

projet
MedMPAnet

**RAPPORT DE SYNTHÈSE SUR LES
TECHNIQUES ET LES INDICATEURS DE SUIVI
ÉCOLOGIQUES DES POISSONS DANS
LES ÎLES KURIAT EN TUNISIE**

Les appellations employées dans ce document et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du CAR/ASP et du PNUE aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leur autorité, ni quant au trace de leur frontière ou limites. Les vues exprimées dans ce document d'information technique sont celles de l'auteur et ne représentent pas forcément les vues du PNUE/PAM ou CAR/ASP.

Publié par: CAR/ASP

Droits d'auteur: (c) 2015 - CAR/ASP

Le texte de la présente publication peut être reproduit, à des fins éducatives ou non lucratives, en tout ou en partie, et sous une forme quelconque, sans qu'il ne soit nécessaire de demander une autorisation spéciale au détenteur des droits d'auteur, à condition de faire mention de la source.

Pour des fins bibliographiques, citer le présent volume comme suit :

CAR/ASP - PNUE/PAM, 2015. Rapport de Synthèse sur les techniques et les indicateurs de suivi écologiques des poissons dans les îles Kuriat en Tunisie. Par Emna BEN LAMINE. Ed. CAR/ASP - Projet MedMPAnet, Tunis: 33 p + annexes.

Ce document a été édité dans le cadre du « Projet Régional pour le Développement d'un Réseau Méditerranéen d'Aires Protégées Marines et Côtières (AMP) à travers le renforcement de la Création et de la Gestion d'AMP » (Projet MedMPAnet).

Le projet MedMPAnet est mis en oeuvre dans le cadre du PNUE/PAM-FEM MedPartnership avec le soutien financier de: CE, AECID et FFEM.



Etude commandée par :

Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (CAR / ASP)

Boulevard du Leader Yasser Arafat, BP 337, 1080 Tunis Cedex - Tunisie

Dossier suivi par :

Mlle Souha El Asmi

Avec la contribution financière de :

Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées, projet MedMPAnet.

Référence de l'étude :

Contrat MedMPAnet n° 28/2013

Responsable de l'action :

Emna BEN LAMINE, Institut National Agronomique de Tunisie, Université Nice Sophia Antipolis

Participants aux sorties :

Emna BEN LAMINE, Institut National Agronomique de Tunisie, Université Nice Sophia Antipolis

Mahdi Aguir, plongeur, Club Alyssa Diving centre

Crédit photographique : Mahdi Aguir & Emna Ben Lamine

Sommaire

I. Contexte de la mission-----	4
II. Objectifs de la présente phase-----	5
III. Le suivi des poissons par visuel census-----	5
III.1. Déroulement des sorties-----	5
III.2. Choix des stations :-----	6
III.3. Méthode de comptage par transect de largeurs variables-----	9
III.3.1. Méthodologie-----	9
III.3.2. Indicateurs calculés des comptages-----	10
III.3.2.1. Richesse Spécifique et abondance-----	10
III.3.2.2. Densité par transect-----	13
III.3.2.3. Proportion de classe de taille par transect-----	17
III.3.2.4. Caractérisation de l'état des peuplements des AMCP: courbes rang/fréquence de Warwick <i>et al.</i> (1987)-----	19
III.4. Méthode « <i>Fish Assemblage Sampling Technique</i> » FAST-----	21
III.4.1. Adaptation de la liste de poissons au contexte de la Tunisie et aux îles Kuriat-----	21
III.4.2. Application et indicateurs FAST calculés-----	24
IV. Suivi de la pression de pêche-----	28
Estimation de la fréquentation par comptage visuel-----	28
Captures de la chasse sous marine et leurs tailles correspondantes-----	29
Indicateur de pression de chasse sous-marine-----	31
V. Conclusions-----	32
VI. Annexes-----	34
Annexe 1 : Liste d'espèces de départ pour l'évaluation-----	34
Annexe 2: <i>Enquêtes socioéconomiques</i> -----	39

I. Contexte de la mission

Dans le cadre de la mise en œuvre du « Partenariat Stratégique PAM/PNUE-FEM pour le grand écosystème marin de la Méditerranée » (Partenariat Med), et notamment de sa composante 3 « Conservation de la Diversité Biologique : Mise en œuvre du PAS BIO et des PAN correspondants »/ sous composante 3.1 « Conservation de la biodiversité marine et côtière dans le cadre de la mise en place d'un réseau méditerranéen d'Aires Marines et Côtières Protégées (AMCP), le CAR/ASP met en œuvre le « Projet Régional pour le développement d'un réseau méditerranéen d'Aires Marines et Côtières Protégées à travers le renforcement de la création et la gestion d'AMCP (Projet MedMPAnet).

Le projet MedMPAnet est financé par la commission européenne (CE), l'Agence Espagnole de Coopération Internationale pour le Développement (ACID) et le Fond Français pour l'Environnement Mondial (FFEM).

Ce projet vise à accroître la capacité à conserver la biodiversité marine et côtière importante, par la création dans la Méditerranée d'un réseau écologiquement représentatif cohérent et efficace appuyé par un réseau d'ampleur régionale des gestionnaires des AMP et cela selon les dispositions du protocole relatif aux Aires Spécialement Protégées et à la Diversité Biologique (Protocole ASP/DB) de la convention de Barcelone.

En Tunisie, le projet MedMPAnet prévoit les deux actions pilotes suivantes :

- Action de démonstration pour la planification, la gestion et le développement de l'Aire Marine Protégée des îles Kuriat
- Analyse financière et mécanismes de financement durable de la dite Aire Protégée.

La présente mission s'inscrit dans le cadre la première action, faisant partie du Contrat MedMPAnet n° 28/2013 en vue d'apporter l'appui technique et scientifique nécessaire aux activités menées par l'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (APAL) pour la mise en place d'un système de suivi écologique des peuplements de poissons dans des Aires Marines et Côtières Protégées en Tunisie.

II. Objectifs de la présente phase

L'objectif du contrat en cours consiste à appuyer la mise en place d'un système de suivi écologique des peuplements ichthyiques aux îles Kuriat en tant que future AMCP (Contrat MedMPANet N° 28/2013).

La première phase de ce contrat s'est déroulée entre les mois de novembre et décembre 2013. Elle a consisté à mettre à jour et à évaluer l'état des populations ichthyologiques par des comptages visuels. Les objectifs étaient de faire un état des lieux des peuplements de poissons de l'archipel (Ben Lamine, 2014).

Suite à la deuxième phase (janvier à mars 2014), une synthèse sur les nouvelles méthodes et indicateurs de suivi de la faune ichthyologique en Méditerranée a été élaborée en récapitulant les principaux protocoles et indicateurs de suivi des assemblages de poissons dans les AMCP en méditerranée (Ben Lamine, 2014). Jusqu'alors, ce travail a permis de déceler les méthodes les plus pertinentes, de les adapter et les appliquer dans l'AMCP des îles Kuriat.

Pour cette troisième phase, deux techniques de comptage de poissons en plongée sous-marine ont été appliquées et les indicateurs correspondants ont été calculés. La première méthode est scientifique et « lourde » avec des dénombrements visuels réalisés selon des transects de largeurs variables et échantillonnant la totalité du peuplement, des petites espèces cryptiques aux prédateurs de haut niveau trophique. La deuxième c'est la méthode FAST, développée en Méditerranée nord-occidentale, mais adaptée ici à la faune ichthyologique tunisienne (nouvelle liste développée dans le cadre de ce travail pour la Tunisie). Cette méthode, plus simple en termes d'acquisition de données en plongée (liste d'espèces de référence sélectionnées sur différents critères de représentativité, dont la facilité d'identification). Par ailleurs, pour les besoins de suivi de la pression de pêche aux alentours des îles, des enquêtes ont été menées directement auprès des pêcheurs embarqués.

III. Le suivi des poissons par visuel census

III.1. Déroulement des sorties

Les missions de terrain se sont déroulées entre les mois de mai et de septembre 2014 (tableau 1), en utilisant les moyens de navigation du club de plongée de Monastir « Alyssa Diving Center » consistant en une barque côtière avec moteur hors-bord (Venus 2765 MO). Les journées de terrain ont été réparties à raison de 5 jours par mois pour effectuer les comptages de poissons en plongées sous-marine et pour mener les enquêtes auprès des pêcheurs embarqués.

Tableau 1 : Répartition des stations par date entre les mois de mai et septembre 2014

Date	Plongée	Enquête
3 et 4 mai 2014	-	X
10, 11 et 31 mai 2014	Stations BIO19, BIO11, BIO16 (Comptages par transect)	
1^{er}, 7 et 8 juin 2014	Stations BIO4, BIO 18, BIO 2 (Comptages par transect)	
21 et 22 juin 2014	-	X
16 et 17 aout 2014	-	X
23, 25 et 31 aout 2014	Stations BIO 2, BIO 18 et BIO 19 (Comptages FAST)	
7 et 28 septembre 2014	-	X
13, 14 et 27 septembre 2014	Stations BIO 16, BIO 11, BIO 4 (Comptages FAST)	

III.2. Choix des stations :

Durant la phase 1 du présent contrat, 25 stations ont été échantillonnées par comptage visuel en plongée sous-marine avec transect à largeur unique. Ces stations ont été sélectionnées afin de représenter les grands secteurs de l'archipel. A partir de l'analyse statistique des résultats de richesse spécifique, la proportion de poissons de grande taille et le pourcentage des carnivores, 6 stations ont été choisies. D'habitude, en présence de zonage avec des statuts de protection, lors de la mise en place d'une procédure de suivi, le choix des stations de suivi se fait selon les niveaux de protection, comme ce n'est encore le cas pour l'archipel, nous avons choisi ces 6 stations en fonction des critères précédemment cités :

- Deux stations des plus hautes valeurs de la proportion des carnivores (PCar) **HC** : BIO19 et BIO11
- Deux stations de moyennes valeurs de la proportion des carnivores **MC** : BIO18 et BIO16
- Deux stations de faibles valeurs de la proportion des carnivores **LC** : BIO2 et BIO4

Tableau 2 : Rappel des stations échantillonnées lors de la phase 1, décrites par la profondeur, le type de fond, la richesse spécifique (RS), le pourcentage de poisson de grande taille (TG) et la proportion des carnivores (PCar) dans les peuplements échantillonnés, (les stations retenues pour le suivi dans la présente phase sont en gras)

station	Prof	Principaux habitats	RS	TG	PCar (%)
BIO1	20 m	Herbier de posidonie sur matte de 1,4 m, sable	8,0	8,4	0,0
BIO2	10 m	Herbier de posidonie avec fonds rocheux	10,0	0,0	0,0
BIO3	20 m	Herbier de posidonie sur matte de 1,4 m, sable	9,0	0,0	0,0
BIO4	10 m	Herbier de posidonie avec fonds rocheux	9,0	0,0	0,0
BIO7	6 m	Fond rocheux avec des zones sableuses	15,0	0,0	0,0
BIO8	5 m	Fond rocheux avec des zones sableuses	6,0	0,0	0,0
BIO9	6 m	Fond rocheux avec des zones sableuses	12,0	0,0	0,0
BIO10	4 m	Fond Sableux	14,0	0,0	1,0
BIO11	9 m	Herbier de posidonie sur roche	20,0	1,0	3,0
ST11	7 m	Fonds rocheux	15,0	0,0	1,0
ST19	8 m	Herbier de posidonie sur roche	10,0	0,0	0,0
BIO12	6 m	Fond sableux	2,0	0,0	0,0
BIO13	6 m	Fond sableux	4,0	0,0	0,0
BIO14	5 m	Fond rocheux avec des zones sableuses	5,0	5,0	0,0
BIO15	7 m	Herbier de posidonie sur roche	7,0	29,0	0,0
BIO16	8 m	Herbier de posidonie sur roche	15,0	0,0	2,0
BIO17	5 m	Herbier de Posidonie étendu	9,0	0,0	0,0
BIO18	10 m	Herbier de posidonie sur roche	15,0	0,0	2,0
BIO19	10 m	Herbier de posidonie sur roche	17,0	61,	9,0
BIO20	10 m	Herbier de posidonie sur roche	12,0	0,0	1,0
BIO21	5 m	Herbier de posidonie sur roche	14,0	0,0	1,0
BIO22	2 m	Herbier de <i>Cymodocea nodosa</i> à feuilles courtes sur sable	0,0	0,0	0,0
BIO23	2 m	Herbier de <i>Cymodocea nodosa</i> à feuilles courtes sur sable	1,0	0,0	0,0
BIO24	5m	Fond sableux	1,0	0,0	0,0
BIO25	2 m	Herbier de <i>Cymodocea nodosa</i> à feuilles courtes sur sable	1,0	0,0	0,0

Pour les méthodes de suivis appliquées (et présentées dans la suite de ce rapport), il a été nécessaire de choisir des stations de même type de fond (rocheux) avec les mêmes types d'habitats (herbiers à Posidonie sur roche) à des profondeurs entre 8 et 10 m de profondeur (les fonds et les profondeurs les plus abondantes autour de l'archipel). Ceci permettra d'avoir des résultats statistiquement comparables pour la suite tout en évitant de nombreux facteurs de variations qui deviendraient difficiles à interpréter.

