

# SOMMAIRE

Pages

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Situation générale.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Caractéristiques de la zone.....</b>	<b>5</b>
2.2.1	Caractéristiques physiques .....	5
2.2.2	Caractéristiques climatiques.....	5
2.2.3	La marée.....	5
2.2.4	Les courants.....	6
2.2.5	Les houles et les vagues .....	6
<b>2.3</b>	<b>Les différents sites étudiés .....</b>	<b>7</b>
2.3.1	La parcelle marine Tanjona.....	7
2.3.2	La parcelle marine Ambodilaitry .....	9
2.3.3	La parcelle marine Tampolo .....	11
<b>2.4</b>	<b>Période d'étude.....</b>	<b>13</b>
<b>2.5</b>	<b>Les facteurs de répartition des espèces floristiques marines.....</b>	<b>13</b>
2.5.1	La lumière .....	13
2.5.2	La température.....	14
2.5.3	Le substrat .....	14
2.5.4	Les mouvements de l'eau.....	14
2.5.5	La salinité .....	15
2.5.6	La turbidité .....	16
<b>3</b>	<b>MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Matériel biologique .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b>Matériel pour l'échantillonnage.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>Méthode d'échantillonnage .....</b>	<b>17</b>
3.3.1	Méthode d'inventaire .....	17
3.3.2	Méthode pour l'estimation de la biomasse algale .....	19
<b>3.4</b>	<b>Méthodes d'analyse et de traitement des données.....</b>	<b>21</b>
3.4.1	Inventaire floristique .....	21
3.4.1.1	Caractérisation de peuplement par les espèces .....	21
3.4.1.2	Comparaison des sites par mesure de ressemblance .....	23
3.4.2	Estimation de la biomasse algale .....	24
3.4.2.1	Comparaison des moyennes de biomasses par station pour chaque site.....	24

<b>4</b>	<b>RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Les espèces floristiques inventoriées et leurs stations .....</b>	<b>25</b>
4.1.1	Inventaire de la flore marine macro benthiques .....	26
4.1.1.1	Répartition des espèces pour chaque site (parcelle marine).....	27
4.1.1.2	Abondance des espèces des quatre classes systématiques dans chaque station	30
	Conclusion partielle.....	37
<b>4.2</b>	<b>Caractérisation du peuplement par la constance et la fidélité des espèces .....</b>	<b>40</b>
4.2.1	Site I (Parcelle marine Tanjona).....	40
4.2.2	Site II (Parcelle marine Ambodilaitry).....	42
4.2.3	Site III (Parcelle marine Tampolo).....	43
<b>4.3</b>	<b>Mesure de ressemblance .....</b>	<b>44</b>
4.3.1	Site I (Parcelle marine Tanjona).....	45
4.3.1.1	Indices de similarité .....	45
4.3.1.2	Présentation du dendrogramme .....	45
4.3.2	Site II (Parcelle marine Ambodilaitry).....	46
4.3.2.1	Indices de similarité .....	46
4.3.2.2	Présentation du dendrogramme .....	47
4.3.3	Site III (Parcelle marine Tampolo).....	47
4.3.3.1	Indices de similarité .....	48
4.3.3.2	Présentation du dendrogramme .....	48
4.3.4	Parc marin entier .....	49
4.3.4.1	Indices de similarité .....	49
4.3.4.2	Présentation du dendrogramme .....	49
<b>4.4</b>	<b>Estimation de la biomasse algale.....</b>	<b>50</b>
4.4.1	Biomasse algale pour chaque site étudié.....	50
4.4.1.1	Site I (Parcelle marine Tanjona).....	50
4.4.1.2	Site II (Parcelle marine Ambodilaitry).....	51
4.4.1.3	Comparaison des moyennes de biomasse algale pour chaque site étudié.....	52
<b>5</b>	<b>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>53</b>
<b>6</b>	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>57</b>

## LISTE DES TABLEAUX

	<b>Pages</b>
Tableau 1 : Effectif des espèces selon les quatre classes systématiques dans le parc marin Masoala .....	26
Tableau 2 : Effectif des espèces des quatre classes systématiques dans chaque site .....	29
Tableau 3 : Abondance des espèces des 4 classes systématiques dans les 6 stations prospectées de la parcelle marine Tanjona.....	30
Tableau 4 : Abondance des espèces des quatre classes systématiques dans les six stations considérées de la parcelle marine Ambodilaitry .....	34
Tableau 5 : Abondance des espèces des quatre classes systématiques dans les six stations considérées de la parcelle marine Tampolo .....	37
Tableau 6 : La classification bionomique des espèces floristiques répertoriées dans le site I.	40
Tableau 7 : La classification bionomique des espèces floristiques répertoriées dans le site II	42
Tableau 8 : La classification bionomique des espèces floristiques répertoriées dans le site III .....	43
Tableau 9 : Matrice de similarité de SORENSEN .....	45
Tableau 10 : Matrice de similarité de SORENSEN .....	46
Tableau 11 : Matrice de similarité de SORENSEN .....	48
Tableau 12 : Matrice de similarité de SORENSEN .....	49
Tableau 13 : Biomasse totale, moyenne de biomasse des algues dans la parcelle marine Tanjona.....	50
Tableau 14 : Biomasse totale, moyenne de biomasse et taux de dessiccation des algues dans la parcelle marine Ambodilaitry.....	51
Tableau 15 : Les biomasses moyennes des algues pour chaque station.....	52
Tableau 16 : Les biomasses moyennes des algues pour chaque station.....	53

## LISTE DES FIGURES

	<b>Pages</b>
Figure 1: Carte 1 : Localisation des sites d'étude .....	4
Figure 2: Carte 2 : Parcelle marine Tanjona .....	8
Figure 3: Carte 3 : Parcelle marine Ambodilaitry .....	10
Figure 4: Carte 4 : Parcelle marine Tampolo .....	12
Figure 5 : <i>Schéma de transect</i> .....	19
Figure 6 : <i>Schéma du quadrat</i> .....	20
Figure 7 : Dendrogramme des affinités spécifiques entre les 6 stations prospectées dans la parcelle marine Tanjona .....	45
Figure 8 : Dendrogramme des affinités spécifiques entre les six stations prospectées dans la parcelle marine Ambodilaitry.....	47
Figure 9 : Dendrogramme des affinités spécifiques entre les 6 stations prospectées dans la parcelle marine Tampolo.....	48
Figure 10 : Dendrogramme des affinités spécifiques entre les 3 parcelles marines Masoala..	49

## 1 INTRODUCTION GENERALE

Situé au Nord - Est de Madagascar, entre la province d'Antseranana et celle de Toamasina, la presqu'île de Masoala est une région exceptionnelle avec son immense étendue de couverture forestière, type sempervirente dont la surface est de 400 000 ha environ. Elle n'est rattachée à la grande île que par sa partie nord. Le littoral bordant les  $\frac{3}{4}$  de la péninsule sur une longueur de 300 km est délimité à l'ouest par la baie d'Antongil et à l'est par l'océan indien. Du fait de la présence de deux écosystèmes contigus (écosystèmes forestier et marin), la presqu'île de Masoala est incontestablement l'une des régions du monde les plus riches en faune et flore (RATSIFANDRIHAMANANA, 1999).

Le littoral de la presqu'île est subdivisé en deux parties distinctes : d'une part la côte Est du côté de l'océan indien ourlé de récifs coralliens discontinus avec de beaux lagons et d'autre part, la côte Ouest du côté de la baie d'Antongil qui est dépourvue d'édifice récifale mais présente par contre un intérêt du point de vue pêche traditionnelle et industrielle. De plus, la baie d'Antongil constitue chaque année, un lieu de rendez-vous des baleines à bosses et de leurs petits. En outre, cette baie est réputée pour être un sanctuaire des mammifères marins (ODENDALL, 1995 in RATSIFANDRIHAMANANA, 1999). Cette richesse en biodiversité de la presqu'île Masoala attire l'attention des scientifiques malgaches ou étrangers ainsi que des gestionnaires du parc. Ces derniers proposent un thème de recherche relatif à « **la répartition de la flore macro benthique dans les parcelles marines de Masoala** ».

La flore macro benthique est constituée par une végétation marine englobant les phanérogames et les algues marines fixées sur le fond marin. Les algues sont des végétaux chlorophylliens, la chlorophylle est toujours présente même si sa couleur verte est parfois masquée par la présence d'autres pigments surnuméraires. Grâce à cet arsenal pigmentaire, les algues peuvent capter l'énergie lumineuse de différentes longueurs. Les algues assurent un rôle important dans le fonctionnement et l'équilibre de tout écosystème aquatique et au delà de la biosphère tout entière. Les algues constituent, en effet, une ressource alimentaire de première importance dans certains pays. Elles forment la matière première à partir de laquelle l'industrie extrait des produits originaux tels que : les phycocolloïdes jusqu'ici irremplaçables dans les secteurs aussi variés que l'agroalimentaire, l'industrie des cosmétiques, l'industrie pharmaceutique, l'impression des textiles, la fabrication des peintures, des vernis, des papiers, des cartons et des électrodes de soudures (PEREZ et al., 1992).

Dans l'économie moderne, les utilisations des algues marines sont très diverses et leur importance augmente continuellement. Près de 200 genres d'algues marines benthiques (correspondant sans doute à plusieurs milliers d'espèces) sont citées dans la littérature scientifique pour avoir été exploitées ou étudiées en vue d'une exploitation dans une région quelconque du globe (TRAVAUX et DOCUMENT DE L'ORSTOM, 1973).

L'objectif de ce travail est l'étude quantitative et qualitative de la répartition de la flore marine macrobenthique dans les trois parcelles marines du parc marin Masoala. Pour ce faire, l'étude comportera deux principales étapes :

- d'une part, l'inventaire de la flore marine macro benthique (Phanérogames, Rhodophycées, Chlorophycées et Phéophycées) sur les trois sites d'étude (Parcelle marine Tanjona, Parcelle marine Ambodilaitry et Parcelle marine Tampolo). Ces sites serviront de cadre à une étude quantitative et qualitative du peuplement algal dont l'analyse aboutira à une étude comparative de ces trois sites.
- d'autre part, l'estimation de la biomasse algale en vue d'identifier les biotopes les plus favorables à la croissance des algues. L'estimation de la biomasse est réalisée sur deux parcelles marines dont celle d'Ambodilaitry et Tanjona. Cette estimation aboutira à une étude comparative de ces deux sites étudiés.

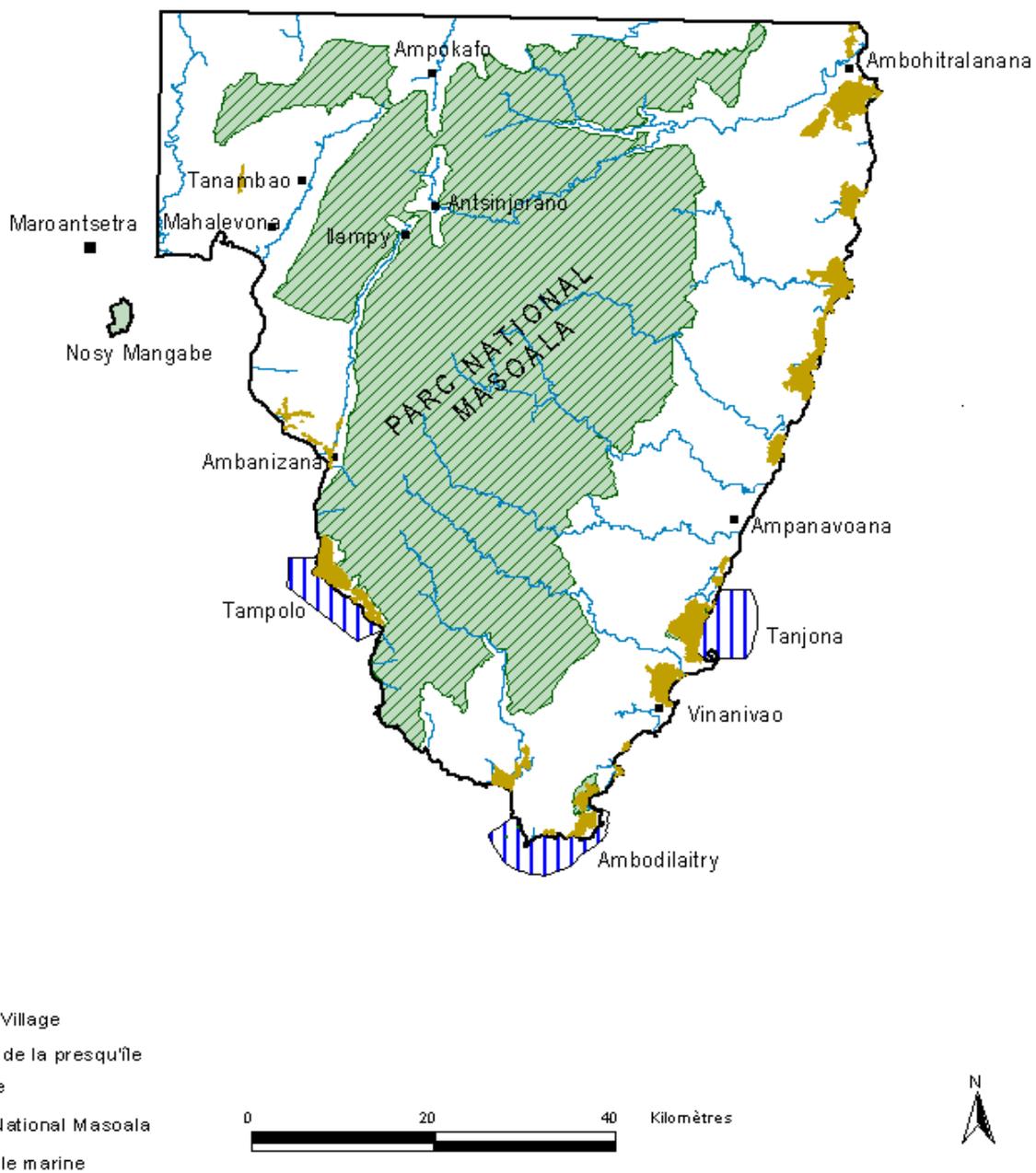
## 2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### 2.1 Situation générale

Il y a environ cent millions d'années, sous l'action de la tectonique des plaques, Madagascar se détacha de l'Afrique et prit place dans le bassin occidental de l'océan indien. C'est maintenant une île située dans l'hémisphère sud de la région tropicale, entre 12° et 25°30'S avec une extension d'environ 1450 km. Le plateau continental est plus réduit à l'Est qu'au Sud et à l'Ouest, par suite de la proximité d'une faille profonde qui s'étend du Nord au Sud, parallèlement à la côte (FARGHALY, 1980).

Notre zone d'étude se concentre dans les parcs marins de la presqu'île Masoala. Cette presqu'île est située au Nord-Est de Madagascar entre les latitudes 15° et 16° Sud et les longitudes 050° et 051° Est. La partie orientale de cette presqu'île appartient à la province d'Antseranana, tandis que sa partie occidentale est l'une des régions de la province de Toamasina (RANAIVOSON, 2000).

La grande diversité biologique, terrestre et marine de la péninsule de Masoala reflète la diversité de ses habitats, en particulier l'existence de nombreuses espèces marines exploitables représentées en majeure partie par la poulpe, dont l'espèce *Octopus cyanea* est la plus connue. En effet, l'existence des franges coralliennes abritant des baies relativement calmes et peu profondes dans les parcelles marines permettent aux espèces floristiques marines macro benthiques de couvrir de vastes superficies.



**Figure 1 : Localisation des sites d'étude**

*Source : RASOAMANENDRIKA, 2006*

## **2.2 Caractéristiques de la zone**

### **2.2.1 Caractéristiques physiques**

La presqu'île Masoala, formée d'un socle cristallin, est très accidentée dans ses parties Nord et Ouest. Plus au Sud, les pentes sont moins raides et une plaine côtière longe la région de Tampolo à Cap Masoala. Le long de cette côte, les rochers alternent avec les baies sablonneuses et les récifs coralliens sont localisés non loin du rivage. Le lagon situé entre le rivage et le récif corallien est une vaste étendue d'eau de mer calme et souvent peu profonde. Cet univers marin recèle des coelentérés allant des Hydraires vers les Madréporaires et les Zoanthaires. Parmi ces groupes, les plus spectaculaires sont des coraux massifs constitués d'Acropores de taille énorme et de couleurs chatoyantes. On trouve souvent sur ces coraux des algues rouges calcaires en croûtes rosâtres qui contribuent à la solidité des récifs en soudant les débris coralliens (RATSIFANDRIHAMANANA, 1999).

### **2.2.2 Caractéristiques climatiques**

Le parc marin Masoala est inclus dans la partie Est de Madagascar qui est placée dans le bassin occidental de l'océan indien. Effectivement, les trois parcelles marines de ce parc sont soumises à un mode très battu. D'après Nicoll et al (1989 *in* MATTHEW et WCS, 1999), la région de Masoala est soumise à un climat tropical humide et chaud, typique de l'Est de Madagascar. La presqu'île Masoala est caractérisée par l'abondance de la précipitation et l'absence de la saison sèche très marquée. La région de Masoala est la région la plus humide de Madagascar. La pluviométrie annuelle varie entre 2200mm jusqu'à plus de 7000mm de précipitation par endroit pendant environ 230 jours de pluies.

L'humidité relative est généralement supérieure à 80% dans toute la presqu'île et la température moyenne annuelle est généralement élevée aux environs de 24°C. Le pic de la température est enregistré vers le mois de janvier avec une moyenne de 24°C et le mois le plus froid est le mois d'août avec une température de 21°C (MATTHEW et WCS, 1999).

### **2.2.3 La marée**

La côte est de Madagascar présente un marnage de faible amplitude de 0,5 à 0,7m (WCS, 2003 *in* RASOAMANENDRIKA, 2006). Les marées de la presqu'île de Masoala et surtout dans les parcelles marines sont de type semi diurne, de pleine mer et de basse toutes les six (6) heures avec alternance des mortes et des vives eaux. La période séparant deux mortes eaux est de 14 jours (ANDRIAMAMPANDRY, 1976).

Durant la basse mer de vives eaux, le platier du récif et la zone des herbiers d'Ambodilaitry et de Tanjona émergent pendant quelques heures (environs trois heures). Par contre, le platier récifal de Tampolo est toujours immergé à une profondeur de 5 à 8 mètres. Les pêcheurs des coquillages et Poulpes savent très bien que leur activité de pêche est en fonction du cycle des marées.

#### **2.2.4 Les courants**

La région de la presqu'île de Masoala est sous l'influence du courant Equatorial Sud qui amène du plancton et d'autres éléments de la vie marine, provenant de la partie orientale de l'Océan Indien (Australie du Nord et la région Ouest de l'Indonésie) mais également des sites plus proches tels que les Seychelles.

Le courant marin dominant de la région s'oriente du Sud vers le Nord pendant la majeure partie de l'année, de Février à Octobre. Mais du mois de Novembre au mois de Janvier, un courant variable du Nord vers le Sud prédomine (JAOMANANA, 2001 *in* RASOAMANENDRIKA, 2006).

Les courants marins jouent un rôle sédimentologique et nutritif essentiel. Les courants assurent le renouvellement de l'eau, facilitent son oxygénation, mobilisent les stocks alimentaires planctoniques. Ils agissent sur la dispersion des larves au cours de la phase pélagique de coquillages (RASOAMANENDRIKA, 2006).

#### **2.2.5 Les houles et les vagues**

La houle est le mouvement oscillatoire de l'eau qui peut s'observer en l'absence de vent. Les vagues résultent d'un vent fort. Dans la région de la presqu'île de Masoala, le vent du Sud-Est ou Alizé provoque des houles de direction Nord-Ouest du mois de Novembre au mois de Mars (saison humide) (Be J.J, 2002 *in* RASOAMANENDRIKA, 2006).

L'action des vents dominants (Tsimilaotra et Varatraza) est l'une des caractéristiques qui différencient les trois parcs marins de Masoala. Le passage des dépressions ou le mauvais temps pourrait provoquer des vagues et des houles très fortes pendant quelques jours.

L'action des houles occasionnée par le passage des cyclones doit être pour le mouvement des sédiments, très forts, mais de courte durée.

L'agitation de la mer, action des houles et des vagues est liée aux régimes du vent.

Toute la côte orientale est battue par une grosse houle d'Alizé. Il souffle de l'océan indien et frappe cette côte avec une vitesse moyenne de 40 à 50km/h (BATTISTINI et HOERNER, 1986).

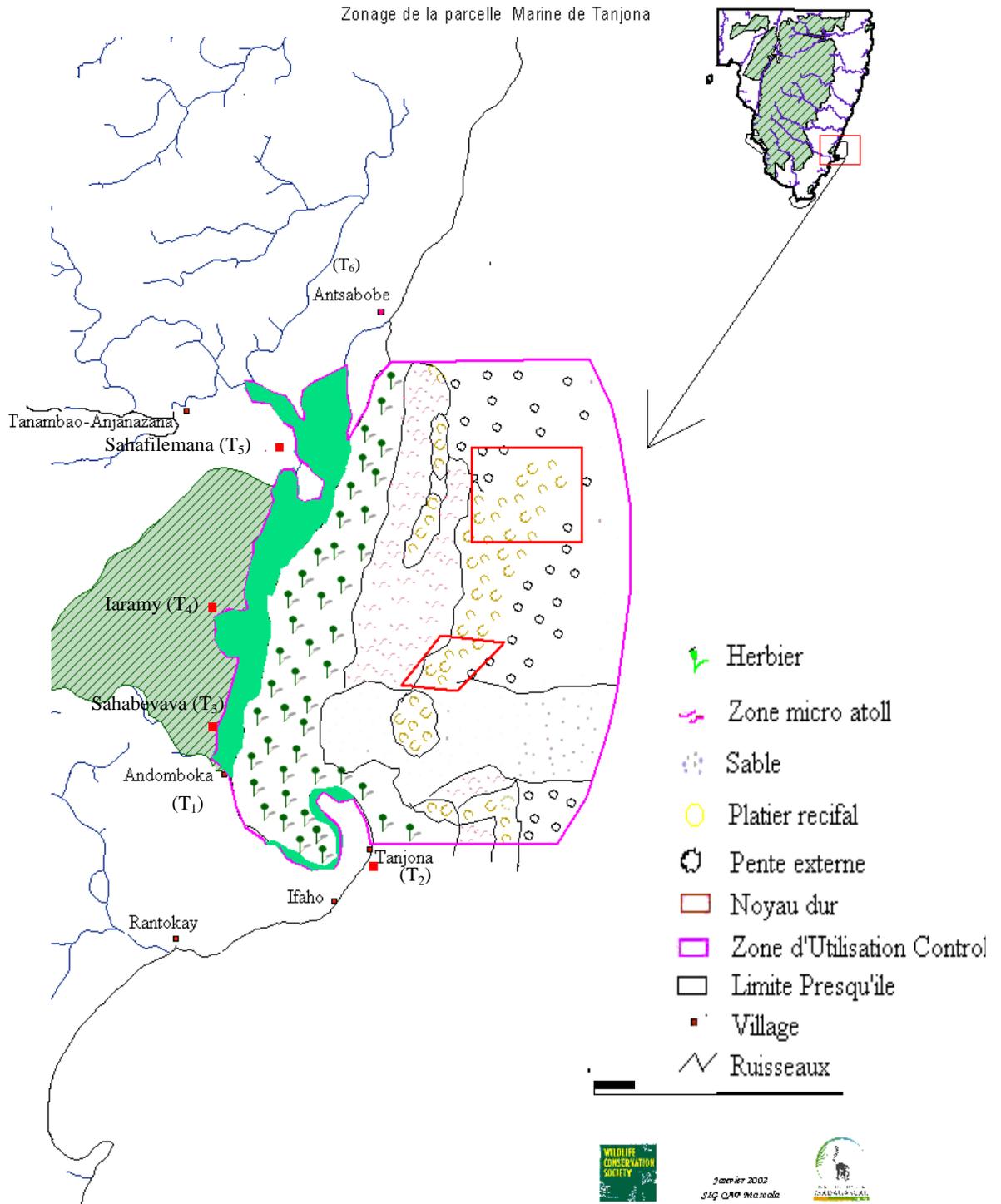
### 2.3 Les différents sites étudiés

Nous avons effectué nos études sur les trois parcelles marines du parc marin Masoala : parcelle marine de Tanjona, parcelle marine d'Ambodilaitry et celle de Tampolo. Ces trois sites d'études étant compris dans le parc marin, ils comprennent chacun un noyau dur et une zone tampon. Le noyau dur est une zone d'intérêt biologique, historique et culturel. En fait, l'entrée dans cette zone est strictement interdite sauf une autorisation spéciale (ex : suivi écologique de l'état de santé du parc mené par les chercheurs). En outre, les zones tampons constituent l'ensemble des Zones d'Utilisation Contrôlées (Z.U.C) et des Zones d'Occupation Contrôlées (Z.O.C).

#### 2.3.1 La parcelle marine Tanjona

Cette parcelle marine est limitée au Nord par le village d'Antsabobe et au Sud par le village de Tanjona. Elle a une superficie de 3100 ha qui correspond à 400 ha de noyaux durs (300 ha à Ankaraniatro et 100 ha à Ankarambiavy) et 2700 ha de Z.U.C. Ses coordonnées géographiques sont : A : 15°48'510'' S, 50° 20' 286 E et A' : 15°48'510S, 50°48'510'' E (RASOAMANENDRIKA, 2006).

