

Quelques traits de la biodiversité marine de Tunisie

Proposition d'aires de conservation et de gestion

K. Ben Mustapha* and A. Afli

Résumé

Faute d'inventaires actualisés, l'étude de la biodiversité marine en général reste toujours subjective étant donné qu'elle fluctue au cours du temps. En Tunisie, les études effectuées montrent que les côtes nord sont caractérisées par une alternance de fonds rocheux et de fonds meubles et un plateau continental à pente forte. Cette diversité des biotopes leur confère une biodiversité élevée. Certains écosystèmes paraissent alors importants, à l'instar du coralligène et des systèmes insulaires qui abritent une biocénose remarquable et diversifiée. Les côtes est sont moins rocheuses et pourvues d'un plateau continental relativement étendu avec des herbiers de posidonie assez fréquents et en bon état. Elles constituent, entre autre, une zone de ponte pour la tortue marine *Caretta caretta* (îles Kuriat). Quant aux côtes sud, elles sont caractérisées par des fonds sableux et sablo-vaseux, favorables au développement des prairies de végétaux marins. Elles disposent d'un plateau continental très étendu, à pente très douce. Cette région est caractérisée par une marée de forte amplitude et une salinité relativement plus élevée. La biodiversité rencontrée présente certains traits particuliers.

Sur le plan conservation, les écosystèmes remarquables en Tunisie (herbiers de posidonie, coralligène, lagunes, bans marins, etc.) font l'objet d'une attention particulière, que ce soit dans le cadre des conventions internationales visant à protéger le milieu marin ; ou bien à l'échelle nationale comme la création d'aires marines protégées et le renforcement de la réglementation des pêches. Ainsi outre les aires marines et côtières déjà instaurées et celles projetées dans le cadre du 6^{ème} plan de développement, nous proposons dans le présent travail la protection de nouvelles zones dans chacun des trois golfes de Tunisie : golfe de Tunis, golfe de Hammamet et golfe de Gabès. .

1. Introduction

La Tunisie (figure 1), avec 1300 km de côtes, est ouverte sur les deux bassins de la Méditerranée, le bassin occidental par sa façade nord, et le bassin oriental par ses façades est et sud-est. Au nord, une des branches du courant atlantique y est prédominante, alors qu'à l'est et au sud-est, l'hydrodynamisme est plus contrasté avec le même courant atlantique qui baigne la haute mer, et des courants plus chauds et plus salés dans les zones plus littorales, dont l'empreinte levantine est très accentuée (Hopkins, 1985; Brahim *et al*, 1994 ; Brandhorst, 1977 ; Samari et Gana, 1995). La topographie du littoral tunisien est aussi très variée : Côtes rocheuses ou sableuses, baies profondes échancrées, caps parfois saillants, nombreuses îles et îlots et une ceinture de hauts fonds sont les éléments les plus caractéristiques (Le Danois, 1925; Azouz, 1966; Ben Mustapha, 1966; Poizat, 1970; Azouz, 1973; Ben Othman, 1973; Blanpied *et al.*, 1979; Pergent et Kempf, 1993). L'ensemble de ces spécificités permet

* Laboratoire de Biodiversité & Biotechnologies Marines, Institut National des Sciences et technologies de la Mer, 28 rue 2 mars 1934 – 2025 Salammbô – Tunisie ; Tel. : +216 71 730420 ; Fax : +216 71 732622 ; E-mail : Karim.benmustapha@instm.rnrt.tn

l'existence d'une biodiversité marine et côtière particulièrement intéressante. Toutefois, malgré certains efforts visant à mieux l'étudier, les données restent insuffisantes en raison de l'hétérogénéité des travaux. Même l'inventaire des espèces et leur identification posent de nombreux problèmes, notamment en ce qui concerne les phylums réputés difficiles tels que ceux des cnidaires, des bryozoaires, des annélides, des algues et des éponges). Bien que la Tunisie dispose d'un inventaire global de la biodiversité biologique, établi suite à une étude entreprise en 1997 par le Ministère de l'environnement tunisien, ce travail a mis en exergue notamment la disparité des données ainsi que la nécessité de les mettre à jour (Anonyme, 1977 a et b).

Nous présentons ci-après quelques données relatives à la biodiversité marine en Tunisie, et nous récapitulons l'état de connaissance sur les plans dynamique, biologique, sédimentologique et faunistique dans les trois golfes de Tunisie ; en insistant sur les paramètres prépondérants dans le choix des sites susceptibles d'accueillir des récifs artificiels ou d'être classés aire marine protégée en Tunisie.

2. Biodiversité Marine de Tunisie

2. 1. Biodiversité spécifique de la flore marine en Tunisie

D'après le travail de synthèse de Ben Maïz (1995), 414 taxons sont recensés¹ en Tunisie, dont 71 sont exploités ou ayant été étudiés à cette fin dans des pays autres que la Tunisie, néanmoins on estime le nombre réel à près de 600 taxons. Cette biodiversité est riche en comparaison à celle d'autres pays du bassin oriental, mais elle est pauvre par rapport à celle des pays du bassin occidental.

Les côtes Nord et le golfe de Tunis ont la biodiversité algale la plus riche par rapport au reste du littoral tunisien. Ceci s'explique du fait que cette région, située dans le bassin occidental bénéficie d'une topographie très variée.

Parmi les 54 macro-algues et magnophyta considérées comme menacées à l'échelle méditerranéenne (Anonyme, 1990), 23 taxons sont signalés en Tunisie (Ben Maiz, 1995).

¹ algues unicellulaires planctoniques et benthiques non retenues

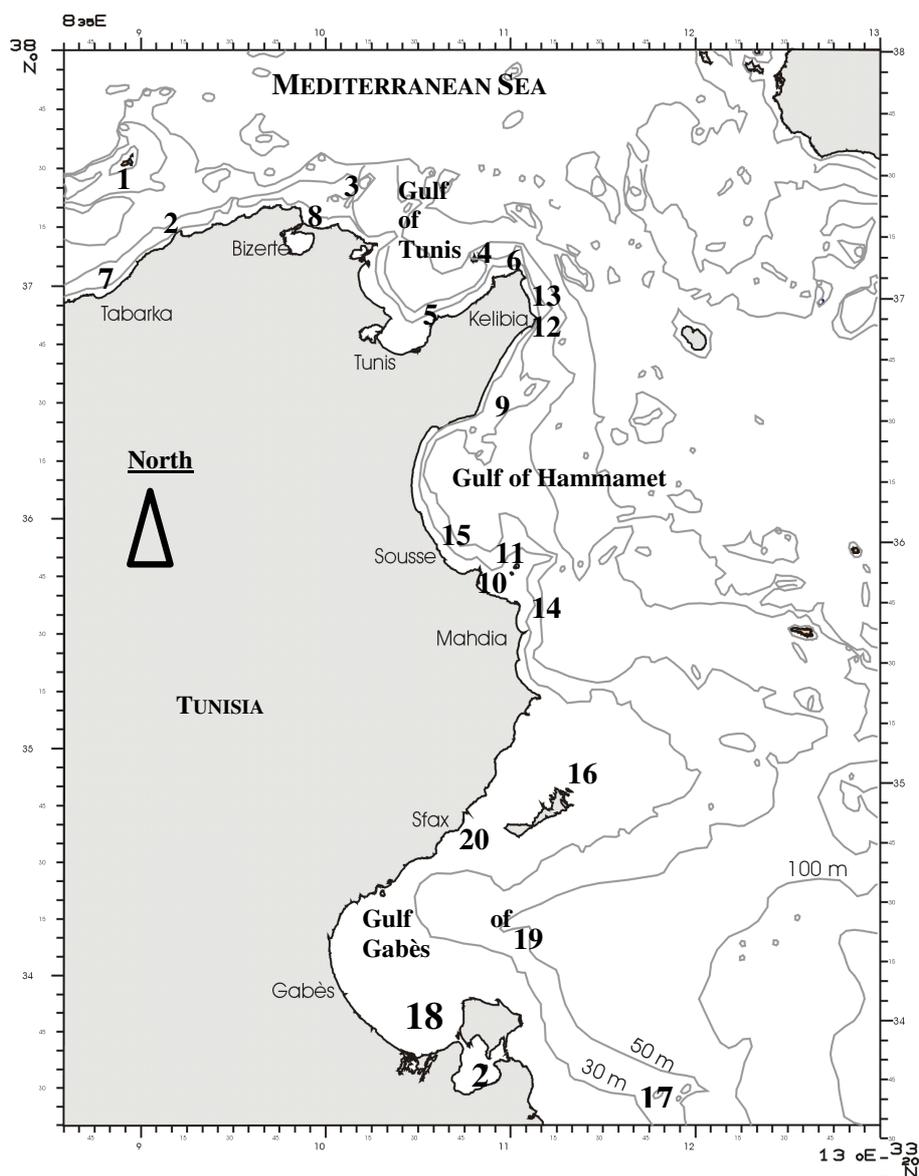


Figure 1. Localisation des principaux sites. 1. Ile de la Galite; 2. Iles Fratelli 3. Ile Cani; 4. Zone Zembra – Zembretta; 5 Cap Fartas; 6. Zone du Cap Bon; 7 Tabarka; 8 Bizerte; 9. Bancs de Maamoura et Korba; 10. Zone de Monastir; 11. Zone des îles Kuriat; 12. Zone de Kelibia; 13. Zone de Kerkouène; 14. Salakta; 15. Sousse; 16. Platier des îles Kerkennah; 17. Les bancs de Zarzis; 18. Ile Djerba; 19. Zone centrale du golfe de Gabès; 20. Sfax, 21 Lagune D’El Bibane.

2.2. Biodiversité spécifique de la faune marine en Tunisie

Les inventaires récents sont peu nombreux, sauf pour quelques groupes tels que ceux des spongiaires et des poissons, mais ils sont plus anciens en ce qui concerne les échinodermes et les gastéropodes. En outre la plus part des inventaires, sont généralement incomplets. Néanmoins, un effort a été entrepris ces dernières années afin d’entamer la révision des inventaires de certains groupes (Bryozoaires et Ascidies notamment) et de compléter ceux existants (Spongiaires, Annelides...). La lecture des différents inventaires permet de

remarquer que 36 espèces sont listées comme espèces en danger ou menacées dans les annexes des Conventions de Barcelone et/ou de Berne)².

