, un genre endémique (*Horastrea*) et au moins huit espèces n'ont jamais été observées ailleurs.

Les récifs coralliens observés sont relativement en bonne condition, selon le taux RCR (« *Reef Condition Rating* ») utilisé, avec le taux le plus élevé pour Ankarea/Iles Mitsio, NE Nosy Hao/Archipel de Nosy Hara, Nosy Fanihy/Nosy Be et Nosy Tanikely/Nosy Be.

Pour les **Mollusques**, 525 espèces ont été identifiées (dont 382 Gastéropodes, 139 Bivalves, un Scaphopode, deux Céphalopodes et un Chiton), appartenant à 92 Familles et 193 Genres. Le Banc de Marie/Iles Mitsio est le site le plus riche avec 93 espèces. Le sud-est de Nosy Sakatia/Nosy Be, Nosy Kisimany/Baie d'Ampasindava et Nosy Fanihy/Nosy Be comptent dans les 89-91 espèces.

En ce qui concerne les **Poissons**, les 463 espèces identifiées appartiennent à 191 genres et 65 familles. Nosy Hao/Archipel Nosy Hara, Nosy Tanikely/Nosy Be, Nosy Ankarea/Iles Mitsio, Nosy Kivinjy/Nosy Be sont parmi les sites les plus riches, recélant entre 152 et 166 espèces. Huit espèces appartiennent exclusivement aux eaux de Madagascar, incluant deux nouvelles espèces de Pomacentridés collectées pour la première fois. Quatre autres espèces sont connues seulement pour Madagascar et les Comores/Saint Brandon's Shoals.

Les espèces commerciales d'**holothuries** et les **requins** sont rares.

b. Dans le Nord-est de Madagascar

Le Programme d'Evaluation Rapide, conduit en 2007, a couvert 130 km de côtes, allant de la Baie d'Ambodivahibe à Vohémar en cinq localités géographiques : Baie d'Ambodivahibe, Baie de Loky, Nosy Anka, Baie d'Andravina et Vohémar (Obura D. et al, 2011). Les récifs coralliens du Nord-est sont caractérisés par des habitats et structures différents de ceux des autres régions de Madagascar.

Pour les **Coraux**, 281 espèces ont été identifiées (275 espèces de scléactiniaires et six espèces non-scléactiniaires) appartenant à 61 Genres et 17 Familles. Les espèces d'intérêt particulier incluent :

- les genres monospécifiques endémiques au niveau régional : *Craterastrea laevis*, *Anomastrea irregularis*, *Horastrea indica* et *Gyrosmlia interrupta* ;
- des espèces observées en Indonésie : *Anacropora pillai* et *Turbinaria irregularis* ;
- des espèces rares décrites récemment : *Psammocora albopicta* et une espèce d'*Echinopora* potentiellement non-décrite.

A cause de leur profondeur et de leur complexité, les baies d'Ambodivahibe et de Loky abritent le plus haut niveau de diversité corallienne. Aucune espèce nouvelle n'a été identifiée. Par contre, 23 espèces n'étaient pas encore enregistrées pour Madagascar.

En général, la région étudiée montre un taux de couverture corallienne élevée (en moyenne 48%) et la population corallienne comprend de larges colonies démontrant l'absence de mortalité catastrophique pendant les quelques dix dernières années.

Pour les **Poissons**, 296 espèces de 114 genres sont répertoriées. Les baies d'Ambodivahibe et de Loky avec le site de Nosy Ankaos recèlent la plus haute diversité. Toutefois, les espèces vulnérables comme les requins *Bolbometopon muricatum* sont absents tandis que la densité d'espèces communes récifales et de poissons herbivores est faible.

En ce qui concerne les **échinodermes**, trois espèces de crinoïdes, 18 espèces d'holothuries, 27 d'ophiurides, 10 d'échinides et 10 d'astéroïdes sont observées. Les baies profondes, comme celle de Loky, recèlent la diversité la plus élevée.

c. Dans le Sud-ouest de Madagascar

L'évaluation écologique entreprise dans le Sud-ouest (Gough et al., 2009) a permis de produire des informations sur la biodiversité et l'état de santé des récifs coralliens de cette zone, éléments nécessaires pour la mise en place d'une stratégie de gestion des ressources marines dans cette région.

A **Andavadoaka**, l'évaluation a mis en exergue :

- 385 espèces de poissons appartenant à 182 genres et 57 familles ;
- 235 espèces de mollusques appartenant à 112 genres et 71 familles ;
- 164 espèces de coraux durs appartenant à 55 genres et 17 familles incluant 19 espèces non encore observées ailleurs à Madagascar et au moins quatre genres avec probablement des nouvelles espèces pour la science (Harding, 2006).

Les fronts récifaux typiques montrent un taux de couverture corallienne inférieur à 20% avec une couverture algale élevée (35-80%) dominée particulièrement par les espèces *Lobophora*, *Dictyota* et *Turbinaria*. La couverture corallienne dans les sites peu profonds fortement exploités par la pêche, reste stable aux environs de 5-10% sur les cinq ans de

suivi depuis 2004. De même, la couverture algale demeure également élevée aux environs de 60-80%.

A **Salary et Ranobe**, la couverture corallienne (coraux durs) montre une variabilité caractéristique entre les sites. En effet, elle dépasse les 30% pour les sites au-delà de 20 m de profondeur, tandis que les sites à moins de 10 m de profondeur sont généralement plus dégradés (WWF, 2006b).

Au **sud de Toliara** (Fanombosa, Ambohibola, Androka, Itampolo, Ambola), le diagnostic montre une augmentation de la richesse spécifique et une meilleure santé des récifs au fur et à mesure que l'on s'éloigne de Toliara vers le sud (WWF, 2006a). Cela est attribué à la réduction des influences du tourisme et de la pêche, et des impacts de la sédimentation. Le taux de couverture en coraux durs varie d'un site à un autre, avec un maximum d'environ 60% à Ambohibola et Fanombosa, et un minimum de 10% à Androka.

Pour les **poissons récifaux**, les sites montrent une diversité spécifique similaire, entre 100 et 1230 espèces. Cependant, le nombre d'espèces est de 135 et 132 à Fanombosa et Ambola respectivement. Ces deux sites possèdent, en revanche, la diversité la plus basse, respectivement de 33 et 66. La biomasse varie de 6 kg/ha à Ambohibola à un maximum de 4600 kg/ha à Fanombosa.

Les **holothuries** (concombres de mer) sont absentes dans tous les sites, ou, au mieux, sont en nombre réduit. Trois espèces sont observées : *Actinopyga mauritiana*, *Holothuria edulis* et *Pearsonothuria graefii*. La densité la plus élevée est de 11 individus/ha à Ambola avec la seule espèce *Pearsonothuria graefii*.

L'évaluation de la **santé des récifs** est estimée à partir de la valeur d'un bio-indicateur, tiré des mesures de quatre variables : la couverture corallienne, la diversité et la biomasse des poissons et l'abondance des invertébrés. La valeur du bio-indicateur la plus élevée (0,429) revient aux récifs d'Ambola.

Le **Grand Récif de Toliara**, d'après une comparaison de l'état des récifs coralliens en 1978, décrit dans la littérature, avec les nouvelles évaluations de 2008, a subi une sévère dégradation. La couverture en coraux durs de la pente récifale a significativement diminuée et une perte quasi-totale des espèces architecturales, en particulier, est constatée, lesquelles sont remplacées par des algues. Cette dégradation s'étend également sur le platier récifal et le lagon. La biomasse en poissons cibles des pêcheurs locaux a fortement diminuée (Harris et al, 2009).

L'augmentation de la température moyenne, de l'ordre de 1°C dans la région au cours des 40 ans, pourrait avoir contribué à cette dégradation. Toutefois, le Grand Récif de Toliara est en très mauvaise condition comparé aux récifs du large. Aussi, il est permis de conclure que cette tendance résulte de l'accroissement substantiel de la population au cours de ces décennies, conjugué à une absence totale de toute forme de gestion, une forte surexploitation et aucun contrôle de la pollution (eaux usées, sédiments, autres polluants).

6.2.2. LES HERBIERS ET ALGUES

Les herbiers et assemblages algaux, malgré leur importance, sont très peu connus à Madagascar, et très rares sont les études qui leur sont dédiées. Ils colonisent souvent les lagons côtiers et agissent comme zone tampon pour le recyclage des nutriments, améliorant la qualité de l'eau, modifiant la circulation de l'eau et stabilisant les sédiments, avec ses conséquences bénéfiques pour les habitats coralliens adjacents, et minimisant l'érosion des plages et les inondations. Par ailleurs, les herbiers abritent une grande variété de plantes et d'animaux, dont les brouteurs micro (par exemple les oursins) et macro (tortues marines, dugongs), tout en servant de nourricerie et de zone d'alimentation pour des espèces commerciales importantes. La région Indopacifique tropicale présente la plus grande diversité d'espèces d'herbiers avec 24 espèces (Short et al, 2007).

Les algues se rencontrent communément sur les faciès rocheux, les racines des palétuviers, les herbiers, les récifs coralliens, sur fonds vaseux et au niveau des lagons côtiers. Elles jouent un rôle important dans le maintien de l'équilibre écologique de l'environnement aquatique. Ce sont des productrices primaires, sources de nourriture pour de nombreux organismes. Avec les herbiers, elles forment la base de la chaîne alimentaire marine.

Dans le **Nord-est** de Madagascar, le Programme d'Evaluation Rapide conduit en 2007 fait état de 91 espèces d'algues et 10 espèces d'herbiers.

La **diversité algale** y est représentée par trois groupes taxonomiques majeurs :

- les Rhodophytes ou algues rouges, groupe le plus large avec 44 espèces de 12 familles ;
- les Chlorophytes ou algues vertes, avec 32 espèces de 10 familles dominées par Rhodomelacea et Hypneacea ;
- les Pheophytes ou algues brunes, avec 11 espèces de deux familles : Dictyotacea et Sargassacea.

Quelques espèces saisonnières ou à différentes phases de leur cycle de vie y sont également présentes.

Les espèces indicatrices de perturbations écologiques sont répertoriées en plusieurs endroits, en particulier, *Tydemania expeditionis* et *Microdyction* sp. à Ambodivahibe, *Caulerpa racemosa* et *C. brachypus* abondantes à Nosy Ankao du fait de l'algoculture. Les Cyanophyceae et *Lyngbia* sp. (algues vertes) recouvrent une grande partie des coraux et des spongiaires à Nosy Ankao et Ambodivahibe.

Les **espèces d'herbiers** sont communes à la région du Sud-ouest de l'Océan Indien : *Thalassodendron ciliatum*, *Thalassia hemprichii*, *Syringodium isoetifolium*, *Cymodocea rotundata* et *C. serrulata*, *Halodule uninervis* et *H. wrightii*, *Halophila ovalis* et *H. stipulacea*, *Zostera capensis*. Les espèces d'*Halophila* se trouvent plutôt dans les eaux profondes.

6.2.3. LES MANGROVES

Les mangroves sont classées parmi les forêts denses humides, mais appartiennent également aux zones humides selon la classification de la Convention de Ramsar. Elles comportent, généralement, une partie forestière en front de mer, colonisée par les palétuviers, et une partie non boisée ou tanne, située en arrière de la mangrove, pouvant être complètement nue ou colonisée par des plantes herbacées succulentes.

Ce sont des écosystèmes associés aux récifs coralliens car leur présence et développement respectifs sont interdépendants. Si, à Madagascar, leur superficie prête souvent à confusion du fait des divergences quant à leur définition², tous les auteurs sont unanimes en ce qui concerne leur distribution : 98% de ces formations se trouvent réparties le long de la côte Ouest, occupant notamment les fonds des baies, tandis que celles de la côte Est sont de petite taille et localisées essentiellement dans le Nord-est, entre Mananara Nord et Antsiranana.

En tant que formation végétale sempervirente, les mangroves assurent tout au long de l'année des activités photosynthétiques importante par assimilation chlorophyllienne, pour compenser la perte par évapotranspiration en saison sèche, et contribuent à la stabilisation de l'espace qu'elles occupent en fixant les vases et sédiments apportés par les cours d'eau et les vagues. Par ailleurs, elles offrent des perspectives intéressantes sur les plans économique et alimentaire de par les ressources qu'elles recèlent.

6.2.3.1. LES ESTIMATIONS DE SUPERFICIE

L'absence d'une définition universelle de la mangrove est à l'origine des divergences dans les estimations de sa superficie. Ainsi, Lebigre (1990) avance une superficie de 370 000 ha, Rasolofoharino et al. (1998) estiment une diminution de la superficie des mangroves, de 294 km² à 110 km² de 1986 à 1995, Mayaux et al. (1999) proposent le

² Le terme « mangrove » est généralement interprété de quatre manières (Blasco, Gauquelin, Rasolofoharino, Denis, Aizpuru et Caldairou, 1998) :

- **Ecosystème de mangrove** : Ce concept inclut les communautés forestières et les surfaces aquatiques ouvertes tels que les réseaux de cours d'eau, les chenaux et les criques, ainsi que les sédiments sableux ou vaseux sans forêt. Il est implicitement compris que les interrelations entre plantes – animaux – pêcheries – hydrologie ne peuvent raisonnablement pas être dissociées ;
- **Forêt de mangrove** : Pour les forestiers, cette définition est généralement claire, quelque peu restrictive. Elle s'applique uniquement à la communauté intertidale d'arbres ou la zone productive d'espèces marchandes d'arbres naturelles ou plantées. La question de la succession des étages ou les aspects dynamiques de la végétation ne sont pris en compte, et seules les forêts naturelles ou semi-naturelles et les plantations sont considérées. Les mangroves longeant les criques et les berges des rivières sont souvent incluses dans cette catégorie ;
- **Terre à mangrove** : Toutes les communautés ligneuses ou herbacées halophytiques comprises dans la zone intertidale sont considérées comme des zones potentielles de mangroves. La plupart des tannes sont incluses dans les terres à mangrove même si elles sont souvent nues et salées, submergées par la mer occasionnellement pendant quelques jours de l'année. Dans ce cas, le concept d'« écosystème » est dynamique, *sensu* Schimper (1903). Il implique que les herbacées halophytes, qui se développent dans la zone intertidale, sont dérivées des forêts de mangroves et toutes les communautés de plantes se trouvant dans l'espace mangrove ne sont que d'étages sériés de la même série de végétation. Théoriquement, la mangrove peut être restaurée au niveau de ces terres à mangroves ;
- **Zone de mangroves** : Ce concept est encore plus vaste que les autres et demeure toujours extrêmement vague. Sa définition n'est pas assez précise pour des besoins statistiques. Il inclut toute la mangrove, les communautés de plantes d'arrière mangrove y compris les estrans salés et s'étendant sur certaines unités d'occupation des sols résultant de la conversion des mangroves en d'autres utilisations (bassins aquacoles, agriculture, salines ...). Généralement, les cartes à petite échelle (<1/100000) montrant la localisation des mangroves ne donne que des localisations sommaires des zones de mangroves.

chiffre 453 000 ha, et Lebigre (2011) estime la superficie des marais à mangroves à 421 000 ha. Seules les localisations restent communes.

Il est, ainsi, assez difficile de conclure si la superficie des mangroves a régressé ou a augmenté. Cependant, des études localisées donnent une tendance globale au niveau des sites. Dans la plupart des cas, le phénomène de dégradation l'emporte sur celui de reconstitution de la mangrove : les superficies des mangroves en voie de dégradation, dégradées et des tannes augmentent (Rajerison, Roger et Jeannoda, 2008 ; Totozafy, Roger et Jeannoda, 2008). Toutefois, certaines mangroves accusent une extension.



Carte 6.2 : Distribution des mangroves de Madagascar. Source : Spalding, Kainuma, & Collins, 2010.

Tableau 6.4 : Evolution des superficies de quelques mangroves de Madagascar.

Site de mangrove	Dates d'observation	Evolution de la superficie (ha)				Source
		Mangrove dense	Mangrove clairsemée	Tannes	Total	
Masoarivo	1949-1992 (43 ans)			+100	+7	Totozafy, Roger et Jeannoda (2008)
Mariarano	1999-2003	-61,97	+815,62	+4347,9		Rajerisoa, Roger et Jeannoda (2008)
Boanamary	1999-2003	+11,16	-440,73	+2,88	-2,88	Rajerisoa, Roger et Jeannoda (2008)
Antrema	1999-2000				-216,23	Randriatomposon, Roger et Rajeriarison (2008)
Mananara Nord						

6.2.3.2. LES RESSOURCES DE MANGROVE

Les mangroves recèlent d'innombrables espèces dont certaines sont importantes sur le plan de la conservation, d'autres importantes sur le plan économique et ou social, certaines inféodées à l'écosystème, ou y passent une partie de leur cycle biologique, d'autres non inféodées.

a. La flore

La flore est composée par huit espèces de palétuviers appartenant à six familles dont la composition se rattache à celle de la région côtière d'Afrique de l'Est. Ces espèces faisant partie des vieilles mangroves de l'Indopacifique, sont de petite taille. Toutefois, dans les endroits à hautes précipitations, se développent des palétuviers de plus grande taille offrant une biomasse considérable.

Tableau 6.5 : Comparaison de la flore herbacée des mangroves occidentales et orientales.

