

## Caractéristiques morphométriques du *Pomadasys maculatus* (Bloch, 1793) de la côte Ouest de Madagascar

Herisoa Isabelle HANTANIRINA\*, Rivo Nirina RABEARIMISA, RANDRIAMIARISOA, Maminiaina RAKOTOARIVONONA, Georges RAFOMANANA et Jean de Neupomuscène RAKOTOZANDRINY

Département Science Animale, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, BP 175, Antananarivo, Madagascar

\* Correspondance, courriel : [isabelleh2010@gmail.com](mailto:isabelleh2010@gmail.com)

### Résumé

*Pomadasys maculatus* est parmi les produits accessoires de la pêche crevettière de Madagascar et représente 7 % de la production totale de la société de vente des produits de mer (SOPROMER) de la Capitale. Cette étude propose de mieux connaître l'espèce à travers ses traits morphométriques. Des pesées et mensurations individuelles ont été effectuées sur 397 spécimens stockés par congélation auprès de la société. Les résultats montrent que les captures sont fortement composées d'individus de très petite taille (48 %) reflétant ainsi une exploitation de l'espèce avant sa maturité sexuelle (poids moyen =  $24,80 \pm 0,22$  g ; longueur totale moyenne =  $10,29 \pm 0,07$  cm). La population présente une croissance de nature « allométrique minorante » ( $b = 0,85$ ) tandis que le milieu semble être favorable au développement de l'espèce ( $K = 2,35 \pm 0,54$ ) pour un rendement musculaire hétérogène ( $IP_{\text{moyen}} = 2,32 \pm 0,23$  ;  $IS_{\text{moyen}} = 2,01 \pm 0,18$ ). Pourtant, il semble que la zone de pêche concernée est probablement une zone de reproduction de l'espèce et que l'adaptation homogène aux conditions du milieu reflète une modification comportementale traduisant ainsi une variabilité génétique de l'espèce à travers son rendement musculaire. L'approche par la morphométrie a permis de mieux apprécier *P. maculatus* et constituera un outil d'aide dans la surveillance de l'état d'exploitation de l'espèce et la détermination des éventuelles menaces des eaux marines malgaches.

**Mots-clés** : *Pomadasys maculatus*, morphométrie, pêche crevettière, prises accessoires, côte Ouest de Madagascar.

### Abstract

**Characteristics morphometrics of *Pomadasys maculatus* (Bloch, 1793) from the West coast of Madagascar**

Bycatches of shrimp fishery in Madagascar, *Pomadasys maculatus* represent 7 % of the production of the sale's society of seafood (SOPROMER) in the Capital city. This study provides a better knowledge of the species through its morphometric traits. Weighing and individual measurements were carried out on 397 specimens from SOPROMER society. Results show a high proportion of small size individuals (48 %). It reflects an exploitation before sexual maturity (average weight =  $24.80 \pm 0.22$  g ; average total body length =  $10.29 \pm 0.07$  cm) with a "negative allometry" growth type ( $b = 0.85$ ). Marine environment is favorable to the development of the *P. maculatus* species ( $K = 2.35 \pm 0.54$ ) while a heterogeneous muscular performance ( $IP_{\text{moyen}} = 2.32 \pm 0.23$

;  $IS_{\text{moyen}} = 2.01 \pm 0.18$ ) were observed. The West coast of Madagascar is probably a breeding area of *P. maculatus*. The homogeneous adaptations to environmental conditions reflect a behavioral modification reflecting genetic variability of the species through its muscular performance. The morphometry approach helped to better understanding the characteristics and the operating status of *P. maculatus* population and constitute as a tool in monitoring status of the species and in identification of possible threats to Madagascar's marine waters.

**Keywords :** *Pomadasys maculatus*, *morphometry*, *shrimp fishing*, *bycatches*, *West coast of Madagascar*.

## 1. Introduction

A Madagascar, l'activité de la pêche maritime est encore considérée comme activité marginale et faiblement valorisée dans les années 60. Au cours des dernières décennies, les ressources halieutiques sont considérées comme un potentiel du développement économique via l'exportation [1]. Parmi les secteurs porteurs de l'économie, la production de la pêche est prometteuse (95 548 tonnes en 2010) [2]. Une grande partie de cette production est destinée à l'exportation (37 %) tandis que 35 % assure la consommation de la Capitale [3]. Les poissons d'accompagnement de la pêche crevettière « bycatch » constituent les principales productions les plus exploitées et valorisées suivant la demande des consommateurs pour palier la carence en protéine animale [4]. Ainsi, le risque de surexploitation n'est pas négligeable concernant les poissons d'accompagnement de la pêche crevettière [2, 5, 6]. *Pomadasys maculatus* est l'une des espèces de haute valeur commerciale parmi les poissons d'accompagnement de la pêche crevettière [3]. Peu connue et faiblement valorisée, cette étude propose de mieux connaître l'espèce ainsi que d'évaluer le statut actuel de *P. maculatus* via l'approche morphométrique [7, 8] en vue de l'établissement d'une stratégie de gestion responsable des stocks halieutiques malgaches.

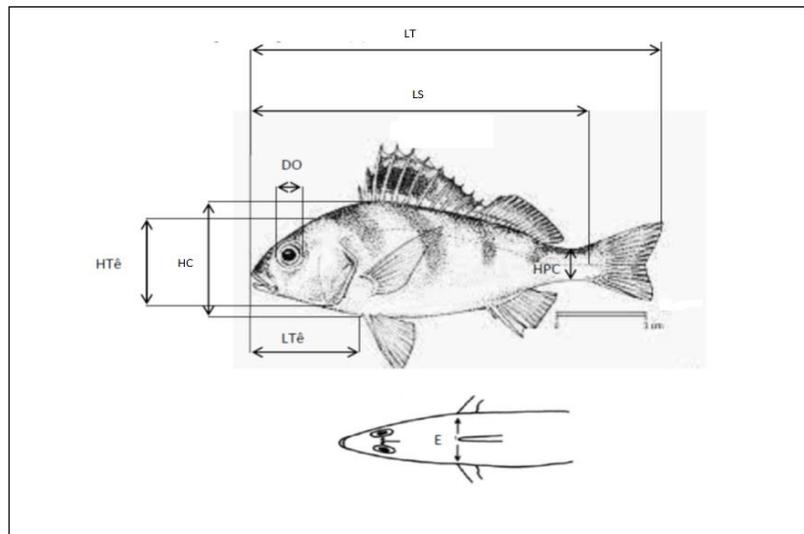
## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Matériel

L'étude a été effectuée sur les poissons d'accompagnement de la pêche crevettière de la société de vente des produits de mer (SOPROMER) destinés à la consommation dans la Capitale Antananarivo, Madagascar. Dans cette étude, l'espèce cible était le *Pomadasys maculatus* issue de la zone de pêche de la côte Ouest de Madagascar. Au total, 397 spécimens ont été collectés au cours des trois mois d'études allant du mois de Janvier 2014 au mois de Mars 2014. Au cours de la mensuration, une balance de précision d'une portée de 3 kg avec une précision de 1 g a été utilisée pour la pesée du poids. Les mensurations externes ont été réalisées à l'aide (1) d'une ichtyomètre artisanale de 65 cm de portée et de 1 mm de précision et (2) d'un pied à coulisse électronique de 50 cm de portée et de 0,02 mm de précision. Les données collectées ont été traitées avec le logiciel JMP / SAS 5.0.1.

