

République Tunisienne

ISSN 0330-0080

**BULLETIN DE L'INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LA
MER DE SALAMMBÔ**

Volume 45, 2018
Numéro Spécial



Programme des Nations Unies
pour l'environnement



Plan d'Action pour la Méditerranée
Convention de Barcelone



Institut National Des Sciences
Et Technologies De La Mer



Actes de la conférence méditerranéenne Biodiv 2017

LA BIODIVERSITE : QUELLES ORIENTATIONS POUR LA RECHERCHE ET QUELS OUTILS DE CONSERVATION ?

Monastir-Tunisie, Royal Thalassa (28 au 30 octobre 2017)

Organisée par :

- L'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM)
- L'Association pour la Conservation de la Biodiversité dans le Golfe de Gabès (ASCOB-Syrtis)
- Le Centre des Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (SPA/RAC)

LE BULLETIN DE L'INSTM

Le bulletin de l'INSTM de Salammbô fait suite au Bulletin de l'INSTOP et au bulletin S.O.S édité depuis 1924. C'est une revue annuelle consacrée aux études relatives au milieu aquatique en général et à la mer Méditerranée en particulier et couvrant des domaines divers : biologie, écologie, géologie, physique, chimie, pollution, pêche, aquaculture, économie... Ce périodique publie des résultats originaux de recherche, des synthèses thématiques, des notes, des actes de manifestations scientifiques, des analyses d'ouvrages....

Tout article soumis pour publication dans le Bulletin de l'INSTM est examiné par au moins deux évaluateurs qualifiés des communautés scientifiques nationale et internationale et doit répondre aux conditions suivantes :

-Ne pas être soumis auparavant à aucun autre périodique.

-Tenir compte strictement des directives présentées dans les « instructions aux auteurs » et sur le site www.instm.rnrt.tn.

Directeur de la revue : Hechmi MISSAOUI

Rédacteurs : Mohamed.Nejmeddine BRADAI

Salwa SADOK

Othmen JARBOUI

Ali HARZALLAH

Mohamed Salah AZAZA

Secrétaire de la revue : Noureddine BEN MAHMOUD

Comité scientifique

- Pr. Abderrahmen Bouain (FSS)
- Pr. Bernanrd Seret (France)
- Dr. Ramzi-Yassine Sghaier (CAR/ASP)
- Dr. Souha El Asmi (CAR/ASP)
- Dr. Amel Zouari (INSTM)
- Pr. Lassaad Neifer (FSS)
- Pr. Mohamed Ghorbel (INSTM)
- Pr. George Girard (France)
- Dr. Asma Hamza (INSTM)
- Pr. Mohamed Nejmeddine Bradai (INSTM)

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Les auteurs des communications réalisées sont invités à présenter leurs manuscrits selon les recommandations suivantes :

- Les contributions pourront être en anglais ou en français.
- Le texte doit être rédigé avec des caractères « Times » : taille 12 en simple interligne
- Le titre de la communication doit être en caractères gras, majuscule, de taille 12.
- Les noms, affiliations et adresses des auteurs (E-mails de tous les auteurs, exigés), doivent être en caractères gras de taille 10.
- Les résumés français et anglais sont obligatoires.
- L'article, devra généralement contenir les paragraphes suivants : INTRODUCTION, MATERIEL ET METHODES, RESULTATS, DISCUSSION, CONCLUSION et BIBLIOGRAPHIE. Les titres de ces paragraphes doivent être en caractères gras, majuscules et taille 12. Les titres et sous-titres ne doivent pas être numérotés.
- Les tableaux, figures et photos doivent être placés soigneusement dans le texte comme ils vont apparaître dans le document final.
- Les tableaux sont numérotés en chiffres romains (Tableau I). Les intitulés sont placés en haut des tableaux.
- Les figures et photos doivent être numérotées en chiffres arabes (Fig. 1 ; Photo 1). Les intitulés sont placés en bas des illustrations.

Références

- Les références bibliographiques doivent être mises en ordre alphabétique. La bibliographie ne doit contenir que des œuvres citées dans le texte. Citations dans le texte doivent être comme suit :

(Barrois, 1977; Uchiyama & Shomura, 1974; Uchiyama et al., 1980) (Flamigni, 1984; 1987).
Le modèle suivant doit être respecté avec un soin extrême (en particulier en ce qui concerne l'utilisation de l'italique) :

CAVALIERE A. (1963) - Studi sulla biologia e pesca di *Xiphias gladius* L. Nota II. *Boll. Pesca Piscic. Idrobio.*, 18 (2) : 143-170.

ARTHUR W. (1987) - *The niche in competition and evolution*. Wiley and Sons, Chichester: 175 pp.

GARAY I., NATAF L. (1982) - Microarthropods as indicators of human trampling in suburban forests. In: Bornkamm R., Lee J.A., Seaward M.R.D. (eds), *Urban Ecology*, Blackwell Scientific Publications, Oxford: 201-207.

Photos et tableaux en couleur

Il est recommandé de soumettre seules les photos en noir et blanc. Les tableaux et des photos couleur ne seront acceptés que si elles sont strictement nécessaires pour décrire les résultats, et après accord préalable du comité de rédaction.

AVANT-PROPOS

Toute la vie sur terre fait partie d'un immense système interdépendant. La Biodiversité est l'expression de cette variété de la vie. Elle est présente partout, couvrant tous les gènes, les espèces animales et végétales, les écosystèmes et les paysages. Elle inclut forêts, environnements d'eau douce et marine, le sol, les récoltes, les animaux domestiques, les espèces sauvages et les micro-organismes. Elle couvre donc tous les domaines de la biologie, des gènes à la biosphère

Toute l'humanité dépend de cette communauté de la vie - la biosphère – dont nous sommes juste un élément. La dégradation des habitats et la perte de la biodiversité que nous vivons actuellement menacent les moyens de subsistance de plus d'un milliard de personnes vivant sur des terres sèches et subhumides.

Les océans par exemple font face à de grands bouleversements, nous citons entre autres la surpêche, la dégradation des écosystèmes côtiers, la pollution, l'invasion biologique et l'acidification des eaux.

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), quelque 80 millions de tonnes de poissons sont capturés chaque année dans les mers et les océans. En 2011, la surpêche concernait 29 % de la superficie maritime, entraînant par conséquent une régression constante des stocks halieutiques. Seulement 10 % des espèces sont pêchées dans des limites raisonnables.

Les écosystèmes des zones côtières tels que les herbiers de phanérogames jouent un rôle important dans la lutte contre le changement climatique. De plus, ils offrent un habitat aux nombreux poissons qui servent ensuite de moyens de subsistance aux communautés résidant dans cet environnement. Pourtant, malgré ces avantages, ils font partie des écosystèmes les plus menacés sur terre.

Selon l'UNESCO, 80 % de la pollution marine provient du continent. Il s'agit entre autres d'eaux usées et d'engrais chimiques qui rejettent de grandes quantités de substances nutritives en mer. Cette surabondance de nutriments engendre la prolifération d'algues. Ces dernières puisent une telle quantité d'oxygène dans l'eau que de plus en plus de zones s'en trouvent dépourvues. Elles sont de ce fait désertées par la vie sous-marine.

En décembre 2016, les Nations Unies ont publié le rapport « Marine Debris ». Celui-ci révèle que le nombre d'espèces affectées par les débris marins est passé de 663 à 817 depuis 2012. Les espèces animales telles que les poissons, les oiseaux, les reptiles et les mammifères souffrent de la pollution. 40 % des cétacés et 44 % des oiseaux marins ingèrent des déchets composés à 80 % de matière plastique. Si nous continuons d'agir comme nous le faisons actuellement, les océans contiendront plus de plastique que de poissons d'ici 2050.

En raison de l'utilisation importante de combustibles fossiles, le taux de CO₂ dans l'atmosphère est en augmentation constante. Selon les Nations Unies, les océans en absorbent environ 26 %. Or, la dissolution du CO₂ dans l'eau entraîne l'apparition d'acide carbonique. Ce phénomène oblige de nombreux organismes présents dans l'océan à consacrer davantage d'énergie à la formation de leur coquille et d'autres structures. L'acidification à elle seule rendra un nombre croissant de zones invivables pour ces organismes.

Les divers problèmes auxquels sont confrontés les océans (surpêche, dégradation des écosystèmes côtiers, pollution, acidification, diminution de la teneur en oxygène, espèces invasives, bycatch) ont une influence néfaste sur la biodiversité.

Les nombreux dangers qui menacent aujourd'hui les océans sont autant de risques pour cette source de nourriture et de revenus. La dégradation des océans réduit les possibilités d'activités récréatives et touristiques. Elle menace la santé des personnes, notamment du fait des quantités croissantes de substances toxiques présentes dans les organismes marins. Ces évolutions pourraient engendrer davantage de pauvreté, de famine, de conflits, voire même de guerres.

En dépit des nombreux dangers qui menacent les océans, il existe fort heureusement une multitude d'initiatives visant à inverser la tendance.

Cet aperçu des conséquences sur la faune et la flore, et en fin de compte, sur l'homme, mène inmanquablement à cette conclusion : il est grand temps d'inverser la tendance !

C'est dans ces objectifs que l'association pour la conservation de la biodiversité dans le golfe de Gabès «Ascob-syrtis » organise en collaboration avec le SPA/RAC et l'INSTM et également avec le partenariat de plusieurs institutions la deuxième conférence régionale BIODIV 2017 du 28 au 30 octobre 2017 sous le thème :

La biodiversité : Quelles orientations pour la recherche et quels outils de conservation ?

Cette rencontre était une occasion de faire le point sur la situation de la biodiversité en Afrique du Nord et en Méditerranée, de mettre en relief les outils de conservation et les nouvelles avancées et orientations de la recherche scientifique dans ce domaine.

La session sur les espèces invasives et changements climatiques organisée sous forme de table ronde, vient dans le cadre de la mise en œuvre de l'approche écosystémique (EcAp) et mise en place du programme national de surveillance pour la biodiversité et les espèces non indigènes adopté par la Tunisie particulièrement sur les NIS, au niveau du Golfe de Gabès. Les recommandations de la session étaient :

- Le suivi scientifique est un élément très important dans la conservation de la biodiversité et l'atténuation des impacts des espèces invasives ;
- Orienter la recherche, dans la mesure du possible, sur les espèces non-indigènes invasives et vers les zones à risques identifiés dans le programme national de surveillance adopté en Tunisie ; et
- Lier la recherche scientifique aux problèmes du Golfe de Gabès afin de proposer des solutions
- Les changements climatiques constituent un problème qui doit être concerné par la recherche dans les différents domaines marins, côtier et terrestre.

Le président de la conférence
Pr. Mohamed Nejmeddine Bradai

SOMMAIRE / CONTENTS

Marwa CHAIBI, Mouna ANTIT, Marwa BOUHEDI, Patrick GILLET et Atf AZZOUNA Structure générale du peuplement des Polychètes de la station de Radès, Golfe de Tunis	1
Asma HAMZA, S. ENAJJAR, S. KARAA. et M. N. BRADAI Record of the invasive Red Sea mussel <i>Brachidontes pharaonis</i> (Bivalvia: Mytilidae) from the lagoon of Boughrara (Southern Tunisia, central Mediterranean Sea)	5
Mouna ANTIT, Marwa BOUHEDI, Marwa CHAÏBI, Donia KALTHOUMI, Atf AZZOUNA première signalisation de <i>Trinchesia foliata</i> (Forbes & Goodsir, 1839) (Gastropoda : Nudibranchia) dans la baie de Tunis	9
Aymen HADJ TAIEB, Mohamed GHORBEL et Othman JARBOUI Etude de la fécondité de <i>Diplodus vulgaris</i> (Téléostéen, Sparidae) du golfe de Gabès	11
Rimel BEN MESSAOUD, Mourad CHERIF, Wael KOCHED et Sami KARAA Essai de la technique de Photo-identification pour l'étude de la population du dauphin commun (<i>Delphinus delphis</i> , Linné 1758) de la région de Kélibia, Tunisie	15
Fekher BEN JARRAY, Sondes MAROUANI et Othman JARBOUI Adoption de la méthode de l'observateur embarqué pour le suivi de l'activité de la pêche hauturière dans la région du golfe de Gabès : cas de la première période de la campagne de pêche à la crevette (15 mai - 30 juin)	19
Fatma ABDELMOULEH, HAMZA Asma, MAHFOUDHI Mabrouka, DAMMAK Lamia, BARRAJ Nouha and BEL HASSEN Malika Encystment of dinoflagellate in tidal coasts of Gabes Gulf: analyse of long term observations	23
Khemissa GHOZZI, Annunziata GIANGASPERO, Hamouda BABBA Détection des parasites entériques (<i>Giardia duodenalis</i> , <i>Toxoplasma gondii</i>) dans les mollusques bivalves de littoral tunisien	27
Henda El LAKHRACH, Abdallah HATTOUR, Mohamed Nejmeddine BRADAI et Alfonso Angel RAMOS ESPLÀ inventaire et distribution des mollusques et des crustacés décapodes exotiques et leurs bio-invasion dans le golfe de Gabès (sud de la Méditerranée)	33
Hédia ATTIA ELHILI, Chafik BEN SALAH, Hamdi BOUBAKER et Wassila AYARI analyse descriptive des résultats de la surveillance des échouages de cétacés au nord de la Tunisie	39
Lamia DAMMAK WALHA, Asma HAMZA, Aymen MECHE, Fatma ABDMOULEH, Mabrouka MAHFOUDI et Cherif SAMMARI les dinoflagellés toxiques sur <i>Ulva rigida</i> dans le golfe de Gabes	43
Lotfi MABROUK et Imed JRIBI Comparaison des épiphytes des feuilles de Magnoliophytes marines <i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile, <i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Asch et <i>Halophila stipulacea</i> (Forssk.) Asch au tour des îlots de Rass Kaboudia (Chebba, Est de la Tunisie).	49
Lotfi MABROUK et Imed JRIBI Îlots de Rass Kaboudia (Chebba, Tunisie Est) : Diversité écosystémique et spécifique et potentialité pour la mise en place d'une aire marine et côtière protégée	53
Nawfel MOSBAHI and Lassad NEIFAR Benthic macrofauna associated with intertidal <i>Zostera noltei</i> beds in Atlantic (Arcachon Bay, France) and Mediterranean ecosystems (Kneiss Islands, Tunisia): comparative study	57

Samira ENAJJAR, SAÏDI Béchir, KARAA Sami, CHOUIKHI Khaled and M.N. BRADAÏ Vulnerability of elasmobranchs as longline bycatch in the Gulf of Gabès (Southern Tunisia, central Mediterranean Sea)	61
Sondes MAROUANI, Sami KARAA, and Mohamed Nejmeddine BRADAI Feeding ecology of <i>Squalus megalops</i> (Macleay, 1881) and <i>S. blainvillei</i> (Risso, 1827) (Chondrichthyes: Squalidae) in the Gulf of Gabès (Central Mediterranean Sea)	65
Nabil SOUISSI, Soumaya BOUGHRIBA, Ola ABDELHADI et Moncef NASRI caractérisation de la chair de <i>Solen marginatus</i> , extraction de polysaccharides antioxydants et étude de leur effet sur la conservation de filet de daurade	71
Oifa CHAIEB, Sami KARAA et Mohamed Nejmedinne BRADAI First Record of the Turtle Barnacle <i>Stephanolepas muricata</i> (Fischer, 1886) from the bay of Monastir (eastern coast of Tunisia)	75
Rafika CHALLOUF, Asma HAMZA, Ali YAHIA, Khémessa GHOZZI, Béchir SAIDI et Mohamed-Nejmeddine BRADAI Analyse, par questionnaire, de l'interaction entre l'aquaculture offshore et la biodiversité marine dans la baie de Monastir.	79
Rihab AMMAR, Oifa BEN ABDALLAH-BEN HADJ HAMIDA, Nader BEN HADJ HAMIDA et Othman JARBOUI Etude du régime alimentaire du crabe araignée <i>Libinia dubia</i> (Edwards, 1834) en fonction de la taille dans le golfe de Gabès	85
Sami KARAA, Samira ENAJJAR, Aziza GLID and Mohamed Nejmeddine BRADAI The first record of the barnacle <i>Chelonibia patula</i> (Ranzani, 1818), hosted by the swimming crab <i>Portunus segnis</i> (Forskål, 1775), in the Gulf of Gabès	89
Moez SHAIK, Ibrahem BEN AMER, Ridha EL MOKNI, Sabri JAZIRI, Mehdi AISSI and Sami BEN HAJ Genesis of islets in Bizerte Lagoon: settlement of pioneer species	93

STRUCTURE GENERALE DU PEUPEMENT DES POLYCHETES DE LA STATION DE RADES, GOLFE DE TUNIS.

Marwa CHAIBI¹, Mouna ANTIT¹, Marwa BOUHEDI¹, Patrick GILLET² & Atf AZZOUNA¹

Mriwa_89@hotmail.fr; antit_mouna@yahoo.fr; bouhedi.marwa@hotmail.fr, azzounaa@gmail.com

¹ Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, UR 11ES12 Biologie de la Reproduction et du Développement Animal, 2092, Tunis, Tunisie.

² Equipe de recherche MMS, Département Biologie Environnement, Faculté des Sciences, UCO. 44 rue Rabelais 49 000 Angers, France

RESUME

Cette étude a pour but de déterminer les assemblages du peuplement de Polychètes au niveau du littoral du Golfe de Tunis par l'analyse de la Richesse spécifique et de l'Abondance. La structure et le fonctionnement de ces communautés ont été analysés à partir de la station de Radès. L'étude faunistique a révélé la présence de 32 espèces appartenant à 16 familles, 7 sont nouvellement signalées pour la côte Tunisienne. Le nombre total des Polychètes recensées en Tunisie s'élève actuellement de 398 à 404 espèces.

Mots-clé : Polychètes, Systématique, Peuplement, Golfe de Tunis, Radès.

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the assemblages of the polychaetes settlement at the Gulf of Tunis littoral by the analysis of specific richness and abundance. The structure and functioning of these communities were analyzed from the Radès station. The faunistic study revealed the presence of 32 species belonging to 16 families, 7 are newly reported for the Tunisian coast. The total number of Polychaetes recorded in Tunisia is currently 398 to 404 species.

Keys words: Polychaetes, Assemblages, Settlement, Gulf of Tunis, Radès.

INTRODUCTION

En Tunisie, plusieurs études se sont intéressées à la bionomie benthique et au suivi de l'évolution spatio-temporelle des différentes communautés peuplant le littoral (Azzouz, 1971; Ben Alaya, 1972 ; Zaouali & Baeten, 1985; Boudouresque, 1997; Ben Souissi, 2002; Ayari et Afli, 2003; Ben Mustapha *et al.*, 2003; Zaabi & Afli, 2005 et 2006; Afli *et al.*, 2008 ; Zaabi *et al.*, 2009, 2010 et 2012). Ces études ont couvert les trois golfes de Tunisie (Tunis, Hammamet et Gabès) et ont analysé plusieurs taxons benthiques y compris les Polychètes. Toutefois, très peu de travaux ont été réalisés sur ce dernier groupe de polychètes, le plus récent étant de Zaabi (2013) qui a étudié la faune et l'écologie des Annélides Polychètes sur la côte nord-est de la Tunisie (Péninsule du Cap Bon, Méditerranée). En 2016, l'échantillonnage effectué dans la station de Radès (golfe de Tunis) nous a permis de découvrir une nouvelle espèce pour la science. Il s'agit de l'espèce *Trophoniella sp.* (Polychaeta, Flabelligeridae).

L'objectif principal de cette étude est de déterminer la structure générale du peuplement des Polychètes de la station de Radès.

MATERIEL ET METHODES

Les prélèvements mensuels ont été effectués durant la période s'étalant de Novembre 2016 jusqu'à Avril

2017 dans la station de Radès située au Golfe de Tunis aux coordonnées géographiques (36° 7680600'N, 10° 2752800' E). L'échantillonnage est effectué dans les substrats rocheux couverts d'algues et dans les fonds meubles. Au niveau des algues, cinq répliquats sont réalisées chaque mois à l'aide d'un quadrat de 25cm de côté. Les algues à l'intérieur du ce cadre sont raclées en prenant soin de collecter le maximum de spécimens. Pour l'étude des Polychètes des fonds meubles, la méthode utilisée est le dragage de 25cm de côté. Cette méthode classique a l'avantage de prélever l'endofaune et l'épifaune. Pour que l'échantillon soit représentatif, il a été effectué en trois répliques mensuelles à l'aide d'une petite drague rectangulaire (avec une largeur de 72 cm et une hauteur de 30 cm) dont le bord inférieur est en dents de scie, et complétée par un filet de maille carrée de 3 x 3mm qui pénètre jusqu'à 10cm de profondeur et parcourt une surface voisine de 100m². Au laboratoire, les échantillons ont été rincés à l'eau douce et conservés dans l'alcool à 70°. Ensuite les polychètes sont identifiés par l'observation de l'animal entier et la dissection des parapodes. Les Polychètes sont photographiés à l'aide d'un appareil numérique, Canon Power Shot G6, combiné avec le microscope qui permet uniquement d'avoir les parapodes. Pour déterminer la structure générale des Polychètes, les paramètres descriptifs suivants ont été déterminés : la richesse spécifique (S) ou le nombre cumulé d'espèces dans les n prélèvements effectués à

Tableau I - Composition faunistique des polychètes dans la station de Radès

Familles	Les espèces trouvées dans la station de Radès						
Terebellidae	<i>Amphitrite gracilis</i>	<i>Amphitrite Rubra</i>	<i>Terebella lapidaria</i>	<i>Terebella sp</i>			
Amphratidae	<i>Amphratidae sp.</i>						
Onuphidae	<i>Aponuphis sp.</i>			<i>Diopatra neopolitana</i>			
Capitellidae	<i>Capitellidae sp.</i>						
Cirratulidae	<i>Cirratulidae sp.</i>						
Nereididae	<i>Nereis rava</i>			<i>Nereis sp.</i>			
Serpulidae	<i>Hydroides.c.f.norvigica</i>	<i>Hydroides nigra</i>	<i>Hydroides dianthus</i>	<i>Hydroides sp.</i>			
Polynoidae	<i>Lepidonotus clava</i>			<i>Lepidonotus squamatus</i>			
Glyceridae	<i>Glycera sp.</i>						
Lumbrineridae	<i>Lumbrinereis coccinea</i>			<i>Lumbrineris sp.</i>			
Eunicidae	<i>Lysidice ninetta</i>						
Flabelligeridae	<i>Trophoniella sp.</i>		<i>Stylaroides spA.</i>			<i>Pherusa sp.</i>	
Sabellaridae	<i>Sabellaria spinulosa</i>						
Syllidae	<i>Syllis sp.</i>	<i>Syllis prolifera</i>	<i>Syllis krohni</i>	<i>Sphaerosyllis sp.</i>	<i>Syllis gracilis</i>	<i>Syllis variegata</i>	<i>Syllis hyalina</i>

la station (Amanieu *et al.*, 1980), l'abondance (A) ou le nombre total d'individus par unité de surface (Ind.m⁻²)

RESULTATS ET DISCUSSION

Composition faunistique

Nous avons recensé 32 espèces groupées en 14 familles de Polychètes, dont 9 espèces (1,6%) sont

nouvelles dans le répertoire de la faune tunisienne. Parmi ces espèces six sont nouvelles pour la Tunisie : *Amphitrite rubra* (Risso, 1826) ; *Aponuphis sp* Kucheruck, 1978 ; *Lepidonotus squamatus* (Linnaeus, 1758) ; *Lysidice ninetta* Andouin and H Milne Edwards, 1833 ; *Nereis rava* Ehlers, 1864 ; *Stylaroides spA* (Delle chiaje, 1831) et *Trophoniella sp.*

Structure de la Communauté

Les paramètres étudiés sont résumés dans le tableau II.

Tableau II- Variation temporelle de l'abondance et de la richesse spécifique dans la station de Radès

	Novembre 2016	Décembre 2016	Janvier 2017	Février 2017	Mars 2017	Avril 2017
Abondance (Ind.m⁻²)	95	61	72	57	123	126
Richesse spécifique	9	8	8	9	18	20

La saison printanière s'avère la plus diversifiée et la plus riche en individus et en espèces (richesse spécifique) (une moyenne de 124 individus et de 19 espèces) alors que les plus basses valeurs de richesse spécifique et d'abondance et ont été enregistrées pendant l'automne (95 individus et 9 espèces) et surtout en hiver (une moyenne de 63 individus et de 8 espèces).

Cela est indiqué par la persistance des perturbations dans cette zone, empêchant le peuplement d'évoluer vers un stade plus mature. En été, les peuplements deviennent plus structurés, reflétant ainsi un état mature qui se distingue par la plus forte diversité et le plus grand nombre d'espèces. Cette différence de richesse en espèces et spécimens, qui à son tour augmente la diversité, peut être expliquée, au moins en partie, par les différentes procédures d'échantillonnage. En effet, dans la présente étude nous avons eu utilisé la drague qui permet de prélever

l'endofaune et l'épifaune, ce qui nous a permis de collecter le plus grand nombre d'espèces interstitielles de petites tailles tels que les petits Syllidae, les Cirratulidae et les Serpulidae.

CONCLUSION

L'analyse faunistique nous a permis d'identifier 32 espèces appartenant à 14 familles dont 7 espèces sont nouvelles pour la Tunisie et une nouvelle pour la science (*Trophoniella sp.*) ce qui fait passer l'inventaire de 398 (Zaabi, 2013) à 404 espèces de Polychètes (présent travail). L'analyse préliminaire de la dynamique du peuplement des Polychètes dans la station d'étude, montre une abondance et une diversité relativement élevée. La station de Radès est exposé aux activités anthropiques croissantes exercées par plus de 2 millions d'habitants, telles que les rejets urbains et industriels et aussi aux apports

terrigènes conduits par plusieurs oueds. Face à ce degré de pollution caractérisant cette zone portuaire, les annélides polychètes réagissent différemment et constituent un outil biologique efficace pour déceler les signes de dégradation du milieu.

BIBLIOGRAPHIE

- Afli A., Ayari R., & Zaâbi S., 2008. Ecological quality of some Tunisian coast and lagoon locations, by using benthic community parameters and biotic indices. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 80, 269–280.
- Azzouz A., 1971. Des biocénoses benthiques et de la faune ichtyologique des fonds chalutables de la Tunisie, région Nord et Sud-Est. Thèse de Doctorat, 213 pp.
- Ben Alaya H., 1972. Répartition et condition d'installation de *Posidonia oceanica* Delile et *Cymodocea nodosa* Asheron dans le Golfe de Tunis. *Bulletin Institut National des Sciences et Technologie de la mer, Salammbô*, 2 (3), 331–416.
- Ben Mustapha K., Boury-Esnault N., El Abed A., Zarrouk S. & Souissi A., 2003. Liste des éponges signalées à ce jour en Tunisie. *Bulletin Institut National des Sciences et Technologie de la mer, Salammbô*, 30, 56–57.
- Boudouresque C.F., 1997. La diversité biologique marine et lagunaire en Tunisie (état de connaissances actuelles, recommandations pour une stratégie nationale de conservation et d'utilisation durable). Partie 2: Situation de la biodiversité marine et lagunaire en Tunisie, *UNEP, RAC/SPA*, 1–127.
- Ben Souissi J., 2002. Impact de la pollution sur les communautés macrobenthiques du lac sud de Tunis avant sa restauration environnementale. *Thèse de doctorat en Sciences Biologiques, Faculté des Sciences de Tunis*, 267 pp.
- Boudouresque C.F., 1997. La diversité biologique marine et lagunaire en Tunisie (état de connaissances actuelles, recommandations pour une stratégie nationale de conservation et d'utilisation durable). Partie 2: Situation de la biodiversité marine et lagunaire en Tunisie, *UNEP, RAC/SPA*, 1–127.
- Zaâbi S. & Afli A., 2005. Structure générale des peuplements d'Annélides Polychètes dans le secteur nord-est du golfe de Tunis. *Bulletin de l'Institut Nationale des Sciences et Technologies de la Mer, Salammbô*, 32, 53–58.
- Zaâbi S. & Afli A., 2006. Significations écologiques de la variabilité des Polychètes dans le golfe de Tunis. *Bulletin de l'Institut Nationale des Sciences et Technologies de la Mer, Salammbô*, 33, 29–36.
- Zaâbi S., Gillet P., Afli A. & Boumaiza M., 2009. Biodiversity of polychaetous Annelids from the peninsula of Cap Bon, northeast coast of Tunisia. *Zoosymposia*, 2, 587–600.
- Zaâbi S., Gillet P., Afli A. & Boumaiza M., 2010. Structure and diversity of polychaetous annelids population along the eastern coast of the Cap Bon Peninsula (north-east coast of Tunisia, western Mediterranean). *Marine Biodiversity Records*, 3, e100 doi:10.1017/S1755267210000850.
- Zaâbi S., Gillet P., Chambers S., Afli A. & Boumaiza M., 2012. Inventory and new records of polychaete species from the Cap Bon peninsula, north-east coast of Tunisia, Western Mediterranean sea. *Mediterranean Marine Science*, 13 (1), 36–48.
- Zaabi S., 2013. Etude Faunistique et Ecologique des annélides polychètes de la côte nord -Est de la Tunisie (Peninsule du Cap bon, Méditerranée Ouest). Institut Nationale de la Science de la Technologie de la Mer (INSTM). 417p.
- Zaouali J. & Baeten S., 1985. Etude des peuplements d'animaux macrobenthiques de la zone centrale et du bassin oriental de la mer des Bibans (Tunisie méridionale) par la méthode de l'analyse factorielle des correspondances. *Rapports de la CIESM*, 29 (4), 199–203.

RECORD OF THE INVASIVE RED SEA MUSSEL *BRACHIDONTES PHARAONIS* (BIVALVIA: MYTILIDAE) FROM THE LAGOON OF BOUGHRARA (SOUTHERN TUNISIA, CENTRAL MEDITERRANEAN SEA)

Hamza A.¹, Enajjar S.¹, Karaa S.¹. & Bradai M. N.¹

1. Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (Centre de Sfax) BP. 1035 – 3018 Sfax.

asma.hamza@instm.rnrt.tn

enajjarsamira@yahoo.fr

k-sami@hotmail.fr

mednejmeddine.bradai@instm.rnrt.tn

RÉSUMÉ

Brachidontes pharaonis, a été signalé sur les côtes tunisiennes trois fois. Un spécimen vivant a été prélevé sur une tortue échouée à Zarzis (sud de la Tunisie) en août 2007. La deuxième fois durant le projet "Protection des ressources marines et côtières du Golfe de Gabès" en 2011, l'espèce a été observée agrégée avec *Mytilaster minimus*, dans une zone côtière de Zarzis. *Brachidontes pharaonis* était considéré comme rare. En 2013, ce mollusque a été enregistré dans la même zone (Zarzis) dans une faible profondeur sur des récifs artificiels dans le port.

Lors d'une enquête sur la lagune de Boughrara en 2016, « a *Brachidontes bed* » a été découvert dans le nord ouest de la lagune (Ajim Channel) à une profondeur de 7 m. La salinité et la température de l'eau étaient respectivement de 45 PSU et 26,9 ° C. La densité des mollusques a été estimée à 5000 individus/m². Les mensurations biométriques ont été déterminées sur le site.

Mots clés : Record, *Brachidontes pharaonis*, Lagune de Boughrara, Sud de la Tunisie

ABSTRACT

Brachidontes pharaonis were recorded in Tunisia water thrice. The first time in August 2007, a living specimen was collected from a freshly loggerhead stranded Zarzis (southern Tunisia). The second time during the project of the "Protection of the marine and coastal resources of the Gabes Gulf" in 2011, the species was observed aggregated with *Mytilaster minimus*, in a coastal area of Zarzis. *Brachidontes pharaonis* was considered rare. In 2013, the mollusca were recorded in the same area (Zarzis) in a very shallow depth in harbour and artificial reef. During an investigation of the lagoon of Boughrara in 2016, a "Brachidontes bed" were discovered in the north west of the lagoon (Ajim Channel) at depth of 7 m. The salinity and the temperature water were respectively 45 PSU and 26.9 °C. The molluscs density was estimated to 5000 specimens/m². The biometric mensuration was also assessed in the site.

Key words: Record, *Brachidontes pharaonis*, the lagoon of Boughrara, Southern Tunisia

INTRODUCTION

Since the opening of the Suez Canal in 1869, a large number of Indo West Pacific molluscs have entered the Mediterranean through the Canal and established permanent populations along its coasts. The red sea mussel, *Brachidontes pharaonis*, a lessepsian invasive species, was first recorded in the Mediterranean in 1876. Twenty years after, the species became abundant in midlittoral and infralittoral rocky habitats, especially along the rocky shores of the Eastern Mediterranean Sea (ZENETOS *et al.* 2003, RILOV *et al.* 2004).

In Tunisia *B. pharaonis* was recorded thrice. The first time in August 2007, a living specimen was collected from a freshly loggerhead stranded in Zarzis, (southern Tunisia) (KARRA *et al.*, 2014). The second time during the project of the "Protection of the marine and coastal resources of the Gabès Gulf"

2011, the species was observed aggregated with *Mytilaster minimus*, in a coastal area of Zarzis. *B. pharaonis* was considered rare. In 2013, the mollusca were recorded in the same area (Zarzis) in a very shallow depth in harbour and artificial reef (OUNIFI BEN AMOR *et al.* 2016).

During a field mission in the lagoon of Boughrara in 2016 during the project COZOMED (Effects of physical forcing on COastal ZOoplankton community structure: study of the unusual case of a MEDiterranean ecosystem under strong tidal influence), a "Brachidontes bed" were discovered in the north west of the lagoon (Ajim Channel).

In this note, we report the presence of the red sea mussel in the Boughrara lagoon, described the biometric characters of the bivalve and determined their density in the site.

MATERIEL AND METHODS

A “*Brachidontes* bed” were discovered in the north west of the area (33°40'5''N; 10°46'40''E) (Fig. 1) in Novembre 2016. The bivalve was collected by a

“Van Veen” Benne (625 cm²) at depth of 7 m. The salinity and the temperature water were respectively 45 PSU and 26.9 °C. The bottom of the sampling area is covered with coarse sand.

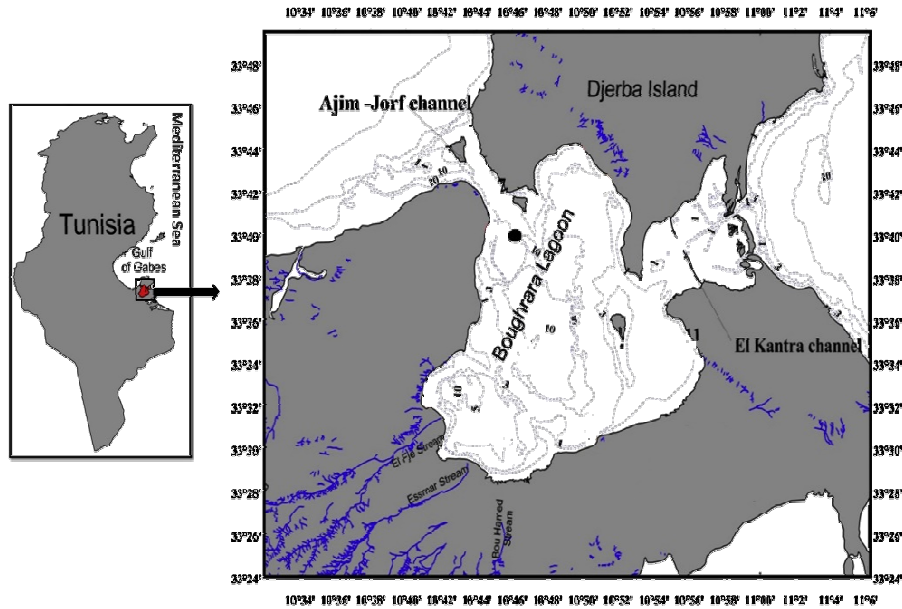


Figure 1: Sampling area; the black dot represent the localisation of *Brachidontes pharaonis* in the Boughrara lagoon (Southern Tunisia).

RESULTS

A 308 live bivalves (Photo 1) were collected. Shell length (SL) were ranged from 3.3 to 25.2 mm, the

most common sizes were ranged between 13 and 15 mm SL (Fig.2). The density of the red sea mussel was estimated to 5000 specimens/m² in the considered site.

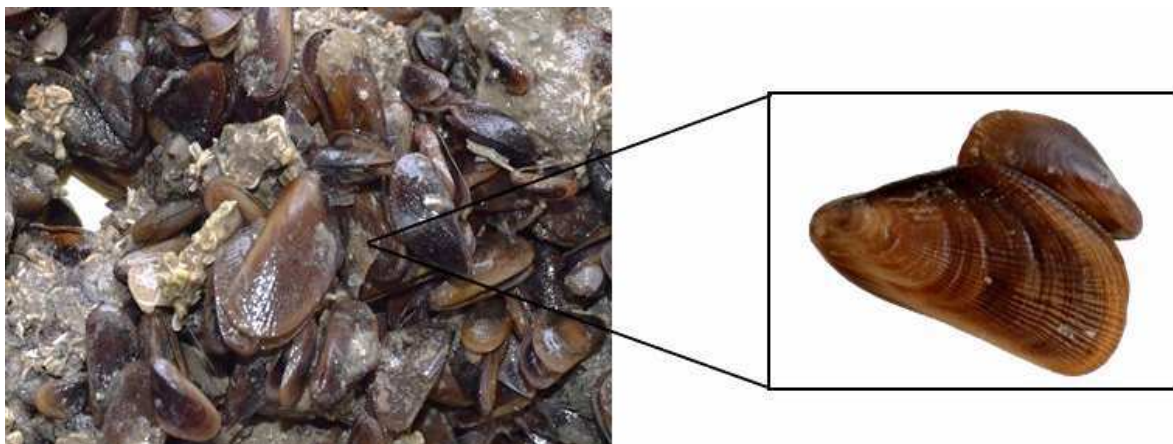


Photo 1: *Brachidontes* bed from Boughrara lagoon

Brachidontes pharaonis was observed aggregated with native *Mytilaster minimus* (Photo, 2), Only 6

specimens of the dwarf mussel were collected. The relative density of this native mussel was estimated to 96 specimens/m².

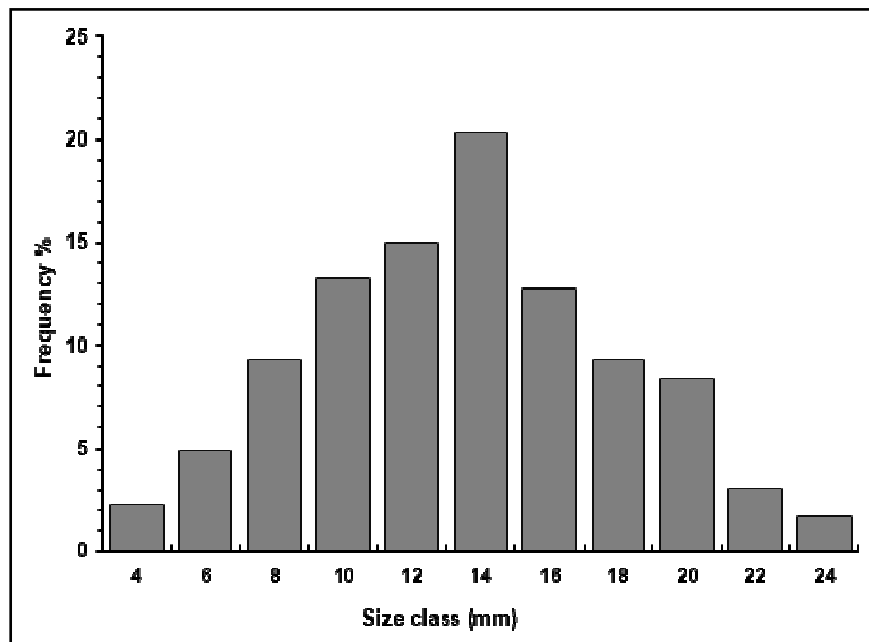


Figure 2: Shell length-frequency histograms of *B. pharaonis* collected from Bouhrara lagoon



Photo 2: The native *Mytilaster minimus* (in the left) and the lessepsian invasive *Brachidontes pharaonis* (in the right) in the Bouhrara lagoon

DISCUSSIONS & CONCLUSIONS

The introduction of *Brachidontes pharaonis* can be related to fishery activity in the region according to similar observations in Mediterranean Sea (SARRA *et al.* 2008). The relative density of the red sea mussel

observed in Bouhrara lagoon was curiously important seen that the species is not cited in the lagoon although many studies were recently carried in the area (KHEDHIRI *et al.* 2016). Authors records only *Mytilaster minimus* with a density ranged from 1 to 30 individuals/m². The established population of the

red mussel isn't certainly recent in the area. In fact, the density calculated is so important to confirm that the species isn't a new migrant.

In many area of the Mediterranean Sea the red sea mussel displaces the native mytilid, *Mytilaster minimus* (SAFRIEL *et al.* 1988; SARRA *et DE PIRRO*, 2011). It has a high metabolic plasticity and a great resistance to salinity, would enable this bivalve to replace some of the native species

Shells length recorded in the Boughrara lagoon are smaller to others populations elsewhere from Mediterranean Sea. In fact, the common size from Sicily (Stagnone di Marsala) was 21-24 mm LS with a maximum size over 36-40 mm (SARRA *et al.* 2008). It should be noted that the size is in relation with physical conditions and food availability (SARRA *et al.* 2008b).

More investigation in the Boughrara lagoon, classified as a fragile and vulnerable ecosystem, are necessary to determine the distribution of the species and to study the impact of the migrant mussel on the native species.

BIBLIOGRAPHY

- KARAA S., JRIBI I., BOUAIN A. & M. N. BRADAI 2014. Les épibiontes : outil de dépistage du comportement de migration de la caouanne en Méditerranée. 3^{èmes} Journées Scientifiques de l'Environnement - La Chebba 16-17/03/2014.
- KHEDHRI I., DJABOU H. & A. AFLI 2016. Does increased connectivity with the Mediterranean Sea improve the ecological status of the macroinvertebrates in the lagoon of Boughrara (SW Mediterranean). *Community Ecology*. 17 (2): 156-166.
- OUNIFI- BEN AMOR K., RIFI M., GHANEM R., DRAEIF I., ZAOUALI J. & J. BEN SOUSSI 2016. Update of alien fauna and new records from Tunisian marine waters. *Mediterranean Marine Science* Vol 17, No 1.
- SAFRIEL U.N. & Z. SASSON-FROSTIG 1988. Can colonising mussel out-compete indigenous mussel? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 117, 211-226.
- SARA G., & M. DE PIRRO 2011. Heart beat rate adaptations to varying salinity of two intertidal Mediterranean bivalves: The invasive *Brachidontes pharaonis* and the native *Mytilaster minimus*. *Ital. J. Zool.* 78:193-197 [doi:10.1080/1125 0001003657360].
- SARA G., ROMANO C. & A. MAZZOLA 2008a. A new Lessepsian species in the western Mediterranean (*Brachidontes pharaonis* Bivalvia: Mytilidae): density, resource allocation and biomass. *JMBA2 - Biodiversity Records*. Vol., 8.
- SARA G., ROMANO C., WIDDOWS J. & F.J. STAFF 2008. Effect of salinity and temperature on feeding physiology and scope for growth of an invasive species (*Brachidontes pharaonis* - MOLLUSCA: BIVALVIA) within the Mediterranean Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 363, 130-136.
- RILOV G., BENAYAHU Y. & A. GASITH 2004. Prolonged lag in population outbreak of an invasive mussel: a shiftinghabitat model. *Biological Invasions* 6: 347-364
- ZENETOS A., GOFAS S., RUSSO G. & J. TEMPLADO 2003. CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. Vol. 3. Molluscs. [F. Briand, Ed.]. CIESM Publishers, Monaco, 376 pp.

PREMIERE SIGNALISATION DE *TRINCHESIA FOLIATA* (FORBES & GOODSIR, 1839) (GASTROPODA : NUDIBRANCHIA) DANS LA BAIE DE TUNIS

Mouna ANTIT¹, Marwa BOUHEDI¹, Marwa CHAÏBI¹, Donia KALTHOUMI¹, Atf AZZOUNA¹

(1). Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, UR 11ES12 Biologie de la Reproduction et du Développement Animal, 2092, Tunis, Tunisie

RESUME

Dans le cadre de nos observations, portant essentiellement sur les assemblages des Mollusques dans le golfe de Tunis, nous avons pu signaler pour la première fois la présence d'une population bien établie d'une espèce rare de Gastéropodes Nudibranches *Trinchesia foliata* (Forbes & Goodsir, 1839). Nous avons réussi à caractériser ce petit Nudibranche dont la taille ne dépassant pas 7mm, morphologiquement et à montrer qu'il constitue une population bien établie qui se reproduit. La reproduction de cette espèce a pu, en effet, être remarquée à partir d'observations directes d'un comportement particulier de la ponte au laboratoire.

ABSTRACT

As part of our observations on molluscan assemblages in the Gulf of Tunis, we were able to demonstrate the presence of a rare species of gastropod nudibranch *Trinchesia foliata* (Forbes & Goodsir, 1839). We managed to characterize it in such a way that it reproduces itself. The reproduction of this species was able, indeed, to be noticed from direct observations of a particular behavior of the laying in the laboratory.

INTRODUCTION

Le développement considérable des activités humaines provoque des perturbations écologiques drastiques et modifie continuellement la structure des écosystèmes. Ces activités de plus en plus agressives imposent le suivi quantitatif et qualitatif du milieu pour une gestion plus rationnelle et durable des ressources naturelles dont celles d'intérêt économique important.

Parmi les milieux fortement perturbés par les activités humaines, le milieu marin représente en Tunisie un domaine d'intérêt capital étant donné l'étendue importante de nos côtes. L'analyse des changements qui peuvent survenir ne peut pas se faire correctement sans connaître son état d'origine et le rôle que les différentes espèces jouent dans l'écosystème (Mikkelsen et Cracraft, 2001).

Les Mollusques, étant un groupe représentatif dans la Macrofaune benthique, ils peuvent être pris comme des indicateurs des conditions écologiques des écosystèmes marins et côtiers (Pearson et Rosenberg, 1978; Gibson *et al.*, 2000). Dans cet ordre d'idées, le présent travail a été centré sur les associations faunistiques de Mollusques associées à différents types d'habitats. C'est la première fois que nous nous intéressons aux Mollusques se trouvant dans une aire particulière de la baie de Tunis, le bassin portuaire de Radès pour connaître la faune et le fonctionnement des écosystèmes dans cette zone.

MATERIEL ET METHODES

Les échantillons ont été prélevés en 2016 dans les fonds meubles du site d'étude : le bassin portuaire de Radès (36 ° 48.6'N, 10 ° 17.1'E). Le prélèvement des

échantillons a été réalisé au moyen d'une petite drague rectangulaire (avec une largeur de 72 cm et une hauteur de 30 cm) dont le bord inférieur est en dents de scie, et complétée par un filet de maille carrée de 3 x 3mm (figure 1). Au laboratoire, le contenu de la drague a été vidé dans un aquarium rempli d'eau de mer où les échantillons ont été triés.

Les prises de vue numériques ont été faites au moyen d'un appareil photo numérique Sony Cyber Shot DSC-WX 220 couplé à une loupe binoculaire dans le département de Biologie de la Reproduction et du Développement animal de l'Université de Tunis El Manar.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les Mollusques constituent la composante majeure de la faune dans notre site de collecte. Parmi eux, trois spécimens vivants de *Trinchesia foliata* (Forbes & Goodsir, 1839) ont été collectés dans les fonds meubles jusqu'à une profondeur de 8m. C'est un petit Nudibranche appartenant à la famille des Tergipedidae. Cette espèce a une taille ne dépassant pas les 5mm, et elle ressemble à *Trinchesia genovae* (O'Donoghue, 1926). À notre connaissance, elle n'a pas été enregistrée sur les fonds meubles situés à proximité du site d'échantillonnage (Antit et Azzouna, 2012), bien qu'elle se trouve le long de la péninsule ibérique (Gofas *et al.*, 2010; Ramos, 2010). Elle est présente sur la côte atlantique, des îles Britanniques à la Méditerranée occidentale, Açores et le détroit de Gibraltar (Gobas, 2010).

Ce petit Nudibranche microscopique est rare en raison de sa taille, il atteint une longueur maximale de 7mm. Son corps est trapu, de couleur blanc jaunâtre pâle avec de petits points blancs brillants dispersés

généreusement sur le corps. Une bande orange pâle entoure chaque tentacule oral, et des bandes semblables s'observent sur les rhinophores. Une plaque caractéristique en forme de croissant orange, rouge ou brun est située derrière chaque rhinophore. Elle constitue une population bien établie et qui se reproduit, comme cela a pu être remarqué à partir

d'un comportement particulier de ponte observé au laboratoire. Les œufs de *Cuthona* sont visibles par transparence à l'intérieur de la cavité palléale. Après 12h au laboratoire, l'animal a libéré six œufs, les a mis sur le dos pour les incuber.