Quatre fleuves se jettent sur le rivage de cette parcelle : Sahabevava, Sahasivory, Iaramy et Sahafilemana. A part de ces quatre fleuves, on a observé l'existence du fleuve Anjanazana juste au nord de la limite septentrionale de la parcelle. Cette parcelle marine comprend trois zones distinctes : la mangrove (de 6 à 10m jusqu'à 200m de large), la baie (une surface de 1,5km<sup>2</sup>) et les récifs coralliens (RANAIVOSON, 2000).



**Figure 2 : Parcelle marine Tanjona**

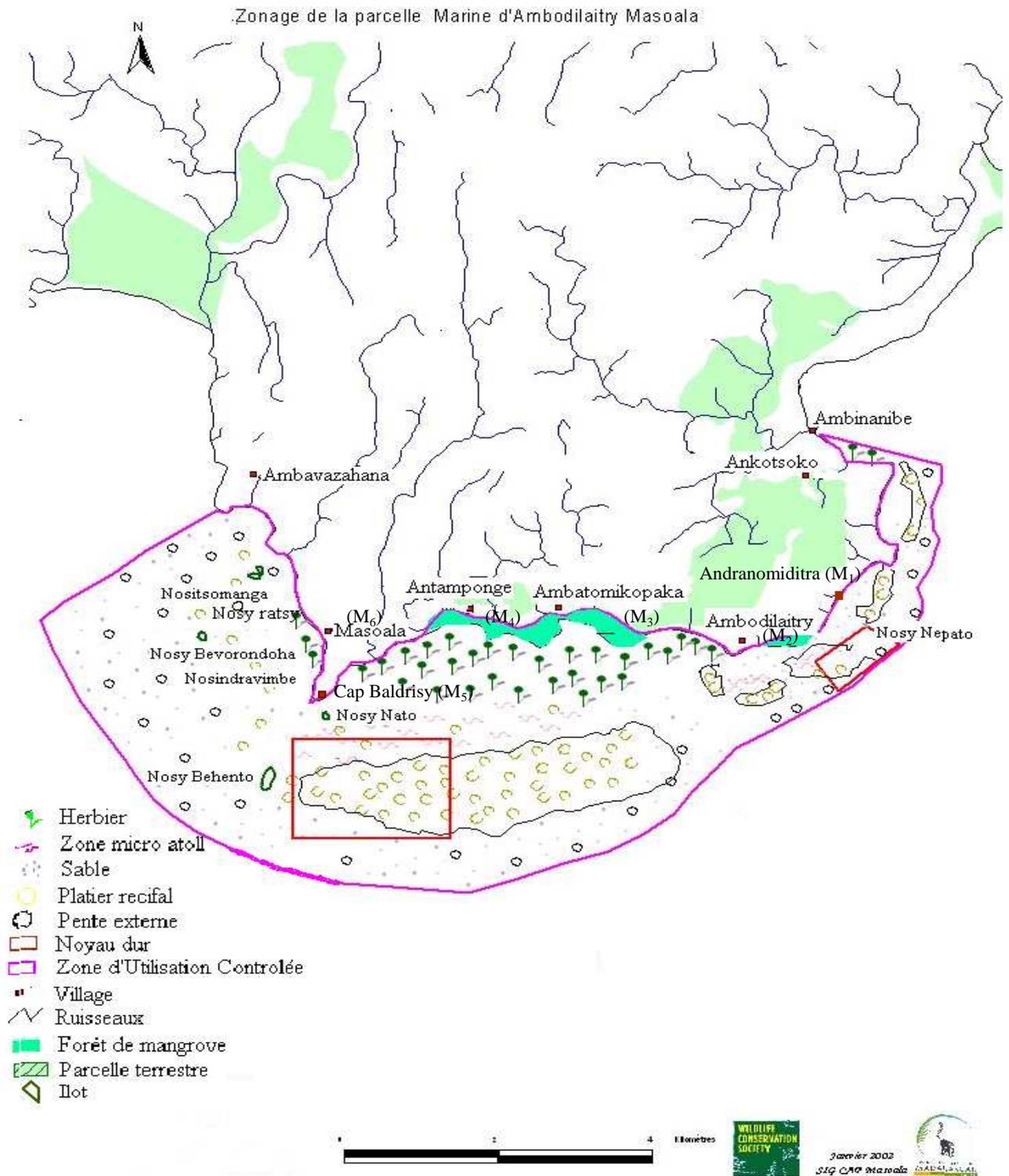
***Source : RASOAMANENDRIKA, 2006***

### 2.3.2 La parcelle marine Ambodilaitry

La surface totale de cette parcelle est de 3 300ha ce qui correspond à 300 ha de noyaux durs (200 ha à Ankoalambanona et 100 ha à Nosy nepato) et 3000 ha de zones tampons. Elle se situe de part et d'autre de la pointe de Cap Masoala, entre les coordonnées A : 15°58'30''S, 50°09' E sur terre et A' : 15°58' 30''S, 50°08'40''E sur mer de la baie d'Antongil. Cette zone constitue la limite entre la baie d'Antongil et l'Océan Indien (RASOAMANENDRIKA, 2006).

Sa délimitation se présente de part et d'autre du rivage de la presqu'île comme suit : à l'Est, c'est au milieu de la baie de Vinanibe et à l'Ouest, c'est à partir du village Ambavazahana. Elle présente sept îlots qui sont : Nositsomanga, Nosiratsy, Nosy Bevorondoha, Nosy Behento, Nosindravimbe, Nosinanto et Nosy Nepato. A côté de ces îlots, on a observé l'existence de deux caps : cap Baldrisy et cap Masoala. Ceci explique la structure complexe du rivage de cette parcelle marine. Morphologiquement, cette parcelle est subdivisée en deux zones :

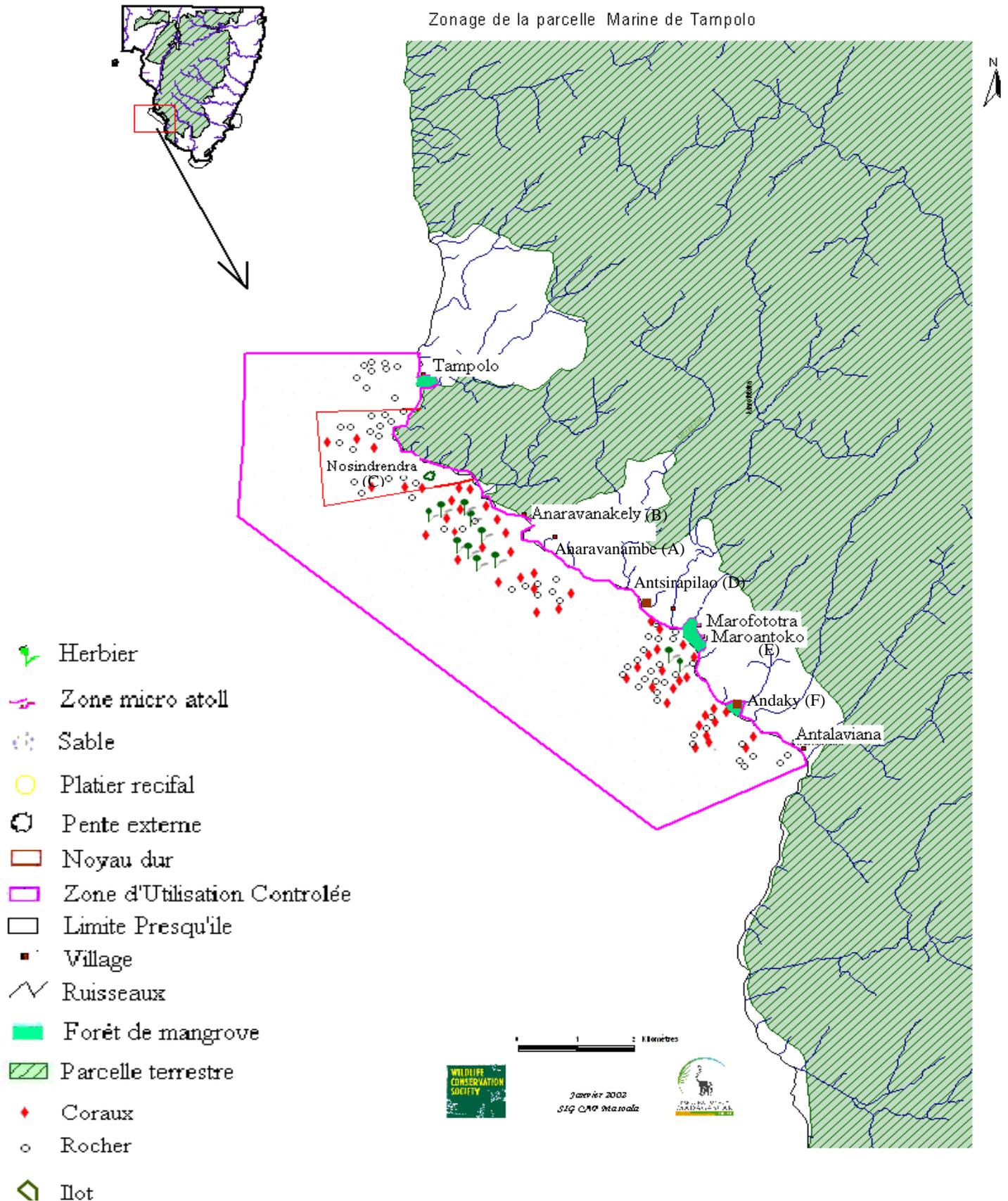
- entre la baie de Vinanibe et le cap Baldrisy : une zone constituée de deux principales formations, entre autre la mangrove à dominance de *Sonneratia* et *Avicenia*. Sur les formations coralliennes, entre la baie de Vinanibe à Nosy Behento, il y a un chenal d'embarcation ou lagon peu profond (de formation à sable nu et de fond sablo vaseux à Phanérogames marines) ;
- entre le cap Baldrisy et Ambavazahana : une zone avec des îlots qui forment une barrière avec le cap Baldrisy protégeant le village de Masoala. (RANAIVOSON, 2000).



**Figure 3 : Parcelle marine Ambodilaitry**  
**Source : RASOAMANENDRIKA, 2006**

### **2.3.3 La parcelle marine Tampolo**

Cette parcelle marine a une surface totale de 3.600 ha dont 200 ha de noyau dur à Nosindrendra et 3400 ha de Z.U.C. La profondeur de l'eau varie de 5 à 8m durant la basse mer des vives eaux. Elle longe la rive orientale de la baie d'Antongil, entre le village d'Antalaviana (au Sud) et d'Ambodiforaha (au Nord). La côte de la parcelle marine de Tampolo est caractérisée par une plage sableuse intercalée par des constructions rocheuses. Elle est totalement couverte par des forêts denses humides. Des petits fleuves se déversent dans la parcelle dont leurs bordures à l'embouchure sont sur plantées par des mangroves à dominance de *Rhizophora* et *Bruguiera*. (RANAIVOSON, 2000).



**Figure 4 : Parcelle marine Tampolo**

*Source : RASOAMANENDRIKA, 2006*

## **2.4 Période d'étude**

Cette étude a duré six mois, pendant deux saisons de l'année 2004/2005. La première saison s'étale d'octobre à décembre 2004, tandis que la deuxième saison va de janvier à mars 2005.

## **2.5 Les facteurs de répartition des espèces floristiques marines**

Les facteurs écologiques interviennent dans la répartition des espèces et chaque fois qu'on change d'un milieu à l'autre il y a changement au niveau de peuplement floristique car la fluctuation de ces facteurs provoque l'apparition de nouvelles espèces ou disparition de certaines espèces préexistantes.

Grâce à leur diversité et à leurs exigences écologiques très variées, les algues sont susceptibles de peupler les milieux les plus divers de la biosphère tant marine que continentale. Bien qu'à première vue moins apparent que le rôle des végétaux supérieurs terrestres, celui des algues est fondamental dans les milieux aquatiques où elles sont, grâce à la photosynthèse, les responsables de la production primaire, premier chaînon de toutes chaînes alimentaires. En raison de la biodiversité des biotopes et des modes de vie des algues il y a lieu d'envisager l'écologie des algues marines (OZENDA, 1990). Les facteurs de répartition, surtout leur variation, entraînent fréquemment des modifications morphologiques et physiologiques des algues comme la réduction de la base de thalle, la disparition de la reproduction sexuée et la ramification de thalle (OTTO, 1982).

### **2.5.1 La lumière**

C'est un facteur indispensable à la vie de la flore marine qui agit quantitativement et qualitativement sur ces végétaux photosynthétiques. En effet, l'intensité lumineuse qui parvient à une certaine profondeur dépend de la turbidité de l'eau, mais en même temps la hauteur d'eau traversée modifie aussi la composition spectrale de cette lumière. L'absorption des radiations lumineuses dans la mer est progressive et sélective : il y a à la fois diminution de la quantité d'énergie lumineuse et disparition successive de certaines radiations plus rapidement absorbées que les autres. De plus, l'absorption de la radiation dépend de la transparence des eaux et des longueurs d'onde des radiations. En effet, lors de la pénétration de la lumière en milieu aquatique, les radiations rouges de longueur d'onde supérieure à 600m sont absorbées entre 0 et 15m de profondeur, puis les jaunes et les oranges. Alors que les radiations vertes et bleues disparaissent plus profondément entre 75 et 100m, à 200m subsiste une faible quantité de radiation bleue (OZENDA, 1990).

### **2.5.2 La température**

La température joue un rôle important sur la croissance, également sur la respiration et aussi sur la distribution horizontale et verticale des espèces. Les algues de surface, supportant de grande variation de température sont dites « eurythermes » et celles qui se trouvent en profondeur sont dites « sténothermes », c'est-à-dire ne supportent pas une variation importante de la température.

Dans les mers tropicales, où la température de l'eau de mer de surface est supérieure à 25°C, l'écart moyen annuel ne dépasse pas 2-3°C. Pourtant, dans la zone de balancement des marées, les algues exposées à l'émersion, sont soumises aux variations de températures de l'atmosphère (OZENDA, 1990).

### **2.5.3 Le substrat**

La nature physique de substrat (texture), sa plus ou moins grande dureté, l'état lisse ou anfractueux de sa surface et surtout le degré de division de ses éléments, depuis la roche compacte jusqu'à la vase la plus fine, en passant par les galets, les graviers et les sables plus ou moins grossiers jouent un rôle important. Chaque algue témoigne d'une préférence plus ou moins exclusive pour tel ou tel type de substrat.

Les côtes rocheuses sont beaucoup plus riches en algues que les côtes basses (sableuses ou vaseuses), à la fois parce que les algues trouvent un support solide pour leur fixation et parce que la turbidité de l'eau est plus faible. De plus, les substrats durs offrent de nombreux points d'ancrage (rochers, blocs, cailloux) et permettent l'installation durable des macro algues benthiques, contrairement aux substrats meubles (graviers, sables, vases) dont la mobilité empêche la germination des semences (OZENDA, 1990). En outre, les algues peuvent trouver quelques fois des substrats sur les Mollusques, entre autre les Bivalves et Gastéropodes. Ces Mollusques sont pour elles, des niches écologiques où elles peuvent trouver des substances nutritives, à savoir les détritiques et les bactéries (MARCIA, 1989).

### **2.5.4 Les mouvements de l'eau**

L'eau est indispensable à la vie de la flore marine et l'insuffisance ou l'inexistence de l'eau entrave la vie ou même entraîne la mort de la flore marine macro benthique.

#### **a L'agitation de l'eau ou hydrodynamisme**

L'hydrodynamisme est provoqué par les vagues et les marées. Le degré d'exposition d'une station à l'agitation de l'eau est désigné par le mot « mode ». Ce facteur a pour résultat

l'homogénéisation des couches d'eaux superficielles, contribuant à limiter les variations de température et favorisant le renouvellement de l'eau en contact avec les algues. Dans les stations battues, la fixation des algues est tantôt favorisée, tantôt défavorisée selon les espèces. Dans les stations calmes, le dépôt de sédiments à la surface du substrat a également un rôle tantôt favorable, tantôt défavorable à la fixation des spores (OZENDA, 1990). Les algues de mode battu vivent dans les zones où l'agitation est vive. Elles résistent à la turbulence, aux chocs des vagues et à l'arrachement mais bénéficient d'un apport plus important de substances nutritives et d'oxygène. D'un autre côté, les algues de mode semi battu à calme vivent dans les zones où l'agitation est faible ou nulle.

### **b Emersion**

Dans les mers où la marée a une amplitude notable, la durée de l'émersion biquotidienne lors des basses mers détermine la répartition des différentes espèces dans la zone de balancement des marées. La durée d'émersion varie en effet du haut en bas depuis l'émersion continue jusqu'à la submersion constante (OZENDA, 1990). L'alternance des émersion et des immersions déterminent l'apparition des ceintures d'algues et des modifications morphologiques et physiologiques remarquables :

- rétention d'eau
- résistance poussée à la dessiccation
- reviviscence

### **C La profondeur de l'eau**

La profondeur de l'eau intervient sur la répartition de flore marine car elle détermine l'entrée de la lumière dans l'eau. En fait, la profondeur entre 0 à 20cm représente une zone où la lumière pénètre suffisamment pour permettre le développement de flore marine, à leur tour contribuent à la production de l'oxygène dissous et à nourrir des milliers d'espèces animales qui ne peuvent pas se développer à plus grande profondeur (VICENTE, 1983).

#### **2.5.5 La salinité**

Vis-à-vis du comportement des espèces par rapport à la salinité de l'eau de mer, il y a des espèces dénommées :

- *Sténohalines* qui ne tolèrent pas de grande variation de la salinité et elles sont localisées plus profondément.

- *Euryhalines* qui tolèrent d'importantes variations de salinité et elles peuvent vivre à la proximité des embouchures où la salinité varie brutalement.

Enfin, la salinité intervient en raison de la pression osmotique élevée qu'elle détermine, obligeant les algues à maintenir dans leurs tissus une pression osmotique supérieure.

### **2.5.6 La turbidité**

La turbidité varie d'un endroit à l'autre. D'une manière générale, la transparence de l'eau diminue au fur et à mesure que l'on s'approche des côtes. Ainsi en partant avec une bonne visibilité au niveau du platier externe, elle devient mauvaise dans la zone des herbiers. Les régions plus troubles se localisent généralement près des embouchures et des estuaires à la suite de l'arrivée massive des particules sédimentaires fines d'origine corallienne ou terrigène (défrichement, érosion,...), (BEMAHAFALY, 1996 *in* RASOAMANENDRIKA, 2006).

Pour les eaux côtières, la turbidité est liée à de nombreux facteurs tels que l'état de la mer, les apports continentaux et la production saisonnière de plancton (MARTEIL et al, 1976 *in* RASOAMANENDRIKA, 2006).

La forte turbidité fréquente ou permanente provoque des problèmes de respiration des espèces marines par le phénomène d'asphyxie. D'où dans les endroits de forte turbidité, les espèces faunistiques ou floristiques marines sont rares.

On note chaque année dans la région de Tampolo et d'Ambodilaitry, l'apparition des phénomènes d'eau rouge qui cause une forte mortalité des organismes marins.

## **3 MATERIEL ET METHODES**

### **3.1 Matériel biologique**

Nos matériels biologiques sont constitués de végétaux marins macro benthiques comprenant les herbiers et les algues poussant sur le fond marin ou sur le rivage. Les herbiers de phanérogames sont des végétaux vivant dans la plupart des cas sur les zones d'herbier du récif corallien, sauf dans le cas d'anomalie du récif (ensablement, envasement, abondance des coraux morts) où ils peuvent peupler d'autres biotopes récifaux.

Les organismes vivants regroupés sous le nom d'algues constituent un ensemble de 25.000 à 30.000 espèces vivant dans le milieu aquatique (eau de mer ou eau douce) ou humide. On y connaît classiquement deux types d'algues :

- algues procaryotes (organismes n'ayant pas d'enveloppe nucléaire) d'une structure primitive se rapprochant en ce sens de celle des bactéries auxquelles certains auteurs les rattachent sous le nom de Cyanobactéries. Ces algues présentent

généralement une teinte bleue induite par un pigment, la phycocyanine. D'où leur appellation d'algue bleue. Elles n'ont pas de plastes bien différenciés.

- Les algues eucaryotes (organismes constitués de cellule à noyau limité par une membrane) nommés phycophytes. Elles possèdent des plastes bien individualisés (PEREZ et al., 1992).

### **3.2 Matériel pour l'échantillonnage**

- **Le transect**: il est matérialisé par une corde de 100m de long dont les deux extrémités sont attachées à un piquet en fer de longueur 25cm, pour permettre sa fixation. Cette technique est utilisée pour l'observation visuelle des végétaux marins macro benthiques.
- **Le quadrat** : on utilise un cadre de 1m<sup>2</sup> dont le contour est matérialisé sur terrain par un tube en PVC que le plongeur peut déplacer. L'utilisation de quadrat permet de tirer les caractéristiques des peuplements par les espèces.
- **Balance à force 250g** : ce matériel sert à peser les algues collectées sur terrain en vue de tirer leurs poids frais et poids secs (biomasses).
- **Couteau** : ce matériel sert à enlever les algues fixées sur ses substrats avant le pesage pour déterminer leurs biomasses.
- **Matériels de plongée** : on a utilisé une paire de palme et un masque à tuba. L'exploration en apnée est pratiquée dans les zones où l'eau est profonde ou peu profonde qui peut entraver l'observation visuelle.
- **GPS (Global positioning System)** : ce matériel permet, par positionnement satellitaire de se rendre sur les stations ayant été préenregistrées. A l'aide de ce matériel, on peut prendre toutes les coordonnées géographiques des lieux d'échantillonnages.
- **Kayak** : c'est une embarcation non motorisée utilisée durant les échantillonnages. Ce matériel sert à la fois de moyen de déplacement et de transport des matériels d'échantillonnage.

### **3.3 Méthode d'échantillonnage**

#### **3.3.1 Méthode d'inventaire**

Comme pour toute recherche océanographique, la méthodologie repose en résumé sur l'observation, le prélèvement, les mesures, l'expérimentation et la modélisation (BUJIDUVAL, 1994). Toute étude du milieu naturel passe par une phase d'observation directe ou

indirecte suivant le site étudié. Ainsi, notre travail mené à partir du littoral, dans les zones découvertes par la marée consiste largement à une observation directe du milieu. Les prélèvements des échantillons et les observations ont été effectués de manière classique. En outre, la partie du milieu qui se trouvant dans des endroits plus profonds et difficilement accessibles a fait l'objet d'estimation et d'échantillonnage réalisé très rapidement en fonction de la durée de plongée.

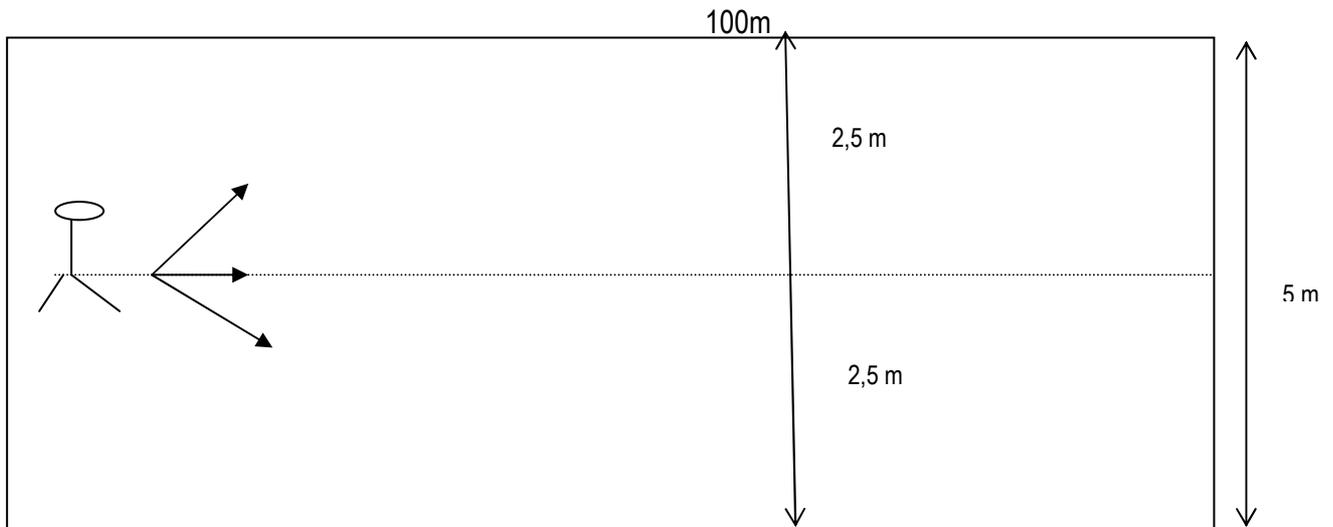
### **3.3.1.1 Choix des stations**

Le choix des stations s'est basé sur différents critères :

- Situation géographique : à l'aide d'une carte de la parcelle marine, on va identifier les petits villages aux alentours et leurs distances. Ensuite, la structure des rivages est à observer (bombée, baie, cap) car les peuplements floristiques varient en fonction de ces structures.
- L'état des récifs coralliens au sein des différents milieux sert de critère de choix des stations. En se référant au manuel méthodologique de CONAND et al. (1997), on a sélectionné des secteurs vierges et susceptibles de le rester, des secteurs vierges mais susceptibles d'être prochainement dégradés, des secteurs qui devraient assurément subir des dégradations (zones en cours de développement), des secteurs moyennement très dégradés, etc. Par cette approche, les stations à choisir sont très variables.

