

ESTIMATION DE LA POPULATION DES HOLOTHURIES DES REGIONS JARZOUNA METLINE, EL HAWAR (RAS JBEL) ET LA LAGUNE DE BIZERTE

Karim BEN MUSTAPHA* et A. HATTOUR*

*Institut national des Sciences et Technologie de la Mer

ملخص

تقدير كثافة وتنوع خيار البحر لجهة جرزونة ماتلين ورأس الجبل وشمال بحيرة بنزرت: تم إجراء مسح سريع لمعرفة كثافة وتوزيع أحجام خيار البحر في المنطقة البحرية بين ميناء جرزونة ورأس الجبل وشمال بحيرة بنزرت (الواجهة الشمالية للبلاد) من جوان إلى سبتمبر 2014. والهدف من هذه الدراسات هو تقدير كثافة خيار البحر، وأن نستنتج الكتلة الجمالية الخاصة لكل نوع منها. تعرفنا على خمسة أنواع خيار بحر و هي: هولوتوريا توبولوزا؛ هو. بوليبي؛ هو. سنكتوري؛ هو. فورسكالي و هو. مامطا. أوضحت النتائج أن معدل الكثافة الإجمالية لخيار البحر لمناطق جرزونة ماتلين ورأس الجبل وشمال بحيرة بنزرت قدرت على التوالي 3869، 7121 و 5192 و 293823 من الأفراد/1000 م² والمخزونات العالمية من الأنواع الخمسة كانت على التوالي حوالي 74,500. 1.513؛ الأفراد 4.122 و 464.228 فرد. تظهر المتغيرات البيومترية والكثافة المقدرة لخيار البحر ارتباطها بعمق المياه ونوعية القاع البحري. بالنظر إلى الأحجام القصوى والتي تبدو صغيرة بالمقارنة مع ما تم تسجيله في مواقع بحرية أخرى مستغلة بالبحر الأبيض المتوسط مع ضعف الكثافة المقدرة، يبدو أن خيار البحر قد واجه ضغوط صيد عالية. بالاستناد إلى نتائج الدراسات الاستكشافية التي أنجزت بشمال بحيرة بنزرت قد يخضع خيار البحر لاستغلال رشيد يتحتم متابعة تأثيراته على جملة المخزون.

الكلمات الرئيسية: الكثافة، القياسات الحيوية، شوكلات الجلد، بنزرت، المياه التونسية

RESUME

Cinq espèces d'Holothuries (*Holothuria tubulosa*; *H. polii*; *H. sanctori*; *H. forskali* et *H. mammata*) ont été inventoriées pendant les investigations des mois de juin-septembre 2014 effectuées au nord de la Tunisie dans quatre régions marines situées entre le port de Jarzouna et Ras Jebel, ainsi qu'au nord de la lagune de Bizerte. L'objectif de ces prospections est d'estimer la densité de leurs populations et d'en déduire leurs biomasses respectives. Les densités globales des holothuries des 4 régions d'étude ont été estimée respectivement à 3869; 7121; 5192 et 293823 individus/1000m² alors que les stocks globaux des 5 espèces ont été respectivement évalués autour de 74.500; 1.513; 4.122 et 464.228 individus. Les variables biométriques de la population étudiée semblent être corrélées avec la profondeur et la qualité du fond marin. Compte tenu de la taille maximale moyenne, nettement plus réduite dans les populations étudiées en comparaison à celle enregistrée dans d'autres localités exploitées en Méditerranée ; et à la faible densité estimée dans les 3 premières régions, il apparait que les Holothuries font face à une forte pression de pêche. Par contre et en ce qui concerne les holothuries de la lagune de Bizerte, et au vu des résultats des prospections, deux de ces espèces pourraient faire l'objet d'une exploitation rationnelle.

Mots clés : Densité, biométrie, échinodermes, Bizerte, eaux tunisiennes.

ABSTRACT

Estimation and biodiversity of sea cucumbers population Jarzouna south Méline: Five species of Holothurian (*Holothuria tubulosa*; *H. polii*; *H. sanctori*; *H. forskali* and *H. mammata*) were studied during the months of June-September 2014. Investigations were carried out in four marine areas in Tunisian Northern coasts, three of them between Jarzouna port and Ras Jebel; the fourth one in the North of Bizerte Lagoon. The objective of these surveys was to estimate the density of their populations and to deduce their respective biomasses. Overall densities of sea cucumbers of the areas Jarzouna-Metline; El Hawar and Bizerte lagoon were estimated respectively to 3869; 7121; 5192 and 293823 individuals/1000 m² and global stocks of the 5 species have been respectively around 74 500; 1 513; 4 122 and 464 228 individuals. Biometric variables of the study population seem to be correlated with the depth and the quality of the seabed. Considering the much smaller maximum size, in marine studied areas compared to those of other exploited localities in the Mediterranean Sea and the low density values observed, it seems that Holothurians have faced a heavy fishery pressure. Whereas, at least two species from Bizerte lagoon, in the light of the results of the surveys, may be subjects to a rational exploitation.

Keywords: Density, biometrics, Echinoderms, Bizerte, Tunisian waters.

INTRODUCTION

Les holothuries (Classe : Holothuridae, S/C : Aspidochirotocea, Ordre : Aspidochirotida, Famille: Holothuridae) sont des invertébrés sédentaires préférant les habitats à phanérogames marines et ceux des milieux confinés et abrités tels que les baies et les lagons (Harmelin *et al*, 1980, Fischer *et al*, 1987). Les holothuries des eaux tempérées ont une reproduction annuelle généralement estivale, *H. tubulosa* de juin à septembre (Despalatović *et al*, 2004; Kazanidis *et al*, 2014; Valls, 2004); *H. forskali* d'avril à septembre (Bulteel *et al*, 1992; Tuwo et Conand, 1992; Despalatović *et al*, 2003) et *H. sanctori* de juin à août (Navarro *et al.*, 2012). La maturité sexuelle est atteinte au bout de 2 à 6 années en général (Anonyme, 2002) à une taille de 201 à 210 mm chez *Holothuria sanctori* (Navarro, *et al*, 2012) et la longévité du genre *Holothuria* peut atteindre 10 années (Fish, 1967). La plupart sont des reproducteurs dioïques à fécondation externe. C'est pour cette raison qu'ils sont vulnérables à une surexploitation. Historiquement, les pêcheries d'holothuries ont toujours été d'expansion et de récession, avec une gestion souvent difficile. Les productions sont estimées à près de 30 000 tonnes en 2003 (FAO, 2005). Selon la FAO, 52 % des pêcheries d'holothuries sont considérées surexploitées conduisant à l'extinction de certaines espèces notamment dans la région Indopacifique. Une fois leur peuplement est appauvri le retour à une population ayant une densité stable et équilibrée peut demander des décades.

Plusieurs espèces d'holothuries possèdent la capacité de se reproduire par scission (Conand, 1996). La croissance des jeunes individus est très rapide, et devient très lente chez les individus âgés (Mezali et Semroud, 1998). Ces animaux jouent un rôle écologique important dans les écosystèmes marins. Ils contribuent au recyclage du sédiment (Massin, 1982) et contribuent également à la constitution de stocks de nutriments disponibles pour les herbiers en recyclant ces éléments nutritifs qui ont été déposés dans les sédiments. Ils organisent le retour des éléments nutritifs à la couche d'eau (Coulon et Jangoux, 1993) et mettent en valeur la production des bactéries associées au sédiment (Amon et Herndel, 1991). Ils participent à l'oxygénation des sédiments pour d'autres organismes benthiques enfouis (Coulon et Jangoux, 1993; Mezali, 2008). Par ailleurs, ces holothuries présentent globalement un marché alimentaire et médicinale important dans les pays asiatiques (Kazanidis *et al*, 2010; Purcell *et al*, 2010; Sicuro *et al*, 2012). Des études nutritionnelles ont rapporté des niveaux élevés de vitamines A, B1, B2, et B3, ainsi que des sels minéraux tels que le calcium, le magnésium et le zinc (Chen, 2003). Les concombres de mer contiennent l'oméga-3 et d'autres

acides gras essentiels, intervenant dans la régulation des maladies cardiaques, certains cancers, l'asthme, la dépression, l'arthrite rhumatoïde, etc. également les acides aminés essentiels servant à réguler la fonction immunitaire (CCMAR, 2009). En outre, les holothuries sont utilisées comme appâts de pêche (Francour, 1997).

MATERIEL ET METHODES

Présentation de la région étudiée.

L'étude a été réalisée au nord du pays dans 4 régions de la zone de Bizerte : 3 régions sont contiguës (façade nord du littoral Zarzouna à Ras Jebel), alors que la 4ème est située sur le littoral nord de la lagune de Bizerte.

Les prospections pour le comptage et l'échantillonnage ont été entreprises en suivant des radiales (parfois nous utilisons le terme stations) dans le but d'inventorier les holothuries rencontrées. Les radiales (ou stations) sont en général perpendiculaires à la côte. Toutefois quelques unes, ont été parallèles à la côte pour différentes raisons.

Les différentes espèces rencontrées sont identifiées au laboratoire en utilisant les fiches d'identification de Calvin calvo et Valdes (1995). Ces fiches ont servi pour différencier les espèces rencontrées sur terrain.

