



UR UNIVERSITÉ
DE LA RÉUNION



Master 2 Biodiversité et Écosystèmes Tropicaux
Parcours Écosystèmes Aquatiques, Littoraux et Insulaires

Université de La Réunion

Année universitaire : 2018-2019

**« Étude de la structure en tailles des captures de poissons
dans la pêcherie récifale de la baie de Toliara, sud-ouest de
Madagascar »**



Présenté par : Harinirina Sandra RANAIVOMANANA

Sous le co-encadrement de :

- Dr Sébastien JAQUOMET (Université de La Réunion)
- Dr Daniel RABERINARY (Institut Halieutique et des Sciences Marines, Université de Toliara, Madagascar)
- Dr Dominique PONTON (IRD, UMR Entropie, Toliara, Madagascar)
- Dr Marc LEOPOLD (IRD, UMR Entropie, Toliara, Madagascar)

REMERCIEMENTS

Ce travail a pu être réalisé grâce aux collaborations de plusieurs personnes qui ont assuré le bon déroulement du stage et dans l'amélioration continue de ce manuscrit. Ainsi, je tiens à remercier en premier lieu Docteur Jamal Angelot MAHAFINA, Directeur de l'Institut Halieutique et des Sciences Marines (IH.SM), Université de Toliara, Madagascar de m'avoir accueilli comme stagiaire durant ces quatre mois.

Ce travail a pu être effectué en collaboration avec l'Institut de Recherche pour le Développement basé à Toliara, représenté par Docteur Marc LEOPOLD et Docteur Dominique PONTON, mes maîtres de stage. Je vous remercie de votre confiance pour la réalisation de cette étude en mettant à ma disposition tous les moyens nécessaires au bon déroulement de cette étude. Sans oublier vos suggestions et votre grande disponibilité même à distance (depuis Madagascar). Je vous suis reconnaissante pour vos encouragements et pour cette expérience enrichissante sur tous les plans.

Je remercie également mes référents pédagogiques :

- Docteur Sébastien JAQUEMET, mon référent pédagogique à L'Université de La Réunion, pour ses précieux conseils pour mener à bien cette étude et à améliorer ce manuscrit. Merci également pour votre grande disponibilité et vos encouragements.
- Docteur Daniel RABERINARY, mon référent pédagogique à l'IH.SM (Madagascar), pour ses conseils sur l'analyse des données

Un grand merci à toute l'équipe de JEAI-ACOM (Jeune Equipe Associé à l'IRD), ceux qui m'ont accompagnée sur le terrain et m'ont initiée aux manipulations au laboratoire : Roddy, Jean-Jacques, Roma et Tsipy ainsi que mes collègues pour leur accueil chaleureux. Je tiens à remercier particulièrement Mr Faustinato BEHIVOKÉ (doctorant), qui a mis à disposition sa base de donnée Access durant ce stage et Mr Nicolas Andrialovanirina pour les résolutions des problèmes sur ImageJ.

Etant boursière financée par l'Université de La Réunion et le Gouvernement Français, je ne peux être que reconnaissante envers vous pour cette opportunité et cette expérience qui m'a permis de m'épanouir et de découvrir de nouveaux horizons. Je ne saurais pas oublier les enseignants et les intervenants du Master 2 BEST-ALI qui ont assuré la formation durant ce semestre ainsi que les étudiants de ma promotion cette année pour leur accueil.

Mes sincères remerciements vont aussi à ceux qui m'ont soutenue, qui ont pris part directement ou indirectement à cette étude ainsi que les personnes que j'ai rencontrées pendant cette aventure : Nasandratra, Narindra, Valisoa, Gaëlle, Norddi, Leila, Hannah, Léo, Yannick, Marion, Fabricia, Jonathan, Sitraka, Njara, Brice, Patricia, Rina, Jao.... Vous êtes comme une seconde famille pour moi.

Enfin, je remercie toute ma famille tout particulièrement, mes parents qui malgré la distance m'ont toujours épaulée et ont cru en moi. A mes parrains (Dadafara et Nenifara) qui m'ont accompagnée depuis ces longues années pour parvenir à ce stade. Vous trouverez ici ma profonde gratitude. Je tiens aussi à remercier mes amis spécialement une amie « ma Victoire » qui depuis toujours était là pour moi, on a pu vivre cette aventure ensemble que j'espère ne se terminera pas là. Un grand merci pour mon cher ami qui malgré la distance a manifesté une grande patience, un soutien inconditionnel et qui m'a toujours encouragée d'aller plus loin.

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	1
INTRODUCTION.....	2
2. MATERIEL ET METHODES	4
2.1. Présentation de la zone d'étude.....	4
2.2. Acquisition des données.....	7
2.2.1. Collecte de données sur le terrain.....	7
2.2.2. Mesure automatique avec Image J.....	8
2.2.3. Bancarisation des données.....	9
2.3. Traitement et analyse des données	9
3. RESULTATS.....	11
3.1. Description des sous-échantillons	11
3.2. Structure en tailles des captures globales.....	12
3.3. Variations de la structure en tailles des captures.....	12
3.3.1. Par engin de pêche.....	12
3.3.2. Par village.....	14
3.4. Structure en tailles des captures par famille.....	15
3.4.1. Diversité des familles exploitées par engin de pêche.....	15
3.4.2. Distribution de tailles des principales familles selon les engins de pêche	16
3.4.3. Distribution de tailles des principales familles selon les engins de pêche et par village	17
4. DISCUSSION.....	19
4.1. Limites de l'étude.....	19
4.2. Sélectivité des engins et effet de l'habitat sur la taille des captures	20
4.3. Comparaison de la composition de la capture.....	21
4.4. Sélectivité des engins vis-à-vis des captures.....	23
CONCLUSION	24

INTRODUCTION

La taille des organismes est un facteur central des processus écologiques clés tels que la croissance, la reproduction, les relations prédateur-proie et l'alimentation. Les variabilités naturelles (génétiques, climatiques) ainsi que les activités anthropiques, y compris la pêche, peuvent engendrer des changements dans la distribution des tailles à différentes échelles : au niveau individuel, populationnel et communautaire (Shin et al., 2005).

L'une des pressions majeures sur les écosystèmes marins est la pêche dont l'impact est souvent évalué sur les poissons étant donné que ce sont les cibles principales des pêcheries et les mieux étudiés en termes d'évaluation de populations (Rochet et Trenkel, 2003). La pêche affecte la communauté ichtyologique à travers la sélectivité ou non des engins et la modification des habitats qui entraînent des changements en termes de composition spécifique et de structure en tailles (Bianchi et al., 2000). Pour quantifier les impacts de la pêche sur les écosystèmes, des indicateurs ont été proposés afin de connaître le niveau d'exploitation d'un écosystème donné et prendre des mesures de gestion (Coll, 2003; Rochet et Trenkel, 2003; Shin et Shannon, 2010). Parmi ces indicateurs figure la structure en tailles qui est un descripteur de la communauté et un indicateur écologique pour appuyer l'approche éco systémique des pêcheries (Jennings et Dulvy, 2005). Par définition, la structure en tailles est la distribution de fréquences de la longueur des individus au niveau d'une espèce, d'un groupe d'espèces exploitées, ou pour l'ensemble des captures. À part pour quantifier les impacts de la pêche, l'étude de la structure en tailles se propose également comme une solution dans l'évaluation des ressources hautement multi-spécifiques telles que les poissons des récifs (Gobert, 1994).

Dans la ceinture intertropicale et dans les pays insulaires en voie de développement, les petites pêches se concentrent en particulier au niveau des écosystèmes coralliens qui abritent une grande diversité d'espèces constituant des ressources exploitables pour la pêche. Les pêcheries récifales sont caractérisées par une grande diversité de stratégies d'exploitation (multi engins) qui s'expliquent autant par la richesse du milieu exploité (multi-spécifique) que par l'adaptation des populations locales pour exploiter ces écosystèmes (Ferraris et Cayré, 2003). Cependant ces pêcheries sont menacées du fait de la dégradation des récifs coralliens. Ces derniers font face à une exploitation anthropique par le biais de la pêche, des activités d'extraction minières, du tourisme et de la pollution (Jackson et al., 2001). Dans ce contexte, l'étude de la structure en tailles permet d'acquérir des données pour la gestion de ces pêcheries. Effectivement, la structure en tailles est une approche simple à mettre en œuvre, directe et efficace dans l'évaluation de la pression de la pêche étant donné que les données nécessaires

sont l'abondance et la longueur (Gobert, 1994 ; Graham et al., 2005 ; Shin et al., 2005). Ces données peuvent être obtenues par des suivis des poissons en plongée sous-marine à un intervalle de temps ou sur des sites présentant des pressions de pêche différentes (Ault et al., 2005 ; Pet-Soede et al., 2001) ou collectées lors des suivis des débarquements de la pêche.

Comme toutes les régions tropicales, dans la région de l'Océan Indien occidental, les études menées sur le changement de structure en tailles des captures dû à la pêche ont montré des résultats peu concluants ou presque inexistantes en raison du manque de données et la difficulté d'avoir des séries de données à long terme (Bianchi et al., 2000; Hicks et McClanahan, 2012a; van der Elst et al., 2005). Pour le cas du sud-ouest de Madagascar, la petite pêche est une activité économique majeure de la population littorale. Des travaux sur les pêcheries récifo-lagonaires de Toliara dans les années 1990 suggéraient l'étude de la structure en longueur des captures comme métrique intéressante pour le suivi de l'activité de pêche et de ses effets sur les ressources (Laroche et al., 1997 ; Laroche et Ramananarivo, 1995). Mais cela n'avait jamais été réalisé jusqu'à présent. En 2018, une méthode de mesure automatique de la longueur des poissons via un traitement d'images par un logiciel a été développée afin de faciliter et optimiser l'acquisition des données nécessaires sur la taille avec rapidité et précision (Andrialovanirina, 2018). La présente étude est une application de cette nouvelle méthode afin de fournir des données de référence nécessaires dans la gestion des pêches et caractériser la petite pêche dans cette région. La question qui se pose est : comment les engins de pêche et la localisation des villages de pêcheurs influencent-ils la taille et la composition des poissons capturés dans la pêcherie récifale de la baie de Toliara ?

Pour répondre à cette question, la structure en tailles des captures globales a été analysée à partir des données halieutiques. Cette structure en tailles a été ensuite comparée en fonction de différents facteurs : types d'engins de pêche, la localisation des villages, composition taxonomique (niveau famille).

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de la zone d'étude

Cette étude a été menée dans la baie de Toliara, sud-ouest de Madagascar. La baie de Toliara se distingue par la présence d'un récif barrière long de 18 km du nord au sud : le Grand Récif de Toliara (GRT), bordant un lagon de **150 km² environ** en incluant le récif barrière avec le récif frangeant. La profondeur du lagon ne dépasse pas les 20 m. Ce lagon ainsi que les différents habitats du récif (de la zone des herbiers au platier récifal) constituent les zones de pêche de huit villages de la baie. La pression de pêche croissante a entraîné une diminution de la biomasse en ressources halieutiques au cours de ces trente dernières années (Ranaivomanana, 2006). En effet, cette zone est soumise à une exploitation intensive par une pêche souvent non sélective qui se traduit par un déclin des rendements malgré l'augmentation de l'effort de pêche, et à la dégradation des habitats (Brenier et al., 2013 ; Bruggemann et al., 2012).

Les pêcheurs dans la baie sont majoritairement de l'ethnie *Vezo* et pratiquent une pêche artisanale de subsistance et à but commercial. La pêcherie récifale de la région est caractérisée par la multitude des techniques (pêche à pied ou piroguière, en apnée), des engins de pêche et aussi des espèces exploitées (Rakotoarinivo, 1998). L'accès aux zones de pêche reste libre. La pêche piroguière dans cette région se caractérise par l'utilisation d'une pirogue monoxyde avec balancier, typique de la région, munie ou non d'une voile, et parfois propulsée à la pagaie (Annexe 1). Sa longueur varie de 3 m à 7 m selon sa capacité de transport et les engins de pêche utilisés. Les produits halieutiques de ces villages sont écoulés en frais dans la ville de Toliara pour approvisionner le marché local par les mareyeurs, ou envoyés en région jusqu'à Antananarivo par des collecteurs, ou transformés de façon artisanale (fumage, salage).

Cette étude s'est focalisée sur trois des huit principaux villages de pêcheurs dans la baie: Ankiembe-bas, Ankilibe et Sarodrano, situés à une distance croissante de Toliara (chef-lieu de la région Sud-Ouest) (Fig.1). Les pêcheurs d'Ankilibe pêchent dans tout le lagon. Ceux d'Ankiembe-bas vont aussi partout sauf au niveau des terrasses peu profondes en face d'Ankilibe. La zone de pêche de Sarodrano se limite à la partie du Grand Récif et s'étend jusqu'au récif frangeant au sud du village.

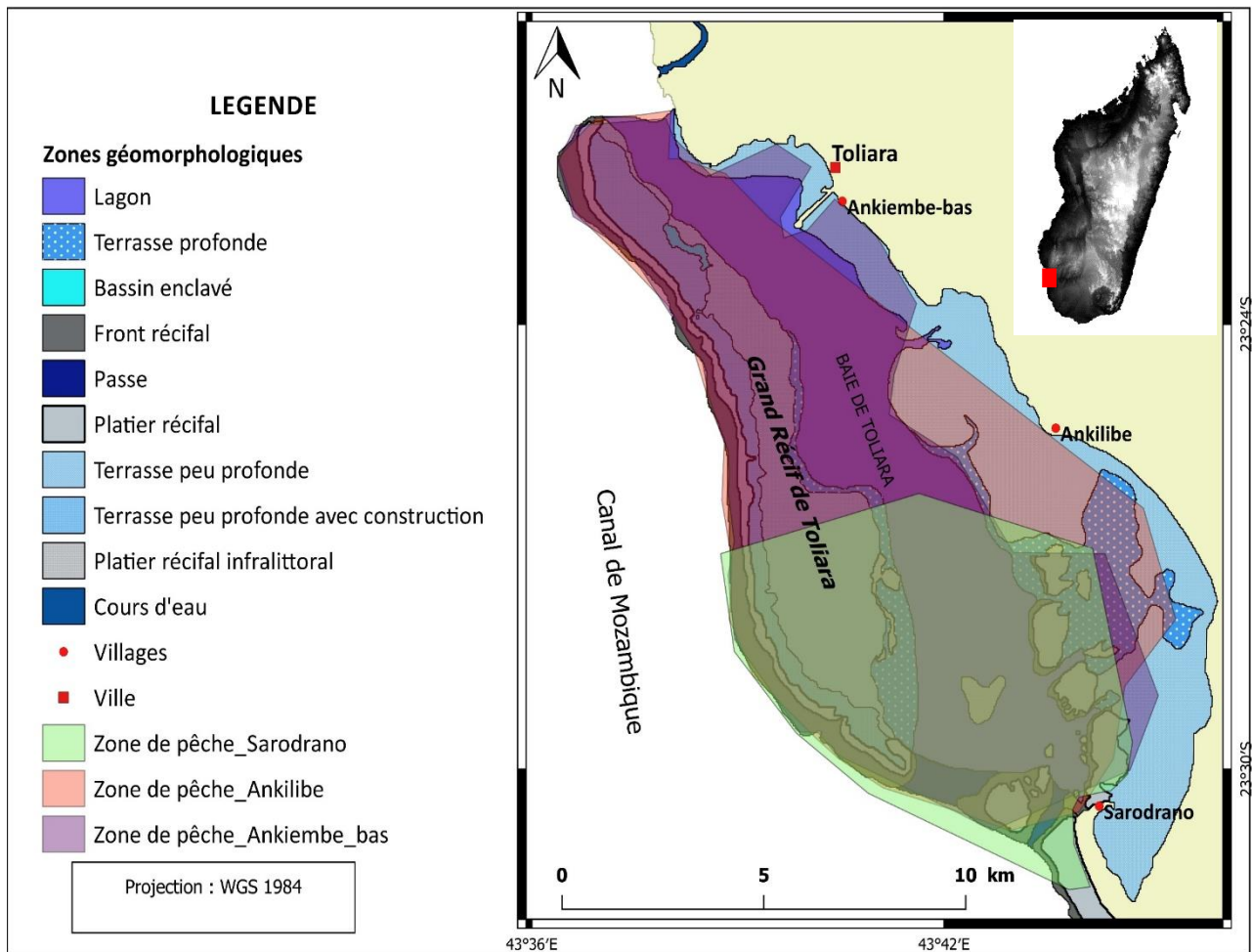


Figure 1: Localisation des villages étudiés, de leurs zones de pêche respectives et des zones géomorphologiques de la baie de Toliara, Madagascar (Source des données : géomorphologie récifale : (Andréfouët et al., 2009); zones de pêche : Randriatsara, *comm. pers.*)

Ces trois villages présentent des caractéristiques différentes en termes d'intensité de pêche (estimée à partir du nombre de pirogues), de zone de pêche et d'engins de pêche utilisés (Tab.1). Au total, 525 pirogues sont enregistrées au niveau de ces trois villages. Les engins de pêche sont utilisés en fonction des habitats accessibles, des espèces ciblées et des conditions socioéconomiques des pêcheurs. Cinq engins de pêche sont utilisés dans chacun de ces villages, en nombre et proportion variables : filet maillant, ligne à main, chalut à moustiquaire, senne de plage et fusil harpon (Annexe 1). Certains engins de pêche sont confectionnés par les pêcheurs eux-mêmes (cas des fusil-harpon). D'autres matériaux sont achetés mais les pêcheurs assurent leur assemblage (cas des filets maillants en nylon monofilament, le filet maillant et la senne de plage).