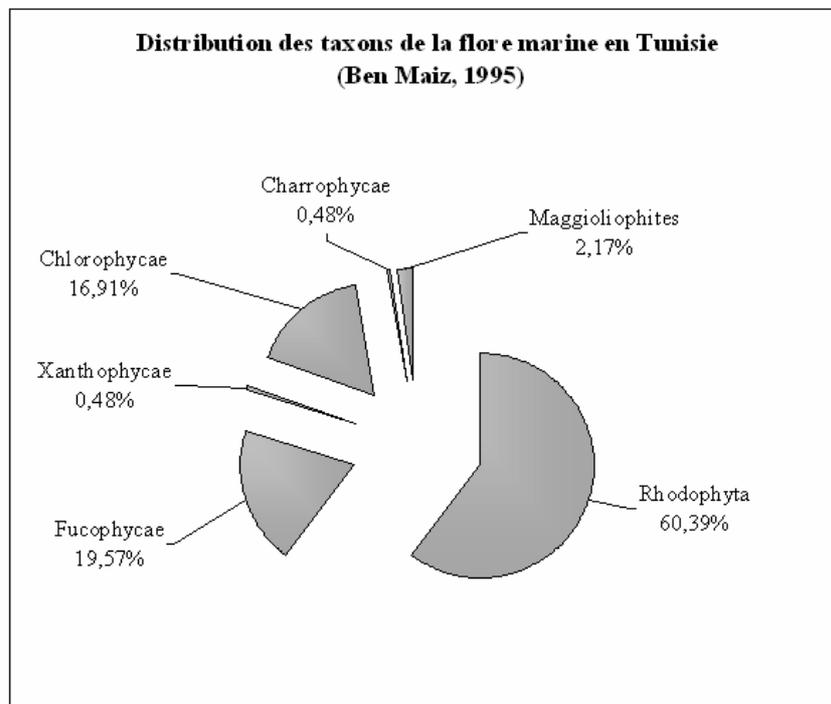
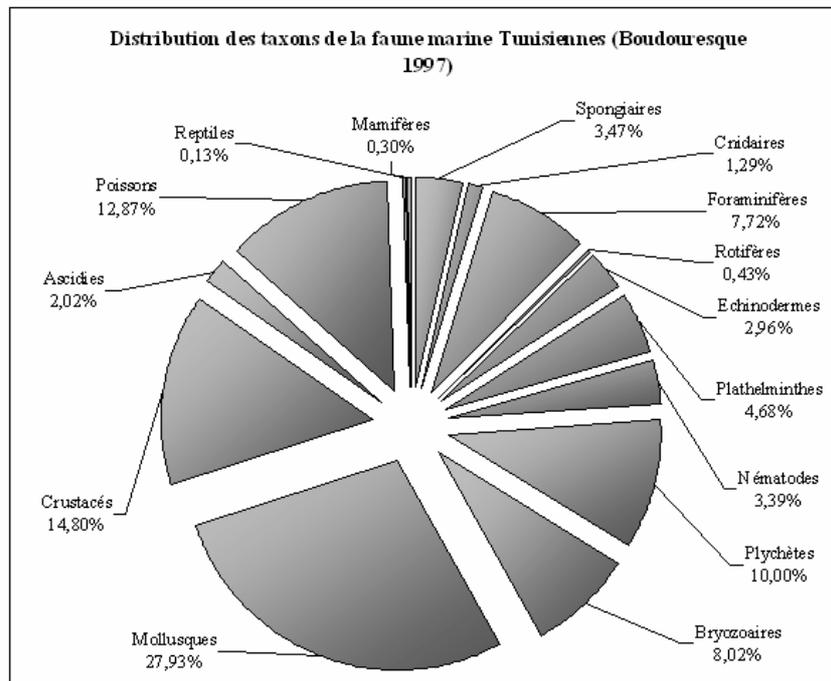


Figure 2. Distribution des principaux phylums marins recensés en Tunisie

² Il est à signaler qu'il est urgent d'établir des critères de sélections spécifiques à la biodiversité tunisienne, car plusieurs espèces classées comme menacées en méditerranée, ne sont pas menacées en Tunisie, alors que d'autres le sont.

2.3. Biodiversité des écosystèmes

La diversité des écosystèmes marins littoraux est remarquable en méditerranée (Boudouresque, 1997; Ramos-Espla et Sanchez-Lizaso, 2002; Ballesteros, *sous presse*) Cette diversité ainsi que la richesse de ces écosystèmes permet le foisonnement de la faune et de la flore associées. Ainsi la biocénose à *Posidonia oceanica* abrite près de 1400 espèces animales et végétales (Anonyme, 1991), alors qu'au dernier recensement, la biocénose coralligène abrite près de 1600 taxons du mégabenthos (Ballesteros, *sous presse*).

En Tunisie, des écosystèmes remarquables sont signalés du nord au sud du pays, dans ses milieux insulaires et dans ses bancs:

- Trottoirs à vermetidae (gastéropodes), signalés notamment au Cap Bon ; à Zembra et au Cap Blanc
- Récifs à *Néogoniolithon*³, long de 30 km au nord de la lagune El Bibane ; foisonnement dû aux conditions particulières du milieu (température et salinité élevées), qui limitent les compétitions interspécifiques
- L'herbier à *Posidonia oceanica* ; dont la distribution, la vitalité et l'état de dégradation diffèrent d'une région à l'autre
- Biocénose coralligène, généralement dans un état excellent (Golfe de Tunis, îles de la Galite, de Zembra, Fratelli, Cani, les hauts fonds ou bancs : Mazarilles, Speiss, Hallouf, Korba, Gréco...), sauf dans ses faciès à fond meuble ou l'action des chalutiers est parfois visible.

3. Données récentes sur la biodiversité marine en Tunisie

Dans le cadre d'un travail de synthèse général des travaux relatifs à la biodiversité marine en Tunisie, un groupe de travail de l'INSTM, dont les auteurs du présent travail, a passé en revue l'ensemble des travaux et études signalant des espèces marines dans les trois principales régions de la Tunisie, à savoir les golfes de Tunis, de Hammamet et de Gabès (Afli, 2001; Afli et Ben Mustapha, 2001 ; Afli et Riveill, 2002 ; Bradai, 2001; 2002 ; Ben Mustapha et El Abed, 2002; Ben Mustapha *et al.*, 2002a; Langar, 2002 ; Gharbi et Zarrad, 2002 a et b ; Sellem, 2002).

Nous résumons le résultat de ce travail de recensement dans le tableau suivant :

³ Cette rhodophyceae participe aussi à la formation des trottoirs à vermetes

Tableau 1. Distribution du nombre de taxons des principaux phylums animaux marins signalés en Tunisie

	GOLFE DE TUNIS	GOLFE DE HAMMAMET	GOLFE DE GABES
Echinodermes	48	29	46
Cnidaires	23	17	6
Bryozoaires	57	12	57
Annélides	10	8	11
Crustacés	120	27	24
Ascidies	7	25	17
Spongiaires	45	51	108
Mollusques	416	10	171
Poissons	106	113	227
Total	832	292	667

Ce travail a permis de connaître les taxons recensés en Tunisie, ainsi que leurs aires de distribution géographique. Il a aussi déclenché un intérêt de la part des chercheurs en sciences de la mer à combler certaines lacunes importantes dont celles relatives :

- à la taxonomie de phylum réputés difficiles (essentiellement ceux des invertébrés benthiques) : Spongiaires, Bryozoaires, Annélides, Ascidies, ...
- à l'étude quantitative de certains peuplements (composition et structure des peuplements, étude des peuplements fonctionnels de substrats meubles, etc.) : Structure du peuplement des spongiaires du banc Messioua (sud Tunisie) du banc Hallouf (est Tunisie) et du cap bon ; Etude des peuplements fonctionnels du golfe de Tunis, etc.
- à la recherche « d'empreintes » biochimiques de certains groupes importants ; Algues, Spongiaires et Echinodermes notamment.

3. 1. Les Herbiers de Posidonies

C'est une biocénose typique de la Mer Méditerranée, représentant un grand pôle de diversité biologique. L'espèce *P. oceanica* est une espèce endémique à cette mer, elle vit dans la frange littorale depuis le rivage jusqu'à la limite inférieure de l'infra littoral. Il a été démontré que 20 à 25 % des espèces méditerranéennes sont abritées par les herbiers de posidonies. En effet près de 400 espèces végétales et 1000 espèces animales y trouvent refuge (Anonyme, 1991), fixées sur les rhizomes et/ou les feuilles de *Posidonia oceanica*.

L'état de cet écosystème en Tunisie et plus particulièrement dans le Sud Est de la Tunisie est fragilisé du fait de la pollution marine et à cause du chalutage illicite dans les profondeurs interdites (Darmoul, 1988; Hattour, 1991 ; Ben Mustapha et Hattour, 1992 ; Ben Mustapha, 1995 ; Ben Mustapha *et al*, 1999 ; Afli et Ben Mustapha, 2001 ; Ben Mustapha et El Abed, 2002 ; Ben Mustapha *et al.*, 2002 a et b).

Bien que les travaux d'exploration des herbiers sont rares, discontinus dans le temps et inégalement répartis dans l'espace, nous connaissons les zones où ces herbiers existent et nous avons une meilleure information sur leur phénologie (Ben Mustapha *et al*, 1999, 2002 a, b et c ; Komatsu *et al*, 2001 et 2004). Les herbiers de Posidonie ont une distribution

importante au large des côtes tunisiennes (figure 3), ainsi 167 km² ont été répertoriés dans le golfe de Hammamet en 1992. Dans le golfe de Gabès, on estime que seuls 5% de l'herbier de 1925 (Le Danois, 1925). Toutefois cet herbier présente dans certaines zones de très grandes étendues tel que le platier de Kerkennah, la zone nord entre Cap Farina, îles Cani et Bizerte, ou bien la zones s'étendant de l'est de Djerba jusqu'à la frontière tunio-libyenne et notamment ses hauts fonds.