Famille	Espèces de la côte Ouest	Espèces communes	Espèces de la côte Est
Aspleniaceae			<i>Asplenium nidus</i>
Adiantaceae		<i>Acrostichum aureum</i>	
Cyperaceae	<i>Fimbristylis abbreviata</i> , <i>Scirpus pterolepsis</i> , <i>Cyperus mauritanus</i> , <i>C. laevigatus</i> , <i>C. articulatus</i>	<i>Fimbristylis ferruginea</i>	<i>Cyperus</i> sp.
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i> , <i>Sporobolus coromandelius</i> sp., <i>S. halophilus</i> , <i>Sclerodactylon</i> sp.	<i>Paspalum vaginatum</i> , <i>Phragmites mauritanus</i> , <i>Sporobolus virginicus</i>	
Chenopodiaceae	<i>Arthrocnemum indicum</i> , <i>Salsola littoralis</i> , <i>Suada monoica</i> , <i>Atriplex perrieri</i>		

D'autres espèces peuvent être rencontrées dans les mangroves telles que les *Scaevolasericaceae*, *Hibiscus tiliaceus* (Malvaceae), *Derris uliginosa* et des cocotiers que l'on

trouve sur les banquettes sableuses surélevées dans les mangroves d'estuaires; sur la côte Est, *Acrostichum aurum* en bordure des marais à *Typha* sp. (Typhaceae), peut former des peuplements importants. Ramiakajato et Jeannoda (2008) ont comparé la flore herbacée des mangroves occidentales et orientales (voir tableau 6.4).

b. La faune

La faune des mangroves est abondante. La plupart des espèces inféodées à ce milieu sont aussi adaptées à la forte salinité.

La majorité des **Mammifères**, **Oiseaux** et **Reptiles** des mangroves n'est pas inféodée à ce milieu. Ils proviennent souvent des milieux voisins et n'y séjournent que pour s'alimenter. Les mammifères sont, d'ailleurs, rares, à part les chauves-souris (*Pteropus*, *Epomorphus*). Plusieurs oiseaux réputés menacés y trouvent refuge : héron de Humbolt (*Ardea humbloti*), sarcelle de Bernier (*Anas bernieri*), aigle pêcheur (*Haliaeetus vociferoides*), crabier blanc (*Ardeola idae*), ibis à cimier (*Lophotibis cristata*), pluvier à bandeau noir (*Charadrius thoracicus*), les échassiers (Ardéidés, Flamants roses) migrants comme les endémiques fréquentant les mangroves pour chasser les mollusques, crustacés et petits poissons.

Plusieurs espèces de **Crustacés** utilisent l'écosystème de mangroves comme nourricerie jusqu'au stade subadulte, en particulier les crevettes (*Fenneropenaeus indicus*, *Penaeus monodon*, *Alpheus crassimanus*, *Alpheus edwardsii*, etc.), ou comme habitat. L'espèce la plus commune est certainement le crabe de palétuviers, *Scylla serrata*, dont le potentiel était évalué à 7 500 tonnes pour la totalité des mangroves de Madagascar. Parmi les autres crustacés de valeur commerciale élevée figurent les crevettes pénéides qui y séjournent aux stades post larve et juvénile.

Les **Poissons** comptent des espèces de valeur commerciale, dont certaines se font de plus en plus rares, tel *Mugil macrolepis* (« zompona ») qui ne se trouve presque plus qu'aux marchés autour de Nosy Varika, Région de Vatovavy Fitovinany, dans le Sud-est. Dans cette même région, l'ensablement des embouchures a conduit à la réduction de 42,85% de la production d'anguille (Service Halieutiques du Sud-est, comm. pers.).

Des **Gastéropodes rares** (*Oncidium verruculatum* et *Cassidulia labrella*) sont rencontrés dans certaines mangroves de la région de Toliara.

6.2.4. LES FORETS LITTORALES

Les espèces les plus fréquentes dans les forêts littorales sont : *Barringtonia racemosa* (Lecythydaceae), *Acacia mangium* (Fabaceae), *Dracaena* sp. (Liliaceae), *Dipsis* sp. (Palmae), *Coffea* sp. (Rubiaceae), *Paederia* sp. (Rubiaceae), *Terminalia catapa* (Combretaceae), *Diospiros* sp. (Ebenaceae), *Cinnamosma* sp. (Cannelaceae) (RAJAONARIVELO, 2005).

La forêt littorale de **Tampolo**, sur la côte Est de Madagascar, est la plus étudiée. Les inventaires montrent, qu'outre ses richesses en flore et végétation caractéristiques des forêts

littorales de Madagascar, elle abrite également 52 espèces d'oiseaux, 47 espèces de reptiles et d'amphibiens, cinq espèces de petits mammifères dont trois endémiques, six espèces de Lémuriens dont quatre nocturnes et deux diurnes. Les lémuriens nocturnes y sont particulièrement abondants.

La **forêt littorale de Vohibola** est également l'un des derniers fragments de forêts littorales de toute la côte Est de Madagascar. Elle abrite une biodiversité exceptionnelle (notamment ornithologique) à taux d'endémisme élevé, étant donné l'isolement de la forêt. Subissant des pressions anthropiques multiples et croissantes, la charge de la gestion de la zone humide de Vohibola a été confiée à l'institution L'Homme & L'Environnement pour en assurer sa conservation et sa valorisation.

Tableau 6.6 : Liste de forêts littorales identifiées comme aires prioritaires pour la conservation

Site	Superficie (ha)	Année, Statut de protection	Opérateur / Promoteur principal
Lac Sahaka avec le complexe Loky-Manambato	2 900	2005, Station Forestière	Fanamby
Pointe à Larée	1 400		COBA
Ile Sainte	1 400		Fanamby
Tampolo	675	2006, Protection temporaire	ESSA Forêt
Mahatsara	293		FOFIFA
Antetezana	161		GRENE, Univ. Toamasina
Vohibola-Tampina	2 385		L'Homme et l'Environnement
Ambila Lemaitso	824		
Nanikinana	2 196		
Nosy Varika	1 796		
Mahabo	2 580	2007, Protection temporaire	MBG avec le COBA
Sainte Luce	247	2006, Protection temporaire	COBA appuyé par Qit Madagascar Minerals (QMM)
Mandena	230	2006, Protection temporaire	COBA appuyé par QMM
Petriky	170	2007/2008, Protection temporaire	COBA appuyé par QMM

Source : Andrianarivelo 2007.

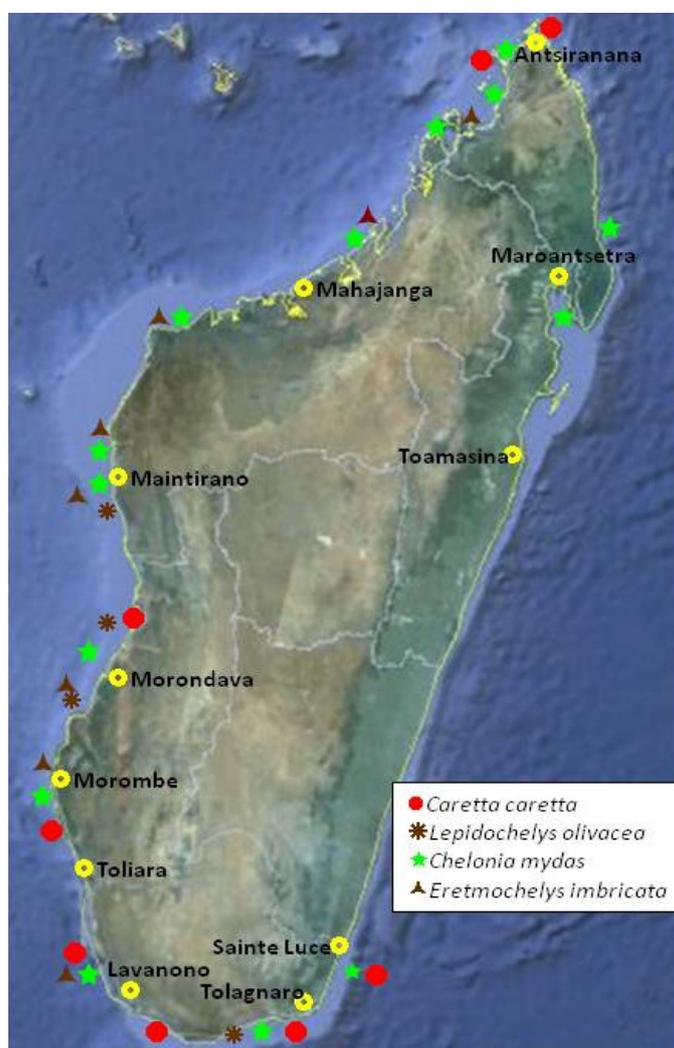
6.2.5. LES ESPECES PARTICULIERES

Certaines espèces sont menacées de disparition et retiennent l'attention au niveau mondial. Il s'agit notamment des tortues marines et des mammifères marins.

6.2.5.1. LES TORTUES MARINES

Toutes les espèces de tortues marines (sept espèces) sont listées dans l'Annexe I de la Convention des Nations Unies sur les Espèces Migratrices appartenant à la faune Sauvage (CMS). Les îles du Sud-ouest de l'Océan Indien, et, en particulier Madagascar, sont des lieux importants de fréquentation et de migration pour cinq d'entre elles (« fano » de leur nom vernaculaire), répertoriées en tant qu'espèces en danger ou en danger critique d'extinction dans la liste Rouge des espèces menacées de l'UICN : *Chelonia mydas* (tortue verte), *Eretmochelys imbricata* (tortue imbriquée), *Caretta caretta* (tortue caouanne), *Dermochelys coriacea* (tortue luth), *Lepidochelys olivacea* (tortue olivâtre), et à un moindre degré *Dermochelys coriacea* (tortue leatherback).

Seules quatre des cinq espèces répertoriées dans la région se reproduisent à Madagascar. Les récentes enquêtes, qui ont couvert toutes les côtes de Madagascar excepté la côte Est allant de Toamasina à Sainte Luce, ont permis de localiser leurs lieux de ponte.



Carte 6.3 : Distribution des lieux de ponte des quatre espèces de tortues marines nidifiant à Madagascar. Source : adaptée de Rakotonirina, 2011.

La saison de ponte a lieu en période pluies, de décembre à mars, pouvant s'étaler tout au long de l'année dans le Nord-est et Nord-ouest, avec un creux de juin à septembre. Nombreux parmi les sites de ponte sont abandonnés par les tortues ou montrent une diminution progressive de fréquentation pour la ponte, comme c'est le cas de Nosy Ve au sud de Toliara et des Iles Barren, au large de la côte Ouest (Rakotonirina, 2011).

Sur la **côte Ouest (région de Toliara et de Melaky)**, les captures suggèrent que la population de tortues est dominée par la tortue verte. Bien que ne figurant pas dans les résultats, la tortue olivâtre est bien présente dans ces deux régions.

Tableau 6.7 : Abondance relative des espèces de tortues marines dans les régions de Toliara et de Melaky, côte Ouest de Madagascar.

Espèces	Fréquence relative de captures des espèces (%)	
	Région de Toliara	Région du Melaky
<i>Chelonia mydas</i>	91,48	95,49
<i>Eretmochelys imbricata</i>	3,91	4,16
<i>Caretta caretta</i>	4,25	0,26
<i>Dermodochelys coriacea</i>	0,34	

Source : Rakotonirina, 2011.

L'essentiel des connaissances sur les tortues marines à Madagascar sont basées sur l'espèce *Chelonia mydas*. L'âge de la population³ de tortue verte montre une dominance des subadultes dans la région du Melaky et des adultes dans la région de Toliara.

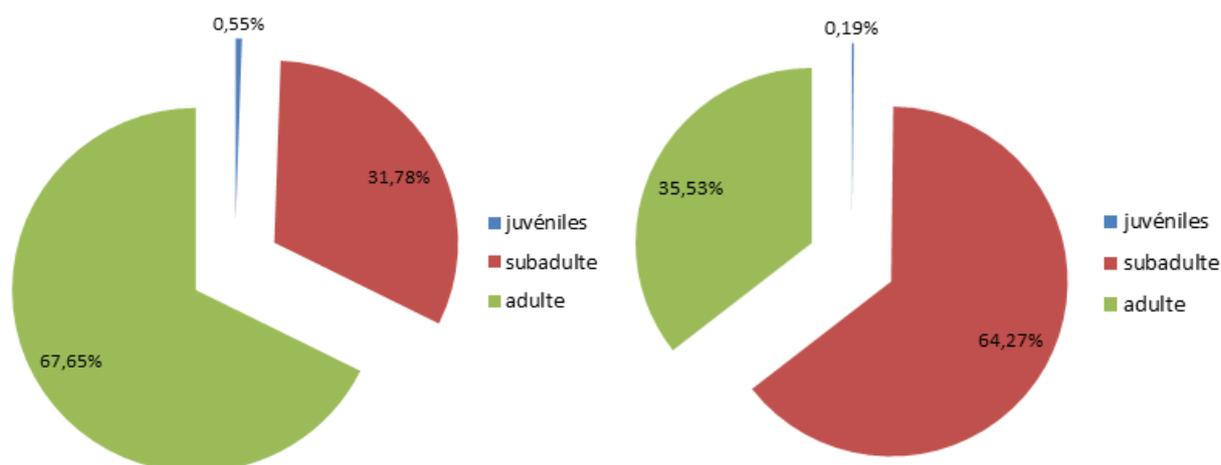


Figure 6.2 : Age relatif des tortues vertes observées dans les régions de Toliara (à gauche) et de Melaky (à droite). Source : Rakotonirina, 2011.

³ Selon la largeur de leur carapace, $LCc > 40$ cm, $40 \text{ cm} \leq LCc < 65$ cm et $LCc \geq 65$ cm, Rakotonirina (2011) a classé les tortues vertes respectivement en juvénile, subadulte et adulte.

Concernant **la santé des tortues**, des parasites externes et ou des fibropapillomas ont été observés sur les individus capturés (Rakotonirina, 2011). Les parasites externes sont, essentiellement, des insectes se localisant au niveau des yeux et se déplaçant dans le liquide oculaire, des crustacés Cirripèdes sessiles se fixant sur les écailles des subadultes et adultes, des bactéries filamenteuses formant de petites touffes sur la nuque et la dossière. Seules ces dernières semblent affecter l'état de la tortue.



Tortue verte sur la côte Ouest de Madagascar affectée par des parasites externes et des fibropapillomas (vue : sous la gorge). Photo : Rakotonirina, 2011.

Les fibropapillomas, d'origine virale, se présentent sous forme de verrues entre les écailles et au niveau des parties molles du corps de la tortue (autour des yeux, sous le menton, sous la gorge, sur le plastron et le cou, sur les membres, autour du cloaque et sur la queue). Toutefois, les observations, sur la base de capture – recapture, montrent, dans certains cas une régression de la maladie. Cette maladie était déjà observée vers les années 1970 mais le taux d'atteinte aurait augmenté. A Madagascar, la maladie n'a encore été observée que sur la tortue verte, alors que dans d'autres pays, elle atteint la tortue imbriquée et la tortue caouanne.

Au niveau de **l'Archipel des Barren**, malgré la satisfaction des exigences écologiques de l'espèce (abondance de spongiaires, présence d'anfractuosités rocheuses, plage à pente assez douce entrecoupée de beachrock ou protégée par des barres rocheuses), la tortue imbriquée est rare.



Tortue verte sur la côte Ouest de Madagascar affectée par des fibropapillomas au stade très avancé. Photo : Rakotonirina, 2011.

Concernant **la nidification**, les observations menées en 2008-2009 montrent que trois espèces s'y reproduisent : *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* et *Lepidochelys olivacea*. Tous les nids sont édifiés sur la haute plage au voisinage des premières végétations.

La tortue verte donne en moyenne 103 œufs par ponte avec un maximum de 110 œufs et un minimum de 65 œufs, performance se rapprochant de celle observée en Afrique du Sud (une moyenne de 144 et un minima de 38).

Le **taux de réussite à l'éclosion**, qui est le rapport entre le nombre de nouveau-nés vivants et le nombre de mort-nés rapporté au nombre total d'œufs pondus, était de 88,09% en 2008-2009 contre 56,66% en 2007-2008. Le taux de réussite à l'émergence était respectivement de 55,41% en 2008-2009 et 48,36% en 2007-2008.

Dans le **Nord-ouest**, des zones d'alimentation, en eaux peu profondes (récifs de corail et herbiers sous-marines à phanérogames), ont été identifiées au niveau de Nosy Iranja, des Iles Radama et de l'archipel de Nosy Hara (Metcalf et al., 2007). Les retours de bagues marquées indiquent que les tortues étiquetées en Afrique du Sud, Europa, Tromelin et les Seychelles utilisent ces secteurs dans une certaine mesure (Metcalf et al., 2007).

6.2.5.2. LES MAMMIFERES MARINS

Selon leurs aires de répartition et leurs habitats, les principaux mammifères marins observés au large des côtes de Madagascar sont les baleines (« *trozona* »), les dauphins (« *fesotse* »), et les dugongs (« *lambondriaka* »).

Au moins 31 espèces de mammifères marins (voir Annexe 3), parmi les 128 espèces recensées dans le monde entier, fréquentent nos eaux, dont sept mysticètes, 21 odontocètes, deux pinnipèdes, un sirénien. Des recherches complémentaires dans les eaux côtières de Madagascar pourraient rallonger cette liste. La fréquence élevée des espèces de mammifères marins est due à la basse latitude du pays (Kaschner et al., 2011).

