



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE TOLIARA
INSTITUT HALIEUTIQUE ET DES SCIENCES MARINES



B.P. 141- Route du Port - Mahavatse- TOLIARA 601- Madagascar

Tel: (+261)209494167

E-mail: direction@ihsm.mg Web: www.ihsm.mg

Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du Diplôme d'Études Approfondies (DEA)
en
OCEANOGRAPHIE APPLIQUEE



**Étude spatiale de la pêche traditionnelle à partir de
l'analyse des trajectoires des pirogues**

Cas du village d'Ankilibe, Sud-ouest de Madagascar

Présenté par : RANDRIATSARA Roddy Michel

Sous le Co-encadrement de : Dr RABERINARY Daniel

Dr LEOPOLD Marc

MEMBRES DU JURY :

Dr LEOPOLD Marc (responsable IRD à l'IH.SM)

Rapporteur

Dr RAJANOELISOA Jacqueline (enseignante à l'IH.SM)

Présidente de jury

Dr BEMIASA John (enseignant à l'IH.SM)

Examinateur

Dr RASOAMANANTO Irène (enseignante à l'IH.SM)

Examinatrice



2018

REMERCIEMENT

J'adresse mes sincères remerciements envers toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont bien voulu contribuer à la réalisation de ce mémoire. Ainsi je remercie chaleureusement :

- Dr. MAHAFINA Jamal Angelot, Directeur de l'Institut Halieutique et des Sciences Marines (IH.SM) qui œuvre au bon fonctionnement de notre institut.
- Dr. RABERINARY Daniel, enseignant-chercheur à l'IH.SM, pour son encadrement pédagogique et son soutien durant l'élaboration de ce travail.
- Dr. LÉOPOLD Marc entant que co-encadrant et tous les chercheurs associés à l'IRD qui m'ont permis d'effectuer ce stage.
- Tous les enseignant(e)s de l'IHSM et l'équipe de la Jeune Equipe Associée à l'IRD pour la réalisation de mon projet de stage tout en me laissant une grande autonomie et prenant note de mes opinions.

Mes vifs remerciements s'adressent également à Mr. BEHIVOKÉ Faustinato pour son rôle d'encadrement technique et son soutien dans l'ensemble de cette étude.

De plus, je ne saurais oublier les villageois d'Ankilibe, envers qui je suis très reconnaissant. Je tiens à remercier spécialement les pêcheurs présents sur le terrain pour leur sympathie.

Je ne pourrais terminer ma liste de remerciements sans dire merci à mes parents, mes frères, mes sœurs, mes amis et tout particulièrement ma petite famille pour leur immense amour, leur confiance et leur soutien permanent. Je ne peux qu'espérer un merveilleux avenir à vos côtés.

RESUME

Le système de suivi des navires a été adapté au cas d'une pêche traditionnelle récifale dans le village d'Ankilibe, sud-ouest de Madagascar. Une étude des trajectoires des pirogues par traceurs GPS, de l'effort de pêche et des captures a été réalisée auprès de 14 pêcheurs impliqués de janvier à février 2017 (soit 193 sorties de pêche). Ils utilisaient l'un des engins suivants : filet maillant, senne de fond ou ligne à main. Un suivi des trajectoires en mer de ces pêcheurs a également été réalisé avec observation à bord de mi-mai à juillet 2017, afin de décrire les différents états (dits « états détaillés » et « états agrégés ») des trajectoires des pirogues, correspondant aux activités pratiquées à bord. Vingt-neuf trajectoires de référence ont été analysées dans un système d'information géographique. Leurs formes variaient suivant les trois engins étudiés. Ces états de référence ont été transcrits visuellement sur les 193 trajectoires des données de suivi. En moyenne, la durée observée d'une sortie était de 5h 54, dont 3h 30(59,3%) pour l'état « pêche » effectif, qui comprenait plusieurs coups de pêche, et 2h 24(40,7%) pour l'état « non pêche ». Les captures par unité d'effort (CPUE) moyennes étaient de 8,5kg par sortie, 3,3kg par heure de pêche effective, et 4,4kg par coup de pêche pour tous les engins. L'effort, les CPUE et la distribution spatiale de la pêche variaient suivant les engins étudiés. Les activités de la pêcherie ont été cartographiées, montrant que l'effort de pêche était élevé dans le secteur littoral à l'intérieur du lagon. Cette étude montre que le suivi des trajectoires des pirogues est une méthode fiable pour estimer l'effort de pêche effectif et spatialiser précisément les activités de pêche récifale.

Mots clés : Pêche traditionnelle, analyse des trajectoires, effort de pêche, cartographie, GPS, Ankilibe.

ABSTRACT

The vessel monitoring system has been adapted to a small-scale, traditional fishery in the Ankilibe village, South-West Madagascar. A study of pirogue trajectories was conducted using small GPS trackers to estimate and map effective fishing effort and catches. Data was collected from January to February 2017 among 14 fishermen using gillnet, bottom seine or hand line in the lagoon area, totaling 193 fishing trips. Another field study was carried out from mid-May to July 2017 by an on-board observer to describe the different activities (so-called "detailed states" and "aggregate states") of the pirogues trajectories. Twenty-nine reference trajectories were analyzed using a geographic information system. They were different across the three fishing gears. These reference states were visually determined on the 193 trajectories of the first data set. On average, fishing trips lasted for 5h 54, of which 3h 30 (59.3%) for the "fishing" state, including several fishing hauls, and 2h 24 (40.7%)

for the "no fishing" state. The average catch per unit effort (CPUE) was 8.5 kg per fishing trip, 3.3 kg per hour of effective fishing, and 4.4 kg per fishing haul for all gear. The fishing effort, CPUE and spatial distribution of fishing activities varied across the gears studied. Fishing trips were mapped showing that fishing effort was particularly high in the coastal area of the lagoon. This study shows that tracking pirogues trajectories is a reliable method for accurately estimating effective fishing effort and mapping the fishing reef activities.

Key words: traditional fishing, trajectory analysis, fishing effort, mapping, GPS, Ankilibe.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
1 MATERIELS ET METHODES.....	3
1.1 Présentation de la zone d'étude	3
1.2 Collecte des données.....	5
1.3 Traitement des données	7
1.3.1 Efforts de pêche et capture par unité d'effort de pêche (CPUE)	7
1.3.2 Traitement cartographique	8
2 RÉSULTATS.....	10
2.1. Caractéristiques des trajectoires.....	10
2.1.1 Trajectoires de référence.....	10
2.1.2 Trajectoires de suivi.....	16
2.2. Répartition spatiale des activités de pêche	18
2.2.1 Spatialisation des coups de pêche.....	18
2.2.2 Répartition des zones par pêcheur	19
2.2.3 Limitation des sites de pêche	23
2.3. Représentation quantitative des données	25
2.3.1. Variation de l'effort de pêche suivant les engins.....	25
2.3.2. Variation d'effort de pêche suivant les pêcheurs de même engin	26
2.3.3. Variation des durées de coup de pêche suivant les engins	29
2.3.4. Estimation des CPUE	29
2.4. Représentation cartographique de la pêcherie récifale	31
2.4.1 Estimation des efforts de pêche	31
2.4.2 Spatialisation des captures cumulées.....	33
2.4.3 Spatialisation des CPUE par durée de pêche effective	33
3 DISCUSSION.....	36
3.1 Les facteurs régissant la forme des trajectoires de pirogue	36
3.2 Estimation quantitative de l'effort de pêche et des CPUE à partir de l'analyse des trajectoires de pirogue.....	37
3.3 Distribution spatiale de la pêcherie récifale.....	39
CONCLUSION	40
Références bibliographiques	42
ANNEXES	47

LISTE DES FIGURES :

Figure 1 : localisation de la zone d'étude. A : représentation des récifs de Toliara (source : Brenier et al., 2011); B : représentation satellitaire des récifs de Toliara (source : Google Earth).....	4
Figure 2 : Matériels de suivi des pirogues.	5
Figure 3 : Représentation des trajectoires de référence.	10
Figure 4 : Forme des trajectoires des pirogues pour les coups de pêche au filet maillant.....	12
Figure 5 : Forme des trajectoires des pirogues pour les coups de pêche à la senne de fond.	13
Figure 6 : Forme des trajectoires des pirogues pour les coups de pêche à la ligne à main.....	14
Figure 7 : Diversité de la forme des trajectoires des pirogues pour l'engin filet maillant.....	15
Figure 8 : Représentation des coups de pêche et des actions de « non pêche » sur les trajectoires de suivi.....	16
Figure 9 : Précision de la caractérisation des trajectoires du suivi, pour les trois engins réunis.	18
Figure 10 : Répartition des coups de pêche suivant les engins utilisés.	19
Figure 11 : Répartition des zones par pêcheur.....	22
Figure 12 : Répartition des sites de pêche d'après les toponymes déclarés par les pêcheurs.....	24
Figure 13 : Représentation des durées moyennes des sorties et des états agrégés « pêche » et « non pêche » pour chaque engin.....	26
Figure 14 : Durée moyenne des sorties en mer et des états agrégés « pêche » et « non pêche » pour chaque pêcheur.....	28
Figure 15 : Durée moyenne des coups de pêche suivant les engins.	29
Figure 16 : Variation des CPUE suivant les engins et les unités d'effort de pêche.....	30
Figure 17 : Estimation cartographique de coup de pêche cumulé dans la grille.....	32
Figure 18 : Estimation cartographique de la durée de pêche cumulée dans la grille.	32
Figure 19 : Estimation cartographique des captures pour tous les engins.	33
Figure 20 : Distribution spatiale des CPUE par durée de pêche effective (en heure).	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classement des activités des pêcheurs durant la sortie en mer.....	11
Tableau 2 : Forme des trajectoires des pirogues pour chaque activité de pêche au filet maillant.....	12
Tableau 3 : Forme des trajectoires des pirogues pour chaque activité de la pêche à la senne de fond.	13
Tableau 4 : Forme des trajectoires des pirogues pour chaque activité de la pêche à la ligne.....	14
Tableau 5 : Nombre de trajectoires pour chaque niveau de précision de la caractérisation des trajectoires du suivi, pour les trois engins suivis.	17
Tableau 6 : Comparaison de l'effort de durée de sortie avec d'autres études.	37
Tableau 7 : Comparaison des CPUE (kg/sortie) avec autres études effectué dans le Sud-Ouest de Madagascar.	38

LISTE DES ANNEXES

- Annexe I** : Fiches de suivi des sorties de pêche.
- Annexe II** : Fichier en CSV avec les états détaillés et agrégés, cas pêche au filet maillant.
- Annexe II** : Fichier en CSV avec les états agrégés, cas pêche à la senne de fond.
- Annexe IV** : Fichier en CSV avec la trajectoire inconnue, cas de la pêche au filet maillant.
- Annexe V** : Table d'attribut des points barycentres.
- Annexe VI** : Formes des trajectoires des pirogues atypiques.
- Annexe VII** : Superficie des sites de pêche du village Ankilibe.
- Annexe VIII** : Tableau statistique descriptif des efforts de pêche suivant les engins.
- Annexe IX** : Tableau statistique descriptif des efforts de pêche pour les pêcheurs à la ligne à main.
- Annexe X** : Tableau statistique descriptif des efforts de pêche pour les pêcheurs au filet maillant.
- Annexe XI** : Tableau statistique descriptif des efforts de pêche pour les pêcheurs à la senne de fond.
- Annexe XII** : Tableau statistique descriptif des durées de coup de pêche suivant les engins.
- Annexe XIII** : Tableau statistique descriptif des CPUE suivant les engins.

LISTE DES ACRONYMES ET DES ABRÉVIATIONS

CP : Coup de pêche

CPUE : Capture Par Unité d'Effort

FMP : Filet Maillant Pêcheur

LNP : Ligne à main Pêcheur

SFP : Senne de Fond Pêcheur

GPS : Global Positioning System

GRT : Grand Récif de Toliara

PVC : Poly-Chlorure de Vinyle ; tuyau synthétique

QGIS : Logiciel pour l'analyse des SIG

SAGE : Service d'Appui à la Gestion de l'Environnement

SIG : Système d'Information Géographique

SSN : Système de Suivi des Navires de pêche

VMS : Vessel Monitoring System

XLSTAT : Logiciel complémentaire d'Excel pour effectuer l'analyse statistique

INTRODUCTION

Une pêcherie récifale se définit comme l'ensemble des activités qui exploitent les ressources dans les milieux coralliens d'une zone donnée. Ces récifs sont d'une importance capitale pour le développement économique et pour la sécurité alimentaire de nombreux pays en développement (Dalzell et *al.*, 1996). Actuellement, les récifs coralliens sont menacés, non seulement par des pollutions d'origine continentale (Vasseur, 1997), mais aussi par diverses activités d'origine anthropique (Jackson et *al.*, 2001). Diverses stratégies de pêche (multi-spécifique et multi-engins) se développent autant en réponse à l'abondance des ressources que par l'adaptation des populations locales pour exploiter le milieu (Ferraris et Cayré, 2003). Les pêcheries récifales sont l'une des préoccupations pour résoudre la dégradation des récifs coralliens à l'échelle mondiale (Wilkinson, 2004), car leur application intensive est l'une des principales causes de la dégradation des écosystèmes coralliens (Jackson et *al.*, 2001). Environ trois millions d'habitants dans l'Afrique de l'Est, y compris Madagascar, dépendent ainsi de la pêche artisanale et/ou traditionnelle (Rudy et *al.*, 2004).

À Madagascar, la pêche traditionnelle ou petite pêche se définit comme la pêche pratiquée individuellement ou en groupe, utilisant différents types d'embarcations non motorisées (à pagaie ou à voile) ou se pratiquant à pied. La pêche maritime est importante sur la côte ouest de la Grande Ile, spécialement dans les anciennes provinces de Mahajanga et de Toliara (Laroche et *al.*, 1997). À Toliara, la pêche traditionnelle domine chez 35% de la population. Le suivi de la pêcherie récifale autour de la ville de Toliara a commencé entre 1989 et 1990 (Laroche et Ramanarivo, 1995), et la plupart des études ont été basées sur le suivi du débarquement des pêcheurs et des mareyeurs (Barnier et *al.*, 2013).

Aujourd'hui, la plupart des navires de pêche industriels est équipée de balises de suivi en temps réel, appelé « Vessel Monitoring System (VMS) » traduit en Français par « Système de Suivi des Navires de pêche (SSN) ». Il est utilisé non seulement pour renforcer le contrôle et la surveillance des pêcheries (Eastwood et *al.*, 2007 ; Stelzenmuller et *al.*, 2008 ; Lee et *al.*, 2010), mais également pour obtenir des informations spatio-temporelles sur la distribution des activités de pêche (Murray et *al.*, 2013). Les méthodes les plus appliquées portent sur la précision de l'estimation des efforts de pêche (Lee et *al.*, 2010), l'évaluation des impacts de l'activité de pêche sur l'habitat (Lambert et *al.*, 2012), et l'amélioration de la gestion des pêches (Chang, 2011). Ce type de technologie permettant la géo-localisation des embarcations

commence à être utilisée dans les pêcheries artisanales (Burgos et *al.*, 2013) et récifales (Forero et *al.*, 2018).

Concernant la pêche traditionnelle, l'évaluation des trajectoires des embarcations et la caractérisation des comportements des pêcheurs à partir de l'analyse des données des trajectoires nécessitent un laboratoire naturel idéal (Arakawa, 2013). Pour le cas de la petite pêche à Toliara, l'accès aux données est difficile ; par exemple les mareyeuses et les pêcheurs rencontrent des difficultés pour remplir les cahiers de pêche individuels (Brenier et *al.*, 2013). Les données sur l'évaluation des activités de pêche telles que les captures par unité d'effort de pêche, les lieux de pêche et les méthodes de pêche demeurent insuffisantes (Vasseur, 1987 ; Brenier et *al.*, 2013). L'objectif de cette étude est ainsi de cartographier précisément la pêcherie récifale, à partir du cas du village d'Ankilibe, où les populations sont dominées par des pêcheurs traditionnels qui exploitent surtout les poissons (Mahatante, 2008). Les questions qui se sont posées étaient les suivantes : (i) quels sont les processus régissant la forme des trajectoires des pirogues des pêcheurs ? (ii) comment se distribuent spatialement les activités de pêche récifale ? À partir de cette problématique, nous avançons deux hypothèses que nous allons essayer de vérifier à travers cette étude :

H₁ : La forme des trajectoires des pirogues varie suivant les engins de pêche ; et

H₂ : La distribution de la pêcherie récifale varie spatialement.

Les données ont été obtenues à partir des suivis des activités de 14 pêcheurs au cours du mois de janvier à février 2017 et de mi-mai à juillet 2017.

Le présent manuscrit se structure en trois parties :

- ✓ La première partie présente les matériels et la méthode en décrivant le lieu et la zone d'étude, ainsi que les techniques de collecte et l'analyse des données ;
- ✓ La deuxième partie est réservée à la présentation des principaux résultats ;
- ✓ Enfin, la troisième partie porte sur les discussions au sujet de l'analyse de trajectoire des pêcheurs, les indices de biomasse, et que la distribution spatiale des activités de pêche.

Ce manuscrit se termine par une conclusion incluant une synthèse des résultats, et les problèmes rencontrés durant l'étude sur terrain et quelques perspectives.

1 MATERIELS ET METHODES

1.1 Présentation de la zone d'étude

L'étude s'est déroulée dans le village de pêcheurs d'Ankilibe, qui se situe à 15km au sud de la ville de Toliara. Il se trouve entre la latitude $23^{\circ} 25' 34,7''$ et $23^{\circ} 27' 05,4''$ sud et la longitude $43^{\circ} 44' 01,3''$ et $43^{\circ} 45' 41,9''$ est. C'est un village situé sur la route de la commune rurale de Saint-Augustin où il dépend administrativement et est peuplé d'environ 3 000 habitants (SAGE, 2010) (Fig.1). La plupart des villageois, soit plus de 70%, vivent exclusivement de la pêche traditionnelle. Peu d'entre eux associent cette activité principale avec d'autres activités d'appoint comme le gardiennage ou le ménage dans des hôtels et/ou chez des particuliers étrangers. Certains hommes et femmes sont des collecteurs des produits marins tels que les holothuries, les poissons, les poulpes, les calmars et les bivalves (Mahatante, 2008). Quatre techniques de pêche principales sont présentes sur cette zone : la pêche à la ligne, au filet, à la senne de fond et la pêche à pied (Mahatante, 2008). En 2017, nous avons recensé 327 pêcheurs piroguiers dans le village, dont 34% utilisaient la senne de fond, 33% le filet maillant, 8% la ligne à main et 25% d'autres types d'activités de pêche, comme la pêche à pied, au fusil harpon, au filet jarifa, etc. Certains de ces pêcheurs embarquaient un à trois matelots pendant leurs sorties.

Au large du village, divers types de récifs sont fortement présents (Fig.1). On trouve deux récifs barrières : i) le Grand Récif de Toliara (GRT), long de 18km et large d'un à 3km (Ramahatratra, 2014), soit une surface de près de 35km^2 ; ii) le récif *Nosy Tafara*, au sud du GRT et de $1,13\text{km}^2$ de surface. La largeur du lagon varie entre 1,3 à 8,5km et sa profondeur ne dépasse pas 10m (Andrianarison et Rambeloma, 2003). On rencontre aussi des récifs frangeants comme ceux de Sarodrano, ainsi que des récifs intermédiaires à l'intérieur du lagon appelés : *Belozza*, *Dimadimatse* et *Norinkazo* avec une surface de $1,8\text{km}^2$ environ chacun. Enfin, s'ajoutent deux récifs en banc, *Mareana* et *Ankilibe*, reliés à la côte (Laroche et Ramananarivo, 1995).

En plus des spécificités du village d'Ankilibe ci-dessus, ce village a été choisi comme zone d'étude en raison de l'existence préalable de données sur les trajectoires des pirogues et les captures associées, collectées en janvier et février 2017 (cf. ci-dessous).



Figure 1 : localisation de la zone d'étude. A : représentation des récifs de Toliara (source : Brenier et *al.*, 2011) ; B : représentation satellitaire des récifs de Toliara (source : Google Earth).