### **3.3.1.2 Echantillonnage**

A l'aide d'une corde de 100m, on fait un transect perpendiculaire au rivage dans les différentes stations choisies. Au niveau de chaque site (parcelle marine), on a considéré 6 stations. Dans ce sens, trois transects ont été réalisés pour chaque station soit 18 transects par site pour tenir compte de la variabilité du site et du traitement ultérieur des données (CONAND et al., 1997) et on effectue en moyenne 5 quadrats. Le quadrat est juxtaposé à la corde qui la traverse par son milieu, autrement dit, le quadrat va courir sur la corde et non à côté de celle-ci. L'utilisation du système transect avec quadrat varie suivant l'endroit car il y a des lieux où l'installation de quadrat s'avère très difficile du fait de l'action des vagues. Dans ce cas, on a utilisé tout simplement le transect comme moyen d'échantillonnage. De part et d'autre de la corde on considère 2,5m.



**Figure 5 :** Schéma de transect

### 3.3.1.3 Inventaire floristique

L'opérateur (plongeur) effectue des inventaires des espèces rencontrées par le transect 2,5m de part et d'autre de la corde (limite de champ de vision de l'observateur), soit dans une superficie de 500m<sup>2</sup> (5mx100m). Pour les zones inaccessibles à pied, on fait une exploration en apnée. Des collectes d'échantillons d'herbiers et d'algues ont été réalisées durant chaque sortie en vue d'un montage de collection. Ensuite, les renseignements concernant le lieu de récolte, leurs biotopes (zone d'herbier, platier friable ou platier algal, ...) ont été enregistrés dans la mesure où toutes les précisions utiles concernant chaque échantillon s'imposent afin d'éviter les confusions ultérieures possibles.

### 3.3.1.4 Traitement des échantillons

Les espèces collectées durant les sorties sont montées en herbier à l'aide des papiers journaux, cartons et presses papiers. L'herbier a pour but de déterminer les espèces non identifiées sur place au cours d'une sortie. Enfin, leur identification nécessite la consultation de documents comportant des clés de détermination auprès de l'ANGAP Masoala et WCS Madagascar.

### 3.3.2 Méthode pour l'estimation de la biomasse algale

L'estimation de la biomasse est importante pour évaluer l'importance quantitative des algues et de localiser les biotopes les plus favorables à leur croissance.

### 3.3.2.1 Echantillonnage

On applique la méthode de quadrillage (cadre en tube PVC de 1m<sup>2</sup>). Un quadrat représente une aire déterminée, de superficie réduite qui est représentative du microcosme étudié (RANIVOARIVELO, 2001). Pour cela, on devrait choisir une zone représentative du milieu étudié, aussi vaste que possible, compacte et homogène.

Si la couverture algale est très dense, on divise le quadrat en quatre petites surfaces. Puis on ramasse toutes les algues incluses dans le ¼ de ce quadrat. Enfin, les poids (sec ou humide) d'algues obtenus seront multipliés par quatre pour avoir ses poids totaux dans 1m<sup>2</sup>.

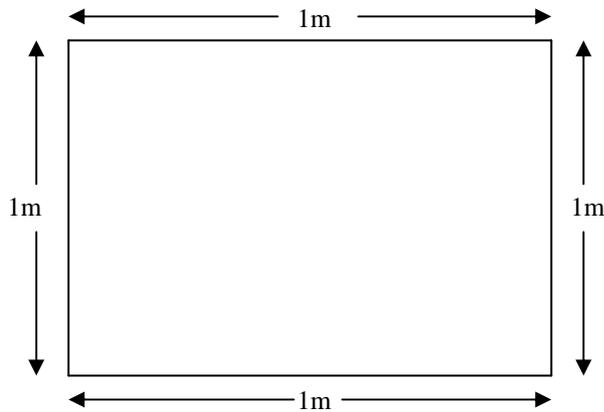


Figure 6 : Schéma du quadrat

### 3.3.2.2 Collecte

La collecte est réalisée durant la basse mer des vives eaux, sur les zones choisies comme représentatives du milieu. On ramasse toutes les algues comprises dans le quadrat selon le principe d'échantillonnage énoncé ci-dessus. La collecte se fait à l'aide d'un couteau pour les algues fixées sur les rochers. Les algues ainsi débarrassées de leur substrat sont mises dans des sachets plastiques. Les sachets sont renouvelés à chaque collecte afin d'éviter les confusions d'information. Finalement, à chaque quadrat correspond un sachet plastique pour stocker les échantillons collectés. Ces algues mises en sachets plastiques sont placées dans un seau et transportées au Kayak.

### 3.3.2.3 Traitement des échantillons

Les algues collectées et enfermées dans des sachets plastiques sont mises dans une cuvette à moitié pleine d'eau de mer pour garder leur vitalité. Ensuite, on différencie chaque espèce en vue d'une identification. Les espèces ainsi différenciées et inventoriées seront pesées à l'aide d'une balance de portée 250g. Ici, le pesage est d'abord effectué en poids frais.

Puis, elles seront séchées et que chaque espèce sera exposée au soleil et à l'air libre pendant trois jours pour éliminer complètement l'eau présente à l'intérieur du thalle.

Finalement, on procède au second pesage pour les algues sèches pour déterminer leurs poids secs ou biomasses.

### **3.4 Méthodes d'analyse et de traitement des données**

#### **3.4.1 Inventaire floristique**

##### **3.4.1.1 Caractérisation de peuplement par les espèces**

En plus de la classification bionomique selon la caractérisation des peuplements par les espèces, d'après la liste des algues, la notion de constance et fidélité pour chaque espèce constituent deux concepts essentiels pour mieux comprendre le peuplement étudié.

Après avoir récolté les espèces présentes dans le peuplement, on doit déterminer un certain nombre de caractéristiques de ces espèces ou du peuplement étudié. Chaque peuplement possède une structure particulière en rapport avec les espèces qu'il renferme et les conditions du milieu. Par exemple, l'étude de la dominance spécifique nous permet de mieux comprendre la structure de peuplement connaissant le comportement trophique des espèces (MARA, 1988).

#### **a Constance (C)**

La constance C d'une espèce est définie par le rapport du nombre de relevés du peuplement contenant l'espèce étudiée, au nombre total de relevés réalisés sur ce peuplement (DAJOZ, 1971 *in* MARA, 1988) et (GENTIL, 1976 *in* MARA, 1988).

$$C_{a,1} = \frac{R_a}{R_1} \times 100$$

Où

$C_{a,1}$  : constance de l'espèce a dans le peuplement 1

$R_a$  : nombre de relevés du peuplement où existe l'espèce a

$R_1$  : nombre de relevés du peuplement 1

Quatre catégories d'espèces sont généralement définies suivant la valeur de la constance :

- de 0 à 24,99% : espèces rares
- de 25 à 49,99% : espèces peu communes
- de 50 à 74,99% : espèces communes
- de 75 à 100% : espèces constantes

### b Fidélité (F)

DAJOZ (1971 *in* MARA, 1988) et GENTIL (1976 *in* MARA, 1988) définissent que la fidélité d'une espèce à un peuplement exprime l'intensité avec laquelle une espèce est inféodée à une biocénose. Son énoncé est formulé comme suit :

$$F_{a,1} = \frac{Ca,1}{\sum Ca,i}$$

Où

$C_{a,1}$  : constance de l'espèce a dans le peuplement 1

$C_{a,i}$  : constance de l'espèce a dans le peuplement i

Autrement dit, la fidélité est le rapport de la constance de cette espèce dans ce peuplement sur la somme des constances de cette espèce dans les peuplements comparés.

L'échelle de la fidélité comprend un certain nombre de catégories, par exemple :

- de 0 à 24,99% : espèces occasionnelles
- de 25 à 49,99% : espèces indifférentes
- de 50 à 74,99% : espèces préférées
- de 75 à 100% : espèces électives

### c Classification bionomique

Le tableau de classification bionomique résume l'étude de la caractérisation des peuplements par la constance et la fidélité. Il se présente sous la forme d'une liste d'espèces ventilées entre les différentes modalités de constance et fidélité.

Fidélité Constance	Espèces électives 75 à 100%	Espèces préférées 50 à 74,99%	Espèces indifférentes 25 à 49,99%	Espèces occasionnelles 0 à 24,99%
Espèces constantes 75 à 100%	Espèces les plus caractéristiques du peuplement		Espèces tolérantes à large répartition, non caractéristiques du peuplement	
Espèces communes 50 à 74,99%				
Espèces peu communes 25 à 49,99%	Espèces caractéristiques mais rares		Espèces ne présentant pas de caractéristiques apparentes	
Espèces rares 0 à 24,99%	Espèces trop rares pour être considérées comme caractéristiques			

### 3.4.1.2 Comparaison des sites par mesure de ressemblance

Après la récolte, les données écologiques sont classées sous forme de matrice. Deux cas peuvent être envisagés suivant l'objectif de l'étude : ou bien l'étude se porte sur les rapports entre objets, ou bien sur les relations entre descripteurs.

On appelle analyse en mode Q, une étude de la matrice des données écologiques basée sur l'association entre les objets. L'analyse en mode R est une étude de la matrice des données basée sur la dépendance entre descripteurs, souvent réalisée au moyen de coefficient de corrélation (LEGENDRE et LEGENDRE, 1984 *in* MARA, 1988).

Dans le cas de données écologiques, l'analyse en mode Q consiste à comparer des stations en fonction des espèces récoltées et l'analyse en mode R étudie l'association entre les espèces. Ici, nous sommes dans le cas des données écologiques, donc il est préférable d'utiliser l'analyse en mode Q.

#### a Indices de similarité

Les indices de similarité permettent de comparer deux à deux les stations en utilisant la présence et l'absence des espèces indépendamment de leur effectif.

D'après la recommandation de LEGENDRE et LEGENDRE (1984 *in* MARA, 1988), parmi les indices définis nous avons choisi celui de SORENSEN qui est obtenu en divisant le nombre d'espèces communes aux deux stations comparées par la moyenne arithmétique du nombre de présence dans chacun des prélèvements :

$$I = \frac{2a}{b+c}$$

Où

I : indice de similarité

a : nombre d'espèces communes aux deux stations

b : nombre d'espèces de la première station

c : nombre d'espèces de la deuxième station

Ces indices de similarité peuvent prendre parfois des valeurs 0 ou 1. Ils sont nuls s'il n'existe pas d'espèces communes (quand  $a = 0$ , alors  $I = 0$ ) et resteront égaux à 1 si les deux prélèvements comparés sont strictement identiques ( $a = b = c$ ).

#### b Présentation du dendrogramme

Après avoir établi la matrice de similarité, on cherche les couples de station liées par l'indice le plus élevé : un groupe se formera autour de ce lien simple. Ensuite, on compare ce couple aux autres stations en utilisant l'algorithme (liens multiples) et celle qui lui est plus

proche lui est associée à un niveau de similarité défini, mais si ce niveau de similarité est faible par rapport à un autre lien simple, on établit d'abord ce lien simple. Ensuite, on continue la comparaison de ce lien multiple à toutes les stations restantes ou à une autre couple s'il existe et celle ou celui qui lui est plus proche lui est associée. On obtient un lien complexe. Puis on procède ainsi aux comparaisons jusqu'à ce que toutes les stations soient placées (MARA, 1988).

### 3.4.2 Estimation de la biomasse algale

#### 3.4.2.1 Comparaison des moyennes de biomasses par station pour chaque site

Après avoir déterminées les différentes moyennes de biomasses pour chaque station, il est nécessaire de comparer ces moyennes pour avoir un peu plus d'informations sur les données collectées sur terrain. Pour cela, la méthode pratique pour comparer simultanément ces plusieurs moyennes c'est « la méthode d'analyse de la variance de FISCHER ». Cette méthode met en évidence deux types de variances :

- ❖ Variance intra groupe représentant les fluctuations individuelles qui se produisent à l'intérieur d'un groupe.

$$\delta^2_{\text{intra groupe}} = \frac{\sum(x-m_1)^2 + \dots + \sum(x-m_k)^2}{N-K}$$

Où

N : effectif total et K : nombre des moyennes

- ❖ Variance intergroupe, mettant en évidence les fluctuations d'un groupe à l'autre.

$$\delta^2_{\text{intergroupe}} = \frac{\sum ni(mi-M)^2}{K-1}$$

Enfin, on fait un teste de la divergence entre les deux variances estimées.

$$F_{\text{expérimentale}} = \frac{\text{Varintergroupe}}{\text{Varintragroupe}}$$

Selon la valeur de  $F_{\text{exp}}$ , deux cas peuvent se présenter :

- Si  $F_{\text{exp}} < 1$  : les moyennes ne diffèrent pas significativement
- Si  $F_{\text{exp}} > 1$  : on recourt dans la table de Snedecor pour voir la valeur de  $F_s$  qui est l'intersection de  $\nu = k-1$  et  $\nu = N-k$ .

Et si  $F_{\text{exp}} > F_s$ , alors les moyennes diffèrent significativement dans leur ensemble

A d'autre côté, si  $F_{\text{exp}} < F_s$ , les moyennes ne diffèrent pas significativement.

## 4 RESULTATS ET DISCUSSION

### 4.1 Les espèces floristiques inventoriées et leurs stations

L'étude de la flore marine dans la région Est de Madagascar n'est pas encore initiée. De ce fait les ouvrages concernant la flore marine de Masoala sont rares pour ne pas dire inexistant. Malgré cela, nous avons trouvé quelques ouvrages comme ceux de RABESANDRATANA (1988), MATTHEW (1985) et TOMBOLAHY (2000) pour l'élaboration d'une liste des algues récoltées en plongée. Ces ouvrages constituent nos références pour identifier et classer la plupart des espèces floristiques.

Durant cette étude nous avons inventorié quatre classes de végétaux marins à savoir :

- Phanérogames : ce sont des plantes marines occupant dans la plupart des cas la zone des herbiers. Ces végétations offrent des conditions favorables pour les poissons, par le phénomène de la photosynthèse (dégagement de l'oxygène dissous et absorption de gaz carbonique) durant le jour, et elles servent de substrats pour leurs pontes (NIKOLSKY, 1963).

D'après RASOAMANENDRIKA (2006), la richesse spécifique des bivalves est maximale dans la zone des herbiers (avec 13 espèces) et faible dans les autres habitats (moins de 6 espèces) car la zone des herbiers est constituée de sables fins et parfois meubles, à faible profondeur, ce qui est favorable pour les espèces de bivalves.

On a inventorié, au total 10 espèces de Phanérogames dans le parc marin Masoala, ce qui représente 7% de la flore marine de l'ensemble du parc. (Tableau 1 et annexe 3)

- Rhodophycées : habituellement, elles sont dénommées « algues rouges ». La coloration rouge est due à la présence de pigments appelés « phycobilines » qui sont une combinaison de pigment rouge « phycoérythrine » et de pigment bleu « phycocyanine » (MATTHEW, 1985).

Dans le parc marin Masoala, la richesse spécifique des Rhodophycées est très remarquable avec 59 espèces et représentent une proportion de 41%. (Tableau 1 et annexe 3)

- Chlorophycées : elles sont appelées habituellement « algues vertes ». Cette coloration verte est due à la présence de chlorophylle a (MATTHEW, 1985). Dans le parc marin Masoala, on a inventorié 49 espèces de Chlorophycées ce qui montre une proportion de 35%. (Tableau 1 et annexe 3)

- Phéophycées ou algues brunes : Elles sont caractérisées par la coloration brune. Cette coloration brune est due à la présence des pigments caroténoïdes qui sont les combinaisons de carotènes  $\alpha$  et  $\beta$  et xanthophylles jaunes

(MATTHEW, 1985). On a inventorié 24 espèces de Phéophycées dans le parc entier ce qui représente une proportion de 17%. (Tableau 1 et annexe 3)

La richesse spécifique de ces quatre classes recensées est résumée dans le tableau suivant :

**Tableau 1 : Effectif des espèces selon les quatre classes systématiques dans le parc marin Masoala**

<b>Classes</b>	<b>Effectif des espèces</b>
Phanérogames	10
Rhodophycées	59
Chlorophycées	49
Phéophycées	24
<b>TOTAL</b>	<b>142</b>

#### **4.1.1 Inventaire de la flore marine macro benthiques**

Les inventaires effectués durant les études sur terrain sont loin d'être complets, mais en ce terme ils donnent déjà un premier aperçu général de la richesse en espèces floristiques marines de cette région. Ils révèlent l'importance écologique de flore marine (Phanérogames et Algues), si on ne cite que leur importance primordiale dans la chaîne alimentaire, car ces végétations servent de base de la chaîne alimentaire. Il convient de rappeler que, d'une part la présence de chaque espèce algale favorise simultanément le développement d'une autre plante comme un support (phénomène d'épiphytisme) et d'autre part, la dépendance alimentaire existant sur les algues se trouve chez les animaux (PERES, 1976 et SCHRAMM, 1996).

En matière de pollution, les algues macro et microscopiques sont des auxiliaires précieux dans la lutte contre les germes bactériens. Ce sont les algues macroscopiques littorales et le phytoplancton qui occupent la place principale dans l'épuration du milieu marin en émettant des acides gras et des phénols (GORENFLOT et GUERN, 1989).

Les espèces floristiques inventoriées au cours de l'étude présentent une richesse spécifique remarquable des algues rouges. Les algues vertes, brunes ainsi que les phanérogames sont nettement moins riches. Ainsi, sur 59 Rhodophycées identifiées, on révèle 12 Cryptonémiales, 8 Némaliales, 5 Géliodiales, 15 Gigartinales et 19 Ceramiales. Ensuite, sur 49 espèces de Chlorophycées inventoriées, il y a 6 Ulvales, 7 Cladophorales, 6 Siphonocladales, 4 Codiales, 2 Dasycladales et 24 Briopsidales.

Concernant les Phéophycées, sur 24 espèces identifiées on recense 14 Dictyotales et 11 Fuciales.

Enfin, sur 10 espèces de Phanérogames, il y a 7 Potamogétonales et 3 Alismatales.

#### 4.1.1.1 Répartition des espèces pour chaque site (parcelle marine)

Dans le parc marin Masoala, il est difficile de délimiter la distribution exacte des espèces floristiques marines, car dans cette région la transition est très fréquente. Dans la plupart des cas, les espèces sont concentrées dans les zones intertidales peu profondes. Par ailleurs, les espèces de quatre classes systématiques (Phanérogames, Rhodophycées, Chlorophycées et Phéophycées) sont fréquemment entremêlées presque partout dans les parcelles marines étudiées.

##### a Parcelle marine Tanjona

Dans cette parcelle marine, on a inventorié 85 espèces (Tableau 2), réparties comme suit :

- 10 espèces de la classe des Phanérogames regroupées dans 2 familles et 2 ordres
- 28 espèces de la classe des Rhodophycées réparties dans 9 familles et 4 ordres
- 25 espèces de la classe des Chlorophycées appartenant à 9 familles et à 6 ordres
- 22 espèces de la classe des Phéophycées, réparties dans 5 familles et 2 ordres

Les biotopes précis de ces espèces dans la parcelle marine Tanjona ne sont pas très évidents. Les Phanérogames marines peuvent se rencontrer jusqu'au platier compact du récif corallien. A côté, les Phéophycées et les Chlorophycées se mélangent avec les Phanérogames marines dans la zone d'herbier. Les Rhodophycées sont installées dans la majorité des cas sur le platier algal. Ces faits reflètent les conditions écologiques régnant dans cette parcelle marine. En premier lieu, l'état général du récif corallien à Tanjona est très entrecoupé, c'est-à-dire présente plusieurs passes laissant les vagues déferler dans tous les platiers récifaux internes. L'agitation fréquente de l'eau de mer entraîne l'homogénéisation des couches d'eau superficielles et contribuant à la turbidité de l'eau car la visibilité de l'eau diminue.

En outre, la nature du substrat dicte l'installation des algues. La mobilité de substrat meuble empêche la germination de semences (OZENDA, 1990).

Ce n'est pas étonnant que les algues soient installées sur la zone d'herbier, entremêlées avec les Phanérogames, car à ce niveau l'action des vagues est moindre et en plus les algues trouvent en ces Phanérogames des supports pour résister à l'agitation de l'eau.

On a observé l'abondance des Phéophycées (*Sargassum*, *Cystoseira* et *Padina*) sur la zone d'herbier, car dans cette zone il existe un rocheux qui favorise l'installation des algues brunes. Les populations riveraines donnent le nom de « Tetezambato » à ce pont rocheux, et ce lieu constitue une zone de pêche nocturne dans la mesure où les poissons, surtout du genre *Ciganus* ou « *Fia malandy* » quittent cet endroit du bon matin et n'y reviennent que le soir.

Les pêcheurs déposent à ce niveau leurs filets dormants à partir de 19 heures et y reviennent pour les récupérer à partir de 6 heures du matin. En voulant sortir de pont, les poissons se trouvent piéger à l'intérieur du filet.

Un autre fait remarquable, durant l'étude sur cette parcelle marine est la dégradation catastrophique du récif corallien suite au passage de cyclone Gafilo en Mars 2004. L'impact de ce cyclone est très significatif sur tous les platiers du récif corallien, engendrant une diminution de couverture algale qui est devenue de plus en plus faible.

#### **b Parcelle marine Ambodilaitry**

La barrière récifale est toujours entrecoupée dans cette deuxième zone d'étude mais les coupures sont moindres par rapport aux récifs coralliens de la parcelle marine Tanjona. Le fait marquant dans cette parcelle est l'ensablement engendré par les vagues, surtout lors du passage cyclonique. Les Phanérogames marines se sont installées partout sur les platiers internes du récif. En observant l'abondance des espèces algales sur cette zone, on peut dire que les conditions écologiques dans la parcelle marine Ambodilaitry sont plus favorables par rapport à celles des autres parcelles marines.

Dans ce site d'étude, on a recensé 110 espèces (Tableau 2), réparties comme suit :

- 9 espèces de la classe des Phanérogames appartenant à 2 familles et à 2 ordres
- 47 espèces de la classe des Rhodophycées réparties dans 11 familles et 5 ordres
- 44 espèces de la classe des Chlorophycées appartenant à 11 familles et à 6 ordres
- 10 espèces de la classe des Phéophycées réparties dans 4 familles et 2 ordres

L'existence de deux caps (Cap Masoala et Cap Baldrisy) et des petites baies (baie d'Andranomiditra, baie d'Ambatomikopaka, baie d'Antamponge, baie d'Ampôtry) est remarquable dans cette parcelle. Cette condition offre aux algues un milieu calme, ambiant propice à leur installation. La plupart des Rhodophycées se trouvent sur le platier algal, tandis que la majorité des Chlorophycées sont localisées sur la zone d'herbier avec les Phanérogames parmi lesquelles le g. *Caulerpa* est dominant.

### c Parcelle marine Tampolo

Cette parcelle marine est exceptionnelle du point de vue hydrodynamique. L'agitation de l'eau est forte du fait que la barrière récifale n'est pas encore émergée pour atténuer cette action. Ce fait engendre l'entrée libre des vagues déferlantes venant du large jusqu'à la côte. De ce fait, les espèces ne peuvent s'y installer que dans les endroits abrités par les rochers.

Le fort hydrodynamisme provoque une forte turbidité de l'eau car les vagues apportent des fins sédiments provenant de la côte ce qui diminue la visibilité de l'eau. Aussi dans cette parcelle marine, les espèces floristiques sont-elles rares. Elles vivent dans des petites baies abritées par les rochers.

Dans ce site on a recensé 55 espèces (Tableau 2), réparties comme suit :

- 9 espèces de la classe des Phanérogames appartenant à 2 familles et à 2 ordres
- 25 espèces de la classe des Rhodophycées réparties dans 9 familles et 5 ordres
- 15 espèces de la classe des Chlorophycées appartenant à 6 familles et 4 ordres
- 6 espèces de la classe des Phéophycées réparties dans 3 familles et 2 ordres

Parmi les quatre classes systématiques, les Rhodophycées sont plus riches en espèces. Autrement dit elles sont plus adaptées à la forte agitation et à la profondeur de l'eau. Leur adaptation en profondeur est liée à l'existence de la phycoérythrine qui accompagne la chlorophylle a, pour l'utilisation des radiations vertes (OZENDA, 1990).

**Tableau 2 : Effectif des espèces des quatre classes systématiques dans chaque site**

Site	TANJONA	AMBODILAITRY	TAMPOLO
<b>Classe</b>			
<b>Phanérogames</b>	10	9	9
<b>Rhodophycées</b>	28	47	25
<b>Chlorophycées</b>	25	44	15
<b>Phéophycées</b>	22	10	6
<b>TOTAL</b>	<b>85</b>	<b>110</b>	<b>55</b>

### d Conclusion partielle

Dans toutes les parcelles marines, la richesse spécifique des algues rouges est observée (voir annexe 3). Cela montre qu'elles sont mieux adaptées dans les milieux d'étude par rapport aux autres algues. De plus, les Phanérogames marines qui ne présentent que peu de variations sont dites résistantes aux fluctuations des facteurs écologiques dans les différentes parcelles marines étudiées.