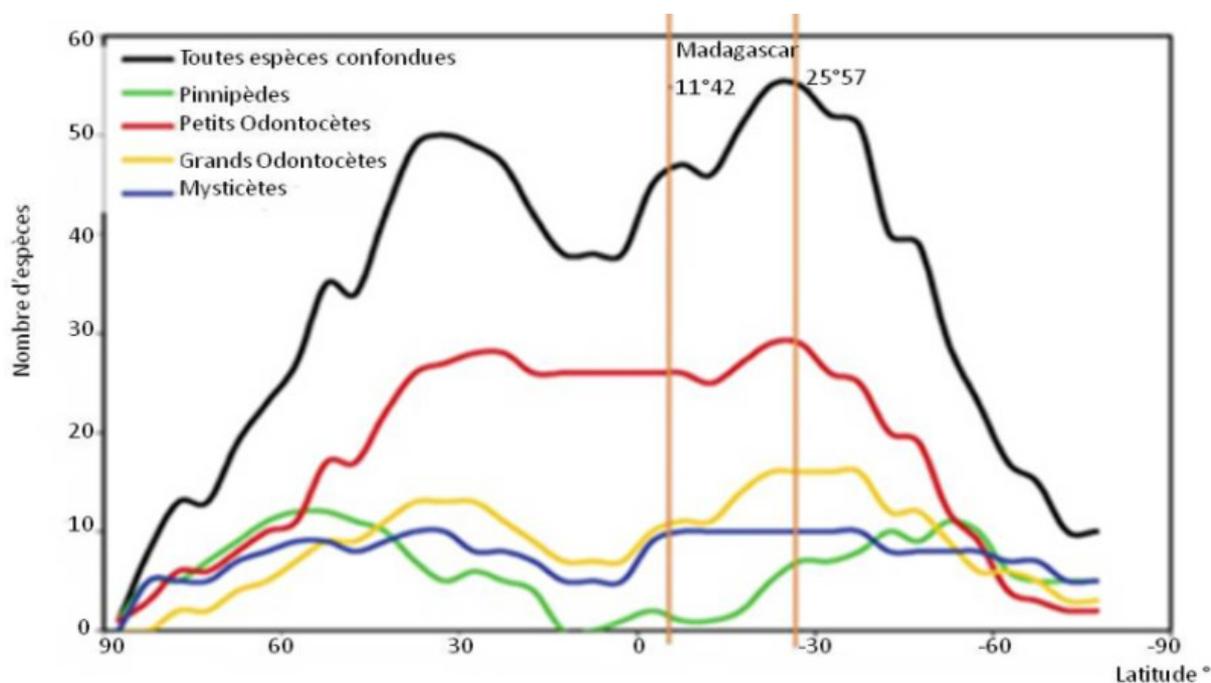


Figure 6.3 : Place de Madagascar par rapport aux tendances globales concernant les mammifères marins. Source : Kaschner et al., 2011, modifié par CetaMada.

a. Les baleines à bosse

A l'heure actuelle, la tendance de la population mondiale des baleines à bosse (*Megaptera novaeangliae*) est à l'augmentation, bien qu'encore très loin des effectifs initiaux, avec une population estimée à 60 000 individus (IUCN). Pour l'Hémisphère Sud, l'estimation de la Commission Baleinière Internationale (CBI) s'élève à 35 000 individus.

La baleine à bosse fréquente tous les océans. La CBI distingue six zones de nourrissage. Par contre, les zones d'hivernage, toutes côtières, tropicales et/ou équatoriales, sont bien délimitées en sept aires géographiques correspondant à sept populations (stocks) distinctes, identifiées de A à G. Le Sud-ouest de l'Océan Indien, incluant les côtes et îles du Canal de Mozambique, Madagascar, La Réunion, Mayotte, abrite le **stock C**, subdivisé en sous stock C1 (au large des côtes du Mozambique), sous stock C2 (les îles de l'Ouest de l'Océan Indien et sous stock C3 (autour de Madagascar). Madagascar est cité **Sanctuaire dans l'Océan Indien** depuis 1979.

Les stocks sont bien séparés dans les zones de reproduction généralement côtières, mais peuvent se superposer dans les zones d'alimentation (Lopez et al, 2008). La population de baleine à bosse autour de Madagascar (**sous stock C3**) fût estimée, au moment de la mise en place du Sanctuaire, à 2 532 individus. Depuis, aucun recensement n'a été effectué malgré une gestion particulière de ce secteur protégé. Entre 2000 et 2006, l'analyse des photos ID et des génotypes de microsattellites, a permis d'évaluer cette population entre 4 936 et 8 169 individus dans la Baie d'Antongil (Rosenbaum et al., 2000).

Des observations (à bord de bateaux commerciaux, du bateau de recherche CétaMada et des survols aériens opportunistes en 2011) estiment le nombre de baleines à bosse passant chaque saison (de juin à septembre) par le canal de Sainte-Marie à 1 500.



Naissance d'un baleineau dans le canal de Sainte-Marie le 30 Août 2010. Photo : CétaMada.

et mère/baleineau durant la saison de « *whale watching* » 2011, a montré que les étapes de la vie jouent un rôle significatif ($t=-5.298$, $df=151$, $p<0.001$) (Diamant, 2012).

L'**observation de la naissance d'un baleineau** à bosse à Sainte Marie, à moins de 2 km de la côte sud de l'île, observée en 2010, est une première au niveau mondial (CétaMada, comm. pers.). L'importance des mises bas sur les côtes de Madagascar mérite de faire l'objet de recherche (Faria et al., 2010 et 2011).

b. Les dauphins

La partie sud de l'Afrique, sanctuaire de l'Océan Indien, abrite 14 espèces de delphinidés (Whale and Dolphin Conservation Society, 2001), bien que les informations soient insuffisantes pour la plupart des espèces réparties au niveau de la plate-forme

Le rythme de migration des baleines à bosse varie en fonction de l'âge à Sainte Marie (CétaMada, 2011). Le canal de Sainte-Marie représente une zone hivernale idéale pour l'espèce, parce qu'elles y migrent de Juin à Septembre. L'âge et le sexe jouent un rôle dans le rythme de la migration pour les autres populations de baleine à bosse (Dawbin, 1997).

L'observation de deux groupes de baleines, immatures

continentale (Peddemors, 1999). Il y aurait deux écotypes de *Tursiops truncatus* divisés en trois populations dans le sanctuaire de l'Océan Indien : deux côtières (la forme la plus petite est *T. aduncus*) et une autre population proche du littoral (Ross, 1984; Ross et Cockcroft, 1990).

Les eaux côtières de Madagascar abritent ou sont fréquentées par une diversité riche en cétacés (Boer et al., 2002). Les petits cétacés les plus communs des eaux côtières de la région sont *Sousa chinensis* et *Tursiops truncatus*. Les dauphins tachetés (*Stenella attenuata*), à long bec (*S. longirostris*) et rayés (*S. coeruleoalba*) fréquentent également cette région (Gambell et al., 1975; Small and Small, 1991). Les deux premières (dauphins tachetés et dauphins à long bec) sont observés à la fois dans les eaux côtières et les eaux océaniques, tandis que le dauphin rayé s'observe plus fréquemment dans les eaux pélagiques (Borobia, 1997). De nombreux autres petits cétacés, incluant les dauphins océaniques, quelques espèces de « blackfish » et de cachalot pygmée (*Kogia breviceps*) ont aussi été documentées (Rosenbaum, sous presse).

Une évaluation rapide, dans le cadre d'une étude de faisabilité de « l'observation des dauphins » dans le canal de Sainte-Marie, en Octobre et Novembre 2010, a rapporté 0,0036 dauphins par kilomètre. Le survol a montré 0,08 dauphins par km, et 0,10 cétacés par km (Faria et De Weerd, 2010).

c. Le dugong

Le dugong (*Dugong dugon*) est une espèce fragile et mondialement menacée. Suite à l'ampleur de la chasse perpétrée par les communautés côtières et le manque de sensibilisation sur la conservation de dugong, cette espèce devient vulnérable dans toute son aire de distribution à Madagascar.

La recherche sur l'espèce reste encore très limitée à Madagascar ; les observations aériennes effectuées pour inventorier les mammifères marins et autres mégafaunes en 2010 étaient la première étude méthodique pour évaluer l'abondance des dugongs dans les eaux territoriales du pays. Les résultats de quelques évaluations du statut de dugong ont révélé la présence



Carte 6.4 : Les récentes zones d'observation de dugongs durant les cinq dernières années. Source : Razafindrakoto Y. (comm. pers.).

d'une relique de population et la fragmentation de sa zone de distribution. Par ailleurs, les récentes investigations entreprises et les observations opportunes ont montré la présence de dugong dans les eaux territoriales, la zone nord-ouest abritant le plus grand nombre d'animaux vivants.

d. Les oiseaux marins

Madagascar héberge un grand nombre d'oiseaux migrateurs, concentrés le long de ses zones humides côtières, parmi lesquelles le Bécasseau Sanderling (*Calidris ferruginea*), la Bargette de Terek (*Xenus cinereus*), le Gravelot de Leschenault (*Charadrius leschenaultii*) et le Drome ardéole (*Dromas ardeola*).

Deux sites de reproduction, les plus importants pour les oiseaux de mer à Madagascar, ont été récemment découverts dans le Nord (Le Corre et Bemanaja, 2009) :

- Nosy Manampaho, sur la côte Est à 60 km d'Antsiranana, abrite la plus grande colonie de sterne fuligineuse *Onychoprion fuscata* à Madagascar avec 21 800 paires ;
- Nosy Foty, sur la côte Ouest, à 30 km d'Antsiranana, se trouve dans la zone centrale du parc marin de Nosy Hara. Il abrite la plus importante colonie de sternes à crête, *Thalasseus bergii*, de Madagascar et de l'ensemble l'Océan Indien Occidental, sa population étant passé de 1 000 paires en Juillet 1997 à 10 840 en Juillet 2008. Bien que l'écotourisme ne soit pas encore développé dans cette région, une telle colonie impressionnante d'oiseaux de mer peut être utilisée par les autorités locales afin de promouvoir le parc national et d'augmenter le nombre de visiteurs dans la région. Cependant, l'accès à la colonie doit être strictement réglementé.

6.3. LES PRESSIONS ET MENACES SUR L'ENVIRONNEMENT MARIN ET SES RESSOURCES

Les pressions sur l'environnement marin et côtier sont nombreuses, certaines résultant de facteurs naturels, d'autres d'origine anthropique. Les impacts potentiels du changement climatique sur les écosystèmes marins sont divers et importants, mais ne sont pas encore bien connus.

6.3.1. LES FACTEURS NATURELS

Parmi les facteurs naturels, qui retiennent l'attention actuellement, figurent l'appauvrissement de la couche d'ozone et le changement climatique. Ils provoquent souvent d'autres menaces tout aussi préjudiciables aux écosystèmes, telles la perturbation de la chaîne alimentaire marine les conditions météorologiques extrêmes, la variation du régime hydrique, l'élévation du niveau de la mer, etc. Ses expressions les mieux perçues par les communautés sont l'augmentation de la température ambiante et les perturbations des précipitations.

6.3.1.1. L'appauvrissement de la couche d'ozone

La couche d'ozone, en filtrant le rayonnement ultraviolet (UV-B, nocifs pour la santé et l'environnement), est essentielle à la vie sur la surface de la planète. L'appauvrissement de cette couche d'ozone empêche le développement du plancton (phyto- et zooplancton), à la base de la chaîne trophique. Les impacts se répercutent au niveau des pêcheries, par diminution des stocks halieutiques, et du climat, le phytoplancton ne pouvant absorber tout le dioxyde de carbone, principal gaz à effet de serre concourant ainsi au réchauffement climatique.

6.3.1.2. Le réchauffement climatique

Le réchauffement climatique est un phénomène global et ses impacts se font également sentir au niveau de l'environnement marin et côtier et de ses écosystèmes, essentiellement, les récifs coralliens et les mangroves.

Les impacts de l'augmentation des températures de surface des eaux seront inégaux le long des côtes malgaches du fait de la variation naturelle de la température de surface qui sera très importante dans le Sud-ouest par rapport à celle du Nord-ouest et le Sud-est. Les risques de blanchissement des coraux seront donc plus élevés dans la région du Sud-ouest de l'île que dans le Nord-ouest (Maina et Obura 2008, McClanahan et al.2009).

Il est prévisible que des températures élevées aient des impacts sur les espèces hautement migratrices comme les cétacés, les tortues marines, les thons (Anon, 2008). Vu l'importance de ces espèces pour la conservation et/ou la pêche, un tel impact serait une préoccupation potentielle, mais son importance ne peut encore être évaluée faute de données (Anonyme, 2008).

Les **récifs coralliens** sont vulnérables à l'augmentation de la température de surface, (conduisant à des épisodes de blanchissement) et à l'augmentation de la concentration de CO₂ (qui conduit à l'acidification des eaux).

Le **blanchissement des coraux** consécutif au phénomène d'El Niño de 1998 a occasionné des mortalités au niveau des récifs de plusieurs régions de Madagascar (Quod et al. 2002 ; NOAA 2007 ; Obura 2009 ; Maharavo et al. sous-presse) ; mais ceux du Nord-est ont échappé à ses impacts majeurs (Webster et McMahon 2002 ; McKenna et al. 2005). Toutefois, les impacts de ce phénomène n'ont pas été aussi sévères à Madagascar qu'au niveau des autres îles de l'Océan Indien (Quod et Bigot, 2000). Dans le Nord-ouest de Madagascar, un stade précoce de blanchissement sur les colonies de coraux, très faible, a été observé sur les 20% des sites suivis dans le Nord-ouest de Madagascar. Dans le Nord-est, les stress thermiques de 1998 et de 2007 n'ont occasionné qu'un faible blanchissement (>5%), et seuls 9,9% des colonies étaient affectées. La présence d'« *upwelling* » d'eau froide dû au passage du Courant Sud Equatorial le long de cette côte et sa bifurcation vers le nord, et la turbidité causée par l'apport d'eau douce serait un facteur significatif de cette résistance des coraux et récifs de la zone au blanchissement. Dans le Sud-ouest, 44,2% des récifs ont été touchés à Andavadoaka et 62,9% à Belo-sur-mer (S. Benbow cité par Obura et Oliver, 2011).

La modification des propriétés physico-chimiques des mangroves, à partir des facteurs abiotiques, est beaucoup liée au réchauffement climatique de la terre (Roger, 2008). Les paramètres les plus cités comme à l'origine de ces modifications au niveau des mangroves sont la montée du niveau de la mer, la température, les précipitations, le dioxyde de carbone (CO₂). Ils impriment une modification de la salinité au niveau des mangroves, conduisant à :

- un assèchement d'une partie de la mangrove du côté arrière-pays et des chenaux en cas de sursalure, phénomène observé sur les mangroves du Mangoky et du Menabe ;
- une modification du substrat.

Sur les **tortues marines**, la hausse de température et le réchauffement des eaux peut avoir une influence sur le développement des embryons, et avoir un impact négatif sur les zones de forage, notamment pour les tortues qui dépendent de récifs coralliens (Rakotonirina, 2011).

6.3.1.3. L'élévation du niveau de la mer

De 1995 à 2003, Madagascar a connu une élévation du niveau de la mer de l'ordre de 7,2 à 21,6 mm sur toutes ses zones côtières (GIEC-I, 2007, Raholijao 2007). Cette élévation du niveau marin induit une inondation des zones côtière basses, entraînant ainsi le recul des côtes, et, par conséquent, la diminution et/ou le déplacement des écosystèmes côtiers.

Selon une modélisation réalisée pour la ville côtière de Morondava, côte Sud-ouest de Madagascar, une tendance d'élévation annuelle du niveau marin de plus de 7mm entraînera l'inondation d'une superficie de 76,99 km² pour l'année 2025, 82,69 km² pour l'année 2050 et 91,29 km² pour 2100 (Tsangandrazana, 2007).

Les études menées sur les mangroves de Tsiribihina et de Manambolo, sur la côte Ouest du pays, en termes de vulnérabilité au changement climatique, ont montré que la menace la plus grave du changement climatique dans cette zone serait l'élévation du niveau de la mer. Les formations les plus proches des côtes et des berges des rivières sont les plus vulnérables. Dans l'ensemble, les forêts de mangroves de Manambolo sont moins vulnérables, donc plus résilientes au changement climatique, que celles de Tsiribihina (WWF, 2010). La coupe des mangroves empêche leur capacité de régénération, notamment leur capacité de migrer vers la terre en réponse à la montée du niveau de la mer.

Les récifs coralliens sont sensibles à la hausse du niveau de la mer car elle peut dépasser son taux de croissance verticale

L'inondation des habitats qui résulte de cette élévation du niveau de la mer réduit les zones d'alimentation des oiseaux marins. Pour les tortues marines, elle peut réduire ou modifier les plages de ponte.

6.3.1.4. La variation du régime hydrique

Les inondations importantes peuvent perturber le cycle biologique des espèces aquatiques qui dépendent des habitats estuariens ou des bas fleuves, telles que les crevettes pénaïdes, poissons ayant une phase juvénile en mangrove, poissons euryhalins, anguilles, sans compter les effets directs sur les mangroves, herbiers de phanérogames et

autres peuplements végétaux. Dans leur ensemble, ces impacts constituent une préoccupation majeure.

L'envasement ou l'atterrissement des dépôts au niveau de la mangrove, et par la suite une élévation du niveau du sol à l'arrière mangrove, résulte de la variation du régime hydrique qui entraîne un transport massif de sédiment vers l'aval. Certaines zones de la mangrove ne peuvent, ainsi, être inondées que par les hautes marées de vives eaux et le sol superficiel s'en trouve asséché. Ce phénomène empêche la régénération de la mangrove car les plantules ne peuvent pas se fixer, comme c'est le cas d'Antsoherimasiba Antrema.

6.3.1.5. Les cyclones et précipitations

Les cyclones tendent à apporter des précipitations très importantes sur une échelle spatiale assez large. Dans certaines zones, même si les cyclones ne sont pas fréquents, les inondations sont toujours importantes ou plus importantes (Maina et Obura 2008). L'impact principal des modifications des régimes de précipitations est la fréquence plus élevée d'inondations intenses, conduisant à l'hyper sédimentation au niveau des récifs, herbiers et mangroves, entraînant une mortalité élevée des espèces dépendant de ces habitats clés.