1.2 Collecte des données

L'objet du suivi de cette étude est la trajectoire des pirogues des pêcheurs au cours d'une sortie de pêche. Une partie des données appelées « trajectoires de suivi » a été collectée aux mois de janvier et février 2017. L'autre partie dénommée « trajectoire de référence », réalisée de mi-mai à juillet 2017, a pour but de vérifier les activités réalisées à bord des pirogues et d'obtenir des informations complémentaires sur les données observées lors des trajectoires de suivi.

Durant l'étude des trajectoires des pirogues, trois engins de pêche les plus pratiqués par les pêcheurs d'Ankilibe ont été analysés : le filet maillant, la ligne à main et la senne de fond. Selon la disponibilité des matériels, quatorze pêcheurs ont été choisis, dont deux pêcheurs à la ligne, quatre au filet maillant et huit à la senne de fond.

Les pêcheurs sortaient en mer chaque jour et/ou la nuit, sauf en cas d'intempéries. Au moment de chaque sortie en mer, ils ont été équipés d'un traceur GPS du type i-gotU GT 600(Fig.2.A) qui était fixé sur sa pirogue, afin d'obtenir sa trajectoire. La fréquence d'enregistrement des positions a été paramétrée toutes les 30 secondes, de manière à pouvoir observer des changements rapides du comportement des pirogues. Chaque point enregistré comprenait la date, l'heure et les coordonnées géographiques des positions. Une batterie supplémentaire a été utilisée afin d'augmenter l'autonomie du GPS à plusieurs jours (Fig.2.B). Les GPS ont été mis dans une boîte étanche en PVC, que les pêcheurs emportaient avec eux après chaque sortie pour éviter les vols.



Figure 2 : Matériels de suivi des pirogues.

A : Traceur GPS i-gotU GT 600 ; B : GPS muni de sa batterie supplémentaire dans sa boîte de protection étanche.

Lors de la sortie en mer, les pêcheurs piroguiers capturaient des poissons pélagiques, des crabes, des crevettes et divers débris (des algues, etc.). Cependant, seules les captures de poissons démersaux ont été enregistrées. Ce sont les échantillons obtenus lors de ces pêches qui sont devenus des données de captures et de trajectoires. Comme la forme des trajectoires de suivi pour tous les engins utilisés demeurait inconnue, il s'est avéré nécessaire de réaliser une seconde collecte de données pour servir de référence à la forme des trajectoires pour chaque engin. Cependant, lors de ces trajectoires de référence, les captures n'étaient pas prises en compte, puisque l'objectif était de transcrire les activités effectuées par les pêcheurs. Ces activités ont été dites états « détaillés » et/ou états « agrégés » dans les trajectoires de suivi, selon leur niveau de précision : les « états détaillés » correspondaient à toutes les différentes activités effectuées par les pêcheurs durant la sortie en mer pendant une période donnée. Ils se regroupaient dans deux « états agrégés », dits état agrégé « pêche » s'il existait une relation directe entre l'activité et les captures, et état agrégé « non pêche » dans le cas contraire.

Les trajectoires de référence consistaient à suivre le déplacement à bord des pirogues. Durant les sorties en mer, les activités des pêcheurs ont été observées. Une fiche de suivi des actions de pêche a été remplie pour suivre les étapes des activités de pêcheurs. Ces étapes ont été enregistrées en envisageant l'impact sur la forme des trajectoires. Une montre synchronisée avec le GPS et une fiche de suivi ont été utilisées pour enregistrer les durées des états détaillés (Annexe.1). La fiche a été conçue pour être utilisées à raison de trois sorties par pêcheur. Mais pour des raisons multiples indépendantes de notre volonté (indisponibilité pour les pêcheurs et mauvais temps), nous n'avons pu réaliser que 29 trajectoires de référence dont 10 pour les pêcheurs à la ligne à main, huit pour le filet maillant et 11 pour la senne de fond. Chaque semaine, les données de position ont été extraites des GPS en format CSV et reliées aux colonnes du nom de pêcheur, des codes GPS, des périodes de pêche, des « états détaillés » et des « états agrégés » suivant les informations des fiches de suivi, du coup de pêche et du nom vernaculaire du site de pêche (Annexe.2). La forme des trajectoires de référence de chaque état a été déterminée sous le logiciel QGIS.

1.3 Traitement des données

1.3.1 Efforts de pêche et capture par unité d'effort de pêche (CPUE)

✓ Détermination de l'effort de pêche

L'effort de pêche est une mesure de l'ensemble des moyens de capture (méthodes ou matériels) mis en œuvre par les pêcheurs sur les ressources, dans un laps de temps donné (Laurec et Le Guen, 1981). Il est constitué de deux notions différentes définies comme suit : l'« effort de pêche nominal » qui est la mesure d'accumulation de tous les moyens des captures, et l'« effort de pêche effectif » correspondant à la pression réelle exercée sur un stock (Gascuel, 1993). A partir des trajectoires des pirogues, cette étude a permis de calculer i) l'effort nominal, comme la durée des sorties, ii) l'effort effectif correspondant à la durée de l'état agrégé « pêche » ou le nombre de coups de pêche durant la sortie, et iii) l'effort standard défini ci-dessous.

L'effort standard (E_{st}) est calculé à partir du produit de la durée de pêche effective avec un coefficient multiplicateur.

$$E_{st} = H_p \times E_m$$

Avec E_{st} : Effort standard, H_p : Durée de pêche effective, E_m : coefficient multiplicateur.

Le coefficient multiplicateur est obtenu à partir du rapport entre les dimensions de l'engin utilisé par les dimensions de référence de l'engin. Selon les caractéristiques des engins utilisés sur le terrain, les dimensions de référence étaient de 100m de longueur pour le filet maillant, 50m de longueur pour la senne de fond et un hameçon pour la pêche à la ligne.

✓ Détermination des captures par unité d'effort de pêche (CPUE)

Les CPUE par sortie « CPUE_s » ont été calculées en considérant la durée totale de toutes les activités durant la sortie.

Les CPUE suivantes ont été déterminées à partir des efforts effectifs obtenus.

- CPUE par heure de pêche (CPUE/heure) : Seule la durée des activités réalisées pendant la capture a été considérée (état agrégé « pêche »).

$$CPUE_h = Ca/H_p$$

Avec Ca : capture durant une sortie et H_p = durée de pêche effective (heure)

- CPUE par coup de pêche (CPUE_cp) : elle est calculée à partir du nombre de coups de pêche déployés durant la sortie.

$$CPUE_{cp} = Ca / (Nb_{cp})$$

Avec Nb_cp : nombre de coups de pêche.

- CPUE standard (CPUE_st) par engin : elle est calculée à partir de l'effort standard.

$$CPUE_{st} = Ca / E_{st}$$

✓ Analyse statistique des données

Pour chaque sortie enregistrée, les durées totales, les durées des états agrégés et les durées des coups de pêche ont été calculées. La comparaison des durées s'effectue suivant les engins utilisés en rapport avec les pêcheurs échantillonnés ainsi que les CPUE observées. Le test de Shapiro Wilk a été réalisé pour vérifier la normalité des échantillons. Le test de Mann-Whitney a été utilisé pour effectuer la comparaison entre deux échantillons et le test de comparaison de Kruskal Wallis pour la comparaison entre plusieurs échantillons des efforts ou des captures entre les engins et/ou entre les pêcheurs de même engin. De plus, pour vérifier la source de la différence observée, le test de Steel-Dwass-Critchlow-Fligner a été utilisé pour voir la différence entre les paires d'observations. Les résultats obtenus ont comparé deux à deux les variables étudiées. Tous les traitements et les tests statistiques ont été effectués sous le logiciel XLSTAT version 2017.1.

1.3.2 Traitement cartographique

La distribution spatiale de la pêche a été étudiée suivant les différentes variables à l'aide du logiciel de cartographie QGIS 2.18. Premièrement, les trajectoires de référence ont été représentées pour visualiser leurs différentes formes suivant les engins étudiés.

Deuxièmement, d'après la connaissance sur la forme des trajectoires de référence, la classification des états détaillés et des états agrégés a été appliquée visuellement à chaque position sur les trajectoires de suivi disponibles. Ce processus a été réalisé suivant la procédure ci-après : en premier lieu, les états détaillés ont été recherchés (Annexe.2), et dans les cas où les états détaillés n'ont pu être déterminés, seuls les états agrégés « pêche » et « non pêche » ont été déterminés (Annexe.03). Si les états agrégés n'étaient pas déterminables avec

certitude à leur tour, les trajectoires n'ont pas été analysées et ont été marquées « NA » (Annexe.4). Le temps écoulé durant la classification des 193 trajectoires de suivi a été de 3 semaines, soit 9 trajectoires par jours en moyenne.

Troisièmement, la représentation des trajectoires de suivi a été réalisée à partir des centroïdes (ou barycentres) de chaque coup de pêche. Les centroïdes ont été calculés à partir de leurs positions moyennes déterminées suivant la formule ci-dessous :

$$\mathbf{G} \begin{cases} X_G = \frac{\sum_n^i X_i}{n} \\ Y_G = \frac{\sum_n^i Y_i}{n} \end{cases}$$

Avec X_G : point moyen de la longitude avec x_i : longitude ; Y_G : point moyen de la latitude avec y_i : latitude ; G : point barycentre ou centroïde

En conséquence, chaque centroïde représentait un coup de pêche, que ce soit à la ligne, au filet maillant ou à la senne de fond. Dans sa table d'attributs, à chaque centroïde correspondaient l'engin utilisé, le nom des pêcheurs, le nom du site, et les CPUE (Annexe.5). Ce processus a permis de délimiter la zone utilisée pour chaque pêcheur, pour chaque engin et les sites de pêche, et démontrer la variation spatiale des CPUE par heure de pêche effective. Une grille de 0,25 km² a été créée dans la zone de pêche d'Ankilibe avec le logiciel QGIS pour représenter spatialement l'estimation de l'effort de pêche et les captures. Dans chaque cellule de la grille, le nombre de coups de pêche a été dénombré, et les durées cumulées des coups de pêche et les captures cumulées dans cette grille ont été calculées.

2 RÉSULTATS

2.1. Caractéristiques des trajectoires

L'étude sur la caractérisation des trajectoires se base sur l'analyse de déplacement des pirogues durant les sorties en utilisant les traceurs GPS. Cette partie consiste à montrer les différentes formes de trajectoire obtenues à partir des données de référence et l'efficacité de la transcription des données de référence sur les trajectoires de suivi.

2.1.1 Trajectoires de référence

Tout au long de cette étude, 29 trajectoires de référence ont été observées. Quinze états détaillés et deux états agrégés « pêche » et « non pêche » ont été décrits (Fig.3). Les engins avaient des états détaillés spécifiques, surtout pendant les actions de pêche, dont huit états détaillés pour la ligne à main, et 11 pour le filet maillant et la senne de fond (Tab.1).



Figure 3 : Représentation des trajectoires de référence.

L'attente avant la pose du filet maillant ou de la senne était une activité occasionnelle ; elle est apparue lorsque les pêcheurs arrivaient trop tôt sur le site de pêche et attendaient la marée basse et le courant calme pour commencer leur pêche. Par contre, dans le cas de la pêche à la ligne, cette attente était systématiquement absente (Tab.1).

Tableau 1 : Classement des activités des pêcheurs durant la sortie en mer.

	Ligne à main	Filet maillant	Senne de fond
États agrégés	États détaillés	États détaillés	États détaillés
<i>Non pêche</i>	Installation de la voile	Installation de la voile	Installation de la voile
	Départ	Départ	Départ
	Désinstallation de la voile	Désinstallation de la voile	Désinstallation de la voile
	*****	Attente avant pose du filet	Attente avant la pose du filet
	Recherche du bon endroit	Recherche du bon endroit	Recherche du bon endroit
<i>Pêche</i>	Action de pêche	Pose du filet	Pose de la senne
		Rabattage du poisson	Trait de senne
		Remontée du filet	Collecte des captures
			Remontée de la senne
<i>Non pêche</i>	Déplacement vers un autre site	Déplacement vers un autre site	Déplacement vers un autre site
	Retour au village	Retour au village	Retour au village

La forme de trajectoire des états détaillés durant la sortie était spécifique pour chaque engin, surtout au niveau de l'état agrégé « pêche », comme décrit ci-dessous. Par contre, elle était identique au niveau de l'état agrégé « non pêche ».

La trajectoire typique d'un coup de pêche au filet maillant débutait par une forme en cercle (pose du filet), suivie par une forme groupée (rabattage du poisson une fois la pirogue amarrée), et se terminait par une forme groupée et/ou linéaire (remontée du filet avec collecte des captures) (Tab.2 ; Fig.4).

Tableau 2 : Forme des trajectoires des pirogues pour chaque activité de pêche au filet maillant.

Filet maillant		
États agrégés	États détaillés	Forme trajectoire
Non pêche	Installation de la voile	Groupé et/ou linéaire serpenté
	Départ	Linéaire en droite
	Désinstallation de la voile	Linéaire serpenté et/ou groupe
	Attente avant pose du filet	Groupé
	Recherche du bon endroit	Linéaire serpenté
Pêche	Pose du filet	Linéaire en cercle ou en arc
	Rabattage du poisson	Groupé avec linéaire ou sans
	Remontée du filet avec collecte	Groupé et/ou linéaire serpenté
Non pêche	Déplacement vers un autre site	Linéaire en droite et serpenté
	Retour au village	Linéaire en droite

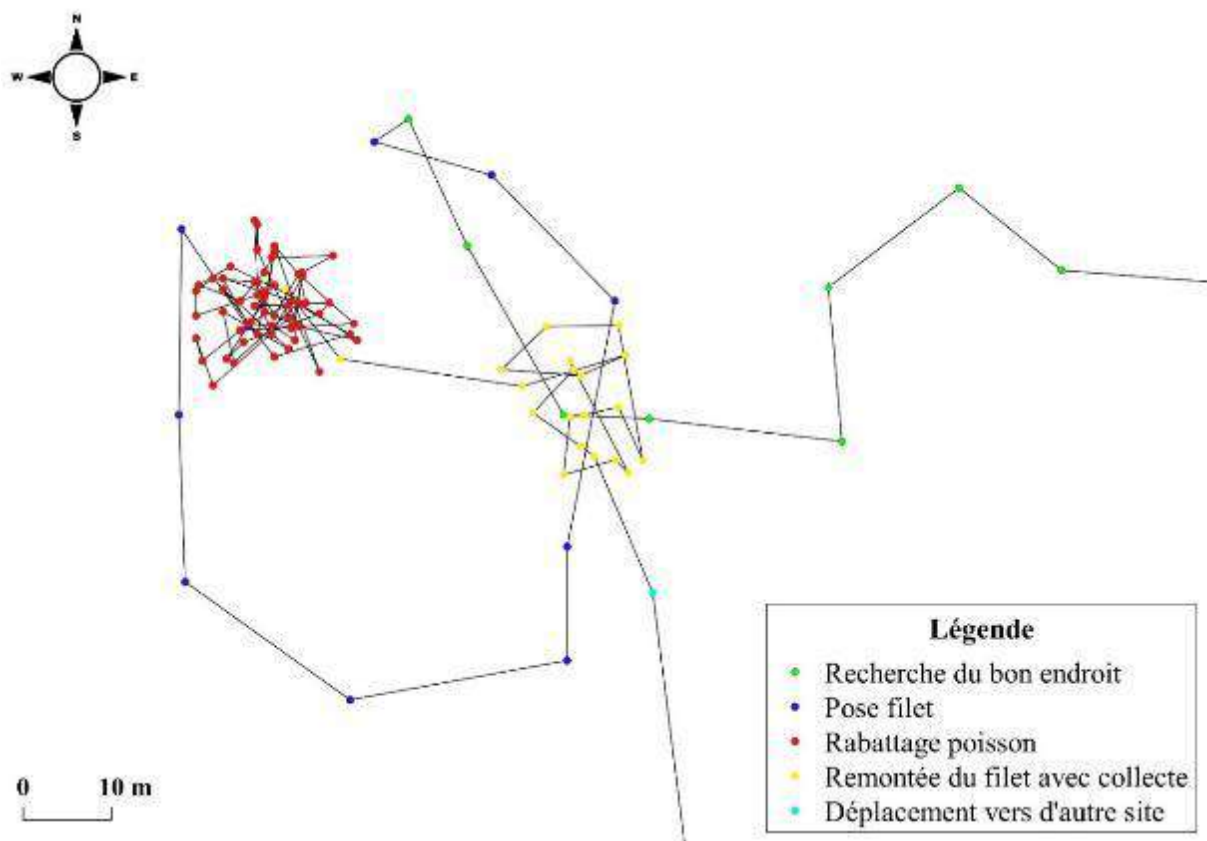


Figure 4 : Forme des trajectoires des pirogues pour les coups de pêche au filet maillant.

Pour la pêche à la senne de fond, la trajectoire typique d'un coup de pêche commençait par un arc ou une forme linéaire (pose de la senne), suivie par une forme linéaire serpenteée (trait de la senne), et à la fin, une forme groupée (collecte des captures et transvasement des captures dans la pirogue) (Tab.3). Parfois, les pêcheurs ne changeaient pas d'endroit entre deux coups de pêche successifs, et redéployaient directement leur senne. En conséquence la présence de groupe des points signifiait la fin d'un coup de pêche (Fig.5).

Tableau 3 : Forme des trajectoires des pirogues pour chaque activité de la pêche à la senne de fond.

Senne de fond		
États agrégés	États détaillés	Forme trajectoire
Non pêche	Installation de la voile	Groupé et/ou linéaire serpenteé
	Départ	Linéaire en droite
	Désinstallation de la voile	Linéaire serpenteé et/ou groupe
	Attente avant pose du filet	Groupé
	Recherche du bon endroit	Linéaire serpenteé
Pêche	Pose de la senne	Linéaire en arc ou groupé
	Trait de senne	Linéaire serpenteé
	Collecte des captures	Groupé
	Remontée de la senne	Linéaire en arc et/ou serpenteé ou groupé
Non pêche	Déplacement vers un autre site	Linéaire en droite et serpenteé
	Retour au village	Linéaire en droite

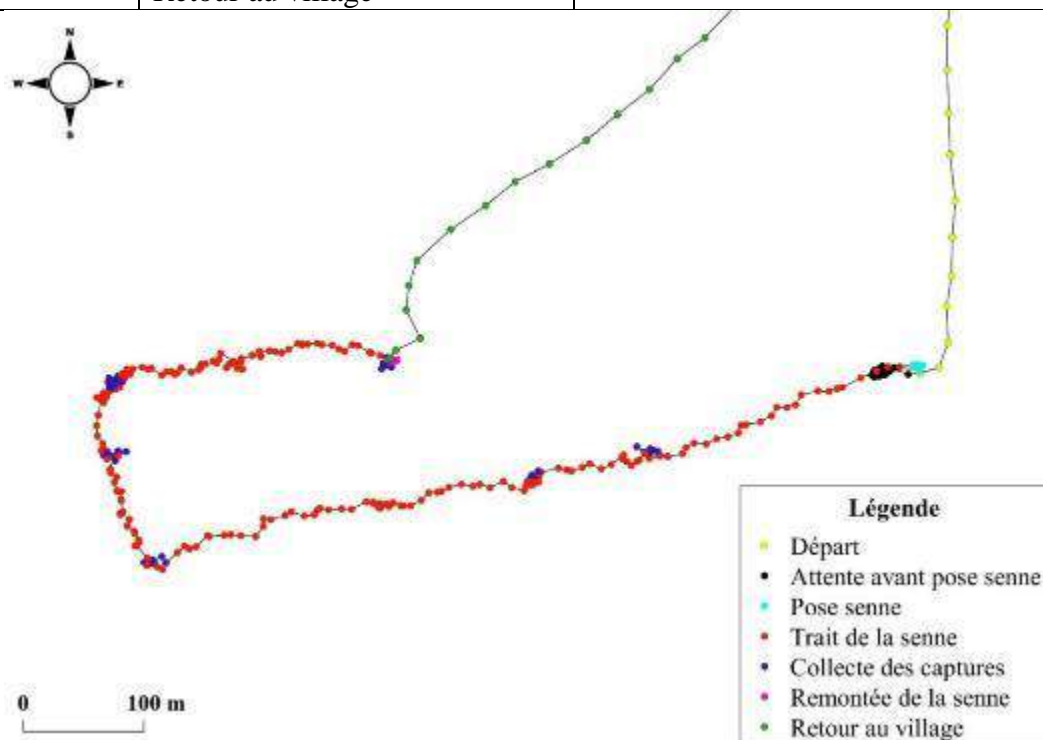


Figure 5 : Forme des trajectoires des pirogues pour les coups de pêche à la senne de fond.