#### 4.1.1.2 Abondance des espèces des quatre classes systématiques dans chaque station

Pour mieux caractériser les stations par les espèces, il est nécessaire de mettre en œuvre l'analyse d'abondance au niveau de chaque station des parcelles marines étudiées. D'après DAJOZ et GUILLE (1971 *in* MARA, 1998), l'abondance d'une espèce est le nombre d'individus de cette espèce dans un peuplement donné. Comme il a été dit précédemment, plusieurs facteurs conditionnent la vie d'une espèce dans un milieu où elle vit. Les facteurs mis en jeu varient suivant les stations prospectées. Aussi la composition en espèces floristiques varie d'une station à une autre suivant les biotopes considérés.

##### a Parcelle marine Tanjona (Site 1)

Avant d'analyser les résultats obtenus dans les différentes stations étudiées, on résume dans le tableau suivant la richesse spécifique pour chacune des quatre classes :

**Tableau 3 : Abondance des espèces des 4 classes systématiques dans les 6 stations prospectées de la parcelle marine Tanjona**

Station	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>
<b>Classe</b>						
<b>Rhodophycées</b>	3	14	12	11	4	16
<b>Chlorophycées</b>	6	10	5	11	11	17
<b>Phéophycées</b>	4	4	8	13	8	9
<b>Phanérogames</b>	9	8	6	6	9	8
<b>TOTAL</b>	22	36	31	41	32	50

*T<sub>1</sub> : Andomboka      T<sub>2</sub> : Tanjona      T<sub>3</sub> : Sahabevava      T<sub>4</sub> : Iaramy*

*T<sub>5</sub> : Sahafilemana      T<sub>6</sub> : Antsabobe*

☞ *Au niveau de la station 1 (Andomboka) :*

On a inventorié 22 espèces (Tableau 3), réparties comme suit : 3 espèces de Rhodophycées, 6 espèces de Chlorophycées, 4 espèces de Phéophycées et 9 espèces de Phanérogames. Cette station se trouve à proximité de la baie d'Andomboko et en face de la pointe sableuse de Tanjona. L'action des vagues est forte en dehors de la pointe, ce qui entraîne un intense ensablement, surtout au voisinage de la pointe. D'où, aux alentours de cette pointe l'eau est peu profonde et le fond peut être émergé durant les basses mers des vives eaux.

Les espèces présentes dans cette station sont variables. Il a une dominance des Phanérogames telles que : *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Cymodocea rotundata*,

*Cymodocea serrulata*, *Syringodium isoetifolium*, *Halophila ovalis*, *Halophila stipulacea*, *Thalassia hemprichii* et *Thalassodendron ciliatum*.

Les Phéophycées sont moindres et entremêlées avec les Phanérogames marines. On a recensé : *Dictyota cervicornis* et *Dictyota linearis*.

Les Chlorophycées occupent les platiers compacts et algaux à savoir: *Codium arabicum*, *Codium geppi*, *Neomeris van bosseae*, *Dictyosphaeria cavernosa*, *Dictyosphaeria versluisii*.

Les Rhodophycées sont faiblement représentées et se trouvent entremêlées avec les Chlorophycées.

☞ *Concernant la deuxième station (Tanjona) :*

On a répertorié 36 espèces dans cette station (Tableau 3), dont 14 espèces de Rhodophycées, 10 espèces de Chlorophycées, 4 espèces de Phéophycées et 8 espèces de Phanérogames. Cette station est presque émergée durant la basse mer des vives eaux rendant l'échantillonnage moins difficile dans la mesure où l'on peut marcher au pied jusqu'au front récifal durant les basses mers des vives eaux. Mais l'impact de cette condition réside sur la forte pression anthropique due aux nombreux pêcheurs à pied qui peuvent aller jusqu'au front pour collecter des poulpes sans faire usage de leur pirogue.

On note une abondance de Rhodophycées sur les platiers algaux, dominées par les Corallinaceae à savoir : *Jania adhaerens*, *Jania capillacea*, *Jania rubens*, *Lithothamnium sp.* Les Chlorophycées sont toujours présentes mais en quantité moindre et entremêlées avec les Rhodophycées entre autre *Bryopsis pennata*, *Chamaedoris delphinii*, *Ulva pertusa*, *Ulva reticulata*, *Neomeris van bosseae*. La zone d'herbier est dominée par *Halophila ovalis* et *Halophila stipulacea*.

☞ *Dans la troisième station (Sahabevava) :*

L'inventaire floristique sur cette station a permis de recenser 31 espèces (Tableau 3), réparties comme suit : 12 espèces de Rhodophycées, 5 espèces de Chlorophycées, 8 espèces de Phéophycées et enfin 6 espèces de Phanérogames. La vallée « Sahabevava », portant le nom du village voisin, est le lieu d'échantillonnage. La présence de cette vallée engendre une dessalure ayant de répercussion sur la distribution de flore marine. Seules les espèces pouvant supporter une grande variation de salinité sont rencontrées à ce niveau. La plupart des espèces inventoriées appartiennent à la classe des Phéophycées, entre autre *Cystoseira trinodis*, *Dictyota cervicornis*, *Dictyota humifusa* et *Padina boryana*. Les Chlorophycées et

Rhodophycées sont présentes mais à faible effectif. L'existence de pont rocheux traversant la zone d'herbier est l'un des facteurs favorisant l'installation massive des Phéophycées.

☞ *Au niveau de la quatrième station (Iaramy) :*

On a recensé 41 espèces répertoriées au niveau de cette station (Tableau 3), dont 11 espèces de Rhodophycées, 11 espèces de Chlorophycées, 13 espèces de Phéophycées et 6 espèces de Phanérogames marines. La dessalure existe toujours dans cette station par le déversement d'eau douce de la vallée « Iaramy » portant le nom du village voisin. Les espèces de Phéophycées sont toujours abondantes, fixées sur le pont rocheux traversant la zone d'herbier. Parmi les espèces présentes, il y a : *Padina boergesenii*, *Cystoseira sp.* *Dictyota linearis*, *Dictyota cervicornis*, *Sargassum asperifolium*, *Sargassum merifeldii*, *Sargassum ilicifolium* et *Sargassum oligocystum*.

Par ailleurs, on assiste à une abondance des Chlorophycées et des Rhodophycées sur le platier algal, parmi lesquelles on a : pour les Rhodophycées, *Centroceras clavulatum*, *Halymenia durvillei*, *Jania adhaerens*, *Gracilaria salicornia*, *Hypnea spicifera*, *Galaxaura elongata*, *Galaxaura verprecula* et pour les Chlorophycées, *Caulerpa sertularioides*, *Caulerpa taxifolia*, *Halimeda opuntia*, *Codium arabicum*, *Dictyosphaeria cavernosa* et *Dictyosphaeria versluyisii*.

☞ *Concernant la cinquième station (Sahafilemana) :*

On a répertorié 32 espèces (Tableau 3), se répartissant comme suit : 4 espèces de Rhodophycées, 11 espèces de Chlorophycées, 8 espèces de Phéophycées et enfin 9 espèces de Phanérogames.

La barrière récifale de cette station est très entrecoupée. Cette situation entraîne un effet abusif de l'action des vagues. Les Chlorophycées abondent surtout dans la zone d'herbier, entremêlées avec les Phanérogames marines. On a la famille des Caulerpaceae en grande proportion à savoir : *Caulerpa webbiana*, *Caulerpa sertularioides*, *Caulerpa serrulata* var. *boryana*, *Caulerpa filicoïdes* var. *andamanensis*, *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa biserrulata*.

L'existence de pont rocheux est toujours remarquable et c'est là que se fixent la plupart des Phéophycées : *Hydroclathrus clathratus*, *Dictyota linearis*, *Padina boryana* et *Padina boergesenii*.

Les Rhodophycées sont rares car leur installation est rendue très difficile sur le platier algal à cause du fort déferlement des vagues, et surtout à proximité des passes.

☞ Dans la sixième station (Antsabobe) :

On a inventorié 50 espèces (Tableau 3), réparties comme suit : 16 espèces de Rhodophycées, 17 espèces de Chlorophycées, 9 espèces de Phéophycées et enfin 8 espèces de Phanérogames.

L'effet abusif des vagues sur cette station est atténué par la barrière récifale qui n'est pas encore très fragmenté. La barrière récifale est émergée durant les basses mers des vives eaux. Cette condition favorise l'installation des algues. D'où, la richesse floristique de cette station parmi les six prospectées.

Les Chlorophycées sont abondantes sur la zone d'herbier à savoir : *Caulerpa serrulata*, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa webbiana*, *Halimeda opuntia*, *Codium arabicum*, *Codium dwarkense*, *Neomeris van bosseae*, *Dictiosphaeria cavernosa* et *Dictyosphaeria versluysii*.

Tandis que les Rhodophycées sont majoritaires sur le platier algal puisqu'elles trouvent des substrats durs sur les rochers du platier. On a trouvé : *Halymenia durvillei*, *Laurencia similis*, *Jania adhaerens*, *Galaxaura elongata*, *Galaxaura marginata* et *Galaxaura verprecula*.

Les Phéophycées arrivent toujours à peupler cette station par la présence du pont rocheux, qui est un bon substrat d'installation. Parmi les espèces présentes, on a : *Chnoospora implexa*, *Dictyota cervicornis*, *Dictyota linearis*, *Dictyota humifusa*, *Colpomenia sinuosa* et *Hydroclathrus clathratus*.

### **Conclusion partielle**

En se référant sur les diagrammes d'abondance des espèces dans cette parcelle (voir annexe 4), on peut conclure que l'abondance de flore marine diffère d'une station à une autre ; c'est-à-dire que chaque classe systématique a sa préférence vis-à-vis des facteurs écologiques existant dans chacune des stations prospectées.

On observe une abondance de peuplements floristiques à Antsabobe (T<sub>6</sub>) de l'ordre de 20 à 29% des espèces préférant cette station. Ensuite à Iaramy (T<sub>4</sub>), cette proportion est de 18 à 28%. Enfin, la station 1 (Andomboka) est favorable uniquement aux Phanérogames marines 9/22 espèces présentes (20%) dans cette station sont des Phanérogames (Tableau 3). Ce fait peut être expliqué par l'ensablement et l'absence des substrats durs dans cette station, condition propice uniquement aux herbiers de phanérogames marines.

## b Parcelle marine Ambodilaitry (Site 2)

Les données récoltées dans les différentes stations explorées sont présentées dans le tableau suivant en termes d'effectif des espèces rencontrées sur le terrain selon les quatre classes systématiques :

**Tableau 4 : Abondance des espèces des quatre classes systématiques dans les six stations considérées de la parcelle marine Ambodilaitry**

Station	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>
<b>Classe</b>						
<b>Rhodophycées</b>	30	20	7	5	10	3
<b>Chlorophycées</b>	20	26	10	11	8	13
<b>Phéophycées</b>	7	2	2	2	4	5
<b>Phanérogames</b>	3	5	7	5	5	7
<b>TOTAL</b>	60	53	26	23	27	28

M<sub>1</sub>: Andranomiditra    M<sub>2</sub>: Ambodilaitry    M<sub>3</sub>: Ambatomikopaka    M<sub>4</sub>: Antamponge

M<sub>5</sub>: Cap Baldrisy    M<sub>6</sub>: Masoala

☆Au niveau de la première station (Andranomiditra) :

On a inventorié 60 espèces (Tableau 4), réparties en 30 espèces de Rhodophycées, 20 espèces de Chlorophycées, 7 espèces de Phéophycées et 3 espèces de Phanérogames. Cette station a l'aspect d'une petite baie, entre Anjanaharibe et Nosy Nepato. On trouve en face de cette station une barrière récifale, plus ou moins continue, procurant un milieu favorable à l'installation des algues. L'agitation continue de l'eau venant du large apporte des substances nutritives et assure le renouvellement des eaux.

L'abondance des espèces de Rhodophycées est remarquable (40% en M<sub>1</sub> et 27% en M<sub>2</sub>) (Annexe 5), parmi lesquelles les espèces de la famille des Rhodomelaceae et Corallinaceae sont majoritaires. Entre autres, pour la famille des Rhodomelaceae, on a *Acanthophora spicifera*, *Digenea simplex*, *Halymenia durvillei* et pour la famille des Corallinaceae, on a *Jania adhaerens*, *Lithothamnium sp.* et *Cheilosporum spectabile*.

L'abondance des Chlorophycées est considérable et la plupart d'entre elles sont installées sur le platier algal. Parmi les espèces présentes, on a la famille des Codiaceae (*Codium dwarkense*, *Codium arabicum*, *Codium geppi*) et la famille des Ulvaceae (*Enteromorpha ramulosa*, *Enteromorpha kylinii* et *Enteromorpha compressa*)

Les espèces de Phéophycées sont entremêlées avec les Phanérogames marines sur la zone d'herbier et parfois avec les Rhodophycées ou Chlorophycées sur le platier algal. Entre

autres on a : *Dictyota cervicornis*, *Padina boryana*, *Colpomenia sinuosa*, *Hydroclathrus clathratus* et *Cystoseira myrica*.

☆Concernant la deuxième station (Ambodilaitry) :

La barrière récifale en face de cette station est dénommée « Ankarambiavy », près de la passe d'Ambodilaitry. On a recensé 53 espèces (Tableau 4), réparties en 20 espèces de Rhodophycées, 26 espèces de Chlorophycées, 2 espèces de Phéophycées et enfin 5 espèces de Phanérogames.

Cette station, ayant la forme d'une petite baie, est abritée par une petite barrière récifale appelée « Malaimbandy ». L'action des vagues est atténuée par cette petite barrière récifale, faisant en sorte que le mode est en général calme au niveau de cette station.

On assiste à une abondance effective des Chlorophycées, notamment les familles des Caulerpaceae et des Cladophoraceae. Pour la famille des Caulerpaceae, on a : *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa mexicana*, *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa webbiana*, *Caulerpa serrulata var.boryana* et *Caulerpa serrulata f.spiralis* et pour la famille des Cladophoraceae, on a *Chaetomorpha crassa*. Cette dernière est très abondante sur la zone d'herbier. Les Rhodophycées sont abondantes sur le platier algal, représentées par la famille des Corallinaceae (*Amphiroa fragilissima*, *Jania adhaerens*, *Jania unguolata*) et *Gelidiaceae* (*Pterocladia capillacea*).

☆Sur la troisième station (Ambatomikopaka):

On a répertorié 26 espèces (Tableau 4), dont 7 espèces de Rhodophycées, 10 espèces de Chlorophycées, 2 espèces de Phéophycées et 7 espèces de Phanérogames.

La barrière récifale de cette station présente des passes, et celle d'Ambatomikopaka est un lieu de passage des bateaux, justifiant l'appellation : « Ankoalambe » ( Hoala veut dire passe). Le mode de cette station est encore calme. L'action des vagues ne couvre que le platier algal. Au voisinage de la grande passe, le déferlement des vagues est très fort. Cette situation entrave la vie des algues sur le platier algal et même sur quelques platiers internes du récif.

On assiste à l'abondance des Chlorophycées sur la zone d'herbier, entremêlées avec les Phanérogames. Parmi les espèces présentes, il y a la famille des Caulerpaceae représentée par *Caulerpa sertularioides*, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa mexicana var.pluriseriata*, *Caulerpa serrulata*, *Caulerpa biserrulata* et la famille Halimedaceae représentée par *Halimeda opuntia*, *Halimeda discoidea*.

Les Rhodophycées sont rares, car elles s'installent de préférence sur le platier algal, mais ce platier est situé près de la grande passe où l'hydrodynamisme est très fort, ce qui entraîne la difficulté de leur installation.

☆*Dans la quatrième station (Antamponge) :*

La barrière récifale n'est pas continue, laissant ainsi les vagues déferler partout sur cette station. Mais cette action déferlante est moindre sur les zones d'herbiers. Cette situation se répercute sur la distribution des espèces floristiques. On a inventorié 23 espèces (Tableau 4), réparties comme suit : 5 espèces de Rhodophycées, 11 espèces de Chlorophycées, 2 espèces de Phéophycées et 5 espèces de Phanérogames.

Les Chlorophycées sont abondantes sur la zone d'herbier, représentées par la famille Caulerpaceae (*Caulerpa biserrulata*, *Caulerpa mexicana*, *Caulerpa sertularioides*, *Caulerpa serrulata var. boryana*, *Caulerpa taxifolia*) et la famille Halimedaceae (*Halimeda discoidea*, *Halimeda opuntia*).

Les Rhodophycées sont rares, et parmi les espèces rencontrées on a la famille Rhodomelaceae représentée par *Halymenia durvillei*, *Laurencia flexilis* et *Laurencia similis*.

☆*Au niveau de la cinquième station (Cap Baldrisy) :*

Cette station se trouve à côté du noyau dur « Ankoalambanona » où il y a de nombreux passes. Ces passes laissent évidemment les vagues déferler partout dans cette station. L'action des vagues est très vive même jusqu'à la pointe du cap. On a recensé 27 espèces (Tableau 4), réparties en 10 espèces de Rhodophycées, 8 espèces de Chlorophycées, 4 espèces de Phéophycées et enfin 5 espèces de Phanérogames.

Les Rhodophycées sont plus abondantes dans cette station puisqu'elles sont les plus adaptées à un fort hydrodynamisme. Parmi les espèces inventoriées, la famille des Hypneaceae est la plus importante, représentée par *Hypnea cornuta*, *Hypnea spinella*.

Les Chlorophycées et Phéophycées sont présentes mais à effectif faible et entremêlées avec les Phanérogames. Parmi les espèces de Chlorophycées rencontrées, on a la famille des Caulerpaceae (*Caulerpa serrulata*, *Caulerpa taxifolia*), la famille des Halimedaceae (*Halimeda opuntia*), la famille des Udoteaceae (*Avrainvillea obscura*) et la famille des Valoniaceae (*Dictyosphaeria cavernosa*, *Dictyosphaeria versluyisii*) et ensuite pour les espèces de Phéophycées on a la famille des Dictyotaceae (*Dictyota humifusa* et *Dictyota cervicornis*).

☆Concernant la sixième station (Masoala) :

Cette station est caractérisée par la présence des petits îlots (Nosy Behento, Nosiratsy). L'hydrodynamisme est très fort parce que la barrière récifale n'est pas encore émergée. On a recensé 28 espèces (Tableau 4), réparties en 3 espèces de Rhodophycées, 13 espèces de Chlorophycées, 5 espèces de Phéophycées et 7 espèces de Phanérogames.

Les Chlorophycées sont plus abondantes, entremêlées avec les Phanérogames. Entre autres, la famille des Caulerpaceae (*Caulerpa webbiana*, *Caulerpa serrulata*, *Caulerpa sertularioides*, *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa taxifolia*) et Ulvaceae (*Enteromorpha compressa*) sont importantes.

Les Rhodophycées sont rares du fait de la rareté de substrats durs mais les Phéophycées sont toujours présentes, avec de faible effectif et on a la famille des Dictyotaceae représentée par *Dictyota humifusa*, *Dictyota cervicornis*, *Padina boryana* et *Padina boergesenii*.

### Conclusion partielle

En se referant sur les diagrammes ci-après (voir annexe 5), la station 1 (Andranomiditra) semble être plus riche en espèces floristiques, car elles représentent de 32 à 40% des espèces. Autrement dit, les conditions écologiques de cette station sont favorables à leur développement. En outre, l'abondance des Chlorophycées est remarquable sur la station 2 (Ambodilaitry), car 29% des Chlorophycées préfèrent pousser dans cette station.

#### c Parcelle marine Tampolo (Site 3)

Le tableau ci-dessous présente l'effectif des espèces rencontrées sur le terrain selon les quatre classes systématiques :

**Tableau 5 : Abondance des espèces des quatre classes systématiques dans les six stations considérées de la parcelle marine Tampolo**

Station	A	B	C	D	E	F
Rhodophycées	7	2	10	9	9	8
Chlorophycées	7	3	1	5	4	7
Phéophycées	4	4	0	3	2	2
Phanérogames	5	9	0	8	6	2
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>19</b>

A: Anaravanambe    B: Anaravanankely    C: Nosindrendra    D: Antsirapilao

E: Maroantoko    F: Andaky

➤ *Au niveau de la première station (Anaravanambe) :*

Dans cette station, le récif reste immergé, ce qui implique une forte action des vagues partout sauf sur les zones abritées par les rochers. Le substrat de type sablo vaseux associé à la forme en baie de cette station facilite l'installation de la flore marine. On a répertorié 23 espèces (Tableau 5), réparties en 7 espèces de Rhodophycées, 7 espèces de Chlorophycées, 4 espèces de Phéophycées et enfin 5 espèces de Phanérogames.

Les espèces floristiques de cette station, pour avoir une bonne fixation, profitent de la présence de quelques blocs de rochers sur le fond marin. Les Rhodophycées sont représentées par *Amphiroa fragilissima*, *Acanthophora spicifera* et *Digenea simplex*. Alors que pour les Chlorophycées, on a rencontré *Dictyosphaeria cavernosa*, *Halimeda opuntia*, *Halimeda macroloba* et *Caulerpa taxifolia*. Enfin, pour les Phéophycées, on a trouvé des espèces comme *Padina boryana*, *Cystoseira discors* et *Padina boergesenii*. Durant l'étude dans cette station, on a remarqué l'abondance des Herbiers, surtout *Syringodium isoetifolium*.

➤ *Concernant la deuxième station (Anaravanankely) :*

Cette station est abritée et présente un mode calme du fait de la présence des rochers aux alentours empêchant l'action brutale des vagues. Ensuite, la présence de quelques rochers au fond permet l'installation des espèces. On a inventorié 18 espèces (Tableau 5), lesquelles sont réparties comme suit : 2 espèces de Rhodophycées, 3 espèces de Chlorophycées, 4 espèces de Phéophycées et 9 espèces de Phanérogames.

Parmi les espèces rencontrées, pour les Rhodophycées il y a *Hypnea cornuta*, *Gracilaria sp*, pour les Chlorophycées : on a trouvé *Caulerpa sertularioides*, *Caulerpa webbiana*, *Avrainvillea obscura*. Enfin, pour les Phéophycées, les espèces rencontrées sont représentées par *Padina boryana*, *Cystoseira myrica*, *Cystoseira discors* et *Turbinaria ornata*. Le fait marquant dans cette station est l'abondance des herbiers, représentés par *Thalassodendron ciliatum*.

➤ *Dans la troisième station (Nosindrendra) :*

Cette station est juste à côté du noyau dur de la parcelle marine Tampolo. L'action déferlante des vagues y règne et rend difficile l'échantillonnage. En effet, il n'y a ni barrière récifale en surface, ni rochers. On a répertorié 11 espèces (Tableau 5), dont 10 espèces de Rhodophycées et 1 seule espèce de Chlorophycées. Ces chiffres montrent que les Rhodophycées dominent, consécutif à leur adaptation en premier lieu à la profondeur et ensuite au fort hydrodynamisme. Parmi les espèces présentes, il y a *Jania unguolata*, *Jania*

*adhaerens*, *Lithothamnium sp.*, *Lithophyllum bamleri*, *Pterocladia nana*, *Sarcodia montagneata*, *Galaxaura elongata*, *Galaxaura verprecula*, *Amhiroa fragilissima* et *Sarconema filiforme*. Les Chlorophycées ne présentent qu'une seule espèce à savoir *Dictyosphaeria cavernosa*.

➤ *Sur la quatrième station (Antsirapilao) :*

C'est une station abritée par les rochers où l'action déferlante des vagues est atténuée. Les algues rouges sont abondantes par rapport aux autres espèces rencontrées. Elles se mélangent avec les algues brunes et vertes. Dans cette station, on a répertorié 25 espèces (Tableau 5), dont 9 espèces de Rhodophycées, 5 espèces de Chlorophycées, 3 espèces de Phéophycées et 8 espèces de Phanérogames.

Parmi les Rhodophycées rencontrées, il y a *Pteroclatiella capillacea*, *Jania adhaerens*, *Amhiroa fragilissima*, *Acanthophora spicifera*, *Neurymeria fraxinifolia*. Ainsi pour les Chlorophycées, on a rencontré de *Caulerpa serrulata*, *Caulerpa webbiana* et *Caulerpa racemosa*. Enfin, les Phéophycées sont présentes mais à de faible effectif, entre autre, il y a *Cystoseira discors*, *Cystoseira myrica* et *Dictyopteris delicatula*. Ces espèces profitent de la présence de quelques rochers sur le fond pour s'installer.

➤ *Concernant la cinquième station (Maroantoko) :*

Cette station prend la forme d'une petite baie et l'action des vagues est moyennement forte. Le fond de la baie est tapissé de blocs de rochers où les algues trouvent des substrats pour fixer. On a recensé 21 espèces (Tableau 5), réparties en 9 espèces de Rhodophycées, 4 espèces de Chlorophycées, 2 espèces de Phéophycées et 6 espèces de Phanérogames.