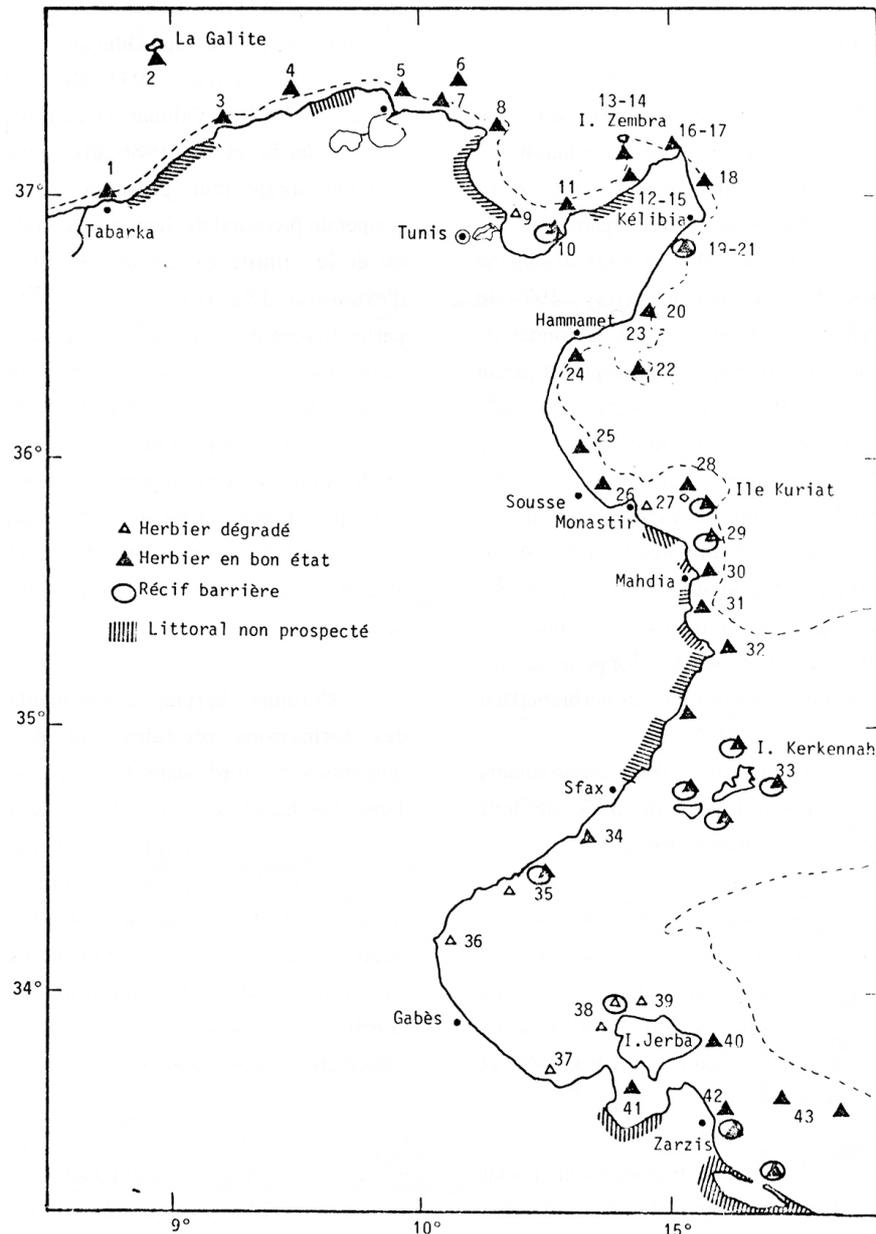


Figure 3. Répartition des herbiers de posidonie le long du littoral tunisien (d'après Ben Mustapha et Hattour; 1992).

3. 2 Le coralligène.

Cette biocénose, constituée par un concrétionnement (formant des blocs) d'algues calcaires corallinacées sciaphiles colonisées par un grand nombre d'espèces animales (Eponges, Ascidies, Bryozoaires, Cnidaires...), constitue le pôle principal de la biodiversité marine en Méditerranée, 1600 espèces macro-benthiques y ont été signalées (Ballesteros, sous presse). Ces algues calcaires, à croissance extrêmement lente, ne se développent qu'en milieu sciaphile. Un coralligène appauvri, « le précoraligène », se rencontre en sous-strates sur les rhizomes de *Posidonia oceanica*, quand l'herbier a une densité foliaire élevée. Néanmoins, même en sous strates de peuplement dense d'algues phaeophyceae, il peut se présenter alors sous la forme d'un coralligène riche et diversifié comme c'est le cas au banc Hallouf (Ben Mustapha *et al.*, 2002b). La plupart des animaux fixés se nourrissent du plancton et des particules en suspension dans l'eau. La compétition pour accéder à la masse d'eau et au flux de nourriture qu'elle représente s'additionne à la compétition déjà sévère pour l'occupation de l'espace.

En Tunisie, cette biocénose peut se rencontrer soit sur la roche littorale (falaises littorales et insulaires : Île de Zembra ; Cap Bon ; entrées de grottes et Tunnels aux îles Cani et à Tabarka etc.), soit en bio-concrétionnement dur formant alors le coralligène de plateau (véritable gisement coralligène entouré de fonds meubles), soit sur la roche du large (Les bancs en général). Elle se rencontre aussi sur substrat meuble (fonds à maërl, algues corallinacées calcifiées : *Lithotamnium sp.*) formé par un détritique grossier et concrétionné par les algues corallinacées du genre *Neogoniolithon* et dans lequel les éponges de la famille Clionidae présentent un faciès prédominant entre 35 et 65 m de profondeur (Présent travail). Phénomène nouveau, l'algue verte *Caulerpa racemosa* côtoie *Fabiola petiolaris* et lui dispute même l'espace à coloniser (coralligène installé sur détritique côtier au cap bon, Zembra, Banc Hallouf etc.). C'est sous cette dernière forme (fonds à maërl) que le coralligène est soumis à l'action dévastatrice des chaluts.

Au banc Hallouf, situé à 30 Miles nautiques l'est de Monastir, la quantité importante d'algues brunes a attiré l'attention des auteurs (Anonyme, 1923 ; Pruvot, 1923 ; Le Danois, 1925), qui ont alors décrit un nouveau faciès bionomique à algues brunes au large des côtes tunisiennes. Lors des travaux de prospection en plongée en scaphandre autonome de ce banc en 2002 à bord du « NRO Hannibal », nous avons confirmé la présence de ce faciès (Ben Mustapha *et al.*, 2002). En effet le banc Hallouf, constitué par des zones rocheuses formées par des blocs très étendus hauts de 8 à 12 m reposant par 45 m de fond, est entouré par un fonds meuble à éléments grossiers (gros débris coquilliers et maërls d'un diamètre moyen de 10 à 12 cm). Le substrat meuble est recouvert par un dense « manteau » à phaeophyceae dont le recouvrement horizontal atteint une moyenne de 93%.

Parmi les espèces et les associations rencontrées, on signale :

Les algues *Pheophyceae* représentent un dense couvert algal (du moins en volume) sous lequel se développe un important coralligène. Elles sont essentiellement représentées par *Dictyota membranacea*, *Sargassum hornschuchii*, *Sargassum valgarum* (dont les thalles sont long de 15 à 35 cm) et *Zonaria tournefortii*. *Asperococcus bullosus* y est rare.

Les algues *Rhodophyceae* sont représentées par un nombre d'espèces encore plus important, occupant le plus souvent la sous-strate, étant donné leur taille moins imposante que celle des phaeophyceae. Nous avons identifié les espèces suivantes : *Faucheia repens*, *Galaxaura oblongata*, *Ptilophora mediterranea*, *Phyllophora nervosa*, *Vidalia volubilis*,

Chondrymnea lobata, *Sebdenia dichotoma*, *Halarchnion ligatum*, *Halymenia* sp (à thalle cartilagineux à surface « glissante »), *Peyssonnelia rosa-marina*, *Peyssonnelia rubra*, *Lithophyllum expansum* et *Lithothamnium* sp.

Les algues *Chlorophyceae* sont les moins bien représentées. Deux espèces dominent ce groupe par leur présence massive : *Udotea (Flabellia) petiolaris* et *Caulerpa racemosa* (formant des tâches de superficie variable comprise entre 0,5 et 2 m²). Enfin une troisième espèce, également d'affinité sciaphile, a été rencontrée dans quelques stations, il s'agit de *Palmophyllum crassum*.

Ainsi, la présence de ces espèces indicatrices, dans leur majorité, de la présence d'un peuplement à affinité fortement sciaphile, la densité de ce peuplement ainsi que la taille des individus, soulignent l'importance de la biocénose coralligène au banc Hallouf. Par ailleurs, la présence de certaines espèces observées pour la première fois en Tunisie est à souligner.

En outre l'absence de la phanérogame marine *Posidonia oceanica* a été remarquée, alors que la profondeur et la luminosité ne lui sont pas défavorables, notamment sur l'étendue importante des aires horizontales des blocs rocheux (vers 35 m de profondeur). Il est à remarquer que la Posidonie est signalée dans le nord de la Tunisie (au sud des îles Cani, à une profondeur de - 42 m). Son absence est d'autant plus remarquable que ce banc se situe juste en amont des grandes régions à Herbiers de Tunisie (Plateau des îles Kuriat, Plateau des îles Kerkennah-Chebba, littoral du Sahel, Golfe de Gabès) etc.

Le peuplement animal est caractérisé par une grande richesse en spongiaires dont les représentants occupent un espace appréciable. Les plus fréquentes parmi ces espèces sont les suivantes : *Hippospongia communis* (avec la présence d'un peuplement dense de « juvéniles »), *Cacospongia mollior*, *Ircinia dendroides*, *Ircinia fasciculata*, *Petrosia dura*, *Chalinella* sp, *Cliona* sp, *Chondrosia reniformis*, *Crambe crambe*, *Hamigera hamigera*, *Anchinoe* sp, *Acanthella acuta*, *Agelas oroides*, *Axinella damicornis*, *Axinella polypoides*. Certaines Dictyocetrata (éponges « cornées ») atteignent des volumes importants avec un diamètre variant entre 50 et 120 cm (*Cacospongia mollior* et *Hippospongia communis* notamment).

Parmi les autres représentants du macro benthos animal, nous pouvons citer :

- L'oursin *Sphaerichinus granularis*, rencontré dans l'ensemble des stations et atteignant des densités de 4 à 6 individus/m², et dont la taille moyenne est de 7 cm de diamètre et *Centrostephanus longispinus* qui est plutôt rare.
- Les gorgonaires *Eunicella singularis* (représentées par un peuplement de 2 individus/5 m² de densité) et *Lophophorgia* sp (qui est plutôt rare).
- Les annélides *Spirographis spallanzanii* et *Cerianthus* sp, plutôt rares, se développant soit sur substrat meuble soit sur la roche.

Nous avons aussi été surpris par la pauvreté spécifique des Bryozoaires (*Sertella septentrionalis* ; *Pentapora fascialis* et *Myriapora truncata*) et des Ascidies (*Aplidium* sp) rencontrées dans ce banc.