La forme typique d'un coup de pêche à la ligne est marquée par le groupement des points (Tab.4 ; Fig.6). La forme en groupe de points signifiait que la pirogue était ancrée.

Tableau 4 : Forme des trajectoires des pirogues pour chaque activité de la pêche à la ligne.

Ligne à main		
États agrégés	États détaillés	Forme trajectoire
<i>Non pêche</i>	Installation de la voile	Groupé et/ou linéaire serpenté
	Départ	Linéaire en droite
	Désinstallation de la voile	Linéaire serpenté et/ou groupé
	Recherche du bon endroit	Linéaire serpenté
<i>Pêche</i>	Action de pêche	Groupé
<i>Non pêche</i>	Déplacement vers un autre site	Linéaire en droite et serpenté
	Retour au village	Linéaire en droite

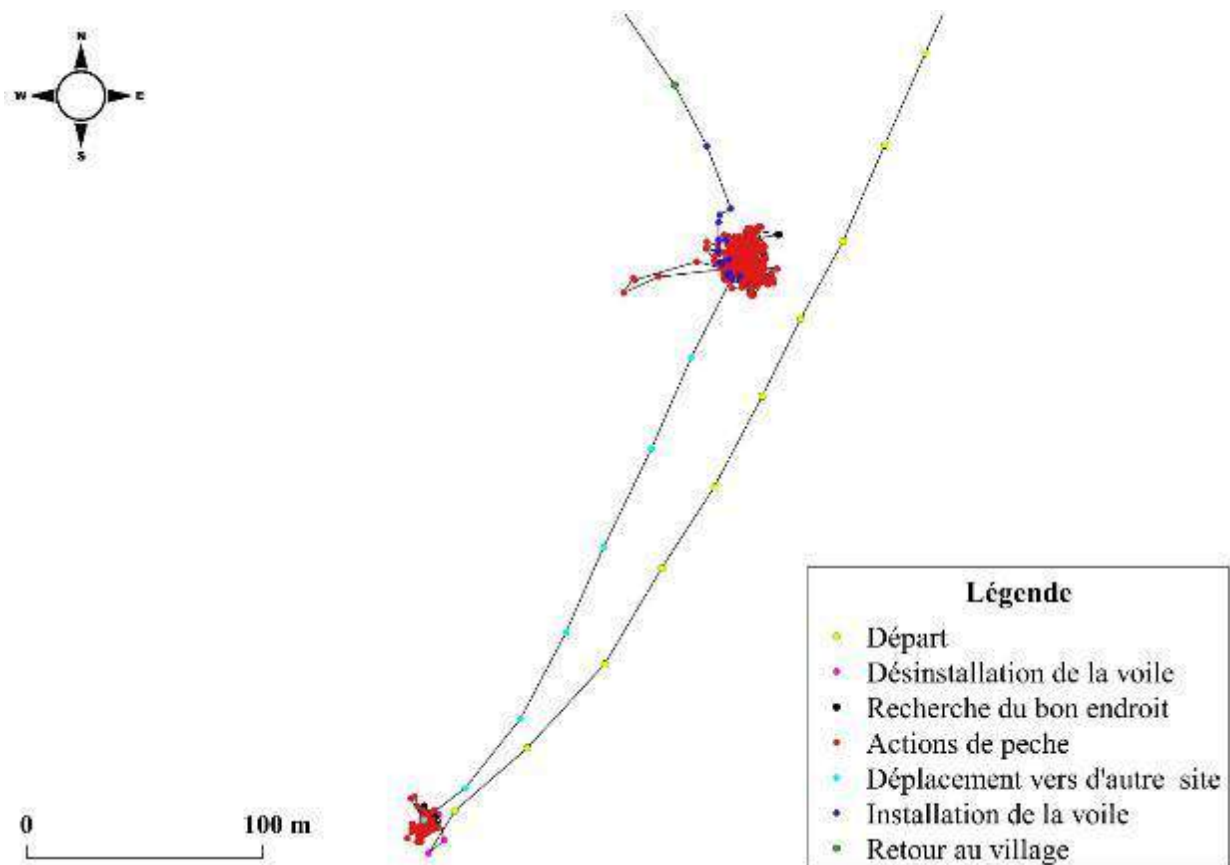


Figure 6 : Forme des trajectoires des pirogues pour les coups de pêche à la ligne à main.

Une autre forme de trajectoire de « pêche » a été observée pour la pêche au filet maillant : elle commençait en cercle ou en arc (pose du filet), suivie par une forme linéaire serpentée (rabattage des poissons avec déplacement de la pirogue), puis groupée (rabattage des poissons

avec la pirogue ancrée et pêcheurs plongeant en apnée), et se terminait par la forme groupée et linéaire (remontée du filet) (Fig.7.A). Quelquefois, les pêcheurs au filet maillant restaient sur le même endroit pour le second coup de pêche. En conséquence, la présence d'un double cercle correspondait à un double coup de pêche (Fig.7.B).

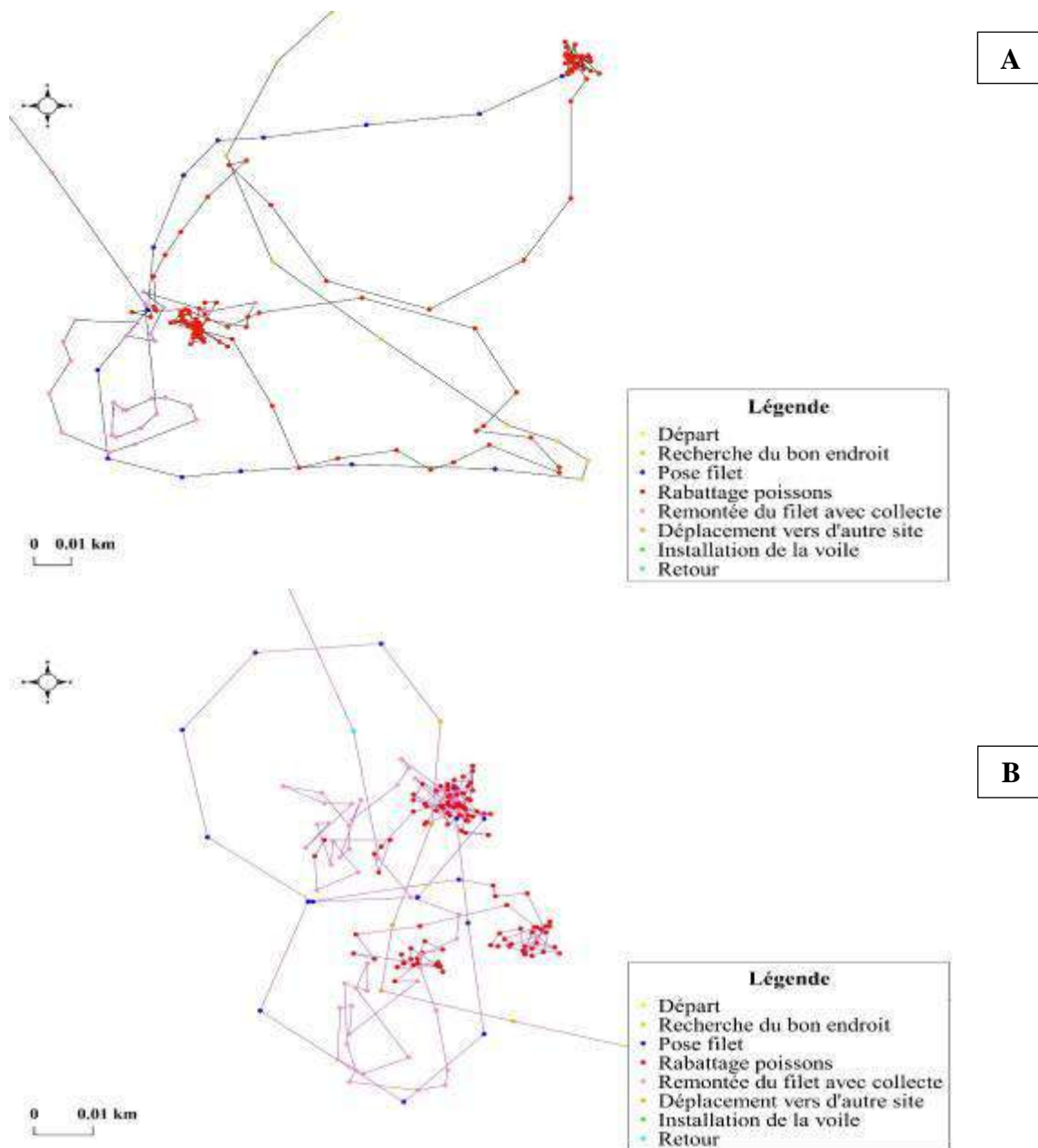


Figure 7 : Diversité de la forme des trajectoires des pirogues pour l'engin filet maillant.

A : Trajectoire de pirogue pendant la pêche effective avec rabattage des poissons, du fait que la pirogue se déplace entre deux coups de pêche ; B : Trajectoire de pirogue avec double coup de pêche.

2.1.2 Trajectoires de suivi

Cette partie montre la caractérisation des trajectoires et informe sur la précision des états détaillés et des états agrégés des trajectoires sans observation à bord des pirogues.

Au total, 193 trajectoires ont été observées dont 54 trajectoires pour la pêche au filet maillant, 25 pour la ligne à main et 114 pour la senne de fond. Un pêcheur est allé jusqu'au village d'*Anakao*, situé à 28km au sud d'*Ankilibe*. Il a réalisé une campagne de pêche durant deux jours et a débarqué ses captures dans le village (Fig.8). Les trajectoires à l'extérieur de la zone du lagon de Tuléar n'ont pas été prises en compte pour l'étude.



Figure 8 : Représentation des coups de pêche et des actions de « non pêche » sur les trajectoires de suivi.

Parmi les 193 trajectoires, certaines formes étaient absentes des trajectoires de référence (Annexe.5) d'où la difficulté pour la classification des états des trajectoires. Dans la plupart des cas, cela était observé sur les pêcheurs au filet maillant et à la senne de fond (Tab.5). La transcription des états détaillés dans les trajectoires de suivi a été facile pour les pêcheurs à la ligne (100% des cas), parce que toutes les formes étaient présentes dans les trajectoires de référence (Tab.5).

Tableau 5 : Nombre de trajectoires pour chaque niveau de précision de la caractérisation des trajectoires du suivi, pour les trois engins suivis.

Code pêcheur	Engin	États détaillés	États agrégés	Non déterminé	Total sortie
FMP1	Filet maillant	7		1	8
FMP2	Filet maillant	17			17
FMP3	Filet maillant	14			14
FMP4	Filet maillant	8	7		15
LNP1	À la ligne	14			14
LNP2	À la ligne	11			11
SFP1	Senne de fond	19			19
SFP2	Senne de fond	16			16
SFP3	Senne de fond	27			27
SFP4	Senne de fond	7	7		14
SFP5	Senne de fond		9		9
SFP6	Senne de fond	9	2	1	12
SFP7	Senne de fond	8			8
SFP8	Senne de fond	4	4	1	9
	Total	161	29	3	193
	Pourcentage (%)	83	15	2	100

Parfois les GPS ont mal fonctionné, et les points enregistrés étaient superposés durant certaines périodes de la sortie de pêche. Cette situation provoquait la difficulté pour transcrire les états des trajectoires de suivi, surtout au niveau des états agrégés « pêche ». Malgré cela, la forme en cercle (pose du filet) était observée pour la pêche au filet maillant et pour la senne, la superposition des points élevée (collecte des captures) signifiait la fin du coup de pêche (Annexe.6). Au total, 83% des trajectoires ont été identifiées au niveau des états détaillés, 15% au niveau des états agrégés, et 2% des trajectoires n'ont pas été déterminées (Fig.9).

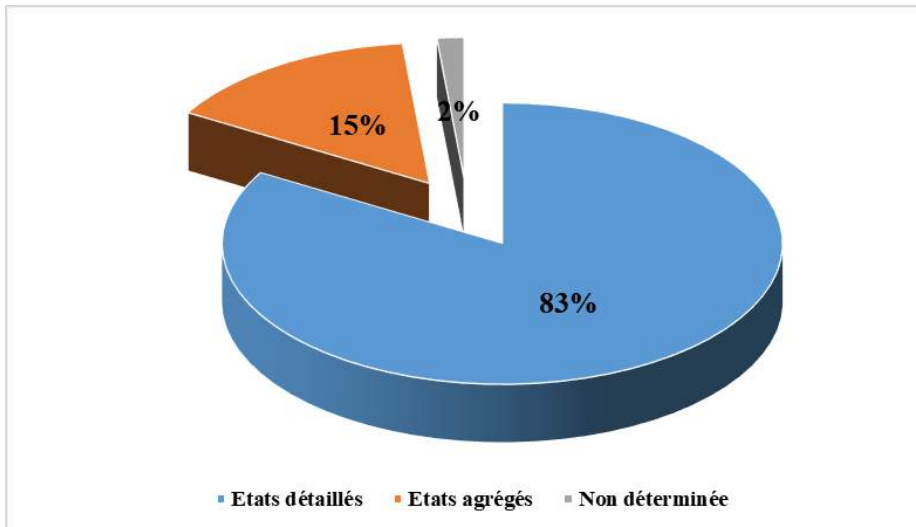


Figure 9 : Précision de la caractérisation des trajectoires du suivi, pour les trois engins réunis.

2.2. Répartition spatiale des activités de pêche

L'analyse spatiale des activités de la pêche a été réalisée à partir du centroïde de chaque coup de pêche. Durant cette partie, seules les trajectoires de suivi sont examinées. Elle consiste à cartographier les centroïdes des coups de pêche afin de visualiser les zones fréquentées par chaque engin et chaque pêcheur ainsi que la délimitation des sites de pêche selon les noms vernaculaires relevés.

2.2.1 Spatialisation des coups de pêche

Sur les 193 trajectoires, 666 coups de pêche ont été observés dont 98 pour la pêche à la ligne, 63 pour la pêche au filet maillant et 505 pour la pêche à la senne de fond (Fig.10). Ces coups de pêche étaient répartis depuis la zone littorale du village jusqu'au GRT, y compris sur le récif barrière *Nosy Tafara*. Ils étaient fortement concentrés dans les récifs internes des récifs comme *Mareana*, *Ankilibe*, *Norikazo*, *Dimadimatse* et *Beloza*.

Selon les engins utilisés, la pêche ciblait différentes zones géomorphologiques : la pêche à la senne de fond était répartie de manière relativement homogène près du littoral jusqu'au récif intermédiaire, alors que la pêche à la ligne exploitait la pente interne de ce dernier (Fig.10). La zone de répartition de la pêche au filet maillant était très large par rapport aux deux autres engins, et s'étendait depuis le littoral jusqu'aux récifs barrière (Fig.10).

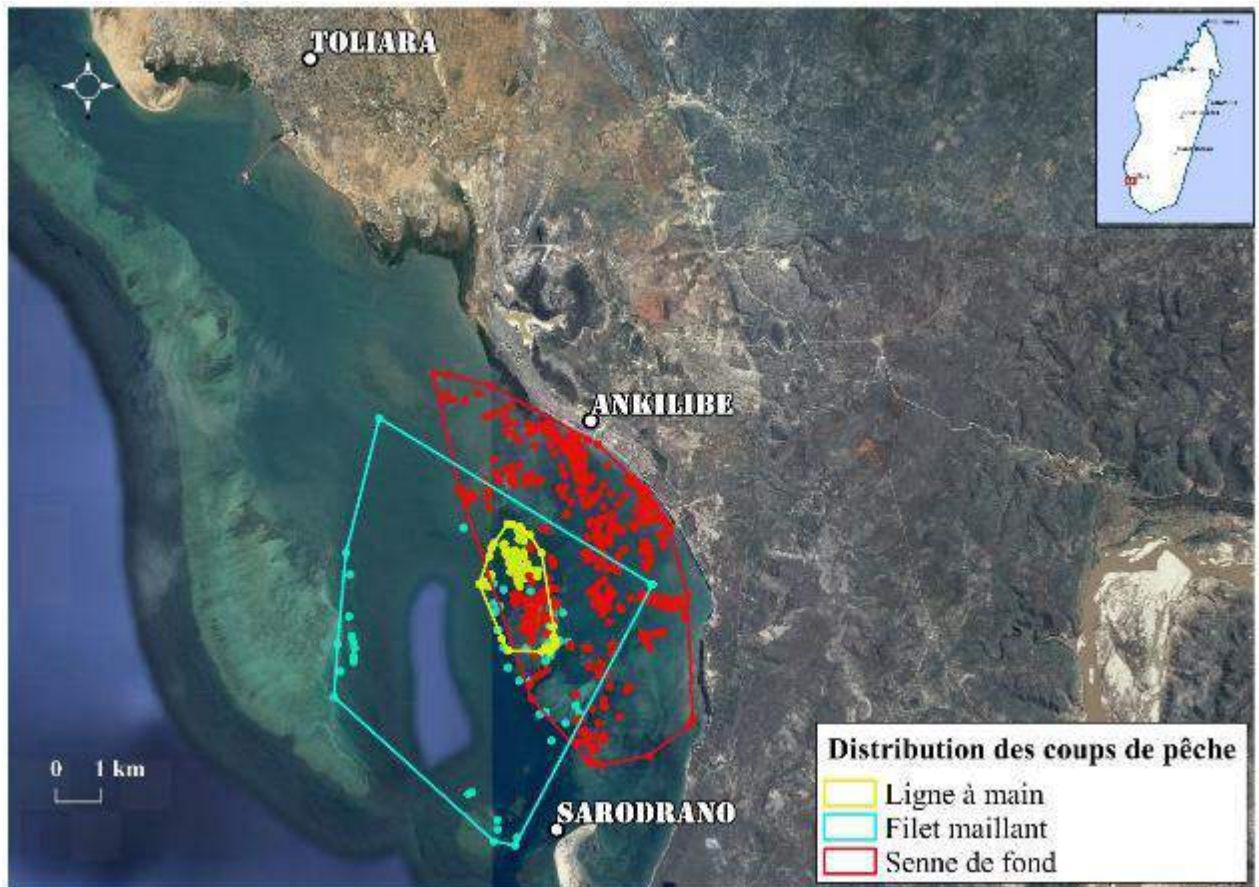


Figure 10 : Répartition des coups de pêche suivant les engins utilisés.

2.2.2 Répartition des zones par pêcheur

Les pêcheurs fréquentaient un ou plusieurs sites de pêche d'étendue très variable (entre 3,05 et 32,26km²). Les deux pêcheurs à la ligne ne changeaient pas de zone de pêche, ils occupaient chacun une surface de 3,12km² et 1,48km². Ils restaient à l'intérieur des sites appelés *Norinkazo* et *Dimadimatse*. Mais les pêcheurs au filet maillant changeaient de site de pêche dont les surfaces s'étendaient de 7,25 à 32,26km². Les pêcheurs à la senne de fond sont restés sur la zone récifale intermédiaire. Certains occupaient toute la zone de pêche à la senne (17,84 et 22,06km²) et d'autres préféraient opérer le long du littoral, surtout dans la partie sud. Un pêcheur occupait la partie sud de la zone avec une surface de 3,05km² (Fig.11).