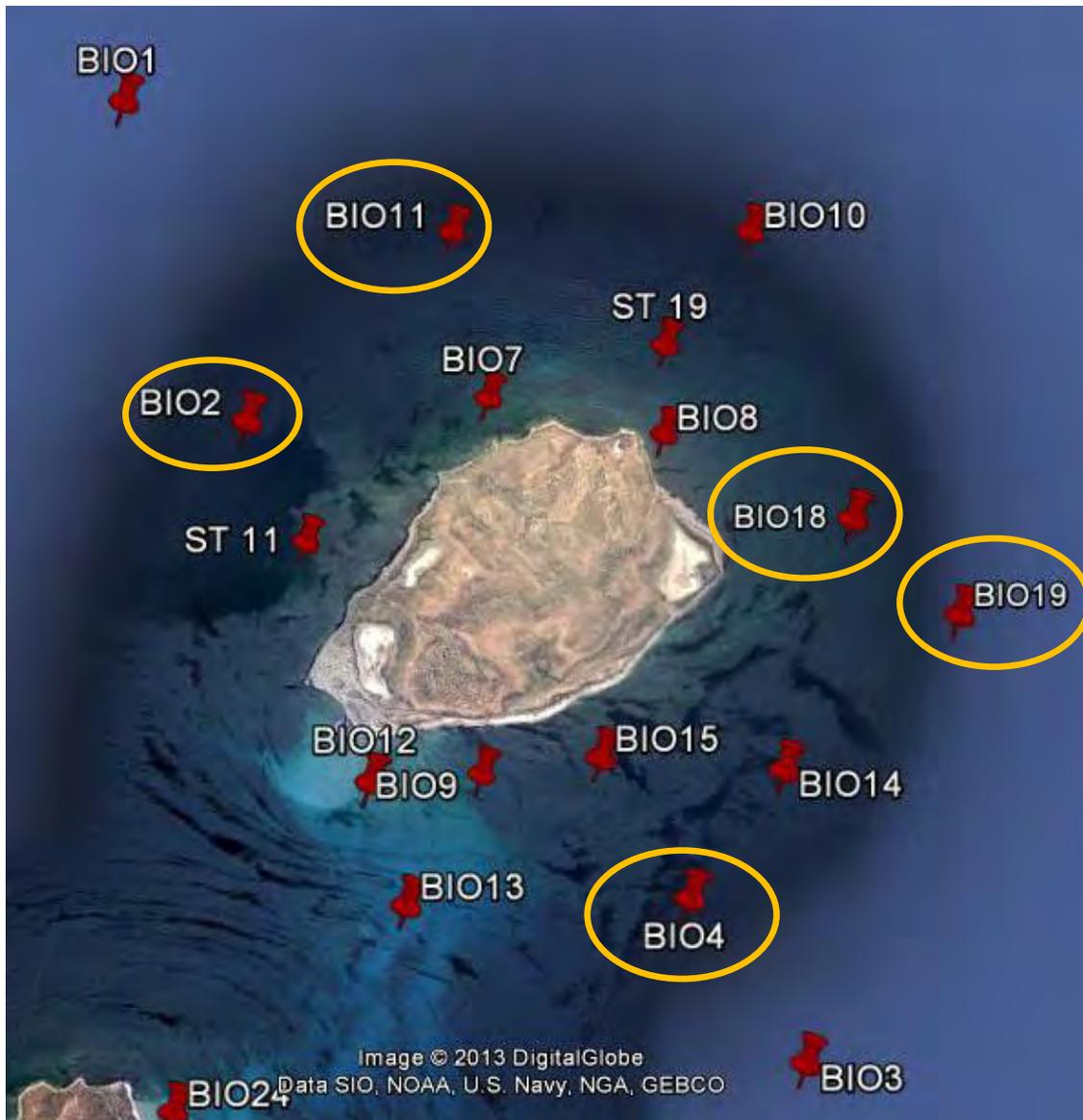


Figure 1. Carte des stations choisies à la grande Kuriat (Ben Lamine, 2014)



Figure 2. Carte des stations choisies à la petite Kuriat (Ben Lamine, 2014)

III.3. Méthode de comptage par transect de largeurs variables

III.3.1. Méthodologie

C'est une méthode où les dénombrements visuels se font en plongée sous-marine, selon des transects de largeurs variables échantillonnant la totalité du peuplement, des petites espèces cryptiques aux prédateurs de haut niveau trophique. Cette méthode, encore en développement (Prato, communication personnelle), nécessite un niveau de connaissance approfondie des espèces de poissons et un traitement statistique des données plus complexe que pour les procédures classiques de transect à largeur unique.

Les espèces prises en comptes ne sont pas les mêmes à chaque type de transect. La longueur du transect est adaptée à la taille et au comportement des espèces. L'objectif étant de pouvoir dénombrer à travers les 3 types de transects la totalité du peuplement présent.

Transect 25x5 : de longueur 25 m et largeur 5 m :

<i>Chromis chromis</i>	<i>Diplodus vulgaris</i>	<i>Symphodus doderleini</i>
<i>Oblada melanura</i>	<i>Labrus merula</i>	<i>Symphodus mediterraneus</i>
<i>Boops boops</i>	<i>Labrus viridis</i>	<i>Symphodus melanocercus</i>
<i>Trachurus spp.</i>	Mugilidae	<i>Symphodus melops</i>
<i>Spicara spp.</i>	<i>Mullus surmuletus</i>	<i>Symphodus ocellatus</i>
<i>Anthias anthias</i>	<i>Sarpa salpa</i>	<i>Symphodus roissali</i>
<i>Apogon imberbis</i>	<i>Serranus cabrilla</i>	<i>Symphodus rostratus</i>

<i>Coris julis</i>	<i>Serranus scriba</i>	<i>Thalassoma pavo</i>
<i>Diplodus annularis</i>	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	<i>Conger conger</i>
<i>Diplodus puntazzo</i>	<i>Symphodus tinca</i>	<i>Muraena helena</i>
<i>Diplodus sargus</i>	<i>Symphodus cinereus</i>	

Transect 35 x 20 : de longueur 25 m et largeur 20 m : prédateurs de haut niveau trophique mais aussi les espèces rares, très sensibles à la pêche, qui rarement vont être proches de l'observateur : le denti *Dentex dentex*, le loup *Dicentrarchus labrax*, la badèche *Epinephelus costae*, le mérrou *Epinephelus marginatus*, la *Mycteroperca rubra*, le baracuda *Sphyraena* sp, le corb *Sciaena umbra*, le sar tambour *Diplodus cervinus*.

Transect 10 x 1 : de longueur 10 m et largeur 1 m : espèces cryptiques (Blennidae, Gobidae, Trypteriglidae (*Parablennius rouxi*, *Tripterygion delaisi*)) et des juvéniles de *Symphodus*, *Coris*, *Serranus cabrilla*, *Serranus scriba*, *Spondyliosoma* et *Diplodus* dont la taille est inférieure à 5 cm. Tous les juvéniles (<=5 m), à part les juvéniles de *Spicara* et *Boops* et les *Chromis* >= 4cm qui rentrent dans le transect 25x5 pour leur présence dans la colonne d'eau).

Le comptage s'est fait donc en suivant un mètre ruban déroulé au fur et à mesure de la progression du plongeur afin de minimiser les perturbations. L'estimation de la taille a été faite avec une approximation en classes de taille (Petit, Moyen et Grand selon les mêmes mesures utilisées lors de la première phase).

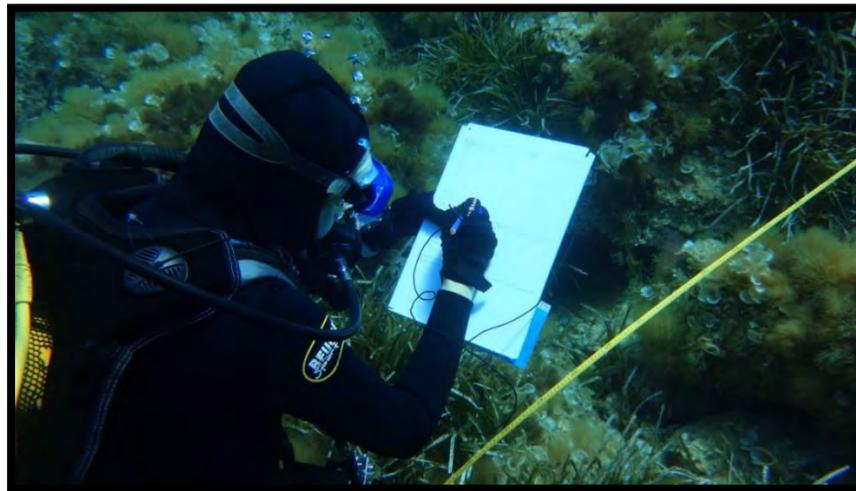


Figure 3 : Recensement des espèces de poissons en plongée sous-marine

III.3.2. Indicateurs calculés des comptages

III.3.2.1. Richesse Spécifique et abondance

Le nombre d'espèces est dépendant du transect en question. Le digramme de la figure 3 illustre la richesse spécifique de chaque station. Le nombre maximal d'espèces par station était de 22 espèces. Alors que les stations où la richesse spécifique a été la plus faible sont les stations BIO2 et BIO4.

Les espèces remarquables qui ont été rencontrées dans certaines stations sont essentiellement les grands serranidés (*Epinephelus marginatus*, *Epinephelus costae* et *Mycteroperca rubra*), le corb *Sciaena umbra*,

le sar tambour *Diplodus cervinus*, les sparidés tels que la dorade *Sparus aurata*, et le denti *Dentex dentex*. Le comportement de fuite chez ces espèces est à noter même chez les juvéniles.

Parmi les espèces cryptiques des îles Kuriat, les plus présentes étaient *Trypterigion tryperonotus*, *Trypterigion delaisi* et *Scorpaena notata*.

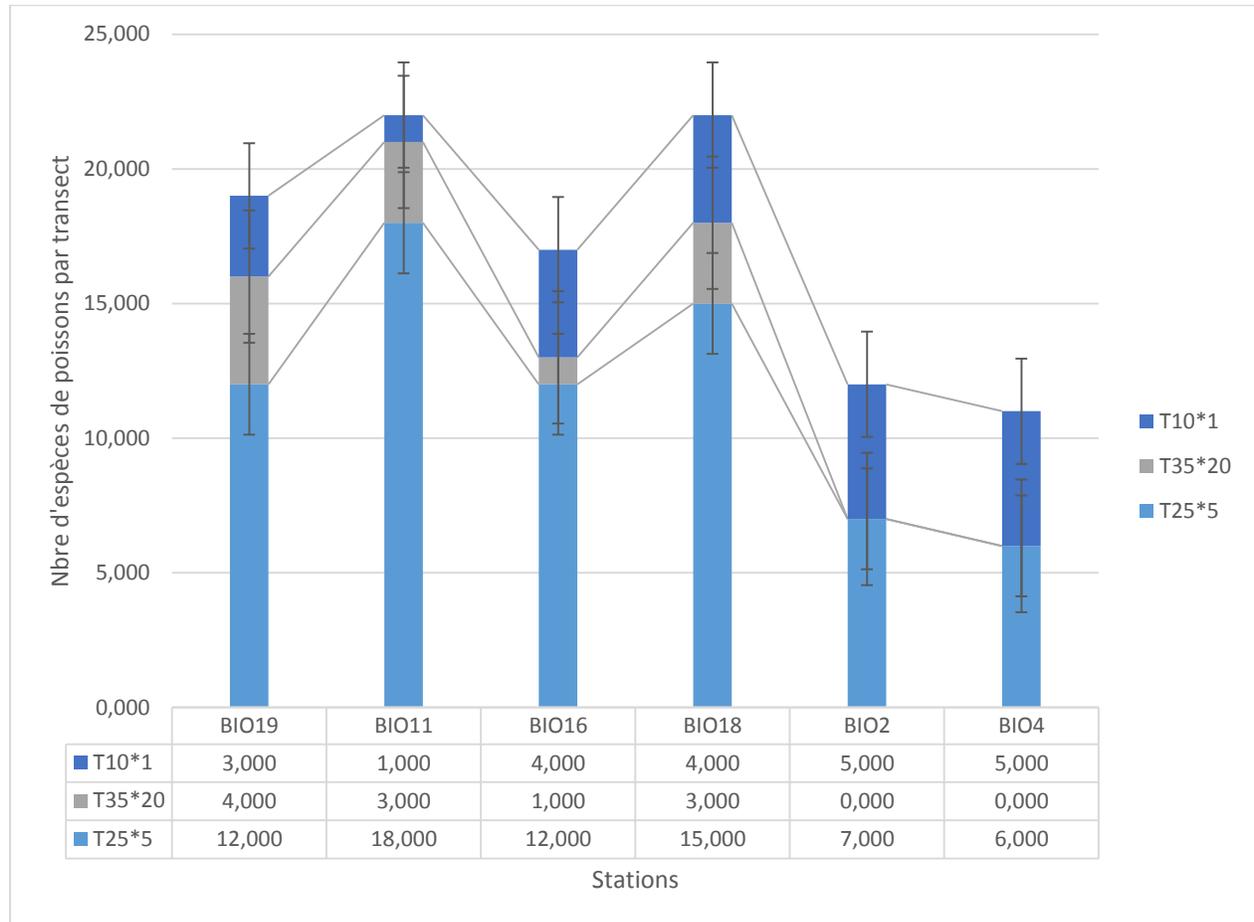


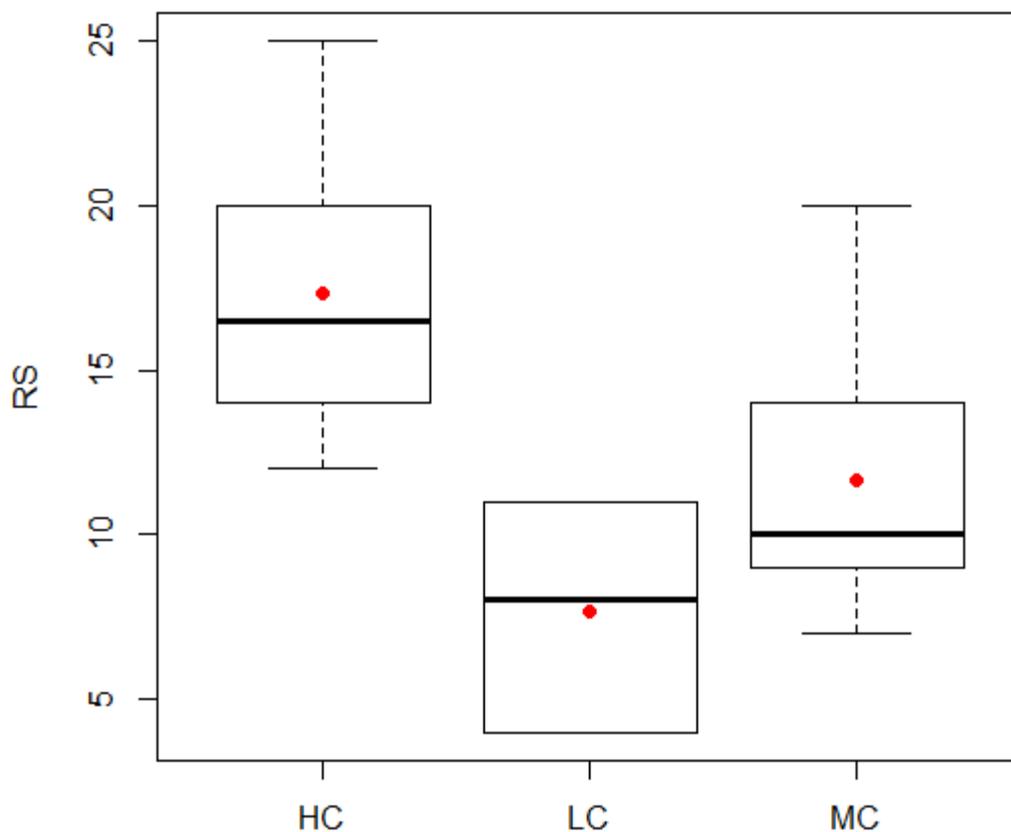
Figure 4 : Nombre d'espèces par station et par largeur de transect.