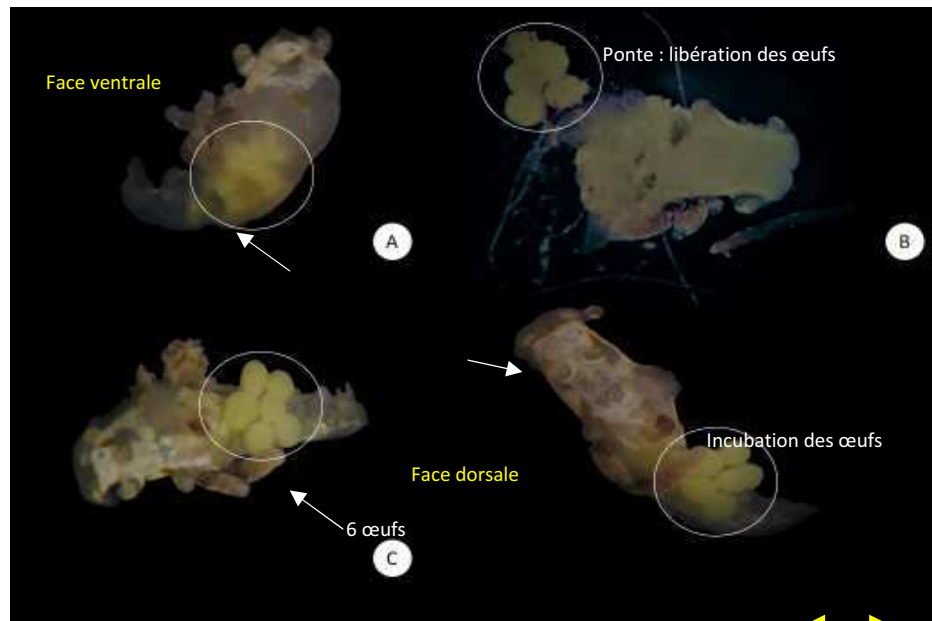


Figure 1. *Trinchesia foliata* (Forbes & Goodsir, 1839) collecté dans le Golfe de Tunis (Radès -2016). A : vue de face où les œufs jaunâtres se remarquent à l'intérieur de la cavité palléale. B: ponte C: ponte sur la face externe de *Trinchesia foliata* puis incubation des œufs.

CONCLUSION

Ce travail apporte de nouvelles informations sur la répartition géographique du *Cuthona foliata* en Méditerranée. C'est la première signalisation de l'espèce dans le Golfe de Tunis. La présence de cette espèce rare reflète l'importance des côtes tunisiennes en tant que zone de transition pour la faune entre les bassins est et ouest de la Méditerranée.

BIBLIOGRAPHIE

- Antit M, Azouana A. Mollusques des milieu littoraux de la baie de Tunis. *Iberus* ; 2012, 30 (2): 107-133.
- Dauer DM, Ranasinghe JA, Weisberg SB.. Relationships between benthic community condition, water quality, sediment quality, nutrient loads, and land use patterns in Chesapeake Bay 2000. *Estuaries*, 23: 80-96.
- Forbes, E. 1839. Report on the distribution of pulmoniferous Mollusca in the British Isles. British Association for the Advancement of Science Report, part 1:127-147.
- Gibson GR, Bowman ML, Gerritsen JO, Snyder D.

Estuarine and coastal marine waters: bioassessment and biocriteria technical guidance. EPA-822-B-00-024. *Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington DC*; 2000, 296 p.

- Glémarec M, Grall J. Ecological and zoological groupings within marine invertebrates in relation to coastal perturbations. *Bulletin de la Société Zoologique de France* ; 2000. 125: 37-48.
- Gofas S, Salas C, Moreno D. *Moluscos marinos de Andalucía*. Junta de Andalucía, Sevilla; 2010. 750 pp.
- Pearson TH, Rosenberg R. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology, an Annual Review* ;1978. 16: 229-311.
- Ramos, M. (2010). IBERFAUNA. The Iberian Fauna Databank. available online at <http://iberfauna.mncn.csic.es/>

ETUDE DE LA FECONDITE DE *DIPLODUS VULGARIS* (TELEOSTEEN, SPARIDAE) DU GOLFE DE GABES

Aymen HADJ TAIEB, Mohamed GHORBEL & Othman JARBOUI

Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (Centre de Sfax) BP 1035 – 3018 Sfax

E-mails : Aymenhadjtaieb@yahoo.fr; Mohamed.Ghorbel@instm.rnrt.tn; Othman.Jarboui@instm.rnrt.tn

RESUME

L'étude de la biologie générale d'une espèce donnée nécessite un traitement intégral de la reproduction et ses particularités via la détermination du sexe avec les différents stades de maturité, durée de la période de ponte, taille à la première maturité sexuelle, mode de reproduction et enfin l'estimation de la fécondité. La fécondité absolue, la fécondité relative ou individuelle ainsi que la capacité de reproduction ont fait l'objet de cette étude, basée sur un échantillonnage de 67 femelles en stade de maturité avancé du sar à tête noire, *Diplodus vulgaris* (E. Geoffroy St.-Hilaire, 1817) récoltées sur les côtes sud tunisiennes de tailles (LT) comprises entre 14,2 et 25,4 cm. Le nombre d'ovocytes par ovaire a été ensuite déterminé pour calculer la fécondité relative par gramme de poisson et par gramme de gonades. *D. vulgaris* présente une fécondité absolue moyenne de 15437 ± 1126 ovocytes soit une fécondité relative de 162 ovocytes par gramme de poisson frais et 3441 ovocytes par gramme de gonades.

Mots clés : Sparidae, *Diplodus vulgaris*, Fécondité, golfe de Gabès, Tunisie.

ABSTRACT

The study of the general biology of species requires a full treatment of reproduction and its features via the determination of sex with different stages of maturity, duration of the spawning season, size at first sexual maturity, strategy of reproduction and the estimation of fecundity. Absolute fecundity, fertility or on individual as well as reproductive capacity have been the subject of this study, based on a sample of 67 females in advanced stage of maturity of two banded seabream, *Diplodus vulgaris* (E. Geoffroy St. Hilaire, 1817) collected on the southern Tunisian coasts sizes (LT) between 14.2 and 25.4 cm. The number of oocytes per ovary was then determined to calculate the relative fertility per gram of fish gonads. *D. vulgaris* has an average absolute fecundity of 15437 ± 1126 eggs, a relative fecundity of 162 eggs per gram of fresh fish and 3441 eggs per gram of gonads.

Keywords: Sparidae, *Diplodus vulgaris*, Fecundity, gulf of Gabes, Tunisia.

INTRODUCTION

Dans la famille des Sparidae, les sars du genre *Diplodus* ont une grande importance socio-économique. Leur haute valeur marchande explique le rôle capital qu'ils jouent dans l'économie de la pêche de notre pays.

L'intérêt que présente *Diplodus vulgaris*, objet de cette étude, a incité plusieurs chercheurs à étudier certains aspects biologiques tels que la fécondité comme GONCALVES et ERZINI (2000).

Diplodus vulgaris est un poisson téléostéen qui vit dans les eaux côtières sur des fonds rocheux ou sableux jusqu'à une profondeur de 130 m (FISHER *et al*, 1987). Etant donné que *Diplodus vulgaris* existe à des profondeurs variables, sa capture est réalisée par une multitude d'engins de pêche tels que le chalut, le trémail, les 'charfias', les nasses et les sennes de plages. Dans les annuaires des statistiques de pêche en Tunisie, cette espèce est souvent rangée dans la rubrique sar ou sargue avec d'autres espèces de Sparidae telles que la daurade grise *Spondyliosoma cantharus*, le sar commun

Diplodus sargus et l'oblade *Oblada melanura* et mélangée avec le sparaillon *Diplodus annularis* ou classée parmi les poissons divers.

MATERIEL ET METHODES

BEGENAL (1973) définit la fécondité comme étant le nombre d'ovocytes mûrs présents dans l'ovaire immédiatement avant la ponte. Il est donc facile de déterminer cette fécondité si le poisson pond une seule fois dans l'année ; mais, il n'en est pas de même pour une espèce de poisson qui émet leurs œufs en plusieurs lots successifs au cours d'un même cycle de reproduction. Comme c'est le cas chez les poissons à ponte fractionnée. Dans ce cas, la définition retenue est celle de FONTANA et LEGUEN (1969) : "la fécondité absolue correspond au nombre d'ovocytes dont les diamètres constituent la distribution modale la plus avancée au moment de chaque acte de ponte".

L'évolution du ou des lots d'ovocytes pendant la période de maturation peut être suivie par celles des

fréquences de leurs diamètres. Elle permet d'identifier le type de stratégie de ponte de l'espèce étudiée.

Au cours de la période de maturation, l'une ou les deux gonades des femelles de l'espèce étudiée ont été prélevées et pesées au 1/100 g près. Elles ont été conservées dans une solution de formol à 7%.

GAAMOUR (1999) a utilisé une méthode volumétrique dont nous avons emprunté le principe. Cette méthode paraît plus fiable car le travail sur l'une ou les deux gonades améliore au maximum le facteur d'extrapolation. Après dissociation, les ovocytes ont été nettoyés et séparés des tissus conjonctifs par décantation dans des bains successifs d'eau distillée. Les ovocytes de chaque individu ont été dilués dans 800 ml d'eau.

L'homogénéisation de la solution a été réalisée au moyen d'un agitateur magnétique. Pour chaque individu, cinq prélèvements de 2 ml chacun ont été effectués. L'observation, l'estimation des diamètres et le comptage des ovocytes ont été faits à l'aide d'une loupe binoculaire munie d'un micromètre. Les ovocytes comptés sont ceux qui appartiennent au plus à deux stades consécutifs, et ce en fonction de la date du prélèvement des gonades : stade de pleine maturation et stade de ponte.

Nous avons mesuré le diamètre des ovocytes afin d'étudier la distribution de leur fréquence de taille dans l'ovaire.

La fécondité absolue ou individuelle a été déterminée par le calcul de la moyenne du nombre des ovocytes

comptés à partir de cinq prélèvements effectués. Le nombre d'ovocytes par ovaire a été ensuite déterminé pour calculer la fécondité relative par gramme de poisson et par gramme de gonades.

Cette étude, basée sur un échantillonnage de 67 femelles en stade de maturité avancé de *D. vulgaris* de tailles (LT) comprises entre 14,2 et 25,4 cm.

RESULTATS

Le dénombrement des ovocytes nous a permis de déterminer la fécondité absolue qui varie de 8400 à 30800 avec une moyenne de 15437 ± 1126 œufs. Elle augmente avec la taille de l'animal. La fécondité relative est comprise entre 2639 et 4507 œufs par gramme d'ovaire avec une moyenne de 3441 ovocytes, elle varie également entre 108 et 211 ovocytes par gramme de masse corporelle avec une moyenne de 162 ovocytes (tableau I). Les équations liant la fécondité (F) à la longueur totale (LT) du poisson, à sa masse pleine (M) et à la masse de ses gonades (Mg) sont les suivantes :

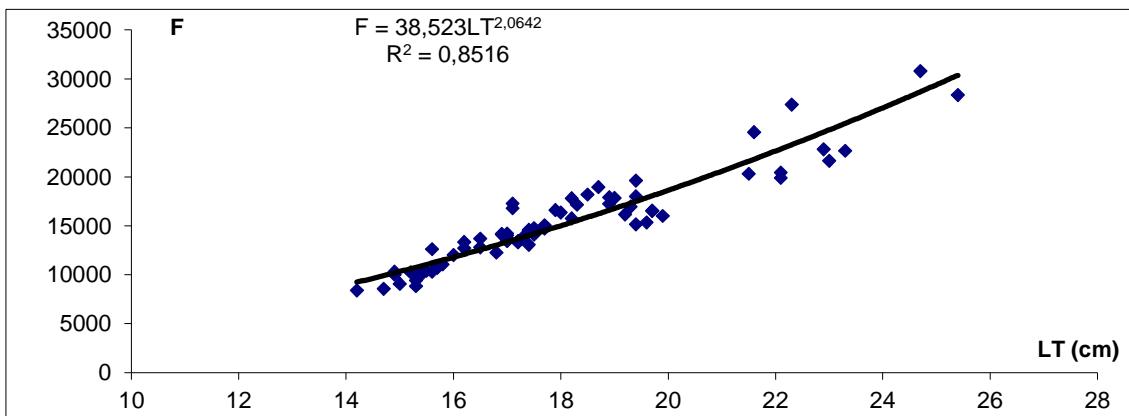
$$F = 38,523LT^{2,0642} \text{ avec } R = 0,92$$

$$F = 592,53M^{0,71115} \text{ avec } R = 0,89$$

$$F = 4002,1Mg^{0,8859} \text{ avec } R = 0,84$$

Ces relations sont représentées graphiquement dans les figures 1, 2 et 3.

Nous constatons par ailleurs, que la fécondité est liée à la longueur totale du poisson (figure 1)



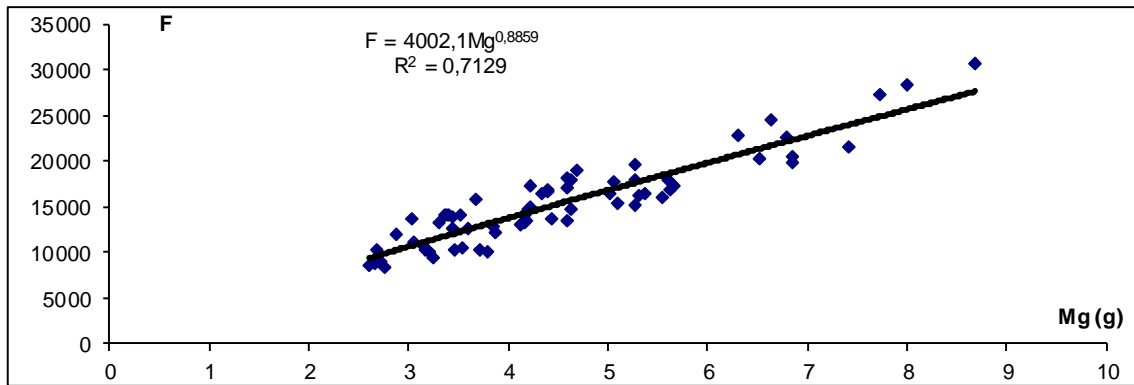


Figure 2: Variations de la fécondité en fonction de la masse des gonades chez *Diplodus vulgaris* du golfe de Gabès.

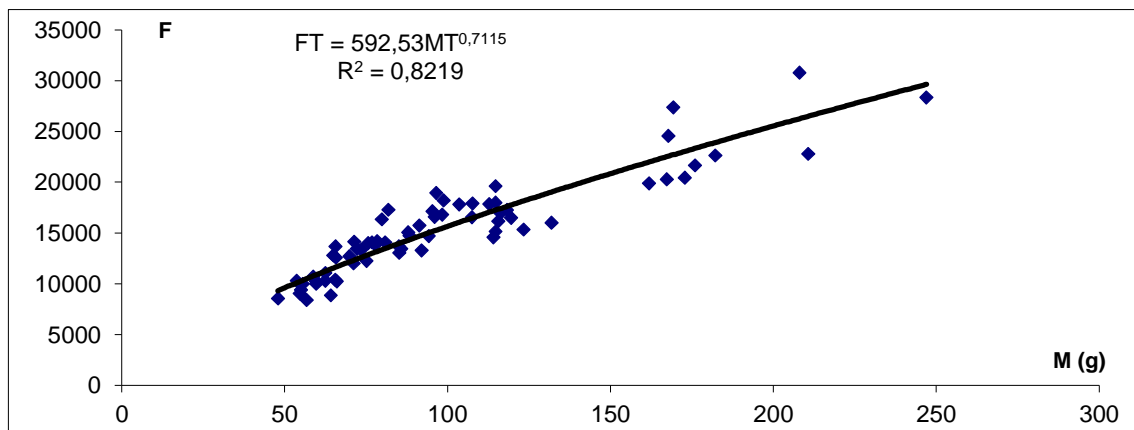


Figure 3 : Variation de la fécondité en fonction de la masse totale chez *Diplodus vulgaris* du golfe de Gabès.

Tableau I : Fécondité absolue et fécondité relative par gramme d'ovaire et par gramme de masse corporelle de *Diplodus vulgaris* du golfe de Gabès.

	LT (cm)	M (g)	Mg (g)	Fécondité absolue	Fécondité relative par gramme d'ovaire	Fécondité relative par gramme de masse corporelle
Min	14,2	47,94	2,6	8400	2638,52	108,22
Max	25,4	246,92	8,69	30800	4506,58	211,09
Moy	18,04	99,64	4,53	15436,72	3440,95	162,28
ET	2,53	42,95	1,41	470,73	435,53	24,52
IC	0,607	10,283	0,337	1125,818	104,287	5,871

DISCUSSION ET CONCLUSION

D. vulgaris présente une fécondité absolue moyenne de 15437 ± 1126 ovocytes soit une fécondité relative de 162 ovocytes par gramme de poisson frais et 3441 ovocytes par gramme de gonades. La fécondité estimée est inférieure à celles observées par GONCALVES et

ERZINI (2000), dans le sud-est des côtes portugaises, rangée entre 31523 et 250608.

BIBLIOGRAPHIE

BEGENAL T. B., 1973. - Fish fecundity and its relations with stock and recruitment. Rapports

- and Procès-Verbeaux des Reunions, Conseil International pour l'Exploration de la Mer, 164, 186-198.
- FISCHER W., SCHNEIDER M. & BAUCHOT M. L., 1987. Fiches F.A.O d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision I). Méditerranée et Mer noire, Zone de pêche 37, II. Vertébrés. 761-1530. Rome: FAO.
- Ecobiologie-Pêche. Thèse Doctorat. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 361 p.
- FONTANA A. & C. LEGUEN, 1969. - Etude de la maturité sexuelle et de la fécondité de *Pseudolithus (fonticulus) elongatus*, *Cah. ORSTOM, série Océanogr.*, 7 (3): 9-19.
- GAAMOUR A. 1999. La sardinelle ronde (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) dans les eaux tunisiennes: Reproduction, croissance et pêche dans la région du Cap bon. Thèse de Doctorat de l'université de Bretagne occidentale, France: 246p.
- GONCALVES JMS, ERZINI K. 2000. The reproductive biology of the two-banded sea bream (*Diplodus vulgaris*) from the SW coast of Portugal. *Journal of Applied Ichthyology*, 16 (3): 110-116.

ESSAI DE LA TECHNIQUE DE PHOTO-IDENTIFICATION POUR L'ETUDE DE LA POPULATION DU DAUPHIN COMMUN (*DELPHINUS DELPHIS*, LINNE 1758) DE LA REGION DE KELIBIA, TUNISIE

BEN MESSAOUD. Rimel¹., CHERIF. Mourad²., KOCHED. Wael²., KARAA. Sami²

⁽¹⁾ Institut National Agronomique de Tunisie ; Email : benmessaoud_rimel@yahoo.fr

⁽²⁾ Institut National des Sciences et technologie de la Mer.

RESUME

La technique de la photo-identification est utilisée, avec succès pour le marquage de différents Cétacés tels que le grand dauphin (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821) et le cachalot (*Physeter macrocephalus*, Linnaeus 1758). Cependant peu de tentatives ont été faites pour l'étude du dauphin commun « *Delphinus delphis* ». Notre étude évalue la possibilité d'utiliser la technique de photo identification pour étudier la population de dauphins communs dans les eaux tunisiennes. Les données ont été recueillies, entre 2015 et 2016, dans la région de Kélibia. Les photos sélectionnées ont permis d'identifier 10 individus ayant chacun des cicatrices distinctes au niveau de la nageoire dorsale ou à la base de cette dernière. Au cours de la période d'étude, le nombre d'individus dans chaque groupe rencontré variait de 2 à 10. La taille du groupe variait de façon saisonnière ou les plus grands groupes ont été rencontrés lors des saisons chaudes.

Mots Clés : *Delphinus delphis*, photo-identification, aileron dorsal, taille des groupes, Kélibia, Tunisie.

ABSTRACT

Photo-identification technique has been successfully used with different cetacean species, such as the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and the sperm whale (*Physeter macrocephalus*). Despite, a few attempts have been done to apply this technique to common dolphin (*Delphinus delphis*). We investigated the possibility to use the photo-identification technique to study the common dolphin population for the first time in Tunisian waters.

Data was collected between 2015 and 2016 in the Kélibia region. The selected photos allowed us to identify 10 individuals with distinct scars on the dorsal fin. During the study period, the number of individuals in each group encountered ranged from 2 to 10. The size of the group varied seasonally where larger groups were encountered during warmer seasons.

Keywords: *Delphinus delphis*, photo-identification, dorsal fin, group size, Kélibia, Tunisia.

INTRODUCTION

Les écologistes et les éthologistes ont reconnu que certains aspects de leurs études étaient améliorés par la reconnaissance individuelle de la population étudiée. Depuis les années 1950, le marquage est considéré comme une condition Indispensable aux études comportementales et depuis de nombreuses recherches ont vu le jour. Ces études ont montré que la plupart des vertébrés sauvages à l'exception des oiseaux qui muent, peuvent être identifiés à partir de marques naturelles (MYRBERG et GRUBER, 1974). Une compilation bibliographique datant des années 90 et traitant du marquage des animaux aquatiques, a inventorié plus que 166 références relatives aux « marques biologiques » d'invertébrés, de poissons, d'amphibiens, de reptiles et de mammifères marins (WÜRSIG et JEFFERSON 1990). Depuis, l'identification individuelle non-intrusive, que représente la technique de photo-identification, est bien maîtrisée aussi bien pour les delphinidés telle que le grand dauphin *Tursiops truncatus* ou le dauphin de Risso *Grampus griseus* (G. Cuvier , 1812) (AIROLDI *et al.*, 2005 ; BEN MESSAOUD,

2014; UNEP/MAP-RAC/SPA, 2015) que pour d'autres grands cétacés comme le cachalot *Physeter macrocephalus* (WÜRSIG et JEFFERSON 1990). Cependant, le dauphin commun *Delphinus delphis* reste peu étudié à l'échelle de la Méditerranée. Le but de ce travail est d'expérimenter la technique de photo-identification pour le marquage de la population du Dauphin commun de la région Nord-Est de la Tunisie. Ce travail est une première contribution à l'étude de cette espèce dans les eaux Tunisiennes.

MATERIELS ET METHODES

Zone et période d'étude

La zone d'étude s'étendait le long des côtes nord-est de la Tunisie, plus précisément dans la région de Kélibia (Fig.1). La position stratégique de cette zone au sein du Canal Siculo-Tunisien lui confère une richesse ichtyologique propice à l'installation d'une grande diversité Cétologique. A ce titre, cette région a été retenue récemment comme Aire d'Intérêt pour les Mammifères Marins (IMMA) (BENMESSAOUD et CHERIF, 2017).

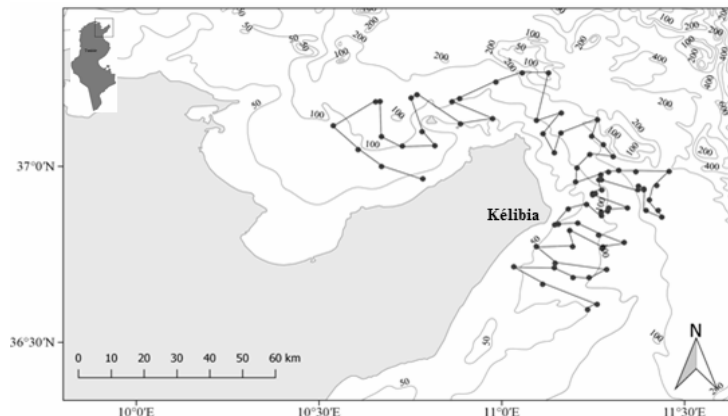


Figure 1 : Zone de prospection et routes suivies lors des prospections.

Prospections, observations et photo-identification

Les prospections sont menées durant la période 2015-2016 tant que les conditions météorologiques le permettaient (vent jusqu'à force 3 Beauforts). Les prospections se font soit à l'œil nu, soit à l'aide de jumelles. Pour ce faire, 5 observateurs expérimentés sont embarqués à bord d'une barque semi-rigide de 7 m de long offrant une plate-forme d'observation positionnée entre 1,6 et 1,8m.

Lors d'une prospection, la vitesse de croisière et le cap sont maintenus fixes. Le choix des routes est aléatoire et n'est pas influencé par des observations antérieures. Lors d'une observation d'un groupe de dauphins. L'un des observateurs consigne dans les fiches de saisie des données relatives à la position géographique, la profondeur, la distance à la côte et la durée d'observation. Tandis que 2 à 3 observateurs identifient l'espèce et estiment la taille et la composition du groupe ainsi que le comportement et la structure sociale de ce dernier. Le 5^{ème} observateur essaie de prendre en photos de tous les individus observés.

Le protocole de la photo-identification suivi est celui décrit par WÜRSIG et JEFFERSON (1990) ; dans cette étude nous considérons comme « un groupe » l'ensemble des dauphins observés dans un rayon de 200 mètres, se déplaçant dans la même direction et ayant la même activité à la surface. Le protocole consiste à prendre en photos dans un premier temps la totalité du groupe observé, puis chaque individu séparément (au moins 5 photos sont prises par spécimen, à un angle de 90 ° lorsque les dauphins font surface à moins de 25 m de l'embarcation) ; d'autres parties du corps ont également été largement photographiées comme proposé par HUPMAN et al. (2017). En plus des encoches et des entailles, les motifs de pigmentation sont également utilisés comme une caractéristique secondaire pour aider à la reconnaissance individuelle (HUPMAN, 2016). La qualité des images a été évaluée selon la clarté, le contraste, l'angle par rapport à la caméra, la surface que couvre l'aile sur l'image (HUPMAN, 2016).

Ces images sont comparées manuellement pour identifier les individus au sein de la population en se fondant sur la présence de marques permanentes (encoches et entailles) sur le corps des dauphins communs observés. Un catalogue photographique est ainsi établi pour caractériser les individus et lister leurs signes distinctifs.

La taille et la coloration du dauphin commun, décrites par JEFFERSON et al. (2008), sont utilisées pour déterminer le stade de vie de l'individu observé : (i) est considéré comme adulte tout individu dont la taille est supérieure à 2,2 m et ayant une coloration nette du corps ; (ii) comme sub-adultes les spécimens dont la longueur totale est comprise entre 1,6 et 2,2 m, ayant une coloration plus claire que celle d'un adulte. Cependant, nous considérons comme adulte, tout individu ayant une taille supérieure à 1,6 m et nageant librement. (iii) les individus dont la taille corporelle représente un tiers à la moitié de celle d'un adulte sont considérés comme immatures, la coloration de leur corps est généralement peu marquée avec des bordures pâles. On distingue parmi les immatures les juvéniles, dont la taille corporelle est comprise entre 1,3 et 1,6 m et ayant un déplacement typique au chevet d'un adulte et les nouveau-nés, dont la taille corporelle ne dépasse pas 1,2 m et qui présentent généralement des plis fœtaux. Les dauphins communs présentant une bosse post-anale sont considérés comme des mâles matures (NEUMANN *et al.*, 2002). Les femelles sont tout adulte accompagné par un immature pendant plus de deux fois durant la période d'étude les (HUPMAN, 2016).

Le test de Mann-Whitney connu comme test U, a été utilisé afin d'examiner si la présence ou l'absence des jeunes affectera la taille des groupes (Eisfiled, 2003). Pour savoir si la taille du groupe est liée à la bathymétrie et à la distance à la rive, nous avons dû avoir recours au test de Kruskal-Wallis (Kw-H) (Eisfiled, 2003)

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Un total de trente-sept sorties allant du Golfe de Hammamet jusqu'au Golfe de Tunis ont été réalisées. L'effort de prospection a eu lieu sur des strates bathymétriques allant de la sortie du port jusqu'à (-300m). Au total 210 h ont été consacrées à la prospection. Lors de ces 37 journées d'observation, seul 27 ont donné lieu à des observations de

Delphinus delphis pour une durée totale d'observation des dauphins communs égale à 129 h. La durée d'observation moyenne des dauphins communs par sortie est de 5min (± 2 min). Au total, 57 groupes de dauphins communs ont été recensés. Le logiciel *QGIS v.2.18*, nous a permis d'illustrer la répartition spatiale du Dauphin commun d'après le géoréférencement des positions d'observation (Fig.2).

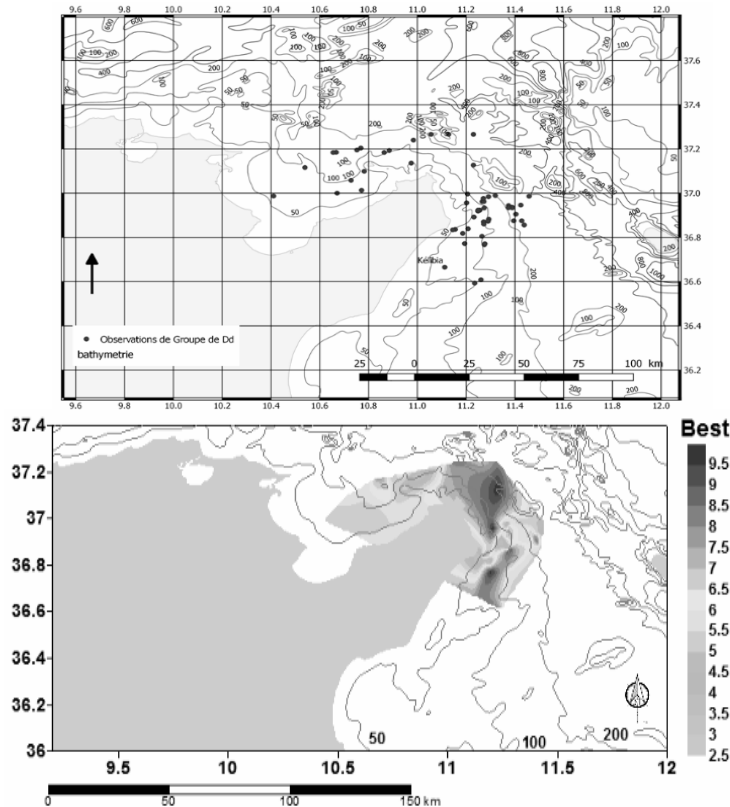


Figure 2 : Répartition spatiale de *Delphinus delphis* dans la zone d'étude

47% des groupes de dauphins communs observés sont à des profondeurs inférieures à 70m qui est aussi l'aire de répartition des grands dauphins. On a remarqué dans cette isobathe, un chevauchement des groupes du dauphin commun et du grand dauphin. Malgré cette sympatrie, les deux espèces ne fusionnent pas et ne montrent aucune interaction directe. Ceci peut être expliqué par le fait qu'étant opportunistes, ces deux espèces peuvent varier leurs régimes alimentaires en fonction de la disponibilité des proies ce qui leur permet de coexister, sans phénomène d'exclusion compétitive, comme c'est le cas de beaucoup d'espèces marines (BEARZI *et al.*, 2005). Le reste des groupes observés sont détectés dans des eaux profondes supérieures à 100 m et d'où à une distance de la côte supérieures à 10 milles nautiques.

Au total 470 photographies de dauphin communs ont été prises dont 350 sont des prises d'individus bien marqués. Le nombre moyen de photographies par individu était de 21,43 photos ($\pm 10,36$). Lors du tri

des photos, nous nous sommes aperçus que les individus observés présentent plus de marques permanentes (encoches et entailles) que des modèles de coloration. Plusieurs auteurs utilisant la même méthode pour l'identification du dauphin bleu et blanc *Stenella Coeruleoalba* et du grand dauphin, insistant sur l'importance de l'utilisation des marques permanentes stables (MAGLIO *et al.*, 2010 et BEN MESSAOUD, 2014). En se basant sur ces marques, nous avons identifié 10 spécimens (6 adultes et 4 immatures). Les immatures incluent 1 nouveau-né et 3 juvéniles nageant toujours à l'étrave des adultes. Parmi les adultes, nous avons identifié 2 mâles et 3 femelles. Ces femelles fréquentent couramment la zone d'étude alors que la présence des mâles est sporadique. Cette répartition pourrait s'expliquer par le fait que les mâles ont tendance à se disperser alors que les femelles restent dans la zone où elles sont nées (MASON *et al.*, 2016).

Au cours de l'année d'étude, le nombre d'individus dans chaque groupe rencontré varie de 2 à 10, avec

une moyenne égale de 6.09 individus (± 2.08). D'après les observations *in situ*, la taille des groupes varie selon les saisons, les groupes les plus larges sont observés au printemps et en été avec une moyenne d'individus ne dépassant pas 8 individus. Cependant, aucune relation statistique significative entre la taille du groupe et la saison n'est noté ($p = 0,47$). En revanche, la taille des groupes semble varier significativement en fonction de la bathymétrie et de la distance à la côte ($p < 0.1$). Quant à la variation de la taille des groupes en fonction de la composition de ces derniers : il s'avère qu'en présence d'immatures les groupes sont plus larges ($X = 7.16 \pm 1.68 \text{ ind. } n=31$) que ceux n'incluant que des adultes ($X = 4.82 \pm 1.81 \text{ ind. } n=26$). Néanmoins aucune variation significative n'est signalée ($U = 0,12$; $p = 0,73$).

CONCLUSIONS

La photo-identification représente donc une méthode intéressante pour l'étude des populations du dauphin commun le long des côtes tunisiennes. En raison du comportement nomade des dauphins communs et de leur large distribution en Mer méditerranée, une coopération entre les groupes de recherche des deux rives de la Méditerranée est nécessaire pour mieux décrire leur répartition spatiale, l'utilisation d'habitat et éventuellement établir des estimations d'abondance puis suivre les tendances de ces populations sur le long terme.

BIBLIOGRAPHIE

- Airoldi, S., Bendinoni, F., Azzellino, A., Fadda, V., Profice, A. 2005. Abundance estimates of risso's dolphins (*Grampus griseus*) in the western ligurian sea through photographic mark-recapture. *In*: Proceedings of the Annual Conference of the European Cetacean Society 19, La Rochelle, France.
- Bearzi, G., Politi, E., Agazzi, S., Bruno, S., Costa, M., Bonizzoni, S. 2005. Occurrence and present status of coastal dolphins (*Delphinus delphis* and *Tursiops truncatus*) in the eastern ionian sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 15:243- 257.
- Ben Messaoud, R. 2014. Contribution à l'étude écologique et éthologique de la population de *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) de la région Nord-Est de la Tunisie et identification de son modèle de structure sociale. Thèse de doctorat. INAT, 242 pp.
- Ben Messaoud, R., Cherif, M. 2017. Nord-Est de la Tunisie entre « Important Marine Mammals Area » (IMMA) et « Cetaceans Criticals Habitats » (CCH) pour les grands dauphins (*Tursiops truncatus*). Quatrième conférence biennale sur la conservation des cétacés dans les pays du sud de la méditerranée (CSMC4).
- Eisfeld, S.M. 2003. The social affiliation and group composition of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the outer southern Moray Firth, NE Scotland. M.Sc. thesis at the University of Wales, Bangor.
- Hupman, K. 2016. Photo-identification and its application to gregarious dolphins: Common dolphins (*Delphinus sp.*) in the Hauraki gulf, New Zealand (doctoral dissertation). Massey University, Wellington, New Zealand, 379 pp.
- Hupman, K.E., Pawley, D. M., Lea, C., Grimes, C., Voswinkel, S., Roe, W.R., Stockin, K.A. 2017. Viability of Photo-Identification as a Tool to Examine the Prevalence of Lesions on Free-Ranging Common dolphins (*Delphinus sp.*). *Aquatic Mammals*. 43(3): 264-278.
- Jefferson, T. A., Webber, M. A., Pitman, R. L. 2018. *Marine mammals of the world: a comprehensive guide to their identification*. Ed. Academic Press, San Diego, CA., 573pp.
- Gowans, S., Würsig, B., Karczmarski, L. 2007. The social structure and strategies of delphinids: predictions based on an ecological framework. *Advances in Marine Biology*, 53:195-294.
- Maglio, A., Gnone, G., Fossa, F., Bellingeri, M., Liebana, F., Carnabuci, M. 2010. Experimentation of photo-identification technique on striped dolphin (*Stenella Coeruleoalba*, Meyen 1833) in Ligurian Sea. *European cetacean society*, Stralsund.
- Meynier, L., Stockin, K.A., Bando, M., Duignan, P.J. 2008. Stomach contents of Common dolphin (*Delphinus sp.*) from New Zealand Waters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 42:257-268.
- Myrberg, A.A., Gruber, S.H. 1974. The behavior of the Bonnethead Shark, *Sphyrna tiburo*. *Copeia*, 1974:358-74.
- Neumann, D.R., Russell, K., Orams, M.B., Baker, S.C. Duignan, P. 2002. Identifying sexually mature, maleshort-beaked Common dolphins (*Delphinus delphis*) at sea, based on the presence of apostanal hump. *Aquatic Mammals*. 28:181-187.
- UNEP/MAP-RAC/SPA. 2015. Photo-identification survey on the Bottlenose dolphin population in Bizerte area (Tunisia), Ibrahim Ben Amer and Mehdi Aissi. Internal Report. Contract rac/spa n°43 rac/spa_2015 / pp.8.
- Würsig, B., Jefferson, T. A. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. *Rep. Int. Whal. Commn. (special issue 12)*: 43-52.

ADOPTION DE LA METHODE DE L'OBSERVATEUR EMBARQUE POUR LE SUIVI DE L'ACTIVITE DE LA PECHE HAUTURIERE DANS LA REGION DU GOLFE DE GABES : CAS DE LA PREMIERE PERIODE DE LA CAMPAGNE DE PECHE A LA CREVETTE (15 MAI - 30 JUIN)

BEN JARRAY Fekher*, MAROUANI Sondes et JARBOUI Othman

Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM), Centre de Sfax BP 1035, 3018 Sfax (Tunisie).

* benjarrayfekher@gmail.com

RESUME

Cette étude, première dans son genre, est une contribution à l'utilisation de la méthode de l'observateur embarqué pour l'analyse des débarquements de la flottille chalutière pendant la première période de la campagne de pêche de la crevette royale *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) dans la région du golfe de Gabès. Les prospections se sont déroulées du 16 au 26 mai 2016. Au total 59 traits de chalut ont été effectués dans des profondeurs comprises entre 15,5m et 39m en utilisant deux types de chaluts crevettiers. Les captures des espèces commerciales ont été évaluées à 1251,49 kg, soit un rendement horaire moyen de l'ordre de 12,48 kg/h. Ce rendement varie d'un groupe d'espèces à un autre. Les apports en crustacés représentent 50,61% des débarquements totaux avec un rendement horaire de l'ordre de 6,32 kg/h. Les débarquements en poissons représentent 37,52%, soit un rendement horaire de l'ordre de 4,68 kg/h. Les céphalopodes débarqués durant cette campagne représentent 11,87% soit un rendement horaire de l'ordre de 1,48 kg/h.

Mots clés: Observateur embarqué, Campagne de pêche à la crevette, Chalut crevettier, *Penaeus kerathurus*, indice d'abondance, golfe de Gabès

ABSTRACT

The aim of this study is to use, for the first time, the method of an observer on board to analyze the landings of trawler's fleet during the first period of fishing campaign of royal shrimp *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) (from 15 May to 30 June) in the gulf of Gabes. Fifty nine bottom trawl surveys were mainly aimed to obtain the abundance indices estimated for a series of demersal species. They were carried out from 16 to 26 May 2016, between 15.5 and 39 m depth using two shrimp trawls. Catches of commercial species were evaluated to 1251.49 kg with hourly yields about 12.48 Kg/h. This value varied from a group of species to another. Crustacean's landings represent 50.61% from total landings by hourly yields evaluated to 6.32 kg/h. The landings of fish's group represent 37.52% with hourly yields about 4.68 kg/h. Cephalopods landings represent 11.87% with hourly yields evaluated to 1.48 kg/h.

INTRODUCTION

La pêche au chalut représente, dans le golfe de Gabès, l'une des principales activités de la pêche maritime. Plusieurs méthodes sont adoptées pour étudier cette pêcherie. L'observateur embarqué représente la méthode la plus efficace qui consiste à la présence d'un observateur à bord du bateau de la pêche professionnelle à fin d'échantillonner directement les débarquements tout en observant et notant les principales données relatives à cette opération. Cependant, cette méthode n'a jamais été utilisée car il n'est pas toujours aisé et facile d'embarquer un observateur à bord des unités de la pêche professionnelle à cause des réticences de la part de certains patrons de pêche (JARBOUI *et al.* 2005).

Dans ce travail nous avons adopté, pour la première fois dans la zone, cette méthode pour l'analyse des débarquements de la flottille chalutière pendant la première période de la campagne de pêche de la crevette royale (du 15 mai au 30 juin), qui fût

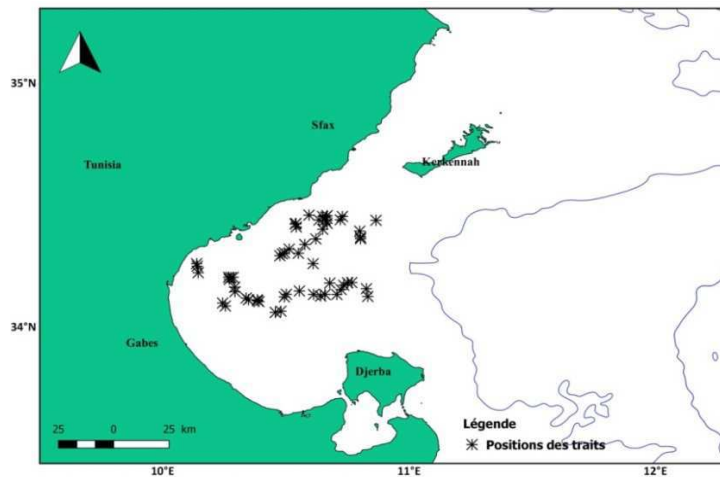
l'espèce la plus ciblée dans la région du golfe de Gabès.

MATERIELS ET METHODES

Les prospections se sont déroulées du 16 au 26 mai 2016 au niveau la région sud-est de la Tunisie (golfe de Gabès) dans des profondeurs entre 15,5 et 39m. Les différents traits étaient effectués selon le choix du patron du bateau (carte 1).

Cette étude s'est intéressée à deux types d'engins à savoir le chalut crevettier ballonnet et le chalut crevettier mexicain, communément utilisé par la profession durant les campagnes de pêche à la crevette.

A bord, et pour chaque trait de chalut, les coordonnées géographiques (longitude et latitude), la direction, la durée et la profondeur ont été enregistrées dans des fiches spécialement conçues pour ce genre d'opérations. Nous avons procédé notamment à l'identification et l'estimation de la production des espèces commerciales.



Carte 1 : Emplacement des opérations de pêche expérimentale effectuées à bord du chalutier dans le golfe de Gabès.

L'indice d'abondance que nous avons choisi est représenté par le rendement horaire, exprimé en kilogrammes par heure de pêche effective, des captures (BEN ABDALLAH, 2012).

Sa formule d'estimation est la suivante :

$$Rh = \frac{Cs}{t(\text{min})} \times 60$$

Avec

Cs: Capture spécifique en kg par trait

t: Durée effective de chalutage (en minutes)

L'élaboration des cartes de la distribution et de la répartition géographique de l'abondance des captures est effectuée en l'outil SIG (Système d'Information Géographique), plus particulièrement le logiciel QGIS 2.16.

RESULTATS ET DISCUSSION

Au total, 59 traits de chalut totalisant 100 heures et 15 minutes, ont engendré une capture totale commerciale de l'ordre de 1251,49 kg ce qui correspond à un rendement horaire moyen de 12,48 kg/h. Au total 24 espèces furent enregistrées dans les débarquements, les espèces les plus représentées sont essentiellement la crevette royale *Penaeus kerathurus* (391 kg), la crevette blanche *Metapenaeus monoceros* (242 kg), le serre *Pomatomus saltatrix* (170 kg), la seiche *Sepia*

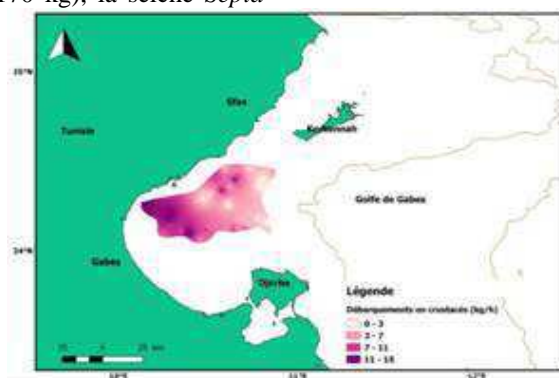
offinialis (147,3 kg), et le pageot commun *Pagellus erythrinus* (87,9 kg), le mullet sauteur *Liza saliens* (48 kg) et le marbré *Lithognathus mormyrus* (34,2 kg).

Les espèces capturées appartiennent aux trois principaux groupes zoologiques à savoir les Crustacés, les Céphalopodes et les Poissons. Ceci marque le caractère mixte des pêcheries de la crevette du golfe de Gabès (GHARBI et BEN MERIEM, 1996).

Les crustacés

Les débarquements en crustacés représentent 50,61% des captures totales en espèces commerciales avec une quantité évaluée à 633,48 kg ce qui est équivalent à un rendement horaire moyen de l'ordre de 6,32 kg/h.

Ces débarquements sont représentés par deux espèces à savoir la crevette royale *Penaeus kerathurus* (61,73% des débarquements en crustacés) et la crevette blanche *Metapenaeus monoceros* (38,27 % des débarquements en crustacés). L'espèce la plus exploitée est la crevette royale *Penaeus kerathurus* avec une quantité évaluée à 391 kg soit un rendement horaire de l'ordre de 3,9 kg/h, vient en second lieu la crevette blanche *Metapenaeus monoceros* avec une quantité de 242kg soit un rendement horaire de l'ordre de 2,42 kg/h (carte 2).



Carte 2 : Indices d'abondance des débarquements en crustacés

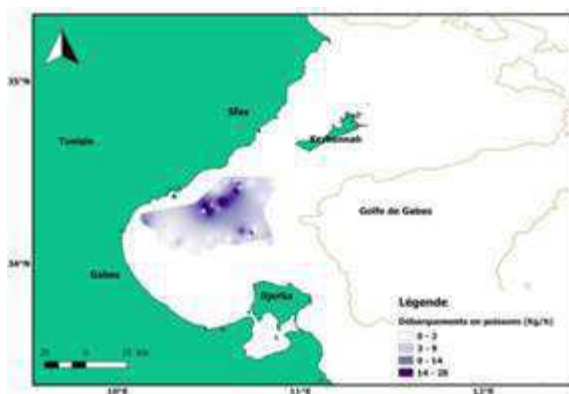
Ces résultats trouvent dans les études antérieures de nombreuses confirmations. En effet, les prospections de BEN HADJ HMIDA (2004) a montré que les débarquements en crustacés pendant cette période sont représentés par la crevette royale *Penaeus kerathurus* et la crevette blanche *Metapenaeus monoceros* avec des indices d'abondance beaucoup plus importants de la première espèce (3,6 kg/h), que ceux de la deuxième (0,9 kg/h). Cette situation peut être en étroite relation avec la bathymétrie de la zone prospectée, en fait un nombre limité des opérations de chalutage a été effectué à des profondeurs inférieures à 30 mètres zone connue par la concentration de *Metapenaeus monoceros* (MISAoui *et al.* 1995).

La distribution spatiale de la crevette mouchetée varie au cours du temps. Toutefois, quelque soit la période, cette espèce a tendance à se concentrer au niveau des profondeurs entre 20 et 40 m avec essentiellement une concentration plus importante au niveau des zones de 30 m de profondeur (BEN ABDALLAH 2005, 2012). Concernant la crevette royale,

(AZZOUZ, 1972) a montré qu'en dehors de la période de rassemblement, coïncidant avec la fin du printemps et le début de l'été, cette espèce se rencontre également à des profondeurs de -50 et -60 mètres.

Les poissons

Les opérations de chalutage effectuées ont engendré une capture totale en poissons évaluée à 469,5 kg représentant ainsi 37,52% de la totalité des captures commerciales en poids, avec un rendement horaire moyen de l'ordre de 4,68 kg/h. Les espèces les plus débarquées sont : le serre *Pomatomus saltatrix* (170 kg) soit un rendement horaire de l'ordre de 1,7 kg/h, le pageot commun *Pagellus erythrinus* (87,9 kg) avec un rendement horaire évaluée à 0,77 kg/h, le mullet sauteur *Liza saliens* (48 kg) soit un rendement horaire égale à 0,48 kg/h et le marbré *Lithognathus mormyrus* (34,2 kg) avec un rendement horaire de l'ordre de 0,34 kg/h (carte 3).



Carte 3 : Indices d'abondance des débarquements en poissons

Ces résultats corroborent les prospections de (GHARBIE et BEN MARIEM, 1996) qui suggèrent que dans ces zones les espèces de poissons les plus représentatives et à importance commerciale sont, le serre et le marbré. De même L'évaluation du rendement horaire selon les espèces capturées montre que pour les poissons benthiques le rendement le plus important est obtenu pour le pageot *Pagellus erythrinus* (BEN HADJ HMIDA 2004).

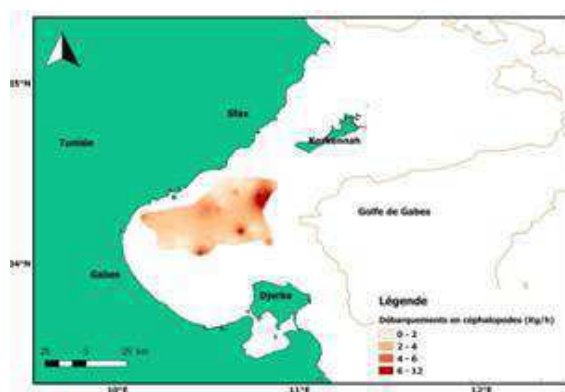
BEN MERIEM (1992), (GHORBEL et ABDELMOULEH, 1985) et GHORBEL (1996) expliquent cette répartition d'abondance par le faite que les principales espèces des poissons du golfe de Gabès quittent les faibles profondeurs et migrent en automne vers les profondeurs les plus importantes et deviennent ainsi plus vulnérables au chalutage. Cette constatation vient consolider davantage nos résultats qui présument une concentration de ces espèces de poissons vers les profondeurs les plus importantes (supérieure à 35m), ce qui contribue à une

augmentation de leurs captures par les chalutiers opérant dans la zone externe du golfe de Gabès.

Les céphalopodes

Dans les débarquements, les céphalopodes sont représentés principalement par la seiche commune *Sepia officinalis*, soit un pourcentage de l'ordre de 99%. Ainsi les captures en cette espèce, sont évaluées à 147,3 kg contribuant avec 11,87% des captures totales (carte 4).