### 2-2. Méthodes

La forme intacte du corps sans déformations ni défauts de plus de 50 % de la tête jusqu'à la nageoire caudale a été le seul critère d'inclusion des individus. Des pesées et mensurations individuelles ont été effectuées sur chaque individu. Outre le poids (P), huit paramètres morphométriques ont été prélevés dont la longueur totale du corps (LT), la longueur standard (LS), la hauteur du corps (HC), la hauteur au pédoncule caudale (HPC), la plus grande épaisseur (E), la longueur de la tête (LT $\hat{e}$ ), la hauteur de la tête (HT $\hat{e}$ ) et le diamètre de l'œil (DO) (**Figure 1**). Les mensurations ont été effectuées à l'unité inférieure ( $\frac{1}{2}$  cm inférieur) sauf pour le diamètre de l'œil ( $\frac{1}{2}$  mm inférieur) [9, 10].



**Figure 1 : Mensurations corporelles**

La statistique descriptive élémentaire a été utilisée pour une analyse qualitative et comparative des performances morphométriques de l'espèce [11, 12]. Différents indices biométriques, de croissance et écologiques ont été calculés et utilisés pour catégoriser les individus ainsi que pour évaluer le milieu écologique de l'espèce :

- (1) Indice de profil (IP) a été calculé pour la classification des individus par rapport à sa conformation externe [13, 14] suivant ***l'Équation (1)*** :

$$IP = \frac{\text{Longueur standard}}{\text{Hauteur du corps}} \quad (1)$$

- (2) Indice de section (IS) a été utilisé (rapport entre la hauteur du corps et la plus grande épaisseur) afin de distinguer la variété et de caractériser le rendement musculaire du poisson [13, 15] selon ***l'Équation (2)*** :

$$IS = \frac{\text{Hauteur du corps}}{\text{La plus grande épaisseur}} \quad (2)$$

- (3) la relation d'allométrie traduite par la relation taille - poids a été choisie pour renseigner l'état de la croissance pondérale et corporelle du poisson en occurrence la forme, l'embonpoint et les variations au cours de la croissance et aussi pour identifier les éventuelles différences susceptibles d'exister entre les unités de stock de poissons de la même espèce [16 - 33] selon ***l'Équation (3)*** :

$$P = a (LT)^b \quad (3)$$

avec,  $P$  : poids (g) et  $LT$  : longueur totale (cm). Cette relation exponentielle a été transformée sous forme linéaire selon ***l'Équation (4)*** :

$$\text{Log}P = \text{Log}a + b\text{Log}(LT) \quad (4)$$

- (4) le coefficient de condition (K) a été utilisé à la fois en tant qu'indicateur de l'état physiologique du poisson (santé, bien-être et croissance) et un critère d'estimation de l'état écologique du milieu

(qualité de l'habitat, qualité de l'eau, l'activité d'alimentation de l'espèce et la disponibilité des ressources trophiques) [20 - 22, 34 - 42] selon l'Équation de Fulton, Équation (5):

$$K = \frac{P}{(LT)^3} \times 100 \quad (5)$$

avec,  $P$ : poids (g) et  $LT$ : longueur totale (cm).

### 3. Résultats et discussion

#### 3-1. Structure de la population

La population de *Pomadasys maculatus* est uni-modale avec un poids modal moyen de  $27,5 \pm 2,45$  g (23 g à 32 g) pour une longueur totale modale de  $10,5 \pm 0,93$  cm (8,5 cm à 15 cm) (Figure 2).

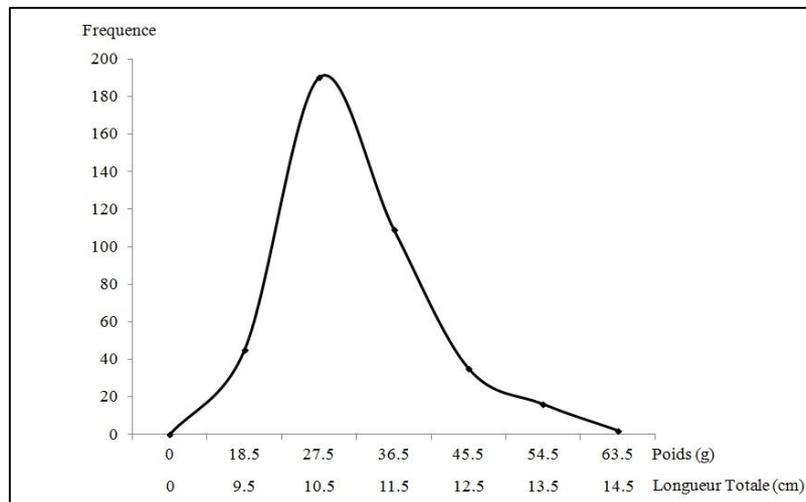


Figure 2 : Distribution de la population de *Pomadasys maculatus*

En effet, la structure pondérale ainsi que la structure en taille superposée présente une allure similaire. Toutefois, il a été observé que le poids est plus dispersé (coefficient de variation de l'ordre de 27 % ;  $n = 397$ ) pour une fourchette de valeur comprise entre 14 g à 68 g par rapport à la longueur totale montrant une dispersion relative plus faible de l'ordre de 11 % ( $n = 397$ ) avec une étendue de 8 cm à 15 cm. Ainsi, il est déduit que la population de *P. maculatus* présente une hétérogénéité pondérale. Cette hétérogénéité est probablement due à la présence des individus de divers stades physiologiques [43 - 46]. En outre, il est constaté que la capture de cette étude est constituée par des individus de poids léger (poids moyen =  $31,32 \pm 8,58$  g ;  $n = 397$ ) et de petite taille (longueur totale moyenne =  $11,07 \pm 1,27$  cm ;  $n = 397$ ) (Tableau 1). Ainsi, *P. maculatus* semble être fortement exploité avant sa maturité sexuelle (longueur de 18 cm) dans la zone de pêche de la côte Ouest de Madagascar [47]. Ce qui suppose une surexploitation des stocks via la prépondérance des individus de très petites tailles au sein de la population [46, 48, 49].