Les prédateurs n'étaient présents qu'en faible nombre et que dans toutes les stations à part BIO2 et BIO 4, tandis que les espèces cryptiques et celles de pleine eau étaient présentes dans toutes les stations avec des proportions variables

Un test d'analyse de la variance à un facteur a été menée sous logiciel R pour pouvoir déduire de la pertinence de classification des stations, pour chaque indicateur à part (richesse spécifique, abondance et densité).

En ce qui concerne la richesse spécifique, les différentes valeurs totales obtenues pour chaque niveau de classification ont été comparée. Il s'avère qu'il y a des différences significatives ($p\text{-value}=0.0038$) entre les

niveaux HC (BIO 19 et BIO 11) et LC (BIO 4 et BIO 2) mais pas de différences significatives entre HC et MC (BIO 18 et BIO 16) ni entre MC et LC (figure 6) l'erreur standard étant de 0.137.



Classe de station : HC (BIO 19 et BIO 11), MC (BIO 18 et BIO 16) et LC (BIO 4 et BIO 2)

Figure 6 : Représentation schématique de la richesse spécifique en fonction des classes de station

Tableau 5 : détail des calculs de Richesse spécifique, d'abondance et de densité par transect

Station	Richesse Spécifique			Abondance			Densité (Ind/m2)		
	T25*5	T35*20	T10*1	T25*5	T35*20	T10*1	T25*5	T35*20	T10*1
Bio 19	12,000	4,000	3,000	173,000	5,667	84,000	1,384	0,008	8,400
BIO 11	18,000	3,000	1,000	120,000	7,667	1,000	0,960	0,011	0,100
BIO16	12,000	1,000	4,000	162,667	0,667	10,333	1,301	0,001	1,033
BIO18	15,000	3,000	4,000	221,333	8,000	41,000	1,771	0,011	4,100
BIO2	7,000	0,000	5,000	72,333	0,000	26,667	0,579	0,000	2,667
BIO4	6,000	0,000	5,000	107,667	0,000	16,333	0,861	0,000	1,633

En ce qui concerne l'abondance, les différentes valeurs totales obtenues pour chaque niveau de classification ont été comparées. Il s'avère qu'il y a des différences significatives (p -value=0.0018) entre les niveaux HC (BIO 19 et BIO 11) et LC (BIO 4 et BIO 2) mais pas de différences significatives entre HC et MC (BIO 18 et BIO 16) ni entre MC et LC (figure 7), l'erreur standard étant de 0.14.

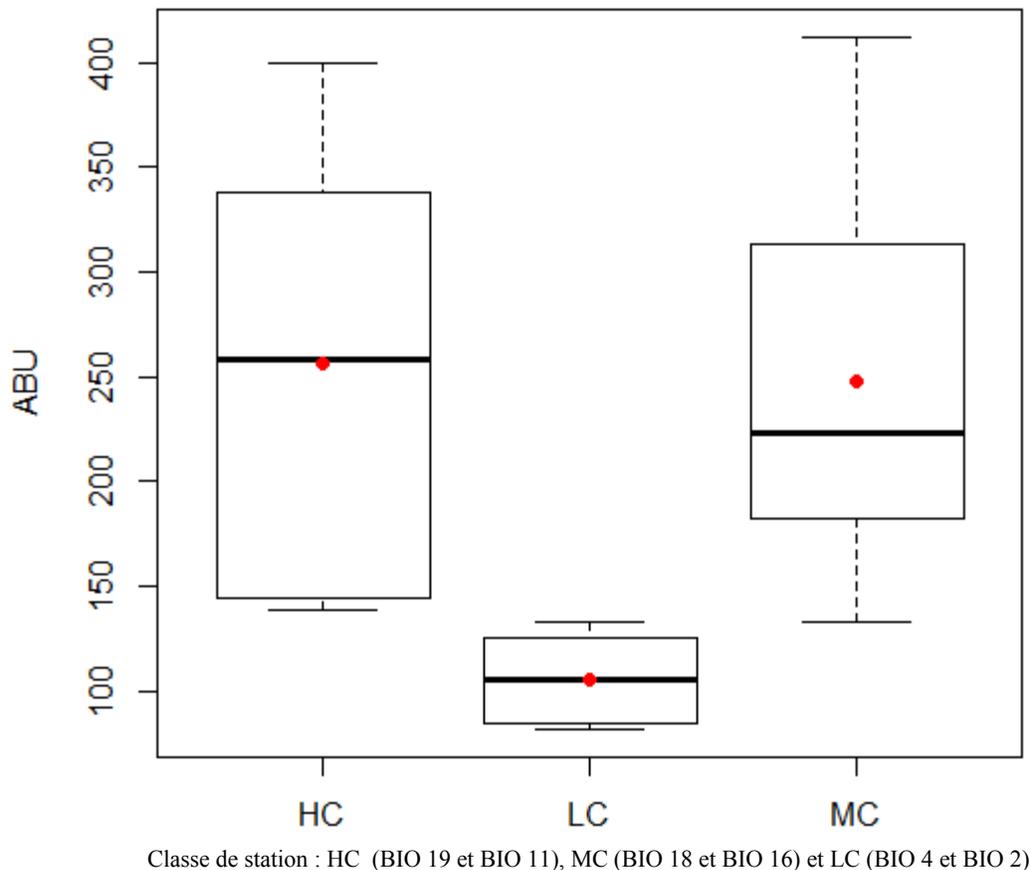


Figure 7 : Représentation schématique de l'abondance en fonction des classes de station

III.3.2.2. Densité par transect

A partir du diagramme de la figure 8, on note que la valeur élevée de la densité dans le transect T10*1 est due non pas à la présence de plusieurs individus d'espèces cryptiques (gobies, tyrptéridion, rascasse,...) mais plutôt à des valeurs élevées d'abondance de juvéniles de Castagnole *Chromis chromis*, d'alevins de girelle *Coris julis* et de Spicarel *Spicara spp.* Les densités les plus faibles sont celles des grands prédateurs par rapport aux autres transects mais aussi vu le faible nombre de grands prédateurs même si ils sont présents, un individu ou deux au maximum sont enregistrés.

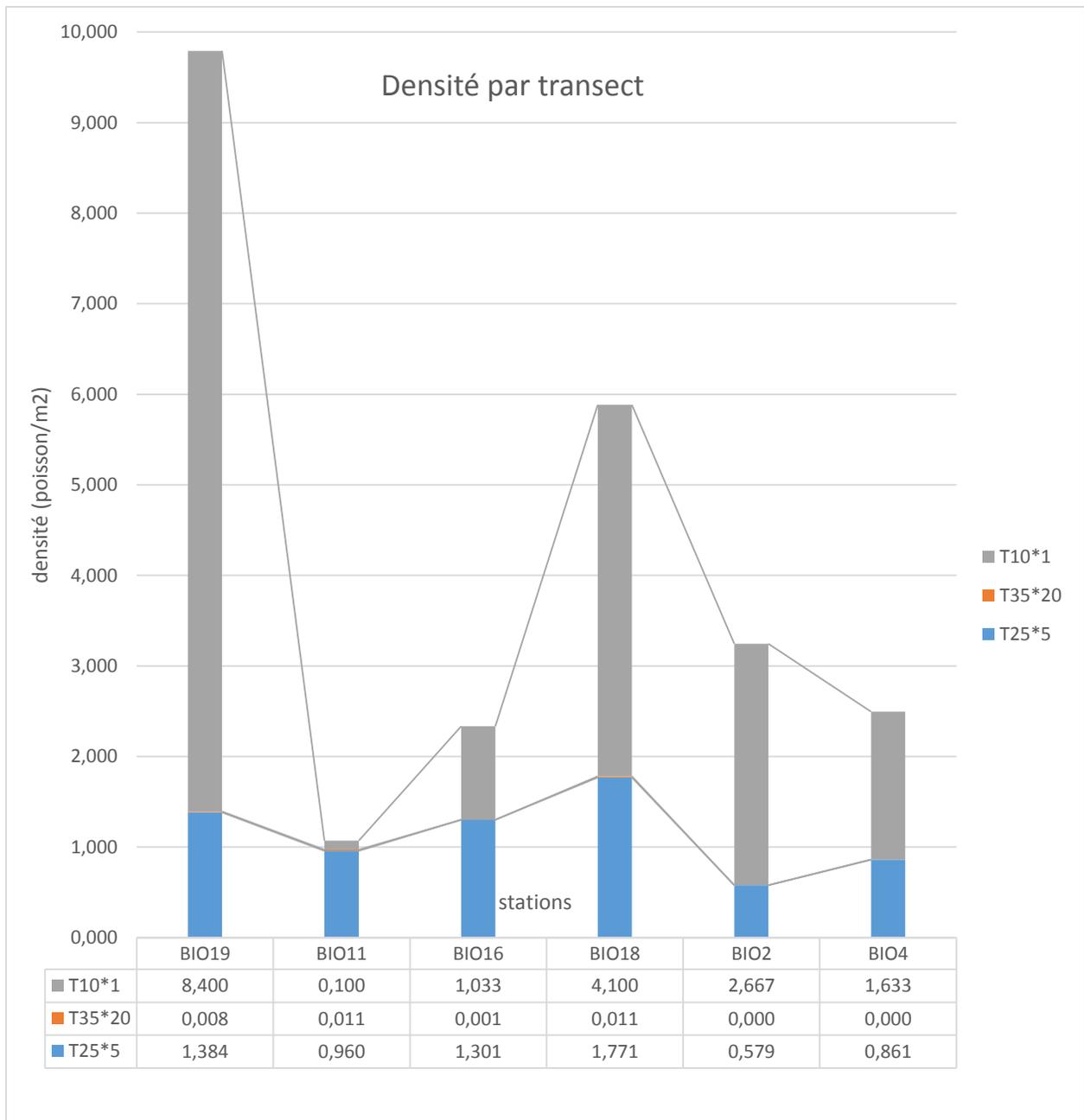
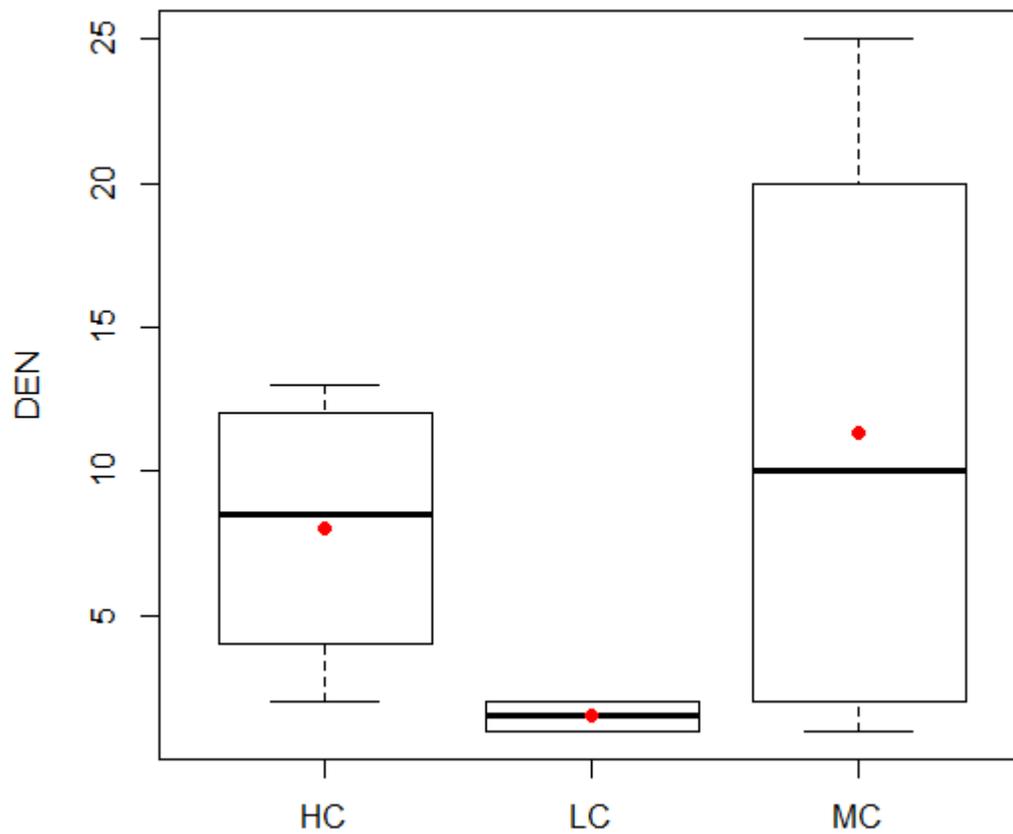


Figure 8 : Densités par station et par largeur de transect.