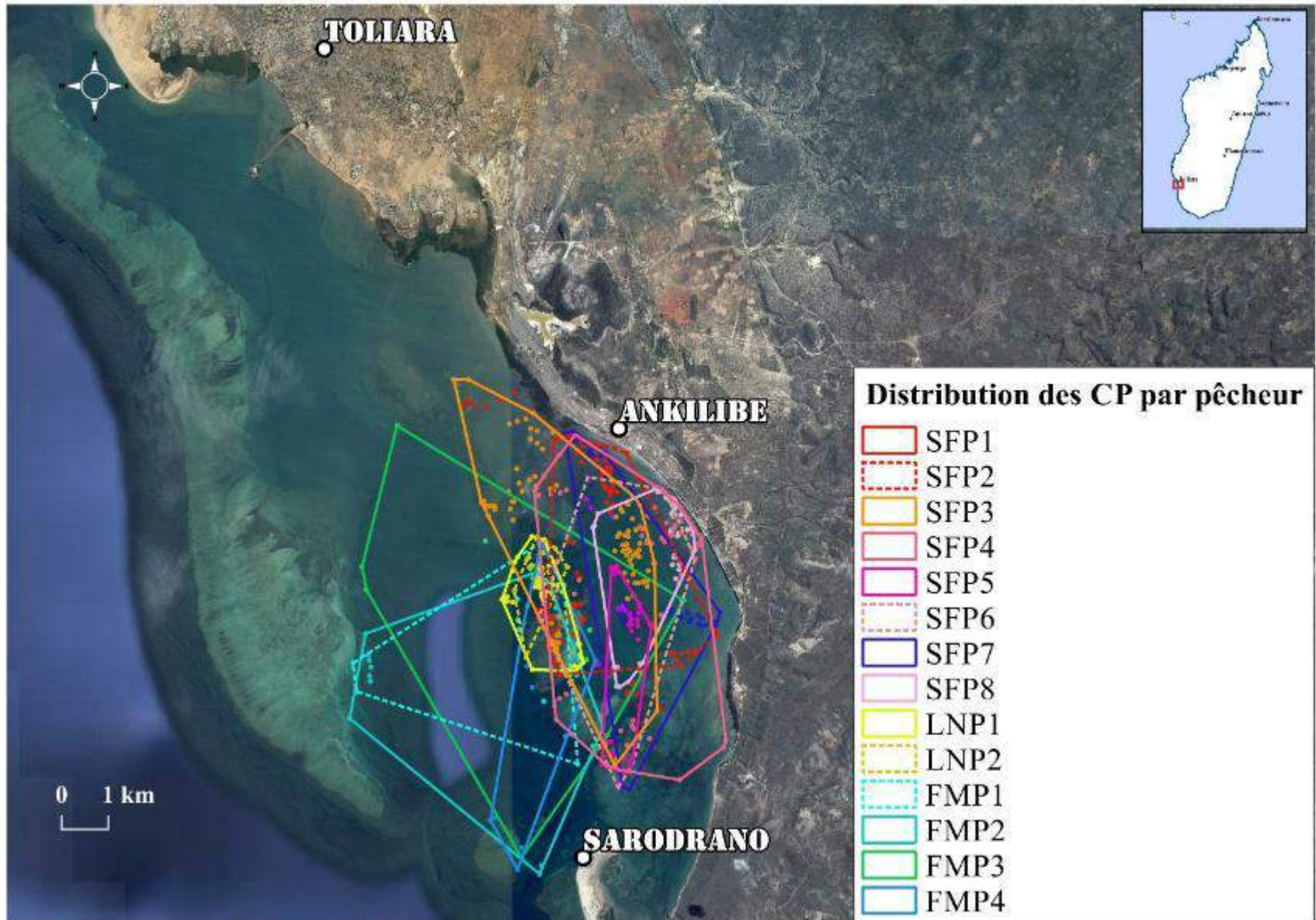


Figure 11 : Répartition des zones par pêcheur.

2.2.3 Limitation des sites de pêche

Dans la zone d'étude, 37 sites de pêche ont été enregistrés par des toponymes, se répartissant entre la zone littorale jusqu'au grand récif de Toliara. Le chevauchement de certains sites apparaît parce qu'un site de pêche avait plusieurs appellations. Ces situations se manifestaient surtout dans le récif intermédiaire, qui est la zone la plus fréquentée. À titre d'exemple, *Ambatomitsanga*, *Andrano*, *Fihazandanora* et une partie d'*Atsanira* et *Norinkazo* sont confondues (Fig.12). Les autres sites avaient de très larges surfaces (Annexe.7). Un seul coup de pêche a été effectué sur certains sites.

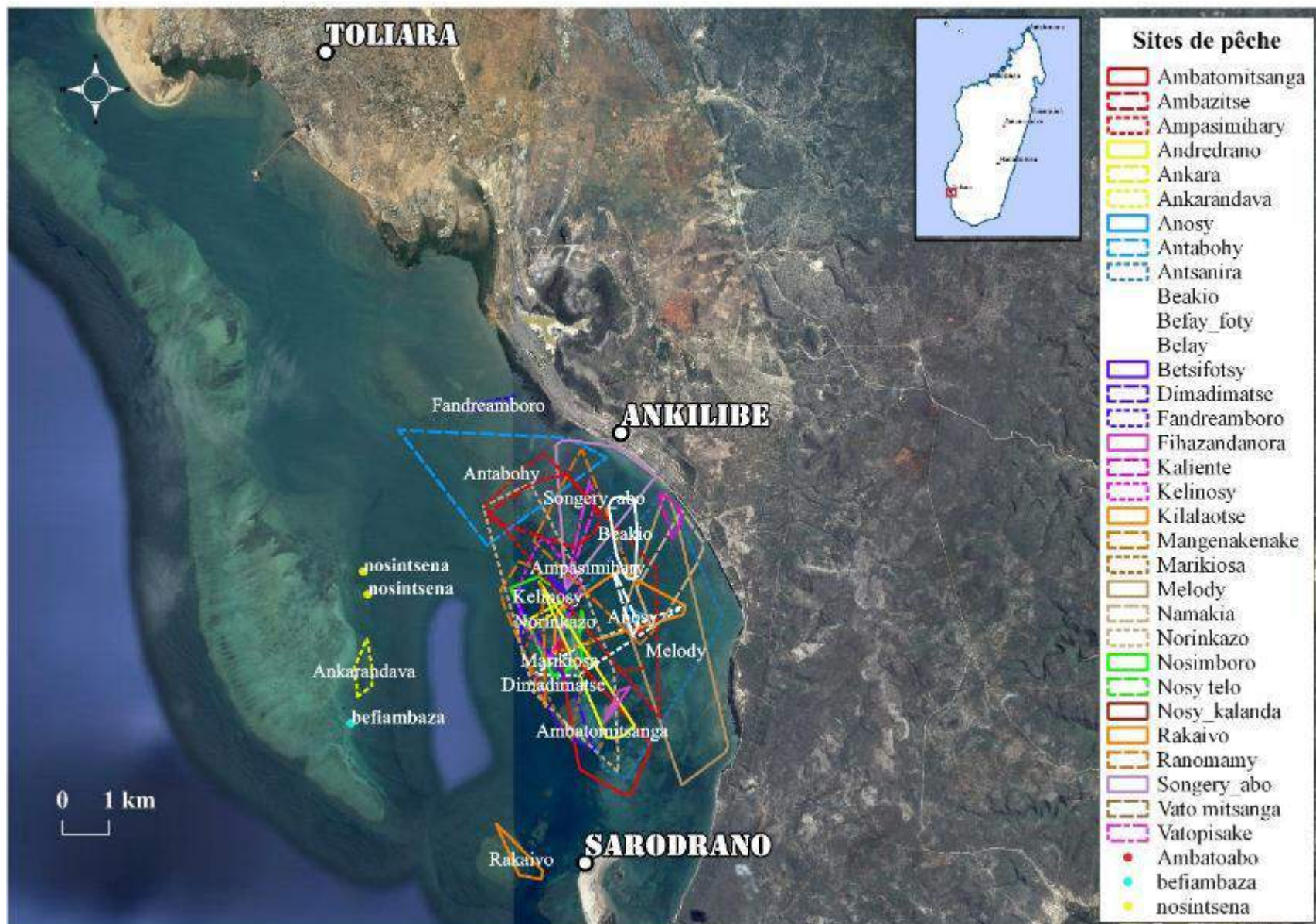


Figure 12 : Répartition des sites de pêche d'après les toponymes déclarés par les pêcheurs.

2.3. Représentation quantitative des données

La partie spatialisation des coups de pêche est importante pour préciser la distribution spatiale des activités de la pêche. Cette distribution est plus importante suivant les engins que les pêcheurs (Fig.10 et Fig.11). La représentation quantitative va montrer la variation de l'effort de pêche et des captures suivant les variables étudiées.

2.3.1. Variation de l'effort de pêche suivant les engins

L'effort de pêche mesuré est les durées des sorties et les états agrégés « pêche » et « non pêche ».

Les durées moyennes de l'état agrégé « pêche » étaient strictement supérieures à celles de l'état « non pêche » pour tous les engins utilisés, soit 59,3 % et 40,7 % de la durée totale de la sortie. Les durées moyennes des sorties étaient égales à 5h 54mn, dont 3h 30mn pour l'état agrégé « pêche » et 2h 24mn pour « non pêche ». Le test de comparaison entre les engins utilisés montrait une différence significative pour les durées moyennes des sorties (test K.W., p-value < 0,0001). Le test de comparaison par paire montrait que les durées moyennes des sorties à la pêche à la senne de fond étaient significativement différentes de celles du filet maillant et de la ligne à main (p-value < 0,0001). Les durées moyennes des sorties étaient égales à 6h 58mn pour la pêche au filet maillant, 6h 24mn pour la senne de fond et 5h 18mn pour la ligne à main (Fig.13). Les durées des sorties maximales étaient observées dans la pêche au filet maillant, et les plus courtes pour la pêche à la ligne (Annexe.8).

Les durées moyennes de l'état agrégé « pêche » étaient significativement différentes suivant les engins (test K. W, p-value < 0,0001). Elles étaient égales respectivement à 4h 24mn, 4h 20mn et 2h 52mn pour le filet maillant, la ligne à main et la senne de fond (Fig.13). Les durées de l'état agrégé « pêche » à la ligne à main avaient une différence significative avec celles de la senne de fond et du filet maillant (p-value < 0,0001). Entre ces deux dernières, la différence n'était pas significative (p-value = 0,93). La durée maximale est observée pour la pêche au filet maillant, et inversement la durée minimale, pour la senne de fond (Annexe.8). Ce résultat confirme que les efforts de pêche effectifs étaient significativement différents entre les engins de pêche, alors que la durée des sorties (ou effort nominal) était statistiquement identique.

Par ailleurs, il n'y avait pas de différence significative au niveau des durées moyennes de l'état agrégé « non pêche » entre les trois engins (test K.W, p-value = 0,16960). Dans la pêche au filet maillant, à la ligne à main et à la senne de fond, elles étaient respectivement de 2h

34mn, 2h 3mn et 2h 26mn (Fig.13). La durée maximale était importante dans la pêche à la senne de fond et elle est faible pour la pêche à la ligne. La valeur de durée minimale est faible dans la pêche à la senne de fond contrairement pour la ligne à main (Annexe.8).

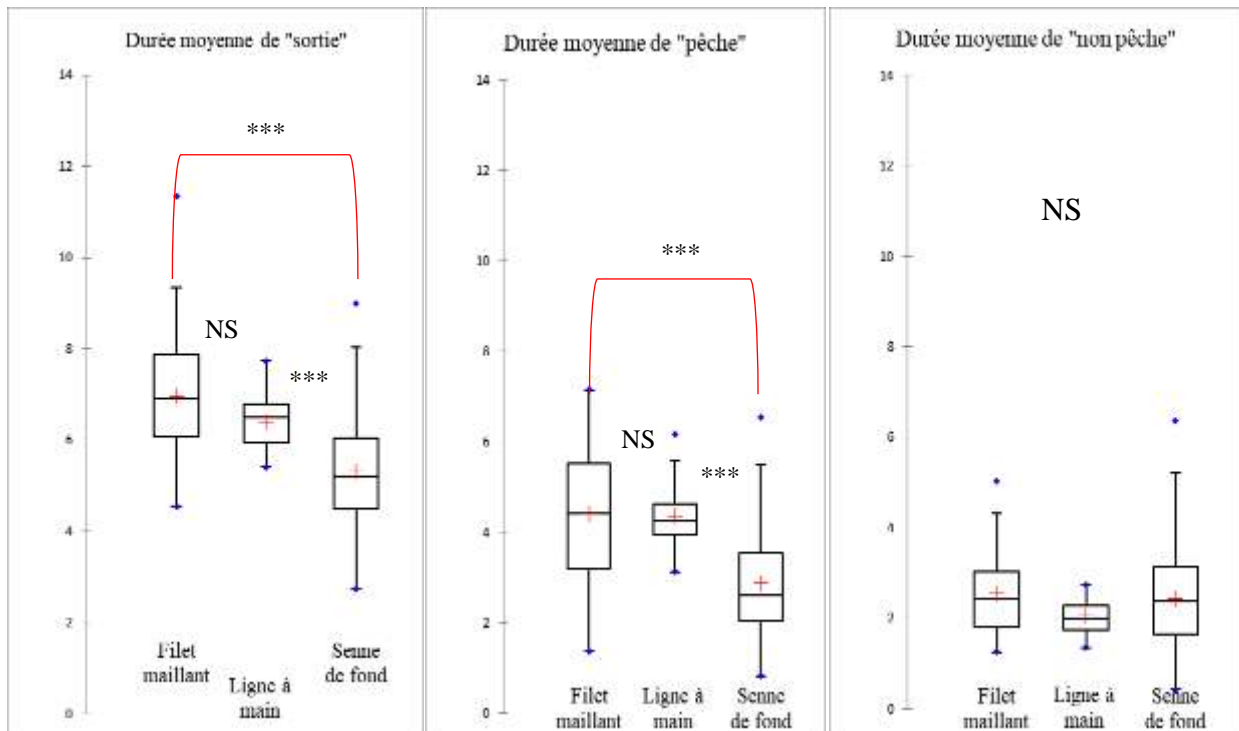


Figure 13 : Représentation des durées moyennes des sorties et des états agrégés « pêche » et « non pêche » pour chaque engin.

Avec *** : p-value < 0,0001 ; NS : p-value > 0,05

Les durées des sorties et de l'état agrégé « pêche » ont le même cas pour les résultats de la comparaison suivant les engins. La variation de l'effort de pêche est observée si les activités reliées avec les captures sont considérées contrairement à celui de l'effort de déplacement et/ou de préparation (état agrégé « non pêche »).

2.3.2. Variation d'effort de pêche suivant les pêcheurs de même engin

Pour le cas de la pêche à la ligne, l'analyse d'effort de pêche a montré que les durées moyennes des sorties et de l'état agrégé « pêche » n'étaient pas significativement différentes suivant les pêcheurs (test M.W ; p-value = 0,8480 et p-value = 0,2617). Au contraire, dans l'état agrégé « non pêche », les durées moyennes étaient significativement différentes entre

les pêcheurs (test M.W ; p-value = 0,0067) (Fig.14). Les durées de l'état « pêche » étaient strictement supérieures à l'état « non pêche », soit entre 65 à 72% de la durée des sorties en mer. Les valeurs maximale et minimale des durées des sorties et des états agrégés « pêche » et « non pêche » étaient assez similaires entre les pêcheurs à la ligne (Annexe.9).

Pour le cas de la pêche au filet maillant, les durées moyennes de sortie et de l'état agrégé « pêche » étaient significativement différentes entre les pêcheurs (test KW, p-value = 0,0327 ; p-value = 0,0079), contrairement à celui de l'état « non pêche » (test KW, p-value = 0,1953). Le test de comparaison par paire a montré que les durées moyennes de sortie étaient différentes entre le pêcheur 1 (FMP1) et le pêcheur 2 (FMP2) (p-value = 0,04178) et très significative entre ces deux pêcheurs pour l'état agrégé « pêche » (p-value = 0,0038) (Fig.14). Dans la plupart des cas, la durée de l'état agrégé « pêche » était supérieure à celle de l'état agrégé « non pêche », soit de 49 à 66% des durées de sortie. Les valeurs maximale et minimale pour les durées de sortie et des états agrégés « pêche » et « non pêche » étaient très variables (Annexe 10).

Pour le cas de la pêche à la senne de fond, les différences n'étaient pas significatives en termes de durée moyenne de sortie (test KW, p-value = 0,2344). Mais dans les états agrégés « pêche » et « non pêche », les durées moyennes étaient significativement différentes (test KW, p-value = 0,0017 ; p-value = 0,0162). Quant à la comparaison par paire, les durées moyennes de l'état agrégé « pêche » d'un pêcheur 6 (SFP6) étaient significativement différentes avec deux autres pêcheurs 1 et 3 (SFP1 et SFP3) (p-value =0,0307 ; p-value = 0,0101). Mais les durées moyennes de l'état « non pêche » ne sont pas significativement différentes entre les pêcheurs (Fig.14). En moyenne, 52% de la sortie est dominé par l'état agrégé « pêche » des pêcheurs à la senne de fond. Les durées maximales et minimales pour les efforts de pêche à la senne de fond étaient très variables (Annexe.11).

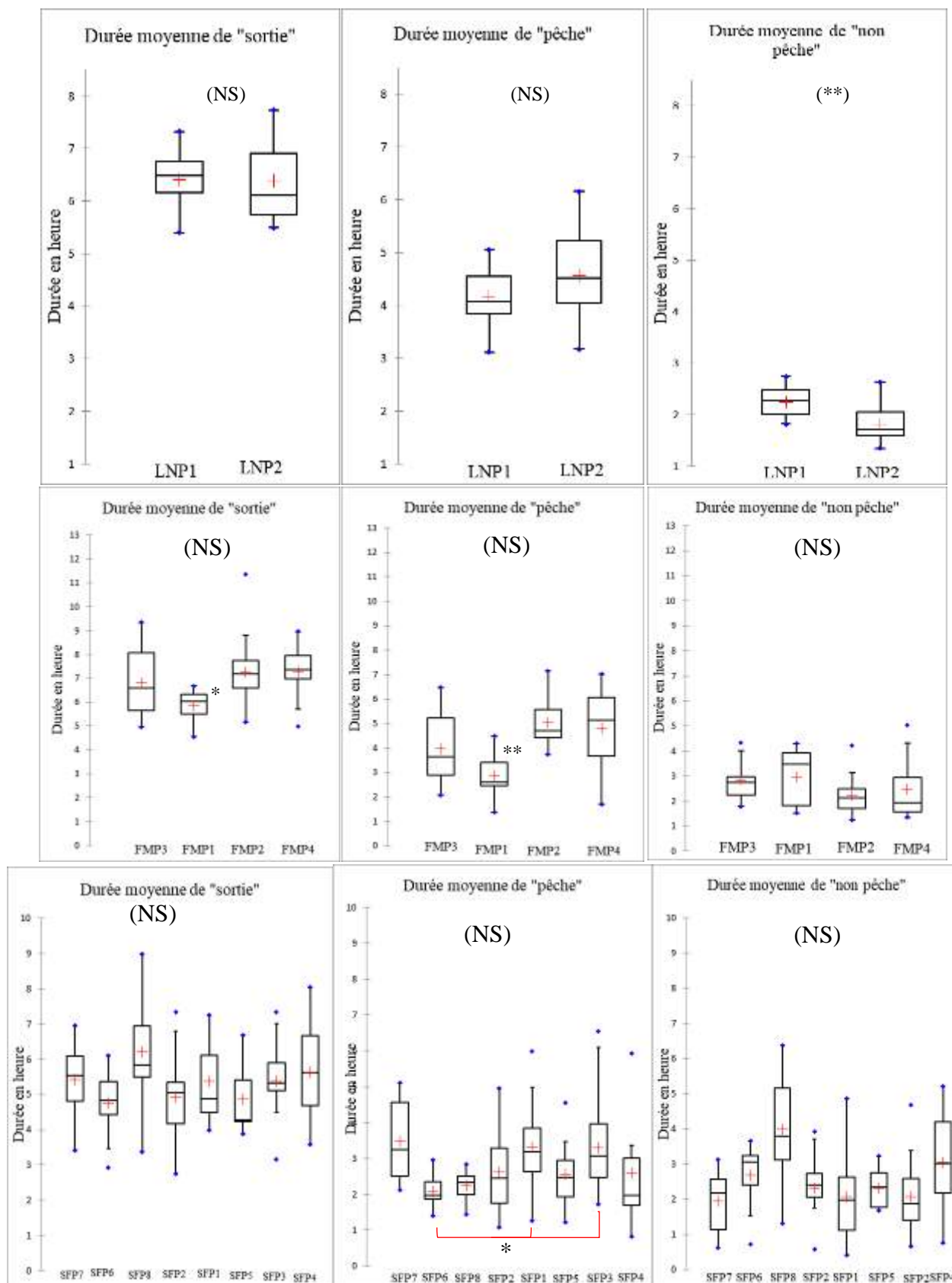


Figure 14 : Durée moyenne des sorties en mer et des états agrégés « pêche » et « non pêche » pour chaque pêcheur.