Le rendement horaire moyen en cette espèce a été évalué à 1,47 kg/h. Ces résultats confirment les observations antérieures suggérant que dans ces zones les débarquements en céphalopodes sont essentiellement, représentés par la seiche avec un rendement horaire moyen est d'environ 2 kg/h (GHARBI et BEN MERIEM, 1996).



Carte 4 : Indices d'abondance des débarquements en céphalopodes

CONCLUSION

La méthode de l'observateur à bord demeure la méthode la plus efficace pour la collecte directe des données. A l'issue de cette approche, nous avons pu établir les cartes de distribution des indices d'abondances des principales espèces débarquées dans la région de golfe de Gabès en se basant sur des données reflétant la réalité de terrain.

Les prospections ont été menées durant la première phase de la campagne de crevette royale *Penaeus kerathurus*. Toutefois la pêche de cette espèce a été accompagnée par la capture d'autres espèces telles que la crevette blanche *Metapenaeus monoceros*, la seiche *Sepia officinalis*, avec des quantités nettement plus moindre. Les poissons enregistrent également leur présence dans les débarquements de ces unités et sont représentés essentiellement par le serre *Pomatomus saltatrix*, le pageot *Pagellus erythrinus*, le mullet sauteur *Liza saliens* et le marbré *Lithognathus mormyrus*. Les apports en espèces commerciales varient d'un groupe d'espèces à un autre. En effet, les captures en crustacés viennent en première position, (50, 61% des captures totales) avec un rendement horaire de l'ordre de 6,32 kg/h, suivi par les poissons (37,52% des captures totales) soit un rendement horaire de l'ordre de 4,68 kg/h, et par les céphalopodes (11,87%) avec un rendement horaire de l'ordre de 1,48 kg/h.

Les différents coups de chalut effectués ont engendré en plus des quantités conçues à être vendues sur le marché, d'autres individus invendables à cause de leurs petites tailles et qui sont rejetées en mer. La méthode de l'observateur à bord nous a permis d'estimer et d'enregistrer les données quantitatives de cette fraction rejetée. Du fait de l'importance de cette quantité rejetée, plusieurs études peuvent être menées pour étudier cette partie des captures.

BIBLIOGRAPHIE

AZOUZ A., 1972.- Les crustacés comestibles (crevettes et langoustines) des mers

tunisiennes. *Bull. Int. natn. scient. tech. Océanogr. Pêche. Salammbô*, 2 (3) : 275 - 301.

BEN ABDALLAH O., 2005.- Contribution à l'étude biologique et dynamique de la crevette mouchetée *Metapenaeus monoceros* (Fabricius, 1798) dans le golfe de Gabès (Tunisie). *Mastère*, 108 p. INAT.

BEN ABDALLA O., 2012 :- Etude biologique et dynamique de la crevette mouchetée *metapenaeus monoceros* (fabricius, 1798) exploitée dans le golfe de gabès (tunisie). *Thèse*, 279 p. INAT.

BEN HADJ HAMIDA N., 2004.- Contribution à l'étude de l'impact du chalutage benthique sur les biotopes et les ressources marines du golfe de Gabès. *Mastère*, 142 p. INAT.

BEN MERIEM S., 1992.- Eléments en vue d'un aménagement des pêcheries du golfe de Gabès, Tunisie. *Bull. Inst. natn. scient. tech. Océanogr. Pêches. Salammbô*, 19 : 66 - 84.

GHARBI H. & S. BEN MERIEM, 1996.- Résultats de chalutages expérimentaux de mai-juin 1996 dans le golfe de Gabès. *Bull. INSTM*, 23 (2) : 80 - 96.

GHORBEL M., 1996.- Le Pageot commun *Pagellus erythrinus* (Poisson, Sparidae) écobiologie et état d'exploitation dans le golfe de Gabès. *Thèse de doctorat de Spécialité*, 170 p. Fac. Sci. Sfax.

GHORBEL M. & A. ABDELMOULEH, 1985.- Distribution bathymétrique et selon la taille du rouget blanc et du pageau dans le golfe de Gabès. *Rap. Doc. Inst. natn. scient. tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, 2 - 85 : 1 - 15.

JARBOUI, O., ZAMOURI, N., BEN HADJ HAMIDA, N. & MISSAOUI, H. 2005. Etude des rejets du chalutage benthique sur les côtes tunisiennes. *Laboratoire des Ressources Marines Vivants, Institut National des Sciences et Technologies, Tunis*, 4 pp.

ENCYSTMENT OF DINOFLAGELLATE IN TIDAL COASTS OF GABES GULF: ANALYSE OF LONG TERM OBSERVATIONS

Fatma ABDELMOULEH¹, HAMZA Asma², MAHFOUDHI Mabrouka²,
DAMMAK Lamia², BARRAJ Nouha² and BEL HASSEN Malika²

¹ Faculté des Sciences De Sfax ; ²Institut National des Sciences et Technologies de la Mer
fatma_abdmouleh@live.fr

ABSTRACT

In phytoplankton monitoring survey in Gulf of Gabes, detection and study of cysts were averred to be as essential as those of toxic species. The cysts can't only provoke blooms, but some toxic responses related for presence of these forms are detected in our coasts. In order to understand the bloom dynamics and occurrences of encystment, we analyzed 20 years of harmful algae data acquired a monitoring program of toxic phytoplankton in Gabes gulf. Encystment phenomenon is regular and frequent in more stations in Gabes gulf, but it affected low variety of species. For 20 years of monitoring we detect only 8 different group of cysts in this area. Also, cysts distribution showed a synergy with blooms. Spring seems to be the season were diversity of cysts is recorded and higher densities are observed in North of Gabes gulf. Encystment may be induced with abrupt variation in temperature and salinity. Presence of an important hydrodynamic mouvement (tide) can be responsible of rehappening particules.

Key Words: cysts of dinoflagellate, spatio-temporal variation, Gabes gulf.

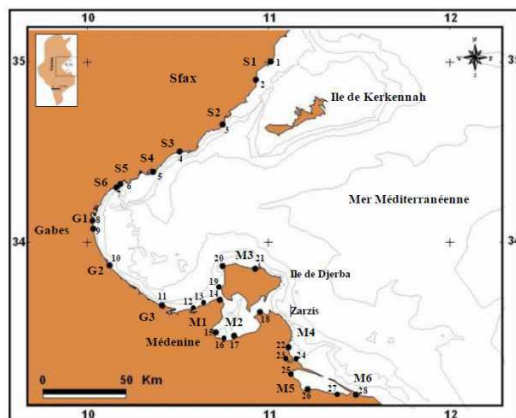
INTRODUCTION

During their life cycle, many dinoflagellates are capable of producing resting cysts prevalently through sexual reproduction. Ten per cent of the 2000 known dinoflagellate species produce resting cysts (ZAKARIA et al.,2011) Pollution and eutrophication that be known are factor affected the encystment. Moreover cyst assemblage composition generally reflects temperature, salinity, productivity, and nutrient conditions. Resting cysts have considerable ecological importance for cyst-producing species, as they ensure survival, favor dispersion, provide a source of genetic diversity, and promote bloom initiation and its recurrence (AYDIN et al.,2015). The coasts of Gabes Gulf are characterized by specific parameters and eutrophical conditions and

can therefore produce high local cyst accumulations. In a phytoplankton monitoring survey in the Gulf of Gabes, detection and study of cysts were averred to be as essential as those of toxic species. In fact, some toxic responses related to some dinoflagellate cysts are also reported. In order to understand the dynamic of this cysts, we analyzed 20 years of harmful algae monitoring data.

MATERIAL AND METHODS

Data base of phytoplankton monitoring program (1997 to 2017) archived in 41.229.139.4:8081/INSTM_NEW/ in the Gulf of Gabes (south eastern Tunisia) concern 27 stations (Fig. 1).



S1 (1: Ellouza, 2: El Aouabed), **S2** (3: Tabia), **S3** (4:Mahres), **S4** (5: Ras Younga), **S5** (6: Jaboussa), **S6** (7: Skhira), **G1** (8: El Hicha,9: Tarf El Ma), **G2** (10: Port of Gabes), **G3** (11: Zarrat), **M1** (12:El Grine, 13 : Maghraouia), **M2** (14 : Ajim, 15 : Boughrara, 16 : Karboub, 17: HassiJerbi), **M3** (18: Cheik Yahia , 19 :BorjDjelijel, 20: HoumetEssouk), **M4** (21: cannal de Cotusal,22 : Jabiet el Haj Ali), **M5** (23 :Dar el ouest, 24 :Ilots de Bibane, 25 :El marsa), **M6** (26: Jetée Macif, 27 : Kctf).

Fig1.study area

A Van Dorn bottle was utilized to collect water at 1 m depth in maximum tide. The vegetative cells and cysts present in water were enumerated under an inverted microscope (Nikon or Olympus) using a Uthermol method. Cysts were identified to species level whenever possible based on the literature listed in the references section; images were obtained from Dino-Atlas at <https://www.pangaea.de/?q=Dino-Atlas>. Statistical relationships between parameters and cyst abundance data were tested using Pearson's correlation coefficient along with corresponding p-values using SPSS software package.

RESULTATS AND DISCUSSION

A total of 8 morphotypes cyst were identified in Gabes Gulf and the max number of cyst attempt 57810 cyst.l⁻¹. Cyst of *Protoperdinium spp* is the most abundant reaching 68,64% of total species recorded as observed in others Tunisian and mediterranean coasts (DHIB *et al*, 2016; RUBINO *et al*, 2017).Cysts were observed at all stations in the Gulf of Gabes and the higher values are detected at stations G2, G3, M2, and M3 (Fig.2)

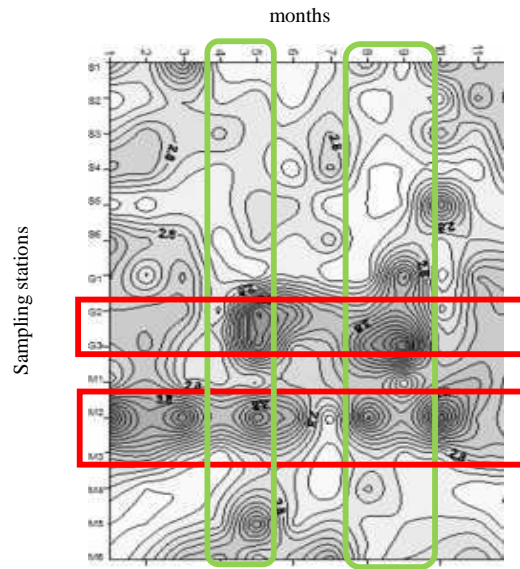


Fig 2. Spatio-temporelle distribution of dinoflagellates cysts

Stations (G2; G3) situated near Gabes town designed polluted area (BÉJAOUI *et al.*, 2016).M2 concern Boughrara lagoon characterized with entrophic status (BEN REJEB- JENHANI,2002) present favorable

condition that can induce encystment phenomenon. The higher occurrences were recurrently recorded in 2003 (Fig.3). Since 2003 more adopted methodology of identification cyst is acquired in the laboratory and that limited the signalizations and confusion of determination.

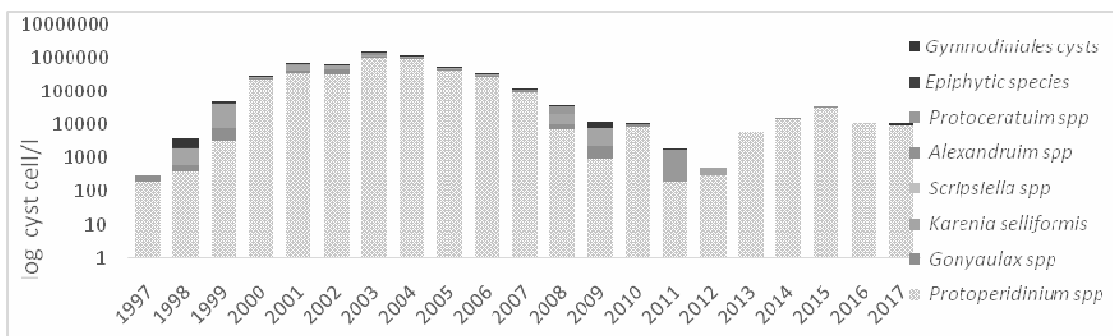


Fig 3. The abundance of Dinoflagellate cysts during 20 years in Gabes gulf

That be known encystment and dormance of phytoplankton species are governed by variations of some biotics parameters and essentially decreases or intensifies abnormally temperature and brightness (LEE ET MATSUOKA, 1996; POSPELOVA & KIM, 2010; SATTÀ *et al*, 2013). In our study area, this phenomenon is generally occurring in the end of the winter and maintaining until early spring. Cyst abundance mainly observed in April-May and declining

trend continued through the last summer. Since September, encystment increased and that be attributed to blooms of vegetative forms generally occurred in these periods (FEKI *et al.*, 2008, 2017) (Fig. 4). For example, we observe that blooming of dinoflagellate *Karenia selliformis* started in late summer and in the fall we can detect a high number of cysts in water column (Fig.5).

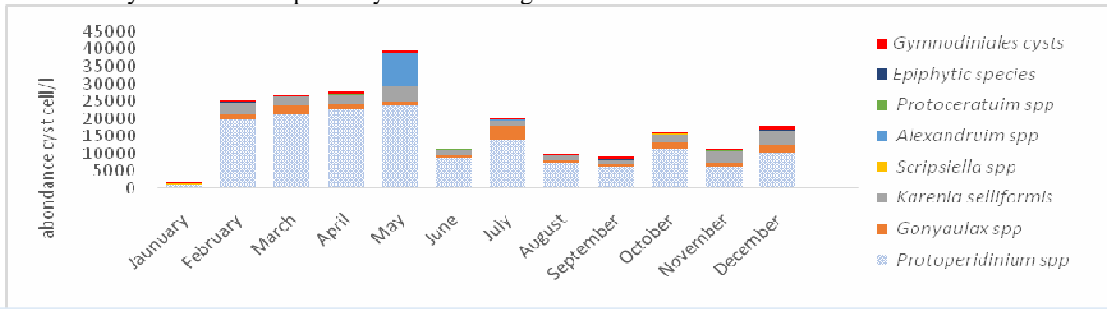


Fig 4. Mensual mean abundance of Dinoflagellate cysts in Gabes gulf

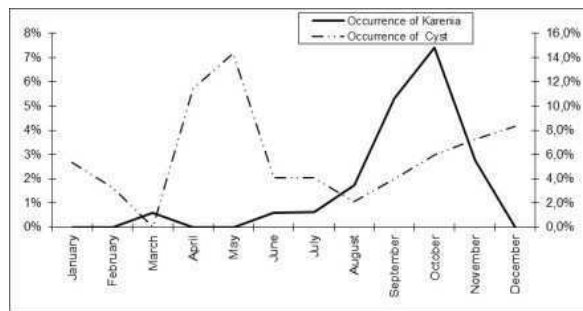


Fig 5. Mean occurrence of cyst and vegetative forms of *Karenia selliformis* in Gabes gulf

According pearson test, no significant correlation was observed between the concentrations of cysts and any of the physicochemical parameters monitored in the water column. The results indicate that our set of variables explained 81.99% of the variability with the first two axes. The first principal component (axis 1)

that explains 60.38% of total variance was positively correlated to temperature and salinity most of cysts recorded in our monitoring in S1, S2, S3, S4, M2, G1 and M3. The pH was negatively correlated with axis 1 and it is associate with area situated in center of the Gulf and cyst of *Protoceratium spp* (Fig.6).

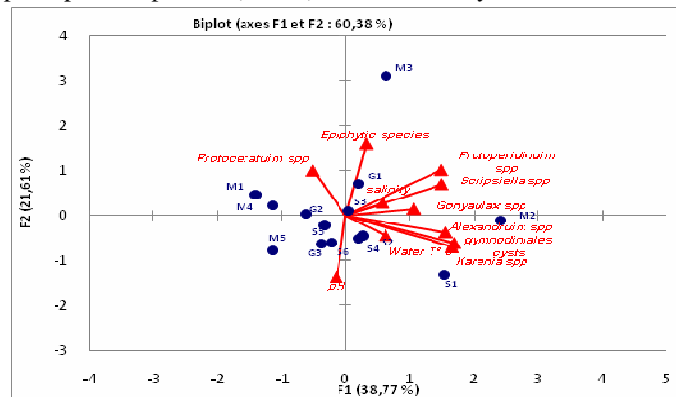


Fig 6. Biplot depicting the association between cyst dominant morphotypes, environmental factors and station of Gabes gulf

CONCLUSION

The phenomena of encystment is frequent and regular in the Gulf of Gabes, but it affects only a small variety of species. The coastal zones and especially at the level of the central zone of the Gulf of Gabes are the regions most affected to these phenomenon that be certainly relate of environmental and eutrophical conditions. The encystment can be biological response related of a consequence of bloom situations.

BIBLIOGRAPHIE

- AMARI A., 1984. Contribution à la connaissance hydrologique et sédimentologique de la plateforme des îles Kerkennah. Thèse de 3^{ème} Cycle. Faculté des Sciences de Tunis : 169 p.
- HILAL AYDIN, EMINE ERDEM YÜRÜR , SERDAR UZAR , FILIZ KÜÇÜKSEZGIN.,2015. Impact of industrial pollution on recent dinoflagellate cysts in Izmir Bay. Marine Pollution Bulletin, 94 :144-152.
- BÉJAOUÏ, B., ARMI, Z., 2016. Random Forest model and TRIx used in combination to assess and diagnose the trophic status of Bizerte Lagoon, southern Mediterranean. Ecological Indicators ,71: 293–301.
- BEN REJEB JENHANI ,ROMDHANE M.S.,2002. Impacts des perturbations anthropiques sur l'évolution de phytoplancton de la lagune de Boughrara. Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Mer de Salammbô, 29 : 65-75.
- CECILIA SATTÀ, SÍLVIA ANGLÈS, ESTHER GARCÉS, NICOLA SECHI, SILVIA PULINA, BACHISIO MARIO PADEDDA, DANIELA STACCA, ANTONELLA LUGLIÈ.,2013. Dinoflagellate Cyst Assemblages in Surface Sediments from Three Shallow Mediterranean Lagoons,37:646–663.
- DHIB AMEL, FERTOUNA-BELLAKHAL MOUNA, TURKI SOUAD, ALEYA LOTFL., 2016. Driving factors of dinoflagellate cyst distribution in surface sediments of a Mediterranean lagoon with limited access to the sea. Marine Pollution Bulletin, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.08.002>
- LEE J. B, MATSUOKA K.,1996. Dinoflagellate cysts in surface sediments of southern korean waters. Harmful and Toxic Algal Blooms. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, 173 - 176.
- Matsuoka K, Fukuyo Y., 2003. Taxonomy of cysts, Manual on harmful marine microalgae, Vol. 11, UNESCO Publ, Paris,563–592.
- RUBINO FERNANDO, MANUELA, GALIL BELLA.,2017. Plankton resting stages in recent sediments of Haifa port, Israel (Eastern Mediterranean) - Distribution, viability and potential environmental consequences, Marine Pollution Bulletin <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.12.078>
- POSPELOVA V, KIM S.-J., 2010. Dinoflagellate cysts in recent estuarine sediments from aquaculture sites of southern South Korea. Micropaleontol, 76 (1–2):37–51.
- WAFÀ FEKI, ASMA HAMZA, MALIKA BEL HASSEN, AHMED REBAI., 2008. Les efflorescences phytoplanctoniques dans le golfe de gabes (tunisie) au cours de dix ans de surveillance (1995-2005). Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Mer de Salammbô vol 35.
- WAFÀ FEKI-SAHNOUN, ASMA HAMZA, HASNA NJAHB, NOUHA BARRAJ ,MABROUKA MAHFOUDI, AHMED REBAI, MALIKA BEL HASSEN.,2017. A Bayesian network approach to determine environmental factors controlling *Karenia selliformis* occurrences and blooms in the Gulf of Gabès, Tunisia. Harmful Algae ,63: 119 –132
- ZAKARIA MOHAMED, ABDULRAHMAN M, AL-SHEHRI.,2011.Occurrence and germination of dinoflagellate cysts in surface sediments from the Red Sea off the coasts of Saudi Arabia. OCEANOLOGIA, 53: 121–136.

DETECTION DES PARASITES ENTERIQUES (*GIARDIA DUODENALIS*, *TOXOPLASMA GONDII*) DANS LES MOLLUSQUES BIVALVES DE LITTORAL TUNISIEN

Khemissa GHOZZI¹, Annunziata GIANGASPERO², Hamouda BABBA³

1. Laboratoire de Biodiversité et de Biotechnologie Marine, Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, Monastir, Tunisia

2. Department of Science of Agriculture, Food and Environment, University of Foggia, 71121 Foggia, Italy

3. Laboratoire de Parasitologie-Mycologie Médicale et Moléculaire (code LR12ES08), Faculté de Pharmacie de Monastir, Université de Monastir, Monastir, Tunisia

Email : Khmyssa@yahoo.fr

RESUME

Dans le but d'évaluer le niveau de contamination de milieu marin des cotes tunisiennes par les parasites entériques (*Giardia duodenalis* et *Toxoplasma gondii*) nous avons utilisé quatre espèces de mollusques bivalves (*Ruditapes decussatus*, *Mytilus galloprovincialis*, *Pinctada radiata*, *Perna perna*) comme espèces bio indicateurs. Ainsi, 1255 individus de bivalves sauvages ont été collectés à différents points des cotes tunisiennes et testés par la méthode de PCR quantitative afin de détecter et quantifier ces parasites entériques ciblés. *Toxoplasma gondii* et *G. duodenalis* ont été détectés dans 5,7% (99% CI=1.6–12.2%) de pools de *Ruditapes decussatus*. Parmi ces pools infectés, 6,6% ont été positives pour la détection de *T. gondii* Type I alors que 1,6% ont été infectées par le protozoaire intestinal *G. duodenalis* assemblage A. Parmi les spécimens de *Ruditapes decussatus* infectés, nous avons noté que cette espèce de mollusque héberge jusqu'à 77500 oocystes/échantillon de *T. gondii* et 395 kystes/ échantillon de *G. duodenalis*. Ces résultats confirment la présence des parasites entériques dans les côtes tunisiennes, ce qui pourra constituer un risque direct ou indirect sur la santé humaine.

Mots Clés : Bivalve mollusques, *Giardia duodenalis*, *Toxoplasma gondii*, qPCR

ABSTRACT

In Tunisia, to date, no studies have been carried out to establish the sea contamination by emerging protozoan parasites in shellfish. In order to estimate sea water contamination by emerging protozoan parasites we used qPCR to molecularly characterize and evaluate the parasitic burden of *Giardia duodenalis* and *Toxoplasma gondii* in four species of bivalve mollusks (*Ruditapes decussatus*, *Mytilus galloprovincialis*, *Pinctada radiata*, *Perna perna*). So, 1255 individuals of wild bivalves were collected along Tunisian coasts and tested to detect and quantify these parasites. *G. duodenalis* and *Toxoplasma gondii* were detected in 5,7% (99% CI=1.6–12.2%) pools of *Ruditapes decussatus*. Among these infected pools, 6,6 % were positive for the detection of *T. gondii* Type I while 1,6 % were infected by the protozoon *G. duodenalis* assemblage A. Among the specimens, *R. decussatus* harbored up to 77500 oocysts/sample of *T. gondii* and up to 395 cysts/sample of *G. duodenalis*. These results confirm the presence of the zoonotic protozoan parasites in the Tunisian coasts that can constitute a direct or indirect risk for human health.

INTRODUCTION

De nos jours, les autorités responsables de protéger l'environnement naturel et la santé humaine sont de plus en plus intéressées par la qualité d'eau de mer. En effet, les écosystèmes marins sont menacés par les activités humaines engendrant des rejets agricoles, urbains et industriels qui peuvent conduire à de hauts niveaux de pollution. Les organismes marins comme les mollusques bivalves sont des filtres qui peuvent concentrer des pathogènes tels que les bactéries, les virus et les parasites. Les protozoaires entériques, *Giardia duodenalis* et *Toxoplasma gondii* ont été détectés dans le coquillage cultivé ou sauvage dans des lagunes et les milieux marins (ROBERTSON, 2007). *Giardia* est le protozoaire pathogène entérique le plus fréquent chez l'homme ainsi que chez les animaux sauvages et domestiques. Il est estimé pour

causer 2.8×10^8 cas de maladies intestinales globalement par an (SQUIRE AND RYAN, 2017). Le protozoaire, *Toxoplasma gondii*, est de plus en plus étudié du fait des nombreux cas de contamination hydrique liée aux oocystes de *T. gondii* (JONES ET DUBEY, 2010). Pour mettre en évidence les protozoaires dans le milieu marin, des invertébrés aquatiques, et notamment des organismes filtres ont été utilisés depuis quelques années dans la littérature (WILLIS ET AL. 2013). Les bivalves sont des organismes vecteurs peuvent également représenter une aide significative pour comprendre la dissémination des pathogènes dans l'environnement aquatique. L'état de pollution parasitaire des cotes tunisiennes n'ont encore été évaluée malgré les efforts fournis pour gérer les risques encourus. Ainsi, le but de cette étude est de fournir une première évaluation de la pollution parasitaire d'eaux côtières

tunisiennes via la détection et la caractérisation moléculaire de parasites protozoaires intestinaux tels que *Giardia. duodenalis* et *Toxoplasma. gondii* en utilisant des bivalves collectés le long du littoral tunisien comme espèces bioindicateurs

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été réalisée du nord au sud sur quatre zones côtières: la Lagune de Bizerte au nord, la Baie Monastir, et Chebba au centre et enfin le Golfe de Gabes au sud.

- Site Menzel Jemil : au nord-est de la lagune de Bizerte situé dans une zone relativement confinée recevant des rejets urbains et industriels.

- Site Chebba (35°13'N/11°09' E) est situé dans la zone centrale sud de la Tunisie, où plus de 200 ha sont utilisés pour l'élevage intensif de poisson bleu. Des espèces de bivalves se trouvent dans cette zone telles que *R. decussatus*, *P. nobilis* et *P. radiata*.

- Baie de Monastir : La baie de Monastir (35°47'N et 35°37'N /10°45'E et 11°50'E) appartient à la partie centrale de la côte Est du littoral tunisien.

* Le site de Khniss est hautement influencé par les rejets industriels de la zone industrielle de Monastir et les sources évidentes de décharges urbaines.

* Les fermes aquacoles sont implantées au large de la baie de Monastir, ainsi des espèces de moules et des huitres sont trouvées attachées dans les cages submersibles d'élevage des poissons.

- Le Golfe de Gabès (33°50 'N-34°46 ' N/10°44 'N-11°20 ' E) est situé sur les côtes Sud-est de la Tunisie, limitée par les Îles Kerkennah au nord-est et par l'Île Djerba au sud-est. Cette zone d'étude abrite un nombre important d'espèces de coquillages dont la plus exploitée est la palourde *Ruditapes decussatus*. Quatre sites sont étudiés dans cette zone : El Hicha, Akarit, Zarrat et Chatt Elawamer.

Echantillonnage et procédures

- **Prélèvement, dissection et extraction d'ADN** ; Un nombre total de 1255 de bivalves appartenant à quatre espèces a été collecté (2013- 2016) des zones côtières: *Ruditapes decussatus* (n = 1020), *Pinctata radiata* (n = 135), *Mytillus galloprovincialis* (n=54) et *Perna perna* (n=46). Au laboratoire, les bivalves sont rassemblés en des pools de 9 à 18 individus selon l'espèce et la taille de l'individu. Les bivalves collectés sont ensuite disséqués afin d'extraire les branchies, et les glandes digestives. Le broyage a été réalisé à l'aide d'un ultra-Turrax IKA (T25 basic). Pour chaque pool, les tissus broyés sont traités dans un tampon phosphate (PBS) 0.04 M (pH 7.2–7.4) puis filtrés sur une double couche de gaze et centrifugés pendant 10 minute à 1000g. Le culot est ensuite lavé deux fois avec le tampon TE (1000 g, 4

°C, 10 minutes et ensuite 13,000 g, 4 °C, 15 minutes). 500 µ L de culot a été soumis à trois cycles congélation/ décongélation (-80 °C / + 80 °C pendant 5 minutes). L'ADN a été extrait en utilisant le kit QIAamp® DNA (QIAGEN GmbH, Allemagne) selon le protocole de la fabrication. L'ADN génomique a été stocké à -20 °C jusqu'à analyse moléculaire

- **qPCR** : La PCR quantitative en temps réel a été exécuté comme décrit in MARANGI ET AL. (2015). Brièvement, les PCR ont été effectués dans un volume final de 20 µ L, cinq µl de l'ADN extrait des échantillons sont ajoutés à 15µl de mix contenant 5× SsoFast EvaGreen ® (cat.no. 172-5201; Bio-Rad, Italie) et 0.5 µM de chaque amorces sens et anti sens, gène B1 pour *T. gondii* (TOXB41-F: 5'-CGAAGCTGAGATGCTCAAAGTC-3' et TOXB169-R: 5'-AATCCACGTCTGGGAAGAACTC-3') (BURG ET AL., 1989) et gène beta giardin pour *G. duodenalis* (GGL-F: 5'-AGTGCGTCAACGAGCAGCT-3' et GGR-R: 5'-AGTGCTTTGTGACCATCGA-3') (HOLBERTON AND MARSHALL, 1995). Des témoins négatifs sans ADN ont été ajoutés à chaque plaque de qPCR. Le programme d'amplification pour les deux parasites (*Giardia duodenalis*, *Toxoplasma gondii*) est composé d'une étape de dénaturation initiale (98° C pendant 2 minutes); suivie par 40 cycles : « dénaturation à 98° C pendant 5 secondes et hybridation pendant une minute à une température 61° C pour *G. duodenalis* ; 62° C pour *T. gondii* ; 59° C.

- **Analyse quantitative** : la quantité d'ADN (nombre de copies/µL) a été calculé en relatant la valeur moyenne de cycle seuil (Ct) de chaque échantillon positif à une courbe standard obtenue d'un contrôle positif pour *G. duodenalis* et *T. gondii*. Le nombre des oocystes et des kystes a été calculé pour *T. gondii* selon LASS ET AL. (2012) et pour *G. duodenalis* selon ERLANDSEN ET RASCH (1994).

- **Séquençage** : Les échantillons positifs trouvés pour *T. gondii* et *G. duodenalis* ont été purifiés en utilisant EXO I et des enzymes FASTAP (ThermoFisher Scientifique, Pays-Bas) selon le protocole du fabricant. Les produits purifiés de PCR ont été séquencés dans les deux sens en utilisant le kit de séquençage Big Dye Terminator v.3.1 (Applied Biosystems, Foster City, California, USA) selon les instructions du fabricant et par l'utilisation des mêmes amorces que les réactions de PCR respectives. Un analyseur Génétique ABI PRISM 3130(AppliedBiosystem, Foster City, California, USA) a été utilisé pour déterminer les séquences. Chaque séquence a été comparée aux séquences nucléotidiques disponibles dans des bases de données GenBank publiquement accessibles en utilisant le logiciel BLASTn (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/>) et par la suite

alignées par le programme ClustalW (BioEdit le logiciel v.7.2.5).

RÉSULTATS

L'analyse par PCR quantitative des bivalves collectés a montré que parmi les 87 pools de mollusques bivalve marins testés, cinq de 87 (5.7 %, 99 % CI=1.6-12.2 %) ont été contaminés avec au moins une espèce protozoaire intestinale. Tous les

échantillons positifs sont collectés de site de khniss sauf un seul échantillon collecté de Jaboussa site (Golf de gabes). Seulement deux pools (2,29%) ont été trouvés contaminés par le protozoaire intestinal *Giardia duodenalis*. Il s'agit de pools de palourde de l'espèce *R. decussatus* collecté de site de khniss. Un seul pool a été trouvé contaminé par les deux parasites au même temps ; *G. duodenalis* et *T. gondii* (voir Tableau.I).

Tableau I: Distribution du nombre, fréquence (%), intervalle de confiance de 99 % (99 % CI) et nombre total des pools de bivalve marins collectés le long de côtes tunisiennes, examinées et trouvé contaminé par *T. gondii* Type I, *G. duodenalis* assemblage A.

Zones Géographiques	Sites	Espèces examinées (no. de spécimens)	No. pools examinés	No. pools positifs (% , 99% CI)		
				T. gondii Type I	T. gondii I/G. duodenalis assemblage A	G. duodenalis assemblage A
Nord	Bizerte	Ruditapes decussatus (n=138)	9	0	0 (0%, 0-0%)	0
	Baie de Monastir	Mytilus galloprovincialis (n=54)	6	0	0 (0%, 0-0%)	0
Centre -nord		Perna perna (n=46)	5	0	0 (0%, 0-0%)	0
		Pinctada radiata (n=135)	15	0	0 (0%, 0-0%)	0
		Ruditapes decussatus (n=504)	28	3 (10.7%, 0-25.7%)	1 (3.6%, 0-12.6%)	1 (3.6%, 0-12.6%)
		Ruditapes decussatus (n=108)	6	0	0 (0%, 0-0%)	0
Centre- sud	Chebba	Ruditapes decussatus (n=108)	6	0	0 (0%, 0-0%)	0
Sud	Golf of Gabès	Ruditapes decussatus (n=270)	18	1 (5.6%, 0-19.5%)	0 (0%, 0-0%)	0

La quantification de la charge parasitaire de *Giardia duodenalis* au niveau de ces deux pools positifs a montré qu'elle était de 62 et 395 kystes par échantillon pour les pools de palourde Pf2 et PN2 respectivement.

La charge parasitaire de protozoaire *T. gondii* au niveau de pools positifs varie entre 1250 et 77,500 oocystes/pool.

La caractérisation moléculaire par séquençage du parasite *T. gondii* détecté au niveau de ces cinq pools a montré qu'il s'agit du seul génotype *T. gondii* type I. Les séquences obtenues ont été déposées dans la base de données GenBank sous les numéros d'accèsion

KY510286-KY510291. Les deux pools contaminés par *G. duodenalis* ont été caractérisés en tant que *G. duodenalis* Assemblage A. les deux séquences de ce génotype ont été déposées dans la base de données GenBank sous les numéros d'accèsion KY510283 et KY510284.

DISCUSSION

Ceci est la première étude environnementale examinant la contamination fécale par des parasites entériques des côtes tunisiennes et le premier rapport qui confirme la présence de *T. gondii* et *G.*

duodenalis dans les bivalves de l'Afrique du Nord. Deux sites parmi neuf ont été trouvés contaminés par ces protozoaires : Baie de Monastir et Jaboussa dans le golf de Gabes. *R. decussatus* était la seule espèce trouvée contaminée par *T. gondii* et *G. duodenalis* seul, ou en association (*T. gondii*/*G. duodenalis*). Dans des pays méditerranéens, *T. gondii* a été rapporté dans l'huître cultivée (*Crassostrea des giga*) et le mollusque (*R. decussatus*) (PUTIGNANI ET AL., 2011) et aussi dans le moule (*M. galloprovincialis*) en Turquie (AKSOY ET AL., 2014). *G. duodenalis* a été détecté dans des mollusques (*Chamelea gallina*) (GIANGASPERO ET AL., 2004) et le moule *M. galloprovincialis* cultivé le long de la côte Adriatique italienne (GIANGASPERO ET AL., 2014) et en Espagne (G O MEZ-COUSO ET AL., 2005). *T. gondii* type I est le type le plus pathogène. Il a été détecté au cours de cette étude avec un nombre des oocystes très élevé (jusqu'à 77.500 oocystes/ pool). En effet, En Tunisie, le niveau de séroprévalence humaine pour la toxoplasmose est haut et les Types I, et I/II et I/III ont été enregistrés dans des humains (BOUGHATTAS ET AL., 2010). Le niveau très élevé de contamination environnementale par les oocystes de *Toxoplasma* en Tunisie peut être expliqué par le nombre élevé de chats dans le pays. *G. duodenalis* détecté dans deux échantillons de bivalve seulement est un protozoaire très répandu dans des patients symptomatiques et des enfants (BOURATBINE ET AL., 2000). Tandis que les assemblages de *G. duodenalis* circulant dans des humains reste inconnu, *G. duodenalis* assemblages AI, AII, B et E ont été détectés dans les stations de traitement (BEN AYED ET AL., 2012).

CONCLUSION

Les bivalves collecté le long des côtes de la Tunisie peuvent héberger l'ADN génomique de *T. gondii* Type I et *G. duodenalis* assemblage A dans certains sites. Une attention doit être alors attribuée pour contrôler la contamination de milieu marin par ces pathogènes et éviter le risque sanitaire qui peuvent provoquer.

BIBLIOGRAPHIE

- AKSOY, U., MARANGI, M., PAPINI, R., OZKOC, S., BAYRAM DELIBAS, S., GIANGASPERO, A., 2014. Detection of *Toxoplasma gondii* and *Cyclospora cayetanensis* in *Mytilus galloprovincialis* from Izmir Province coast (Turkey) by real time PCR/high resolution melting analysis (HRM). *Food Microbiol.* 44, 128–135.
- BEN AYED, L., YANG, W., WIDMER, G., CAMA, V., ORTEGA, Y., 2012. Survey and genetic characterization of wastewater in Tunisia for *Cryptosporidium* spp., *Giardia duodenalis*, *Enterocytozoon bienersi*, *Cyclospora cayetanensis* and *Eimeria* spp. *J. Water Health* 10, 431–444
- BURG, J.L., GROVER, C.M., POULETTY, P., BOOTHROYD, J.C., 1989. Direct and sensitive detection of a pathogenic protozoan, *Toxoplasma gondii*, by polymerase chain reaction. *J. Clin. Microbiol.* 27, 1787–1792.
- BOUGHATTAS, S., BEN-ABDALLAH, R., SIALA, E., SOUISSI, O., AOUN, K., BOURATBINE, A., 2010. Direct genotypic characterization of *Toxoplasma gondii* strains associated with congenital Toxoplasmosis in Tunisia (North Africa). *Am.J.Trop. Med. Hyg.* 82, 1041–1046.
- BOURATBINE, A., AOUN, K., SIALA, E., CHAHED, M.K., BEN HASSINE, L., MEHERZI, A., 2000. Pour une meilleure estimation de la prévalence du parasitisme intestinal dans la region de Tunis. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 93.
- ERLANDSEN, S.L., RASCH, E.M., 1994. The DNA content of trophozoites and cysts of *Giardia lamblia* by microdensitometric quantitation of Feulgen staining and examination by laser scanning confocal microscopy. *J. Histochem. Cytochem.* 42, 1413–1416.
- GIANGASPERO, A., PAPINI, R., MARANGI, M., KOEHLER, A.V., GASSER, R.B., 2014. *Cryptosporidium parvum* genotype IIa and *Giardia duodenalis* assemblage A in *Mytilus galloprovincialis* on sale at local food markets. *Int. J. Food Microbiol.* 171, 62–67.
- GOMEZ-COUSO, H., MENDEZ-HERMIDA, F., CASTRO-HERMIDA, J.A., ARES-MAZA'S, E., 2006. *Cryptosporidium* contamination in harvesting areas of bivalve molluscs. *J. Food Prot.* 69, 185–190
- HOLBERTON, D.V., MARSHALL, J., 1995. Analysis of consensus sequence patterns in *Giardia* cytoskeleton gene promoters. *Nucleic Acids Res.* 23, 2945–2953.
- JONES, J.L. AND DUBEY, J.P., 2010. Waterborne toxoplasmosis--recent developments. *Experimental parasitology*, 124 (1), 10–25.
- LASS, A., PIETKIEWICZ, H., SZOSTAKOWSKA, B., MYJAK, P., 2012. The first detection of *Toxoplasma gondii* DNA in environmental fruits and vegetables samples. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 31, 1101–1108
- MARANGI, M., GIANGASPERO, A., LACASELLA, V., LONIGRO, A., GASSER, R.B., 2015. Multiplex PCR for the detection and quantification of zoonotic taxa of *Giardia*, *Cryptosporidium* and *Toxoplasma* in wastewater and mussels. *Mol. Cell. Probes.* 29, 122–125.

- PUTIGNANI, L., MANCINELLI, L., DEL CHIERICO, F., MENICHELLA, D., ADLERSTEIN, D., ANGELICI, M., MARANGI, M., BERRILLI, F., CAFFARA, M.D., DI REGALBONO, A.F., GIANGASPERO, A., 2011. Investigation of *Toxoplasma gondii* presence in farmed shellfish by nested-PCR and realtime PCR fluorescent amplicon generation assay (FLAG). *Exp. Parasitol.* 127, 409–417.
- OBERTSON, L.J., 2007. The potential for marine bivalve shellfish to act as transmission vehicles for outbreaks of protozoan infections in humans: a review. *Int. J. Food Microbiol.* 120, 201–216.
- SQUIRE, S. A., AND RYAN, U. 2017. *Cryptosporidium* and *Giardia* in Africa: current and future challenges. *Parasit. Vectors* 10:195. doi: 10.1186/s13071-017-2111
- WILLIS, J.E., MCCLURE, J.T., MCCLURE, C., SPEARS, J., DAVIDSON, J., GREENWOOD, S.J., 2014. Bioaccumulation and elimination of *Cryptosporidium parvum* oocysts in experimentally exposed Eastern oysters (*Crassostrea virginica*) held in static tank aquaria. *Int. J. Food Microbiol.* 173, 72

INVENTAIRE ET DISTRIBUTION DES MOLLUSQUES ET DES CRUSTACÉS DECAPODES EXOTIQUES ET LEURS BIO-INVASION DANS LE GOLFE DE GABÈS (SUD DE LA MEDITERRANEE)

Henda El LAKHRACH^{1*}, Abdallah HATTOUR¹, Mohamed Nejmeddine BRADAI²
et Alfonso Angel RAMOS ESPLÀ³

(1) Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, 2025 Salammbô Tunis, Tunisie.

(2) Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, centre de Sfax-BP 1035-CP 3018 Sfax, Tunisie.

(3) Centro de Investigación Marina de Santa Pola, Universidad de Alicante-Ayuntamiento de Santa Pola,
03080 Alicante, Spain.

*hendalak@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Dans la région côtière du golfe de Gabès, l'inventaire et la distribution des mollusques et des crustacés décapodes exotiques et leur bio-invasion ont été étudiés par dragage et chalutage benthique à bord d'un chalutier, durant deux campagnes estivales (été 2009 et été 2010). L'inventaire compte quatre espèces de Mollusques (deux Gastéropodes et deux Bivalves) et quatre espèces de Crustacés décapodes. Pour les Mollusques, trois espèces ont été bien établies dans le golfe (*Erosaria turdus*, *Fulvia fragilis* et *Pinctada radiata*), alors que, pour les Crustacés décapodes, seulement, une espèce a été très abondante dans le golfe (*Trachysalambria palaestiniensis*). Cette étude a montré que parmi huit espèces introduites il y'a quatre qui ont été considérée comme espèces invasives. Ainsi que, l'abondance de ces espèces a augmenté considérablement d'une année à l'autre. Cette bio-invasion a influencé sur l'écosystème du golfe de Gabès en particulier sur le type du substrat, la flore et la distribution des espèces autochtones.

Mots clés: Distribution spatiale, bio- invasion, golfe de Gabès (Sud de la Méditerranée),

ABSTRACT

In the coastal area of the gulf of Gabes, the inventory and distribution of the exotic molluscs and crustaceans' decapoda and their bio-invasion were studied by dredging and benthic trawling on board a trawling during two summer cruises (summer 2009, summer 2010). The inventory show four species of exotic molluscs (two gastropods and two bivalves) and four species of exotic decapoda crustaceans. For molluscs, three species have been a high abundance in the gulf (*Erosaria turdus*, *Fulvia fragilis* and *Pinctada radiata*), whereas, for Decapod crustaceans, only one species has been a high abundance in the gulf (*Trachysalambria palaestiniensis*). This study showed that four species have been considered invasive species in the gulf. In addition to, the abundance of these species has increased considerably from year to the next. This bio-invasion has influenced by the ecosystem of the gulf of Gabes, especially, for the type of substrate, the flora and distribution of autochthon species.

INTRODUCTION

le rythme de signalisation des espèces introduites a connu une nette amélioration au cours des dernières décennies, probablement, à cause du trafic maritime, des introductions accidentelles, ou des transferts intentionnels et des eaux de ballast (Galil, 2006), mais aussi, l'expansion vers l'Est des espèces d'origine atlantique tropicale due aux changements climatiques (Francour *et al.*, 1994). La Tunisie, vue sa position géographique charnière entre les bassins oriental et occidental de la Méditerranée, est particulièrement concernée par le phénomène de bio-invasion. L'arrivée d'espèces lessepsiennes et d'espèces atlantiques à affinité chaude est un signe de sub-tropicalisation des côtes tunisiennes et surtout du golfe de Gabès (Bradai *et al.*, 2004b). Ceci se concrétise par un nombre grandissant de découvertes d'espèces exotiques.

Le golfe de Gabès représente une région favorable à l'installation des espèces introduites (Bradai *et al.*, 2004a) par son hydrographie (eaux tempérées chaudes) et son important trafic maritime (ports de Skhira, Gabès et Zarzis). Plusieurs migrants de la Mer Rouge et de l'Océan Atlantique y sont sporadiquement observés ou définitivement installés mais les connaissances restent fragmentaires et surtout concernent la faune ichthyologique.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

Cette étude a été réalisée dans le golfe de Gabès (Sud de la Méditerranée) et couvre la zone la plus large du plateau continental (Fig. 1). Il s'étend de "Ras Kapoudia" à la frontière tuniso-libyenne avec deux grandes îles (Kerkennah et Jerba). Le golfe est caractérisé par des conditions géomorphologiques,

climatiques et océanographiques uniques. Le bassin du golfe est très peu profond, atteignant seulement 50 m de profondeur à 110 km au large. Une profondeur de 200 m n'est pas atteinte jusqu'à 400 km de la côte. Ce modèle bathymétrique particulier rend le golfe très sensible aux conditions atmosphériques (Natale *et al.*, 2006). Le cycle annuel de la température de l'eau est très prononcé (13°-29°C) (Ben Ismail Hammouda *et al.*, 2010).

Le golfe favorise une productivité élevée de pêche et sert de nurserie, d'alimentation et de reproduction pour de nombreuses populations de poissons et de crustacés. Par exemple, la succession écologique a donné naissance à l'une des communautés les plus étendues d'herbiers marins (*Posidonia oceanica*) en Méditerranée (Hattour et Ben Mustapha, 2013), qui constitue un important site de pépinière pour plusieurs espèces marines (Francour, 1997). En raison de son importance, l'écosystème du golfe de Gabès a fait l'objet de nombreuses études au cours de ces dernières décennies.

Échantillonnage

54 stations ont été échantillonnées dans la zone côtière du golfe de Gabès (inférieur à 50 m de profondeur) durant deux campagnes (été 2009 et été 2010), à raison de 27 stations chacune (Fig. 1), à bord

d'un chalutier au moyen d'un chalut de fond de type "crevette" et d'une drague.

Avant de commencer le triage, le type de fond et les caractéristiques bionomiques (substrat, flore et invertébrés) ont été enregistrés sur des fiches appropriées. Par la suite, les échantillons de Mollusques et de Crustacés décapodes exotiques ont été triés, classés et comptés à bord. L'identification des espèces en question a été réalisée jusqu'à l'espèce. Certaines espèces douteuses ont été fixées dans du formol (10% d'eau de mer) avant d'être identifiées au laboratoire.

Analyse des données

L'analyse des données se base sur le calcul de l'Abondance:

$$A = ni/Sp$$

Sp: L'aire balayée par le chalut (hectare) ou par drague (m²); ni: Nombre d'individus d'une espèce i (par trait).

La distribution spatiale des espèces exotiques a été réalisée à l'aide du système d'information géographique (SIG). Le SIG peut traverser les données cartographiques avec d'autres données grâce à des applications et des outils de traitement spécialisés (Bouaziz, 2002).

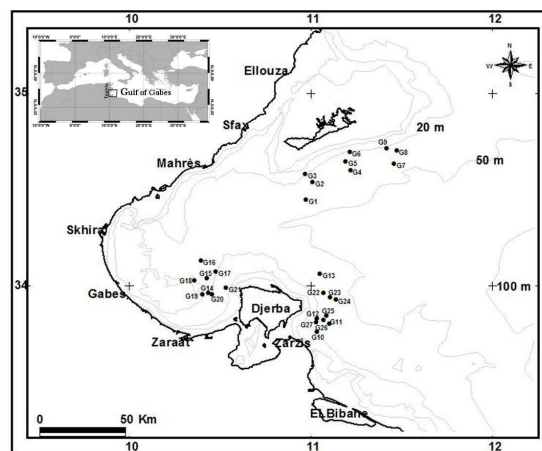


Fig. 1: Emplacement des stations d'échantillonnage dans la région côtière du golfe de Gabès.

RESULTATS ET DISCUSSION

L'inventaire compte quatre espèces de Mollusques (deux Gastéropodes et deux Bivalves) et quatre espèces de Crustacés décapodes. Pour les Mollusques, trois espèces ont été bien établies dans le golfe (*Erosaria turdus*, *Fulvia fragilis* et *Pinctada radiata*), alors que, pour les Crustacés décapodes, seulement, une espèce a été très abondante dans le

golfe (*Trachysalambria palaestiniensis*). Cette étude a montré que parmi huit espèces introduites il y'a quatre qui ont été considérées comme espèces invasives. Ainsi que, l'abondance de ces espèces a augmenté considérablement d'une année à l'autre. Cette bio-invasion a influencé sur l'écosystème du golfe de Gabès en particulier sur le type du substrat, la flore et la distribution des espèces autochtones.

Tableau I: Différents types de substrat et de communautés rencontrés dans le golfe de Gabès.