La majorité des coraux les plus accessibles de Madagascar sont déjà endommagés (Maharavo, 2009), mais la dégradation due aux catastrophes naturelles, en particulier les cyclones, est très importante, en sus du blanchissement des coraux. Pour les récifs déjà soumis à des stress sévères, l'effet du blanchissement est considéré comme irréversible. Toutefois, aucune évidence de dommages physiques provenant de fortes tempêtes ou cyclones n'était observée sur les récifs coralliens du Nord-ouest de Madagascar (McKenna et Allen, 2003). Les fortes précipitations, qui augmentent le dépôt de sédiments au niveau des récifs, associées à l'énergie des vagues et aux vents, limitent le développement des récifs.

Par contre, le déracinement des palétuviers et l'ensablement des embouchures, qui empêche les échanges eau de mer/eau douce, condition primordiale pour le développement des mangroves, sont autant d'effets dévastateurs des cyclones sur les mangroves. La mangrove d'Antrema-Katsepy est sujette à ce dernier phénomène.

6.3.1.6. Le démaigrissement des plages et l'ensablement

La dégradation progressive des mangroves de front de mer et aux environs des embouchures et chenaux, voire leur disparition est une conséquence du démaigrissement ou recul des plages à la suite d'un déséquilibre entre l'apport et la perte de sédiment (Be Totozafy, 1994). Le cas de Masoarivo, côte Ouest de Madagascar, illustre ce phénomène.

Le rabougrissement de la mangrove claire et la dégradation de la mangrove dense résulte, par contre, de l'ensablement, comme c'est le cas de Sarodrano, dans le Sud-ouest de Madagascar.

La **sédimentation** est une menace majeure pour les récifs du Sud-ouest de Madagascar (Maina 2009 ; IHSM 2009). La dégradation des écosystèmes associés, tels que les mangroves (qui accumulent des sédiments, favorisant le développement du récif) et les

herbiers de phanérogames (qui stabilisent les sédiments du lagon), augmente la vulnérabilité des récifs.

La **modification de la forme et des caractéristiques du sable des plages**, conséquence de l'augmentation de l'afflux de sédiments terrestres, du fait des précipitations extrêmes et de l'érosion en amont, peut décourager les femelles de tortues marines de nidifier ou, pour les jeunes tortues, rend impossible de creuser leur chemin hors du nid. Ce dernier effet a été observé dans la région de Masoala (Randriamanantsoa, comm. pers., 2008).

6.3.1.7. La dynamique régressive

L'évolution régressive de la mangrove se manifeste sous différentes formes (Totozafy, Roger et Jeannoda, 2008), et s'enclenche si les conditions sont défavorables (variation du régime hydrique, ensablement ou forte pression anthropique). La vitesse de dégradation pour atteindre le stade ultime de tanne, peut se faire de façon brusque ou progressive.

Piso et Roger (2008) ont établi un schéma simplifié de la dynamique régressive des mangroves illustré par le cas de Maharivo (côte Ouest de Madagascar), une mangrove faiblement touchée par les pressions anthropiques.

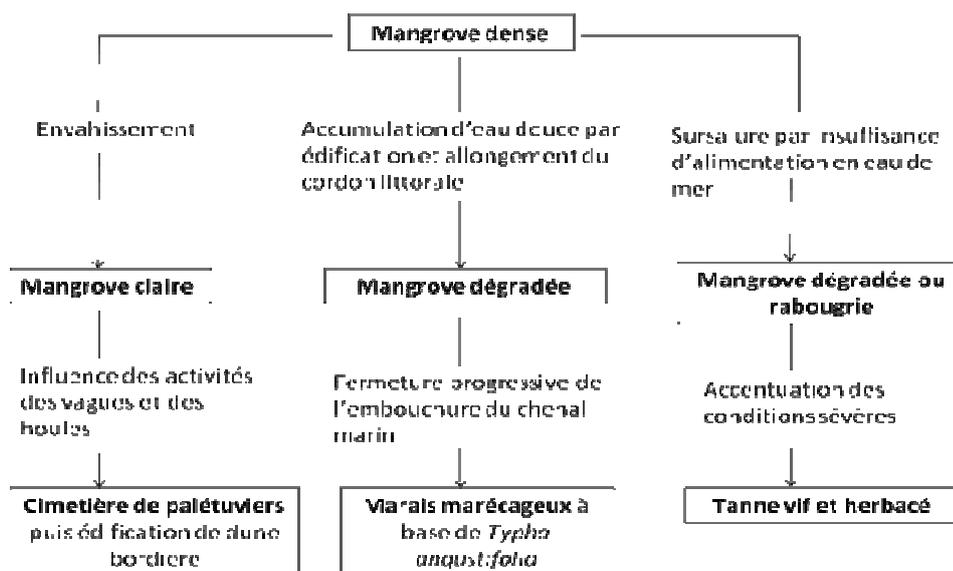


Figure 6.4 : Schéma simplifié de la dynamique régressive des mangroves à Maharivo, côte ouest de Madagascar. *Source : Piso & Roger, 2008.*

6.3.1.8. Les espèces envahissantes

a. Les algues envahissantes

Toujours présents sur les récifs du Sud-ouest, le *Turbinaria* est devenu envahissant sur les récifs coralliens dans la région de Toliara. Ce phénomène est associé à la dégradation des récifs, due à la combinaison de la pêche intensive et des événements de blanchissement (McClanahan et al., 2009). Même si les effets de cet envahissement n'ont pas été étudiés, la réduction de lumière doit avoir des effets négatifs sur la croissance de coraux.

b. Les Cnidaires envahissants

A certains moments de l'année, le long de la côte Ouest, il existe des explosions d'abondance de certaines méduses. Ce phénomène est observé régulièrement dans la région de Toliara en saison chaude et a été observé près d'Anjajavy sur la côte Nord-ouest en mai 2009.

c. Les échinodermes envahissants

Sur les récifs du Sud-ouest, on observe une prolifération d'oursins épineux (*Diadema* spp.), due probablement à la pêche intensive qui élimine leurs prédateurs et les poissons herbivores brouteurs d'algues. Les cas de prolifération du prédateur des coraux, *Acanthaster plancii*, par contre, semblent rares à Madagascar, et sont recensés seulement autour des îlots de Nosy Tanikely et de Nosy Ve, jusqu'à présent. Dans la région de Nosy Be, à la fin des années 90, les pêcheurs industriels aux crevettes ont constaté la prolifération des oursins de l'espèce *Salmaciella erythracis*, dont les épines contaminaient les captures (Cooke et al. 2003).

Dans le Nord-ouest de Madagascar, *Acanthaster plancii* constitue la source de pression la plus commune sur les 20% de sites suivis au cours du RAP en 2002. Les dommages occasionnés par ce prédateur peuvent être faibles ou très importants.

6.3.1.9. Les échouages de mammifères marins

L'échouage est un phénomène qui provoque souvent la mort des mammifères marins par asphyxie ou déshydratation. Il peut être provoqué par une maladie, la faiblesse, des blessures ou une désorientation amenant l'animal à se perdre. Le terme « échouage » peut aussi s'appliquer aux animaux déjà morts et projetés sur le rivage.

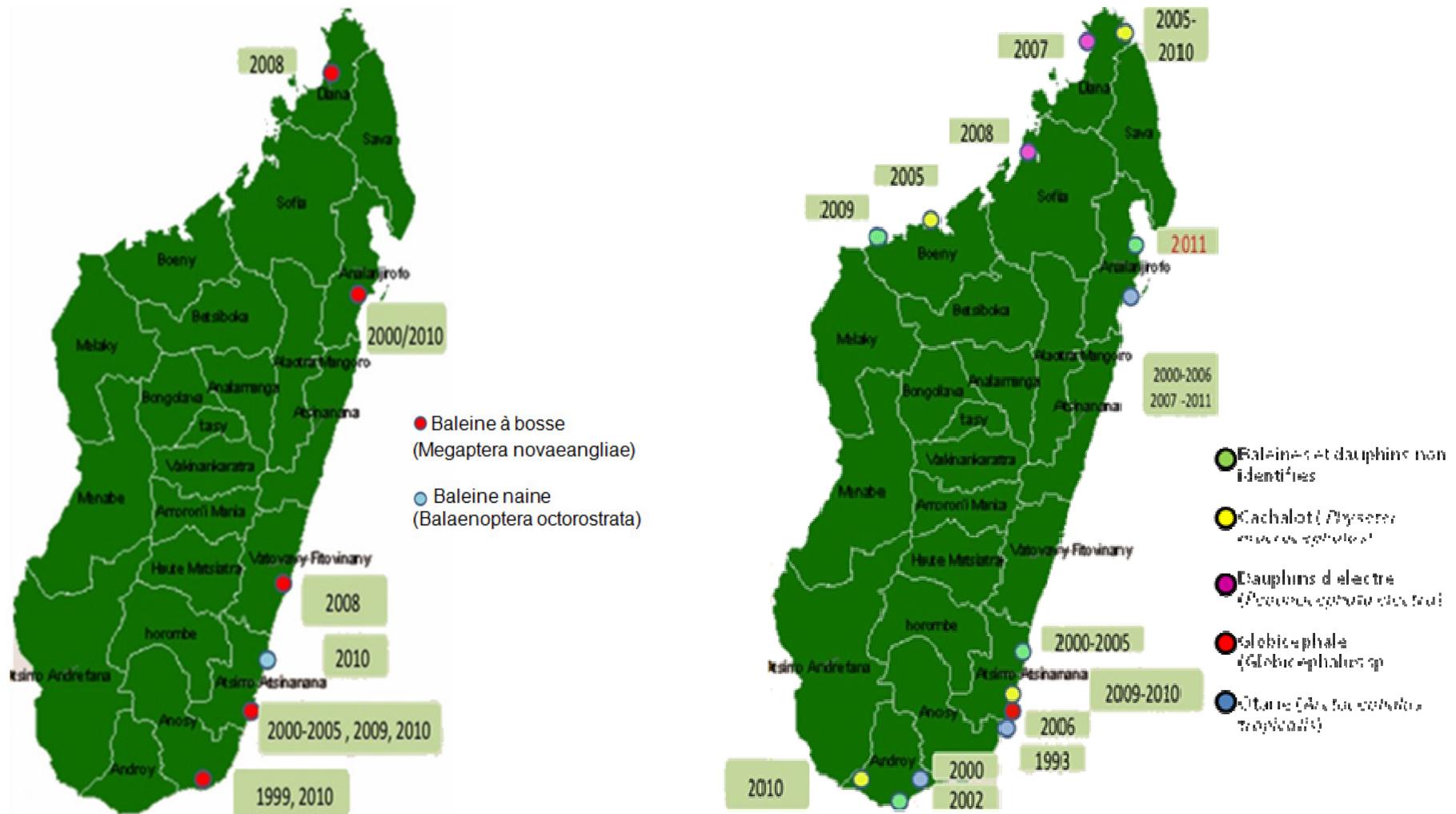
L'échouage d'animaux morts peut résulter de maladies ou blessures suite aux morsures des prédateurs, ou causées par des activités humaines. La mortalité des mammifères est parfois liée aux déséquilibres de l'environnement marins qui entraînent une maladie, la blessure ou parfois causées par les activités anthropiques (collision avec un vaisseau ou des captures accidentelles avec des filets).



Quelques étoiles de mer (échinodermes). Photo : MEF/SCECC.



Les vaisseaux rapides peuvent entrer en collision avec les mammifères marins. Photo : Hery A. Rakotondravony.



Carte 6.5 : Répartition des échouages par région de deux espèces de cétacés à fanons (à gauche) et des odontocètes et otaries (à droite) en fonction des années. Source : CétaMada, 2011.

6.3.2. LES PRESSIONS ANTHROPIQUES

Les fortes pressions anthropiques fragilisent les récifs et les rendent très vulnérables face à l'augmentation de température due au changement climatique. Les coraux blanchis n'arrivent plus à régénérer. Le phénomène de blanchissement n'est plus uniquement reliée au phénomène d'El-Niño mais devient permanent car la moindre augmentation de température n'est plus tolérée par les coraux. L'effet simultané des deux phénomènes entraînerait sans doute la disparition progressive de plusieurs zones récifale de la planète.

Pour Madagascar, plus particulièrement, beaucoup d'endroits sont affectés par les pollutions marines, la surpêche et la sédimentation. Actuellement, on y note au des cas isolés de blanchissement corallien, car, même les plus faibles variations de température, notamment pendant les périodes chaudes, ne sont plus tolérées.

La dégradation des conditions de vie, et notamment celles liées à l'agriculture, incite à l'exploitation des ressources naturelles. Les zones côtières figurent parmi les zones de migration les plus prisées, et les préférences vont aux proximités des mangroves (cas de Morombe) qui fournissent l'essentiel des installations (construction de cases, bois de chauffe) et des moyens de subsistance. Le tableau qui suit résume les utilisations des différentes parties des palétuviers.

Tableau 6.8 : Les différentes utilisations des palétuviers.

Espèces	Parties des palétuviers utilisées				
	Tronc	Branches	Feuilles	Ecorce	Pneumatophores
<i>Avicennia marina</i>	Bois de construction Articles domestiques	Bois de chauffe Bois de construction	Pharmacopée		Matériel de pêche (flotteur)
<i>Sonneratia alba</i>		Bois de chauffe			Matériel de pêche (flotteur)
<i>Rhizophora mucronata</i> <i>Bruguiera gymnorhiza</i>	Bois de construction Articles domestiques	Clôture Piège à poisson Articles domestiques		Colorant (pour filet de pêche)	
<i>Ceriops tagal</i>	Bois de chauffe Clôture et haie	Bois de chauffe			
<i>Xylocarpus granatum</i>	Bois de construction (pilotis des cases) Sculpture				

Sur la côte Est, les palétuviers sont encore faiblement exploités, les populations préférant encore les essences forestières de terre ferme.

La destruction ou la dégradation des habitats, notamment les zones humides (estuaires et mangroves) et les écosystèmes marins constituent la principale menace pour les oiseaux.

6.3.2.1. LA CONVERSION DES MANGROVES

La conversion d'une partie des mangroves vise essentiellement le développement de l'aquaculture, des salines, de l'agriculture ou l'installation humaine.

La conversion pour l'agriculture du sol de mangrove ne peut se faire que lorsqu'il est complètement dessalé. Le processus résulte d'accumulation de sédiments venant de l'amont, mettant la zone touchée hors de portée des marées ; elle est par la suite défrichée à des fins agricoles. Les parties exondées à *Avicennia marina* peuvent être utilisées comme pâturage avec la tannerie herbacée à *Sporobolus virginicus* en saison sèche.

L'exploitation pour les salines se fait sur les tannes résultant de l'assèchement de la partie côté arrière-pays de la mangrove du fait de l'insuffisance d'apport d'eau douce (précipitations) et devenant sursalé. Les plus importantes salines exploitées à Madagascar se trouvent sur la côte Nord-ouest (à Antsahampano, installée depuis 1895, avec une production annuelle de 70 000 tonnes), sur la côte Sud-ouest (à Toliara qui exploite 50 ha de tannes avec 4 ha de cristalliseurs ou œilletons, et à Ifaty), et sur la côte Ouest (à Belo-sur-Mer). Ces marais salants produisent en outre de « la fleur de sel », des « roses de sel », du gypse ; de l'huile de mer, de la poudre de salicorne et de l'*Artemia salina* (zooplancton).

L'installation des bassins crevetticoles se fait sur les tannes vives ou herbacées. Trente-sept sites ont été identifiés le long de la côte Ouest, totalisant une superficie totale brute de 15 554 ha ou une superficie nette en eau de 11 138 ha, et une superficie aménageable en bassins de 9 083 ha. Selon le Schéma d'Aménagement Aquacole de Crevette (SAAC), la superficie de mangrove pouvant être touchée est limitée à 5% de la superficie totale de l'installation. Cependant, le pompage mécanique d'eau pour les bassins provoque une érosion littorale (Roger, 2008). En 2007, les bassins crevetticoles ont occupé 2 267 ha (OEFC, 2008). Le démarrage récent de l'aquaculture de Crevettes dans les mangroves est encourageant pour l'économie (cas de la Mahajamba). Le principal danger consisterait en une destruction massive des mangroves pour assurer l'aménagement des bassins d'élevage (Roger, 2007).

6.3.2.2. L'EXPLOITATION DU BOIS

Pour la satisfaction des besoins domestiques (bois de chauffage et bois de construction) les populations riveraines ont recours aux mangroves, notamment dans les zones où les forêts se raréfient et dans les villages de pêche éloignés des forêts naturelles. Les cas les plus flagrants sont certainement ceux de la ville de Toliara et de la ville de Mahajanga, où presque toutes les mangroves ont disparu ou sont en état de dégradation avancée. C'est aujourd'hui la menace la plus évidente sur les mangroves.

La fabrication des engins de pêche, essentiellement des « *valakira* »⁴, dans la petite pêche à la crevette, utilisent les palétuviers. Cette pratique de pêche est répertoriée

⁴ « *Valakira* » : système de barrage en V installé devant les estuaires dans la zone intertidale, confectionné avec des lattis de bois. Les « *valakira* » sont déployés à basse mer pendant les périodes de vives eaux de pleine lune

essentiellement dans la Baie d'Ambaro (Nord-ouest). Le besoin annuel pour les 300 « *valakira* » opérationnels de cette zone⁵ (Rabarison, 1988 ; PATMAD, 1996 ; Rakotondratsimba et al., 2008) est de 2519,4 m³ par an⁶, dont 46% de l'espèce *Cerriops tagal*, 31% de *Rhizophora mucronata* et 5% d'*Avicennia marina* (zone de référence : Ankazomborona où sont concentrés plus de la moitié des « *valakira* » de la Baie d'Ambaro). Le bois est prélevé dans les zones de concentration environnantes, la confection des engins solliciterait, ainsi, 14,53 ha de mangroves par an.