Dans le cadre de cette revue des principales espèces de la biocénose coralligène rencontrées au banc Hallouf, nous soulignons la présence d'une faune ichthyque particulièrement abondante. Nous citons en particulier la présence de *Seriola dumerili*, *Serranus scriba*, *Serranus cabrilla*, *Boops boops*, *Boops salpa*, *Spicara maena*, *Epinephelus guaza*, *Epinephelus alexandrinus*, *Sciaena umbra* etc.

En conclusion, ce banc présente un potentiel important, non seulement à cause du nombre d'individus de poissons signalés en plongée, mais surtout de par la richesse de son coralligène. Ses peuplements benthiques et leur structure ainsi que son peuplement ichthyique doivent être étudiés plus en détail. Le faciès à algues brunes est dense et en bon état, ce qui permet le développement d'une sous strate coralligène riche et bien représentée.

3. 3. Espèces invasives

La mer Méditerranée ; zone de transition entre l'océan atlantique (à travers le détroit de Gibraltar) et l'océan indien (via le canal de Suez et la mer Rouge), a connu dès la fin du XIX ème et au cours du XX ème siècles plusieurs perturbations (ouverture du canal de Suez, domestication des eaux fluviales, sur-pêche, pollution, activités maritimes et aménagement du littoral. Ces perturbations ont entraîné des modifications dans sa composition floristiques et faunistiques.

Les côtes tunisiennes, particulièrement la région du golfe de Gabès, subissent les conséquences de ces perturbations. En effet, plusieurs espèces animales et végétales sont arrivées en Tunisie en provenance soit de l'Atlantique soit de l' Indo-Pacifique. Ces espèces proviennent principalement de la Mer Rouge (espèces lessepstiennes) et secondairement de l'Atlantique. Les espèces lessepstiennes intéressent principalement le bassin oriental. On considère qu'il s'agit, à l'échelle mondiale, de l'évènement biogéographique actuel le plus important.

Nous allons nous intéresser brièvement aux cas des deux Caulerpales suivantes :

- *Caulerpa taxifolia*: Les premières signalisations de cette espèce invasive remonte au mois de février 2000 dans la rade de Sousse (Langar, 2002). Les zones touchées actuellement sont la rade de Sousse, El Kantaoui, la marina de Monastir, Sidi Daoud ; El haouaria et le Cap Bon (Ben Mustapha *et al.*, 2002 b).
- *Caulerpa racemosa*: cette algue verte, d'origine tropicale, signalée en Tunisie depuis 1926, a été rencontrée à Mahdia et dans le golfe de Gabès par 15 m de profondeur en 1971, à Salakta sur les blocs rocheux du port (depuis 1971), au large de Monastir dans l'herbier de Posidonie (1992), aux alentours des îles Kuriat (1997), à Bizerte, au cap Bon, au îles Cani et à Zembra depuis 2000. Elle a aussi été signalée dans la région du golfe de Gabès à des profondeurs importantes (72 m) formant des pelouses sur fond sableux avec des débris coquilliers et mélobésiers (1995) et plus récemment (juillet 2000) à la Chebba et dans le port d'El Ataya à Kerkennah (2000). Enfin elle a même été signalée sur les hauts fonds en mer ouverte et loin des côtes dans les bancs Hallouf (2002) et Messioua (2000). (Djallouli, 2000, Hamza *et al.*, 1995, Ben Mustapha et El Abed, 2000, Ben Mustapha *et al.*, 2002a et b.

4. Le cas du golfe de Gabès.

Le golfe de Gabès, large échancrure située sur le littoral sud de la Tunisie, constitue le golfe le plus important du littoral tunisien. Cette zone dispose de conditions climatiques, topographiques, géomorphologiques et océanographiques favorables au fonctionnement d'un système littoral marin naturel remarquable dont le résultat le plus important a été la mise en place d'un climax constitué par la biocénose à *Posidonia oceanica* (L) Delile. Cette dernière

s'étend jusqu'au au golfe de Syrte en Libye, formant ainsi la biocénose à *Posidonia oceanica* la plus étendue du monde.

Toutefois, depuis quelques dizaines d'années, l'ensemble de ce système naturel marin littoral subit des agressions aussi bien d'origine anthropique que naturelle. La conséquence principale fut le développement de biocénoses caractéristiques d'un état de délabrement de l'écosystème qui s'est traduit principalement par la perte importante d'étendues du couvert végétal et par sa dégradation.

Par ailleurs, des résultats et des conclusions préliminaires relatifs à la dégradation du couvert végétal et aux transformations du système marin dans cette région, ont été publiés depuis 1992 (Ben Mustapha *et al.*, 1999). Les conclusions pertinentes relatives aux changements écosystémiques du golfe de Gabès suite à une étude qui a visé un total de 143 stations prospectées par plongée en scaphandre autonome depuis 1988 sont résumées ci-après.

Le milieu marin du golfe de Gabès est actuellement caractérisé par un ensemble de traits tels que la disparition de surfaces importantes couvertes par la Posidonie, l'envasement de son herbier observé dans de nombreuses stations, la raréfaction des sites d'implantations de *Cymodocea nodosa*, la disparition presque totale de *Caulerpa prolifera* et l'installation de fonds instables. Ce travail a mis en exergue (i) La présence (qualitativement importante) d'espèces indicatrices de milieux instables, (ii) La présence d'espèces sciaphiles à des profondeurs très faibles et (iii) La régression de la limite inférieure de l'étage infralittoral et par conséquent une remontée de la limite supérieure de celle du circalittoral.

Cette transformation de la physionomie du fond du golfe de Gabès a induit un changement de la bionomie benthique, avec une perte du couvert végétal originel de l'ordre de 90% conduisant à l'installation de biocénoses caractérisées par une faune et une flore de milieux envasés et dégradés, et par la multiplication de stations de biocénose du précoraligène dégradé.

5. Propositions d'aires marines de protection et de conservation

Nous présentons ci-après une brève synthèse de l'important travail de recensement mené par un groupe de travail de l'INSTM en vue d'aider à identifier les aires marines de protection et de conservation dans les trois golfes de la Tunisie (Anonyme 2001, 2002 a et b), dans laquelle nous récapitulons l'état de connaissance sur les plans dynamique, biologique, sédimentologique et faunistique, en insistant sur les peuplements benthiques importants. Nous mettons également l'accent sur les paramètres prépondérants dans le choix d'un site susceptible d'accueillir des récifs artificiels ou d'être classé aire marine protégée.

En effet, l'étude assez exhaustive sur l'état des connaissances de l'habitat et de ses caractéristiques (hydrologie, climatologie, sédimentologie, nature des fonds, sels nutritifs, activités anthropiques, pollution, perturbations diverses), et aussi des habitants (les espèces) et leurs caractéristiques (richesse spécifique, abondance, répartition, biologie, écologie, mécanismes trophiques, etc.) met en exergue la nécessité de penser à l'instauration d'aires marine protégées et de zones d'implantation de récifs artificiels. Elle vient concrétiser les efforts déployés par la Tunisie dans le but de sauvegarder le patrimoine biologique et ainsi assurer une gestion optimale des ressources marines.

Les **objectifs** visés par cette étude peuvent être résumés essentiellement en trois points :

- 1- Etablissement d'un inventaire détaillé des espèces animales et végétales le long des côtes tunisiennes, essentiellement dans le périmètre de l'étude.
- 2- Caractérisation spatio-temporelle de l'état des ressources et des activités anthropiques. Il s'agit là d'étudier les écosystèmes (espèces et habitats) ainsi que les différents facteurs susceptibles de jouer un rôle dans leur équilibre (surexploitation, pêche de juvéniles, techniques de pêche non appropriées, pollution, nuisances diverses). Les différents thèmes traités sont les suivants : les facteurs hydrologiques, la pêche, les ressources biologiques, les indicateurs socio-économiques, etc. Parallèlement, une base de données est créée, elle permet de suivre l'évolution temporelle des paramètres physiques, chimiques et biologiques de la zone étudiée.
- 3- Etude de scénarios d'aménagement de ces ressources par réglementation des activités anthropiques et limitation des sources de nuisance, ce qui permettra de prendre des mesures de protection et de conservation dont l'efficacité sera suivie dans le temps à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG). A la lumière des résultats de cette étude et en tenant compte des espèces à protéger et des zones qui nécessitent des actions de conservation et de protection, des sites préférentiels pour l'implantation des récifs artificiels sont définis. Cet aménagement doit tenir compte des points suivants :
 - Le choix d'**emplacement des sites d'implantation des récifs artificiels** se base sur la présence d'espèces à protéger. La sélection des espèces rares ou menacées de disparition est réalisée en se basant sur la « liste de références des types d'habitats pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la conservation », tel que signalé lors de la 4^{ème} réunion des points focaux nationaux pour les Aires Spécialement Protégées (Tunis, 12-14 avril 1999) et validé par la réunion des points focaux nationaux du Plan d'Action pour la Méditerranée (Athènes, 6-9 septembre 1999).
 - Les **espèces** à protéger dans chaque zone sont **signalées**. Ces zones, grâce à leur "effet réserve", contribueront au repeuplement en poissons et autres espèces marines des zones voisines ouvertes à la pêche.
 - Le choix des sites d'emplacement des récifs artificiels tient compte des **contraintes (hydrologiques, géomorphologiques, sédimentologiques, etc.)** de la zone en question. Ces récifs artificiels sont préconisés pour augmenter la production d'une zone donnée (récifs d'enrichissement) ou pour la soustraire de l'action illicite de chalutage (récifs anti-chalutages). Pour plusieurs raisons, les structures récifales doivent être construites en béton. Leurs formes, dimensions et dispositions doivent être bien étudiées.

5. 1. Golfe de Gabès

Dans le golfe de Gabès, la production de la pêche a nettement régressé ces dernières années, le stock des produits marins à intérêt commercial a été affecté, comme celui des poissons démersaux (rouget, pagre, etc.). Un autre phénomène écologiquement important affecte les eaux tunisiennes, il s'agit de l'entrée des espèces invasives dont certaines déséquilibrent le milieu et peuvent affecter des communautés natives, tels la caulerpe *Caulerpa taxifolia* qui supprime la posidonie *Posidonia oceanica* et la crevette lessepsienne *Trachypenaeus curvirostris* qui remplace la crevette royale *Penaeus kerathurus* (Bradai, 2000).

