



Université d'Antananarivo  
Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques  
Département Elevage



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER  
EN SCIENCES AGRONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTALES  
DIPLOME D'INGENIEUR AGRONOME  
MENTION SCIENCES ANIMALES



Présenté par : ANDRIATOHY Christian Frédéric

Soutenu le 12 Juin 2015

**Président du jury :** Docteur RABEARIMISA Rivo Nirina

**Tuteurs :** Docteur RAFOMANANA Georges  
Docteur HANTANIRINA Herisoa Isabelle

**Examineurs :** Professeur RAKOTOZANDRINY Jean de Neupomuscène  
Docteur RANDRIAMIARISOA  
Docteur RANDRIARILALA Fanomezantsoa

PROMOTION : KINGATSA (2009-2014)



*Je dédie ce travail à :*

*Mes parents*

*Mes cinq sœurs*

*Mes chers nièces et neveux*

*Merci pour votre soutien et votre confiance !!*

## REMERCIEMENTS

Arrivé au terme de ce travail, je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé dans sa réalisation. Je remercie d'abord DIEU de m'avoir donné la force et le courage dans tous ce que j'ai entrepris.

J'adresse aussi mes sincères remerciements à :

- ❖ Monsieur **RABEARIMISA Rivo Nirina**, Maître de Conférences, *PhD* en alimentation animale, Chef du département Elevage à l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (ESSA) de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ce mémoire de fin d'étude.
- ❖ Monsieur **RAFOMANANA Georges**, Directeur de Recherche Associée, Docteur en Halieutiques, mention : économie rurale aquacole, Chercheur-Enseignant, Encadreur pédagogique de ce travail, pour ces précieux conseils et ces directives.
- ❖ Madame **HANTANIRINA Herisoa Isabelle**, Docteur ingénieur à l'ESSA, Enseignant-Chercheur, Encadreur pédagogique de ce travail, pour son temps passé à mon encadrement.
- ❖ Monsieur **RAKOTOZANDRINY Jean de Neupomuscène**, Professeur titulaire à l'Université d'Antananarivo, Directeur scientifique de la formation doctorale de l'ESSA, Enseignant-Chercheur, de s'être siégé en tant que membre du jury de ce mémoire.
- ❖ Monsieur **RANDRIAMIARISOA**, Docteur en Sciences Agronomiques, Ex-Directeur du PNRC, Enseignant au département Elevage à l'ESSA, d'avoir accepté de faire partie des membres du jury de ce mémoire et de s'être donné la peine de corriger et d'améliorer ce manuscrit
- ❖ Monsieur **RANDRIARILALA Fanomezantsoa**, *PhD* en sciences biologiques marines appliquées, Enseignant au département Elevage à l'ESSA; Enseignant au laboratoire de Recherche en science cognitive – Ecole Doctorale - ESPA, d'avoir accepté d'examiner ce mémoire et d'avoir participé à l'amélioration de ce manuscrit.
- ❖ Monsieur **Jean Luc ZACHARIE**, Directeur d'exploitation de SOPEMO, de nous avoir autorisé à réaliser notre stage de mémoire au sein de la société.
- ❖ Monsieur **RAOELINARISATA Benjamin**, Responsable qualité au sein de la SOPEMO, et Madame **RABERAHONA Mireille**, Responsable production de

SOPEMO, de leur encadrement pendant la collecte de données et de leurs aides pour le bon déroulement des travaux sur terrain.

- ❖ Monsieur **RANASY Harry Mérril**, Directeur de la JIRAMA Morondava, de ses interventions pour le bon déroulement des travaux sur terrain.
- ❖ Tout le personnel de SOPEMO, pour leur accueil et leurs aides.
- ❖ Toute ma famille qui m'a toujours soutenu durant toute ma formation à l'ESSA.
- ❖ Tous mes amis et tous ceux qui m'ont apporté de près ou de loin leurs aides et leurs encouragements.

# TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS .....	i
TABLE DES MATIERES .....	iii
LISTE DES TABLEAUX .....	v
LISTE DES FIGURES .....	v
LISTE DES PHOTOS .....	v
LISTE DES CARTES .....	v
LISTE DES ANNEXES .....	vi
LISTE DES ABREVIATIONS .....	vii
GLOSSAIRE .....	ix
I. INTRODUCTION.....	1
I.1. Présentation de la société SOPEMO .....	3
I.1.1. Présentation générale.....	3
I.1.2. Fonctionnement .....	5
I.1.3. Circuit de commercialisation des produits .....	5
I.2. Etude bibliographique sur <i>Epinephelus chlorostigma</i> .....	6
I.2.1. Systématique .....	7
I.2.2. Caractéristiques des poissons de la famille de <b>Serranidae</b> .....	7
I.2.3. Caractéristiques morphologiques d' <i>Epinephelus chlorostigma</i> .....	8
I.2.4. Biologie .....	11
I.2.5. Ecologie.....	13
I.2.6. Maladies .....	13
I.2.7. Méthodes de pêche .....	13
II. MATERIELS ET METHODES .....	14
II.1. MATERIELS.....	14
II.1.1. Matériel humain.....	14
II.1.2. Matériel biologique .....	14
II.1.3. Matériels de pesage et de mensuration .....	14
II.2. METHODES .....	17
II.2.1. Choix des paramètres morphométriques à relever .....	17
II.2.2. Organisation du travail sur terrain .....	18
II.2.3. Traitement des données .....	18
II.2.4. Relation taille-poids.....	21
II.2.5. Etude de la qualité du milieu .....	22

II.2.6.	Relation entre les longueurs .....	23
II.2.7.	Etude de la conformation corporelles : indices biométriques.....	24
II.2.8.	Synthèse méthodologique.....	25
III.	RESULTATS .....	27
III.1.	Description de la population d' <i>Epinephelus chlorostigma</i> .....	27
III.2.	Corrélations entre les paramètres morphométriques .....	28
III.3.	Typologie de la population d' <i>Epinephelus chlorostigma</i> .....	30
III.3.1.	Classification de la population .....	30
III.3.2.	Caractérisation des groupes typologiques .....	31
III.3.3.	Homogénéité des groupes typologiques .....	33
III.4.	Relation taille-poids.....	34
III.5.	Qualité du milieu : coefficient de condition .....	35
III.6.	Relations entre les longueurs.....	36
III.7.	Indices biométriques.....	38
III.7.1.	Indice de profil .....	38
III.7.2.	Indice de section.....	39
III.7.3.	Rapport LS/LTe.....	40
IV.	DISCUSSION .....	41
IV.1.	Caractéristiques morphométriques de la population étudiée.....	41
IV.2.	Corrélations et choix des paramètres morphométriques.....	42
IV.3.	Typologie de la population d' <i>Epinephelus chlorostigma</i> .....	43
IV.4.	Sélectivité en taille de la palangre .....	44
IV.5.	Relation taille-poids.....	45
IV.6.	Coefficient de condition .....	46
IV.6.1.	Valeurs du coefficient de condition.....	46
IV.6.2.	Fiabilité des coefficients de conditions calculés.....	46
IV.7.	Relation entre les longueurs .....	47
IV.8.	Conformation du corps .....	47
	CONCLUSION .....	50
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	52
	WEBOGRAPHIE.....	57
	ANNEXES .....	!

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° 1: Classification des poissons suivant l'indice de profil et l'indice de section .....	25
Tableau n° 2: Synthèse méthodologique .....	26
Tableau n° 3: Caractéristiques générales d' <i>Epinephelus chlorostigma</i> (n=238).....	27
Tableau n° 4: Matrice de corrélation entre les paramètres morphométriques .....	28
Tableau n° 5: Valeurs moyennes des paramètres morphométriques dans les groupes typologiques ....	32
Tableau n° 6: Variations intra-groupe des paramètres morphométriques .....	34
Tableau n° 7: Relation taille-poids d' <i>Epinephelus chlorostigma</i> suivant les groupes typologiques .....	35
Tableau n° 8: Valeur du coefficient de condition par groupe et dans l'ensemble de la population .....	36
Tableau n° 9: Relation LT-LS .....	36
Tableau n° 10: Relation LT-LF .....	38
Tableau n° 11: Indice de profil suivant les groupes typologiques.....	38
Tableau n° 12: Indice de section suivant les groupes typologiques .....	39
Tableau n° 13: Rapport LS/LTe suivant les groupes typologiques .....	40
Tableau n° 14: Longueur totale minimale et maximale (en cm) d' <i>E. chlorostigma</i> capturée par type d'engin de pêche .....	41
Tableau n° 15: Paramètres de sélectivité des engins de pêche pour <i>Epinephelus chlorostigma</i> .....	44
Tableau n° 16: Relations taille poids d' <i>Epinephelus chlorostigma</i> .....	46
Tableau n° 17: Etude comparative des indices biométriques d' <i>Epinephelus chlorostigma</i> .....	49

## LISTE DES FIGURES

Figure n° 1: Circuit de commercialisation des produits de la société SOPEMO .....	6
Figure n° 2: Morphologie externe et aspect des nageoires d' <i>Epinephelus chlorostigma</i> .....	10
Figure n° 3: Différentes mensurations sur <i>Epinephelus chlorostigma</i> .....	18
Figure n° 4: Représentation des groupes d'individus et des paramètres morphométriques sur le plan (F1, F2).....	31
Figure n° 5: Répartition de la population suivant les groupes typologiques .....	33

## LISTE DES PHOTOS

Photo n° 1: Morphologie externe d' <i>Epinephelus chlorostigma</i> .....	9
Photo n° 2: Balance électronique .....	15
Photo n° 3: Ichtyomètre.....	16
Photo n° 4: Pieds à coulisse.....	16

## LISTE DES CARTES

Carte n° 1: Délimitation des zones de pêche crevettière à Madagascar .....	4
Carte n° 2 : Répartition géographique d' <i>Epinephelus chlorostigma</i> .....	11

## LISTE DES ANNEXES

Annexe n° 1: Différenciation d' <i>E. chlorostigma</i> et <i>E. compressus</i> à l'âge adulte.....	I
Annexe n° 2: Variation mensuelle de la sex-ratio d' <i>Epinephelus chlorostigma</i> dans le Golfe Persique .	I
Annexe n° 3: Fiche de collecte de données.....	I
Annexe n° 4: Valeurs propres et contributions des axes factoriels .....	II
Annexe n° 5: Projection des variables sur les axes F1 et F2.....	II
Annexe n° 6: Représentation des variables dans le plan formé par les axes F1 et F2.....	II
Annexe n° 7: Analyse de la variance des groupes suivant les paramètres morphométriques .....	III

## LISTE DES ABREVIATIONS

- **ACP** : Analyse en Composantes Principales
- **ANOVA** : Analyse de la variance
- **C<sub>v</sub>** : Coefficient de variation
- **CV** : Cheval Vapeur
- **FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organisation)
- **FLD** : Fish Lymphocystis Disease
- **g** : Gramme
- **GEM** : Groupe d'Etude du Mérou
- **GRM** : Groupe Refrigépêche Madagascar
- **h** : heure
- **HACCP** : Analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise (Hazard Analysis Critical Control Point)
- **ICLARM** : Centre mondial sur le poisson (International Center for Living Aquatic Resources Management)
- **IP** : Indice de Profil
- **IS** : Indice de Section
- **L<sub>c</sub>** : Longueur à la totale capture (First fully exploited length class)
- **L<sub>c25</sub>** : Longueur à 25 % de probabilité de capture
- **L<sub>c50</sub>** : Longueur à la première capture (Length at capture)
- **L<sub>c75</sub>** : Longueur à 75 % de probabilité de capture
- **K** : Coefficient de condition
- **kg** : Kilogramme
- **mm** : Millimètre
- **MAEP** : Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche
- **MRAG** : Groupe d'évaluation des ressources marines (Marine Resources Assessment Group)
- **PIB** : Produit Intérieur Brut
- **r** : Coefficient de corrélation
- **R<sup>2</sup>** : Coefficient de détermination

- **RC** : Région critique
- **s** : Ecart-type
- **SOPEMO** : Société de Pêche de Morondava
- **UE** : Union européenne
- **UNFPA** : Fonds des Nations Unies pour la population (United Nations Fund for Population Activities)
- **USD** : Dollar américain (United States Dollar)
- **ZEE**: Zone Economique Exclusive

## GLOSSAIRE

- **Actinopterygii** (ou **Actinoptérygiens**) : Poissons à nageoires rayonnées.
- **Allométrie** : Changement dans les proportions du corps d'un animal au cours de sa croissance par suite de croissance plus rapide ou plus lente de l'une des parties de son corps.
- **Arc branchial** : Élément squelettique séparant deux fentes branchiales.
- **Branchiospines** : Excroissances osseuses situées sur le bord antérieur et postérieur des arcs branchiaux.
- **Chalut** : Filet en forme d'un entonnoir.
- **Chalutier** : Bateau de pêche destiné à trainer le chalut.
- **Cténoïde** : Etat des écailles de certains poissons, recouvertes de petites pointes fines dans leur partie postérieure, leur donnant un aspect rugueux.
- **Digène** : Vers plat à deux hôtes successifs (parasite d'un mollusque à l'état larvaire et d'un vertébré à l'état adulte) généralement à deux ventouses dont une buccale et une ventrale.
- **Dynamique des populations** : Etude du développement numérique des populations d'êtres vivants
- **Embonpoint** : Etat d'un animal gras.
- **Espèce** : Ensemble d'individus se ressemblant et pouvant se reproduire entre eux.
- **Estuaire** : Portion de l'embouchure d'un fleuve où l'effet de la mer ou de l'océan dans lequel il se jette est perceptible.
- **Fécondité absolue** : Nombre total d'œufs pondus par une femelle au cours d'un cycle de ponte.
- **Fente branchiale** : Fente latérale du pharynx des poissons servant essentiellement à la respiration.
- **Filage** : Action de mettre à l'eau les lignes.

- **Frai** : Rapprochement sexuel chez les poissons à fécondation externe
- **Hermaphrodisme** : Phénomène biologique dans lequel l'individu est mâle et femelle, soit alternativement, soit simultanément.
- **Hermaphrodisme protérandrique** (ou **protandrique**): Phénomène biologique dans lequel l'individu est d'abord mâle puis femelle.
- **Hermaphrodisme protogyne** : Phénomène biologique dans lequel l'individu est d'abord femelle puis mâle.
- **Homothétique** : Les diverses dimensions du poisson restent proportionnelles au cours du temps.
- **Iridovirus** : Virus à ADN.
- **Isométrie** : Conservation des proportions relatives des différentes parties du corps d'un organisme au cours de sa croissance.
- **Ligne latérale** : Organe sensoriel du poisson, se présentant sous la forme d'une ligne, continue ou non, parcourant son flanc.
- **Longueur à la première capture** : Longueur à laquelle 50 % des poissons sont retenus par l'engin de pêche utilisé et 50 % s'échappent.
- **Mangrove** : Ecosystème incluant des groupements de végétaux constitués essentiellement par des palétuviers, rencontré sur les côtes basses des régions tropicales et dans certaines embouchures.
- **Monogène** : Vers plat à un seul hôte, possédant à la fois des ventouses et des crochets.
- **Morphologie** : Forme et aspect visuel de la structure externe d'un être vivant ou d'un organe.
- **Morphométrie** : Etude et analyse de la géométrie d'un être vivant ou d'un organe.
- **Neopterygii** (ou **Néoptérygiens**) : Poissons à bouche se trouvant dans l'axe du corps (et non sur la face inférieure du corps comme chez les **Chondrostéens**) ; possédant un os particulier, le symplectique, qui intervient dans l'articulation de la mâchoire.
- **Opercule** : Plaque osseuse qui ferme les ouïes des poissons.

- **Osteichthyes** (ou **Ostéichthyens**) : Poissons à squelette osseux.
- **Palangre** : Engin de pêche composé d'une ligne mère très longue et de plusieurs lignes secondaires auxquelles sont attachés plusieurs hameçons.
- **Pêche artisanale** : Pêche utilisant des bateaux de petite et moyenne taille (6 à 24 m).
- **Perciformes** (ou **Percomorphe** ou **Acanthopte**) : Des poissons ayant généralement des nageoires dorsale et anale divisées en une partie antérieure constituée d'épines molles et une partie postérieure constituée de rayons qui peuvent être partiellement ou totalement séparés ; à nageoires pelviennes dotées d'une épine, placés sur la gorge ou sous le ventre ; à écailles souvent de forme cténoïde.
- **Poisson démersal** : Poisson vivant près du fond.
- **Poisson néritique** : Poisson vivant dans la zone comprise entre le niveau correspondant au niveau de la marée basse et la fin du plateau continental.
- **Population** : Ensemble d'individus d'une même espèce vivant dans un milieu donné.
- **Préopercule** : Plaque osseuse se trouvant devant l'opercule.
- **Rayons épineux** : Rayons raides et fortes sur les nageoires des poissons ; se trouvant toujours devant les rayons mous.
- **Rayons mous** : Rayons flexibles, fragmentés et pouvant être ramifiés sur les nageoires des poissons.
- **Teleostei** (ou **Téléostéens**) : Poissons capturant leurs proies par aspiration ; à os prémaxillaire mobile en plus de l'os maxillaire ; à nageoire caudale ayant une symétrie apparente.
- **Vertebrata** (ou **Vertébrés**) : Animaux possédant un squelette osseux ou cartilagineux interne, comportant en particulier une colonne vertébrale qui protègent la partie troncale du système nerveux central.
- **Virage** : Action de remonter les lignes à bords du bateau.
- **Zone Economique Exclusive** : Espace maritime sur lequel un Etat côtier exerce des droits souverains en matière d'exploration et d'usage des ressources.

## I. INTRODUCTION

La demande en matières alimentaires ne cesse pas de croître avec l'explosion démographique actuelle. Avec un taux moyen annuel de croissance de 1,7%, la population mondiale est passée de 6,6 milliards en 2006 à 7 milliards en 2011 (UNFPA, 2011; FAO, 2012). Parmi les matières alimentaires requises par la population mondiale, la place des protéines d'origine animale et surtout ceux provenant des produits halieutiques est très importante. En 2010, la production de la pêche et de l'aquaculture a été estimée à 154 millions de tonnes dont 128 millions de tonnes environ a été destinée à l'alimentation (FAO, 2014). Durant la même année, la consommation apparente de poisson par personne a été estimée à 18,9 kg au niveau mondial. Les poissons et les produits halieutiques sont en effet riches en protéines de haute qualité mais également en plusieurs micronutriments essentiels comme les vitamines et les éléments minéraux (FAO, 2014).

Outre l'apport nutritionnel, le secteur de la pêche fournit aussi des sources de revenu et assure le moyen d'existence de millions de personnes à travers le monde. En 2010, 54,8 millions de personnes travaillaient dans le secteur primaire de la pêche de capture et de l'aquaculture. Ce nombre est d'ailleurs en croissance continue et croît plus vite que la population mondiale (2,1% de croissance par an entre 2005 et 2010) (FAO, 2012). Ce nombre de personnes travaillant dans le secteur primaire de la pêche de capture et de l'aquaculture atteint 58,3 millions en 2012 (FAO, 2014). En dehors du secteur de production primaire, la pêche et l'aquaculture fournissent encore de nombreux emplois dans des activités auxiliaires comme la transformation, le conditionnement, la commercialisation et la distribution des produits de pêche et de l'aquaculture (FAO, 2012 ; 2014).

Dans les pays africains, la contribution du secteur de la pêche aux économies nationales est importante. Outre les produits alimentaires qu'il procure, ce secteur contribue au produit intérieur brut (PIB) des pays. Ce secteur procure aussi les moyens d'existence aux pêcheurs et aux personnes travaillant dans les secteurs auxiliaires de la pêche et augmente les recettes publiques par le biais des accords de pêche et des taxes. Il est par ailleurs, source de devises fortes par les exportations des produits (HENRY et MOAL, 1998 ; FAO, 2014 ; DE GRAAF G. et GARIBALDI L. 2014). Pour Madagascar, la pêche est un secteur destiné à augmenter les recettes en devises de l'Etat et à participer à la satisfaction des besoins alimentaires de la population (MAEP, 2004). Ce secteur fait entrer une recette annuelle d'environ 160 millions d'USD (RALISON, 2012).

Toutefois, plusieurs ressources halieutiques font actuellement l'objet d'une surexploitation dans le monde. Suite à cette surexploitation, la production de la pêche maritime a connu des chutes ses dernières décennies. Ainsi, si la production de la pêche maritime a atteint son niveau maximal de 86,4 millions de tonnes en 1996, elle n'était plus qu'à 82,6 millions de tonnes en 2011 et à 79,7 millions de tonnes en 2012 (FAO, 2014). La proportion des stocks qui ne sont pas pleinement exploités a aussi connu une baisse progressive depuis 1974. A l'inverse, le pourcentage de stocks surexploités a augmenté surtout depuis les années 70 et la fin des années 80 (le pourcentage de stocks surexploités était 10% en 1974 et 26% en 1989) (FAO, 2012).

Pour les mérus, cette surexploitation est encore plus préoccupante. De par leur appréciation par les consommateurs et leur forte valeur commerciale, ils sont fortement ciblés par les pêcheurs (MUNRO, 1983). Etant agressifs et généralement de grande taille, ils sont aussi plus vulnérables aux engins de pêche (MUNRO et WILLIAMS, 1985). Par ailleurs, d'autres aspects de leur biologie comme la reproduction les exposent encore davantage à la surexploitation (GRANDCOURT, 2005).