Le traitement des produits, l'ébullition pour les crevettes et le salage séchage ou le fumage pour les poissons, sont également effectués avec du bois de palétuviers. Si les données pour le traitement des poissons font défaut, quelques investigations ont été faites en ce qui concerne les crevettes. A raison de 2 m³ de bois par tonne de produits, le bois utilisé étant presque exclusivement du palétuvier, notamment l'espèce *Avicennia marina*, l'opération nécessiterait 1380 m³ de bois de palétuviers par an, mettant, donc, à contribution quelques 4 ha de mangrove⁷.

La construction des cases requiert entre 0,5 et 1,9 m³ suivant la dimension de la case. Ainsi, la migration vers le littoral, au voisinage ou dans les zones de mangroves, accroît la ponction sur ces ressources.

6.3.2.3. L'AQUACULTURE

a. L'algoculture

L'algoculture est une pratique maintenant bien connue à Madagascar et commençant à se développer. Elle occupe 500 ha actuellement, et porte essentiellement sur les algues brunes à alginate (*Euchema cottonii* et *Euchema spinosum*). Les tableaux ci-dessous décrivent l'exportation et la production par différentes entités dans le domaine de l'exploitation et de la culture d'algues.

Tableau 6.8 : Exportation d'algues cultivées.

Description	<i>E. spinosum</i>		<i>E. cottonii</i>		Total	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Tonnage	400	672,4	1860	1230,55	2260	1902,95
Prix FOB / t (USD) ⁸	300	300	650	650	NA	NA
Valeur FOB (USD)	120 000	201 720	1 209 000	799 857,5	1 329 000	1 001 577,5
Nb de conteneurs	21	34	93	68	114	102

Source: IBIS Vohémar, Algoculture, March 2011, cité par Andrianaivojaona, 2011.

et de nouvelle lune, et désinstallés pendant les périodes de mortes eaux. Du fait de leur faible sélectivité, il capture des juvéniles de crevettes et de poissons.

⁵ Le nombre de « *valakira* » ne peut augmenter du fait de la limitation de l'espace.

⁶ Un « *valakira* » nécessite en moyenne 8,84 m³ de bois de palétuviers de 3 à 4 cm de diamètre environ par an, prélevés dans les environs (Razafindrainibe et al., 1994 ; Rasolofo et Jeannoda, 2008).

⁷ Les statistiques officielles font état de 3 450 tonnes par an produits par la petite pêche au cours des dix dernières années. Sur la base des études faites en Baie d'Ambaro, où se déroule la quasi-totalité de la petite pêche à la crevette, environ 20% des captures sont traités par ébullition, cette fraction étant constituée des crevettes de petite taille ou deuxième catégorie. La disponibilité en bois (*Avicennia marina*) est estimée à 355m³ par hectare dans la zone de concentration maximale de la petite pêche à la crevette en Baie d'Ambaro.

⁸ Considérant que les prix à l'exportation en 2009 sont identiques à ceux en 2010.

Tableau 6.9 : Production (en kg) d'algues cultivées dans le Sud-ouest de Madagascar.

Village	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Lamboara	0	0	0	0	497	60	0	0	0	227	0	2 941	3 725
Ambolimoke	6	0	0	0	0	585	32	343	0	167	0	980	2 113
Ankitambagna	167,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167,5
Production d'algues	173,5	0	0	0	497	645	32	343	0	394	0	3 921	6 005,5

Source: ONG Blue Ventures, Rapport 2011/

b. La culture de Spiruline

La culture en bassin de Spiruline est une technique désormais bien maîtrisée, et sa production dans le cadre de fermes aquacoles représente une arme efficace contre la malnutrition. Plusieurs entités spécialisées comme l'Antenna Technologica France, l'Institut Halieutique et des Sciences Marines (IHSM), l'Association AMADA (Association Madagascar Aide au Développement par l'Algoculture), outre la mise en œuvre de programmes de recherche sur la spiruline, ont mis en place des unités de culture de spiruline semi-industrielles à Toliara et Morondava.

c. L'holothuriculture

L'holothuriculture commence à se développer à Toliara et passe du stade expérimental au stade productif. Il s'agit d'une ferme de grossissement d'holothuries jusqu'à la taille requise pour leur commercialisation (20 cm et 300 g).

6.3.2.4. LES PRATIQUES D'EXPLOITATION

Dans le Nord-ouest, les dommages résultant des ancrs et des filets de pêche sont faiblement observés sur 10% des sites suivis pendant le RAP (McKenna and Allen, 2003).

a. Les engins de pêche non sélectifs

De nouveaux engins de petite pêche, la plupart destructrices vis-à-vis des ressources marines sont apparus dans la petite pêche à la crevette, notamment en Baie d'Ambaro, depuis les années 1990 (Razafindrainibe et al., 1993, De Rodelec et Caveriviere, 2008) :

- le « *vonosaha* », fait de tulle moustiquaire de 1-2 mm de maille ou de « *lathwork* » de 1-2 mm d'espacement disposé à travers les chenaux de mangrove et capturant des petits juvéniles (90%) de 2,1 g ;
- le « *sihitra* » ou filet moustiquaire utilisé par les femmes et les enfants le long du rivage ;
- le « *valakira* » ; système de barrage en V installé devant les estuaires dans la zone intertidale, confectionné avec des lattis de bois. Les « *valakira* » sont déployés à basse mer pendant les périodes de vives eaux de pleine lune et de nouvelle lune, et désinstallés pendant les périodes de mortes eaux. Du fait de leur faible sélectivité, il capture des juvéniles de crevettes et de poissons ;

- le « *poto* », un filet fixe ressemblant au chalut, opérant comme le « *valakira* » dans la même zone que ce dernier. La réglementation locale interdit son usage car il empêche la migration de toutes espèces marines de la mangrove vers la mer ;
- Le « *kopiko* », qui ressemble à un petit chalut tire à bras d'hommes, plus utilisé entre la Baie de Mahajamba et Cap Saint André ;
- Le « *kaokobe* », un filet en monofilament utilisé à 4-5 m de profondeur derrière le « *valakira* » ;
- le « *periky* », un filet en monofilament de 20-25 mm de maille, utilisé dans la même zone que la pêche chalutière. Son utilisation s'est rapidement développée suite à une demande de crevettes de taille plus grande de la part des collecteurs.

L'évolution de leurs effectifs respectifs est donnée dans le tableau ci-après.

Tableau 6.10 : Evolution du nombre des différents engins de petite pêche en Baie d'Ambaro de 2003 à 2005.

Année	Nombre de pêcheurs	Periky (20 mm)	Periky (25 mm)	Kaokobe (12 mm)	Kaokobe (15 mm)	Valakira	Poto
2003	2 256	867			243	144	203
2004	2 271	529	850	71			
2005	2 863	149	347	147	33	280	

Source : PNRC, cité par Rakotonratsimba et al., 2008.

b. Le rejet en mer de captures accessoires

De quantités importantes de captures accessoires de la pêche chalutière à la crevette sont rejetées en mer. Les poissons de faible valeur commerciale représentaient 85% des captures accessoires totales en 2002. Cette proportion varie selon les saisons et entre la côte Ouest et la côte Est. Les rejets sont constitués d'espèces non consommées au niveau national, souvent du fait de leur taille, et se chiffrent entre 200 tonnes et 5 000 tonnes selon la saison et la zone, représentant entre 30 et 80% des captures accessoires (Randriarilala et al., 2005). 147 espèces et 131 espèces ont été identifiées respectivement pour la côte Ouest et pour la côte Est entre 2004 et 2005. Selon les enquêtes effectuées en fin 2009-début 2010, les rejets de captures accessoires auraient diminué, autour de 10% pour la côte Est (Razafindrainibe, 2010).

c. Le non-respect des réglementations

Les réglementations dans les secteurs de production sont édictées pour assurer une exploitation durable des ressources. Toutefois, elles ne sont que trop souvent non respectées. Dans le secteur de la pêche, la collecte illicite est l'infraction la plus flagrante, suivie de l'usage d'engins prohibés et des activités en période de fermeture de la pêche.



Photo : Conservation International.

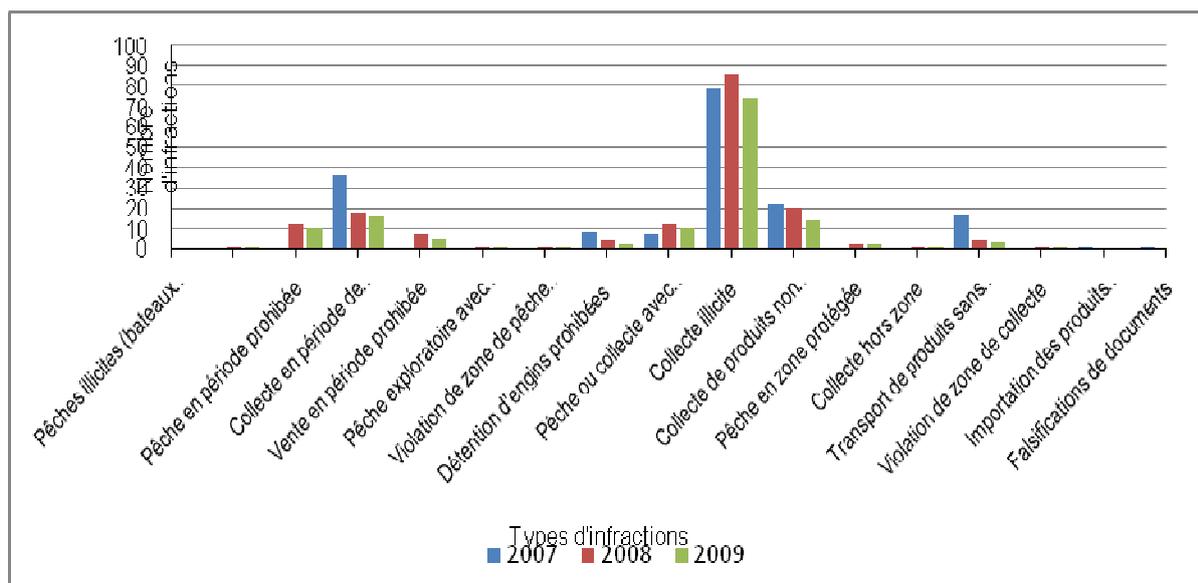


Figure 6.5 : Les infractions enregistrées dans le secteur pêche en 2007 et 2008. Source : CSP, dans Razafindrainibe, 2010.

6.3.2.5. L'EXPLOITATION DES RESSOURCES AQUATIQUES

Une des contraintes du secteur est le manque d'information sur la plupart des stocks marins, de données et de recherche dans le domaine socio-économique, ce qui reflète la faiblesse des capacités institutionnelles du pays (Andrianaivojaona, 2011). Ces lacunes handicapent la mise en place de plans de gestion et d'aménagement appropriés, soulignée par l'absence de politique spécifique à la petite pêche.

La faiblesse des capacités institutionnelles a également affecté le suivi du secteur de l'exploitation des ressources halieutiques, et bien que certaines de ces ressources montrent des signes évidentes de surexploitation, les pêcheries concernées ne sont pas suivies. Une tendance à la baisse de production de nombreuses ressources marines exploitées est observée, qui va conduire dans les décennies qui viennent à une surexploitation importante des ressources marines pour nourrir la population humaine. Déjà, aujourd'hui, il existe une intense exploitation des ressources qui dépasse largement les tolérances de divers sites récifaux (Maharavo, 2009). Cette situation pourrait entraîner par la suite un déséquilibre au niveau du fonctionnement de l'écosystème récifal dans son ensemble. C'est, par exemple, le cas des herbivores qui jouent un rôle important dans le contrôle de la prolifération des algues qui sont en compétition avec les coraux (Anonyme, 2009). Dans certains cas, la taille moyenne des espèces capturées régresse. Toutefois, les stocks semblent encore peu exploités dans certaines régions.

a. Les poissons récifaux

Une relative faiblesse de l'intensité de l'exploitation est observée dans le Nord-est, comme en témoigne l'abondance des prédateurs comme les Serranidae, les Lutjanidae, les Lethrinidae ainsi que les Scaridae qui constituent les cibles par excellence de la pêche récifale. Cela pourrait être dû à la condition hydrodynamique difficile qui limite le temps d'exploitation et à la faiblesse des moyens utilisés notamment les embarcations.

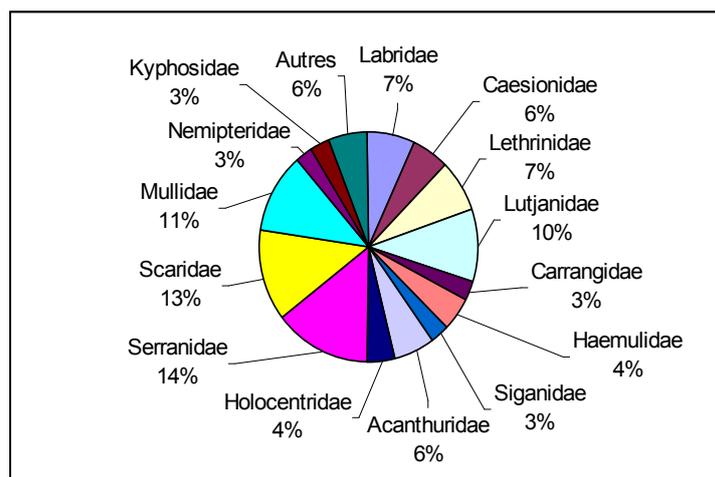


Figure 6.6 : Répartition des différentes familles de poissons récifaux ciblées par la petite pêche dans le Nord-est de Madagascar (la composante « Autres » représente les familles ne comprenant qu'une seule espèce enregistrée).

Dans le Nord-ouest, une baisse des stocks des poissons commerciaux importants, ainsi que de la taille maximale des espèces, est rapportée par les pêcheurs de la zone, bien que l'impact de la pêche ne puisse être évalué faute de données antérieures.

b. Les holothuries

Du fait de leur valeur marchande, les holothuries (ou trélangs de leur nom commercial), figurent parmi les ressources les plus recherchées. La rareté de plus en plus croissante de cette ressource est notoire. Ils sont collectés à main nue, aux alentours des récifs ou sur les estrans. Actuellement, les pêcheurs vont de plus en plus profond pour les ramasser, utilisant des bouteilles dans certains cas.

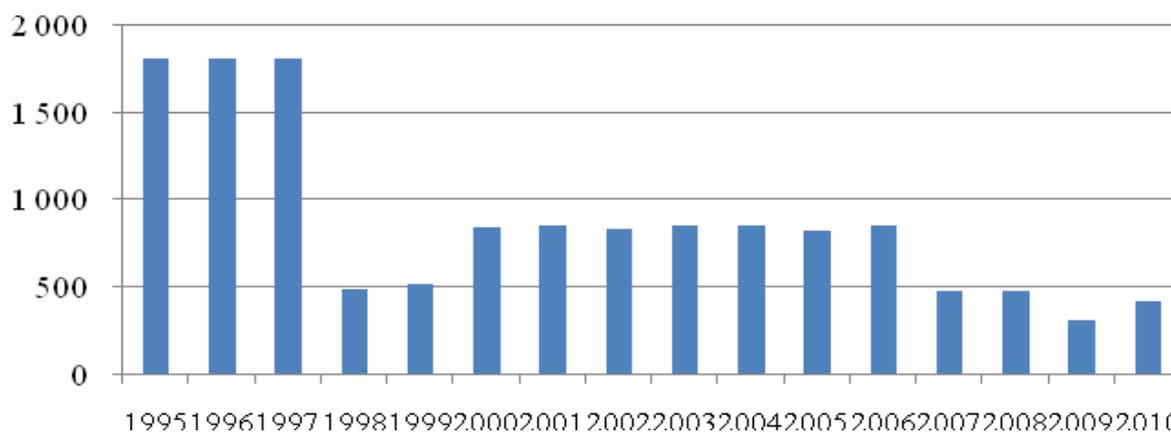


Figure 6.7 : Evolution de la production d'holothuries de 1995 à 2010. Source : Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, 2012.

A l'image de la disponibilité de la ressource, les stocks d'holothuries sont en déclin. Dans le Sud-ouest de Madagascar, les études sur leur culture sont déjà bien avancées.

c. Les crevettes néritiques

Les productions de crevettes néritiques ont significativement chuté. Cette ressource, liée aux mangroves, est très recherchée et exploitée intensivement, au-delà du potentiel exploitable, depuis une dizaine d'année.

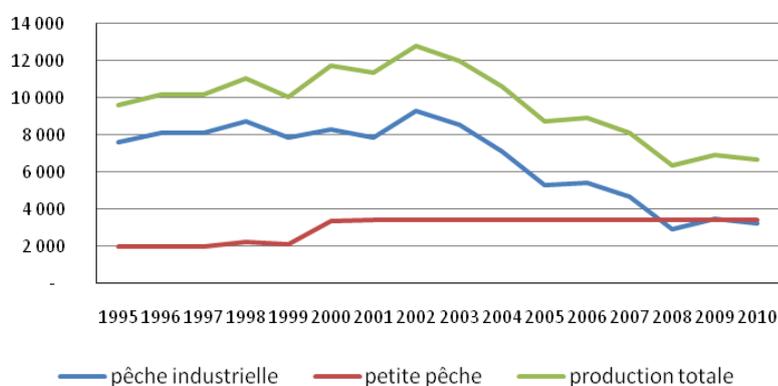


Figure 6.8 : Evolution des captures crevettières de 1995 à 2010. Source : Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, 2012.