Tableau 1 : Nombre total de pirogues utilisées pour la pêche dans les villages étudiés selon les engins de pêche utilisés et exprimé en pourcentage (Source : Randriatsara, *com. pers.*)

Engins de pêche	Villages					
	Ankiembe-bas		Ankilibe		Sarodrano	
	Nombre de pirogues	Proportion (en %)	Nombre de pirogues	Proportion (en %)	Nombre de pirogues	Proportion (en %)
Chalut à moustiquaire	21	10,4	108	44,4	2	2,5
Filet maillant	89	44,1	104	42,80	57	71,2
Fusil harpon	12	5,9	6	2,5	3	3,7
Ligne à main	10	4,9	21	8,6	15	18,7
Senne de plage	70	34,6	4	1,6	3	3,7
Total	202	100	243	100	80	100

Au niveau des trois villages, le filet maillant reste l'engin le plus utilisé par les pêcheurs alors que le fusil harpon est le moins utilisé. La maille des filets maillants varie de 10 à 40 mm de côté. Après le filet maillant, la senne de plage est un engin caractéristique pour le village d'Ankiembe-bas et les autres engins ont une proportion entre 5% à 10 %. Au niveau de la zone de pêche d'Ankilibe, la présence d'herbiers marins sur les terrasses littorales proches explique la prédominance de l'utilisation du chalut à moustiquaire par rapport aux deux autres villages (44,4% des pirogues contre 10,4 % des pirogues à Ankiembe-bas et 2,5% seulement à Sarodrano). Au contraire, à Sarodrano, les engins comme la senne de plage et le chalut à moustiquaire sont faiblement représentés car les habitats de leur zone de pêche ne permettent pas leur utilisation. Le filet maillant et la ligne à main sont donc les deux engins les plus utilisés à Sarodrano car ils sont adaptés aux zones de platier récifal et de front récifal.

2.2. Acquisition des données

La présente étude est une étude exploratoire qui s'inscrit dans le cadre de la caractérisation de la pêcherie de la baie de Toliara. Les données utilisées étaient issues des traitements photographiques de poissons capturés dans les trois villages de la baie de mai à septembre 2018, correspondant à la saison fraîche. Ces données ont été obtenues grâce à des sous-échantillonnages des poissons de la capture des pêcheurs pendant cette période. Ces poissons sous-échantillonnés étaient ensuite photographiés au laboratoire.

Les images ont été traitées avec le logiciel ImageJ en mars 2019, les données étant intégrées dans la base de données Access créée par F. Behivoke dans le cadre de son doctorat en cours. Ces étapes sont décrites ci-après (Fig 2).

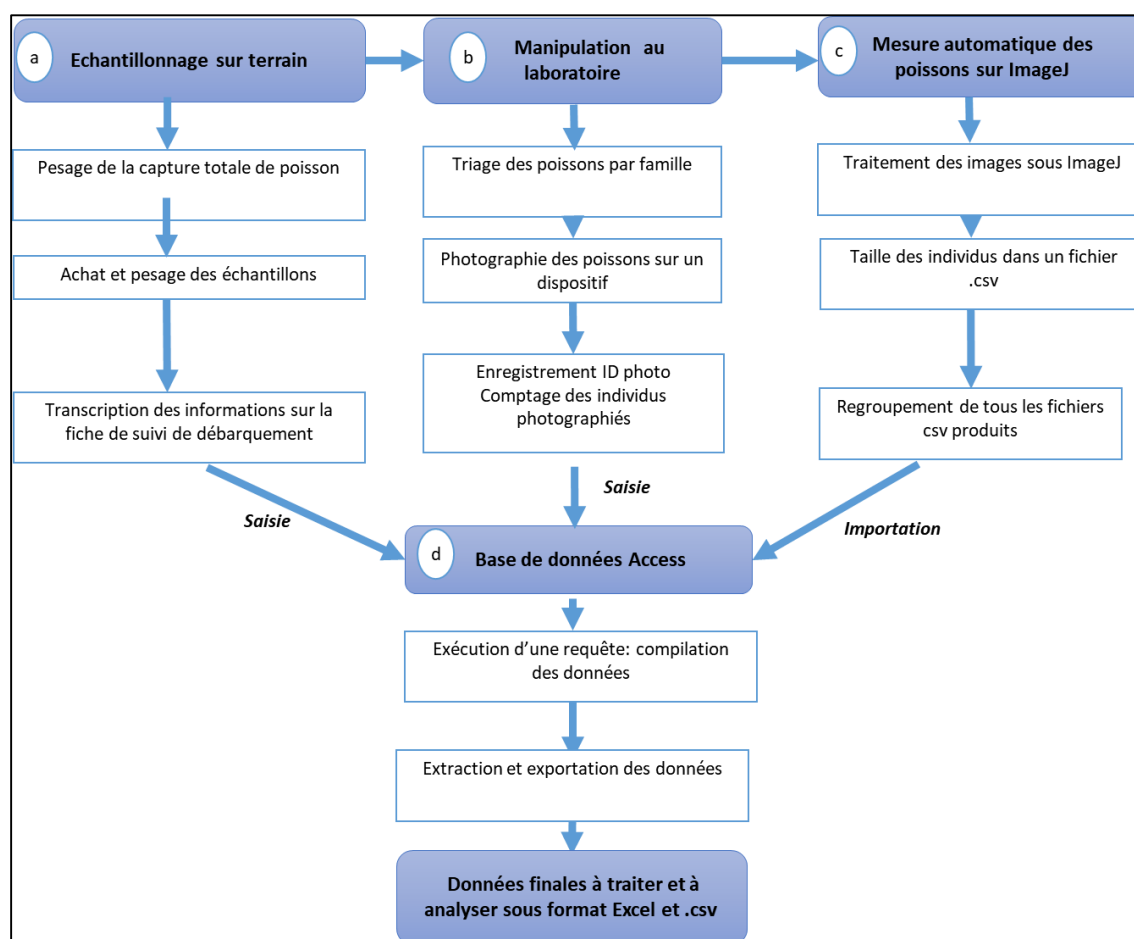


Figure 2: Schéma récapitulatif des étapes pour la production des données utilisées (a et b : étapes avant cette étude de mai à septembre 2018 - c et d : étapes de cette étude)

2.2.1. Collecte de données sur le terrain

Depuis mai 2018, des suivis de débarquement de pêche ont été effectués au niveau des villages de la baie de Toliara chaque mois. Lors de ces suivis, des sous-échantillons des captures

de poissons ont été pris au hasard¹ par pirogue de pêcheurs utilisant différents engins (fig 2.a). Le nombre de pirogues suivies par village pour prélever les sous-échantillons par engin était approximativement proportionnel au nombre total de pirogues de chaque village.

Des fiches de suivi ont permis de recueillir les informations suivantes :

- le poids de la capture brute par sortie de pêche (poissons et invertébrés) et de la capture totale de poissons par sortie de pêche (hors poissons pélagiques) ainsi que le poids du sous-échantillon acheté ;
- la date du sous-échantillonnage, le nom du village et la marée durant la pêche ;
- le nom du pêcheur et son code (défini selon son village d'origine et l'engin utilisé) ;
- le type d'engin de pêche utilisé et la zone de pêche.

Seuls les poissons ont été achetés et mis séparément suivant le code indiqué sur la fiche dans une glacière (annexe 2).

Les sous-échantillons de poissons ont été ensuite amenés au laboratoire de l'Institut Halieutique et des Sciences Marines de l'Université de Toliara (IH.SM) où ils ont été triés par famille (Fig.2.b). Les poissons d'un même sous-échantillon appartenant à une même famille ont été photographiés ensemble avec le dispositif photographique rétroéclairé et le protocole mis en place en 2018 (Andrialovanirina, 2018) et qui est brièvement détaillé dans l'annexe 3. L'identifiant de chaque image a été ensuite enregistré sur la fiche ainsi que le nombre d'individus.

2.2.2. Mesure automatique avec Image J

Pour chaque fiche, les images au format JPEG ont été enregistrées dans un même dossier pour faciliter l'analyse. Afin d'obtenir la taille de chaque individus, les images prises durant les manipulations au laboratoire ont été traitées avec le logiciel ImageJ (version Fiji) (Schindelin et al., 2012). Ce logiciel permet de mesurer automatiquement chaque individu sur l'image grâce à un script de programmation simple créé par Andrialovanirina (2018). Le logiciel procède ensuite aux mesures automatiques des poissons en mesurant le diamètre d'un cercle fictif tracé autour du poisson, appelé diamètre de Féréet. Il produit, pour chacune des images dans le dossier,

¹ Pour les poissons capturés au chalut moustiquaire et à la senne de plage, 1 kg de la capture était prélevée. Pour les autres engins, toute la capture a été prise.

un fichier de sortie au format CSV contenant la longueur totale (LT²) de chaque individu et l'identifiant de l'image (Fig.2. c).

2.2.3. Bancarisation des données

Une base de données Access a été créée par F. Behivoke dans le cadre de son doctorat afin d'enregistrer toutes les données inscrites sur les fiches de suivi et issues des traitements photographiques de ImageJ (Fig2.d). Cette base de données comporte plusieurs tables qui sont liées par le numéro des fiches ou l'identifiant des images (Annexe 5). Une requête a été exécutée sous Access pour regrouper dans une nouvelle table de la base les informations nécessaires : le numéro de la fiche, la date du sous-échantillonnage, le nom du village, l'engin utilisé, le poids de la capture totale de poissons, le poids du sous-échantillon, la famille et le nombre d'individus par famille, l'identifiant de l'image, et la taille de chaque poisson.

2.3. Traitement et analyse des données

La nouvelle table a été exportée vers un fichier CSV afin de faciliter la manipulation et le traitement des données. Tout d'abord, l'abondance des poissons de chaque sous-échantillon a été extrapolée au niveau de la capture totale de poissons d'une sortie de pêche en utilisant un facteur d'élévation. Ce facteur a été obtenu pour chaque sortie de pêche en calculant le rapport entre le poids de la capture totale de poissons et le poids du sous-échantillon correspondant. Le facteur d'élévation a permis ensuite d'estimer l'effectif total, et l'effectif pour chaque intervalle de classe de tailles des individus, à l'échelle de la capture totale de poisson par sortie en multipliant le nombre d'individus sous-échantillonnés par ce facteur. Cette méthode d'élévation est courante dans le cadre des évaluations de stocks où les captures des navires sont systématiquement sous-échantillonnées afin d'estimer certaines variables comme la structure en tailles des captures globales (Gulland et Rosenberg, 1992). Concernant la taille des individus extrapolés, la structure est identique à celle des sous-échantillons. Ce nouveau jeu de données extrapolées a été utilisé au cours des analyses lors de cette étude.

La structure en tailles des captures totales a été analysée en considérant tous les échantillons, puis selon chacun des trois facteurs : types d'engins de pêche, la localisation des villages, composition taxonomique (niveau famille) et enfin suivant une combinaison de ces facteurs. Dans chacune des distributions de tailles représentées graphiquement, la taille

² La longueur totale ou LT est la longueur du poisson de la bouche (fermée) jusqu'à l'extrémité de la nageoire caudale

minimale et maximale, ainsi que la taille moyenne, la valeur médiane et la classe modale ont été déterminées. Un intervalle de classe de 1 cm a été utilisé car c'est l'intervalle généralement utilisé pour étudier les captures de poissons de quelques dizaines de cm (Gulland et Rosenberg, 1992). Afin d'analyser la sélectivité des engins par rapport à la taille des individus, la structure en tailles a été étudiée par engin pour l'ensemble des villages. La diversité des captures ainsi que la distribution de tailles des principales familles exploitées ont été étudiées par engin afin d'analyser la sélectivité des engins vis-à-vis des familles. En raison de la grande diversité des poissons capturés, les familles ayant une abondance relative supérieure à 10%, pour chacun des engins de pêche ont été considérées comme les principales familles exploitées. La structure en tailles des principales familles exploitées a été enfin étudiée par engin de pêche puis comparée entre villages afin de savoir s'il y a effet spatial et l'effet de différence entre engin.

Pour s'affranchir de la contrainte de la normalité, des tests non paramétriques ont été utilisés pour évaluer les différences entre les valeurs médianes des groupes définis par les facteurs étudiés (i.e., engin, village, famille). Le test de Wilcoxon-Mann Whitney a été utilisé dans le cas de comparaison de deux groupes et le test de Kruskal et Wallis dans le cas de comparaison de trois groupes et plus, selon le facteur choisi. Ce deuxième test est suivi d'un test post-hoc (test de Wilcoxon-Mann Whitney avec un ajustement de Bonferroni) pour étudier les différences deux à deux entre les groupes, dans le cas où une différence significative a été détectée. Les conditions d'application de ces tests sont : i) les échantillons sont aléatoires et indépendants, ii) les variables sont continues, et iii) les données ont des variances homogènes (hypothèse d'homoscédasticité). Le test de densité de Kernel (Kernel Density Estimates ou KDE, Langlois et al., 2012) a été expérimenté pour comparer les distributions de tailles de captures selon l'engin de pêche et le village. Ce test, qui consiste à comparer les courbes de distribution deux à deux, n'a cependant pas apporté de résultats concluants.

Toutes les données ont été traitées et analysées sous le logiciel R version 3.5 (R Core Team, 2018). Les packages `dplyr`, `tidyr`, `car`, `readxl` ont été utilisés pour manipuler les données (Wickham et al., 2019a ; Wickham and Henry, 2019 ; Fox and Weisberg, 2019 ; Wickham and Brayan ; 2019). Les packages `ggplot2` (Wickham, 2016), `lattice` (Sarkar, 2008), `devtools` (Wickham et al., 2019), `easyGgplot/kassambara` (Kassambara, 2014) ont permis de faire les représentations graphiques. Le package `FSA` a permis d'obtenir un tableau récapitulatif de statistique descriptive (Ogle et al., 2019). Pour la réalisation du test de Kernel, les packages `KernSmooth` (Wand, 2015) et `sm` (Bowman and Azzalini, 2018) ont été utilisés.

3. RESULTATS

3.1. Description des sous-échantillons

Au total, 2 400 images contenant 12 232 poissons ont été traités avec le logiciel ImageJ. Le traitement de toutes les images a duré 32 heures. Soixante-douze pourcents des poissons mesurés (8 775 poissons) sont issus du village d'Ankilibe, 27% proviennent du village d'Ankiembe-bas et 1,5% du village de Sarodrano (Tab. 2). Ces poissons sont issus de 111 pirogues suivies réparties dans les trois villages.

Tableau 2 : Répartition des poissons sous-échantillonnés et mesurés par engin dans chaque village (n=nombre de sous-échantillons)

Nombre de poissons mesurés				
Engins de pêche	Ankiembe-bas	Ankilibe	Sarodrano	Total
Chalut à moustiquaire	1 844 (n=10)	7 957 (n=27)	0 (n=9)	9 801 (n=37)
Filet maillant	1 028 (n=22)	459 (n=15)	128 (n=9)	1615 (n=46)
Fusil-harpon	4 (n=1)	33 (n=4)	0	37 (n=5)
Ligne à main	87 (n=7)	326 (n=7)	59 (n=5)	472 (n=19)
Senne de plage	307 (n=4)	0	0	307
Total	3 270 (n=44)	8 775 (n=58)	187 (n=14)	12 232

Les poissons capturés au chalut à moustiquaire représentaient 80% du sous-échantillonnage. Au niveau des villages Ankiembe-bas et Ankilibe, les sous-échantillons sont également dominés par les individus capturés avec le chalut à moustiquaire avec une proportion respective de 56% et 90% du nombre total de poissons mesurés par village. Les poissons capturés au fusil-harpon sont très faiblement représentés (0,3% du nombre total de poissons mesurés). Les sous-échantillons capturés à la senne de plage ne sont observés que pour le village d'Ankiembe-bas mais ne représentent que 9,4% du nombre total des poissons mesurés dans le village. À Sarodrano, les poissons sous-échantillonnés proviennent seulement de deux engins : filet maillant et ligne

à main ; avec une prédominance des poissons capturés au filet maillant (68 % du nombre de poissons sous-échantillonnés dans le village).

Le jeu de données extrapolé utilisé durant les analyses qui suivent contient 1 214 403 individus. Ces poissons se répartissent dans 47 familles dont les principales sont les Labridae, Siganidae, Gobiidae et Blenniidae (Annexe 4).

3.2. Structure en tailles des captures globales

Au cours de cette étude, la taille des poissons variait de 2,6 cm à 59 cm avec une taille moyenne de 6,2 cm (Fig 3.a) et une médiane de 5,5 cm. La classe modale se situe entre 4 et 5 cm (Fig 3.b). La taille minimale a été observée chez la famille des Labridae capturée avec le chalut à moustiquaire et la taille maximale a été détenue par la famille de Fistulariidae capturée avec le filet maillant.

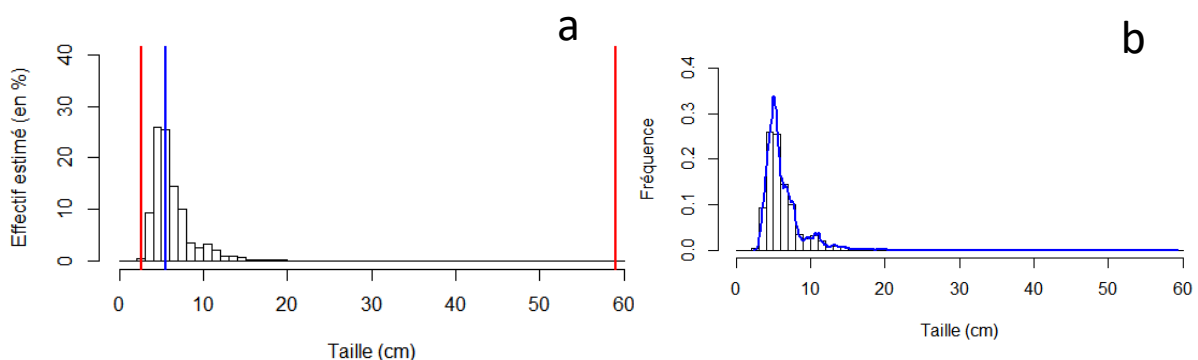


Figure 3: **a** : Distribution de la fréquence en tailles de la capture pour tous les engins et villages confondus (Effectif estimé total N=1 214 403 ; traits rouges : taille minimale et maximale ; trait bleu : valeur médiane) ; **b** : Courbe de densité de la distribution de la fréquence en tailles.