Il est alors nécessaire d'évaluer le niveau de stock des produits halieutiques dans la Zone Economique Exclusive (ZEE) de chaque pays. Cette évaluation s'avère encore plus importante pour les pays en voie de développement comme Madagascar dans lesquels, les données relatives au niveau de stock sont rares ou même inexistantes (HENRY et MOAL, 1998). La morphométrie constitue une base permettant de caractériser une espèce. C'est un élément indispensable afin de bien cerner l'identification exacte de l'espèce dans chacun des milieux où elle vit. La morphométrie est ainsi une étape incontournable avant d'entamer la dynamique de la population qui est un paramètre capital pour l'aménagement et la gestion du stock exploité.

L'heure est aussi à l'application d'une pêche responsable et de gestion durable des ressources naturelles conformément au code de conduite établi par la FAO (FAO, 1995 ; 2001) et cela pour que ces ressources puissent continuer de subvenir aux besoins de la population mondiale. La société SOPEMO se veut d'appliquer ce code de conduite dans le souci de la qualité et aussi dans la volonté de répondre aux exigences de l'Union européenne (UE) vers laquelle est tournée principalement la production de la société. Pour une meilleure sélectivité en espèce et surtout en taille des poissons capturés, la société effectue la pêche à la palangre. La société œuvre aussi pour une utilisation optimale de l'énergie et pour la protection de l'environnement. La société exploite surtout les poissons démersaux dont fait partie l'espèce

*Epinephelus chlorostigma* qui fait l'objet de cette étude. *Epinephelus chlorostigma* est l'une des principales espèces exploitées par la société. Elle fait aussi partie des espèces présentant les plus fortes valeurs commerciales parmi les produits de la société. Tout cela constitue autant de facteurs pour lesquels la société SOPEMO a été choisie pour la réalisation de cette étude.

La nécessité d'évaluation tant en quantité qu'en qualité du stock d'une part et la valeur commerciale ainsi que la place de l'espèce dans la production d'autre part, justifie amplement la réalisation de cette étude sur la morphométrie d'*Epinephelus chlorostigma*. Cette étude se propose de constituer une base de données fiable sur les caractères morphométriques du mérour pintade de la côte Ouest malgache afin de servir de référence à des études ultérieures sur l'espèce. L'étude va aussi se proposer de trouver une classification adéquate des individus de cette population. Enfin, l'étude va évaluer la sélectivité en taille de la palangre à partir des traits morphométriques des individus capturés.

## **I.1. Présentation de la société SOPEMO**

La connaissance du site d'étude est primordiale pour la perception du contexte de l'étude. Elle est aussi essentielle pour la compréhension du motif du choix de ce site. La présentation de la société SOPEMO où l'étude a été menée est donnée dans les quelques paragraphes qui suivent.

### **I.1.1. Présentation générale**

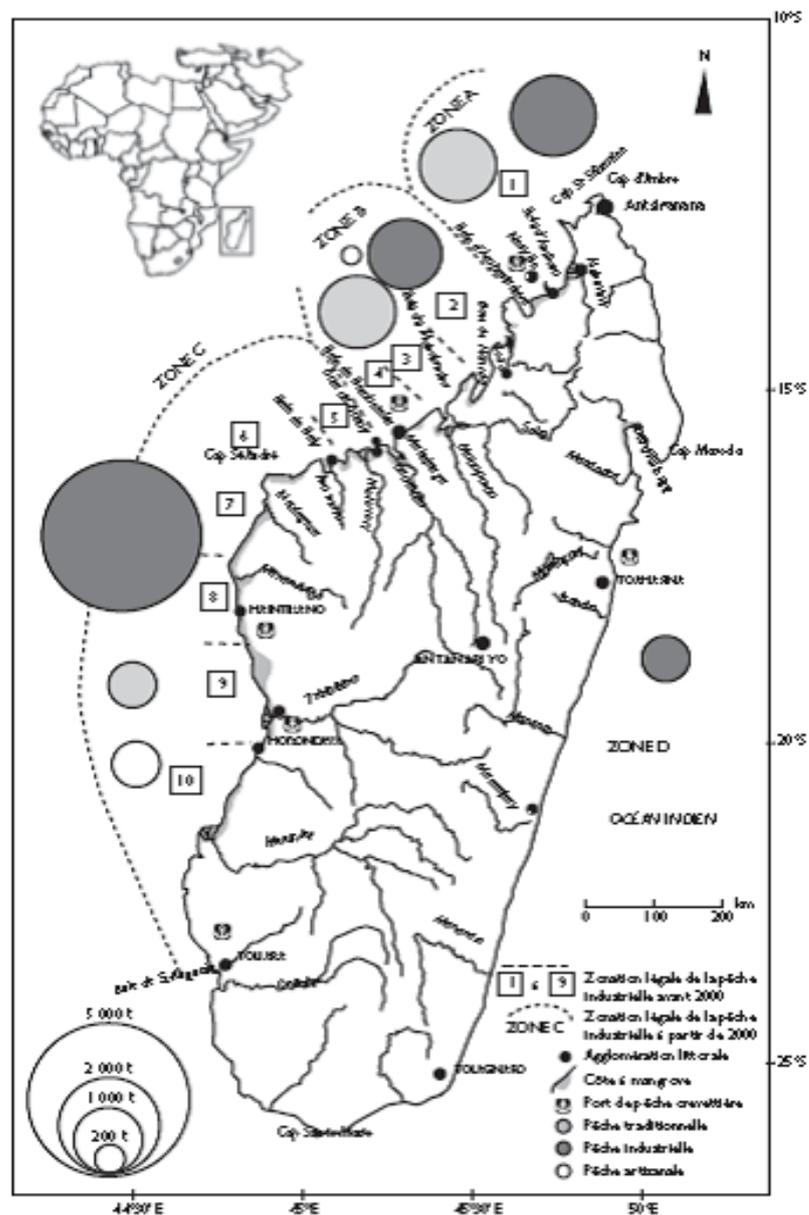
La Société de Pêcherie de Morondava ou SOPEMO est une société de pêche artisanale installée sur la côte Sud-Ouest de Madagascar depuis 1988. C'est une Société Anonyme (SA). Son siège social est sis au rue Le Batelage, Port Bébé-619-Morondava-Madagascar. Elle fait partie du Groupe Réfrigépêche Madagascar (GRM) qui est un groupement de société travaillant dans le domaine de la pêche. Elle est agréée pour l'exportation vers l'Union européenne et son numéro d'agrément est le MAD 110 SV.

La société est surtout reconnue pour le traitement de poissons, de crabes, de poulpes et de calmars. Elle effectue la pêche à diverses espèces de poissons mais qui sont essentiellement constituées par des poissons démersaux. Quant aux crabes, aux poulpes, aux calamars et aussi à certaines espèces de poisson, la société s'en procure par la collecte.

Pour ces pêches et collectes, la société exploite la zone C (RAOELINARISATA, 1998). Cette zone fait partie des 4 subdivisions (zones A, B, C et D) de la zone de pêche crevette de

Madagascar (zone FAO 51) (Cf. Carte n°1). Elle s'étend du Cap Tanjona (au Nord) jusqu'à Morombe (au Sud) (CAVERIVIERE *et al.*, 2008 ; HOUGH et MARIN, 2009).

La société SOPEMO dispose de quatre chalutiers glaciers de 11 m propulsés par des moteurs de 50 CV pour effectuer la pêche aux poissons. Elle dispose aussi de pirogues monocoques équipées de moteurs hors-bords pour la collecte de poissons, de poulpes, de calmars et de crabes. Tous les traitements des produits sont effectués dans l'usine basée à terre. Cette usine est pourvue d'équipement de froid et possède les structures pour la production suivant les normes HACCP.



Carte n° 1: Délimitation des zones de pêche crevettière à Madagascar

Source : CAVERIVIERE *et al.*, 2008

Comme technique de pêche, SOPEMO pratique la pêche à la palangre. Elle utilise comme appât des sardinelles (*Sardinella spp.*) congelées. Pour cibler des spécimens plus gros, la taille des hameçons utilisés est de 12/0. Le filage des lignes dure 2 h avant le virage. Une fois à bord, les poissons sont mis dans un bain de glace et d'eau de mer afin de conserver leur couleur et pour éviter leur blessure par débattement sur le pont des bateaux. Puis, ils sont conservés dans les cales isothermes jusqu'au débarquement.

### **I.1.2. Fonctionnement**

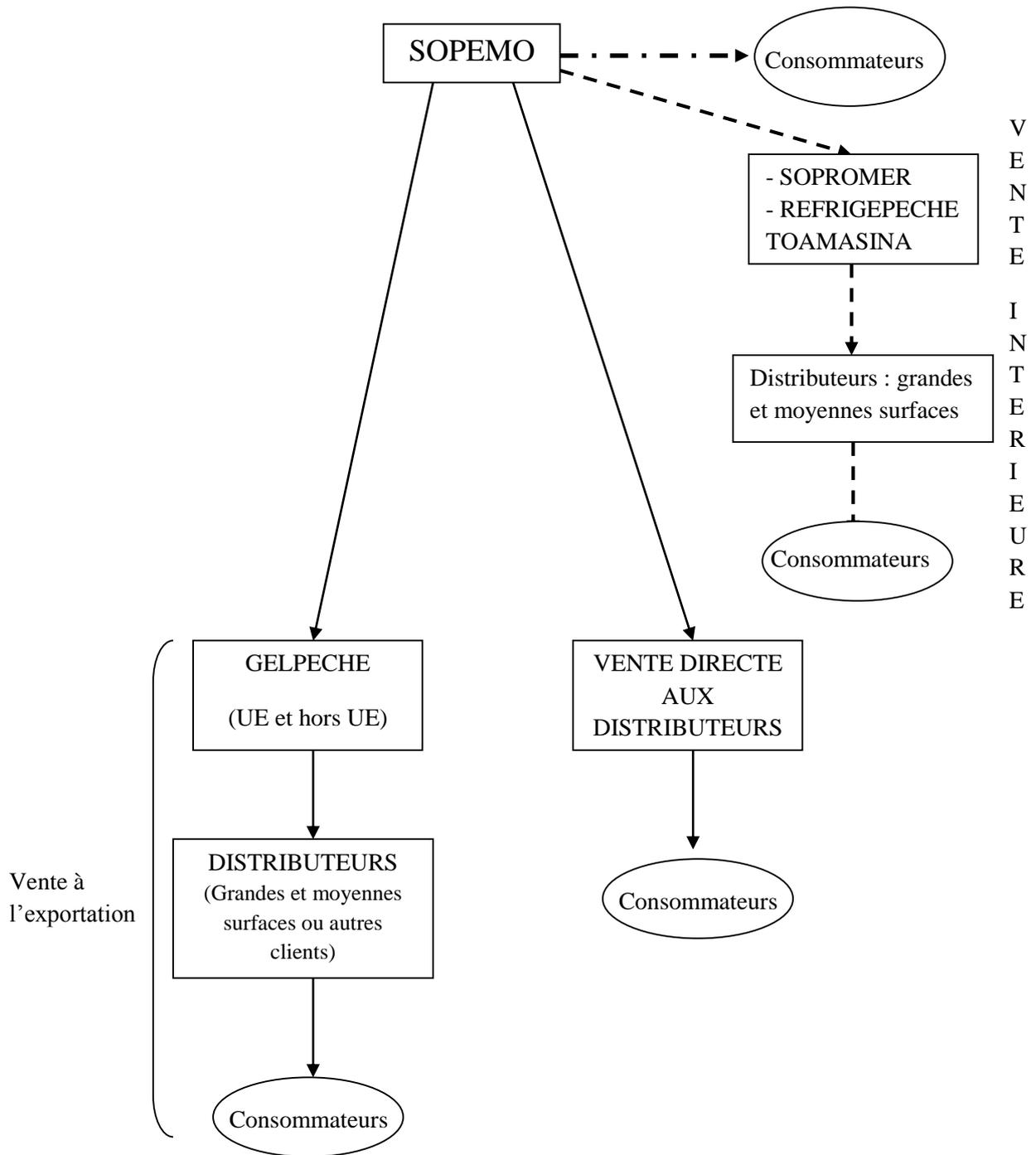
Le personnel de la société est divisé en deux grandes sections : le personnel à terre et le personnel en mer. Le personnel à terre est reparti entre l'administration, le département technique et le département production. Ce dernier assure le traitement des produits, leur conditionnement et leur expédition.

Le personnel de mer qui est constitué d'une trentaine de personnes, se charge surtout de la pêche et des collectes des produits. Pour les pirogues de collecte, les sorties peuvent durer 4 ou 5 jours. Pour les bateaux de pêche, la durée des marées est en moyenne de 5 jours (RAOELINARISATA, 1998). Les bateaux sortent en mer le samedi pour rentrer le mercredi ou le jeudi.

### **I.1.3. Circuit de commercialisation des produits**

Une partie des produits de la société est exportée et le reste est vendu localement. Les crabes, les poulpes et les calmars sont destinés essentiellement à l'exportation. Pour les poissons, les espèces exportables sont surtout vendues à l'extérieur en tant que produit frais. Ce sont les restes de l'exportation et les espèces non exportables qui sont vendus localement.

Les exportations des produits de la société s'effectuent surtout vers l'Union européenne mais la société exporte aussi ses produits vers d'autres pays hors Union européenne. Ces exportations sont réalisées en grande partie par l'intermédiaire de la société GELPECHE. Toutefois, la société effectue également des ventes directes à des distributeurs agréés extérieurs comme à La Réunion. Pour les ventes sur le territoire malgache, elles se font surtout grâce à la société SOPROMER pour Antananarivo et à REFRIGEPECHE EST pour Toamasina, les deux sociétés faisant aussi partie du groupe GRM (Cf. Figure n°1).



**Figure n° 1: Circuit de commercialisation des produits de la société SOPEMO**

Source : RAOELINARISATA, 1998

### **I.2. Etude bibliographique sur *Epinephelus chlorostigma***

Une bonne connaissance de l'espèce est essentielle avant d'entreprendre tout travail de biométrie sur l'espèce en question. Ainsi, des études bibliographiques sur *Epinephelus*

*chlorostigma* ont été menées. Les connaissances acquises à partir de ces études bibliographiques sont présentées dans ce chapitre.

### **I.2.1. Systématique**

*Epinephelus chlorostigma* est un mérou de la famille de **Serranidae**. Elle est connue sous le nom français de mérou pintade. Son nom vernaculaire anglais est « brownspotted grouper » (OPIC *et al.*, 1994 ; DESCAMPS, 2005). En malgache, il est désigné sous le nom de « tarataka » (OPIC *et al.*, 1994) ou tout simplement sous le nom générique de « cabot » comme tous les poissons du groupe des mérours.

Sa systématique est la suivante :

- Règne : **Animalia**
- Embranchement : **Chordata**
- Sous-embranchement : **Vertebrata**
- Super-classe : **Osteichthyes**
- Classe : **Actinopterygii**
- Sous-classe : **Neopterygii**
- Infra-classe : **Teleostei**
- Super-ordre : **Acanthopterygii**
- Ordre : **Perciformes**
- Sous-ordre : **Percoidei**
- Famille : **Serranidae**
- Sous-famille : **Epinephelinae**
- Tribu : **Epinephelini**
- Genre : *Epinephelus*
- Espèce : *Epinephelus chlorostigma* (Valenciennes, 1828)

### **I.2.2. Caractéristiques des poissons de la famille de Serranidae**

La famille de **Serranidae** regroupe essentiellement les mérours et les serrans. Ce sont des poissons à bouche large. Ils présentent des dents en cardes sur les mâchoires et le palais. Ils peuvent aussi présenter des canines sur le devant des mâchoires. Ils possèdent 7 à 12 rayons épineux sur la première dorsale. Leurs nageoires pelviennes sont en position thoracique et

présentent toujours 1 rayon épineux et 5 rayons mous. Leur nageoire anale possède 3 rayons épineux. La nageoire caudale peut être arrondie, tronquée, émarginée ou fourchue. Celle-ci est constituée par 15 rayons branchus (des rayons mous) (FOURMANOIR et LABOUE, 1976 ; SERET, 2011).

Les **Serranidae** sont des poissons côtiers ou des poissons démersaux des eaux tropicales et subtropicales. Ils sont rencontrés rarement dans les eaux tempérées. Ce sont des prédateurs ichtyophages. Ils disposent aussi une large gamme de poisson comme proie (FOURMANOIR et LABOUE, 1976 ; SERET, 2011).

Pour la reproduction, la plupart des **Serranidae** sont des hermaphrodites. Ils peuvent présenter des tissus mâles et femelles fonctionnels et matures en même temps. Ils peuvent aussi être des hermaphrodites potentiels avec un tissu sexuel fonctionnel inhibant le développement de l'autre tissu. Dans ce cas, le tissu en état de latence ne devient fonctionnel qu'une fois la fonction inhibitrice de l'autre tissu cesse. Il peut alors y avoir inversion sexuelle de l'individu, c'est-à-dire que l'individu est d'abord femelle puis mâle (hermaphrodisme protogyne) ou inversement (hermaphrodisme protérandrique) (DE MOUSSAC, 1986 ; SERET, 2011).

### **I.2.3. Caractéristiques morphologiques d'*Epinephelus chlorostigma***

*Epinephelus chlorostigma* a un corps élevé et comprimé latéralement. Son corps et ses nageoires sont recouverts de petites taches hexagonales en nid d'abeilles serrées de couleur marron à vert olive (Photo n° 1). Ses taches sont plutôt d'une forme arrondie et sont souvent de couleur jaune ocre sur la partie antérieure de la tête. Au niveau des nageoires pectorales, les taches sont surtout confinées sur les rayons. Sa nageoire caudale est subtronquée, tronquée ou légèrement émarginée (cf. Photo n°1, figure n° 2). Celle-ci est bordée d'un étroit liséré blanc (FOURMANOIR et LABOUE, 1976 ; HEEMSTRA et RANDALL, 1993 ; ROME et NEWMAN, 2010).



**Photo n° 1: Morphologie externe d'*Epinephelus chlorostigma***

Source : Auteur, 2015

Toutefois, la conformation du corps et la couleur de la robe d'*E. chlorostigma* peut varier suivant l'âge (POSTEL *et al.*, 1963):

- Moins de 20 cm LT:

Son corps est allongé et comprimé. De nombreuses taches contigües recouvrent sa robe beige. Ses taches sont petites, rondes et jaunes sur la tête. Elles sont plus grandes, de forme moins arrondie et de couleur verte olive sur le corps. Les nageoires sont terminées par de bandes sombres sauf la caudale qui présente un liseré blanc.

- Entre 20 et 50 cm LT:

Son corps devient relativement élevé et comprimé. Les taches jaunes deviennent rares tandis que les taches vertes olive deviennent plus nombreuses. A ce stade, presque toutes les taches sont hexagonales. Le liseré blanc de la nageoire caudale est toujours bien visible.

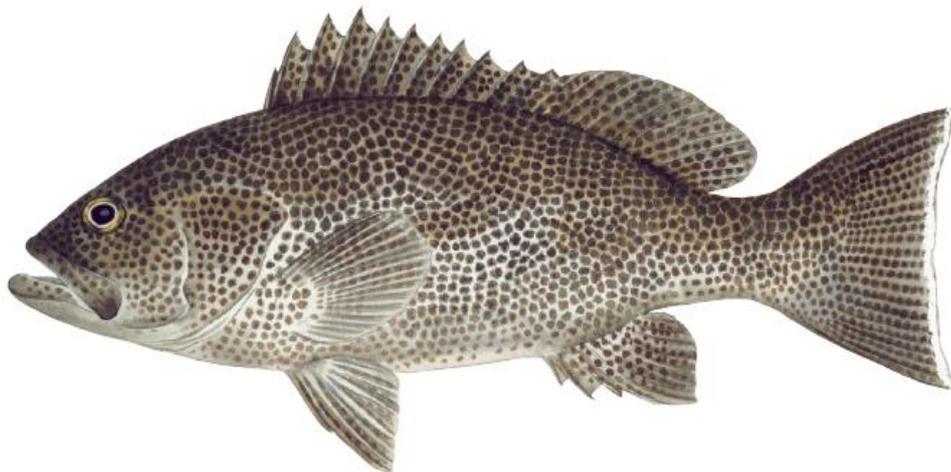
- Plus de 50 cm LT:

Son corps devient élevé mais toujours comprimé. La plupart des taches sont soudées, donnant à la robe un aspect uniforme gris-olive. C'est seulement sur les mâchoires, la partie inférieure de la tête et sur quelques rares zones claires des nageoires que sont encore rencontrées

de petites taches rouilles. Les nageoires deviennent en grande partie noires et le liséré blanc de la nageoire caudale est moins visible.

Le mérou pintade est aussi caractérisé par une espace interorbitale fortement convexe. Son préopercule présente un angle saillant. Ce préopercule présente 6 à 8 pointes. Ses narines sont inégales avec celles de devant plus grandes que celles de derrière. Sa mâchoire inférieure présente 2 à 4 rangées de dents. Les dents de la rangée la plus interne ont à peu près deux fois la taille de ceux de la rangée la plus externe. Le nombre de branchiospine est de 23 à 29. Son dos est légèrement élevé (HEEMSTRA et RANDALL, 1993).

Sur la première dorsale, le rayon épineux le plus long est le troisième ou le quatrième rayon. La voile entre les rayons épineux est légèrement incisée. Les nageoires pectorales sont généralement un peu plus longues que les nageoires pelviennes (Figure n°2).