Il ressort du rapport cité en référence (Anonyme, 2001) que certains stocks et plusieurs espèces sont menacées dans le golfe de Gabès. Si certaines de ces espèces ont un intérêt commercial, comme la crevette royale ou les poissons démersaux, d'autres ont une grande importance écologique dans le maintien de la stabilité de l'écosystème, comme la posidonie. La conservation de tout le patrimoine biologique du golfe de Gabès est donc nécessaire.

Le moyen de protection contre le braconnage des chalutiers, préconisé dans cette étude est l'implantation dans certains sites du golfe de Gabès de récifs artificiels. Il consiste à installer sur le fond marin des éléments en béton. Deux objectifs sont attendus de l'implantation de ces récifs artificiels :

- Réduire la mortalité par pêche des espèces commerciales à protéger et les stades larvaires de certaines autres espèces à intérêt commercial en empêchant les pêcheurs d'opérer dans ces zones à cause des risques de déchirures des filets de pêche par les récifs artificiels.
- Protéger les couverts végétaux et les peuplements benthiques associés contre les actions anthropiques (chalutages) abusives. Ces peuplements ont une grande importance écologique puisqu'ils représentent des maillons indissociables des écosystèmes (chaîne trophique).

En Tunisie, un projet pilote d'installation de récifs artificiels a déjà été réalisé en 1992 (Ben Mustapha, 1995). Douze modules de récifs anti-chalutages ont été immergés le long de la côte ouest de Djerba (Sidi Jamour), très affectée par le chalutage illégal. L'étude de suivi, réalisée cinq ans plus tard, a montré une bonne reconstitution des communautés benthiques dans la zone d'influence des récifs et un meilleur rendement de la pêche, par rapport aux zones chalutées. Du point de vue du rendement de la pêche artisanale, la zone de récifs artificiels était comparable à l'herbier de Posidonie.

Vu la nature des données disponibles dans la bibliographie (absence de données géoréférencées) et le peu de travaux effectués sur le golfe de Gabès, il est très difficile de lister pour chaque site retenu pour l'implantation des récifs artificiels toutes les espèces à protéger. D'autre part, la plupart des espèces signalées dans le golfe de Gabès effectuent de grands déplacements. Ceci nous incite à porter le choix des sites sur les autres critères, notamment le couvert végétal et la nature du sédiment, etc. Le choix est porté sur un site (site I) pour les aires à protéger et deux sites (II et III) pour l'implantation des récifs artificiels :

Site I (10-20m) – Sud Kerkennah (figure 4) : Il s'étend du large de la bouée n° 8 (34° 25' N, 10° 58' W) à la bouée n° 4 (34° 52' N, 11° 50' W).

Présence d'herbier de posidonie menacés par les activités de chalutage ainsi que des espèces animales à protéger. Cette zone est large et est normalement interdite au chalutage, mais des traits de chalut ont été constatés. Ce qui fait qu'il est souhaitable de classer cette zone en zone marine protégée.

Site II – Borj Djilidj (ouest Djerba) (figure 5)

Dans cette zone (33 ° 50' N ; 10 ° 40' W) peu profonde (5-12m), il y a des herbiers de posidonie en bon état qu'il faut protéger. Ceci est certainement dû à l'action pilote de 1993 (installation de récifs artificiels). L'élargissement de la zone des récifs vers le nord contribuera au renforcement de la protection de cette zone et des espèces qu'elle héberge. Il s'agit donc d'appuyer et renforcer l'action pilote de 1993.

Site III – Ras Taguerness (est Djerba) (figure 6)

Le choix de cette zone ($33^{\circ} 50' N$; $11^{\circ} 10' W$) a pour objectif de sauvegarder l'herbier de posidonie et le coralligène du détritique côtier environnant (20-30m), surtout qu'il existe dans cette zone des stades juvéniles des espèces commerciales. Cette zone constitue donc une nurserie qu'il faut absolument protéger.

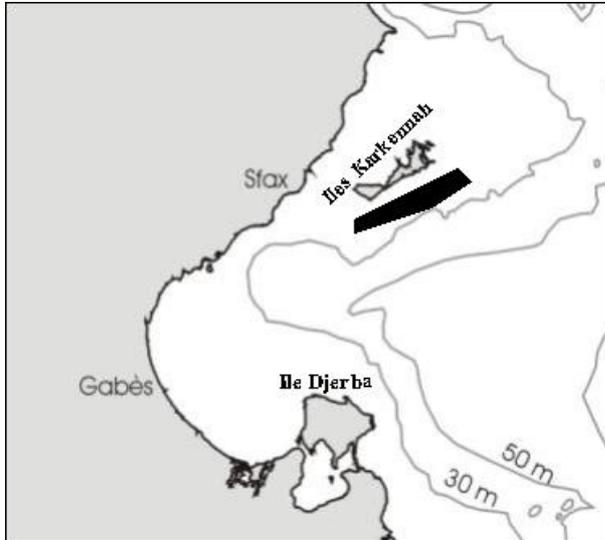


Figure 4. Golfe de Gabès, Site I : Sud Kerkennah

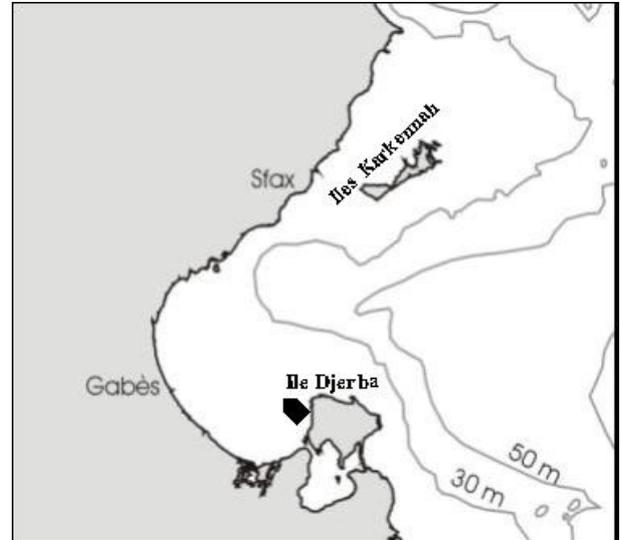


Figure 5. Golfe de Gabès, Site II : Borj Djilidj

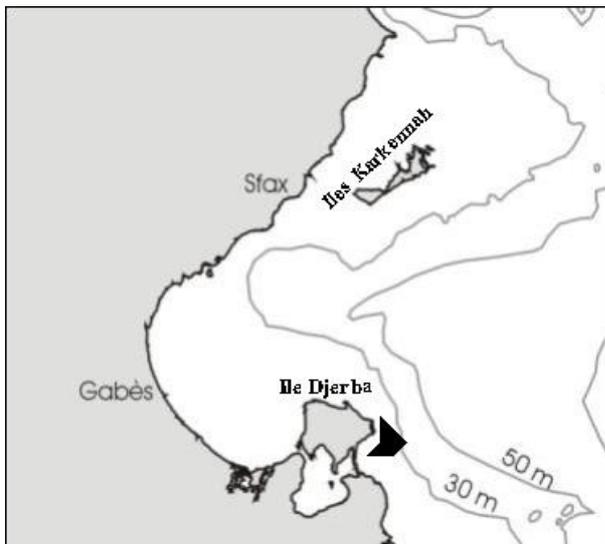


Figure 6. Golfe de Gabès, Site III : Ras Taguerness

5. 2. Golfe de Tunis

Pour le golfe de Tunis, nous récapitulons l'état des connaissances sur les plans dynamique, biologique, sédimentologique et faunistique, en insistant sur les peuplements benthiques importants. Nous mettons également l'accent sur les paramètres prépondérants dans le choix d'un site susceptible d'accueillir des récifs artificiels ou d'être classé aire marine protégée.

Même si la synthèse bibliographique a mis en évidence le manque de données notamment dynamiques et biologiques au niveau du golfe de Tunis, quelques sites nous ont paru répondre à quelques-uns des critères qui les rendraient susceptibles d'être classés en aires marines

protégées ou encore de recevoir des récifs artificiels. **Site I – Axe Cap Carthage - Cap Farina** (figure 7)

Les données dont nous disposons sur cette région mettent en évidence une forte abondance d'œufs. Il y a donc lieu de penser qu'il s'agit d'une aire de ponte. Cependant, ces données concernent plus le poisson pélagique, donc non grégaire, pour lequel la concentration est saisonnière. Il nous semble donc prématuré de proposer cette aire pour y implanter des récifs artificiels, même si des mesures de gestion préventives méritent d'être prises et l'interdiction pendant une période de tout type de pêche paraît comme étant une solution adaptée.

L'installation de récifs artificiels dans cette région est d'autant plus compliquée que la nature des sédiments (à majorité vaseuse car se trouvant à proximité de l'embouchure de l'Oued Medjerda) rend très difficile la conception technique de ces récifs.

Ainsi, une étude spécifique conformément à la méthodologie décrite ci-dessous, est fortement recommandée pour mieux conforter nos propos.

Site II – Polygone Cap Zebib – Cani - Cap Farina (figure 8)

Ce polygone se prête bien à une aire marine protégée. En effet, L'herbier y descend jusqu'à -42 mètres ; ceci le place parmi les plus profonds de la Méditerranée, où des herbiers dépassant l'isobathe -40 mètres sont très rares (cas de Zakynthos en Grèce). C'est un herbier qui est en très bon état (type II à III : nombre de faisceaux/m² compris entre 300 et 700), très dense (type 3 : de 75 à 100% de couverture horizontale). Il s'étend sur une grande superficie (presque sans discontinuité à part la passe 45-65m entre Cani et le continent) qui pourrait être l'une des plus importantes du littoral tunisien. Il est important de noter que la superficie de cet herbier dépasserait celle de l'axe Kélibia – Mâamoura (97km²). En plus, cette zone dispose d'un coralligène excellent qu'il faudrait préserver.

Site III – Site Ras Fartas, Ras Lahmar, Cap Bon (figure 9)

L'herbier entre Ras Fartas et Ras Lahmar est un bel herbier qui s'étend jusqu'à la profondeur de -27 m, sur fonds détritiques et rocheux que nous proposons comme aire marine protégée (sans nécessité de récifs) en y autorisant une activité humaine non destructrice. Par ailleurs, cette aire protégée doit s'étendre jusqu'au Cap Bon, étant donné le riche coralligène qui caractérise cette zone. Un gorgonaire extrêmement rare a été signalé en face de Sidi Daoud. Toute cette aire serait contiguë à l'aire marine protégée de Zembra et Zembretta et contribuerait ainsi à renforcer sa protection puisqu'il s'agirait de créer une aire tampon. Dans cette aire l'activité humaine (pêche) serait tolérée (Thonnaire, Pêche au palangre, pêche aux filets trémails, pêche sportive) mais doit être réglementée et contrôlée. Il serait intéressant de mettre aussi des bouées d'amarrage pour éviter la prolifération de la caulerpe *Caulerpa racemosa*, déjà signalée dans cette zone.