Avec NS : p-value > 0,05 ; ** : p-value < 0,01 ; * : p-value < 0,05 ; LN : Ligne à main ; FM : Filet maillant ; SF : Senne de fond.

2.3.3. Variation des durées de coup de pêche suivant les engins

Les durées moyennes d'un coup de pêche étaient égales à 57 minutes pour tous les engins confondus. Cependant, elles étaient significativement différentes d'un engin à un autre (test KW, p-value <0,0001). D'après la comparaison multiple par paire, seule la durée de coup de pêche au filet maillant était différente significativement de celles de la ligne à main et de la senne de fond (p-value < 0,0001 et p-value < 0,0001) (Fig.14).

Pour le cas de la pêche au filet maillant, la durée moyenne des coups de pêche était très élevée avec 3h 42mn, contre 38 mn pour la senne de fond et 1h 5mn pour la ligne (Fig.15). Les valeurs maximales et minimales étaient très variables, et elles étaient importantes pour la pêche au filet maillant contrairement à celle de pêche à la senne de fond (Annexe.12).

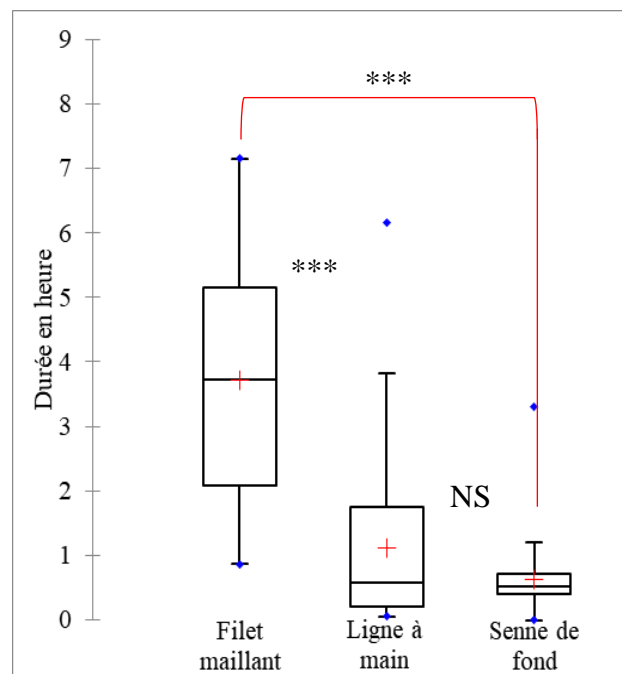


Figure 15 : Durée moyenne des coups de pêche suivant les engins.

Avec *** : p-value < 0,0001 ; NS : p-value > 0,05.

2.3.4. Estimation des CPUE

Des données de captures ont été collectées durant 162 sorties sur les 193 sorties observées dans les trajectoires de suivi (84 % des cas). Selon l'unité d'effort utilisée, les CPUE moyennes pour tous engins confondus étaient de 8,5kg/sortie, 4,4kg/coup de pêche et 3,3kg/heure standard et 3,3kg/heure de pêche effective. Entre les trois engins de pêche pour chaque unité d'effort considéré montrait des différences significatives (test KW, p-value <0,0001).

D'après la comparaison par paire, toutes les CPUE étaient significativement différentes entre les engins utilisés, excepté les CPUE par sortie pour la senne de fond qui ne montrait pas une différence significative avec celles du filet maillant (Fig.16).

Les CPUE moyennes étaient plus importantes avec la senne de fond par rapport aux autres engins, avec 10,3kg/sortie (contre 8,5kg/sortie pour le filet maillant et 2,2 kg/sortie pour la ligne à main), 4,8kg/heure de pêche effective et 5,7kg/heure standard, excepté celles des CPUE par coup de pêche (3,2kg) (Fig.16). La valeur moyenne maximale des CPUE par coup de pêche est observée au filet maillant avec 8,1kg/coup de pêche (Annexe.13). Les valeurs des CPUE étaient les plus faibles et très homogènes pour la pêche à la ligne, quelle que soit l'unité d'effort utilisée. Par contre, elles sont très variables pour la pêche à la senne de fond, et dans une moindre mesure pour la pêche au filet maillant (Fig.16).

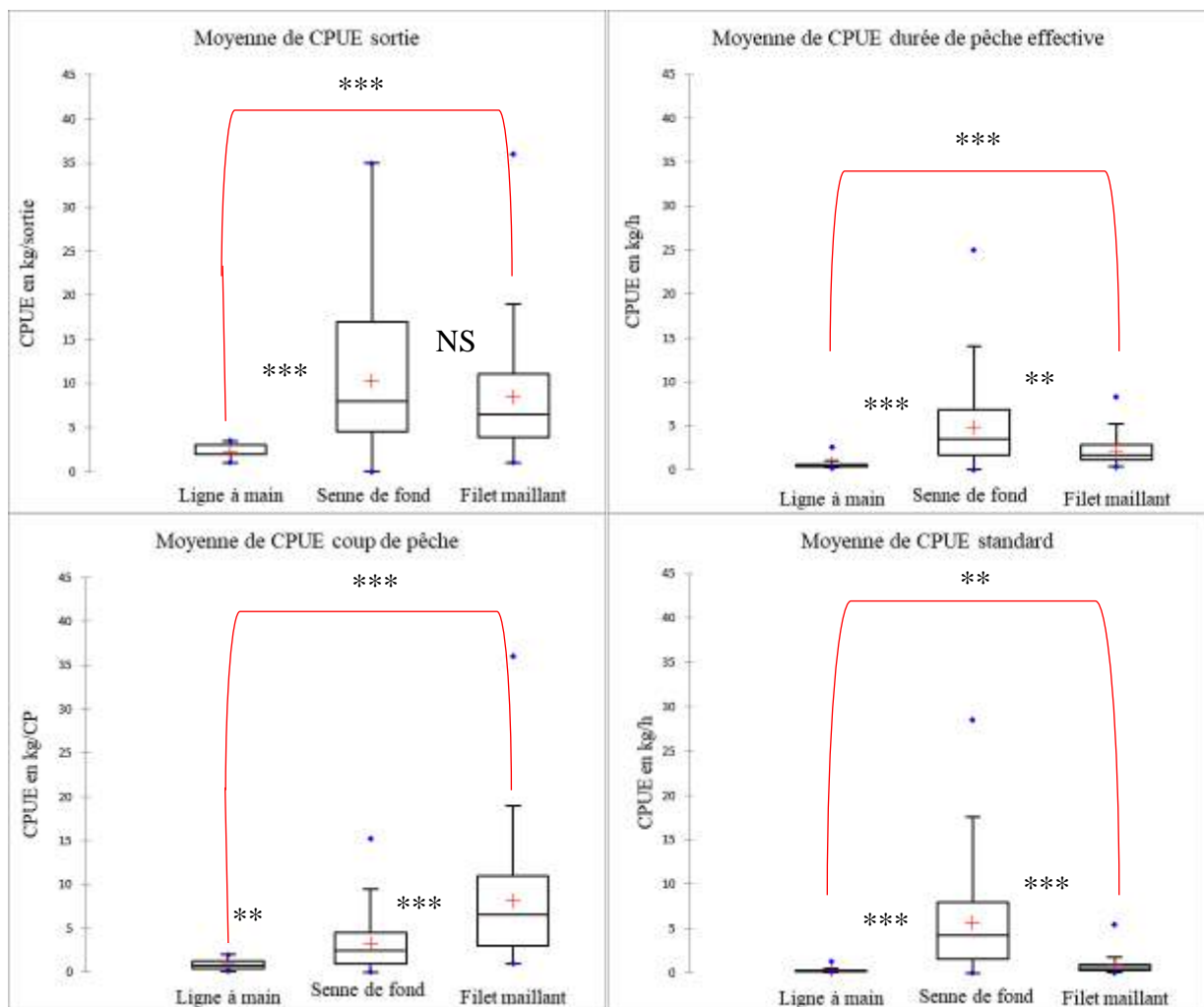


Figure 16 : Variation des CPUE suivant les engins et les unités d'effort de pêche.

Avec *** : p-value < 0,0001, ** : p-value < 0,01 ; NS : p-value > 0,05

2.4. Représentation cartographique de la pêche récifale

L'estimation des efforts et des captures est utile si elle est complétée par l'analyse de la spatialisation de la pêche. Cette partie présente la cartographie des efforts de pêche, des captures, et des CPUE par durée de pêche effective. Les CPUE par coup de pêche et standard ne sont pas présentées car les captures pour chaque coup de pêche n'ont pas été identifiées, ainsi les engins utilisés n'ont pas été identifiés pour l'effort standard. Certains pêcheurs ont utilisé deux engins de tailles différentes.

2.4.1 Estimation des efforts de pêche

En estimant par grille, les efforts en nombre de coups de pêche et en durée de pêche effective se répartissaient d'une façon différente. A partir de notre échantillon de trajectoires, les nombres de coups de pêche cumulés variaient de 0 à 32 par cellule de la grille. À l'intérieur du récif intermédiaire, le nombre de coups de pêche est le plus important (entre 9 et 32), parce que tous les engins ont fréquenté cette zone (Fig.17). Ce nombre étaient assez élevé sur les zones littorales du village étudié (1 à 16 coups de pêche). À l'extérieur de récif intermédiaire, le nombre n'atteignait que 1 à 4 coups de pêche par cellule de la grille (Fig.17).

Les durées de pêche effective étaient de 18mn à 35h 24mn dans les cellules de la grille. Ces valeurs étaient élevées dans la partie sud de la zone de pêche, précisément sur les récifs frangeants où elles atteignent des valeurs comprises entre 2h 54mn à 35h 24mn. A l'exemple, 9 grilles ont des durées importantes dans les récifs barrière avec un maximal de 21h 12mn (Fig.18). Les durées dans la grille sont homogènes et faibles sur les zones littorales. Dans la plupart des cas, les valeurs sont comprises entre 18min à 2h 54mn (Fig. 18).

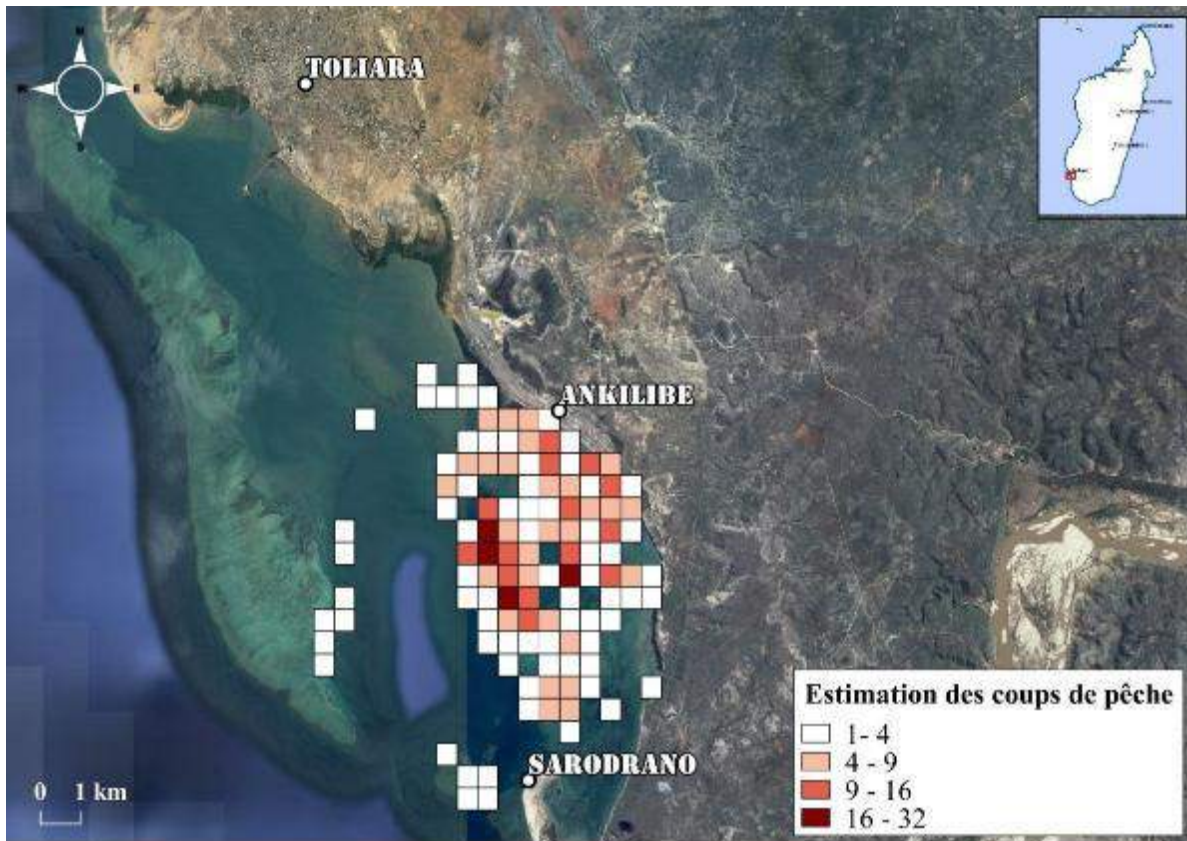


Figure 17 : Estimation cartographique de coup de pêche cumulé dans la grille.

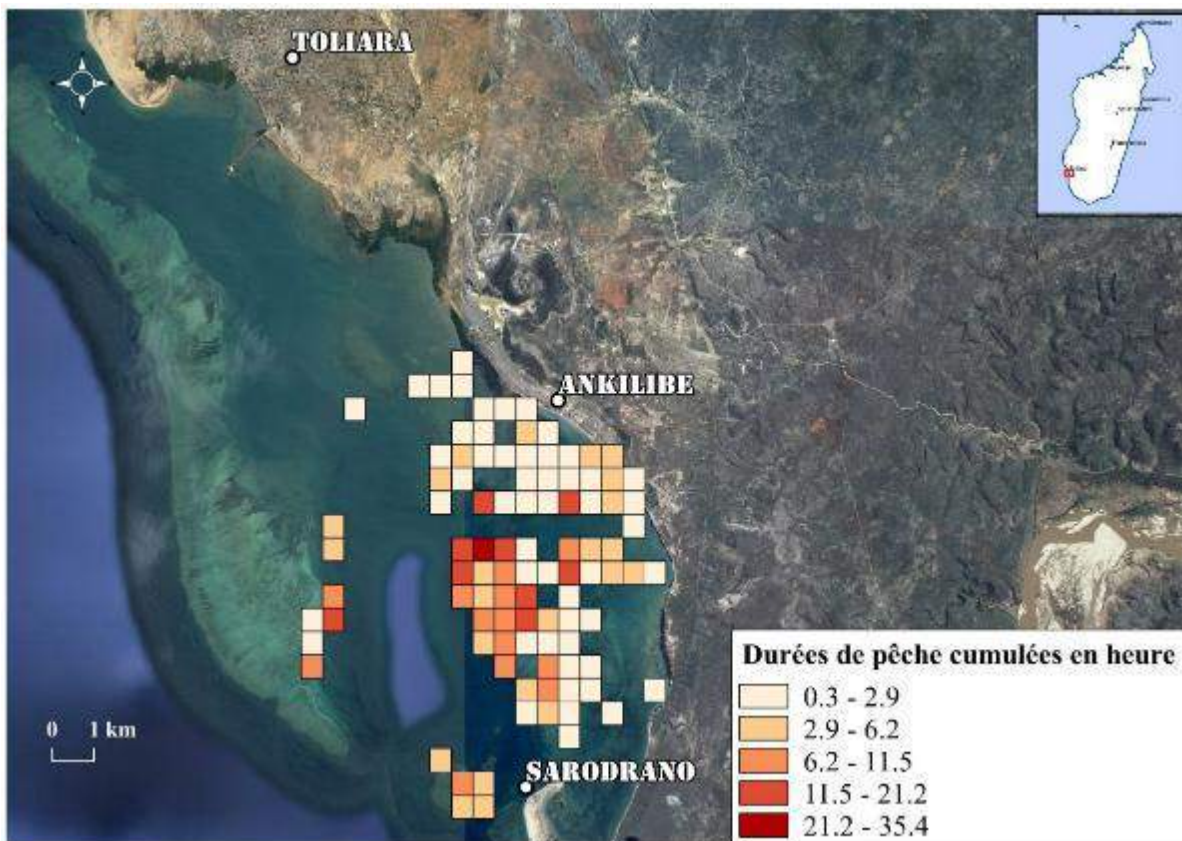


Figure 18 : Estimation cartographique de la durée de pêche cumulée dans la grille.

2.4.2 Spatialisation des captures cumulées

Les captures cumulées dans la grille se répartissaient d'une façon très variable, avec des valeurs comprises entre 0 à 74kg par cellule. Les captures étaient très importantes dans les récifs frangeants (de 7 à 46kg) mais les captures pouvaient atteindre jusqu'à 54,4kg (Fig.19). Elles n'étaient pas homogènes sur les récifs barrières, et variaient de 0,0 à 30,0kg. La valeur maximale de 74kg est observée sur le Grand Récif de Toliara.

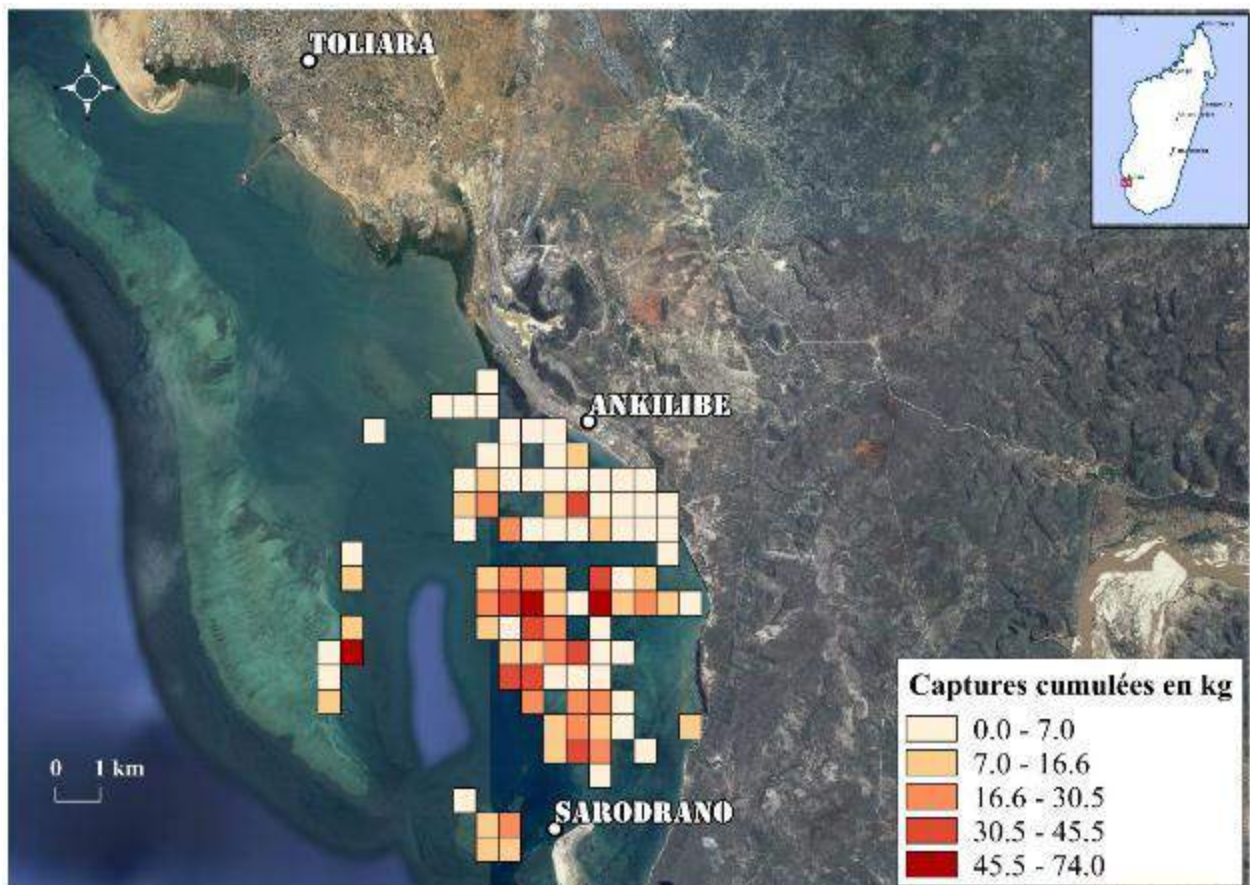


Figure 19 : Estimation cartographique des captures pour tous les engins.