Les quatre régions où les travaux ont eu lieu sont (Fig.1):

Région 1: S'étend du port de Jarzouna à Cap Zebib, soit un linéaire côtier estimé à 9,2 Mn (en ligne droite). Cette région a été prospectée à partir de l'isobathe -15 m jusqu'à la profondeur de -1 ou -2 m. (voir Figure 1a).

Région 2: Se situe au sud du Cap Zebib, jusqu'à Chatt Memi de Metline plage. Elle a été prospectée dans sa zone la moins profonde de -2 m à -0,5 m en général. (Figure 1a)

Région 3: El Hawar: Cette région maritime qui se situe en face de Ras Jebel, s'étend à l'Ouest depuis le littoral situé en face du corps de garde Guebarri et à l'est jusqu'à l'oued Gargara, soit un linéaire côtier estimé à 2,5 Mn. Elle a été prospectée dans sa zone la moins profonde de -3 m à -1 m en général. (Figure 1.b)

Région 4: Littoral Nord de la Lagune de Bizerte: La région prospectée s'étend à l'est du terre-plein de Menzel Abderrahmane (est du Ras Gueblaoui) jusqu'à la zone de Menzel Jamil, soit un linéaire estimé à 3,5 Mn. Elle a été prospectée depuis -4m jusqu'à -1m. (Figure 1c)

L'ensemble de ces régions ont été prospectées suivant des séries de 4 radiales toutes perpendiculaires à la côte espacées de 0,25 Mn. Entre chaque série de radiales la distance est comprise entre 0,6 et 0,75 Mn. Pour chaque radiale perpendiculaire à la côte et en fonction des régions d'études, ces prospections d'évaluation du peuplement d'holothuries ont été

effectuées par la méthode de transects (modifiée). Un plongeur autonome est mis à l'eau aux profondeurs -15m, -10m, -5m, -2m et -1 m. A partir de son point d'immersion signalé par une bouée reliée à un corps mort, le plongeur effectue un parcours de 40m dans un sens en déroulant un cordage de 40m de long, puis revient au point de départ et effectue un autre parcours de 40m dans le sens opposé. La largeur du parcours (largeur des observations) est estimée à 2m de chaque côté.

Dans les régions 2, 3 et 4 notamment, où les habitats ciblés par nos travaux étaient situés dans des zones où la profondeur n'excédait pas -4m, les longueurs des radiales étaient calculées à partir des relevés GPS du point de mise à l'eau du plongeur jusqu'au point final de sa prospection, en suivant toujours des radiales perpendiculaires à la côte, et dont la longueur était de 300 m en général.

En outre, dans les faibles profondeurs de la région 1,

deux radiales parallèles à la côte (radiales littorales) ont été effectuées afin de corroborer les résultats des dénombrements trop faibles et pour lesquelles le plongeur a observé et compté les individus tout le long de ces radiales, dont le début et la fin étaient préalablement fixés et les positions relevées par GPS ; de la même manière dans la région 4, nous avons aussi réalisé deux radiales parallèles à la côte.

Une fois immergé, le plongeur cherche les holothuries, identifie l'espèce, compte les individus et relève les tailles d'un échantillon estimé à 10% du nombre d'individus observés au cours de la prospection du transect (région 1) ou de la radiale (régions 2, 3 et 4). Pour avoir une idée sur l'influence du type d'habitat sur la répartition des holothuries et leur abondance, les changements des habitats marins sont relevés. Les substrats ont été classés selon quatre types principaux: sable nu, sédiment meuble à macroalgues, posidonies et fond dur (roche/dalles).

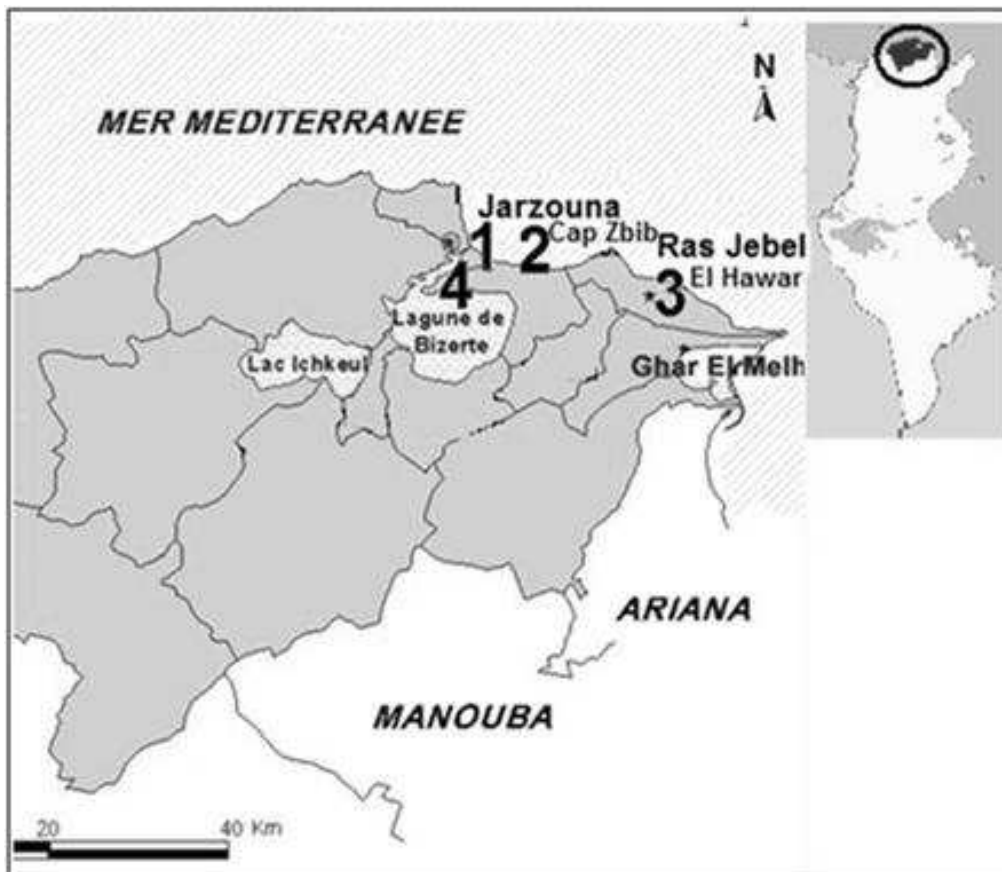


Figure 1. Localisation des 4 régions d'étude dans la région de Bizerte.

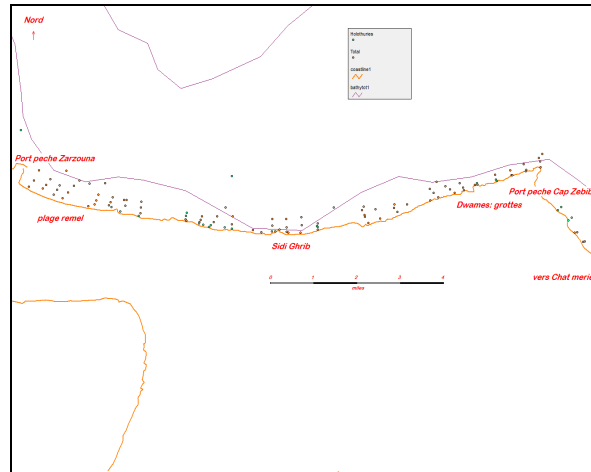


Figure 1a. Région Zarzouna-Cap Zbib-Metline : Les radiales d'échantillonnage



Figure 1b. Lagune de Bizerte : Position des débuts des radiales



Figure 1c. Région El Hawar - Ras djebel : Position des débuts des radiales

Indice écologique:

l'abondance absolue ou **densité**, consiste à dénombrer les individus d'une espèce donnée sur une surface déterminée.

Calcul des densités

Tous les spécimens observés par le plongeur sont identifiés et comptés. Des relevés biométriques sont aléatoirement effectués dans le but d'estimer les caractéristiques des espèces de la région. Dans cette perspective, la longueur du spécimen et son diamètre sont prélevés. Toutes les mesures sont effectuées *in-situ* sans stresser l'animal afin d'éviter une éventuelle contraction du corps qui fausserait les mesures.

Les densités des populations des différentes espèces sont estimées en considérant le nombre total observé le long de chaque transect reporté à la superficie totale de la région; sachant que l'aire prospectée par plongeur et par station est égale à :

Région 1 Superficie par Transect: $40m * 2 * (2m + 2m) = 320m^2$. (voir plus haut)

Régions 2, 3 et 4 et pour les 04 radiales parallèles à la côte : *Longueur de la radiale en m*(2m + 2m).*

Soit la densité, d_i , indiquant le nombre d'individus par m^2 calculé dans toutes les stations prospectées :

$$d_i = \frac{\sum n}{(L * 4) * N}$$

Où

n = Nombre d'individus rencontrés dans les 117 stations.

N = Nombre de station

L = est la longueur totale de la radiale ou du transect en m (80m en région 1 et 300 m pour le reste des régions ainsi que pour les radiales et transects parallèles à la côte)

4 représente l'étendue latérale de l'observation de chaque côté du transect (fixée à 2 m par côté, soit 4m).