#### 3-2. Caractéristiques de la population

La population de *P. maculatus* étudiée est constituée de quatre groupes morphométriques significativement différents ( $p < 1 \%$ ) sauf pour le cas du paramètre hauteur au pédoncule (HPC ;  $p = 0,0058$ ) (Tableau 1).

**Tableau 1 : Caractéristiques morphométriques de *P. maculatus***

Caractères morphométriques	Poids (g)	LT (cm)	LS (cm)	Ltê (cm)	Htê (cm)	DO (cm)	HC (cm)	HPC (cm)	E (cm)
Ensemble (n = 397)	31,32 ± 8,58	11,07 ± 1,26	9,13 ± 1,53	3,32 ± 0,40	1,10 ± 0,14	3,00 ± 0,37	3,94 ± 0,42	1,14 ± 0,51	1,97 ± 0,23
Groupe A (n = 192)	24,80 ± 0,22	10,29 ± 0,07	8,44 ± 0,06	3,10 ± 0,02	2,83 ± 0,02	1,04 ± 0,01	3,66 ± 0,02	1,05 ± 0,04	1,84 ± 0,01
Groupe B (n = 110)	32,23 ± 0,29	11,30 ± 0,09	9,32 ± 0,08	3,40 ± 0,03	3,04 ± 0,03	1,13 ± 0,01	4,05 ± 0,03	1,22 ± 0,05	1,99 ± 0,02
Groupe C (n = 64)	39,31 ± 0,38	12,05 ± 0,11	9,99 ± 0,11	3,59 ± 0,04	3,20 ± 0,04	1,16 ± 0,02	4,26 ± 0,04	1,19 ± 0,06	2,18 ± 0,02
Groupe D (n = 31)	51,97 ± 0,54	13,00 ± 0,16	10,94 ± 0,15	3,90 ± 0,06	3,52 ± 0,06	1,24 ± 0,02	4,60 ± 0,05	1,29 ± 0,09	2,34 ± 0,03

Les individus de très petite taille (groupe A) sont représentatifs de la population avec 192 individus (soit 48 % de la population totale). Ce groupe est caractérisé par un poids moyen de  $24,80 \pm 0,22$  g ; une longueur totale de  $10,29 \pm 0,07$  cm et une longueur standard de  $8,44 \pm 0,06$  cm. A l’opposé, les individus de grande taille (groupe D) sont minoritaires avec 31 individus (soit 8 % de la population totale) et sont caractérisés essentiellement par leurs poids moyen de  $51,97 \pm 0,54$  g ; une longueur totale de  $13,00 \pm 0,16$  cm et une longueur standard de  $10,94 \pm 0,15$  cm. Les restes des individus sont de taille intermédiaire (44 % de la population totale) pouvant être subdivisé en groupe de petite taille (groupe B) composé de 110 individus (soit 28 % de la population) avec un poids moyen de  $32,23 \pm 0,29$  g ; une longueur totale de  $11,30 \pm 0,09$  cm et une longueur standard de  $9,32 \pm 0,08$  cm et ceux de taille moyenne (groupe C) avec 64 individus (soit 16 % de la population totale) ayant un poids moyen de  $39,31 \pm 0,38$  g ; une longueur totale de  $12,05 \pm 0,11$  cm et une longueur standard de  $9,99 \pm 0,11$  cm. Les individus de *P. maculatus* de la présente étude sont de petite taille (poids maximal = 68 g ; Longueur totale maximale = 15 cm) par rapport à ceux de la baie de Cleveland (poids maximal = 143 g ; longueur totale maximale = 19 cm) [47] ainsi qu’à celle de *P. kaakan* de longueur commune de l’ordre de 50 cm [50]. D’autre part, l’espèce peut atteindre une longueur totale égale à 40 cm [51] jusqu’à 45 cm [52, 53]. Par contre, les prises régulières dans la baie de Cleveland fournissent des individus de longueur totale maximale égale à 30 cm [47]. Par rapport à son cousin *P. kaakan*, l’espèce *P. maculatus* est de petite taille quelque soit les zones de pêches considérées entre autre :

(1) dans la mer de Busherhr du Nord du golfe de Persique en Iran (longueur totale = 30,77 cm ; n = 94) [33] ; (2) dans le Nord du Golfe de Persique (longueur totale = 43 cm ; n = 3498) et de celle de la Baie d’Amboro de Madagascar (longueur totale = 18,7 cm ; n = 13) [46, 54] ; (3) de la mer d’Oman (longueur totale = 24 cm à 60 cm) ainsi que celle du Nord du Golfe de Persique (longueur totale = 18 cm à 61 cm ; n = 4735) et de l’Est du Golfe de Persique (longueur totale = 16 cm à 73 cm) [55 - 58] mais proche de celle de l’estuaire de Merbok du Péninsule Nord de la Malaisie où ont été collectés des plus petits spécimen avec une longueur totale des individus comprise entre 5,6 cm et 15,6 cm (n = 256) [59]. Les conditions environnementales sont les facteurs clés intervenant dans la variabilité de la taille de *P. maculatus*. Ainsi, il est probable que l’adaptation de l’espèce aux conditions de la zone de la baie de Cleveland est meilleure par rapport à la zone de pêche de l’Ouest de Madagascar. Pourtant, il n’y a pas de différence significative sur l’information des deux zones de pêche. Par rapport à la température, principal critère de croissance de l’espèce [60], elle se situe entre 19°C et 34°C pour une salinité de 24 à 35 ‰ dans la baie de Cleveland tandis que celle de la zone de pêche de Madagascar est de 24°C à 30°C avec une salinité comprise entre 30 et 35 ‰ [61 - 63]. En effet, les deux zones répondent aux besoins de *P. maculatus* (température entre 20°C et 28°C ; salinité de 33 à 36 ‰). Ainsi, elles sont favorables au développement l’espèce. Ce qui requiert la considération d’autres paramètres physico-chimiques de l’eau en occurrence le pH, le taux d’oxygène et la turbidité. Par ailleurs, l’habitat, la disponibilité en nourriture ainsi que le niveau de prédation concourent également au bon développement des individus dans un milieu de vie [64]. Les changements et les différentes pressions environnementales

influencent le développement des individus et invitent ces derniers à trouver d'autres milieux plus favorables [65]. La région Nord-Ouest de Madagascar est propice à la pêche au chalut, pourtant, la profondeur moyenne de l'eau n'est que de 12,5 m [66]. Ce qui n'est pas favorable au développement de *P. maculatus* adulte (profondeur de 20 à 100 m). Ainsi, la forte proportionnalité d'individus de petite taille observée dans cette étude est d'une part expliquée par la faible profondeur de l'eau et par la forte concentration de bateau de pêche dans la zone suite à une pêche intense susceptible d'affecter l'habitat et la turbidité de l'eau d'autre part. En effet, l'exploitation de la crevette dans cette zone de pêche perturbe l'habitat et entrave les récifs du fond vaseux lieux de refuge de *P. maculatus* [67, 68]. En outre, l'importance économique du poisson peut constituer un facteur de surexploitation d'une espèce. Etant l'un des quatre espèces les plus appréciées en valeur marchande, la demande auprès de la société de vente (SOPROMER) ne cesse de s'accroître. En effet, une augmentation de la quantité de *P. maculatus* pêchée a été notée (capture de l'ordre de 98 363 kg en 2012 contre 54 815 kg en 2010). Ce qui reflète un effort de pêche intense de *P. maculatus* via un faible rejet d'individus capturés. D'un autre côté, *P. maculatus* est moins prolifique (135 000 œufs pondus) par rapport aux autres espèces (1 800 000 œufs pour *P. kaakan* ; 1 094 000 œufs pour *P. argenteus*). L'espèce présente au moins un intervalle de reproduction de 2 mois et demi. Elle se reproduit le long de l'année avec une légère variation pendant la saison hivernale (diminution du taux de ponte) [47, 69].