2.4.3 Spatialisation des CPUE par durée de pêche effective

L'analyse quantitative et cartographique des captures montrent que les CPUE variaient suivant les zones de pêche. Pour les CPUE par durée de pêche effective à la senne de fond, elles étaient faibles dans la partie plus au nord de la zone, qui est dominée par des points avec des valeurs à 0,1kg/h. Les CPUE sont importantes dans la partie sud de la zone d'étude. Dans

la plupart des cas, elles varient entre 15,5 à 25kg/h, mais quelquefois des valeurs 0 ou 1,9kg/h sont observées (Fig.20).

Dans le cas de la pêche au filet maillant, les valeurs des CPUE sont assez variées dans l'espace. Les valeurs importantes sont observées sur les récifs frangeants, surtout au niveau des passes (3,0 à 8,3kg/h) (Fig.20).

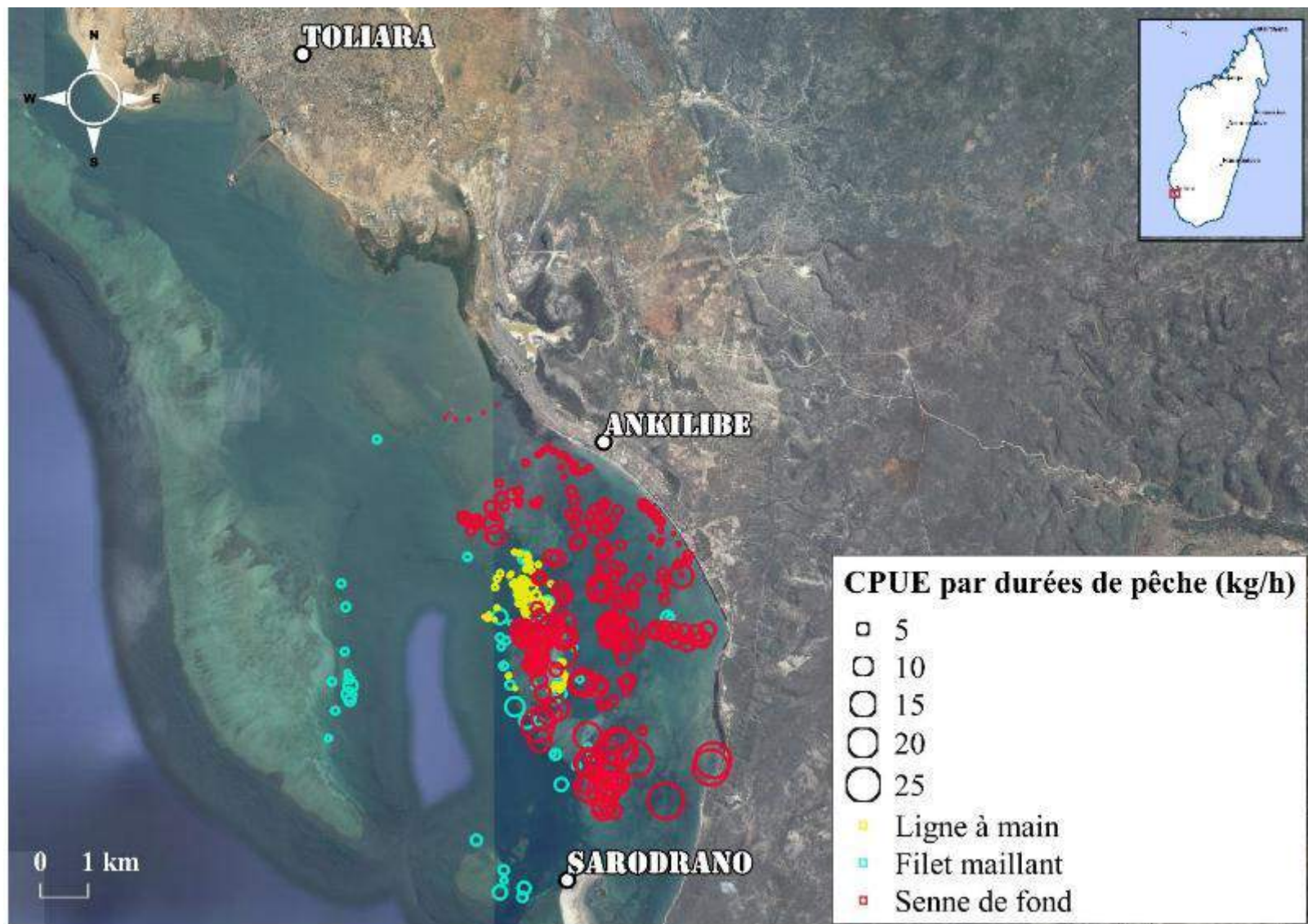


Figure 20 : Distribution spatiale des CPUE par durée de pêche effective (en heure).

3 DISCUSSION

3.1 Les facteurs régissant la forme des trajectoires de pirogue

Cette étude montre que le système de suivi des trajectoires des navires à l'aide de traceurs GPS est un moyen pouvant décrire les comportements des pêcheurs et les activités durant une sortie. Cette technique est très pratiquée dans la pêche industrielle où diverses recherches se sont déroulées dans ce domaine (Vermard, 2009 ; Lee et *al.*, 2010 ; Gerritsen et Lordan, 2011 ; Bez et *al.*, 2013). La méthode est basée sur l'étude du mouvement d'un navire à partir de sa vitesse pour classifier les activités en « pêche » ou « non pêche ». L'objectif est de fournir un moyen facile de caractériser le comportement spatial de la pêche (Bertrand, 2007). Certaines études ont adapté cette recherche dans la pêche traditionnelle ou artisanale (Arakawa, 2013 et Burgos et *al.*, 2013). Ces études ont toujours opté sur les vitesses de déplacement du navire pour décrire les activités. Parfois, lors du SSN dans la pêche industrielle, les engins utilisés comme le chalut à perche, la drague et le chalut à loutre sont déterminés car la vitesse du navire a varié en fonction des engins utilisés (Lee et *al.*, 2010).

Cette présente étude montre l'adaptation de SSN dans la pêche traditionnelle en étudiant la pêche récifale avec une fréquence d'enregistrement des positions de 30s, ce qui est une très haute fréquence en comparant aux études existantes (e.g., trois minutes pour le cas de Burgos et *al.*, 2013). L'étude est basée sur la détermination de la forme des trajectoires du déplacement de la pirogue. Elle décrit les états agrégés « pêche » et « non pêche » ainsi identifiés avec les engins utilisés. Une partie de cette étude montre ensuite l'efficacité de la transcription de trajectoire sans avoir effectué le suivi à bord de la pirogue.

En effet, la présente étude montre que la forme des trajectoires de pirogue est différente suivant les engins étudiés : filet maillant, ligne à main et senne de fond. Cependant un engin donné pouvait présenter des différentes formes trajectoires suivant la situation climatique et/ou les ressources cibles. En 1995, le travail de Laroche et Ramananarivo informait par exemple que les pêcheurs à la senne et au filet maillant allaient parfois plus au large ou près de la côte à la recherche d'autres cibles comme des poissons en banc ou pélagiques et/ou des crevettes. Ce changement de comportement des pêcheurs entraîne la difficulté sur la transcription des états détaillés dans les trajectoires de suivi, précisément au niveau de l'état « pêche ». Mahatante (2008) a précisé que si les conditions climatiques sont mauvaises, les pêcheurs au filet maillant pratiquent le technique *Roaky*, ou rabattage des poissons avec

déplacement des pirogues. Dans le cas contraire ils optent pour le *Hiriky*, une technique de pêche en apnée, pirogue ancrée. Cette situation entraîne un impact sur la forme des trajectoires des pirogues.

3.2 Estimation quantitative de l'effort de pêche et des CPUE à partir de l'analyse des trajectoires de pirogue

➤ Effort de pêche nominal

Dans la plupart des études sur la pêche autour de la ville de Toliara, les efforts observés se basent sur les efforts nominaux comme le nombre ou la durée des sorties en mer, le nombre des pirogues et le nombre des pêcheurs à bord (Laroche et Ramananarivo, 1995 ; Laroche et *al.*, 1997 ; Mahatante, 2008 ; Menjanahary, 2013).

Nos résultats sont assez similaires avec les différentes études effectuées dans la même zone à partir d'enquêtes en considérant l'effort nominal de sortie. Les durées de sortie ont varié entre 5 à 6h (Tab.6) (Laroche et *al.*, 1997 ; Mahatante, 2008 ; Brenier et *al.*, 2011 ; Menjanahary, 2011).

Tableau 6 : Comparaison de l'effort de durée de sortie avec d'autres études.

Sources : Betania, Morombe, Morondava, Toliara : Laroche et *al.*, 1997 ; Androka : Menjanahary, 2013 ; Ankilibe 2008 : Mahatante, 2008 ; Ankilibe, 2017 : Résultat de cette étude.

	Ankilibe 2017	Ankilibe 2008	Toliara 1997	Androka 1997	Betania Morondava 1997	Morombe 1997
Durée de sortie (heure)	5,9 ±1,4	5,87	6,4	6	3-5	6,5 – 10

En se référant aux études effectuées sur les zones de pêche près de la ville de Toliara, les CPUE par sortie variaient suivant les engins utilisés. Elles étaient faibles et homogènes pour la ligne à main et importantes pour la pêche à la senne de fond (Tab.7). Les CPUE par sortie estimées de cette présente étude étaient dans la plupart des cas inférieures aux estimations des autres études référencées.

Tableau 7 : Comparaison des CPUE (kg/sortie) avec autres études effectuée dans le Sud-Ouest de Madagascar.

Sources : Toliara 1989-1990 : Laroche et Ramananarivo, 1995 ; Ankilibe 2008 : Mahatante, 2008 ; Toliara 2009 : Davies *et al.*, 2009 ; Ankilibe 2017 : Résultats de cette présente étude.

Type d'engin	Ankilibe 2017	Toliara 2009	Ankilibe 2008	Toliara 1989-1990
Ligne à main	2,2 ± 0,1	3,2 ± 0,1	-----	4,8 ± 0,4
Filet maillant	8,5 ± 0,9	-----	6,8	18,2 ± 6
Senne de fond	10.3 ± 0,9	-----	18,3	31,9 ± 6,2

➤ Effort de pêche effectif

L'application du SSN permet d'estimer le temps réel de sortie en mer et des activités du pêcheur (Burgos *et al.*, 2013 ; Arakawa, 2013 ; Forero, 2018). Les études ont ainsi estimé les efforts de pêche nominaux, comme le nombre de sorties par jour, mais surtout la durée de pêche effective, et le nombre et la durée de coup de pêche (Vermard, 2009 ; Lee *et al.*, 2010 ; Burgos *et al.*, 2013 ; Gerritsen et Lordan, 2011). Dans notre étude, les trois mesures d'effort de pêche effectif suivantes ont été estimées : les durées de pêche, le nombre de coups de pêche déployés et les efforts standards.

Les efforts de pêche variaient suivant les engins utilisés (filet maillant, ligne à main et senne de fond), comme observé dans d'autres pêcheries à partir du SSN (Lee *et al.*, 2010). Les durées moyennes de l'état « pêche » étaient supérieures à celles de l'état « non pêche » (59,3 et 40,7% respectivement) pendant chaque sortie. De ce fait les pêcheurs ont tendance à passer plus de temps à pêcher qu'à se déplacer ou à être inactifs durant leurs sorties, comme généralement observé dans les pêcheries (Bez *et al.*, 2013). Toutefois, le temps de « non pêche » peut être considéré comme significatif.

Les différentes mesures d'effort de pêche effectif peuvent être prises en compte pour estimer les CPUE (Vermard, 2009 ; Lee *et al.*, 2010). En conséquence, trois mesures de CPUE ont été identifiées en complément des CPUE par sortie : CPUE par heure de pêche effective, CPUE par nombre de coup de pêche et CPUE par heure d'effort standard. Globalement, cette étude montre que l'analyse des trajectoires de pirogues est un moyen pour calculer les efforts effectifs et pour estimer précisément les CPUE. Ainsi, on n'observe pas de différence de

CPUE entre la senne de fond et le filet maillant au niveau de la sortie de pêche, contrairement aux CPUE estimées par heure de pêche effective et par coup de pêche, ce qui suggère que l'effort exprimé en sortie de pêche n'est pas suffisamment précis.

3.3 Distribution spatiale de la pêche récifale

L'analyse cartographique est très utilisée dans les recherches sur le système de suivi de navires. Elle montre la distribution spatiale des efforts de pêche suivant les engins (Lee et *al.*, 2010 ; Arakawa, 2013 ; Bertrand, 2013 ; Burgos et *al.*, 2013 ; Murray et *al.*, 2013). La majorité des systèmes de suivi de navires travaille en effet sur la détermination des positions des activités de pêche (Bertrand, 2013 ; Gerritsen et Lordan, 2011).

Pour notre étude, les suivis des pêcheurs ont été réalisés non seulement au niveau du débarquement, mais aussi à partir des déplacements des pirogues durant les sorties en utilisant des traceurs GPS. Des SSN de pêcheries industrielles ont montré l'estimation des efforts de pêche par grille afin d'avoir les informations cartographiques (Lee et *al.*, 2010 ; Lambert et *al.*, 2012 ; Burgos et *al.*, 2013). La méthode a été adaptée à cette étude. Elle montre les informations spatiales de la zone de pêche du village d'Ankilibe. L'analyse cartographique montre les zones occupées par les engins et les pêcheurs, et permet de délimiter les sites de pêche, contrairement à la plupart des recherches sur la pêche traditionnelle, dont la précision spatiale est limitée par la méthode d'enquête (Laroche et Ramanarivo, 1995, Rakotoarinivo, 1998 et Mahatante, 2008). Mahatante (2008) a travaillé sur la détermination des sites de pêche du village d'Ankilibe. Ses résultats sont confirmés par la présente étude, mais alors qu'il observait 42 sites de pêche sous la forme de points, 37 sites de pêche ont été délimités dans notre étude à partir de 193 trajectoires en deux mois de suivi de la pêche.

La distribution de l'effort de pêche variait suivant les engins utilisés : la pêche à la senne de fond occupait les récifs intermédiaires jusqu'à la côte et le filet maillant était utilisé plus largement, jusqu'aux récifs barrières (Grand Récif de Toliara et *NosyTafara*). Notre étude confirme que la distribution spatiale des efforts de pêche était forte à l'intérieur du lagon : c'est la zone la plus exploitée par les pêcheurs.

CONCLUSION

Cette étude expérimentale consistait à analyser les déplacements des pirogues dans la pêche récifale dans le village d'*Ankilibe*. La forme des trajectoires des pirogues a été déterminée pour caractériser visuellement les trajectoires enregistrées par des traceurs GPS. Ainsi les durées des sorties et des états agrégés « pêche » et « non pêche » ont été mesurées et analysées. L'étude consistait également en une analyse cartographique, dont le but était de déterminer la distribution spatiale des efforts de pêche, des captures et des CPUE.

À partir de trois types d'engins retenus pour la présente étude (filet maillant, ligne à main et senne de fond), les états détaillés regroupés dans l'état agrégé « pêche » et la forme des trajectoires des pirogues étaient différents suivant les engins utilisés. Les formes des trajectoires de référence étaient donc la clé pour caractériser les états « pêche » et « non pêche » des 193 trajectoires du suivi : 98% des cas ont été traités avec succès.

Les efforts observés dans ces trajectoires sont les durées de sortie, les durées des états agrégés « pêche » et « non pêche », les nombres et les durées de coup de pêche et les efforts standards. Les efforts sont significativement différents suivant les engins utilisés, excepté les durées de l'état agrégé « non pêche ». Les durées moyennes de coup de pêche au filet maillant sont élevées par rapport à la senne de fond, et elles sont moins importantes pour la pêche à ligne à main. Les CPUE observées sont les CPUE par sortie, CPUE par durée de pêche, CPUE par coup de pêche et CPUE standard. Elles sont significativement différentes suivant les engins, sauf les CPUE par sortie du filet maillant et de la senne de fond.

L'analyse cartographique a montré que la distribution spatiale des coups de pêche varie suivant les engins. La zone la plus exploitée est à l'intérieur du lagon surtout dans les récifs frangeants *Norikazo* et *Dimadimatse*. La senne de fond exploite le secteur littoral du lagon tandis que le filet maillant est plus largement distribué. La pêche à la ligne occupe une seule partie de la zone d'étude. L'estimation spatiale des efforts de pêche cumulée montre que les nombres de coup de pêche sont importants dans les récifs intermédiaires.

Enfin, les principaux problèmes rencontrés durant l'étude sont l'absence de source de courant électrique à bord des pirogues pour charger les GPS.

Cette étude constitue une base de données sur les trois engins. Elle détermine les activités des pêcheurs, les formes des trajectoires des pirogues et la répartition spatiale de la pêche

récifale. Toutefois, pour les futures interventions sur des suivis des pirogues, il est important de préciser les points suivants :

- ✓ Prendre en compte le calendrier de marée afin de suivre la variation spatiale et quantitative des efforts de pêche en fonction du cycle lunaire ;
- ✓ Prendre en compte les facteurs climatiques par rapport aux trajectoires (le vent, la pluie, la température de l'eau et le courant) ;
- ✓ Considérer la nature des espèces cibles pour avoir des idées sur les variations des activités de pêche qui influencent la forme des trajectoires des pirogues.
- ✓ Adapter le système de la transcription des trajectoires manuelle à la transcription automatique pour traiter un grand nombre de trajectoires (e.g. à l'échelle de la pêcherie de la baie de Toliara), car le temps de traitement visuel (50mn par trajectoire) permet difficilement d'envisager l'analyse de grands échantillons.

Références bibliographiques

Andrianarison F. et Rabeloma T. 2003. Incitations pour la gestion durable des récifs coralliens : Cas du Grand Récif de Toliara, Madagascar. Gestion et valorisation de ressources naturelles. Pp.9.

Arakawa R. A. J., 2013. A behavioral ecology of fishermen : hidden stories from trajectory data in the Northern Humboldt, Thèse d'obtention du Diplôme Doctorat dans l'université de Montpellier. 2, 171p.

Babcock E.A., Pikitch E.K., McAllister M.K., Apostolaki P. and Santora C., 2005. A perspective on the use of spatialized indicators for ecosystem-based fishery management through spatial zoning". ICES Journal of Marine Science 62, pp. 469–476.

Bez N., Walker E., Gaertner D., Rivoirard J. and Gaspar P., 2013. Fishing activity of tuna purse seiners estimated from vessel monitoring system (VMS) data. Can. J. Fish. Aquat. 13p.

Bertrand S., Bertrand A., Guevara-Carrasco R. and Gerlotto F., 2007. Scale-invariant movements of fishermen: the same foraging strategy as natural predators, Ecological Applications 17(2). pp. 331–337.

Brenier A., Mahafina J., Ranaivoson E. and Ferraris J., 2013. Participatory assessment of ecological sustainability of the Toliara Bay reef fishery. Sixth Western Indian Ocean Marine Science Association Scientific Symposium, Saint-Denis, Université de La Réunion, France, 24-29 August.