Ainsi, l'aire Zembra – Zembretta continuerait à bénéficier d'une protection qui apparaît aujourd'hui indispensable (Ben Mustapha et *al.*, 2002b). Un tel scénario permettrait à la Tunisie de répondre aux critères de l'UNESCO en ce qui concerne le programme MAB (Réserves de la biosphère); Puisque les réserves de la biosphère comprises dans ce programme (comme c'est le cas de Zembra) doivent justifier d'un minimum d'activités humaines.

Site I V– Récif barrière de Sidi Rais (figure 10)

Il s'agit d'un récif barrière, considéré comme un patrimoine naturel et dont la protection s'avère plus que nécessaire de nos jours. Par ailleurs, ce récif constitue un héritage naturel

qui attire beaucoup d'intérêt, et nombreux sont les experts méditerranéens qui ont appelé à sa protection. L'installation de bouées d'amarrage à proximité paraît comme l'une des solutions envisageables dans des délais raisonnables en raison de sa fréquentation croissante par les plaisanciers.

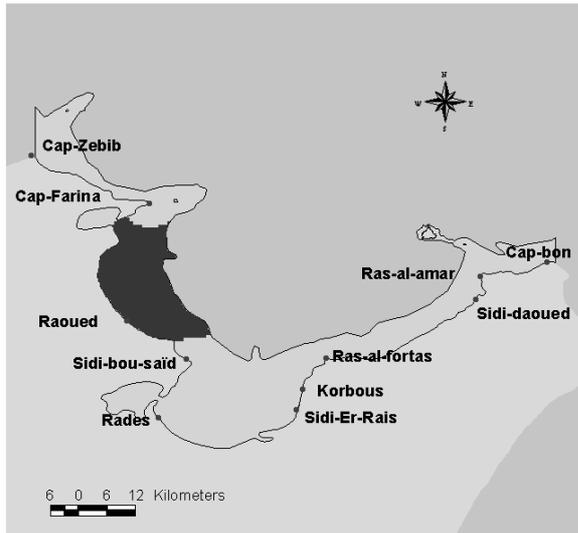


Figure 7. Golfe de Tunis, Site I: Axe Cap Carthage – Cap Farina

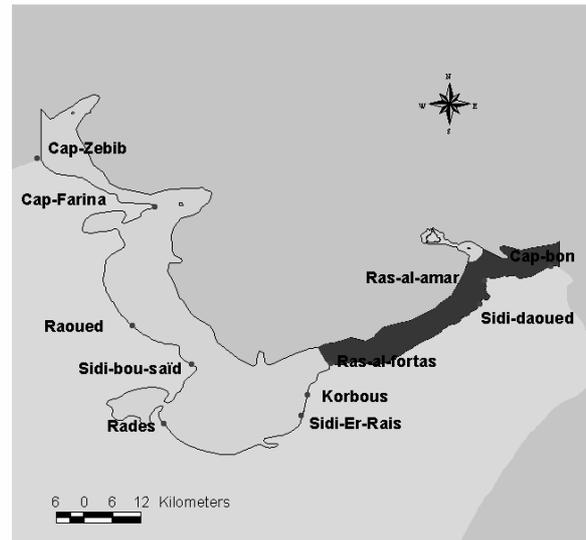


Figure 9. Golfe de Tunis, Site III : Site Ras Fartas, Ras Lahmar, Cap Bon

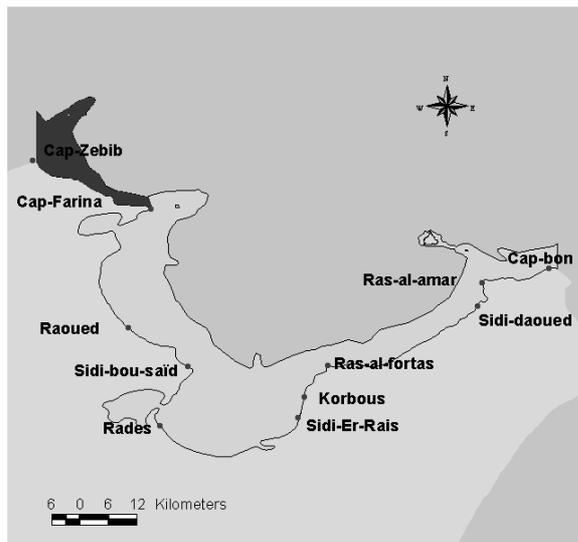


Figure 8. Golfe de Tunis, Site II : Polygone Cap Zebib – Cani - Cap Farina

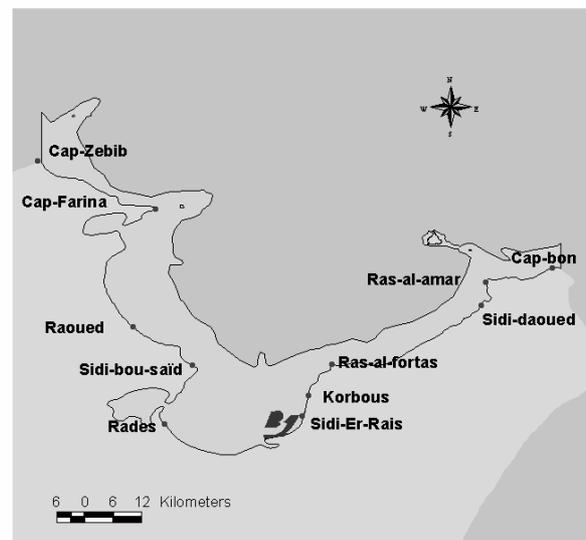


Figure 10. Golfe de Tunis, Site IV : Récif barrière de Sidi Rais

5.3 . Golfe de Hammamet

Le manque de travaux complets se pose plus pour le golfe de Hammamet. A titre d'exemple, nous pouvons disposer de l'information relative à la distribution générale de l'herbier de Posidonie dans cette zone, sans toutefois avoir des données détaillées sur sa phénologie dans des régions particulières ; comme c'est le cas aux bancs Korba et Mâamoura, de même que

nous savons où se trouve le coralligène dans ce golfe mais nous avons actuellement des problèmes pour quantifier cet habitat et le qualifier de manière satisfaisante.

Pourtant, bien que l'information compilée dans le présent travail ne peut pas être considérée comme étant exhaustive pour permettre un choix rigoureux de sites potentiels, il n'en demeure pas moins qu'elle présente l'avantage d'une part de nous orienter vers la possibilité d'un classement satisfaisant, et d'autre part de nous indiquer les thèmes de recherches futurs sur lesquels l'effort devrait être axé en vue d'obtenir l'information complémentaire.

5.3.1. Proposition de sites potentiels pour une protection future

Le golfe de Hammamet est caractérisé par l'existence d'un courant relativement fort et permanent, auquel s'ajouteraient les courants littoraux ainsi qu'un signal de marée qui est certes assez faible mais conjugué aux courants générés par le vent, peut contribuer à une dynamique relativement intense. En période estivale, les eaux du golfe seraient régénérées par la veine d'origine atlantique, alors qu'en période hivernale, on signale l'existence d'un brassage vertical de ces eaux.

Sa géomorphologie est caractérisée par une prédominance de substrats meubles ; bien que le substrat rocheux soit présent notamment dans la région nord du golfe, entre Korba et le cap Bon ainsi qu'aux prolongements des saillies (Caps).

Dans la zone comprise entre 0 et 50 m, le substrat meuble est surtout marqué par la présence des sables. Néanmoins, ce substrat est aussi souvent composé par :

- des débris coquilliers
- des éléments grossiers (cas de Mâamoura) à assez grossiers (Kélibia ; Mâamoura et Hergla)
- des d'algues calcaires concrétionnées (limite profonde de l'herbier, coralligène au large du littoral Mâamoura – Kélibia – Cap Bon, ainsi qu'au nord de l'île Kuriat)

La présence de ces éléments indique l'existence d'un fort courant de fond, dont les ripple-marks hauts de 30 à 35 cm (Kélibia, Kerkouène, Mâamoura, Kuriat) constituent une preuve visible qui vient conforter les constatations du paragraphe précédent.

L'herbier de posidonie Comparativement aux autres régions géographiques de la Tunisie, la posidonie se développe assez bien dans le golfe de Hammamet, exception faite de la partie centrale du golfe. La posidonie couvre des superficies importantes au nord du golfe (Mâamoura – bancs Korba et Mâamoura - Kélibia – Cap Bon) ainsi qu'au sud (Sousse, Monastir, Kuriat) et s'étend presque sans interruptions importantes, vers le platier des îles Kerkennah.

Dans la région comprise entre Mâamoura et Kélibia, l'estimation de l'aire couverte fait état de 97 km², dont 77,5% des herbiers observés de type 3, c'est à dire une posidonie dont le recouvrement dépasse 90% et qui pousse à partir de rhizomes orthotropes sur des mattes bien formées. Par ailleurs et comme cela a été vérifié par plusieurs observations, cet herbier s'étend sans discontinuité importante jusqu'au port de pêche de Haouaria, c'est à dire sur près de 20 km de linéaire au nord du Ras Mostpha (nord de la zone d'étude). Sa limite profonde, qui peut varier entre 23 et 35 m de profondeur, cède la place à un beau coralligène installé sur

sédiment meuble. La présence d'un coralligène de plateau riche et diversifié (Bancs de Mammoura et de Korba) n'est pas chose rare.

Plus au sud, l'herbier dont l'étendue peut être considérée comme exceptionnelle (Sousse, Monastir, Kuriat et le platier de Kerkennah) est confronté à plusieurs pressions, dont celle (potentielle) de la présence de *Caulerpa taxifolia* sur des étendues relativement importantes dans le polygone SousseMonastirKuriat.

Le coralligène : Cette biocénose, dont l'étude approfondie devrait figurer parmi les priorités de la recherche traitant de la biodiversité marine en Tunisie, reste quelque peu méconnue. Pourtant sa présence, non seulement au delà de la limite profonde de l'herbier, c'est à dire au-delà de 30 m (herbier de Mâamoura –Kélibia – Cap Bon ; Bancs Mâamoura Korba ; Nord Kuriat) mais aussi sur détritique côtier (Nord Kuriat) ou sur fonds rocheux (Kélibia) constitue autant d'indices de la richesse de la diversité écologique et biologique de ces régions.