Classe de station : HC (BIO 19 et BIO 11), MC (BIO 18 et BIO 16) et LC (BIO 4 et BIO 2)

Figure 9 : Représentation schématique de la densité en fonction des classes de station

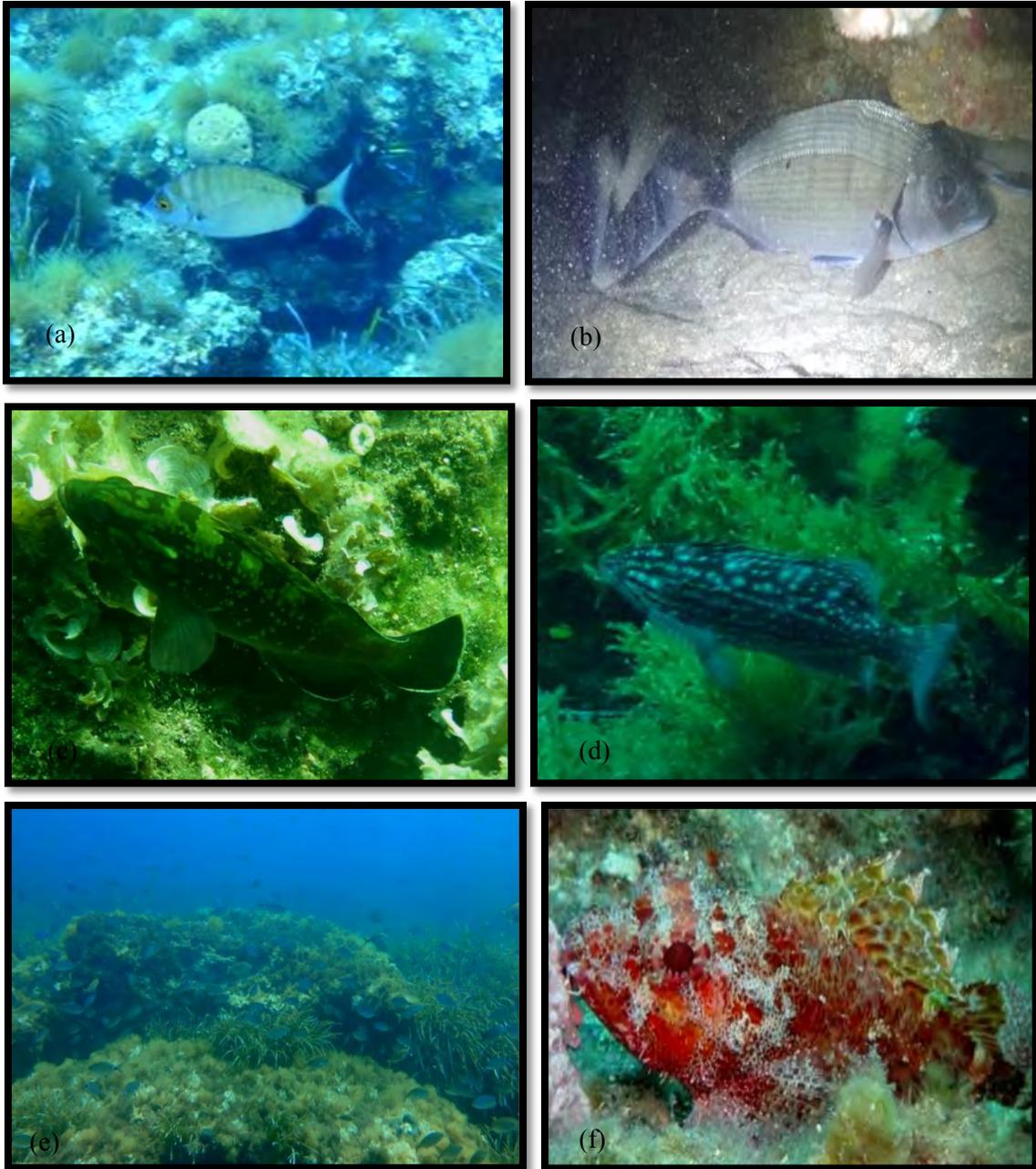


Figure 10 : espèces de poissons recensées lors des comptages en visuel census

(a) *Diplodus puntazzo* (b) : *Diplodus sargus* (c) *Epinephelus marginatus* (d) *Mycteroperca rubra* (e) *Oblada melanura* et *Sarpa salpa* (f) *Scorpaena notata*

III.3.2.3. Proportion de classe de taille par transect

La représentation des classes de taille en petit, moyen et gros par station et pour chaque groupe d'espèce à part montre d'abord des résultats plus fins et plus informatifs par rapport à ceux déduits à partir des transects de largeur unique. En effet, cela permet d'avoir une adaptation plus fine entre la taille de l'espèce et la largeur du transect. Toutefois, la classe de taille « grand » reste toujours peu représentée et limitée surtout aux poissons de fond rocheux et de pleine eau dans le transect 25x5. La proportion de grande taille correspondait essentiellement à la présence de saupes, d'oblades et de castagnoles de grande taille (figure 6).

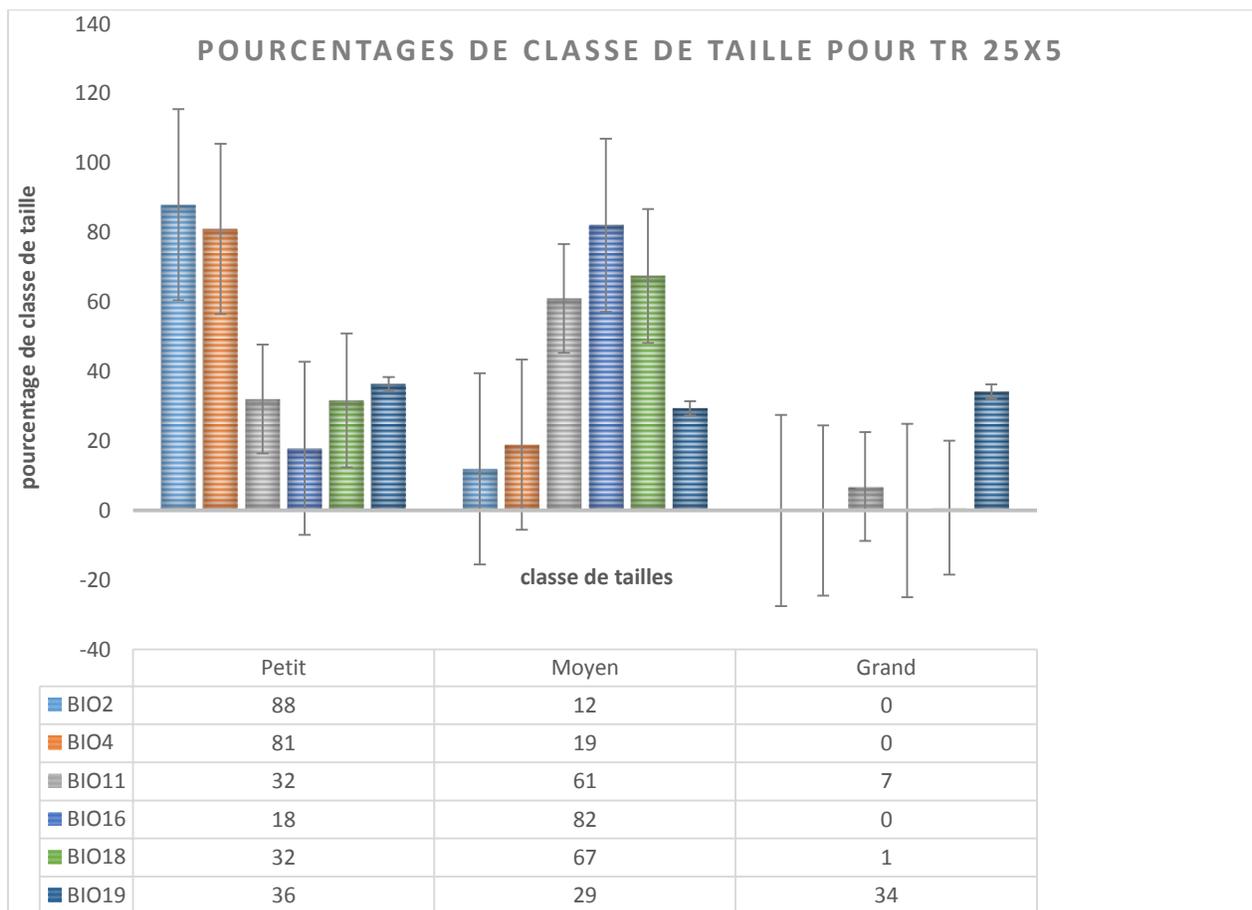


Figure 11 : Diagramme de classe de taille par station et par transect

Concernant les prédateurs de haut niveau trophique (figure 5), ils étaient absents dans les stations BIO 2 et BIO 4. Ceci peut refléter un effort de prélèvement important de mérrou, corb, badèche, mérrou royal et denti. Quand ils ont été observés, ces espèces étaient toutes représentées par des individus de petites taille (figure 6) sauf à la station BIO 11 où quelques individus moyens (denti) ont été observés. Il convient de signaler l'absence systématique des individus de grande taille. L'absence de ce groupe d'espèce par

rapport aux autres, et de la classe de taille grande est alarmante autour des îles Kuriat, surtout que les absences concernent des espèces longévives, de croissance lente et à haute valeur économique.

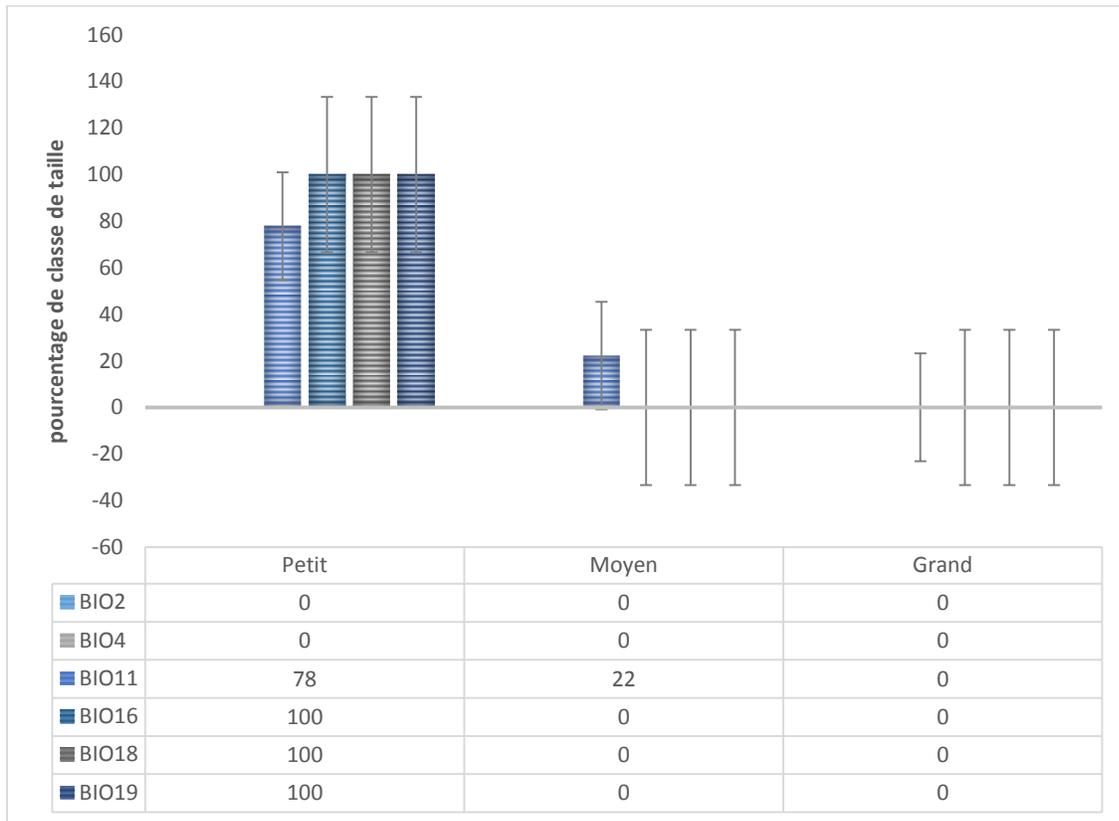


Figure 12 : diagramme de pourcentage de taille des grands prédateurs (TR35x10)

Pour le transect T10x1, les classes de tailles n'ont pas été représentées. Ceci est due au fait que dans ce transect, sont comptés les juvéniles des poissons de pleine eau, comme les castagnoles, les girelles et les oblades qui étaient présentes en grand nombre durant la période des comptages.

Les comptages précis par espèce avec les tailles correspondantes renseignent sur la biomasse (intérêt pour la pêche), la densité, les classes de tailles. Ce sont des indices quantitatifs et qualitatifs précis du peuplement de poissons échantillonné.

Ce qui est constaté d'après ces indicateurs qui ont été calculés, par groupe d'espèce, c'est que les tendances globales des stations qui ont été choisies pour le suivi des peuplements de poissons sont les mêmes. Les valeurs les plus élevées sont celles des stations BIO 19 et BIO 11. Les plus faibles sont celles des stations BIO 2 et BIO 4.