Pour les Rhodophycées, on a trouvé de *Pterocladia nana*, *Acanthophora spicifera*, *Gracilaria salicornia*, *Galaxaura verprecula*, *Hypnea pannosa*, *Hypnea esperi* et *Grateloupia livida*. Ensuite pour les Chlorophycées il y a *Caulerpa serrulata*, *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa sertularioides*. Enfin les espèces de Phéophycées sont composées de *Turbinaria ornata* et *Cystoseira discors*.

➤ *Sur la sixième station (Andaky) :*

Cette station est entourée de rochers empêchant les actions des vagues et rendant l'eau plus calme. La présence des blocs de rochers dans l'eau offre aux algues des substrats pour leur installation. On a répertorié 19 espèces (Tableau 5), réparties en 8 espèces de

Rhodophycées, 7 espèces de Chlorophycées, 2 espèces de Phéophycées et 2 espèces de Phanérogames.

Parmi les espèces de Rhodophycées inventoriées, il y a *Gracilaria salicornia*, *Gracilaria corticata*, *Lithophyllum bamleri*, *Galaxaura verprecula*, *Pterocladia nana*, *Neurymeria fraxinifolia*, *Jania rubens*, *Digenea simplex*. Pour les Chlorophycées on a *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa sertularioides*, *Avrainvillea erecta*, *Avrainvillea obscura*, *Udotea argentea*, *Udotea geppi* et *Neomeris van bosseae*. Enfin pour les Phéophycées il y a *Turbinaria ornata* et *Cystoseira discors*.

### Conclusion partielle

La répartition des espèces floristiques dans les différentes stations prospectées ne varie que très peu (voir annexe 6). Par exemple, au niveau de la station A (Anaravanambe), on compte de 25 à 27% des espèces ; pour la station B (Anaravanankely), on recense de 27 à 29% des espèces ; et enfin pour la station D (Antsirapilao), on trouve 20 à 27% des espèces. La différence est nettement plus marquée au niveau de la station C (Nosindrendra) où la dominance des Rhodophycées est marquée et les autres classes sont absentes à l'exception d'une seule espèce de Chlorophycées. Ces faits témoignent de la similitude de ces stations vis-à-vis des conditions écologiques.

#### 4.2 Caractérisation du peuplement par la constance et la fidélité des espèces

Suite à la méthodologie que nous avons proposée au cours de cette étude et aux calculs adoptés pour déterminer la constance et la fidélité de chaque espèce (Annexe 9), nous allons représenter sous forme de tableau de classification bionomique (tableau n°6, 7, 8) la caractérisation du peuplement étudié.

##### 4.2.1 Site I (Parcelle marine Tanjona)

**Tableau 6 : La classification bionomique des espèces floristiques répertoriées dans le site I**

(Référence aux travaux de DAJOZ, 1971 et GENTIL, 1976 in MARA, 1988)

Fidélités	Espèces électives 75-100%	Espèces préférées 50-74,99%	Espèces indifférentes 25-49,99%	Espèces occasionnelles 0-24,99%
<b>Constances</b>				
<b>Espèces constantes 75 - 100%</b>		<i>Caulerpa sertularioides</i>		<i>Cymodocea rotundata</i>
<b>Espèces communes 50 - 74,99%</b>		<i>Caulerpa racemosa</i>	<i>Cymodocea serrulata</i> <i>Halimeda opuntia</i>	<i>Halophila ovalis</i> <i>Syringodium isoetifolium</i> <i>Dictyosphaeria cavernosa</i>
<b>Espèces peu</b>	<i>Amphiroa fragilissima</i>	<i>Laurencia similis</i>	<i>Thalassia hemprichii</i>	<i>Haliphila stipulacea</i>

<b>communes</b> <b>25 - 49,99%</b>	<i>Caulerpa biserrulata</i> <i>Caulerpa serrulata</i> <i>var.boryana</i> <i>Ulva reticulata</i> <i>Chnoospora implexa</i> <i>Sargassum asperifolium</i> <i>Sargassum ilicifolium</i>	<i>Lithothamnium</i> <i>sp.</i> <i>Hypnea pannosa</i> <i>Chamaedoris</i> <i>delphinii</i>	<i>Thalassodendron ciliatum</i> <i>Centroceras clavulatum</i> <i>Acanthophora spicifera</i> <i>Gracilaria salicornia</i> <i>Hypnea spicifera</i> <i>Galaxaura elongata</i> <i>Halimeda micronesica</i> <i>Codium arabicum</i> <i>Dictyota humifusa</i> <i>Padina boergesenii</i> <i>Colpomenia sinuosa</i> <i>Turbinaria decurrens</i>	<i>Halodule pinifolia</i> <i>Halodule uninervis</i> <i>Halymenia durvillei</i> <i>Jania adhaerens</i> <i>Galaxaura verprecula</i> <i>Neomeris van bosseae</i> <i>Dictyota cervicornis</i>
<b>Espèces rares</b> <b>0 - 24,99%</b>	<i>Halophila minor</i> <i>Spyridia filamentosa</i> <i>Digenea simplex</i> <i>Amphiroa ephedrea</i> <i>Jania rubens</i> <i>Eucheuma denticulatum</i> <i>Eucheuma sp.</i> <i>Sarconema filiforme</i> <i>Galaxaura marginata</i> <i>Liagora boergesenii</i> <i>Yamadaella caenomyce</i> <i>Caulerpa webbiana</i> <i>Halimeda cf.discoidea</i> <i>Udotea glaucescens</i> <i>Cladophora mauritiana</i> <i>Codium dwarkense</i> <i>Dictyota crispata</i> <i>Lobophora variegata</i> <i>Sphacelaria rigidula</i> <i>Rosenvingea intricata</i> <i>Cystoseira myrica</i> <i>Cystoseira sp.</i> <i>Sargassum merifeldii</i> <i>Sargassum oligocystum</i>	<i>Jania capillacea</i> <i>Jania sp.</i> <i>Liagora</i> <i>divaricata</i> <i>Caulerpa</i> <i>filicoides</i> <i>var.andamanensis</i> <i>Caulerpa</i> <i>serrulata</i> <i>Avrainvillea</i> <i>obscura</i> <i>Cladophora</i> <i>glomerulata</i> <i>Neomeris</i> <i>annulata</i> <i>Ulva pertusa</i> <i>Cystoseira</i> <i>trinodis</i> <i>Turbinaria</i> <i>ceranoides</i>	<i>Caulerpa taxifolia</i> <i>Codium geppi</i> <i>Padina boryana</i> <i>Hydroclathrus clathratus</i> <i>Turbinaria decurrens</i>	<i>Dictyota linearis</i>

Ce tableau de la classification bionomique résume les espèces floristiques en termes d'espèces caractéristiques, espèces tolérantes et espèces rares. Par conséquent, lorsque chaque espèce est classée de cette manière dans son écosystème, elle peut être :

- soit préférant, car elle s'y trouve constamment ;
- soit occasionnelle, puisqu'elle tolère les conditions du milieu ;
- soit que l'espèce s'y rencontre très faiblement pour être considérée comme caractéristique.

Pour la parcelle marine Tanjona (Site I), les espèces caractéristiques sont uniquement constituées par les algues vertes de la famille des Caulerpaceae : *Caulerpa sertularioides* et *Caulerpa racemosa*. Parmi les espèces tolérantes, on peut citer les Phanérogames (*Cymodocea serrulata*, *Cymodocea rotundata*, *Halophila ovalis*, *Syringodium isoetifolium*) et les algues vertes qui sont représentées par *Halimeda opuntia* et *Dictyosphaeria cavernosa*. Les espèces considérées comme caractéristiques mais rares existent, parmi lesquelles *Amphiroa fragilissima*, *Hypnea pannosa*, *Chamaedoris delphinii*, *Sargassum asperifolium* et *Sargassum ilicifolium*. Enfin les espèces trop rares sont nombreuses et représentées à la fois

par quelques espèces de Phanérogames, de Rhodophycées, de Chlorophycées et de Phéophycées.

#### 4.2.2 Site II (Parcelle marine Ambodilaitry)

**Tableau 7 : La classification bionomique des espèces floristiques répertoriées dans le site II**

(Référence aux travaux de DAJOZ, 1971 et GENTIL, 1976 in MARA, 1988)

Fidélités Constances	Espèces électives 75-100%	Espèces préférées 50-74,99%	Espèces indifférentes 25-49,99%	Espèces occasionnelles 0-24,99%
<b>Espèces constantes 75 – 100%</b>				
<b>Espèces communes 50 – 74,99%</b>	<i>Thalassia hemprichii</i> <i>Euclidean sp.</i> <i>Caulerpa mexicana</i> <i>Enteromorpha kylinii</i>	<i>Cymodocea serrulata</i> <i>Acanthophora spicifera</i> <i>Hypnea cornuta</i> <i>Hypnea spicifera</i> <i>Neomeris van bosseae</i>	<i>Thalassodendron ciliatum</i> <i>Caulerpa sertularioides</i> <i>Halimeda cf. discoidea</i>	<i>Halophila ovalis</i> <i>Cymodocea rotundata</i> <i>Halodule uninervis</i>
<b>Espèces peu communes 25-49,99%</b>	<i>Lithothamnium sp.</i> <i>Pterocladia nana</i> <i>Hypnea valentiae</i> <i>Euclidean denticulatum</i> <i>Caulerpa racemosa var. peltata</i> <i>Boodlea composita</i> <i>Chaetomorpha crassa</i> <i>Codium arabicum</i> <i>Codium geppi</i> <i>Cystoseira discors</i>	<i>Halodule pinifolia</i> <i>Amphiroa fragilissima</i> <i>Hypnea pannosa</i> <i>Caulerpa webbiana</i> <i>Enteromorpha compressa</i> <i>Padina boryana</i> <i>Hydroclathrus clathratus</i>	<i>Halophila stipulacea</i> <i>Laurencia flexilis</i> <i>Laurencia similis</i> <i>Jania adhaerens</i> <i>Lithophyllum bamleri</i> <i>Caulerpa mexicana var. pluriseriata</i> <i>Caulerpa racemosa</i> <i>Cladophora saviniana</i>	<i>Syngodium isoetifolium</i> <i>Halymenia durvillei</i> <i>Caulerpa filicoides var. andamanensis</i> <i>Caulerpa serrulata</i> <i>Caulerpa taxifolia</i> <i>Halimeda opuntia</i> <i>Dictyosphaeria cavernosa</i> <i>Dictyosphaeria versluisii</i> <i>Dictyota cervicornis</i> <i>Dictyota humifusa</i>
<b>Espèces rares 0 – 24,99%</b>	<i>Ceramium strictum</i> <i>Griffittsia sp.</i> <i>Dictyurus purpurascens</i> <i>Euptilota sp.</i> <i>Haliptilon subulatum</i> <i>Laurencia glandulifera</i> <i>Laurencia sp.</i> <i>Neurymeria fraxinifolia</i> <i>Herposiphonia sp.</i> <i>Amphiroa anceps</i> <i>Jania unguolata</i> <i>Jania sp.</i> <i>Gelidiopsis sp.</i> <i>Gelidiopsis variabilis</i> <i>Gigartina sp.</i> <i>Gracilaria sp.</i> <i>Hypnea sp.</i> <i>Sarcodia montagneata</i> <i>Sarconema filiforme</i> <i>Galaxaura elongata</i> <i>Liagora boergesenii</i> <i>Liagora ceranoides</i> <i>Yamadaella caenomyce</i> <i>Bryopsis pennata</i> <i>Caulerpa urvilleana</i> <i>Halimeda micronesica</i> <i>Cladophora glomerulata</i>	<i>Ceramium mazatlanense</i> <i>Crouania attenuata</i> <i>Digenea simplex</i> <i>Cheilosporum spectabile</i> <i>Pteroclatiella capillacea</i> <i>Hypnea spinella</i> <i>Caulerpa serrulata var. boryana</i> <i>Caulerpa serrulata f. spiralis</i> <i>Halimeda macroloba</i> <i>Avrainvillea obscura</i> <i>Udotea flabellum</i> <i>Udotea geppi</i> <i>Cladophora mauritiana</i> <i>Cladophora sp.</i> <i>Ulva pertusa</i>	<i>Jania capillacea</i> <i>Galaxaura verprecula</i>	

	<i>Cladophoropsis sundanensis</i> <i>Codium dwarkense</i> <i>Codium sp.</i> <i>Enteromorpha ramulosa</i> <i>Ulva fasciata</i> <i>Microdictyon aghardianum</i> <i>Chamaedoris delphinii</i> <i>Boergesenia forbesii</i> <i>Padina boergesenii</i> <i>Sphacelaria rigidula</i> <i>Colpomenia sinuosa</i> <i>Cystoseira myrica</i> <i>Sargassum oligocystum</i>			
--	--	--	--	--

Cette parcelle marine présente de nombreuses espèces caractéristiques, représentées par les Rhodophycées, les Chlorophycées et les Phanérogames. Parmi les algues rouges, on trouve *Eucheuma sp*, *Acanthophora spicifera*, *Hypnea cornuta*, *Hypnea spicifera*. Ainsi, pour les algues vertes, on peut citer *Caulerpa mexicana*, *Enteromorpha kylinii*, *Neomeris van bosseae*.

Enfin pour les Phanérogames, on recense *Thalassia hemprichii* et *Cymodocea serrulata*. Les espèces tolérantes sont présentes et elles sont en majorité représentées par les Phanérogames marines comme *Thalassodendron ciliatum*, *Halophila ovalis*, *Cymodocea rotundata* et *Halodule uninervis*. Ensuite, les restes des espèces sont représentés par les Chlorophycées, entre autre *Caulerpa sertularioides* et *Halimeda cf. discoidea*. Enfin, les espèces rares mais caractéristiques et les espèces rares sont nombreuses, et les quatre classes systématiques de la flore marine sont présentes.

#### 4.2.3 Site III (Parcelle marine Tampolo)

**Tableau 8 : La classification bionomique des espèces floristiques répertoriées dans le site III**

(Référence aux travaux de DAJOZ, 1971 et GENTIL, 1976 in MARA, 1988)

Fidélités Constances	Espèces électives 75-100%	Espèces préférées 50-74,99%	Espèces indifférentes 25-49,99%	Espèces occasionnelles 0-24,99%
Espèces constantes 75 -100%			<i>Cymodocea rotundata</i>	
Espèces communes 50-74,99%	<i>Jania unguata</i> <i>Hypnea pannosa</i>	<i>Jania adhaerens</i> <i>Galaxaura</i> <i>elongata</i> <i>Cystoseira myrica</i>	<i>Cymodocea serrulata</i> <i>Halodule uninervis</i> <i>Thalassia hemprichii</i> <i>Syringodium</i> <i>isoetifolium</i> <i>Amphiroa fragilissima</i> <i>Galaxaura verprecula</i> <i>Caulerpa</i> <i>sertularioides</i> <i>Turbinaria ornata</i>	<i>Cystoseira discors</i>
Espèces peu communes	<i>Amphiroa anceps</i> <i>Lithothamnium sp.</i>	<i>Digenea simplex</i> <i>Lithophyllum</i>	<i>Halophila ovalis</i> <i>Halophila stipulacea</i>	<i>Gracilaria salicornia</i>

<b>25-49,99%</b>	<i>Gelidiella acerosa</i> <i>Pterocladia capillacea</i> <i>Gracilaria corticata</i> <i>Hypnea esperi</i> <i>Sarcodia montagneata</i> <i>Avrainvillea erecta</i> <i>Udotea argentea</i> <i>Udotea geppi</i> <i>Codium arabicum</i> <i>Padina boergesenii</i>	<i>bamleri</i> <i>Hypnea cornuta</i> <i>Caulerpa racemosa</i> <i>Caulerpa serrulata</i> <i>Caulerpa webbiana</i> <i>Neomeris van bosseae</i> <i>Padina boryana</i>	<i>Halodule pinifolia</i> <i>Thalassodendron ciliatum</i> <i>Acanthophora spicifera</i> <i>Pterocladia nana</i> <i>Caulerpa taxifolia</i> <i>Avrainvillea obscura</i> <i>Dictyosphaeria cavernosa</i>	
<b>Espèces rares 0-24,99%</b>	<i>Halitilon subulatum</i> <i>Jania rubens</i> <i>Grateloupia livida</i> <i>Sarconema filiforme</i> <i>Galaxaura sp.</i> <i>Halimeda macroloba</i> <i>Halimeda opuntia</i> <i>Ventricaria ventricosa</i> <i>Dictyopteris delicatula</i>	<i>Neurymeria fraxinifolia</i>		

Dans cette parcelle marine, les espèces caractéristiques sont représentées par les algues rouges et brunes. Parmi les algues rouges, on peut citer *Jania unguolata*, *Hypnea pannosa*, *Jania adhaerens* et *Galaxaura elongata*, et pour les algues brunes *Cystoseira myrica*. Les espèces tolérantes sont représentées par les quatre classes systématiques : Phanérogames, Rhodophycées, Chlorophycées et Phéophycées.

Pour les Phanérogames, on trouve *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Halodule uninervis*, *Thalassia hemprichii* et *Syringodium isoetifolium*. Puis pour les algues rouges, il y a *Amphiroa fragilissima* et *Galaxaura verprecula*. Ensuite pour les algues vertes, on peut citer *Caulerpa serrulata*. Enfin pour les algues brunes, on trouve *Turbinaria ornata*. Les espèces tolérantes à large répartition sont représentées par une seule espèce d'algue brune *Cystoseira discors*.

Enfin, les espèces caractéristiques mais rares et les espèces rares sont en grand nombre.

#### 4.3 Mesure de ressemblance

En considérant la répartition de la flore marine suivant les trois sites étudiés et l'importance des espèces identifiées (Annexe I), la parcelle marine Ambodilaitry semble être la plus peuplée. Mais pour mieux approfondir notre analyse, il est nécessaire de procéder à une mesure de ressemblance de ces sites. La démarche consiste à comparer les sites en fonction des espèces récoltées, en calculant des indices qualificatifs (Présence/Absence) donnant une indication de ressemblance (LEGENDRE et LEGENDRE, 1984 in MARA, 1988). Ainsi, il est possible d'interpréter les structures écologiques du peuplement sur la base des exigences

écologiques des espèces floristiques. Cette mesure de ressemblance est menée tout d'abord par site en se basant sur les stations considérées et puis dans le parc marin en général basé sur les trois parcelles marines.

#### 4.3.1 Site I (Parcelle marine Tanjona)

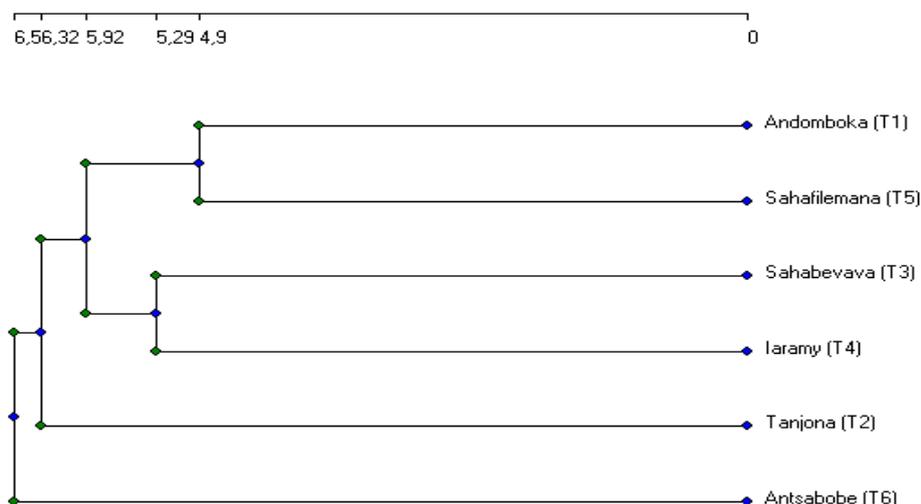
Dans cette parcelle marine, la mesure est menée sur les six stations prospectées : Andomboko (T<sub>1</sub>), Tanjona (T<sub>2</sub>), Sahabevava (T<sub>3</sub>), Iaramy (T<sub>4</sub>), Sahafilemana (T<sub>5</sub>) et Antsabobe (T<sub>6</sub>).

##### 4.3.1.1 Indices de similarité

**Tableau 9 : Matrice de similarité de SORENSEN**

Station	Andomboka	Tanjona	Sahabevava	Iaramy	Sahafilemana	Antsabobe
Andomboko	1					
Tanjona	0,59	1				
Sahabevava	0,53	0,57	1			
Iaramy	0,51	0,49	0,61	1		
Sahafilemana	0,56	0,41	0,44	0,58	1	
Antsabobe	0,50	0,51	0,47	0,59	0,51	1

##### 4.3.1.2 Présentation du dendrogramme



**Figure 7 : Dendrogramme des affinités spécifiques entre les 6 stations prospectées dans la parcelle marine Tanjona**

D'après les mesures d'association en mode Q employé, l'allure du dendrogramme obtenu montre que la première station (Andomboko) et la cinquième station (Sahafilemana)

forme un lien simple avec un indice de similarité 0,56 et les six autres stations Andomboka, Tanjona, Sahabevava, Iaramy, Sahafilemana et Antsabobe forment des liens complexes.

La ressemblance entre la première station et la cinquième station est due au type de substrat sablo vaseux et des facteurs physico-chimiques, comme la température, la salinité, la turbidité et la lumière. En fait, leur différence peut être expliquée par l'existence de dessalure au niveau de la cinquième station (Sahafilemana).

Les groupements à lien complexe combine les six stations. Cela nous montre que leur affinité est faible. Cet événement est dû, en premier lieu, aux inégalités du type de substrat dans les différentes stations (sablovaseux, pont rocheux,...) et ensuite l'existence de dessalure dans de nombreuses stations. On peut remarquer aussi sur la figure que la distance entre les deux classes consécutives  $[T_1, T_5]$  et  $[T_2, T_1-T_5]$  est très faible. Cette situation montre que les caractéristiques des espèces incluses dans ces classes sont très proches.

#### 4.3.2 Site II (Parcelle marine Ambodilaitry)

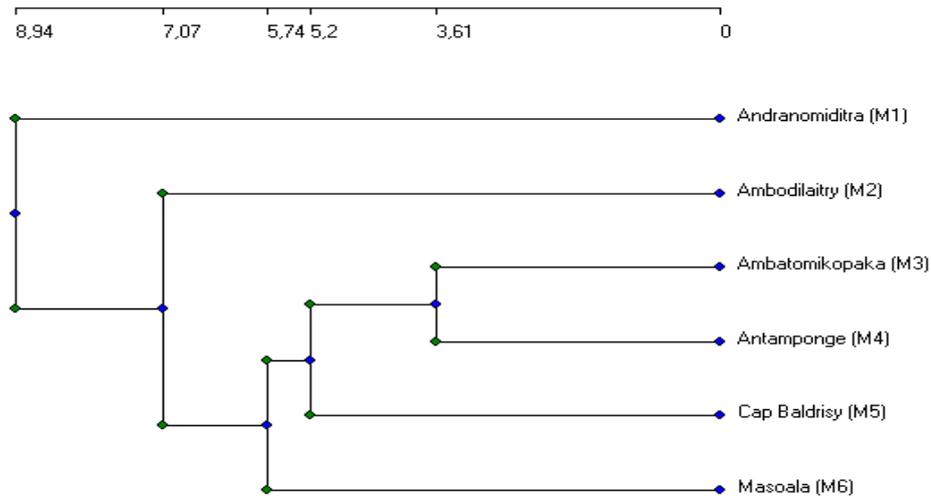
Le processus de la mesure de ressemblance est identique à celui du précédent, mais seulement les stations varient, entre autre : Andranomiditra ( $M_1$ ), Ambodilaitry ( $M_2$ ), Ambatomikopaka ( $M_3$ ), Antamponge ( $M_4$ ), Cap Baldrisy ( $M_5$ ) et Masoala ( $M_6$ ).

##### 4.3.2.1 Indices de similarité

**Tableau 10 : Matrice de similarité de SORENSEN**

Station	Andranomiditra	Ambodilaitry	Ambatomikopaka	Antamponge	Cap Baldrisy	Masoala
Andranomiditra	1					
Ambodilaitry	0,29	1				
Ambatomikopaka	0,24	0,46	1			
Antamponge	0,22	0,50	0,73	1		
Cap Baldrisy	0,33	0,38	0,49	0,56	1	
Masoala	0,21	0,49	0,44	0,43	0,40	1

### 4.3.2.2 Présentation du dendrogramme



**Figure 8 : Dendrogramme des affinités spécifiques entre les six stations prospectées dans la parcelle marine Ambodilaitry**

L'allure du dendrogramme montre que la troisième (Ambatomikopaka) et la quatrième station (Antamponge) forme un lien simple avec indice de similarité 0,73. Les six autres stations Andranomiditra, Ambodilaitry, Ambatomikopaka, Antamponge, Cap Baldrisy et Masoala forment des liens complexes.

La troisième et quatrième station ont une affinité relativement forte, environ 73%. Cette forte ressemblance semble reposée sur l'influence des facteurs hydrodynamiques, des facteurs physico-chimiques en particulier la température, la salinité et la lumière. Tandis que leur différence peut être expliquée par l'influence de la structure de la barrière récifale. Par ailleurs, le groupement à lien complexe combine les six stations, ce qui veut dire que leur similarité est faible. Ce fait semble montrer l'affinité des espèces aux facteurs écologiques existant dans les stations où elles vivent, plus particulièrement l'existence ou non de substrats et la position des stations qui se présente sous la forme d'une petite baie.