Ainsi, nous aurons la distribution moyenne de l'espèce dans l'aire réellement prospectée. En supposant que la distribution des espèces dans toute la région étudiée est linéaire, la densité moyenne sur toute la région de l'étude serait la densité de l'aire échantillonnée.

Abondance relative : nombre d'individus d'une espèce donnée par unité de surface par rapport au nombre total d'individus de toutes les espèces.

Fréquence spécifique : La fréquence spécifique d'une espèce est le nombre de stations où cette espèce a été rencontrée par rapport au nombre total de stations visitées (Lamotte, 1962). En d'autres termes, elle exprime la présence ou l'absence de l'espèce. Dans le cas de notre étude, la fréquence spécifique d'une espèce d'holothurie est le rapport entre le nombre de stations dans lesquelles l'espèce est présente et le nombre total de stations visitées dans une région donnée. La fréquence spécifique est

adoptée dans le but de détecter les espèces rares ou abondantes dans la recolonisation des différents milieux investigués.

Analyse factorielle des correspondances : Nous avons tenté par une analyse factorielle des correspondances de rassembler en un nombre réduit de dimensions la plus grande partie de l'information initiale, en l'occurrence la présence des différentes espèces d'holothurie en fonction de la profondeur et des stations visitées et par voie de conséquence les différents habitats. Les stations où les holothuries ne sont pas observées n'ont pas été comptabilisées. Ce rassemblement s'articule non pas sur les valeurs absolues mais plutôt aux correspondances entre les variables, c'est-à-dire aux valeurs relatives.

Potentiel exploitable (exprimé en masse) : Les pertes en poids qui affectent les holothuries ont été suivies lors de sorties effectuées pendant le mois de novembre 2014. Deux espèces, les plus abondantes, ont été sélectionnées, il s'agit de *H. tubulosa* et *H. sanctori*, pour lesquelles ont été relevés les mesures suivantes.

- La masse humide : Le poids des spécimens est immédiatement relevé à leurs sorties de l'eau (les spécimens sont maintenus dans l'eau de mer). Il est à noter qu'une fois cette mesure prise, l'échantillon est sorti de l'eau et mis dans une glacière.

- La masse H+2 : On mesure le poids des mêmes individus composant notre échantillon, 2 heures après les mesures de leur masse humide.

- La masse H+7j : Enfin après séchage complet à l'air libre pendant 7 jours nous mesurons de nouveau le poids de l'échantillon.

Résultats et discussion

Identification des espèces rencontrées:

H. forksali (H.f): Le corps est le plus souvent noir, parfois brun, brun jaune ou encore orangé, mais toujours avec les pointes des tubercules blanches. Elle possède des tubes de Cuvier et des podia blancs et n'est pas rétractile (Fig.2).

H. sanctori (H.s): Tégument rêche, corps cylindrique et brun à brun roux et podia coniques nettement marqués de blanc (Fig.2).

H. polii (H.p): Elle apparaît généralement très sombre, avec une coloration plus ou moins homogène. Le plus souvent, elle sécrète un mucus qui agglomère sur sa peau du sable et des détritiques, lui permettant de se camoufler ou de décourager les éventuels prédateurs (voire de se protéger du soleil à faible profondeur) (Fig.2).

H. tubulosa (H.t): Sa peau est de couleur brun clair tirant parfois sur le rouge ou le violacé, et il s'y dresse de grosses papilles caractéristiques, grossièrement pointues (mais molles). L'épiderme sécrète un mucus protecteur salissant, que l'animal renouvelle

régulièrement. Sa face ventrale est largement tapissée de trois rangées de podia qui sont les organes de locomotion (Fig. 3)

H. mammata (H.m): Se distingue par la présence de tubes de Cuvier, peu nombreux, petits et jamais expulsés. Néanmoins, les caractéristiques suivantes peuvent être utilisées en l'occurrence des grands

boutons/ boursouflures ventrale et dorsale; ces derniers ont aussi une forme plus allongée que les dorsaux d' *H. tubulosa*. Il dispose également d'une coloration uniforme sur les côtés ventral et dorsal, avec seulement un léger décalage entre les côtés (Fig.3). L'espèce préfère se réfugier dans les fissures rocheuses pendant la journée

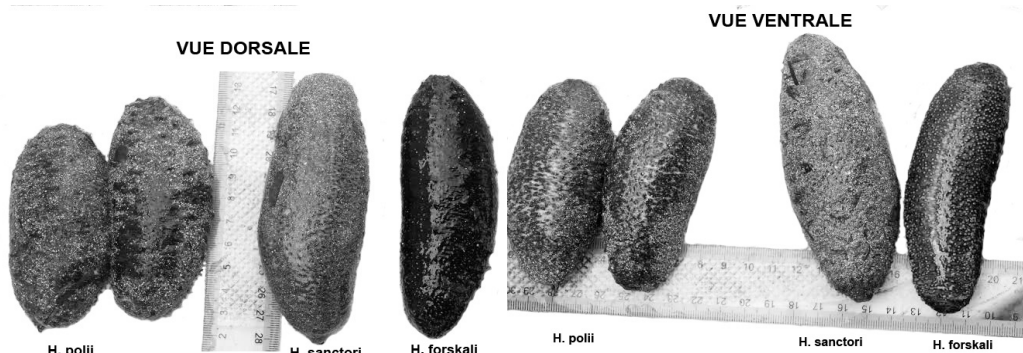


Fig. 2- Face dorsale et ventrale des trois espèces d'holothurie rencontrées dans les régions étudiées

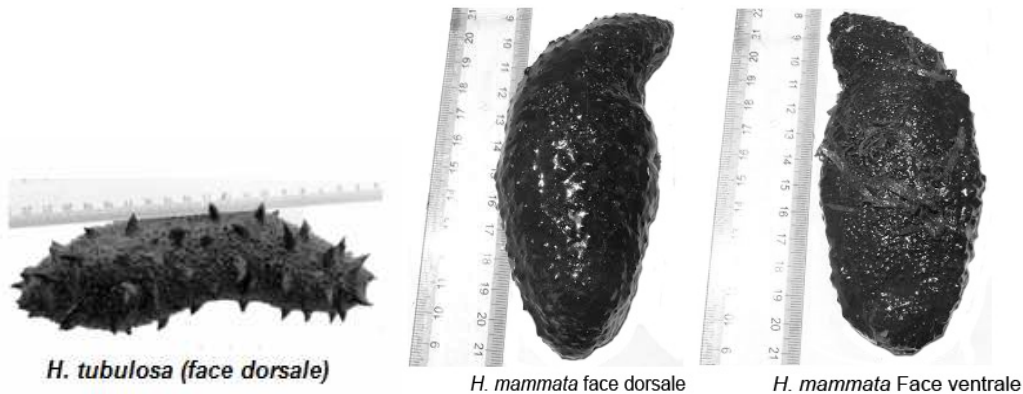


Fig. 3- Face dorsale d'*H. tubulosa* ; Face dorsale et ventrale d'*H. mammata*

2- Données écologiques des fonds des régions étudiées.

2.1- Sud du port de pêche Jarzouna-Metline (régions 1 et 2)

De la côte vers le large la région débute par du sédiment meuble nu avec des dalles rocheuses, surplombé de touffes de posidonie dont la couverture varie de 30 à 80% et de la roche suivi d'un sédiment meuble parsemé d'algues et de Cymodocés. Vers

10m de profondeur, les fonds sont soit rocheux à *Sargassum* ou bien avec de la posidonie à 90% de recouvrement, soit à sédiment nu parsemé de roches. Au-delà des 10m et jusqu'à 15m, les fonds sont à sédiment meuble avec de la roche, le couvert végétal est composé surtout de posidonie en touffes atteignant 95% de recouvrement avec présence de Cymodocés. Les détails des radiales sont indiqués dans le tableau I.