La première application de cette méthode a permis déjà d'obtenir des valeurs références des indices calculés par transect. Elle donne une idée sur le peuplement en question, plus précise que celle des transects de largeur unique en raison de l'adéquation entre le choix de l'espèce et la largeur du transect. Par contre, c'est une méthode qui nécessite beaucoup de temps de plongée (pour avoir des résultats significatifs, il faut 3 réplicats pour chaque transect) et qui nécessite beaucoup de traitement statistique.

III.3.2.4. Caractérisation de l'état des peuplements des AMCP: courbes rang/fréquence de Warwick *et al.* (1987)

Au lieu de simplement donner les résultats d'abondance numérique ou pondérale des peuplements de poissons échantillonnés sur les transects de largeur variable, nous avons présenté ces résultats sous la forme de courbes rang-fréquence. Les fréquences ont été calculées sur les données de densité ou de biomasse. Les mesures de biomasse ont été calculées à partir de relations taille-poids de la littérature comme cela se fait traditionnellement pour les comptages en plongée sous-marine (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985; Francour, 1997). Warwick 1986 a proposé d'utiliser ces courbes rang-fréquence pour apprécier l'état de stress d'un peuplement. Si les courbes en biomasse sont supérieures aux courbes en densité, le milieu est peu perturbé. En cas de perturbation ou de pollution importante, c'est le contraire. Quand les deux courbes sont confondues, le degré de perturbation est moyen. Warwick *et al.* (1987) ont vérifié cette hypothèse sur de nombreux exemples de milieux pollués ou perturbés (figure 13).

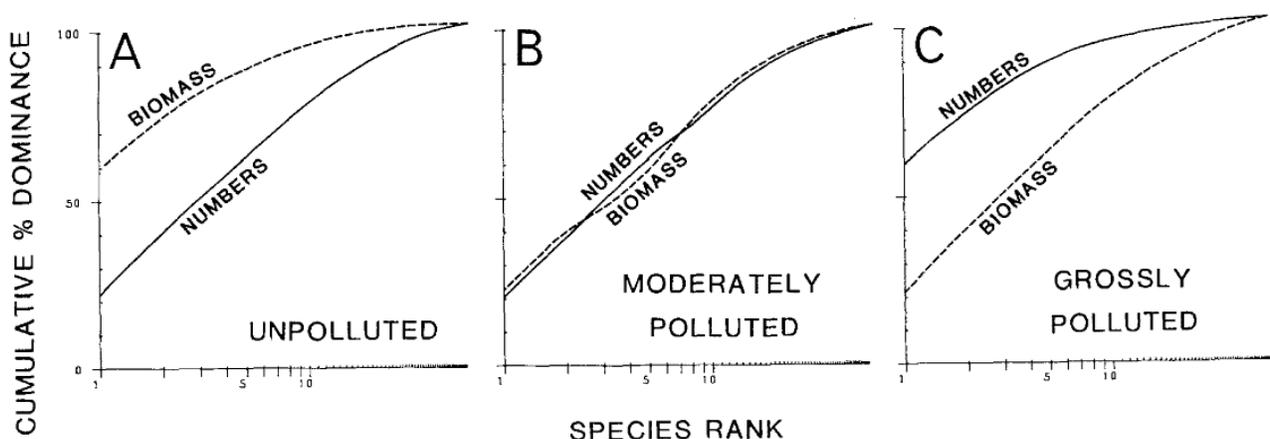


Figure 13 : Dominance des courbes de biomasse et d'abondance des espèces dans différentes conditions de stress (ou pollution) (peuplement non stressé, modérément stressé et très stressé) (Warwick *et al.*, 1987)

Dans les graphiques qui sont présentés ci-après (figure 14), les courbes d'abondance cumulées en biomasse et en densité sont proches et souvent confondues. Cela traduit un degré de perturbation moyen

des peuplements, quelles que soient les stations considérées. Par ailleurs, il convient de souligner que les richesses spécifiques sont assez peu élevées. Ces premiers résultats traduisent donc des peuplements appauvris, assez fortement impactés. Même si ces conclusions doivent être confirmées lors des prochains échantillonnages, il semble important et urgent de mettre en place des mesures efficaces de protection des peuplements en place.

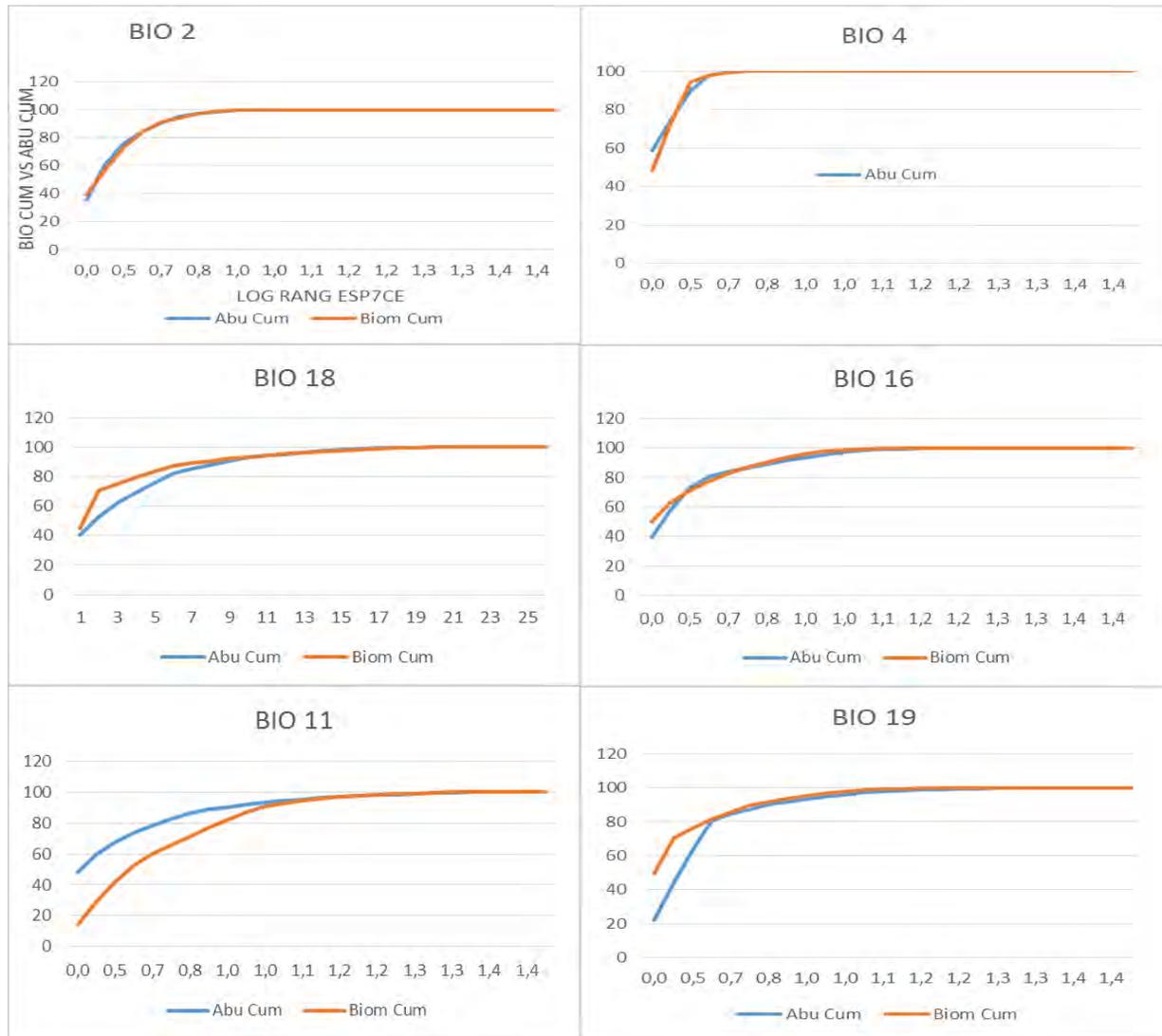


Figure 14 : Courbes rang-fréquence de biomasse cumulée et abondance cumulée en fonction du rang des espèces de poissons calculées pour les différentes stations des îles Kuriat

III.4. Méthode « *Fish Assemblage Sampling Technique* » FAST

III.4.1. Adaptation de la liste de poissons au contexte de la Tunisie et aux îles Kuriat

Cette méthode, plus simple en termes d'acquisition de données en plongée (liste d'espèces de référence sélectionnées sur différents critères de représentativité), permet d'obtenir des indicateurs fiables et pertinents sur l'état des peuplements de poissons à travers un calcul simple, automatisé sous Excel, et qui pourrait donc être facilement mise en œuvre par les gestionnaires des AMCP.

Elle a été développée en Méditerranée nord-occidentale (Seytre et al., 2009), mais elle a été adaptée à la faune ichtyologique tunisienne (à travers une nouvelle liste développée pour la Tunisie). Pour l'adapter, nous nous sommes basées sur les inventaires de poissons de Tunisie qui ont été élaborés depuis 1998 par Bradai (2000), sur la mise à jour en 2004 (Bradai et al., 2004) à partir des enquêtes auprès des pêcheurs, en plus de comptages visuels en plongée réalisés en 2010, 2011 et 2013 (Ben Lamine, 2010 ; Ben Lamine, 2011 ; Ben Lamine, 2013) (voir liste en annexe1). Pour ces espèces de poissons selon 12 critères ont été évalués (Annexe 2) à savoir :

- La limite de profondeur : les espèces qui vivent à moins de 30 m de profondeur sont retenues, (l'indice correspondant étant I_{prof})
- L'endémisme : les espèces indigènes prennent plus d'importance que les autres (Indice I_{end})
- La facilité d'identification : les espèces FAST doivent être faciles à identifier e plongée sous marine (Indice I_{iden})
- Estimation de l'abondance : c'est une estimation de l'abondance en Tunisie pour mettre en évidence les espèces rares (I_{Abu})
- Le régime alimentaire : pour donner de l'importance aux espèces strictement herbivores et celles strictement carnivores (I_{Nut})
- Prédateurs de hauts niveau trophique : sont des espèces clés dans les écosystèmes et leur présence reflètent un peuplement mûre (I_{Pred})
- La longévité : c'est un critère qui reflète aussi l'âge de première maturité sexuelle. En général les espèces longévives atteignent leur maturité sexuelle plus tard que les autres et sont par conséquent plus vulnérable (I_{Long})
- Changement de sexe au cours de la vie : les espèces qui changent de sexe au cours de leur vie, dites hermaphrodites, sont des espèces plus vulnérables dans les écosystèmes et nécessitent une attention particulière (I_{Herm})
- Espèces ciblées par la pêche ou non : professionnelle ou amateur ou les deux en même temps ; dans le contexte d'une AMCP, il est primordial d'utiliser une méthode de suivi qui permet de

mettre en évidence l'effet protection, c'est pour cela, que dans la liste FAST, les espèces recherchées par la pêche prennent des valeurs plus élevées que les autres (I_{Tfish})

- Vulnérabilité, liées à la liste rouge de l'IUCN, et proportionnelle à la rareté d'une espèce donnée en Tunisie (I_{Vul})
- Spécificité vis-à-vis de l'habitat : certaines espèces sont indicatrices d'un habitat plus qu'un autre (I_{Hab})
- Espèce lessepsienne ou herculéenne en expansion : ce critère a été ajouté pour prendre en compte les espèces de poissons non indigènes qui sont en expansion ou invasives au cours de ces dernières années et qui méritent une attention particulière (I_{Less}).

A partir des valeurs d'indices allant de 0 à 2 qui ont été attribuées à chaque espèce pour chaque critère, un indice I descriptif a été calculé, si I_{Prof} est supérieur à 0 selon la formule suivante :

$$I_{descriptif} = I_{end} + I_{iden} + I_{Abu} + I_{Nut} + 2x I_{Pred} + I_{Long} + I_{Herm} + 2x I_{Tfish} + I_{Vul} + I_{Hab} + 2x I_{Less}$$

Les indices relatifs aux prédateurs de haut niveau trophique, à l'intérêt pour la pêche ainsi que l'indice relatif aux espèces lessepsiennes ou herculéennes sont affectés d'un poids double en raison de l'importance écologique de ces espèces. Par la suite, une moyenne de 10 pour l'indice I, a été choisie comme seuil au-delà duquel une espèce pourrait être retenue dans la liste principale des poissons qui seront suivies en permanence dans les comptages FAST. Par ailleurs, d'autres espèces dites, jokers ou accessoires ont été retenues aussi pour le suivi, jugées comme importantes et/ou indicatrices. Au total, 27 espèces de poissons sont retenues dans la liste principale, 9 comme espèces jokers. Le tableau 6 présente les différentes espèces pour la liste de la Tunisie, avec mention de leur habitat principal.