De plus, *P. maculatus* présente une vitesse de croissance en longueur de l'ordre de 1cm par mois avant 18 mois d'âges contre 1 mm au-delà de cet âge [47]. Par conséquent, il peut être déduit que les individus de la présente étude ont un âge moyen de 11 mois (variation de 8 à 15 mois). En effet, la maturité sexuelle de l'espèce peut être atteinte à une longueur de 11,4 cm chez les mâles contre 11,8 cm pour les femelles [47]. De ce fait, les individus des groupes A et B peuvent être considérés comme étant des individus immatures (longueur totale moyenne =  $10,29 \pm 0,07$ cm pour le groupe A ; longueur totale moyenne =  $11,30 \pm 0,09$  cm pour le groupe B) tandis que ceux des groupes C et D sont classés parmi les individus sexuellement actifs (longueur totale moyenne =  $12,05 \pm 0,11$  cm pour le groupe C ; longueur totale moyenne =  $13,00 \pm 0,16$  cm pour le groupe D). De plus, l'effectif de la population étudiée, les conditions physico-chimiques des eaux, les conditions environnementales, la profondeur de pêche ainsi que la sélectivité des engins de pêche constituent les principaux facteurs de variabilité de la taille des prises mise à terre [70]. En effet, les jeunes immatures ainsi que les juvéniles se concentrent plus dans des eaux de moindre salinité et de faibles profondeurs alors que les adultes préfèrent plutôt le large et les grandes profondeurs [46, 56, 71]. Ainsi, il peut être avancé que la zone de pêche de la côte Ouest de Madagascar constitue une zone de reproduction de *P. maculatus* [72]. Par conséquent, la capture des jeunes individus futurs géniteurs influence le renouvellement de la population suscitant ainsi un programme de gestion des stocks [73 - 76].

### 3-3. Etat de croissance

Il a été trouvé que seul la longueur standard ( $r = 0,839$ ) et la hauteur du corps ( $r = 0,804$ ) présentent une corrélation forte avec le poids. Les autres paramètres corporels sont en corrélation moyenne ( $0,610 < r < 0,768$ ) avec le poids si une faible corrélation a été observée pour le cas du diamètre de l'œil ( $r = 0,478$ ). Ainsi, il peut être avancé que chez *P. maculatus* la croissance pondérale est relativement proportionnelle à l'accroissement en longueur et en épaisseur des individus. D'un autre côté, la longueur standard ( $r = 0,839$  ;  $p < 1 \%$ ) semble être un bon estimateur du poids de l'espèce par rapport à la longueur totale ( $r = 0,768$  ;  $p < 1 \%$ ) tandis que le diamètre de l'œil reste indifférent non seulement vis-à-vis de l'accroissement pondéral de l'espèce ( $r = 0,478$  ;  $p < 1 \%$ ) mais aussi par rapport à la croissance en longueur ( $r = 0,422$  ;  $p < 1 \%$ ). Dans l'ensemble, la population de *P. maculatus* de la zone de pêche crevettière de l'Ouest de Madagascar présente une croissance de nature « allométrique minorante » (**Tableau 2**).

**Tableau 2 : Nature de croissance de *P. maculatus***

	Equations allométriques	R <sup>2</sup>	Ecart-type	p	n	Nature de la croissance
Ensemble	$LogP$ $= -0,86 + 1,78Log(LT)$	0,608	0,163	< 1 ‰	397	Allométrique minorante
Groupe A	$LogP_A$ $= 1,23 + 0,85Log(LT_A)$	0,326	0,117	< 1 ‰	192	Allométrique minorante
Groupe B	$LogP_B$ $= 2,90 + 0,24Log(LT_B)$	0,107	0,049	0,0005	110	Allométrique minorante
Groupe C	$LogP_C$ $= 2,73 + 0,38Log(LT_C)$	0,161	0,06	0,001	64	Allométrique minorante
Groupe D	$LogP_D$ $= 0,96 + 1,17Log(LT_D)$	0,616	0,062	< 1 ‰	31	Allométrique minorante

La variété de *P. maculatus* de Madagascar présente une croissance de nature « allométriques minorante » ( $b = 1,78$  ;  $n = 397$ ) signifiant ainsi que l'accroissement en longueur des individus est plus favorable par rapport à l'augmentation du poids corporel. Par contre, celle de la baie de Cleveland présente une croissance de nature « isométrique » ( $b = 2,91$  ;  $n = 2515$ ) démontrant une évolution corporelle proportionnelle entre la longueur et le poids du corps de l'individu [47]. Ainsi, il peut être déduit que *P. maculatus* de Madagascar présente un corps plus ou moins effilé tandis que celui de la baie de Cleveland possède un corps assez volumineux et allongé [47]. L'établissement de la relation taille - poids reflète la gestion des stocks des ressources aquatiques [33, 77]. Largement utilisée en biométrie des poissons, cette relation permet d'estimer le poids d'un individu à partir de sa longueur [78, 79]. La valeur du taux d'allométrie « b » est caractéristique d'une espèce. Toutefois, certaines variations peuvent être rencontrées en fonctions des facteurs environnementaux et trophiques des habitats des poissons ainsi que des variations saisonnières du milieu mais elles sont moindres chez les espèces tropicales à cause des légères modifications des facteurs climatiques [20, 21]. Ainsi, les variations constatées par rapport à la nature de croissance entre *P. maculatus* de la baie de Cleveland et ceux de la zone de pêche de la côte Ouest de Madagascar résultent probablement de la différence entre la taille de l'échantillon et les diverses conditions d'études. En effet, cette valeur est caractéristique d'une espèce et d'un milieu à un autre. De ce fait, la valeur du taux d'allométrie constitue un outil de comparaison entre diverses populations de poisson d'une même espèce dans des écosystèmes similaires ou différents et permet une évaluation des stocks halieutiques à travers l'estimation de la biomasse à partir des longueurs ainsi que l'estimation de la condition du bien être des poissons dans une zone de pêche bien déterminée et la prédiction du poids à partir des longueurs dans l'évaluation des captures [59, 80, 81].