Type du substrat et communautés	Station	Profondeur (m)	Site
Sablo-vaseux et matte morte de <i>Posidonia</i> , quelques rhizomes vivants, avec Ascidies	1,5,9 et 10	30-35	SO Kerkennah
Sable et gravier coquiller avec maërl et Ascidies	2 et 6	35-37	
Sablo-vaseux avec Synascidies et Echinodermes (<i>Antedon</i> , <i>Psammechinus</i>)	3 et 7	39-43	
Sablo-vaseux à <i>Arthrocladia villosa</i> et <i>Antedon mediterranea</i>	4	43-45	
Fond vaseux à Echinodermes (<i>Ophiothrix fragilis</i> et <i>Antedon mediterranea</i>)	8	45-46	
Sable grossier et gravelle fine avec herbier de <i>Posidonia</i>	16	24-27	SE Kerkennah
Détritique côtier et matte morte de <i>Posidonia</i> avec rhizomes vivants et fond à <i>Pinctada radiata</i>	13	30-31	
Sablo-vaseux à <i>Arthrocladia villosa</i> , quelques rhizomes vivants de <i>Posidonia</i>	14 et 15	35-40	
Sablo-vaseux avec restes de <i>Posidonia</i> , Holothuries et ponte de Muricidae	11 et 12	40-46	O Jerba
Sable et gravier vaseux avec <i>Cymodocea</i> , <i>Pinctada</i> et restes de <i>Posidonia</i>	21	10-12	
Fond vaseux coquillier et matte morte avec rhizomes vivants de <i>Posidonia</i> et maërl	20	16-17	
Sable vaseux et coquillier avec restes de rhizomes de <i>Posidonia</i>	17 et 18	20-22	
Fond vaseux à <i>Fulvia fragilis</i> avec quelques rhizomes de <i>Posidonia</i>	19	22-23	
Sable fin et herbier de <i>Posidonia océanica</i>	27	21-22	E Jerba
Sablo-vaseux et matte morte de <i>Posidonia</i> avec <i>Caulerpa racemosa</i>	26	25-27	
Détritique envasé à <i>Arthrocladia villosa</i> , avec quelques rhodolites	25	29-31	
Fond de maërl et matte morte avec quelques rhizomes vivants de <i>Posidonia</i>	22	31-33	
Sable grossier et gravelle à <i>Arthrocladia villosa</i> , avec ascidies	23 et 24	35-41	

Tableau II: Abondance et localisation des mollusques et des crustacés décapodes exotiques dans le golfe de Gabès durant les deux campagnes (été 2009 et été 2010).

Taxon	Abondance (été 2009)		Abondance (été 2010)		Localité
	Crevettier (inds/ha)	Drague (inds/m ²)	Crevettier (inds/ha)	Drague (inds/m ²)	
Mollusque					
<u>Mollusque Gastéropode</u>					
<i>Bursatella leachi</i> De Blainville, 1817	1.5	2.5	3	5	O Jerba (10-15m) et E Jerba (25-31m)
<i>Erosaria turdus</i> (Lamarck, 1810)	13	4.5	17.5	6.5	S Kerkennah(19-49m), O Jerba (16-24m) et E Jerba (25-33m)
<u>Mollusque Bivalve</u>					
<i>Fulvia fragilis</i> (Forsskal, 1775)	650	105	929	200	O Jerba (16-24m)
<i>Pinctada radiata</i> (Leach, 1814)	394	205	567	325	S Kerkennah (19-37m), O Jerba (10-23m) et E Jerba (19-33m)
Crustacé					
<i>Eucrate crenata</i> de Haan, 1835	9.5	2	14.5	3.5	O Jerba (10-32m)
<i>Libinia dubia</i> H. Milne Edwards, 1834	0	1	0	0	SO Kerkennah (10-15m)
<i>Metapenaeus monoceros</i> (Fabricius, 1798)	48	2	51.5	3	SO Kerkennah (40-46m) et O Jerba (16-24m)
<i>Rimapenaeus similis</i> (Smith, 1885)	1	0.5	0	0	O Jerba (10-23m)
<i>Trachysalambria palaestiniensis</i> (Steinitz, 1932)	205	95	20	3	SO Kerkennah (23-37m) et O Jerba (16-24m)

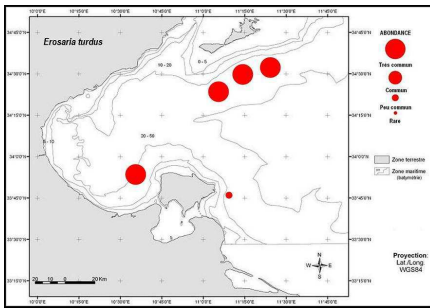


Fig. 2: Distribution spatiale de l'abondance d'*Erosaria Turdus* (Lamarck, 1810) dans le golfe de Gabès (été 2009 et été 2010)

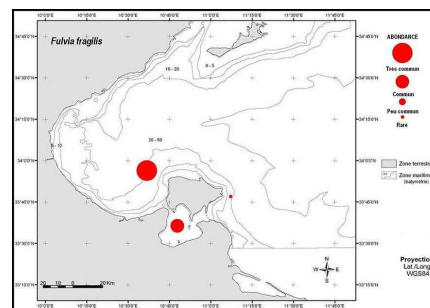


Fig.3: Distribution spatiale de l'abondance de *Fulvia fragilis* (Forsskal in Niehbur, 1775) dans le golfe de Gabès (été 2009 et été 2010)

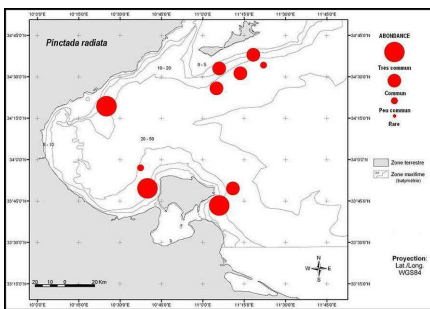


Fig. 4: Distribution spatiale de l'abondance de *Pinctada radiata* (Leach, 1814) dans le golfe de Gabès (été 2009 et été 2010).

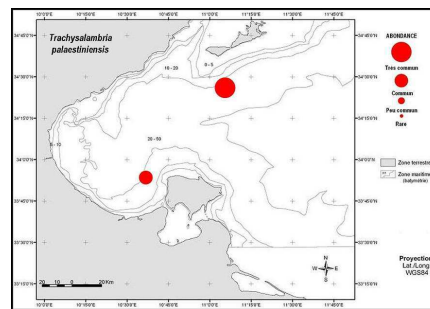


Fig. 5: Distribution spatiale de l'abondance de *Trachysalambria Palaeatinensis* (Steinitz, 1932) dans le golfe de Gabès (été 2009 et été 2010).

Mollusques exotiques

Mollusques Gastéropodes exotiques:

Bursatella leachii a été capturée à l'Ouest et à l'Est de Jerba entre 10 et 31 m de profondeur, sur l'herbier dégradé et matre morte de *Posidonia*, la pelouse de *Cymodocea nodosa* et sur un fond rocheux à *Pinctada radiata* (Tableaux I et II). Au cours de l'été 2010, nous avons noté une légère augmentation de l'abondance pour cette espèce (3 inds/ha avec le chalut et 5 inds/m² avec la drague), ceci peut être dû à une agrégation reproductive. Cette espèce herbivore est signalée pour la première fois par ENZENROSS et ENZENROSS (2001) dans les îles de Kerkennah. ZENETOS *et al.* (2003) l'ont observée sur des fonds meubles avec phanérogames: *Cymodocea*, *Zostera* ou *Caulerpa prolifera* et, elle a été aussi signalée à l'Est de Jerba à 31 m de profondeur en 2009 par EL LAKHRACH *et al.* (2012). Récemment, elle a été trouvée plus au Nord dans de la lagune de Ghar el Melh (ZAKHAMA-SRAIEB *et al.*, 2009).

Erosaria turdus a été échantillonnée dans le Sud Kerkennah (Ouest et Est) et l'Ouest de Jerba (16-41 m de profondeur), sur une grande variété de fonds (prairie de *Posidonia*, vase sableuse et détritique avec *Cymodocea nodosa*, maërl, sable vaseux avec *Arthrocladia villosa*, sable vaseux avec ascidies et échinodermes, vase à *Fulvia fragilis* et détritique côtier avec *Pinctada radiata*) (Tableaux I, II et Fig.2). La plus grande abondance d'*E. Turdus* a été

échantillonnée en été 2010 (17,5 inds/ha avec le chalut et 6,5 inds/m² avec la drague) entre 20 et 24 m de profondeur, à l'Ouest de Jerba, sur fond vaseux de prairie dégradée de *Posidonia océanica* et formations denses de *Fulvia fragilis*, ceci a été confirmé par les travaux antérieurs d'EL LAKHRACH *et al.* (2012). Un aspect intéressant de la biologie de cette espèce exotique a été noté, elle a l'habitude de réaliser sa ponte dans les coquilles vides de *Pinctada radiata* et de *Fulvia fragilis*. D'après EL LAKHRACH *et al.* (2012), l'espèce lessepsienne *E. turdus* exerce une forte compétition sur les porcelaines autochtones: *Luria lurida* et *Zonaria pyrum*.

Mollusques Bivalves exotiques:

Fulvia fragilis semble localisée à l'Ouest de Jerba (16-24 m de profondeur), où elle domine complètement les fonds vaseux. Durant nos campagnes (été 2009 et été 2010), nous avons observé la dominance de *F. fragilis* à l'Ouest de Jerba (Tableau II et Fig.3). Néanmoins, les captures d'individus vivants sont très faibles. En raison de l'enfouissement de l'espèce. Il y a une augmentation des captures en 2010 (650 inds/ha avec le chalut en été 2009; 929 inds/ha en été 2010 et 105 inds/m² avec la drague en été 2009; 200 inds/m² en été 2010). L'espèce semble bien établie dans le de Gabès (ENZENROSS et ENZENROSS, 2001). BEN SOUSSI *et al.* (2003) signale *F. fragilis* en grand nombre dans le lac sud de Tunis.

Pinctada radiata a été l'espèce la plus fréquente et la plus abondante dans tous les secteurs du Golfe de Gabès, entre 10 et 37 m de profondeur (Tableau II, Fig.4), sur matte morte de *Posidonia* et *Cymodocea nodosa* sur herbier dégradé de *Posidonia*. L'espèce présente une distribution en mosaïque, principalement, en fonction de la présence de l'herbier de *Posidonia* et surtout de la matte morte. Nous avons noté des différences interannuelles significatives dans le golfe, elle est plus abondante en 2010 (Tableau II). Possiblement, cette espèce est en pleine expansion dans la zone ce qui confirme bien le caractère invasif de cette espèce. Nous relevons aussi que dans les stations où cette espèce est présente, la diversité est plus importante. Nous pouvons raisonnablement penser que sur les fonds meubles du golfe de Gabès cette espèce forme un substrat dur propice au développement de la faune benthique. Elle a été trouvée dans le golfe de Gabès sur presque tous les types de substrats solides (rhizomes de *Posidonia oceanica*, coquilles) et fonds (fond détritique côtier, détritique envasé, sableux-vaseux, vase sableuse parsemée d'éponges,...) (DERBALI, 2011). Espèce du «fouling», attachée par le byssus sur substrats durs (ZENETOS *et al.*, 2003).

Crustacés décapodes exotiques

E. crenata a été capturée uniquement à l'Ouest de Jerba, l'espèce a montrée une abondance faible (Tableau II). Nous avons observé une augmentation des captures d'*E. crenata* en été 2010 (14.5 inds/ha et 3.5 inds/m²). Les différences interannuelles ont été significatives. La répartition assez large d'*E. crenata* et son abondance dans le golfe de Gabès suggère qu'elle est particulièrement bien adaptée aux conditions d'envasement y régnant (ZAOUALI, 1993). Il semble aujourd'hui que ce soit le brachyoure le plus abondant dans la zone (BRADAI, 2001).

Uniquement pendant l'été 2009, un seul individu de *Libinia dubia* a été collecté dans le Sud-ouest de Kerkennah (10-15 m de profondeur) sur un herbier peu dense de *Posidonia* (Tableau II). ENZENROSS *et al.*, 1997; ENZENROSS et ENZENROSS, 2000; BRADAI, 2000; MISSAOUI *et al.*, 2003 ont noté que cette espèce benthique vivant sur fonds vaseux, herbiers à *Posidonia* et *Cymodocea*, et *Halophila stipulacea* entre 5 et 25 m de profondeur.

Metapenaeus monoceros a été capturée essentiellement par le grand chalut dans le secteur Ouest du golfe (16-46 m de profondeur), sur fonds de matte morte de *Posidonia*, sable vaseux à *Fulvia fragilis* et détritique envasé à échinodermes et sur un fond de détritique envasé à échinodermes. Nous avons noté une augmentation des captures en été 2010 (48 inds/ha en été 2009 et 51.5 inds/ha en été 2010). En effet, les différences ne sont pas significatives. Dans le golfe de Gabès, elle est capturée sur des fonds sablo-vaseux avec *Posidonia* et *Cymodocea*, entre 5 et 50 m de profondeur

(MISSAOUI et ZAOUALI, 1995; GHARBI et BEN MERIEM, 1996).

Rimapenaeus similis semble rare dans le golfe de Gabès, seulement trois espèces ont été capturée, en été 2009, dans le secteur Ouest de Jerba (10-23 m de profondeur) sur l'herbier dégradé et matte morte de *Posidonia*. Cette espèce exotique a été pêchée à d'Jerba lors d'une campagne de chalutage benthique entre 26-40 m de profondeur (BEN ABDALLAH-BEN HADJ HAMIDA *et al.*, 2009)

La présence des décapodes *R. similis* et *Libinia dubia* dans la partie occidentale du golfe de Gabès qui sont originaires de l'Atlantique occidentale, et pas encore signalées dans autres zones de la Méditerranée, suggère que le vecteur d'introduction probable est le transport par les eaux de ballast.

Trachysalambria palaestiniensis a été collectée, essentiellement en été 2009, au Sud-ouest de Kerkennah à l'Ouest de Jerba (16-37 m de profondeur), sur l'herbier dégradé et matte morte de *Posidonia* et vase-sableuse à *Fulvia fragilis* (Tableaux I, II et Fig. 5). En Tunisie l'espèce a été pêchée sur vases instables sans phytobenthos, fonds vaseux à *Posidonia* ou à *Cymodocea*, entre 5 et 50 m de profondeur (MISSAOUI *et al.*, 2003).

CONCLUSION

E. turdus est le mollusque gastéropode exotique le plus réparti dans le golfe de Gabès sur une grande variété de fonds (prairie de *Posidonia*, sable vaseux avec *Arthrocladia villosa*, vase à *Fulvia fragilis* et détritique côtier avec *Pinctada radiata*). Elle a l'habitude de réaliser sa ponte dans les coquilles vides de *Fulvia fragilis* et *Pinctada radiata*. En effet, il est important de signaler cette possible association entre 2 espèces exotiques. *P. radiata* et *Fulvia fragilis* ont été les bivalves invasifs les plus communs dans le golfe de Gabès. Ces deux bivalves exotiques ont été bien établis dans le golfe. Elles ont été dominante dans les fonds sablo-vaseux et vaso-sableux avec matte morte de *Posidonia*, à l'Ouest de Jerba, formant un vrai faciès dans les sables vaseux. *T. palaestiniensis* représente le crustacé décapode le plus abondant dans le golfe, il était bien réparti dans l'Ouest du golfe, sur l'herbier dégradé de *Posidonia* et vase-sableuse à *Fulvia fragilis*. Ce décapode a présenté une distribution spatio-temporelle irrégulière dans le golfe de Gabès. Il faut signaler aussi, l'augmentation de l'abondance de la majorité des espèces exotiques, ce qui explique l'acclimatation de ces espèces avec les conditions écologiques du milieu du golfe de Gabès.

BIBLIOGRAPHIE

Ben Abdallah-Ben Hadj Hamida, O., Ben Hadj Hamida, N. Jarboui, O. et Frogli. 2009. First

- occurrence of the yellow roughneck shrimp, *Rimapenaeus similis* (Smith, 1885) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) in the Mediterranean Sea (Tunisian waters) *Biol. Invasions*, 12 (5): 999-1001.
- Ben Ismail Hammouda S, Sammari C, Béranger K et Lellouche J.M. 2010. Atlas des données hydrologiques des côtes tunisiennes. *Institut National des Sciences Technologies de la Mer, Salammbô, Tunisie*.
- Ben Souissi, J., Rezig, M. et Zaouali, J. 2003. Appearance of invasive species in Southern Lake of Tunis. *Coast. Environ.*, (2), 911-922.
- Bouaziz, S., 2002. *Elaboration d'un Système d'Information Géographique (S.I.G) pour l'étude et la cartographie géologique de la région d'Agareb*. Mémoire de DEA. Faculté des Sciences de Sfax, Tunisie, 87 pp.
- Bradai, M.N. 2000. *Diversité du peuplement ichtyque et contribution à la connaissance des sparidés*. Thèse de Doctorat d'Etat es-sciences naturelles, Université de Sfax, Faculté des Sciences de Sfax: 600 pp.
- Bradai, 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*. Rapport final. MEAT-INSTM: 73-90.
- Bradai, M.N., Ktari, R., Ben Souissi, J., Ben Hadj-Hamida, N., Ghorbel, M., Jarboui, O., Bouain, A. et Missaoui, H. 2004a. Liste commentée des poissons exotiques recensés en Tunisie. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 37: 320.
- Bradai, M.N., Quignard, J.P., Bouain, A., Jarboui, O., Ouannes-Ghorbel, A. Ben Abdallah, L., Zaouali, J. et Ben-Salem, S. 2004b. Ichtyofaune autochtone et exotique des côtes tunisiennes : Recensements et biogéographie. *Cybiu*, 28 (4): 315-328.
- Derbali, A. 2011. *Biologie, Abondance et Cartographie des deux espèces des Bivalves: l'Huitre perlière *Pinctada radiata* et la coque glauque *Cerastoderma glaucum* dans le golfe de Gabès*. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques, Université de Sfax, Faculté des Sciences de Sfax: 182 pp.
- El Lakhraç, H., Hattour, A., Jarboui, O., Elhasni, K. et Ramos-Espla, A.A. 2012. Spatial distribution and abundance of the megabenthic fauna community in Gabes Gulf. *Mediterr. Mari .Sci.*, 13 (1), 12-29.
- Enzenross, R., Enzenross, L. et El Abed, A., 1997. Nouvelles mentions de deux Crustacés d'origine non méditerranéenne dans les eaux du golfe de Gabès. *Rapp. Doc. INSTM*, 1 : 9 pp.
- Enzenross, R. et Enzenross, L. 2000. Nichtmediterrane crustacea-arten in Tunesischen gewässern (Decapoda, Macrura and Brachyura). *Crustaceana*, 73 (2) : 187-195.
- Enzenross, R. et Enzenross, L., 2001. Untersuchungen über das Vorkommen mariner Mollusken in Tunesischen Gewässer. *Shriften malakozoologie*, 17: 45-62.
- Francour, P., Boudouresque, C.F., Harmelin, J.G., Marmelin-Vivien, M.L. et Quignard, J.P. 1994. Are the Mediterranean Waters Becoming Warmer. Information from Biological Indicators. *Mar. Pol. Bull.*, 28 (9): 523-526.
- Francour, P. 1997. Fish assemblages of *Posidonia oceanica* beds at Port-Cros France, NW Mediterranean: assessment of composition and long-term fluctuations by visual census. *Marine Ecology* 18 (2): 157-173.
- Galil, B. 2006. Shipwrecked: shipping impacts on the biota of the Mediterranean sea . In: *The ecology of transportation: managing mobility of the environment*. J.L. Davenport & J. Davenport (eds.). Springer: 39-69.
- Gharbi, H. et Ben Merien, S. 1996. Résultats de chalutages expérimentaux de mai-juin 1996 dans le Golfe de Gabès. *Bull. Inst. Natn. Sci. Tech. Mer*, 23 (2) : 80-96.
- Hattour, A. et Ben Mustapha, K. 2013. Le couvert végétal marin du golfe de Gabès: Cartographie et Réseau de Surveillance de l'herbier de Posidonie. *Publication de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer*, 164 p.
- Missaoui, H. et Zaouali, J. 1995. Apparition de nouveaux crustacés dans les pêches crevettières du golfe de Gabès, Tunisie. *Mar. Life*, 5 (2): 27-34.
- Missaoui, H., Mahjoub, M.S. et Chalghaf, M. 2003. Apparition de la phanérogame *Halophila stipulacea* dans le golfe de Gabès (Tunisie). *Actes Symp. Medit. Veg. Mar.*, Athènes : 115-117
- Natale, S., Sorgente, R., Gaberseck, S., Ribotti, A. et Olita, A. 2006. Central Mediterranean Sea forecast: effects of high-resolution atmospheric forcings. *Ocean Sci. Discuss.* 3, 637-669.
- Zakhama-Sraieb, R. et Charfi-Cheikhrouha F. 2009. First record of two lessepsian amphipods in Tunisia: *Elasmopus pecteniscrus* and *Stenothoe gallensis*. *JMBA2- Marine Biodiversity Records*. Publ. online.
- Zaouali, J. 1993. Présence d'*Eucrete crenata* dans le golfe de Gabès (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Mar. Life*, 2 (1) : 53-56.
- Zenetos, A., Gofas, S., Russo, G. et Templado, J. 2003. *CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. Vol. 3: Molluscs*. F. Briand (ed.), CIESM Publ., Monaco, 376 pp.

ANALYSE DESCRIPTIVE DES RESULTATS DE LA SURVEILLANCE DES ECHOUAGES DE CETACES AU NORD DE LA TUNISIE

Hédia ATTIA ELHILI¹, Chafik BEN SALAH², Hamdi BOUBAKER³ & Wassila AYARI¹

¹ Institut National des Sciences et Technologies de la Mer

² Commissariat Régional du Développement Agricole du Kef

³ Centre National de Veille Zoo sanitaire

Hedia.attia@instm.rnrt.tn

RESUME

Cette étude présente une analyse descriptive des données relatives aux travaux de surveillance des échouages de cétacés effectués durant la période 2007-2017 sur les côtes nord du pays et ce dans le cadre des activités du Réseau National des Echouages (RNE). L'analyse englobe toutes les étapes de la surveillance depuis la signalisation des échouages jusqu'au devenir des animaux échoués.

Les résultats ont montré que La garde marine nationale est la source principale des signalisations des échouages. Les espèces recensées sont par ordre décroissant *Tursiops truncatus*, *Physeter macrocephalus*, *Grampus griseus*, *Stenella coeruleoalba*, *Globicephala melas* et *Balaenoptera physalus*. Les deux espèces dominantes présentent une distribution temporo-spatiale différente.

Sur un total de 43 individus, seulement 15 nécropsies ont pu être réalisées. Cinq *Tursiops truncatus* sont morts par suffocation évoquant des signes d'interaction avec les filets de pêche. Deux *Physeters macrocephalus* ont présenté chacun une coupure franche au niveau du flanc témoignant une interaction avec les bateaux. Deux *Stenella coeruleoalba* ont présenté une infestation parasitaire interne massive et un *Grampus griseus* a présenté une parasitose externe assez notable.

Concernant le devenir des cadavres, seulement 7% des individus ont été enterrés sur place et 42 % ont été transportés par les agents de la municipalité.

Mots clés : cétacés, échouages, Distribution, Tunisie.

ABSTRACT

This is a data descriptive analysis study on cetacean strandings conducted over the last ten years on the northern Tunisian coast as part of the activities of the National Stranding Network. The analysis involves all stages of monitoring from the signaling of strandings to the become of stranded animals.

The results showed that the National Marine Guard is the main source of stranding reports. The listed species are in descending order: *Tursiops truncatus*, *Physeter macrocephalus*, *Grampus griseus*, *Stenella coeruleoalba*, *Globicephala melas* and *Balaenoptera physalus*. The two dominant species exhibit a different distribution in space and time.

From 43 individuals, only 15 necropsies were made. Five *Tursiops truncatus* died by suffocating, evoking interaction with fishing nets. Two *Physeters macrocephalus* presented a sharp cut at the flank showing an interaction with boats. Two *Stenella coeruleoalba* had a massive internal parasitic infestation and a *Grampus griseus* had a significant external parasitosis.

Regarding the fate of corpses, only 7% of the individuals were buried on the spot and 42% were taken away by the municipality agents.

Keywords: cetaceans, strandings, statistics, Tunisia

INTRODUCTION

Le Réseau National des Echouages des Cétacés a été mis en place en 2004 au sein de l'Institut National des Sciences et Technologie de la Mer. Il constitue une source très importante d'informations sur l'écologie de ces animaux menacés et un outil de leurs conservations. En effet, à travers l'étude de ces animaux, il est possible d'identifier les facteurs de risque qui les menacent et d'avoir des données scientifiques notamment en ce qui concerne la biologie, l'écologie et l'environnement. La conduite d'une intervention sur un échouage se déroule en

quatre phases : la phase d'alerte, la phase d'intervention, la phase d'exploitation et la phase d'information.

La présente étude synthétise les résultats des interventions effectuées au Nord du pays durant la période 2007-2017 sur les espèces de cétacés échoués morts sur la côte nord du pays allant de Tabarka jusqu'à la région du Cap Bon. Elle décrit toutes les étapes de la surveillance depuis la signalisation des cas échoués jusqu'au devenir de l'animal et aussi les résultats d'observations et d'examen des animaux échoués.

MATERIEL ET METHODES

Une fois informé de la présence d'un échouage de cétacé, une équipe constituée au moins d'un médecin vétérinaire et d'un technicien se rend sur le lieu le plus rapidement possible. L'animal subit un examen externe, les mensurations sont notées, le sexe est déterminé, des photos sont prises et toutes ces données sont enregistrées sur un formulaire approprié. L'animal est ensuite examiné, les lésions et la présence éventuelle de parasites externes sont aussi enregistrées. La nécropsie n'est réalisée que si l'animal est frais ou peu altéré. Des prélèvements de tissus (en particulier la peau et le muscle) sont systématiquement prélevés et conservés dans l'alcool 70% pour des études scientifiques ultérieures.

RESULTATS ET DISCUSSION

L'examen des données collectées durant la période 2007-2017 de suivi des échouages ont montré que la garde marine nationale est le principal organisme qui informe des cas d'échouage au Nord du pays. L'analyse des espèces échouées a indiqué que la baleine *Balaenoptera physalus* a échoué une seule fois sur la côte nord alors que le grand dauphin

Tursiops truncatus et le cachalot *Physeter macrocephalus* sont les deux espèces les plus observées (figure 1). Toutefois, au Sud du pays, la baleine *Balaenoptera physalus* est la deuxième espèce la plus rencontrée après le grand dauphin (Karaa et al., 2012).

La répartition spatio-temporelle des deux espèces dominantes sont différentes (figures 2, 3, 4 et 5). En effet *Tursiops truncatus* est présent surtout dans la banlieue sud de Tunis (gouvernorat de Ben Arous) le long de l'année mais surtout en printemps et en été, alors que *Physeter macrocephalus* est signalée principalement plus au Nord du pays (gouvernorat de Bizerte) avec une répartition saisonnière moins significative.

Les interactions entre le grand dauphin et les pêcheries sont rapportées dans toutes les régions méditerranéennes (Notarbartolo, 2002). En Tunisie, ce phénomène cause un sérieux problème aussi bien pour l'animal que pour les pêcheurs qui ne cessent de se plaindre en raison de l'endommagement de leurs filets de pêche (Bradai et al., 2010). La présente étude a montré que cinq *Tursiops truncatus* sont morts par étouffement évoquant des signes d'interaction avec les filets de pêche (Photo 1).

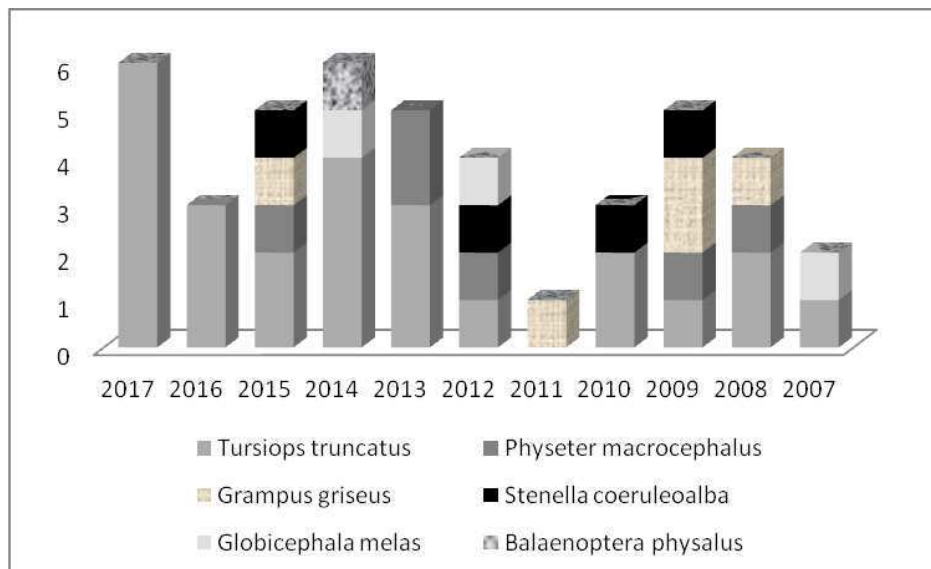


Figure 1 : Fréquence annuelle des espèces de cétacés échoués au nord de la Tunisie (2007-2017)

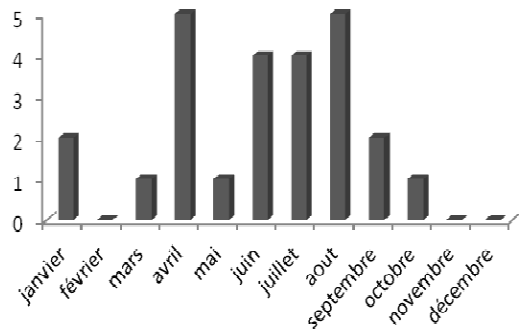


Figure 2. Variation mensuelle des fréquences des échouages de *Tursiops truncatus* au nord de la Tunisie

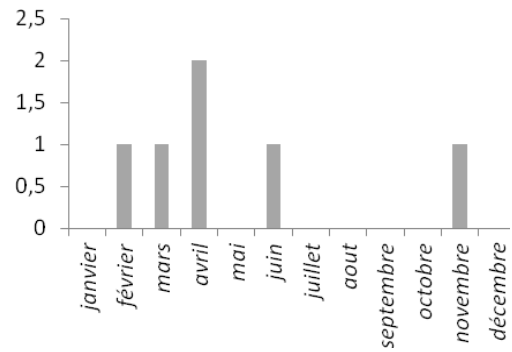


Figure 3. Variation mensuelle des fréquences des échouages de *Physeter macrocephalus* au nord de la Tunisie

■ Tunis ■ Ben Arous ■ Nabeul ■ Tabarka ■ Bizerte

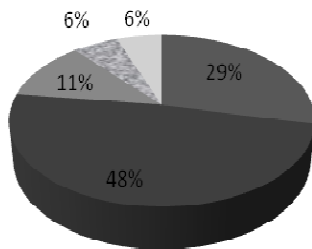


Figure 4. Répartition spatiale des échouages de *Tursiops truncatus* au nord de la Tunisie

■ Bizerte ■ Tabarka ■ Nabeul

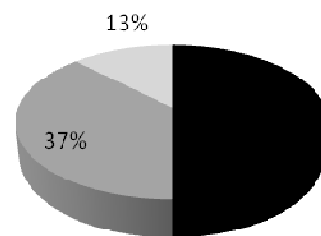


Figure 5. Répartition spatiale des échouages de *Physeter macrocephalus* au nord de la Tunisie



Photo1. Ingestion de *Tursiops truncatus* d'un morceau de filet de pêche

Par ailleurs, deux individus de *Physeter macrocephalus* ont présenté chacun une coupure franche au niveau du flanc témoignant une interaction

avec les bateaux de pêche ou les navires de transport. Ce phénomène n'est pas particulier connaissant l'importance du trafic maritime dans la région nord

du pays. L'examen des cadavres a aussi dévoilé la présence d'une parasitose externe assez notable montrant des cirripèdes (*Xenobalanus* sp.) et des crustacés (*Penella* sp.) chez *Grampus griseus*. Ces parasites ne sont pas spécifiques à *Grampus*, ils ont été aussi signalés chez d'autres espèces de cétacés comme *Stenella coeruleoalba* et *Balaenoptera physalus* (Karaa et al., 2011) et les résultats d'autopsie ont montré une infestation parasitaire interne massive représentée par des kystes de larve de cestode dans la musculature du flanc de deux *Stenella coeruleoalba* échouées à Tabarka. Ces kystes ont été décrits et identifiés par Attia El Hili et al. chez la même espèce en 2010. Concernant le devenir des cadavres, seulement 7% des individus ont été enterrés sur place, 42 % ont été transportés par les agents de la municipalité et les autres sont restés sur place, ce qui fait nous ignorons leur devenir.

CONCLUSION

Le Réseau National des Echouages (RNE) est un outil d'aide à la conservation des espèces de cétacés menacés. Il fournit un grand nombre d'indications scientifiques sur ces espèces. Leurs analyses statistiques permettent d'avoir des données épidémiologiques descriptives sur ces animaux notamment en ce qui concerne leur distribution spatio-temporelle, des données biologiques et écologiques et aussi un répertoire sur les principaux dangers qui menacent la survie de ces animaux. Les problèmes d'interactions avec les filets de pêches et les navires sont assez significatifs. Toutefois la valeur

et la représentativité des données collectées restent tributaires de la qualité du fonctionnement du réseau.

BIBLIOGRAPHIE

- Attia El Hili H, Cozzy B, Ben Salah C., Podesta M., Ayari W., Ben Amor N. & Mraoua R., 2010. A Survey of cetaceans stranded along the northern coast of Tunisia: recent findings (2005-2008) and short review of the literature. *Journal of Coastal Research* 26 (5): 982-985.
- Bradai M.N., Ayadi A., Ben Messaoud R., Ben Naceur L. & Ghorbel M., 2010. - Etude des interactions dauphins-filets de pêche au niveau des pêcheries artisanales de Kerkennah et de Kélibia (Tunisie) : Evaluation des dégâts et des pertes économiques. Rapport pour ACCOBAMS, Mémoire d'accord N°01/2008 établi entre l'INSTM et ACCOBAMS : 76p.
- Karaa, S., Insacco, G., Bradai, M.N., & D. Scaravelli., 2011. - Records of *Xenobalanus globicipitis* on *Balaenoptera physalus* and *Stenella coeruleoalba* in Tunisian and Sicilian waters. *Natura Rerum*. 1: 55-59.
- Karaa S., Bradai M.N., Jribi I., Attia El Hili H. & Bouain A., 2012. - Status of cetaceans in Tunisia through analysis of stranding data from 1937 to 2009. *Mammalia* 76: 21-29
- Notarbartolo di Sciara G., 2002. - Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies. A report to the ACCOBAMS secretariat, Monaco, section 4, 3p.

LES DINOFLAGELLES TOXIQUES SUR *ULVA RIGIDA* DANS LE GOLFE DE GABES

Lamia DAMMAK WALHA^{1,2}, Asma HAMZA², Aymen MECHI³, Fatma ABDMOULEH^{1,2},
Mabrouka MAHFOUDI² et Cherif SAMMARI²

1 Faculté des Sciences de Sfax,

2 Institut National des Sciences et des Technologies de la Mer de Sfax,

3 Commissariat Régional au Développement Agricole de Sfax

E-mail: lamia.dammak@gmail.com;

RESUME

Le but de ce travail est d'étudier la distribution spatio-temporelle des espèces de dinoflagellés toxiques sur *Ulva rigida* dans les zones de production du coquillage *Ruditapes decussatus* dans le Golfe de Gabès. Des prélèvements mensuels d'*U. rigida* ont été effectués au niveau de cinq stations durant une année (Mars 2015-Février 2016). Neuf espèces de dinoflagellés toxiques ont été identifiées sur les thalles d'*U. rigida*. Leur abondance est variable selon les stations et les mois avec un maximum de $4.46 \times 10^3 \pm 2.05 \times 10^2$ cell/g poids frais (PF) observé au port de Gabès pendant le mois d'Août. La saison estivale est la période de prolifération de la majorité des espèces de dinoflagellés toxiques.

Mots clés: Dinoflagellés Toxiques, *Ulva rigida*, Golfe de Gabès.

ABSTRACT

The aim of this work is to study the spatio-temporal distribution of toxic dinoflagellates species on *Ulva rigida* in the shellfish production areas of *Ruditapes decussatus* in the Gulf of Gabès. Sampling for *U. rigida* was performed monthly from March 2015 to February 2016 in five stations. Our results revealed nine species of toxic dinoflagellates species on *U. rigida*. Their abundance was variable according to the stations and the months with a maximum of $4.46 \times 10^3 \pm 2.05 \times 10^2$ cells/g fresh weight was observed at Gabès harbor during August. The proliferation of the most toxic dinoflagellates species was observed in summer.

Key words: toxic dinoflagellates, *Ulva rigida*, Gulf of Gabès.

INTRODUCTION

Le Golfe de Gabès est caractérisé par un couvert végétal étendu et très diversifié. En effet, plus que cent espèces de macrophytes (magnoliophytes et macroalgues) ont été identifiées (HATTOUR et BEN MUSTAPHA, 2013). La composition des populations phytoplanctoniques proliférant sur ces espèces a fait l'objet de plusieurs travaux (MABROUK et al., 2012;2014 ; BEN BRAHIM et al., 2013; MONCER et al 2017) et il a été montré que certains magnoliophytes telles que *Cymodocea nodosa* et *Posidonia oceanica* constituent des substrats favorables à la prolifération des dinoflagellés toxiques. Cependant, une nette dégradation de *P. oceanica* a été engendrée par les rejets des usines de traitement de phosphate et des activités anthropiques (SMAOUI-DAMAK et al. 2004). Cette pollution a engendré l'eutrophisation et la prolifération d'*Ulva rigida* dans de nombreuses zones intertidales avoisinant les gisements de palourdes. Plusieurs études relatives à *U. rigida* en Tunisie se sont penchées sur le pouvoir antioxydant et enzymatique ainsi que la caractérisation structurale et fonctionnelle des métabolites (KARRAY et al., 2015; ZEHLILA et al., 2017) néanmoins la composition de la population

épiphytique de cette espèce a été rarement étudiée. Le but de ce travail est de recenser les dinoflagellés toxiques épiphytes d'*U. rigida* et d'étudier leur distribution spatio-temporelle dans les zones de production du coquillage dans le Golfe de Gabès.

MATERIELS ET METHODES

Site d'échantillonnage

Le Golfe de Gabès est situé sur la côte sud-est de la Tunisie. Il se caractérise par un plateau continental étendu à faible pente. Le climat est présaharien aride à semi-aride. Les marées sont semi-diurnes et les plus importantes en Méditerranée où les marées hautes atteignent jusqu'à 2 m à Gabès (SAMMARI et al., 2006). Ce Golfe souffre de la pollution causée par les usines d'acide phosphorique et d'engrais chimique de Sfax, Skhira et Gannouche (SMAOUI-DAMAK et al. 2004).

L'échantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé au niveau de cinq stations situées dans le Golfe de Gabès avec un rythme mensuel durant la période Mars 2015-Février 2016 (Fig.1).

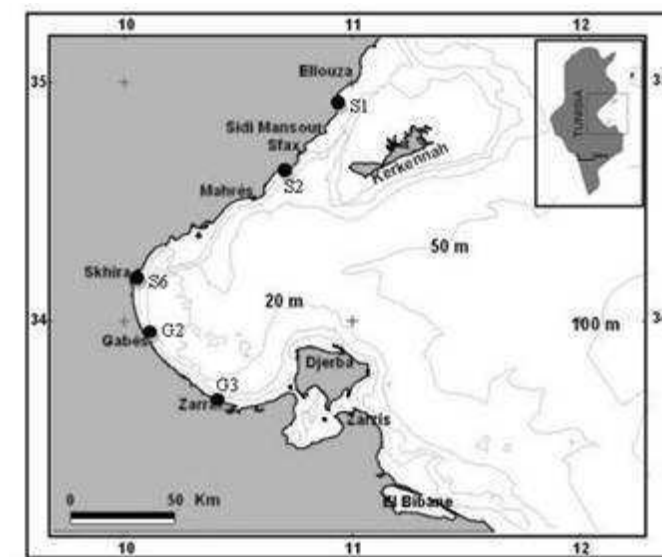


Fig. 1: Stations d'échantillonnage dans le Golfe de Gabès. S1: El Aouabed; S2: Tabia; S6: Skhira; G2: Port de Gabès; G3: Zarrat

La température et la salinité ont été mesurées in situ à l'aide d'un kit multi-paramètres (Multi 340 i / SET). Ces mesures sont associées à chaque prélèvement d'*U. rigida*.

Les ulves sont d'abord collectées dans un quadra de 40 × 40 cm. Ensuite, 200g d'ulves sont lavées dans 1 litre d'eau de mer filtrée qui est fixé par le formaldéhyde (3‰) (BEN BRAHIM et al., 2013)

Enumération du phytoplancton

L'énumération du phytoplancton a été effectuée selon la méthode de sédimentation d'UTERMÖHL (1958) moyennant un microscope à phase inverse (Nikon Eclipse TS100).

Analyses statistiques

L'analyse en Cluster hiérarchique (ACH) a été

effectuée avec le logiciel XLSTAT afin d'étudier le degré de similarité des dinoflagellés toxiques entre les stations et les mois.

RESULTATS

Température et salinité résultats

Durant la période d'étude la température varie entre un minimum de 14.3°C et un maximum de 30.9°C dans les stations El Aouabed et Tabia, respectivement. La salinité maximale est 43.9 psu enregistrée à Zarrat en Juillet alors que la valeur minimale de salinité (37.7 psu) a été observée à Tabia pendant le mois de Mars.

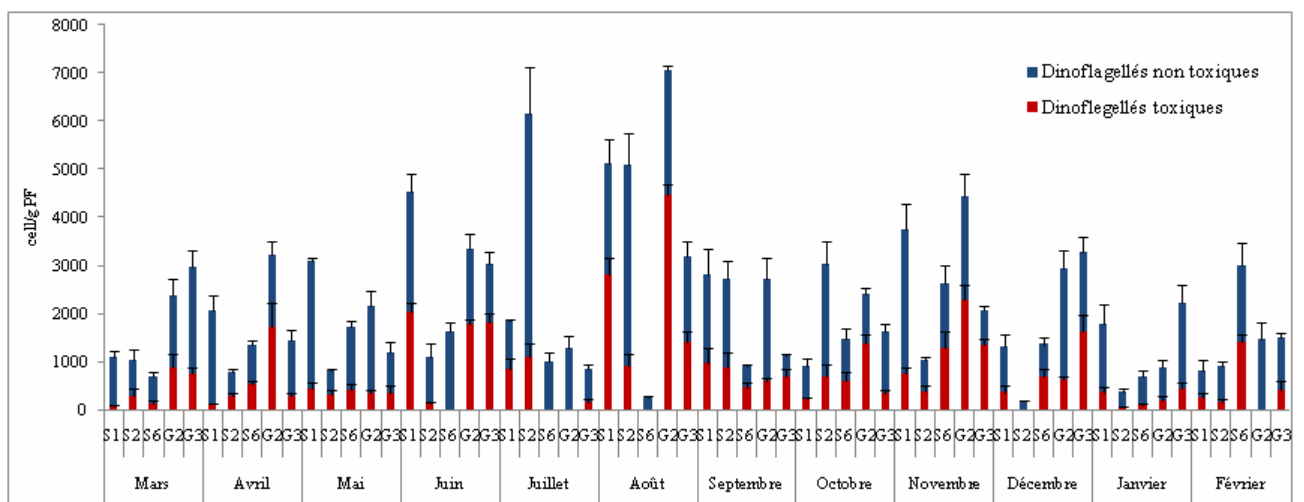


Fig.2. Variation mensuelle de l'abondance des dinoflagellés (cell/g PF) sur *U. rigida* dans les stations d'échantillonnage

Variation spatio-temporelle des dinoflagellés sur *U. rigida*

L'identification microscopique des échantillons d'eau de lavage des ulves a révélé une dominance des espèces de dinoflagellés non toxiques dans toutes les stations avec un maximum de $5.06 \times 10^3 \pm 9.56 \times 10^2$ cell/g PF observé dans la station S2 en Juillet. L'abondance des dinoflagellés toxiques présente un gradient croissant du Nord au sud. En effet, elle varie entre 0 cell/g PF à la station S6 au mois du Juin et $4.46 \times 10^3 \pm 2.05 \times 10^2$ cell/g PF au port de Gabès au mois d'Août

Variation spatio-temporelle des dinoflagellés toxiques sur *U. rigida*

Neuf espèces de dinoflagellés toxiques ont été identifiées sur les thalles d'*U. rigida* à savoir *Alexandrium minutum*, *Karenia selliformis*, *karlostinium venificum*, *Coolia monotis* (potentiellement toxique), *Ostreopsis cf. ovata*, *Prorocentrum concavum*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum rathymum* et *Amphidinium carterea*. La prolifération de ces espèces dépend de leurs

affinités aux thalles. Une variation spatio-temporelle de l'abondance des dinoflagellés toxiques sur *U. rigida* a été observée. La majorité de ces espèces prolifère en période estivale sauf *O. cf ovata* et *P. lima*. En effet, *O. cf ovata* se concentre en automne (Novembre) avec un maximum de $6.13 \times 10^2 \pm 10^2$ cell/g PF dans S6 et *P. lima* se prolifère en période hivernale (Décembre) avec un maximum de $7.33 \times 10^2 \pm 1.7 \times 10^2$ cell/g PF dans G3. *A. minutum* et *C. monotis* (potentiellement toxique) sont observées dans toutes les stations avec des concentrations variables où le maximum est de $1.46 \times 10^3 \pm 3.6 \times 10^2$ cell/g PF dans S1 pour *A. minutum* et de $540 \times 10^2 \pm 1, 47 \times 10^2$ cell/g P F dans G3 pour *C. monotis* (potentiellement toxique). *K. venificum* et *K. selliformis* sont rarement enregistrées dans la zone d'étude avec des maximums de concentrations de $1.2 \times 10^3 \pm 1,63 \times 10^2$ cell/g P F et $5.4 \times 10^2 \pm 1.47 \times 10^2$ cell/g P F observés dans les stations G2 et S1, respectivement. *P. rathymum* prolifère dans la région de Gabès avec un pic de $2.13 \times 10^3 \pm 2.49 \times 10^2$ cell/g PF dans G2.

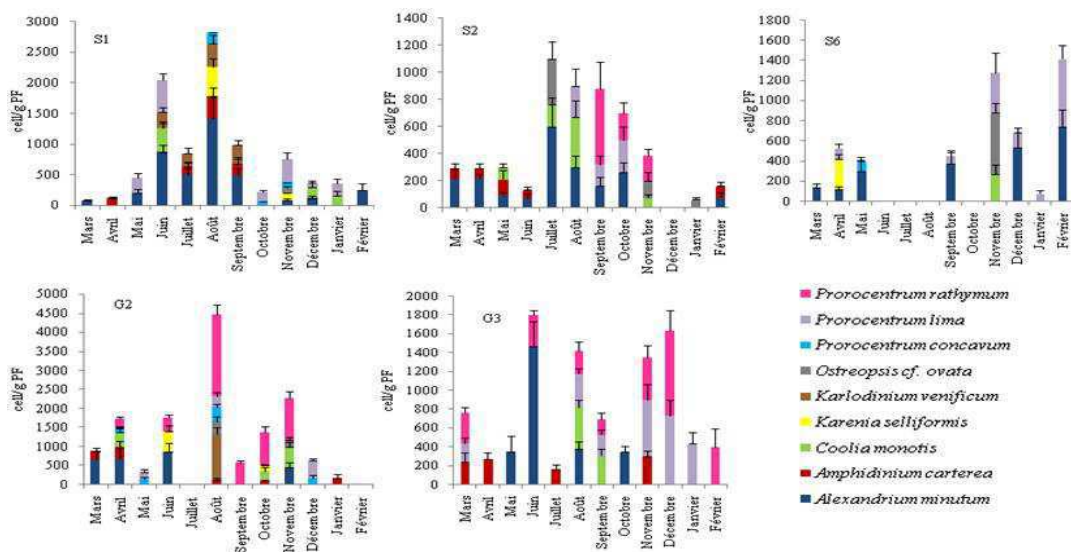


Fig.3. Variation mensuelle de l'abondance des dinoflagellés toxiques (cell/g PF) sur *U. rigida* dans les stations d'échantillonnage

Analyse hiérarchique

L'analyse de classification en similarité des dinoflagellés toxiques sur *U. rigida* entre les stations montre deux groupes GI et GII (Fig.4, A). Le premier groupe GI rassemble les dinoflagellés toxiques des stations S1, S2 et S6 de la région de Sfax et le deuxième groupe GII se compose des stations G2 et G3 de la région de Gabès. Le GI regroupe les espèces essentiellement planctoniques particulièrement *A. minutum* et le GII rassemble les espèces épiphytiques représentées par *P. rathymum* et *P. lima*. L'analyse de

classification en similarité des dinoflagellés toxiques sur *U. rigida* en fonction du temps montre trois groupes GI, GII et GIII (Fig.4, B). Le groupe GI correspond à la période estivale modérée par une abondance élevée des dinoflagellés toxiques dans la majorité des stations. Le GII représente la période tempérée caractérisée par la prolifération des dinoflagellés toxiques. Le GIII correspond à la période automne-hiver caractérisée par une baisse de l'abondance de la majorité de ces espèces

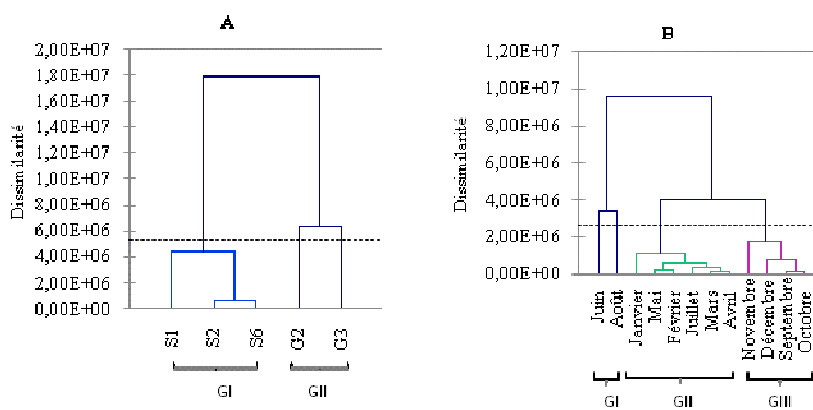


Fig. 4. Analyse hiérarchique montrant les différentes associations entre les stations (A) et les mois (B) en fonction de l'abondance des dinoflagellés toxiques.