**Figure n° 2: Morphologie externe et aspect des nageoires d'*Epinephelus chlorostigma***

Source : CHAPMAN *et al.*, 2008

Sur le plan morphométrique, *E. chlorostigma* a une taille maximale de 75 cm LT pour un poids de 7 kg (FOURMANOIR et LABOUTE, 1976 ; HEEMSTRA et RANDALL, 1993). La longueur de la tête vaut 2,4 à 3,2 fois de la longueur du plus long rayon épineux de la première dorsale, 1,6 à 2 fois de la longueur de la nageoire pectorale et 1,8 à 2,3 fois de la longueur de la nageoire pelvienne (JORDAN et RICHARDSON, 1714 ; HEEMSTRA et RANDALL, 1993).

Le nombre d'écailles sur la ligne latérale est compris entre 96 à 122. Sur une ligne transversale à cette ligne latérale le nombre d'écaille est de 60. La nageoire dorsale compte 11

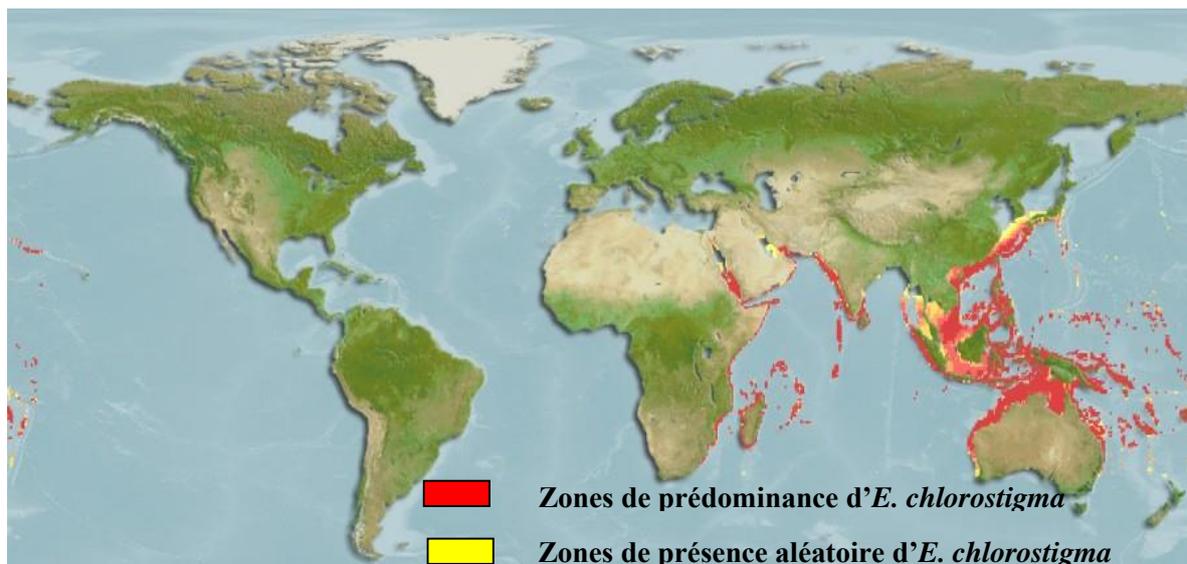
rayons épineux et 16 à 18 rayons mous. Sur la nageoire caudale, le nombre rayons épineux est de 3 et celui des rayons mous 8. Enfin, pour la nageoire pectorale, le nombre total de rayons varie entre 17 et 19 (HEEMSTRA et RANDALL, 1993).

Pour leur couleur grise, les individus âgés (plus de 50 cm LT) d'*E. chlorostigma* sont souvent confondus avec *E. compressus* (POSTEL *et al*, 1963). Les points permettant de les différencier sont rapportés en Annexe 1.

## I.2.4. Biologie

### I.2.4.1. Distribution géographique

*Epinephelus chlorostigma* est rencontrée depuis la mer Rouge et la côte Est de l'Afrique jusqu'à l'Ouest de l'Océan pacifique (de la partie Sud du Japon jusqu'à la Nouvelle Calédonie) (Cf. Carte n° 2). Dans l'Océan indien, elle est surtout trouvée à La Réunion, à l'île Maurice, à l'île Rodrigues, à Madagascar, aux Comores, aux Seychelles et à Cargados Carajos (Saint-Brandon). Sa présence a été aussi enregistrée dans la partie Ouest du Golfe d'Aden, au Kenya, à Tanzanie, à l'archipel de Chagos, aux Maldives, aux îles Lakshadweep, aux îles Andaman, aux îles Nicobar, au Vietnam, en Chine, à Hong Kong, à Corée, à Papouasie-Nouvelle-Guinée, à la Nouvelle Irlande, à l'île du Millénaire (ancienne île Caroline), aux Samoa Américaines, au Fiji et au Sud de la côte Ouest de l'Australie (HEEMSTRA et RANDALL, 1993 ; FRICKE *et al.*, 2009).



Carte n° 2 : Répartition géographique d'*Epinephelus chlorostigma*

Source : [www.aquamaps.org/receive.php](http://www.aquamaps.org/receive.php), 2015

#### **I.2.4.2. Alimentation**

Les mérus sont des carnivores. Ce sont aussi des chasseurs opportunistes. Ils pêchent à l'affût. Immobiles dans leur trou, ils attendent les animaux imprudents qui s'aventurent trop près et qu'ils gobent par aspiration (FOURMANOIR et LABOUE, 1976 ; BRUMELOT et DE COSTER, 2009). *Epinephelus chlorostigma* se nourrit essentiellement de petits poissons et de crustacées. Il mange surtout les gastéropodes et les jeunes crabes (HEEMSTRA et RANDALL, 1993).

#### **I.2.4.3. Reproduction**

*Epinephelus chlorostigma* est une espèce hermaphrodite protogyne. Les individus sont d'abord femelles puis deviennent des mâles après inversion sexuelle. Toutefois, ce ne sont pas toutes les femelles qui se transforment en mâles (GRASSE, 1976 ; DE MOUSSAC, 1986). Selon DE MOUSSAC (1986), les femelles d'*E. chlorostigma* sont matures entre 23 et 29 cm de longueur totale, l'inversion sexuelle a lieu entre 34 et 45 cm et les premiers mâles actifs apparaissent à 37 cm.

L'espèce a une fécondation externe. La ponte a lieu en juin et juillet (PAULY *et al.*, 1993). Pendant cette période de frai, les individus de l'espèce, tout comme la plupart des mérus se rassemblent en grand nombre. Les groupes formés sont alors constitués essentiellement d'individus adultes mais aussi de quelques jeunes individus (BRUMELOT et DE COSTER, 2009).

La fécondité absolue de l'espèce varie entre 42 700 et 1 800 000 œufs (GHORAB *et al.*, 1986 ; AHMAD *et al.*, 2011). Cette fécondité peut varier suivant le milieu. Elle varie aussi suivant la taille des individus. Les individus de petite taille produisent des œufs de petite taille et en petite quantité tandis que les individus de grande taille produisent des œufs de grande taille et en grande quantité (AHMAD *et al.*, 2011).

Pour la sex-ratio, la distribution des mâles et des femelles est hétérogène tout au long de l'année. Les femelles sont plus nombreuses que les mâles pendant certains mois de l'année alors que le nombre de mâle est supérieur à celui des femelles en d'autres mois (AHMAD *et al.*, 2011). La variation de la sex-ratio de l'espèce dans le Golfe Persique est donnée en Annexe 2.

### **I.2.5. Ecologie**

Le mérou pintade est un poisson démersal. Il est reconnu comme étant un poisson néritique profond (POSTEL *et al.*, 1963). Toutefois, il a une large répartition bathymétrique. Il peut vivre entre 4 et 300 m de profondeur (DESCHAMPS, 2005 ; FRICKE *et al.*, 2009). Comme la plupart des mérour, il peut occuper différents habitats suivant son âge. Au cours du stade larvaire, il vit dans les mangroves côtières ou estuariennes à faible profondeur. A l'âge adulte, il migre vers des eaux plus profondes (BRUMELOT et DE COSTER, 2009). A cet âge adulte, le mérou pintade vit généralement au niveau des récifs coralliens (BROUARD et GRANDPERRIN, 1984 ; HEEMSTRA et RANDALL, 1993).

### **I.2.6. Maladies**

La FLD (Fish Lymphocystis Disease), une maladie virale chronique causée par un iridovirus de 130 à 330 nm, est rencontrée chez *Epinephelus chlorostigma*. Elle a été notée sur des mérour pintades élevés en cage à Guangdong en Chine. *Epinephelus chlorostigma* peut aussi être affectée par différents types de vers plat. On peut par exemple citer les digènes tels que *Allopodocotyle epinepheli*, *Cainocreadium epinepheli*, *Hamacreadium mutabile* et *Prodocotyle epinepheli*. On peut aussi y rencontrer des monogènes comme *Benedenia lutjani*, *Benedenia sp.*, *Diplectanum grouperi*, *Haliotrema epinepheli*, *Megalocotyloides convolute*, *Megalocotyloides epinepheli*, *Neobenedenia girellae*, *Neobenedenia sp.*, *Pseudorhabdosynochus coioidesis*, *Pseudorhabdosynochus epinepheli*, *Pseudorhabdosynochus lanteuensis*, *Haliotrema epinepheli* dans la mer rouge, *Microcotyle mouwoi* et *Tetrancistrum sigani* (YAMAGUTI, 1942 ; PAPERNA, 1972 ; RAMADAN, 1983).

### **I.2.7. Méthodes de pêche**

Comme la plupart des poissons démersaux, le mérou pintade est souvent pêché à Madagascar avec la ligne de fond, le harpon et le filet maillant de fond (RANDRIAMBOLOLONA *et al.*, 1998). Toutefois, l'espèce peut aussi être pêchée à la palangre, à la palangrotte et au casier (OPIC *et al.*, 1994 ; MRAG, 1995 ; RANDRIAMBOLOLONA *et al.*, 1998).

## **II. MATERIELS ET METHODES**

### **II.1.MATERIELS**

#### **II.1.1. Matériel humain**

Trois élèves ingénieurs en agronomie ont collaboré pour réaliser l'étude sur trois espèces différentes de poisson démersal dont le mérou pintade (*Epinephelus chlorostigma*), le vivaneau tête (*Lutjanus sanguineus*) et le capitaine à gueule longue (*Lethrinus microdon*). Les travaux sur terrain ont été réalisés ensemble par les trois étudiants, mais pour les travaux ultérieurs, une espèce a été attribuée à chacun d'eux.

Les trois étudiants se sont surtout occupés de la mensuration des espèces étudiées et de la prise de données. Le triage des espèces cibles lors de la réception des poissons à l'usine a été par contre laissé au soin du personnel de l'usine.

#### **II.1.2. Matériel biologique**

Parmi les trois espèces mentionnées ci-dessus, c'est le mérou pintade qui a été retenu pour cette étude. En tout, 248 spécimens d'*Epinephelus chlorostigma* ont été étudiés.

Les spécimens étudiés ont provenu de la pêche effectuée par les bateaux de la société. Ils ont été pêchés à la palangre dont la taille des hameçons est de 12/0. Les appâts utilisés ont été des sardinelles congelées.

#### **II.1.3. Matériels de pesage et de mensuration**

Les données collectées ont été constituées par le poids ainsi que quelques paramètres morphométriques. Une balance, deux ichtyomètres et deux pieds à coulisse ont été utilisés pour ces pesés et ces mensurations. Leurs caractéristiques ainsi que leurs utilités respectives ont été les suivants:

- **Balance**

Une balance électronique de marque SCANVAEGT (Photo n° 2) a été utilisée pour le pesage. Elle avait une portée de 6 kg et une précision de 1 g.



**Photo n° 2: Balance électronique**

Source : Auteur, 2015

- **Ichtyomètres**

Les ichtyomètres (Photo n° 3) ont été constitués par une planchette servant de base. Sur cette planchette a été apposé un ruban métrique gradué en millimètre. Une butée a été fixée sur l'extrémité de la planchette correspondant à l'origine des graduations, afin de faciliter le positionnement des poissons lors de la mensuration. Les ichtyomètres ont été aussi peints à la peinture alimentaire pour pouvoir être utilisés dans l'usine.

Ces ichtyomètres ont été utilisés pour mesurer individuellement la longueur totale (LT), la longueur standard (LS) et la longueur à la fourche (LF) des individus. Les ichtyomètres avaient une portée de 60 cm pour le premier et de 100 cm pour le second. Ils avaient chacun une précision de 1 mm. L'observation des valeurs obtenues a été faite par lecture directe.



**Photo n° 3: Ichtyomètre**

Source : Auteur, 2015

- **Pieds à coulisse**

Deux pieds à coulisse de marque DUAL FORCE GERMANY (Photo n° 4) ont été utilisés pour mesurer individuellement la longueur de la tête (LTe), la hauteur de la tête (HTe), la hauteur du corps (HC), la hauteur du pédoncule caudale (HPC), l'épaisseur du corps (EP) et le diamètre de l'œil (DO). Les pieds à coulisses avaient chacun une portée de 25 cm et une précision de 0,02 mm. L'observation des valeurs obtenues a été aussi faite par lecture directe.



**Photo n° 4: Pieds à coulisse**

Source : Auteur, 2015

D'autres matériels ont été aussi utilisés pour la collecte des données :

- Des fiches de collectes de données (Cf. Annexe 3) ont été préalablement élaborées pour enregistrer les valeurs des paramètres morphométriques relevés

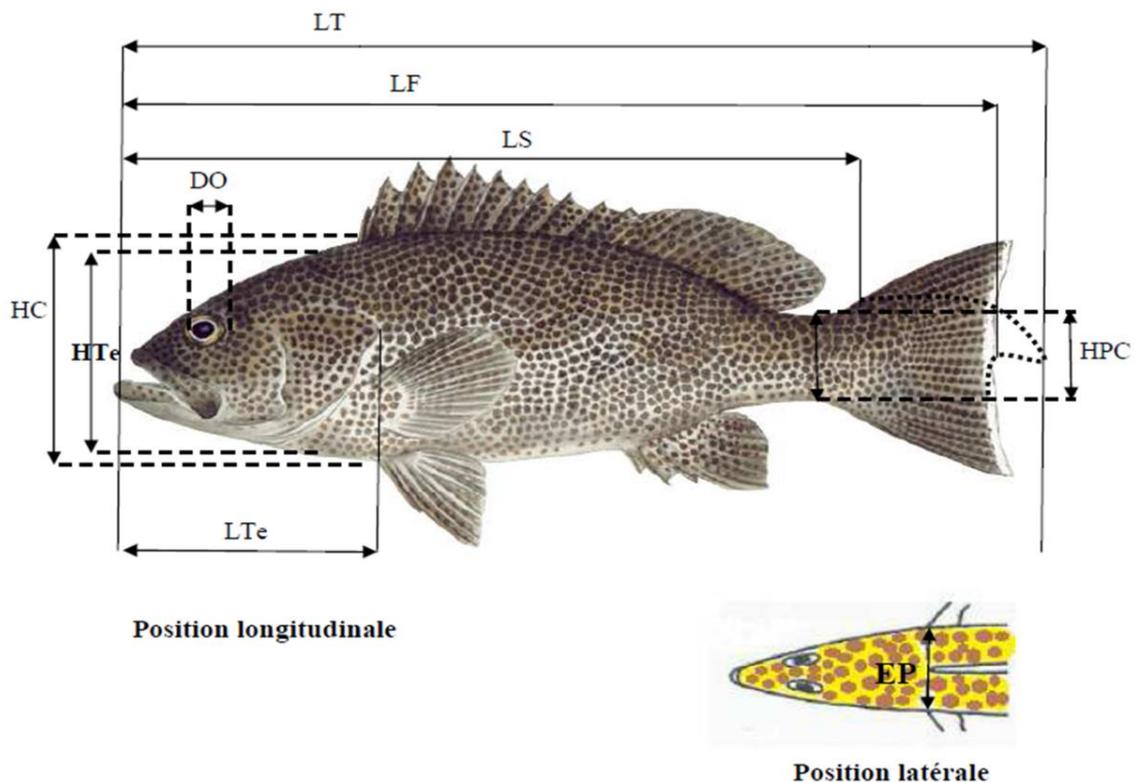
- Des blocs-notes ont été utilisés pour noter les informations supplémentaires
- Les fiches de réception de poissons de l'usine ont été mises à notre disposition afin de déterminer la quantité de poisson disponible à chaque réception de produit à l'usine
- Un appareil photographique a été utilisé pour prendre des clichés

## II.2.METHODES

### II.2.1. Choix des paramètres morphométriques à relever

Les paramètres ont été choisis de manière à collecter le maximum d'information sur les populations étudiées tout en minimisant le nombre de mesure à effectuer afin de caler le rythme de la mensuration à celui du traitement des produits dans l'usine. Ainsi, 10 paramètres ont été considérés. Ce sont : le poids vif (P), la longueur totale (LT), la longueur standard (LS), la longueur à la fourche (LF), la longueur de la tête (LTe), la hauteur de la tête (HTe), la hauteur du corps (HC), la hauteur du pédoncule caudal (HPC), l'épaisseur pectorale (EP) et le diamètre de l'œil (DO). La méthode de mensuration de ces paramètres morphométrique sur *Epinephelus chlorostigma* s'est présentée comme montrée sur la figure n°3.

Le poids vif a été mesuré en gramme. Pour les autres paramètres, leur mensuration a été effectué au centimètre mais les approximations ont été faites au millimètre inférieure (BARNABE, 1973 ; BADTS et BERTRAND, 2012).



*LT* : longueur totale ; *LS* : longueur standard ; *LF* : longueur à la fourche ; *LTe* : longueur de la tête ; *HTe* : hauteur de la tête ; *HC* : hauteur du corps ; *HPC* : hauteur du pédoncule caudal ; *EP* : épaisseur pectorale ; *DO* : diamètre de l'œil

### Figure n° 3: Différentes mensurations sur *Epinephelus chlorostigma*

Source : Auteur, 2015

#### II.2.2. Organisation du travail sur terrain

A chaque mensuration, les poissons ont été mesurés séparément suivant les bateaux de provenance pour ne pas compromettre le système de traçabilité établi dans l'usine. Ainsi, des étiquettes portant le nom du bateau ont été apposées aux bacs contenant les poissons au cours de la mensuration. Les trois espèces ont été aussi mesurées séparément et les données ont été notées sur des fiches de collectes différentes pour chaque espèce.

Les fiches de réception de poisson de l'usine ont été également consultées. Ces fiches ont donné le nombre d'individus reçus par espèce et par bateau à chaque réception. L'échantillonnage ainsi que les travaux de mensurations ont été ensuite organisés suivant les informations obtenues sur les fiches de réception.

#### II.2.3. Traitement des données

##### II.2.3.1. Méthode de traitement des données

Ce sont essentiellement deux logiciels dont le tableur Excel et le logiciel JMP qui ont été utilisés pour le traitement des données. Le tableur Excel 2007 a surtout servi pour l'enregistrement des données. L'analyse descriptive des données, l'analyse des corrélations, l'Analyse en Composantes Principales (ACP) ainsi que certains tests statistiques ont été effectués dans le sous-programme XLSTAT 2008.6.03 de l'office Excel. Le logiciel JMP 5.0.1 a été utilisé pour effectuer l'analyse de la variance (ANOVA) entre les groupes d'individu préétablis à partir de l'ACP et pour établir les équations de régression linéaire.

##### II.2.3.2. Traitement préliminaire des données

Le traitement préliminaire des données a consisté à l'apurement des données initiales qui pouvaient contenir des valeurs aberrantes ou atypiques. Les données aberrantes correspondent aux individus dont les caractères s'éloignent nettement de ceux du reste de la population. Leur présence dans la base de données peut résulter d'erreurs lors de la collecte des données ou bien de l'introduction d'individus n'appartenant pas à la population étudiée (RAKOTOMALALA, 2011).

Les observations aberrantes jouent un rôle anormal dans les analyses statistiques des données allant jusqu'à en fausser les résultats (RAKOTOMALALA, 2011). Leur élimination de la base de données ou du moins la correction des données relatives à ces observations a été pour cela primordiale afin d'aboutir à des résultats fiables.

Deux méthodes ont été mises en œuvre pour la détection des individus aberrants. La première a consisté à la détection des individus qui présentaient des relations inhabituelles entre les paramètres (RAKOTOMALALA, 2011). Pour cela, le rapport entre les paramètres, deux à deux, a été calculé sur une feuille Excel pour chacun des individus. Ainsi, les individus présentant un rapport entre deux paramètres avec une valeur inattendue comme rapport  $LT/LS < 1$  ou  $HC/HTe < 1$  ont été considérés comme atypiques.

La deuxième méthode a consisté à l'analyse des données à partir de nuage de points d'une régression linéaire multiple. Le poids a été alors exprimé en fonction des neuf autres paramètres morphométriques afin de repérer les observations qui ont été mal reconstituées par le modèle à un intervalle de confiance de 95 %. Ces observations ont été ceux qui répondaient à la condition suivante (RAKOTOMALALA, 2011):

$$RC : |t_i| > t_{1-\alpha/2}(n-p-1)$$

Où :

- $t_i$  : résidu standardisé de l'observation lors de la modélisation du poids en fonction des 9 autres paramètres
- $t_{1-\alpha/2}(n-p-1)$  : fractile d'ordre  $1-\alpha/2$  de la loi de Student de degré de liberté  $(n-p-1)$
- $n$  : nombre d'observation
- $p$  : nombre de variable expliquant le poids dans la régression considérée
- $\alpha$  : risque de première espèce

Ici :  $n=248$  ;  $p=9$  ;  $\alpha=0,05$

La formule est alors devenue :

$$RC : |t_i| > t_{0,975}(238) \approx 1,96$$

### **II.2.3.3. Analyse statistique**

- **Statistique descriptive**

La statistique descriptive a permis la caractérisation générale de la population. Les paramètres statistiques tels que les valeurs minimale et maximale, la moyenne et l'écart-type, ont été déterminés pour chacun des paramètres morphométriques de la population étudiée.