### 3-4. Etat du milieu

Concernant l'état d'adaptation au milieu, la population de *P. maculatus* provenant de la zone de pêche crevette de l'Ouest de Madagascar est soumise à une bonne condition environnementale ( $K_{moyen} = 2,33 \pm 0,49$  ;  $n = 397$ ). Par ailleurs, une variation apparemment non négligeable semble être constatée en ce qui concerne la richesse trophique du milieu de pêche ( $K_{min} = 0,83$  ;  $K_{max} = 4,25$ ). Ce qui peut être à l'origine des différents groupes morphométriques de la présente étude ( $K_A = 2,35 \pm 0,54$  avec  $n = 192$  ;  $K_B = 2,29 \pm 0,48$  pour  $n = 110$  ;  $K_C = 2,29 \pm 0,43$  chez  $n = 64$  ;  $K_D = 2,39 \pm 0,33$  si  $n = 31$ ). Toutefois, cette variation apparente n'est pas significative ( $p = 0,6657$ ) entre les groupes morphométriques. Ainsi, il peut être déduit que la population *P. maculatus* présente une adaptation homogène aux conditions du milieu. Cette adaptation homogène suppose alors un milieu acceptable au développement de l'espèce en ce qui concerne la qualité et la richesse trophique de la zone de pêche, quel que soit son stade physiologique, et

reflète l'absence de compétition en nourriture entre les groupes morphométriques ( $p = 0,6657$ ). D'un autre côté, la richesse trophique de la zone de pêche du Nord-Ouest de Madagascar ( $K_{\text{moyen}} = 2,33 \pm 0,49$  ;  $n = 397$ ) est très élevée par rapport aux autres zones de pêches comme celle de la Mer de Bushehr Nord du golfe de Persique en Iran ( $K = 1,661$ ) [33] ainsi que celle de l'estuaire de Merbok en Malaisie ( $K = 1,656$ ) [59]. Dans l'ensemble, la zone de pêche de la côte Ouest de Madagascar semble être favorable au développement de *P. maculatus* ( $K_{\text{moyen}} = 2,33 \pm 0,49$  ;  $n = 397$ ). Par ailleurs, la taille des individus est faible par rapport à celle de la baie de Cleveland [47]. Ainsi, il peut être avancé que *P. maculatus* modifie son comportement pour s'adapter aux conditions de la côte Ouest de Madagascar [82, 83].

### 3-5. Indices biométrique

Concernant l'indice de profil de la population, une variation d'amplitude assez élevée a été trouvée avec un minimum de 0,14 et un maximum de 3,21. Par contre, aucune différence significative n'a été rencontrée entre les groupes morphométriques ( $p = 0,2341$ ). Ainsi, la population de *P. maculatus* de cette étude présente une croissance en longueur équivalente au double de l'accroissement en hauteur de son corps ( $IP_{\text{moyen}} = 2,32 \pm 0,23$  ;  $n = 397$ ). Pour l'indice de section, l'amplitude trouvée pour l'ensemble de la population était faible avec un minimum de 1,35 et un maximum de 2,6. Ainsi, il peut être avancé que la population de *P. maculatus* possède un bon rendement musculaire ( $IS_{\text{moyen}} = 2,01 \pm 0,18$  ;  $n = 397$ ) c'est-à-dire que la hauteur du corps d'un individu représente le double de son épaisseur. Par ailleurs, une différence non négligeable a été constatée entre les groupes morphométriques ( $p = 0,0323$ ) permettant ainsi de dresser une classification en rendement musculaire par rapport aux groupes. Le groupe des individus de petite taille (groupe B ;  $n = 110$ ) donne le plus de rendement musculaire ( $IS_B = 2,04 \pm 0,02$ ) tandis que le groupe des individus de taille moyenne (groupe C ;  $n = 64$ ) est de rendement moindre ( $IS_C = 1,97 \pm 0,02$ ). Par contre, le groupe des individus de très petite taille (groupe A ;  $n = 192$ ) ainsi que le groupe des individus de grande taille (groupe D ;  $n = 31$ ) présentent un rendement musculaire intermédiaire similaire ( $IS_A = 2,00 \pm 0,01$  ;  $IS_D = 1,99 \pm 0,03$ ).

Le rendement musculaire est fonction de la longueur de l'individu ainsi que de son poids et de son épaisseur. Les individus courts (longueur totale moyen =  $10,29 \pm 0,07$  cm) et de poids légers (poids moyen =  $24,80 \pm 0,22$  g) (groupe A) ainsi que les individus long (longueur totale moyen =  $13,00 \pm 0,16$  cm) et de poids lourds (poids moyen =  $51,97 \pm 0,54$  g) (groupe D) sont des individus à rendement musculaire moyen ( $IS \approx 2,00$ ). Par ailleurs, plus les individus sont courts (longueur totale moyen =  $11,30 \pm 0,09$  cm) et fins (épaisseur moyen =  $1,99 \pm 0,02$  cm) (groupe B) plus le rendement est meilleur ( $IS \approx 2,05$ ) tandis que avec un corps long (longueur totale moyen =  $12,05 \pm 0,11$  cm) et épais (épaisseur moyen =  $2,18 \pm 0,02$  cm) (groupe C) le rendement est moindre ( $IS \approx 1,97$ ). En effet, les conditions environnementales (température comprise entre  $24^{\circ}\text{C}$  et  $30^{\circ}\text{C}$  et une salinité entre 30 et 35 ‰) [61 - 63], la perturbation du milieu ainsi que la profondeur de l'eau faiblement favorable au développement de *P. maculatus* [66 - 68], l'exploitation de l'espèce avant sa maturité sexuelle (longueur inférieure à 18 cm) [47] associé à sa biologie (faible capacité reproductive) [69, 47] favorisent guère un bon développement de l'espèce induisant ainsi un instinct de survie par modification comportemental. Ainsi, l'hétérogénéité de l'indice de section suppose une variabilité génétique au sein de la population de *P. maculatus* à travers le rendement musculaire donc un nouveau caractère physique pouvant être transmissible d'une génération à une autre dans le temps et dans l'espace [14].

#### 4. Conclusion

Considéré comme prise accessoire de la pêche crevettière le long de la Côte Ouest de Madagascar, *Pomadasys maculatus* connaît une importance non négligeable sur le plan commercial. Les individus capturés par les chalutiers crevettiers sont de petite taille aussi bien par rapport aux autres variétés que chez d'autres pays. En outre, l'espèce reflète une adaptation fonctionnelle apparente aux conditions de l'environnement. Par ailleurs, les variations morphométriques constatées au cours de cette étude suscitent un axe de réflexion sur la biologie de l'espèce en occurrence sa migration et sa reproduction dans les eaux malgaches. Malgré un niveau d'exploitation loin d'être alarmant, une surveillance de la récolte, du taux de capture ainsi que de l'état de l'habitat de *P. maculatus* à Madagascar sont nécessaires afin de déterminer les éventuelles menaces susceptibles d'affecter l'espèce.