Brenier A., Ferraris J. and Mahafina J., 2011. Participatory assessment of the Toliara Bay reef fishery, southwest Madagascar. Article de Madagascar conservation & développement, volume 6.

Brenier A., Mahafina J., Galzin R. et Ferraris J., 2013. Approches participatives : une solution pour le suivi des pêcheries récifales ?". NSS-Dialogues, EDP Sciences 2014, Natures Sciences Sociétés, 21, pp. 293-306.

Burgos C., Gil J. and Olmo L. A. D., 2013. The Spanish blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*) fishery in the Strait of Gibraltar: spatial distribution and fishing effort derived from a small-scale GPRS/GSM based fisheries vessel monitoring system. EDP Sciences, IFREMER, IRD, Aquat. Living Resour. 26, pp. 399–407.

Chang S., 2011. Application of a vessel monitoring system to advance sustainable fisheries management-Benefits received in Taiwan. *Marine Policy*, 35: 116–121

Cesar H., Burke L. and Pet-Soede L.,2003. The economics of worldwide coral reef degradation. Cesar Environmental Economics Consulting, Zeist (The Netherlands), 23 pages.

Connell J.H., 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs: High diversity of trees and corals is maintained only in a non-equilibrium state, *Science*, pp. 1302-1310.

Dalzell P., Adams T.J.H. and Polunin, N.V.C., 1996. Coastal fisheries in the Pacific islands. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 34, pp. 395-531.

Davies T. E., Beanjara N. and Tregenza T., 2009. A socio-economic perspective on gear-based management in an artisanal fishery in south-west Madagascar. *Fisheries Management and Ecology*, 16, pp. 279–289.

Eastwood P. D., Mills C. M., Aldridge J. N., Houghton C. A. and Rogers S. I., 2007. Human activities in UK offshore waters: an assessment of direct, physical pressure on the seabed. *ICES Journal of Marine Science*. 64 : 453–463.

Ferraris J. et Cayré P., 2003. Les pêcheries récifales dans le Pacifique Sud, d'une gestion intuitive vers une gestion écosystémique raisonnée. *Oceanic*, 29, 3-4, pp. 397-414.

Forero G. N., Mañarro S., Mildenerger T.K., Breckwoldt A., Sudrman et Reuteur H., 2018. Participatory Boat Tracking Reveals Spatial Fishing Patterns in an Indonesian Artisanal Fisher, *Frontiers in Marine Science*, 12p.

Gascule D., 2008. Dynamique des populations et gestion des stocks halieutiques. Support de cours en ligne, Agrocampus Ouest/Campus numérique ENVAM éd, France, 125pp.

Gerritsen H. and Lordan C., 2011. Integrating vessel monitoring systems (VMS) data with daily catch data from logbooks to explore the spatial distribution of catch and effort at high resolution. *ICES Journal of Marine Science*. 68, pp. 245–252

Heriniaina E. M. O., 2011. Étude de la dynamique et de l'exploitation des principaux poissons du système lagunaire Lamirano-Evahatra après l'installation du seuil déversoir région Anosy. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'Étude Approfondies en Océanographie appliquée à l'Institut Halieutique et des Sciences Marines, Université de Tuléar, 74p.

Hughes T. P., Baird A. H., Bellwood D. R., Card M., Connolly S. R., Folke C., Grosberg R., Hoegh-Guldberg O., Jackson J. B. C., Kleypas J., Lough L. M., Marshall P., Nyström M., Palumbi S. R., Pandolfi J. M., Rosen B. and Roughgarden J., 2003. Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs. *Science*, 301 (5635), pp 929-933.

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., Pandolfi J. M., Peterson C. H., Steneck R. S., Tegner M. J., and Warner R. R., 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems, *Science*, 293, 5530, 629-638.

Lagouin Y., 1959. La pêche côtière malgache dans la région de Tuléar. *Bulletin de Madagascar* 153p: pp. 95–106.

Lambert G. I., Jennings S., Hiddink J. G., Hintzen N. T., Hinz H., Kaiser M. J. and Murray L. G., 2012. Implications of using alternative methods of vessel monitoring system (VMS) data analysis to describe fishing activities and impacts. *ICES J. Mar. Sci.* 69, 682–693

Laroche J., Razanoelisoa J., Fauroux E., and Rabenevanana M. W., 1997. The reef fisheries surrounding the south-west coastal cities of Madagascar. *Fisheries Management and Ecology*, pp. 285-299.

Laroche J. and Ramananarivo N., 1995. A preliminary survey of the artisanal fishery on coral reefs of the Tulear Region (southwest Madagascar). *Coral Reefs*. 14 :193-200.

Lebogre J. M., Fauroux E., Moizo B., Taillade J., Vasseur P., Chartier C. H. et Henry P., 1997. Milieux et sociétés dans le Sud-Ouest de Madagascar, pp. 97 – 120.

Lee J., South A. B. and Jennings S., 2010. Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high-resolution estimates of fishing-effort distributions from vessel monitoring system (VMS) data. *ICES J. Mar. Sc.* 67(6), pp. 1260- 1271.

Lemoigne V. et Fleury P. G., 2011. Typologie des pêcheurs embarqués pêchant dans et aux abords de la réserve Naturelle Marine de La Réunion, enquêtes de juillet à octobre 2010. *Rapport Ifremer RST-Délégation-Océan Indien*.

Laurec A. et Le Guen J., 1981. Dynamique des populations marines exploitées. Tome 1 *CONCEPTS ET MODELES*, 123p.

Mahantante T.P., 2008. Activités et propositions d'aménagement de la pêche traditionnelle aux poissons dans le village d'Ankilibe sud-ouest de Madagascar. Mémoire d'obtention de diplôme en Maîtrise en Sciences et Techniques de la Mer et du Littoral, IH.SM université de Tuléar. 50p.

Menjanahary T., 2011. Dynamique de la pêche traditionnelle dans le village d'Ambohibola / Androka, Région Sud- Ouest de Madagascar : Outil de Gestion de ressource Naturelle marine. Mémoire d'obtention du Diplôme d'Étude d'Approfondie à l'Institut Halieutique et des Sciences Marines, Université de Tuléar. 32p.

Murray L. G., Hinz H., Hold N. and Kaiser M. J., 2013. The effectiveness of using CPUE data derived from Vessel Monitoring Systems and fisheries logbooks to estimate scallop biomass. ICES Journal of Marine Science, Volume 70, Issue 7, 1 November 2013, pp. 1330–1340.

OCEAN CONSULTANT, 2002. Elaboration du schéma d'aménagement de la région de Toliara. Programme PNUD/GEF/MAG/96/G31 Contrat UNOPS Nr. ENVP – PS - 110206. Composante « Environnement Marin et Côtier » du PEII ONE.

Rafalimanana T., 1991. Estimation des captures de la pêche traditionnelle malgache en 1990. Ministère de la Production Animal, Eaux and forêts. Direction de la Pêche and de l'Aquaculture, Antananarivo, PNUD, projet MAG/85/014. Rapport de terrain, 222p, pp. 1-447.

Rakotoarinivo A.W., 1998. Les petits poissons pélagiques de la Région de Toliara (sud- ouest de Madagascar). Thèse de Doctorat en océanologie appliquée IH.SM. Université de Toliara. 147p.

Ramahatratra F., 2014. Étude de la capacité de résilience du grand récif de Toliara et de sa gestion durable. Thèse de Doctorat en Océanologie Appliqué, Option : Gestion des Ressources Marines, IH.SM Université de Toliara, 118p, pp 13-24.

Rudy V. D. E., Bernadine E., Narriman J., Gerald M., Paula S. A. and David B., 2004. Fish, fishers and fisheries of the Western Indian Ocean: their diversity and status. A preliminary assessment. PHYLOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY A. Volume 363, issue 1826.

Sanders M. J., Sparre P. and Venema S. C., 1988. Proceedings of the workshop on the assessment of the fishery resources in the Southwest Indian Ocean. FAO/UNDP : RAF/79/065/WP/41/88/E.

Service d'Appui à la Gestion de l'Environnement, 2010. Plan d'aménagement écotouristique. Complexe côtier Saint-Augustin, Anakao, Soalara Bas, Ambohimahavelona et Tongobory. Région Sud-Ouest. 44 p

Stelzenmuler V., Rogers S. I. and Mills C M., 2008. Spatio-temporal patterns of fishing pressure on UK marine landscapes, and their implications for spatial planning and management. ICES Journal of Marine Science. 65 : 1081–1091.

Vasseur P., 1997. Ecosystèmes côtiers en danger dans la région de Tuléar, in Lebigre, J. M. (Ed.), Milieux et sociétés dans le sud-ouest de Madagascar. Collection Iles et Archipels, 97-120.

Vermard Y., 2009. Comportement de pêche et gestion : l'exemple de la pêcherie pélagique du Golfe de Gascogne. Thèse d'obtention de diplôme en Docteur de l'institut supérieur des sciences agronomiques, agro-alimentaires, horticoles et du paysage, 149p.

Vermard Y., Rivot E., Mahévas S., Marchal P. and Gascuel D., 2010. Identifying fishing trip behaviour and estimating fishing effort from VMS data using Bayesian Hidden Markov Models. *Ecol. Model.* 221 (15): pp. 1757–1769.

Wilkinson C., 2004. Status of Coral Reefs of the World: Global Coral Reef Monitoring and work. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia.

ANNEXES

ANNEXE 1 : FICHES DE SUIVI DES SORTIES DE PÊCHE

SUIVI DES ACTIONS DE PECHE CAS DE SENNE DE FOND

Date, le..... /..... /.....

Village : ANKILIBE
Code GPS :
Nom du pêcheur :
Heure de départ : Arrivé :
Installation de la voile : à
Désinstallation de la voile : à
Attente avant la pose : à

Actions de pêche		Pêche 1	Pêche 2	Pêche 3	Pêche 4	Pêche 5
Nom du site						
Recherche du bon endroit	Début					
	Fin					
Pose de la senne (mandatsaky)	Début					
	Fin					
Trait de la senne (mitariky na maninto)	Début					
	Fin					
Collecte et transvasement des captures (mampilitsy haza)	Début					
	Fin					
Remontée de la senne (mampiakatsyharato)						
Déplacement vers un autre site (mifindratoera)	Début					
	Fin					

Heure de retour : Arrivé :
Installation de la voile : à
Désinstallation de la voile : à
Remarque :

SUIVI DES ACTIONS DE PECHE CAS À LA LIGNE

Date, le..... /..... /.....

Village : ANKILIBE

Code GPS :

Nom du pêcheur :

Heure de départ : Arrivé :

Installation de la voile : à

Désinstallation de la voile : à

Actions de pêche		Endroit 2	Endroit 3	Endroit 4	Endroit 5	Endroit 6	Endroit 7	Endroit 7	Endroit 8
Nom du site									
Recherche du bon endroit	Début								
	Fin								
Actions pêche	Début								
	Fin								
Déplacement vers un autre site (mifindratoera)	Début								
	Fin								

Heure de retour : Arrivé :

Installation de la voile : à

Désinstallation de la voile : à

Remarque :

FICHE DE SUIVIE DES ACTIONS DE PECHE CAS FILET MAILLANT

Date, le / /

Village : ANKILIBE
 Code GPS :
 Nom du pêcheur :
 Heure de départ : Arrivé :
 Installation de la voile : à
 Désinstallation de la voile : à
 Attente avant pose filet :

Actions de pêche		Pêche 1	Pêche 2	Pêche 3	Pêche 4
Nom du site					
Recherche du bon endroit	Début				
	Fin				
Pose du filet	Début				
	Fin				
Rabattage du poisson	Début				
	Fin				
Remontée du filet avec collecte (manintoharatosadymanpilitsyhaza)	Début				
	Fin				
Déplacement vers un autre site (mifindratoera)	Début				
	Fin				

Heure de retour : Arrivé :
 Installation de la voile : à
 Désinstallation de la voile : à
Remarque :

ANNEXE 02 : FICHER EN CSV AVEC LES ÉTATS DÉTAILLÉS ET AGRÉGÉS, CAS PÊCHE AU FILET MAILLANT.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Analyse	Sortie	Engin	Nom_pecheur	Code_GPS	Periode	Date	Heure	Latitude	Longitude	Etats_detailles	Etats_agreges	Coup_peche	Nom_site_1
2	Detaillles	1	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	17/01/2017	06:15:51	-23.429911	43.74099	Depart	Non_peche	NA	NA
3	Detaillles	1	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	17/01/2017	06:16:20	-23.430235	43.740917	Depart	Non_peche	NA	NA
4	Detaillles	1	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	17/01/2017	06:16:49	-23.43063	43.740772	Depart	Non_peche	NA	NA
5	Detaillles	1	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	17/01/2017	06:17:18	-23.431025	43.740601	Depart	Non_peche	NA	NA
870	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	07:56:42	-23.459133	43.73	Recherche_bon_endroit	Non_peche	NA	NA
871	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	07:57:12	-23.458771	43.729912	Recherche_bon_endroit	Non_peche	NA	NA
872	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	07:57:40	-23.458843	43.729782	Recherche_bon_endroit	Non_peche	NA	NA
873	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	07:58:09	-23.458843	43.729782	Pose_filet	Peche	1	vatopisake
874	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	07:58:38	-23.458536	43.729843	Pose_filet	Peche	1	vatopisake
885	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	08:03:58	-23.458759	43.729752	Pose_filet	Peche	1	vatopisake
886	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	08:04:27	-23.458759	43.729752	Pose_filet	Peche	1	vatopisake
887	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	08:04:56	-23.458759	43.729752	Rabattage_poisson	Peche	1	vatopisake
888	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	08:05:25	-23.458759	43.729752	Rabattage_poisson	Peche	1	vatopisake
889	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	08:05:53	-23.458759	43.729752	Rabattage_poisson	Peche	1	vatopisake
890	Detaillles	2	Filet_maillant	Boiv	FMP1	Jour	18/01/2017	08:06:23	-23.458759	43.729752	Rabattage_poisson	Peche	1	vatopisake
1352	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	11:49:41	-23.45767	43.730278	Remonter_filet	Peche	2	songery_abo
1353	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	11:50:10	-23.45767	43.730278	Remonter_filet	Peche	2	songery_abo
1354	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	11:50:39	-23.45767	43.730278	Remonter_filet	Peche	2	songery_abo
1370	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	11:58:23	-23.455454	43.730774	Retour	Non_peche	NA	NA
1371	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	11:58:53	-23.455069	43.730831	Retour	Non_peche	NA	NA
1372	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	11:59:21	-23.4547	43.730915	Retour	Non_peche	NA	NA
1373	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	11:59:51	-23.454361	43.731049	Retour	Non_peche	NA	NA
1374	Detaillles	2	Filet_maillant	Bojy	FMP1	Jour	18/01/2017	12:00:20	-23.454153	43.731129	Retour	Non_peche	NA	NA

PRÊT

ANNEXE 03 : FICHER EN CSV AVEC LES ÉTATS AGRÉGÉS, CAS PÊCHE À LA SENNE DE FOND

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Analyse	Sortie	Engin	Nom_peche	Code_GPS	Periode	Date	Heure	Latitude	Longitude	Etats_detaillés	Etats_agregés	Coup_peche	Nom_site
Detaillés	1	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	07/02/2017	05:10:59	-23.430508	43.741604	Depart	Non_peche	NA	NA
Detaillés	1	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	07/02/2017	05:11:29	-23.430698	43.741489	Depart	Non_peche	NA	NA
Detaillés	1	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	07/02/2017	05:12:00	-23.430698	43.741489	Depart	Non_peche	NA	NA
Detaillés	1	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	07/02/2017	05:12:30	-23.430698	43.741489	Depart	Non_peche	NA	NA
Detaillés	1	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	07/02/2017	05:13:00	-23.431141	43.741432	Depart	Non_peche	NA	NA
Agregés	1	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	07/02/2017	06:36:59	-23.490486	43.741749	NA	Peche	1	
Agregés	1	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	07/02/2017	06:37:29	-23.490486	43.741749	NA	Peche	1	
Agregés	1	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	07/02/2017	06:38:00	-23.490486	43.741749	NA	Peche	1	
Agregés	1	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	07/02/2017	06:38:29	-23.490183	43.741974	NA	Peche	1	
Agregés	1	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	07/02/2017	06:38:59	-23.490183	43.741974	NA	Peche	1	
Agregés	1	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	07/02/2017	06:39:29	-23.489916	43.741676	NA	Peche	1	
Agregés	1	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	07/02/2017	06:39:59	-23.489916	43.741676	NA	Peche	1	
Agregés	1	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	07/02/2017	06:40:29	-23.489916	43.741676	NA	Peche	1	
Detaillés	3	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	09/02/2017	12:07:15	-23.4629	43.744274	Voile_haut	Non_peche	NA	NA
Detaillés	3	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	09/02/2017	12:07:46	-23.462534	43.744675	Voile_haut	Non_peche	NA	NA
Detaillés	3	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	09/02/2017	12:08:16	-23.462421	43.744675	Voile_haut	Non_peche	NA	NA
Detaillés	3	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	09/02/2017	12:08:47	-23.462061	43.744606	Retour	Non_peche	NA	NA
Detaillés	3	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	09/02/2017	12:09:19	-23.461569	43.744541	Retour	Non_peche	NA	NA
Detaillés	3	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	09/02/2017	12:09:49	-23.461075	43.744514	Retour	Non_peche	NA	NA
Detaillés	3	Senne_de_fond	Pierrot	SFP5	Jour	09/02/2017	12:10:21	-23.460585	43.744503	Retour	Non_peche	NA	NA

SF_trajectoire_ankilibe_Pierrot



ANNEXE 4 : FICHER EN CSV AVEC LA TRAJECTOIRE INCONNUE, CAS DE LA PÊCHE AU FILET MAILLANT

Analyse	Sortie	Engin	Nom_pec	Code_GPS	Periode	Date	Heure	Latitude	Longitude	Etats_det	Etats_agre	Coup_pec	Nom_site
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:53:02	-23.470064	43.72089	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:53:33	-23.470352	43.720852	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:54:04	-23.470425	43.720993	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:54:34	-23.47043	43.720966	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:55:05	-23.470394	43.720978	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:55:36	-23.470373	43.720955	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:56:08	-23.470369	43.720882	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:56:38	-23.470396	43.720909	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:57:09	-23.470432	43.720894	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:57:40	-23.470427	43.720936	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:58:12	-23.470411	43.720955	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:58:42	-23.470373	43.721001	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:59:13	-23.470396	43.720978	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	08:59:45	-23.470413	43.72105	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	09:00:16	-23.470425	43.721031	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	09:00:47	-23.470432	43.720879	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	09:01:17	-23.470421	43.720825	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	09:01:49	-23.470388	43.720833	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	09:02:19	-23.470385	43.720852	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	09:02:50	-23.470343	43.720886	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	09:03:21	-23.470404	43.720901	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	09:03:53	-23.470373	43.720905	NA	NA	NA	NA
NA	6	Filet_maillar	Bojy	FMP1	Jour	10/02/2017	09:04:23	-23.470409	43.720802	NA	NA	NA	NA