Les valeurs minimale et maximale a permis de déterminer l'étendue de variation de la valeur de chacun des paramètres morphométriques. La moyenne a donné la tendance centrale et l'écart-type a montré la dispersion des valeurs de chaque paramètre autour de la moyenne correspondante. Ces paramètres ont ainsi déterminé l'homogénéité ou l'hétérogénéité de la population pour chaque caractère considéré (LA MOTTE, 1971 ; DAGNELIE, 1973 ; DE SEDE-MORCEAU, 2010 ; TYLLE, 2010).

Cependant, la variance n'avait pas le même ordre de grandeur pour l'ensemble des paramètres considérés (DAGNELIE, 1973). Ainsi, le coefficient de variation a été calculé pour chacun des paramètres afin d'éliminer les unités et de ramener les variables à un même ordre de grandeur. Cela a permis de comparer les variations des paramètres (ABDI, 2010).

Le coefficient de variation est donné par la relation suivante (DE SEDE-MORCEAU, 2010):

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}}$$

Où : "s" est l'écart-type et " $\bar{x}$ " la valeur moyenne du paramètre morphométrique considéré

- **Etudes des corrélations entre les paramètres morphométriques**

Les corrélations entre les paramètres morphométriques ont été étudiées afin de déterminer la nature et l'intensité des relations entre ces paramètres (DE SEDE-MORCEAU, 2010). Le signe du coefficient de corrélation (r) renseignait sur le sens de variation d'une variable par rapport à l'autre. Si ce signe était positif, les deux variables variaient dans le même sens, c'est-à-dire, l'augmentation d'une variable faisait augmenter l'autre. Par contre si le signe était négatif, les deux variables variaient dans deux sens opposés, c'est-à-dire, l'augmentation d'une variable faisait diminuer l'autre (VESSEREAU, 1988 ; RAKOTOMALALA, 2015).

Si la valeur du coefficient de corrélation se rapprochait de 0, les deux variables étaient indépendantes. Si elle était proche de  $\pm 1$ , les deux variables étaient en relation plus ou moins

étroite (VESSEREAU, 1967 ; DAGNELIE, 1973). Ainsi deux variables ont été considérées comme suffisamment liées pour pratiquer des interpolations et des extrapolations si (DE SEDE-MORCEAU, 2010):

$$|r| \geq 0,75$$

Un test de significativité des coefficients de corrélations au seuil de 5 % a été alors effectué, afin d'évaluer la différence des valeurs trouvées à la valeur nulle. Ce test a montré s'il y a bien une corrélation entre deux paramètres morphométriques (HUNault, 2005 ; RAKOTOMALALA, 2015).

#### **II.2.3.4. Etude typologique de la population**

En plus de l'étude des corrélations entre les paramètres morphométriques, une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée afin d'évaluer les liaisons entre les paramètres morphométriques étudiés (MARTIN, 2004). Cela a permis de trouver le paramètre qui décrit au mieux les caractères morphométriques de la population (MAHE *et al.*, 2005). Une typologie de la population suivant ce paramètre morphométrique a été ensuite dressée. Une analyse de la variance (ANOVA) à un facteur sur chacun des dix paramètres morphométriques étudiés a été également réalisée suivant les groupes typologiques établis. Cette ANOVA visait à confirmer la différence entre ces groupes typologiques établis (RAKOTOMALALA, 2013) et de vérifier l'homogénéité de ces groupes (GLELE *et al.*, 2006).

#### **II.2.4. Relation taille-poids**

L'étude des relations taille-poids permet de suivre la croissance relative du poids d'un individu en fonction de sa taille. De cette façon, il est possible de convertir la taille d'un individu en un poids théorique et inversement (FREON, 1979 ; SAMB, 1989). L'étude des relations taille-poids permet aussi de comparer des populations d'une même espèce vivant dans des milieux différents (FREON, 1979).

L'équation de relation taille-poids utilisée dans cette étude a été du type (LE CREN, 1951) :

$$P = a LT^b$$

Dans laquelle : P est le poids vif en g ; LT est la longueur totale en cm ; a et b sont des constantes caractéristiques de l'espèce et du milieu.

L'utilisation de cette équation était difficile. La relation a été pour cela rendue linéaire par la transformation logarithmique (RAEISI *et al.*, 2011 ; LAWSON *et al.*, 2013). L'équation est ainsi devenue (PAULY, 1982; DAGNELIE, 1973 ; SAMB B. 1989):

$$\log P = \log a + b \log LT$$

Le coefficient b qui est la pente de la droite de régression indique l'allométrie de l'espèce (FREON, 1979). Quand il est égal à 3, la croissance est isométrique. S'il est supérieur à 3, la croissance est allométrique majorante. Enfin, s'il est inférieur à 3, la croissance est allométrique minorante. Un test de Student au seuil de 5% a été alors réalisé pour comparer la valeur du coefficient d'allométrie « b » à la valeur théorique 3. La valeur observée de « t » a été calculée par la formule suivante (ZAR, 1984 ; RAEISI *et al.*, 2011 ; LAWSON *et al.*, 2013):

$$t = \frac{|b - 3|}{s_b}$$

Avec :

- b : coefficient d'allométrie
- $s_b$  : écart-type de b
- n : taille de l'échantillon ou le nombre d'individu dans chaque groupe typologique

La pente b a été jugé significativement différent de 3 au seuil de 5% si et seulement si  $t > 3$ .

### **II.2.5. Etude de la qualité du milieu**

La qualité d'un milieu peut être indiquée par l'état de santé ou tout simplement l'état d'embonpoint d'une espèce qui y évolue. Cet état d'embonpoint peut être donné par l'indice de condition ou coefficient de condition (GILLIERS *et al.*, 2002 ; MAHE *et al.*, 2005). Le coefficient de condition permet aussi de suivre les variations saisonnières des activités métaboliques des individus en fonction des facteurs internes et externes et ce indépendamment de la longueur des poissons (SAMB, 1989).

Dans cette étude, la qualité du milieu a été décrite par le coefficient de condition de FULTON (1911). Ce coefficient de condition a été donné par la formule suivante (MAHE *et al.*, 2005 ; RAEISI *et al.*, 2011) :

$$K = 100 * \frac{P}{LT^3}$$

Où :

- K : Coefficient de condition
- P : Poids total en g
- LT : Longueur totale en cm

D'une manière générale, plus un milieu est favorable au développement de l'espèce, plus les individus sont gros et la valeur de k est élevée. Dans le cas contraire, les poissons sont maigres et la valeur de K est faible (BAGENAL et TESCH, 1978). Le coefficient de condition a été jugé faible s'il était voisin de 0 et élevé si sa valeur se rapprochait de 1 (NASH *et al.*, 2006).

Une analyse de la variance suivant les valeurs de K trouvées dans les différents groupes typologiques préétablis a été aussi réalisée. Cette ANOVA avait pour but la comparaison de l'état d'adaptation de ces différents groupes typologiques dans le milieu.

## II.2.6. Relation entre les longueurs

La relation entre la longueur totale et la longueur standard ainsi que la relation entre la longueur totale et la longueur à la fourche ont été établies. Ces relations ont permis d'étudier la croissance linéaire relative de l'espèce (M'HADHBI et BOUMAÏZA, 2008).

Les relations étudiées ont été de type linéaire (LOUBENS, 1980 ; SOOMRO *et al.*, 2007). Elles ont été données par des équations de la forme:

$$Y = A + B X$$

Où : Y : LT ; X : LS ou LF ; A : ordonnée à l'origine et B : pente de la droite de régression.

La croissance relative de ces paramètres de longueur a été considérée comme isométrique si  $B = 1$ , allométrique minorante si  $B < 1$  et allométrique majorante si  $B > 1$  (M'HADHBI et BOUMAÏZA, 2008 ; ZOHRA *et al.*, *opt. cit.*). Un test de Student au seuil de 5 % a été ainsi réalisé pour comparer la pente B de chaque droite de régression à l'unité. La valeur observée de « t » dans le test a été calculée par la formule suivante (ZAR, 1984 ; LAWSON *et al.*, 2013):

$$t = \frac{|B - 1|}{s_B}$$

Avec B : pente de la droite de régression et ;  $s_B$  : écart-type de B.

La pente B a été jugé significativement différent de 1 au seuil de 5 % si et seulement si  $t > 1$ .

## **II.2.7. Etude de la conformation corporelles : indices biométriques**

Les indices biométriques expriment les relations entre les différents paramètres morphométriques. Ils donnent la croissance relative de l'espèce étudiée et expriment la conformation de son corps (BARNABE, 1973). Les indices biométriques permettent aussi d'évaluer la qualité du poisson. Trois types d'indice biométrique ont été étudiés : l'indice de profil (rapport LS/HC), l'indice de section (rapport HC/EP) et le rapport LS/LTe. Des analyses de la variance ont été réalisées pour comparer la moyenne de chaque indice biométriques entre les différents groupes typologiques.

### **II.2.7.1. Indice de profil (IP)**

L'indice de profil (IP) est donné par le rapport de la longueur standard (LS) sur la hauteur du corps (HC) (UNGER, 1930 ; CHARPY, 1943). Il indique surtout la croissance relative de la longueur du poisson par rapport à sa hauteur et donne ainsi le format corporel de l'espèce. DE BOVILLE (1931) a donné une classification des poissons suivant la valeur de cet indice :

- Poissons à corps trapu :  $IP < 2,6$
- Poissons à corps normal :  $2,60 < IP < 2,8$
- Poisson à corps long :  $2,8 < IP < 3,6$

L'indice de profil renseigne aussi sur la vitesse de croissance d'un individu. La croissance est considérée comme rapide si l'indice de profil est inférieur à 2,8. Par contre, la croissance est lente si la valeur de cet indice de profil est supérieure à 2,8 (CHARPY, 1943).

L'indice de profil indiquant la vitesse de croissance du poisson, il peut ainsi être un indicateur de la qualité de celui-ci. En effet, si la croissance du poisson est rapide, alors son squelette est réduit. Ses filets sont également épais et son chair dépourvu d'arêtes (CHARPY, 1943). Quand le poisson est à croissance lente, il est dépourvu de ces qualités. Par contre, sa chair devient plus goûteuse.

### **II.2.7.2. Indice de section (IS)**

L'indice de section (IS) est exprimé par le rapport de la hauteur du corps (HC) sur l'épaisseur pectorale (EP). Il exprime le format de l'individu et donne ainsi son rendement musculaire. Ce rendement musculaire est d'autant plus élevé que son indice de section est faible (UNGER, 1930).

La classification suivante a été mise en évidence par KULBICKI *et al.* (2005), selon la combinaison des valeurs des deux indices :

**Tableau n° 1: Classification des poissons suivant l'indice de profil et l'indice de section**

<b>Forme du corps du poisson</b>	<b>Indice de profil (LS/HC)</b>	<b>Indice de section (HC/EP)</b>
Très aplatie	<2,0	>3,3
Comprimée	2,0-3,0	3,3-2,2
Cylindrique	2,5-4,8	<2,2
Semi-allongée	5,0-10,0	
Allongée	>10,0	
Autres	Toute autre combinaison	

Source : KULBICKI *et al.*, 2005

### **II.2.7.3. Rapport LS/LTe**

Cet indice permet d'apprécier la proportion de la tête du poisson par rapport à son corps (nageoire caudale exceptée). Il indique la variation relative de la longueur de la tête du poisson et donne ainsi les changements de qualité du poisson avec l'âge. En effet, une l'augmentation du rapport LS/LTe avec l'âge est un indice de la diminution de la qualité du poisson avec l'âge. A l'inverse, augmentation de la longueur relative de la tête, c'est-à-dire une diminution du rapport LS/LTe, avec une augmentation du rapport LS/LTe avec l'augmentation de l'âge est un signe de l'amélioration de la qualité du poisson avec l'âge.

### **II.2.8. Synthèse méthodologique**

Les méthodes utilisées pour cette étude ainsi que les résultats attendus pour chaque méthode sont résumés dans le Tableau n° 2 qui suit :

**Tableau n° 2: Synthèse méthodologique**

<b>Etapes</b>	<b>Objectifs</b>	<b>Méthodes</b>	<b>Hypothèses</b>	<b>Résultats attendus</b>
Choix des paramètres morphométriques	Calage du rythme de mensuration au rythme du traitement des produits à l'usine	Prise des paramètres morphométriques essentiels	Possibilité d'accélération du rythme de mensuration	Nombre optimal de paramètre morphométrique
Collecte des données	Constitution de la base de données	Pesage et mensuration	Le contexte de l'usine permet le pesage et la mensuration	Base de données constituée
Traitement préliminaire	Apurement des données	Triage des données	Existence des valeurs aberrantes	Base de données apurée
Analyses descriptives	Description de la population de mérou pintade	Statistique descriptive Etude des corrélations	Possibilité de décrire l'espèce par ses traits morphométriques	Population de mérou pintade décrite
Etudes typologiques	Catégorisation de la population de mérou pintade	Analyse des corrélations entre les paramètres morphométriques Classification suivant le paramètre représentatif des paramètres morphométriques de l'espèce	Possibilité de classification de la population de mérou pintade par ses traits morphométriques	Population de mérou pintade répartie en groupe
Etude de la relation taille-poids	Etude de l'allométrie de la population de mérou pintade	Utilisation de la relation de LE CREN (1951) : $P = a LT^b$	Existence de corrélation entre longueur totale et poids vif	Connaissance de l'état d'allométrie des individus de la population
Etude de l'adaptation de l'espèce au milieu	Connaissance de la qualité du milieu	Calcul du facteur de condition de FULTON (1911) : $K = 100 * \frac{P}{LT^3}$	Description de l'état d'adaptation au milieu des individus par leur état d'embonpoint	Connaissance de l'état d'adaptation de l'espèce au milieu
Etude des relations entre les longueurs	Détermination de la croissance linéaire relative de l'espèce	Etude des régressions linéaires entre les mesures de longueur	Linéarité des relations entre les mesures de longueur	Relations entre les mesures de longueur établies
Etude de la conformation corporelle de l'espèce	Détermination de la croissance relative et la qualité de l'espèce	Calcul de l'indice de profil, indice de section et rapport LS/LTe	Expression de la qualité de l'espèce par son format corporel	Croissance relative et qualité de l'espèce déterminées

Source : Auteur, 2015

### III. RESULTATS

Au cours du traitement préliminaire, sur les 248 spécimens d'*Epinephelus chlorostigma* mesurés, 10 individus atypiques ont été repérés. Ces individus représentent 4% de la population initiale. La mesure prise à l'égard de ces données aberrantes a été leur élimination de la base de données. En effet, il a été impossible de remonter jusqu'à la source des erreurs qui ont conduit à leur présence dans la base de données et de les corriger. Leur élimination s'est ainsi avéré être la meilleure solution pour ne pas avoir des résultats biaisés. Ainsi, les résultats qui suivent ont été obtenus sur 238 spécimens d'*Epinephelus chlorostigma*.

#### III.1. Description de la population d'*Epinephelus chlorostigma*

La description des dix paramètres morphométriques étudiés dans la population est présentée dans le tableau n° 3. Chacun de ces paramètres y est caractérisé par cinq paramètres statistiques dont la moyenne, la valeur minimale, la valeur maximale, l'écart-type et le coefficient de variation. Ces paramètres morphométriques sont aussi classés selon un degré de coefficient de variation décroissant.

**Tableau n° 3: Caractéristiques générales d'*Epinephelus chlorostigma* (n=238)**

Paramètres morphométriques	Paramètres statistiques				
	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type	C <sub>v</sub> (%)
POIDS (g)	666,718 ± 36,258	106,0	1681,0	285,386	42,80
HPC (cm)	3,345 ± 0,072	1,7	5,3	0,567	16,94
H <sub>Te</sub> (cm)	8,607 ± 0,182	4,3	12,6	1,435	16,67
HC (cm)	9,436 ± 0,193	5,5	14,3	1,522	16,13
L <sub>Te</sub> (cm)	11,313 ± 0,224	6,4	15,6	1,762	15,58
EP (cm)	4,429 ± 0,085	2,7	6,5	0,666	15,03
LS (cm)	29,834 ± 0,554	17,4	41,5	4,358	14,61
LT (cm)	36,695 ± 0,669	21,2	49,0	5,269	14,36
LF (cm)	35,229 ± 0,631	20,5	47,5	4,968	14,10
DO (cm)	2,017 ± 0,030	1,3	2,8	0,239	11,87

**POIDS** : poids vif ; **LT** : longueur totale ; **LS** : longueur standard ; **LF** : longueur à la fourche ; **L<sub>Te</sub>** : longueur de la tête ; **H<sub>Te</sub>** : hauteur de la tête ; **HC** : hauteur du corps ; **HPC** : hauteur du pédoncule caudal ; **EP** : épaisseur pectorale ; **DO** : diamètre de l'œil ; **C<sub>v</sub>** : coefficient de variation

Source : Auteur, 2015

Ce tableau indique un poids moyen de  $666,718 \pm 36,258$  g des individus de l'échantillon étudiée. La longueur totale moyenne est de  $36,695 \pm 0,669$  cm avec un minimum de 21,2 cm et un maximum de 49 cm.

Mis à part le diamètre de l'œil (DO), la population d'*E. chlorostigma* étudiée est hétérogène pour les paramètres morphométriques relevés. Pour les neuf paramètres morphométriques, les coefficients de variation sont tous supérieurs à 14 % qui est la limite de l'homogénéité. Cette hétérogénéité peut s'expliquer par la présence de groupes de taille différents au sein de cette population.

Parmi tous les paramètres morphométriques étudiés, le paramètre poids présente de loin la plus grande variabilité avec un coefficient de variation de l'ordre de 42,80 %. Il en ressort que le poids varie fortement pour une valeur donnée d'un des autres paramètres morphométriques.

A l'opposé du poids, le diamètre de l'œil (DO) présente une faible variation. Le coefficient de variation trouvé pour ce paramètre est de 11,87 %. Il apparaît ainsi que le diamètre de l'œil de l'espèce varie très peu quelle que soit la taille de l'individu.

### III.2. Corrélations entre les paramètres morphométriques

Les coefficients de corrélation entre les variables morphométriques sont présentés dans le tableau n° 4.

**Tableau n° 4: Matrice de corrélation entre les paramètres morphométriques**

	<b>POIDS</b>	<b>LT</b>	<b>LS</b>	<b>LF</b>	<b>LTe</b>	<b>HTe</b>	<b>HC</b>	<b>HPC</b>	<b>EP</b>	<b>DO</b>
<b>POIDS</b>	1									
<b>LT</b>	0,970	1								
<b>LS</b>	0,944	0,979	1							
<b>LF</b>	0,964	0,992	0,979	1						
<b>LTe</b>	0,925	0,957	0,943	0,954	1					
<b>HTe</b>	0,950	0,955	0,933	0,949	0,932	1				
<b>HC</b>	0,962	0,960	0,942	0,952	0,931	0,975	1			
<b>HPC</b>	0,924	0,934	0,921	0,922	0,904	0,924	0,945	1		
<b>EP</b>	0,802	0,824	0,789	0,819	0,831	0,854	0,840	0,802	1	
<b>DO</b>	0,772	0,808	0,807	0,814	0,795	0,779	0,783	0,766	0,675	1

**POIDS** : poids vif ; **LT** : longueur totale ; **LS** : longueur standard ; **LF** : longueur à la fourche ; **LTe** : longueur de la tête ; **HTe** : hauteur de la tête ; **HC** : hauteur du corps ; **HPC** : hauteur du pédoncule caudal ; **EP** : épaisseur pectorale ; **DO** : diamètre de l'œil ; **C<sub>v</sub>** : coefficient de variation

Source : Auteur, 2015

Le test de significativité des coefficients de corrélations a indiqué que toutes les valeurs sont significativement différentes de zéro (n=238, p<0,0001). Cela confirme l'existence de liaison entre tous les paramètres deux par deux. De plus, toutes les valeurs trouvées sont positives, signifiant que tous les paramètres morphométriques d'*Epinephelus chlorostigma* varient dans le même sens. Dans ce cas, la croissance en longueur s'accompagne toujours de la croissance de tous les paramètres morphométriques de l'espèce en même temps.

Toutes les valeurs de coefficient de corrélation sont également supérieures à 0,75 sauf entre EP et DO. Ainsi, outre EP et DO, les paramètres morphométriques sont suffisamment liés entre eux. Sur le plan pratique, il peut être alors avancé qu'en connaissant la valeur d'un de ces paramètres morphométriques, il est possible de prédire les valeurs des autres paramètres par une relation de type linéaire.

Il apparait aussi que la croissance d'un paramètre relatif à la longueur du corps s'accompagne toujours très fortement de la croissance des autres paramètres de longueur. En effet, les plus fortes valeurs de coefficient de corrélation trouvées sont celles entre ces paramètres relatifs à la longueur du corps (LT, LS et LF). Il en est de même entre les paramètres relatifs à la hauteur du corps (HC et HTe) entre lesquels le coefficient de corrélation est également très élevé.

Pour le poids qui est un paramètre très important en biométrie, les paramètres avec lesquels il présente les plus fortes corrélations sont dans l'ordre décroissant LT, LF et HC. Ainsi, ce sont ces paramètres qui lui sont les plus liés et ce sont les variations de ces trois paramètres qui affectent le plus sa valeur.

L'étude a par ailleurs montré que le paramètre DO est le moins lié avec les autres paramètres morphométriques. Les valeurs de ces coefficients de corrélations avec les autres paramètres sont parmi les plus faibles. Cela note encore que le diamètre de l'œil des individus appartenant à l'espèce étudiée varie très peu avec la taille de ces individus.