### 4.3.3 Site III (Parcelle marine Tampolo)

Le processus de mesure adopté est le même que celui proposé précédemment et les stations prospectées sont Anaravanambe (A), Anaravanankely (B), Nosindrendra (C), Antsirapilao (D), Maroantoko (E) et Andaky (F).

### 4.3.3.1 Indices de similarité

Tableau 11 : Matrice de similarité de SORENSEN

Sites	Anaravanambe	Anaravanankely	Nosindrendra	Antsirapilao	Maroantoko	Andaky
Anaravanambe	1					
Anaravanankely	0,54	1				
Nosindrendra	0,24	0	1			
Antsirapilao	0,38	0,56	0,17	1		
Maroantoko	0,45	0,51	0,19	0,48	1	
Andaky	0,43	0,38	0,2	0,18	0,4	1

### 4.3.3.2 Présentation du dendrogramme

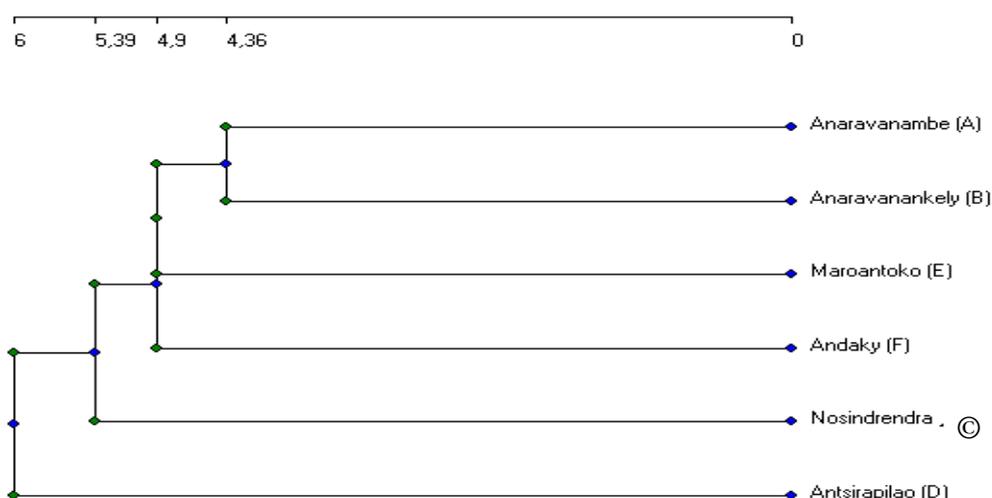


Figure 9 : Dendrogramme des affinités spécifiques entre les 6 stations prospectées dans la parcelle marine Tampolo

D'après l'analyse en mode Q, l'allure du dendrogramme montre que la première (Anaravanambe) et la deuxième station (Anaravanankely) forment un lien simple avec indice de similarité 0,54. Les six autres stations forment de liens complexes. La ressemblance entre les stations A et B est due en premier lieu à l'influence de facteur hydrodynamique, et ensuite, des facteurs physico-chimiques, en particulier : la lumière, la turbidité, la salinité et la température. D'autre part, leur différence résulte de la disponibilité ou non de substrat (bloc de roche) sur le fond de l'eau et ensuite la morphologie de la station B en une petite baie.

Le groupement à lien complexe combine les six stations Anaravanambe, Anaravanankely, Nosindrendra, Antsirapilao, Maroantoko, Andaky témoignant de leur faible similarité. Ce phénomène est dû à l'affinité des espèces par rapport aux facteurs écologiques rencontrés dans ces différentes stations, en particulier, le fort hydrodynamisme pouvant empêcher la fixation de nombreuses espèces.

On peut remarquer aussi sur la figure que la distance entre les deux classes consécutives [E, A-B] et [F, A-B-E] est très faible. Ceci désigne que les caractéristiques des espèces incluses dans ces classes sont très proches.

#### 4.3.4 Parc marin entier

La mesure de ressemblance sur le parc marin, en général, est aussi nécessaire afin d'avoir des informations sur l'affinité des trois parcelles marines Masoala où nous avons effectué notre étude.

##### 4.3.4.1 Indices de similarité

**Tableau 12 : Matrice de similarité de SORENSEN**

	Tanjona	Ambodilaitry	Tampolo
Tanjona	1		
Ambodilaitry	0,62	1	
Tampolo	0,49	0,53	1

##### 4.3.4.2 Présentation du dendrogramme



**Figure 10 : Dendrogramme des affinités spécifiques entre les 3 parcelles marines Masoala**

En observant ce dendrogramme, on constate que les trois parcelles marines du Parc marin Masoala forment un groupe. Ceci montre qu'elles ont une affinité très proche. L'explication attribuée à ce phénomène est la situation de ces trois parcelles marines dans la baie d'Antongil qui est soumise dans l'ensemble au mode battu et l'agitation presque permanente de la mer.

#### 4.4 Estimation de la biomasse algale

Comme nous avons vu précédemment, la biomasse algale est la valeur du poids sec en gramme des algues par unité de surface (1m<sup>2</sup>). Il est à noter que l'estimation est réalisée seulement sur les deux parcelles marines de Tanjona et d'Ambodilaitry en raison des difficultés d'échantillonnage sur la parcelle marine Tampolo où l'eau de mer est à la fois profonde et très agitée causant les problèmes suscités.

##### 4.4.1 Biomasse algale pour chaque site étudié

###### 4.4.1.1 Site I (Parcelle marine Tanjona)

**Tableau 13 : Biomasse totale, moyenne de biomasse des algues dans la parcelle marine Tanjona**

STATION	St <sub>1</sub>		St <sub>2</sub>		St <sub>3</sub>		St <sub>4</sub>	
	PF	PS	PF	PS	PF	PS	PF	PS
<i>Amphiroa ephedrea</i>			13	2,5				
<i>Caulerpa racemosa</i>	4	1						
<i>Caulerpa serrulata</i>	10	1						
<i>Caulerpa serrulata</i> <i>var. boryana</i>	4	1						
<i>Centroceras clavulatum</i>	100	10			80	14		
<i>Cheilosporum sp.</i>	720	200						
<i>Codium arabicum</i>	15	1,25	30	2,5				
<i>Codium dwarkense</i>			65	5				
<i>Codium geppi</i>			105	20				
<i>Colpomenia sinuosa</i>			160	20			15	2,5
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>	52	5,5	20	2	15	1,5		
<i>Dictyosphaeria versluisii</i>			40	2	55	2,75	23	1,25
<i>Eucheuma sp.</i>	40	5			40	6		
<i>Galaxaura marginata</i>			30	10				
<i>Galaxaura verprecula</i>			20	2				
<i>Gracilaria salicornia</i>	4	1						
<i>Halimeda opuntia</i>	350	125			260	93		
<i>Halymenia durvillei</i>	60	5	235	40				
<i>Hydroclathrus clathratus</i>			20	2			5	2,5
<i>Hypnea pannosa</i>	30	5			30	4		
<i>Jania adhaerens</i>	100	30			95	23		
<i>Jania capillacea</i>	20	5						
<i>Jania rubens</i>	220	60						
<i>Laurencia sp.</i>	4	0,5			5	1,25		
<i>Laurencia similis</i>	520	80					38	5
<i>Liagora sp.</i>			5	0,5				
<i>Turbinaria ornata</i>	50	10						
<i>Ulva pertusa</i>	25	2,5	80	10				
<b>TOTAL</b>	<b>2328</b>	<b>548,8</b>	<b>823</b>	<b>118,5</b>	<b>580</b>	<b>145,5</b>	<b>81</b>	<b>11,25</b>
<b>MOYENNE DE BIOMASSE</b>		<b>28,88</b>		<b>9,12</b>		<b>18,19</b>		<b>2,81</b>

St<sub>1</sub>: Ankarambiavy    St<sub>2</sub>: Ankaranilaotro    St<sub>3</sub>: Ankarana anivo    St<sub>4</sub>: Oalamisampana

PF: Poids frais (g)    PS: Poids sec (g)

L'observation de ce tableau à propos des biomasses algales totales dans les stations prospectées dans la parcelle marine de Tanjona, montre que la biomasse totale est énorme à

Ankarambiavy (St<sub>1</sub>) qui est égale à 548,8g/m<sup>2</sup>, mais le poids total est plus faible à Oalamisampana (St<sub>4</sub>) car la biomasse totale n'est que de 11,25g/m<sup>2</sup>.

En fin du compte, on peut conclure que les conditions écologiques sont plus propices à la croissance des algues à Ankarambiavy par rapport aux autres stations échantillonnées. Au niveau de cette station, la barrière récifale ne renferme que peu de coupure et il y a une superposition de petites barrières récifales en amont empêchant le fort déferlement des vagues. Ce fait entraîne la bonne installation des algues marines.

On verra ultérieurement l'analyse de biomasse de ces différentes stations.

#### 4.4.1.2 Site II (Parcelle marine Ambodilaitry)

**Tableau 14 : Biomasse totale, moyenne de biomasse et taux de dessiccation des algues dans la parcelle marine Ambodilaitry**

STATION	ST <sub>1</sub>		ST <sub>2</sub>		ST <sub>3</sub>		ST <sub>4</sub>	
	PF	PS	PF	PS	PF	PS	PF	PS
<i>Caulerpa biserrulata</i>					10	0,5		
<i>Caulerpa racemosa</i>					25	5		
<i>Ceramium mazatlanense</i>	130	20	10,5	1,25	20	3		
<i>Ceramium strictum</i>	10	3						
<i>Cheilosporum spectabile</i>	185	73			40	18		
<i>Crouania attenuata</i>	10	1						
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>	40	2			5	0,5	2,5	0,3
<i>Dictyosphaeria versluisii</i>	60	10			12,5	0,5	5	0,5
<i>Dictyurus purpurascens</i>	20	1						
<i>Gelidiopsis sp.</i>	20	1						
<i>Halimeda macroloba</i>	30	2						
<i>Halimeda opuntia</i>	60	14	313	143	200	83	7,5	4
<i>Halymenia durvillei</i>	40	1						
<i>Hypnea pannosa</i>	125	30	53,8	8	15	5		
<i>Hypnea spinella</i>	25	1,5						
<i>Hypnea valentiae</i>			5	1	12,5	2,5		
<i>Jania capillacea</i>	260	110	25,9	7,5	18,8	5	5	0,3
<i>Jania sp.</i>	160	50						
<i>Jania unguolata</i>	40	8,5						
<i>Laurencia flexilis</i>	60	10	47,5	5,85	219	30	13	2,8
<i>Laurencia glandulifera</i>			10	2,5	20	5		
<i>Laurencia similis</i>	20	8					13	6,3
<i>Laurencia sp.</i>	36,5	4	35	7,5			70	5
<i>Lithophyllum bamleri</i>					45	33		
<i>Pterocladia nana</i>	20	1						
<i>Pterocладиella capillacea</i>			4,75	0,5				
<i>Sarcodia montagneata</i>	40	5						
<b>TOTAL</b>	<b>1392</b>	<b>356</b>	<b>505,5</b>	<b>177,1</b>	<b>642,8</b>	<b>190,5</b>	<b>116</b>	<b>19,2</b>
<b>MOYENNE DE BIOMASSE</b>		<b>16,95</b>		<b>19,68</b>		<b>14,65</b>		<b>2,74</b>

St<sub>1</sub> : Andranomiditra St<sub>2</sub> : Ankarambiavy St<sub>3</sub> : Ankarambe St<sub>4</sub> : Ankoalambanona

PF : Poids frais (g) PS : Poids sec (g)

Ce tableau montre que la biomasse totale est la plus élevée à Andranomiditra avec 356g, et par contre, la plus faible à Ankoalambanona (19,20g). A partir de ces données, nous pouvons conclure que les algues accusent une meilleure croissance à Andranomiditra par rapport aux autres stations prospectées. La forme de petite baie calme et la structure de la barrière récifale qui n'est pas trop entrecoupée sur cette station offre aux algues un milieu favorable à sa croissance.

Dans l'analyse ultérieure, on peut suivre la comparaison de ces différentes stations prospectées.

#### 4.4.1.3 Comparaison des moyennes de biomasse algale pour chaque site étudié

Nous avons vu dans les tableaux n°13 et 14 les biomasses totales et les moyennes de biomasses. Ensuite, les biomasses moyennes sont établies pour chaque station. Enfin, on veut alors vérifier si ces moyennes diffèrent significativement dans l'ensemble.

##### a Site I (Parcelle marine Tanjona)

**Tableau 15** : Les biomasses moyennes des algues pour chaque station

Stations	St <sub>1</sub>	St <sub>2</sub>	St <sub>3</sub>	St <sub>4</sub>
<b>Paramètres</b>				
n	19	13	8	4
m	28,88	9,12	18,19	2,81

*n* : nombre d'espèces    *m* : moyennes de biomasse algale

Après calcul (voir annexe 1), on obtient  $F_{exp} = 1,09375$ . Comme  $F_{exp} > 1$ , on doit recourir à la table de Snedecor pour chercher  $F_s$  à l'intersection de  $v = 3$  et  $v = 40$

Dans la table, on a trouvé  $F_s = 2,85$  au coefficient de sécurité 0,05.

Ces résultats montrent que  $F_{exp} < F_s$  au coefficient de sécurité 0,05. Par conséquent, les moyennes de biomasses des quatre stations étudiées dans la parcelle marine Tanjona ne diffèrent pas significativement dans leur ensemble. Donc leur différence est due seulement aux fluctuations d'échantillonnages.

*b Site II (Parcelle marine Ambodilaitry)*

**Tableau 16** : Les biomasses moyennes des algues pour chaque station

Stations Paramètres	St <sub>1</sub>	St <sub>2</sub>	St <sub>3</sub>	St <sub>4</sub>
<b>n</b>	21	9	13	7
<b>m</b>	16,95	19,68	14,65	2,74

*n* : nombre d'espèces    *m* : moyennes de biomasse algale

En appliquant la formule de FISCHER, on trouve  $F_{\text{exp}} = 0,55081 < 1$  (voir calcul à l'annexe 2)

Ce résultat ( $F_{\text{exp}} < 1$ ) indique que les moyennes de biomasses des 4 stations étudiées dans la parcelle marine Ambodilaitry ne diffèrent pas significativement dans leur ensemble. Leur différence est due seulement aux fluctuations d'échantillonnage.

## 5 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le Parc national Masoala figure parmi les régions du globe riches en faune et flore. C'est pour cette raison que de nombreux scientifiques malgaches et étrangers se lancent dans des travaux de recherches au niveau du parc. Les résultats des travaux effectués dans le cadre de cette étude permettent de comprendre et d'avoir une idée sur l'état de l'environnement du Parc national Masoala.

L'étude de répartition de la flore marine macro benthique, en se référant à la bibliographie, permet de mieux connaître les divers paramètres importants de l'évolution de l'état de santé du parc. Dans le parc marin Masoala, au sein des trois parcelles marines prospectées, on a pu inventorier 142 espèce de plante marine dont 10 espèces de Phanérogames marines, 59 espèces de Rhodophycées, 49 espèces de Chlorophycées et enfin 24 espèces de Phéophycées.

L'étude de la répartition dans chaque parcelle marine montre que dans la parcelle marine Tanjona, on dénombre 85 espèces, dans celle d'Ambodilaitry 110 espèces et enfin dans celle de Tampolo 55 espèces de végétaux marins.

La structure de la barrière récifale, dans la plupart des cas entrecoupée par de nombreux passes, associée au type de substrats (sablo vaseux) favorise la colonisation par les Phanérogames des différents biotopes coralliens, notamment par l'espèce *Cymodocea rotundata*. Par contre, les agressions anthropiques (pêche, piétinement, retournement des blocs) jointes aux conditions climatiques de la région sont deux facteurs défavorisant pour la

flore marine (par exemple, le passage du cyclone Gafilo en Mars 2004, juste avant cette étude).

En conséquence, la répartition des végétaux marins macro benthiques dans le parc marin Masoala est très variable dans l'espace : c'est-à-dire d'une station à l'autre et d'un site à l'autre.

La zone d'études est un Parc national institué par le décret n° 97-141 du 02/03/97 publié dans le journal officiel de la République de Madagascar le 21/06/97. En application de ce décret, le Parc est divisé en différentes zones : (i) zones tampons (là où les activités sont autorisées mais réglementées) et (ii) noyaux durs (dont l'entrée est strictement interdite sauf une autorisation spéciale). Cette politique de gestion environnementale est née de la prise de conscience par l'état malagasy de la dégradation progressive de l'environnement et de la nécessité de prendre des mesures et d'intervenir dans les domaines critiques (REDES, 2001).

La biodiversité de Madagascar est une source de fierté nationale et sa gestion durable est un devoir pour le bénéfice des générations actuelles et futures (ANGAP, 2002). Dans le Parc marin Masoala, la structure de gestion est actuellement déjà mise en place et se trouve entre les mains de l'ANGAP Masoala. Mais, de nombreux problèmes demeurent encore du fait de l'existence des différentes infractions (la pêche dans le noyau dur, utilisation des engins destructifs) sur les zones protégées. Ces problèmes ne cessent de s'accroître dans cette région même si l'ANGAP dispose deux agents dans chaque parcelle marine. D'après RAMADE (1991), l'homme est une source potentielle de déséquilibre de la biosphère dans la mesure où, dans les pays en voie de développement, il vit intimement au dépend des ressources naturelles. A Madagascar les ruraux, parmi lesquels figurent les paysans et les petits pêcheurs des zones côtières, pour survivre vont détruire les ressources naturelles par des pratiques destructives du milieu naturel. Dans le cas de la population de Masoala, la pêche est l'activité économique de base. Actuellement, l'impact de la pêche sur les parcelles marines ne cesse de s'aggraver et pourrait atteindre le point critique.

Pour cela, les gestionnaires du Parc devraient trouver des mesures à la portée des pêcheurs, entre autres : l'orientation des pêcheurs pour d'autres activités qui ne s'éloignent pas trop de la mer. Pour minimiser ou même enrayer les pressions anthropiques dans ce parc, les suggestions suivantes sont nécessaires:

\**Valorisation des algues* : en se référant aux pratiques dans le sud-ouest de Madagascar, notamment à Tuléar, la Biomad (depuis octobre 1991) a acheté des algues d'intérêt industriel : *Eucheuma denticulatum* (1<sup>ère</sup> qualité), *Eucheuma striatum* (2<sup>ème</sup> qualité) et *Hypnea musciformis* (3<sup>ème</sup> qualité) (RAZANAKOTO, 1994).

Ces algues existent dans le parc marin Masoala, mais les gens ne sont pas encore conscients de leur importance. De plus, dans cette région, il n'y a pas encore des opérateurs locaux ou étrangers prêts à investir dans une telle exploitation. En tant que gestionnaire du parc, l'ANGAP devrait trouver les mesures appropriées pour réaliser cette activité.

\**Algoculture* : la collecte des algues sauvages ne sera jamais suffisante pour avoir de bon rendement. Il est alors nécessaire de former les gens sur la culture des algues, et surtout la culture des espèces de haute valeur économique telle que : *Porphyra* (algue alimentaire), *Spirulina* (source de protéine), *Gelidium madagascariense* (source de l'agar-agar), *Eucheuma* (source de carraghénane et agar). Ces produits extraits d'algues pour ne pas citer que le carraghénane interviennent dans les industries agroalimentaires telles que la laiterie, la brasserie, la pâtisserie et la confiserie. Elles entrent également dans la composition de certaines pâtes de dentifrice, dans la production de mousse à raser et de shampoing. Sur le plan médical, le carraghénane pur et à faible dose possède un pouvoir anticoagulant (ELSENER, BROSER et BURSER, 1937 in RAZANAKOTO, 1994).

En biotechnologie, le carraghénane mélangé avec l'agar-agar est considéré comme agents immobilisants pour les cellules et pour les enzymes (RAZANAKOTO, 1994).

\**Intégration de l'écotourisme dans la gestion de l'environnement marin* de Masoala, en particulier dans les zones tampons : ce type de tourisme est en vogue actuellement dans le monde entier. C'est un tourisme ayant des principes écologiques et humains ou encore un tourisme qui limiterait l'impact des visiteurs sur les milieux naturels et les communautés qui y résident, mais assurant des revenus engendrés par les flux de visiteurs venant soutenir les actions de protection des sites et des cultures locales (PAQUIER et BEATRICE, 1999). Les zones à Phanérogames marines et les zones peuplées d'algues peuvent être proposées comme sites éco touristiques.

L'écotourisme favorise le développement durable du fait qu'il est avant tout une démarche de développement qui s'engage à minimiser l'incidence du tourisme sur les milieux visités, à informer les voyageurs des règles et coutumes locales, à participer à tout programme local de protection des espèces et de leurs habitats, ainsi qu'à donner les moyens aux

communautés qui le souhaitent de maîtriser toute forme d'accueil et d'accompagnement (Blanzky, 1995 *in* PAQUIER et BEATRICE, 1999). Autrement dit, un de ses objectifs est de réinvestir l'argent amené par le tourisme dans la protection de l'environnement et le développement des populations locales. Le point fort de l'écotourisme réside sur le fait qu'il donne un poids économique important à l'environnement et aux populations locales (PAQUIER et BEATRICE, 1999).

Durant les travaux sur terrain, on a déjà constaté que certaines espèces floristiques jouent un rôle de bio indicatrices de l'état de santé de ces parcelles marines car dans les zones plus dégradées on observe l'épanouissement des Herbiers et dans les autres parties peu dégradées que la plupart des espèces algales s'implantent.

Dans la prochaine recherche, il est plutôt nécessaire d'insister sur l'étude biologique des espèces bio indicatrices. Mais l'étude demande un appui financier, donc il est à recommander pour les gestionnaires du parc de tenir compte cette perspective.

## 6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDRIAMAMPANDRY A.V., 1976. Recherches sur quelques Rhodophycées à Phycocolloides de l'océan indien occidental. Thèse de doctorat, 3è cycle, Univ. Paris VI, Fr. 105p.
- ANGAP, programme Bemaraha 8 ACP MAG 037-déc 2002. Plan de Gestion de conservation complexe d'aire protégée TSINGY Bemaraha. 75p.
- BATTISTINI R. et HOERNER J.M., 1986. Géographie de Madagascar. Edicef/C.D.U. et SEDES, Paris vè, 187p.
- BUJI-DUVAL B., 1994. Océanologie. Collection « Géosciences ». Dunod, Paris. 245p.
- CONAND C. et ses Collaborateurs, 1997. Programme Régional Environnement de la Commission de l'Océan Indien (PRE-COI). Manuel méthodologique pour le suivi de l'état de santé des récifs coralliens du sud-ouest de l'océan indien.
- FARGHALY M., 1980. Algues benthiques de la Mer Rouge et de Bassin occidental de l'océan indien. Thèse Doct. Etat, Univ. Sci et Tech. Languedoc, Fr. : 274p.
- GORENFLOT R., GUERN M., 1989. Organisation et biologie des thallophytes. Correspondant du Muséum National d'histoire Naturelle. Doin éditeurs Paris. 235p.
- JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE DE MADAGASCAR du 21 juin 1997.
- MARA E. R., 1988. Méthodes d'analyses des données utilisées en écologie. Application au peuplement des Cailloutis à épibiose sessile de la Manche orientale (France), Station marine de WIMEREUX. Mém. D.E.A - Univ. LILLE. 96p.
- MARCIA A.E., 1989. Zoological Record. Mollusca. 125th Anniversary. 508p.
- MATTHEW D.R., 1985. A guide to the sea shores of Eastern Africa and the Western Indian Ocean Island. Sida department for Reaserch cooperation, SAREC. 448p.
- MATTHEW H. et WCS M/car, Draft d'Avril 1999. Parc national Masoala Madagascar. Plan de gestion.