Tableau I : Les fonds marins depuis le sud du port de pêche Jarzouna jusqu'à Metline (D: début de la radiale ; F: Fin de la radiale, R : Recouvrement végétal par m²)

Radiales		Coordonnées		Profondeur (m)	Type d habitat		
		N	E				
1	D	37 16 085	09 53 973	2 à 10m	Sédiment meuble nu avec terriers dans les fonds situés a - 5m.		
	F	37 15 547	09 54 448				
2	D	27 15 920	09 54 203				
	F	37 15 616	09 54 266				
3	D	37 15 794	09 54 391				
	F	37 15 732	09 54 048				
4	D	37 15 784	09 54 683				
	F	37 15 774	09 53 760				
5	D	37 15 561	09 55 465			1 à 10m	La zone débute par du sédiment meuble nu avec des dalles rocheuses, surplombé de touffes de posidonie et de la roche suivi d'un sédiment meuble parsemé de Cymodocés dont la couverture varie de 30 à 80%, vers -10 m le fond est à sédiment nu parsemé de roches avec posidonie à recouvrement de 90%, soit par Cymodocea avec un recouvrement de 25%.
	F	37 15 203	09 56 000				
6	D	37 15 512	09 55 748				
	F	37 15 292	09 55 620				
7	D	37 15 475	09 56 054				
	F	37 15 374	09 55 444				
8	D	37 15 509	09 55 134				
	F	37 15 396	09 54 970				
9	D	37 15 261	09 56 971				
	F	37 14 953	09 57 890				
10	D	37 15 197	09 57 283				
	F	37 14 992	09 57 431				
11	D	37 15 200	09 57 590				
	F	37 15 061	09 57 219				
12	D	37 15 198	09 57 905				
	F	37 15 113	09 56 969				
13	D	37 15 148	09 58 716				
	F	37 14 939	09 59 640				
14	D	37 15 148	09 58 996				
	F	37 14 876	09 59 284				
15	D	37 15 183	09 59 301				
	F	37 14 876	09 59 039				
16	D	37 15 210	09 59 623				
	F	37 14 906	09 58 774				
17	D	37 15 314	10 00 534	2 à 10m	Les radiales débutent par un fond rocheux à <i>Sargassum</i> dans du sédiment meuble nu suivi jusqu'à 10m par un fond à sédiment meuble nu.		
	F	37 15 385	10 00 574				
18	D	37 15 334	10 00 811				
	F	37 15 283	10 01 258				
19	D	37 15 426	10 01 198				
	F	37 15 154	10 00 900				
20	D	37 15 508	10 01 920				
	F	37 15 070	10 00 667				
21	D	37 15 730	10 01 910				
	F	37 15 562	10 02 085				
22	D	37 15 783	10 02 230				
	F	37 15 652	10 02 423				
23	D	37 15 838	10 02 525				
	F	37 15 700	10 02 610				
24	D	37 15 802	10 02 831				
	F	37 15 814	10 02 885				
25	D	37 16 000	10 03 243				
	F	37 15 880	10 03 272				
26	D	37 16 088	10 03 549				
	F	37 15 997	10 03 595				
27	D	37 16 205	10 03 821				
	F	37 16 072	10 03 867				
28	D	37 16 327	10 04 135				
	F	37 16 148	10 04 168				
29	D	37 15 032	09 57 310	1 a 1,8	Radiales parallèles à la côte, le fond est essentiellement		

30	F	37 14 985 09 57 746	1,6	Les fonds de 12 à 15m font apparaitre du sédiment meuble avec de la roche, le couvert végétal est composé surtout de posidonie en touffes et en certains endroits à couverture atteignant 95% et présence de <i>Cymodocés</i> . Les faibles profondeurs sont recouvertes de roche et de sédiments meubles avec des touffes de posidonie, des algues photophiles et des <i>Cymodocés</i> .
	D	37 14 887 09 58 490		
	F	37 14 939 09 58 859		
31	D	37 16 080 09 54 527	15m	
	F	37 15 835 09 55 316		
32	D	37 16 865 09 53 597	12,5 à 15m	
	F	37 15 364 09 57 766		
33	D	37 14 691 10 05 066	0,4 à 1,7m	
	F	37 14 684 10 05 027		
34	D	37 14 885 10 04 910	0,4 à 0,9m	
	F	37 14 884 10 04 862		
35	D	37 15 169 10 04 802	0,4 à 18m	
	F	37 15 120 10 04 730		
36	D	37 15 377 10 04 587	0,3 à 3m	
	F	37 15 315 10 04 513		

2.2- Région marine El Hawar (region 3)

La région prospectée d'El Hawar présente un sédiment meuble avec des dalles rocheuses. La présence d'un couvert végétal dominé par la

posidonie est remarquable. *C racemosa* et les Ulves foisonnent sur les effleurements rocheux.. Les détails des radiales sont indiqués dans le tableau II

Tableau II : Les fonds de la région marine El Hawar (D: début de la radiale ; F: Fin de la radiale)

1	D	37 14 346 10 06 986	1,8-2,3	Sédiment avec posidonie et dalles rocheuses.	
	F	37 14 341 10 07 232			
2	D	37 14 362 10 07 251	1,2-2		
	F	37 14 303 10 07 393			
3	D	37 14 354 10 07 533	2-2,3		
	F	37 14 298 10 07 667			
4	D	37 14 240 10 07 744	1,8-2		
	F	37 14 191 10 07 837			
5	D	37 14 154 10 08 008	2,3-2,8		Présence de <i>Posidonia oceanica</i> .
	F	37 14 083 10 08 125			
6	D	37 14 029 10 08 182	1,5-2,2		
	F	37 13 953 10 08 219			
7	D	37 13 929 10 08 392	2,5-2,9		
	F	37 13 843 10 08 587			
8	D	37 13 873 10 08 585	2,1-2,6		
	F	37 13 845 10 08 712			
9	D	37 13 789 10 08 772	0,5 - 2		
	F	37 13 728 10 08 973			
10	D	37 13 723 10 08 970	2-2,5	Sédiment meuble et dalles rocheuses avec posidonie.	
	F	37 13 666 10 09 070			
11	D	37 13 661 10 09 214	1,8-2,3		
	F	37 13 572 10 09 220			
12	D	37 13 486 10 09 301	1,6-3	Fonds rocheux avec plages de sédiment meuble et posidonie vers 3m. <i>C racemosa</i> et les Ulves foisonnent sur les effleurements rocheux.	
	F	37 13 438 10 09 396			
13	D	37 13 397 10 09 543	2,4-2,6		
	F	37 13 347 10 09 630			

2.3- Nord de la lagune de Bizerte (région 4)

La région prospectée est essentiellement à sédiment meuble rarement à fonds rocheux. Le recouvrement végétal est constitué de *Cymodcea* qui est mélangé à

Caulerpa racemosa et *C. prolifera*. La fin des radiales se caractérise par la présence de touffes de posidonies rares ou récifales bien individualisées. Les détails des radiales sont indiqués dans le tableau III

Tableau III: Les fonds du nord de la lagune de Bizerte

Radiales	Coordonnées		Profondeur (m)	Type d habitat
	N	E		
1	D	37 13 585 09	1,2 - 3,9	Sédiment meuble suivi de sédiment meuble avec dalles rocheuses couvertes d'ulves vers les faibles profondeurs, présence de <i>Cymodocea</i> (80%) et <i>Caulerpa</i> (15%) avec présence d'oursins et de nombreuses <i>Pinna nobilis</i> . Sédiment meuble grossier qui se couvre de <i>Cymodocea</i> près de la côte à faible profondeur. Sédiment sableux meuble à <i>Cymodocea</i> . Sédiment meuble jusqu'à -2m puis dalles rocheuses et sédiment meuble avec <i>Cymodocea</i> et <i>Caulerpa</i> et Ulves Sédiment sableux meuble à <i>Cymodocea</i> . Jusqu'à - 3m du sédiment sableux meuble où se concentre la majorité des holothuries surtout celles de grandes tailles (>25 cm). Le fond est couvert de <i>Cymodocea</i> (20%), pour passer à 100% vers -2m avec <i>Caulerpa prolifera</i> et <i>Caulerpa racemosa</i> et Ulves sur roche, le sédiment redevient meuble vers 1,5m. Ces 02 radiales sont parallèles à la côte. Substrat meuble à thanatocénose à bivalves, présence de <i>Caulerpa prolifera</i> et <i>Caulerpa racemosa</i> sur roche, <i>Pinna nobilis</i> nombreuses. La <i>Cymodocea</i> est partout présente avec un recouvrement de 40 à 70%.
	F	37 13 635 09 52		
2	D	37 13 466 09 52	1,2-3,6	
	F	37 13 659 09 52		
3	D	37 13 470 09 52	2-3,8	
	F	37 13 693 09 52		
4	D	37 13 719 09 52	1,5-4,2	
	F	37 13 847 09 52		
5	D	37 13 752 09 51	4,1	
	F	37 13 792 09 51		
6	D	37 13 770 09 51	3,6-4,1	
	F	37 13 820 09 51		
7	D	37 13 362 09 53	0,9-4	
	F	37 13 474 09 53		
8	D	37 13 338 09 53	1,4-4	
	F	37 13 459 09 53		
9	D	37 13 348 09 53	0,9-3,8	
	F	37 13 481 09 53		
10	D	37 13 349 09 54	1-4	
	F	37 13 522 09 54		
11	D	37 13 310 09 54	1,3-4	
	F	37 13 459 09 54		
12	D	37 13 313 09 54	1,8-3,8	
	F	37 13 413 09 54		
13	D	37 13 492 09 50	4,5	
	F	37 13 531 09 51		
14	D	37 13 588 09	3,9	
	F	37 13 655 09 51		
15	D	37 13 674 09 51 379	3-3,6	
	F	37 13 723 09		

3- Calcul de superficies des régions d'étude.**-i- Superficie totale des régions 1 et 2 (Fig.1)**

- La superficie de la région 1 (-10 m à la côte) est estimée à 19.255.452 m².

- La superficie de la région 2 est de 212.499 m².

- L'aire réellement couverte par les 111 transects prospectés est estimée à 33600 m²

- L'aire des 6 radiales littorales (deux radiales parallèles à la côte « région 1 » et quatre perpendiculaires à la côte « région 2 ») d'une longueur de 0,9Mn prospectés en continu est égale à 6741 m².

- La superficie totale réellement échantillonnée par les prospections des régions 1 et 2 est donc égale à 40341 m² (soit 33600 m² + 6741 m²).