L'Activité de pêche : D'après les données relatives à l'activité de pêche nous pouvons constater que la pêche dans cette région est essentiellement caractérisée (notamment en termes de valeur de la production, du nombre d'unités et de population maritime), par la pêche côtière, y compris la pêche au feu, dont les unités concentrent leurs actions soit sur les bancs, sur la zone de l'herbier et ses régions côtières avoisinantes et dans certains cas sur les endroits où le coralligène de plateau est bien dense.

La pêche côtière dans le golfe de Hammamet est pratiquée dans les zones littorales situées en deçà de l'isobathe – 50 m en général, là où la création d'aires marines protégées (notamment dans la région Sousse Monastir où le rendement de cette pêche est relativement faible) assurerait une protection des juvéniles de poissons.

De plus, les données de chalutage expérimental, permettent de conclure que la région considérée dans cette étude constitue une zone de frai pour la majorité des espèces de poissons benthiques et pélagiques, et que sa frange littorale est une nurserie pour les juvéniles de poissons. Par ailleurs Gharbi et Zarrad (2002 b) constatent que « *les résultats d'évaluation des principales espèces benthiques dans la région Est montrent que les chalutiers agissent principalement sur les juvéniles et en partie sur les adultes, alors que le profil d'exploitation des engins de pêches côtiers est orienté vers les individus matures ayant pondus au moins une fois dans leur vie* ». Ceci revient à dire qu'il y a intérêt à conserver les aires de pêches de la flottille de pêche côtière étant donné que son exploitation du milieu marin est mieux orientée que celle de la pêche au chalut dans cette zone ; en outre les auteurs appellent à la non utilisation de chalut crevettiers sur les régions d'herbiers.

Par ailleurs, les juvéniles des petits pélagiques se concentrent essentiellement dans les zones des bancs de Korba et Mâamoura ; étant donné l'importance socio-économique de cette activité dans cette région, il conviendrait de retenir ces zones lors du choix d'aires marines protégées.

5.3.2. Choix des sites

D'après ce qui précède et qui récapitule succinctement l'intérêt de certaines zones de la région du golfe de Hammamet pour une protection appropriée, nous proposons les sites

suivants comme étant susceptibles d'être classés Aires marines protégées et/ou d'accueillir des récifs artificiels:

Site I – Herbier de posidonie de Kélibia - Mâamoura, y compris le récif barrière de Kélibia (Figure 11)

Objectifs:

- Préserver cet excellent herbier qui se continue au nord sur un linéaire de près de 20 km
- Préserver le coralligène qui se développe à sa limite,
- Favoriser la pratique de pêche côtière responsable.
- Protéger le monument naturel qu'est le récif barrière
- Préserver la lagune de Korba

Site II – Les bancs de Mâamoura et de Korba (Figure 12)

Objectifs:

- Préserver la frayère de petits pélagiques,
- Protéger l'herbier et le coralligène bien constitués,
- Favoriser la pêche côtière surtout si l'interdiction d'actions de chalutages y est renforcée, notamment par la pose de récifs de protection.

Site III – Le polygone Sousse – Monastir – Kuriat (Figure 13)

Objectifs:

- Préserver son herbier,
- Suivre et « cantonner » autant que possible l'expansion de *Caulerpa prolifera*,
- Promouvoir la reprise de la pêche côtière dans cette zone
- Tenir compte de la fréquentation du site par la tortue *Caretta caretta* qui pond aux îles Kuriat.



Figure 11. Golfe de Hammamet, Site I :
Herbier de Kélibia-Mâamoura

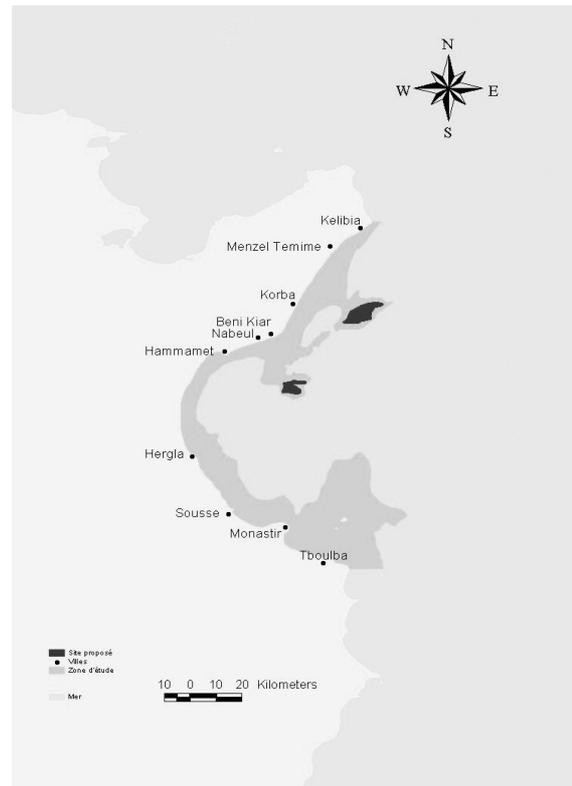


Figure 12. Golfe de Hammamet, Site II : Les
bancs de Mâamoura et de Korba

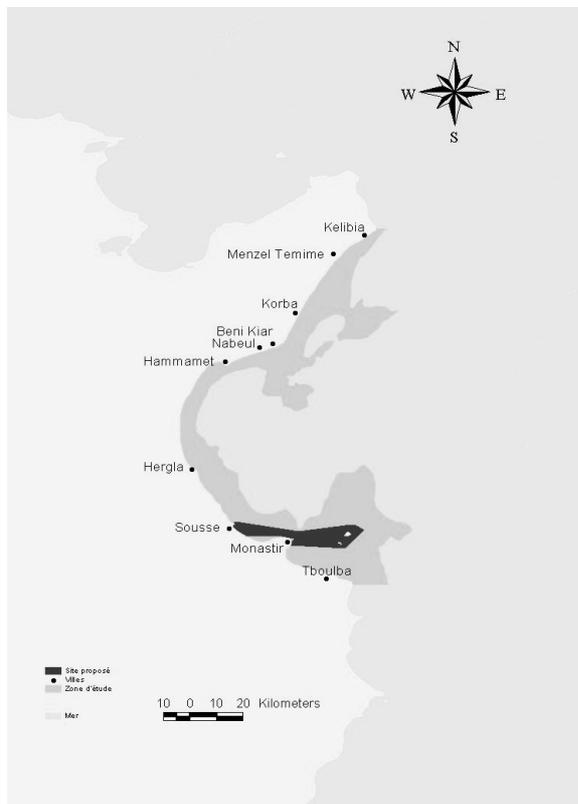


Figure 13. Golfe de Hammamet, Site III : Le polygone
Sousse – Monastir - Kuriat

6. Conclusion

Il est certain que l'écosystème marin a été affecté ces dernières décennies par une population mondiale grandissante et ce qu'elle engendre comme épuisement de la richesse naturelle, le plus souvent en employant des techniques destructives. Les changements climatiques et l'industrialisation amplifient, eux aussi, la dégradation de ces écosystèmes. Devant cette problématique, il apparaît que le seul moyen pour espérer préserver les écosystèmes, ou plutôt certains d'entre eux, est l'instauration d'aires protégées qui représentent un espace sauvage où seule la loi de la nature peut contrôler la vie marine. Ces zones préservent les espèces rares ou menacées de disparition et représentent aussi un réservoir qui permettra d'enrichir la mer en espèces animales et végétales.

Bien que le présent travail soit le résultat de la compilation d'une grande masse de données, diverses et complémentaires à la fois, il est certain que beaucoup de critères reconnus à l'échelle mondiale pour classer les aires nécessitant une protection ne peuvent pas être intégralement appliqués dans les zones étudiées. Néanmoins, à la lumière des données disponibles dans la littérature, il a été possible de dégager des zones plus fragilisées que d'autres à cause des activités anthropiques nuisibles, comme le chalutage et l'industrie polluante.

Si cette étude a permis de proposer la classification de certaines zones comme des aires nécessitant une protection, le choix du type de celles-ci (aire marine protégée, réserve, parc national, interdiction du chalutage, etc.) est réservé aux décideurs qui tiennent compte, entre autre, des facteurs socio-économiques. Dans notre étude, le recours aux récifs artificiels permet d'empêcher le braconnage par les chalutiers et aussi de fournir à certaines populations animales et végétales un refuge dans les formes variées et poreuses des récifs. A cet égard, il faut que les récifs soient bien étudiés sur le plan de la forme, des dimensions, des matériaux utilisés, etc. En effet pour que les récifs artificiels permettent de créer un nouvel habitat hétérogène, plus productif donnant naissance à une biomasse riche et diversifiée, leur architecture doit être réfléchi de manière à s'adapter au mieux à la faune et à la flore que l'on espère développer. A titre d'exemple, au Japon, des productivités spécifiques (par unité de volume immergé) d'environ 9 à 20 kg/m³/an ont pu être observées, ce qui constitue des résultats supérieurs aux valeurs observées dans la nature. Ceci peut être expliqué justement par la différence d'architecture. Les récifs artificiels ne peuvent rivaliser en taille avec leurs homologues naturels, mais comportent plus de vides et de caches que ces derniers et accueillent une plus grande densité d'organismes marins.

7. Bibliographie

- Afli. A. 2001. Les peuplements benthiques du golfe de Hammamet. *In* « Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. 3 Le Golfe de Hammamet » : pp. 129-137.
- Afli. A. et Ben Mustapha. K. 2001. Les peuplements benthiques du golfe de Gabès *In* « Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. 1 Le Golfe de Gabès » : pp. 91-133.