Selon l'Analyse en Composantes Principales, deux axes factoriels F1 et F2 ont été retenus. Le pourcentage cumulé des variabilités expliquées par ces deux axes est de 93,83% (Cf. Annexe 4). Les informations gardées par ces deux axes à partir des informations dans la base de

données initiale dépassent 70%, valeur requise pour la représentativité des axes factoriels. Ces deux axes sont alors suffisants pour représenter la population car la perte d'information est minime.

Le plus fort coefficient de corrélation calculé entre les axes factoriels et les paramètres morphométriques se trouve entre l'axe F1 et le paramètre LT (Cf. Annexe 5). Sa valeur est de 0,989. Le premier axe F1 est ainsi très lié à la longueur totale. Ce premier axe portant 90,41 % des informations totales du nuage de points ; cela montre que tous les paramètres morphométriques sont fortement liés à la longueur totale. Tous les paramètres se trouvent aussi du même côté de l'axe F1 et les vecteurs propres de ces paramètres se rapprochent de cet axe (Cf. Annexe 6). Ceci atteste encore la forte corrélation entre la longueur totale et les autres paramètres morphométriques.

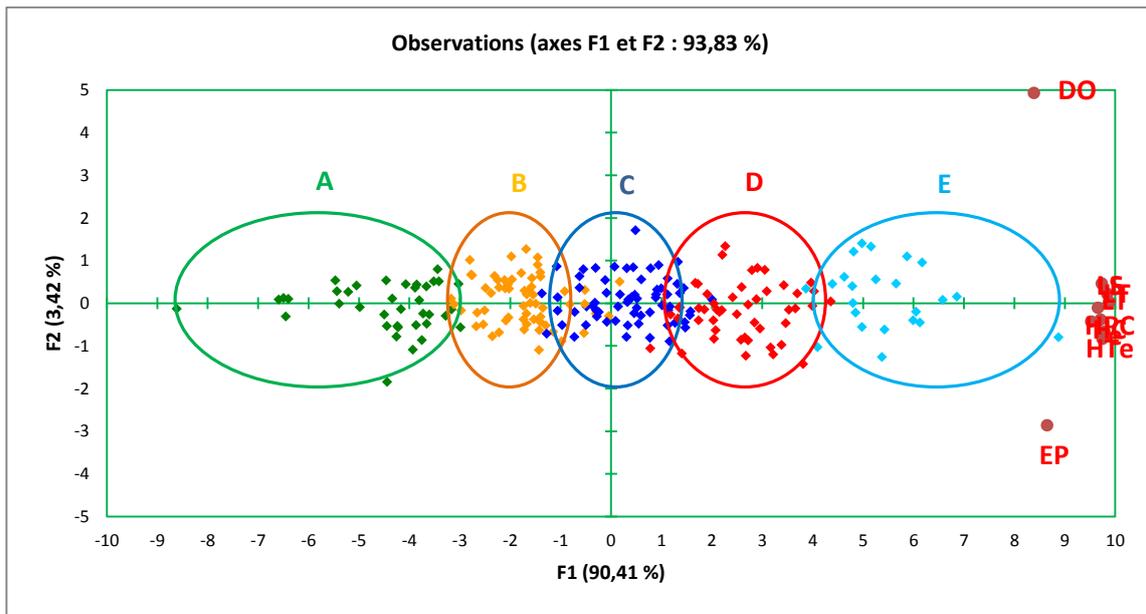
### **III.3. Typologie de la population d'*Epinephelus chlorostigma***

#### **III.3.1. Classification de la population**

La longueur totale est le meilleur paramètre morphométrique pour la classification de la population d'*Epinephelus chlorostigma* étudiée. En effet, selon l'Analyse en Composantes Principales, l'axe factoriel F1 qui résume le plus d'information sur la population est surtout lié à la longueur totale.

Par classification suivant la valeur de la longueur totale, cinq groupes d'individus ont été distingués. Ces groupes sont représentés par des lettres allant de A à E dont le groupe A rassemble les individus les plus petits et le groupe E représente les individus les plus grands.

Selon une représentation dans le plan formé par l'axe F1 et l'axe F2 retenus dans l'ACP, ces différents groupes typologiques peuvent être distingués comme vu sur la figure n° 4. L'axe F1 est surtout assigné à la longueur totale. Ainsi, les individus représentés par des points se trouvant du côté gauche de cet axe F1 sont des individus de petite taille et dont les valeurs des autres paramètres morphométriques sont aussi faibles. Par contre, les individus représentés par des points se trouvant du côté droite de l'axe F1 sont des individus de grande taille et dont les valeurs des autres paramètres morphométriques sont également élevées.



**Figure n° 4: Représentation des groupes d'individus et des paramètres morphométriques sur le plan (F1, F2)**

Source : Auteur, 2015

### III.3.2. Caractérisation des groupes typologiques

L'analyse de la variance suivant les dix paramètres morphométriques sur les cinq groupes typologiques a révélé que ces cinq groupes sont significativement différents au seuil de 5% (Cf. Annexe 7). Chaque groupe est différent des autres en ce qui concerne chacun de ces dix paramètres morphométriques.

Les caractéristiques morphométriques de chaque groupe typologique sont données dans le tableau n° 5.

**Tableau n° 5: Valeurs moyennes des paramètres morphométriques dans les groupes typologiques**

Paramètres	Groupe A (n=38)	Groupe B (n=61)	Groupe C (n=67)	Groupe D (n=49)	Groupe E (n=23)
POIDS (g)	300,47 ± 13,70 <sup>a</sup>	487,59 ± 14,03	664,33 ± 18,86	909,82 ± 31,45 <sup>d</sup>	1235,96 ± 70,93 <sup>e</sup>
LT (cm)	28,74 ± 0,74 <sup>a</sup>	33,69 ± 0,28 <sup>b</sup>	37,31 ± 0,29 <sup>c</sup>	41,33 ± 0,38 <sup>d</sup>	46,14 ± 0,71 <sup>e</sup>
LS (cm)	23,25 ± 0,63 <sup>a</sup>	27,36 ± 0,26	30,51 ± 0,29 <sup>c</sup>	33,60 ± 0,40 <sup>d</sup>	37,27 ± 0,93 <sup>e</sup>
LF (cm)	27,75 ± 0,71 <sup>a</sup>	32,45 ± 0,27 <sup>b</sup>	35,88 ± 0,28 <sup>c</sup>	39,38 ± 0,48 <sup>d</sup>	44,21 ± 0,74 <sup>e</sup>
LTe (cm)	8,90 ± 0,27 <sup>a</sup>	10,31 ± 0,15 <sup>b</sup>	11,42 ± 0,17 <sup>c</sup>	12,81 ± 0,18 <sup>d</sup>	14,48 ± 0,36 <sup>e</sup>
HTe (cm)	6,53 ± 0,22 <sup>a</sup>	7,81 ± 0,12 <sup>b</sup>	8,78 ± 0,11 <sup>c</sup>	9,83 ± 0,17 <sup>d</sup>	11,08 ± 0,28 <sup>e</sup>
HC (cm)	7,22 ± 0,20 <sup>a</sup>	8,59 ± 0,12 <sup>b</sup>	9,61 ± 0,13 <sup>c</sup>	10,73 ± 0,18 <sup>d</sup>	12,06 ± 0,34 <sup>e</sup>
HPC (cm)	2,52 ± 0,09 <sup>a</sup>	3,06 ± 0,06 <sup>b</sup>	3,42 ± 0,05 <sup>c</sup>	3,82 ± 0,08 <sup>d</sup>	4,24 ± 0,15 <sup>e</sup>
EP (cm)	3,61 ± 0,11 <sup>a</sup>	4,06 ± 0,09 <sup>b</sup>	4,53 ± 0,10 <sup>c</sup>	4,93 ± 0,12 <sup>d</sup>	5,40 ± 0,22 <sup>e</sup>
DO (cm)	1,71 ± 0,05 <sup>a</sup>	1,91 ± 0,03 <sup>b</sup>	2,06 ± 0,03 <sup>c</sup>	2,14 ± 0,05 <sup>d</sup>	2,41 ± 0,08 <sup>e</sup>

Les chiffres affectés de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5%

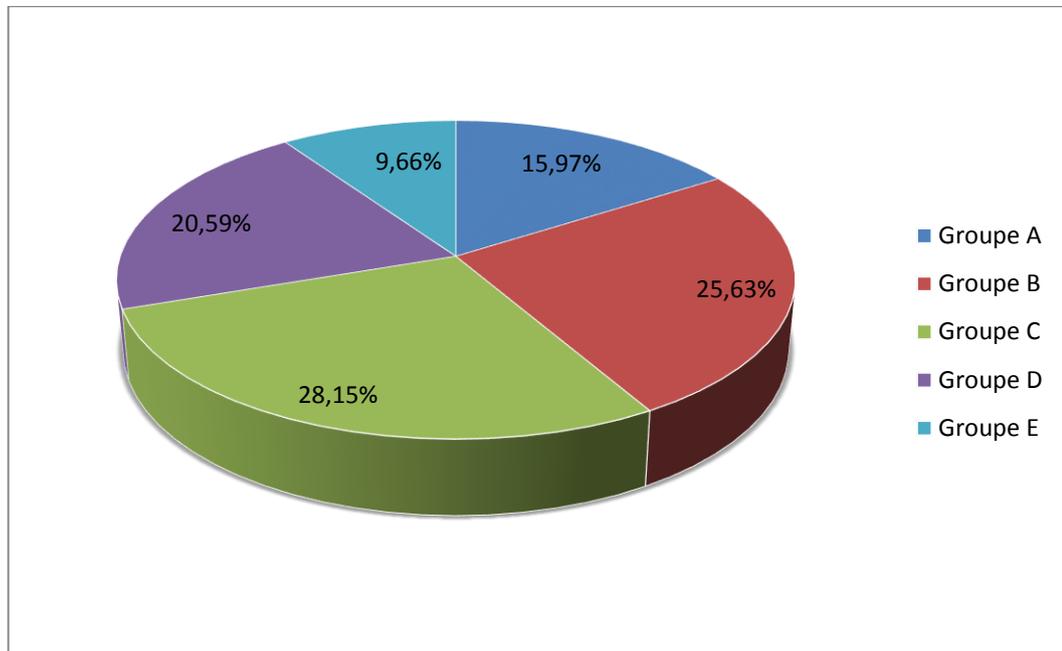
**POIDS** : poids vif ; **LT** : longueur totale ; **LS** : longueur standard ; **LF** : longueur à la fourche ; **LTe** : longueur de la tête ; **HTe** : hauteur de la tête ; **HC** : hauteur du corps ; **HPC** : hauteur du pédoncule caudal ; **EP** : épaisseur pectorale ; **DO** : diamètre de l'œil

Source : Auteur, 2015

Ainsi, les cinq groupes typologiques se caractérisent comme suit :

- Le groupe A est constitué par des individus de longueur totale comprise entre 21,2 et 31,3 cm. Leur poids moyen est 300,474 ± 13,703 g. Ce groupe représente 15,97 % de la population totale (Cf. Figure n° 5).
- Le groupe B est constitué par des individus de longueur totale comprise entre 31,5 et 35,5 cm. Leur poids moyen est 487,590 ± 14,028 g. Ce groupe représente 25,63 % de la population totale.
- Le groupe C est constitué par des individus de longueur totale comprise entre 35,6 et 39,4 cm. Leur poids moyen est 664,328 ± 18,864 g. Ce groupe représente 28,15 % de la population totale.
- Le groupe D est constitué par des individus de longueur totale comprise entre 39,5 et 43,7 cm. Leur poids moyen est 909,816 ± 31,450 g. Ce groupe représente 20,59 % de la population totale.

- Le groupe E est constitué par des individus de longueur totale comprise entre 44,0 et 49,0 cm. Leur poids moyen est  $1235,957 \pm 70,929$  g. Ce groupe représente 9,66% de la population totale.



**Figure n° 5: Répartition de la population suivant les groupes typologiques**

Source : Auteur, 2015

Normalement, dans une population, les jeunes individus sont toujours ceux qui sont en grand nombre. Le nombre d'individus diminue ensuite à mesure que l'âge augmente. Cependant, dans la population étudiée, les individus du groupe A, des individus jeunes, sont moins nombreux que ceux du groupe B, qui sont plus âgés. De même, l'effectif du groupe B est plus faible que celui du groupe C. Ceci doit être dû à la sélectivité de l'engin de pêche utilisé qui fait que les jeunes individus, c'est-à-dire ceux de petite taille, sont moins capturés que ceux de grande taille.

Par contre, du groupe C à E, l'effectif diminue progressivement. Ceci est normal car à mesure que l'âge augmente l'effectif diminue normalement par suite de mortalité naturelle.

### **III.3.3. Homogénéité des groupes typologiques**

Le tableau n° 6 donne les coefficients de variation de chaque paramètre morphométrique à l'intérieur des groupes typologiques.

**Tableau n° 6: Variations intra-groupe des paramètres morphométriques**

Paramètres morphométriques	Coefficient de variation (C <sub>v</sub> %)					
	Population générale	Groupe A	Groupe B	Groupe C	Groupe D	Groupe E
POIDS (g)	42,80	13,89	11,24	11,66	12,04	13,30
LT (cm)	16,94	7,82	3,19	3,21	3,19	3,55
LS (cm)	16,67	8,18	3,75	3,92	4,03	5,80
LF (cm)	16,13	7,75	3,26	3,16	4,25	3,88
LTe (cm)	15,58	9,23	5,63	6,10	4,90	5,74
HTe (cm)	15,03	10,02	5,94	5,29	5,95	5,93
HC (cm)	14,61	8,33	5,58	5,35	5,78	6,60
HPC (cm)	14,36	10,84	7,85	6,38	7,30	8,44
EP (cm)	14,10	9,61	8,63	8,87	8,24	9,57
DO (cm)	11,87	9,04	6,85	6,15	7,25	7,29

Les coefficients de variation des paramètres morphométriques observés à l'intérieur des groupes sont nettement inférieurs à ceux trouvés dans la population générale. La réduction des coefficients de variation par la répartition de la population en groupe est comprise entre 23,88 et 77,81%.

Chaque groupe est aussi homogène pour chacun des paramètres morphométriques. Autrement dit, chaque groupe est constitué d'individus de dimensions voisines. En effet, tous les coefficients de variation trouvés à l'intérieur des groupes sont inférieurs à 14%.

#### **III.4. Relation taille-poids**

Le tableau n° 7 donne les relations taille-poids trouvées dans la population d'*Epinephelus chlorostigma* étudiée.

**Tableau n° 7: Relation taille-poids d'*Epinephelus chlorostigma* suivant les groupes typologiques**

	<b>n</b>	<b>log a</b>	<b>b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>t calculé</b>	<b>Nature de la croissance</b>
Population totale	238	-1,949	3,033	0,977	1,092	Isométrique
Groupe A	38	-1,896	2,993	0,923	0,047	Isométrique
Groupe B	61	-2,030	3,088	0,767	0,395	Isométrique
Groupe C	67	-1,576	2,977	0,594	0,709	Isométrique
Groupe D	49	-2,051	3,098	0,692	0,327	Isométrique
Groupe E	23	-1,765	2,917	0,638	0,172	Isométrique

$\log P = \log a + b \log LT$

*n* : effectif ; *a* : constante ; *b* : coefficient d'allométrie ; *R*<sup>2</sup> : coefficient de détermination ; *P* : poids en g ; *LT* : longueur totale en cm

Source : Auteur, 2015

Dans la population étudiée, la relation taille-poids trouvée révèle une croissance de type isométrique. En effet, la valeur du coefficient d'allométrie dans cette relation taille poids trouvée est de 3,033 et la valeur calculée de t dans le test de Student est aussi nettement inférieure à 3 (t calculé = 1,092).

La valeur du coefficient de détermination de cette relation taille-poids trouvée est aussi très élevée ( $R^2 = 0,977$ ). Cela indique une forte proportionnalité entre les croissances linéaires et pondérales.

Dans les différents groupes typologiques, la croissance est toujours de type isométrique car les coefficients d'allométrie sont tous proche de 3. Par contre, les coefficients de détermination sont plus faibles dans certains groupes, conséquence probable du mélange des deux sexes ou bien de l'effectif réduit de ces groupes typologiques.

### **III.5. Qualité du milieu : coefficient de condition**

Le tableau n° 8 montre que la valeur moyenne du coefficient de condition est de  $1,269 \pm 0,011$  dans l'ensemble de la population. Ce coefficient de condition varie entre 1,085 et 1,473. Ces valeurs étant toutes supérieures à 1, tous les individus sont en bon état d'embonpoint. En d'autres termes, la population en question est bien adaptée à son milieu.

**Tableau n° 8: Valeur du coefficient de condition par groupe et dans l'ensemble de la population**

Groupe	n	Valeur moyenne	Minimum	Maximum	Cv%
Population totale	238	1,269 ± 0,011	1,085	1,473	6,80
Groupe A	38	1,246 ± 0,030	1,085	1,468	7,24
Groupe B	61	1,271 ± 0,018	1,110	1,454	5,46
Groupe C	67	1,276 ± 0,023	1,107	1,473	7,43
Groupe D	49	1,284 ± 0,024	1,126	1,439	6,56
Groupe E	23	1,254 ± 0,042	1,093	1,418	7,68

Source : Auteur, 2015

Les valeurs faibles du coefficient de variation ( $5,46\% < C_v < 7,68\%$ ) signifie que le coefficient de condition varie peu suivant les individus. D'ailleurs, l'ANOVA réalisée montre qu'aucune différence significative au seuil de 5% n'est observée pour les valeurs du coefficient de condition dans les différents groupes typologiques. Cela signifie aussi que chaque individu rencontre les mêmes conditions de vie dans le milieu quelle que soit sa taille.

### III.6. Relations entre les longueurs

#### III.6.1. Relation LT-LS

Les relations linéaires entre LT et LS sont données dans le tableau n° 9. Les valeurs calculées de « t » y sont aussi rapportées.

**Tableau n° 9: Relation LT-LS**

Groupe	n	Equation linéaire $Y = A + B X$	R <sup>2</sup>	t calculé
Population totale	238	LT = 1,381 + 1,184 LS	0,959	11,463
Groupe A	38	LT = 2,625 + 1,123 LS	0,905	2,032
Groupe B	61	LT = 10,233 + 0,857 LS	0,671	1,827
Groupe C	67	LT = 14,430 + 0,750 LS	0,562	3,046
Groupe D	49	LT = 15,419 + 0,771 LS	0,630	2,655
Groupe E	23	LT = 31,182 + 0,401 LS	0,281	4,274

Source : Auteur, 2015

Dans la population totale, le test de Student montre que la pente B de la droite de régression est significativement différent de 1 ( $t$  calculé  $> 1$ ). La valeur de cette pente étant également supérieure à l'unité, la croissance relative de la longueur totale par rapport à la longueur standard est de type allométrique majorante. Cela signifie que la longueur totale croît plus vite que la longueur standard. La croissance de la nageoire caudale est par conséquent plus rapide par rapport à celle du reste du corps.

Le coefficient de détermination de l'équation générale est très élevé ( $R^2 = 0,959$ ). Cela dénote une forte proportionnalité entre la croissance de la longueur totale et celle de la longueur standard. Toutefois, pour les groupes typologiques, les coefficients de détermination calculés sont pour la plupart faibles. C'est aussi lié probablement au mélange de sexes et aux effectifs réduits de ces groupes.

### **III.6.2. Relation LT-LF**

Comme montré dans le tableau n° 10, la croissance relative de LT par rapport à LF est de type allométrique majorante dans l'ensemble de la population. En effet, la valeur calculée de  $t$  dans le test de Student, ainsi que la pente B de la droite de régression sont toutes supérieures à l'unité. La croissance de la longueur totale d'*Epinephelus chlorostigma* est ainsi plus rapide que celle de sa longueur à la fourche.

Dans les groupes typologiques, la croissance relative de LT par rapport à LF varie suivant les groupes. Elle est de type allométrique majorante dans le groupe A. Elle est isométrique dans les groupes B et C et allométrique minorante dans les groupes D et E.

Les coefficients de détermination sont aussi élevés dans la population générale ainsi que dans les groupes typologiques (sauf dans le groupe D). Cela montre la forte proportionnalité entre les croissances de la longueur totale et la longueur à la fourche.

**Tableau n° 10: Relation LT-LF**

Groupe	n	Equation linéaire $Y = A + B X$	R <sup>2</sup>	t calculé
Population totale	238	LT = -0,374 + 1,052 LF	0,984	6,068
Groupe A	38	LT = 0,033 + 1,034 LF	0,981	1,438
Groupe B	61	LT = 1,972 + 0,977 LF	0,925	<b>0,622</b>
Groupe C	67	LT = 1,294 + 1,004 LF	0,903	<b>0,096</b>
Groupe D	49	LT = 19,486 + 0,555 LF	0,498	5,482
Groupe E	23	LT = 5,087 + 0,928 LF	0,945	1,468

Source : Auteur, 2015

### III.7. Indices biométriques

#### III.7.1. Indice de profil

La valeur moyenne de l'indice de profil trouvée dans la population générale est de 3,173 ± 0,020 (Tableau n° 11). La valeur faible du coefficient de variation (C<sub>v</sub>=5,04 %) atteste de la proximité à cette valeur moyenne des indices de profil de la plus grande partie des individus de la population. D'ailleurs, les valeurs moyennes des indices de profil trouvées dans les groupes typologiques sont proches. Seule la valeur trouvée dans le groupe E se différencie significativement des autres valeurs. Toutes ces valeurs moyennes de l'indice de profil étant comprises entre 2,8 et 3,6, *E. chlorostigma* peut être catégorisée comme une espèce à corps long. Cela permet aussi d'avancer que cette espèce a une croissance lente.