Soit un ratio de recouvrement de :

- Région 1 = $(33600 \text{ m}^2 / 19\ 255\ 452 \text{ m}^2) \times 100 =$

0,17%.

- Région 2 = $(6741 \text{ m}^2 / 212\ 499 \text{ m}^2) \times 100 = 3,17\%$.

- Region (1+2): $(40341 / 19\ 467\ 951 \text{ m}^2) \times 100 =$

0.21%.

-ii- Superficie totale de la région 3 El Hawar (Fig.1) :

- La superficie de la région El Hawar est estimée à 793 922m²

- L'aire totale prospectée par plongée et pour les 13 radiales de 300m de longueur est estimée à 15 600 m²

- Le ratio de recouvrement dans El Hawar serait $15600 \text{ m}^2 / 793922 \text{ m}^2 = 1.96 \%$

-iii- Superficie totale de la région 4 (Fig.1)

- La superficie de la région d'étude de la lagune de Bizerte (-4 m à -1m) est estimée à 1.579.903 m².

- L'aire totale prospectée par plongée et pour les 15 radiales de 300m de longueur est estimée à 18000 m²

- Le ratio de recouvrement dans la lagune de Bizerte serait de $18000 \text{ m}^2 / 1579903 \text{ m}^2 = 1.14 \%$;

4- Densité des espèces d'holothuries et habitats :

Régions 1 et 2 (Jarzouna-Métline): L'observation de 117 stations à partir d'une aire couvrant une superficie totale de $19\,467\,951 \text{ m}^2$ a permis d'enregistrer un total de 178 holothuries soit une densité de $4,412 \text{ ind}/1000 \text{ m}^2$. La proportion relative des différents types d'habitats a été calculée à partir des 117 stations visitées. Les types de substrat les plus couramment observés dans la région d'étude sont les substrats où la présence de l'herbier à posidonie est remarquable (39,3 %), suivis par les fonds à sédiment nu (31,6 %). Les habitats à fonds durs (17,9%) et à couverture algale (11,1%) sont moins représentés. En ce qui concerne la présence des holothuries, et comme attendu, 48,9% des holothuries ont été rencontrés dans les habitats à herbier de

posidonie. Les habitats à fond rocheux et à sédiment meuble couvert par les macros algues viennent en deuxième position avec respectivement 28,1 et 21,9%. Dans les habitats à sédiment nu la présence des holothuries est fortuite et ne représentent que 1,1%.

En tenant compte de la profondeur, nous avons pu remarquer que 94,9% des holothuries ont été observées à des profondeurs inférieures à 2m, les stations visitées dans ces parages représentent moins de 45% du total (Tableau IV). Les stations prospectées à des profondeurs supérieures à 5m (55%) ont révélé la présence de seulement 6% des holothuries observées (Fig.4). Cette présence des holothuries dans les faibles profondeurs est tout à fait justifiée pour les 5 espèces rencontrées. En effet 87,8 à 100% des espèces sont rencontrées dans les profondeurs inférieures à 2m.

Tableau IV: Distribution spécifique des holothuries de la région d'étude en fonction de la profondeur.

Profondeur	Nombre de stations	% stations	Espèce d'holothurie					Total	% holothuries/ profondeur
			<i>H.t</i>	<i>H.f</i>	<i>H.p</i>	<i>H.s</i>	<i>H.m</i>		
10<p<15	9	7,7	1	1	1	1	0	4	2,2
10	28	23,9	1	1	0	0	0	2	1,1
5	28	23,9	3	0	0	0	0	3	1,7
2	35	29,9	23	12	58	34	9	136	76,4
1	17	14,5	13	3	9	5	3	33	18,5
TOTAL	117	100,0	41	17	68	40	12	178	
Pourcentage spécifique			23	9,6	38,2	22,5	6,7	100	

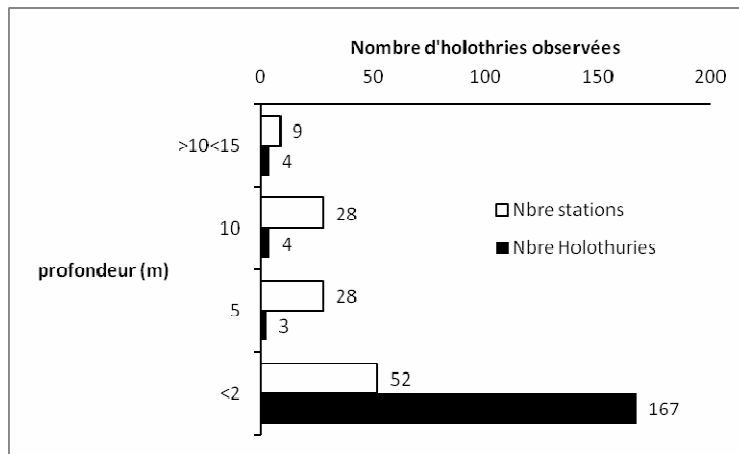


Fig. 4-Nombre de stations et fréquences des holothuries observées en fonction de la profondeur

Analyse factorielle des correspondances: La figure 5 présente graphiquement les résultats de l'AFC. Les points variables et les espèces sont projetés en fonction de leurs coordonnées sur un graphe à deux dimensions (F1 et F2 cumule 65,8% des valeurs propres). *H.forskali*, *H.polii*, *H.mammata*, *H.tubulosa* et *H. sanctori* sont projetées

systématiquement à proximité des stations à faible profondeur (1 à 2m), c'est-à-dire les habitats concernent l'herbier de posidonie, les fonds rocheux et la couverture algale. Les stations à grandes profondeurs s'isolent à droite du graphique par opposition à celles de faibles profondeurs.

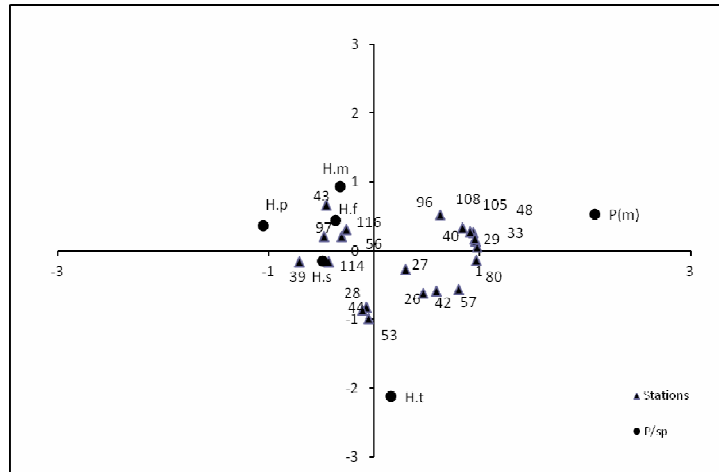


Fig. 5- Analyse factorielle des correspondances : Répartition des 5 espèces d'holothurie par station et par profondeur

b-Région 3 (El Hawar): Au mois de septembre 2014, l'observation à partir de 13 radiales réparties une aire couvrant une superficie totale de 793.922 m² a permis d'enregistrer un total de 81 holothuries seulement avec une dominance relative d'*Holothuria polii* et *Holothuria sanctorii* respectivement de 37 et 29 individus, soit une densité de 5,192 ind/1000m². L'aire totale prospectée par plongeur et pour les 13 radiales est de 15600m² ne représentant que 1,96 % de la surface totale de la région étudiée.

c-Région 4 (Nord de la lagune de Bizerte): Au mois de septembre 2014, l'observation de 15 radiales entre (-4 m à -1m) a partir d'une aire couvrant une superficie totale de 1 579903m² a permis d'enregistrer un total de 5289 individus avec une dominance remarquable d'*Holothuria polii* et *Holothuria sanctorii* respectivement de 1898 et 2932 individus, soit une densité de 293,8 ind/1000m². L'aire totale prospectée par plongeur et pour les 15 radiales est de 18000m² ne représentant que 1,14 % de la surface totale de la région étudiée.

5-Données biométriques:

a- Régions 1 et 2 :

H. tubulosa: Au total, 15 individus ont été échantillonnés. Les tailles variaient de 10 à 15cm de longueur et de 2,5 à 4cm de diamètre, avec les moyennes respectives de 11,46± 1,4cm et 3,27± 0,46cm.

H. forskali: 7 individus ont été échantillonnés. Les tailles variaient de 10 à 40cm de longueur (1 seul individu) et de 2 à 7cm de diamètre, avec une moyenne respective de 15,57 ± 10,81cm et 3,28 ± 1,67cm.

H. sanctorii: 17 individus ont été échantillonnés. Les tailles variaient de 9 à 15cm de longueur et de 2,1 à 4cm de diamètre, avec des moyennes respectives de 12,17 ± 2cm et 2,92± 0,53cm.

H. polii: 32 individus ont été inventoriés. Les tailles variaient de 12 à 17cm de longueur et de 3 à 5cm de diamètre, avec des moyennes respectives de 14,6 ± 1,86cm et 3,75 ± 0,59cm.

H. mammata: 12 individus ont été inventoriés. Les tailles variaient de 8 à 11cm de longueur et de 1,2 à 2cm de diamètre, avec des moyennes respectives de 9,75 ± 0,86cm et 1,63 ± 0,3cm.