DISCUSSION

Dans le Golfe de Gabès, le phénomène d'épiphytisme sur différentes macroalgues a été largement étudié (MABROUK et al., 2012; BEN BRAHIM et al., 2013). En effet, MONCER et al., 2017 ont montré que les herbiers de Posidonie constituent un écosystème favorable pour la prolifération du phytoplancton particulièrement les dinoflagellés toxiques notamment en période estivale. Dans la présente étude, l'abondance des dinoflagellés sur *U. rigida* est dominée par les dinoflagellés non toxiques dans toutes les stations et durant toute l'année à l'exception de la saison estivale. Ceci pourrait être dû à l'effet inhibiteur des ulves sur les dinoflagellés toxiques. En effet, des expériences en culture ont montré qu'*U. lactuca* inhibe la croissance de certaines espèces toxiques telles que *Karlodinium veneficum*, *Karenia brevis* et *Prorocentrum minimum* (TANG et GOBLER, 2011). Les neuf espèces de dinoflagellés toxiques identifiés sur *U. rigida* ont été observées sur d'autres substrats dans le Golfe de Gabès (MABROUK et al. 2012; BEN BRAHIM et al., 2013). La présence d'espèces planctoniques (*K. selliformis*, *K. veneficum* et *A. minutum*) sur les thalles d'*U. rigida* pourrait être due à l'apport nutritif de l'ulve. En effet, il a été démontré qu'*A. minutum* et *K. selliformis* sont des espèces nitrophiles (ABDENNADHER et al., 2012; FEKI-SAHNOUN et al., 2013). BEN BRAHIM et al., 2013 ont révélé aussi la prolifération de ces espèces sur *P. oceanica* dans le Golfe de Gabès avec une forte abondance en période estivale dans la région Chebba (BEN BRAHIM 2013 et MONCER et al, 2017). En outre, LAABIR et al, 2013 ont prouvé que la température favorise la prolifération des dinoflagellés toxiques dans différents sites de la Mer Méditerranéenne. En effet, elles changent leurs états physiologiques selon leur pouvoir de résistance à la variation thermique du milieu. En période estivale, caractérisée par une élévation de la température, la plupart des dinoflagellés toxiques prolifèrent dans toutes les

stations avec un maximum dans G2 au mois d'Août. Les fortes concentrations d'*A. minutum* dans la station S6 ont été décrit par des études antérieures (ABDENNADHER et al, 2012, LOUKIL-BAKLOUTI et al, 2017). L'élévation de la température engendre l'augmentation de la salinité en raison de la faible profondeur du Golfe de Gabès d'où son impact sur la prolifération des dinoflagellés toxiques tels que *O. cf ovata*. et *K. selliformis* (FEKI-SAHNOUN et al., 2013 et ABDENNADHER et al, 2017). La variation des paramètres physiques montrent l'effet saison sur la prolifération de ces espèces (COHU et al., 2012).Ces résultats sont similaires à des travaux réalisés dans le Golfe de Gabès (ABDENNADHER et al., 2012; LOUKIL-BAKLOUTI et al, 2017).

CONCLUSION

Cette étude a mis en évidence l'inventaire des dinoflagellés toxiques sur *U. rigida* dans cinq stations du Golfe de Gabès. Nos résultats confirment l'influence de la température de l'eau de mer et l'effet de saison sur la distribution et la prolifération de la plupart des espèces de dinoflagellés toxiques.

BIBLIOGRAPHIE

ABDENNADHER M., HAMZA A., FEKI W., HANNACHI I., ZOUARI-BELAAJ A., BRADAI N., ALEYA L., 2012. Factors determining the dynamics of toxic blooms of *Alexandrium minutum* during a 10. year study along the shallow southwestern Mediterranean coasts. Estuar.Coast. Shelf Sci. 106, 102–111.

ABDENNADHER M., ZOUARI-BELAAJ A., FEKI-SAHNOUN W., ALVERCA E., PENNA A., HAMZA A., 2017. *Ostreopsis cf. ovata* in the Gulf of Gabès (south-eastern Mediterranean Sea): morphological, molecular and ecological characterization. Harmful Algae 63, 56–6.

- BEN BRAHIM, M., HAMZA, A., BEN ISMAIL, S., MABROUK, L., BOUAIN, A., ALEYA, L., 2013. What factors drive seasonal variation of phytoplankton, protozoans and metazoans on leaves of *Posidonia oceanica* and in the water column along the coast of the Kerkennah Islands, Tunisia? *Mar. Pollut. Bull.* 71 (1–2), 286–298.
- COHU S., MANGIALAJO L., THIBAUT T., BLANFUNE A., MARRO S., LEME R., 2013. Proliferation of the toxic dinoflagellate *Ostreopsis cf. ovata* in relation to depth, biotic substrate and environmental factors in the North West Mediterranean Sea. *Sea. Harmful Algae* 24: 32–44.
- FEKI, W., HAMZA, A., FROSSARD, V., ABDENNADHER, M., HANNACHI, I., JACQUOT, M., BEL HASSEN, M., ALEYA, L., 2013. What are the potential drivers of blooms of the toxic dinoflagellate *Karenia selliformis*? A 10-year study in the Gulf of Gabes, Tunisia, southwestern Mediterranean Sea. *Harmful Algae* 23, 8–18.
- LAABIR M., COLLOS Y., MASSERET E., GRZEBYK, D., ABADIE E., SAVART, V., SIBAT, M., AMZIL, Z., 2013. Influence of environmental factors on the paralytic shellfish toxin content and profile of *Alexandrium catenella* (Dinophyceae) isolated from the Mediterranean Sea. *Mar. Drugs* 11, 1583–1601.
- LOUKIL-BAKLOUTI A., FEKI-SAHNOUN W., HAMZA A., ABDENNADHER M., MAHFOUDHI M., BOUAIN A., JARBOUI, 2017. Controlling factors of harmful microalgae distribution in water column, biofilm and sediment in shellfish production area (South of Sfax, Gulf of Gabès) from southern Tunisia. *Continental Shelf Research*, 61–70.
- LOTFI MABROUK, MOUNIR BEN BRAHIM, ASMA HAMZA, MABROUKA MAHFOUDHI, AND MED NAJMEDDINE BRADAI, 2014. A Comparison of Abundance and Diversity of Epiphytic Microalgal Assemblages on the Leaves of the Seagrasses *Posidonia oceanica* (L.) and *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch in Eastern Tunisia. *Journal of Marine Biology* Volume 2014, Article ID 275305, 10 p.
- MONCER M., HAMZA A., FEKI -SAHNOUN W., MABROUK L., BEL HASSEN M., and 2017. Variability patterns of epibenthic microalgae in eastern Tunisian coasts. *SCI. MAR.* 81(4).
- RAIDA KARRAY, MANEL HAMZA, SAMI SAYADI., 2015. Evaluation of ultrasonic, acid, thermo-alkaline and enzymatic pre-treatments on anaerobic digestion of *Ulva rigida* for biogas production. *Bioresource Technology* 187 (2015) 205–213.
- SAMMARI, C., KOUTITONSKY, V.G., MOUSSA, M., 2006. Sea level variability and tidal resonance in the Gulf of Gabes, Tunisia. *Cont. Shelf. Res.* 26 (3), 338–350.
- SMAOUI-DAMAK W., HAMZA-CHAFFAI A., BEBIANNO M.J., AMIARD J.C. 2004. Variation of metallothioneins in gills of the clam *Ruditapes decussates* from the Gulf of Gabes (Tunisia). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 139:181-18.
- UTHERMÖHL, H., 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitt. Int Ver. Theor. Angew. Limnol.* 9, 1–38.
- YING ZHONG TANG, CHRISTOPHER J. GOBLER., 2011. The green macroalga, *Ulva lactuca*, inhibits the growth of seven common harmful algal bloom species via allelopathy. School of Marine and Atmospheric Sciences, Stony Brook University, Stony Brook, NY 11794-5000, USA. *Harmful Algae* 10 (2011) 480–48.
- ZEHLILA AMEL., 2017. Caractérisation structurale et fonctionnelle des métabolites de l'algue verte *Ulva rigida* au moyen d'une approche protéomique. Thèse de doctorat. FST. 199p.

COMPARAISON DES EPIPHYTES DES FEUILLES DE MAGNOLIOPHYTES MARINES *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE, *CYMODOCEA NODOSA* (UCRIA) ASCH ET *HALOPHILA STIPULACEA* (FORSSK.) ASCH AU TOUR DES ILOTS DE RASS KABOUDIA (CHEBBA, EST DE LA TUNISIE).

Lotfi MABROUK¹ et Imed JRIBI².

1 Faculté des Science de Gafsa, Sidi Ahmed Zarrouk, Gafsa

2 Faculté des Sciences de Sfax, Route Soukra, B.P. 1171- Sfax

lotfi2328@yahoo.fr

imed.jribi@fss.rnu.tn

RESUME

Le présent travail consiste à étudier la variation des épiphytes des feuilles de 3 espèces de Magnoliophytes marines *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* et *Halophila stipulacea* au tour des 3 îlots de Rass Kaboudia dans la région de Chebba (Est de la Tunisie).

Des campagnes de prospection et des plongées sous-marines ont été menées durant le mois de février 2017 au tour des trois îlots. Des faisceaux de posidonie, de Cymodocée et de *Halophila* ont été prélevés et les macroalgues épiphytes ont été examinés sous loupe ou/et microscope afin d'estimer leurs pourcentages relatifs de recouvrement sur les feuilles. Les données récoltées ont été testées par les méthodes statistiques multivariées afin de comparer le pourcentage de recouvrement des épiphytes selon la plante hôte.

Les résultats montrent une diversité importante des épiphytes des feuilles de Posidonie et de Cymodocée par rapport à celle des épiphytes de *Halophila*. La couverture des épiphytes des feuilles était significativement variable selon la plante hôte : les algues vertes, rouges et brunes étaient plus abondantes sur les feuilles de Posidonie par contre les cyanobactéries étaient plus abondantes sur les feuilles de Cymodocée. Les différences observées seront liées aux propriétés des feuilles (forme, longueur, largeur, texture et longévité) mais aussi au cycle de vie de la plante hôte et la complexité des habitats qu'elle forme.

Mots clés : épiphytes ; Magnoliophytes marines ; îlots Rass Kaboudia ; Chebba.

ABSTRACT

Comparison of the epiphytes of the leaves of marine seagrasses *Posidonia oceanica* (L.) Delile, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch and *Halophila stipulacea* (Forssk.) Asch around the islets of Rass Kaboudia (Chebba, East of Tunisia). The aim of this survey is to study the variation of leaf epiphytes of 3 species of marine seagrasses *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* and *Halophila stipulacea* in the 3 islets of Rass Kaboudia in the region of Chebba (Eastern Tunisia).

Sampling was conducted during the month of February 2017 around the three islands. *Posidonia*, *Cymodocea* and *Halophila* leaves were collected and epiphytic macroalgae were examined under a magnifying glass and / or microscope to estimate their relative percentages on the leaves. Data were tested by multivariate statistical methods to compare the percentage of epiphyte between host plants.

The results show a significant diversity of the epiphytes of the leaves of *Posidonia* and *Cymodocea* compared to *Halophila* epiphytes. The leaf epiphyte coverage was significantly variable depending on the host plant: green, red and brown algae were more abundant on *Posidonia* leaves whereas cyanobacteria were more abundant on *Cymodocea* leaves. The observed differences will be related to the properties of the leaves (shape, length, width, texture and longevity) but also to the life cycle of the host plant and the complexity of meadows.

Key words: Epiphytes; seagrasses; Islets Rass Kaboudia; Chebba.

INTRODUCTION

Les Magnoliophytes marines constituent des substrats propices à l'installation des épiphytes. On se propose à étudier la variation des macroalgues épiphytes des feuilles de 3 espèces de Magnoliophytes marines *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* et *Halophila stipulacea* afin de dégager des éventuelles différences.

MATERIELS ET METHODES

Nos stations d'étude sont situées au tour des 3 îlots de Kaboudia à Chebba (Est de la Tunisie). Pour couvrir la totalité de cette zone 9 stations ont été choisies (Fig 1). L'échantillonnage a été effectué au début du printemps (7 et 8 mars 2017). Pour chaque station, cinq faisceaux de *Posidonia oceanica*, de *Cymodocea nodosa* ou/ et de *Halophila stipulacea* ont été pris au hasard, déracinées et conservés dans d'eau de mer

contenant du formol à 4% pour l'identification des espèces macroalgales épiphytes au laboratoire. Les échantillons ont été analysés, à l'aide d'une loupe

binoculaire et d'un microscope, sur la totalité de la surface des feuilles et la couverture (exprimée en pourcentage de surface foliaire).

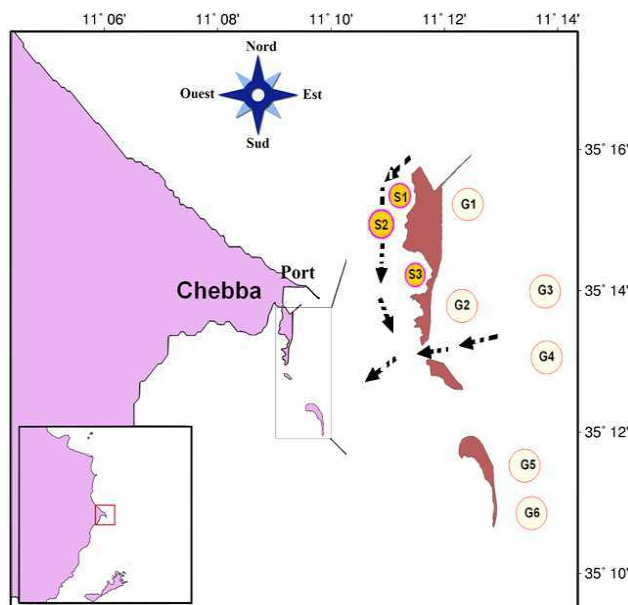


Figure 1: carte de la zone d'étude montrant les stations d'échantillonnage les flèches représentent les chenaux.

RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse de similarité (ANOSIM) montre que la composition spécifique des épiphytes des feuilles varie selon les plantes hôtes ($R= 0,378$; $p=0,001$).

La procédure SIMPER nous a permis de distinguer que les espèces discriminantes sont *Fosliella farinosa*, *Pneophyllum fragile*, *Polysiphonia elongata*, *Ceramium codii*, *Feldmannia cf. paradoxa* et *Cladophora sp* qui sont plus abondantes sur les feuilles de *Cymodocea* que sur les feuilles de *Halophila*. Les espèces *Hydrolithon farinosum*, *Sphacelaria cirrosa*, *Calothrix confervicola* et *Dasycladus vermicularis* sont plus abondantes sur les feuilles de *Posidonia*. Seule l'espèce *Giraudia sphacelarioides* semble être plus abondante sur les feuilles de *Halophila*.

L'analyse de la variance (ANOVA) montre que les pourcentages de recouvrement des groupes de macroalgues épiphytes des feuilles montrent des variations significatives selon les plantes hôtes (*Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica* et *Halophila stipulacea*). En effet, la couverture des algues rouges sur les feuilles de *Cymodocea nodosa* est plus élevée que celle sur les feuilles de *Posidonia oceanica*, alors que celle sur les feuilles de *Halophila* est la plus faible. La couverture des algues brunes sont par contre plus abondant sur les feuilles de *Posidonia*. La couverture algale totale sur les feuilles de *Posidonia* et *Cymodocea* est plus importante que sur les feuilles de *Halophila*. Les algues vertes et les cyanobactéries ne diffèrent pas entre les espèces hôtes (tableau 1).

Tableau 1 : Résultat de l'analyse de la variance (ANOVA) de l'abondance des groupes de macroalgues épiphytes des feuilles en fonction des plantes hôtes : DDL = degré de liberté ; CM= carré moyen ; F= F de Fisher ; p= signification ; test de Tukey = test à posteriori

Facteurs	DDL	CM	F	p	Test de Tukey
somme algues rouges					
Espèces hôtes	2	8067,42	20,130	< 0, 01	Cymodocea>Posidonia>Halophila
Résidus	266	400,75			
somme algues vertes					
Espèces hôtes	2	20,32	1,574	0,209	n. s.
Résidus	266	12,91			
somme algues brunes					
Espèces hôtes	2	378,29	8,176	< 0, 001	Posidonia > Cymodocea=Halophila

Résidus	266	46,27			
somme cyanobactéries					
Espèces hôtes	2	26,47	1,787	0,169	n. s.
Résidus	266	14,81			
somme totale					
Espèces hôtes	2	11331,43	20,580	< 0,001	Cymodocea=Posidonia>Halophila
Résidus	266	550,612			

Nos résultats montrent des différences significatives des macroalgues épiphytes des feuilles selon les espèces de Magnoliophytes échantillonnées tant que quantitatif que qualitatif. Malgré les différences entre les épiphytes de la Posidonie et ceux de la Cymodoceae, leurs distributions restent assez homogènes. Par contre ces différences sont plus importantes entre les épiphytes de *Halophila* et ceux de *Posidonia* et *Cymodocea*. Ces différences peuvent être expliquées par les caractéristiques de chaque plante. En effet, la forme, la longueur des feuilles sont des facteurs importants dans le processus de colonisation des épiphytes sur les feuilles. En plus de ces facteurs, la texture de la surface, ses propriétés hydrophobiques, la présence d'un film bactérien sur les feuilles et les forces d'attachement (ROUGHGARDEN *et al.*, 1986) sont très importants dans le processus d'installation des macroalgues.

La faible couverture épiphyte d'*Halophila* a été signalée par plusieurs études précédentes (RINDI *et al.*, 1999 ; CANCEMI *et al.*, 2002). Cette pauvreté peut-être due au renouvellement très rapide des feuilles (RINDI *et al.*, 1999). Cette forte production de biomasse pourrait engendrer une importante sédimentation et créer une couche anoxique au-dessus du substrat. En effet, les feuilles nouvelles de *H. stipulacea* sont produites à des intervalles de 4 à 12 jours (moyenne de 8,1 jours) et la durée de vie de la feuille est de 74 jours (WAHBEH, 1984). C'est une faible durée de vie des feuilles si on la compare à celle des feuilles de *Posidonia oceanica* (5 à 8 mois et jusqu'à 13 mois : GOBERT, 2006) et à celle de *Cymodocea nodosa* (2 à 6 mois : CANCEMI *et al.*, 2002; 12 à 43 jours : SGHAIER *et al.* 2011).

La taille et la forme des feuilles, qui constituent le support de fixations, influent sur la distribution des algues épiphytes. Les Magnoliophytes échantillonnées diffèrent par la forme des feuilles et la taille. *P. oceanica* possède l'indice et la surface foliaire les plus élevés de ceux de *C. nodosa* (SGHAIR *et al.*, 2014). *Halophila stipulacea* présente l'indice foliaire le plus faible (SGHAIR *et al.*, 2014) ce qui explique en partie le faible recouvrement des macroalgues sur ses feuilles.

Le cycle de vie de la plante hôte est aussi très important puisque en aout/septembre les épiphytes de posidonie sont plus diversifiés et plus abondants (PIAZZI *et al.*, 2016) que ceux des autres saisons à cause de la croissance maximale des feuilles.

La forme des habitats que forment les Magnoliophytes marines semble être importante dans la distribution des macroalgues sur les feuilles. En effet, *Posidonia oceanica*, considérée comme l'espèce ingénieur la plus importante en méditerranée, forme un habitat appelé herbier dont la forme et la complexité dépendent des facteurs environnants. *Cymodocea nodosa* forme, par contre, un habitat plus simple appelé pelouse. *Halophila stipulacea* forme un habitat homogène appelé aussi pelouse mais ayant une forte production de biomasse qui pourrait engendrer une importante sédimentation et créer une couche anoxique au-dessus du substrat (RINDI *et al.*, 1999). ORTH et VAN MONTFRANS (1984) ont montré que la complexité et l'hétérogénéité des habitats dans les herbiers sont positivement corrélées à la richesse spécifique des épiphytes. Ainsi, la grande homogénéité de la canopée des pelouses à *H. stipulacea* pourrait modifier significativement la biodiversité.

Un point commun est pourtant trouvé entre les trois espèces échantillonnées. C'est la présence de la croûte Corallinales, des genres *Hydrolithon* et *Pneophyllum*. Ces espèces ont été considérées comme les plus omniprésents dans l'assemblage épiphytes des Magnoliophytes marines. Ils sont des colonisateurs pionniers (BOROWITZKA et LETHBRIDGE, 1989).

En conclusion, plusieurs facteurs peuvent affecter la charge épiphyte des feuilles de Magnoliophytes marines: taux de renouvellement des feuilles (*turnover rate*), la morphologie de l'espèce, mais aussi de la forme de l'herbier, et varie saisonnièrement avec des changements dans le taux de croissance, le taux de reproduction des épiphytes et broutage par les herbivores.

BIBLIOGRAPHIE

- BOROWITZKA, M.A., LETHBRIDGE, R.C. 1989. Seagrass epiphytes. In LARKUM, A.W.D., MCCOMB, A.J., SHEPHERD S.A. (eds.). Biology of Seagrasses. Elsevier, Amsterdam 304-345 pp.
- CANCEMI, G., BUIA, M., MAZZELLA, L. 2002. Structure and growth dynamics of meadows. Science. Marine. 66: 365-373.

- GOBERT, S., CAMBRIDGE, M.L., VELIMIROV, B., PERGENT, G., LEPOINT, G., BOUQUEGNEAU, J.M., DAUBY, P., PERGENT-MARTINI, C., WALKER, D.I., 2006. Biology of *Posidonia*. In: Larkum, A.W.D., Orth, R.J., Duarte, C.M. (ed.). *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*, Springer, the Netherlands, pp. 387–408.
- ORTH, J.R., VAN MONTFRANS, J. 1984. Epiphytes-seagrass relationships with an emphasis on the role of micrograzing: a review. *Aquatic Botany* 18: 43-69.
- PIAZZI, L., BALATA, D., CECCHERELLI, G., 2016. Epiphyte assemblages of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: an overview. *Marine Ecology*: **37** (1):3-41.
- RINDI, F., MALTAGLIATI, F., ROSSI, F., ACUNTO, S., CINELLI, F., (1999). Algal flora associated with a *Halophila stipulacea* (Forssk.) Ascherson (Hydrocharitaceae, Helobiae) standing in the western Mediterranean. *Q Elsevier, Paris, Ifremer, CMRS, IRD Oceanologica Acta*. 22, 4:421-429.
- ROUGHGARDEN, J., GAINES, S.D., PACALA, S.W., 1986. Supply side ecology: The role of physical transport processes. In: *Organization of communities: Past and present* (Eds.: J.H.R. Gee and P.S. Giller). *Blackwell Scientific Publications*, Oxford. 491-518.
- SGHAIER, Y.R., ZAKHAMA-SRAIEB, R., BENAMER, I., CHARFI-CHEIKHROUHA, F. 2011. Occurrence of the seagrass *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae) in the southern Mediterranean Sea. *Botanica Marina* **54**: 575–582.
- SGHAIER, Y.R., ZAKHAMA-SRAIEB, R., CHARFI-CHEIKHROUHA, F. 2014. effects of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* on the native seagrass *Cymodocea nodosa*. 5th Mediterranean Symposium on marine Vegetation (Portoroz, Slovenia, 27-28 october 2014).
- WAHBEH, M.I. 1984. The growth and production of the leaves of the seagrass *Halophila stipulacea* (Forsk.) Aschers, from Aqaba, Jordan. *Aquatic Botany* 20: 33–41.

ÎLOTS DE RASS KABOUDIA (CHEBBA, TUNISIE EST) : DIVERSITÉ ÉCOSYSTÉMIQUE ET SPÉCIFIQUE ET POTENTIALITÉ POUR LA MISE EN PLACE D'UNE AIRE MARINE ET CÔTIÈRE PROTÉGÉE

Lotfi MABROUK¹ et Imed JRIBI².

¹ Faculté des Sciences de Gafsa, Campus Universitaire Sidi Ahmed Zarrouk, 2112 Gafsa, Tunisie

² Faculté des Sciences de Sfax, Route de la Soukra km 4, 3038 Sfax, Tunisie

lotfi2328@yahoo.fr

imed.jribi@fss.rnu.tn

RÉSUMÉ

Ce travail consiste à étudier les paysages terrestres et sous-marins des 3 îlots de Rass Kaboudia dans la région de Chebba (Est de la Tunisie). Des campagnes de prospection et par plongée sous-marine ont été menées durant les mois de février et de mars 2017 autour des trois îlots.

Les résultats montrent une grande diversité des paysages sous-marins. Les herbiers de Posidonie (partie NE) sont en très bon état et très diversifiés (herbier de plaine, herbier tigré et récif frangeant). Des prairies de *Cymodocea nodosa*, des forêts de *Cystoseira*, des macroalgues photophiles et des macroalgues sciaphiles sont aussi présentes. Par ailleurs, nous avons signalé la présence de l'espèce de Magnoliophyte marine lessepsienne *Halophila stipulacea*.

Sur les trois îlots (Gattaya, Edzira Sghira et Djbel), les résultats montrent que le sol est sableux peu évolué de type arénosol. Les plantes terrestres sont en majorité des halophytes au Sud des îlots (*Halocnemum strobilaceum*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Suaeda maritima*, *Suaeda vera*). Sur le littoral Nord-Est du grand îlot (Gattaya), la végétation change avec dominance des espèces *Medicago littoralis*, *Cakile maritima*, *Sporobolus pungens* caractéristiques des dunes littorales.

Cette richesse et cette diversité écosystémique et spécifique marine et terrestre exceptionnelle dans un espace aussi restreint, ainsi que la mosaïque d'habitats présents, constituent un argument solide pour la mise en place d'une aire marine et côtière protégée (AMCP) afin d'assurer une protection satisfaisante pour les 3 îlots, aussi bien à terre qu'en mer.

Mots clés : végétation marine terrestre; aire marine et côtière protégée (AMCP); îlots Rass Kaboudia ; Chebba.

ABSTRACT

Islets of Rass Kaboudia (Chebba, East Tunisia): Ecosystemic and specific diversity and potential for the establishment of a protected marine and coastal area The aim of this survey is to study terrestrial and marine vegetation in the 3 islets of Rass Kaboudia in Chebba (Eastern Tunisia). Prospecting was conducted during February and March 2017 around the three islands.

The results show high diversity marine ecosystems. The Posidonia meadows are in very good vitality and very diverse (plain meadow, tiger meadow and fringing reef). *Cymodocea nodosa*, *Cystoseira*, photophilous macroalgae and sciaphilic macroalgae are also present. In addition, we have reported the presence of the lessepsian marine Magnoliophyte species *Halophila stipulacea*.

On the three islets (Gattaya, Edzira Sghira and Djbel), the results show that the soil is sandy (arenosol type). Terrestrial plants vary according to the proximity of the sea, soil salinity and topography. These plants are mostly halophytic in the south of the islets (*Halocnemum strobilaceum*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Suaeda maritima*, *Suaeda vera* ..). On the northeast coast of the large islet (Gattaya), the vegetation changes and dominated by *Medicago littoralis*, *Cakile maritima*, *Sporobolus pungens* which are characteristics of coastal dunes.

This exceptional marine and terrestrial ecosystem richness and diversity in a very small area, as well as the mosaic of habitats, is a strong argument for the establishment of a Marine and Coastal Protected Area (MCPA) to ensure protection for all 3 islands, both on land and at sea.

Key words: Marine and terrestrial vegetation; Marine and Coastal Protected Area; Rass Kaboudia Islets; Chebba.

INTRODUCTION

Les îlots de Kaboudia (dites Gattaya, Edzira Sghira et Djebel) sont localisés dans le Sud-Est de la ville de Chebba, au centre Est de la Tunisie. Cette région micro-insulaire, d'une superficie totale voisine des 32 ha,

présente un intérêt notable sur le plan de la biodiversité végétale marine et terrestre. Le côté Nord-Est de ces îlots est bordé par une mer assez profonde (1 à 10 m), par contre le côté Sud-Ouest est un haut-fond de très faible profondeur (<1 m). Cette localisation permet une diversification des paysages sous-marins. Dans ce

travail, nous présentons les résultats des campagnes de prospection et de plongée sous-marine menées durant les mois de février et de mars 2017 autour des trois îlots.

MATERIEL ET METHODES

L'étude des habitats naturels autour des îlots (Fig. 1) a

été réalisée grâce à des prospections visuelles et par plongée sous-marine durant les mois de février et de mars 2017. Des prélèvements d'échantillons d'eau, de Magnoliophytes marines, d'algues et de substrats ont été effectués à partir de 9 stations marines et 19 stations terrestres (Fig. 1). Les mesures du recouvrement et de la densité foliaire, et les relevées phytosociologiques (abondance-dominance) ont été estimés *in situ*.

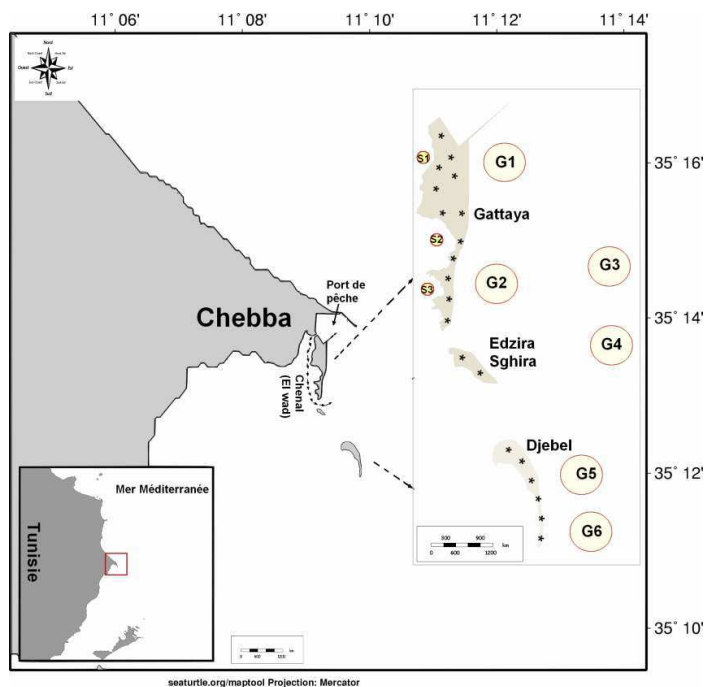


Fig. 1 : Localisation de la zone d'étude, des stations d'échantillonnage en mer (S1 à S3 et G1 à G6) et des stations d'échantillonnage terrestre (en Astérix)

RESULTATS ET DISCUSSION

Plusieurs types d'herbiers de Posidonie *Posidonia oceanica* ont été identifiés dans la partie Nord-Est et Nord-Ouest des 3 îlots. On distingue un herbier de plaine très étendu sur substrat sableux-vaseux dans la zone Nord-Est (station G1) ayant un recouvrement supérieur à 70%. Les feuilles et les rhizomes sont légèrement épiphytées. Les macroalgues associées sont peu diversifiées (*Codium bursa* et *Dictyota dichotoma*). La station G2, située à proximité du chenal (Elwad), ne contient pas de Posidonie, mais des prairies de Cymodocées *Cymodocea nodosa* qui sont, soit déchaussées, soit couvertes par du sable, à cause de l'hydrodynamisme très fort. Ainsi, l'absence de Posidonie dans cette zone peut être expliquée par le phénomène d'hyper-sédimentation qui dépasse la croissance des rhizomes et provoque la disparition de l'herbier (MANZANERA *et al.*, 1998). En partant de la côte Est de l'îlot Gattaya et en suivant une ligne

virtuelle vers le large de direction NE, nous avons trouvé un herbier tigré de Posidonie à 200 m de la ligne de côte. La limite supérieure de l'herbier se situe, ainsi, au niveau de la station G3, à une profondeur de 6 m. L'apport du sable au niveau de cette zone (et les zones voisines) a été expliqué par les études géomorphologiques de PASKOFF et OUESLATI (1982) et de GHANNEM (2012) comme étant le résultat de la perturbation de la dérive littorale et de la dynamique sédimentaire suite à l'installation du port de pêche de Chebba, en 1974.

Ce sont les stations G5 et G6 (NE de Djebel) qui abritent le maximum des espèces identifiées (21 algues et 3 Magnoliophytes). En effet, au niveau de ces stations l'herbier de Posidonie est un récif frangeant dont la matrice a atteint une hauteur importante ce qui permet aux feuilles de Posidonies d'atteindre la surface de l'eau. Ainsi les espèces d'algues photophiles (dont *Anadyomene stellata*, *Colpomenia sinuosa*, *Dictyota dichotoma*, *Dictyota linearis*, *Halimeda tuna* et *Udotea*

petiolata) peuvent s'installer et proliférer. En plus, la matte de Posidonie est un habitat propice pour *Cymodocea nodosa* et *Halophila stipulacea*, ce qui explique leurs densités élevées dans ces stations. Les rhizomes de Posidonie abritent aussi plusieurs espèces d'algues dont la majorité sont sciaphiles (BOUDOURESQUE, 1984 ; MABROUK *et al.*, 2014). Parmi ces espèces, nous avons pu identifier *Elachista flaccida*, *Leathesia marina*, *Lithothamnium fruticulosum*, *Lithophyllum incrustans* et *Peyssonnelia squamaria*. Certaines algues sont épiphytes des feuilles de Posidonie et des Cymodocées. Au niveau de la station G6, les Cystoseires apparaissent et se diversifient (*Cystoseira amentacea var. stricta*, *Cystoseira barbata* et *Cystoseira spinosa*) mais sans pour autant constituer de formations denses. Elles sont associées avec l'algue brune *Sargassum muticum*. L'algue verte *Halimeda tuna*, particulièrement abondante dans cette zone, forme des strates mono-spécifiques sur les mattes mortes de Posidonie. L'algue verte *Penicillus capitatus*, qui est une espèce protégée (UNEP/IUCN, 1990), est particulièrement fréquente sur les mattes mortes de Posidonie dans les stations G3, G4, G5 et G6.

Contrairement à la partie Nord-Est, exposée à l'action directe de la houle, la partie Sud-Ouest se trouve protégée des actions hydrodynamiques importantes. C'est un haut-fond constitué de sable fin et de vase. La profondeur est très faible à proximité des îlots (entre 0.2 m et 0.8 m) excepté au niveau du chenal (longeant la ligne de côte) où la profondeur est approximativement de 1.2 m. La diversité des espèces végétales marines dans cette zone est faible par rapport à la partie Nord-Est. Elle est caractérisée par des algues du mode calme (stations S1 et S2 : *Chaetomorpha linum*, *Chaetomorpha aerea*, *Cystoseira crinita*, *Polysiphonia elongata* et *Ulva intestinalis*). Par contre, à la bordure du chenal, il y a une légère diversification avec l'ajout de quelques espèces comme *Caulerpa prolifera* et *Cutleria multifida* (S1 chenal et S2 chenal). Les prairies de *Cymodocea nodosa* dans cette zone (S1 et S2) ont des densités et des recouvrements faibles et sont très épiphytées.

Nous signalons pour la première fois la présence de l'espèce de Magnoliophyte marine lessepsienne *Halophila stipulacea* dans les deux zones prospectées. Dans la partie NE, la biométrie et la densité de *Halophila* est très bonne. Elle est localisée dans les prairies de Cymodocées et sur les mattes mortes de Posidonie. Tandis que dans la partie SE, la pelouse à *Halophila* est très réduite et localisée au niveau des bordures du chenal. *Halophila stipulacea* est originaire de l'Océan Indien occidental (DEN HARTOG, 1970). Elle a été l'un des premiers migrants lessepsiens et a

été trouvée en Méditerranée depuis la fin du XIXe siècle. Il n'a pas été signalé de dommages directs aux végétations marines de la Méditerranée par *H. stipulacea* ; Cependant, il semble que cette espèce envahissante préfère s'établir sur les mattes mortes des herbiers de Posidonie et pourrait donc empêcher la récupération future de ces mattes. SGHAIER *et al.* (2014) ont remarqué que *Halophila* a proliféré au dépens de la Cymodocée sur les côtes de Monastir. Pour notre zone d'étude, *Halophila* ne semble pas envahir la flore autochtone vue sa densité et son recouvrement faibles. Mais nous n'avons pas d'idée précise sur la date de son installation pour confirmer nos conclusions.

L'analyse granulométrique montre que le sol est constitué de sable marin. En effet, ces îlots sont en réalité une flèche littorale constituée par l'accumulation de matériaux meubles, comme des sables ou des galets. Nos analyses ont montré que les horizons O et A du sol contiennent des débris marins essentiellement des coquilles de gastéropodes et des feuilles de Posidonie décomposées d'une épaisseur allant de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres. En consultant les manuels d'interprétation (BAIZE et GIRARD, 2008), nous constatons que le sol est de type arénosol caractérisé par l'absence d'horizons typiques. Concernant la texture, nous remarquons que le sol au Nord Est de Gattaya est un sol sableux limoneux alors que ceux de toutes les autres stations sont sableux. L'étude de la salinité a montré que la salinité du sol augmente avec la profondeur et les résultats de l'analyse du pH sont similaires à ceux de l'eau de mer. Ceci peut être expliqué par le phénomène de l'intrusion de l'eau de mer, c'est à dire la migration de l'eau de mer au niveau de la nappe côtière.

Cette étude nous a permis de distinguer 3 groupements de végétation terrestre : (i) Association à *Cakiletea maritima*, (ii) Association à *Arthrocnemum macrostachyi* et (iii) Association à *Salicornion fruticosae*. Ces groupements sont indicateurs des caractères écologiques et édaphiques du milieu. En effet, les espèces appartenant aux groupements *Cakiletea maritima* et *Salicornietea fruticosae* sont indicatrices des milieux hypersalés et riches en azote. Ces plantes sont caractéristiques des milieux nitrohalophiles comme *Suaeda maritima* et *Arthrocnemum macrostachyum*. D'autres espèces sont plutôt nitropsammophiles comme *Cakile maritima* et *Cyperus aegyptiacus*. En outre, certaines espèces appartenant au groupement *Salicornietea fruticosae* indiquent des milieux sableux-limoneux comme *Atriplex halimus* et *Echium humile*. L'espèce *Mesembryanthemum crystallinum* est nitrophile. Les espèces *Arthrocnemum macrostachyum*, *Halocnemum*

strobilaceum et *Salsola longifolia*, qui appartiennent au groupement *Salicornietea fruticosae*, sont hyperhalophiles vivant dans un sol riche en eau (ZEDAM, 2015).

CONCLUSION

La diversité des habitats naturels marins autour des îlots de Kaboudia, dans un espace aussi restreint, est rare en Méditerranée et peut être expliquée par la diversité des substrats, les différences importantes des courants et des profondeurs, et la dynamique sédimentaire et géomorphologique.

Ainsi au terme de cette étude, nous recommandons vivement la création d'une aire marine et côtière protégée (AMCP) afin de préserver cette richesse spécifique et écosystémique. Il s'agit d'une conservation *in situ* qui consiste à maintenir les organismes vivants dans leur milieu naturel. Pour la conservation d'espèces individuelles, les approches efficaces comprennent la protection légale des espèces menacées, l'élaboration et la mise en œuvre de plans de gestion et l'établissement de réserves pour protéger des espèces particulières ou des ressources génétiques uniques. Ce type de conservation est recommandé par le Protocole relatif aux Aires Spécialement Protégées et à la Diversité Biologique en Méditerranée de la Convention de Barcelone qui appelle à la protection, la préservation et la gestion des espaces ayant une valeur naturelle ou culturelle particulière et des espèces animales et végétales en danger ou menacées (PNUE/PAM, 1995). En effet, les aires protégées ont pour finalité de conserver la flore et la faune qui constituent un patrimoine naturel d'une valeur esthétique, scientifique, culturelle, ou économique, qu'il est important de préserver et de transmettre aux générations futures. Ces zones peuvent être ouvertes au public. Elles offrent ainsi un cadre privilégié pour la sensibilisation et l'éducation environnementale, ainsi que des possibilités de loisirs et de tourisme (UNEP-MAP-RAC/SPA, 2011).

BIBLIOGRAPHIE

- BAIZE D, GIRARD M.C., 2008. Référentiel pédologique. AFES. Versailles, Editions Quae, 435 p.
- BOUDOURESQUE, C.F., 1984. Groupes écologiques d'algues marines et phytocénoses benthiques en Méditerranée Nord-Occidentale : une revue. *Giornale botanico italiano*, 118 (1-2) : 7-42.
- DEN HARTOG, C., 1970. Seagrasses of the World. North-Holland, Amsterdam. pp. 275.

- GHANNEM, N., 2012. Evolution morphodynamique, sédimentologique et impact environnemental de la frange littorale de Sfax, Kerkennah, Chebba. Université de Sfax. 235 p.
- MABROUK, L., BEN BRAHIM, M., HAMZA A., BRADAI, M.N., 2014. Diversity and temporal fluctuations of epiphytes and sessile invertebrates on the rhizomes *Posidonia oceanica* in a seagrass meadow off Tunisia. *Marine Ecology*, 35: 212-20.
- MANZANERA, M., PEREZ, M., ROMERO J., 1998. Seagrass mortality due to oversedimentation : an experimental approach. *Journal of coastal conservation* 4: 67 - 70.
- PASKOFF, R., OUESLATI, A., 1982. *Observation sur les flèches sableuses à pointe libre de la côte orientale de la Tunisie. Revue Tunisienne de Géographie*, 9, pp.89-102.
- PNUE/PAM, 1995. Protocole relatif aux Aires Spécialement Protégées et à la Diversité Biologique en Méditerranée. Ed. CAR/ASP, Tunis, 46 p.
- SGHAIER, Y. R., ZAKHAMA-SRAIEB, R., CHARFI-CHEIKHROUHA, F., 2014. Effects of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* on the native seagrass *Cymodocea nodosa*. 5th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation. Portorož, Slovenia, 27-28.
- ZEDAM A., 2015. Etude de la flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna, Inventaire-Présentation. Thèse de doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif 1, 138p + annexes.
- UNEP-MAP-RAC/SPA, 2011. Habitats marins et principales espèces des îles Kuriat (Tunisie) – Etude complémentaire: Formations naturelles d'intérêt pour la conservation. Par Langar H., Bouafif C., Charfeddine A., El Asmi S., Limam A., Ouerghi A., Sghaier Y.R. Ed. CAR/ASP - Projet MedMPAnet, Tunis : 36 p

BENTHIC MACROFAUNA ASSOCIATED WITH INTERTIDAL *ZOSTERA NOLTEI* BEDS IN ATLANTIC (ARCACHON BAY, FRANCE) AND MEDITERRANEAN ECOSYSTEMS (KNEISS ISLANDS, TUNISIA): COMPARATIVE STUDY

Nawfel MOSBAHI^{1*} and Lassad NEIFAR¹

¹Laboratoire de Biodiversité et Ecosystèmes Aquatiques, Faculté des Sciences de Sfax, Université de Sfax, BP 1171, 3038, Sfax, Tunisie

nawfelmosbahi@hotmail.fr

lassad.neifar@fss.rnu.tn

ABSTRACT

The present study aim to compare between two distinct and distant geographical ecosystems; the Kneiss Islands and Arcachon Bay, which formed by extensive large mudflats with the intertidal *Zostera noltei* beds, hosted a greater diversity of waterbirds and provides socio-economic importance. In order to determine the response of benthic communities' structure and functioning to climate variation, the two eelgrass ecosystems constitute a natural laboratory to infer climate warming. The macrobenthic fauna community of *Zostera (Zosterella) noltei* beds in Kneiss Islands was studied by sampling 34 stations and 48 stations for Arcachon Bay. A total of 148 taxa were identified in Kneiss Islands and 117 species for Arcachon Bay, but only 23 species are common in the both separate ecosystems. Diversity, abundance and community structure are significantly different between the two study areas, could be explained by differences between Mediterranean and Atlantic climatic conditions and by anthropic factors (e.g. fishing pressure, pollution, nutrient inputs) present in each ecosystem. Multidimensional scaling (n-MDS) analysis identified two distinct geographical station groups on the basis of species and families abundance. Save that, three assemblages were identified between the separated ecosystems on the basis of trophic groups.

Key words: Kneiss Islands, Arcachon Bay, Benthic fauna, *Zostera noltei*, Climate change.

INTRODUCTION

Seagrass meadows are distributed in intertidal and subtidal shores from tropical and temperate areas (Green and Short 2003) and constitutes the important component of coastal ecosystems, with levels of primary production that are among the largest for submerged aquatic communities (HILLMAN *et al.* 1995), supporting rich faunistic communities (WILLIAMS and HECK, 2001). Seagrasses meadows like eelgrass beds forming beds that provide food and refuge for many commercial species and which enhance nutrient cycling, water quality, and sediment dynamics (AIROLDI and BECK, 2007).

Kneiss Islands (Gulf of Gabès, Tunisia) and Arcachon Bay (Atlantic coast, SW France) are two mesotidal bays where seagrass beds colonize the majority of intertidal areas (DO *et al.* 2012; MOSBAHI *et al.* 2015). The both ecosystems have an extensive intertidal mudflats traveled by tidal channels, a semi diurnal and high tide levels, but the hydro-climatic and latitudinal conditions are different.

Kneiss Islands (central Mediterranean) and Arcachon Bay (North-Eastern Atlantic) are two coastal ecosystems sharing many similar features. They both ecosystems extensive large mudflats covered with *Zostera noltei* meadows, alternating with a network of shallow tidal channels (DO *et al.* 2012; MOSBAHI *et al.* 2015). They host a great diversity of water birds

species with different ecological requirements, and have consequently been recognized as Important Bird Areas (BIRD LIFE INTERNATIONAL, 2014). Also, the intertidal areas are both of ecological and socio-economic interests, especially for traditional activities (crustaceans fishing, bait digging, tourism,..). The question which arises concerning these two apparent analogous mesotidal ecosystems is: do the structure and functioning of the *Zostera noltei* meadows are comparable or not? So, the main aims of this study are i) to compare the macrobenthic community biodiversity associated with *Zostera noltei* intertidal seagrass beds in Kneiss islands and Arcachon bay; ii) to investigate the structural diversity of the benthic macrofauna based on taxonomic, trophic groups and ecological approaches; iii) to provide a reliable assessment of the general ecological status and 4) to identify the role of the main environmental factors that determine the benthic community structure and functioning.

MATERIALS AND METHODS

Sampling method

Sampling method is similar for the two study areas (Fig. 1). At low tide, the top 20-30 cm of the sediment was collected with a 0.0225 m² corer, with four replicates per station. 48 and 34 stations were sampled over spring campaign, respectively in Arcachon bay (2002), when the seagrass bed fully extended over the tidal flats (Blanchet *et al.*, 2004)

and Kneiss islands, sampling was performed between 2013 and 2014. Sediment was sieved through a 1 mm mesh; the remaining fraction was fixed in 4% buffered formalin and stained with Rose Bengal. In

the laboratory, macrofauna was sorted, identified to the lowest practical taxonomic level (usually species level) and counted.

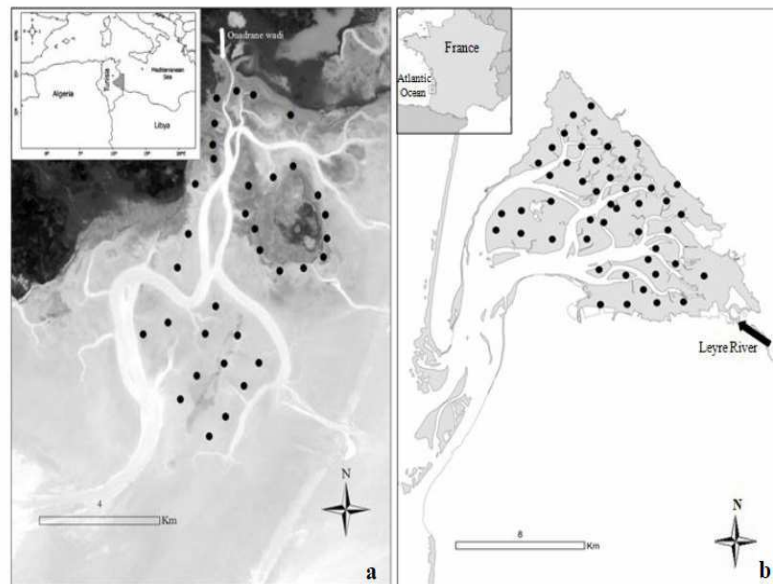


Fig.1. Study sites (a: Kneiss Islands; b: Arcachon Bay) showing the location of the sampling stations

Data analysis

Multivariate analysis was performed to compare macrozoobenthic communities' structure between both areas. Abundances were square root transformed to minimize the influence of the most dominant taxa (for species and families). A non-metric multidimensional scaling method (n-MDS) based on the Bray-Curtis similarity allowed to visually assess differences in macrofaunal assemblages among stations of the studied areas. SIMPER tests determined which species contributed to within-group similarity. These analyses were performed using PRIMER®-v6. A similarity matrix was constructed from the fourth-root transformed abundance data using the Bray-Curtis similarity measure; non-metric multidimensional scaling (n-MDS) ordination was then applied to assess the differences in trophic groups between both ecosystems.