3.3. Variations de la structure en tailles des captures

3.3.1. Par engin de pêche

Les captures globales sont dominées par les poissons capturés au chalut à moustiquaire, suivi par ceux capturés à la senne de plage, au filet maillant, à la ligne à main et enfin au fusil-harpon, qui est le plus faiblement représenté (Fig 4).

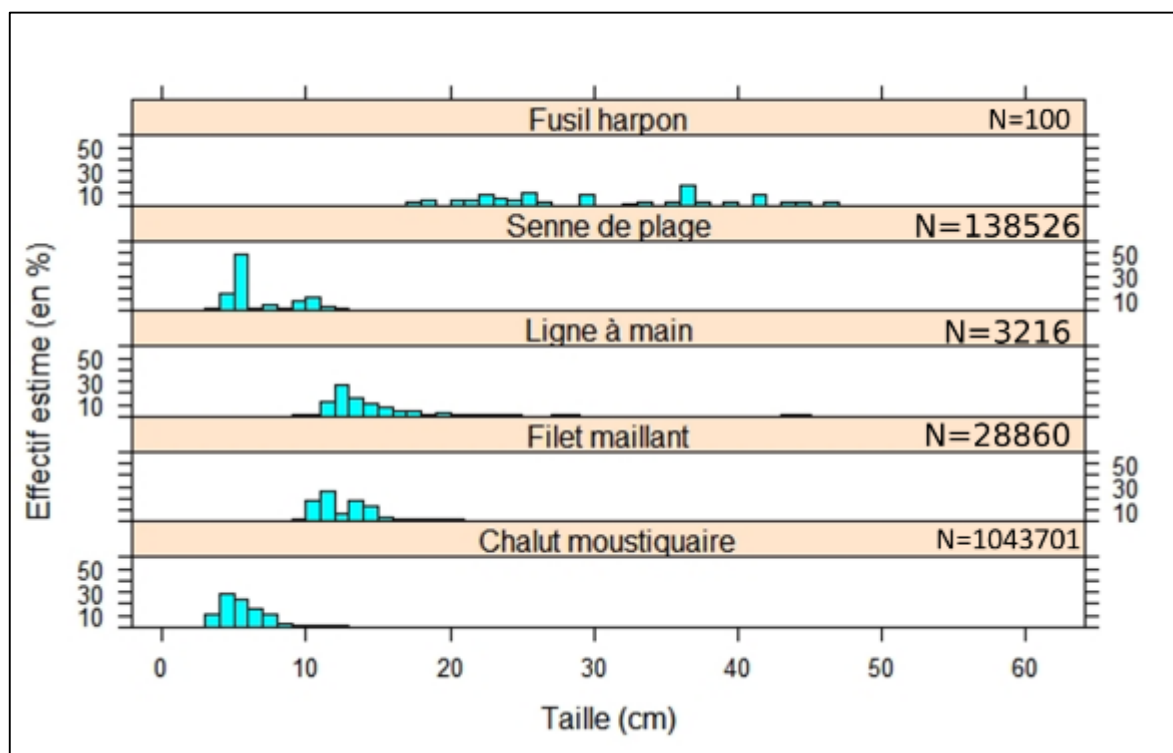


Figure 4 : Distribution de la taille des captures totales par engin de pêche pour tous les villages confondus.

Les individus de petite taille sont capturés au chalut moustiquaire et à la senne de plage. La moitié de poissons capturés avec ces deux engins ont une taille inférieure à 5,5 cm. La taille minimale des individus capturés par ces deux engins se situe entre 2,6 à 3 cm et leur classe modale se situe à 3 cm pour le chalut moustiquaire et 4 cm pour la senne de plage.

Les distributions de tailles des captures au filet maillant et avec la ligne à main présentent des fréquences de taille dominées à 50 % par des individus ayant une taille de plus de 11 à 12 cm. Ces deux engins capturent des individus de plus grande taille par rapport aux chaluts à moustiquaire et sennes de plage. Malgré cette ressemblance, les tailles minimales des individus capturés sont assez différentes : 3,3 cm pour le filet maillant et 7,5 cm pour la ligne à main. Le fusil-harpon se distingue en capturant des individus de plus grandes tailles que les autres engins : la taille minimale est de 17,3 cm avec une taille moyenne de 30,7 cm ($\pm 8,3$).

Malgré la petite différence de la distribution de tailles observées entre certains engins (chalut moustiquaire-senne de plage et filet maillant-ligne à main), la différence est significative entre tous ces engins de pêche et deux à deux (p -value $< 0,001$) (Fig.5).

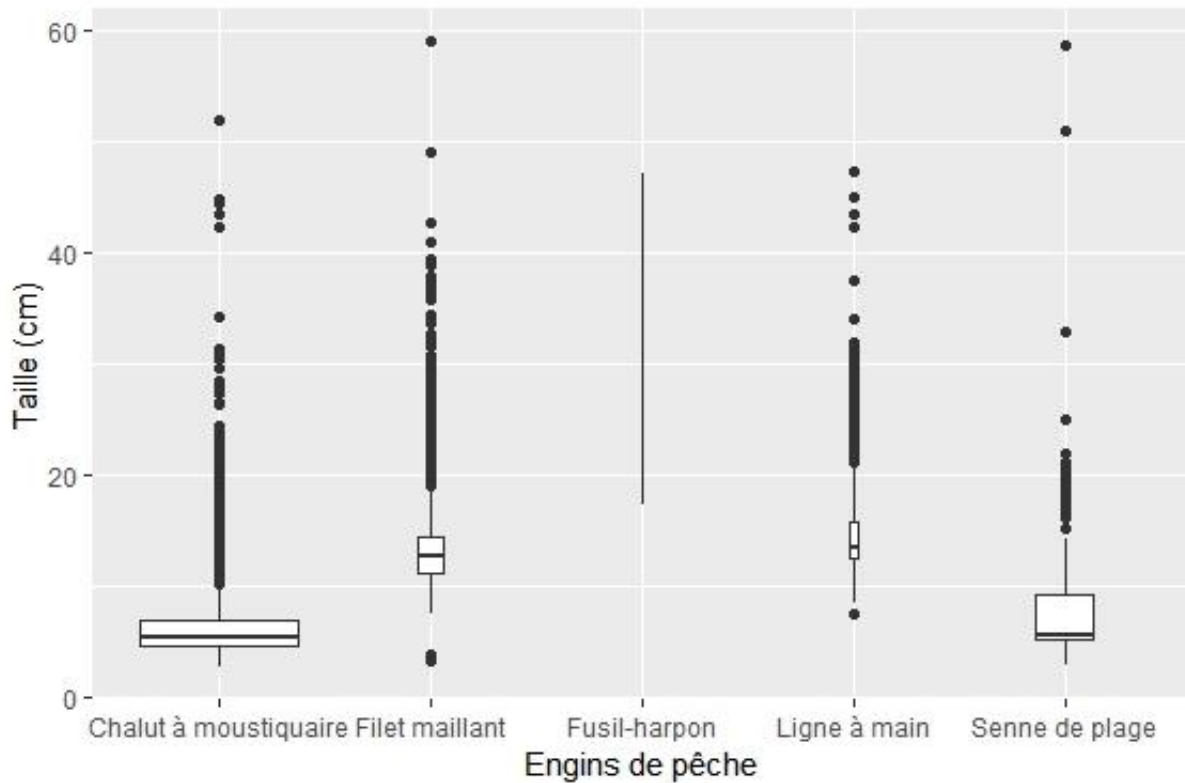


Figure 5: Tailles des poissons capturés en fonction des engins de pêche utilisés (hors fusil harpon). Chaque boîte correspond à l'effectif estimé de la capture par engin ; la barre horizontale en gras dans la boîte représente la valeur médiane ; la barre verticale et les points indiquent la dispersion des valeurs et les valeurs minimales et maximales

3.3.2. Par village

La distribution de tailles des poissons capturés par village est influencée par la distribution de tailles des poissons capturés par les engins dominants dans chaque village (Annexe 5). Les individus capturés par les pêcheurs d'Ankilibe et d'Ankiembe ont une taille médiane respectives de 5,5 cm et 5,4 cm. Cette différence minime est pourtant significative ($p < 0,001$). La taille médiane des individus capturés est significativement supérieure à celle des deux autres villages : 19 cm ($p < 0,001$).

Pour apprécier la différence entre village, les distributions des tailles de poissons ont été étudiées en considérant les engins de pêche communs entre les villages (Fig. 6).

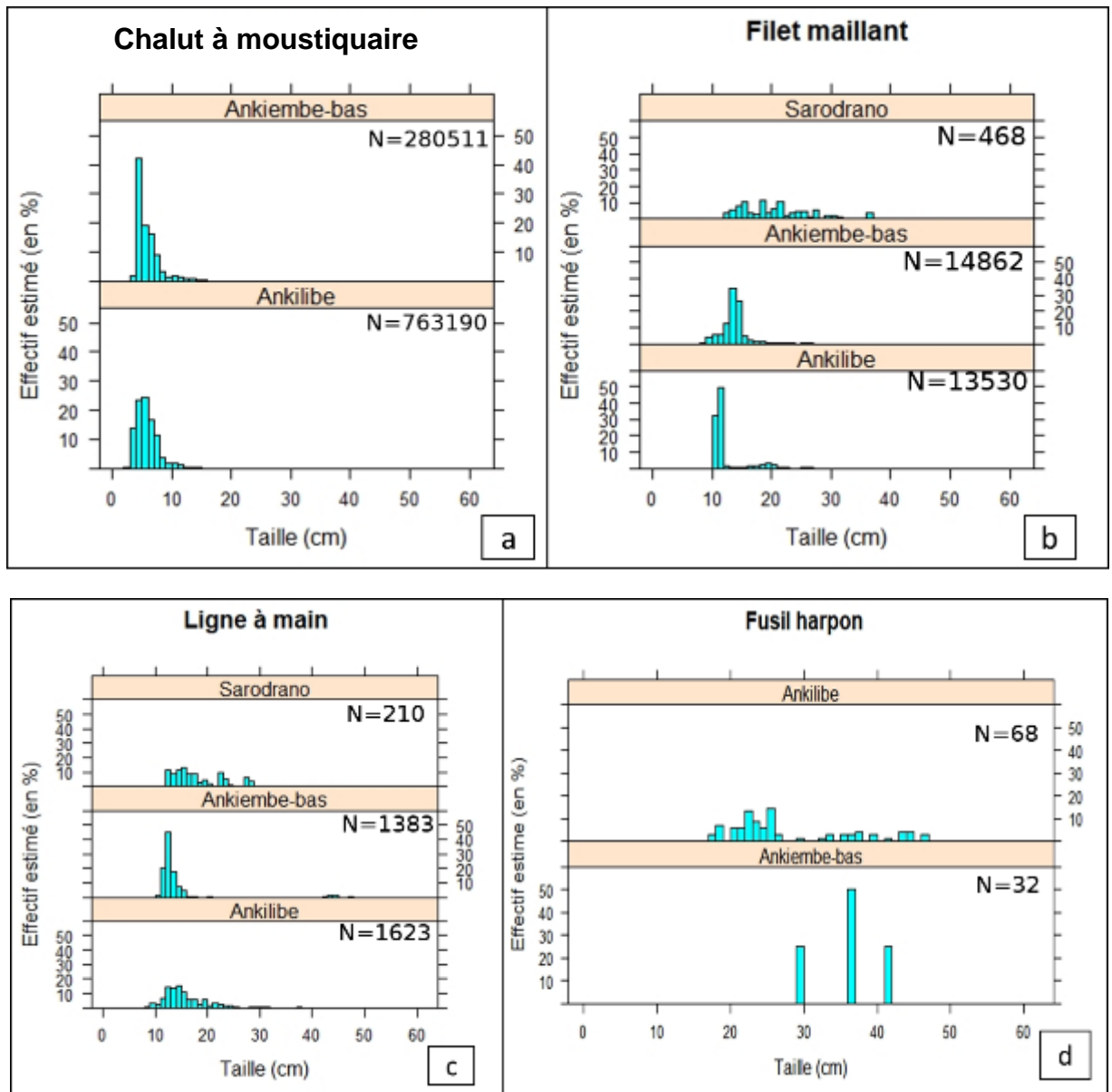


Figure 6: Structure en tailles des poissons capturés par village en fonction des engins de pêche avec N : effectifs estimés des poissons capturés dans chaque village.

Dans les deux villages qui utilisent le chalut à moustiquaire (Fig 6.a), les deux distributions sont significativement différentes ($p < 0,001$, cf annexe 6) malgré leur très petite différence en termes de valeur médiane (respectivement 5,1 cm et 5,5 cm pour Ankilibe et Ankiembe-bas). La taille des individus varie de 2,6 à 44,3 cm à Ankilibe et de 2,9 à 51 cm à Ankiembe-bas. La classe de taille de 4 cm présente la plus haute fréquence pour les deux villages. Pour le cas du filet maillant, les distributions de tailles des poissons capturés diffèrent également significativement entre les trois villages ($p < 0,001$) (annexe 6). En effet, à Sarodrano plus de la moitié des individus ont une taille inférieure à 19,7 cm tandis qu'à Ankilibe et à Ankiembe-bas, la moitié des individus ont une taille respectivement inférieure à 11,3 cm et 13,6 cm (Fig 6.b). Notons aussi que la taille minimale et la taille maximale des individus capturés avec le filet maillant par les pêcheurs à Ankilibe sont largement supérieures (9,1 cm et 59 cm, respectivement) à celles des deux autres villages (3,3 cm à 38 cm à Ankiembe-bas et de 3,8 cm à 39 cm à Sarodrano). La distribution de taille des captures au filet maillant à Ankilibe possède une distribution bimodale (le premier mode est 12 cm et le second 21 cm).

Les distributions de tailles des individus capturés à la ligne à main par les pêcheurs dans les trois villages présentent une différence significative entre eux et deux à deux ($p < 0,001$) (annexe 6). Ces villages se différencient par l'étalement de leur distribution de tailles. Au niveau du village de Sarodrano, les pêcheurs à la ligne à main capturent des individus de taille entre 12 et 28 cm. La taille des individus capturés à Ankiembe-bas varie sur une large gamme comprise entre 10 cm et 47 cm avec une moyenne de 13,5 cm ($\pm 4,8$) tandis qu'à Ankilibe, la taille des individus varie de 7,5 à 37,5 cm avec une distribution de taille concentrée à 12 à 15 cm et une taille moyenne de 15,7 cm ($\pm 4,3$) (Fig 6.c)

Pour le fusil harpon, les distributions de tailles des captures diffèrent significativement ($p < 0,001$) entre Ankilibe et Ankiembe-bas (annexe 6). Les tailles minimales sont 17 cm pour Ankilibe et 29 cm pour Ankiembe bas. Pour ce dernier village, les individus se retrouvent dans seulement trois classes de taille (29 cm, 37 cm et 41 cm) tandis que à Ankilibe la distribution de taille s'étale à peu près uniformément de 17 cm à 47 cm (Fig 6.d).

3.4. Structure en tailles des captures par famille

3.4.1. Diversité des familles exploitées par engin de pêche

La capture globale se répartit dans 47 familles. Cette répartition diffère d'un engin à un autre (Annexe 7).

Le plus grand nombre de familles exploitées est observé pour le filet maillant avec 41 familles identifiées. Ces captures sont dominées par les Lethrinidae et Caesionidae qui représentent respectivement 40% et 38 % de l'effectif total estimé des captures (Annexe 7.a). Ensuite, vient le chalut moustiquaire avec 40 familles exploitées (Annexe 7.b) dont les principales familles exploitées sont les Labridae, Gobiidae, Siganidae et Blenniidae. Cette dernière famille n'est observée que dans les captures du chalut à moustiquaire. Pour les autres engins, la diversité était deux fois moins importante qu'avec le filet maillant et chalut à moustiquaire. Au total, 23 familles ont été capturées avec la ligne à main dont les principalement exploitées sont les Lethrinidae, Lutjanidae, Balistidae et Siganidae (Annexe 7.c). Sur les 19 familles exploitées avec la senne de plage, les familles des Siganidae et des Leiognathidae dominent les captures avec des pourcentages respectifs de 60% et 20 % (Annexe 7.d). La famille des Leiognathidae n'a été capturée qu'avec la senne de plage. Les captures avec le fusil harpon sont composées de huit familles avec une dominance des Acanthuridae (Annexe 7.e). Ces familles sont celles qui sont capturées en très faible proportion avec les autres engins.

En termes de composition, certaines familles figurent parmi les familles principales exploitées par différents engins mais en proportions différentes d'un engin à un autre. C'est le cas pour la famille des Lethrinidae principalement exploitée par le filet maillant et la ligne à main mais qui représente seulement à 2% dans les captures du chalut à moustiquaire. La famille des Siganidae figure parmi les principales exploitées avec le chalut moustiquaire et la senne de plage mais cette famille est également capturée avec le filet maillant et la ligne à main dans des proportions de 5 à 8% de la capture totale respectivement.

3.4.2. Distribution de tailles des principales familles selon les engins de pêche

Au total, huit familles sont principalement exploitées par les pêcheurs des trois villages : Labridae, Lethrinidae, Siganidae, Caesionidae, Gobiidae, Blenniidae, Leiognathidae, Balistidae, et Lutjanidae. Les distributions de tailles des individus pour chacune des familles exploitées par deux ou plusieurs engins sont représentées en annexe 8 et sont décrites ci-dessous.