On observe une augmentation sensible des captures de la petite pêche (x 1,725) alors que celles de la pêche industrielle a drastiquement chuté, de 12 778 tonnes en 2002 à 6 700 tonnes en 2010. La raison la plus probable serait une surexploitation biologique de la ressource ; c'est-à-dire que la crevette est pêchée à des tailles très petites et peu d'entre elles arrivent au stade adulte pour pouvoir migrer dans la zone de pêche industrielle. A ce stade, aucune information n'est encore disponible pour pouvoir définir la part d'une modification possible de l'environnement et du changement climatique.

d. Le crabe de mangrove

La tendance générale est à l'augmentation de la production de crabes de mangrove bien que les collecteurs rapportent une diminution de la taille moyenne (obs. pers.). Cette ressource est de plus en plus recherchée. Leur exploitation se fait de manière traditionnelle avec des engins très rudimentaires au niveau des mangroves.

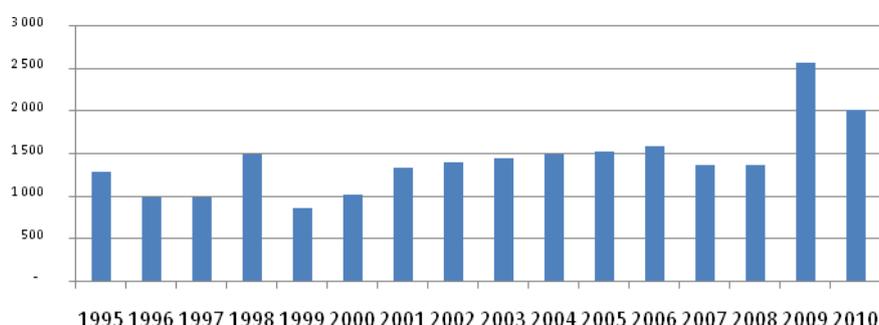


Figure 6.9 : Evolution de la production de crabe de mangrove de 1995 à 2010. Source : Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, 2012.

En se référant au niveau de stock avancé pour le crabe de palétuvier, soit 2,5 tonnes au km² ou 7 500 tonnes par an, le niveau d'exploitation de cette ressource est encore faible. Par contre, les sociétés de pêche opérant sur la côte ouest rapportent une diminution des tailles moyennes capturées. La dégradation ou la régression de la surface des mangroves, notamment la surface arborée, compromettrait la durabilité de ce potentiel.

6.3.2.6. LES CAPTURES ACCIDENTELLES ET LE BRACONNAGE

Les captures accidentelles et le braconnage touchent aussi bien les tortues marines que les mammifères et les oiseaux marins.

a. Les tortues marines

Les pressions et menaces sur les tortues marines ont été analysées au cours d'un atelier en vue du Développement d'un Plan de Gestion et de Conservation des Tortues marines à Madagascar, en 2011. La menace principale sur les tortues marines à Madagascar était l'absence de réglementation de la pêche traditionnelle qui a conduit à la surexploitation de ces espèces. Par ailleurs, il n'y avait aucun consensus clair sur la situation juridique et les textes légaux sur les tortues.

La pêche traditionnelle pour la consommation est l'une des menaces principales pour les tortues marines. Le suivi effectué au niveau de 12 villages autour d'Andavadoaka, Sud-ouest de Madagascar fait état d'une diminution des captures, passant de 699 individus en 2007 à 632 individus en 2008 et 473 en 2009. Les captures, par les filets à requin (« *jarifa* »), sont constituées à >93% de tortues vertes (*Chelonia mydas*). Au niveau de la Baie de Ranobe, 169 tortues ont été capturées en 2009, et un peu moins en 2010. Pour le littoral de Toliara, ce nombre est estimé à 10 000 à 16 000 tortues par an (Humber et al., 2011).

La capture accidentelle par les chalutiers crevettiers a sensiblement diminué depuis la mise en place des dispositifs d'exclusion des tortues marines sur les chaluts. Les observations du Centre de Surveillance des Pêches (CSP) font état de 222 individus capturés en 2004 à 4 spécimens en 2005, sur la base, respectivement, de 99 embarquements et de 55 embarquements d'observateurs.

b. Les oiseaux marins

Les nids de certaines espèces sont perturbés par les activités des touristes et éventuellement par les pêcheurs qui prélèvent les œufs des nids construits sur les plages.

c. Les mammifères marins

Les principales menaces sur les cétacés côtiers sont les pêches intentionnelles et les captures accidentelles par filet.

La chasse intentionnelle des dauphins est connue dans quelques communautés de pêcheurs le long de la côte Ouest de Madagascar (Cockcroft et Young, 1998), et les données disponibles ont montré l'importance de cette menace dans la région du Sud-ouest, particulièrement à Anakao (Andrianarivelo 2001; Andrianarivelo 2004, Razafindrakoto et al., 2007). Les interventions réalisées dans la région Sud de Madagascar ont montré que 100

dauphins, appartenant à trois espèces différentes, ont été tués durant les cinq dernières années dans un village seulement (Andrianarivelo, 2001).

Les prises accidentelles de mammifères marins se produisent dans les pêcheries (commerciale artisanale et traditionnelle) à Madagascar (Kiszka et al. 2009 ; Razafindrakoto et al. 2009), mais l'ampleur de ce problème reste encore inconnue. Les cétacés sont pris accidentellement par différents engins, principalement les « *jarifa* ». Les filets dérivants et les palangres sont rapportés à retenir les espèces côtières de dauphins (grand dauphin, dauphin à bosse, dauphin à long nez). L'évaluation de la capture accidentelle a fait l'objet d'une étude approfondie dans la zone maritime d'Anakao.

Les impacts de la chasse et de la capture accidentelle ne sont pas connus. Toutefois, il est évident que les populations de dauphins côtiers dans la région du Sud-ouest sont en déclin, avec une réduction dans la taille des groupes observés du dauphin à bosse (NT) et du grand dauphin. On peut conclure que la chasse aux petits cétacés est une préoccupation majeure.

6.3.3. LES POLLUTIONS

A Madagascar, la pollution de l'environnement marin et côtier est due aux activités industrielles, agricoles, portuaires et minières dont l'importance et les conséquences ne sont pas bien quantifiées. La plupart des polluants sont biodégradables mais on rencontre aussi des polluants organiques persistants d'insecticides hautement toxiques comme le D.D.T. utilisé dans la lutte antipaludique, et les phénols émanant des industries du bois (34% des industries en zone côtière). Cette pollution est liée à la fois à l'intensité de la sédimentation d'origine continentale amenée par le fleuve Fiherenana et à l'accroissement des rejets polluants urbains (domestiques et industriels) de Toliary, une ville côtière à forte croissance démographique (Anonyme, 2003). Les principaux problèmes y rencontrés sont la salinisation des sols et l'extension de grandes surfaces dénudées généralement stériles. La sédimentation est d'autant plus spectaculaire en saison des pluies, pendant laquelle le débit des cours d'eau peut atteindre 3 000 à 4 000 m³/s contre 40 à 60 m³/s à l'étiage. Le problème de pollution réside dans l'absence de politique globale de gestion de l'environnement (législation, personnel technique qualifié, équipement etc.).

A Madagascar, ces sources de dégradation sont ponctuelles ou diffuses, laissent encore entendre les experts. Les grandes installations industrielles, comme la raffinerie de pétrole à Toamasina, les chantiers navals, dont les effluents contiennent des polluants d'origine naphthénique, des sulfures et des thiophénols, sont rattachés aux sources ponctuelles. Il en est de même des zones d'extraction minière (mica, quartz, fer, chrome, graphite), dont les polluants sont constitués de rejets solides et des suspensions de boues minérales (Anonyme, 2003).

L'exploitation aquacole semi-intensive de crevettes en zones de mangrove compte deux fermes opérationnelles. Cet élevage est censé limiter les impacts négatifs de la charge polluante, surtout biodégradable, par un contrôle régulier mis en place à chaque ferme. Parmi les sources de pollution de ce genre, on peut signaler le secteur industriel en zones

côtières qui représente 34% de toutes les entreprises industrielles malgaches. Ce secteur est dominé par les industries agro-alimentaires (38,4%) et les industries du bois (34,8%).

A cause de l'absence d'une politique véritable pour la protection du milieu marin, ce dernier subit de plus en plus de pressions issues des activités d'origine terrestre. Toutes les agglomérations situées dans les zones côtières reçoivent directement ou indirectement des rejets d'effluents non traités au préalable, mais aussi des déchets solides venant des eaux d'égout. La pollution des eaux du littoral a été mise en évidence par différents résultats de suivi de la qualité de l'eau et des sédiments (par exemple : Projet UNEP/GEF WIO-LaB), et elle se caractérise par une forte présence de contaminants chimiques (métaux lourds) et bactériens.

Les bateaux échoués dans certaines zones littorales constituent aussi des sources de pollution à l'étain, alors que les défécations sur les plages dans bien de grandes agglomérations côtières constituent un facteur de pollution bactérienne non négligeable. Il en résulte une perturbation des écosystèmes marins et côtiers, un risque de contamination de la chaîne alimentaire qui se répercutera sur la santé publique par consommation de produits marins, une menace accrue pour les oiseaux qui se nourrissent d'espèces aquatiques marines.

6.3.3.1. LA POLLUTION BACTERIENNE

La **zone littorale de Taolagnaro**, les plages et la zone de captage d'eau pour la consommation locale, présente un niveau de pollution bactérienne relativement élevé (Mong et al., 2008).

Tableau 6.11 : Niveau de pollution bactérienne des sites littoraux de Taolagnaro.

Localisation	Nombre de colonies d' <i>Escherichia coli</i> / 100ml	Commentaires sur les sites
Plage de Monseigneur	300	Zone contaminée par les eaux usées venant de Bazary Be
Plage de Bazary Be	200	Zone fortement contaminée
Point de captage Lanirano 1	60	Zone contaminée par les eaux usées venant du Lac Amparihy
Point de captage Lanirano 2	19	Zone contaminée par l'usage public et la fréquentation par les animaux
Evatra, embouchure	26	Zone contaminée par défécation
Evatra, puit 1	4400	Eau de puits contaminée par manque d'hygiène
Evatra, puit 2	100	Eau de puits contaminée par manque d'hygiène
Lac Amparihy	1200	Eau du lac contaminée par déversement d'eaux usées
Plage Ampotatra	4200	Zone contaminée par défécation
Lac Ambinanikely	3300	Eau du lac contaminée par les eaux usées
Port	13300	Zone fortement contaminée par défécation

Source : Mong et al., 2008.

La **Grande Baie de Toliara** est exposée aux pollutions provenant des eaux d'égouts et des eaux usées (Rasoamananto et al. 2008).

L'abondance moyenne annuelle des germes varie avec la saison, la contamination de l'eau de mer augmente en saison chaude et pluvieuse. La présence massive de vibrions a aussi été mise en évidence, avec une concentration moyenne annuelle pouvant atteindre 9.10^3 germes / 100ml, une concentration mensuelle maximale de 2.10^4 - 5.10^4 germes par 100 ml de juin à juillet, correspondant à une température de la mer entre 24,8°C-25,5°C.

D'autre part, la moyenne mensuelle des 4 germes fécaux (coliformes totaux, coliformes fécaux, *Eischerichia coli*, streptocoques fécaux) est enregistrée pendant la saison chaude (novembre) où la température moyenne de l'eau est égale à la valeur moyenne annuelle de 26, 5°C.

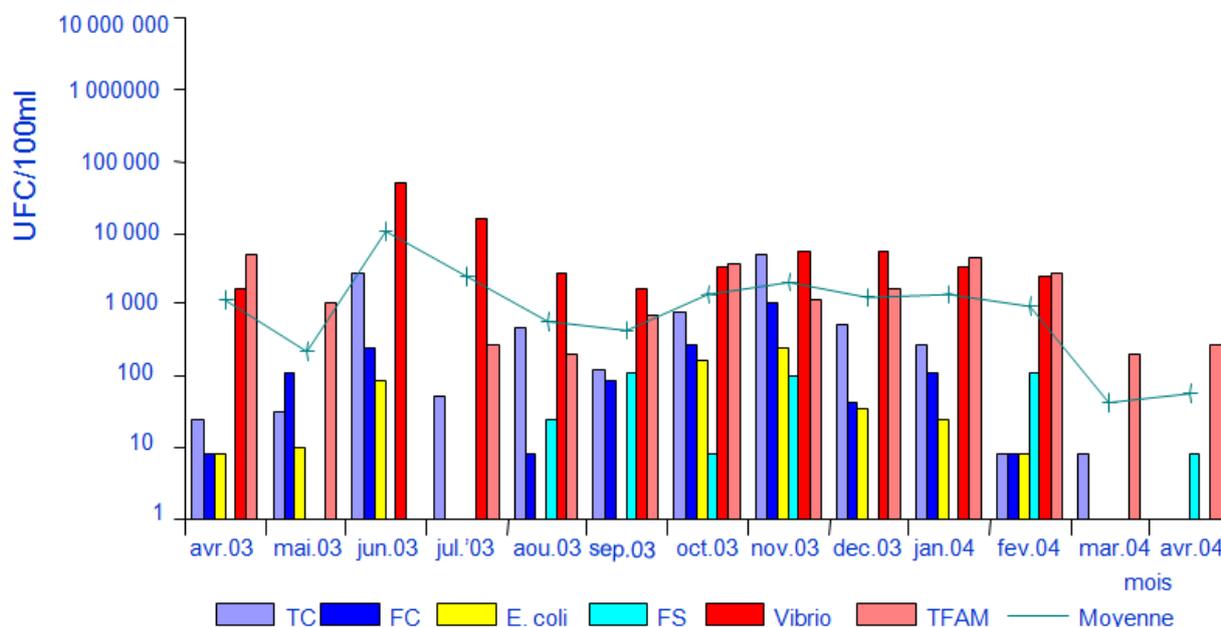


Figure 6.10 : Variation saisonnière de l'abondance des germes indicateurs de pollution fécale dans l'eau de mer. Source : Rasoamananto et al., 2008.

TC = coliformes totaux ; FC = coliformes fécaux ; FS = streptocoques fécaux ; TFAM = flore total mésophile anaérobie.

Au niveau des sédiments, tous les germes indicateurs de pollution bactérienne sont présents durant toute l'année (RASOAMANANTO et al., 2008), probablement du fait des apports continuels et quotidiens de bactéries d'origine fécale dans la baie (écoulement permanent des égouts du centre urbain et défécation sur la plage).

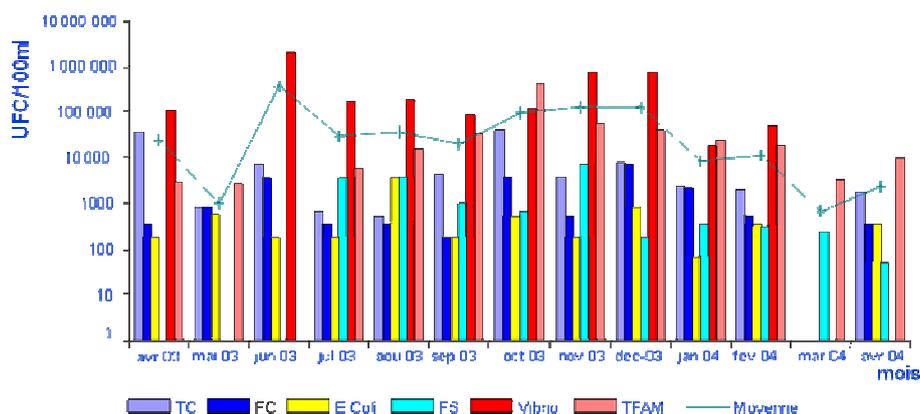


Figure 6.11 : Variation saisonnière de l'abondance des germes indicateurs de pollution fécale dans les sédiments. Source : Rasoamananto et al., 2008.

TC = coliformes totaux ; FC = coliformes fécaux ; FS = streptocoques fécaux ; TFAM = flore total mésophile anaérobie.

Le port de Mahajanga et ses environs montrent une forte présence bactérienne qui est probablement due aux rejets directs d'eaux usées municipales sans traitement préalable. La pollution porte atteinte à la qualité des produits de la pêche traditionnelle. Les animaux filtreurs (moules, huîtres) et certains poissons au niveau de certains zones d'agglomération (cas de Toliara) sont souvent incriminés dans des cas d'intoxication alimentaire à cause de la contamination bactériologique.

6.3.3.2. LA POLLUTION TELLURIQUE

La pollution tellurique résulte essentiellement des charges sédimentaires très élevées des grands fleuves qui se déversent en permanence dans les parties en aval. L'impact de la pollution tellurique au niveau des écosystèmes marins est catastrophique. La vague de sédiment, en s'avançant progressivement vers le large recouvre les écosystèmes et des bancs de récifs entiers par exemple peuvent être asphyxiés. La sédimentation en zone de mangrove, se traduit par le dépérissement des palétuviers du côté terrestre.

La région Centre Ouest de Madagascar, est une des zones les plus affectées par ce type de pollution. Les charges sédimentaires, très élevées, des grandes fleuves comme la Betsiboka et la Sofia qui s'y déversent en permanence et l'influence de l'apport d'eau douce sur la salinité des eaux, ainsi que la turbidité constituent des facteurs limitant quant à la formation de grandes zones récifales coralliennes similaires à ce que l'on rencontre plus au nord, dans la région de Nosy-Be et les îles Radama (Maharavo, 2004).

Dans **le Sud-ouest**, les fleuves Fiherenana et Onilaky déversent de quantités importantes de sédiments dans le milieu marin. Ces sédiments recouvrent et étouffent le platier récifal et les mangroves adjacents à l'embouchure du Fiherenana (Bemiasa, 2009). Par ailleurs, la réduction de transparence de l'eau réduit le niveau de l'« irradiance » et, par conséquent, le taux de croissance des coraux hermatypiques et des algues calcaires, principaux constructeurs des récifs coralliens.

6.3.3.3. LA POLLUTION CHIMIQUE

Certaines zones littorales malgaches accusent des conditions abiotiques relativement critiques, pouvant se manifester par des cas de mortalité de poissons. Le déversement des eaux usées domestiques sans traitement préalable et des eaux de ruissellement, contribue à la modification des conditions abiotiques de certaines baies (forte turbidité, baisse de salinité, variation de la teneur en oxygène dissout).