Bien que les individus échantillonnés ne soient pas nombreux, les tailles maximales enregistrées dans les populations de Bizerte pour *H. tubulosa*, *Holothuria forskali*, *H. polii*, *Holothuria sanctorii* et *H. mammata*, sont respectivement de 15, 40 (1 seul individu), 17, 15 et 11 cm. Ces dimensions sont plus petites que celles enregistrées dans d'autres régions méditerranéennes qui exploitent ces espèces. A titre d'exemple en mer Egée, González-Wangüemert *et al*, (2014) citent des tailles maximales respectives de 18,2, 26 et 28 cm pour *H. polii*, *H. tubulosa* et *H. mammata*. Il est important de noter que l'estimation de la taille des concombres de mer est fortement biaisée comparée à celle de la masse (non relevée au cours de cette étude). Le relâchement de ces espèces est difficile à obtenir (Tuwo et Conand, 1992). Nous pensons fermement que toute la région étudiée a été objet d'une exploitation intensive par les professionnels tunisiens sans aucun contrôle. Cela a eu pour conséquence un impact direct sur les tailles maximales et bien évidemment sur la masse des individus (Cariglia *et al*, 2013), voire sur le stock des holothuries de la région.

b- Région 3 (El Hawar):

H. tubulosa: Au total, 7 individus ont été échantillonnés. Les tailles variaient de 8 à 20cm de longueur et de 2 à 3,5cm de diamètre, avec les moyennes respectives de 14,6± 4,43cm et 2,71± 0,56cm.

H. sanctorii: 10 individus ont été échantillonnés. Les tailles variaient de 10 à 17cm de longueur et de 2 à

3cm de diamètre, avec des moyennes respectives de $13,35 \pm 2,49$ cm et $2,5 \pm 0,35$ cm.

H. polii: 5 individus ont été inventoriés. Les tailles variaient de 10 à 18cm de longueur et de 2 à 3cm de diamètre, avec des moyennes respectives de $13,4 \pm 3,13$ cm et $2,5 \pm 0,5$ cm.

A El Hawar, les dimensions enregistrées sont également plus petites que celles citées dans d'autres régions méditerranéennes qui exploitent ces espèces. Tout semble indiquer une exploitation intensive de la région étudiée. Cela a eu pour conséquence un impact direct illustré par les tailles maximales constatées, le nombre réduit de spécimens rencontrés et bien évidemment le stock des holothuries de la région.

c- Région 4 (Lagune de Bizerte):

Au total 192 holothuries toutes espèces confondues ont été échantillonnées.

H. tubulosa: 74 individus dont les tailles variaient de 9 à 30cm de longueur et de 2 à 5cm de diamètre, avec les moyennes respectives de $18,9 \pm 4,8$ cm et $3,1 \pm 0,7$ cm.

H. forskali: 24 individus ont été échantillonnés. Les tailles variaient de 11 à 31cm de longueur et de 1,5 à 4,5cm de diamètre, avec une moyenne respective de $19,6 \pm 5,3$ cm et $2,8 \pm 0,9$ cm.

H. sanctori: 43 individus ont été échantillonnés. Les

tailles variaient de 14 à 31cm de longueur et de 2,5 à 4cm de diamètre, avec des moyennes respectives de $21,7 \pm 3,2$ cm et $4,8 \pm 0,6$ cm.

H. polii: 36 individus ont été inventoriés. Les tailles variaient de 5 à 24cm de longueur et de 1,5 à 4,5cm de diamètre, avec des moyennes respectives de $15,1 \pm 4,7$ cm et $2,35 \pm 0,6$ cm.

H. mammata: Seulement 15 individus ont été inventoriés. Les tailles variaient de 15 à 26cm de longueur et de 2,5 à 5cm de diamètre, avec des moyennes respectives de $20,4 \pm 3,7$ cm et $3,6 \pm 0,9$ cm.

Les tailles maximales enregistrées dans cette région sont pour *H. tubulosa*, *H. forskali*, *H. polii*, *H. sanctori* et *H. mammata*, respectivement de 30, 31, 24, 31 et 26 cm. Ces dimensions sont voisines ou même supérieures à celles enregistrées dans d'autres régions méditerranéennes qui exploitent ces espèces (González-Wangüemert *et al*, (2014). Nous pensons que cette région pourrait faire l'objet d'une exploitation rationnelle par les professionnels tunisiens.

En outre la composition démographique de la population d'holothuries de la côte nord de la lagune de Bizerte a pu être réalisée (Figure 6).

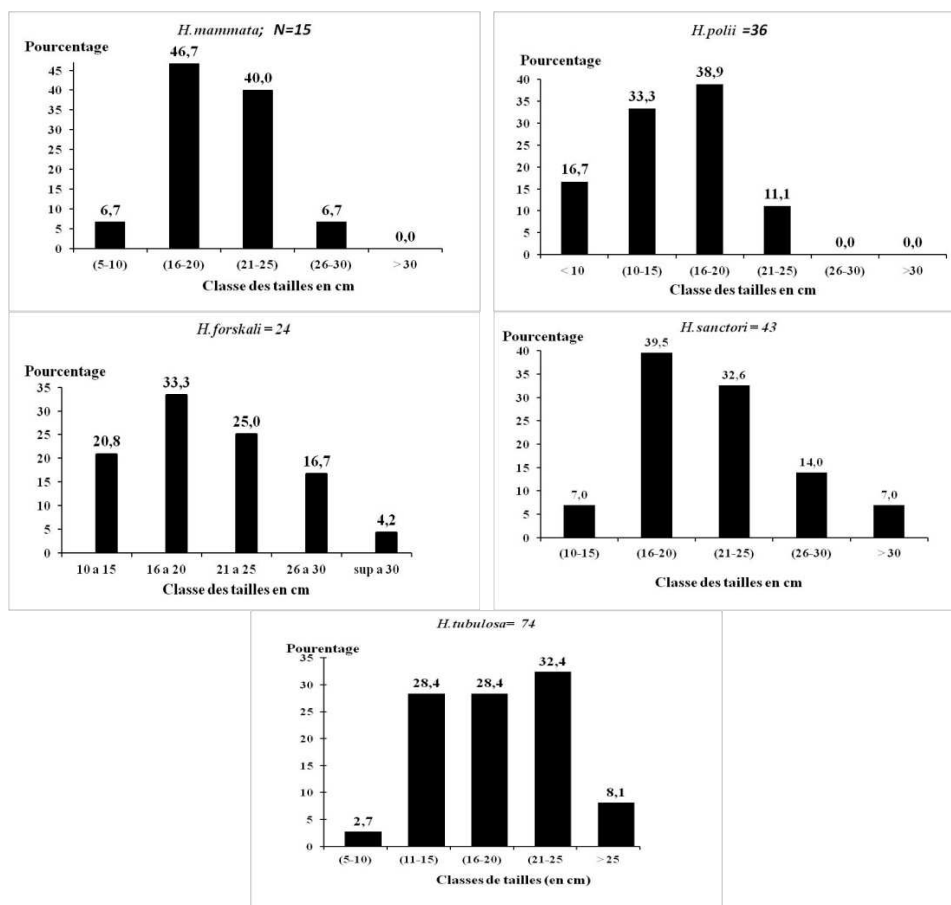


Fig. 6- Répartition démographique des espèces d'holothurie échantillonnées

Les histogrammes, qui permettent de connaître la taille de la population composée par des individus de plus de 15 cm de long, nous ont ainsi permis de calculer la population réellement exploitable. Ce calcul se fait suivant la règle du 1/3 exploitable et 2/3 conservées, étant donné les risques encourus par ces peuplements si l'exploitation dépasse des taux de repeuplement soutenable.

On constate alors que les pourcentages des individus de taille supérieure à 15cm sont respectivement de 50; 68,9; 79,2; 93 et 93,3% pour *H.poli*; *H.tubulosa* ; *H.forskali*; *H.sanctori* et *H.mammata*.

5-Coefficient écologique synthétique: abondance absolue, relative et fréquence spécifique:

Le **tableau V** donne l'abondance absolue, l'abondance relative ainsi que la fréquence spécifique des espèces rencontrées dans les régions étudiées. En dehors de la zone nord de la lagune de Bizerte toutes les autres régions se caractérisent par une pauvreté de la diversité benthique assez prononcée. A titre d'exemple dans les régions 1 et 2, la présence au moins d'une espèce d'holothurie est signalée seulement dans 23 stations, soit 19,7% du nombre total des stations (117).

A partir des abondances relatives de chaque espèce,

on constate que les 5 espèces recensées sont toutes dominantes ayant une abondance relative supérieure 5% dans les régions 1 et 2. *H. polii* étant l'espèce la mieux représentée (38,2%).

Dans la région 3 (Ras Jebel /El Hawar), il a été noté l'absence totale de *H. Forskali* et de *H. mammata*.

La situation dans la lagune de Bizerte est tout à fait différente puisque seulement 2 espèces sont dominantes en l'occurrence *H.sanctori* et *H.poli* avec respectivement 55,4 et 35,9%.