Les familles des Labridae et des Siganidae sont exploitées par quatre engins différents (chalut moustiquaire, senne de plage, filet maillant et ligne à main). Les distributions de tailles des Labridae capturés par le filet maillant et la ligne à main sont les mêmes ($p = 1$), tandis qu'entre les autres engins, les différences sont significatives entre elles et deux à deux ($p < 0,001$). Pour le cas des Labridae, la taille des individus varie de 2,6 à 32,7 cm. La taille

moyenne est de 5,6 cm. Les Labridae de moins de 10 cm sont la plupart capturés avec le chalut moustiquaire et la senne de plage (Annexe 8.a) et ceux qui ont une taille supérieure à 15 cm sont majoritairement des captures des filets maillants et lignes à main.

La famille des Siganidae est également exploitée sur une large gamme de tailles allant de 2,9 à 33,6 cm. Dans cette famille, les distributions de tailles des individus capturés avec le chalut moustiquaire et la senne de plage se chevauchent avec 75 % des individus capturés ne dépassant pas 6 cm (Annexe 8.b). Malgré le constat de la similarité des distributions de tailles des Siganidae entre ces deux engins, il y a une différence très faible mais significative entre elles ($p < 0,001$). Les filets maillants et les lignes à main ne capturent que des Siganidae de plus de 10 cm (valeur médiane de 17,1 cm pour la ligne à main contre 14,0 cm pour le filet maillant).

La famille des Lethrinidae est la famille la plus exploitée par les engins filet maillant et ligne à main mais elle est aussi exploitée par le chalut moustiquaire et la senne de plage. La taille des Lethrinidae exploités varie de 2,9 à 36,0 cm avec une taille moyenne de 10,7 cm (Annexe 8.c). Le chalut moustiquaire capture surtout les individus de petite taille compris entre 3,0 à 14,5 cm dont la moitié sont des individus de moins de 5 cm. Par contre la taille minimale des captures à la ligne à main est de 7,5 cm et celle des captures au filet maillant 9,7 cm. Les distributions montrent une continuité en termes d'exploitation de différentes gammes de tailles. De plus, les distributions de tailles des captures à la ligne à main et au filet maillant sont symétriques par rapport à la classe de taille 13 à 14 cm. Le filet maillant capture surtout des individus de 14 cm et la ligne à main de 13 cm. Les tests statistiques ont montré qu'il y a une différence significative entre les distributions de tailles de chaque engin entre eux et deux à deux ($p < 0,001$).

La famille des Lutjanidae est exploitée par trois engins différents : chalut moustiquaire, filet maillant et ligne à main avec une taille des individus capturés variant de 3,0 à 21,0 cm (Annexe 8.d). Les Lutjanidae de moins de 9 cm sont capturés par le chalut moustiquaire tandis que 50 % individus capturés avec la ligne à main et le filet maillant ont une taille supérieure à 12 cm et 16 cm, respectivement. Les structures en tailles des Lutjanidae diffèrent significativement d'un engin à un autre ($p < 0,001$).

3.4.3. Distribution de tailles des principales familles selon les engins de pêche et par village

La distribution de tailles des individus débarqués par village a montré en général une différence pour un même engin de pêche utilisé. De plus, chaque engin peut cibler ou non une gamme de tailles spécifique pour une famille exploitée. Ainsi une telle tendance est observée

pour les distributions de tailles des individus des quatre principales familles qui sont communément exploitées par plusieurs engins (Tab. 3). Ces distributions ont été analysées en tenant compte du facteur « engin » «qui peut aussi varier selon les villages de débarquement (Annexe 9). Seules les distributions de tailles des individus appartenant à la famille des Siganidae et Lethrinidae capturés par les pêcheurs d'Ankilibe et Sarodrano au filet maillant sont identiques ($p = 0,014$ et $p = 0,012$, respectivement).

Tableau 3 : Comparaisons des distributions de tailles des principales familles en fonction des engins et des villages (taille min : Taille minimale en cm ; Taille max : Taille maximale en cm ; (NS) : pas de différence statistique significative au seuil de 0,001)

		Filet maillant			Ligne à main			Chalut moustiquaire		
		Taille médiane	Taille min	Taille max	Taille médiane	Taille min	Taille max	Taille médiane	Taille min.	Taille max.
Lutjanidae	Ankiembe-bas	16,4	9,8	19,4	12,2	10,8	17,5	4,8	2,6	24,4
	Ankilibe	18,0	13,3	20,8	12,6	11,4	21,5	6,1	3,1	23,9
	Sarodrano	18,6	16,4	20,7	17,0	13,1	19,6			
Labridae	Ankiembe-bas	15,2	10,5	30,3						
	Ankilibe	15,8 (NS)	11,6	32,7						
	Sarodrano									
Siganidae	Ankiembe-bas	13,9	10,4	29,2						
	Ankilibe	16,9(NS)	12,1	32,7						
	Sarodrano	16,3(NS)	12,8	33,6						
Lethrinidae	Ankiembe-bas	13,7	9,7	36,0	12,8	11,1	17,8	4,5	3,1	12,2
	Ankilibe	19,7(NS)	11,5	30,3	15,6	7,5	23,3	5,2	2,9	14,5
	Sarodrano	20,8(NS)	15,2	23,6	19,2	14,0	19,2			

4. DISCUSSION

4.1. Limites de l'étude

L'étude de la structure en tailles des captures d'une pêcherie donnée permet de caractériser son niveau d'exploitation, de mesurer l'impact de la pêche ou d'un engin donné sur les ressources (Graham et al, 2003). Notre étude a permis de mieux caractériser la structure en tailles des captures des poissons récifaux dans la région de Tuléar. La structure en tailles des captures a montré des variations selon l'engin de pêche utilisé. Cette étude a également confirmé qu'une grande diversité de poissons (47 familles) est exploitée par les différents engins de pêche. Pour chacune de ces familles, les distributions de tailles des individus diffèrent d'un engin à un autre et d'un village de débarquement à un autre. Cependant, notre analyse a été limitée par l'identification des captures au niveau taxonomique des familles seulement. Néanmoins, nos résultats fournissent déjà une évaluation initiale des caractéristiques de cette petite pêcherie basée sur les tailles des captures. Ils peuvent servir comme des données de référence pour d'éventuelles études dans le temps et dans la gestion de ces pêcheries. Dans cette optique, l'identification des individus capturés au niveau espèce à l'aide de méthode de *barcoding* serait donc un grand pas dans l'amélioration de la portée de l'étude. Approfondir la taxonomie des captures au niveau des espèces permettra ainsi de parler d'une exploitation sur une période plus ou moins large du cycle de vie des espèces. Cela permet en effet de connaître la biologie et l'écologie de chaque individu : la taille à maturité, la taille minimale et maximale atteinte par l'individu, en se référant notamment aux bases de données mondiales (eg, FishBase). Ces données pourraient servir à connaître le niveau d'exploitation et la durabilité de la pêche en analysant si les captures sont constituées majoritairement par des individus immatures (juvéniles) ou adultes. Une étude exploratoire a été déjà faite en ce sens dans la petite pêcherie du village d'Ankilibe sur la maturation sexuelle des poissons, mais seulement avec des individus capturés au chalut moustiquaire en 2018 dans les herbiers. Les espèces ont été identifiées par le biais de la génétique et l'étude a montré que sur les 166 espèces identifiées, les captures de 96 espèces sont essentiellement constitués par des individus juvéniles (Raharinaivo, 2018). Une étude effectuée au Kenya a également pu déterminer en se référant à la taille à maturité et la taille optimale que les espèces *Lethrinus lentjan* et *Siganus sutor*, ayant une forte valeur commerciale, sont soumis à la surpêche tant au niveau de la croissance que du recrutement (Samoilys et al., 2017).

Le régime alimentaire des espèces peut être extrait de Fishbase pour définir leur niveau trophique (herbivores, carnivores, corallivores, brouteurs, piscivores). La proportion de ces

niveaux trophiques au sein d'un écosystème donne une idée sur l'état de santé des écosystèmes et aide à détecter le changement au niveau des écosystèmes au cours du temps (Rochet et Trenkel, 2003).

4.2.Sélectivité des engins et effet de l'habitat sur la taille des captures

Les différences entre les distributions de tailles des individus capturés avec différents engins mettent en évidence l'effet de la sélectivité de ces engins sur les captures. En effet, les engins de pêche peuvent être répartis en deux groupes : (i) ceux qui capturent principalement des individus de petites tailles (moins de 5 cm, chalut à moustiquaire et senne de plage) ; (ii) ceux qui capturent des individus de plus grandes tailles (plus de 10 cm, filet maillant, ligne à main et fusil-harpon). Cependant, notons que le chalut à moustiquaire et la senne de plage sont des engins non sélectifs car ils exploitent des individus sur une large gamme de taille (2,6 cm à plus de 50 cm). Ces deux engins qualifiés de destructifs et non sélectifs sont interdits par la loi en vigueur à Madagascar (Chapitre 4 article 17 de la loi n°2015-053 portant sur le code de la pêche et de l'aquaculture). Il en est de même au Kenya où 80% de la prise de senne de plage et 60 % de la prise totale sont composés d'individus qui n'ont pas encore atteint la maturité (Samoilys et al., 2017), ce qui présenterait un risque pour la durabilité de la pêche.

Pour un même engin, les distributions de tailles des individus capturés présentent des différences selon le village de débarquement. Cela s'explique pour le cas du filet maillant par la différence de taille des mailles des filets utilisés par les pêcheurs de chaque village, et pour le cas de la ligne à main, par la taille des hameçons. Ces différences de tailles des individus capturés entre engins de pêche, et donc par village, peuvent aussi s'expliquer par l'effet de l'habitat et des ressources disponibles. Les zones de pêche fréquentées par les pêcheurs sont constituées d'habitats différents selon l'engin utilisé. L'étude de la répartition spatiale de la pêcherie récifale à Ankilibe a montré que les pêcheurs au filet maillant exploitent les zones littorales jusqu'au niveau du récif barrière, ceux utilisant la ligne à main se concentrent surtout au niveau de la pente interne, tandis que ceux utilisant le chalut à moustiquaire restent près du littoral sur les fonds meubles et les lits d'herbiers marins jusqu'aux récifs intermédiaires (Randriatsara, 2018).

Les caractéristiques de la pêcherie récifale de la région de Toliara ressemblent à celles de la pêcherie artisanale au niveau des récifs et herbiers marins au Kenya (Hicks et McClanahan, 2012b; McClanahan et Mangui, 2004). Les captures à la senne de plage y dominant la capture totale avec des individus de moins de 5 cm tandis que le filet maillant, la

ligne à main et le fusil harpon capturent des individus de plus grande taille (17 à 18 cm en moyenne), mais en moins grand nombre. La pêcherie récifale de la Polynésie française qui utilise les mêmes engins (Filous et al., 2019), se distingue de ces pêcheries du sud-ouest de l'océan Indien par la capture de plus gros individus et par une sélectivité différente des engins. En effet, dans cette pêcherie, les engins capturant les plus petits individus sont le fusil harpon, le filet maillant et la canne à pêche, avec une taille moyenne de 18 cm à 22 cm ; et ceux capturant des poissons de plus grande taille (30 cm à 34 cm en moyenne) sont la ligne à main, le harpon et le casier. Dans tous les cas, l'intensité de la pêche pourrait expliquer en grande partie la variation des métriques reliées à la taille (Dulvy et al., 2004; Pet-Soede et al., 2001). En effet, Ces sites se différencient par la taille des communautés riveraines et du degré d'exploitation des ressources récifales. Ce degré d'exploitation se mesure par le rapport entre le nombre d'habitants et la surface exploitable par la pêcherie récifale. En Polynésie française, les îles abritent une petite population de quelques centaines d'habitants à une dizaine de milliers ce qui fait environ 1 à 300 habitants/km² de surface exploitable tandis qu'à Toliara on a plus d'une centaine de milliers habitants ce qui fait environ 750 habitants/km² de surface exploitable (Brenier et al., 2013). La petite pêcherie de la baie de Toliara est connue comme soumise à une pression de pêche élevée qui conduit au déclin progressif de la taille moyenne des captures (Laroche et al., 1997).

4.3. Comparaison de la composition de la capture

Comme toutes les pêcheries récifales, la pêcherie de la région de Toliara présente une grande diversité taxonomique, avec 47 familles exploitées par les cinq engins d'après les échantillons prélevés pendant la période fraîche. Cette diversité varie d'un engin à un autre. Les différentes familles de poissons ciblées par un engin sont très étroitement liées au milieu considéré, et les captures présentent donc une composition spécifique différente selon qu'elles se déroulent sur les récifs ou en zone de mangrove ou en zone d'herbiers (Jamon et al., 2010).

L'état des ressources peut être évalué à partir de la composition des captures. Les modifications de la composition des captures des engins de pêche indiquent l'effet de la pêche sur les ressources (Gobert, 1994). En termes de composition de la capture, des changements sont détectés depuis les études effectuées au niveau des villages de la baie en 1995 (Besakoa, Mahavatse I, Mahavatse II, Ankilibe, Sarodrano, Saint-Augustin) et en 2014 (Ambohitsabo, Ankiembe, Ankilibe, Sarodrano, Saint-Augustin) (Laroche et Ramananarivo, 1995; Ramahatratra, 2014) (Tab. 4). Ce changement de la composition des captures est surtout observé pour l'année 2014. Les captures ont manifesté une modification de groupes

fonctionnels. Tel est le cas pour la ligne à main qui en 1995 capturait des familles piscivores et carnivores (Lethrinidae, Lutjanidae, Sparidae) mais remplacées par des herbivores (Siganidae) indiquant l'impact d'une importante pression de pêche sur ces familles ayant une haute valeur commerciale (Laroche et Ramanarivo, 1995). Le retour au groupe fonctionnel carnivore (Lethrinidae, Lutjanidae) des captures en 2018 pourrait s'expliquer par la différence de l'importance de l'utilisation de cet engin avant et actuellement.

Dans les deux études précédentes, les captures sont également dominées par des individus capturés avec le filet maillant et la senne de plage dont la grande partie est composée par les Clupeidae (poissons pélagiques non prise en compte dans notre étude). En excluant ces familles, la composition des captures avec le filet maillant se ressemble au cours du temps. Les captures avec la ligne à main et à la senne de plage restent dominées par la famille des Lethrinidae et Siganidae, respectivement pour les années 2018 et 1995. Celles de l'année 2014 montrent une toute autre composition pour la senne de plage. Notons que durant ces études de 2004 et 1995, la ligne à main était l'engin le plus utilisé dans la baie mais le chalut moustiquaire ne figurait pas encore parmi les engins de pêche principaux (en faible proportion).

La composition des captures enregistrée dans la baie de Ranobe, au nord de notre zone d'étude, est différente de celle de la baie de Toliara. En effet, les captures sont essentiellement constituées par les Acanthuridae, Carangidae, Siganidae, Engraulidae, Caesionidae, Lethrinidae, Pomacentridae, Lutjanidae, Serranidae, Gerreidae, Hemiramphidae, Labridae, Holocentridae et Mullidae ainsi que des espèces de petits pélagiques comme les Scombridae et Clupeidae (Davies et al., 2009). Les captures étaient également dominées par les individus capturés avec le filet maillant et la senne de plage.

Malgré la taille du sous-échantillonnage très faible du fusil-harpon dans notre étude, d'autres études sur les pêcheries artisanales dans le milieu récifal dans le Pacifique s'accordent à dire que la famille des Acanthuridae est la famille qui domine les captures (Cohen and Alexander, 2013; Houk et al., 2012).

Tableau 4 : Variation temporelle de la composition de la capture dans la baie de Toliara. (a) : présente étude ; (b) : Ramahatratra, 2014 (composition des captures lors de la saison fraîche) ; (c) : Laroche et Ramananarivo, 1995 (composition des captures lors de la saison fraîche), (*) : famille des Clupeidae et autres poissons pélagiques

Familles principales exploitées			
Engins de pêche	2018 (a)	2014 (b)	1995 (c)
Chalut à moustiquaire	Labridae, Siganidae, Gobiidae, Blenniidae		
Filet maillant	Lethrinidae, Caesionidae	(*), Lethrinidae, Hemiramphidae, Siganidae	(*), Gerreidae, Lethrinidae, Siganidae
Ligne à main	Lethrinidae, Lutjanidae, Balistidae	Siganidae, Trichuiridae, Hexanchidae, Scianidae, Carangidae	Lethrinidae, Lutjanidae, Sparidae
Senne de plage	Siganidae, Leiognathidae	(*), Gobiidae	Siganidae, Caesionidae, Scaridae

4.4.Sélectivité des engins vis-à-vis des captures

L'étude de la structure en taille des familles principales exploitées a montré que la famille des Blenniidae n'est capturée que par le chalut moustiquaire alors qu'elle est pourtant dominante dans l'ensemble des captures. De même, la famille des Gobiidae n'est capturée qu'avec des engins non-sélectifs (chalut moustiquaire et senne de plage) étant donné que ce sont des poissons généralement de petites tailles. Durant cette étude, les familles composant les captures du fusil-harpon sont des familles qui sont capturées en très faible proportion par les quatre autres engins. Cet engin de pêche cible des espèces et des tailles spécifiques et donc peut être considéré comme engin très sélectif que ce soit en termes d'espèces capturées que la taille ciblée. Contrairement aux chaluts moustiquaires et sennes de plages qui sont non-sélectifs et entraînent le chevauchement de la sélectivité des espèces. Cela augmenterait ainsi le risque de surexploitation des espèces ou des tailles par la concurrence entre les engins.