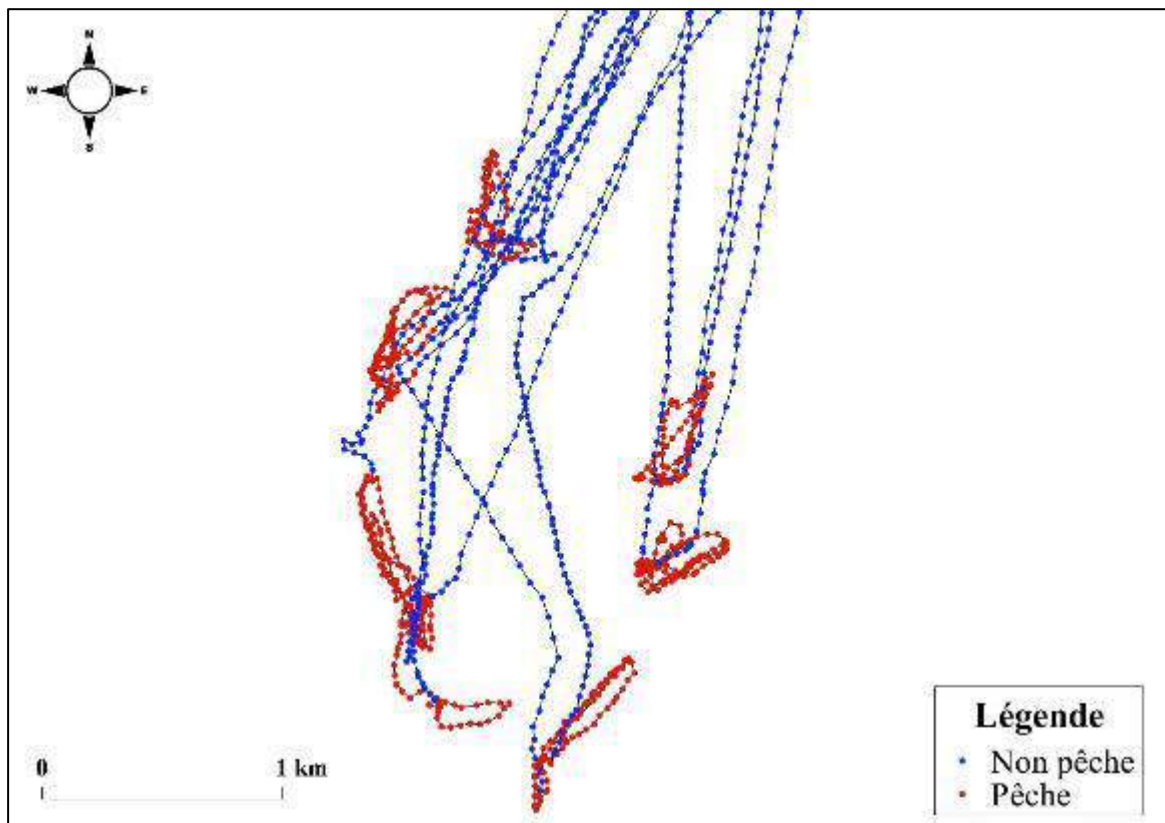
FM trajectoire_ankilibe_Bojy

232 ENREGISTREMENT(S) TROUVÉ(S) SUR 5623

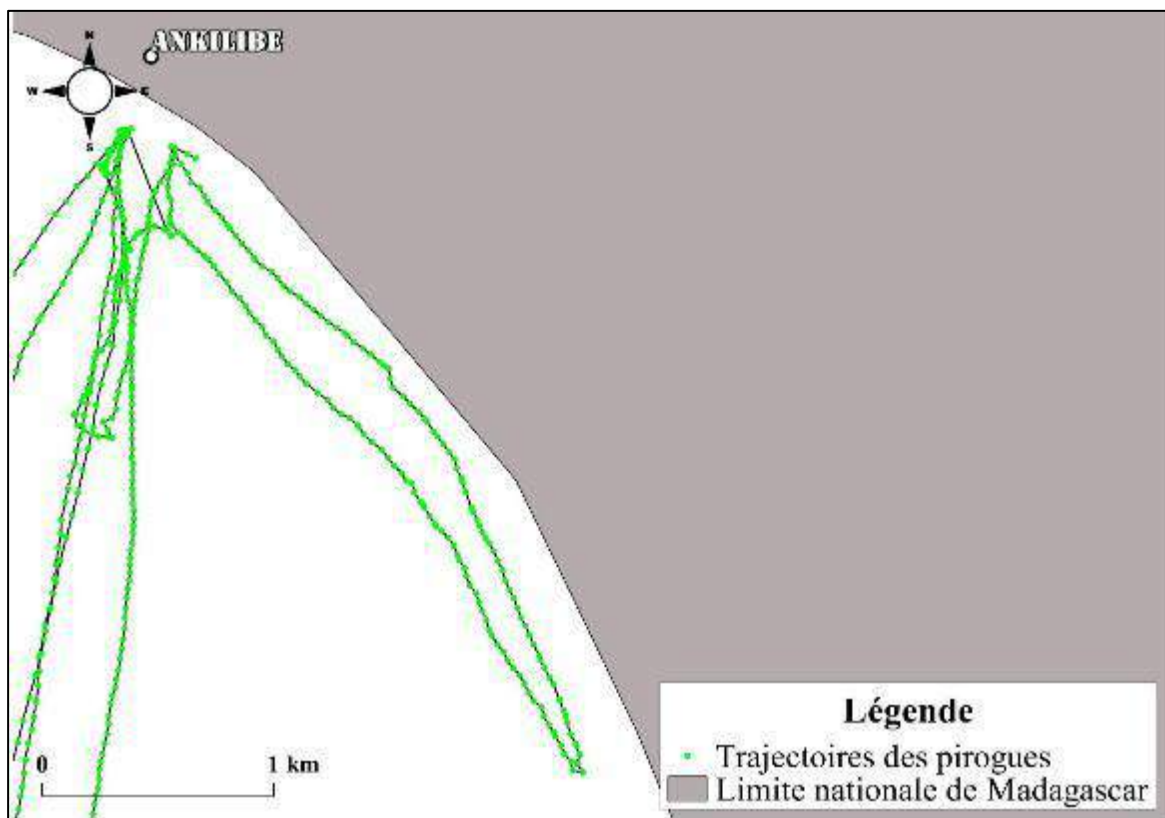
ANNEXE 5 : TABLE D'ATTRIBUT DES POINTS BARYCENTRES.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Sortie	Engin	Nom_pecheu	Code_GPS	Date	Periode	Coup_peche	Nom_site	Duree_mn	Latitude_moyenne	Longitude_moyenne	Duree_CP_h	CPUE_sortie(kg)	CPUE_heure_(kg/h)
2	1	Filet_maillant	Bitso	FMP3	17/01/2017	Jour	1	belay	15:07:12	-23.47149236	43.73391357	2.94	1	0.3
3	2	Filet_maillant	Bitso	FMP3	18/01/2017	Jour	1	nosimboro	04:19:12	-23.45740241	43.72800602	3.19	3.2	1
4	3	Filet_maillant	Bitso	FMP3	07/02/2017	Jour	1	ankara	13:12:00	-23.464274	43.72043582	2.09	3.5	1.7
5	4	Filet_maillant	Bitso	FMP3	08/02/2017	Jour	1	nosintsena	05:31:12	-23.45846522	43.68867681	4.39	8.5	1.9
6	5	Filet_maillant	Bitso	FMP3	09/02/2017	Jour	1	nosintsena	01:55:12	-23.45403792	43.6877613	4.32	7	1.6
7	6	Filet_maillant	Bitso	FMP3	10/02/2017	Jour	1	rakaivo	12:43:12	-23.5100674	43.72125207	2.08	2.5	1.2
8	7	Filet_maillant	Bitso	FMP3	11/02/2017	Jour	1	antabohy	10:04:48	-23.42680262	43.69510996	0.96	4	1.7
9	7	Filet_maillant	Bitso	FMP3	11/02/2017	Jour	2	antabohy	03:07:12	-23.44900463	43.71370565	1.37	4	1.7
10	8	Filet_maillant	Bitso	FMP3	12/02/2017	Jour	1	kilalaotse	03:07:12	-23.4604245	43.7549423	2.17	15	3.7
11	8	Filet_maillant	Bitso	FMP3	12/02/2017	Jour	2	kilalaotse	15:36:00	-23.46188439	43.72844471	1.89	15	3.7
12	9	Filet_maillant	Bitso	FMP3	13/02/2017	Jour	1	belay	14:52:48	-23.46047606	43.75537286	3.33	6	1.1
13	9	Filet_maillant	Bitso	FMP3	13/02/2017	Jour	2	belay	16:04:48	-23.47190999	43.73495901	2.16	6	1.1
14	10	Filet_maillant	Bitso	FMP3	14/02/2017	Jour	1	ambatomitsanga	00:43:12	-23.48653425	43.73930874	6.47	12	1.9
15	11	Filet_maillant	Bitso	FMP3	15/02/2017	Jour	1	dimadimatse	10:19:12	-23.48849827	43.73616494	6.22	11.5	1.8
16	12	Filet_maillant	Bitso	FMP3	16/02/2017	Jour	1	marikiosa	07:12:00	-23.46618573	43.73561407	1.52	5.5	0.9
17	12	Filet_maillant	Bitso	FMP3	16/02/2017	Jour	2	marikiosa	00:28:48	-23.48622224	43.73133457	4.78	5.5	0.9
18	13	Filet_maillant	Bitso	FMP3	17/02/2017	Jour	1	marikiosa	14:24:00	-23.47485617	43.73287208	2.89	10	3.5
19	14	Filet_maillant	Bitso	FMP3	18/02/2017	Jour	1	marikiosa	04:04:48	-23.47601511	43.73180767	2.9	6	2.1
20	1	Filet_maillant	Pety	FMP2	17/01/2017	Jour	1	kelinosy	13:55:12	-23.45767565	43.72732522	4.04	3.5	0.9
21	2	Filet_maillant	Pety	FMP2	18/01/2017	Jour	1	nosimboro	02:52:48	-23.45496977	43.72460749	4.17	4	1
22	3	Filet_maillant	Pety	FMP2	07/02/2017	Jour	1	ankarandava	10:04:48	-23.47503252	43.68936053	5.24	25	4.8
23	4	Filet_maillant	Pety	FMP2	08/02/2017	Jour	1	ankarandava	06:43:12	-23.47334108	43.68967774	5.55	25	4.5
24	5	Filet_maillant	Pety	FMP2	09/02/2017	Jour	1	ankarandava	18:42:12	-23.47606926	43.68959169	4.15	12	2.9

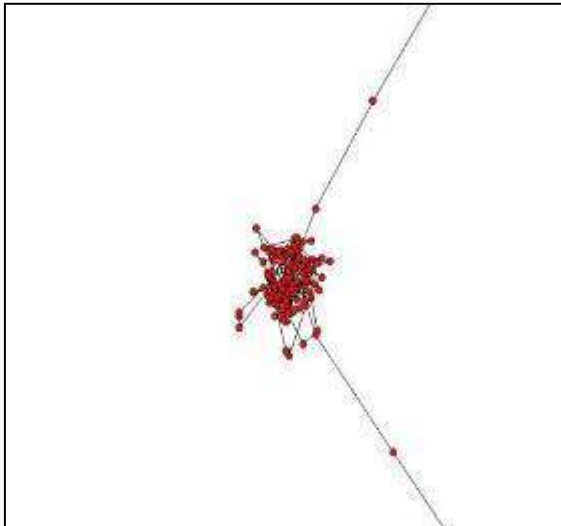
ANNEXE 6 : FORMES DES TRAJECTOIRES DES PIROGUES ATYPIQUE



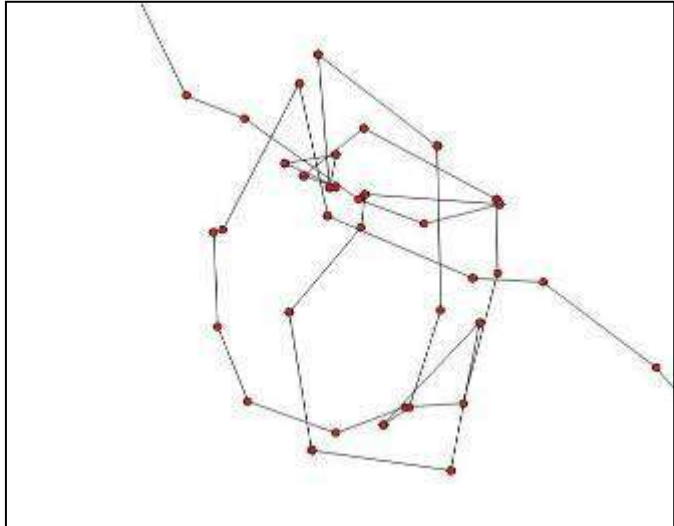
Trajectoires classifiées sur l'état agrégé, cas pêche au filet maillant.



Trajectoires non classifiées, cas senne de fond.



Filet maillant non superposition des points et non cercle



Filet maillant avec superposition des points et présence du cercle



Senne de fond avec superposition des points classée dans les états agrégés



Senne de fond avec NA



Senne de fond non superposition des points

ANNEXE 7 : SUPERFICIE DES SITES DE PÊCHE DU VILLAGE ANKILIBE

Sites de pêche	Surface en km ²	Sites de pêche	Surface en km ²
Belay	1,01	Beakio	0,77
Nosimboro	1,68	Fandreamboro	0,12
Ankara	0,17	Anakatafa	0,90
Rakaivo	0,35	Andama	0,02
Antabohy	5,68	Ambanindolo	0,25
Kilalaotse	2,57	Andogy	0,03
Ambatomitsanga	3,07	Andrangy	0,06
Dimadimatse	1,47	Vatomitsanga	0,00
Marikiosa	2,29	Nosy telo	0,02
Kelinosy	2,02		
Ankarandava	0,29		
Andredrano	1,25		
Vatopisake	0,29		
Songery_abo	3,75		
Mangenakenake	1,55		
Ranomamy	4,19		
Norinkazo	8,41		
Betsifotsy	0,05		
Anosy	0,08		
Antsanira	11,54		
Melody	6,91		
Ampasimihary	8,69		
Namakia	1,70		
Befay_foty	0,17		
Kaliente	0,22		
Ambazitse	2,25		
Nosy_kalanda	0,01		
Fihazandanora	0,07		

ANNEXE 8 : TABLEAU STATISTIQUE DESCRIPTIF DES EFFORTS DE PÊCHE SUIVANT LES ENGINs

Durée sortie			
Statistique	Filet maillant	Ligne à main	Senne de fond
Minimum (heure)	4,55	5,40	2,74
Maximum (heure)	11,35	7,73	8,99
Médiane (heure)	6,90	6,49	5,21
Moyenne (heure)	6,96	6,40	5,30
Écart-type	0,18	0,13	0,11

Durée état agrégé "pêche"			
Statistique	Filet maillant	Ligne à main	Senne de fond
Minimum (heure)	1,37	3,12	0,81
Maximum (heure)	7,15	6,16	6,54
Médiane (heure)	4,41	4,24	2,60
Moyenne (heure)	4,40	4,35	2,87
Écart-type	0,20	0,15	0,11

Durée état agrégé "non pêche"			
Statistique	Filet maillant	Ligne à main	Senne de fond
Minimum (heure)	1,25	1,35	0,42
Maximum (heure)	5,02	2,74	6,37
Médiane (heure)	2,42	2,01	2,37
Moyenne (heure)	2,56	2,06	2,43
Écart-type	0,13	0,08	0,11

ANNEXE 9 : TABLEAU STATISTIQUE DESCRIPTIF DES EFFORTS DE PÊCHE POUR LES PÊCHEURS À LA LIGNE À MAIN

Durée sortie		
Statistique	LNP1	LNP2
Minimum (heure)	5,40	5,50
Maximum (heure)	7,33	7,73
Moyenne (heure)	6,41	6,39
Écart-type	0,55	0,80

Durée état agrégé « pêche »		
Statistique	LNP1	LNP2
Minimum (heure)	3,12	3,18
Maximum (heure)	5,06	6,16
Moyenne (heure)	4,17	4,57
Écart-type	0,53	0,93

Durée état agrégé non pêche		
Statistique	LNP1	LNP2
Minimum (heure)	1,81	1,35
Maximum (heure)	2,74	2,63
Moyenne (heure)	2,24	1,82
Écart-type	0,30	0,38

**ANNEXE 10 : TABLEAU STATISTIQUE DESCRIPTIF DES EFFORTS DE PÊCHE
POUR LES PÊCHEURS AU FILET MAILLANT**

Durée sortie				
Statistique	FMP3	FMP1	FMP2	FMP4
Minimum (heure)	4,97	4,55	5,16	4,98
Maximum (heure)	9,35	6,68	11,35	8,97
Moyenne (heure)	6,83	5,84	7,26	7,27
Écart-type	1,49	0,73	1,42	1,06

Durée état agrégé « pêche »				
Statistique	FMP3	FMP1	FMP2	FMP4
Minimum (heure)	2,07	1,37	3,73	1,70
Maximum (heure)	6,47	4,48	7,15	7,01
Moyenne (heure)	3,98	2,88	5,02	4,81
Écart-type	1,60	1,01	0,90	1,60

Durée état agrégé « non pêche »				
Statistique	FMP3	FMP1	FMP2	FMP4
Minimum (heure)	1,78	1,51	1,25	1,35
Maximum (heure)	4,33	4,29	4,20	5,02
Moyenne (heure)	2,85	2,96	2,24	2,46
Écart-type	0,81	1,20	0,76	1,16

**ANNEXE 11 : TABLEAU STATISTIQUE DESCRIPTIF DES EFFORTS DE PÊCHE
POUR LES PÊCHEURS À LA SENNE DE FOND.**

Durée état sortie								
Statistique	SFP7	SFP6	SFP8	SFP2	SFP1	SFP5	SFP3	SFP4
Minimum (heure)	3,42	2,92	3,37	2,74	3,98	3,87	3,15	3,58
Maximum (heure)	6,95	6,11	8,99	7,35	7,25	6,69	7,34	8,04
Moyenne (heure)	5,42	4,76	6,21	4,93	5,37	4,87	5,37	5,64
Écart-type	1,20	0,93	1,91	1,25	1,12	1,07	0,98	1,27

Durée état agrégé « pêche »								
	SFP7	SFP6	SFP8	SFP2	SFP1	SFP5	SFP3	SFP4
Minimum (heure)	2,12	1,39	1,43	1,08	1,26	1,21	1,72	0,81
Maximum (heure)	5,10	2,96	2,83	4,96	5,98	4,56	6,54	5,92
Moyenne (heure)	3,48	2,07	2,23	2,61	3,30	2,56	3,29	2,60
Ecart-type	1,21	0,50	0,46	1,18	1,12	1,01	1,13	1,54

Durée état « non pêche »								
	SFP7	SFP6	SFP8	SFP2	SFP1	SFP5	SFP3	SFP4
Minimum	0,62	0,72	1,31	0,58	0,42	1,68	0,67	0,76
Maximum	3,13	3,66	6,37	3,93	4,87	3,23	4,67	5,21
Moyenne	1,94	2,69	3,99	2,31	2,06	2,31	2,08	3,04
Ecart-type	0,97	0,88	1,74	0,99	1,18	0,56	0,96	1,40

ANNEXE 12 : TABLEAU STATISTIQUE DESCRIPTIF DES DURÉES DE COUP DE PÊCHE SUIVANT LES ENGINs

Statistique	Filet maillant	Ligne à main	Senne de fond
Minimum (heure)	0.86	0.05	0.00
Maximum (heure)	7.15	6.16	3.31
Médiane (heure)	3.73	0.58	0.52
Moyenne (heure)	3.70	1.11	0.63
Écart-type	0.23	0.12	0.02

Annexe 13 : Tableau statistique descriptif des CPUE suivant les engins.

CPUE pour sortie			
Statistique	Ligne à main	Senne de fond	Filet maillant
Minimum	1,0	0,0	1,0
Maximum	3,5	35,0	36,0
Médiane	2,0	8,0	6,5
Moyenne	2,2	10,3	8,5
Écart-type	0,1	0,9	0,9

CPUE pour durées de pêche effective			
Statistique	Ligne à main	Senne de fond	Filet maillant
Minimum	0,2	0,0	0,3
Maximum	2,6	25,0	8,3
Médiane	0,6	3,5	1,7
Moyenne	0,6	4,8	2,1
Ecart-type de la moyenne	0,1	0,5	0,2

CPUE pour coup de pêche			
Statistique	Ligne à main	Senne de fond	Filet maillant
Minimum	0,1	0,0	1,0
Maximum	2,0	15,2	36,0
Médiane	0,7	2,5	6,5
Moyenne	0,8	3,3	8,1
Ecart-type de la moyenne	0,1	0,3	0,9

CPUE pour effort standard			
Statistique	Ligne à main	Senne de fond	Filet maillant
Minimum	0,1	0,0	0,0
Maximum	1,3	28,5	5,5
Médiane	0,3	4,2	0,6
Moyenne	0,3	5,7	0,9
Ecart-type de la moyenne	0,1	0,6	0,1