- Afli. A. et Riveill. S. 2002. Les peuplements benthiques dans le golfe de Tunis *In* « Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. 2 Le Golfe de Tunis » : pp. 78 -119.
- Anonyme. 1923. Etude des fonds de pêche des côtes tunisiennes: Résultats des recherches effectuées au cours des croisières de la « Perche » en 1920, de « l'Orvet » en 1921-1922, du « Pourquoi-Pas ? » en 1923 et de différents chalutiers. Direction Générale des Travaux Publics, Tunis: pp. 1– 42.
- Anonyme. 1990. Livre rouge “Gérard Virgnier” des végétaux, peuplements et paysages marins menacés de Méditerranée. MAP technical Report Series N°43, UNEP/IUCN/GIS Posidonie, pp. 1-250
- Anonyme. 1991. *Posidonia oceanica* : The forest undersea. *Posidonia oceanica* meadows in the Mediterranean sea : Status and distribution. 4th Intergovernmental Meeting of the Barcelona Convention ; *Greenpeace*, The Mediterranean project. 35p.
- Anonyme. 1995. Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée . Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), Plan d'Action pour la Méditerranée, 47p.
- Anonyme. 1997a. Les invertébrés aquatiques de Tunisie. Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire, Tunis : pp. 1-207
- Anonyme. 1997b. Les vertèbres aquatiques de Tunisie. Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire, Tunis : pp. 1-335
- Anonyme. 2001. Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. I. Golfe de Gabès. Rapport de projet MEAT/DGEQV – INSTM (Tunisia). 210p.
- Anonyme. 2002a. Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. II. Golfe de Tunis. Rapport de projet MEAT/DGEQV – INSTM (Tunisia). 157p.
- Anonyme. 2002b. Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. III. Golfe de Hammamet. Rapport de projet MEAT/DGEQV – INSTM (Tunisia). 183p.
- Azouz. A. 1966. Etude des biocénoses benthiques et de la faune ichtyologique des fonds chalutables de la Tunisie, régions nord et sud-est. Thèse d'Etat, Univ. Caen., Fr : pp. 1-243 .
- Azouz. A. 1973. Les fonds chalutables de la région Nord de la Tunisie. 1 : Cadre physique des côtes Nord de la Tunisie. Bull. Inst. Océanogr. Pêche. Salammbô. 2 (4) : 473-564.
- Ballesteros. E. 2003. The coralligenous in the Mediterranean. RAC-SPA editor, Tunisia, 104p. (*under press*)
- Ben Maiz, N. 1995. Etude nationale sur la diversité biologique de la flore marine et aquatique en Tunisie. Projet MEAT/PNUE/GEF, Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, Tunisie. 78p.
- Ben Mustapha. A. 1966. Présentation d'une carte de pêche pour les côtes nord de la Tunisie. *Bull. Inst. Océanogr. Pêche*. Salammbô. 1 (1) : 21-38, 1 carte dépl.
- Ben Mustapha. K. 1995. The Gulf of Gabes : A case study in the Mediterranean decline *in* Fishing out the Mediterranean. *In* 21st session of the G.F.C.M, Spain.pp. 8-9. Greenpeace International (eds). Greenpeace International. Ville? Netherlands. 12p.
- Ben Mustapha. K. et Hattour. A. 1992. Les herbier de posidonies du littoral tunisien. 1. Le golfe de Hammamet. Notes Inst. Nation. Sci. Tech. Oceanogr. Pêches, Salammbô-2. pp. 1-42.

- Ben Mustapha. K., Hattour A., Mhetli, M., El Abed, A. et Tritar. B. 1999. Bionomie des étages Infra et Circalittoral du golfe de Gabès. Bull. Inst. Natn. Scienc. Tech. Mer de Salammbô, 26, pp. 5-48.
- Ben Mustapha. K et El Abed. A. 2000. Données nouvelles sur des éléments du macro benthos marin de Tunisie. In *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.*, 36: 358p.
- Ben Mustapha. K et El Abed. A. 2002. Herbiers de posidonie, éponges et méga-benthos importants du golfe de Hammamet. In «Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. 3 Le Golfe de Hammamet. » pp. 91-128.
- Ben Mustapha, K., Riveill, S. et El Abed. A. 2002 a. Données récentes sur la présence de l'herbier à posidonie, de la biocénose coralligène et des démosponges signalées au golfe de Tunis et dans les zones adjacentes. In «Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. 2 Le Golfe de Tunis. ». pp. 63-77.
- Ben Mustapha. K., Komatsu. K., Hattour. A., Sammari. C., Zarrouk. S., Souissi. A. and El Abed, A. 2002b. Tunisian mega benthos from infra (Posidonia meadows) and circalittoral (Coralligenous) sites. Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, 29, pp. 23-36.
- Ben Mustapha, K., Komatsu, T., Sammari. C., Hattour. A, Zarrouk., S. and El Abed. A. 2002c. *Posidonia oceanica* L. (Delile) meadow from Messioua banc (Tunisia) Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, 30, pp. 37-40
- Ben Othman. S. 1973. Le Sud Tunisien (Golfe de Gabès) : Hydrologie, Sédimentologie, flore et faune. Thèse de 3eme cycle. Univ. Tunis. pp. 1-166.
- Blanpied. C., Burrolet, P. F., Clairefond. P. et Sechimi. M. 1979. Cadre géographique et géologique du plateau continental de la Tunisie. In *Géologie Méditerranéenne, la Mer Pélagienne*. Ann. Univ. Provence, Fr., 6 (1) : pp. 19-22
- Boudouresque. C. F. 1997. Situation de la biodiversité marine et lagunaire en Tunisie (Partie 2). In: *La diversité biologique marine et lagunaire en Tunisie. Etat des connaissances actuelles, recommandations pour une stratégie nationale de conservation et de gestion durable*. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire (Tunisie), UNEP (RAC/SPA). 154p.
- Bradaï. M. N. 2000. Diversité du peuplement ichthyique et contribution à la connaissance des sparidés du golfe de Gabès ; Thèse es-sciences, Université Sfax (Tunisie). 600p.
- Bradaï. M. N. 2001. Diversité biologique des vertébrés (poissons, tortues et cétacés) du golfe de Gabès. Espèces exotiques et menacées. In: *Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. 1. Golfe de Gabès*. MEAT–INSTM. pp. 73-90.
- Bradaï. M. N. 2002. Les tortues marines dans le golfe de Hammamet : Etat des connaissances sur la nidification et recommandations de conservation. In: *Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. 3. Golfe de Hammamet*. MEAT–INSTM. pp 141-157.
- Brahim. M, Sammari. Ch et Gana. S. 1994. Circulation et dynamique de la matière en suspension au large des îles Kerkennah. Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche, Salammbô, 21: pp. 5-23
- Brandhorst. W. 1977. Les conditions du milieu au large des côtes tunisiennes. Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche, Salammbô, 4 (2-4) : pp. 129-220.
- Darmoul. B. 1988. Pollution dans le golfe de Gabès (Tunisie). Bilan de six années de surveillance (1976-1981). Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche, Salammbô, 15 : pp. 61-83

- Djallouli. A. 2000. *Caulerpa racemosa* (Forksaa) J. Agardht en Tunisie. *In* first Mediterranean symposium on marine vegetation. Ajaccio, France. 3 - 4 October 2000. UNEP. MAP. RAC-SPA, pp. 1-4.
- Gharbi. H et Zarrad. R. 2002a. Synthèse sur les ressources halieutiques du golfe de Tunis. *In*: Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. 2. Golfe de Tunis. MEAT-INSTM. pp 47-62.
- Gharbi. H et Zarrad. R. 2002b. Synthèse sur les ressources halieutiques de la région est Tunisienne. *In*: Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. 3. Golfe de Hammamet. MEAT-INSTM. pp 73-86.
- Hamza. A., Bradaï. M. N., Ghorbel. M. Et Abdelmoula. A., 1995. New mentions of *Caulerpa racemosa* (Forkssal) J. Agardh in the Gabes gulf (Tunisia). Bull. Inst. Natn. Scienc. Tech. Mer (Tunisie), Vol 22 : pp. 81-88
- Hattour. A 1991. Le chalutage dans les eaux tunisiennes, réalités et considérations législatives particulièrement dans les golfes de Tunis et de Gabès. Notes Inst. Nat. Scien. Tech. Oceanog. Pêches, Salammbô – 1: pp. 1-28.
- Hopkins. T. S. 1985. Physics of the Sea. In. Western Mediterranean; Western Mediterranean (Key Environnements). II series. Margalef, R. (ed). IUCN-Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Frankfurt. pp 100-125.
- Komatsu. T, Igarashi. C., Ben Mustapha. K., Sammari. C., Shibata. K., Hantani. H., Matsuoka. Y. and M. Carton; 2001. Mapping of *Posidonia* beds in Tunisia with R/V Hannibal. Pp3. *IN* Proceedings of the 4th Tunisian interdisciplinary Workshop on Science & Society (TIWSS2001); L Choanine (Ed); the University of Electro communication. Japan
- Komatsu. T., Ben Mustapha. K., Shibata. K., Hantani. H., Ohmura. T., Sammari. C., Igarash. C., & El Abed A. 2004. Mapping *Posidonia* meadows on Messioua Bank off Zarzis, Tunisia, using multi-beam sonar and GIS Japan. *GIS/Spatial analyses in Fishery and Aquatic Sciences*. © Fishery and Aquatic GIS Research Group, (under-press), pp. 83-100
- Langar. H. 2002. Description des fonds à caulerpe dans la zone de Sousse. *In* « Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. 2 Le Golfe de Hammamet »: pp. 87-90
- Le Danois. E. 1925. Recherches sur les fonds chalutables des côtes de Tunisie (croisière du chalutier "tanche" en 1924). Ann. Sta. Océanogr. Salammbô, 1. pp. 1-56
- Pergent. G. et Kempf. M. 1993. L'environnement marin côtier en Tunisie. 1. Rapport de synthèse. 2. Etude documentaire. 3. Annexes. IFREMER publ. Brest, Fr. 1-55 + 1-395 + 1-173.
- Poizat. C. 1970. Hydrodynamisme et sédimentation dans le golfe de Gabès (Tunisie). Tethys 2 (1): pp. 267-296.
- Pruvot. G. 1923. Recherches effectuées au cours des croisères de l'ORVET dans la Méditerranée en 1921-1922. Notes et Mémoires, Office Scientifique et Techniques des Pêches Maritimes. N°25. 45p.
- Ramos-Espla. A et Sanchez-Lizaso. J.L. 2002. Impacto del arrastre sobre comunidades circalitorales de fondos blandos dominadas por coralinaceas. ACTAS, Septima Reunion del Foro Cientifico Para la Pesca Espanola en el Mediterraneo. pp: 103.
- Sammari. C. & Gana. S. 1995. Revue de l'hydrodynamisme au large des côtes tunisiennes. Bull. Inst. Natn. Scienc. Tech. Mer (Tunisie), Vol 22 : pp. 10-34
- Sellem. F. 2002. Description des principales espèces d'oursins du golfe de Hammamet. *In* « Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. 2 Le Golfe de Hammamet »: pp. 138-140.