D'autres familles comme les Labridae, Siganidae et Lutjanidae sont exploitées par tous les engins mais leurs proportions sont différentes d'un engin à un autre. L'analyse de la distribution de tailles des individus pour chacune de ces familles a montré des chevauchements au niveau des engins qui les capturent. Ces chevauchements peuvent être interprétés comme un indice du niveau d'exploitation (Samoilys et al., 2017). Les courbes de la distribution de taille selon les engins sont regroupées (selon la typologie cf partie 3.1) pour la famille des Labridae et Siganidae : le chalut à moustiquaire et la senne de plage qui capturent les individus de petite taille et le filet maillant et ligne à main qui capturent de plus grande taille. Les courbes de la distribution de tailles de la famille des Lutjanidae par engin montre que chaque engin cible une gamme de taille particulière. Cela indique la sélectivité des engins selon la taille des individus et qu'elle est exploitée sur toutes les gammes de tailles. Cette famille pourrait ainsi être considérée comme sensible à l'exploitation autant que les familles qui sont exploitées par plusieurs engins à la fois (Siganidae, Labridae).

CONCLUSION

La présente étude est la première étude réalisée sur la structure en tailles des captures au niveau de la baie de Toliara. Elle a permis d'analyser la variation de la structure en tailles des captures de poissons récifaux selon différents facteurs tels les engins de pêche, la localisation du village et selon la composition de la capture ainsi que leurs combinaisons. Les engins de pêche ont pu être répartis en deux groupes selon la gamme de tailles capturées : ceux qui capturent des individus de petite taille de moins de 5 cm (chalut à moustiquaire et senne de plage) et ceux qui capturent de plus grande taille de plus de 10 cm (filet maillant, ligne et fusil-harpon). La structure en tailles de chaque village de débarquement a montré une différence entre eux en raison de la différence de maille des filets et également des zones de pêche fréquentées par les pêcheurs. En terme de diversité, le filet maillant et le chalut moustiquaire, du fait de leur non sélectivité, sont les engins dont la composition de la capture est avec une quarantaine de familles capturées sur les 47 familles identifiées au cours de cette étude. Mais l'ensemble de la capture est dominé par les individus capturés avec le chalut à moustiquaire et des individus qui ont une taille en moyenne de 6,2 cm. Le fusil-harpon se démarque de tous les engins en exploitant des familles peu exploitées par les autres engins et une gamme de taille variant de 17 à 47 cm. Les engins de pêche peuvent être très sélectifs vis-à-vis de la taille de individus d'une famille. Ainsi la distribution de tailles des familles diffère également si on considère l'engin de pêche utilisé. Globalement, la comparaison des captures actuelles avec des études précédentes (Ramahatratra, 2014 ; Laroche et Ramananarivo, 1995) suggère qu'il y a une surexploitation de nombreuses espèces de poissons récifaux qui a conduit à utiliser des engins de pêche non-sélectifs pour capturer l'ensemble des ressources disponibles. De telles pratiques menacent l'écosystème du GRT dans son ensemble et surtout le devenir des communautés de pêcheurs qui dépendent de ces ressources pour leur survie.

Comme cette étude s'inscrit dans le cadre de la caractérisation de la pêcherie de la baie de Toliara, des informations collectées lors des suivis de débarquement, pourraient servir pour élargir cette étude à l'échelle des huit villages. Par exemple, avec les données de poids des captures et le nombre de pêcheurs à bord de chaque pirogue, le CPUE (Capture par Unité d'Effort de Pêche) par engin et par village peuvent être obtenues ce qui permettrait d'évaluer la pression de pêche dans la baie. La saisonnalité des captures pourrait être aussi étudiée vu que le suivi global s'est étendu sur douze mois. Le suivi des trajectoires des pirogues avec des traceurs GPS permettrait de connaître la répartition spatiale de chaque engin dans les zones de pêche des villages et ainsi les habitats exploités. Cela permettra de vérifier l'hypothèse de l'effet

habitat sur la composition des captures. Des comparaisons spatiales (par village de débarquement) pourraient aussi être effectuée. Tous ces facteurs pourraient contribuer à expliquer la variation de la structure en tailles et de mieux connaître les caractéristiques et l'état de cette pêcherie dans l'optique d'une gestion durable des ressources.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andréfouët, S., Chagnaud, N., Kranenburg, C.J., 2009. Atlas of Western Indian Ocean Coral Reefs. New Caledonia: Centre IRD de Nouméa.
- Andrialovanirina, N., 2018. Mesures automatiques de la longueur des poissons captures par la pêche récifale dans la région de Toliara, Madagascar (Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) en Océanologie Appliquée). Institut Halieutique et des Sciences Marines, Université de Toliara, Madagascar, Madagascar.
- Bianchi, G., Gislason, H., Graham, K., Hill, L., Jin, X., Koranteng, K., Manickchand-Heileman, S., Payà, I., Sainsbury, K., Sanchez, F., Zwanenburg, K., 2000. Impact of fishing on size composition and diversity of demersal fish communities. *ICES Journal of Marine Science* 57, 558–571. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0727>
- Bowman, A.W., Azzalini, A., 2018. R package “sm”: nonparametric smoothing methods (version 2.2-5.6). University of Glasgow, UK and Università di Padova, Italia.
- Brenier, A., Mahafina, J., Galzin, R., Ferraris, J., 2013. Approches participatives : une solution pour le suivi des pêcheries récifales ? *Natures Sciences Sociétés* 21, 293–306. <https://doi.org/10.1051/nss/2013109>
- Bruggemann, J.H., Rodier, M., Guillaume, M.M.M., Andréfouët, S., Arfi, R., Cinner, J.E., Pichon, M., Ramahatratra, F., Rasoamanendrika, F., Zinke, J., McClanahan, T.R., 2012. Wicked Social-Ecological Problems Forcing Unprecedented Change on the Latitudinal Margins of Coral Reefs: the Case of Southwest Madagascar. *Ecology and Society* 17. <https://doi.org/10.5751/ES-05300-170447>
- Coll, C., 2003. Proposition d'indicateurs de la pression de pêche chez les poissons récifaux. Application à la partie lagunaire de la zone d'influence d'un projet minier en Province Nord de la Nouvelle-Calédonie (Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies « Exploitation Durable des Ecosystèmes Littoraux »). Université de la Rochelle; Institut de recherche pour le développement Nouvelle- Calédonie, France.
- Davies, T.E., Beanjara, N., Tregenza, T., 2009. A socio-economic perspective on gear-based management in an artisanal fishery in south-west Madagascar. *Fisheries Management and Ecology* 16, 279–289. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2009.00665.x>

- Dulvy, N.K., Polunin, N.V., Mill, A.C., Graham, N.A., 2004. Size structural change in lightly exploited coral reef fish communities: evidence for weak indirect effects. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61, 466–475. <https://doi.org/10.1139/f03-169>
- Ferraris, J., Cayré, P., 2003. Les pêcheries récifales dans le Pacifique Sud, d'une gestion intuitive vers une gestion écosystémique raisonnée. *Oceanic* 29, 397–414.
- Filous, A., Lennox, R.J., Clua, E.E.G., Danylchuk, A.J., 2019. Fisheries selectivity and annual exploitation of the principal species harvested in a data-limited artisanal fishery at a remote atoll in French Polynesia. *Ocean & Coastal Management* 178, 104818. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104818>
- Fox, J., Weisberg, S., 2019. *An {R} Companion to Applied Regression*, Third. ed. Sage, Thousand Oaks CA.
- Gulland, J.A., Rosenberg, A., 1992. A review of length-based approaches to assessing fish stocks. (FAO Fisheries Technical Paper. No. 323). Rome, FAO.
- Hicks, C.C., McClanahan, T.R., 2012a. Assessing Gear Modifications Needed to Optimize Yields in a Heavily Exploited, Multi-Species, Seagrass and Coral Reef Fishery. *PLoS ONE* 7, e36022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036022>
- Hicks, C.C., McClanahan, T.R., 2012b. Assessing Gear Modifications Needed to Optimize Yields in a Heavily Exploited, Multi-Species, Seagrass and Coral Reef Fishery. *PLoS ONE* 7, e36022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036022>
- Jackson, J.B.C., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J.A., Hughes, T.P., Kidwell, S., Lange, C.B., Lenihan, H.S., Pandolf, J.M., Peterson, C.H., Steneck, R.S., Tegner, M.J., Warner, R.R., 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *SCIENCE* 293, 629–638.
- Jamon, A., Wickel, J., Nicet, J.B., Durville, P., Bissery, C., Fontcuberta, A., Quod, J.P., Parc Marin de Mayotte, 2010. Evaluation de l'impact de la pêche au Djarifa sur la ressource halieutique à Mayotte, Rapport PARETO/APNEE/LAGONIA/Parc Marin de Mayotte pour le compte de l'AAMP,.
- Jennings, S., Dulvy, N., 2005. Reference points and reference directions for size-based indicators of community structure. *ICES Journal of Marine Science* 62, 397–404. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.07.030>
- Kassambara, A., 2014. *easyGgplot2: Perform and customize easily a plot with ggplot2*. R package version 1.0.0.9000.

- Laroche, J., Ramananarivo, N., 1995. A preliminary survey of the artisanal fishery on coral reefs of the Tulear Region (southwest Madagascar). *Coral Reefs* 14, 193–200.
- Laroche, J., RAZANOELISOA, J., FAUROUX, E., RABENEVENANA, M.W., 1997. The reef fisheries surrounding the south-west coastal cities of Madagascar. *Fisheries Management and Ecology* 4, 285–299.
- McClanahan, T.R., Mangui, S.C., 2004. Gear-based management of a tropical artisanal fishery based on species selectivity and capture size. *Fisheries Management and Ecology* 11, 51–60.
- Ogle, D.H., Wheeler, P., Dinno, A., 2019. FSA: Fisheries Stock Analysis. R package version 0.8.24.
- Pet-Soede, C., van Densen, W.L.T., Pet, J.S., Machiels, M.A.M., 2001. Impact of Indonesian coral reef fisheries on fish community structure and the resultant catch composition. *Fisheries Research* 51, 35–51.
- R Core Team, 2018. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Raharinaivo, L.R., 2018. Etude de la maturité sexuelle des poissons capturés par les petits pêcheurs d'Ankilibe dans les herbiers de la baie de Toliara (sud-ouest de Madagascar) (Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du Diplôme d'Études Approfondies (DEA) en OCEANOGRAPHIE APPLIQUEE). Institut Halieutique et des Sciences Marines, Université de Toliara, Madagascar.
- Rakotoarinivo, W., 1998. Les petits poissons pélagiques de la région de Toliara (Sud Ouest de Madagascar): biologie, écologie, exploitation et aménagement (Doctorat). Institut Halieutique et des Sciences Marines, Université de Toliara, Madagascar, Madagascar.
- Ranaivomanana, L.N.J., 2006. Identification des conditions d'appropriation de la gestion durable des ressources naturelles et des écosystèmes : « Cas du Grand Récif de Toliara » (Thèse de doctorat). Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, France & Institut Halieutique et des Sciences Marines, Université de Toliara, Madagascar.
- Rochet, M.-J., Trenkel, V.M., 2003. Which community indicators can measure the impact of fishing? A review and proposals. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60, 86–99. <https://doi.org/10.1139/f02-164>
- Samoilys, M.A., Osuka, K., Maina, G.W., Obura, D.O., 2017. Artisanal fisheries on Kenya's coral reefs: Decadal trends reveal management needs. *Fisheries Research* 186, 177–191. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.07.025>

- Sarkar, D., 2008. *Lattice: multivariate data visualization with R, Use R!* Springer, New York, NY.
- Schindelin, J., Arganda-Carreras, I., Frise, E., Kaynig, V., Longair, M., Pietzsch, T., Preibisch, S., Rueden, C., Saalfeld, S., Schmid, B., Tinevez, J.-Y., White, D.J., Hartenstein, V., Eliceiri, K., Tomancak, P., Cardona, A., 2012. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nature Methods* 9, 676–682. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2019>
- Shin, Y.-J., Shannon, L.J., 2010. Using indicators for evaluating, comparing and communicating the ecological status of exploited marine ecosystems. 1. The IndiSeas project. *CES Journal of Marine Science* 67, 686–691.
- van der Elst, R., Everett, B., Jiddawi, N., Mwatha, G., Afonso, P.S., Boulle, D., 2005. Fish, fishers and fisheries of the Western Indian Ocean: their diversity and status. A preliminary assessment. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 363, 263–284. <https://doi.org/10.1098/rsta.2004.1492>
- Wand, M., 2015. *KernSmooth: Functions for Kernel Smoothing Supporting Wand & Jones (1995)*. R package version 2.23-15.
- Wickham, H., 2016. *ggplot2: elegant graphics for data analysis, Second edition*. ed, Use R! Springer, Cham.
- Wickham, H., Brayn, J., 2019. *readxl: Read Excel Files*. R package version 1.3.1.
- Wickham, H., François, R., Henry, L., Müller, K., 2019a. *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. R package version 0.8.0.1.
- Wickham, H., Henry, L., 2019. *tidyr: Easily Tidy Data with “spread()” and “gather()” Functions*. R package version 0.8.3.
- Wickham, H., Hester, J., Chang, W., 2019. *devtools: Tools to Make Developing R Packages Easier*. R package version 2.0.2.
- www.indiseas.org, n.d. URL www.indiseas.org

ANNEXES

Annexe 1 : Description de l'embarcation de pêche et des engins de pêche dans la baie de Toliara



Pirogue à balancier Vezo

-**Filet maillant** (*harato*) : engin confectionné à partir d'un fil en nylon, et acheté dans les commerces locaux. Il peut atteindre 100 m à plus de 1000 m de longueur selon les moyens financiers du pêcheur et 2 m de hauteur. Il est composé de flotteurs et de lest en plomb et sa maille varie de 15 mm à 40 mm. La mise à l'eau nécessite au moins deux personnes et se fait soit en ligne droite, soit en cercle selon le positionnement du banc de poisson aperçu, dans les eaux peu profondes.

-**Ligne et hameçon** (*vinta*) : engin formé d'un fil en nylon reliée à un hameçon où est accroché un appât (crevettes, sardines, calmars, poulpes) selon les espèces ciblées. La ligne, qui est lesté par un plomb, peut être de divers diamètres et l'hameçon de différente taille selon les espèces ciblées.

-**Senne de plage** (*tarikaky*) : un engin de pêche traînant, constitué par un filet en nylon, de maille inférieur à 10 mm, tracté vers le rivage à l'aide de cordes pouvant atteindre une longueur de 300 m. A l'arrière du filet se trouve une poche en moustiquaire où les poissons seront recueillis. Cet engin de confection artisanale est utilisé dans les eaux côtières et peu profondes et mobilise 4 à 10 personnes. Il est interdit par la réglementation.

-**Chalut à moustiquaire** (*draotsy*) : un engin de pêche traînant, similaire aux sennes de plage mais plus petit, conçu pour attraper les petits poissons de fond près du rivage. Il est fabriqué localement à l'aide de moustiquaires (de maille 1 mm), des lests en coquillage et des flotteurs. Cet engin est utilisé par deux à trois pêcheurs qui le traînent à pied, surtout dans les zones d'herbiers peu profonds. Il est interdit par la réglementation.

-**Fusil harpon** (*basim-pia*) : un engin de fabrication artisanale constitué par un manche, une flèche en fer à béton, et un levier jouant le rôle d'une gâchette. Il est utilisé par les pêcheurs pratiquant la plongée, et nécessite l'utilisation d'un masque.