Dans la **Baie de Toliara**, des traces des contaminants ont été retrouvées dans les sédiments (Mong, 2008).

Tableau 6.12 : Qualité des sédiments dans la zone du Grand Récif barrière de Toliara.

Paramètres physico-chimique	Port-chenal (01)	Récif (02)	Passé (03)	Mangrove (04)	Port-arrière (05)
Couleur	Noir	Blanc jaune	Marron	Noir	Marron et Noir *
Texture	Argileux	Sable grossier	Argileux	Sable fin	Sable fin
Pellicule huileuse	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Odeur	H ₂ S	Absence	H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S
Algues	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Sélénium	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cuivre (Cu) (mg/kg)	0,3	0,2	0,3	0,7	0,7
Zinc (Zn) (mg/kg)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Plomb (Pb) (mg/kg)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Magnésium (Mg) (mg/kg)	320	480	340	290	360
Chrome total (Cr) (mg/kg)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (mg/kg)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nickel (Ni) (mg/kg)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mercure (Hg) (mg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Arsenic (As) (mg/kg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Manganèse (Mn) (mg/kg)	<0,1	0,6	<0,1	<0,1	<0,1
Cr+Cu+Ni+Zn	<0,6	<0,5	<0,6	<1	<1
Hydrocarbures totaux (mg/kg)	20	<10	40	<10	10
TBT (mg/kg)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	R1	R2	R3	R4	R5
Fenitrotion ⁽¹⁾ (mg/kg)	<0,00378	<0,00378	<0,00378	<0,00378	<0,00378
Diazinon ⁽¹⁾	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Chlorpyrifos ⁽¹⁾	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009
Lindane ⁽²⁾	0,0025	<0,000508	0,0028	<0,000508	<0,000508

Paramètres physico-chimique (suite)	Port-chenal (01)	Récif (02)	Passe (03)	Mangrove (04)	Port-arrière (05)
Heptachlore ⁽²⁾	0,0044	<0,000768	0,0077	<0,000768	<0,000768
Aldrine ⁽²⁾	<0,000508	<0,000508	<0,000508	<0,000508	<0,000508
Endosulfane	<0,001116	<0,001116	<0,001116	<0,001116	<0,001116
Op-DDE ⁽²⁾	<0,001068	<0,001068	<0,001068	<0,001068	<0,001068
pp-DDE ⁽²⁾	<0,00098	<0,00098	<0,00098	<0,00098	<0,00098
Diedrine ⁽²⁾	<0,00098	<0,00098	<0,00098	<0,00098	<0,00098
Op-DDD ⁽²⁾	<0,001365	<0,001365	<0,001365	<0,001365	<0,001365
pp-DDD ⁽²⁾	<0,00086	<0,00086	<0,00086	<0,00086	<0,00086
Op-DDT ⁽²⁾	<0,00106	<0,00106	<0,00106	<0,00106	<0,00106
pp-DDT ⁽²⁾	<0,000952	<0,000952	<0,000952	<0,000952	<0,000952

Dans les sédiments de la **baie de Taolagnaro**, les concentrations de métaux lourds trouvées dépassent largement la valeur limite.

Tableau 6.13 : Qualité des sédiments dans la Baie de Taolagnaro.

Composantes métalliques (mg/kg)	Concentration limite	Station		
		Wellborn	M6	ST-20
Cadmium	0,2	0,2	<	0,2
Chrome	5	12	12	20
Cuivre	5	15	<	<
Fer	50	10.000	1.800	4.300
Plomb	5	7	<	9
Manganèse	10	15.000	25	130
Mercure	0,02	0,05	0,02	0,17
Nickel	5	12	<	<
Titane	10	79	53	210
Zinc	10	21	<	<

Source : Mong et al., 2008.

Dans la colonne d'eau de la **Baie de Taolagnaro**, le niveau des concentrations de métaux lourds lors des études d'impact du projet ilménite est donné dans le tableau qui suit.



Tableau 6.14 : Qualité d'eau prélevée dans la Baie de Taolagnaro.

Nom du site	Taux en métaux (mg/litre)							
	Hg	Cd	Pb	As	Cu	Zn	Mn	Fe
Seuil limite		0,001	0,004		0,003	0,01	0,02	0,07
Baie de Taolagnaro		0,128	0,29		0,074	0,21	0,091	0,41

Source : Mong et al., 2008.

Dans les zones de **Mahajanga** et **Nosy-Be**, la pollution par les métaux lourds est évidente. Nosy-Be présente des valeurs fortement supérieures notamment pour les taux d'arsenic, nickel, zinc, chrome, cadmium, et de cuivre. Une forte présence de manganèse, venant probablement de produits pétroliers (gasoil, essence, huile moteur et de vidange) est observée. Quelques concentrations, légèrement supérieures, en mercure sont observées dans certains points.

Pour le cas de Mahajanga, l'influence des transports solides venant du fleuve Betsiboka est marquée par une présence massive de fer probablement issu des sédiments latéritiques. On remarque aussi, comme à Nosy-Be la présence d'autres polluants probablement d'origine anthropique tels que le Chrome, le Cuivre, le Plomb, Cadmium et le Manganèse.

En ce qui concerne les **mammifères marins**, les pesticides et engrais agricoles, les sources de chaleur résiduelle (composants organiques lipophiliques) peuvent être accumulées facilement par les mammifères marins à cause de leur épaisse couche de graisse.

6.3.3.4. LA POLLUTION PAR LES HYDROCARBURES

Outre la circulation des bateaux, les côtes de Madagascar sont exposées à des déversements accidentels d'hydrocarbures occasionnés soit par la vétusté des installations à terre, soit par des accidents maritimes. En 2008, des dommages au niveau du pipeline reliant l'ex-raffinerie de Toamasina et un pétrolier furent à l'origine du déversement de fuel/oil lourd dans les environs du port de Toamasina, sur la côte Est de Madagascar. Au même endroit, en 2011, des fuites au niveau du tank à fuel d'une société basée au port eurent les mêmes conséquences. En 2009, l'échouage d'un navire présentant des avaries sur sa coque a occasionné la pollution des plages dans le Sud de Madagascar ; avec le concours des communautés locales, il a fallu plus d'un mois pour enlever le maximum de goudron, les parties rocailleuses n'ayant pu être nettoyées (OLEP, 2009). L'évaluation des dégâts causés n'a pas encore été faite.

Dans chacun des cas, l'étendue de la pollution n'a pu être évaluée (longueur des plages touchées, ressources marines affectées, quantité d'hydrocarbure déversé, etc.).

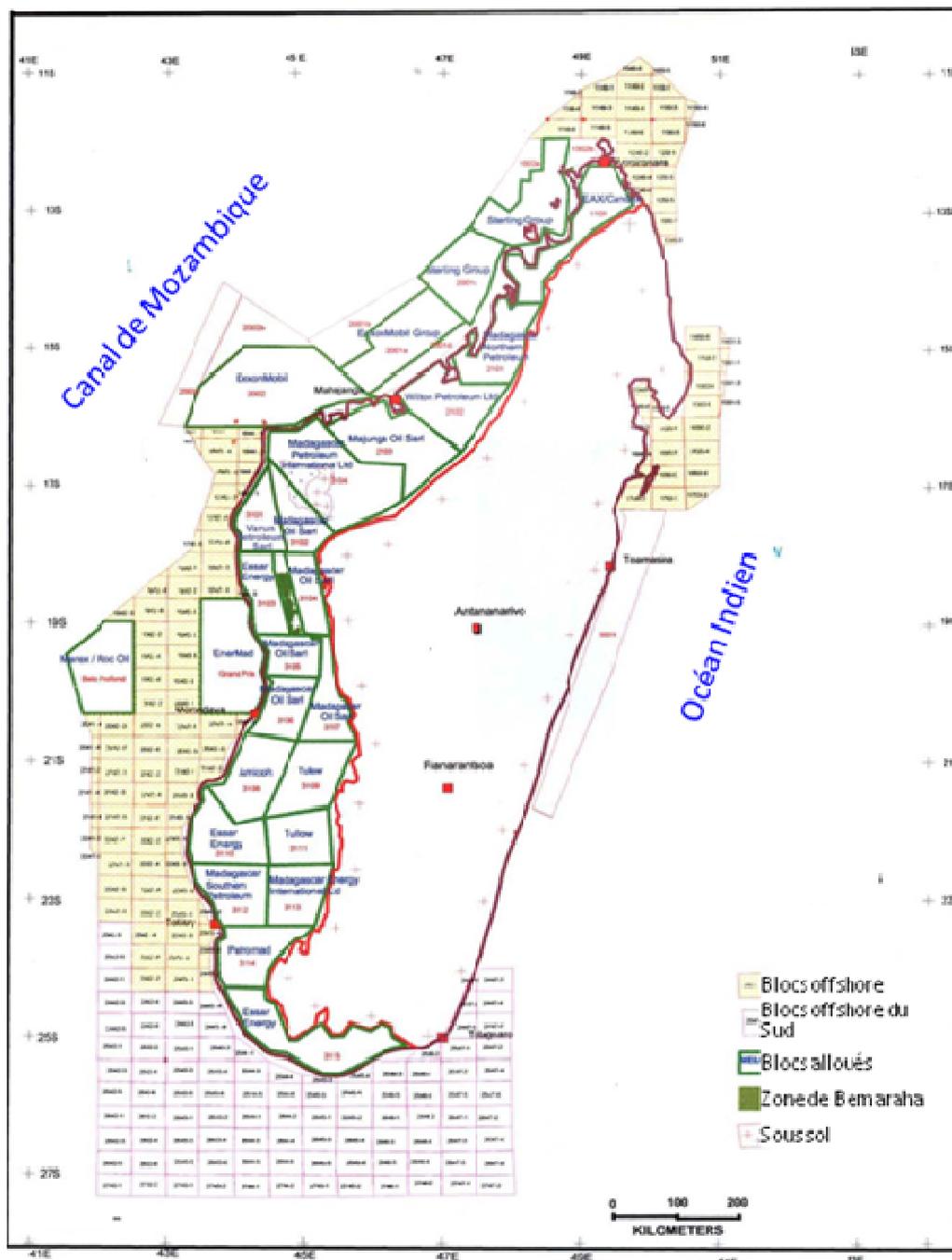


Pollution par les hydrocarbures et nettoyage des plages dans le Sud de Madagascar en août-septembre 2009.
Photo : OLEP.



Plage rocheuse affectée par le déversement d'hydrocarbures en mer dans le Sud de Madagascar en août 2009.
Photo : OLEP.

Par ailleurs, les prospections pétrolières autour de Madagascar se multiplient (voir carte 6.x) et peuvent également poser de sérieux problèmes de pollutions.



Carte 6.6 : Situation de la délimitation des blocs pétroliers en 2009. Source : OMNIS, Direction des Hydrocarbures

6.3.3.5. LES ELEMENTS NUTRITIFS

Dans le cadre de la composante « Suivi de la qualité des de l'eau, des sédiments, et des biotes » du Projet PNUE/GEF WIO-LaB, deux zones « hotspots », à savoir le port de Nosy et les zones environnant et le Port de Mahajanga et les zones environnantes, sont présentés dans les tableaux suivants. Ils concernent les éléments nutritifs. Les échantillons d'eau de mer ont été prélevés en surface (S) et au fond (F).

Tableau 6.15 : Concentration en éléments nutritifs dans le Port de Mahajanga et zones environnantes en période de pluie (mois de Février 2007).

Paramètres	Points de mesure et d'échantillonnage											
	P1		P2		P3		P4		P5		P6	
	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F
N-NH ₄ (µg/l)	-	39,9	-	79,9	-	0,00	-	20,0	-	0,00	-	180,0
N-NO ₂ (µg/l)	-	1,97	-	9,8	-	6,5	-	2,1	-	5,3	-	5,9
N-NO ₃ (µg/l)	315,56	90,2	112,7	180,3	112,7	135,2	157,8	135,2	112,7	157,8	112,7	90,2
N total (mg/l NTK)	-	1,20	-	2,40	-	2,16	-	13,92	-	2,76	-	2,64
P total (mg/l)	0,121	1,53	0,168	1,483	0,356	1,483	0,544	1,812	0,215	1,53	0,45	1,671
P-PO ₄ (mg/l)	0,02	0,12	0,05	0,22	0,06	0,07	0,41	0,40	0,03	0,05	0,03	0,14

Source: Mong et al., 2008.

Tableau 6.16 : Concentration en éléments nutritifs dans le port de Nosy-Be et zones environnantes en période de pluie (Février 2007).

Paramètres	Points de mesure et d'échantillonnage											
	P1		P2		P3		P4		P5		P6	
	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F
N-NH ₄ (µg/l)	-	180,0	-	359,9	-	400,0	-	0,00	-	106,9	-	39,9
N-NO ₂ (µg/l)	-	4,1	-	8,0	-	10,7	-	10,4	-	13,4	-	8,0
N-NO ₃ (µg/l)	180,3	112,7	180,3	202,9	270,5	112,7	112,7	135,2	67,6	112,7	112,7	135,2
N total (mg/l NTK)	-	Trace	-	1,44	-	Trace	-	Trace	-	Trace	-	1,2
P total (mg/l)	0,45	0,73	0,403	0,87	0,48	1,11	0,49	1,20	0,68	1,86	0,71	1,34
P-PO ₄ (mg/l)	0,06	0,11	0,08	0,17	0,06	0,14	0,06	0,13	0,08	0,16	0,10	0,9

Source: Mong et al., 2008.

L'état des charges en éléments nutritifs de l'eau de mer (fond) après la période sèche et avant la période de pluie (Novembre 2007), est présenté dans les tableaux suivants pour respectivement les zones de Mahajanga et Nosy-Be.

Tableau 6.17 : Concentration en éléments nutritifs dans le port de Mahajanga et zones environnantes en période sèche.

Paramètres	Points de mesure et d'échantillonnage	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		N-NO ₂ (mg/l)	0,02	0,02	-	0,008	0,03	0,02	0,02	0,05	0,02
N-NO ₃ (mg/l)	4,1	3,1	2,9	3,2	3,6	3,4	3,4	4,7	3,9	2,1	
P-PO ₄ (mg/l)	0,09	0,1	0,08	0,11	0,07	0,12	0,04	0,22	0,06	0,08	

Source: Mong et al., 2008

Tableau 6.18 : Charge en éléments nutritifs dans le Port de Nosy-Be et zones environnantes en période sèche.

	Points de mesure et d'échantillonnage	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Paramètres	N-NO ₂ (mg/l)	0,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
	N-NO ₃ (mg/l)	1,1	1,5	4,1	2	2,2	0,8	3,4	14	5
	P-PO ₄ (mg/l)	0,08	0,06	0,08	0,12	0,06	0,01	0,02	0,05	0,04

Source: Mong et al., 2008.

6.3.3.6. LA PROLIFERATION D'ALGUES TOXIQUES

Dans les **eaux littorales de Nosy-Be**, l'abondance et la composition des Dinoflagellés qui vivent sur les coraux morts, ont montré que :

- les espèces potentiellement toxiques sont présents en nombre relativement élevé (de l'ordre de 10³ à 10⁴ cellules / litre) au niveau des sites connus pour être affectés par les eaux usées, comme Dzamanzar, par rapport aux sites moins affectés (inférieur à 10² cellules / litre) ;
- les sites affectés par les eaux usées présentent une composition plus diversifiée (*Gambierdiscus*, *Prorocentrum*, *Ostreopsis*, *Amphydinium*).

Les Dinoflagellés, en proliférant sur les algues qui recouvrent les coraux morts suite à des perturbations naturelles (cyclones, fortes pluies, etc.) ou humaines (travaux côtiers, immersions de matériaux, etc.), sont à l'origine de la toxicité des animaux marins brouteurs et de leurs prédateurs.

Les intoxications par consommation d'animaux marins (ICAM) sont de huit types dans la région du Sud-ouest de l'Océan Indien, en fonction de l'animal ingéré : carchatoxisme (requins), chélonitoxisme (tortue marine), clupéotoxisme (sardines), ichtyoallyenotoxisme (poissons herbivores), scombrottoxisme (thons, bonites, espadons), ciguatera (poissons de récifs), tétrodoxisme (poissons ballon), xanthitoxisme (crabes). Les intoxications par consommation de requins, de sardinelles et de tortues sont les plus fréquentes à Madagascar, et apparaissent généralement en saison chaude. Les régions régulièrement affectées sont données sur la carte suivante.

A Toliara, en avril 2011, une intoxication du type clupéotoxisme a affecté 296 personnes sur trois jours, avec 16 décès. Le dernier cas observé remonte à décembre 2011 (Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, comm. pers.). Un prolongement de la saison chaude est observé dans cette région.



Carte 6.7 : Les régions affectées par les différents types d'intoxications par consommation d'animaux marins (ICAM).

6.3.3.7. LA PROLIFERATION D'ESPECES OPPORTUNISTES

Le rejet à la mer d'importantes quantités de poissons d'accompagnement (« *by catch* ») par les chalutiers crevettiers constituent un apport de matières organiques dans le milieu marin. Cette pratique contribue à la prolifération d'espèces opportunistes, telles que les oursins (*Salmaciella erythracis*) et le développement d'algues vertes (*Ulva*), et d'algues filamenteuses au fonds des baies. La dégradation de ces matières organiques (y compris les algues mortes) et la prolifération des différentes espèces opportunistes créent une forte demande en oxygène du site, conduisant à l'appauvrissement du site en oxygène.

Par ailleurs, le raclage du fonds marin par les filets provoque la modification de substrat et la remise en suspension des sels nutritifs, conduisant à l'enrichissement du site en précurseurs d'eutrophisation. Tel le cas de la baie d'Ambaro, l'augmentation de la turbidité perturbe la production primaire, et par conséquent conduit au même phénomène d'appauvrissement en oxygène.