RESULT

In Kneiss Islands, a total of 148 species were identified in 34 stations, which were unequally distributed among sampling stations. The number of species (*S*) varied between 22 and 64 species per 0.09 m², with a mean of 39. Abundance (*A*) varied from 9,200 to 36,800 ind.m⁻² (with a mean abundance of 14,709 ± standard deviation = 900 ind.m⁻²), equitability (*J'*) from 0.79 to 0.92 (mean = 0.75) and Shannon index (*H'*) from 3.5 to 5.2, with a mean of

4.4 bits ind⁻¹. For Arcachon Bay, 117 species have been identified in 48 stations. The mean number of species was 27.5, ranging from 8 to 49 species per 0.09 m². Abundance ranged between 1,700 and 64,000 ind. m⁻², with a mean abundance of 20,553 ± 2,100 ind. m⁻². Finally, equitability (*J'*) varied 0.19 to 0.87 (mean= 0.72) and Shannon index (*H'*) from 1.2 to 4.1 with a mean of 2.2 bits ind⁻¹. The average of *S*, *J'* and *H'* were higher in Kneiss Islands than in the Arcachon Bay (one-factor ANOVA; *S*: $F= 24.85$; $p < 0.01$; *J'*: $F= 125.7$; $p < 0.01$; *H'*: $F= 149.7$; $p < 0.01$). Abundance is similar in Kneiss Islands and Arcachon Bay (ANOVA; $F= 3.39$; $p > 0.05$). A total of 23 species were common in both ecosystems, i.e. 125 species had been recorded only in the Kneiss Islands site while 94 species were collected only in Arcachon Bay.

The MDS ordination plot based on species discriminated two different groups, one corresponding to Kneiss Islands and the other to Arcachon Bay (Fig. 2a). Both ecosystems were also clearly separated on the basis of clades (i.e. molluscs, arthropods, annelids,...) (Fig. 2b). Conversely, there were trends of similarity on the basis of trophic groups, three groups of stations were discriminated on based of trophic groups (Fig. 2c).

DISCUSSION

In the present study, a total of 232 taxa were recorded, associated with eelgrass beds, unequally

distributed among the sampling stations. In both sites, annelids and molluscs were the dominant groups.

High species diversity and abundance of macrofauna

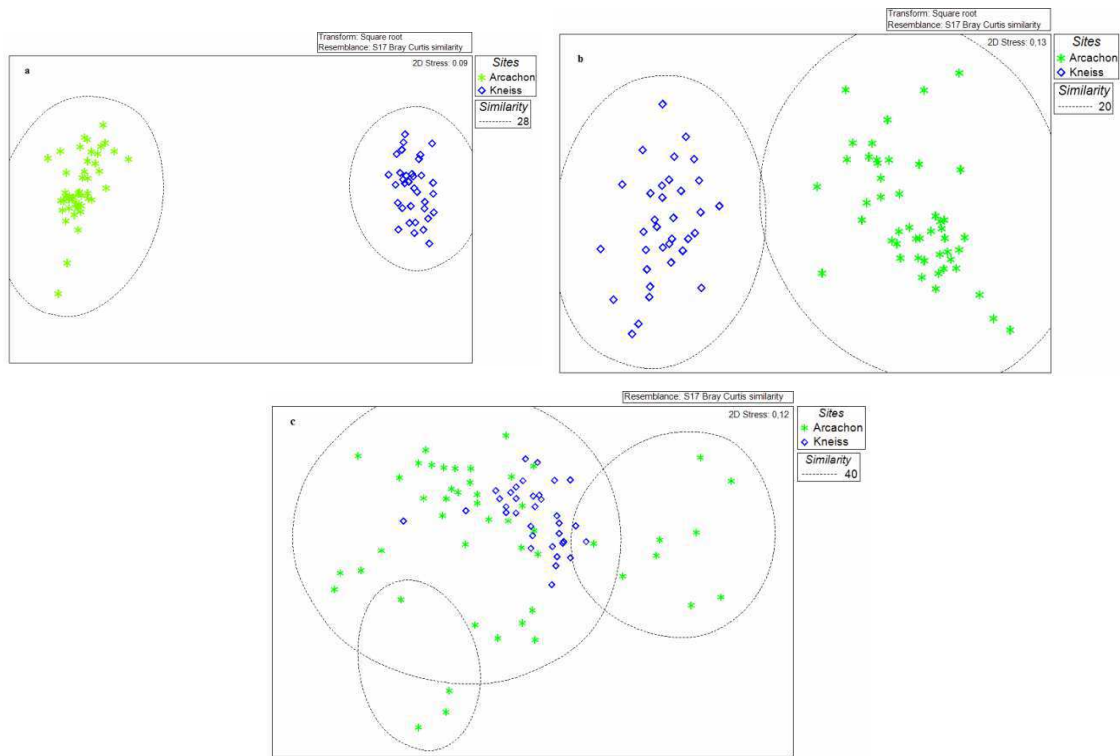


Fig. 2. Non-metric multidimensional scaling (n-MDS) of stations based on the Bray-Curtis similarity matrix for both ecosystems, Kneiss Islands and Arcachon Bay, on the basis of (a) species abundance, (b) family-level groups and (c) trophic groups.

are frequently reported in seagrass habitats (DO *et al.* 2012), compared to unvegetated sediments. *Zostera noltei* meadows increase habitat complexity and provide living space and shelter for a diverse animal community (DUFFY, 2006). In Kneiss Islands, 148 species have been identified and 117 species in Arcachon Bay, these values describing the γ -diversity of each site. 23 species were common in both similar ecosystems, indicating that, these species are still associated with *Zostera noltei* beds. Total number of

species in Kneiss Islands site is higher on average than those of Arcachon Bay, even when taken into account the difference in sampling effort. Species-accumulation curve for Kneiss Islands stabilized around an asymptotic value suggesting a good assessment of γ -diversity. Conversely, a lack of asymptote in Arcachon Bay corresponded to an insufficient sampling effort to assess exhaustive diversity (Fig. 3).

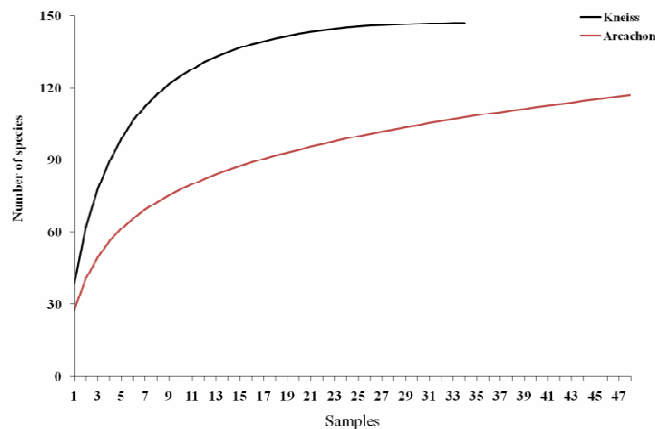


Fig.3. Species accumulation curve for benthic fauna of the Kneiss Islands and Arcachon Bay

The diversity differences between Arcachon Bay and Kneiss Islands is probably a response of human activities (e.g. fishing pressure, port and aquaculture activities, and nutrient inputs), environmental factors (sediments features, salinity) and different climatic conditions. In fact, the Gulf of Gabès is a semi-arid Mediterranean site, characterized by an arid climate (average annual precipitation: ≤ 200 mm year⁻¹) with higher temperature and salinity. Invertebrate's macrofauna in this inshore region is directly under the influence of salty and warm Mediterranean waters reputed for their high intrinsic diversity (COLL *et al.* 2010). General oceanographic conditions in the Mediterranean Basin have been previously described in detail (PINARDI *et al.* 2006). The Mediterranean Sea is of the sub-wet shade climate type. The summer is hot and dry, and the winter is cool and rainy. These general particularities and also some other regional characteristics, such as the fluctuations of floods, temperature and salinity give some specificities to the Mediterranean communities (SALEN-PICARD and ARLHAC, 2002). AFLI *et al.* (2009) affirmed that environmental conditions, particularly temperature and salinity, play a major role in the structure and the organization of the communities and the exclusion of certain species or groups of species in Mediterranean ecosystems. This explains why a majority of species is in Kneiss Islands only and why a MDS based on taxonomy drastically separated both sea grasses (Kneiss Island and Arcachon Bay).

BIBLIOGRAPHY

- Hillman, K., Mc Comb, A.J., Walker, D.I., 1995. The distribution, biomass and primary production of the seagrass *Halophila ovalis* in the Swan Canning estuary, Western Australia. *Aquatic Botany* 51, 1 – 54.
- Williams, S.L., Heck Jr., K.L., 2001. Seagrass community ecology. In: Bertness, M.D., Gaines, S.D., Hay, M.E. (Eds.), *Marine Community Ecology*. Sinauer Associates, Massachusetts. 317 – 337.
- Airoldi, L., Beck, M. W., 2007. Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 45, 345 – 405.
- Do, V.T., de Montaudouin, X., Blanchet, H., Lavesque, N., 2012. Seagrass burial by dredged sediments: Benthic community alteration, secondary production loss, biotic index reaction and recovery possibility. *Marine Pollution Bulletin* 64, 2340 – 2350.
- Mosbahi, N., Boudaya, L., Dauvin, J.C., Neifar, N., 2015. Spatial distribution and abundance of intertidal benthic macrofauna in the Kneiss Islands (Gulf of Gabès, Tunisia). *Cahiers de Biologie Marine* 56, 319 – 328.
- Afli, A., Boufahja, F., Sadraoui, S., Ben Mustapha, K., Aissa, P., Mrabet, R., 2009. Functional organization of the benthic macrofauna in the Bizerte lagoon (SW Mediterranean Sea), semi-enclosed area subject to strong environmental/anthropogenic variations. *Cahiers de Biologie Marine* 50, 105 – 117.
- Bird Life International. 2014. Country Profile: Tunisia/France. <http://www.birdlife.org/datazone/country/Tunisia/France>.
- Duffy, J.E., 2006. Biodiversity and the functioning of seagrass ecosystems. *Marine Ecology Progress Series* 311, 233 – 250.
- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, et al. 2010. The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. *PLoS ONE* 8, 11842.
- Pinardi, N., Zavatarelli, M., Arneri, E., Crise, A., Ravaioli, M., 2006. The physical, sedimentary and ecological structure and variability of shelf areas in the Mediterranean Sea In: Robinson, A.R. and Brink, K.H. (Eds.), *The Global Coastal Ocean, The Sea*. Vol. 14 (B), Harvard University Press, Cambridge, pp. 1245 – 1331.
- Salen-Picard, C., Arlhac, D., 2002. Long-term changes in a Mediterranean benthic community: relationships between the polychaete assemblages and hydrological variations of the Rhône River. *Estuaries and Coasts* 25, 1121 – 1130.

VULNERABILITY OF ELASMOBRANCHS AS LONGLINE BYCATCH IN THE GULF OF GABÈS (SOUTHERN TUNISIA, CENTRAL MEDITERRANEAN SEA)

Enajjar Samira¹, Saïdi Béchir^{1,2}, Karaa Sami¹, Chouikhi Khaled^{1,3} & M.N. Bradai¹

¹Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (centre de Sfax) BP. 1035–3018 Sfax.

²Faculté des Sciences de Gafsa, Ahmed Zarroug, 2112 Gafsa.

³Institut Supérieur de Biologie Appliquée de Médenine

enajjarsamira@yahoo.fr

bechirinstm@yahoo.fr

k-sami@hotmail.fr

chouikhikhaled@yahoo.fr

mednejmeddine.bradai@instm.rnrt.tn

ABSTRACT

A survey of the bottom and pelagic longlines fisheries targeting groupers and swordfish was performed in the Gulf of Gabès in 2016 and 2017 in order to evaluate the elasmobranch catches. In the benthic longline fishery, the elasmobranchs represented about 50 % of the total catch (Batoids 25,6%, Sharks 24,5%) and the main species were the blackchin guitarfish (*Glaucostegus cemiculus*) and the hound sharks (*Mustelus spp.*). In the pelagic longline fishery, the elasmobranchs represented 91% of the total catches (Batoids 2,24%, Sharks 89,57%), and the main species was the sandbar shark (*Carcharhinus plumbeus*) with 82,5% of the total catch. The frequency distributions of TL showed that the catches of these species were mostly composed of juveniles, and few mature specimens, including some gravid females.

Key Words : Longline fisheries, elasmobranchs, juveniles, Gravid females, Gulf of Gabès

RESUME

Une étude des pêcheries de palangres de fond et de surface ciblant respectivement les mérus et l'espadon a été réalisée dans le golfe de Gabès en 2016 et 2017 afin d'évaluer les captures d'élasmobranches. Dans la pêche à la palangre benthique, les élasmobranches représentaient environ 50% des captures totales (batoïdes 25,6%, requins 24,5%). Les principales espèces étaient le poisson-guitare fousseur (*Glaucostegus cemiculus*) et les émissoles (*Mustelus spp.*). Dans les palangriers pélagiques, les élasmobranches représentaient 91% des captures totales (batoïdes 2,24%, requins 89,57%), et l'espèce principale était le requin gris (*Carcharhinus plumbeus*) avec 82,5% des prises totales.

Les distributions des fréquences des tailles ont montré que les captures de ces espèces étaient principalement composées de juvéniles. Quelques spécimens matures, y compris certaines femelles gravides sont aussi pêchées.

Mots Clés : Palangre, élasmobranches, juvéniles, femelles gravides, golfe de Gabès.

INTRODUCTION

Elasmobranchs are unintentionally caught in many fisheries, and these catches can often exceed the actual targeted species catches (BONFIL, 1994; MOLINA AND COOKE, 2012). Also, they are poorly reported in some fishery records making it difficult to assess impacts (BONFIL, 1994; BARKER AND SCHLUESSEL, 2005).

Longline fisheries are among the largest sources of shark catches (CORTÉS ET AL., 2010).

This work presents the results of a survey of the impact of the bottom and pelagic longline fisheries on elasmobranch populations of the Gulf of Gabès (Southern Tunisia) and focalised mainly on the capture of pregnant females and new born.

MATERIAL AND METHODS

During summer season 2016 and 2017, a total of 162 sets with bottom longline and 96 sets with pelagic longline were made on board three commercial longliners selected randomly from among 40 active vessels attached to the port of Zarzis (South of the Gulf of Gabès) where the longline fleet is concentrated.

Throughout the fishing operations, the date, geographical coordinates, fishing depth, number of hooks... were recorded. All individuals were identified and their total length (TL) and disc width of batoids (DW) (to the nearest millimetre) were recorded. The maturity status and stage (juveniles and mature) of specimens was determined based on studies conducted in the study area (SAIDI ET AL.,

2005, 2008, 2009; ENAJJAR ET AL., 2008, 2012, 2015).

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 325550 and 116500 hooks were deployed respectively for bottom and pelagic longlines.

Bottom longline fishery

Bottom longline targeted benthic species such as groupers and seabreams. The grouper fishing season runs from May to September. During bottom longline surveys, 2965 marines' vertebrates were captured of which elasmobranch species represent more than 50% (Fig. 1).

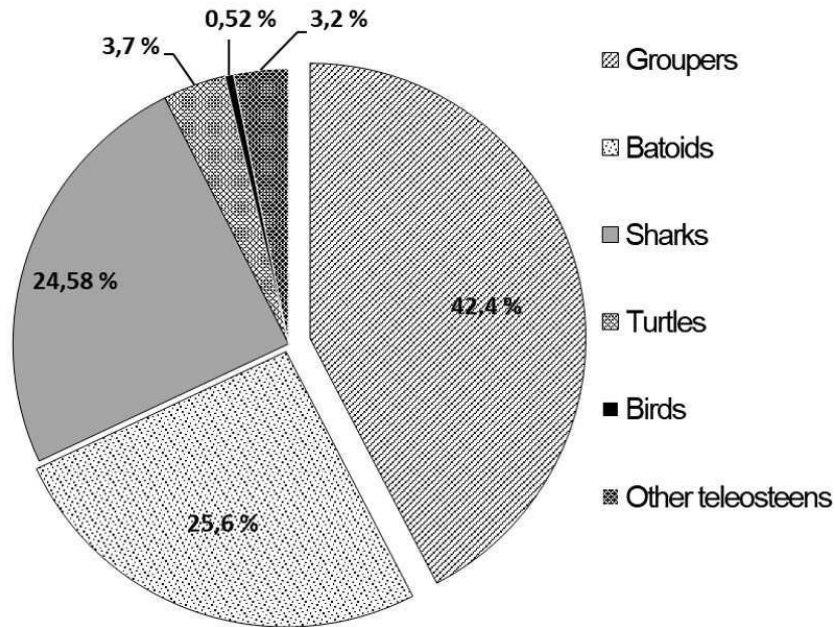


Figure 1. Composition of capture of bottom longline.

Among elasmobranchs species captured the blackchin guitarfish (*Glaucostegus cemiculus*), the sandbar shark (*Carcharhinus plumbeus*) and hound sharks (*Mustelus spp.*) were the most common. The size distribution shows that bottom longline catch mainly juveniles and sub-mature. In fact, only 20% of *carcharhinus plumbeus* captured are mature (Fig. 2). However, most of mature are pregnant females. The situation is similar for *Rhinobatos cemiculus* and

Mustelus spp.: 40 % of landed specimens were matures for both species (Fig. 2), and 10% were neonate.

The capture of neonate and young elasmobranchs in the Gulf of Gabès indicates that juveniles of these species utilize nearshore waters during their first few years of life and that fishing efforts occur in pupping or primary nursery areas (ECHWIKHI ET AL.,2014; SAIDI ET AL., 2016).

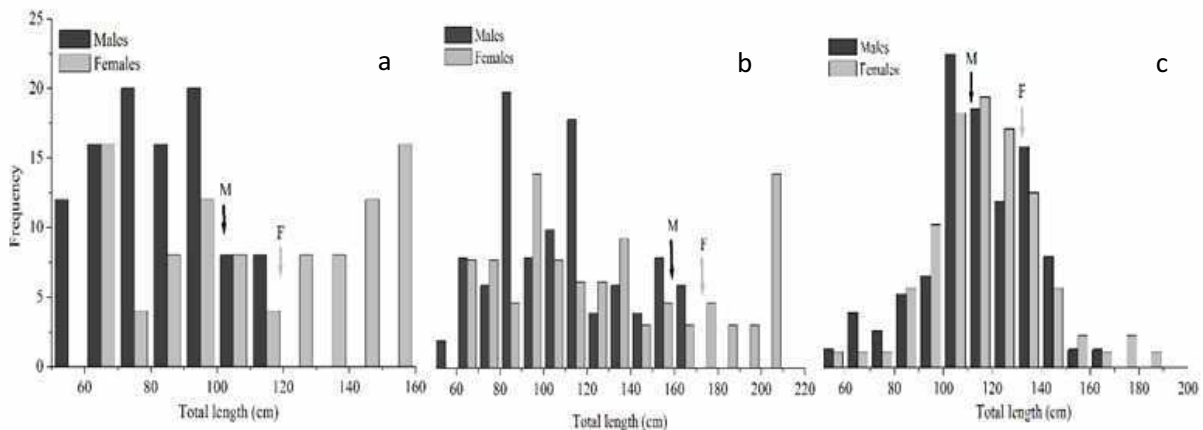


Figure 2. Size distribution of *Mustelus sp.* (a), *Carcharhinus plumbeus* (b) and *Glaucostegus cemiculus* (c) caught by bottom longline.

Pelagic longline fishery

Pelagic longline fishery operates from June to October but mainly during July and August. During this study 1251 marine vertebrates were captured by pelagic longline. Elasmobranchs represent more than 90 % of capture. Nine elasmobranch species were

captured by this gear (Sandbar shark, spinner shark, shortfin mako shark, smooth hound, pelagic stingray, blackchin guitarfish, bull rays, round stingray and thornback ray). The captures were dominated by the sandbar shark accounting about 82.5 % of capture (Fig.3).

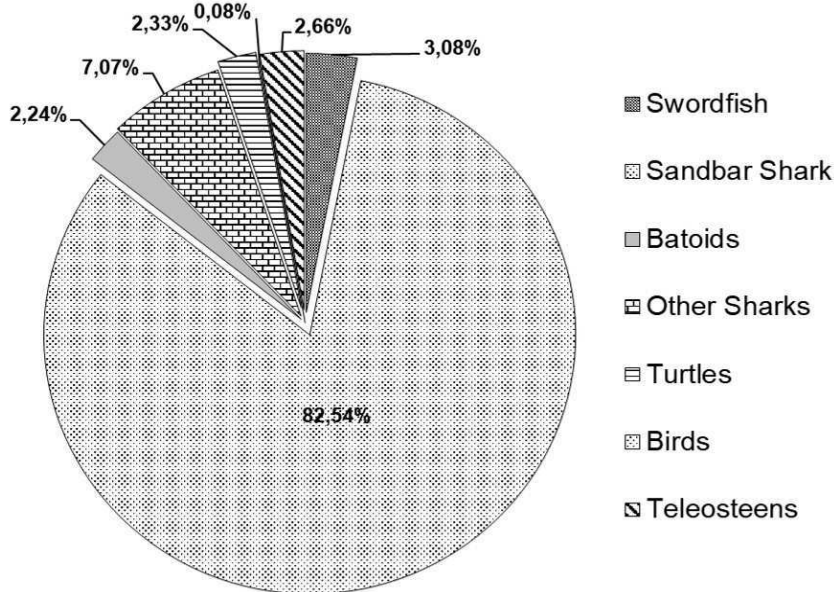


Figure 3. Composition of capture of pelagic longline.

This fishing activity reports in particular juveniles (Fig. 4). This area offers a refuge for juveniles and provide good conditions to develop (temperature, feeding...) (ENAJJAR ET AL., 2015). The catches region.

were composed of 10% of adult males and females, of which 20% were gravid. This situation threat the recruitment of shark population in the

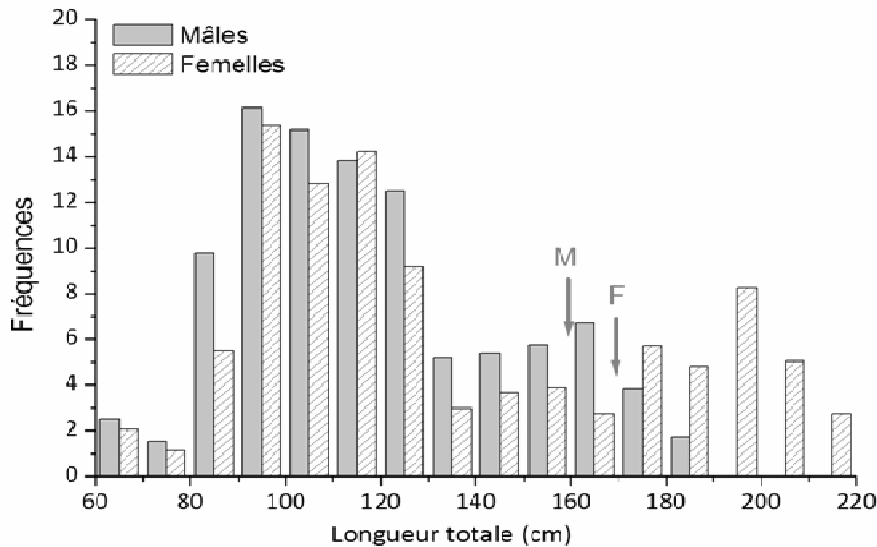


Figure 4. Size distribution of *Carcharhinus plumbeus* caught by pelagic longline.

Pregnant females of 7 elasmobranch species (Sandbar shark, smooth hound, blackchin guitarfish, shortnose spurdog, spinner shark, blue stingray, common eagle ray) were observed in the capture of the longline fisheries during this survey. These species move to nearshore water to give birth where conditions are

favourable. The capture of mature individuals of exploited species reduces their productivity and resilience and the sustainability of populations (SMITH ET AL., 2008). Management and conservation measures should be needed to protect

these vulnerable elasmobranch populations of the Gulf of Gabès.

ACKNOWLEDGMENTS

The study was made with support of ACCOBAMS, GFCM and RAC / SPA and with funding “MAVA” Foundation, during “the mitigating interactions between endangered marine species and fishing activities” project.

BIBLIOGRAPHY

- BARKER, M.J., SCHLUESSEL, V., 2005. Managing global shark fisheries: suggestions for prioritizing management strategies. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 15, 325–347.
- BONFIL, R., 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. *FAO Tech Report*. p. 119.
- CORTÉS, E., AROCHA, F., BEERKIRCHER, L., CARVALHO, F., DOMINGO, A., HEUPEL, M., HOLTZHAUSEN, H., SANTOS, M.N., RIBERA, M., SIMPFENDORFER, C., 2010. Ecological risk assessment of pelagic sharks caught in Atlantic pelagic longline fisheries. *Aquatic Living Res.* 23, 25–34.
- ECHWIKHI, K.; SAIDI, B.; BRADAI, M.N., 2014: Elasmobranchs longline fisheries in the Gulf of Gabès (southern Tunisia). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94, 203–210.
- ENAJJAR, S, SAIDI B, BRADAI MN 2015. The Gulf of Gabes (Central Mediterranean Sea): a nursery area for sharks and batoids (Chondrichthyes: Elasmobranchs) 2015. *Cahiers de Biologie Marine.*; 56: 143–150.
- ENAJJAR, S., BRADAI M.N. & BOUAIN A. 2008. New data on the reproductive biology of the common guitarfish of the Gulf of Gabes (southern Tunisia, central Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88: 1063-1068.
- ENAJJAR, S., BRADAI M.N. & BOUAIN A. 2012. Age, growth and sexual maturity of the Blackchin guitarfish *Rhinobatos cemiculus* in the Gulf of Gabes (southern Tunisia, central Mediterranean). *Cahiers de Biologie Marine*, 53: 17-23. Predicting the direction of sexual selection
- MOLINA, J.M., COOKE, S.J., 2012. Trends in shark bycatch research: current status and research needs. *Rev. Fish Biol. Fish.* 22, 719–737.
- SAÏDI, B., BRADAI M.N. & A. BOUAÏN. 2008. Reproductive biology of the smoothhound shark *Mustelus mustelus* in the Gulf of Gabès (southern-central Mediterranean Sea). *Journal of Fish Biology*, 72: 1343–1354.
- SAÏDI, B., BRADAI M.N. BOUAÏN A. GUÉLORGET O. & C. CAPAPÉ. 2005. Reproductive biology of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus* (Chondrichthyes: Carcharhinidae) from the Gulf of Gabès (southern Tunisia, Central Mediterranean). *Acta Adriatica*, 46: 47-62.
- SAIDI, B.; BRADAI, M. N. & BOUAIN, A., 2009: Reproductive biology and diet of *Mustelus punctulatus* (Risso, 1826) (Chondrichthyes: Triakidae) from the Gulf of Gabès, central Mediterranean Sea. *Sci. Mar.* 73, 249–258.
- SAIDI, B., ENAJJAR S. & M. N. BRADAI 2016. Elasmobranch captures in shrimps trammel net fishery off the Gulf of Gabes (Southern Tunisia, Mediterranean Sea). *J. Appl. Ichthyol.*, 1–6.
- SMITH, S. E., AU, D. W. AND SHOW, C. 2008. Intrinsic rates of increase in pelagic elasmobranchs. In: *Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation* (eds. M. D. Camhi, E. K. Pikitch and E. A. Babcock). Blackwell Publishing, Oxford, UK.

FEEDING ECOLOGY OF *SQUALUS MEGALOPS* (MACLEAY, 1881) AND *S. BLAINVILLEI* (RISSO, 1827) (CHONDRICHTHYSES: SQUALIDAE) IN THE GULF OF GABÈS (CENTRAL MEDITERRANEAN SEA)

Sondes MAROUANI*, Sami KARAA, and Mohamed Nejmeddine BRADAI

National Institute of Sciences and Technologies of the Sea (center of Sfax), P.O. Box 1035, Sfax 3018, Tunisia.

sondesmarouani@yahoo.fr; k-sami@hotmail.fr; mednejmeddine.bradai@instm.nrnt.tn

ABSTRACT

In this study, the diet of *S. megalops* and *S. blainvillei* in the Gulf of Gabès (Central Mediterranean Sea) was investigated between 2007 and 2009, by collecting monthly samples of these two species from local fishing vessels. In the stomachs of both species, teleosts were the dominant prey items, and crustaceans, molluscs, and annelids, were found in lower abundance. A three-factor multivariate analysis of variance (MANOVA) demonstrated significant differences in diet related to size, season and sex in *S. megalops* but not related to size in *S. blainvillei*.

RESUME

Le régime alimentaire de *S. megalops* et de *S. blainvillei* dans le golfe de Gabès (mer Méditerranée centrale) a été étudié de 2007 à 2009, en recueillant des échantillons mensuels de ces deux espèces sur des bateaux de pêche locaux. Dans l'estomac des deux espèces, les téléostéens étaient les proies dominantes, et les crustacés, les mollusques et les annélides étaient moins abondants. Une analyse de variance multivariée à trois facteurs (MANOVA) a révélé des différences significatives dans l'alimentation en fonction de la taille, de la saison et du sexe chez *S. megalops*, mais pas en rapport avec la taille chez *S. blainvillei*.

Keywords: *Squalus megalops*, *Squalus blainvillei*, feeding ecology, Gulf of Gabès, Tunisia, MED.

INTRODUCTION

The piked spurdog *Squalus megalops* (Macleay, 1881) and the longnose spurdog *S. blainvillei* (Risso, 1827) are two viviparous aplacental demersal sharks that occurred in the Gulf of Gabès (Tunisia) (Marouani *et al.* 2012).

Feeding studies can provide researchers with important insights towards understanding potential fishery impacts on marine systems. Besides, knowing what a species eats can provide information about possible distribution and its position in food webs (Ebert *et al.* 1992).

Relatively little information is available on the feeding study of both species. Concerning the diet of *S. megalops*, scarce studies were carried out in the Australian waters (Braccini *et al.*, 2005) and in the West coast of South Africa (Ebert *et al.*, 1992). Few studies on the feeding of *S. blainvillei* were undertaken off the Turkish waters (Kabasakal, 2002) and off the coast of Portugal (Martinho *et al.*, 2011).

To date no similar work has been reported from the Mediterranean Sea. This present study provides information concerning the diet of *S. megalops* and *S. blainvillei* from the Gulf of Gabès.

MATERIAL AND METHODS

Sampling was carried out from 17 stations located in the territorial waters of the Gulf of Gabès (Fig.1). A total of 630 specimens of *S. megalops* and 232 specimens of *S. blainvillei* were landed by the

commercial trawlers operating over 70 m depth between January 2007 and May 2009.

All specimens were sexed, weighed and measured for total length (TL) to the nearest millimeter. Stomachs were dissected for analysis. Prey items were identified to the lowest possible taxonomic level, counted and weighed.

Vacuity index (VI) was calculated as the number of empty stomach divided by the total number of examined stomachs multiplied by 100. The variation in VI was tested using a chi-square test over a contingency table of the number of empty stomachs. The importance of each prey was determined by calculating the index of relative importance (IRI) (Pinkas *et al.* 1971). The IRI values were converted to a percentage to facilitate comparisons between prey items (Cortés, 1997). IRI% is the index of the relative importance:

$$\%IRI = 100 \times IRI / \sum_{i=1}^n IRI$$

Where %F, %N and %M are the percentage contributions of a prey category in terms of frequency of occurrence, number and mass, respectively, in the stomachs with food.

Dietary shifts with sex, predator's size (TL) and season were evaluated using Multivariate analysis of variance (MANOVA). Statistical analyses were carried out considering the main prey categories: crustaceans, teleosts, cephalopods and annelids. In addition, according to Marouani (2013) three size classes were designated to assess a possible change in

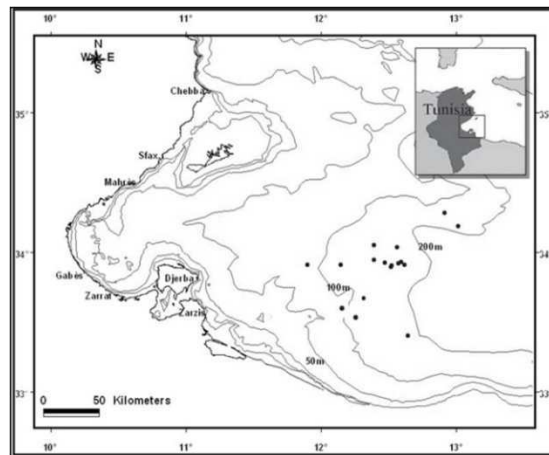


Fig.1. Map of the Gulf of Gabès (Tunisia, Central Mediterranean Sea) illustrating samples locations.

the diet with respect to length: class I (Juveniles): TL<40 cm; class II (Subadults): 40<TL<55cm and class III (Adults): TL>55cm for *S. megalops* and class I: TL<40 cm; class II: 40<TL<55cm and class III: TL>55cm for *S. blainvillei*.

The number of each prey category was considered and the dependent variables and seasons (winter, spring, summer and autumn); sex (F or M) and size class (I, II, III) were defined as factors. The multivariate F value (Wilks' lambda) based on a comparison of the error variance/covariance matrix and the effect variance/covariance matrix was applied to test differences in the diet. An ANOVA was further performed to identify the main prey groups responsible for the major differences among factors: sex, season and size class. The significance level adopted was 5%.

RESULTS

In total, 630 *S. megalops* specimens were measured in this study. Females (n= 307) ranged from 18.8 to 76.0 cm TL and 30.26 – 2870 g while males (n=323) ranged from 19.80 to 69.0 cm TL (42.61 ± 5.86 cm) and 35.0- 1570g. Of the 232 specimens of *S. blainvillei*, 108 males ranged from 23.20 to 83.40 cm TL and 42.40 – 2275g M; while 124 females ranged from 24.70 to 100.0 cm TL and 52.35 – 4520 g M. Length–mass relationships were not significantly different between males and females of *S. megalops* (Student's *t*-test: $t= 0.49$; d.f =62, $P> 0.05$) (Sexes combined : $TM = 0.002 \times TL^{3.13}$ ($r^2 = 0.98$, $n = 630$), but significantly different between males and females of *S. blainvillei* (t -test = 4.11; d.f =232; $P < 0.05$) (Male: $M = 0.002 \times TL^{3.08}$ ($R^2 = 0.99$, $SE = 0.03$, $n = 108$); Female: $M = 0.003 \times TL^{3.10}$ ($R^2 = 0.95$, $SE = 0.12$, $n = 124$)).

The vacuity index of *S. megalops* was 30.63%. The VI of males (24.77%) and females (36.81%) were significantly different ($\chi^2 = 10.73$, d.f. = 1, $P < 0.05$). The proportion of empty stomachs differed

significantly among size classes ($\chi^2 = 117.53$, d.f. = 2, $P < 0.05$) but did not varied over the year ($\chi^2 = 1.87$, d.f. = 3, $P > 0.05$).

The vacuity index of *S. blainvillei* was 26.72%. The VI was not significantly different between males (24.07%) and females (29.03%) ($\chi^2 = 10.73$, d.f. = 1, $P < 0.05$) and among the year ($\chi^2 = 1.69$; d.f. = 3; $p < 0.05$) but differed significantly among size classes ($\chi^2 = 68.63$; d.f. = 2; $p < 0.05$).

Both species were found to prey on a wide variety of invertebrates and teleosts (Table 1). Prey items belonging to four major zoological groups were found in their stomachs (Table 1). The average number of prey and mass per stomach of *S. megalops* and *S. blainvillei* were $1.59 (\pm 0.54)$ and $12.62 (\pm 4.54)$ g and $0.53 (\pm 0.51)$ and $3.62 (\pm 3.38)$ g respectively. Teleosts were the most frequently observed prey in the diet of both species, constituting 80.32% of the total % IRI, followed by cephalopods (% IRI = 11.96) and crustaceans (% IRI = 7.68) while annelids (% IRI = 0.05) were minor components (Table 1), and 82.59% of the total % IRI followed by crustaceans (% IRI = 17.06) while cephalopods (% IRI = 0.34) and annelids (% IRI = 0.01) were minor components (Table 1) respectively in *S. megalops* and *S. blainvillei*. Among teleosts, Sparidae was the most numerous and frequently occurring family (Table 1). The MANOVA results demonstrated the existence of differences in the diet of *S. megalops* according to size, season and sex (Table 2). The ANOVA performed for each dependent variable (group taxa) indicated that teleosts and crustaceans were responsible for the statistical difference just of size classes and sexes whereas cephalopods were responsible for the difference between size classes, sexes and seasons (Table 2). There is a significant difference on the crustacean intake through sex and season. The sex-size classes interaction was caused by teleosts. Moreover, all interactions were caused by cephalopods. Concerning the diet of *S. blainvillei*, it differs according to size but not according to season

Table 1. Diet composition of *Squalus megalops* and *S. blainvillei* off the Gulf of Gabès. %F, frequency of occurrence; %N, percentage in number; %M, percentage in weight; %IRI, index of relative importance of prey item.

	<i>Squalus megalops</i>				<i>Squalus blainvillei</i>			
	%F	%N	%M	%IRI	%F	%N	%M	%IRI
Crustacea	26.32	23.39	6.77	7.68	42.94	38.20	14.16	17.06
Penaeidae	18.54	16.36	5.22	14.97	31.18	29.44	9.52	32.75
<i>Melicertus kerathurus</i> (Forsskal, 1775)	2.75	3.59	1.73	0.85	5.88	4.51	1.77	3.58
<i>Parapenaeus longirostris</i> (Lucas, 1846)	1.37	1.29	0.42	0.14	5.29	4.77	2.08	3.52
<i>Metapenaeus monoceros</i> (Fabricius, 1798)	4.81	4.45	1.68	1.71	12.94	12.47	3.42	19.95
<i>Trachypenaeus curvirostris</i> (Stimpson, 1860)	0.23	0.29	0.16	0.01	5.29	6.37	1.62	4.10
Unidentified	9.38	6.74	1.23	4.34	1.76	1.33	0.63	0.34
Sycioniidae	4.12	3.44	0.66	0.63	5.88	5.31	1.45	1.07
<i>Sycyonia carinata</i> (Brunnich, 1768)	4.12	3.44	0.66	0.98	5.88	5.31	1.45	3.85
Mysidacea	0.69	1.29	0.02	0.03	--	--	--	--
Unidentified	0.69	1.29	0.02	0.05	--	--	--	--
Amphipoda	0.23	0.29	0.00	0.00	--	--	--	--
Unidentified	0.23	0.29	0.00	0.00	--	--	--	--
Isopoda	0.23	0.14	0.00	0.00	--	--	--	--
Unidentified	0.23	0.14	0.00	0.00	--	--	--	--
Majidae	1.83	1.15	0.36	0.10	2.35	1.33	1.39	0.17
<i>Maja verrucosa</i> (Brünnich, 1772)	0.46	0.29	0.04	0.01	1.18	0.80	0.98	0.20
<i>Maja squinado</i> (Herbst, 1788)	0.69	0.43	0.22	0.03	0.59	0.27	0.21	0.03
Unidentified	0.69	0.43	0.10	0.02	0.59	0.27	0.20	0.03
Squillidae	0.92	0.72	0.50	0.04	4.12	2.12	1.81	0.44
<i>Squilla mantis</i> (Linnaeus, 1758)	0.92	0.72	0.50	0.06	4.12	2.12	1.81	1.57
Teleosts	68.19	56.24	65.51	80.32	77.06	57.82	83.38	82.59
Sparidae	12.81	10.76	17.77	13.69	21.18	17.51	31.50	27.98
<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus. 1758)	4.81	4.45	6.21	2.97	6.47	4.77	9.35	8.87
<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire. 1817)	1.83	1.29	1.25	0.27	2.35	1.59	1.19	0.64
<i>Diplodus sp</i>	0.92	0.57	0.65	0.07	1.76	0.80	0.89	0.29
<i>Pagellus erythrinus</i> (Linnaeus. 1758)	2.29	1.87	3.84	0.76	6.47	3.18	8.35	7.24
<i>Pagellus sp</i>	1.83	1.15	3.29	0.47	0.59	0.53	0.46	0.06
<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus. 1758)	0.23	0.14	0.16	0.00	--	--	--	--
<i>Boops boops</i> (Linnaeus. 1758)	1.60	1.29	2.37	0.34	3.53	5.31	9.41	5.04
<i>Dentex sp</i>	--	--	--	--	0.59	1.06	1.59	0.15
<i>Pagrus sp.</i>	--	--	--	--	0.59	0.27	0.25	0.03
Centracanthidae	0.46	0.29	0.30	0.01	1.76	1.33	1.30	0.13
<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus. 1758)	0.23	0.14	0.21	0.00	1.18	0.80	0.93	0.20
<i>Spicarasp</i>	0.23	0.14	0.09	0.00	0.59	0.53	0.38	0.05
Congridae	3.66	2.87	3.56	0.88	5.88	3.18	5.43	1.37
<i>Conger conger</i> (Linnaeus. 1758)	3.66	2.87	3.56	1.36	5.88	3.18	5.43	4.92
Serranidae	1.83	1.15	1.06	0.15	4.12	2.12	1.87	0.44
<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus. 1758)	0.92	0.57	0.34	0.05	1.18	0.53	0.37	0.10
<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus. 1758)	0.46	0.29	0.49	0.02	1.76	1.06	1.28	0.40
<i>Serranus sp</i>	0.46	0.29	0.23	0.01	1.18	0.53	0.18	0.08

Table 1. Continued

Carangidae	4.81	4.73	8.10	2.31	6.47	3.71	9.63	2.33
<i>Trachurustrachurus</i> (Linnaeus. 1758)	2.97	3.01	5.70	1.50	4.12	2.65	6.89	3.81
<i>Trachinusdraco</i> (Linnaeus. 1758)	0.69	1.00	1.74	0.11	0.59	0.27	0.57	0.05
<i>Trachurus sp</i>	0.92	0.57	0.44	0.05	0.59	0.27	0.22	0.03
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill. 1815)	0.23	0.14	0.22	0.00	1.18	0.53	1.95	0.28
Clupeidae	9.15	7.46	6.35	4.73	7.65	6.90	5.11	2.48
<i>Sardinella aurita</i> Valenciennes. 1847	4.58	4.02	4.22	2.18	4.71	4.77	3.44	3.75
<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum. 1792)	0.92	1.00	1.12	0.11	2.35	1.59	1.38	0.68
Unidentified	3.66	2.44	1.01	0.73	0.59	0.53	0.29	0.05
Mugilidae	0.46	0.29	0.20	0.01	1.18	0.53	0.49	0.03
<i>Liza aurata</i> (Risso. 1810)	0.23	0.14	0.16	0.00	0.59	0.27	0.39	0.04
Unidentified	0.23	0.14	0.04	0.00	0.59	0.27	0.10	0.02
Mullidae	2.75	2.44	2.86	0.54	4.12	3.45	6.37	1.09
<i>Mullus barbatus</i> (Linnaeus. 1758)	0.69	0.43	0.25	0.03	1.18	1.06	1.00	0.24
<i>M. surmuletus</i> (Linnaeus. 1758)	1.60	1.72	2.21	0.36	2.94	2.39	5.37	2.21
Unidentified	0.46	0.29	0.40	0.02	--	--	--	--
Scorpaenidae	1.37	0.86	2.17	0.16	2.94	1.33	3.14	0.35
<i>Scorpaena elongata</i> Cadenat. 1943	1.37	0.86	2.17	0.24	2.94	1.33	3.14	1.28
Soleidae	0.46	0.29	0.36	0.01	3.53	1.59	2.30	0.37
<i>Solea aegyptiaca</i> (Linnaeus. 1758).	0.23	0.14	0.31	0.01	2.94	1.33	2.21	1.01
Unidentified	0.23	0.14	0.05	0.00	0.59	0.27	0.09	0.02
Scyliorinidae	0.23	0.14	0.26	0.00	--	--	--	--
<i>Scyliorinussp</i>	0.23	0.14	0.26	0.01	--	--	--	--
Merluccidae	2.06	1.87	4.58	0.50	3.53	2.12	4.99	0.68
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus. 1758)	2.06	1.87	4.58	0.77	3.53	2.12	4.99	2.44
Sciaenidae	0.23	0.14	0.82	0.01	--	--	--	--
<i>Sciaenaumbra</i> (Linnaeus. 1758)	0.23	0.14	0.82	0.01	--	--	--	--
Gobiidae	0.23	0.14	0.22	0.00	--	--	--	--
<i>Gobius sp</i>	0.23	0.14	0.22	0.00	--	--	--	--
Triglidae	0.23	0.14	0.15	0.00	--	--	--	--
<i>Aspitrigla cuculus</i> (Linnaeus. 1758)	0.23	0.14	0.15	0.00	--	--	--	--
Unidentifiedteleosts	32.95	22.67	16.76	48.65	28.82	14.06	11.23	19.65
Molluscs	26.77	18.51	27.66	11.96	7.65	3.45	2.42	0.34
Cephalopods	26.77	18.51	27.66	11.96	7.65	3.45	2.42	0.34
Octopodidae	6.86	4.73	14.99	5.07	11.76	6.37	13.43	6.28
<i>Octopus vulgaris</i>	4.58	3.16	13.64	4.45	6.47	3.45	9.50	8.13
<i>Eledone moschata</i>	2.29	1.58	1.35	0.39	5.29	2.92	3.93	3.52
Loligolinidae	6.18	4.59	5.50	2.34	5.29	3.18	5.23	1.20
<i>Loligovulgaris</i>	5.95	4.45	5.13	3.30	5.29	3.18	5.23	4.32
Sepiolidae	2.97	2.15	2.46	0.51	4.71	3.18	5.36	1.08
<i>Sepia officinalis</i>	2.75	2.01	2.32	0.69	3.53	2.39	4.22	2.26
Unidentified	0.23	0.14	0.14	0.00	1.18	0.80	1.14	0.22
Ommastrephidae	0.23	0.14	0.31	0.00	1.18	0.80	2.16	0.09
<i>Illexcoindetti</i>	0.23	0.14	0.31	0.01	1.18	0.80	2.16	0.34
Unidentifiedcephalopods	10.53	6.89	4.39	4.44	--	--	--	--
Annelids	2.52	1.87	0.06	0.05	1.18	0.53	0.04	0.01
Nereids	2.52	1.87	0.06	0.18	1.18	0.53	0.04	0.02
<i>Nereis sp</i>	2.52	1.87	0.06	0.28	1.18	0.53	0.04	0.07

Table 2. Multivariate analysis of variance (MANOVA) table of Wilks' lambda and group response to analysis of variance (ANOVA). (df, degrees of freedom; W. L, value of Wilks lambda; F, approximate F value; Sig, significant; crust: crustaceans; ceph: cephalopods; Ann: Annelids).

Effect	<i>Squalus megalops</i>				<i>Squalus blainvillei</i>									
	MANOVA			ANOVA	MANOVA			ANOVA						
	W.L	F	Sig.	Crust	Teleosts	Ceph	Ann	W.L	F	Sig.	Crust	Teleosts	Ceph	Ann
Season	0.94	3.04	0.00	0.99	0.43	0.00	0.44	0.88	1.61	0.09	0.24	0.13	0.86	0.07
Sex	0.88	18.93	1.00 10 ⁻¹⁴	0.00	0.00	2.01 10 ⁻⁰⁶	0.84	0.97	1.02	0.40	0.11	0.77	0.93	0.25
TL	0.48	65.42	4.18 10 ⁻⁸⁹	0.00	1.46 10 ⁻⁴⁹	4.08 10 ⁻²⁵	0.06	0.74	5.98	0.00	0.84	0.00	0.78	0.32
Season * Sex	0.92	4.07	0.00	0.02	0.65	2.38 10 ⁻⁰⁶	0.79	0.94	0.75	0.70	0.60	0.20	0.95	0.48
Season * TL	0.90	2.64	0.00	0.77	0.05	0.00	0.15	0.90	0.66	0.89	0.22	0.98	0.97	0.50
Sex * TL	0.9	6.13	8.93 10 ⁻⁰⁸	0.08	0.02	0.00	0.77	0.93	1.34	0.22	0.11	0.80	0.44	0.13
Season * Sex * TL	0.89	2.78	8.36 10 ⁻⁰⁶	0.07	0.52	4.03 10 ⁻⁰⁶	0.97	0.89	0.91	0.58	0.60	0.40	0.98	0.09

and sex (Table 2). The ANOVA analysis showed that the ingestion of teleosts varies with size. On the other hand, there is no significant trend in ingestion of crustaceans and molluscs by combining all the dependent factors (Table 2).

DISCUSSION

The relatively low index of vacuity recorded for the Squalidae captured in the Gulf of Gabes has also been reported in other diet studies of same species (*S. megalops*: in the Australian waters (VI = 34.7 % , Braccini *et al.*, 2005) and off South African coasts (VI=39.77%, Ebert *et al.*, 2002); *S. blainvillei*: in the Aegean Sea (VI =26.6%, Kabasakal, 2002); in Portugal (VI = 21.6% (Martinho *et al.*, 2011)). Moreover, the relatively small number of empty stomachs in both species suggests that those species are intermittent predators with an intense and continuous feeding activity. Therefore many shark species including *Squalus megalops* off Australia are considered intermittent predators having short periods of active feeding followed by longer periods of reduced predatory activity (Braccini *et al.*, 2005).

There was a wide range of food items in the stomachs of *S. megalops* and *S. megalops* off the Gulf of Gabes. But, their diet was dominated by teleosts representing more than 80% of the IRI% followed by cephalopods and crustaceans. Whereas annelids were of minor importance in stomachs contents and incidentally consumed. Our results are in agreement with data provided for specimens from other areas (Ebert *et al.*, 2002; Braccini *et al.*, 2005; Bass *et al.*, 1976; Kabasakal, 2002; Martinho *et al.*, 2011).

In the present study, the stomach contents indicate that those species are an active predators foraging mainly on demersal and benthic preys, while pelagic preys were also found occasionally. The occurrence of pelagic preys in the diet of benthic elasmobranch species may also be derived from scavenging on the discard of commercial fisheries (Kadri *et al.*, 2012). Sparidae was the most numerous and frequently occurring family.