Ligne à la main



Fusil harpon



Chalut moustiquaire



Senne de plage

Annexe 2 : Fiche de collecte de données

Période N°		SUIVI DES CAPTURES			Fiche N°: 250		
Description engin de pêche		Page: 250/2					
Village: Ankilibe	Date: 25/10/18	Marée: VE	Observateur: Roddy Michel				
Engin: SF	Long	/hauteur	/maille	/Long corde	/type fil	/Nbr ligne	
N° GPS: LSF P077	GPS: Oui / Non	Nom pêcheur: Sinoa	Nbr pêcheur: 2				
Code pêcheur: LSF P077	Capture Totale Poisson: kg		Capture Totale Brute: 1,5 kg				
N° Coup de pêche	n°1	n°2	n°3	n°4			
Toponyme	Antamboho						
Catégories de taille poissons							
Catégories Taille	Poids Total Poisson (kg)	Code Echantillon (sac plastique)	Poids Echantillon Poisson (kg)	Observations			
G		LSF 250 G	0,045				
M		LSF 250 M	0,03				
P		LSF 250 P	0,07				
Photographie Morphotype							
Code échantillon	ID morphotype	Famille	Genre/espèce	Nom vernaculaire	Nombre	ID Appareil Photo	Tissu
LSF250P	7	Sparidae			1	10301471	
LSF250P	8	Blennidae			2	10301473	
LSF250P	9	Scorpaenidae			1	10301475	
LSF250P	10	Synodontidae			1	10301477	
Code village		Code Engin		Code Taille			
S: Sarodrano		FM: Filet Marrant		G = Gros			
L: Ankilibe		LN: Ligne à main		M = Moyen			
H: Ankiembe-haut		SF: Senne de Fond		P = Petit			
M: Mahavatee 1		FU: Fusil harpon		B = Très Petit (Bébé)			
K: Ankiembe-bas		SP: Sennes de Plage					
V: Mahavatee 2							
B: Besakoa							
O: Ambohitsabo							
Code Echantillon							
Village/Engin/N°Fiche/Taille							

Annexe 3 : Le dispositif photographique et le protocole de mesure mise en place par Andrialovanirina en 2018

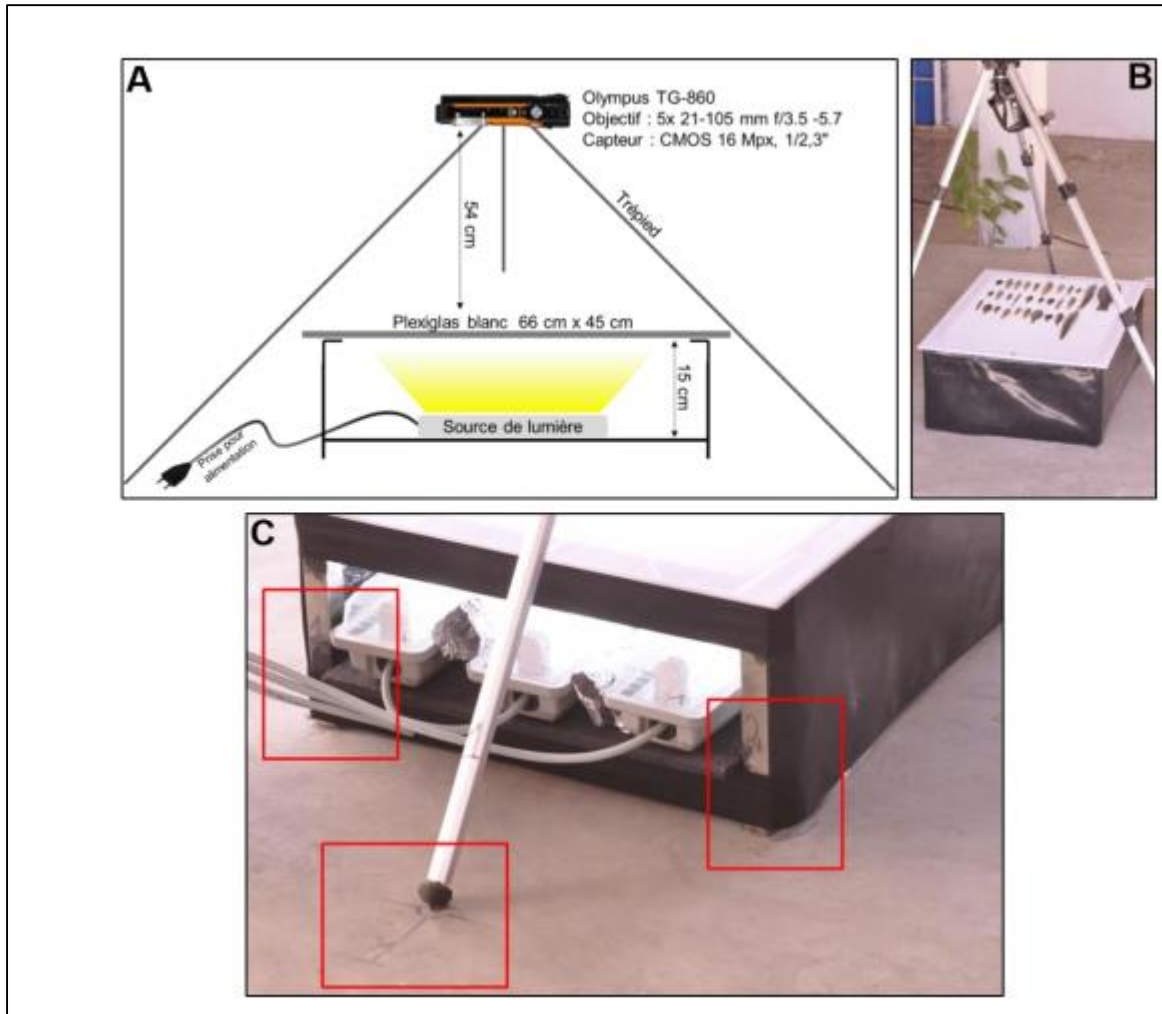


Schéma et photo réelle du dispositif de prise d'image ; (A) schéma du dispositif ; (B) photo réelle du dispositif ; (C) marquage des emplacements du dispositif et du trépied. (Source : Andrialovanirina, 2018)

Le dispositif photographique comprend :

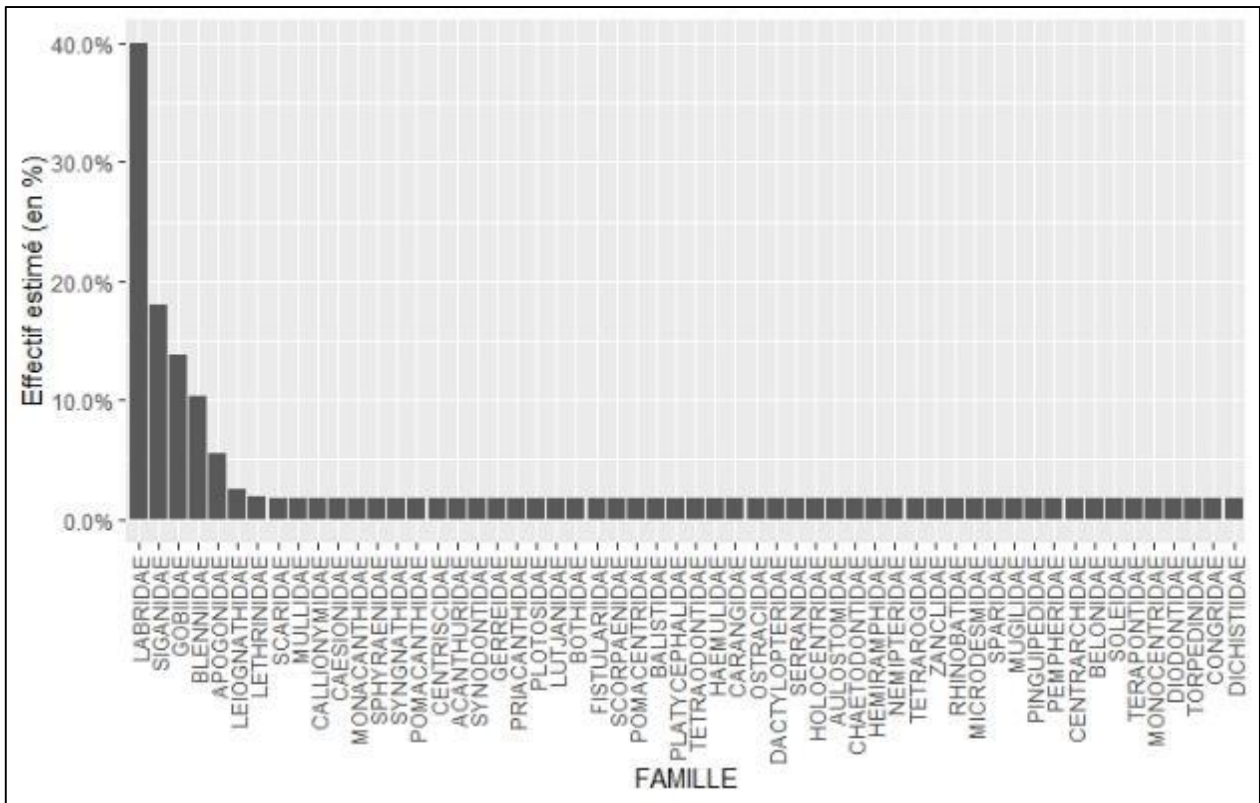
- **une table rectangulaire** composée de : (i) une plaque blanc translucide en plexiglas de dimension 68 cm x 51 cm et d'épaisseur de 0,5 cm d'épaisseur et (ii) de trois lampes tubes avec trois lampes tube de 18 watts de lumière blanche (avec 6 500 K) placées au-dessous du de la plaque pour diminuer au maximum la présence d'ombre. Les côtés de la table sont recouverts par une bâche noire et du papier aluminium (pour ne pas perdre de lumière et pour homogénéiser l'intensité de la lumière sur les bords et le centre du plexiglas)

- **un appareil photo** (marque : **Olympus TG-860**, étanche) stabilisé avec un trépied dont l'emplacement est marqué au sol (C). Celui-ci est placé au-dessus de la plateforme rétroéclairée : l'objectif perpendiculaire et aligné au centre du plexiglas à une distance de 54 cm.

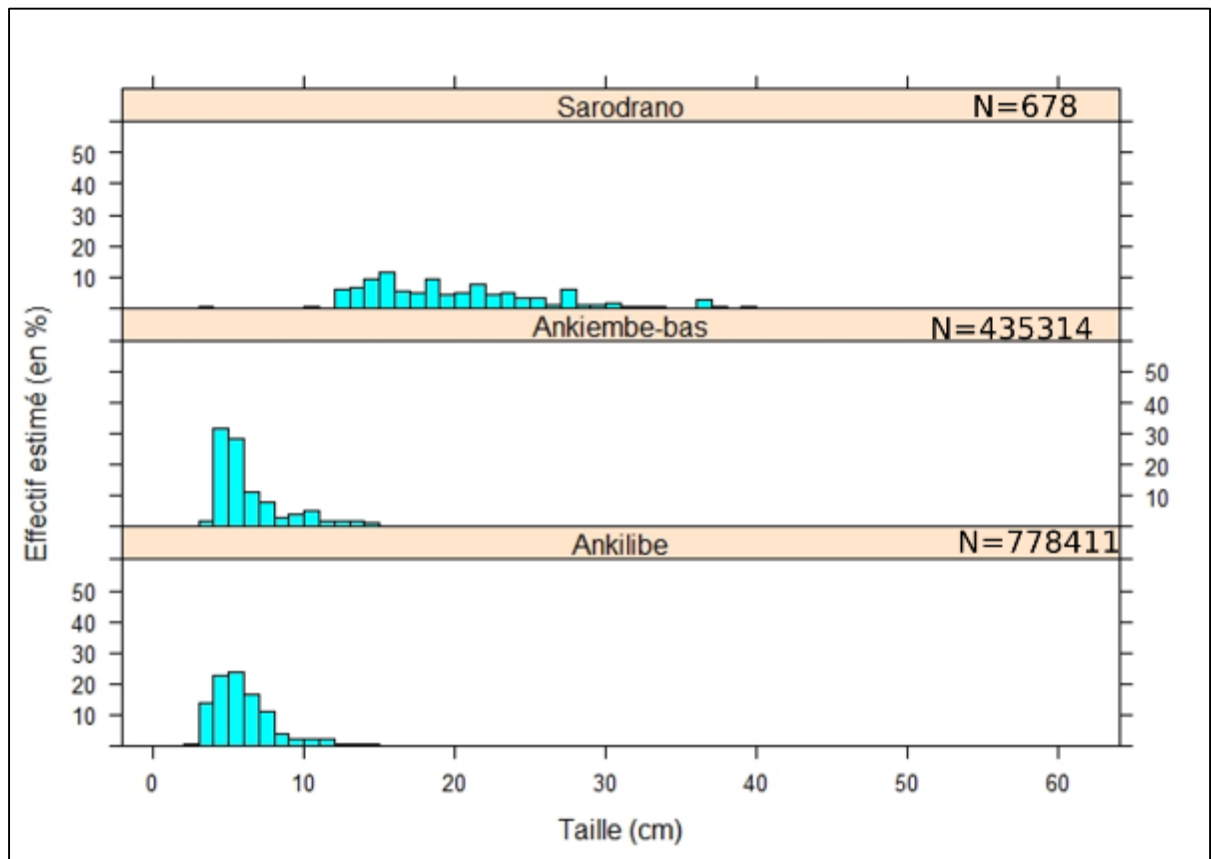
Protocole de mesure

Les poissons de même famille sont disposés horizontalement sur la plaque en plexiglas tout en respectant le cadre de vue de l'appareil photo. Les individus sont espacés de 1,5 cm. Pour uniformiser les images, les réglages de l'appareil photo sont standardisés comme suit : flash(éteint) ; zoom (1.6) ; résolution de l'image (16 Mégapixels) ; format (4 :3). Les prises de photos doivent être effectués avant 14 heures sous abri.

Annexe 4 : Diversité des captures totales



Annexe 5: Structure en taille des captures par village (N : effectif estimé par village)



Annexe 6 : Comparaison de la taille des individus par village en tenant compte de l'engin de pêche utilisé

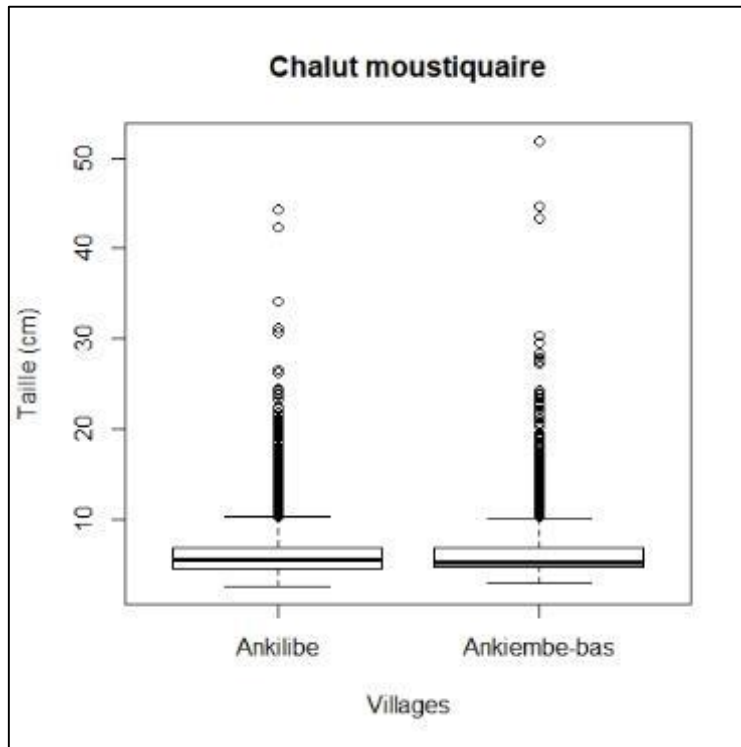


Fig.a : Taille des individus capturés au chalut à moustiquaire en fonction des villages (p-value < 0,001)

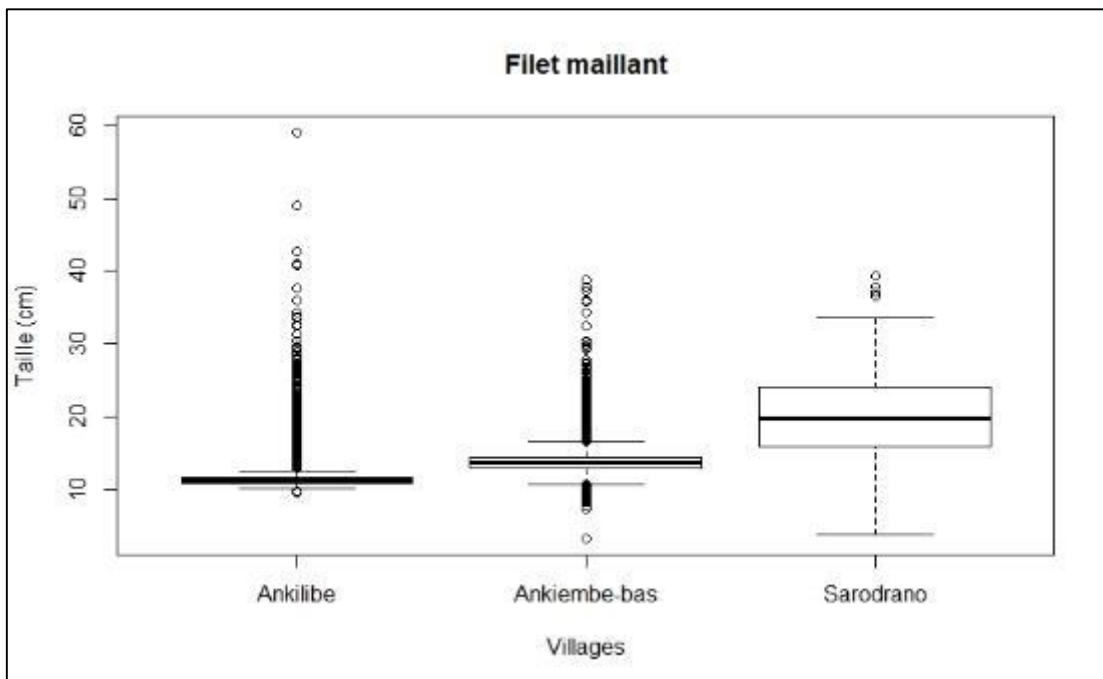


Fig b : Taille des individus capturés au filet maillant en fonction des villages (p-value < 0,001)