#### **Remerciements**

*Nos vifs remerciements à la société SOPROMER, Antananarivo, Madagascar pour toutes les collaborations et assistances offertes tout au long de la réalisation de cette étude.*

#### **Références**

- [1] - J. NAGEON de LESTANG, Etude sur la sécurité en mer pour la pêche artisanale. 1. Sud-Ouest de l'Océan Indien. FAO Circulaire sur les pêches, 1024 (1) (2007) 1 - 59.
- [2] - ANON, Tableau de bord de l'économie de Madagascar numéro 03. Institut National de la Statistique de Madagascar, (2011).
- [3] - ANON, Premier rapport sur l'Aperçu global du commerce des produits de mer à travers les poissonneries : Cas de la ville urbaine d'Antananarivo. Observatoire Economique de la Pêche et de l'Aquaculture de Madagascar, (2012).
- [4] - ANON, International Guidelines on Bycatch Management and Reduction of Discards. Food and Agriculture Organization Edition, Rome, Italy, (2011).
- [5] - F. RANDRIARILALA, T. RAFALIMANANA et A. CAVERIVIERE, Les captures accessoires des crevettiers industriels et artisanaux- In Caverivière A., Chaboud C., Rafalimanana T. (2008), Les crevettes côtières de Madagascar : Biologie, exploitation, gestion. IRD Editions, (2008) 237 - 257.
- [6] - ANON, Diagnostique du secteur énergie à Madagascar. Aide Office Consultant. Rapport, (2012).
- [7] - M. M. KRAIEM, Analyse de la variabilité morphométrique et méristique des populations de *barbus callensis* Valenciennes (poissons, cyprinidés) de Tunisie. Bulletin Française de la Pêche et Pisciculture, 334 (1994) 201 - 212.
- [8] - M. CHLAIDA, Variabilité allozymique associée au flux migratoire des populations de sardine, *sardina pilchardus*, le long de la côte Nord-Ouest africaine. Thèse de Doctorat. Université Mohammed V, Rabat, Maroc, (2009).
- [9] - M. J. HOLDEN et D. F. S. RAITT (eds.), Manuel de science halieutique, Partie 2 : Méthodes de recherche sur les ressources et leur application. Fisheries Technical paper 115 (Rev.1) : 1-215. Food and Agriculture Organization Edition, Rome, Italy, (1974).
- [10] - V. BADTS et J. BERTRAND, Guide de la mensuration des poissons, mollusques, crustacés, reptiles et mammifères marins en halieutique, Vol. 1, Accessed Mars 17 (2009). <http://www.archimer.ifremer.fr/doc/2009/rapport/id=6237.pdf>

- [11] - P. DAGNELIE, Théorie et méthodes statistiques : applications agronomiques, Volume 2. Presses agronomiques de Gembloux, Belgique, (1986).
- [12] - A. VESSEREAU, Méthodes Statistiques en Biologies et en Agronomies. Deuxième édition. Technique et Documentation Lavoisier Edition, France, (1988).
- [13] - M. De DROUIN De BOUVILLE, Le format des carpes. Bulletin Française de la Pisciculture, 33 (1931) 267 - 271.
- [14] - M. R. CHARPY, De la détermination de l'indice en carpiculture. Bulletin Française de la Pisciculture, 129 (1943) 125 - 13.
- [15] - E. UNGER, Les carpes d'élite hongroise. Bulletin Française de la Pisciculture, 24 (1930) 277 - 284.
- [16] - R. HILE, Age and growth of *Leucichthys arteidii* (Le Sueur) of the lakes in the northeastern highlands, Wisconsin. Bureau of Fisheries Bulletin, 48 (19) (1936) 211 - 317.
- [17] - E. D. Le CREN, "The length weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*)." *Journal of Animal Ecology*, 20 (2) (1951) 201 - 209.
- [18] - J. C. HUREAU, Biologie comparée de quelques poissons Antarctique (*Nototheniidae*). Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco, 68 (1391) (1970) 1 - 224.
- [19] - F. KARTAS, Les triglidæ de la mer Catalane : Distribution, croissance e Reproduction. Genre *Lepidotrigla*, *Trigloporus lastoviza*, *Eutrigla gurnadus*. Thèse de 3<sup>ème</sup> Cycle, Université de Paris, France, (1971).
- [20] - W. E. RICKER, Handbook of computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 191 (1958) 1 - 300.
- [21] - W. E. RICKER, "Linear regression in fishery research." *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 30 (3) (1973) 409 - 434.
- [22] - P. FREON, Relations tailles-poids, facteurs de condition et indices de maturité sexuelle : rappels bibliographiques, interprétation, remarques et applications, Centre de Recherche Océanographique, 68 (1979) 143 - 171.
- [23] - N. D. COULIBALY, Relation taille-poids de 11 espèces de poissons du Burkina Faso. In Palomares M.L.D., Samb B., Diouf T., Vakily J.M. and Pauly D. (eds.). ACP-EU Fisheries Research Report, (2003).
- [24] - N. D. COULIBALY, Relation taille-poids de 4 espèces de poissons de la Rivière de Souro du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 2 (3) (2008) 331 - 338.
- [25] - A. HATTOUR, Relation taille-poids des captures des Thon Rouge (*Thunnus thynnus*) en Tunisie. *International Commission for Conservation of Atlantic Tuna*, 55 (1) (2003) 217 - 233.
- [26] - A. YAHYAOUÏ, J. FREYHOF et I. STEINMANN, Diversité ichthyologique et biologique d'*Anguilla Anguilla L.*, 1758 (*Actinopterygii*, *Anguillidae*) dans le Rhin moyen. *Zoologica baetica*, 15 (2004) 39 - 60.
- [27] - I. DJEMALI, Evaluation de la biomasse piscicole dans les plans d'eaux douces tunisiens : Approches analytique et acoustique. Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique de Tunisie, Tunisie, (2005).
- [28] - F. BENMESSAOUD, Qualité physico-chimique, métallique et bactériologique des eaux de l'estuaire de Bou Regreg et impact sur la biologie et la démographie de *Venerupis decussata* (Linne, 1758) et *Cardium edul* (Linne, 1967). Thèse de Doctorat d'Etat, Université Mohammed V, Maroc, (2007).
- [29] - S. KHEMIRI et A. GAAMOUR, Relation taille - masse, condition relative et cycle sexuel des anchois et des sardines des côtes tunisiennes. Bulletin de l'Institut National de la Science e de la Technologie de la mer de Salammbô, 36 (2009) 46 - 57.
- [30] - O. KADA, S. ABDELLAOUI, M. NAJIH and D. NACHITE, Estimation de la croissance de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb., 1792) de la région centro-orientale de la Méditerranée marocaine à l'aide de l'étude des otolithes. Bulletin of the Scientific Institute, Life science section, 31 (1) (2010) 13 - 15.
- [31] - W. S. CHU, J. P. WANG, Y. Y. HOU, Y. Ts. UENG and P. Hs. CHU, Length-weight relationships for fishes of the southwestern coast of Taiwan. *African Journal of Biotechnology*, 10 (19) (2011) 3945 - 3950.