- NIKOLSKY G.V., 1963. The ecology of fishes. Department of Ichthyology, biology-soil faculty - Moscow State University. Academic Press London and New York. 351p.
- OTTO K., 1982. Marine ecology. A comprehensive, Integrated treatise on life in oceans and coastal waters. Part 1-Ocean management. Vol V. 642p.
- OTTO K., 1983. Marine ecology. A comprehensive, Integrated treatise on life in oceans and coastal waters. Part 2-Ecosystem and Organic Resources. Vol V. 1090p.
- OZENDA P., 1990. Les organismes végétaux. Végétaux inférieurs. Masson, Paris. 219p.
- PAQUIER F. et BEATRICE T., 1999. L'écotourisme et les peuples des forêts tropicales. Option écologie tropicale. Univ. Montpellier II. Mém. D.E.A en Biologie de l'évolution et écologie. 47p.
- PERES J.M., 1976. Précis d'océanographie biologique. Coll. Sup. Presses universitaires de France, Paris. 239p.
- PEREZ R., KAAS R., CAMPELLO F., ARBAULTS S., et BARBAROUX O., 1992. La culture des algues marines dans le monde. Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer. 601p.
- RABESANDRATANA R.N., 1988. Contribution à la connaissance de la flore marine de la région de Tuléar (S.O de Madagascar). Aix Marseille. Vie marine 9. pp 27-45.
- RAMADE F., 1991. Eléments d'écologie, écologie appliquée. Action de l'homme sur la biosphère. 4è édition. 578p.
- RANAIVOSON J.G., 2000. La connaissance écologique traditionnelle des pêcheurs de la presqu'île Masoala. Mém. D.E.A. 64p.
- RANIVOARIVELO L.N., 2001. Etude d'une agarophyte : *Gelidium madagascariense* (Andriamampandry, 1988) dans le sud et sud est de Madagascar. Mém. D.E.A en océanologie appliquée. 76p
- RASOAMANENDRIKA F.M.A., 2006. Bioécologie des Mollusques Bivalves comestibles et importance de la mise en place de gestion des trois parcelles marines dans la presqu'île Masoala (N.D de Madagascar). Mém. D.E.A en océanologie appliquée. 74p

- RATSIFANDRIHAMANANA F., 1999. Identification des sites sous marins d'intérêt écotouristique et sites éco touristiques de la zone côtière de la presqu'île Masoala. Travaux de consultation. Rapport final. CARE INTERNATIONAL-PROJET MASOALA. 77p.
- RAZANAKOTO I.J.B., 1994. Culture expérimentale de l'algue rouge « *Eucheuma striatum* » sur le récif de Songeritelo, dans la région de Tuléar en vue de sa valorisation à Madagascar. Mém. D.E.A. 59p
- REDES (Réseau d'Experts Développement Environnement Sud océan indien), 2001. Information sur les ressources en environnement dans les îles de l'océan indien. 2è édition. 339p.
- SCHRAMM W., 1996. The baltic sea and Its Transition zones. In SCHRAMM W./Nienhuis P.H (eds). Marine benthic vegetation. Recent Changes and the Effets of Eutrophication. Paris. Ecological studies. Vol. 123, pp.131-163.
- TRAVAUX et DOCUMENT de l'ORSTOM, 1973. Biologie marine et exploitation des ressources de l'océan indien occidental. Communications présentées au colloque commerçant. 367p.
- TOMBOLAHY L.M.M., 2000. Inventaire des algues macro benthiques (Rhodophycées, Chlorophycées, Phéophycées) pour estimer l'impact de minerai de manganèse transporté par un navire échoué dans la baie de Tolagnaro. S.E de Madagascar (L'exemple de Wellborn Monrovia). Mém. D.E.A. 64p.
- VICENTE N., 1983. Effets of pollutants on the Mediterranean littoral ecosystems oceanis (Aix Marseille III), Vol.9, Fasc.6, pp.481-492.

## Annexe 1 : Calcul de $F_{\text{expérimentale}}$ (Parcelle marine Tanjona)

$$F_{\text{expérimentale}} = \frac{\text{Var.intergroupe}}{\text{Var.intragroupe}}$$

Où Var. ( $\delta^2$ ) veut dire variance

$$\delta^2_{\text{intragroupe}} = \frac{\sum (x-m_1)^2 + \dots + \sum (x-m_4)^2}{N-K}$$

Où  $k = 4$  et  $N = 44$

$$\sum (x-m_1)^2 = (1-28,88)^2 + \dots + (2,5-28,88)^2 = 51018,5$$

$$\sum (x-m_2)^2 = (2,5-9,12)^2 + \dots + (10-9,12)^2 = 1573,577$$

$$\sum (x-m_3)^2 = (14-18,19)^2 + \dots + (1,25-18,19)^2 = 6791,09$$

$$\sum (x-m_4)^2 = (2,5-2,81)^2 + \dots + (5-2,81)^2 = 7,4219$$

$$\sum (x-m_1)^2 + \dots + \sum (x-m_4)^2 = 59390,6$$

$$\delta^2_{\text{intragroupe}} = 1484,8$$

$$\delta^2_{\text{intergroupe}} = \frac{\sum ni(mi-M)^2}{K-1}$$

$$\text{Où } M = \frac{\sum mi}{K}$$

Avec  $k = 4$  donc  $M = 14,75$

$$n_1 (m_1-M)^2 = 3794,74 ; n_2 (m_2-M)^2 = 412,624 ; n_3 (m_3-M)^2 = 94,573 ; n_4 (m_4-M)^2 = 569,943$$

$$\sum ni (mi-M)^2 = 4871,8771$$

$$\delta^2_{\text{intergroupe}} = 1623,96$$

$$F_{\text{exp}} = 1,09375 > 1$$

## Annexe 2 : Calcul de $F_{\text{expérimentale}}$ (Parcelle marine Ambodilaitry)

$$F_{\text{expérimentale}} = \frac{\text{Var.intergroupe}}{\text{Var.intragroupe}}$$

Où Var. ( $\delta^2$ ) veut dire variance

$$\delta^2_{\text{intra groupe}} = \frac{\sum (x-m_1)^2 + \dots + \sum (x-m_4)^2}{N-K}$$

Où  $k = 4$  et  $N = 50$

$$\sum (x-m_1)^2 = (20-16,95)^2 + \dots + (5-16,95)^2 = 15791,5$$

$$\sum (x-m_2)^2 = (1,25-19,68)^2 + \dots + (0,5-19,68)^2 = 17183,85$$

$$\sum (x-m_3)^2 = (0,5-14,65)^2 + \dots + (33-14,65)^2 = 6523,69$$

$$\sum (x-m_4)^2 = (0,3-2,74)^2 + \dots + (5-2,74)^2 = 36,29$$

$$\sum (x-m_1)^2 + \dots + \sum (x-m_4)^2 = 39535,29$$

$$\delta^2_{\text{intra groupe}} = 859,463$$

$$\delta^2_{\text{intergroupe}} = \frac{\sum ni(mi-M)^2}{K-1}$$

$$\text{Où } M = \frac{\sum mi}{K}$$

Avec  $k = 4$  donc  $M = 13,5067$

$$n_1 (m_1-M)^2 = 249,325$$

$$n_2 (m_2-M)^2 = 342,738$$

$$n_3 (m_3-M)^2 = 17,1068$$

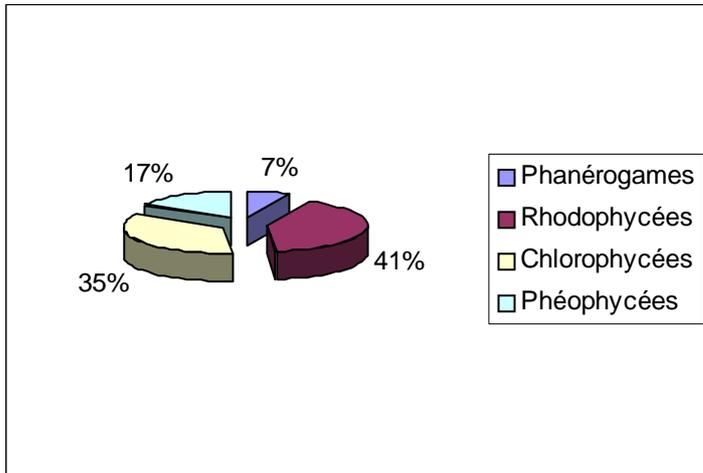
$$n_4 (m_4-M)^2 = 811,025$$

$$\sum ni (mi-M)^2 = 1420,19$$

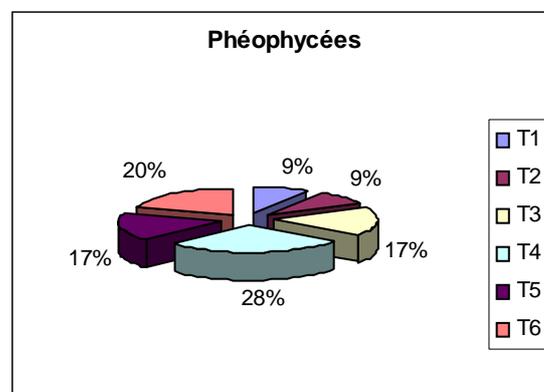
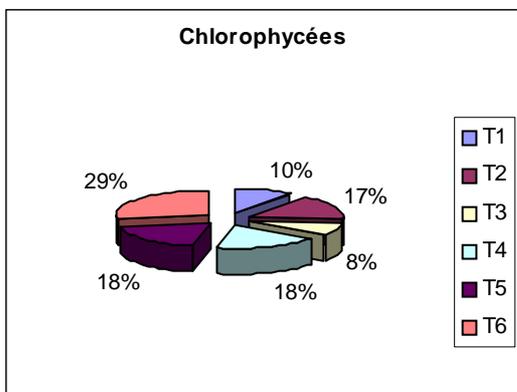
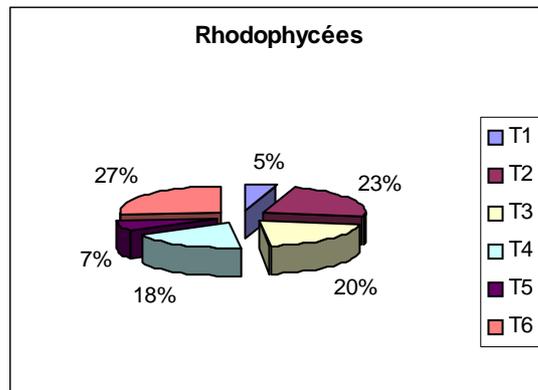
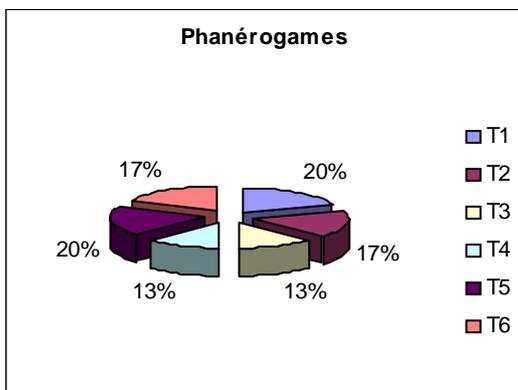
$$\delta^2_{\text{intergroupe}} = 473,398$$

En appliquant la formule de FISCHER,  $F_{\text{exp}} = 0,55081 < 1$

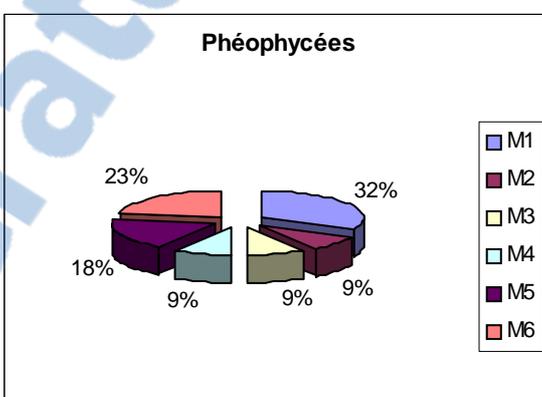
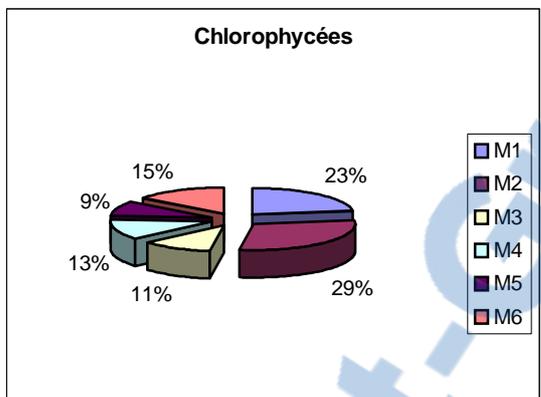
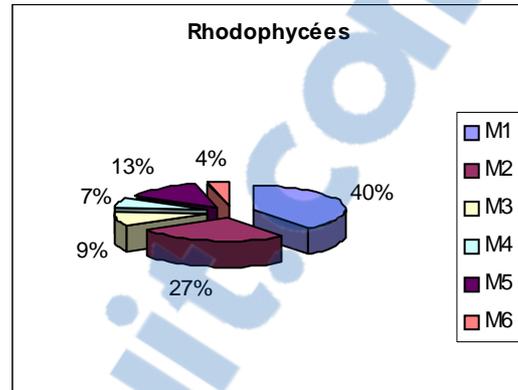
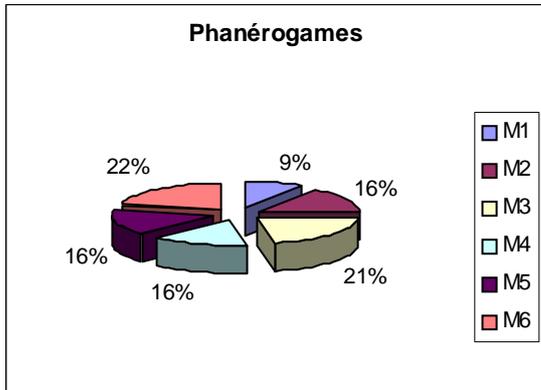
**Annexe 3 : Diagramme d'abondance des espèces des quatre classes systématiques dans le parc marin Masoala**



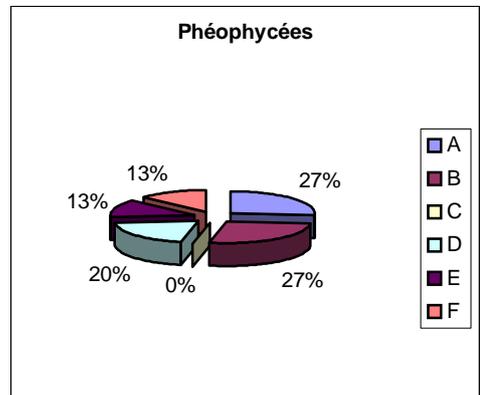
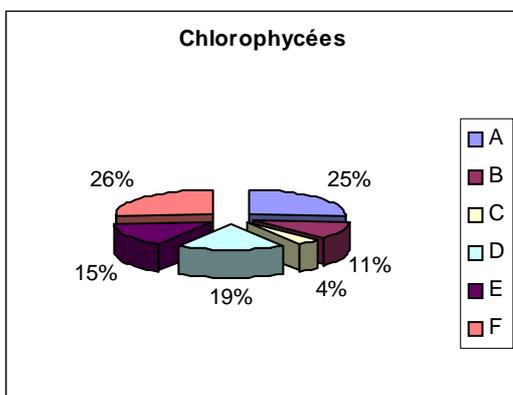
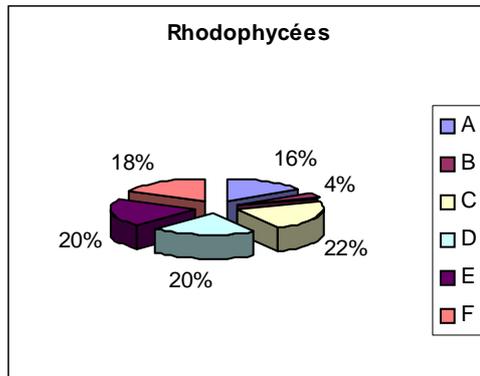
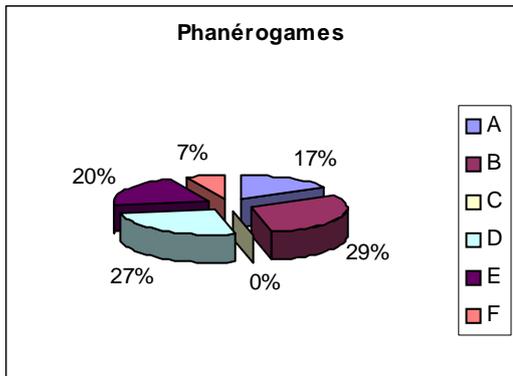
**Annexe 4 : Diagrammes d'abondance des espèces des quatre classes systématiques dans les six stations prospectées de la parcelle marine Tanjona**



**Annexe 5 : Diagrammes d'abondance des espèces des quatre classes systématiques dans les six stations prospectées de la parcelle marine Ambodilaitry**



**Annexe 6 : Diagrammes d'abondance des espèces des quatre classes systématiques dans les six stations prospectées de la parcelle marine Tampolo.**



**Annexe 7 : Classification des flores marines macro benthiques identifiées dans le Parc marin Masoala**

LISTE DES ESPECES	TANJONA	AMBOD.	TAMPOLO
Classe : PHANEROGAMES			
Ordre : Alismatales			
Famille : Hydrocharitaceae			
<i>Halophila minor</i>	x		
<i>Halophila ovalis</i>	x	x	x
<i>Halophila stipulacea</i>	x	x	x
Ordre : Potamogetonales			
Famille : Zanichelliaceae			
<i>Cymodocea rotundata</i>	x	x	x
<i>Cymodocea serrulata</i>	x	x	x
<i>Halodule pinifolia</i>	x	x	x
<i>Halodule uninervis</i>	x	x	x
<i>Syringodium isoetifolium</i>	x	x	x
<i>Thalassia hemprichii</i>	x	x	x
<i>Thalassodendron ciliatum</i>	x	x	x
Classe : RHODOPHYCEES			
Ordre : Ceramiales			
Famille 1 : Ceramiaceae			
<i>Centroceras clavulatum</i> (C.Agardh) Montagne	x		
<i>Ceramium mazatlanense</i> Dawson		x	
<i>Ceramium strictum</i> (Kützing) Harvey		x	
<i>Crouania attenuata</i> (C.Agardh) J.Agardh		x	
<i>Griffithsia</i> sp. Kuetzing		x	
<i>Nemastoma</i> sp.	x	x	
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulfen) Harvey	x		
Famille 2 : Delesseriaceae			
<i>Dictyurus purpurascens</i> Bory de St Vincent		x	
Famille 3 : Rhodomelaceae			
<i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Borgesen	x	x	x
<i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C.Agardh	x	x	x
<i>Euptilota</i> sp		x	
<i>Haliptilon subulatum</i> (Ellis & Solander) Johansen		x	x
<i>Halymenia durvillei</i> Bory de St Vincent	x	x	
<i>Laurencia flexilis</i> Setchell		x	
<i>Laurencia glandulifera</i> (Kützing) Kützing		x	
<i>Laurencia similis</i> Nam & Saito	x	x	
<i>Laurencia</i> sp.		x	
<i>Neurymeria fraxinifolia</i> (Martens) C.Agardh		x	x
<i>Herposiphonia</i> sp.		x	
Ordre : Cryptonemiales			
Famille 1 : Corallinaceae			
<i>Amphiroa anceps</i> (Lamarck) Decaisne		x	x
<i>Amphiroa ephedrea</i>	x		
<i>Amphiroa fragilissima</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux	x	x	x
<i>Cheilosporum spectabile</i> Harvey ex Grunow		x	
<i>Jania adhaerens</i> Lamouroux	x	x	x
<i>Jania capillacea</i>	x	x	

## Annexe 7 (suite)

<i>Jania rubens</i>	x		x
<i>Jania unguolata</i> (Yendo) Yendo		x	x
<i>Jania sp.</i>	x	x	
<i>Lithophyllum bamleri</i> (Heydrich) Heydrich		x	x
<i>Lithothamnium sp.</i>	x	x	x
Famille 2 : Cryptonemiaceae			
<i>Grateloupia livida</i> (Harv.) Yamada			x
Ordre : Gelidiales			
Famille : Gelidiaceae			
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forsskål) Feldmann & Hamel			x
<i>Gelidiopsis sp.</i>		x	
<i>Gelidiopsis variabilis</i> (J.Agardh) Schmitz		x	
<i>Pterocladia nana</i> Okamura		x	x
<i>Pterocладиella capillacea</i> (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand		x	x
Ordre : Gigartinales			
Famille 1 : Gigartinaceae			
<i>Gigartina sp.</i>	x	x	
Famille 2 : Gracilariaceae			
<i>Gracilaria corticata</i> (J.Agardh) J.Agardh			x
<i>Gracilaria salicornia</i> (C.Agardh) Dawson	x		x
<i>Gracilaria sp.</i>		x	
Famille 3 : Hypneaceae			
<i>Hypnea cornuta</i> (Kützinger) J.Agardh		x	x
<i>Hypnea esperi</i> Bory de St Vincent			x
<i>Hypnea pannosa</i> J.Agardh	x	x	x
<i>Hypnea spicifera</i>	x	x	
<i>Hypnea spinella</i> (C.Agardh) Kützinger		x	
<i>Hypnea valentiae</i> (Turner) Montagne		x	
<i>Hypnea sp.</i>	x	x	
Famille 4 : Soleriaceae			
<i>Eucheuma denticulatum</i> (N.L.Burman) Collins & Hervey	x	x	
<i>Eucheuma sp.</i>	x	x	
<i>Sarcodia montagneata</i> (J.Hooker & Harvey) J.Agardh		x	x
<i>Sarconema filiforme</i> (Sonder) Kylin	x	x	x
Ordre : Nemaliales			
Famille 1 : Chaetangiaceae			
<i>Galaxaura elongata</i> J.Agardh	x	x	x
<i>Galaxaura marginata</i> (Ellis & Solander) Lamouroux	x		
<i>Galaxaura verprecula</i>	x	x	x
<i>Galaxaura sp.</i>			x
Famille 2 : Liagoraceae			
<i>Liagora boergesenii</i> Yamada	x	x	
<i>Liagora ceranoides</i> J.V. Lamouroux		x	
<i>Liagora divaricata</i> Tseng	x		
<i>Yamadaella caenomyce</i> (Decaisne) Abbott	x	x	
Classe : CHLOROPHYCEES			
Ordre : Bryopsidales			
Famille 1 : Bryopsidaceae			
<i>Bryopsis pennata</i> J.V. Lamouroux		x	

## Annexe 7 (suite)

Famille 2 : Caulerpaceae			
<i>Caulerpa biserrulata</i> Sonder	x	x	
<i>Caulerpa filicoides</i> var. <i>andamanensis</i> W.R.Taylor	x		
<i>Caulerpa mexicana</i> Sonder ex Kützing		x	
<i>Caulerpa mexicana</i> var. <i>pluriseriata</i> W.R.Taylor		x	
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J.Agardh	x	x	x
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>peltata</i> (J.V.Lamouroux) Eubank in Stephenson		x	
<i>Caulerpa serrulata</i> (Forsskål) J.Aghard	x	x	x
<i>Caulerpa serulata</i> var. <i>boryana</i> (J.Aghard) Gilbert	x	x	
<i>Caulerpa serrulata</i> f. <i>spiralis</i> (Weber-Van Bosse) Gilbert		x	
<i>Caulerpa sertularioides</i> (S.Gmelin) M.Howe	x	x	x
<i>Caulerpa taxifolia</i> (Vahl) C.Aghardh	x	x	x
<i>Caulerpa urvilleana</i> Montagne		x	
<i>Caulerpa webbiana</i> Montagne	x	x	x
Famille 3 : Halimedaceae			
<i>Halimeda</i> cf. <i>discoidea</i> Decaisne	x	x	
<i>Halimeda macroloba</i> Decaisne		x	x
<i>Halimeda micronesica</i> Yamada	x	x	
<i>Halimeda opuntia</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux	x	x	x
Famille 4 : Udoteaceae			
<i>Avraivillea erecta</i> (Berkeley) A.Gepp & E.Gepp			x
<i>Avraivillea obscura</i> (C.Agardh) J.Agardh	x	x	x
<i>Udotea argentea</i> Zanardini			x
<i>Udotea flabellum</i>		x	
<i>Udotea glaucescens</i> Harvey ex J.Agardh	x		
<i>Udotea geppei</i> Yamada		x	x
Ordre : Cladophorales			
Famille : Cladophoraceae			
<i>Boodlea composita</i> (Harvey) Brand		x	
<i>Chaetomorpha crassa</i> (C.Agardh) Kützing		x	
<i>Cladophora glomerulata</i>	x	x	
<i>Cladophora mauritiana</i> Kützing	x	x	
<i>Cladophora saviniana</i> Borgesen		x	
<i>Cladophora</i> sp.		x	
<i>Cladophoropsis sundanensis</i> Reinbold		x	
ordre : Codiales			
Famille : Codiaceae			
<i>Codium arabicum</i> Kuetz	x	x	x
<i>Codium dwarkense</i> Borgesen	x	x	
<i>Codium geppei</i> O.C.Schmidt	x	x	
<i>Codium</i> sp.		x	
Ordre : Dasycladales			
Famille : Dasycladaceae			
<i>Neomeris annulata</i> Dickie	x		
<i>Neomeris van-bosseae</i> (Howe)	x	x	x
Ordre : Ulvales			
Famille : Ulvaceae			
<i>Enteromorpha compressa</i>		x	
<i>Enteromorpha kylinii</i>		x	
<i>Enteromorpha ramulosa</i> (J.E.Smith) Hooker		x	

## Annexe 7 (suite)

<i>Ulva fasciata</i> Delile		x	
<i>Ulva pertusa</i> Kjellman	x	x	
<i>Ulva reticulata</i> Forskäl	x		
Ordre : Siphonocladales			
Famille 1 : Anadyomenaceae			
<i>Microdictyon aghardianum</i>		x	
Famille 2 : Siphonocladaceae			
<i>Chamaedoris delphinii</i> (Hariot.) Feldman et Borgesen	x	x	
Famille 3 : Valoniaceae			
<i>Boergesenia forbesii</i> Harvey & Feldman		x	
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> (Forssk) Borgesen	x	x	x
<i>Dictyosphaeria versluysii</i> Weber Van Bosse	x	x	
<i>Ventricaria ventricosa</i> (J.Agardh) Olsen & J.West			x
Classe : PHEOPHYCEES			
Ordre : Dictyotales			
Famille 1 : Chnoosporaceae			
<i>Chnoospora implexa</i> J.Agardh	x		
Famille 2 : Dictyotaceae			
<i>Dictyopteris delicatula</i> Lamouroux			x
<i>Dictyota cervicornis</i> Kützing	x	x	
<i>Dictyota crispata</i> Lamouroux	x		
<i>Dictyota linearis</i> (Ag.) Grev.	x		
<i>Dictyota humifusa</i> Hörnig, Schnetter & Coppejans	x	x	
<i>Lobophora variegata</i> (Lamouroux) Womersley	x		
<i>Padina boergesenii</i> Allender & Kraft	x	x	x
<i>Padina boryana</i> Thivy	x	x	x
<i>Sphacelaria rigidula</i> Kützing	x	x	
Famille 3 : Punctariaceae			
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès et Solier	x	x	
<i>Hydroclathrus clathratus</i> (C.Agardh) Howe	x	x	
<i>Rosenvingeia intricata</i> (J.Agardh) Borgesen	x		
Ordre : Fucales			
Famille 1 : Cystoseiraceae			
<i>Cystoseira discors</i> C.Agardh		x	x
<i>Cystoseira myrica</i> (S.G.Gmelin) C.Agardh	x	x	x
<i>Cystoseira trinodis</i> (Forskss.) C.Agardh	x		
<i>Cystoseira</i> sp.	x		
Famille : Sargassaceae			
<i>Sargassum asperifolium</i> Hering & Mertens ex J.Agardh	x		
<i>Sargassum ilicifolium</i> (Turner) C.Agardh	x		
<i>Sargassum merifeldii</i>	x		
<i>Sargassum oligocystum</i> Montagne	x	x	
<i>Turbinaria conoides</i> (J.Agardh) Kützing	x		
<i>Turbinaria decurrens</i> Bory de St Vincent	x		
<i>Turbinaria ornata</i> (Turner) J.Agardh var. <i>serrata</i> Jaasund	x		x

**X : Présence**

# ANNEXES

**Annexe 1** : Calcul de  $F_{\text{expérimentale}}$  (Parcelle marine Tanjona)

**Annexe 2** : Calcul de  $F_{\text{expérimentale}}$  (Parcelle marine Ambodilaitry)

**Annexe 3** : Diagramme d'abondance des espèces des quatre classes systématiques dans le parc marin Masoala

**Annexe 4** : Diagrammes d'abondance des espèces des quatre classes systématiques dans les six stations prospectées de la parcelle marine Tanjona

**Annexe 5** : Diagrammes d'abondance des espèces des quatre classes systématiques dans les six stations prospectées de la parcelle marine Ambodilaitry

**Annexe 6** : Diagrammes d'abondance des espèces des quatre classes systématiques dans les six stations prospectées de la parcelle marine Tampolo.