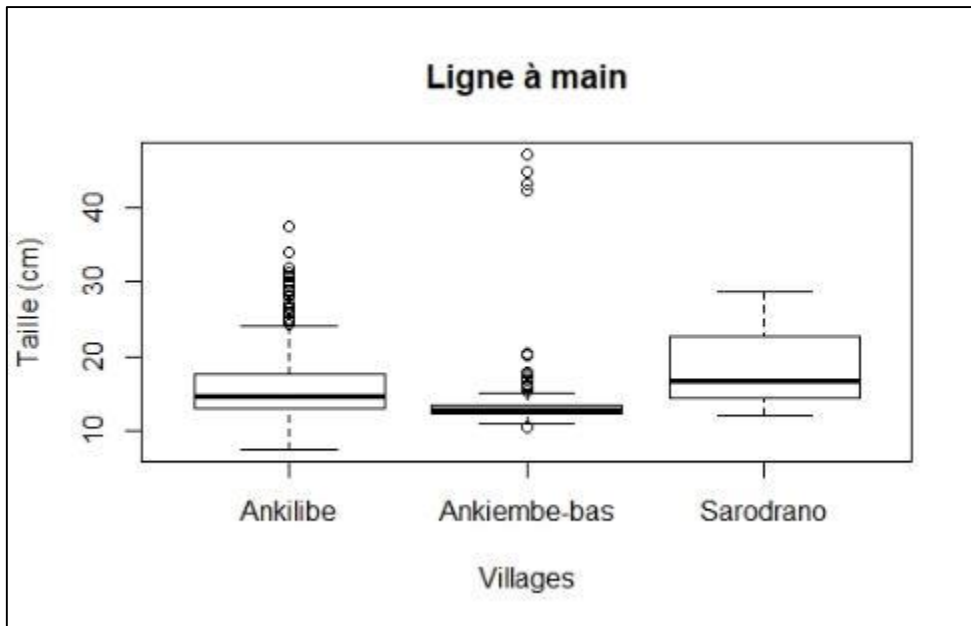
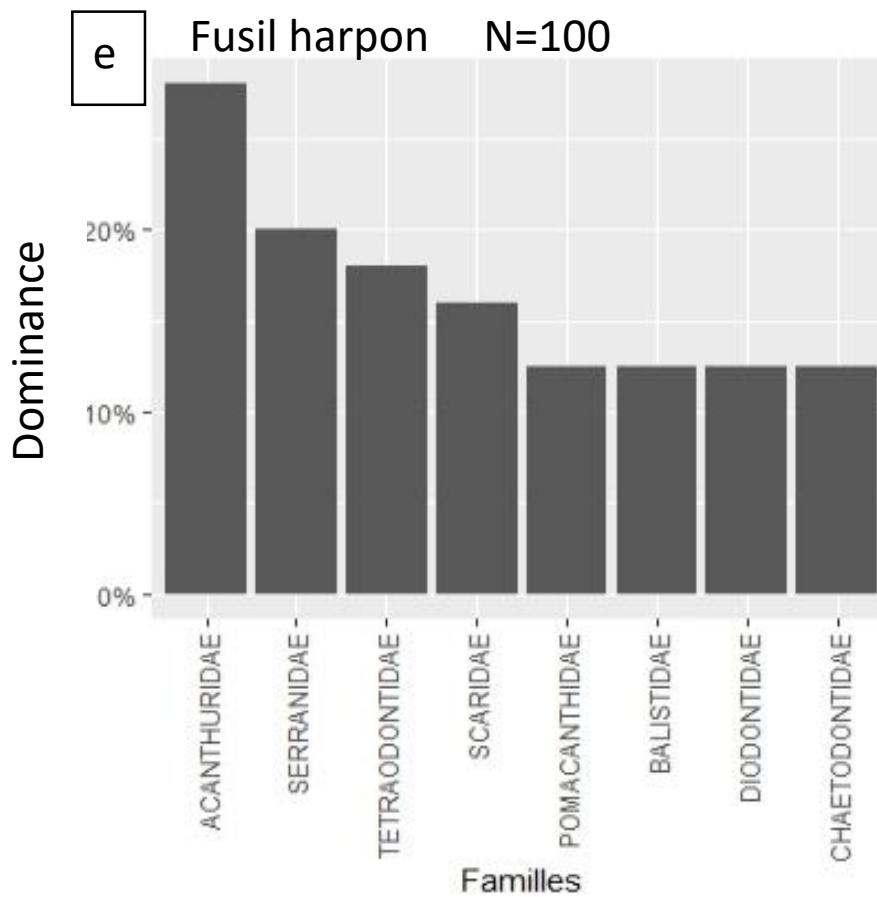
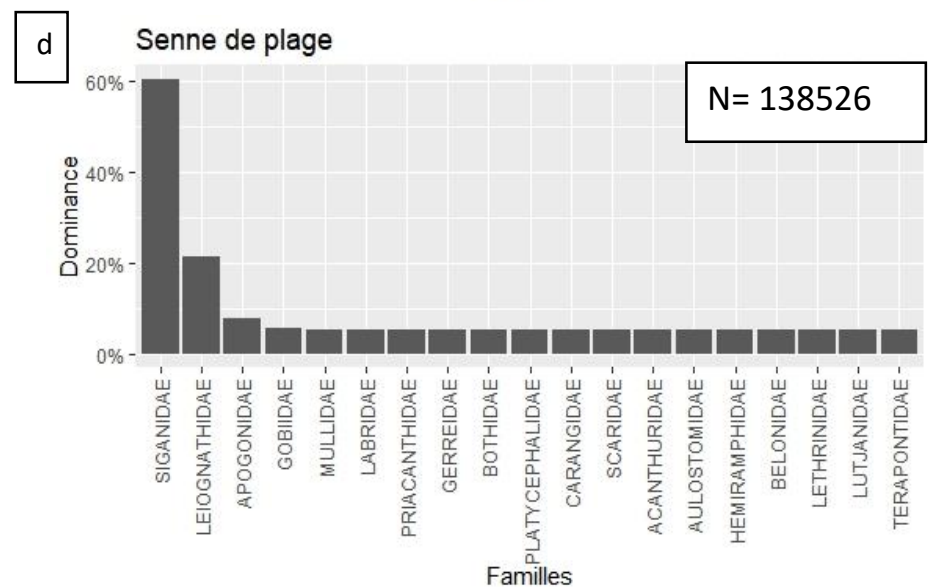
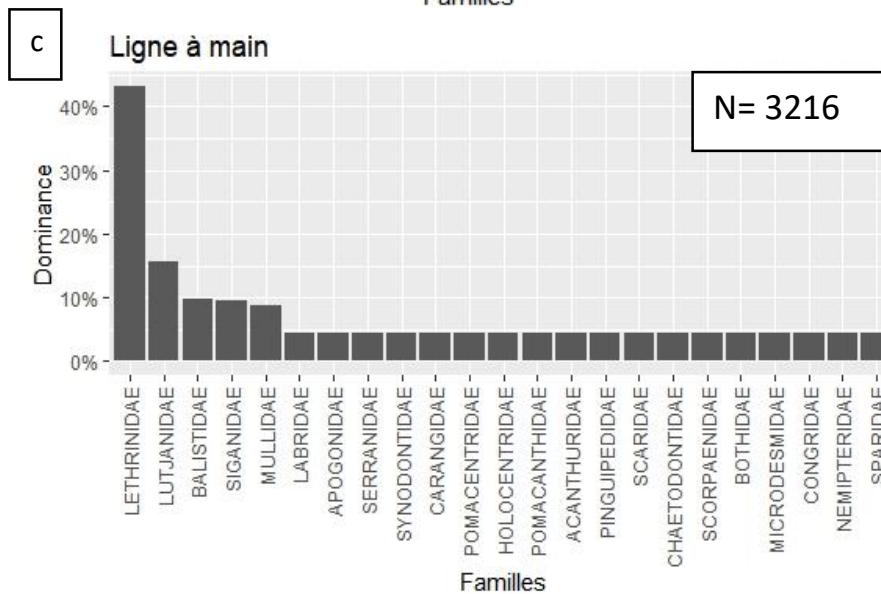
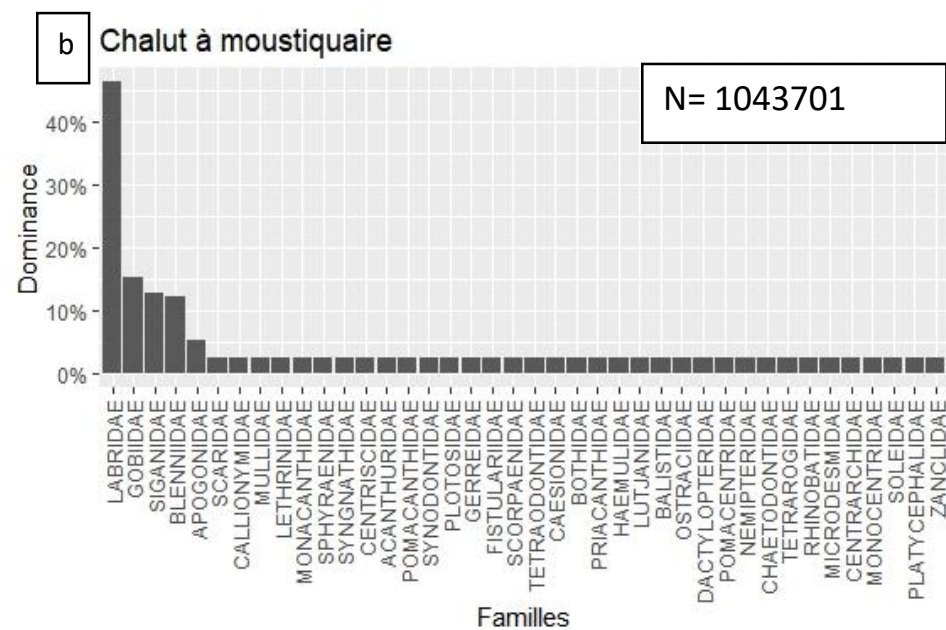
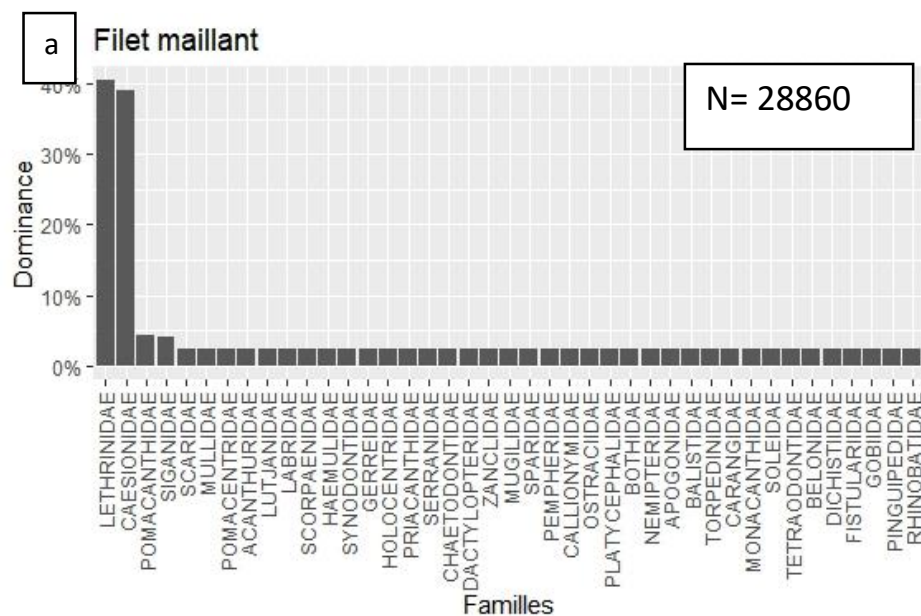


Fig d :Taille des individus capturés à la ligne à main en fonction des villages (test de Kruskal et Wallis, p-value < 0,001 ; Pairwise test entre deux groupes, p-value < 0,001)

Annexe 7 : Diversité de la capture par engin de pêche



Annexe 7 : Diversité de la capture par engin de pêche (suite)



Annexe 8 : Représentation graphique des familles principales exploitées en fonction des engins de pêche

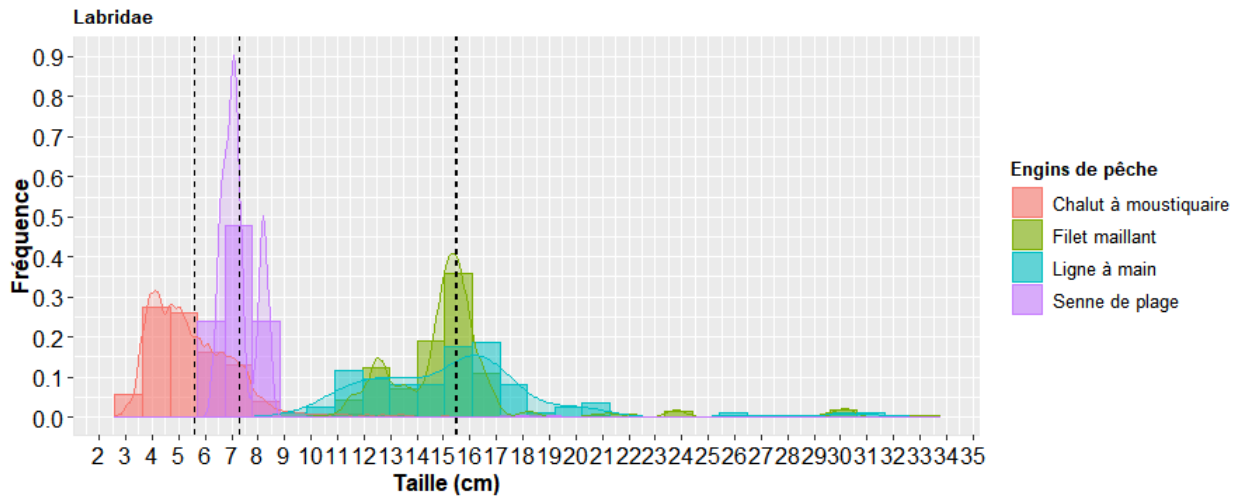


Fig.a : Distribution de taille des Labridae en fonction de quatre engins de pêche (Effectif estimé des captures par engin : Chalut à moustiquaire : 484 053; Senne de plage:1 150 ; Filet maillant:250 ; Ligne à main:86)

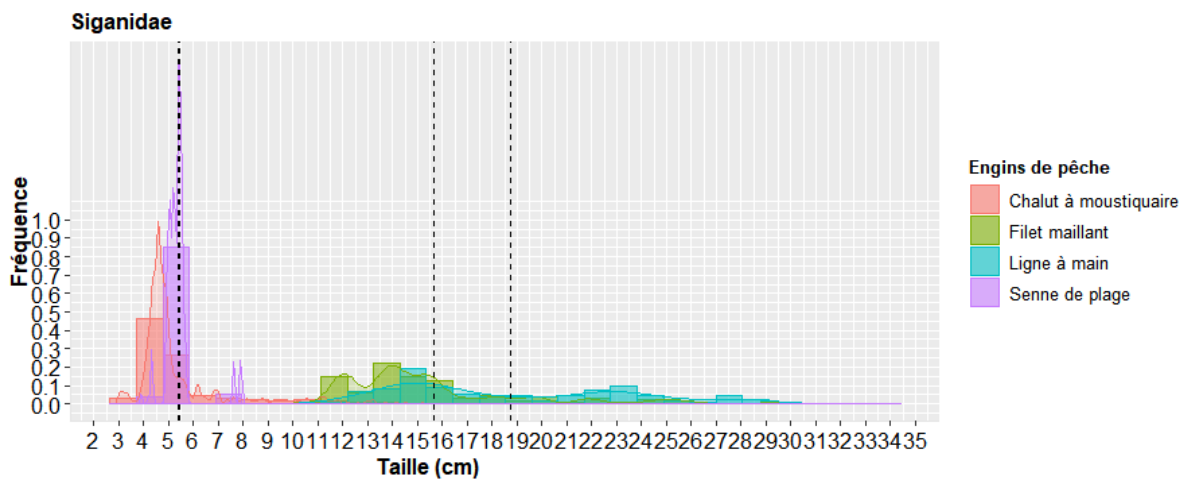


Fig.b: Distribution de taille des Siganidae en fonction de quatre engins de pêche (Effectif estimé des captures par engin : Chalut à moustiquaire :133 63 ; Senne de plage : 83 730 ; Filet maillant:1 184 ; Ligne à main :306)

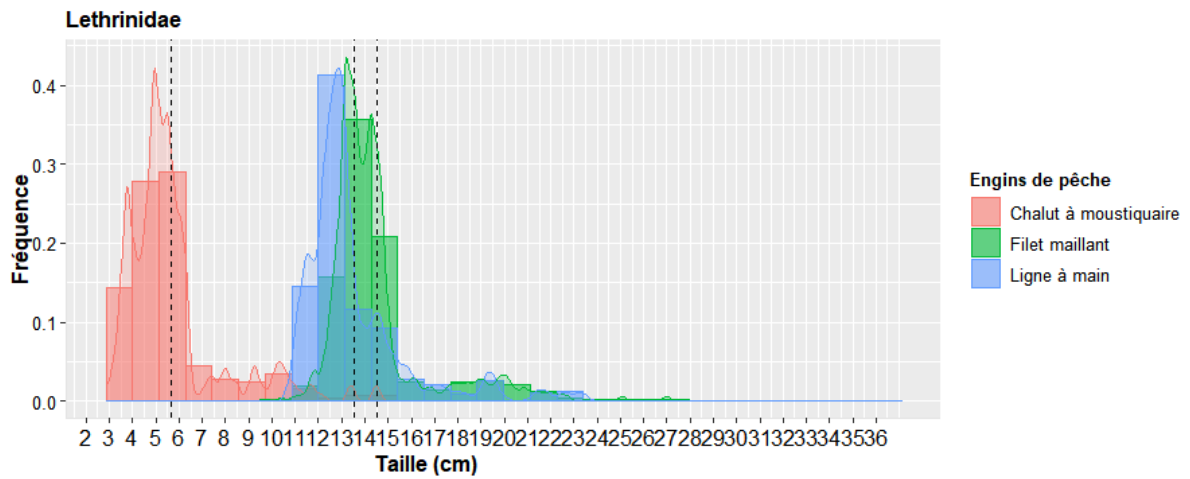


Fig.c: Distribution de taille des Lethrinidae en fonction de trois engins de pêche (Effectif estimé des captures par engin : Chalut à moustiquaire: 9 572 ; Filet maillant:11 677 ; Ligne à main: 1 391)