Tableau 6 : Liste FAST proposée pour la Tunisie et pour les îles Kuriat (liste principale et jokers)

	Espèce/Milieu	Roche	Herbier	Sable	Pleine Eau	Grottes
Liste principale	<i>Epinephelus marginatus</i>	x				
	<i>Epinephelus costae</i>	x				
	<i>Mycteroperca rubra</i>	x				
	<i>Dentex</i> spp.	X				
	<i>Dicentrarchus labrax</i>	x				
	<i>Labrus</i> spp.	X	x			
	<i>Phycis phycis</i>					x
	<i>Scorpaena scrofa</i>	x				
	<i>Pagrus pagrus</i>	x				
	<i>Sciaena umbra</i>	x				x
	<i>Conger conger</i>					x
	<i>Diplodus cervinus</i>	x				
	<i>Seriola</i> spp.				X	
	<i>Dasyatis pastinaca</i>	x	x			
	<i>Serranus cabrilla</i>	x				
	<i>Serranus scriba</i>	x				
	<i>Sphyræna</i> spp.				X	
	<i>Diplodus annularis</i>	x	x			
	<i>Diplodus puntazzo</i>	x				
	<i>Diplodus sargus</i>	x				
	<i>Diplodus vulgaris</i>	x				
	<i>Lithognatus mormyrus</i>				x	
	<i>Muraena helena</i>					x
	<i>Myliobatis aquila</i>				x	
	<i>Pomatomus saltatrix</i>					x
	<i>Sarpa salpa</i>			x		
<i>Spondylisoma cantharus</i>	x					
Liste principale	27	18	4	2	3	4
Espèces joker	<i>Fistularia commersonii</i>	x	x		x	
	<i>Hippocampus</i> spp.		X			
	<i>Lichia amia</i>				x	
	<i>Sparus aurata</i>	x		x		
	<i>Siganus</i> spp.	X	x			
	<i>Solea</i> spp.				X	
	<i>Umbrina cirrosa</i>	x				
	<i>Heptanchias perlo</i>	x	x			
<i>Scyliorhinus</i> spp.	X	x				
Liste joker	9	6	5	2	2	0
Total	36	24	9	4	5	4

III.4.2. Application et indicateurs FAST calculés

La table FAST comprend la liste d'espèce, une valeur constante multipliant la valeur de présence de l'espèce en petite/moyenne ou grande taille, les 6 réplicats (il faut un minimum de 6 pour assurer des résultats statistiquement significatifs), les indicateurs FAST calculés (MI, CI, Nombre d'espèce relatif, prop grand et prop carnivores) et la fréquence d'occurrence.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1				plongées le 31 tout 2014, deuxième plongée, fond rocheux avec des touffes de posidonie et quelques tâches de sable, plongée avec les palmes de Mahdi, fond très joli avec des																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
2				cavités.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
4	Station / Date	Troph value	Cons value		Mahdi	Mahdi	Mahdi	Emna	Emna	Emna																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
5	Espèces		Size								Présence espèce	Fréquence																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	<i>Diplodus annularis</i>	0	1	P/M	x	x	x	x	x	x	1	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7		0	1	G							0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8	<i>Diplodus cervinus</i>	0	1	P/M							0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
9		0	1	G							0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
10	<i>Diplodus puntazzo</i>	0	1	P/M	x		x	x	x		1	67																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
11		0	1	G							0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
12	<i>Diplodus sargus</i>	0	1	P/M	x	x	x	x	x	x	1	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
13		0	1	G		x		x			2	33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
14	<i>Diplodus vulgaris</i>	0	1	P/M	x	x	x	x	x	x	1	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
15		0	1	G	x	x	x	x	x	x	2	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
16	<i>Lithognatus mormyrus</i>	0	1	P/M	x		x		x		1	50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
17		0	1	G	x						2	17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
18	<i>Dentex spp.</i>	0	1	P/M	x		x	x	x		1	67																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
19		2	2	G							0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
20	<i>Sarpa salpa</i>	0	1	P/M	x	x	x	x	x	x	1	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
21		0	1	G							0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
22	<i>Pagrus pagrus</i>	0	1	P/M							0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
23		0	2	G							0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
24	<i>Spondylitosa cantharus</i>	0	1	P/M	x	x	x	x	x	x	1	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
25		0	1	G	x			x			2	33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
26	<i>Serranus scriba</i>	0	1	P/M							0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
27		2	1	G		x			x		2	33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
28	<i>Serranus cabrilla</i>	0	1	P/M							0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
29		2	1	G							0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> <th>I</th> <th>J</th> <th>K</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>75</td> <td><i>Epinephelus caninus</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>76</td> <td><i>Epinephelus haifensis</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>77</td> <td></td> </tr> <tr> <td>78</td> <td>Nombre d'espèces</td> <td></td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>79</td> <td></td> <td>P/M</td> <td></td> <td></td> <td>10</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>80</td> <td></td> <td>G</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td>6,0</td> <td>0,0</td> <td>6,0</td> <td>0,0</td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>81</td> <td>Indice maximal =</td> <td>T</td> <td></td> <td>110,0</td> <td>14,0</td> <td>16,0</td> <td>11,0</td> <td>15,0</td> <td>9,0</td> <td>13,0</td> <td>23,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>82</td> <td>Calcul avec Indice sur 100 en %</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>12,7</td> <td>14,5</td> <td>10,0</td> <td>13,6</td> <td>8,2</td> <td>11,8</td> <td>20,9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>83</td> <td></td> </tr> <tr> <td>84</td> <td>Indice trophique</td> <td>P/M</td> <td></td> <td></td> <td>2,0</td> <td>2,0</td> <td>2,0</td> <td>2,0</td> <td>2,0</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>85</td> <td></td> <td>G</td> <td></td> <td></td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>86</td> <td></td> <td>T</td> <td></td> <td>36,0</td> <td>2,0</td> <td>2,0</td> <td>2,0</td> <td>2,0</td> <td>2,0</td> <td>2,0</td> <td>5,6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>87</td> <td></td> </tr> <tr> <td>88</td> <td>Indice grands</td> <td></td> <td></td> <td>27,0</td> <td>2,0</td> <td>3,0</td> <td>0,0</td> <td>3,0</td> <td>0,0</td> <td>2,0</td> <td>6,2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>89</td> <td></td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>Indice Moyen</td> <td></td> <td></td> <td>11,8</td> <td>en %</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>91</td> <td>Indice cumulé</td> <td></td> <td></td> <td>20,9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>92</td> <td>Nombre d'espèce</td> <td></td> <td></td> <td>44,4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>93</td> <td>Prop carnivores</td> <td></td> <td></td> <td>5,6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>94</td> <td>Prop grands</td> <td></td> <td></td> <td>6,2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>95</td> <td>Coefficient de variation</td> <td></td> <td></td> <td>20,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>96</td> <td>Ecart type</td> <td></td> <td></td> <td>2,4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>97</td> <td></td> </tr> <tr> <td>98</td> <td></td> </tr> <tr> <td>99</td> <td></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td></td> </tr> <tr> <td>101</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>														A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	75	<i>Epinephelus caninus</i>												76	<i>Epinephelus haifensis</i>												77													78	Nombre d'espèces			12									79		P/M			10	10	11	9	9	9			80		G			4,0	6,0	0,0	6,0	0,0	4,0			81	Indice maximal =	T		110,0	14,0	16,0	11,0	15,0	9,0	13,0	23,0		82	Calcul avec Indice sur 100 en %				12,7	14,5	10,0	13,6	8,2	11,8	20,9		83													84	Indice trophique	P/M			2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0			85		G			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			86		T		36,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	5,6		87													88	Indice grands			27,0	2,0	3,0	0,0	3,0	0,0	2,0	6,2		89													90	Indice Moyen			11,8	en %								91	Indice cumulé			20,9									92	Nombre d'espèce			44,4									93	Prop carnivores			5,6									94	Prop grands			6,2									95	Coefficient de variation			20,1									96	Ecart type			2,4									97													98													99													100													101												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
75	<i>Epinephelus caninus</i>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
76	<i>Epinephelus haifensis</i>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
77																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
78	Nombre d'espèces			12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
79		P/M			10	10	11	9	9	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
80		G			4,0	6,0	0,0	6,0	0,0	4,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
81	Indice maximal =	T		110,0	14,0	16,0	11,0	15,0	9,0	13,0	23,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
82	Calcul avec Indice sur 100 en %				12,7	14,5	10,0	13,6	8,2	11,8	20,9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
83																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
84	Indice trophique	P/M			2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
85		G			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
86		T		36,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	5,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
87																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
88	Indice grands			27,0	2,0	3,0	0,0	3,0	0,0	2,0	6,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
90	Indice Moyen			11,8	en %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
91	Indice cumulé			20,9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
92	Nombre d'espèce			44,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
93	Prop carnivores			5,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
94	Prop grands			6,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
95	Coefficient de variation			20,1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
96	Ecart type			2,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
97																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
99																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
101																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

Figure 15 : Exemple de tables Excel présentant les données et les indicateurs FAST calculés

Ces résultats correspondent aux premiers essais de la méthode FAST avec la liste nouvellement adaptée pour la Tunisie. D'autres séries de comptages seront nécessaires pour valider la méthode dans les îles Kuriat et pour proposer des intervalles de classification de l'état des peuplements. A travers ces indicateurs, le changement dans les populations de poissons sous l'effet d'une pression ou d'une protection pourrait être détecté assez rapidement. Les valeurs calculées des indicateurs FAST ci-après présentent un état de référence pour les prochains comptages FAST.

Tableau 8 : Indicateurs FAST calculés pour l'AMCP des îles Kuriat

Indices FAST été 2014	BIO 19	BIO11	BIO16	BIO18	BIO2	BIO4
Indice Moyen (%)	14,39	10,45	16,97	11,82	4,09	9,39
Indice cumulé (%)	24,55	19,09	30,00	20,91	7,27	20,91
Nombre d'espèce	48,15	48,15	59,26	44,44	22,22	40,74
Prop carnivores (%)	12,04	10,19	12,96	5,56	0,00	4,63
Prop grands (%)	3,09	1,85	8,02	6,17	0,62	2,47
Coefficient de variation	14,08	35,54	10,53	20,06	23,31	30,40

L'indice moyen et l'indice cumulé sont les plus élevés dans les stations BIO 16 et BIO 19. Ces résultats sont différents de ceux obtenus avec les comptages classiques par groupe d'espèce où les stations BIO 19 et BIO11 sont les plus riches. Contrairement aux résultats des comptages précédents où nous avons remarqué une différence significative, des minimas et maximas des valeurs de densité, de richesse spécifique, d'abondance et de classe de tailles, les diagrammes des indicateurs FAST ne montrent pas une variabilité entre les stations. Cela s'explique par le fait que les critères de suivi des espèces ne sont pas les mêmes. Par contre, pour la proportion des carnivores, comme pour MI et CI, les stations BIO19 et BIO 16 comprennent les proportions les plus élevées. Les valeurs les plus élevées de la proportion de grande taille étaient au niveau des stations BIO 16 et BIO 18. Pour la méthode FAST, la présence d'espèces vulnérables, recherchées par la pêche est mise en évidence plutôt que les tendances générales de tous les poissons même si échantillonnés de façon séparée.

Pour pouvoir conclure de la pertinence des deux méthodes concernant la caractérisation des différentes stations et des niveaux de description choisis (HC, MC et LC), nous avons procédé à un test de corrélation de type « Spearman » à l'aide du logiciel R. La corrélation entre l'indicateur MI (méthode FAST) et la

densité (méthode des transects de largeurs variables) est de 0,4. Alors que celle entre l'indicateur Pcar (FAST) et l'indicateur de la proportion des carnivores (Transect) est de 0,60. Ce qui représente des corrélations relativement importantes décrivant les stations. Ce qui appuie le choix des 3 niveaux de stations.



Figure 16 : Indicateurs FAST présentés dans des diagrammes par station d'échantillonnage

Fréquence d'occurrence

La fréquence d'occurrence présente le nombre de fois au cours des 6 comptages de 15 min où une espèce donnée est observée au moins une fois par les plongeurs. Cet indicateur a été proposé essentiellement pour les espèces recherchées par la chasse sous-marine. Le serran chèvre *Serranus cabrilla* est considéré comme un bon indicateur de la pression de pêche à la ligne. Les fréquences varient entre 33 et 100%. Il est remarquable de constater que les fréquences d'observation de la classe de taille grande est nulle pour toutes les stations et pour toutes les espèces. Ceci traduit la pression de prélèvement (tableau 6, figure 17).

Tableau 6 : Fréquence d'occurrence (%) des présences des deux classes de tailles par station et par poissons les plus recherchés par la pêche amateur autour des îles Kuriat

fréquence d'occurrence	BIO 19		BIO11		BIO16		BIO18		BIO2		BIO4	
	P/M	G	P/M	G	P/M	G	P/M	G	P/M	G	P/M	G
<i>Dentex spp.</i>	0,0	0,0	33,3	0,0	66,7	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	66,7	0,0
<i>Pagrus pagrus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus marginatus</i>	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Mycteroperca rubra</i>	100,0	0,0	66,7	0,0	100,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Serranus cabrilla</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
<i>Sciaena umbra</i>	50,0	0,0	33,3	0,0	66,7	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sphyaena spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

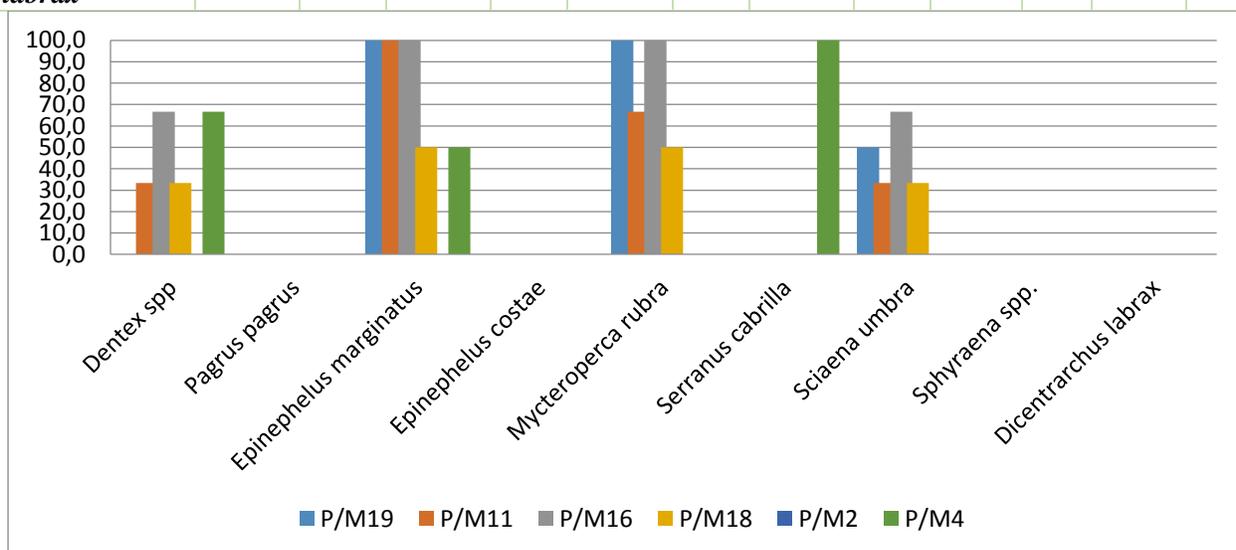


Figure 17 : Fréquence d'occurrence (%) des poissons recherchés par la pêche à harpon aux îles Kuriat

Le suivi proposé des peuplements de poissons en zones côtières dans le cadre de ce travail est le premier pas vers la mise en place de procédures de suivi des poissons en zone côtière en Tunisie. Les deux méthodes présentées et les indicateurs calculés et discutés ci dessus présentent un état de référence pour les peuplements de poissons dans les îles Kuriat.