La fréquence spécifique a donné lieu à des espèces accidentelles de fréquences faibles (inférieure à 25%) pour toutes les espèces des deux régions 1 et 2. Pour la région 3, il faut noter l'absence totale de *H.forskali* et *H.mammata* (**Tableau 5**). Cette situation traduirait une exploitation intense de la région sur une longue période, ce qui a conduit à la réduction de la densité de la population et a entraîné sa paupérisation et l'effritement de sa population, puisque les pêcheurs d'holothuries de la région certifiant l'abondance de leur stock auparavant .

Pour la lagune de Bizerte, à l'exception de *H.mammata* qui a présenté une faible fréquence spécifique, les 4 autres espèces sont très bien représentées atteignant 100% pour *H.poli* et *H.sanctori*.

Tableau V: Fréquence spécifique, abondance absolue et relative des 5 espèces d'holothuries observées dans les 4 régions d'étude.

Espèce	Abondance absolue			Abondance relative (%)			Fréquence spécifique (%)		
	1 & 2	3	4	1 & 2	3	4	1 & 2	3	4
<i>H. tubulosa</i>	41	15	238	23,0	18,5	4,5	7,3	23,1	73,3
<i>H. forskali</i>	17	0	213	9,6	0	4	5,6	0	33,3
<i>H. polii</i>	68	37	1898	38,2	45,7	35,9	5,6	30,8	100
<i>H. sanctori</i>	40	29	2932	22,5	35,8	55,4	5,6	69,2	100
<i>H. mammata</i>	12	0	8	6,7	0,0	0,2	2,2	0,0	13,3
TOTAL	178	81	5289	100,0	100,0	100,0			

Dans la région de Jarzouna à Méline (régions 1 & 2) 80 % des individus recensés dans la région 1 (103 individus sur 130 au total) ont été rencontrés dans des régions où la profondeur n'excédait pas -2m. Ce chiffre est extraordinairement faible étant donné le linéaire côtier qui dépasse les 9 Mn ou 16,7 Km.

La densité par unité de surface, estimée à 4,412 individus/1000 m², est extrêmement faible; Ce qui nous permet de conclure à une présence très faible des holothuries.

En fait les chiffres groupés des régions 1 et 2 sont à prendre avec prudence car la répartition de la population n'est pas uniforme et les habitats ne sont pas bien délimités ni dans l'espace ni suivant les isobathes. Mais même si on acceptait cette hypothèse,

la population reste faible relativement à la superficie de la région (19 467 951 m²).

Nous estimons donc la population globale des holothuries de la région d'étude à 85 900 individus. Ce chiffre en excès, doit être corrigée par le biais d'une cartographie fine des habitats qui permettrait de calculer leur superficie exacte, et par la même occasion pouvoir estimer la population propre à chaque habitat. C'est pourquoi on ne retiendra que les chiffres des densités spatiales qui se reportent au nombre d'individus réellement observés dans les surfaces que nous avons réellement couvertes. Or ces densités sont extrêmement faibles et ne permettent en aucun cas d'entrevoir une exploitation de cette ressource dans l'immédiat.

Dans la région d'El Hawar, les densités globales trouvées sont de 5,192 individus/1000m². Les espèces les mieux représentées sont *H.poli* et *H.santori* et dans une moindre mesure *H.tubulosa*. Il est noté que l'absence de *H.forksali*, et *H.mammata* sont à l'indexe de leur exploitation excessive. Par ailleurs, cette dernière espèce n'a été rencontrée que rarement lors de l'ensemble de nos prospections (Juin et septembre 2014) menées dans toutes les régions étudiées. Les densités trouvées sont extrêmement faibles, ce qui prouve bien un état de surexploitation des populations d'holothuries sur l'ensemble du littoral marin bizertin (front de mer du port de Jarzouna à Ras Jebel).

Dans la lagune de Bizerte, précisément dans la région nord que nous avons investigués lors de nos campagnes nous notons la présence 5289 individus avec une dominance remarquable d'*Holothuria polii*

(55%) et *Holothuria sanctorii* (36%) respectivement de 1898 individus et 2932 individus. Les deux autres espèces *H.tubulosa* et *H.forksali* ne représentent chacune que 4% des holothuries collectées. La densité globale est de 294 individus/1000m². Le nombre calculé de spécimens dans la lagune de Bizerte, de 464228 individus, est relativement élevé et pourrait donner lieu à une exploitation rationnelle et contrôlée

6- Estimation des populations d'holothurie

A partir des observations et dénombrements réalisés sur l'ensemble des stations et des radiales continues, nous avons rencontré respectivement 130, 48, 81 et 5289 individus dans les régions 1, 2, 3 et 4 prospectées. Les répartitions sont consignées dans le tableau VI

Tableau VI- Les densités spatiales des espèces d'holothuries de la région.

	<i>H. tubulosa</i>	<i>H. forksali</i>	<i>H. polii</i>	<i>H. sanctori</i>	<i>H. mammata</i>	Totaux
Région 1 et 2						
Individus observés (région 1)	36	15	47	20	12	130
Individus observés (région 2)	5	2	21	20	0	48
Densité (ind/1000 m2) (région 1)	1,071	0,446	1,399	0,595	0,357	3,869
Densité (région 2) (ind/1000 m2)	0,742	0,297	3,115	2,967	0,000	7,121
Nombre d'individus estimé (région 1)	20630	8596	26934	11461	6877	74499
Nombre d'individus estimé (région 2)	158	63	662	630	0	1513
Région El Hawar						
Individus observés à El Hawar	15	0	37	29	0	81
Densité observée El Hawar (ind/1000m ²)	0,962	0	2,372	1,859	0	5,192
Population totale estimée à El Hawar	763	0	1883	1476	0	4122
Lagune de Bizerte						
Individus observés	238	213	1898	2932	8	5289
Densité (ind/1000m ²)	13,2	11,833	105,444	162,889	0,444	293,833
Nombre d'individus estimé	20889	18695	166592	257349	702	464228
% des spécimens > à 15cm	68,9	79,2	50	93	93,3	
Nombre d'espèces potentiellement exploitables	14393	14807	83296	239334	655	352485
Exploitation par mesure de conservation (1/3)	4798	4936	27765	79778	218	117495
Masse humide à la sortie de l'eau (Kg)	1544			1586		
Masse exploitable (égoutté après 2h) (kg)	1415			1481		
Masse sèche (7 jours) exploitable (kg)	156			112		

Dans la lagune de Bizerte, à partir du calcul des pertes en poids subies par les deux espèces d'holothuries échantillonnés après 7 jours de leur collecte, nous avons pu estimer la population exploitable (en nombre d'individus et en masse) afin

de pouvoir avancer un quota de prises que nous considérons soutenable pour cette population. Les masses calculées sont exprimées dans le tableau suivant (tableau VII)

Tableau VII- Les pertes en poids (%) de deux espèces d'holothuries après 7 jours de séchage à l'air (Lagune de Bizerte)

	Masse (gr) à la sortie de l'eau (moyenne)	Masse après 2 heures à l'air (moyenne)	Masse après séchage de 7 jours (moyenne)	Perte % (+2h)	Perte % (+ 7j)
<i>H. tubulosa</i>	322.416	295.166	32.508	-8.45%	-88.98%
<i>H. sanctori</i>	198.785	185.714	14.103	-6.57%	-92.40%

A partir de ces coefficients de perte en poids et des calculs précédents qui ont permis d'estimer le nombre d'individus potentiellement exploitable dans une vision de conservation de la population, nous avons

estimé la taille des quotas disponible pour la pêche dans cette partie de la lagune pour les deux espèces *H. tubulosa* et *H. sanctori* (tableau VIII).

Tableau VIII- Estimation du quota de prélèvement pour *H. tubulosa* et *H. sanctori* dans la lagune de Bizerte

	<i>H. tubulosa</i>	<i>H. forksali</i>	<i>H. polii</i>	<i>H. sanctori</i>	<i>H. mammata</i>	Totaux
Individus observés	238	213	1898	2932	8	5289
Densité (ind/1000m ²)	13,2	11,833	105,444	162,889	0,444	293,833
Nombre d'individus estimé	20889	18695	166592	257349	702	464228
% des spécimens > à 15cm	68,9	79,2	50	93	93,3	
Nombre d'espèces potentiellement exploitables	14393	14807	83296	239334	655	352485
Exploitation par mesure de conservation (1/3)	4798	4936	27765	79778	218	117495
Masse humide à la sortie de l'eau (Kg)	1544			1586		
Masse exploitable (égoutté après 2h) (kg)	1415			1481		
Masse sèche (7 jours) exploitable (kg)	156			112		

Les mesures de conservation préconisées permettent l'exploitation du 1/3 des spécimens dont la taille est supérieure à 15cm. Cette mesure autorise donc l'exploitation de 117 495 individus. Les calculs relatifs aux poids sec des deux espèces échantillonnées à cet effet permettent donc d'établir une biomasse exploitable en poids sec, après 7 jours de séchage, à 156 et 112 kg respectivement pour *H. tubulosa* et *H. sanctori*. La masse humide était alors respectivement de 1544 et 1586 Kg.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Régions marine 1, 2 et 3 :

a) Tenant compte de la distribution hétérogène des habitats qui rendent difficile l'évaluation rigoureuse des peuplements sur l'ensemble de l'aire d'étude (s'étendant depuis Jarzouna jusqu'à Chatt Memi et depuis le littoral jusqu'à l'isobathe -10 m et la région d'El Hawar en face de Ras Jebel) et au vu des densités extrêmement faibles enregistrées dans les stations couvertes par nos investigations, nous proposons d'interdire l'exploitation des différentes espèces d'holothuries sur tout le littoral marin depuis Jarzouna jusqu'à Ras Jebel.