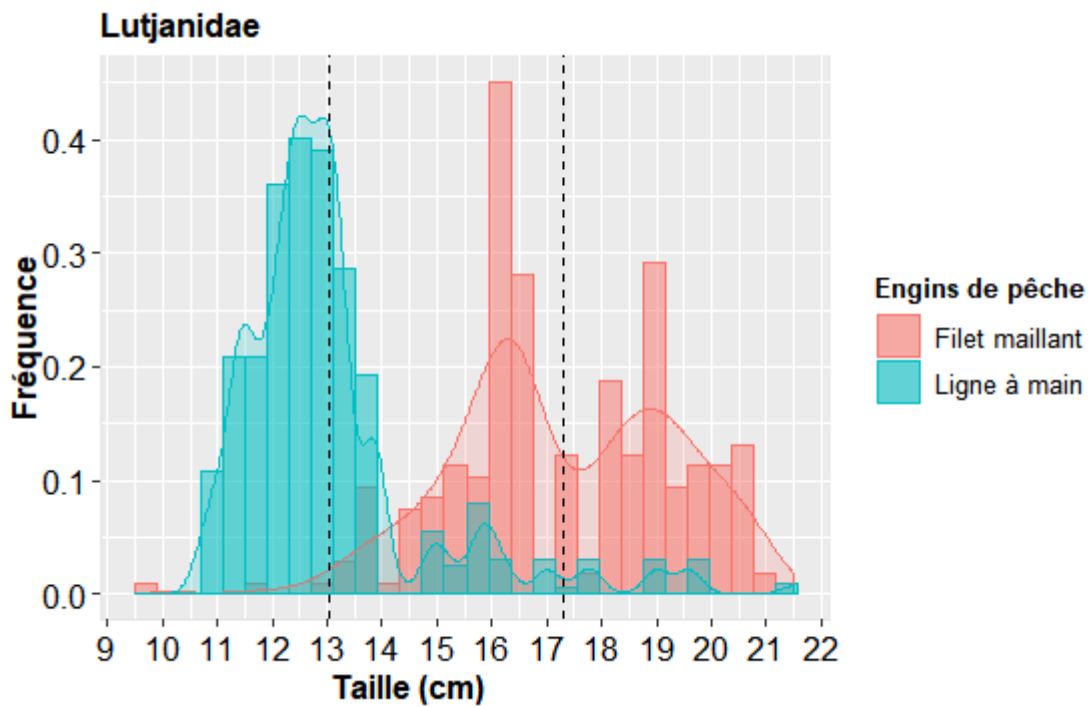


Fig.d: Distribution de taille des Lutjanidae en fonction de trois engins de pêche (Effectif estimé des captures par engin : Chalut à moustiquaire:236 ; Filet maillant:264 ; Ligne à main:501)

Annexe 9 : Décomposition des familles par engin et par village

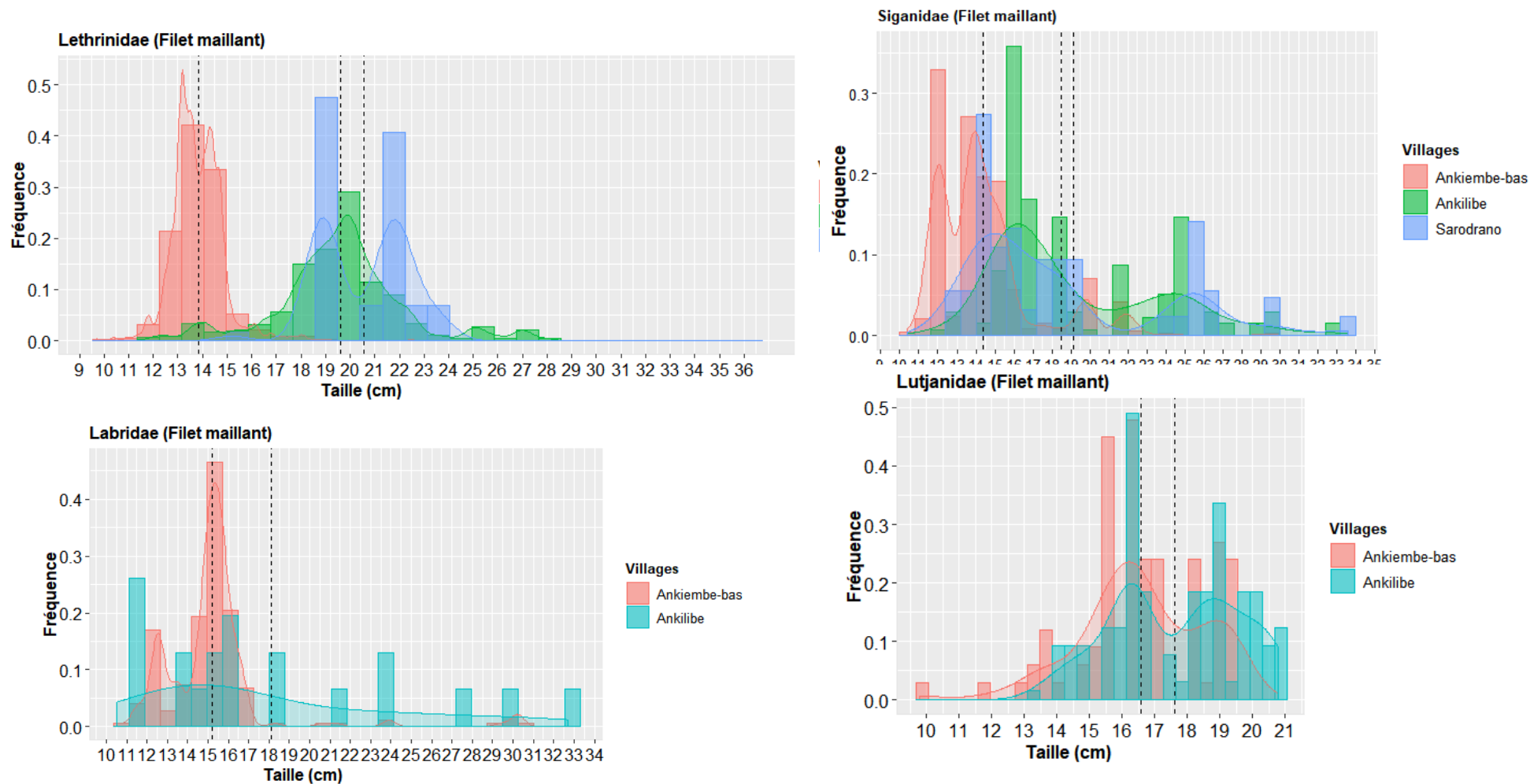


Fig. a : Structure en taille des quatre principales familles capturées au filet maillant en fonction du village de débarquement.

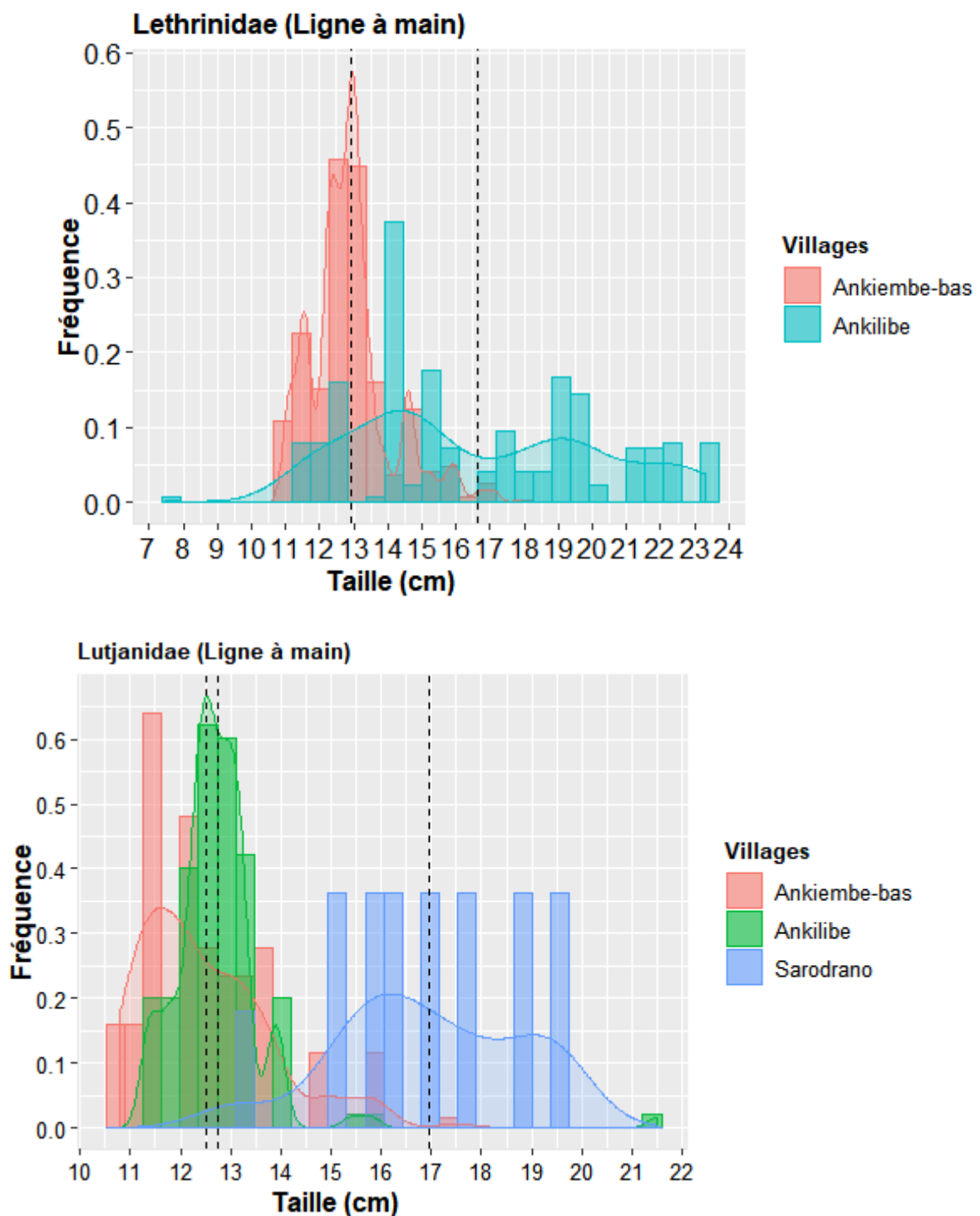


Fig. b : Structure en taille des principales familles capturées avec la ligne à main en fonction du village de débarquement

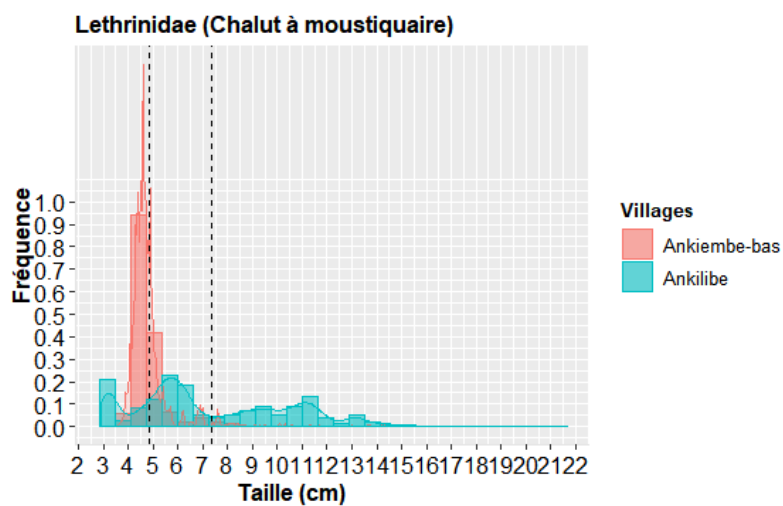
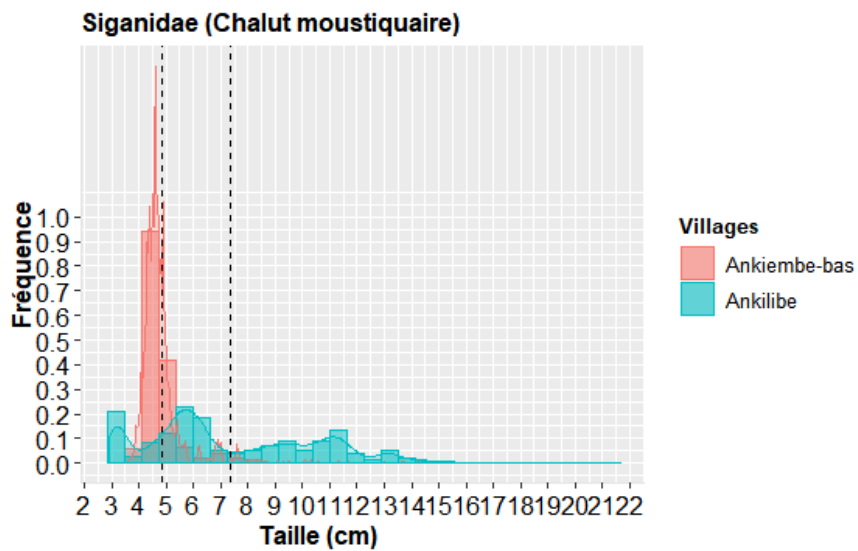
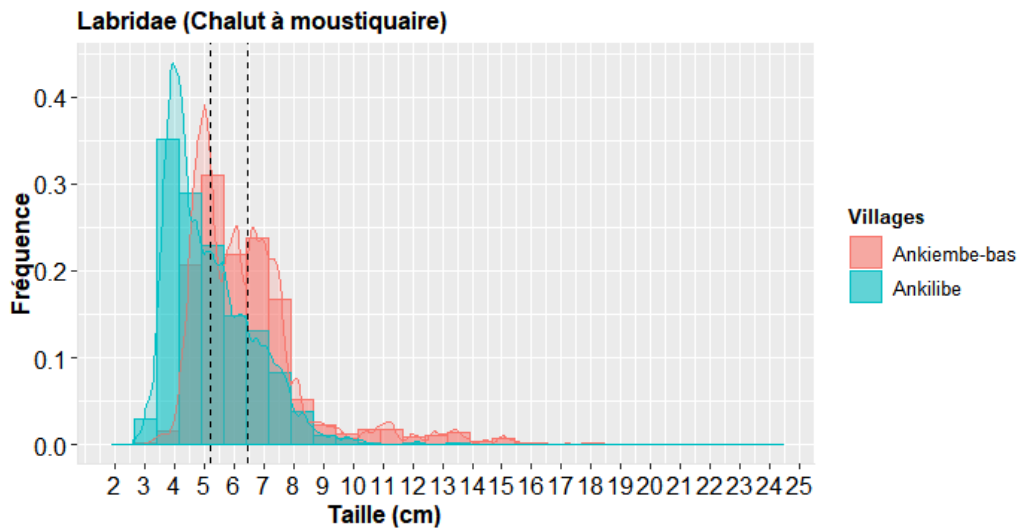


Fig. c : Structure en taille des familles capturées avec le chalut à moustiquaire en fonction du village de débarquement

RESUME

La petite pêche est une activité économique majeure de la population littorale de la baie de Toliara, sud-ouest de Madagascar. Malgré les nombreux travaux sur la pêcherie récifolagonaire de la zone, aucune étude sur la structure en longueur des captures de poissons n'avait pas été réalisée de manière précise jusqu'à présent. Face à cette situation, cette étude avait pour objet de caractériser la structure en taille des poissons capturés dans la baie de Toliara. Elle a débuté en février 2019 en analysant des images numériques d'échantillons de poissons récifaux avec le logiciel ImageJ : une routine informatique a été développée, qui mesurait automatiquement la longueur totale de chaque individu sur les images prises à partir d'un dispositif spécifique en laboratoire. Les données photographiques issues d'un suivi mensuel des débarquements de pêche de mai à septembre 2018 dans trois villages (Sarodrano, Ankilibe et Ankiembe-bas) ont ensuite été analysées. Les pêcheurs suivis utilisaient cinq engins de pêche (filet maillant, ligne à main, fusil harpon, senne de plage, chalut à moustiquaire). Au total, 2400 images ont été traitées sous ImageJ et près de 12322 poissons répartis dans 47 familles ont été mesurés automatiquement. Le traitement informatique des images a duré environ 32 heures. La taille minimale des poissons observée était de 2,6 cm et leur longueur maximale 59 cm. Il a été observé que le chalut à moustiquaire et la senne de plage capturaient généralement des individus de moins de 5 cm tandis que le filet maillant, ligne à main et fusil-harpon des individus de plus de 10 cm. La distribution de tailles des captures variait aussi en fonction du site de débarquement, et du groupe taxonomique considéré. Les résultats montrent que l'évaluation de la taille des captures de poissons à partir d'analyses automatiques d'images numériques est efficace pour fournir des informations utiles pour caractériser l'état des ressources et la pression de pêche dans les petites pêcheries côtières de Madagascar.

Mots-clés : petite pêche, taille, capture, ImageJ

SUMMARY

Small-scale fishing is a major economic activity of the coastal population of Toliara Bay, southwestern Madagascar. Despite the extensive work on the reef-lagoon fishery in the area, no studies on the length structure of fish catches had been carried out accurately until now. In response to this situation, the purpose of this study was to characterize the size structure of fish caught in Toliara Bay. It began in February 2019 by analyzing digital images of reef fish samples with the ImageJ software: a computer routine was developed that automatically measured the total length of each individual on images taken from a specific laboratory device. Photographic data from a monthly monitoring of fishing landings from May to September 2018 in three villages (Sarodrano, Ankilibe and Ankiembe-bas) were then analysed. The monitored fishers used five fishing gears (gillnet, handline, spear gun, beach seine, mosquito net). In total, 2400 images were processed under ImageJ and nearly 12322 fishes in 47 families were measured automatically. The computer processing of the images took about 32 hours. The minimum size of the fish observed was 2.6 cm and their maximum length was 59 cm. It was observed that mosquito net and beach seines generally catch individuals less than 5 cm long, while gillnets, hand lines and speargun catch individuals over 10 cm long. The distribution of catch sizes also varied according to the landing site, and the taxonomic group considered. The results show that the assessment of the size of fish catches from automatic analyses of digital images is effective in providing useful information to characterize the state of resources and fishing pressure in Madagascar's small coastal fisheries.

Keywords : small fishing, size, catch, ImageJ