A comparison of the diet between size classes indicated that *S. megalops* and *S. blainvillei* exhibited ontogenetic changes in diet, with crustaceans

decreasing and cephalopods and teleosts increasing in importance with shark size. Braccini *et al.* (2005) reported similar ontogenetic dietary shifts in *S. megalops* off the Australian waters where large and small exploited different resources. In fact, diet shift with size is a pattern widely observed in elasmobranchs (Lucifora *et al.*, 2009). These ontogenetic differences may be attributed to morphological limitations of small sharks, better foraging ability of large fish, or food preference with growth and swimming capacities of the species (Ebert *et al.*, 2002).

BIBLIOGRAPHY

- Bass A.J., D'Aubrey J.D. et Kistnasamy N. 1976. Sharks of the east coast of southern Africa. VI. The families Oxynotidae, Squalidae, Dalatiidae and Echinorhinidae Invest. Rep. Oceanogr. Res. Inst. Durban 45: 1-103.
- Braccini, J. M., Gillanders B. M. et Walker T.I., 2005. Sources of variation in the feeding ecology of the piked spurdog (*Squalus megalops*): implications for inferring predator-prey interactions from overall dietary composition. ICES J. Mar. Sci. 62:1076-1094.
- Cortès E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. Can J Fish Aquat Sci, 54: 726-738.
- Ebert D.A., Compagno L.J.V. et Cowley P.D. 1992. A preliminary investigation of the feeding ecology of Squaloid sharks off the west coast of the southern S. Afr. J. Mar. Sci., 12 601-609.
- Ebert D.A., Cowley P.D. et Compagno L.J.V. 2002. First records of the longnose spiny dogfish *Squalus blainvillei* (Squalidae) and the deep-water stingray *Plesiobatis daviesi* (Urolophidae) from South African waters. S. Afr. J. Mar. Sci, 24: 355-357.
- Kabasakal H. 2002. Stomach contents of the longnose spurdog *Squalus blainvillei* (Risso, 1826) from the North-Eastern Aegean Sea. Ann. Ser. Hist. Nat., 12(2): 161-166.
- Kadri H., S. Marouani, B. Saidi, M. N. Bradaï, M. Ghorbel, Bouaïn A. et Morize E. 2012. Life

- history of *Raja miraletus* (Linnaeus, 1758) (Chondrichthyes: Rajidae) of the Gulf of Gabès (Central Mediterranean Sea). *Mar. Biol. Res.* 8: 309-317.
- Lucifera L.O., Garcia V.B., Menni R.C., Escalante A.H., Hozbor N.M. (2009) Effects of body size, age and maturity stage on diet in a large shark: Ecological and applied implications. *Ecological and applied implications. Ecology Research* 24: 09-18.
- Marouani S. (2013) Systematique et eco-biologie de *Squalus blainvillei* (Risso, 1827) et *S. megalops* (Macleay, 1881) (Chondrichthyes, Squalidae) du golfe de Gabes (Mediterranee centrale). PhD Thesis, University of Sfax.
- Marouani S., Chaâba R., Kadri H., Saidi B., Bouain A., Maltagliati F., Last P., Séret B. et Bradai M.N. 2012. Taxonomic research on *Squalus megalops* (Macleay, 1881) and *S. blainvillei* (Risso, 1827) (Chondrichthyes: Squalidae) in Tunisian waters (Central Mediterranean Sea). *Sci. Mar.*, 76(1): 97-109.
- Martinho F., Sá C., Falcão J., Cabral H.N. et Pardal M. Â. 2011. Comparative feeding ecology of two elasmobranch species, *Squalus blainvillei* and *Scyliorhinus canicula*, off the coast of Portugal. *Fish. Bull.* 110: 71–84.
- Pinkas L.M., Oliphant S., Iverson I.L.K. (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in Californian waters. *Californian Fish Game.* 152: 1-105.

CARACTERISATION DE LA CHAIR DE *SOLEN MARGINATUS*, EXTRACTION DE POLYSACCHARIDES ANTIOXIDANTS ET ETUDE DE LEUR EFFET SUR LA CONSERVATION DE FILET DE DAURADE

Nabil SOUISSI^{1*}, Soumaya BOUGHRIBA^{1,2}, Ola ABDELHADI² et Moncef NASRI²

1 : Laboratoire de Biodiversité Marine, Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, Centre de Sfax. BP 1035. 3018 Sfax. Tunisie. nabil.souissi@gmail.com

2 : Laboratoire de Génie Enzymatique et de Microbiologie, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax. Tunisie

RESUME

La chair du couteau *Solen marginatus* a été caractérisée d'un point de vue biochimique (matière sèche, matière grasse, minéraux, protéines et sucres totaux). Par la suite, une extraction des polysaccharides à partir de la chair a été réalisée par une méthode enzymatique en utilisant l'Alcalase. Les polysaccharides bruts obtenus (EPB-Alc) ont été déprotéinisés par deux méthodes (Sevag, TCA) pour donner des extraits polysaccharidiques déprotéinisés (EPD-Alc). Les résultats obtenus ont montré que les extraits testés sont doués d'une activité antioxydante intéressante.

Suite à ces résultats encourageants, une étude de conservation des filets de daurade par les extraits polysaccharidiques obtenus lors de ce travail a été réalisée et a montré l'effets positifs de ses extraits sur le retardement de l'apparition des protéines carbonylées et de l'ABVT.

Mots clés : *S. marginatus* ; polysaccharides ; antioxydant ; antimicrobien

INTRODUCTION

Le monde marin, grâce à sa diversité et à sa complexité, peut offrir un nombre infini de molécules originales qui sont encore à découvrir. Un des enjeux pour la recherche aujourd'hui est l'exploration de la biodiversité marine en vue de son exploitation. L'étude de la biodiversité marine, et plus particulièrement des polysaccharides marins, représente ainsi un enjeu considérable pour la recherche et la biotechnologie.

Les polysaccharides marins offrent un champ d'investigation immense quasiment infini pour la découverte de structures osidiques originales. Ainsi, les polysaccharides marins et leurs dérivés sont une source de molécules innovantes présentant des propriétés biologiques originales et spécifiques, qui peuvent être exploitées à des fins thérapeutiques, alimentaires, cosmétiques...

Dans ce contexte, une espèce peu étudiée d'un point de vue biotechnologique et dont le stock en Tunisie avoisine les 110 tonnes par an (INSTM, 2016) nous est parue intéressante : il s'agit du couteau « *Solen marginatus* ».

L'objectif de ce travail est de caractériser la chair de *S. marginatus*, d'en extraire les polysaccharides moyennant une méthode enzymatique, de tester les activités biologiques des polysaccharides obtenus, pour finir avec une application alimentaire de ces extraits.

MATERIEL ET METHODES

Matériel biologique

Le couteau *Solen marginatus* a été collecté à partir de la région de Smara (50 km au sud de Sfax). L'enzyme

microbiennes utilisée (Alcalase[®]), est commercialisée par Novozymes, dont les conditions optimales d'action sont pH = 8 ; Température = 50 °C.

Extraction des polysaccharides

L'extraction des polysaccharides (PS) à partir de la chair de *S. marginatus* a été effectuée selon la méthode décrite par (Abdelhedi et al., 2016) avec quelques modifications et ceci comme présenté sur le diagramme de la figure 1.

Analyses physicochimiques

La détermination de la teneur en matière sèche et en cendre a été effectuée selon la méthode officielle de l'AOAC, 2000 ; numéro927.05 et l'AOAC, 2000 ; numéro 942.05, respectivement, alors que la quantification de matière grasse a été accomplie suivant l'AOAC, 2000 ; numéro 920.39B. La détermination de l'azote total a été effectuée selon la méthode standard de Kjeldahl décrite par l'AOAC. (1997). Le taux des sucres totaux a été déterminé par la méthode colorimétrique de DuBois et al. (1956). Les groupements sulfates ont été déterminés selon la méthode du chlorure de baryum-gélatine décrite par Lloyd et al. (1961). Le taux des acides uroniques a été déterminé selon la méthode de Bitter and Muir (1962) en utilisant l'acide glucuronique comme référence.

Activité antioxydante

Le pouvoir anti-radicalaire des échantillons est déterminé selon la méthode détaillée par Bersuder et al. (1998).

Effet de l'injection des extraits polysaccharidiques sur les filets de daurade lors de leur conservation

La stabilité des filets de daurade, lors de la conservation à 4 °C, a été évaluée en mesurant les

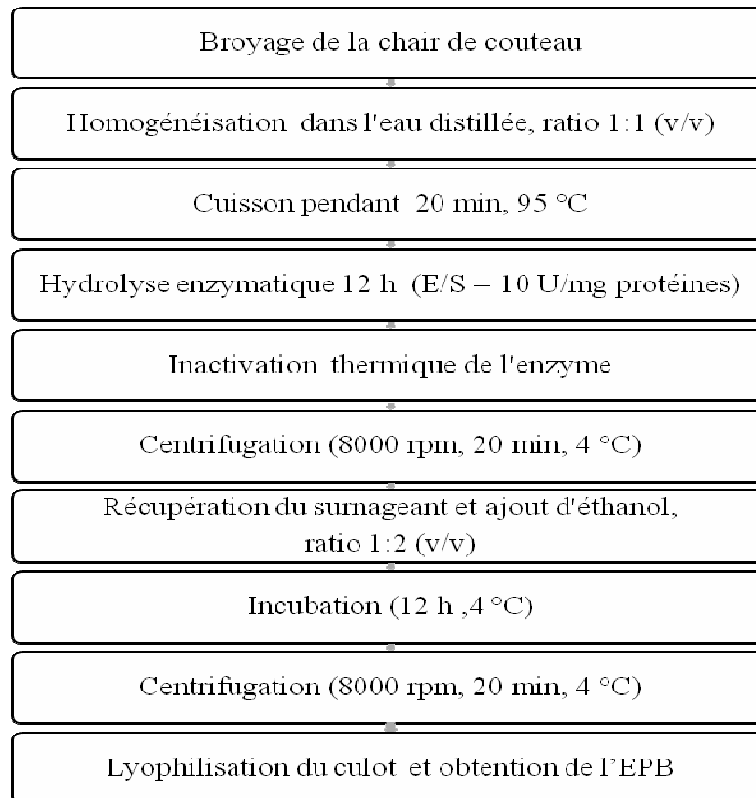


Figure 1 : Diagramme d'extraction des polysaccharides à partir de la chair de couteau

teneurs en bases azotées volatiles (ABVT) qui sont extraites de l'échantillon au moyen d'une solution d'acide perchlorique de 0,6 mol/l suivie d'une titration par l'acide sulfurique 0,01 N (JOUE, 2005).

RESULTATS ET DISCUSSION

Caractérisation de la matière première

La caractérisation de la chair du couteau (*S. marginatus*) (Tableau 1) montre sa richesse en protéines (18,39%) et en sucres, mais elle présente une faible teneur en matière grasse et en cendres.

Extraction des polysaccharides de la chair de *S. marginatus*

L'extraction des polysaccharides à partir de la chair de *S. marginatus* a été effectuée en utilisant

Tableau 1 : Composition physico-chimique de la chair et la coquille de *S. marginatus*

Paramètres (%)	MS	Cendres	Protéines	MG	Sucres totaux
Chair	25,4±0,4	3,43±0,27	18,39±0,15	0,89±0,07	3,53±0,58

MS : matière sèche; MG : matière grasse

l'ALcalase au cours de l'étape d'hydrolyse (Figure 1). Cette extraction conduit à l'obtention de deux types de sucres EPB-Alc et son extrait déprotéinisé EPD-Alc.

Evaluation des activités antioxydantes des polysaccharides

L'activité anti radicalaire de l'EPB-Alc et de l'EPD-Alc est illustrée dans la figure 2.

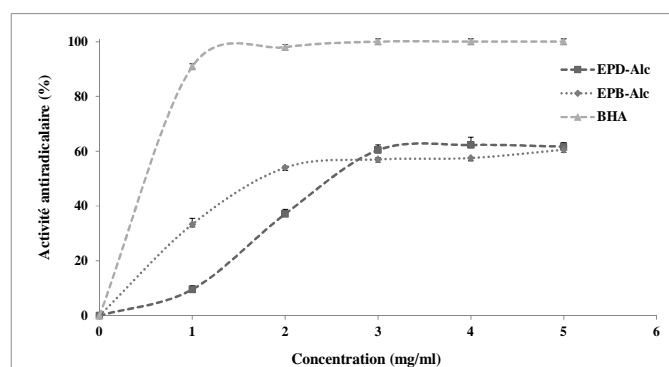


Figure 2 : Activité anti radicalaire de l'EPB-Alc et de l'EPD-Alc

Cette figure montre que les deux extraits présentent un pouvoir d'inhibition de l'oxydation du DPPH inférieur à celui du BHA. Néanmoins, l'activité antiradicalaire augmente en fonction de la concentration des deux

extraits polysaccharidiques pour atteindre un maximum de 62,3% pour l'EPD-Alc et de 60,56% pour l'EPB-Alc et ce pour les concentrations supérieures à 3 mg/ml. Ceci est en accord avec les résultats trouvés par Hsouna et al. (2011) qui ont montré l'existence d'une corrélation positive entre les

teneurs en substances bioactives et l'activité antiradicalaire.

Effet des extraits polysaccharidiques sur la stabilité des filets de daurade au cours de la conservation à froid

La présence d'enzymes lytiques, la forte teneur en eau et la neutralité de pH au niveau des produits marins frais font que ces derniers sont classés parmi les denrées alimentaires les plus périssables (Duan et al., 2011). La stabilité des filets de daurade, lors de la conservation à 4°C, a été évaluée en suivant les teneurs en ABVT (Figure 3).

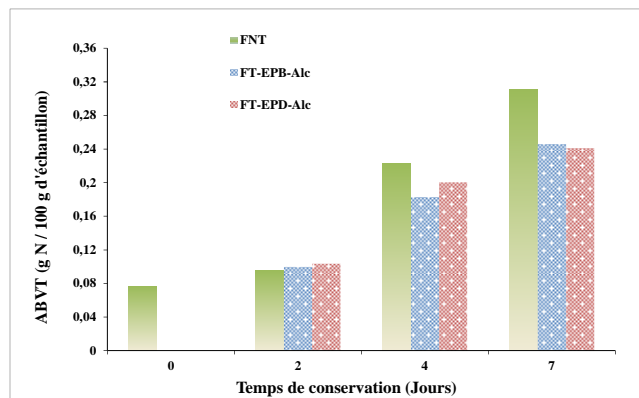


Figure 3 : Evolution de l'ABVT des filets au cours de 2, 4 et 7 jours du stockage à froid

Le taux en ABTV augmente d'une façon continue au cours du temps dans tous les échantillons, particulièrement au niveau du contrôle. Toutefois, cette augmentation était moins ressentie pour les filets auxquels les substances polysaccharidiques ont été injectées (valeurs inférieures à 0,25 g/100g). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus suite à la conservation des crevettes par un film de chitosane-gélatine (Farajzadeh et al., 2016). Comme l'ABVT est un indicateur d'altération des poissons, donc une réduction du taux de l'ABVT montre une protection contre la prolifération bactérienne responsable de la présence des composés ammoniacaux issus de la désamination des acides aminés. Ces résultats prouvent l'effet protecteur des extraits bruts et déprotéinés sur des filets de daurade ce qui permet d'allonger leur durée de conservation.

CONCLUSION

En premier lieu, la chair de *S. marginatus* a été caractérisée d'un point de vue biochimique (matière sèche, matière grasse, minéraux, protéines et sucres totaux). Par la suite, une extraction des polysaccharides à partir de la chair a été réalisée en utilisant l'Alcalase ce qui nous a permis d'obtenir deux sortes de polysaccharides : EPB-Alc et EPD-Alc. Les résultats obtenus ont montré que les extraits testés sont doués d'une activité antioxydante intéressante. Suite à ces résultats encourageants, une

étude de conservation des filets de daurade par les extraits polysaccharidiques obtenus lors de ce travail a été réalisée et a montré l'effets positifs de ses extraits sur le retardement de l'ABVT. La suite de ce travail portera essentiellement sur l'identification des polysaccharides présents au niveau des extraits par GC-MS, la prolongation de la durée de conservation des filets et la détermination de la qualité microbiologique au cours de la conservation.

BIBLIOGRAPHIE

- Abdelhedi, O., Nasri, R., Souissi, N., Nasri, M., Jridi, M. 2016. Sulfated polysaccharides from common smooth hound: Extraction and assessment of anti-ACE, antioxidant and antibacterial activities. *Carbohydrate polymers*, **152**, 605-614.
- AOAC. 1997. Official methods of analysis (16th ed). *Washington, DC: Association of official Analytical Chemists*. .
- Bersuder, P., Hole, M., Smith, G. 1998. Antioxidants from a heated histidine-glucose model system. I: Investigation of the antioxidant role of histidine and isolation of antioxidants by high-performance liquid chromatography. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **75**(2), 181-187.

- Bitter, T., Muir, H.M. 1962. A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical biochemistry*, **4**(4), 330-334.
- Duan, R., Zhang, J., Xing, F., Konno, K., Xu, B. 2011. Study on the properties of gelatins from skin of carp (*Cyprinus carpio*) caught in winter and summer season. *Food Hydrocolloids*, **25**(3), 368-373.
- DuBois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.t., Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, **28**(3), 350-356.
- Farajzadeh, F., Motamedzadegan, A., Shahidi, S.-A., Hamzeh, S. 2016. The effect of chitosan-gelatin coating on the quality of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under refrigerated condition. *Food Control*, **67**, 163-170.
- Hsouna, A.B., Trigui, M., Culioli, G., Blache, Y., Jaoua, S. 2011. Antioxidant constituents from *Lawsonia inermis* leaves: Isolation, structure elucidation and antioxidative capacity. *Food Chemistry*, **125**(1), 193-200.
- INSTM. 2016. Institut National des Sciences et Technologies de la Mer. Laboratoire des Ressources Marines Vivantes. *Evaluation du stock des bivalves en Tunisie*.
- JOUE. 2005. RÈGLEMENT (CE) No 2074/2005 DE LA COMMISSION du 5 décembre 2005. *Journal Officiel de l'Union Européenne*.
- Lloyd, A., Dodgson, K., Price, R., Rose, F. 1961. I. Polysaccharide sulphates. *Biochimica et Biophysica Acta*, **46**(1), 108-115.

FIRST RECORD OF THE TURTLE BARNACLE *STEPHANOLEPAS MURICATA* (FISCHER, 1886) FROM THE BAY OF MONASTIR (EASTERN COAST OF TUNISIA)

Oifa CHAIEB¹, Sami KARAA² et Mohamed Nejmedinne BRADAI³

Laboratoire de Biodiversité Marine - Institut National des Sciences et Technologies de la Mer

1 : offachaieb@yahoo.fr, 2:k-sami@hotmail.fr, 3:mednejmeddine.bradai@instm.rnr.tn

ABSTRACT

The sessile barnacles Balanomorpha included in the family Platylepadidae are obligatory symbionts of motile marine animals, with some species occurring solely on turtles, sea snakes, and fish. Stomatolepadine barnacles like *Stephanolepas* are characterized by nearly- to fully-encapsulating the shell in host tissue. This barnacle is currently known from turtles in the Pacific, Indian and North Atlantic Oceans and in the Mediterranean Sea. In that basin *S. muricata* has been reported only in the Spanish and Italian waters and in the South of Tunisia. In this note, we document the first record of *S. muricata* in the bay of Monastir (eastern coast of Tunisia) on a loggerhead sea turtle *Caretta caretta*.

Keywords: *Stephanolepas muricata*, loggerhead sea turtle, bay of Monastir, Tunisia

INTRODUCTION

Sea turtles are characterized by a variety of migratory strategies and foraging habitats and are therefore the marine taxa with the most diverse communities of epibiota, as they provide the substratum needed for their attachment (FRAZIER *et al.* 1992; FRICK *et al.* 1998; CORRÊA *et al.* 2014). Alternatively, epibiont assemblages are useful tools to trace marine turtle movements and ecology at several spatial and temporal scales, which is particularly valuable when dealing with endangered marine species (CAINE 1986; CASALE *et al.* 2004, 2012; REICH *et al.* 2010; FRICK et PFALLER, 2013). They can also serve as good indicators of the host's health as debilitated host may offer opportunity for greater than usual levels of epibiont colonization (SLOAN *et al.* 2014). Most sea turtle and epibiont associations represent commensal relationships (FRICK *et al.* 2010). Balanomorph barnacles, the most commonly documented epibionts of sea turtles (CASALE *et al.* 2012) are obligate commensals. Many of them adhere to their hosts superficially, however, a number of species, particularly those within the family Platylepadidae, partially or fully encapsulate themselves within the host's tissues (ZARDUS et BALAZS, 2007).

Stephanolepas muricata (Fisher 1886) was reported for the first time from the skin of a hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) captured in the South China Sea, Southeastern Vietnam (Fisher 1886). Subsequent studies have detected *S. muricata* on other sea turtle species which are green turtles (*Chelonia mydas*), loggerheads (*Caretta caretta*) and olive ridleys (*Lepidochelys olivacea*) (BADILLO 2007; FRICK *et al.* 2011). It was previously believed to be restricted to the Indo-Pacific regions. However, the species was

discovered relatively recently in the Atlantic Ocean and in the Mediterranean Sea (FRICK *et al.* 2011). In the latter basin, *S. muricata* has been reported in the Spanish and Italian waters (BADILLO 2007) and in the Gulf of Gabès (South of Tunisia) (KARAA *et al.* 2012).

In this study, we describe the first record of *S. muricata* found on the skin of a loggerhead sea turtle captured in the bay of Monastir (eastern coast of Tunisia).

MATERIAL AND METHODS

As part of a project aiming to evaluate the health status of the endangered loggerhead sea turtle along the Tunisian coasts and in the framework of the sea turtle rescue center activities, a systematic study was performed to assess the presence of infective agents of the loggerhead sea turtles in the Tunisian littoral. During the summer of 2016, sea turtles admitted to the sea turtle rescue center of Tunisia were sampled for epibionts. The curved carapace length notch to tip (CCLn-t) of the turtles were measured using a flexible tape meter. The epibionts were identified, removed by gently scraping with blunt edge tool and preserved in 70% ethyl alcohol. The turtles and the epibionts were photographed.

RESULTS

The barnacle *Stephanolepa smuricata* (Cirripedia: Coronuloidea: Platylepadidae) was found in an adult male loggerhead turtle (CCLn-t = 70 cm). It is the first record of this epibiont in the Bay of Monastir (fig. 1).

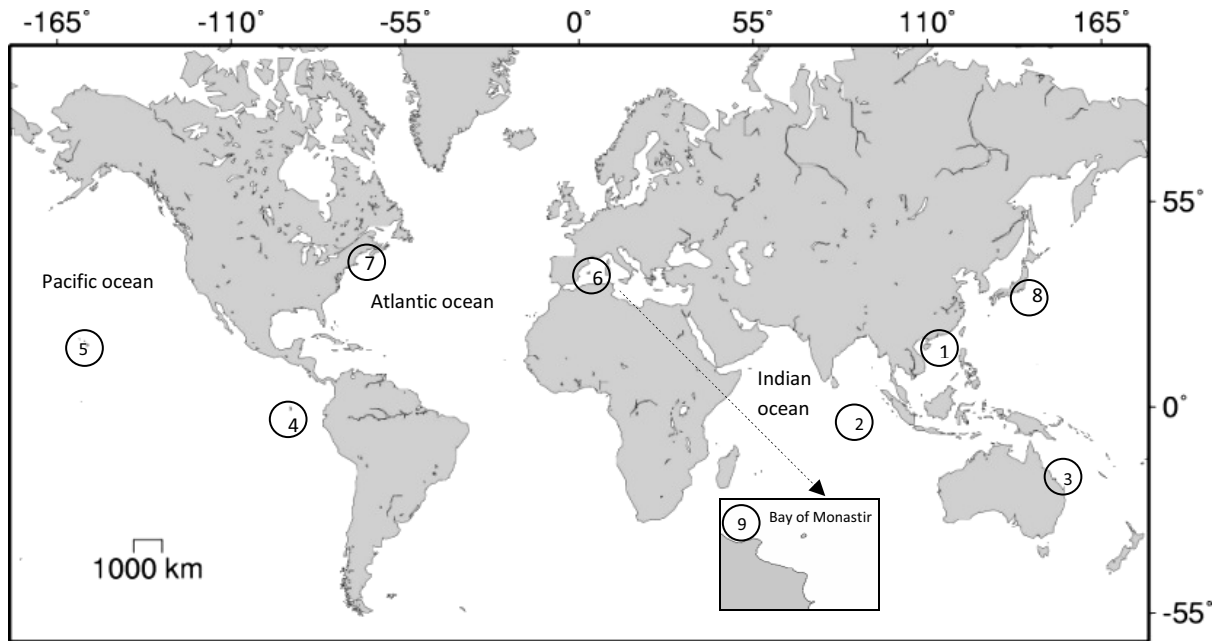


Figure 1: Geographic occurrence of the turtle barnacle *Stephanolepas muricata* in the world and the study area. Sites are listed in a chronological order according to the earliest date of the barnacle discovery
 1: South of Vietnam; 2: Sri Lanka; 3: Australia; 4: Galapagos + Costa Rica; 5: Hawaii; 6: Mediterranean Sea; 7: North Atlantic; 8: Japan; 9: the study area, bay of Monastir

The weakened turtle was admitted to the rescue center on June, the 7th, 2016. It was incidentally captured in a gillnet.

Numerous *S. muricata* barnacles, of different sizes, were attached to the leading edges of the fore flippers of the animal situated in the gaps between scales (fig. 2). The shell of *S. muricata* is fragile and has a series of sutural elaborations that radiate outwards so as to cross-anchor the animal deep within the dermis of the

host tissue (fig.3). Additionally, other epibionts were collected from the carapace of the turtle including the cirripedia *Chelonibia testudinaria*, the green algae *Enteromorpha sp* and the red algae *Polysiphonia sp*. After full recovery, the turtle was released after 2 months of hospitalization, on August the 18th, 2016.



Fig.2: *Stephanolepas muricata* in the fore flipper of the turtle

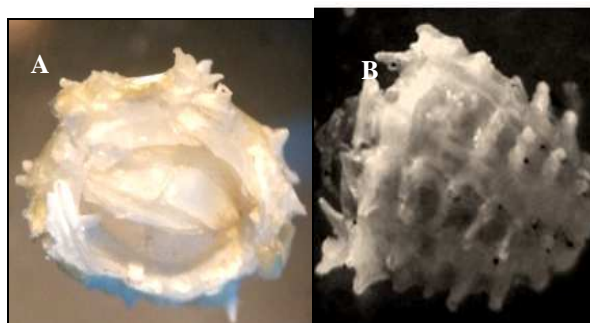


Fig.3: A: apical view; B: lateral view

DISCUSSION

In this study we recorded the first incidence of the sessile barnacle *S.muricata* in the bay of Monastir, Tunisia. This species was observed to penetrate nearly 1 cm into the turtle’s integument, colonizing in important numbers the anterior edge of its flippers.

The turtle reacts by encysting them in fibrous connective tissue where the barnacle is not only held in place by the host but can continue to grow, which explains the finding of different sizes of the specimen. In other regions of the world, *S.muricata* was commonly collected from the outer edge of the carpal region of the forelimbs of *C. caretta*. It is

hypothesized that this restricted and specialized distribution over the host body could be due to feeding needs, since this area is the "leading edge" of the limb during swimming and, therefore, one of the areas of the turtle most exposed to the current of water, which could represent an advantage for a filtering body (FRICK *et al.* 2011).

The turtle barnacle *S.muricata* was recently detected in the Western and Central Mediterranean but never in the Eastern region of that basin. Given the continuous variation of the marine environment conditions caused by a variety of factors including the climate change, acidification, pollution...etc, one would think about the dispersal behaviour of *S. muricata*, and hypothesize whether it is a newfound species in the Mediterranean resulting from a recent invasion phenomenon or there could be simply a lack of historical documentation.

Genetic analyses would be interesting in order to determine possible routes of invasion into the Mediterranean Sea and to better understand the transmission and potential gene flow in these barnacles between populations and pathways of infection between turtle species. Comparison of specimens found in Tunisia with their conspecifics from other seas would be determinant to identify the origin of the new found turtle epibiont in the bay of Monastir.

BIBLIOGRAPHIE

- Badillo J.F. (2007) Epizoitos y parasitos de la tortugaboba (*Caretta caretta*) en el Mediterraneo occidental. Dissertation.Valencia. Universitat de Valencia. 262 pp.
- Caine E.A. (1986) Carapace epibionts of nesting loggerhead sea turtles: Atlantic coast of USA. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 95, 15–26.
- Casale P., D'Addario M., Freggi D., Argano R. (2012) Barnacles (Cirripedia, Thoracica) and associated epibionts from sea turtles in the Central Mediterranean. *Crustaceana* 85, 533–549.
- Casale P., Freggi D., Basso R., Argano R. (2004) Epibiotic barnacles and crabs as indicators of *Caretta caretta* distribution and movements in the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84, 1005–1006
- Corrêa G.V.V., Ingels J., Valdes Y.V., Fonsêca-Genevois V.G., Farrapeira C.M.R., Santos G.A.P.(2014) Diversity and composition of macro-and meiofaunal carapace epibionts of the hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata* Linnaeus, 1822) in Atlantic waters. *Marine Biodiversity* 3, 391–401.
- Frazier J., Winston J.E., Ruckdeschel C.A. (1992) Epizoan communities on marine turtles. III. Bryzoa. *Bulletin of Marine Science* 51, 1–8.
- Frick M.G., Williams K.L., Robinson M. (1998) Epibionts associated with nesting loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in Georgia, USA. *Herpetological Review* 29, 211–214.
- Frick M.G., Zardus J.D., Lazo-Wasem E.A. (2010). A new *Stomatolepas* Barnacle species (Cirripedia: Balanomorpha: Coronuloidea) from Leatherback Sea Turtles. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History*, 51:123–136.
- Frick M.G., Pfaller J.B. (2013) Sea turtle epibiosis. In Wyneken J., Lohmann K.J. and Musick J.A. (eds) *The biology of sea turtles*, Volume III. Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 399–426.
- Karaa S., JRIBI I., BOUAIN A., BRADAI M.N. (2012) The Cirripedia associated with Loggerhead Sea Turtles, *Caretta caretta*, in the Gulf of Gabès, Tunisia. *Cahier de Biologie Marine* 53: 169-176
- Reich K.J., Bjorndal K.A., Frick M.G., Witherington B.E., Johnson C., Bolten A.B. (2010) Polymodal foraging in adult female loggerheads (*Caretta caretta*). *Marine Biology* 157, 113–121.
- Sloan K., Zardus J.D., Jones M.L. (2014) Substratum fidelity and early growth in *Chelonibia testudinaria*, a turtle barnacle especially common on debilitated loggerhead (*Caretta caretta*) sea turtles. *Bulletin of Marine Sciences* 90, 581–597.
- Zardus J.D., Balazs G.H. (2007) Two previously unreported barnacles commensal with the green sea turtle, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), in Hawaii and a comparison of their attachment modes. *Crustaceana* 80, 1303–1315.

ANALYSE, PAR QUESTIONNAIRE, DE L'INTERACTION ENTRE L'AQUACULTURE OFFSHORE ET LA BIODIVERSITE MARINE DANS LA BAIE DE MONASTIR.

Rafika CHALLOUF¹, Asma HAMZA², Ali YAHIA¹, Khémisa GHOZZI¹, Béchir SAIDI¹ et Mohamed-Nejmeddine BRADAI¹

¹Laboratoire Biodiversité Marine, Institut National des Sciences et Technologie de la Mer (INSTM)

²Laboratoire Milieu Marin, Institut National des Sciences et Technologie de la Mer (INSTM)

Rafika.Challouf@instm.rnrt.tn; asma.hamza@instm.rnrt.tn; aliyahiafr@yahoo.fr; khmyssa@yahoo.fr; saidi-b@lycos.com; mednejmeddine.bradai@instm.rnrt.tn

ABSTRACT

The aquaculture sector, in Monastir bay, has witnessed a turning point since 2008 with the setting up of seven offshore farms. The area has become, in fact, the first in offshore aquaculture production in Tunisia. All farms are rearing the sea bass, *Dicentrarchus labrax*, and sea bream, *Sparus aurata*. Studies of the potential side effects related to this activity are numerous and important throughout the world, though, they are scarce in Tunisia. The present, questionnaire-based, analysis aims to assess the impact of cage aquaculture offshore on coastal fishing activity, marine diversity, predator attraction and marine pollution. Seventy-eight fishermen were interviewed in December 2016 in three ports: Monastir, Sayada and Teboulba. About 77 % of them complained about the collapse of fish stocks and catches quality. As reported by 30 % of the surveyed fishers, fish and shellfish species that became more abundant, since the setting up of cages, were *Mugil cephalus*, *Octopus vulgaris* and *Sardinella aurita*. The attraction of sea turtles and dolphins was reported by more than 15 % of fishermen. Damage to fishing nets and depredation by dolphins was reported by 31 % of fishermen. The present preliminary work provides useful information for decision-makers towards the development of an environment-friendly offshore aquaculture strategy.

Keywords: Aquaculture; Coastal fishing, Biodiversity, Monastir bay.

RESUME

Dans la baie de Monastir, le secteur de l'aquaculture a connu un tournant à partir de 2008 avec l'installation de sept fermes offshore. La zone est devenue classée première en production aquacole offshore en Tunisie, où toutes les fermes cultivent le loup, *Dicentrarchus labrax*, et la dorade royale, *Sparus aurata*. Les études sur les effets secondaires potentiellement liés à cette activité sont abondantes de par le monde, mais très rares en Tunisie. Le présent travail consiste principalement en une enquête réalisée auprès des pêcheurs dans le but d'évaluer l'impact de l'aquaculture offshore en cage sur l'activité de la pêche côtière, la diversité marine, l'attraction des prédateurs ainsi que la pollution marine. Soixante-dix huit pêcheurs ont été interviewés en décembre 2016 dans trois ports : Monastir, Sayada et Teboulba. Environ 77 % d'entre-eux se plaignaient de l'effondrement des stocks de poissons et de la qualité des captures. Les espèces de poissons et de mollusques devenues plus abondantes et plus attirées par les cages, tel que signalé par 30 % des pêcheurs interrogés, étaient *Mugil cephalus*, *Octopus vulgaris* et *Sardinella aurita*. De même, l'attraction des tortues marines et des dauphins a été signalée par plus de 15 % des pêcheurs interrogés. Des dégâts touchant les filets de pêche et les captures par déprédation par les dauphins ont été signalés par 31 % des pêcheurs. Bien que préliminaire, le présent travail fournit plusieurs informations utiles aux décideurs dans la perspective de développer une stratégie d'aquaculture offshore respectueuse de l'environnement.

Mots Clés. Aquaculture offshore, Pêche côtière, Biodiversité, Baie de Monastir.

INTRODUCTION

Les secteurs de la pêche et de l'aquaculture jouent un rôle clé dans la socio-économie du pays, comme sources supplémentaires d'alimentation et offrent plusieurs opportunités d'emploi en plus des revenus internationaux d'exportation. La principale zone de production d'aquaculture marine se trouve dans les gouvernorats de Sousse, Monastir, Mahdia et Nabeul, tous à l'est du pays. Dans la baie de Monastir, le secteur de l'aquaculture a connu un tournant à partir de 2008, avec la mise en place de sept fermes

offshore couvrant une surface marine globale d'environ 70 000 ha, avec environ 400 ha de surface de concession (APAL, 2015). À partir de cette date, la baie de Monastir est devenue la plus importante zone de production aquacole offshore, où toutes les fermes cultivent le loup (*Dicentrarchus labrax*) et la dorade (*Sparus aurata*). Pour ces deux espèces, une croissance exponentielle de la production s'est produite, atteignant 6 579 tonnes en 2015, ce qui représentait 24,37 % de la production régionale la même année. À l'inverse, la proportion de débarquement de la pêche côtière n'a pas cessé de

diminuer : de 37,4 % en 1998 à 7,1 % en 2014 et 6,53 % en 2015 (DGPA, 2014, 2015). Cependant, les débarquements de la seiche, du calmar, du poulpe et de la crevette royale ont été presque stables au cours des 10 dernières années, contrairement à ceux des grands poissons pélagiques qui ont diminué de 951 977 tonnes en 2006 à 379 095 tonnes en 2015 (DGPA, 2015). Malgré un modeste développement technologique, la pêche artisanale n'a pas renoncé à son rôle fondamental dans le secteur de la pêche en Tunisie. Les perspectives d'accroissement de la production locale de poisson par la pêche sont limitées, car les zones de pêche sont presque entièrement exploitées et la surexploitation de certaines espèces est fréquente (RAMOS et BEN-MUSTAPHA, 2010).

Plusieurs études ont été réalisées pour évaluer les impacts de l'aquaculture sur l'environnement, en particulier la qualité de l'eau et les effets de perturbation sur la communauté benthique (BUSCHMANN *et al.* 2006 ; AGUADO-GIMENZ *et al.* 2007 ; FORCHINO *et al.* 2011 ; DIMITRIOU *et al.* 2015). Les impacts de ces activités sur l'environnement peuvent être attribués aux rejets solides (matières fécales et pertes alimentaires) de la pisciculture offshore, à l'introduction d'espèces exotiques, aux interactions génétiques, au transfert de maladies, à la libération de produits chimiques, à l'utilisation de ressources sauvages et à la perturbation de la faune sauvage. Les effets secondaires liés à l'aquaculture sont des questions d'importance et de priorité, mais très peu d'études en Tunisie ont abordé cette problématique (NOURI *et al.*

2016). En particulier, à ce jour et à notre connaissance, il n'existe pas d'études publiées sur l'interaction entre l'activité aquacole offshore et la biodiversité marine dans les zones où l'aquaculture a été développée. Ceci étant, nous nous sommes proposés d'étudier l'impact de l'aquaculture offshore en cage, en particulier en ce qui concerne les interactions avec la pêche côtière, la diversité marine, l'attraction des poissons et des prédateurs et la pollution marine, en se basant sur une étude par questionnaire.

MATERIEL ET METHODES

Présentation du site d'étude

La baie de Monastir, au centre du Sahel tunisien, d'une surface de 70 Km², est une baie virtuellement fermée à l'Est par les hauts fonds qui joignent la presqu'île de Thapsus aux îles Kuriat : la petite Kuriat (Conigliera), et, plus au nord, la grande Kuriat, sur une longueur de l'ordre de 20 km (Fig. 1). La frange côtière de la baie est située entre les latitudes 35° 37'N et 35° 47'N et les longitudes 10° 45'E et 11° 45'E et elle s'étend sur 64 Km de Oued Hamdoun à Bekalta (APAL, 2015). La région de Monastir compte un seul port hauturier à Monastir, deux ports côtiers (Sayada et Té Boulba), deux sites abri (Bekalta et Ksibet El Mediouni) et un site de débarquement (Khmiss). Les sites aquacoles dans cette zone renferment un seul site à terre à Ras dimes et sept fermes d'aquaculture en cage offshore, occupant la zone située au large de Monastir

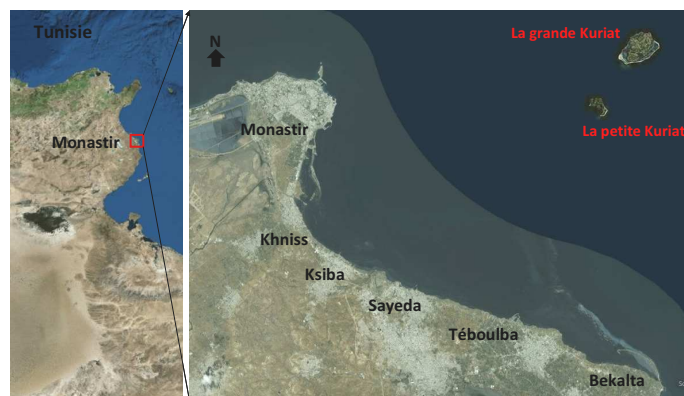


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude

Contenu du questionnaire

Des fiches d'enquête ont été préparées, ce qui a servi de soutien à la conduite de l'enquête. Les données collectées concernent principalement les deux aspects suivants : (1) Socio-économique, comme la rentabilité de l'activité de pêche, les débarquements quantitatifs et qualitatifs des poissons, ainsi que l'état actuel des ressources et (2) Environnemental, comme

l'estimation de l'impact de la pisciculture offshore sur leurs activités, en termes de pollution et d'interactions écologiques et d'attraction de grands prédateurs. Pour un maximum de parcimonie, le travail effectué sur le terrain a été aménagé de tel sorte d'interroger au moins 10 % des flottilles côtières fonctionnelles dans tous les ports (Monastir, Sayada et Té Boulba) avec des pêcheurs interrogés appartenant à des classes

d'âge hétérogènes. En outre, nous avons envisagé d'enquêter un pêcheur par flottille, comme mesure pour éviter les redondances.

RESULTATS

Au total sur les trois ports, 78 pêcheurs ont été interrogés. L'âge des pêcheurs varie entre 19 et 66 ans et les années d'expérience varient entre 4 et 43 ans. Sur 78 pêcheurs interrogés, 18 avaient moins de 30 ans, environ la moitié avait entre 30 et 49 ans, 18 avaient entre 50 et 59 ans, et cinq avaient 60 ans ou plus. L'analyse des sources de revenus des pêcheurs dans cette enquête souligne que 91% ne tirent leur revenu que de l'exploitation des pêches, alors que seulement 9% d'entre eux pratiquent une autre activité pour augmenter leurs revenus. En ce qui concerne les zones de pêche, 77% des pêcheurs interrogés fréquentent des zones de pêche qui ne dépassent pas 10 miles, généralement celles qui utilisent de petites embarcations avec des équipements limités. 50% des pêcheurs pratiquent la pêche à une distance qui varie entre 11 et 20 miles, et seulement 8% exercent leur activité entre 21 et 30 miles. Presque tous les pêcheurs interrogés ont déclaré qu'ils pêchaient près de la côte et dans les alentours des îles Kuriat et peu d'entre eux pêchaient au-delà de ces îles.

Les principaux problèmes qui font face à l'activité de pêche côtière, comme l'ont souligné les pêcheurs, étaient la pollution causée par les fermes (les sacs en plastique jetés dans la mer après l'alimentation et les huiles utilisées dans l'élevage), la limitation de l'espace pour la pêche et les dommages des filets de pêche causés par les dauphins. Des préoccupations

supplémentaires telles que la pêche illégale et les coûts de carburant / entretien ont également été citées.

En ce qui concerne les ressources dans cette région ; tous les pêcheurs interrogés ont déclaré que les stocks de poissons dans la région ont diminué de manière significative au cours des dernières années. Une petite fraction de la population de pêcheurs interrogés (23 %) a indiqué une période précise, comme suit : 11 % (moyenne de l'âge 40 ± 6) ont déclaré que le déclin a commencé depuis 6 à 9 ans, 8 % (moyenne d'âge $51,6 \pm 7$) ont répondu depuis 2-5 ans et 5 % (moyenne d'âge $47,5 \pm 7$) ont répondu depuis 10 à 20 ans. D'autre part, de nombreux pêcheurs (77 %, moyenne d'âge 38 ± 12) ne mentionnent aucune période précise de déclin.

Sur la base de notre enquête, l'agrégation des dauphins se produirait toute l'année selon 53 % des pêcheurs, seulement en été selon 3,12 %, seulement au printemps selon 2,34 %. Selon des observations personnelles réalisées entre Janvier et Décembre 2014 on a observé la présence des dauphins (Fig. 2) près des cages et de la côte en nombres variables durant toute l'année. Les espèces les plus abondantes et dominantes autour des piscicultures, déclarées par 30 % des pêcheurs interrogés, étaient *Mugil cephalus*, *Octopus vulgaris* et *Sardinella aurita* (Tableau 1). Les tortues marines semblent également avoir été attirées par l'aquaculture, bien que seulement 15 % des pêcheurs interrogés aient observé des tortues. Les méduses représentent l'une des populations marines attirées aussi par les piscicultures. L'apparition de méduses, près des piscicultures, semble survenir durant toutes les saisons (Tableau 1).



Figure 2 : Agrégation des dauphins au voisinage des cages d'aquaculture (Photographe : Rafika Challouf)

Tableau 1 : Observations des pêcheurs sur les espèces marines agrégées autour des cages d'élevage.

Observation	Pourcentage de pêcheurs	Période	Nombre observé
Dauphins	100%	<ul style="list-style-type: none"> • Toutes les saisons (53.04%) • Été (3.12%) • Printemps (2,34%) • Non mentionné (41.5%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombreux (32.76%) • Limité (3.9%) • Non mentionné (63.34%)

Tortues marines	15%	<ul style="list-style-type: none"> • Eté (2.34%) • Non mentionné (12.48%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Un a deux (15%)
Poissons et Mollusques (<i>Mugil cephalus</i> , <i>Octopus vulgaris</i> , <i>Sardinella aurita</i>)	30%	<ul style="list-style-type: none"> • Toutes les saisons (30%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombreux (30%)
Méduses	30.42 %	<ul style="list-style-type: none"> • Toutes les saisons (18.72 %) • Eté (1.56%) • Printemps (2.34%) • Automne (3.12%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombreux (20.28%)

DISCUSSION

En ce qui concerne les causes les plus probables de la dégradation du stock local, les pêcheurs ont attribué ce déclin en premier lieu à la surpêche ensuite à la pollution urbaine et enfin à l'installation de l'aquaculture offshore. Nous avons analysé des informations provenant des rapports de la Direction Générale des Pêches et de l'Aquaculture (DGPA) pour la période de 2003 à 2015, ce qui nous a permis de conclure que les captures côtières de la seiche, de calmars, de poulpes et de crevettes royales étaient presque stables au cours des 10 dernières années, contrairement à celles des grands poissons pélagiques, qui ont diminué. Nous pouvons expliquer que le déclin des gros poissons pélagiques par l'augmentation des grands prédateurs, attirés par les cages. La production de poissons d'élevage (dorade et loup de mer), pour la même période (2003-2015), a augmenté avec l'installation de piscicultures en mer depuis 2008.

Les installations d'aquaculture offshore sont également connues par leur impact sur le comportement des poissons sauvages au fur et à mesure qu'ils s'agrègent autour des cages pour tirer parti des rejets de nourriture et de matières fécales. En plus des effets sur le système écologique par l'agrégation des poissons sauvages près des cages, il y a aussi un impact suspect sur la biologie et la physiologie des poissons sauvages. En effet, BATTIN (2004) a signalé que l'interaction des espèces de poissons sauvages avec les fermes réduit leur taux de survie, car ces poissons deviennent consommateurs d'effluents agricoles, se nourrissant de granulés commerciaux et par conséquent modifient leur dépôt de graisses et leur composition en acides gras (FERNANDEZ-JOVER *et al.* 2007). Selon DEMPSTER *et al.* (2006), la mer Méditerranée est un bon exemple d'où ceci pourrait arriver, car un bon nombre d'espèces agrégées aux fermes sont actuellement pleinement exploitées ou surexploitées. La présence de *Mugil cephalus*, *Octopus vulgaris* et *Sardinella aurita* près des cages a été aussi signalé par d'autres études (DEMPSTER *et al.* 2005).

DEMPSTER *et al.* (2005) ont souligné que les cages offshore de l'aquaculture en Méditerranée attirent des assemblages de poissons sauvages allant jusqu'à 30 espèces différentes (principalement *Mugil cephalus*, *Trachurus mediterraneus*, *Sardinella aurita* et *Boops Boops*) et ont estimé que la biomasse d'agrégation varient entre 10 et 40 tonnes dans 5 fermes parmi les 9 fermes étudiées. L'abondance des Mugilidae et d'autres petites espèces pélagiques près des cages peut s'expliquer par la consommation directe de granulés alimentaires et le bénéfice de l'augmentation de la production primaire (phytoplancton et zooplancton) comme conséquence de la présence de nutriments (PITTA *et al.* 2009).

Les prédateurs d'ordre supérieur, comme les dauphins, les tortues et les requins, sont également présents dans les fermes pour se nourrir du poisson sauvage agrégé (BOYRA *et al.* 2004). Les méduses se nourrissant principalement du zooplancton et peuvent, ainsi, affecter le comportement des poissons dans la région ; directement ou indirectement (par la concurrence) (LYNAM *et al.* 2005). Des analyses récentes de la dynamique de la population de méduses dans les zones côtières méditerranéennes ont suggéré une augmentation de l'abondance et de la fréquence de la formation des Bloom (BOSCH-BELMAR *et al.* 2016). Ce paysage de la présence de différentes espèces marines près des cages peut être induit par des variations dans la répartition et l'abondance des espèces de proies causées par la mise en place de piscicultures dans la zone d'étude (CHALLOUF *et al.* 2017).

CONCLUSION

Les points soulevés dans cette étude serviront de base pour établir des engagements collaboratifs entre les pêcheurs, les scientifiques et les gestionnaires conventionnels, afin de relever les défis de la gestion de la pêche, des problèmes socio-économiques et du suivi de la pollution potentielle générée par les activités d'aquaculture en mer. Cette pollution constitue un danger non seulement sur la population de poissons sauvages, mais aussi sur les poissons

d'élevage. Des enquêtes, comme la nôtre, sont très importantes pour le dépistage de l'avenir de l'aquaculture afin que les piscicultures coexistent harmonieusement avec la pêche côtière.