IV. Suivi de la pression de pêche

Estimation de la fréquentation par comptage visuel

L'estimation de la fréquentation des pêcheurs par comptage visuel et l'enquête socioéconomique a été réalisée aux îles Kuriat. Le comptage a été effectué à partir du bateau. Ce qui a permis de recueillir des données quantitatives sur les pratiques de pêche ainsi qu'une identification des techniques employés.

Le tableau 7 présente les premiers résultats de l'estimation de la fréquentation durant 16 jours d'enquêtes, répartis à raison de 4 jours par mois (durant les weekends et au cours de la semaine), nombre considéré, comme représentatif.

Tableau 7 : estimation visuelle de la fréquentation des îles Kuriat par les pêcheurs professionnels, chasseurs sous-marins et pêcheurs à la ligne

date	zone prospectée	Nombre de chasseurs	Nombre de pêcheur à la ligne	Nombre de pêcheurs professionnel
03/05/2014	Grande Kuriat	1	0	4
04/05/2014	Petite Kuriat	2	1	3
10/05/2014	Grande Kuriat	1	1	4
11/05/2014	Grande Kuriat	4	0	3
14 /06/2014	Petite kuriat	1	0	0
15/06/2014	Grande Kuriat	1	0	0
21/06/2014	Grande Kuriat	1	0	3
22/06/2014	Grande Kuriat	2	2	6
16/08/2014	Petite kuriat	1	0	4
17/08/2014	Grande Kuriat	4	0	1
23/08/2014	Grande Kuriat	5	0	1
25/08/2014	Grande Kuriat	1	0	3
07/09/2014	Petite kuriat	2	0	1
13/09/2014	Grande Kuriat	1	1	2
14/09/2014	Grande Kuriat	2	1	6
28/09/2014	Petite kuriat	2	0	1
TOTAL		32	6	42

Dans la figure 18 ci-après, le nombre moyen de pêcheurs professionnels, est présenté par bateau, ceci étant, durant la saison d'échantillonnage allant du mois de mai jusqu'au mois de septembre 2014. En moyenne, 4 bateaux de pêche, 3 chasseurs sous-marins et 1 bateau de pêche à la ligne fréquentent l'île par jour.

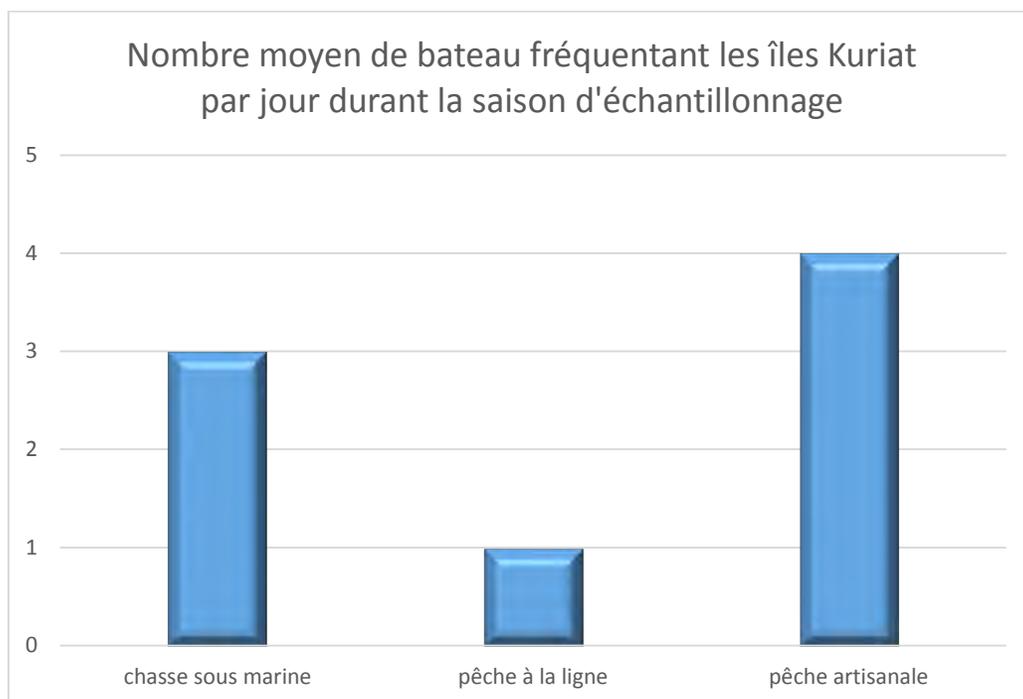


Figure 18 : Nombre moyen de bateau fréquentant les îles Kuriat par jour durant la saison d'échantillonnage

Captures de la chasse sous marine et leurs tailles correspondantes

Les valeurs moyennes peuvent ne pas paraître très élevées. Néanmoins, selon les diagrammes des figures 19 et 20, les prélèvements des chasseurs sous-marins sont alarmants. En effet, en moyenne, au moins, un individu de chaque espèce ciblée est prélevé par jour (cas du corb, mérrou brun, mérrou royal, denti, dorade, sargue, mullet, sar à tête noire, loup et serran). Par ailleurs, les tailles de captures sont trop réduites par rapport à la normale. La majorité des captures font partie de la classe de taille petite ou moyenne dans le meilleur des cas. Ce qui rend urgent la protection de la zone et la mise en place de mesures de protection et de gestion adéquates

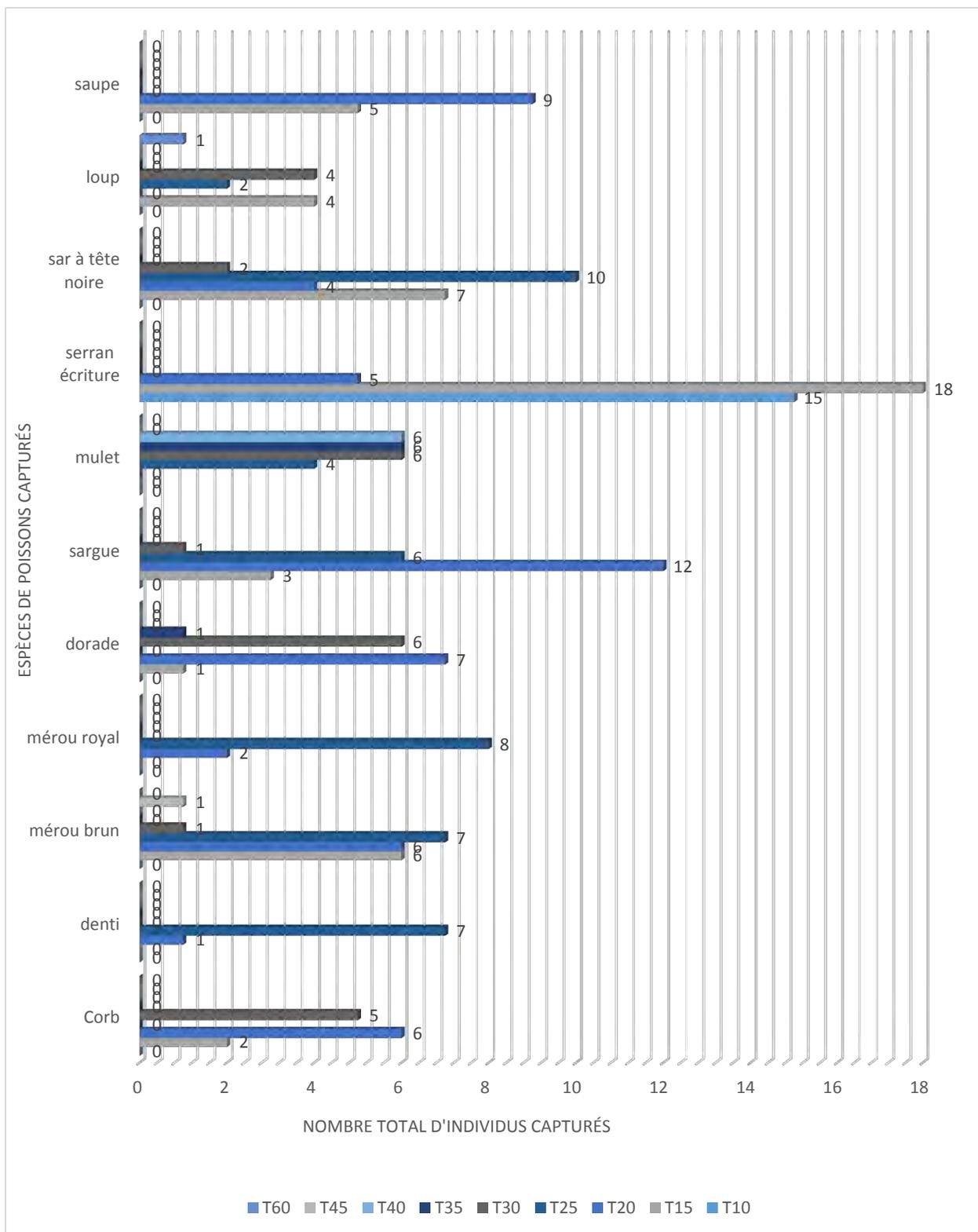


Figure 19 : Présentation des tailles de captures par chasse sous-marine des principales espèces ciblées durant les 16 jours d'enquêtes

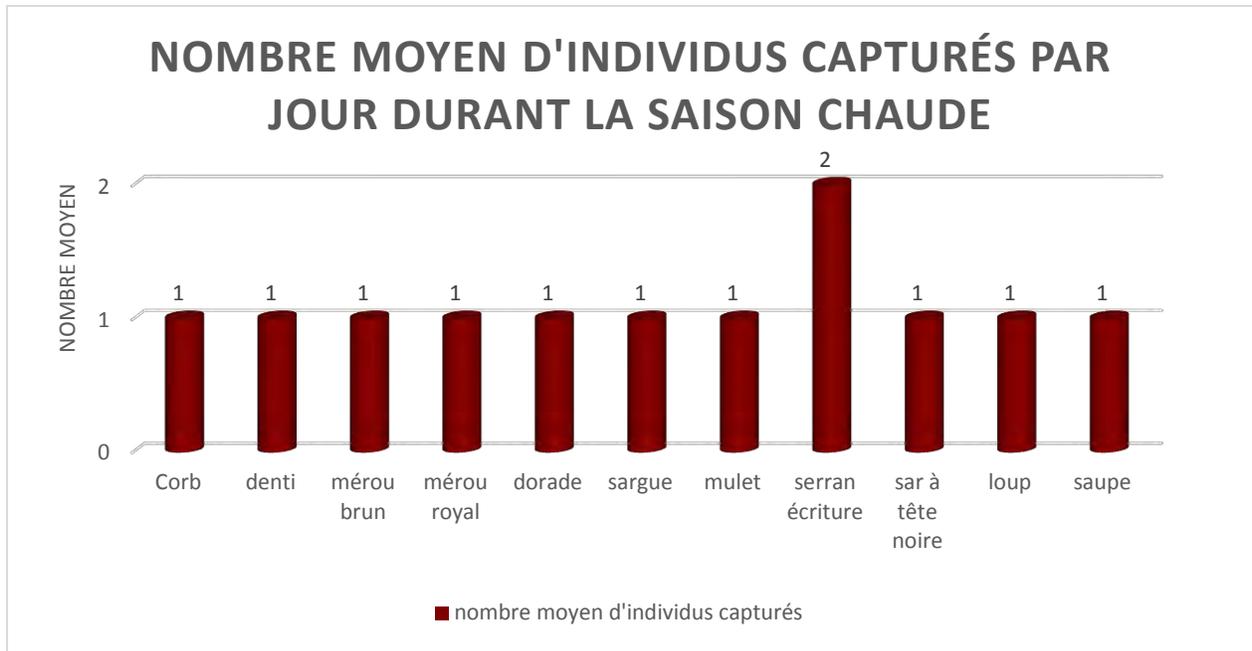


Figure 20 : Nombre moyen d'individus de poissons capturés par jour durant la saison chaude (Mai à Septembre)

Indicateur de pression de chasse sous-marine (Rockelin, 2010)

$$StdI_n = \frac{I_n - \frac{1}{e^2}}{e^2 - \frac{1}{e^2}} \quad \text{Avec} \quad I_n = \frac{e^{(2\bar{Y}_{HT} + \bar{Y}_{MT})}}{e^{(2\bar{Y}_{NT})}}$$

Pour les îles Kuriat, cet indicateur est de $StdI_n = 0.35$. Ce qui présente une valeur plutôt proche de 0 (présence d'espèces non ciblées par la chasse plus que des espèces de haute valeur économique) que de 1 (présence d'espèces hautement ciblées). Ce chiffre vient confirmer d'avantage les résultats précédemment cités.