**Tableau n° 11: Indice de profil suivant les groupes typologiques**

Groupe	n	Valeur moyenne	Minimum	Maximum	C <sub>v</sub> %
Population totale	238	3,173 ± 0,020	2,434	3,613	5,04
Groupe A	38	3,222 ± 0,048 <sup>a</sup>	2,960	3,507	3,95
Groupe B	61	3,190 ± 0,038 <sup>a</sup>	2,813	3,550	4,65
Groupe C	67	3,180 ± 0,035 <sup>a</sup>	2,881	3,613	4,57
Groupe D	49	3,138 ± 0,045 <sup>a</sup>	2,708	3,412	5,00
Groupe E	23	3,102 ± 0,104 <sup>b</sup>	2,434	3,482	7,80

Les chiffres affectés de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5%

Source : Auteur, 2015

L'indice de profil diminue légèrement du groupe A au groupe D. Toutefois, la diminution ne devient significative qu'entre le groupe D et le groupe E. Il en ressort que la vitesse de croissance augmente avec l'âge mais la variation ne devient significative que pour les individus les plus âgés.

### III.7.2. Indice de section

Les valeurs d'indice de section trouvées dans la population sont présentées dans le tableau n° 12.

**Tableau n° 12: Indice de section suivant les groupes typologiques**

Groupe	n	Valeur moyenne	Minimum	Maximum	Cv%
Population totale	238	2,135 ± 0,024	1,759	2,667	8,90
Groupe A	38	2,009 ± 0,048 <sup>a</sup>	1,762	2,343	7,22
Groupe B	61	2,127 ± 0,042 <sup>b</sup>	1,848	2,667	7,66
Groupe C	67	2,135 ± 0,044 <sup>b</sup>	1,759	2,500	8,48
Groupe D	49	2,190 ± 0,059 <sup>b</sup>	1,862	2,650	9,43
Groupe E	23	2,245 ± 0,088 <sup>b</sup>	1,869	2,630	9,18

Les chiffres affectés de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5%

Source : Auteur, 2015

Dans l'ensemble de la population, la valeur moyenne de cet indice de section est de 2,135 ± 0,024. Avec un minimum de 1,759 et un maximum de 2,667, cet indice varie peu dans la population. D'ailleurs, le coefficient de variation est assez faible. Il est de 8,90%.

Parmi les groupes typologiques, c'est seulement dans le groupe A que la valeur de l'indice de section se différencie significativement au seuil de 5 % des autres valeurs. Pour les autres groupes les variations sont très faibles. Etant donné que la valeur moyenne de l'indice de section dans le groupe A soit inférieur aux valeurs moyennes trouvées dans les autres groupes, le rendement musculaire est ainsi plus élevé pour les individus du groupe A et diminue légèrement avec l'âge.

Les individus de la population peuvent être aussi classés comme des poissons à corps cylindrique car l'indice de profil est compris entre 2,5 et 4,8 et l'indice de section est inférieur à

2,2. Cette forme cylindrique de ces individus peut être liée au rendement musculaire élevé de ces individus ( $HC/EP < 2,2$ ).

### III.7.3. Rapport LS/LTe

La valeur moyenne du rapport LS/LTe dans la population est de  $2,644 \pm 0,017$  (Cf. Tableau n° 13). Formulé autrement, la proportion moyenne de la tête des individus de cette population est de 37,82 %. Le coefficient de variation est très faible. Il est de 5,03%. Ce qui signifie que la proportion de la tête varie peu dans la population. L'analyse de la variance suivant la valeur de ce rapport LS/LTe sur les différents groupes typologiques a révélé que la valeur moyenne de cet indice biométrique dans le groupe E se différencie significativement au seuil de 5% des valeurs trouvées dans les autres groupes. Tout cela montre que la proportion de la tête des individus de cette population varie peu avec l'âge mais elle devient toutefois plus élevée quand les individus sont d'âge avancé. Une légère diminution de la qualité est ainsi observée chez les individus très âgés.

**Tableau n° 13: Rapport LS/LTe suivant les groupes typologiques**

Groupe	n	Valeur moyenne	Minimum	Maximum	Cv%
Population totale	238	$2,644 \pm 0,017$	2,079	2,981	5,03
Groupe A	38	$2,617 \pm 0,036^a$	2,407	2,975	4,23
Groupe B	61	$2,660 \pm 0,034^a$	2,343	2,927	4,96
Groupe C	67	$2,680 \pm 0,034^a$	2,362	2,981	5,28
Groupe D	49	$2,625 \pm 0,028^a$	2,429	2,833	3,69
Groupe E	23	$2,581 \pm 0,076^b$	2,079	2,852	6,84

Les chiffres affectés de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5%

Source : Auteur, 2015

## IV. DISCUSSION

### IV.1. Caractéristiques morphométriques de la population étudiée

La population d'*Epinephelus chlorostigma* étudiée peut être caractérisée comme ayant une fourchette de poids de 106 à 1681 g et un intervalle de longueur totale de 21,2 à 49,0 cm. Les valeurs moyennes de ces deux paramètres dans la population sont respectivement  $666,718 \pm 36,258$  g et  $36,695 \pm 0,669$  cm.

La taille maximale des spécimens observés dans cette étude est inférieure à la taille maximale de 75 cm LT trouvée pour cette espèce par plusieurs auteurs (FOURMANOIR et LABOUTE, 1976 ; HEEMSTRA et RANDALL, 1993 ; OPIC *et al.*, 1994). POSTEL *et al.* (1963) ont même trouvé des spécimens allant jusqu'à 85 cm. Il apparaît ainsi que la population d'*Epinephelus chlorostigma* de la côte Ouest malgache est de petite taille par rapport celles observées de par le monde.

Cette infériorité de taille de la population de la présente étude est d'ailleurs confirmée par la comparaison de cette population avec celle étudiée par MRAG aux Seychelles entre 1990 et 1993 (Cf. Tableau14). Les tailles minimale et maximale des spécimens de cette étude sont inférieures respectivement à la taille minimale moyenne et à la taille maximale moyenne trouvées par MRAG.

**Tableau n° 14: Longueur totale minimale et maximale (en cm) d'*E. chlorostigma* capturée par type d'engin de pêche**

Engin de pêche	Présente étude, 2015		MRAG, 1995	
	Min	Max	Min	max
-			20	74
Lignes à main			18	80
Moulinet			24	62
Palangres	21,2	49	30	58
Filets maillants			24	64
Casiers			26	52
<b>Moyenne</b>	<b>21,2</b>	<b>49</b>	<b>23,7</b>	<b>65,0</b>

Source : Auteur, 2015

L'étude a aussi révélé que le poids présente une très grande variabilité dans la population étudiée. BAGENAL et ERICH (1978), rapportés par AHMAD *et al.* (2011), ont affirmé que cette variabilité du paramètre poids est une source d'erreur pour son utilisation en biométrie.

FREON (1979) a avancé comme principaux facteurs de la variabilité du poids : la morphologie propre de chaque individu, son état d'engraissement, le stade sexuel de ses gonades, sa densité propre et l'état de réplétion de son tube digestif. C'est seulement au dernier facteur qu'il est possible de remédier si l'on veut utiliser le poids dans une étude biométrique. Pour ce faire, il est préférable d'utiliser à la place du poids total, le poids éviscéré. Un coefficient de conversion du poids total en poids éviscéré est ainsi nécessaire pour la conversion du poids dans les situations, comme dans la présente étude, où l'éviscération des poissons est impossible selon les conditions du site d'étude.

#### **IV.2. Corrélations et choix des paramètres morphométriques**

L'analyse de corrélation a montré que tous les paramètres morphométriques sont fortement liés entre eux sauf EP et DO. Toutes les corrélations sont aussi positives signifiant que l'augmentation d'un paramètre entraîne la croissance des autres paramètres. Ainsi, la croissance d'un individu s'accompagne de l'augmentation de tous les autres paramètres morphométriques en même temps.

Les coefficients de corrélations sont particulièrement forts pour les paramètres liés à la longueur du corps entre eux et pour les paramètres liés à la hauteur du corps entre eux. La réduction du nombre de paramètre à considérer lors d'une étude morphométrique d'*Epinephelus chlorostigma* est ainsi possible en n'adoptant qu'un seul paramètre de longueur et un seul paramètre de hauteur. D'ailleurs, selon HOLDEN et RAITT (1974), la considération d'un nombre élevé de paramètre peut amplifier le risque d'erreur. La réduction du nombre de paramètre considéré permet aussi de réduire le temps pour la mensuration d'un individu.

Il peut aussi en être tiré que le meilleur paramètre pour prédire la valeur d'un paramètre relatif à la longueur du corps est un autre paramètre relatif à la longueur du corps. De même, le meilleur paramètre morphométrique pour la prédiction de la valeur d'un paramètre relatif à la hauteur du corps est un autre paramètre relatif à la hauteur du corps.

Pour le paramètre poids, il est surtout corrélé à la longueur totale. C'est sans doute l'une des raisons pour lesquelles les auteurs choisissent souvent le paramètre LT pour l'établissement d'une relation taille-poids. Après LT, les meilleurs paramètres morphométriques à utiliser avec

le poids dans une relation taille-poids sont LF et HC. En effet, après LT, ces deux paramètres sont les paramètres présentant les plus fortes corrélations avec le poids.

### IV.3. Typologie de la population d'*Epinephelus chlorostigma*

L'étude typologique a mis en évidence 5 groupes de taille au sein de la population. La longueur totale suivant laquelle la classification de la population a été faite peut être considérée comme le meilleur pour la classification des individus de la population. Elle affiche de fortes corrélations avec tous les paramètres morphométriques de l'espèce. C'est aussi un des paramètres les plus faciles à relever et dont le prélèvement est plus aisé par rapport aux autres. Cette classification de la population suivant la longueur totale s'avère ainsi très pratique. Par ailleurs, selon BAGENAL et ERICH (1978), rapportés par AHMAD *et al.* (2011), l'utilisation du poids en analyse biométrique peut induire à l'erreur, d'où l'intérêt de l'utilisation d'un autre paramètre comme la longueur totale pour la classification de la population.

Etant donné que *Epinephelus chlorostigma* soit une espèce hermaphrodite protogyne et, en se référant aux données de DE MOUSSAC (1986) que les femelles de cette espèce sont matures entre 23 et 29 cm, que l'inversion sexuelle a lieu entre 34 et 45 cm et que les premiers mâles actifs apparaissent à 37 cm, les caractéristiques de chaque groupe typologique peuvent être proposées comme suivent :

- Le groupe A ([21,2 ; 31,5[ cm LT) est constitué intégralement par des individus femelles majoritairement matures ;
- Le groupe B ([31,5 ; 35,6[ cm LT) est composé de femelles matures et de quelques jeunes mâles ;
- Le groupe C ([35,6 ; 39,5[ cm LT) est formé par des femelles matures, par des jeunes mâles et aussi par des mâles matures ;
- Le groupe D ([39,5 ; 44,0[ cm LT) est représenté par des femelles et des mâles matures ;
- Le groupe E ([44,0 ; 49,0] cm LT) rassemble des femelles et des mâles matures mais de plus grand format et plus âgés que ceux du groupe D.

Ces groupes typologiques se distinguent non seulement suivant la longueur totale. Selon les analyses de la variance des moyennes effectuées sur l'ensemble des paramètres morphométriques étudiés, ces groupes typologiques sont aussi significativement différents. L'étude de l'homogénéité de ces groupes a aussi révélé que chaque groupe est formé d'individus semblables au point de vue morphométriques, d'où l'intérêt de cette classification.

#### IV.4. Sélectivité en taille de la palangre

La taille minimale trouvée dans cette étude est de 21,2 cm LT alors que POSTEL *et al.* (1963) ont observé des spécimens de moins de 20 cm LT au sein de l'espèce. La taille minimale observée dans cette étude est également supérieure à la taille minimale de 18 cm capturée par tous les engins de pêche confondus lors de l'étude de MRAG (1995) (Cf. Tableau n° 14). En plus, la taille minimale observée dans cette étude est proche de la taille minimale à la maturité sexuelle de 23 cm avancée par DE MOUSSAC (1986). D'ailleurs, seul un individu sur les 238 étudiés a une taille inférieure à cette taille minimale à la maturité sexuelle avancée par DE MOUSSAC (1986). Tout cela illustre bien la sélectivité en taille de l'engin de pêche utilisé.

La proportion des groupes typologiques dans l'échantillon étudié témoigne également de la meilleure sélectivité en taille de la palangre qui est l'engin de pêche utilisé dans cette étude. En effet, dans cet échantillon, la proportion des individus de petite taille est plus faible par rapport à celle des individus de grande taille.

Cette sélectivité de la palangre a été aussi mise en évidence par MRAG (1995), en analysant la probabilité de capture d'*Epinephelus chlorostigma* (Tableau n° 15). Dans cette étude il en est ressorti que les spécimens d'*E. chlorostigma* capturés à la palangre sont toujours plus gros que ceux obtenus avec d'autres engins de pêche. Dans cette étude, Lc<sub>50</sub>, qui est la taille moyenne à laquelle 50 % des individus ont la probabilité d'être capturés par l'engin de pêche, est de 33,6 cm pour la palangre. Elle est supérieure à celles observées pour les autres engins de pêche. Il en est de même pour les autres paramètres (Lc, Lc<sub>25</sub> et Lc<sub>75</sub>) où les valeurs trouvées sont toujours plus élevées pour la palangre.

**Tableau n° 15: Paramètres de sélectivité des engins de pêche pour *Epinephelus chlorostigma***

Engin de pêche	Lc (cm)	Lc25 (cm)	Lc50 (cm)	Lc75 (cm)
-	35	27,7	29,5	31,3
Lignes à main	35	27,8	29,7	31,5
Moulinet	35	28,2	29,7	31,4
Palangres	<b>39</b>	<b>31,4</b>	<b>33,6</b>	<b>36,2</b>
Filets maillants	35	28,9	31,0	32,9
Casiers	35	28,4	30,8	32,8

Les nombres écrits en gras représentent les valeurs les plus élevées pour chaque colonne

Source : MRAG, 1995

#### IV.5. Relation taille-poids

L'étude a révélé que l'augmentation relative du poids du mérou pintade de la côte Ouest malgache par rapport à sa longueur est de type isométrique. Cette croissance isométrique est observée aussi bien dans la population générale que dans chaque groupe typologique. La croissance en poids des individus de cette population est ainsi proportionnelle à la croissance en longueur totale. Cela signifie aussi que la croissance des individus de cette population s'effectue sans changement de densité corporelle et de la forme du corps et que les individus soient homothétiques (FREON, 1979). Les individus âgés ressemblent alors aux jeunes sujets mais c'est seulement la taille qui les différencie.

L'étude de PREMALATHA en 1989 a fait sortir des relations taille-poids différentes chez les mâles et les femelles d'*Epinephelus chlorostigma* (Cf. Tableau n° 16). Une équation unique pour les deux sexes va ainsi mal interpréter la relation taille-poids de l'espèce. Toutefois, dans la présente étude, la population étudiée est mixte mais le coefficient de détermination calculé est très élevé signifiant la représentativité de la relation taille-poids de l'ensemble de la population par l'équation unique établie pour les deux sexes. L'hypothèse permettant d'expliquer ce fait est la dominance d'un seul sexe dans la population. En tous cas, la sex-ratio d'*E. chlorostigma* varie significativement selon les saisons et le nombre des mâles est souvent inférieur à celui des femelles en dehors des périodes de ponte (AHMAD *et al.*, 2011). La période de collecte de données s'est déroulée en mois de septembre et octobre. Cette période ne fait pas partie de la saison de ponte. Il peut être ainsi avancé que les femelles sont dominantes dans la population étudiée.

La relation taille-poids trouvée dans cette étude est également proche de celle que PREMALATHA (1989) a observée sur les femelles d'*Epinephelus chlorostigma* en Inde (Tableau n° 16). Cela peut confirmer l'hypothèse avancé ci-haut que les individus femelles prédominent dans la population de cette étude. Cela conduit aussi à affirmer la parenté entre la population d'*Epinephelus chlorostigma* de la côte Ouest malgache et celle de la côte Sud-Ouest indienne et confirme la similitude des conditions environnementales entre les deux sites.

La valeur du coefficient d'allométrie « b » trouvé dans cette étude est également proche de celui que MATHEWS et SAMUEL (1991) ont trouvé sur une population mixte d'*E. chlorostigma* à Koweït (Cf. Tableau n° 16). Cela montre encore que la population d'*E. chlorostigma* de la côte Ouest malgache a aussi des liens de parentés avec celle du Koweït.

**Tableau n° 16: Relations taille poids d'*Epinephelus chlorostigma***

Zone d'étude	Sexe	Relation taille-poids	Type de croissance	Auteur
Côte Sud-Ouest de l'Inde	Femelle	$\log P = -2,711 + 3,042 \log LT$	Isométrique	PREMALATHA, 1989
	Mâle	$\log P = -1,750 + 2,849 \log LT$	Isométrique	
Koweït	Mixte	$\log P = 0,011 + 3,025 \log LT$	Isométrique	MATHEWS et SAMUEL, 1991
Côte Ouest de Madagascar	Mixte	$\log P = -1,949 + 3,033 \log LT$	Isométrique	Présente étude, 2015

Source : Auteur, 2015

Dans les trois études, la croissance d'*E. chlorostigma* est toujours de type isométrique. La nature de la croissance de cette espèce se conforme ainsi à la croissance de plusieurs mérour de la sous-famille des **Epinephelinae** sur lesquels GRANDCOURT (2005) a fait des études. Ces mérour sont *Epinephelus fuscoguttatus*, *Epinephelus multinotatus*, *Epinephelus polyphkadion*, *Epinephelus tukula*, *Plectropomus laevis* et *Variola louti*. Pour ces six espèces, les coefficients d'allométrie trouvés par GRANDCOURT (2005) sont compris entre 3,01 et 3,35.

#### IV.6. Coefficient de condition

##### IV.6.1. Valeurs du coefficient de condition

L'étude du coefficient de condition a montré que la population étudiée est bien adaptée à son milieu. Cela montre que la côte Ouest malgache est un excellent milieu de vie pour le mérour pintade. En effet, la côte Ouest dispose d'un large plateau continental propice au développement de l'espèce. Ce plateau continental oscillent entre 30 et 60 milles (ANDRIANAIVOJAONA *et al.*, 1992). Ce plateau continental est aussi riche en espèces faunistiques pouvant servir de nourriture au mérour pintade. La côte Ouest dispose par ailleurs d'une grande superficie de mangroves côtières et estuariennes comme nourricerie pour les juvéniles (KIENER, 1963).

La valeur élevée du coefficient de condition et l'absence de variation suivant les groupes typologiques signifient que les individus de la population trouvent toujours les meilleures conditions pour leur développement dans le milieu, indépendamment de leur taille. Cela est dû en grande partie à l'abondance de nourriture dans le milieu et aux conditions environnementales.

##### IV.6.2. Fiabilité des coefficients de conditions calculés

Le coefficient de condition utilisé dans cette étude est celui de FULTON (1911). Certains auteurs remettent en question la fiabilité de ce coefficient de condition pour décrire l'état d'une population (FREON, 1979 ; MOUNEIMNE, 1981). En effet, pour bien décrire l'état d'une

population de poisson l'exposant de la longueur dans la formule du coefficient de condition doit être le coefficient d'allométrie  $b$  (FREON, 1979). L'utilisation de la puissance 3 pourra ainsi entraîner une erreur systématique d'autant plus grand que l'écart entre le coefficient d'allométrie  $b$  et la valeur 3 est important (MOUNEIMNE, 1981). D'autant plus, le coefficient d'allométrie  $b$  peut prendre des valeurs entre 2,5 et 4,0 mais il est rarement égal à 3 (HILE, 1936 et MARTIN, 1949 cités par FREON, 1979).

Toutefois, dans le cas de cette étude, l'utilisation de l'exposant 3 pour la détermination du coefficient de condition ne pose pas de problèmes. En effet, comme vu précédemment, la croissance de la population étudiée est isométrique et la valeur du coefficient d'allométrie  $b$  est très proche de 3.

#### **IV.7. Relation entre les longueurs**

La croissance relative de la longueur totale par rapport à la longueur standard étant allométrique majorante dans l'ensemble de la population, la vitesse de croissance de la longueur totale est plus rapide que celle de la longueur standard (M'HADHBI et BOUMAÏZA, 2008 ; ZOHRA *et al.*, *opt. cit.*). Entre la longueur totale et la longueur à la fourche, la croissance est aussi de type allométrique majorante, signifiant que la vitesse de croissance de la longueur totale est également plus rapide par rapport à celle de la longueur à la fourche.

Les coefficients de détermination de ces deux relations sont significatifs. Cela permet de confirmer que les relations entre les paramètres de longueur sont de type linéaire comme affirmé par LOUBENS (1980), MAHE *et al.* (2005), M'HADHBI et BOUMAÏZA (2008). Ces relations sont utiles pour l'interprétation des résultats exprimés dans l'un ou les autres de ces paramètres relatifs à la longueur du corps du poisson (SAMB, 1989). Elles permettent aussi de corriger les données manquantes sur la mensuration de l'une ou des autres de ces paramètres. En effet, quoi que facile à relever et très pratique, la mesure de la longueur totale peut être faussée par des handicaps chez les poissons comme la nageoire caudale abimée. La prise de la longueur à la fourche et la longueur standard peut aussi être difficile chez certains poissons.