**Annexe 7** : Classification des flores marines macro benthiques identifiées dans le Parc marin Masoala

**Annexe 8** : Tableau de répartition des espèces floristiques de chaque station considérée dans les trois sites (Tanjona, Ambodilaitry et Tampolo)

**Annexe 9** : Constance et Fidélité des espèces floristiques répertoriées dans les trois sites

**Annexe 10** : DINA PARC NATIONAL MASOALA















## Annexe 8 (suite)

Ordre : Fucales																			
Famille 1 : Cystoseiraceae																			
<i>Cystoseira discors</i> C.Agardh													X	X	X		X	X	X
<i>Cystoseira myrica</i> (S.G.Gmelin) C.Agardh			X				X							X		X			
<i>Cystoseira trinodis</i> (Forskss.) C.Agardh			X	X															
<i>Cystoseira</i> sp.				X															
Famille : Sargassaceae																			
<i>Sargassum asperifolium</i> Hering & Mertens ex J.Agardh				X															
<i>Sargassum ilicifolium</i> (Turner) C.Agardh				X															
<i>Sargassum merifeldii</i>				X															
<i>Sargassum oligocystum</i> Montagne				X					X										
<i>Turbinaria conoides</i> (J.Agardh) Kützing		X	X																
<i>Turbinaria decurrens</i> Bory de St Vincent	X	X	X																
<i>Turbinaria ornata</i> (Turner) J.Agardh var.serrata Jaasund	X	X												X	X			X	X

X : Présence

**Annexe 9 : Constance et Fidélité des espèces floristiques répertoriées dans les trois sites**

	TANJONA		AMBOD.		TAMPOLO	
	C	F	C	F	C	F
LISTE DES ESPECES						
Classe : PHANEROGAMES						
Ordre : Alismatales						
Famille : Hydrocharitaceae						
<i>Halophila minor</i>	20	100				
<i>Halophila ovalis</i>	61,11	16,67	54,67	20	47,22	33,33
<i>Halophila stipulacea</i>	36,67	16,67	46,67	33,33	44,44	33,33
Ordre : Potamogetonales						
Famille : Zanichelliaceae						
<i>Cymodocea rotundata</i>	78,89	16,67	66,67	16,67	85,42	25
<i>Cymodocea serrulata</i>	66,67	33,33	73,33	50	54,17	25
<i>Halodule pinifolia</i>	28,89	16,67	26,67	50	27,78	33,33
<i>Halodule uninervis</i>	48,89	16,67	62,67	20	50	25
<i>Syringodium isoetifolium</i>	58,89	16,67	45	25	63,89	33,33
<i>Thalassia hemprichii</i>	25	25	66,67	100	58,33	33,33
<i>Thalassodendron ciliatum</i>	33,33	33,33	53,33	25	47,22	33,33
Classe : RHODOPHYCEES						
Ordre : Ceramiales						
Famille 1 : Ceramiaceae						
<i>Centroceras clavulatum (C.Agardh) Montagne</i>	31,67	25				
<i>Ceramium mazatlanense Dawson</i>			23,33	50		
<i>Ceramium strictum (Kützing) Harvey</i>			20	100		
<i>Crouania attenuata (C.Agardh) J.Agardh</i>			16,67	50		
<i>Griffittsia sp. Kuetzing</i>			6,667	100		
<i>Nemastoma sp.</i>						
<i>Spyridia filamentosa (Wulfen) Harvey</i>	20	100				
Famille 2 : Delesseriaceae						
<i>Dictyurus purpurascens Bory de St Vincent</i>			6,667	100		
Famille 3 : Rhodomelaceae						
<i>Acanthophora spicifera (Vahl) Borgesen</i>	40	33,33	60	50	41,67	33,33

## Annexe 9 (suite)

<i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C.Agardh	20	100	20	50	37,5	50
<i>Euptilota</i> sp			6,667	100		
<i>Haloptilon subulatum</i> (Ellis & Solander) Johansen			20	100	16,67	100
<i>Halymenia durvillei</i> Bory de St Vincent	36,67	16,67	28	20		
<i>Laurencia flexilis</i> Setchell			28,33	25		
<i>Laurencia glandulifera</i> (Kützing) Kützing			20	100		
<i>Laurencia similis</i> Nam & Saito	40	50	36,67	25		
<i>Laurencia</i> sp.			13,33	100		
<i>Neurymeria fraxinifolia</i> (Martens) C.Agardh			13,33	100	16,67	50
<i>Herposiphonia</i> sp.			13,33	100		
Ordre : Cryptonemiales						
Famille 1 : Corallinaceae						
<i>Amphiroa anceps</i> (Lamarck) Decaisne			13,33	100	25	100
<i>Amphiroa ephedrea</i>	20	100				
<i>Amphiroa fragilissima</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux	26,67	100	40	50	56,25	25
<i>Cheilosporum spectabile</i> Harvey ex Grunow			20	50		
<i>Jania adhaerens</i> Lamouroux	40	20	35,56	33,33	58,33	50
<i>Jania capillacea</i>	23,33	50	24,44	33,33		
<i>Jania rubens</i>	13,33	100			16,67	100
<i>Jania ungulata</i> (Yendo) Yendo			20	100	58,33	100
<i>Jania</i> sp.	16,67	50	20	100		
<i>Lithophyllum bamleri</i> (Heydrich) Heydrich			31,67	25	29,17	50
<i>Lithothamnium</i> sp.	30	50	33,33	100	41,67	100
Famille 2 : Cryptonemiaceae						
<i>Grateloupia livida</i> (Harv.) Yamada					16,67	100
Ordre : Gelidiales						
Famille : Gelidiaceae						
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forsskål) Feldmann & Hamel					33,33	100
<i>Gelidiopsis</i> sp.			6,667	100		
<i>Gelidiopsis variabilis</i> (J.Agardh) Schmitz			13,33	100		
<i>Pterocladia nana</i> Okamura			26,67	100	35,42	25
<i>Pterocladia capillacea</i> (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand			20	50	25	100

## Annexe 9 (suite)

Ordre : Gigartinales						
Famille 1 : Gigartinaceae						
<i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C.Agardh	20	100	20	50	37,5	50
<i>Euptilota</i> sp.			6,667	100		
<i>Haliptilon subulatum</i> (Ellis & Solander) Johansen			20	100	16,67	100
<i>Halymenia durvillei</i> Bory de St Vincent	36,67	16,67	28	20		
<i>Laurencia flexilis</i> Setchell			28,33	25		
<i>Laurencia glandulifera</i> (Kützinger) Kützinger			20	100		
<i>Laurencia similis</i> Nam & Saito	40	50	36,67	25		
<i>Laurencia</i> sp.			13,33	100		
<i>Neurymeria fraxinifolia</i> (Martens) C.Agardh			13,33	100	16,67	50
<i>Herposiphonia</i> sp.			13,33	100		
Ordre : Cryptonemiales						
Famille 1 : Corallinaceae						
<i>Amphiroa anceps</i> (Lamarck) Decaisne			13,33	100	25	100
<i>Amphiroa ephedrea</i>	20	100				
<i>Amphiroa fragilissima</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux	26,67	100	40	50	56,25	25
<i>Cheilosporum spectabile</i> Harvey ex Grunow			20	50		
<i>Jania adhaerens</i> Lamouroux	40	20	35,56	33,33	58,33	50
<i>Jania capillacea</i>	23,33	50	24,44	33,33		
<i>Jania rubens</i>	13,33	100			16,67	100
<i>Jania unguolata</i> (Yendo) Yendo			20	100	58,33	100
<i>Jania</i> sp.	16,67	50	20	100		
<i>Lithophyllum bamleri</i> (Heydrich) Heydrich			31,67	25	29,17	50
<i>Lithothamnium</i> sp.	30	50	33,33	100	41,67	100
Famille 2 : Cryptonemiaceae						
<i>Grateloupia livida</i> (Harv.) Yamada					16,67	100
Ordre : Gelidiales						
Famille : Gelidiaceae						
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forsskål) Feldmann & Hamel					33,33	100
<i>Gelidiopsis</i> sp.			6,667	100		

## Annexe 9 (suite)

<i>Gelidiopsis variabilis</i> (J.Agardh) Schmitz			13,33	100		
<i>Pterocladia nana</i> Okamura			26,67	100	35,42	25
<i>Pteroclatiella capillacea</i> (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand			20	50	25	100
Ordre : Gigartinales						
Famille 1 : Gigartinaceae						
<i>Gigartina</i> sp.			13,33	100		
Famille 2 : Gracilariaceae						
<i>Gracilaria corticata</i> (J.Agardh) J.Agardh					41,67	100
<i>Gracilaria salicornia</i> (C.Agardh) Dawson	28,89	33,33			28,33	20
<i>Gracilaria</i> sp.			13,33	100		
Famille 3 : Hypneaceae						
<i>Hypnea cornuta</i> (Kützinger) J.Agardh			66,67	50	41,67	50
<i>Hypnea esperi</i> Bory de St Vincent					33,33	100
<i>Hypnea pannosa</i> J.Agardh	36,67	50	26,67	50	66,67	100
<i>Hypnea spicifera</i>	26,67	33,33	53,33	50		
<i>Hypnea spinella</i> (C.Agardh) Kützinger			20	50		
<i>Hypnea valentiae</i> (Turner) Montagne			26,67	100		
<i>Hypnea</i> sp.			20	100		
Famille 4 : Soleriaceae						
<i>Eucheuma denticulatum</i> (N.L.Burman) Collins & Hervey	13,33	100	26,67	100		
<i>Eucheuma</i> sp.	20	100	53,33	100		
<i>Sarcodia montagneata</i> (J.Hooker & Harvey) J.Agardh			13,33	100	33,33	100
<i>Sarconema filiforme</i> (Sonder) Kylin	20	100	6,667	100	16,67	100
Ordre : Nemaliales						
Famille 1 : Chaetangiaceae						
<i>Galaxaura elongata</i> J.Agardh	25	25	13,33	100	58,33	50
<i>Galaxaura marginata</i> (Ellis & Solander) Lamouroux	20	100				
<i>Galaxaura verprecula</i>	28	20	24,44	33,33	50	33,33
<i>Galaxaura</i> sp.					16,67	100

**Annexe 9 (suite)**

Famille 2 : Liagoraceae						
<i>Liagora boergesenii</i> Yamada	13	100	13,33	100		
<i>Liagora ceranoides</i> J.V. Lamouroux			20	100		
<i>Liagora divaricata</i> Tseng	23,33	50				
<i>Yamadaella caenomyce</i> (Decaisne) Abbott	20	100	13,33	100		
Classe : CHLOROPHYCEES						
Ordre : Bryopsidales						
Famille 1 : Bryopsidaceae						
<i>Bryopsis pennata</i> J.V. Lamouroux			13,33	100		
Famille 2 : Caulerpaceae						
<i>Caulerpa biserrulata</i> Sonder	26,67	100	45,33	20		
<i>Caulerpa filicoides</i> var. <i>andamanensis</i> W.R.Taylor	16,67	50				
<i>Caulerpa mexicana</i> Sonder ex Kützing			53,33	100		
<i>Caulerpa mexicana</i> var. <i>pluriseriata</i> W.R.Taylor			28,89	33,33		
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J.Agardh	63,33	50	31,11	33,33	41,67	50
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>peltata</i> (J.V.Lamouroux) Eubank in Stephenson			26,67	100		
<i>Caulerpa serrulata</i> (Forsskål) J.Aghard	23,33	50	46,67	20	29,17	50
<i>Caulerpa serulata</i> var. <i>boryana</i> (J.Aghard) Gilbert	26,67	100	20	50		
<i>Caulerpa serrulata</i> f. <i>spiralis</i> (Weber-Van Bosse) Gilbert			20	50		
<i>Caulerpa sertularioides</i> (S.Gmelin) M.Howe	76,67	50	66,67	25	61,11	33,33
<i>Caulerpa taxifolia</i> (Vahl) C.Aghardh	24,44	33,33	44	20	38,89	33,33
<i>Caulerpa urvilleana</i> Montagne			13,33	100		
<i>Caulerpa webbiana</i> Montagne	20	100	33,33	50	25	50
Famille 3 : Halimedaceae						
<i>Halimeda</i> cf. <i>discoidea</i> Decaisne	20	100	64,44	33,33		
<i>Halimeda macroloba</i> Decaisne			20	50	8,333	100
<i>Halimeda micronesica</i> Yamada	28,89	33,33	20	100		
<i>Halimeda opuntia</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux	53,33	25	45,33	20	16,67	100
Famille 4 : Udoteaceae						
<i>Avraivillea erecta</i> (Berkeley) A.Gepp & E.Gepp					41,67	100
<i>Avraivillea obscura</i> (C.Agardh) J.Agardh	16,67	50	16,67	50	27,78	33,33

**Annexe 9 (suite)**

<i>Udotea argentea Zanardini</i>					25	100
<i>Udotea flabellum</i>			20	50		
<i>Udotea glaucescens Harvey ex J.Agardh</i>	13,33	100				
<i>Udotea geppi Yamada</i>			20	50	33,33	100
Ordre : Cladophorales						
Famille : Cladophoraceae						
<i>Boodlea composita (Harvey) Brand</i>			26,67	100		
<i>Chaetomorpha crassa (C.Agardh) Kützing</i>			26,67	100		
<i>Cladophora glomerulata</i>	16,67	50	20	100		
<i>Cladophora mauritiana Kützing</i>	20	100	23,33	50		
<i>Cladophora saviniana Borgesen</i>			33,33	50		
<i>Cladophora sp.</i>			23,33	50		
ordre : Codiales						
Famille : Codiaceae						
<i>Codium arabicum Kuetz</i>	33,33	25	26,67	100	25	100
<i>Codium dwarkense Borgesen</i>	20	100	20	100		
<i>Codium gepei O.C.Schmidt</i>	20	25	40	100		
<i>Codium sp.</i>			20	100		
Ordre : Dasycladales						
Famille : Dasycladaceae						
<i>Neomeris annulata Dickie</i>	16,67	50				
<i>Neomeris van-bosseae (Howe)</i>	35,56	16,67	50	50	29,17	50
Ordre : Ulvales						
Famille : Ulvaceae						
<i>Enteromorpha compressa</i>			30	50		
<i>Enteromorpha kylinii</i>			60	100		
<i>Enteromorpha ramulosa (J.E.Smith) Hooker</i>			20	100		
<i>Ulva fasciata Delile</i>			13,33	100		
<i>Ulva pertusa Kjellman</i>	20	50	16,67	50		
<i>Ulva reticulata Forskål</i>	26,67	100				

## Annexe 9 (suite)

Ordre : Siphonocladales						
Famille 1 : Anadyomenaceae						
<i>Microdictyon aghardianum</i>			6,667	100		
Famille 2 : Siphonocladaceae						
<i>Chamaedoris delphinii</i> (Hariot.) Feldman et Borgesen	40	50	20	100		
Famille 3 : Valoniaceae						
<i>Boergesenia forbesii</i> Harvey & Feldman			6,667	100		
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> (Forssk) Borgesen	51,11	16,67	33,33	20	38,89	33,33
<i>Dictyosphaeria versluysii</i> Weber Van Bosse			30,67	20		
<i>Ventricaria ventricosa</i> (J.Agardh) Olsen & J.West					16,67	100
Classe : PHEOPHYCEES						
Ordre : Dictyotales						
Famille 1 : Chnoosporaceae						
<i>Chnoospora implexa</i> J.Agardh	40	100				
Famille 2 : Dictyotaceae						
<i>Dictyota cervicornis</i> Kützing	28	20	49,33	20		
<i>Dictyota crispata</i> Lamouroux	6,67	100				
<i>Dictyota linearis</i> (Ag.) Grev.	21,33	20				
<i>Dictyota humifusa</i> Hörnig, Schnetter & Coppejans	26,67	25	41,33	20		
<i>Lobophora variegata</i> (Lamouroux) Womersley	20	100				
<i>Padina boergesenii</i> Allender & Kraft	35,56	33,33	20	100	25	100
<i>Padina boryana</i> Thivy	24,44	33,33	46,67	50	25	50
<i>Sphacelaria rigidula</i> Kützing	20	100	20	100		
Famille 3 : Punctariaceae						
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès et Solier	31,11	33,33	13,33	100		
<i>Hydroclathrus clathratus</i> (C.Agardh) Howe	17,78	33,33	26,67	50		
<i>Rosenvingea intricata</i> (J.Agardh) Borgesen	6,67	100				
Ordre : Fucales						
Famille 1 : Cystoseiraceae						
<i>Cystoseira discors</i> C.Agardh			40	100	63,33	20
<i>Cystoseira myrica</i> (S.G.Gmelin) C.Agardh	20	100	20	100	58,33	50
<i>Cystoseira trinodis</i> (Forkss.) C.Agardh	23,33	50				

**Annexe 9 (suite)**

<i>Cystoseira sp.</i>	13,33	100				
Famille : Sargassaceae						
<i>Sargassum asperifolium</i> Hering & Mertens ex J.Agardh	26,67	100				
<i>Sargassum ilicifolium</i> (Turner) C.Agardh	26,67	100				
<i>Sargassum merifeldii</i>	20	100				
<i>Sargassum oligocystum</i> Montagne	13,33	100	13,33	100		
<i>Turbinaria conoides</i> (J.Agardh) Kützing	20	50				
<i>Turbinaria decurrens</i> Bory de St Vincent	46,67	33,33				
<i>Turbinaria ornata</i> (Turner) J.Agardh var. <i>serrata</i> Jaasund					54,17	25

# PLANCHES

- ❖ PHANEROGAMES
- ❖ RHODOPHYCEES
- ❖ CHLOROPHYCEES
- ❖ PHEOPHYCEES

PHANEROGAMES



Photo 1 : *Syringodium isoetifolium*



Photo 2 : *Cymodocea rotundata*

# RHODOPHYCEES



Photo 1 : Griffittsia sp.



Photo 2 : Gigartina sp.



Photo 3 : Neurymeria fraxinifolia



Photo 4 : Halymenia durvillei

# CHLOROPHYCEES



Photo 1 : *Caulerpa racemosa* var. *peltata*



Photo 2 : *Codium geppeyi*



Photo 3 : *Chamaedoris delphinii*



Photo 4 : *Caulerpa sertularioides*

Rapport-Gratuit.com

# PHEOPHYCEES



Photo 1 : *Cystoseira discors*



Photo 2 : *Cystoseira myrica*



Photo 3 : *Padina boryana*

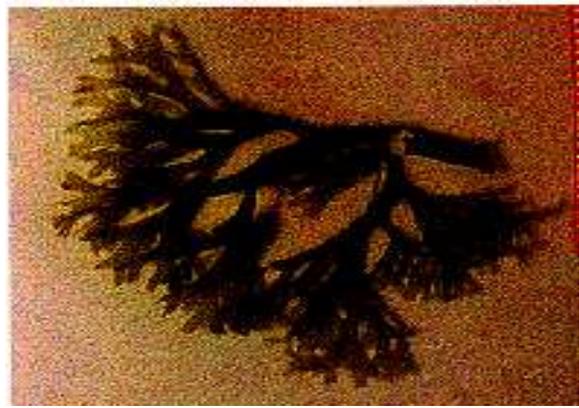


Photo 4 : *Dictyota cervicornis*



Photo 5 : *Cystoseira trinodis*

## RESUME

Le parc national Masoala, y compris les trois parcelles marines où nous avons effectué nos études est actuellement connu dans le monde entier en raison de sa richesse en biodiversité tant terrestre que marine. Plusieurs facteurs ont favorisé et contribué cette situation, à savoir les conditions climatiques, physiques, topographiques, géologiques et hydrologiques de la région. A part de ces facteurs, le plus important est l'effet péninsulaire c'est-à-dire l'isolation partielle de cette partie de l'île. Le présent travail concerne donc une étude de la répartition des flores macro benthiques (Herbiers, Rhodophycées, Chlorophycées et Phéophycées) dans les parcelles marines du parc marin de la presqu'île Masoala.

Le but de ce travail est l'étude quantitative et qualitative de la répartition des flores marines macro benthiques dans les parcelles marines.

L'observation et l'identification des flores macro benthiques dans chaque site (parcelles marines) et par station a permis de classifier 142 espèces dont 10 espèces de Phanérogames marines, 59 espèces de Rhodophycées, 49 espèces de Chlorophycées et enfin 24 espèces de Phéophycées.

L'étude de la répartition dans chaque parcelle marine montre que dans la parcelle marine Tanjona, on dénombre 85 espèces, dans celle d'Ambodilaitry 110 espèces et enfin dans celle de Tampolo 55 espèces de végétaux marins.

L'étude sur l'estimation de la biomasse algale a montré que les moyennes de biomasse algale entre les stations prospectées de deux sites étudiés ne diffèrent pas significativement dans leur ensemble. Cette situation veut dire que les sites étudiés sont très proche vis à vis des facteurs écologiques et de peuplement floristique.

**Mots clés** : Parc, Parcelles marines, biodiversité, flores macro benthiques, péninsule, site, station, espèces, biomasse.

## ABSTRACT

The Masoala national park, including the three marine parcels where we carried out our studies is currently known in the whole world because of its wealth of biodiversity richness as well terrestrial as marine. Several factors supported and contributed this situation, namely the climatic, physical, topographic, geological and hydrological conditions of the area. A part from those factors, the most significant is peninsular effect i.e. the insulation partial of this part of the island. This work thus relates to a study of the distribution of the macro benthic flora (Seagrass, Rhodophycées, Chlorophycées and Phéophycées) in the marine parcels of the marine park of the Masoala peninsula.

The aim of this work is the quantitative and qualitative study of the distribution of the macro benthic marine floras in the marine parcels.

The observation and the determination of the macro benthic flora in each site (marine parcels) and by station allow us to classify 142 species : 10 species of Seagrass, 59 species of Rhodophycées , 49 species of Chlorophycées and 24 species of Phéophycées. Their distribution is very variable from one station to another and site to another . In Tanjona marine parcels there are 85 species, Ambodilaitry 110 species and finally Tampolo there are 55 species. The study on the algae biomass showed that the average of algae biomass between the prospected stations of two studied sites do not differ significantly as a whole. This situation means that the studied sites are very close concerning the ecological factors and the floristic settlement.

**Key words:** Park, marine parcels, biodiversity, benthic macro flora, peninsula, site, station, species, biomass.