V. Conclusions

Le présent rapport porte sur les techniques et les indicateurs de suivi des peuplements de poissons dans les îles Kuriat. Au total, 2 méthodes de suivi ont été adaptées et appliquées dans 6 stations qui ont été choisies comme indicatrices et représentatives de point de vue diversité ichthyologique de l'archipel. C'est une double approche « scientifique/ gestionnaire » qui a été employée. En effet, la première méthode est scientifique et lourde en terme d'échantillonnage (3 transects de largeurs différentes pour échantillonner la totalité du peuplement de poissons allant des cryptiques aux prédateurs de haut niveau trophique, et 3 réplicats pour chaque transect). Ce qui se traduit par une durée élevée en plongée sous marine, une complexité du traitement de données, du calcul des indicateurs qui en sont issus (richesse spécifique, abondance, biomasse, densité, proportions des carnivores et structure démographique du peuplement). C'est une méthode complexe qui nécessite beaucoup de traitement statistique également pour pouvoir tirer des conclusions sur la variabilité des peuplements de poissons sous l'effet des mesures de gestions qui seront mis en place. L'application de cette méthode dans les stations choisies montre un peuplement appauvri sous stress modéré (courbes abondance/biomasse de Warwick et al., 1987). La richesse spécifique présente des valeurs faibles et les prédateurs de haut niveau trophique étaient présents en petites tailles avec un comportement très craintif. Ces résultats sont en concordance avec les résultats de la phase 1 où les poissons ont été recensés avec la méthode de transect à largeur unique et où les assemblages de poissons se sont avérés relativement pauvre avec une faible abondance des poissons de hauts niveaux trophiques en l'absence des grandes tailles.

La deuxième méthode FAST « Fish Assemblage Sampling Technique » est plutôt orientée gestionnaires (équipes de gestion de l'AMCP) ou usagers. C'est une méthode qui a été proposée en Méditerranée occidentale. Avant de l'appliquer en Tunisie, il a été nécessaire de l'adapter au contexte tunisien avec une nouvelle liste de poissons à suivre. Le choix de cette dernière a été fait à l'aide d'un calcul en mettant l'accent sur les espèces faciles à identifier en plongée sous marine, sur les prédateurs de hauts niveaux trophiques et sur les espèces ciblées par différents types de pêche (artisanale, chasse sous marine ou pêche à la ligne). Comme liste FAST pour la Tunisie, 27 espèces de poissons ont été retenues pour le suivi. Comme les indicateurs FAST (MI, CI, proportion des grands, proportion des carnivores) sont calculés à la base de la présence/ absence des espèces de la liste, des faibles valeurs des indicateurs reflètent un peuplement pauvre en poissons de haute valeur commerciale. Ce qui est le cas pour les îles Kuriat où les peuplements de poissons subissent une pression de prélèvement importante.

Comme il s'agit de la première application de la méthode FAST, il convient d'avoir plusieurs séries de comptages afin de pouvoir conclure de la variation des peuplements. C'est là que des clusters références

pourront être définis pour classer les valeurs des indicateurs FAST par intervalle décrivant l'état exact du peuplement de poisson.

La première application de ces deux approches complémentaires de suivi des assemblages de poissons en plongée sous-marine ont servi à définir un état de référence pour la suite des comptages.

Par ailleurs, en complément aux suivis appliqués et aux indicateurs calculés, le suivi de la fréquentation des îles par les pêcheurs, chasseurs sous marins et pêcheurs à la ligne a été mené. Les moyennes par jour durant la saison d'échantillonnage sont relativement élevées. De plus le suivi des captures et des tailles révèlent que les prélèvements ne contiennent que des poissons de petites et moyennes tailles. Le calcul de l'indicateur de pression de chasse sous marine montre également la tendance vers l'absence de groupes de poissons ciblés par la pêche.

L'ensemble de ces suivis de la ressource (peuplement de poissons) et de la pression de pêche en tenant compte d'une double approche (scientifique/gestionnaire) est important pour une première étape. Il convient de souligner à la fin de cette troisième et dernière phase l'importance de la continuité des suivis dans le temps et au fur et à mesure de la mise en place des outils de gestion ou de protection à l'archipel, à rythme différent entre la méthode lourde (tous les deux ans en saison chaude par exemple) et la méthode FAST (tous les ans par exemple).

VI. Annexes

Annexe 1 : Liste d'espèces de départ pour l'évaluation

	poissons Tunisie/ critères	zone de 0 à 30 m	endémisme	identification
		0: non, 1 : oui	0: non, 1 : oui	facile à identifier : 2 genre facile à identifier: 1 pas facile à identifier : 0
1	<i>Anguilla anguilla</i>	1	0	2
2	<i>Acipenser sturio</i>	1	0	2
3	<i>Antonogadus megalokynodon</i>	0		
4	<i>Aphanius fasciatus</i>	1	1	1
5	<i>Apogon imberbis</i>	1	0	2
6	<i>Argyrosomus regius</i>	0	0	1
7	<i>Ariosoma balearicum</i>	1	0	0
8	<i>Aspitrigla obscura</i>	0	0	1
9	<i>Atherina spp</i>	1	0	1
10	<i>Balistes carolinensis</i>	1	0	2
11	<i>Belone belone</i>	1	0	1
12	<i>Blennius ocellaris</i>	1	0	2
13	<i>Boops boops</i>	1	0	2
14	<i>Bothus podas</i>	1	0	1
15	<i>Brama brama</i>	1	0	1
16	<i>Callanthias ruber</i>	0		
17	<i>Caranx crysos</i>	1	0	2
18	<i>Cepola macrophthalmia</i>	1	0	2
19	<i>Chaunax suttkusi</i>	0		
20	<i>Glossanodon leiglossus</i>	1	0	1
21	<i>Chromis chromis</i>	1	0	2
22	<i>Citharus linguatula</i>	1	0	0
23	<i>Conger conger</i>	1	0	2
24	<i>Coris julis</i>	1	0	2
25	<i>Coryphaena hippurus</i>	1	0	2
26	<i>Dactylopterus volitans</i>	1	0	1
27	<i>Dasyatis spp</i>	1	0	1
28	<i>Dasyatis pastinaca</i>	1	0	2
29	<i>Dentex dentex</i>	1	0	2
30	<i>Dentex gibbosus</i>	1	0	1
31	<i>Dentex maroccanus</i>	1	0	1
32	<i>Diaphus metopoclampus</i>	0		
33	<i>Dicentrarchus labrax</i>	1	0	2

34	<i>Dicentrarchus punctatus</i>	0		
35	<i>Diplodus annularis</i>	1	0	2
36	<i>Diplodus cervinus</i>	1	0	2
37	<i>Diplodus puntazzo</i>	1	0	2
38	<i>Diplodus sargus</i>	1	0	2
39	<i>Diplodus vulgaris</i>	1	0	2
40	<i>Epinephelus spp</i>	0		
41	<i>Epinephelus costae</i>	1	0	2
42	<i>Epinephelus marginatus</i>	1	0	2
43	<i>Fistularia comersonii</i>	1	0	2
44	<i>Gnathophis mystax</i>	0		
45	<i>Gymnura altavela</i>	1	0	2
46	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	0		
47	<i>Heptranchias perlo</i>	1	0	1
48	<i>Hirundichthys rondeleti</i>	0		
49	<i>Hyporhamphus picarti</i>	0		
50	<i>Hippocampus spp</i>	1	1	1
51	<i>Lobotes surinamensis</i>	0		
52	<i>Labrus merula</i>	1	1	2
53	<i>Labrus viridis</i>	1	0	2
54	<i>Lagocephalus lagocephalus</i>	1	1	1
55	<i>Lagocephalus scleratus</i>	1	0	1
56	<i>Capros aper</i>	0		
57	<i>Lichia amia</i>	1	0	1
58	<i>Lithognatus mormyrus</i>	1	0	2
59	<i>Lophius budegassa</i>	0		
60	<i>Macroramphosus scolopax</i>	0		
61	<i>Merluccius merluccius</i>	0		
62	<i>Microchirus ocellatus</i>	0		
63	<i>Mobular mobular</i>	0		
64	<i>Mola mola</i>	0		
65	<i>Mola mola (façon Patrice)</i>	1	0	2
66	<i>Mugil sp</i>	1	0	2
67	<i>Mullus barbatus</i>	1	0	1
68	<i>Mullus surmuletus</i>	1	0	1
69	<i>Muraena helena</i>	1	0	2
70	<i>Mustelus asterias</i>	0		
71	<i>Mustelus mustelus</i>	1	0	1
72	<i>Mustelus punctulatus</i>	0		
73	<i>Mycteroperca rubra</i>	1	0	1
74	<i>Myliobatis aquila</i>	1	1	2

75	<i>Nezumia sclerorhynchus</i>	0		
76	<i>Oblada melanura</i>	1	0	2
77	<i>Pagellus acarne</i>	0	0	1
78	<i>Pagellus bogaraveo</i>	0	0	1
79	<i>Pagellus erythrinus</i>	0	0	1
80	<i>Pagrus coeruleostictus</i>	0		
81	<i>Pagrus pagrus</i>	1	0	2
82	<i>Parablennius rouxi</i>	1	1	2
83	<i>Parexocoetus mento</i>	1	0	2
84	<i>Pempheris vanicolensis</i>	1	0	2
85	<i>Peristedion cataphractum</i>	0		
86	<i>Phycis phycis</i>	1	1	2
87	<i>Polyprion americanus</i>	0		
88	<i>Pomadasyus incisus</i>	1	0	0
89	<i>Pomatomus saltatrix</i>	1	0	1
90	<i>Priacanthus hamrur</i>	1	0	1
91	<i>Pteromylaeus bovinus</i>	1	0	1
92	<i>Raja alba</i>	0		
93	<i>Raja asterias</i>	0	1	1
94	<i>Raja clavata</i>	1	0	1
95	<i>Raja melitensis</i>	0		
96	<i>Salaria basiliscus</i>	1	1	1
97	<i>Sardina sp</i>	1	1	1
98	<i>Sarpa salpa</i>	1	0	2
99	<i>Sciaena umbra</i>	1	1	2
100	<i>Scomber sp</i>	1	0	1
101	<i>Scophthalmus rhombus</i>	1	0	0
102	<i>Scorpaena elongata</i>	0		
103	<i>Scorpaena notata</i>	1	1	1
104	<i>Scorpaena porcus</i>	1	0	1
105	<i>Scorpaena scrofa</i>	1	0	2
106	<i>Scyliorhinus canicula</i>	0		
107	<i>Scyliorhinus stellaris</i>	1	1	1
108	<i>Seriola carpenteri</i>	1	0	0
109	<i>Seriola dumerilii</i>	1	0	2
110	<i>Seriola fasciata</i>	0		
111	<i>Serranus cabrilla</i>	1	0	2
112	<i>Serranus hepatus</i>	0	1	1
113	<i>Serranus scriba</i>	1	1	2
114	<i>Siganus sp</i>	1	0	1
115	<i>Solea impar</i>	1	0	1

116	<i>Solea senegalensis</i>	1	0	1
117	<i>Solea solea</i>	0	0	1
118	<i>Sparisoma cretense</i>	1	0	2
119	<i>Sparus aurata</i>	1	0	2
120	<i>Sphoeroides cutaneus</i>	0		
121	<i>Spheroides pachygaster</i>	0	0	
122	<i>Sphyraena SP</i>	1	0	1
123	<i>Spicara SP</i>	1	0	1
124	<i>Spondylisoma cantharus</i>	1	0	2
125	<i>Squatina oculata</i>	0		
126	<i>Stephanolepis diaspro</i>	1	0	1
127	<i>Stomias boa</i>	0	0	
128	<i>Stromateus fiatola</i>	1	0	1
129	<i>Symphodus cinereus</i>	1	0	1
130	<i>Symphodus dodderleini</i>	1	1	1
131	<i>Symphodus mediterraneus</i>	1	1	1
132	<i>Symphodus melanocercus</i>	1	1	1
133	<i>Symphodus ocellatus</i>	1	1	1
134	<i>Symphodus roissali</i>	1	1	1
135	<i>Symphodus rostratus</i>	1	1	1
136	<i>Symphodus tinca</i>	1	1	1
137	<i>Synchiropus phaeton</i>	0		
138	<i>Thalassoma pavo</i>	1	0	2
139	<i>torpedo marmorata</i>	1	0	1
140	<i>Torpedo torpedo</i>	1	0	1
141	<i>Trachinus sp</i>	0	0	0
142	<i>Trachurus sp</i>	0	0	1
143	<i>Trachinotus ovatus</i>	0		
144	<i>Trigla lucerna</i>	1	1	1
145	<i>Trigloporus lastoviza</i>	1	1	1
146	<i>Tripterygion delaisi</i>	1	0	1
147	<i>Tripterygion melanurum</i>	1	1	1
148	<i>Umbrina cirrosa</i>	1	0	1
149	<i>Uranoscopus scaber</i>	1	0	0

Chasse sous marine					
Ce questionnaire est anonyme. Il ne revêt aucun caractère obligatoire					
N°.....		Enquêteur.....			
date.....			Zone		
Quand pêchez vous?					
Au cours de l'année:	toute l'année	été	hiver	vacances	
	weekend	semaine	indifférent		
Au cours de la journée	matin	après midi	Nuit		
fréquence des sorties par semaine ou par mois					
Durée de la pêche.....					
Quels sont les Poissons que vous capturez?					
	poisson	taille approximative			
Avez vous noté la présence d'espèces nouvelles ? Depuis quand?					
.....					
Volume de poissons capturés à chaque sortie en moyenne					
.....					
Données personnelles					
année de naissance.....					
Profession.....					
Lieu de résidence.....					

**Centre d'Activités Régionales
pour les Aires Spécialement Protégées (CAR/ASP)**

Boulevard du Leader Yasser Arafat
B.P. 337 - 1080 Tunis Cedex - TUNISIE
Tél. : +216 71 206 649 / 485 / 765
Fax : +216 71 206 490
e-mail : car-asp@rac-spa.org
www.rac-spa.org