#### **IV.8. Conformation du corps**

##### **IV.8.1. Indice de profil**

L'étude de l'indice de profil n'a révélé qu'un seul format dans l'ensemble de la population : le format allongé. Ce format unique est probablement lié à l'uniformité des

conditions de vie trouvées par tous les individus de la population dans le milieu. En effet, selon CHARPY (1943), la disponibilité en nourriture est un facteur important dans l'acquisition de la forme des poissons. Dans cette population, les coefficients de condition trouvés pour les différents groupes typologiques sont proches. Cela montre que la disponibilité en nourriture est la même pour toutes les catégories de taille, d'où l'uniformité du format corporel dans toute la population.

La croissance lente trouvée pour cette population se retrouve également chez la plupart des mérous et en particulier ceux de la famille de **Serranidae** (GRANDCOURT, 2005). La similitude de la vitesse de croissance chez la majorité des groupes typologique peut encore s'expliquer par l'uniformité des conditions de vie dans l'ensemble de la population montrée par l'étude du coefficient de condition.

#### **IV.8.2. Indice de section**

L'étude de l'indice de section a montré que le rendement musculaire des individus de cette population varie peu suivant leur taille. Ceci est encore dû à l'uniformité des conditions de vie énoncée ci-haut dans l'ensemble de la population. Toutefois, la légère infériorité de ce rendement musculaire chez les individus âgés par rapport celui des individus les plus jeunes est sans doute le résultat de l'activité, et surtout de l'activité sexuelle plus élevée de ces individus âgés. En effet, FREON (1979) affirme que le stade sexuel des gonades et donc l'activité sexuelle est l'un des principaux facteurs de la variation de l'état d'embonpoint des poissons.

Selon certains auteurs (FOURMANOIR et LABOUE, 1976 ; HEEMSTRA et RANDALL, 1993 ; ROME et NEWMAN, 2010), *E. chlorostigma* dispose d'un corps comprimé latéralement. Cependant, dans cette étude, il a été montré que, suivant la classification de KULBICKI *et al.* (2005), l'espèce a plutôt un corps cylindrique. Cette forme cylindrique du corps des individus de cette population est apparemment le résultat de du bon état d'embonpoint des individus de cette population indiqué par la valeur élevée du coefficient de condition. Par ailleurs, la plupart de ces auteurs n'ont effectué que de simple observation sur l'espèce sans pour autant effectuer des calculs d'indices biométriques permettant de bien distinguer le format corporel de l'espèce.

#### **IV.8.3. Rapport LS/LTe**

Les rapports LS/LTe trouvés ont montré que la proportion de la tête des individus de la population varie peu suivant la taille. Une légère augmentation de cette proportion de la tête est

toutefois observée chez les individus les plus âgés. Il peut ainsi être tiré que la qualité du mérou pintade ne change que lorsque l'âge est très avancé.

#### IV.8.4. Etude comparative des indices biométriques

Le format corporel de la population d'*Epinephelus chlorostigma* trouvé dans cette étude est la même que celui trouvé par POSTEL *et al.* (1963) et HEEMSTRA et RANDALL (1993). En effet, dans les trois populations, les indices de section trouvés sont tous compris entre 2,5 et 4,8 et les indices de profil sont tous inférieurs à 2,2 (Cf. Tableau n°17). Toutes ces populations ont donc des corps cylindrique.

Toutefois, l'indice de profil trouvé dans cette étude est supérieur à ceux trouvés par POSTEL *et al.* (1963) et HEEMSTRA et RANDALL (1993). Cela accuse une croissance plus lente de la population d'*Epinephelus chlorostigma* de la côte Ouest malgache. L'indice de section étant aussi plus élevé, cette population est de rendement musculaire plus faible. Enfin, cette population a une proportion de la tête plus faible car son rapport LS/LTe est également supérieur à ceux trouvés dans les deux autres populations. Le mérou pintade de Madagascar est ainsi de meilleure qualité car ayant une croissance plus lente, il a une chair plus goûteuse ; il est aussi moins gras et la quantité de perte est réduite vue que la proportion de sa tête est plus faible. L'intervalle de variation de ces indices biométriques étant plus grand, cette population offre également une plus large gamme de qualité de produit.

**Tableau n° 17: Etude comparative des indices biométriques d'*Epinephelus chlorostigma***

Auteurs	Présente étude, 2015			POSTEL <i>et al.</i> , 1963			HEEMSTRA et RANDALL, 1993		
Localité	Madagascar			La Réunion			Seychelles		
Indices biométriques	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
Indice de profil (LS/HC)	3,17	2,43	3,61	2,8			3	2,8	3,3
Indice de section (HC/EP)	2,14	1,76	2,67				2	1,8	2,2
Rapport LS/LTe	2,64	2,08	2,98	2,5			2,5	2,4	2,7

Source : Auteur, 2015

## CONCLUSION

*Epinephelus chlorostigma* est un poisson noble, destiné essentiellement à l'exportation. Son importance commerciale justifie amplement l'étude sur cette espèce. De plus, le manque de données le concernant a conduit à la réalisation de la présente étude sur sa morphométrie.

L'étude a été réalisée au sein de la SOPEMO qui est une société de pêche opérant sur la côte Ouest malgache. La société effectue surtout la pêche aux poissons démersaux dont en fait partie *Epinephelus chlorostigma*. Dix paramètres morphométriques ont été relevés sur *Epinephelus chlorostigma*. Ce sont le poids vif, la longueur totale, la longueur standard, la longueur à la fourche, la longueur de la tête, la hauteur de la tête, la hauteur du corps, la hauteur du pédoncule caudale, l'épaisseur du corps et le diamètre de l'œil. Sur les 248 spécimens mesurés, 238 ont été retenus pour constituer la base de données finale de cette étude.

L'analyse descriptive des données a permis de dégager que le mérou pintade exporté par la SOPEMO a un poids moyen de  $666,718 \pm 36,258$  g pour une longueur totale moyenne de  $36,695 \pm 0,669$  cm. Son intervalle de taille est de 21,2 à 49,0 cm LT. La comparaison de ces résultats avec ceux d'autres études a montré que les individus de cette population sont de plus petite taille. Toutefois, la taille minimale des spécimens capturés à la palangre est plus grande que celle obtenue avec d'autres engins de pêche. L'étude a aussi montré que les paramètres morphométriques de l'espèce sont fortement liés, ce qui permet de réduire le nombre de paramètre morphométrique à considérer lors d'une étude morphométrique sur l'espèce.

Cette population est hétérogène pour la plupart des paramètres morphométriques. Une classification a été alors effectuée afin de la fragmenter. Cinq groupes de taille ont été ainsi mis en évidence. L'étude de la relation taille-poids suivant ces groupes a révélé une croissance isométrique quelle que soit la taille des individus. Le coefficient de condition calculé pour chaque groupe a également montré qu'*Epinephelus chlorostigma* s'adapte bien à son milieu indépendamment de sa taille.

Des relations entre les longueurs de l'espèce ont été également établies :  $LT = 1,381 + 1,184 LS$  et  $LT = -0,374 + 1,052 LF$ . La valeur élevée des coefficients de détermination calculés pour ces équations ( $R^2 = 0,959$  et  $R^2 = 0,984$  respectivement pour les deux équations) a permis de confirmer la linéarité des relations entre les paramètres de longueur d'*Epinephelus chlorostigma*. L'étude comparative des indices biométriques a par ailleurs montré que le mérou pintade de la côte Ouest malgache est de qualité meilleurs parce qu'il est de croissance plus lente, qu'il est moins gras et que la proportion de sa tête est plus faible.

Ainsi, les objectifs de l'étude ont été atteints. Une base de données fiable sur les caractères morphométriques des mérours pintades de la côte Ouest malgache et notamment ceux exportés par la société SOPEMO a pu être établie. Une classification adéquate de la population a été réalisée. Enfin, la sélectivité de la palangre qui a été l'engin de pêche utilisé dans cette étude a pu être évaluée par la même occasion. Toutefois, des études plus approfondies sont nécessaires pour aboutir à la dynamique de population qui est la base de la gestion du stock de l'espèce.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ❖ ABDI H. 2010. Coefficient of Variation. Encyclopedia of Research design. 5p.
- ❖ AHMAD Z., ALKAHEM H. F. et ALDHAHI A. A. 2011. Fecundity, Sex Ratio and Gronado-Somatic Index of *Epinephelus chlorostigma* and *Epinephelus areolatus* sampled from Arabian Gulf. *Animal Biology Journal*, Vol. 2, n° 3. pp 87-96.
- ❖ ANDRIANAIVOJAONA C., KASPRZYK Z. W. et DASYLVA G. 1992. Pêches et aquaculture à Madagascar: Bilan diagnostic. Ministère de l'élevage et des ressources halieutiques-Direction des ressources halieutiques. 98p.
- ❖ BADTS V. et BERTRAND J. 2012. Guide de mensuration des espèces en halieutique : poissons, mollusques, crustacés, reptiles marins, mammifères marins. IFREMER. 23p.
- ❖ BAGENAL T. B. et TESCH A. T. 1978. Conditions and growth patterns in fresh water habitats. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp 75-89.
- ❖ BARNABE G. 1973. Etude morphologique du loup *Dicentrarchus labrax* L. de la région de Sète. *Rev. Inst. Pêches marit.*, Vol. 37, n° 37. pp 397-410.
- ❖ BROUARD F. et GRANDPERRIN R. 1984. Les poissons profonds de la pente récifale externe à Vanuatu. Notes et documents d'océanographie, N° 11. ORSTOM. 131p.
- ❖ BRUMELOT R. et DE COSTER F. 2009. Biologie de l'espèce et exploitation du mérou géant (*Epinephelus itajara*) en Guyane : Synthèse des connaissances et propositions d'études. IFREMER. 31p.
- ❖ CAVERIVIERE A., CHABOUD C. et RAFALIMANANA T. 2008. Les crevettes côtières de Madagascar : Biologie, exploitation et gestion. Edition IRD. pp 53-121.
- ❖ CHAPMAN L., DESURMONT A., CHOI Y., BOBLIN P., SOKIMI W. et BEVERLY S. 2008. Manuel d'identification des poissons destiné aux pêcheurs de vivaneaux profonds. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique. 154p.
- ❖ CHARPY M. R. 1943. De la détermination de l'indice  $I = \frac{L}{H}$  en carpiculture. *Bulletin Français de Pisciculture*, n°129. pp 125-131.
- ❖ DAGNELIE P. 1973. Théorie et méthodes statistiques : applications agronomiques. Les presses agronomiques de gembloux, Volume 1. 377p.
- ❖ DE BOVILLE. 1931. Le format des carpes. Bull. FR. Pesci. N° 33. pp 267-271.
- ❖ DE GRAAF G. et GARIBALDI L. 2014. The value of african fisheries. Fisheries and Aquaculture Circular n° 1093, FAO Rome.68p.

- ❖ DE MOUSSAC G. 1986. Mise en évidence de l’hermaphrodisme protogyne d’*Epinephelus chlorostigma* (Valenciennes, 1828) aux Seychelles (Pisces, *Serranidae*). *Cybium*, v. 3, n°10. pp. 249-262.
- ❖ DE SEDE-MORCEAU M.H. 2010. De la donnée à la connaissance : traitement, analyse et transmission. Elément 424b : Introduction à la statistique descriptive. 126p.
- ❖ DESCHAMPS G. 2005. Espèces pêchées à la Réunion. IFREMER. 56p.
- ❖ FAO. 1995. Code de conduite pour une pêche responsable. FAO Rome. 46p.
- ❖ FAO. 2001. FAO, directives techniques pour une pêche responsable : Indicateurs pour le développement durable des pêcheries marines. FAO Rome. 73p.
- ❖ FAO. 2010. La situation mondiale des pêches et de l’aquaculture 2010. FAO Rome. 224p.
- ❖ FAO. 2012. La situation mondiale des pêches et de l’aquaculture 2012. FAO Rome. 241p.
- ❖ FAO. 2014. La situation mondiale des pêches et de l’aquaculture. FAO Rome. 255p.
- ❖ FOURMANOIR P. et LABOUTE P. 1976. Poissons de la Nouvelle Calédonie et des Nouvelles Hébrides. Les éditions du pacifique. 376p.
- ❖ FREON P. 1979. Relations, tailles-poids, facteurs de condition et indices de maturité sexuelle : rappels bibliographiques, interprétations, remarques et applications. ORSTOM. pp. 145-171.
- ❖ FRICKE R., MULOCHAU T., DURVILLE P., CHABANET P., TESSIER E. et LETOURNEUR Y. 2009. Annotated checklist of the fish species (Pisces) of La Réunion, including a Red List of threatened and declining species. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde A, Serie 2*. pp.1-168.
- ❖ GHORAB H. M., BAYOUMI A. R. et BEBARS M. I. 1986. The reproductive biology of grouper, *Epinephelus chlorostigma* (Pisces, *Serranidae*) from the Red Sea. *Bull. Inst. Oceanogr. Fish. ARE*. 12. pp. 13-33.
- ❖ GILLIERS C., AMARA R., BERGERON J., LE PAPE O. et DESAUNAY Y. 2002. Comparaison de la qualité des zones de nourriceries côtières du littoral français à partir de l’étude d’indices de condition mesurés sur des juvéniles de soles. *Journal de Recherche Océanographique*, Volume 27, Issue 3-4. pp. 232-235.
- ❖ GLELE K. R., SODJUNOU E. et FONTON N. 2006. Conditions d’application des méthodes statistiques paramétriques : applications sur ordinateur. Bibliothèque nationale, Bénin. 94p.
- ❖ GRANDCOURT E. 2005. Demographic characteristics of selected epinepheline groupers (Family: *Serranidae* ; Subfamily : *Epinephelinae*) from Alababra Atoll, Seychelles. *Atoll Research Bulletin*, n°539. pp. 199-216.

- ❖ GRASSE P. 1976. Précis de zoologie vertébrés – Reproduction, Biologie, évolution et systématique : Agnathes, Poissons, Amphibiens et Reptiles. MASSON. Tome II ; pp. 149-241.
- ❖ HEEMSTRA P. C. et RANDALL J. E. 1993. Groupers of the world (Family *Serranidae*, Subfamily Epinephelinae). *FAO species catalogue, vol 16*. pp. 124-132.
- ❖ HENRY F. et MOAL R. A. 1998. Compétitivité de la pêche maritime en Afrique. Secrétariat d'Etat à la coopération et à la Francophonie. 360p.
- ❖ HOLDEN M. et RAITT D. 1974. Manuel de science halieutique, Deuxième partie : Méthodes de recherches sur les ressources et leur application. *FAO document technique sur les pêches, n° 115*. 223p.
- ❖ HOUGH A. et MARIN J. 2009. Rapport de pré-évaluation pour la pêcherie au chalut de crevettes côtières de la côte Ouest de Madagascar. GAPCM. pp. 35-45.
- ❖ HUNAULT G. 2005. Quelques rappels sur les analyses statistiques. Université d'Angers. 66p.
- ❖ JORDAN D. S. et RICHARDSON R. E. 1714. A review of the *Serranidae* or Sea bass of Japan. *Proceedings U.S. National Museum, Volume 37, N° 37*. pp. 421-474.
- ❖ KIENER A. 1963. Poissons, pêche et pisciculture à Madagascar. Centre Technique Forestier Tropical, publication n°24. 410p.
- ❖ KULBICKI M., GUILLEMOT N. et AMAND M. 2005. A general approach to length-weight relationships for New Caledonian lagoon fishes. *Cybium, Vol. 3, n°29*. pp. 235-252.
- ❖ LA MOTTE M. 1971. Initiation aux méthodes statistiques en biologie. MASSON & CIE. 2<sup>ème</sup> édition. 144p.
- ❖ LAWSON E.O., AKINTOLA S. L. et AWE F.A. 2013. Length-weight relationships and morphometry for eleven (11) fish species from Ogudu creek, Lagos, Nigeria. *Advances in Biological Research 7*. pp. 122-128.
- ❖ LE CREN E. D. 1951. The length weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perche (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology, n°20*. pp. 201-229.
- ❖ LOUBENS G. 1980. Biologie de quelques espèces de Poissons du lagon néo-calédonien. *Cahiers de l'Indo-pacifique, volume 2, n°2*. pp. 101-153.
- ❖ M'HADHBI L. et BOUMAÏZA M. 2008. Etude de la croissance relative du barbeau : *Barbus callensis* (Cyprinidae) de la retenue de barrage Joumine (Nord tunisien). Laboratoire d'Hydrobiologie, Faculté des Sciences de Bizerte, Zarzouma, Tunisie. pp. 245-258.

- ❖ MAEP. 2004. Filière autres poissons. Filières de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, et Actions du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche. Fiche n° 304. 9p.
- ❖ MAHE K., DESTOMBES A., COPPIN F., KOUUBI P., VAZ S., LE ROY D. et CARPENTIER A. 2005. Le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus* (L. 1758) en Manche orientale et mer du Nord. Rapport de Contrat IFREMER/CRPMEM Nord-Pas-de-Calais. 187p.
- ❖ MARTIN A. 2004. L'analyse de données. ENSIETA, Réf : 1463. 110p.
- ❖ MATHEWS C. P. et SAMUEL M. 1991. Growth, mortality and length-weight parameters for some Kuwaiti fish and shrimp. *Fishbyte*. pp. 30-33.
- ❖ MOUNEIMNE N. 1981. Remarques sur la relation Longueur/Poids et le facteur de condition chez les poissons. *Cybium*, 3<sup>ème</sup> série, Vol. 4, N° 5. pp. 77-85.
- ❖ MRAG (Marine Resources Assessment Groupe, Government of Seychelles). 1995. The status of Seychelles demersal fishery. The oda fish management science progrogramme, management of tropical multi-species fisheries project, R4584. 269p.
- ❖ MUNRO J. L. 1983. Epilogue: progress in coral reef fisheries research 1973-1982. *Caribbean Reef Fishery Resources*, Vol. 7I. pp. 249-265.
- ❖ MUNRO J. L. et WILLIAMS D. McB. 1985. Assesement and management of coral reef fisheries: biological, environmental and socio-economic aspects. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Coral Reef Congress 4. pp. 545-578.
- ❖ NASH D. M., VALENCIA H. A. et GEFFEN J. A. 2006. The origin of Fulton's condition factor setting the record straight. *Fisheries*, vol. 31, n° 5. pp. 236-238.
- ❖ OPIC P., CONAND F. et BOURRET P. 1994. Les poissons commerciaux du Sud-Ouest de l'Océan Indien. ORSTOM. 91p.
- ❖ PAPERNA I. 1972. Monogenea of Red Sea fishes. *Journal of Helminthology*, n° 94. pp. 47-62.
- ❖ PAULY D. 1982. Une selection de méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux. *FAO Circ. Pêche*, n° 729. 63p.
- ❖ PAULY D., ARREGUIN-SANCHEZ F., MUNRO J. L. et BALGOS M. C. 1993. Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers. ICLARM (International Centre for Living Aquatic Resources Management). 449p.
- ❖ POSTEL E., FOURMANOIR P. et GUEZE P. 1963. Serranidés de La Réunion. *Mémoire IFAN n° 68. Mélanges Ichtyologiques*. 384p.

- ❖ PREMALATHA P. 1989. Fishery and biology of rock cods (Order Perciformes) from the south west coast of India. *Indian J. Fish.* Vol 4, n° 36. pp. 285-291.
- ❖ RAEISI H., DALIRI M., PAIGHAMBARI S. Y., SHABANI M. J., BIBAK M. et DAVOODI R. 2011. Length-weight relationships, condition factors and relative weight of five fish species of Bushehr waters, Northern Persian Gulf. *African Journal of Biotechnology*, volume 10, n°82. pp. 19181-19186.
- ❖ RAKOTOMALALA R. 2011. Pratique de la régression linéaire multiple : diagnostique et sélection de variables. Université Lumière Lyon 2. 174p.
- ❖ RAKOTOMALALA R. 2013. Comparaison de populations : tests paramétriques. Université Lumière Lyon 2. 101p.
- ❖ RAKOTOMALALA R. 2015. Analyse de corrélation : Etude des dépendances – Variables quantitatives. Université Lumière Lyon 2. 83p.
- ❖ RALISON A., 2012. La pêche crevettière industrielle à Madagascar. Séminaire sur la mise en oeuvre de l'accord de Partenariat Economique Intérimaire entre AFOA et UE, 7p.
- ❖ RAMADAN M. M. 1983. A review of the trematode genus *Hamacreadium* Linton, 1910 (Opecoelidae), with descriptions of two new species from the Red Sea fishes. *Japans Journal of Parasitology*, n°32. pp. 531-539.
- ❖ RANDRIAMBOLOLONA C., HARILALA R., DASYLVA G. et RAKOTONDRA SOA M. 1998. Guide pour l'Exploitation du Poisson. FAO. 83p.
- ❖ RAOELINARISATA B. F. 1998. Document d'agrément de la SOPEMO MAD 110-SV. Version 8. pp 3-70.
- ❖ ROME B. M. et NEWMAN S. J. 2010. North coast fish identification guide. Department of Fisheries, Perth, Western Australia. 79p.
- ❖ SAMB B. 1989. Contribution à la connaissance de la biologie de *Brachydeuterus auritus* des eaux sénégalaises. CRODT (Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye). 14p.
- ❖ SERET B. 2011. Poissons de mer de l'Ouest africain tropical. IRD Editions. 450p.
- ❖ SOOMRO A. N., BALOCH W. A., JAFRI S. I. H. et SUZUKI H. 2007. Studies on length-weight and length-length relationships of a catfish *Eutropiichthyes vacha* Hamilton (Schilbeidae: Siluriformes) from Indus river, Sindh, Pakistan. *Caspina Journal Environnement Science*, volume 5, n°2. pp. 143-145.
- ❖ TYLLE Y. 2010. Résumé du cours de statistique descriptive. 172p.