- [32] - Sh. FORGHANI, Age and morphometric Specifications Silver Pomfret Fish (*Pampus argenteus*) in the Persian Gulf. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 3 (5) (2011) 357 - 360.
- [33] - H. RAEISI, S. Y. PAIGHAMBARI, R. DAVOODI, M. BIBAK, S. A. HOSEINI and M. J. SHABNI, "Length-weights relationships and relative weights of some demersal fish species from the Persian Gulf, Iran." *African Journal of Agricultural Research*, 7 (5) (2011) 741 - 746.
- [34] - T. FULTON, The sovereignty of the sea. Edinburgh and London. In Length-weight relationship, condition factors and indices of maturity sexual : bibliographical reminders, interpretations, remarks and applications. Scientific Paper Oceanographic Research Center, 68 (1911) 143 - 171.
- [35] - F. W. TESCH, Age and growth. In "Methods for Assessment of Fish production in Freshwaters." 2nd Edition. Ricker, W.E. Edition, Oxford & Edinburgh, United Kingdom, (1971) 99 - 130.
- [36] - T. B. BAGENAL and F. W. TESCH, Age and growth. In : "Methods for assessment of fish production in freshwaters". Handbook 3, 3rd Edition. Bagenal, T.B. Edition, Oxford, United Kingdom, (1978) 101 - 136.
- [37] - W. E. RICKER, Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 191 (1975) 1 - 382.
- [38] - W. E. RICKER, Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. Bulletin - Office de Recherche sur les Pêcheries du Canada, 191F (1980).
- [39] - V. D. NIMBALKAR, "Biostatistical evaluation and management of Sciaenid fishery with particular reference to *Otolithes ruber* (Schneider, 1801) and *Johnieops sina* (Cuvier, 1830) of Konkan coast." Ph.D. thesis, Conchin University, India, (1991).
- [40] - L. CHAOUÏ, F. DERBAL, M. KARA et P. QUIGNARD, Alimentation et condition de la dorade *Sparus aurata* (Teleostei : Sparidae) dans la lagune du Mellat (Algérie Nord-Est). *Cahier de Biologie Marine*, 46 (2005) 221 - 225.
- [41] - R. FROESE, "Cub law, condition factor and weight-length relationship : history, metaanalysis and recommendations." *Journal of applied Ichthyology*, 22 (2006) 241 - 253.
- [42] - E. ABBA, D. BELGHYTI, M. BENABID et H. E. IBAOUI, Relation taille-poids et coefficient de condition de la truite commune (*Salmo trutta macrostigma dumeril*. 1958) de l'Oued Sidi Rachid (Moyen Atlas Maroc). *Afrique Science*, 6 (2) (2010) 60 - 70. <http://www.afriquescience.info>
- [43] - D. PAULY, A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stock. Food and Agriculture Organization Edition, Rome, Italy. Fisheries Circular, 729 (1980) 1 - 54.
- [44] - D. PAULY and A. N. MINES (Editors), Small-scale fisheries of San Miguel Bay Philippines. Biology and Stock Assessment. Food and Agriculture Organization Edition, Rome, Italy. Technical Report, 7 (1982) 38 - 55.
- [45] - D. PAULY, Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. Cepaduès Editions, Toulouse, (1997).
- [46] - A. FAKHRI, P. HAJEB, A. SHADI, R. KAMALIFAR and R. MIRZA, Growth Parameters and Mortality Rates of Javelin Grunter, *Pomadasys kaakan*, in the Persian Gulf. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 3 (4) (2011a) 91 - 97.
- [47] - T. M. BADE, Aspects of the biology of grunt (Teleostei : Haemilidae) from North Queensland water. Ph.D thesis, James Cook University, Australia, (1989).
- [48] - ANON, Service de la Planification du Développement, Département des Pêches, L'intégration des pêches dans l'aménagement des zones côtières. Directives techniques pour une pêche responsable, N°3, Food and Agriculture Organization Edition, Rome, Italy, (1999a).
- [49] - ANON, Division des ressources halieutiques et Division des politiques et de la planification de la pêche, Aménagement des pêcheries. Directives techniques pour une pêche responsable, N°4, Food and Agriculture Organization Edition, Rome, Italy, (1999b).
- [50] - A. BURHANUDDIN and Y. IWATSUKI, The grunts (family Haemulidae) of the spermonde archipelago, South Sulawesi. *Journal Ilmudan Teknologi elantan Tropis*, 4(2) (2012) 229 - 238.