Le déséquilibre des formations récifales, provoqué par la pollution, se manifeste par une domination des espèces bio indicateurs de dégradation (*Acanthurus triostegus* ou poisson chirurgien). Des microalgues, quelquefois toxiques, prolifèrent aussi sur ces formations dégradées.

6.3.3.8. LES MACRO DECHETS

Les plastiques et les déchets divers sur les zones côtières, en migrant vers la mer, peuvent obstruer les voies respiratoires et digestives des mammifères marins, et par la suite, leur mort.

6.3.3.9. LA POLLUTION SONORE ET LES COLLISIONS

A Madagascar où le trafic maritime côtier reste encore limité, la pollution sonore est localisée autour des grands ports (Toamasina, Mahajanga, Toliara et Tolagnaro) et autour des activités spécifiques productrices de bruit sous-marin, notamment le chalutage industriel aux crevettes et les prospections sismiques réalisées par l'industrie pétrolière.

La pollution sonore perturbe les capacités d'orientation, de nourrissage et de communication des cétacés entre eux, causant des interférences pouvant mener jusqu'à des échouages, voir des dégâts physiques sur l'oreille des animaux s'ils sont proches de la source du bruit. Les impacts potentiels des bruits d'origine anthropique sur les cétacés vont des dommages physiques sur les animaux (en particulier pour ceux proches de la source émettrice) aux altérations du comportement, à l'accroissement du stress et à l'abandon d'habitats vitaux.

Les collisions entre bateaux et cétacés et le harcèlement, qu'il soit intentionnel ou accidentel, constituent un problème potentiel croissant de conservation dans les eaux côtières, mais qui demeure encore mal connu. Les effets peuvent être cumulatifs. Alors qu'il existe des rapports d'harcèlement d'Ile Ste Marie et de la Baie d'Antongil, aucune collision n'a été rapportée à Madagascar jusqu'à présent. Un code d'observation de baleines a été adopté pour le site principal d'observation, Ile Ste Marie qui recommande des distances minimales entre les bateaux et les baleines (Webster C., comm. pers.).

Bibliographie

- Ahamada, S., L. Bigot, L., Bijoux, J., Maharavo, J., Meunier, N., Moyne-Picard, M. & Paupiah, N. 2002. Chapter 5: Status of Coral Reefs in the South West Indian Ocean Island Node: Comoros, Madagascar, Mauritius, Reunion and Seychelles. Pp. 79-100 in: Wilkinson, C.R. (ed.). *Status of coral reefs of the world*. GCRMN Report, Australian Institute of Marine Science, Townsville
- Ahamada, S., J. Bijoux, J., Bigot, L., Cauvin, B., Koonjul, M., Maharavo, J., Meunier, S., Moine-Picard, M., Quod, J.-P. & Pierre-Louis R., 2004. Status of the Coral Reefs of the South West Indian Ocean Island States. Pp. 189-212 in Wilkinson, C. (ed.). *Status of coral reefs of the world: Volume 1*. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Queensland, Australia.

- Ahamada, S., Bijoux, J. Cauvin, B. Hagan, A. Harris, A., Koonjul, M., S. Meunier, S. & J.P. Quod. 2008. Status of coral reefs in the south-west Indian Ocean island states: Comoros, Madagascar, Mauritius, Reunion, Seychelles. Pp. 105-118 in Wilkinson, C. (ed.). *Status of coral reefs of the world*. Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Center, Townsville, Australia. Andréfouet et al., 2009 : Atlas des Récifs Coralliens de l'Océan Indien Ouest
- Andrianarivelo, N., 2001. *Essai d'évaluation de l'importance de la pêche aux dauphins dans la région d'Anakao (Sud-ouest de Madagascar)*. Mémoire de DEA. Institut Halieutique et des Sciences Marines (IHSM), Université de Toliara, Toliara. Madagascar.
- Anonyme. 2008: *Assessing the impacts of climate change on Madagascar's biodiversity and livelihoods: a workshop report*. MEEFT/CI/WWF/MacArthur/USAID. Antananarivo.
- Be Totozafy S., Roger E. & Jeannoda V. 2008. Régénération naturelle et dynamique spatiale de la mangrove de Masoarivo. Pp. 111-126 in Jeannoda, V & Roger, S. (Eds). *Honko : Recueil d'articles sur les mangroves de Madagascar*. Antananarivo.
- Conservation International. 2012. *Bulletin Songadina* No. 12, Janv-Mars 2012.
- Cooke A., Lutjeharms J.R.E. & Vasseur P. 2003. Marine and coastal ecosystems. Pp. in Goodman S.M. & Benstead J.P. (eds): *The natural history of Madagascar*. University of Chicago Press. Chicago, IL.
- De Boer, M.N., Baldwin R, Burton C.L.K., Eyre E.L. Jenner, K.C.S., Jenner, M-N.M., Keith, S.G., McCabe, K.A., Parsons, E.C.M., Peddemors V.M., Rosenbaum H.C., Rudolph P. & Simmonds M.P.2002. *Cetaceans in the Indian Ocean sanctuary: a review*. WDCS science report.
- De Lestang, J.N. 1993. *Status of marine mammals in the eastern African region*. Report to UNEP; Regional Seas Reports and studies series.
- De Rodellec A. & Caverivière, A. 2008. Principaux engins de la pêche traditionnelle et leur sélectivité sur la côte Nord-ouest de Madagascar (baie d'Ambaro). Pp. 121-142 in Caverivière, A., Chaboud, C. & Rafalimanana, T. (eds.). *Les crevettes côtières de Madagascar: biologie, exploitation, gestion*. IRD Editions, Marseille.
- Faria MA. & De Weerd J. 2010: *Dolphin watching and Research protocol based on a pilot research project*. CétaMada. Antananarivo.
- Faria MA. & Rakotoharimalala S. 2011. *Rapport sur les ateliers au niveau national*. CétaMada. Antananarivo.
- GIEC, 2008. Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat GIEC, Genève, Suisse.
- Gough, C., Harris, A., Humber, F. & Roy, R., 2009. *Biodiversity and health of coral reefs at pilot sites south of Toliara*. WWF Marine resource management project MG 0910.01.
- Harding S., Randriamanantsoa, B., Hardy, T. & Curd, A., 2006: *Coral Reef Monitoring and Biodiversity Assessment to Support the Planning of a Proposed MPA at Andavadoaka*. Blue Ventures Conservation.
- Harris A., G. Manahira, A. Sheppard, C. Gough & C. Sheppard. 2009. Demise of Madagascar's once great barrier reef: change in coral reef condition over 40 years. *Atoll Research Bulletin* 574.

- Hoegh-Guldberg, O, Mumby, P.J., Hooten, A.J., Steneck, R.S., Greenfield, P., Gomez, E., Harvell, C.D., Sale, P.F., Edwards, A.J., Caldeira, K., Knowlton, N., Eakin, C.M., Iglesias-Prieto, R., Muthiga, N., Bradbury, R.H., Dubi A. & Hatzioios, M.E. 2007: Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification. *Science* 318 (5857): 1737-1742
- Humber, F. & Hykle, D. 2011. *Rapport de l'Atelier sur l'adoption d'un plan de gestion et de conservation des tortues marines à Madagascar à Antananarivo, Madagascar*. IOSEA, CNRE, US Fish and WILDLIFE SERVICE, Blues Ventures.
- Ingles, J. 2000. Fisheries of the Calalmianes Islands, Palawan Province, Philippines. A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Calamianes Islands, Palawan Province, Philippines. *RAP Bulletin of Biological Assessment* 17. Washington, DC: Conservation International.
- Kaschner, K., Tittensor, D.P., Ready, J., Gerrodette, T. & Worm, B. 2011. Current and future patterns of global marine mammals biodiversity. *PLoS ONE* 6(5):1.
- Knowlton, N.K., Brainard, R.E., Fisher, R., Moews, M., Plaisance, L. & Caley, M.J. 2010. Coral Reef Biodiversity. Pp. in: McIntyre, A. (ed.). *Life in the World's Oceans: Diversity, Distribution, and Abundance*. Blackwell Publishing.
- La Tanda, 2002. A basic stock assessment of economically important coral reef fishes of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia. In: S. A. McKenna, G. R. Allen, and S. Suryadi (eds.). *A Marine Rapid Assessment of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia*. *RAP Bulletin of Biological Assessment* 22.
- Lopez R., Belanger V., Sourice P. & Ridoux V. 2008. *Les populations de baleines : Revue mondiale de la structure des stocks, de l'abondance et de l'état de conservation des grands cétacés*. Université de La Rochelle.
- Maharavo J., 2003: A Basic Stock Assesment of Coral Reef Fishes for the Northwest Coast of Madagascar. In McKenna S.A. & Allen, G.R. (eds). *A Rapid Marine Biodiversity Assessment of Northwest Madagascar*. *RAP Bulletin of Biological Assessment* 31.
- Maharavo J. 2009. Amélioration des connaissances sur les récifs coralliens de Madagascar. Thèse de HDR. Université de Toliara. Toliara.
- Maina, J. & Obura, D. 2008. *Climate change: spatial data for coastal and marine ecosystem vulnerability assessments in Madagascar*. World Wildlife Fund for Nature. Conservation Internatioanl. Antananarivo.
- McKenna S.A. 2003. The Condition of Coral Reefs in Northwest Madagascar.
- McKenna S. A., Allen, G.R. & Suryadi, S. (eds.). 2003. A marine rapid assessment of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia. *RAP Bulletin of Biological Assessment* 22.
- McKenna, S.A. & Allen, G.R. (eds). 2005. A rapid marine biodiversity assessment of Northwest Madagascar. *Bulletin of the Rapid Assessment Program* 31.
- MEF, 2009. Quatrième Rapport National de la Convention sur la Diversité Biologique, Madagascar. Ministère de l'Environnement et des Forêts. Antananarivo.
- Metcalf, J.D., Hampson, K., Andriamizava, A., Andrianirina, R., Cairnes, T., Gray, A., Ramiarisoa, C. & Sondrotra, H. 2007. The importance of north-west Madagascar for marine turtle conservation. *Oryx* 41: 232-238.
- Mong, Y., Rejo, R., Randriamanarivo, R., Ranaivoson, J., Rakotoarinjanahary, H., Ralaimaro, J. & Manera, J. Y. 2008. *Rapport national sur les activités terrestres, sources*

- de pollution, et niveaux de pollution des eaux et des sédiments*. United Nations for Environmental Program. Centre National de Recherche sur l'Environnement. The Global Environmental Fund. Antananarivo.
- Obura D., 2009. Coral reef resilience assessment of the Nosy Hara marine protected area, Northwest Madagascar. CORDIO East Africa Report for "Building resilient marine protected areas in Madagascar". WWF Project MG 922. Madagascar.
- Obura, D.O., Tamelander, J., & Linden, O. (eds), 2008. Ten years after bleaching: States of climate change in the Indian Ocean. CORDIO Status Report 2008. CORDIO (Coastal Oceans Research and Development in the Indian Ocean)/Sida-SAREC. Mombasa. <http://www.cordioea.org>.
- Obura, D., Di Carlo, G., Rabearisoa, A. & Oliver, T.(eds). 2011. A rapid marine biodiversity assessment of the coral reefs of northeast Madagascar. *Rapid Bulletin of Biological Assessment* 61
- Obura D. & Oliver T. 2011. Coral reef health and status (NE Madagascar). In Obura D., Di Carlo, G., Rabearisoa, A. & Oliver, T. (eds). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the coral reefs of northeast Madagascar. *RAP Bulletin of Biological Assessment* 61.
- Peddemors, V.M. 1999. Delphinids of southern Africa: a review of their distribution, status and life history. *Journal of Cetacean Resource Management* 1(2):157-165
- Peddemors, V.M., Best, P.B., Cockcroft, V.G. & Oosthuizen, W.H. 2002. *The status of South African cetaceans*. Paper SC/54/O22 presented to the IWC Scientific Committee.
- Piso J.C. & Roger, E. 2008. Ecodynamique et cartographie de la végétation de la zone côtière du Sud du Menabe entre Lovobe et Ambaratra (Typologie, évolution spatio-temporelle et pression humaine). Pp. 46-61 in V. Jeannoda et Roger, E. (eds). *Honko: Recueil d'articles sur les mangroves de Madagascar*.
- Quod J.P. 2002. Status of coral reefs at Reunion, Mayotte and Madagascar. Pp. 185-189 in: Linden, O.D., Souter, D., Wilhelmsson & Obura, D.O. (eds). *Coral reef degradation in the Indian Ocean: Status reports*. 2002. CORDIO / SAREC Marine Science Programme.
- Rabarison Andriamirado, G.A., 1987. La pêche de la crevette par la méthode de *valakira*. Pp. 60-65 in Proceedings of the Crustacean Management Workshop. Mauritius, October 1-11, 1988. FAO/UNDP RAF/79/065/WP/38/87.
- Raholijao N & Ramiandrisoa V. 2007. *Tendances climatiques observées à Madagascar au cours des cinquante dernières années (1955-2005) et changements climatiques futurs*. Direction Générale de la Météorologie: Service des Recherches Appliquées.
- Rajerison T., Roger E. & Jeannoda V. 2008. Caractérisation écologique et évolution spatio-temporelle des mangroves du Nord Ouest de Madagascar: cas de Mariarano et de Boanamary (Mahajanga II). Pp. 127-138 in Jeannoda, J. & Roger, E. (eds). *Honko: Recueil d'articles sur les mangroves de Madagascar*.
- Rakotondratsimba, B.A., Chaboud, C. & Rasoanandrasana, N. 2008. Résultats des travaux menés sur la pêche traditionnelle crevettière depuis 2003. Pp. 143-167 in Caverivière, A., Chaboud, C. & Rafalimanana, T. (eds). *Les crevettes côtières de Madagascar : biologie, exploitation, gestion*. IRD Editions, Marseille.
- Rakotonirina, B.P. 2011. *Etude ethno-biologique des tortues marines à Madagascar (Sud Ouest de l'Océan Indien)*. Thèse de Doctorat en Biologie Marine. Institut Halieutique et des Sciences Marines. Université de Toliara.

- Ramiakajato V. & Jeannoda V. 2008. Les mangroves de la Réserve de Biosphère de Mananara Nord: Floristique, structure et régénération. Pp. 148-160 in Jeannoda, V. & E. Roger, E. (eds). *Honko: Recueil d'articles sur les mangroves de Madagascar*.
- Randriatomposon N.H.V., Roger E. & Rajeriarison C. 2008. Caractérisation écologique de la mangrove de la partie sud de la Station Forestière d'Antrema (Katsepy). Pp. 139-147 in Jeannoda, V. & E. Roger, E. (eds). *Honko: Recueil d'articles sur les mangroves de Madagascar*.
- Rasoamananto, I., Ralijaona, C. & Bilstad, T. 2008: *Microbial Pollution in the Bay of Toliara*. University of Toliara, Madagascar.
- Razafindrainibe, H. 2010. *Baseline study of the shrimp trawl fishery in Madagascar and strategy for bycatch management*. Rapport final TCP/MAG/3201-REBYC2.
- Razafindrainibe, H., Rasolonjatovo, H. & Rasolofo V.M., 1994. *L'exploitation traditionnelle de la crevette sur la côte Nord-Ouest de Madagascar*. Rapport de Recherches, Projet "Etudes biologiques et socio-économiques des pêches artisanales et traditionnelles à Madagascar ». CNRO-SDID.
- Du Puy, D & Moat, J. 2007. *Atlas de la Végétation de Madagascar*. Royan Botanical Gardens. Kew, UK.
- Ridoux, V. Certain, G., Doremus, G. Laran, S., Van Canneyt, O., & Watremez, P. In press. *Mapping diversity and relative density of cetaceans and other pelagic megafauna across the tropics : général design and progress of the REMMOA aerial surveys conducted in the French EEZ and adjacent waters*.
- Rosenbaum, H.C. 2003. Marine Mammals of Madagascar. Pp. in: S. Goodman, S.M. & Bensted, J.P. (eds). *Natural History of Madagascar*. University of Chicago Press. Chicago, IL.
- SAPM/REBIOMA. 2009. *Atlas numérique du Système des Aires Protégées*.
- Spalding, M., Kainuma, M. & Collins, L. 2010. *World Atlas of Mangroves*.
- Short, F.T., Carruthers, T.J.B., Dennison, W.C. & Waycott, M. 2007. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *Experimental Marine Biology and Ecology* 350: 3-20.
- Tsangandrazana, J. 2007. *Revue de littérature sur les impacts des changements climatiques sur la biodiversité terrestre et marine de Madagascar*.
- Webster, F.J. & McMahon, K. 2002. An assessment of coral reefs in Northwest Madagascar. Pp. 1902-200 in : Linden, O., Souter, D., Wilhelmsson, D. & Obura, D. (eds.). *Coral reef degradation in the Indian Ocean*. Status reports 2002. CORDIO/ SAREC Marine Science Program.
- WWF. 2006a. Diagnostic marin et ébauche de schéma global d'aménagement en vue de la création d'une aire protégée marine au sud de Toliara. World Wildlife Fund for Nature. MG0885: Toliara Coral Reef Conservation Project. Toliary, Madagascar.
- WWF. 2006b. Diagnostic marin et ébauche de schéma global d'aménagement en vue de la création d'une aire protégée marine au nord de Toliara. World Wildlife Fund for Nature. MG0885: Toliara Coral Reef Conservation Project. Toliary, Madagascar.
- WWF. 2010. Etude de la vulnérabilité de la mangrove : zone Tsiribihina. World Wildlife Fund for Nature. Antananarivo.
- Le Corre, M. & Bemanaja E., 2009.