- ❖ UNFPA (FONDS DES NATIONS UNIES POUR LA POPULATION). 2011. Etat de la population mondiale 2011. New York : division de la population du département des affaires économiques et sociales. 124 p.
- ❖ UNGER E. 1930. Les carpes d'élite hongroise. *Bulletin Français de Pisciculture*, n°24. pp. 277-284.
- ❖ VESSEREAU A. 1967. La statistique. Presses universitaires de France, Paris. 125p.
- ❖ VESSEREAU A. 1988. Méthodes statistiques en biologie et en agronomie. Technique et Documentation (Lavoisier). 538p.
- ❖ YAMAGUTI S. 1942. Studies on the helminth fauna of Japan. *Transactions of the Biogeographical Society of Japan*, n° 3. pp. 329-398.
- ❖ ZAR J. H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey, USA. pp. 718.
- ❖ ZOHRA B. F., SOUAD L., ASSIA D., NADIRA B. et BORHANE D. A. *opt. cit.* croissance relative et dimorphisme sexuel chez la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) des côtes de l'Est algérien. Laboratoire d'Ecobiologie des Milieux Marins et littoraux, Université Badji-Mokhtar, Algérie. 10p.

#### WEBOGRAPHIE

- ❖ <http://www.aquamaps.org/receive.php> consulté le 19/01/2015
- ❖ <http://www.gemlemerou.org> consulté le 10/05/2015
- ❖ <http://www.wikipedia.fr> consulté le 10/01/2015

# ANNEXES

### Annexe n° 1: Différenciation d'*E. chlorostigma* et *E. compressus* à l'âge adulte

Éléments morphologiques	<i>E. chlorostigma</i>	<i>E. compressus</i>
Voile de la première dorsale	Peu découpé	Bien découpé
Rapport premier rayon mou/dernier rayon épineux de la dorsale	5/4	2/1
Taches sur le corps	Quelques taches rouilles sur les parties claires de la tête et des nageoires	Taches complètement absentes
Nombre d'écaillles en ligne longitudinale	100 à 125	Environ 85

Source : POSTEL *et al.*, 1963

### Annexe n° 2: Variation mensuelle de la sex-ratio d'*Epinephelus chlorostigma* dans le Golfe Persique

Mois	Nombre de mâles	Nombre de femelles	Sex-ratio (M : F)
Janvier	19	15	1 : 0,79
Février	21	15	1 : 0,71
Mars	18	19	<b>1 : 1,06</b>
Avril	16	18	<b>1 : 1,13</b>
Mai	19	15	1 : 0,79
Juin	13	26	<b>1 : 2,00</b>
Juillet	16	15	1 : 0,94
Août	12	08	1 : 0,67
Septembre	11	23	<b>1 : 2,09</b>
Octobre	20	09	1 : 0,45
Novembre	12	17	<b>1 : 1,42</b>
Décembre	14	15	<b>1 : 1,07</b>

Les chiffres en gras indiquent les sex-ratios avec prédominance des individus femelles

Source : AHMAD *et al.*, 2011

### Annexe n° 3: Fiche de collecte de données

DATE	HEURE	ORIGINE
ESPECE		OBS

N°	POIDS	LT	LS	LF	LTe	HTe	HC	HPC	EP	DO
1										
2										
3										
4										
5										
...										

#### Annexe n° 4: Valeurs propres et contributions des axes factoriels

	F1	F2
Valeur propre	9,04	0,34
Variabilité (%)	90,41	3,42
% cumulé	90,41	93,83

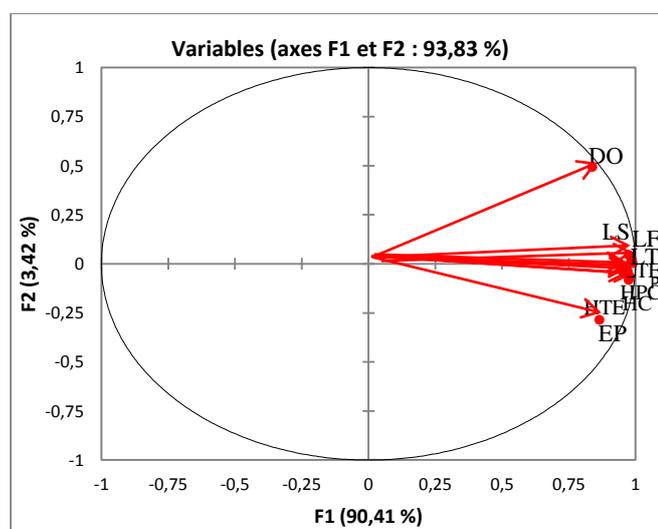
Source : Auteur, 2015

#### Annexe n° 5: Projection des variables sur les axes F1 et F2

	Corrélation entre les variables et les facteurs		Contributions des variables (%)		Cosinus carrés des variables	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2
POIDS	0,971	-0,039	10,436	0,434	0,944	0,001
LT	0,989	0,002	10,810	0,002	0,977	0,000
LS	0,974	0,046	10,486	0,617	0,948	0,002
LF	0,985	0,022	10,728	0,141	0,970	0,000
LTe	0,966	-0,011	10,328	0,035	0,934	0,000
HTe	0,975	-0,083	10,509	2,019	0,950	0,007
HC	0,979	-0,066	10,587	1,288	0,958	0,004
HPC	0,953	-0,043	10,043	0,534	0,908	0,002
EP	0,865	-0,286	8,280	23,928	0,749	0,082
DO	0,839	0,493	7,783	71,003	0,704	0,243

Source : Auteur, 2015

#### Annexe n° 6: Représentation des variables dans le plan formé par les axes F1 et F2



Source : Auteur, 2015

## Annexe n° 7: Analyse de la variance des groupes suivant les paramètres morphométriques

- **POIDS**

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
GROUPE	4	17403293	4350823	533,7620	<.0001
Error	233	1899239	8151		
C. Total	237	19302532			

- **Means for Oneway Anova**

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
A	38	300,47	14,646	271,6	329,3
B	61	487,59	11,560	464,8	510,4
C	67	664,33	11,030	642,6	686,1
D	49	909,82	12,898	884,4	935,2
E	23	1235,96	18,826	1198,9	1273,0

Std Error uses a pooled estimate of error variance

- **Means Comparisons**

Dif=Mean[i]-Mean[j]	E	D	C	B	A
E	0,00	326,14	571,63	748,37	935,48
D	-326,14	0,00	245,49	422,23	609,34
C	-571,63	-245,49	0,00	176,74	363,85
B	-748,37	-422,23	-176,74	0,00	187,12
A	-935,48	-609,34	-363,85	-187,12	0,00

Alpha= 0,05

Level	Mean
E A	1235,9565
D B	909,8163
C C	664,3284
B D	487,5902
A E	300,4737

Levels not connected by same letter are significantly different

- **LT**

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
GROUPE	4	6086,3011	1521,58	719,4824	<.0001
Error	233	492,7529	2,11		
C. Total	237	6579,0539			

- **Means for Oneway Anova**

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
A	38	28,7368	0,23591	28,272	29,202
B	61	33,6902	0,18620	33,323	34,057
C	67	37,3119	0,17766	36,962	37,662
D	49	41,3327	0,20775	40,923	41,742
E	23	46,1348	0,30323	45,537	46,732

Std Error uses a pooled estimate of error variance

- **Means Comparisons**

Dif=Mean[i]-Mean[j]	E	D	C	B	A
E	0,000	4,802	8,823	12,445	17,398
D	-4,802	0,000	4,021	7,642	12,596
C	-8,823	-4,021	0,000	3,622	8,575
B	-12,445	-7,642	-3,622	0,000	4,953
A	-17,398	-12,596	-8,575	-4,953	0,000

Alpha=0,05

Level	Mean
E A	46,134783
D B	41,332653
C C	37,311940
B D	33,690164
A E	28,736842

Levels not connected by same letter are significantly different

- **LS**

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
GROUPE	4	4018,1198	1004,53	484,7731	<.0001
Error	233	482,8145	2,07		
C. Total	237	4500,9343			

- **Means for Oneway Anova**

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
A	38	23,2474	0,23352	22,787	23,707
B	61	27,3639	0,18431	27,001	27,727
C	67	30,5119	0,17586	30,165	30,858
D	49	33,6000	0,20564	33,195	34,005
E	23	37,2696	0,30016	36,678	37,861

Std Error uses a pooled estimate of error variance

- **Means Comparisons**

Dif=Mean[i]-Mean[j]	E	D	C	B	A
E	0,000	3,670	6,758	9,906	14,022
D	-3,670	0,000	3,088	6,236	10,353
C	-6,758	-3,088	0,000	3,148	7,265
B	-9,906	-6,236	-3,148	0,000	4,117
A	-14,022	-10,353	-7,265	-4,117	0,000

Alpha=0,05

Level	Mean
E A	37,269565
D B	33,600000
C C	30,511940
B D	27,363934
A E	23,247368

Levels not connected by same letter are significantly different

- **LF**

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
GROUPE	4	5327,3088	1331,83	593,9774	<.0001
Error	233	522,4369	2,24		
C. Total	237	5849,7457			

- **Means for Oneway Anova**

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
A	38	27,7500	0,24291	27,271	28,229
B	61	32,4492	0,19172	32,071	32,827
C	67	35,8776	0,18294	35,517	36,238
D	49	39,3837	0,21391	38,962	39,805
E	23	44,2130	0,31223	43,598	44,828

Std Error uses a pooled estimate of error variance

- **Means Comparisons**

Dif=Mean[i]-Mean[j]	E	D	C	B	A
E	0,000	4,829	8,335	11,764	16,463
D	-4,829	0,000	3,506	6,934	11,634
C	-8,335	-3,506	0,000	3,428	8,128
B	-11,764	-6,934	-3,428	0,000	4,699
A	-16,463	-11,634	-8,128	-4,699	0,000

Alpha=0,05

Level	Mean
E A	44,213043
D B	39,383673
C C	35,877612
B D	32,449180
A E	27,750000

Levels not connected by same letter are significantly different

- **LTe**

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
GROUPE	4	624,58075	156,145	326,9687	<.0001
Error	233	111,27006	0,478		
C. Total	237	735,85081			

- **Means for Oneway Anova**

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
A	38	8,8974	0,11210	8,677	9,118
B	61	10,3082	0,08848	10,134	10,483
C	67	11,4149	0,08443	11,249	11,581
D	49	12,8143	0,09872	12,620	13,009
E	23	14,4761	0,14409	14,192	14,760

Std Error uses a pooled estimate of error variance

- **Means Comparisons**

Dif=Mean[i]-Mean[j]	E	D	C	B	A
E	0,0000	1,6618	3,0612	4,1679	5,5787
D	-1,6618	0,0000	1,3994	2,5061	3,9169
C	-3,0612	-1,3994	0,0000	1,1067	2,5176
B	-4,1679	-2,5061	-1,1067	0,0000	1,4108
A	-5,5787	-3,9169	-2,5176	-1,4108	0,0000

Alpha=0,05

Level	Mean
E A	14,476087
D B	12,814286
C C	11,414925
B D	10,308197
A E	8,897368

Levels not connected by same letter are significantly different

- **H<sub>T</sub>e**

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
GROUPE	4	419,04459	104,761	354,7186	<.0001
Error	233	68,81327	0,295		
C. Total	237	487,85786			

- **Means for Oneway Anova**

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
A	38	6,5263	0,08816	6,353	6,700
B	61	7,8049	0,06958	7,668	7,942
C	67	8,7776	0,06639	8,647	8,908
D	49	9,8265	0,07764	9,674	9,979
E	23	11,0783	0,11332	10,855	11,302

Std Error uses a pooled estimate of error variance

- **Means Comparisons**

Dif=Mean[i]-Mean[j]	E	D	C	B	A
E	0,0000	1,2517	2,3006	3,2733	4,5519
D	-1,2517	0,0000	1,0489	2,0216	3,3002
C	-2,3006	-1,0489	0,0000	0,9727	2,2513
B	-3,2733	-2,0216	-0,9727	0,0000	1,2786
A	-4,5519	-3,3002	-2,2513	-1,2786	0,0000

Alpha=0,05

Level	Mean
E A	11,078261
D B	9,826531
C C	8,777612
B D	7,804918
A E	6,526316

Levels not connected by same letter are significantly different

- **HC**

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
GROUPE	4	471,87484	117,969	356,6387	<.0001
Error	233	77,07159	0,331		
C. Total	237	548,94643			

- **Means for Oneway Anova**

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
A	38	7,2211	0,09330	7,037	7,405
B	61	8,5934	0,07364	8,448	8,739
C	67	9,6119	0,07026	9,474	9,750
D	49	10,7306	0,08216	10,569	10,892
E	23	12,0565	0,11992	11,820	12,293

Std Error uses a pooled estimate of error variance

- **Means Comparisons**

Dif=Mean[i]-Mean[j]	E	D	C	B	A
E	0,0000	1,3259	2,4446	3,4631	4,8355
D	-1,3259	0,0000	1,1187	2,1372	3,5096
C	-2,4446	-1,1187	0,0000	1,0185	2,3909
B	-3,4631	-2,1372	-1,0185	0,0000	1,3724
A	-4,8355	-3,5096	-2,3909	-1,3724	0,0000

Alpha=0,05

Level	Mean
E A	12,056522
D B	10,730612
C C	9,611940
B D	8,593443
A E	7,221053

Levels not connected by same letter are significantly different

- **HPC**

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
GROUPE	4	60,203879	15,0510	220,5025	<.0001
Error	233	15,904020	0,0683		
C. Total	237	76,107899			

- **Means for Oneway Anova**

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
A	38	2,52105	0,04238	2,4376	2,6046
B	61	3,06230	0,03345	2,9964	3,1282
C	67	3,41642	0,03192	3,3535	3,4793
D	49	3,81837	0,03732	3,7448	3,8919
E	23	4,23478	0,05448	4,1275	4,3421

Std Error uses a pooled estimate of error variance

- **Means Comparisons**

Dif=Mean[i]-Mean[j]	E	D	C	B	A
E	0,0000	0,4164	0,8184	1,1725	1,7137
D	-0,4164	0,0000	0,4019	0,7561	1,2973
C	-0,8184	-0,4019	0,0000	0,3541	0,8954
B	-1,1725	-0,7561	-0,3541	0,0000	0,5412
A	-1,7137	-1,2973	-0,8954	-0,5412	0,0000

Alpha= 0,05

Level	Mean
E A	4,2347826
D B	3,8183673
C C	3,4164179
B D	3,0622951
A E	2,5210526

Levels not connected by same letter are significantly different

- **EP**

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
GROUPE	4	68,68689	17,1717	110,2721	<.0001
Error	233	36,28307	0,1557		
C. Total	237	104,96996			

- **Means for Oneway Anova**

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
A	38	3,60789	0,06402	3,4818	3,7340
B	61	4,06066	0,05053	3,9611	4,1602
C	67	4,52985	0,04821	4,4349	4,6248
D	49	4,92857	0,05637	4,8175	5,0396
E	23	5,40435	0,08228	5,2422	5,5665

Std Error uses a pooled estimate of error variance

- **Means Comparisons**

Dif=Mean[i]-Mean[j]	E	D	C	B	A
E	0,0000	0,4758	0,8745	1,3437	1,7965
D	-0,4758	0,0000	0,3987	0,8679	1,3207
C	-0,8745	-0,3987	0,0000	0,4692	0,9220
B	-1,3437	-0,8679	-0,4692	0,0000	0,4528
A	-1,7965	-1,3207	-0,9220	-0,4528	0,0000

Alpha=0,05

Level	Mean
E A	5,4043478
D B	4,9285714
C C	4,5298507
B D	4,0606557
A E	3,6078947

Levels not connected by same letter are significantly different

- **DO**

- **Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
GROUPE	4	8,786952	2,19674	106,5042	<.0001
Error	233	4,805821	0,02063		
C. Total	237	13,592773			

- **Means for Oneway Anova**

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
A	38	1,70526	0,02330	1,6594	1,7512
B	61	1,91311	0,01839	1,8769	1,9493
C	67	2,06119	0,01755	2,0266	2,0958
D	49	2,14286	0,02052	2,1024	2,1833
E	23	2,40870	0,02995	2,3497	2,4677

Std Error uses a pooled estimate of error variance

- **Means Comparisons**

Dif=Mean[i]-Mean[j]	E	D	C	B	A
E	0,00000	0,26584	0,34750	0,49558	0,70343
D	-0,26584	0,00000	0,08166	0,22974	0,43759
C	-0,34750	-0,08166	0,00000	0,14808	0,35593
B	-0,49558	-0,22974	-0,14808	0,00000	0,20785
A	-0,70343	-0,43759	-0,35593	-0,20785	0,00000

Alpha=0,05

Level	Mean
E A	2,4086957
D B	2,1428571
C C	2,0611940
B D	1,9131148
A E	1,7052632

Levels not connected by same letter are significantly different

## RESUME

L'étude morphométrique d'*Epinephelus chlorostigma* de la côte Ouest malgache a été effectuée pour caractériser cette espèce destinée à l'exportation. L'étude a été réalisée au niveau de la société SOPEMO. Sur les 248 spécimens mesurés, 238 ont été retenus pour constituer la base de données. L'analyse descriptive de ces données a fait ressortir que la population a un poids moyen de  $666,718 \pm 36,258$  g et une longueur totale moyenne de  $36,695 \pm 0,669$  cm. Les individus de cette population sont ainsi de plus petite taille. Par contre, la taille minimale de ces spécimens capturés à la palangre est plus grande que ceux capturés avec d'autres engins de pêche. Les paramètres morphométriques de l'espèce sont aussi fortement liés, permettant de réduire le nombre de paramètre à considérer lors de sa morphométrie. La population a été répartie en 5 groupes suivant la longueur totale. L'étude de la relation taille-poids suivant ces groupes a révélé une croissance isométrique dans l'ensemble de la population. Les coefficients de conditions calculés pour ces différents groupes ont par ailleurs indiqué une bonne adaptation de l'espèce dans son milieu, indépendamment de sa taille. Enfin, l'étude comparative des indices biométriques a montré que la population est de croissance plus lente, que les individus sont moins gras et sont de faible proportion de la tête.

**Mots clés :** *Epinephelus chlorostigma*, morphométrie, typologie, sélectivité, côte Ouest malgache, poisson d'exportation

## ABSTRACT

The morphometric study of *Epinephelus chlorostigma* of the Malagasy West coast was carried out to characterize this species destined to the export. The study was conducted in SOPEMO. On the 248 measured specimens, 238 have been kept to constitute the data base. The descriptive analysis of these data made come out that the population has a mean weight of  $666,718 \pm 36,258$  g and a total length mean of  $36,695 \pm 0,669$  cm. Thus, the individuals of this population are of smaller size. However, the minimal size of these specimens captured by dropline is bigger than those captured by other fishing gear. The morphometric parameters of the species are significantly correlated, permitting to reduce the number of parameter to be considered during its morphometric study. The population has been classified in 5 groups according to the total length. The analysis of the length-weight relationship according to these groups revealed an isometric growth on the whole of the population. The condition factor calculated for these different groups indicated a great adaptation of the species on its environment, regardless of its size. Finally, the comparative study of the biometric indices showed that the population was grown slowly, that the individuals are less fat and are of weak proportion of the head.

**Keywords:** *Epinephelus chlorostigma*, morphometric, typology, selectivity, Malagasy west coast, export

## FAMINITINANA

Natao ny fikarohana ara-drafitry ny vatan'ny *Epinephelus chlorostigma* avy amin'ny moron-tsiraka andrefana mba halalana ny toetoetran'ity hazandrano fanondrana ity. Ny fikarohana dia notontosaina tao amin'ny orinasa SOPEMO. Tamin'ireo hazandrano 248 norefesina dia 238 no notazonina nanaovana fandalinana. Ny fikarakarana ara-tsitatistika dia namoaka fa ireo *Epinephelus chlorostigma* ireo dia manana lanja manodidina ny  $666,718 \pm 36,258$  g sy halavana manodidina ny  $36,695 \pm 0,669$  sm. Arak'izany, ireo hazandrano ireo dia kely vatana. Voamarika nefa fa ny hazandrano kely indrindra azo tamin'ny palangre dia lehibe kokoa noho ireo azo avy amin'ny fitaovam-panjonoana hafa. Ireo refy rehetra amin'ity hazandrano ity dia mifampiankina mafy ka noho izany dia azo atao ny manena ny isan'ireo refy raisina aminy rehefa manao fikarohana momba ny rafibatana. Ireo *Epinephelus chlorostigma* ireo dia nosokajiana dimy araky ny halavany. Ny fandalinana ny fifandraisana mampifampiankina ny halavana sy ny lanja tamin'ireo sokajy ireo dia naneho fa mirazotra ny fitombon'ny halavana sy ny lanjan'ny *Epinephelus chlorostigma*. Hita ihany koa fa mety tsara amin'ny fiainan'ity hazandrano ity ny toerana misy azy. Farany, tsapa fa ela fitombo kokoa ny *Epinephelus chlorostigma* nokirakiraina, tsy dia matavy izy ary kely ny refin'ny lohany raha miohatra amin'ny vatany.

**Teny iditra:** *Epinephelus chlorostigma*, refy, fanasokajiana, moron-tsiraka andrefana, hazandrano fanondranana