b) Cette mesure proactive, si elle est mise en œuvre,

pourra débiter par la mise en place d'une pêche de subsistance en un premier temps. Toutefois si ces densités venaient à augmenter et croître, on pourra alors se diriger vers une pêche durable tout en évitant l'épuisement de ces animaux écologiquement importants.

c) La règle proposée, établirait alors une limite de cette exploitation au 1/3 de la population estimée, incluant toutes les espèces d'holothuries confondues, pour une période maximale de 3 mois par année. Cette proposition conservatrice pourrait être soigneusement étendue plus tard, le cas échéant, une fois les données nécessaires relatives à la réponse de ses population à la pression de la collecte, seront recueillis.

d) En outre il est proposé d'interdire les récoltes pendant les mois de juillet et août, périodes propices à la reproduction de ces animaux.

e) Enfin en plus de la cartographie fine de l'aire prospectée, permettant de définir le nombre exacte de cette population par type d'habitat, il est recommandé de suivre les captures et d'enregistrer l'ensemble des données biométriques (taille, masse humide, masse éviscère). Par ailleurs il devient urgent d'entamer une étude approfondie de la biologie reproductive de ces 5 espèces, afin de pouvoir déterminer la biomasse

exploitable et l'effort de pêche conséquent.

Région 4 : Nord lagune de Bizerte

Dans la région nord de la lagune de Bizerte, nous recommandons l'exploitation raisonnée de la population d'holothurie entre l'isobathe -4m et celui de -1m. La règle proposée, établirait alors une limite de cette exploitation au 1/3 de la population estimée, incluant toutes les espèces d'holothuries confondues, pour une période maximale de 3 mois par année, soit 117495 individus. Cette proposition conservatrice pourrait être soigneusement étendue le cas échéant, une fois que nous disposerons de données relatives à la réponse de la population d'holothurie au stress engendrés par la collecte. En termes de masse exploitable, cette étude a montré qu'il serait possible d'exploiter respectivement 156 kg d'*H. tubulosa* et 112 kg d'*H. sanctori*. La masse humide serait alors pour chacune de ses deux espèces, respectivement de 1544 et 1586 Kg.

BIBLIOGRAPHIE

- Amon, R.M.W., Herndel, G.J., 1991- Interrelationship Between *Holothuria tubulosa* (Holothuroidea: Echinodermata) and the sediment microbial community. *P.S.Z.N.I.: Marine Ecology*, 12 (2): 163-174.
- Anonyme, 2002- Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction. *Douzième session de la Conférence des Parties Santiago (Chili)*, 3 – 15 novembre 2002. *CdP12 Doc. 45*.
- Bultheel, P., Jangoux, M., et Coulon, P., 1992- Biometry, bathymetric distribution, and reproductive cycle of the holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in Mediterranean seagrass beds. *PSZNI Mar Ecol* 13: 53–62.
- Calvin calvo, J., et Valdes, C.E., (1995)- El ecosistema marino mediterraneo, *Guia de su flora y fauna. Murcia, 1995, 797p. ISBN: 84-605-3027-2*.
- Cariglia, A., Wilson, S.K., Graham, N., Fisher, R., Robinson, J., Aumeeruddy, R., Quatre, R., et Polunin, N., 2013. Sea cucumbers in the Seychelles: effects of marine protected areas on high-value species. *Aquat. Conserv. Mar. Fresh Ecosyst.* 23,418-428.
- Centre of Marine Sciences (CCMAR), 2009- University of Algarve, Campus de Gambelas, Portugal. (<https://ccmar.ualg.pt>).
- Chen, J., 2003- Aperçu des méthodes d'aquaculture et de mariculture d'holothuries en Chine, *La bêche-de-mer - Bulletin de la CPS n° 18*, pp.18-23.
- Conand, C., 1996- A sexual reproduction by fission in *Holothuria atra*: variability of some parameters in populations from the tropical Indo-Pacific. *Oceanologia Acta* 19 (3-4).
- Coulon, P., et Jangoux, M., 1993. Feeding rate and sediment reworking by the holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in a Mediterranean seagrass bed off Ischia Island, Italy. *Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 92: 201-204*.
- Despalatović, M., Grubelić, I., Šimunović, A., Antolic, B, et Zuljevic, A., 2003- New data about reproduction of the holothurian *Holothuria forskali* (Echinodermata) living in geographically different places. *Fresen Environ Bull* 12: 1345–1347.
- Despalatović, M., Grubelic, I., Šimunovic, A., Antolic, B., et Zuljevic A., 2004- Reproductive biology of the holothurian *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in the Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 84, pp 409-414. doi:10.1017/S0025315404009361h. -.
- FAO (Fisheries Department), 2005- FAO yearbook fishery statistics: capture production 1950-2003. *FISHSTATS Plus: Universal software for fishery statistical time series. Version 2.3. Rome: FAO*.
- Fischer, W., Bauchot, M.L., et Schneider, M., 1987- Fiches F.A.O. d'identification des espèces pour les besoins de la pêche "Révision" Méditerranée et mer noire. Zone de pêche 37. *Volume I. Végétaux et Invertébrés. Rome, F.A.O.; 2: 1-760*.
- Fish, J.D., 1967- The biology of *Cucumaria elongata* (Echinodermata: Holothuroidea). *J. Mar. Biol. Ass. U K.*, 47 : 129-143.
- Francour, P., 1997- Prédation on holothurians: a litterature review. *Invert. Biol.*, 116 : 52-60.
- González-Wangüemert, M., Aydin, M., et Conand, C., 2014- Assessment of sea cucumber populations from the Aegean Sea (Turkey): First insights to sustainable management of new fisheries. *Ocean & Coastal Management* 92 (2014) 87-94.
- Harmelin, J.G., Bouchon, C., Duval, C., Hong, J.S., 1980- Les échinodermes des substrats durs de l'île de Port-Cros, Parc National (Méditerranée Nord Occidentale). *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros, Fr.*, 6: 25-3.
- Kazanidis, G., Antoniadou, C., Iolas, A.P., Neofitou, N., Vafidis, D., Chintiroglou, C., et Neofitou, C., 2010- Population dynamics and reproduction of *Holothuria tubulosa* (Holothuroidea: Echinodermata) in the Aegean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*; 90(05):895-901. DOI:10.1017/S0025315410000251.
- Kazanidis, G., Iolas, A., et Vafidis, D., 2014- Reproductive cycle of the traditionally exploited sea cucumber *Holothuria tubulosa* (Holothuroidea: Aspidochirotida) in

- Pagositikos Gulf, western Aegean Sea, Greece. *Turk. J. Zool*, 38: 306-315, TÜBİTAK doi:10.3906/zoo-1302-31.
- Lamotte, M., 1962. — Initiation aux méthodes statistiques en biologie. Masson édit., Paris, 145 pp., 26 fig., 11 tabl.
- Massin, C., 1982- Effects of feeding on the environment: Holothuroidea. *In: Echinoderm nutrition*, Jangoux M., Lawrence J.M., éd. Balkema A.A., Publ., Rotterdam, Netherl.: 193-197.
- Mezali, K., 2008-Phylogénie, taxinomie, dynamique des populations et nutrition des holothuroïdes aspidochirotes (Echinodermata) dans un herbier de *Posidonia oceanica* en Algérie. *Thèse d'état, Université de Mostaganem, Algérie*.
- Mezali, K., et Semroud, R., 1998- Analyse modale et essai d'estimation des paramètres de croissance et de l'âge de trois espèces d'holothurie aspidochirotes (Holothuroidea: Echinodermata) de la région de Sidi Fredj (Algérie). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 35.
- Navarro, P.G. Garcia-Sanz,S., et Tuya, F., 2012- Reproductive biology of the sea cucumber *Holothuria sanctori* (Echinodermata: Holothuroidea), *SCI. MAR.*, 76(4), 741-752. ISSN 0214-8358 doi: 10.3989/scimar.03543.15B.
- Purcell, S.W., Lovatelli, A., Vasconcellos, M., 2010- Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 520. Rome, 171 pp.*
- Sicuro, B., Piccinno, M., Gai, F., Abete, M.C., Danieli, A., Dapra, F., Mioletti, S., et Vilella S., 2012- Food Quality and Safety of Mediterranean Sea Cucumbers *Holothuria tubulosa* and *Holothuria polii* in Southern Adriatic Sea. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*: 7 (9) 851-859, DOI: [10.3923/ajava.2012.851.859](https://doi.org/10.3923/ajava.2012.851.859)
- Tuwo, A., et Conand, C., 1992- Reproductive biology of the holothurian *Holothuria forskali* (Echinodermata). *J Mar Biol Assoc UK* 72: 745-758.
- Valls, A., 2004- Natural spawning observation of *Holothuria tubulosa*. *SPC Bêche-de-mer Inf Bull* 19: 40.