BIBLIOGRAPHIE

- Aguado-Giménez F, Marín A, Montoya S, Marín-Guirao L, Piedecausa A, García García B 2007. Comparison between some procedures for monitoring offshore cage culture in western Mediterranean Sea: sampling methods and impact indicators in soft substrata. *Aquaculture* 271: 357–370
- APAL (Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral) 2015. Nouveaux chiffres sur le littoral tunisien. Disponible sur: http://www.apal.nat.tn/site_web/indicateurs/nouveaux-chiffres%20_littorale-2015.pdf [Visité le 8 février 2017].
- Battin J, 2004. When good animals love bad habitats: ecological traps and the conservation of animal populations. *Conservation Biology*, 18, 1482–1491.
- Bosch-Belmar M, Giomi F, Rinaldi A, Mandich A, Fuentes V, Mirto S, Sarà G, Piraino S 2016. Concurrent environmental stressors and jellyfish stings impair caged European Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) physiological performances. *Scientific Reports* 6: 27929. doi: 10.1038/srep27929.
- Boyra A, Sanchez-Jerez P., Tuya F, Espino F, Haroun R 2004. Attraction of wild coastal fishes to Atlantic subtropical cage fish farms, Gran Canaria, Canary Islands. *Environmental Biology of Fishes* 70: 393–401.
- Buschmann AH, Riquelme VA, Hernández-González MC, Varela D, Jiménez JE, Henríquez LA, Vergara PA, Guínez R, Filun L 2006. A review of the impacts of salmonid farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1338–1345.
- Challouf R, Hamza A, Mahfoudhi M, Ghazzi K, Bradai M N 2017. Environmental assessment of the impact of cage fish farming on water quality and phytoplankton status in Monastir Bay (eastern coast of Tunisia). *Aquacult Int* 25:2275–2292
- Dempster T, Fernandez-Jover D, Sanchez-Jerez P, Tuya F, Bayle-Sempere J, Boyra A, Haroun RJ 2005. Vertical variability of wild fish assemblages around sea-cage fish farms: implications for management. *Marine Ecology Progress Series* 304: 15–29.
- Dempster T, Sanchez-Jerez P, Tuya F, Fernandez-Jover D, Bayle-Sempere J, Boyra A, Haroun RJ 2006. Coastal aquaculture and conservation can work together. *Marine Ecology Progress Series* 314: 309–310.
- DGPA (Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture). 2014. Annuaire des Statistiques des pêches et aquaculture en Tunisie, Ministère de l'Agriculture. Valable sur: <http://www.ispab.agrinet.tn/docs/annuaire/stat2014.pdf>. [visité le 18 Janvier 2017].
- DGPA (Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture). 2015. Annuaire des Statistiques des pêches et aquaculture en Tunisie, Ministère de l'Agriculture. Disponible sur: <http://www.ispab.agrinet.tn/images/annuaire/stat2015.pdf>. [Visité le 18 January 2017].
- Dimitriou PD, Papageorgiou N, Arvanitidis C, Assimakopoulou G, Pagou K, Papadopoulou KN, Pavlidou A, Pitta P, Reizopoulou S, Simboura N, Karakassis I 2015. One Step forward: Benthic Pelagic Coupling and Indicators for Environmental Status. *PLoS One* 10: e0141071. doi: 10.1371/journal.pone.0141071
- Forchino A, Borja A, Brambilla F, Germán RJ, Muxika I, Terova G, Saroglia M 2011. Evaluating the influence of offshore cage aquaculture on the benthic ecosystem in Alghero Bay (Sardinia, Italy) using AMBI and M-AMBI. *Ecological Indicators* 11: 1112–1122.
- Lynam CP, Hay SJ, Brierley AS 2005. Jellyfish abundance and climatic variation: contrasting responses in oceanographically distinct regions of the North Sea, and possible implications for fisheries. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 85: 435–450.
- Nouri R, Mili S, Missaoui H 2016. Enrichissement en sels nutritifs de fermes aquacoles tunisiennes. In: Proceedings of the 41st CIESM congress, p 168. (In French).
- Pitta P, Tsapakis M, Apostolaki ET, Tsagaraki T, Holmer M, Karakassis I 2009. 'Ghost nutrients' from fish farms are transferred up the food web by phytoplankton grazers. *Marine Ecology Progress Series* 374: 1–6.
- Ramos AA, Ben Mustapha K. 2010. Rapport de la mission d'étude des habitats marins et des principales espèces des îles Kuriat (Tunisie). Disponible sur <https://www.researchgate.net/publication/288799065>. [Visité le 23 January 2017].
- the hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata* Linnaeus, 1822) in Atlantic waters. *Marine Biodiversity* 3, 391–401.
- Frazier J., Winston J.E., Ruckdeschel C.A. (1992) Epizoan communities on marine turtles. III. *Bryzoa*. *Bulletin of Marine Science* 51, 1–8.
- Frick M.G., Williams K.L., Robinson M. (1998) Epibionts associated with nesting loggerhead

- sea turtles (*Caretta caretta*) in Georgia, USA. *Herpetological Review* 29, 211–214.
- Frick M.G., Zardus J.D., Lazo-Wasem E.A. (2010). A new *Stomatolepas* Barnacle species (Cirripedia: Balanomorpha: Coronuloidea) from Leatherback Sea Turtles. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History*, 51:123-136.
- Frick M.G., Pfaller J.B. (2013) Sea turtle epibiosis. In Wyneken J., Lohmann K.J. and Musick J.A. (eds) The biology of sea turtles, Volume III. Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 399–426.
- Karaa S., JRIBI I., BOUAIN A., BRADAI M.N. (2012) The Cirripedia associated with Loggerhead Sea Turtles, *Caretta caretta*, in the Gulf of Gabès, Tunisia. *Cahier de Biologie Marine* 53: 169-176
- Reich K.J., Bjorndal K.A., Frick M.G., Witherington B.E., Johnson C., Bolten A.B. (2010) Polymodal foraging in adult female loggerheads (*Caretta caretta*). *Marine Biology* 157, 113–121.
- Sloan K., Zardus J.D., Jones M.L. (2014) Substratum fidelity and early growth in *Chelonibia testudinaria*, a turtle barnacle especially common on debilitated loggerhead (*Caretta caretta*) sea turtles. *Bulletin of Marine Sciences* 90, 581–597.
- Zardus J.D., Balazs G.H. (2007) Two previously unreported barnacles commensal with the green sea turtle, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), in Hawaii and a comparison of their attachment modes. *Crustaceana* 80, 1303–1315.

ETUDE DU REGIME ALIMENTAIRE DU CRABE ARAIGNEE *LIBINIA DUBIA* (EDWARDS, 1834) EN FONCTION DE LA TAILLE DANS LE GOLFE DE GABES

Rihab AMMAR, Oifa BEN ABDALLAH-BEN HADJ HAMIDA, Nader BEN HADJ HAMIDA et Othman JARBOUI

Institut National des Sciences et Technologie de la Mer, Centre de Sfax
Ammar-rihab@live.fr olfaben_a@yahoo.fr naderhadj@yahoo.fr othman.jarboui@instm.rmt.tn

RESUME

L'étude du régime alimentaire de *Libinia dubia* (Edwards, 1834) du golfe de Gabès a été principalement menée à partir de l'analyse des contenus stomacaux. L'analyse qualitative des contenus stomacaux montre que les crustacés et la phanérogame *Posidonia oceanica* constituent ses groupes de proies préférentielles, les poissons, les bivalves et les indéterminées sont des proies secondaires. Des variations du régime alimentaire en fonction de la taille des spécimens ont été enregistrées.

Mots clés : Régime alimentaire, *Libinia dubia*, golfe de Gabès

ABSTRACT

Diet of *Libinia dubia* (Edwards, 1834) according to the size in Gabes gulf : The diet of *Libinia dubia* in the gulf of Gabes has been investigated using stomach content analysis. The qualitative analysis showed that crustaceans and *Posidonia oceanica* are preferred prey, fish, and bivalvia are secondary prey. Variations in the species' nutritional behaviour in relation to seize have been recorded.

Key-words: diet, *Libinia dubia*, Gabes gulf

INTRODUCTION

Le crabe araignée, *L. dubia* (Edwards, 1834), est une espèce exotique d'origine atlantique et plus précisément des côtes américaines (ENZENROSS et al. 1997). En méditerranée, elle a été observée pour la première fois en Tunisie, dans le golfe de Gabès en 1994 (ENZENROSS et al. 1997). Elle se trouve dans une variété d'habitats côtiers et estuariens à environ 50 m de profondeur (ENZENROSS et ENZENROSS, 2000).

En Tunisie, cette espèce n'a fait l'objet, d'aucune étude trophique. Pour cela, l'objectif du présent travail est, de déterminer le régime alimentaire de *Libinia dubia*. Ce régime alimentaire varie –il en fonction de l'ontogénie ?

MATERIEL ET METHODES

L'étude du régime alimentaire du crabe araignées *Libinia dubia* du golfe de Gabès a été principalement réalisée par l'analyse des contenus stomacaux des spécimens provenant d'un échantillonnage mensuel effectué entre avril 2016 et décembre 2017. Au total, 537 spécimens ont été échantillonnés dont 262 femelles et 275 mâles.

Les paramètres prélevés sur chaque spécimen sont la longueur de la carapace qui est mesurée de l'extrémité inférieure de la carapace jusqu'à la dent la plus éloignée; les masses totale et éviscérée, au 0,1 gramme près ainsi que le sexe. Le masse de l'estomac est relevée au 0,01 g près. Le contenu stomacal est examiné sous la loupe binoculaire. Les proies sont déterminées dans la mesure du possible à l'aide des

clés d'identification de FISCHER et al. (1987a ; 1987b) mais le plus souvent, elles sont dans un stade de dégradation avancée et dans ce cas, seules les pièces solides nous ont permis de parvenir à la classe systématique de la proie.

Le nombre d'estomacs vides nous a permis de calculer le coefficient de vacuité (Cv) avec la formule suivante :

$$Cv = \frac{\text{Nombre d'estomacs vides}}{\text{Nombre total d'estomacs examinés}} \times 100$$

Les données numériques et la masse des proies nous ont permis de calculer les indices suivants :

- Pourcentage en nombre d'une proie (Cn) :

$$Cn = \frac{\text{Nombre d'individus d'une proies donnée } i}{\text{Nombre total des individus de toutes les proies dans l'estomac}} \times 100$$

- Pourcentage en masse d'une proie (Cp) :

$$Cp = \frac{\text{Poids de l'item } i}{\text{Poids total des proies}} \times 100$$

- Coefficient ou quotient alimentaire (Q) :

$$Q = Cn \times Cp$$

Pour la classification des proies nous avons utilisé la méthode de Hureau (1970) qui, suivant la valeur du coefficient alimentaire, distingue : les proies préférentielles: $Q > 200$; les proies secondaires: $20 < Q < 200$; les proies accessoires : $Q < 20$.

Afin d'étudier par sexe la variabilité du régime alimentaire en fonction de la taille, nous avons considéré comme juvéniles, tous les spécimens de taille $< 6,1$ cm pour le mâle et $6,3$ cm pour la femelle. Les sub-adultes tous les spécimens de taille $6,1 \leq Lc < 7,3$ cm pour le mâle et $6,3 \leq Lc < 7$ cm pour la femelle. Les adultes tous les spécimens de taille $\geq 7,3$ cm pour le mâle et ≥ 7 cm pour la femelle. Les variations des différents indices alimentaires en

fonction de la taille ont été testées par la statistique de signification Khi-deux

risque de 0,05 et femelles : $\chi^2_{\text{calculé}} = 4,20 < \chi^2_{\text{théorique}} = 7,81$ à un risque de 0,05)

RESULTATS

Coefficient de vacuité

Sur les 537 estomacs examinés, 66 sont vides ; ce qui correspond à un coefficient de vacuité moyen égale à 12,2%. Statistiquement, ce coefficient ne varie pas selon les tailles (sexe confondus : le test du $\chi^2_{\text{calculé}} = 2,06 < \chi^2_{\text{théorique}} = 7,81$ à un risque de 0,05, mâles : $\chi^2_{\text{calculé}} = 0,89 < \chi^2_{\text{théorique}} = 7,81$ à un

Composition alimentaire

Les résultats de l'analyse qualitative des contenus stomacaux de *Libinia dubia* permettent de classer toutes les proies récoltées dans différents groupes zoologiques, selon leur degré d'identification. Au total 9 grands groupes taxonomiques ont été identifiés : les crustacés (crevettes et crabes), la phanérogame *P. oceanica*, les poissons, les bivalves, les gastéropodes, les céphalopodes, les hydrozoaires, échinodermes et les indéterminés (tableau I).

Tableau I : Indice alimentaire relatifs aux différentes catégories de proies de *Libinia dubia*

Proies	Cn(%)	Cp (%)	Q(%)
Crevettes	24,42	34,26	836,91
Crabes	17,95	21,27	382,03
<i>P. oceanica</i>	25,05	10,08	252,57
Poissons	11,06	16,79	185,86
Bivalves	4,59	6,35	29,16
Gastéropodes	1,46	0,415	0,60
Céphalopodes	0,41	0,92	0,38
Hydrozoaires	4,17	3,44	14,36
Echinodermes	1,87	1,27	2,40
Indéterminées	8,97	3,52	31,60

Les crustacés sont été dominants en pourcentage pondéral. En seconde position, viennent les poissons. Le reste des aliments sont moins importants de point de vue pondéral (tableau I).

Les indices alimentaires calculés à partir du nombre et du poids de chaque proie ont permis de classer les proies consommées par *L. dubia*. L'utilisation de la

classification de Hureau (1970) nous révèle que *L. dubia* du golfe de Gabès se nourrit préférentiellement de crevettes, crabes, et de *P. oceanica* et secondairement des poissons, bivalves et indéterminées. Le reste des aliments sont des proies accessoires (tableau II).

Tableau II: Classification des proies ingérées, par la méthode d'Hureau (1970):

Méthode utilisée	Classement	Nature des proies
Hureau (1970)	Proies préférentielles Q>200	Crevettes, Crabes, <i>P. oceanica</i>
	Proies secondaires 20<Q<200	Poissons, Bivalves, Indéterminées
	Proies accessoires Q<20	Gastéropodes, Céphalopodes, Hydrozoaires, Échinodermes

Variation du régime alimentaire en fonction de la taille

Les 471 estomacs pleins examinés contenaient 478 proies représentant 299,421 g soit en moyenne de 1.01 proies par estomacs pour une masse moyenne de 0.626 par proies.

La comparaison du régime alimentaire des juvéniles avec celui des spécimens sub-adultes à adultes, tout sexe confondus, montre une différence significative ($\chi^2_{\text{cal}} = 31,3 > \chi^2_{\text{th}} = 28,8$; avec un risque de 0.05). Le régime alimentaire de *Libinia dubia* change également selon la taille chez les mâles ($\chi^2_{\text{cal}} = 36,9 > \chi^2_{\text{th}} = 28,8$; avec un risque de 0.05) et les femelles ($\chi^2_{\text{cal}} = 50,5 > \chi^2_{\text{th}} = 28,8$; avec un risque de 0.05).

La figure 1 illustre l'aspect qualitatif et quantitatif par sexe du régime alimentaire en fonction des tailles (juvéniles, sub-adultes et adultes). Chez les juvéniles, la phanérogame *P. oceanica* est la plus consommée avec un pourcentage en nombre de 53% et 32% respectivement chez les mâles et les femelles suivis par les divers (18%) chez les mâles et par les crabes (23%) et les crevettes (21%) chez les femelles. Chez les adultes, en plus des crevettes, les contenus stomacaux révèlent une abondance des divers et des crabes. Le pourcentage en nombre de ces groupes est respectivement estimé chez les spécimens adultes à 29% et 18 % chez les mâles et 23% et 22% chez les femelles.

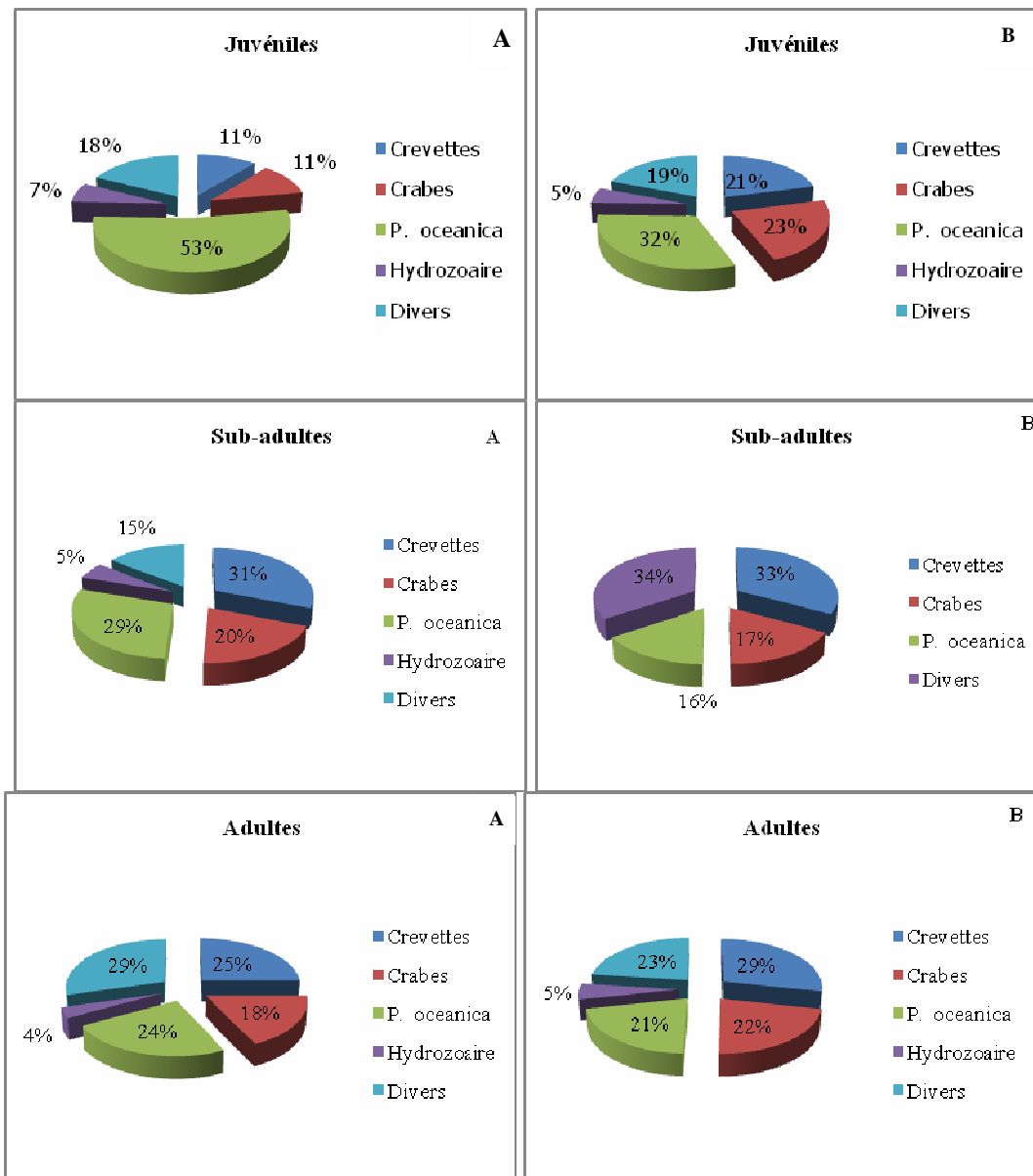


Fig. 1 : Pourcentage en nombre des groupes de proies ingérées par les juvéniles, les sub-adultes et les adultes de *Libinia dubia* du golfe de Gabès

A : Mâle ; B : Femelle.

DISCUSSION

La comparaison du régime alimentaire des juvéniles avec celui des spécimens subadultes et adultes, chez les mâles et les femelles, montre une différence significative. A mesure que la taille augmente, l'ingestion des crustacés augmente alors que l'ingestion des phanérogames diminue. Ceci s'explique par le fait que les adultes de *L. dubia* ont une sélectivité et une préférence pour les crustacés.

CONCLUSION

L'analyse quantitative du régime alimentaire de *L. dubia*, révèle un coefficient de vacuité égale à 12.2%. Des fluctuations significatives en fonction de la taille ont été prouvées. Ces fluctuations sont dues d'une part à des facteurs biotiques comme les besoins métaboliques, les migrations saisonnières et l'habilité de capture et d'autre part à des facteurs abiotiques comme la densité des proies, la nature de substrat, la température de l'eau, la profondeur du fond et la force de courant.

BIBLIOGRAPHIE

- ENZENROSS R., EL ABED A. & ENZENROSS L., 1997.- Nouvelles mentions de crustacés d'origine non méditerranéenne dans les eaux du golfe de Gabès (Tunisie).- *Bull Inst natn Scient Tech Oénoogr Pêche, Salammbô* 24: 1-9.
- ENZENROSS R. & ENZENROSS L., 2000.- Non-Mediterranean crustaceans in Tunisian waters (Decapoda, Macrura and Brachyura). *Crustaceana* 73: 187-195.
- FISCHER W., BAUCHOT M.L. & SCHNEIDER M., 1987a.- Méditerranée et Mer Noire. Invertébrés. Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Rome, I : 1-760.
- FISCHER W., BAUCHOT M.L. & SCHNEIDER M. 1987b.- Méditerranée et Mer Noire. Vertébrés. Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Rome, II : 761-1530.
- HUREAU J.C., 1970.- Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bull. Inst. Océan ogr. Monaco*.68 (1391) : 1-250.

THE FIRST RECORD OF THE BARNACLE *CHELONIBIA PATULA* (RANZANI, 1818), HOSTED BY THE SWIMMING CRAB *PORTUNUS SEGNIS* (FORSKÅL, 1775), IN THE GULF OF GABÈS

Sami KARAA*, Samira ENAJJAR, Aziza GLID and Mohamed Nejmeddine BRADAI

National Institute of Sciences and Technologies of the Sea (center of Sfax), P.O. Box 1035, Sfax 3018, Tunisia.

*Corresponding author: k-sami@hotmail.fr

ABSTRACT

During July 2017, eight specimens of the crab *Portunus segnis* (Forskål, 1775), infested by *Chelonibia patula* (Ranzani, 1818) were collected in the Gulf of Gabès (South-East of Tunisia). The barnacles were attached to the carapace and clamps of their hosts. This cosmopolitan barnacle species is reported for the first time, hosted by *P. segnis* in the Gulf of Gabès. The large sized crabs host more barnacles than small crabs. Males are more infested by barnacles than females.

RESUME

En juillet 2017, huit spécimens du crabe *Portunus segnis* (Forskål, 1775) infestés par le cirripède *Chelonibia patula* (Ranzani, 1818) ont été échantillonnés dans le golfe de Gabès (Sud-Est de la Tunisie). Les balanes étaient attachées à la carapace et aux pinces de leurs hôtes. Ce cirripède, à distribution cosmopolite, est signalé pour la première fois, fixé sur *P. segnis* dans le golfe de Gabès. Les crabes de grande taille hébergent plus de balanes que de petits crabes. Les mâles sont plus infestés par les balanes que les femelles.

Keywords: *Chelonibia patula*, *Portunus segnis*, barnacle, Gulf of Gabès, Mediterranean Sea.

INTRODUCTION

The blue swimming crab, *Portunus segnis* (Forskål, 1775) is one of the early lessepsian invaders which was recorded in Egypt (Mediterranean Sea) as early as in 1898, few years after the opening of the Suez Channel (Fox, 2005). The presence of the lessepsian blue swimming crab in Tunisian waters is reported until now exclusively in the Gulf of Gabès (Figure 1) since its declaration in Tunisian waters in 2014 (RABAOUI *et al.*, 2015). In the Gulf of Gabès, *P. segnis* continues to proliferate very rapidly; it is reported in the governorate of Gabes, Medenine and Sfax. Barnacles are sessile, filter-feeding crustaceans

that attach to a variety of marine substrata, including live animals and inanimate objects (PASTERNAK et ACHITUV, 2007). *Chelonibia patula* (Ranzani 1820) is a cosmopolitan species that was reported host-epizoon for the species. It is reported for the first time, hosted by *P. segnis* in the Gulf of Gabes (Fig. 1).

MATERIAL AND METHODS

During July 2017, eight specimens of the swimming crab *P. segnis* infested by *Chelonibia patula* were collected in the Gulf of Gabès (South-East of Tunisia, Fig. 1).

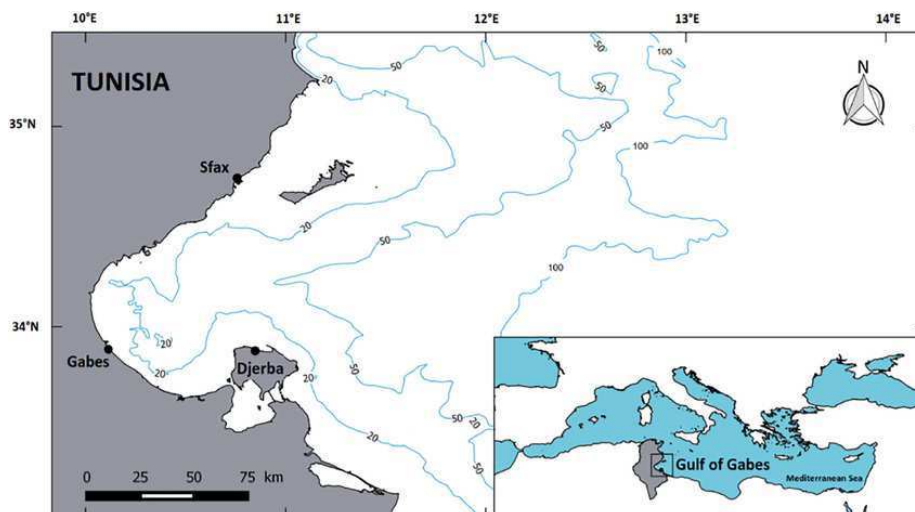


Fig. 1. Map of the Gulf of Gabès (Tunisia, Central Mediterranean Sea).

RESULTS

A total of eight specimens of *P. segnis* infested by *C. patula* were sampled. The barnacles were attached to the carapace and clamps (Fig. 2, Table 1). Other

epibionts were also recorded: the annelid *Hydroides sp* fixed on the carapace of the specimens 5 and 7; the green algae *Enteromorpha sp.* fixed on the carapace of the specimen 5 and the cirripedia *Balanus trigonus* on the carapace of the specimens 3, 5 and 6.

Table I. Distribution of the *Chelonibia patula* on their host *Portunus segnis* off the Gulf of Gabès

<i>Portunus segnis</i>					<i>Chelonibia patula</i>		
Specimens	Sex	Carapace length (cm)	Carapace width (cm)	Weight (gr)	Number	Diameter (mm)	Localisation on the host
1	M	6.81	13.25	205.76	3	Between 3.2 and 6.4	2 on the carapace and 1 on the clamps
2	M	6.91	13.61	228.48	2	2.8 and 5.9 mm	Carapace
3	F	5.91	12.36	147.87	7	Between 5.5 and 12.1	Carapace
4	M	4.84	10.25	85.04	1	4.32	Carapace
5	M	6.6	14	180	29	Between 1.7 and 9.2	Carapace
6	F	6.1	12.5	162.4	10	Between 2 and 7.1	Carapace
7	M	5.1	10.17	95.23	2	1.5 and 1.7	Carapace
8	M	6.6	11.11	196.47	79	Between 1.6 and 13.7	60 on the carapace and 19 on the clamps



Fig. 2. Specimens of *Chelonibia patula* and their host *Portunus segnis* off the Gulf of Gabès

DISCUSSION

This study examined the cirripedia *C. patula* ectosymbionts on blue swimming crabs *P. segnis* reported for the first time in the Gulf of Gabès. Generally *C. patula* fouling the carapace crabs (ROSS et JACKSON 1972, KEY et al., 1997, PASTERNAK et al., 2002, BAKIR et al., 2010). Several study reported this species on carapace, chelipeds and also walking legs of crabs, such as *P. segnis* from Turkish and Iran coasts (OZCAN, 2012, BASTAMI et al., 2012), *Charybdis hellerii* from Pakistan (MAHJABEEN et MUSTAQIUM, 1994), and *Callinectes amnicola* and *Portunus validus* off Lagos Coast, Nigeria (LAWAL-ARE et DARAMOLA, 2010). The main epibiont of the crab

Arenaeus cribrarius was *C. patula* (5.6% of mature crab) from Fortaleza and Ubatuba Bays in Brazil (COSTA et al., 2010). According to PASTERNAK et al. (2002), 91% of the *C. patula* orientation on both small and large crabs. Males showed a higher infestation rate by *C. patula* when compared to mature non-ovigerous crab females (COSTA et al., 2010). In this study *C. patula* was recorded mainly on the carapace and clamps of *P. segnis*.

The carapace could be more fouled because it was better available to the settling barnacle larvae. Moreover, the dorsal surface of the crabs is exposed to more light and it has a more attractive biofilm (CRISP et BARNES, 1954).

The potential benefit of the host crabs in this relationship is the protective role via camouflage

(WILSON *et al.*, 1987). Furthermore, there is a variety of potential benefits for *C. patula* living on motile benthic host substrates: the movement of the host may improve the dispersal and gene flow of the epizoans and expand the biogeographic distribution of the epizoans by increasing the range of larval dispersal (CRISP, 1983).

Portunus segnis are affected negatively by infestation of *C. patula* by means of their market values (OZCAN, 2012). In order to understand the distribution range and the effects of *C. patula*, especially on the economically important species, further studies should be conducted in the area.

BIBLIOGRAPHY

- Bakır, K., Özcan, T. & Katağan, T. 2010. On the occurrence of *Chelonibia patula* (Cirripedia) on the coasts of Turkey. *Marine Biodiversity Records*, 3: E80, 1-2.
- Bastami, A.A., Najafian M. & Mehdi, H. 2012. The Distribution of the Barnacle Epizoites, *Chelonibia patula* (Ranzani, 1818) on Blue Swimmer Crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758). *World Applied Sciences Journal*, 20 (2): 236-240.
- Costa, T.M., Christofolletti, R.A. & Pinheiro, M.A.A. 2010. Epibionts on *Arenaeus cribrarius* (Brachyura: Portunidae) from Brazil. *Zoologia*, 27 (3): 387-394.
- Crisp D.J., 1983. *Chelonibia patula* (Ranzani), a pointer to the evolution of the complemental male. *Marine Biology Letters*, 4(1): 281-294.
- Crisp D.J. & Barnes H. 1954. The orientation and distribution of barnacles at settlement with particular reference to surface contour. *Journal of Animal Ecology*, 23(4): 142-162.
- Fox H.M. 1924. The migration of a Red Sea crab through the Suez Canal. *Nature*, 113: 714-715.
- Key, M.M., Volpe, J.W., Jeffries, W.B. & Voris, H.K. 1997. Barnacle fouling of the blue crab *Callinectes sapidus* at Beaufort, North Carolina. *Journal of Crustacean Biology*, 17: 424-439.
- Lawal-Are, A.O. & Daramola, T.O. 2010. Biofouling of the Barnacle, *Chelonibia patula* (Ranzani) on two Portunid Crabs, *Callinectes amnicola* (De Rocheburne) and *Portunus validus* (Herklots) off Lagos Coast, Nigeria. *European Journal of Scientific Research*, 44 (3): 520-526.
- Mahjabeen, J. & Mustaquim, J. 1994. New record of an acorn barnacle, *Chelonibia patula* (Cirripedia, Thoracica) from Pakistan. *Crustaceana*, 66: 124-126.
- Ozcan T. 2012. The swimming crab *Portunus segnis* (Forskål, 1775): host for the barnacle *Chelonibia patula* (Ranzani, 1818) from the Turkish coast. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, Vol. 18, No. 3: 271-278 (2012).
- Pasternak Z., Abelson A. & Achituv Y. 2002. Orientation of *Chelonibia patula* (Crustacea: Cirripedia) on the carapace of its crab host is determined by the feeding mechanism of the adult barnacles. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82: 583-588.
- Pasternak Z. & Achituv Y. 2007. Feeding Behavior of Shallow-Water Barnacles from the Mediterranean and Red Seas. *Journal of Crustacean Biology*, 27(4): 543-547.
- Rabaoui L., Arculeo M., Mansour L. & Tlig-Zouari S. 2015. Occurrence of the lessepsian species *Portunus segnis* (Crustacea: Decapoda) in the Gulf of Gabes (Tunisia): first record and new information on its biology and ecology. *Cahiers de Biologie Marine*, 56 : 169-175.
- Ross, A. & Jackson, C.G.Jr. 1972. Barnacle fouling of the ornate diamondback terrapin *Malaclemys terrapin macrospilota*. *Crustaceana*, 22: 203-205.
- Wilson K.A., Heck K.L. & Able K.W. 1987. Juvenile blue crab, *Callinectes sapidus*, survival: an evaluation of eelgrass, *Zostera marina*, as refuge. *Fisheries Bulletin of the United States*, 85: 53-58.

GENESIS OF ISLETS IN BIZERTE LAGOON: SETTLEMENT OF PIONEER SPECIES

Moez SHAIK (1)*, Ibrahem BEN AMER (1,2), Ridha EL MOKNI (3), Sabri JAZIRI (1,4), Mehdi AISSI (1,5) and Sami BEN HAJ (1,6)

(1) Association Méditerranée Action Nature (NGO, MAN), 7000 Bizerte, Tunisia

Telephone: +216 96735986 – E-mail: shaiekmoez@yahoo.fr

(2) Telephone: +216 22724279 – E-mail: benamer.ly@gmail.com

(3) Département de Botanique et de Biologie Végétale, Faculté de Pharmacie de Monastir, 5000 Monastir, Tunisia

Telephone: +216 98663205 – E-mail: ridhaelmokni@yahoo.fr

(4) Telephone: +216 506337 – E-mail: sabrijaziri@gmail.com

(5) Telephone: +216 98947026 – E-mail: mehdi.aissi@gmail.com

(6) Telephone: +216 23419607 – E-mail: samibenhaj@yahoo.com

ABSTRACT

This work aims to provide preliminary results on the formation of a new ecosystem incorporating a sebkha and sand islets (lido) along the shores of Bizerte Lagoon (North-eastern Tunisia). This neo-ecosystem is the result of hydrodynamic and geomorphological modification of the lagoon coastline in its north-eastern part near Menzel Jemil city. This last modification on the lagoon coast confirms the increasing anthropogenic activities, especially with the enlargement of the industrial zone in the area. This latter factor, coupled with the modification of the main river that feeds the lagoon (Oued Jedera river), have a direct consequence on the modification of the coastal drift (in terms of direction, amplitude and periodicity) in the north-eastern part of the lagoon, which resulted in the formation of littoral cords parallel to the lagoon shore. This new formation of a "lagoonar islet" has resulted into a whole coastal ecosystem, always dynamic and still in formation. This has allowed the settlement of new submarine biodiversity, and a noticeable terrestrial biodiversity of both flora and fauna. Among this, ornithological diversity was prominent. Thus, this work proposes to follow the genesis of this biodiversity new area, parallel to the process of the ecosystem dynamics in progress. Indeed, the consecutive two years of monitoring on fauna and flora, particularly the pioneer species dwelling on it, pointed out the regular presence of 17 bird species, among which *Sternula albifrons*. This bird species is using the islet as a nesting site. Studies are already underway to confirm the nesting of some others among these avifauna species. The preliminary list of plant species dwelling on the islet extends to 18 species. Among these species, five Chenopodiaceae, five Asteraceae, two Brassicaceae, two Fabaceae, two Poaceae, one Caryophyllaceae (*Rhodalsine geniculata*) and one Juncaceae (*Juncus maritimus*). The thanatocenosis seen on the sandy coast shows a large presence of *Tellina planata*, *Ruditapes decussatus*, *Pinna nobilis* and the invasive species *Pinctada radiata*, which biomass became increasingly important in the Bizerte Lagoon.

Keywords: Bizerte Lagoon, biodiversity, birds, lagoonar islet, fauna, flora

INTRODUCTION

Studies on transitional coastal ecosystems are important to understand eco-biological functioning and eco-tropical positioning of species (GRIFFITHS *et al.* 2017). Responses from such studies can provide valuable tools to help the conservation of biodiversity and management of these ecosystems (MEA, 2005; FAO, 2017). In fact, studies relevant to transitional ecosystems allow us to anticipate the anthropogenic impacts coming from the mainland to the lagoon and marine coastal ecosystems (MEA, 2005). This work aims to give preliminary results on the new formation of lagoonar ecosystem incorporating a sebkha and sand islets (lido) inside and along the shores of Bizerte Lagoon. It will help to better understand the chronology and process of the settling of pioneer species (fauna and flora). It will also suggest the links between these species and different human activities in order to better conserve biodiversity. Additionally, we can study some ecological processes such as

natural selection, links and dynamic between preys and predators. In fact, in many ecosystems, natural selection can occur quickly enough to influence the population dynamics and thus future selection (GRIFFITHS *et al.* 2017). Such type of studies give us also the possibility to evaluate the classical population dynamics models as the eco-evolutionary processes (GILPIN et FELDMAN, 2017).

MATERIALS AND METHODS

The ecological evaluation was performed for the vegetation cover, birds and littoral biodiversity including insects, mainly over two years: 2016 and 2017; except for the vegetation cover which was monitored since 2010, in the early stages of the genesis of the islets. The bird identification was made during winter and summer seasons, focusing on the nesting species: *Charadrius alexandrinus*, *Glareola*

pratincola and mostly *Sternula albifrons* (MULLAMEY *et al.* 2000).

The field work to locate the nesting colonies of birds was based on nests positioning (using a GPS coordinates), eggs counting and morpho-anatomical measurements (length, width and weight) of eggs and chicks. Maps of the vegetation cover were also produced according to the chronological evolution of the islet during the period from 2010 to 2016. This last year is referred to as the present eco-physical situation of the study site (see maps, Fig. 1). Pitfalls were also used to collect and sample insect fauna. These samples were then sent to the lab for

taxonomy.

The birds' nests distribution was geo-referenced and a map of nests distribution was produced for the entire surface of the islet (see map, Fig. 2). Finally, nests, vegetal cover, sebkhas and sandy parts were mapped to correlate the presence of colonies with the different ecosystems of the islet (plants, sand, sebkhas, etc.). The botanical survey resulted to a preliminary inventory of plant species. The identification was made by a botanical expert from the MAN association.

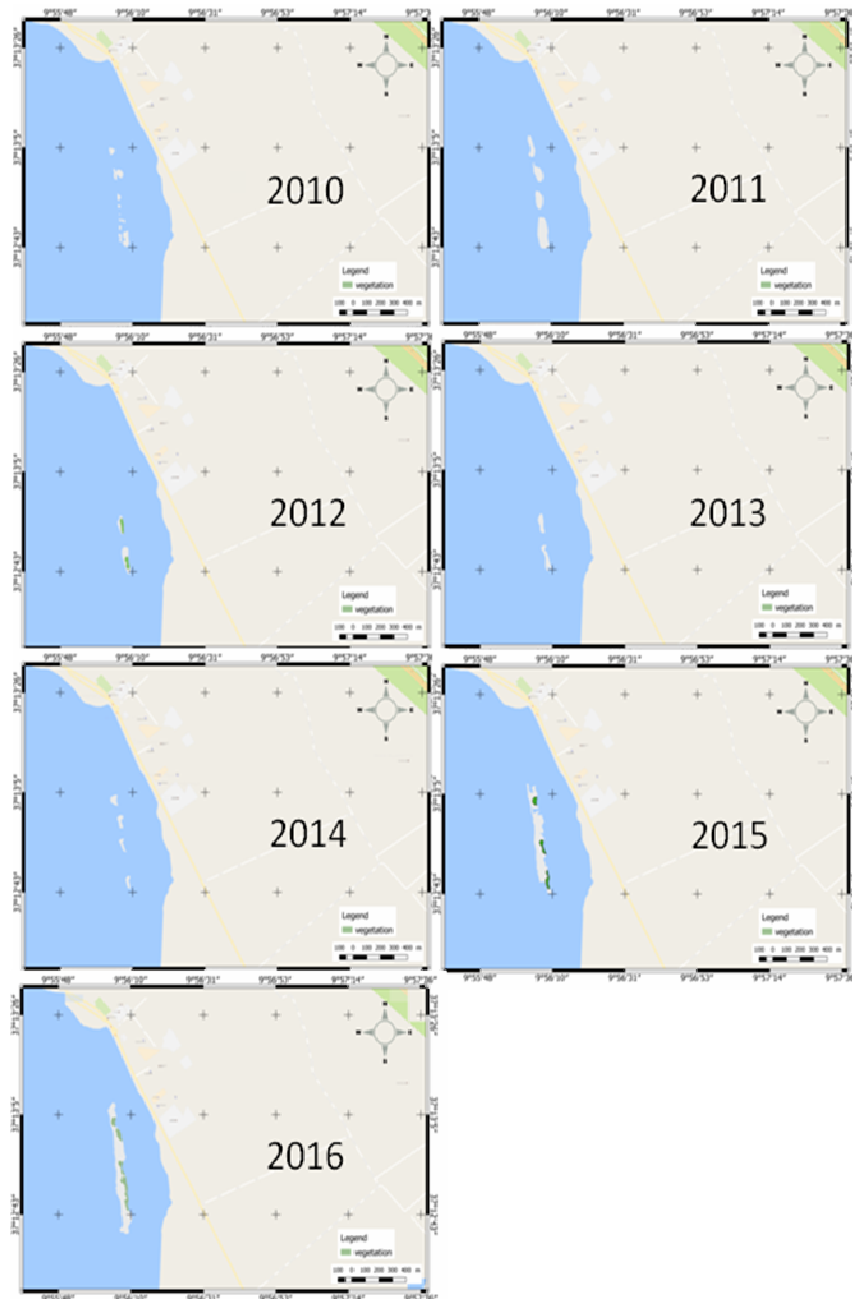


Fig. 1: Evolution of the geomorphology and vegetation cover on the islet(s) of Bizerte Lagoon from 2010 to 2016

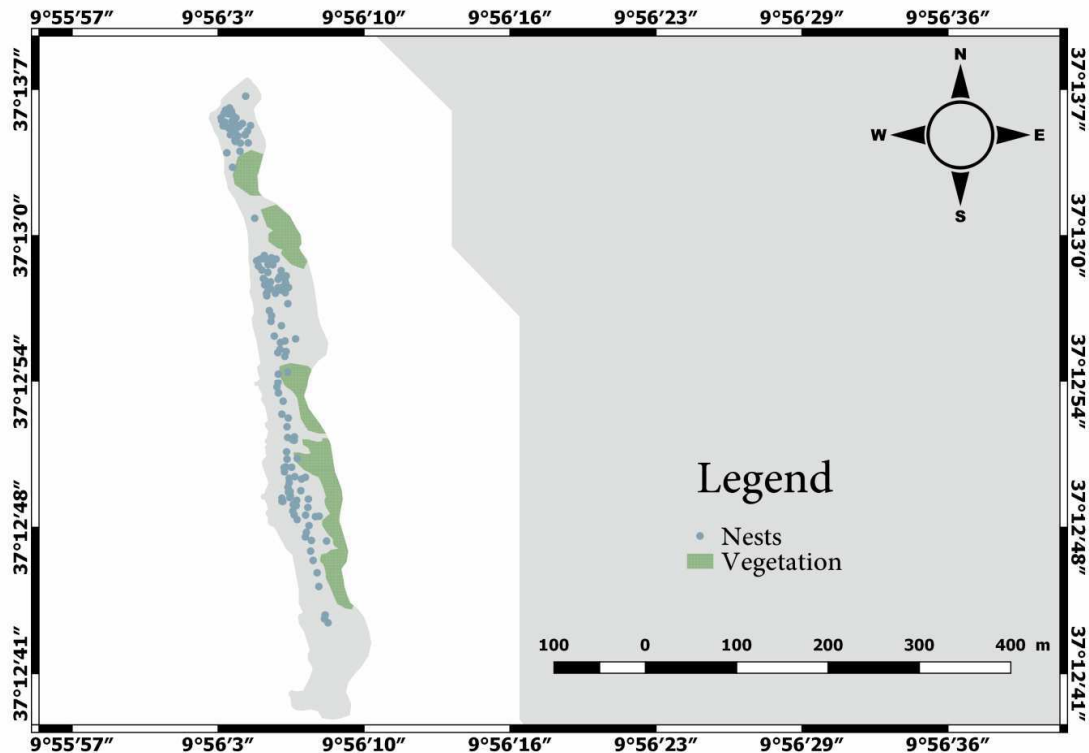


Fig. 2: Birds' nests on the islet of Bizerte Lagoon in June 2017; the nests were for three species: *Charadrius alexandrinus*, *Glareola pratincola* and *Sternula albifrons*. Most nests were for the latter species.

RESULTS AND DISCUSSION

The last two years (2016 and 2017) of monitoring of both fauna and flora confirmed a remarkable biodiversity in the site. The rapid transformation of the ecosystem will require a regular and continuous temporal and spatial monitoring. Among the species observed on the site, we noted 17 bird species: *Ardea cinerea*, *Bubulcus ibis*, *Burhinus oedipnemus*, *Charadrius alexandrinus*, *Chroicocephalus genei*, *Chroicocephalus ridibundus*, *Circus aeruginosus*, *Egretta garzetta*, *Glareola pratincola*, *Hydroprogne caspia*, *Limosa lapponica*, *Phalacrocorax aristotelis*, *Phoenicopiterus roseus*, *Pluvialis fulva*, *Podiceps cristatus*, *Sternula albifrons* and *Tringa ochropus*; among them three are nesting: *Charadrius alexandrinus*, *Glareola pratincola* and *Sternula albifrons* (MULLAMEY *et al.* 2000).

The preliminary inventory of plant species includes 18 species: *Atriplex portulacoides*, *Cakile maritima*, *Carduus* sp., *Cotula coronopifolia*, *Glebionis coronaria*, *Juncus maritimus*, *Lagurus ovatus*, *Matthiola* sp., *Medicago littoralis*, *Melilotus* sp., *Polypogon maritimus*, *Rhodalsine geniculata*, *Salicornia ramosissima*, *Salsola kali*, *Salsola* sp., *Sarcocornia fruticosa*, *Sonchus oleraceus* and *Symphytotrichum squamatum* (POTTIER-ALAPETITE, 1979; POTTIER-ALAPETITE, 1981; BURNIE, 2005). The specific richness of faunal and floral species was noticeable. Among these species,

some were patrimonial (mainly plants) and others were listed in the IUCN Red List: the Little Tern (*Sternula albifrons*) and the Kentish Plover (*Charadrius alexandrinus*) are also listed in Annex II "List of Endangered or Threatened Species" to the Protocol concerning Specially Protected Areas and Biological Diversity in the Mediterranean (UNEP/MAP, 1995) of the Barcelona Convention. On the other hand, some marine species were exotic and present invasive tendency; Among these: the Chlorophyta *Caulerpa racemosa* and *Caulerpa prolifera*; and the Bivalvia *Pinctada radiata* (WoRMS, 2015; GISD, 2016). These species were considerably abundant in the aquatic environment around the islets.

We propose that an ecological monitoring programme of the site is established to observe the ecosystem evolution. Other kinds of studies such as functional ecology, structure and functioning of trophic webs or genetics could be developed as well. Among the biodiversity aspect, birds were significant; settlement of patrimonial and protected species such as *Sternula albifrons* gives us a further argument to monitor the site closely. Thus, this species will be monitored through an ecological follow-up within the framework of the MAN NGO activities. Seasonal variations in individuals counting, evolution of the nesting colony, and bird tagging (ringing) will be among the main activities for the following

reproduction seasons (starting from the month of April/May).

CONCLUSION

The new islets and sebkha of Bizerte Lagoon as a neogenesis ecosystem was the result of transformation on the coastal drift of sediment. The new ecosystem was characterized as higher dynamic and evolutionary. Study of these ecosystems allow for understanding the settlement of pioneer fauna and flora species. Thus, provide better understanding of the species role in the ecosystem. Holistically, these species can be considered as tools to monitor the ecosystems and eventually better conserve biodiversity.

Acknowledgements

We thank the Specially Protected Areas Regional Activity Centre (SPA/RAC) for supporting Méditerranée Action-Nature association (MAN, NGO) during all the steps of this work.

BIBLIOGRAPHY

- BURNIE, D. 2005. "Fleurs de Méditerranée : 500 espèces". Edition Larousse, Série L'Œil Nature, 320 p.
- FAO, 2017. "Les écosystèmes aquatiques continentaux". FAO, Fisheries and Aquaculture Department, Topics Fact sheets, (<http://www.fao.org/fishery/ecosystems/inland/fr>), 2p.
- GILPIN, W., and FELDMAN, M.W. 2017. "A phase transition induces chaos in a predator-prey ecosystem with a dynamic fitness landscape". *PLoSComputBiol*, 13 (7), e1005644.
- GRIFFITHS, J.R., M. KADIN, F.J.A. NASCIMENTO, T. TAMELANDER, A. TORNROOS, S. BONAGLIA, E. BONSDORFF, V. BRUCHERT, *et al.* 2017. The importance of benthic-pelagic coupling for marine ecosystem functioning in a changing world. *Global Change Biology* 23: 2179-2196.
- MEA, 2005. "Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being: Synthesis". Island Press, Washington, DC. World Resources Institute, 518 p.
- MULLARNEY K., SVENSSON L., ZETTERSTROM D., And GRANT P.J., 2000. "Le guide ornitho". Série des Guides du naturaliste. Delachaux et Niestlé, édition 2000, 399p.
- POTTIER-ALAPETITE G., 1979. "Flore de la Tunisie (1^{ère} Partie) : Angiospermes-Dicotylédones (Gamopétales)", 1-651.
- POTTIER-ALAPETITE G., 1981. "Flore de la Tunisie (2^{ème} Partie) : Angiospermes-Dicotylédones (Gamopétales)", 655-1190.
- UNEP/MAP, 1995. Protocol concerning Specially Protected Areas and Biological Diversity in the Mediterranean. United Nations Environment Programme. Mediterranean Action Plan. Ed. RAC/SPA, Tunis, 46 p.
- GISD, (2016), "Global Invasive Species Database", (<http://www.iucngisd.org/gisd/species>)
- WoRMS, (2015), "WoRMS, www.marinespecies.org"

الجمهورية التونسية

ردم د - 0330-0080

نشرية المعهد الوطني لعلوم وتكنولوجيا البحار بصلامبو

عدد خاص 2018