- [51] - E. M. GRANT, Guide to fishes (5th Ed.). Brisbane, Department of Harbours and Marine. Wilke Printers, Brisbane, Queensland, Australia, (1982).
- [52] - Y. U. KONCHINA, The systematics and distribution of the grunts family (Pomadasyidae). Journal of Ichthyology, 16 (6) (1976) 883 - 900.
- [53] - Y. U. KONCHINA, Some data on the biology of grunts (Family Pomadasyidae). Journal of Ichthyology, 17 (4) (1977) 548 - 558.
- [54] - D. FRONTIER-ABOU, Overall composition of the muscle of some edible fish of the Malagasy Coast. Office of Scientific and Technical Research Overseas, Oceanographic serial, 7 (1) (1969) 1 - 17.
- [55] - M. AL-HUSAINI, A. AL-BAZ, S. AL-AYOUB, S. SAFAR, Z. AL-WAZAN and S. AL-JAZZAF, Age, growth, mortality and yield-per-recruit for nagroor, *Pomadasys kaakan*, in Kuwait's waters. Journal Fisheries Research, 59 (2002) 101 - 115.
- [56] - M. T. AZHIR, T. VALINASSAB, H. JAMALZADEH, An investigation of some biological aspects of, Javelin grunter, *Pomadasys kaakan*, in Oman Sea along Sistan-O-Baluchistan province for optimizing fishing season. Journal of Marine Biology, 4 (13) (2012) 63 - 75.
- [57] - M. T. ADJIR, To determine some biological specifications of *Parastromateus niger* and *Pomadasys kaakan* in the Gulf of Oman waters in conformity of identification the temporal and spatial distribution. Offshore Fisheries Research Center, Chabahar, Iran (2005) 14 - 18.
- [58] - A. FAKHRI, P. ABDOLRAHIM, R. ALIREZA and S. AHMAD, Mortality, Exploitation and Yield per Recruit of Javelin Grunter, *Pomadasys kaakan*, in the Iranian Waters of the Persian Gulf. Islamic Azad University Bushehr Iran, Department of Fisheries. Middle East Journal of Scientific Research, 9 (2011b) 64 - 68.
- [59] - M. I. MANSOR, N. A. B. MOHAMAD, M. Z. MOHAMAD-ZAFRIZAL, Y. KHAIRUN and M. N. SITI-AZIZAH, Length-weight Relationships of Some Important Estuarine Fish Species from Merbok Estuary, Kedah. Journal of Natural Sciences Research, 2 (2) (2012) 8 - 17.
- [60] - J. MORIN, C. GILLIERS, J. F. HOLLEY, M. JEGADEN, O. LE PAPE, V. LOIZEAU, R. AMARA, I. SCHLAICH et M. L. COCHARD, Rôle de la qualité du milieu sur la fonctionnalité des habitats côtiers en tant que nourriceries de poissons. Rapport, (2003).
- [61] - D. FRONTIER-ABOU, Composition globale du muscle de quelques poissons comestibles de la côte malgache. Cahier de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Série Océanographie, 7 (1) (1969) 3 - 18.
- [62] - D. FRONTIER-ABOU et M. A. VOLAMORA, Données numériques sur 31 espèces de poissons comestibles de la région de Nosy-Bé : mensurations, composition globale du muscle blanc, valeurs caloriques, corrélations. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Série Nutrition, 8 (1969) 1 - 74.
- [63] - B. PITON et Y. MAGNIER, Les régimes hydrologiques de la baie d'Ambaro (Nord-Ouest de Madagascar) Contribution à l'étude d'une baie eutrophique tropicale. Cahier de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, série Océanographie, 9 (2) (1971) 149 - 166.
- [64] - C. P. DAHLGREN et D. B. EGGLESTON, Ecological process underlying ontogenetic habitat shifts in a coral reef fish. Ecology, 81 (8) (2000) 2227 - 2240.
- [65] - K. RIEDE, Global register of migratory species - from global to regional scales. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. Final Report, (2004).
- [66] - J. CHABANNE, R. PLANTE et P. LABOUE, Résultats des chalutages (crevettes et poissons) en Baie d'Ambaro Mars 1965 - Février 1967. Document Scientifique de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, (1968).
- [67] - R. FIONA et M. CALLUM, Effets des réserves marines sur les activités de pêche. World Wildlife Fund report, (2004).

- [68] - L. C. SHERRY, The Influence of Habitat Quality on the Community Structure, Distribution Pattern, Condition, and Growth of Coral Reef Fish : A Case Study of Grunts (Haemulidae) from Antigua B.W.I, A Small Island System. Ph.D. Thesis, University of Miami, USA, (2008).
- [69] - V. I. SHUNTOV, Some data on the biology of fishes of the Arafura Sea and their environmental conditions. *Journal of Ichthyology*, 11 (1) (1971) 3 - 13.
- [70] - T. VALINASSAB, S. JALALI, M. HAFEZIEH and G. A. ZARSHENAS, Evaluation of some feeding indices of *Pomadasys kaakan* in the Northern Persian Gulf. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10 (3) (2011) 497 - 504.
- [71] - A. FALAHATIMARVAST, H. POORBAGHER and P.M. LOKMAN, The reproductive biology of *Pomadasys kaakan* (Osteichthyes : Haemulidae) in the northern Persian Gulf. *Cahier de Biologie Marine*, 53 (2011) 25 - 34.
- [72] - J. CHABANNE et R. PLANTE, Les populations benthiques (endofaune, crevettes penaeides, poissons) d'une baie de la côte Nord-Ouest de Madagascar : écologie, biologie et pêche. *Cahier l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Série Océanographie*, 7 (1) (1969) 41 - 71.
- [73] - ANON, Code de conduite pour la pêche responsable. Food and Agriculture Organization Edition, Rome, Italy, (1995).
- [74] - L. H. RAKOTOVAO, C. RAMIARISON, C. RAJERARISON, G. RAFOMANANA, P. RAMAROJAONA, J. RANAIVOSON, S. RAKOTOFIRINGA, J. M. ELOUARD, Z. ANDRIAMBELO, M. ANDRIAMIHAJA, F. M. GIBON, J. LEGRAND, P. OLIARINONY, T. PILAKA et B. RABEARISOA, Monographie sur la Biodiversité à Madagascar, (1998).
- [75] - C. BREUIL, Programme pour la mise en oeuvre d'une stratégie de pêche pour la région Afrique orientale-australe et Océan indien, Gouvernance des Pêches Maritimes dans l'Ouest de l'Océan indien. Commission de l'Océan Indien, rapport, (2011).
- [76] - N. HERINTSOARILALAMISAINJANAHARY, Caractérisation de la carpe commune destinée à la consommation de la ville d'Antananarivo. Mémoire de fin d'étude, Département Elevage, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université Antananarivo, Madagascar, (2013).
- [77] - Y-J. SHIN, Interactions trophiques et dynamiques des populations dans les écosystèmes marins exploités : Approche par modélisation individus-centrée. Thèse de Doctorat, Université Paris 7, France, (2000).
- [78] - S. ALMATAR, A comparison of Length-related and Age-Related growth parameters of Newaiby *Otolithes ruber* in Kuwait waters. *Naga*, 16 (1) (1993) 32 - 34.
- [79] - S. SANTHOSHKUMAR, C. B. T. RAJAGOPALSAMY, P. JAWAHAR and T. FRANCIS, Length-Weight relationship of *Otolithes ruber* (Schneider, 1801) Thoothkudi coast, Tamil Nadu, India. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1 (3) (2013) 9 - 11.
- [80] - S. A. HASHEMI and S. A. TAGHAVIMOTLAGH, Population Parameters and Length-Weight relationship of striped piggy (*Pomadasys stridens*) in northwest of Persian Gulf (Khuzestan Coastal Waters, Iran). *Journal of Novel Applied Sciences*, 1 (2) (2012) 57 - 62.
- [81] - S. A. HASHEMI, S. A. TAGHAVIMOTLAGH, G. ESKANDARY, A. HEDAYATI, Length-Weight Relationships of Five Species of Demersal Fish from North of Persian Gulf, Iran. *Environmental Studies of Persian Gulf*, 1 (1) (2013) 59 - 66.
- [82] - L. M. DILL, Animal decision making and its ecological consequences : the future of aquatic ecology and behaviour. *Canadian Journal of Zoology*, 65 (1987) 803 - 811.
- [83] - M. L. BEGOUT, Ecologie comportementale des poissons : la relation poisson-environnement dans le fonctionnement des populations. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de La Rochelle, France, (2010).